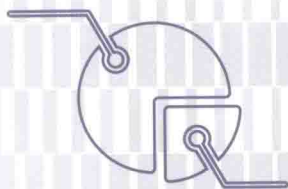
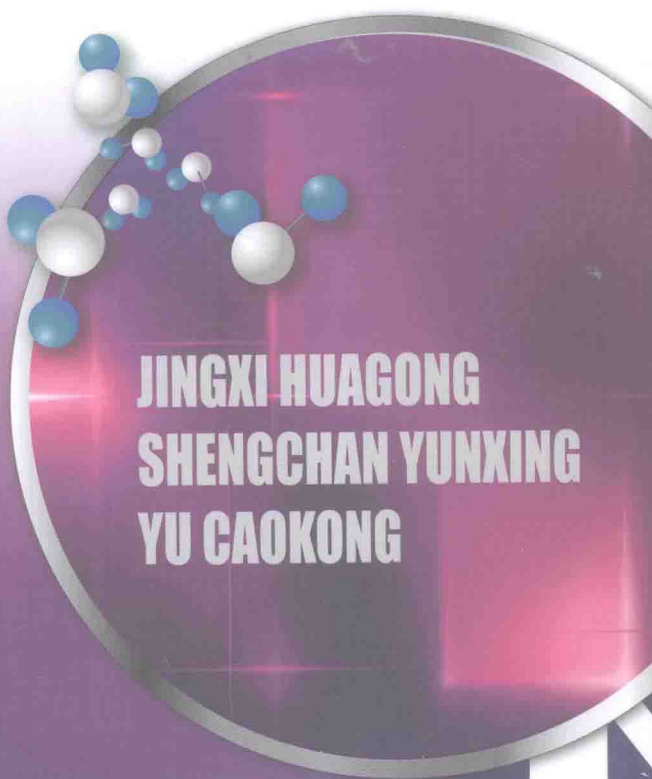


高职高专“十二五”规划教材



精细化工生产运行与操控

王富花 刘风云 主编
沈发治 主审



JINGXI HUAGONG
SHENGCHAN YUNXING
YU CAOKONG



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

精细化工生产运行与操控

王富花 刘风云 主编
沈发治 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材根据高职高专教育的特点和要求,坚持基础知识够用为度的原则,重点介绍了典型精细化工产品的生产技术。全书共包括9个学习情境,每个情境下有2~3个子项目,且9个情境下的1~2个子项目都选择了典型的精细化工产品生产作为学习的载体,范围涵盖了表面活性剂、洗涤剂、助剂、涂料、医药中间体、农药、食品添加剂、化妆品等领域。如十二烷基苯磺酸钠的生产;洗衣粉的生产;增塑剂邻苯二甲酸二辛酯的生产;涂料色漆的生产;扑热息痛的生产;润肤霜的生产;农药敌百虫、溴氰菊酯、麦草畏的生产;食品添加剂对羟基苯甲酸乙酯、红曲色素的生产等。

本教材适合高等职业院校精细化工技术、应用化工生产技术等专业作为教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

精细化工生产运行与操控/王富花,刘风云主编. —北京:化学工业出版社,2014.12

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-22099-8

I. ①精… II. ①王… ②刘… III. ①化工生产-高等职业教育-教材 IV. ①TQ06

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第243565号

责任编辑:窦臻 刘心怡

装帧设计:张辉

责任校对:宋玮

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:北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张11½ 字数302千字 2015年3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

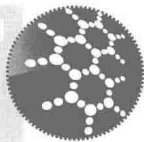
网 址: <http://www.cip.com.cn>

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:30.00元

版权所有 违者必究

前言



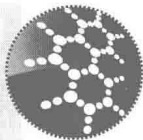
《精细化工生产运行与操控》是为高职高专化工类专业学生学习精细化工产品生产的基本知识与技能而编写的专业教材。与以往同类教材相比，本教材将精细化工生产工序所需要的岗位职业能力需求作为设计的主要出发点，打破以知识传授为主要特征的传统学科体系教材编写模式。教材中各学习情境均以项目为载体，通过接受任务（项目）、分析任务，引出产品合成（制备）原理、生产方法、生产设备装置、实施生产操控，培养学生在精细化工生产中的控制能力、各种设备的操作和调节能力、故障排除能力及其他相关能力。

全书共安排了9个学习情境，每个情境下再分2~3个项目。教材主要介绍：典型精细化工产品生产原理，生产工艺条件及工艺流程，主要设备，产品质量标准，安全环保，常见故障的分析与排除方法等。包括表面活性剂的生产、洗涤剂的生产、助剂的生产、涂料的生产、医药中间体的生产、农药的生产、食品添加剂的生产、化妆品的生产等。

