



中等专业学校教学用书

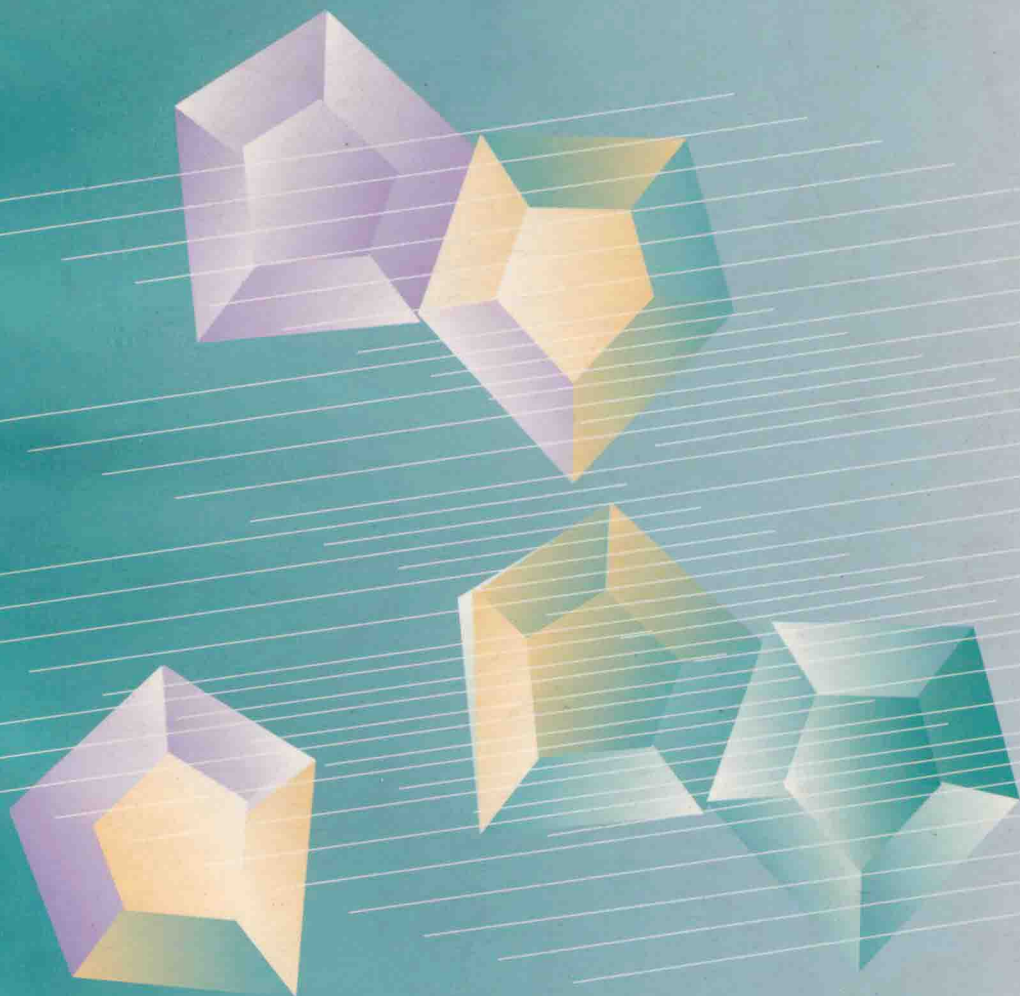
精细化工工艺

无机篇

南京化工学校

丁志平
仓理

主编
副主编



化学工业出版社

中等专业学校教学用书

精细化工工艺

无机篇

南京化工学校 丁志平 主 编
仓 理 副主编

化学工业出版社
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

精细化工工艺: 无机篇/丁志平主编. —北京: 化学工业出版社, 1998. 5
中等专业学校教学用书
ISBN 7-5025-2021-X

I. 精… II. 丁… III. ①精细化工-生产工艺-专业学校-教材②无机化工-生产工艺-专业学校-教材 IV. TQ062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 04199 号

中等专业学校教学用书

精细化工工艺

无机篇

丁志平 主编
南京化工学校 仓理 副主编

责任编辑: 何曙霓 徐世峰

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 季玉芳

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河前程装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 10 字数 239 千字

1998 年 5 月第 1 版 1998 年 5 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-2021-X/G · 583

