

精细化工 基本生产技术及其应用

广东工学院精细化工教研室 编

丁学杰 审

JINGXI HUAGONG
JIBEN SHENGCHAN
JISHU JIQI YINGYONG

广东
科技
出版
社

精细化工基本生产技术及其应用

广东工学院精细化工教研室 编

丁学杰 审

广东科技出版社

粤新登字 04 号

图书在版编目 (CIP) 数据

精细化工基本生产技术及其应用/
广东工学院精细化工教研室编. —广
州: 广东科技出版社, 1995. 8
ISBN 7-5359-1370-9

I. 精…
I. 广…
Ⅲ. 化工—生产技术, 应用
N. TQ2

责任编辑: 潘世藕

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

经 销: 广东省新华书店

印 刷: 番禺官桥彩色印刷厂

(番禺石楼官桥村 邮码: 511447)

规 格: 787×1092 1/16 印张 28 字数 650 千

排 版: 广州市家家乐电脑分色公司

版 次: 1995 年 8 月第 1 版

1995 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 0001—10200 册

ISBN 7—5359—1370—9

分 类 号: TQ·26

定 价: 30.00 元

新书信息电话: 16826202

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 提 要

本书分两篇共 20 章介绍精细化工各行业所涉及的基本生产技术的带共性的基本生产技术。第一篇 12 章,分别介绍卤化、磺化、酯化、氧化、还原等单元反应技术;第二篇 8 章,分别介绍精馏、液固分离、干燥、乳化、产品精制等单元操作技术。每章的技术内容着重介绍基本概念、基本原理、基本方法、基本设备,并结合生产实际说明其具体应用。

本书内容丰富,涉及面广,实用性强。它对精细化工产品的研究、开发、生产,对设备的设计、选择、使用均很有参考价值。

本书主要供精细化工各行业的工程技术人员与管理干部阅读,以及作培训教材之用,也可作高等院校精细化工专业师生的参考用书。

前 言

精细化工，即精细化学品工业，其行业众多，产品精细。而精细化工产品又有精细化学品与专用化学品之分。尽管精细化工产品的形式不一，但生产制造精细化工产品所应用的具有共性的基本生产技术可归纳为两类，即单元反应技术与单元操作技术。单元反应技术包括卤化技术、磺化技术、酯化技术、氧化技术、还原技术、烷基化技术、酰化技术、缩合技术、聚合技术、羟基化技术、氨解技术、硝化技术等；单元操作技术包括反应器技术、精馏分离技术、液固分离技术、超临界流体萃取分离技术、粉碎与混合技术、干燥技术、乳化技术、产品精制技术等。这些具有共性的基本生产技术，可以根据产品的生产工艺路线进行适当的组合、综合而灵活运用，并采用适当的工艺条件与设备，以适当的原材料经精心试验、研制或生产操作，即可制得所需的精细化工产品。

由于精细化工的生产技术密集，产品化学结构复杂，纯度要求高，质量要求严格，因此要求精细化工行业人员，特别是生产企业的技术人员与管理人员，必须掌握精细化工的基本生产技术，才能研究、开发、生产出品种新、质量好的精细化工产品。

我国的精细化工发展很快，精细化工企业遍布全国城乡。精细化工行业的广大科技人员迫切要求提高技术水平与业务素质，不断开发与生产精细化工产品。目前，结合生产实际，较全面地阐述精细化工的基本生产技术及其应用方面的书籍甚少，远不能满足读者的需要。为此，我们综合整理了精细化工的基本生产知识并多方收集生产实践中的素材而编成此书，奉献给精细化工行业的广大读者。

本书内容分为绪论、第一篇、第二篇三部分。绪论主要阐述精细化工的定义、产品分类和基本生产技术的概况，精细化工的特点，国内外精细化工生产技术的进展概况，学习和掌握精细化工基本生产技术对发展我国精细化工的重要性与迫切性；第一篇共十二章，分别论述各种单元反应技术；第二篇共八章，分别论述各种单元操作技术。每章的技术内容着重介绍其基本概念、基本原理、基本方法、基本设备、基本计算，并结合生产实际举例说明其具体的应用。只要读者认真阅读，深刻领会，融会贯通，举一反三，并结合具体产品灵活运用，就能提高自己的技术水平与业务素质，就能得心应手地研究、开发、生产精细化工产品。

