

浯溪船闸计算机监控系统的设计与实现

赵勇飞¹ 王淼² 田茂刚³ 颜现波¹ 兰声华⁴

(¹北京中水科水电科技开发有限公司 北京 100038; ²中国华水水电开发总公司, 北京 100069;

³浯溪水电站, 湖南, 426100; ⁴龙头石电厂, 四川, 625409)

摘要: 针对 H9000 计算机监控系统在浯溪船闸中的应用, 介绍了系统的设计原则、实施方案、硬件构成、软件设计、运行方式等。探讨了集中控制层设备与现地控制单元 PLC 的网络通讯、数据与命令交互、船闸功能的实现。H9000 计算机监控系统在浯溪船闸的稳定运行表明系统情况良好。

关键词: 船闸; 水电站; 计算机监控系统; 通讯; PLC

0 概述

浯溪水电站位于湘江干流, 是一个以发电为主, 兼有旅游、航运、交通、灌溉等综合效益的水利水电枢纽工程。其船闸工程上下闸首各设人字门 1 套, 及 1 套浮式检修门, 输水廊道上闸首设 2 扇工作阀门和 2 扇检修阀门, 下闸首设 2 扇工作阀门, 6 扇阀门均为平面定轮门, 船闸共设浮式系船柱 14 套; 上闸首两侧输水廊道进口设有拦污栅。船闸采用全计算机监控的方式, 按“有人值班”设计。浯溪船闸监控系统集中控制层软件采用北京中水科水电科技开发有限公司的 H9000 系列监控系统平台。

浯溪船闸设置人字门液压启闭机用于启闭船闸上、下闸首的人字工作闸门, 油缸采用卧式安装, 人字门在水平面内旋转 67.5° , 油缸本身摆动 7.4° , 每支油缸启闭一扇人字闸门。人字门启闭机设置缓慢启闭防止冲击的功能。油缸为铰轴式, 铰轴位置在缸体的中前部, 油缸铰轴通过支座固定于闸首边墩机房内。活塞杆行程控制装置的测量精度为 1mm, 最终显示数据为闸门的开启角度, 行程控制装置将数据传送到现地控制单元。液压系统设置超压、欠压、安全、卸荷和锁紧等回路, 满足闸门从全开到全关任意位置的启动和长期停留。人字门上下游水位差由设置在人字门上下游侧的水位计监测, 上、下闸首共设置 4 支水位计, 自动、连续监测, 数据显示为上、下游水位值和闸门上、下游水位差。

1 系统设计原则

船闸系统对设备的可靠性和运行的安全性有很高的要求, 因此总体设计, 把安全性和可靠性放在第一位, 对此采取相关安全保障措施。相应人字门、输水门之间的设置联锁保护和控制, 确保两者开启的先后顺序与流程; 人字门平压保护, 防止因水压引起的损坏; 人字门和输水阀门的极限保护; 人字门合拢位置检测及保护; 现地控制层设置关闭人字门、输水门及停止人字门运行的按钮。在任何状态下, 均能无条件关闭; 常规电气保护和控制, 使控制系统具有完善的故障自动保护和控制功能; 并且上、下闸首人字门, 阀门动作间设置互锁与水平开闸门连锁。

浯溪船闸计算机监控系统采用开放、分层分布式计算机监控系统结构, 以保证各子系统

选用不同硬件时的兼容性，系统扩展和设备更新时的可移植性。网络采用光纤以太网，传输速率 100Mbps。系统遵循以下设计原则：

- (1)计算机监控系统硬件设备冗余可靠。
- (2)采用成熟的、可靠的、标准化的软件、网络结构和汉化操作系统。
- (3)各 LCU 以可编程序控制器及触摸显示屏等构成，PLC 直接上网。
- (4)监控系统对外通讯应符合国家有关部门的自动化系统安全规范。
- (5)人机接口功能强，操作控制简洁、方便、灵活。

2 系统实施方案

浔溪船闸采用计算机监控系统控制方式，它是整个船闸设施的中心指挥系统，是安全可靠运行的保证。它由船闸控制系统、通航信号及广播指挥设备、工业电视、船闸运营调度管理等模块组成。

船闸控制分集中控制和现地控制两种运行方式。现地控制单元设于每个闸首边的泵房内，包括 2 个主站和 2 个扩展子站。现地 PLC 设于主站内，运行人员通过现地上、下闸首控制柜分散控制、调节。每站均能根据各现地设备之间的闭锁条件，独立操作相应的单、双边人字闸门和输水阀门，并能通过网络接受集中控制层的控制命令，实现船舶过闸过程的自动程序控制。集中控制层设于中央控制室，对船闸设备进行实现监视控制。现地控制与集中控制之间设置相互闭锁，并均可实现船闸运行的紧急中断。

通航信号及广播指挥设备用于船舶过闸行驶的指挥、停位指示以及广播调度。包括交通信号自动控制设备和显示设备，以及电铃、广播等。根据船闸有关设备的工作状况以及船只的通航情况，及时发出允许通过、准备通过和禁止通过的绿色、黄色、红色灯光信号，以及电铃协同指挥船舶进闸、出闸通行。

