



B

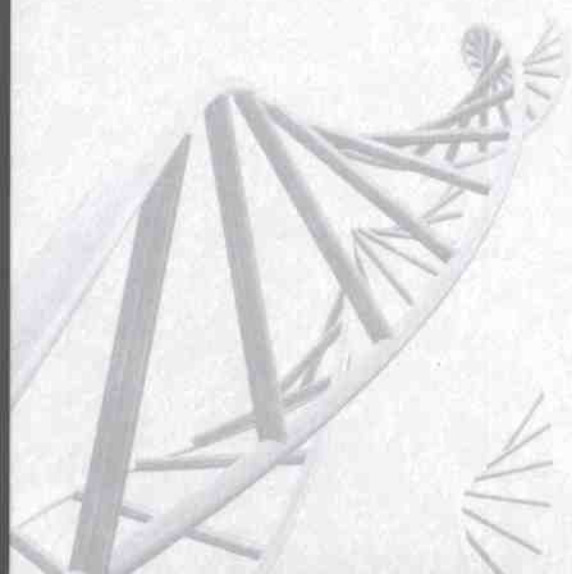
ainian Huagong Zhujin Huihuang

百年化工 铸就辉煌

——化工教育读本

◎ 主 编 芮福宏

◎ 副主编 于兰平 申 奕



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

百年化工 铸就辉煌

——化工教育读本

主 编 芮福宏

副主编 于兰平 申 奕



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书客观、实事求是地反映了化学工业的发展,靠丰厚的资料、考究的历史、用准确的数据,鸟瞰历史。从天津乃至世界化学工业的起始,各个历史阶段的发展概述;从各行业的历史沿革,到各专业事业的更迭变迁;从百年历程的回顾,到对未来蓝图的展望;从成果资料汇集,到凡例大事载录,都加以编纂,馈赠读者。

本书包括四篇内容:第一篇 追溯化工历史 展现化工伟业;第二篇 展望化工未来 谱写化工新篇;第三篇 著名化工巨匠 奠定化工基石;第四篇 当代化工名企 共铸化工辉煌。

本书主要作为高等职业技术学院化工类专业的职业素质教育教材,也可供化工企业职工和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

百年化工 铸就辉煌:化工教育读本/芮福宏主编.
—天津:天津大学出版社,2009.8
ISBN 978-7-5618-3107-6

I. 百… II. 芮… III. 化学工业—工业史—中国
IV. 426.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 132603 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 169mm × 239mm
印 张 8.25
字 数 176 千
版 次 2009 年 8 月第 1 版
印 次 2009 年 8 月第 1 次
印 数 1-3 000
定 价 18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前言

化学工业对人类的贡献及对国民经济的作用是多方面的。化学工业从雏形开始便为其他工业部门提供必需的物质基础。例如:从早期工业革命开始,化工为机械、纺织、建筑、肥皂工业提供不可缺少的酸和碱;随后生产的一些化学品又为交通运输、电力工业提供必需的原材料和辅助品;20世纪,氨、硝酸等化工产品为火药、炸药工业提供原料,而三大合成材料的成功又带动了一大批工业发展,甚至产生了新工业(例如塑料加工业)。概括而言,化学工业在国民经济中是工业革命的助手、发展现代大农业的后盾,战胜疾病的武器及改善生活的手段,与衣、食、住、行息息相关。

在世界政治多元化、经济全球化的今天,我国的改革开放正在不断深入,国民经济的产业结构必将实现由粗放经营向集约经营的方向发展。天津的化学工业园一定会先行,其示范作用在全国的影响举足轻重。天津是我国化学工业的发源地,化学工业是其经济发展的支柱产业,近百年来更是发挥了不可替代的作用,为振兴我国民族工业作出了突出的贡献,涌现出了一大批在国际国内具有重大影响的优秀化工企业家,创造出了具有时代意义的知名化工品牌产品,造就了一代又一代为振兴中华民族而勤奋工作的化工人。因此说,无论是已经从事和即将从事化工职业的人们,都是为这份神圣而又光荣的职业感到骄傲和自豪,更加坚定对化工职业的崇拜和热爱。

天津化学工业创业早期,有以天津碱厂、天津化工厂、大沽化工厂为产业支柱的骨干企业,有诸如聚氯乙烯、自行车外胎、纯碱、染料、农药、烧碱、油漆、化学试剂、胶鞋、轮胎等一批在全国占有相当比重的重点产品。近百年的艰辛奋进,使天津化学工业成为天津市的支柱产业之一,成为全国一个重要的化学工业生产基地,已初步构成天津化学工业的规模特色。

值此之际,很有回眸往昔、思索未来之必要,如汇集世界化学工业百年发展史实,分门别类,编纂成书,可益于我们脚踏实地,极目远眺,畅想未来。《百年化工 铸就辉煌》一书的出版,是一项有意义的基础工程。

本教材有对奠定天津乃至世界的化学工业基石先驱们的缅怀;有对为天津乃至世界的化学工业发展付出毕生精力的创业者的褒赞;有对在各个历史时期为天津乃至世界的化学工业作出突出贡献的开拓者的颂扬;有对行将投身于天津化学工业的一代新人所寄托的期望;有对关心天津化学工业发展的历任各级领导和诸行业同人的由衷致礼。

