基于大数据技术优化制造企业生产设备管理

马千里

(北京建筑大学, 北京 100044)

摘要 大数据技术作为一种处理和分析海量数据的技术体系,在现代社会中具有重要的应用价值,对涉及大量数据信息的生产制造企业而言具有广阔的应用前景,不论是生产设备、生产流程本身,还是与生产制造息息相关的原料采购、库存管理、市场营销等,均会产生海量数据。本文主要分析了大数据技术在制造企业生产设备管理优化中的应用价值,并围绕性能参数预测、故障预测、使用寿命预测、设备维护决策支持、设备风险管理支撑等维度,探讨相应的实践策略,以期为相关人员提供借鉴。

关键词 大数据技术; 制造企业; 生产设备管理; 故障预测模型

中图分类号: TP391; F273

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.02.024

0 引言

在数字化时代,大数据技术逐渐在各个领域得到广泛应用。制造领域应用大数据技术,能实现制造模式的创新变革,构建更加科学、高效的制造模式,形成能推进制造行业飞速发展的全新体系。制造企业生产设备管理中应用大数据技术,则能显著提升设备管理水平,进而更好地支持生产业务开展,有利于制造企业生产水平以及经济效益提升。

1 大数据技术在制造企业生产设备管理优化中的应用价值

1.1 制造企业生产设备管理概述

对制造企业而言,生产设备管理直接关系到企业的生产效率、成本控制、产品质量、安全生产、市场竞争力等方面,只有加强生产设备管理工作,制造企业才能在市场竞争中实现可持续发展。制造企业生产设备管理涉及设备选型、供应商评估、采购合同签订实施、设备安装计划制定、设备安装安全规范实施、设备调试、设备预防性维护、应急维修、保养计划制定与执行、设备实时监控、设备数据记录、技术更新、老旧设备改造、报废处理、设备登记、资产评估、人员培训、安全规程、事故预防、产品质量检测、维护成本控制、节能减排、配件供应、服务支持乃至行业标准等,内容多,管理难度大。如何实现对生产设备管理的有效优化,一直都是制造企业高度重视的难题。而在大数据技术的支持下,生产设备管理优化水平将得到显著提升。

1.2 大数据技术对生产设备管理优化的积极意义

第一,实现生产设备数据的全程全面采集。制造

企业生产设备类型杂且数量多,同时各设备从采购到安装、运行再到报废涉及大量数据信息,导致数据采集成为生产设备管理的一大难点。在传统管理模式下,制造企业难以实现对生产设备相关数据的完全采集。在数据本身有所缺失的情况下,针对生产设备的管理自然也很难做到优质高效。应用大数据技术,能实现对生产设备相关数据的全程全面采集,切实改善和解决生产设备数据采集不足的问题,为相应的设备管理提供充足的数据支撑。第二,提升检修效率。基于大数据技术的生产设备管理,能实现对海量相关数据的综合分析,也能实现设备检修维护过程的自动化与智能化,减少人为失误造成的影响,优化检修流程,保障设备信息数据获取的精准性与及时性,大幅提升检修效率^[1]。第三,强化对生产设备运行状态的实时监测。生产流程中应用大数据技术,能实现对生产设备运行状态的实时动态监测,通过数据分析及时发现设备的异常和故障,还能提供自动报警服务与智能维护服务,进而保障生产设备的安全、稳定、高效运行。第四,提高生产设备运行效率。基于大数据技术优化制造企业生产设备管理,能依托数据挖掘与分析实现对生产设备运行状况的综合分析,发现生产流程中存在的不足与问题,同时提供相应的改进优化服务,逐步推动生产设备运行效率提升。第五,实现全生命周期管理。在大数据技术的支持下,制造企业能实现对生产设备的全生命周期管理。从设备采购到安装、运行再到报废的全过程,均能基于大数据技术实现对相关数据的有效采集与分析,进而从宏观视角实现对生产设备的全生命周期管理,达到更加合理地进行预算规划、提升生产效率、降低成本、延长设备寿命、提高生产效率、

