

# The Application of PLC Technology in Intelligent Mine Mechanical and Electrical Equipment

Zhenxing Wu

Shanxi Xinzhou God Shengda Qifeng Coal Industry Co., Ltd., Ningwu, Shanxi, 036700, China

## Abstract

The automatic control system with PLC technology as the core is widely used in the intelligent mine mechanical and electrical equipment. This paper constructs the system according to the mining demand, analyzes the operation rules and hardware layout, and lists the control strategies. In the experiment, the system was applied to the practical operation of the mine electromechanical equipment, and the control strategy was described in detail. The results show that the system makes the equipment run efficiently and stably, has the function of quick fault identification and recovery, and improves the engineering application effect. In view of the challenges and problems of PLC technology in the mine environment, improvement strategies and suggestions are put forward to provide reference for the development of intelligent mine mechanical and electrical equipment and promote the mine mechanical and electrical equipment to a more intelligent, efficient and stable direction.

## Keywords

PLC technology; intelligent mine mechanical and electrical equipment; automatic control system

## PLC 技术在智能化矿山机电设备中的运用相关阐述

吴振兴

山西忻州神达栖凤煤业有限公司, 中国 · 山西 宁武 036700

## 摘 要

以 PLC 技术为核心的自动化控制系统在智能化矿山机电设备中应用广泛。论文依据矿产开采需求构建该系统, 分析其运作法则与硬件布置, 罗列控制策略。实验中, 将系统应用于矿山机电设备实际操作, 详细描述控制策略。结果表明, 系统使设备高效稳定运行, 具备故障快速识别恢复功能, 提升工程应用效果。针对 PLC 技术在矿山环境的挑战与问题, 提出改进策略和建议, 为智能化矿山机电设备发展提供参考, 推动矿山机电设备向更智能、高效、稳定的方向迈进。

## 关键词

PLC 技术; 智能化矿山机电设备; 自动化控制系统

## 1 引言

随着现代科学技术的发展, 尤其是计算机与通信技术的飞速发展, 工业自动化已经逐步成为各工业领域追求高效率、高质量生产的重要手段。尤其在矿山机电设备这个特殊、极端的矿产资源开采环境中, 高度的自动化和智能化成为了众多研究者追求的目标。其中, PLC 技术作为一种应用广泛并且成熟可靠的控制技术, 它的运用不仅可以降低操作难度, 提高操作效率, 还能改善设备的运行状态, 增强设备自身的稳定性及可靠性。然而, PLC 技术在矿山环境下的具体应用和其在智能化矿山机电设备中的控制效果, 一直以来都是工业自动化领域中需要深入研究与探索的重要议题。论

文将以实际的矿产资源开采需求为出发点, 构建以 PLC 技术为核心的机电设备自动化控制系统, 并通过实验验证的方式, 对这种控制系统在矿山机电设备中的具体运用进行实证检验, 最后还将针对 PLC 技术在矿山环境下可能存在的挑战和问题进行讨论, 希望通过本研究, 能够对智能化矿山机电设备的进一步发展提供一定的理论支持和参考依据。

## 2 PLC 技术和智能化矿山机电设备的基本概述

### 2.1 PLC 技术的基本原理和特点

PLC (可编程逻辑控制器) 技术作为现代自动化控制系统的重要组成部分, 其基本原理与特点对于智能化矿山机电设备的应用至关重要<sup>[1]</sup>。PLC 技术的核心是通过编程实现对机电设备的自动化控制。PLC 本质上是一种专用于工业环境的计算控制设备, 能够通过一系列输入输出信号, 高效地进行逻辑运算和控制处理。

PLC 技术的基本原理主要包括输入 / 输出 (I/O) 接口

【作者简介】吴振兴 (1983-), 男, 中国山西宁武人, 本科, 助理工程师, 从事煤矿井下电气设备的维护、检修、管理等研究。

处理、中央处理单元（CPU）运算以及用户程序的执行。输入模块接收来自传感器和开关等设备的信号，将其转化为 PLC 内部能够处理的标准信号；而输出模块则负责将处理后的指令信号发送给执行机构，如电机、阀门等，从而实现动作控制。中央处理单元（CPU）依靠内置的程序逻辑，对输入信号进行逻辑运算、时间顺序控制和算术运算，根据预先编写的用户程序，生成相应的控制指令输出<sup>[2]</sup>。

具备高灵活度和可编程性的 PLC 技术，能依据各种控制需求作出编程和调整，可胜任复杂多变的工业应用。PLC 所具有的强大抗干扰力和信赖性，让它能在最苛刻的工业环境中稳定运作。由于模块化设计，PLC 系统易于扩充和保养，用户可按需方便地配置输入输出模块以及其他功能模块。PLC 的适用范围并不只是简单的开关量控制，它亦包涵复杂的模拟量控制、多变量和分散式控制系统。而在智能矿山机电设备中，PLC 技术的优点则是尤其突出的。通过 PLC 技术，矿山机电设备可以实现自动化控制，提高设备运行的精度和效率，减少人为操作的误差和安全隐患，进而增强矿山整体作业的安全性和工作效率。PLC 技术不仅支持机电设备的实时监控和远程控制，还具备强大的数据分析和故障自诊断功能，为矿山设备的智能化管理提供了技术保障<sup>[3]</sup>。

