

化工工艺中节能降耗技术的应用实践与优化

左 杨

山西焦化集团有限公司 山西 临汾 041600

摘 要：化工工艺节能降耗对行业可持续发展意义重大。本文阐述了节能降耗技术在原料预处理、反应转化、分离提纯、热量传递等环节的应用场景，分析了工艺参数调控、设备状态调整、物料循环体系构建、能量梯级利用等技术实施路径，探讨了工艺流程整合、能量交换体系完善、物料利用方式改进、设备匹配性调整等优化方向，还介绍了技术与工艺融合、现场操作规范、多工序协同、技术迭代推进等实践推进方式。

关键词：化工工艺；节能降耗技术；应用场景；优化方向

引言：化工行业作为能源消耗与污染物排放大户，在资源约束趋紧、环保要求提高的背景下，节能降耗成为必然选择。化工工艺贯穿生产全过程，各环节都存在能源利用的优化空间。从原料预处理到热量传递，每个步骤的能源消耗情况不同，节能降耗技术的应用场景也各有特点。深入探究化工工艺节能降耗技术的应用实践与优化方向，有助于挖掘工艺节能潜力，提升能源利用效率，降低生产成本，增强企业竞争力，推动化工行业绿色转型。

1 化工工艺节能降耗技术的应用场景

1.1 原料预处理环节技术应用

原料预处理作为化工生产的初始环节，其节能降耗技术应用直接关联后续工艺的能源利用效率。通过原料品质优化筛选，结合配煤等技术手段，可改善原料特性，减少后续加工过程中的能源损耗^[1]。高效破碎与筛分技术通过改进设备结构和工作原理，提升破碎效率，降低设备运行能耗，同时保障原料粒度均匀性，避免因粒度差异导致的反应不完全问题。优化制浆工艺与输送技术，精准调控原料与介质配比，选用高效搅拌设备和节能输送泵，降低输送阻力，减少物料输送过程中的能量消耗，为后续工艺高效运行奠定基础。

1.2 反应转化环节技术应用

反应转化环节是化工生产的核心环节，节能降耗技术可通过多维度优化实现能源高效利用。高效反应技术通过改进反应设备结构，优化反应路径，提升原料转化效率，减少无效能源消耗。催化剂与助剂的合理选用，可降低反应活化能，使反应在更温和的条件下进行，减少反应过程中的能量输入。反应热的合理回收与利用，通过优化反应体系换热结构，将反应过程中产生的热量进行回收，用于后续工艺加热，实现能量的循环利用，降低外部能源补给需求。

1.3 分离提纯环节技术应用

分离提纯环节能耗占化工生产总能耗比例较高，节能降耗技术的应用可显著提升能源利用效率。高效分离技术通过精准调控物质传递过程，解决混合物体系中目标组分的选择性提取难题，减少分离过程中的能源损耗。节能型精馏技术通过调整操作参数、改进设备结构，如采用热泵精馏、隔板精馏塔等形式，减少精馏过程中的回流比，提升分离效率，降低能耗。膜分离技术借助筛分效应或溶解扩散效应，在实现组分分离的同时降低能耗，通过合理选择分离介质，进一步优化分离效果，减少能源消耗。

1.4 热量传递环节技术应用

热量传递贯穿化工生产全过程，其节能降耗技术主要聚焦于热量的高效利用与损耗控制。强化传热技术通过改进换热设备结构，选用高效换热元件，提升传热系数，减少换热过程中的热量损失，提高换热效率。余热回收技术可对生产过程中产生的各类余热进行收集与利用，如冷却水余热、尾气余热等，将回收的热量用于原料预热、反应加热等环节，替代传统高能耗加热模式，实现能源的循环利用。通过优化热量传递路径，合理调控物料温度梯度，减少热量传递过程中的无效损耗，提升整个工艺系统的热量利用效率。

2 化工工艺节能降耗的技术实施路径

2.1 工艺参数的调控与适配

工艺参数的调控与适配是化工工艺节能降耗的基础手段，核心在于通过精准调节工艺运行关键参数，实现能源利用效率最大化^[2]。结合化工反应动力学与传递过程原理，针对不同工艺类型优化反应温度、压力、停留时间等核心参数，避免参数偏离最优区间导致的能源浪费。通过动态监测工艺运行数据，实时调整参数设置，适配原料特性变化与生产负荷波动，确保工艺系统始终

