高等教育规划教材

卓越工程师教育培养计划系列教材

ZHUOYUE GONGCHENGSHI JIAOYU PEIYANG JIHUA XILIE JIAOCAI

陈洪龄　周幸福　王海燕 ◎ 编著

精细化工导论

JINGXI HUAGONG DAOLUN

化学工业出版社

高等教育规划教材

卓越工程师教育培养计划系列教材

陈洪龄　周幸福　王海燕 ◎ 编著

精细化工导论

化学工业出版社

·北京·

《精细化工导论》首先介绍了精细化工的概念、产品特点、开发流程和发展趋势。对常见的精细化工产品染料、涂料、胶黏剂、合成材料助剂、工业水处理剂、造纸化学品、纳米材料、食品添加剂、化妆品与盥洗卫生品、乳化剂等进行了专门介绍。注重产品的功能和分子结构特点，淡化合成方法。

《精细化工导论》可作为高等院校化学、化工、轻工、石油、食品、环境、材料等专业的教材，也可作为非精细化工专业拓宽学生知识面教材使用，还可供从事精细化工研究、生产的人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

精细化工导论/陈洪龄，周幸福，王海燕编著．—北京：化学工业出版社，2015.9

高等教育规划教材　卓越工程师教育培养计划系列教材

ISBN 978-7-122-24441-3

Ⅰ.①精…　Ⅱ.①陈…②周…③王…　Ⅲ.①精细化工-高等学校-教材　Ⅳ.①TQ062

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 140691 号

责任编辑：杜进祥　徐雅妮　刘　丹　　装帧设计：关　飞

责任校对：边　涛

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　　刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装　　订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm　1/16　印张 15½　字数 385 千字　　2015 年 9 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：38.00 元

版权所有　违者必究

前 言

精细化工是当今化学工业中最具活力的新兴领域之一，是新材料的重要组成部分。精细化工产品种类多、附加值高、用途广、产业关联度大，直接服务于国民经济的诸多行业和高新技术产业的各个领域。大力发展精细化工已成为世界各国调整化学工业结构、扩大经济效益的战略重点。精细化工率（精细化工产值占化工总产值的比例）的高低已经成为衡量一个国家或地区化学工业发达程度和化工科技水平高低的重要标志。

精细化学品和专用化学品统称为精细化工产品，虽然有不同之处，但两者有许多共同特征。精细化工产品共同的特点有以下几方面：①品种多、批量小；②技术性强；③利润大、附加值高；④研发投入大、成功率低；⑤生产装备通用性。

实践中我们发现，化学和化工专业的学生有较扎实的化学原理、工艺过程设计和计算知识，但对常见的精细与专用化学品概念、组成和原理等了解不多。很显然，作为化学、化工等专业的学生了解这些精细化工的知识是十分必要的。

本书共分十一章。第一章绪论部分介绍了精细化工的概念、产品特点、产品开发、发展趋势等总体问题。第二到十一章分别介绍了染料、涂料、胶黏剂、合成材料助剂、工业水处理剂、造纸化学品、纳米精细功能材料、食品添加剂、化妆品与盥洗卫生品、乳化剂与乳液制备等常见精细与专用化学品相关知识。本书注重概念和原理，淡化精细化学品的化学合成，以更好地扩充产品功能性知识。本书可作精细化工专业方向教材，也可作相关行业工程技术人员参考之用。

第一、三、五、六、十一章由陈洪龄编写，第二、四、八章由周幸福编写，第七、九、十章由王海燕编写，陈洪龄负责统稿。

本书虽已成稿出版，但一定存在不足，诚恳接受读者指正！

编 者

2015 年 4 月于南京工业大学

目 录

第一章 绪论 / 1

1.1 精细化工产品的概念 …… 1
1.2 精细化工产品的特点 …… 2
1.3 精细化工产品的研发 …… 3
1.4 精细化工的发展趋势 …… 5
1.4.1 精细化工发展的驱动力 …… 5
1.4.2 精细化工产品的内涵不断扩展 …… 5
1.4.3 学科知识交叉成鲜明特征 …… 6
思考题 …… 6

