

ICS 编号

CCS 编号

团 体 标 准

T/CHES XXX—20XX

水利水电工程斜孔钻探规程

Code of Inclined Borehole Drilling for Water and Hydropower
Projects

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发 布

目 次

前 言	1
1 总则	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 钻探工程设计	3
4.1 一般规定	3
4.2 设计依据	4
4.3 设计内容	4
4.4 孔身结构设计	4
4.5 钻进方法	5
4.6 工艺设计	5
5 钻探设备和器具的选择	5
5.1 一般规定	5
5.2 钻机	5
5.3 钻塔	6
5.4 钻杆和钻具	6
5.5 钻头	6
5.6 测斜仪器	6
5.7 附属设备和器具	7
6 钻探实施	7
6.1 一般规定	7
6.2 作业准备	7
6.3 钻机安装	7
6.4 钻塔安装	8
6.5 开孔作业	8
6.6 冲洗液和护壁堵漏	8
6.7 钻孔测斜	9
6.8 防斜与纠斜	9
6.9 双向成对斜孔施工	9
7 钻孔试验与测试	9
7.1 一般规定	9
7.2 水文地质观测	10
7.3 水文地质试验	10
7.4 综合测井	10
7.6 岩体变形试验	10
7.7 地应力测试	10
8 孔内复杂情况预防与处理	11
8.1 一般规定	11
8.2 孔内复杂情况的预防和处理	11
8.3 斜孔漏失的预防和处理	11
9 安全生产	12
9.1 一般规定	12

9.2 钻探平台安全	12
9.3 钻探作业安全	12
10 钻孔质量与验收	13
10.1 一般规定	13
10.2 斜孔特殊要求	13
11 资料整理	13
附录 A 钻探班报表	14
附录 B 钻孔验收表	16
附录 C 钻孔孔斜测量记录表	17

前 言

根据中国水利学会团体标准制修订计划安排，本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件共分为 11 章和 3 个附录，主要内容包括斜孔钻探工程设计、钻探装备和器具的选择、钻探实施、钻孔试验与测试、孔内复杂情况预防与处理、职业健康安全和环境保护、钻孔质量与验收、资料整理等。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国水利学会归口。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国水利学会（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。

本文件主编单位：长江岩土工程有限公司

本文件参编单位：中国地质大学（武汉）

长江设计集团有限公司

长江勘测规划设计研究有限责任公司

黄河勘测规划设计研究院有限公司

长江三峡勘测研究院有限公司（武汉）

湖南中南水电水利工程建设有限公司

中水东北勘测设计研究有限责任公司

四川水发勘测设计研究有限公司

中国地质科学院探矿工艺研究所

本文件主要起草人：周治刚 肖冬顺 卢春华 项 洋 丁 晔

邹德兵 黄 帆 袁宜勋 胡坤生 刘海峰

夏 骏 肖 碧 黄炎普 侯炳绅 马 明

胡郁乐 蒋国盛 王昶宇 曾立新 葛字家

李永丰 刘秀宝 姚震桐 李 勇 蔡网锁

王黄荣 朱看远 任永佳

本标准主要审查人：

1 总则

1.1 为适应水利水电工程建设需要，规范水利水电工程斜孔钻探工作，提高勘察技术水平，制定本规程。

1.2 本规程规定了水利水电工程斜孔钻探中涉及到的斜孔钻探工程设计、钻探装备和器具的选择、钻探实施、钻孔试验与测试、孔内复杂情况预防与处理、职业健康安全和环境保护、钻孔质量与验收和资料整理等内容。

1.3 本规程适用于水利水电工程普通斜向勘察孔，也适用于大斜度地质勘察孔和双向成对勘察斜孔。

1.4 水利水电工程斜孔钻探除应符合本规程规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

《钻探工程术语》GB/T 9151

《地质岩心钻探钻具》GB/T 16950

《钻探用无缝钢管》GB/T 9808

《钻井液材料规范》GB/T 5005

《工程勘察通用规范》GB/T 55017

《土工试验方法标准》GB/T 50123

《水利水电工程钻探规程》SL/T 291

《水利水电工程勘探规程 第1部分：物探》SL/T 291.1

《水利水电工程钻孔压水试验规程》SL 31

《水利水电工程钻孔注水试验规程》SL 345

《水利水电工程地质钻孔抽水试验规程》SL 320

《水利水电工程地质勘察资料整编规程》SL 567

3 术语和定义

GB/T 9151 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 斜孔 inclined hole

轴线与铅垂线成一定夹角的直孔。

3.2 钻孔顶角 inclination angle;drift angle

钻孔轴线上某点沿轴线延伸方向的切线与铅垂线之间的夹角。

3.3 钻孔方位角 azimuth angle of borehole

自正北向开始沿顺时针方向与钻孔轴线上某点沿轴线延伸方向的切线水平投影之间的夹角。

3.4 钻孔倾角 dip angle of borehole

钻孔轴线上某点沿轴线延伸方向的切线与其水平投影间的夹角。

3.5 孔深 borehole length

钻孔轴线的长度。

3.6 钻孔弯曲 borehole deviation

实际钻孔轨迹偏离设计钻孔轨迹的现象。

3.7 钻孔测斜 borehole inclinometry

测量钻孔轴线某点顶角、方位角的作业。

3.8 测斜频度 measurement frequency

沿钻孔轴线方向一定长度内钻孔测斜的次数。

3.9 轨迹控制点 target point

预设的钻进目标点。

3.10 靶区 target area

以控制点为圆心、允许偏差值为半径的目标区域。

3.11 超深斜孔 ultra-deep inclined hole

孔深超过 500 米的斜孔。

3.12 双向成对斜孔

两个或多个方向相对、空间交叉重叠一定长度的斜孔。

3.13 造斜钻头 deflecting bit

配合造斜工具实施造斜钻进的钻头。

3.14 偏心钻头 eccentric bit

钻头碎岩工作面中心轴线偏离钻头轴线的钻头。

4 钻探工程设计

4.1 一般规定

4.1.1 斜孔设计应综合考虑钻孔试验与测试等工作，提高斜孔综合利用率。

4.1.2 钻孔规格代号及对应的公称口径、岩石可钻性分级、钻进方法选择和钻头的分类及选择等宜符合现行行业标准 SL/T 291 中的有关规定。

4.1.3 钻探用管材的钢级和机械性能宜符合 GB/T 9808 的规定。

4.1.4 斜孔的深度分级宜符合表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 斜孔深度分级

单位： m

钻孔类别	浅孔	中深孔	深孔	超深孔
孔深 H	$H < 100$	$100 \leq H < 300$	$300 \leq H < 500$	$H \geq 500$