处于高效节能运行状态。优化参数耦合关系,协调各单元操作参数匹配度,减少因参数失衡引发的能量损耗,为整个工艺系统节能降耗提供保障。

2.2 设备运行状态的调整

设备运行状态的调整聚焦于提升设备运行效率,减少设备自身能耗与能量损耗。定期对工艺设备进行维护保养,优化设备运行工况,降低设备摩擦损耗与能量散失,延长设备稳定运行周期。针对换热、输送、反应等核心设备,调整运行参数使其适配工艺需求,避免设备超负荷或低负荷运行带来的能源浪费。改进设备运行控制方式,采用精准调控技术优化设备启停与运行节奏,减少设备空载运行时间,提升设备能源利用效率,推动设备运行与工艺需求的精准匹配。

2.3 物料循环体系的构建

物料循环体系的构建通过实现物料高效复用,减少原料消耗与废弃物排放,间接实现节能降耗目标。基于化工工艺物料平衡原理,梳理生产过程中各类物流向,识别可循环利用的物料组分,搭建闭环物料循环系统。优化物料分离与回收工艺,提升循环物料纯度,确保循环物料满足后续工艺使用要求,减少新鲜原料投入量。合理设计物料循环路径,减少循环过程中的物料损耗,降低物料输送与处理过程中的能源消耗,形成物料高效利用、能源合理消耗的良性循环模式。

2.4 能量梯级利用的实施

能量梯级利用的实施遵循能量品位匹配原则,实现不同品位能量的分级利用,提高整体能源利用效率。梳理工艺系统内各类能量来源与需求,按能量品位高低进行分级,将高品位能量用于满足高需求环节,低品位能量用于低需求环节,避免高品位能量直接浪费。回收工艺过程中产生的中低品位余热,通过换热、转化等技术手段提升其品位后再利用,或直接用于加热、保温等低能耗需求环节。优化能量传递与转化路径,减少能量在梯级利用过程中的损耗,构建多品位能量协同利用体系,最大化挖掘能源利用潜力。

3 化工工艺节能降耗的优化方向

3.1 工艺流程的整合与简化

工艺流程的整合与简化聚焦于剔除冗余操作环节,优化工艺衔接逻辑,提升整体运行效率以实现节能降耗^[3]。基于化工单元操作耦合原理,打破传统单元操作独立运行模式,将功能相近或关联紧密的操作环节进行整合,减少物料转运与能量传递的中间环节,降低过程中的能量损耗。简化工艺路线设计,删除不必要的处理步骤,优化工艺节点排布,缩短物料停留路径,减少物料在转

运过程中的损耗与能量消耗。通过工艺整合实现操作参数的协同调控,提升工艺系统运行稳定性,避免因环节繁琐导致的能源浪费,推动工艺系统向高效、简洁方向优化。

3.2 能量交换体系的完善

能量交换体系的完善核心是优化能量传递效率,构建高效、闭环的能量利用体系,减少能量无效散失。梳理工艺系统内能量交换节点,优化换热网络布局,合理匹配冷热流体换热需求,提升换热设备传热效率,减少热量传递过程中的损耗。完善能量回收机制,针对工艺过程中产生的各类余热、余压资源,优化回收工艺设计,提升回收效率,实现能量的循环利用。优化能量交换介质选型,选用传热效率高、能耗低的介质,降低能量交换过程中的动力消耗,同时细化能量分配逻辑,确保能量供给与工艺需求精准适配,提升整体能量利用水平。

3.3 物料利用方式的改进

物料利用方式的改进以提升物料利用率为核心,通过技术优化减少物料消耗,间接实现节能降耗目标。基于物料平衡与反应机理,优化原料配比设计,提升原料转化率,减少未反应原料的浪费,降低原料补加带来的能源消耗。改进物料预处理与后处理工艺,提升物料纯度与利用率,减少杂质对工艺过程的影响,避免因杂质存在导致的能源损耗与物料浪费。优化废弃物料处理方式,挖掘废弃物料中可利用组分,通过分离、提纯等技术实现二次利用,构建物料全生命周期利用模式,减少新鲜原料投入,降低物料加工与输送过程中的能源消耗。

3.4 设备匹配性的调整

设备匹配性的调整重点在于优化设备间协同运行效果,确保设备性能与工艺需求精准适配,减少设备运行过程中的能源浪费。结合工艺运行参数与产能需求,调整各单元设备规格与运行参数,避免设备性能与工艺需求不匹配导致的低效运行。优化设备组合方式,合理搭配不同类型、不同规格的设备,提升设备间协同运行效率,减少设备空载、过载运行情况^[4]。定期对设备性能进行检测与校准,根据工艺优化需求调整设备运行参数,提升设备运行稳定性与能源利用效率,推动设备系统与工艺系统形成高效协同的运行模式。

