谏壁抽水站闸门液压启闭机系统电气控制改造

何佳庆

(镇江市谏壁抽水站管理处，江苏 镇江 212006)

摘要：介绍了谏壁抽水站闸门液压启闭机控制系统的工作原理以及改造前存在的主要问题，通过采用可编程序控制器替代原传统继电器与按钮相结合的控制方式、将闸门开度传感装置由钢丝绳重锤码盘式改为橡胶轮码盘式、直流操作电源系统采用交直流双电源供电、增设功能开关等形式，对闸门液压启闭机电气控制系统进行了改造；结合运行管理中的经验，从设计、施工、运用等多方面进行改进和完善，使闸门液压启闭机电气控制系统达到了操作简单、运行可靠、便于调试设定和运行维护的要求，实现了闸门自动化控制的目的。

关键词：泵站；闸门；液压启闭机；电气控制

中图分类号：TV693 文献标识码：A 文章编号：1005-6254(2006)02-0026-05

0 概 述

谏壁抽水站初建于1975年，装设6台套立式水泵机组，站身采用X型双向流道结构，断流方式为快速平板钢筋混凝土闸门；全站36扇进出水闸门两侧对称布置，其中进水流道24扇，出水流道12扇，采用单吊点液压启闭机集中控制。通过启闭机的控制，进出水闸门可形成不同状态组合，实现机械提水排水、自引自排、控制冲淤等一系列功能[1]。针对原系统存在的一些问题，2003年泵站对6台主机组、辅机系统、高低压电气控制设备及液压启闭机系统等进行了设备更新改造。

1 原控制系统存在的主要问题

1）控制系统采用传统继电器与按钮结合实现程序开停机，闸门、油泵等由控制台集中操作控制，使得控制台十分拥挤、凌乱，操作不便，运行设备散热差。二次接线又十分复杂，检查维护极为困难。

2）控制电源交流380 V、220 V、6 V等多种电压并存，不安全。操作控制仅采用交流电源，可靠性差，当电网因故失电时，闸门就无法正常关闭，极易造成主机倒转飞逸事故。

3）系统所有操作、控制和保护回路共用单一回路电源，运行闸门与非运行闸门控制无可靠闭锁，容易造成闸门误操作；不同机组间闸门控制无有效隔离，检查维修也极为不便。

4）闸门开度采用钢丝绳重锤码盘传感装置，易受水流、水中漂浮物及风雨等因素的影响，出现钢丝绳摆动不止、弯曲变形，与滑轮之间出现打滑及重锤严重漂移等问题，造成开度信号断续、失真[2]。

