

化工技术在化工工程与工艺中的应用

李学颖 田春静

鲁西化工集团股份有限公司 山东 聊城 252000

摘要: 本文围绕化工技术在化工工程与工艺中的应用展开研究, 阐述化工技术与化工工程、工艺的核心内涵及内在关联, 详细分析化学反应工程、分离工程、绿色化工、智能化化工等技术的具体应用场景, 剖析当前技术应用中存在的适配性不足、创新薄弱等问题及成因, 提出针对性优化对策, 为化工行业依托技术升级实现提质增效、绿色低碳发展提供理论参考与实践指引, 助力现代化化工产业高质量发展。

关键词: 化工技术; 化工工程; 工艺; 应用

引言: 化工产业是国民经济的支柱产业, 化工工程与工艺的发展水平直接决定产业竞争力, 而化工技术作为连接理论与工业应用的关键桥梁, 是推动二者升级的核心驱动力。随着绿色发展理念深入人心及“双碳”目标推进, 化工行业面临提质、节能、环保的多重需求, 亟需依托先进化工技术破解发展瓶颈。基于此, 本文深入探讨化工技术在化工工程与工艺中的应用, 为行业高质量发展提供支撑。

1 化工技术与化工工程及工艺的核心内涵

1.1 化工技术的核心定义与分类

(1) 核心定义: 化工技术是融合化学、物理、工程学等多学科知识, 实现原料转化、产品提纯及工艺优化的综合性工程技术体系, 核心是将实验室的化学成果转化为规模化、标准化的工业生产实践, 是连接理论与工业应用的关键桥梁。(2) 主要分类: 主要包括化学反应工程技术、分离工程技术、绿色化工技术、智能化控制技术、精细化工技术等核心类别, 覆盖化工生产从原料预处理、反应实施到产品分离、尾气处理的全流程, 适配不同生产需求。

1.2 化工工程与工艺的核心内容

(1) 化工工程核心: 聚焦化工生产的工程化实现, 重点涵盖生产装置的设计与搭建、专用设备的选型、安装及运维, 以及生产流程的合理布局, 凸显工程性、安全性与实用性, 保障生产连续稳定运行。(2) 化工工艺核心: 围绕原料转化为目标产品的具体流程展开, 核心包括反应条件的精准控制、工艺参数的优化调整、产品的分离提纯及质量检测, 是化工生产的核心环节, 直接决定产品质量与生产效率。

1.3 化工技术与化工工程及工艺的内在关联

(1) 化工技术是化工工程与工艺升级的核心驱动力, 其发展水平直接决定工艺效率与工程可行性, 推动

化工生产从“规模扩张型”向“质量效益型”转变, 助力节能降耗、提质增效。(2) 化工工程与工艺的需求导向化工技术创新, 不同的工艺场景、工程规模对化工技术提出差异化要求, 二者相互支撑、协同发展, 共同构成现代化化工生产的完整体系。

2 化工技术在化工工程与工艺中的具体应用

2.1 化学反应工程技术的应用

(1) 催化反应技术: 广泛应用于合成氨、石油催化裂化等核心化工工艺, 核心作用是优化反应速率与产物选择性, 有效降低反应活化能, 大幅提升目标产品产率, 减少副产物生成。例如在合成氨工业中, 铁基催化剂的应用可使反应在温和条件下高效进行, 将氮气与氢气高效转化为氨气, 解决了传统合成氨反应条件苛刻、产率低的难题, 支撑了规模化氮肥生产^[1]。(2) 反应器设计与优化技术: 微通道反应器、固定床反应器等新型反应器技术, 已广泛应用于各类化工工程中, 通过优化反应器结构, 提升传质传热效率, 有效缩小设备体积, 增强反应稳定性, 可灵活适配不同规模的生产需求。相较于传统反应器, 微通道反应器能实现反应物料的精准接触, 减少反应滞后性, 尤其适用于精细化工、医药化工等对反应条件要求严苛的场景。(3) 反应条件控制技术: 通过自动化设备精准控制反应体系的温度、压力、pH值等关键参数, 有效减少副反应发生, 保障产品质量稳定均一。在精细化工领域, 如医药中间体、香精香料生产中, 反应条件的精准管控尤为重要, 微小的参数波动可能导致产品纯度不达标, 该技术可实现参数实时调节, 确保产品符合行业标准。

2.2 分离工程技术的应用

(1) 蒸馏分离技术: 多效精馏、负压精馏等改良型蒸馏技术, 广泛应用于甲醇提纯、石油分馏、乙醇分离等工艺中, 在提升分离效果的同时, 大幅优化能耗。例

如在甲醇生产中，五塔四效负压精馏技术的应用，相较于传统精馏工艺，能耗降低30%以上，有效分离甲醇中的杂质，获得高纯度工业甲醇，满足化工、医药等领域的使用需求。（2）膜分离技术：凭借能耗低、分离效率高、操作简便的优势，广泛应用于化工废水处理、气体分离、产品提纯等关键环节。在化工废水处理中，可有效分离水中的重金属离子、有机污染物，实现废水达标排放与水资源回收；在气体分离中，可分离天然气中的二氧化碳、氢气中的杂质，提升气体纯度，保障后续生产安全^[2]。（3）其他分离技术：萃取、结晶、吸附等分离技术，主要应用于精细化工、医药化工等对产品纯度要求极高的领域，满足高纯度产品的生产需求。例如在医药中间体生产中，连续结晶技术可实现产物的精准结晶，获得纯度达99.9%以上的中间体，避免传统结晶工艺中产品纯度不均、收率低的问题；吸附技术可用于去除产品中的微量杂质，提升产品品质。

2.3 绿色化工技术的应用

（1）清洁生产技术：通过采用无毒无害原料替代、绿色环保催化剂应用等方式，从生产源头减少污染物生成，实现清洁生产。例如在涂料生产中，用水性树脂替代传统有机溶剂型树脂，有效减少挥发性有机化合物（VOCs）的排放，降低对环境和人体的危害，同时保证涂料的附着力和耐候性。（2）三废处理技术：针对化工生产中产生的废水、废气、废渣，采用无害化处理与资源化利用相结合的技术，实现环保达标与资源回收。如采用膜分离与化学沉淀相结合的技术处理工业废水，可去除水中的污染物，回收有用物质；采用催化燃烧技术处理化工废气，将有害气体转化为无害的二氧化碳和水，降低大气污染。（3）低碳生产技术：绿氢制备、二氧化碳资源化利用等低碳技术，助力化工产业实现“双碳”目标，推动产业绿色转型。例如绿色甲醇生产技术，以绿氢和二氧化碳为原料制备甲醇，既实现了二氧化碳的资源化利用，又减少了传统甲醇生产过程中的碳排放，适配低碳化工发展需求^[3]。

2.4 智能化化工技术的应用

（1）自动化控制技术：DCS系统、PLC控制系统等自动化设备，广泛应用于化工生产全流程，实现生产参数的实时监测与精准调控，保障生产连续稳定运行。例如在负压精馏装置中，DCS控制系统可实时监测精馏塔的温度、压力、液位等参数，自动调节进料量和回流比，避免参数波动导致的生产事故。（2）大数据与模拟技术：流程模拟软件、虚拟工厂技术等，应用于化工工艺设计与优化中，可模拟不同工艺参数下的生产效果，

降低试验成本，优化工艺方案。在乙烯生产中，通过流程模拟软件模拟反应过程，可优化反应条件和工艺流程，提升乙烯产率，减少能耗和生产成本^[4]。（3）智能运维技术：设备状态监测、故障预警技术等，应用于化工工程设备运维中，可实时监测设备运行状态，及时发现设备隐患并发出预警，延长设备使用寿命，降低运维成本，保障生产连续性。例如通过传感器监测反应釜、管道等关键设备的运行参数，提前预判设备故障，避免因设备停机导致的生产中断。

3 化工技术应用中的现存问题及原因分析

3.1 化工技术应用中的现存问题

（1）技术应用适配性不足：当前部分高端化工技术主要针对大型化工企业研发，与国内中小化工企业的生产规模、现有设备及资金实力不匹配，不仅操作难度大，落地成本也偏高，难以规模化应用，造成先进技术与中小企业生产需求脱节。（2）技术创新能力薄弱：我国化工产业核心技术对外依赖度高，多数企业自主研发投入不足，缺乏专业研发团队，在高端催化、精密分离、智能化控制等关键领域存在明显技术瓶颈，难以实现核心技术自主可控。（3）应用成本偏高：绿色化工、智能化化工等先进技术的设备采购、安装及后期运维成本较高，多数中小企业难以承担，降低了企业应用先进技术的积极性，严重制约相关技术的推广普及。（4）安全管理存在短板：部分企业在技术应用中忽视安全管理，安全监测设备配备不全、监测不到位，员工安全操作意识薄弱，安全规程执行不严格，易引发安全事故，存在明显安全隐患。

3.2 问题产生的原因分析

（1）企业层面：部分企业过度追求短期经济效益，忽视长远发展，对技术升级和研发投入的重视程度不足，缺乏绿色发展理念，不愿投入资金用于技术革新和设备改造，导致技术应用滞后。（2）技术层面：产学研融合不够深入，高校、科研院所的科研成果多聚焦理论研究，与企业生产实际需求结合不紧密，成果转化效率低，技术应用与工程实践脱节，缺乏针对性的适配优化，难以满足企业实际生产需求。（3）政策与市场层面：相关扶持政策不够完善，针对企业技术升级、绿色转型的财政补贴、税收减免等政策力度不足，且绿色化工产品的市场激励机制不健全，市场认可度和附加值不高，技术推广缺乏足够的政策与市场支撑。（4）人才层面：化工行业复合型人才短缺，具备化工技术、工程实践、安全管理等综合能力的人才供给不足，高校人才培养与企业实际需求脱节，企业岗前培训和在岗培训不到

位,难以满足技术应用与创新的需求,制约了先进技术的落地实施。

4 优化化工技术在化工工程与工艺中应用的对策建议

4.1 强化技术创新与产学研融合

(1) 加大研发投入:企业应提高核心技术研发投入占比,聚焦绿色化工、智能化化工等前沿领域,重点攻克高端催化、精密分离等技术瓶颈,组建专业研发团队,提升自主创新能力,减少对国外核心技术的依赖,推动化工技术向高端化、绿色化转型。(2) 深化产学研合作:积极推动企业与高校、科研院所建立长期稳定的合作关系,搭建产学研协同创新平台,明确双方权责,聚焦企业生产实际需求开展定向研发,加速科研成果从实验室向工业生产的转化,实现技术与工程实践的精准对接,提升技术应用的实用性^[5]。(3) 引进与自主研发结合:合理引进国外先进化工技术,避免盲目引进,重点对引进技术进行消化、吸收和再创新,结合国内化工产业规模、设备水平等实际情况,研发适配性强、性价比高的技术,推动技术本土化落地。

4.2 优化技术应用适配性

(1) 针对不同规模企业定制技术方案:结合大中小化工企业的生产规模、设备条件和资金实力,精准定制差异化技术方案。为中小化工企业提供低成本、易操作、见效快的技术方案,降低其技术应用门槛;为大型企业推广高端智能化、绿色化技术,助力其实现产业升级,全面提升技术适配性。(2) 加强技术改造升级:政府引导、企业主导,加大对现有生产设备与工艺的技术改造力度,逐步淘汰高耗能、高污染、低效率的落后技术与设备,推动现有生产体系与先进化工技术的适配,提升技术应用的可行性与经济性,实现存量产能的优化升级。

4.3 降低技术应用成本,强化政策扶持

(1) 加大政策扶持力度:政府出台针对性扶持政策,通过财政补贴、税收减免、信贷支持等方式,重点支持企业应用绿色化工、智能化化工技术,降低企业前期设备投入和后期运维成本,激发企业技术升级的积极性。(2) 推动技术规模化应用:依托化工产业园区,推动产业集群发展,实现技术共享、设备共用和资源优化配置,降低单个企业的技术应用与运维成本,形成规模

效应,推动先进化工技术的广泛推广。(3) 完善市场激励机制:培育绿色化工产品市场,加强绿色产品宣传推广,提高绿色产品的市场认可度和附加值,建立绿色产品优先采购机制,提升企业应用绿色技术、生产绿色产品的积极性和主动性。

4.4 加强安全管理与人才培养

(1) 健全安全管理体系:完善化工技术应用的安全操作规程,明确操作标准和责任分工,配备齐全的安全监测设备,建立实时监测与预警机制,定期开展安全培训和应急演练,提升从业人员安全意识和应急处置能力,及时消除安全隐患,保障生产安全。(2) 培养复合型人才:高校优化化工相关专业设置,加强化工技术与工程实践、安全管理相结合的人才培养,注重实践教学,提升学生的综合能力;企业开展岗前培训与在岗培训,针对性提升从业人员的技术操作、设备运维和安全管理素养,缓解复合型人才短缺困境,为技术落地提供人才支撑。

结束语

综上所述,化工技术在化工工程与工艺的全流程应用中发挥着不可替代的作用,不仅推动生产效率提升、产品质量优化,更助力行业实现绿色转型与安全发展。尽管当前技术应用仍存在诸多问题,但通过强化创新、优化适配、加大扶持、完善管理,可推动化工技术与工程、工艺深度融合。未来,需持续深耕技术创新,推动化工产业向高端化、绿色化、智能化迈进,实现经济效益与生态效益双赢。

参考文献

- [1]陆艳,夏兆亮.绿色化工技术在精细化工中的应用[J].化工设计通讯,2022,46(8):65-66.
- [2]荆常涛.化工工程工艺中的绿色化工技术[J].冶金与材料,2023,40(4):100-101.
- [3]郭婷婷.绿色化工技术在化工工程中的应用[J].化工管理,2020,12(6):115-116.
- [4]冯麒宇.绿色化工技术在化学工程工艺中的应用分析[J].化工管理,2024,7(16):22-26.
- [5]何伟峰.绿色化工技术在化学工程工艺中的运用之研究[J].化工管理,2022,16(6):24-28.