4.1.5 斜孔的斜度分级宜符合表 4.1.5 的规定。

表 4.1.5 钻孔斜度分级					单位: °
钻孔类别	垂直孔	小顶角孔	中顶角孔	大顶角孔	水平孔
钻孔顶角 θ	$\theta=0$	$0\leq\theta<30$	$30\leq\theta<45$	$45\leq\theta<90$	$\theta=90$

4.2 设计依据

钻探工程设计前需了解和搜集的相关资料, 宜包括下列内容:

- 1 工程地质勘察大纲及钻探任务书的各项要求。
- 2 斜孔拟穿越段地层岩性、地质构造及工程地质与水文地质条件等。
- 3 地形地貌、建(构)筑物等环境因素对钻场的制约。
- 4 邻近钻孔的地质与钻探资料数据。
- 5 斜孔钻探技术装备条件和工艺水平。

4.3 设计内容

4.3.1 钻探工程设计宜包括下列内容:

- 1 任务来源和工程概况。
- 2 钻探目的与任务。
- 3 执行的相关法律法规和技术标准。
- 4 已有装备、工具、仪器、人员及其他资源配置。
- 5 取心、取样及钻孔试验与测试要求。
- 6 孔身结构、钻进方法及工艺设计。
- 7 施工进度计划及保证措施。
- 8 钻探质量保证措施。
- 9 检验、验收内容和要求。
- 10 环境与职业健康安全管理

4.4 孔身结构设计

4.4.1 孔身结构设计应根据钻探目的、地质条件、斜孔设计深度、斜孔轴线的方位角及钻孔顶角、终孔直径、孔内测试要求以及技术装备条件和工艺水平等确定。

4.4.2 孔身结构设计宜考虑硬、脆、碎、涌、漏、坍塌、缩径等各种复杂孔内情况。

4.4.3 孔身结构设计还需综合考虑地层压力、地下水压力、裸眼孔段的长度和孔内测试要求, 以及钻探经济性、安全性等因素。

4.4.4 孔身结构的设计程序宜符合下列要求:

- 1 确定各岩层的钻进方法。
- 2 确定斜孔的终孔直径。
- 3 确定套管层次、下放深度和套管规格。
- 4 确定钻孔结构和开孔直径。
- 5 校核斜孔钻探套管柱的强度。
- 6 考虑钻孔的孔径级配时, 宜预留备用口径。

4.4.5 套管设计宜符合下列原则:

- 1 在满足安全、高效作业的前提下, 减少套管层数和下入深度。
- 2 综合考虑不同钻孔直径的钻进效率和性价比, 确定套管的材质和规格。
- 3 斜孔换径处, 特别是当套管级差较大时, 宜设置换径导向装置。
- 4 宜采用反丝套管, 并明确套管的下入程序。

4.4.6 典型斜孔结构及复杂深孔斜孔结构宜符合表 4.4.6-1 的规定，套管与钻孔直径配合宜符合表 4.4.6-2 的规定。

表 4. 4. 6-1 典型钻孔结构及复杂深孔斜孔结构推荐表 单位：mm

	地层简单	地层复杂
开孔口径/导向管	110/108	150/146
第一层孔径/套管	91/89	130/127
第二层孔径/套管		110/108
第三层孔径/套管		91/89
终孔直径	75	75
深孔备用套管/备用口径	73/60	73/60

表 4. 4. 6-2 套管与钻孔直径配合表 单位：mm

钻孔直径	60	75	91	110	122	130	150	175
套管直径	/	73	89	108	114	127	146	168

4.5 钻进方法

- 4.5.1 钻进方法及其规程参数的选择宜遵循现行行业标准 SL/T 291 中的有关规定。
- 4.5.2 采用硬质合金钻进、金刚石钻进等提钻取心方法时，宜采用长度较长的岩心管。
- 4.5.3 采用绳索取心钻进方法时，宜在钻杆柱的适当位置设置扶正器。
- 4.5.4 钻遇复杂或极坚硬地层时，可采用跟管钻进、潜孔锤钻进和孔底动力工具钻进等工艺方法。

4.6 工艺设计

4.6.1 斜孔钻进工艺设计宜包括下列内容：

- 1 钻探设备、器具和仪器的选择。
- 2 钻具组合设计。
- 3 冲洗液配制与护壁、堵漏措施。
- 4 应对各种潜在意外事件的应急方案。

5 钻探设备和器具的选择

5.1 一般规定

- 5.1.1 斜孔钻探设备和器具主要包括钻机、钻塔、水泵、钻杆、钻具、钻头、测控仪器和附属设备。
- 5.1.2 斜孔钻探设备和器具的选择宜综合考虑钻探目的、地质条件、场地条件、设计孔深、孔身结构、钻进工艺等因素。

5.2 钻机

- 5.2.1 综合考虑工程目标、施工能力、场地条件、钻进方法、经济成本和维修保养等因素选择钻机。
- 5.2.2 立轴钻机宜选用倾角可调的塔机一体式钻机。
- 5.2.3 全液压钻机宜选用钻进能力强、性能可靠和绿色环保的钻机。
- 5.2.4 场地交通条件较好时可选用车载钻机、轮式钻机和履带底盘式钻机。
- 5.2.5 场地位于山区、河谷等地形地貌条件较复杂的区域时，宜选用便携式钻机。

5.3 钻塔

5.3.1 水利水电工程斜孔钻探施工宜根据现场条件和施工效率选择钻塔的结构形式,如四脚斜塔、三脚钻塔、A 型钻塔和桅杆型钻塔等。

5.3.2 钻塔类型的选择宜综合考虑钻孔深度、钻孔倾角及钻机型号等因素。

5.3.3 钻塔的结构尺寸宜综合考虑斜孔起下钻效率、受力情况、结构强度和整体稳定性等因素。

5.3.4 超深斜孔施工时,立轴钻机宜选择起下钻效率高、配备带有引导装置的直斜两用钻塔。

5.3.5 立轴钻机中的塔机一体式钻机宜配备桅杆式钻塔。

5.3.6 便携式钻机以及大功率全液压钻机宜配备桅杆式钻塔或动力头滑轨。

5.4 钻杆和钻具

5.4.1 综合考虑地质条件、设备条件、孔身结构、钻进方法、取心取样技术要求、测斜仪器安装要求、原位测试与孔内试验要求等因素,确定合理的钻具组合,钻具与钻杆的规格及结构形式。