定 价: 12.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

精细化工是倍受工业发达国家重视的化工领域，它是在传统化工的基础上发展起来的。精细化学品以功能性和最终使用性直接服务于人类，是人类物质文明进入新阶段的重要保证。它的主要特点是产量小、附加价值率和利润率大、技术密集度高。

随着新技术革命的兴起，以信息科学、生命科学、材料科学为首的三大前沿科学蓬勃发展，同时也加快了精细化工的发展，目前发达国家的精细化工总产值已占化工总产值的 50%~60%。我国的精细化工发展起步较晚，只是在 80 年代初期，随着改革开放的深入而得以发展。但为之服务的教育，却又滞后一步。虽然近年来很多学校设立了精细化工专业，但还没有一本适用于中专教学的精细化工专业教材。我们本着解决教学之急需，参照部颁教学大纲的要求，结合本地区的具体情况，在我校使用多年的自编讲义的基础上，编写了这套教材，以填补空白，并期望抛砖引玉，促进化工教育的发展。

本套教材分上下两册，分别由丁志平、仓理主编。上册第一、二章由丁志平编写，第三、四章由许如海编写，第五、六章由王世娟编写；下册第一、四、五章由仓理编写，第二、三、七章由卞进发编写，第六、八章由张云良编写。全书由陈炳和主审；薛叙明、陈群参审。

精细化工涉及面广量大，各省市的发展不平衡，而且侧重点也不一样。在编写时，力求包括各方面的内容，以便让读者结合本地精细化工的特点有针对性地选用。虽然在编写时我们阅读了大量的文献资料，也结合了多年教学的经验，但由于时间和精力限制，加之知识浅薄，书中存在的不足和错误之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

1997 年 10 月

内 容 简 介

本书较为系统地介绍了精细化工的主要内容，分上下册出版，此书为上册，即无机篇。全书共分六章，主要包括绪论，三元体系相图，经典无机精细化工生产方法简介，现代无机精细化工生产方法简介，重要系列产品及制法以及催化剂等内容。

本书系化工中专精细化工专业教材，可作为化工工艺、有机化工、高分子化工、化工管理以及相关专业的教学参考书，也可供化工管理人员、技术人员和营销人员参考。

目 录

1. 绪论	1
1.1. 精细化工的定义与范畴	1
1.2. 精细化工在现代化建设中的作用	3
1.3. 精细化工的发展趋势	5
1.3.1. 无机精细化工的发展趋势	5
1.3.2. 有机精细化工的发展趋势	6
思考题	7
2. 三元体系相图	8
2.1. 相律	8
2.1.1. 基本概念	8
2.1.2. 相律	10
2.2. 三元体系的汽液平衡	10
2.2.1. 三元体系相图的组成表示方法及基本规则	10
2.2.2. 只有一个液相的理想三元体系	14
2.2.3. 简单非理想三元体系	18
2.3. 三元体系的液固相平衡	18
2.3.1. 第一类简单三元体系的溶度图	19
2.3.2. 三元水盐相图的各种类型和性质	24
2.3.3. 第二类三元体系的溶度图	37
思考题	41
3. 经典无机精细化工生产方法简介	42
3.1. 无机精细化学品的用途	42
3.2. 原料	42
3.2.1. 化学矿物	42
3.2.2. 各种天然含盐水	42
3.2.3. 工业废料	44
3.2.4. 化工原料	44
3.2.5. 农副产品及其他	44
3.3. 无机精细化工产品的主要生产过程	44
3.3.1. 矿石的精选	44
3.3.2. 矿石的热化学加工	45
3.3.3. 浸取	46
3.3.4. 过滤	48
3.3.5. 溶液的精制	49
3.3.6. 萃取	50

