

CS 编号
CCS 编号

团 体 标 准

T/CHES XXX—20XX

灌区智能控制闸门系统技术规程

Technical specification for system of intelligent control gate

(征求意见稿)

XXXX-XX-发布

XXXX-XX-XX 实施

中国水利学会

发布

目 次

前 言	I
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语与定义	2
4 技术要求	3
4.1 一般规定	3
4.2 闸门门体	3
4.3 启闭系统	4
4.4 供电系统	4
4.5 测流系统	4
4.6 智能控制系统	5
5 设计要求	6
5.1 一般要求	6
5.2 闸门门体设计	6
5.3 启闭系统设计	7
5.4 供电系统设计	7
5.5 测流系统设计	7
5.6 控制系统设计	7
6 安装与调试	8
6.1 一般规定	8
6.2 安装	9
6.3 调试	9
7 检验与验收	10
7.1 安装检验与验收	10
7.2 现场试运行验收	10
8 运行与维护	10
8.1 一般规定	10

8.2 运行	11
8.3 维护	11
附录 A（资料性）常用智能控制闸门型号及规格	14
附录 B（资料性）测流原理及测流范围	15
附录 C（资料性）灌区全流域动态调水远程控制系统	20

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 8 章和 3 个附录，主要内容包括：技术要求、设计要求、检验与验收、安装与调试、运行与维护。

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提出并归口。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。

本文件起草单位：***

本文件参编单位：***

本文件主要起草人：

。

灌区智能控制闸门系统技术规程

1 范围

本文件规定了灌区智能控制闸门系统的术语与定义、技术要求、设计要求、安装与调试、检验与验收、运行与维护等方面的技术内容。

本文件适用于灌区内各级灌排渠沟上新建、扩建、改建智能控制闸门的设计、安装调试、运行维护等。

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。

- GB/T 21303 灌溉渠道系统量水规范
- GB/T 28714 取水计量技术导则
- SL 27 水闸施工规范
- SL 74 水利水电工程钢闸门设计规范
- SL 545 铸铁闸门技术条件
- SL 612 水利水电工程自动化设计规范
- SL 651 水文监测数据通信规约
- SL /T 722 水工钢闸门和启闭机安全运行规程
- SL 768 水闸安全监测技术规范
- SL223 水利水电建设工程验收规程
- SL588 水利信息化项目验收规范
- CJ/T 122 超声多普勒流量计
- CJ/T 257 铝合金及不锈钢闸门
- HG/T 3096 水闸橡胶密封件
- JB/T 9284 电磁流量计

3 术语与定义

GB/T 21303 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能控制闸门系统 system of intelligent control gate

集闸门门体、启闭系统、供电系统、测流系统、控制系统五个部分组成的具有远程控制、自动计量、数据传输、处理与存贮、全渠道联动等功能并且可自动启闭的系统装置。

4 技术要求

4.1 一般规定

4.1.1 智能控制闸门系统主要应包括闸门主门体、启闭系统、动力系统、测流系统和智能控制系统。

4.1.2 闸门门体应具电动和手动驱动方式，应有机械限位装置。闸门驱动应满足闸门启闭平稳、工作安全可靠、操作灵活方便的要求，并应具有机械防卡死的性能要求。

4.2 闸门门体

4.2.1 结构要求

4.2.1.1 平板闸门门体的结构应包括门框、闸板、安装框等；

- a) 闸板采用方形框架结构，结构连接应采用紧固件和焊接成形，上下面板应采用 $\geq 2\text{mm}$ 的薄板复合压制成型。
- b) 闸框宜挤压方管连接成型，连接接合面宜采用机加工，闸框应为矩形框架结构。
- c) 安装框应为 U 型框，在基础施工时，应将 U 型安装框嵌入混凝土中，用膨胀螺栓固定。

4.2.1.2 槽闸的门体结构应包括闸板、闸框、顶梁、安装框等。

- a) 由左右两面扇形闸板与中间的平面闸板三面闸板组成一体式结构，连接接合部位宜采用机加工，两个扇形板之间由连杆链接。
- b) 闸框宜挤压方管连接成型，连接接合面宜采用机加工。槽闸闸框应由外部框架和内部框架组成，闸框应为 U 型。
- c) 槽闸销轴应连接闸板与闸框的圆柱形紧固件，使闸板与闸框构成铰链连接；槽闸顶梁应与闸框连接，与闸框构成矩形框架结构。
- d) 安装框与 4.2.1.1 c) 内容要求相同。

4.2.2 材质要求

4.2.2.1 闸门门体结构宜采用铝合金、塑料或其他复合高分子材料等轻型高强度型材。闸门门体材质在水压力作用下的强度和刚度应满足 SL 74、CJ/T 257、SL 545 等相关标准规定的要求。

4.2.2.2 复合闸板所用的胶应具备防水、防潮及防腐功能，宜采用氰基丙烯酸乙酯胶粘材料，配合铆钉应均匀，如采用其他相近材质结构时，应保证材料的强度和质量，使用寿命 ≥ 20 年。

4.2.2.3 闸门门体密封件渗水量应 < 0.01 升/分钟·米。密封件宜采用聚四氟乙烯材质，应满足绝缘性能好、抗腐蚀能力强、吸水率低、润滑性能好、与闸门粘性牢固、无划痕、无气孔等缺陷，使用寿命不应低于 20 年。橡胶密封件性能应满足 HG/T 3096 的规定。

4.2.2.4 闸框紧固件宜采用 304 不锈钢螺栓连接。

4.2.2.5 槽闸销轴材质宜选用耐腐蚀的不锈钢材质；销轴表面部位不应有毛刺，表面光滑

不应有缺陷。

4.3 启闭系统

4.3.1 智能控制闸门启闭系统的传动方式可采用对轮传动、螺杆传动、齿条传动等方式。

4.3.2 对轮传动系统可由电机、减速机、传动轴、卷轮、钢丝绳等组成。传动系统应根据传动机构受力选择确定传动比合适的减速机及配套电机。闸门启闭速度范围应为150mm/min~300mm/min。

