

煤矿绞车运输安全管控系统的研究与应用

李昊源

禹州枣园煤业有限公司 河南 禹州 461670

摘要：煤矿绞车运输安全管理面临设备监控手段落后、人员操作管理不规范、安全预警与应急响应能力不足等挑战。为此设计安全管控系统，以实现智能化与信息化综合管理。系统采用“感知层-传输层-应用层”架构，具备实时监测、故障诊断等功能，关键技术包括多参数实时监测、数据融合与智能诊断、远程监控与智能控制。应用时需做好系统部署与调试、人员培训与操作规范制定，并构建完善的运行维护机制，定期优化，以保障系统稳定运行，提升安全管理水平。

关键词：煤矿绞车；运输安全；管控系统；智能化；安全管理

引言：在煤矿生产中，绞车运输是关键环节，然而其安全管理面临诸多挑战。设备运行状态监控手段单一落后，难以实时捕捉关键指标变化，潜在故障隐患大；人员操作管理不规范，缺乏有效监控追溯机制，违规操作难以及时纠正与问责；安全预警和应急响应能力不足，事故易扩大。为解决这些问题，设计煤矿绞车运输安全管控系统十分必要。该系统旨在实现绞车运输全流程智能化、信息化综合管理，提升安全管控精准度与实效性。本文将围绕其设计思路、关键技术及应用策略展开探讨，以期对煤矿绞车运输安全管理提供有效参考，推动煤矿安全生产水平提升。

1 煤矿绞车运输安全管理现状及存在的问题

在煤矿生产作业体系里，绞车运输作为关键的环节，其安全管理在实际操作过程中仍面临着诸多严峻挑战。（1）从设备运行状态监控层面分析，当前多数煤矿所采用的监控手段相对单一且落后。现有的监控系统往往仅能对绞车的速度、位置等基本参数进行简单监测，而对于绞车运行过程中至关重要的机械磨损、液压系统压力、制动性能等关键指标，缺乏行之有效的实时监测机制。这使得设备潜在故障犹如隐藏在暗处的“定时炸弹”，难以被及时察觉。以某煤矿为例，该矿绞车的制动系统已出现较为严重的磨损，但由于监控系统无法精准捕捉这一细微变化，未能及时发出警报，最终在提升过程中制动系统突然失效，引发了坠罐这一严重事故，给煤矿生产带来了巨大损失。（2）在人员操作管理方面，问题同样不容小觑。部分绞车司机安全意识极为淡薄，在操作过程中不严格按照操作规程行事，存在超载运行、不按规定检查设备等诸多违规行为。更为严重的是，当前煤矿缺乏一套完善且有效的操作行为监控和追溯机制。这就导致即便司机出现违规操作，也难以在第

一时间进行纠正，并且在事故发生后，难以准确认定责任。某煤矿就曾发生因绞车司机违规超载运输物料，致使钢丝绳不堪重负而断裂，进而引发了运输事故，严重影响了煤矿的正常生产秩序。（3）安全预警与应急响应能力不足也是当前煤矿绞车运输安全管理中一个极为突出的问题。当绞车运输出现异常情况时，传统的管理方式往往反应迟缓，无法迅速发出预警信号，更无法及时采取有效的应急措施，最终导致事故进一步扩大。例如，在绞车运行过程中出现钢丝绳跳槽现象时，由于预警系统未能及时响应，操作人员也未能及时停机处理，结果造成了设备的严重损坏和运输的长时间中断^[1]。

2 煤矿绞车运输安全管控系统的设计思路

2.1 系统设计目标

煤矿绞车运输安全管控系统的设计，旨在达成对绞车运输全流程的智能化与信息化综合管理，全方位提升安全管控的精准度与实效性。（1）系统需具备实时且全面的监测能力，不仅要精准捕捉绞车设备在运行过程中的各项状态参数，如机械磨损、液压系统压力、制动性能等，还要对运输环境参数，如巷道温度、湿度、瓦斯浓度等进行同步监测，以便及时发现设备故障隐患与环境安全风险。（2）要强化对司机操作行为的规范与监控，通过技术手段约束其严格按照操作规程作业，减少超载运行、违规检查等违章行为。此外，建立高效快速的安全预警和应急响应机制，一旦出现异常状况，系统能立即发出警报，并自动采取诸如紧急制动等控制措施，防止事故扩大。最后，实现绞车运输数据的集中管理与深度分析，为安全管理的科学决策提供坚实有力的数据支撑。

