

ICS 编号

CCS 编号

# 团体标准

T/CHES XXX—20XX

## 水利水电工程预制桩基础技术规范

Technical specification for prefabricated pile foundation in  
water resources and hydropower projects

(报批稿)

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布



# 前 言

本标准按照《工程建设标准编写规定》（建标〔2008〕182号）的规定起草。

本标准共分为8章和5个附录，主要技术内容包括总则、术语和符号、基本规定、材料和选型、桩基设计、复合地基设计、施工、质量验收等。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国水利学会归口。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条16号，邮编：100053），以便今后修订时参考。

本标准主编单位：建华建材（中国）有限公司

长江勘测规划设计研究有限责任公司

本标准参编单位：中铁水利水电规划设计集团有限公司

中国水利水电第八工程局有限公司

中交第三航务工程勘察设计院有限公司

中水北方勘测设计研究有限责任公司

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

湖南省水利水电勘测设计规划研究总院有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司

湖北省水利水电规划勘测设计院有限公司

中交第二航务工程勘察设计院有限公司

中交第一航务工程局有限公司

辽宁省水利事务服务中心

山西省水利水电勘测设计研究院有限公司

珠海市规划设计研究院

本标准主要起草人：张雁、李伟、毛由田、高洪远、金忠良、胡星、葛明明、赵永磊、王程、李彬、勾朝伟、盛桥华、杨静、王导勇、韩涛、于碧澎、朱世洪、年夫喜、余金水、邹君、任雁斌、周浩、张天文、郑张玉、张建、卢金龙、邬希倓、刘摇、章乐远、陈鹏、刘译聪、何强、张凯、贺牧侠、张祥菊、顾学春

本标准主要审查人：马毓淦。



# 目 次

|      |                 |       |
|------|-----------------|-------|
| 1    | 总 则             | (1)   |
| 2    | 术语和符号           | (2)   |
| 2.1  | 术 语             | (2)   |
| 2.2  | 符 号             | (3)   |
| 3    | 基本规定            | (6)   |
| 4    | 材料和选型           | (7)   |
| 4.1  | 材 料             | (7)   |
| 4.2  | 选 型             | (7)   |
| 5    | 桩基设计            | (9)   |
| 5.1  | 一般规定            | (9)   |
| 5.2  | 预制桩布置           | (9)   |
| 5.3  | 桩基竖向抗压承载力计算     | (10)  |
| 5.4  | 桩基竖向抗拔承载力计算     | (13)  |
| 5.5  | 桩基水平承载力和位移计算    | (15)  |
| 5.6  | 桩基础沉降计算         | (18)  |
| 5.7  | 构造要求            | (19)  |
| 6    | 复合地基设计          | (20)  |
| 6.1  | 一般规定            | (20)  |
| 6.2  | 预制桩布置           | (20)  |
| 6.3  | 复合地基计算          | (21)  |
| 6.4  | 构造要求            | (22)  |
| 7    | 施 工             | (24)  |
| 7.1  | 一般规定            | (24)  |
| 7.2  | 起吊、运输和堆放        | (25)  |
| 7.3  | 接桩与截桩           | (27)  |
| 7.4  | 静压法施工           | (28)  |
| 7.5  | 锤击法施工           | (30)  |
| 7.6  | 植入法沉桩           | (31)  |
| 7.7  | 引孔辅助沉桩          | (32)  |
| 7.8  | 桩顶与底板连接施工       | (32)  |
| 7.9  | 褥垫层施工           | (33)  |
| 8    | 质量验收            | (34)  |
| 8.1  | 一般规定            | (34)  |
| 8.2  | 单元工程施工质量验收      | (34)  |
| 8.3  | 工程验收            | (37)  |
| 附录 A | 预制桩结构形式、配筋及力学性能 | (38)  |
| 附录 B | 预制桩桩尖规格及构造图     | (84)  |
| 附录 C | 预制桩与底板连接构造图     | (92)  |
| 附录 D | 沉桩施工记录表         | (95)  |
| 附录 E | 沉桩设备选型参考表       | (105) |
|      | 本规范用词说明         | (107) |

|              |       |
|--------------|-------|
| 引用标准名录 ..... | (108) |
| 条文说明 .....   | (109) |

# Contents

|   |   |                |
|---|---|----------------|
| 1   | General provisions.....   | (1)            |
| 2   | Terms and symbols.....  | (2)            |
| 2.1   | Terms.....  | (2)            |
| 2.2   | Symbols.....  | (3)            |
| 3   | Basic requirements.....   | (6)            |
| 4   | Materials and selection.....  | (7)            |
| 4.1   | Materials.....  | (7)            |
| 4.2   | Selection.....  | (7) 错误! 未定义书签。 |
| 5   | Pile foundation design.....   | (9)            |
| 5.1   | General requirements.....   | (9)            |
| 5.2   | Layout of prefabricated piles.....  | (9)            |
| 5.3   | Calculation of vertical bearing capacity of pile foundation.....                    | (10)           |
| 5.4   | Calculation of uplift bearing capacity of piles foundation.....                     | (15)           |
| 5.5   | Calculation of horizontal bearing capacity and displacement of pile foundation..... | (18)           |
| 5.6   | Settlement calculation of pile foundation.....                                      | (19)           |
| 5.7   | Detailing requirements.....   | (20)           |
| 6   | Composite foundation design.....  | (20)           |
| 6.1   | General requirements.....   | (20)           |
| 6.2   | Layout of prefabricated piles.....  | (20)           |
| 6.3   | Calculation of composite foundation.....  | (21)           |
| 6.4   | Detailing requirements.....   | (22)           |
| 7   | Construction.....   | (24)           |
| 7.1   | General requirements.....   | (24)           |
| 7.2   | Lift, transport and stack.....  | (25)           |
| 7.3   | Connecting and cutting of Piles.....  | (27)           |
| 7.4   | Jacked driving construction.....  | (28)           |
| 7.5   | Hammer driving construction.....  | (30)           |
| 7.6   | Method of planting pile.....  | (31)           |
| 7.7   | Pilot hole-assisted pile driving.....   | (35)           |
| 7.8   | Construction of pile top to base slab connection.....                               | (35)           |
| 7.9   | Construction of cushion layer.....  | (36)           |
| 8   | Quality acceptance.....   | (34)           |
| 8.1   | General requirements.....   | (34)           |
| 8.2   | Quality acceptance of unit project construction.....                                | (34)           |
| 8.3   | Project acceptance.....   | (37)           |
| Appendix A Structural forms, sections and mechanical properties of precast piles..... |   | (38)           |
| Appendix B Specifications and construction drawings of precast pile Toe.....          |   | (84)           |
| Appendix C Construction detail of precast pile to base slab connection.....           |   | (92)           |

|            |   |       |
|------------|---|-------|
| Appendix D | Pile sinking construction record form.....              | (95)  |
| Appendix E | Reference table for selection of pile driving equipment | (105) |
|            | Explanation of wording in this standard.....            | (107) |
|            | List of quoted standards.....                           | (108) |
| Addition:  | Explanation of provisions.....                          | (112) |



## 1 总 则

- 1.0.1 为规范混凝土预制桩在水利水电桩基础和复合地基的应用，制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于水利水电工程中混凝土预制桩基础的设计、施工、质量检查与验收。
- 1.0.3 混凝土预制桩基础应根据水工建筑物的稳定、变形、渗流控制等不同目的确定基础型式、桩型和施工工艺，并应因地制宜制定技术方案。
- 1.0.4 水利水电工程中预制桩基础的设计、施工和质量验收，除应符合本规范外，尚应符合现行国家有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 混凝土预制桩 precast concrete pile

采用先张法预应力技术，经浇筑或离心工艺制作成型的混凝土或钢筋混凝土桩，或者在钢管内浇筑混凝土经离心工艺制作成型的混凝土桩，统称为混凝土预制桩，简称预制桩。

#### 2.1.2 预制桩复合地基 precast pile composite ground

天然地基土体经处理后，部分土体被预制桩置换形成增强体，由天然地基土体和预制桩增强体共同承担荷载的人工地基。

#### 2.1.3 预应力混凝土管桩 pretensioned pre-stressed spun concrete pipe pile

采用离心成型的桩身混凝土强度等级不低于 C60 的先张法预应力混凝土环形截面空心桩，简称 PC 管桩。

#### 2.1.4 预应力高强混凝土管桩 pretensioned pre-stressed spun high strength concrete pipe pile

采用离心成型的桩身混凝土强度等级不低于 C80 的先张法预应力混凝土环形截面空心桩，简称 PHC 管桩。

#### 2.1.5 预应力超高强混凝土管桩 pretensioned pre-stressed spun ultra-high-strength concrete pipe pile

采用离心成型的桩身混凝土强度等级不低于 C105 的先张法预应力混凝土环形截面空心桩，简称 UHC 管桩。

#### 2.1.6 混合配筋预应力高强混凝土管桩 pretensioned prestressed concrete pipe pile with hybrid reinforcement

采用离心成型，并采用预应力钢棒和普通钢筋混合配筋的先张法预应力混凝土环形截面空心桩，简称 PRC 管桩。

#### 2.1.7 高强钢管混凝土管桩 high strength concrete and thin-walled steel composite pile

在薄壁钢管内浇筑混凝土，经离心工艺成型的混凝土强度等级不低于 C80 的复合管桩，简称 SC 桩。

#### 2.1.8 预应力混凝土薄壁预制桩 pretensioned pre-stressed spun concrete thin wall pile

在复合地基中作为增强体，采用离心工艺成型的桩身混凝土强度等级不低于 C60 的先张法预应力混凝土薄壁管桩或空心方桩，简称 PTC 桩或 PTS 桩。

#### 2.1.9 预应力混凝土空心方桩 pretensioned prestressed concrete hollow square pile

采用离心成型的桩身混凝土强度等级不低于 C60 的先张法预应力混凝土方形截面空心桩，简称 PS 桩。

#### 2.1.10 预应力高强混凝土空心方桩 pretensioned prestressed high strength concrete hollow square pile

采用离心成型的桩身混凝土强度等级不低于 C80 的先张法预应力混凝土方形截面空心桩，简称 PHS 桩。

#### 2.1.11 预应力混凝土实心方桩 pretensioned prestressed concrete solid square pile

采用浇筑法成型的桩身混凝土强度等级不低于 C60 的先张法预应力方形截面桩，简称 YRS 桩。

#### 2.1.12 锤击法 hammer-driving method

利用锤击设备将预制桩打至岩土层设计深度的沉桩施工方法。

#### 2.1.13 静压法 jacking driving method

利用静压设备将预制桩打至岩土层设计深度的沉桩施工方法。

#### 2.1.14 引孔法 drilling driving method

预先用钻机或其他设备在桩位处成孔，随后采用沉桩设备将预制桩打入、压入、振入或靠自重沉入的施工方法。

#### 2.1.15 植入法 method of planting pile

预先用钻机或其他设备在桩位处成孔并灌注填充料或采用搅拌、旋喷工艺后，随后采用沉桩设备将预制桩打入、压入、振入或靠自重沉入的施工方法。

#### 2.1.16 终压控制标准 standard for stop pressing

将预制桩沉至设计要求时终止压桩的施工控制条件

#### 2.1.17 填芯混凝土 filling concrete for pipe pile head

填筑在空心预制桩顶部一定深度的混凝土。

#### 2.1.18 土塞效应 plugging effect

开口预制桩沉桩过程中，土体涌入预制桩空腔内的土芯固结闭塞后对桩端阻力发挥程度的影响效应。

#### 2.1.19 外芯 outer core

采用植入法沉桩时，包裹在预制桩外侧的水泥土、水泥砂浆或混凝土。

#### 2.1.20 停锤标准 standard for stop hammering

将桩端沉至设计要求时终止锤击的控制条件。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 作用和作用效应

$\Sigma G$  —— 作用于底板底面的全部竖向荷载（包括自重）；

$\Sigma H$  —— 作用于底板底面的全部水平荷载；

$H_k$  —— 作用于单桩的水平力；

$M_x$ 、 $M_y$  —— 作用于水工建筑物底板底面，绕通过桩群形心  $x$ 、 $y$  轴的力矩；

$M_H$  —— 在基岩顶面处的弯矩；

$P_c$  —— 底板底地基土分担的竖向总荷载；

$p_z$  —— 软弱下卧层顶面处的附加压应力值；

$p_{cz}$  —— 软弱下卧层顶面处地基土的自重压力值；

$Q_k$  —— 轴心竖向作用下单桩平均竖向力；

$Q_i$ 、 $Q_{imax}$  —— 偏心竖向力作用下第  $i$  根桩的竖向力、单桩的最大竖向力；

$Q$  —— 轴心竖向力作用下单桩竖向力设计值；

### 2.2.2 抗力和材料性能

$\bar{E}_s$  —— 桩间土的加权平均压缩模量；

$E_{sp}$  —— 复合地基的压缩模量；

$E_{spi}$ 、 $E_{sj}$  —— 加固土层第  $i$  层土、加固土层下第  $j$  层土的压缩模量；

$f_t^w$  —— 焊缝抗拉强度设计值；

$f_n$  —— 填芯混凝土与空心桩内壁之间的粘结强度设计值；

$f_{rk}$  —— 岩石饱和单轴抗压强度标准值；

$f_{sk}$  —— 处理后桩间土的承载力特征值；

$f_{spk}$  —— 复合地基承载力特征值；

$N_t$  —— 单桩抗拔力设计值；

- $Q_{uk}$  —— 单桩竖向极限承载力标准值；  
 $q_{sik}$  —— 桩侧第  $i$  层土的桩侧极限摩阻力；  
 $q_{pk}$  —— 桩端极限端阻力；  
 $q_{sik}^m$  —— 外芯侧第  $i$  层土的桩侧极限摩阻力；  
 $R_a$  —— 单桩竖向承载力特征值；  
 $R_d$  —— 桩身允许顶压压桩力；  
 $R_{ha}$  —— 单桩水平承载力特征值；  
 $R_{ta}$  —— 群桩呈非整体破坏时基桩抗拔承载力特征值；  
 $\gamma_m$  —— 基础底面以上土的加权平均重度；

### 2.2.3 几何参数

- $A_j$  —— 桩的净截面积；  
 $A_p$  —— 桩端外周面积；  
 $B'_c$  —— 底板受侧向土抗力一边的计算宽度；  
 $B_c$  —— 底板宽度；  
 $b_0$  —— 桩身的计算宽度；  
 $b_h$  —— 垂直于弯矩作用平面桩的边长；  
 $h$  —— 桩嵌入基岩中（不计强风化层和全风化层）的有效深度；  
 $h_c$  —— 底板高度；  
 $L_a$  —— 填芯混凝土高度；  
 $t_s$  —— 端板厚度；  
 $u$  —— 外芯身周长；  
 $u_p$  —— 桩身周长；  
 $W_0$  —— 桩身换算截面受拉边缘的截面模量；  
 $\chi_{0a}$  —— 桩顶允许水平位移；

### 2.2.4 计算参数和其他

- $\alpha$  —— 预制桩的水平变形系数；  
 $\beta_p$  —— 桩端极限阻力调整系数；  
 $\delta_r$  —— 嵌岩端侧阻力和端阻综合系数；  
 $\eta_b$  —— 底板底摩阻效应系数；  
 $\eta_c$  —— 底板效应系数；  
 $\eta_h$  —— 群桩效应综合系数；  
 $\eta_i$  —— 桩的相互影响效应系数；  
 $\eta_l$  —— 底板侧向土水平抗力效应系数；  
 $\eta_r$  —— 桩顶约束效应系数；  
 $\lambda$  —— 单桩承载力发挥系数；  
 $\lambda_i$  —— 抗拔系数；  
 $\lambda_p$  —— 桩端土塞效应系数；  
 $\nu_x$  —— 桩顶水平位移系数；

|               |    |   |
|---------------|----|---|
| $\psi_c$      | —— | 成桩工艺系数；                                   |
| $A_i$ 、 $A_j$ | —— | 加固土层第 $i$ 层、加固土层下第 $j$ 层土附加应力系数沿土层厚度的积分值； |
| $m$           | —— | 面积置换率；                                    |
| $n_1, n_2$    | —— | 沿水平荷载方向与垂直水平荷载方向每排桩中的桩数；                  |
| $s_a/d$       | —— | 沿水平荷载方向的矩径比。                              |

### 3 基本规定

3.0.1 水利水电工程预制桩基础设计,应根据所属水利水电工程等别和建筑物级别确定合理使用年限,预制桩桩身混凝土的基本要求和防腐要求,应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的规定。

3.0.2 水利水电工程预制桩基础应按下列极限状态设计:

1 承载能力极限状态包括经处理后的地基达到承载力特征值、整体失稳、预制桩构件因超过材料强度而破坏、预制桩因过度的变形不适合于继续承载;

2 正常使用极限状态包括经处理后的地基达到建筑物正常使用所规定的变形限值和预制桩达到耐久性要求的某项限值。

3.0.3 预制桩基础重要程度应根据所属水工建筑物级别、建筑物重要性、地质条件复杂程度综合确定,水工建筑物级别确定应符合现行行业标准《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252 的规定。

3.0.4 水利水电工程采用预制桩基础时,岩土工程勘察应包括下列内容:

1 查明建(构)筑物范围内土层的结构、成因、年代、各岩(土)层的物理力学性质、桩基设计参数;查明场区内可能影响沉桩的岩土层;对条件特殊或复杂的地基,宜通过原位测试等试验方法获取设计参数;

2 查明与工程建设有关的地质构造及不良地质作用,查明场地和地基的地震效应及对桩基和地基处理的危害,并提出防治措施建议;

3 查明水文地质条件;查明岸坡形态、冲淤变化及稳定性,查明掩埋的古河道、沟、塘、岩溶的分布;

4 查明场地下管线等建筑物的设施及分布。

3.0.5 水利水电工程中的预制桩基础应符合下列规定:

1 应具有足够的强度,能够承受上部建筑物传递的荷载;

2 应具有足够的整体性和均匀性;

3 应具有足够的耐久性,防止地基在水或其他外部因素的长期作用下发生劣化;

4 有抗震要求的水工建筑物,应在设计烈度的地震作用下,不发生失稳破坏。

3.0.6 预制桩可采用锤击法、静压法等沉桩方法,当遇到下列情况时,宜采用引孔法或植入法:

1 影响临近建构筑物、地下管线的正常使用和安全时;

2 当遇到密实的砂土、碎(卵)石土等硬土夹层以及坚硬岩、较硬岩或遇有漂石、孤石,预制桩难以穿透时。

3.0.7 预制桩施工前宜在现场进行沉桩工艺试验,并应取得沉桩控制参数。

3.0.8 预制桩基础的检测要求应符合国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的相关规定。

## 4 材料和选型

### 4.1 材 料

4.1.1 预制桩宜在工厂内制作，可按照截面外形可分为管桩和方桩，具体桩型的分类应符合下列规定：

1 管桩可分为预应力混凝土管桩（PC）、预应力高强混凝土管桩（PHC）、预应力超高混凝土管桩（UHC）、混合配筋预应力高强混凝土管桩（PRC）、薄壁混凝土管桩（PTC）、高强钢管混凝土管桩（SC）；

2 方桩可分为预应力混凝土实心方桩（YZH）、预应力高强混凝土实心方桩（GYZH）、预应力混凝土空心方桩（PS）、预应力高强混凝土空心方桩（PHS）、预应力超高混凝土空心方桩（UHS）、薄壁混凝土空心方桩（PTS）；

3 高强钢管混凝土管桩可根据所采用钢管材质牌号可分为 I 型（Q235B）和 II 型（Q355B），其余桩型可按照有效预压应力大小和配筋率差异可分为 A 型、AB 型、B 型和 C 型。

4.1.2 预制桩的桩身构造及常用桩型的规格尺寸、配筋和力学性能，应符合本规范附录 A 的规定。

4.1.3 预制桩出厂时，桩身混凝土抗压强度不应低于其混凝土设计强度等级值。

4.1.4 用于桩基础时，预制桩的预应力钢筋的最小配筋率不应小于 0.5%，并不应少于 6 根；用于复合地基时，预制桩的预应力钢筋的最小配筋率不宜小于 0.3%。

4.1.5 预制桩的其他质量要求尚应符合国家现行标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《先张法预应力混凝土管桩》GB/T 13476、《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197、《预制高强混凝土薄壁钢管桩》JG/T 272、《预应力混凝土薄壁管桩》JC/T 888 和《预应力混凝土实心方桩》JC/T 2723 的有关规定。

4.1.6 与预制桩连接的底板混凝土材料及其强度等级，应符合结构受力、耐久性和抗渗要求。

4.1.7 空心桩与底板连接的填芯混凝土应采用无收缩混凝土或微膨胀混凝土，混凝土强度等级不应低于底板的混凝土强度等级，且不应低于 C30。

### 4.2 选 型

4.2.1 预制桩的选用应根据工程地质条件、上部结构特点、荷载性质、耐久性要求、沉桩工艺、施工条件和施工经验等因素综合分析后选用。

4.2.2 桩基工程选用的预制桩钢筋混凝土保护层不应小于 35 mm，复合地基和临时性建筑物基础选用的预制桩钢筋混凝土保护层不应小于 25 mm。用于中强腐蚀、冻融等特殊环境时，应按现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046、《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的相关规定对其原材料、混凝土配合比、生产工艺和混凝土保护层等进行调整。

4.2.3 桩基工程用预制桩设计选型应符合下列规定：

1 重要建筑物或地质条件复杂的基础工程，以及受水平力作用或承担抗拔作用的桩不宜选用 A 型桩；

2 软土地基宜采用 AB 型、B 型、C 型预制桩、混合配筋预制桩或钢管混凝土管桩。当预制桩穿越厚度较大的淤泥、淤泥质土、欠固结土、松散填土等软弱土层时，应计入桩身稳定对桩身结构承载力降低的影响；

3 在中等及强腐蚀场地，应选用 AB 型、B 型或 C 型预制桩，并应根据腐蚀性等级采

用相应的防腐措施；

4 用于抗震设防烈度 8 度及以上的桩基工程时，宜选用混合配筋桩、高强钢管混凝土管桩或 AB 型、B 型或 C 型预应力高强混凝土预制桩，且与底板连接的首节桩不应选用 A 型桩；

5 需穿越硬土层的预制桩宜选用壁厚较大的预制桩或超高强混凝土预制桩；

6 采用植入法并进入岩层时，宜选用超高强混凝土桩、高强钢管混凝土管桩等预制桩。

4.2.4 复合地基用预制桩设计选型应符合下列规定：

1 宜选用薄壁或混凝土强度等级较低的预制桩；

2 预制桩直径（边长）宜选择 300 mm~600 mm，加固土层厚度大、软土性质差或上部荷载大时宜取大值。



## 5 桩基设计

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 桩基设计前,应收集下列资料:
- 1 水工建筑物的布置、结构及相关要求;
  - 2 详细的工程地质和水文地质资料及评价,有碍沉桩的障碍物的探测资料;
  - 3 相似场地上类似工程的基础设计经验和使用情况等;
  - 4 施工场地的周边环境情况。
- 5.1.2 同一结构单元内的桩基,应采用相同类型的桩。
- 5.1.3 桩基设计应根据具体条件进行下列计算和验算:
- 1 桩基的竖向抗压承载力、水平承载力计算;
  - 2 桩身强度、压屈稳定验算;
  - 3 桩端平面下存在软弱下卧层时的软弱下卧层承载力验算;
  - 4 位于坡地、岸边的桩基整体稳定性验算;
  - 5 抗浮、抗拔桩基的抗拔承载力计算;
  - 6 抗震设防区的桩基抗震承载力验算;
  - 7 桩身抗裂验算;
  - 8 沉降计算。
- 5.1.4 当桩周土层产生的沉降超过基桩沉降时,必要时应计入负摩阻力对桩基承载力的影响,桩侧负摩阻力应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定计算:
- 5.1.5 采用植入法时,桩基设计应符合下列规定:
- 1 非取土植桩外芯的水泥或固化剂掺量宜为被加固土质量的 10%~20%,水灰比应按设计要求确定,宜为 0.8~1.5;
  - 2 取土植桩外芯的填充料可根据土层情况、地下水位、成孔直径等因素选用水泥砂浆、细石混凝土、水泥土等,水泥砂浆强度不宜低于 M15,细石混凝土强度等级不宜低于 C20;
  - 3 水泥、固化剂或填充料可根据工程需要掺入具有早强、缓凝等作用的改性材料;
  - 4 植入法工程应通过试桩和静载试验确定工艺参数及承载力取值。
- 5.1.6 承担抗剪作用的桩基,桩端进入持力层或嵌岩深度应通过计算确定。
- 5.1.7 地基有防渗要求的水工建筑物桩基,应采取防止建筑物底板底面与地基接触冲刷的措施。
- 5.1.8 单桩竖向承载力特征值的确定应符合下列规定:
- 1 对于建筑物等级为 2 级及以上,或建筑物等级为 3 级且地质条件较复杂的水工建筑物的预制桩基,应根据生产性试验采用单桩静载荷试验确定,在同一条件下的试桩数量不宜少于 3 根,且应符合本规范第 7.1.3 条的规定;
  - 2 对于建筑物等级为 3 级且地质条件简单,或建筑物等级为 3 级及以下的水工建筑物的预制桩基,可结合静力触探原位试验参数和工程经验参数综合确定。
- 5.1.9 对于承受水平荷载大,建筑物等级为 2 级及以上或建筑物等级为 3 级且地质条件复杂的水工建筑物的预制桩基,宜通过现场单桩水平静载试验确定单桩水平承载力特征值,试验宜采用单向多循环加载法或慢速维持荷载法,试验要点可按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 执行,在同一条件下的试桩数量不应少于 3 根。

### 5.2 预制桩布置

- 5.2.1 预制桩的布置应符合下列规定:

1 预制桩的最小中心距应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 预制桩的最小中心距

| 土类与桩基情况 |             | 排数不小于 3 排且桩数不小于 9 根的摩擦型桩桩基 | 其他情况   |
|---------|-------------|----------------------------|--------|
| 挤土桩     | 饱和黏性土       | $4.5d$                     | $4.0d$ |
|         | 非饱和土、饱和非黏性土 | $4.0d$                     | $3.5d$ |
| 部分挤土桩   | 饱和黏性土       | $4.0d$                     | $3.5d$ |
|         | 非饱和土、饱和非黏性土 | $3.5d$                     | $3.0d$ |
| 非挤土植入桩  |             | $3.0d$                     | $3.0d$ |

注：1 桩的中心距指两根桩桩端横截面中心之间的距离；

2  $d$  为管桩外径，方桩时为边长；

3 当纵横向桩距不相等时，其最小中心距应满足“其它情况”一栏的规定；

4 “部分挤土桩”指沉桩时采取引孔等措施的桩基；

5 液化土、湿陷性土等特殊土，可适当减小桩距。

2 同一结构宜避免同时使用摩擦桩和端承桩。当条件受限制时，则应估算差异沉降对上部结构的影响，并应采取相应的处理措施。

5.2.2 预制桩桩端全截面（不包括桩尖部分）进入持力层深度，对于黏性土、粉土不宜小于  $2d$ ，砂土、全风化、强风化软质岩等不宜小于  $1.5d$ ，碎石土、强风化硬质岩等不宜小于  $1d$ 。当存在软弱下卧层时，桩端以下持力层厚度不宜小于  $4d$ ，并应进行软弱下卧层承载力和群桩沉降验算。

### 5.3 桩基竖向抗压承载力计算

5.3.1 预制桩的数量和尺寸宜根据承担底面以上的全部竖向压力确定。对于摩擦桩型，经论证后可由桩和桩间土共同承担荷载。

5.3.2 水工建筑物的单桩桩顶所受竖向压力应按下列公式进行计算。

1 轴心竖向压力作用下，应按下式计算：

$$Q_k = \frac{\sum G}{n} \quad (5.3.2-1)$$

式中： $\sum G$ ——作用于桩顶的全部竖向压力（kN）；

$Q_k$ ——轴心竖向作用下单桩平均竖向压力（kN）；

$n$ ——桩基中的桩数。

2 偏心竖向压力作用下，应按下式计算：

$$Q_i = \frac{\sum G}{n} \pm \frac{M_x y_i}{\sum y_j^2} \pm \frac{M_y x_i}{\sum x_j^2} \quad (5.3.2-2)$$

式中： $Q_i$ ——偏心竖向压力作用下第  $i$  根桩的竖向压力（kN）；

$M_x$ 、 $M_y$ ——作用于水工建筑物底板底面，绕通过桩群形心  $x$ 、 $y$  轴的力矩（kN·m）；

$x_i$ 、 $x_j$ ——第  $i$  根、第  $j$  根桩至桩群形心的  $y$  轴线的距离（m）；

$y_i$ 、 $y_j$ ——第  $i$  根、第  $j$  根桩至桩群形心的  $x$  轴线的距离（m）。

5.3.3 单桩竖向抗压承载力计算应符合下列规定：

1 轴心竖向力作用下，应满足下式要求：

$$Q_k \leq R_a \quad (5.3.3-1)$$

式中： $R_a$ ——单桩竖向抗压承载力特征值（kN）；特殊组合中包含地震荷载时，应将其提高 25%。

2 偏心竖向压力作用下，除应满足本规范公式（5.3.1-1）外，尚应满足下式要求：

$$Q_{\text{imax}} \leq 1.2R_a \quad (5.3.3-2)$$

式中：  $Q_{\text{imax}}$ ——偏心竖向压力作用下作用于单桩的最大竖向压力（kN）。特殊组合中包含地震荷载时，应将其提高 25%。

5.3.4 单桩竖向抗压承载力特征值的确定应符合下列规定：

1 以单桩竖向抗压静载试验确定单桩竖向抗压承载力时，单桩竖向抗压承载力特征值  $R_a$  应按下式计算。

$$R_a = \frac{1}{K} Q_{uk} \quad (5.3.4-1)$$

式中：  $R_a$ ——单桩竖向抗压承载力特征值（kN）；

$Q_{uk}$ ——单桩竖向极限抗压承载力标准值（kN）。

$K$ ——安全系数，取  $K=2$ 。

2 初步计算时，敞口预制桩单桩竖向抗压极限承载力标准值可按行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 中第 5.3.8 条进行初步估算。

3 初步计算时，设置闭口桩尖或实心预制桩单桩竖向极限承载力标准值可按行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 中第 5.3.5 条进行初步估算。

4 当采用植入法施工时，预制桩单桩竖向极限抗压承载力标准值可按式初步估算确定。

$$Q_{uk} = u \sum q_{sik}^m l_i + \beta_p q_{pk} A_p \quad (5.3.4-2)$$

式中：  $u$ ——外芯桩身周长（m）；

$q_{sik}^m$ ——外芯桩第  $i$  层土极限侧阻力标准值，宜按现场试验或地区经验取值（kPa）。无试验资料和地区经验时，可按表 5.3.4-1 的钻孔桩区间高值取值；

$q_{pk}$ ——极限端阻力标准值，宜按现场试验或地区经验取值（kPa）。无试验资料和地区经验时，可按表 5.3.4-1 取值；

$\beta_p$ ——桩端极限阻力调整系数，宜按现场试验或地区经验取值，当桩端为水泥土、水泥砂浆或细石混凝土时宜取 0.5~0.7；当预制桩桩端进入持力层时取 1.0；

$l_i$ ——第  $i$  层岩土层的厚度（m）；

$A_p$ ——预制桩桩端外周面积（ $\text{m}^2$ ）。

6 当采用植入法施工嵌岩桩时，预制桩单桩竖向极限抗压承载力标准值可按式初步估算确定：

$$Q_{uk} = u \sum q_{sik}^m l_i + \delta_r f_{rk} A_p \quad (5.3.4-3)$$

式中：  $\delta_r$ ——嵌岩端侧阻力和端阻综合系数，与嵌岩深径比、岩石软硬程度和成桩工艺有关，可按表 5.3.4-2 取值；

$f_{rk}$ ——岩石饱和单轴抗压强度标准值，黏土岩等取天然湿度单轴抗压强度标准值（kPa）。

表 5.3.4-1 桩的极限侧阻力标准值  $q_{sik}$  和极限端阻力标准值  $q_{pk}$ （kPa）

| 土的名称 | 土的状态                    |                       | 桩的极限侧阻力 $q_{sik}$ |        | 预制桩的极限端阻力 $q_{pk}$ |
|------|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------|--------------------|
|      |                         |                       | 预制桩               | 外芯桩    |                    |
| 填土   | —                       |                       | 22~30             | 20~28  | —                  |
| 淤泥   | —                       |                       | 14~20             | 12~18  | —                  |
| 淤泥质土 | —                       |                       | 22~30             | 20~28  | —                  |
| 黏性土  | 流塑                      | $I_L > 1$             | 24~40             | 21~38  | —                  |
|      | 软塑                      | $0.75 < I_L \leq 1$   | 40~55             | 38~53  | 650~1400           |
|      | 可塑                      | $0.5 < I_L \leq 0.75$ | 55~70             | 53~68  | 1400~2200          |
|      | 硬可塑                     | $0.25 < I_L \leq 0.5$ | 70~86             | 68~84  | 2300~3300          |
|      | 硬塑                      | $0 < I_L \leq 0.25$   | 86~98             | 84~96  | 3800~5500          |
|      | 坚硬                      | $I_L \leq 0$          | 98~105            | 96~102 | —                  |
| 红黏土  | 可塑 $0.7 < a_w \leq 1$   |                       | 13~32             | 12~30  | —                  |
|      | 硬塑 $0.5 < a_w \leq 0.7$ |                       | 32~74             | 30~70  |                    |

|        |                |   |                         |                         |                                     |
|--------|----------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| 粉土     | 稍密<br>中密<br>密实 | $e > 0.9$<br>$0.75 \leq e \leq 0.9$<br>$e < 0.75$ | 26~46<br>46~66<br>66~88 | 24~42<br>42~62<br>62~82 | —<br>1400~2100<br>2100~3000         |
| 粉砂     | 稍密<br>中密<br>密实 | $10 < N \leq 15$<br>$15 < N \leq 30$<br>$N > 30$  | 24~48<br>48~66<br>66~88 | 22~46<br>46~64<br>64~86 | 1500~2300<br>2100~3000<br>2100~3000 |
| 细砂     | 稍密<br>中密<br>密实 | $10 < N \leq 15$<br>$15 < N \leq 30$<br>$N > 30$  | 24~48<br>48~66<br>66~88 | 22~46<br>46~64<br>64~86 | —<br>3600~5000<br>3600~5000         |
| 中砂     | 中密<br>密实       | $15 < N \leq 30$<br>$N > 30$                      | 54~74<br>74~95          | 53~72<br>72~94          | 5500~7000<br>5500~7000              |
| 粗砂     | 中密<br>密实       | $15 < N \leq 30$<br>$N > 30$                      | 74~95<br>95~116         | 74~95<br>95~116         | 7500~8500<br>7500~8500              |
| 砾砂     | 稍密<br>中密（密实）   | $5 < N_{63.5} \leq 15$<br>$N_{63.5} > 15$         | 70~110<br>116~138       | 50~90<br>116~130        | —<br>6000~9500                      |
| 圆砾、角砾  | 中密、密实          | $N_{63.5} > 10$                                   | 160~200                 | 135~150                 | 7000~10000                          |
| 碎石、卵石  | 中密、密实          | $N_{63.5} > 10$                                   | 200~300                 | 140~170                 | 8000~11000                          |
| 全风化软质岩 | —              | $15 < N \leq 30$                                  | 100~120                 | 80~100                  | 4000~6000                           |
| 全风化硬质岩 | —              | $15 < N \leq 30$                                  | 140~160                 | 120~140                 | 5000~8000                           |
| 强风化软质岩 | —              | $N_{63.5} > 10$                                   | 160~240                 | 140~200                 | 6000~9000                           |
| 强风化硬质岩 | —              | $N_{63.5} > 10$                                   | 220~300                 | 160~240                 | 7000~11000                          |

注：1  $a_w$ 为含水比， $a_w = w/w_l$ ， $w$ 为土的天然含水量， $w_l$ 为土的液限；

2  $N$ 为标准贯入击数； $N_{63.5}$ 为重型圆锥动力触探击数。

表 5.3.4-2 嵌岩段侧阻和端阻综合系数

| 嵌岩深径比<br>$h_r/d$ | 0   | 0.5  | 1.0  | 1.5  | 2.0  | 3.0  | 4.0  | 5.0  |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 极软岩、软岩           | 0.7 | 0.96 | 1.15 | 1.28 | 1.42 | 1.62 | 1.77 | 1.88 |
| 较软岩              | 0.6 | 0.9  | 1.05 | 1.15 | 1.25 | 1.41 | —    | —    |
| 硬质岩              | 0.5 | 0.8  | 0.96 | 1.02 | 1.08 | 1.2  | —    | —    |

注：1 极软岩、软岩指 $f_{rk} \leq 15\text{MPa}$ ，较软岩指 $15\text{MPa} < f_{rk} \leq 30\text{MPa}$ ，硬质岩指 $f_{rk} > 30\text{MPa}$ ；

2  $h_r$ 为桩身嵌岩深度，当岩面倾斜时，以坡下方嵌岩深度为准；当 $h_r/d$ 为非表列数值时，可内插取值。

5.3.5 软土、季节性冻土、湿陷性黄土、膨胀土和地震液化土等特殊地质条件下，预制桩的应用应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 和《水工建筑物地基处理设计规范》SL/T 792 的规定。

5.3.6 对于轴向受压桩，不计入压屈影响时，桩身混凝土验算应符合下式规定：

$$Q \leq \psi_c f_c A_j \quad (5.3.6)$$

式中： $Q$ ——轴心竖向力作用下单桩竖向力设计值（kN）；

$\psi_c$ ——成桩工艺系数，对于管桩：采用抱压式或锤击式施工时，取 0.7；采用顶压式施工时，取 0.8；对于方桩均取 0.65；当采用植入工法施工时，管桩取 0.80~0.85，方桩取 0.7~0.85；

$f_c$ ——桩身混凝土轴心抗压强度设计值（N/mm<sup>2</sup>），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 及表 5.3.6 的规定取值；

$A_j$ ——桩的净截面积（m<sup>2</sup>）。

表 5.3.6 超高强混凝土力学性能指标

| 混凝土强度等级 | 轴心抗压强度标准值 $f_{ck}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 轴心抗压强度设计值 $f_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 轴心抗拉强度标准值 $f_{tk}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 轴心抗拉强度设计值 $f_t$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 弹性模量 $E_c$<br>( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ ) |
|---------|--|---|--|---|---|
|---------|--|---|--|---|---|

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| C105 | 63.4 | 45.3 | 3.75 | 2.68 | 3.95 |
| C125 | 72.4 | 51.7 | 4.46 | 3.19 | 4.04 |

5.3.7 对于高桩承台、桩身穿越可液化土或不排水抗剪强度小于 10 kPa 的软弱土层时，应计入压屈影响，桩身正截面受压承载力应乘以稳定系数折减，稳定系数可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定进行取值。

5.3.8 偏心受压桩的正截面受压承载力，可不计入偏心距的增大影响，可按现行行业标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191 的相关规定计算；但对于高桩承台、桩周为可液化土或不排水抗剪强度小于 10 kPa 的软弱土层，应计入桩身在弯矩作用平面内的挠曲对轴向力偏心矩的影响，应将轴向力对截面重心的初始偏心矩乘以偏心矩增大系数，偏心矩增大系数可按现行行业标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191 的规定计算。

#### 5.4 桩基竖向抗拔承载力计算

5.4.1 承受竖向拔力的水利水电工程基桩，应按下列公式验算单桩竖向抗拔承载力：

$$N_{tk} \leq R_{ta} \quad (5.4.2)$$

式中： $N_{tk}$ ——按荷载效应标准组合计算的作用于基桩桩顶的平均竖向拔力（kN）；按本规范第 5.3.2 条进行计算，将式中桩顶的竖向压力以竖向拔力代替；

$R_{ta}$ ——单桩竖向抗拔承载力特征值（kN）。

5.4.2 承受竖向拔力的水利水电工程桩基，初步计算时，应按下列公式估算其基桩的竖向抗拔承载力特征值：

$$R_{ta} = u_p \sum \lambda_i q_{sik} l_i / 2 + G_{p1} \quad (5.4.2)$$

式中： $R_{ta}$ ——群桩呈非整体破坏时基桩抗拔承载力特征值（kN）；

$u_p$ ——桩身周长（m）；

$\lambda_i$ ——抗拔系数，可按表 5.4.2 取值；

$G_{p1}$ ——基桩自重，地下水位以下取浮重度（kN）。

表 5.4.2 抗拔系数

| 土的类别          | $\lambda_i$ 值 |
|---------------|---------------|
| 黏性土、粉土        | 0.70~0.80     |
| 松散—密实砂土       | 0.50~0.70     |
| 残积土、全风化岩、强风化岩 | 0.60~0.70     |

注：桩长与桩径（边长）之比小于 20 时，取小值。

5.4.3 采用植桩工法施工时，应按下列公式估算基桩竖向抗拔承载力特征值。

1 闭口空心桩或实心桩内外芯界面，应按下列公式估算：

$$R_{ta} = u_p \sum \lambda_1 q_{sk} l / 2 + G_{p1} \quad (5.4.3-1)$$

2 空心桩内外芯界面，应按下列公式估算：

$$R_{ta} = (u_p + u') \sum \lambda_1 q_{sk} l / 2 + G_{p1} \quad (5.4.3-2)$$

3 外芯界面，应按下列公式估算：

$$R_{ta} = u \sum \lambda_{i1} q_{sik}^m l_i / 2 + G_{p2} \quad (5.4.3-3)$$

式中： $\lambda_1$ ——预制桩从外芯桩中拔出的抗拔系数，如无试验数据时，可取 0.8；

$\lambda_{i1}$ ——外芯桩从岩土中拔出的抗拔系数，如无试验数据时，可按本规范表 5.4.2 取值；

$u'$ ——空心桩内径周长（m）；

$q_{sk}$ ——预制桩桩侧与外芯界面的极限侧阻力标准值（kPa），宜按现场试验或地区经验取值。无试验资料和地区经验时，可取外芯桩立方体抗压强度标准值的 1/12~1/16；

$l$ ——预制桩植入长度（m）；

$G_{p2}$ ——植入桩基桩自重（包含外芯桩自重），地下水位以下取浮重度（kN）。

5.4.4 用于中等腐蚀环境以上的轴心受拉的预制桩应按照一级裂缝控制要求进行裂缝控

制，用于微腐蚀、弱腐蚀环境和桩身受弯的预制桩应按照不低于二级裂缝控制要求进行裂缝控制。预制桩的受拉应力验算应符合下列规定。

1 对于严格要求不出现裂缝的预制桩，其裂缝控制等级应为一级，混凝土受拉边缘应力应满足下式要求：

$$\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq 0 \quad (5.4.4-1)$$

2 对于一般要求不出现裂缝的预制桩，其裂缝控制等级应为二级，混凝土受拉边缘应力应满足下式要求：

$$\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq f_{tk} \quad (5.4.4-2)$$

式中：  $\sigma_{ck}$ ——荷载标准作用下，桩身边缘的混凝土正截面法向拉应力（N/mm<sup>2</sup>）；

$\sigma_{pc}$ ——预制桩桩身截面混凝土有效预压应力（N/mm<sup>2</sup>）；

$f_{tk}$ ——混凝土轴心抗拉强度标准值（N/mm<sup>2</sup>）。

5.4.5 承受竖向拔力的水利水电工程预制桩基，应进行预应力及非预应力主筋抗拉强度、端板孔口抗剪强度、接桩强度、桩顶与底板连接强度验算，并应取最不利值作为预制桩的竖向抗拔承载力。预制桩基各部分承载力计算应符合下列规定：

1 根据预应力钢棒抗拉强度验算单桩竖向抗拔承载力时，应按下列公式进行验算：

$$N_t \leq C f_{py} A_{py} \quad (5.4.5-1)$$

$$N_t \leq C f_{py} A_{py} + f_y A_s \quad (5.4.5-2)$$

式中：  $N_t$ ——单桩抗拔力设计值（kN）；

$C$ ——考虑预应力钢棒墩头与端板连接处受力不均匀等因素的影响而取的折减系数，可取 0.85；

$f_{py}$ 、 $f_y$ ——预应力钢棒、普通钢筋抗拉强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$A_{py}$ 、 $A_s$ ——全部纵向预应力钢棒、普通钢筋的总截面面积（mm<sup>2</sup>）。

2 根据预制桩端板锚固孔抗剪强度验算单桩竖向抗拔承载力时，应按下列公式进行验算：

$$N_t \leq n' \pi (d_2 + d_3) \left( t_s - \frac{h_1 + h_2}{2} \right) f_v / 2 \quad (5.4.5-3)$$

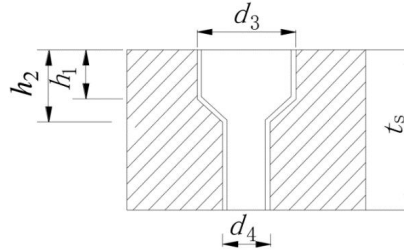


图 5.4.5 端板锚固孔示意图

式中：  $n'$ ——预应力钢棒数量；

$d_2$ ——端板上预应力钢棒锚固孔上口直径（mm）；

$d_3$ ——端板上预应力钢棒锚固孔下口直径（mm）；

$h_1$ ——端板上预应力钢筋锚固孔上口距端板顶距离（mm）；

$h_2$ ——端板上预应力钢筋锚固孔下口距端板顶距离（mm）；

$f_v$ ——端板抗剪强度设计值（N/mm<sup>2</sup>）；

$t_s$ ——端板厚度（mm）。

3 根据预制桩接桩连接处强度确定单桩竖向抗拔承载力时，机械连接应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定进行计算，焊接连接可按下式计算：

$$N_t \leq A_w f_t^w \quad (5.4.5-4)$$

$$\text{当为管桩时, } A_w = \frac{1}{4} \pi (d_4^2 - d_5^2) \quad (5.4.5-5)$$

$$\text{当为方桩时, } A_w = b_1^2 - b_2^2 \quad (5.4.5-6)$$

式中:  $A_w$  ——接桩连接处焊缝计算面积 ( $\text{mm}^2$ );  
 $d_4$  ——焊缝外径 ( $\text{mm}$ ), 取管桩外径减 2 mm;  
 $d_5$  ——焊缝内径 ( $\text{mm}$ ), 取焊缝外径减 2a;  
 $b_1$  ——焊缝外边长 ( $\text{mm}$ ), 取方桩边长减 2 mm;  
 $b_2$  ——焊缝内边长 ( $\text{mm}$ ), 取焊缝外边长减 2a;  
 $f_t^w$  ——焊缝抗拉强度设计值 ( $\text{N/mm}^2$ ), 取 175  $\text{N/mm}^2$ ;  
 $a$  ——焊缝厚度 ( $\text{mm}$ )。

4 根据预制桩填芯微膨胀混凝土深度及填芯混凝土纵向钢筋验算底板与预制桩连接处竖向抗拔承载力时, 应按下列公式进行验算:

$$N_t \leq k_1 \pi d_1 L_a f_n \quad (5.4.5-7)$$

$$N_t \leq A_{sd} f_y \quad (5.4.5-8)$$

式中:  $k_1$  ——经验折减系数, 取 0.8;  
 $L_a$  ——填芯混凝土高度 ( $\text{mm}$ );  
 $f_n$  ——填芯混凝土与预制桩内壁之间的粘结强度设计值 ( $\text{N/mm}^2$ ), 应由现场试验确定。当缺乏试验数据时, C30 微膨胀混凝土可取 0.3~0.35, 并经现场试验验证;  
 $A_{sd}$  ——填芯混凝土纵向钢筋总截面面积 ( $\text{mm}^2$ );  
 $f_y$  ——填芯混凝土纵向钢筋的抗拉强度设计值 ( $\text{N/mm}^2$ )。

## 5.5 桩基水平承载力和位移计算

5.5.1 对于一般水工建筑物和受水平力 (包括力矩和水平剪力) 较小的群桩基础, 应按下列公式计算基桩的桩顶水平作用力:

$$H_k = \frac{\sum H}{n} \quad (5.5.1)$$

式中:  $\sum H$  ——作用于水工建筑物底板底面的全部水平向荷载, 取相应荷载组合的标准值 ( $\text{kN}$ );  
 $H_k$  ——作用于单桩的水平力 ( $\text{kN}$ );  
 $n$  ——桩基中的桩数。

5.5.2 属于下列情况之一的桩基, 计算各基桩的水平力、桩身内力和位移时, 宜计入底板与基桩协同工作和土的弹性抗力作用, 其计算方法可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定进行:

- 1 位于 8 度和 8 度以上抗震设防区的建筑, 当其桩基底板刚度较大或由于上部结构与底板协同作用能增强底板的刚度时;
- 2 其他受较大水平力的桩基。

5.5.3 受水平荷载的一般建筑物和水平荷载较小的建筑物单桩基础和群桩中基桩应满足下式要求:

$$H_k \leq R_{Ha} \quad (5.5.3)$$

式中:  $R_{Ha}$  ——单桩水平承载力特征值 ( $\text{kN}$ )。

5.5.4 预制桩的单桩水平承载力特征值, 宜通过现场水平荷载试验确定, 单桩水平承载力特征值可取地面处水平位移为 10mm 所对应的荷载的 75%。确定永久荷载控制的桩基水平承载力时, 应将试验确定的单桩水平承载力特征值乘以调整系数 0.8。

5.5.5 规格型号为 A 型的预制桩, 水平承载力宜按桩身强度控制, 其余可按水平位移控制, 水平位移宜控制不大于 10 mm。

5.5.6 桩身的计算宽度应按下列公式计算:

- 1 当直径或边长  $d \leq 1\text{m}$  时, 按下式计算:

$$b_0 = 0.9(1.5d + 0.5) \quad (5.5.6-1)$$

- 2 当直径或边长  $d > 1\text{m}$  时, 按下式计算:

$$b_0 = 0.9(d + 1) \quad (5.5.6-2)$$

式中： $k$ ——桩身形状换算系数，管桩时取 0.9，方桩时取 1.0。

5.5.7 当桩的水平承载力由水平位移控制，且缺少单桩水平静载试验资料时，可按下列公式估算单桩水平承载力特征值：

$$R_{Ha} = 0.75 \frac{\alpha^3 EI}{v_x} \chi_{0a} \quad (5.5.7-1)$$

$$\alpha = \sqrt[5]{\frac{mb_0}{EI}} \quad (5.5.7-2)$$

$$EI = 0.85E_c I_0 \quad (5.5.7-3)$$

式中： $EI$ ——桩身抗弯刚度（ $\text{MN} \cdot \text{m}^2$ ）；

$I_0$ ——截面换算惯性矩（ $\text{mm}^4$ ）；

$\alpha$ ——桩的水平变形系数（ $1/\text{m}$ ）；

$E_c$ ——混凝土弹性模量（ $\times 10^4 \text{N}/\text{mm}^2$ ）；

$v_x$ ——桩顶水平位移系数，按表 5.5.7-1 取值；

$\chi_{0a}$ ——桩顶允许水平位移（ $\text{mm}$ ），取 10 mm；

$m$ ——桩侧土水平抗力系数的比例系数（ $\text{MN}/\text{m}^4$ ），宜通过水平静载试验，无静载试验时，按表 5.5.7-2 取值；

$b_0$ ——桩身的计算宽度（ $\text{m}$ ），按本规范第 5.5.6 条计算；

$W_0$ ——桩身换算截面受拉边缘的截面模量（ $\text{mm}^3$ ），管桩取  $2I_0/d$ ，方桩取  $2I_0/b$ 。

表 5.5.7-1 桩顶水平位移系数

| 桩顶约束情况 | 桩的换算埋深（ $\alpha h$ ） | $v_x$ | $v_M$ |
|--------|----------------------|-------|-------|
| 铰接、自由  | 4.0                  | 2.441 | 0.768 |
|        | 3.5                  | 2.502 | 0.750 |
|        | 3.0                  | 2.727 | 0.703 |
|        | 2.8                  | 2.905 | 0.675 |
|        | 2.6                  | 3.163 | 0.639 |
|        | 2.4                  | 3.526 | 0.601 |
| 固接     | 4.0                  | 0.940 | 0.926 |
|        | 3.5                  | 0.970 | 0.934 |
|        | 3.0                  | 1.028 | 0.967 |
|        | 2.8                  | 1.055 | 0.990 |
|        | 2.6                  | 1.079 | 1.018 |
|        | 2.4                  | 1.095 | 1.045 |

注：当  $\alpha h > 4$  时取 4， $h$  为桩的入土深度。

表 5.5.7-2 预制桩桩顶水平位移系数

| 序号 | 地基土类别  | $m$ （ $\text{MN}/\text{m}^4$ ） | 相应单桩在地面处水平位移（ $\text{mm}$ ） |
|----|--|--------------------------------|-----------------------------|
| 1  | 淤泥：淤泥质土；饱和湿陷性黄土  | 2~4.5                          | 10                          |
| 2  | 流塑（ $I_L > 1$ ）、软塑（ $0.75 < I_L < 1$ ）状黏性土； $e > 0.9$ 粉土；松散粉细砂；松散、稍密填土 | 4.5~6.0                        | 10                          |



|   |   |        |    |
|---|---|--------|----|
| 3 | 可塑 ( $0.25 < I_L \leq 0.75$ ) 状黏性土、湿陷性黄土; $0.75 \leq e \leq 0.9$ 粉土; 稍密细砂; 中密填土         | 6.0~10 | 10 |
| 4 | 硬塑 ( $0 < I_L \leq 0.25$ )、坚硬 ( $I_L \leq 0$ ) 状黏性土、湿陷性黄土; $e < 0.75$ 粉土; 中密的中粗砂; 密实老填土 | 10~22  | 10 |

注: 1 当桩顶水平位移大于表列数值时,  $m$  值应降低; 当桩顶水平位移小于表列数值时, 可提高;

2 当水平荷载为长期或经常出现的荷载时, 应将表列数值乘以 0.4 降低采用;

3 当地基为可液化土层时, 应将表列数值乘以液化折减系数。

5.5.8 当桩身水平承载力由桩身强度控制时, 且缺少单桩水平静载试验资料时, 可按式估算单桩水平承载力特征值:

$$R_{Ha} = \frac{\alpha(\sigma_{pc} + \gamma f_{tk})W_0}{\nu_M} (1.25 + 22\rho_g) \left( 1 \pm \zeta_N \frac{Q_k}{(\sigma_{pc} + \gamma f_{tk})A_n} \right) \quad (5.5.8-1)$$

$$A_n = A_j + \left( \frac{E_p}{E_c} - 1 \right) A_{py} \quad (5.5.8-2)$$

式中:  $W_0$ ——桩身换算截面受拉边缘的截面模量 ( $m^3$ );

$\gamma$ ——考虑离心工艺影响及截面抵抗矩塑性影响的综合系数; 管桩: 对 C60 取  $\gamma=2$ , 对 C80 及以上取  $\gamma=1.9$ ; 空心方桩:  $\gamma=1.35$ ;

$\nu_M$ ——桩顶(身)最大弯矩系数, 按本规范表 5.5.6-1 取值;

$\rho_g$ ——桩纵向钢筋配筋率;

$\zeta_N$ ——桩顶竖向力影响系数, 竖向压力取 0.5, 竖向拉力取 1.0;

$A_n$ ——桩身换算截面积 ( $m^2$ );

$Q_k$ ——桩顶竖向力 (kN)。

5.5.9 群桩基础的基桩水平承载力特征值应计入底板、桩群、土相互作用产生的群桩效应的影响, 可按下列公式确定:

$$R_h = \eta_h R_{Ha} \quad (5.5.9-1)$$

考虑地震作用且  $s/d \leq 6$  时:

$$\eta_h = \eta_i \eta_r + \eta_l \quad (5.5.9-2)$$

$$\eta_i = \frac{\left( \frac{s}{d} \right)^{0.015n_2 + 0.45}}{0.15n_1 + 0.10n_2 + 1.9} \quad (5.5.9-3)$$

$$\eta_l = \frac{m\chi_{0a}B'_c \lambda^2}{2n_1n_2R_{Ha}} \quad (5.5.9-4)$$

$$B'_c = B_c + 1 \quad (5.5.9-5)$$

$$\text{其他情况: } \eta_h = \eta_i \eta_r + \eta_l + \eta_b \quad (5.5.9-6)$$

$$\eta_b = \frac{\mu P_c}{n_1 n_2 R_{Ha}} \quad (5.5.9-7)$$

$$P_c = \eta_c f_{ak} (A - nA_p) \quad (5.5.9-8)$$

式中:  $\eta_h$ ——群桩效应综合系数;

