

末级渠系智能量测与一体化控制系统

典型方案



西安沃泰科技有限公司

2017 年 月

目 录

1. 概述.....	2
1.1. 设计标准及原则.....	2
1.1.1. 设计标准.....	2
1.1.2. 设计原则.....	3
2. 总体设计.....	4
2.1. 总体架构.....	4
2.2. 网络结构设计.....	5
2.3. 整体功能.....	6
2.4. 建设目标.....	7
3. 系统详细设计.....	8
3.1. 调度中心.....	8
3.1.1. 建设目的.....	8
3.1.2. 建设内容.....	8
3.1.3. 大屏显示系统.....	9
3.1.4. 供电方式.....	12
3.1.5. 通讯方式.....	12
3.2. 一体化闸控系统.....	12
3.2.1. 系统结构.....	13
3.2.2. 典型结构图.....	14
3.2.3. 系统特点.....	15
3.2.4. 系统功能.....	16
3.2.5. 测站结构.....	17
3.2.6. 一体化闸门智能控制终端功能.....	18
3.2.7. 供电方式.....	19
3.2.8. 通讯方式.....	19
3.3. 闸后测量水系统.....	19
3.3.1. 方案选择.....	19
3.3.2. 磁致伸缩水位计.....	21
3.3.3. 功能设计.....	23
3.3.4. 通讯设计.....	24
3.4. 配套巴歇尔量水堰.....	24
3.4.1. 建设内容.....	24
3.4.2. 流量测量原理.....	24
3.4.3. 巴歇尔槽制作及选择.....	25

1. 概述

1.1. 设计标准及原则

1.1.1. 设计标准

为了保证信息在异构系统及行业、国内、国际范围的无缝连接，按照农业水价改革标准进行信息系统的规划设计不仅是必要的，而且是系统成败及能否持续发展的关键。

灌区水价改革工程除了要符合行业规范和标准外，还应符合国际、国内和地方的规范和标准。当本行业规范和标准尚未制定时应参照相近行业的规范和标准作为规划和设计的统一依据和编码标准。当确实需要自己设计标准时，应力求做到合理性、适应性、可扩充性、规范性和唯一性。

灌区水价综合改革建设规划阶段所参照/参考的规范、标准和规定：

- 1) 《国务院办公厅关于推进农业水价综合改革的意见》

- 2) 《节水灌溉工程技术规范》GB/T 50363-2006
- 3) 《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288-1999
- 4) 《中华人民共和国水利法》；
- 5) 《工程建设标准强制性条文水利工程部分》建标 103 号建设部；
- 6) 《水利信息系统初步设计报告编制规定》SL/Z332-2005 水利部；
- 7) 《水利系统通信业务导则》SL 292 水利部；
- 8) 《水闸设计规范》NB/T 35023-2014；
- 9) 《计算机网络产品设计规范》电子工业部；
- 10) 《工程勘测设计收费标准》一建设部；
- 11) 《水利工程设计概(估)算编制规定》水总 116 号。
- 12) 水利、信息产业等行业的相关政策、法律、法规和专业标准、规程、规范。

1.1.2. 设计原则

遵循“技术先进、科学合理、安全可靠、经济实用”及“结构化、模块化、标准化”的原则，做到结构合理、界面清晰、接口标准、集成先进。

- 可靠性：选择可靠性高的先进设备，特别要求保证恶劣环境下和突发事故情况下系统的可靠运行，合理配置硬件备份，充分考虑网络安全；
- 标准性：信息要统一标准，设备结构要标准化、模块化；
- 实用性：满足三防指挥和供水调度各个环节的需要；
- 实时性：信息采集要满足三防工作的需要和水利综合任务信息的要求；
- 连续性：充分利用历史和现有的资源，保证建成后连续运行；
- 先进性：尽量采用当前最先进的硬件、信道、网络结构和软件；
- 共享性：各类信息源和信息传输都遵循现行标准规范和系统建设中制定的标准或规定，尽量使资源共享；
- 开放性：按开放式系统的要求选择设备和设计网络。

2. 总体设计

2.1. 总体架构

本次建设内容总体架构分为三个层次，采集控制层，数据传输层，管理应用层。

采集控制层：主要负责对渠道过闸水位的量测，一体化闸门智能控制终端启闭的控制，闸门电机的电压，电流的采集。

数据传输层：数据传输采用有线光缆点对点的通讯方式和无线 GPRS 通讯方式。

管理应用层：管理应用层主要负责数据的存储，可对实现渠系管理、收费管理、调度管理、通信管理、工程管理等功能。

主要技术优点：

- 1) 自动化的控制和调节使水的浪费最小化
- 2) 改善了的流量促进了农业生产力的提高
- 3) 通过接近按需的供水来提高服务
- 4) 发现渠道流失，可以有针对性的实施修补工作
- 5) 全流域控制系统能够持续不断的进行事件监测与实时警报升级
- 6) 自动化在很大程度上降低了灌溉的人工和职业健康和安全风险

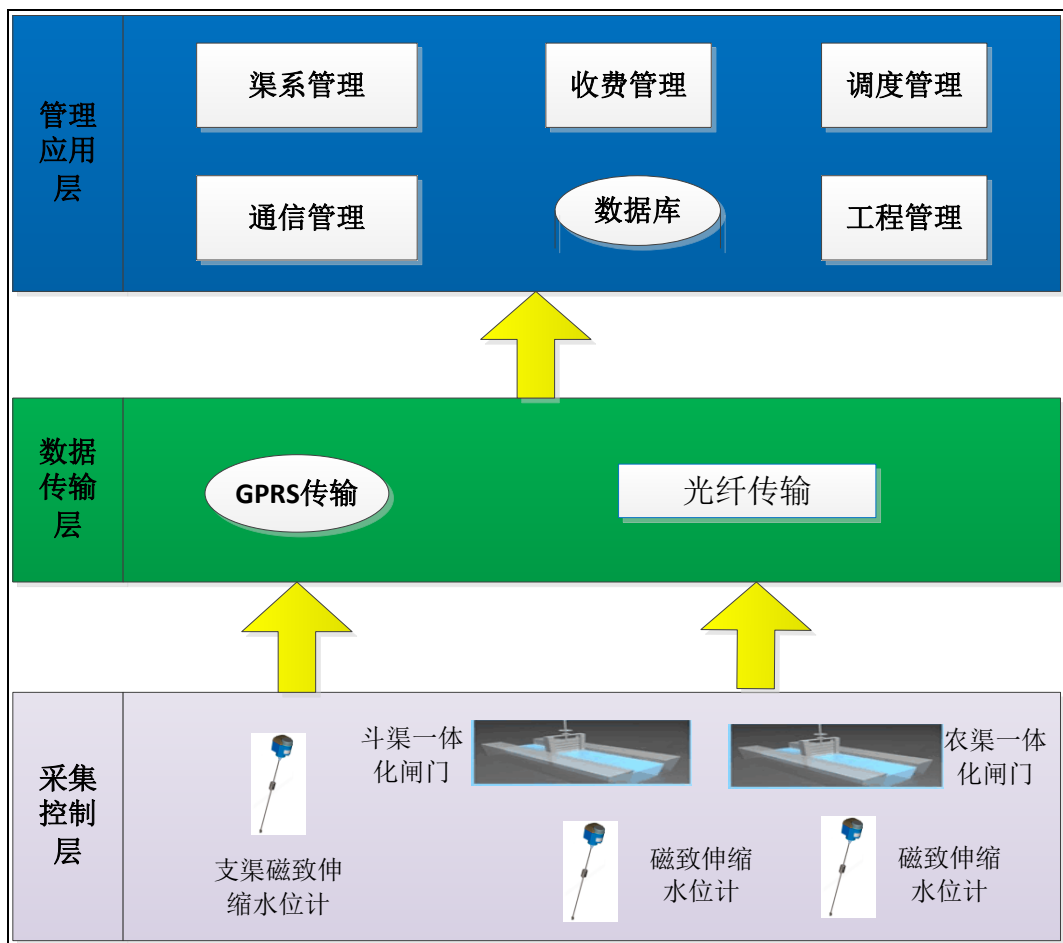


图 2-1 总体构架图

2.2. 网络结构设计

支渠采集终端磁致伸缩水位计将采集到的水位信息通过 GPRS 无线传输给调度中心。斗、农渠采集终端磁致伸缩水位计将采集到的水位信息通过 RS485 有线传输给一体化闸门智能控制终端，一体化闸门智能控制终端通过接收的水位信息进行开度控制合理调节水量，并通过光纤网络通讯的方式将渠道水情信息传输到调度中心。其系统结构如下图所示：

