

高等学校教学用书

精细化工工艺学 学习指导

精细化工概论、精细化学品化学通用

陈祎平 张玉苍 主编

国内第一部
精细化工类
学习指导书

内容提要 —— 简明扼要，快速掌握

学习提示 —— 重点难点，一目了然

习题试题 —— 丰富多样，测试过关

常见缩写 —— 中英释义，增强记忆

术语、网站与期刊 —— 资料实用，查找方便



化学工业出版社

高等学校教学用书

海南省精品课程配套教材

精细化工工艺学

学习指导

陈祎平 张玉苍 主编



化学工业出版社

·北京·

精细化工所含内容繁杂, 学生学习相对困难, 本书是针对该问题编写而成的学习指导书。

本书共分 13 章, 包含了目前精细化工类教材中常见章节: 表面活性剂、食品添加剂、胶黏剂、涂料、染料、香料、化妆品、合成材料助剂、功能高分子材料、农药、电子信息化学品。每章内容包括学习提示、内容提要、常见英文缩写及中英文释义、习题、参考答案等五部分, 涵盖精细化工概论、精细化学品化学、精细化工工艺学三种类型。本书还提供了模拟试题及参考答案 6 套, 并附录汇编了有关重要术语和概念、常见英文缩写、网站和期刊。

本书内容丰富, 实用性强, 可作为各类大中专院校精细化工类课程的教学参考书, 也可作为考试考研指导书, 亦可供从事化学、化工及其他相关行业的科技人员、供销人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

精细化工工艺学学习指导/陈祎平, 张玉苍主编. —北京:

化学工业出版社, 2015.8

高等学院教学用书

ISBN 978-7-122-24119-1

I. ①精… II. ①陈…②张… III. ①精细化工-工艺学-
高等学校-教学参考资料 IV. ①TQ062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 112802 号

责任编辑: 宋林青 李 琰

装帧设计: 关 飞

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: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 382 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: 35.00 元

版权所有 违者必究

前 言

精细化工是与国计民生密切相关的重要学科，也是化学工业发展的战略重点之一。全国大中专院校中大多数化学、化工类专业都开设精细化工概论、精细化学品化学或精细化工工艺学等课程，国内的精细化工类教材版本较多，然而，目前还缺乏精细化工类的教学指导书或习题集。同时由于精细化学品种类繁多，应用范围宽广，多学科知识交叉，故教材内容十分繁杂，学生掌握和记忆都相对困难。

我校“精细化学品与工艺学”课程2010年被评为海南省省级精品课程。作为精品课程建设的成果，特编写出版本书以适应教学改革的需要。

本书共分13章，涵盖了目前精细化工类教材中常见章节，包括绪论、精细化工工艺学基础及技术开发、表面活性剂、香料、化妆品、染料与颜料、食品添加剂、农药、合成材料助剂、胶黏剂、涂料、功能高分子材料与智能材料、电子信息化学品。各章由下列五部分内容组成：(1) 学习提示，提出该章学习的目的要求、重点难点、学习方法、重要术语和概念；(2) 内容提要，有助于帮助读者快速了解、掌握每章的基本知识和理论；(3) 常见英文缩写及中英文释义，让学生熟悉常用英文缩写及特点，并有中英文释义对照，强化记忆；(4) 习题，题型和题量丰富，近似题库，可自由选用；(5) 参考答案，每道题均给出参考答案，以便学生自学自测，有的对某些内容有所拓宽和加深，涵盖精细化学品化学、精细化工及工艺学各层次。

本书还提供了模拟试题与参考答案6套，分别为精细化工概论、精细化学品化学、精细化工工艺学三种类型，可作为学生自我测试和教师出题参考。为便于学生复习和使用，将精细化工有关的重要术语和概念、常见英文缩写、网站和期刊汇编作为附录列于书后。

