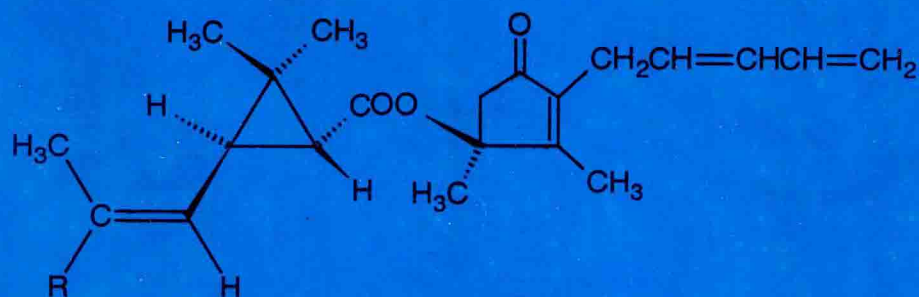


精细化工

陈凌霞 黄宇芳 张建州 主编



气象出版社

精 细 化 工

主 编 陈凌霞 黄宇芳 张建州

副主编 王改民 曹广秀 李纪钦

编 委 李贯良 陈思顺 张红霞

江苏工业学院图书馆
藏书章

气象出版社

内 容 简 介

本书是为综合大学或师范类大专院校化学系学生作为专业课或选修课教材而编写的。主要介绍了一些精细化学品的基本原理、生产方法及其应用。全书共分 12 部分, 分别为绪论、食品添加剂、表面活性剂、洗涤剂、化妆品、医药、农药、涂料和胶粘剂、信息记录材料、精细陶瓷、纳米技术与纳米材料和实验。

本书内容丰富, 选材新颖, 可作为高校学生学习《精细化工》的教材, 也可供从事精细化学品研究开发的科技人员、教师参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

精细化工 / 陈凌霞等编著. —北京: 气象出版社, 2003. 7

ISBN 7-5029-3597-5

I. 精... II. 陈... III. 精细化工-高等学校-教材 IV. TQ62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 051944 号

精细化工

Jingxi Huagong

陈凌霞 等编著

责任编辑 张斌 终审 纪乃晋

出版发行: 气象出版社

出版社地址: 北京海淀区中关村南大街 46 号

出版社电话: 68407112

出版社网址: <http://cmp.cma.gov.cn/>

电子邮箱: qxcbs@263.NET

邮政编码: 10081

传真号码: 62176428

印 刷: 开封兆润印务有限责任公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 19 印张

字 数: 460 千字

定 价: 28.00 元

版 次: 2003 年 7 月第一版

印 次: 2003 年 7 月第一次印刷

印 数: 1~1000 册

ISBN 7-5029-3597-5/O · 0092

前 言

精细化工是目前世界各国发展化学工业的战略重点,特别是近年来精细化工与各个技术领域的交叉渗透,使得精细化工产品的应用范围越来越广,几乎渗透到一切部门。由于精细化学品在国民经济和日常生活中占有越来越重要的地位,许多高校纷纷开设了《精细化学品合成》或《精细化工》之类的课程,也有一些相关教材出版,但精细化工发展日新月异,许多新知识,新的科技成果不断涌现,另外一些化学专业和师范类化学教育专业的学生与专门从事化工专业学习的学生对精细化学品的学习兴趣有所不同,他们更注重了解一些和自身关系密切的精细化学品的相关知识和应用,对生产技术和化工工艺要求不多,鉴于此,我们本着贴近日常生活,紧跟高新技术发展的原则编写了这本教材。在编写过程中尽量选取最新的知识,并对一些精细化学品最近的发展情况做了介绍,对社会热点问题,诸如食品添加剂与人体健康、合成药物对人体的治疗作用及不良反应、农药残留、涂料对居室的污染及绿色涂料的界定等问题在相关章节做了较为详细的介绍。

本书侧重于生活中常见精细化学品的介绍,主要涉及简单的合成原理,应用范围,对复配技术型产品,例如洗涤剂和化妆品,介绍了一些实用配方。对目前最热门的纳米技术与纳米材料,专门用一章进行了全面的介绍。本书选材新颖,在参考其它专业教材的同时,充分利用互联网,将网上公布的最新的知识和研究成果充实到书中各个章节,并将一些和书中内容相关的各种知识和新的科技成果以楷体形式附于段落之后,作为学生扩大知识面的阅读资料。另外本书根据原料易得,操作容易等原则,结合书中内容,选择了一些精细化学品的制备实验,以使学生学习的理论知识能和实验相结合,达到提高学习兴趣和综合应用所学知识的目的。本书适合综合大学和师范类大专院校化学系的学生学习精细化工课程的教材,也可作为相关化学专业的学生选修精细化工课程的教材和参考书,并可用于继续教育学员培训时的教科书,满足学员对新知识和化学前沿科学了解的要求。

本教材共分为 12 部分,依次为绪论、食品添加剂、表面活性剂、洗涤剂、化妆品、医药、农药、涂料和胶粘剂、信息记录材料、精细陶瓷、纳米技术与纳米材料和实验。

参加本书编写的人员有:郑州师范高等专科学校的陈凌霞编写前言、目录、绪论和第一章;黄宇芳编写第七章;张建州编写第四章;商丘师范学院的李贯良编写第六章及实验一至实验五;李纪钦、曹广秀共同编写第五章和第八章;郑州工业高等专科学校的王改民编写第