本书的绪论、第十三章、第十四章、第十五章、第十六章由宋启煌副教授编写；第一章、第四章、第五章、第十章、第十一章由梁亮讲师编写；第二章、第六章、第十二章、第十七章、第十八章由宋晓锐副教授编写；第三章、第八章、第九章、第十九章由彭民政副教授编写；第七章、第二十章由丁学杰教授编写。丁学杰教授审阅了全稿。

本书在编写过程中，广东工学院化工系精细化工教研室的曾惠春、方岩雄、张维刚、王飞镛等同志曾提供有关资料与提出宝贵意见，在此一并致谢。

由于精细化工基本生产技术及其具体应用所涉及的面广，且理论性、实践性强，而所收集的应用实例又不可能一一验证；加之我们水平有限，编写时间仓促，故书中错误与不足之处在所难免，敬请读者指正。

丁学杰

1994年6月于广东工学院

目 录

绪论	(1)
----	-----

第一篇 单元反应技术

第一章 卤化技术	(15)
第一节 概述	(15)
第二节 氯化的基本原理与方法	(16)
第三节 溴化技术	(26)
第四节 碘化技术	(30)
第五节 氟化技术	(31)
第二章 磺化技术	(34)
第一节 概述	(34)
第二节 磺化的基本原理	(36)
第三节 磺化方法	(46)
第四节 应用实例	(51)
第三章 酯化技术	(55)
第一节 概述	(55)
第二节 酯化反应的基本原理	(55)
第三节 酯化方法	(60)
第四节 应用实例	(66)
第四章 氧化技术	(69)
第一节 概述	(69)
第二节 氧化剂与氧化技术	(70)
第三节 液相空气氧化技术	(77)
第四节 气相空气氧化技术	(82)
第五节 电解氧化	(85)
第五章 还原技术	(88)
第一节 概述	(88)
第二节 硝基化合物的还原	(88)
第三节 其他含氮化合物的还原	(104)
第四节 含氧化合物的还原	(106)
第五节 含硫化合物的还原	(109)
第六节 催化加氢还原	(111)
第六章 烷基化技术	(116)

第一节	概述	(116)
第二节	烷基化反应的基本原理	(116)
第三节	烷基化方法	(119)
第四节	应用实例	(129)
第七章	酰化技术	(134)
第一节	概述	(134)
第二节	N-酰化技术	(134)
第三节	C-酰化技术	(141)
第八章	缩合技术	(149)
第一节	概述	(149)
第二节	缩合反应的基本原理	(149)
第三节	缩合方法	(153)
第四节	应用实例	(163)
第九章	聚合技术	(167)
第一节	概述	(167)
第二节	加成聚合反应	(169)
第三节	缩聚反应	(172)
第四节	应用实例	(176)
第十章	羟基化技术	(182)
第一节	概述	(182)
第二节	氯化物的水解羟基化	(182)
第三节	芳磺酸盐的碱熔羟基化	(186)
第四节	芳伯胺和重氮盐的水解羟基化	(188)
第五节	芳环上直接羟基化	(190)
第六节	烃类氧化法制酚	(192)
第七节	由芳酸合成羟基化合物	(194)
第八节	烷氧基化与芳氧基化	(195)
第九节	酚类的变色原因及其防止	(199)
第十一章	氨解技术	(201)
第一节	概述	(201)
第二节	氨解反应的基本原理	(201)
第三节	氨解方法	(205)
第四节	应用实例	(217)
第十二章	硝化技术	(221)
第一节	概述	(221)
第二节	硝化的基本原理	(221)
第三节	硝化方法	(230)
第四节	应用实例	(236)

