

高等学校教材

精细化工工艺教程

张洁 屈撑国 李彦 编著

石油工业出版社

高等学校教材

精细化工工艺教程

张 洁 屈撑国 李 彦 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了不同功能的精细化工产品的通用生产工艺和典型实例,可作为高等院校教学用书,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

精细化工工艺教程/张洁等编著.

北京:石油工业出版社,2004.10

ISBN 7-5021-4782-9

I.精…

II.张…

III.精细化工-生产工艺-高等学校-教材

IV.TQ062

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 091733 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:11.5

字数:295 千字 印数:1—2000 册

定价:18.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

当今,化学化工行业生产的精细化率已成为世界各国化学化工行业发达水平的重要标志之一,精细化工的相关教学内容已成为化学及化工专业学习的必设课程。

由于精细化工领域所涉及的学科和行业较宽,现已公开出版的关于精细化工工艺的专业教科书或专著大多篇幅长、内容繁杂且很少附有习题。随着教学改革的不深入,专业课程的教学时数在不断缩减,因此,精细化工工艺的专业课程教学迫切需要系统性和针对性强且选材精练并具有代表性和前沿性的教材。

本教材是在西安石油大学的精细化工工艺专业课程教学中已使用了七遍的自编讲义的基础上,不断在教学实践中修改完善而成的。本教材以教程的形式,系统地介绍了不同功能的精细化工产品的通用生产工艺和典型实例,由浅入深地对各类精细化工产品的经典流程进行了精练地解析,并从中尽量体现出当代精细化工生产技术的先进性、科学性、新颖性和实用性。

通过本教材的学习和使用,旨在使读者熟练掌握精细化工的技术领域、典型精细化工产品生产的原料来源、加工过程及其工艺原理,了解典型精细化工产品的使用性能及使用方法,对精细化工工艺技术的现状和发展趋势有全面的了解。

本教材共 11 章,其中第 1、5、6、7、11 章由张洁编写,第 2、3、4、9、10 章由屈撑囤编写,第 8 章由李彦编写。全书由马宝歧教授审阅。

本教材除作教学用书外,也可供从事精细化工工艺技术人员、工程人员和生产人员参考。

本教材的公开出版,得到了石油工业出版社教材出版中心的全面支持,特此衷心致谢!并真诚地希望该教材在其发行使用中,得到广大读者的喜爱和指正,使之日臻完善。

作 者

2004 年 7 月于西安石油大学

目 录

1 绪论	(1)
1.1 精细化工的定义	(1)
1.2 精细化工的范畴及其产品分类	(2)
1.3 精细化工的特点	(3)
1.4 发展精细化工的战略意义	(6)
1.5 精细化工发展的重点和动向	(6)
习题	(8)
参考文献	(9)
2 化学试剂制备	(10)
2.1 概述	(10)
2.2 化学试剂制备的要求	(17)
2.3 提纯与精制	(18)
2.4 典型化学试剂的制备	(20)
习题	(22)
参考文献	(22)
3 表面活性产品生产工艺	(23)
3.1 表面活性剂基本性质	(23)
3.2 阴离子型表面活性剂及其生产工艺	(25)
3.3 阳离子型表面活性剂及其生产工艺	(28)
3.4 两性型表面活性剂及其生产工艺	(30)
3.5 非离子型表面活性剂及其生产工艺	(33)
3.6 特殊类型表面活性剂及其生产工艺	(36)
习题	(36)
参考文献	(37)
4 水处理剂及化学清洗剂制备工艺	(38)
4.1 概述	(38)
4.2 水处理絮凝剂及制备工艺	(38)
4.3 水处理缓蚀剂	(42)
4.4 水处理阻垢剂	(44)
4.5 微生物杀灭剂	(45)
4.6 设备清洗及清洗剂	(50)
习题	(52)
参考文献	(53)

5 橡塑助剂生产工艺	(54)
5.1 概述	(54)
5.2 增塑剂	(55)
5.3 稳定剂	(63)
5.4 硫化体系助剂	(66)
5.5 增黏剂	(70)
5.6 阻燃剂	(70)
5.7 润滑剂	(71)
5.8 抗静电剂	(72)
5.9 着色剂	(72)
5.10 发泡剂	(72)
习题	(73)
参考文献	(73)
6 胶黏剂	(75)
6.1 概述	(75)
6.2 无机胶黏剂	(77)
6.3 天然胶黏剂	(78)
6.4 合成聚合物胶黏剂	(78)
习题	(90)
参考文献	(91)
7 涂料	(92)
7.1 概述	(92)
7.2 按剂型分类的重要涂料	(94)
7.3 按成膜物质分类的重要涂料	(95)
7.4 涂料添加剂	(105)
7.5 涂料生产工艺实例	(106)
习题	(109)
参考文献	(110)
8 燃料及润滑油添加剂及其生产工艺	(111)
8.1 概述	(111)
8.2 燃料添加剂及其生产工艺	(112)
8.3 润滑油添加剂及其生产工艺	(118)
习题	(129)
参考文献	(130)
9 精细油田化学品及其生产工艺	(131)
9.1 概述	(131)
9.2 钻井用化学剂及生产工艺	(131)
9.3 固井、保护油气层完井液用化学剂及生产工艺	(134)

