

化工工艺节能降耗技术措施

周珂馨 王成龙

内蒙古大全新能源有限公司 内蒙古 包头 014010

摘要:在全球能源危机与环保压力日益加剧的背景下,化工行业作为能源消耗与污染物排放的重点领域,其可持续发展面临严峻挑战。本文聚焦于化工工艺节能降耗技术措施。阐述了化工工艺节能降耗具有缓解能源短缺压力、降低企业生产成本、减少环境污染等重要意义。深入分析了能源浪费与损耗的原因,包括工艺设计不合理、设备老化与落后、操作管理不规范等。进而提出了一系列节能降耗的技术措施,如引进先进设备、应用新工艺和新技术,改善化工反应工艺条件,优化热能资源利用结构,提升机器设备工作效率,回收利用化学反应余热,重视生产过程中动力能耗的控制等,以期推动化工行业的可持续发展。

关键词:化工工艺;节能降耗;技术措施

引言:在当今全球能源形势日益严峻,环保要求不断提高的背景下,化工行业作为能源消耗大户,其节能降耗工作至关重要。一方面,能源短缺对化工生产造成了巨大压力,制约着行业的发展;另一方面,化工生产带来的环境污染问题也备受关注。同时,降低生产成本、提高企业竞争力也是化工企业面临的重要课题。因此,研究和应用化工工艺节能降耗技术措施,不仅有助于缓解能源危机,减少环境污染,还能提升企业的经济效益,对化工行业的可持续发展具有深远意义。

1 化工工艺节能降耗的重要性

1.1 缓解能源短缺压力

在全球工业化进程加速的当下,化工行业作为能源密集型产业,对煤炭、石油、天然气等化石能源的消耗量巨大。相关数据显示,化工行业的能源消耗占工业总能耗的比重超过 20%,且随着市场需求增长,能源缺口不断扩大。节能降耗技术的应用,能够显著降低化工生产过程中的能源消耗。例如,通过优化工艺流程、采用高效节能设备,部分化工企业单位产品能耗降低了15%-20%。这不仅有效缓解了化工生产对有限能源资源的过度依赖,减轻能源供需矛盾,更为保障国家能源安全、实现能源可持续发展提供有力支撑。

1.2 降低企业生产成本

能源成本在化工企业的生产总成本中占据相当高的比例,一般可达 30% - 50%。化工工艺节能降耗,能够直接减少企业的能源支出。以某大型化工企业为例,通过引入先进的余热回收系统和高效反应设备,每年节省能源费用超千万元。此外,节能技术的应用还能延长设备使用寿命,降低设备维修与更换成本;减少生产过程中的物料浪费,提升原料利用率。从长远来看,这些举措

显著降低了企业的综合生产成本,增强了产品在市场中的价格竞争力,为企业带来更丰厚的利润空间,助力企业在激烈的市场竞争中站稳脚跟。

1.3 减少环境污染

化工生产过程中,大量能源消耗不仅带来资源短缺问题,还伴随着废气、废水、废渣等污染物的排放,对生态环境造成严重威胁。以二氧化碳为例,化工行业是其主要排放源之一。节能降耗技术的实施,可从源头减少污染物的产生。比如,采用清洁生产工艺,优化反应条件,能降低废气中二氧化硫、氮氧化物等有害物质的排放;提高能源利用效率,减少废渣的产生量。同时,余热回收等节能措施也降低了因能源生产而产生的环境破坏,对改善空气质量、保护水体和土壤环境意义重大,助力化工行业实现绿色可持续发展^[1]。

2 化工工艺中能源浪费与损耗的原因分析

2.1 工艺设计不合理

在化工生产中,部分企业的工艺设计未充分考虑能源利用效率。一些传统工艺沿用多年,未根据技术发展和生产需求及时更新优化,存在流程冗余、反应路径复杂等问题。例如,某些化工反应需要在特定温度和压力条件下进行,但工艺设计未能精准控制,导致能源消耗超出实际需求。同时,工艺设计缺乏对能量回收和循环利用的整体规划,大量化学反应产生的余热未得到有效利用,直接排放到环境中,造成能源的极大浪费。此外,部分企业在工艺设计阶段,对原料的选择和配比不够科学,导致原料利用率低,不仅增加了生产成本,还间接造成能源的无效消耗。

2.2 设备老化与落后

化工设备长期运行,老化现象普遍,设备性能逐渐下

降,能源损耗加剧。一些企业受资金、技术等因素限制,未能及时对老旧设备进行更新换代,设备运行效率低下。例如,传统的泵、压缩机等动力设备,因技术落后,机械摩擦损耗大,能源转化效率低,与新型高效节能设备相比,能耗高出 20%-30%。此外,设备密封性能下降,导致物料泄漏和能源散失;热交换设备老化,传热效率降低,无法充分回收和利用热量。这些老化落后的设备不仅增加了能源消耗,还存在安全隐患,影响化工生产的稳定性和连续性,使得能源浪费问题愈发严重。