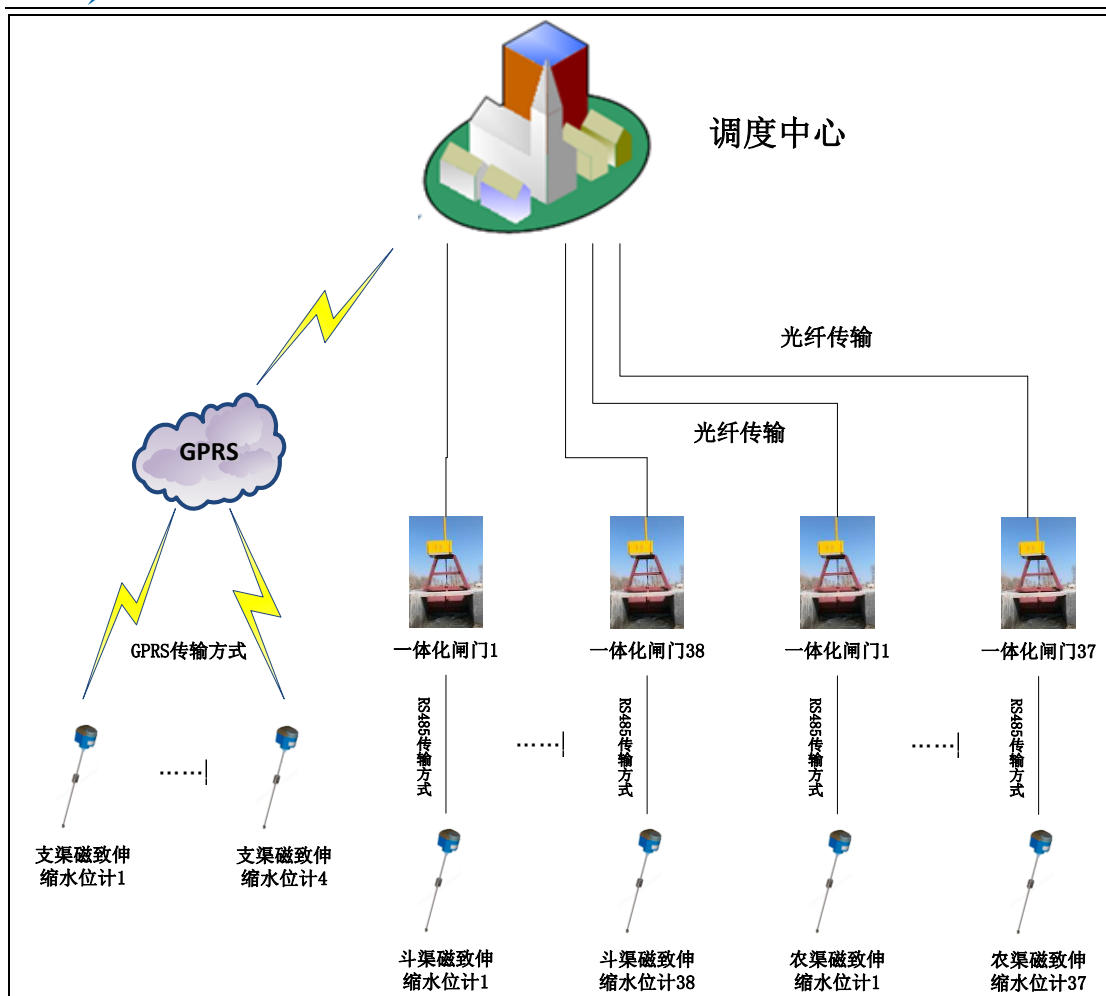


图 2-2 网络结构设计图

2.3. 整体功能

系统能够实时、准确、有效地完成所有被控对象的安全监视和控制，能够对所控制机电设备的运行情况进行全面监视。为可靠完成闸门的升/降/停操作，系统应具备如下功能：

- 1、模块化功能设计，可定制个性化功能；
- 2、对系统相关信息的实时采集、处理、存储及查询；
- 3、可实现手动/自动，现地/远方等多种控制；
- 4、直观的操作界面，操作员可方便地对机组及辅助设备进行相应操作；
- 5、操作员安全等级设备，操作员采用多级口令登陆；
- 6、动态图形模拟系统运行过程和各类设备动作；
- 7、故障报警、越限报警、事故停机及事故追忆功能；

8、数据的远距离传输、快速数据处理和强大的逻辑管理功能。

2.4. 建设目标

通过灌区信息及自动化系统的建设，主要实现以下目标：

(1)、实现灌溉供水的现代化管理。根据灌溉计划管理流程及相关规定，开发灌溉计划管理软件，实现灌溉计划的自动生成、优化调整和发布执行。计划管理主要包含以下功能模块：用户信息管理、计划生成管理、计划调整管理、计划执行管理。

(2)、实现供水渠道的流量平衡控制。经过计算机优化处理，并模拟运行后确定的灌溉计划，可以从理论上保证整个灌区内所有渠道间的流量平衡。在灌溉过程中，一体化闸门智能控制终端通过通讯网络获取自身的计划值，并自动调节自身工况，使水位、流量、启停时间与计划值相匹配，从而在运行中确保灌溉能计划严格执行，从而最终能实现全流域的流量平衡控制。

(3)、实现闸门的自动控制调节。闸门应采用电动控制调节，具备开度自动调整功能，可按照闸后恒水位或渠道恒流量方式运行，并具备信息采集接口，实现对闸门的计算机远程测控。

(4)、实现水位、流量的高精度测量。根据明渠的特点，一体化闸门智能控制终端很好地解决了由于过闸的水流变化引起的测流问题，集下游水位传感器和闸门开度于一体的测水技术使得一体化闸门智能控制终端的测量精度高达 95%，实现对渠道水位、流量的高精度测量，为优化配置水资源提供技术支撑。

(5)、实现计算机收费管理。建设针对整个灌区的抄表收费管理系统，支持自动抄表、手动抄表和人工录入等多种数据采集方式，实现灌溉费用的统计、结算、分析、收费单据生成、打印等功能，科学的计费功能大大降低了过去由于计量不准造成的水事纠纷。

(6)、建设互动平台，加强与用户的交流沟通。利用门户网站、热线电话、短信推送、移动应用等技术手段，及时发布灌溉政策信息，掌握用户反馈意见，了解用户需求计划，方便群众生产生活。

(7)、为实现基于 GIS 综合应用创造条件。通过地图浏览渠道设施、监测点分布、运行数据、报警信息、统计分析信息，通过地图对农作物种植情况、旱情

等进行显示。通过地图上的索引，可迅速到达用户关注的监测站点页面，浏览相关信息通过采用先进的信息技术和自动化设备，以管理调度中心为核心，以渠道闸门自动控制调节及水位、流量数据自动监测为基础，以高速数据通讯网络为依托，以全流域管理调度软件为框架，实现全流域按计划用水条件下的按需供水，实时对全流域设施设备的信息监测，为流域内的高效节水灌溉、现代化决策管理，提供有力的技术支撑，使流域内的水利信息化自动化建设达到国际领先的水平。

3. 系统详细设计

3.1. 调度中心

3.1.1. 建设目的

调度中心为总中心的下一级单位。中心配置数据监测功能，需要部署水量统计管理系统，主要建设内容为系统的硬件环境和应用软件以及系统软件建设。服务器设备布置在计算机房内，通过互联网接入。

3.1.2. 建设内容

调度中心配置应用服务器和存储服务器、管理主机、工控机、拼接屏系统、打印机、UPS 供电系统、音响、控制台及网络机柜等。

调度中心室内布置图如下：



图 4-1 调度中心布置图

液晶拼接屏，显示运行管理软件系统，也可以显示软件需要展示的各种数表、图形、图像等信息。这样既可以展示出软件运行情况，也可以实时的展示出各个测点的监控视频图像，满足调度运行管理的需求。

