

# 苏州河河口水闸液压启闭机电气及同步控制系统

王 林

(中国水电顾问集团华东勘测设计研究院 浙江 杭州 310014)

**摘要** 结合苏州河河口水闸液压启闭机电气、同步控制系统的工程实践,介绍水利综合利用工程超宽型闸门的电气和同步控制的设计思路和实现方式,具体围绕液压启闭机电气控制的构成、运行数据的采集、同步控制系统的实现和实施运用情况加以介绍。

**关键词** 苏州河河口水闸 液压启闭机 同步控制系统

中图分类号:TV664+.2

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2007)S1-0077-02

上海市苏州河河口水闸工程的挡水结构为一扇底轴驱动、单宽 100m、高 9.76m 的翻板式闸门,由设在左、右侧机房内的四缸液压启闭机操作,每侧为双缸并联布置,左、右侧机房各设置独立的液压泵站和控制设备。

本工程所选用的闸门形式比较特殊,相对于以往常规的闸门控制系统来说具有以下不同点:①闸门超宽;②采用底轴驱动;③左、右侧分别采用液压控制独立运行,对控制系统的同步性要求很高;④该工程特殊的地理位置使其承担着上海市区部分防洪、防潮任务,运行可靠性要求特别高。如此复杂而重要工程的液压启闭机电气及同步控制系统的设计及成功运行,对于其他工程具有很好的研究、应用和推广价值。

本文结合苏州河河口水闸液压启闭机电气及同步控制系统设计,介绍液压启闭机电气控制的构成、运行数据的采集、同步控制系统的实现和实施运用情况。

## 1 控制系统的主要设计原则

为了使本套控制系统能满足闸门控制要求,完成闸门的运行控制、信号检测和处理,以及与上位计算机的通信,在苏州河河口水闸液压启闭机电气及同步控制系统设计中,遵循以下设计原则:

**a. 先进性和成熟性兼顾。**目前,数据检测、采集和控制系统的技术发展日新月异,对如此重要和高可靠性控制要求的工程,在对系统方案设计时,一方面应考虑采用在国内外具有先进性、符合当前技

术和发展方向的数据检测和控制技术;另一方面要兼顾成熟性,确保设备和技术都是有应用先例的经验使用被证明是成熟的设备和技术,使整个控制和检测系统一旦建成即可投入使用,减少风险。

**b. 可靠性和稳定性。**由于本系统要完成百米宽、单轴双点独立启动的特大型闸门的控制、数据采集和处理,系统的可靠性和稳定性尤为重要,在进行控制方案和设备选型时,需从系统结构、通讯方式和设备可靠性等几个方面考虑,以保证系统稳定而可靠地运行。

**c. 实用性和可管理性。**为确保系统的实用性,应按照其自身的特点选用设备和技术,以满足实际运行的需要。系统的运行和维护应尽量简化,具有友好的人机界面,能够方便地实现远方自动、现地自动和现地手动的操作功能,不必要求使用者具备高深的专业知识,而是要求能方便地操作使用,且容易维护和管理。

## 2 系统构成及其特点

控制系统的主体为 1 套施耐德生产的 MODICOM TSX Quantum PLC 装置,在闸门运行中用于完成各运行参数的检测、控制闸门的开/闭、同步调整和锁锭梁的上锁/解锁、闸门位置的显示和与上位计算机通信等功能,同时配置了 1 套触摸屏,以构成系统良好的人机界面,再配以常规的控制开关、中间继电器、信号灯、软启动器等设备。以上组成了本套控制系统。PLC 系统的配置如图 1 所示。

