

化工工艺中常见的节能降耗技术分析

史小锋

国家能源集团新疆化工有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 化工行业的发展对能源的依赖程度较高,节能降耗已成为其可持续发展的关键。本文通过阐述节能降耗的重要性,详细介绍化工工艺中常见的节能降耗技术,包括其原理、优势与局限性等,并探讨各种技术在不同工艺环节的应用,旨在为化工企业提高能源利用效率、降低生产成本、减少环境污染提供全面的理论依据和实践指导。

关键词: 化工工艺;节能降耗技术;能源利用效率;可持续发展

引言:工业化进程的加速使得化工行业的规模和影响力不断扩张,能源需求迅猛攀升,同时化工生产活动的持续升温也带来了严峻的环境污染挑战,威胁生态平衡发展。为实现当前我国“单位国内生产总值能耗降低2.5%左右,生态环境质量持续改善”的能耗目标,节能降耗已然是化工行业履行社会责任的关键路径。深入剖析化工节能降耗技术,有助于在保障生产效率的前提下,削减能源开支,增强市场竞争优势,推动化工行业朝着绿色、低碳方向转型。

1 化工工艺节能降耗的重要性与现状

1.1 化工工艺能耗现状

化工行业作为国民经济的重要支柱产业之一,在生产过程中消耗大量的能源,如石油、天然气、煤炭等。但化工行业在推动经济发展的同时,也成为了能源消耗大户。据相关统计调查表明,化工行业的能源消耗占全国总能耗的比例相当大且呈现逐年增长的趋势。然而,值得注意的是,不同类型的化工产品生产工艺,其能耗水平也存在显著差异。例如,石油化工领域,原油炼制过程中的蒸馏、裂解等工序需要消耗大量的热能。煤化工领域,煤炭的气化、液化过程也伴随着高额的能源投入。这些过程不仅需要高温高压的条件,还需要大量的电力和热能支持,进一步增加了能源消耗。同时,精细化生产对能源的需求同样不容小觑。在精细化工生产中,复杂的化学反应和分离过程同样耗能显著。化学反应和分离过程往往都需要精确控制温度、压力等参数,以确保反应的顺利进行和产品的质量^[1]。高能耗不仅会导致企业成本增加,削弱企业的市场竞争力,更为重要的是化工行业的高能耗问题会导致多种环境问题,如温室气体排放、大气污染、水污染等。这些问题不仅影响人类的健康和生活质量,还会进一步加剧资源短缺的压力。温室气体排放会导致全球气候变暖,大气污染会影响空气质量,水污染则会破坏水生生态系统。这些问题会

进一步制约化工行业的可持续发展。因此,化工行业必须采取有效措施,降低能耗,提高能源利用效率。这不仅有助于减少环境污染,还能通过技术创新和工艺优化降低生产成本,实现绿色、可持续的发展,提升企业竞争力。

1.2 节能降耗的重要意义

化工行业节能降耗即是要实现能源效率的提升和排放量的减少,其所取得的进展,不仅有助于应对全球气候变化挑战,更能促进化工行业自身的可持续发展,实现经济效益与环境效益的双重提升。从环境保护的视角出发,减少能源消耗可直接降低温室气体及其他有害污染物的排放量,这对于缓解全球变暖趋势、改善空气质量以及保护自然生态环境均具有重要意义,同时也是化工企业积极履行社会责任的体现。从经济角度分析,节能降耗技术的实施有助于降低企业的能源采购费用、设备运行与维护成本,提升资源利用效率,进而增加企业利润,强化其市场竞争力。此外,鉴于能源价格的波动性以及资源的日益紧张,节能降耗对于保障化工企业能源供应的稳定性、实现长期稳定发展具有关键作用,并将推动整个化工行业向绿色、低碳、可持续的方向转型。

1.3 现有节能降耗技术应用现状

当前,随着能源资源的日益紧张和环保要求的不断提高,化工行业已经积极地探索并广泛应用了多种节能降耗的技术手段。具体来说,涵盖了热能回收、工艺优化、设备改造以及能源管理系统等多个方面。这些技术的应用显著提高了能源利用效率,减少了生产过程中的能源消耗和废物排放。然而,尽管化工行业在节能降耗方面已经取得了一定的成效,但不同企业之间的应用程度和效果仍然存在较大的差异,化工领域节能降耗但仍然面临着许多挑战。一方面节能降耗技术更新换代的速度相对较慢,许多企业难以跟上最新的节能技术,从而影响了整体的节能效果。另一方面节能降耗投资成本