9.4 油气开采用化学剂	(135)
9.5 油气集输用化学剂	(140)
习题	(143)
参考文献	(144)
10 功能高分子及其合成工艺	(145)
10.1 概述	(145)
10.2 具有分离功能的高分子	(147)
10.3 固相合成和模板聚合	(156)
10.4 高分子催化剂	(157)
习题	(159)
参考文献	(159)
11 生物化学品生产工艺	(161)
11.1 酶的基本概念和特性	(161)
11.2 酶制剂生产	(162)
11.3 固定化酶和固定化细胞	(165)
11.4 生物化学品生产	(166)
11.5 发酵法生产乙醇	(169)
习题	(177)
参考文献	(177)

1 绪 论

1.1 精细化工的定义

精细化工产品又称精细化学品(Fine Chemicals),是化学工业用来与通用化工产品或大宗化学品(Heavy Chemicals)相区分的一个专用术语。前者指一些具有特定应用性能的、合成工艺中步骤繁多、反应复杂、产量小而产值高的产品,例如农药、黏合剂等;后者指一些应用范围广泛、生产中化工技术要求高、产量大的产品,例如石油化工中的合成树脂、合成橡胶及合成纤维三大合成材料等。

随着科学的进步,逐步达到能够利用合成与复配的方法获得在应用性能上可以代替甚至超过天然物质的产品时,精细化学工业才开始出现。

“精细化学工业”(Fine Chemical Industry)通常简称为“精细化工”,是生产精细化学品工业的通称。近 20 多年来,由于社会生产水平及人类生活水平的提高,化学工业产品结构的变化以及开发新技术的要求,精细化工产品愈来愈受到重视,其产值比重逐年上升,生产精细化工产品的行业现已成为化学工业中的一个独立分支。

“精细化学品”一词在国外沿用已久,欧美国家大多将我国和日本所称的精细化学品分为精细化学品和专用化学品(Specialty Chemicals)。其依据侧重于从产品的功能性来区分,销售量小的化学型产品称为“精细化学品”;销售量小的功能型产品称为“专用化学品”。也就是说,精细化学品是按其分子组成(即作为化合物)来销售的小批量产品,强调的是产品的规格和纯度;专用化学品也是小批量产品,但却是根据它们的功能来销售的,强调的是其功能。如何区别精细化学品与专用化学品,可归纳为以下 6 点:

(1)精细化学品多为单一化合物,可以用化学式表示其成分;而专用化学品很少是单一的化合物,常常是若干种化学品组成的复合物或复配物,通常不能用化学式表示其成分。

(2)精细化学品不都是最终使用性产品,可进一步复配加工,故用途较广;而专用化学品的加工度更高,大多为最终使用性产品,用途较窄。

(3)精细化学品大体是用一种方法或类似的方法制造的,不同厂家的产品基本上没有差别;而专用化学品的制造,各生产厂家互不相同,产品有差别,甚至可完全不同。

(4)精细化学品是按其所含的化学成分来销售的,而专用化学品是按其功能销售的。

(5)精细化学品的生命期相对较长,而专用化学品的生命期短,产品更新很快。

(6)专用化学品的附加价值率、利润率更高,技术秘密性更强,更需要依靠专利保护或对技术诀窍严加保密,新产品的生产可完全依靠本企业的技术开发。

实际上欧美国家广泛使用“专用化学品”一词,而很少使用“精细化学品”这个词。因为精细化学品是通往专用化学品的“阶梯”;且随着新技术革命的不断深入,有独特功能的专用化学品将保持较高的发展速度。

对精细化学品的定义,到现在为止,还没有一个公认的比较严格的提法;但归纳起来,不外乎是从产品制造角度和从技术经济角度来下定义。其中得到了较多人公认的一种定义,是指对基本化学工业生产的初级或次级化学品进行深加工而制取的具有特定功能、特定用途、小批

量生产的系列产品,称为精细化学品,有时也称为专用化学品。这些产品具备许多特点:如产品门类多,有不同的品种牌号,商品性强,生产工艺精细,有些产品的化学反应与工艺步骤复杂(如药物),附加价值高,投资少,利润大,对市场适应性强,服务性强,产品更新换代快,技术密集性高,商品富于竞争性,研究经费一般高于其他化工部门等等。

1.2 精细化工的范畴及其产品分类

精细化工的范畴相当广泛,包括的范围也无定论。各国对精细化工范畴的规定是有差别的。纵观世界主要工业国家关于精细化学品的范围可以看出,虽然有些不同,但并无多大差别,只是划分的范围宽窄不同而已。随着科学技术的不断发展,一些新兴的精细化工行业正在不断出现且行业越分越细。日本《精细化工年鉴》中共分为 51 个行业类别,即医药、农药、合成染料、有机颜料、涂料、黏合剂、香料、化妆品、盥洗品、表面活性剂、合成洗涤剂、肥皂、印刷用油墨、塑料增塑剂,其他塑料添加剂、橡胶添加剂、成像材料、电子用化学品与电子材料、饲料添加剂、催化剂、合成沸石、试剂、油品添加剂、润滑剂、保健食品、金属表面处理剂、食品添加剂、混凝土外加剂、水处理剂、工业杀菌防霉剂、芳香除臭剂、造纸用化学品、纤维用化学品、溶剂与中间体、皮革用化学品、油田用化学品、汽车用化学品、炭黑、脂肪酸及其衍生物、稀有气体、稀有金属、精细陶瓷、无机纤维、贮氢合金、非晶态合金、火药与推进剂、酶、生物技术、功能高分子材料等。

为了统一精细化工产品的口径,加快调整产品结构,发展精细化工,并作为今后规划和统计的依据,我国化学工业部对精细化工产品的分类作了暂行规定,把精细化工产品分为 11 大类。这种分类主要是考虑了化学工业部所属精细化工行业的情况,今后能不断地补充和修改,具体分类如下:

- (1)农药;
- (2)染料;
- (3)涂料;
- (4)颜料;
- (5)试剂和高纯物;
- (6)信息用化学品(包括感光材料、磁性材料等能接受电磁波的化学品);
- (7)食品和饲料添加剂;
- (8)黏合剂;
- (9)催化剂和各种助剂;
- (10)化学药品(原料药)和日用化学品;
- (11)功能高分子材料。

其中催化剂和各种助剂一项,又包括以下内容:

- (1)催化剂,分为炼油用、石油化工用、有机化工用、合成氨用、硫酸用、环保用和其他用途的催化剂;
- (2)印染助剂,含柔软剂、匀染剂、分散剂、抗静电剂、纤维用阻燃剂等;
- (3)塑料助剂,含增塑剂、稳定剂、发泡剂、阻燃剂;
- (4)橡胶助剂,含促进剂、防老剂、再生胶活化剂等;
- (5)水处理剂,含水质稳定剂、缓蚀剂、软水剂、杀菌灭藻剂、絮凝剂等;
- (6)纤维抽丝用油剂,涤纶长丝用、涤纶短丝用、锦纶用、腈纶用、丙纶用、维纶用、玻璃丝用

油剂等；

(7)有机抽提剂,吡咯烷酮系列、脂肪烃系列、乙腈系列、糠醛系列等；

(8)高分子聚合物添加剂,含引发剂、阻聚剂、终止剂、调节剂、活化剂等；

(9)表面活性剂,除家用洗涤剂以外的阳性、阴性、中性和非离子型表面活性剂；

(10)皮革助剂,含合成鞣剂、涂饰剂、加脂剂、光亮剂、软皮油等；

(11)农药用助剂,含乳化剂、增效剂等；

(12)油田化学品,含原油降凝剂和破乳剂、钻(完)井液添加剂、油层改造工作液助剂、地层流体流动性改进剂等；

(13)混凝土用添加剂,含减水剂、防水剂、脱模剂、泡沫剂(加气混凝土用)、嵌缝油膏等；

(14)机械、冶金用助剂,含防锈剂、清洗剂、电镀用助剂、各种焊接用助剂、渗碳剂、汽车等机动车用防冻剂等；

(15)油品用添加剂,含防水、增黏、耐高温等各类添加剂、汽油抗震、液压传动、变压器油和刹车油添加剂等；

(16)炭黑(橡胶制品的补强剂),分高耐磨、半补强、色素炭黑、乙炔炭黑等；

(17)吸附剂,稀土分子筛系列、氧化铝系列、天然沸石系列、二氧化硅系列、活性白土系列等；

(18)电子工业专用化学品(不包括光刻胶、掺杂物、MOS 试剂等高纯物和高纯气体),含显像管用碳酸钾、氟化物、助焊剂、石墨乳等；

(19)纸张添加剂,含增白剂、补强剂、防水剂、填充剂等；

(20)其他助剂,如玻璃防霉剂、乳胶凝固剂。

需要注意的是,上述分类主要是从化学工业部的行业范围相关规定出发,并未包含精细化工的全部内容,例如医药制剂、酶、化妆品、精细陶瓷等。由于我国精细化工起步较晚,目前精细化工产品所包括的门类比国外还少很多,但这种差距正在逐步缩小。

1.3 精细化工的特点

1.3.1 多品种、小批量

每种精细化工产品都有其一定的应用范围,以满足社会的不同需要。从精细化工的范畴和分类可以看出,精细化学品必然具有多品种的特点。由于产品应用面窄,针对性强,特别是专用品和特制配方的产品,往往是一种类型的产品可以有多种牌号,因而使新品种和新剂型不断出现,日新月异,因此多品种这一点实际上是精细化工的一个重要特征。以表面活性剂为例,众所周知,表面活性剂的基本作用是改变不同两相间的界面张力。根据这一点,就可以利用其所具有的润湿、洗净、浸渗、乳化、分散、增溶、起泡、消泡,凝聚、平滑、柔软、减摩、杀菌、抗静电、防锈和匀染等界面性能,做成多种多样的洗净剂、渗透剂、扩散剂,起泡剂、消泡剂、乳化剂、破乳剂、分散剂、杀菌剂、湿润剂、柔软剂、抗静电剂、抑制剂、防锈剂、防结块剂、防雾剂、脱皮剂、增溶剂、精炼剂等等,并将它们用于国民经济各部门中,例如纺织、石油、轻工、印染、造纸、皮革、食品、化纤、化工、冶金、煤炭、建筑、采矿、医药、农业等。这些产品的品种多,产量小。例如,国外表面活性剂的品种就有 5000 多种,且每年仍以增加 100 个新品种的速度扩增其生产品种。再如化妆品国外生产已达 37 类,法国仅头发专用化妆品类就多达 2000 种牌号。

精细化工产品一般都有一定的寿命,通常是起初处于萌芽期,其销售量较少;以后进入成长期,而在成长前期销售量增长较快,到了后期增长变慢;然后达到饱和期,其销售量不再增

长;最后进入衰退期,逐渐被新产品所取代。因此,不断开发新品种、新剂型、新配方和提高开发新品种的创新能力,是当前国际上精细化工发展的总趋势。

1.3.2 技术密集度高

精细化工是综合性较强的技术密集型工业。要生产一个优质的精细化工产品,除了化学合成以外,还必须考虑如何使其商品化,这就要求多门学科知识的互相配合及综合运用。就合成而言,由于步骤多,工序长,影响收率及质量的因素很多,而每一生产步骤(包括后处理)都涉及生产控制和质量鉴定,因此,要想获得高质量、高收率、且性能稳定的产品,就需要掌握先进的技术和进行科学管理。不仅如此,同类精细化工产品之间的相互竞争也是十分激烈的。为了提高竞争力,必须坚持不懈地开展科学研究,注意采用新技术、新工艺和新设备,及时掌握国内外情报,搞好信息贮存。

因此,一个精细化学品的研究开发,要从市场调查、原料开发、产品合成、产品应用、市场开发以及技术服务等全面考虑和实施,这需要解决一系列的技术课题,渗透着多方面的技术、知识、经验和手段。从另一个方面,精细化工产品的技术开发成功率是比较低的,特别是医药和生物用的药物,随着对药效和安全性越来越严格的要求,造成了新品种开发的时间长、费用大,其结果必然造成高度的技术垄断。按目前统计,开发一种新药约需5~10年,其耗资可达2000万美元。如果按化学工业的各个部门来统计,医药上的研究开发投资最高,可达年销售额的14%;对一般精细化工产品来说,研究开发投资占年销售额的6%~7%则是正常现象。而精细化工产品的开发成功率都很低,如在印染的专利开发中,经常成功率在0.1%~0.2%。

技术密集还表现为情报密集、信息快。由于精细化工产品是根据具体应用对象而设计的,它们的要求经常会变化,一旦有新的要求提出,就必须按照新要求来重新设计化合物结构,或对原有的结构进行调整和改进,从而出现新产品。此外,大量的基础研究产生的新化学品也需要寻找新的用途。为此,某些大化学公司已经开始采用新型计算机信息处理技术对国际化学界研制的各种新化合物进行贮存、分类以及功能检索,以达到快速设计和筛选的目的。

技术密集这一特点还反映在精细化工产品的生产中技术保密性强,专利垄断性强。这几乎是精细化工公司的共同特点。它们通过自己的技术开发部拥有的技术进行生产,并以此为手段在国内及国外市场上进行激烈竞争。因此,一个具体品种的市场寿命往往很短。例如,新药的市场寿命通常只有3~4年。在这种激烈而又不断改进的形势下,专利权的保护是十分重要的。我国已实行了专利法,这对精细化工产品的生产无疑会起到十分重要的作用。

1.3.3 组合生产流程和多功能生产装置

多数精细化工产品需要由基本原料出发,经过深加工才能制得,因而生产流程一般较长,工序较多。由于这些产品的需求量不大,故往往采用间歇式装置生产。虽然精细化工产品品种繁多,但从合成角度看,其合成单元反应不外乎十几种,尤其是一些同系列产品,其合成单元反应及所采用的生产过程和设备,有很多相似之处。近年来,许多生产工厂广泛采用多品种组合生产流程,设计和制作用途广、功能多的生产装置。也就是说,一套流程装置可以经常改变生产品种的牌号,使其具有相当大的适应性,以适应精细化工产品多品种、小批量的特点。精细化工最合理的设计方案是按单元反应来组织反应设备,用若干个单元反应器组合起来生产不同的产品。单元反应器的生产能力可以随产品市场需求量的变化而灵活调整,对一个具体品种来说,通过几批甚至于一批生产就可以满足年产量的要求。精细化工产品的生产,通常以间歇反应为主,采用批量生产。这种做法收到了明显的经济效益,但同时对生产管理和操作人员的素质却提出了更高的要求。