本书可作为各类大中专院校精细化工类课程的教学参考书，也可供从事化学、化工及其他相关行业的科研人员参考使用。

本书由海南大学陈祎平、张玉苍教授主编，参加编写人员分工如下：陈祎平编写第一、三、四、七章、模拟试题与参考答案、附录；李嘉诚编写第二、八、九章；韩秀萍编写第五、六章；刘钟馨编写第十、十三章；张玉苍编写第十一章；卢凌彬编写第十二章。全书由陈祎平、张玉苍统稿。

在本书编写过程中，桂林理工大学李和平教授提出了许多宝贵意见，化学工业出版社给予了积极支持和帮助。该书获得海南省化学工程与技术省级重点学科、海南省中西部高校提升综合实力项目的支持，特此一并致谢。

限于编者水平，书中疏漏和不当之处，敬请专家和广大读者批评指正。

编 者

2014年12月

目 录

第一章 绪论	1
一、学习提示	1
二、内容提要	1
三、习题	2
四、参考答案	2
第二章 精细化工工艺学基础及技术开发	5
一、学习提示	5
二、内容提要	5
三、习题	10
四、参考答案	11
第三章 表面活性剂	16
一、学习提示	16
二、内容提要	16
三、常见英文缩写及中英文释义	24
四、习题	24
五、参考答案	28
第四章 香料	35
一、学习提示	35
二、内容提要	35
三、常见英文缩写及中英文释义	42
四、习题	42
五、参考答案	44
第五章 化妆品	51
一、学习提示	51
二、内容提要	51
三、常用英文缩写及中英文释义	58
四、习题	58
五、参考答案	61
第六章 染料与颜料	69

一、学习提示	69
二、内容提要	69
三、常见英文缩写及中英文释义	74
四、习题	75
五、参考答案	76
第七章 食品添加剂	85
一、学习提示	85
二、内容提要	85
三、常见英文缩写及中英文释义	92
四、习题	92
五、参考答案	95
第八章 农药	102
一、学习提示	102
二、内容提要	102
三、常见英文缩写及中英文释义	110
四、习题	111
五、参考答案	113
第九章 合成材料助剂	116
一、学习提示	116
二、内容提要	116
三、常见英文缩写及中英文释义	124
四、习题	124
五、参考答案	127
第十章 胶黏剂	132
一、学习提示	132
二、内容提要	132
三、常用英文缩写及中英文释义	140
四、习题	140
五、参考答案	143
第十一章 涂料	157
一、学习提示	157
二、内容提要	157
三、涂料中常见的英文缩写及中英文释义	166

四、习题·····	166
五、参考答案·····	169
第十二章 功能高分子材料与智能材料 ·····	179
一、学习提示·····	179
二、内容提要·····	179
三、习题·····	185
四、参考答案·····	187
第十三章 电子信息化学品 ·····	193
一、学习提示·····	193
二、内容提要·····	193
三、习题·····	195
四、参考答案·····	196
模拟试题与参考答案 ·····	202
精细化工概论模拟试题 (A)·····	202
精细化工概论模拟试题 (A) 参考答案·····	203
精细化工概论模拟试题 (B)·····	204
精细化工概论模拟试题 (B) 参考答案·····	206
精细化学品化学模拟试题 (A)·····	207
精细化学品化学模拟试题 (A) 参考答案·····	209
精细化学品化学模拟试题 (B)·····	211
精细化学品化学模拟试题 (B) 参考答案·····	213
精细化工工艺学模拟试题 (A)·····	214
精细化工工艺学模拟试题 (A) 参考答案·····	215
精细化工工艺学模拟试题 (B)·····	217
精细化工工艺学模拟试题 (B) 参考答案·····	219
附录 ·····	222
附录 1 重要术语与概念汇编·····	222
附录 2 常见英文缩写汇编 (按英文字母排序)·····	227
附录 3 精细化工相关网站·····	230
附录 4 精细化工有关期刊·····	231
主要参考文献 ·····	233

