

文章编号:1671-251X(2012)03-0063-03

DOI:CNKI:32-1627/TP.20120307.1706.021

煤矿井下主排水自动控制系统的应用

槐利^{1,2}, 谭一川^{1,2}, 徐育军^{1,2}, 张喜萍^{1,2}, 程玉龙^{1,2}

(1.中煤科工集团重庆研究院,重庆 400039;

2.瓦斯灾害监控与应急技术国家重点实验室,重庆 400037)

摘要:针对目前煤矿井下主排水系统人工控制方式存在的工序繁琐、耗能大等问题,提出采用主排水自动控制系统实现对井下水泵的自动控制;介绍了主排水自动控制系统的结构功能及其在花山煤矿的应用情况,详细介绍了系统的器件选型及水泵自动控制流程。该系统采用 PLC 作为控制核心,采用各种传感器采集排水管道及水泵电动机的参数,实现了对水泵运行状态、运行过程的自动检测和自动控制,减轻了工作人员劳动强度,降低了水泵运行成本。

关键词:矿井主排水;排水自动控制;水泵控制;PLC

中图分类号:TD636 文献标识码:B 网络出版时间:2012-03-07 17:06

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120307.1706.021.html>

Application of Automatic Control System of Main Drainage of Coal Mine Underground

HUAI Li^{1,2}, TAN Yi-chuan^{1,2}, XU Yu-jun^{1,2}, ZHANG Xi-ping^{1,2}, CHENG Yu-long^{1,2}

(1.Chongqing Research Institute of CCTEG., Chongqing 400039, China. 2.State Key Laboratory of Gas Disaster Detecting, Preventing and Emergency Controlling, Chongqing 400037, China)

Abstract:In allusion to problems of complicated process, high energy consumption and other issues of traditional manual control mode used in current main drainage system of coal mine underground, the paper proposed using automatic control system of main drainage to achieve automatic control of underground pump, introduced structure, functions and application in Huashan Coal Mine of the system, and introduced device selection and automatic control flow of pump in details. The system takes PLC as control core, uses a variety of sensors to collect parameters of drain and pump motor, and realizes automatic detection and control of operation status and process of pump, which reduces labor intensity of workers and cost of pump operation.

Key words:mine main drainage, automatic control of drainage, pump control, PLC

0 引言

煤矿井下排水系统是保证煤矿安全生产的关键环节,承担着排除井下所有涌出水的任务。目前很多煤矿的排水系统采用传统的人工控制方式,该方式存在的问题:(1)水泵操作人员要根据目测的水位高低来启停水泵,易造成在用水量突然增大的时候不能及时开启水泵,且操作工序繁琐,噪音大,也容易造成操作人员的疲劳。(2)我国每年水泵消耗

的电能约占电能总消耗量的20%以上,而电能消耗占水费成本的60%以上^[1],采用人工控制方式无法科学、合理地调度排水量和排水时间,造成了很大的浪费。煤矿井下主排水自动控制系统采用 PLC 作为控制核心,通过各种传感器采集排水管道、水泵电动机的参数,实现了对水泵运行状态、运行过程的自动检测和自动控制。本文结合四川攀枝花煤业集团花山煤矿的实际情况,介绍主排水自动控制系统的组成结构、功能及其应用情况。

收稿日期:2011-12-22

基金项目:中煤科工集团重庆研究院自立项目(CQ1007)

作者简介:槐利(1977-),男,山西阳泉人,工程师,硕士,主要从事煤矿自动化方面的研究工作。E-mail:huaili_926@163.com

1 系统结构及功能

1.1 系统结构

煤矿井下主排水自动控制系统主要由矿用耐磨离心式水泵、隔爆型三相异步电动机、真空系统、隔爆兼本安型 PLC 控制箱、真空传感器、压力传感器、流量传感器等组成,系统结构如图 1 所示。

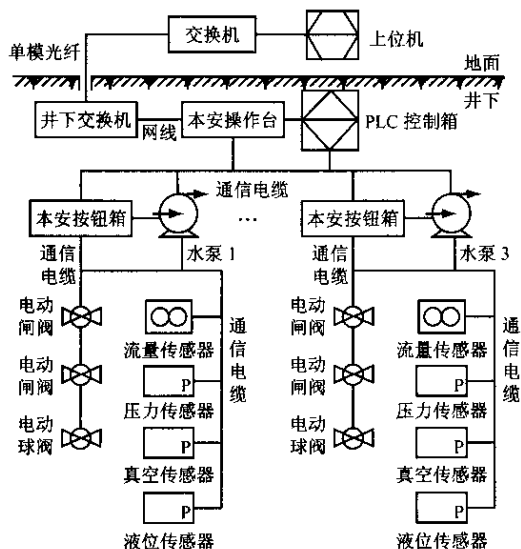


图1 煤矿井下主排水自动控制系统结构

1.2 抽真空方式选择

矿用耐磨离心式水泵在排水之前都要抽真空,目前抽真空方式可分为以下几种:

(1) 射流方式。该方式需用到射流总成、射流管道控制阀门、真空管道控制阀门等设备。该方式将高压水流由压力管送入压力喷嘴,使其具有高速动能,将喷嘴周围的气体带走,这样水泵腔体就形成了真空环境。

(2) 水环式真空泵。该方式需用到水环式真空泵、管道控制阀门、真空管道控制阀门等设备。在选用该方式时,要估算需要抽取的真空体积,选用型号合适的真空泵。

(3) 利用管道余水抽真空。该方式将排水管道里的余水直接放到水泵内,观察到有水从水泵上部流出时,说明水泵腔体内已经注满水,此时关闭放水阀门,启动水泵开始排水。

(4) 利用水箱抽真空。有些煤矿自制水箱,该方式类似于利用管道里的余水抽真空的方式。

(5) 利用管道余水射流方式。该方式将排水管道里的余水高速通过射流器,使其具有高速动能,将喷嘴周围的气体带走,这样水泵腔体就形成了真空环境。由于水泵扬程较大,相应压力较大,射流所需的水压可以使水泵腔体形成真空环境,因此主排水

自动控制系统采用这种方式来抽真空。

1.3 系统功能

(1) 数据采集功能。系统通过传感器采集开关量和模拟量。开停传感器监测水泵电动机的开停状态,给系统提供开停信息,避免误操作。压力传感器监测水泵内部压力,当压力达到设定值时启动水泵,当压力低于设定值时自动停泵。真空压力传感器在水泵启动之前监测吸水管路的真空度,当真空度达到设定条件时,启动水泵电动机。液位传感器实时监测水仓水位变化,系统根据当前水位变化情况,自动实现高水位起泵和低水位停泵。流量传感器实时监测主排水管路的流量,系统根据排水管的流量情况判断管路是否发生故障,并在低流量时自动报警。

(2) 控制功能。系统控制方式分为手动、集控、远控3种。手动方式:在水泵房集中操作台上,操作员可根据需要,按顺序控制水泵及其关联设备的开停,单台泵各设备之间有联锁关系。集控方式:在水泵房集中操作台上,当自动开泵或停泵条件满足时,系统可根据预先设定的程序自动启停相应设备,单台泵各设备之间有联锁关系。远控方式:通过操作上位机上的水泵监控界面,完成对水泵及其它关联设备的开停控制。系统可根据操作人员的配置设置权限。

(3) 节能功能。系统可根据电网监控系统统计的用电高峰、低谷时间,结合分时计费 and 避峰填谷原则,确定水泵启停时间。

(4) 故障诊断功能。水泵启动时,系统先启动射流泵或真空泵,监测真空管路压力,当压力达到设定值时启动水泵电动机,同时关闭真空管路阀门。水泵电动阀门打开后,监测排水管内压力,当在一定时间内压力没有达到设定值时,系统自动停止水泵运行并发出故障报警信号。控制阀门打开或关闭后,电动阀门会反馈一个状态信号给 PLC,PLC 判断反馈信号与发出的信号是否一致,当两者信号不一致时,系统发出报警并在上位机上显示报警信息。

(5) 实时多任务功能。实时传输、处理、存储和显示信息,并根据要求进行实时控制,系统可周期性循环运行而不中断。

2 系统在花山煤矿的应用

2.1 花山煤矿排水系统概况

花山煤矿井下中央水泵房安装了3台 D580-60×3 型水泵及3台 YB450M1-4 型三相异步电动机。水泵主要参数:流量为 580 m³/h,扬程为 180 m。

电动机主要参数:电压为 6 kV, 电流为 51.5 A, 功率为 450 kW, 转速为 1 481 r/min。该水泵房有 2 趟主排水管路, 口径为 DN350; 3 趟水泵排水管路, 口径为 DN250; 采用管道余水射流方式抽真空, 射流管路口径为 DN25, 真空管路口径为 DN20。

排水系统井下部分包括 2 台 DN350 防爆电动闸阀、6 台 DN250 防爆电动闸阀、3 台 DN25 防爆电动球阀、3 台 DN20 防爆电动球阀、1 台隔爆兼本安型 PLC 控制箱、1 台本安操作台以及各种传感器; 地面部分包括工控机、交换机等。

