

基于数据驱动的智能工厂设备能效评估与优化研究

Zhongke Yan¹, Wenbin Huang¹, Dongsheng Jia¹, Chaosheng Xiang², Yongliang Liu^{3*}

¹Supernet Industrial (Chengdu) Co., Ltd., Chengdu, Sichuan

²Dongfang Electric Wind Power CO., Ltd., Chengdu, Sichuan

³The Innovation Center of Sichuan Industrial Cloud Manufacturing CO., Ltd., Chengdu, Sichuan

【摘要】随着新经济环境的到来，政府积极推动现代经济的发展。各行各业都在顺应这一趋势，努力提升技术水平，实施科学管理。此外，人们对智能生活的需求也日益增长。随着煤炭、石油等传统能源的枯竭，损耗和消耗日益增加，导致能源价格上涨，影响生产成本控制。在数据驱动的时代背景下，传统制造业正在经历巨大的变革和创新，智能工厂应运而生，基于数据驱动的能效管理成为节约成本、降低能耗的关键。智能工厂将先进的数字技术应用于生产过程，能够有效提高生产效率，并通过各种软件对整个生产过程进行精细化的监控和控制，使工厂达到最佳的生产效果。

【关键词】数据驱动；智能工程；设备节能

【收稿日期】2025 年 8 月 14 日 **【出刊日期】**2025 年 9 月 15 日 **【DOI】**10.12208/j.imi.20250004

Research on energy efficiency evaluation and optimization of intelligent plant equipment based on data-driven

Zhongke Yan¹, Wenbin Huang¹, Dongsheng Jia¹, Chaosheng Xiang², Yongliang Liu^{3*}

¹Supernet Industrial (Chengdu) Co., Ltd., Chengdu, Sichuan

²Dongfang Electric Wind Power CO., Ltd., Chengdu, Sichuan

³The Innovation Center of Sichuan Industrial Cloud Manufacturing CO., Ltd., Chengdu, Sichuan

【Abstract】 With the arrival of the new economic environment, the government is actively promoting the development of the modern economy. All industries are following this trend and striving to enhance their technical level and implement scientific management. Additionally, the demand for intelligent life is also increasing. With the depletion of coal, oil, and other traditional energy sources, the loss and consumption are increasing, which leads to the rising price of energy and affects the cost control of production. In the context of the data-driven era, the traditional manufacturing industry is undergoing tremendous changes and innovation. Smart factories have emerged as a result, and energy efficiency management based on data-driven approaches has become the key to saving costs and reducing energy consumption. By applying advanced digital technology to the production process, the intelligent factory can effectively improve production efficiency and achieve fine monitoring and control of the entire production process using various software. This enables the factory to achieve optimal production results.

【Keywords】 Data-driven; Intelligent engineering; Equipment energy efficiency

介绍

随着科技的飞速进步，传统制造业经历了前所未有的变革与创新。尤其是在工业 4.0 时代，我国推出了“中国制造 2025”发展战略，标志着新一轮工业革命的开始。作为制造业大国，我们应当抓住这一机遇，提升我国在国际市场的占有率，拥有更大

的影响力。“互联网制造”和“智能制造”的发展战略为我国制造业的发展提供了明确的方向和具体的实施措施。智能工厂中设备能效的控制与管理是智能工厂发展的基础。

1 基于数据驱动的智能工厂设备能效评估与优化相关概述

*通讯作者：Yongliang Liu

注：本文于 2023 年发表在 Advances in Computer and Communications 期刊 4 卷 5 期，为其授权翻译版本。

1.1 智能工厂的概念

“智能工厂”旨在利用先进技术实现工厂的智能化管理,包括提高工作效率、减少错误、堵塞漏洞、保障安全生产、提供决策支持、加强对外联系以及拓展国际市场。智能工厂的建设需要多种因素的结合,包括先进的技术、可靠的设计、高效的管理方法以及可持续的资金支持。这些因素共同作用,帮助企业更好地了解市场变化,提高生产效率,并降低生产风险^[1]。