第二篇 单元操作技术

第十三章	反应器技术	(239)
第一节	概述.....	(239)
第二节	反应器分类.....	(242)
第三节	反应器设计的基本原理与计算.....	(244)
第四节	反应器的基本结构.....	(255)
第五节	应用实例.....	(267)
第十四章	精馏分离技术	(274)
第一节	概述.....	(274)
第二节	精馏的分类.....	(275)
第三节	精馏的基本原理与计算.....	(285)
第四节	精馏设备的基本结构.....	(298)
第五节	应用实例.....	(306)
第十五章	液固分离技术	(311)
第一节	概述.....	(311)
第二节	液固分离设备的分类.....	(311)
第三节	液固分离的基本原理与计算.....	(313)
第四节	液固分离设备的基本结构.....	(318)
第五节	应用实例.....	(322)
第十六章	超临界流体萃取分离技术	(331)
第一节	概述.....	(331)
第二节	超临界流体萃取过程的分类.....	(332)
第三节	超临界流体萃取的基本原理与计算.....	(333)
第四节	超临界流体萃取设备的基本结构.....	(338)
第五节	应用实例.....	(340)
第十七章	粉碎与混合技术	(347)
第一节	概述.....	(347)
第二节	粉碎与混合的基本原理.....	(347)
第三节	粉碎的方法与装置.....	(354)
第四节	混合的方法与装置.....	(359)
第五节	应用实例.....	(362)
第十八章	干燥技术	(365)
第一节	概述.....	(365)
第二节	干燥的基本原理.....	(366)
第三节	干燥器的类型.....	(376)
第四节	应用实例.....	(385)

第十九章	乳化技术	(388)
第一节	概述.....	(388)
第二节	乳化的基本原理.....	(388)
第三节	乳状液的制备技术.....	(403)
第四节	应用实例.....	(407)
第二十章	产品精制技术	(413)
第一节	概述.....	(413)
第二节	产品纯度的检验方法.....	(413)
第三节	产品精制方法.....	(415)
第四节	重结晶精制法.....	(421)
第五节	升华精制法.....	(430)
第六节	产品脱色法.....	(433)
第七节	重金属去除法.....	(435)
主要参考文献.....		(437)

绪 论

一、精工化工定义、产品分类和产品生产的基本技术

1. 精细化工的定义

化学工业的发展过程是人类对自然资源利用逐步深入的一个过程，即由初级加工逐步向深度加工发展的过程。当人们尚处于直接利用自然资源或仅能对自然资源进行简单加工时，是谈不上什么精细化工的。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。

“精细化学品” (Fine Chemicals) 一词在国外沿用已久，其本来含义，是指加工度高、质量要求高、产量小的化工产品，如医药、染料和香料等。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）来销售的小量产品，强调的是产品的规格和纯度；专用化学品也是小量产品，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配方物，通常不能用化学式表示其成分；

(2) 精细化学品一般为非最终使用性产品，用途较广，而专用化学品的加工度更高，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。

众所周知，化学工业与国民经济的各个领域，以及人民的日常生活密切相关。按照

用途不同，人们将化工产品划分为两大类，即基本化工产品与精细化工产品。基本化工产品一般是指由基本原料经初级加工得到的大吨位产品，它们是合成许多重要化工产品的中间体，如甲醇、醋酸等。精细化工产品最初是指经过深度加工所制得的产品；到了70年代，又陆续提出了一些新的定义，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，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，利润高，对市场适应性强，服务性强，产品更新换代快，技术密集性高，适合于中小型厂家生产，商品富于竞争性，研究经费一般高于其他化工部门等。

2. 精细化工的范畴和分类

精细化工包括的范围也无定论，说法不一。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，只是划分的宽窄范围不同而已。随着科学技术的不断发展，精细化工的行业可以越分越细。日本1984年版《精细化工年鉴》中共分35个行业类别，而到1985年又发展为51个类别，即医药、农药、合成染料、有机颜料、涂料、粘合剂、香料、化妆品与盥洗卫生用品、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、饲料添加剂与兽药、催化剂、合成沸石、试剂、燃料油添加剂、润滑剂、润滑油添加剂、保健食品、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、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。

1986年，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，并作为今后计划、规划和统计的依据，我国化工部对精细化工产品分类作出了暂行规定，把精细化工产品分为11大类。具体分类如下：

