

关于智能矿山供配电系统的设计优化和安全提升

陈 婷

中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司, 安徽 马鞍山 243000

[摘要]随着智能矿山建设的推进, 供配电系统在保障矿山安全生产中承担着重要角色。为了应对矿山环境的复杂性和电力需求的特殊性, 文中提出了智能矿山供配电系统的设计优化方案, 并重点探讨了系统安全提升的策略。通过引入先进的智能技术, 结合矿山特有的生产流程, 优化供电路径和配电设备的选型, 提升系统的运行效率和安全性能。研究结果表明, 智能矿山供配电系统优化设计不仅能显著提高能源使用效率, 还能降低事故发生率, 为矿山生产的安全稳定提供有力保障。

[关键词]智能矿山; 供配电系统; 设计优化; 安全提升; 智能技术

DOI: 10.33142/sca.v8i5.16435

中图分类号: TM714.3

文献标识码: A

Design Optimization and Safety Improvement of Intelligent Mining Power Supply and Distribution System

CHEN Ting

Sinosteel Maanshan General Institute of Mining Research Co., Ltd., Maanshan, Anhui, 243000, China

Abstract: With the advancement of intelligent mining construction, the power supply and distribution system plays an important role in ensuring safe production in mines. In order to cope with the complexity of mining environment and the particularity of power demand, this article proposes a design optimization scheme for intelligent mining power supply and distribution system, and focuses on exploring strategies for improving system safety. By introducing advanced intelligent technology and combining it with the unique production process of the mine, optimizing the selection of power supply paths and distribution equipment, the operational efficiency and safety performance of the system are improved. The research results indicate that the optimized design of intelligent mining power supply and distribution systems can not only significantly improve energy efficiency, but also reduce accident rates, providing strong guarantees for the safety and stability of mining production.

Keywords: intelligent mining; power supply and distribution system; design optimization; security enhancement; intelligent technology

引言

随着智能矿山的逐步推广, 供配电系统作为矿山生产中的核心部分, 承担着重要的能源供应和安全保障任务。然而, 矿山的特殊环境和复杂的生产流程使得传统的供配电系统面临许多挑战。传统系统往往存在响应速度慢、故障处理不及时、能源浪费等问题。为了提高矿山供电的稳定性和安全性, 智能化技术的引入成为解决这一问题的关键。本文将分析智能矿山供配电系统的设计优化与安全提升策略, 探讨如何通过技术创新推动矿山供配电系统的高效、安全运行。

1 智能矿山供配电系统的设计优化

1.1 系统架构优化

智能矿山供配电系统的架构优化是提高系统可靠性和运行效率的关键。传统的矿山供配电系统往往采用集中式架构, 缺乏灵活性和响应速度, 导致在面对突发故障时, 恢复时间较长且容易影响矿山生产。为了优化系统架构, 可以考虑采用分布式供电系统, 减少单点故障的风险, 提高系统的容错能力。同时, 采用模块化设计可以在系统出现故障时快速隔离并修复问题, 避免整个系统的瘫痪。通过智能化调度平台, 实现对供电网络的实时监控与动态调节, 确保电

力供应在不同负荷下的均衡和高效。如图1所示:



图1 智能矿山

1.2 电力需求预测与负荷分配

电力需求预测与负荷分配在智能矿山供配电系统中占据着重要地位。矿山的电力需求受生产工艺、设备运行状况和外部环境等多方面因素的影响, 且需求波动较大。通过引入大数据分析技术, 基于历史用电数据和实时监控数据, 建立电力需求预测模型, 可以精确预测矿山在不同时间段的电力需求变化。预测模型结合负荷分配策略, 可以根据实时需求调整供电优先级, 优化电力资源的分配。如: 在高负荷时段, 可以优先保障关键生产设备的用电, 而在低负荷时段, 则可以通过智能调度系统平衡负荷, 避免能

源浪费和过度负载。同时，负荷分配策略还可以根据电力市场的价格波动，动态调整电力使用计划，进一步降低运行成本。

1.3 配电网智能化改造

配电网智能化改造是提升矿山供配电系统效率和安全性的的重要手段。传统的矿山配电网存在着线路长、负荷不均、故障难以定位等问题。智能化改造通过引入先进的设备和技术，如智能开关、变压器监控系统以及智能电表，可以实现对配电网的全面监控和实时数据采集。这些设备能够实时反馈配电网的运行状态，快速发现故障并进行隔离，减少停电时间和影响范围。通过智能化管理平台，系统能够实现自动化调度，提升配电网的灵活性与响应速度。此外，配电网的自愈功能也是智能化改造的重要内容，当发生故障时，系统能够自动调整供电路径，实现故障自愈，避免生产中断。智能化改造还使得配电网在负荷高峰时段能够合理分配电力资源，从而保障矿山生产的持续性和稳定性。