第二章 染料 / 7

2.1 概述 …… 7
2.1.1 基本概念 …… 7
2.1.2 染料的分类 …… 7
2.1.3 染料的命名 …… 8
2.2 光和色 …… 8
2.2.1 光的性质 …… 8
2.2.2 光和色的关系 …… 9
2.2.3 染料的发色 …… 10
2.3 重氮化与偶合反应 …… 10
2.3.1 重氮化 …… 10
2.3.2 偶合反应 …… 11
2.4 酸性染料 …… 14
2.4.1 强酸性染料 …… 14
2.4.2 弱酸性染料 …… 15
2.4.3 酸性媒介与络合染料 …… 16
2.5 阳离子染料 …… 17
2.5.1 共轭型阳离子染料 …… 18
2.5.2 隔离型阳离子染料 …… 18
2.6 直接染料 …… 19
2.6.1 一般直接染料 …… 20
2.6.2 直接耐晒染料 …… 20
2.6.3 直接铜盐染料 …… 21
2.6.4 直接重氮染料 …… 21

2.7 分散染料 …… 22
2.7.1 偶氮型分散染料 …… 22
2.7.2 蒽醌型分散染料 …… 23
2.7.3 其他类型分散染料 …… 24
2.8 活性染料 …… 24
2.8.1 概念与分类 …… 24
2.8.2 染色机理 …… 24
2.8.3 三氮苯型活性染料 …… 25
2.8.4 乙烯砜型活性染料 …… 25
2.9 冰染染料 …… 26
2.10 其他染料 …… 27
2.10.1 还原染料 …… 27
2.10.2 硫化染料 …… 28
2.10.3 溶剂染料 …… 28
2.11 功能染料与助剂 …… 29
2.11.1 功能染料 …… 29
2.11.2 印染助剂 …… 31
思考题 …… 32

第三章 涂料 / 33

3.1 概述 …… 33
3.1.1 涂料的概念 …… 33
3.1.2 涂料的组成和分类 …… 33
3.1.3 涂料的基本性能 …… 35
3.2 成膜物质的种类 …… 36
3.2.1 醇酸树脂 …… 36
3.2.2 丙烯酸树脂 …… 38
3.2.3 氨基树脂 …… 39
3.2.4 环氧树脂 …… 40
3.2.5 聚氨基甲酸酯类 …… 42
3.2.6 树脂乳液 …… 44
3.3 颜料 …… 45
3.3.1 颜料的基本特性 …… 45
3.3.2 防锈颜料 …… 46
3.4 涂料助剂 …… 47
3.4.1 偶联剂 …… 47
3.4.2 流平剂 …… 50
3.4.3 催干剂 …… 50
3.4.4 助成膜剂 …… 50
3.5 溶剂 …… 51
3.5.1 烃类溶剂 …… 51
3.5.2 醇类溶剂 …… 51
3.5.3 酯类溶剂 …… 51
3.5.4 酮类溶剂 …… 51
3.5.5 萜烯类溶剂 …… 51

3.6 涂料配方实例 …… 52
3.6.1 配方实例一：醇酸树脂涂料（色漆） …… 52
3.6.2 配方实例二：聚异氰酸酯环氧磁漆 …… 52
3.6.3 配方实例三：水性内墙涂料 …… 53
思考题 …… 54

第四章 胶黏剂 / 55

4.1 概述 …… 55
4.2 胶黏剂的组成 …… 55
4.2.1 基料 …… 56
4.2.2 固化剂 …… 56
4.2.3 填料 …… 56
4.2.4 增韧剂 …… 57
4.2.5 稀释剂 …… 57
4.2.6 其他助剂 …… 57
4.3 胶黏剂的黏合理论简介 …… 57
4.3.1 影响胶黏及其强度的因素 …… 58
4.3.2 粘接工艺 …… 58
4.4 胶黏剂的类型 …… 59
4.4.1 胶黏剂分类方法 …… 59
4.4.2 胶黏剂固化方式 …… 60
4.5 酚醛树脂胶黏剂 …… 62
4.5.1 反应原理 …… 62
4.5.2 生产工艺流程 …… 64
4.5.3 应用方法 …… 64
4.6 氨基树脂胶黏剂 …… 64
4.6.1 脲醛树脂胶 …… 65
4.6.2 三聚氰胺树脂胶黏剂 …… 67
4.7 聚醋酸乙烯及其共聚物胶黏剂 …… 68
4.7.1 聚醋酸乙烯乳液胶黏剂 …… 68
4.7.2 醋酸乙烯共聚物胶黏剂 …… 68
4.8 聚氨酯胶黏剂 …… 68
4.9 特种胶黏剂的种类 …… 69
4.9.1 耐高温胶黏剂 …… 69
4.9.2 耐低温胶黏剂 …… 70
4.9.3 密封胶 …… 70
4.9.4 光学透明胶黏剂 …… 71
4.9.5 阻尼特性胶黏剂 …… 71
4.10 胶黏剂的发展前景 …… 71
4.10.1 发展环保型胶黏剂的目的意义 …… 72
4.10.2 环保型胶黏剂的分类 …… 73
4.10.3 环保型胶黏剂的发展趋势 …… 75
思考题 …… 75