保障产品质量等目的。

2 基于大数据技术优化制造企业生产设备管理的策略

2.1 大数据驱动设备性能预测

2.1.1 性能参数预测

性能参数是影响和决定生产设备运行性能、质量、效率及安全的关键参数。制造企业的任何生产设备都有标准性能参数，设备只有在运行过程中长期维持性能参数的稳定，才能实现高质量运行，进而保障生产产品的质量，维持生产线长期处于良好运转状态。应用大数据技术驱动设备性能参数预测，能实现对设备运行状态的实时监测和预测，动态分析设备运行时的性能参数变化情况，从而实现了对设备健康状态的可持续分析与智能评估，有效防止潜在风险的发生。基于大数据技术对生产设备运行时的各种性能参数数据进行采集，一般需通过传感器、物联网技术实现，实时获取设备运行过程中的温度、压力、电流、振动、气体流量、液体流量、声发射、油液等关键参数^[2]。经采集后的参数数据被上传至数据库时会经过数据清洗、去噪、标准化等处理，从而保障数据本身足够准确与可靠。经预处理后的数据会被系统进行特征提取处理，从中得到能作为设备运行状态与性能识别的指标数据。这些数据被大量用于机器学习模型，在模型与数据的共同作用下实现对设备性能参数的有效反映和预测。通过长期的模型训练与验证，能逐步提升模型本身的精准性与可靠性，进而充分发挥模型作用与价值，通过性能参数精准反映设备运行状态，实时把握设备运行情况，有效预测设备运行的潜在问题并提出优化建议，保障设备长期处于高效运行状态，防止性能参数不达标而导致生产质量、效率降低。

2.1.2 故障预测

在大数据技术支持下，制造企业能实现对设备异常与故障的实时监测，一旦发生故障能快速发现原因并采取措施进行处理，更能强化故障预测，从而在故障发生前进行处理，降低故障发生概率，保障设备的长期安全稳定运行。对设备故障的预测同样要依靠数据采集、数据预处理、特征提取与模型构建、模型训练与验证、实时监测和预测、结果分析优化等步骤实现，而且故障预测模型通常有基于统计方法、机器学习以及深度学习的三种类型。

1. 基于统计方法的故障预测模型是以数据统计为支撑，其包含时间序列分析模型、回归分析模型、概率模型。时间序列分析模型主要是对设备参数数据随

时间变化的规律进行分析研究的模型，从而预测设备在一段时间的负荷、温度、振动变化情况，实现对设备故障的预测；回归分析模型则是对自变量和因变量间关系的变化情况来对未知变量进行分析预测的模型，其在生产设备故障预测中主要用于设备关键部件的性能参数及其故障间的关系加以分析，实现对设备故障的预测；概率模型则是通过计算事件发生概率的方式来对未来事件进行预测的统计模型，其主要是基于设备故障历史数据分析的方式对设备未来出现故障的概率加以预测。基于统计方法的故障预测模型需要大量数据作为支撑，同时往往需要结合其他信息进行综合判断，方能有效提升模型预测的精准性与可靠性^[3]。

2. 基于机器学习的故障预测模型相较于传统基于统计方法的故障预测模型而言，在预测准确率与稳定性方面往往更具优势。线性回归模型在生产设备故障预测中有着广泛应用。该模型本身较为简单和常用，主要是通过建立深入特征和输出目标间线性关系的方式对生产设备运行状态加以分析和预测，不过其存在对输入特征间存在线性关系加以假设这一局限性，而且很难实现对非线性关系特征的有效预测。支持向量机也在生产设备故障预测方面有着巨大应用价值。支持向量机能对采集到的设备输入特征数据进行离散化处理，同时建立特征空间中的决策边界，以此实现对设备故障的分析预测，预测准确率较高，不过其在处理高维数据以及噪声较大的数据时存在明显局限性。神经网络作为以模拟人脑神经元结构为核心的机器学习模型，其在制造企业生产设备故障预测方面的应用价值巨大。生产设备故障往往涉及大量不同因素，很难依靠单一逻辑对其故障进行有效分析和预测。神经网络模型可基于多层前馈结构实现对输入特征的非线性映射与组合，从而真正做到从多个不同维度对设备故障进行有效预测，通过与深度学习技术的结合，能不断提升模型预测设备故障的精准性与可靠性。但是神经网络模型的训练过程复杂且耗时极长，相应的前期投入巨大。随机森林模型则是基于决策树的集成学习模型，其在设备故障预测领域的应用主要是依靠多个决策树的结合而实现，能在很大程度上改善单一决策树的局限性，同时还能较为轻松地对模型进行调优和改进，不过该模型的训练过程较慢且对高维数据与噪声较大的数据具有明显局限性。

3. 基于深度学习的设备故障预测模型以深度学习技术为基础，能从海量设备运行数据中提取出深层次、有意义的信息，进而抛开不相关数据的干扰与影响。应用深度学习技术构建故障预测模型，通过预处理数

据、选择模型、优化参数的方式获取设备数据并进行处理,能有效提取出有利于故障预测的信息,并通过合适的深度学习模型对设备运行情况以及故障情况进行分析和预测,从而实现对故障的准确预测。