本书由扬州工业职业技术学院王富花、刘风云，扬州职业大学张占军共同编写，情境一~四、情境六、情境七、情境九由王富花编写，情境五由刘风云编写，情境八由张占军编写。王富花负责各章节编写的组织及全书的统稿，并负责全书最终修改与定稿；刘风云负责全书编写内容的总体策划。沈发治负责编写要求的制订及审核。由于教材编写时间紧，编写中一定存在许多不足之处，恳请读者批评指正，我们将在教材今后修订中逐步改进和完善。

编者

2014年6月



目 录

情境一 精细化工生产导引	1
一、精细化工的范畴	1
二、精细化工在国民经济中的地位	3
三、精细化工的特点	4
四、精细化工产品的生产过程及其特殊分离技术	6
五、精细化工的发展趋势及关键技术	8
情境二 表面活性剂的生产	10
项目一 表面活性剂相关知识介绍	10
一、表面活性剂概述	11
二、常规表面活性剂介绍	18
项目二 十二烷基苯磺酸钠的生产	26
一、产品介绍	27
二、项目分析	27
三、十二烷基苯磺酸钠生产	32
四、磺化工艺安全控制方案	38
情境三 洗涤剂的生产	40
项目一 洗涤剂相关知识介绍	40
一、洗涤原理	40
二、洗涤剂的主要成分	41
三、洗涤剂的配方设计	44
项目二 洗衣粉生产	46
一、产品介绍	47
二、项目分析	47
三、洗衣粉生产工艺	51
情境四 助剂的生产	57
项目一 助剂相关知识介绍	57
一、助剂概述	57
二、增塑剂	59
三、稳定剂	61
四、阻燃剂	63

五、润滑剂	64
六、抗静电剂	64
七、发泡剂	65
八、橡胶加工用助剂	65
项目二 增塑剂邻苯二甲酸二辛酯生产	67
一、产品介绍	67
二、项目分析	67
三、DOP 生产	68
四、项目拓展	74

情境五 涂料的生产

76

项目一 涂料的认识	76
一、涂料的定义、作用与分类	76
二、涂料组成	78
三、涂料命名	80
四、涂料的原理	80
五、涂料的发展	81
项目二 色漆生产工艺	82
一、产品介绍	82
二、项目分析	82
三、色漆生产设备	83
四、色漆的生产工艺	89
五、生产过程中应注意的问题	89
六、质量检验与性能测试	91
项目三 乳胶漆的生产	92
一、产品介绍	93
二、项目分析	93
三、乳胶漆生产工艺	94
四、乳胶漆的生产工艺流程	95
五、乳胶漆的生产案例	96
六、乳胶漆施工工艺	97
七、项目总结	98

情境六 医药中间体

100

项目一 医药中间体导论	100
一、概论	100
二、结构与生物活性	101
三、医药中间体（原料药）研发流程及内容	102
四、医药中间体国内现状与发展趋势	104
项目二 扑热息痛的生产	106
一、产品介绍	106

二、项目分析	106
三、项目实施	108
四、技术安全及劳动保护	113
五、卫生条件	113
六、岗位定员	113
七、废水处理	114
项目三 制药废水处理	115
一、制药废水处理技术概论	115
二、制药废水处理工程实例	117

情境七 农药的生产

119

项目一 农药基础知识	119
一、农药的概念	119
二、农药的分类	120
三、农药种类在包装上的标识	122
四、农药的剂型及使用方法	122
五、农药的毒性及在包装上的标识	123
六、农药混配的特点和混配遵循的原则	124
七、农药的发展趋势	124
项目二 几种典型农药的生产	125
一、敌百虫的生产	125
二、杀虫剂溴氰菊酯生产	129
三、除草剂麦草畏的合成工艺	133

情境八 食品添加剂的生产

138

项目一 食品添加剂导论	138
一、定义	138
二、常见的食品添加剂种类及简介	138
三、对生产和使用食品添加剂的要求和管理	139
项目二 食品添加剂及其典型产品生产	140
一、防腐剂及其典型产品生产	140
二、抗氧化剂及其典型产品生产	142
三、着色剂及其典型产品生产	146
四、调味剂及其典型产品生产	154
五、乳化剂及其典型产品生产	158

情境九 化妆品的生产

160

项目一 化妆品的认识	160
一、化妆品	160
二、化妆品组成	161

三、几种化妆品的配方实例	164
项目二 润肤霜的生产	166
一、工作任务	166
二、项目分析	167
三、营养润肤霜的生产	169
四、水剂类化妆品的生产工艺	170
五、粉类化妆品的生产工艺	174

