

Analysis of New Energy Saving and Consumption Reduction Technology in Chemical Process

Chunmei Wang

Rubber Operation Department of Lanzhou Petrochemical Company, Lanzhou, Gansu, 730060, China

Abstract

As a key area of energy consumption and carbon emissions, the chemical industry is facing unprecedented challenges in the context of the increasingly severe global energy crisis and environmental problems. The energy saving and consumption reduction technology in the chemical process has become the key to the development of the industry to achieve sustainable development. The application of new energy-saving and consumption-reduction technology can not only significantly reduce production costs, improve economic benefits, but also can be consistent with the concept of green development, and reduce the impact on the environment. This paper will discuss some new energy-saving and consumption reduction technologies in the chemical process, provide reference for the transformation and upgrading of the chemical industry, and analyze its application in the actual production.

Keywords

chemical process; new energy saving and consumption reduction technology; application; analysis

化工工艺中的新型节能降耗技术及其应用探析

王春梅

兰州石化公司橡胶运行部, 中国·甘肃 兰州 730060

摘要

作为能源消耗和碳排放的关键领域, 化工行业在当今全球能源危机和环境问题日益严峻的背景下, 面临的挑战前所未有。化工过程中的节能降耗技术成为行业发展的关键, 以实现可持续发展。应用新型节能降耗技术, 既能显著降低生产成本, 提高经济效益, 又能与绿色发展理念相一致, 减少对环境的冲击。论文将探讨化工过程中的一些新型节能降耗技术, 为化工行业转型升级提供借鉴和参考, 并对其在实际生产中的应用进行分析。

关键词

化工工艺; 新型节能降耗技术; 应用; 探析

1 引言

化工过程的复杂性和多样性, 进一步加剧了能源浪费和资源利用方式的不可持续, 给环境和经济带来深远的负面影响, 特别是在大规模生产中, 这种问题更加突出。因此, 化工行业的节能降耗问题, 既涉及经济利益的促进, 也与合理利用全球能源资源和保护生态环境有关。近年来, 随着科技进步, 在提高能效和减少废弃物排放方面显示出显著优势的新型节能降耗技术不断涌现。因此, 促进行业技术进步, 减少碳排放, 实现全球环境目标, 研究并应用这些新的技术意义重大。

2 化工工艺中的新型节能降耗技术及其应用

2.1 热集成技术

化工工艺的节能降耗技术应用中, 热集成技术是作为

一种重要手段, 通过提高能源利用效率来减少对外部能源的依赖, 在工艺流程中起着举足轻重的作用。具体而言, 在热集成技术的运用上, 其首先表现在热集成网络的设计上, 对工艺过程中的余热进行最大化的回收和再利用, 以降低对外部能源的依赖程度。因此, 在热集成网络的设计上, 关键是对换热器进行合理的配置和布置, 从而做到对不同工艺单元之间有效地进行热量传递, 以达到节能降耗的目的。利用热耦合的多级换热系统, 可将高温工艺单元的余热传递到低温工艺单元, 使热能有序利用, 进而使总体的热能需求得以降低^[1]。实际执行中, 设计者对工艺过程进行严格的热量分析, 以确定各单元作业所需热量及余热产生情况。随后, 为设计最优的换热网络系统, 将引入 Pinch 分析方法进行外部热源冷源需求的确定。对换热网络进行细致的参数优化, 如换热器的热负荷分配换热面积及换热介质的选择。在化工工艺中广泛运用的是热泵技术, 其原理是将低温区的余热从高温区转移使用, 以降低对高能耗的传统加热设备的依赖程度, 从而达到节能降耗的目的。在具体实施中, 一是对工艺

【作者简介】王春梅(1981-), 女, 中国天津人, 经济师, 从事化工工艺研究。

流程中存在的低温余热资源以及潜在的高温加热需求区域进行综合评估,然后根据结果,有针对性地选用能满足不同温度区间热量传递需要的热泵类型,如机械压缩式热泵或吸收式热泵等。对已有的工艺设备进行合理的管道布局和控制系统的集成,使热泵与现有工艺设备进行有效整合。同时,在利用热泵进行热量传递时,既能减少对外部能源的消耗,又能使系统的总能耗有较大幅度的降低。在热泵系统的设计中,必须重点考虑热泵压缩机的高效利用;对工质进行合理选择在热源与冷源的温度匹配上,做到与工艺需求相吻合。二是使系统运行稳定并最大限度地节约能源,多级换热系统是热集成技术中的重要应用方式。在多级换热系统中,从高温区域逐级传递到低温区域,使热能损失达到最低程度。在实际操作中,对多个换热器进行串联或并联,按照工艺要求逐级传递热量,以充分利用热能。多级换热系统在具体设计时,需要对换热器的布置管道的设计以及流体的流量的分配等进行详细的计算和优化,以达到高效运转的目的。