5）控制阀组阀体漏油、阀芯锈蚀、线圈绝缘低，易造成电磁阀拒动或开启关闭不到位、线圈烧毁和线路短路。

6）由于启闭机油缸泄漏严重，且无可靠的液压锁定，因此在机组运行时，常将下滑严重的进水门采用钢丝绳进行人工锁定。

由于闸门控制系统可靠性差、设备故障率高、闸门开度不准确，使得闸门操作困难、闸门事故停机不可靠以及出水门无法与主机启停实现联动启闭等[3]，因此改造势在必行。

2 控制系统主要工作原理

液压启闭机系统工作原理参见图1[4]。

1）油泵空载起动，两组油泵电机组及溢流控制阀组间互为备用，故障时切换。

2）先建压后启门，落门靠自重。

3）进出水闸门控制根据运行工况要求进行相应的启闭操作。进水门控制按单门指令启闭；出水门要求快速启闭，控制既可按单门指令启

作者简介：何佳庆(1967-)，男，江苏丹徒人，镇江市谏壁抽水站管理处 工程师；主要从事泵站运行管理工作。

万方数据

闭，又可根据“灌溉”、“排涝”运行工况，实现与主机组开停联动启闭。水泵机组运行停机时，以出水闸门断流为主，进水闸门断流为后备。

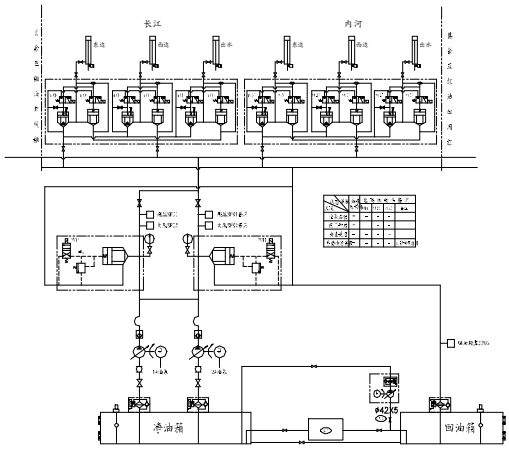


图1　液压启闭机系统工作原理示意图

4）闸门开度实时显示，全开、全关位置自动停门，越限有保护，工作闸门下滑自动回升，事故停主机等。

5）实时监测系统油压、油箱油位、回油滤油器堵塞及闸门行程开关等状态，并与设定值进行比较，越限保护动作和声光报警。

3　电气控制系统改造

根据谏壁抽水站单台机组闸门多、闸门具有多种状态组合、进出水闸门具有不同控制方式等特点和液压系统控制要求，并结合泵站自动化要求，采用可编程序控制器（PLC）程序控制替代传统继电器与按钮相结合的控制方式；系统控制设备选用同一电压等级，操作电源由交直流双电源供电；闸门开度传感装置由钢丝绳重锤码盘式改为橡胶轮码盘式；采用 PARKER 先导阀的控制阀组取代原控制阀组；增设系统控制方式开关、闸门运行方式开关、闸门限位行程开关、紧急闭门按钮等，对闸门液压启闭机控制系统进行了改造。

3.1　主要控制设备选择

3.1.1　控制系统 PLC

选用美国 GE 公司 GE90-30PLC，配 CPU364。该产品成本低、性能高，采用模块式结构，可方便扩充离散量 I/O、模拟量 I/O；CPU364 具有浮点运算功能，240 K 的内存和 0.22 ms/K 的处理运算速度，可直接挂接液晶显示的人机操作面板；采用 CIMPLICTIY 编程软件，软件采用 Windows 格式，支持指令表、梯形图语言。CPU364 内置以太网卡，支持以太网的广播方式通讯，通讯速度快[5]。与泵站自动化系统以以太网方式实现数据互通，实现上位机对液压控制系统的监控。

3.1.2　闸门开度测控装置

闸门开度传感装置采用橡胶轮码盘传感装置，配德国倍加福（P+F）多转绝对型轴角编码器。该编码器为光电式旋转编码器，由编码盘、数据处理器和信号输出系统组成，最大转数 4 096 圈，每圈达 8 192 分辨率，在量程范围内输出的编码值是唯一的，即在编码器掉电情况下，闸门发生位移（编码器旋转），当电源恢复时，编码器输出的值仍是闸门发生位移后的实际值。

开度显示仪表采用 DB2000S 开度显示控制仪，现场显示闸门实时开度。根据闸门开度设定输出闸门全开、全关、下滑位置等开关量信号，并同时输出 4-20 mA 模拟量，供闸门自动化系统实现对闸门的监控、保护和闸门开度的远方显示。

闸门开度测控装置工作原理如图 2 所示。

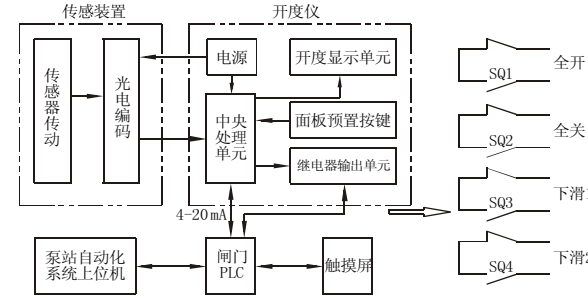


图2　闸门开度测控装置工作原理框图

3.2　系统主要功能设计

闸门液压启闭机电气控制系统原理如图 3 所示。

3.2.1　控制系统直流操作电源

液压启闭机控制系统操作电源采用两组直流 24 V 电源，一组专供进出水闸门控制阀组操作电源，另一组由系统其它操作、控制、保护、信号、自动化元件等共用。直流操作电源系统由泵站交流和直流两路电源供电，通过 S-320-24 型和 SP-320-24 型高性能开关电源装置，分别将交流 220 V 电源和直流 220 V 电源变为直流 24 V 同时供电。

3.2.2　系统控制方式开关

液压启闭机控制系统有现地触摸屏和远方上位机两种控制方式，采用转换开关切换。系统

万方数据

控制方式开关有“现地”、“远方”、“断开”3 个位置,开关位置信号送 PLC,由 PLC 实现现地、远方操作控制回路的切换和闭锁。系统控制方式开关仅对操作进行切换,并不影响液压系统各种工作状态和故障的信息传送。其功能位置状态在现地触摸屏和远方上位机上实时显示。