2.1.3 使用寿命预测

对生产设备使用寿命进行预测,能有效协调设备运行与报废之间的关系,有利于生产效率提升、成本控制、设备使用寿命延长、设备可靠性提升、维护资源优化、生产计划可靠性提升、工作场所安全改善、产品质量提高等。设备使用寿命预测涉及设备运行时间、载荷参数、工作环境、维护保养质量等因素,需要对大量相关因素的数据进行分析预测。设备剩余寿命预测可通过机理模型与数据混合驱动的方式实现,依托 Forman 模型、扩展模型等失效机理模型和大数据技术的结合,确保设备剩余寿命预测的精准性。统计数据驱动主要有失效统计数据驱动与退化统计数据驱动两种类型,前者覆盖了指分布、Weibull 分布、Gamma 分布等,后者则包含 Wiener 过程、Gamma 过程、逆高斯过程、Markov 过程、随机回归模型、随机滤波、比例风险模型、隐马尔科夫模型、隐半马尔科夫模型等。另外,基于机器学习的设备剩余寿命预测既包含神经网络、支持向量机、极限学习机、随机森林等浅层机器学习方法,也包括深度自编码网络、深度置信网络、卷积神经网络、循环神经网络、混合深度网络等深度学习方[4]。

2.2 大数据支持设备维护决策

设备维护决策是制造企业进行生产设备维护管理的重点,直接影响和决定设备的短期与长期运行质量及效率。在大数据技术支持下,设备维护决策将变得更为轻松、精准与有效,从而降低错误决策给设备维护工作带来的负面影响,促进维护质量提升,以此保障设备长期处于安全、稳定、良好的运行状态。从维修决策优化维度看,基于大数据技术的生产系统能摆脱对维修人员的经验依赖,转而通过运算数据、状态数据、维修日志数据等的深度挖掘与分析对设备异常、故障以及寿命周期等进行精准预测,从而为相应的设备维修提供决策支持。维修人员可对大数据决策进行分析研究,从中获取设备健康状况、故障发生可能性、设备不同部件更换周期等关键信息,更好地进行维修决策。从备件管理优化维度看,基于大数据的决策支持可实现对设备备件的合理配置,综合考量设备全生命周期的不同因素对备件未来需求量进行预测,从而防止库存过剩或短缺[5]。

2.3 大数据支撑设备风险管理

风险管理是制造企业生产设备管理的重要内容,

能帮助企业及时发现设备全生命周期中的各种风险并进行防范,从而助力企业有效应对机械设备领域的各种挑战,保障生产过程连续稳定,促进智能化、高效化生产的实现。基于大数据技术的生产设备风险管理流程为设备运行数据采集、维护历史数据收集、数据分析、故障风险因素识别、风险评估、风险控制策略制定、风险控制策略实施监控、风险管理过程总结反思等,能形成正向循环,有利于风险管理水平持续提升。设备风险因素通常包含设备年龄、使用环境、操作人员技能水平等。风险评估方法则通常有统计分析、专家评估、机器学习算法等,在大数据时代下统计分析与专家评估的有效性均得到了显著提升,而神经网络、支持向量机、随机森林等机器学习算法更是在设备风险管理方面有着巨大的应用价值。基于大数据技术强化设备风险识别并构建风险预警机制,对设备运行状态进行实时监测,通过数据深度挖掘与分析及时发现潜在故障并报警,必要时可对系统和设备运行状态进行智能调控,从而实现对故障的精准预测并提供智能化的风险防控和故障维护支持。

3 结束语

大数据技术在生产设备管理优化领域有着巨大的应用价值,制造企业应当积极引入大数据技术,依托大数据的优势推动生产设备管理的创新与优化,实现对设备运行情况的实时监测、综合分析与全面预测,以此保障设备能长期安全、稳定、高效地运行。在大数据技术的支持下,制造企业才能有效适应时代发展趋势,构建起更加科学、高效的运行管理模式,实现高度精准、全面智能的生产管理体系,提升生产制造整体水平,真正做到降本增效。

参考文献:

- [1] 王富春,梁云,周士翔.基于大数据的工业设备智能检测与远程运维系统研究[J].模具制造,2024,24(08):165-167.
- [2] 唐哲明.基于大数据分析的机械设备故障预测与风险管理[J].中国机械,2024(21):134-137.
- [3] 李远.大数据在设备管理提升水平与成效中的应用[J].模具制造,2024,24(06):241-243.
- [4] 班传波,李晨阳,刘航.大数据分析技术在机械能预测和维护决策中的应用[J].企业科技与发展,2024(03):105-108.
- [5] 陈晨.数据采集技术在工业大数据平台中的应用[J].现代工业经济和信息化,2023,13(05):81-82,116.