4.3.3 螺杆传动系统可由电机、蜗轮蜗杆、螺杆、蜗壳组成。传动系统应根据传动机构受力选择合适的螺杆、蜗轮、电机，并计算传动比确定合适的传动效率，闸门启闭速度应 \geq 200mm/min。

4.3.4 齿条传动系统可由电机、齿轮和链条组成。传动系统应根据传动机构受力选择合适的齿轮、链条和电机，齿条传动应提供双向传动，闸门开度精度应为 ± 5 mm，闸门启闭速度应 \geq 200mm/min。

4.3.5 对轮传动系统可由电机、传动轮轴、传动钢丝绳等部件组成。通过手动摇柄或者远程自动控制，实现闸门的启闭，闸门启闭速度应 \geq 200mm/min。

4.3.6 升降杆和螺杆应满足下列要求：

- a) 升降杆（螺杆）应根据计算选用不同规格型材料并挤压机加工成型；
- b) 升降杆性能应满足以下要求：
 - 1) 升降杆表面保持清洁，不应有污物、毛刺、起泡、划伤及明显的斑点等缺陷；
 - 2) 升降杆的尺寸应满足由正常操作力而产生轴向和横向受力时，升降杆无松动或永久变形。
- c) 螺杆性能应满足以下要求：
 - 1) 螺杆的尺寸应满足由正常操作力而产生受力时，螺杆无纵向弯曲或永久性变形；
 - 2) 螺杆应选择合适的螺距以提供闸门启闭所需的操作力和转速，其螺纹是梯形螺纹。

4.4 供电系统

4.4.1 宜根据现场实际情况选择使用太阳能加蓄电池供电、风力发电加蓄电池供电或电网交流电供电。

4.4.2 单项电源应符合 EN 标准、CSA 标准或 IEC 标准。

4.4.3 蓄电池宜采用密封免维护储能电池。

4.4.4 测流计量设备电源应采用不间断电源供电。

4.5 测流系统

4.5.1 测流系统应满足下列要求：

- a) 测流系统设备应安全可靠、技术先进、经济适用；

b) 测流设备应满足现场低温和多泥沙水质的要求。

4.5.2 流量计量应满足下列要求:

a) 计量仪器可选用电磁流量计、超声波流量计、雷达式流量计等接触式或非接触式仪器;

b) 计量精度应满足 CJ/T 122、JB/T 9284 及 GB/T 28714 的相关要求。

4.5.3 闸位计宜采用高精度绝对值编码器,精度应为 $\pm 0.5\text{mm}$,应具备多种自动报警功能。

4.5.4 水位传感器应综合考虑水质、泥沙及冰冻的影响,可采用接触式或非接触式,测量精度应为 $\pm 0.5\text{mm}$,采集频率应具有可调性。

4.5.5 智能控制闸门系统主要测流原理及方式见附录 B。

4.5.6 测流精度应满足下列要求:

a) 测流装置在出厂前应在实验室进行精度检测,测流精度应达到下列设计要求:

1) 各类测流装置的整体测量精度应满足 GB/T 21303 规定要求;

2) 测箱出厂前,清水、正向进水、水面平稳条件下,满箱情况下实验室计量误差应 $\leq 2.5\%$,水位 \geq 测水箱高度的 1/2 情况时计量误差应 $\leq 5\%$;

3) 槽闸产品出厂前,清水、正向进水、水面平稳条件下,实验室计量误差 $\leq 5\%$;

b) 在综合条件较好的情况下,现场测流精度应 $\geq 90\%$;

c) 在多泥沙条件下,现场测流精度不应低于设计要求。

4.6 智能控制系统

4.6.1 技术要求

4.6.1.1 智能控制系统包括运行软件及硬件设备,应满足下列要求:

a) 硬件应满足安全可靠、技术先进性、经济适用性;

b) 结构性能和指标应与灌区规模、重要程度和当前控制系统的发展水平相适应;

c) 软件应具有可靠性、实时性、开放性和兼容性;

d) 与其它系统之间应采取安全措施,在数据共享的同时,确保各系统运行安全。智能控制系统本身故障不应影响灌区现场设备的安全运行;

e) 在主要设备上应装设智能控制系统操作与现场手动操作相互转换的切换开关,并在人机接口上有相应显示。

4.6.1.2 远程终端(RTU)应具备可编辑、可对讲、自带睡眠唤醒模式切换、具备存储和转发功能。

4.6.1.3 通讯应支持 4G/5G 或其他合适的无线通讯方式,有条件的灌区可预留光纤等有线通讯接口;

4.6.1.4 设备应支持闸门远程操作和参数远程设置,支持闸门控制程序远程升级,保持设备运行过程中通讯系统稳定、数据传输连续与可靠。

4.6.1.5 智能控制系统应具备防盗、防人为破坏的防护结构,并安装信息报警系统,有条件的灌区可在现场安装带有 GIS 等地图显示功能的视频监控器,对设备运行进行实时在线

监控。

4.6.2 数据处理

4.6.2.1 数据采集应包括电流、电压、系统运行过程中闸门开度、水位、流量等运行数据。

4.6.2.2 数据应实时采集、间隔上报，采集频率 $<1\text{min}$ ；数据宜 $5\text{min}\sim 10\text{min}$ 上报一次。

4.6.3 网络安全

4.6.3.1 智能控制闸门系统的数据采集和数据传输应采用加密传输，按照统一设备认证、统一权限和统一编码的方式对设备进行管理。

5 设计要求

5.1 一般要求

5.1.1 智能闸门控制系统主要包括安装于灌区调度中心的灌区全流域动态调水远程控制系統以及安装于灌区各级水渠上的远程制动控制闸门终端系統构成，全渠道控制系统拓扑图见附录 C，图 C.1。

