矿业公司工业服务型企业一站式智能化运维探索与实践——浅谈设备智慧运维管理发展

文/王　锦　孙伟锐　王占郊　于广宇　王大千　解　达
鞍矿智维（辽宁）科技有限公司

摘要：随着工业化与信息化的深入融合，矿业公司工业服务型企业运行模式已从传统维修工艺向智能化运维过渡，企业发展处于转型和升级中。针对各生产单位设备维护需求情况实施“产线设备现场预知维护”+“设备在线监测与故障诊断”+“运控中心调度”的智慧化运维包保模式，对降低维修成本、加速科技创新、节省检修人工成本、提高劳动生产率、保障设备安全稳定运行，以及实现生产效率最大化等方面具有重要意义。

关键词：工业服务；数据建设；智慧运维；矿山行业；一站式智能化

鞍矿智维智慧运维数据中心建设项目按照《数字鞍钢建设工作方案》《智能矿山建设规范》及智慧鞍钢“十四五”“四化”攻关指标要求，建设智慧运维平台，结合专业诊断与分析实现对设备维修、故障的有效控制，提升设备可用性及安全性的同时，最小化设备总寿命成本，保障设备的安全、稳定、高效和经济运行。通过系统平台不断规范人员行为，理顺业务流程，提高工作效率，实现向管理要创效的目标。

概述

1. 工业服务新业态形成

为加强鞍钢集团矿业公司设备管理智能与数字化监测，矿业集团已于2021年年底在部分矿厂的关键设备部署了在线监测与预测性维护系统，但覆盖设备数量少，监测维度窄，在企业设备运维领域数字化与智能化建设过程中仍然存在诸多不足。主要表现为：

1）矿业公司下属多个分厂，鞍千矿和关宝山矿部分设备布设了在线监测系统，但企业自主应用率较低，多依赖于系统供应商提供技术支持，没有充分发挥故障预测性维护系统的价值。

2）不同产线甚至同一条产线的设备在线监测系统由多家供应商提供，各第三方厂家的在线监测数据未集中利用，信息孤岛现象严重。

3）设备工艺信号数据存在于现场工控系统，该部分数据能反馈设备的运行状态，但未能得到充分利用。

4）部分人员具备一定的故障诊断能力和丰富的设备运维经验，但人力资源较为分散，未集中优势资源进行专业化管理。

5）现有管理模式中的故障预测诊断率占比不高，无法为设备管理提供可量化的数据支撑，设备检修计划与检修周期设定是否合理，以及薄弱环节的改进，无数据支撑。

6）对各分厂机、电、液各类型设备状态数据未实现集中监控管理，各生产单位与设备管理人员希望数据能够集中监控。

7）设备状态信息未能与设备管理业务系统形成联动，以设备状态驱动设备管理业务的链路尚未打通。

8）过往设备采集数据、故障案例、故障维护标准等数据没有得到长期有效保存沉淀，未形成企业设备数据资产。

鞍矿智维基于《鞍钢集团矿业有限公司智慧矿山建设指导意见》中“建设集成平台打造矿业生态、借助信息技术服务企业转型、突出行业特点形成矿业模式、实施智能制造体现示范作用”的指导思想，建设了设备智能运维平台。该平台包括可视化应用、智能诊断应用及技术平台三部分。其中，可视化应用向用户提供了日常运维的基本功能及界面；智能诊断应用提供了设备的诊断模型、诊断算法、故障特征判断；技术平台提供的物联网平台满足各矿全面的数据采集，包括与前端设备数据、与边缘层数据及与第三方数据的对接等，为整个智能运维平台提供数据支撑服务。提供的大数据平台通过融合时序数据库、大数据存储等不同技术组件，适配鞍钢矿业公司不同类型数据的管理要求。打造数智驱动的建模平台，涵盖样本管理、算法管理和模型构建全流程自动化。提供机理建模平台，提高设备故障自诊断能力。

在业务层面，系统包含了数据采集、数据存储、数据分析、报警处理及诊断处理、可视化应用等部分业务。

技术平台实现设备相关的多源异构数据统一采集、计算、存储和建模等功能，对采集的数据进行逻辑判断及报警分析。该部分业务还包括机理模型诊断、AI参数预警、模型调度管理、模型监控、报警抑制及智能推送等功能。

2. 推行智能化运维的意义

目前鞍钢矿业公司大多数产线的设备运维采用常规“点检定修制”，以预防性维修为核心，存在点检手段缺乏、五感定性多、经验判断多和量化预测少的特点；掌握状态信息的全面性、状态诊断的准确性、设备的可靠性及设备维护的经济性均有待提升。

智能运维平台运行后，可为企业带来以下改变：

1）减少设备突发事故、故障。基于可靠、真实的设备运行数据，实现设备当前运行状态的判断和未来状态的预测，将维护维修决策由临时、事后抢修等转变成计划、预测性维修，避免非计划停机的突发事故。

