

# Energy Saving and Emission Reduction Technology Transformation and Application of Coal Mine Electromechanical Equipment

Na Li

Shaanxi Zhongneng Coalfield Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

## Abstract

The intelligent transformation of electrical equipment in mining machinery serves as a critical approach to enhancing mine safety standards and operational efficiency. Taking Yuandatan Coal Mine as a case study, this research addresses challenges inherent in traditional manual monitoring systems—including coverage gaps, excessive maintenance workload, imprecise parameter tracking, and complex operational procedures. Guided by the safety-first principle, the study proposes intelligent upgrades for four core systems: transportation, ventilation, drainage, and power supply. Through technical solutions such as installing smart sensors, upgrading programmable logic controller systems, and establishing remote monitoring platforms, the initiative achieves real-time equipment status monitoring and remote single-button operation control. The implementation is projected to significantly reduce manual labor intensity, improve fault prediction accuracy, and provide actionable references for advancing intelligent mining infrastructure development.

## Keywords

coal mine electromechanical equipment; intelligent transformation; Zhaoxian Mining; remote monitoring; fault warning

## 煤矿机电设备智能化改造与升级实践

李娜

陕西中能煤田有限公司, 中国·陕西 榆林 719000

## 摘要

矿山机械电气设备的智能化革新是提升矿井安全水平和运行效率的关键方式。本文将袁大滩煤矿作为研究对象, 针对传统设备由人工监测存在监测空白区域、运维工作任务量巨大、参数监测不精准、操作流程复杂等问题, 按照安全优先原则, 从提升运输、通风系统、排水系统、供电系统四个主要系统提出智能化改造的设想。借助加装智能感应装置、更新可编程逻辑控制器控制体系、构建远程监控平台等技术途径, 达成设备状况的实时察觉与远程单一按键操控运作。改造估计能够明显减轻人工劳动强度, 提升故障预警的精确程度, 给矿山智能化构建供应可实施的实践参照。

## 关键词

煤矿机电设备; 智能化改造; 招贤矿业; 远程监控; 故障预警

## 1 引言

伴随煤炭产业进行转型升级的需求日益迫切, 对矿山机械电气设备开展智能化改造已经成为了提升矿井安全水平以及生产效率的一种关键方式。本文结合现场实际去做操作, 从提升设备操作的安全、便捷性与实操细节角度出发, 对智能化技术在设备改造过程当中的具体应用情况进行探索, 其目的是为了给矿山机械电气系统的智能化升级提供能够去执行的实践方面的设想。

## 2 煤矿机电设备智能化相关理论与技术基础

煤矿机电设备智能化的关键所在是通过现代信息工艺与物理设备的深度融合, 重新构造传统的生产和运维模式。其内涵并非是单纯地叠加自动化设备, 而是把物联网视作神经末梢, 凭借智能感应器件及时采集电压、电流、振动、温度等设备运行的相关数据以及环境层面的资料, 构建起全面感知的网络; 采用 PLC 可编程控制设备作为执行的核心, 依照预先设定的逻辑对提升、通风等关键设备实施精准的协同控制和远程的调控; 在此同时, 将海量的监测数据汇聚到大数据分析平台当中, 通过趋势的分析判断和故障的提前诊断模型, 挖掘数据背后所隐藏的设备健康状态和潜在的风险, 最终实现从单个机械的人工操作向系统的智能联动的转变, 从根本上减少人员干预的程度, 提升作业流程的本质安全水平。

【作者简介】李娜(1984-), 女, 中国陕西米脂人, 本科, 工程师, 从事机电设备安装与维修, 机械制造及自动化研究。

### 3 煤矿机电设备现状及存在问题分析

#### 3.1 典型矿井机电设备应用现状

把中能公司管控的袁大滩煤矿确定为研究对象，该矿山作为主要生产矿山，其机电装置配备在行业里具备典型代表特性。当下矿井里分布着十二个机电硐室，装配了十千伏高压开关柜三十六台、主排水泵八台、主通风机两台、主运输皮带四条以及压风体系一套。这些关键装置依旧以传统非智能化装置为主，控制体系相互独立造成数据孤立状态，运作完全依靠人员在现场巡查检验与当场操控，还没搭建集中远程监控平台，整体处于分散控制、人员值班的传统运作时期。

#### 3.2 安全层面：人工监测存在盲区

矿井内环境特殊，人员巡查检验受到视野和时间间隔的限制，很难捕捉到突然发生的装置异常情况。中央变电所高压柜触头温度、局部放电等隐藏隐患无法用肉眼辨别，主运输皮带滚筒温度升高以及通风机振动异常仅仅依靠定时检查，两次巡查检验的间隔时间内无法对突发故障发出警报，这类空白区域直接对供电和通风安全产生影响，给现场管理人员带来较大的心理负担。