5.1.2 远程自动控制闸门系统设计主要包括闸门门体设计、启闭系统设计、动点系统设计、测流系统设计以及智能控制系统设计。灌区智能控制闸门系统设计拓扑图见图 1。

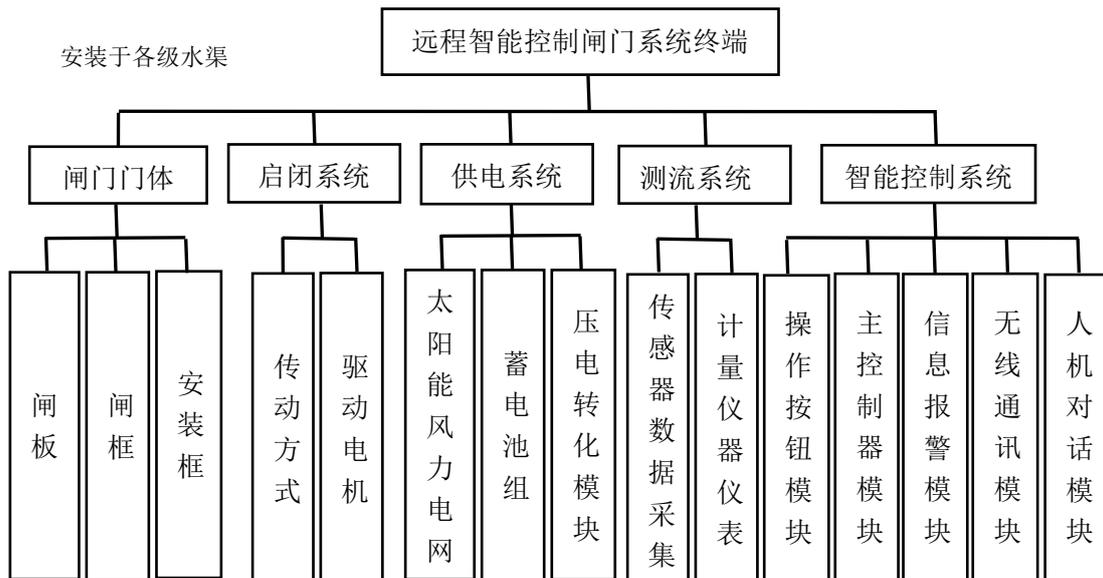


图 1 智能控制系统拓扑图

5.2 闸门门体设计

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 灌区智能控制闸门门体设计应按 SL 74、SL 545 等标准要求设计。

5.2.1.2 闸门门体结构应满足在水压力作用下的强度和刚度要求。在冬季或进水口出现淤堵情况下，其主要结构变形应符合设计要求。正常使用寿命不应少于 20 年。

5.2.2 应力要求

5.2.2.1 闸门门体受力计算应符合 SL 74、SL/T 722 要求。

5.2.2.2 构成闸门的闸门双面的平面度误差应 $<0.5\text{mm/m}$ 。

5.2.2.3 按工作水头设计，闸板拉伸、压缩和剪切强度的安全系数应满足许用应力要求，挠度应 \leq 构件长度的 1/750。

5.3 启闭系统设计

a) 启闭系统受力计算应符合 SL 74 要求；

b) 升降杆（螺杆）应按最大工作水头设计，其拉伸、压缩和剪切强度应满足许用应力要求，压杆满足稳定性要求。

5.4 供电系统设计

5.4.1 动力电源电压等级根据现场实际需求可选 24V、48V 直流电源以及电网 220V 交流电网供电。

5.4.2 根据电压等级选择太阳能、风能或电网供电系统、充放电控制器、蓄电池组以及压电转换器。

5.5 测流系统设计

5.5.1 应根据现场环境和闸门门体类型选用不同工作原理的测流设备。

5.5.2 灌区智能控制闸门宜采用实时测流，分水计量，并将量测水信息通过标准通讯协议采集并进行数据传输，量水模式宜设计为以下方式：

a) 定时开闸——一定流量分水——一定总分水量模式；

b) 定时开闸——一定流量分水——累计总量——定时关闸模式；

c) 随机分水——累计总量模式。

5.5.3 流量计量方式根据闸门门体的类型宜设计为堰槽式、测箱式、测筒式，其中堰槽式宜用于槽闸，测箱式、测筒式宜用于平板闸门。

5.6 控制系统设计

5.6.1 控制系统设计包括软件设计及硬件设计，宜采用模块化设计，便于安装与升级维护。

5.6.2 控制系统在设计时，应遵循实用、可靠、可扩充和易维护的原则，在设计时应考虑以下方面的内容：

a) 硬件电路设计上应留有冗余，以便后期系统功能扩充；

b) 功能设计上尽量以软件代替硬件；

c) 在元器件选择上，在满足系统功能的前提下，宜选择性价比高的芯片；

d) 通信网络采用开放式通信协议，通信网络可考虑现场环境情况，使用可靠性高的方式组网；

e) 设备具有故障自诊断和远程升级功能。

5.6.3 硬件设计

5.6.3.1 应包含人机对话模块、无线通讯模块、信息报警模块、主控制器模块及操作按钮

模块等组成。

5.6.3.2 硬件电路设计宜包括以下主要内容：

- a) 处理器；
- b) 外部存储器；
- c) 现场总线接口；
- d) 电源电路；
- e) 显示电路；
- f) 键盘及显示器电路；
- g) 无线通信模块（2G/3G/4G/5G）；
- h) 看门狗电路；
- i) 蓝牙近程通信电路；
- j) 以太网接口。

5.6.4 软件设计

5.6.4.1 软件设计应根据灌区工程规模、系统实现功能、控制方式、系统硬件设计等因素综合确定。

5.6.4.2 软件宜采用可靠性、实时性高的嵌入式系统，便于功能扩展的模块化结构，软件可支持移动端、电脑端或现场控制操作。

5.6.4.3 内嵌 TCP/IP 协议栈，通过移动网进入公共互联网，终端无需主机即可通信，更加方便地集成到系统中。

5.6.4.4 控制系统软件宜包括以下功能：

- a) 内置流量测量算法：精确测量过闸流量并积算过闸水量；
- b) 自动跟踪控制算法：自动恒流量、恒水位、定水量控制；
- c) 定量控制：定开度控制、定水量控制、定时长控制；
- d) 两种采集方式：连续实时采集、定时可选采集；
- e) 自动采集存储当前仪表数据并显示；
- f) 自动上报数据功能，并可设置上报间隔时间，以及存储时间间隔，上报方式为通过通信接口上报中心；
- g) 支持多种通讯协议及 IP 协议，根据现场情况可选择 DNP3、MDLC、Modbus、自主协议等方式，并应符合 SL 651 的有关规定；
- h) 能够采集多种报警状态，并通过液晶显示，及通过通信接口上报中心。

