

精细化工 制剂成型技术

▶ 余爱农 张 庆 编著



化学工业出版社
精细化工出版中心

精细化工制剂成型技术

余爱农 张庆 编著

化学工业出版社
精细化工出版中心
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

精细化工制剂成型技术/余爱农, 张庆编著. —北京:
化学工业出版社, 2002.1
ISBN 7-5025-3432-6

I. 精… II. ①余… ②张… III. 精细化工-化工
产品-成型-生产工艺 IV. TQ064

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 081472 号

精细化工制剂成型技术

余爱农 张庆 编著

责任编辑: 王苏平

责任校对: 陈 静

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
精细化工出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 17 字数 460 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3432-6/TQ·1418

定 价: 40.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

精细化工生产的全过程是由化学合成、剂型加工和商品化三部分组成。为了满足各种专门用途的需要，许多由化学合成得到的精细化学品常常必须加入多种其他原料复配并加工成适当剂型。所谓剂型是指将精细化工产品加工制成的物理形态或分散组成。由于专用化学品应用对象的特殊性及其特殊功能，很难采用单一的化合物来满足要求，另外也为了便于使用和贮存，因而复配和剂型加工是精细化工生产中一个极其重要的环节。在精细化工生产中经过复配和剂型加工制成的商品数目往往远远超过由合成得到的单一产品的数目，经过适当复配和剂型加工后的产品具有增效、改性和扩大应用范围的功能。在我国有关精细合成方面的专著已有很多，关于精细化工配方方面的书也有不少，但关于精细化工剂型加工技术方面比较系统的专著尚未见到，基于此，我们结合我们多年的生产和科研工作体会，在这方面作了一点尝试，希望能对读者有所帮助和启发。因为是尝试，书中定有许多不成熟的地方甚至错误，祈望读者不吝赐教，批评指正。

本书大致以分散系统为主线编排，每章的总思路是先介绍本章剂型涉及的物理化学基本理论，然后介绍常用的原料，再尽可能详细地介绍制备方法，最后举一些典型的、重要的、带一定普遍性的例子予以具体化。在本书编写过程中尽量考虑到可操作性。本书可供从事精细化工生产和研究的工程技术人员和管理人员参考，另外，也可供食品加工行业的人士参考。现代教育面临着市场经济的挑战，我国大专院校和职业技术培训班的学生有一部分要从事剂型加工方面的工作，但很少有开设这方面课程的，从而造成学校教育与社会需要脱节的现象。因此，将此书作为大专院校教材和职业培训教材，也是作者写作此书的一个重要动因。

本书由余爱农副教授提出写作方案和提纲，第一、二、六、七、八、九、十、十一章由余爱农副教授编写，第三、四、五章由张庆副教授编写。在本书写作过程中何坚教授仔细审阅了写作提纲，并提出了许多指导性的意见和建议。孙宝国教授和谭志松教授一直对本书的写作给予了极大地支持和鼓励。蔡清万副研究员为本书的文献调研提供了许多帮助。在此对他们深表谢忱。本书参考了国内外大量文献资料，在此，谨向这些作者表示感谢。

余爱农
2001 仲秋

目 录

第一章 绪论	1
第一节 精细化工的定义和产品分类	1
第二节 精细化工的特点	3
一、生产特点	3
二、经济特点	6
三、商业特点	7
第三节 精细化工在社会经济发展中的重要地位	8
一、精细化工在工农业生产和日常生活中的作用	9
二、精细化工与高新科学技术	10
第四节 精细化工的基本生产技术与剂型加工	11
第五节 常用精细化工剂型分类	15
第二章 真溶液制剂	19
第一节 概述	19
第二节 溶解机理	19
一、极性溶剂的溶解机理	20
二、非极性溶剂的溶解机理	21
三、半极性溶剂的溶解机理	22
第三节 增加溶质溶解度的方法	22
一、增溶作用	23
二、助溶作用	32
三、制成盐类	32
四、改变部分化学结构	33
五、影响溶解度和溶解速度的因素	33
第四节 液相混合技术	34
一、搅拌混合器	34
二、静态混合器	35
第五节 固-液分离技术	36

