

HUAXUE GONGYI YUANLI
YU YINGYONG YANJIU

化学工艺原理 与应用研究

何润霞 徐晓冬 李秀华 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

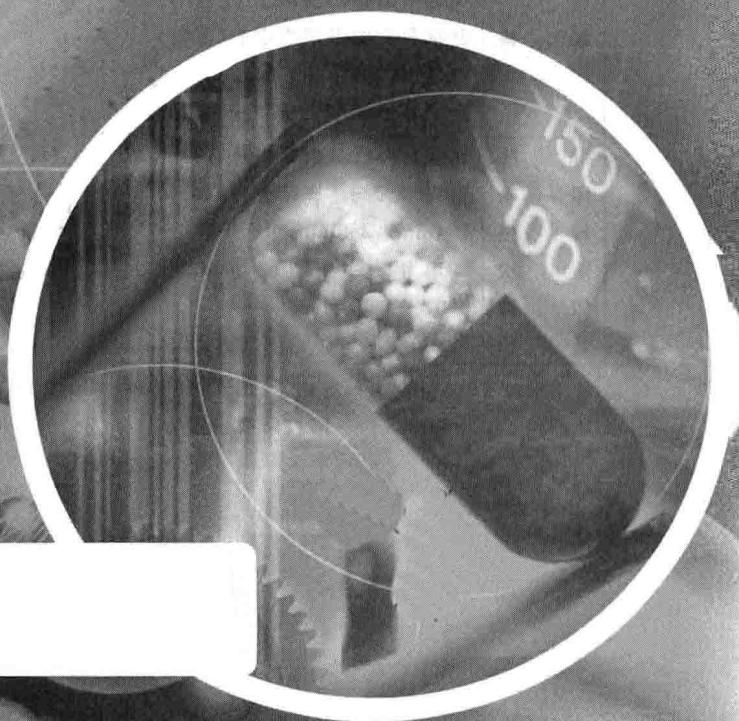
HUAXUE GONGYI YUANLI
YU YINGYONG YANJIU

化学工艺原理 与应用研究

何润霞 徐晓冬 李秀华 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



内 容 提 要

本书依据现代化学工艺发展的基本特点,从化学工业出发,结合理论知识,系统阐述了无机物和有机化学品的制备原理、生产方法、工艺条件的选择、工艺流程和关键设备,全面介绍了当今国内外化学工业的概貌和化学品的生产方法。本书可供非化工专业大学本科生和高级技工学校化工工艺及相关专业的学生使用,也可作为化工企业培训和化工操作人员的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

化学工艺原理与应用研究/何润霞,徐晓冬,李秀华编著. —北京:中国水利水电出版社,2014. 1

ISBN 978-7-5170-1747-9

I. ①化… II. ①何…②徐…③李… III. ①化工生产—工艺学 IV. ①TQ06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 024079 号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:杨元泓 封面设计:崔 蕾

书 名	化学工艺原理与应用研究
作 者	何润霞 徐晓冬 李秀华 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100037) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、68362619(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京鑫海胜蓝数码科技有限公司
印 刷	三河市天润建兴印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 17.5印张 426千字
版 次	2014年6月第1版 2014年6月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	62.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

化学工业作为国民经济的支柱产业,是发展农业的支撑,高新技术的基础,生产和生活资料的源泉。世界各国都积极加快发展化学工业,新产品、新工艺、新技术和新设备不断涌现,不仅极大地丰富了人们的物质文化生活,也有力地促进了国民经济的发展和社会的文明与进步。进入 21 世纪以来,资源利用的多元化、产品结构的精细化、技术创新的现代化、发展方向的绿色化等已成为当代化学工业发展的新趋势和新特点。

近年来由于化工行业的迅速发展,新工艺、新技术、新设备、新操作不断得到了广泛应用,为适应现代化学工业发展的新形势,特编撰了《化学工艺原理与应用研究》一书。本书与以往书籍不同,书中既讨论了化学工业理论基础,同时也将有机化学工艺与无机化学工艺融入其中,因此,是一本无机化学工艺与有机化学工艺并重讲解的书籍。

本书在讲述化学工艺基本方法的基础上,重点介绍了现代化学工业的主要领域及其典型产品的制备原理、生产方法、工艺条件、工艺流程、关键设备及其材料的选用、安全意识和环境保护等,使读者了解现代化学工艺的发展趋势,熟悉化学工艺的生产及其特点,认识能源、资源、环境与化学工艺学可持续发展的深刻内涵,具有优化知识结构、拓展专业视野、提高综合素质的功能,以提高从事多种工作的适应能力。本书在内容编撰上力求做到言语简练,文字流畅,思路清晰,重点突出,内容详略得当,循序渐进、深入浅出、联系实际、触类旁通。

全书共 12 章,取材新颖,着力体现时代特点。在介绍传统化学工艺的基础上,突出石油工艺和高分子材料工艺,重点论述了各类化学工艺的最佳流程,注重将绿色化学工艺、清洁生产技术,渗透到全书,以提高读者的环保意识。本书的主要内容包括:化学工艺的基础内容,无机化工反应单元工艺、有机化学反应单元工艺、精细化工反应单元工艺,氨、硫酸、氯碱、纯碱、煤、石油、高分子材料的生产工艺,以及化学工艺与环境保护的相关知识。涉及面广,以体现灵活性。