6 安装与调试

6.1 一般规定

6.1.1 智能控制闸门系统可安装于灌区内渠道节制口、引水口或分水口处，且水流较平顺、周围地势平缓的部位。

6.1.2 安装后不应影响灌区渠道两旁的道路通行。

6.2 安装

6.2.1 闸门开度、水位、水流、流量仪表安装应符合 GB/T 21303 的相关要求。

6.2.2 闸门机械设备、电气及自动控制设备安装应符合 SL 27 中相关要求。

6.2.3 控制软件安装宜安装在远程控制系统终端的计算机系统盘以外的其他硬盘上，并确保所安装的硬盘有足够的空间，同步在可移动通讯设备（手机）上安装应用程序，移动通讯设备应有足够的内存空间。

6.3 调试

6.3.1 机械设备调试应满足下列要求：

a) 调试前准备：

- 1) 清除闸门门板、闸槽、门槛上所有杂物；
- 2) 在闸门的滑道与密封条接触面应做好润滑措施；
- 3) 检查门板在闸槽内的对中情况。

b) 使用专用手柄对闸门进行启闭动作，在闸门行程范围内运转平稳，应无卡阻现象；密封条应紧贴门板和底槛，且有适当的预压缩量；

c) 手动开门、关门，机械限位应灵活。

6.3.2 自动控制系统调试应包括闸门开度调试、闸门自动控制调试、安全监测调试和渠系联合调试四个部分。各个部分调试应满足以下要求：

a) 闸门开度的调试应符合下列规定：

- 1) 根据闸门的实际开度设定检测行程的最大值与最小值；
- 2) 反复操作闸门到全开和全关位置，测量闸门开度检测装置的系统测量误差，并根据测量结果调整闸门的全开及全关位置。
- 3) 远程输入闸门开度指令，闸门应能准确启闭到指定位置。

b) 控制系统调试应符合下列规定：

- 1) 各受控设备的信号应正确；
- 2) 系统通信应畅通；
- 3) 控制应用软件调试应能符合闸门各项控制要求；
- 4) 上传至远程终端计算机后台各项数据或移动设备终端（手机）应与实测数据保持一致，控制应准确无误。

c) 安全监测调试应时，应与人工观测数据进行同步比测，并应将监测自动化的基准调整到与人工观测相一致。

d) 渠系联合调试应按照设计流程，采用闸控系统进行全渠系的开闸、停、关闸试验。

6.3.3 测流系统调试的测流精度应与 4.5.6 要求一致。

7 检验与验收

7.1 安装检验与验收

7.1.1 闸门门体密封检验

闸门门体密封性检验应满足以下要求：

- a) 侧密封面间隙检验：闸板与侧密封条的结合面，应清除外来杂物和油污。闸门处于全关闭状态时，在闸板上无外加荷载的情况下，闸板与侧密封条的结合面的间隙值应 $\leq 0.1\text{mm}$ ；
- b) 底部密封面间隙检验：闸板与底部密封条的结合面，应清除外来杂物和油污，闸门处于全闭状态时，闸板底端与密封条结合面间隙应 $\leq 0.1\text{mm}$ 。

7.1.2 装配检验

将门体在门框内入座，做全启全闭往复移动，用钢尺和塞尺等工具分别进行测量检查，其检验结果应符合出厂要求。

7.1.3 全压泄漏试验检验

将闸门安装在试验池内或现场做全压灌水试验。采用测控器具（量筒、计时表等）检测密封面的泄漏量，其值应 $\leq 0.02\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m})$ （密封长度）。

7.1.4 测流系统检验

- a) 测流系统检验精度应与 4.5.6 要求一致。
- b) 设计生产厂家应提供测流设备安装使用说明书，使用说明书应有详细的设备使用期间测量参数检定的方法及检定后流量的修正方法。灌区管理单位应定期对对流量计量仪器仪表进行检定及误差修订，保证准确度达到灌溉水计量要求；
- c) 灌区管理单位也可委托具有相应检测资质的第三方单位进行检验，并出具检定（评价）报告，确保测流的准确度。

7.1.5 控制系统检验

控制系统检验应满足 4.6 及 5.6 技术要求及设计要求。

7.2 现场试运行验收

7.2.1 系统试运行验收宜按照 SL223 与 SL588 的相关规定执行。

7.2.2 测流系统的测流精度在完成现场安装验收、系统连续运行一个月后，应对现场实测数据与出厂标定数据进行对比并进行校准，确保测流系统的精度。

8 运行与维护

8.1 一般规定

8.1.1 智能控制闸门系统运行环境应满足以下要求：

- a) 设备运行适用温度： $-10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ；

b) 设备存储适应温度: $-30^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$;

