

文章编号:1671-251X(2023)S1-0079-03

# 设备在线检测与预测性维护系统在 骆驼山选煤厂的应用

高燕军, 刘毅, 杨东

(国家能源集团乌海能源有限责任公司, 内蒙古 乌海 016000)

**摘要:**选煤厂机电设备大数据具有大容量、多样性和实时性的特点,从选煤厂设备大数据中挖掘有用信息,高效、准确地识别设备故障,成为选煤厂机电设备维护管理面临的新问题。骆驼山选煤厂缺乏完备的设备状态监测与数据支持,设备的早期故障很难及时发现,针对该问题,构建了骆驼山选煤厂设备在线检测与预测性维护系统架构,并介绍了系统关键技术。该系统基于设备运行数据、历史运行记录、设备运行机理模型,智能分析设备工作状态及故障趋势,并对发展趋势进行评判,从而智能化地提出维护管理意见,大大提高了设备维护管理的可靠性和效率。

**关键词:**选煤厂; 智能化; 在线检测; 预测性维护; 大数据

中图分类号:TD67 文献标志码:A

## Application of equipment online detection and predictive maintenance system in Luotuoshan Coal Preparation Plant

GAO Yanjun, LIU Yi, YANG Dong

(CHN Energy Wuhai Energy Co., Ltd., Wuhai 016000, China)

### 0 引言

随着选煤厂产能不断加大,大型机电设备一旦出现故障,将严重影响选煤厂正常生产<sup>[1]</sup>。定期维修和事后维修相结合的传统方法存在“过维护”和“欠维护”问题。因此,国内多个大型煤矿企业已由传统的事后维修方法逐步发展为预测性维护方法。

国家能源集团乌海能源有限责任公司骆驼山选煤厂缺乏完备的设备状态监测与数据支持,设备的早期故障很难及时发现<sup>[2-4]</sup>。对于重要设备,一般是安排人员定期现场巡检,手工记录设备运行参数。由于人员素质、检测手段等因素,在巡检任务的监管、检测的准确性、数据档案管理的便捷性等方面都存在很大问题,很难满足设备精益管理的要求<sup>[5-6]</sup>。因此,本文构建了骆驼山选煤厂设备在线检测与预测性维护系统架构,介绍了系统关键技术。将智能故障诊断技术应用在选煤厂机电设备中,可及时发现机电故障,并在第一时间消除故障,实现预测性维修,降低维修成本,提高管理效率,减少非计划停机时间,有效提高机电设备的实际使用率,从而增加企

业的经济效益。

### 1 系统架构

骆驼山选煤厂设备在线检测与预测性维护系统利用高精度智能无线传感器采集设备状态数据和运行参数,经大型无线网络传输至边缘计算网关<sup>[7-8]</sup>进行处理。系统基于设备运行数据、历史运行记录、设备运行机理模型等,智能分析设备工作状态及故障趋势。结合智能告警策略,将设备异常状态提前通过系统平台或移动端等方式进行推送,并辅以专家团队诊断复核,自动导出专业诊断报告,进行预测性检修。