九、十章；张红霞编写第三章；漯河职业技术学院的陈思顺编写第二章和实验六至实验九。全书由陈凌霞负责统稿，并制作了部分图片，黄宇芳负责完成全部有机物的结构式和反应式的图片制作。

本书在编写和出版过程中，始终得到气象出版社、郑州师范高等专科学校的校长于向英及其他领导、化学系主任刘冠杰和全体教师的关心和支持，在此表示衷心的感谢！此外，在本书的编写过程中，参阅了大量的科技文献和专著，由于数量太多，仅将主要参考书及部分相关网站列于书后，期刊文献未能列出，敬请原著作者见谅。

由于编者学识和文字水平有限，时间仓促，书中缺点和错误在所难免，敬请专家和广大读者给予批评指正。

编者

2003年6月

目 录

绪论	1
第一节 精细化工的分类和特点	1
第二节 精细化学品在国民经济中的作用和发展趋势	5
第三节 精细化工课程的性质和基本内容	7
第一章 食品添加剂	8
第一节 概述	8
第二节 防腐剂、抗氧化剂和保鲜剂	12
第三节 乳化剂和增稠剂	22
第四节 调味剂和香味剂	26
第五节 食用色素	34
第六节 其它食品添加剂简介	37
第二章 表面活性剂	40
第一节 表面张力与表面活性剂	41
第二节 表面活性剂的分类和应用性能	43
第三节 阴离子表面活性剂	47
第四节 非离子表面活性剂	52
第五节 阳离子表面活性剂	55
第六节 两性表面活性剂	57
第七节 特殊类型表面活性剂	59
第三章 洗涤剂	61
第一节 概述	61
第二节 洗涤剂的主要成分	64
第三节 洗涤剂的生产方法	70
第四节 洗涤剂的配方设计	73
第四章 化妆品	87
第一节 概述	88
第二节 膏霜类化妆品	93
第三节 香水类化妆品	98
第四节 美容类化妆品	101
第五节 毛发用化妆品	106
第六节 其它类化妆品	116
第五章 医药	122
第一节 抗菌药物	122
第二节 心血管系统药物	131
第三节 镇静催眠药和抗精神失常药	136

第四节	解热镇痛及非甾体类抗炎药	140
第五节	抗组胺药及抗溃疡药	143
第六节	其它合成药物	148
第六章	农药	157
第一节	概述	157
第二节	杀虫剂	161
第三节	杀菌剂	168
第四节	除草剂	170
第五节	植物生长调节剂	173
第七章	涂料和胶粘剂	178
第一节	涂料	178
第二节	胶粘剂	196
第八章	信息记录材料	211
第一节	感光材料	211
第二节	磁记录材料	227
第三节	光记录材料	233
第九章	精细陶瓷	239
第一节	概述	239
第二节	精细陶瓷的制备工艺	243
第三节	精细陶瓷的性能和应用	247
第十章	纳米技术与纳米材料	259
第一节	概述	259
第二节	纳米技术及纳米材料的应用领域	265
第三节	纳米材料的制备技术	275
第四节	国内外纳米技术与纳米材料研究的概况	279
第五节	纳米材料几个热点领域的新进展	285
实验		287
实验 1	多功能食品添加剂 D-葡萄糖酸- δ -内酯	287
实验 2	食品防腐剂山梨酸钾的制备	288
实验 3	非离子型表面活性剂 烷醇酰胺	289
实验 4	一种洗涤剂的合成	290
实验 5	醚类香料新橙花醚 (β -萘乙醚)	291
实验 6	从中草药中提取丹皮酚	292
实验 7	有机硫杀菌剂代森锌的合成	293
实验 8	聚乙烯醇-水玻璃内墙涂料	294
实验 9	配位沉淀法制备电极用 β -Ni(OH) ₂ 纳米材料	296
主要参考文献		297

绪 论

精细化学工业（简称精细化工）是生产精细化学品的工业。精细化工是当今世界各国发展化学工业的战略重点，也是一个国家综合技术水平的重要标志之一。其基本特征是以高新技术为依托，为全球经济和人民生活生产提供高质量、多品种、专用或多功能的精细化学品。近 20 年来，由于市场、资源和环境的导向，化学工业产品结构的变化和高新技术发展的要求，精细化工产品愈来愈受到重视，广泛应用于国民经济和现代工业的各个领域，极大地促进了社会文明的进步和人们生活水平的提高。

第一节 精细化工的分类和特点

一、精细化工的形成和发展

精细化工的形成是与人们的生产和生活紧密联系在一起的，是随着化学工业和整个工业的发展进程而逐步发展的。

早在 19 世纪以前，伴随着社会的文明和进步，人们能够利用农副产物等天然资源生产各种精细化学品，如药物、酿酒、染料、油漆、农药、肥皂等。火药是我国的四大发明之一，就其性质和用途而言，也是我国早期重要的精细化学品，对人类的进步曾做出过重大的贡献。