## 2.2 智能化矿山机电设备的发展和需求

智能化矿山机电设备的发展和需求主要涉及技术进步和设备性能优化。随着对矿产的需求持续攀升，矿山机电设备走向自动化和智能化转换逐渐显得必不可少，而成为现实的基础，则是先进的控制和信息技术的深度融合。现代智能化矿山机电设备不单需要具有高效率、稳定性的运作，更需拥有实时监控、数据收集、故障检测和恢复功能，确保设备的信赖度和安全性。考量到矿山环境的严峻和复杂，设备须有良好的抗干扰和耐用特性。设备的智能化水平，不只是影响矿山的运营效益，更推动矿山行业朝着更现代化、智能化的路径前行。

## 2.3 PLC 技术在智能化矿山机电设备中的应用现状

在现代化的矿山工业设备的发展途中，可编程逻辑控制器，简称 PLC 技术，成了此领域的核心。PLC 技术因其坚韧稳定、效率高特性，已被广大矿业视为其自动化控制系统中的核心。目前，在各类矿业自动化设备，包括但不限于矿井通风，提升设备，排水系统及供电系统等等之中，PLC 技术的应用无处不在。可编程逻辑控制器的实时监控和调整功能使其能切实保障矿山设备的安全并提升其运转效率。再者，PLC 系统之高级的故障检测和恢复能力，让其在设备出现异常情况时，能及时采纳相应策略，有效裁减停机时间，从而极大提高了矿山生产的效率和安全性。基于 PLC 技术的智能化控制系统已成为现代矿山不可或缺的重要组成部分。

## 3 PLC 技术在智能化矿山机电设备自动化控制系统的构建和运用

### 3.1 基于 PLC 技术的自动化控制系统的构建

构建这 PLC 技术的矿山机电设备自动化控制系统，重要的就是得把系统架构设计得周全合理，挑选能驾驭的硬件与软件配置，这样才能对矿山设备进行高效稳定的控制。矿山机电设备的控制需求，还有工作环境的特性，诸如高湿度、高粉尘和复杂地形等，这些都可能对系统的稳定性和耐用性造成威胁。PLC 主控制器是个关键，必须得性能过硬，抗干扰能力强，并且可扩展性大。矿山机电设备的规模和复杂度，要选择符合的 PLC 型号，再去配置输入输出（I/O）模块、通信模块还有电源模块。I/O 模块需满足多路信号采集与控制需求，通信模块应支持多种工业总线标准，如 PROFIBUS、MODBUS，以实现与其他设备及系统的无缝数据交互。

软件方面，PLC 编程应采用符合工业标准的编程语言，如 IEC 61131-3 标准下的梯形图（Ladder Diagram, LD）、功能块图（Function Block Diagram, FBD）等。

编程语言满足了高度灵敏及直观的情况需求，同时有力加强了系统的维护能力与拓展性。再者，进阶的控制策略也因模拟仿真和实体操作的有机配合得以发展，包含传感器数据收集、信号处置、逻辑决定、执行器驾驶等，其利在于保障系统对于矿山机电设备精确操控的实现。

至于系统设计，关键在于冗余设计和故障诊断功能的重视，进而提高系统的可靠程度和抵抗风险的实力。一个典型的例子是双 PLC 冗余系统的搭建，一方面让第二个 PLC 能在初一 PLC 出故障时即刻接替工作，避免系统停摆；另一方面聘用先进的故障自诊断组件，使得系统运行状况得以实时监控和反馈，迅速定位并解决问题，减少设备停工时间，进而造就矿山生产效能的提升。

### 3.2 控制系统硬件配置及其工作原理

智能化矿山机电设备的控制系统通过 PLC 技术构建，其硬件配置主要包括 PLC 主机、输入模块、输出模块、电源模块、通信模块等组件。PLC 主机作为系统的核心，负责接收和处理各类传感器的数据，并执行控制指令。输入模块用于采集矿山设备的运行状态和环境参数信息，如位置、速度、温度等。输出模块则依据 PLC 主机的指令，控制执行机构的动作，如启动电机、调节阀门等。电源模块提供稳定的电力支持，确保系统的持续运行。

通信模块通过总线或网络实现 PLC 与其他设备或控制中心的实时数据交换，提高系统的响应速度和协同作业能力。工作原理方面，PLC 系统基于预先编写的控制程序，通过扫描周期循环执行。程序读取输入模块的数据，将其与设定的运算法则进行逻辑运算，最终输出控制信号驱动执行模块，完成对矿山机电设备的实时控制。系统还具备故障诊

