

数字化运维在输煤检修管理中的应用研究

翟晓宏

陕煤电力上高有限公司 山西 永济 336400

摘要：输煤系统作为电厂、矿山等领域的核心环节，运行具有连续性、高负荷特点，传统检修管理存在故障识别滞后、效率低下等突出问题。本文结合物联网、大数据等核心技术，探讨数字化运维在输煤检修管理中的应用路径，分析其应用必要性与可行性，构建“感知-传输-平台-应用”四层体系，提出针对性实施保障策略，实现检修模式从“事后补救”向“预测预防”转变，为提升输煤检修管理精准度、降低运维成本、保障作业安全提供理论与实践支撑。

关键词：数字化运维；输煤检修管理；应用

引言：随着工业数字化转型加速，输煤检修管理迎来智能化升级机遇，传统依赖人工经验的检修模式已难以适配高负荷输煤系统的运维需求，隐性故障漏判、过度检修等问题严重影响系统稳定运行。基于此，本文聚焦数字化运维技术在输煤检修管理中的应用，梳理相关理论与技术基础，分析当前检修管理现状与痛点，探索科学应用路径，助力输煤检修管理实现精准化、智能化、高效化，推动行业高质量发展。

1 相关理论与技术基础

1.1 输煤检修管理相关理论

（1）输煤系统构成与运行特性，核心检修设备（卸煤、翻车、斗轮机系统及皮带输送机、称重、采样设备等）的检修要求：输煤系统由卸煤、翻车、储煤、给煤等环节组成，运行具有连续性、高负荷特点。皮带输送机需重点检修输送带、滚筒等部件；斗轮机、卸煤及翻车系统需定期检查回转、俯仰等机构，称重、采样设备需校准精度，均需防范安全隐患。（2）输煤检修管理的核心内容，包括故障检修、定期检修、状态检修的内涵与特点：故障检修为事后维修，响应及时但易造成停机损失；定期检修按固定周期开展，可预防故障但易出现过度检修；状态检修基于设备运行数据，精准高效，能有效降低检修成本^[1]。（3）输煤检修管理的核心目标，即安全、高效、低成本、低故障停机率：确保检修过程无安全事故，保障输煤系统稳定运行，在控制检修成本的同时，最大限度减少故障停机时间，提升系统运行可靠性。

1.2 数字化运维核心理论

（1）数字化运维的定义、核心内涵与发展阶段：数字化运维是依托数字技术实现运维全流程智能化管理，核心是数据驱动，经历了自动化、数字化、智能化三个发展阶段。（2）数字化运维的核心理念，包括全生命

周期管理、预测性维护、数据驱动决策：全生命周期管理覆盖设备从采购到报废的全过程；预测性维护通过数据分析预判故障；数据驱动决策以实时数据为依据，提升运维科学性。（3）数字化运维与传统运维模式的差异的对比分析：传统运维依赖人工经验，效率低、主观性强；数字化运维依托技术手段，实现精准化、智能化，可大幅提升运维效率，降低人为失误。

1.3 数字化运维关键支撑技术

（1）物联网（IoT）技术：传感器部署、数据采集与实时传输技术原理及应用场景：通过在卸煤、翻车、斗轮机等系统及称重、采样设备部署传感器，采集温度、振动等数据，经无线传输至管理平台，适用于输煤设备实时状态监测。（2）大数据与人工智能技术：数据存储、分析算法、故障预测模型的核心原理：依托大数据技术存储海量运维数据，通过AI算法挖掘数据规律，构建故障预测模型，实现故障提前预警。（3）智能巡检技术：无人机、智能巡检机器人的技术特点及适配场景：无人机适用于大范围、高空巡检，机器人适用于设备密集、环境复杂区域，可替代人工完成高强度巡检。（4）数字化管理平台技术：平台架构、核心模块及数据集成能力：

2 输煤检修管理现状及数字化运维应用必要性分析

2.1 输煤检修管理现状调研与分析

（1）调研对象与范围：不同类型输煤系统的检修管理现状。调研覆盖火力发电厂、煤矿等核心应用场景，选取不同规模、不同运行年限的输煤系统，全面掌握各类场景下卸煤、翻车等系统及称重、采样设备检修管理的共性特征与个性化差异，确保调研结果具有代表性和全面性。（2）当前输煤检修管理的现有模式与流程。现有模式以定期检修为主、故障检修为辅，流程主要包括巡检排查、故障上报、方案制定、检修实施、验收归