19 世纪末到本世纪初，以煤焦油化工为基础发展起来的医药、染料等精细化学品，在化学工业的产值结构中占据较大的比重。到本世纪 20 年代以后，医药和染料等精细化学品已经工业化，达到了当时的商业规模。一些原来以天然物质为原料的油漆、表面活性剂和农药等也走上了工业化的轨道。50 年代，由于石油化工的崛起，以合成化学品为原料的精细有机化学品，在品种和数量上逐渐占据主导地位，它不仅完全取代了天然物质为原料的精细化学品，而且导致了高分子化学的发展和合成材料的兴起，为国民经济和近代工业的发展提供了门类繁多、高性能、高质量的各种化学品，对工农业生产和人们的日常生活产生了深刻的影响，同时也为精细化工的进一步开拓和发展创造了条件。

进入 70 年代以后，两次世界性的“石油危机”，油价暴涨，导致石油化工产品成本大幅度上升和利润大幅度下降，市场竞争激烈，精细化工虽然也受到世界市场萎缩的影响，但仍保持其高附加值和高利润。为此，欧美和日本等石油化工发达国家调整产品结构，加强精细化工和新技术的开发，发展精细化工已明确成为多数工业发达国家化学工业的战略目标。近十几年来，随着生产和科学技术的迅速发展以及人类物质文化水平的不断提高，发展精细化工已成为世界各国共同的趋势。精细化工被看作是“朝阳工业”是‘生财’和‘聚财’之道。日本首先在化学工业中把精细化工另立门类，日本政府于 1975 年和 1978 年在经济白皮书中两次提出：“日本化学工业应向精细化工方面发展”。

工业发达国家依靠高技术，完成了产品结构精细化的战略调整，大力生产深加工、高利润的精细化学品，使化学工业步入新的历史发展时期。80 年代以来，世界各国都把加强精细化工的发展作为化学工业转轨的焦点，加速产品的结构调整，提高产品的精细化和专用化。到 1990 年，美国化学工业的精细化率达到 53%，日本达到 52%。

我国化学工业的精细化率比较低，1985年约为23%，近年来达到28%，加上医药、轻工等工业部门，我国的精细化率为35%，远远低于工业发达国家。从总体上看，我国新领域的精细化工技术水平不高，品种比较少，产品质量不能很好地满足国民经济发展地需求，尤其是为新兴产业提供性能优良地新型材料、原料、助剂、添加剂、专用化学品和技术服务，因此，应加快发展精细化学品，开拓化工高新技术产业，实现化学工业的“跨世纪”、“高起点”的战略目标。

二、精细化学品的定义

精细化工在20世纪70年代开始形成独立的学科和工业部门，目前尚在发展之中。“精细化学品”一词国外沿用已久，但迄今尚无统一、简明、确切的科学定义。

70年代，美国化工战略研究专家C H Kline根据化工产品“质”和“量”的差别，把化工产品分为四类：通用化学品（heavy chemicals）、有差别的通用化学品、精细化学品（fine chemicals）和专用化学品。通用化学品指从廉价、易得的天然资源（如煤、石油、天然气和农副产品等）开始，经一次或数次化学加工而制成的最基本的化工原料，它具有应用范围广、生产中化工技术要求高、产量大而附加值低等特点。通用化学品是指如硫酸、碳酸钠、烯烃、芳烃等类产品，有差别的通用化学品是指如合成树脂、合成橡胶、合成纤维、表面活性剂等类产品。精细化学品是以通用化学品为起始原料，合成工艺中步骤繁多、反应复杂、产量小而产值高，并具有特定应用性能的产品，精细化学品有统一的商品标准，强调产品的规格和纯度。专用化学品是指少量而有差别的化学品，强调产品功能。

现代精细化工应该是生产精细化学品和专用化学品的工业。我国和日本等国也将精细化学品和专用化学品纳入精细化工的统一范畴。我国化工界得到多数人认同的精细化学品的定义是：能增进或赋予一种（类）产品以特定功能，或本身有特定功能的小批量、知识密集、技术含量高、功能性强、高纯度和高利润的化学品。

三、精细化学品的分类

由于国际上对于精细化学品的含义至今解释不一，所以精细化工的范围各国不甚一致，且处于不断变化之中。1965年，日本通产省提出精细化工17个行业名单，以后几经增减，到1984年，列入日本《精细化工年鉴》的已达35个门类，包括：医药、农药、合成染料、有机颜料、涂料、粘合剂、香料、化妆品、表面活性剂、合成洗涤剂及肥皂、印刷用油墨、增塑剂、稳定剂、橡胶助剂、感光材料、催化剂、试剂、高分子凝聚剂、石油添加剂、食品添加剂、兽药和饲料添加剂、纸浆和纸用化学品、金属表面处理剂、塑料助剂、汽车用化学品、芳香消臭剂、工业杀菌防霉剂、脂肪酸、稀土金属化合物、精细陶瓷、健康食品、有机电子材料、功能高分子、生命体化学品和生化酶。我国有关部门同意并采用了上述按产品功能进行分类的方法，包括范围基本相同。