第一章 绪 论

一、学习提示

通过本章学习，旨在对精细化工及其产品有个宏观的了解，主要包括精细化学品的含义与分类、精细化工的主要特点、精细化工在国民经济中的作用及其发展趋势。

重要术语和概念：

- | | | |
|---------|----------|----------|
| 1. 精细化工 | 2. 精细化学品 | 3. 精细化率 |
| 4. 复配 | 5. 通用化学品 | 6. 专用化学品 |

二、内容提要

(一) 含义与分类

“精细化工”是精细化学工业的简称，是生产精细化学品工业的通称。

精细化工产品又称精细化学品 (fine chemicals)，与通用化学品或大宗化学品 (heavy chemicals) 相对。

精细化学品国际上尚无统一定义，在我国，精细化学品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而制取的具有特定功能、特定用途、小批量生产的系列产品。

精细化学品主要是按性能与用途分类，各国分类不尽相同，如日本将其分为 51 类 (1985 年)，我国暂分为 11 大类 (1986 年)：农药、染料、涂料 (含油漆和油墨)、颜料、试剂和高纯物、信息用化学品、食品和饲料添加剂、胶黏剂、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、功能高分子材料。

(二) 精细化工的特点

小批量、多品种和特定功能、专用性质构成了精细化工产品的量与质的两大基本特征。

精细化学品的生产全过程，不同于一般化学品，它由化学合成或复配、剂型加工、商品化 (标准化) 三个生产部分组成。

两种或两种以上物质，按一定原理和比例混合加工生产出新的特性的混合物称为复配。如复配食品添加剂、复配农药等。复配关键是配方设计，复配是精细化工生产技术的重要组成部分和重要特点。

精细化工的综合生产特点如下：

- (1) 小批量、多品种、特定功能 (产品特点)；
- (2) 综合生产流程和多功能生产装置 (流程装置特点)；
- (3) 技术密集度高、大量采用复配技术 (技术特点)；
- (4) 商品性强、附加值高 (经济特点)。

(三) 作用及发展趋势

精细化率即精细化工产值率，指精细化工产值占化工总产值的比率，其高低已成为衡量

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。

精细化工与工农业、国防、人民生活和高新技术领域密切相关。

精细化工是当今世界各国发展化学工业的战略重点，加快发展精细化工已成为世界性的趋势。精细化工将向着高性能化、专用化、系列化、绿色化方向发展，并与高新技术相辅相成。

三、习 题

(一) 填空题

1. _____ 构成了精细化工产品的量与质的两大基本特征。
2. 精细化学品的英文名称是 _____。
3. 精细化率即精细化工产值率，指 _____，其高低已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。
4. 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、高纯度的化学品可列入精细化工产品的范畴，包括 _____。

(二) 选择题

1. 我国精细化工的产品暂分为多少门类（ ）？
A. 50 B. 51 C. 11 D. 86
2. 通用化学品一般指应用范围广泛、生产中化工技术要求高、（ ）的基础化工产品。
A. 产量大 B. 产量小 C. 批量小 D. 产量中等
3. 大量采用复配技术是精细化工产品的特点之一，复配是指（ ）。
A. 重复配制 B. 配方设计 C. 合成设计 D. 标准匹配
4. 以下项目中，反映精细化工生产特点的是（ ）。
①剂型加工 ②复配技术 ③间歇操作 ④专用装置
A. ①②③ B. ②③④ C. ①②④ D. ①②③④

(三) 问答题

1. 从能源角度来看，为何要发展精细化工？
2. 精细化学品与专用化学品的区别是什么？
3. 通用化学品的含义是什么？
4. 为什么精细化学品生产多采用间歇操作方式？
5. 为什么精细化学品生产多采用复配技术？
6. 精细化工的发展趋势有哪几个方面？
7. 发展精细化工，要优先发展哪些关键技术？
8. 《精细化工工艺学》课程的性质与基本内容有哪些？

四、参考答案

(一) 填空题

1. 小批量、多品种和特定功能、专用性质 2. fine chemicals
3. 精细化工产值占化工总产值的比率 4. 精细化学品和专用化学品

(二) 选择题

1. C; 2. A; 3. B; 4. A

(三) 问答题

1. 从能源角度来看, 为何要发展精细化工?