1.2 基于数据驱动的智能工厂设备能效评估与优化的重要性

随着“十四五”规划的出台,智能工厂建设正在快速推进。这不仅是制造业数字化转型的关键,也是提升企业核心竞争力、推动经济高质量发展的有效手段。科技创新的融合、设备能效的管控、场景应用的落地以及新型组织架构的重塑,将有助于加快智能制造的步伐,实现数字化转型,并完善网络化智能工厂^[2]。智能工厂融合人工智能、互联网、云计算、大数据等先进技术,能够更高效地实现生产流程的自动化、优化和数字化,使企业能够提供更可靠的服务,并为未来发展奠定坚实的基础。基于数据驱动的分析,智能工厂能够有效控制设备能效,提高生产效率,生产更高质量的产品,并降低生产成本。例如,利用物联网(IoT)技术,通过安装传感器、标签和其他设施,可以对设备、产品和物流进行实时监控、数据收集、处理和分析。这显著提升了设备效率,确保了产品可靠性,并提升了物流管理水平。此外,云计算和大数据技术可以存储、处理、分析和挖掘设备数据,为决策提供有效的支持和指导。此外,人工智能和机器人技术的引入,使自动化、智能化和柔性化程度更高,从而大幅提升生产效率、产品质量和安全性。实现智能工厂的发展,需要建立设备能效评估体系。各方应加快融合,开发具有广泛适用性的综合解决方案,以满足智能工厂的发展需求。通过融合工厂自动化、智能制造设备、工业互联网平台和智能物流等技术,可以构建完整的智能工厂支撑体系,实现设备能效管理的数字化、网络化和智能化,从而显著提高生产效率和产品质量,并降低生产成本。智能工厂中的设备能效评估需要在实际生产过程中实现场景化应用,以满足不断变化的需求。

通过分析和重构传统生产模式,实现智能制造,

从而提高生产效率,实现智能制造。例如,将视觉技术应用于设备能效评估,可以有效地检测和分类设备质量,大幅提高生产效率,同时降低人工成本。此外,利用物联网(IoT)技术实时监控和管理设备使用情况,有助于提高生产效率。智能工厂的设备能耗评估和优化需要新的组织架构的支持。这些架构可以促进生产方式的转变、商业模式的创新、资源配置的优化以及整体业务绩效的提升^[3]。因此,智能工厂必须不断调整和变革其组织架构以适应发展需求。智能工厂的新型组织架构可以为设备能耗管理提供强有力的支持,并能够构建更加灵活开放的生产管理环境,显著提升生产效率和创新能力,进而促进与外部环境的协同合作,推动智能工厂迈向更高水平的发展。

1.3 基于数据驱动的智能工厂设备能效评估与优化目标

智能工厂通过对设备能效管理进行智能评估和优化,利用能耗管控中心系统实现设备全面监控,从而实现能源的可持续利用。能耗管控中心系统利用先进的信息技术,有效提高企业能源效率,实现节能减排的目标。设备能耗管理中心采用综合化、自动化、信息化、集约化的管理方式,对能源在各个环节的运行进行有效的监控、调度、分配和利用,实现资源利用率的优化。通过实施能效管理中心系统,智能工厂可以显著降低能耗,促进生产设备的节能改造,为建立高效的节能体系奠定坚实的基础。通过建立能效管控中心,智能工厂可以实时监控和优化设备运行,不仅有助于提高设备利用率,还能降低能耗,最终提升工厂的整体运营效率^[4]。

2 基于数据驱动的智能工厂设备能效评估现状

2.1 缺乏认识阻碍智能工厂建设步伐

基于数据驱动的背景下,企业对智能工人和设备能效评估的认识不足,导致对数据驱动的智能工厂设备能效评估与优化缺乏了解。很多企业对信息技术、数字化技术、大数据缺乏了解,对数据安全、投资成本、行业趋势、智能工厂的未来发展等问题感到担忧,犹豫不决。一些企业盲目跟风,在不考虑工厂实际情况的情况下,进行大规模的设备能效管理改造升级。

2.2 装备基础薄弱,增加智能工厂建设难度

由于现有设备能效数据采集效率低,运营决策缺乏可靠的数据支撑,严重依赖个体经验。同时,智

能工厂设备间缺乏有效的通信通道,不同设备、单元、层级之间无法建立高效的数据交互,形成了“信息孤岛”^[5]。目前,智能工厂设备故障率较高,导致设备故障频发,包括意外停机,扰乱了整个系统的正常运行。

2.3 缺乏智能工厂设备能效管理的人才和能力

随着人口老龄化和智能工厂劳动力的演变,许多企业在吸引和留住人才方面面临重大挑战。智能制造是一个复杂的过程,涉及技术、自动化、信息技术、机械和电气工程等多个学科。它需要一支技术精湛的技术人员队伍。然而,该工厂尚处于发展初期,缺乏完善的人力资源管理体系。这导致招聘和培训方面面临挑战,导致员工流失率高,员工能力亟待提升。

3 基于数据驱动的能源效率评估与优化策略

3.1 建立实时监控系統

智能工厂通过能效监控系统,可以实时获取设备运行状态数据,提高系统自动化管理水平,保障各类用能设备和系统安全可靠运行。

3.1.1 区域设备能耗统计

通过图形化显示,可以清晰地反映建筑物内各个区域的能耗情况,帮助用户更好地了解各区域设备的能耗水平。显示内容包括实时功耗参数、能耗情况以及区域能耗比,提供有价值的信息。

