

化工工艺节能降耗技术措施

何俊岭 高琳昊

陕煤集团榆林化学有限责任公司 陕西 榆林 719000

摘要: 化工行业作为高能耗产业,节能降耗对其可持续发展意义重大。本文基于能量守恒与转化定律、过程集成理论及生命周期评价等理论基础,分析当前化工工艺节能降耗技术存在技术推广不足、设备老旧、管理体系不完善等问题。从改善生产工艺、采用新技术设备、把控动力能源损耗、正确选择设备及强化能耗管理等方面,提出具体技术措施,为化工行业实现节能降耗目标提供理论与实践参考。

关键词: 化工工艺;节能降耗;技术措施

引言: 在全球能源危机与环保要求日益严苛的背景下,化工行业的高能耗现状亟待改善。作为国民经济重要支柱,化工生产过程中能源消耗与污染物排放问题突出,节能降耗已成为行业转型升级的关键方向。能量守恒定律为工艺优化提供理论依据,过程集成理论助力系统能效提升,生命周期评价则从全流程视角审视能耗问题。然而,当前技术推广滞后、设备老化及管理缺失等困境,制约着节能降耗目标的实现。聚焦化工工艺节能降耗技术,剖析问题并提出系统性措施,以推动行业绿色低碳发展。

1 化工工艺节能降耗的理论基础

1.1 能量守恒与转化定律

能量守恒与转化定律是化工工艺节能降耗的核心理论根基。该定律指出,能量在转化过程中总量保持不变,仅形式发生改变。在化工生产中,从原料预处理到产品精制的各环节,均伴随着能量的传递与转化,如化学反应中的热能释放、物料输送时的机械能消耗等。依据此定律,可通过分析能量流动路径,挖掘能量回收与再利用的潜力,避免能量的无端损耗。例如,将反应过程中产生的余热用于预热原料或驱动其他辅助设备,实现能量的梯级利用,从而在不额外消耗能源的前提下,提升整体能量利用效率,为化工工艺节能降耗指明方向。

1.2 过程集成理论

过程集成理论强调将化工生产过程中的各个单元操作视为一个有机整体,通过系统优化实现节能降耗目标。它打破传统孤立看待各生产环节的思维定式,从全局视角分析物质流、能量流和信息流的协同关系。在实际应用中,借助夹点技术、换热网络优化等方法,可对化工系统进行深度集成。比如,通过优化不同工艺单元间的热量交换网络,减少外部公用工程的能源供应,降低加热和冷却负荷;同时,合理规划物料循环路径,减

少中间环节的能耗。这种集成化思维能够充分挖掘系统内部潜力,消除冗余环节,提高资源和能源的利用效率,是实现化工工艺高效节能的重要理论工具。

1.3 生命周期评价(LCA)

生命周期评价(LCA)是一种从全生命周期视角评估化工产品或工艺能耗与环境影响的方法。它涵盖从原料开采、生产加工、产品使用直至废弃处理的全过程,通过量化各阶段的资源消耗和污染物排放,全面揭示工艺过程中的潜在能耗问题。在化工工艺节能降耗中,LCA能够帮助企业识别高能耗、高污染的关键环节,针对性地制定改进措施。例如,通过分析发现某种化工产品运输阶段能耗占比较高,可据此优化物流方案;若原料生产环节能耗突出,则可探索更绿色、节能的原料获取方式^[1]。

2 化工工艺节能降耗技术存在的问题

2.1 技术推广不足

在化工行业节能降耗进程中,先进技术推广不足成为关键制约因素。一方面,新技术研发与实际应用存在较大脱节,许多高校、科研机构虽产出了大量节能降耗技术成果,但由于缺乏有效的产学研合作机制,难以快速转化为实际生产力。企业与科研机构之间沟通不畅,导致技术成果无法精准匹配企业生产需求。另一方面,部分企业对新技术存在认知偏差与风险担忧,认为采用新技术意味着高额的前期投入与未知的技术风险,即便新技术在长期使用中能带来显著节能效益,企业仍更倾向于维持现有生产模式。此外,行业内缺乏完善的技术推广激励政策与平台,使得新技术的优势难以广泛传播,阻碍了节能降耗技术在化工行业的全面普及。