档,整体依赖人工操作,从故障发现到处理的全流程均需人工干预,缺乏数字化手段支撑。(3)现有检修管理模式的运行效果初步评估。该模式能基本保障输煤系统运行,但存在明显短板,虽可通过定期检修减少部分故障,却无法提前预判隐性故障,且检修效率偏低、成本偏高,难以适配高负荷输煤系统的运维需求。

2.2 传统输煤检修管理存在的突出问题

(1)故障识别滞后:隐性故障难以发现,故障扩大导致停机损失增加。传统检修依赖人工经验判断,对卸煤、翻车系统及称重、采样设备的隐性故障识别能力不足,往往出现故障显现后才开展检修,易造成故障扩大,延长停机时间,增加经济损失。(2)检修效率低下:人工巡检劳动强度大、环境恶劣,巡检质量难以保证。输煤作业区域粉尘多、空间狭小,人工巡检劳动强度高,且易受人为疏忽影响,导致巡检漏项、误判,无法实现全方位、全天候巡检。(3)安全风险较高:高危区域作业易发生安全事故,安全管控难度大。输煤系统部分区域属于高危作业环境,人工巡检易发生坠落、粉尘危害等安全事故,安全管控主要依赖现场监督,管控精度和效率偏低^[2]。(4)管理模式粗放:数据碎片化,存在过度检修或欠检修,运维成本偏高。检修数据分散存储、缺乏整合,无法精准判断卸煤、翻车等系统及称重、采样设备实际状态,易出现过度检修造成资源浪费,或欠检修导致故障频发,推高运维成本。

2.3 数字化运维在输煤检修管理中应用的必要性

(1)解决传统检修痛点的迫切需求,提升检修管理的精准性与高效性。通过数字化手段实现卸煤、翻车等系统及称重、采样设备故障精准识别、智能预警,破解人工巡检短板,推动检修模式从“事后补救”向“事前预防”转变,提升检修精准度和效率。(2)适配输煤系统智能化转型的必然要求,符合行业发展趋势。当前工业数字化转型加速,输煤系统智能化升级已成必然,数字化运维作为核心支撑,可推动检修管理与智能化系统深度融合,跟上行业发展步伐。(3)降低运维成本、减少故障停机损失,提升企业经济效益的重要路径。通过精准检修、优化资源配置,减少过度检修浪费和故障停机损失,实现运维成本管控,为企业创造更高经济效益。(4)提升检修作业安全性,保障人员与设备安全的有效手段。通过智能巡检替代人工高危作业,减少人员暴露在危险环境中的频次,强化安全管控的精准度,有效防范安全事故发生。

2.4 数字化运维应用的可行性分析

(1)技术可行性:核心支撑技术的成熟度与适配

性。物联网、大数据、智能巡检等核心技术已日趋成熟,且已在同类工业领域成功应用,可根据输煤检修场景及卸煤、翻车等系统、称重采样设备灵活适配,技术落地难度较低。(2)经济可行性:前期投入与长期收益的综合评估。虽前期需投入设备改造、平台建设等成本,但长期可通过降低故障损失、减少人工成本、优化检修资源,实现收益稳步提升,投入产出比合理。(3)人员可行性:运维人员数字化技能提升的路径与保障。可通过分层培训、考核激励等方式,提升现有运维人员数字化操作技能,同时可引进专业数字化人才,为数字化运维落地提供人员支撑。

3 数字化运维在输煤检修管理中的应用路径与实施策略

3.1 输煤检修数字化运维体系构建原则与总体架构

(1)构建原则:实用性、兼容性、可扩展性、安全性、经济性。实用性优先,贴合输煤检修实际,适配卸煤、翻车等系统及称重、采样设备检修;兼容性保障与现有设备、管理系统无缝衔接;可扩展性预留升级空间;安全性保护数据安全;经济性控制建设运维成本,实现投入产出最大化。(2)总体架构:采用感知层、传输层、平台层、应用层分层设计。感知层采集设备状态数据,为体系基础;传输层保障数据实时高效流转;平台层处理分析数据,是核心枢纽;应用层提供数字化运维服务,四层协同实现全流程智能化管理。(3)核心目标与实施步骤:核心目标是建成“感知精准、传输高效、平台智能、应用落地”的数字化运维体系,推动检修模式从“事后补救”向“预测预防”转变。实施分三期:一期部署感知层,二期搭建管理平台,三期实现应用层全流程落地优化^[3]。

