

高摩赞水电站大坝渗漏排水自动控制系统浅析

赵小勇, 宋曦

(中国水利水电第七工程局有限公司 机电安装分局, 四川 彭山 620860)

摘要: PLC (programmable logical controller) 可编程逻辑控制器是一种新兴的自动控制设备, 相比传统控制电路, 其具有占地小, 整齐美观, 具有通用性等优势, 广泛应用于现代工业控制的各个领域, 常见的品牌有 schneider, siemens 和 onuron 等。对高摩赞水电站大坝渗漏排水系统的控制系统 PLC 程序编写进行了详细分析, 期望为同类工作提供借鉴经验, 其思路亦可拓展到 PLC 的其它应用领域。

关键词: 逻辑分析; 逻辑框图; 数字量; 模拟量; 梯形图; 高摩赞水电站

中图分类号:

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2013)06-0033-04

1 概述

高摩赞水电站大坝位于巴基斯坦西北边疆省 D. I. KHAN 地区 TANK 镇以西的高摩河上, 是一个具有防洪灌溉发电等综合功能的水电工程, 大坝渗漏水全部流入坝底集水井, 集水井高程为 626.2 ~ 634.15 m, 内装三台潜水泵, 依靠控制柜 PLC 控制自动运行, 将渗漏水排至下游。

其设备参数为:

集水井深度: 7.95 m

电机功率: 55 kW

电机启动方式: 软启动器降压启动

电机运行方式: 星形

PLC 配置: 机架: schneider BMX XBP 800 × 1; 电源: schneider BMX CPS 3500 × 1; CPU: schneider BMX P34 2020 × 1; 数字量输入模块: schneider BMX DDI 1602 × 2; 数字量输出模块: schneider BMX DDO 1602 × 1; 模拟量输入模块: schneider BMX AMI 0410 × 1; 模拟量输出模块: schneider BMX AMO 0210 × 1。

2 逻辑分析

PLC 的工作流程可以概括为三点: 信号采集输入; 信号输出; 逻辑分析。

(1) 信号采集输入。

作为判断依据, 对于本项目需要采集的数字量有: 电源输入是否正常, 软启动器是否正常, 三台泵是否处于自动控制状态, 水位传感器是否正常, 水泵在运行中的状态是否正常, 抽水时管路流

量是否正常; 需要采集的模拟量为集水井水位值。

动力电源从动力盘引入三路, 每台泵一路电源, 电源输入是否正常可以通过三台泵动力回路的主断路器分合位置判定, 即断路器是否在“合”的位置; 如果不在合位将通过辅助回路输出 DC24 V 信号; 软启动器自身带有状态检测装置, 如异常则输出 DC24 V 信号; 操作模式选择手柄自带辅助接点, 本身控制回路电压即为 DC24 V; 水位传感器属于压力式电流型传感器, 水位在 0 ~ 8 000 mm 范围内时, 传感器输出电流范围为 4 ~ 20 mA; 当测得的水位小于 -50 mm 或大于 9 000 mm 时可认定为传感器工作不正常; 泵体上装有监控运行中各部分参数 (如叶轮、定子电压、电流、转速等) 的装置, 运转正常则输出 DC24 V 信号; 管路流量计在流量正常时输出 DC24 V 信号。

(2) 信号输出。

本项目中需要输出的控制信号为: 1 号泵启动, 1 号泵停止; 2 号泵启动, 2 号泵停止; 3 号泵启动, 3 号泵停止; 水位高报警, 设备故障报警。

(3) 逻辑分析。

为了安全可靠地运行, 排水系统逻辑应满足以下几点要求:

① 水泵的安全。

应避免出现个别水泵始终闲置的现象, 应使用启动计数器来平衡各台泵的运行次数, 自动轮换运行。

② 集水井的安全。

应避免水位溢出集水井而影响大坝安全, 集

收稿日期: 2013-10-25

水井深 7.95 m,对应不同的水位,水泵应该有相应的动作:水位过低(安全)时停泵;水位达到某一高度时一台泵(主泵)自启动,其它两台泵备用。如果水位继续上升,则证明一台泵排水能力不足,此时一台备用泵应自启动;如果水位还是上升,则第二台备用泵应自启动,同时发出高水位告警以提醒电站运行人员注意。当水位降到安全线时,水泵应自动停止。

③运行状态得到监控。

有时,因人为操作水泵可能未处在自动控制状态,并且水泵可能出现以下故障:电源故障,软启动器故障,水位传感器等故障;水泵运行时可能出现电机过流、过速、排水管路流量小或无流量等故障。无论哪种故障发生,水泵都不应启动或应立即停止,同时 PLC 应输出设备故障报警信号。

