

煤矿皮带输送机安全运行管理分析

李 通

永煤集团股份有限公司新桥煤矿 河南 商丘 476600

摘 要：煤矿皮带输送机作为煤炭生产的核心设备，其安全运行直接关系到生产效率与人员安全。本文围绕设备可靠性、操作规范、运行环境及物料特性等关键要素展开分析，构建了涵盖实时监测、故障诊断、自动化控制的技术支撑体系，并从管理架构、安全检查、应急管理等方面提出了制度保障措施。通过技术创新、人员能力提升与管理方法优化，推动安全运行管理向智能化、精益化方向发展，为煤矿企业实现高效、稳定生产提供理论支撑与实践参考。

关键词：煤矿皮带输送机；安全运行管理；实时监测技术；故障诊断；管理架构优化

引言：煤炭产业作为我国能源结构的重要组成部分，其生产安全始终是行业发展的核心命题。煤矿皮带输送机作为连接采掘与洗选环节的关键设备，承担着煤炭高效运输的重任，其运行稳定性直接影响矿井产能与作业安全。然而，受设备老化、操作不当、环境恶劣等因素影响，皮带输送机故障频发，导致停机检修频繁、运输效率下降，甚至引发安全事故。因此，系统分析皮带输送机安全运行的影响因素，构建科学的管理体系与技术保障机制，成为提升煤矿生产安全水平的重要课题。

1 煤矿皮带输送机安全运行的关键要素

1.1 设备可靠性管理

皮带输送机设备可靠性是保障安全运行的基础。皮带作为承载物料的关键部件，其选型需充分考虑输送量、输送距离及物料特性，确保具备足够的强度与耐磨性^[1]。日常维护中，需定期检查皮带表面磨损情况，及时修补或更换老化皮带，防止断裂事故发生。滚筒与托辊作为支撑与传动核心，选型时应注重材质与加工精度，确保转动灵活、无卡阻现象。维护过程中，需定期清理滚筒表面粘附物料，检查托辊转动状态，及时更换损坏部件，避免因支撑失效引发皮带跑偏或撕裂。驱动系统稳定性直接关系到输送机运行效率，电机与减速器选型需匹配负载需求，确保动力输出平稳可靠。制动系统作为安全保障装置，需具备快速响应能力，制动器选型应满足最大负载制动需求，定期检查制动片磨损情况，确保制动效果可靠。电气控制系统作为输送机神经中枢，安全防护设计至关重要。控制柜需具备防尘、防水功能，线路连接需牢固可靠，避免因短路引发火灾事故。过载、短路、漏电保护装置需定期校验，确保动作灵敏可靠，为设备安全运行提供双重保障。

1.2 操作规范与人员管理

操作人员专业素养直接影响输送机运行安全。资质

要求方面，需通过专业培训并取得操作证书后方可上岗，确保具备设备操作、故障识别及应急处理能力。培训内容不仅要涵盖理论知识，还应包括实际案例分析，让操作人员深刻理解违规操作的严重后果。培训体系构建需涵盖理论学习与实践操作，定期组织技能考核与复训，持续提升操作人员业务水平。标准化作业流程制定需结合设备特性与生产需求，明确启动、运行、停机各环节操作步骤，规范参数设置与调整范围，避免因误操作引发设备故障。交接班制度执行需严格落实设备状态交接，详细记录运行参数、故障现象及处理情况，为下一班次操作提供准确依据。异常情况处理流程需明确报警信号识别、紧急停机操作及故障上报路径，确保问题得到及时妥善处理。

1.3 运行环境管理

巷道空间布局对输送机运行具有重要影响。巷道宽度需满足设备安装与维护需求，高度需确保物料输送无阻碍，转弯半径需符合皮带弯曲要求，避免因空间受限引发设备损坏。在巷道设计阶段，就应充分考虑皮带输送机的各项参数，预留足够的空间余量，以适应未来可能出现的设备升级或调整。粉尘、湿度、温度等环境因素监测需建立常态化机制，粉尘浓度超标时需启动除尘装置，湿度过高时需加强设备防潮处理，温度异常时需检查电机与轴承运行状态。照明与通风条件优化需结合巷道实际情况，合理布置照明灯具，确保操作区域亮度充足；安装通风设备，保持巷道空气流通，为设备运行创造良好环境条件。

1.4 物料特性与运输匹配

物料特性对皮带磨损具有直接影响。煤炭粒度过大时需加强破碎处理，减小对皮带表面的冲击；湿度过高时需控制装载量，避免物料粘附皮带引发打滑。装载量与运行速度需保持动态平衡，根据物料特性与输送距离

合理调整运行参数,避免超载运行引发设备故障。物料偏载预防需从装载环节入手,规范装载设备操作,确保物料均匀分布;纠正措施需结合偏载程度,通过调整托辊组或安装纠偏装置实现皮带自动复位。