设备在线检测与预测性维护系统主要包括传感监测层、数据采集与传输层、服务层、呈现层,如图1所示。

1) 传感监测层。通过现场无线传感器采集轴承温度、振动等数据。

2) 数据采集与传输层。传感器监测设备关键部位的振动、温度等信息后,通过网络传输至服务层进行分析处理。

收稿日期:2023-07-11;责任编辑:胡娟。

作者简介:高燕军(1980—),男,内蒙古乌海人,工程师,研究方向为煤矿机电,E-mail: 1087926@ceic.com。

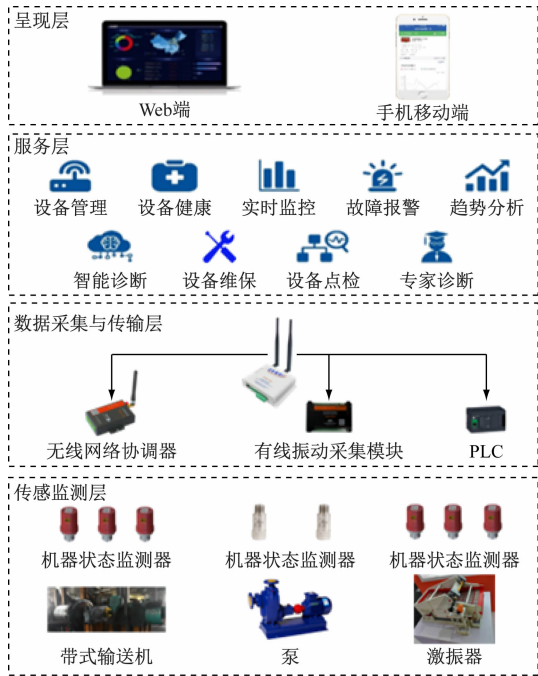


图 1 骆驼山选煤厂设备在线检测与预测性维护系统架构

3) 服务层。对采集到的监测数据进行存储、挖掘、分析,提供设备管理、实时监控、故障报警、趋势预测、专家诊断、智能诊断等服务。

4) 呈现层。为用户提供多种服务接入方式,用户可以通过终端 App、Web 客户端访问系统,通过终端 App 可以满足用户随时随地监测关键设备运行状态的需求,提高维护工作的便捷性及效率。

2 系统关键技术

1) 云平台。开发了基于 B/S 架构的选煤厂设备在线检测与预测性维护云平台软件,具有云端数据分析、存储与移动终端呈现功能。云平台采用大数据分析功能对设备运行数据进行分析,进行精确故障诊断,为用户维修提供决策依据。根据选煤厂旋转机械设备的故障特征参数和特征频率,对设备状态进行评价,实现预测性维修,降低维修成本,提高管理效率。

2) 无线传输。利用高精度智能无线传感器采集设备状态数据,设备运行参数和状态数据经过大型无线网络传输至边缘计算网关进行净化和处理,预处理后的数据通过云平台进行分析<sup>[9-11]</sup>。

3) 智能诊断。实现对设备当前运行状态的判断和未来状态的预测,可定位故障部件,分析故障原因,监测故障劣化趋势,评估故障部件剩余寿命。对设备进行精确故障分析与诊断,诊断的故障包括轴承损坏、齿轮损坏、基础松动、负荷过载、超温及联轴器故障、不对中、动平衡故障等。系统内部集成远程诊断功能,可远程在线出具故障诊断报告。

4) 设备运行状态评估。能够采集并长期存储

设备的温度和振动情况,对设备运行数据进行专业分析,得到设备运行的各种图谱,包括峭度指标、裕度指标、均方根、幅值谱、3D 瀑布图、功率谱、倒频谱、包络谱等。系统能够自动统计出报警列表和热点高频事件,从而对设备运行状态进行评估。

5) 运维技术。振动温度一体传感器具备全无线监测方式,无需安装信号线、通信线及电源线,可实现快速部署及后期便捷维护<sup>[12-15]</sup>。

6) 信息分析、展示和推送。具备基础信息分析功能,可以通过数据变化预测数据下一步走向,对可能超出规定范围的异常状态进行报警;对采集到的异常信息、分析结果,可以按照优先级随时或定时进行分级推送。

3 骆驼山选煤厂应用效果

通过建设基于 B/S 架构的选煤厂设备在线检测与预测性维护系统,对选煤厂大型机电设备进行在线检测,将检测数据实时上传至服务端,可及时发现设备早期故障,预知故障发展趋势,实现预测性维护。

选煤厂设备故障停机率与未实施之前相比有很大程度降低。通过设备全生命周期管理,可降低设备现场维护频率,有效控制备品备件库存,避免过度维护,降低维护成本。通过自动诊断及智能告警,将信息通过多种方式第一时间送到决策人手中,并能通过移动端等方式及时处理,让决策突破空间和时间限制,提升决策效率。通过预测性维护提前预知风险并及时作出合理决策,排除潜在风险,提升生产安全性。

4 社会效益与经济效益

1) 经济效益。对选煤设备故障进行预诊断,可减少计划外停机时间,每年减少经济损失 200 万元;采用故障预诊断系统,可以及时发现处于萌芽状态的设备故障,以检定修,避免设备严重损坏,每年可减少设备维修费用 150 万元;减少了选煤厂设备管理人员数量,提高了管理效率,每年减少人员支出费用 20 万元。

2) 社会效益。采用“设备管理+互联网”的模式构建了选煤厂关键设备运行数据采集与网络传输通道,建立了选煤设备在线检测和智慧化管理的信息化体系,为建立智慧选煤和智慧矿山提供了底层信息技术支持。对洗选设备早期故障进行预警和预诊断,可提高设备管理效率,降低设备操作人员的劳动强度,保障安全生产。

5 结语

在智能化建设的大背景下,选煤厂机电设备故障诊断与预测性维护必将迈进新阶段。下一步将从以下 3 个方面展开深入研究,将智能化故障诊断与预测更好地应用于选煤厂机电设备的维护管理中,保障设备安全可靠运行;结合智能传感器技术和随机共振、盲源分离等方法,及时识别设备早期故障;借助多传感器信息融合技术,准确有效地识别设备机电故障;利用迁移学习算法,建立仿真试验数据与现场数据的相关性,对现场设备进行诊断与预测。

参考文献:

[ 1 ] 张瑞平. 神东煤炭集团机电设备安全运行管理提升探索[J]. 内蒙古煤炭经济,2022(11):94-96.