我国原化学工业部于1986年3月6日颁布了《关于精细化工产品分类的暂行规定和有关事项的通知》，规定中国精细化工产品包括11个产品类别：农药、染料、涂料（包括油漆和油墨）、颜料、试剂和高纯物、信息化学品（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、粘合剂、催化剂和各种助剂、化工系统生产的化学药品（原料药）和日用化学品、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，催化剂和各种助剂包括以下内容：

（1）催化剂 炼油催化剂、石油化工用催化剂、有机化工用催化剂、合成氨用催化剂、硫酸用催化剂、环保用催化剂、其它催化剂。

- (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 涤纶长丝用油剂、涤纶短丝用油剂、锦纶用油剂、腈纶用油剂、丙纶用油剂、维纶用油剂、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、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 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）、嵌缝石膏等。
- (14) 机械、冶金用油剂 防锈剂、清净剂、电镀用助剂、各种焊接用助剂、渗碳剂、渗氮剂、汽车等机动车防冻剂等。
- (15) 油品添加剂 防水、增粘、耐高温等各类添加剂、汽油抗震添加剂、液力传动添加剂、液压传动添加剂、变压器油添加剂、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 MOS 试剂等高纯物和高纯气体） 显象管用碳酸钾、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) 其它助剂 玻璃防霉（发花）剂、乳胶凝固剂等。

以上是化工部辖下企业的精细化工产品门类，除此之外，轻工、医药等系统还生产一些其他精细化学品，如医药、民用洗涤剂、化妆品、单离和调和香料、精细陶瓷、生命科学用材料、炸药和军用化学品、范围更广的电子工业用化学品和功能高分子材料等。今后随着科学技术的发展，还将会形成一些新兴的精细化工行业。

四、精细化学品的特性

精细化学品具有与通用化学品不同的生产特性、经济特性和商业特性。

1. 生产特性

精细化学品的生产特性有以下几个方面：

(1) 小批量、多品种、复配型居多

精细化学品的专用性强，效能高，其用量不大，不少品种是以克、毫克甚至 ppm 为计，而且更新换代较快，市场寿命较短，因此生产批量较小，一般年产几吨至几百吨，少的仅有几百公斤。但是精细化学品的品种、牌号很多，为了满足各种应用对象的特殊要求，大量采用复配技术。以染料为例，据《染料索引》(Colour Index)1976 年第三版统计，不包括已淘汰和重复的品种，不同化学结构的染料品种已达 5232 个；又如医药，1977 年国内生产的原药有 3400 种，从原药再做成各种制剂成药，其品种数还要翻 10 倍。

(2) 技术密集度高

精细化学品技术密集度高表现在：生产工艺流程长，单元反应多，中间过程需严格控制，产品质量要求高而稳定等。从原料到商品，其中涉及到多领域、多学科的理论知识和专业技能，包括：多步合成、分析测试、性能筛选、复配技术、剂型研制、商品化加工应用开发和技术服务，甚至还包括计算机信息处理等现代技术。技术密集度高还表现在新产品开发费高而成功率低，所需时间较长。据报道，美国和联邦德国的医药和农药新品种的开发成功率为一万分之一，日本为一万至三万分之一。完成一个医药新品种的研制，60年代约需5年时间，花费300~500万美元；1980年则需9~12年，6000~8000万美元。创新一个新农药60年代需要3年，270万美元；1975年需要8年，1300万美元。加上环境保护对三废治理的要求日趋严格，也直接影响到新产品开发的投资和速度。上述种种因素所带来的后果必然是技术垄断。

(3) 采用间歇式多功能生产装置

精细化学品的合成多数为液相反应，设备通用性大，为适应小批量、多品种、更新快的生产特点，通常采用灵活性较大的间歇式多功能生产装置，按反应单元来组织反应设备。

2. 经济特性

(1) 投资效率高

精细化学品生产设备投资仅为石油化工平均指数的0.3~0.5，化肥工业的0.2~0.3，而且返本期短，一般投产五年即可收回全部设备投资。

(2) 附加价值率高

随着石油化工原料的深度加工和产物的精细化，商品的附加价值率急剧增长，加工深度愈高，附加价值率愈高。据1978年美国商业部工业经济局统计，投入50亿美元石油化工原料，经过一次加工，产出的初级品价值为100亿美元；二次加工，再产出有机中间体240亿美元和最终化学品40亿美元。如果进一步加工成树脂、塑料、人造纤维、合成橡胶、塑料和橡胶制品、清洗剂、化妆品，则可产生400亿美元的中间产品和270亿美元的最终产品。再进一步深加工成用户直接使用的最终产品如农药、汽车用化学品、家用化学品、纺织品、鞋袜、印刷及出版物、建筑材料等，总产值可达5300亿美元。

(3) 利润率高

国际上七十年代评价利润率高低的的标准是：销售利润率小于15%的为低利润率；15~20%为中利润率；大于20%为高利润率。1977~1980年，世界100家大型化工公司的销售利润率的统计结果是：高利润率仅有5家，均为美国精细化工公司；中利润率有5家，也都是精细化工公司。

3. 商业特性

(1) 独家经营，技术保密

精细化工产品多数是复配型的，配方与加工技术带有很高的保密性。如饮料可口可乐，其分装销售网遍布世界各地，但配方仅为总公司极少数人掌握，严格控制，排斥他人，以保证独家经营，独占市场，不断扩大生产销售，获取更多的利润。