$\eta_i$ ——桩的相互影响效应系数;

$\eta_r$ ——桩顶约束效应系数 (桩顶嵌入底板 50 mm~100 mm 时), 按表 5.5.8-1 取值;

$\eta_l$ ——底板侧向土水平抗力效应系数 (当底板外围回填土为松散状态时取 0);

$\eta_b$ ——底板底摩阻效应系数;

$s_a/d$ ——沿水平荷载方向的矩径比;

$n_1, n_2$ ——分别为沿水平荷载方向与垂直水平荷载方向每排桩中的桩数；  
 $B'_c$ ——底板受侧向土抗力一边的计算宽度（m）；  
 $B_c$ ——底板宽度（m）；  
 $h_c$ ——底板高度（m）；  
 $\mu$ ——底板底与地基土间的摩擦系数；  
 $P_c$ ——底板底地基土分担的竖向总荷载（kN）；  
 $\eta_c$ ——底板效应系数，按表 5.5.8-2 取值；当底板底为可液化、湿陷性土、高灵敏度软土、欠固结土、新填土时，沉桩引起超孔隙水压力和土体隆起时，取 0；  
 $A$ ——底板总面积（m<sup>2</sup>）。

表 5.5.8-1 桩顶约束效应系数 $\eta_r$

| 换算深度 $\alpha h$ | 2.4  | 2.6  | 2.8  | 3.0  | 3.5  | $\geq 4.0$ |
|-----------------|------|------|------|------|------|------------|
| 位移控制            | 2.58 | 2.34 | 2.2  | 2.13 | 2.07 | 2.05       |
| 强度控制            | 1.44 | 1.57 | 1.71 | 1.82 | 2.00 | 2.07       |

表 5.5.8-2 底板效应系数 $\eta_c$

| $s_a/d$    | $B_c/L$   |           |           |           |           |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | 3         | 4         | 5         | 6         | $>6$      |
| $\leq 0.4$ | 0.06~0.08 | 0.14~0.17 | 0.22~0.26 | 0.32~0.38 | 0.50~0.80 |
| 0.4~0.8    | 0.08~0.10 | 0.17~0.20 | 0.26~0.30 | 0.38~0.44 |           |
| $>0.8$     | 0.10~0.12 | 0.20~0.22 | 0.30~0.34 | 0.44~0.50 |           |

注：1  $B_c/L$  为底板宽度与桩长之比，当桩基为非正方形布置时， $s_a = \sqrt{A/n}$ ；

2 对于饱和黏性土中直接打入或软土地基中的桩基，宜取低值的 0.8 倍。

5.5.10 桩下端锚固在岩石内时，可假定弯矩由锚固侧壁岩石承受，锚固深度可不计水平剪力影响，其嵌入基岩中的深度可按下列公式计算：

1 管桩：

$$h = \frac{1.27H + \sqrt{3.81\beta f_{rk}dM_H + 4.84H^2}}{0.5\beta f_{rk}d} \quad (5.5.10-1)$$

2 方桩：

$$h = \frac{H + \sqrt{3.81\beta f_{rk}bM_H + 3H^2}}{0.5\beta f_{rk}b} \quad (5.5.10-2)$$

式中： $h$ ——桩嵌入基岩中（不计强风化层和全风化层）的有效深度（m），不宜小于 0.5m；

$H$ ——基岩顶面处的水平力（kN）；

$M_H$ ——在基岩顶面处的弯矩（kN·m）；

$\beta$ ——岩石的垂直抗压强度换算为水平抗压强度的折减系数，取 0.5~1.0，应根据岩层侧面构造确定，节理发育岩石取小值，节理不发育岩石取大值；

$b_h$ ——垂直于弯矩作用平面桩的边长（m）。

5.5.11 验算地震作用下桩基的水平承载力时，应将按本规范第 5.5.4、5.5.8 条方法确定的单桩水平承载力特征值乘以调整系数 1.25。

5.5.12 软土地基、季节性冻土地基、膨胀土地基、湿陷性地基、地震液化地基、岩溶地基预制桩水平承载力和位移计算，应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定。

## 5.6 桩基础沉降计算

5.6.1 桩基沉降量不应超过相应水工建筑物的最大容许沉降量。

5.6.2 计算桩基沉降时，最终沉降量宜按单向压缩分层总和法计算，可按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的有关规定进行计算。等效作用面应位于桩端平面，等效作用面

积应为桩底板投影面积，等效作用附加压力可近似取底板底平均附加压力。

5.6.3 桩基沉降计算时，相邻基础的影响应采用叠加原理计算。

## 5.7 构造要求

5.7.1 预制桩接桩应符合下列要求：

1 预制桩上下节拼接可采用端板焊接连接或机械连接，有抗拔或抗弯要求时宜采用专门的机械连接或经专项设计的焊接接头；

2 接头应保证预制桩内纵向钢筋与端板等效传力，接头连接强度不应小于预制桩桩身强度。单根预制桩的接头数量不宜超过 3 个；

3 连接接头的焊缝、连接板和机械连接件应满足耐腐蚀性要求或其腐蚀裕量满足设计要求，其工作年限不得低于主体结构的设计工作年限。

5.7.2 预制桩桩尖应根据地质情况选用，并应符合下列规定：

1 桩基需要穿透较坚硬土层或进入硬持力层一定深度时，宜选用开口型桩尖；

2 腐蚀地质或桩端位于遇水易软化的风化岩层时，可根据穿过的土层性质、沉桩设备及挤土程度选择钢桩尖或混凝土桩尖，钢桩尖宜采用平底形、平底十字形或锥形闭口型桩尖，混凝土桩尖宜采用圆锥形、四角锥形。对于空心桩钢桩尖焊接应连续饱满不渗水，且在首节桩沉桩后立即灌注补偿混凝土或水泥砂浆进行封底，高度不应小于 1.2 m，混凝土强度等级不宜小于 C20，水泥砂浆强度等级不宜低于 M20；

3 混凝土桩尖的混凝土强度等级不宜低于桩身混凝土强度等级；

4 桩尖长度、钢材厚度、材质和连接要求等应根据施工和地质条件确定，桩尖规格及构造可按本规范附录 B 的规定；当采用其他形式的桩尖时，应满足穿越相应土层的要求。

5.7.3 采用锤击法沉桩的预制空心桩，若地下水位较高时，宜在桩顶以下预留排水、排气孔，孔径可取 30 mm~50 mm。

5.7.4 预制桩与水工建筑物底板连接应符合下列规定：

1 桩顶伸入底板的长度应与水工建筑物的底板结构相适应；

2 空心桩宜采用填芯混凝土插连接钢筋或填芯混凝土加端板焊钢筋与底板连接，对于受压桩填芯混凝土在底板下不应小于 3 倍桩径（或边长），且不小于 1500 mm；对于受拉桩，填芯混凝土在底板下的长度应按式（5.4.5-7）计算确定，且不得小于 3000 mm；对于桩顶承担较大水平力的桩，填芯混凝土深度应按计算确定，且不应小于 6 倍桩径（或边长），并不应小于 3000 mm。

3 受压桩连接钢筋配筋率按桩身截面计算，不应低于 0.6%，且数量不宜少于 4 根，当设计无要求时，可按本规范附录 C 执行；受拉桩连接钢筋面积应按本规范式（5.4.5-8）计算确定，且不应小于承压桩的配筋率；

4 实心桩不截桩时，连接钢筋可采用端板焊接或机械连接；截桩时，主筋应直接锚固底板，主筋不满足锚固长度时，宜通过机械连接接长；

5 连接钢筋锚入底板的长度应满足锚固长度设计要求。

5.7.5 填芯混凝土用连接钢筋宜采用 HRB400 级和 HRB500 级钢筋，箍筋宜采用 HPB 300 级和 HRB400 级钢筋。

5.7.6 采用植入法时，外芯直径应大于内芯桩直径或边长，外芯直径与管桩直径差值宜取 100 mm~300 mm，与方桩对角线差值宜取 100 mm~300 mm。

5.7.7 边桩中心至底板边缘的距离不应小于桩的直径或边长，且桩的外边缘至底板边缘的距离不应小于 150 mm。

## 6 复合地基设计

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 预制桩复合地基可用于处理黏性土、粉土、砂土和自重固结已完成的人工填土等土层。对淤泥质土、湿陷性黄土、液化土等应按地区经验或通过现场试验确定其适用性。
- 6.1.2 当采用预制桩作为复合地基竖向增强体时，应根据地质条件、工程特点与地基处理要求，可单独使用形成刚性桩复合地基，也可与碎石桩、水泥土桩、灰土挤密桩和 CFG 桩等组合使用形成多桩型复合地基。
- 6.1.3 预制桩复合地基应根据地质条件、施工场地、周边环境等条件确定沉桩方式，可选择锤击法、静压法和振动法。
- 6.1.4 地基处理所采用的预制桩及其他材料，应满足强度、耐久性设计要求。
- 6.1.5 预制桩复合地基的设计选型应符合下列规定：
- 1 应选择承载力和压缩模量高的土层作为预制桩桩端持力层；
  - 2 地基中有多层坚硬土层时，可采用长桩与短桩组合的预制桩复合地基方案，当采用预制桩与其他增强体组合形成多桩型复合地基时，应将预制桩设计为复合地基主要增强体；
  - 3 浅部存在软土、欠固结土、湿陷性黄土、可液化土时，宜先采用预压、压实、夯实、挤密等方法或低强度桩处理浅层地基，再采用预制桩复合地基处理，处理效果应满足设计要求；
  - 4 当预制桩挤土效应能减低或消除黄土湿陷性、砂土和粉土液化时，也可单独使用预制桩复合地基。
- 6.1.6 预制桩复合地基应进行复合地基承载力、变形和稳定性验算，下部存在软弱下卧层时，还应进行软弱下卧层承载力、变形和稳定性验算。
- 6.1.7 预制桩复合地基可只在基础范围内布置增强体，对需要进行液化设计的地基采用多桩型复合地基时，增强体布置范围应能满足地基抗液化处理的要求。

### 6.2 预制桩布置

- 6.2.1 预制桩可只在基础范围内布置，褥垫层超出基础底板边缘不宜小于褥垫厚度层，且不宜小于 300 mm。对需要进行抗震设计的复合地基，增强体布置范围应能满足地基抗液化处理的要求。
- 6.2.2 预制桩宜采用等边三角形（梅花形）布置。也可底板尺寸情况，采用正方形、矩形布置。
- 6.2.3 预制桩的中心距应根据基础平面尺寸、地质条件、复合地基承载力要求、施工工艺和周边环境等因素综合确定，其中心距要求不宜小于表 6.2.3 的要求。

表 6.2.3 预制桩的最小中心距

| 应用类别               | 施工工艺          | 中心间距   |
|--------------------|---------------|--------|
| 正常固结土，挤土效应不明显      | 锤击法、静压法       | $3.0d$ |
| 正常固结土，且桩长范围内挤土效应明显 | 锤击法、静压法       | $3.5d$ |
| 无挤土效应              | 植入法或其他非挤土施工方法 | $3.0d$ |
| 利用挤土效应处理湿陷性黄土、可液化土 | 锤击法、静压法       | $2.5d$ |

注：1 桩的中心距指两根桩桩端横截面中心之间的距离；

2  $d$  为管桩外径，方桩时为边长。

### 6.3 复合地基计算

6.3.1 复合地基承载力特征值应通过复合地基静载荷试验或采用增强体静载荷试验结果和周边土的承载力特征值并结合工程实践经验综合确定。复合地基静载荷试验和单桩静载荷试验的数量不应少于总桩数的 1%，且每个单体工程不应少于 3 点。

6.3.2 初步计算时，可按下列公式估算：

$$f_{spk} = \lambda m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1 - m)f_{sk} \quad (6.3.2-1)$$

$$R_a = \frac{1}{2} [u_p \sum q_{sik} l_i + \alpha_p q_{pk} A_p] \quad (6.3.2-2)$$

$$m = \frac{d^2}{d_e^2} \quad (6.3.2-3)$$

式中： $f_{spk}$ ——复合地基承载力特征值（kPa）；

$f_{sk}$ ——处理后桩间土承载力特征值（kPa），可按地区经验取值；

$\lambda$ ——单桩承载力发挥系数，可按地区经验取值；

$\beta$ ——桩间土承载力发挥系数，可按地区经验取值；

$m$ ——面积置换率；

$d_e$ ——单根桩分担的处理地基面积的等效圆直径，方桩时为等效正方形边长；对于管桩，等边三角形（梅花形）布桩取  $1.05s$ ，正方形布桩取  $1.13s$ ，矩形布桩取  $1.13\sqrt{s_1 s_2}$ ， $s$ 、 $s_1$ 、 $s_2$  分别为桩间距、纵向桩间距和横向桩间距；对于方桩，等边三角形布桩取  $0.93s$ ，正方形布桩取  $s$ ，矩形布桩取  $\sqrt{s_1 s_2}$ ；

$\alpha_p$ ——桩端端阻力发挥系数，可取 1.0，也可按地区经验取值；

6.3.3 复合地基处理范围以下存在软弱下卧层时，下卧层承载力应按下列式验算：

$$p_z + p_{cz} \leq f_{az} \quad (6.3.3)$$

式中： $p_z$ ——软弱下卧层顶面处的附加压应力值（kPa）；

$p_{cz}$ ——软弱下卧层顶面处地基土的自重压力值（kPa）；

$f_{az}$ ——软弱下卧层顶面处经深度修正后的地基承载力特征值（kPa）。

6.3.4 当采用长桩和短桩复合地基时，复合地基承载力特征值可按下列式估算：

$$f_{spk} = \lambda_1 m_1 \frac{R_{a1}}{A_{p1}} + \lambda_2 m_2 \frac{R_{a2}}{A_{p2}} + \beta(1 - m_1 - m_2)f_{sk} \quad (6.3.4)$$

式中： $A_{p1}$ ——长桩的单桩截面积（ $m^2$ ）；

$A_{p2}$ ——短桩的单桩截面积（ $m^2$ ）；

$R_{a1}$ ——长桩单桩竖向抗压承载力特征值（kN）；

$R_{a2}$ ——短桩单桩竖向抗压承载力特征值（kN）；

$f_{sk}$ ——桩间土地基承载力特征值（kPa）；

$m_1$ ——长桩的面积置换率；

$m_2$ ——短桩的面积置换率；

$\lambda_1$ ——长桩单桩承载力发挥系数；应由单桩复合地基试验按等变形准则或多桩复合地基静载荷试验确定，有地区经验时也可按地区经验确定；

$\lambda_2$ ——短桩的单桩承载力发挥系数；应由单桩复合地基试验按等变形准则或多桩复合地基静载荷试验确定，有地区经验时也可按地区经验确定。

6.3.5 当地基承载力按载荷试验或其他原位测试、经验值等方法确定时，应对复合地基承载力进行修正；地基承载力按现行行业标准《水闸设计规范》SL 265 计算方法确定时，可不修正。修正后的复合地基承载力特征值  $f_{spa}$  应按下列式进行计算：

$$f_{spa} = f_{spk} + \gamma_m(d_m - 0.5) \quad (6.3.5)$$

式中：  $f_{spk}$ ——复合地基承载力特征值（kPa）；

$\gamma_m$ ——基础底面以上土的加权平均重度（kN/m<sup>3</sup>），地下水位以下取浮重度；

$d_m$ ——基础埋置深度（m），在填方整平地区，可自填土地面标高算起，但填土在上部结构施工完成后进行时，应从天然地面标高算起。

6.3.6 复合地基用预制桩桩身强度应按式验算：

$$f_c \leq \frac{R_a}{\psi_c A_j} \quad (6.3.6)$$

式中：  $f_c$ ——桩身混凝土轴心抗压强度设计值（kPa）。

6.3.7 复合地基变形计算应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定，地基变形计算深度应大于复合土层的深度。加固区复合土层的分层与天然地基相同，各复合土层的压缩模量应等于该层天然地基压缩模量的 $\zeta$ 倍， $\zeta$ 值可按下列公式计算：

$$\zeta = \frac{f_{spk}}{f_{ak}} \quad (6.3.7)$$

式中：  $f_{ak}$ ——基础底面下天然地基承载力特征值（kPa）。

6.3.8 复合地基的沉降计算经验系数 $\psi_s$ 可根据地区沉降观测资料统计确定，无经验资料时，可采用表 6.3.8 的数值。

表 6.3.8 沉降计算经验系数 $\psi_s$

|                   |     |     |      |      |      |
|-------------------|-----|-----|------|------|------|
| $\bar{E}_s$ (MPa) | 4.0 | 7.0 | 15.0 | 20.0 | 35.0 |
| $\psi_s$          | 1.0 | 0.7 | 0.4  | 0.25 | 0.2  |

6.3.9 变形计算深度范围内压缩模量的当量值 $\bar{E}_s$ ，应按式计算：

$$\bar{E}_s = \frac{\sum_{i=1}^n A_i + \sum_{j=1}^m A_j}{\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{E_{spi}} + \sum_{j=1}^m \frac{A_j}{E_{sj}}} \quad (6.3.9)$$

式中：  $A_i$ ——加固土层第  $i$  层土附加应力系数沿土层厚度的积分值；

$A_j$ ——加固土层下第  $j$  层土附加应力系数沿土层厚度的积分值；

$E_{spi}$ ——加固土层第  $i$  层土的压缩模量（MPa）；

$E_{sj}$ ——加固土层下第  $j$  层土的压缩模量（MPa）。

6.3.10 位于滑动面上的复合地基应进行稳定性计算，可采用圆弧滑动总应力法进行分析。稳定安全系数应按式计算：

$$K = \frac{T_s}{T_t} \quad (6.3.10)$$

式中：  $T_t$ ——荷载效应标准组合时最危险滑动面上的总剪切力（kN）；

$T_s$ ——最危险滑动面上的总抗剪切力（kN）；

$K$ ——安全系数。

## 6.4 构造要求

6.4.1 复合地基与底板之间应设置褥垫层，褥垫层厚度应根据材料、单桩竖向抗压承载力、桩径、桩间距、地质条件和经济性等条件由设计综合确定，不宜小于预制桩直径（边长）的 1/2，采用多桩型的复合地基，不宜小于承载力贡献大的桩直径（边长）的 1/2，且不宜小于 200 mm。

6.4.2 褥垫层材料宜采用中砂、粗砂、级配良好的砂石或碎石等，最大砂石粒径不宜大于 30 mm；基础有防渗要求时，应采用灰土、素混凝土或有一定强度的水泥石垫层；对未要求

全部消除湿陷性的黄土、膨胀土地基，宜采用灰土垫层，其厚度不宜小于 300 mm。

6.4.3 砂石褥垫层夯填度不应大于 0.9，灰土褥垫层压实度不应小于 0.95。

6.4.4 空心桩顶可采用填芯混凝土等方式进行封闭。当采用填芯混凝土时，填芯高度不宜小于预制桩直径或边长并满足整桩截面受压的要求，填芯混凝土强度等级不宜小于 C30。

## 7 施 工

### 7.1 一般规定

7.1.1 预制桩质量应符合设计要求，沉桩施工前，应进行下列准备工作：

- 1 调查场地的地质、地形、气象及毗邻区域内的地下及地上管线、建筑物及障碍物等影响沉桩施工的自然条件，并应提出相应的技术安全措施；
- 2 平整场地，处理或清除场地内影响沉桩的高空及地下障碍物，建立施工测量控制网，配建供电、供水、道路、临设工房等附属设施；
- 3 收集桩基施工图、设计交底、图纸会审纪要、施工组织设计和施工方案等技术资料；
- 4 主要施工机械及其配套设备的技术性能资料；水上沉桩时，应根据选用的船机性能、桩长和施工时水位变化情况，检查沉桩区泥面高程和水深是否符合沉桩要求。

7.1.2 预制桩沉桩施工工艺选择应符合下列规定：

- 1 城镇、村庄及临近建筑物、管线等对噪声和振动有限制的区域，宜选用静压法，并可采取开挖缓冲沟等技术措施；当场地表层为新填土、淤泥质土等软弱地层时，应按静压桩机的作业要求预先对地基土进行处理；
- 2 郊区、野外等场地开阔且对噪声和振动不敏感的区域或砂土层厚度较大的地基，可采用锤击法；
- 3 当挤土效应可能对周边环境、建（构）筑物造成较严重破坏或遇到密实的砂土、碎（卵）石土等硬土夹层以及漂石、孤石、较硬岩和坚硬岩时，宜选用引孔法或植入法；
- 4 采用锤击法沉桩时，宜采用“重锤轻击”法施工；
- 5 在深厚软土地区应采取设置砂井或塑料排水板等消减孔隙水压力和挤土效应的技术措施，并应控制沉桩速率。

7.1.3 预制桩施工前宜在现场进行沉桩工艺试验，并应在大规模施工前开展生产性试验。试验不应应对工程产生不良影响，并应符合下列规定：

- 1 试验所选的打桩位置、地质条件及其规格、长度应具有代表性，宜选择在控制性勘探孔附近；
- 2 工艺试验试打桩数量不宜少于工程桩总数的 1%，且不应少于 3 根，施打工艺应与工程桩一致，试打时宜采用高应变动测法配合测试；
- 3 工艺试验利用工程桩位置试打桩时，试桩经设计、监理确认符合设计要求后，可按工程桩进行验收；
- 4 生产性试验数量、工程位置可根据招标文件或经技术交底会研究确定，且不宜少于 3 根；
- 5 试打时宜采用高应变动测法配合测试；
- 6 试验前后均宜进行动力触探试验，检测桩间土的挤密效果。

7.1.4 预制桩施工后宜根据项目所处自然环境设置相应观测点，对先期沉入的基桩顶部进行上浮和水平位移监测。

7.1.5 当桩基施工毗邻边坡或在边坡上施工时，应监测施工对边坡的影响，并应防止桩位偏移和倾斜。

7.1.6 沉桩顺序应在施工组织设计或施工方案中明确，并应符合下列规定：

- 1 对于桩的中心距小于 4 倍桩径或桩边长的群桩基础，应由中间向外或向后退打；对于软土地区桩的中心距小于 4 倍桩径或桩边长的排桩，或群桩基础的同一底板的桩采



用锤击法沉桩时，可采取跳打或对角线施打的施工顺序；

2 对于一侧靠近现有建（构）筑物的场地，宜从毗邻建（构）筑物的一侧开始由近至远端施工；

3 同一场地桩长差异较大或桩径不同时，宜遵循先长后短、先大尺寸后小尺寸的施工顺序；

4 桩顶设计高程不同时，宜先深后浅。

7.1.7 桩位控制应符合下列规定：

1 桩位测放应根据桩位平面图、建筑红线和主要基轴线确定，桩位误差应符合设计要求；

2 沉桩时桩机定位应准确、平稳。

7.1.8 预制桩的沉桩施工应符合下列规定：

1 首节桩起吊就位插入地面下 0.5 m~1.0 m 时的垂直度偏差，不得大于 0.5 %；

2 当桩身垂直度偏差超过 0.8 % 时，应找出原因并作纠正处理；沉桩后，不应应用移动桩架的方法进行纠偏；

3 沉桩、接桩、送桩宜连续进行；

4 沉桩施工工艺应经沉桩工艺试验确定。

7.1.9 沉桩施工时，每根桩应根据沉桩工艺由专职记录员分别按本规范附录 D 的要求实时做好施工记录，并应经当班监理人员验证签名后再作为施工记录。

7.1.10 送桩时，应采用两台互为正交的经纬仪随时观测控制送桩器的垂直度，送桩器与桩身的纵向轴线应保持一致。

7.1.11 沉桩的控制深度应根据地质条件、贯入度、压桩力、设计桩长、标高等因素综合确定。当桩端持力层为黏性土时，应以标高控制为主，贯入度、压桩力控制为辅；当桩端持力层为密实砂性土时，应以贯入度、压桩力控制为主，标高控制为辅。采用植入法沉桩工艺时，宜按标高控制为主，贯入度、压桩力控制为辅。

7.1.12 遇下列特殊情况之一时应暂停沉桩，应与设计、监理等有关人员研究处理后再继续施工：

1 压桩力或沉桩贯入度突变；

2 沉桩入土深度与设计要求差异大；

3 实际沉桩情况与地质报告中的土层性质明显不符；

4 桩头混凝土剥落、破碎，或桩身混凝土出现裂缝或破碎；

5 桩身突然倾斜；

6 地面明显隆起、邻桩上浮或位移过大；

7 沉桩过程出现异常声响；

8 压桩不到位，或总锤击数超过规定值。

7.1.13 沉桩完成后应对桩头高出或低于地表部分进行保护处理。

7.1.14 需进行基坑或基槽开挖的工程应制定施工方案，桩顶以上 1.0 m 内的土方，应采用人工开挖与小型挖土机械相配合的方法，施工机械不应直接挤推。软土地基开挖时应采取调整挖土顺序、分层开挖等措施，高差不应超过 1.0 m。当桩顶高低不齐时，应采用人工逐批开挖出桩头，截桩后再行开挖。

7.1.15 在饱和黏性土、粉土地区，应在沉桩全部完成 15d 后进行基坑或基槽开挖，对于淤泥质土应延长。

## 7.2 起吊、运输和堆放

7.2.1 预制桩运输宜采用平板车或驳船，装卸及运输时应采取防止桩滑移与损伤的措

施。

7.2.2 预制桩的现场堆放应符合下列规定：

- 1 堆放场地应平整坚实，排水条件应良好；
- 2 堆放时应采取支垫措施，支垫材料宜选用长方木或枕木，不得使用有棱角的金属构件；
- 3 应按不同规格、长度及施工流水顺序分类堆放；
- 4 当场地条件许可时，宜单层或双层堆放；允许的最大堆叠层数，应满足地基承载力和施工安全的要求；
- 5 叠层堆放时，应在垂直于桩身长度方向的地面上设置 2 道垫木，垫木支点宜分别位于距桩端 0.21 倍桩长处；采用多支点堆放时，上下叠层支点不应错位，两支点间不得有突出地面的石块等硬物；堆放时，底层最外缘桩的垫木处应用木楔塞紧。

7.2.3 预制桩的吊运应符合下列规定：

- 1 预制桩在吊运过程中应轻吊轻放，不应碰撞、滚落；
- 2 预制桩不宜在施工现场多次倒运；
- 3 预制桩长度不大于 15 m 时，宜采用两点起吊（图 7.2.3-1）；也可采用专用吊钩钩住桩两端内壁进行水平起吊，吊绳与桩夹角应大于  $45^\circ$ ；

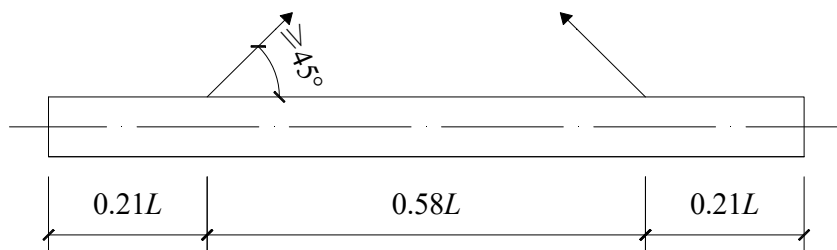


图 7.2.3-1 15m 以下桩吊点位置

- 4 桩身长度大于 15 m，且小于 30 m 的单节预制桩或拼接桩，应采用四点吊（图 7.2.3-2）；长度大于 30 m 的单节预制桩或拼接桩，应采用多点吊，吊点位置应另行验算确定。

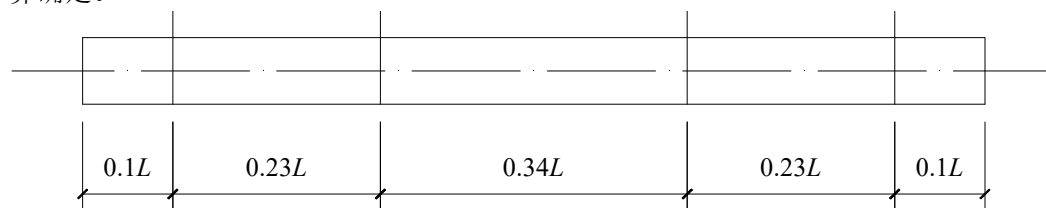


图 7.2.3-2 15m~30m 长桩吊点位置

7.2.4 施工现场移桩应符合下列规定：

- 1 预制桩叠层堆放时，应采用吊机取桩，不应拖拉移桩；
- 2 应保持桩机的稳定和桩的完整；
- 3 采用三点支撑履带自行式打桩机施工时不宜拖拉取桩。

7.2.5 沉桩时预制桩吊立过程中应符合下列规定：

- 1 采用锤击施工时，吊桩前应将锤提升到一定位置固定牢靠；
- 2 利用桩机吊桩时，桩与桩架的垂直方向距离不应大于 4 m，偏吊距离不应大于 2.5 m；
- 3 吊点可与水平起吊相同，采用其他形式的吊点时，应按桩身实际受力进行验算；起吊时应慢起并均匀提升，同时桩身应在两个以上不同方向系上缆索，可由人工控制使桩身稳定；

- 4 吊立时应将桩从水平状态逐渐调整为竖直状态，再缓慢移动到预定位置对准桩位；
- 5 桩身附着物应提前清除干净，起吊后人员不应在桩下通过；
- 6 吊桩与运桩发生干扰时，应停止运桩；
- 7 插桩时，不应将手脚伸入桩与龙门架之间；
- 8 用撬棍或板舢等工具矫正桩时，用力不宜过猛。

### 7.3 接桩与截桩

7.3.1 预制桩施工应避免在桩底接近密实砂土、碎石、卵石等硬土层时进行接桩。

7.3.2 焊接接桩除应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 中二级焊缝的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 接桩时入土部分桩段的桩头宜高出地面 0.5 m~1.0 m；
- 2 下节桩的桩头处宜设置导向箍或采取其他导向措施，植入法沉桩时宜用专用工具固定下节桩。接桩时，上、下节桩段应保持顺直，错位不应超过 2mm；逐节接桩时，节点弯曲矢高不得大于 1/1000 桩长，且不得大于 20mm；
- 3 上、下节桩接头端板坡口应洁净、干燥，且焊接处应刷至露出金属光泽；
- 4 手工焊接时宜先在坡口圆周上对称点焊 4 点~6 点，待上、下节桩固定后拆除导向箍再分层焊接，焊接宜对称进行；
- 5 焊接层数不得少于 2 层，内层焊渣应清理干净后再施焊外层，焊缝应饱满连续；
- 6 手工电弧焊接时，第一层宜用  $\phi 3.2\text{mm}$  电焊条施焊；第二层可用粗焊条，宜采用 E43 型系列焊条。采用二氧化碳气体保护焊时，焊丝宜采用 ER50-6 型；
- 7 桩接头焊好后应进行外观检查，检查合格后应经自然冷却后再继续沉桩。自然冷却时间不应少于表 7.3.2 所列时间，不应浇水冷却或不冷却就开始沉桩；

表 7.3.2 自然冷却时间表 (min)

| 锤击桩 | 静压桩 | 采用二氧化碳气体保护焊 |
|-----|-----|-------------|
| 8   | 6   | 3           |

8 钢桩尖宜在工厂内焊接；当在工地焊接时，宜在堆放现场焊接。不应桩起吊后点焊、仰焊的做法；

- 9 桩身接头焊接外露部分应作防锈处理；
- 10 雨天焊接时，应采取防雨措施。

7.3.3 机械连接接桩可分为插销式接头接桩、抱箍式接头接桩、膨胀咬合式接头接桩、机械-连续焊接接桩等多种形式，其规格尺寸、质量除应符合下列规定：

- 1 采用插销式接头接桩时，应符合下列规定：
  - 1) 接桩前应检查桩两端制作的尺寸偏差及连接件，应无损伤后再起吊施工；
  - 2) 下节预制桩安装弹簧、扣筒、中间螺母等配件后，应采用水平靠尺检查中间螺母的平整度，并应符合设计要求；
  - 3) 上节预制桩安装插杆等配件后，应采用与桩等边长或等直径的垫板整体平靠在插杆的头部，插杆的头部均应与垫板接触；
  - 4) 下节桩的端面应均匀涂抹环氧树脂等密封材料，材料的初凝时间不应超过 6 h，终凝时间不应超过 12 h，涂抹时间不宜超过 3 min。当施工温度低于 10 ℃ 时，应采取加热措施，加热温度宜为 25 ℃~30 ℃。涂抹密封材料的总时间不宜大于 2 min；
  - 5) 上下节桩对准 3 个以上孔位时缓慢插入，不应碰撞，完全连接后再继续沉桩。

- 2 采用抱箍式接头接桩时，应符合下列步骤：
    - 1) 接桩前检查桩两端制作的尺寸偏差及连接件，无损伤后方可起吊施工；
    - 2) 接桩时应清理上、下节桩的端板和螺栓孔内残留物，定位销安装在端板的螺栓孔内，定位销数量不宜少于 1 个；
    - 3) 将上节桩吊起，连接孔与定位销对准后方可将定位销插入连接孔内；
    - 4) 当地基土、地下水具有中、强腐蚀性时，宜将端板封闭围焊后再安装机械连接卡；
    - 5) 应按顺序将机械连接卡卡入上、下节预制桩突出桩身的端板上，当采用螺栓与端板侧边螺丝孔来固定连接卡时，应调整连接卡位置使连接卡和端板的螺栓孔对准，并用工具将固定螺栓旋入端板上的螺孔内固定连接卡；当采用螺杆塞焊在上下端板的焊接坡口时，应将螺杆焊接在端板侧边相应的标记点上，将连接卡安装在端板外侧后，用工具将螺帽旋入螺杆上固定连接卡。
  - 3 采用膨胀咬合式接头接桩时，应符合下列规定：
    - 1) 连接前，连接处的桩端端头板应先清理干净，将满涂沥青涂料的连接销逐根旋入预制桩带孔端板的螺栓孔内，并用钢模型板检测调整连接销的方位；
    - 2) 剔除已就位预制桩带槽端板连接槽内填塞的泡塑保护块，在连接槽内注入不少于 0.5 倍槽深的沥青涂料，并沿带槽端板外周边抹上宽度 20mm、厚度 3mm 的沥青涂料；
    - 3) 将上节预制桩吊起，使连接销与带槽端板上的各个连接口对准，随即将连接销插入连接槽内；
    - 4) 加压使上、下桩节的桩端端头板接触后，方可继续沉桩接桩完成；
    - 5) 当地基土、地下水具有中、强腐蚀性时，宜在连接销与连接槽连接后再将端板封闭围焊。
  - 4 采用其他机械方式接桩时，应符合相应机械连接方式操作要求的规定，或在专业厂家指导下进行正确接桩。
- 7.3.4 预制桩间机械连接在深厚软土区、中强腐蚀区、高烈度抗震设防区、液化土层及其他特殊土层中应用时，宜采用机械-连续焊接连接接头
- 7.3.5 预制桩截桩应采用锯桩器，不应采用大锤横向敲击截桩或强行扳拉截桩，截桩后出现轻微裂纹处应采取补强措施。

## 7.4 静压法施工

- 7.4.1 静力压桩设备宜采用液压式压桩机，桩机型号应根据地质条件、桩型和受力情况及本规范附录 E 确定，并应符合下列规定：
- 1 压桩机最大压桩力应大于按群桩挤密效应确定的最大压桩动阻力，还应小于压桩机的机架重量和配重之和的 0.8 倍，不得在浮机状态下施工；
  - 2 采用顶压式压桩机时，桩帽或送桩器与桩之间应加设弹性衬垫；
  - 3 采用抱压式压桩机时，夹持机构中夹具应避开桩身两侧合缝的位置；
  - 4 压桩过程中的最大压桩力值应符合设计要求，或根据沉桩工艺试验值确定，且不应大于本规范第 7.4.2 条计算的桩身允许压桩力；
  - 5 压桩机的选择还应综合下列因素后确定：
    - 1) 夹持机构应适应桩截面形状，且桩身混凝土不发生夹裂现象；
    - 2) 压边桩的能力应能满足现场施工作业条件要求。
- 7.4.2 选择抱压式或顶压式液压压桩机时，桩身允许抱压压桩力、顶压压桩力和抱压

送桩可按下列公式计算：

- 1 抱压施工压桩力，可按下列公式计算：

$$\text{预应力混凝土桩： } R_b \leq 1.0f_c A_j \quad (7.4.2-1)$$

$$\text{预应力高强混凝土桩、混合配筋桩： } R_b \leq 0.95f_c A_j \quad (7.4.2-2)$$

- 2 顶压或抱压送桩施工压桩力，可按下列公式计算：

$$R_d \leq 1.1R_b \quad (7.4.2-3)$$

式中： $R_b$ ——桩身允许抱压压桩力（kN）；

$R_d$ ——桩身允许顶压压桩力（kN）；

$f_c$ ——桩身混凝土轴心抗压强度设计值（kPa）。

#### 7.4.3 压桩机资料应具备下列内容：

- 1 压桩机型号、机架重量（不含配重）、整机的额定压桩力等；
- 2 压桩机的外型尺寸及拖运尺寸；
- 3 压桩机的最小边桩距及压边桩机构的额定压桩力；
- 4 长、短船型靴履的接地压力；
- 5 夹持机构的形式；
- 6 液压油缸的数量、直径，率定后的压力表读数与压桩力的对应关系；
- 7 吊桩机构的性能及吊桩能力。

#### 7.4.4 压桩机就位后应精确定位，采用线锤对点时，锤尖距离放样点不宜大于 10 mm。

#### 7.4.5 静压法施工时应符合下列规定：

- 1 压桩机应安装能满足最大压桩力要求的配重；
- 2 首节桩插入时，应认真检查桩位及桩身垂直度偏差，宜采用互成 90 度方向上的两台经纬仪矫正桩身垂直度，校正后的垂直度偏差不应大于 0.5%；
- 3 当压桩机上吊机在进行吊桩喂桩时，压桩机不应行走和调整；
- 4 压桩时，应保持加载装置的合力点与桩身的中心线在同一直线上；
- 5 施工时沉桩速度不宜大于 2 m/min；
- 6 每根桩宜一次连续施压至设计标高，不宜在桩端接近硬土层时进行接桩，如确需停歇时，应严格控制停歇时间；
- 7 压桩过程中应经常注意观察桩身混凝土的完整性，一旦发现桩身裂缝或掉角，应立即停机，并应找出原因，应采取改进措施后方可再施压；
- 8 遇有夹持机具打滑、压桩机下陷或浮机时，应暂停压桩作业，并应采取处理措施；
- 9 当每根桩压桩完毕，对露出地面的桩段，应在移机前截去，不应利用压桩机强行扳断。

#### 7.4.6 静压施工应配备专用送桩器，不应采用工程用桩作为送桩器，送桩器应符合下列规定：

- 1 送桩器应有足够的强度和刚度，送桩器长度应满足送桩深度的要求，且不宜小于送桩深度的 1.2 倍；
- 2 送桩器的横截面外形形状应与所压桩相一致，下端应设置套筒，套筒深度宜为 300 mm~350 mm，内径应大于预制桩外径 20 mm~30 mm，送桩器的弯曲度不得大于送桩器长度的 1‰；
- 3 送桩器上应有尺寸标志；

- 4 送桩器下端应设置排气孔。
- 7.4.7 采用送桩器施工时，应符合下列规定：
- 1 送桩器与桩顶的接触面应平整，并应与送桩器中心轴线垂直。送桩器与桩顶的接触面间应加衬垫，防止桩顶压碎。衬垫应经常更换，送桩器与桩顶接触面应密贴；
  - 2 送桩前应测量桩的垂直度，并应检查桩头质量。最上面一节桩的端板应套上防土桩帽，桩帽应采用 1 mm~2 mm 的薄钢板焊成，薄钢板上应开孔。合格后再送桩，送桩作业应连续进行；
  - 3 送桩前，预制桩露出地面高度宜为 0.3 m~0.5 m。
- 7.4.8 当场地上部有较厚的淤泥土层时，送桩器应开孔排淤、排泥，送桩深度不宜大于 2.0m。当场地上无淤泥土层或确有沉桩经验，且采取相应的措施保证桩身的垂直度满足要求时，送桩深度不宜超过 12m。
- 7.4.9 终压控制标准应符合下列规定：
- 1 终压标准应根据设计要求、沉桩工艺试验情况、桩端进入持力层情况及压桩动阻力等因素；
  - 2 当终压力值达不到预估值时，单桩竖向承载力特征值宜根据静载试验确定，不得任意增加复压次数；
  - 3 当压桩力已达到终压力或桩端已到达持力层时应采取稳压措施；
  - 4 当压桩力小于 3000 kN 时，稳压时间不宜超过 10 s；当压桩力大于 3000 kN 时，稳压时间不宜超过 5 s；
  - 5 第一次稳压不满足要求时应按原压桩力和稳压时间进行第二次稳压，稳压次数不宜超过 3 次即终压，对于小于 8 m 的短桩或稳压贯入度大的桩不宜超过 5 次。

## 7.5 锤击法施工

- 7.5.1 锤击式沉桩机械应根据场地条件、工程特点、施工前沉桩工艺试验、预制桩截面尺寸及强度、承载力特征值、地质条件等综合选定，打桩锤宜选用液压锤或柴油锤。打桩机的桩架和底盘应具有足够的强度、刚度和稳定性，并应与桩锤相匹配。筒式柴油锤的冲击体质量不宜小于本规范附录 E 规定的低限值。
- 7.5.2 桩帽及垫层的设置应符合下列规定：
- 1 桩帽应有符合要求的强度、刚度和耐打性；
  - 2 桩帽套筒应与施打的预制桩尺寸相匹配，套筒中心应与锤垫中心重合，筒体深度宜取 350 mm~400 mm，尺寸宜大于预制桩 20 mm~30 mm；
  - 3 打桩时桩帽套筒底面与桩头之间应设置桩垫，桩垫可采用纸板、棕绳、胶合板等材料制作，厚度应均匀一致，压缩后桩垫厚度宜为 120 mm~150 mm，且应在打桩期间经常检查，并应及时更换或补充；
  - 4 桩帽上部直接接触打桩锤的部位应设置锤垫，锤垫应用坚纹硬木或钢丝绳制作，其厚度宜为 150 mm~200 mm。锤垫应设置排气孔，并应在打桩前进行检查、校正或更换。
- 7.5.3 送桩器及其衬垫设置除应符合本规范第 7.4.6 条、7.4.7 和 7.5.2 条的规定外，尚应符合下列规定：
- 1 插销式送桩器下端的插销长度宜取 200 mm~300 mm，尺寸宜小于桩内径 20 mm~30 mm，对于内孔存有余浆的空心桩，不应采用插销式送桩器；
  - 2 送桩作业时，送桩器与桩头之间应设置桩垫，桩垫经锤击压实后的厚度不宜小于 60 mm。
- 7.5.4 锤击沉桩施工应符合下列规定：
- 1 首节桩插入时，应认真检查桩位及桩身垂直度偏差，校正后的垂直度偏差应符合本规范第 7.1.8 条的要求；

2 当预制桩沉入地表土后就遇上厚度较大的淤泥层或松软的回填土时，柴油锤应采用不点火空锤的方式施打；液压锤宜采用落距为 200 mm~300 mm 的方式施打；

3 预制桩施打过程中，宜重锤轻击，应保持桩锤、桩帽和桩身的中心线在同一条直线上，并应随时检查桩身的垂直度；

4 在较厚的黏土、粉质黏土层中施打预制桩，宜将每根桩一次性连续打到底；

5 重要工程应采用高应变法进行打桩过程监测，并应对监测结果进行分析。

7.5.5 每根桩的总锤击数及最后 1 m 沉桩锤击数宜进行控制，预应力高强混凝土桩总锤击数不宜超过 2000 击，最后 1 m 沉桩锤击数不宜超过 300 击；预应力混凝土桩总锤击数不宜超过 1500 击，最后 1 m 沉桩锤击数不宜超过 250 击。

7.5.6 打桩的最后贯入度量测应符合下列规定：

1 桩头和桩身应完好；

2 桩锤、桩帽、桩身及送桩器中心线应重合；

3 桩帽及送桩器套筒内衬垫厚度应符合本规范第 7.5.2 条的规定；

4 打桩结束前应完成测定，不得间隔较长时间后量测。

7.5.7 锤击法施工停锤应符合下列规定：

1 承压桩停锤标准应包括贯入度和桩端标高，具体应根据地质条件、单桩竖向承载力、锤型、桩型和桩长等因素综合确定。

2 桩端位于一般土层时，应以控制桩端设计标高控制，且贯入度无异常时应停锤；若贯入度仍较大时应校核桩长的合理性；

3 桩端达到坚硬黏性土、密实的粉土、砂土、碎石土、软~极软岩时，应以贯入度为主；最后贯入度应连续测量三次，当每一阵贯入度逐次递减达到收锤标准时应终锤；若桩长与设计桩长差异过大时，尚应对桩长和持力层复核；

4 抗拔桩宜根据设计桩长控制停锤。

7.5.8 当以贯入度控制时，最后贯入度不宜小于 30 mm/10 击。当持力层为薄的强风化岩层且下卧层为中、微风化岩层时，最后贯入度不应小于 25 mm/10 击，此时宜量测一阵锤的贯入度，若达到停锤标准时应停锤。

7.5.9 采用水上沉桩时，打桩船或其他水上沉桩设备的布设和作业，可按现行行业标准《水运工程桩基施工规范》JTS 206-2 的有关规定执行。

## 7.6 植入法沉桩

7.6.1 植入法沉桩可根据预成孔方式分为非取土植桩和取土植桩，非取土植桩可采用搅拌植桩、高压旋喷植桩等方式，取土植桩可采用机械成孔。

7.6.2 非取土植桩工艺应符合下列规定：

1 应先施工搅拌桩或旋喷桩，再施工预制桩；

2 搅拌（旋喷）桩施工应保证连续性，成桩长度不应小于设计值；

3 搅拌（旋喷）固化剂宜采用 42.5 级及以上的硅酸盐或普通硅酸盐水泥，也可根据实际情况添加膨润土、粉煤灰等；

4 外芯的停浆面宜高出桩顶设计标高不小于 500 mm；

5 预制桩宜在搅拌桩或旋喷桩施工完成后 4 h~6 h 内植入，冬期施工时可取大值，夏期施工时宜取小值。对于超过 24 h 未植入的桩孔，应进行复搅后再植入预制桩；

6 预制桩可采用静压、锤击、振动等方法植入，采用静压时，宜取 1.5 倍~1.8 倍单桩承载力特征值作为终压值；采用锤击时，宜取 40 mm/10 击~50 mm/10 击作为最终贯入度。

7.6.3 取土植桩工艺应符合下列规定。

1 机械成孔工艺应根据设计桩径、孔深、地质条件、水文条件等因素确定，可选用旋挖、螺旋成孔、正或反循环钻孔、潜孔锤等工艺；

2 成孔钻机就位后,应重新测量和定位,桩架、钻头应保持垂直,垂直度允许偏差不应大于 0.5%,成孔作业要求应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《长螺旋钻孔压灌桩技术标准》JGJ/T 419 的相关规定;

3 群桩基础同时成孔时,应采用间隔桩位方式;

4 钻孔达到设计深度时,可根据土层条件、成孔设备等因素,可选择掏渣筒、泥浆置换、抽浆清孔或空压机喷射清孔,首次清孔后应静止不小于 0.5 h 后测量孔底沉渣厚度,孔底沉渣厚度达设计要求后应及时灌入水泥浆、水泥砂浆、细石混凝土或固化泥浆等填充材料,孔底沉渣厚度不符合设计要求应进行二次清孔;长螺旋压灌植桩时,钻孔至设计标高后,应泵送填充材料至孔底加压后开始缓慢提钻;填充材料的施工要求应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定;

5 预制桩应在外芯填充材料初凝前采用静压或锤击等方式植入,采用静压时,宜取 1.5 倍~1.8 倍单桩承载力特征值作为终压值;采用锤击时,最终贯入度宜取 50 mm/10 击~60 mm/10 击;

7.6.4 取土植入法填充材料可根据施工设备作业和施工组织所需时间添加缓凝剂。

7.6.5 取土植桩法充填材料的灌注量不宜小于理论计算值的 1.2 倍,并可根据生产性试验进行调整,应使预制桩和外芯孔壁填充密实。植入预制桩前应将桩孔附近返浆清理干净,并应将出孔桩土用挖机整平。

7.6.6 植入法沉桩时应采取监控预防措施,多节桩接桩时应保证接桩质量和桩身垂直度。

7.6.7 预制桩植入过程中,预制桩和外芯中心应重合。预制桩定位允许偏差 $\pm 20$  mm,预制桩植入时的垂直度允许偏差不宜大于 0.5 %。

7.6.8 植桩记录可按本规范附录 D 执行。

## 7.7 引孔辅助沉桩

7.7.1 采用引孔辅助沉桩法时,引孔的直径、孔深及数量应符合下列规定:

1 引孔直径不宜超过管桩直径或方桩对角线长度的 2/3,深度不宜超过桩长的 2/3,并应采取防塌孔的措施;

2 引孔作业和沉桩作业应连续进行,间隔时间不宜大于 12h;在软土地基中不宜大于 3h。

3 采用引孔辅助沉桩法的终压(锤)标准应根据相应的沉桩工艺,依据本规范第 7.4、7.5 节的有关规定执行。

7.7.2 引孔宜采用螺旋钻干作业法,引孔的垂直度偏差不宜大于 0.5%。钻孔中有积水时,预制桩宜用开口型桩尖。

## 7.8 桩顶与底板连接施工

7.8.1 底板施工前,应先进行桩顶与底板连接施工。连接钢筋规格、锚入底板长度和填芯混凝土强度及其伸入桩身的长度应符合设计要求。

7.8.2 空心桩填芯混凝土填筑前,空腔内壁浮浆应清除干净,并应涂刷水泥净浆或混凝土界面剂。

7.8.3 填芯混凝土施工应符合下列规定:

1 钢托板与钢筋焊接应饱满、牢固;

2 连接钢筋笼上应设置混凝土保护层垫块,确保钢筋笼位置;

3 填芯混凝土浇筑应采取措施控制浇筑高度和速度的措施,且浇筑应连续进行,浇筑后应振捣密实并及时养护;



- 4 填芯混凝土顶面应平整，不规则部分应修整。
- 7.8.4 采用端板焊接连接钢筋时，应采用双面焊，焊接长度不应小于 5 倍连接钢筋直径。

## 7.9 褥垫层施工

- 7.9.1 褥垫层施工前，应清理基底无杂物和积水并整平场地。
- 7.9.2 褥垫层铺设宜采用静力压实法，当桩间土的含水量较低时，也可采用动力夯实法，夯实指标应符合设计要求，设计无要求时不应低于本规范第 6.4.3 条的规定。
- 7.9.3 褥垫层厚度超过 300mm 时应分层铺填，分层铺填厚度、每层压实遍数宜通过试验确定，并应控制碾压速度。
- 7.9.4 褥垫层施工应及时验收并进行下一道工序施工，避免长时间暴露。

## 8 质量验收

### 8.1 一般规定

8.1.1 预制桩基础应按单元工程验收，并宜为重要隐蔽单元工程。单元工程划分应符合下列规定：

- 1 桩基础宜按每一柱（墩）、底板下的预制桩基础划分；
- 2 复合地基宜按独立建筑物、施工验收区段或处理面积划分；
- 3 当采用不同桩型时，应按不同桩型进行划分；
- 4 当采用不同厂家生产的不同批次预制桩时，宜按不同厂家不同批次进行划分。

8.1.2 预制桩基础应在单元所含单桩验收合格的基础上，经效果检查后，进行单元工程施工质量验收。单元工程验收的方式应符合下列规定：

1 在桩基工程中，采用静压、锤击等方式直接打入的预制桩，应在单元所含单桩验收合格的基础上进行单元工程验收；采用植入法沉桩时，非取土植桩法可分为搅拌（旋喷）桩施工和预制桩施工 2 个工序，取土植桩法可分为钻孔、填充料浇筑和预制桩施工 3 个工序，应在工序验收合格的基础上进行单桩验收和单元工程验收；

2 在复合地基工程中，可分为预制桩施工、褥垫层施工 2 个工序，应在工序验收合格再进行单元工程验收。

8.1.3 检验项目应按作用和影响程度划分为主控项目和一般项目，单元工程施工质量验收和验收记录文件应符合现行行业标准《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第 3 部分：地基处理与基础工程》SL/T 631.3 的有关规定。

8.1.4 预制桩原材料、生产质量应由预制桩供应商提供质量证明文件和相关检验报告，施工单位、监理单位在预制桩进场后应进行复核。

8.1.5 填芯混凝土、植入法所使用的砂、石、水泥、钢筋、掺合料等原材料的检验项目、检验频次、质量标准应符合现行行业标准《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第 3 部分：地基处理与基础工程》SL/T 631.3 的有关规定。

8.1.6 单元工程验收合格标准应符合现行行业标准《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第 3 部分：地基处理与基础工程》SL/T 631.3 的有关规定。

8.1.7 预制桩单元工程施工结束后，应按设计或规范要求对基础质量进行效果检查，效果检查应包括下列内容：

- 1 桩基础应进行桩身完整性和承载力检验；
- 2 复合地基应进行桩身完整性、单桩承载力和复合地基承载力检验。

### 8.2 单元工程施工质量验收

8.2.1 静压、锤击等方式直接打入的预制桩桩基单桩质量验收标准应符合表 8.2.1-1、表 8.2.1-2 的相关规定。

表 8.2.1-1 预制桩单桩施工质量验收标准

| 项次   | 检验项目 |             | 质量要求           |              | 施工单位自检           |      | 监理单位检验   |       |
|------|------|-------------|----------------|--------------|------------------|------|----------|-------|
|      |      |             |                |              | 检验方法             | 检验数量 | 检验（工作）方法 | 检验数量  |
| 主控项目 | 1    | 预制桩抗压、抗弯等性能 | 满足设计要求或本规范附录 A |              | 观察，查阅质量证明文件和检验报告 | 全部   | 平行检验     | 全部    |
|      | 2    | 预 管桩        | 桩长             | $\pm 0.5\%L$ | 量测               | 全数   | 平行检验     | 施工单位自 |

| 项次   |            | 检验项目    |           | 质量要求  |          | 施工单位自检      |      | 监理单位检验       |              |                                   |
|------|------------|---------|-----------|---|----------|-------------|------|--------------|--------------|-----------------------------------|
|      |            |         |           |   |          | 检验方法        | 检验数量 | 检验（工作）方法     | 检验数量         |                                   |
|      |            | 制桩身尺寸偏差 | 直径        | 300 mm~700 mm: +5, -2   |          |             |      | 检验数量的10%     |              |                                   |
|      |            |         |           | 800 mm~1400 mm: +7, -4  |          |             |      |              |              |                                   |
|      |            |         | 壁厚        | +20, 0  |          |             |      |              |              |                                   |
|      |            |         |           | 空心方桩  |          |             |      |              | 桩长           | ±0.5%L                            |
|      |            |         |           |   |          |             |      |              | 边长           | ≤600 mm: +4, -2<br>>600mm: +5, -2 |
|      |            |         | 最小壁厚      |   |          |             |      |              | +10, 0       |                                   |
|      |            |         | 实心方桩      | 桩长  |          |             |      |              | ±0.5%L       |                                   |
|      |            |         |           | 边长  |          |             |      |              | ±5           |                                   |
|      | 3          | 桩位偏差    |           | 符合设计要求, 设计无要求时可按本规范表 8.2.1-2                                    |          | 量测          | 逐根   | 平行检验         | 逐根           |                                   |
|      | 4          | 垂直度     |           | ≤1%   |          | 量测          | 逐根   | 平行检验         | 逐根           |                                   |
| 5    | 收锤标准（终压标准） |         | 符合设计要求    |   | 量测       | 逐根          | 平行检验 | 逐根           |              |                                   |
| 6    | 施工记录       |         | 齐全、准确、清晰  |   | 查阅       | 全部          | 平行检验 | 全部           |              |                                   |
| 一般项目 | 1          | 成品桩外观质量 | 管桩        | 表面平整, 颜色均匀, 局部磕损小于 5 mm（方桩为 10 mm）, 蜂窝面积小于总面积的 0.5%, 不得有环向和纵向裂缝 | 观察、量测    | 全部          | 现场巡视 | —            |              |                                   |
|      |            |         | 空心方桩      |   |          |             |      |              |              |                                   |
|      |            |         | 实心方桩      |   |          |             |      |              |              |                                   |
|      | 2          | 焊接接桩    | 焊缝        | 连接方式符合设计要求  | 焊缝检测仪器量测 | 全数          | 平行检验 | 施工单位自检数量的10% |              |                                   |
|      |            |         |           | 咬边深度≤0.5mm, 咬边总长不得超过焊缝长度10%, 加强层高度≤2mm, 加强层宽度≤3mm               |          |             |      |              |              |                                   |
|      |            |         | 电焊质量外观    | 无气孔, 无焊瘤, 无裂缝   | 目测       | 全数          | 平行检验 | 全数           |              |                                   |
|      |            |         | 电焊结束后停歇时间 | 锤击桩≥8min(采用二氧化碳保护焊时为 3min)                                      | 用表计时     | 全数          | 现场巡视 | —            |              |                                   |
|      |            |         |           | 静压桩≥6min(采用二氧化碳保护焊时为 3min)                                      |          |             |      |              |              |                                   |
|      |            |         | 上下节平面偏差   | ≤10mm   | 量测       | 全数          | 见证检验 | 施工单位自检数量的20% |              |                                   |
|      |            |         | 焊缝探伤      | 二级焊缝或设计要求   | 超声波或射线   | 10%且不少于 3 根 | 平行检验 | 施工单位自检的全数    |              |                                   |
|      | 3          | 机械连接    | 两端面间隙     | ≤2mm  | 量测       | 全数          | 见证检验 | 施工单位自检数量的20% |              |                                   |
|      | 4          | 桩顶标高    |           | 允许偏差为±50mm  |          | 量测          | 全数   | 见证检验         | 施工单位自检数量的20% |                                   |

