

能源互联网背景下智能制造车间的能耗优化与信息化管理研究

徐常玺

宁夏天地奔牛实业集团有限公司

DOI:10.32629/acair.v3i4.17879

[摘要] 在“双碳”目标与能源互联网快速发展的背景下,智能制造车间作为制造业核心单元,能耗高、管理粗放的问题凸显。能源互联网融合信息技术与能源技术,为车间能耗优化和信息化管理提供新路径。本文聚焦此背景,分析车间能耗现状,探究能源互联网技术应用,提出优化策略与管理体系,旨在为制造业绿色高效发展提供参考。

[关键词] 能源互联网背景; 智能制造车间; 能耗优化; 信息化管理

中图分类号: TP393.4 **文献标识码:** A

Research on Energy Consumption Optimization and Information Management of Intelligent Manufacturing Workshop under the Background of Energy Internet

Changxi Xu

Ningxia Tiandi Benniu Industrial Group Co., Ltd.

[Abstract] In the context of the "dual carbon" goal and the rapid development of the energy Internet, the intelligent manufacturing workshop, as the core unit of the manufacturing industry, is characterized by high energy consumption and extensive management. Energy Internet integrates information technology and energy technology, providing a new path for workshop energy consumption optimization and information management. This paper focuses on this background, analyzes the current situation of workshop energy consumption, explores the application of energy Internet technology, and proposes optimization strategies and management systems, aiming to provide reference for green and efficient development of manufacturing industry.

[Key words] energy internet background; Intelligent manufacturing workshop; Energy consumption optimization; Information Management

引言

制造业作为国民经济的支柱产业,其能源消耗总量占全国总能耗的比重长期维持在30%以上,其中智能制造车间作为生产活动的核心载体,更是能源消耗的主要环节。在全球“碳中和”“碳达峰”目标加速推进、能源资源约束日益趋紧的当下,传统智能制造车间普遍存在的“高能耗、低效率、弱管理”问题,已成为制约制造业绿色转型的关键瓶颈。数据显示,我国多数离散型制造车间的能源利用效率较国际先进水平低15%-20%,空载能耗、流程冗余等问题导致的能源浪费占比高达25%,不仅推高了企业生产成本,更加剧了生态环境压力。

与此同时,能源互联网的兴起为这一困境提供了突破性解决方案。能源互联网以“能源流、信息流、业务流”的深度融合为核心,通过物联网、大数据、人工智能等技术的集成应用,重构了能源生产、传输、消费的全链条管理模式,为智能制造车间实现能耗精准管控与高效优化提供了技术底座。据《中国能

源互联网发展报告(2024)》统计,截至2024年底,我国已有超60%的规模以上制造企业开始布局能源互联网相关技术,但在车间级落地应用中,仍面临设备数据采集碎片化、能耗优化模型与生产场景适配性不足、信息化管理体系与现有生产系统协同不畅等问题。

在此背景下,深入探究能源互联网技术与智能制造车间能耗管理的融合路径,具有重要的理论价值与实践意义。一方面,通过剖析车间设备能耗特性与生产流程能耗痛点,可填补“宏观能源政策”与“微观车间管理”之间的实施断层;另一方面,基于能源互联网技术构建能耗优化策略与信息化管理体系,能够为制造企业提供可落地、可复制的节能方案,助力企业在降本增效的同时,实现“双碳”目标下的绿色转型。因此,本文以能源互联网为技术背景,聚焦智能制造车间能耗优化与信息化管理两大核心议题,通过现状分析、技术应用探究、策略提出与体系构建,为制造业高质量发展提供理论支撑与实践参考。

1 智能制造车间能耗现状分析

1.1 设备能耗情况

智能制造车间中设备种类繁多,不同设备的能耗特性差异显著。以常见的数控机床为例,其在加工过程中的能耗主要包括空载能耗、切削能耗和辅助设备能耗。研究表明,数控机床在空载运行时,能耗可达到其满载运行时能耗的40%~60%。这是因为在实际生产中,由于生产调度不合理、加工工艺不优化等原因,数控机床常常处于空载等待状态,造成了大量的能源浪费。再如工业机器人,其能耗与工作负载、运行速度以及运动轨迹等因素密切相关。当工业机器人执行复杂的运动任务时,能耗会显著增加。