尽管经过多次修改,但限于作者水平,书中不完善之处在所难免,恳请广大同行、读者批评指正。

作者

2013 年 12 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 化学工业的分类及特征	1
1.2 化学工业的原料资源和主要产品	3
1.3 化工生产过程及流程	12
1.4 化工工艺计算	14
第 2 章 无机化工反应单元工艺	25
2.1 焙烧与煅烧工艺	25
2.2 浸取工艺	39
2.3 复分解工艺	53
第 3 章 有机化学反应单元工艺	58
3.1 烃类热裂解工艺	58
3.2 氯化工艺	63
3.3 烷基化工艺	69
第 4 章 合成氨工业	75
4.1 概述	75
4.2 合成氨原料气的制备与净化	77
4.3 氨合成	88
第 5 章 硫酸工业	92
5.1 概述	92
5.2 硫酸生产工艺	95
5.3 二氧化硫炉气的制备	99
5.4 炉气的净化	102
5.5 二氧化硫的催化氧化	109
5.6 三氧化硫的吸收	114

第 6 章 氯碱工业	118
6.1 概述	118
6.2 食盐水溶液电解工艺	120
6.3 电解产物的后处理	131
第 7 章 纯碱工业	136
7.1 概述	136
7.2 氨碱法制纯碱	138
7.3 联合法制取纯碱和氯化铵	155
第 8 章 煤化学工业	160
8.1 概述	160
8.2 煤的干馏	165
8.3 煤的气化	169
8.4 煤的液化	171
第 9 章 石油化学工业	176
9.1 概述	176
9.2 原油加工方法	181
9.3 常减压蒸馏	185
9.4 催化裂化	187
9.5 催化重整	193
9.6 石油的化工利用	199
第 10 章 精细化工反应单元工艺	203
10.1 概述	203
10.2 精细有机合成反应	207
10.3 精细有机合成工艺实例	229
第 11 章 高分子材料工业	235
11.1 合成纤维工艺	235
11.2 合成橡胶工艺	243
11.3 塑料工艺	247

第 12 章 化学工艺与环境保护	257
12.1 工业污染源、污染分类和排放标准	257
12.2 三废的净化和利用	259
12.3 绿色化学工艺	266
参考文献	272

第 1 章 绪论

1.1 化学工业的分类及特征

1.1.1 化学工业的分类

化学工业的分类,不同时代,不同国家,不尽相同。化学工业既是原材料工业,又是加工工业;既有生产资料的生产,又有生活资料的生产。化学工业的分类比较复杂。按照习惯将化学工业分为无机化学工业和有机化学工业两大类。随着化学工业的发展,新的领域和行业、跨门类的部门越来越多,两大类的划分已不能适应化学工业发展的需要。如果按产品应用来分,可分为化学肥料工业、染料工业、农药工业等;如果从原料角度可分为天然气化学工业、石油化学工业、煤化学工业等;也有从产品的化学组成来分类,如低分子单体、高分子聚合物等;还有以加工过程的方法来分类,如食盐电解工业、农产品发酵工业等。往往某一种产品可以列在这一类,又可以列在另一类。

总的说来,化学工业包括石油化工、煤化工、盐化工、精细化工等,其中石油化工是国家的支柱产业之一。

化学工业按照 GB/T 4754—94《国民经济行业分类与代码》,按行业管理分工包括下列范围。

①化学矿采选业:硫矿采选业;磷矿采选业;天然钾盐采选业;硼矿采选业;其他化学矿采选业。

②基本化学原料制造业:无机酸制造业;烧碱制造业;纯碱制造业;无机盐制造业;其他基本化学原料制造业(包括氧化物单质、工业气体等的生产)。

③化学肥料制造业:氮肥制造业;磷肥制造业;钾肥制造业;复合肥料制造业;微量元素制造业;其他化学肥料制造业(包括腐殖酸肥、磷矿粉肥及混合肥料的生产)。

④化学农药制造业(包括防治农作物病虫害的杀虫剂和清洁卫生用的杀虫剂、杀菌剂及除草剂、植物生长调节剂、微生物农药、杀鼠剂等的生产);化学原药制造业;农药制剂加工业。

⑤有机化学产品制造业:有机化工原料制造业;涂料制造业;颜料制造业;染料制造业;其他有机化学产品制造业。

⑥合成材料制造业:热固性树脂及塑料制造业;工程塑料制造业;功能高分子制造业;有机硅氟材料制造业;合成橡胶制造业;合成纤维单(聚合)体制造业;其他合成材料制造业。

⑦专用化学产品制造业:化学试剂、助剂制造业(包括试剂、催化剂、塑料助剂、印染助剂、炭黑及其他化学助剂的生产);专项化学用品制造业(黏合剂、水处理化学品、造纸化学品、皮革化学品、油田化学品、生物工程化工、表面活性剂、碳纤维、化学陶瓷纤维等特种纤维及高功能化工产品生产);信息化学品制造业(包括感光材料、磁记录材料、电子材料、光纤通信用辅助材料等,如感光胶片、磁带、磁盘、荧光粉、液晶材料等的生产);添加剂(包括食品添加剂、饲料