5.4.2 斜孔钻探中,钻杆宜选用钢级 DZ-75 以上的管材。

5.4.3 钻孔排渣困难时,宜配备沉砂管,可选用螺旋钻杆、刻槽钻杆和三棱钻杆等具有机械排渣功能的钻杆。

5.4.4 采用提钻取心方式时,钻具组合推荐为钻头+扩孔器+岩心管+扶正器+接头+钻铤+钻杆。

5.4.5 对于较完整地层,宜选用单管取心钻具;对松散及破碎地层,宜选用单动双管取心钻具。

5.4.6 选用单动双管取心钻具时,优选单动性能良好,同轴度高,不易堵心的钻具。

5.4.7 当斜孔较深时,宜采用绳索取心钻进方式,若斜孔斜度较大,宜选用大斜度专用绳索取心钻具。

5.4.8 纠斜钻进或钻遇坚硬岩层时,可选用螺杆钻具。

5.4.9 钻孔换径时,宜优选钻具组合或采用换径钻具组合、满眼钻具组合等。

5.4.10 采用磁感应式测斜仪器时,宜在仪器的邻近位置安装无磁钻具、无磁钻铤或无磁钻杆。

5.5 钻头

5.5.1 钻头类型和结构参数的选择宜符合现行行业标准 SL/T 291 中的相关规定。

5.5.2 钻头的选择还需综合考虑地质条件、环隙大小和排渣效果。

5.5.3 宜选择外保径能力较强的钻头。

5.5.4 开孔时,宜选择外出刃较小的钻头。

5.6 测斜仪器

5.6.1 宜根据安装尺寸、测量精度、有无磁性干扰、信号传输方式和测量计算方法等因素选择测斜仪器的类型和型号。

5.6.2 测斜仪器使用前应检查标定合格证,仪器应安排专业技术人员操作,使用时,先要检查仪器电量是否充足,仪器状态是否复零,使用后妥善保管。

5.6.3 非磁性区可选用磁感应式测量仪器,如单点测斜仪、多点测斜仪、随钻测量仪等,钻杆下部应配置长度 5m 以上的无磁钻杆(或无磁钻铤),探管与无磁容纳仓内壁的单边间隙应小于 3mm;磁性区则应选择不受磁场干扰的测量仪器,如陀螺测斜仪、光

电测斜仪、应变片式测斜仪。

5.6.4 使用偏心楔和连续造斜器定向时，一般采用单点定向仪，应在钻孔顶角大于 3° 时使用。

5.6.5 使用螺杆钻具造斜时，可选用单点测斜仪、多点测斜仪或随钻测量仪。

5.7 附属设备和器具

5.7.1 宜综合考虑钻进方法、动力源类型、孔身结构、冲洗液性能参数、泵量和钻孔试验与测试要求等因素选择水泵。

5.7.2 宜根据开孔和起下套管要求配备相应的导向器、夹持器、搓管机和拔管器。

5.7.3 大斜度孔采用绳索取心工艺时，配备绞车以及适宜的绳索钻杆夹持、拧卸工具。

5.7.4 斜孔施工时，宜配备冲洗液搅拌设备、冲洗液固控设备、冲洗液性能检测仪器、孔底动力工具和多种类型的事故处理工具。

5.7.5 宜配备活动工作台和小型发电照明设备等。

5.7.6 宜根据钻机、水泵和其他附属设备的输入功率要求配备动力源。

6 钻探实施

6.1 一般规定

6.1.1 斜孔钻探实施指按照斜孔钻探工程设计内容，完成作业准备、设备安装、开孔作业、钻进作业、钻孔弯曲测量和轨迹控制。

6.1.2 根据钻探工程目的和场地条件合理设置斜孔的布置形式及布置密度。

6.1.3 钻探实施前宜综合考虑地质复杂程度、孔身结构、精度要求、钻孔安全、取心取样和钻孔试验与测试要求等因素合理安排施工工期，保证钻探实施质量。

6.1.4 现场钻探记录需由经过专业培训的编录人员或工程技术人员承担，记录及整理应及时、准确，并由工程技术负责人签字验收。

6.1.5 钻探作业过程中应采取可靠措施，确保作业安全，并应遵守国家和地方政府相关法律法规的要求。

6.2 作业准备

6.2.1 在测放孔位、定位钻孔后，根据钻孔方位角、钻探设备、地形条件等因素确定作业场地面积和修建施工便道。

6.2.2 合理划分作业场地面积，确定各钻探设备的安装位置和人员活动范围。

6.2.3 作业场地布置和施工便道修建宜符合现行行业标准 SL/T 291 中的有关规定，在河滩、山谷、陡坡和悬崖等危险地段作业时应采取防护措施。

6.2.4 宜对钻探设备迁移过程中所经过的路线进行实地踏勘和调研，并采取必要的安全措施。

6.3 钻机安装

6.3.1 安装钻机前，确保钻机基座平整稳固。

6.3.2 对表层为第四系松散地层的钻场，宜通过开挖钻机基座基槽、浇筑混凝土及预埋地脚螺栓等方式安装钻机，基槽的边线宜垂直于斜孔设计轴线在水平面上的投影。

6.3.3 钻机宜安装在斜孔设计轴线的延长线上，钻机的主轴或动力头的中心轴线应与斜孔设计轴线重合。

6.3.4 钻机安装完成后，检查钻机的机械传动系统、液压系统、电控系统和循环管路等，

确保钻机正常运转。

6.4 钻塔安装

6.4.1 常规钻塔安装宜符合现行行业标准 SL/T 291 中的有关规定。

6.4.2 塔机一体式钻机的钻塔起落过程中，在钻塔运动方向上严禁站人，钻塔起落到位后，要及时紧固。

6.4.3 桅杆式全液压钻机宜在主桅杆倾倒状态下加接副桅杆，在钻机机架固定后，方可起塔作业。

6.5 开孔作业

6.5.1 安装孔口导向管时，需精准测量其钻孔方位角和钻孔顶角。

6.5.2 对表层为第四系松散地层的钻场，钻机安装定位后，宜通过人工挖槽、浇筑混凝土基础的方式埋设孔口导向管，孔口导向管长度宜为 2.5~3 m。

6.5.3 对表层为坚硬地层的钻场，宜采用外出刃较小的钻具开孔，再下入导向管。调定导向管的角度后，宜采用高标号水泥砂浆或混凝土在孔口浇筑定位，浇筑体积一般不小于 100cm×100 cm×80 cm，导向管长度一般不小于 1 m。

6.5.4 对立轴钻机，孔口导向管、主轴和天车需在一直线上；对动力头式全液压钻机，孔口导向管和动力头输出轴需保持同轴。

6.5.5 在孔口导向管内开孔，一般先磨平孔底或在埋设导向管时用砂浆找平。开孔后及时测量孔斜，如孔斜不合格，应用水泥砂浆封孔后重新开孔。

6.5.6 换径时宜下入导向钻具，随钻孔加深逐渐加长导向钻具长度。

6.5.7 开孔宜采用低钻压和低转速。

6.5.8 采用绳索取心钻进方法时，扩孔一般配备导正装置和小口径导向钻具，扩孔钻具组合推荐为小口径导向钻具+扩孔钻头+导正装置+钻杆。

6.6 冲洗液和护壁堵漏

6.6.1 宜在常规钻孔冲洗液护壁技术的基础上，结合斜孔钻探特点，提出冲洗液性能指标要求。冲洗液使用原则如下：

- 1 针对斜孔的孔壁稳定性问题，宜适当提高冲洗液的密度，以平衡地层压力。
- 2 针对斜孔中钻屑排除难，易形成岩屑床等问题，宜适当提高冲洗液的黏度和切力，并在保证孔壁安全的前提下，适当加大泵量，强化冲洗液的携渣能力。
- 3 宜采用润滑性好的冲洗液或钻杆涂抹润滑脂等方法改善孔壁与孔内机具之间的润滑性能。
- 4 宜采用固相含量低、滤失量小和泥饼薄而致密的冲洗液。