断和自恢复功能，能够在发生故障时及时报警并采取相应措施，保证设备运行的安全性和可靠性。

## 4 基于 PLC 技术的智能化矿山机电设备性能评价和改进建议

### 4.1 PLC 技术在矿山环境下应用的问题和挑战

PLC 技术在智能化矿山机电设备中的广泛运用，面临着一系列特定于矿山环境的挑战和问题。矿山环境通常较为复杂，具有高粉尘、高湿度及强振动等特点，这些因素对 PLC 控制系统的稳定性和可靠性提出了较高的要求。

矿山环境中的高粉尘状态会导致 PLC 控制系统的硬件设备容易出现积尘现象，进而导致散热性能减弱，增加设备故障的风险。粉尘吸入电子元件内部还可能造成短路等电气问题，严重影响设备的正常运行。湿度高的环境会增加电气腐蚀的概率，对电子元件的寿命产生不利影响，从而减少 PLC 设备的使用寿命和稳定性。

矿山作业过程中存在的强振动和机械冲击，对 PLC 的物理结构也是一大考验。持续的振动可能导致电子元件接触不良，甚至引起焊点脱落，导致控制系统的稳定性和响应速度受到影响。在这种高振动环境中，传统的 PLC 安装方式和防护措施显得较为不足，需要针对矿山环境设计更加稳固和抗震的设备结构。

除了环境因素外，PLC 技术在矿山机电设备中的应用还面临射频干扰 (RFI) 和电磁干扰 (EMI) 的挑战。矿山中高功率设备和大电流操作频繁，极易产生相对较强的电磁场干扰，这对 PLC 控制信号的传输造成干扰，影响数据的准确性和实时性，可能导致控制失灵或误动作。长时间运行在高电磁干扰环境中，可能会损伤 PLC 的内置电子元件，进一步影响系统的可靠运行。

矿山作业的特殊性决定了作业人员的操作水平和技术能力差异较大，这对 PLC 控制系统的操作和维护提出了更高的要求。复杂的 PLC 编程和操作维护，如没有专业技术人员的支持，可能导致操作失误，增加设备的故障频率，进而影响矿山整体作业的效率。

PLC 技术在智能化矿山机电设备中的应用面临着环境条件严苛、振动冲击、射频和电磁干扰以及操作维护等多重挑战。只有在克服这些问题的基础上，才能充分发挥 PLC 技术在矿山机电设备自动化控制系统中的重要作用，提高矿山机电设备的稳定性和运行效率。

### 4.2 针对性地改进策略与未来研究方向建议

针对 PLC 技术在矿山环境下的若干应用问题和挑战，提出相应改进策略和未来研究方向，是提高智能化矿山机电

设备效能的重要途径。PLC 技术在高电磁干扰、多粉尘及高湿度等矿山工作环境中的适应性问题亟须解决。需要进一步优化 PLC 的硬件设计，采用更加防护和抗干扰性的组件，并提升系统整体的环境适应能力。加强软件算法对环境变化的动态调整能力，以提升控制系统的鲁棒性和精确度。

针对 PLC 控制系统的故障自诊断与恢复功能，需进一步提升其自适应性和准确性。优化故障诊断算法，结合机器学习和人工智能技术，使系统能够在复杂和多变的矿山环境下实现更精确和快速的故障识别，从而提高设备的可靠性和安全性。

进一步而言，注重控制系统智能化程度的提高，使之能够进行智能预测和预防性维护。现有的 PLC 控制系统主要依赖于预先设定的阈值和规则进行工作，而引入大数据分析和物联网技术，则可以实时监控设备状态，进行数据分析，从而实现更精准的设备运行预测和维护决策。

未来研究方向还应包括针对不同矿山机电设备的个性化控制技术开发，以及不同矿井工作环境的差异化控制策略研究。加强多学科交叉合作，推进物联网、云计算等新技术与 PLC 控制系统的融合应用，通过形成综合性的智能控制平台，以持续提升矿山机电设备自动化和智能化水平。这些策略的有效实施，将为智能化矿山机电设备的发展提供坚实支持，进一步推动矿业现代化进程。

## 5 结语

深挖并实践 PLC 技术在智能化矿山机电设备中运用的情况后，创建出了以 PLC 技术为重心的机电设备自动化控制系统，实证测试显示，此程序对矿山机电设备有出色的调控效果，且有力地提高了设备的工程使用效率。在矿山环境使用的 PLC 技术，未免还存在着一些难题和挑战，为应对这些问题，创新出改良策略和建议，如在硬件布局，调控策略等方面做出更细致的研究，并由此诱导出更多的研究课题和发展可能。预期为以后的研究者和实践家，能在此基础上，进一步提高 PLC 技术在智能化矿山机电设备中的应用水平，驱动矿山智能化的发展，为智能矿山建设在中国产生更多的贡献。

### 参考文献

- [1] 张峰.PLC技术在智能化矿山机电设备中的应用[J].电子乐园, 2022(1):138-140.
- [2] 薛飞.浅析PLC技术在智能化矿山机电设备中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2021(8):153-154.
- [3] 吉永辉.矿山机电设备中智能化技术的应用探析[J].区域治理, 2020(38):271-273.