第五章 合成材料助剂 / 76

5.1 概述 …… 76

5.1.1 三大合成材料 …… 76
5.1.2 助剂的意义、分类和要求 …… 76
5.2 增塑剂 …… 78
5.2.1 基本概念 …… 78
5.2.2 增塑剂主要品种 …… 80
5.3 抗老化助剂 …… 87
5.3.1 合成材料的老化 …… 87
5.3.2 抗氧剂 …… 87
5.3.3 光稳定剂 …… 90
5.3.4 热稳定剂 …… 95
5.4 抗静电剂 …… 97
5.4.1 静电的产生和危害 …… 97
5.4.2 抗静电剂的分类与特征 …… 98
5.4.3 抗静电剂的性能评定 …… 99
5.4.4 影响抗静电剂抗静电效果的因素 …… 100
5.4.5 抗静电剂常见品种 …… 101
5.5 阻燃剂 …… 104
5.5.1 合成材料的燃烧性和阻燃要求 …… 104
5.5.2 阻燃剂及阻燃机理 …… 105
5.6 硫化剂 …… 106
5.6.1 硫化剂的作用 …… 106
5.6.2 常见硫化剂 …… 107
思考题 …… 109

第六章 工业水处理剂 / 110

6.1 概述 …… 110
6.2 絮凝剂 …… 111
6.2.1 絮凝剂的作用和原理 …… 111
6.2.2 絮凝剂的分类 …… 112
6.2.3 有机絮凝剂 …… 114
6.2.4 无机絮凝剂 …… 115
6.2.5 絮凝剂的实验室评价方法 …… 116
6.3 阻垢缓蚀剂 …… 117
6.3.1 循环水系统水垢的形成 …… 117
6.3.2 阻垢剂及其作用机理 …… 118
6.3.3 阻垢剂主要品种 …… 119
6.3.4 阻垢缓蚀剂的评价 …… 120
6.3.5 阻垢剂的发展方向 …… 121
6.4 杀菌灭藻剂 …… 122
6.4.1 杀菌灭藻剂概述 …… 122
6.4.2 氧化型杀菌剂 …… 122
6.4.3 非氧化型杀菌剂 …… 123
6.4.4 杀菌剂的评价 …… 125
思考题 …… 126

第七章　造纸化学品 / 127

7.1　概述 …… 127
7.2　制浆过程常用化学品 …… 129
7.2.1　蒸煮助剂 …… 129
7.2.2　漂白助剂 …… 129
7.2.3　废纸回收用助剂 …… 130
7.2.4　消泡剂 …… 131
7.2.5　絮凝剂 …… 133
7.2.6　纸浆防腐剂 …… 133
7.3　抄纸化学品 …… 135
7.3.1　助留剂 …… 135
7.3.2　助滤剂 …… 137
7.3.3　施胶剂 …… 138
7.4　功能性化学品 …… 141
7.4.1　纤维分散剂 …… 141
7.4.2　纸张增强剂 …… 141
7.4.3　树脂控制剂 …… 144
7.4.4　柔软剂 …… 145
7.4.5　阻燃剂 …… 146
7.4.6　防水剂 …… 147
7.4.7　防油剂 …… 147
7.5　涂布加工纸化学品 …… 148
7.5.1　颜料分散剂 …… 148
7.5.2　润滑剂 …… 148
7.5.3　交联剂 …… 149
思考题 …… 149

第八章　纳米精细功能材料 / 150

8.1　纳米材料技术的发展史以及纳米材料概述 …… 150
8.1.1　纳米 …… 150
8.1.2　纳米材料的发展史 …… 150
8.1.3　纳米材料的简介 …… 150
8.2　纳米材料的分类 …… 152
8.2.1　纳米材料的分类 …… 153
8.2.2　纳米复合材料的分类 …… 155
8.3　纳米材料的制备 …… 156
8.3.1　液相法 …… 156
8.3.2　气相法 …… 159
8.3.3　固相法 …… 161
8.4　纳米测量与表征 …… 162
8.4.1　形貌分析的重要性 …… 162
8.4.2　物理指标表征 …… 163
8.4.3　纳米粒子表面分析 …… 164
8.4.4　化学成分表征 …… 164