添加剂的生产)制造业。

⑧橡胶制品业:轮胎制造业;橡胶板、管、带制造业;橡胶零件制造业;再生橡胶制造业;橡胶靴鞋制造业;日用橡胶制品业;橡胶制品翻修业;其他橡胶制品业(如胶乳制品、橡胶密封制品、医用和食品用橡胶制品等)。

⑨专用设备制造业:化学工业专用设备制造业;橡胶工业专用设备制造业;塑料工业专用设备制造业。

1.1.2 化学工业的特征

化学工业有很多区别于其他工业部门的特征,主要体现在以下几个方面。

(1)投资较高、企业规模大型化

化学工业的发展在很大程度上要依靠科研和新技术开发的成果,而科研、开发的经费很高;引进技术和专利也需要资金;工艺流程长,生产设备多;使用昂贵的特殊材料和自动化程度很高的装置,所以投资较高。装置规模适当扩大,可开展综合利用,有利于降低产品成本。

(2)高度机械化、自动化、连续化的生产装置要求高技术水平

现代化工企业生产过程高度连续性,要求有理想的自动控制系统来保证产品质量。因此不仅要有化工工艺的工程技术人员,而且要有电气、仪表、电脑、机械设备、分析的工程技术人员,还要有众多具有一定文化技术素质、较强的现代化工艺操作能力、能熟练进行化工岗位操作的操作工人。

(3)综合性强

化学工业是原料多种类、生产方法多样化和产品品种多的工业部门。许多化工生产过程之间存在着各种不同形式的纵向联系和横向联系。如炼焦工业生产出的副产焦油,可进一步加工生产其他化工产品;同样的生产线、同样的设备变换用不同的原料可生产出不同的产品。

(4)能源消耗大,综合利用潜力大

化工产品的生产多以煤、石油为原料、燃料和动力,现代化工是燃料和电力的最大用户之一。化学反应过程也是能量转移的过程,反应过程中释放的热量是一种有价值的能源,综合利用化学反应热,是化工生产技术进步的一个重要内容。一般在化工生产过程中,参加化学反应的物质除了生成主产品外,还有一些副产物和废水、废气、废渣,造成能源和资源的很大浪费。化工生产过程中排放的“三废”种类繁多,排放量大,一般多是有害的、甚至是剧毒物质。因此,“三废”的形成不仅浪费原材料,而且污染环境,危及人类健康。所以化工企业加强“三废”综合治理十分重要,可以变废为宝,不仅节约资源和能源,而且对于保护环境、造福人类意义更大。

(5)安全生产要求严格

化工生产具有易燃、易爆、易中毒,高温、高压、腐蚀性强等特点,工艺过程多变,因此不安全因素很多,不严格按照工艺规程和岗位操作法生产,就容易发生事故。但是只要化工生产过程严格执行安全生产规程,事故是可以避免的。尤其是连续性的大型化工生产装置,要想充分发挥现代化工业生产的优越性,保证高效、经济地生产,就必须高度重视安全,确保装置长期、连续地安全运转。

1.2 化学工业的原料资源和主要产品

通常生产化工产品的起始物料称为化工原料。化学工业的基础原料可以是煤、石油、天然气等天然资源,也可以是某一些生物质、水、空气以及无机矿物质等,它们经过一系列化学加工,得到化工产品或新的化工基础原料。化工原料在化工生产中具有非常重要的作用,在产品生产成本中,有时原料所占的费用高达60%~70%,因此原料路线的选择是否恰当至关重要。

化工原料具有一个共同的特点,就是产品中一般都含有原料的部分原子,但对不同的生产过程可能存在不同的情况。如用乙炔和氯化氢两种原料可以合成氯乙烯产品;用原料乙醇经分解反应脱除水分后就可以得产品乙烯;又如一些精细化工产品只需将原料与某些助剂混合,就可得到目的产品。

对于某些产品需要用两种以上原料来合成时,往往是把提供产品分子结构主体的原料称为主要原料,如乙醛氧化法制取醋酸,乙醛为主要原料,而氧气是氧化剂。但有时也难分出主次,如氮和氢合成氨,则难于分出主次。

总之,原料必须经过化学反应或一系列加工过程才能变成目的产品。一种原料经过不同的化学反应可以得到不同的产品;不同的原料经过不同的化学变化也可以得到同一种产品;而且某一种物质是原料还是产品也不是绝对的,要根据实际生产过程的需要来具体确定。如:乙烯水合法生产乙醇,其中乙烯是原料,乙醇是产品;而在某些情况下又可以采用乙醇脱水的方法来得到乙烯,此时乙醇就是原料,而乙烯则为产品。在更多的情况下,前一工序生产的产品,往往用作第二工序的原料。如:生产聚苯乙烯产品,用乙苯为原料经脱氢反应生产苯乙烯,单体苯乙烯可以作为产品出售,也可以作为后一工序(聚合反应)生产聚苯乙烯的原料。