c) 泥沙含量适应范围: $<50\text{KG}/\text{m}^3$ 。

8.1.2 在冬季、冰冻等非灌溉季节,应做好闸门门体、测流设备及电控设备等的防冻措施。

8.1.3 应定期进行日常检查和维护,灌季闸门系统正常运行时,现地每周至少检查1次,远程控制系统日常检查应由运行操作人员负责,每次交接班检查一次。

8.1.4 每个灌季前应对闸门系统进行全面检查和维护。

8.1.5 在日常维护中发现任何部件损坏或失灵,应及时修理或更换。

8.1.6 运行前应对闸门门体及启闭系统的机械结构及控制系统进行全面检查和维护。

8.1.7 智能控制闸门系统宜安装安全信息自动上报系统,内容应包括每日设备运行及日常设备维护情况等。

8.2 运行

8.2.1 运行应符合 SL/T 722、SL 768 的规定及要求。

8.2.2 闭合供电电源,使所有设备处于电动操控状态,系统的闸门调控、限位保护、3G/4G/5G 通信等应正常运行。

8.2.3 闸门系统在运行过程中,应设专职工作人员在远程智能控制闸门系统终端进行监控。

8.2.4 闸门门体应避免停留在发生震动的开度上。

8.2.5 当开启闸门接近最大开度或关闭闸门接近闸底时,应注意闸门指示器或者标识,避免闸门启闭系统的机械损坏。

8.3 维护

8.3.1 一般规定

8.3.1.1 应编制维护工作方案,明确维护工作范围和内容,确定设备和设施的维护等级、周期与要求。

8.3.1.2 维护人员应具备相应的专业技能,特殊工种作业人员应持证上岗。

8.3.1.3 维护应建立设备和设施档案,对主要设备和设施制定维护手册,并根据技术现状、运行条件、闸门启闭频率等确定合适的维护周期。

8.3.1.4 闸门发生事故或设备、设施突然发生故障,应对其进行专项检查。

8.3.1.5 日常维护应包括以下主要内容:

a) 闸门门体、启闭系统、供电系统、视频监控设备是否运行正常;

b) 闸门门体进水口应保持清洁无杂物;

c) 通过远程自动控制系统界面,检查控制系统软件及硬件运行情况;

d) 通过远程控制界面查看闸门开度、数据采集、上报与存储是否正常。

8.3.1.5 维护分为日常维护和定期维护,日常维护通常时间间隔2天,定期维护通常每两周进行一次,灌溉季节,定期维护应每周进行一次。

8.3.1.6 应在每年的灌季开始前、灌季结束后对系统进行检修，时间可为每年的4月份和10月份，每三年对系统进行大修1次。

8.3.2 闸门门体维护

8.3.2.1 闸门门体维护应符合SL/T 722的要求。

8.3.3 启闭系统维护

8.3.3.1 电机应保持干燥、防尘，应保持表面及电机内部清洁，并应做到定期检查。

8.3.3.2 应定期对电机进行检修，检修工作应满足SL/T 722的规定及要求。

8.3.3.3 应定期检查闸门的钢丝绳，并应及时维护和更换。

8.3.4 测流系统维护

8.3.4.1 应定期检查闸位计性能，并保证性能良好。

8.3.4.2 应定期检查流量计量设备的固定状态，确保无松动现象。

8.3.4.3 北方寒冷地区冬季灌溉结束后，应将计量控制设备中的水排干。

8.3.5 供电系统维护

8.3.5.1 太阳能板的维护应满足下列要求：

- a) 检测太阳能板，应无损坏，朝向应正确；
- b) 检查周围环境，太阳能板上不应有遮挡物，确保太阳能板正常使用；
- c) 应用棉布或海绵蘸取干净水清洁太阳能板。

8.3.5.2 风力发电设备的维护应满足下列要求：

- a) 风力发电设备安装后应按使用说明书进行日常维护和定期保养；
- b) 应日常检查风机塔架底座的牢固性；
- c) 应日常观察风力机运行是否平稳、有无噪声和振动。

8.3.6 控制系统维护

8.3.6.1 系统停止运行后，断开供电电源，可定期对系统硬件设备内外部结构部件进行擦拭，检查内部机械部件连接牢固度，对连接部件进行紧固和保养。

8.3.6.2 对闸门门体进行手动和电动的操控测试。

8.3.6.3 对闸门开度计和水位计采集数据和实际值进行日常比对，必要时可进行校准或更换。

8.3.6.4 对系统计算出的过闸流量定期进行率定。

8.3.6.5 定期检查系统内装通信卡的费用和流量使用情况，确保系统的通信卡在缴费期限和流量充足情况下运行。

8.3.6.6 对安装有数据库软件的服务器及网络应定期进行维护。应确保网络正常，中心软件运行正常，软件自动升级过程中不影响系统的安全运行，数据正常接收与发送。

8.3.7 数据的备份及维护

a) 操作人员应在接到运行管理单位调度人员下达的书面或其他文字形式的信息(如短信、网络通讯等)指令方可进行有关操作，做好记录并签字确认；

b) 现场及服务器终端禁止连接非运行管理单位指定的任何存储设备；

c) 上传的数据每周应至少备份 1 次，灌季重要量水数据应备份于大容量移动硬盘中。

附录 A
(资料性)