4 节能降耗技术在化工工艺中的实践推进方式

4.1 技术与工艺的融合方式

节能降耗技术与化工工艺的融合需立足工艺全流程特性,依托化工生产系统规划理论,实现技术应用与工艺运行的深度适配。融合过程需以工艺内在需求为导向,摒弃技术与工艺脱节的传统模式,将节能技术的核

心原理融入工艺设计、运行调控的各个环节。通过梳理工艺各单元的用能特征与物料转化规律,筛选适配的节能技术类型,构建技术与工艺协同运行的内在机制。节能技术的选型需兼顾工艺稳定性与节能潜力,结合工艺参数的调控范围,优化技术应用的具体方式,使节能技术成为工艺运行的有机组成部分,而非独立附加模块。这种融合模式需依托化工工艺系统集成理念,实现能量利用与物料转化的协同优化,推动节能技术效能可在工艺运行中充分释放,达成技术应用与工艺升级的双向赋能。

4.2 现场实施的操作规范

节能降耗技术的现场实施需遵循系统化操作准则,结合化工生产现场的运行特点,制定科学完善的操作规范。操作规范需覆盖技术安装、调试、运行及日常管控等全流程,基于化工生产安全与能效管理要求,明确各操作环节的具体标准与流程。规范制定需参考化工节能环保操作规程相关要求,聚焦操作细节管控,避免因操作不当导致节能技术效能下降或生产安全隐患。在技术安装阶段,需严格把控设备定位、管线连接等关键环节,确保节能设备与原有工艺系统精准对接;在运行阶段,需规范操作流程,合理调控设备运行参数,保障节能技术按设计要求稳定运行;在日常管控中,需建立常态化检查机制,及时排查操作过程中的不合理环节,优化操作方式,确保节能技术的现场实施符合工艺运行需求,实现操作规范性与能效提升的有机统一。

4.3 多工序协同的实施模式

多工序协同是节能降耗技术在化工工艺中高效推进的关键模式,依托化工生产全流程协同理念,打破各工序独立运行的壁垒,构建跨工序的节能协同体系。该模式需梳理各工序的用能关联与物料流转关系,明确各工序在节能降耗中的职责与定位,推动节能技术在多工序间的协同应用。通过优化工序衔接流程,减少工序间的能量损耗与物料浪费,实现各工序节能效能的叠加提升。协同实施过程中,需统筹考虑各工序的运行节奏与参数匹配性,基于能量梯级利用原理,推动工序间余热、余压等二次能源的合理调配,提升能源综合利用效率。同时,建立多工序协同管控机制,实现各工序运行状态的动态联动,及时调整节能技术的应用参数,确保

多工序协同运行过程中节能效能的稳定发挥,构建全流程节能的良性循环。

4.4 技术迭代的推进形式

节能降耗技术的迭代推进需遵循技术发展规律与化工工艺升级需求,依托化工技术创新理论,构建常态化、系统化的迭代机制。迭代推进需立足现有节能技术的应用基础,结合行业技术发展趋势,聚焦工艺运行中的节能瓶颈,开展技术优化与创新。通过整合高校、科研机构与企业的技术资源,加强节能技术的研发投入,推动新型节能技术的试验与应用,逐步替代效能不足的传统技术^[5]。迭代过程中需注重技术的兼容性,确保新型节能技术能够与现有工艺系统顺畅对接,减少技术迭代带来的生产波动。同时,建立技术迭代评估机制,跟踪技术应用效果,梳理迭代过程中出现的问题,持续优化技术方案,推动节能技术与化工工艺的同步升级。通过技术迭代不断挖掘工艺节能潜力,完善节能技术应用体系,为化工工艺节能降耗提供持续的技术支撑。

结束语

化工工艺节能降耗是一项系统且长期的工作,涉及多个环节与多种技术。通过明确各环节技术应用场景,可精准定位节能方向;依据合理的技术实施路径,能有效推进节能工作开展;沿着优化方向不断改进,能持续提升节能水平;采用科学的实践推进方式,可保障节能技术落地生效。只有将这些方面有机结合,才能实现化工工艺能源的高效利用,推动化工行业在节能降耗的道路上稳步前行,提升行业整体的发展质量与效益。

参考文献

- [1]刘剑.化工工艺中节能降耗技术的应用[J].化工设计通讯,2021,47(8):60-61,83.
- [2]李景侠.化工工艺中节能降耗技术的应用[J].化工设计通讯,2021,47(4):148-149.
- [3]杨华.化工工艺中节能降耗技术的应用分析[J].石化技术,2023,30(6):287-289.
- [4]王浩宇.化工工艺中节能降耗技术的应用[J].石油化工建设,2023,45(z1):25-26.
- [5]胡丙滋,姜修义.化工工艺中节能降耗技术的应用分析[J].工程建设与发展,2024,3(1):178-180.