1.2.1 化学工业的原料资源

化学工业的基础原料指的是一些可以用来加工生产化工基本原料或产品的、在自然界天然存在的资源。它们既有有机的,又有无机的。有机原料有石油、天然气、煤和生物质,无机原料有空气、水、盐、矿物质和金属矿。这些天然资源来源丰富,价格低廉,经过一系列化学加工以后,即可得到很有价值的化工基本原料和化工产品。在从天然资源加工得到的产物中,往往还可以利用那些价格低廉的副产物进一步生产化工基本原料,这对降低原料成本更有意义。例如,利用石油炼制副产的轻汽油和炼厂气,煤焦化副产的焦炉气和煤焦油等进一步生产化工原料等。

化学工业的基本原料指的是一些低碳原子的烷烃,烯烃(包括双烯烃),炔烃,芳香烃和合成气,三酸、二碱、无机盐等。如最常用的乙烯、丙烯、丁烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯,乙炔、萘、甲烷、乙烷、一氧化碳、氢气、氮气、水、氯化钠等。由这些基本原料出发,可以合成一系列有机中间产品和最终产品,也可以合成一系列无机产品,如氨等。常见的由化工基础原料加工得到化工基本原料的路线如图1-1所示。

石油、天然气、煤等原料都是矿物能源。任何其他工业部门都不像化学工业那样在原料和能源之间有着如此密切的联系,因此,矿物原料的供应情况和价格对化学工业的影响远远大于其他工业部门。因为化学工业大量消耗能源,所以每一次能源供应的变化都会对化学工业产

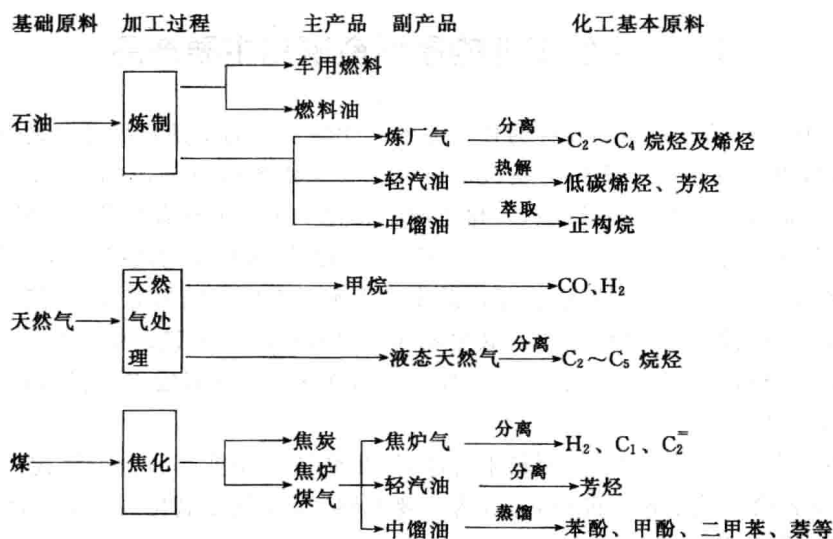


图 1-1 由化工基础原料加工得到化工基本原料

生能源和原料双重的影响。

在现代大型化工发展的初期,其原料是以煤为基础,20 世纪 50 年代中期以来,煤逐渐被石油和天然气所取代。1950~1975 年间,世界范围内能源消耗的结构发生了很大变化,煤的比例从 60% 逐渐下降到 30%,而石油的比例则从 25% 上升到 45%。

20 世纪 80 年代,由于石油和天然气开采加工技术成熟,应用广泛以及运输和分配费用低等原因,使其无论在绝对数量或在能源构成百分比上都成为主要的能源,其次是煤。80 年代初期,全世界每年消耗石油 28~30 亿吨,其中用作化工原料和化工生产消耗的能源共约 2.5 亿吨,约占 8%~9%。可见,用作化工原料的石油和天然气只是一小部分,绝大部分都作为能源消耗了。由于技术路线的改变是个复杂的问题,因此在相当长的一段时间内仍将依靠石油作为主要能源。但从化工的观点看,石油产品作为能源(燃料)消耗是不经济的。

石油和天然气的优势在于其所含化合物的碳氢比对化工产品的生产更为有利。石油、天然气的碳氢比为 1:2~1:4,而煤的碳氢比仅大于 1,因此采用石油和天然气生产碳氢比为 1:2 的乙烯和丙烯成本较低。碳氢比为 1:1 的苯约有 10% 来自煤,碳氢比大于 1 的萘、蒽等芳烃则主要从煤中提取。

确切预测矿物原料的可供量是不容易的,如在 1979 年布加勒斯特世界石油会议上预言石油可用 30 年,而 1983 年在伦敦举行的世界石油大会上则认为可用 65 年。

根据德国地质科学和原料局的资料,世界矿物原料的估计储量相当于 120000 亿吨标准煤(1t 标准煤相当于 29.3×10^6 kJ 能量),而被证明有经济开采价值的储量约为 9000 亿吨标准煤。目前,世界年需求量约为 90 亿吨标准煤,但这些数字未考虑发展中国家消费的增长,而且可开采储量在地球上各处也不是均匀分布的。在工业发达的国家其石油储量不足全世界石油储量的 10%,所以必须依靠从产油的发展中国家输入。