2 安全运行管理的技术支撑体系

2.1 实时监测技术

皮带运行状态实时监测是保障安全运行的关键环节。速度监测通过编码器或激光测速装置实现,能够精准捕捉皮带线速度变化,为运行参数调整提供依据。张力监测采用压力传感器或应变片技术,实时反映皮带紧绷程度,避免因张力异常引发打滑或断裂^[2]。温度监测聚焦电机、轴承及皮带表面,通过红外测温或热电偶技术,及时发现过热隐患,防止设备损坏扩大。滚筒与托辊振动分析依托加速度传感器,采集设备运行振动信号,通过频谱分析识别不平衡、不对中或轴承故障等早期征兆。异物入侵检测结合图像识别与雷达探测技术,对落入皮带的金属、石块等异物进行实时识别,触发预警并自动停机,避免异物划伤皮带或损坏设备。多参数融合监测系统将速度、张力、温度及振动数据集成显示,通过趋势分析预判设备劣化趋势,为维护决策提供量化支持。

2.2 故障诊断与预测性维护

故障诊断技术以信号处理与模式识别为核心。振动特征提取通过小波变换或经验模态分解,从复杂振动信号中分离故障特征频率,结合专家知识库实现故障类型精准识别。声音诊断利用声发射传感器捕捉设备运行噪声,通过频谱分析与包络解调技术,定位轴承、齿轮等旋转部件的早期故障。润滑状态监测采用油液分析技术,通过检测磨粒浓度、水分含量及粘度变化,评估润滑油性能衰减程度,预测润滑失效风险。寿命预测模型基于设备运行历史数据,结合物理失效模型与机器学习算法,对轴承、皮带等关键部件的剩余寿命进行动态评估,为预防性维护提供时间窗口。健康管理平台集成多源监测数据,通过数据挖掘与知识推理,生成设备健康状态报告,指导维护资源优化配置。

2.3 自动化控制与保护装置

自动化控制技术通过闭环反馈实现运行参数精准调节。防跑偏保护采用位置传感器检测皮带边缘位移,当偏移量超过阈值时,自动触发纠偏装置或停机保护。打滑保护通过速度传感器对比驱动滚筒与皮带线速度,当相对滑差超过设定值时,立即降低负载或停机检修。撕裂保护利用线阵摄像头或压力传感器阵列,实时监测皮带表面完整性,发现撕裂缺陷时迅速切断电源,防止

事故扩大。紧急停机系统采用双通道冗余设计,控制信号通过独立线路传输,确保任一通道故障时仍能可靠停机。智能调速策略根据物料流量与输送距离,动态调整电机转速,在满足生产需求的同时降低能耗。节能控制算法结合负载预测与最优控制理论,通过调节驱动系统输出功率,实现能耗与效率的最佳平衡。

3 安全运行管理的组织与制度保障

3.1 管理架构与职责划分

层级化管理体系通过明确纵向分工实现管理效能提升。班组作为基层执行单元,承担设备日常操作、点检及简单故障处理职责,确保运行参数符合标准要求^[3]。班组人员应具备扎实的专业技能和高度的责任心,能够及时发现并处理设备运行中的小问题。车间层级侧重生产组织与资源协调,统筹设备维护计划与生产任务衔接,监督班组执行情况并解决跨岗位问题。矿级管理层聚焦战略决策与资源保障,制定安全目标、审批维护预算,并通过数字化平台监控全矿设备运行状态。设备管理部门负责技术方案制定、备件管理及维修质量验收,生产部门根据物料特性调整运行参数,安全部门开展风险评估与监督考核,三部门通过联席会议机制共享信息,形成技术、生产、安全协同管控格局。

3.2 安全检查与隐患排查

日常巡检以操作人员为主体,每小时对皮带张力、滚筒温度、托辊转动等关键指标进行目视化检查,记录异常声音或振动现象。操作人员在日常巡检中要细心认真,不放过任何一个可能存在隐患的细节。定期专项检查由专业团队实施,每月对电气系统绝缘性能、制动装置响应时间、保护装置灵敏度进行深度检测。隐患分级管理依据风险程度划分为重大、较大、一般三类,重大隐患需立即停机整改,较大隐患限期24小时处理,一般隐患纳入周计划消除。闭环整改流程要求责任人、整改措施、验收标准三要素明确,通过信息化系统跟踪整改进度,确保问题归零。风险预控体系通过历史故障数据挖掘,识别高发故障模式与薄弱环节,提前制定防范措施并纳入操作规程。