1.3.4 大量采用复配技术

大量采用复配技术也是精细化工产品加工的特点之一。为了满足各种专门用途的需要,许多由化学合成得到的产品,除了要求加工成多种剂型(粉剂、粒剂、可湿剂、乳剂、液剂等)外,常常必须加入多种其他试剂进行复配。由于应用对象的特殊性,很难采用单一的化合物来满足要求,于是配方的研究便成为决定性的因素。例如,在合成纤维纺织用的油剂中,要求合成纤维纺丝油剂应具备以下特性:平滑、抗静电、有集束或抱合作用,热稳定性好,挥发性低,对金属无腐蚀,可洗性好等。由于合成纤维的形式及品种不同,如长丝或短丝,加工的方式不同,如高速纺或低速纺,则所用的油剂也不同。为了满足上述各种要求,合成纤维纺丝油剂都是多组分的复配产品,其成分以润滑油及表面活性剂为主,配以抗静电剂等助剂,有时配方中会涉及到 10 多种组分。又如金属清洗剂,组分中要求有溶剂、除锈剂等。其他如化妆品,常用的脂肪醇不过很少的几种,而由其复配衍生出来的商品,则是五花八门,难以作确切的统计。农药,表面活性剂等门类的产品,情况也类似。有时为了使用户使用方便及安全,也可将单一产品加工成复合组分商品,如液体染料就是为了印染工业避免粉尘污染环境 and 便于自动化计量而提出的,它们的组分要用到分散剂、防沉淀剂、防冻剂、防腐剂等。

因此,经过剂型加工和复配技术所制成的商品数目,往往远远超过由合成而得到的单一产品数目。采用复配技术所推出的产品,具有增效、改性和扩大应用范围等功能,其性能往往超过结构单一的产品。因此,掌握复配技术是使精细化工产品具备市场竞争能力的一个极为重要的方面。但这也是目前我国精细化工发展的一个薄弱环节,必须给予足够的重视。

1.3.5 投资少、附加价值高、利润大

精细化学品一般产量都较少,装置规模也较小,很多是采用间歇生产方式,其通用性强,与连续化生产的大装置相比,具有投资少、见效快的特点,也就是说投资效率高。

投资效率(%) = (附加价值/固定资产) × 100%

另外,在配制新品种、新剂型时,技术难度并不一定很大,但新品种的销售价格却比原品种有很大提高,其利润较高。

附加价值是指在产品的产值中扣去原材料、税金、设备和厂房的折旧费后,剩余部分的价值。这部分价值是指当产品从原材料开始经加工至产品的过程中实际增加的价值,它包括利润、工人劳动、动力消耗以及技术开发等费用,所以称为附加价值,附加价值不等于利润。因为若某种产品加工深度大,则工人劳动及动力消耗也大,技术开发的费用也会增加;而利润则受各种因素的影响,例如是否属垄断技术,市场的需求量如何等。附加价值高可以反映出产品加工中所需的劳动、技术利用情况以及利润是否高等。国外有一个统计,每投入价值 100 美元的石油化工原料,产出初级化学品价值为 200 美元,再产出有机中间体价值为 480 美元和最终成品价值为 800 美元;如果进一步加工为塑料、合成橡胶和纤维以及清洗剂和化妆品,则可产生价值 800 美元的中间产品和价值 5400 美元的最终产品;如再深一步加工成用户直接使用的家庭耐用品、纺织品、鞋、汽车材料、书刊印刷物等,则总产值可达 10600 美元,也即比原来的 100 美元投入增值为 106 倍。精细化工产品的附加值与销售额的比率在化学工业的各大部门中是最高的,而从整个精细化工工业的一些部门来看,附加价值最高的是医药。

如果单纯从利润的观点看,精细化工产品的利润是较高的。根据对世界 100 家大型化工公司的统计材料看,销售利润率在 15% 以上的有 60 家,它们均生产精细化工产品,因而就出现了精细化工工业投资周期短、效益高的特点。但是,利润率高的原因在很大程度上来自技术垄断,而产品的质量是否能达到要求也十分重要,这些都是达到高利润所不可忽视的因素。

1.4 发展精细化工的战略意义

精细化工与工农业、国防、人民生活和尖端科学技术都有着极为密切的关系。工业发达国家经过 20 世纪 70 年代两次石油危机,由于原料价格猛涨,致使经济受到很大的冲击。这促使其大型石化企业大量采用高新技术,在节能、技改、降低成本的同时,调整产品结构,向下游深度加工,向产品精细化、功能化,向综合生产的方向发展,走高附加值的生产路线,来发展精细化工产品。近几年来石油化工发展的一个最大特点是产品结构精细化,其发展趋势是化学工业内部行业结构、产品结构逐渐向高技术化、精细化、专用化方向发展,结构调整趋于优化。