3.3.7. 离子交换	53
3.3.8. 电渗析	59
3.3.9. 干燥	60
思考题	61
4. 现代无机精细化工生产方法简介	62
4.1. 超细化	62
4.1.1. 气相法	63
4.1.2. 液相法	64
4.1.3. 超细化的应用举例	66
4.2. 单晶化	68
4.2.1. 从 Al_2O_3 到蓝宝石	68
4.2.2. 红宝石与第一台激光器	69
4.2.3. 新的单晶体层出不穷	69
4.3. 非晶化	70
4.3.1. 坚硬耐蚀的“理想新金属”	70
4.3.2. 半导体材料的新秀	72
4.3.3. 积极开发非晶态无机盐	72
4.4. 表面改性化	73
4.4.1. 无机改性	73
4.4.2. 有机改性	74
4.4.3. 复合改性	75
4.5. 薄膜化	75
4.5.1. 难得的金属耐蚀保护膜	76
4.5.2. 多功能薄膜—— SnO_2	76
4.5.3. 电子信息材料之最	77
4.6. 纤维化	77
4.6.1. 氧化铝纤维	78
4.6.2. 碳化硅纤维	79
思考题	79
5. 重要系列产品及制法	81
5.1. 溴及溴盐	81
5.1.1. 溴	81
5.1.2. 溴化钠	86
5.2. 硼的化合物	87
5.2.1. 含硼原料及加工方法	87
5.2.2. 硼酸	88
5.2.3. 硼砂	91
5.2.4. 过硼酸钠	93
5.2.5. 硼酸酐	95
5.2.6. 硼酸锌	95

5.2.7. 硼氢化钠	96
5.2.8. 硼肥	96
5.3. 钡的化合物	98
5.3.1. 含钡原料及加工方法	98
5.3.2. 硫酸钡	98
5.3.3. 重晶石的还原	99
5.3.4. 氯化钡	100
5.3.5. 硝酸钡	104
5.3.6. 碳酸钡	105
5.3.7. 氢氧化钡	105
5.3.8. 氧化钡和过氧化钡	106
5.3.9. 钛酸钡	107
5.4. 磷的化合物	108
5.4.1. 氯化磷酸三钠	108
5.4.2. 六偏磷酸钠	108
5.4.3. 聚磷酸铵	109
5.4.4. 磷酸二氢铝	109
5.5. 锂的化合物	110
5.5.1. 碳酸锂	110
5.5.2. 硅酸锂	110
5.5.3. 溴化锂	111
5.6. 硅的化合物	112
5.6.1. 白炭黑	112
5.6.2. 硅溶胶	113
思考题	113
6. 催化剂	114
6.1. 概述	114
6.1.1. 催化剂作用的基本特征	114
6.1.2. 催化反应的基本原理	114
6.2. 气固相接触催化	115
6.2.1. 固体催化剂的性能	116
6.2.2. 固体催化剂的化学组成	117
6.2.3. 固体催化剂的制备方法	119
6.2.4. 固体催化剂的活化和再生	123
6.2.5. 固体催化剂的应用实例	125
6.3. 相转移催化	126
6.3.1. 相转移催化的原理	127
6.3.2. 相转移催化剂	128
6.3.3. 相转移催化的应用	128
6.3.4. 液-固-液三相相转移催化	130

6.4. 均相络合催化	130
6.4.1. 均相络合催化剂	130
6.4.2. 均相络合催化的基本反应	131
6.4.3. 均相络合催化的应用	132
6.4.4. 均相络合催化的优缺点	132
6.4.5. 均相络合催化剂的固载化	133
思考题	133
主要参考书	134
附录	135
附表 1 无机精细化工产品的主要用途	135
附表 2 主要化学矿物	139
附表 3 一些氢氧化物的溶度积 (25℃)	146
附表 4 一些化合物的溶度积 (18~25℃)	146

1. 绪 论

1.1. 精细化工的定义与范畴

在我国“精细化工”一词，是近十几年内才逐步为较多的人所知并给予了应有的重视的。

在国外，“精细化工”是“精细化学工业”(Fine Chemical Industry)的简称，就是生产“精细化学品”的工业。

“精细化学品”(Fine Chemicals)这个词在国外出现已较久，本指医药、染料和香料等一类技术难度大、质量要求高、产量小的化工产品，是与通用化工产品或大宗化学品相区分的一个专用术语。所谓通用化学品，就是以天然资源(煤、石油、天然气、矿物、农副产品等)为基本原料，经过简单加工而制成的大吨位、附加值率与利润率较低、应用范围较广的化工产品；而精细化学品，一般是以通用化学品为起始原料，采用复杂的生产工艺进行深度加工，制成小批量、多品种、附加值率和利润率高，具有专用功能并提供应用技术和技术服务的化工产品。随着化学工业及其相关工业的迅速发展，精细化工产品日益增多。特别是近20多年来，由于一些工业国家更加致力于发展精细化工而形成了许多独立的行业和门类。

回顾精细化工的发展过程，首先兴起热潮的是资源和能源比较缺乏的工业国家。如瑞士等欧洲国家，他们既缺少化学工业的基本原料，又没有一般大宗化工商品的广大市场，显然其唯一出路是转向大力发展精细化学品的生产；又如日本，二次大战后主要利用国外资源和能源发展了本国的石油化工，由于面临巨额设备投资费的负担和激烈竞争中产品价格下跌的压力，为扭转这种被动局面，亦逐步将经营目标转向精细化工领域，这样它不仅争得了高额利润，而且充分利用了石油化工产生的各种衍生物和废弃物。

需要特别指出的是，随着科学技术的进步，由于处于新技术革命前沿的材料科学、信息科学和生命科学的崛起，客观上又极大地促进了精细化工的迅猛发展，使精细化工的生产门类、品种不断增加，领域日益扩大，从而成为充满活力的朝阳工业。

时至今日，精细化工已是世界工业国家的支柱产业之一，在化工总产值中的比重越来越大，低者已占30%~40%，高者占80%~90%。据报道，1985年几个工业大国的精细化工率：日本是58%，原联邦德国是53%，美国是55%。可以预计，到本世纪末这些国家的精细化工率都可能超过60%。

关于精细化工的定义，在发达国家已经展开了较长时间的讨论。然而迄今为止，仍是众说纷纭，尚无简明、确切而又得到公认的科学定义。

我国目前所称的精细化学品的含义，与日本国的基本相同。概括起来讲，就是“精细化学品是深度加工的、具有功能性或最终使用性的、品种多、产量小、附加价值高的一大类化工产品”。所谓功能性，是指该化学品通过物理作用、化学作用或生物作用，而产生某种功能或效果。所谓最终使用性，是指该化学品不需再加工即可提供用户使用。一般说来，精细化学品应具备如下特点：

(1) 品种多，产量小，主要以其功能进行交易；

- (2) 多数采用间歇生产方式；
- (3) 技术要求比较高，质量指标高；
- (4) 生产占地面积小，一般中小型企业即可生产；
- (5) 整个产品产值中原材料费用的比率较低，商品性较强；
- (6) 直接用于工农业、军工、宇航、人民生活和健康等方面，重视技术服务；
- (7) 投资小，见效快，利润大；
- (8) 技术密集性高，竞争激烈。

我国和日本所称的精细化学品，欧美国家大多将其分为精细化学品和专用化学品，其依据更侧重于从产品的功能性来区分。精细化学品是按其分子的化学组成（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；专用化学品则是根据它们的功能来销售的小量产品，强调的是产品功能。如何区别精细化学品与专用化学品，可归纳成以下六点：

(1) 精细化学品多为单一化合物，可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配物，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，专用化学品的加工度高，为最终使用性产品，用途针对性强；

(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较短，产品更新很快；

(6) 专用化学品的附加价值率、利润率更高，技术密集性更强，更需依靠专利保护或对技术诀窍严加保密，新产品的生产完全需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”这个词，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。

精细化学品与非精细化学品在某些情况下并无明显的界限。例如：一些磷酸盐在作为食品添加剂或阻燃剂使用时，属于精细化学品，而它们在农业上主要作为肥料；又如医用水杨酸和食品添加剂用苯甲酸属于精细化学品，而它们用作化工原料时属于基本有机产品；再如某些试剂和高纯物属于精细化学品，仅含有较多杂质的同种产品则往往属于普通的化工原料。

精细化工目前还处于发展阶段，由于各个国家的科技、生产、生活水平不一，经济体制和结构差别更大，很显然，对精细化工的范围和分类不可能相同。

我国的精细化工分别隶属于化工、医药、轻工、石化、农业等部门，较长时间也尚无比较明确而统一的说法。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，化工部对精细化工产品的分类作出了如下暂行规定：

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，又包括以下种类：

（1）催化剂 炼油用、石油化工用、有机化工用、合成氨用、硫酸用、环保用催化剂和其他催化剂；

（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、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、渗碳剂、汽车等机动车用防冻剂等；

（15）油用添加剂 防水、增粘、耐高温等各类添加剂、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。

需要指出的是，上述分类主要是化工部所作之规定，并未包含我国精细化工的全部内容，例如医药制剂、酶、化妆品、香料、精细陶瓷等。

无机精细化工是精细化工当中的无机部分。无机精细化工在整个精细化工中，相对起步较晚、产品较少。然而，近年来崛起的趋势越来越明显，不管是类别或是品种，都在以较快的速度增长，并且对其他部门或化工本身的科技发展起着越来越重要的作用。

1.2. 精细化工在现代化建设中的作用

解放前，我国就有了诸如油漆、染料、医药、农药等精细化学品的生产，但一般只能生产少量低档品种和加工产品，其规模很小，工艺和设备落后；而无机精细化工几乎是空白，最

常用的无机盐试剂要从国外进口。精细化工产品品种合计还不到上百种。新中国建立以后,随着国民经济的高速发展,精细化学品的生产快速发展起来,生产门类不断扩展,品种不断增加。目前已能基本满足国民经济各部门的需要,且有部分出口创汇。特别值得一提的是无机新材料的发展历史和功绩。无机新材料是50年代末期配合“两弹”、“一星”研制而发展起来的。目前已形成有特种玻璃、玻璃纤维与特种纤维、石英玻璃、玻璃钢与高性能复合材料、特种陶瓷、人工晶体、特种密封材料和特种胶凝材料等8大类,共3000余种产品的新兴产业,为国防建设,高技术经济建设作出了巨大贡献。

现在,人类已经进入了以电子信息为中心的高技术时代。电子计算机是微电子技术和信息技术的成果,也是信息科学发展的集中表现。近些年来,电子计算机的开发工作不断取得新突破,已研制成功了具有部分人工智能的第五代计算机和每秒运算十亿次的巨型机,今后的方向是研制运算速度更快的巨型机和功能更高级的微型机。为此,必须更高一层地解决大规模和超大规模集成电路的制备问题,以及声光记录,转换传输和存储等问题。精细化工不仅提供了质优的半导体材料、磁性材料等,而且还提供了大量用于集成电路加工的超纯化学试剂和超纯电子气体。由于在半导体材料方面已制得了大直径、高纯度、高均匀度、无缺陷方向的单晶硅,以及砷化镓、磷化铟、人造金刚石相继进入实用阶段,使电子器件实现了微型化、集成化、大容量化、高速度化,并有条件向着立体化、智能化和光集成化等更高的技术方向发展。光纤通讯在70年代还仅是科学家、工程师们开发研究的课题,可是现在光纤已逐步取代铜质电线,某些发达国家如英国、美国、德国等已不再生产铜轴电缆。光学纤维的实用化,不仅将引起邮电、通讯、广播、电视、微光夜视、工业探伤、医疗诊断等技术的革命性飞跃,而且还将对印刷、自动控制、自动监测等方面产生巨大影响。精细化工不仅提供了用于光通讯的 SiO_2 - GeO_2 石英系通讯光纤(其光损耗已接近理论极限),还提供了用于激光技术的钨酸钙、铝酸钇、磷酸铍锂、多种氟化物等晶体。大功率固体激光材料及其非线性光学晶体的研制成功,为激光通讯、激光制导、激光核聚变、激光武器等高技术提供了物质保证。铌锡合金超导材料的研制成功,使超导技术才具实用意义;当发现金属氧化物可用于超导材料后,全世界范围内掀起了超导热,在几个月之内就将超导转变温度提高了100多度(K),从而成为超导材料进一步发展和应用的一个新里程碑。以多晶硅,特别是以晶硅为材料的太阳能电池的技术进展和实用化,对世界性的能源紧缺是一个福音,将为空间技术、未来工业以及人民生活提供无公害和取之不尽、用之不竭的能源。