答: 开发精细化工产品, 可以降低能源消耗和节省资源。一些缺乏资源的工业发达国家, 如瑞士、日本等国, 由于二次能源危机的冲击, 不得不改变化工产品的结构, 将其战略重点由石油化工转向省资源、省能源、附加价值高和技术密集的精化化工, 以使用技术优势弥补资源劣势。美国等国家尽管有丰富的石油资源, 但由于世界石油资源的有限性及发展精细化工的优点, 因此也加快精细化的步伐。

2. 精细化学品与专用化学品的区别是什么?

答: 精细化学品与专用化学品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”。即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, 有统一的商品标准的非差别性的化学品, 强调的是产品的规格和纯度, 例如染料、医药、农药的原料; 专用化学品也是小量而有差别性的化学品, 按其功能销售, 强调的是其功能, 例如医药、农药和香料。

3. 通用化学品的含义是什么?

答: 通用化学品一般指应用范围广泛、生产中化工技术要求高、产量大的基础化工产品。

其主要特点有: 原料是天然资源(如煤、石油、天然气和农副产品等); 批量大、用途广; 通常以其主要成分的化学名称来命名(如聚氯乙烯塑料、丁苯橡胶、尿素等)。

4. 为什么精细化学品生产多采用间歇操作方式?

答: 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, 同时由于这些产品的需求量不大, 而间歇操作开工停工较容易, 生产伸缩余地较大, 产品切换灵活, 故往往采用间歇式装置生产。

5. 为什么精细化学品生产多采用复配技术?

答: 大量采用复配技术所制成的商品数目, 远远超过由合成而得到的单一产品数目, 同时采用复配技术所推出的产品, 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, 采用复配技术是使精细化学品具备市场竞争力的重要方面, 也是我国的一个薄弱环节, 需要大力加强这方面的研究。

6. 精细化工的发展趋势有哪几个方面?

答: 世界精细化工的发展趋势主要有以下几个方面: (1) 精细化工产品的品种继续增加, 其发展速度继续领先; (2) 精细化工将向着高性能化、专用化、系列化、绿色化方向发展; (3) 大力采用高新技术, 向着边缘、交叉学科发展; (4) 配方产品工程化; (5) 多功能数字化化工过程。

7. 发展精细化工, 要优先发展哪些关键技术?

答: 精细化学品的特殊性, 使其在加热、冷冻、传感、反应、分离等方面形成了均为特殊的工业技术。发展精细化工, 要优先发展以下关键技术。

(1) 新反应技术: 包括新型催化合成技术(如相转移催化、场效催化、生物酶催化等)、辐射合成技术(如超声波化学合成技术、微波化学合成技术等)、反应-偶合技术(如反应-精馏的偶合、反应-萃取偶合、反应-结晶偶合等)。

(2) 新分离技术: 包括超临界萃取技术、膜分离技术等。

(3) 增效复配技术。

(4) 超细粉体技术。

8. 《精细化工工艺学》课程的性质与基本内容有哪些？

答：《精细化工工艺学》课程是学生在学完《有机化学》、《物理化学》、《精细有机合成》等课程的基础上开设的一门专业课或专业选修课。通过本课程的学习，使学生对精细化工的基本面貌、技术范畴、重要系列产品、基本原理、生产工艺、性能应用和发展趋势有一个比较全面的了解和掌握。

该课程的基本内容主要包括：精细化工的基本概貌、重要系列产品如表面活性剂、合成材料助剂、食品添加剂、黏合剂、涂料、香料、化妆品及其性能与应用、产品的合成途径与工艺条件的确定、工艺过程基本原理以及发展趋势等。

第二章 精细化工工艺学基础及技术开发

一、学习提示

通过本章的学习,使学生了解精细化工的生产特性,会计算精细化工反应中的各种化学计量数(如转化率、理论收率、单程转化率、总转化率等),会用正交试验法进行配方优化,了解化工过程开发的一般步骤及技术开发相关内容。

重要术语和概念:

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1. 限制反应物 | 2. 过量反应物 | 3. 过量百分数 | 4. 转化率 |
| 5. 选择性 | 6. 理论收率 | 7. 原料消耗定额 | 8. 单程转化率 |
| 9. 总转化率 | 10. 正交试验法 | | |

二、内容提要

(一) 精细化工的生产特性

精细化学品有小批量、多品种、特定功能、专用性质等特点;精细化工是一种技术密集型产业,其主要特性有以下几点。

1. 多品种

当前国际上精细化工发展的总趋势是不断地开发新品种以及新剂型,提高开发新品种的创新能力。多品种不仅是精细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。随着人们需求的不断提高,精细化工产品的品种还将不断增加。

2. 生产装置和生产流程的多样性

精细化工的生产是小批量和多品种化的,在生产上表现为经常更换和更新品种。现在各国已经广泛地采用了多品种综合生产流程和多用途、多功能的生产装置,取得了很大的经济效益。

3. 技术密集度高

原因如下:(1)精细化学品是以商品的综合功能出现的,所以需要筛选不同的化学结构,在剂型生产中充分发挥精细化学品自身功能与其他配合物质的协同作用;

(2)新产品新技术开发的成功率低、时间长、费用高。

4. 商品性强

精细化学品商品繁多,已由通用型向专用型发展,商品性强,用户对商品选择性很高,市场竞争十分激烈。组织精细化工生产的两个重要环节是应用技术和技术服务,应用研究的任务有以下四个方面:

- (1) 技术研究,优化配方以及工艺条件,开拓应用领域;
- (2) 进行技术服务;
- (3) 培训用户人员掌握加工应用技术;
- (4) 编制各种应用技术资料。

(二) 精细化工工艺学基础

1. 概述

为了得到高质量和高产率的产品，了解产品的主要应用及发展动向，精细化工工艺学包括以下内容。

具体产品：选择和确定在技术和经济上最合理的合成路线和工艺路线。

单元反应：确定最佳工艺条件、合成技术和完成反应的方法。

合成路线：选用什么原料，经由哪几步单元反应来制备目的产品。

工艺路线：对原料的预处理和反应物的后处理应采用哪些化工过程，采用什么设备和什么生产流程等。

反应条件：反应物的摩尔比，主要反应物的转化率，反应过程的温度、时间和压力以及反应剂、辅助反应剂，催化剂和溶剂的使用和选择等。

合成技术：非均相接触催化、相转移催化、均相络合催化、光有机合成和电解有机合成以及酶催化等。

完成反应的方法：间歇操作和连续操作的选择，反应器的选择和设计。

为了完成精细化学品的生产，我们还需要对所涉及的各种物料的性质有充分了解，这些性质主要包括以下几点：

- (1) 物料在一定条件下的化学稳定性、热稳定性、光稳定性以及贮存稳定性等；
- (2) 物料的熔点、凝固点、沸点以及在不同温度下的蒸汽压，物料的溶解度，物料是否与水形成恒沸物以及恒沸温度和恒沸物组成等；
- (3) 密度、折射率、比热容、热导率、蒸发率、挥发性和黏度等；
- (4) 闪点、爆炸极限和必要的安全措施；物料的毒性；
- (5) 物料的商品规格、各种杂质和添加剂的允许含量；
- (6) 生产过程中产生的三废如何处理。

