

发展中的化学工程与天津大学的化工 教育及科研基地

王静康 余国琮

(天津大学, 天津 300072)

Advanced Chemical Engineering and Technology as well as the Chemical Engineering Base of Tianjin University

Wang Jingkang Yu guocong

(Tianjin University, Tianjin 300072, China)

1 发展中的化学工程科学与技术

化学工程科学与技术是大化学工业(包括石油工业、精细化工等)的基础, 化学工业始终是全球工业中的核心部分之一。根据1997年统计数据, 中国不含石油化工的一般化工产品年产值已达2885亿元(1990年不变价); 如纳入石油化工的产值, 年产值已近6000亿元, 占全国工业总产值的10.8%; 利润占全国总工业利润的47%。美国化学工业总产值在1995年达3670亿美元, 占全国工业产值的10%, 贸易顺差达204亿美元, 一直是美国贸易顺差最大的部门。表明化学工业仍然是支持全球经济健康发展的一支推动力量。

化学工程作为基础产业的生产技术, 至今不但仍然是石油化工、化肥、医药、合成材料、食品、酸、碱、盐等基础产业的主要生产技术之一, 而且作为支撑技术更是现代高科技产业如生命科学、信息、电子、材料、能源、环境产业发展所不可缺少的基础技术之一, 同时已由一种工艺单元发展为现代化的工程科学。化学工程科学与技术不但将持续发展, 而且在21世纪将继续和高科技产业互相渗

透, 互相融合而飞跃至一个新的高度。

化学工程的发展史可划分为下述几个阶段:

在20世纪四、五十年代以前, 化学工程以单元操作为代表, 并逐步深化。化学反应过程主要依靠经验, 研究方法基本上是宏观的。

随着基础学科的发展与引入, 学者们开始透过宏观现象由亚微观层次去分析化学工程中的各个单元, 即开始了以“三传一反”——动量传递、热量传递、质量传递与反应工程的观点去剖析各种单元与反应过程, 研究它们的内在规律与效率问题, 试图建立一些简化的半经验半机理的规律方程式, 并用它们去分析化工过程。

计算机软硬件的飞速发展, 带动了化工过程工程的发展。借助计算机辅助分析与模拟, 开始了化工过程模型化的新阶段, 即探索单元操作与全流程的模型化及模拟求解。同时萌发了化工过程系统工程, 实现了过程与经济的结合, 把每一个化工过程的过程设计与经济评价作为一个整体研究; 并实现了过程与单元操作的综合, 逐步发展了单元设备与过程的优化, 包括单产品厂与多产品厂的优化。化工应用软件如ASPEN、PROCESS等随即产生并被

[收稿日期] 1999-07-15

[作者简介] 王静康(1938-), 女, 天津市人, 天津大学教授, 博士生导师

投入设计服务,进入了计算化学工程的初级阶段。但计算依据的模型仍是不完善的,或停留在灰箱模型或黑箱模型,即半经验半理论模型。对于化工过程的工业放大,实验工作量日趋减少,而化工过程计算的作用与日俱增。例如,对于一般均相反应过程、精馏过程、吸收及吸附过程,已可以依靠计算机计算解决设计问题,但对于复杂的反应与分离过程、多相过程等,仍需部分依靠实验放大解决。

80年代以来,化学工程学科与生物技术、光电信息、新材料、新能源、航天技术、环境工程等高新技术领域互相渗透融合,形成许多边缘技术科学。高功能材料产品的性能和结构设计,要求达到分子水平。对化工过程的机理,要求从宏观的经验描述深入到微观的本质认识。

预期到下一世纪,化学工程科学与技术的发展趋势与特点如下:

(1) 化学工程的基础技术将与其它领域技术交叉产生新的技术生长点,如非传统的与交叉学科的反应与分离耦合技术将被开发与应用,诸如膜反应器,光化学与生物合成,等离子体反应技术,反应蒸馏,反应萃取,反应结晶,深冷及超临界,特种精馏与特种结晶技术等将进入产业,颗粒过程等新技术等将进一步被开发与应用。

(2) 化学工程科学将要解决从微观到宏观的整个连续域的理论与过程问题。计算化学工程将进一步发展,如计算化工流体力学、计算化工分子力学等将进入化工过程的模型化以进一步解决化工过程预测与设计,实现化工过程设计、化工厂操作与控制最佳化,化学工程学将进入新一代的阶段。

(3) 化学工程的研究将向技术精细化,设备高效化,过程集成化发展。如基础化工、石油化工等将继续向大规模集成化发展,而精细化工将向设备微型化,过程生产链柔性化与多功能性发展。

(4) 为高科技需求服务,须开发出可精确控制功能产品的超分子结构的合成与分离技术,以便能在纳米级到宏观水平能精密控制产品和材料的结构,其中包括内在的、整体的表面及界面的结构,以满足高科技对中间品提出的多种多样的要求,如光电性能响应性,灵巧性,生物相容性,高低温耐受性等要求。

(5) 化学工程的研究与应用将辐射扩展到诸如

大气、宇宙、海洋、煤田、油田、土壤与地产等大系统的研究对象上,为生态环境保护,能源与原材料的有效利用而开创新的工艺与技术。

2 前进中的天大化工教育与研究基地

天津大学化工学院的前身是1952年全国高等院校院系调整中由当时华北地区有化工系的北京大学、清华大学、燕京大学、南开大学、北洋大学、河北工学院和唐山铁道学院等七所院校的化学工程系合并而成,是当时我国最大的化学工程系,集中了许多有关院校化工师资的精英。天大化工学院实力雄厚,师资优良,教学和科研装置先进,教学质量高,科学研究硕果累累,其优势学科已被国家列为“211”学科重点建设规划。

2.1 学科齐全,实力雄厚

天大化工学院现设7个系:化学工程系、有机化工与高分子化工系、催化科学与工程系、应用化学与精细化工系、生物化学工程系、过程控制与设备系及制药工程系;两个国家重点实验室,即化学工程联合实验室-精馏分离实验室、一碳化学实验室;一个国家工程研究中心,即国家精馏技术工程研究中心;两个国家级的技术研究推广中心:国家工业结晶技术研究推广中心和国家填料塔及塔内件研究推广中心。化工学院的研究基地还有化工实验中心、化学工程研究所、生物医学工程研究所、化工机械研究所、化工系统工程研究室、工业化学研究室。此外,还与部委级合作建立了产学研基地,如与中国石化总公司合作建立了石油化工技术开发中心,与国家医药管理局合作建立了国家医药结晶工程研究中心等。在校内还跨学科成立了生命科学与工程院和环境科学与工程研究院。还有几个化工生产基地,如新型填料与填料塔新技术公司已为全国近两千座蒸馏塔提供了技改设计与高效填料塔内件;双酚A生产厂亦已处于生产试车阶段。

化工学院设有化学工程博士后流动站。有博士和硕士学位授予权的学科7个,即化学工程、化工工艺、应用化学、工业催化、生物化工、化工过程机械、生物医学工程。具有硕士学位授予权的学科还有材料学、核燃料循环与材料。化学工程与有机化工是国家首批确定的重点学科。科研方向涉及目前国际化学工程界的各个研究领域(表1)。

化工教学和科研基地研究开发手段先进,新添置了许多现代化的大型仪器设备,如微型催化反应系统、X光电子能谱仪、脉冲化学吸附仪、带有质谱检知器的气相色谱仪、高压液相色谱仪、差热分析仪、激光粒度分析仪、双激光源、全息干涉仪、质谱分析仪、分子蒸馏装置、精密微量量热仪等。

表1 天大化工学院博士点学科主要研究方向

化学工程	化工热力学、化工流体力学与传递过程、传质与分离工程、化学反应工程、化工过程系统工程、生化工程、环境工程、能源工程、微电子材料
有机化工	精细有机化工、有机化工反应、化工热力学和计算化工、有机化工分离、有机化工过程模拟分析与优化、一碳化工
工业催化	固体催化剂工程、工业催化剂及材料、稀土和过渡元素催化作用、工业催化剂设计
应用化学	金属电沉积、化学电源、电催化与电合成、腐蚀电化学、电化反应工程、表面化学及生物电化学
生物化工	生理活性物质的开发、生物反应工程、生物分离工程、生化过程的优化与控制、植物细胞培养工程、天然产物、基因工程制药、蛋白质工程、环境生物工程
化工过程机械	固液分离与设备、干燥过程与设备、高效换热技术与设备、生化技术与设备、化工设备振动
生物医学工程	人工器官传递过程

2.2 师资及研究力量雄厚

化工学院师资优良,有优秀的教学与科研传统,我国化工界的知名学者,如汪德熙、张建侯、余国琮、汪家鼎、丁绪淮、刘云浦、张饕、潘正涛、孙令衔、恽魁宏、付举孚、陈国符、隆言传、陈洪钊、王绍亭和许锡恩等教授都曾经在这里或正在这里任教和开展研究工作。目前共有教授、正副研究员 150 余名,其中中科院院士 1 名,博士生导师 28 名,硕士生导师 81 名。自 1981 年以来,已培养博士、硕士 780 多人,本科生 5000 余人。目前,每年招收博士研究生约 40 人,硕士研究生约 70 人,本科生 500 多人,博士后 3~5 人。

2.3 科研硕果累累

以上述雄厚的基础为依托,化工学院每年承担

国家科技攻关项目和石化行业、制药行业等省部级项目数十项,年科研经费达两千万元以上,在化工分离领域特别是精馏、新型工业结晶与造粒技术等方面处于国内领先地位。目前正承担的重大研究项目几乎涉及国际化学工程学科的所有研究方向,进入了我国高新技术的各个领域(表2)。

表2 天大化工学院科研领域及在研项目

领 域	在 研 项 目
基础化学工程与新技术	化工基础数据、计算化工流体力学与计算传质学、大型塔器、新型蒸馏技术、吸附蒸馏技术、新型工业结晶技术与设备、制药工程技术开发、新型造粒技术、大型多级闪蒸及海水淡化技术、万吨级卤水蒸发装置与设备等
基础有机化工及绿色工艺	环境友好石油化工催化与化学工程、新型催化剂的研制开发、丁烷氧化制顺酐的流化床与催化剂、一碳化工项目——CO耦联制草酸、草酸酯等
生物化工与医药工程	基因工程人白细胞介素6、发酵法生产维生素、重组人白细胞介素6(rhIL-6)、大规模细胞培养、B-内酰胺类抗生素新型结晶技术与设备、Vc生产中的关键技术——新型结晶技术的开发应用、医药产品结晶关键技术研究开发、大规模细胞培养生产紫杉醇等
环境保护	用于环境水体净化的高效离子筛及新型分子筛膜的研究与开发、汽车尾气净化催化剂及总成、锅炉烟气高效净化技术等
能 源	储气吸附剂及干气提氢工业技术开发、天然气吸附存储及调峰技术研究、锂离子电池、正极材料添加剂等
材 料	功能性树脂、电子超大规模集成电路用化工材料等
军 工	坦克电池复合电极及添加剂材料的研究、特种精细化工品、新型金基耐磨材料、微囊化细胞空间制药、高能量密度液体推进剂等

近 10 年来化工学院共获国家发明奖 11 项,国家科技进步奖 15 项,省部级奖 95 项;每年发表论文 250 余篇,授权专利 30 项。

面对未来的化工科学发展与技术挑战,天津大学化工各学科正在组织成统一的学科群体,资源共享,优势互补,增强化工学科研究整体实力,充分发挥天津大学化工学科覆盖面宽、科技人才集中的优势,承担国家重大的化工基础研究和科技攻关项目,进行大型化工企业的产品诊断和技术改造。在国民经济建设的主战场发挥更大的作用,作出更大的贡献。