参考文献

176

情境一



精细化工生产导引

! 学习目标

1. 了解精细化工产品的范畴和分类；
2. 理解精细化工的生产特点；
3. 了解完成精细化工产品生产过程中的基本知识与技能；
4. 了解精细化工的发展趋势。

一、精细化工的范畴

材料是人类进行生产、生活的物质基础，材料与能源、信息构成了现代文明的三大支柱。利用石油、天然气、煤和生物质，采用化学和物理方法生产的原材料，称作化工产品或化学品。根据化工产品的功能和用途，分为基本化工产品和精细化工产品。生产精细化工产品的工业称为精细化学工业，简称精细化工。

精细化工的形成与发展与人类的生产、生活密切相关。早期，人们使用的一些材料主要是取自天然。19 世纪以来，以传统的肥皂、香料、医药、染料、颜料的生开始，到 20 世纪中叶，石油化工的兴起，高分子合成材料的发展，合成洗涤剂、黏合剂、涂料、表面活性剂以及能赋予合成材料各种特性的稳定剂、增塑剂等添加剂的出现，精细化工逐渐形成并得到了较大发展，成为一个重要的化工产业部门。

1. 精细化学品概念

精细化学品这个词在国外沿用已久，基本是指加工度高、资料要求高、产量小的化工产品，如医药、染料和香料等。这一释义只是从产品的数量和质量加以描述，不能阐明精细化学品的最本质的功能属性。

精细化工的发展过程，首先开始于资源、能源比较缺乏的国家。如瑞士因缺少化学工业的基本原料，更没有足以吸引一般或大宗化工产品的市场，故只生产少量大宗性化工产品，转而大力发展精细化工产品的生产；日本进入 20 世纪 70 年代以后由于国际形势的动荡及其本身产业结构的不合理，特别是石油危机的出现，其以石油化工为支柱的化学工业受到了灾难性的打击，这迫使日本政府不得不重新考虑其化学工业的发展政策，于是日本政府提出了精细化工。近十多年来，一些工业发达国家，由于能源危机的影响，迫使其更致力于发展精细化工产品，这样一来，不仅使精细化工的内容繁多，形成了庞大的工业部门，而且使精细化工产品的产值占化工总产值中的百分数越来越大，日益成为世界各国重视的化工新兴领

域。60年代以来,发达国家即开始了对精细化工品含义的讨论,然而迄今为止,仍是众说纷纭,尚无一简明、确切而又得到公认的科学定义。但归纳起来,主要有两种代表性的基本意见:日本把凡是具有专门功能,研究开发、制造及应用技术密集度高,配方技术决定产品功能,附加价值高,收益大,批量小,品种多的商品称为精细化学品;另一种是美国克林(Kline)分类法,即采用专用化学品这一术语来代替精细化学品。他将不同的化学品先分为大吨位与小吨位,然后再分为差别性与非差别性共4类。

(1) 大吨位、非差别性化学品 一般可称为通用化学品,如硫酸,尿素等。这些产品都有统一的产品质量标准,即同一种产品,各厂生产的都有统一的规格。

(2) 大吨位、差别性化学品 即通用化学品,如聚氯乙烯、聚氨酯泡沫等。这些产品,同一类中,各厂生产的品种可以有不同的规格、性能和用途。

(3) 小吨位、非差别性化学品 又称精细化学品,如阿司匹林、醋酸苄酯等。产品生产量小,但有统一的商品标准。

(4) 小吨位、差别性化学品 又称专用化学品,如洗发香波、催化剂等。这类产品都有专一性用途,多数是复配方产品。

我国各界对精细化学品的理解和释义也不尽一致,但归纳起来包含两个方面,即从产品制造方面和技术经济方面,认为精细化学品是指对基本化学工业生产的初级或次级化学品进行深度加工的,具有功能或最终使用性的、品种多、产量小、附加价值高的一大类化工产品。所谓功能,就是作用或能力,是指化学品通过物理作用、化学作用、生物作用而产生某种作用或效果。如热导率小的物质用作绝热材料,即利用材料的热导率小的功能。所谓最终使用性,是指不需再加工即可供用户使用。

归纳起来,在我国,凡能增进或赋予一种(类)产品以特定功能或本身拥有特定功能的小批量、高纯度、深加工、附加值和利润率高的化学品称为精细化学品,有时也称精细化工产品或专用化学品。

2. 精细化工的范畴和分类

早在20世纪初,德国人利用煤焦油加工制成的各种染料、医药、农药等,实际上就是精细化学品。60年代,日本首先把精细化工作为一个独立的问题提出来,并加以研究探讨,先后独立出版期刊和年鉴,且建立了精细化学品产业协会。但由于精细化工产品的范围非常广泛,加上各国对精细化工产品的规定不尽相同,且同一国家在发展的不同阶段,对其定义也不尽相同。因此,对精细化工行业的统计分类,目前仍无统一的标准,主要是按性能与用途来划分。