3.1.2 按设备类别统计的能源消耗

在实时监控系统中,设备可分为多个类别,以便进行有效的管理和控制。首先,能源分类包括电、水、蒸汽、热和冷。其次,能耗子项包括照明、空调、动力和特殊用途。第三,还有供暖制冷系统、空调系统、电梯系统和水泵系统等子项。

3.1.3 设备碳排放管理

利用能耗换算技术在实时监控系统中的应用,可以全面掌握设备产生的碳排放情况,有效计量设备的碳排放,为低碳发展目标提供有力支撑,并助力智能工厂政策的落地。

3.1.4 设备分时能效统计

通过分析设备的能效数据,我们可以更好地了解设备在不同工况、不同时段的表现。具体来说,可以将能耗分为高峰时段和非高峰时段,重点分析设备在这两个时段的能耗情况。此外,还可以分析设备能耗趋势、占比、同比、排名等,从而更好地了解设备节能信息。

3.1.5 设备能效地图

智能工厂可以通过能效分析,将工厂内设备的能效状况通过地图清晰地展现出来,包括实时用电参数、区域能效趋势、不同区域能效排名、转换成本、碳排放量、标准煤使用量、每平方米能效等。

3.1.6 能源效率警报

在能效预警中可以自定义预警对象、周期、严重程度及通知方式,以便及时发现设备能效超标情况。工作人员可以通过弹窗查看预警信息,企业也可以根据预警类型和严重程度查询预警历史记录。

3.1.7 设备能效报告

通过创建各类业务报表,包括设备能效数据报表、能效分析报表、能源平衡报表、合并报表以及涵盖年度、月度、周期、日期范围的报表,系统可以收集不同类型的设备能效数据,例如能耗值、单位面积能耗、人均能耗等。报表支持以曲线、散点图、表盘、饼图、文本、表格等多种方式转换为 Excel 或其他格式。智能工厂计算设备效率的各项指标,例如设备总能耗、每平方米能耗等,并与历史数据进行比较,分析设备趋势。此外,智能工厂还可以设定满足政府规定的最低能耗要求,并将其设备能效管理与行业先进水平指标进行比较,以评估其水平。

3.2 加强运维管理

3.2.1 多级权限管理

通过系统设计,将智能工厂的设备能效管理划分为操作层、管理层和决策层三个层级,并保障数据的安全性和私密性,有效防止未经授权的行为。

3.2.2 数据管理

数据管理包括定期备份、恢复、导入、导出和运行日志记录。利用能效管理的调度决策功能,管理人员可以实时监控设备及相关系统的运行情况,及时发现能源供需失衡的变化,记录调度日志,并制定应急预案,从而更有效地提升能源效率。在数据管理中,结合历史数据和当前数据,可以构建一个综合数据库,并进行自动分析、计算和显示,从而更好地预测未来的能源生产、采购和使用情况,并指导调度人员识别能源供需失衡,确保能源供应的安全性和稳定性。最终,这种方法旨在节约资源、提高经济效率并增强整体能源管理。

3.3 精细化报表管理

首先,通过实施智能设备能效分析系统,可以自动生成多层次、全面、集成、高效的设备能效报

告。此外，系统提供多种形式的能效指标图表，为各级管理人员提供更精准的设备能效信息。其次，借助智能系统，工作人员可以根据管理人员的需求，在指定的时间内自动生成设备能效分析报告，并发送给指定管理人员。第三，工作人员可以通过网页界面轻松定制个性化的能效分析报告。第四，报告可以根据您的需求进行定制，并支持导出为多种格式或在线打印。

4 结论

在数据驱动的时代背景下，互联网不仅是社会变革的驱动力，更是计算、数据和新技术的无孔不入的力量。随着物联网、云计算、5G 等前沿技术的发展，智能工厂的建设正以前所未有的速度推进。设备能效评估与优化将是信息技术与制造技术的完美融合，并由此产生一个全新而多元的模式。

参考文献

- [1] Shen Xudong. Development of an intelligent factory data parsing server terminal [J]. Electronic production, 2023, 31(14): 55-58.
- [2] Xu Jing. Smart factories: the main battleground for the digital transformation of manufacturing [J]. Economic and trade practices, 2023(06): 56-57.
- [3] Lo Wai Keung, Chen Lili. Discrete intelligent plant planning for structure components with the precision appearance of intelligent terminal [J]. Electrical and Mechanical Engineering Technology, 2022, 51(09): 142-146.
- [4] Wang Junkui, Wang Kai, Zhang Ye. Planning and practice of intelligent factory in electric power equipment manufacturing industry [J]. Intelligent Manufacturing, 2022(04): 52-57.
- [5] Jiang Pei, Wang Zuoxue, Li Xiaobin, et al. A data-driven approach to the optimization of robot energy consumption. CN202210842327.8 [2023-09-06].

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS