

# 0817 化学工程与技术

---

## 一、学科概况

化学加工过程可追溯到古代的炼丹、冶炼、造纸、染色、医药和火药等化学加工方法。现代化学工程与技术是 19 世纪末为适应化学品大规模生产的需要，在工业化学的基础上逐步形成的一门工程技术学科。1880 年，化学工程概念首次被英国学者 George E. Davis 正式提出。1888 年，美国学者 Lewis M. Norton 在美国麻省理工学院（MIT）开设了第一个以化学工程命名的学士学位课程，标志化学工程学科的诞生。

1901 年，第一部化工手册问世，孕育了“单元操作”思想。1915 年，美国学者 Arthur D. Little 正式提出了“单元操作”概念，将各种化学品的工业生产工艺分解为若干独立的物理操作“单元”，并阐明了不同工艺间相同操作“单元”所遵循的相同原理，实现了化学工程学科发展的第一次质的飞跃。1935 年，美国学者 P. H. Groggins 将此概念延伸至化学反应过程，提出了“有机合成中的单元过程”。此后，化学工程与技术学科的研究方向逐渐丰富，单元操作原理和化学反应理论共同促进了应用化学和化学工艺的迅速发展，工业催化也应运而生，第二次世界大战中对抗生素产业的巨大需求催生了生物化工。

20 世纪 50 年代后期，美国学者 R. B. Bird 等把相关物理和数学理论引入单元操作，将所有单元操作归纳为质量、热量和动量的传递过程，并阐明了传递过程的基本原理。随后，传递过程原理与化学反应相结合，确定了化学反应工程的学科范畴和研究方法。传递过程原理和化学反应工程（“三传一反”）理论的发展，完成了学科由单元操作向“三传一反”过渡的第二次飞跃。

此后，迅速发展的计算机技术为学科发展提供了强有力的支撑，并逐步形成了数学模型化的过程系统工程方法论，为解决学科复杂工程问题奠定了坚实的理论基础。20 世纪 90 年代后期，学科研究向更短和更长的时间尺度延伸，跨越纳观尺度、微观尺度、介观尺度、宏观尺度和兆观尺度，呈现资源导向、产品导向、特殊技术导向和信息导向等多导向性，逐步进入“多尺度、多导向、多目标”研究发展新阶段。

21 世纪以来，生命科学、信息科学、材料科学和复杂性科学，以及测试技术的发展为化学工程与技术学科提供了强有力的研究手段和新的发展机遇。学科间的交叉与融合，使得化学工程与技术学科服务的经济领域日益扩大，研究范围不但覆盖了整个化学与石油化学工业，而且渗透到能源、环境、生物、材料、制药、冶金、轻工、公共卫生、信息等工业及技术领域，成为实现能源、资源、环境及社会可持续发展的重要保证，在资源的深度和精细加工、资源和能源的洁净与优化利用，以及环境污染的治理过程中发挥了不可替代的关键作用，并且支撑了生物工程和新材料等新兴技术领域的快速发展。

## 二、学科内涵

**1. 研究对象** 化学工程与技术是研究化学工业及其他相关过程工业（如石油炼制工业、冶金工业、食品工业、印染工业、制药工业、能源工业等）中所进行的物质与能量转化，物质（组成、性质和状态）转变及其所用设备与过程的设计，操作和优化的共同规律与关键技术的一门工程技术学科。其核心内涵是研究物质的合成，以及物质、能源的转化过程与技术，以提供技术最先进，经济最合理的方法、原理、设备与工艺为目标。其主要研究对象包括：以能源和资源开发及高效利用为目标的化学工程与技术；生物和制药过程中的化学工程与技术；以新物质和新材料开发、应用为目标的化学工程与技术；物质合成与转化过程中减轻和消除环境污染的化学工程与技术等。

**2. 学科理论** 化学工程与技术学科经过一个多世纪的发展，尤其是在化学工业及石油与天然气化工大规模生产需求的引领下，形成了以化学、物理学、数学和生物学基本原理和方法为基础，以传递过程原理与化学反应工程（“三传一反”）为核心，包括化工热力学、分离工程、生物工程、系统工程和控制工程等重要理论的完整理论体系。

**3. 知识基础** 化学工程与技术学科旨在培养能在化工、能源、信息、材料、环保、生物工程、轻工、制药、食品、冶金和军工等部门从事工程设计、技术开发、生产技术管理和科学研究等工作的工程技术人才，需要掌握化学工程与化学工艺等方面的基本知识与方法，同时注重化学与化工实验技能、工程实践、计算机应用、科学研究与工程设计方法的基本训练，并具有对企业生产过程进行模拟优化、革新改造，对新过程进行开发设计和对新产品进行研发的基本能力。

除本学科的知识发展之外，相关学科的理论和技术的发展也使得化学工程与技术的知识基础不断拓展和深化。总体来说，这些知识基础包括四大类：自然科学基础知识（数学、化学、物理、生物、生态学与医学）、工程科学基础知识（工程机械与土木建筑等）、技术科学基础知识（计算机科学与材料科学等）和人文社会科学基础知识（经济学与管理学等）。

## 三、学科范围

本学科包括7个学科方向：化学工程、化学工艺、生物化工、应用化学、工业催化、材料化学工程、制药与精细化工。

**1. 化学工程** 研究以化学工业为典型代表的过程工业中相关化学过程和物理过程的一般原理和共性规律，解决过程及其装置的模拟、放大、开发、设计、操作及优化的理论和方法问题。该学科方向主要内容包括化工热力学、传递过程原理、分离工程、化学反应工程、过程系统工程、过程控制工程、化工安全生产及化工过程和装备设计及腐蚀防护等。

**2. 化学工艺** 研究化学品的合成机理、生产原理、产品开发、工艺实施和过程及装置的设计和优化。该学科方向主要涉及以石油、煤、天然气、生物质可再生能源和其他矿物质为原料，通过石油与天然气化工、煤化工、能源化工、基本有机化工、无机化工、冶金化工和高分子化工等过程加工产品的工艺过程。

**3. 生物化工** 以实验研究为基础，综合基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程、组织工程、系统生物学、合成生物技术、生物炼制、生物活性物质的分离纯化与精制、生物材料技

术等,通过工程研究、过程设计、操作流程与条件的优化与控制,实现生物过程目标产物的高效生产。

**4. 应用化学** 研究有明确应用前景,并可借助催化剂等辅助方法制造化学产品,主要涉及精细化学品、专用化学品、功能材料等的制备原理和工艺技术。主要内容包括化工产品结构与性能关系、制备工艺、产品复配及商品化,以及各类化学品、化学材料及器件制造过程中的合成化学、物理化学、化工单元反应及工艺、生物技术的应用等。

**5. 工业催化** 以近代化学和物理为基础,是与过程工业及材料、能源、环境、食品、生物等领域密切联系的学科方向。主要涉及表面催化、分子催化、生物催化、催化反应工程、新型催化剂与新催化过程开发、环境催化、能源与资源转化过程中的催化、化学工业与石油炼制催化等。

**6. 材料化学工程** 利用化学工程的理论与方法指导材料制备与加工过程。通过材料的“功能-结构-应用”关系的科学问题研究,运用化学工程的理论与方法对材料制备过程进行分析和流程优化设计,揭示若干重要新材料和基础原材料规模化制备中的结构控制规律。依托新型分离与反应材料,构建面向应用过程的材料设计方法,从而构建材料化学工程的理论体系。

**7. 制药与精细化工** 是化学制药、微生物制药、精细化工等相关专业的延伸,通过与化学、药学、生物学、化学工程及工程学等学科的交叉,研究农药、兽药、医药及其中间体的设计、合成、制备、制剂新技术及药品安全与质量控制。内容涉及精细化学品生产、药物反应工程、药物制剂、多相与生物反应工程、药物分离与质量控制等多个领域。

## 四、培养目标

**1. 硕士学位** 具有坚实的化学、化学工程、化学工艺、生物化工、物理化学、材料科学等方面的基础理论和系统的专业知识;掌握本学科的现代实验技能、研究方法和计算机技术;熟悉本学科及相关学科领域的研究现状及国际学术前沿;具备独立从事化学工程、化学工艺、生物化工等方面理论研究和技术开发的能力;较熟练地掌握一门外国语,能阅读本专业的外文资料;能承担高等院校、科研院所、企业和其他单位的教学、科研和技术管理工作的创新人才。

**2. 博士学位** 具有坚实宽广的化学、化学工程、化学工艺、生物化工、物理化学、材料科学等方面的基础理论和专业知识,深入系统地了解本学科及相关学科领域的发展现状和国际学术研究前沿;能熟练掌握、运用本学科的理论分析方法、实验研究方法及计算机技术;具有独立从事科学研究的能力,并能在科学问题或专门技术上作出创新性工作,具有一定的实际生产知识;至少掌握一门外国语,能熟练阅读本专业的外文资料,具有较好的外文书科技论文写作能力和国际学术交流能力;能胜任高等院校、科研和设计院所、企业及其他单位的教学、科研和技术管理工作的高层次人才。

## 五、相关学科

化学、环境科学与工程、材料科学与工程、轻工技术与工程、生物工程、控制科学与工程。

## 六、编写成员

欧阳平凯、李静海、骆广生、段雪、孙彦、李文英、彭孝军、刘洪来、王连军、李伯耿、钱宇、朱家骅、徐春明、胡永红。