(2) 重视市场调研，适应市场需求

精细化学品的市场寿命不仅取决于它的质量和性能，而且还取决于它对市场需求变化的适应性。因此，经常做好市场调研和预测，不断研究消费者的心理要求，不断了解科学技术发展所提出的新课题，不断调查国内外同行的新动向，不断改进自己的工作，做到知己知彼，

才能在同行强手面前赢得市场竞争的胜利。

(3) 配有应用技术和技术服务

精细化工属于开发经营型工业，在大力搞好新产品、新技术开发的同时，还需要花更大的力量去研究产品的应用技术和技术服务。世界工业发达国家，对此十分重视，他们的技术开发、经营管理和产品销售(包括技术服务)人员比例大体为 2:1:3，并且抽调业务素质好，最有实践经验的人，担任销售和技术服务工作，把销售过程中得到的信息，及时反馈到计划和生产部门，以便修订计划，调整生产，确保产品的畅销，提高企业的竞争能力。

第二节 精细化学品在国民经济中的作用和发展趋势

一、精细化学品在国民经济中的作用

精细化学品具有的鲜明特点，使它成为国民经济中不可缺少的一个重要组成部分。精细化学品的产量虽小，但品种繁多，用途广，几乎渗透到一切领域。可以说，国民经济各部门，现代工业的一切产品，人们的衣、食、住、用，现代国防和高新技术，环境保护，医疗保健等都与精细化学品有关。在国民经济中的地位和所起的重要作用，可以从以下几个主要方面体现。

农业是国民经济的命脉，精细化学品在农、林、牧、渔业中的应用主要有农药、兽药、饲料添加剂和微量元素肥料等几个方面。在农业生产中，施用农药以防止病、虫、草害是保证农业丰收的必要手段，但化学农药施用过久，则病菌、害虫和杂草会对其产生抗药性，因此，需要不断开发高效低毒的、能自然降解为无毒物质的新农药。近数十年来，农用杀菌剂、杀虫剂和除草剂的不断推陈出新，增效的、缓释长效的新剂型不断推出，功效卓越的植物生长调节剂的更新换代，为农业发展提供了必要的条件。

精细化学品与人民生活密切相关，如精细化学品中的一大类产品—表面活性剂，大量用于家用清洗剂、纺织印染行业、发酵酿造和食品加工业，另外像香料和香精、各类化妆品、涂料和装饰品、感光材料、食品添加剂和保鲜剂等都在人们的日常生活中占有相当的地位。此外，在轻工业当中也使用大量的精细化学品，如轻纺工业产品需经使用涂料、染料、印刷油墨或电镀助剂的加工过程，才能成为美观耐用的产品。由棉纱或化纤制造纺织品的过程中，许多工序需要使用各种助剂，例如用柔软剂整理可使织物手感丰满柔滑，媒染剂可使染料易染到织物上，固色剂可使染色牢度大大提高；用不同的优质助剂进行染整，才能制出花色品种各异的纺织品，又如，坯皮至少要经过用鞣革剂、涂饰剂、加脂剂等皮革化学品的处理，才能制成皮革。纸浆要用施胶剂、助留剂、增强剂等加工，才能制成不同用途的纸张。聚氯乙烯树脂必须用稳定剂、增塑剂和其他化学品加工，才能制成各种塑料制品。

利用精细化学品的特定功能，可使各种产品的性能适合不同的特殊用途，例如：在混凝土中掺入速凝剂，可使其初凝和终凝时间分别缩短在 5min 和 20min 以内，使其适用于隧道、地下巷道、补漏抢修等工程；在混凝土中掺入缓凝剂，可使其初凝和终凝时间大大延长，因而适用于大体积混凝土施工和预拌混凝土长距离输送等工程。用阻燃剂处理加工制得的塑料和涂料在火场中具有自熄性，这种材料对于防火具有重要意义。以动态防水剂处理过的皮鞋既能防水，鞋内水蒸气又能穿透皮革散发出鞋外，这种皮鞋特别适合某些特殊行业人员使用。

精细化学品对于科学技术和国防建设的发展起着重要的作用。当精细化学品的应用技术

取得重大突破时，常可攻破相关科技的某些难关，使之跃升到一个新的水平。例如，感光材料及其应用技术的突破，促进了印刷技术、医疗诊断技术、电子技术的发展。感光材料在遥感技术领域的应用，已成为勘探测量的强有力的手段，在植物资源调查，森林树木死亡率分析，地下、地质和石油矿藏勘察等方面均有重要的应用。在国防建设中，涂料有重要的应用，宇宙飞船和导弹的表面必须有隔热涂层的保护，才能忍受在大气中高速飞行时产生的几千摄氏度的瞬时高温而不至于熔化和烧毁，宇宙飞船、人造卫星、弹道火箭等需有结构胶粘剂才能制造，如果没有光致抗蚀剂（光刻胶）和特纯气体电子封装材料等作为其元器件的辅助材料，电子计算机的制造就不可能实现。

二、精细化学品的发展趋势

随着工农业、国防和高技术的发展，人民生活水平的不断提高，对精细化工产业提出了越来越高的要求，使精细化学品具有客观发展的需要，同时由于石油化工产品生产结构的调整，高新技术的挑战，促进了世界各国政府高度重视发展精细化学品，近年主要呈现如下的新趋势。

