



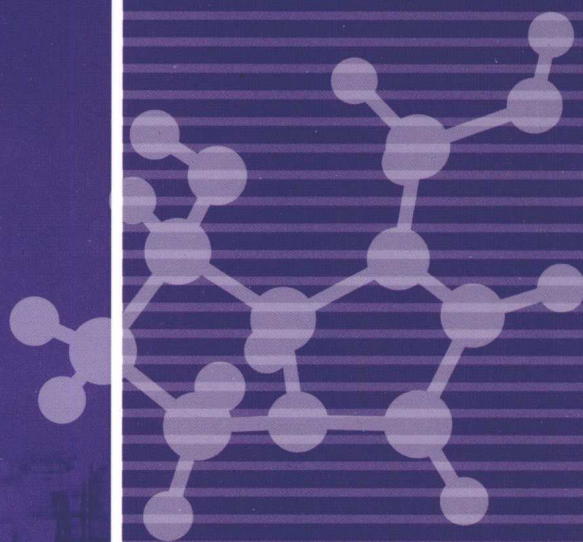
高职高专“十一五”规划教材

化工基本生产技术

卞进发 彭德厚 主编

程桂花 主审

HUAGONG
JIBEN
SHENGCHAN
JISHU



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

化工基本生产技术

卞进发 彭德厚 主编
程桂花 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以化工产品生产过程为主线,从产品的市场调研、生产过程技术经济评价、项目确定到立项,从原料的选用到反应过程、产物的分离和精制、储存、包装和运输,从生产规程到岗位操作法的制定和组织实施,分别介绍了:化工生产基本过程、化工生产基础理论、典型化工生产技术、化工装置开停车技术、化工安全与环保技术和四个项目式教学案例。全书共7章,为了方便读者学习,在每章、节前精心安排了知识目标、能力(技能)目标和素质目标,文中穿插了大量的具有启发式插件,章、节后精心设计了拓展知识和综合练习等内容。本书力求体现以生产过程为导向、以基础理论知识为载体、面向实际、引导思维、启发创新的原则。通过对本书的学习,读者既可以获取化工生产的基本知识、熟悉化工生产过程中的基本操作、增强安全环保意识,又可提高分析问题和解决问题的能力,同时还可以了解化工生产技术的现状及发展趋势。

本书为高职高专化工生产技术类专业教材,也可作为非化工生产技术专业和相关专业的化学工艺课程和化工企业职工培训教材,亦可供本科院校学生及从事化工生产、科研与设计的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工基本生产技术/卞进发,彭德厚主编. —北京:化学工业出版社,2010.8
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-09040-9

I. 化… II. ①卞…②彭… III. 化工过程-高等学校:技术学院-教材 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第128499号

责任编辑: 窦 臻
责任校对: 郑 捷

文字编辑: 丁建华
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张20 $\frac{3}{4}$ 字数524千字 2010年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

前言

化学工业在国民经济建设和提高人民物质文化生活方面,已经发挥越来越重要的作用,显现出无限的生机与活力。随着化学工业的发展和进步,迫切需要一本符合高职高专教学特色,内容基本涵盖化工过程的生产技术,并能反映出当代先进的化工生产技术的专业教材,以适应高职高专院校应用化工生产技术、有机化工生产技术、精细化学品生产技术等化工生产技术类专业学生的需要。

本书可作为化工类各不同专业方向的一门专业主干课选用教材。该课程既可以作为专业课的前置课,又可以作为专业课开设。作为专业课的前置课时,学过本门课后再进行其他不同专业方向的专业课学习;作为专业课开设,学生学完该门课程之后,其他不同专业方向的专业课完全可以通过选学或者自学完成。选学在学校完成,自学可在顶岗实习或工作岗位上完成,根据实际工作需要,用什么学什么,学用结合。

本书具有四个特点。

一是实。真实地反映化工生产场境,以生产过程为主线,从产品调研、项目确定到立项,从生产技术规程到岗位操作法,从原料的选用到反应过程、产物的精制、储存、包装、商品化等,构建成一个完整真实的化工生产场境。

二是新。突出高职教育新理念,教师可以设计一个产品为贯穿项目,通过项目式教学设计案例(本书第七章)组织教学,学生可以通过想一想、练一练、查一查等多种形式,融“教、学、做”为一体,培养学生的职业能力。

三是精。文字简洁、内容精练,每章、节前精心安排了知识目标、能力(技能)目标和素质目标,文中穿插了大量的具有启发式插件,章、节后精心设计了拓展知识和综合练习。不仅可以提高学生的学习兴趣、拓宽知识面,还可培养学生热爱化工,立志献身祖国化学工业的精神。

