

生前实施干预措施。相较于传统定期维护或事后维修模式,该方式能够更有效地降低突发故障带来的生产中断风险。在具体实践中,需要结合不同设备的运行特性与故障机理,构建具有针对性的预测模型,使监测指标与实际运行状态形成有效映射。实时数据采集与动态分析构成预测性维护的基础,通过对关键参数的持续跟踪,可以提前识别潜在异常并评估其发展趋势,从而制定精确的维护计划。随着算法模型与数据样本的不断丰富,预测精度与响应效率将持续提升,有助于实现设备利用率与维护成本之间的动态优化。这一模式的推广,不仅体现了技术应用的深化,也反映出运维理念由事后修复向全过程管理的转变。

4.3 优化运维组织与流程管理

运维体系的高效运行不仅依赖技术支撑,也取决于组织结构与管理流程的合理配置。在数字化环境下,传统以层级传递为主的管理模式逐渐显现出响应迟缓与信息滞后的局限性,需要通过组织重构与流程再造加以优化。明确各岗位职责边界并强化跨部门协同,有助于减少职责重叠与管理盲区,使运维活动在制度框架内实现高效衔接。流程管理的优化应以信息流动效率为核心,通过压缩不必要的中间环节,提高问题响应与处理速度,同时确保关键决策节点具备充分的数据支撑。标准化操作流程的建立,使运维行为在不同场景下保持一致性与可复制性,从而提升整体管理质量。组织与流程的协同优化,使技术应用与管理实践形成有机统一,为运维体系的稳定运行提供制度保障,并推动企业向更加规范化与精细化的管理阶段迈进。

5 数字化转型中的挑战与应对措施

5.1 技术融合难度较大

在矿山数字化转型过程中,多源技术系统的协同运行构成关键环节,但现实中不同设备与平台之间在接口标准、通信协议及数据结构方面存在差异,导致系统整合面临较高复杂性。既有生产设备多建于不同发展阶段,其技术基础与信息化水平不一,使改造与升级过程具有较强的路径依赖特征,进而推高实施成本并延长转型周期。技术融合困难不仅影响系统运行效率,也在一定程度上削弱了数据联通与智能决策的基础条件。为提升整体协同能力,系统建设应在顶层设计阶段统筹规划技术架构,通过统一标准与接口规范实现兼容性提升,并结合渐进式推进路径,在控制风险的同时实现技术体系的平稳过渡,从而增强数字化转型的可持续性。

5.2 数据安全与管理问题

随着矿山生产逐步实现数字化与网络化,数据已成为支撑运行决策的重要资源,其安全性与完整性直接关系到生产系统的稳定性。设备运行数据、生产调度信息及安全监测

数据具有较高敏感性,一旦发生泄露或篡改,可能对生产安全与企业运营造成连锁影响。当前部分矿山在数据管理方面仍存在安全防护体系不完善、权限控制不严及应急机制不足等问题,使潜在风险进一步放大。在此背景下,有必要构建系统化的数据安全治理框架,通过强化数据加密、分级分类管理及访问控制机制,提升信息防护能力。同时,应建立常态化的安全评估与审计制度,对系统漏洞与风险隐患进行动态识别与修复,从而在技术与管理双层面构筑稳固的数据安全屏障。

5.3 人才与管理能力不足

数字化转型不仅是技术升级过程,也对组织能力与人力资源结构提出新的要求。矿山企业长期以传统生产管理模式为主,复合型技术人才储备相对不足,既懂信息技术又熟悉矿山设备运行的专业人员较为匮乏,这在一定程度上制约了数字化系统的有效应用与持续优化。同时,部分管理层在理念与方法上仍停留于经验导向,难以适应数据驱动的决策模式,影响转型效果的发挥。面对上述问题,应通过多层次的人才培养与引进机制,提升员工在信息技术与智能设备管理方面的综合能力,并推动组织内部知识结构的优化。同时,管理理念需向精细化与数据化方向转变,以制度创新促进技术应用与管理实践的深度融合,从而为矿山数字化转型提供坚实的人才与治理支撑。

6 结语

在数字化转型背景下,矿山机电运输设备运维模式正经历深刻变革。通过引入智能监测技术、构建数据驱动体系及优化管理流程,可以显著提升设备运行效率与安全水平。未来,应进一步加强技术创新与应用推广,推动矿山设备运维向智能化与精细化方向发展。同时,完善制度保障与人才培养机制,将有助于提升整体管理能力。通过持续探索与实践,数字化运维模式将在矿山生产中发挥更加重要的作用,为行业高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 崔秀华,张晋花.金属矿山机电运输设备安全管理及技术保障措施[J].世界有色金属,2018,(24):134+136.
- [2] 龙峰,石勇.基于物联网的露天矿山机电设备远程监控系统设计[J].机电信息,2025,(16):50-53.
- [3] 段新霞.矿山机电运输系统技术创新与应用分析[J].科技资讯,2025,23(09):147-149.
- [4] 韩春晓.基于矿山机电事故下的机电运输及设备管理[J].科技传播,2014,6(01):98+97.
- [5] 王云龙.浅谈金属矿山机电运输设备安全管理及技术保障措施[J].中国设备工程,2023,(19):89-91.