[ 2 ] 冯肖利. 矿山机电设备智能故障检测诊断技术的研究[J]. 技术与市场,2014,21(11):8,10.

[ 3 ] 王晓丹. 基于深度学习的风力发电机故障预测研究[D]. 重庆:重庆工商大学,2019.

[ 4 ] 雷亚国,贾峰,孔德同,等. 大数据下机械智能故障诊断的机遇与挑战[J]. 机械工程学报,2018,54(5):94-104.

[ 5 ] 何宗旺. 振动频谱分析在滚动轴承故障诊断中的应用[J]. 现代零部件,2010(增刊 1):50-53.



(上接第 71 页)

[ 2 ] 鲁艳青. 选煤厂皮带机溜槽改造实例论述[J]. 机械管理开发,2022,37(3):42-44.

[ 3 ] 曹阳,龙雨,马军,等. 基于近似模型和 GMSCVE 的溜槽结构设计优化[J]. 机械设计,2023,40(2):84-89.

[ 4 ] 姬红刚. EDEM 技术在选煤厂转载点流槽设计中的应用[J]. 矿山工程,2020,8(2):200-207.

[ 5 ] 陈晓玲,张永星. 转载溜槽控尘结构优化及其机理分析[J]. 科学技术与工程,2022,22(33):14666-14672.

[ 6 ] 聂首维. 选煤厂溜槽设备的改进设计研究[J]. 煤矿现代化,2019(4):151-153.

[ 7 ] 王敏. 带式输送机落煤缓冲床的设计与实践[J]. 自动化应用,2020(2):91-92,95.

[ 8 ] 石国明. 煤矿带式输送系统中缓冲床的改进与应用[J]. 煤矿机械,2015,36(9):208-209.

[ 6 ] 蔡峰. 振动频谱在滚动轴承故障判断方面的应用[J]. 中国设备工程,2021(1):72-73.

[ 7 ] 马吉军,贾雪琴,寿颜波,等. 基于边缘计算的工业数据采集[J]. 信息技术与网络安全,2018,37(4):91-93.

[ 8 ] 吴琳琳. 计算机网络云计算技术研究[J]. 北京印刷学院学报,2021,29(8):152-154.

[ 9 ] 史丽萍,王利华,唐华. 矿井主通风机流量在线监测系统的设计[J]. 矿山机械,2011,39(6):103-106.

[10] 唐磊,王琨,赵孝文,等. 无线传感器网络的节点及相关协议的设计[J]. 自动化技术与应用,2016,35(4):114-117.

[11] 周丽. 浅析无线传感器网络节点调度算法[J]. 科技与创新,2016(14):69.

[12] 袁刚,王代华. 一种压电式六维加速度传感器的快速原型及其特性[J]. 仪器仪表学报,2011,32(2):356-362.

[13] 廖先碧. 压电式传感器在低频振动测量中的失真分析[J]. 电子制作,2013(17):10.

[14] 李浩源,张兴,杨淑英,等. 基于高频信号注入的永磁同步电机无传感器控制技术综述[J]. 电工技术学报,2018,33(12):2653-2664.

[15] 冯进,袁宇浩,淡宁,等. ADRC 与高频方波注入的 PMSM 无传感器控制[J]. 计算机仿真,2020,37(9):171-175,316.

[ 9 ] 李书有. 带式输送机输送带选型及导料槽结构改进优化研究[J]. 机械管理开发,2022,37(10):212-213,216.

[10] 关志强. 热电厂输煤皮带导料槽抑尘结构优化问题探讨[J]. 能源与节能,2022(1):94-95,186.

[11] 王嘉智. 散料输送系统转载点溜槽设计[J]. 能源与环保,2019,41(12):117-120,124.

[12] 宋冠霆,宋伟刚. 带式输送机转载溜槽的抑尘设计[J]. 矿山机械,2020,48(11):29-36.

[13] 马建钢. 选煤厂溜槽设计[J]. 机械管理开发,2018,33(8):17-19.

[14] 潘金茹. 一种选煤厂用智能防堵溜槽的设计分析[J]. 机械管理开发,2021,36(4):24-26.

[15] 董彦强,郭苏煜. 带式输送机受料溜槽分析设计与改进[J]. 中国煤炭工业,2020(S1):4-7.