四是活。教学手段灵活,教材内容既可以在课堂,也可以在实训中心,还可以在生产现场组织教学;教学方式灵活,既有启发式插件元素,又有讨论式的典型案例,还有理实结合的读图、识图、开停车和常见事故处理的练习;同时教材中各章节均为教师和学生提供了独立思考的平台、空间。

全书包括绪论、化工生产基本过程、化工生产基础理论、典型化工生产技术、化工装置开停车技术、化工安全与环保技术、项目式教学案例等主要内容。

全书由南京化工职业技术学院卞进发和徐州工业职业技术学院彭德厚主编,其中第一章,第四章第一、五节,第七章由南京化工职业技术学院卞进发、王一男编写;第二章、第五章由徐州工业职业技术学院彭德厚编写;第三章、第四章第四节由常州工程职业技术学院陈群编写;第四章第二、三节,第六章由河北化工医药职业技术学院李永真编写,全书由卞进发统稿。

本书由河北化工医药职业技术学院程桂花担任主审,并对教材的编写倾注了大量的心血,付出了艰辛的劳动,提出了十分宝贵的意见,在此表示特别的感谢!在编写过程中得到了化学工业出版社、参编学校的领导和专业老师的大力支持和帮助,尤其是南京化工职业技

术学院张小军老师、徐建良老师分别对全书的英文部分和部分章节进行了精心的审定修改，在此表示真诚的感谢。

为方便教学，本书配有内容丰富的电子课件，使用本教材的学校可以与化学工业出版社联系（cipedu@163. com），免费索取。

本书可以作为高职高专化工生产技术类（化工工艺类）专业的专业课教材，也可以作为非化工生产技术类（非化工工艺类）专业的专业基础课教材。

由于编者的水平有限，难免存在各种问题，敬请应用此书的老师和学生们斧正，共同为高职教材建设出力。

编者

2010 年 4 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 化工生产技术	1
一、化工生产技术的发展简史	2
二、化工生产技术的分类、特点	7
第二节 化工生产过程的原料资源与产品网络	10
一、原料资源	10
二、主要产品网络	10
第三节 本教材的性质、任务、主要内容、教学方法和评价	15
本章小结	15
综合练习	16
复习思考题	18
第二章 化工生产基本过程	19
第一节 原料	19
一、原料的选用与储存	20
二、原料的预处理	24
三、原料输送	26
第二节 反应过程	28
一、反应器选型	28
二、反应条件的选择	34
三、反应条件的控制	37
第三节 反应产物的分离与精制	38
一、气体混合物的分离	38
二、液体混合物的分离	40
三、固体混合物的分离	41
四、非均相混合物的分离	43
第四节 产品的包装与储运	44
一、按物质的状态分类	44
二、按材质分类	45
三、按封口类别分类	45
四、包装物外观印刷要求	45
本章小结	45
综合练习	46
复习思考题	48

第三章 化工生产基础理论	49
第一节 工业催化剂及使用	49
一、催化剂的基本特征	50
二、催化剂的组成与性能	52
三、催化剂制备方法简介	55
四、工业生产对催化剂的一般要求	56
五、工业催化剂的使用	57
知识拓展	59
第二节 化工生产过程常用经济评价指标	61
一、转化率、选择性和收率	62
二、生产能力与生产强度	64
三、工艺技术经济评价指标	65
第三节 化工生产过程物料衡算和能量衡算	66
一、物料衡算	67
二、能量衡算	74
第四节 影响化学反应过程的因素	76
一、物理因素分析	76
二、热力学分析	78
三、动力学分析	79
四、工艺参数的确定	81
本章小结	89
综合练习	90
复习思考题	92
第四章 典型化工生产技术	93
第一节 烃类热裂解	93
一、烃类热裂解及裂解原料	94
二、烃类热裂解过程	97
三、裂解气的分离过程	103
知识拓展	122
第二节 甲醇的化工生产技术	123
一、合成气的生产	124
二、甲醇的合成过程	129
三、甲醇的精制	134
知识拓展	137
第三节 合成氨及尿素的生产技术	138
一、氨的合成原料	138
二、氨的合成	144
三、氨的分离	151
四、尿素的生产	154

知识拓展	164
第四节 醋酸生产技术	165
一、生产醋酸的原料	166
二、醋酸的合成	167
三、醋酸生产工艺	169
四、醋酸的精制	171
知识拓展	172
第五节 聚合过程	176
一、聚合过程的基本概念	176
二、聚合过程的基本原理	179
三、聚合过程的实施方法	180
四、聚酯的生产过程	182
五、聚酯的应用	185
知识拓展	186
本章小结	187
综合练习	188
复习思考题	190
第五章 化工装置开停车技术	192
第一节 原始开停车技术简述	193
一、原始开车的程序	193
二、原始开车前的准备工作	196
第二节 典型化工装置的原始开停车技术	199
一、换热装置系统的原始开停车	199
二、精馏装置系统的原始开停车	200
三、吸收装置系统的原始开停车	201
四、反应装置系统的原始开停车	201
五、离心泵系统的原始开停车	203
六、压缩机系统的开停车	204
第三节 正常开停车技术	212
一、正常开车前的准备工作	212
二、正常开车	212
三、正常停车	213
第四节 紧急停车技术	213
一、紧急停车的原因	214
二、措施	214
第五节 化工装置原始开停车实例	215
一、甲醇精馏双塔工艺过程	215
二、甲醇精馏装置原始开停车	218
本章小结	221
综合练习	222

复习思考题	222
第六章 化工安全与环保技术	224
第一节 化工生产防火防爆技术	224
一、燃烧与爆炸	225
二、防火防爆技术	227
三、化工火灾扑救	230
四、消防设施与器材	232
第二节 压力容器的安全技术	234
一、压力容器的安全技术的基本概念	234
二、压力容器的安全附件	236
三、工业锅炉安全技术	239
四、气瓶安全技术	241
第三节 化工设备的腐蚀与防护	244
一、常见的腐蚀类型及腐蚀机理	244
二、常见的腐蚀破坏形式	245
三、化工设备常用的防腐蚀措施	247
第四节 职业毒害与防毒	249
一、概述	249
二、职业中毒诊断和现场抢救	252
三、防止职业毒害的技术措施	255
第五节 “三废”的处理和利用	256
一、废水的处理和利用	257
二、废气的处理和利用	260
三、废渣的处理和利用	263
本章小结	264
综合练习	265
复习思考题	267
第七章 项目式教学案例	268
项目一 （化工）工业项目建议书的编制	269
一、项目建议书的概念	269
二、项目建议书的基本内容及格式	269
三、编制项目建议书应注意的问题	270
四、典型项目建议书案例（编写框架）	271
五、项目实践	277
项目二 化工生产图纸识读	278
一、化工工艺图（工艺流程图）的识读	278
二、化工设备图识读	282
三、设备与管路布置图的识读	289
项目三 化工生产工艺流程现场识别与分析	293

一、工艺流程的现场识别与分析	294
二、工艺流程的分析、评价与优化方法	295
三、项目实践	304
项目四 工艺技术规范、岗位操作法的编制	304
一、工艺技术规范的意义、作用和标准内容	304
二、工艺技术规范的编制、批准和修订	306
三、岗位操作法的意义、作用及标准内容	306
四、岗位操作法的编制、批准和修订	308
五、某企业工艺规程和作法格式和内容	309
六、项目实践	316
本章小结	316
综合练习	316
复习思考题	319
参考文献	320



第一章 绪论

Introduction



知识目标

1. 了解化工生产技术的发展简史、本课程的主要内容和学习方法；
2. 熟悉化工生产技术与其他生产技术的关系、化工生产技术的分类，课程的性质与任务；
3. 掌握化工基本生产技术的内涵、化学工业的主要原料资源与产品网络、现代化生产技术的特点。



能力目标

1. 根据化工生产技术的发展简史，能正确理解我国化学品生产的优势和不足，以确定今后从事化工生产技术工作的目标和努力方向；
2. 根据化学工业的原料资源和主要产品网络，能清晰认识目前我国化学工业的现状、发展方向、开发的重点；
3. 根据我国煤的储量及煤化工技术的现状，能正确理解煤的化学加工方向。



素质目标

1. 用范旭东精神学好化工，掌握化工基本生产技术；
2. 掌握正确的学习方法，熟悉化工生产技术发展的特点，做一名适应现代化工发展的人才。

第一节 化工生产技术

Chemical Production Technology

化学工业 (chemical industry) 亦称化学加工业，泛指生产过程中化学方法占主要地位的制造业。由原料到化学产品的转化要通过化学工艺来实现。化学工艺即化工技术或化工生产技术 (chemical production technology)，指将原料物质主要通过化学反应转化为产品的方法和过程，包括实现这种转变的全部化学和物理的措施。通常将具有共性的化工产品的生产方法和过程称为化工基本生产技术 (basic chemical production technology)。它可归纳为两类，即单元反应技术 (cell reaction) 与单元操作技术 (unit operations technology)。单元

反应技术包括烃类裂解技术、羰基合成技术、氧化技术、聚合技术等。单元操作技术包括：流体输送、非均相分离、传热、蒸发、精馏、干燥、吸收等技术。由于化工生产技术密集，产品化学结构复杂，纯度要求高，质量要求严格，因此要求化工行业从业人员，特别是生产企业的一线操作人员、技术人员和管理人员，必须掌握化工基本生产技术，才能研究、开发、生产出品种新、质量好的化工产品。

随着科学技术与国民经济的发展，化工生产技术的范围也在不断扩大，如生产过程中的过程控制与优化技术、环境与安全控制技术及节能减排技术等，只要涉及化工生产的，都可以列入化工生产技术的范畴，形成如化工生产自动化技术、化工生产过程模拟技术、化工生产环境治理技术、化工生产安全技术等。

通常所说的化工生产技术主要指依据化学反应原理和规律实现化学品生产的工业技术。

一、化工生产技术的发展简史 (The Development Brief History of Chemical Production Technology)

1. 世界化工生产技术的发展简史

世界化工生产技术的发展，从生产方法、生产方式、控制技术等方面，经历了由手动到自动，由间歇到连续，由自动化到智能化的漫长发展阶段。大致可分为古代、近代、现代三个阶段。

古代的化学加工业 这时期的化工生产技术处于萌芽阶段，人们经过实践-认识-探索-再实践，经验积累-归纳提炼-推广应用的循序渐进过程。从而使化工生产技术基本形成。

远古时期，火的利用不仅是人类文明的起点，也是人类化学化工生产史的第一个伟大发现和发明。火第一次使人支配了一种自然力，最终把人从原始人进化为现代人成为可能。

(1) 最早的化工生产技术——硅酸盐的生产 大约1万年前，人类进入新石器时代，相对来说，这一时期人类使用的生产工具有了很大的改进，发展到一个新的水平，人们开始过着比较稳定的定居生活，因而需要更多更好的与之相适应的生产生活用具，陶器正是为满足这种社会经济生活的需要而产生的。

陶器具体是什么时候产生的，确实很难考证。仅从考古学家发掘实物的研究表明，人类最初是随意使用黏土，后来是有意识选择，进而用淘洗的方法除去黏土中的沙粒、石灰和其他杂质，经反复烧制后的陶器，表面逐渐光滑而美观，使粗陶逐渐过渡到细陶。陶器的发明，在制造技术上是一个重大突破。制陶过程改变了黏土的性质，使黏土的成分二氧化硅、三氧化二铝、碳酸钙、氧化镁等在烧制过程中发生了一系列的化学变化，这一生产技术使陶器具备了防水耐用的优良性质。

随着制陶工艺的不断改进，生产技术的不断进步，约公元前1500年，完成了从陶器向瓷器的过渡，使中国成为世界上最早发明瓷器的国家。

玻璃的发现在科学发展史上的地位至关重要，人们可以将玻璃制作成显微镜观察微观世界，也可做成望远镜用于天体研究，观察广阔的宏观世界和宇宙。

约公元前2600年，玻璃产生于美索不达米亚（现今伊拉克）或埃及的早期文明中心地之一。

中国的玻璃出现虽然比埃及晚，但它萌芽于商代，最迟在西周已开始烧制。《穆天子传》载，周穆王登采石之山，命民采石铸以为器，就是烧制玻璃。到了战国时期已生产出真正意义上的玻璃。我国古代的玻璃制造技术大致可分为四个阶段：一是早期原始玻璃，大约在西周至春秋时期，这时期主要有珠、管、剑饰等；二是早期玻璃，即战国至西汉，玻璃已脱离

原始状态，如玻璃壁、耳珥，玻璃耳杯、盘、碗等；三是中期玻璃，从唐代至元代，主要有铅钡玻璃和高钾低镁玻璃；四是明清时期，这一时期主要生产玻璃瓶、玻璃罐等。

从烧制陶瓷到玻璃的制作过程中，人们不断改进对原料的选择和精制、烧制温度和空气的控制、对烧制设备的设计等技术，这些都是化工生产技术中最重要的环节和影响因素。

(2) 金属冶炼技术 约公元前 3800 年，伊朗就开始将铜矿石（孔雀石）和木炭混合在一起加热，得到金属铜。到了公元前 3000～前 2500 年出现了质地坚硬的青铜（铜和锡），青铜适合制造生产工具、兵器、铜币、乐器等。如殷朝前期的“司母戊”鼎。它是一种礼器，是世界上迄今出土的最大的青铜器。随州出土的战国时代编钟，是古代在音乐史上的伟大创举。因此，青铜器的出现，推动了当时农业、兵器、金融、艺术等方面的发展，使社会文明向前推进了一步。

(3) 酿造技术 酿造是利用发酵的方法，使有机物质发生化学变化的加工技术。发酵是在微生物所分泌的酶的影响下进行的化学变化。

当时的人们利用含有糖分的粮食和水果制作发酵饮料，并利用酿制的方法，来保存提高粮食与果类的营养价值。由于酒类饮料特有的芳香、营养，并能使人发生快感，所以酒逐渐在人类历史的进程和技术发展上扮演起重要的角色，并促进了农业和粮食处理技术的发展。

利用发酵还可以制备醋、酱、酱油等许多其他产品。西方公元前 3000 年就利用酶菌和细菌把牛乳中的蛋白质制成干酪，至今仍是欧洲人喜欢的美食。目前，工业上利用发酵技术制造乙醇、丙醇、丁醇、丙酮、乳酸、醋酸、柠檬酸等许多产品，医药工业上制造青霉素等许多抗生素产品。

近代化学加工业 这一时期的化工生产技术已由作坊式向工厂化转化，控制方式也从手动向电动、由电动到自控转化，是化工生产技术的发展时期。

1740 年，英国的瓦尔德（Wald）将硫黄、硝石在玻璃容器中燃烧，再和水反应得到硫酸。1746 年英国的劳伯克（Roebuck）用铅室代替玻璃容器并于 1749 年建厂，这是世界上诞生的第一个近代典型化工厂。

1791 年 N. 吕布兰（Nicolas Leblanc）在法国科学院悬赏之下，获取专利，以食盐为原料制得纯碱，并建起了第一个碱厂，也带动了硫酸工业的发展。生产中产生的氯化氢用以制盐酸、氯气、漂白粉等为产业界所急需的物质，纯碱又可苛化为烧碱，把原料和副产品都充分利用起来，这是当时化工企业的创举；用于吸收氯化氢的填充装置，煅烧原料和半成品的旋转炉，以及浓缩、结晶、过滤等用的设备，逐渐运用于其他化工企业，为化工单元操作奠定了基础。吕布兰法于 20 世纪初逐步被索尔维法取代。19 世纪末叶出现电解食盐的氯碱工业。这样，整个化学工业的基础——酸、碱的生产已初具规模。

做一做

写出上文中提到的“吕布兰法”、“索尔维法”所涉及的反应方程式，并用自己的话说明一下技术进步的地方有哪些？

19 世纪化工生产技术发展很快，其中包括煤化工技术，1812 年干馏煤气开始用于街道照明。1825 年英国建成第一个水泥厂，它标志着现代硅酸盐的开始。1839 年美国固特异（G. Goodyear）生产出第一个人工加工的高分子橡胶，即用硫黄硫化天然橡胶，应用于轮胎及其他橡胶制品。1856 年英国人柏金（W. H. Perkin）生产出第一个合成染料苯胺紫。1860 年在美国建成第一个炼油厂。瑞典发明家诺贝尔（A. B. Nobel）1862 年建成了第一个硝化甘油厂，1863 年发明 TNT、1867 年发明雷汞雷管等。1872 年美国建成第一个人工加工高

分子塑料（赛璐珞）的工厂。1890 年德国建成第一座隔膜电解制氯气和烧碱的工厂。1891 年法国建成第一个人造纤维素（硝酸纤维）工厂。其后三大合成材料制品已相继问世，标志着合成材料的生产技术已进入新的开端。



这一时期的化工生产技术，在装置规模和控制技术方面有哪些进展？举一实例。

现代化学加工业 这个时期的化工生产技术发展迅猛。主要体现在，生产装置单体系列产量最大化、过程连续化、自动化、智能化。

从 20 世纪初至 60~70 年代，是化学加工业真正成为大规模生产的主要阶段，一些主要领域都是在这一时期形成的。合成氨和石油化工得到了发展，高分子化工进行了开发，精细化工逐渐兴起。这个时期，英国 G. E. 戴维斯和美国的 A. D. 利特尔等人提出单元操作的概念，奠定了化学工程的基础。它推动了化工生产技术的发展，无论是装置规模，或产品产量都增长很快。

(1) 合成氨生产技术 1913 年德国的化学家哈伯和工业化学家博施，用物理化学的反应平衡理论，提出氮气和氢气直接合成氨的催化方法，以及原料气与产品分离后，经补充再循环的设想，进一步解决了设备问题。因而使德国能在第一次世界大战时建立第一个合成氨工厂，这是化工生产技术实现高压催化反应的第一个里程碑。

合成氨生产技术，由传统型蒸汽转化制氨生产技术，到低能耗制氨生产技术，发展为装置单系列产量最大化等三个阶段。

(2) 传统型蒸汽转化制氨生产技术 传统型合成氨工艺以 Kellogg 工艺为代表，以两段天然气蒸汽转化为基础，包括：合成气制备（有机硫转化和 ZnO 脱硫+两段天然气蒸汽转化）、合成气净化（高温变换和低温变换+湿法脱碳+甲烷化）、氨合成（合成气压缩+氨合成+冷冻分离）。Kellogg 传统合成氨工艺首次在合成氨装置中应用了离心式压缩机，并将装置中工艺系统与动力系统有机结合起来，实现了装置的单系列大型化（无并行装置）和系统能量自我平衡（即无能量输入），是传统型制氨工艺的最显著特征，成为合成氨工艺的“经典之作”。

(3) 低能耗制氨生产技术 具有代表性的低能耗制氨生产技术有 4 种：凯洛格（Kellogg）公司的 KREP 生产技术、布朗（Braun）公司的低能耗深冷净化生产技术、德国伍德（UHDE）与英国帝国化学公司（ICI）合作的 AMV 生产技术、托普索（Topsøe）生产技术。与 4 种代表性低能耗生产技术同期开发成功的生产技术还包括：①以换热式转化生产技术为核心的 ICI 公司 LCA 生产技术、Kellogg 公司的 KRES 生产技术等；②基于“一段蒸汽转化+等温变换+PSA”制氢生产技术单元和“低温制氮”生产技术单元，再加上高效氨合成生产技术单元等成熟技术结合而成的德国林德（Linde）公司 LAC 生产技术；③以“钨基催化剂”为核心的 Kellogg 公司的 KAPP 生产技术。

(4) 装置单系列产量最大化 20 世纪 80 年代投产的世界级合成氨装置的平均产量为 1120t/d，随后投产的世界级合成氨装置的产量大多已接近 2000t/d，且主要按照现有技术进行放大。而德国伍德（UHDE）公司已经推出了日产 3300t 合成氨技术，美国凯洛格·布朗·路特（KBR）集团、托普索（Topsøe）、鲁奇（Lurgi）公司均推出了日产 2000t 合成氨技术。

合成氨技术的发展，将会继续紧密围绕“降低生产成本、提高运行周期，改善经济性”

的基本目标,进一步集中在“大型化、低能耗、结构调整、清洁生产、长周期行”等方面进行技术的研究开发。



合成氨生产技术的发展过程中,烃类蒸汽转化催化剂、一氧化碳变换催化剂、甲烷化催化剂、氨合成催化剂的使用现状及发展趋势。

(5) 石油化工生产技术 1920 年美国新泽西标准石油公司采用了 C. 埃利斯发明的丙烯水合制异丙醇生产技术,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技术,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的管式裂解炉制乙烯的技术装置,使烯烃等基本有机化工原料有了丰富、廉价的来源。第二次世界大战以后,化工产品市场扩大,化工生产技术不断发展,由于石油可提供大量廉价有机化工原料,逐步形成石油化工生产技术。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,由以电石乙炔为原料,改用氧氯化法生产技术,以乙烯生产氯乙烯,用丙烯氨氧化法生产丙烯腈。



石油化工生产技术的发展史。完成一篇石油炼制生产技术中常减压蒸馏技术、烃类裂解制乙烯生产技术中的裂解技术的生产规模和控制技术方面的发展状况调研报告。

(6) 高分子化工生产技术 20 世纪 30 年代,建立了高分子化学体系,合成高分子材料得到迅速发展。1931 年氯丁橡胶在美国实现工业化,1937 年德国法本公司开发丁苯橡胶获得成功,1937 年聚己二酰己二胺(尼龙 66)合成工艺诞生,并于 1938 年投入工业化生产,用熔融法纺丝,因其有较好的强度,用作降落伞及轮胎用。随着高分子化工生产技术的蓬勃发展,涤纶、维尼纶、腈纶等陆续投产,也因为石油化工作为原料保证,人造纤维逐渐占据了天然纤维的大部分市场。塑料方面,开发出的酚醛树脂是当时优异的绝缘材料,迄今仍为塑料中的大品种,20 世纪 30 年代后,新品种不断出现,出现了醇酸树脂等热固性树脂。1939 年高压聚乙烯用于海底电缆及雷达,低压聚乙烯、等规聚丙烯的开发成功,为民用塑料开辟了广泛的用途,这是齐格勒、纳塔研制的催化剂为高分子化工所作出的极大贡献。这一时期还出现耐高温、抗腐蚀的材料,如聚四氟乙烯。