Development and Engineering Practice of Energy Conservation Optimization Technologies for Chemical Processes

Jianyong Lu

Xuyang Group Hohhot Industrial Park, Hohhot, Inner Mongolia, 011600, China

Abstract

Against the backdrop of ongoing energy structure adjustments and the continuous advancement of the “dual carbon” goals, the chemical industry—as one of the high-energy-consuming sectors—has seen increasing emphasis on energy conservation and emission reduction. Chemical processes are characterized by complex workflows, multiple energy conversion stages, and high system coupling degrees, posing significant challenges to improving energy utilization efficiency. To address these issues, energy-saving optimization technologies have gradually shifted from single-device improvements to comprehensive system-level optimization. This study focuses on chemical processes to analyze current energy consumption structures and existing challenges, outline development pathways for typical energy-saving optimization technologies, and evaluate their practical application effects through engineering case studies. Research findings demonstrate that synergistic applications of process integration, energy cascade utilization, and intelligent control technologies can significantly enhance system energy efficiency levels. This work aims to provide reference insights for promoting energy-saving technologies and engineering applications in the chemical industry.

Keywords

chemical process; energy-saving optimization; process integration; energy utilization; engineering practice

化工过程节能优化技术的开发与工程实践

芦建永

旭阳集团呼和浩特园区, 中国·内蒙古 呼和浩特 011600

摘要

在能源结构调整与“双碳”目标持续推进的背景下, 化工行业作为高能耗领域之一, 其节能降耗问题愈发受到重视。化工过程具有流程复杂、能量转换环节多、系统耦合程度高等特点, 使得能源利用效率提升面临较大挑战。围绕这一问题, 节能优化技术逐渐从单一设备改进转向系统层面的综合优化。本文以化工过程为研究对象, 分析当前能耗结构及其存在的问题, 梳理典型节能优化技术的发展路径, 并结合工程实践探讨其应用效果。研究表明, 通过过程集成、能量梯级利用与智能控制技术的协同应用, 可以显著提升系统能效水平。本文旨在为化工行业节能技术的推广与工程应用提供参考依据。

关键词

化工过程; 节能优化; 过程集成; 能量利用; 工程实践

1 引言

随着工业化进程的不断推进, 化工产业在国民经济中的地位日益突出, 但其高能耗特征也带来了资源消耗与环境压力。能源成本的上升以及环保要求的提高, 使得企业在生产过程中更加关注能源利用效率。传统节能措施多集中于单一设备或局部改造, 难以从整体上实现能效提升。近年来, 随着过程系统工程的发展, 节能优化逐渐向系统化、集成化方向演进。通过对生产流程进行整体分析与优化设计, 可以在保障生产安全与产品质量的前提下, 实现能耗的有效降低。本文在此基础上, 对化工过程节能优化技术及其工程实

践进行系统探讨。

2 化工过程能耗特征与节能需求分析

2.1 化工过程能耗结构特点

化工生产过程包含多个复杂环节, 如反应、分离、传热和输送等, 各环节之间存在紧密的能量交换关系。在典型的化工流程中, 热能和电能是主要的能量消耗形式, 尤其是加热和冷却过程占据了较大比例。由于不同单元操作之间存在温度与压力的显著差异, 这使得能量在传递过程中不可避免地存在一定的损失。此外, 部分装置在运行过程中, 由于负荷波动, 能耗进一步增加, 特别是在高需求时段, 设备的能效无法达到最优水平。这些因素的共同作用使得化工生产过程的能源消耗呈现出较高的波动性和不稳定性。因此, 对化工过程中的能耗结构进行优化, 消除不必要的能量损失,

【作者简介】芦建永(1978-), 男, 中国河北定州人, 助理工程师, 从事化工专业或机电一体化技术研究。

提升能效,是实现节能目标的重要一步。

2.2 能源利用效率的制约因素

影响化工过程能效的因素主要包括设备性能、操作条件以及系统匹配程度等。首先,部分老旧设备在热效率与传热效率方面存在不足,无法满足现代生产的高效需求,导致能源的浪费。这些设备的性能劣化,使得系统在运行过程中消耗更多的能源来维持生产所需的条件。其次,操作条件设置不合理也是导致能源浪费的重要因素。例如,温度、压力和流量等参数的设置不当,会使得能源供应过多或不足,从而造成不必要的能量消耗。更为关键的是系统层面的匹配问题,尤其是不同单元之间缺乏有效的衔接与协调,导致余热和副产能未能得到充分利用。有效的系统整合能够大幅提高能源利用效率,减少能源浪费。因此,优化设备性能、合理调整操作条件,并加强系统的匹配与协同,是提升能源利用效率的关键。