随着消费量的增加,如果没有新的原料储量发现,能源的缺口将变得更大。总之,以天然资源为主要基础原料的化学工业与其能源市场的发展紧密相关,要在不久的将来摆脱原料与

能源的依赖是不现实的。据专家预测,20 世纪不会出现石油和天然气紧缺,但在 2000 年以后,以煤为原料的化学工业将会有上升的趋势。

在化工企业,除消耗原料来生产目的产品以外,还要消耗一些辅助材料,这些材料与原料一起统称为原材料。辅助材料是相对主要原料而言的,它是反应过程中的辅助原料成分,如助剂和各种添加剂,有些辅助材料则不进入产品分子中,如催化反应使用的催化剂,溶液聚合使用的溶剂等。

1.2.2 化学工业的主要产品

在化工生产中常用到下述各种有关产品的基本概念。

(1) 产品

通过生产过程加工出来的物品即为产品。化工产品一般是指由原料经化学反应、化工单元操作等加工方法生产出来的新物料。产品出厂前都要经过一定的质量检查,化工产品的质量除通常要用纯度或浓度来衡量外,还应采用其他各项指标(如外观、颜色、粒度、晶度、黏度、杂质含量等)来区分,根据产品质量的好坏可分为不同的等级。有时候也根据不同用途的要求,生产不同规格(如粒度、晶形、黏度、聚合度、浓度等)的产品。不同等级、不同规格的产品,用途不同,其价格也不相同。

(2) 成品

加工完毕,经检验达到质量要求,可以向外供应的产品即为成品。一个化工厂至少有一种产品是成品,而更多的情况是一个化工厂同时有两种以上的多种成品。

(3) 半成品

在由两步以上多道工序组成的化工生产过程中,其中任何一个中间步骤得到的产品,都称为半成品或中间产品,半成品一般不出售,只供给后一工序的生产作为原料使用。以乙烯为原料生产醋酸为例:首先乙烯氧化生成乙醛,乙醛再经氧化反应生成目的产品醋酸。此时,醋酸是成品,而乙醛是前一工序的产品,又是后一工序的原料,从全过程来看,乙醛就是半成品,或称中间产品。中间产品也应控制一定的质量指标,满足后工序生产的要求。

(4) 副产品

对化工过程而言,生产某种主产品的同时,由于副反应或其他原因,在得到主产品的同时,如果经过分离等处理,可以得到另一种或多种产品,这种在主产品之外,附带得到的化工产品就称为副产品。有效地回收副产品,不仅能够降低主产品的生产成本,而且可以减少环境污染,是一件很有意义的工作。例如用 100t 煤经高温炼焦可以生产主产品焦炭 77t,如果将出炉煤气经过分离处理,可以同时得到多种副产品:煤焦油 3.5t,硫酸铵 1t,粗苯 1t 和焦炉气 32000m³。如果将煤焦油和粗苯再经分离,副产品的种类会更多,价值更高,经济效益也更好。

(5) 联产品

有的化工生产过程,一套装置同时生产两种以上的主产品,则可将它们互称为联产品。最常见的例子是在同一套装置里用异丙苯氧化法联产苯酚和丙酮两个产品。

(6) 商品

为交换而生产并经检验和包装的产品称为商品。商品具有使用价值和经济价值的双重性质。化工产品要作为商品出售,要有必要的质量要求,并按照国家标准划分的等级和规格,还

要以一定的形式进行包装。

(7) 废品

不合出厂规格的产品就称为废品。生产过程出现废品将使产品失去原有的价值,也失去了经济效益。因此,化工生产过程一定要严格按照工艺规程的要求,控制好工艺条件,严把质量关,避免废品的出现。一旦因难于避免的原因而出现废品,也要想办法回收处理,不应随意弃之,从而造成环境污染。

1. 基本有机化学工业的主要产品

(1) 碳一系列主要化学产品

碳一系列的化学产品包括从甲烷和合成气出发生产的两大类产品。甲烷系列主要产品如图 1-2 所示。合成气系列产品是指以一氧化碳、甲醇为原料生产的产品,如图 1-3 所示。