8.5 纳米材料的特性 …… 165
8.5.1 体积效应（小尺寸效应） …… 165
8.5.2 表面与界面效应 …… 166
8.5.3 量子尺寸效应 …… 166
8.5.4 宏观量子效应 …… 166
8.6 纳米材料的性能 …… 167
8.6.1 力学性能 …… 167
8.6.2 光学性能 …… 167
8.6.3 电学性能 …… 168
8.6.4 磁学性能 …… 168
8.6.5 热学性能 …… 169
8.6.6 烧结性能 …… 170
8.6.7 纳米陶瓷的超塑性能 …… 170
8.7 纳米材料的应用 …… 171
8.7.1 在生物医学工程中的应用 …… 171
8.7.2 在环境工程中的应用 …… 171
8.7.3 在化学工业中的应用 …… 171
8.8 发展趋势 …… 172
8.8.1 石墨烯材料简介及制备方法 …… 172
8.8.2 0.5维纳米材料简介 …… 178
思考题 …… 179

第九章 食品添加剂 / 180

9.1 概论 …… 180
9.1.1 食品添加剂的定义及有关法规 …… 180
9.1.2 食品添加剂产业概况 …… 181
9.1.3 食品添加剂的种类 …… 181
9.1.4 食品添加剂的地位和作用 …… 182
9.1.5 中国的食品添加剂法规与监督管理 …… 183
9.2 食品防腐剂 …… 183
9.2.1 食品防腐剂的定义 …… 183
9.2.2 几种常用食品防腐剂 …… 184
9.3 食品乳化剂 …… 186
9.3.1 食品乳化剂的定义 …… 186
9.3.2 食品乳化剂的分类 …… 186
9.3.3 几种主要乳化剂的介绍 …… 186
9.3.4 乳化剂在食品制作中的应用 …… 187
9.4 消泡剂 …… 187
9.4.1 概述 …… 187
9.4.2 国内外常用的食品消泡剂及应用 …… 188
9.5 食用香料（增香剂） …… 189
9.5.1 概述 …… 189
9.5.2 天然香料 …… 190
9.5.3 食用香精 …… 192
9.6 酶制剂 …… 192

9.7 食品增稠剂 …… 193
9.8 被膜剂 …… 194
9.9 抗结剂 …… 195
9.10 甜味剂 …… 195
9.11 着色剂 …… 196
9.12 漂白剂和发色剂 …… 197
思考题 …… 198

第十章 化妆品与盥洗卫生品 / 199

10.1 概述 …… 199
10.1.1 化妆品定义 …… 199
10.1.2 化妆品的分类 …… 200
10.1.3 化妆品的作用 …… 200
10.2 护肤用化妆品 …… 201
10.2.1 皮肤及生理作用 …… 201
10.2.2 护肤品的油相原料 …… 201
10.2.3 护肤品的辅助原料 …… 205
10.3 美容用化妆品 …… 209
10.3.1 面部化妆品 …… 209
10.3.2 唇部化妆品 …… 211
10.3.3 眼部化妆品 …… 212
10.3.4 指甲用化妆品 …… 212
10.4 香水类化妆品 …… 213
10.5 毛发用化妆品 …… 213
10.5.1 香波 …… 214
10.5.2 护发用品 …… 214
10.5.3 发型固定剂 …… 215
10.6 盥洗用品 …… 216
思考题 …… 218

第十一章 乳化剂与乳液制备 / 219

11.1 乳液的概念和类型 …… 219
11.2 乳液的基本性质 …… 220
11.2.1 相体积比 …… 220
12.2.2 外观 …… 220
11.2.3 电导率 …… 221
11.2.4 黏度 …… 221
11.3 乳化剂的结构特征、类型和作用 …… 221
11.3.1 乳化剂的基本结构和类型 …… 221
11.3.2 乳化剂的类型 …… 221
11.3.3 乳化剂的作用 …… 224
11.4 乳化剂的亲水-亲油性 …… 225
11.4.1 乳化剂 HLB 值的概念 …… 225
11.4.2 HLB 值的计算 …… 226