精细化工是与经济建设和人民生活密切相关的重要工业部门,是化学工业发展的战略重点之一。精细化工是各项工业生产和人们生活日益高档化的必然需求,也是化学工业向深度加工和精细加工发展的必然趋势。精细化工在 20 世纪 70 年代之所以得到蓬勃的发展,也是由于当时石油化工已经能够比原来的煤化工和农副产品加工提供出品种更多、质优、价廉的原料和中间体,从而促进了精细化工的大力发展,而且逐步形成了精细化工的门类和体系。

化工产品的精细化程度是 21 世纪在世界范围内衡量一个国家化学工业发达水平的重要标志之一,发展精细化工产品已成为全球发达国家生产经营发展战略的重心。日本、美国、德国等发达国家的精细化工产值率已高达 65% ~ 75%;我国现在的精细化工产值率仅为 30% ~ 35%,致使我国石化工业和各项工业中所需的精细化学品有相当数量需要进口,每年要消耗数十亿美元的外汇,国内许多化工产品由于加工的精细程度不够高,在国际市场上无竞争力,这不能不引起我们的重视。

近几年来,我国在精细化工产品的开发、生产和应用上也有可观的成就,科研、教育和生产管理的技术队伍正在迅速成长,然而,这些只能看作是今后发展的一个起点。20 世纪 80 年代以来,各国在高科技领域的发展上竞争激烈,因此我们必须要有紧迫感和危机感,必须大力加快精细化工的发展,争夺高新技术的优势,使我国精细化工在世界新科技发展中占有重要的地位。这对我国国民经济的发展,提高科学技术水平,增强产品的国际竞争力,提高社会和经济效益都具有重要的现实意义和深远的战略意义。

高科技领域一般是指当代科学、技术和工程的前沿,而精细化工是当代高科技领域中不可缺少的重要组成部分,与精细化工密切相关的新科技领域包括各类新材料、新能源、电子信息、生物技术、航空航天技术和海洋开发技术等,发达国家以及我国都正在对化学工业的发展重点进行战略性转移,大力加快精细化工的发展。

1.5 精细化工发展的重点和动向

在 20 世纪末,全球化工科技发展已由仿制型向创新型过渡,并由劳动密集型过渡到技术密集型。结合我国国民经济总体规划要求,围绕以乙烯为龙头的石油化工的发展建设,发展深度加工和精细加工的石油化工技术,大力加快精细化工的发展,使我国化工产品精细化率达到 50% 以上,并以国际市场为导向,加速国内化工产品与产业结构的调整,其发展的重点和动向可归纳为以下三个方面。

1.5.1 传统精细化学品的更新换代

化学农药工业重点是发展高效、安全、经济的新产品,如杀虫剂,杀菌剂等;近期以新制剂和新剂型的加工为主,尽量满足农业对各种剂型产品的需求;远期有限选择开发新的原药。

染料工业重点发展纺织印染需求量大的活性染料、分散染料、还原染料等;以及涂料、油墨

和塑料加工用的高档有机颜料及助剂;近期以外引内联嫁接的办法发展后加工技术为主。

涂料工业以发展满足建筑、汽车、电器、交通(船舶、路标)、家具需要的高档涂料,解决恶劣条件下的防腐难题,着重抓好低污染、节能型新品种的研制。主要有水性涂料、高固体组分涂料、粉末涂料、光固化涂料等;同时重视涂料用无机颜料和配套树脂、助剂、填料、溶剂的开发。

黏合剂工业重点是发展低毒(或无毒),中低温固化和高强耐候品种,开发功能型的新品种,尤其注重开发鞋用黏合剂。

化学试剂重点加强分离提纯技术研究,狠抓试剂门类品种的开发,实现超净高纯试剂、生物工程用试剂、临床诊断试剂、有机合成试剂的产品系列化。

感光材料和磁记录材料要瞄准世界先进水平,走“先仿后创”的路子。摄影化学材料要在现有各种冲洗套药的基础上,主攻柯达和富士彩色胶卷冲洗套药的国产化;感光化学材料主攻高纯硝酸银(彩色胶卷用);磁记录材料要发展国际上有竞争能力的出口创汇产品,同时实现数字磁记录产品系列的配套,并加强有关方面的研究开发力量,建立相应的研究与开发中心。

1.5.2 加快精细化学品新领域的开发

当代高科技新领域的开发是精细化工发展的战略目标。近几年来,世界各国都在大力发展精细化工,已使整个化学工业向高精尖方向取得了长足的进步。但目前的精细化工产品,其品种、质量和技术水平还不能满足各行各业的发展需要。有些产品品种单调,没有形成系列地研究、开发;有些品种能耗高、质量差,在市场上很难有竞争力。国内精细化工的科学研究水平虽有创新但仍是以仿制为主,不适应改革开放的大环境。因此,要加快精细化工新产品及影响精细化工后续产品开发的重要原料的研究与开发。