注: 1  $L$  为单节预制桩长度。

2 建筑物等级为 2 级及以上, 或建筑物等级为 3 级且地质条件较复杂的水工建筑物, 对于焊接连接应进行焊缝探伤检验。

表 8.2.1-2 桩基工程中桩位的允许偏差

| 序号 | 项 目               |         | 允许偏差 (mm)               |                         |                         |
|----|-------------------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|    |                   |         | 陆域或无水施工                 | 水上施工                    |                         |
|    |                   |         |                         | 内河及近岸有掩护水域              | 近岸无掩护水域                 |
| 1  | 条形基础的桩基           | 垂直于轴线方向 | 100                     | 100                     | 150                     |
|    |                   | 平行于轴线方向 | 150                     | 150                     | 150                     |
| 2  | 桩数为 1 根~3 根桩基中的桩  |         | 100                     | 100                     | 150                     |
| 3  | 桩数为 4 根~16 根桩基中的桩 | 中间桩     | 1/2 桩径或边长               | 1/2 桩径或边长               | 1/2 桩径或边长               |
|    |                   | 周边桩     | 100                     | 100                     | 150                     |
| 4  | 桩数大于 16 根桩基中的桩    | 中间桩     | 1/2 桩径或边长               | 1/2 桩径或边长               | 1/2 桩径或边长               |
|    |                   | 周边桩     | 1/3 桩径或边长和 150mm 两者中的大值 | 1/3 桩径或边长和 150mm 两者中的大值 | 1/3 桩径或边长和 200mm 两者中的大值 |

注：1 近岸无掩护水域是指靠近海岸线，无天然或人工建筑物遮挡风浪的水域；靠近海岸线，且有天然或人工建筑物遮挡风浪的水域，称为近岸有掩护水域；

2 掩护条件较差的河口区域可按“无掩护近岸水域”执行；

3 需要送桩时，允许偏差可增加  $0.01H$ ， $H$  为预制桩施工面至设计桩顶的距离。

8.2.2 采用植入法施工的预制桩桩基，预制桩施工工序的施工质量验收应符合本规范第 8.1.2 条的相关要求，其他工序施工质量验收标准应按现行行业标准《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第 3 部分：地基处理与基础工程》SL/T 631.3 中的有关规定执行。

8.2.3 复合地基工程中，预制桩施工工序的施工质量验收应符合本规范第 8.1.2 条的规定，其中桩位允许偏差应符合表 8.2.3 的规定，桩顶标高应符合设计要求，设计无要求时桩顶高程的偏差宜为  $\pm 200$  mm；褥垫层施工工序的施工质量验收标准应符合现行行业标准《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第 3 部分：地基处理与基础工程》SL/T 631.3 的有关规定。

表 8.2.3 复合地基中桩位的允许偏差

| 序号 | 项目      |         | 允许偏差      |
|----|---------|---------|-----------|
| 1  | 条形基础的边桩 | 平行于轴线方向 | 1/4 桩径或边长 |
|    |         | 垂直于轴向方向 | 1/6 桩径或边长 |
| 2  | 其他情况    |         | 2/5 桩径或边长 |

8.2.4 桩基工程中，预制桩桩身完整性宜采用低应变法检测，当低应变法检测中不能明确完整性类别的桩或Ⅲ类桩，可根据实际情况采用高应变法、孔内摄像法等适宜的方法验证检测。桩身完整性检测数量应符合设计要求，当设计无明确要求时，应符合下列规定：

1 对于建筑物等级为 2 级及以上，或建筑物等级为 3 级且地质条件较复杂的水工建筑物的预制桩基础抽检桩数，不应低于总桩数的 30%，且不得少于 20 根；其余预制桩基础抽检桩数不应低于总桩数的 20%，且不得少于 10 根；

2 复合地基中抽检桩数不应少于总桩数的 10%；

3 除符合本条第 1、2 款外，单元工程中的每个独立柱（墩）下抽检数量不应少

于 1 根；

4 对于沉桩中发生贯入度过大等异常情况或存在其他影响桩身结构可靠性因素的桩应进行检测，检测数量不应计入正常抽检比例内。

8.2.5 当符合下列条件之一时，工程桩施工结束后，应采用单桩静载试验进行承载力检测。同一条件下，检测数量不应少于总桩数的 1%，且不应少于 3 根，当总桩数小于 50 根时，检测数量不应少于 2 根；单桩竖向抗压静载试验采用高应变法检测时，检测数量不应少于总桩数的 5%，且不得少于 5 根：

1 对于建筑物等级为 2 级及以上，或建筑物等级为 3 级且地质条件较复杂的水工建筑物；

2 施工前未进行单桩静载试验；

3 施工前已进行了单桩静载试验，但施工过程中变更了工艺参数或施工质量出现了异常；

4 地基条件复杂、施工质量可靠性低；

5 本地区采用的新桩型或新工艺；

6 施工过程中产生挤土上浮或偏位的群桩。

8.2.6 桩身完整性和单桩承载力检测方法应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的有关规定。

8.2.7 对于复合地基，除应按本规范第 8.2.4 条和 8.2.5 条对基桩进行检测外，还应进行复合地基平板载荷试验，复合地基平板载荷试验的检测数量和检测方法应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定。对设计要求消除地基液化、湿陷性时，应进行桩间土的液化、湿陷性检验。

### 8.3 工程验收

8.3.1 工程验收时，预制桩基础应具备下列资料：

1 桩基础设计文件和施工图，包括施工图纸会审记录、设计变更资料；

2 桩位测量放线图，包括工程基线复核签证单；

3 岩土工程勘察报告；

4 施工组织设计或施工方案；

5 图纸会审记录，实施变更资料；

6 预制桩出厂合格证、原材料检验报告和桩身性能检验报告；

7 机械连接部件合格证和检验报告，焊接连接检测报告；

8 沉桩施工记录，包括桩位编号图；

9 单元工程验收资料；

10 桩基工程竣工图，补桩、试桩记录等；

11 桩身完整性检测报告；

12 单桩竖向承载力检测报告，水平受力桩基还应有水平承载力检测报告；复合地基应有复合地基承载力检测报告；

13 监测资料；

14 发生质量事故时的处理记录；

15 施工技术措施记录。

8.3.2 工程验收尚应符合现行行业标准《水利水电建设工程验收规程》SL 223 的有关规定。

## 附录 A 预制桩结构形式、配筋及力学性能

A. 0.1 管桩桩身结构形式、配筋及相关参数应符合下列规定：

1 预应力混凝土管桩、预应力高强混凝土管桩、预应力超高强混凝土管桩、薄壁混凝土管桩的结构形式可按图 A. 0. 1-1 采用；

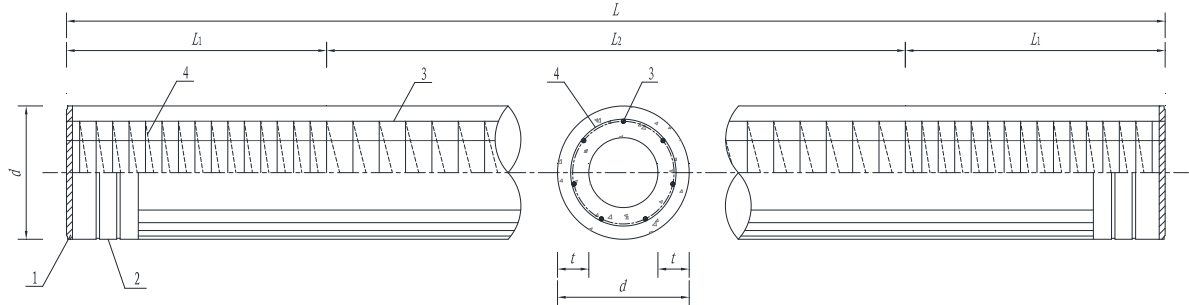


图 A. 0. 1-1 预应力混凝土管桩、预应力高强混凝土管桩、预应力超高强混凝土管桩、薄壁混凝土管桩结构形式图

$L$ —桩长； $L_1$ —箍筋加密区长度； $L_2$ —箍筋非加密区长度； $d$ —直径； $t$ —壁厚；  
1—端板；2—桩套筒；3—预应力钢棒；4—箍筋

2 混合配筋预应力高强混凝土管桩的结构形式可按图 A. 0. 1-2 采用；

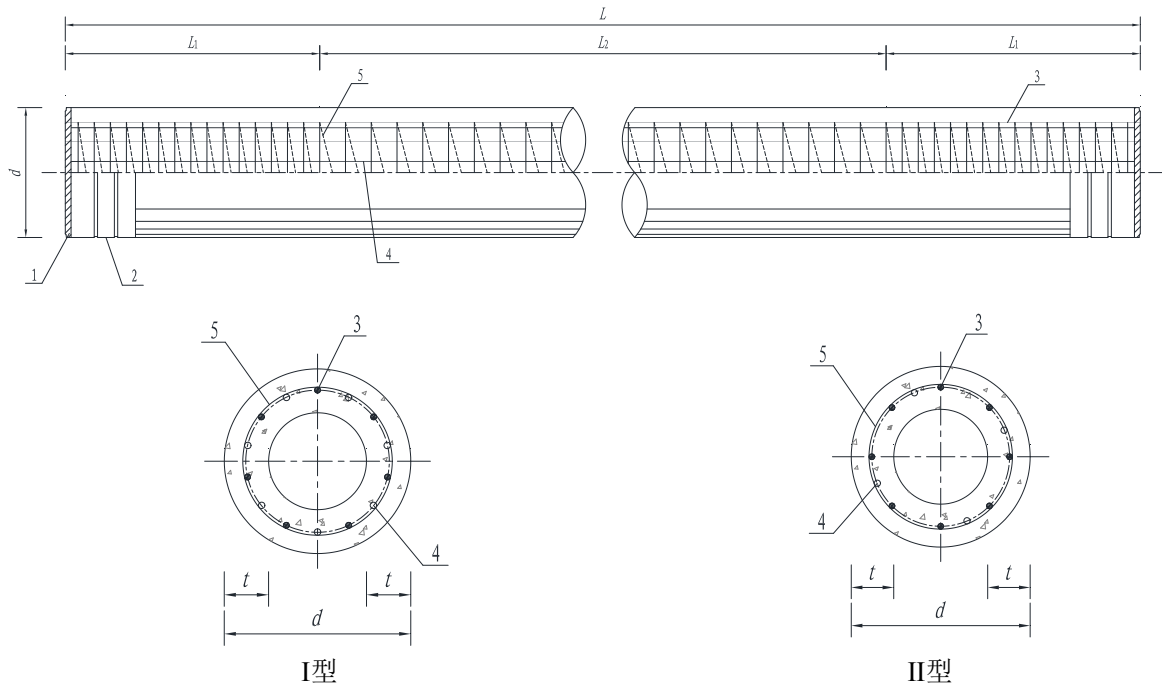


图 A. 0. 1-2 混合配筋预应力高强混凝土管桩结构形式图

$L$ —桩长； $L_1$ —箍筋加密区长度； $L_2$ —箍筋非加密区长度； $d$ —直径； $t$ —壁厚；  
1—端板；2—桩套筒；3—预应力钢棒；4—非预应力钢筋；5—箍筋

3 高强钢管混凝土管桩的结构形式可按图 A. 0. 1-3 采用；

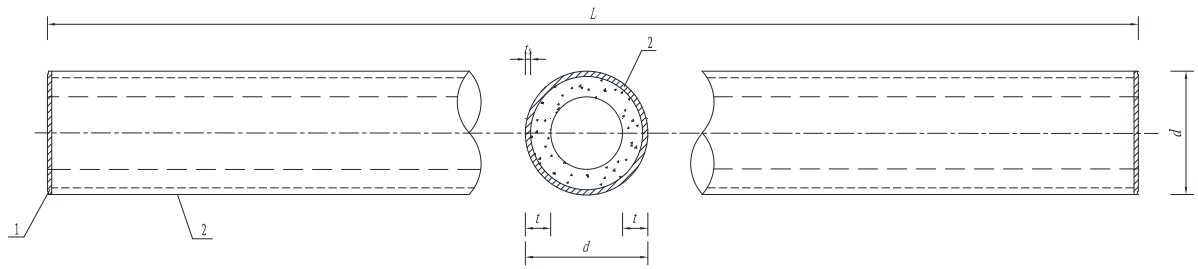


图 A. 0. 1-3 高强钢管混凝土管桩结构形式图

$L$ —桩长； $d$ —直径； $t$ —壁厚； $t_s$ —钢管厚度；1—端板；2—钢管

- 4 箍筋加密区长度可取  $3d \sim 5d$ ，且不应小于 2000 mm，加密区箍筋净间距应为 50 mm，非加密区箍筋净间距应为 80mm；
- 5 采用机械连接的管桩，应根据机械连接方式调整端板设置；
- 6 推荐桩型桩身配筋及相关参数应按表 A. 0. 1-1~表 A. 0. 1-8 取值。

表 A. 0. 1-1 PC 管桩桩身配筋及相关参数表

| 规格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾吊<br>最大长度<br>$L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆周<br>直径 $D_p$<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力<br>$\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组计算<br>的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力<br>设计值<br>$M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力<br>设计值<br>$V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值<br>$N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力<br>设计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组计算<br>的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|----------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                            |                       |                   |                                   |   | 一级<br>裂缝                           | 二级<br>裂缝 |                                     |                                   |                                     |  | 一级<br>裂缝                         | 二级<br>裂缝 |                    |
| PC300A70                | 9                          | 6A <sup>0</sup> 7.1   | 4                 | 230                               | 4.06  | 10                                 | 24       | 26                                  | 75                                | 204                                 | 974  | 210                              | 357      | 132                |
| PC300AB70               | 11                         | 6A <sup>0</sup> 9.0   |                   |                                   | 6.23  | 16                                 | 30       | 38                                  | 89                                | 326                                 |  | 326                              | 475      |                    |
| PC300B70                | 11                         | 8A <sup>0</sup> 9.0   |                   |                                   | 7.99  | 20                                 | 35       | 48                                  | 98                                | 435                                 |  | 423                              | 574      |                    |
| PC300C70                | 11                         | 8A <sup>0</sup> 9.0   |                   |                                   | 10.59                                       | 27                                 | 42       | 60                                  | 111                               | 612                                 |  | 570                              | 724      |                    |
| PC400A95                | 12                         | 7A <sup>0</sup> 9.0   | 4                 | 308                               | 4.20  | 25                                 | 59       | 63                                  | 137                               | 381                                 | 1752   | 391                              | 656      | 237                |
| PC400AB95               | 13                         | 7A <sup>0</sup> 10.7  |                   |                                   | 5.73  | 34                                 | 68       | 85                                  | 155                               | 536                                 |  | 538                              | 806      |                    |
| PC400B95                | 14                         | 10A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                   | 7.84  | 47                                 | 82       | 113                                 | 176                               | 765                                 |  | 745                              | 1016     |                    |
| PC400C95                | 15                         | 13A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                   | 9.75  | 60                                 | 95       | 135                                 | 193                               | 995                                 |  | 940                              | 1214     |                    |
| PC500A100               | 14                         | 11A <sup>0</sup> 9.0  | 5                 | 406                               | 4.73  | 52                                 | 114      | 128                                 | 194                               | 598                                 | 2419   | 610                              | 977      | 327                |
| PC500AB100              | 15                         | 11A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                   | 6.43  | 71                                 | 134      | 172                                 | 219                               | 842                                 |  | 837                              | 1208     |                    |
| PC500B100               | 16                         | 11A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                   | 8.54  | 96                                 | 159      | 220                                 | 247                               | 1169                                |  | 1126                             | 1502     |                    |
| PC500C100               | 17                         | 14A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                   | 10.41                                       | 118                                | 183      | 256                                 | 269                               | 1488                                |  | 1391                             | 1771     |                    |
| PC500A120               | 13                         | 12A <sup>0</sup> 9.0  | 5                 | 406                               | 4.55  | 53                                 | 120      | 135                                 | 223                               | 653                                 | 2758   | 667                              | 1086     | 372                |
| PC500AB120              | 14                         | 12A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                   | 6.19  | 73                                 | 140      | 181                                 | 251                               | 918                                 |  | 917                              | 1339     |                    |
| PC500B120               | 15                         | 12A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                   | 8.23  | 98                                 | 166      | 233                                 | 283                               | 1275                                |  | 1235                             | 1662     |                    |
| PC500C120               | 16                         | 16A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                   | 10.43                                       | 126                                | 196      | 281                                 | 314                               | 1700                                |  | 1589                             | 2023     |                    |



续表 A.0.1-1

| 规格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾吊<br>最大长度<br>$L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆周<br>直径 $D_p$<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力<br>$\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力<br>设计值<br>$M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力<br>设计值<br>$V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值<br>$N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值(未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合计<br>算的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                            |                       |                   |                                   |   | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                     |                                   |                                     |   | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |                    |
| PC600A110               | 15                         | 14A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 506                               | 4.49  | 82                                  | 186      | 202                                 | 254                               | 762                                 | 3260  | 779                               | 1273     | 440                |
| PC600AB110              | 16                         | 14A <sup>b</sup> 10.7 |                   |                                   | 6.12  | 113                                 | 217      | 271                                 | 287                               | 1071                                |   | 1071                              | 1570     |                    |
| PC600B110               | 18                         | 14A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                   | 8.14  | 152                                 | 258      | 349                                 | 323                               | 1488                                |   | 1443                              | 1948     |                    |
| PC600C110               | 19                         | 19A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                   | 10.47                                       | 198                                 | 306      | 426                                 | 360                               | 2019                                |   | 1885                              | 2399     |                    |
| PC600A130               | 15                         | 16A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 506                               | 4.53  | 88                                  | 200      | 222                                 | 294                               | 870                                 | 3695  | 890                               | 1450     | 499                |
| PC600AB130              | 16                         | 16A <sup>b</sup> 10.7 |                   |                                   | 6.16  | 121                                 | 234      | 298                                 | 332                               | 1224                                |   | 1223                              | 1789     |                    |
| PC600B130               | 17                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                   | 8.19  | 164                                 | 278      | 385                                 | 373                               | 1700                                |   | 1647                              | 2220     |                    |
| PC600C130               | 18                         | 21A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                   | 10.26                                       | 208                                 | 324      | 461                                 | 412                               | 2231                                |   | 2091                              | 2672     |                    |

注：1、PC 管桩的混凝土强度等级为 C60；  
2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.7；  
3、实际工程中可根据项目需求调整壁厚。

表 A. 0. 1-2 PHC 管桩桩身配筋及相关参数表

| 规格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾<br>吊最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆周直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$ (MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值(未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合计<br>算的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                             |                       |                   |                                |                                       | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                  |                                |                                  |   | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |                    |
| PHC300A70               | 10                          | 6A <sup>Ⅱ</sup> 7.1   | 4                 | 230                            | 4.07                                  | 10                                  | 25       | 26                               | 79                             | 204                              | 1271  | 210                               | 371      | 132                |
| PHC300AB70              | 11                          | 6A <sup>Ⅱ</sup> 9.0   |                   |                                | 6.25                                  | 16                                  | 31       | 40                               | 93                             | 326                              |   | 326                               | 489      |                    |
| PHC300B70               | 11                          | 8A <sup>Ⅱ</sup> 9.0   |                   |                                | 8.04                                  | 20                                  | 35       | 51                               | 103                            | 435                              |   | 424                               | 588      |                    |
| PHC300C70               | 13                          | 8A <sup>Ⅱ</sup> 10.7  |                   |                                | 10.66                                 | 27                                  | 43       | 65                               | 117                            | 612                              |   | 572                               | 739      |                    |
| PHC400A95               | 11                          | 7A <sup>Ⅱ</sup> 9.0   | 4                 | 308                            | 4.21                                  | 25                                  | 60       | 64                               | 145                            | 381                              | 2288  | 392                               | 681      | 237                |
| PHC400AB95              | 12                          | 7A <sup>Ⅱ</sup> 10.7  |                   |                                | 5.75                                  | 34                                  | 70       | 88                               | 163                            | 536                              |   | 539                               | 831      |                    |
| PHC400B95               | 13                          | 10A <sup>Ⅱ</sup> 10.7 |                   |                                | 7.87                                  | 48                                  | 83       | 118                              | 185                            | 765                              |   | 747                               | 1042     |                    |
| PHC400C95               | 14                          | 13A <sup>Ⅱ</sup> 10.7 |                   |                                | 9.82                                  | 60                                  | 96       | 145                              | 203                            | 995                              |   | 943                               | 1241     |                    |
| PHC500A100              | 13                          | 11A <sup>Ⅱ</sup> 9.0  | 5                 | 406                            | 4.75                                  | 52                                  | 116      | 131                              | 205                            | 598                              | 3158  | 611                               | 1011     | 327                |
| PHC500AB100             | 14                          | 11A <sup>Ⅱ</sup> 10.7 |                   |                                | 6.46                                  | 71                                  | 136      | 178                              | 231                            | 842                              |   | 839                               | 1243     |                    |
| PHC500B100              | 16                          | 11A <sup>Ⅱ</sup> 12.6 |                   |                                | 8.59                                  | 96                                  | 162      | 233                              | 260                            | 1169                             |   | 1129                              | 1538     |                    |
| PHC500C100              | 17                          | 13A <sup>Ⅱ</sup> 12.6 |                   |                                | 9.87                                  | 111                                 | 177      | 264                              | 276                            | 1381                             |   | 1308                              | 1720     |                    |
| PHC500A120              | 13                          | 12A <sup>Ⅱ</sup> 9.0  | 5                 | 406                            | 4.56                                  | 53                                  | 122      | 137                              | 235                            | 653                              | 3600  | 668                               | 1124     | 372                |
| PHC500AB120             | 14                          | 12A <sup>Ⅱ</sup> 10.7 |                   |                                | 6.21                                  | 73                                  | 142      | 186                              | 265                            | 918                              |   | 918                               | 1378     |                    |
| PHC500B120              | 15                          | 12A <sup>Ⅱ</sup> 12.6 |                   |                                | 8.27                                  | 98                                  | 169      | 245                              | 298                            | 1275                             |   | 1238                              | 1703     |                    |
| PHC500C120              | 16                          | 15A <sup>Ⅱ</sup> 12.6 |                   |                                | 9.96                                  | 120                                 | 191      | 291                              | 323                            | 1594                             |   | 1507                              | 1977     |                    |

续表 A.0.1-2

| 规格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾<br>吊最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm) | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合<br>计算的抗裂<br>拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|--|-------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                             |                     |                   |                               |  | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                  |                                |                                  |  | 一级<br>裂缝                              | 二级<br>裂缝 |                    |
| PHC600A110              | 15                          | 14A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 506                           | 4.51                                     | 82                                  | 190      | 206                              | 268                            | 762                              | 4255   | 780                                   | 1319     | 440                |
| PHC600AB110             | 16                          | 14A <sup>10.7</sup> |                   |                               | 6.14                                     | 113                                 | 221      | 280                              | 302                            | 1071                             |  | 1073                                  | 1616     |                    |
| PHC600B110              | 17                          | 14A <sup>12.6</sup> |                   |                               | 8.18                                     | 152                                 | 262      | 368                              | 340                            | 1488                             |  | 1446                                  | 1996     |                    |
| PHC600C110              | 18                          | 17A <sup>12.6</sup> |                   |                               | 9.63                                     | 181                                 | 291      | 427                              | 365                            | 1806                             |  | 1717                                  | 2272     |                    |
| PHC600A130              | 14                          | 16A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 506                           | 4.54                                     | 88                                  | 204      | 226                              | 310                            | 870                              | 4824   | 891                                   | 1502     | 499                |
| PHC600AB130             | 15                          | 16A <sup>10.7</sup> |                   |                               | 6.18                                     | 122                                 | 238      | 308                              | 349                            | 1224                             |  | 1225                                  | 1841     |                    |
| PHC600B130              | 17                          | 16A <sup>12.6</sup> |                   |                               | 8.24                                     | 164                                 | 282      | 406                              | 393                            | 1700                             |  | 1651                                  | 2275     |                    |
| PHC600C130              | 18                          | 20A <sup>12.6</sup> |                   |                               | 9.92                                     | 200                                 | 319      | 481                              | 425                            | 2125                             |  | 2011                                  | 2641     |                    |
| PHC700A110              | 16                          | 12A <sup>10.7</sup> | 6                 | 590                           | 4.51                                     | 121                                 | 279      | 297                              | 320                            | 918                              | 5124   | 940                                   | 1589     | 530                |
| PHC700AB110             | 18                          | 24A <sup>9.0</sup>  |                   |                               | 6.21                                     | 168                                 | 328      | 408                              | 362                            | 1306                             |  | 1306                                  | 1961     |                    |
| PHC700B110              | 19                          | 24A <sup>10.7</sup> |                   |                               | 8.35                                     | 229                                 | 390      | 541                              | 409                            | 1836                             |  | 1780                                  | 2443     |                    |
| PHC700C110              | 21                          | 24A <sup>12.6</sup> |                   |                               | 10.95                                    | 305                                 | 469      | 688                              | 460                            | 2550                             |  | 2373                                  | 3047     |                    |
| PHC700A130              | 16                          | 13A <sup>10.7</sup> | 6                 | 590                           | 4.30                                     | 125                                 | 296      | 314                              | 363                            | 995                              | 5850   | 1022                                  | 1761     | 605                |
| PHC700AB130             | 17                          | 26A <sup>9.0</sup>  |                   |                               | 5.92                                     | 174                                 | 347      | 432                              | 410                            | 1414                             |  | 1421                                  | 2167     |                    |
| PHC700B130              | 19                          | 26A <sup>10.7</sup> |                   |                               | 7.99                                     | 237                                 | 412      | 576                              | 464                            | 1989                             |  | 1939                                  | 2694     |                    |
| PHC700C130              | 20                          | 26A <sup>12.6</sup> |                   |                               | 10.50                                    | 316                                 | 495      | 737                              | 521                            | 2763                             |  | 2590                                  | 3357     |                    |

续表 A.0.1~2

| 规格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾<br>吊最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合计<br>算的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|--|-------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                             |                       |                   |                               |  | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                  |                                |                                  |  | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |                    |
| PHC800A110              | 18                          | 15A <sup>0</sup> 10.7 | 6                 | 690                           | 4.79                                     | 179                                 | 399      | 432                              | 381                            | 1148                             | 5992   | 1171                              | 1930     | 620                |
| PHC800AB110             | 19                          | 15A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 6.45                                     | 242                                 | 464      | 579                              | 427                            | 1594                             |  | 1589                              | 2356     |                    |
| PHC800B110              | 21                          | 30A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                               | 8.84                                     | 337                                 | 562      | 780                              | 487                            | 2295                             |  | 2209                              | 2986     |                    |
| PHC800C110              | 24                          | 30A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 11.54                                    | 447                                 | 676      | 982                              | 547                            | 3188                             |  | 2937                              | 3728     |                    |
| PHC800A130              | 17                          | 16A <sup>0</sup> 10.7 | 6                 | 690                           | 4.48                                     | 183                                 | 423      | 452                              | 429                            | 1224                             | 6876   | 1254                              | 2124     | 711                |
| PHC800AB130             | 19                          | 16A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 6.04                                     | 248                                 | 491      | 608                              | 482                            | 1700                             |  | 1705                              | 2582     |                    |
| PHC800B130              | 21                          | 32A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                               | 8.31                                     | 346                                 | 592      | 825                              | 549                            | 2448                             |  | 2375                              | 3264     |                    |
| PHC800C130              | 23                          | 32A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 10.89                                    | 462                                 | 712      | 1050                             | 617                            | 3400                             |  | 3167                              | 4071     |                    |
| PHC1000A130             | 20                          | 32A <sup>0</sup> 9.0  | 6                 | 880                           | 4.87                                     | 343                                 | 759      | 827                              | 570                            | 1741                             | 8929   | 1774                              | 2906     | 924                |
| PHC1000AB130            | 22                          | 32A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                               | 6.62                                     | 471                                 | 891      | 1119                             | 643                            | 2448                             |  | 2435                              | 3578     |                    |
| PHC1000B130             | 24                          | 32A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 8.79                                     | 633                                 | 1059     | 1461                             | 723                            | 3400                             |  | 3274                              | 4432     |                    |
| PHC1000C130             | 26                          | 32A <sup>0</sup> 14.0 | 8                 |                               | 10.44                                    | 760                                 | 1190     | 1702                             | 778                            | 4189                             |  | 3930                              | 5100     |                    |
| PHC1200A150             | 22                          | 30A <sup>0</sup> 10.7 | 6                 | 1060                          | 4.63                                     | 550                                 | 1251     | 1321                             | 778                            | 2295                             | 12434  | 2347                              | 3921     | 1286               |
| PHC1200AB150            | 24                          | 30A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 6.24                                     | 747                                 | 1454     | 1774                             | 873                            | 3188                             |  | 3188                              | 4776     |                    |
| PHC1200B150             | 27                          | 45A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 8.87                                     | 1078                                | 1796     | 2474                             | 1009                           | 4781                             |  | 4599                              | 6213     |                    |
| PHC1200C150             | 28                          | 45A <sup>0</sup> 14.0 | 8                 |                               | 10.53                                    | 1293                                | 2020     | 2878                             | 1086                           | 5891                             |  | 5519                              | 7150     |                    |

续表 A.0.1-2

| 规 格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾<br>吊最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆周直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$ (MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合计<br>算的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|----------|--------------------|
|                          |                             |                       |                   |                                |                                       | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                  |                                |                                  |  | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |                    |
| PHC1300A150              | 23                          | 24A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 7                 | 1160                           | 4.70                                  | 674                                 | 1522     | 1606                             | 854                            | 2550                             | 13619  | 2605                              | 4330     | 1409               |
| PHC1300AB150             | 26                          | 48A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 |                   |                                | 6.53                                  | 946                                 | 1802     | 2223                             | 971                            | 3672                             |  | 3657                              | 5400     |                    |
| PHC1300B150              | 28                          | 48A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 8                 |                                | 8.67                                  | 1273                                | 2140     | 2907                             | 1092                           | 5100                             |  | 4921                              | 6686     |                    |
| PHC1300C150              | 30                          | 48A <sup>Ⅲ</sup> 14.0 |                   |                                | 10.30                                 | 1528                                | 2405     | 3389                             | 1176                           | 6283                             |  | 5908                              | 7692     |                    |
| PHC1400A150              | 24                          | 25A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 7                 | 1260                           | 4.52                                  | 770                                 | 1777     | 1825                             | 913                            | 2656                             | 14803  | 2720                              | 4594     | 1532               |
| PHC1400AB150             | 27                          | 50A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 |                   |                                | 6.28                                  | 1082                                | 2099     | 2531                             | 1038                           | 3825                             |  | 3823                              | 5714     |                    |
| PHC1400B150              | 29                          | 50A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 8                 |                                | 8.36                                  | 1458                                | 2487     | 3323                             | 1167                           | 5313                             |  | 5150                              | 7065     |                    |
| PHC1400C150              | 31                          | 50A <sup>Ⅲ</sup> 14.0 |                   |                                | 9.95                                  | 1752                                | 2792     | 3885                             | 1257                           | 6545                             |  | 6189                              | 8124     |                    |

注：1、PHC 管桩的混凝土强度等级为 C80；  
2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.7；  
3、实际工程中可根据项目需求调整壁厚。

表 A. 0. 1-3 UHC 管桩桩身配筋及相关参数表 (C105)

| 规格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾<br>吊最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆周直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合计<br>算的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                             |                       |                   |                                |  | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                  |                                |                                  |  | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |                    |
| UHC400A95               | 12                          | 7A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 308                            | 4.31                                     | 24                                  | 63       | 65                               | 153                            | 381                              | 2886   | 401                               | 750      | 237                |
| UHC400AB95              | 13                          | 7A <sup>b</sup> 10.7  |                   |                                | 5.90                                     | 33                                  | 73       | 89                               | 172                            | 536                              |  | 552                               | 903      |                    |
| UHC400B95               | 14                          | 10A <sup>b</sup> 10.7 |                   |                                | 8.09                                     | 46                                  | 87       | 123                              | 195                            | 765                              |  | 766                               | 1121     |                    |
| UHC400C95               | 15                          | 13A <sup>b</sup> 10.7 |                   |                                | 10.10                                    | 59                                  | 100      | 152                              | 214                            | 995                              |  | 968                               | 1327     |                    |
| UHC500A100              | 14                          | 11A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 406                            | 4.86                                     | 49                                  | 122      | 133                              | 216                            | 598                              | 3985   | 625                               | 1107     | 327                |
| UHC500AB100             | 15                          | 11A <sup>b</sup> 10.7 |                   |                                | 6.63                                     | 69                                  | 143      | 182                              | 243                            | 842                              |  | 859                               | 1345     |                    |
| UHC500B100              | 17                          | 11A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 8.83                                     | 94                                  | 169      | 242                              | 273                            | 1169                             |  | 1158                              | 1650     |                    |
| UHC500C100              | 17                          | 13A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 10.15                                    | 109                                 | 185      | 276                              | 290                            | 1381                             |  | 1343                              | 1839     |                    |
| UHC500A125              | 13                          | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 406                            | 4.55                                     | 50                                  | 128      | 138                              | 254                            | 653                              | 4670   | 685                               | 1250     | 383                |
| UHC500AB125             | 14                          | 12A <sup>b</sup> 10.7 |                   |                                | 6.22                                     | 69                                  | 149      | 189                              | 286                            | 918                              |  | 943                               | 1512     |                    |
| UHC500B125              | 16                          | 12A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 8.30                                     | 95                                  | 176      | 252                              | 321                            | 1275                             |  | 1273                              | 1848     |                    |
| UHC500C125              | 17                          | 15A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 10.03                                    | 116                                 | 198      | 303                              | 348                            | 1594                             |  | 1553                              | 2134     |                    |
| UHC600A110              | 16                          | 14A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 506                            | 4.61                                     | 78                                  | 199      | 209                              | 283                            | 762                              | 5370   | 798                               | 1447     | 440                |
| UHC600AB110             | 17                          | 14A <sup>b</sup> 10.7 |                   |                                | 6.30                                     | 109                                 | 232      | 286                              | 319                            | 1071                             |  | 1099                              | 1753     |                    |
| UHC600B110              | 18                          | 14A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 8.41                                     | 148                                 | 273      | 381                              | 358                            | 1488                             |  | 1483                              | 2144     |                    |
| UHC600C110              | 19                          | 17A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 9.91                                     | 177                                 | 304      | 447                              | 384                            | 1806                             |  | 1763                              | 2430     |                    |

续表 A.0.1-3

| 规格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾<br>吊最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆周直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合计<br>算的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                             |                       |                   |                                |  | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                  |                                |                                  |  | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |                    |
| UHC600A130              | 15                          | 16A <sup>0</sup> 9.0  | 5                 | 506                            | 4.65                                     | 85                                  | 214      | 230                              | 327                            | 870                              | 6087   | 912                               | 1647     | 499                |
| UHC600AB130             | 16                          | 16A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                | 6.34                                     | 117                                 | 249      | 315                              | 368                            | 1224                             |  | 1255                              | 1997     |                    |
| UHC600B130              | 18                          | 16A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                | 8.46                                     | 160                                 | 294      | 420                              | 414                            | 1700                             |  | 1693                              | 2443     |                    |
| UHC600C130              | 19                          | 20A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                | 10.22                                    | 196                                 | 333      | 504                              | 448                            | 2125                             |  | 2065                              | 2823     |                    |
| UHC700A110              | 17                          | 12A <sup>0</sup> 10.7 | 6                 | 590                            | 4.62                                     | 115                                 | 293      | 302                              | 337                            | 918                              | 6465   | 962                               | 1743     | 530                |
| UHC700AB110             | 19                          | 24A <sup>0</sup> 9.0  |                   |                                | 6.37                                     | 162                                 | 343      | 418                              | 381                            | 1306                             |  | 1338                              | 2126     |                    |
| UHC700B110              | 20                          | 24A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                | 8.59                                     | 222                                 | 407      | 562                              | 431                            | 1836                             |  | 1826                              | 2623     |                    |
| UHC700C110              | 22                          | 24A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                | 11.28                                    | 300                                 | 489      | 728                              | 484                            | 2550                             |  | 2438                              | 3249     |                    |
| UHC700A130              | 17                          | 13A <sup>0</sup> 10.7 | 6                 | 590                            | 4.40                                     | 119                                 | 311      | 318                              | 383                            | 995                              | 7382   | 1045                              | 1936     | 605                |
| UHC700AB130             | 18                          | 26A <sup>0</sup> 9.0  |                   |                                | 6.07                                     | 167                                 | 363      | 441                              | 432                            | 1414                             |  | 1455                              | 2354     |                    |
| UHC700B130              | 19                          | 26A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                | 8.21                                     | 230                                 | 430      | 596                              | 488                            | 1989                             |  | 1988                              | 2896     |                    |
| UHC700C130              | 21                          | 26 $\Phi$<br>12.6     |                   |                                | 10.81                                    | 310                                 | 515      | 776                              | 549                            | 2763                             |  | 2660                              | 3583     |                    |
| UHC800A110              | 19                          | 15A <sup>0</sup> 10.7 | 6                 | 690                            | 4.91                                     | 171                                 | 418      | 440                              | 401                            | 1148                             | 7561   | 1198                              | 2113     | 620                |
| UHC800AB110             | 20                          | 15A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                | 6.62                                     | 234                                 | 485      | 594                              | 450                            | 1594                             |  | 1628                              | 2550     |                    |
| UHC800B110              | 22                          | 30A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                | 9.09                                     | 329                                 | 586      | 812                              | 513                            | 2295                             |  | 2266                              | 3201     |                    |
| UHC800C110              | 25                          | 30A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                | 11.90                                    | 440                                 | 704      | 1044                             | 576                            | 3188                             |  | 3019                              | 3970     |                    |

续表 A.0.1-3

| 规格<br>(代号-外径-型<br>号-壁厚) | 两端<br>勾吊<br>最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆周直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$ (MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合<br>计算的抗裂<br>拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                                 |                       |                   |                                |                                       | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                  |                                |                                  |  | 一级<br>裂缝                              | 二级<br>裂缝 |                    |
| UHC800A130              | 18                              | 16A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 690                            | 4.59                                  | 174                                 | 444      | 455                              | 453                            | 1224                             | 8677   | 1283                                  | 2331     | 711                |
| UHC800AB130             | 20                              | 16A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 6.20                                  | 239                                 | 514      | 616                              | 507                            | 1700                             |  | 1746                                  | 2802     |                    |
| UHC800B130              | 22                              | 32A <sup>b</sup> 10.7 |                   |                                | 8.54                                  | 337                                 | 618      | 844                              | 578                            | 2448                             |  | 2436                                  | 3506     |                    |
| UHC800C130              | 24                              | 32A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 11.22                                 | 454                                 | 742      | 1095                             | 650                            | 3400                             |  | 3254                                  | 4342     |                    |
| UHC1000A130             | 21                              | 32A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 880                            | 4.99                                  | 328                                 | 796      | 841                              | 600                            | 1741                             | 11267  | 1816                                  | 3181     | 924                |
| UHC1000AB130            | 23                              | 32A <sup>b</sup> 10.7 |                   |                                | 6.80                                  | 455                                 | 932      | 1148                             | 677                            | 2448                             |  | 2494                                  | 3869     |                    |
| UHC1000B130             | 25                              | 32A <sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 9.04                                  | 618                                 | 1105     | 1521                             | 761                            | 3400                             |  | 3360                                  | 4754     |                    |
| UHC1000C130             | 27                              | 32A <sup>b</sup> 14.0 | 8                 |                                | 10.76                                 | 746                                 | 1240     | 1793                             | 820                            | 4189                             |  | 4037                                  | 5444     |                    |

注：1、UHC 管桩（C105）的混凝土力学性能指标应按本规范表 5.3.6 选取；

2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.7；

3、实际工程中可根据项目需求调整壁厚。



表 A.0.1-4 UHC 管桩桩身配筋及相关参数表 (C125)

| 规格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾<br>吊最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受<br>弯承载<br>力设计<br>值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力<br>设计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力<br>设计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合计<br>算的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|--|-------------------------------------|----------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|-----------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                             |                       |                   |                               |  | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                      |                                |                                  |  | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |                    |
| UHC400A95               | 12                          | 7A <sup>0</sup> 9.0   | 4                 | 308                           | 4.32                                     | 21                                  | 63       | 65                                   | 154                            | 381                              | 3294   | 401                               | 815      | 237                |
| UHC400AB95              | 13                          | 7A <sup>0</sup> 10.7  |                   |                               | 5.91                                     | 30                                  | 73       | 90                                   | 173                            | 536                              |  | 552                               | 969      |                    |
| UHC400B95               | 14                          | 10A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                               | 8.11                                     | 43                                  | 87       | 124                                  | 196                            | 765                              |  | 767                               | 1189     |                    |
| UHC400C95               | 15                          | 13A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                               | 10.13                                    | 54                                  | 100      | 154                                  | 215                            | 995                              |  | 969                               | 1396     |                    |
| UHC500A100              | 14                          | 11A <sup>0</sup> 9.0  | 5                 | 406                           | 4.87                                     | 45                                  | 123      | 134                                  | 217                            | 598                              | 4548   | 625                               | 1197     | 327                |
| UHC500AB100             | 15                          | 11A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                               | 6.64                                     | 63                                  | 143      | 184                                  | 244                            | 842                              |  | 860                               | 1438     |                    |
| UHC500B100              | 17                          | 11A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 8.85                                     | 86                                  | 169      | 245                                  | 275                            | 1169                             |  | 1160                              | 1745     |                    |
| UHC500C100              | 17                          | 13A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 10.18                                    | 102                                 | 186      | 281                                  | 292                            | 1381                             |  | 1345                              | 1934     |                    |
| UHC500A125              | 13                          | 12A <sup>0</sup> 9.0  | 5                 | 406                           | 4.56                                     | 45                                  | 129      | 138                                  | 255                            | 653                              | 5329   | 685                               | 1355     | 383                |
| UHC500AB125             | 14                          | 12A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                               | 6.22                                     | 63                                  | 149      | 190                                  | 287                            | 918                              |  | 943                               | 1619     |                    |
| UHC500B125              | 16                          | 12A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 8.32                                     | 87                                  | 176      | 255                                  | 323                            | 1275                             |  | 1274                              | 1957     |                    |
| UHC500C125              | 17                          | 15A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 10.05                                    | 108                                 | 199      | 308                                  | 350                            | 1594                             |  | 1554                              | 2244     |                    |
| UHC600A110              | 16                          | 14A <sup>0</sup> 9.0  | 5                 | 506                           | 4.62                                     | 71                                  | 200      | 210                                  | 285                            | 762                              | 6128   | 799                               | 1570     | 440                |
| UHC600AB110             | 17                          | 14A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                               | 6.31                                     | 99                                  | 233      | 288                                  | 320                            | 1071                             |  | 1099                              | 1876     |                    |
| UHC600B110              | 18                          | 14A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 8.42                                     | 137                                 | 274      | 386                                  | 360                            | 1488                             |  | 1484                              | 2270     |                    |
| UHC600C110              | 19                          | 17A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                               | 9.93                                     | 165                                 | 305      | 454                                  | 386                            | 1806                             |  | 1765                              | 2558     |                    |

续表 A.0.1-4

| 规格<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端勾<br>吊最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)            | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆周直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组计算<br>的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受<br>弯承载<br>力设计<br>值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力<br>设计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力<br>设计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组计算<br>的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|----------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|----------|--------------------|
|                         |                             |                                |                   |                                |  | 一级<br>裂缝                           | 二级<br>裂缝 |                                      |                                |                                  |  | 一级<br>裂缝                         | 二级<br>裂缝 |                    |
| UHC600A130              | 15                          | 16A <sup>b</sup> 9.0           | 5                 | 506                            | 4.65                                     | 76                                 | 215      | 230                                  | 329                            | 870                              | 6947   | 912                              | 1787     | 499                |
| UHC600AB130             | 16                          | 16A <sup>b</sup> 10.7          |                   |                                | 6.35                                     | 107                                | 250      | 317                                  | 370                            | 1224                             |  | 1256                             | 2138     |                    |
| UHC600B130              | 18                          | 16A <sup>b</sup> 12.6          |                   |                                | 8.48                                     | 148                                | 295      | 425                                  | 416                            | 1700                             |  | 1695                             | 2586     |                    |
| UHC600C130              | 19                          | 20A <sup>b</sup> 12.6          |                   |                                | 10.24                                    | 183                                | 334      | 512                                  | 451                            | 2125                             |  | 2067                             | 2967     |                    |
| UHC700A110              | 17                          | 12A <sup>b</sup> 10.7          | 6                 | 590                            | 4.62                                     | 104                                | 295      | 303                                  | 339                            | 918                              | 7379   | 962                              | 1891     | 530                |
| UHC700AB110             | 19                          | 24A <sup>b</sup> 9.0           |                   |                                | 6.38                                     | 148                                | 344      | 421                                  | 384                            | 1306                             |  | 1339                             | 2275     |                    |
| UHC700B110              | 20                          | 24A <sup>b</sup> 10.7          |                   |                                | 8.60                                     | 206                                | 409      | 569                                  | 433                            | 1836                             |  | 1828                             | 2776     |                    |
| UHC700C110              | 22                          | 24A <sup>b</sup> 12.6          |                   |                                | 11.32                                    | 280                                | 490      | 743                                  | 487                            | 2550                             |  | 2441                             | 3403     |                    |
| UHC700A130              | 17                          | 13A <sup>b</sup> 10.7          | 6                 | 590                            | 4.40                                     | 107                                | 313      | 319                                  | 385                            | 995                              | 8425   | 1046                             | 2106     | 605                |
| UHC700AB130             | 18                          | 26A <sup>b</sup> 9.0           |                   |                                | 6.08                                     | 152                                | 364      | 444                                  | 435                            | 1414                             |  | 1456                             | 2524     |                    |
| UHC700B130              | 20                          | 26A <sup>b</sup> 10.7          |                   |                                | 8.22                                     | 213                                | 432      | 603                                  | 491                            | 1989                             |  | 1990                             | 3070     |                    |
| UHC700C130              | 21                          | 26 $\Phi$<br><sup>b</sup> 12.6 |                   |                                | 10.84                                    | 290                                | 517      | 791                                  | 552                            | 2763                             |  | 2663                             | 3759     |                    |
| UHC800A110              | 19                          | 15A <sup>b</sup> 10.7          | 6                 | 690                            | 4.92                                     | 154                                | 420      | 442                                  | 404                            | 1148                             | 8629   | 1199                             | 2286     | 620                |
| UHC800AB110             | 20                          | 15A <sup>b</sup> 12.6          |                   |                                | 6.63                                     | 214                                | 488      | 599                                  | 453                            | 1594                             |  | 1629                             | 2725     |                    |
| UHC800B110              | 22                          | 30A <sup>b</sup> 10.7          |                   |                                | 9.11                                     | 305                                | 588      | 823                                  | 516                            | 2295                             |  | 2269                             | 3380     |                    |
| UHC800C110              | 25                          | 30A <sup>b</sup> 12.6          |                   |                                | 11.94                                    | 414                                | 707      | 1068                                 | 580                            | 3188                             |  | 3023                             | 4152     |                    |

续表 A.0.1-4

| 规格<br>(代号-外径-型号-壁厚) | 两端<br>勾吊<br>最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 预应力钢棒<br>分布圆周直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$ (MPa) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身受弯<br>承载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受拉承载<br>力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 按标准组合<br>计算的抗裂<br>拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|---------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|----------|--------------------|
|                     |                                 |                       |                   |                                |                                       | 一级<br>裂缝                            | 二级<br>裂缝 |                                  |                                |                                  |  | 一级<br>裂缝                              | 二级<br>裂缝 |                    |
| UHC800A130          | 18                              | 16A <sup>0</sup> 10.7 | 6                 | 690                            | 4.60                                  | 157                                 | 447      | 461                              | 455                            | 1224                             | 9903   | 1284                                  | 2529     | 711                |
| UHC800AB130         | 20                              | 16A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                | 6.21                                  | 218                                 | 516      | 626                              | 510                            | 1700                             |  | 1747                                  | 3002     |                    |
| UHC800B130          | 22                              | 32A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                | 8.56                                  | 312                                 | 620      | 866                              | 581                            | 2448                             |  | 2438                                  | 3708     |                    |
| UHC800C130          | 24                              | 32A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                | 11.26                                 | 425                                 | 744      | 1132                             | 654                            | 3400                             |  | 3258                                  | 4548     |                    |
| UHC1000A130         | 21                              | 32A <sup>0</sup> 9.0  | 6                 | 880                            | 5.00                                  | 297                                 | 800      | 845                              | 604                            | 1741                             | 12859  | 1817                                  | 3438     | 924                |
| UHC1000AB130        | 23                              | 32A <sup>0</sup> 10.7 |                   |                                | 6.81                                  | 417                                 | 936      | 1158                             | 681                            | 2448                             |  | 2496                                  | 4131     |                    |
| UHC1000B130         | 25                              | 32A <sup>0</sup> 12.6 |                   |                                | 9.06                                  | 573                                 | 1109     | 1542                             | 766                            | 3400                             |  | 3363                                  | 5019     |                    |
| UHC1000C130         | 27                              | 32A <sup>0</sup> 14.0 | 8                 |                                | 10.79                                 | 697                                 | 1245     | 1827                             | 825                            | 4189                             |  | 4042                                  | 5713     |                    |

注：1、UHC 管桩（C125）的混凝土力学性能指标应按本规范表 5.3.6 选取；  
2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.7；  
3、实际工程中可根据项目需求调整壁厚。

表 A.0.1-5 PTC 管桩桩身配筋及相关参数表 (C60)

| 规格<br>(代号-外径-壁厚) | 两端勾吊最大长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)  | 螺旋筋直径<br>(mm) | 预应力钢棒分<br>布圆周直径 $D_p$<br>(mm) | 混凝土有效<br>预压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 桩身轴心受压承载力设计值(未考虑压屈影响) $R_p$ (kN) | 按标准组合计算的抗裂弯矩 $M_{cr}$<br>(kN·m) | 极限弯矩 $M_u$<br>(kN·m) | 理论重量<br>(kg/m) |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|
| PTC 300 (60)     | 10                  | 5A <sup>b</sup> 7.1  | 4             | 240                           | 3.80                                 | 871                              | 22                              | 30                   | 118            |
|                  | 11                  | 5A <sup>b</sup> 9.0  |               |                               | 5.85                                 |                                  | 27                              | 46                   |                |
| PTC 400 (60)     | 11                  | 6A <sup>b</sup> 7.1  | 4             | 340                           | 3.26                                 | 1234                             | 43                              | 52                   | 167            |
|                  | 12                  | 6A <sup>b</sup> 9.0  |               |                               | 5.03                                 |                                  | 53                              | 80                   |                |
| PTC 500 (65)     | 13                  | 8A <sup>b</sup> 7.1  | 5             | 440                           | 3.14                                 | 1710                             | 77                              | 89                   | 231            |
|                  | 14                  | 8A <sup>b</sup> 9.0  |               |                               | 4.86                                 |                                  | 93                              | 137                  |                |
| PTC 600 (65)     | 14                  | 10A <sup>b</sup> 7.1 | 5             | 530                           | 3.19                                 | 2103                             | 119                             | 136                  | 284            |
|                  | 16                  | 10A <sup>b</sup> 9.0 |               |                               | 4.93                                 |                                  | 144                             | 209                  |                |

注：1、表中 PTC 管桩的混凝土强度等级为 C60；  
2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.7。

表 A.0.1-6 PTC 管桩桩身配筋及相关参数表 (C80)

| 规格<br>(代号-外径-壁厚) | 两端勾吊最大长度 $L$<br>(m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)  | 螺旋筋直径<br>(mm) | 预应力钢棒分<br>布圆周直径 $D_p$<br>(mm) | 混凝土有效<br>预压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 桩身轴心受压承载力<br>设计值(未考虑压<br>屈影响) $R_p$ (kN) | 按标准组合计算<br>的抗裂弯矩 $M_{cr}$<br>(kN·m) | 极限弯矩<br>$M_u$<br>(kN·m) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| PTC 300 (60)     | 10                  | 5A <sup>b</sup> 7.1  | 4             | 240                           | 3.81                                 | 1137                                     | 23                                  | 31                      | 118                |
|                  | 11                  | 5A <sup>b</sup> 9.0  |               |                               | 5.87                                 |  | 28                                  | 47                      |                    |
| PTC 400 (60)     | 11                  | 6A <sup>b</sup> 7.1  | 4             | 340                           | 3.26                                 | 1611                                     | 44                                  | 52                      | 167                |
|                  | 13                  | 6A <sup>b</sup> 7.1  |               |                               | 5.05                                 |  | 54                                  | 81                      |                    |
| PTC 500 (65)     | 13                  | 8A <sup>b</sup> 7.1  | 5             | 440                           | 3.15                                 | 2232                                     | 79                                  | 90                      | 231                |
|                  | 14                  | 8A <sup>b</sup> 7.1  |               |                               | 4.87                                 |  | 95                                  | 140                     |                    |
| PTC 600 (65)     | 15                  | 10A <sup>b</sup> 7.1 | 5             | 530                           | 3.19                                 | 2745                                     | 122                                 | 138                     | 284                |
|                  | 16                  | 10A <sup>b</sup> 7.1 |               |                               | 4.95                                 |  | 147                                 | 214                     |                    |

注：1、表中 PTC 管桩的混凝土强度等级为 C80；  
2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.7。