6.6.2 对要实施压水、注水等水文地质试验的斜孔，可采用清水钻进，复杂地层宜采用不分散低固相冲洗液体系。

6.6.3 松散层、硬岩地层、漏失地层、水敏性地层等特殊地层的冲洗液推荐性能参数应符合表 6.6.3 的规定。

表 6.6.3 冲洗液性能

地层性质	密度 (g/cm ³)	漏斗黏度 (s)	失水量 (ml/30min)	含砂量(%)
一般地层	1.0~1.15	18~25	<15	<0.5
水敏地层			<8	
坍塌、掉块地层	>1.2	23-30	<10	
涌水地层	>1.2	>30		

6.7 钻孔测斜

6.7.1 严格按照测量仪器的使用说明书进行仪器校准和使用。

6.7.2 斜孔钻进中，宜 10~20m 测斜一次，在易斜地层和换径孔段，宜适当增加测斜频率。

6.7.3 宜采用两套仪器，进行对比、调试，防止误差过大。

6.7.4 每次测斜完成后，将结果记录在钻孔测斜记录表中，分析测斜结果，及时判断钻孔弯曲程度。

6.8 防斜与纠斜

6.8.1 防斜宜符合下列要求：

- 1 钻场地基应坚固平整，设备安装应平稳，孔口管方向准确且安放牢固；
- 2 开孔钻进采用轻压慢转，逐步加长粗径钻具，钻具级配合理。

6.8.2 稳斜钻进宜采用满眼钻具、带扶正器钻具。

6.8.3 宜采用金刚石钻头钻进，以保证较小的孔壁间隙。

6.8.4 在易斜孔段，建议采取随钻测量仪器，实时进行钻孔测斜。

6.8.5 若发现钻孔轨迹偏离设计范围，宜尽早采取技术措施纠斜。推荐采用螺杆马达钻具组合与随钻测量仪器相结合的纠斜方案，钻具组合推荐为钻头+弯外壳螺杆钻具+无磁钻杆（内置随钻测量短节）+钻杆。

6.8.6 当钻孔轨迹失控，可能导致孔内复杂情况时，宜尽早填孔，重新钻进。

6.9 双向成对斜孔

6.9.1 双向成对斜孔施工的技术工艺与单斜孔相同，不同点在于斜孔的布置原则有差异。

6.9.2 双向成对斜孔布置原则：从探查河床部位发育的区域性顺河断裂空间分布、规模、物质组成、工程性状等特征目的出发，考虑钻场环境安全、易于钻场平整、钻探期间不易受河水上涨影响等因素，在坝址结合大坝建筑物，就近河床部位或区域性顺河断裂边界附近设计跨江斜孔孔口位置，为控制整个河床部位不留空档，左、右侧各一孔成对布置，方向相对，孔末交叉重叠一定长度。

7 钻孔试验与测试

7.1 一般规定

7.1.1 钻孔试验与测试主要包括孔内原位试验，水文地质观测、水文地质试验、综合测井、岩体变形试验和地应力测试。

7.1.2 钻孔试验和测试宜根据勘察要求、地质条件和现场条件等选择确定。

7.1.3 测试仪器和孔壁之间应有良好的间隙配合，仪器外壳应设有防撞、防卡保护装置，测试时宜缓推慢转。

7.1.4 中深及以上斜孔，宜采用无缆设备测试。

7.1.5 对于大斜度钻孔，宜配备专用送入工具，测量时保证仪器居中。

7.1.6 钻孔中沉渣较多时，首先实施清孔作业，当发生孔内复杂情况时，宜及时处理。

7.1.7 测斜仪等精密仪器应按使用说明由专人保管，避免仪器的损坏。

7.2 水文地质观测

水文地质观测宜符合现行行业标准 SL 245 中的相关规定。

7.3 水文地质试验

7.3.1 水文地质试验应符合下列规定：

- 1 压水试验应符合现行行业标准 SL31 中的有关规定。
- 2 注水试验应符合现行行业标准 SL345 中的有关规定。
- 3 抽水试验应符合现行行业标准 SL320 中的有关规定。

7.3.2 特殊要求

- 1 各种试验栓塞下入特定孔段（试验段）的方式，主要是靠钻杆或水压的方式送入。
- 2 下入试验段后，应量测栓塞的准确位置，保证试验段位准确。

7.4 综合测井

7.4.1 测井方法应根据勘察目的确定，主要包括井径测井、井斜-方位测井、井温测井、电阻率测井、自然电位测井、自然伽马测井、密度测井、超声成像测井等方法。

7.4.2 综合测井设备宜采取串联方式连接，测试宜采用钻杆推进方式进行，井径测井宜采用多臂井径测井仪。

7.4.3 仪器性能指标、现场测试要求、成果资料整理宜符合现行行业标准 SL/T 291.1 的规定。

7.5.1 进行全景图像检测时，应保持钻杆平稳推进或回拖，钻杆和测试设备应保持不旋转或低速转动。

7.5.2 使用无缆全景图像检测设备时，应详细记录更换钻杆的时间，通过计算钻杆的位置和速度等方式来标定图像采集位置。

7.5.3 无缆全景图像检测设备完成图像采集后，应立即取出存贮设备对视频资料进行处理和分析。

7.5.4 全景图像检测成果解译时宜利用孔径测井、孔斜-方位测井资料进行方位角、倾角等校正。

7.6 岩体变形试验

7.6.1 钻孔岩体变形试验宜根据试验目的、钻孔揭露情况等确定试验位置。

7.6.2 试验段宜采用金刚石取心钻进，孔壁应平直光滑，试验段不应跨越地层单元，岩性宜一致。

7.6.3 试验仪器设备性能、现场试验技术要求及资料整理等应符合 SL/T 264 的规定。

7.7 地应力测试

7.7.1 地应力测试应根据测试目的、钻孔轨迹、钻孔揭露情况等确定测试位置。

7.7.2 测试孔段应避开岩体破碎松动掉块孔段，布置于基岩弱风化带以下岩性单一、结构完整的部位。

7.7.3 地应力测试方法宜采用水压致裂法，孔壁岩体压裂缝方向宜采用定向印模器和钻孔彩电相结合的方法确定。

7.7.4 测试仪器性能指标、现场测试技术要求及资料整理等宜符合 SL/T 264 的规定。

8 孔内复杂情况预防与处理

8.1 一般规定

8.1.1 常见斜孔孔内复杂情况的预防和处理宜符合现行行业标准 SL/T 291 中的有关规定。

8.1.2 严格遵守钻探工程设计和操作规程，杜绝违章作业，防止孔内复杂情况的发生。

8.2 孔内复杂情况的预防和处理

8.2.1 岩屑床沉渣卡钻的预防和处理可采取以下措施：

- 1 使用黏度和切力较高的冲洗液，提高悬浮和携带岩屑的能力。
- 2 每次加接单根前，宜循环冲洗液一段时间，尽可能带出更大岩屑。
- 3 在保证孔壁稳定性的前提下，宜采用较大泵量钻进。
- 4 推荐选用螺旋钻杆等异形截面的钻杆或钻铤，实现机械排渣。
- 5 若孔内有大量岩屑，可进行短程起下钻清砂和下专用清砂钻具清砂。

8.2.2 吸附卡钻的预防和处理可采取以下措施：

- 1 优化钻孔结构，减小钻杆柱在孔内的侧向力。
- 2 采用优质冲洗液体系，控制失水量，封堵渗透性较强的低压地层。
- 3 减小孔内压差，提高冲洗液润滑性。
- 4 注意划眼，避免钻具长时间在孔内静置。

8.2.3 坍塌卡钻的预防和处理可采取以下措施：

- 1 复杂地层孔段宜采用高性能冲洗液平衡钻进，尽可能采用套管护壁或跟管钻进方法。
- 2 在上提、下放钻具时宜轻提轻放，避免因压力激动或抽吸作用导致孔壁坍塌、掉块。
- 3 发生卡钻时，宜保持冲洗液循环不间断，采用顶拉、振动等方式尝试解卡，若解卡无效，再采用倒扣、局部切割、钻磨和套铣等方式解卡。

8.2.4 宜及时清孔，避免孔内钻屑堆积，预防键槽卡钻。

8.2.5 采用高强度钻杆和钻具，避免孔内断钻、落鱼，观察孔内管柱的受损情况，预防断钻事故。

8.3 斜孔漏失的预防和处理

8.3.1 漏失的预防方法宜符合表 8.3.1 的规定。

表 8.3.1 漏失的预防方法

预防方法	预防措施
设计合理的孔身结构	1. 准确预测地层孔隙压力、破裂压力、漏失压力剖面 2. 判别漏失层 3. 设计合理的孔身结构，封隔漏失层与高压层
降低冲洗液动压力	1. 选择合理的冲洗液密度与类型、实现近平衡压力钻进 2. 降低冲洗液环空压耗 3. 降低冲洗液激动压力
提高地层承压能力	1. 调整冲洗液性能 2. 预先加防漏材料，循环堵漏 3. 先期堵漏

8.3.2 发生孔内漏失时，可采用静置、向冲洗液中添加桥接材料、化学堵漏材料、无机凝胶物质和多种堵漏材料的方式处理，用于处理严重孔漏事故的冲洗液技术宜符合表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 严重漏失事故的处理方法

序号	堵漏材料	处理对象
1	化学凝胶+冲洗液	严重漏失
2	桥堵材料冲洗液+冲洗液	大裂缝漏失
3	水冲洗液混桥接剂	大裂缝漏失
4	高失水堵剂混桥接剂	大裂缝漏失
5	暂堵剂混桥接剂	大裂缝漏失
6	化学凝胶混桥接剂	大裂缝漏失
7	单向压力封闭剂（简称“单封”）混桥接剂	一般孔隙性、裂缝性漏失
8	单封混高失水堵剂	较大孔隙性、裂缝性漏失
9	高失水堵剂混化学膨体	大裂缝漏失
10	重晶石塞+桥接材料+冲洗液	大裂缝漏失
11	复合堵漏剂	小、中、大裂缝漏失

9 安全生产

9.1 一般规定

9.1.1 建立水利安全生产风险查找、研判、预警、防范、处置、责任“六项机制”，完善管控制度，落实管控措施，压实管控责任，严格考核问责，提升风险管控能力，及时发现和消除各类安全生产事故隐患，有效防范遏制各类生产安全事故的发生。

9.1.2 应结合地层特点和斜孔钻探实施难度，制定安全管理制度和操作规程。

9.1.3 斜孔钻探平台应配备测斜工具和防斜纠斜钻具组合，作业人员应定期测量孔斜。

9.2 钻探平台安全

9.2.1 钻机安装应牢固可靠，钻机运行平稳，钻机振动对孔内影响较小。

9.2.2 实施顶角大于 30° 的斜孔时，钻塔与机架必须是活动连接，且配备专用的起塔装置。

9.2.3 塔架上应配备游动滑车，并安装平行于斜孔轴线的导向装置，用于引导动滑轮。

9.2.4 机上主动钻杆应安装导向装置，回转应平稳。

9.2.5 不得使用自重式夹持器，起下钻时应扶正钻杆。

9.2.6 为了防止高压胶管缠绕主动钻杆现象，应定期添加润滑油提高水龙头接头的灵活性

9.3 钻探作业安全

9.3.1 作业人员应重视重力作用对管柱的影响，持续跟踪钻孔轨迹变化，防止孔内事故发生。

9.3.2 应根据地层特点和钻孔弯曲程度，及时调整钻具组合、回次进尺长度和钻探规程参数。

9.3.3 采用单动双管钻具时，应检查内管的单动性能和扶正性能是否满足使用要求。

9.3.4 采用单管钻具时，应选择大直径的卡料，严防岩心脱落。

9.3.5 每回次钻进后，应检查卡簧磨损情况，当卡簧内径不能满足取心要求时，及时更换新的卡簧。

10 钻孔质量与验收

10.1 一般规定

10.1.1 钻探质量应包括岩心采取率、水文地质观测、水文地质试验及工程地质测试、孔斜、孔深、原始记录、终孔处理，钻孔质量与验收应符合现行行业标准 SL/T 291 中的相关规定。

10.1.2 原始记录应包括岩心钻探班报表、孔内试验与测试记录、验收记录。岩心钻探班报表应符合本规程附录 A 的规定，钻孔验收表应符合本规程附录 B 的规定。

10.2 斜孔特殊要求

10.2.1 钻孔全角变化率不宜超过 3°/100 m。

10.2.2 开孔段前 10m 要求全角变化值不超过 0.1°。

10.2.3 靶区半径应符合表 10.2.3 的规定。

表 10.2.3 靶区半径

孔深 H (m)	半径 R (m)
H<100	2
100≤H<300	6
300≤H<500	10
H≥500	20

10.2.4 钻孔孔斜测量记录表应符合本规程附录 C 的规定。

11 资料整理

11.1 资料性成果宜包括下列内容：

- 1 钻孔平面布置图。
- 2 钻探现场记录。
- 3 岩心地质描述记录、岩心照片。
- 4 试验与测试成果记录表。
- 5 标明方位和顶角的钻孔剖面图，有条件宜绘制三维轨迹图。

11.2 成果报告宜包括斜孔钻探报告、附图、附件。

1 斜孔钻探报告宜包括概述、钻探技术、钻孔试验与测试、结语等章节内容，并应符合下列规定：

- a) 概述宜包括工程概况、工作目的、工作依据、实施过程、完成工作量。
- b) 钻探技术宜包括钻探机具选择、钻进工艺与孔内复杂情况处理、轨迹测量和控制、取心取样效果等。
- c) 钻孔试验与测试宜包括仪器选择、过程控制、成果分析、效果评价等。
- d) 结语宜包括结论及建议。
- 2 附图宜包括工程地质平面图、钻孔柱状图、钻孔轨迹工程地质剖面图。
- 3 附件宜包括试验与测试成果等。

附录 A 钻探班报表

表 A 钻探班报表

接班孔深: m

交班孔深: m

工程名称: 第 号孔 年 月 日 时至 时 本班进尺: m

[illegible]

表 A（续）

时 间			工作项目	孔 深 （m）		回水及孔内变异情况	终 孔 封 孔 记 录			
自	至	计		自	至		基 岩 钻 孔		堤 坝 钻 孔	
							孔号		孔号	
							孔径	mm	孔径	mm
							孔深	m	孔深	m
							覆盖层厚度	m	粗砂填入重量	kg
							导管下入深度		黏土球直径	mm
							水泥标号		黏土球填入重量	kg
							水灰比			
							灌入量	L		
							封孔日期:		封孔人:	
				成 员		本 班 工 作 情 况				
				职别	姓名					

机长：

交班班长：

接班班长：

记录：

附录 B 钻孔验收表

表 B 钻孔验收表

工程名称				作业单位			
孔号				设计孔深（m）			
钻孔位置				实际孔深（m）			
序号	验收项目		验收结果			备注	
1	岩心采取率						
	岩样、土样采取						
	水样采取						
2	水文地质观测						
3	孔内试验与测试						
4	原始记录						
5	钻孔弯曲度						
6	孔深						
7	封孔						
8	长期观测装置的安装						
9	岩心标识和保护						
验收意见							
验收参加人员							
钻探负责人				地质负责人			

附录 C 钻孔孔斜测量记录表

表 C 钻孔孔斜测量记录表

工程名称：

工程部位：

仪器型号：

孔 号：

设计方位角：

设计顶角：

测 点 号	孔深 (m)	顶 角 (°)				方 位 角 (°)				备 注
		1	2	3	平均	1	2	3	平均	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

本规程用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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 条文中指定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”。

团 体 标 准

水利水电工程斜孔钻探规程

**Code of Inclined Borehole Drilling for Water and Hydropower
Projects**

条文说明（征求意见稿）

目 次

1 总则	21
4 钻探工程设计	21
4.1 一般规定	21
4.2 设计依据	21
4.4 孔身结构设计	21
4.6 工艺设计	22
5 钻探设备和器具的选择	22
5.1 一般规定	22
5.2 钻机	22
5.3 钻塔	22
5.4 钻杆和钻具	22
5.6 测斜仪器	23
5.7 附属设备和器具	23
6 钻探实施	23
6.1 一般规定	23
6.2 作业准备	23
6.3 钻机安装	23
6.4 钻塔安装	23
6.6 冲洗液和护壁堵漏	23
6.7 钻孔测斜	24
6.8 防斜与纠斜	24
6.9 双向成对斜孔施工	24
7 钻孔试验与测试	24
7.1 一般规定	24
7.2 水文地质观测	24
7.3 水文地质试验	24
7.4 综合测井	25
7.7 地应力测试	25
8 孔内复杂情况预防与处理	25
8.1 一般规定	25
8.2 孔内复杂情况的预防和处理	25
8.3 斜孔漏失的预防和处理	25
9 安全生产	25
9.1 一般规定	25
9.2 钻探平台安全	25
10 钻孔质量与验收	26
10.1 一般规定	26
10.2 斜孔特殊要求	26
11 资料整理	26

1 总则

水利水电工程建设中，为了查明工程地质问题，常需要进行江底、河底勘探。传统勘探技术有过江平硐、河底竖井和水上加密钻孔等，这些都因勘探周期长、资金投入大、施工安全风险高而被慎用，不能满足水电站建设勘探技术需要。采用斜孔勘探可显著缩短勘探周期、节约成本和降低风险，是水利水电工程地质勘察工作的重要手段之一。与竖直孔相比，斜孔钻探对钻探装备、钻孔轨迹控制、施工工艺等有着更高的要求。本规程用于指导水利水电工程斜孔钻探工作，包含斜孔钻探工程设计、钻探装备和器具的选择、钻探实施、钻孔试验与测试、孔内复杂情况预防与处理、职业健康安全和环境保护、钻孔质量与验收和资料整理等内容。

4 钻探工程设计

4.1 一般规定

4.1.2 为了统一钻孔公称口径，结合水利水电钻探工程实践现状，水利水电斜孔公称口径与水利水电常规钻孔口径要求一致，钻孔公称口径如下：60mm、75mm、91mm、122mm、150mm、175mm。公称口径只代表理论钻孔口径尺寸，便于统一钻具的规格系列，实际钻头、扩孔器外径尺寸可根据不同钻进方法和地层情况在合理范围内调整。

岩石可钻性反映在一定钻进方法下岩石抵抗被钻头破碎的能力，与岩石的强度、硬度、弹塑性、研磨性和结构特征相关，测定岩石可钻性的方法有微钻法和破碎比功法等。

钻进方法根据碎岩工具不同可分为：金刚石钻进、硬质合金钻进和金刚石复合片（PDC）钻进；根据碎岩方法不同可分为：回转钻进、冲击钻进、冲击回转钻进。

4.1.5 钻孔斜度主要结合不同顶角斜孔钻进难易程度进行分类，0~30°顶角斜孔接近垂直钻进，钻具受力均匀，孔壁稳定性较好，钻进效率高；30°~45°顶角斜孔随着顶角增大，钻具受力不均，孔壁稳定性下降，钻进效率降低；45°~90°顶角斜孔接近水平钻进，钻具受力不均，孔壁稳定性差，钻进效率低。

