

智能监测系统在电力拖动设备运维中的应用分析

刘少华、陈玉贵

摘要：电力拖动设备是工业生产、能源输送领域的核心动力装备，设备运行状态直接决定生产系统连续性与供电运行稳定性。传统运维模式以定期检修和事后抢修为主，存在监测滞后、隐患识别能力弱、运维资源浪费、故障处置效率低等突出问题，难以适配现代化工业精益运维需求。本文立足电力拖动设备运维痛点，阐述智能监测系统的整体架构与核心技术体系，分析系统在状态感知、隐患预警、故障定位、寿命评估等方面的技术优势。研究可为电力拖动设备智能化运维体系建设、提升设备运行可靠性、降低运维成本提供理论与实践支撑。

关键词：智能监测系统；电力拖动设备；设备运维

1 引言

电力拖动设备涵盖拖动电机、调速装置、传动机构及配套保护设备，广泛应用于矿山、冶金、化工、轨道交通等关键行业，承担电能与机械能转换及动力传输核心功能。设备长期处于变负载、高连续、多扰动工况，易出现电气参数漂移、机械磨损、绝缘老化、功率器件劣化等问题，诱发设备故障与系统失稳。传统运维模式依赖固定周期检修与人工经验判断，检修间隔无法匹配设备真实劣化规律，易出现过度检修或检修不足等问题。人工巡检存在监测覆盖面有限、数据采集滞后、隐性隐患识别能力差等短板，无法实现设备状态的全过程动态管控。本文结合电力拖动设备运行特征与运维需求，系统研究智能监测系统的技术架构、应用价值与实践优化策略，推动电力拖动设备运维从经验化检修向数据驱动型智能运维转型。

2 电力拖动设备传统运维模式现存缺陷

传统电力拖动设备运维以计划检修和故障抢修双重模式为主，运维逻辑固化、技术手段单一，与现代工业连续化、精细化生产需求存在明显脱节，存在多重现实缺陷。固定周期检修模式按照统一时间节点开展设备拆解、校验、维护作业，未结合设备运行工况、负载强度、服役年限的差异化特征。高负荷运行设备隐患累积速度更快，固定检修间隔易遗漏中期隐性故障；低负荷设备频

繁检修则造成人力、备件及停机资源浪费，整体运维经济性较差。

人工巡检监测精度与时效性不足，运维人员依靠感官判断和常规仪器抽检，仅能识别设备异响、过热、明显振动等显性故障。对于绝缘微劣化、电流谐波畸变、轴承早期磨损、控制参数偏移等隐性缺陷无法有效识别，导致故障预判能力薄弱，多数隐患发展为显性故障后才能被处置。传统运维数据留存零散，设备运行参数、故障记录、检修信息缺乏系统性归集，无法形成设备全生命周期数据链条，难以支撑设备劣化规律分析、寿命预测及运维策略迭代优化。此外，故障处置依赖人工经验，故障定位耗时较长，处置流程缺乏标准化依据，设备停机恢复效率偏低，严重影响生产连续性。

3 电力拖动设备智能监测系统技术架构

适配电力拖动设备运行特性的智能监测系统采用分层模块化架构，整体分为感知采集层、数据传输层、数据处理层、应用服务层，各层级协同实现设备状态全方位感知、数据智能化分析与运维精准化管控，具备高适配性与高稳定性特征。感知采集层为系统核心前端单元，部署高精度传感设备与信号采集模块，针对性采集电力拖动设备的电气参数、机械参数与环境参数。电气参数涵盖三相电流、运行电压、功率因数、谐波含量等指标，机械参数包含设备振动幅值、运行温度、转速波动、轴承状态等内容，环境参数采集现场温湿度、电磁干扰强度，实现设备运行状态全维度数据采集。

数据传输层采用有线与无线融合传输模式，针对工业复杂电磁环境优化传输协议，保障监测数据实时、稳定、无损上传。核心设备采用光纤有线传输方式，保证关键数据传输可靠性；分布式终端设备采用工业无线传输模式，降低布线改造成本，适配现场复杂布局场景。数据处理层依托边缘计算与云端大数据技术完成数据预处理与深度分析，通过边缘节点实现数据降噪、筛选、标准化处理，剔除环境干扰数据与异常噪点，减少云端运算压力。云端平台构建设备运行特征数据库，依托大数据算法提取设备劣化特征、故障特征参数，实现数据深度挖掘。

应用服务层面向运维场景搭建可视化监测、故障预警、故障定位、寿命评估、运维台账管理等核心功能模块。平台可实时展示设备运行状态曲线，自动

对比历史数据与标准阈值，识别参数异常波动。结合设备劣化规律构建预警机制，分级推送预警信息，指导运维人员开展前置处置。同时自动归集设备运行与检修数据，形成全生命周期运维档案，为运维策略优化提供数据支撑。

4 智能监测系统在设备运维中的核心应用价值

智能监测系统彻底改变电力拖动设备传统运维逻辑，实现运维模式的根本性革新，在隐患防控、运维提效、成本管控、设备延寿等方面具备显著应用优势。系统可实现设备状态全天候不间断动态监测，弥补人工巡检时间与空间局限性，精准捕捉设备早期隐性劣化特征。通过参数趋势分析预判设备状态演变规律，实现故障前置预警，改变传统事后处置的被动运维模式，从源头降低设备故障停机概率，大幅提升电力拖动系统运行稳定性。

系统依托数据驱动开展精准运维，摒弃盲目定期检修模式，根据设备实际劣化状态、运行工况制定差异化检修计划。针对状态稳定设备延长检修周期，针对隐患设备及时开展专项检修，有效减少无效检修作业，降低备件损耗与人力成本，提升运维资源利用率。在故障处置环节，系统可依托特征参数快速锁定故障点位与故障诱因，区分电气故障、机械故障、控制故障类型，缩短故障排查时间，提升设备故障恢复效率，保障生产连续运行。

同时，系统归集的全生命周期数据可精准反映设备工况适配性与劣化规律，为设备参数优化、负载匹配、技改升级提供数据支撑。通过长期数据积累可实现设备剩余使用寿命评估，为设备更换、备件储备、生产调度提供科学依据，实现电力拖动设备运维的精细化、科学化管控。

5 工程应用实践与效果分析

将智能监测系统应用于某工矿企业生产线电力拖动设备集群，替代原有人工巡检与定期检修模式，开展为期半年的工程应用验证。应用前设备运维依赖月度定期检修，故障预警能力缺失，经常出现电机过热、振动超标、调速参数偏移等隐性问题引发的停机故障，运维成本偏高、设备有效作业率偏低。

系统部署完成后，实现全部拖动电机、调速装置、传动设备的全覆盖监测，实时采集设备运行关键参数并完成智能化分析。应用期间，系统多次提前

识别轴承早期磨损、电流谐波异常、绝缘微劣化等隐性隐患，通过前置运维处置彻底消除故障风险。对比应用前后运维数据，设备非计划停机次数大幅减少，故障处置时长显著缩短，无效检修作业减少，运维人力与备件消耗成本明显下降。同时设备运行参数长期保持最优状态，设备磨损速率放缓，有效延长电力拖动设备服役寿命，整体运维精细化水平显著提升。工程实践证明，智能监测系统适配工业复杂工况，可有效解决传统运维模式的各类短板，具备极高的工程推广价值。

参考文献

[1] 尚梦.基于物联网的电力设备远程监测与智能运维系统设计[J].数字技术与应用,2025,43(4):64-66.