2. 化学计量学

- (1) 反应物的物质的量比：加入反应器中的几种反应物之间的物质的量之比。
- (2) 限制反应物：化学反应物不按化学计量比投料时，其中以最小化学计量数存在的反应物。
- (3) 过量反应物：超过“限制反应物”完全反应的理论量的反应物。
- (4) 过量百分数可由以下公式表示：

$$\text{过量百分数} = \frac{N_e - N_t}{N} \times 100\%$$

式中， N_e 表示过量反应物的物质的量； N_t 表示它与限制反应物完全反应所消耗的物质的量。

- (5) 转化率：某一反应物反应掉的量与投料量的百分比叫做该反应物的转化率。
- (6) 选择性：某一反应物转变为目标产品时，其理论消耗的物质的量占该反应中实际消耗掉的总物质的量的百分数。
- (7) 理论收率：生成的目的产物的物质的量占输入的反应物物质的量的百分数。
- (8) 质量收率：目的产物的重量占某一输入反应物质量的百分数。
- (9) 原料消耗定额：每生产 1t 产品需要消耗的各种原料。
- (10) 单程转化率和总转化率可由以下公式表示：

$$\text{单程转化率} = \frac{N_{A,\text{in}}^R - N_{A,\text{out}}^B}{N_{A,\text{in}}^B} \times 100\%$$

$$\text{总转化率} = \frac{N_{A,\text{in}}^S - N_{A,\text{out}}^S}{N_{A,\text{in}}^S} \times 100\%$$

式中, $N_{A,\text{in}}^R$ 和 $N_{A,\text{out}}^R$ 表示反应物 A 输入和输出反应器的物质的量; $N_{A,\text{in}}^S$ 和 $N_{A,\text{out}}^S$ 表示反应物 A 输入和输出全过程的物质的量。

3. 配方研究的重要性及配方设计原理

(1) 配方研究的重要性

配方研究在化学工业中,特别是对精细化工产品的开发极为重要,关于配方技术的信息在精细化学品生产中是十分有价值的。

(2) 配方设计原理

① 配方设计研究的原则 从产品设计的用途出发,在要求产品配方的全部性能指标均应达到规定标准的前提下,使得产品配方的综合性能达到最优。

② 配方优化设计方法 指主要性能优化,其他性能也能全面满足要求的配方设计。常用的设计方法有单因素优选法,多因素、多水平试验设计法(全面试验法、正交试验法、均匀设计法等),计算机辅助配方设计等。

单因素优选法:在几个组分(因素)的配方体系中,将 $n-1$ 个因素固定,逐步改变某一个因素水平(各因素的不同状态),根据目标函数评定该因素的最优水平。

全面试验法:让每个因素的每个水平都有配合的机会,并且配合的次数一样多。

正交试验法:使用一套规格化的“正交表”来安排和分析多因素试验的一种数理统计方法,排出最有代表性的试验次数,并能从仅做的少数试验中充分得到所需信息。

正交表:常见的正交表是 $L_9(3^4)$ 。“L”代表正交表;L 下角的数字“9”表示有 9 行,表示要做 9 次试验;括号内的指数“4”表示有 4 列,即最多允许安排的因素是 4 个;括号内的数字 3 表示该因素有 3 种水平 1、2、3。正交表的特点是其安排的试验方法具有均衡搭配特性,常见的正交表有 $L_4(2^3)$ 、 $L_8(2^7)$ 、 $L_{16}(2^{15})$ 、 $L_9(3^4)$ 、 $L_{18}(3^7)$ 、 $L_{27}(3^{13})$ 、 $L_{16}(4^5)$ 、 $L_{25}(5^6)$ 等。

正交表的选择:选择正交表的原则,应当是被选用的正交表的因素数与水平数等于或者大于要进行试验的因素数与水平数,并且使试验次数最少。如常选用 $L_9(3^4)$ 。

均匀设计法:

① 均匀设计法的最大优点是可以节省大量的试验。

② 由于均匀试验充分利用了试验点分布的均匀性,所得的适宜条件虽然不一定是全面试验中的最优条件,但至少也在某种程度上接近最优条件。

③ 均匀设计可以处理各因素有不同水平数的试验安排问题。

计算机辅助配方设计主要步骤有:变量因子水平设计→配方设计→建立数学模型→配方最优化→验证实验→最优配方。

4. 化工产品的经济核算

(1) 成本

对精细化工产品来说,由于技术密集,连续化程度低,常采用间歇生产,因此原料成本所占比重不大,降低成本的首要条件是技术方面的革新。企业的管理水平也会对成本造成较大影响。

(2) 价格

由原料成本来确定产品价格起的作用较大，而实际情况又很复杂，一个企业制定价格的政策有各种影响因素，同时还与国家制度与政策相关。

(三) 精细化工过程开发

精细化工过程开发大概可以分为三大阶段：

1. 实验室研究阶段

这一阶段包括根据物理的、化学的基本理论、或者从实验现象的启发与推演、或从情报资料的分析等出发，提出一个新的技术思路，然后在实验室进行实验探索，明确过程的可能性和合理性，测定基础数据，探索工艺条件。

2. 中间试验阶段

此阶段要求研究人员有丰富的工程知识，掌握先进的测试手段，并能取得足够提供工业生产装置设计的工程数据，进行数据处理从而修正为放大设计所需的数学模型。

3. 工业化阶段

对开发研究人员，主要任务是根据前面两个阶段的研究结果作为工业装置的“基础设计”，然后由工程设计部门进行工程和施工设计。

(四) 精细化工的技术开发

1. 精细化工新产品开发程序

(1) 选择研究课题

研究课题来源：研究者自己提出、产品用户要求、产品国产化要求、来自上级机关。

(2) 课题的可行性分析论证

无论课题来源是什么，都必须从课题意义、研究是否重复、科技上的合理性，经济社会效益各方面进行全面分析，尤其是独创性质的产品开发。

(3) 实验研究

对研究项目进行详细的论证和文献、样品分析后，制定相关的研究方法。

(4) 中间试验

用于检验实验室研究成果的实用性和工艺合理性，并在实际应用过程中不断完善产品性能。

(5) 性能、质量检测和鉴定

性能和质量检测一般分权威机构检测和用户试用两个方面。

2. 精细化工新产品开发的新技术

(1) 精细化工与高技术的关系

精细化工与以下领域息息相关、互相渗透：功能高分子材料如医用高分子材料（整形材料、医用黏合剂、人工器官等）、电子信息材料（光导材料、有机导体、绝缘体、光敏材料、光纤通信材料等）、生物工程、环保能源等。