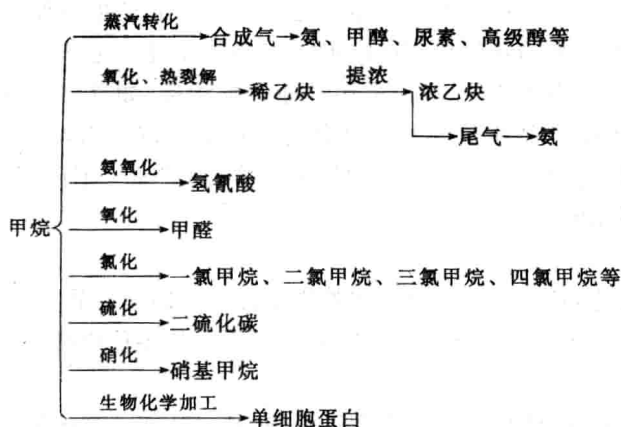


图 1-2 甲烷系列主要产品

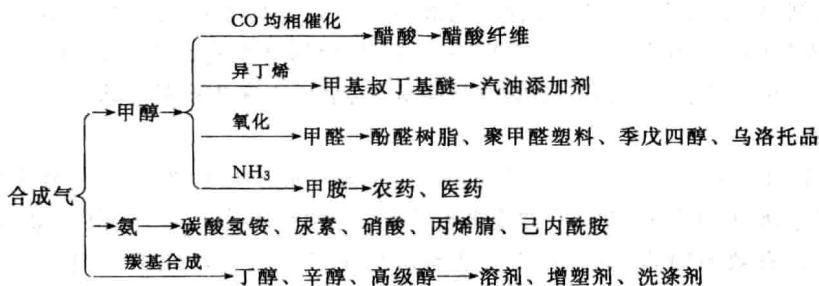


图 1-3 合成气系列主要产品

(2) 碳二系列主要化学产品

碳二系列化学产品包括从乙烯和乙炔出发的两大类产品。

乙烯是基本有机化学工业中最重要、产量最大的一种基本原料,从乙烯出发可以合成许多重要的有机化工产品。乙烯用途中,目前用量最大的产品是聚乙烯(高密度聚乙烯、低密度聚乙烯等)、环氧乙烷、二氯乙烷等。乙烯系列的主要产品如图 1-4 所示。

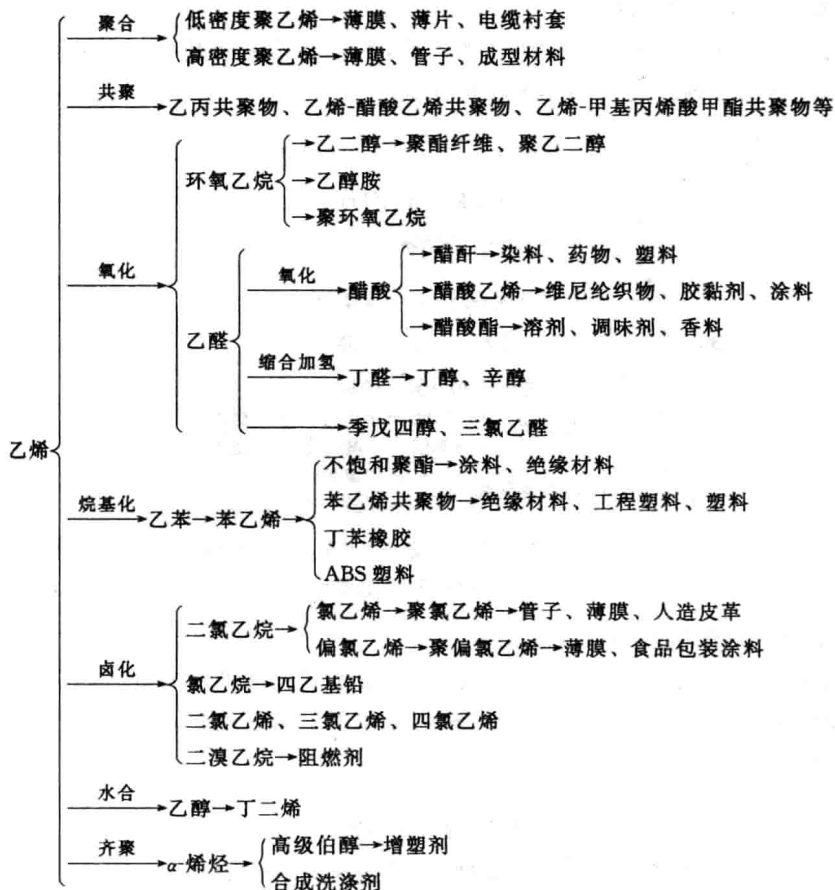


图 1-4 乙烯系列主要产品

乙炔化学工业在 50 年代以前一直占主要地位,从 60 年代起,由于石油化学工业的发展,一部分以乙炔为原料生产的产品逐步转向以乙烯和丙烯为原料。而我国产量较大的氯乙烯、醋酸乙烯等产品有以乙烯为原料生产的,也有以乙炔为原料生产的。乙炔系列的主要产品如图 1-5 所示。