到 20 世纪 40 年代实现了腈纶、涤纶纤维的生产,50 年代形成了大规模生产塑料、合成橡胶和合成纤维的产业,人类进入了“三大合成”材料新时代,进一步推动了工农业生产和科学技术的发展,人类生活水平得到了显著的提高。



上述有关高分子化工生产技术中出现的化学物质,你能写出其结构式吗?

(7) 精细化工生产技术 在石油化工和高分子化工发展的同时,为满足人们生活的更高需求,产品批量小、品种多、性能优良、附加值高的精细化工也很快发展起来。

在染料方面,发明了活性染料,使染料与纤维以化学键相结合。合成纤维及其混纺织物

需要新型染料,如用于涤纶的分散染料、用于腈纶的阳离子染料、用于涤棉混纺的活性分散染料。此外,还有用于激光、液晶、显微技术等特殊染料。在农药方面,20世纪40年代瑞士P. H. 米勒发明第一个有机氯农药滴滴涕之后,又开发出一系列有机氯、有机磷杀虫剂,后者具有胃杀、触杀、内吸等特殊作用。此外,还有施后要求高效低毒或无残毒的农药,如仿生合成的拟除虫菊酯类。20世纪60年代,杀菌剂、除草剂发展极快,出现了一些性能很好的品种,如吡啶类除草剂、苯并咪唑杀菌剂等。此外,还有抗生素农药,如我国1976年研制成的井冈霉素用于抗水稻纹枯病。医药方面,在1910年法国P. 埃利利希制成砷制剂“606”(根治梅毒的特效药)后,又在结构上改进制成“914”。20世纪30年代的磺胺药类化合物、甾族化合物等都是从结构上改进,发挥出特效作用。1928年,英国A. 弗莱明发现青霉素,开辟了抗生素药物的新领域。以后研究成功治疗生理上疾病的药物,如治心脏病、精神病等的药物,以及避孕药。此外,还有一些专用诊断药物问世。涂料工业摆脱天然油漆的传统,改用合成树脂,如醇酸树脂、环氧树脂、丙烯酸树脂等,以适应汽车工业等高级涂饰的需要。第二次世界大战后,丁苯胶乳制成水性涂料,成为建筑涂料的大品种。采用高压无空气喷涂、静电喷涂、电泳涂装、阴极电沉积涂装、光固化等新技术,可节省劳力和材料,并从而发展了相应的涂料品种。当今,化学工业的发展重点之一就是进一步综合利用资源,充分、合理、有效地利用能源,提高化工生产的精细化率和绿色化水平。

发展新技术、新工艺,开发新产品,增加高附加值产品的品种和产量,深受世界各国的高度重视。新材料的开发与生产已成为推动科技进步、培植经济新增长点的一个重要领域;设计和制备复合材料、信息材料、纳米材料以及高温超导体材料等,必须运用化工生产技术。可见,不断创新的化工生产技术在新材料的制造中发挥了关键作用。同时,化学工程与生物技术相结合,引起了世界各国的广泛重视,已经形成具有宽广发展前景的生物化工技术产业,给化学工业增添了新的活力。

2. 我国化工生产技术发展简史

我国利用化学的方法制造食品和生活用品的历史悠久。从远古的粮食发酵酿酒到烧结黏土制造陶器、陶瓷;从公元前1000年已经掌握用木炭还原铜矿石(孔雀石)的炼铜技术到编钟制备;从唐朝时代发明黑火药到公元105年蔡伦发明推广的造纸技术等。充分说明中国人民对人类文明进步,对经济和科学文化的发展起了重大的推动作用。