表 A.0.1-6 PRC 管桩桩身配筋及相关参数表

| 型号<br>(代号-外径-<br>型号-壁厚) | 两端钩<br>吊最大<br>长度<br>(m) | 纵向预应<br>力钢筋           | 纵向普通<br>钢筋 | 螺旋箍<br>筋直径<br>(mm) | 纵筋重<br>心所在<br>圆的直<br>径 $D_p$<br>(mm) | 混凝土有<br>效预压应<br>力 $\sigma_{pc}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 桩身抗裂弯<br>矩 $M_{cr}$ (kN·m) |          | 受弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 受剪承<br>载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 轴心受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心<br>受压承载<br>力设计值<br>(未考虑<br>压屈影响)<br>$R_p$ (kN) | 桩身抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|--------------------|--------------------------------------|---|----------------------------|----------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|---|-------------------------|----------|--------------------|
|                         |                         |                       |            |                    |                                      |   | 一级<br>裂缝                   | 二级<br>裂缝 |                            |                              |                                |   | 一级<br>裂缝                | 二级<br>裂缝 |                    |
| PRC 400AB95             | 12                      | 10A <sup>b</sup> 9.0  | 10C10      | A <sup>b</sup> 4   | 308                                  | 5.65  | 35                         | 71       | 128                        | 162                          | 827                            | 2288  | 549                     | 851      | 237                |
| PRC 400B95              | 13                      | 10A <sup>b</sup> 10.7 | 10C12      |                    |                                      | 7.54  | 48                         | 85       | 170                        | 182                          | 1172                           |   | 752                     | 1062     |                    |
| PRC 400C95              | 15                      | 10A <sup>b</sup> 12.6 | 10C14      |                    |                                      | 9.81  | 64                         | 102      | 214                        | 203                          | 1617                           |   | 1010                    | 1330     |                    |
| PRC 500AB100            | 15                      | 11A <sup>b</sup> 10.7 | 11C12      | A <sup>b</sup> 5   | 406                                  | 6.23  | 71                         | 139      | 257                        | 227                          | 1289                           | 3158  | 842                     | 1263     | 327                |
| PRC 500B100             | 16                      | 11A <sup>b</sup> 12.6 | 11C14      |                    |                                      | 8.20  | 96                         | 166      | 331                        | 255                          | 1778                           |   | 1138                    | 1569     |                    |
| PRC 500C100             | 17                      | 11A <sup>b</sup> 14.0 | 11C16      |                    |                                      | 9.64  | 116                        | 187      | 389                        | 273                          | 2236                           |   | 1372                    | 1814     |                    |
| PRC 500AB120            | 14                      | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 12C12      | A <sup>b</sup> 5   | 406                                  | 6.00  | 73                         | 146      | 272                        | 261                          | 1407                           | 3600  | 922                     | 1400     | 372                |
| PRC 500B120             | 15                      | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 12C14      |                    |                                      | 7.91  | 99                         | 173      | 353                        | 292                          | 1940                           |   | 1246                    | 1736     |                    |
| PRC 500C120             | 17                      | 13A <sup>b</sup> 14.0 | 13C16      |                    |                                      | 9.91  | 129                        | 205      | 441                        | 322                          | 2643                           |   | 1615                    | 2121     |                    |
| PRC 600AB110            | 16                      | 14A <sup>b</sup> 10.7 | 14C12      | A <sup>b</sup> 5   | 506                                  | 5.93  | 113                        | 226      | 407                        | 298                          | 1641                           | 4255  | 1077                    | 1641     | 440                |
| PRC 600B110             | 18                      | 14A <sup>b</sup> 12.6 | 14C14      |                    |                                      | 7.83  | 153                        | 269      | 526                        | 334                          | 2263                           |   | 1456                    | 2034     |                    |
| PRC 600C110             | 19                      | 15A <sup>b</sup> 14.0 | 15C16      |                    |                                      | 9.73  | 197                        | 316      | 652                        | 366                          | 3049                           |   | 1868                    | 2465     |                    |
| PRC 600AB130            | 16                      | 16A <sup>b</sup> 10.7 | 16C12      | A <sup>b</sup> 5   | 506                                  | 5.97  | 122                        | 244      | 450                        | 345                          | 1875                           | 4824  | 1230                    | 1870     | 499                |
| PRC 600B130             | 17                      | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 16C14      |                    |                                      | 7.88  | 166                        | 290      | 584                        | 386                          | 2587                           |   | 1662                    | 2319     |                    |
| PRC 600C130             | 19                      | 17A <sup>b</sup> 14.0 | 17C16      |                    |                                      | 9.73  | 212                        | 340      | 721                        | 422                          | 3456                           |   | 2117                    | 2794     |                    |
| PRC 700AB110            | 18                      | 18A <sup>b</sup> 10.7 | 18C12      | A <sup>b</sup> 6   | 590                                  | 6.28  | 177                        | 343      | 617                        | 364                          | 2110                           | 5124  | 1378                    | 2060     | 530                |
| PRC 700B110             | 20                      | 18A <sup>b</sup> 12.6 | 18C14      |                    |                                      | 8.26  | 238                        | 409      | 793                        | 407                          | 2910                           |   | 1860                    | 2561     |                    |
| PRC 700C110             | 22                      | 20A <sup>b</sup> 14.0 | 20C16      |                    |                                      | 10.51   | 315                        | 492      | 998                        | 452                          | 4066                           |   | 2461                    | 3189     |                    |

续表 A.0.1-6

| 型号<br>(代号-外径-型号-壁厚) | 两端钩<br>吊最大<br>长度(m) | 纵向预应<br>力钢筋           | 纵向普<br>通钢筋 | 螺旋箍<br>筋直径<br>(mm) | 纵筋重<br>心所在<br>圆的直<br>径 $D_p$ (mm) | 混凝土有<br>效预压应<br>力 $\sigma_{pe}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 桩身抗裂弯<br>矩 $M_{cr}$ (kN·m) |          | 受弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 受剪承<br>载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 轴心受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身轴心受<br>压承载力设<br>计值(未考<br>虑压屈影<br>响)<br>$R_p$ (kN) | 桩身抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|---------------------|---------------------|-----------------------|------------|--------------------|-----------------------------------|---|----------------------------|----------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|---|-------------------------|----------|--------------------|
|                     |                     |                       |            |                    |                                   |   | 一级<br>裂缝                   | 二级<br>裂缝 |                            |                              |                                |   | 一级<br>裂缝                | 二级<br>裂缝 |                    |
| PRC 700AB130        | 18                  | 20A <sup>b</sup> 10.7 | 20C12      | 6                  | 590                               | 6.13  | 187                        | 368      | 672                        | 416                          | 2344                           | 5850  | 1534                    | 2311     | 605                |
| PRC 700B130         | 19                  | 20A <sup>b</sup> 12.6 | 20C14      |                    |                                   | 8.08  | 253                        | 439      | 867                        | 466                          | 3233                           |   | 2072                    | 2870     |                    |
| PRC 700C130         | 21                  | 22A <sup>b</sup> 14.0 | 22C16      |                    |                                   | 10.22   | 333                        | 525      | 1090                       | 515                          | 4472                           |   | 2720                    | 3547     |                    |
| PRC 800AB110        | 20                  | 22A <sup>b</sup> 10.7 | 22C12      | 6                  | 690                               | 6.52  | 255                        | 487      | 875                        | 429                          | 2579                           | 5992  | 1678                    | 2479     | 620                |
| PRC 800B110         | 22                  | 22A <sup>b</sup> 12.6 | 22C14      |                    |                                   | 8.55  | 344                        | 582      | 1120                       | 480                          | 3557                           |   | 2263                    | 3086     |                    |
| PRC 800C110         | 24                  | 25A <sup>b</sup> 14.0 | 25C16      |                    |                                   | 11.04   | 464                        | 712      | 1424                       | 536                          | 5082                           |   | 3051                    | 3910     |                    |
| PRC 800AB130        | 19                  | 24A <sup>b</sup> 10.7 | 24C12      | 6                  | 690                               | 6.24  | 268                        | 521      | 943                        | 488                          | 2813                           | 6876  | 1838                    | 2753     | 711                |
| PRC 800B130         | 21                  | 24A <sup>b</sup> 12.6 | 24C14      |                    |                                   | 8.21  | 362                        | 622      | 1215                       | 546                          | 3880                           |   | 2482                    | 3421     |                    |
| PRC 800C130         | 23                  | 26A <sup>b</sup> 14.0 | 26C16      |                    |                                   | 10.26   | 469                        | 738      | 1509                       | 601                          | 5285                           |   | 3212                    | 4185     |                    |
| PRC 1000AB130       | 22                  | 32A <sup>b</sup> 10.7 | 32C12      | 6                  | 880                               | 6.38  | 473                        | 911      | 1618                       | 633                          | 3751                           | 8929  | 2445                    | 3636     | 924                |
| PRC 1000B130        | 25                  | 32A <sup>b</sup> 12.6 | 32C14      |                    |                                   | 8.39  | 638                        | 1088     | 2076                       | 709                          | 5173                           |   | 3300                    | 4523     |                    |
| PRC 1000C130        | 26                  | 32A <sup>b</sup> 14.0 | 32C16      | 8                  |                                   | 9.85  | 769                        | 1231     | 2438                       | 759                          | 6505                           |   | 3978                    | 5234     |                    |
| PRC 1200AB150       | 24                  | 30A <sup>b</sup> 12.6 | 30C12      | 6                  | 1060                              | 6.03  | 749                        | 1477     | 2372                       | 864                          | 4409                           | 12434   | 3196                    | 4830     | 1286               |
| PRC 1200B150        | 27                  | 45A <sup>b</sup> 12.6 | 45C14      |                    |                                   | 8.46  | 1086                       | 1846     | 3511                       | 989                          | 7275                           |   | 4636                    | 6342     |                    |
| PRC 1200C150        | 29                  | 45A <sup>b</sup> 14.0 | 45C16      | 8                  |                                   | 9.93  | 1309                       | 2088     | 4122                       | 1059                         | 9148                           |   | 5588                    | 7339     |                    |

- 注：1、PRC 管桩的混凝土强度等级为 C80；  
2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.7；  
3、实际工程中可根据项目需求调整壁厚。

表 A.0.1-7 SC 管桩桩身配筋及相关参数表

| 公称<br>直径<br>(mm) | 外径 $d$<br>(mm) | 钢管厚度<br>$t_s$<br>(mm) | 桩壁厚<br>$t$<br>(mm) | 最大<br>单节<br>长度 $L$<br>(m) | 桩身极限弯矩设计值<br>$M_u$ (kN·m) |      | 桩身轴向承载力设计值<br>(未考虑压屈影响)<br>$R_p$ (kN) |       |
|------------------|----------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|------|---------------------------------------|-------|
|                  |                |                       |                    |                           | I 型                       | II 型 | I 型                                   | II 型  |
| 400              | 396            | 6                     | 90                 | 15                        | 291                       | 373  | 3796                                  | 4182  |
|                  |                | 7                     |                    |                           | 333                       | 426  | 3954                                  | 4403  |
|                  |                | 8                     |                    |                           | 374                       | 478  | 4112                                  | 4624  |
|                  |                | 9                     |                    |                           | 413                       | 529  | 4269                                  | 4843  |
|                  |                | 10                    |                    |                           | 452                       | 579  | 4425                                  | 5062  |
| 500              | 496            | 6                     | 100                | 15                        | 465                       | 596  | 5282                                  | 5767  |
|                  |                | 7                     |                    |                           | 532                       | 682  | 5482                                  | 6046  |
|                  |                | 8                     |                    |                           | 598                       | 766  | 5681                                  | 6325  |
|                  |                | 9                     |                    |                           | 662                       | 848  | 5880                                  | 6602  |
|                  |                | 10                    |                    |                           | 725                       | 928  | 6077                                  | 6879  |
|                  |                | 12                    |                    |                           | 847                       | 1085 | 6470                                  | 7428  |
|                  |                | 14                    |                    |                           | 966                       | 1237 | 6859                                  | 7972  |
| 600              | 596            | 6                     | 110                | 15                        | 680                       | 874  | 6953                                  | 7537  |
|                  |                | 7                     |                    |                           | 780                       | 1000 | 7194                                  | 7874  |
|                  |                | 8                     |                    |                           | 877                       | 1124 | 7435                                  | 8211  |
|                  |                | 9                     |                    |                           | 972                       | 1245 | 7675                                  | 8546  |
|                  |                | 10                    |                    |                           | 1065                      | 1363 | 7914                                  | 8880  |
|                  |                | 12                    |                    |                           | 1246                      | 1595 | 8389                                  | 9545  |
|                  |                | 14                    |                    |                           | 1421                      | 1820 | 8861                                  | 10205 |
|                  |                | 16                    |                    |                           | 1592                      | 2040 | 9330                                  | 10861 |
| 800              | 796            | 6                     | 110                | 39                        | 1223                      | 1571 | 9708                                  | 10490 |
|                  |                | 7                     |                    |                           | 1403                      | 1800 | 10032                                 | 10943 |
|                  |                | 8                     |                    |                           | 1579                      | 2024 | 10356                                 | 11395 |
|                  |                | 9                     |                    |                           | 1751                      | 2243 | 10678                                 | 11846 |
|                  |                | 10                    |                    |                           | 1920                      | 2458 | 11000                                 | 12296 |
|                  |                | 12                    |                    |                           | 2248                      | 2877 | 11641                                 | 13193 |
|                  |                | 14                    |                    |                           | 2566                      | 3286 | 12279                                 | 14085 |
|                  |                | 16                    |                    |                           | 2877                      | 3685 | 12913                                 | 14972 |
|                  |                | 18                    |                    |                           | 3180                      | 4078 | 13545                                 | 15854 |



续表 A. 0. 1-7

| 公称<br>直径<br>(mm) | 外径 $d$<br>(mm) | 钢管厚度<br>$t_s$<br>(mm) | 桩壁厚<br>$t$<br>(mm) | 最大<br>单节<br>长度 $L$<br>(m) | 桩身极限弯矩设计值<br>$M_u$ (kN·m) |       | 桩身轴向承载力设计值<br>(未考虑压屈影响)<br>$R_p$ (kN) |       |
|------------------|----------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|-------|---------------------------------------|-------|
|                  |                |                       |                    |                           | I 型                       | II 型  | I 型                                   | II 型  |
| 1000             | 996            | 8                     | 130                | 39                        | 2524                      | 3238  | 14828                                 | 16132 |
|                  |                | 9                     |                    |                           | 2802                      | 3592  | 15233                                 | 16698 |
|                  |                | 10                    |                    |                           | 3074                      | 3939  | 15638                                 | 17264 |
|                  |                | 12                    |                    |                           | 3605                      | 4616  | 16445                                 | 18392 |
|                  |                | 14                    |                    |                           | 4121                      | 5275  | 17248                                 | 19516 |
|                  |                | 16                    |                    |                           | 4623                      | 5918  | 18048                                 | 20635 |
|                  |                | 18                    |                    |                           | 5114                      | 6550  | 18845                                 | 21749 |
|                  |                | 20                    |                    |                           | 5596                      | 7171  | 19639                                 | 22858 |
| 1200             | 1196           | 8                     | 150                | 39                        | 3697                      | 4751  | 20039                                 | 21607 |
|                  |                | 9                     |                    |                           | 4109                      | 5274  | 20528                                 | 22289 |
|                  |                | 10                    |                    |                           | 4512                      | 5787  | 21015                                 | 22971 |
|                  |                | 12                    |                    |                           | 5299                      | 6788  | 21987                                 | 24331 |
|                  |                | 14                    |                    |                           | 6063                      | 7762  | 22957                                 | 25686 |
|                  |                | 16                    |                    |                           | 6808                      | 8714  | 23922                                 | 27036 |
|                  |                | 18                    |                    |                           | 7536                      | 9647  | 24885                                 | 28382 |
|                  |                | 20                    |                    |                           | 8250                      | 10564 | 25844                                 | 29723 |

注：1、SC 管桩的混凝土强度等级为 C80；  
 2、钢管采用 Q235B 的为 I 型，钢管采用 Q345B 的为 II 型；  
 3、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.7。

A. 0.2 方桩桩身结构形式、配筋及相关参数应符合下列规定。

1 预应力混凝土实心方桩、预应力高强混凝土实心方桩的结构形式可按图 A. 0. 2-1 采用；

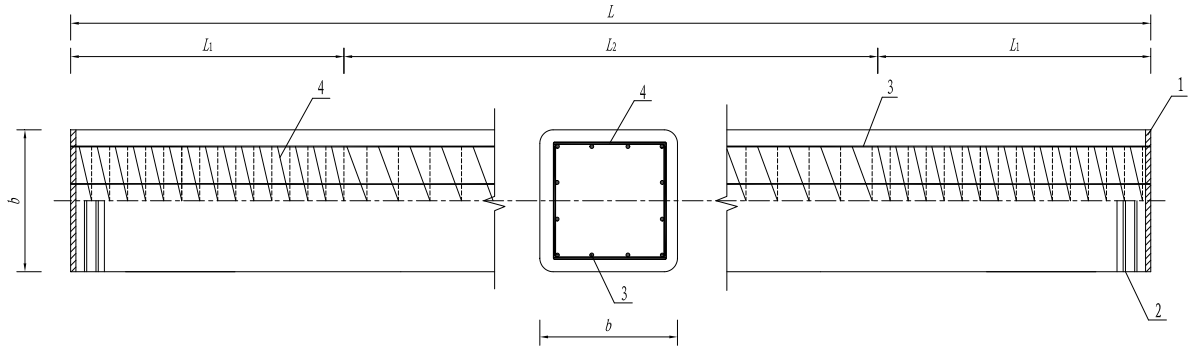


图 A. 0. 2-1 预应力混凝土实心方桩、预应力高强混凝土实心方桩结构形式图

$L$ —桩长； $L_1$ —箍筋加密区长度； $L_2$ —箍筋非加密区长度； $b$ —边长；

1—端板；2—桩套箍；3—预应力钢棒；4—箍筋

2 预应力混凝土空心方桩、预应力高强混凝土空心方桩、预应力超高强混凝土空心方桩、薄壁混凝土空心方桩的结构形式可按图 A. 0. 2-2 采用；

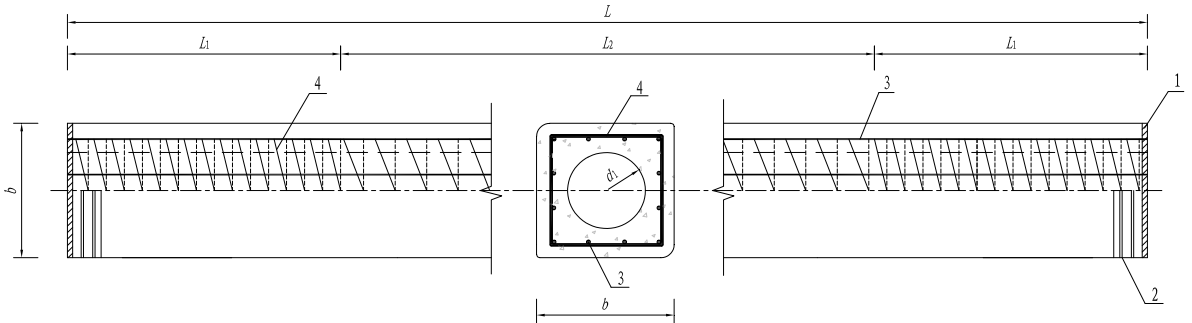


图 A. 0. 2-2 预应力混凝土空心方桩、预应力高强混凝土空心方桩、预应力超高强混凝土空心方桩、薄壁混凝土空心方桩结构形式图

$L$ —桩长； $L_1$ —箍筋加密区长度； $L_2$ —箍筋非加密区长度； $b$ —边长； $d_i$ —内径；

1—端板；2—桩套箍；3—预应力钢棒；4—箍筋

3 箍筋加密区长度可取  $4b$ ，且不应小于 2000 mm，加密区箍筋净间距应为 50 mm，非加密区箍筋净间距应为 80 mm；

4 采用机械连接时，应根据机械连接方式调整端板设置；

5 推荐桩型桩身配筋及相关参数应按表 A. 0. 2-1~表 A. 0. 2-7 取值。

表 A.0.2-1 YZH 实心方桩桩身配筋及力学性能参数表

| 型号<br>(型号-边长-<br>型号) | 单节长度<br>$L$ (m) | 配筋规格                  | 螺旋筋<br>规格 (mm) | 混凝土有效<br>预应力<br>$\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 桩身抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身抗弯<br>承载力<br>设计值<br>$M$<br>(kN·m) | 桩身抗剪<br>承载力<br>设计值<br>$V$<br>(kN) | 桩身轴心抗拉<br>承载力设计值<br>$N$<br>(kN) | 按标准组合计算<br>的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 桩身抗压承<br>载力设计值<br>(未考虑压<br>屈影响)<br>$R_p$<br>(kN) | 理论<br>质量<br>(kg/m) |
|----------------------|-----------------|-----------------------|----------------|--|---------------------------|----------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|--|--------------------|
|                      |                 |                       |                |  | 一级<br>裂缝                  | 二级<br>裂缝 |                                     |                                   |                                 | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |  |                    |
| YZH-300A             | 10              | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4              | 4.36                                   | 20                        | 41       | 56                                  | 142                               | 461                             | 403                               | 666      | 1609   | 234                |
| YZH-300B             | 11              | 8A <sup>b</sup> 10.7  |                | 5.97                                   | 28                        | 49       | 79                                  | 150                               | 648                             | 557                               | 823      |  |                    |
| YZH-300C             | 12              | 8A <sup>b</sup> 12.6  |                | 8.02                                   | 38                        | 59       | 105                                 | 160                               | 900                             | 758                               | 1028     |  |                    |
| YZH-350A             | 10              | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4              | 3.26                                   | 24                        | 56       | 69                                  | 188                               | 461                             | 407                               | 763      | 2190   | 319                |
| YZH-350B             | 11              | 8A <sup>b</sup> 10.7  |                | 4.49                                   | 33                        | 66       | 97                                  | 196                               | 648                             | 565                               | 924      |  |                    |
| YZH-350C             | 11              | 8A <sup>b</sup> 12.6  |                | 6.08                                   | 46                        | 79       | 135                                 | 206                               | 900                             | 773                               | 1135     |  |                    |
| YZH-400A             | 11              | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 4              | 3.72                                   | 41                        | 89       | 123                                 | 250                               | 691                             | 608                               | 1073     | 2860   | 416                |
| YZH-400B             | 12              | 12A <sup>b</sup> 10.7 |                | 5.11                                   | 57                        | 106      | 173                                 | 262                               | 972                             | 843                               | 1313     |  |                    |
| YZH-400C             | 13              | 12A <sup>b</sup> 12.6 |                | 6.90                                   | 78                        | 128      | 222                                 | 278                               | 1350                            | 1150                              | 1626     |  |                    |
| YZH-450A             | 12              | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5              | 4.10                                   | 64                        | 132      | 200                                 | 332                               | 972                             | 851                               | 1442     | 3620   | 527                |
| YZH-450B             | 13              | 12A <sup>b</sup> 12.6 |                | 5.57                                   | 88                        | 157      | 267                                 | 348                               | 1350                            | 1166                              | 1762     |  |                    |
| YZH-450C             | 14              | 16A <sup>b</sup> 12.6 |                | 7.23                                   | 115                       | 186      | 328                                 | 366                               | 1800                            | 1529                              | 2132     |  |                    |
| YZH-500A             | 12              | 16A <sup>b</sup> 10.7 | 5              | 4.41                                   | 92                        | 185      | 299                                 | 414                               | 1296                            | 1132                              | 1863     | 4469   | 650                |
| YZH-500B             | 14              | 16A <sup>b</sup> 12.6 |                | 5.97                                   | 128                       | 222      | 388                                 | 435                               | 1800                            | 1548                              | 2286     |  |                    |
| YZH-500C             | 14              | 20A <sup>b</sup> 12.6 |                | 7.31                                   | 158                       | 254      | 454                                 | 453                               | 2250                            | 1910                              | 2655     |  |                    |
| YZH-550A             | 12              | 16A <sup>b</sup> 10.7 | 6              | 3.69                                   | 101                       | 222      | 338                                 | 504                               | 1296                            | 1139                              | 2020     | 5407   | 787                |
| YZH-550B             | 13              | 16A <sup>b</sup> 12.6 |                | 5.01                                   | 140                       | 263      | 447                                 | 525                               | 1800                            | 1562                              | 2451     |  |                    |
| YZH-550C             | 14              | 20A <sup>b</sup> 12.6 |                | 6.15                                   | 174                       | 299      | 530                                 | 543                               | 2250                            | 1932                              | 2826     |  |                    |

续表 A.0.2-1

| 型号<br>(型号-边长-<br>型号) | 单节长度<br>$L$ (m) | 配筋规格                  | 螺旋筋<br>规格 (mm) | 混凝土有效<br>预应力<br>$\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 桩身抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身抗弯<br>承载力<br>设计值<br>$M$<br>(kN·m) | 桩身抗剪<br>承载力<br>设计值<br>$V$<br>(kN) | 桩身轴心抗拉<br>承载力设计值<br>$N$<br>(kN) | 按标准组合计算<br>的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 桩身抗压承<br>载力设计值<br>(未考虑压<br>屈影响)<br>$R_p$<br>(kN) | 理论<br>质量<br>(kg/m) |
|----------------------|-----------------|-----------------------|----------------|--|---------------------------|----------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|--|--------------------|
|                      |                 |                       |                |  | 一级<br>裂缝                  | 二级<br>裂缝 |                                     |                                   |                                 | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |  |                    |
| YZH-600A             | 13              | 20A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6              | 3.86                                   | 136                       | 292      | 460                                 | 602                               | 1620                            | 1422                              | 2471     | 6435   | 936                |
| YZH-600B             | 14              | 20A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 5.25                                   | 189                       | 348      | 603                                 | 628                               | 2250                            | 1949                              | 3007     |  |                    |
| YZH-600C             | 15              | 24A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 6.20                                   | 227                       | 388      | 692                                 | 646                               | 2700                            | 2317                              | 3382     |  |                    |
| YZH-650A             | 13              | 24A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6              | 3.94                                   | 175                       | 372      | 597                                 | 707                               | 1944                            | 1705                              | 2937     | 7552   | 1099               |
| YZH-650B             | 15              | 24A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 5.36                                   | 244                       | 445      | 781                                 | 738                               | 2700                            | 2336                              | 3579     |  |                    |
| YZH-650C             | 15              | 28A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 6.17                                   | 284                       | 488      | 877                                 | 757                               | 3150                            | 2704                              | 3953     |  |                    |
| YZH-700A             | 14              | 28A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6              | 3.97                                   | 219                       | 463      | 750                                 | 819                               | 2268                            | 1989                              | 3418     | 8759   | 1274               |
| YZH-700B             | 15              | 28A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 5.38                                   | 305                       | 555      | 981                                 | 856                               | 3150                            | 2724                              | 4166     |  |                    |
| YZH-700C             | 16              | 32A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 6.08                                   | 348                       | 601      | 1084                                | 874                               | 3600                            | 3093                              | 4541     |  |                    |

注：1、YZH 实心方桩的混凝土强度等级为 C60；

2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.65。

表 A. 0. 2-2 GYZS 实心方桩桩身配筋及力学性能参数表

| 型号<br>(型号-边长-<br>型号) | 单节长度<br>$L$ (m) | 配筋规格                  | 螺旋筋<br>规格 (mm) | 混凝土有效<br>预应力<br>$\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 桩身抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身抗弯<br>承载力<br>设计值<br>$M$<br>(kN·m) | 桩身抗剪<br>承载力<br>设计值<br>$V$<br>(kN) | 桩身轴心抗拉<br>承载力设计值<br>$N$<br>(kN) | 按标准组合计算<br>的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 桩身抗压承<br>载力设计值<br>(未考虑压<br>屈影响)<br>$R_p$<br>(kN) | 理论<br>质量<br>(kg/m) |
|----------------------|-----------------|-----------------------|----------------|--|---------------------------|----------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|--|--------------------|
|                      |                 |                       |                |  | 一级<br>裂缝                  | 二级<br>裂缝 |                                     |                                   |                                 | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |  |                    |
| GYZH-300A            | 10              | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4              | 4.42                                   | 22                        | 43       | 56                                  | 152                               | 461                             | 407                               | 694      | 2100   | 234                |
| GYZH-300B            | 11              | 8A <sup>b</sup> 10.7  |                | 6.08                                   | 30                        | 51       | 79                                  | 160                               | 648                             | 566                               | 855      |  |                    |
| GYZH-300C            | 12              | 8A <sup>b</sup> 12.6  |                | 8.22                                   | 40                        | 62       | 110                                 | 170                               | 900                             | 775                               | 1068     |  |                    |
| GYZH-350A            | 10              | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4              | 3.29                                   | 25                        | 59       | 69                                  | 202                               | 461                             | 410                               | 798      | 2859   | 319                |
| GYZH-350B            | 11              | 8A <sup>b</sup> 10.7  |                | 4.55                                   | 35                        | 69       | 97                                  | 210                               | 648                             | 572                               | 962      |  |                    |
| GYZH-350C            | 12              | 8A <sup>b</sup> 12.6  |                | 6.20                                   | 48                        | 82       | 135                                 | 220                               | 900                             | 785                               | 1180     |  |                    |
| GYZH-400A            | 11              | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 4              | 3.76                                   | 43                        | 94       | 123                                 | 269                               | 691                             | 613                               | 1121     | 3734   | 416                |
| GYZH-400B            | 12              | 12A <sup>b</sup> 10.7 |                | 5.19                                   | 60                        | 111      | 173                                 | 281                               | 972                             | 854                               | 1366     |  |                    |
| GYZH-400C            | 13              | 12A <sup>b</sup> 12.6 |                | 7.04                                   | 82                        | 133      | 235                                 | 297                               | 1350                            | 1171                              | 1689     |  |                    |
| GYZH-450A            | 12              | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5              | 4.15                                   | 67                        | 138      | 200                                 | 355                               | 972                             | 860                               | 1504     | 4725   | 527                |
| GYZH-450B            | 13              | 12A <sup>b</sup> 12.6 |                | 5.66                                   | 92                        | 164      | 278                                 | 372                               | 1350                            | 1182                              | 1832     |  |                    |
| GYZH-450C            | 14              | 16A <sup>b</sup> 12.6 |                | 7.38                                   | 121                       | 194      | 349                                 | 390                               | 1800                            | 1558                              | 2214     |  |                    |
| GYZH-500A            | 13              | 16A <sup>b</sup> 10.7 | 5              | 4.47                                   | 98                        | 194      | 302                                 | 444                               | 1296                            | 1144                              | 1941     | 5834   | 650                |
| GYZH-500B            | 14              | 16A <sup>b</sup> 12.6 |                | 6.08                                   | 134                       | 232      | 407                                 | 465                               | 1800                            | 1572                              | 2376     |  |                    |
| GYZH-500C            | 15              | 20A <sup>b</sup> 12.6 |                | 7.47                                   | 167                       | 265      | 484                                 | 484                               | 2250                            | 1947                              | 2757     |  |                    |
| GYZH-550A            | 13              | 16A <sup>b</sup> 10.7 | 6              | 3.73                                   | 107                       | 233      | 338                                 | 540                               | 1296                            | 1150                              | 2110     | 7059   | 787                |
| GYZH-550B            | 14              | 16A <sup>b</sup> 12.6 |                | 5.09                                   | 147                       | 275      | 464                                 | 561                               | 1800                            | 1583                              | 2550     |  |                    |
| GYZH-550C            | 15              | 20A <sup>b</sup> 12.6 |                | 6.27                                   | 183                       | 312      | 557                                 | 580                               | 2250                            | 1963                              | 2936     |  |                    |

续表 A.0.2-2

| 型号<br>(型号-边长-<br>型号) | 单节长度<br>$L$ (m) | 配筋规格                  | 螺旋筋<br>规格 (mm) | 混凝土有效<br>预应力<br>$\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 桩身抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) |          | 桩身抗弯<br>承载力<br>设计值<br>$M$<br>(kN·m) | 桩身抗剪<br>承载力<br>设计值<br>$V$<br>(kN) | 桩身轴心抗拉<br>承载力设计值<br>$N$<br>(kN) | 按标准组合计算<br>的抗裂拉力<br>$N_{cr}$ (kN) |          | 桩身抗压承<br>载力设计值<br>(未考虑压<br>屈影响)<br>$R_p$<br>(kN) | 理论<br>质量<br>(kg/m) |
|----------------------|-----------------|-----------------------|----------------|--|---------------------------|----------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------|--|--------------------|
|                      |                 |                       |                |  | 一级<br>裂缝                  | 二级<br>裂缝 |                                     |                                   |                                 | 一级<br>裂缝                          | 二级<br>裂缝 |  |                    |
| GYZH-600A            | 13              | 20A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6              | 3.91                                   | 144                       | 306      | 468                                 | 645                               | 1620                            | 1436                              | 2579     | 8401   | 936                |
| GYZH-600B            | 14              | 20A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 5.33                                   | 199                       | 364      | 629                                 | 672                               | 2250                            | 1975                              | 3128     |  |                    |
| GYZH-600C            | 15              | 24A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 6.32                                   | 238                       | 404      | 729                                 | 691                               | 2700                            | 2354                              | 3514     |  |                    |
| GYZH-650A            | 14              | 24A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6              | 3.99                                   | 186                       | 391      | 615                                 | 757                               | 1944                            | 1722                              | 3065     | 9859   | 1099               |
| GYZH-650B            | 15              | 24A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 5.44                                   | 257                       | 465      | 815                                 | 790                               | 2700                            | 2368                              | 3722     |  |                    |
| GYZH-650C            | 16              | 28A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 6.28                                   | 299                       | 509      | 923                                 | 809                               | 3150                            | 2747                              | 4108     |  |                    |
| GYZH-700A            | 14              | 28A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6              | 4.01                                   | 231                       | 486      | 773                                 | 878                               | 2268                            | 2009                              | 3566     | 11434  | 1274               |
| GYZH-700B            | 16              | 28A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 5.47                                   | 321                       | 580      | 1024                                | 916                               | 3150                            | 2763                              | 4333     |  |                    |
| GYZH-700C            | 16              | 32A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 |                | 6.20                                   | 366                       | 627      | 1141                                | 935                               | 3600                            | 3142                              | 4719     |  |                    |

注：1、GYZH 实心方桩的混凝土强度等级为 C80；  
2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.65。

表 A.0.2-3 PS 空心方桩桩身配筋及力学性能参数表

| 规格<br>(代号-型号 边长 (空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗裂<br>弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承<br>载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值 (未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|--|--------------------|
|                         |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                                |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |  |                    |
| PS-A 200 (100)          | 8                          | 4A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.85                                     | 5                                | 10   | 10                             | 144                            | 39                             | 126                            | 219  | 575  | 84                 |
| PS-AB 200 (100)         | 9                          | 4A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 5.95                                     | 8                                | 13   | 15                             | 230                            | 43                             | 198                            | 293  |  |                    |
| PS-A 250 (130)          | 8                          | 4A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.56                                     | 6                                | 14   | 14                             | 144                            | 57                             | 128                            | 271  | 880  | 128                |
| PS-AB 250 (130)         | 9                          | 4A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.01                                     | 10                               | 20   | 22                             | 230                            | 60                             | 202                            | 346  |  |                    |
| PS-A 300 (140)          | 9                          | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.34                                     | 15                               | 32   | 35                             | 288                            | 90                             | 254                            | 471  | 1334                                       | 194                |
| PS-AB 300 (140)         | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 5.19                                     | 24                               | 41   | 56                             | 461                            | 97                             | 399                            | 618  |  |                    |
| PS-B 300 (140)          | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 7.08                                     | 32                               | 50   | 79                             | 648                            | 105                            | 551                            | 773  |  |                    |
| PS-C 300 (140)          | 13                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 9.45                                     | 44                               | 62   | 105                            | 900                            | 110                            | 748                            | 974  |  |                    |
| PS-A 300 (170)          | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.68                                     | 16                               | 32   | 35                             | 288                            | 80                             | 253                            | 449  | 1203                                       | 175                |
| PS-AB 300 (170)         | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 5.71                                     | 25                               | 42   | 56                             | 461                            | 87                             | 397                            | 595  |  |                    |
| PS-B 300 (170)          | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 7.76                                     | 34                               | 51   | 79                             | 648                            | 95                             | 548                            | 749  |  |                    |
| PS-C 300 (170)          | 14                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 10.31                                    | 47                               | 64   | 105                            | 900                            | 97                             | 741                            | 946  |  |                    |
| PS-A 350 (170)          | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.53                                     | 17                               | 43   | 43                             | 288                            | 115                            | 256                            | 544  | 1784                                       | 259                |
| PS-AB 350 (170)         | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.96                                     | 28                               | 55   | 69                             | 461                            | 122                            | 404                            | 695  |  |                    |
| PS-B 350 (170)          | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 5.43                                     | 39                               | 67   | 97                             | 648                            | 130                            | 560                            | 854  |  |                    |
| PS-C 350 (170)          | 13                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 7.32                                     | 53                               | 81   | 135                            | 900                            | 140                            | 764                            | 1061 |  |                    |
| PS-A 350 (190)          | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.67                                     | 18                               | 43   | 43                             | 288                            | 107                            | 256                            | 529  | 1683                                       | 245                |
| PS-AB 350 (190)         | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.18                                     | 29                               | 56   | 69                             | 461                            | 114                            | 403                            | 678  |  |                    |
| PS-B 350 (190)          | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 5.73                                     | 40                               | 67   | 97                             | 648                            | 122                            | 559                            | 837  |  |                    |
| PS-C 350 (190)          | 13                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 7.71                                     | 55                               | 82   | 135                            | 900                            | 132                            | 761                            | 1042 |  |                    |
| PS-A 350 (210)          | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.86                                     | 18                               | 43   | 43                             | 288                            | 99                             | 255                            | 509  | 1571                                       | 228                |
| PS-AB 350 (210)         | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.46                                     | 30                               | 56   | 69                             | 461                            | 106                            | 402                            | 659  |  |                    |
| PS-A 400 (200)          | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.11                                     | 33                               | 73   | 82                             | 461                            | 151                            | 407                            | 780  | 2298                                       | 334                |
| PS-AB 400 (200)         | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.30                                     | 45                               | 86   | 115                            | 648                            | 159                            | 566                            | 941  |  |                    |
| PS-B 400 (200)          | 13                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 6.24                                     | 67                               | 108  | 173                            | 972                            | 172                            | 834                            | 1215 |  |                    |
| PS-C 400 (200)          | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 8.37                                     | 91                               | 133  | 223                            | 1350                           | 186                            | 1134                           | 1520 |  |                    |

续表 A.0.2-3

| 规格<br>(代号-型号 边长 (空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承<br>载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值 (未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|--|--------------------|
|                         |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                                |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |  |                    |
| PS-A 400 (220)          | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.27                                     | 34                               | 73   | 82                             | 461                            | 141                            | 407                            | 762  | 2181                                       | 317                |
| PS-AB 400 (220)         | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.51                                     | 47                               | 87   | 115                            | 648                            | 149                            | 565                            | 922  |  |                    |
| PS-B 400 (220)          | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 6.55                                     | 69                               | 110  | 173                            | 972                            | 163                            | 831                            | 1193 |  |                    |
| PS-C 400 (220)          | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 8.77                                     | 94                               | 135  | 223                            | 1350                           | 174                            | 1129                           | 1496 |  |                    |
| PS-A 400 (240)          | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.47                                     | 35                               | 74   | 82                             | 461                            | 132                            | 406                            | 739  | 2051                                       | 298                |
| PS-AB 400 (240)         | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.78                                     | 49                               | 88   | 115                            | 648                            | 140                            | 564                            | 900  |  |                    |
| PS-B 400 (240)          | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 6.92                                     | 71                               | 111  | 173                            | 972                            | 153                            | 828                            | 1169 |  |                    |
| PS-C 400 (240)          | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 9.24                                     | 97                               | 137  | 223                            | 1350                           | 162                            | 1124                           | 1471 |  |                    |
| PS-A 400 (260)          | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.37                                     | 19                               | 51   | 51                             | 288                            | 115                            | 256                            | 564  | 1911                                       | 278                |
| PS-AB 400 (260)         | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.71                                     | 36                               | 74   | 82                             | 461                            | 123                            | 405                            | 716  |  |                    |
| PS-A 450 (220)          | 12                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.62                                     | 54                               | 112  | 142                            | 691                            | 209                            | 608                            | 1087 | 2940                                       | 428                |
| PS-AB 450 (220)         | 13                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.98                                     | 76                               | 134  | 200                            | 972                            | 221                            | 844                            | 1327 |  |                    |
| PS-B 450 (220)          | 14                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.73                                     | 104                              | 163  | 267                            | 1350                           | 236                            | 1152                           | 1640 |  |                    |
| PS-C 450 (220)          | 16                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.68                                     | 136                              | 196  | 329                            | 1800                           | 250                            | 1507                           | 2002 |  |                    |
| PS-A 450 (250)          | 12                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.87                                     | 57                               | 113  | 142                            | 691                            | 193                            | 607                            | 1054 | 2742                                       | 399                |
| PS-AB 450 (250)         | 13                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.31                                     | 79                               | 136  | 200                            | 972                            | 205                            | 841                            | 1292 |  |                    |
| PS-B 450 (250)          | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.16                                     | 108                              | 166  | 267                            | 1350                           | 220                            | 1147                           | 1604 |  |                    |
| PS-C 450 (250)          | 16                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 9.22                                     | 141                              | 200  | 329                            | 1800                           | 230                            | 1499                           | 1962 |  |                    |
| PS-A 450 (300)          | 12                         | 12A <sup>b</sup> 7.1  | 5                 | 2.86                                     | 38                               | 89   | 89                             | 432                            | 156                            | 383                            | 765  | 2356                                       | 343                |
| PS-AB 450 (300)         | 13                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 4.46                                     | 62                               | 115  | 142                            | 691                            | 167                            | 603                            | 988  |  |                    |
| PS-A 500 (240)          | 12                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 2.94                                     | 61                               | 140  | 161                            | 691                            | 252                            | 612                            | 1205 | 3660                                       | 532                |
| PS-AB 500 (240)         | 13                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.06                                     | 84                               | 164  | 227                            | 972                            | 264                            | 852                            | 1450 |  |                    |
| PS-B 500 (240)          | 14                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 5.51                                     | 116                              | 197  | 310                            | 1350                           | 280                            | 1166                           | 1769 |  |                    |
| PS-C 500 (240)          | 15                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.15                                     | 152                              | 234  | 389                            | 1800                           | 298                            | 1530                           | 2140 |  |                    |



续表 A.0.2-3

| 规格<br>(代号-型号 边长 (空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承<br>载力设<br>计值<br>(kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值 (未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|--|--------------------|
|                         |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |  |                    |
| PS-A 500 (280)          | 12                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 5                 | 3.18                                     | 64                               | 141  | 161                        | 691                            | 228                            | 611                            | 1159 | 3368                                       | 490                |
| PS-AB 500 (280)         | 13                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 5                 | 4.39                                     | 89                               | 167  | 227                        | 972                            | 240                            | 849                            | 1400 |  |                    |
| PS-B 500 (280)          | 15                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 5.95                                     | 122                              | 201  | 310                        | 1350                           | 256                            | 1161                           | 1717 |  |                    |
| PS-C 500 (280)          | 16                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 7.70                                     | 159                              | 239  | 389                        | 1800                           | 274                            | 1522                           | 2085 |  |                    |
| PS-A 500 (300)          | 13                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 5                 | 3.34                                     | 66                               | 141  | 161                        | 691                            | 216                            | 610                            | 1131 | 3205                                       | 466                |
| PS-AB 500 (300)         | 14                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 5                 | 4.60                                     | 91                               | 168  | 227                        | 972                            | 228                            | 847                            | 1372 |  |                    |
| PS-B 500 (300)          | 15                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 6.22                                     | 125                              | 202  | 310                        | 1350                           | 244                            | 1158                           | 1689 |  |                    |
| PS-C 500 (300)          | 17                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 8.05                                     | 164                              | 242  | 389                        | 1800                           | 262                            | 1517                           | 2054 |  |                    |
| PS-A 500 (310)          | 13                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 5                 | 3.42                                     | 66                               | 141  | 161                        | 691                            | 210                            | 609                            | 1117 | 3120                                       | 454                |
| PS-AB 500 (310)         | 14                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 5                 | 4.72                                     | 93                               | 168  | 227                        | 972                            | 222                            | 846                            | 1357 |  |                    |
| PS-B 500 (310)          | 15                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 6.38                                     | 127                              | 203  | 310                        | 1350                           | 238                            | 1156                           | 1672 |  |                    |
| PS-C 500 (310)          | 17                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 8.24                                     | 166                              | 243  | 389                        | 1800                           | 256                            | 1514                           | 2038 |  |                    |
| PS-A 500 (350)          | 12                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 7.1  | 5                 | 2.46                                     | 39                               | 101  | 101                        | 432                            | 175                            | 384                            | 829  | 2749                                       | 400                |
| PS-AB 500 (350)         | 14                         | 12A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 5                 | 3.86                                     | 71                               | 141  | 161                        | 691                            | 186                            | 607                            | 1055 |  |                    |
| PS-A 550 (265)          | 13                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 5                 | 3.23                                     | 89                               | 195  | 241                        | 922                            | 306                            | 814                            | 1532 | 4421                                       | 643                |
| PS-AB 550 (265)         | 14                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 5                 | 4.45                                     | 123                              | 230  | 338                        | 1296                           | 322                            | 1131                           | 1855 |  |                    |
| PS-B 550 (265)          | 15                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 6.03                                     | 170                              | 278  | 447                        | 1800                           | 343                            | 1547                           | 2278 |  |                    |
| PS-C 550 (265)          | 16                         | 20A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 7.38                                     | 210                              | 319  | 530                        | 2250                           | 361                            | 1908                           | 2645 |  |                    |
| PS-A 550 (310)          | 13                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 5                 | 3.50                                     | 93                               | 196  | 241                        | 922                            | 276                            | 812                            | 1473 | 4058                                       | 590                |
| PS-AB 550 (310)         | 15                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 5                 | 4.82                                     | 130                              | 234  | 338                        | 1296                           | 292                            | 1127                           | 1793 |  |                    |
| PS-B 550 (310)          | 16                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 6.52                                     | 178                              | 283  | 447                        | 1800                           | 313                            | 1540                           | 2213 |  |                    |
| PS-C 550 (310)          | 17                         | 20A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 7.96                                     | 220                              | 326  | 531                        | 2250                           | 331                            | 1897                           | 2576 |  |                    |
| PS-A 550 (350)          | 14                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 5                 | 3.84                                     | 98                               | 197  | 241                        | 922                            | 250                            | 809                            | 1409 | 3687                                       | 536                |
| PS-AB 550 (350)         | 15                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 5                 | 5.27                                     | 137                              | 237  | 338                        | 1296                           | 266                            | 1122                           | 1729 |  |                    |
| PS-B 550 (350)          | 17                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 7.11                                     | 187                              | 288  | 447                        | 1800                           | 286                            | 1531                           | 2145 |  |                    |
| PS-C 550 (350)          | 18                         | 20A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 5                 | 8.66                                     | 231                              | 333  | 531                        | 2250                           | 299                            | 1884                           | 2504 |  |                    |
| PS-A 550 (400)          | 14                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 7.1  | 5                 | 2.84                                     | 64                               | 150  | 150                        | 576                            | 202                            | 511                            | 1024 | 3161                                       | 460                |
| PS-AB 550 (400)         | 15                         | 16A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 5                 | 4.43                                     | 105                              | 197  | 241                        | 922                            | 217                            | 804                            | 1321 |  |                    |

续表 A.0.2-3

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承<br>载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值 (未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|--|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                                |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |  |                    |
| PS-A 600 (360)             | 14                         | 20A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.83                                     | 131                              | 262  | 333                            | 1152                           | 313                            | 1011                           | 1763 | 4616                                       | 671                |
| PS-AB 600 (360)            | 16                         | 20A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.27                                     | 181                              | 314  | 460                            | 1620                           | 333                            | 1403                           | 2162 |  |                    |
| PS-B 600 (360)             | 17                         | 20A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.10                                     | 248                              | 383  | 604                            | 2250                           | 358                            | 1914                           | 2682 |  |                    |
| PS-C 600 (360)             | 18                         | 24A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.34                                     | 295                              | 431  | 694                            | 2700                           | 375                            | 2268                           | 3043 |  |                    |
| PS-A 600 (400)             | 15                         | 20A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 4.20                                     | 137                              | 263  | 333                            | 1152                           | 284                            | 1008                           | 1692 | 4189                                       | 609                |
| PS-AB 600 (400)            | 17                         | 20A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.76                                     | 191                              | 318  | 460                            | 1620                           | 304                            | 1396                           | 2087 |  |                    |
| PS-B 600 (400)             | 18                         | 20A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.74                                     | 260                              | 389  | 605                            | 2250                           | 329                            | 1902                           | 2602 |  |                    |
| PS-C 600 (400)             | 20                         | 24A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 9.08                                     | 308                              | 438  | 694                            | 2700                           | 336                            | 2251                           | 2958 |  |                    |
| PS-A 600 (450)             | 15                         | 20A <sup>b</sup> 7.1  | 5                 | 3.11                                     | 93                               | 208  | 208                            | 720                            | 229                            | 637                            | 1221 | 3592                                       | 522                |
| PS-AB 600 (450)            | 16                         | 20A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 4.84                                     | 146                              | 262  | 333                            | 1152                           | 248                            | 1002                           | 1592 |  |                    |
| PS-A 650 (350)             | 15                         | 24A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 3.65                                     | 163                              | 335  | 438                            | 1382                           | 419                            | 1216                           | 2165 | 5832                                       | 848                |
| PS-AB 650 (350)            | 16                         | 24A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.02                                     | 227                              | 401  | 597                            | 1944                           | 443                            | 1687                           | 2645 |  |                    |
| PS-B 650 (350)             | 17                         | 24A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 6.78                                     | 311                              | 487  | 782                            | 2700                           | 474                            | 2304                           | 3272 |  |                    |
| PS-C 650 (350)             | 18                         | 28A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.78                                     | 359                              | 537  | 878                            | 3150                           | 492                            | 2661                           | 3636 |  |                    |
| PS-A 650 (420)             | 16                         | 24A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.16                                     | 176                              | 338  | 438                            | 1382                           | 364                            | 1210                           | 2039 | 5076                                       | 738                |
| PS-AB 650 (420)            | 17                         | 24A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.71                                     | 244                              | 408  | 597                            | 1944                           | 387                            | 1676                           | 2513 |  |                    |
| PS-B 650 (420)             | 19                         | 24A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.67                                     | 333                              | 500  | 783                            | 2700                           | 418                            | 2283                           | 3131 |  |                    |
| PS-C 650 (420)             | 20                         | 28A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.78                                     | 385                              | 553  | 879                            | 3150                           | 427                            | 2634                           | 3489 |  |                    |
| PS-A 700 (440)             | 16                         | 28A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.08                                     | 218                              | 424  | 556                            | 1613                           | 429                            | 1413                           | 2400 | 6041                                       | 879                |
| PS-AB 700 (440)            | 18                         | 28A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.60                                     | 303                              | 511  | 750                            | 2268                           | 456                            | 1957                           | 2953 |  |                    |
| PS-B 700 (440)             | 19                         | 28A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.54                                     | 414                              | 625  | 982                            | 3150                           | 492                            | 2667                           | 3675 |  |                    |
| PS-A 700 (500)             | 17                         | 28A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.65                                     | 232                              | 424  | 556                            | 1613                           | 377                            | 1405                           | 2266 | 5249                                       | 763                |
| PS-AB 700 (500)            | 19                         | 28A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.37                                     | 322                              | 516  | 751                            | 2268                           | 404                            | 1943                           | 2812 |  |                    |
| PS-B 700 (500)             | 21                         | 28A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.53                                     | 438                              | 636  | 983                            | 3150                           | 435                            | 2641                           | 3523 |  |                    |
| PS-A 750 (450)             | 16                         | 32A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 3.92                                     | 262                              | 519  | 683                            | 1843                           | 508                            | 1617                           | 2793 | 7212                                       | 1049               |
| PS-AB 750 (450)            | 18                         | 32A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.38                                     | 364                              | 624  | 920                            | 2592                           | 539                            | 2242                           | 3430 |  |                    |
| PS-B 750 (450)             | 20                         | 32A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.25                                     | 497                              | 761  | 1204                           | 3600                           | 580                            | 3057                           | 4259 |  |                    |

续表 A.0.2-3

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗裂<br>弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承<br>载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值(未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                                |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| PS-A 750 (510)             | 17                         | 32A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.38                                     | 277                              | 521  | 683                            | 1843                           | 452                            | 1610                           | 2658 | 6403                                      | 931                |
| PS-AB 750 (510)            | 19                         | 32A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 6.00                                     | 384                              | 631  | 920                            | 2592                           | 483                            | 2228                           | 3286 |   |                    |
| PS-B 750 (510)             | 21                         | 32A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 8.06                                     | 525                              | 775  | 1205                           | 3600                           | 523                            | 3033                           | 4105 |   |                    |
| PS-A 800 (500)             | 17                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.00                                     | 320                              | 628  | 821                            | 2074                           | 553                            | 1818                           | 3113 | 7930                                      | 1153               |
| PS-AB 800 (500)            | 19                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.50                                     | 445                              | 756  | 1107                           | 2916                           | 588                            | 2519                           | 3824 |   |                    |
| PS-B 800 (500)             | 21                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.40                                     | 608                              | 924  | 1450                           | 4050                           | 634                            | 3434                           | 4757 |   |                    |
| PS-A 800 (560)             | 18                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.48                                     | 338                              | 629  | 821                            | 2074                           | 493                            | 1809                           | 2960 | 7037                                      | 1024               |
| PS-AB 800 (560)            | 20                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 6.13                                     | 469                              | 763  | 1107                           | 2916                           | 528                            | 2504                           | 3668 |   |                    |
| PS-B 800 (560)             | 22                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 8.22                                     | 639                              | 938  | 1451                           | 4050                           | 573                            | 3406                           | 4587 |   |                    |
| PS-A 850 (550)             | 18                         | 40A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.06                                     | 384                              | 748  | 972                            | 2304                           | 599                            | 2018                           | 3435 | 8668                                      | 1261               |
| PS-AB 850 (550)            | 20                         | 40A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.58                                     | 533                              | 901  | 1311                           | 3240                           | 638                            | 2797                           | 4226 |   |                    |
| PS-B 850 (550)             | 22                         | 40A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.51                                     | 729                              | 1103 | 1719                           | 4500                           | 688                            | 3812                           | 5259 |   |                    |
| PS-A 850 (610)             | 19                         | 40A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.55                                     | 405                              | 748  | 972                            | 2304                           | 535                            | 2009                           | 3267 | 7691                                      | 1119               |
| PS-AB 850 (610)            | 21                         | 40A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 6.22                                     | 561                              | 908  | 1312                           | 3240                           | 574                            | 2780                           | 4054 |   |                    |
| PS-B 850 (610)             | 23                         | 40A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 8.34                                     | 765                              | 1118 | 1720                           | 4500                           | 622                            | 3780                           | 5072 |   |                    |
| PS-A 900 (600)             | 19                         | 44A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.11                                     | 455                              | 880  | 1135                           | 2534                           | 645                            | 2219                           | 3758 | 9425                                      | 1371               |
| PS-AB 900 (600)            | 20                         | 44A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.64                                     | 631                              | 1061 | 1532                           | 3564                           | 688                            | 3075                           | 4629 |   |                    |
| PS-AB 900 (600)            | 22                         | 44A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.59                                     | 862                              | 1299 | 2011                           | 4950                           | 744                            | 4190                           | 5763 |   |                    |
| PS-A 900 (660)             | 20                         | 44A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.60                                     | 478                              | 878  | 1135                           | 2534                           | 578                            | 2209                           | 3578 | 8363                                      | 1216               |
| PS-AB 900 (660)            | 22                         | 44A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 6.29                                     | 662                              | 1067 | 1533                           | 3564                           | 620                            | 3056                           | 4441 |   |                    |
| PS-B 900 (660)             | 24                         | 44A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 8.43                                     | 902                              | 1314 | 2013                           | 4950                           | 671                            | 4155                           | 5560 |   |                    |
| PS-A 1000 (700)            | 19                         | 48A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 3.86                                     | 567                              | 1133 | 1394                           | 2765                           | 731                            | 2427                           | 4219 | 10996                                     | 1599               |
| PS-AB 1000 (700)           | 21                         | 48A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.30                                     | 788                              | 1360 | 1891                           | 3888                           | 777                            | 3366                           | 5176 |   |                    |
| PS-B 1000 (700)            | 24                         | 48A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.15                                     | 1078                             | 1658 | 2501                           | 5400                           | 839                            | 4591                           | 6421 |   |                    |
| PS-A 1000 (760)            | 21                         | 48A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.31                                     | 594                              | 1125 | 1394                           | 2765                           | 655                            | 2416                           | 4014 | 9766                                      | 1421               |
| PS-AB 1000 (760)           | 23                         | 48A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.91                                     | 824                              | 1361 | 1892                           | 3888                           | 702                            | 3346                           | 4960 |   |                    |
| PS-B 1000 (760)            | 25                         | 48A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.94                                     | 1125                             | 1670 | 2502                           | 5400                           | 762                            | 4555                           | 6190 |   |                    |

注：1、PS 空心方桩的混凝土强度等级为 C60；  
2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.65。

