

石油化工过程中节能减排技术的优化与实践

马伟玉¹ 刘英辉²

1. 江苏全境康技术咨询有限公司 222000; 2. 江苏嘉宏新材料有限公司 222000

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13234

[摘要] 随着全球对环境保护和可持续发展的日益重视, 石油化工行业的节能减排工作成为关键领域。本文系统探讨了石油化工过程中节能减排技术的优化与实践, 分析了当前行业面临的能源消耗和污染物排放现状, 阐述了节能减排的重要性和紧迫性。通过介绍多种节能减排技术, 包括工艺优化、设备升级、能源回收利用以及绿色化学技术等, 提出了针对性的优化策略。结合实际展示了这些技术在生产过程中的应用效果。研究表明, 通过技术优化与实践, 石油化工行业能够在保障生产效益的同时, 显著降低能源消耗和环境污染, 为行业的可持续发展提供有力支撑。

[关键词] 石油化工; 节能减排; 技术优化; 能源回收; 绿色化学

石油化工行业作为我国国民经济中最主要的支柱产业, 产品在各领域中都有着广泛的应用。但是, 石油化工的生产过程比较复杂, 能源消耗非常大, 而且还伴有大量污染物的排放, 这就给环境带来了严峻的压力。在当前全球资源紧张、环境约束越来越严的大环境下, 石油化工产业节能减排已经成为产业可持续发展的关键所在。近些年来, 伴随着科技的进步以及人们环保意识的提高, 石油化工行业节能减排工作也有了明显的进步。通过优化生产工艺, 采用先进设备, 推行能源回收利用和开发绿色化学技术, 既可以降低生产成本、增加经济效益, 又可以有效地降低对环境造成的影响。文章将着重分析石油化工工艺节能减排技术优化及实践, 以期对该产业绿色发展有所借鉴。

一、石油化工工艺节能减排技术

(一) 工艺优化技术

工艺优化技术对石油化工节能减排起着至关重要的作用, 它是从根本上提高能源利用效率和降低污染物排放的重要途径。石油化工生产流程比较复杂, 涉及大量化学反应及物质转化等过程, 对其中任何一环进行工艺优化均会产生明显的节能减排作用^[1]。从反应工艺上看, 对温度、压力、催化剂等反应条件进行优化可提高选择性及转化率。例如, 在催化裂化过程中, 新型催化剂的开发和应用可以使重质油在更温和的条件下转化为轻质油品, 这不仅提高了产品的质量和收率, 还降低了反应过程中的能源消耗。对反应温度及压力进行精准控制, 避免反应过度或者反应不彻底, 降低不必要的能量浪费及副产物产生。

优化工艺流程也是不可忽略的。在系统分析整个生产流程的基础上, 对物料流向及加工顺序做出合理的调整, 减少迂回运输及中间储存环节, 以减少运输过程能量损耗。利用先进模拟软件建立并优化工艺流程, 预先预测并解决可能出现的问题, 从而达到生产过程精细化管理。以乙烯生产工艺为例, 对裂解炉进料组成及操作参数进行优化, 并合理地安排后续分离工序等措施, 使乙烯产量及纯度有所提高, 而能耗及原料消耗则有所减少。另外, 工艺耦合技术是工艺优化中的一个重要发展方向。将不同化工工艺有机耦合, 以达到能量与材料梯级利用。比如把炼油工艺和化工工艺结合在一起, 让炼油时的副产品深加工为化工原料, 降低资源浪费以及能源消耗等。同时通过余热回收、材料循环利用, 达到能量与材料的有效利用, 从而提高整个生产系统能量利用效率。

(二) 设备升级及节能技术

装备作为石油化工生产的物质基础, 其性能与能耗直接关系到生产全过程节能减排。在科学技术不断进步的背景下,

各类新型节能设备相继出现, 对石油化工行业节能减排工作起到强有力的支持作用^[2]。

就加热设备而言, 高效节能加热炉、锅炉应用广泛, 新型加热炉利用先进燃烧技术及隔热材料提高燃烧效率及热传递效率, 并降低热量散失。比如说, 使用低氮燃烧器能够在燃烧过程中减少氮氧化物的排放量, 同时也能提升燃料的使用效率; 使用新型隔热材料可有效降低炉体散热损失, 提高加热炉热效率。另外, 部分先进加热设备具有智能化控制功能, 可根据生产需求对加热功率进行实时调节, 避免浪费能量。制冷与压缩设备中节能型压缩机与制冷机的使用使能耗明显降低, 新型压缩机利用高效压缩技术及节能电机提高压缩效率并降低功耗。如螺杆式压缩机与传统活塞式压缩机相比较, 由于其效率高、噪音小、便于维修等特点而被越来越多地用于石油化工生产。同时使用新型制冷剂及制冷循环系统以提高制冷效率并降低环境影响。对换热设备进行更新, 对节能同样具有重要意义, 高效换热器例如板式换热器和螺旋板式换热器, 其传热效率较高, 占地面积较小, 可有效地提高热量传递效率并回收能量。通过换热网络优化, 合理安排冷热流体换热流程, 增强换热效果, 降低能源消耗。