2.2 超临界流体技术

超临界 CO_2 萃取技术和超临界水氧化技术是其中最具有代表性的两项技术。首先,超临界 CO_2 萃取技术是将 CO_2 加热并加压至其临界点以上的状态,使 CO_2 进入超临界状态,即 31.1°C 以上, 7.38MPa 以上。此时,超临界二氧化碳具有气体和液体的双重性质,其扩散性与气体相似,但其溶解性与液体接近,因此在这种状态下,作为溶剂的 CO_2 可以对目标化合物进行高效的提取。为实现此过程,首先必须将原料(如植物材料或化学中间体)放入萃取器中,然后通过泵将液态二氧化碳输送到加压系统,使之达到超临界状态。接着,超临界的二氧化碳被引入萃取器中,与原料进行接触,使之在的溶解度得到精确控制,从而在提高萃取效率和纯度的同时,保证所提取的成分具有高选择性^[2]。在完成萃取过程后,降低压力或提高温度能使二氧化碳由气态变回液态,从而在分离出萃取物的同时,还能减少传统有机溶剂的消耗,并避免其对环境造成的污染。

超临界水氧化技术是将水加热加压至超临界状态(374°C 以上, 22.1MPa 以上),使有机废弃物在此状态下发生氧化分解,从而达到水氧化的目的。超临界水的独特之处在于其密度降低,介电常数显著降低,使其在氧气在其中的溶解度大幅增加,促进氧化反应的进行的同时,其溶解有机物质的能力大大提高。在实际操作中,首先需要通过高压泵将有机废料溶解或悬浮于水中,并将这种混合物加热至超临界状态,然后再将这种混合物输送到反应器中。在此条件下,加入氧化剂(通常是 O_2 或空气),使有机物质迅速氧化分解为无机物(如 CO_2 、水等),并产生大量的热能,在这种条件下,有机物质的氧化作用超临界水中的反应速度极高,完全分解有机物的速度可在数秒至数分钟内完成。为了有效地控制反应,反应器通常采用高耐腐蚀性材料制造,并配有精确的温度和压力控制系统,以确保超临界状态的稳

定和反应的高效进行。因此,反应器的制造过程中此外,可回收超临界水氧化反应过程中产生的热能,用于对物料进行加热预处理或使系统保持热平衡,从而使能源消耗进一步减少。在化工废水处理和危险废物处理中,超临界水氧化技术还具有无二次污染物生成、反应产物几乎都是无害的水和二氧化碳等重要优点。

两种技术的具体应用过程中都依赖超临界状态的特殊物理化学性质,特别是流体密度的精确控制下溶解度的高低变化以及流体的扩散能力等方面的特殊性质。要达到上述要求并顺利实施超临界水氧化工艺和超临界二氧化碳萃取技术在装备和工艺流程上的合理设计必不可少。具体地说就是超临界水氧化工艺要求设计在耐受高温高压条件下的反应器中能够很好地进行物料与氧化剂的充分混合和反应产热的有效利用;而超临界二氧化碳萃取工艺要求充分考虑流体的流动性和传质效率在萃取器上得到充分发挥。因此,在技术的应用上需要结合具体情况进行综合考量。

2.3 纳米流体传热技术与旋流式热交换器

纳米流体传热技术的应用主要是将微米级或纳米级的微粒分散到基体流体中,从而形成纳米流体,导热率更高。在这个过程中,首先需要选择合适的纳米微粒材料,如金属氧化物(如 Al 、 TiO),金属(如铜、银)或碳基材料(如碳纳米管、石墨烯)。这些微粒能够显著改善基体流体的导热性能,因为它们具有极高的比表面积和良好的导热性能。在制备过程中,关键步骤之一就是确保纳米微粒的均匀分散。纳米微粒能够稳定地悬浮于液体中,并通过超声波分散、机械搅拌和表面活性剂的辅助来避免重聚现象的发生。为了进一步提高传热性能,我们在考察纳米颗粒在不同温度和压力条件下的稳定性的同时,还探索了不同纳米颗粒形状(如球形、棒状和片状)对传热效果的影响。在应用中,通过增强的导热特性,使系统中的热量更快速、均匀地转移,从而显著降低设备的能耗,在换热器、冷却系统等设备中通常采用纳米流体^[3]。