2）提高设备状态掌控能力。针对各产线核心设备部署在线监测系统，以智能采集系统实时获取设备状态的量化数据，与原有三级点检相比，智能采集系统可更及时地获取设备状态信息，数据质量更稳定和真实，提高设备状态掌控能力。

3）提高人员工作效率。核心设备部署在线监测系统后，可逐步替代人工点检工作，有效降低设备点检人员的工作负荷，平台对维修全流程的数据进行记录、跟踪、评价，使设备管理人员从繁琐的设备管理数据统计和分析工作中解脱出来，将更多的时间投入到设备管理的提升工作中。

智能化运维技术

1. 设备状态监测技术

设备状态监测技术可以对设备的运行状态进行实时监测或定期监测和分析，监测设备的运行状况，及时发现故障和潜在故障，提供预警和维修建议。

常见的设备状态监测功能包括振动监测、温度监测、声音监测及油液监测等多种方式。矿山设备通常是大型的重型机械设备，工作环境恶劣，运行工况复杂，容易出现故障。振动监测技术可以实时监测旋转类机械设备运行状况，分析诊断设备早期故障隐患。智能振动监测技术的优势如下：

1）实时监测。通过传感器实时监测物体的振动状况，及时发现异常情况并采取措施。

2）自动化监测。通过数据的自动化采集和处理，减少人工干预，提高监测效率和准确性。

3）预测性维护。通过数据分析和处理，提供预警、诊断和维护等服务，预防设备故障的发生。

4）低成本。智能振动监测通过低成本的传感器和数据采集设备实现，降低了设备维护成本。

2. 智能诊断技术

以往的矿山设备诊断方法主要依赖于人工经验，存在诊断时间长和准确性低等问题。为了解决这些问题，智能诊断技术应运而生。

智能诊断技术基于物联网、云计算及大数据分

析等技术，通过对矿山设备数据的实时采集、处理和分析，实现对设备状态的远程监测、故障诊断和预测性维护。

矿山设备的故障类型比较多，主要包括机械故障、电气故障、液压故障、控制系统故障、运行环境故障、磨损和老化、安全故障和其他故障等，大多数故障都对矿山生产造成较大的影响，因此矿山企业需要采取有效的故障预测和诊断措施。智能运维系统结合原有业务场景和不同故障诊断方法，及时发现和处理故障，保障生产的顺利进行。

设备智能运维平台中使用的故障诊断方法有：

1）基于规则的诊断方法。通过设定一系列规则来判断设备是否存在故障。

2）基于模型的诊断方法。通过建立设备的数学模型，对设备状态进行预测和诊断。

3）基于统计的诊断方法。通过对设备历史数据进行统计分析，提取故障特征，并进行故障诊断。

4）基于机器学习的诊断方法。通过机器学习算法对设备数据进行分析和学习，建立故障预测模型并用于故障诊断。

5）基于深度学习的诊断方法。通过深度学习算法对设备数据进行分析和学习，建立深度神经网络模型并用于故障诊断。

智能诊断技术通过监测设备运行状态、采集数据及分析数据等方式，可诊断矿山设备的各种类型故障，实现了智能化、智慧化、低成本和高效率的目标。

设备智能运维平台中智能诊断模块功能有：

1）智能报警（自诊断）。智能监测引擎通过智能报警触发报警快速通知、诊断处理，形成诊断结果及检维修建议，及时通知现场人员进行设备维护处置。

2）智能诊断模型。设备类型不同、运行工况不同，其故障特征不同，应用的智能算法模型也不相同。按照设备驱动方式、连接方式、转速及结构等属性，将设备属性划分为30余类，总结智能报警模型数量1 000余种。

3）专家分析工具。当系统无法对设备的故障状态做出准确判断时，需要人工介入，对故障情况进行分析。在专家开展分析时，系统基于分析过程中多设备、多通道对比等需求，提供多种分析工具。

4）检修知识库模块。包括诊断知识库和故障案例库两个子模块。诊断知识库包括典型故障信号的特征描述、诊断逻辑总结和标准维修过程描述；故障案例库汇集监控范围内的关键设备的历史故障案例，按照分厂单位名称、车间信息、设备名称、设备类型、故障部位、故障类型、严重程度、检修时间、检修负责人、数据特征描述及案例处理过程等元素，构建故障案例库，并在矿业公司范围内共享。

5）智能诊断报告。智能运维平台根据设备健康、通信、运行及工况等多维度数据，提供即时诊断报告、定期诊断报告及专家诊断报告三种诊断报告，用以指导设备管理人员进行设备运维。