由于历史的原因,我国化学工业起步较晚,化工生产技术的发展大致分为三个阶段。

(1) 1949年前的化学工业 这一时期,我国化工生产技术基本形成,已初步开发或引进规模化生产装置,主要以民族资本和国外资本为主体。

1876年,我国最早的铅室法硫酸生产装置,在天津机械局淋硝厂投产,这是我国第一个现代化化工厂。第一次世界大战期间,我国民族资本企业在沿海城市得到发展,建成了一批生产轻化产品的化工企业。规模较大的有1915年在上海创办的开林油漆厂,归国华侨在广州开办的“广东兄弟创制树胶公司”。随即,在上海、天津、青岛等地陆续建成了一些染料厂、油漆厂、肥皂厂和药品加工厂等。

直到抗日战争时期,我国的民族资本化工企业主要有:范旭东创办的天津永利系统和吴蕴初创办的上海天原系统,当时被称为“北范南吴”。

永利制碱公司(后改名为永利化学工业公司)是范旭东先生在1917年创办,1919年在塘沽建成永利碱厂,采用索尔维法(Solvay process)生产纯碱。1921年范旭东邀请当时在美国的化学家侯德榜回国,从事制碱技术的研究,1942年,侯德榜先生成功发明了联碱生产氯化铵的新工艺——侯氏制碱法,这是我国现代化学工业的开端,该法至今仍具有重要的

工业意义。

1921年吴蕴初先生成功试制调味剂——味精，随后创办了中华工业化学研究所，建成了上海天原电化厂。1934年开始生产合成氨与硝酸，并在香港、重庆等地建成了多座化工厂。为我国的化学工业的发展做出了突出的贡献。这一时期国内的化工企业还有，化学兵工厂、硫酸厂、烧碱厂、纯碱厂和酒精厂等；革命根据地建成的化工企业主要有，延安八路军制药厂、晋冀鲁豫边区的光华制药厂和硫酸厂、胶东地区的山东制药厂等。

当时的化学工业除上述民族资本化工企业外，还有外国资本在国内建成的化工企业，主要有日本1933年在大连建立的满洲化学工业株式会社，生产合成氨、硫酸、硝酸、硫酸铵、硝酸铵等产品；1936年在大连建立满洲曹洲曹达株式会社，生产纯碱和烧碱；还有在青岛、天津、上海、东北建成的染料厂和橡胶厂。

(2) 1949年~1978年的化学工业 这时期，我国化工生产技术发展迅速。

20世纪50年代，我国的化学加工业主要是加工生产农用化学品和基本原料产品。新建了一批大型工业企业如吉林、太原、兰州化工区、保定胶片厂、石家庄华北制药厂和一批中型氮肥厂，扩建了大连、南京、天津、锦西等地的化工老企业，组建了一批化工研究所及设计施工队伍。随后开始了塑料及合成纤维产品的生产，60年代开发了大庆油田，在兰州建成了用天然气为原料生产乙烯的装置，它标志着我国石油化学工业的开始。70年代，随着石油化学工业的快速发展，相继建成了十几个以油气为原料的大型合成氨厂，并在北京、上海、辽宁、四川、吉林、黑龙江、山东、江苏等地建成了一大批大型石油化工企业，使我国的石油化学工业初具规模。从而带动了高分子生产技术、精细化工生产技术和生物化工生产技术的快速发展。

(3) 改革开放后的化学工业 改革开放以后，我国相继引进了一大批先进技术和装置，并通过对原用装置进行技术挖潜和技术改造、节能减耗，使化学工业得到突飞猛进的发展。1996年尿素产量已居世界首位；1998年化学纤维产量已超过美国，居世界首位；2007年我国乙烯总产量已突破1000万吨，拥有18个年产量在60万吨以上的乙烯装置。

目前，我国化学加工业需要进一步优化产业结构，努力提高产品质量，节能减排，降低生产成本，强化环境保护，高度重视安全生产，建立现代企业制度，培养大批的技术人才，继续走引进、消化、吸收、创新，重在创新上下工夫的化学工业发展的思路，努力赶超世界先进水平。

二、化工生产技术的分类、特点 (The Classification and Characteristics of Chemical Technology)

1. 化工生产技术的分类

化工生产技术主要是指将基础原料、基本原料或中间产物经化学合成、物理分离或化学的、物理的复配得到化工产品的工业生产技术。

(1) 按生产产品的结构和性质分类 按所生产的产品结构和性质不同，将化工生产技术分为无机化工生产技术、有机化工生产技术、精细化学品生产技术和高分子化工生产技术。

(2) 按化工生产的起始原料分类 按化工生产过程的起始原料不同化工生产技术可分为，煤化工生产技术、天然气化工生产技术、石油化工生产技术、盐化工生产技术和生物质化工生产技术等。煤化工生产技术，早期是煤焦油生产技术，获得芳烃、萘、蒽等化工原料