2.2 设备老旧

化工生产设备的老旧问题严重影响节能降耗目标的实现。许多化工企业建厂时间较长,设备更新换代不及

时,部分关键设备已超期服役。老旧设备运行效率低,在物料加工、能量转化等环节存在明显损耗。例如,传统的电机、泵类设备,由于技术落后,电能转化为机械能的效率远低于新型节能设备,造成大量电力浪费;一些换热设备因老化、结垢等问题,传热效率大幅下降,增加了生产过程中的能源消耗。而且,老旧设备的维护成本不断攀升,即便投入大量资金进行维修保养,也难以达到理想的运行状态。同时,设备更新需要大量资金,部分企业受限于资金压力,无法及时淘汰落后设备,导致整个生产系统能耗居高不下。

2.3 管理体系不完善

化工工艺节能降耗管理体系的不完善,使得节能工作难以有效推进。首先,多数企业尚未建立健全的能源管理体系,缺乏明确的节能目标与考核机制,无法对生产过程中的能源消耗进行精准监控与量化评估,导致节能工作缺乏针对性和计划性。其次,企业内部各部门之间职责划分不清晰,能源管理工作往往由多个部门交叉负责,出现问题时易相互推诿,降低管理效率。再者,企业对员工的节能培训不足,员工节能意识淡薄,操作不规范,在生产过程中存在能源浪费现象,如设备空转、物料泄漏未及时处理等。此外,企业在能源数据收集与分析方面存在短板,无法通过数据分析发现潜在的节能空间,难以制定科学合理的节能改进方案,制约了节能降耗工作的深入开展。

2.4 专业人才短缺与创新能力不足

当前化工行业在节能降耗工作中,专业人才短缺与创新能力不足的问题日益凸显。一方面,掌握先进节能降耗技术原理、具备实践应用能力的专业技术人才匮乏,企业难以将新技术、新方法快速落地实施;同时,既懂化工生产流程,又熟悉节能管理的复合型人才更是稀缺,导致节能降耗工作缺乏科学规划与有效执行。另一方面,行业创新激励机制不健全,企业内部对节能降耗技术研发和创新的投入不足,员工缺乏创新动力与环境,使得企业难以自主研发出适合自身生产特点的节能降耗技术,严重制约了化工工艺节能降耗工作的推进和行业绿色转型发展^[2]。

3 化工工艺节能降耗技术措施

3.1 改善化工生产工艺

改善化工生产工艺是实现节能降耗的核心路径。其一,优化反应条件可显著提升能源利用效率。通过精确调控化学反应的温度、压力、催化剂用量等参数,能减少副反应发生,提高主反应转化率,降低原料与能源的无效消耗。例如,在合成氨工艺中,优化反应温度与压

力,可降低氢气和氮气合成氨过程中的能耗。其二,改进分离与提纯技术同样关键。传统分离方法能耗较高,采用膜分离、超临界流体萃取等新型分离技术,能够在较低能耗下实现高效分离,减少能源浪费。此外,对工艺流程进行系统性整合,减少不必要的中间环节,缩短物料输送距离,也能降低整个生产过程中的能耗。通过对化工生产工艺的全方位优化,可从源头上减少能源消耗,提升化工生产的节能水平。

3.2 积极采用新的工艺、技术和设备

积极采用新工艺、技术和设备是推动化工行业节能降耗的重要举措。新工艺往往在设计之初就充分考虑了节能因素,能够突破传统工艺的能耗瓶颈。如生物化工工艺相比传统化学合成工艺,具有反应条件温和、能耗低、环境污染小等优势,在有机酸、生物燃料等生产领域已展现出良好的节能效果。新技术方面,智能化控制技术可实现对化工生产过程的精准调控,根据生产需求实时调整设备运行参数,避免能源浪费;余热回收技术能够将生产过程中产生的余热进行再利用,转化为其他环节所需的热能或电能。设备更新同样不容忽视,新型节能电机、高效换热器、智能泵类等设备,相比老旧设备在能源转换效率上有大幅提升,虽然初期采购成本较高,但从长期运行来看,能够显著降低能源消耗成本,为企业带来可观的经济效益,助力化工行业实现节能降耗目标。

3.3 科学把控化工生产中由于动力造成的能源损耗

3.3.1 采用变频节能调速方法

在化工生产中,风机、水泵等设备常处于非满负荷运行状态,传统定速驱动方式会造成大量能源浪费。变频节能调速方法通过改变电机供电频率,实现对设备转速的精准调节,使设备运行功率与实际生产需求相匹配。例如,在化工物料输送环节,根据管道流量需求实时调整水泵转速,避免因长期高转速运行导致的电能过度消耗。据统计,采用变频调速技术后,水泵、风机等设备可降低能耗20%-50%。此外,该技术还能减少设备启动时的大电流冲击,延长设备使用寿命,降低设备维护成本。但实际应用中,部分企业因对变频技术认知不足、初期设备改造成本较高等原因,未能充分利用这一高效节能手段,限制了节能效果的最大化。