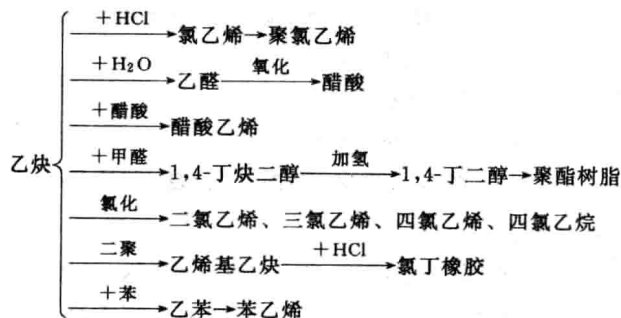


图 1-5 乙炔系列主要产品

(3) 碳三系列主要化学产品

碳三系列化学产品即以丙烯出发生产的产品,其在基本有机化学工业中的重要性仅次于乙烯系列产品。丙烯系列主要产品如图 1-6 所示。

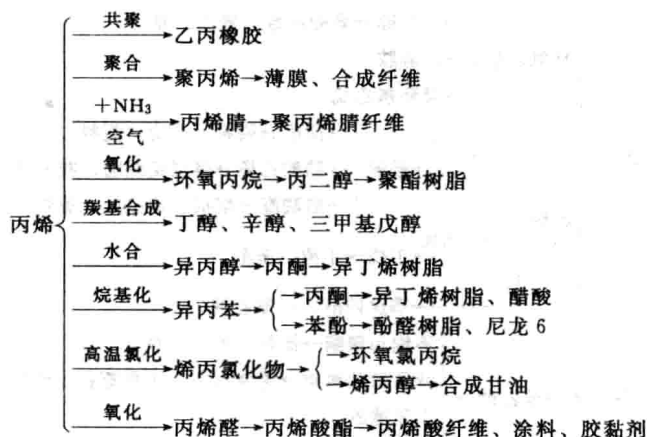


图 1-6 丙烯系列主要产品

(4) 碳四系列主要化学产品

碳四烃来源丰富,可以从油田气、炼厂气、烃类裂解制乙烯副产的碳四馏分中得到,是基本有机化学工业的重要原料。尤其是正丁烯、异丁烯和丁二烯最重要,其次是正丁烷。碳四烃系列的主要产品如图 1-7 所示。

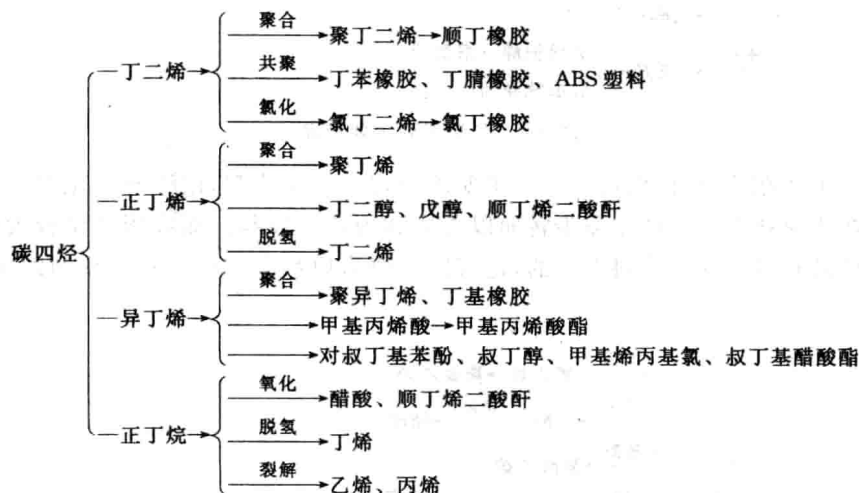


图 1-7 碳四烃系列主要产品

(5) 芳烃系列主要化学产品

芳烃中以苯、甲苯、二甲苯和萘最为重要。苯、甲苯、二甲苯可以直接作溶剂使用,也可以进一步作基本原料来生产多种有机化工产品。芳烃系列的主要产品如图 1-8 所示。

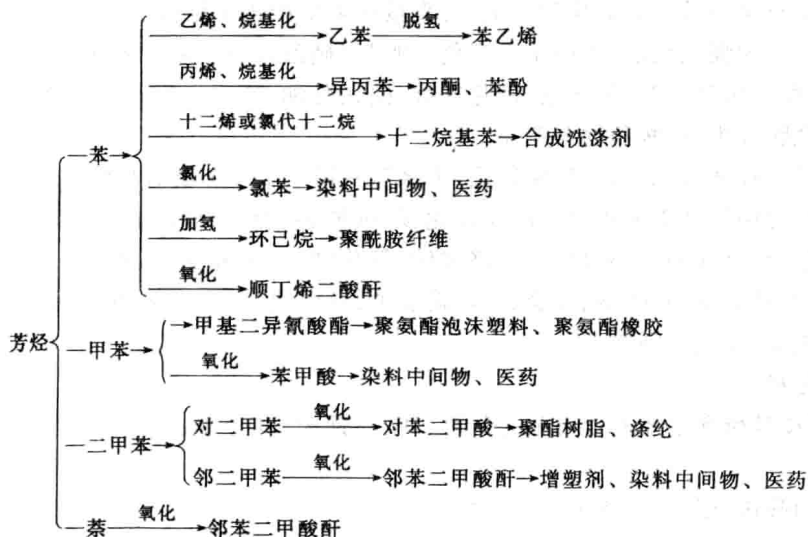


图 1-8 芳烃系列主要产品

2. 无机化工主要产品

(1) 氨及氨加工产品

氨是一种用途很广的基本化学产品,氨水本身就是一种高效氮肥,液氨也可作冷冻剂使用。氨作为一种重要的工业原料,可加工得到如下主要产品。

①含氮肥料尿素、碳酸氢铵、硝酸铵、硫酸铵、氯化铵以及复合肥料等。

②基本化工主要产品硝酸、各种含氮的无机盐。

③硝基化合物三硝基甲苯、三硝基苯酚、硝化甘油、硝化纤维等多种炸药以及生产导弹、火箭的推进剂和氧化剂。

④有机含氮产品含氮中间体、磺胺类药物、氨基塑料、聚酰胺纤维、丁腈橡胶等。

(2) 氯碱工业产品

氯碱工业联产的主产品是烧碱和氯气,同时副产氢气。作为基本化工原料的“三酸二碱”,氯碱工业的盐酸和烧碱占其中的两种,此外氯和氢还可进一步加工成许多化工产品。氯碱工业及其主要产品如下所示。