（1）精细化率迅速增长 发达国家的精细化率已由 20 世纪 70 年代初期的约 40% 迅速增长到接近 60%。

（2）精细化学品新品种不断增加 尤其是适应高新技术发展的精细化工新领域不断涌现，因此精细化工涉及的范围越来越广泛，多学科交叉在新领域的开拓中起着越来越重要的作用。

（3）高新技术促进精细化学品的发展 在精细化学品应用到高新技术领域的同时，各种高新技术在精细化学品的生产、复配、包装、贮存、运输等各个环节被采用，大大促进了精细化学品的发展，产品质量得到提高，技术含量和利润率不断增加。

三、我国精细化学品的发展重点

中国精细化学品的生产起步较晚，与发达国家相比还有一定差距，20 世纪 80 年代以来，我国政府对发展精细化工十分重视，把精细化工作为化学工业发展的重点。经过十多年的积极建设，已建成了一系列的精细化工生产基地，一些重要的精细化学品如医药、农药、涂料、表面活性剂等已形成一定的规模，许多新兴领域也得到迅速发展，精细化率逐年增加。根据《国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》，有关专家认为，“十五”期间我国精细化工的发展重点应当是：

1. 农药

重点发展除草剂。当前，杀菌剂、杀虫剂占农药比例仍过高。为适应农业产业结构调整的需要，要进一步提高除草剂所占比例，同时要加快农药科研体制改革，强化高效、安全、低毒农药新品种的开发和产业化。

2. 涂料

大力发展环保型涂料，如各类水性涂料和高固份涂料；为适应建筑业和交通运输业的快速发展，加快超耐候型建筑涂料和道路标志涂料的发展；努力发展防火、防水、导电、绝缘、示温、杀菌等新型涂料；要力争以钛渣替代钛铁矿，改变钛白粉生产原料路线，并集中力量搞好氯化法钛白粉的产业化攻关。

3. 饮料添加剂

重点发展安全型蛋白饲料，以弥补鱼粉、饼粕的供给不足；发展替代进口的蛋氨酸和赖氨酸；发展我国拥有创新技术的植酸酶等饲用酶制剂。

4. 食品添加剂

发展方向是安全化、天然化。重点发展具有国内外广阔市场的低聚糖类、氨基酸类、脂肪酸单甘酯、卵磷脂、大豆异黄酮和各类天然食品色素。

5. 新材料

根据技术成熟程度和产业化情况，重点发展以下领域：无机非线型光学晶体；高温结构陶瓷材料（如 SiN_4 陶瓷材料、纳米 ZrO_2 粉体、 SiC 复相陶瓷、可变型 Ti_3SiC_2 陶瓷等）；氢镍电池贮氢材料；锂离子电池材料；稀土系新材料（如储氢合金、发光材料、长余辉荧光材料、稀土磁性储冷材料）；纳米材料（如碳酸钙、 TiO_2 、 ZnO 、氢氧化铝等）；轿车新材料。

第三节 精细化工课程的性质和基本内容

精细化工产品涉及的面十分广泛，并且和我们的日常生活联系紧密，作为化学专业的学生，很有必要从已学过的各种基础化学知识出发，从化学的角度来了解我们身边的各种生产生活物质，从而发展理论联系实际的能力，学习这门课程，不仅为将来进入社会，从事各种实际工作打下基础，也将使学习者扩大知识面，提高认知辨别事物的能力，更好地选择生活用品，提高自己的生活质量。

本课程一般在学习完无机化学、有机化学、分析化学及化工原理后开设的，通过本课程的学习，可以充分理解专业知识在实际化工生产中的应用，并提高综合应用知识和分析解决问题的能力。由于精细化工包含的内容繁多，限于学时数和篇幅，在教学内容的深广度安排上必然有一定的局限性，应该贯彻“少而精”的基本原则，不必要也不可能面面俱到地介绍所有行业的系列产品。结合精细化工发展的重点和方向，本着贴近社会，服务生活的原则，本课程只对精细化学品中的一部分产品做了系统介绍。本课程的主要内容包括：绪论、食品添加剂、表面活性剂、洗涤剂、化妆品、医药、农药、涂料和胶粘剂、信息记录材料、精细陶瓷、纳米技术和纳米材料。在介绍以上知识的同时，还选择了9个比较简单、容易操作的精细化学品实验，希望通过学生亲自动手操作，进一步理解精细化工生产的相关知识，从而提高学习兴趣和动手能力。各个学校可根据自己的不同特点，选取其中部分内容作为重点，其它内容可供自学，以拓宽知识面。

当今的时代科学技术发展迅速，精细化工和高新技术又关系十分密切，因而课程内容应该能充分体现当代精细化工领域有发展生命力的精神，反映出其先进性、科学性、新颖性和实用性。本书选择了纳米技术和纳米材料这一高新技术领域的知识作为专门的一章加以介绍，并且编写教材时，在参考其它同类专业书的同时，积极从互联网上搜索最新的科技成果，将其编入书中，使本书不仅选材新颖、内容丰富，与国民经济发展和精细化工新领域密切相关，而且又具有较强的实用性。相信通过本课程的学习，学生可以获得比较大的收获。