1981年列入日本《精细化工产品年鉴》的有34个行业。到1984年变为35个行业类别,而到1985年又发展为医药、农药、合成染料、有机染料、涂料、黏合剂、香料、化妆品、表面活性剂、合成洗涤剂、肥皂、印刷用油墨、塑料增塑剂、塑料稳定剂、其他塑料添加剂、催化剂、合成沸石、试剂、燃料油添加剂、润滑剂、润滑油添加剂、保健产品、金属表面处理剂、食品添加剂、混凝土外加剂、水处理剂、高分子絮凝剂、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、储氢合金、非晶态合金、火药与推进剂、酶、生物技术、功能高分子等51个行业。日本的这一分类方法是按日本精细化工生产的具体条件归类的,显然不是一项通用准则。各个国家精细化工的实际分类,应视本国的经济体制、生产和生活水平而制定。

我国的精细化工范围,较长时间也尚无明确而统一的确定。1983年曾有权威人士提出38类。1986年为了加快调整产品结构,发展精细化工,化学工业部提出了一种暂行的分类方法,将精细化工产品分成11个大类,即:农药;染料;涂料(包括油墨);颜料;试剂和

高纯物；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）；食品和饲料添加剂；黏合剂；催化剂和各种助剂；化学原药原料药和日用化学品、高分子聚合剂中的功能高分子材料（包括功能膜，偏光材料等）。而其中催化剂和各种助剂一项，又包括以下内容。

① 催化剂：包括应用于炼油、石油化工、有机化工、合成氨、硫酸、环保等方向的各种催化剂。

② 印染助剂：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：增塑剂、稳定剂、发泡剂、塑料用阻燃剂等。

④ 橡胶助剂：促进剂、防老剂、塑解剂、再生胶活化剂等。

⑤ 水处理剂：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：包括应用于涤纶长丝、涤纶短丝、棉纶、腈纶、丙纶、维纶、玻璃丝等的各种油剂。

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。

⑧ 高分子聚合物添加剂：引发剂、阻凝剂、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、两性和非离子型表面活性剂。

⑩ 皮革助剂：合成鞣剂、涂饰剂、加脂剂、光亮剂、软皮油等。

⑪ 农药用助剂：乳化剂、增效剂等。

⑫ 油田用化学品：钻井防塌剂、泥浆用助剂、防蜡降黏剂、油田用破乳剂等。

⑬ 机械、冶金用助剂：防锈剂、清洗剂、电镀用助剂、各种焊接用助剂、渗碳剂、汽车灯机动车用防冻剂等。

⑭ 混凝土用添加剂：减水剂、防水剂、脱模剂、泡沫剂（加气混凝土用）、嵌缝油膏等。

⑮ 油田添加剂：防水、增黏、耐高温等、汽油抗震、液力传动、液压传动、变压器油、刹车油等。

⑯ 炭黑（橡胶制品的补强剂）：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、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 世界等高纯物和高纯气体）：显像管用碳酸钾、氟化物、助焊剂、石墨乳等。

⑲ 纸张用添加剂：增白剂、补强剂、防水剂、填充剂等。

⑳ 其他助剂：玻璃防霉剂、乳胶凝固剂等。

以上分类仅是主要从化工部所管辖的范围来考虑的，并未包含我国精细化工的全部内容，例如医药制剂、香精和香料、酶制剂、精细陶瓷等。随着精细化工的发展，精细化学品应用领域的扩大，精细化学品的类别、品种还会不断增加。

二、精细化工在国民经济中的地位

中国是个人口大国，十多亿人的生存与生存质量与精细化工息息相关。增加粮食产量，需要多种高效低毒的农药、植物生长调节剂、除草剂、复合肥料；抵御疾病需要多种医药、抗生素；石化工业生产需要催化剂、表面活性剂、油品添加剂和橡胶助剂等。服装、丝绸工业需要高质量的染料、纺织助剂、颜料；美化环境、改善居住条件需要不同的涂料、黏合剂；据报道，一台电视机与 2000 多种化学品有关，其中绝大部分是精细化学品。

正由于精细化工对国民经济和人民生活的重大贡献，它被我国列为国民经济发展的战略重点。经过 20 多年的努力，我国精细化工得到了长足的发展。许多精细化工产品产量，如染料、农药等，居世界前列。有部分精细化工产品已能满足国内需求。