2.2 系统架构设计

系统采用“感知层-传输层-应用层”三层架构设计。

(1) 感知层负责数据的采集,通过在绞车设备上安装各类传感器,如温度传感器、振动传感器、压力传感器、位移传感器等,实时采集绞车的转速、温度、振动、制动压力、钢丝绳张力等运行参数,以及运输巷道内的瓦斯浓度、湿度、温度等环境参数。(2) 传输层负责数据的传输,采用工业以太网、无线通信等技术,将感知层采集到的数据传输至系统服务器。为确保数据传输的可靠性和实时性,传输网络采用冗余设计,避免因网络故障导致数据丢失或延迟。(3) 应用层是系统的核心,包括数据处理与分析模块、监控与预警模块、操作管理模块、应急响应模块和决策支持模块。数据处理与分析模块对传输来的数据进行清洗、存储和分析,提取有用信息;监控与预警模块通过可视化界面实时展示绞车运行状态和环境参数,当参数超出设定阈值时发出预警;操作管理模块对司机的操作行为进行记录和分析,规范操作流程;应急响应模块在出现紧急情况时自动启动应急措施,如自动停机、声光报警等;决策支持模块通过对历史数据的分析,为安全管理决策提供建议^[2]。

2.3 系统功能设计

系统功能设计紧密围绕煤矿绞车运输安全管控的实际需求精心规划,涵盖多方面关键功能。(1) 实时监测功能是基础,系统可对绞车运行参数,如速度、位置、制动压力等,以及运输环境参数,像巷道瓦斯浓度、温度等进行连续不间断监测,并以直观的图表、曲线等形式呈现,让管理人员清晰掌握运行态势。(2) 故障诊断功能借助先进算法,深入分析监测数据,精准识别绞车设备的潜在与早期故障,快速定位故障部位,为及时维修提供指引。(3) 操作规范管理功能详细记录司机操作过程,对违规行为实时提示警告,并生成评估报告,助力提升操作规范性。安全预警功能依据预设阈值,对异常分级预警,采取相应措施。应急控制功能在紧急时自动或手动停机,发送应急信息。数据统计与分析功能则对各类数据统计分析,生成报表,为安全管理决策提供有力支撑。

3 煤矿绞车运输安全管控系统的关键技术

3.1 多参数实时监测技术

多参数实时监测技术作为煤矿绞车运输安全管控系统达成全面监控目标的核心基础,发挥着至关重要的作用。此技术通过精心部署多种类型的传感器,达成对绞车运行状态以及周边环境参数的全方位、无死角采集。具体而言,在温度监测方面,选用非接触式温度传感器来监测绞车电机和轴承的温度。这种传感器能有效避免接触式测量可能对设备运行产生的干扰,确保测量精准

且不影响设备正常运转。振动监测上,采用振动传感器采集绞车的振动信号,借助对振动频谱的深度分析,精准判断设备的机械状态,提前洞察潜在故障。对于钢丝绳,利用拉力传感器实时监测其张力,防止因超载或张力分布不均引发钢丝绳断裂。此外,传感器布置需遵循科学合理原则,关键部位采用冗余传感器布置,以此提升监测数据的准确性与代表性,保障监测工作的可靠性^[3]。

3.2 数据融合与智能诊断技术

由于系统采集的数据类型繁多、来源复杂,需要采用数据融合技术对多源数据进行整合和处理,消除数据冗余和冲突,提高数据的一致性和可靠性。数据融合过程包括数据预处理、特征提取、数据融合等环节,通过融合不同传感器的数据,能够更全面地反映绞车的运行状态。智能诊断技术基于人工智能、机器学习等算法,对融合后的数据进行分析,实现对设备故障的自动诊断和预测。例如,利用神经网络算法建立故障诊断模型,通过对历史故障数据的训练,模型能够根据实时监测数据识别出常见的故障类型,如制动系统故障、钢丝绳磨损、电机异常等,并预测故障发生的概率和发展趋势,为设备维护提供指导。某煤矿应用该技术后,绞车设备的故障诊断准确率提高了30%,故障处理时间缩短了40%。

3.3 远程监控与智能控制技术

远程监控技术通过网络将绞车运输现场的实时数据传输至监控中心,使管理人员能够在远程实时掌握绞车的运行状态和运输情况。监控中心配备大屏幕显示系统和操作终端,管理人员可通过终端对绞车进行远程控制,如远程启动、停机、调速等。同时,系统支持移动终端访问,管理人员可通过手机、平板等设备随时随地查看监控数据,及时处理异常情况。智能控制技术能够根据监测数据和预设的控制策略,自动对绞车的运行进行调节和控制。例如,当监测到钢丝绳张力超过设定阈值时,系统自动发出减速指令,降低绞车运行速度,直至张力恢复正常;当检测到瓦斯浓度超标时,系统自动控制绞车停机,并启动通风设备,防止发生爆炸事故。智能控制技术的应用,提高了绞车运输的自动化水平,减少了人为干预,降低了操作风险。

4 煤矿绞车运输安全管控系统的应用策略

4.1 系统部署与调试

在系统正式部署前,必须对煤矿绞车运输现场展开全面且细致的调研工作。详细掌握绞车的具体型号、关键参数以及所处的运行环境等关键信息,以此为依据制定出科学合理、切实可行的部署方案。(1) 依据既定的部署方案,有序开展硬件设备的安装工作,涵盖传

感器、传输设备、监控终端等。安装过程中,要确保设备安装牢固、位置精准无误。尤其要注意,传感器的安装位置应精心挑选,避免对绞车的正常运行产生任何干扰;传输设备的布置需合理规划,以保障信号传输的稳定可靠。(2)系统安装完毕后,进入全面调试阶段。先对传感器进行精准校准,保证采集数据的准确性;接着测试数据传输网络,检查数据能否实时、可靠地传输;再对系统软件功能逐一测试,验证实时监测、故障诊断、预警、控制等功能是否正常;最后进行系统联调,模拟多种运行工况和故障场景,检验系统整体性能,对发现的问题及时整改,直至系统完全满足设计要求。

4.2 人员培训与操作规范

要保障系统高效稳定运行,专业的人员培训不可或缺。培训内容全面且具针对性,涵盖系统的组成架构、各项功能、具体操作方法以及维护保养要点等。针对不同岗位人员,培训重点有所差异。对于绞车司机,着重培训如何查看系统监控界面、准确执行操作指令以及妥善处理异常情况,使其能在日常作业中熟练运用系统保障运输安全;维护人员则侧重于传感器校准、设备维修、系统调试等技能培训,确保能及时解决系统故障;管理人员重点学习系统数据分析、预警信息处理以及决策支持应用,提升管理决策的科学性。制定详尽的系统操作规范,明确各岗位人员职责与操作流程,包含日常操作步骤、数据记录要求、故障报告程序等,推动人员操作标准化、规范化。此外,定期对人员操作情况进行考核,并将考核结果与绩效挂钩,以此激励人员严格遵守操作规范,保障系统稳定运行^[4]。

4.3 系统运行维护与优化

系统投入运行后,构建一套完善的运行维护机制至关重要。在硬件维护方面,需制定详细的定期检查计划,对系统设备进行全面细致的维护。包括及时清洁传感器,防止灰尘等杂质影响其监测精度;仔细检查传输

线路,确保信号传输无干扰、无中断;严格测试设备性能,提前发现潜在故障并及时排除。软件层面,要定期进行升级与优化。及时修复软件漏洞,避免因程序缺陷导致系统运行异常;根据实际需求增加新功能,提升系统的实用性和先进性,进而增强系统的稳定性与可靠性。建立系统运行数据分析机制,定期对采集的运行、故障、操作等数据进行深度剖析,评估系统运行效果,精准定位存在的问题。依据分析结果,对系统参数设置、控制策略等进行优化调整,如根据历史故障数据科学调整预警阈值,依据运输量动态变化优化绞车运行参数,让系统更契合煤矿绞车运输实际需求。

结束语

煤矿绞车运输安全管控系统对于提升煤矿生产安全意义重大。通过解决当前安全管理中设备监控单一、人员操作不规范、预警应急不足等问题,以智能化、信息化手段实现全流程综合管理。系统凭借科学架构、丰富功能与关键技术,从多参数实时监测到智能诊断、远程控制,全方位保障运输安全。在应用策略上,从系统部署调试、人员培训规范到运行维护优化,形成完整闭环。未来,随着技术持续发展,该系统将不断完善升级,为煤矿绞车运输提供更坚实的安全保障,推动煤矿安全生产向更高水平迈进,创造更大的经济与社会效益。

参考文献

- [1]王国法.加快煤矿智能化建设推进煤炭行业高质量发展[J].中国煤炭,2020,47(1):2-10.
- [2]崔亚仲,白明亮,李波.智能矿山大数据关键技术与发展研究[J].煤炭科学技术,2019,47(3):66-74.
- [3]王鲜.煤矿电机车蓄电池自动充电管理信息系统研究[J].中国高新科技,2022(1):92-93.
- [4]孙光辉.探讨煤矿矿山机电运输事故原因及防范对策[J].内蒙古煤炭经济,2021(24):86-88.