

矿山排水自动化控制系统设计

胡 智

中煤科工集团重庆研究院有限公司 重庆 400037

摘 要：矿山是资源的产地，排水系统的设计与运行对矿山正常开采与环境保护都是至关重要的。近年来，矿山自动化控制技术不断推进，自动化控制系统在矿业企业中得到广泛应用。矿山排水自动化控制系统作为自动化技术在矿山领域的应用之一，通过自动化的方式实现矿山排水的控制与管理，可以降低人力成本，提高排水效率与安全性，具有重要的现实意义。

关键词：矿山；排水；自动化控制；系统设计

随着智能化矿山的不断推进，国家对于环保、节能方面的重视，自动化生产成为矿山发展的主要方向。矿山的井下排水系统除了要正常排水外，还需在电价高峰期与低谷期时间段内调整排水时间，降低排水费用。而当前地下矿山的主要排水系统运行方式仍然为人工操作方式排水，劳动强度大，工程繁琐，所需人员多。因此，需要使用一种自动排水系统来降低能耗与劳动强度。在工业方面，PLC单片机被视为自动化控制系统的核心，被广泛采用。PLC可以辅助监测设备进行实时监控，并与计算机连接，进行数据通讯。如果计算机出现故障，PLC机也可不依赖计算机，独立运行，进而保证整个系统的正常运转。

1 矿山排水自动化控制系统

矿山排水自动化控制系统是一种基于自动化技术的系统，旨在控制和管理矿井水文系统，提高排水效率，降低工作人员的劳动强度和设备运行成本。第一，系统设计是矿山排水自动化控制系统架构的重要基础。系统设计的主要目的是建立一种高效、可靠、自适应的控制体系，包括传感器、控制器、执行器和通讯网络等组成部分。第二，软件开发是一个关键环节。系统软件应包括实时监控、数据采集、参数设置、远程控制等功能，能够实现对矿井水文系统的全生命周期管理和实时监控。同时还要与传感器和控制器各个环节紧密匹配，确保实现系统设计的功能。第三，硬件选型应考虑到成本、效率和可靠性等方面，主要包括传感器、控制器和执行器三类组成。传感器可以根据需要选择压力传感器、流量传感器等，控制器可以基于硬件平台，实现远程控制和监视等功能，执行器则负责自动化控制的精准实现，如流量调节、泵启停等。第四，在实现效果方面，可以通过实时数据采集和处理，自动判断矿井水文系统的状态，进行控制，实现自动化调节和控制，优化

排水调度，提高排水效率^[1]。

总之，矿山排水自动化控制系统设计涉及技术广泛，需要考虑到多方面的因素和需求。通过定制化和系统化设计，并结合实际运行情况的反馈，不断提高系统功能和运行效应，相信将会在未来的矿山排水领域得到广泛使用和应用。

2 自动排水系统工作原理与模式

矿山自动排水系统是一种基于自动化技术的排水控制系统，通过对排水管道的实时监控和分析来实现全面、自动、智能的排水管理。其工作原理可以简单概括为：通过传感器实时采集矿井排水系统内部相关参数的状态信息，并将传感器采集到的数据传输到控制器，控制器根据传感器采集到的数据进行计算、分析处理后输出控制指令，通过执行器控制管道中的泵、水门等设备来实现矿井排水系统的自动控制。

矿山自动排水系统根据不同的管理模式可以分为四种：手动模式、定时模式、自动模式和远程模式。

2.1 手动模式是指系统全部由人工控制，操作人员需要根据排水系统的实际情况进行控制和判断。操作人员需要根据实际情况不断调整控制参数，可能会出现操作失误、控制不精确等人为因素影响排水效率和排水系统安全^[2]。

2.2 定时模式是指系统按照预设的时间间隔来进行操作，这种模式适用于排水量相对较小、排水时间规律的场景，在短时间内可以保证排水系统的正常工作，但是如果场景变化较大，可能需要频繁调整时间间隔。

2.3 自动模式是指系统根据传感器采集到的数据来实现自动调节，通过分析得出排水系统上下游的水位、液位高差或者用流量来进行监测，根据得到的监测数据，通过控制泵的启停或者调节阀门来实现自动控制。自动模式能够自适应环境变化，提高排水效率和排水性能。

2.4 远程模式是指利用互联网等远程传输方式,将控制过程实时传输到设备远程监视中心,从而实现远程控制和监控。此模式具有经济性,也能提高安全性和效率性,增加智能化因素^[3]。