高昂,许多企业由于资金限制,难以承担设备更新和改造费用,进一步阻碍了节能降耗的进程。此外,操作人员缺乏足够的专业知识和技能,无法有效地操作和维护先进的节能设备,导致设备运行效率低下,节能效果不理想。因此,持续的技术创新和管理优化是推动化工行业进一步实现节能降耗目标的关键,化工企业仍需付出更多的努力以应对这些挑战,进而实现更加高效和可持续发展。

2 常见节能降耗技术

2.1 优化工艺过程技术

优化工艺过程技术旨在通过对化工工艺流程的深入分析和改进,减少能源消耗。这涉及到多个方面,如反应路径的优化,采用更高效、原子经济性更高的化学反应,减少副产物的生成,从而降低后续分离和处理过程中的能耗。例如,在某些有机合成反应中,通过催化剂的选择和反应条件的优化,可使反应选择性提高,减少不必要的能源消耗。同时,合理安排工序,实现物料和能量的梯级利用也是关键。将高温位的热量用于需要高温的工艺环节,而其排放的余热再用于低温需求的工序,提高了能源的整体利用效率。此外,运用先进的过程模拟软件对化工流程进行模拟和优化,有助于发现潜在的节能机会,如优化设备选型、调整操作参数等,从而实现工艺过程的精细化管理。当前,在工艺优化方面,部分企业通过改进和优化生产流程,成功地实现了物料和能量的梯级利用^[2]。这种做法显著地减少了能源的浪费现象。

2.2 余热回收技术

化工生产过程中产生大量的余热资源,主要包括高温烟气余热、蒸汽余热、化学反应余热等。余热回收技术基于热交换原理,通过特定的设备将余热从一种介质传递到另一种介质,实现余热的回收和再利用。例如,余热锅炉利用高温烟气的热量产生蒸汽,蒸汽可用于发电、驱动机械设备或供应其他工艺用热需求。换热器则是通过两种流体之间的热交换,将余热从高温流体传递到低温流体,提高低温流体的温度,满足工艺或生活用热需求。有机朗肯循环(ORC)系统适用于低温余热资源的回收,利用有机工质在低温下的蒸发和冷凝特性,将余热转化为机械能,进而驱动发电机发电。余热回收技术得到了化工企业的广泛应用和推广。企业或回收的余热发电、或预热原料,或提供其他工艺所需的热能,从而有效地提高了能源的自给率。

2.3 高效分离技术

高效分离技术也是当前化工行业中广泛应用的节能

降耗技术。例如,精馏技术的改进、膜分离技术和吸附分离技术等,这些技术在提高产品纯度的同时,也显著地降低了分离过程中的能耗。精馏技术是化工分离中最常用的方法之一,其原理是利用混合物中各组分挥发度的差异,在精馏塔内进行多次部分汽化和部分冷凝,实现组分的分离。高效精馏塔板和填料的应用提高了气液相传质效率,减少了理论塔板数,从而降低了精馏过程中的能耗。例如,新型的规整填料具有比表面积大、传质效率高、压降小等优点,能够有效提高精馏塔的分选性能。膜分离技术则是基于膜的选择性渗透特性,在压力差或浓度差的作用下,使混合物中的某些组分选择性地透过膜,达到分离的目的。如反渗透膜可用于海水淡化和废水处理,超滤膜可用于分离大分子和小分子物质。吸附分离技术利用吸附剂对不同组分的吸附能力差异,实现混合物的分离,变压吸附和变温吸附是常见的吸附分离工艺,广泛应用于气体分离领域。

2.4 变频调速技术

变频调速技术通过改变电机电源频率来调节电机转速,根据生产负荷实时调整设备的转速,从而实现对化工生产设备输出功率的精确控制^[3]。根据电机转速公式可得,当电源频率降低时,电机转速相应降低。在化工工艺中,许多设备如泵、风机、压缩机等的负荷随生产需求变化而变化。采用变频调速技术,可使设备在不同负荷下以最佳转速运行,避免了设备长期在额定功率下运行造成的能源浪费。例如,在化工流体输送系统中,当流量需求减少时,降低泵的转速,泵的输出功率与转速的立方成正比,从而大幅降低能耗。

2.5 新能源与可再生能源利用技术

随着技术的发展,新能源与可再生能源在化工工艺中的应用逐渐受到关注。如太阳能光热利用、太阳能光电利用等多种太阳能在化工生产中的应用方式。在光照资源丰富的地区,化工企业可建设太阳能集热系统,为反应加热、蒸馏等工序提供热量,或安装太阳能电池板为厂区照明、仪表控制等设备提供电力。同时,随着生物质能利用技术地不断发展,其在化工工艺节能降耗中的应用也日益广泛。如利用生物质气化产生的合成气作为化工原料,生产甲醇、乙醇等化学品,或利用生物质发酵生产有机酸、生物柴油等,实现了能源的多元化和可持续利用。然而,由于新能源与可再生能源供应的间歇性、能量密度较低、初始投资成本较高等问题,其在化工工艺节能降耗中的应用需要进一步技术创新和政策支持来克服。