常用智能控制闸门型号及规格

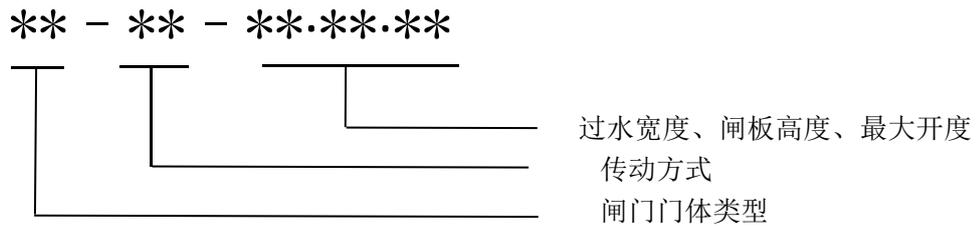
A.1 智能控制闸门的型号可由三部分组成，各部分之间用“—”隔开。

第一部分为闸门门体类型，采用缩写拼写标识，如 P—为平板闸门、C—槽闸；

第二部分为闸门传动方式，如：I—对轮传动、II—螺杆传动、III—齿条传动。

第三部闸门主要技术参数，可包含过水宽度、闸板高度或旋转半径、最大开度，单位为 100mm。

A.2 智能控制平板闸门型号应如下，常用平板闸门规格见附录 A。



示例：P-I (II 或 III) - 08 • 13 • 11

说明：闸门门体类型——P：平板闸门；

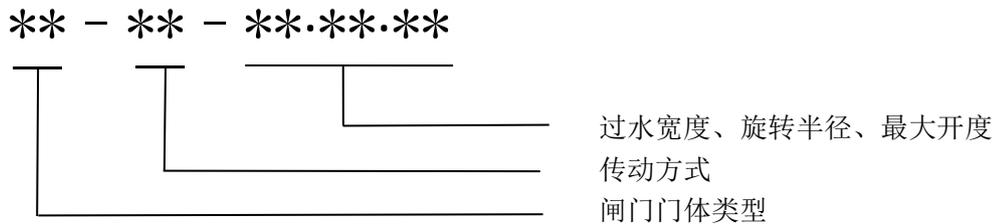
传动类型（CD）——I：对轮传动、II：螺杆传动、III：齿条传动；

闸门性能参数——08——过水宽度为 800mm；

13——闸板高度为 1300mm；

11——最大开度为 1100mm。

A.3 智能控制槽闸产品规格型号应如下，常用槽闸规格见附录 B。



示例：C-I (II 或 III) - 08 • 08 • 125

说明：闸门门体类型——C：槽闸；

传动方式（CD）——I：对轮传动、II：螺杆传动、III：齿条传动；

闸门性能参数——08：过水宽度为 800mm；

08：门体旋转半径为 800mm；

125：最大开度为 1250mm。

附录 B
(资料性)
测流原理及测流范围

B.1 槽闸（堰槽）式智能控制闸门

智能控制槽闸为堰顶高度可自动调节的集流量计量、闸门控制、太阳能（风能或交流电）供电和无线通讯功能于一体的顶面溢流式闸门。

智能控制槽闸采用顶面溢流的形式，利用超声波水位传感器和闸门开度传感器测量闸门上、下游水位、堰上水头和闸门开度，通过流量计算方程式计算流量而达到测流目的，结构尺寸及测流范围见表 B.1。

智能控制槽闸主要由太阳能板、闸板、边框、控制箱等组成。剖面图见图 B.1，构成图见图 B.2。

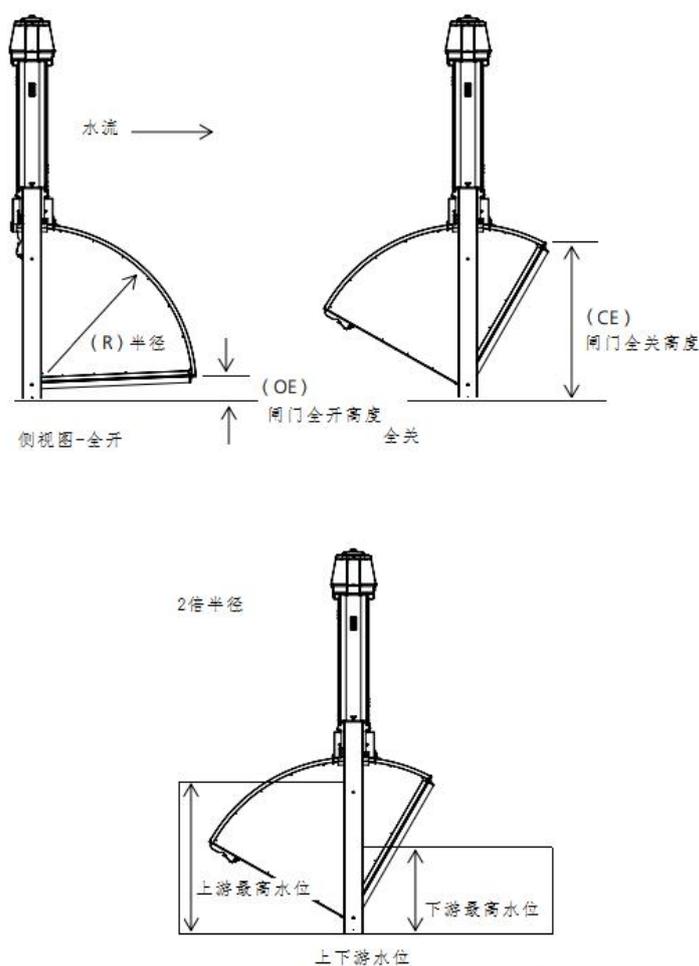


图 B.1 槽闸结构剖面图

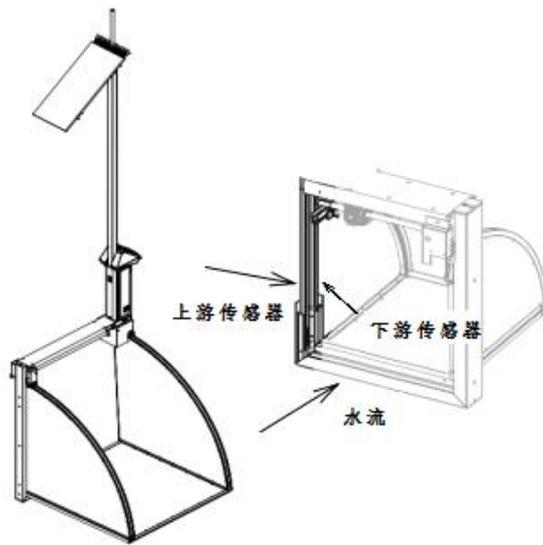


图 B.2 智能控制（槽闸）闸门构成图

流量按公式 (B.1) (B.2) 计算:

$$Q = mb\sqrt{2gH}^{1.5} \quad (\text{B.1})$$

$$m = 0.403 + 0.0007/H + 0.053H/PH \geq 0.025\text{m}, H/P \leq 2, P \geq 0.3\text{m}; \quad (\text{B.2})$$

式中:

m——流量系数;

B ——槽宽度, 单位为米 (m);

H ——堰上水头, 单位为米 (m);

P ——堰高, 单位为米 (m)。

表 B.1 智能控制槽闸结构尺寸及测流范围

闸门结构宽度系列 (m)	闸门全开高度范围 (mm)	闸门全关高度范围 (挡水高度) (mm)	流量范围 (m ³ /s)	全淹没时最大流量范围 (下游水位=上游水位) (m ³ /s)
0.8	125~165	715~1230	0.53~1.19	0.41~0.83
0.9	135~165	880~1230	0.81~1.49	0.62~1.04
1.2	125~195	715~1720	0.92~3.67	0.72~2.41
1.3	135~200	880~1535	1.25~3.36	0.95~2.26
1.5	125~195	715~1720	1.18~4.93	0.92~3.23
1.6	105~195	615~1720	1.06~5.38	0.84~3.52
1.8	125~475	715~2912	1.46~11.08	1.14~2.02
1.9	160~413	1035~2200	2.77~8.20	2.02~5.21
2.4	200~475	1535~2912	6.78~15.83	4.56~9.53