第一章 食品添加剂

第一节 概述

食品工业直接影响着工农业发展、人们生活水平提高和社会的稳定。食品添加剂是构成现代食品工业的重要因素，它对于改善食品的色、香、味，增加食品营养，提高食品品质，改善加工条件，防止食品变质，延长食品的保质期有极其重要的作用。因此，食品添加剂在食品工业中占据重要地位，可以说没有食品添加剂就不可能有现代食品工业。

什么是食品添加剂？联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）联合组成的食品法规委员会（CAC）1983年规定：“食品添加剂是指本身不作为食品消费，也不是食品特有成分的任何物质，而不管其有无营养价值。它们在食品的生产、加工、调制、处理、充填、包装、运输、贮存等过程中，由于技术（包括感官）的目的，有意加入食品中，或者预期这些物质或其副产物会成为（直接或间接）食品的一部分，或者改善食品的性质。它不包括污染物或者为保持、提高食品营养价值而加入食品中的物质。”关于食品添加剂的定义，《中华人民共和国食品卫生法》规定：“为改善食品品质和色、香、味，以及为防腐和加工工艺的需要而加入食品中的化学合成或者天然物质。”同时明确：“为增强营养成分而加入食品中的天然的或者人工合成的属于天然营养素范围的添加物”也属于食品添加剂的范畴。

食品添加剂作为食品工业中不能缺少的一个重要部分，被提出、被认识的历史还不长，食品添加剂形成工业的历史也不长，但是人们实际使用食品添加剂的历史却源远流长，有着悠久的历史。日本有关资料表明，在人类发现使用火的同时，人们就与食品添加剂结下了不解之缘。当时，人们不仅发现用火烤食兽、禽肉更好吃，而且发现烧烤之后有些食物能保存较长时间。这其实就是人类早期使用食品添加剂的开始。因为，食物经过烟熏之后，其中的酸类、酚类等成份对食物的防腐、抗氧、保存起了重要的作用，只不过在当时人们不可能认识到这些而已。中国传统的点制豆腐用的凝固剂盐卤，在距今1800多年前的东汉时期就已有使用，并一直流传至今；北魏时期的《齐民要术》中就记载过从植物中提取天然色素的方法；800年前的南宋时期就将亚硝酸盐用于腊肉生产，后来传入欧洲。

随着工业革命的兴起，食品工业也发生了根本的变化，对食品添加剂也开始有了要求，特别是化学工业的发展，一些人工合成的食品添加剂开始应用于食品工业，使食品添加剂进入了发展时期。最早使用化学合成食品添加剂，是1856年英国从煤焦油中制取的染料剂色素。随着科学技术的不断进步，检测手段的日臻完善，人们开始注意到食品添加剂的安全、卫生。各国对食品添加剂采取了严格的管理措施，并注意从法律和法规上规范食品添加剂的生产和使用，使它逐渐走上了一条健康发展的道路。

据统计，目前世界上使用的食品添加剂已达14000多种，其中直接使用的约有4000多种，常用的添加剂有近700种。全世界食品添加剂的年贸易额达200多亿美元。使用的品种达5000种以上，美国是使用食品添加剂最多的国家，达2000多种。欧盟和日本等国也在1500种以上。我国食品添加剂是近二十多年开发和 development 起来的，目前我国已批准使用的食品添加剂22个品类1500多种，其中食用香料700多种。2001年，我国各类食品添加剂的消费总量

在 200 万吨左右，销售额达 220 亿元人民币。

一、食品添加剂的种类

食品添加剂可按不同的标准分类，如按来源可分为天然食品添加剂和化学合成添加剂。国内外在实际使用时，一般按功能进行分类，主要有：

(1) 营养强化剂：指为增强营养成分而加入食品中的天然的或人工合成的属于天然营养素范围的添加剂。

(2) 防腐防霉剂：防腐防霉剂是一类能防止由霉菌所引起食品腐败变质或抑制霉菌生长作用，从而延长食品保存期的一类食品添加剂。

(3) 抗氧化保鲜剂：抗氧化剂是一种通过给予食品中易氧化成分分子中脱氢基团以氢原子，阻止氧化连锁反应，或与其形成络合物，抑制氧化酶类的活性，从而防止和延缓食品表面被氧化变质的一类食品添加剂。果蔬保鲜剂是通过涂覆果蔬表皮或喷洒包装器内，抑制水分蒸发，调节呼吸作用，防止霉菌侵袭，以保持果蔬新鲜的一种食品添加剂。

(4) 增稠剂：是一类亲水性的高分子化合物，具有稳定、乳化或悬浊状态作用，能提高食品粘度或使凝胶化，故亦称凝胶剂或乳化稳定剂。

(5) 乳化剂：是一种表面活性剂，其分子通常具有亲水基（羟基）和亲油基（烷基），易在水和油的界面形成吸附层，从而改善乳化剂体中各相之间的表面活性，使形成均匀的乳化体或分散体，故能改进食品的组织结构、口感、外观等。