3 煤矿井下排水系统主要结构

3.1 离心式水泵

煤矿井下排水系统主要由井下水泵、排水管道、阀门、贮水池、上水管道等多个组成部分构成。其中,离心式水泵是煤矿井下排水系统的主要设备之一,可分为电动离心泵和液压离心泵两种类型,其主要结构包括泵体、泵轴、叶轮、密封装置、轴承和电动机等组成部分。离心式水泵是一种流体增压输送设备,其主要工作原理是利用泵体内部叶轮的高速旋转,将液体流经叶轮,利用离心力的作用将液体加速并增压,从而实现液体的输入和输出。离心式水泵的轴承部分采用负荷趋向轴承,自动调整轴向位置,可承受较高的负荷和沉降,在矿井排水系统中具有较高的稳定性和可靠性。

3.2 闸阀

闸阀主要由阀体、阀板、阀杆、密封圈和传动机构等组成。阀体通常采用铸钢结构,并经过热处理和表面处理,以提高其耐腐蚀性和硬度。阀板是用于开启或关闭阀门的主要部件,其通过旋转或上下移动对排水管道进行控制^[4]。阀杆是阀门的重要传动部件,其通过传动机构将马达或人工力量转化为阀门的开关动力。密封圈通常由橡胶材料制成,用于确保阀门在关闭状态下的密封性。传动机构的作用是将人工或电动的操作力传递给阀杆,以便轻松、高效地控制阀体的移动和排水系统的流量。

在煤矿井下排水系统中,闸阀的作用是调节流量、控制水流方向和截断排水管道,以确保排水系统的正常运行和工作安全。闸阀的尺寸和数量通常根据排水系统的仪器仪表、流量以及管道直径等因素来确定。使用阀门可以方便维护和管理排水系统,并可有效地防止管路的冲击和反流,有效保障排水系统的安全性和稳定性。

4 自动化排水系统结构与功能分析

4.1 PLC控制器的选型设计

自动化排水系统应用于矿山、城市排水、水电站等大型水利工程等各种排水场景中。它具有自动控制、精度高、效率高等优点,可以取代传统的手动控制方式。该系统主要由传感器、控制器、执行器、通讯设备等多个部分组成。传感器是自动化排水系统的核心组成部分,可以实现排水系统内部参数的实时监测、采集和传输。传感器可以用于监测水位、水压、流量等参数,并将这些数据传输到控制器中,由控制器进行分析和处

理,输出控制指令。控制器是自动化排水系统的智能核心,在控制器中通过对传感器采集到的数据进行计算、分析和处理,最终实现对执行器的控制^[5]。控制器的选型需要考虑排水系统的容量、控制精度、处理速度、抗干扰能力等因素。常用的控制器包括PLC控制器、SCADA控制器、DCS控制器等。执行器是控制器输出信号进行转换的一个重要部件,它是自动化排水系统的执行器。执行器通常由电动阀、水泵、调节阀等组成,通过执行开启、关闭等操作,实现自动化排水系统的控制。通讯设备用于实现自动化排水系统与其他监测、管理系统之间的联动。通讯设备通常包括传输线路、网关、路由器等设备,它们可以实现自动化排水系统的远程监测、维护和控制。在自动化排水系统中,PLC控制器是一个常用的控制器类型,它具有功能强大、稳定可靠、易于编程等优点。通过熟练掌握PLC的编程方法,可以实现自动化排水系统的高效自动化控制。在选型PLC控制器时,需要考虑排水系统的规模、应用领域、控制精度等因素,并且要选择稳定性高、通讯接口丰富、多功能的PLC控制器设备。

4.2 监测报警

自动化排水系统的监测报警系统是排水系统中的一道重要防线。主要功能是对排水系统进行实时监测,及时发现排水系统中的故障或异常情况,并通过报警信号或系统反馈信息告知操作人员,保障排水系统的安全与稳定工作^[6]。

监测报警系统包括以下部分:①传感器:传感器采集排水系统中的实时参数数据,如水位、水压、流量等,将数据传输给监测系统。②监测系统:监测系统是监测报警系统的核心组成部分,该系统通过收集传感器采集到的数据,对排水系统的运行状态进行实时监测和分析。③监测器:监测器是监测系统输出参数数据的设备,可以采集和显示传感器采集到的数据,并对其进行分析和处理。④报警系统:报警系统是监测报警系统的重要组成部分,其主要功能是在监测系统发现排水系统异常情况后,通过报警器发出报警信号,提醒操作人员及时处理问题。