1. 机柜：用来放置服务器、工控机等。
2. 显示器：大尺寸液晶显示器显示。
3. 拼接大屏幕：55 寸超窄边 DID 液晶拼接显示墙系统。
4. 空调：控制机房温湿度，使机房设备正常运行。

3.1.3. 大屏显示系统

3.1.3.1. 大屏显示系统结构

- 1、本方案将提供的大屏幕显示系统主要由以下几部分组成：
 - 1)55 寸液晶显示单元拼接墙体
 - 2)多屏处理器系统
 - 3)显示墙应用管理系统软件等

4)数字条屏

5)线缆等外围设备

大屏幕显示系统主要包括用户信号源、信号切换、信号处理、信号显示和信号控制等几部分：

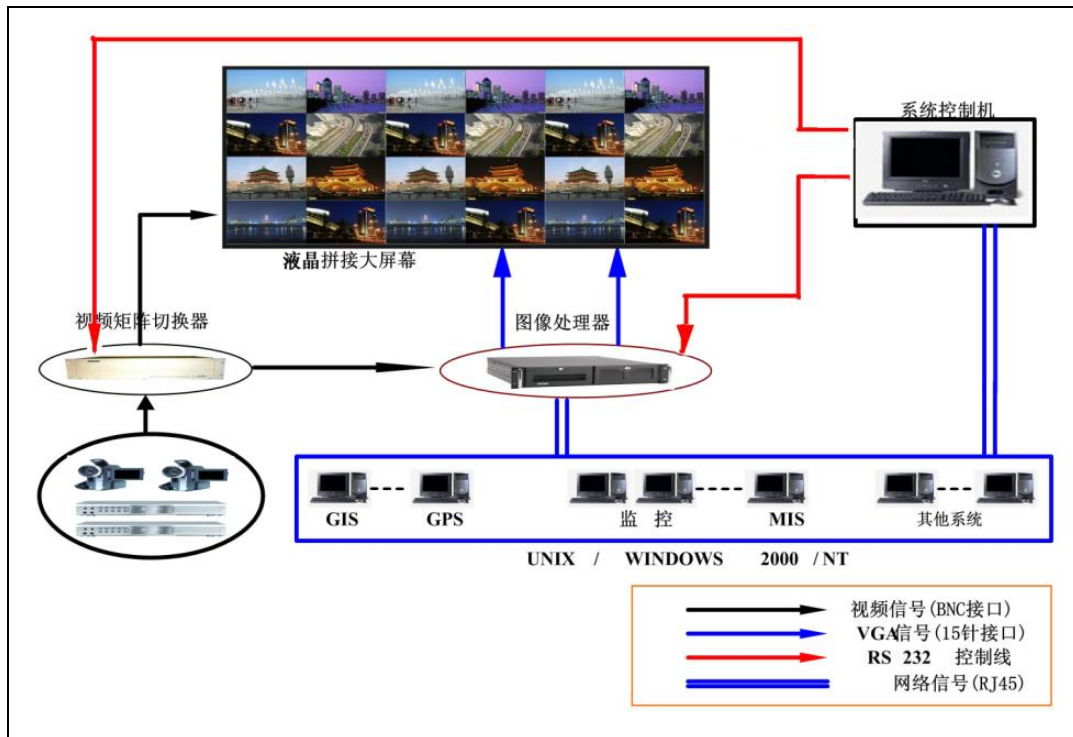


图 4-2 大屏显示系统系统结构图

用户信号源：包括来自摄像头、DVD 等的各种制式的视频信号；来自用户工作站的 RGB 信号；局域网内工作站向网络输出的显示信号；远端 IP 视频信号。

信号处理：在显示信号之前对信号进行对应的处理，如切割、放大、窗口化等，包括多屏处理器系统。

信号显示：由显示单元组成的显示墙体，可将处理后的信号在大屏幕上显示出来。

信号控制：由一台或多台安装了大屏幕控制软件的 PC 构成，可对大屏幕上显示的信号进行控制。

3.1.3.2. 大屏显示功能

◆ 视频信号显示

- 接入图像拼接控制器的视频信号

本系统图像控制器处理的输入视频信号可以窗口形式同时显示于大屏幕上。视频窗口可以实现单屏显示、任意大小显示、跨屏显示、整屏漫游、任意缩放等显示功能，并且可以实现视频图像的分组切换、巡检、预案显示等功能。

- 通过直通的视频信号

显示单元配备 1 路标准视频输入接口，可以在不依赖外部控制器的情况下直接输入并在组合屏上以屏幕为单位显示视频图像，图像格式支持 NTSC/PAL/SECAM 制式。

通过显示屏的内置图像处理模块，直通的复合视频信号除了可以单屏显示以外，还可以 $M \times N$ 方式实现任意多屏拼接显示，及全屏显示。

- ◆ 计算机和工作站 RGB 信号显示

- 经控制器的 RGB 显示方式

本系统图像控制器处理的 RGB 输入信号可以窗口形式同时显示于大屏幕上。可以实现单屏显示、任意大小显示、跨屏显示、相互叠加、整屏漫游、任意缩放等显示功能。

- 直通的 RGB 显示方式

电子显示单元通过 RGB 输入接口，可以在不依赖外部图像控制器的情况下直接输入并在组合屏上以屏幕为单位显示计算机 RGB 图像。

通过显示屏的内置图像处理模块，直通的 RGB 信号除了可以单屏显示以外，还可以 $M \times N$ 方式实现任意多屏拼接显示及全屏显示。

- ◆ 多种信号混合显示

DID 液晶拼接显示墙系统通过显示单元内置图像处理模块和 HL4000 系列图像拼接控制器实现灵活多变的拼接处理功能，具有处理计算机 RGB 信号、视频信号及网络信号的同时显示和不同类型信号混合显示的功能。