2.3 操作管理不规范

化工生产过程中,操作人员的不规范操作是导致能源浪费的重要原因。部分操作人员专业技能不足,对设备性能和生产工艺理解不深入,无法精准控制生产参数,导致设备在非最佳工况下运行。例如,在调节温度、压力等参数时,存在过度调节或调节不及时的情况,造成能源的不必要消耗。同时,企业缺乏完善的能源管理制度和监督机制,对生产过程中的能源使用情况缺乏有效监控和分析,无法及时发现和纠正能源浪费问题。此外,部分企业未对员工进行系统的节能培训,员工节能意识淡薄,在生产操作中忽视能源节约,如设备闲置时未及时关闭、物料输送过程中存在跑冒滴漏等现象,进一步加剧了能源的浪费^[2]。

3 化工工艺节能降耗技术措施

3.1 引进先进设备、应用新工艺和新技术

(1) 引进先进设备是化工工艺节能降耗的核心突破口。新型高效设备通过创新结构设计 with 材料应用,能显著提升能源利用效率。例如,在流体输送环节,采用磁力泵替代传统机械密封泵,不仅避免了介质泄漏风险,还因减少机械摩擦损耗,使泵的运行效率提升 15%-20%;在分离过程中,高效精馏塔板与填料技术的应用,可降低塔内压降,将精馏能耗降低 10%-15%,大幅减少蒸汽消耗。(2) 应用新工艺是实现节能目标的关键路径。以微化工技术为例,其将传统的大规模反应分解为微型通道内的高效反应,凭借微米级的传质传热特性,使反应温度控制精度提高,反应时间缩短 30%-50%,从而降低整体能耗;而膜分离工艺替代传统蒸馏、萃取等分离方式,在常温下即可实现物质分离,相比高能耗的热分离技术,能耗降低 40% 以上。(3) 新技术的融合应用为节能降耗注入新动能。数字化技术与化工生产深度融合,通过搭建智能控制系统,实时监测设备运行数据并进行动态优化,使设备始终保持最佳运行状态;同时,借助大数据分析 with 人工智能算法,可提前预测设备故障与工艺波动,减少因非计划停机和低效运行造成的

能源浪费,实现全流程的节能增效。

3.2 改善化工反应工艺条件

(1) 精准调控反应参数是改善化工反应工艺条件的基础要点。反应温度、压力和物料配比的优化,直接影响反应效率与能耗水平。以合成氨反应为例,传统工艺需在高温高压(500℃、30MPa)下进行,能耗巨大;通过研发新型催化剂,将反应温度降低至400℃,压力降至15MPa,不仅减少了供热和加压所需能源,还提高了氨的产率,能耗降低约25%。(2) 优化反应流程是实现节能的重要途径。将传统间歇式反应改造为连续化反应,可有效减少设备启停带来的能量损耗。如在制药行业的酯化反应中,采用连续流工艺替代间歇釜式反应后,反应时间缩短40%,设备利用率提高 30%,综合能耗降低20%。(3) 创新反应模式为节能开辟新方向。引入绿色化学理念,采用生物催化、电化学反应等新型反应模式,能在温和条件下实现高效反应。例如,利用酶催化替代化学催化剂进行有机合成,反应无需高温高压,能耗降低50%以上,同时减少了副产物生成,降低后续分离纯化的能耗,实现节能与环保的双重效益。

3.3 优化热能资源利用结构

(1) 强化余热回收是优化热能资源利用结构的首要环节。化工生产过程中,大量高温废气、废水及反应余热若直接排放,会造成严重的能源浪费。通过安装高效余热回收装置,如余热锅炉、热管换热器等,可将这些余热转化为可用能源。例如,在水泥生产中,回转窑产生的高温废气通过余热锅炉回收热量,用于发电,每生产1吨水泥可回收约35千瓦时电能,大幅降低企业用电成本。(2) 合理配置热能转换设备是提升热能利用效率的关键。选用高效的蒸汽轮机、溴化锂吸收式制冷机等设备,能将热能更高效地转化为电能、冷能等形式。某化工园区采用新型高效蒸汽轮机后,蒸汽发电效率提升18%,有效减少了蒸汽资源的浪费。(3) 构建热能梯级利用系统是实现热能最大化利用的核心策略。根据不同生产环节对热能品质的需求,将热能按温度高低依次利用。比如,高温蒸汽先用于驱动汽轮机发电,发电后的中温蒸汽用于物料干燥,低温余热则用于预热原料或厂区供暖,实现“高温高用、低温低用”,使热能利用率从传统的40%提升至70%以上,显著降低了企业对外部能源的依赖,实现节能降耗的目标。