(三) 能源回收利用技术

能源回收利用技术在石油化工节能减排中起着至关重要的作用, 它通过回收再利用生产中的余热、余压以及可燃气体来达到节能减排目的, 实现能源梯级利用, 提高能源利用效率, 降低能源浪费及污染物排放^[3]。

余热回收是目前能源回收的一种主要途径, 石油化工生产会产生很多余热, 比如高温烟气、蒸汽以及热水。利用余热锅炉、换热器等装置可使这些废热变成蒸汽、热水或者电能, 用于生产或者生活。以炼油厂为例, 将催化裂化装置高温烟气废热用于发电, 既能满足一部分生产用电的需要, 又能减少对外部电网依赖和能源成本。同时余热回收也降低了高温烟气直排造成的环境热污染。余压回收还是能源回收的一个重要途径, 石油和化工生产中某些高压流体减压时放出能量, 利用透平膨胀机及其它装置可使这些余压能量变成机械能或者电能。以天然气输送为例, 通过高压天然气降压时的剩余压力带动透平膨胀机产生电能, 从而达到能量回收的目的。余压回收在提高能源利用效率的同时, 也降低阀门和其他节流装置能量损失。

可燃气体回收是能源回收的另一个主要方面。石油化工在生产过程中会有很多可燃气体产生, 例如瓦斯气和火炬气。这些可燃气体若直接放掉, 既浪费了能源又会污染环境。通过火炬气回收系统、瓦斯气综合利用装置的使用, 这些可燃

气体可被回收、净化再利用,并用作燃料或者化工原料。比如在加热炉中引入瓦斯气做燃料来代替一部分化石燃料,不仅可以降低能源消耗,还可以减少污染物的排放量。

二、石油化工过程中节能减排技术的优化与实践方法

(一)以系统集成为基础进行工艺优化

以系统集成为基础的工艺优化是从整体生产系统角度进行优化的一种综合而全面的优化方法,突破了传统工艺优化只注重个别工艺环节的限制,将各工艺环节有机整合、协同优化,最大限度地发挥整体节能减排作用。

石油化工生产各工艺环节间物质与能量交换关系错综复杂,以系统集成为基础的工艺优化首先要对生产系统整体进行综合分析,理清各个工艺环节间的相互关联与作用。通过构建数学模型并利用模拟软件对不同工艺方案进行仿真与评价,寻找最佳工艺参数及流程配置。以大型炼化一体化工程为例,炼油工艺与化工工艺密切相关。通过系统集成优化可使炼油生产的一些中间产品可直接用作化工原料,以避免重复加工及能量消耗。同时合理地安排炼油及化工装置开工时间,以达到能量及材料的持续供给与使用,降低装置启停过程中能源浪费及污染物排放。另外,以系统集成为核心的工艺优化也强调了与外部系统之间的协同作用,比如与能源供应系统协同配合,针对生产负荷变化情况对能源供应进行实时调节,以达到高效分配使用能源目的;配合环保系统,把节能减排和污染物治理有机地结合起来,并通过优化工艺来降低污染物产生量和环保处理费用。

(二)高效节能设备使用和普及

应用和推广高效节能设备,是石油化工节能减排工作中最重要的举措。尽管新型高效节能设备前期投资费用可能偏高,但是在长期运行费用及节能减排效果方面,优势明显。要想推动高效节能设备得到应用和普及,就必须先强化技术研发与创新,科研机构及设备制造企业要在节能设备技术的研发上加大投入力度,不断引进性能更好、能耗更小的新设备。同时加强产、学、研合作,加快科研成果转化与应用,增强装备可靠性与稳定性。