精细化工的发展的意义表现在以下几点。①促进了其他行业如农业、医药、纺织印染、皮革、造纸等衣、食、行和用水水平的提高,同时为这些行业带来了经济效益的提高;为生物技术、信息技术、新材料、新能源技术、环保等高新技术的发展提供了保证。②直接为石油化工三大合成材料(塑料、橡胶和纤维)的生产及加工、农业化学品的生产提供催化剂、助剂、特种气体、特种材料(防腐、防高温、耐溶剂)、阻燃剂、膜材料、各种添加剂、工业表面活性剂、环境保护治理化学品等,保证和促进了石油化学工业的发展。③提高了化学工业的加工深度,提高了大的石油公司、大的化工公司的经济效益。④提高了国家的化学工业的整体经济效益,增强了国家的经济实力。

当今,精细化工已成为世界化学工业发展的战略重点之一,也是化学工业激烈竞争的焦点之一。精细化工和粮食生产一样重要,是关系国计民生的、不可或缺的重要经济部门。

精细化工率又称为精细化工产值率,是精细化学品总产值占化学工业产品的总产值的比例。

$$\text{精细化工率}(\%) = \text{精细化学品总值} / \text{化学工业产品的总值} \times 100\%$$

精细化工率是衡量一个国家化学工业发展水平的重要指标之一。美国、欧洲和日本等化学工业发达国家和地区代表了当今世界精细化工的发展水平,这些国家和地区的化工产品精细化工率已达到 60%~70%,而我国精细化工率为 40%左右。

三、精细化工的特点

批量小、品种多、特定功能和专用性质构成了精细化学品的量与质的两个基本特性。精细化学品的生产过程,不同于一般的化学品,它是由化学合成、剂型(制剂)、商品化(标准化)三部分组成的。在每一个生产过程中又派生出各种化学的、物理的、生理的、技术的、经济的要求和考虑,这就导致精细化工必然是具有高技术密集度的产业。精细化工的综合生产特性主要表现在以下几个方面。

1. 多品种、小批量

从精细化工的范畴和分类中,可以看出精细化学品必然具有多品种的特点。一方面是精细化学品的应用面窄、专用性强,特别是专用性品种和特质配方的产品,一种类型的产品往往可以有多种的牌号。另一方面,对于同一化学组成的产品,不同的功能化处理赋予的各种特性,使其具有明显的专用性,逐渐形成产品的多规格、系列化,更使产品品种日益剧增。如活性碳酸钙是轻质、重质碳酸钙经活化剂表面处理后的产物,在处理过程中,可应用的表面活性剂有十几种,经处理后形成的系列化产品,分别专用于橡胶、塑料、造纸、涂料、油墨等行业,形成数量众多的钙盐系列化产品。且产品的更新速度快,用量又不是很大,必然导致精细化学品具有多品种、小批量的特点。例如表面活性剂,国外有 5000 多个品种,日本三洋化成工业公司就生产 1500 多种,且以每年增加 100 个新品种的速度扩大其生产品种。这就要求生产厂家要不断地开发新品种、新剂型,提高新品种的创新能力和在国际上的竞争能力。因此,多品种不仅是化工生产的一个特征,也是评价精细化工综合水平的一个重要标志。

2. 综合生产流程和多功能生产装置

精细化工产品的小批量、多品种特点,决定了精细化工产品的生产通常以间歇式反应为主,采用批次生产。反应在生产上表现为经常更换和更新品种。企业为了增强其随市场需求调整生产能力和品种的灵活性,必须摒弃那种单一产品、单一流程、单用装置的落后生产方式,广泛采用多品种综合生产流程和多功能生产装置。也就是说,一套流程装置可以经常改变产品的品种和牌号,有相当大的适应性。这样就可以充分利用现有

设备和装置的潜力,大大提高经济效益。但同时对生产管理 and 工作人员的素质,也提出了更高更严格的要求。

3. 技术密集、垄断性强

一种精细化学品的研究开发,要从市场调查、产品合成、应用研究、市场开发,甚至技术服务各方面来全面考虑和实施,解决一系列的技术课题。这渗透着多方面的技术,不只是经验和手段。另一方面,精细化工产品更新换代快、市场寿命短、技术专利性强,而新产品技术开发的成功率低、时间长、费用高,其结果必然是造成高度的技术垄断。按目前统计,开发一种新药需 5~10 年,耗资可达 2000 万美元。又如合成染料新产品的开发,成功率为 $1/8000 \sim 1/6000$ 。

技术密集还表现在生产过程中的工艺流程长、单元反应多、原料复杂、中间过程控制要求严等各个方面。如制药工业中,除采用合成原料外,还要采用天然原料,或用生化方法得到的半人工合成中间体。在分离过程中,还要用到异构体分离技术以及旋光异构体的分离技术等。由于反应步骤多,对反应的终点控制和产品提纯就成为精细化学品合成工艺的关键之一。为此,在生产上常大量采用各种近代仪器测试手段,如薄层色谱(TIC)、气象色谱(GC)以及高压液相色谱(HPIC)等。一般认为,化学工业是高技术密集的工业,而精细化工又是化学工业中技术密集更高的部门。