在满足施工空间等要求的情况下，尽量设计小顶角斜孔。

4.2 设计依据

钻孔设计资料，除了常规的地质勘察资料，应特别注意既有地形地貌、建（构）筑物等环境因素对钻场的制约和斜孔钻探技术装备及工艺水平。

4.4 孔身结构设计

4.4.1 确定孔身结构是斜孔钻探作业的重要任务之一。斜孔的孔身结构应根据地质特点、孔内物探和测井要求进行设计以及经济技术要求进行设计。一般来说，孔深与孔径变化相互影响，孔越深，孔径变化越多。

4.4.6 典型斜孔钻孔结构宜符合图1的规定。

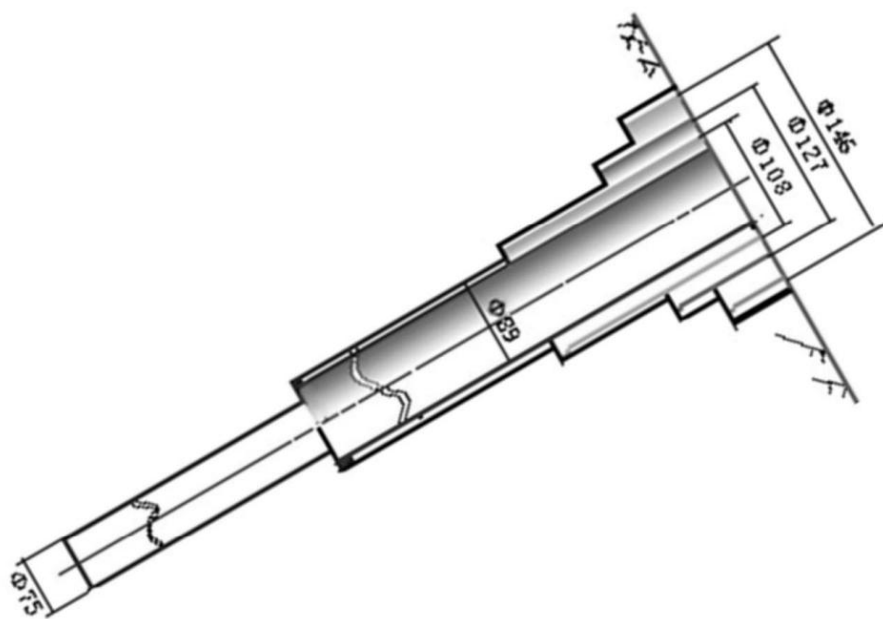


图 1 典型斜孔钻孔结构

4.6 工艺设计

根据地层情况研究合理的钻进方法和工艺、钻具组合、钻井液体系，注重社会效益和经济效益。

5 钻探装备和器具的选择

5.1 一般规定

5.1.2 钻探装备和器具的选择主要包括钻机、泥浆泵、钻塔、动力机、泥浆制备设备、钻进参数检测仪器和相关附属设备等。选择时要兼顾考虑利于拆卸和搬运、零配件的更换维修等因素；钻具的选择与配置还需要考虑钻进方法变换的需要。

5.2 钻机

5.2.2 水利水电钻探常采用立轴式地质岩心钻机，其规格型号要根据孔深和钻进方法选择。

5.2.3 全液压动力头钻机的动力头能够沿桅杆移动，导向性较好，给进行程长，起下钻效率高，容易实现机械化拧卸钻杆等优点，特别适合于大斜度钻孔施工。

5.2.5 便携式全液压动力头钻机搬迁便利、操作简单，越来越受欢迎，但其处理事故的能力较差，要根据地质条件合理选用。

5.3 钻塔

5.3.1 为了利于钻机运转稳定、方便安装和拆卸，尽可能采用与钻机组装成一体的随机钻塔。

5.4 钻杆和钻具

5.4.2 与直孔相比，斜孔中的钻杆和钻具受力更为复杂，钻杆宜选用强度等级高的管材。

5.6 测斜仪器

5.6.3 注意非磁性区和磁性区测斜仪器的选择，单点测斜仪、多点测斜仪宜用于非磁性区；陀螺测斜仪、光电测斜仪、应变片式测斜仪宜用于磁性区。

5.7 附属设备和器具

5.7.3 采用绳索取心工艺时，应配套绳索取心绞车、钻杆夹持器和绳索取心专用提引器等附属工具。

6 钻探实施

6.1 一般规定

6.1.1 合理的孔身结构是减少压差、防止粘附卡钻的先决条件；良好的钻孔轨迹和泥浆性能及携砂效果是钻孔防卡的保障。斜孔开孔的口径大一些比较适宜，因为斜孔正向扩孔比较困难，所以要尽量避免扩孔这道工序。

6.1.5 特深、超深斜孔作业难度大、风险高，要求操作人员技术高，需要编制专项作业方案。

6.2 作业准备

6.2.2 钻场面积应满足设备安装、管材堆放和现场操作的要求。

6.2.3 进场道路通过陡坡、悬崖地段时，应有相应的安全措施，以确保设备搬迁时设备和人员的安全。

6.3 钻机安装

6.3.3 钻机安装完后，要严格检查钻机的主轴或动力头的中心轴线与斜孔设计轴线是否重合。

6.4 钻塔安装

6.4.1 使用立轴式钻机进行斜孔钻探时，不但要校核钻塔基座的水平，而且还要校核钻机底座的水平和立轴的倾角，并且要保证钻机立轴、孔口在一条直线上。

6.4.2 近几年，一些厂家对立轴式钻机进行技术改造，实现了塔机一体钻机，采用模块化安装，这种钻机在斜孔钻探方面具有较大的优势。

6.6 冲洗液和护壁堵漏

钻孔冲洗液在钻进作业中具有重要地位，它具有清洗孔底、携带和悬浮岩屑，冷却钻头，保护孔壁和实现平衡钻进，润滑钻具等功能。

6.6.1 斜孔井壁和稳固性不如直孔，掉块与坍塌的发生机会也较多。斜孔冲洗液设计的基本流程是：

- 1、设计冲洗液的相对密度、流变性、降失水性等主要技术指标；
- 2、确定泥浆的胶体率、允许含砂量、固相含量、PH 值、润滑性等重要参数；
- 3、选择造浆粘土和处理剂；配方设计；
- 4、材料用量计算；
- 5、确定冲洗液制备方法。

从钻孔稳定和携渣能力来说，应提高冲洗液的密度、粘度和切力，平衡地层的同

时解决携渣难题。斜孔中，钻具在孔内的运动形态、受力情况与常规不同，钻进中的摩擦阻力较大，泵压高，冲洗液的润滑性非常关键，可采用乳化油或乳化水溶液。斜孔施工中，冲洗液的固相含量、失水量及泥饼性能对卡钻影响很大，良好的冲洗液性能是固相含量低、滤失小，泥皮厚度薄而致密。