#### 3.3 效率层面：人工运维工作量大

完全由人员值班的模式致使效率不高，矿井内十二处机电硐室每天进行三班巡查检验，单次花费时间约为四小时，总工作时间达到三十六小时。主排水泵的启动和停止需要人员下到矿井进行操作，雨季排水高峰时期往返次数频繁导致无效劳动急剧增加。压风机数据由人员记录整理占用大量工作时间，现场技术人员体力受到限制，频繁往返占用了装置维护和技术分析的精力。

#### 3.4 精准度层面：关键参数监测不准

传统装置缺少在线监测方式，重要参量获取迟缓且精准程度不够。主通风机的气流量、负压力依靠机械类仪器读取，指针晃动导致误差较大。皮带的电流量仅能体现启动和停止状态，不能辨别负荷的轻重以及滚筒的磨损趋向。电量相关参量依赖每月人工抄录电表数据，难以了解负荷的波动情况，粗犷化的监测数据直接对工作状况判断的正确性产生影响。

#### 3.5 便捷性层面：设备操作流程繁琐

现有的操作程序复杂并且依赖专业人员，高压开关柜的停电和送电需要两人配合进行唱票操作，来回花费时间较长。水泵启动前需要在现场检查阀门、盘车、合闸等多道工序，在紧急状况下响应缓慢。现场运维人员在面对机械式操作结构时操作难度较大，设备的状态不能通过远程方式看见、操作不能通过远程方式执行，既增加了操作风险又降低了应急处理的效率。

## 4 煤矿机电设备智能化改造与升级思路

### 4.1 改造升级的总体原则

袁大滩煤矿在机电设备智能改造方面，按照“安全为

首要、按需求改造、分阶段实施、节能且高效、操作便捷”的总原则来做。安全第一就是说，所有改造方案都要把提高系统基本安全水平当作前提，先解决人工监测有死角带来的安全隐患。按需改造是说，不盲目追求技术堆叠，针对中央变电所、主排水泵等关键设备存在的具体问题，采取合适的办法。分阶段进行是考虑到井下生产不能中断，把改造任务分成多个阶段，利用设备检修的时间逐步推进，尽量减少对生产的影响。节能又高效是指，改造后的系统要能自己找到最佳状态，根据需求运行，减少不必要的能源消耗。操作方便则是结合现场运维的实际需要，让人机交互界面更简单，降低操作难度，让技术真正为工作人员服务。

### 4.2 改造升级的核心目标

针对之前整理出来的四大难题，这次改造设定清晰的量化目标。在安全方面，去掉人工检查没覆盖到的地方，实现12个机电硐室、36台高压柜、8台主排水泵等重要设备的随时在线检查和有异常就报警，故障报警的准确程度提高到95%以上。在效率方面，建立集中远程监控的平台，把每天的检查用工时间从36工时减少到8工时以内，主排水泵、压风机等设备达到不用人盯着就能运行的状态。在准确程度方面，关键数据的检查准确程度提高到0.5级，振动、温度、电流等数据做到一毫秒内就采集到并能分析变化趋势。在方便程度方面，操作步骤从需要在现场分好几步做，改成在远处按一下按钮就能操作，紧急情况响应的时间缩短到5分钟以内，全面减少对人员专业经验和体力的依靠。

### 4.3 提升系统的智能化改造

副井提升系统承担着人员和物资的运送工作，它是不是安全稳定特别关键。改造的主要办法是加上智能监测和自动控制系统，照着梁家煤矿的做法，用ABB先进的电控技术来升级。在技术方面，首先在主轴、电机轴承和天轮这些重要地方装上振动和温度传感器，及时收集运行数据；接着对PLC控制系统进行升级，加上故障诊断模块，实现对容器位置、速度和载荷的准确控制；最后建一个远程监控平台，把绞车房的数据连到智能控制中心。改造时重点要看新旧系统能不能合得来，利用检修的短时间完成设备的安装和调试，保证在八小时内不停顿地完成切换。改造以后，司机不用在现场值班了，操作流程从多人一起配合喊话确认，简化成一个人按一下键就能确认，让操作变得方便又安全多了。

### 4.4 通风系统的智能化改造

主通风设备是矿井“呼吸系统”的重要组成部分，改进的方向是实现一键启动和关闭、设备自动切换以及根据需要供应空气。参考南屯煤矿的做法，用TLT新型主通风设备替换老旧设备，并配套建立智能控制系统。在硬件方面，换上高效率的设备主体，安装风量、风压、震动和温度等多种感应装置，建立完整的感知网络；在控制方面，升级PLC控制系统，整合持续供风自动切换设备、一键反向供风以及故障自行诊断功能，让运行状态自动优化调整；在平台方面，接入矿井综合管理控制平台，根据井下的空气需求