- (1) 农药；
- (2) 染料；
- (3) 涂料（包括油漆和油墨）；
- (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) 粘合剂；
- (9) 催化剂和各种助剂；
- (10) 化工系统生产的化学药品（原料药）和日用化学品；
- (11) 高分子聚合物中的功能高分子材料（包括功能膜、偏光材料等）。

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：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、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：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：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：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：油田用破乳剂、钻井防塌剂、泥浆用助剂、防蜡用降粘剂等；

⑬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；

⑭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、渗炭剂、汽车等机动车用防冻剂等；

⑮油用添加剂：防水、增粘、耐高温以及汽油抗震、液力传动、液压传动、变压器油、刹车油添加剂等；

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、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）；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（发花）剂、乳胶凝固剂等。

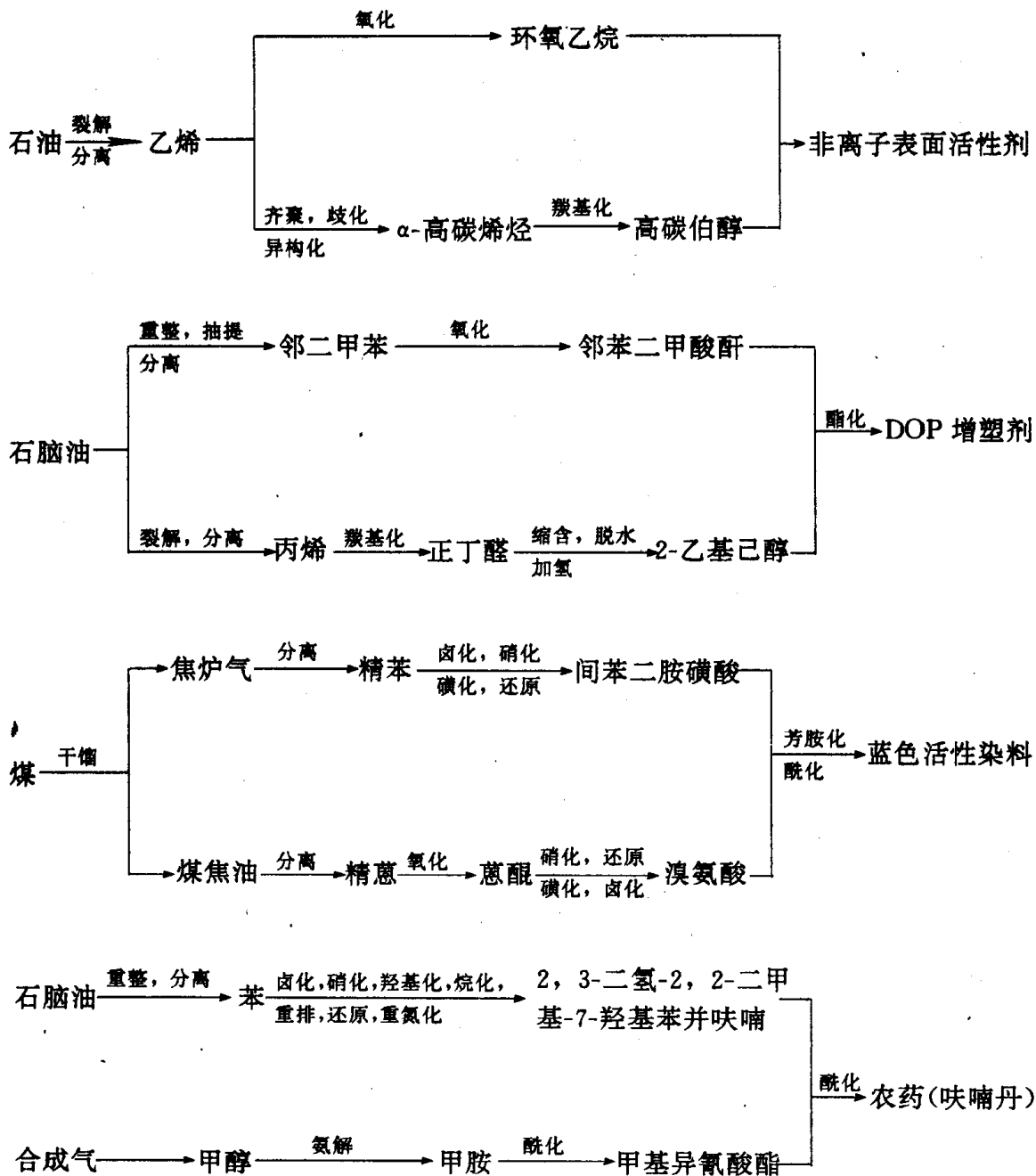
需要注意的是，上述分类仅是主要从化工部的范围所作之规定，并未包含精细化工的全部内容，例如医药制剂、酶、化妆品、精细陶瓷等。由于我国精细化工起步较晚，目前精细化工产品所包括的门类比国外少很多，但这种差距正在逐步缩小。