3.1.3.3. 大屏效果图

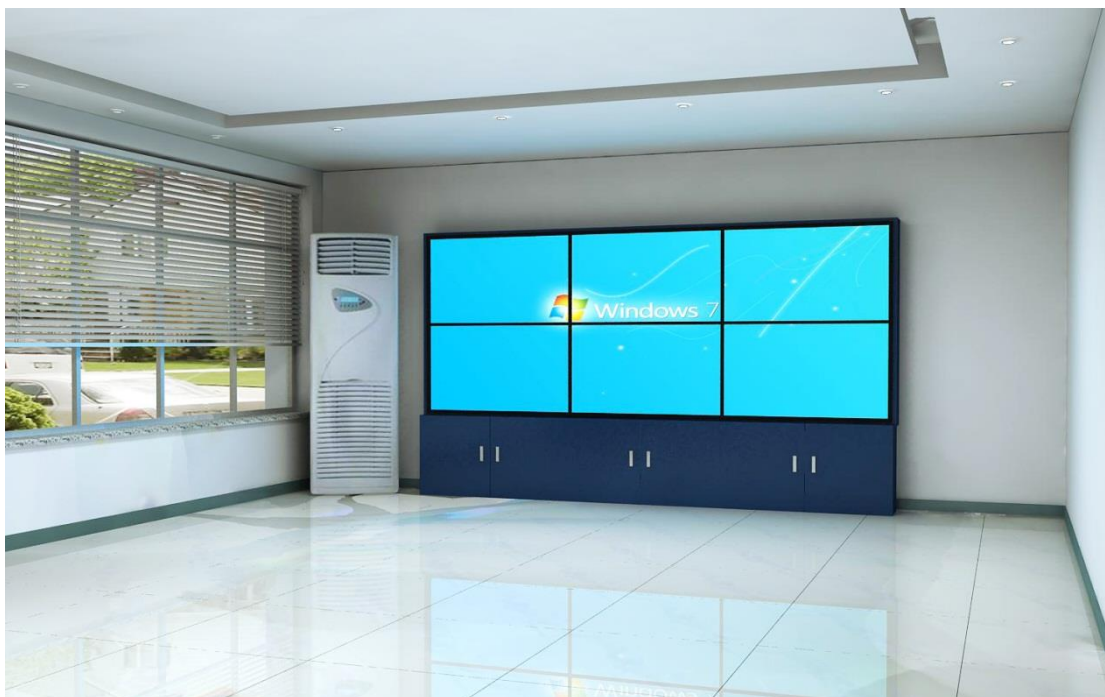


图 4-4 大屏效果图

3.1.4. 供电方式

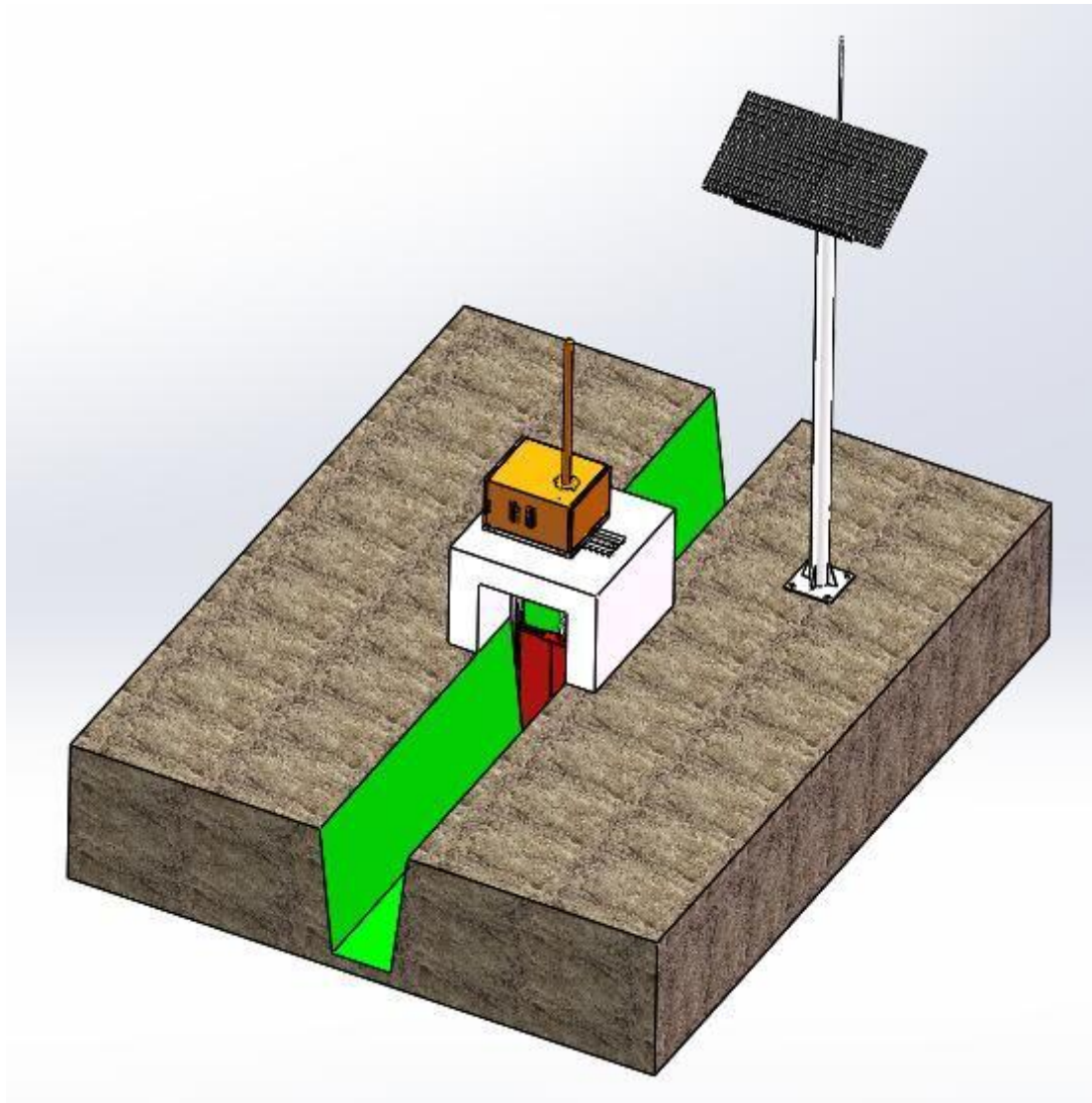
调度中心供电系统采用集中统一供电，220V 交流供电。

3.1.5. 通讯方式

调度中心网络已接入 Internet 公网。通讯方式采用双绞线通信方式。

3.2. 一体化闸控系统

一体化闸门智能控制系统是专门为农业灌溉管理而设计。产品集用户管理、用水管理、闸门管理、数据传输于一体，实现灌溉智能控制。人工预付费管理系统和实时精确数据管理系统，能够传输灌溉用水信息至网络服务端。水资源的数据统计与分析，成功解决了农业灌溉管理中长期存在的水费计量难、灌溉收费难和浪费水资源的难题，使农业灌溉用水方式更加简单可靠，做到了灌溉管理的精细化，极大的节约了人力物力。



3.2.1. 系统结构

一体化闸门智能控制终端发出开启闸门的命令，启闭机电机控制闸门的开启；同时，一体化闸门智能控制终端将信息发送至上级管理站。一体化闸门智能控制终端向启闭机电机发出关闭闸门的命令，启闭机电机关闭闸门；同时，一体化闸门智能控制终端将信息发送至上级管理站。

3.2.2. 典型结构图

系统通过计算机实时监视闸门的开度，闸门上，下限位置，启闭机工作状态等，按操作指令自动完成闸门启闭机启停，实现闸门升/降/停操作，闸门开度大小及状态的实时显示，下游水位实时显示，故障报警及运行记录等。

系统采用分布式网络结构，按功能分为监测层、控制层和调度层。如下图所示。监测层对水位及闸位信息（闸内外水位、闸位、流量等数据）统一收集及监测；控制层通过通信信道，实现对监测站点的调度控制和信息查询；调度中心实现的功能包括信息汇集存储、决策支持和系统调度等，调度中心通过信息收集处理系统（计算机网络和监测软件系统），接收来自有关监测站所提供的数据信息，实现综合调水。此次项目渠系有 2 种，测量方式为 2 种，结构图如下：