### 2.1 主要控制设备布置

水闸闸门由两套独立的液压启闭机系统控制,

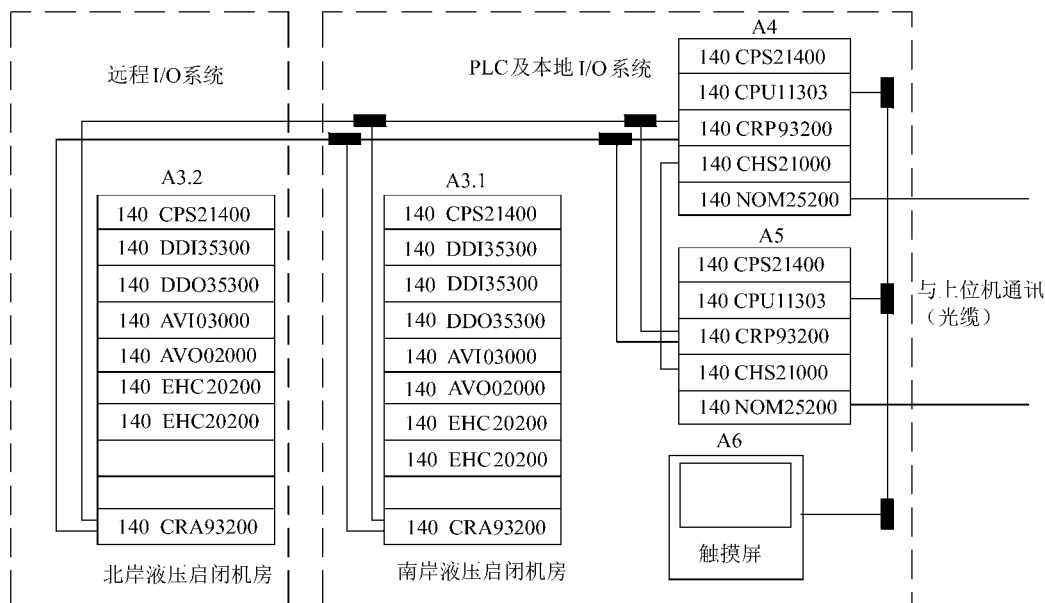


图 1 系统结构示意图

分别布置在南岸和北岸液压启闭机房内 ;PLC 及本地 I/O 模块布置在南岸液压启闭机房内的液压系统控制柜中 ,负责完成闸门信号的采集、控制和与上位机通信 ;远程 I/O 模块布置在北岸液压启闭机房内的液压系统控制柜内 ,负责完成闸门北侧的信号采集和控制任务。

闸门两侧油缸处各设置了 1 组测量闸门开度的外置式磁致伸缩位移传感器(绝对值型) ,为了保证闸门开度测量信号的可靠性 4 只油缸(每侧 2 只)上各配置了 1 只 CIMS 检测装置。

## 2.2 提高系统可靠性的措施

为提高整个控制系统的可靠性 ,除在控制系统方案设计上进行充分考虑外 ,在设备选型方面也尽可能地选用可靠性高的知名品牌产品。

a. 控制系统主体采用可靠性高的 PLC 装置。PLC 装置不仅性价比高 ,而且结构坚固 ,能保证在极恶劣的现场环境下可靠地工作 ,并“可带电插拔”模块 ,简化的维护进一步增加了系统的可靠性。由于控制对象较为分散 ,为保证系统信号的采集和控制的可靠性 ,PLC 配置了本地 I/O、远程 I/O ,采用双套 CPU ,并配置双套通信模块分别与上位机和本地 I/O 和远程 I/O 进行通信 ;为防止信号干扰 ,与上位机的通信采用了光缆。

交流接触器、中间继电器、控制按钮、电源开关、接线端子、信号灯等电器元件均采用进口元件 ,从设备硬件方面提高了系统的可靠性。

b. 每台油泵电动机配置 1 台施耐德生产的 ALTISTART 48 系列软启动器 ,该软启动器具有多重保护功能 ,不但使油泵电动机启动平稳 ,而且调整方便。3 台油泵电动机分别接入不同回路的动力电

源 ,当某一路动力电源因故失效后 ,不会影响另 1 台油泵电动机的正常工作。

c. 本系统控制电源采用直流 24 V。两路 AC220 V 经互为备用切换后送入 1 套 S-200 开关电源装置转变为 DC24 V ;另一路 AC220 V 由集中控制室 UPS 引入另 1 套 S-200 开关电源装置转变为 DC24 V ;两路 DC24 V 经互为热备后为控制系统供电 ,确保了控制电源的可靠性。

## 2.3 系统控制形式

闸门控制有“现地”和“远方”两种操作方式 ;“现地”操作又分为手动和自动两种。南岸液压启闭机房现地控制柜上设置了闸门操作开关 ,实现对闸门的“远方/切除/现地”的切换功能 ,本控制系统现地操作优先。

a. “现地”分为“现地手动”和“现地自动”操作。“现地手动”由操作开关完成 ,操作开关和信号等分设(南/北)岸液压启闭机现地控制柜上 ,分别实现对南(北)岸液压启闭机的单独控制 ,用以实现对油缸和油泵电动机的检修和调试。“现地自动”由设置在南岸液压启闭机房控制柜上的按钮 SB 通过 PLC 实现对闸门的自动操作。

b. “远方”自动操作通过通信电缆(或硬布线)接收上位机的操作命令 ,通过 PLC 完成对闸门的自动控制。

## 2.4 系统主要功能

a. 具有开门、关门控制功能。

b. 自动复位功能。闸门在挡水位置 ,若其下滑到设定值时 ,控制系统自动启动工作泵组 ,将闸门恢复至下滑前的位置。如继续下滑达超位值 ,工作泵组尚未投入运行 ,控制系统将启动 (下转第 84 页)