11.5 乳化剂的选择 …… 228
11.5.1 基本原则 …… 228
11.5.2 乳化剂的选择方法 …… 228
11.6 乳液的制备 …… 230
11.6.1 物料的添加顺序 …… 230
11.6.2 乳化装置 …… 231
思考题 …… 233
参考文献 …… 234

第一章

绪 论

1.1 精细化工产品的概念

化工产品的品种繁多，当我们听到甲苯、环己酮、盐酸等产品名称时，很清楚地知道这是化工产品；在使用燃气、洗涤剂、油漆、润滑油、除锈剂、胶黏剂等不是以化学名称而是以用途命名的产品时，也很容易想到这些产品和化工紧密相连。但有一些领域对化工产品应用的需求很大甚至具有依赖，一般人并不是很了解，如电子产品的塑料包装袋就和普通的塑料袋完全不同，电子产品的塑料包装袋具备抗静电功能，以防止静电对电子模块的伤害；再比如夏季洒水车对绿化带树木喷水，采用科学的养护措施可以在水中加入一种叫抗蒸腾剂的化学材料，能够有效降低树木叶面高温下的蒸腾作用和水分损失，抵御高温干旱，增加植物营养，增强枝叶的恢复力、再生力，而这类材料本身无毒、无副作用，直接加水稀释即可施用，是环保型生态化学制剂。化学合成药物给人类带来的对疾病的预防和治疗更是不胜枚举。可以说，化工产品在人们的日常生活、其他传统产业、高科技领域，以及科学研究中发挥着不可替代的重要作用。

上述列举的甲苯、环己酮、盐酸，以及抗静电剂、抗蒸腾剂、合成药物等都是化工产品，很显然，这些产品在本身的结构、组成、制造特点上区别很大。甲苯、环己酮、盐酸等结构明确简单，生产技术成熟且产量很大；抗静电剂、抗蒸腾剂等产品功能明确，使用者关注的是产品能不能达到所声明的作用功能；合成药物一般结构复杂，需要多步化学合成过程才能完成，无论是中间产物还是最终产物，其结构必须十分精确。从事化工发展战略研究的学者很早就注意到化工产品的这些差异，并将化工产品进行分类，以使人们能更深刻地认识化工产品的发展规律，认识化工产业所处的发展阶段。

我们所说的精细化工产品包含两大类：精细化学品（Fine Chemicals）和专用化学品（Specialty Chemicals）。

精细化学品指的是化学上的深度加工，具有明确的化学结构。这类产品往往是化学制药、染料、农药、有机功能材料等复杂化合物的中间体，也包括一些高纯无机和有机试剂，强调化学结构和纯度。商业上按化学名称销售，纯度和规格决定价格。如 3，5-二甲氧基苯甲酸，不同厂家生产的都是这一结构，单纯度可能有 99.9%，也可能是 98%，这决定了价格。由于终端产物的合成步骤繁多，这些终端产物的制造商往往向其他生产厂定制精确分子结构并有一定纯度要求的中间产物。而中间体的制造商往往不知道终端产品是什么，或是什么用途。精细化学品可以说是专用化学品技术含量很高的原料产品。

专用化学品指的是产品有特定的功能和用途，如防锈剂、油墨、车蜡、极压添加剂等。这些产品往往没有固定的化学结构，而是科学的配方组合而成，强调产品的功能。其中组分有可能包含特殊定制分子结构，也可能是常用的化学品。商业上按产品的功能销售，不同厂家生产的同一类专用化学品在功能效果上往往存在一定差异，从而导致价格相差很大，这也体现出制造商的技术水平。如室内墙面装饰用的乳胶漆，不同厂家销售的乳胶漆配方不尽相同，可能在白度、耐候性、耐水性上有差异，价格显然不同。

当今的化工原料主要是来自石油、煤炭、化学矿、天然动植物。这些原料经加工首先成为烷烃（如辛烷）、烯烃（如乙烯、丙烯）、芳烃（如苯、甲苯）、油脂（如脂肪酸甘油酯）等初级产物，产量大，也称之为大宗化学品。这些初级大宗产品处在产品链的开始阶段，往往也被称为化工上游产品（Upstream Products）；而精细和专用化学品是在这些原材料的基础上不断深度加工产生的，往往被称为化工下游产品（Downstream Products），也就是我们所说的精细化工产品。