4. 大量采用复配技术

精细化学品由于其应用对象的特殊性,很难采用单一化合物来满足要求,常采用复配技术,即把不同种类的某些成分,采用特定的工艺手段进行配比,以满足某种特性的需要,于是配方的研究则成为决定性的因素。如表面活性剂,国外研究工作的重点,不是开发新品种,而是进行已有品种的配方更新、改进使用性能、扩大应用范围,积极研究多功能配方,配制有综合性能的产品,不断扩大应用领域,利用计算机程序选择最佳价格和综合性能的配方。例如,涂料的配方中,除了以黏结剂为主以外,还需要配以颜料、填料和其他助剂,如增塑剂,固化剂,抗静电剂,阻燃剂等。复配技术具有增效、改性和扩大应用范围等功能。采用复配技术的产品,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力的一个极为重要的方面。

5. 具有特定功能

功能,就是作用或能力,是指化学品通过物理作用、化学作用、生物作用而产生某种功能或效果。若仅以“功能”这一概念,全面概括并准确反映出精细化学品的化学作用、物理性能和生物活性等宏观表征是很难的。因为任何一种化学物质,它的化学作用、物理性能和生物活性,并不完全反映为功能。这三个主要表征如下所述。

(1) 特定的化学作用 指在一定的环境或条件下,化学品增进或赋予某物质以某种特定的影响或变化,如染色、脱污、去杂、阻燃等。有的可能同时伴有物理作用。

(2) 物理性能 指精细化学品自身所具有的物理性质和能力,如耐高温、高强、超硬等。有的也可能同时伴有化学作用,表现为某种特定的物理效应,如压电、热点、激光灯。

(3) 特定的生物活性 指精细化学品自身以其活性基团的构象,增进或赋予生物体某一特定的生息能力(如新陈代谢、生长能力、抵抗能力等),如促进新陈代谢的酶制剂。

对精细化学品而言,其特定的功能完全依赖于应用对象的要求,如同样的护肤产品,有的适用于油性皮肤,有的适用于干性皮肤,有的则适用于中性皮肤。如果不按照其要求进行使用,则达不到最佳的功能或效果,而这些要求随着社会生产水平及生活水平的提高,处在永无休止的变化中。

6. 商品性强、竞争激烈

精细化工产品,由于品种多,同一类商品又往往有多种牌号,用户对商品有很大的选择

自由度，市场竞争激烈；另一方面，由于利润大，往往吸引多家工厂争相组织生产，很容易造成市场饱和，形成企业之间的激烈竞争。为此，精细化学品的生产单位在技术开发的同时，应积极开发应用技术和开展技术服务工作，及时改进技术和研制新剂型、新品种，不断更新换代，使其产品保持畅销，立于不败之地。

7. 投资效率高、利润率高和附加价值高

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。这部分价值是指产品从原材料开始经加工到制成产品的过程中，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。

精细化学品，一般都产量小，装置规模小，很多是采用间歇式生产，装置通用性强，与连续化生产的大装置相比，投资小，见效快，即投资效率高。投资效率是指附加价值除以固定资产的百分数。

$$\text{投资效率}(\%) = \text{附加价值} / \text{固定资产} \times 100\%$$

就总体说，化学工业属于资本型工业，资本密集度高。而精细化工投资少，投资效率高，资本密集度仅为化学工业平均指数的 0.3~0.5，为化肥工业的 0.2~0.3。

以日本为例，日本化学工业的平均投资效率为 87.6%，化肥工业为 62%；而化学纤维则为 94.3%，感光材料为 170.9%，医药为 241.4%。日本经济计划厅 1975 年发表的经济白皮书，曾对国民经济中有关工业经济（资本密集度）和技术的（技术密集度）相联关系作了综合图解，见图 1-1。从中也可看出精细化工、化学工业和其他工业间资本与技术密集度的相对关系。