3.4 提升机器设备工作效率

(1) 定期维护保养是提升机器设备工作效率的基础保障。化工生产中,泵、压缩机、风机等设备长期运行,零部件磨损、润滑不足等问题会导致效率下降、能

耗增加。通过制定科学的维护计划,定期对设备进行清洁、润滑、校准和零部件更换,可有效减少机械摩擦损耗。例如,某石化企业对其关键转动设备实施每月深度保养,及时更换磨损轴承和密封件,使设备运行效率提升12%,能耗降低约8%。(2)推进设备升级改造是提高效率的重要手段。老旧设备往往技术落后、能耗较高,采用高效节能型设备替换,能实现质的飞跃。如将传统异步电机升级为永磁同步电机,能效等级从IE3提升至IE5,电机运行效率提高15%以上;更换新型高效换热器,可使传热效率提升30%,降低热量交换过程中的能耗。(3)借助智能化管理系统实现设备高效运行是关键路径。利用物联网、大数据技术实时监测设备的温度、振动、电流等参数,通过AI算法分析设备运行状态,提前预警故障隐患,并自动优化设备运行参数。

3.5 回收利用化学反应余热

(1)安装高效余热回收装置是实现化学反应余热利用的基础。化工生产中众多放热反应,如氧化、裂解等过程释放大热量,通过余热锅炉、热管换热器等设备可将这些余热有效回收。例如在合成氨工业中,氨合成塔的反应余热通过余热锅炉转化为蒸汽,每生产1吨氨可产生1.2吨左右的蒸汽,这些蒸汽可用于驱动汽轮机发电或为其他生产环节供热,使能源利用率提高约20%。

(2)推行余热分级利用是提升余热利用效率的关键。根据不同生产环节对热能品质的需求,对回收的余热进行分级使用。将高温余热优先用于发电,中温余热用于加热物料,低温余热则用于预热原料或生活供暖。某大型化工企业采用余热分级利用系统后,使余热利用率从原本的45%提升至70%,显著降低了企业对外部能源的依赖。(3)探索新型余热回收技术为余热利用开辟新路径。随着材料科学与技术的发展,新型吸附式制冷、温差发电等技术逐渐成熟。例如,采用吸附式制冷技术,可利用化学反应产生的中低温余热驱动制冷循环,替代传统高能耗的机械制冷方式,在满足企业制冷需求的同时实现节能降耗,为化工行业的绿色可持续发展提供了新的方向。

3.6 重视生产过程中动力能耗的控制

(1)合理选型高效节能设备是控制动力能耗的首要环节。化工生产中,电机、泵、风机等动力设备能耗占比大,选用高能效等级设备可从源头降低能耗。例如,将IE3级异步电机替换为IE5级永磁同步电机,能效提升15%-20%;采用高效离心泵替代传统低效率泵,在满足同等输送需求下,能耗降低12%-18%。某化工企业通过全面更新动力设备,年度用电量减少约120万度。(2)优化设备运行调控是降低动力能耗的关键举措。利用变频调速技术,根据生产负荷实时调节设备转速,避免“大马拉小车”现象。在污水处理环节,对曝气风机进行变频改造后,其运行功率可根据污水流量和需氧量自动调整,能耗降低35%。同时,合理规划管路布局,减少弯头、阀门等不必要的阻力部件,可降低流体输送过程中的能耗。(3)建立完善的能耗管理制度是实现长效节能的保障。通过安装智能电表、流量计等监测设备,实时采集动力设备能耗数据,结合大数据分析,精准定位高耗能环节。制定设备能耗定额标准,对超定额使用进行预警和考核;定期组织员工开展节能培训,提升全员节能意识,形成从设备管理到人员操作的全方位动力能耗控制体系,确保节能目标持续达成^[3]。

结束语

化工工艺节能降耗是推动行业可持续发展的必然选择,上述技术措施从设备、工艺、能源利用等多维度为企业提供了实践路径。通过引进先进设备、优化工艺条件、回收余热等举措,不仅能降低生产成本,还能减少污染物排放,实现经济效益与环境效益的双赢。

参考文献

- [1]蔡成仪.节能降耗技术在化工工艺中的应用[J].化工管理,2020(30):190-192
- [2]高远,杜霞琴.浅谈化工企业常见的节能降耗措施[J].中国高新技术企业,2021(31):169-170
- [3]周发锋.提升化工工艺节能降耗的策略研究[J].化工管理,2019(25):129-130