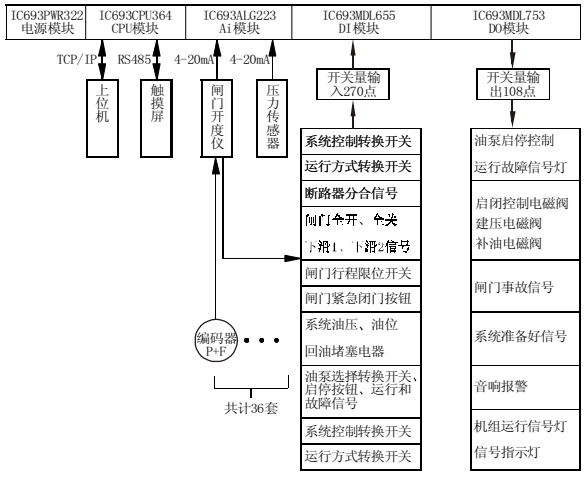


图3　闸门液压启闭机电气控制系统图

3.2.3　闸门运行方式开关

闸门运行方式与泵站运行工况相对应,有“灌溉”、“排涝”、“引水”3 种方式,采用转换开关切换。每台机组单设运行方式开关,其位置信号送 PLC,由 PLC 对机组相应的闸门控制回路进行切换和闭锁:“灌溉”位置时接通长江进水闸门和运河出水闸门控制回路;“排涝”位置时接通运河进水闸门和长江出水闸门控制回路;“引水”位置时接通机组全部闸门控制回路。闸门运行方式开关功能位置状态在现地触摸屏和远方上位机上实时显示。

3.2.4　系统建压

系统建压原理如图 4 所示。

PLC 接受触摸屏或上位机系统建压指令,PLC 输出继电器 KA01(KA02)吸合,接通被选油泵电机控制回路,油泵空载启动。油泵起动完成后,PLC 输出继电器 KA03 吸合,使溢流电磁阀 YV1 得电,进行系统建压,系统压力变送器 SP00 状态量送 PLC。当系统压力达设定值时,PLC 提示系统建压完成。

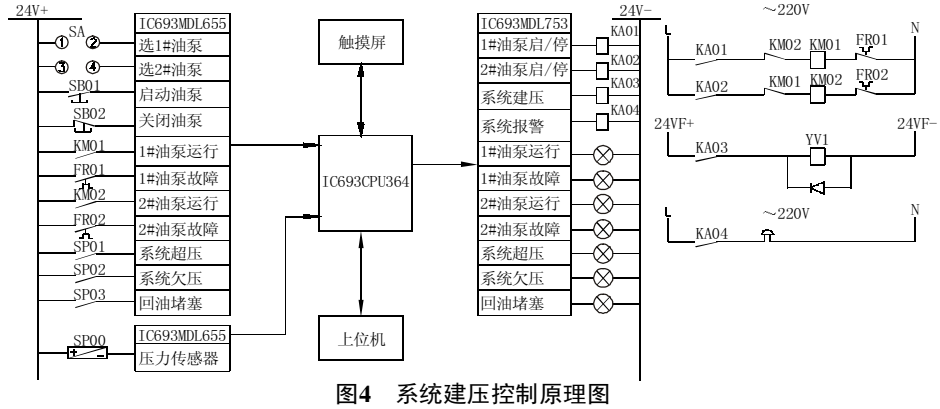


图4　系统建压控制原理图

PLC 自动监测运行设备工作状态,并对油泵电机的启动次数和运行时间自动进行统计,实现油泵电机的启动选择、故障切换和运行参数越限报警等。

3.2.5　闸门启闭控制

闸门启闭控制原理如图 5 所示。

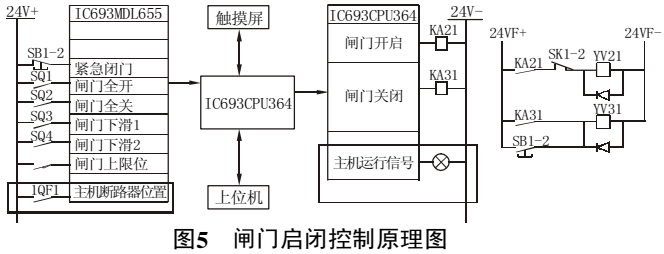


图5　闸门启闭控制原理图

1) 单门指令启闭控制

闸门开启操作:PLC 接受触摸屏或上位机启门指令,PLC 输出继电器 KA21 吸合,电磁阀 YV21 线圈得电打开,闸门开始上升。闸门上升至全开位时,SQ1 闭合,PLC 输出继电器 KA21 断开,电磁阀 YV21 线圈失电闭合,闸门停在全开位置。