1.2 精细化工产品的特点

精细化学品和专用化学品统称为精细化工产品，虽然有不同之处，但两者有许多共同特征。精细化工产品共同的特点有以下几方面。

(1) 品种多、批量小 中间体名目繁多，如一些药物往往要经过几十步反应制得，每一个中间产物都可以看作是精细化学品，更有一些处在研发筛选阶段的医药、农药、兽药或是其他功能有机材料，定制的中间体更是结构特殊、五花八门；同样，强调功能性的专用化学品更是针对不同场合和用途需要不同的品种。“定制”和“功能性”也决定了产品不像化工上游产品那样大吨位，而是小批量。

(2) 技术性强 定制的精细化学品往往在结构上是特殊的，越是接近终端的中间体，其合成和提纯越是困难，得率也低，需要设计合理的合成路线，精确地反应控制，甚至特殊的分离过程，这些都需要很高的技术性；而针对特殊用途的功能性专用化学品，在特定功能的实现和产品与周边环境的适应性上往往难以求全，如集成线路板的涂层防腐性与导电性要求，纺织品面料的防水性与透气性要求，涂料中用到的一些粉体的遮盖性、分散稳定性、流变性和对成膜高分子材料的塑性影响等，都需要在材料选择、添加量、组分协同效应上综合考虑，有时也需要设计定制特定分子结构的配方组分。这就需要对化学品性能有深入认识，对结构和性能的关系、组分相互之间的影响等有充分的知识储备和娴熟的经验，同时还需要高技术支撑，很多产品更需要多学科知识的融合。

(3) 利润大、附加值高 由于精细化工产品的技术性强，在一些特定的场合或领域的应用往往是不可替代的，因此价格一般较大宗化学品要高得多，带来的利润也颇为丰厚。越是加工深度大，技术性强的产品，其利润也越高。尤其是在一种需求或一个新品种刚刚推向市场时，其利润会大得惊人。当其他一些企业效仿开发出类似产品时，价格会大幅降低，有实力的企业就会推出功能性更好更高端的产品。如作为聚氨酯发泡剂使用的有机硅聚醚产品，最早需国外进口，价格高，而当国内研发并投产类似产品上市时，进口产品的价格下降到每千克 40 元左右，现在，国内的有机硅聚醚产业蓬勃发展，基本和进口产品处于同等竞争优势并且出口，大部分这类产品价格在每千克 30 元左右，随原材料价格的变动而合理波动。

(4) 研发投入大、成功率低 有实力的精细化工企业不仅有人数众多、水平高端的研发队伍，还不惜重金对研发投入。这是产品功能性要求和结构精细化决定的，也是企业在激烈

市场竞争中保持优势地位的必然要求。如新药的开发，一种原创性新药从实验室研究到摆放到药店上市一般要花费 10～15 年时间，耗资超过 13 亿美元，最初可能需要有 5000～10000 种化合物进行筛选，仅 250 种左右能进入临床前研究，进入临床试验的可能仅剩 5 种，而最后获得批准上市的只有 1 种。由此看来，新药的 20 年专利保护期也是合理和必需的，不然都不会去做周期漫长、耗资巨大、风险极高的原创性工作。一种新药的诞生，也会带来一些新的中间体精细化学品产业。当然，药物的研发已成为特殊的精细化工行业，就一般的专用化学品而言，研发的费用同样是很高的，而成功率却很低。如水性漆的概念在许多年前就已提出，但至今在一些场合仍然需要使用溶剂型漆，而这些年来的水性漆研发和试验始终没有停止过，从发表的大量研究文献就可以说明这一点。

(5) 生产装备通用性　精细化学品的生产往往是一些单元反应和单元操作技术组成。单元反应如卤化、磺化、氧化、还原、烷基化、羟基化、酰基化、硝化、酯化、氨解、水解等；单元操作技术如反应器、精馏、萃取、过滤、干燥、重结晶、粉碎等。对于某一特定的精细化学品可能只需要用到几种单元反应和单元操作技术。一个企业如果具备几种单元反应和单元操作技术装备，就可能生产多种精细化学品。而不像石油化工中乙烯、芳烃等需要巨大装备但只能生产较单一品种。

功能性的专用化学品往往是以配方技术决定质量的，装备需要的是计量和混合，一般更具有通用性。当然也有一些相对特殊的设备，如乳化装备，但在一台乳化装备上也可生产乳液类的不同产品。极少量一些产品需要特殊的装备手段，如低温环境、气氛保护或需要在真空下完成的工艺过程。