注: 闸门高度范围指的是该宽度系列中最小到最大型号的全开、全关高度。如: 2.4m 系列的闸门, 最小型号的闸门全开高度为 200mm, 最大型号的闸门全开高度为 475mm。

B.2 测智能控制智能闸门

箱式智能控制闸门由测箱（含超声波传感器）、闸板、驱动系统、控制箱、太阳能板等组成。闸门示意图见图 B.3，采用声波阵列技术，由均匀分布于计量箱内的传感器通过多路径横截面形成 3D 流速状态，最大程度获取真实流态分布，提高了计量精准度。测箱的设计，可有效防止或减小由杂物导致的不均匀流速对测流精度的影响。具体计量方法采用超声波时差法测定断面平均流速，采用流速面积法计算流量，结构尺寸及测流范围见表 B.2。

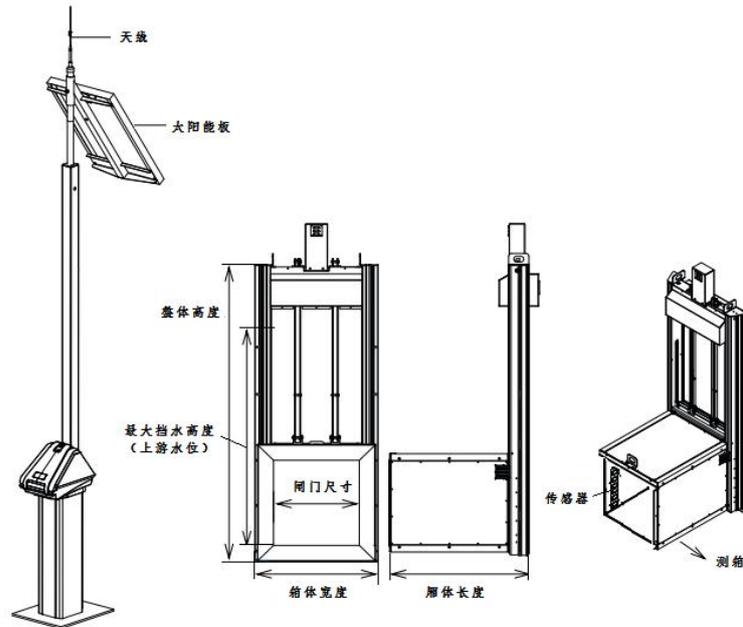


图 B.3 测箱式智能控制闸门示意图

流量按公式 (B.3) (B.4) 计算：

$$Q = \text{流速} \times \text{横截面积} \quad (\text{B.3})$$

$$Q = V \times A \quad (\text{B.4})$$

式中：

V——通过计量箱的平均流速，单位为米每秒 (m/s)；

A——计量箱内过水面积，单位为平方米 (m²)。

具体操作应满足下列要求：

- 通过不同的水平面，在计量箱内对流速采样，见图 B.4a)。
- 每个计量平面采用超声波交叉传输时间对该平面所有流速场采样，见图 B.4b)。
- 通过对水平流速分布的垂直组合，构成了三维流速分布，更好地描述测流箱内流速的动态分布，见图 B.4c)。

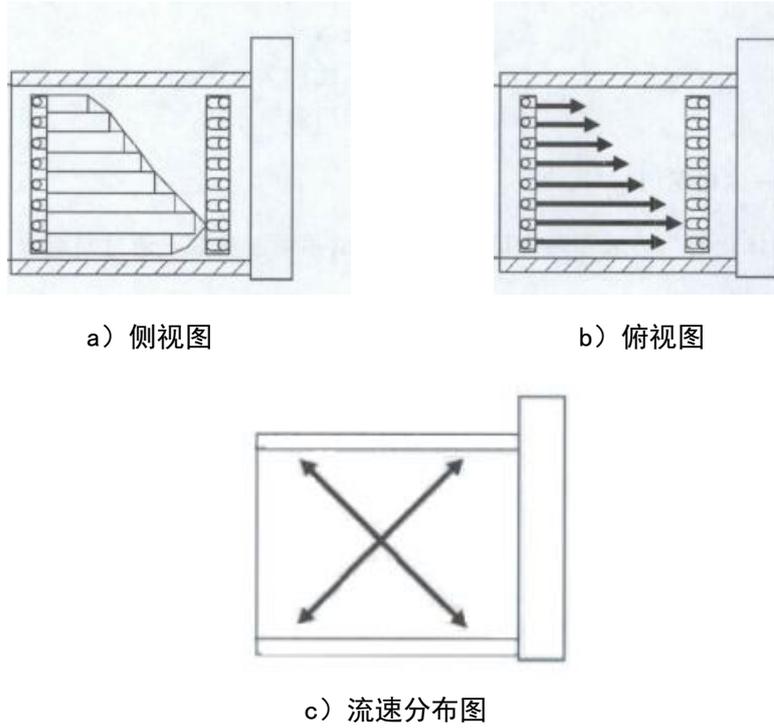


图 B.4 测箱式智能控制闸门

表 B.2 智能控制平板闸门（测箱式）结构尺寸及测流范围

闸门尺寸 (闸门宽度×高度) (mm×mm)	最大挡水高度范围 (mm)	测箱最小长度 (mm)	流量范围 (m ³ /s)
600×600	1500~ <u>3000</u>	700	0.03~0.36
750×750	1800~3000	730	0.05~0.57
900×900	1800~ <u>3000</u>	900	0.03~0.82
1050×1050	2400~3000	1000	0.09~1.12
1200×1200	2400~3000	1010	0.12~1.46