旋流式热交换器的应用主要依靠在热交换器内部为提高流体传热效率而产生的旋转流场和湍流作用。在特定的设计过程中,可以在热交换器内部产生稳定的旋流场,如导流片、螺旋管路或旋转喷头等特殊设计的元件。使流体沿着螺旋轨迹在传递过程中不断前进。旋流场的形成不仅可以使流体的流动路径长度明显增加,传热表面积得到提升,而且可以使流体的边界层被打破,湍流程度增强,从而使传热系数提高。在具体执行过程中,换热效率的提高会受到流体流速、旋流强度、流体粘度、热塑性等因素的影响。在工业应用中,旋流换热器已广泛应用于蒸发器、冷凝器等设备中,特别是在高温、高压条件下,通过旋流的增强作用,能有效降低热阻,使换热器的整体性能得到显著提高,在应用中,旋流换热器纳米流体和旋流技术在强化传质方面同样可以扮演重要角色。例如,纳米流体的高比表面积可以促进分子在传质

过程中的扩散速度,并在吸收塔、蒸发器等设备中提高物质的传输效率。但旋流技术同样可以加速传质过程,通过破坏流体中的层流而形成高度混合的湍流状态。需注意一点在实际操作中,流体流速、压力梯度、传质系数等加强传质的效果也与操作参数息息相关。

2.4 过程强化技术

首先,应用多功能的反应器是一个大有可为的工艺改进方面,通过集成多个反应过程在同一设备上降低设备的数量和能源消耗是这一技术的具体操作方式。具体地说就是结合反应与蒸馏吸收等其他分离过程来实现这一目的。譬如,在一个化学反应器内部同时进行反应与蒸馏等分离过程,借助设计内置的吸收塔或蒸馏塔等分离器使反应生成的产物一同进行分离,从而减少热能的重复消耗并简化了以往需要很多设备才能达到的反应和分离过程。此外,对于上述集成式设计而言,在系统内部优化热交换的利用,可进行热量的再分配,也有助于解决因热交换不足而产生的能源浪费问题。同时,采用微混合器或静态混合器等设备,可使反应物之间的混合效率得到明显改善。以微混合器为例,它的设计基于微通道原理,在将液体分流到极小的通道中,使其在极短的时间内达到高效混合,从而在降低混合时间的同时,通过改善物料的传质效率,达到减少反应物使用量的目的,进而达到降低总体能耗的目的,因此是一种比较有效的工艺强化方式。强化混合技术还可与静态混合器结合使用,在多功能反应器中加入静态混合器,以在不需要外加动力的情况下达到更高效的混合效果,适用于流体黏度较大或反应速度较慢的体系,如高分子聚合反应或液液相反应^[4]。另外,在实际操作中还可对静态混合器进行模块化设计,在管道的不同位置进行安装,从而能够对不同工况的混合强度进行灵活调整。由于这些混合器在无需外加动力的情况下就能完成高效混合,因此特别适用于那些对混合效果有较高要求的场合。为了进一步缩短反应时间,提高能效,实现反应与分离过程的同步。针对不同的化工过程,在考虑流体性质、反应

速率和传质阻力等因素的基础上,应结合工艺需求来选择设计这类混合技术。通过工艺强化实现余热回收是另一个值得关注的应用。此外由于设备结构所限,在许多反应器和分离设备中,常有大量的废热不能完全利用。将板式换热器与反应器结合,或将螺旋换热器整合到管道系统中,通过优化换热设备的设计,既可以对原料进行加热,也可以对其他工艺步骤中的热量进行有效回收。简单点说,利用板片式换热器的换热能力可最大限度地增加传热面积;同时通过增加流体的湍流程度来促进热量的传递,使工艺热损失降低到最低程度。而对于螺旋式换热器而言,它的设计适合应用于空间受限的场合,在保证传热效能的前提下进行紧凑设计,使设备在有限的空间内能够实现最大程度的热能回收。

3 结语

在全球能源危机和环境挑战日益严峻的背景下,化工行业迫切需要采用新型节能降耗技术,以促进可持续发展目标的达成。目前比较新的技术有热集成技术,超临界流体技术强化传质与传热技术以及过程强化技术等,它们使化工工艺在提高能源利用效率降低生产成本减少环境影响等方面得到了很大的提高和改善。今后化工行业要不断探索和完善这些技术,以促进企业的绿色转型和技术进步,为促进全球环保目标的实现贡献自己的一份力量。

参考文献

- [1] 韩金洛.化工工艺中节能降耗技术应用与优化[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4).
- [2] 游鑫玲.节能降耗技术在化工工艺中的应用分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(4):3.
- [3] 郭爱丽.浅析化工工艺中的新型节能降耗技术及其应用[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(11).
- [4] 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.