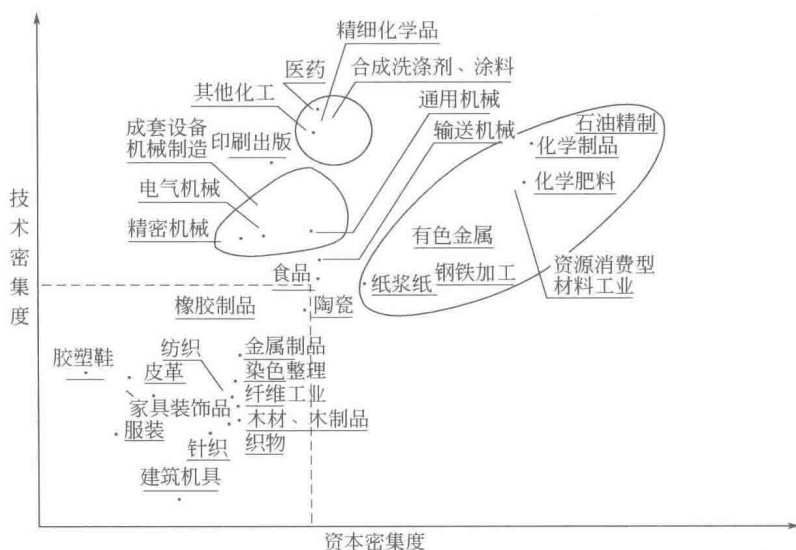


图 1-1 资本密集度与技术密集度关联图

另外，在配制新品种、新剂型时，技术上难度并不一定很大，但新品的销售量却大大超过原品种，利润也比较大。

四、精细化工产品的生产过程及其特殊分离技术

1. 精细化工产品的生产过程

同其他化工产品一样，精细化工产品的生产过程一样也可分为原料预处理、化学反应、

产品分离和提纯三个阶段。精细化工产品生产过程的特点是：涉及的化学反应多，决定了生产步骤多；化工厂生产的产品还要经过商品化过程，才能和用户见面。

(1) 精细化工产品生产的化学反应 精细化工产品特点之一是化学结构比较复杂，而原料提供的化学结构太简单，而且缺少化学反应活性，这就要求通过化学反应引入具有化学反应活性的结构，化学上称为官能团，再通过官能团的化学反应逐步改变化学结构，使之成为具有特定性能的精细化工产品。常用的、基本的化学反应有：硝化、磺化、氧化、还原、水解、酯化、缩合、烷基化、酰化等。按化学反应规律选择原料，将上述反应按需要组成适当的顺序才能达到目的。为实现上述反应，还要使用相关的无机化工原料（如硫酸、氯气、纯碱等）及各种类型的催化剂。

(2) 有机中间体 在精细化工产品较长的生产过程中，有些从基本原料加工的产物，如苯制硝基苯，可作为生产某一系列或不同行业产品的原料，但它仍不具有最终产品的性能，只是生产过程的阶段性产品或半成品，因此被称为有机中间体，简称中间体。按化学结构分，有苯系、萘系等中间体；按行业分有染料中间体、医药中间体。中间体生产处于精细化工产品生产的中间环节，能衍生出品种众多、性能各异的精细化工产品。要发展精细化工产品，必须大力发展中间体生产，否则扩大产品品种就难以实现。用量较大的中间体不宜分散生产，不能仅为某一产品的需求就配一个中间体生产装置。

2. 精细化工的特殊分离技术

分离是化工生产过程中重要关键技术，是获得高纯度化工产品的重要手段。开发工业规模的组合分离，特别是不稳定化合物及功能性物质的高效精密分离技术的研究，对精细化工产品的开发与生产至关重要。

(1) 膜分离技术 膜分离过程作为一门新型的分离、浓缩、提纯技术，近 30 年来已在各个工业领域及科学研究中取得广泛的应用，已成为解决当代能源、资源和环境污染的重要高新技术手段。膜技术得到美国、欧洲、日本等发达国家的高度重视。在我国，随着膜设备的引进和科研攻关研究的深入，膜分离技术已在海水淡化、纯水制备、液-液分离、浓缩、提纯、工业废水处理方面取得了较大规模的应用。

随着膜材料、膜工艺、膜装置、膜过程和应用技术不断涌现，膜技术从电渗析和反渗透起步，微滤、超滤、纳滤、渗析等各种膜过程和膜技术已处在高速发展阶段。膜技术的应用，将从单一膜过程的应用到膜集成过程，发展到和其他化工分离过程连用。不同膜过程具有不同的机理，适用于不同的对象和要求，但有其共同点，如过程一般较简单，经济性较好，往往没有相变，分离系数较大，节能，高效，无二次污染，可在常温下连续操作，可直接放大，可专一配膜等。由于膜过程特别适用于热敏性物质的处理，在精细化工领域有独特的适应性。

(2) 超临界流体萃取 超临界流体萃取是一种以超临界流体代替常规有机溶剂对目标组分进行萃取和分离的新型技术，其原理是利用流体（溶剂）在临界点附近区域（超临界区）内与待分离混合物中的溶质具有异常相平衡行为和传递性能，且对溶质的溶解能力随压力和温度的改变而在相当宽的范围内变动来实现分离的。也可用于精细分离，如超临界萃取精馏。最常用的超临界流体是 CO_2 ，由于具有临界条件温和，无毒、无污染、所形成的二氧化碳惰性氛围可避免产品的氧化，特别适合于动、植物中天然有效成分的提取与精制，如从咖啡豆中除去咖啡因、天然香料的制备、天然药物中有效成分的提取等。随着社会经济的高速发展，人们对精细化工产品的要求也越来越高。绿色化工成为未来化学工业的发展方向。因此，作为绿色分离技术的超临界流体萃取技术的发展前景非常广阔。