监测报警系统可以实时监测排水系统中的运行状态,保障排水系统的正常运行,具有以下优点:①及时发现问题:系统能够实时监测排水系统的状态,一旦有异常情况立即报警,帮助操作人员及时发现问题,采取相应的措施,避免故障造成不必要的损失。②提高排水系统稳定性:监测报警系统的及时监测和反馈,使得排水系统的安全稳定运行,从而有效延长系统的使用寿

命。③自动化控制：通过自动化监测和控制技术的应用，可以极大地降低人工维护排水系统的工作量，提高排水系统的效率，减少成本。

4.3 保护功能

自动化排水系统在保护功能方面起着重要作用。排水系统不仅需要保护本身的安全，还需要保护环境和生态的安全。以下是自动化排水系统的保护功能：①保护水源质量。排水系统可以有效地将废水从生产环境中排放出去，避免了废水对环境的污染和生态的破坏，确保了水源的质量^[1]。②保护管道安全。自动化排水系统通过实时监测排水管道系统，及时发现和报警管道系统中的异常情况，保证了管道在使用过程中的稳定和可靠性。③保护设备的安全。自动化排水系统能够通过通过对设备的实时监测，及时发现设备状况异常，减少故障发生的可能，保护设备的安全和稳定运行。④保护人员安全。自动化排水系统在发现危险、异常以及情况紧急时可以第一时间向操作人员发送紧急警报，提醒操作人员注意安全。因此，自动化排水系统的保护功能是系统必不可少的一项功能。通过强化排水系统保护功能设计和实施，可以有效地保障排水系统的安全、环境的卫生和生态的安全。

5 矿山排水自动化控制系统的实现效果

通过矿山排水自动化控制系统，并不能完全规避由人类因素引起的排水泵的闲浮，其同样会被控制系统感知到，整个系统会进行实时反应，并发送控制指令。矿山排水自动化控制系统，可以实现对矿井水文系统的全生命周期管理和实时监控。该系统可以在矿山项目的管道中放置冗余备份传感器，来监控不同的位置。随着数据采集点的增加，控制器的数据分析处理能力、指令的控制效果等特性都会得到进一步提升，并持续优化排水计划。同时，由于具有自动化控制的优势，能够实现快速而精准的流量调节、泵启停等多种控制策略，提高排水管理的精准度和及时性，优化排水调度，提高排水效率。这些特点可以有效减少了人力成本和作业难度^[2]。

6 矿山排水自动化控制系统应用与推广的前景

矿山排水自动化控制系统是矿山领域的一种新技

术，应用领域非常广阔，矿山、水利工程等多领域都可以得到应用。目前，随着各行业自动化水平不断提高，建立起来了完善的自动化控制网络，自动化控制系统的应用与推广将会得到更多的支持。未来随着矿山自动化智能化水平不断提升，其应用前景有望得到更广阔的区域推广。随着现代科技的发展和对矿山排水的重视，自动化控制技术已被广泛运用于矿山排水系统中，并取得了显著的效果和成果。矿山排水自动化控制系统可以实时监测、控制和管理矿山内部的各项流程，有效地提高了排水系统的运行效率和设备的管理。未来，随着矿山排水量的持续增加和新一代自动化控制技术的不断发展，矿山排水自动化控制系统应用与推广的前景将更加广阔。

结束语

矿山排水自动化控制系统是基于自动化技术实现对排水系统的控制和管理。通过传感器的采集，控制器的分析处理和输出，执行器的控制，实现矿山排水的自动化调节和控制，降低人类劳动强度和操作错误可能带来的成本损失，在平稳保障矿山排水系统安全可靠的基础上，提高排水效率和环保效益。随着技术的不断推进与革新，矿山排水自动化控制系统的应用前景会越来越广泛广大企业并体越来越多的成本优势。

参考文献

- [1]李松恩.基于PLC的矿井自动化排水系统控制研究[J].山西能源学院学报, 2020, 33(1): 20-21.
- [2]王晏.煤矿井下主排水泵房的自动化控制研究[J].中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(23): 186-187.
- [3]刘鹏.锰矿井下排水系统自动化控制研究[J].中国锰业, 2019, 37(1): 79-81. DOI: 10.14101/j.cnki.issn.1002-4336.2019.01.018.
- [4]陈其晖.井下自动化排水控制系统的运行设置[J].江西煤炭科技, 2019(4): 209-210, 213.
- [5]王语.井下自动化排水系统在实际中的应用[J].设备管理与维修, 2019(14): 235-237.
- [6]张彪.基于S7-300PLC的井下自动排水系统的设计[J].机械管理开发, 2019, 34(6): 214-216.