精细化工对国防建设和空间技术的发展起着特别重要的作用。许多新材料已广泛应用于飞机、火箭、导弹、卫星、核武器等的制造,用于侦察、通讯、制导、防御系统等部门。其水平的高低直接关系到国家的安全及其在世界上的地位。空间技术的发展对航天器的喷嘴、燃烧室内衬、前锥体、尾锥部、喷气发动机叶片等使用材料提出了愈来愈高的要求,要求其能经受高温作用而又不氧化、具有良好的耐蚀性、耐磨性和抗震性;尤其是作为“空间实验室”用的航天器,为保证返回地面时不致被烧毁,所用材料必须是耐高温、重量轻、强度高的特殊烧蚀材料。现代战争一般是夜间进行突然袭击,如果没有高性能的激光测距和制导系统,火箭、大炮就变成“瞎子”;没有高灵敏的卫星遥感遥测系统,就无法掌握敌人的兵力部署和调动情况;现代军事设施的隐身法,已发展到红外侦察涂层隐身法,只要在军事装备和军事设施上涂上了这种涂层后,即使敌人用红外热象仪来侦察,也发现不了目标。可见,随着现代军事科学技术和空间技术的发展,新型精细化工材料将越来越显示出极其重要的作用。

开发精细化工产品,可以降低能源消耗和节省资源。按人口平均分配计算,我国是世界

上既缺能源、又少资源的国家。因此,降低能耗和节省原料对我国的现代化建设具有特别重要的意义。例如,日本试制精细陶瓷发动机应用于汽车工业,不仅发动机的体积小,重量轻,且可以去掉风冷和水冷散热系统,汽缸内的燃气温度可以从 900°C 提高到 1200°C ,从而使热效率增加 45%,燃料消耗减少 34%。1990 年我国也有试制的报道。用于宇宙飞船的无机纤维增强复合材料,若能使宇宙飞船的重量减轻 1kg,则可以使推送它的火箭的重量减轻 500kg。据报道,日本日产化学工业公司发明了一种以亚硝酸钙为主要成分的混凝土添加剂,只要添加 2% 左右的量,可以使桥梁等大型建筑的寿命延长 15~20 年,而且抗压强度也得到提高。固体电解质材料的发现和应用于电池、制碱、制钠以及磁流体发电等方面,将开辟节能的新途径。

开发精细化工产品,可使原来的低档产品变为高档产品,显著提高经济效益,进而提高产品在国际市场上的竞争能力,并增加外汇收入,实现国民经济的良性循环,加速现代化建设的速度。

1.3. 精细化工的发展趋势

近几年来,我国的精细化工发展很快,不仅有大批精细化工产品投入市场,而且所占化工总产值的比例逐年上升。但与发达国家相比,还存在一定的距离。发展精细化工已成为当务之急,需要制定切实可行的发展规划,明确主要的研究方向,加快发展速度。

1.3.1. 无机精细化工的发展趋势

首先,要立足于本国的丰富的资源,积极发展系列化、多规格、多性能、高质量的产品。例如无机硅化合物,是 80 年代无机化学品中发展较快的系列产品。它品种极多,应用范围较广,并且随着科学技术的进展仍在迅速发展。它所用主要原料是地球上取之不尽、用之不竭的二氧化硅。我国盛产较高质量的二氧化硅,且分布广。例如非晶态硅,是目前无机非晶态物质中最有使用价值的材料,主要用于制作太阳能电池。过去一直使用结晶硅将太阳能转变为电能,其能量转换效率为 12%~15%,而非晶态硅为 7%~10%,但后者制取成本比结晶硅低得多,所用的主要原料为硅烷和四氟化硅。

第二,注意发展与信息科学、生命科学和材料科学有关的无机精细化工产品。随着电视、录音、录像、复印及其他电子行业等信息技术的飞速发展,许多无机精细化工产品已经成为电子制品、磁性材料、光电材料等不可缺少的原材料。例如,许多金属氧化物具有这方面的特殊功能:氧化铁除可作颜料外,目前已用作铁酸盐的原料及磁性记录材料;在 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 的表面被覆一层极薄 ($10^{-9}\text{m}\sim 10^{-8}\text{m}$) 的铁酸钴,即可制成高密度、高准确度、低杂音的性能优良录像带;氧化锌为一种 n 型半导体,与适量氧化铝(或氧化锡、氧化铟)混合,在还原性空气中烧制后具有导电性,其粉末用作静电复印纸的导电层;氧化锌还因具有光传导性而用作电子传真的感光层,用粘结剂涂粘在普通纸上即可。又如采用硫化锌、硫化钙、硫化镉制成显像材料的基材,有可能实现全彩色化的光电平板显示,因而已受到普遍重视。磷灰石的氢氧化物与自然骨质相同,与肌体有极好的亲和性,且可能与新生骨化合,可以代换人类的齿和骨等,所以用磷灰石氢氧化物、磷化钙系玻璃、磷酸三钙的多孔体和颗粒体,制做人造骨或骨填充材料;蓝宝石可做齿根材料等。前面曾提及的无机新材料,是当前材料科学的热点课题,这里不再赘述。