中央水泵房与地面监控机房通过 1 根 8 芯光缆(2 芯水泵控制用、4 芯视频用、2 芯备用)连接。井下设备通过光纤分线盒接入 PLC 控制箱, 通过光缆将信号传输到地面监控中心, 然后通过光端机将信号转换成以太网信号接入地面工业以太网。

2.2 系统器件选型

(1) 主控制器

系统选用西门子公司生产的 S7-200 PLC。该控制器是一种叠装式结构的小型 PLC, 具有指令丰富、功能强大、可靠性高、适应性好、结构紧凑、便于扩展、性价比高等优点^[3-4]。S7-200 PLC 主机的型号种类较多, 本系统选用 CPU226 模块。

(2) 输入输出模块

煤矿井下水泵房内水泵台数不确定, 按照 3 台水泵设计, 排水系统需具备约 50 个 I/O 点, 而 CPU226 本身的 I/O 点不够, EM223 模块具有 16 路输入/输出点, 因此选用 2 块 EM223 模块扩展系统 I/O 点。同时系统需具有 10 路模拟量输入, EM231 模块具有 4 路模拟量输入, 因此选用 3 块 EM231 模块。

(3) 系统电源

系统电源包括控制箱的供电电源、传感器电源、电动闸阀电源等。目前我国煤矿井下低压供电电压大多为 660 V, 照明综保输出电压为 127 V, 因此控制箱的供电电源选用 660 V 井下低压供电, 电动闸阀供电电源选用 127 V 电源, 传感器可由 PLC 供电, 也可由控制箱内的本安电源板供电。

(4) 上位机软件

系统选用组态王软件。该软件驱动程序多, 适用于多种通信接口, 可模拟现场实际设备情况, 具有画面直观、操作方便等特点。上位机软件可显示水仓水位、吸水管真空度、流量等参数, 可监测系统当前的控制方式、当前泵的工作状态、故障信号等。

2.3 系统控制流程

每台水泵有工作、备用、检修 3 种工作方式。水泵启动前, 先打开射流泵真空管路电动阀, 待排空管路内真空度达到预先设定要求时启动电动机, 同时关闭射流泵。水泵自动控制流程如图 2 所示。

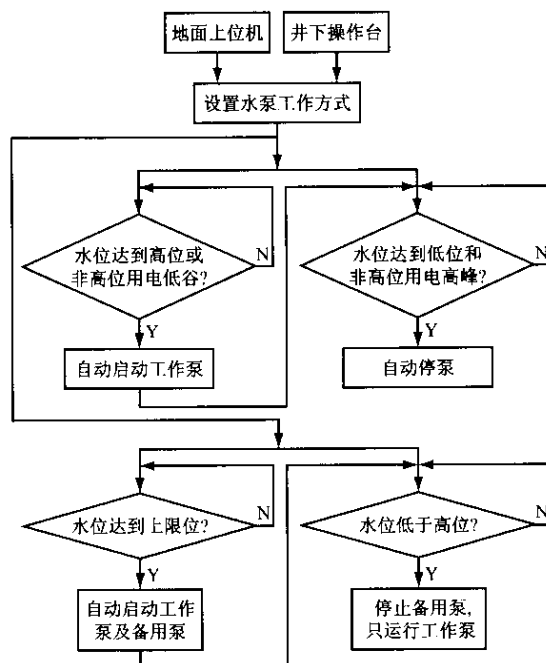


图2 水泵自动控制流程

3 结语

介绍了煤矿井下主排水自动控制系统的结构功能及其在花山煤矿的应用情况。该系统采用模块化设计, 易于扩展, 维护简单; 实现了对井下水泵的自动控制, 降低了水泵运行成本, 减轻了工作人员劳动强度, 促进了矿井生产自动化水平的提高。

参考文献:

- [1] 刘法治, 赵明富. 模糊控制技术在高楼恒压供水系统中的应用[J]. 微计算机信息, 2005(9): 21-23.
- [2] 彭澄伟, 徐振栋, 魏岱宁, 等. 矿井主排水泵自动控制系统研究[J]. 煤炭工程, 2008(6): 76-78.
- [3] 吴中俊, 黄永红. 可编程序控制器原理及应用[M]. 2版. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [4] 王永华, 宋寅卯, 陈玉国, 等. 现代电气控制及 PLC 应用技术[M]. 2版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- [5] 袁小平, 白楠, 王泽林, 等. 煤矿井下排水泵监控系统的设计[J]. 工矿自动化, 2010(3): 113-114.
- [6] 李亚哲. 煤矿井下主排水系统工艺流程及其自动控制系统设计[J]. 工矿自动化, 2011(5): 15-18.