除了这些主要的生产设备,车间内的照明、通风、空调等辅助设备的能耗也不容忽视。在一些大型制造车间中,照明系统全天运行,其能耗占车间总能耗的10%~15%。而通风和空调系统为了维持车间内适宜的温湿度环境,也需要持续消耗大量能源。特别是在夏季高温或冬季寒冷的地区,空调和供暖设备的能耗占比更高。

1.2 生产流程中的能耗问题

生产流程的合理性对车间能耗有着重要影响。在许多智能制造车间中,生产流程存在不合理之处,导致能源浪费现象较为严重。例如,生产工序之间的衔接不顺畅,物料在车间内的运输路径过长,频繁的物料搬运不仅增加了运输设备的能耗,还延长了生产周期,使得设备整体运行时间增加,从而间接导致能耗上升。据相关研究,不合理的物料运输路径可使车间能耗增加5%~10%。

此外,生产计划与调度不合理也是导致能耗增加的重要原因。如果生产计划安排不当,出现设备频繁启停的情况,会使设备在启动过程中消耗大量额外能源。因为设备启动时需要克服较大的惯性力,此时的电流往往是正常运行时电流的数倍,从而导致能耗大幅增加。同时,不合理的生产调度还可能导致设备长时间处于低效率运行状态,进一步降低了能源利用效率。

2 能源互联网技术在智能制造车间的应用

2.1 物联网技术实现设备能耗实时监测

物联网技术是能源互联网的重要支撑技术之一,在智能制造车间能耗管理中发挥着关键作用。通过在车间的各类设备上部署大量的传感器,如智能电表、温度传感器、压力传感器等,能够实时采集设备的运行状态数据和能耗数据。这些传感器将采集到的数据通过无线网络传输至数据采集与分析平台,实现对设备能耗的实时监测。

以某汽车制造车间为例,该车间在所有生产设备及辅助设备上共安装了数千个传感器。通过这些传感器,能够实时获取每台设备的电流、电压、功率等能耗参数,以及设备的运行温度、转速、振动等状态参数。数据采集频率可达到秒级,确保了数据的实时性和准确性。基于这些实时数据,车间管理人员可以直观地了解每台设备的能耗情况,及时发现能耗异常的设备。

2.2 大数据与人工智能技术助力能耗优化决策

大数据与人工智能技术的融合,为智能制造车间的能耗优化提供了强大的决策支持。在能源互联网环境下,车间内的物联网设备会产生海量的能耗数据以及设备运行状态数据。大数据技术能够对这些海量数据进行高效存储、管理和分析,挖掘数据背后隐藏的规律和价值。人工智能技术则可以基于大数据分析的结果,建立能耗预测模型和优化决策模型,为车间能耗优化提供科学依据。

3 智能制造车间能耗优化策略

3.1 设备层面的能耗优化

3.1.1 设备选型与节能改造

在智能制造车间的规划与建设阶段,合理选择节能型设备是降低能耗的重要基础。在设备选型过程中,应充分考虑设备的能源效率指标,优先选择高效等级的设备。例如,在选择电机时,应选用高效节能型电机,其能效比普通电机可提高20%~30%。同时,对于现有设备,可通过节能改造来降低能耗。例如,对老旧的数控机床进行节能改造,采用新型的伺服驱动系统和节能控制系统,可有效降低设备的空载能耗和切削能耗。据实际案例,某机械制造企业对其车间内的20台老旧数控机床进行节能改造后,设备平均能耗降低了15%左右。

3.1.2 设备运行参数优化

通过对设备运行参数的优化,可以使设备在最佳工况下运行,从而降低能耗。不同设备的运行参数对能耗的影响各不相同,需要根据设备的特性和生产工艺要求进行具体分析。以注塑机为例,注塑压力、注塑速度、保压时间等参数对注塑机的能耗有着显著影响。通过实验测试和数据分析,建立注塑机能耗与运行参数之间的数学模型,利用优化算法求解出在满足产品质量要求前提下的最佳运行参数组合。某塑料制品制造企业通过对注塑机运行参数的优化,使注塑机的单位产品能耗降低了10%~15%。