表 A.0.2-4 PHS 空心方桩桩身配筋及力学性能参数表

| 规格<br>(代号 边长(空心<br>内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值(未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                         |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| PHS-A 200 (100)         | 8                          | 4A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.89                                     | 5                                | 10   | 10                         | 144                            | 42                             | 128                            | 230  | 750                                       | 84                 |
| PHS-AB 200 (100)        | 9                          | 4A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 6.06                                     | 8                                | 14   | 15                         | 230                            | 45                             | 201                            | 304  |   |                    |
| PHS-A 250 (130)         | 8                          | 4A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.58                                     | 5                                | 14   | 14                         | 144                            | 60                             | 129                            | 285  | 1149                                      | 128                |
| PHS-AB 250 (130)        | 9                          | 4A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.05                                     | 10                               | 21   | 22                         | 230                            | 64                             | 204                            | 361  |   |                    |
| PHS-A 300 (140)         | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.37                                     | 15                               | 34   | 35                         | 288                            | 96                             | 256                            | 492  | 1741                                      | 194                |
| PHS-AB 300 (140)        | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 5.27                                     | 24                               | 43   | 56                         | 461                            | 103                            | 405                            | 644  |   |                    |
| PHS-B 300 (140)         | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 7.23                                     | 33                               | 52   | 79                         | 648                            | 111                            | 562                            | 804  |   |                    |
| PHS-C 300 (140)         | 13                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 9.72                                     | 45                               | 64   | 110                        | 900                            | 121                            | 767                            | 1012 |   |                    |
| PHS-A 300 (170)         | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.72                                     | 16                               | 34   | 35                         | 288                            | 85                             | 256                            | 470  | 1570                                      | 175                |
| PHS-AB 300 (170)        | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 5.80                                     | 26                               | 44   | 56                         | 461                            | 92                             | 403                            | 619  |   |                    |
| PHS-B 300 (170)         | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 7.94                                     | 35                               | 54   | 79                         | 648                            | 100                            | 559                            | 778  |   |                    |
| PHS-C 300 (170)         | 14                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 10.65                                    | 48                               | 67   | 110                        | 900                            | 110                            | 762                            | 985  |   |                    |
| PHS-A 350 (170)         | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.55                                     | 16                               | 43   | 43                         | 288                            | 123                            | 258                            | 573  | 2329                                      | 259                |
| PHS-AB 350 (170)        | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.00                                     | 28                               | 58   | 69                         | 461                            | 130                            | 408                            | 725  |   |                    |
| PHS-B 350 (170)         | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 5.52                                     | 40                               | 70   | 97                         | 648                            | 138                            | 568                            | 888  |   |                    |
| PHS-C 350 (170)         | 13                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 7.48                                     | 54                               | 85   | 135                        | 900                            | 149                            | 779                            | 1103 |   |                    |
| PHS-A 350 (190)         | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.69                                     | 17                               | 43   | 43                         | 288                            | 114                            | 257                            | 554  | 2197                                      | 245                |
| PHS-AB 350 (190)        | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.23                                     | 30                               | 59   | 69                         | 461                            | 122                            | 408                            | 708  |   |                    |
| PHS-B 350 (190)         | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 5.83                                     | 41                               | 70   | 97                         | 648                            | 130                            | 567                            | 869  |   |                    |
| PHS-C 350 (190)         | 14                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 7.89                                     | 56                               | 86   | 135                        | 900                            | 140                            | 776                            | 1082 |   |                    |
| PHS-A 350 (210)         | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.88                                     | 17                               | 43   | 43                         | 288                            | 105                            | 257                            | 535  | 2050                                      | 228                |
| PHS-AB 350 (210)        | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.52                                     | 31                               | 59   | 69                         | 461                            | 113                            | 407                            | 687  |   |                    |
| PHS-A 400 (200)         | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.14                                     | 33                               | 77   | 82                         | 461                            | 161                            | 411                            | 818  | 3001                                      | 334                |
| PHS-AB 400 (200)        | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.35                                     | 46                               | 90   | 115                        | 648                            | 169                            | 573                            | 983  |   |                    |
| PHS-B 400 (200)         | 13                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 6.36                                     | 68                               | 113  | 173                        | 972                            | 183                            | 847                            | 1261 |   |                    |
| PHS-C 400 (200)         | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 8.59                                     | 93                               | 139  | 235                        | 1350                           | 198                            | 1159                           | 1579 |   |                    |

续表 A.0.2-4

| 规格<br>(代号 边长(空心<br>内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数<br>量与直<br>径 (mm)  | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值(未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                         |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| PHS-A 400 (220)         | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.30                                     | 34                               | 77   | 82                         | 461                            | 151                            | 410                            | 796  | 2847                                      | 317                |
| PHS-AB 400 (220)        | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.57                                     | 47                               | 91   | 115                        | 648                            | 159                            | 572                            | 961  |   |                    |
| PHS-B 400 (220)         | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 6.68                                     | 70                               | 114  | 173                        | 972                            | 173                            | 845                            | 1238 |   |                    |
| PHS-C 400 (220)         | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 9.00                                     | 96                               | 141  | 235                        | 1350                           | 188                            | 1156                           | 1555 |   |                    |
| PHS-A 400 (240)         | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.50                                     | 35                               | 77   | 82                         | 461                            | 141                            | 410                            | 774  | 2678                                      | 298                |
| PHS-AB 400 (240)        | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.84                                     | 49                               | 92   | 115                        | 648                            | 149                            | 571                            | 938  |   |                    |
| PHS-B400 (240)          | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 7.06                                     | 73                               | 116  | 173                        | 972                            | 162                            | 843                            | 1214 |   |                    |
| PHS-C 400 (240)         | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 9.51                                     | 99                               | 143  | 235                        | 1350                           | 178                            | 1152                           | 1529 |   |                    |
| PHS-A 400 (260)         | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.38                                     | 18                               | 51   | 51                         | 288                            | 123                            | 258                            | 595  | 2495                                      | 278                |
| PHS-AB 400 (260)        | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.75                                     | 37                               | 78   | 82                         | 461                            | 130                            | 409                            | 748  |   |                    |
| PHS-A 450 (220)         | 12                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.66                                     | 55                               | 118  | 142                        | 691                            | 222                            | 614                            | 1136 | 3838                                      | 428                |
| PHS-AB 450 (220)        | 13                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.06                                     | 77                               | 140  | 200                        | 972                            | 235                            | 855                            | 1381 |   |                    |
| PHS-B 450 (220)         | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.86                                     | 105                              | 170  | 278                        | 1350                           | 250                            | 1173                           | 1705 |   |                    |
| PHS-C 450 (220)         | 16                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.91                                     | 139                              | 204  | 349                        | 1800                           | 269                            | 1542                           | 2080 |   |                    |
| PHS-A 450 (250)         | 13                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.91                                     | 57                               | 119  | 142                        | 691                            | 205                            | 613                            | 1101 | 3580                                      | 399                |
| PHS-AB 450 (250)        | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.40                                     | 80                               | 142  | 200                        | 972                            | 217                            | 853                            | 1344 |   |                    |
| PHS-B 450 (250)         | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.32                                     | 110                              | 173  | 278                        | 1350                           | 233                            | 1169                           | 1666 |   |                    |
| PHS-C450 (250)          | 17                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 9.48                                     | 144                              | 208  | 349                        | 1800                           | 251                            | 1536                           | 2040 |   |                    |
| PHS-A 450 (300)         | 12                         | 12A <sup>b</sup> 7.1  | 5                 | 2.88                                     | 36                               | 89   | 89                         | 432                            | 165                            | 386                            | 803  | 3076                                      | 343                |
| PHS-AB 450 (300)        | 14                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 4.52                                     | 62                               | 120  | 142                        | 691                            | 176                            | 610                            | 1030 |   |                    |
| PHS-A 500 (240)         | 12                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 2.96                                     | 61                               | 147  | 161                        | 691                            | 269                            | 617                            | 1265 | 4778                                      | 532                |
| PHS-AB 500 (240)        | 13                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.11                                     | 85                               | 172  | 227                        | 972                            | 281                            | 860                            | 1511 |   |                    |
| PHS-B 500 (240)         | 14                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 5.60                                     | 118                              | 206  | 315                        | 1350                           | 297                            | 1183                           | 1840 |   |                    |
| PHS-C 500 (240)         | 16                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.31                                     | 155                              | 244  | 407                        | 1800                           | 316                            | 1559                           | 2222 |   |                    |

续表 A.0.2-4

| 规格<br>(代号 边长(空心<br>内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm) | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值(未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                         |                            |                     |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| PHS-A 500 (280)         | 13                         | 12A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 3.21                                     | 64                               | 148  | 161                        | 691                            | 243                            | 616                            | 1213 | 4397                                      | 490                |
| PHS-AB 500 (280)        | 14                         | 12A <sup>10.7</sup> | 5                 | 4.45                                     | 90                               | 175  | 227                        | 972                            | 255                            | 858                            | 1458 |   |                    |
| PHS-B 500 (280)         | 15                         | 12A <sup>12.6</sup> | 5                 | 6.05                                     | 123                              | 209  | 315                        | 1350                           | 271                            | 1179                           | 1785 |   |                    |
| PHS-C 500 (280)         | 16                         | 16A <sup>12.6</sup> | 5                 | 7.88                                     | 163                              | 250  | 408                        | 1800                           | 290                            | 1553                           | 2166 |   |                    |
| PHS-A 500 (300)         | 13                         | 12A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 3.37                                     | 66                               | 149  | 161                        | 691                            | 230                            | 615                            | 1183 | 4184                                      | 466                |
| PHS-AB 500 (300)        | 14                         | 12A <sup>10.7</sup> | 5                 | 4.66                                     | 93                               | 176  | 227                        | 972                            | 242                            | 857                            | 1429 |   |                    |
| PHS-B 500 (300)         | 16                         | 12A <sup>12.6</sup> | 5                 | 6.34                                     | 127                              | 211  | 315                        | 1350                           | 258                            | 1177                           | 1754 |   |                    |
| PHS-C 500 (300)         | 17                         | 16A <sup>12.6</sup> | 5                 | 8.25                                     | 167                              | 252  | 408                        | 1800                           | 277                            | 1549                           | 2133 |   |                    |
| PHS-A 500 (310)         | 13                         | 12A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 3.46                                     | 67                               | 149  | 161                        | 691                            | 223                            | 615                            | 1168 | 4072                                      | 454                |
| PHS-AB 500 (310)        | 14                         | 12A <sup>10.7</sup> | 5                 | 4.78                                     | 94                               | 176  | 227                        | 972                            | 235                            | 856                            | 1413 |   |                    |
| PHS-B 500 (310)         | 16                         | 12A <sup>12.6</sup> | 5                 | 6.50                                     | 129                              | 212  | 315                        | 1350                           | 251                            | 1176                           | 1739 |   |                    |
| PHS-C 500 (310)         | 17                         | 16A <sup>12.6</sup> | 5                 | 8.45                                     | 170                              | 254  | 408                        | 1800                           | 270                            | 1547                           | 2116 |   |                    |
| PHS-A 500 (350)         | 13                         | 12A <sup>7.1</sup>  | 5                 | 2.48                                     | 38                               | 101  | 101                        | 432                            | 186                            | 387                            | 872  | 3589                                      | 400                |
| PHS-AB 500 (350)        | 14                         | 12A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 3.90                                     | 71                               | 148  | 161                        | 691                            | 197                            | 613                            | 1102 |   |                    |
| PHS-A 550 (265)         | 13                         | 16A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 3.26                                     | 90                               | 205  | 241                        | 922                            | 327                            | 820                            | 1602 | 5772                                      | 643                |
| PHS-AB 550 (265)        | 14                         | 16A <sup>10.7</sup> | 5                 | 4.51                                     | 125                              | 241  | 338                        | 1296                           | 343                            | 1144                           | 1933 |   |                    |
| PHS-B 550 (265)         | 16                         | 16A <sup>12.6</sup> | 5                 | 6.14                                     | 172                              | 290  | 464                        | 1800                           | 364                            | 1571                           | 2367 |   |                    |
| PHS-C 550 (265)         | 17                         | 20A <sup>12.6</sup> | 5                 | 7.54                                     | 213                              | 332  | 557                        | 2250                           | 383                            | 1946                           | 2749 |   |                    |
| PHS-A 550 (310)         | 14                         | 16A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 3.54                                     | 94                               | 206  | 241                        | 922                            | 294                            | 819                            | 1539 | 5298                                      | 590                |
| PHS-AB 550 (310)        | 15                         | 16A <sup>10.7</sup> | 5                 | 4.89                                     | 132                              | 245  | 338                        | 1296                           | 310                            | 1141                           | 1867 |   |                    |
| PHS-B 550 (310)         | 16                         | 16A <sup>12.6</sup> | 5                 | 6.65                                     | 181                              | 296  | 464                        | 1800                           | 331                            | 1566                           | 2298 |   |                    |
| PHS-C 550 (310)         | 18                         | 20A <sup>12.6</sup> | 5                 | 8.15                                     | 224                              | 340  | 558                        | 2250                           | 350                            | 1937                           | 2676 |   |                    |
| PHS-A 550 (350)         | 14                         | 16A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 3.88                                     | 99                               | 207  | 241                        | 922                            | 265                            | 817                            | 1472 | 4814                                      | 536                |
| PHS-AB 550 (350)        | 16                         | 16A <sup>10.7</sup> | 5                 | 5.35                                     | 138                              | 247  | 338                        | 1296                           | 281                            | 1137                           | 1798 |   |                    |
| PHS-B 550 (350)         | 17                         | 16A <sup>12.6</sup> | 5                 | 7.26                                     | 191                              | 301  | 464                        | 1800                           | 302                            | 1559                           | 2227 |   |                    |
| PHS-C 550 (350)         | 19                         | 20A <sup>12.6</sup> | 5                 | 8.89                                     | 236                              | 347  | 558                        | 2250                           | 321                            | 1928                           | 2602 |   |                    |
| PHS-A 550 (400)         | 14                         | 16A <sup>7.1</sup>  | 5                 | 2.86                                     | 61                               | 150  | 150                        | 576                            | 214                            | 514                            | 1073 | 4126                                      | 460                |
| PHS-AB 550 (400)        | 15                         | 16A <sup>9.0</sup>  | 5                 | 4.49                                     | 106                              | 206  | 241                        | 922                            | 229                            | 814                            | 1378 |   |                    |

续表 A.0.2-4

| 规格<br>(代号 边长(空心<br>内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)    | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值(未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                         |                            |                        |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| PHS-A 600 (360)         | 15                         | 20A <sup>9</sup> 9.0   | 5                 | 3.87                                     | 132                              | 275  | 333                        | 1152                           | 333                            | 1021                           | 1841 | 6025                                      | 671                |
| PHS-AB 600 (360)        | 16                         | 20A <sup>10</sup> 10.7 | 5                 | 5.35                                     | 184                              | 329  | 468                        | 1620                           | 353                            | 1422                           | 2249 |   |                    |
| PHS-B 600 (360)         | 18                         | 20A <sup>12</sup> 12.6 | 5                 | 7.25                                     | 253                              | 399  | 629                        | 2250                           | 379                            | 1949                           | 2785 |   |                    |
| PHS-C 600 (360)         | 19                         | 24A <sup>12</sup> 12.6 | 5                 | 8.56                                     | 301                              | 449  | 730                        | 2700                           | 398                            | 2318                           | 3160 |   |                    |
| PHS-A 600 (400)         | 16                         | 20A <sup>9</sup> 9.0   | 5                 | 4.25                                     | 139                              | 276  | 333                        | 1152                           | 301                            | 1019                           | 1765 | 5468                                      | 609                |
| PHS-AB 600 (400)        | 17                         | 20A <sup>10</sup> 10.7 | 5                 | 5.86                                     | 193                              | 332  | 468                        | 1620                           | 321                            | 1417                           | 2169 |   |                    |
| PHS-B 600 (400)         | 19                         | 20A <sup>12</sup> 12.6 | 5                 | 7.92                                     | 265                              | 405  | 629                        | 2250                           | 347                            | 1940                           | 2702 |   |                    |
| PHS-C 600 (400)         | 20                         | 24A <sup>12</sup> 12.6 | 5                 | 9.33                                     | 315                              | 457  | 730                        | 2700                           | 366                            | 2306                           | 3075 |   |                    |
| PHS-A 600 (450)         | 15                         | 20A <sup>7</sup> 7.1   | 5                 | 3.14                                     | 89                               | 208  | 208                        | 720                            | 243                            | 642                            | 1278 | 4689                                      | 522                |
| PHS-AB 600 (450)        | 17                         | 20A <sup>9</sup> 9.0   | 5                 | 4.91                                     | 148                              | 275  | 333                        | 1152                           | 262                            | 1014                           | 1656 |   |                    |
| PHS-A 650 (350)         | 15                         | 24A <sup>9</sup> 9.0   | 6                 | 3.69                                     | 165                              | 352  | 438                        | 1382                           | 446                            | 1227                           | 2261 | 7614                                      | 848                |
| PHS-AB 650 (350)        | 16                         | 24A <sup>10</sup> 10.7 | 6                 | 5.09                                     | 230                              | 419  | 615                        | 1944                           | 470                            | 1709                           | 2753 |   |                    |
| PHS-B 650 (350)         | 18                         | 24A <sup>12</sup> 12.6 | 6                 | 6.91                                     | 315                              | 507  | 816                        | 2700                           | 501                            | 2345                           | 3400 |   |                    |
| PHS-C 650 (350)         | 19                         | 28A <sup>12</sup> 12.6 | 6                 | 7.96                                     | 366                              | 559  | 925                        | 3150                           | 520                            | 2716                           | 3777 |   |                    |
| PHS-A 650 (420)         | 16                         | 24A <sup>9</sup> 9.0   | 6                 | 4.21                                     | 178                              | 355  | 438                        | 1382                           | 385                            | 1223                           | 2126 | 6626                                      | 738                |
| PHS-AB 650 (420)        | 18                         | 24A <sup>10</sup> 10.7 | 6                 | 5.80                                     | 247                              | 426  | 615                        | 1944                           | 409                            | 1701                           | 2613 |   |                    |
| PHS-B 650 (420)         | 19                         | 24A <sup>12</sup> 12.6 | 6                 | 7.85                                     | 339                              | 521  | 816                        | 2700                           | 441                            | 2330                           | 3253 |   |                    |
| PHS-C 650 (420)         | 20                         | 28A <sup>12</sup> 12.6 | 6                 | 9.02                                     | 393                              | 576  | 925                        | 3150                           | 459                            | 2696                           | 3626 |   |                    |
| PHS-A 700 (440)         | 16                         | 28A <sup>9</sup> 9.0   | 6                 | 4.13                                     | 220                              | 444  | 556                        | 1613                           | 455                            | 1427                           | 2502 | 7886                                      | 879                |
| PHS-AB 700 (440)        | 18                         | 28A <sup>10</sup> 10.7 | 6                 | 5.70                                     | 307                              | 533  | 773                        | 2268                           | 483                            | 1986                           | 3070 |   |                    |
| PHS-B700 (440)          | 20                         | 28A <sup>12</sup> 12.6 | 6                 | 7.71                                     | 421                              | 651  | 1025                       | 3150                           | 519                            | 2721                           | 3819 |   |                    |
| PHS-A 700 (500)         | 18                         | 28A <sup>9</sup> 9.0   | 6                 | 4.72                                     | 235                              | 444  | 556                        | 1613                           | 399                            | 1422                           | 2359 | 6852                                      | 763                |
| PHS-AB 700 (500)        | 19                         | 28A <sup>10</sup> 10.7 | 6                 | 6.49                                     | 327                              | 539  | 773                        | 2268                           | 426                            | 1975                           | 2921 |   |                    |
| PHS-B 700 (500)         | 22                         | 28A <sup>12</sup> 12.6 | 6                 | 8.75                                     | 448                              | 663  | 1025                       | 3150                           | 463                            | 2701                           | 3661 |   |                    |
| PHS-A 750 (450)         | 17                         | 32A <sup>9</sup> 9.0   | 6                 | 3.96                                     | 264                              | 544  | 686                        | 1843                           | 539                            | 1633                           | 2915 | 9415                                      | 1049               |
| PHS-AB 750 (450)        | 18                         | 32A <sup>10</sup> 10.7 | 6                 | 5.47                                     | 369                              | 652  | 948                        | 2592                           | 571                            | 2273                           | 3565 |   |                    |
| PHS-B 750 (450)         | 20                         | 32A <sup>12</sup> 12.6 | 6                 | 7.41                                     | 507                              | 794  | 1257                       | 3600                           | 613                            | 3116                           | 4424 |   |                    |

续表 A.0.2-4

| 规格<br>(代号 边长 (空心<br>内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值 (未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|--|--------------------|
|                          |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |  |                    |
| PHS-A 750 (510)          | 18                         | 32A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.44                                     | 281                              | 546  | 686                        | 1843                           | 479                            | 1628                           | 2768 | 8359                                       | 931                |
| PHS-AB 750 (510)         | 19                         | 32A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.11                                     | 391                              | 659  | 948                        | 2592                           | 511                            | 2263                           | 3415 |  |                    |
| PHS-B 750 (510)          | 22                         | 32A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.25                                     | 535                              | 808  | 1257                       | 3600                           | 552                            | 3098                           | 4266 |  |                    |
| PHS-A 800 (500)          | 17                         | 36A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.05                                     | 323                              | 658  | 829                        | 2074                           | 587                            | 1836                           | 3246 | 10353                                      | 1153               |
| PHS-AB 800 (500)         | 19                         | 36A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.59                                     | 451                              | 789  | 1140                       | 2916                           | 623                            | 2555                           | 3976 |  |                    |
| PHS-B 800 (500)          | 21                         | 36A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.57                                     | 619                              | 963  | 1512                       | 4050                           | 670                            | 3501                           | 4939 |  |                    |
| PHS-A 800 (560)          | 19                         | 36A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.54                                     | 342                              | 659  | 829                        | 2074                           | 522                            | 1830                           | 3084 | 9187                                       | 1024               |
| PHS-AB 800 (560)         | 20                         | 36A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.24                                     | 476                              | 796  | 1140                       | 2916                           | 558                            | 2544                           | 3812 |  |                    |
| PHS-B 800 (560)          | 23                         | 36A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.43                                     | 653                              | 978  | 1513                       | 4050                           | 605                            | 3481                           | 4765 |  |                    |
| PHS-A 850 (550)          | 18                         | 40A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.11                                     | 388                              | 784  | 986                        | 2304                           | 636                            | 2039                           | 3582 | 11316                                      | 1261               |
| PHS-AB 850 (550)         | 20                         | 40A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.67                                     | 541                              | 941  | 1349                       | 3240                           | 676                            | 2838                           | 4395 |  |                    |
| PHS-B 850 (550)          | 22                         | 40A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.68                                     | 743                              | 1149 | 1791                       | 4500                           | 728                            | 3887                           | 5461 |  |                    |
| PHS-A 850 (610)          | 19                         | 40A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.61                                     | 410                              | 783  | 986                        | 2304                           | 567                            | 2033                           | 3405 | 10040                                      | 1119               |
| PHS-AB 850 (610)         | 21                         | 40A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.34                                     | 570                              | 948  | 1350                       | 3240                           | 606                            | 2825                           | 4211 |  |                    |
| PHS-B 850 (610)          | 24                         | 40A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.56                                     | 782                              | 1165 | 1792                       | 4500                           | 658                            | 3864                           | 5268 |  |                    |
| PHS-A 900 (600)          | 19                         | 44A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.16                                     | 459                              | 922  | 1155                       | 2534                           | 685                            | 2243                           | 3920 | 12304                                      | 1371               |
| PHS-AB 900 (600)         | 21                         | 44A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.73                                     | 639                              | 1108 | 1576                       | 3564                           | 729                            | 3120                           | 4813 |  |                    |
| PHS-B 900 (600)          | 23                         | 44A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.76                                     | 879                              | 1354 | 2094                       | 4950                           | 787                            | 4274                           | 5987 |  |                    |
| PHS-A 900 (660)          | 20                         | 44A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.66                                     | 483                              | 919  | 1155                       | 2534                           | 612                            | 2235                           | 3727 | 10918                                      | 1216               |
| PHS-AB 900 (660)         | 22                         | 44A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.41                                     | 673                              | 1114 | 1577                       | 3564                           | 655                            | 3106                           | 4613 |  |                    |
| PHS-B 900 (660)          | 25                         | 44A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.65                                     | 922                              | 1370 | 2095                       | 4950                           | 713                            | 4248                           | 5775 |  |                    |
| PHS-A 1000 (700)         | 20                         | 48A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 3.90                                     | 573                              | 1189 | 1413                       | 2765                           | 776                            | 2451                           | 4406 | 14355                                      | 1599               |
| PHS-AB 1000 (700)        | 22                         | 48A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.38                                     | 798                              | 1421 | 1939                       | 3888                           | 824                            | 3412                           | 5384 |  |                    |
| PHS-B 1000 (700)         | 24                         | 48A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.30                                     | 1098                             | 1729 | 2590                       | 5400                           | 887                            | 4677                           | 6670 |  |                    |
| PHS-A 1000 (760)         | 21                         | 48A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.37                                     | 601                              | 1179 | 1413                       | 2765                           | 694                            | 2443                           | 4182 | 12749                                      | 1421               |
| PHS-AB 1000 (760)        | 23                         | 48A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.02                                     | 837                              | 1421 | 1939                       | 3888                           | 742                            | 3397                           | 5152 |  |                    |
| PHS-B 1000 (760)         | 26                         | 48A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.13                                     | 1147                             | 1740 | 2591                       | 5400                           | 805                            | 4650                           | 6429 |  |                    |

注：1、PHS 空心方桩的混凝土强度等级为 C80；

2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.65。



表 A. 0. 2-5 UHS 空心方桩桩身配筋及力学性能参数表 (C105)

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值 (未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|--|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |  |                    |
| UHS-A 200 (100)            | 9                          | 4A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.92                                     | 4                                | 10   | 10                         | 144                            | 47                             | 129                            | 252  | 947  | 84                 |
| UHS-AB 200 (100)           | 10                         | 4A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 6.13                                     | 8                                | 15   | 15                         | 230                            | 51                             | 203                            | 327  |  |                    |
| UHS-A 250 (130)            | 8                          | 4A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.59                                     | 5                                | 14   | 14                         | 144                            | 69                             | 129                            | 316  | 1449                                       | 128                |
| UHS-AB 250 (130)           | 10                         | 4A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.09                                     | 10                               | 22   | 22                         | 230                            | 73                             | 206                            | 395  |  |                    |
| UHS-A 300 (140)            | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.40                                     | 14                               | 35   | 35                         | 288                            | 110                            | 258                            | 543  | 2197                                       | 194                |
| UHS-AB 300 (140)           | 11                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 5.33                                     | 24                               | 47   | 56                         | 461                            | 118                            | 409                            | 697  |  |                    |
| UHS-B 300 (140)            | 12                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 7.34                                     | 33                               | 56   | 79                         | 648                            | 126                            | 569                            | 860  |  |                    |
| UHS-C 300 (140)            | 14                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 9.92                                     | 46                               | 69   | 110                        | 900                            | 136                            | 780                            | 1075 |  |                    |
| UHS-A 300 (170)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.75                                     | 15                               | 35   | 35                         | 288                            | 97                             | 257                            | 514  | 1982                                       | 175                |
| UHS-AB 300 (170)           | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 5.87                                     | 26                               | 48   | 56                         | 461                            | 105                            | 407                            | 667  |  |                    |
| UHS-B 300 (170)            | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 8.07                                     | 36                               | 58   | 79                         | 648                            | 113                            | 567                            | 830  |  |                    |
| UHS-C 300 (170)            | 15                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 10.88                                    | 48                               | 71   | 110                        | 900                            | 123                            | 777                            | 1045 |  |                    |
| UHS-A 350 (170)            | 10                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.56                                     | 14                               | 43   | 43                         | 288                            | 142                            | 259                            | 638  | 2939                                       | 259                |
| UHS-AB 350 (170)           | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.04                                     | 28                               | 64   | 69                         | 461                            | 150                            | 411                            | 792  |  |                    |
| UHS-B 350 (170)            | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 5.59                                     | 40                               | 76   | 97                         | 648                            | 158                            | 574                            | 959  |  |                    |
| UHS-C 350 (170)            | 14                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 7.60                                     | 55                               | 92   | 135                        | 900                            | 169                            | 789                            | 1178 |  |                    |
| UHS-A 350 (190)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.71                                     | 15                               | 43   | 43                         | 288                            | 132                            | 259                            | 617  | 2772                                       | 245                |
| UHS-AB 350 (190)           | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.27                                     | 30                               | 65   | 69                         | 461                            | 139                            | 411                            | 772  |  |                    |
| UHS-B 350 (190)            | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 5.90                                     | 41                               | 77   | 97                         | 648                            | 148                            | 573                            | 937  |  |                    |
| UHS-C 350 (190)            | 14                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 8.02                                     | 57                               | 93   | 135                        | 900                            | 158                            | 788                            | 1156 |  |                    |
| UHS-A 350 (210)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.90                                     | 16                               | 43   | 43                         | 288                            | 121                            | 258                            | 592  | 2587                                       | 228                |
| UHS-AB 350 (210)           | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.56                                     | 31                               | 65   | 69                         | 461                            | 129                            | 410                            | 747  |  |                    |
| UHS-A 400 (200)            | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.16                                     | 32                               | 82   | 82                         | 461                            | 186                            | 413                            | 903  | 3786                                       | 334                |
| UHS-AB 400 (200)           | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.39                                     | 46                               | 100  | 115                        | 648                            | 195                            | 577                            | 1070 |  |                    |
| UHS-B 400 (200)            | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 6.45                                     | 69                               | 123  | 173                        | 972                            | 209                            | 857                            | 1355 |  |                    |
| UHS-C 400 (200)            | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 8.74                                     | 94                               | 149  | 240                        | 1350                           | 225                            | 1177                           | 1682 |  |                    |

续表 A. 0. 2-5

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值 (未<br>考虑压屈影<br>响) $R_p$ (kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| UHS-A 400 (220)            | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.33                                     | 33                               | 82   | 82                         | 461                            | 174                            | 413                            | 878  | 3592  | 317                |
| UHS-AB 400 (220)           | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.62                                     | 48                               | 100  | 115                        | 648                            | 182                            | 576                            | 1044 |   |                    |
| UHS-B 400 (220)            | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 6.77                                     | 71                               | 124  | 173                        | 972                            | 196                            | 856                            | 1330 |   |                    |
| UHS-C 400 (220)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 9.17                                     | 97                               | 151  | 240                        | 1350                           | 212                            | 1175                           | 1656 |   |                    |
| UHS-A 400 (240)            | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.53                                     | 34                               | 82   | 82                         | 461                            | 162                            | 412                            | 850  | 3379  | 298                |
| UHS-AB 400 (240)           | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.89                                     | 50                               | 101  | 115                        | 648                            | 170                            | 576                            | 1018 |   |                    |
| UHS-B400 (240)             | 15                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 7.17                                     | 73                               | 125  | 173                        | 972                            | 184                            | 854                            | 1301 |   |                    |
| UHS-C 400 (240)            | 17                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 9.70                                     | 101                              | 154  | 240                        | 1350                           | 200                            | 1172                           | 1625 |   |                    |
| UHS-A 400 (260)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.39                                     | 16                               | 51   | 51                         | 288                            | 142                            | 259                            | 665  | 3148  | 278                |
| UHS-AB 400 (260)           | 13                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.78                                     | 35                               | 82   | 82                         | 461                            | 150                            | 412                            | 821  |   |                    |
| UHS-A 450 (220)            | 13                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.69                                     | 55                               | 131  | 142                        | 691                            | 256                            | 618                            | 1246 | 4843  | 428                |
| UHS-AB 450 (220)           | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.11                                     | 77                               | 154  | 200                        | 972                            | 268                            | 863                            | 1496 |   |                    |
| UHS-B 450 (220)            | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.96                                     | 107                              | 184  | 278                        | 1350                           | 284                            | 1187                           | 1827 |   |                    |
| UHS-C 450 (220)            | 17                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 9.08                                     | 141                              | 220  | 363                        | 1800                           | 303                            | 1567                           | 2214 |   |                    |
| UHS-A 450 (250)            | 13                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.94                                     | 58                               | 132  | 142                        | 691                            | 235                            | 617                            | 1204 | 4517  | 399                |
| UHS-AB 450 (250)           | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.46                                     | 81                               | 156  | 200                        | 972                            | 247                            | 861                            | 1452 |   |                    |
| UHS-B 450 (250)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.43                                     | 111                              | 187  | 278                        | 1350                           | 263                            | 1185                           | 1783 |   |                    |
| UHS-C 450 (250)            | 17                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 9.67                                     | 147                              | 224  | 363                        | 1800                           | 282                            | 1562                           | 2168 |   |                    |
| UHS-A 450 (300)            | 13                         | 12A <sup>b</sup> 7.1  | 5                 | 2.90                                     | 32                               | 89   | 89                         | 432                            | 188                            | 388                            | 890  | 3881  | 343                |
| UHS-AB 450 (300)           | 14                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 4.56                                     | 63                               | 132  | 142                        | 691                            | 200                            | 615                            | 1121 |   |                    |
| UHS-A 500 (240)            | 13                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 2.98                                     | 60                               | 161  | 161                        | 691                            | 311                            | 620                            | 1400 | 6029  | 532                |
| UHS-AB 500 (240)           | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.14                                     | 86                               | 191  | 227                        | 972                            | 323                            | 867                            | 1652 |   |                    |
| UHS-B 500 (240)            | 15                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 5.67                                     | 119                              | 225  | 315                        | 1350                           | 340                            | 1195                           | 1985 |   |                    |
| UHS-C 500 (240)            | 16                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.42                                     | 157                              | 264  | 420                        | 1800                           | 359                            | 1580                           | 2379 |   |                    |
| UHS-A 500 (280)            | 13                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.23                                     | 63                               | 161  | 161                        | 691                            | 279                            | 619                            | 1338 | 5548  | 490                |
| UHS-AB 500 (280)           | 14                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.49                                     | 91                               | 193  | 227                        | 972                            | 292                            | 865                            | 1587 |   |                    |
| UHS-B 500 (280)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.13                                     | 125                              | 228  | 315                        | 1350                           | 308                            | 1192                           | 1921 |   |                    |
| UHS-C 500 (280)            | 17                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.01                                     | 165                              | 270  | 420                        | 1800                           | 327                            | 1575                           | 2312 |   |                    |
| UHS-A 500 (300)            | 14                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.39                                     | 65                               | 161  | 161                        | 691                            | 264                            | 619                            | 1304 | 5280  | 466                |
| UHS-AB 500 (300)           | 15                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.71                                     | 93                               | 193  | 227                        | 972                            | 276                            | 864                            | 1552 |   |                    |
| UHS-B 500 (300)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.42                                     | 129                              | 230  | 315                        | 1350                           | 292                            | 1190                           | 1885 |   |                    |
| UHS-C 500 (300)            | 18                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.39                                     | 170                              | 272  | 420                        | 1800                           | 311                            | 1572                           | 2275 |   |                    |

续表 A.0.2-5

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值(未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| UHS-A 500 (310)            | 14                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.48                                     | 66                               | 161  | 161                        | 691                            | 256                            | 618                            | 1284 | 5139                                      | 454                |
| UHS-AB 500 (310)           | 15                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.83                                     | 95                               | 194  | 227                        | 972                            | 268                            | 864                            | 1535 |   |                    |
| UHS-B 500 (310)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.59                                     | 130                              | 230  | 315                        | 1350                           | 284                            | 1189                           | 1866 |   |                    |
| UHS-C 500 (310)            | 18                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.60                                     | 172                              | 273  | 420                        | 1800                           | 304                            | 1571                           | 2256 |   |                    |
| UHS-A 500 (350)            | 13                         | 12A <sup>b</sup> 7.1  | 5                 | 2.49                                     | 33                               | 101  | 101                        | 432                            | 213                            | 388                            | 972  | 4528                                      | 400                |
| UHS-AB 500 (350)           | 15                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.93                                     | 70                               | 161  | 161                        | 691                            | 225                            | 617                            | 1206 |   |                    |
| UHS-A 550 (265)            | 14                         | 16A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.28                                     | 90                               | 229  | 241                        | 922                            | 378                            | 825                            | 1768 |   |                    |
| UHS-AB 550 (265)           | 15                         | 16A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.55                                     | 126                              | 266  | 338                        | 1296                           | 394                            | 1153                           | 2103 | 7283                                      | 643                |
| UHS-B 550 (265)            | 16                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.22                                     | 174                              | 316  | 470                        | 1800                           | 416                            | 1589                           | 2547 |   |                    |
| UHS-C 550 (265)            | 17                         | 20A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.66                                     | 216                              | 359  | 575                        | 2250                           | 435                            | 1972                           | 2937 |   |                    |
| UHS-A 550 (310)            | 14                         | 16A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.56                                     | 95                               | 230  | 241                        | 922                            | 338                            | 824                            | 1692 |   |                    |
| UHS-AB 550 (310)           | 16                         | 16A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.94                                     | 133                              | 269  | 338                        | 1296                           | 355                            | 1151                           | 2025 | 6685                                      | 590                |
| UHS-B 550 (310)            | 17                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.74                                     | 183                              | 321  | 470                        | 1800                           | 377                            | 1585                           | 2467 |   |                    |
| UHS-C 550 (310)            | 18                         | 20A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.29                                     | 228                              | 367  | 575                        | 2250                           | 396                            | 1966                           | 2855 |   |                    |
| UHS-A 550 (350)            | 15                         | 16A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.91                                     | 100                              | 230  | 241                        | 922                            | 304                            | 823                            | 1612 |   |                    |
| UHS-AB 550 (350)           | 16                         | 16A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.41                                     | 140                              | 271  | 338                        | 1296                           | 320                            | 1148                           | 1944 | 6074                                      | 536                |
| UHS-B 550 (350)            | 18                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.37                                     | 193                              | 325  | 470                        | 1800                           | 342                            | 1580                           | 2384 |   |                    |
| UHS-C 550 (350)            | 19                         | 20A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 9.05                                     | 239                              | 373  | 575                        | 2250                           | 361                            | 1959                           | 2771 |   |                    |
| UHS-A 550 (400)            | 15                         | 16A <sup>b</sup> 7.1  | 5                 | 2.88                                     | 54                               | 150  | 150                        | 576                            | 245                            | 517                            | 1190 |   |                    |
| UHS-AB 550 (400)           | 16                         | 16A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 4.53                                     | 108                              | 228  | 241                        | 922                            | 260                            | 820                            | 1499 | 5207                                      | 460                |
| UHS-A 600 (360)            | 16                         | 20A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.90                                     | 133                              | 305  | 333                        | 1152                           | 383                            | 1028                           | 2016 |   |                    |
| UHS-AB 600 (360)           | 17                         | 20A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.41                                     | 186                              | 360  | 468                        | 1620                           | 403                            | 1436                           | 2431 | 7603                                      | 671                |
| UHS-B 600 (360)            | 19                         | 20A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.36                                     | 256                              | 432  | 645                        | 2250                           | 430                            | 1975                           | 2981 |   |                    |
| UHS-C 600 (360)            | 20                         | 24A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.71                                     | 305                              | 483  | 753                        | 2700                           | 449                            | 2355                           | 3369 |   |                    |
| UHS-A 600 (400)            | 16                         | 20A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 4.29                                     | 140                              | 305  | 333                        | 1152                           | 345                            | 1027                           | 1925 | 6900                                      | 609                |
| UHS-AB 600 (400)           | 18                         | 20A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.93                                     | 195                              | 362  | 468                        | 1620                           | 365                            | 1432                           | 2338 |   |                    |
| UHS-B 600 (400)            | 20                         | 20A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.05                                     | 269                              | 438  | 646                        | 2250                           | 392                            | 1968                           | 2885 |   |                    |
| UHS-C 600 (400)            | 21                         | 24A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 9.51                                     | 320                              | 491  | 753                        | 2700                           | 410                            | 2346                           | 3271 |   |                    |

续表 A.0.2-5

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承<br>载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值(未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                                |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| UHS-A 600 (450)            | 16                         | 20A <sup>b</sup> 7.1  | 5                 | 3.16                                     | 80                               | 208  | 208                            | 720                            | 278                            | 645                            | 1410 | 5917                                      | 522                |
| UHS-AB 600 (450)           | 18                         | 20A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 4.96                                     | 149                              | 302  | 333                            | 1152                           | 297                            | 1023                           | 1796 |   |                    |
| UHS-A 650 (350)            | 16                         | 24A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 3.71                                     | 165                              | 391  | 438                            | 1382                           | 511                            | 1235                           | 2483 |   |                    |
| UHS-AB 650 (350)           | 17                         | 24A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.15                                     | 231                              | 459  | 616                            | 1944                           | 536                            | 1725                           | 2981 | 9608                                      | 848                |
| UHS-B 650 (350)            | 19                         | 24A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.01                                     | 319                              | 550  | 838                            | 2700                           | 568                            | 2374                           | 3644 |   |                    |
| UHS-C 650 (350)            | 19                         | 28A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.09                                     | 372                              | 604  | 954                            | 3150                           | 587                            | 2755                           | 4032 |   |                    |
| UHS-A 650 (420)            | 17                         | 24A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.25                                     | 179                              | 392  | 438                            | 1382                           | 439                            | 1232                           | 2319 | 8361                                      | 738                |
| UHS-AB 650 (420)           | 18                         | 24A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.87                                     | 250                              | 465  | 616                            | 1944                           | 463                            | 1719                           | 2817 |   |                    |
| UHS-B 650 (420)            | 20                         | 24A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.98                                     | 344                              | 562  | 838                            | 2700                           | 495                            | 2363                           | 3473 |   |                    |
| UHS-C 650 (420)            | 21                         | 28A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 9.19                                     | 400                              | 620  | 954                            | 3150                           | 514                            | 2741                           | 3859 |   |                    |
| UHS-A 700 (440)            | 17                         | 28A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.17                                     | 222                              | 491  | 556                            | 1613                           | 519                            | 1438                           | 2731 | 9951                                      | 879                |
| UHS-AB 700 (440)           | 19                         | 28A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.76                                     | 310                              | 582  | 781                            | 2268                           | 548                            | 2006                           | 3312 |   |                    |
| UHS-B 700 (440)            | 21                         | 28A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.83                                     | 427                              | 703  | 1053                           | 3150                           | 585                            | 2759                           | 4080 |   |                    |
| UHS-A 700 (500)            | 18                         | 28A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.76                                     | 237                              | 489  | 556                            | 1613                           | 452                            | 1434                           | 2564 | 8647                                      | 763                |
| UHS-AB 700 (500)           | 20                         | 28A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.58                                     | 331                              | 585  | 781                            | 2268                           | 480                            | 1998                           | 3137 |   |                    |
| UHS-B 700 (500)            | 22                         | 28A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.91                                     | 455                              | 713  | 1053                           | 3150                           | 517                            | 2744                           | 3899 |   |                    |
| UHS-A 750 (450)            | 18                         | 32A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 3.99                                     | 266                              | 603  | 686                            | 1843                           | 618                            | 1645                           | 3191 | 11880                                     | 1049               |
| UHS-AB 750 (450)           | 19                         | 32A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.53                                     | 372                              | 713  | 965                            | 2592                           | 650                            | 2296                           | 3853 |   |                    |
| UHS-B 750 (450)            | 21                         | 32A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.52                                     | 513                              | 859  | 1291                           | 3600                           | 694                            | 3158                           | 4733 |   |                    |
| UHS-A 750 (510)            | 19                         | 32A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.48                                     | 283                              | 602  | 686                            | 1843                           | 545                            | 1641                           | 3015 | 10548                                     | 931                |
| UHS-AB 750 (510)           | 20                         | 32A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.19                                     | 395                              | 718  | 965                            | 2592                           | 578                            | 2288                           | 3674 |   |                    |
| UHS-B 750 (510)            | 22                         | 32A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.40                                     | 543                              | 871  | 1291                           | 3600                           | 620                            | 3144                           | 4548 |   |                    |
| UHS-A 800 (500)            | 18                         | 36A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.08                                     | 325                              | 729  | 829                            | 2074                           | 673                            | 1850                           | 3550 | 13063                                     | 1153               |
| UHS-AB 800 (500)           | 20                         | 36A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.65                                     | 455                              | 863  | 1162                           | 2916                           | 709                            | 2581                           | 4294 |   |                    |
| UHS-B 800 (500)            | 22                         | 36A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.68                                     | 627                              | 1041 | 1553                           | 4050                           | 758                            | 3549                           | 5282 |   |                    |
| UHS-A 800 (560)            | 19                         | 36A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.58                                     | 345                              | 726  | 829                            | 2074                           | 595                            | 1845                           | 3356 | 11592                                     | 1024               |
| UHS-AB 800 (560)           | 21                         | 36A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.32                                     | 481                              | 867  | 1162                           | 2916                           | 631                            | 2573                           | 4100 |   |                    |
| UHS-B 800 (560)            | 23                         | 36A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.58                                     | 663                              | 1054 | 1553                           | 4050                           | 679                            | 3534                           | 5079 |   |                    |
| UHS-A 850 (550)            | 19                         | 40A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.15                                     | 391                              | 868  | 986                            | 2304                           | 728                            | 2054                           | 3910 | 14278                                     | 1261               |
| UHS-AB 850 (550)           | 21                         | 40A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.74                                     | 546                              | 1028 | 1375                           | 3240                           | 769                            | 2867                           | 4740 |   |                    |
| UHS-B 850 (550)            | 23                         | 40A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.80                                     | 753                              | 1242 | 1839                           | 4500                           | 822                            | 3942                           | 5837 |   |                    |

续表 A.0.2-5

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承<br>载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值 (未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|--|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                                |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |  |                    |
| UHS-A 850 (610)            | 20                         | 40A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.65                                     | 413                              | 862  | 986                            | 2304                           | 645                            | 2049                           | 3701 | 12669                                      | 1119               |
| UHS-AB 850 (610)           | 22                         | 40A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.42                                     | 576                              | 1031 | 1375                           | 3240                           | 685                            | 2857                           | 4526 |  |                    |
| UHS-B 850 (610)            | 24                         | 40A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.71                                     | 794                              | 1255 | 1839                           | 4500                           | 739                            | 3924                           | 5613 |  |                    |
| UHS-A 900 (600)            | 20                         | 44A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.19                                     | 462                              | 1020 | 1155                           | 2534                           | 784                            | 2259                           | 4281 | 15525                                      | 1371               |
| UHS-AB 900 (600)           | 22                         | 44A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.80                                     | 646                              | 1210 | 1605                           | 3564                           | 829                            | 3152                           | 5190 |  |                    |
| UHS-B 900 (600)            | 24                         | 44A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.89                                     | 891                              | 1463 | 2149                           | 4950                           | 888                            | 4334                           | 6394 |  |                    |
| UHS-A 900 (660)            | 21                         | 44A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.70                                     | 487                              | 1012 | 1155                           | 2534                           | 696                            | 2254                           | 4052 | 13777                                      | 1216               |
| UHS-AB 900 (660)           | 23                         | 44A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.49                                     | 680                              | 1211 | 1605                           | 3564                           | 741                            | 3142                           | 4957 |  |                    |
| UHS-B 900 (660)            | 25                         | 44A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.80                                     | 936                              | 1475 | 2149                           | 4950                           | 799                            | 4315                           | 6154 |  |                    |
| UHS-A 1000 (700)           | 21                         | 48A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 3.93                                     | 576                              | 1319 | 1413                           | 2765                           | 890                            | 2468                           | 4823 | 18113                                      | 1599               |
| UHS-AB 1000 (700)          | 23                         | 48A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.44                                     | 806                              | 1556 | 1970                           | 3888                           | 938                            | 3445                           | 5820 |  |                    |
| UHS-B 1000 (700)           | 25                         | 48A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.41                                     | 1112                             | 1871 | 2649                           | 5400                           | 1003                           | 4739                           | 7137 |  |                    |
| UHS-A 1000 (760)           | 22                         | 48A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.41                                     | 606                              | 1301 | 1413                           | 2765                           | 791                            | 2462                           | 4556 | 16087                                      | 1421               |
| UHS-AB 1000 (760)          | 24                         | 48A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.09                                     | 846                              | 1549 | 1970                           | 3888                           | 840                            | 3434                           | 5549 |  |                    |
| UHS-B 1000 (760)           | 27                         | 48A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.27                                     | 1164                             | 1877 | 2650                           | 5400                           | 904                            | 4719                           | 6859 |  |                    |

注：1、UHS 空心方桩 (C105) 的混凝土力学性能指标见表 5.3.6；

2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.65。

表 A. 0. 2-6 UHS 空心方桩桩身配筋及力学性能参数表 (C125)

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承<br>载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载<br>力设计值 (未考<br>虑压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|--|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                                |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |  |                    |
| UHS-A 200 (100)            | 9                          | 4A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.94                                     | 4                                | 10   | 10                             | 144                            | 54                             | 129                            | 275  | 1080                                       | 84                 |
| UHS-AB 200 (100)           | 10                         | 4A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 6.17                                     | 8                                | 15   | 15                             | 230                            | 57                             | 205                            | 353  |  |                    |
| UHS-A 250 (130)            | 8                          | 4A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.60                                     | 4                                | 14   | 14                             | 144                            | 79                             | 130                            | 353  | 1654                                       | 128                |
| UHS-AB 250 (130)           | 10                         | 4A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.11                                     | 9                                | 22   | 22                             | 230                            | 83                             | 206                            | 430  |  |                    |
| UHS-A 300 (140)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.41                                     | 13                               | 35   | 35                             | 288                            | 126                            | 259                            | 598  | 2507                                       | 194                |
| UHS-AB 300 (140)           | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 5.36                                     | 24                               | 51   | 56                             | 461                            | 134                            | 410                            | 751  |  |                    |
| UHS-B 300 (140)            | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 7.39                                     | 34                               | 61   | 79                             | 648                            | 142                            | 573                            | 919  |  |                    |
| UHS-C 300 (140)            | 14                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 10.02                                    | 46                               | 74   | 110                            | 900                            | 153                            | 787                            | 1137 |  |                    |
| UHS-A 300 (170)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 3.77                                     | 13                               | 35   | 35                             | 288                            | 111                            | 258                            | 563  | 2262                                       | 175                |
| UHS-AB 300 (170)           | 13                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 5.91                                     | 26                               | 52   | 56                             | 461                            | 118                            | 410                            | 719  |  |                    |
| UHS-B 300 (170)            | 14                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 8.14                                     | 36                               | 62   | 79                             | 648                            | 126                            | 571                            | 884  |  |                    |
| UHS-C 300 (170)            | 15                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 11.01                                    | 49                               | 76   | 110                            | 900                            | 137                            | 784                            | 1102 |  |                    |
| UHS-A 350 (170)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.57                                     | 13                               | 43   | 43                             | 288                            | 164                            | 259                            | 708  | 3354                                       | 259                |
| UHS-AB 350 (170)           | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.05                                     | 28                               | 69   | 69                             | 461                            | 172                            | 413                            | 868  |  |                    |
| UHS-B 350 (170)            | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 5.62                                     | 40                               | 83   | 97                             | 648                            | 180                            | 577                            | 1035 |  |                    |
| UHS-C 350 (170)            | 14                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 7.66                                     | 55                               | 99   | 135                            | 900                            | 191                            | 795                            | 1258 |  |                    |
| UHS-A 350 (190)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.72                                     | 13                               | 43   | 43                             | 288                            | 152                            | 259                            | 684  | 3164                                       | 245                |
| UHS-AB 350 (190)           | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.29                                     | 29                               | 69   | 69                             | 461                            | 159                            | 412                            | 840  |  |                    |
| UHS-B 350 (190)            | 14                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 5.94                                     | 42                               | 84   | 97                             | 648                            | 167                            | 576                            | 1008 |  |                    |
| UHS-C 350 (190)            | 15                         | 8A <sup>b</sup> 12.6  | 4                 | 8.09                                     | 57                               | 100  | 135                            | 900                            | 178                            | 793                            | 1230 |  |                    |
| UHS-A 350 (210)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.91                                     | 14                               | 43   | 43                             | 288                            | 139                            | 259                            | 656  | 2953                                       | 228                |
| UHS-AB 350 (210)           | 13                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 4.58                                     | 30                               | 69   | 69                             | 461                            | 147                            | 412                            | 813  |  |                    |
| UHS-A 400 (200)            | 12                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.17                                     | 28                               | 82   | 82                             | 461                            | 215                            | 414                            | 996  | 4321                                       | 334                |
| UHS-AB 400 (200)           | 13                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.41                                     | 47                               | 110  | 115                            | 648                            | 223                            | 579                            | 1165 |  |                    |
| UHS-B 400 (200)            | 15                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 6.49                                     | 69                               | 133  | 173                            | 972                            | 237                            | 862                            | 1454 |  |                    |
| UHS-C 400 (200)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 8.82                                     | 95                               | 160  | 240                            | 1350                           | 253                            | 1186                           | 1786 |  |                    |

续表 A.0.2-6

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载力<br>设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设计<br>值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设计<br>值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载力<br>设计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$<br>(kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|--|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |  |                    |
| UHS-A 400 (220)            | 13                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.34                                     | 29                               | 82   | 82                         | 461                            | 200                            | 414                            | 967  | 4099                                       | 317                |
| UHS-AB 400 (220)           | 14                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.64                                     | 48                               | 110  | 115                        | 648                            | 208                            | 579                            | 1136 |  |                    |
| UHS-B 400 (220)            | 15                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 6.82                                     | 72                               | 135  | 173                        | 972                            | 222                            | 861                            | 1424 |  |                    |
| UHS-C 400 (220)            | 17                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 9.26                                     | 98                               | 162  | 240                        | 1350                           | 238                            | 1184                           | 1754 |  |                    |
| UHS-A 400 (240)            | 13                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.54                                     | 30                               | 82   | 82                         | 461                            | 185                            | 413                            | 933  | 3857                                       | 298                |
| UHS-AB 400 (240)           | 14                         | 8A <sup>b</sup> 10.7  | 4                 | 4.92                                     | 50                               | 111  | 115                        | 648                            | 194                            | 578                            | 1102 |  |                    |
| UHS-B400 (240)             | 16                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 4                 | 7.22                                     | 74                               | 136  | 173                        | 972                            | 208                            | 860                            | 1391 |  |                    |
| UHS-C 400 (240)            | 17                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 4                 | 9.79                                     | 102                              | 164  | 240                        | 1350                           | 224                            | 1182                           | 1720 |  |                    |
| UHS-A 400 (260)            | 11                         | 8A <sup>b</sup> 7.1   | 4                 | 2.40                                     | 15                               | 51   | 51                         | 288                            | 163                            | 260                            | 743  | 3593                                       | 278                |
| UHS-AB 400 (260)           | 14                         | 8A <sup>b</sup> 9.0   | 4                 | 3.79                                     | 32                               | 82   | 82                         | 461                            | 171                            | 413                            | 899  |  |                    |
| UHS-A 450 (220)            | 13                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.70                                     | 54                               | 142  | 142                        | 691                            | 293                            | 620                            | 1367 | 5528                                       | 428                |
| UHS-AB 450 (220)           | 15                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.14                                     | 78                               | 169  | 200                        | 972                            | 305                            | 867                            | 1619 |  |                    |
| UHS-B 450 (220)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.01                                     | 108                              | 200  | 278                        | 1350                           | 321                            | 1195                           | 1955 |  |                    |
| UHS-C 450 (220)            | 17                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 9.16                                     | 142                              | 235  | 368                        | 1800                           | 341                            | 1580                           | 2349 |  |                    |
| UHS-A 450 (250)            | 14                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.96                                     | 56                               | 142  | 142                        | 691                            | 268                            | 619                            | 1316 | 5155                                       | 399                |
| UHS-AB 450 (250)           | 15                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 5.49                                     | 81                               | 170  | 200                        | 972                            | 280                            | 865                            | 1568 |  |                    |
| UHS-B 450 (250)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.48                                     | 112                              | 202  | 278                        | 1350                           | 296                            | 1193                           | 1904 |  |                    |
| UHS-C 450 (250)            | 18                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 9.77                                     | 148                              | 239  | 369                        | 1800                           | 315                            | 1576                           | 2295 |  |                    |
| UHS-A 450 (300)            | 13                         | 12A <sup>b</sup> 7.1  | 5                 | 2.91                                     | 29                               | 89   | 89                         | 432                            | 215                            | 389                            | 985  | 4430                                       | 343                |
| UHS-AB 450 (300)           | 15                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 4.58                                     | 61                               | 142  | 142                        | 691                            | 226                            | 618                            | 1220 |  |                    |
| UHS-A 500 (240)            | 14                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 2.99                                     | 53                               | 161  | 161                        | 691                            | 357                            | 622                            | 1550 | 6881                                       | 532                |
| UHS-AB 500 (240)           | 15                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.16                                     | 86                               | 211  | 227                        | 972                            | 370                            | 870                            | 1803 |  |                    |
| UHS-B 500 (240)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 5.70                                     | 119                              | 245  | 315                        | 1350                           | 386                            | 1201                           | 2141 |  |                    |
| UHS-C 500 (240)            | 17                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 7.48                                     | 158                              | 285  | 420                        | 1800                           | 406                            | 1590                           | 2538 |  |                    |
| UHS-A 500 (280)            | 14                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.24                                     | 56                               | 161  | 161                        | 691                            | 320                            | 621                            | 1476 | 6332                                       | 490                |
| UHS-AB 500 (280)           | 15                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.51                                     | 91                               | 212  | 227                        | 972                            | 332                            | 869                            | 1728 |  |                    |
| UHS-B 500 (280)            | 16                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.17                                     | 126                              | 248  | 315                        | 1350                           | 349                            | 1199                           | 2066 |  |                    |
| UHS-C 500 (280)            | 18                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.08                                     | 166                              | 290  | 420                        | 1800                           | 368                            | 1586                           | 2461 |  |                    |
| UHS-A 500 (300)            | 15                         | 12A <sup>b</sup> 9.0  | 5                 | 3.40                                     | 58                               | 161  | 161                        | 691                            | 301                            | 621                            | 1436 | 6026                                       | 466                |
| UHS-AB 500 (300)           | 16                         | 12A <sup>b</sup> 10.7 | 5                 | 4.73                                     | 94                               | 213  | 227                        | 972                            | 314                            | 868                            | 1686 |  |                    |
| UHS-B 500 (300)            | 17                         | 12A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 6.46                                     | 129                              | 249  | 315                        | 1350                           | 330                            | 1197                           | 2023 |  |                    |
| UHS-C 500 (300)            | 18                         | 16A <sup>b</sup> 12.6 | 5                 | 8.46                                     | 171                              | 293  | 420                        | 1800                           | 349                            | 1584                           | 2419 |  |                    |