闸门关闭操作:PLC 接受触摸屏或上位机闭门指令,PLC 输出继电器 KA31 吸合,电磁阀 YV31 线圈得电打开,闸门开始下降。闸门下降至全关位时,SQ2 闭合,PLC 输出继电器 KA31 断开,电磁阀 YV31 线圈失电闭合,闸门停在全关位置。

万方数据

在闸门上升或下降过程中，PLC 接受停止指令，输出继电器断开启门电磁阀或闭门电磁阀，闸门可停在任意位置。

闸门上升或下降时，PLC 自动检测闸门状态，若闸门未按要求正常启闭或未到设定位，则输出闸门报警信号，提醒操作人员。

2）出水闸门联动启闭控制

在“灌溉”、“排涝”运行工况时，闸门操作流程如图 6 所示。

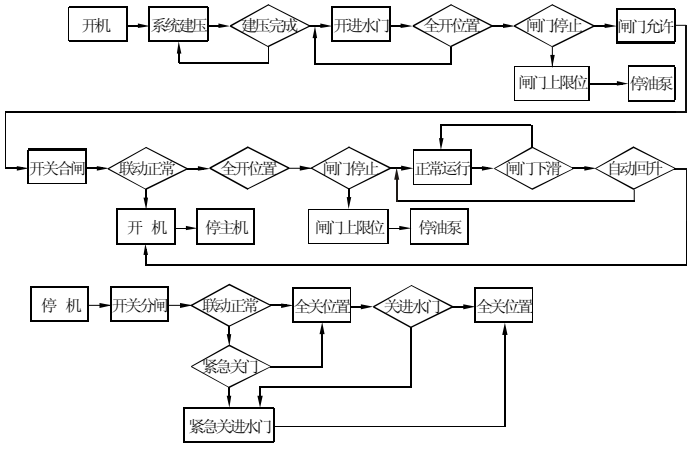


图6　闸门操作流程

根据上位机指令，PLC 完成系统建压后，将启动机组相应两扇进水闸门开启至全开位置。PLC 自动监测液压系统设备运行状态，正常时向上位机输出闸门准备好信号，等待机组启动。机组启动时，主机真空开关 1QF 合闸，给 PLC 输入一开关量 1QF1，PLC 输出继电器 KA21 吸合接通启门电磁阀 YV21 线圈，闸门快速上升。闸门至全开位时，闸门开度测控装置输出开关量 SQ1 至 PLC，PLC 输出继电器 KA21 断开，关闭启门电磁阀，闸门停于全开位置。

PLC 对出水门上升全过程自动检测，并计算出水门上升速度。若出水门未联动开启或上升速度未达规定要求，PLC 则输出闸门事故信号，由上位机实现停机和事故报警。

主机停机时，主机真空开关 1QF 分闸，给 PLC 输入一开关量 1QF1，PLC 输出继电器 KA31 吸合接通闭门电磁阀 YV31 线圈，闸门快速下降。闸门至全关位时，闸门开度测控装置输出开关量 SQ2 至 PLC，PLC 输出继电器 KA31 断开，关闭闭门电磁阀。

PLC 对出水门下降全过程自动检测，并计算出水门下降速度。若出水门未联动关闭或下降速度未达规定要求，PLC 则输出闸门事故报警信号，提醒操作人员现地紧急闭门。

3）紧急闭门操作

紧急闭门按钮 SB1 按下时，(SB1-1) 直接接通闭门电磁阀 YV31，关闭对应的闸门，同时 SB1 (SB1-2)给 PLC 输入。机组正常或因故停机时，若出水门未能联动闭门，按下出水门紧急按钮关闭出水闸门。如果此时出水闸门关闭仍不成功，则按下机组两扇进水门紧急按钮关闭进水闸门。

4）闸门下滑保护

当闸门下降到“下滑 1”设定值时，闸门开度测控装置输出开关量 SQ3 至 PLC，PLC 输出闸门报警信号。当闸门继续下降到“下滑 2”设定值时，闸门开度装置输出开关量 SQ4 至 PLC，PLC 输出闸门报警信号并自动按程序完成启动油泵、提升闸门至全开位、停油泵这一闸门下滑自动提升全过程。