精细化工相关的新科技领域包括:各类新型化工材料(功能高分子材料、复合材料)、新能源、电子信息技术、生物技术(包括发酵技术、生物酶技术、细胞融合技术、基因重组技术等)、航空航天技术和海洋开发技术等。

科技发展的任务是要以形成产业化为目标,以广东省为例,重点发展气雾剂系列产品,食品添加剂、变性淀粉、饲料添加剂、高性能表面活性剂、水处理剂、压敏胶生产技术、聚丙烯酰胺、塑料加工助剂、特种润滑油、电子化学品、油田化学品等新领域的精细化学品。

在一些新领域中,如功能高分子材料、电子材料、精细陶瓷、生化制品等领域中的研究,仍十分活跃,因此,新品种的开发仍是今后重点发展的方向。

1.5.3 优先发展的关键技术

借鉴国外化工科技发展,结合我国科技实力,21世纪在国内应优先发展下述几项关键技术,以此来加速和推动我国整个精细化工行业的技术进步。

1.5.3.1 新催化技术

合成反应是精细化工产品生产的基础,化工生产工艺与新催化技术密切相关。新催化技术的重点是开发能促进石油化工发展的膜催化剂、稀土络合催化剂、沸石择型催化剂、固体超强酸催化剂等;发展与精细化工新产品开发密切相关的相转移催化技术、立体定向合成技术、固定化酶发酵技术等特种技术;加强工业规模的研究和应用,加强与新型催化剂相适应的反应器放大、制造等技术开发;设计和开发出若干具有高活性、高选择性、立体定向、稳定性好、寿命长的高效催化剂和相应的催化技术,以满足精细化工发展和国内外市场的需要。

1.5.3.2 新分离技术

开发工业规模的多组分分离,特别是不稳定化合物及功能性物质的高效精密分离技术,对精细化工产品的开发与生产至关重要。

重点开发超临界萃取分离技术,研究用超临界萃取分离技术制取出口创汇率极高的天然植物提取物(如天然色素、天然香油、中草药有效成分等),为超临界萃取分离技术的实用化、国产化提供理论和技术依据,这在精细化工、食品、香料、医药以及石油的深度加工等领域内正在开发应用,发展前景广阔。

另外,着重开展无机膜分离技术在超纯气体、饮用水、制药、石油化工等领域的应用开发;努力突破无机膜催化反应器的开发工作;积极开展精细蒸馏、催促精馏技术的研究以及在香精行业中混合二甲苯高效分离的应用开发。

1.5.3.3 增效复配技术

发达国家化工产品数量与商品数量之比为 1:20,我国目前仅为 1:1.5,不仅品种数量少,而且质量差。关键原因之一是复配增效技术落后。所以加强这方面的应用基础研究及应用技术研究是当务之急,如专门研究表面活性剂的分离方法、洗涤作用、表面改性、微胶囊化、薄膜化及超微粒化技术等。由于应用对象的特殊性,很难采用单一的化合物来满足用户的要求,于是配方以及复配技术的研究就成为产品好坏的决定性因素,因而需要大力加强这方面的研究。

1.5.3.4 超细粉体技术

超细粉体技术是 20 世纪 70 年代兴起的一门固体材料加工技术,可用于精细化学品的后加工。在超细状态下,粉体的物性及化学性质会发生明显的变化。超细粉体技术可使药品的生化作用更趋有效;使油漆、油墨的色彩艳丽而光亮;使涂料黏合得更为牢固;作为橡胶与塑料的填充物时,可改善两者的物化性质,使其更好地满足技术要求等。因而,对该技术的实用化应用技术的研究,前景广阔。

1.5.3.5 气雾剂(CFC)无污染替代技术

臭氧层被破坏这一全球性的环境问题,自 20 世纪 70 年代以来就引起世界各国的极大关注,由于受控物质的禁用时间表不断提前,所以研究其替代物质就更为迫切。

研究在空调制冷、塑料发泡、高效杀虫气雾剂等方面氟氯烃(CFC)无污染替代物及替代技术及其可工业化的合成路线与实用化技术具有重要意义。

其他,如生物技术、聚合物改性技术、计算机化工应用技术、综合治理技术等都与化学工业、精细化工的发展密切相关,它们的突破与发展,都会给经济的发展和社会的进步产生巨大的影响。因此,对它们也应给予足够的重视和优先发展。

总之,生产高功能的精细化学品,若离开了高技术的应用和发展关键技术,是不可能实现的。

习 题

- 1.从能源角度出发,阐述发展精细化工的必要性和重要性。
- 2.在化工产品中,什么样的产品可列入精细化工产品的范畴?
- 3.精细化工有何特点?
- 4.阐述精细化工与农业、轻工业、日用品、国防用品、尖端科技之间的关系。
- 5.为什么精细化工应该特别重视应用研究、采用新技术、实现产品系列化?
- 6.在精细化工企业里,怎样才能把握好策划、生产、经营、服务等环节的配合与实施?
- 7.精细化工的发展动向、最新技术及其工程新技术是什么?
- 8.精细化工与石油化工的关系怎样?