一、沉降法及澄清法	36
二、过滤法	41
三、离心分离法	47
第六节 碳酸饮料的制备	50
一、碳酸饮料的种类	50
二、典型配方	51
三、工艺流程	52
四、制作要点	53
第七节 香精的制备	54
一、香精的分类	54
二、香精的配方	55
三、香精的生产	59
第八节 香水、古龙水、花露水的制造	60
一、典型配方	60
二、工艺流程及要点	63
第三章 胶体溶液和高分子溶液	65
第一节 概述	65
一、胶体溶液概述	65
二、胶体溶液类型	65
第二节 胶体溶液基础理论	66
一、胶体溶液的性质	66
二、胶体的稳定性	74
三、胶体的流变性	79
第三节 胶体溶液的制备和净化	89
一、溶胶制备的一般条件	89
二、溶胶制备的方法	90
三、凝聚法原理	93
四、溶胶的净化	94
第四节 高分子溶液	96
一、高分子溶液的形成	97
二、高分子溶液的性质	101
三、高分子溶液的制备	105
第五节 凝胶	106

一、凝胶的基本特征	106
二、凝胶的形成	108
三、凝胶的性质	109
第六节 制备示例	111
一、超细透明氧化铁黄颜料的制备	111
二、黑色宝珠笔墨水的制备	111
三、聚合氯化铝的制备	112
四、硅酸铝凝胶的制备	113
五、油墨的制造	115
第四章 乳状液剂	118
第一节 概述	118
第二节 乳状液的形成	119
一、降低界面张力	120
二、形成界面膜	120
三、形成分散相液滴的电屏障	121
四、决定乳剂类型的因素	121
第三节 乳化剂	124
一、乳化剂的种类	125
二、乳化剂的选择	126
第四节 乳化技术	135
一、乳状液的制备	135
二、影响乳化的各种因素	139
三、乳剂的稳定性	142
第五节 微型乳剂	145
一、微乳液的相图及形成机理	146
二、表面活性剂和助表面活性剂的选择及对微乳液形成的影响	147
三、微乳状液的制备	148
第六节 应用举例	149
一、食品乳状液	149
二、乳化香精	153
三、微乳液化妆水	158
四、农药乳油	160
五、沥青乳状液	162

六、乳状液涂料	163
第五章 混悬液制剂	165
第一节 概述	165
第二节 影响混悬剂稳定性的因素	165
一、混悬微粒的沉降速度	166
二、结晶长大与转型	167
三、湿润与表面现象	168
四、微粒的荷电与水化	169
五、絮凝与反絮凝	169
六、分散相的浓度和温度	171
七、混悬剂的流变性	171
第三节 混悬剂的稳定剂	171
一、助悬剂	171
二、润湿剂	173
三、絮凝剂与反絮凝剂	174
第四节 混悬剂的制备	175
一、混悬剂的制备方法	175
二、混悬剂的质量评定	178
第五节 制备示例	180
一、醋酸可的松滴眼液的制备	180
二、布洛芬混悬剂的制备	180
三、无味氯霉素混悬剂的制备	180
四、复方氢氧化铝混悬液的制备	181
五、42% 噻菌灵悬浮剂的制备	181
六、几种农药悬浮剂的配方	182
第六章 半固体制剂	183
第一节 概述	183
第二节 常用基质	183
一、油性基质	184
二、亲水性基质	191
三、乳剂型基质	194
第三节 常用制备方法	200
一、制备方法及设备	201

二、有效成分加入的一般方法	208
第四节 应用举例	208
一、化妆品半固体制剂的制备	208
二、牙膏的制备	217
三、皮鞋油的制备	222
四、润滑脂的制备	224
五、半固体燃料的制备	227
第七章 制粉技术	231
第一节 概述	231
一、粉末的特性	231
二、粉末特性的测量方法	234
三、粉末的特性对剂型加工的影响	242
第二节 粉碎	243
一、概述	243
二、粉碎理论	243
三、粉碎方法	245
四、粉碎机械	247
五、粉碎助剂	263
第三节 超细粉末制备技术	265
一、概述	265
二、超细粉末的液相合成法	267
三、超细粉末的气相合成法	272
第四节 粉末分级	275
一、概述	275
二、筛分	277
三、流体系统分级	279
第五节 固相混合	281
一、概述	281
二、混合原理	282
三、混合指数	283
四、影响混合的因素	284
五、混合设备	287
第六节 粉尘爆炸和除尘	290