(6) 螯合剂（含稳定剂和凝固剂）：能使溶胶状蛋白质沉淀或凝固的食品添加剂为凝固剂。

(7) 品质改良剂：包括膨松剂、组织改良剂、过氧化苯甲酰（俗称：面粉增白剂）、被膜剂、消泡剂、抗结剂等。膨松剂（疏松剂）是以粮食粉为主要原料的食品在加工时的加热过程中因产生气体，而使组织成为均匀致密的多孔状态，从而使食品膨松、酥脆或柔软的一类食品添加剂；组织改良剂是通过保水、粘结、增塑、稠化和改善流变性能等作用而改进食品外观或触感的一种食品添加剂；面粉质量改良剂是指提高面粉质量的一类添加剂；被膜剂是使被覆食品的表面光滑，同时起到保鲜保质作用的一类添加剂；消泡剂是指食品加工过程中，具有消除和抑止液面气泡的能力，使操作得以顺利进行；抗结剂是防止粉状或晶体状食品聚集、结块。

(8) 调味剂：是指能赋予食品各种特殊味感的一类食品添加剂。

(9) 色泽处理剂：食用色素剂（着色剂）是促进人们的食欲，提高食品价值而使食品着色的一类添加剂，包括着色剂、显色剂、还原剂、氧化剂；发色剂是指本身无着色作用，但能与食品中的发色物质作用，使其在加工保存中不致分解或褪色，或使食品中的着色基团发生鲜艳色泽的一类添加剂，如硝酸钠、亚硝酸钠、硫酸亚铁等；漂白剂是指使食品含的有色物质转变成无色物质的添加剂。

(10) 其他类添加剂：包括酶制剂、pH 调节剂、胶姆糖基质等。

(11) 食用香精、香料：包括天然香料、合成香料，指能赋予食品以香气或特殊滋味的食品添加剂。天然香料是供食品调味的从植物体内提取的香料，剂型可分精油、酊剂、浸膏、净油及油树脂；合成香料中有自精油等分离而得的单体香料和人工合成香料。人工香料与稀释剂调和又称香精。

二、食品添加剂的一般要求与安全使用

由于食品添加剂毕竟不是食物的天然成分，少量长期摄入也有可能存在对机体的潜在危

害。随着食品毒理学方法的发展，原来认为无害的食品添加剂近年来发现可能存在慢性毒性和致畸、致突变、致癌性的危害，故各国对此给予充分的重视。目前国际、国内对待食品添加剂均持严格管理、加强评价和限制使用的态度。为了确保食品添加剂的食用安全，使用食品添加剂应该遵循以下原则：

1. 经过规定的食品毒理学安全评价程序的评价，证明在使用限量内长期使用对人体安全无害。
2. 不影响食品感官性质和原味，对食品营养成分不应有破坏作用。
3. 食品添加剂应有严格的质量标准，其有害杂质不得超过允许限量。
4. 不得由于使用食品添加剂而降低良好的加工措施和卫生要求。
5. 不得使用食品添加剂掩盖食品的缺陷或作为伪造的手段。
6. 未经卫生部允许，婴儿及儿童食品不得加入食品添加剂。

评价食品添加剂的毒性（或安全性），首要标准是 ADI 值（人体每日摄入量），它指人一生连续摄入某物质而不致影响健康的每日最大摄入量，以每公斤体重摄入的毫克数表示，单位是 mg/kg。对小动物（大鼠、小鼠等）进行近乎一生的毒性实验，取得 MNL 值（动物最大无作用量），其 1/100~1/500 即为 ADI 值。

评价食品添加剂安全性的第二个常用指标是 LD₅₀ 值（半数致死量，亦称致死中量），它是粗略衡量急性毒性高低的一个指标。一般指能使一群被试验动物中毒而死亡一半时所需的最低剂量，其单位是 mg/kg（体重）。不同动物和不同的给予方式对同一受试物质的 LD₅₀ 值均不相同，有时差异甚大。试验食品添加剂的 LD₅₀ 值，主要是经口的半数致死量。一般认为，对多种动物毒性低的物质，对人的毒性亦低，反之亦然。按经口 LD₅₀ 值的大小，将受试物质的急性毒性进行粗略分级，参见表 1-1。

表 1-1 LD₅₀ 值与毒性分级和对人的毒性对照

毒性程度	LD ₅₀ (大鼠经口) (mg/kg)	对人致死推断量	毒性程度	LD ₅₀ (大鼠经口) (mg/kg)	对人致死推断量
极大	<1	约 50mg	小	501~5000	200~300g
大	1~50	5~10g	极小	5001~15000	500g
中	51~500	20~30g	基本无害	>1500	>500g

一些物质的 LD₅₀ 值可供比较，见表 1-2。

表 1-2 几种物质的 LD₅₀ 值

物质名称	LD ₅₀ 值(mg/kg 体重)	物质名称	LD ₅₀ 值(mg/kg 体重)
氰化钾	2	食品抗氧剂 BHA	2900
杀虫剂敌敌畏	50~70	防腐剂苯甲酸钠	2700
药物阿司匹林	500~1000	尼泊金丙酯	>8000
化学品乙醇	6000~8000	山梨酸	10500

制定食品添加剂的使用标准是依据其使用情况的实际调查和毒性学评价，制定程序一般如下：