3. 智能报警技术

设备智能运维平台智能诊断应用报警处理业务，在系统产生报警后，首先根据设备诊断模型、机理诊断模型及AI模型对报警进行智能诊断并生成系统自诊断报告。此外，系统提供专家诊断工具，协助专家对监测数据进行专家诊断，专家也可对智能诊断报警进行审核，确认后的诊断将发送给厂矿专业点检员。提高设备的可靠性和安全性，减少生产事故，降低生产成本。

4. 预知性维修技术

设备预知性维修是一种基于数据分析和机器学习技术的维修方法，旨在提高设备的可靠性，减少意外停机和维修成本。随着现场数据采集手段增多，数据的实时性和多样性加强，有利于设备预知性维修的数据积累和分析，制定并实施相应的维修策略，有效降低设备维修成本和提高维修效率。

设备预知性维修流程一般包括以下步骤：

1）数据采集和存储是整个设备预知性维修流程的基础，需要收集设备的运行数据，包括振动、温度、压力及电流等，并将其存储在数据库中。

2）数据预处理和特征提取是对采集到的数据进行清洗、去噪和降维等预处理操作，并从中提取出有意义的特征量，用于后续的模型建立和预测。

3）模型建立和训练需要根据特征量和设备故障的历史数据，建立预测模型。常见的模型包括神经网络、支持向量机及决策树等。建立模型后，需要对其进行训练和优化，以提高预测准确度。

4）故障预测和预警是对设备未来的运行状态进

行预测和预警。当发现设备部件存在异常或潜在故障风险时，及时发出预警信号，通知相关人员进行维修或更换处理。

5）维修和反馈。在设备发生故障或达到预警阈值时需要进行维修或更换。同时，需要将维修后的数据反馈到预测模型中，不断优化和改进模型的预测准确度。

实施效果

1. 减少设备突发事故和故障

基于可靠、真实的设备运行数据，实现设备当前运行状态的判断和未来状态的预测，将维护维修决策由临时、事后抢修等转变成计划、预测性维修，避免非计划停机的突发事故。

2. 提高对设备状态的掌控能力

针对各产线核心设备部署在线监测系统，以智能采集系统实时获取设备状态的量化数据，相比原有三级点检，智能采集系统可更及时地获取设备状态信息，数据质量更好，数据的稳定性、真实性更强，提高对设备状态的掌控能力。

3. 提高人员工作效率

核心设备部署在线监测系统后可逐步替代人工点检工作，或变原有的精密点检为快速的巡检，有效降低设备点检人员的工作负荷。同时，设备运维管理平台对维修全流程的数据进行记录、跟踪、评价，使设备管理人员从繁琐的设备管理数据统计和分析工作中解脱出来，将更多的时间投入到设备管理的提升工作中。

4. 建立智能运维体系及人才储备

为配合智能运维平台建设，充分发挥智能运维平台的价值，培养企业自身专业能力，将鞍钢集团矿业公司各分厂关键设备部纳入平台统一集中监测，通过建模平台提供的自诊断服务，结合诊断工程师以及外部专家的监测，形成自诊断为主、专家诊断为辅的诊断模式，以便及时响应现场设备报警，分析定位故障类型与部位，驱动业务并远程指导现场设备检修维护工作。

前景展望

智能化运维是未来的发展趋势，它将给传统的运维方式带来革命性的变化，也将是工业服务型企业提高竞争力的重要手段。鞍矿智维智慧运维数据中心的建设，将鞍钢集团矿业公司的各分厂设备信息进行了集中管控，通过数据的有效利用、专业的培训和实操，锻炼出一支专业化的故障诊断和维修队伍，打造以智能诊断为中心、远程运维支持为支撑的智能化运维服务体系，对鞍钢集团矿业公司各厂矿设备的稳定运行和维护队伍的高质量发展具有重要意义。**EA**

参考文献

[1] 樊红卫，张旭辉，曹现刚，等．智慧矿山背景下我国煤矿机械故障诊断研究现状与展望[J]．振动与冲击，2020，39(24)：194-204．

[2] 英旭，秦立祥，徐源．基于BIM技术的地铁车站机电设备安装维护管理系统开发与应用[J]．施工技术，2016，45(S1)：764-767．

[3] 王廷魁，赵一洁，张睿奕，等．基于BIM与RFID的建筑设备运行维护管理系统研究[J]．建筑经济，2013(11)：113-116．

[4] 陈宇，陈新，陈新度，等．制造企业生产设备运行维护实时管理系统[J]．系统工程理论与实践，2008(4)：65-72．

[5] 黄必清，张毅，易晓春．海上风电场运行维护系统[J]．清华大学学报(自然科学版)，2014，54(4)：522-529．

[6] 孙要夺，孙彦广，顾佳晨，等．钢铁企业MES中的设备管理系统[J]．冶金自动化，2004(5)：18-20，28．

[7] 禹鑫燚，施甜峰，唐权瑞，等．面向预测性维护的工业设备管理系统[J]．计算机科学，2020，47(S2)：667-672，677．