3. 精细化工产品生产的基本技术

我国化学工业的发展规划，对发展精细化工产品十分重视。精细化工产品的生产，用到很多基本生产技术和新技术，它们对增加新品种，开发新用途，扩充产品门类，提高精细化工产品在整个化工产品中所占的比重，缩小与发达国家的差距等方面均起着很大作用。

精细化工产品生产的全过程，不同于基本化工产品，它是由化学合成、剂型加工和商品化三部分组成的，在每一过程中又包含多种化学的、物理的、生理的以及经济技术的要求。由基础原料到精细化工产品，制造技术要求较高，常常要经过许多有机合成单

元反应以及一些重要的化工过程和单元操作，才能制得所需结构的化合物。例如

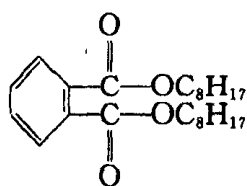


以上四种最终产品的化学结构式分别是：



它属于高碳醇聚醚，是常用的印染助剂。

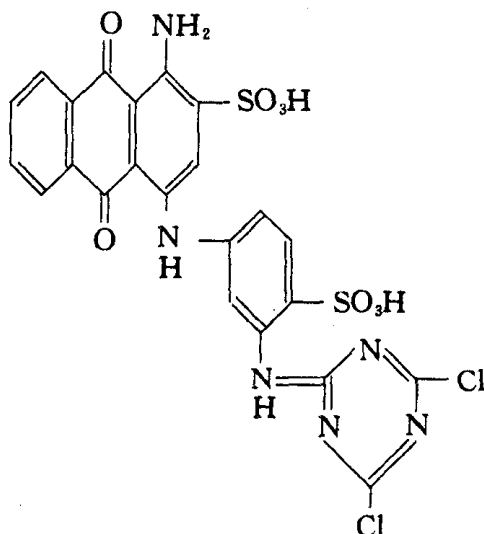
②



(邻苯二甲酸二辛酯)

它属于邻苯二甲酸二烷基酯，是聚氯乙烯的优良增塑剂。

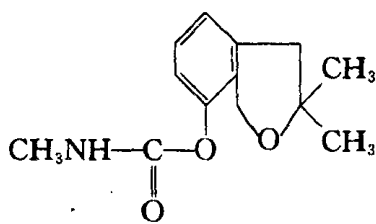
③



(活性艳蓝 X-BR)

它属于溴氨酸系列品种，是色泽鲜艳的蓝色活性染料。

④



(呋喃丹)

它属于氨基甲酸酯类系列品种，是一种广谱、低毒、高效的优良杀虫剂。

虽然这些产品分别属于不同的门类，各有自己的专门用途，但从其合成过程看，不外乎包括齐聚、羰基化、氧化、加氢、磺化、硝化、卤化、烷基化、酰化、缩合、还原、氨解、羟基化、酯化与水解等十三个合成单元。从这几个例子中不难看出，在合成不同的产品时，可以根据原料来源以及合成路线的需要，分别采用其中几个单元反应，同时配合相应的分离、蒸馏、干燥等化工单元操作就能达到目的。众所周知，精细化工产品的品种成千上万，而且层出不穷，不断更新，因此不可能也无必要逐个介绍其合成过程。本书把精细化工基本生产技术分为两篇叙述，第一篇介绍单元反应技术，第二篇介绍单元操作技术，共二十章，旨在使读者了解精细化工产品合成的一般原理和方法，主要生