本教材是一本综述性的资料书。客观、实事求是地反映化学工业的发展,靠丰厚的资料、考究的历史,用准确的数据,鸟瞰历史。采取以时系事、以类系事的笔调,从天津乃至世界的化学工业的起始,各个历史阶段的发展概述;从各行业的历史沿革,

到各专业事业的更迭变迁;从百年历程的回顾,到对未来蓝图的展望;从成果资料汇集,到凡例大事载录,都加以编纂,馈赠读者。

本教材是一本寓论于理的教益书。集天津乃至世界的化学工业发展百年之荟萃,教育年轻的化工从业者必须一如既往地继承和发扬艰苦奋斗的光荣传统,勤俭办一切事业,励精图治,坚韧不拔,锲而不舍。讲精神、讲团结、讲奋斗、讲求实、讲廉政、讲风格、讲奉献。

本教材是一本供我们总结反思的参考书。化学工业百年的发展史,虽是“弹指一挥间”,但毕竟有助于我们在获取成果后总结成功之经验,并不为此陶醉而作茧自缚;在偶遇波折时记取失误之教训,并不由此气馁而一筹莫展。如此,才无愧于“工业先导、功在中华”先辈们的宏愿昊志,无愧于为振兴天津化学工业运筹操劳的历届开拓者所创建的基业。

本教材是一本继往开来、思索未来的启迪书。邓小平同志在党的十二次全国代表大会上提出:“把马克思主义的普遍真理同我国的具体实际结合起来,走自己的道路,建设有中国特色的社会主义,这就是我们总结长期历史经验得出的基本结论。”这就需要在实践的长河中勇往搏击,不断认识和把握事物的规律,不断提高和深化我们的谋略思路。从回顾中看发展,坚定前进的信心。面向未来,坚持立国之本,脚踏强国之路,为实现把天津化学工业逐步发展成以海洋化学工业为支柱产业的奋斗目标,作出新的贡献。

本教材由芮福宏担任主编,于兰平、申奕担任副主编,张振鸣、邢锋芝参与了部分编写工作。本教材的出版得到了天津大学出版社的大力支持,天津渤海化工集团公司及所属企业的领导对本教材的出版也倾注了大量的心血。

借本教材出版之际,我们谨向为编纂此书付出辛劳的各界朋友致谢!时光短匆,难免有不足,切望读者指正。



目 录

第一篇 追溯化工历史 展现化工伟业	(1)
一、化学工业的起源	(1)
二、世界化工的历史	(6)
三、中国化工的形成	(45)
四、天津化工的崛起	(48)
第二篇 展望化工未来 谱写化工新篇	(54)
一、世界化工发展概述	(54)
二、中国化工正在走向世界	(57)
三、天津滨海化工区已经成为环渤海新星	(60)
第三篇 著名化工巨匠 奠定化工基石	(63)
一、世界化学化工名人	(63)
二、中国化学化工名人	(72)
三、天津化学化工名人	(78)
第四篇 当代化工名企 共铸化工辉煌	(96)
一、世界化工知名企业介绍	(96)
二、中国化工知名企业介绍	(101)
三、天津化工知名企业介绍	(115)
编后语	(122)
参考文献	(123)

第一篇

追溯化工历史 展现化工伟业

一、化学工业的起源

人类社会把过滤、蒸发、蒸馏、结晶、干燥等技术应用在生产中,已有几千年的历史。据考古发现,至少在 10 000 年以前中国人就已掌握了用窑穴烧制陶器的技艺,5 000 年以前已经会利用日光蒸发海水、结晶制盐;埃及人在 5 000 年以前的第三王朝时期开始酿造葡萄酒,并在生产过程中用布袋对葡萄汁进行过滤。但在相当长的时期里,这些操作都是规模很小的手工作业。作为现代工程学科之一的化学工程,则是在 19 世纪下半叶随着大规模制造化学产品的生产过程的发展而出现的,经过 100 多年的发展,化学工程已经成为一门有独特研究对象和完整体系的工程学科。

1. 化学工程的萌芽

法国革命时期出现的吕布兰法制碱,标志着化学工业的诞生。到 19 世纪 70 年代,制碱、硫酸、化肥、煤化工等都已有了相当的规模。化学工业在 19 世纪有许多杰出的成就。例如:索尔维法制碱中所用的纯碱碳化塔,高达 20 余米,在塔中同时进行化学吸收、结晶、沉降等过程,即使今天看来,也是一项了不起的成就。但当时取得这些成就的人却认为他们自己是化学家,而没有意识到他们已经在履行化学工程师的职责。

2. 化学工程概念的提出

英国曼彻斯特地区的制碱业污染检查员 G. E. 戴维斯指出:化学工业发展中所面临的许多问题往往是工程问题。各种化工生产工艺,都是由为数不多的基本操作如蒸馏、蒸发、干燥、过滤、吸收和萃取组成的,可以对它们进行综合的研究和分析。化学工程将成为继土木工程、机械工程、电气工程之后的第四门工程学科。但戴维斯的观点当时在英国没有被普遍接受。1880 年他发起成立英国化学工程师协会,未获成功。尽管如此,戴维斯仍根据自己的观点继续搜集资料,进行整理分析。1887—1888 年,他在曼彻斯特工学院作了 12 次演讲,系统阐述了化学工程的任务、作用和研究对象。这些演讲的内容后来陆续发表在曼彻斯特出版的《化工贸易杂志》上,并在此基



础上写成了《化学工程手册》，于1901年出版。这是世界上第一本阐述各种化工生产过程共性规律的著作，出版后很受欢迎。1904年在他的助手N. 斯温丁的协助下，又出版该书的第二版。

3. 化学工程专业的建立

与英国的情况相反，戴维斯的这些活动在美国却引起了普遍的注意，化学工程这一名词在美国很快获得了广泛应用。1888年，根据L. M. 诺顿教授的提议，麻省理工学院开设了世界上第一个定名为化学工程的四年制学士学位课程，即著名的第十号课程。随后，宾夕法尼亚大学(1892)、戴伦大学(1894)、密歇根大学(1898)也相继开设了类似的课程。这些课程的开设标志着培养化学工程师的最初尝试。但这些课程的主要内容是由机械工程和化学构成的，还未具有今天化学工程专业的特点。这样培养出来的化学工程师虽然具有制造各种化工产品的工艺知识，但仍不懂得化工生产的内在规律，因此还不能满足化学工业发展的需要。

戴维斯实际上已提出了培养化学工程师的一种新的途径。但他的工作偏重于对以往经验的总结和对各种化工基本操作的定性叙述，而缺乏创立一门独立学科所需要的理论深度。1902年W. H. 华克尔受命彻底改造麻省理工学院化学工程的实验教育，开始了对化学工程教育的一系列改革，使化学工程的发展进入了一个新时期。

4. 学科基础的奠定

华克尔当时是著名物理化学家A. 诺伊斯的助手，在此之前他曾和A. D. 利特尔一起从事化学工业方面的咨询工作，这种经历使他有条件致力于探索如何把物理化学和工业化学知识结合起来，去解决化学工业发展中面临的工程问题。1905年他受聘于哈佛大学，讲述工业化学课程时，已系统发挥了化工原理的基本思想。1907年华克尔全面修订了化学工程课程计划，更加强调学生的化学训练和工程原理的实际应用。

5. 单元操作概念的提出

利特尔对化学工程早期发展也作出了重要贡献。他曾长期从事化学工业方面的咨询工作，1908年参与发起成立美国化学工程师协会，并担任过该会的主席。对化学工程的兴趣以及同华克尔的友谊，使利特尔一直关心着麻省理工学院的化学工程教育。1908年，根据他的建议，麻省理工学院建立了应用化学实验室和化学工程实用学校，学生在此接受各种化工基本操作的实际训练。1915年，他在给麻省理工学院的一份报告中，提出了单元操作的概念。他指出：任何化工生产过程，无论其规模大小都可以用一系列称为单元操作的技术来解决。只有将纷杂众多的化工生产过程分解为构成它们的单元操作来进行研究，才能使化学工程专业具有广泛的适应能力。这些意见对化学工程产生了深远的影响。

6. 化学工程师的培养

1920年，在麻省理工学院，化学工程脱离化学系而成为一个独立的系，由W. K. 刘易斯任系主任。这年夏天，在华克尔的缅因州夏季别墅里，华克尔、刘易斯和W.



H. 麦克亚当斯完成了《化工原理》一书的初稿,此书油印后立即用于化工系的教育,后于1923年正式出版。《化工原理》阐述了各种单元操作的物理化学原理,提出了它们的定量计算方法,并从物理学等基础学科中吸取了对化学工程有用的研究成果(如雷诺关于湍流、层流的研究)和研究方法(如因次分析和相似论),奠定了化学工程作为一门独立工程学科的基础,影响了此后化学工程师的培养和化学工程的发展。

20世纪20年代,在汽车工业的推动下,石油炼制工业获得了很大的发展,出现了第一个化学加工过程——热裂化。在化工生产中,连续操作日益普遍。这些过程的操作和放大,都需要加深理解流体流动、热量的传递和利用以及相际传质的规律。麻省理工学院培养的第一批具有单元操作知识的化学工程师,在热裂化过程的开发中发挥了很好的作用。这些进一步推动了单元操作的研究,并取得了丰硕的成果。继《化工原理》后,一批论述各种单元操作的著作,如C. S. 鲁滨孙的《精馏原理》(1922)和《蒸发》(1926)、刘易斯的《化工计算》(1926)、麦克亚当斯的《热量传递》(1933)、T. K. 舍伍德的《吸收和萃取》(1937)相继问世。

7. 化工热力学的诞生

在阐述单元操作的原理时,华克尔等曾利用了热力学的成果。但是化学工程面临的许多问题,例如许多化工过程中都会遇到的高温、高压下气体混合物的 $P-V-T$ 关系的计算,经典热力学并没有提供现成的方法。20世纪30年代初,麻省理工学院的H. C. 韦伯教授等人提出了一种利用气体临界性质的计算方法。虽然从物理化学的观点来看,这种方法十分粗糙,但对工程应用却已够准确。这是化工热力学最早的研究成果。1939年韦伯写出了第一本化工热力学教科书《化学工程师用热力学》。1944年耶鲁大学的B. F. 道奇教授写的第一本取名为《化工热力学》的著作出版,于是化学工程的一个新的分支学科——化工热力学诞生了。

8. 化学工程的研究

第二次世界大战爆发以后,化学工程的研究也转入了满足战争需要的轨道。20世纪40年代前期,在重大化工过程的开发中,即碳四馏分的分离和丁苯橡胶的乳液聚合、粗柴油的流态化催化裂化以及曼哈顿原子弹工程计划等,化学工程都发挥了重要作用。例如:流态化催化裂化的设想,就是由麻省理工学院的刘易斯教授和E. R. 吉利兰教授提出的。在他们的指导下,几所大学同时进行了流化床性能的研究,确定了颗粒尺寸、密度和使颗粒床层膨胀以造成气固间良好接触和颗粒运动所需的气速间的关系,证实了在催化裂化反应器和再生器之间连续输送大量固体催化剂的可能性。这三项开发的成功,使人们认识到要顺利实现过程放大,特别是高倍数的放大(在曼哈顿工程中放大倍数高达1 000),必须对过程的内在规律有深刻的了解,没有坚实的基础研究工作,是很难做到这一点的。同时,在单元操作经过二三十年的研究已有了一定的基础后,反应器的工程放大对化工过程开发的重要性显得更为突出。这些都为战后化学工程的进一步发展指明了方向。



9. “三传一反”概念的形成

如果说单元操作概念的提出是化学工程发展过程中经历的第一个历程,那么在第二次世界大战后,化学工程又经历了其发展过程中的第二个历程,这就是“三传一反”(动量传递、热量传递、质量传递和反应工程)概念的提出。

化学工程诞生之初,对工业反应过程的研究吸引着化学工程师的注意力。戴维斯在《化学工程手册》中曾对化学工业中的反应作过分类。单元操作的概念,在处理只包含物理变化的化工操作时获得了巨大的成功。有人将反应过程按化学特征分为硝化、磺化、加氢、脱氢等单元过程,试图解决工业反应过程的开发问题。实践证明,单元过程的概念没有抓住反应过程开发中所需解决的工程问题的本质。

1913年哈伯-博施法投入生产,这一成功极大地促进了催化剂和催化反应的研究。1928年钒催化剂被成功用于二氧化硫的催化氧化。1936年发明了用硅铝催化剂进行的粗柴油催化裂化工艺。对这些气固相催化反应过程和燃烧过程的研究,使化学工程师开始认识到,在工业反应过程中质量传递和热量传递对反应结果的影响。20世纪30年代后期,德国的G. 达姆科勒和美国的E. W. 蒂利分别对反应相外传质和传热以及反应相内传质和传热作了系统的分析。这些成果至今仍是化学反应工程的重要组成部分。20世纪50年代初,随着石油化工的兴起,在对连续反应过程的研究中,提出了一系列重要的概念,如返混、停留时间分布、宏观混合、微观混合、反应器参数敏感性、反应器的稳定性等。在1957年于阿姆斯特丹举行的第一届欧洲化学反应工程讨论会上,水到渠成地宣布了化学反应工程这一学科的诞生。

在《化工原理》中,华克尔等已经吸取了流体力学、传热学和关于质量传递的研究成果。到20世纪50年代,化学工程师更清楚地认识到:从本质上看,所有单元操作都可以分解成动量传递、热量传递、质量传递这三种传递过程或它们的结合。在工业反应器中传递过程对化学反应的影响,在化学反应工程学科形成过程中,也被清楚地认识到了。对单元操作和反应过程的深入研究,都离不开对传递过程规律的探索。化学工业在发展过程中也提出了许多新课题。例如:在聚合物加工中,化学工程师必须处理高黏度物料;在喷雾干燥设备的设计中,必须对流动模型和传热、传质速率作详细分析。50年代初,许多大学都开始给化工系的学生讲授流体力学、扩散原理等课程,并出现了把三种传递过程加以综合的趋向。1957年在普渡大学召开的美国工程学科的系主任会议上,传递过程和力学、热力学、电磁学等一起被列为基础工程学科,并制订了这一课程的详细计划。在这种背景下,威斯康星大学教授R. B. 博德、W. E. 斯图尔德和E. N. 莱特富特着手编写《传递现象》,先在威斯康星大学试用,经修订后于1960年正式出版。这部著作的出版几乎和当年的《化工原理》一样产生了巨大的影响,到1978年就印刷了19次,成为化学工程发展进入“三传一反”的新时期的标志。

10. 分支学科的综合和深化

20世纪50年代中期,电子计算机开始进入化工领域,对化学工程的发展起了巨



大的推动作用,化工过程数学模拟迅速发展。由对一个过程或一台设备的模拟,很快发展到对整个工艺流程甚至联合企业的模拟。在 50 年代后期出现了第一代的化工模拟系统。在计算机上进行模拟试验,既省时又省钱,使得研究化工系统的整体优化成为可能,形成了化学工程研究的一个新领域——化工系统工程。这是化学工程在综合方面的深化。至此,化学工程形成了比较完整的学科体系。

在化学反应工程、传递工程、化工系统工程取得突破性进展的同时,单元操作和化工热力学并没有停滞不前。传递过程研究和电子计算机的应用给单元操作带来了新的活力。50 年代初,美国化学工程师协会组织了蒸馏塔板效率的研究工作,对影响塔板效率的主要因素及如何改进塔板结构有了感性认识。浮阀塔板、舌形塔板、斜孔塔板等新型塔板相继问世,通过设计方法的改进,筛板塔重新获得广泛应用。反渗透、电渗析、超过滤等膜分离操作和区域熔炼等提纯技术投入了工业应用。液膜分离、参数泵分离等新的分离技术开始进行实验室研究。

高压过程的普遍采用和传质分离过程设计计算方法的改进,推动了化工热力学关于状态方程和多元气液平衡、液液平衡及相平衡关联方法的研究,提出了一批至今仍获得广泛应用的状态方程(如 RK 方程,马丁-侯方程)和活度系数方程(如马格勒斯方程、威尔逊方程、NRTL 方程)。

11. 新兴领域的出现

进入 20 世纪 70 年代后,化学工业的规模不断扩大,并且面临着环境污染和能源紧缺的挑战,化学工程的各分支学科继续生气勃勃地向前发展。在单元操作领域里,固体物料的加工和处理开始得到普遍的注意,正在形成粉体工程的新分支。在化工热力学研究中,状态方程和相平衡关联依然是活跃的课题,提出了 PR 方程(1976)、SRK 方程(1972)等形式简单又有足够精确度的新状态方程和基于基团贡献原则的 UNIFAC 方程(1977)等活度系数方程。降低能耗的迫切要求,使过程热力学分析获得了很大的发展。高分子化工和生物化工的发展推动了非牛顿型流体传递过程特征的研究,激光测量、流场显示等新技术开始应用于传递过程的研究。化学反应工程不断向复杂领域扩展,出现了处理有大量连续组分参与反应的复杂反应体系的集总动力学方法和聚合反应工程、电化学反应工程等新分支。化工系统工作开始对系统综合进行探索,在换热器网络和分离流程的合成方面已取得有实用价值的成果,随后还开发了以 ASPEN 为代表的第三代化工模拟系统。

但是,由化工热力学、传递过程、单元操作、化学反应工程和化工系统工程构成的学科体系,无论在深度和广度上都已覆盖了传统化学工程的各个领域,所以在传统化学工程的范围内难以期望再会出现过去那种令人激动的突破。特别是近 20 年来,化学工程更引人注目的发展是在与邻近学科的交叉渗透中已经或正在形成的一些充满希望的新领域。

第二次世界大战期间发展起来的青霉素生产,开创了化学工程与生物化学结合的新时代。战后各种抗生素和激素的生产迅速增长,微生物技术被用于石油蛋白生



产和进行污水净化。70 年代,分子生物学取得了重组 DNA 技术等重大成果,开拓了制备生物化学品和医药品的新领域,已可预见将对人类社会的发展产生重大影响。生物化学工程无论在生化反应还是分离技术方面都在不断取得进展。

化学工程师已经以自己的专长为医学的发展作出了贡献,生物医学工程这一新学科正在形成。人的身体实质上相当于一座构造复杂的小型化工厂,许多生理过程可借助化学工程原理进行分析。传质原理已被用于潜水病的研究,传热原理已被用于体内热调节的研究,停留时间分布的概念可用来分析药物的疗效,在人工心肺机、人工肾的研制中应用了非牛顿流体流动和渗析的原理。

化学工程与固体物理、结晶化学、材料科学相结合,在化学气相淀积过程的研究中发挥着自己的作用。化学气相淀积是近 20 年来获得迅速发展的一种制备无机材料的新技术,在微电子、光纤通信、超导等新技术领域中,广泛用于各种功能器件的制造。

正如一百年前从化学中分裂出了化学工程一样,今天在化学工程中又在孕育着新的学科。

二、世界化工的历史

(一) 化工的发展历程

追溯到远古及古代,虽然还没有工业,但化学加工的方法已开始影响到人们的生活,其中主要有制陶、酿造、染色、冶炼、制漆、造纸以及制造医药、火药、肥皂等。在公元前 5000 年左右的仰韶文化时期,已有红陶、灰陶、黑陶、彩陶等残陶片出现,而陶器就是一种硅酸盐。制酒的历史也很久远,早已利用生化反应作化学加工。至少在公元前 20 世纪中国的夏禹已把酒用于祭祀。在公元前 21 世纪中国就已进入青铜器时代,到公元前 5 世纪进入铁器时代,表明冶金化学技术的掌握及进步。公元前后,中国和欧洲进入炼丹术、冶金术时期,冶炼及制药得到进一步发展。欧洲在实验室中制得了一些化学品,如硫酸、硝酸、盐酸和有机酸,为 18 世纪中叶化学工业的建立准备了条件。

1. 无机化工

无机化工是以天然资源和工业副产物为原料生产硫酸、硝酸、盐酸、磷酸等无机酸和纯碱、烧碱、合成氨、化肥以及无机盐等化工产品的工业。广义上也包括无机非金属材料 and 精细无机化学品如陶瓷、无机颜料等的生产。无机化工产品的主要原料是含硫、钠、磷、钾、钙等的化学矿物和煤、石油、天然气以及空气、水等。工业副产物如钢铁工业中炼焦生产过程的焦炉煤气,其中所含的氨可用硫酸加以回收制成硫酸铵,冶炼黄铜矿、方铅矿、闪锌矿的废气中的二氧化硫可用来生产硫酸等。

无机化工是化学工业中发展较早的部门,为单元操作的形成和发展奠定了基础。



产品多为用途广泛的基本化工原料。除无机盐品种繁多外,其他无机化工产品品种不多。由于原料和能源费用在无机化工产品中占有较大比例,技术改造的重点将趋向采用低能耗工艺和原料。

无机化工产品用途广,需求量大。其用途涉及造纸、橡胶、塑料、农药、饲料添加剂、微量元素肥料、空间技术、采矿、采油、航海、高新技术领域中的信息产业、电子工业以及各种材料工业,又与日常生活中人们的衣、食、住、行以及轻工、环保、交通等息息相关。

世界上第一个典型的化工厂是 18 世纪 40 年代在英国建立的硫酸厂。先以硫黄为原料,后以黄铁矿为原料,产品主要用于制硝酸、盐酸及药物,当时产量不大。

2. 有机化工

有机化工是以石油、天然气、煤等为基础原料,主要生产各种有机原料的工业。它是基本有机化学工业的简称,又称基本有机合成工业。

有机化工的直接原料包括氢气、一氧化碳、甲烷、乙烯、乙炔、丙烯、碳四以上脂肪烃、苯、甲苯、二甲苯、乙苯等。原油、石油馏分或低碳烷烃的裂解气、炼厂气以及煤气,经过分离处理,可以制成用于不同目的的脂肪烃原料;从催化重整的重整汽油、烃类裂解的裂解汽油以及煤干馏的煤焦油中,可以分离出芳烃原料;一些石油馏分也可直接用作某些产品的原料;由湿性天然气中可以分离出甲烷以外的其他低碳烷烃;天然气、炼厂气、石油馏分或原油通过蒸汽转化或部分氧化可以制成合成气;由焦炭制得的碳化钙经水解,或由天然气、石脑油裂解均能制得乙炔。此外,还可从农林副产品获得原料。

有机化工的产品品种繁多,按化学组成可分为:①烯烃类,如异戊二烯、苯乙烯等;②含氧化合物,如醇、酚、环氧化合物、多元醇等;③含卤素化合物,如氯乙烯、四氟乙烯等;④含氮化合物,如丙烯腈、己二胺等;⑤含其他元素化合物,如含铅、含硅化合物等。

有机化工的产品用途,可概括为 3 个方面:①生产合成橡胶、合成纤维、塑料和其他高分子化工产品的原料,即聚合反应的单体;②其他有机化学工业,包括精细化学品的原料;③按产品所具性质用于某些直接消费,如用作溶剂、冷冻剂、防冻剂、载热体、气体吸收剂,以及直接用于医药的麻醉剂、消毒剂等。

在化学工业的发展史上,有机化工随着钢铁工业、炼焦工业的发展而兴起。1856 年,英国人把当时钢铁工业、炼焦工业的副产品煤焦油加以分离制备出合成苯胺紫染料。1867 年,瑞典人发明代那迈特炸药,大量用于采掘和军工。1895 年,建立以煤与石灰石为原料,用电热法生产电石的第一个工厂。电石经水解产生乙炔,以此为起点生产乙醛、醋酸等一系列基本有机原料。

3. 高分子化工

高分子化工是指高分子化合物及以其为基础的复合或共混材料的制备和成品制造工业。包括塑料工业、合成橡胶工业、橡胶工业、化学纤维工业、涂料工业和胶黏剂



工业。高分子化工的原料以石油为主。由于原料来源丰富、制造方便、加工简易、品种多并具有为天然产物所没有或较天然产物更为优越的性能,高分子化工已成为发展速度最快的化工分支之一。

高分子化工的发展,经历了对天然高分子的利用和加工、对天然高分子的改性、以煤化工为基础生产基本有机原料和以大规模的石油化工为基础生产的烯烃和双烯烃为原料合成高分子四个阶段。高分子化工是新兴的合成材料工业。多数聚合物(或称树脂)需要经过成型加工才能制成产品。热塑性树脂的加工成型方法有挤出、注射成型、压延、吹塑和热成型等;热固性树脂加工的方法一般采用模压或传递模塑,也用注射成型。将橡胶制成橡胶制品需要经过塑炼、混炼、压延或挤出成型和硫化等基本工序。化学纤维的纺丝包括纺丝熔体或溶液的制备、纤维成形和卷绕、后处理、初生纤维的拉伸和热定型等。

高分子化工的发展历史最早可追溯到 1839 年,美国人 C. 固特异将硫黄与天然橡胶混合加热,制得性能较好的弹性材料,应用于轮胎及其他橡胶制品,用途甚广,这是高分子化工的萌芽时期。1869 年,美国人用樟脑增塑硝酸纤维素制成塑料。1891 年,在法国贝桑松建成第一个人造丝厂。1909 年,美国人制成酚醛树脂,俗称电木粉,为第一个热固性树脂,广泛用于电器绝缘材料。

4. 石油化工

1920 年,美国用丙烯生产异丙醇,这是大规模发展石油化工的开端。1939 年,美国标准油公司开发了临氢催化重整过程,这成为芳烃的重要来源。1941 年,美国建成第一套以炼厂气为原料、用管式炉裂解制乙烯的装置。在第二次世界大战以后,由于化工产品市场不断扩大,石油可提供大量廉价有机化工原料,同时由于化工生产技术的发展,逐步形成石油化工。甚至不产石油的地区,如西欧、日本等也以原油为原料,发展石油化工。同一原料或同一产品,各化工企业却有不同的工艺路线或不同催化剂。由于基本有机原料及高分子材料单体都以石油化工为原料,所以人们以乙烯的产量作为衡量有机化工的标志。20 世纪 80 年代,90% 以上的有机化工产品,来自石油化工。例如:氯乙烯、丙烯腈等,过去以电石乙炔为原料,这时改用氧氯化法以乙烯生产氯乙烯,用丙烯氨氧化法以丙烯生产丙烯腈。1951 年,以天然气为原料,用蒸汽转化法得到一氧化碳及氢,使碳—化学得到重视,目前用于生产氨、甲醇,个别地区用费托合成生产汽油。

5. 现代化学工业

20 世纪 60—70 年代以来,化学工业各企业间竞争激烈,由于对反应过程的深入了解,使一些传统的基本化工产品的生产装置日趋大型化,以降低成本。与此同时,由于新技术革命的兴起,对化学工业提出了新的要求,推动了化学工业的技术进步,发展了精细化工、超纯物质、新型结构材料和功能材料。

1963 年,美国凯洛格公司设计建造了第一套日产 540 吨的合成氨单系列装置,是化工生产装置大型化的标志。从 20 世纪 70 年代起,合成氨单系列生产能力已发

展到日产 900 ~ 1 350 吨。80 年代出现了日产 1 800 ~ 2 700 吨合成氨的设计,其吨氨总能量消耗大幅度下降。乙烯单系列生产规模从 50 年代年产 5 万吨发展到 70 年代年产 10 万 ~ 30 万吨。80 年代初新建的乙烯装置,最大生产能力达年产 68 万吨。冶金工业提供了耐高温的管材,使得毫秒裂解炉得以实现,从而提高了烯烃收率,降低了能耗。其他化工生产装置如硫酸、烧碱、基本有机原料、合成材料等均向大型化发展。这样,减少了对环境的污染,提高了长期运行的可靠性,促进了安全、环保的预测和防护技术的迅速发展。

6. 信息技术用化学品

20 世纪 60 年代以来,大规模集成电路和电子工业迅速发展,所需电子计算机的器件材料和信息记录材料得到发展。60 年代以后,多晶硅和单晶硅的产量以每年 20% 的速度增长。80 年代周期表中 III ~ V 族的二元化合物已用于电子器件。随着半导体器件的发展,气态源如磷化氢(PH_3)等日趋重要。在大规模集成电路制备过程中,需用多种超纯气体,其杂质体积分数小于 10^{-6} ,对水分及尘埃含量也有严格要求。大规模集成电路的另一种基材为光刻胶,其质量和稳定性直接影响集成度和成品率。此外,对基质材料、密封材料、焊剂等也有严格要求。1963 年,荷兰飞利浦公司研制盒式录音磁带成功后,该项技术日益普及。光导纤维为重要的信息材料,不仅用于光纤通信,且在工业上、医疗上作为内窥镜材料。

7. 高性能合成材料

20 世纪 60 年代已开始用聚酰胺(俗称尼龙)、聚缩醛类(如聚甲醛)、聚碳酸酯,以及丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物(ABS 树脂)等为结构材料。它们具有高强度、耐冲击、耐磨、抗化学腐蚀、耐热性好、电性能优良等特点,并且自重轻、易成型,广泛用于汽车、电器、建筑材料、包装等方面。60 年代以后,又出现聚砜、聚酯、聚苯醚、聚苯硫醚等。尤其是聚酰亚胺为耐高温、耐高真空、自润滑材料,可用于航天器,其纤维可作航天服以抗辐射。聚苯并噁唑和聚苯并咪唑为耐高温树脂,耐热性高,可作烧蚀材料,用于火箭。共聚、共混和复合使结构材料改性,例如多元醇预聚物与己内酰胺经催化反应注射成型,为尼龙聚醚嵌段共聚物,具有高冲击强度和耐热性能,用于农业和建筑机械。另一种是纤维增强树脂的高分子复合材料,所用树脂主要为环氧树脂、不饱和聚酯、聚酰胺、聚酰亚胺等,所用增强材料为玻璃纤维、芳香族聚酰胺纤维或碳纤维(常用丙烯腈基或沥青基)。这些复合材料比重轻、比强度高、韧性好,特别适用于航天、航空及其他交通运输工具的结构件,以代替金属,节省能量。有机硅树脂和含氟材料也发展迅速。由于它们具有突出的耐高低温性能、优良电性能、耐老化及耐辐射性能,因而广泛用于电子与电器工业、原子能工业和航天工业;又由于它们具有生理相容性,可作人造器官和生物医疗器材。

8. 能源材料和节能材料

20 世纪 50 年代原子能工业开始发展,要求化工企业生产重水、吸收中子材料和传热材料,以满足需要。航天事业需要高能推进剂。固体推进剂由胶黏剂、增塑剂、



氧化剂和添加剂所组成。液体高能燃料有液氢、煤油、偏二甲肼、无水肼等,氧化剂有液氧、发烟硝酸、四氧化二氮。这些产品都有严格的性能要求,已形成一个专门的生产行业。为了满足节能和环保的要求,1960年美国试制成可以实际应用的醋酸纤维素膜,以淡化海水、处理工业污水,以后又扩展用于医药、食品工业。