自动调节叶片角度和转动速度。借鉴中煤集团的实践做法，将切换设备的时长从五分钟以上缩短至四十秒左右，消除转换过程中井下无空气的隐患。现场工作人员重点留意操作界面的友好化设计，确保切换设备、反向供风等繁杂操作都能通过触摸式屏幕一键完成，降低操作的难度。

#### 4.5 排水系统的智能化改造

主排水系统革新的目标是从人工值守转变为无人值守。参考孟村矿与同富新煤业排水系统智能化经验，搭建“感知—决断—操控”全闭环智能排水架构。革新内容主要包括：为8台主排水泵加装高精度水位感应装置、流量计量装置、电机温度感应装置以及震动监测装置，及时感知水仓水位、涌水流量与设备运行状况；更新PLC控制系统，嵌入智能排水算法，系统依据水位变化速率动态预测涌水趋势，自动判断水泵启动关停数量与运行时长，实现避峰填谷节能运行；增加视频监控与远程控制模块，值守人员在中央控制室就能监控水泵房整体情况，在必要时刻进行远程干预。同富新煤业的实际情况说明，智能排水系统开始用起来后，紧急情况处理的时间从30分钟缩短到1分钟以内，提前判断故障准不准的程度达到了92%，人工检查的次数从每天6次减少到1次。在改革变化的过程中，重点关注感应设备安装的地方和防水保护的办，保证长时间用起来很可靠；操作界面的设计结合现场使用的习惯考虑，用图画的方式清楚地显示水仓里的水位、设备的情况和运行的建议。

#### 4.6 供电系统的智能化改造

中央的变电所进行改造这件事情，主要是聚焦在越级跳闸以及漏电选线这两个方面的问题。所采取的办法是，给36台高压的柜子去更换智能的综合保护的装置，并且构建一个以太网的通信的网络。当发生故障的时候，设备会通过网络来共享相关的信息，并且结合拓扑的结构图来准确地找出故障的位置，仅仅只有距离故障点最近的上级的开关会进行运作，从而彻底地避免越级跳闸这种情况的发生。更新精确的选漏的技术，在发生单相接地的时候，能够自动地辨别并且断开故障的线路。增加一键式的漏电试验的功能，能够远程地完成试验并且自动地生成报告，以此来替代人工

下井的程序。改造之后，现场管理人员能通过监控平台清晰查看供电拓扑构造与保护记录，供电安全管理控制能力显著提升。

#### 4.7 改造升级的保障措施

智能化的改造进行落地是需要多个层面方面的保障的。在技术的这个层面要选用那种稳定并且可靠的智能的设备，要为每一台的设备去建立数字的档案文件，从而实现从采购一直到报废的全周期的跟踪。在人员的层面要对现场运维人员开展专项的培训，以此增强系统的操作以及应急的处置能力，要鼓励工作人员参与界面的优化设计。在资金的层面要按照分阶段实施的这样一个原则，把改造的资金投入纳入年度的财政规划，优先去保障核心的系统更新。在管理层面修订智能化设备运维规范，明确划分岗位责任，建立“监测—预警—处理—验收”全流程的闭环机制，并且定期进行系统运行自我评估，杜绝“建设后不使用”的现象，确保系统持续高效运行。

### 5 结语

煤矿的机电设备进行智能化改造这件事情，是提升矿井的本质安全水平以及运行效率的必然要做出的选择。本文以袁大滩煤矿当作范例，针对传统设备存在人工监测有盲区、运维方面压力比较大、参数精准度不够、操作流程很复杂等这些问题，从提升系统、通风系统、排水系统、供电系统这四个系统来提出具有针对性的改造的思路。通过进行传感器的布置、控制系统的升级以及远程平台的搭建，从而实现设备状态能够实时被感知以及远程一键控制的操作，明显地减轻现场工作人员的劳动强度，为煤矿智能化建设提供能够被复制的实践方面的路径。

#### 参考文献

- [1] 张敏,李玉福.煤矿机电设备智能化改造与升级策略研究[J].工矿自动化,2024,50(S2):201-204.
- [2] 李洪杰.煤矿机电设备智能化升级与能效提升研究[J].内蒙古煤炭经济,2025,(23):157-159.
- [3] 冯佩华.浅析煤矿机电设备的智能化建设[J].能源与节能,2023,(3):206-208.