产过程及工艺设备等技术问题，并列举一些生产实例加以说明，使读者掌握精细化工产品生产具有共性的技术，以指导新产品的生产和开发，并起到举一反三的作用。

二、精细化工的特点

1. 多品种、小批量

从精细化工的范畴和分类可以看到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，所以多品种这一点是精细化工的一个重要特征。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，便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、防锈和匀染等表面性能，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，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。每种精细化工产品都有一定的应用范围，以满足社会的不同需要。它们不像基本化工产品那样大批量生产，而是有针对性地生产各种具有特殊功能的专用化学品。这些产品的品种多，产量少。例如，国外表面活性剂的品种就有 5 000 多种，据《染料索引》第三版统计，不同化学结构的染料品种有 5 000 种以上，又如法国的发用化妆品就有 2 000 多种牌号。

精细化工产品一般都有一定的寿命，一般是起初处于萌芽期，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。

2. 综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，经过深度加工才能制得，因而生产流程一般较长，工序较多。由于对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 10 几个，尤其是一些同系列产品，其所经之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综合生产流程，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。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。但同时对生产管理的操作人员的素质，却提出了更高的要求。

3. 高技术密集度

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，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，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。为了提高竞争能力，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。已知产品的物理状态（如粒度、晶型、聚集状态等），往往对性能有很大的影响，必须十分重视。再就产品的商品化来看，不仅要搞清楚结构或组成与性能的关系，还必须不断研究消费者的心理和需求，以指导新产品的开发。例如，1966年美国杜邦公司曾开发出一种合成人造革，其柔韧性、强度等方面的性能很好，但由于当时忽略了对其表面进行纹理加工，导致在1971年被日本产品所淘汰。

因此，一个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，甚至技术服务等各方面全面考虑和实施，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。从另一方面看，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。一般认为，化学工业是技术密集的工业，而精细化工是化学工业中高技术密集的部门，如在研究开发（R&D）上投资较高。其原因主要是产品的更新换代快，市场寿命短，技术专利性强，市场竞争激烈等。研究开发是指从制定具体研究目标开始直到技术成熟而进行投产前的一段过程。在确定开发目标后，通常需要经过大量合成筛选并从数千个不同结构的化合物中寻找出适合于预定目标的新品种来。这种方法尽管不合理，但仍为各国化学家们所采用。从70年代开始，国外各工业发达国家，由于环境保护以及对产品毒性控制方面的要求日益严格，已经直接影响到精细化工研究开发的投资及速度。按日前统计，开发一种新药约需5~10年，其耗资可达2 000万美元。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却很低，如在染料的专利开发中，经常成功率为0.1%~0.2%。在制药工业中，除采用合成原料外，还要采用天然产物，或是用生化方法得到中间体。在分离操作中，会用到异构体分离技术和旋光异构体的分离。由于反应步骤多，故对反应的终点控制以及产品的提纯成为精细化工产品合成工艺的关键之一。为此在生产上常大量采用近代仪器测试手段。

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，它们的要求经常会发生变化，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改进，其结果就会出现新产品。此外，大量的基础研究产生的新化学品也需要寻求新的用途。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是技术保密性强，专利垄断性强。这几乎是各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际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。在这种激烈竞争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，这对精细化工的生产无疑会起到十

分重要的作用。

4. 大量采用复配技术

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）以外，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，除润滑油以外，还必须加入表面活性剂、抗静电剂等多种其他助剂，而且还要根据高速纺或低速纺等不同的应用要求，采取不同的配方，有时配方中会涉及 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产品，如液体染料就是为了使印染工业避免粉尘污染环境和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得到的单一产品数目。采用复配技术所推出的商品，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。

5. 投资少、附加价值高、利润大

精细化学品一般产量都较小，装置规模较小，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 480 美元和最终成品 80 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 540 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 10 600 美元，也即比原来的 100 元投入增值为 106 倍。精细化工产品的附加价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 1977~1980 年世界 100 家大型化工公司的统计材料，销售利润率在 15% 以上的有 60 家，它们均生产精细化