

矿井下主排水无人值守系统的设计与应用

段伟峰*

(山西焦煤集团介休正益煤业有限公司,山西 介休 032000)

摘 要:针对传统的矿井主排水系统自动化程度低、运行效率低和能耗高等问题,基于PLC控制器设计了矿井主排水无人值守系统;并阐述对系统的结构设计、参数采集和功能设计,该系统实现泵站无人值守、“峰谷平”轮换调度和远程监控等功能,保证了煤矿排水系统的安全运行。

关键词:井下泵房;无人值守;自动控制系统

中图分类号:TD844 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2025)01-0147-03

矿井排水系统的自动化控制是实现煤矿安全生产的基础系统之一。为响应“机械化换人、自动化减人”的政策号召,越来越多的矿井完成了机械化、自动化改造升级。本文从煤矿安全智能高效排水实际出发,针对传统矿井主排水系统存在问题,采用PLC控制器、传感器、AI智能摄像仪、地面上位机分析平台等软硬件设备,对主排水系统进行重新设计改造,优化算法分析模型,实现主排水设备无人值守和智能运行^[1]。

1 矿井主排水无人值守系统结构设计

矿井主排水无人值守系统主要由地面控制室设备、泵房现场设备构成,其中地面集控室主要配置包括:工控机、打印机、报警音箱、上位机软件平台,泵房现场主要配置PLC控制柜、本安操作台、就地操作箱、声光报警器、执行阀门、各类信号采集传感器、AI智能摄像仪等设备。

1.1 地面集控室

地面集控室主要由工控机、打印机、报警音箱、上位机软件平台等组成。上位机软件平台选用力控组态软件,力控组态平台是为工业过程控制和实时监测领域服务的通用计算机系统软件,具有功能完善、操作简便、可视性好、可维护性强等特点;工控机主要用于承载组态软件,显示开发好的上位机集控软件;打印机主要用于各种报表及记录的打印;报警音箱主要用于系统预警及设备启停动作时播报设备启停信息,实时播报操作系统当前任务。

1.2 泵房现场

泵房现场主要配置PLC控制柜、本安操作台、就地

操作箱、声光报警器、执行阀门、各类信号采集传感器、AI智能摄像仪等设备。PLC控制柜主要由可编程控制器、信号变送器、中间继电器等组成,完成对信号的接收、放大、运算、判断发出各种指令,并作为采集、控制现场闸阀控制装置的主令设备,将采集到的信号传递给上位机平台,根据平台指令及下位机逻辑运算结果,系统设备启停,实现远程自动控制。

本安操作台主要由显示屏、按钮、指示灯组成,泵房内配置1台,既可以实现任意泵组的一键启停,也可以单独控制泵组中的某一设备启停,实现泵房设备就地集中智能控制。

就地操作箱主要由按钮、指示灯组成,每台水泵配置1台,用于单台设备的启停控制。智能AI摄像仪可实现目标抓拍、行人侦测及其他视频结构化应用,同时具有语音对讲功能,满足实时的信息交互。闸阀和球阀选择手自一体阀门,满足系统智能运行时的自动控制要求。

现场传感器主要包括水仓水位、水泵出水压力、各水泵真空度、管道流量、电机电流、轴承温度、振动监测、电动机及电动闸阀等设备开停及到位状态采集等传感器。传输设备主要选择以太网模块、工业交换机、光缆、网线等设备实现,其中PLC通过以太网模块接入到汇聚交换机上,AI摄像仪通过自带的KJ45口接入到汇聚交换机上,传输到调度指挥中心^[2]。

2 矿井主排水无人值守系统信号采集设计

控制系统可对水泵运行的各种参数进行实时采集并上传至地面,主要数据包括模拟量和数字量两大

* 收稿日期:2023-05-06

作者简介:段伟峰(1980-),男(汉族),山西太原人,工程师,现从事煤矿机电设备管理工作。

类。需要采集的参数如下:

- (1)水泵压力采集。在每台泵的出水口安装1台压力变送器,采集水泵出水口压力。
- (2)水泵真空度采集。在水泵泵体末端或抽真空管路上安装1台负压变送器,采集水泵泵体的负压值,判断泵体是否已经注满水。
- (3)电参数采集。通过三相电参数模块,实现水泵电机的三相电压、三相电流、有功功率、无功功率等参数的采集,进而判断水泵系统的运行状态,以便进行预警及趋势分析。
- (4)温度采集。配置温度巡检仪采集泵体预埋的轴承温度、定子温度、转子温度,配置温度传感器采集电机温度。
- (5)水仓水位采集。采用投入式液位和超声波液位2种不同工作原理的传感器实时检测水仓水位,实现高水位起泵低水位停泵。
- (6)阀门开度采集。利用阀门位置传感器,将开度电阻信号转换为4~20mA电流信号,接入PLC。
- (7)流量采集。在2趟排水管路上分别安装满足管径要求的超声波流量传感器,采集瞬时流量、累计流量等参数。
- (8)开停状态采集。配置开停传感器采集水泵开停状态,PLC直接读取闸阀、电磁阀的工作状态及到位信号。
- (9)故障信息采集与判断。水泵故障发生前一般会伴随温度升高、振动加剧等情况,可以通过采集的温

度、振动变化趋势,提前预警。

3 上位机界面及功能设计

上位机软件界面可实时显示现场的视频信息,并支持和现场进行语音对讲,显示系统参数,显示各设备运行图,且图形画面之间具有链接功能,可以很方便地切换其他显示画面,包括实时曲线,各时间段的历史曲线和具体数据报表。当参数超限、控制对象故障或状态变化时,能自动在当前画面以不同颜色进行显示,并有音效提示。在现场控制箱上可汉字显示各故障信息并报警,在地面监控主机上亦可显示现场单元当前的报警信息以及保存的报警记录。

煤矿井下主排水无人值守系统参数包括主排水管的累积流量及瞬时流量、水泵抽真空情况和出水口压力值、电机电压、电流、功率参数、泵体振动情况、水位情况、每台泵的运行时间、各种阀门的状态等。这些参数不仅是水泵启停的必要依据,同时也是对系统进行统计、查询的重要依据。在地面监控计算机中可以记录上述参数的数据并绘制趋势曲线,便于管理人员进行统计,同时将数据按时间段进行历史数据储存。对每台泵正常运行时的电流、电压、压力、流量、真空度、温度等参数变化的时间等参数形成一套有针对性的“工业配方”,与运行时参数进行比较,以便在早期发现系统中存在的隐患。矿井主排水无人值守系统通过图形动态显示水泵、真空管路、电动球阀和电动闸阀的运行状态,直观实时显示电动球阀和电动闸阀的开闭位置。控制系统上位机界面如图1所示。