政府与行业协会要起到引导与扶持的作用,制定有关政策、法规、标准、规范等,激励企业使用高效、节能设备。如采取财政补贴,税收优惠以及其他政策措施来减少企业节能设备采购与使用费用;建立面向企业开展设备选型、技术咨询服务的节能装备认证与推广体系。企业本身要提高对高效节能设备的认识和主动性,设备采购与更新时充分考虑其节能性能,优先选用节能型产品。同时加强对设备运行的管理与保养,保证设备一直保持在最佳状态下运行,发挥最大节能作用。如定期开展设备能效检测与评价,及时发现并解决设备运行过程中出现的各种问题,并通过操作参数优化、维护保养等措施来提高设备使用寿命、减少能耗。

(三)对能源回收利用系统进行优化

能源回收利用系统优化设计对于提高能源回收效率,达到节能减排目的至关重要。一个有效的能源回收利用系统需考虑到能量的类型、质量、数量和生产过程中的要求,并通过了对设备进行合理选择、工艺流程设计及运行管理最大限度回收能源。

在进行能源回收利用系统设计时,必须先针对生产中所产生能源的特性来选择适当的回收技术与装置。如对高温余热可以利用余热锅炉和有机朗肯循环回收发电或者产生蒸汽;对中低温余热可以利用热泵技术升级利用。同时应充分

考虑各种能源回收技术间的协同关系,梯级利用能源。能源回收利用系统工艺流程优化,合理地安排能源收集、输送、转化及利用等环节,以降低能量损失及输送阻力。以余热回收系统为例,采用优化管道布局、保温措施等措施来减少余热输送时热量散失;在回收可燃气体的系统里,使用高效的净化和压缩工具,以增强可燃气体的回收和利用效率。另外,对能源回收利用系统进行智能化控制是优化设计中的一个主要方向,通过引进先进的自动化控制技术及智能监测系统对能源生成、回收及利用过程进行实时监控,并依据生产需要对系统运行参数进行自动调节,从而使能源回收利用系统高效稳定地运行。如采用智能控制系统,根据余热温度、流量等参数对余热锅炉运行负荷进行自动调整,以保证余热得到最大限度地回收利用。

(四)绿色化学技术革新和实践

对绿色化学技术进行创新和实践,是石油化工行业可持续发展的根本出路,从根本上降低污染物生成及能源消耗,环境效益及经济效益显著。绿色化学技术以应用化学原理与方法来降低或杜绝化学品设计、生产与应用中有害物质的运用与生成。石油化工领域中绿色化学技术创新表现如下:

第一种研制绿色催化剂。新型绿色催化剂高活性、高选择性、长寿命,可在温和反应条件下进行高效化学反应,降低副产物产生及能源消耗。如固体酸催化剂取代传统液体酸催化剂,既增加反应选择性,又避免酸液腐蚀污染等难题。另一种是使用绿色反应工艺。通过对反应路径及反应条件进行优化,使用无毒无害原料及溶剂使化学反应绿色化。比如利用二氧化碳合成化学品技术研究,不仅可以降低二氧化碳排放量,还可以循环利用碳资源;用离子液体、超临界流体及其他绿色溶剂代替传统有机溶剂,以减少溶剂挥发性及毒性。同时,对废弃物进行资源化利用,把石油化工生产中的废弃物资源化,使其变成宝贵的产品或者原材料。如废旧塑料的回收与裂解、燃料油的配制或者化工原料的生产等;炼油生产含硫废水的治理及硫磺和其他资源的回收。

为促进绿色化学技术创新和实践,企业要加强与科研机构合作,增加研发投入并积极进行绿色化学技术研发与应用。同时政府要制定有关政策、法规、标准、规范等,激励企业采纳绿色化学技术并加大扶持、指导绿色化学技术的研究、开发与应用。

结束语

石油化工行业开展节能减排工作,对全球可持续发展目标的实现有着至关重要的作用。通过对节能减排技术进行持续优化,在生产实践中加以运用,可以有效减少能源消耗与污染物排放,增强产业整体竞争力。今后,伴随着科技的深入发展与政策的不断推进,石油化工行业有望在节能减排方面实现更大突破,从而对环境保护与经济协调发展起到更大的促进作用。

参考文献

- [1] 杨栋. 节能减排背景下石油化工污水处理策略研究[J]. 清洗世界, 2024, 40 (11): 83-85.
- [2] 贾朋宾. 节能减排理念下的石油化工污水处理策略[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44 (22): 104-106.
- [3] 余虹钢, 曾桃, 夏堃, 黄文镜, 古姗鹭, 葛楠. 石油化工企业节能减排现状与对策研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13 (09): 206-208.