第三,注意开发新的工艺技术,大力发掘无机物潜在的特殊功能。无机盐是化学工业中发展较早的行业,但较长时间以来,人们只注意无机物固有的物理化学性质及其相应的用途,

使无机化合物的应用领域未能拓宽。近年来,由于科学技术迅速发展,无机物的许多潜在特殊功能随着许多相应的特殊工艺技术的开发而逐渐被人们所认识,概括起来有:超细化、纤维化、薄膜化、单晶化、多孔化、形状化、高纯水、非晶化、高密度化、高聚合化、表面改性化、非化学计量化及化合物的复合化等。

第四,充分认识我国是一个农业大国,积极发展为农业服务的以及农产品加工工业需要的无机精细化工产品。

第五,面对现状,积极研制当前急需的产品,解决燃眉之急,同时也为深入发展无机精细化工打好基础。例如,精细陶瓷原粉方面的新产品,如导电陶瓷 $\text{ZnO-Bi}_2\text{O}_3$,透光陶瓷氧化铝,多孔材料 $\text{CaO} \cdot n\text{SiO}_2$,硬质材料碳化钛等;补强材料方面,透明铁红、氧化钛、活性氧化铝多规格化、立方体微粒碳酸钙、中空二氧化硅微粒、鳞片状铝镁硅酸盐等新品种;微孔材料方面,天然沸石、合成沸石要不断增加品种、扩大应用领域;半导体材料方面,砷化镓、磷化镓、碳化硅、半导体用高纯气体磷烷、乙硼烷等;其他如磁性材料二氧化铬、氧化铁;无机纤维材料氧化铝、二氧化硅;无机功能材料反渗透用水合二氧化锆膜、沸石型无机离子交换剂;饲料和食品添加剂用脱氟磷酸盐;阻燃剂水合氧化铝、氢氧化镁、透明液状三氧化镁、胶体五氧化锑、氟硼铵等也都是值得重视和研究的课题。

还有,为了满足高纯物质、功能材料等产品的研究和生产需要,还需开发各种产品的水热合成法、醇盐水解法以及超细粉体材料的研究。

1.3.2. 有机精细化工的发展趋势

1.3.2.1. 传统精细化学品的更新换代

(1) 染料工业 重点是发展纺织印染需求量大的活性染料、分散染料、还原染料等,近期以“外引内联嫁接”的方法发展后加工技术为主。

(2) 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、高固体分涂料、粉末涂料、光固化涂料等。

(3) 粘合剂工业 重点是发展低毒(或无毒)、中低温固化和高强耐候品种,开发功能型的新产品,尤其注重开发鞋用粘合剂。

(4) 化学试剂 重点加强分离提纯技术研究,注意试剂门类品种的开发,实现超超高纯试剂、生物技术试剂、临床诊断试剂、有机合成试剂的产品系列化。

(5) 感光材料和磁记录材料 瞄准世界先进水平,走“先仿后创”的路子。

1.3.2.2. 当前要优先发展的关键技术

(1) 新催化技术 重点发展与精细化工新产品开发密切相关的相转移催化、立体定向合成、固定化酶发酵等特种技术。加强与新型催化剂相适应的反应器放大、制造等技术的开发,使之能够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。

(2) 新分离技术 开发精细化学品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的研究,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(如色素、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。

(3) 增效复配技术 该技术可有效地提高产品的商品数与化工产品数量之比。在工业发

达国家，此比值为 20 : 1 左右，而我国仅为 1.5 : 1，不仅品种少，而且质量差，关键是增效复配技术落后。因此加强这方面的应用基础研究及应用技术研究是当务之急。

(4) 气雾剂 (CFC) 无污染替代技术 当前世界三大问题之一的环境问题，已普遍引起人们的关注。气雾剂 (CFC) 无污染替代技术的研究和应用对保护环境具有极其重要的意义。