1.3 精细化工产品的研发

精细化工产品的研发一般是有明确的市场需求和商业导向。社会需求往往是满足人们在福利、健康、科学探索中对一些功能型产品的期待；而商业导向往往是精细化工产品的高价值高利润驱使企业进入这些行业或开发一些新品获取更多利润。精细化工产品的研发可以通过图 1-1 说明其一般过程。

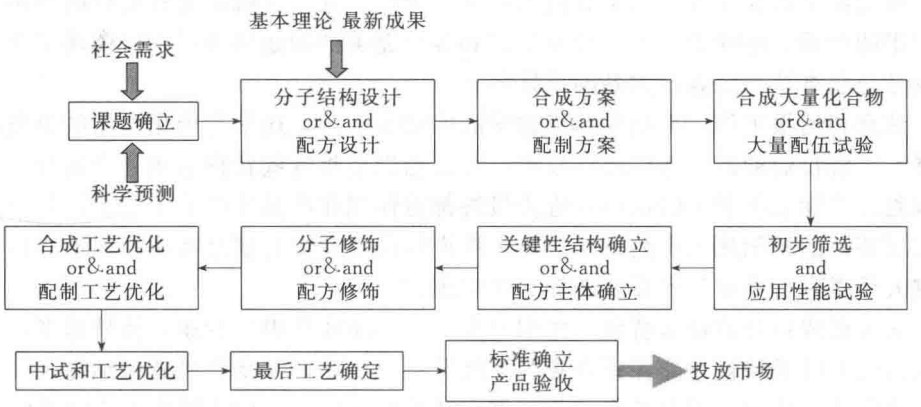


图 1-1　精细化工产品的一般开发程序

课题的确立可来源于社会需求或科学原理推测可实现某些功能造福人类。社会的需求广泛而多样，如对禽流感药物的需求，或户外运动者对低刺激、无毒害、高防晒指数的防晒霜的期待；而科学预测往往是科学工作者在发现某一物质化学规律或制备出某种新化合物或新

材料时，凭借敏锐的眼光判断预计可能制造出更好的功能材料或药物，如碳纤维是近年来化学界受到广泛关注的研究热点，通过碳纤维制造轻质高强度材料不仅在民用而且在军事上有着广泛的用途，一些汽车保险杠、坦克装甲外壳都已采用碳纤维材料制造。围绕碳纤维材料应用需求的如分散、粘合、成型加工的功能助剂也应运而生。

确定课题以后，研发的过程往往是艰苦的，要保证研发的顺利进行并最终获得成功，以下几方面尤其需要重视。

(1) 实力雄厚的研发团队 精细化工产品技术性强的特征就决定了研发不是非专业人士可从事的工作。需要配备合理结构的研发团队。往往需要有高水平的产品开发设计者和具有丰富实验室经验的实验操作人员、仪器分析人员协调工作。团队成员能够敏锐的观察实验现象，分析和归纳出现的问题，并及时给出解决方案。

(2) 充足的资金投入 对许多企业来说，资金投入的重要性往往认识不足。一个项目的开发要经过的过程很多，特别是开发研究初期的摸索阶段，失败是不可避免的。管理者只有允许失败，放手让研究者试验研究才会有更多成功，一旦完成开发投向市场，效益是显著的。高投入高回报正是精细化工产品的特点之一。试剂、分析测试、实验室仪器装备、中试、应用试验、信息调研等都需要经费支撑。

(3) 尽量完备的实验条件 实验室制备、化学结构的确定和定量分析、性能测试等都是必不可少的条件。特别是对专用化学品来说，性能测试更加重要。完善的实验条件不仅可以起到事半功倍的效果，而且是提高成功率所必需的。有些功能型产品的开发由于性能测试不全面，在实际应用时出现这样那样的问题，甚至产生可怕的危险，全面的产品性能评价和测试是十分必要的，实验室无法完成的一些性能评价可委托专门机构完成。

(4) 注重开发的时效性 快速地满足客户需求是保持市场竞争优势的关键。客户在寻求一个精细化工产品时往往会和多家联系，谁能快速提供合格产品谁就争取到订单。有实力的精细化工企业在市场上推出的只是市场上最好的产品，不见得是其研发的最好产品。当销售到市场上的产品失去优势时会迅速推出储备的新品种。

(5) 用户服务技术团队 和客户的沟通十分重要的。很多专用化学品的使用需要按照设定的方法和程序进行，包含一定的技术性。如粘合剂的固化温度和时间、乳化剂需要的乳化过程等。有些设定的使用方法由于其他因素客户无法实施，这就需要针对性的解决，成为某一客户专用的产品。这样的情况经常发生。和客户完美的沟通协调，不仅体现了企业的技术水平，也是企业维持稳定客户关系的最好办法。