绳索取心钻进用冲洗液主要控制冲洗液的固相含量和粘度，防止在高速回转中在外管的内壁形成污垢，影响内管打捞。

在覆盖层中钻探时主要采用套管护壁堵漏方法，其次是泥浆或优质无固相冲洗液，水泥或粘土水泥浆主要用于基岩破碎带、断层带及溶洞护壁堵漏。

6.7 钻孔测斜

为了随时掌握与控制钻孔轨迹的变化，预防和纠正钻孔弯曲，必须测量钻孔的空间位置，测斜就是测量钻孔轴线上的3个基本要素：顶角、方位角和孔深。

6.7.2 斜孔施工中，测斜工作非常重要，测量的频度和测量的精度和一般钻孔相比，要求都更高。大斜度绳索取心测斜仪器可以在回次钻进结束、打捞内管过程中送入预定深度，进行跟踪测量。

6.8 防斜与纠斜

6.8.1 钻孔弯曲与所钻地层性能、设备的安装、钻具的选型、钻进方法和钻进规程参数密切相关，具有一定的规律性。为了防止钻孔弯曲，应结合地层条件和钻孔弯曲规律设计钻孔轨迹；保证设备的安装质量，把好换径关；采用合理的钻具结构。

6.9 双向成对斜孔

双向成对斜孔钻孔轨迹设计要注意在孔末端交叉重叠，施工过程应加强孔斜测量频率。

7 钻孔试验与测试

7.1 一般规定

7.1.1 水利水电工程地质勘察中，充分利用钻孔进行必要的孔内测试，是获得工程地质问定量评价和工程设计所需有关工程地质资料的主要手段。孔内测试主要有三大类：水文地质试验，如抽水试验、压水试验等；岩土物理、化学性质测试，如有害气体测试、放射性测试等；岩土力学性质测试，如声波测试、岩体地应力测试等。

7.1.4 由于目前有线测量仪器在大顶角斜孔中存在下放困难等技术难题，钻孔测试宜使用无缆式设备。

7.2 水文地质观测

钻孔初见水位、稳定水位、自流孔水头、流量和水温都属于水利水电工程地质勘察中重要的水文地质参数，工作需引起重视。

7.3 水文地质试验

水文地质试验主要是抽水试验、压水试验和注水试验，为了不影响试验效果，需采用清水作为冲洗液，为了保证试验顺利实施，宜采用跟管钻进。

7.4 综合测井

7.4.1 同一钻孔采用多种方法进行地球物理测井时需要合理安排测井顺序,防止井液扰动影响测井精度和效果,一般按井温测井、井径测井、井斜测井、自然伽马测井、密度测井、自然电位测井、电阻率测井、其他测井的顺序进行。

7.7 地应力测试

7.7.2 为了确保测试成功,地应力测试应选择孔壁光滑完整段实施。

8 孔内复杂情况预防与处理

8.1 一般规定

加强机台生产技术管理,增强工作人员责任心,定期检查维护、保养设备和机具是预防孔内事故的主要措施。

8.2 孔内复杂情况的预防和处理

复杂事故多种多样,孔底情况千变万化,处理方法和工具多种多样,总原则是“安全第一”。第二原则是快捷处理,复杂事故随着时间的推移而恶化,要求在短时间进行处理,不能延误时间。第三原则是科学诊断,还原复杂事故的本来面貌,科学分析。第四是经济原则,根据事故性质、地质条件、工具和器材、技术手段等全面分析评估事故的处理时间和费用,根据处理方案进行经济对比。

8.3 斜孔漏失的预防和处理

8.3.1 应坚持以预防为主方针,特别应尽量避免人为因素引起漏失,主要从以下方面采取措施:

- 1 选择合理的孔身结构,确定合理的套管层数及套管鞋的坐放位置;
- 2 采用平衡钻进法,准确应对地层压力;
- 3 使用好冲洗液,维护好冲洗液性能,特别是流动性能;
- 4 严格控制下钻和下套管速度及开泵速度,避免压力激动造成漏失;
- 5 在钻入易漏失地层前,宜先替入带堵漏材料的冲洗液钻开易漏地层。

8.3.2 如在钻进中发现漏失,必须采取以下措施:停泵静止观察;如仅仅是返回流量少,此时最好的办法是降低泵的排量,减少冲洗液的循环压力,边钻边观察;提高冲洗液的粘度、切力、使其在井壁形成糊堵作用;可能的情况下逐步降低冲洗液的密度;在冲洗液中加入颗粒状的固体堵漏剂;大裂缝、溶洞型漏失,则先泵入堵漏剂,后泵入水泥浆或柴油膨润土等封堵剂进行堵漏。

9 安全生产

9.1 一般规定

9.1.1 钻场的确定首先要满足任务书的要求,同时,也要满足安全生产的要求,因此,钻场要避开山洪、泥石流、危岩、滚石及其他危险区域。

9.2 钻探平台安全

9.2.3 建议安装提引器导向装置为了避免提引器下行时碰撞设备。

10 钻孔质量与验收

10.1 一般规定

10.1.1 岩心钻探的六项质量指标是：岩心采取率与岩心整理、钻孔弯曲与测量间距、孔深误差测量与校正、简易水文观测、原始班报表、封孔。针对水利水电工程钻探特点，钻探质量侧重于岩心采取率、水文地质观测、水文地质试验及工程地质测试、孔斜、孔深、原始记录、终孔处理。

10.1.2 孔深误差与校正、原始记录、封孔作业应符合《水利水电工程钻探规程》SL/T 291 中的相关规定。

10.2 斜孔特殊要求

为保证钻孔质量，钻孔轨迹全角变化率需控制在本规范 10.2.1 的规定范围内。

11 资料整理

资料整编涉及两方面内容，一方面包括现场过程记录资料，另一方面包括钻探技术分析总结报告和必要的附图及附表。

11.1 钻探现场记录资料成果应包括钻探班报、钻孔岩心采取现场记录、钻孔轨迹记录、钻孔异常情况记录、钻孔事故记录及水文地质观测记录。

1 钻探班报记录的孔深应经常校正并及时准确填报，当孔深误差超过 0.3% 时，应说明原因并修正记录报表。

2 对所有岩心应逐箱在检查整理、清洗干净并保持湿润后进行数码拍照。岩心照片应为岩心箱中心垂向上等距对焦并基本满幅状态，且明暗要保持一致。

3 每箱岩心照片应体现整箱岩心标识牌和每一回次岩心标签、分层界限标示、重要地质现象标示和采样位置标识。整箱岩心标识牌内容包括项目名称、钻孔编号、岩心箱号和起止孔深，宜放置于前排左上角或前排中部。

4 对在钻孔中开展的水文地质观测、水文地质试验、综合测井、钻孔电视或地应力试验记录资料进行整编后作为资料性成果之一。