3.3.2 优化组合化工供热系统

化工供热系统是能源消耗的重要环节,其运行效率直接影响企业能耗水平。传统供热系统存在能源梯级利用不足、热量散失严重等问题。优化组合化工供热系统,可从多方面着手:一方面,通过对不同温度等级的

热源和热阱进行合理匹配,实现热量的梯级利用,例如将高温反应产生的余热先用于需要较高温度的工艺环节,再将剩余热量用于较低温度需求的环节,减少对外部高品位能源的依赖;另一方面,采用高效保温材料对供热管道和设备进行保温处理,降低热量在传输过程中的损耗;同时,引入智能控制系统,实时监测供热系统的运行参数,根据生产负荷动态调整供热方案,避免能源浪费。

3.3.3 改变电气及电机运行功率

化工生产中电气设备及电机运行功率与实际需求不匹配的现象普遍存在,“大马拉小车”的情况导致能源利用率低下。改变电气及电机运行功率,需根据生产实际负荷,合理选择电机容量,避免选用功率过大的设备。同时,采用先进的电机调速技术和无功补偿技术,可有效提高电机运行效率和功率因数。例如,利用软启动器实现电机的平滑启动,减少启动电流对电网和设备的冲击,降低启动过程中的能量损耗;通过安装无功补偿装置,提高系统的功率因数,减少线路损耗,降低变压器和发电机的无功负荷。此外,对电气设备进行定期维护和检修,确保设备处于良好运行状态,也有助于提升能源利用效率。然而,部分企业受限于技术和资金,未能及时对电气及电机系统进行优化升级,导致能源在电气传输和电机运行过程中大量浪费。

3.4 正确选择设备

设备是化工生产的物质基础,其性能优劣直接影响能耗水平。正确选择设备需综合考量多方面因素。首先,要依据生产工艺要求和实际工况,精准匹配设备的规格与参数。例如,在高温高压反应环节,应选用耐高温、高压且传热效率高的反应釜,避免因设备性能不足导致反应时间延长、能耗增加;对于物料输送,需根据流量、扬程等需求,选择适配的泵类设备,防止出现“大流量低需求”或“高扬程低输送”造成的能源浪费。其次,优先选用节能型设备,关注设备的能效标识和行业节能认证。新型节能设备往往采用创新设计与材

料,如永磁同步电机相比传统异步电机,能效可提升15%-25%;高效换热器通过特殊的传热结构和材料,能大幅降低热量交换过程中的能耗。

3.5 重视能耗管理

能耗管理是化工企业实现节能降耗的关键环节,科学有效的管理体系能系统性提升能源利用效率。首先,企业应建立完善的能源管理体系,明确各部门、岗位在能耗管理中的职责,制定详细的节能目标与考核制度,将能耗指标分解到车间、班组甚至个人,通过绩效考核与奖惩机制,调动全员参与节能的积极性。其次,加强能源计量与监测工作,安装高精度的能源计量仪表,对水、电、蒸汽等能源消耗进行实时、精准的计量与数据采集,并利用能源管理系统对数据进行深度分析,及时发现能耗异常点和潜在节能空间。例如,通过分析生产过程中的能源消耗曲线,可找出高能耗时段与环节,针对性地优化操作或调整工艺。再者,强化员工节能培训,提升全员节能意识与操作技能。通过定期开展节能知识讲座、技能竞赛等活动,让员工掌握设备的正确操作方法,避免因操作不当造成的能源浪费^[3]。

结束语

为应对化工工艺节能降耗现存问题,可从多维度采取技术措施。在技术层面,加速推广先进节能技术,如余热回收、高效催化等;设备上,及时淘汰老旧装置,引入智能节能设备;管理方面,完善节能制度与考核体系;人才培养上,加强专业培训与校企合作,建立创新激励机制。通过这些举措,有望提升化工行业能效,实现可持续发展。

参考文献

- [1]吕龙柱.化工工艺节能降耗的必要性及相关技术分析探讨[J].工业,2017(01).
- [2]杜秋安,张锦浩,马寅生.化工工艺中节能降耗技术应用研究[J].魅力中国,2016(50).
- [3]路学红,徐昕,谷绘慧.化工工艺中常见的节能降耗技术措施探讨[J].低碳世界,2016,(02):11-12