9. 精细化学品、专用化学品、大宗化学品之间有何关系?

10. 为什么说各国的精细化工发展程度是当代全球范围内衡量各国化学工业发达水平的重要标志之一?

参 考 文 献

- 1 赵德丰等. 精细化学品合成化学与应用. 北京: 化学工业出版社, 2001
- 2 钱旭红. 精细化工概论. 北京: 化学工业出版社, 2000
- 3 安家驹. 实用精细化工辞典. 北京: 中国轻工业出版社, 2000
- 4 李东光. 精细化工产品配方与工艺(一). 北京: 化学工业出版社, 2000
- 5 李东光. 精细化工产品配方与工艺(二). 北京: 化学工业出版社, 2000
- 6 姚蒙正. 精细化工产品合成原理. 北京: 中国石化出版社, 2000
- 7 屈撑囤. 精细有机合成反应与工艺. 西安: 西北大学出版社, 2000
- 8 张光华. 精细化学品配方技术. 北京: 中国石化出版社, 1999
- 9 刘必武. 新领域精细化学品. 北京: 化学工业出版社, 1999
- 10 陈开勋. 新领域精细化工. 北京: 中国石化出版社, 1999
- 11 朱法法. 精细化工: 产品、技术与配方. 沈阳: 辽宁科学出版社, 1999
- 12 陈金龙. 精细化工清洁生产工艺技术. 北京: 中国石化出版社, 1999
- 13 孙履厚. 精细化工新材料与技术. 北京: 中国石化出版社, 1998
- 14 曾繁涤. 精细化工产品及其工艺学. 北京: 化学工业出版社, 1997
- 15 李和平. 精细化工工艺学. 北京: 科学出版社, 1997
- 16 化学工业出版社组织编写. 中国化工产品大全. 北京: 化学工业出版社, 1994
- 17 程倡伯译. 精细化工产品的合成及应用. 大连: 大连理工大学出版社, 1987
- 18 殷宗泰. 精细化工概论. 北京: 化学工业出版社, 1985
- 19 张俊甫. 精细化工概论. 北京: 中央电大出版社, 1985

2 化学试剂制备

化学试剂是化学药品中特有的一类产品,主要为科学研究单位、大专院校、教学与检测单位提供进行检测分析、试验、科学研究等活动使用的化学药品。另外化学试剂也包括具有特殊要求的、不适宜于工业大生产的化学原料,如 U_{235} 与 U_{238} 分离过程采用的化学原料。

2.1 概述

2.1.1 品种与分类

化学试剂作为精细化学品的一大类,其突出特点是品种多、门类广。据 1992 ~ 1993 年统计,全世界生产的化学试剂有 60000 多种,常用化学试剂为 12700 多种。

中国国家技术监督局依用途将化学试剂分为:(1)标准试剂;(2)一般无机试剂、有机试剂;(3)高纯试剂、高纯物质;(4)指示剂、特效试剂;(5)生化试剂、临床分析试剂、生物染色剂;(6)仪器分析试剂;(7)其他试剂、标记化合物、同位素试剂等。

2.1.2 标准试剂

标准试剂是在化学分析中使用的那些具有已知含量(确切的纯度)或特性值,其存在量和在反应中的消化量可作为分析度量标准的试剂。标准试剂是衡量其他物质化学量的标准物质。

IUPAC(国际纯粹与应用化学联合会)将化学试剂分为五级(A—E),见表 2-1。

表 2-1 IUPAC 的化学试剂标准分类

A 级	原子量标准物质
B 级	和 A 级最接近的基准试剂
C 级	含量为 $100 \pm 0.2\%$ 标准试剂
D 级	含量为 $100 \pm 0.5\%$ 标准试剂
E 级	以 C 或 D 级试剂标准进行对比测定所得的纯度或相当于这个纯度的试剂,比 D 级纯度低
F 级	以 D 级试剂为标准进行对比测定来决定标准值的标准试剂、标准溶液或相当于它们的试剂,其纯度比 E 级低

注:F 级为参考,IUPAC 不公布。

标准试剂有三个特点:(1)广泛性。标准试剂品种不多,但代表性强(应用性强),往往能通过必要反应,求出相关物质的化学量。(2)准确性。标准试剂在化学试剂中的位置相当于在物理测量中天平的砝码。每一种标准试剂均有特定的含量限定值和主管测定部门。(3)标准试剂与高纯试剂有质的区别。标准试剂的主要矛盾是要严格控制主体含量,而高纯试剂的主要矛盾是要严格控制杂质的含量。就杂质项比较,标准试剂可能不如高纯试剂。

国家标准(GB 601)确定的标准试剂品种有 25 种:

(1)酸碱滴定用:乙酸、盐酸、硫酸、氢氧化钠、碳酸钠标准溶液。

(2)非水滴定用:高氯酸标准溶液。

(3)氧化还原用:硫代硫酸钠、高锰酸钾、硫酸铈、草酸钠、草酸、硫酸亚铁、碘、碘酸钾标准