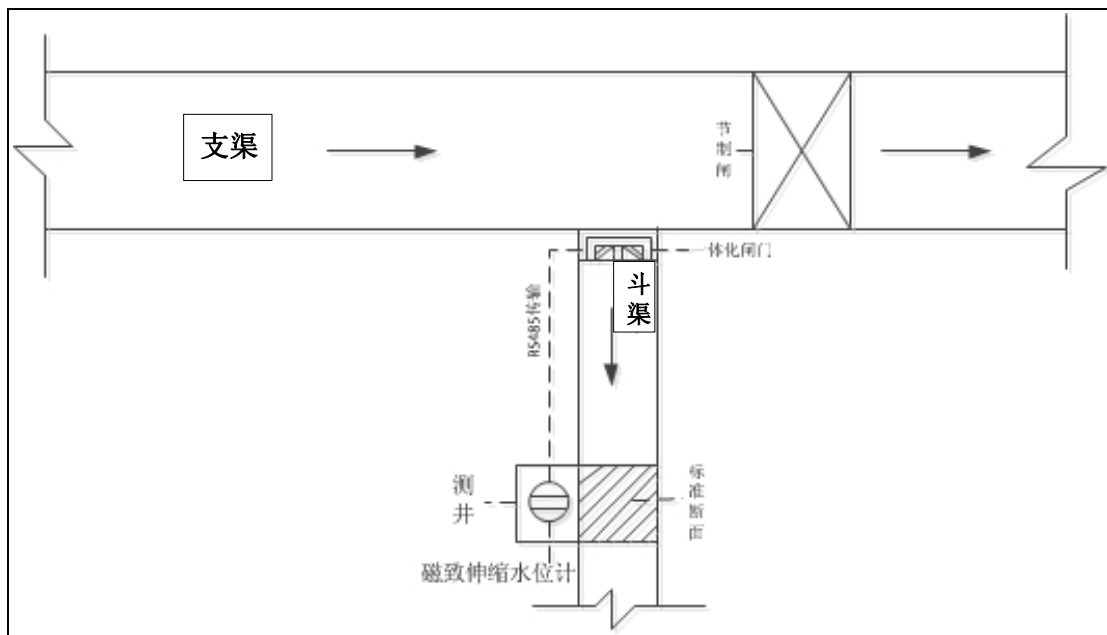


图 3-6 典型结构图 1

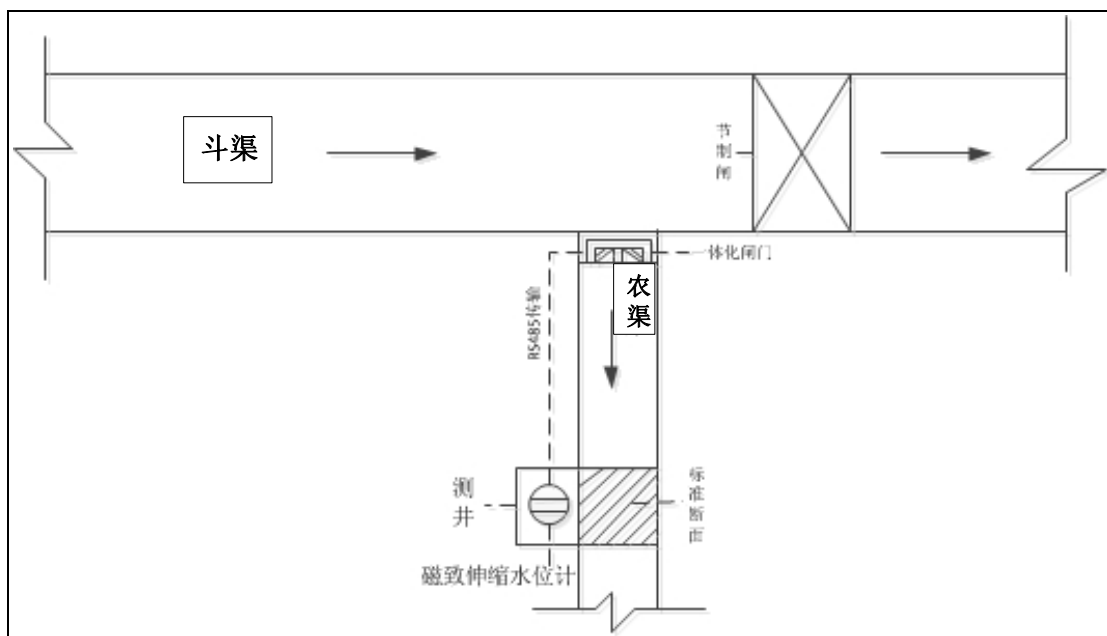


图 3-7 典型结构图 2

3.2.3. 系统特点

一体化闸门智能控制终端具有两大特点，通过闸门高度集成，实现现场和远程控制两种模式，获得精准化的实时数据。

一是“无人化管理”

一体化闸门智能控制终端集能源支持、监测、控制、通讯为一体。具有自动监测水情、自动记录数据、自动汇集记录及根据水情稳定流量的作用。同时具备现场和远程双重控制功能，可节省人力，实现“无人化管理”。

二是“精准化测水”

水位的测量根据门体结构中专门设置的水位传感器来实现，避免了水位波动和视觉引起的误差；闸门开度依靠弧形闸门上的传感器参考点来监测，避免了手工测量的误差，使用这两项技术后可使过闸流量的测量更精准，测量精度保持在±5%左右。

3.2.4. 系统功能

一、实现了水情全局总控制

一体化闸门智能控制终端采用光纤网络传输数据，以及磁致伸缩水位计、一体化开度仪、进行水情监测，水情数据通过传输和授权实现全局控制。

二、防止了跑水和漏水

一体化闸门智能控制终端嵌入在渠道内，止水效果较好，不会发生漏水现象。其水情数据可以实时传输到水管部门，如有异常可及时发现，抢险可实现全局调配，有利于减少水量损失。

三、杜绝了偷水、抢水和人情水

一体化闸门智能控制终端的应用，实现了水情透明、过程监测、自动记录，杜绝了偷水、抢水和人情水。

四、提高了整体管水效果

该闸门采用堰流方式使上游水位更稳定，多元化功能可实现闸门自动调节，在 1H 之内达到最佳工作状态，提高了灌溉效率和服务水平。

3.2.5. 测站结构

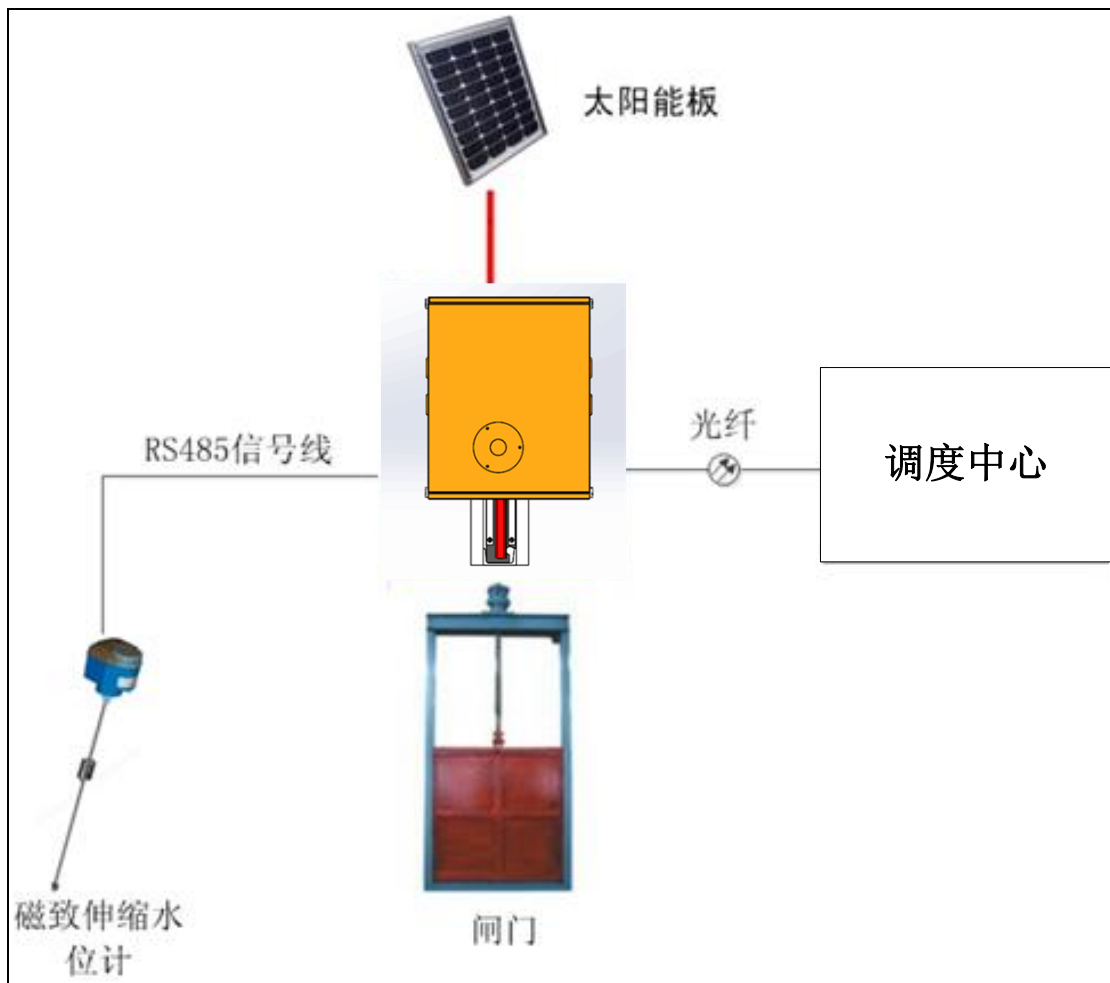


图 3-8 一体化闸门智能控制终端原理图

一体化闸门智能控制系统由动力模块、智能控制模块、流量采集模块、闸位高度采集模块等主要部分组成。

- ◆ 动力模块采用高精度的专用电机，能根据控制要求准备定位，误差在毫米级，具有较大的提升力，可根据用户的需要选择。
- ◆ 智能控制模块是闸门的核心控制，采用稳定可靠的控制器进行运算，支持 Modbus-RTU 和 Modbus TCP/IP 等多种通讯协议。
- ◆ 流量采集模块采用高精度的磁致伸缩水位计，实时采集渠道高度，根据公式计算出瞬时流量和累计流量，并上传给控制器和上位机，用户可以根据需要导出报表，方便记录。
- ◆ 闸门提升高度采集模块实时采集闸门提升高度，并在 LED 表和上位机上

进行显示，上位机对闸门的提升次数和每次提升的高度给予记录，方便用户查询。

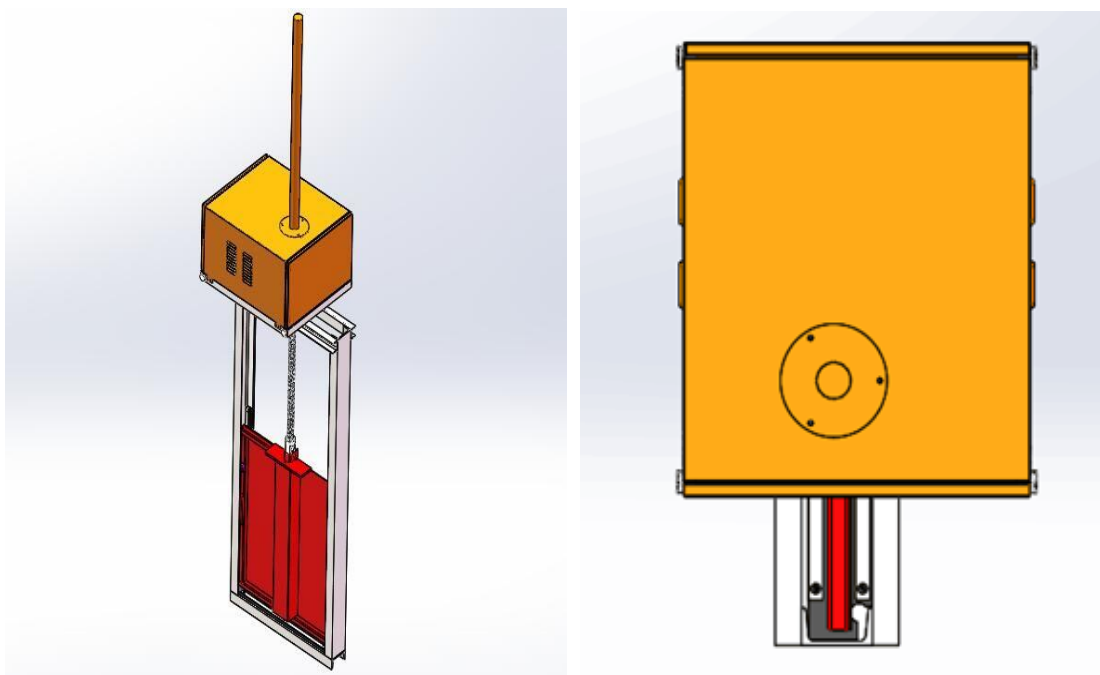


图 3-9 设备结构图

3.2.6. 一体化闸门智能控制终端功能

国内现状

国内电动闸门及其控制柜多以采用钢制材料，电动部分主要由电动机直接驱动完成，控制柜为独立柜体，与闸门分开。闸门做工比较粗糙，精度低，无法满足明渠流量精确计量和调度功能。基于以上原因，国内市场急需一种在硬件和软件上吸取了国外先进技术的，具备明渠流量计量，水量调度，远程控制，数据实时传输的国产智能一体化闸门智能控制系统。

根据水资源管理及闸门技术要求，借鉴处于国际领先水平的智能一体化闸门智能控制终端相关技术，开发的这款设备主要由几个组成部分构成：

（1）闸门门框：为预制钢制结构，安装固定在预制闸室上，为其它各部分的安装提供基础；

（2）磁致伸缩水位流量监测终端：采用磁致伸缩原理监测水面高度，流量、流速等。

（3）开度传感器：依靠数字式编码器监测计算闸门开启状况；

(4) 闸门：预制的轻型坚固钢制结构；

(5) 驱动装置：直流减速一体电机并加装数字编码器，控制闸门开度与速度。

(6) 控制器：功能强大的 RTU 计算机控制单元监测信息、上传下达控制调度指令、并可智能化处理有关数据；

3.2.7. 供电方式

由于一体化闸门智能控制终端的供电不同于传统的交流供电方式，有特殊要求，因此采用专用的太阳能+20AH 的高蓄能电池方式供电。太阳能电池板的功率为 100W。每套闸门都配备太阳能电池板和蓄电池。既节约能源又有助于环境保护。

3.2.8. 通讯方式

一体化闸门智能控制终端通过光纤有线网络点对点通讯直接与上级水管理平台进行通讯。一体化闸门智能控制终端计量设备采用即时上报模式，正常情况下闸门每启停一次数据上报一次；并默认一天一次平安报（可设置），出现异常情况时会即时上报故障信息。

3.3. 闸后测量水系统

3.3.1. 方案选择

(1) 明渠流量计的种类（明渠测流方法）

明渠测流方法从原理上可分为两大类：水位法与流速面积法。

水位法是通过测量量水建筑物的上游（或上、下游）水位并经验公式或实验曲线换算成流量来实现计量的。

流速面积法不需修建量水建筑物，通过测量过水断面面积（实际上过水断面面积是通过测量的水位来换算求得的）与断面流速来求得流量。

1) 水位法

水位法流量计实际上是水位计加辅助的工程建筑物的总称。

辅助的工程建筑物主要有：

量水槽（巴希尔槽、无喉道量水槽等）

量水堰（薄壁堰、三角堰、宽顶堰等）

标准断面（指顺直的规则断面）闸孔涵洞•

水位计主要有：浮子式水位计，压力式水位计，磁伸缩水位计，水尺（人工读数）（接触式式）；超声波水位计，雷达水位计（非接触式式），

一般讲如果是自由出流，用一个上游水位就可通过公式换算或查曲线求得流量，如果是淹没出流，则需要上下游两个水位。在精度方面，由高向低排列如下：

表 1-2 各类型堰槽测量精度表

类型	精度
自由出流薄壁堰	2%
自由出流宽顶堰	3%
自由出流巴希尔槽	3%
自由出流无喉道量水槽	3%~5%
自由出流闸孔	5%
自由出流标准断面	10~20%
淹没出流薄壁堰	20%
淹没出流宽顶堰	25%
淹没出流巴希尔槽	25%
淹没出流无喉道量水槽	25%
淹没出流闸孔	20~30%
淹没出流标准断面	30%

（上述精度是渠道小于 5 米且流态较稳时的理论精度，渠道越宽精度越低）

2) 流速面积法

流速面积法流量计主要通过测流速及水位来计算求得流量，主要有：

① 超声波时差法测量线流速，分单声道法与多声道法。

②超声波多普勒法测量局部面流速，分为 ADCP 法（适合宽渠道，有固定与走航式两种。）与普通多普勒法（适合宽 20 米内渠道）。

根据本项目的运行特点，该项目选择超声波多普勒法进行测量。

（2）两种方法比较

水位法是通过测量量水建筑物的上游（或上、下游）水位并经经验公式或实验曲线换算成流量来实现计量的。因此水位法流量计需要修建量水建筑物，且精

度不高,当渠道沿程水头差较小时,量水建筑物会产生水头损失而影响渠道过水;另一方面当量水建筑物下游附近建有闸门等挡水建筑物时会在量水建筑物处形成淹没出流,此时测量精度会大幅下降。水位法一般应用于宽度比较小或流量比较小的渠道,渠道宽度超过 1 米时,量水建筑物造价会增加很多,而此时不做量水建筑物直接用渠道的水位流量经验关系曲线测流时精度会很低。

流速面积法则不需修建量水建筑物,通过测量过水断面面积(实际上过水断面面积是通过测量的水位来换算求得的)与断面流速来求得流量,并且精度高,且不受下游顶托水的影响。流速面积法流量计主要有超声波时差法流量计与超声波多普勒法流量计。由于超声波多普勒法流量计过去主要以国外产品为主,国内几乎没有同类产品,因此造价很高,一般在主要干渠及重要支渠上安装此类产品,斗口很难普及,一般均以水位法流量计(水位计+量水建筑物)作为斗口、农渠口计量的主要设备。

因此本次项目中采用水位法流量计(水位计+量水建筑物)作为斗口、农渠口计量的主要设备。

3.3.2. 磁致伸缩水位计

智能磁致伸缩水位流量计(磁致伸缩水位计)是一种用于明渠水位测量,并能进行流量统计的仪器。采用先进的磁致伸缩传感器和最新微控制器和无线通讯模块,全新的设计理念,设计的低功耗磁致伸缩水位计,可广泛应用于农业灌溉、河道水渠输水调度、城镇供水系统、污水处理等水位、流量测量工程中。

主要功能特点:

- 科学的数字滤波方式及校验功能,精度高、稳定性好,维护成本低;
- 远程控制,无人值守;
- 具有高可靠性,密封,强度高,三防处理,抗腐蚀,适合野外无人环境应用;
- 超低功耗,采样时间短,非采样时功耗极低,可满足长时间工作需求;
- IP68 为恶劣环境应用设计;



- 可嵌入各种堰槽类型的流量计算参数：巴歇尔槽、无喉道量水槽、U型槽、梯形量水槽等；
- 短信预警：如果水位异常或电量低，会自动报警给相关人员和控制中心，使其有时间采取相应措施；
- 内置实时时钟，可以准确记录采样时刻的时间；
- 数据掉电保护：可对采样数据进行长久保存。所有参数即使掉电也能安全保留；
- 实现远程不定时查询渠道配水情况，具备定时上报、应答上报和疑似故障水位自动上报；
- 实现零水位停止上报。

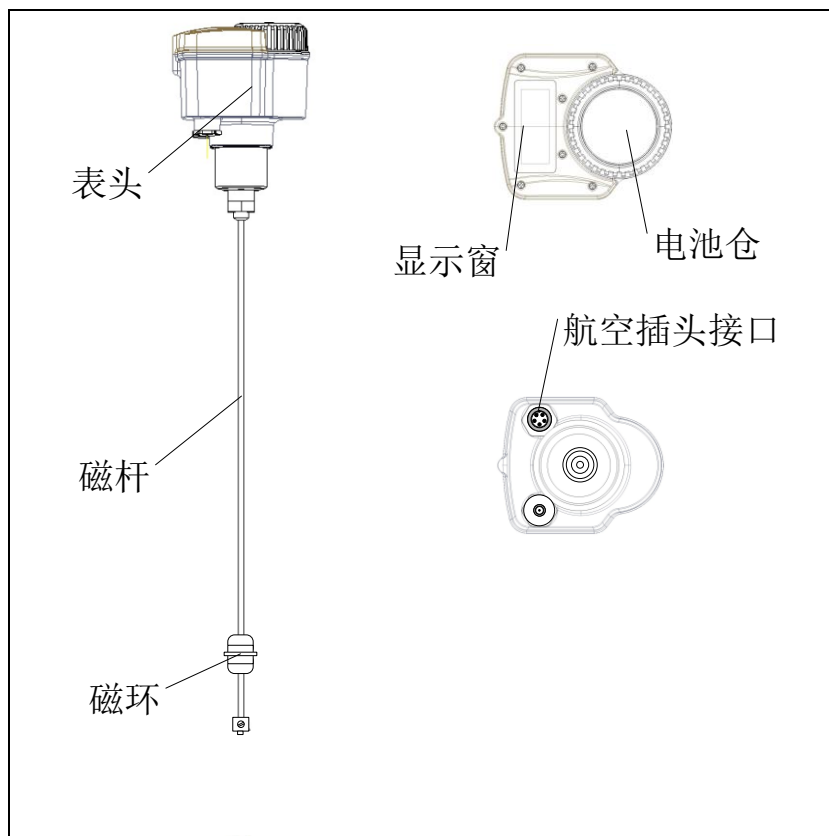


图 3-10 磁致伸缩水位计结构图

磁致伸缩水位计数据采集传感器采用磁致伸缩传感器。磁致伸缩传感器工作时，传感器的电路部分将在波导丝上激励出脉冲电流，该电流沿波导丝传播时会在波导丝的周围产生脉冲电流磁场。在磁致伸缩传感器测杆外配有一浮子，此浮子可以沿测杆随液位的变化而上下移动。在浮子内部有一组永久磁环。当脉冲电流磁场与浮子产生的磁环磁场相遇时，浮子周围的磁场发生改变从而使得由磁致

伸缩材料做成的波导丝在浮子所在的位置产生一个扭转波脉冲，这个脉冲以固定的速度沿波导丝传回并由检出机构检出。通过测量脉冲电流与扭转波的时间差可以精确地确定浮子所在的位置，即液面的位置。

磁致伸缩工作原理图

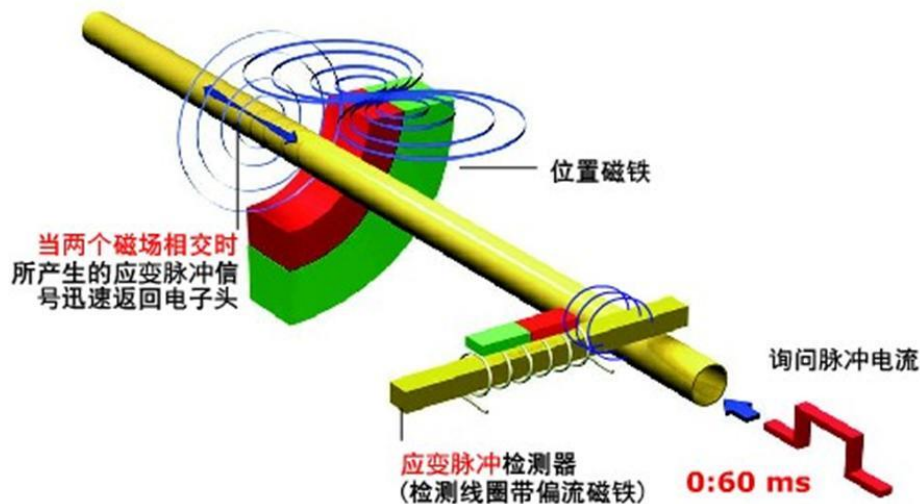


图 3-11 磁致伸缩水位计工作原理图

技术参数：

- ◆ 量程：2 米（根据现场情况定制）；
- ◆ 水位测量精度：±3mm；
- ◆ 水位分辨能力：1mm；
- ◆ 输出方式：RS485；
- ◆ 供电电压：DC8~28.8V；
- ◆ 材料：铸铝、聚酯；
- ◆ 防护等级：IP68；
- ◆ 连接方式：航空插头、4 芯屏蔽电缆；
- ◆ 工作温度：-20~60℃；
- ◆ 贮存条件：温度：-40~80℃；相对湿度：100%无冷凝。

3.3.3. 功能设计

- 实时数据上报功能：该项可用于向一体化闸门智能控制终端控制柜上报闸前水位的数据。
- 历史数据查询功能：历史数据查询主要用于查询从本机向中心上报

的数据，首先必须设置查询的开始日期，然后设置查询的结束日期，所得的结果为在本段时间内上报的所有信息。

- 渠道管理设置功能：本功能主要用户管理配置渠道，可以设置渠道编码、渠道名称、渠道参数，为了安全起见，配置、修改、新增渠道前必须输入用户密码。

- 系统参数设置功能：本功能可用于设置通讯参数、用户密码。

- 数据采集：数据采集单元完成水位、流量数据的收集任务。水位和流量信息经过数字化后直接进入数据存储设备；水位信息根据需要，可转换为流量信息，由实测水位～流量关系获得。通过遥测模块和仪器将测站的水位、流量等信息采集并使其转换成数字信号后存储、发送。

- 数据存储：数据存储单元把观测的水位、流量信息经过数字化处理后暂时存储起来，根据系统运行要求适时传送到一体化闸门智能控制终端控制柜。

- 数据传输：数据传输工作由通信系统承担，负责将水位、流量信息传输到中心站。

3.3.4. 通讯设计

磁致伸缩水位计与一体化闸门智能控制终端采用 485 有线的传输方式，将磁致伸缩水位计实时测量的水位数据上传至一体化闸门智能控制终端。

3.4. 配套巴歇尔量水堰

3.4.1. 建设内容

本次项目在闸后水位测量点前建设共计 75 套钢制巴歇尔量水堰。用来配合测量支渠流量。

3.4.2. 流量测量原理

用明渠测流量时，在明渠上安装量水堰槽。量水堰槽把明渠内流量的大小转

成液位的高低。利用超声波传感器测量量水堰槽内的水位，再按相应量水堰槽的水位-流量关系反算出流量。

3.4.3. 巴歇尔槽制作及选择

巴歇尔量水槽具有安装工作量小，且不易淤积，水头损失小等优点。它不求下游水位低于量水槽过水部位的最低点，可以有一定的淹没度。（所谓淹没度，是指量水槽下游水位观测点与上游水位观测点的比值。例如，下游水位为 0.3 米，上游水位为 0.6 米，则淹没度为 0.5 或为 50%。）。

巴歇尔量水槽为矩形横截面的短喉道量水槽，由上游收缩段、短直喉道和下游扩散段三部分组成。巴歇尔槽的构造尺寸要求严格，喉道部分尺寸误差不要大于 0.2%，其它尺寸不要大于 1%。巴歇尔槽的厚度不小于 6mm。

巴歇尔量水槽做内衬，外侧用混凝土灌注。安装时，收缩段下底要水平；巴歇尔槽的侧墙要竖直；槽的中心线要与渠道的中心线重迭；进出口用 45° 角墙与渠道边坡连接；与渠道侧壁、渠底连结要紧密，不能漏水。

巴歇尔量水槽的水位测量点在进口收缩段。槽内水面波动较大，为提高测量精度，要求在巴歇尔槽的旁侧构造静水井（从与喉道连接处向上游到收缩段的 2/3 处）用连通槽与静水井内连通，在静水井内测量水位。静水井尺寸为 1.0 米方形，上加防盗盖。井底要比槽底低 0.4 米，以防止淤积，堵塞连通槽，连通槽宽度为 200 毫米。磁致伸缩水位计安装在静水井内，零点和渠底齐平。巴歇尔量水槽上游平直渠道长度应有大于渠宽 5 倍的距离。使水流能平稳进入巴歇尔槽。即入槽水流没有左右偏流，也没有渠道坡降形成的冲力。为了方便清淤，配备清淤器，方便清淤工作人员清淤。每年引水前与引水后各清淤一次。

按照《灌溉渠道系统量水规范》（GB / T 21303-2007），选择合适的巴歇尔量水槽尺寸。采用 6mm 的板，按照上游收缩段和下游扩散段尺寸进行成型加工。短直喉道则采用 6mm 的板，按尺寸进行折弯成型。然后把的上游收缩段、短直喉道和下游扩散段成型（巴歇尔量水槽）。汽车运输到施工现场，用混凝土浇筑在取水口国控点的标准监测断面。为了更好的保护钢制巴歇尔量水槽，应该在每年取水结束，渠道清淤后，刷一次防锈漆。

下图为巴歇尔槽的整体结构：

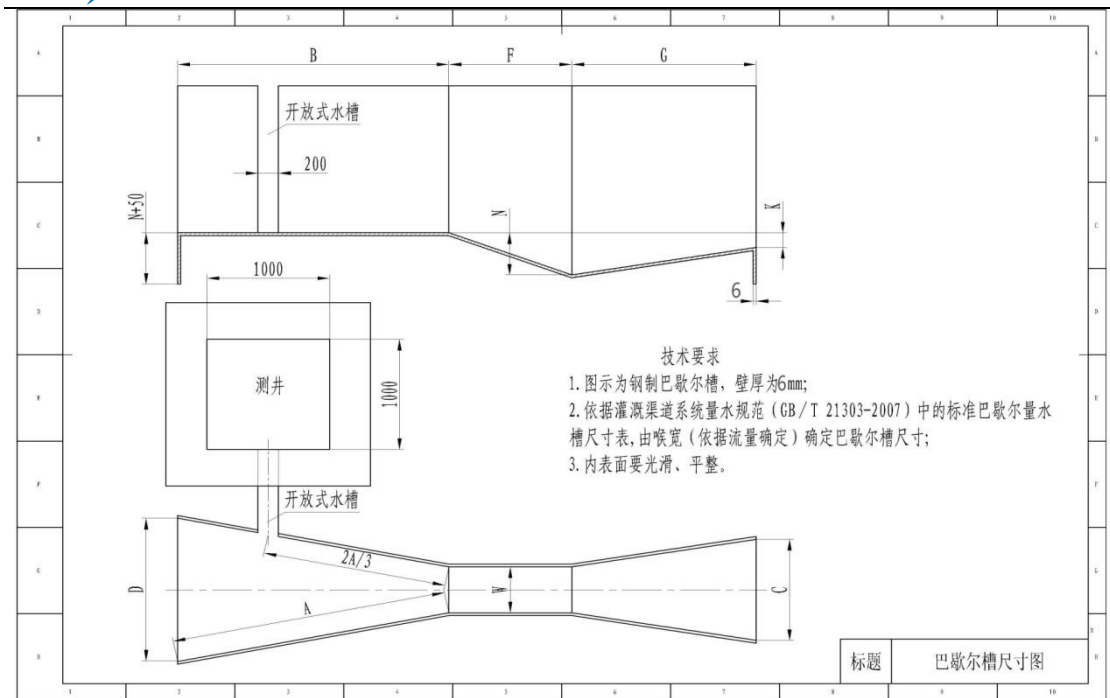


图 3-1 巴歇尔槽结构示意图

各应用巴歇尔量水槽取水国控点的具体尺寸参照下表参数进行选择：

巴歇尔槽尺寸参照表：

表 4-3 巴歇尔槽尺寸参照表

类别	序号	喉道 宽度 b(m)	流量公式 $Q=Chan$ (L/S)	水位范围 h(m)		流量范围 Q(L/S)		临界 淹没 度%
				最小	最大	最小	最大	
小型	1	0.025	$60.4ha^{1.55}$	0.015	0.21	0.09	5.4	0.5
	2	0.051	$120.7ha^{1.55}$	0.015	0.24	0.18	13.2	0.5
	3	0.076	$177.1ha^{1.55}$	0.03	0.33	0.77	32.1	0.5
	4	0.152	$381.2ha^{1.54}$	0.03	0.45	1.50	111.0	0.6
	5	0.228	$535.4ha^{1.53}$	0.03	0.60	2.5	251	0.6
标准型	6	0.25	$561ha^{1.513}$	0.03	0.60	3.0	250	0.6
	7	0.30	$679ha^{1.521}$	0.03	0.75	3.5	400	0.6
	8	0.45	$1038ha^{1.537}$	0.03	0.75	4.5	630	0.6
	9	0.60	$1403ha^{1.548}$	0.05	0.75	12.5	850	0.6
	10	0.75	$1772ha^{1.557}$	0.06	0.75	25.0	1100	0.6
	11	0.90	$2147ha^{1.565}$	0.06	0.75	30.0	1250	0.6
	12	1.00	$2397ha^{1.569}$	0.06	0.80	30.0	1500	0.7
	13	1.20	$2904ha^{1.577}$	0.06	0.80	35.0	2000	0.7

类别	序号	喉道 宽度 b(m)	流量公式 $Q=Chan$ (L/S)	水位范围 h(m)		流量范围 Q(L/S)		临界 淹没 度%
				最小	最大	最小	最大	
	14	1.50	$3668ha^{1.586}$	0.06	0.80	45.0	2500	0.7
	15	1.80	$4440ha^{1.593}$	0.08	0.80	80.0	3000	0.7
	16	2.10	$5222ha^{1.599}$	0.08	0.80	95.0	3600	0.7
	17	2.40	$6004ha^{1.605}$	0.08	0.80	100.0	4000	0.7
大型	18	3.05	$7463ha^{1.6}$	0.09	1.07	160.0	8280	0.8
	19	3.66	$8859ha^{1.6}$	0.09	1.37	190.0	14680	0.8
	20	4.57	$10960ha^{1.6}$	0.09	1.67	230.0	25040	0.8
	21	6.10	$14450ha^{1.6}$	0.09	1.83	310.0	37970	0.8
	22	7.62	$17940ha^{1.6}$	0.09	1.83	380.0	47160	0.8
	23	9.14	$21440ha^{1.6}$	0.09	1.83	460.0	56330	0.8
	24	12.19	$28430ha^{1.6}$	0.09	1.83	600.0	74700	0.8
	25	15.24	$35410ha^{1.6}$	0.09	1.83	750.0	93040	0.8