3 逻辑框图的绘制

根据逻辑分析绘制逻辑框图。由于三台泵的逻辑关系完全相同,笔者以 1 号泵为例进行分析。

3.1 对故障进行定义

将各种故障综合应判断为 1 号泵综合故障,故障定义如图 1 所示。

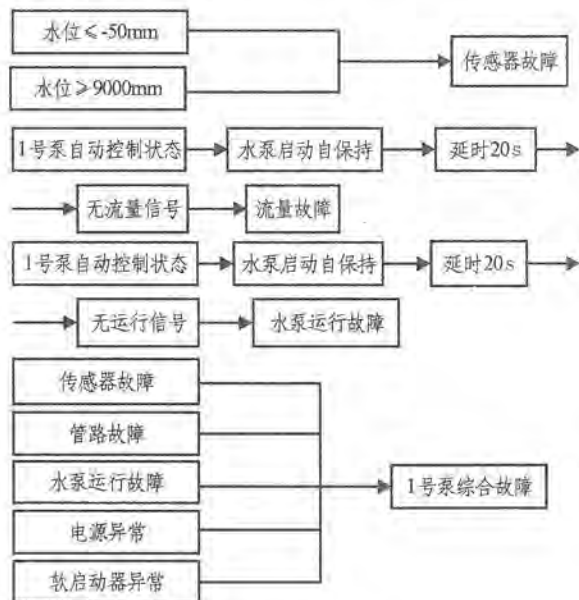


图 1 故障逻辑框图

3.2 水泵自动启动及自动停止条件

(1)水位达到启动主泵条件,1号泵累计启动次数最少,1号泵无故障且处于自动控制状态则 1 号泵应启动;

(2)水位达到启动主泵条件,轮换至 2(3)号

泵,但 2(3)号泵故障或不在自动控制状态,同时 1 号泵累计启动次数小于 3(2)号泵,1 号泵无故障且处于自动控制状态,则 1 号泵应启动;

(3)水位达到启动主泵条件,2、3 号泵均发生故障或不处于自动控制状态,1 号泵无故障且处于自动控制状态,则 1 号泵应启动;

(4)水位达到启一台备用泵条件,2(3)号泵已启动,1 号泵累计启动次数小于 3(2)号泵,1 号泵无故障且处于自动控制状态,则 1 号泵应启动;

(5)水位达到启一台备用泵条件,2(3)号泵已启动,3(2)号泵累计启动次数小于 1 号泵,但 3(2)号泵故障或不处于自动控制状态,1 号泵无故障且处于自动控制状态,则 1 号泵应启动;

(6)水位过高达到启第二台备用泵条件,2、3 号泵都已启动,1 号泵无故障且处于自动控制状态,则 1 号泵应启动;

(7)上位机发启动 1 号泵令,则 1 号泵应启动;

(8)水位降低到安全线、1 号泵运行中发生综合故障,或是上位机发停止 1 号泵令,则 1 号泵应停止。

据上述分析画出逻辑框图如图 2、3 所示。

4 程序编制

在理清逻辑关系后,下一步即是将其转化为编程 C 语言,然后进行分析、检查语言错误。编程选用最常用的梯形图,共有可用的数字量输入点 32 路,数字量输出点 16 路,模拟量输入点 4 路,模拟量输出 2 路。

程序编制步骤如下所示:

(1)在数据编辑器中为变量分配地址并标出各个变量意义的注释;需要注意的是必须键入对 PLC 自身状态进行监控的 T_GEN_MOD 模块;

(2)选取功能块,并为功能块命名以方便引用;

(3)创建任务程序,编写程序,写程序时注意对中间变量的含义、回路的含义进行注释,以方便进行检查修改;

(4)写完程序后对项目进行分析检查。

由于程序过长,故仅以 1 号泵为例,列出其控制启停的关键部分程序。

程序中的输入量为:

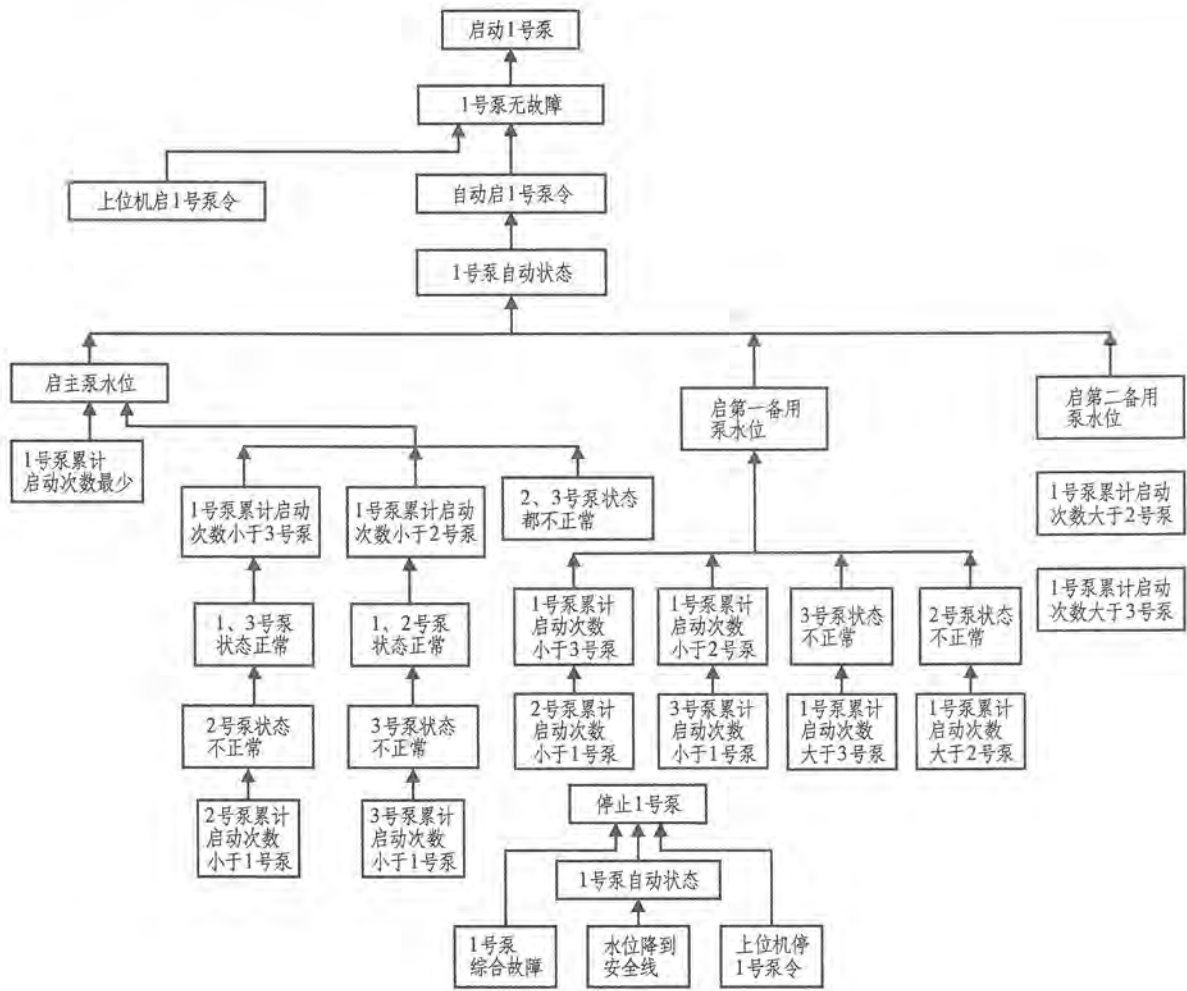


图2 水泵运行逻辑框图

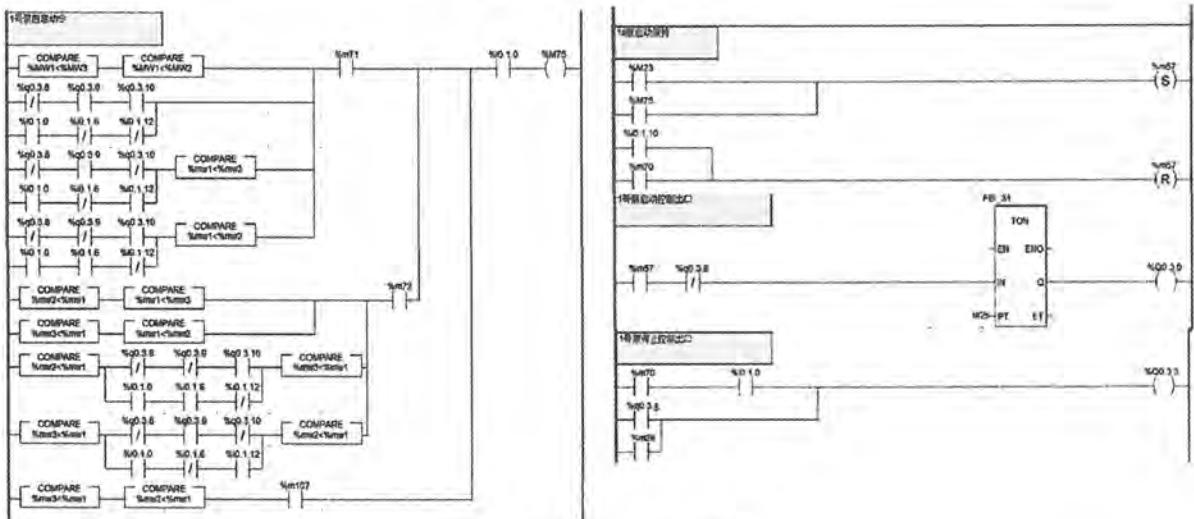


图3 关键部分启停程序框图

%i0.1.0 为1号泵处于自动状态,%i0.1.6 为2号泵处于自动控制状态,%i0.1.10 为故障

复归,%i0.1.12 为3号泵处于自动控制状态。程序中的输出量为:

%q0.3.0 为启动 1 号泵,%q0.3.3 为停止 1 号泵,%q0.3.8 为 1 号泵综合故障,%q0.3.9 为 2 号泵综合故障,%q0.3.10 为 3 号泵综合故障。

中间变量为:

%m23 为上位机启动 1 号泵令,%m26 为上位机停止 1 号泵令,%m57 为 1 号泵启动自保持,%m70 为停泵水位,%m71 为启主泵水位,%m72 为启备用泵水位,%m75 为自启动 1 号泵令,%m107 为过高水位,%mw1 为 1 号泵启动次数累计,%mw2 为 2 号泵启动次数累计,%mw3 为 3 号泵启动次数累计。

由此而实现了对 1 号水泵的控制,2、3 号泵程序和逻辑与 1 号泵完全对应,不再详述。

本程序用各种线圈、触点和功能块实现逻辑关系,程序中未列出的功能块主要有:用接通延迟功能块 TON 实现延时;用加计数功能块 CTU 和负转换感应线圈实现对水泵启动次数的累计;用置位与复位线圈实现水泵的启动自保持与停止;用 T_GEN_MOD 模块实现对 PLC 自身状态的监控。程序的编制紧紧抓住了逻辑主线,并与逻辑框图一一对应,采用编程软件进行分析,证明程序

(上接第 15 页)起到了很好的密闭效果;

(4)排气简单:适当加压,使渗压计孔位内的液面上升至置入渗压计内部空腔高度 1 cm 时再置入渗压计,旋微调螺母至渗压计扣紧,以保证空气的占有比不超过标准,从而有效降低误差。

7 实际应用效果

由于该装置结构简单、操作简便,漏油、垫片损伤及排气困难等问题均得到了有效改善,检验仪器的数量成几何倍数增加,大大降低了检验过程中人员成本的投入,从而提高了仪器检验的净收入,使检验结果更接近真实值,保证了埋入仪器在实际工作中能够提供有效、可靠的参数,为建筑物的施工、安全运行提供了有效保障。

以三连渗压计扣紧装置耗时为例:

(1)采用原有装置每次检验一支仪器,分三次检验,一支仪器正常安装(不出现漏油、重新卡入等现象)检验需要 45 min,三支仪器需要 $45 \text{ min} \times 3 = 135 \text{ min}$ 。

语言无错误。

5 结 语

程序编制完成后,将 PLC 外部信号线连接好,将程序传入 PLC,人工模拟各种情况,自动控制程序均能做出正确、可靠的动作。事实证明:自动控制程序的编制最重要的就是理清逻辑主线,确保逻辑完整、无漏洞。此外,还要对编程软件、C 语言有一定程度的熟悉。

国外项目情况复杂,往往厂家服务人员不能及时到场,如果工期紧迫或大坝渗水严重将会造成严重后果。因此,现场施工人员对自动控制系统有一定程度的了解是十分必要的。

参考文献:

- [1] 王鸿明,主编. 电工技术与电子技术(第二版)[M]. 北京:清华大学出版社,2000
- [2] 正田英介(日),主编. 刘冬梅,译. 21 世纪电子电气工程师系列之(数字电路)[M]. 北京:科学出版社,2001.

作者简介:

赵小勇(1977-),男,四川阆中人,工程师,从事水电站金属结构及机电安装工作;

宋 曦(1986-),男,辽宁调兵山人,助理工程师,从事水电站机电安装技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

(2)采用新装置检验仪器,只需一次,安装埋设检验时间为 55 min,三支仪器共需时间 55 min。

通过(1)与(2)的比对发现, $145 - 55 = 90$ (min),节省时间 2/3。时间就是金钱,时间就是效益,在这里得到了真实的体现。

8 结 语

连通多元渗压计扣紧装置在渗压计的检验中运行有效,不仅有效减少了误差,提高了参数的准确度,同时节省了人力、物力、财力,提高了工作效率,值得推广使用。该装置 2011 年 4 月 15 日申请国家专利,同年 11 月获国家“实用新型专利”,专利号:ZL 2011 2 0111795.5;在 2012 年 12 月 12 日授予:“发明专利权”,专利号:ZL 2011 1 0095 280.5;此装置获得 2012 年度中国电力建设质量管理成果三等奖。

作者简介:

王 华(1970-),女,陕西咸阳市,工程师,从事大坝安全监测技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)