续表 A.0.2-6

| 规格<br>(代号-型号 边长<br>(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗<br>裂弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载<br>力设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载力<br>设计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$ (kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                            |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| UHS-A 500 (310)            | 15                         | 12A <sup>9</sup> 9.0  | 5                 | 3.49                                     | 59                               | 161  | 161                        | 691                            | 292                            | 620                            | 1412 | 5865                                    | 454                |
| UHS-AB 500 (310)           | 16                         | 12A <sup>9</sup> 10.7 | 5                 | 4.85                                     | 95                               | 213  | 227                        | 972                            | 304                            | 868                            | 1666 |   |                    |
| UHS-B 500 (310)            | 17                         | 12A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 6.63                                     | 131                              | 250  | 315                        | 1350                           | 321                            | 1197                           | 2002 |   |                    |
| UHS-C 500 (310)            | 19                         | 16A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 8.68                                     | 174                              | 294  | 420                        | 1800                           | 340                            | 1583                           | 2396 |   |                    |
| UHS-A 500 (350)            | 13                         | 12A <sup>9</sup> 7.1  | 5                 | 2.50                                     | 30                               | 101  | 101                        | 432                            | 243                            | 389                            | 1083 | 5168                                    | 400                |
| UHS-AB 500 (350)           | 16                         | 12A <sup>9</sup> 9.0  | 5                 | 3.95                                     | 64                               | 161  | 161                        | 691                            | 255                            | 619                            | 1318 |   |                    |
| UHS-A 550 (265)            | 15                         | 16A <sup>9</sup> 9.0  | 5                 | 3.29                                     | 85                               | 241  | 241                        | 922                            | 434                            | 828                            | 1950 | 8312                                    | 643                |
| UHS-AB 550 (265)           | 16                         | 16A <sup>9</sup> 10.7 | 5                 | 4.58                                     | 127                              | 293  | 338                        | 1296                           | 451                            | 1158                           | 2286 |   |                    |
| UHS-B 550 (265)            | 17                         | 16A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 6.26                                     | 175                              | 343  | 470                        | 1800                           | 473                            | 1598                           | 2737 |   |                    |
| UHS-C 550 (265)            | 18                         | 20A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 7.72                                     | 217                              | 387  | 583                        | 2250                           | 492                            | 1986                           | 3133 |   |                    |
| UHS-A 550 (310)            | 15                         | 16A <sup>9</sup> 9.0  | 5                 | 3.58                                     | 90                               | 241  | 241                        | 922                            | 388                            | 827                            | 1857 | 7629                                    | 590                |
| UHS-AB 550 (310)           | 16                         | 16A <sup>9</sup> 10.7 | 5                 | 4.97                                     | 133                              | 295  | 338                        | 1296                           | 404                            | 1156                           | 2193 |   |                    |
| UHS-B 550 (310)            | 18                         | 16A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 6.79                                     | 184                              | 348  | 470                        | 1800                           | 426                            | 1594                           | 2641 |   |                    |
| UHS-C 550 (310)            | 19                         | 20A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 8.36                                     | 230                              | 395  | 583                        | 2250                           | 445                            | 1981                           | 3038 |   |                    |
| UHS-A 550 (350)            | 16                         | 16A <sup>9</sup> 9.0  | 5                 | 3.93                                     | 95                               | 241  | 241                        | 922                            | 346                            | 826                            | 1763 | 6932                                    | 536                |
| UHS-AB 550 (350)           | 17                         | 16A <sup>9</sup> 10.7 | 5                 | 5.44                                     | 140                              | 296  | 338                        | 1296                           | 363                            | 1154                           | 2100 |   |                    |
| UHS-B 550 (350)            | 19                         | 16A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 7.43                                     | 194                              | 352  | 470                        | 1800                           | 384                            | 1591                           | 2546 |   |                    |
| UHS-C 550 (350)            | 20                         | 20A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 9.14                                     | 241                              | 400  | 583                        | 2250                           | 404                            | 1975                           | 2939 |   |                    |
| UHS-A 550 (400)            | 15                         | 16A <sup>9</sup> 7.1  | 5                 | 2.89                                     | 49                               | 150  | 150                        | 576                            | 279                            | 518                            | 1317 | 5943                                    | 460                |
| UHS-AB 550 (400)           | 17                         | 16A <sup>9</sup> 9.0  | 5                 | 4.55                                     | 104                              | 241  | 241                        | 922                            | 294                            | 824                            | 1632 |   |                    |
| UHS-A 600 (360)            | 16                         | 20A <sup>9</sup> 9.0  | 5                 | 3.92                                     | 131                              | 333  | 333                        | 1152                           | 438                            | 1032                           | 2206 | 8677                                    | 671                |
| UHS-AB 600 (360)           | 18                         | 20A <sup>9</sup> 10.7 | 5                 | 5.44                                     | 187                              | 393  | 468                        | 1620                           | 458                            | 1443                           | 2626 |   |                    |
| UHS-B 600 (360)            | 19                         | 20A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 7.42                                     | 258                              | 467  | 650                        | 2250                           | 485                            | 1988                           | 3183 |   |                    |
| UHS-C 600 (360)            | 20                         | 24A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 8.79                                     | 308                              | 519  | 763                        | 2700                           | 505                            | 2373                           | 3577 |   |                    |
| UHS-A 600 (400)            | 17                         | 20A <sup>9</sup> 9.0  | 5                 | 4.30                                     | 139                              | 333  | 333                        | 1152                           | 392                            | 1030                           | 2098 | 7875                                    | 609                |
| UHS-AB 600 (400)           | 19                         | 20A <sup>9</sup> 10.7 | 5                 | 5.96                                     | 196                              | 394  | 468                        | 1620                           | 413                            | 1440                           | 2518 |   |                    |
| UHS-B 600 (400)            | 20                         | 20A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 8.12                                     | 270                              | 471  | 650                        | 2250                           | 440                            | 1983                           | 3072 |   |                    |
| UHS-C 600 (400)            | 21                         | 24A <sup>9</sup> 12.6 | 5                 | 9.61                                     | 323                              | 525  | 763                        | 2700                           | 459                            | 2366                           | 3464 |   |                    |



续表 A.0.2-6

| 规格<br>(代号 边长(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗裂<br>弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承<br>载力设<br>计值 $M$<br>(kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设<br>计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设<br>计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载力<br>设计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$ (kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|---------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                     |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                                |                                |                                | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| UHS-A 600 (450)     | 16                         | 20A <sup>Ⅲ</sup> 7.1  | 5                 | 3.17                                     | 72                               | 208  | 208                            | 720                            | 316                            | 647                            | 1557 | 6753                                    | 522                |
| UHS-AB 600 (450)    | 18                         | 20A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 5                 | 4.99                                     | 150                              | 331  | 333                            | 1152                           | 335                            | 1028                           | 1947 |   |                    |
| UHS-A 650 (350)     | 17                         | 24A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 3.73                                     | 166                              | 434  | 438                            | 1382                           | 584                            | 1239                           | 2720 | 10965                                   | 848                |
| UHS-AB 650 (350)    | 18                         | 24A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.18                                     | 233                              | 503  | 616                            | 1944                           | 609                            | 1733                           | 3225 |   |                    |
| UHS-B 650 (350)     | 19                         | 24A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.07                                     | 322                              | 596  | 847                            | 2700                           | 641                            | 2389                           | 3896 |   |                    |
| UHS-C 650 (350)     | 20                         | 28A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 8.16                                     | 374                              | 650  | 967                            | 3150                           | 661                            | 2775                           | 4292 |   |                    |
| UHS-A 650 (420)     | 18                         | 24A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.26                                     | 179                              | 433  | 438                            | 1382                           | 497                            | 1237                           | 2532 | 9542                                    | 738                |
| UHS-AB 650 (420)    | 19                         | 24A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.91                                     | 251                              | 507  | 616                            | 1944                           | 522                            | 1728                           | 3032 |   |                    |
| UHS-B 650 (420)     | 21                         | 24A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 8.05                                     | 347                              | 606  | 847                            | 2700                           | 555                            | 2380                           | 3699 |   |                    |
| UHS-C 650 (420)     | 22                         | 28A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 9.28                                     | 403                              | 664  | 967                            | 3150                           | 574                            | 2764                           | 4092 |   |                    |
| UHS-A 700 (440)     | 18                         | 28A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.18                                     | 223                              | 543  | 556                            | 1613                           | 590                            | 1443                           | 2983 | 11357                                   | 879                |
| UHS-AB 700 (440)    | 20                         | 28A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.80                                     | 312                              | 635  | 781                            | 2268                           | 619                            | 2017                           | 3568 |   |                    |
| UHS-B 700 (440)     | 21                         | 28A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.90                                     | 430                              | 758  | 1065                           | 3150                           | 657                            | 2778                           | 4346 |   |                    |
| UHS-A 700 (500)     | 19                         | 28A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.79                                     | 238                              | 537  | 556                            | 1613                           | 510                            | 1440                           | 2781 | 9868                                    | 763                |
| UHS-AB 700 (500)    | 21                         | 28A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 6.62                                     | 333                              | 635  | 781                            | 2268                           | 539                            | 2010                           | 3364 |   |                    |
| UHS-B 700 (500)     | 23                         | 28A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 9.00                                     | 458                              | 765  | 1065                           | 3150                           | 576                            | 2767                           | 4138 |   |                    |
| UHS-A 750 (450)     | 18                         | 32A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.01                                     | 267                              | 668  | 686                            | 1843                           | 705                            | 1651                           | 3487 | 13558                                   | 1049               |
| UHS-AB 750 (450)    | 20                         | 32A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.56                                     | 374                              | 779  | 965                            | 2592                           | 738                            | 2307                           | 4158 |   |                    |
| UHS-B 750 (450)     | 22                         | 32A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.58                                     | 517                              | 927  | 1306                           | 3600                           | 781                            | 3179                           | 5049 |   |                    |
| UHS-A 750 (510)     | 19                         | 32A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.50                                     | 284                              | 664  | 686                            | 1843                           | 618                            | 1648                           | 3281 | 12038                                   | 931                |
| UHS-AB 750 (510)    | 21                         | 32A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 6.23                                     | 397                              | 781  | 965                            | 2592                           | 651                            | 2301                           | 3948 |   |                    |
| UHS-B 750 (510)     | 23                         | 32A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 8.47                                     | 548                              | 937  | 1306                           | 3600                           | 694                            | 3168                           | 4836 |   |                    |
| UHS-A 800 (500)     | 19                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.10                                     | 327                              | 806  | 829                            | 2074                           | 767                            | 1856                           | 3875 | 14909                                   | 1153               |
| UHS-AB 800 (500)    | 21                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.68                                     | 457                              | 942  | 1166                           | 2916                           | 804                            | 2594                           | 4631 |   |                    |
| UHS-B 800 (500)     | 23                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.75                                     | 631                              | 1122 | 1570                           | 4050                           | 853                            | 3574                           | 5631 |   |                    |
| UHS-A 800 (560)     | 20                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.60                                     | 346                              | 799  | 829                            | 2074                           | 674                            | 1853                           | 3650 | 13230                                   | 1024               |
| UHS-AB 800 (560)    | 22                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 6.36                                     | 484                              | 942  | 1166                           | 2916                           | 711                            | 2587                           | 4401 |   |                    |
| UHS-B 800 (560)     | 24                         | 36A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 8.66                                     | 668                              | 1132 | 1571                           | 4050                           | 760                            | 3562                           | 5396 |   |                    |
| UHS-A 850 (550)     | 20                         | 40A <sup>Ⅲ</sup> 9.0  | 6                 | 4.17                                     | 392                              | 959  | 986                            | 2304                           | 830                            | 2062                           | 4267 | 16296                                   | 1261               |
| UHS-AB 850 (550)    | 22                         | 40A <sup>Ⅲ</sup> 10.7 | 6                 | 5.77                                     | 549                              | 1122 | 1385                           | 3240                           | 871                            | 2881                           | 5108 |   |                    |
| UHS-B 850 (550)     | 24                         | 40A <sup>Ⅲ</sup> 12.6 | 6                 | 7.87                                     | 759                              | 1339 | 1859                           | 4500                           | 925                            | 3969                           | 6218 |   |                    |

续表 A.0.2-6

| 规格<br>(代号 边长(空心内径)) | 单节<br>长度 $L$<br>$\leq$ (m) | 主筋数量<br>与直径<br>(mm)   | 螺旋筋<br>直径<br>(mm) | 混凝土<br>有效预<br>压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 按标准组合计算的抗裂<br>弯矩 $M_{cr}$ (kN·m) |      | 抗弯承载力<br>设计值<br>$M$ (kN·m) | 桩身受拉<br>承载力设计值 $N$<br>(kN) | 桩身受剪<br>承载力设计值 $V$<br>(kN) | 按标准组合计算的抗<br>裂拉力 $N_{cr}$ (kN) |      | 桩身受压承载力<br>设计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$ (kN) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|---------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--|----------------------------------|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------|
|                     |                            |                       |                   |  | 一级裂缝                             | 二级裂缝 |                            |                            |                            | 一级裂缝                           | 二级裂缝 |   |                    |
| UHS-A 850 (610)     | 21                         | 40A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.67                                     | 415                              | 949  | 986                        | 2304                       | 731                        | 2058                           | 4023 | 14459                                   | 1119               |
| UHS-AB 850 (610)    | 23                         | 40A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.47                                     | 580                              | 1120 | 1385                       | 3240                       | 772                        | 2874                           | 4855 |   |                    |
| UHS-B 850 (610)     | 25                         | 40A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.79                                     | 799                              | 1347 | 1860                       | 4500                       | 826                        | 3955                           | 5962 |   |                    |
| UHS-A 900 (600)     | 21                         | 44A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.21                                     | 464                              | 1127 | 1155                       | 2534                       | 894                        | 2268                           | 4671 | 17718                                   | 1371               |
| UHS-AB 900 (600)    | 23                         | 44A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.84                                     | 649                              | 1319 | 1617                       | 3564                       | 939                        | 3169                           | 5589 |   |                    |
| UHS-B 900 (600)     | 25                         | 44A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.95                                     | 897                              | 1576 | 2172                       | 4950                       | 999                        | 4365                           | 6814 |   |                    |
| UHS-A 900 (660)     | 22                         | 44A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.73                                     | 490                              | 1113 | 1155                       | 2534                       | 789                        | 2263                           | 4397 | 15723                                   | 1216               |
| UHS-AB 900 (660)    | 24                         | 44A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.54                                     | 685                              | 1315 | 1617                       | 3564                       | 834                        | 3160                           | 5315 |   |                    |
| UHS-B 900 (660)     | 26                         | 44A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.88                                     | 943                              | 1583 | 2173                       | 4950                       | 894                        | 4349                           | 6533 |   |                    |
| UHS-A 1000 (700)    | 22                         | 48A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 3.95                                     | 560                              | 1413 | 1413                       | 2765                       | 1015                       | 2477                           | 5274 | 20672                                   | 1599               |
| UHS-AB 1000 (700)   | 24                         | 48A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 5.48                                     | 810                              | 1701 | 1983                       | 3888                       | 1064                       | 3462                           | 6280 |   |                    |
| UHS-B 1000 (700)    | 26                         | 48A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 7.47                                     | 1119                             | 2021 | 2674                       | 5400                       | 1130                       | 4771                           | 7620 |   |                    |
| UHS-A 1000 (760)    | 23                         | 48A <sup>b</sup> 9.0  | 6                 | 4.43                                     | 599                              | 1413 | 1413                       | 2765                       | 898                        | 2472                           | 4961 | 18360                                   | 1421               |
| UHS-AB 1000 (760)   | 25                         | 48A <sup>b</sup> 10.7 | 6                 | 6.13                                     | 851                              | 1686 | 1983                       | 3888                       | 947                        | 3453                           | 5965 |   |                    |
| UHS-B 1000 (760)    | 28                         | 48A <sup>b</sup> 12.6 | 6                 | 8.34                                     | 1173                             | 2020 | 2675                       | 5400                       | 1012                       | 4755                           | 7298 |   |                    |

注：1、UHS 空心方桩 (C125) 的混凝土力学性能指标见表 5.3.6；

2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.65。

表 A. 0. 2-7 PTS 空心方桩桩身配筋及力学性能参数表

| 规格<br>(代号-边长-内<br>径) | 型号 | 两端勾吊最大<br>长度 $L$<br>(m) | 主筋数量与直<br>径 (mm)     | 螺旋筋直<br>径<br>(mm) | 预应力钢棒分<br>布圆周直径 $D_p$<br>(mm) | 混凝土有效<br>预压应力 $\sigma_{pc}$<br>(MPa) | 桩身轴心受压承载<br>力设计值 (未考虑<br>压屈影响) $R_p$ (kN) | 按标准组合计<br>算的抗裂弯矩<br>$M_{cr}$ (kN·m) | 理论<br>重量<br>(kg/m) |
|----------------------|----|-------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------|
| PTS-300-180          | A  | 13                      | 8A <sup>Ⅱ</sup> 7.1  | 4                 | 240                           | 4.51                                 | 1506                                      | 37                                  | 118                |
|                      | AB |                         | 8A <sup>Ⅱ</sup> 9.0  |                   |                               | 6.60                                 |   | 46                                  |                    |
| PTS-350-230          | A  | 14                      | 8A <sup>Ⅱ</sup> 7.1  | 4                 | 290                           | 3.47                                 | 1889                                      | 50                                  | 167                |
|                      | AB |                         | 8A <sup>Ⅱ</sup> 9.0  |                   |                               | 5.38                                 |   | 63                                  |                    |
| PTS-400-280          | A  | 15                      | 8A <sup>Ⅱ</sup> 7.1  | 4                 | 340                           | 2.88                                 | 2297                                      | 66                                  | 231                |
|                      | AB |                         | 8A <sup>Ⅱ</sup> 9.0  |                   |                               | 4.50                                 |   | 81                                  |                    |
| PTS-450-310          | A  | 15                      | 12A <sup>Ⅱ</sup> 7.1 | 5                 | 380                           | 3.33                                 | 2964                                      | 101                                 | 284                |
|                      | AB |                         | 12A <sup>Ⅱ</sup> 9.0 |                   |                               | 5.17                                 |   | 127                                 |                    |
| PTS-500-360          | A  | 15                      | 12A <sup>Ⅱ</sup> 7.1 | 5                 | 430                           | 2.87                                 | 3459                                      | 126                                 |                    |
|                      | AB |                         | 12A <sup>Ⅱ</sup> 9.0 |                   |                               | 4.48                                 |   | 156                                 |                    |

注：1、PTS 空心方桩的混凝土强度等级为 C80；

2、表中桩身轴心受压承载力设计值的成桩工艺系数为 0.65。

附录 B 预制桩桩尖规格及构造图

- B. 0. 1 管桩桩尖的构造形式（图 B. 0. 1-1~图 B. 0. 1-4），应符合下列规定：
- 1 管桩用开口型桩尖构造（图 B. 0. 1-1），主要规格尺寸不宜小于表 B. 0. 1-1 的规定；

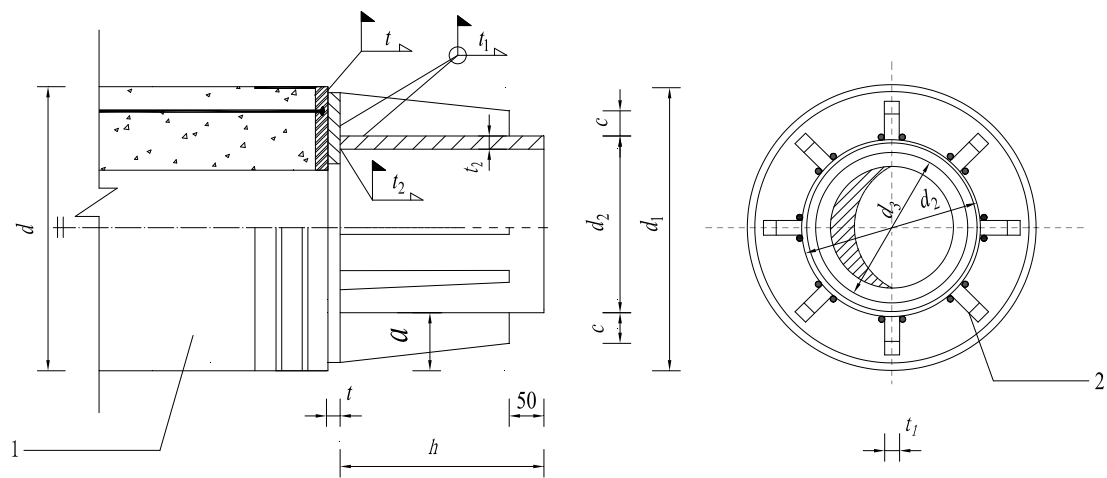


图 B. 0. 1-1 管桩用开口型桩尖  
1—管桩桩身；2—加劲肋

表 B. 0. 1-1 管桩用开口型桩尖构造主要规格尺寸表

| $d$<br>(mm) | $d_1$<br>(mm) | $d_2$<br>(mm) | $d_3$<br>(mm) | $h$<br>(mm) | $a$<br>(mm) | $c$<br>(mm) | $t$<br>(mm) | $t_1$<br>(mm) | $t_2$<br>(mm) | 加劲肋数量 $n$<br>(个) |
|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|------------------|
| 300         | 270           | 219           | 180           | 100~250     | 25          | 15          | $\geq 8$    | 12~14         | 10            | 4                |
| 400         | 350           | 299           | 250           | 125~275     | 30          | 20          | $\geq 10$   | 12~14         | 10            | 5                |
| 500         | 450           | 377           | 300           | 175~375     | 30          | 20          | $\geq 12$   | 12~16         | 12            | 6                |
| 600         | 540           | 480           | 400           | 225~475     | 30          | 20          | $\geq 14$   | 12~18         | 12            | 8                |
| 700         | 640           | 580           | 500           | 275~575     | 35          | 25          | $\geq 14$   | 14~20         | 14            | 9                |
| 800         | 730           | 660           | 600           | 325~575     | 35          | 25          | $\geq 16$   | 14~20         | 14            | 10               |
| 1000        | 920           | 850           | 780           | 425~675     | 45          | 30          | $\geq 20$   | 16~22         | 16            | 12               |
| 1200        | 1110          | 1030          | 950           | 475~775     | 50          | 35          | $\geq 22$   | 16~24         | 18            | 12               |
| 1400        | 1300          | 1200          | 1050          | 525~875     | 55          | 40          | $\geq 24$   | 18~26         | 20            | 14               |

- 2 管桩用 H 型钢桩尖构造（图 B. 0. 1-2），主要规格尺寸不宜小于表 B. 0. 1-2 的规定；

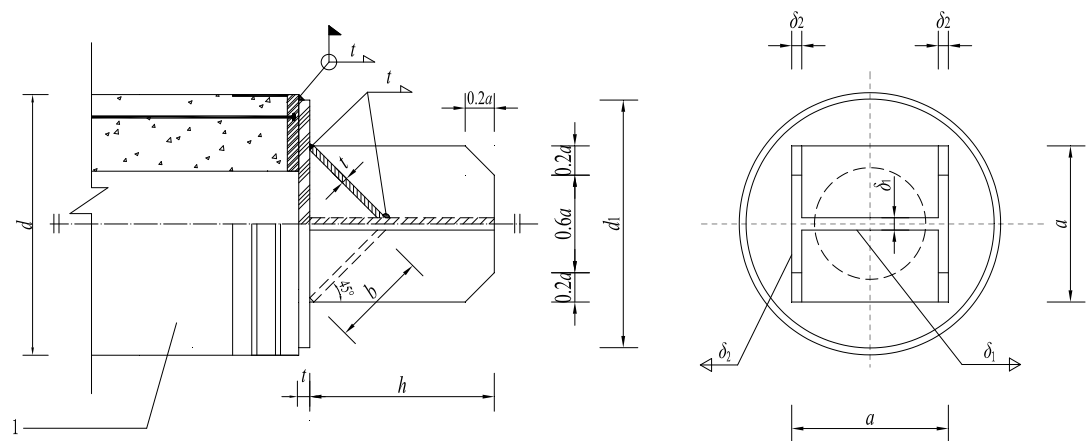


图 B. 0. 1-2 管桩用 H 型钢桩尖  
1—管桩桩身

表 B. 0. 1-2 管桩用 H 型钢桩尖构造主要规格尺寸 (mm)

| $d$  | $d_1$ | $h$     | $a$ | $b$ | HW 型钢   | $\delta_1$ | $\delta_2$ | $t$       |
|------|-------|---------|-----|-----|---------|------------|------------|-----------|
| 300  | 270   | 175~275 | 200 | 130 | 200×200 | $\geq 8$   | $\geq 12$  | $\geq 8$  |
| 400  | 350   | 175~300 | 250 | 163 | 250×250 | $\geq 9$   | $\geq 14$  | $\geq 10$ |
| 500  | 450   | 225~375 | 300 | 198 | 300×300 | $\geq 10$  | $\geq 15$  | $\geq 12$ |
| 600  | 540   | 270~450 | 350 | 232 | 350×350 | $\geq 12$  | $\geq 19$  | $\geq 14$ |
| 700  | 640   | 325~575 | 400 | 280 | 400×400 | $\geq 14$  | $\geq 23$  | $\geq 14$ |
| 800  | 730   | 375~575 | 450 | 320 | 450×450 | $\geq 16$  | $\geq 27$  | $\geq 16$ |
| 1000 | 920   | 475~675 | 500 | 400 | 500×500 | $\geq 16$  | $\geq 31$  | $\geq 20$ |
| 1200 | 1110  | 575~775 | 600 | 480 | 600×600 | $\geq 18$  | $\geq 35$  | $\geq 22$ |

3 管桩用平底十字型桩尖构造（图 B. 0. 1-3），主要规格尺寸不宜小于表 B. 0. 1-3 的规定：

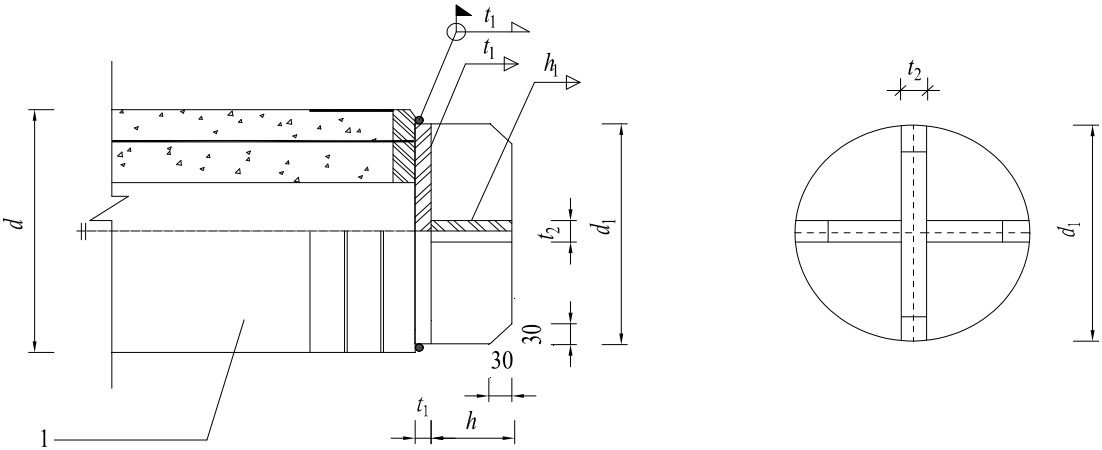


图 B. 0. 1-3 管桩用平底十字型桩尖  
1—管桩桩身

表 B. 0. 1-3 管桩用平底十字型桩尖构造主要规格尺寸表 (mm)

| $d$  | $d_1$ | $h$     | $h_1$     | $t_1$     | $t_2$     |
|------|-------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 300  | 270   | 115~140 | $\geq 10$ | $\geq 8$  | $\geq 14$ |
| 400  | 350   | 115~140 | $\geq 10$ | $\geq 10$ | $\geq 16$ |
| 500  | 450   | 125~175 | $\geq 12$ | $\geq 12$ | $\geq 18$ |
| 600  | 540   | 125~175 | $\geq 14$ | $\geq 14$ | $\geq 18$ |
| 700  | 640   | 175~275 | $\geq 14$ | $\geq 14$ | $\geq 20$ |
| 800  | 730   | 175~275 | $\geq 20$ | $\geq 16$ | $\geq 20$ |
| 1000 | 920   | 275~375 | $\geq 16$ | $\geq 20$ | $\geq 22$ |
| 1200 | 1110  | 275~375 | $\geq 20$ | $\geq 22$ | $\geq 24$ |
| 1400 | 1300  | 375~475 | $\geq 22$ | $\geq 24$ | $\geq 26$ |

4 管桩用圆锥型桩尖构造（图 B.0.1-4），主要规格尺寸不宜小于表 B.0.1-4 的规定。

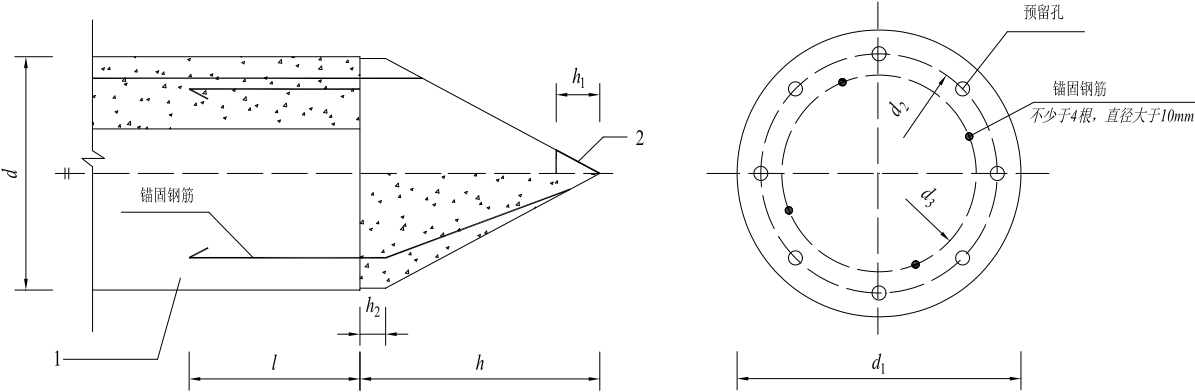


图 B.0.1-4 管桩用圆锥型混凝土桩尖  
1—管桩桩身；2—锥尖钢板

表 B.0.1-4 管桩用圆锥型混凝土桩尖构造主要规格尺寸表 (mm)

| $d$ | $d_1$ | $d_2$ | $d_3$ | $h$ | $h_1$      | $h_2$ | $l$        |
|-----|-------|-------|-------|-----|------------|-------|------------|
| 300 | 299   | 230   | 216   | 422 | $\geq 140$ | 120   | $\geq 500$ |
| 350 | 349   | 280   | 266   | 425 | $\geq 140$ | 120   | $\geq 500$ |
| 400 | 399   | 308   | 294   | 527 | $\geq 140$ | 120   | $\geq 500$ |
| 450 | 449   | 358   | 344   | 575 | $\geq 140$ | 120   | $\geq 500$ |
| 500 | 499   | 406   | 392   | 630 | $\geq 140$ | 120   | $\geq 500$ |
| 550 | 549   | 456   | 442   | 700 | $\geq 140$ | 120   | $\geq 500$ |
| 600 | 599   | 506   | 492   | 775 | $\geq 140$ | 120   | $\geq 500$ |

注：锥尖钢板厚度不宜小于 2 mm。

B.0.2 空心方桩桩尖的构造形式（图 B.0.2-1~图 B.0.2-3），应符合下列规定：

1 空心方桩用开口型桩尖构造（图 B.0.2-1），主要规格尺寸不宜小于表 B.0.2-1 的规定：

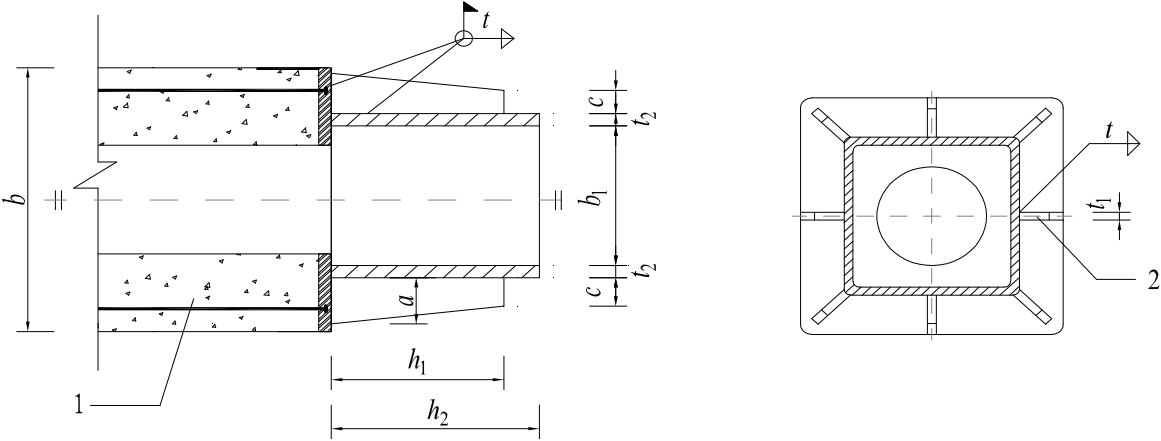


图 B.0.2-1 空心方桩用开口型桩尖  
1—空心方桩桩身；2—加劲肋

表 B. 0. 2-1 空心方桩用开口型桩尖构造主要规格尺寸表

| $b$<br>(mm) | $b_1$<br>(mm) | $h_1$<br>(mm) | $h_2$<br>(mm) | $a$<br>(mm) | $c$<br>(mm) | $t$<br>(mm) | $t_1$<br>(mm) | $t_2$<br>(mm) | 加劲肋<br>数量 $n$<br>(个) |
|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------------|
| 300         | 180           | 100           | 150           | 25          | 45          | 6~10        | 10            | 10            | 4                    |
| 350         | 210           | 100           | 200           | 25          | 45          |             | 10            | 10            |                      |
| 400         | 270           | 100           | 200           | 25          | 45          |             | 10            | 10            |                      |
| 450         | 270           | 100           | 200           | 30          | 45          | 8~12        | 10            | 10            | 8                    |
| 500         | 320           | 200           | 250           | 35          | 65          |             | 10            | 12            |                      |
| 550         | 370           | 200           | 250           | 35          | 65          |             | 10            | 12            |                      |
| 600         | 420           | 300           | 400           | 40          | 65          | 10~14       | 12            | 12            |                      |
| 650         | 430           | 400           | 500           | 50          | 75          |             | 14            | 20            |                      |
| 700         | 460           | 400           | 500           | 50          | 75          |             | 14            | 20            |                      |

2 空心方桩用平底十字型桩尖构造（图 B. 0. 2-2），主要规格尺寸不宜小于表 B. 0. 2-2 的规定；

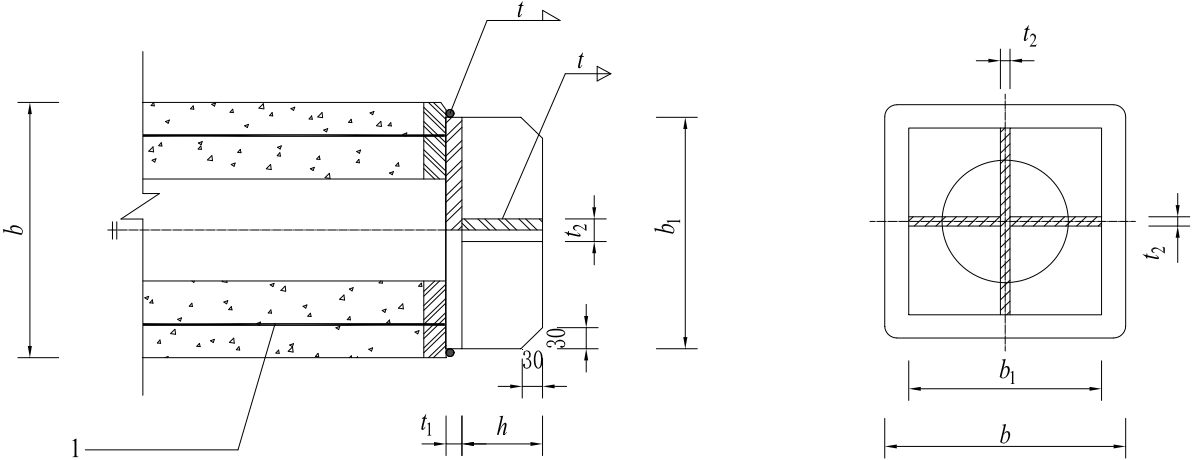


图 B. 0. 2-2 空心方桩用平底十字型桩尖  
1—方形桩桩身

表 B. 0. 2-2 空心方桩用平底十字型桩尖构造主要规格尺寸表（mm）

| $b$ | $b_1$ | $h$     | $t$ | $t_1$ | $t_2$ |
|-----|-------|---------|-----|-------|-------|
| 300 | 270   | 125~140 | 10  | 12    | 18    |
| 350 | 320   | 125~140 |     |       |       |
| 400 | 370   | 125~150 |     |       |       |
| 450 | 420   | 125~150 |     |       |       |
| 500 | 470   | 125~150 | 12  | 15    |       |
| 550 | 520   | 125~150 |     |       |       |
| 600 | 570   | 125~150 |     |       |       |
| 650 | 620   | 150~400 | 18  | 18    | 22    |
| 700 | 670   | 150~400 |     |       |       |

3 空心方桩用圆锥型桩尖构造（图 B. 0. 2-3），主要规格尺寸不宜小于表 B. 0. 2-3 的规定；

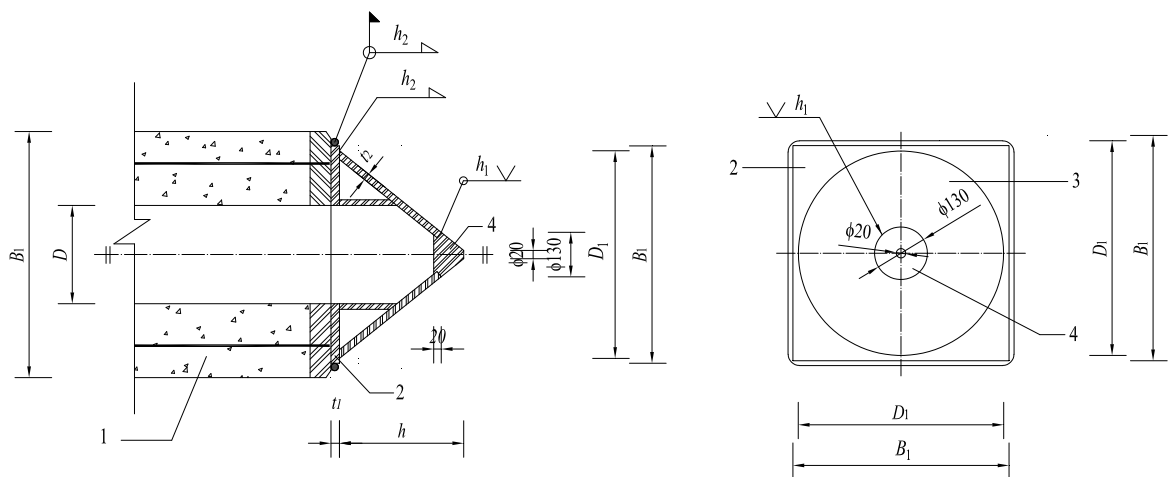


图 B. 0. 2-3 空心方桩用圆锥型桩尖

1—空心方桩桩身；2—带孔方钢板；3—锥形钢板；4—钢尖头

表 B. 0. 2-3 空心方桩用圆锥型桩尖构造主要规格尺寸表 (mm)

| 桩边长 $B$ | 桩内径 $D$ | $B_1$ | $D_1$ | $h$     | $t_1$ | $t_2$ | $h_1$     | $h_2$     |
|---------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|-----------|-----------|
| 300     | 130     | 280   | 260   | 120~200 | 10~16 | 10~16 | $\geq 8$  | $\geq 8$  |
| 350     | 170     | 330   | 310   | 140~200 | 10~18 | 10~18 | $\geq 10$ | $\geq 10$ |
| 400     | 220     | 380   | 360   | 170~250 | 10~18 | 10~18 | $\geq 10$ | $\geq 10$ |
| 450     | 260     | 430   | 410   | 190~270 | 12~20 | 12~20 | $\geq 10$ | $\geq 10$ |
| 500     | 310     | 480   | 460   | 220~300 | 12~20 | 12~20 | $\geq 10$ | $\geq 10$ |
| 550     | 350     | 530   | 510   | 240~320 | 12~25 | 12~25 | $\geq 12$ | $\geq 12$ |
| 600     | 400     | 580   | 560   | 270~350 | 12~25 | 12~25 | $\geq 12$ | $\geq 12$ |
| 650     | 450     | 630   | 610   | 290~370 | 12~25 | 12~25 | $\geq 12$ | $\geq 12$ |
| 700     | 500     | 680   | 660   | 320~400 | 14~28 | 14~28 | $\geq 12$ | $\geq 12$ |

4 空心方桩用四角锥型混凝土桩尖构造 (图 B. 0. 2-4)，主要规格尺寸不宜小于表 B. 0. 2-4 的规定：

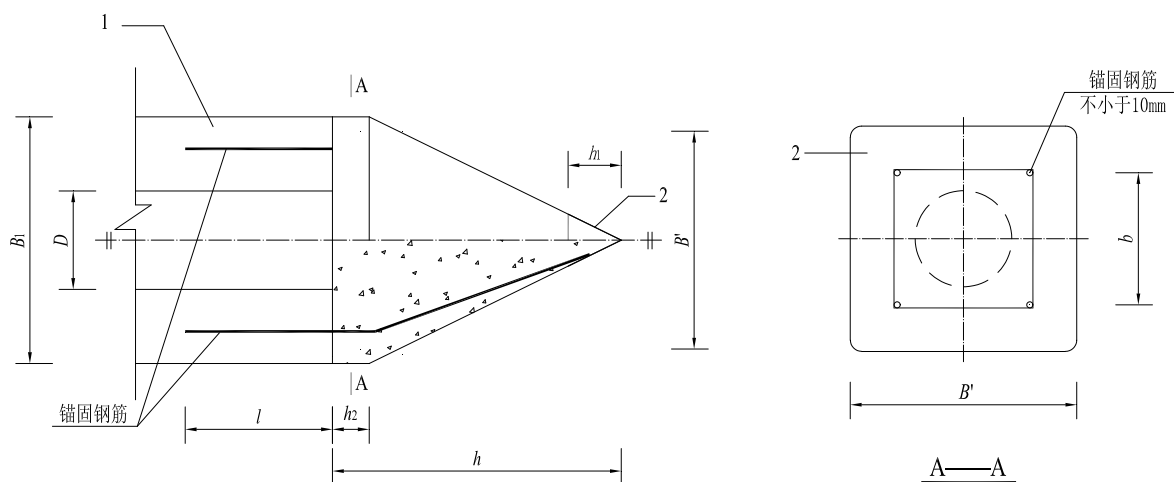


图 B. 0. 2-4 空心方桩用四角锥型混凝土桩尖

1—空心方桩桩身；2—锥尖钢板



表 B. 0. 2-4 空心方桩用四角锥型混凝土桩尖构造主要规格尺寸表 (mm)

| 桩边长<br>$B$ | 端板边长<br>$B$ | $l$        | $h$        | $h_1$      | $h_2$ | $b$ |
|------------|-------------|------------|------------|------------|-------|-----|
| 300        | 297         | $\geq 500$ | $\geq 450$ | $\geq 140$ | 120   | 180 |
| 350        | 347         | $\geq 500$ | $\geq 450$ | $\geq 140$ | 120   | 227 |
| 400        | 397         | $\geq 500$ | $\geq 550$ | $\geq 140$ | 120   | 277 |
| 450        | 447         | $\geq 500$ | $\geq 550$ | $\geq 140$ | 120   | 327 |
| 500        | 497         | $\geq 500$ | $\geq 650$ | $\geq 140$ | 120   | 377 |
| 550        | 547         | $\geq 500$ | $\geq 650$ | $\geq 140$ | 120   | 427 |
| 600        | 597         | $\geq 500$ | $\geq 750$ | $\geq 140$ | 120   | 477 |
| 650        | 647         | $\geq 500$ | $\geq 750$ | $\geq 140$ | 120   | 527 |
| 700        | 697         | $\geq 500$ | $\geq 850$ | $\geq 140$ | 120   | 577 |

注：锥尖钢板厚度不小于 2 mm。

B. 0. 3 实心方桩桩尖为棱台形一体成型混凝土桩尖，按桩尖构造分为普通桩尖（图 B. 0. 3-1）和带钢桩靴桩尖（图 B. 0. 3-2），应符合下列规定：

1 实心方桩普通桩尖构造（图 B. 0. 3-1），主要规格尺寸不宜小于表 B. 0. 3-1 的规定：

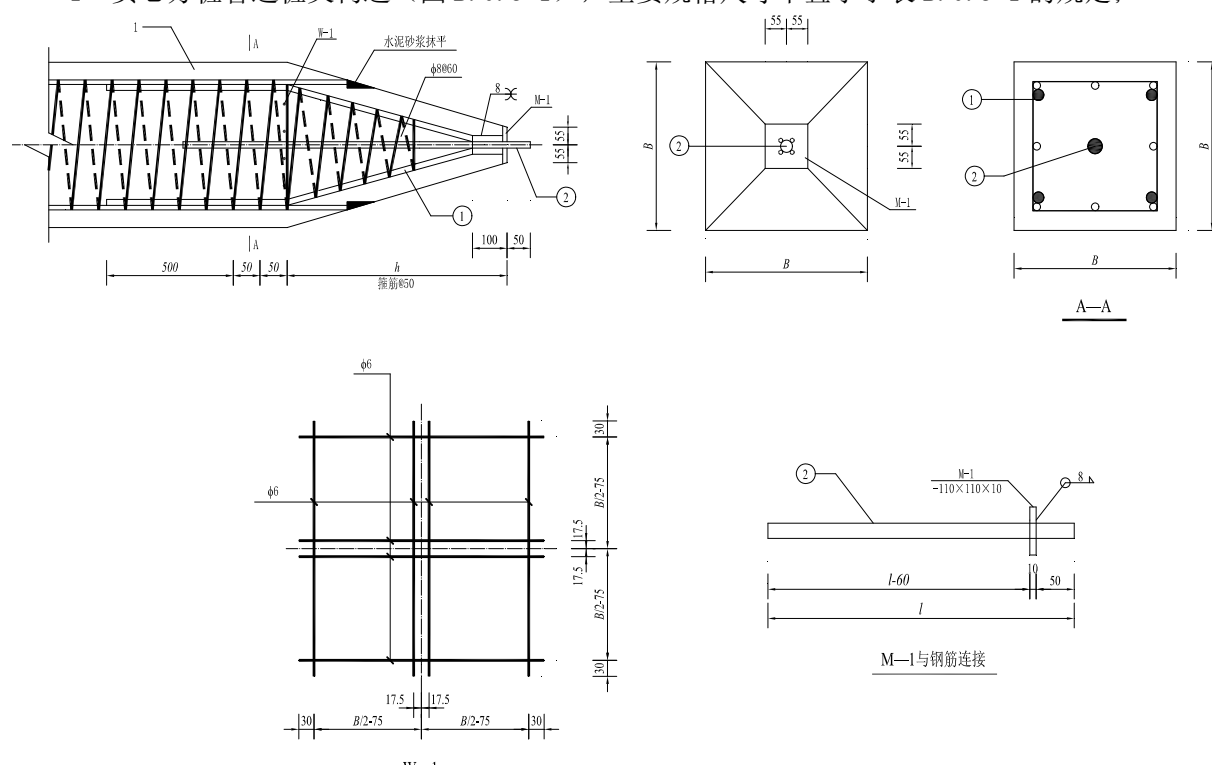


图 B. 0. 3-1 实心方桩用普通桩尖

1—实心方桩桩身

表 B. 0. 3-1 实心方桩普通桩尖构造主要规格尺寸表

| 桩身边长 $B$<br>(mm) | 桩尖钢筋① | 桩尖钢筋② | $h$<br>(mm) | $l$<br>(mm) |
|------------------|-------|-------|-------------|-------------|
| 300              | C14   | C25   | 400         | 500         |
| 350              | C14   | C25   | 400         | 500         |
| 400              | C16   | C25   | 500         | 600         |
| 450              | C16   | C28   | 500         | 600         |
| 500              | C20   | C28   | 600         | 700         |
| 550              | C20   | C28   | 600         | 700         |
| 600              | C22   | C28   | 700         | 800         |
| 650              | C22   | C28   | 700         | 800         |
| 700              | C22   | C28   | 800         | 900         |

2 实心方桩带钢靴桩尖构造（图 B. 0. 3-2），主要规格尺寸不宜小于表 B. 0. 3-2 的规定；

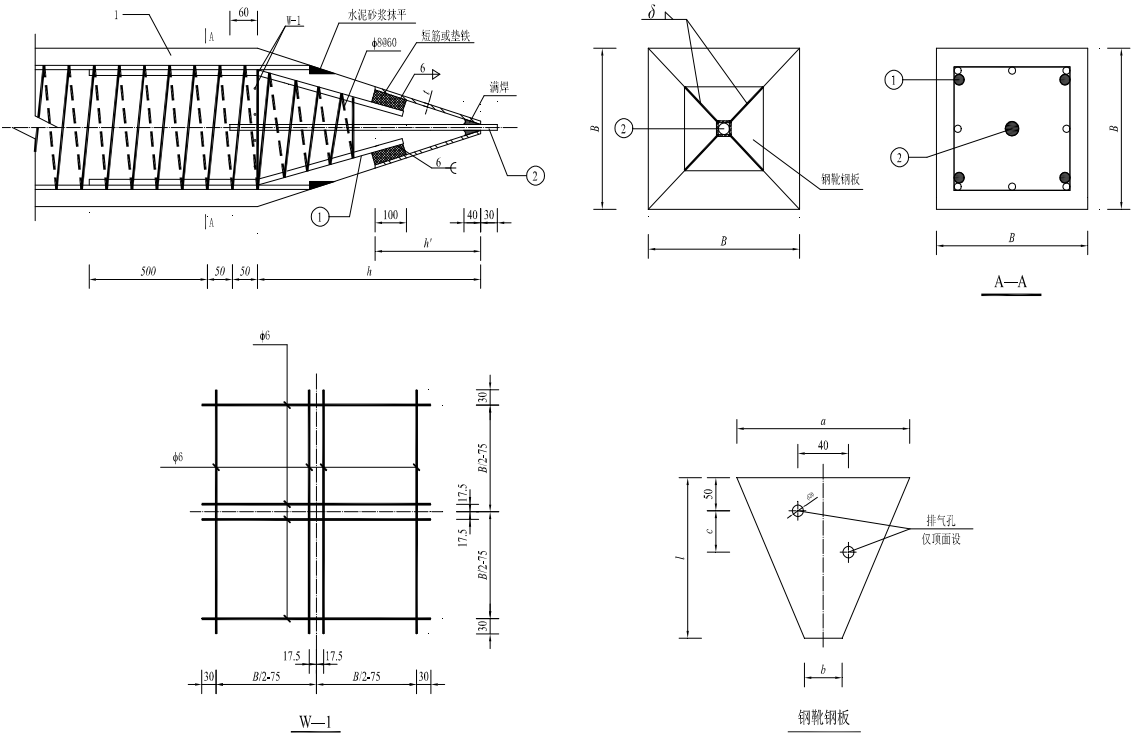


图 B. 0. 3-2 实心方桩用带钢靴桩尖

1—空心方桩桩身；2—锥尖钢板

表 B. 0. 3-2 实心方桩带钢靴桩尖构造主要规格尺寸表

| 桩身边长 $B$<br>(mm) | 桩尖钢筋① | 桩尖钢筋② | $a$<br>(mm) | $b$<br>(mm) | $c$<br>(mm) | $h$<br>(mm) | $h'$<br>(mm) | $l$<br>(mm) | $t$<br>(mm) | $\delta$<br>(mm) |
|------------------|-------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|------------------|
| 300              | C14   | C28   | 154         | 26          | 80          | 400         | 200          | 210         | 8           | 8                |
| 350              | C14   | C28   | 179         | 26          | 80          | 400         | 200          | 214         | 8           | 8                |
| 400              | C16   | C28   | 204         | 26          | 100         | 500         | 250          | 265         | 8           | 8                |
| 450              | C16   | C32   | 229         | 30          | 100         | 500         | 250          | 269         | 10          | 10               |
| 500              | C20   | C32   | 217         | 30          | 100         | 600         | 250          | 268         | 10          | 10               |
| 550              | C20   | C32   | 238         | 30          | 100         | 600         | 250          | 270         | 10          | 10               |
| 600              | C22   | C32   | 264         | 30          | 100         | 700         | 300          | 322         | 10          | 10               |
| 650              | C22   | C32   | 287         | 30          | 100         | 700         | 300          | 326         | 10          | 10               |
| 700              | C22   | C32   | 274         | 30          | 100         | 800         | 300          | 323         | 10          | 10               |