(6) 信息和情报工作 无论是精细化学品的制备工艺，还是专用化学品的更新换代都是快速发展。了解行业动态，跟踪最新技术，并有意识地将这些新技术用到产品开发中去，就会不断取胜。实际上化学上的每一点进步最终都将体现在产品性能或工艺上，如目前以纳米技术为主要特征的精细化工产品已很普遍。规模性的企业都有信息和情报搜索部门，为决策者和研究人员提供行业和学术界最新发展和需求。

(7) 逐步形成自身的技术特色 精细与专用化学品涉及很多行业，品种繁多，一个企业只有形成自己的技术特色才能保证自身的不断发展。比如，涉及有机硅精细化工产品，人们会联想到道康宁、信越，国内的星火化工等；涉及洗化用品，就会联想到宝洁公司等。但技术特色不代表产品单一，很多不同行业需求的专用化学助剂叫法不同，涉及的领域也完全不一样，但在化学原理和配方设计上是相通的。如颗粒的悬浮技术，在建筑涂料、电子元器件包封料、油墨等行业都涉及，这些产品的制备在技术上有共同的界面化学原理。国外的一些百年企业，由于自身的不断发展已在不同的领域形成自己鲜明的技术特色。

1.4 精细化工的发展趋势

1.4.1 精细化工发展的驱动力

精细化工的产生与发展是人类文明不断进步的体现。人类社会发展的过程是人类与自然不断抗争，不断认识，不断取得和谐共生的过程。对健康生活的追求使人们产生对药物的期待，甚至是长生不老丹的妄想；爱美之心使人们期望更好地保护皮肤，使用天然色彩美化身体更是古往今来屡见不鲜。随着人类对自然认识的不断加深，特别是18世纪中后期，化学等科学体系的建立，人类开始有意识地“创造”新物质，满足人类不断发展的需求。

化学这门自然科学，是人类科学文明的重要部分，其不同寻常之处，不仅在于它不断发现物质世界的规律，还在于它不断的创造新物质和体系。也可以说，化学科学的工作包括发现和创造两部分。化学家希望发现化学世界的构成，从原子、分子，到有组织的体系，如水分子结构，水分子聚集和运动规律，乃至动植物活体细胞和整个生物体等，化学家还希望认识这些构成之间如何相互作用并随时间改变。但人的主观能动性决定了化学家并不只局限在研究自然存在的化学世界的构成，他们也研究那些科学理论上可能存在的未知分子和物质的性能及相互作用，这就是创造，创造新的分子和物质及其化学转变，超出了对自然界发现的本身。18世纪后期，化学迅猛发展，出现了第一种人工合成染料——苯胺紫，可以说是第一个精细化工产品，时至今日，染料的品种和功能在不断扩大。品种上已达三百多万种，功能上已不再是普通的染色，激光染料、医学诊断标记物等都可以说是染料功能的延伸。每年人们不断创造着大量新化合物，不仅研究合成制备，更关注功能的开发。这些研究的根本目标是给人类社会带来更多的福利和健康。

1.4.2 精细化工产品的内涵不断扩展

对精细化工产品的分类各国都没有明确的规定。随着科学技术的进步和社会发展的不断需求，精细化工产品涉及的行业和品种不断扩大。早在1984年日本出版的《精细化工年鉴》将精细化工分为35个行业类别，而仅一年后的1985年就增加到51个类别，它们是医药、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、肥皂、印刷用油墨、塑料增塑剂、塑料稳定剂、其他塑料添加剂、橡胶添加剂、成像材料、电子用化学品和电子材料、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、生物技术材料、功能高分子等。

我国在20世纪80年代初期“精细化工”的概念得到重视，殷宗泰先生在1985年编写的《精细化工概论》是最早一本关于精细化工的专业书籍。许多高校也相继设立了精细化工专业。从事精细化工生产的企业也迅速扩张。当时的国家化学工业部为了统一精细化工产品的口径，加快调整产品结构，大力发展精细化工，并作为以后计划、规划、统计的依据，对精细化工产品分类作出了暂行规定，将精细化工行业分为11大类，即农药、染料、涂料（包括油漆和油墨）及颜料、试剂和高纯物、信息用化学品（包括感光材料、磁性材料等）、