专用化学品得到进一步发展,它以很少的用量增进或赋予另一产品以特定功能,获得很高的使用价值。例如食品和饲料添加剂、塑料和橡胶助剂、皮革等专用化学品,以及胶黏剂、防氧化剂、表面活性剂、水处理剂、催化剂等。以催化剂为例,由于电子显微镜、电子能谱仪等现代化仪器的发展,有助于了解催化机理,因而制备成各种专用催化剂,标志着催化剂进入了新阶段。

9. 煤化工发展史

中国是使用煤最早的国家之一,早在公元前就用煤冶炼铜矿石、烧陶瓷,至明代已用焦炭炼铁。但煤作为化学工业的原料加以利用并逐步形成工业体系,则是在近代工业革命之后。

初创时期主要为冶金用焦和煤气的生产。18世纪中叶,由于工业革命的进展,英国对炼铁用焦炭的需要量大幅度增加,炼焦炉(图1-1)应运而生。

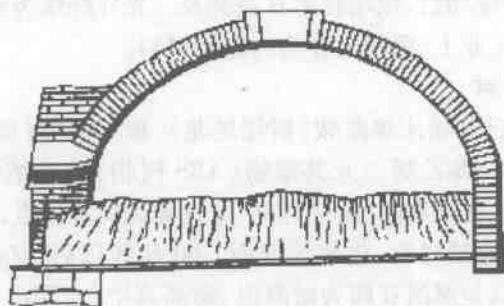


图1-1 蜂窝式炼焦炉剖面示意图

18世纪末,煤用于生产民用煤气。1792年,苏格兰人W. 默多克用铁甑干馏烟煤,并将所得煤气用于家庭照明。1812年,这种干馏煤气首先用于伦敦街道照明,随后世界一些主要城市也相继采用。1816年,美国巴尔的摩市建立了煤干馏工厂生产煤气,由此,铁甑干馏煤的工业逐步得到发展。1840年,法国用焦炭制取发生炉煤气,用于炼铁。1875年,美国生产增热水煤气用作城市煤气。1850—1860年,法国及欧洲其他国家相继建立了炼焦厂。19世纪70年代,德国成功地建成了有化学品回收装置的焦炉,从煤焦油中提取了大量的芳烃,作为医药、农药、染料等工业的原料。

第一次世界大战期间,钢铁工业高速发展,同时作为火炸药原料的氨、苯及甲苯也很急需,这促使炼焦工业进一步发展,并形成炼焦副产化学品的回收和利用工业。1925年,中国在石家庄建成了第一座焦化厂,满足了汉冶萍炼铁厂对焦炭的需要。

第二次世界大战前夕及大战期间,煤化工取得了全面而迅速的发展。纳粹德国

为了发动和维持战争,大规模开展由煤制取液体燃料的研究工作,加速发展液体燃料的工业化生产。1923 年发明的由一氧化碳加氢合成液体燃料的费托合成法,于 1933 年开始工业化生产(图 1-2),1938 年产量已达 59 万吨。

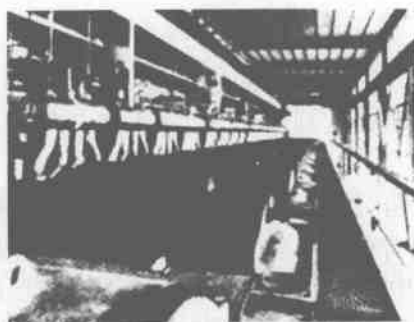


图 1-2 20 世纪 30 年代德国费托合成装置

1931 年,F. 柏吉斯由于成功地将煤直接液化制取液体燃料,而获得诺贝尔化学奖。这种由煤高压加氢液化制取液体燃料的装置(图 1-3),1939 年已达到 110 万吨的年生产能力。在此期间,德国还建立了大型的低温干馏工厂,以褐煤为主加入少量烟煤的压型煤砖作为原料,开发了克虏伯-鲁奇外热式干馏炉及鲁奇-斯皮尔盖斯内热式干馏炉,所得半焦用于造气,经费托合成制取液体燃料。

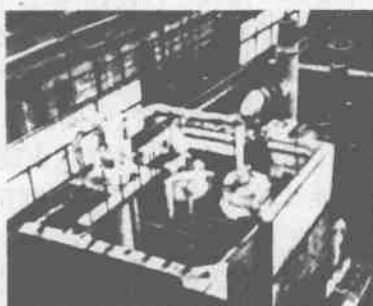


图 1-3 20 世纪 30 年代德国煤高压加氢液化装置

低温干馏焦油经简单处理后作海军船用燃料,或经高压加氢制取汽油和柴油。第二次世界大战末期,德国用加氢液化方法由煤及煤焦油年生产的液体燃料达 400 万吨。与此同时,工业上还从煤焦油中提取各种芳烃及杂环有机产品作染料、炸药等的原料。此外,由煤直接化学加工制取磺化煤、腐殖酸和褐煤蜡的小型工业,以煤为原料制取碳化钙进而生产乙炔,以乙炔为原料的化学工业也获得发展。

10. 火炸药工业发展史

火炸药的诞生已有千余年的历史,但直到 19 世纪末叶,还只有黑火药一个品种。黑火药为中国古代四大发明之一,它开创了自供氧化物系,是高功率化学能运用的先