附录 C 预制桩与底板连接构造图

C. 0. 1 管桩与底板连接宜采用图 C. 0. 1 的方式，管桩填芯混凝土内配筋不应少于表 C. 0. 1-1 的规定。

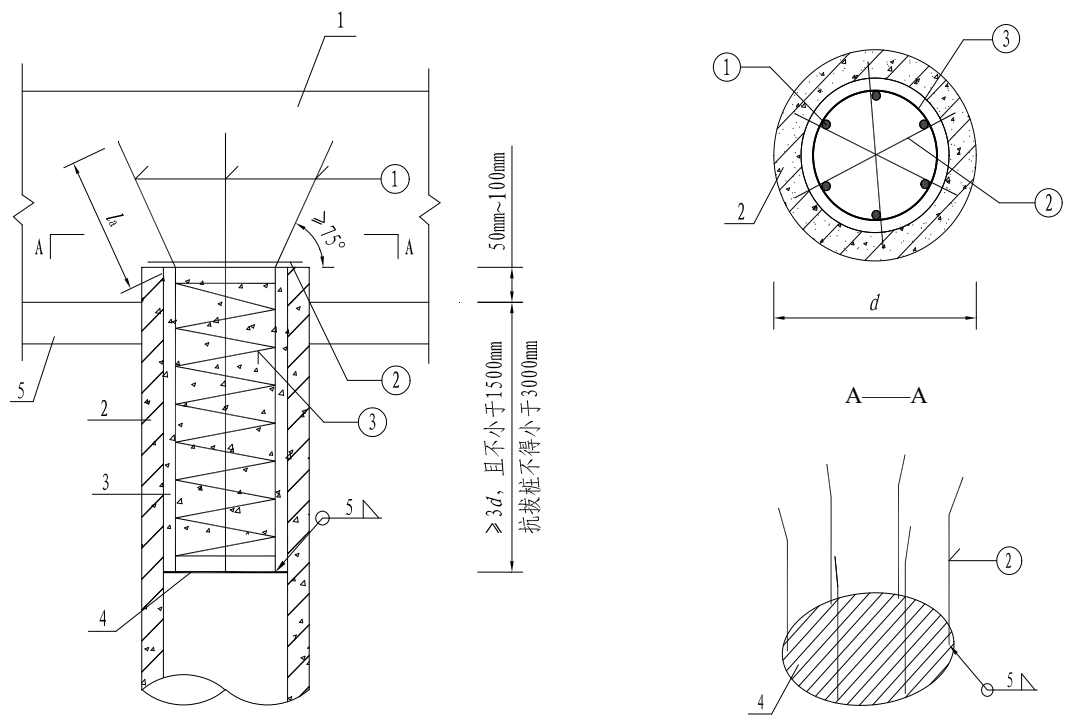


图 C. 0. 1 管桩与底板连接构造图

1—底板；2—空心方桩；3—灌芯混凝土；4—厚度 4mm~6 mm 钢托板；5—垫层

表 C. 0. 1-1 管桩填芯混凝土内配筋表

| 管桩外径 $d$ (mm) | 配 筋    |      |               |
|---------------|--------|------|---------------|
|               | ①号连接钢筋 | ②号钢筋 | ③号箍筋          |
| 300           | 4C14   | 2C10 | $\phi 6@200$  |
| 400           | 4C16   | 2C10 | $\phi 6@200$  |
| 500           | 6C16   | 3C10 | $\phi 8@200$  |
| 600           | 6C16   | 3C10 | $\phi 8@200$  |
| 700           | 6C18   | 3C12 | $\phi 8@200$  |
| 800           | 8C18   | 4C12 | $\phi 8@200$  |
| 1000          | 10C18  | 5C14 | $\phi 10@200$ |
| 1200          | 12C20  | 6C14 | $\phi 10@200$ |

注：1 ①号连接钢筋和②号钢筋应焊接牢固。

2 用于抗拔桩时，①号连接钢筋应按本规范公式（5. 4. 5-8）计算确定，②号数量应为①号钢筋的 1/2。拔力较大时可与其他连接方式联合使用。

C. 0. 2 空心方桩与底板连接宜采用图 C. 0. 2 的方式，空心方桩填芯混凝土内配筋不应少于表 C. 0. 2 的规定。

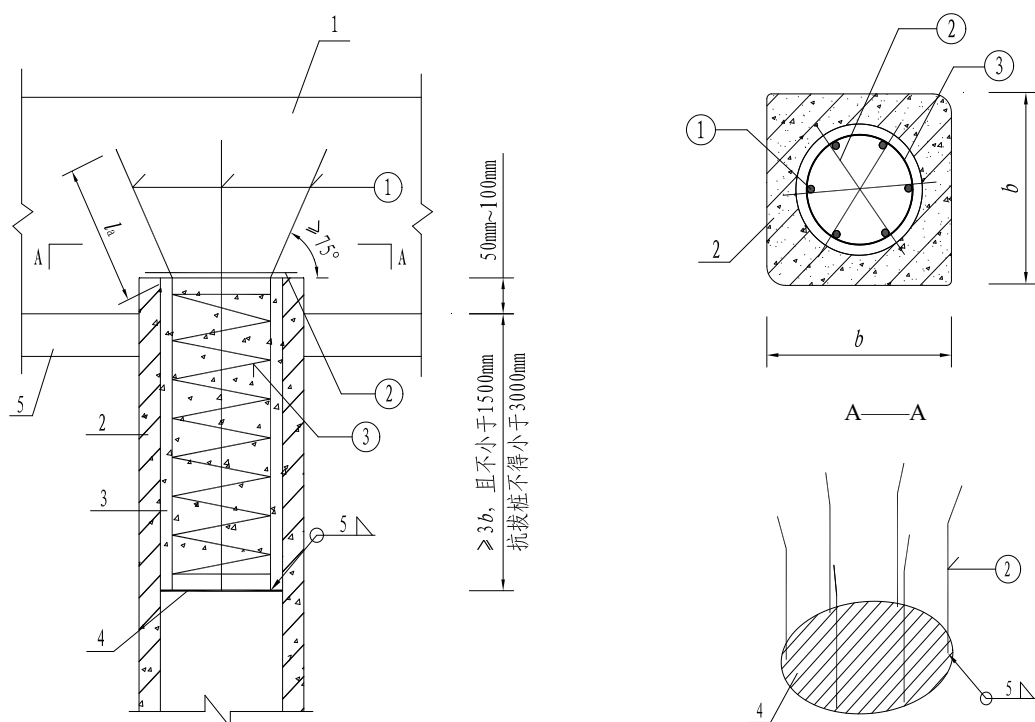


图 C.0.2 空心方桩与底板连接构造图

1—底板；2—空心方桩；3—灌芯混凝土；4—厚度 4mm~6 mm 钢托板；5—垫层

表 C.0.2 空心方桩填芯混凝土内配筋表

| 空心方桩边长 $b$<br>(mm) | 配 筋    |      |               |
|--------------------|--------|------|---------------|
|                    | ①号连接钢筋 | ②号钢筋 | ③号箍筋          |
| 250                | 6C10   | 3C10 | $\Phi 6@200$  |
| 300                | 6C10   | 3C10 | $\Phi 6@200$  |
| 350                | 6C12   | 3C10 | $\Phi 6@200$  |
| 400                | 6C14   | 3C10 | $\Phi 8@200$  |
| 450                | 6C14   | 2C10 | $\Phi 8@200$  |
| 500                | 6C16   | 3C12 | $\Phi 8@200$  |
| 550                | 8C16   | 4C12 | $\Phi 8@200$  |
| 600                | 8C16   | 4C12 | $\Phi 8@200$  |
| 650                | 8C18   | 4C14 | $\Phi 10@200$ |
| 700                | 10C20  | 5C14 | $\Phi 10@200$ |

注：1 ①号连接钢筋和②号钢筋应焊接牢固；

2 用于抗拔桩时，①号连接钢筋应按本规范公式 (5.4.5-8) 计算确定，②号数量应为①号钢筋的 1/2。拔力较大时可与其他连接方式联合使用。

C.0.3 实心方桩与底板连接构造（图 C.0.3），配筋表可按表 C.0.3 的规定执行。

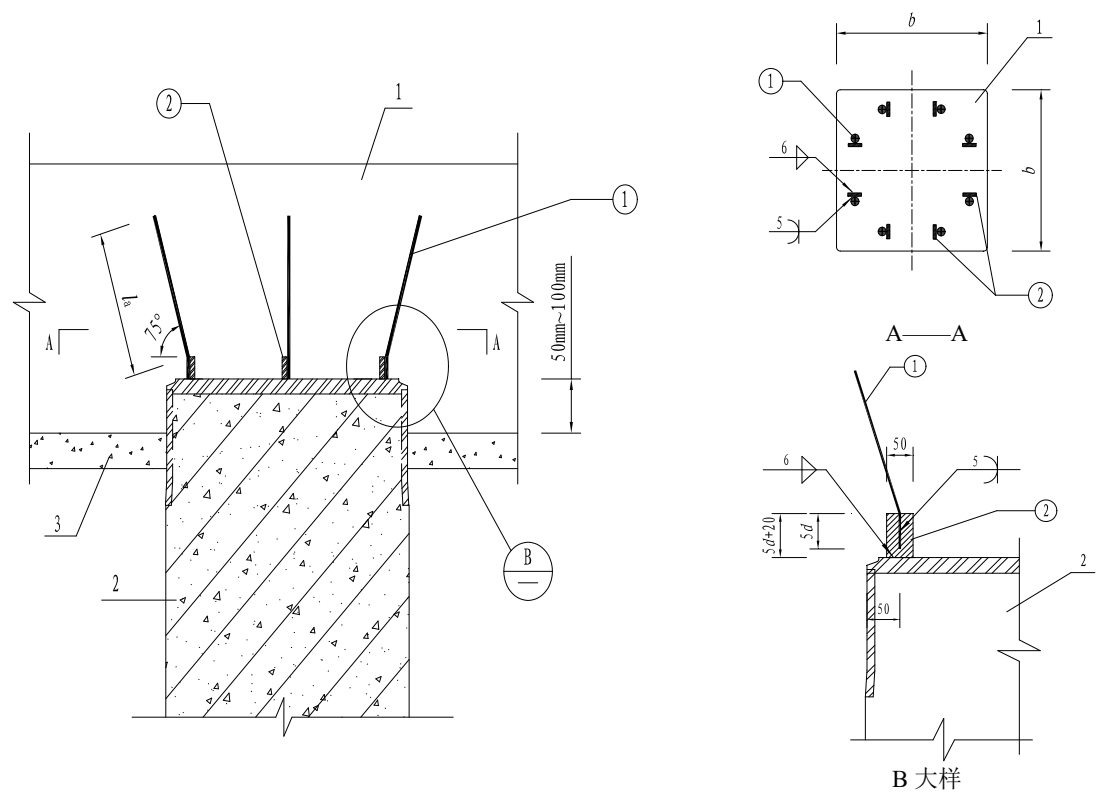


图 C.0.3 实心方桩与底板连接构造图  
1—底板；2—实心方桩；3—垫层

表 C.0.3 实心方桩填芯混凝土内配筋表

| 实心方桩边长 $b$<br>(mm) | ①号连接钢筋 | ②号连接板  |
|--------------------|--------|--|
| 300                | 4C14   | Q235B, $t \geq 10\text{mm}$ , $h \geq 5d + 20$ |
| 350                | 4C16   |  |
| 400                | 8C14   |  |
| 450                | 8C16   |  |
| 500                | 8C16   |  |
| 550                | 8C18   |  |
| 600                | 8C20   |  |
| 650                | 8C22   |  |
| 700                | 8C22   |  |

注：1 ①号连接钢筋和②号连接应焊接牢固；  
2 用于抗拔桩时，①号连接钢筋应按本规范公式（5.4.5-8）计算确定，②号连接板厚度应满足抗拔要求；  
3  $d$ 为①号锚固筋直径， $h$ 为②号连接板高度， $t$ 为②号连接板厚度。

附录 D 沉桩施工记录表

D. 0. 1 静压法施工可按表 D. 0. 1 进行记录。

表 D. 0. 1 静压沉桩施工记录表

单元工程编号：

第 页 共 页

|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|-----------|-----|-------------|-------|----------|-----|-------|----------|-----|-------|---|-----|-------|----------|-----|--------|----------|----------|------|-----------|------------|--|----|--|
| 单位工程名称    |     |             |       |          |     |       | 总包单位     |     |       |   |     |       |          |     | 自然地面标高 |          |          |      |           | 设计单桩承载力特征值 |  | kN |  |
| 分部工程名称    |     |             |       |          |     |       | 施工单位     |     |       |   |     |       |          |     | 桩型及规格  |          |          |      |           | 总桩长及配桩     |  |    |  |
| 单元工程名称    |     |             |       |          |     |       | 生产厂家     |     |       |   |     |       |          |     | 桩顶设计标高 |          |          |      |           | 接桩形式       |  |    |  |
| 桩机型号      |     |             |       |          |     |       | 压力换算值    |     |       | 双缸 1MPa 时=_____kN；四缸 1MPa 时=_____kN；六缸 1MPa 时=_____kN |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
| 日期<br>日/月 | 桩位号 | 起止时间<br>时：分 | 下 桩   |          |     | 中 桩   |          |     | 中 桩   |   |     | 上 桩   |          |     | 送 桩    |          | 终压力值（kN） | 终压次数 | 桩入土总深度（m） | 备注         |  |    |  |
|           |     |             | 长度（m） | 油压值（MPa） |     | 长度（m） | 油压值（MPa） |     | 长度（m） | 油压值（MPa）  |     | 长度（m） | 油压值（MPa） |     | 深度（m）  | 油压值（MPa） |          |      |           |            |  |    |  |
| 桩下端       | 桩中间 | 桩上端         |       | 桩下端      | 桩中间 |       | 桩上端      | 桩下端 |       | 桩中间   | 桩上端 |       | 桩下端      | 桩中间 |        |          | 桩上端      |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |
|           |     |             |       |          |     |       |          |     |       |   |     |       |          |     |        |          |          |      |           |            |  |    |  |

建设单位代表：

监理工程师：

技术负责人：

记录员：

年 月 日

D.0.2 锤击法施工可按表 D.0.2 进行记录。

表 D.0.2 锤击沉桩施工记录表

单元工程编号:

第 页 共 页

|                                    |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
|------------------------------------|---------------|------------------------|--------|------|-------|---------------|---|---|--------------------------|--------|---|---------|---|------------|---------|----|----|---------|----|----|----------|----------------------------|--|-----|--|------|--|
| 单位工程名称                             |               |                        |        | 总包单位 |       |               |   |   |                          | 自然地面标高 |   |         |   | 设计单桩承载力特征值 |         | kN |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 分部工程名称                             |               |                        |        | 施工单位 |       |               |   |   |                          | 桩型及规格  |   |         |   | 总桩长及配桩     |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 单元工程名称                             |               |                        |        | 生产厂家 |       |               |   |   |                          | 桩顶设计标高 |   |         |   | 接桩形式       |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 桩 位 号                              |               |                        |        | 桩机型号 |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 桩节顺序<br>(从底至顶)                     | 节长及桩身号<br>(m) | 锤规格及<br>落距             | 锤击起止时间 |      |       | 每 米 沉 桩 锤 击 数 |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    | 累计<br>总数 | 电焊焊接时间<br>(min)及焊缝外观<br>质量 |  |     |  |      |  |
|                                    |               |                        | 日      | 时    | 分     | 1             | 2 | 3 | 4                        | 5      | 6 | 7       | 8 | 9          | 10      | 11 | 12 | 13      | 14 | 15 |          |                            |  | ... |  |      |  |
| 第一节                                |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
|                                    |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 第二节                                |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
|                                    |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 第三节                                |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
|                                    |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 第四节                                |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  | 总锤击数 |  |
|                                    |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 收 锤 及 验 收 记 录                      |               |                        |        |      |       |               |   |   |                          |        |   |         |   |            |         |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 停锤时间                               |               | 月      日      时      分 |        |      | 锤规格落距 |               |   |   | 最后三阵贯入度                  |        |   | mm/10 击 |   |            | mm/10 击 |    |    | mm/10 击 |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 送桩深度                               |               | m                      |        |      | 桩入土深度 |               | m |   | 桩高出自然地面                  |        |   | m       |   |            | 桩 顶 状 况 |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |
| 经 灯 光 或 孔 内 摄 像 检 查<br>后 的 基 本 情 况 |               |                        |        |      |       |               |   |   | 用 开 口 桩 时，管 内<br>进 土 高 度 |        |   | m       |   |            | 天 气     |    |    |         |    |    |          |                            |  |     |  |      |  |

建设单位代表: \_\_\_\_\_ 监理工程师: \_\_\_\_\_ 技术负责人: \_\_\_\_\_ 记录员: \_\_\_\_\_ 年 月 日



D.0.3 植入法施工可按表 D.0.3-1、表 D.0.3-2、表 D.0.3-3 进行记录。

表 D.0.3-1 搅拌植入法沉桩施工记录表

单元工程编号：

第 页 共 页

|           |      |   |      |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|-----------|------|---|------|----|---|-------------|------|--------|-----------|------------|------|------|------|----|
| 单位工程名称    |      |   |      |    |   | 总包单位        |      |        |           | 自然地面标高     |      |      |      |    |
| 单元工程名称    |      |   |      |    |   | 施工单位        |      |        |           | 设计单桩承载力特征值 |      | kN   |      |    |
| 分部工程名称    |      |   |      |    |   | 桩 位 号       |      |        |           |            |      |      |      |    |
| 1. 搅拌施工记录 |      |   |      |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
| 设计桩顶标高    |      |   |      |    |   | 设计桩底标高      |      |        |           | 搅拌桩直径      |      |      |      |    |
| 设计水泥掺量    |      |   |      |    |   | 水泥品种、强度等级   |      |        |           | 钻机类型       |      |      |      |    |
| 序号        | 施工日期 |   | 施工工序 | 时间 |   |             | 浆液压力 | 钻杆旋转速度 | 钻杆下沉/提升速度 | 垂直度偏差      | 泥浆用量 | 引孔深度 | 试块编号 | 备注 |
|           | 月    | 日 |      | 起  | 止 | 累计<br>(min) |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   | 下沉   |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   | 提升   |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   | 下沉   |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   | 提升   |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   | 下沉   |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   | 提升   |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   |      |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   |      |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   |      |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |
|           |      |   |      |    |   |             |      |        |           |            |      |      |      |    |

|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
|----------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------------|
| 2. 静压法施工施工记录   |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
| 桩型及规格          |               | 生产厂家          |             |             |             |               | 桩顶设计标高      |             |             |               |   | 总桩长及配桩      |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
| 接桩形式           |               | 桩机型号          |             |             |             |               | 压力换算值       |             |             |               | 双缸 1MPa 时=_____kN；四缸 1MPa 时=_____kN；<br>六缸 1MPa 时=_____kN |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
| 日期<br>日/月      | 起止时间<br>时：分   | 下 桩           |             |             |             | 中 桩           |             |             |             | 中 桩           |   |             |             | 上 桩           |             |             |             | 送 桩           |              | 终压<br>力值<br>(kN) | 终<br>压<br>次<br>数 | 桩入<br>土总<br>深度<br>(m) | 备<br>注                 |
|                |               | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)   |             |             | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)   |             |             | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)   |             |             | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)   |             |             | 深<br>度<br>(m) | 油压值<br>(MPa) |                  |                  |                       |                        |
|                |               |               | 桩<br>下<br>端 | 桩<br>中<br>间 | 桩<br>上<br>端 |               | 桩<br>下<br>端 | 桩<br>中<br>间 | 桩<br>上<br>端 |               | 桩<br>下<br>端   | 桩<br>中<br>间 | 桩<br>上<br>端 |               | 桩<br>下<br>端 | 桩<br>中<br>间 | 桩<br>上<br>端 |               |              |                  |                  |                       |                        |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
| 3. 锤击法施工施工记录   |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
| 桩型及规格          |               |               |             |             | 生产厂家        |               |             |             |             |               |   |             | 桩顶设计标高      |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
| 总桩长及配桩         |               |               |             |             | 接桩形式        |               |             |             |             |               |   |             | 桩机型号        |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
| 桩节顺序<br>(从底至顶) | 节长及桩身号<br>(m) | 锤规格及落<br>距    | 锤击起止时间      |             |             | 每 米 沉 桩 锤 击 数 |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  | 累计<br>总数              | 电焊焊接时间(min)<br>及焊缝外观质量 |
|                |               |               | 日           | 时           | 分           | 1             | 2           | 3           | 4           | 5             | 6   | 7           | 8           | 9             | 10          | 11          | 12          | 13            | 14           | 15               | ...              |                       |                        |
| 第一节            |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |
| 第二节            |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |   |             |             |               |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |                        |

|                                    |                  |  |       |  |   |         |                          |         |   |         |     |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
|------------------------------------|------------------|--|-------|--|---|---------|--------------------------|---------|---|---------|-----|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|
| 第三节                                |                  |  |       |  |   |         |                          |         |   |         |     |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
|                                    |                  |  |       |  |   |         |                          |         |   |         |     |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 第四节                                |                  |  |       |  |   |         |                          |         |   |         |     |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 总锤击数 |  |
|                                    |                  |  |       |  |   |         |                          |         |   |         |     |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 收 锤 及 验 收 记 录                      |                  |  |       |  |   |         |                          |         |   |         |     |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 停锤时间                               | 月    日    时    分 |  | 锤规格落距 |  |   | 最后三阵贯入度 |                          | mm/10 击 |   | mm/10 击 |     | mm/10 击 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 送桩深度                               | m                |  | 桩入土深度 |  | m | 桩高出自然地面 |                          | m       |   | 桩 顶 状 况 |     |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 经 灯 光 或 孔 内 摄 像 检 查<br>后 的 基 本 情 况 |                  |  |       |  |   |         | 用 开 口 桩 时，管 内<br>进 土 高 度 |         | m |         | 天 气 |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |

建设单位代表：

监理工程师：

技术负责人：

记录员：

年    月    日

表 D.0.3-2 旋喷植入法沉桩施工记录表

单元工程编号：

第      页                      共      页

|           |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
|-----------|------|--------|------|------|--------|-----------|-------------------|--------------------|-----------|-------------|-----------|--------------|-------|-------------|----------------|
| 单位工程名称    |      |        |      |      |        | 总包单位      |                   |                    |           |             |           | 自然地面标高       |       |             |                |
| 单元工程名称    |      |        |      |      |        | 施工单位      |                   |                    |           |             |           | 设计单桩承载力特征值   |       | kN          |                |
| 分部工程名称    |      |        |      |      |        | 桩 位 号     |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
| 1. 旋喷施工记录 |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
| 设计桩顶标高    |      |        |      |      |        | 设计桩底标高    |                   |                    |           |             |           | 设计直径         |       |             |                |
| 设计水泥掺量    |      |        |      |      |        | 水泥品种、强度等级 |                   |                    |           |             |           | 浆液水灰比        |       |             |                |
| 钻机类型      |      |        |      |      |        | 喷嘴直径/数量   |                   |                    |           |             |           | 高压泵型号        |       |             |                |
| 序号        | 引孔日期 | 引孔工作时间 |      | 旋喷日期 | 旋喷工作时间 |           | 旋喷旋转速度<br>(r/min) | 旋喷提升速度<br>(cm/min) | 高压水泵      |             | 空压机       |              | 注浆机   |             | 水泥用量<br>(kg/m) |
|           |      | 开始时间   | 结束时间 |      | 开始时间   | 结束时间      |                   |                    | 压力<br>MPa | 流量<br>L/min | 压力<br>MPa | 流量<br>m³/min | 压力MPa | 流量<br>L/min |                |
|           |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
|           |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
|           |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
|           |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
|           |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
|           |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
|           |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |
|           |      |        |      |      |        |           |                   |                    |           |             |           |              |       |             |                |

|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
|----------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------|------------------|------------------|-----------------------|----------|------------------------|--|
| 2. 静压法施工施工记录   |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
| 桩型及规格          |               | 生产厂家          |             |             |             |               |             |             |             | 桩顶设计标高        |             |             |             |   |             |             |             | 总桩长及配桩        |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
| 接桩形式           |               | 桩机型号          |             |             |             |               |             |             |             | 压力换算值         |             |             |             | 双缸 1MPa 时=_____kN；四缸 1MPa 时=_____kN；<br>六缸 1MPa 时=_____kN |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
| 日期<br>日/月      | 起止时间<br>时：分   | 下 桩           |             |             |             | 中 桩           |             |             |             | 中 桩           |             |             |             | 上 桩   |             |             |             | 送 桩           |              | 终压<br>力值<br>(kN) | 终<br>压<br>次<br>数 | 桩入<br>土总<br>深度<br>(m) | 备注       |                        |  |
|                |               | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)   |             |             | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)   |             |             | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)   |             |             | 长<br>度<br>(m)   | 油压值 (MPa)   |             |             | 深<br>度<br>(m) | 油压值<br>(MPa) |                  |                  |                       |          |                        |  |
|                |               |               | 桩<br>下<br>端 | 桩<br>中<br>间 | 桩<br>上<br>端 |               | 桩<br>下<br>端 | 桩<br>中<br>间 | 桩<br>上<br>端 |               | 桩<br>下<br>端 | 桩<br>中<br>间 | 桩<br>上<br>端 |   | 桩<br>下<br>端 | 桩<br>中<br>间 | 桩<br>上<br>端 |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
|                |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
| 3. 锤击法施工施工记录   |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
| 桩型及规格          |               |               |             |             | 生产厂家        |               |             |             |             |               |             |             | 桩顶设计标高      |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
| 总桩长及配桩         |               |               |             |             | 接桩形式        |               |             |             |             |               |             |             | 桩机型号        |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
| 桩节顺序<br>(从底至顶) | 节长及桩身号<br>(m) | 锤规格及落<br>距    | 锤击起止时间      |             |             | 每 米 沉 桩 锤 击 数 |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       | 累计<br>总数 | 电焊焊接时间(min)<br>及焊缝外观质量 |  |
|                |               |               | 日           | 时           | 分           | 1             | 2           | 3           | 4           | 5             | 6           | 7           | 8           | 9   | 10          | 11          | 12          | 13            | 14           | 15               | ...              |                       |          |                        |  |
| 第一节            |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |
| 第二节            |               |               |             |             |             |               |             |             |             |               |             |             |             |   |             |             |             |               |              |                  |                  |                       |          |                        |  |

|                                    |                  |  |       |  |   |                          |  |         |  |         |  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
|------------------------------------|------------------|--|-------|--|---|--------------------------|--|---------|--|---------|--|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|
| 第三节                                |                  |  |       |  |   |                          |  |         |  |         |  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
|                                    |                  |  |       |  |   |                          |  |         |  |         |  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 第四节                                |                  |  |       |  |   |                          |  |         |  |         |  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 总锤击数 |  |
|                                    |                  |  |       |  |   |                          |  |         |  |         |  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 收 锤 及 验 收 记 录                      |                  |  |       |  |   |                          |  |         |  |         |  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 停锤时间                               | 月    日    时    分 |  | 锤规格落距 |  |   | 最后三阵贯入度                  |  | mm/10 击 |  | mm/10 击 |  | mm/10 击 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 送桩深度                               | m                |  | 桩入土深度 |  | m | 桩高出自然地面                  |  | m       |  | 桩 顶 状 况 |  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |
| 经 灯 光 或 孔 内 摄 像 检 查<br>后 的 基 本 情 况 |                  |  |       |  |   | 用 开 口 桩 时，管 内<br>进 土 高 度 |  | m       |  | 天 气     |  |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |  |

建设单位代表：
 监理工程师：
 技术负责人：
 记录员：
 年    月    日

表 D.0.3-3 取土植入法沉桩施工记录表

单元工程编号：

第      页                      共      页

|             |    |    |   |         |        |       |   |          |      |                |    |    |        |  |  |  |
|-------------|----|----|---|---------|--------|-------|---|----------|------|----------------|----|----|--------|--|--|--|
| 单位工程名称      |    |    |   |         | 总包单位   |       |   |          |      | 自然地面标高         |    |    |        |  |  |  |
| 单元工程名称      |    |    |   |         | 施工单位   |       |   |          |      | 设计单桩承载力<br>特征值 |    | kN |        |  |  |  |
| 分部工程名称      |    |    |   |         | 桩 位 号  |       |   |          |      |                |    |    |        |  |  |  |
| 1. 取土成孔施工记录 |    |    |   |         |        |       |   |          |      |                |    |    |        |  |  |  |
| 设计桩顶标高      |    |    |   |         | 设计桩底标高 |       |   |          | 钻孔直径 |                |    |    | 护筒埋置深度 |  |  |  |
| 钻机类型        |    |    |   |         | 开孔日期   |       |   |          | 终孔日期 |                |    |    |        |  |  |  |
| 序号          | 日期 | 时间 |   |         | 工作内容   | 钻进（m） |   |          | 地质情况 | 泥浆情况           | 备注 |    |        |  |  |  |
|             |    | 起  | 止 | 累计（min） |        | 起     | 止 | 层厚       |      |                |    |    |        |  |  |  |
|             |    |    |   |         |        |       |   |          |      |                |    |    |        |  |  |  |
|             |    |    |   |         |        |       |   |          |      |                |    |    |        |  |  |  |
|             |    |    |   |         |        |       |   |          |      |                |    |    |        |  |  |  |
|             |    |    |   |         |        |       |   |          |      |                |    |    |        |  |  |  |
| 2. 填充料施工记录  |    |    |   |         |        |       |   |          |      |                |    |    |        |  |  |  |
| 填充料浇筑时间     |    |    |   |         |        |       |   | 天气情况     |      |                |    |    |        |  |  |  |
| 填充料设计标号     |    |    |   |         |        |       |   | 设计填充料灌入量 |      |                |    |    |        |  |  |  |
| 初次灌入填充料量    |    |    |   |         |        |       |   | 最终灌入填充料量 |      |                |    |    |        |  |  |  |
| 填充料拌和方法     |    |    |   |         |        |       |   | 填充料灌入方式  |      |                |    |    |        |  |  |  |
| 坍落度要求       |    |    |   |         |        |       |   | 填充料级配单编号 |      |                |    |    |        |  |  |  |

|                |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
|----------------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|---------------|--------------|------------------|------------------|-----------------------|--------|-------------|----------|------------------------|-----|--|
| 3. 静压法施工施工记录   |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
| 桩型及规格          |               | 生产厂家          |             |             |               |               |             | 桩顶设计标高        |             |             |   |             |             | 总桩长及配桩        |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
| 接桩形式           |               | 桩机型号          |             |             |               |               |             | 压力换算值         |             |             | 双缸 1MPa 时=_____kN；四缸 1MPa 时=_____kN；<br>六缸 1MPa 时=_____kN |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
| 日期<br>日/月      | 起止时间<br>时：分   | 下 桩           |             |             | 中 桩           |               |             | 中 桩           |             |             | 上 桩   |             |             | 送 桩           |              | 终压<br>力值<br>(kN) | 终<br>压<br>次<br>数 | 桩入<br>土总<br>深度<br>(m) | 备<br>注 |             |          |                        |     |  |
|                |               | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)   |             | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)     |             | 长<br>度<br>(m) | 油压值 (MPa)   |             | 长<br>度<br>(m)   | 油压值 (MPa)   |             | 深<br>度<br>(m) | 油压值<br>(MPa) |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
|                |               |               | 桩<br>下<br>端 | 桩<br>中<br>间 |               | 桩<br>上<br>端   | 桩<br>下<br>端 |               | 桩<br>中<br>间 | 桩<br>上<br>端 |   | 桩<br>下<br>端 | 桩<br>中<br>间 |               |              |                  |                  |                       |        | 桩<br>上<br>端 |          |                        |     |  |
|                |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
|                |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
|                |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
|                |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
|                |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
| 4. 锤击法施工施工记录   |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
| 桩型及规格          |               |               |             | 生产厂家        |               |               |             |               |             | 桩顶设计标高      |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
| 总桩长及配桩         |               |               |             | 接桩形式        |               |               |             |               |             | 桩机型号        |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
| 桩节顺序<br>(从底至顶) | 节长及桩身号<br>(m) | 锤规格及落<br>距    | 锤击起止时间      |             |               | 每 米 沉 桩 锤 击 数 |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             | 累计<br>总数 | 电焊焊接时间(min)<br>及焊缝外观质量 |     |  |
|                |               |               | 日           | 时           | 分             | 1             | 2           | 3             | 4           | 5           | 6   | 7           | 8           | 9             | 10           | 11               | 12               | 13                    | 14     | 15          |          |                        | ... |  |
| 第一节            |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |
| 第二节            |               |               |             |             |               |               |             |               |             |             |   |             |             |               |              |                  |                  |                       |        |             |          |                        |     |  |

建设单位代表：

监理工程师：

技术负责人：

记录员：

年 月 日



## 附录 E 沉桩设备选型参考表

E.0.1 静压桩机技术参数应按表 E.0.1 取值。

表 E.0.1 静压桩机技术参数表

| 压桩机型号<br>(吨位) |            | 160~180   | 240~280   | 300~360   | 400~460   | 500~600   | 800~1000   | 1200~1400   |
|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| 项 目           |            |           |           |           |           |           |            |             |
| 最大压桩力 (kN)    |            | 1600~1800 | 2400~2800 | 3000~3600 | 4000~4600 | 5000~6000 | 8000~10000 | 12000~14000 |
| 行程 (m)        | 纵向<br>(一次) | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3          | 3           |
|               | 横向<br>(一次) | 0.5       | 0.5       | 0.5       | 0.5       | 0.5       | 0.55       | 0.55        |
| 最大回转角 (°)     |            | 18        | 18        | 18        | 18        | 18        | 20         | 20          |

E.0.2 静压桩机适用范围参数应按表 E.0.2 取值。

表 E.0.2 静压桩机适用范围参数表

| 压桩机型号<br>(吨位)   |              | 160~180          | 240~280          | 300~360          | 400~460                | 500~600                | 800~1000               | 1200~1400              |
|-----------------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 项目              |              |                  |                  |                  |                        |                        |                        |                        |
| 适用管桩            | 最小桩径<br>(mm) | 300              | 300              | 400              | 400                    | 500                    | 500                    | 600                    |
|                 | 最大桩径<br>(mm) | 400              | 500              | 500              | 550                    | 600                    | 800                    | 800                    |
| 适用空心<br>方桩      | 最小边长<br>(mm) | 300              | 300              | 400              | 400                    | 450                    | 600                    | /                      |
|                 | 最大边长<br>(mm) | 400              | 500              | 500              | 550                    | 600                    | 700                    | /                      |
| 适用实心<br>方桩      | 最小边长<br>(mm) | 250              | 300              | 350              | 400                    | 450                    | 500                    | /                      |
|                 | 最大边长<br>(mm) | 400              | 450              | 500              | 500                    | 500                    | 500                    | /                      |
| 单桩承载力特征值 (kN)   |              | 500~1000         | 800~1500         | 1000~1900        | 1500~2500              | 1800~2800              | 2800~3600              | 4000~4800              |
| 桩端持力层           |              | 中密~密实砂层、硬塑~坚硬黏土层 | 密实砂层、坚硬黏土层、全风化岩层 | 密实砂层、坚硬黏土层、全风化岩层 | 密实砂层、坚硬黏土层、全风化岩层、强风化岩层 | 密实砂层、坚硬黏土层、全风化岩层、强风化岩层 | 密实砂层、坚硬黏土层、全风化岩层、强风化岩层 | 密实砂层、坚硬黏土层、全风化岩层、强风化岩层 |
| 桩端持力层标贯值 $N$    |              | 20~25            | 20~35            | 30~40            | 30~50                  | 30~55                  | 35~60                  | 30~65                  |
| 穿透中密~密实砂层厚度 (m) |              | 约 1.5            | 1.5~2.5          | 2~3              | 2~4                    | 3~5                    | 4~6                    | 4~6                    |

注：1 压桩机应综合工程地质条件、估算的最大压桩阻力、单桩极限承载力、入土深度及桩身强度并结合地区经验等因素选用；

2 最大压桩力为理论最大压桩力，压桩时压桩机提供的最大压桩力约为其机架重量和配重之和的 0.8 倍；

3 本表中静压桩机施工边、角桩及正常桩时，与邻近建（构）筑物施工的最小距离宜为 2 m~5 m。

E.0.3 柴油锤重选择技术参数应按表 E.0.3 取值。

表 E.0.3 柴油锤重选择技术参数表

| 柴油锤型号        | 35      | 45       | 50       | 62        | 72      | 80        | 100     | 120     |
|--------------|---------|----------|----------|-----------|---------|-----------|---------|---------|
| 冲击体质量<br>(t) | 3.5     | 4.5      | 5.0      | 6.2       | 7.2     | 8.0       | 10.0    | 12.0    |
| 锤体总质量<br>(t) | 7.2~8.2 | 9.2~10.5 | 9.2~11.0 | 12.5~15.0 | 18.4    | 17.4~20.5 | 20.0    | 20.0    |
| 常用冲程<br>(m)  | 1.8~2.3 | 1.8~2.3  | 1.8~3.2  | 1.9~3.6   | 1.8~2.5 | 2.0~3.4   | 2.0~3.4 | 2.0~3.4 |
| 液压锤规格<br>(t) | 5~7     | 6~8      | 7~9      | 9~11      | 9~13    | 11~13     | 13~15   | 13~15   |

E.0.4 柴油锤重适用范围参数应按表 E.0.4 取值。

表 E.0.4 柴油锤重适用范围参数表

| 柴油锤型号                      |              | 35                   | 45                   | 50                   | 62                   | 72                   | 80                   | 100                      | 120                      |
|----------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 适用<br>管桩                   | 最小桩径<br>(mm) | 300                  | 300                  | 400                  | 400                  | Φ 500                | 600                  | 600                      | 600                      |
|                            | 最大桩径<br>(mm) | 400                  | 400                  | 500                  | 500                  | 600                  | 600                  | —                        | —                        |
| 适用<br>空心<br>方桩             | 最小边长<br>(mm) | 350                  | 350                  | 400                  | 400                  | 450                  | 500                  | 600                      | 600                      |
|                            | 最大边长<br>(mm) | 400                  | 400                  | 450                  | 450                  | 500                  | 600                  | —                        | —                        |
| 适用<br>实心<br>方桩             | 最小边长<br>(mm) | 300                  | 350                  | 350                  | 450                  | 500                  | 500                  | 500                      | 500                      |
|                            | 最大边长<br>(mm) | 400                  | 450                  | 450                  | 500                  | 500                  | 500                  | —                        | —                        |
| 单桩竖向承载力<br>特征值适用范围<br>(kN) |              | 400~1200             | 600~1600             | 800~1800             | 1600~2600            | 1800~3000            | 2000~3500            | >3700                    | >3700                    |
| 桩尖可进入的岩<br>土层              |              | 密实砂层<br>坚硬土层<br>全风化岩 | 密实砂层<br>坚硬土层<br>强风化岩 | 强风化岩<br>( $N > 50$ ) | 强风化岩<br>( $N > 50$ ) | 强风化岩<br>( $N > 50$ ) | 强风化岩<br>( $N > 50$ ) | 强风<br>化岩<br>( $N > 50$ ) | 强风<br>化岩<br>( $N > 50$ ) |
| 常用停锤贯入<br>(mm/10 击)        |              | 20~30                | 20~50                | 20~50                | 20~50                | 30~60                | 30~60                | 70~120                   | 70~120                   |

注：1 本表仅供选锤用，选择时宜重锤低击；

2 本表适用于桩长 16m~60m，且桩端进入硬土层有一定深度；

3 本表中的柴油锤施工时，与邻近建（构）筑物的最小距离宜为 1.5m。

## 本标准用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

《先张法预应力混凝土管桩》GB/T 13476  
《建筑地基基础设计规范》GB 50007  
《混凝土结构设计规范》GB 50010  
《钢结构设计标准》GB 50017  
《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046  
《混凝土质量控制标准》GB 50164  
《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205  
《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476  
《建筑地基处理技术规范》JGJ 79  
《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008  
《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106  
《水运工程桩基施工规范》JTS 206-2  
《预应力混凝土薄壁管桩》JC/T 888  
《预应力混凝土实心方桩》JC/T 2723  
《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197  
《水工混凝土结构设计规范》SL 191  
《水利水电建设工程验收规程》SL 223  
《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252  
《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第3部分：地基处理与基础工程》SL/T 631.3  
《水工建筑物地基处理设计规范》SL/T 792

中国水利学会团体标准

水利水电工程预制桩基础技术规范

T/CHES XXX—20XX

条文说明

## 制 定 说 明

T/CHES XXX—20XX《水利水电工程预制桩基础技术规范》，经中国水利学会××××年××月××日以第××号公告批准发布。

本规范在制定过程中，编制组根据新阶段水利高质量发展对水利技术标准的要求，进行了广泛调查和深入研究，总结了水利水电工程预制桩工程实践经验，参考了相关规范内容，对本规范进行了制定。

为便于广大设计、施工、科研、管理等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《水利水电工程预制桩基础技术规范》编制组按照章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

## 目 次

|     |                    |       |
|-----|--------------------|-------|
| 3   | 基本规定 .....         | (116) |
| 4   | 材料与分类 .....        | (113) |
| 4.1 | 材 料 .....          | (113) |
| 4.2 | 选 型 .....          | (113) |
| 5   | 桩基设计 .....         | (115) |
| 5.1 | 一般规定 .....         | (115) |
| 5.2 | 预制桩布置 .....        | (116) |
| 5.3 | 桩基竖向抗压承载力计算 .....  | (116) |
| 5.4 | 桩基竖向抗拔承载力计算 .....  | (118) |
| 5.5 | 桩基水平承载力和位移计算 ..... | (118) |
| 5.7 | 构造要求 .....         | (119) |
| 6   | 复合地基设计 .....       | (121) |
| 6.1 | 一般规定 .....         | (121) |
| 6.2 | 预制桩布置 .....        | (121) |
| 6.3 | 复合地基计算 .....       | (121) |
| 6.4 | 构造要求 .....         | (122) |
| 7   | 施 工 .....          | (123) |
| 7.1 | 一般规定 .....         | (123) |
| 7.2 | 起吊、运输和堆放 .....     | (123) |
| 7.3 | 接桩与截桩 .....        | (124) |
| 7.4 | 静压法施工 .....        | (124) |
| 7.5 | 锤击法施工 .....        | (125) |
| 7.6 | 植入法沉桩 .....        | (126) |
| 7.7 | 引孔辅助沉桩 .....       | (126) |
| 7.8 | 桩顶与底板连接施工 .....    | (126) |
| 7.9 | 褥垫层施工 .....        | (126) |
| 8   | 质量验收 .....         | (127) |
| 8.1 | 一般规定 .....         | (127) |
| 8.2 | 单元工程施工质量验收 .....   | (127) |

### 3 基本规定

3.0.2 水利水电工程桩基础仍采用承载能力和正常使用极限设计状态进行设计, 极限状态标志参照国家标准《水利水电工程结构可靠性设计统一标准》GB 50199 的规定并结合桩基础承载特点确定。对于桩身承载力极限状态的抗力可根据《先张法预应力混凝土管桩》GB/T 13476、《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197 和《先张法预应力混凝土薄壁管桩》JC/T 888 等产品标准确定, 本规范附录 A 亦给出了常见型号产品的限值。

3.0.3 基础为隐蔽工程, 其破坏后的修复一般较为困难, 故其重要程度与所属建筑物级别相协调。同时, 地质条件的复杂程度, 如岩溶、岩性不稳定、地质灾害强烈等情况, 将直接影响桩基础的设计方法, 是设计中需要考虑的重要因素。在行业标准《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252 中规定, 当地质条件特别复杂时, 对于 2~5 级的建筑物可提高一级设计, 由于预制桩及其施工工法的持续创新, 以往无法应用预制桩的地质, 均已有了比较可靠且经济的技术, 故本条提醒工程技术人员在应用时要重视地质条件分析, 以确保结构的安全性。

3.0.5 本条主要列明预制桩作为建筑物基础需要具备性能:

1 预制桩用基础工程时, 其主要承受竖向荷载, 或竖向荷载和水平荷载同时承受, 除考虑地基抗力外, 预制桩本身的强度亦要满足承载要求; 预制桩用于坡地、岸坡时, 还需要考虑抗滑稳定的要求;

2 桩位布置、桩长设计应考虑建筑物结构形式、荷载、土层分布等因素, 精心设计, 控制差异沉降;

3 预制桩的设计使用年限与上部结构相同, 故应满足相应的耐久性要求;

4 与其他桩基础形式相同, 预制桩基础亦要进行抗震设计, 防止失稳破坏, 产生影响建筑物使用的过大变形。

3.0.6 本规范所述及预制桩桩身混凝土强度等级均高于 C60, 抗压强度高, 可穿越各类软土、填土、可塑状黏性土、粉土、松散或稍密的砂土, 进入硬塑或坚硬状黏性土、密实的砂土、碎石土、强风化岩层及中风化极软岩层一定深度。目前, 预制桩主要的施工方法有锤击法、静压法。锤击法沉桩是利用落锤的冲击力克服土体阻力打入地基, 设备简单, 能量转换率高, 穿透力强, 成本低, 但是存在噪声大、油烟污染、振动等问题, 且土体密实度越高, 越容易造成桩身损伤, 同时引起地基的振动也越大; 静压法是利用设备自重和配重提供的反力将预制桩压入地基, 无锤击法的振动、噪音和污染问题, 适用于浅层土易穿越, 桩端持力层较致密、坚硬的场地, 但由于设备自重较大, 其对地基承载力要求较高, 表层土质软弱且压机作业面承载力低的场地应预先处理, 以免在这样的场地出现桩机陷机、桩位偏移过大、周边环境隆沉而对邻近道路、管线、建筑物产生危害等事故, 当采用抱压方式沉桩时, 由于抱压力过大而发生桩身破损的现象也时有发生。

因此, 当地存在含孤石或障碍物较多且不易清除的地层, 桩端以上存在难以穿透的坚硬黏性土、密实的砂土、碎石土层的场地时或可能因锤击、抱压力过大引起桩身破损时, 宜选用植入法沉桩, 并应通过现场沉桩工艺试验确定其适用性; 但存在较硬粘性土, 或需要降低挤土效应对周边环境的影响, 可选用引孔法辅助或植入法沉桩。

植入法经过 10 余年的应用, 积累了大量经验, 在《劲性复合桩技术规程》JGJ/T 327、《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406 等行业、地方标准中均已经纳入, 是一种成熟的施工方法, 故本规范将其纳入, 采用植入法还具有以下几个优点: ①施工时挤土效应小; ②成桩后桩身完整无损伤; ③桩身承载力及耐久性提高。

3.0.7 沉桩试验应选择具有代表性的地质钻孔。锤击法沉桩工艺试验通过试打桩除可以验证设计桩的承载力、确定施工工艺和桩长外, 还需要重点记录各类施工参数, 可包括锤的落距、控制贯入度、压桩力、沉桩速度、桩身应力、电流值、冲水压力等(植入法施工还包括水灰比、水泥掺量、混凝土或砂浆灌注量), 以指导工程施工顺利进行。静压法沉桩工艺试验完成后应提供压桩全过程记录, 包括桩不同入土深度时的压桩力、压桩力曲线等, 以及桩身混凝土经抱压后完整性的检查检测资料、压桩机整体运行情况、桩接头形式及接头施工记录等。



## 4 材料和选型

### 4.1 材料

4.1.1 预制桩具有成熟、完善的工业化制造工艺，承载力高、施工速度快，自上世纪 90 年代以来，市场规模持续增长，推动行业持续突破创新，在管桩基础上涌现了大量不同型式的预应力混凝土桩，包括在配筋、混凝土强度、壁厚等方面的改进，以满足预制桩在不同场景下的力学性能、经济性和安全性要求，本规范将现有成熟的管桩和方桩均纳入。

国内预制桩常见的混凝土强度等级为 C60 和 C80，而欧美、日本等发达国家对 C80 以上的超高强混凝土已应用较为成熟，特别是日本对 C80 以上的管桩制定了完备的应用标准及生产工艺标准，其管桩按桩身混凝土强度分为 C80、C85、C105、C125 四个等级。近年来，国内 C100 及以上等级的混凝土研制已经比较成熟，超高强混凝土管桩已形成规模化应用，故将超高强混凝土桩纳入本规范。

4.1.4 桩基础中预制桩为竖向受力构件，主筋为预应力钢筋，水利行业标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191 仅规定了 HRB400 和 RRB400 以下钢筋的配筋率，国家标准《混凝土结构设计规范》GB/T 50010 中规定采用 500MPa 钢筋的受压构件最小配筋率为 0.5%，在《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和相关预制桩的国家或行业产品标准中，预制桩的最小配筋率均为 0.5%，故本条仍沿用预制桩现行标准的规定。预制桩主筋依据其截面形式采用圆形或方形布置，综合考虑自动化生产的便捷性及受力的均匀性，对预应力主筋的数量进行规定。

复合地基用预制桩，在使用阶段仅作为竖向增强体，与地基土共同工作，其配筋数量主要考虑在起吊、运输、沉桩阶段桩身不发生开裂或断裂。

4.1.7 填芯混凝土主要是用于插筋的锚固和传力，为防止新旧混凝土分离，建议选用无收缩混凝土或者微膨胀混凝土。无收缩混凝土的限制膨胀率宜为 0.025%，微膨胀混凝土的限制膨胀率宜为 0.03%，限制干缩率均不大于 0.015%。膨胀率过大，会对空心桩内壁产生环向力，使桩头处于复杂受力状态，导致桩头破坏；膨胀率过小，无法补偿混凝土收缩，造成新旧混凝土结合面不紧密，从而影响传力。无收缩混凝土或者微膨胀混凝土配制时，膨胀剂的使用要求应符合国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定。

### 4.2 选型

4.2.1 预制桩在建筑工程领域已应用超过 30 年，在设计、施工中积累了很多宝贵经验。但使用中也出现了一些问题，如基坑开挖过程中，由于施工开挖方法不正确，导致开挖过程中工程桩倾斜、折断，这种现象在软土地基施工中尤为突出。又如设计人员选用的桩型号不正确，导致沉桩过程中较多预制桩桩身破损。鉴于预制桩在使用中存在的这些问题，以及水利水电工程行业对于预制桩的总体认知程度，本规范强调设计人员选用预制桩时，应结合工程地质条件、上部结构特点、荷载性质、耐久性要求、沉桩工艺和施工条件，同时注重施工经验汲取，在综合分析后进行选用。

4.2.2 在现行行业标准《水工混凝土结构设计规范》中规定纵向钢筋的保护层厚度，环境类别二类的保护层厚度不小于 35 mm，预制桩的应用多数情况是完全位于地下，故其最小保护层厚度要求可按二类环境控制。现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB/T 13476 规定管桩钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 35 mm，地基处理、设备基础和临时性建筑基础用管桩混凝土保护层厚度不应小于 25 mm；现行行业标准《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197 中规定空心方桩钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 35 mm；现行行业标准《先张法预应力混凝土薄壁管桩》JC/T 888 中规定管桩钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 25 mm；现行行业标准《预应力混凝土实心方桩》JC/T 2723 规定方桩最外层钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 35 mm，地基处理和临时性建筑基础用预应力方桩最外层钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 25 mm。由于复合地基中预制桩主要受压，且弯矩和水平力很小，故所使用的预制桩的抗力只要满足吊运、施工的要求，完工后桩身不开裂即可，其钢筋混凝土保护层厚度取 25mm 足够满足设计要求。临时性设施基础和临时支护工程的设计年限一般为 2 年，对混凝土的耐久性要求不高，钢筋混凝土保护层厚度调整为 25 mm 可提高身的抗裂和设计弯矩，对临时建筑（构）物特别是受水平力的桩是相对有利，且可减少钢筋的用量。

因此，对于设计使用年限为 50 年的桩基础，现行预制桩相关的产品标准中混凝土保护层的最低要求，均是高于水利水电工程行业标准要求的，本规范所采用的混凝土保护层要求可满足设计要求。同时，对于特殊环境和设计使用年限为 100 年的工程，应按照《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 和《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的要求对桩身进行防护处理。

4.2.3 桩基工程中预制桩的选型主要是依据其受力情况、地质条件、施工工艺等因素初步确定。

1 在重要建筑物或地质条件复杂的基础工程，以及受水平力、用作抗拔的预制桩，不推荐选用 A 型桩，主要是因为 A 型的配筋率一般相对较低，多在 0.5 %左右，抗弯、抗剪和抗拉承载力较低，尤其是桩身受弯承载力设计值比开裂弯矩值提高不多，桩身一旦开裂，很快达到承载力设计值、延性差，桩身易受弯破坏。用作抗拔桩时，桩身裂缝控制等级为一级，而 A 型桩的抗拉承载力较低。

2 软土地基由于抗剪强度和地基承载力较低，在附加荷载作用下，容易产生稳定问题，且由于挤土效应使孔隙水压力升高，桩身的抗弯和抗拉承载力高于一般地质条件，故建议选用 AB 型、B 型或 C 型预制桩。

3 中强腐蚀环境下应用预制桩时，应严格控制桩身开裂，防止过早开裂造成耐久性下降，故需要选用抗裂性能更优的 AB 型、B 型或 C 型预制桩。同时，对于中等以上腐蚀环境下使用预制桩，应由工程设计人员根据现行国家标准《标准混凝土耐久性设计标准》GB/T 50476、《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 和《水工混凝土结构设计规范》SL 191，在设计文件中对制作预制桩所用混凝土、钢筋、铁件、掺合料材料性能和钢筋保护层厚度等影响预制桩耐久性的相关指标提出定性和定量要求。也可选用防腐性能好的防腐预制桩。

4 混合配筋桩相比普通桩，抗弯性能得到了显著的改善，且原预应力筋配筋率越低效果越明显。试验研究结果表明：桩身主要应力位于跨中纯弯段内，裂缝出现前跨中截面应变基本符合平截面假定，裂缝出现后中轴线明显上移，混合配筋桩断裂前受压区部分混凝土呈压碎状；断裂破坏时，混合配筋桩的跨中挠度明显大于普通桩，延性性能得到改善；非预应力螺纹钢筋的配置明显延缓了桩身开裂发展，减小了桩身裂缝的长度及平均宽度，但裂缝分布范围及数量有一定程度的增加；非预应力的配置改变了剪力作用下的桩身应力和裂缝分布规律及断裂性状，使混合配筋桩呈斜剪破坏性状。抗震设防烈度 8 度及以上地区，地震剪力和弯矩主要由桩基础承担，故与底板连接的首节桩不应选用 A 型桩，宜选用混合配筋桩、高强钢管混凝土管桩或 AB 型、B 型、C 型预应力高强混凝土桩等承载能力较强的桩型。

5 当预制桩进入硬土层时，其锤击数或压桩力会迅速上升，为了防止在沉桩过程中造成桩身损伤，宜选用抗压承载力更高的预制桩或者超高强混凝土预制桩。

6 除极软岩外，预制桩难以直接进入岩层，此时一般采用植入法，而单桩竖向承载力可由桩身强度控制，选用超高强混凝土桩、高强钢管混凝土管桩等高抗压承载力的桩型，可有效的降低工程造价。

4.2.4 复合地基受力机理为桩土共同受力，预制桩为摩擦桩，沉桩阻力小，同时对桩身开裂和抗弯要求低，故多选用经济性较好的薄壁混凝土桩，要求的混凝土强度等级 C60 以上即可。

## 5 桩基设计

### 5.1 一般规定

5.1.2 相同类型的桩主要是指桩身材料、规格相同，同时桩长相近的桩基，主要是为了减小同一单元结构下桩基实际分担荷载的差异，避免产生过大的不均匀沉降，危及上部结构物的安全和正常使用。

5.1.3 本条所列内容，有的为必算项，有的为可算项，具体应结合工程自身的实际情况进行计算或验算。

通常情况下，水利水电工程中必算项包括竖向抗压承载力、水平承载力和沉降。水工建筑物一般由于上下游水头差、土压力的原因，水平承载力一般较大，且本身对水平位移也有一定的要求，故多数情况下都需要进行水平承载力的计算；由于预制桩的桩身抗压强度远高于钻孔灌注桩，故一般只有采用植入法并进入岩层的预制桩，需要进行桩身强度验算。

5.1.4 桩基工程中桩侧负摩阻力所产生的下拽力可能引起桩体破坏、桩基不均匀沉降等诸多工程灾害，设计人员应综合地质条件、区域经验、建筑物对不均匀沉降敏感程度、建筑物重要性等情况确定是否需要计算。当有下列情况时，应特别注意：首先是桩周存在软弱土层，且周边地面承受局部较大的长期荷载或大面积堆载（包括填土）时，或者出现地下水位降低，造成地基产生沉降并超过基桩沉降时；其次是基桩进入相对较硬土层，而上部存在较厚松散填土、自重湿陷性黄土、欠固结土、液化土层等特殊土层时，由于土体自重固结、水侵湿陷或地震易造成地基产生沉降超过基桩沉降。