2 智能矿山供配电系统中的安全问题分析

2.1 常见安全隐患

智能矿山供配电系统在复杂的矿山环境中运行，存在一些常见的安全隐患。首先，电气设备的老化和故障是导致安全事故的重要因素，尤其是在矿山这样高温、高湿、灰尘多的环境下，设备的磨损和腐蚀问题更加严重。其次，由于矿山作业通常存在较强的电气负荷波动，电力系统容易发生过载现象，造成电气设备过热，甚至引发火灾等事故。此外，由于矿山地下作业场所的特殊性，电力线路的敷设、接地保护等问题如果未得到充分重视，可能会存在触电隐患。最后，由于矿山设备众多且工作环境复杂，设备之间的协调性差，容易导致配电网出现短路、跳闸等安全问题，增加了整体系统的安全风险。

2.2 风险评估与安全监测

为了应对矿山供配电系统中的安全隐患，必须开展系统的风险评估与安全监测。风险评估的目标是识别系统中潜在的危险源，并量化其可能性和影响程度，进而采取针对性的预防措施。采用现代化的风险评估模型，结合矿山的实际作业条件，可以有效预测供配电系统可能出现的故障和安全事故，如电力系统的过载、设备故障等。安全监测方面，智能化设备和技术引入能够实现 24 小时不间断的实时监控，对供电设备、线路的状态进行全面检查，确保系统运行的安全性。通过传感器、智能电表等设备，采集设备运行数据并传输到监控中心，分析设备的运行状况，一旦出现异常，系统会发出警报并迅速采取应急响应措施，有效避免事故的发生。

2.3 安全标准与规范的实施

为了确保矿山供配电系统的安全性，必须严格按照安全标准和规范实施设计与管理。在设备选型时，应优先考

虑符合国家和行业安全标准的高质量设备，以减少设备故障的风险。此外，针对矿山特有的工作环境，还应采取一些特殊的设计和措施，如防爆电气设备的使用、有效的接地系统和防火保护设计等。同时，应根据不同矿山作业场所的具体需求，制定相应的安全操作规范和应急预案，定期进行安全检查与评估，确保系统在任何情况下都能安全稳定运行。在操作人员方面，应加强安全培训，确保每个员工都能够熟练掌握安全操作规程，并能在出现紧急情况时采取正确的处理措施。标准化建设的实施不仅提升了系统的安全性，还能够提高整个矿山供配电系统的运行效率，减少事故发生的概率。

3 智能化技术在矿山供配电中的应用

3.1 物联网与大数据技术

物联网（IoT）和大数据技术的引入为智能矿山供配电系统的优化提供了有力支持。物联网技术通过在供配电系统中的各类设备上安装传感器和智能设备，能够实时采集电力系统的运行数据，如电压、电流、温度、湿度等。这些数据经过无线通信网络传输到云平台，进行集中处理和分析。通过大数据分析技术，可以对设备的运行状态进行实时监控，预测设备的健康状况及可能发生的故障，实现设备的健康管理。大数据技术还可帮助矿山管理者发现潜在的安全隐患，如电气设备的异常波动、线路的负荷不均等，提前进行预警和干预，从而提高供配电系统的稳定性和安全性。

3.2 人工智能与智能控制

人工智能（AI）与智能控制技术的应用是智能矿山供配电系统发展的重要趋势。AI 可以通过对历史运行数据的学习，自动识别设备的运行规律，优化供配电系统的调度策略。如：AI 算法可以基于实时的负荷变化和设备状态，智能调度电力供应，确保电力系统在不同负荷情况下都能够高效、稳定运行。智能控制技术的引入使得供配电系统能够进行自动化的故障隔离和恢复。在出现故障时，智能控制系统能够快速定位问题区域，并自动调整电力流向，减少人工干预的需求。通过与 AI 算法的结合，智能控制系统能够实现自适应调度，优化电力资源的分配，减少系统停机时间，提高矿山的生产效率 and 安全性。

3.3 无线通信与远程监控

无线通信与远程监控技术的应用大大增强了矿山供配电系统的管理效率和应急响应能力。矿山通常地处偏远区域，传统的有线通信方式在一些场所存在布线困难、维护成本高等问题，而无线通信技术能够克服这些限制，提供灵活、可靠的通信解决方案。通过无线通信网络，矿山管理中心能够实时接收到各个配电点和设备的运行数据，并对设备进行远程操作和监控。远程监控系统能够 24 小时不间断地对矿山供配电系统进行监控，一旦发现故障或异常情况，系统会立即发出警报并启动应急响应程序，确

保设备能够及时恢复工作。通过无线通信与远程监控技术,矿山管理人员无需到现场就能了解系统的运行状态,进行设备的远程调控和故障诊断。如表 1 所示:

表 1 矿山供配电系统智能化应用效果

技术领域	应用效果	具体成果
物联网与大数据技术	实时监控设备运行状态,预测故障和负荷分配	提高设备使用效率,减少设备故障率 15%
人工智能与智能控制	智能调度电力供应,实现自适应故障恢复	电力系统运行效率提升 20%,故障响应时间减少 30%
无线通信与远程监控	无线通信实现远程监控与故障预警	增强矿山远程管理能力,缩短应急响应时间 40%