3.3 应急管理 with 事故处置

应急预案编制需覆盖皮带断裂、火灾、人员被困等典型场景,明确应急组织架构、通讯方式及撤离路线,每季度组织跨部门联合演练,重点检验预案可操作性及人员应急能力。事故报告流程要求现场人员30分钟内上报初始信息,2小时内提交书面报告,内容涵盖事故时间、地点、设备状态及初步原因分析。调查分析采用“四不放过”原则,通过现场勘查、数据回溯及人员访

谈, 追溯管理漏洞与技术缺陷根源。经验反馈机制将事故教训转化为预防措施, 更新风险数据库并修订操作标准, 持续改进流程通过PDCA循环实现管理闭环。应急资源储备实行动态管理, 定期检查消防器材、急救设备及备品备件有效性, 确保紧急状态下快速调用。

4 安全运行管理的持续改进路径

4.1 技术创新驱动

设备升级需以材料革新与工艺突破为支撑。高强度耐磨材料在皮带制造中的应用显著延长了使用寿命, 通过优化分子结构与表面处理工艺, 皮带抗撕裂性能与抗疲劳特性得到质的提升^[4]。滚筒表面改性技术通过激光熔覆或热喷涂工艺, 形成耐磨防腐涂层, 降低了物料粘附与表面磨损风险。数字化技术渗透至设备全生命周期, 传感器网络实现运行参数实时采集, 边缘计算节点完成数据预处理, 为状态监测提供高精度原始数据。AI视觉检测系统通过深度学习算法训练, 可自动识别皮带表面裂纹、托辊卡死等典型故障, 检测精度较传统方法提升显著。智能诊断平台融合多源异构数据, 利用机器学习模型挖掘故障演化规律, 实现从被动维修向预测性维护的转变。技术迭代需建立产学研用协同机制, 企业与科研院所联合攻关关键技术, 加速成果转化应用。

4.2 人员能力提升

技能培养体系需构建“理论-仿真-实操”三维训练模式。虚拟仿真平台模拟设备故障场景, 操作人员在虚拟环境中完成故障诊断与处置训练, 突破了传统实操训练的时间与空间限制。实操训练采用“师徒制”与“模块化”相结合方式, 资深技师指导新员工完成关键操作步骤, 标准化训练模块确保技能传授的系统性。安全意识培育需贯穿员工职业生涯全周期, 通过安全行为观察、事故情景模拟等活动, 强化风险感知与应急处置能力。责任文化建设以制度约束与文化引导双轮驱动, 建立安全绩效与薪酬挂钩机制, 激发员工主动参与安全管理的积极性。定期组织安全知识竞赛与技能比武活动, 营造“比学赶超”的良好氛围, 推动安全理念从制度要求向行为自觉转化。

4.3 管理方法优化

精益管理工具在设备维护领域的应用实现了资源高效配置。价值流图分析识别维护流程中的非增值环节, 通过流程再造缩短设备停机时间。在流程再造过程中, 要充分考虑员工的操作习惯和实际需求, 确保新流程的可行性和有效性。5S管理规范现场作业环境, 工具定置管理与物料标准化配送减少了维护准备时间。全生命周期成本管理突破传统成本核算边界, 将设备选型、运行、维护、报废等阶段成本纳入统一框架。寿命周期成本模型量化不同维护策略的经济性, 为设备更新决策提供数据支撑^[5]。风险评估矩阵对设备故障后果与发生概率进行量化评分, 指导维护资源向高风险区域倾斜。知识管理系统沉淀设备维护经验, 形成可复用的故障处理方案库, 避免了经验流失导致的重复试错。

结束语

煤矿皮带运输机安全运行管理是一个系统性工程, 需从关键要素把控、技术支撑强化、组织制度完善及持续改进推进等多方面入手。通过加强设备可靠性管理、规范操作人员行为、优化运行环境、匹配物料特性, 为安全运行奠定基础; 借助实时监测、故障诊断与自动化控制等技术手段, 提升安全管理智能化水平; 构建层级化管理体系, 落实安全检查与隐患排查, 完善应急管理机制; 通过技术创新、人员能力提升与管理方法优化, 实现安全运行管理的持续改进。只有全方位做好各项工作, 才能保障煤矿皮带运输机安全稳定运行。

参考文献

- [1]陈庆来,孙庆伟.煤矿井下皮带运输系统安全管理方法与措施探讨[J].中国设备工程,2024(16):80-82.
- [2]张晓剑,陈勇丞,李海潇.煤矿主运输皮带故障智能诊断与保护研究[J].内蒙古煤炭经济,2025(8):64-66.
- [3]宋盼.刍议煤矿机电皮带运输故障解决策略[J].矿业装备,2024(1):78-80.
- [4]胡锡.矿井下皮带运输系统安全管理方法与措施探讨[J].消费导刊,2021(20):114.
- [5]刘智平.矿用带式输送机安全管理技术措施应用[J].科技尚品,2023(6):62-64.