系统,该系统除具备测量、控制、存储、通讯、保护等基本功能外,还具有防雷、防潮、抗干扰等能力,从而保证整个监测系统能在潮湿环境中长期稳定地工作。

### 3 水闸信息管理系统

根据水闸运行管理的需要,并为了掌握水闸的运行情况,特别提出了开发网络化的水闸安全监控与信息管理系统的要求:使开发的系统具有水闸安全监控与综合评价、水闸安全监测资料转入、换算、管理、水闸安全监测图表制作、水闸安全监测资料分析等功能。

(上接第 78 页)备用泵组将闸门恢复至下滑前的位置,并发出声光报警;如继续下滑到极限值,在启动工作泵组的同时,控制系统将向上位机发送声光报警信号。

c. 同步纠偏功能。根据左右侧闸门油缸内置式检测的数字量信号经 PLC 处理后输入差动放大器,当产生差动信号(正、负信号)时差动放大器有输出,使闸门一侧的电液比例方向调速阀(通过放大器工作)动作,调整闸门一侧的速度,达到自动跟踪纠偏的目的。

d. 闸门锁锭控制功能。为保证闸门各个位置的状态,系统设置了一组锁锭梁,控制系统具有上锁、解锁控制功能。

e. 系统保护功能。当闸门超调、超位、压力超常和闸门下滑超值时,控制系统停止闸门运行并发出事故报警信号。当液压系统压力超高、超低,油箱油位过高、过低,油箱温度过高、过低,滤油器堵塞,主电源消失和闸门下滑超位值时,控制系统发出故障报警信号。

#### 2.5 系统的主要特点

a. 本系统 PLC 采用了双 CPU 模块、双通信模块和双通信网络,大幅度提高了控制系统的可靠性,所以本控制系统不设置常规的手动控制回路作为 PLC 的备用。

本工程地处上海市中心,技术力量雄厚,PLC 选择了带电插拔型,当其中某一模块出现故障时,操作人员可在极其短的时间内更换新模块,不会因 PLC 的故障引发系统无法操作闸门的运行;PLC 有两套 CPU 互热备、两路通信网络,从而进一步提高了控制系统的可靠性。

目前 PLC 已广泛应用在不同的生产领域,据统计和有关刊物的报道,由 PLC 故障引起系统不能运

## 4 结 语

2005 年 7 月苏州河河口水闸成功地进行了带载调试试验,随后投入试运行,水闸的监测系统也实现了自动化。从监测的成果看,该系统运行正常,监测资料真实、可靠,能较好地反映水闸的运行状态,达到了预期的监测目的,可以为水闸的安全运行提供可靠的监测资料。本工程的监测情况表明,在进行水闸的监测设计时,应结合水闸的结构特点、布置情况及施工方法等具体情况,有针对性地确定监测项目,选择重点监测部位,采取简捷有效和可靠的方法加以监测。

(收稿日期 2007-01-15 编辑 高建群)

行的几乎为零。如按常规配置手动控制回路,对本系统而言,会使原本简单的接线变得非常复杂,不利于运行管理单位的日常维护和管理。为保证 PLC 控制系统的正常运行,PLC 模块和部分易损设备可按不同的类型进行适当数量的备份。

b. 针对采集信号分散的特点选择带远程 I/O 功能的 PLC,在节省电缆的同时,能够提高运行的可靠性。

c. 重视闸门行程检测装置的测量精度,采用外置式磁致伸缩位移传感器(绝对值型)和油缸自带的 CIMS 检测装置互备,利用 PLC 模块对信号进行直接处理,确保了检测信号的可靠性。

d. 与以往的液压控制系统不同的是本系统为减少换向阀动作时引起的压力冲击,使系统启停更平稳,采用了电液比例换向阀,电液比例换向阀的控制直接受 PLC 输出模块信号的控制,提高了控制精度。

e. 如何确保系统在运行过程中闸门两侧同步运行是整个控制系统设计时所要考虑的重点问题,本系统在两侧液压系统中各设置了一组比例流量控制阀,通过放大板接到 PLC 的输出模块中,PLC 根据检测信号量的变化,控制比例流量控制阀的开度,达到两侧同步的目的。从目前运行的情况看,闸门两侧同步性很好,达到了设计要求,而且使用可靠,得到了使用单位的好评。

## 3 结 语

苏州河河口水闸工程已于 2005 年底投入运行,到目前为止运行情况良好,达到了预期的设计目标,该水闸工程的成功建成为超宽型闸门的控制设计积累了宝贵的经验。

(收稿日期 2007-01-15 编辑 高建群)