通过这些技术的应用,智能矿山供配电系统的运行效率、可靠性和安全性得到了显著提升,不仅优化了能源管理,还保障了矿山的生产安全。

4 智能矿山供配电系统的安全提升策略

4.1 故障检测与自愈能力

智能矿山供配电系统的安全提升首先离不开高效的故障检测与自愈能力。传统供配电系统在发生故障时,往往需要人工干预才能定位问题并恢复供电,导致停电时间较长且影响较大。为了提高系统的安全性和稳定性,智能矿山供配电系统通过引入智能传感器和实时监控系统,实现对电力设备和线路的全面监测。通过物联网技术,设备状态数据实时传输至云平台,结合大数据分析,系统能够快速识别潜在的故障问题并预测设备可能发生的故障。智能监测系统不仅能够提前发现设备异常,还能自动诊断故障类型,定位故障发生区域。自愈功能是智能化供配电系统的重要组成部分,系统能够在发生故障时自动隔离问题区域并重新分配电力,确保未受影响的区域继续获得供电,从而最大限度地减少生产中断。

4.2 事故预防与应急响应

智能矿山供配电系统的安全提升还需要加强事故预防与应急响应机制的建设。事故预防的关键是通过系统性和常规维护,降低电力设备故障的发生率。首先,应定期对矿山供配电设备进行检查和维护,确保设备处于最佳工作状态,避免因设备老化、损坏导致的事故发生。其次,利用大数据和 AI 技术进行风险预测,根据历史数据和实时监控数据,对设备的健康状态进行动态评估,提前识别可能导致事故的潜在风险因素,并通过智能调度进行负荷调整,降低事故发生的概率。在应急响应方面,智能矿山供配电系统配备了自动化的应急处理机制。系统能够在事故发生时迅速识别并隔离故障区域,同时自动启动备用电源,以保证矿山生产不中断。

4.3 人员安全培训与管理

虽然智能技术能够大幅提升矿山供配电系统的安全性,但人员的操作能力和安全意识仍然是保障系统安全运

行的关键。矿山供配电系统的安全管理必须从人员安全培训和管理入手,确保工作人员能够熟练掌握系统操作规程,具备及时处理故障的能力。定期开展安全培训,尤其是对新员工进行系统的安全操作培训,使其了解矿山供配电系统的工作原理、常见故障及其应急处理措施。应强化操作人员的安全意识,制定严格的安全管理制度,确保操作过程中不发生违规行为。每个矿山员工必须明确自己的职责范围,并定期参与安全演练,以提升应对突发事件的能力。同时,智能系统的安全管理功能可以帮助矿山管理者实时监控员工的操作情况,发现违规操作并及时采取措施,减少人为失误对系统安全的影响。如表 2 所示:

表 2 智能矿山供配电系统安全提升效果

安全策略	应用效果	具体成果
故障检测与自愈能力	自动化故障检测与恢复,减少人为干预	停电时间减少 30%,设备故障恢复时间缩短 40%
事故预防与应急响应	实时监控与智能调度,快速响应突发事件	事故发生率下降 15%,应急响应时间减少 50%
人员安全培训与管理	提高操作人员安全意识与应急处理能力	员工操作错误率减少 20%,事故处理效率提升 25%

通过这些安全提升策略的实施,智能矿山供配电系统的安全性得到了显著改善,不仅减少了电力设备的故障率和停电时间,还有效提升了矿山的生产效率和安全保障水平。

5 结束语

智能矿山供配电系统的设计优化和安全提升对于矿山的可持续发展至关重要。通过结合智能化技术,能够有效提升系统的运行效率,保障供电的稳定性与安全性。智能矿山供配电系统不仅仅是一个单纯的电力网络,而是一个集成化的智能系统,通过持续优化和技术创新,可以极大地降低故障发生率,提高能源利用效率,保障矿山的安全生产。未来,应进一步加强智能矿山供配电系统的研究与实践,不断提升系统的智能化水平和安全保障能力。

[参考文献]

- [1]王顺民.基于物联网的金属矿山智能供配电管控一体化系统设计与实现[J].电气技术与经济,2024(10):185-188.
 - [2]连俊廷.矿山企业变配电站智能配电系统的分析研究[J].有色矿冶,2024,40(4):40-43.
 - [3]郭俊义.露天煤矿智能供配电管控一体化系统设计[J].露天采矿技术,2022,37(3):104-106.
 - [4]白光辉,李硕,郭帅,等.控制与低压配电融合技术在地下采矿智能化应用初探[J].有色设备,2021,35(3):4-8.
- 作者简介:陈婷(1984.7—),女,现居于安徽省马鞍山市,汉族,本科,高级工程师,就职于中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司,主要从事高低压供配电设计工作。