5.1.5 本条对植入法设计时的外芯提出了要求。

1 非取土植桩的外芯一般为水泥土搅拌桩或高压旋喷桩，主要适用于填土、粘性土、砂卵石、全风化、强风化基岩等。为减小原地基对预制桩施工的不利影响，在非取土植入法中外芯水灰比较常规成桩要高，同时为保证外芯可成桩，故规定了其水泥或者固化剂的掺量。

2 取土植桩的外芯的施工工艺与钻孔灌注桩相同，主要适用于填土、老黏土、砂性土、卵砾石、基岩、岩溶等地质条件，以及场地存在孤石或障碍物较多且不易清除的地层，当用于端承型桩基础时，可以最大限度发挥预制桩桩身抗压承载力高的特性，由于竖向承载力较高，为保证内外芯的协同受力，故对外芯的强度提出了一定的要求。

3 植入法应用的目的是提高承载力和降低沉桩难度，当外芯初凝后，预制桩插入困难，故需要在外芯初凝前将预制桩插入。是否加入改性材料、加入何种改性材料，主要根据桩长、沉桩难易程度、沉桩设备、工期、材料来源等因素综合确定。

4 植入法预制桩的竖向承载力依据本规范公式（5.3.4-2）、（5.3.4-3）进行估算。

5.1.7 根据处于挡水前沿的水工建筑物需要防渗的特点，水工建筑物基础底板与地基土之间应有紧密的接触，以避免形成渗流通道。因此，为了保证渗流安全，土质地基上处于挡水前沿有防渗要求的水工建筑物桩基一般采用摩擦型桩（包括摩擦桩和端承摩擦桩）。如果采用端承型桩（包括端承桩和摩擦端承），底板底面以上的作用荷载几乎全部由端承型桩承担，直接传递到下卧岩层或坚硬土层上，底板与地基土的接触面上则有可能出现“脱空”现象，加之渗流的作用，造成接触冲刷，从而危及水工建筑物安全。因此，水工建筑物的桩基通常宜采用摩擦型桩。当确需采用端承桩时，应设置可靠的防渗措施。

5.1.8 本条主要给出了单桩竖向承载力特征值的确定方法。

单桩竖向极限承载力计算受土体强度参数、施工工艺的不确定性影响较大，目前仍以原位原型试验为最可靠的确定方法，以单桩静载试验结果作为工程桩主要依据，其次是利用地质条件相同的试桩资料和原位测试及端阻力、侧阻力与土的物理指标的经验关系参数确定。

水利水电工程中水工建筑物一旦破坏，不仅是其本身还会影响周边和上下游，故在参照《建筑桩基设计规范》JGJ 94 的同时，本规范结合行业特点适当提高了单桩竖向承载力确定的要求，即在四级以上均应采用静载荷试验确定。

由于试验单极限承载力标准值是反映特定地质条件、桩型与工艺、几何尺寸的单桩极限承载力代表值，限定其数量主要是为保证评价试桩结果的合理性，当工程桩数量少于 50 根或周边有试桩数据时，可减少 1 根。若实际工程中由于某些原因不足以为设计提供可靠依据或设计另有要求时，可根据实际情况增加试桩数量。

5.1.9 本条规定了水平荷载较大的桩基单桩水平承载力特征值确定的方法，试验时宜加载至桩顶出

现较大的水平位移或桩身破坏。建筑物等级为 2 级及以上或建筑物等级为 3 级且地质条件复杂的单桩水平承载力特征值估算和其余单桩水平承载力特征值确定按照本规范 5.5 节计算。

## 5.2 预制桩布置

5.2.1 预制桩的最小中心距规定主要基于两个因素，其一是减小群桩效应，有效发挥桩的承载力。一般桩间距越小，桩基相互影响越明显，桩基的承载力和支承刚度因桩土相互作用而降低。其二是减小沉桩工艺对桩身质量的影响。对于预制桩而言，通常采用锤击或静压施工，为挤土桩，为减小挤土负面效应，在饱和粘性土和密实土层条件下，桩间距应适当加大，特别是对于桩的排列与数量较多的群桩。当采用挤土效应非常小的植桩工法进行沉桩时，预制桩的间距可参照非挤土灌注桩的间距要求。

5.2.2 本条对桩端持力层选择和进入持力层的深度作了规定。桩端持力层是影响桩基承载力的关键性因素，不仅制约桩端阻力而且影响侧阻力的发挥，因此选择较硬土层作为桩端持力层至关重要；其次，应保证桩端进入持力层的深度，有效发挥其承载力。进入持力层的深度除考虑承载性状外尚应与成桩工艺可行性相结合。预制桩采用植入法嵌岩时，其成孔全断面入岩深度不宜小于  $1.0d$  且不小于  $0.5m$ 。

## 5.3 桩基竖向抗压承载力计算

5.3.1 对于桩的竖向承载力和水平向承载力的计算，一般均按底板底面以上的全部荷载全部由桩承担的原则考虑，不计桩间土的承载能力，这是偏于安全的。本条参照现行行业标准《水工建筑物地基处理设计规范》SL/T 792 的规定，提出对于摩擦型桩经论证后可适当考虑桩间土承担部分荷载，主要是因为摩擦型桩由侧阻力承担上部荷载，当上部结构与桩基的协同变形较好时，土体将承担部分上部荷载，黄河勘测规划设计院和山东黄河河务局等单位的试验成果亦表明，对于摩擦桩基础，设计时如考虑桩间土承担底板底面以上  $10\% \sim 15\%$  的荷载，工程仍是安全的。实际上，这与现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中承台效应是一致的，水利水电工程中建筑物一般均为筏形基础，整体刚度大且多数单体体型相对简单，除地基土为可液化土、湿陷性土、高灵敏度软土、欠固结土时，一般都可适当考虑承台效应。

5.3.4 本条列明桩基竖向承载力的估算。

为便于借鉴其他工程行业的应用经验，本规范采用单桩竖向极限承载力标准值除以安全系数 2 作为单桩竖向极限承载力特征值，这与行业标准《水工建筑物地基处理设计规范》SL/T 792、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363、《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093 是一致的。

预制桩单桩竖向极限承载力仍以原位原型静载荷试验为最可靠的确定方法，在试验前，设计单位可采用土的物理力学指标与承载力参数之间的经验关系估算单桩竖向极限承载力。估算方法的核心问题是不同土层极限侧阻力和极限端阻力经验参数的收集，很难给出力求涵盖不同区、土质，具有一定的可靠性和较大适用性的预制桩极限侧摩阻力和桩端阻力标准值。由于静力触探与静压桩在贯入机理及贯入速率等方面的一致性，通过试桩载荷资料建立的原位测试指标与桩侧阻力和端阻力经验关系估算预制桩单桩承载力已为工程界广泛认可，特别是有地区经验时，其承载力的估算可靠度较高。可以按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 中的 5.3.3、5.3.4 条，根据单桥探头、双桥探头静力触探资或标准贯入指标确定桩侧阻力和端阻力。为便于估算取值，本规范参照《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 表 5.3.5-1 和 5.3.5-2 重新整理形成表 5.3.4-1，其中外芯桩侧阻力参数按照泥浆护壁钻（冲）孔桩经验值取用，在工程设计前期缺乏资料时，可以参照表 5.3.4-1 的取值进行预制桩承载力估算。该表根据土层状态（ $I_L$ 、 $N$ 、 $N_{63.5}$ ）的范围值给出各种状态对应的桩侧摩阻力和桩端阻力，均为范围值，工程技术人员需根据土层的状态作出判断后给出对应的摩阻力和端阻力具体数值。

目前，国内预制桩植桩技术主要分为两大类：非取土类植桩和取土类植桩。其中，非取土类植桩可再细分为搅拌植桩（包括劲性复合桩、深层搅拌复合桩等）、旋喷植桩（包括高压旋喷植桩和潜孔锤高压旋喷植桩等）等；取土植桩常见的形式有回转钻成孔植桩、旋挖成孔植桩、长螺旋压灌混凝土植桩和异位搅拌植入复合桩（EMC 桩）等。本规范中植入法设计时，除预制桩长度小于外芯的情况，其余情况均要求按打入桩停锤标准或终压标准进行控制。因此，对于外芯扩大的植入法预制桩，其承载力计算时桩身周长计算取外芯直径，即外芯截面周长，考虑预制桩植入挤密作用，桩的极限侧阻力标准值在估算时可取本规范表 5.3.4-1 中外芯桩极限侧阻力标准值区间的高值，对

于桩端极限阻力标准值的计算，可按表中的混凝土预制桩取值。同时，端阻力计算时应结合不同植桩工法固化材料、不同桩端持力条件，选取不同的桩端极限阻力调整系数。该方法已有大量试验数据作为实测依据，表 1 中列出了国内不同区域、不同地质条件下应用案例的估算与实测结果情况。

表 1 植入法估算与实测结果对比实例

| 项目名称       | 典型地质条件                   | 植入法类型   | 外芯桩          | 预制桩                                 | 桩长<br>(m) | 桩顶作用效应<br>(kN) | 估算承载力<br>(kN) | 静载试验<br>极限值<br>(kN) | 试验沉降量<br>(mm) | 备注                               |
|------------|--------------------------|---------|--------------|-------------------------------------|-----------|----------------|---------------|---------------------|---------------|----------------------------------|
| 江西某枢纽工程    | 淤泥质黏土、圆砾、强风化泥质粉砂岩        | 非取土植桩   | A1000 水泥土搅拌桩 | PRC 800B110                         | 42        | /              | 12368         | 12000               | 14.56         | 工艺试验，未破坏                         |
| 武汉某泵站      | 淤泥质粉质黏土、粉质黏土夹粉砂、粉细砂、中粗砂  | 非取土植桩   | A1000 水泥土搅拌桩 | PHC 800AB 130                       | 23        | 2500           | 6138          | 5000                | 15.62         | 工程桩，非破坏试验。Q~S 曲线为缓变形             |
| 海口某国贸中心    | 填土、淤泥质粉质黏土、粉砂、中砂、粉质黏土、中砂 | 非取土植桩   | A900 水泥土搅拌桩  | 上节 SC-II -600-130-8，下节 UHC 600AB130 | 59        | /              | 15352         | 19550               | 49.78         | 工艺试验，破坏性试验，最大试验荷载加至 23000kN，最大沉降 |
| 长沙某计算机园区项目 | 杂填土、淤泥质土、粉质黏土、全风化和强风化板岩  | 取土植桩—旋挖 | A1000        | UHC 700AB130                        | 26        | /              | 按桩身极限         | 14000               | 16.04         | 工艺试验，未破坏                         |
| 安康市某垃圾发电项目 | 卵石、细砂、全风化板岩、强风化板岩和中风化板岩  | 取土植桩—旋挖 | A800         | PHC 600AB110                        | 15~29     | 2500           | 5218          | 50000               | 12.39         | 工程桩，非破坏试验。Q~S 曲线为缓变形             |
| 宣城某住宅项目    | 砂质黏土、强风化花岗岩              | 取土植桩—旋挖 | A600         | PHC 400AB110                        | 12        | /              | 3133          | 3200                | 18.54         | 工艺试验，非破坏试验。Q~S 曲线为缓变形            |

5.3.6 桩身结构强度验算不同于一般的轴心受压构件的强度验算，一方面它需考虑桩在制作、运输、沉桩、接桩或水下作业等施工过程中，多种不确定因素对桩身材料的削弱影响；另一方面也需考虑桩在地基土中实际受力状态与理想的轴心受压状态之间的差异在长期荷载作用下可能产生的不利影响。国内外工程界多数是通过成桩工艺系数或工作条件系数来控制桩身材料容许应力的实用方法，来综合考虑上述二方面因素的影响。因此，按桩身混凝土强度验算桩的承载力时，应按成桩工艺的不同将混凝土的轴心抗压强度设计值乘以综合折减系数  $\psi_c$  来计算。

行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 中的预制桩成桩工艺系数取为 0.85，国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 中取 0.55~0.65。可见早期各规范关于预制桩桩身强度的计算和成桩工艺系数取值上还存在一些差异，造成上述差异的原因主要有以下几个方面：一是部分预制桩龄期不到便开始沉桩；二是部分工程受土层条件（硬土或基岩）或沉桩方式（锤击）的影响，导致桩身沉桩过程中混凝土受损；三是上述标准制定较早，早期的施工设备仍有不足，施工规范性有待提高。随着预制桩应用的快速发展，工厂化规模、规范化程度和质量不断提高，其桩身比灌注桩更有保证，同时各地均具有较大的样本数量可供参考，到行业标准《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406-2017 编制时，对成桩工艺系数按施工工艺进行了区分，抱压和锤击施工取 0.7，顶压施工取 0.8，植入法或中掘法施工取 0.85。本规范预制桩涉及管桩和方桩，参照 JGJ/T 406-2017 和江苏、广东等地方标准进行取值，管桩抱压式和锤击式施工取 0.70，顶压式施工取 0.80，方桩均取 0.65，对于采用植入法沉桩施工的预制桩，桩身完整性受施工因素的影响较小，管桩提高至 0.80~0.85，方桩提高至 0.7~0.85。但在应用中仍应关注预制桩桩身出厂质量，并考虑场地条件、施工方式等因素，施工过程中应严格施工、加强现场管理和监理。

行业标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191 中最高混凝土强度等级为 C60，国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中最高混凝土强度等级为 C80，在现有标准体系中尚无 C80 以上混凝土的技术参数。编制单位结合日本、欧美等国家的现行标准及国内科研院校研究成果，通过试验验证

C105 及以上混凝土强度指标及弹性模量, 并对比现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的计算结果, 从确保安全度的角度, 轴心抗压强度标准值和弹性模量, 取 GB 50010 的计算值, 轴心抗拉强度取 1/28 倍的立方体抗压强度, 得到的结果对比试验结果是偏于安全的。

5.3.7 对于高承台基桩, 桩身穿越可液化土或不排水抗剪强度小于 10kPa 的软弱土层的基桩, 由于桩周约束小, 容易发生压屈失稳问题, 设计时应综合桩顶、桩端的约束条件考虑压屈影响, 即将公式 5.3.6 乘以稳定系数折减后作为单桩竖向力设计值。

#### 5.4 桩基竖向抗拔承载力计算

5.4.3 本条规定了植入法抗拔承载力特征值估算方法。采用植入法施工的预制桩承受竖向上拔荷载时, 存在预制桩和外芯桩一起从地基土中拔出、预制桩从外芯桩中拔出或预制桩拔断三种破坏模式。因此, 单桩竖向抗拔极限承载力标准值应按式 (5.4.3-1)、式 (5.4.3-2) 和式 (5.4.3-3) 分别计算, 取其中最小值作为单桩竖向抗拔承载力特征值。

5.4.4 预制桩桩身裂缝控制计算主要用于抗拔桩, 根据预制桩所处的环境类别, 参照《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关要求, 预制桩正截面的裂缝控制等级分为三级。为保证其耐久性, 对桩身裂缝的控制从严要求, 故裂缝控制等级严于普通钢筋混凝土桩。

5.4.5 预制桩作为抗拔桩, 有几方面问题值得注意。首先, 预制桩作为抗拔桩时桩身结构强度如何控制尚没有一致认识。有采用混凝土有效预压应力进行控制, 也有在此基础上还考虑混凝土的抗拉强度。其间的差别主要体现在对预制桩混凝土抗裂性能的不同认识。其本质是对于预应力桩抗裂控制要求不同, 相比较而言, 采用有效预压应力进行控制是较为安全的。其次, 影响预制桩抗拔承载力的另一方面是焊缝强度、端头板厚度以及桩顶与底板的连接构造 (包括填芯高度、插筋的设置) 等。从理论计算看, 端板与预应力钢棒连接强度是抗拔桩的薄弱环节, 当预制桩作为抗拔桩时, 端板厚度需要作适当加强。预制空心桩内采用微膨胀混凝土填芯并内设插筋是预制空心桩与底板连接的较好方式, 填芯高度和插筋应进行验算。在试验研究方面, 浙江省进行了管桩 (PC500 (100) AB 型) 结构抗拉性能的试验研究, 从单桩结构强度、焊缝、填芯等方面进行了拉伸破坏性试验。在 11 根试桩中, 6 根拉力直接作用于端板上的试桩中 5 根首先出现墩头断裂、端板拉脱, 另 1 根先出现桩身裂缝再出现墩头断裂。5 根填芯后拉力通过钢筋施加的试桩, 3 根首先出现桩身裂缝, 1 根墩头断裂, 另 1 根未破坏; 5 根试桩均未出现填芯段滑移, 桩身裂缝均首先出现在套箍尾端。试验结果表明, 在接头焊缝质量和填芯质量保证的前提下, 拉伸作用下桩身混凝土首先出现环裂, 但管桩仍能继续承载, 然后是墩头断裂或环向裂缝宽度达到 1.0 mm~1.5 mm 从而导致管桩破坏。室内试验的受力情况与工程实际情况虽不尽相同, 但也提供了一些有益的参考。

在实际工程中, 预制桩作为抗拔桩时, 影响桩身抗拔承载力的因素较多, 需要验算钢棒及墩头抗拉强度、端板孔口抗剪强度、接桩连接强度、桩顶 (采用填芯混凝土) 与底板连接处强度等桩身结构强度。取以上计算得到的最小值作为桩身抗拔承载力设计值, 并满足荷载效应基本组合作用下基桩的上拔荷载。当与桩土抗拔承载力特征值进行比较时, 可以采用简化规则, 近似按设计值乘以 1.25 后应不小于 2 倍的抗拔桩承载力特征值进行计算。

抗拔桩的桩顶填芯混凝土长度和连接钢筋总横截面积的经验计算公式。抗拔桩填芯混凝土的抗剪强度由于预制桩内壁或多或少存在着一层浮浆层而离散性较大, 加上预应力混凝土空心桩尤其是小直径 (或边长) 桩的内孔直径较小, 填芯混凝土施工环境差, 质量稳定性也差, 故填芯混凝土与预制桩内壁的粘结强度设计值, 宜由现场试验确定。当缺乏试验资料时, 标准提出 C30 掺微膨胀剂的填芯混凝土  $f_{tk}$  可取 0.30~0.35MPa, 以上建议值是通过一些抗拔试验资料反算出来的, 是留有一定的安全储备。当然, 若填芯混凝土的施工质量较差, 取  $f_{tk}=0.30\text{MPa}$  也可能会有问题, 因此保证填芯混凝土的质量是关键。

#### 5.5 桩基水平承载力和位移计算

5.5.1 水工建筑物一般规模尺寸均较大, 桩基多为群桩基础, 在不同运行工况下, 承受上下游水头、土压力等荷载作用, 还有部分可能承受双向水头的作用, 同时不同建筑物的上部结构的约束刚度、地基土均有一定的差异, 群桩基础中各排桩实际承受的水平向荷载的分担比例难以做出具体的规定, 目前设计时仍按全部水平向荷载由各桩平均承担的原则进行设计计算。

5.5.5 试验发现, 对于低配筋率的桩, 通常是桩身先出现裂缝, 随后断裂破坏, 单桩水平承载力由桩身强度控制; 对于抗弯能力强的桩, 桩身虽未断裂, 但由于桩侧土体塑性隆起, 或桩顶水平位移大大超过使用允许值, 也认为桩的水平承载力达到极限状态, 此时单桩水平承载力由位移控制。除

部分 A 型桩外, 其余各种型号的预制桩的开裂弯矩值均大于相同直径配筋率为 0.65% 的灌注桩的抗弯承载力设计值, 可认为是抗弯能力强的桩, 桩的水平承载力由水平位移控制。为安全起见, 本规范中对于 A 型桩的水平承载力估算建议按桩身强度控制。

水平位移的限值, 在水利行业标准《水闸设计规范》SL 265、《水工挡土墙设计规范》SL 379 中均为不超过 10mm, 故本规范规定不超过 10mm, 当项目有其他要求时应由设计提出技术要求。

5.5.7~5.5.8 影响单桩水平承载力和位移的因素包括桩身截面抗弯刚度、材料强度、桩侧土质条件、桩的入土深度、桩顶约束条件等。除桩身截面抗弯刚度, 即桩身截面尺寸外, 桩侧土水平抗力系数的比例系数  $m$  对承载力影响是较大的, 桩身强度控制受影响稍小, 呈  $m^{1/5}$  的关系; 桩身位移控制受影响较大, 呈  $m^{3/5}$  的关系。故对于受水平荷载较大的桩基, 应通过现场单桩水平承载力试验确定单桩水平承载力特征值。在初设阶段可按照公式 (5.5.7-1) 和公式 (5.5.8-1) 进行计算, 确定桩型规格。

截面的换算惯性矩是指将桩身配筋弹性模量的差异折算为等效的混凝土面积后得到的截面惯性矩, 具体计算方法如下:

$$\text{管桩: } I_0 = \frac{\pi(d^4 - d_1^4)}{64} + \left(\frac{E_p}{E_c} - 1\right) A_{py} \frac{r_p^2}{2} + \left(\frac{E_s}{E_c} - 1\right) A_s \frac{r_s^2}{2} \quad (1)$$

$$\text{空心方桩: } I_0 = \frac{b^4}{12} - \frac{\pi d_1^4}{64} + \left(\frac{E_p}{E_c} - 1\right) A_{py} \frac{b_p^2}{6} \quad (2)$$

$$\text{实心方桩: } I_0 = \frac{b^4}{12} + \left(\frac{E_p}{E_c} - 1\right) A_{py} \frac{b_p^2}{6} \quad (3)$$

式中:  $r_p$ ,  $r_s$ ——管桩预应力钢筋、非预应力钢筋分布圆半径;

$b_p$ ——空心方桩预应力钢筋呈方形布置时的边长;

$A_{py}$ ,  $A_s$ ——全部纵向预应力钢棒、普通钢筋的总截面积;

$E_p$ ,  $E_s$ ——预应力钢筋、非预应力钢筋的弹性模量;

$E_c$ ——混凝土的弹性模量。

5.5.9 采用考虑群桩相互影响、桩顶约束、底板侧土质条件的群桩效应综合系数法。本条适用于底板顶面弯矩较小的情况, 设有地下结构、顶面弯矩较大时, 需按照行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 中附录 C 的规定进行计算。

5.5.10 本条适用于岩石饱和单轴抗压强度标准值大于 2MPa 的情况, 其计算与行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 相一致。

## 5.7 构造要求

5.7.1 本条主要是关于预制桩的连接接头要求。

1 受生产、运输、吊装、沉桩设备等因素影响, 预制桩的单节长度一般多在 15m 以下, 陆运最大长度不超过 20m, 对于桩长较大桩基, 需要现场施工时连接后使用。一般用于抗压的预制桩接桩方式仍以焊接连接为主, 也可采用机械连接的方式; 对于有抗拔要求的预制桩, 宜采用专用的抗拔桩机械连接, 也可以采用机械-连续焊接连接, 采用常规的焊接连接, 由于受焊缝尺寸、焊接质量的影响, 难以满足抗拔的要求, 因此要求采用专项设计的焊缝, 即根据抗拔承载力要求计算的焊缝高度及加强构造设计; 有抗弯要求的预制桩, 主要是指需要承受较大水平荷载或直接承担支护的桩, 宜采用专项设计的加强焊接连接。

2 为保证便于工程应用(接头位置可位于任何位置), 要求连接后接桩处的连接强度不低于桩身。接头数量较多时, 由于桩身垂直度误差和施工误差, 易造成整根桩的桩身弯曲度过大, 降低了工程桩的承载力, 所以规定单根预制桩的接头数量不宜超过 3 个。当然目前在沿海软土区域应用的最长的预制桩已经超过 70m, 接头数量也超过 3 个, 对于超长桩的应用应采取可靠的施工措施并有足够的安全富裕度。

5.7.2 预制桩为打入型挤土桩, 沉桩时需要克服地基阻力至设计标高, 为防止锤击数过高、拉应力或压应力过大等因素造成桩身受损, 以及解决部分特殊性质地基土的工程问题, 可采取在桩端设置桩尖的方式。根据桩尖材料可分为钢制桩尖和混凝土桩尖, 钢制桩尖通过焊接与桩身连接, 混凝土桩尖一般与桩身一体成型, 也可采用分离式, 现场拼装; 根据开口情况可分为开口型桩尖和闭口型桩尖。

1 开口型桩尖为钢制桩尖(也称为桩靴), 壁厚薄, 材质强度高, 故其穿透能力强, 可打入砂层、砾石层、风化岩层等硬土层一定深度, 桩尖的长度不宜小于附录 B 所列数值, 具体可根据需要穿过或打入土层的深度确定。

2 空心桩用于持力层为易软化的风化岩层（尤其是强风化泥岩，以及含泥较多的强风化、全风化花岗岩）的场地，有时压桩和静载荷试验时显示承载力均能达到设计要求，但休止期或更长时间后再做静载荷试验，承载力降低许多，究其原因是在桩尖附近有水，或有水渗到桩尖，使含泥较多的强风化、全风化花岗岩遇水易发生崩解软化，导致端阻力大大降低。因此，应该选择闭口型的桩尖，同时为防止桩尖在制作或施工过程中有缺陷（缝隙、裂缝等），在最下端桩节施工后立即采用无收缩的混凝土或砂浆进行封底处理，可较好的解决软化问题。

5.7.3 当地下水位较高时，空心桩内腔进水，采用锤击法施工时由于桩身内腔封闭，内腔空气不断被压缩导致内腔压力骤增，对桩壁造成极大的瞬时冲击力，产生所谓的“水锤效应”，从而损坏桩身，一般多发生在直径或边长较大的空心桩。针对上述情况，采用在桩顶以下适当部位开设一定数量的排气孔和排水孔，可保证施工过程中空气或水体排放，有效避免“水锤效应”的发生。预留排气孔和排水孔宜根据预制桩的尺寸不同设置，一般在 2~5 个左右，为不影响桩身性能，孔径一般不超过 50 mm。

5.7.4~5.7.5 桩与底板按半刚性连接时，桩顶弯矩相对刚性连接，弯矩可降低 40%，水平位移增加约 25%，此时桩进入底板的深度为 50 mm~100 mm，此时十分有利于桩基抵抗地震等较大作用的水平荷载，日本自 1995 年阪神地震后，明确规定桩与底板应实现半刚性连接。我国行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 一直沿用 50 mm~100 mm 的规定，行业标准《水工建筑物地基处理设计规范》SL/T 792、《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 则规定不小于 100 mm，《水运工程桩基设计规范》JTS 147-7 则桩与上部结构连接处的抗弯要求确定，无抗弯要求或桩顶弯矩较小时不小于 100mm，抗弯要求较高时采用刚接，不小于 0.75 倍桩径。本规范主要用于涉水相关的建筑物，建筑物种类多，受力条件差异大，耐久性要求高，底板形式多样，故工程技术人员在确定桩顶伸入底板长度时，应综合考虑受力情况和底板结构后确定。

无论是承压桩还是抗拔桩，目前常用方式多为填芯混凝土内插钢筋与上部底部连接，对与抗拔力较大的情况可在端板增加锚固钢筋，锚固钢筋与端板的连接方式可采用焊接或机械连接。

预制桩与底板连接处填芯混凝土的主要作用是改善桩顶的受力状态，同时桩芯纵向连接钢筋伸入底板，能增加连接点的延性，并使节点抗弯、抗剪承载能力也略有增加，伸入长度不小于锚固长度。

5.7.6 本条提出植桩的成孔直径与预制桩的直径或对角线差的范围值，主要是考虑两个方面：一是桩长与桩身垂直度之间的协调，当桩较短且持力层为基岩时可取小值，反之取大值；二是充分发挥预制桩桩身强度。



## 6 复合地基设计

### 6.1 一般规定

6.1.1~6.1.2 预制桩承载力提高幅度大,适用于可以设置刚性桩的各类地基。无地区经验及湿陷性、液化土等特殊土,需在有代表性的场地上进行现场试验或实验性施工,以确定设计参数和处理效果。

多桩型复合地基主要用于解决特殊地质的承载力问题,同时兼顾造价和时间成本。如淤泥、淤泥质土先采用水泥土搅拌桩或高压旋喷桩,再施工预制桩形成复合地基;如湿陷性黄土地区,先采用挤土的灰土桩处理湿陷性,再施工预制桩形成复合地基;再如可液化土先采用碎石桩挤密消除湿陷性,再施工预制桩形成复合地基。

6.1.3 复合地基对于预制桩承载力要求不高,常规桩型应用材料富裕大,经济性不好。因此,用于复合地基的预制桩一般均选用薄壁型桩,圆桩直径多为 600mm 以下,方桩边长多为 400mm 以下,桩身力学性能较普通桩低。为防止在施工过程中桩身开裂、破损,应综合地质条件、施工场地、周边环境的要求确定施工工艺。

6.1.5 本条主要规定了预制桩复合地基的应用方式。通过桩与土变形协调使桩与土共同承担荷载是复合地基的本质和形成条件,桩端应该进入承载力和压缩模量相对较高的土层,满足地基承载力和沉降即可。这其实是要求复合地基按照摩擦桩来设计,若设计为端承型桩,桩间土将不再承担荷载,实际受力特性变为桩基,故设计时应避免。

长桩和短桩组合的应用方式,主要侧重降低工程造价,对于地基有多层坚硬土层的情况,上部软弱区域处理后,沉降即可满足设计要求,但承载力可能稍有不足,可以通过间隔布置长桩的方式,提高复合地基承载力。同时,长桩和短桩组合复合地基上部置换率高、刚度大,下部置换率低、刚度小,与荷载作用下地基上部附加应力大,下部附加应力小相适应。

### 6.2 预制桩布置

6.2.2 等边三角形的布桩形式,桩位的分布相对其他形式更为均匀,对荷载的传递也更为有利,也使地基的挤密加固作用更加均匀。考虑基础形式、上部荷载分布和施工便利等因素的影响,也可以采用正方形、矩形布置的方式。

6.2.3 相对于桩基而言,复合地基中的预制桩桩长短、桩径小、壁厚薄,桩间距可适当放宽。考虑到预制桩施工时的挤土效应可能造成桩身的偏位、倾斜、桩身上浮等影响单桩承载力和地基处理效果,本规范规定要利用挤土效应处理湿陷性黄土、可液化土时,桩间距最小可取  $2.5d$ ;其他情况,挤土效应不明显或无挤土效应时,不宜小于  $3.0d$ ,挤土效应明显时不小于  $3.5d$ 。

### 6.3 复合地基计算

6.2.1 褥垫层超出基础底板边缘,主要是考虑应力扩散的要求,其次亦是防止垫层材料向侧面挤出引起垫层沉降,进而增大基础整体沉降。

6.3.2 复合地基承载力由刚性桩的竖向抗压承载力和桩间土地基承载力两部分组成,由于桩土相对刚度、褥垫层厚度不同,两者对承载力的贡献不可能完全同步,同时受勘察报告中提出设计参数的富裕程度不同的影响。因此,在现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 中提出了单桩承载力发挥系数、桩间土承载力发挥系数和桩端端阻力发挥系数,同时由于受上述多重因素的影响,故强调需要根据地区经验推定的经验系数进行取值。

复合地基承载力初步计算时,单桩承载力发挥系数和桩间土承载力发挥系数的取值范围一般在  $0.8 \sim 1.0$  之间,单桩承载力发挥系数取高值时桩间土承载力发挥系数应取低值,反之,单桩承载力发挥系数取低值时,桩间土承载力发挥系数应取高值。无设计经验时,单桩承载力发挥系数  $\lambda$  可取  $0.8 \sim 0.9$ ,桩间土承载力发挥系数  $\beta$  可取  $0.9 \sim 1.0$ 。设计参数取值是否合理,关乎工程安全和工程投资,故无经验地区应根据试桩情况反推确定。

考虑到刚性桩刚度一般较大,增强体单桩承载力计算时的桩端端阻力发挥系数  $\alpha_p$  一般可取 1.0。

6.3.7 复合地基变形从理论上将其分为复合加固层变形和下卧层变形,将两部分变形相加得到,故要求地基变形计算深度要大于复合土层。变形估算方法仍采用分层总和法,各地可根据工程特性、试验结果和地区经验,选择适宜的方法确定。

对于长桩和短桩复合地基,应按长短桩加固区和仅由长桩加固区分别乘压缩模量提高系数。

## 6.4 构造要求

### 6.4.1 复合地基中褥垫层具有如下作用：

- 1 确保桩、土共同承担上部荷载；
- 2 通过改变褥垫层厚度，可调整桩、土垂直荷载的分担比，褥垫层越薄，桩分担荷载越多；
- 3 减少基础底面的应力集中。当褥垫层厚度为零时，桩对基础的应力集中很显著，和桩基一样，需要考虑桩对基础的冲切破坏；当褥垫层达到一定厚度时，基底反力即为天然地基的反力分布；
- 4 调整桩、土水平荷载的分担，褥垫层厚度过小，且在软弱淤泥土层中时，褥垫层会产生较大变形，形成桩间土的下陷，会使桩间土承载能力不能充分发挥，同时也会传递较大的水平力至预制桩增强体，容易造成桩身损坏；同时国内研究表明，褥垫层厚度增加，桩土应力会发生变化，最佳厚度情况下可充分发挥桩间土的承载能力，但当厚度增加到一定值时，桩土应力比和沉降变化不明显，受褥垫层材料、压实度等的影响，地基总沉降反而会随褥垫层厚度增加而增加。在抗震设防区，不宜采用厚度过薄的褥垫层。

因此，褥垫层厚度应根据桩的直径或边长、间距或置换率、桩土相对刚度、上部结构对沉降的要求、经济性等综合确定，并按照设计压实度进行精心施工。本规范参照《建筑地基处理技术规范》并结合工程经验，褥垫层的厚度最小值建议按预制桩直径（边长）的 1/2 取值，桩径大、桩距大、土层压缩性高时，设计厚度越大，反之取低值。

6.4.2 砂石材料强度高、稳定性好，能有效的将上部结构荷载分散至地基，是优良的垫层材料，复合地基的褥垫层材料一般可选中砂、粗砂、级配砂石或碎石，碎石粒径宜为 5 mm~16 mm，但不宜选用卵石。对于水工建筑物，为了防止其底板与地基脱空，形成接触冲刷，一般均需设置可靠的防渗措施，包括防渗铺盖、垂直防渗墙等，对于已经设计可靠防渗措施的建筑物，其复合地基的褥垫层可选用砂石料，但当基底有粉土、粉细砂等渗透系数较大土层时，宜在砂石垫层中加入灰土或水泥土，达到一定的防水要求。

为防止渗流对湿陷性黄土、膨胀土的不利影响，对于未完全消除特殊土不利影响的预制桩复合地基褥垫层，应该选用防水性好的灰土垫层。

6.4.3 由于砂石不存在最佳含水率，故砂石褥垫层的压实程度采用夯填度（夯实后的厚度与虚铺厚度的比值）更容易控制。

6.4.4 复合地基中预制桩桩顶封闭是防止褥垫层落入桩内，是功能需求而不是结构需求，要求低于桩基结构，因此其封闭方式可根据设计要求设置。无论采用何种方式，应保证荷载传递至桩顶时，封闭措施不发生破坏，如填芯混凝土，其填芯高度应使填芯混凝土不与桩身分离。

## 7 施 工

### 7.1 一般规定

7.1.1 施工前应收集好各类相关资料，是保证施工顺利和质量的重要环节。

1 对场地气象、地形、地质资料进行分析，以选择合适的施工场地处理方案和施工工艺，确定主要设备性能、配套设备和设备进场路线等；场地现状及周围环境主要包括影响预制桩施工的高压架空线、地下电缆、地下管线、位于桩位处的旧建（构）筑物基础和杂填土中的石块等，水上沉桩时，还要考虑水深、通航情况等，同时应考虑施工对周围建筑及环境造成的影响。

2 预制桩的施工设备高度较大，且在吊桩过程中需要一定的作业半径，故在预制桩施工前应清除或妥善处理高空及地下障碍物。同时，对与松软的地基，需进行处理以满足施工机械正常运行。

3 桩基础属于地下隐蔽工程，如发生质量问题，修复难度大，将造成较大的经济损失。因此，桩基础施工前，应收集桩基直接相关的技术资料，熟悉施工技术参数、施工流程、方法、安全措施、应急预案等。

7.1.2 预制桩直接打入或压入时，施工过程中对周边环境有一定的影响，据监测其最大影响范围一般约为1倍~1.5倍桩端入土深度，饱和软黏土地区的群桩基础有时影响范围可达2~3倍，因此当周边存在建筑物、管线时应根据其结构型式、重要程度、经济比选等因素选择减小挤土效应的措施。

7.1.4 水利水电工程中的建筑（构）物一般多为筏形基础，桩基设置密集，沉桩结束后应对桩顶上浮以及水平位移进行检测，变化值较大时应复打或复压。

7.1.6 沉桩顺序是施工方案的一项重要内容，以往施工单位不注意合理安排沉桩顺序而造成事故的事例很多，如桩位偏移、挤断上拔、地面隆起过多、建（构）筑物破坏等，因此，施工时必须合理安排施工顺序。

7.1.7 桩位施放是现场控制重要环节之一，同时需防止施工时的桩点跑位，因此，施工时需经常对将要施工的桩位进行复核，以保障桩点位误差在允许范围内。桩机设备自重和尺寸大，一旦发生倾斜或滑动，后果严重，因此定位时应保证准确和平稳。

7.1.8 当预制桩已打斜，应尽可能拔出桩身，查明原因，排除故障，桩孔用砂土回填后再进行施工。

7.1.11 为准确控制沉桩深度或桩顶标高，施工前对全部工程的桩顶标高进行分类，并在施工时严格按设计标高执行，一般采用水准仪控制桩顶标高。对于以密实土层作为桩端持力层的场地沉桩时，锤击法可采用贯入度控制，最后三阵贯入度不宜小于30 mm/10击，以防止将桩头打坏，并根据不同的锤型或不同的设计要求综合确定；静压法可采用压桩力控制，其控制的压桩力不能超过桩身结构承载力设计值。对于不能达到设计要求的桩，应及时向设计人员反馈，当施工桩长与设计桩长差异较大时，设计应采取相应的措施。

7.1.12 沉桩过程综合反映了土层的阻力、桩身质量、桩锤锤击和压桩机效能，沉桩出现的异常情况与地质、设计、施工、桩质量均有关，因此，施工遇到本条所列情况之一时均应暂停打桩，并及时报设计、监理等有关人员，以便进行原因分析，研究处理解决的措施。

7.1.13 沉桩后，桩头高出地表部分需小心保护，严禁施工机械碰撞或将桩头用作拉锚点；沉桩后，桩孔洞应做好回填、覆盖等措施，防止坠人、坠物事件发生。

7.1.14 由于土方开挖未分层造成桩位偏移甚至桩身断裂事故时有发生，故开挖必须制定施工方案，开挖顺序必须合理适当。为防止挖土机械对预制桩的碾压和碰撞而破坏桩体，对流塑性状软土的地基开挖，应防止土体侧移对桩身产生的不良影响，其开挖高差不应超过1.0 m，否则容易导致预制桩大量偏移或断桩。

7.1.15 一般饱和黏性土、粉土地区，超孔隙水压力的消散时间为15 d，淤泥质土由于对振动荷载更为敏感，故消散时间会更长一些。因此，建议各地区结合当地经验确定合理的基坑后基槽开挖时间。

### 7.2 起吊、运输和堆放

7.2.2 现场施工时，预制桩一般采用两点吊或多点吊，绑带绑扎于吊点位置起吊，为便于工人操作，确保安全，堆放时应设置长方木或枕木支垫，支垫的位置与吊点位置相同。

### 7.3 接桩与截桩

7.3.1 接桩一般需要较长的时间，特别是焊接，施焊后需待冷却后方可继续沉桩，停歇在接近硬土层的预制桩再进行沉桩时，易造成沉桩困难。

7.3.2 预制桩采用焊接接桩时，焊缝的焊接质量应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 中的二级焊缝控制，焊接完成后应进行外观检查，焊缝质量检查数量应满足设计要求或符合现行国家及行业标准的相关规定。

采用植入法时，桩位处外芯桩仍处于流动状态，侧向约束小，特别是首节桩入土深度小，为防止预制桩由于自重下沉和偏位，故在接桩时需采用工具固定。

考虑到高温的焊缝遇到地下水，如同淬火一样，焊缝容易变脆而被打裂，自然冷却的时间对于焊接接头的质量非常关键。经综合考量和工程实践，电焊结束后冷却的时间规定：1) 手工焊接的自然冷却时间不应少于 6 min；2) 二氧化碳气体保护焊所用焊条的直径细，散热快，所以确定其自然冷却时间为不应少于 3 min。

目前，工地上的桩尖焊法很不规范，起吊后点焊、仰焊做法仍然存在，焊接质量较差。因此，一定要加强桩尖焊接质量的监督。

7.3.3 由于机械连接的种类较多，不同的机械连接的技术特点各有不同，本条对不同机械连接的技术要点和质量控制进行规定，工程实践中应加强监督，严格按照机械连接操作流程作业，以避免以往由于接桩质量问题导致沉桩过程中由于锤击拉应力和土体上涌接头被拉断的事故。

7.3.4 采用机械-连续焊接连接接头，可提升接头连接处的质量保证，尤其是对于应用在深厚软土区、中强腐蚀场地、高烈度抗震设防区、液化土等特殊地层时，在机械连接的基础上再通过焊接，进一步提升和加强了接头处连接的可靠性。

7.3.5 预制桩截桩应采用锯桩器。截桩应采取有效措施（如通过机械方法将不需要截除的桩身端部用钢抱箍抱紧）防止桩头开裂，若截桩时出现较严重的裂缝，应继续下移截桩，将裂缝段去除。可采用桩头外包混凝土，加强桩顶嵌固的方法进行补强。

### 7.4 静压法施工

7.4.1 本条规定了静压法对静力压桩机的选择原则和施工方法。目前工程中常用的静力压桩方法分为顶压式和抱压式，桩机的选型应注重地方施工经验，具体型号主要依据压桩力、桩型和需要穿透的土层情况，同时要确保场地的天然地基承载力，主要是因为静压设备自重大，一般接地压强多高于 100kPa，为防止陷机以确保设备稳定，当桩顶入土深度不足 2.0m 时，接地压强不宜超过场地地基承载力的 1.2 倍，当入土深度大于 4m 时可适当放宽，但不宜超过 1.35 倍，否则应采取铺设碎石、道渣等措施进行处理。

顶压法沉桩和锤击法沉桩的工作原理相似，因此要求顶压施工时，应设置桩帽和弹性衬垫，保护工程桩顶部，避免被压坏。

对于临近建（构）筑物附近的桩基，静力压桩机需采用边桩器施工，现有设备边桩器的作业一般要求与邻近建（构）筑物距离不宜小于 2 m。

7.4.5 静力压桩桩施工时应严格控制第一节桩的桩身垂直度，以防止偏心造成桩身破损，确保单桩竖向承载力符合设计要求。在整根桩的压入过程中，不宜停歇或尽量缩短停歇时间。应严格控制压入速度，特别是在软土地基上，以防止速度过快造成的桩身倾斜。

7.4.6 本条规定了送桩器的截面形状、长度和刚度要求。一般情况下送桩器的刚度宜和工程桩接近，便于准确判定终压标准。送桩器刚度过小时，会导致部分压桩力不能有效下传至工程桩顶，同时送桩器变形可能引起偏心，从而局部应力集中造成桩身损伤。目前，工程中使用的送桩器一般均采用钢管制作，只是送桩器的底端做法不同，有的采用钢套筒直接罩住预制桩桩顶部，有的在其底部设置四个固定爪等。本规范建议采用底部为套筒式的钢制送桩器。对于送桩器的垂直度应密切观察，严禁在送桩器倾斜情况下送桩。送桩器的下端应设排气孔，便于管腔内的水和气体外排，避免造成桩身损坏。

7.4.8 如果送桩深度太大，送桩器向下传递的能量衰减较多，传递到工程预制桩顶部的能量不足，无法使桩身继续贯入，并且可能因送桩器的垂直度不符合要求把工程桩的顶部压坏。当有地方经验时，可适当加大。

7.4.9 终压标准一般以桩长控制（桩端标高控制）为主，最大压桩力控制为辅，必要是也可采取桩长和最大压桩力双控。一般情况可按设计要求、持力层情况、试桩资料等数据综合分析确定。

终压标准有点类似于打桩的停锤标准，主要的定量控制指标是终压力值、终压次数和稳压时间。

稳压时间一般规定为 3 s~5 s，所以实际上只有终压力值和终压次数这两项。稳压时间是指终压时每次用终压力值持续稳压的时间，一般应控制在 3 s~5 s，稳压时间太长，桩机上高压油泵和油管容易损坏。另外，增加稳压时间，对单桩承载力的增加并不起多大效果，因为这些都是瞬间压力，倒不如增大终压力值，反而能起到增载的效果，但终压力值受桩身抱压允许压桩力的限制，不能无限增加。

终压次数一般不宜超过 3 次，靠增加终压次数来提高静压桩的承载力，是得不偿失的一种做法，终压次数太多，承载力并没有太多的增长，反而容易引起桩身和压桩机的损伤。当然，对施压入土深度小于 8 m 的短桩，允许终压次数最大可增至 5 次。

## 7.5 锤击法施工

7.5.1 液压打桩锤无油烟污染，其锤击噪音要比柴油锤小 30 分贝左右，而且锤击能量大小的选择范围较大，冲击体的质量从 7 t~30 t 都有，落距从 20 cm~150 cm 可自动调节，比柴油锤一跳动就达 1.6 m~1.8 m 的落距小得多。

柴油锤爆发力强，锤击能量大，工效高，锤击作用时间长，打桩应力峰值不高，落距可随桩阻力的自动调整，人为掺杂因素少，较适用于预制桩的施打，但打桩会引起油烟、噪声、振动等污染，故在临近居住区域受到限制使用，但在远离居住区域，打桩作业还普遍存在。柴油锤分筒式和导杆式两种，筒式柴油打桩锤是利用芯（上活塞或冲击体）往复运动进行锤击打桩，导杆式柴油打桩锤是活塞固定、缸体往复运动作为冲击体进行锤击打桩，因其锤击能量较少、使用寿命短已逐渐被淘汰，在某些地区有用于沉管灌注桩和一些小尺寸预制桩的施工。

水利水电工程一般都距离人类聚集区较远，故设备的选用以经济适用作为主要考虑因素，具体采用哪种设备由施工企业综合考虑。

7.5.2 桩帽的刚度、内径、深度关系到桩头的保护和耐锤击能力。桩帽需经得起重锤击打，桩帽下部套桩头用的套筒应与预制桩的截面相匹配。套筒的深度宜取 350 mm~400 mm，套筒深度太浅，套入的预制桩容易“掀帽、脱帽”；套筒太深，一旦桩身或桩帽略有倾斜，筒体下沿口的钢板就会磕伤桩头上的混凝土。套筒内壁与预制桩外壁的间隙过小，桩身一有倾斜就容易挤坏桩身；间隙过大，容易出现偏心锤击。标准强调桩帽套筒应与施打的预制桩尺寸相匹配，现场应严格限制一帽多用以及“博士帽”使用。

桩帽与桩头间必须设置弹性桩垫，弹性、厚度适宜的桩垫，可以延长锤击作用的时间，降低锤击应力的峰值，起到保护桩头的作用，也可提高预制桩的贯入效率。

7.5.4 沉桩时，必须严格控制第一节桩的沉桩质量，认真注意稳桩、压桩时的桩身变化情况，发现有偏移或倾斜时，应立即分析原因，采取校正措施。开始锤击时，宜用低能量、低冲程或空锤锤击 3 击~5 击，在确认桩身贯入方向无异常时，方可连续锤击。

7.5.5 对每根桩的总锤击数及最后 1 m 沉桩击数进行限制，目的是防止桩身混凝土产生疲劳破坏。有统计资料表明，大多数预制桩的总锤击数在 300 击~1500 击之间，少数超过 2000 击，个别达到 3000 击甚至 4000 击；超过 3000 击时，桩身容易被打坏或产生严重的“内伤”。当某工地出现较大比例的桩总锤击数超过本条规定时，设计者应从锤型、持力层和停锤贯入度等方面去反复调整。

7.5.7 锤击沉桩控制受地质、锤型和桩型等众多因素影响，停锤标准影响的内容、指标较多，如桩的入土深度、每米沉桩锤击数、最后一米沉桩锤击数、总锤击数、最后贯入度、桩尖进入持力层深度等。一般情况下，桩端持力层、最后贯入度或最后一米沉桩锤击数为主要控制指标，其中桩端持力层作为定性控制指标，最后贯入度或最后一米锤击数作为定量控制指标，其余指标可根据具体情况有所选择作为参考指标。定量指标中用得最多的是最后贯入度，一般以最后三阵（每阵 10 击）的贯入度来判断该桩能否停锤。而最后贯入度大小又与工程地质条件、桩的承载性状、单桩竖向抗压承载力特征值、桩规格及桩入土深度、打桩锤的规格、性能及冲击能量大小、桩端持力层性状及桩尖进入持力层深度等因素有关，需要综合考虑后确认。但由于地质等条件复杂多变，最后贯入度并非打桩停锤的唯一控制指标，应具体情况具体分析，最终目的是为了保障单桩的承载能力，控制建（构）筑物的沉降，使建（构）筑物安全、适用。

7.5.8 一般情况下，最后三阵的贯入度不宜小于 30 mm/10 击，以防止将桩头打坏，既保护了桩身，又延长了打桩锤的使用寿命。有些特殊的地质条件，如强风化岩层较薄（≤1.0 m）且上覆土层又较软弱时，要达到同样的承载力，最后贯入度控制值可适当减少，但不宜小于 25 mm/10 击，否则，应从设计入手适当减少单桩竖向抗压承载力特征值。在这种特殊的地质条件下测量一阵贯入度，若贯入度值达到停锤标准时即可停锤，若再打第二阵，预制桩易被打坏。当然，在以全风化岩层、密实

砂层、坚硬土层作桩端持力层的预制桩工程，应量测最后三阵贯入度值，当每阵贯入度值逐渐递减且最后二阵达到停锤标准时即可停锤，终止施打。

## 7.6 植入法沉桩

7.6.1~7.6.3 植入法的预成孔工艺是采用现有水泥土桩或钻孔灌注桩工艺，本规范对于预成孔具体施工工艺不再赘述，施工时应参照国家现行相关标准执行。水泥土桩的工艺用于非取土植桩，钻孔灌注桩工艺用于取土植桩，包括旋挖成孔、螺旋成孔、正循环成孔、反循环成孔、潜孔锤等，植桩入法沉桩即是一种施工技术，亦是一种复合桩技术，不仅解决了沉桩问题，扫除了预制桩在特殊场景下的应用限制，同时也提高了预制桩桩身抗压承载力的发挥，提升高强度高性能材料的利用率，充分发挥其经济效益。

7.6.5 取土植入法中预制桩是在填充料灌注后插入，在插入过程中会将填充料向四周挤压，孔壁土体的软硬程度、填充料的性质、凝结程度均会影响挤压方向，故初始阶段可按照理论计算值的1.2倍估算，而后根据实际返浆情况实时进行调整，但应保证预制桩与孔壁间填充密实不脱空。植入预制桩前清除桩孔附近返浆，露出外芯桩孔轮廓，有助于预制桩沉入前定位。

## 7.7 引孔辅助沉桩

7.7.1 引孔辅助沉桩法是采用长螺旋钻机，预先在桩位上钻孔，主要目的是减小沉桩阻力，适用于需穿透密实砂层、硬塑黏土等硬土层，或饱和黏土及其他需要减少挤土效应时场地。

根据工程经验，引孔孔径一般不超过预制桩直径或边长 $2/3$ ，否则设计应考虑钻孔对承载力的影响；也有与预制桩直径或边长一样的孔径，主要看钻孔土质情况、桩的尺寸、桩的密集程度等因素而定。一般情况下，钻孔深度不宜超过桩长的 $2/3$ ，主要是因为钻孔太深，孔的垂直度偏差不易控制，一旦钻孔倾斜，预制桩下沉时很难纠偏，也容易发生桩身折断事故。

对于大尺寸预制桩，还可采用内钻引孔的工艺，即先采用锤击或静压沉桩，到达硬土层沉入阻力大时，长螺旋从空心桩孔内取土后，继续打入，应用时应充分考虑空心桩内径对长螺旋垂直度偏差的要求，且宜选用引孔装置和桩机一体的设备。

7.7.2 钻孔内积水，宜采用开口型桩尖，若用封口型桩尖，孔内积水无法快速消散，桩端部一般达不到孔底，会造成工程质量事故。

## 7.8 桩顶与底板连接施工

7.8.3 钢托板一般厚度为 $4\text{ mm}\sim 6\text{ mm}$ ，直径较空心桩的内径小 $20\text{ mm}$ 左右，以可顺利放入内孔为准，其作用是防止填芯混凝土落入桩底。同时垂直焊接于连接钢筋笼底部，钢筋笼在桩顶面处焊接一定数量的固定钢筋，待预制桩内孔冲洗干净后，一同装入预制桩内，在连续灌入填芯混凝土至桩顶，用振动棒振捣密实。

7.8.4 采用端板焊接连接钢筋时，应先在端板焊接连接钢板，其尺寸不小于和做法见本规范附录C.0.3。

## 7.9 褥垫层施工

7.9.2 基础底面桩间土含水量大时，为防止扰动桩间土，形成弹簧土现象，造成桩间土承载力下降，应该避免使用动力夯实法。当基底土和砂石材料均为较干燥时，虚铺后可适当洒水再进行夯实。

7.9.4 褥垫层作为应力调节层，其施工质量直接影响复合地基处理质量，如果施工不当，可能会导致地基沉降过大和不均匀沉降，影响建筑物的安全和稳定性。同时，褥垫层长时间暴露，由于受雨水冲刷或其他不利因素影响，会造成密实度下降，故应精心施工及时验收以进行上部结构施工。

## 8 质量验收

### 8.1 一般规定

8.1.1 对于大部分水利水电工程来说,基础工程是保证整个上部结构安全的根本,故预制桩基础建议确定为重要隐蔽工程。对于大型项目,由于工期、发包模式等影响,同一项目可能涉及多个厂家供货,使用过程中若出现混用的情况,建议针对不同厂家进行单元工程划分。

8.1.2 取土植桩法是通过钻孔灌注桩的施工工艺进行预成孔,并浇筑填充料后插入预制桩,故工序划分为钻孔、填充料浇筑和预制桩插入,与钻孔灌注桩相同的是,除人工挖孔外其他工艺的钻孔工序是包括清孔的。

### 8.2 单元工程施工质量验收

8.2.1 本条表 8.2.1-1 依据行业标准《水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第 3 部分:地基处理与基础工程》SL/T 631.3 制定,并结合本规范所涉及的预制桩技术内容,参照预制桩在建筑行业的应用经验,对于主控项目中的桩身尺寸偏差值做了完善,并在一般项目中增加了焊缝探伤和机械连接的检验要求,外观质量增加裂缝检查,主要是因为预制桩可能会由于运输、现场堆放或二次转运过程中的不当操作等因素造成开裂,故在打入前应进行检查,对与受损的预制桩不得使用。主控项目中的预制桩抗压、抗弯等性能检验主要以查阅质量证明文件和检验报告为主,包括产品合格证书、原材料检验报告、型检报告等。

8.2.4~8.2.5 当低应变有效检测深度不满足要求、III类桩或对检测结果有异议时,可采用高应变法进行验证,对于空心桩也可采用孔内摄像法。同时,应注意低应变法对不同形式的接头质量判定尺度较难掌握,所以对接头质量有怀疑时,宜采用低应变法与高应变法或孔内摄像相结合的方式检测,提高完整性检测的可靠性。

工程桩的低应变检测数量不应低于本规范的规定,当检测结果显示存在质量问题的桩较多时,应适当加大检测数量。每个独立柱(墩)下抽检,是为提高建筑物整体的安全可靠度,防止刻意挑选非核心部分的受检桩。

对于沉桩过程中贯入度过大、锤击数过多(超过本规范 7.5.5 条规定)、桩身破损、桩身倾斜过大、设计要求等情况的预制桩应逐根检测,检测数量不计数抽检数量内。

静载试验桩的数量,当施工区域地质条件单一时,当地又有足够的实践经验,数量可根据实际情况,由设计确定。承载力检验不仅是检验施工的质量,而且也能检验设计是否达到工程的要求。因此,施工前的试桩如没有破坏又用于实际工程中,可计入同方法验收数量。

效果检查抽检的检测桩分布应均匀、随机并具有代表性,这对于确保工程桩的力学性能和建筑物安全至关重要。