(5) 生物技术 据预测近年内将有 20% 的化工生产过程应用生物技术，其设备费用下降到投资的 1/5，能耗下降到 1/2。目前全世界生物技术公司已达几千家，如 ICI 公司、杜邦公司、拜耳和赫司特公司都在人材结构和开发投资等方面进行了重大调整，它们投入巨资进行生物技术的开发研究，预计美国应用生物技术的化学品产值将以每年 30% 的速度增长。

另外，如聚合物改性技术、计算机化工应用技术、综合治理等技术与化学工业、精细化学品的发展密切相关。它们的突破与发展，都会对经济的发展和社会的进步产生巨大的影响，所以对它们应予以足够的重视。

总之，到本世纪末，我国将以国际市场为导向，使化工产品的精细化率达到 50% 以上，努力满足轻纺、机电、建材、国防等部门对化工产品日趋迫切的需求。

思 考 题

1. 通用化学品的含义是什么？
2. 我国对精细化学品是如何定义的？
3. 精细化学品的特点是什么？
4. 精细化学品与专用化学品的区别是什么？
5. 试论精细化工在现代化建设中的作用。
6. 无机精细化工的发展趋势有哪几个方面？
7. 有机精细化工的发展趋势有哪几个方面？

2. 三元体系相图

相图是根据有关实验数据,直观表示体系中各聚集状态和它们所处温度、压力、组成等条件间相互关系的一种几何图形。它是人们研究无机化工生产体系不可缺少的工具,它能为无机化工生产指明主要的生产途径及控制指标。因此大家不仅要熟悉相图中各点、线、面的含义,而且特别应注意利用它所揭示的规律来制定合理的工艺流程,确定最佳生产工艺。由于物理化学中已学过一元和二元体系相图,本章仅简单介绍三元体系相图。

2.1. 相 律

2.1.1. 基本概念

1. 体系

在热力学上,为了明确所研究的对象,往往将所注意的一部分物质或空间与其余的物质或空间分开(这种分开可以是实际的,也可以是假想的),前者叫做体系,而后者(其余的)叫做环境。根据体系与环境的关系,通常把体系又分为下述三种类型。

孤立体系:此种体系与环境没有任何物质和能量交换,体系不受环境的影响。

封闭体系:这种体系与环境之间只有能量交换而没有物质交换,但这并不意味着体系不能因化学反应而改变成分。

敞开体系:这种体系与环境之间既可以有能量交换,也可以有物质交换。

必须指出,这种划分是人为的,其目的完全是为了便于处理,把复杂的问题简单化。例如,将一杯饱和糖水放在一个恒容、绝热、不透光、不导电的箱子内,它就可作为一个孤立体系;若将此糖水放在一个盖紧的玻璃瓶中,再将瓶子放在一个恒温槽中,它就可作为一个封闭体系;将瓶盖打开,使水蒸汽可以自由出入,它就是敞开体系。

2. 相

在自然界,物质呈现的聚集状态有气态、液态和固态。在固态中还有多种晶型,不同组成还可以生成固溶体和各种固态化合物。每种聚集态内部的均匀部分,热力学上称为相。在一个相的内部,当达到平衡时,其宏观的物理性质和化学性质是均匀的。相与相之间有物理界面,物质通过此界面时,宏观的物理或化学性质要发生突变。例如一筒气体,在一般情况下各部分的宏观性质都是均匀的,所以是一个相。一种液体(例如水)各部分的宏观性质都是均匀的就是一个液相。气相与液相组成的体系,通常有界面分开。在界面上,一些物理性质(如密度、折射率等)要发生突变。不互溶的两种液体相互接触时,也存在分层的界面,因此它们是两相体系。水和冰之间有界面分开,所以是固相和液相两相体系。界面是判别相数的依据。一块大冰,打碎成若干块,仍然是一个相。铁粉和硫磺粉混合再好,也是两相,因为在显微镜下总可看到相界面。一般情况下,气体只有一个相;液体可能分层出现两个相,甚至三个相或多个相;固体一般有几种物质就有几个相(形成固液体一相例外);同一种物质,由于结晶形态不同也可能是多个相。

3. 相平衡

当两相接触时,物质要从一相迁移到另一相,这就是相变过程。在相变过程中,当宏观