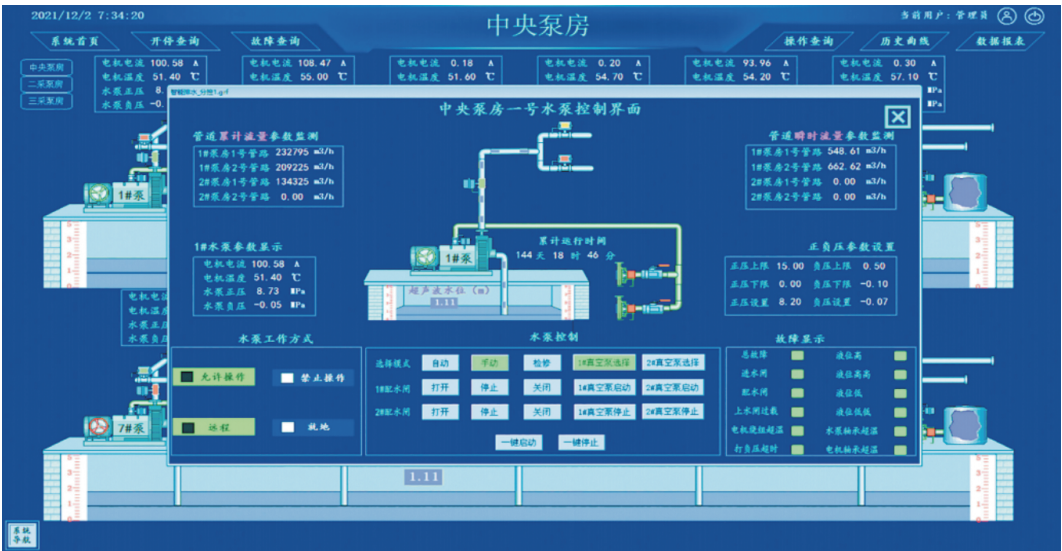


图1 上位机界面

4 矿井主排水无人值守系统控制方式设计

主排水智能控制系统可选择的控制模式有自动控

制、集中控制、检修控制3种工作方式,且各控制方式之间应设有互锁功能,即同一时间只允许1种控制方式存

在。水泵启动流程及水泵停机流程如图2所示。

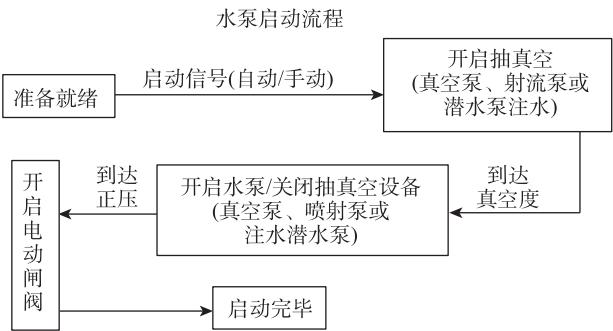


图2 水泵启动流程

4.1 自动控制

根据水位等参数,PLC 按照设定参数,以避峰填谷的原则自动选择运行水泵,并按照控制流程,完成单台或多台水泵等的寿命轮换开停。在自动控制时,系统将井下水仓水位分为4档,即低低水位(停泵水位)、低水位(峰值电费时段停泵)、高水位(谷值电费时段启泵)、高高水位(触发即启泵);煤矿井下主排水无人值守系统还设计了多台泵自动轮换工作控制,控制程序将水泵启停次数及运行时间和管路使用次数及流量参数自动记录并累计,系统根据这些运行参数选择自动启停的水泵和相应管路,使各水泵及其管路的使用率分布均匀。当某台泵或所属阀门故障时,系统将自动发出声光报警,记录事故,同时将故障泵或管路自动退出轮换工作,并开启备用设备。PLC 自动化控制系统根据水仓水位的高低、井下用电负荷的高、低峰和供电部门所规定的平段、谷段、峰段供电电价时间段、水泵运行总时间、水泵工况等因素,建立数学模型合理调度水泵,根据实际情况按照“避峰填谷及节能”、“水泵等

寿命轮换开停”的原则,先后开启水泵,或者同时开启多台水泵,并且在出现险情时能够及时报警^[3]。

4.2 集中控制

集中控制分为井下集中控制和远程集中控制2种方式。

(1)井下集中控制。操作人员使用井下操作台在选择完管路后,每1台水泵都能做到一键启动和停止。

(2)远程集中控制。地面操作人员利用矿井综合信息自动化系统或者地面上位机对每1台水泵的集中控制,实现远程排水。

4.3 检修控制

检修控制为操作人员在水泵房起、停水泵。此种情况下可操作任何一台水泵电机、闸阀、电动球阀的开关,相互动作互不闭锁。

5 结论

矿井主排水无人值守系统具有“避峰就谷、等寿命智能运行”、运行可靠、操作方便、智能化程度高等特点,该系统可实现根据工况设定以及时间、水位等参数自动开启、停止水泵的运转。煤矿井下主排水无人值守系统的实施实现主排水无人值守,节约运行成本,保证矿井安全高效生产。

参考文献:

[1] 胡文博,周利刚.煤矿井下无人值守自动化泵房的设计分析[J].河南科技,2013(5):69.
[2] 孟云飞.井下泵房无人值守系统设计分析[J].能源与节能,2018(10):188-190.
[3] 贾建阁,陈军辉.煤矿井下泵房无人值守及自动控制系统研究[J].内蒙古煤炭经济,2017(21):8-9.

(上接第146页)

矿山地质勘查和找矿技术正处于快速发展的阶段,技术水平不断提高,但也存在一些问题和挑战,要高效地进行矿山地质勘查和找矿,需要从多个角度进行优化和改进,以提高勘查和找矿的效率和能力,促使矿山地质勘查和找矿技术持续发展壮大,为矿产资源开发提供更为可靠和有效的技术支持。

参考文献:

[1] 段文晶.矿山地质勘查与找矿技术研究[J].福建质量管理,

2020(5):267.

[2] 高永超.矿山地质勘查与找矿技术要点研究[J].模型世界,2020(2):142-144.
[3] 冯士彬.矿山地质勘查与找矿技术研究[J].商品与质量,2020(18):113.
[4] 王亚宁.矿山地质勘查与找矿技术研究[J].建筑工程技术与设计,2020(36):287.
[5] 刘诗庆.矿山地质勘查与找矿技术研究[J].百科论坛电子杂志,2020(19):4837.
[6] 李献军.矿山地质勘查与找矿技术关键点分析[J].建筑工程技术与设计,2020(1):92.