3.2 生产流程层面的能耗优化

3.2.1 生产流程优化设计

对生产流程进行优化设计,消除流程中的不合理环节,能够有效降低车间能耗。首先,对生产工序进行合理排序和整合,减少物料在车间内的搬运次数和运输距离。例如,采用成组技术,将具有相似工艺特征的产品或零部件归为一组,在同一生产单元内进行加工,可显著缩短物料运输路径。同时,优化车间布局,使生产设备的摆放更加合理,便于物料的顺畅流转。某电子制造车间通过优化车间布局,将物料运输路径缩短了30%,车间整体能耗降低了8%左右。

3.2.2 生产计划与调度优化

制定合理的生产计划与调度方案,能够使设备运行更加高效,从而降低能耗。在生产计划制定过程中,充分考虑设备的产能、能耗特性以及订单需求等因素,合理安排生产任务。避免设备出现长时间闲置或过度负荷运行的情况。

4 智能制造车间信息化管理体系构建

4.1 能源管理系统(EMS)的搭建

能源管理系统(EMS)是智能制造车间信息化管理体系的核心组成部分。EMS能够实现对车间能源数据的集中管理、分析与监控,为能耗优化提供有力支持。EMS的搭建主要包括数据采集模块、数据传输模块、数据存储与管理模块以及数据分析与决策模块。

数据采集模块通过物联网传感器采集车间内各类设备的能耗数据、运行状态数据以及环境参数等。数据传输模块利用有线或无线通信网络,将采集到的数据实时传输至数据中心。数据存储与管理模块采用数据库技术,对海量数据进行高效存储和管理,确保数据的安全性和完整性。数据分析与决策模块运用大数据分析技术和人工智能算法,对存储的数据进行深度分析,生成能耗报表、能耗趋势预测以及能耗优化建议等信息。

以某化工制造车间搭建的EMS为例,该系统能够实时采集车间内500余台设备的能耗数据,数据采集频率为1分钟/次。通过数据分析与决策模块,系统能够自动生成每日、每周、每月的能耗报表,详细展示各设备、各生产区域的能耗情况。同时,系统还能根据历史数据预测未来一周的能耗趋势,并针对能耗异常情况提供详细的分析报告和优化建议。车间管理人员通过EMS的可视化界面,可以直观地了解车间能源消耗的全貌,及时做出能耗优化决策。

4.2 信息化管理与能耗优化的协同机制

在智能制造车间中,信息化管理与能耗优化之间存在着紧密的协同关系。信息化管理为能耗优化提供了数据支持和决策依据,而能耗优化则是信息化管理的重要目标之一。通过建立两者之间的协同机制,能够实现车间能源管理的高效化和智能化。

一方面,能源管理系统(EMS)与车间的生产管理系统(如制造执行系统MES、企业资源计划系统ERP)进行深度集成,实现数

据的共享与交互。生产管理系统将生产计划、设备运行状态、物料消耗等信息实时传输给EMS,EMS则根据这些信息结合能耗数据进行综合分析,为生产管理系统提供能耗优化建议,如调整生产计划以降低能耗峰值、优化设备运行参数以提高能源效率等。另一方面,通过信息化管理手段,将能耗优化指标纳入车间绩效考核体系。对在能耗优化方面表现突出的部门或个人给予奖励,对未达到能耗优化目标的进行相应惩罚,从而激励全体员工积极参与能耗优化工作。

5 结束语

本文研究表明,能源互联网技术能有效推动智能制造车间能耗优化与信息化管理。通过设备、流程优化及信息化体系构建,可显著降本增效。展望未来,随着技术的持续进步和政策的积极引导,有必要进一步深化多种技术的融合以及跨企业间的协同合作,持续探索创新的发展模式,以促进制造业实现绿色可持续发展路径,满足社会对低碳制造日益增长的需求。

[参考文献]

- [1]王奉鹏,时嘉宏,刘丕龙.微型绿色智能制造循环生态体系探索与应用[J].铁道车辆,2025,63(03):125-130.
- [2]罗轶豪.基于强化学习的工业生产过程能耗优化技术研究[D].电子科技大学,2025.
- [3]彭华荣,徐佳,凌可.智能制造诱发的能源回弹效应研究[J/OL].系统工程理论与实践,1-25[2025-07-31].
- [4]闫全龙,郝文莉.基于智能制造实现化工塑料生产设备节能运行的研究[J].塑料工业,2025,53(03):185.

作者简介:

徐常玺(1986--),男,汉族,宁夏中卫人,本科,工程师,研究方向:企业信息化、数字化转型、智能制造。