工业电视系统用于监视上、下游航道，船只过闸情况，各闸门的合拢状态，船闸通航设施运行情况及各机房设备安全运行情况的监视，为操作人员提供可靠的监视信息。

3 系统硬件构成

浔溪船闸系统结构及设备配置上，为提高系统的实时性及可靠性，系统采用分层分布式系统结构。集中控制层按功能分布，配置以主/热备方式并行工作的两台操作员工作站，一台通讯工作站，系统各项功能分布在相关节点上，每个节点严格执行指定的任务，通过系统网络与其它节点进行通讯。系统数据采集处理与控制功能上，监控系统采集、管理各类实时数据，接收电站计算机监控系统以外的其它厂内外系统的数据信息，对采集的每种数据进行相应的处理，以支持系统完成控制和记录功能。现地控制层按对象分散设置现地控制单元，各单元采集控制功能分布在本 LCU 中。相应加强各层和设备的处理能力，提高各层和整个系统的可靠性，响应速度快，合理分解与协调整个系统的功能。

系统时钟接口上，上位机操作员工作站通过串口接收 GPS 装置的时钟信号，并在网络上进行广播，实现网络上各个节点计算机的时钟同步。

4 系统软件设计

浔溪船闸计算机监控系统：负责完成对现地控制单元层的数据采集及控制，安全运行监视，事件顺序记录，打印记录，屏幕显示，事故处理指导和恢复操作指导，数据通信，运行和维护管理，语音报警，程序开发及模拟培训。可实现与当前流行的开放标准工业级模块化以太网交换机直接联网。具有自诊断功能，即使主计算机发生故障，自动切换到备用计算机。

集中控制层与各现地控制柜 PLC 之间采用光纤以太网联接。硬件诊断：可在线和离线对计算机、外围设备、通讯接口、通道等自检硬件故障，通过系统诊断程序，硬件故障能定位到各模块；软件诊断：可在线和离线自检各种应用软件和基本软件故障，在线诊断时不影响计算机系统对各设备的监控功能。

系统针对操作人员、系统管理人员、调度员等设置相应的用户与口令，并赋予相应的操作权限，保证安全船闸运行，并对操作过程进行记录备查。

5 船闸控制功能实现

船闸监控系统，采取集中控制与现地控制两种方式，现地控制层设置工作方式选择开关，实现控制方式的切换，两种方式之间相互闭锁。船闸的控制流程采用船闸单步控制模式，船闸运行全过程控制模式等两种模式。

在船闸单步控制模式下，操作人员通过监控系统，按照船舶的过闸流程，对各设备进行单步控制，实现人字门、输水门的启、停、闭操作，信号灯、电铃等的单步操作，实现船舶正常安全的通过。

在船闸运行全过程控制模式下，操作人员通过启动船闸自动控制流程，对船闸相关设备进行自动控制。闸门的自动控制流程分为船舶上行流程和船舶下行流程，分别实现船舶上、下行通过船闸的全过程控制。

船舶下行流程分为四个子流程，下行上闸首开闸流程、下行上闸首关闸流程、下行下闸首开闸流程、下行下闸首关闸流程，船闸相关设备在流程中进行自动控制，完成船舶经船闸由上游到达下游的全过程控制与指挥，如图 1。

船舶上行流程分为四个子流程，上行下闸首开闸流程、上行下闸首关闸流程、上行上闸首开闸流程、上行上闸首关闸流程，船闸相关设备在流程中进行自动控制，完成船舶经船闸由下游到达上游的全过程控制与指挥，如图 2。

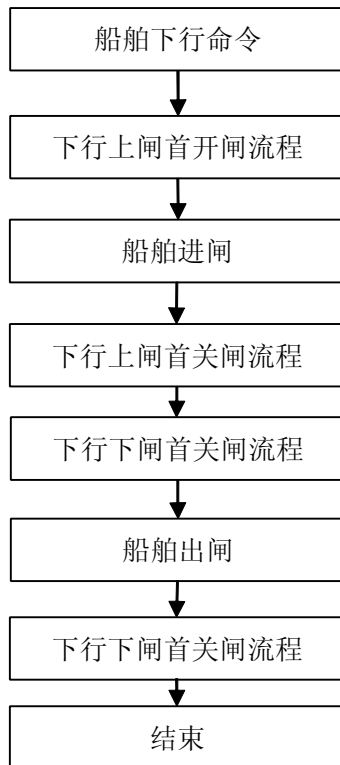


图 1 船舶下行流程

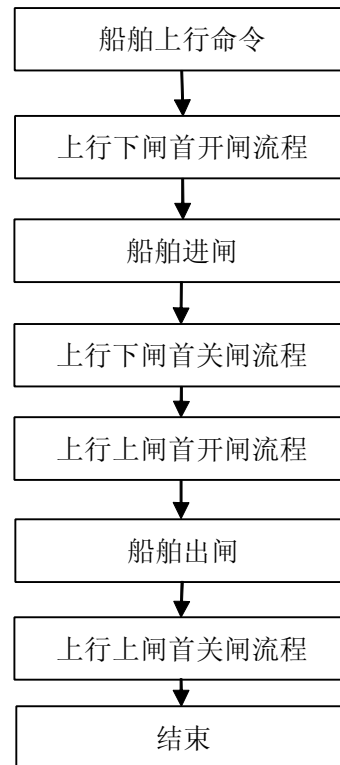


图 2 船舶上行流程

6 结束语

浔溪船闸监控系统遵循“安全可靠、功能完善、经济适用、技术先进、操作简单、维护方便、外形美观”的原则进行设计，完全能满足运行要求。

目前的稳定运行表明系统情况良好。浔溪船闸计算机监控系统的成功经验可为其他同类船闸提供经验与借鉴。