矿井中央水泵自动化控制系统设计与应用

樊　兵（西山煤电集团有限责任公司，山西　太原　030000）

摘　要：矿井排水设施是煤矿安全生产中不可缺少的设备和设施，担负着排出井下涌水的重要任务，排水系统的可靠运行是保证矿井安全生产的关键环节。杜儿坪矿针对井下中央水泵房控制系统存在电气化程度低，能耗过大，控制效果不理想的缺点，为有效解决上述问题，实现矿井排水设备自动化控制，基于 PLC 变频控制器设计了一种煤矿井下自动排水设备控制系统。该系统以全面实现排水设备自动化、控制系统更优化、节能为目标，借助对排水方案的改进，进行时间上的优化，从而降低能耗，对矿井排水作业质量和综合效益的提升起到了积极作用。

关键词：中央水泵房；自动控制；PLC 控制器；远程监控

Abstract: mine drainage facilities are indispensable equipment and facilities in coal mine safety production, which shoulder the important task of discharging underground water. The reliable operation of drainage system is the key link to ensure mine safety production. Duerping mine has the disadvantages of low electrification, large energy consumption and unsatisfactory control effect in the control system of underground central water pump room. In order to effectively solve the above problems and realize the automatic control of mine drainage equipment, a control system of mine automatic drainage equipment is designed based on PLC frequency converter controller. The goal of the system is to realize the automation of drainage equipment, optimize the control system, and save energy. With the improvement of drainage scheme, the system optimizes the time, so as to reduce energy consumption and bring higher economic benefits to related enterprises. Combined with the above and industry prospects, it is necessary to reform the automatic control of mine drainage equipment.

Key words: central pump house; Auto-Control; PLC controller; Remote monitoring

0 引言

矿井中央水泵房是煤矿安全生产重要的组成部分，负责将煤矿涌出水排放至地面的主要任务，排水系统的可靠运行是保证矿井安全生产的关键环节。随着矿井的采掘深度的不断延伸，深部岩层涌水量加大，为保证矿井的安全生产，各煤矿企业在进行井下采掘作业时，会安装大量排水设备，以保证煤炭开采作业的安全性和稳定性。但是由于联动运行体系的不完备，控制体系及排水设备日常维护仍然需要人工进行，同时井下排水设备控制效果并不理想，这就导致在进行一些必要操作时不得不同时开关机。这样不仅会消耗过多的能源，而且在面对一些突发情况时候容易导致处理问题的延后，给企业造成更多更复杂的损失。此类传统控制体系完全满足不了如今煤矿机电设备自动化的需求，所以为了实现各个排水控制系统的联动控制，完善实施控制方案，必须建立一个拥有高度自动化的煤矿井下排水设备控制系统，这样不仅能做到节能减排，又能避免设备运行时间的浪费，更能保障在可靠、安全的排水设备下进行的煤矿开采有序、高效的进行。

1 矿井排水设备控制系统简述

通常的煤矿排水设备由井下泵房自动控制单元和地面检测控制中心两部分组成。传感器、控制箱、离心泵共同构成用来控制以及检测井下排水设备的井下泵房自动控制单元。有关操作的设备、显示器、多功能计算机共同组成可以反应排水设备状况以及重要参数的地面检测控制中心，其还可以收集对应检测设备的各类数据作为对排水设备的操作依据。PLC 广泛应用在煤矿井下排水设备系统的中央处理模组，其借助 IP/TCP 通信协议网络标准，提高了井下排水装置与地面检车控制中心之间的信息交流效率。煤矿井下排水设备控制系统简要控制原理如图 1。

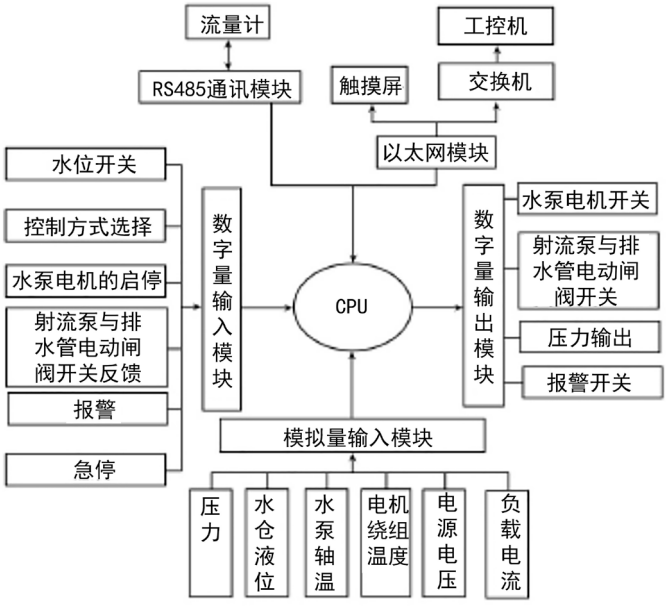

图 1　煤矿井下排水设备控制系统简要控制原理

借助于搭载 PLC 的中央处理器，煤矿井下排水装置的自动化控制可以更便捷的汇集和检测各个排水装置及系统的信息和参数。借助于种类繁多的微控制器以及传感器，系统将井下积水面积、深度、水量、水质等