一、粉尘爆炸	290
二、除尘	294
第七节 应用举例	299
一、陶瓷粉末的制备	299
二、重质碳酸钙粉末加工技术	305
三、牙膏级磷酸氢钙的制备	306
四、香粉的制备技术	309
第八章 颗粒制剂	314
第一节 概述	314
第二节 常用制粒方法及设备	315
一、压缩制粒	315
二、挤出制粒	319
三、滚动制粒	320
四、喷浆制粒	325
五、流化制粒	329
六、其他制粒法	331
七、制粒方法的选择	334
第三节 干燥	335
一、干燥原理及影响干燥速率的因素	336
二、干燥设备	340
第四节 应用举例	345
一、洗衣粉的生产技术	345
二、水分散性农药颗粒剂的制备	362
三、食品颗粒的制备	364
第九章 微胶囊	370
第一节 概述	370
一、微胶囊的特点	371
二、微胶囊的应用	373
三、微胶囊的芯材和壁材	377
第二节 微胶囊化方法	381
一、化学方法	382
二、物理化学方法	393
三、物理机械法	407

第三节 微胶囊的性质及质量评价	417
一、微胶囊的性质	417
二、微胶囊的质量评价	423
第四节 应用举例	426
一、香精的微胶囊化	426
二、食品添加剂的微胶囊化	432
三、医药产品的微胶囊化	436
四、农药的微胶囊化	439
五、微胶囊化技术在其他领域中的应用示例	441
第十章 气雾剂和喷雾剂	444
第一节 概述	444
第二节 气雾剂	446
一、气雾剂的分类	446
二、气雾剂的组成	448
三、气雾剂的工作原理	465
四、气雾剂的制备工艺	466
五、气雾剂的质量检查	469
第三节 喷雾剂简介	469
第四节 气雾剂和喷雾剂的配方与制备	470
一、杀虫及消毒气雾剂和喷雾剂	470
二、化妆品气雾剂和喷雾剂	478
三、家用化学品气雾剂和喷雾剂	487
四、医用气雾剂和喷雾剂	494
第十一章 脂质体	499
第一节 概述	499
第二节 脂质体的组成、结构和性质	500
一、脂质体的组成	500
二、脂质体的结构	501
三、脂质体的性质	503
第三节 脂质体的特点和透皮吸收	504
一、脂质体的特点	504
二、脂质体的透皮吸收	505
第四节 脂质体的制备	507

一、物理分散法	507
二、两相分散法	510
三、表面活性剂处理法	511
四、脂质体的提纯	511
五、脂质体的稳定性	511
第五节 应用举例	512
一、脂质体在化妆品中的应用	512
二、脂质体在医药中的应用	517
附录一 一些表面活性剂的临界胶束浓度 (CMC)	521
附录二 常用溶剂的物理常数	524
主要参考文献	526

第一章 绪 论

第一节 精细化工的定义和产品分类

化工产品可以分为通用化工产品和精细化工产品两类。通用化工产品又可分为无差别产品（如硫酸、烧碱、乙烯、苯等）和有差别产品（如合成树脂、合成橡胶、合成纤维等）。通用化工产品用途广泛，生产批量大，产品常以化学名称及分子式表示，规格是以其中主要物质的含量为基础。精细化工产品则分为精细化学品（如中间体、医药和农药以及香精的原料等）和专用化学品（如医药成药、农药配剂、各种香精、水处理剂等），具有生产批量小、附加值高等特点，产品常以商品名称或牌号表示，规格以其功能为基础。精细化学品是通用化工产品的次级产品，它虽然有时也以化学名称及分子式表示，且规格有时也是以其主要物质的含量为基础，但它往往有较明确的功能指向，与通用化工产品相比，商品性强，生产工艺精细，批量小。专用化学品是化工产品精细化后的最终产品，更强调其功能性，一种精细化学品可以制成多种专用化学品，例如铜酞菁有机颜料，同一种分子结构，由于加工成型不同、粒径不同、表面处理不同或添加剂不同，可以制成纺织品着色用、汽车上漆用、建筑涂料中用或作催化剂用等。专用化学品的附加值要比精细化学品高得多。制造专用化学品的专用化技术多种多样，例如经过分离纯化、复配增效或剂型改造等技术，剂型加工技术是制造专用化学品的专用化技术的重要组成部分。