5）闸门限位保护

闸门设上、下限位行程开关，用于闸门越限保护，开关量送 PLC。上下限位行程开关动作时，由 PLC 输出关闭相应电磁阀并报警。

4　安装调试中的主要问题及处理方法

4.1　机组开机运行闸门启门控制

在“灌溉”或“排涝”工况开机时，进水闸门启门操作是由 PLC 系统建压和 PLC 启门两步组成。由于需要人为干预，也使机组启动的准备时间更长，因此将进水闸门启门操作合二为一，由 PLC 单指令完成，即 PLC 接到上位机开启进水闸门指令后，自动完成启动油泵、系统建压、打开启门电磁阀、闸门上升至全开位置停门、发出闸门准备好信号给上位机这一全过程，等待机组起动。

4.2　闸门行程限位开关

闸门上、下限位行程限位开关采用辅助导杆触动方式。上、下限位开关硬接点送 PLC，PLC 输出关闭启门、闭门电磁阀和报警。实施时发现其存在以下不足。

1）限位开关辅助导杆在运行中易抖动，没于水中部分易受硬物冲击而严重变形，导致行程开关不能可靠动作。闸门到达上限位时，辅助导杆伸出工作桥面很长，不安全。

2）对于闸门下限位行程开关的设置，因无法

万方数据

确保闸门能完全关闭,且是否完全关闭并不影响运行安全, 因此无必要设置闸门下限位行程开关。

3) 闸门上限位保护通过 PLC 实现,保护可靠性降低。

鉴于上述原因, 取消了闸门下限位行程开关,保留闸门上限位行程开关。将辅助导杆改为撞块,撞块采用卡箍固定在活塞杆上。上限位开关接点直接去断开油泵控制回路,同时送 PLC 报警。

4.3 闸门下滑保护

原设计闸门下滑保护的设定方式不利于机组运行安全,因此改进为下述方式。

闸门出现"下滑 1"信号时,系统报警并自动提升闸门至全开位置。闸门继续下滑出现"下滑 2"信号时,对于出水闸门,报"出水门事故",主机跳闸。对于进水闸门,①当一扇闸门出现"下滑 2"信号,系统报警,但主机不跳闸;②若两扇闸门同时出现"下滑 2"信号,系统则报"进水门事故",主机跳闸。

5 结束语

闸门液压启闭机电气控制系统应根据现代化泵站的"无人值班、少人值守"运行模式要求,遵循"原理先进、技术成熟、性能优异、配置灵活、便于扩充"的总体原则进行设计[6]。而对于改造工程,特别应针对泵站特点,选择切合实际的改造方案,并在实施、运行中不断改进和完善。谏壁抽水站闸门液压启闭机电气控制系统通过技术改造,使系统具有操作简单、运行可靠、人机界面友好、便于调试设定和运行维护的优点,既较好地满足了闸门自动化控制的要求,又有效地降低了工作人员的劳动强度,提高了工作效率,从而达到了改造的预期目标。

参考文献:

[1] 镇江市工程勘测设计研究院. 湖西引排谏壁抽水站增容除险改造工程初步设计[Z]. 江苏镇江谏壁镇:镇江市谏壁抽水站管理处,2002:1~2.

[2] 镇江市谏壁抽水站《液压启闭机传感传感应用研究》课题组. 液压启闭机传感传感应用研究技术研究报告[Z]. 江苏镇江谏壁镇:镇江市谏壁抽水站管理处,1998:2~4.

[3] 林建时,李明俊.镇江市谏壁抽水站技术改造探讨[J]. 机械排灌,2001,19(5):24~27.

[4] 镇江市工程勘测设计研究院. 湖西引排谏壁抽水站增容除险改造工程施工设计图[Z]. 江苏镇江谏壁镇:镇江市谏壁抽水站管理处:抽水站液压原理图,2003.

[5] GE Fanuc 自动化公司. 系列 90TM-30 可编程控制器产品样本[Z]. 广州市建设六马路 33 号广州宜安广场 1512 室:GE Fanuc 自动化公司中国广州办事处,2001:1~7.

[6] 钱钧,邵正荣. 现代化大型泵站与南水北调东线工程的设计与方案[J]. 机械排灌,2003,21(2):1~2.

Modification of Hydraulic Start and Stop Electric Control System in Jianbi Pump Station Gate

HE Jia-qing

(Zhenjiang Jianbi Pump Station Management, Zhenjiang 212006, China)

Abstract: The working principles and the main problems of hydraulic start and stop electric control system in Jianbi pump station gate were introduced, and some feature were presented also, such as control mode adopting programmable controller instead of traditional relay combined with button, gate opening sensor using rubber weighted encoder disk instead of wire rope encoder disk, direct current operational power supply by universal motor, and function switch adopted, which modified the control system. And based on the experience, design, construct, and operation were improved, which make operation simply and run reliable.

Key words: Pump station; Gate; Hydraulic start and stop; Electric control

万方数据