信息转化成电信号，通过模拟信号或数字信号经由放大电路等过渡电路传输至 PLC 控制器，在煤矿井下排水装置的自动控制系统中，大部分信号均是借此方式进行传输。不同种类的传感器可以传输不同类别的信号，例如，压力传感器可以将排水装置压力转变为电信号传输至 PLC，流量传感器则能收集与排水装置排水流量相关的信息。为实现井下排水系统的正常运行，获取信息的准确，选取更加规范、高精度、长寿命的处理器以及传感器必不可少。同时，获取信息的及时性也十分重要，因此系统刷新频率必须达到秒量级甚至毫秒量级，这对 PLC 性能的要求极高。

系统控制水泵的形式根据距离和方式大致可以分为四种，中远距离自动控制、中远距离手动控制、就近自动控制、就近手动控制。四种控制形式各有特点。中远距离自动控制操作方便，可根据煤矿排水需要设置对应程序控制水泵的开关。此类控制方式重点在于程序设计必须合理且严谨，严格设置水泵的开关条件。借助于传感器传输的信号，判断是否需要开关水泵，以及需要开关水泵的数量。例如井下水位急剧上升，传感器检测到水位高度以及上升的速度，传输给 PLC，借助已经编写好的程序自动计算水泵开关要求，自动控制水泵的开关以快速消除安全隐患，调整井下水位情况。中远距离手动控制则是指工作人员定期对水位状况进行检测，根据人为的判断通过排水系统控制台进行对水泵的开关。此方式和中远距离自动控制相比，人工成本大且处理突发情况反应慢，经济效益和安全保障均不及中远距离自动控制。近地自动控制和近地手动控制均需要人工定期对矿井井下水位情况进行检测，两者相比，区别在于自动控制仅需要人工进行系统控制操作台上水泵启动按钮的开关，但是手动控制则还需要手动开启闸门和水泵电机。综上相比，中远距离自动控制是一种较为理想的排水系统控制方式，其自动化，智能化水平越高，带来的效益就越高，但同时在进行系统编写的时候则需要更加严谨，细致，对 PLC、传感器等的要求也较高。

2 矿井排水设备自动化控制改造研究

随着业内对煤矿机电设备自动化、节能、高效的要求越来越高，同时对安全生产的保障要求越来越规范化，传统的矿井排水系统不符合新时代生产生活的需要，矿井排水设备自动化控制改造已刻不容缓。

针对于自动化控制有可能存在的灵敏度不高问题，多方面综合地形、井深等环境因素，通过采用多个传感器协同合作的方法，将井下积水区按照水深等距划分多个采样点，最低采样点对应最低水位线，最高采样点对应最高水位线，而最佳水位线则保持在中间传感器监测范围内。针对多个传感器传输的信号，以及各个传感器对应截面的面积不同，综合考虑排水水泵的开启台数，以及开启功率。

同时仅参考水位是不够严谨的，系统还需要考虑到水位不同时段的上升速率。针对于每个矿井水下排水情况的不同，在设定程序时，需要先通过计算以及检测，大致推算出矿井水位上升的最高速率，并按照排水功率设定水位最快速率时，各个排水水泵在保障安全排水、节能的前提下，最高效的排水方案。针对于不同的矿井，以及不同的积水区，可采用建模仿真的方式获取水位上升速率最快时、水位上升正常速率时、水位维持不变时几种特殊情况所需要排水水泵排水参数的设置方案。同时将这些特殊情况编入程序中，以应对非常规水位变化情况的出现。

在做到以上两类方案的设定之后，系统还需要对排水设备设置“危险红线”。也就是在出现高水位同时水位上升速度又达到最高点，此时必须强制开启所有排水水泵，全速进行排水工作，以确保井下积水在高危状态下能够高效迅速的回归正常。

3 矿下排水系统改造所获成效

通过对照试验，将多片相似积水区域划分 A、B 两组，A 组采用以往传统的排水设备控制方案，B 组采用改造之后的排水系统自动化控制方案。在经过四周时间的数据采样之后发现。采取矿下排水设备自动化控制系统能够为矿井节约 49.8% 的能耗，同时自动化控制也节约了人工成本。在应对模拟的高水位急剧上升的特殊情况是，自动化控制系统反应速度极快，是传统控制系统的 8 倍左右。综上所述，矿下排水设备自动化控制系统从能耗、成本、安全性上均远远优于传统控制系统。

4 结论

工业发展日新月异，煤炭需求量增大，自动化水平腾飞的当下，矿井井下排水设备的控制系统也需要进行改造。本文研究了矿井排水设备自动化控制的诸多方面，简要介绍了排水设备自动化控制系统的构造。在排水设备自动化改造的研究中，多线共行、特殊情况特殊对待、极端情况全力对待的三类应对措施，增强了排水设备自动化控制水位处理的水平。而在后续系统的对照实验中，能明显发现排水设备自动化控制改造之后所带来的益处。面对煤矿机电设备自动化、节能、高效的要求越来越高，安全生产的保障要求越来越规范化，改造后的排水控制系统全面提升了系统在检测、控制、应变等方面的能力，更加契合了行业现代化的发展需求。在消除人工成本的同时，节能减排也为企业带来了不容小觑的经济收益。由此可见，矿下排水系统自动化控制改造未来发展前景十分可观。

参考文献：

[1] 车永军，王成真，杜利宏 . 煤矿井下中央水泵房自动化排水系统研究与应用 [J]. 煤矿开采 ,2013,18(5):28-31.

[2] 李春光 . 矿井排水系统自动化改造设计与应用 [J]. 煤炭科技 ,2016(01):74-76.