①烧碱:是一种用途很广的化工产品,也可用来生产肥皂和洗涤剂等。

②液氯:可用于水的消毒,氯气可用来生产漂白、消毒用的无机氯产品(次氯酸钠、次氯酸钙);有机氯农药(如速灭威、含氯菊酯等);有机氯产品(聚氯乙烯、含氯溶剂 1,1,1-三氯乙烷、二氯乙烷、三氯甲烷、环氧氯丙烷、氯丁橡胶、氟氯烃等)。

③氢气:除用于合成 HCl 气制盐酸和生产聚氯乙烯外,还可用于各种加氢反应,生产硬化油、过氧化氢、二氨基甲苯以及炼钨、生产多晶硅等金属氧化物还原过程。

(3) 无机酸和无机盐

在基本化学过程中产量最大、用途最广的无机酸是硫酸、硝酸和盐酸,中国的硫酸产量最大,硝酸次之。无机盐是一类产品众多、服务面广泛的原料行业,世界上无机盐的品种多达 4000 多种,国内生产较多的有 400~500 种。无机酸和无机盐的主要产品如下所示。

①硫酸:本身是一种重要的化学试剂,可直接用来生产化学肥料(如硫酸铵、硫酸钾等)。

②硝酸:是一种强氧化剂,可用于生产化学肥料(硝酸铵、硝酸钾、硝酸钙等),在有机合成中引入硝基制取三硝基甲苯、苦味酸、硝化纤维、硝化甘油,还可以用于生产苯胺、邻苯二甲酸以及塑料、聚酰胺纤维、磺胺药物等产品。

③盐酸:是一种强酸,可与硝酸配制成“王水”,并用于生产金属氯化物(如氯化锌)等。

④无机盐:常用的基本无机盐产品如氯化钡、碳酸钡、硼酸、硼砂、溴素、轻质碳酸钙、碳酸钾、无水三氯化铝、氯酸钾、三氧化铬、重铬酸钠、氰化钠、无水氟化氢、碘、轻质氧化镁、高锰酸钾、二氧化锰、亚硝酸钠、硝酸钠、黄磷、三聚磷酸钠、硅酸钠、二硫化磷、硫化钠、硫酸铝、连二亚硫酸钠、过氧化氢、氢氧化钾等。

(4) 化学肥料

化学肥料按其所含主要养分可分为氮肥、磷肥、钾肥、复合肥、微量元素五大类,主要产品如下所示。

①氮肥:硝酸铵、尿素、碳酸氢铵、氯化铵、氨水。

②磷肥:过磷酸钙、重过磷酸钙、富过磷酸钙、钙镁磷肥、脱氟磷肥、钢渣磷肥、沉淀磷酸钙、偏磷酸钙、磷矿粉。

③钾肥:氯化钾、硫酸钾、窑灰钾肥。

④复合(混合)肥:磷酸铵、硫磷铵、尿素磷铵、硝酸磷肥、硝酸钾、偏磷酸铵、钾氮混肥、氮磷钾三元复合肥料、液体混肥。

⑤微量元素:硼、铜、锰、锌、钼等很多种类。

3. 合成高分子化工主要产品

(1) 塑料

塑料是以合成或天然高分子化合物为基本成分,在加工过程中辅以填料、增塑剂、颜料、稳定剂等助剂塑制成型,而产品最后能保持形状不变的材料。塑料有几十个品种,按实际应用情况和塑料性能特点可分为通用塑料、工程塑料和耐高温塑料三类,主要产品如下所示。

①通用塑料:聚氯乙烯、聚烯烃、聚苯乙烯及其共聚物、酚醛塑料、氨基塑料。

②工程塑料:聚酰胺塑料、聚碳酸酯、聚甲醛、聚二甲基苯醚、氯化聚醚、聚砜、聚邻(间)苯二甲酸二烯丙酯、聚酯树脂。

③耐高温塑料及其他:含氟塑料、硅树脂、耐高温芳杂环聚合物、聚酚酯、环氧树脂、不饱和聚酯、有机玻璃(聚甲基丙烯酸甲酯)、聚氨酯、离子交换树脂。

(2) 合成纤维

合成纤维是化学纤维中的一类,是以合成高分子化合物为原料制得的化学纤维的总称。与人造纤维相比,一般强度较好,吸湿率较小,染色较难。按其用途和性能分为通用型合成纤维和特种合成纤维两大类,主要产品如下所示。

①通用型合成纤维:锦纶(聚酰胺纤维,如尼龙6、尼龙66)、涤纶(聚酯纤维,如聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维)、腈纶(聚丙烯腈纤维)、维纶(聚乙烯醇缩甲醛纤维)、丙纶(聚丙烯纤维)、氯纶(聚氯乙烯纤维)。

②特种合成纤维:复合材料用的增强纤维(碳纤维、对苯二甲酰对苯二胺纤维、芳酰胺共聚纤维、聚四氟乙烯纤维、聚酰亚胺纤维)、光导纤维(氟化有机玻璃)、中空纤维(聚砜中空纤维、