(2) 精细化工生产中的新技术

精细化工本身也需要越来越多的高新技术，比如新催化技术、新分离技术、聚合物改性等。

(3) 精细化工发展的关键技术

过程模拟化、控制和优化技术已经成为精细化工发展的关键技术，其主要表现如下所示。

① 可以依靠过程模拟、控制和优化技术来提高行业工程化、规模化水平，安全、平稳、高效生产，节能降耗，控制污染。

② 可以依靠过程模拟、控制和优化技术来改善产品结构、提高分离程度、增加分割点，增加品种、提高加工深度。

③ 可以依靠过程模拟、控制和优化技术来开发起点高、投资少、周期短的产品来改善开发环境、增强开发力度。

3. 精细化工产品的发展阶段

任何一种产品都要经历原型发展阶段、雏形发明阶段、性能改进阶段和功能扩展阶段。

(1) 原型发展阶段

原型的发现是该类产品研究和发展的根据，为开发该产品提供了基本思路。

(2) 雏形发明阶段

雏形发明的出现可视为精细化工产品研究的开始，为开发该类产品提供了客观可能性。

(3) 性能改进阶段

一般通过以下两种方式对雏形发明进行改进。

① 通过机理研究，初步弄清雏形发明的作用机理，以便从理论上提出改进措施，通过大量的尝试和筛选工作，找到在性能上优于雏形发明的新产品。

② 使雏形发明的工艺上、生产方法上以及价格上实用化。

(4) 功能扩展阶段

功能扩展主要有以下几个方面。

① 品种日益增多。

② 产品的性能和功能日益脱离原型。

③ 产品的使用方式也日益多样化。

4. 精细化工产品市场预测

市场预测需要把握以下几个方面。

① 掌握国家产业发展政策和新法规。

② 了解同类产品在发达国家的情况。

③ 了解产品在国际、国内市场上的供、求总量及其变化动向。

④ 了解国家在原料基地建设方面的信息。

⑤ 了解同行业建厂的情况。

⑥ 了解产品用户信息。

⑦ 要保护自己的产品。

(五) 精细化工发展的策略

(1) 依靠科技进步，以技术为核心

(2) 培植技术力量，注意人才培养

(3) 搞好行业内部、行业之间的协调

(4) 产品方案向横向，纵向延伸

横向延伸是指以现有产品为基础，再开发几个产品，这些产品使用相同的原料，生产工艺、生产装置和非主要原料也基本相同。

纵向延伸是指为自己的产品配套生产原料和中间体。

(5) 采取多种技术引进方式：引进人才、引进软件、引进设备、合理建设、合作开发。

(6) 加入科研开发投入和科技创新力度

精细化学品的科研开发和科技创新更体现为第一生产力，它包括新产品的研究开发、生产工艺技术开发、应用开发和市场开发、提高科技成果转化率。

(7) 牢固树立科学发展、安全发展的理念

三、习 题

(一) 填空题

1. 生产精细化学品的化学反应多为液相并联反应，生产流程_____，工序_____，主要采用_____生产方式。

2. 精细化学品生产高技术密集的原因是：新产品新技术开发的成功概率_____、时间_____、费用_____。

(二) 问答题

1. 精细化工的综合生产特性有哪些？
2. 《精细化工工艺学》主要包括哪些内容？
3. 精细化学品的定义是什么？
4. 何谓工艺路线？何谓反应条件？
5. 一个新的精细化工过程开发分为哪几个阶段？
6. 配方优化设计的方法有哪些？
7. 简要说明精细化工新产品的开发程序。
8. 配方研究和设计的基本原则是什么？何谓正交试验法？
9. 正交表中数字的含义？如何设计正交实验计划表？
10. 精细化工过程开发包括哪三个阶段？“中试”有何重要意义？
11. 化工产品的经济核算包括哪些内容？
12. 精细化工新产品的开发包括哪些程序？

(三) 计算题

1. 100kg 苯胺（纯度 98%，相对分子质量为 93）经烘焙磺化和精制后得 208kg 对氨基苯磺酸钠（纯度为 95%，相对分子质量为 231.2）。则按苯胺计，对氨基苯磺酸钠的理论和质量收率为多少，苯胺的消耗定额是多少？

2. 在苯的一氯化制取氯苯时，为了减少二氯苯的生成量，每 100mol 苯用 40mol 氯气，反应产物中含有 38mol 氯苯，1mol 二氯苯，还有 61mol 未反应的苯，经分离后可回收 60mol 苯，损失 1mol 苯，求苯的单程转化率，苯的总转化率，生成氯苯的选择性，生成氯苯的总收率。

3. 为提高化工酸洗过程中产品的收率，考核反应温度 (A)，反应时间 (B)，加酸量 (C) 和酸的浓度 (D) 对收率的影响。选用 $L_3(3^4)$ 表设计共进行 9 次试验，每一行代表一次试验的条件，如第 2 号试验： $A_2B_2C_2D_2$ ——反应温度 85℃，反应时间 120min，用酸量 2:1，酸的浓度 15%。表头的选择及设计见表 2-1，试验方案见表 2-2，试验结果见表 2-3。