“精细化工”是精细化学工业（Fine Chemical Industry）的简称，是生产精细化工产品工业的通称。剂型加工技术是精细化工产品生产技术之一。

各国对精细化工范畴的规定有所差别，但差别不大，只是划分

的宽窄范围不同。随着科学技术的进步，精细化工行业会越来越细。例如在 1984 年日本《精细化工年鉴》中将精细化工行业分为 35 个，而到 1985 年又发展为 51 个，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 年我国化工部对精细化工产品分类作了暂行规定，把精细化工行业分为 11 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）、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）。其中催化剂可分为炼油用、有机化工用、合成氨用、硫酸用、环保用等。各种助剂中又细分为印染助剂、塑料助剂、橡胶助剂、水处理剂、纤维抽丝用油剂、有机抽提剂、聚合物添加剂、表面活性剂、皮革助剂、农药用助剂、油田用化学品、混凝土用添加剂、机械冶金用助剂、油品添加剂、炭墨、吸附剂、电子工业专用化学品、造纸化学品、其他助剂等。

值得注意的是，精细化工涵盖范围很广，上述分类是我国原化工部在 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，作为计划、规划和统计的依据而提出的，由于当时以计划经济体制为主，条块分割，除了原化工部主管精细化工一大块外，其他如轻工部、卫生部、农业部等部委也分管了一部分，因

此以上 11 大类并未包括精细化工的全部内容。而且由于我国精细化工起步较晚，精细化工产品的门类也比国外少，但这种差距正在逐步缩小。除 11 大类之外，生物技术产品、医药制剂、酶、精细陶瓷等也属于精细化工产品。

第二节 精细化工的特点

精细化工与大化工（无机、有机、高分子化工）相比，有其显著的特点，主要表现在以下几个方面。

一、生产特点

1. 多品种、小批量

从精细化工的分类可以看出精细化工产品必然具有多品种的特点。随着科学技术的进步，精细化工产品的分类越来越多，专用性越来越强，应用范围越来越窄。由于产品应用面窄，针对性强，特别是专用化学品，往往是一种类型的产品可以有多种牌号，因而新品种和新剂型不断出现。如表面活性剂的基本作用是改变不同两相界面的界面张力，根据其所具有的润湿、洗涤、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、匀染等表面性能，制造出多种多样的洗涤剂、渗透剂、扩散剂、起泡剂、消泡剂、乳化剂、破乳剂、分散剂、杀菌剂、润湿剂、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。多品种也是为了满足应用对象对性能的多种需要，如染料应有各种不同的颜色，每种染料又有不同的性能以适应不同的工艺。食品添加剂可分为食用色素、食用香精、甜味剂、营养强化剂、防腐抗氧保鲜剂、乳化增稠品质改良剂及发酵制品等七大类，约一千余个品种。

精细化工产品品种多，专用性强，决定了其生产的小批量。如药物制成片、颗粒、丸、溶液或针剂等，每个人的使用量以毫克计；香精在加香制品中的用量一般也只有每公斤产品数毫克；造纸化学品和皮革化学品的用量一般为 1%~4% 等。小批量是相对于大化工而言，一般具体产品的年产量从几十公斤到几吨。但也有例

外者，如十二烷基苯磺酸，它是各种洗涤剂中的主要成分，所以用量非常大。往往批量小的产品价格较高，对各种精细化工产品而言，重在功能和质量，价格因素还在其次。

2. 采用间歇式多功能生产装置

小批量、多品种的特点，决定了精细化工产品的生产以间歇式为主，少量多次生产。虽然精细化工产品品种繁多，若从精细有机合成这一步来说，其合成单元反应不外乎十几个，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。从复配和剂型加工来说，也不外乎计量混合、热交换、成型、分装等单元操作，很多单元操作设备是可以通用的，同类剂型的精细化工产品尤其是这样。因此，一套流程装置可以经常改变生产品种和牌号，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。除制药、香料等需要精密的和多组合的设备外，大多数精细化工产品的生产设备采用搪瓷玻璃或不锈钢材质。

3. 技术密集度高

精细化工产品技术密集度高表现在生产工艺流程长，单元反应多，中间过程需要严格控制，产品质量要求高而稳定等。从原料到商品，往往要经过化学合成、剂型加工和商品化三个步骤才能完成，其中涉及到多领域、多学科的理论知识和专业技能。就化学合成而言，往往涉及到多步合成、分析测试和性能筛选等过程。由于步骤多、工序长，影响收率及质量的因素很多，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。从剂型加工来说，要掌握复配技术和剂型加工技术，需要掌握化学的、物理的、生物等方面的知识，需要考虑各组分的配伍性，剂型的功能特性和消费者的接受程度，以及剂型的贮存稳定性等。就产品的商品化来看，必须不断研究消费者的心理和需求，以指导新产品的开发，还要搞好技术服务。

技术密集度高还表现在开发成功率低，开发费用高，开发时间