B.3 测筒式智能控制闸门

测筒式智能控制闸门由测筒式测流设备与孔口式平板闸门组合而成，见图 B.5，结构尺寸及测流范围见表 B.3。与箱式的测流原理相同，采用超声波时差法测定平均流速，采用流速面积法计算流量。声波阵列技术，由分布于圆筒内的流速传感器通过多路径横断面绘制出，精确提供了计量箱内流速分布形态，提高计量精准度。三维流速的监测可有效减小电杂物或其他障碍物导致的不均匀流速对测流精度的影响。

测筒式智能控制闸门由进水扩口、测筒、闸门、控制箱、太阳能板等组成。

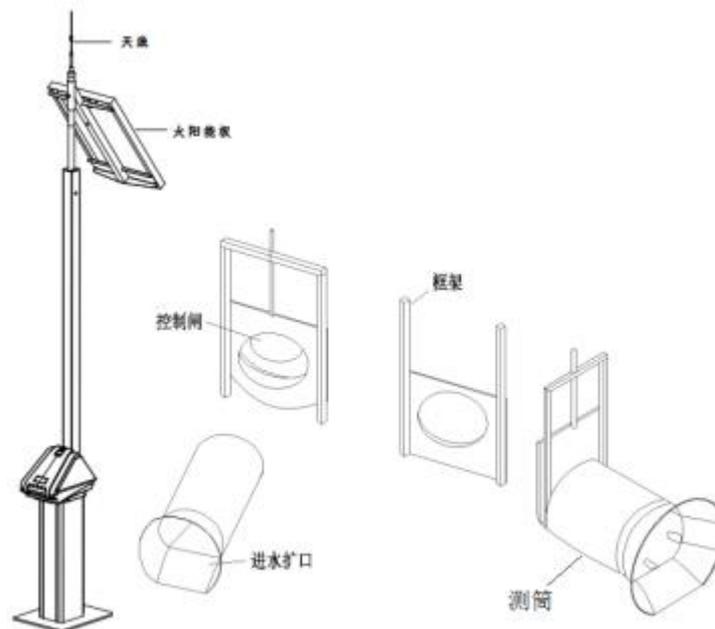


图 B.5 测筒式智能控制闸门

表 B.3 智能控制平板闸门（测筒式）结构尺寸及测流范围

测流筒内径 (mm)	外框宽度 (mm)	最大挡水高度 (mm)	测筒长度最小值 (mm)	流量范围 (m ³ /s)
450	760	1400	850	0.0058~0.182
450	760	1800	850	0.0058~0.182

附录 C
(资料性)

灌区全流域动态调水远程控制系统

C.1 灌区全流域动态调水远程控制系统一定

灌区全流域动态调水远程控制系统也可以定义为全渠联动控制系统,是在整个渠道实现自动化联动控制的系统,是集自动量测和控制一体的智能化灌溉系统。

当渠道中某一点的水位发生变化,打破了渠道系统中的原有供水平衡,相邻闸门自动进行调节,在控制系统和智能控制软件的支持下,渠道内的其他关联的闸门自动调节,使整个渠道的供水达到一个新的平衡。这种闸门间的相互联动,实现了对整个灌溉系统的全局自动化控制,为用水户提供了可靠、灵活、公平、安全的供水服务,在一定程度上实现了农业灌溉的“按需供水”。

C.2 主要构成

灌区全流域动态调水远程控制系统主要由智能控制闸门、监控与数据采集系统、智能管理软件系统组成,这种智能化的闸门间联动全面实现区域内的灌溉现代化。全渠道控制系统拓扑意如图 C.1。

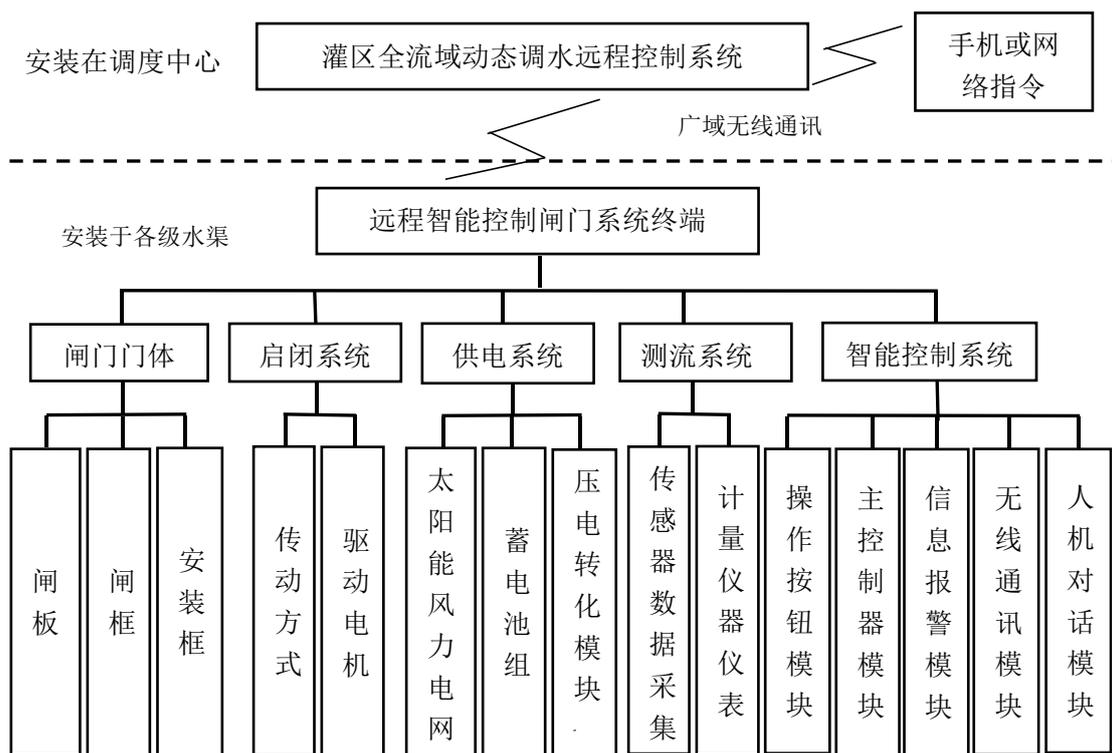


图 C.1 全渠道控制系统拓扑图