3 节能降耗技术的综合应用

3.1 技术综合应用的策略与效果

在化工企业中，单一的节能降耗技术往往难以实现最佳的节能效果。因此，综合应用多种节能降耗技术已成为发展趋势。例如，将工艺过程优化技术与余热回收技术相结合，在优化工艺流程的同时，充分利用过程中产生的余热，实现能源的梯级利用。企业通过改进反应工序，使反应温度和压力更加合理，减少了能源消耗，同时在反应设备下游安装余热回收装置，回收反应余热用于预热原料，进一步提高了能源利用效率。高效分离技术与变频调速技术的协同应用也能取得显著效果。在精馏过程中，采用高效精馏塔板和填料提高分离效率，同时利用变频调速技术控制回流比，根据产品质量要求实时调整塔釜加热功率和塔顶冷凝器负荷，降低了精馏过程的能耗。通过综合应用多种节能降耗技术，化工企业能够实现能源消耗的大幅降低，提高生产效率，降低生产成本，增强市场竞争力，同时减少对环境的负面影响。

3.2 综合应用面临的挑战

尽管当前化工工艺节能降耗技术取得了一定进展，但在推广应用过程中仍面临诸多挑战。在技术层面，部分节能降耗技术仍有待进一步完善，如一些新型高效催化剂的研发成本高、稳定性不足，限制了其大规模应用；新能源与可再生能源利用技术面临能量转换效率低、储能技术不成熟等问题，难以满足化工生产连续稳定的能源需求^[4]。经济成本也是一个重要制约因素，节能设备和技术的初期投资较大，对于一些中小企业而言，资金压力较大，且节能改造项目的投资回报周期较长，影响了企业采用节能降耗技术的积极性。此外，部分企业对节能降耗的重要性认识不足，缺乏节能意识和引领企业进行节能降耗实践生产的专业人才，并且内部节能管理体系不完善，缺乏有效的节能监测和评估手段，难以持续性地推动节能降耗工作。此外，在化工节能降耗政策法规方面，虽然国家现已出台了一系列节能减排政策，但在具体执行过程中仍存在落实不到位的情况，一方面，缺乏有效的监管措施，无法正确评估企业节能降耗的实际情况。另一方面对企业节能改造的激励机制不够完善，企业自身节能降耗推进工作积极性差，进而企

业进展缓慢。

3.3 化工工艺节能降耗技术发展趋势

未来随着科学技术的深入发展，化工工艺节能降耗技术也将进一步发展。智能化技术将通过实时监测和数据分析，实现能源消耗的精准控制和优化管理。广泛应用于对化工生产过程的监控和管理；此外，在化工生产中利用人工智能算法对优化化工工艺参数，如预测设备故障，提前采取节能措施。同时，值得注意的是，更加高效化的节能设备和技术将不断涌现，如新型高效换热器、节能型反应器等，将进一步提高能源利用效率。集成化的发展趋势将进一步促使多种节能降耗技术有机融合，形成完整的节能解决方案，提高系统整体性能，全方位多角度地促进节能降耗的实践落地。同时，新能源与可再生能源应用将更加广泛，与传统能源形成互补，降低化工行业对化石能源的依赖。此外，伴随实践深入，绿色化学和循环经济理念将贯穿于化工工艺的各个环节，从源头上减少能源消耗和污染物排放。

结语

通过优化工艺过程、回收余热、采用高效分离技术、应用变频调速技术以及合理利用新能源与可再生能源等多种手段，化工企业能够有效降低能源消耗，提高资源利用效率，减少环境污染。然而，要实现更广泛、更深入的节能降耗目标，仍需克服诸多挑战。企业要提高节能意识，加强人才培养，积极引进和应用先进的节能降耗技术，建立健全节能管理体系，为实现化工生产与环境的和谐共生和化工行业可持续发展做出切实贡献。

参考文献

- [1]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(06):287-289.
- [2]赵忠妹.节能降耗技术在化工工艺中的运用[J].化工管理,2021,(18):35-36.
- [3]周大平.化工工艺中常见的节能降耗措施[J].辽宁化工,2023,52(03):393-396.
- [4]李江波.化工工艺中常见的节能降耗措施[J].山西化工,2022,42(08):125-126.