2.3 节能优化的现实需求

在当前资源日益紧张和环境压力日益增大的背景下,提升能效已成为化工企业面临的现实需求。节能优化不仅有助于降低生产成本,还能有效减少污染物排放,推动企业朝着绿色可持续方向发展,提升其在全球市场中的竞争力。随着技术的不断进步,节能优化的方式逐渐从传统的经验型转向更加科学化的技术手段。通过先进的节能技术与智能管理系统,企业能够实现能源的精细化管理,进行实时监控与调整,从而达到系统的最佳能效。此外,随着节能措施的逐步深入实施,企业在保障生产安全与稳定的基础上,能够实现资源的高效利用。节能优化不仅是化工企业转型升级的重要手段,也是提升整体行业竞争力、减少环境负担的关键所在。

3 化工过程节能优化技术体系

3.1 过程集成技术

过程集成技术通过优化流程结构,旨在实现能量与物料的高效利用,降低能源消耗并提高生产效率。该技术的核心在于优化整个生产过程,减少不必要的能源浪费。典型方法如夹点分析和热网络优化,通过识别生产系统中的能量瓶颈,合理配置换热器网络,从而最大化能源的回收和再利用。通过这些技术,可以有效提高热能的传递效率,使得系统内的废热得到充分利用,减少对外部能源的依赖。这种方法不仅优化了能源的利用方式,还在整体上提升了能效,是当前节能手段中应用较为广泛的技术之一。过程集成技术能够在不改变现有工艺流程的前提下,达到显著的节能效果,尤其适用于复杂的工业系统,具有较高的应用潜力和经济效益。

3.2 能量梯级利用技术

在化工生产过程中,热能通常具有不同的温度等级,这些不同等级的热能在能源利用方面有不同的价值。能量梯级利用技术通过将高品位热能用于关键工艺或高温需求环节,而低品位热能则用于次要环节如预热或辅助加热,从而

提高整体的能源利用效率。例如,在蒸馏系统中,冷凝热可以用来进行进料预热,这一做法不仅能有效降低蒸汽消耗,还能大幅减少能源成本。此外,通过梯级利用,系统内的低品位热能得到了充分利用,避免了能源的浪费,进一步提高了生产过程的可持续性。能量梯级利用不仅优化了能源分配,还提高了生产过程的经济性,是能源管理中非常有效的一种技术手段。

3.3 先进控制与优化调度技术

随着信息技术和智能控制系统的发展,先进控制与优化调度技术在化工生产中得到了广泛应用。通过实时监控与数据分析,智能控制系统能够对操作参数进行动态调整,确保生产过程始终处于最优状态。通过精准控制,各单元操作能够在最优条件下运行,从而减少不必要的能源浪费和生产波动,提高整体生产效率和系统稳定性。此外,优化调度技术能够协调不同生产单元之间的运行关系,减少能耗波动,并且能够根据实时数据优化生产计划,使各环节的资源配置更加合理。这些技术的结合不仅提高了化工生产过程的自动化和智能化水平,还显著提升了能源的利用效率,降低了生产成本。

4 节能优化技术的工程实践分析

4.1 典型装置节能改造案例

在实际工程中,节能改造对提升能源利用效率具有显著作用。以某炼化装置为例,针对反应与分离装置的节能需求,通过优化换热网络结构,实现了余热回收系统的改造,显著降低了能源消耗。这一改造不仅提升了设备的能效,还优化了整个系统的能源流动。通过回收高温废气中的余热并转化为有用能量,该装置能够减少外部能源的需求,从而达到节能减排的效果。该案例表明,相较于单一的局部优化,系统性改造往往能够产生更为显著的节能效果。通过对生产系统整体性的深入分析和优化,不仅减少了能源消耗,还提升了设备运行的稳定性与经济效益。这种全局性和系统化的节能改造方式,为类似工程提供了宝贵的经验,推动了节能技术在工业领域的广泛应用。

4.2 多技术协同应用效果

单一技术的应用在节能优化中通常面临局限性,因此多技术协同应用逐渐成为提升节能效果的重要方向。通过结合过程集成与智能控制技术,能够在结构优化的基础上实现更为精准和动态的调节。例如,在工业生产中,过程集成技术通过优化各工艺环节的能量流动和资源配置,实现系统整体效能的提升;而智能控制技术则可以实时监控和调节各环节的运行状态,根据实际需求进行动态调整。这种技术协同的结合,不仅提升了节能效果的稳定性,还能有效应对生产过程中能耗波动带来的挑战。实践证明,这种综合技术应用模式在多个行业中取得了显著的节能成果,具有较高的推广价值。通过协同应用不同的节能技术,可以充分发挥各项技