3.2 感知层建设:设备状态智能监测系统部署

(1)核心检修设备的传感器部署:振动、温度、粉尘等传感器的选型与安装。针对卸煤、翻车、斗轮机系统及皮带输送机、称重、采样设备,选型适配输煤粉尘多、高负荷环境的传感器,在关键部位安装振动、温度传感器,作业区域部署粉尘传感器,确保数据采集精准可靠。(2)数据采集范围与标准:设备运行参数、环境参数的采集规范。采集范围涵盖各类设备运行转速、振动频率等核心参数,以及作业区域粉尘浓度等环境参数;制定统一采集标准,明确采集频率、数据精度要求,确保多源数据可对比、可整合。(3)红外热成像等辅助监测技术的应用部署。在高危区域、隐蔽部位部署红外热成像设备,实现设备内部温度异常、部件磨损等隐性故障的可视化监测,与传感器采集数据互补,提升

故障识别的全面性,减少人工巡检盲区。

3.3 平台层建设:输煤检修数字化管理平台开发与应用

(1)平台核心模块设计:实时监控、故障预警、检修计划、备件管理等模块。实时监控模块直观展示卸煤、翻车等系统及各类设备运行状态与数据;故障预警模块基于数据分析发出预警信息;检修计划模块实现计划智能化生成与执行跟踪;备件管理模块实现备件库存、领用、补充的数字化管控,各模块协同支撑检修全流程。(2)数据集成与处理:多源数据的整合、清洗、存储与分析。整合感知层采集的各类设备数据、现有管理系统的检修数据、备件数据等多源信息,通过数据清洗剔除无效数据,采用大数据存储技术保障数据安全,运用AI分析算法挖掘数据规律,为运维决策提供支撑^[4]。(3)平台与现有系统的兼容性改造,实现数据互联互通。对现有输煤控制系统、设备管理系统进行兼容性改造,打通数据接口,消除数据壁垒,实现设备运行数据、检修数据、备件数据的互联互通,确保信息传递高效顺畅,提升管理协同性。

3.4 应用层建设:数字化检修全流程落地

(1)故障智能诊断与预警:基于AI算法构建故障识别、定位及预警机制。依托平台数据,通过机器学习模型精准识别卸煤、翻车等系统及称重、采样设备的故障类型与位置,提前发出预警并推送处理建议,缩短故障处置时间。(2)检修计划智能化制定:结合设备状态数据生成预测性检修计划。平台根据设备运行数据、故障预警信息,自动分析设备健康状况,生成个性化计划,避免过度与欠检修,优化检修资源配置。(3)智能巡检作业:推行无人机、巡检机器人替代人工巡检。划分巡检区域,高空、高危区域用无人机,设备密集区域用智能巡检机器人,明确巡检路线与标准,实现24小时全天候巡检,提升巡检效率与质量。(4)检修过程数字化管控:全程跟踪管理检修进度、质量与人员。通过平台记录检修人员、进度、工艺等信息,实时跟踪过程、规范操作流程,数字化评估检修质量,确保检修工作落地见效^[5]。

3.5 实施保障策略

(1)技术保障:技术团队建设、技术升级与维护机制。组建专业数字化技术团队,负责体系搭建、平台维护与技术优化,适配各类设备检修需求;建立技术升级机制,跟踪行业技术发展,及时更新系统与设备;完善日常维护制度,保障体系稳定运行。(2)人员保障:运维人员数字化技能培训与考核体系。制定分层培训计划,针对运维人员开展传感器操作、平台使用等技能培训,覆盖各类设备检修数字化操作;建立考核体系,将数字化技能纳入岗位考核,激励人员提升专业能力,适应数字化运维需求。(3)制度保障:完善数字化检修管理制度与操作规范。制定数字化运维管理办法、设备操作规范、数据安全管理制度等,明确各岗位职责,规范各类设备检修流程与数据管理,确保数字化运维工作有序推进、有章可循。

结束语

本文围绕数字化运维在输煤检修管理中的应用展开深入研究,明确了相关理论与技术支撑,剖析了传统检修管理的痛点及数字化应用的必要性与可行性,构建了完整的应用体系并提出实施保障策略。研究表明,数字化运维可有效破解传统检修短板,推动检修管理提质增效、降本减险。未来可结合工业大模型、数字孪生等新技术优化应用路径,扩大智能巡检覆盖范围,持续完善数字化运维体系,为输煤检修管理智能化发展提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]何伟人.输煤系统主要风险控制及安全管理方法[J].设备管理与维修,2023,12(24):153-156.
- [2]李前宇,潘作为,杨海龙.输煤系统及煤场"五全"管理[J].电力安全技术,2021,22(4):94-96.
- [3]刘洋.浅谈选煤机械设备日常维护与管理[J].石化技术,2024,27(09):233-236.
- [4]曹新春.浅析选煤机械设备日常维护与管理[J].中国设备工程,2023,19(10):42-44.
- [5]靳伟义.选煤厂选煤机械设备的维护管理[J].石化技术,2022,27(04):219-222.