(3) 分子蒸馏技术 分子蒸馏技术是运用不同物质分子运动自由行程的差别而实现物质

的分离,因而能够实现远离沸点下的操作。鉴于其在高真空下运行,因而具备蒸馏压强低、受热时间短、分离程度高等特点,能大大降低高沸点物料的分离成本,极好地保护热敏性物质的品质。分子蒸馏技术已广泛应用于高纯物质的提取,特别适用于天然物质的提取与分离。

五、精细化工的发展趋势及关键技术

1. 精细化工的发展趋势

(1) 品种门类继续增加 随着新科技革命的继续进行,近些年来,能源、原材料、航天、信息、生物技术不断发展,而精细化工产品在这些领域都有着广泛的用武之地。比如,保健食品和各种改变结构的食品生产都离不开食品添加剂,信息技术发展需要功能更加先进的无机非金属材料,在现代医学上所用的各种人造器官很多也属于精细化学品。目前在发达国家,精细化工产业的年增长率达到了4%左右。而我国由于化工产品的精细化工率还比较低,而我国的经济和科技发展速度比较迅猛,因此为了满足我国正常的发展需要,在精细化工率不断提高的同时,精细化工产品的种类也会越来越多。

(2) 产品性能更加完善 不断完善精细化工产品的性能也是今后世界精细化工发展的重点方向,未来精细化工产品的物理功能、化学功能、生物功能等更为完善,这些精细化工产品包括功能膜材料、有机电子材料、信息转换与信息记录材料等。如电子工业、情报和信息科学技术的发展,对导电功能材料的需要越来越多,目前,导电塑料、导电橡胶、透明导电薄膜、导电胶黏剂和导电涂料等的发展很快,并已经工业化。对信息技术的发展来说,十分重要的材料是光导纤维材料、各种信息记录材料和新型传感器用的高分子材料等。此外,精细陶瓷的研究、开发日益受到重视,主要开发的材料有:高绝缘性陶瓷,它用于集成电路的基极和放热性绝缘基板等。

(3) 绿色化方向发展 绿色发展是相对于传统的化工发展方式而言的,精细化工的绿色化是指在精细化工产品的生产和使用过程中对周围环境的污染较小甚至没有污染产生。发展绿色精细化工必须发展绿色精细化工技术,例如采用生物技术生产精细化工产品,利用计算机技术实现精细化工的自动化,开发反应条件更容易控制、转化率更高的新技术与新工艺等。

(4) 大力采用高新技术 高新技术的采用是当今化学工业激烈竞争的焦点,也是综合国力的重要标志之一。对技术高密的精细化工行业来说,这方面更为突出。从科学技术的角度来看,各国正以生命科学、材料科学、能源科学和空间科学为重点进行研究开发。

2. 精细化工发展中的关键技术

精细化工的技术含量比较高,涉及到的技术范围也比较广,精细化工的发展呈现出多学科交叉综合的发展趋势。在精细化工的发展中涉及到的关键技术有纳米技术、催化技术和生物工程技术等。

(1) 纳米技术 纳米技术是近些年来发展非常迅速的高科技技术,其应用范围十分广泛,在精细化工行业也有着广泛的应用,成为影响精细化工发展的关键技术之一。将纳米技术与精细化工相结合可以生产纳米聚合物。如用于制造高强度质量比的透明绝缘材料、高强纤维、离子交换树脂等;日用化工及其他行业利用纳米技术可以生产出更高档的化妆品、纳米色素、纳米感光胶片、纳米精细化工材料等。

(2) 催化技术 催化技术是化工产业发展必不可少的技术,对精细化工行业的发展来说也是如此,但相对于传统的化工催化技术来说,精细化工行业的催化技术又有着新的特点。为了促进精细化工产业的发展,需要开发可用于工业生产的稀土络合催化剂、膜催化剂、固体超强酸催化剂等新型催化剂,同时还需要发展相转移催化技术、立体定向合成技术、固定

化酶发酵技术等特种生产技术。

(3) 生物工程技术 生物工程技术是 21 世纪最有发展前景的技术, 将生物工程技术 with 精细化工相结合, 可以有更多种类的精细化工产品和技术被开发出来, 会将精细化工行业的发展推向一个更高的阶段, 使精细化工产品的研发出现质的飞跃。在未来需要重点发展重组 DNA 技术和生物反应器技术, 这是生产干扰素和多肽等产品的基础。