



现代

# 农药剂型加工技术

刘广文 主编

郭武棣 主审



化学工业出版社

现代

# 农药剂型加工技术

刘广文 主编  
路福绥 蒋国民 副主编  
郭武棣 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

全书共分七篇,从理论和工程技术两大方面系统地介绍了当前各种农药剂型的加工技术。第一篇主要介绍农药剂型的基础知识及开发方法。第二篇主要介绍了助剂的作用机理和各种加工助剂;特别是近年来新开发助剂的种类、性能及使用方法。第三篇重点介绍了悬浮剂、液体微胶囊剂及液体种衣剂。对于近年来深受市场欢迎的液体剂型也做了较为详细的介绍。第四篇主要介绍干悬浮剂、水分散粒剂、泡腾剂、固体微胶囊剂以及超微粉体种衣剂等固体制剂。第五篇主要介绍了气体制剂(熏蒸剂)的作用机理、制备方法以及使用方法。第六篇主要介绍杀虫气雾剂、蚊香、电热片蚊香、电热液体蚊香及饵剂等制备方法、所用有效成分及配套件。第七篇介绍了常用加工设备的工作原理、选型方法及操作技术。重点介绍各种加工设备与工艺条件的关系。另外,书末还设有各种农药制剂的分析方法等附录,便于读者查阅。本书内容丰富,理论与工程技术并重,可复制性强。

本书可供广大农药剂型研发及农药生产企业有关技术人员使用,也可作为大专院校相关专业的教学参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

现代农药剂型加工技术/刘广文主编. —北京:化学工业出版社,2012.9  
ISBN 978-7-122-15164-3

I. 现… II. 刘… III. 农药剂型-加工 IV. TQ450.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第202961号

---

责任编辑:刘军  
责任校对:顾淑云

文字编辑:向东  
装帧设计:关飞

---

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:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张83¼ 字数2527千字 2013年1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:380.00元  
京化广临字2012—30号

版权所有 违者必究

# 《现代农药剂型加工技术》 编辑委员会

## 顾问 (按姓名汉语拼音排序)

房国荣	金坛市金旺包装科技有限公司	总经理
顾宝根	农业部农药检定所	副所长, 研究员
韩邦友	江苏快达农化股份有限公司	教授级高级工程师
康 卓	沈阳化工研究院有限公司	副院长
刘长令	沈阳化工研究院有限公司	副总工程师
冷 阳	联合国南通农药剂型开发中心	教授级高级工程师
罗海章	中国农药工业协会	理事长
孙叔宝	中国农药工业协会	秘书长
胥维昌	沈阳化工研究院有限公司	常务副院长
张一宾	上海市农药研究所	副总工程师

## 主任 郭武棣

## 委员 (按姓名汉语拼音排序)

郭武棣	沈阳化工研究院有限公司	教授级高级工程师
华乃震	沈阳化工研究院有限公司	高级工程师
蒋国民	上海艾洛索(气雾剂)化工技术研究所	教授级高级工程师
凌世海	安徽省国家农药剂型工程技术中心	研究员
刘广文	沈阳化工研究院有限公司	高级工程师
刘 军	化学工业出版社	博士
刘树彬	山东省化工行业生产力促进中心	高级工程师
路福绥	山东农业大学	教授
沈德隆	浙江工业大学	教授
吴学民	中国农业大学	教授
徐 妍	北京明德立达农业科技有限公司	博士
张小军	中农立华生物科技股份有限公司	博士
张 兴	西北农林科技大学	教授
张宗俭	中化化工科学技术研究总院	教授级高级工程师

# 《现代农药剂型加工技术》 编写人员名单

主 编 刘广文

副 主 编 路福绥 蒋国民

编写人员 (按姓名汉语拼音排序)

蔡崇林 西北农林科技大学

曹雄飞 联合国南通农药剂型开发中心

陈福良 中国农业科学院植物保护研究所

丑靖宇 沈阳化工研究院有限公司

杜春华 青岛农业大学

冯俊涛 西北农林科技大学

郭玉莲 黑龙江省农业科学院

黄啟良 中国农业科学院植物保护研究所

江志利 西北农林科技大学

姜 斌 沈阳化工研究院有限公司

蒋国民 上海艾洛索(气雾剂)化工技术研究所

黎 娜 沈阳化工研究院有限公司

李丽芳 山东农业大学

李培强 山东农业大学

李 洋 沈阳化工研究院有限公司

刘 峰 山东农业大学

刘广文 沈阳化工研究院有限公司

刘树彬 山东省化工行业生产力促进中心

卢忠利 中化化工科学技术研究总院

路福绥 山东农业大学

麻 毅 中国日用杂品工业协会

马志卿 西北农林科技大学

秦敦忠 南京擎宇化工科技有限公司

秦 龙 浙江新安化工集团股份有限公司

谭成侠 浙江工业大学  
王彦华 浙江省农业科学院  
魏方林 浙江大学  
徐 妍 北京明德立达农业科技有限公司  
徐玉莲 江苏江阴比图集团  
杨建民 三门峡昊博化工工程有限公司  
杨 威 锦州市环境监测中心站  
于海波 沈阳化工研究院有限公司  
袁会珠 中国农业科学院植物保护研究所  
张保华 青岛农业大学  
张春华 中化化工科学技术研究总院  
张国生 沈阳化工研究院有限公司  
张树芹 山东农业大学  
张小军 中农立华生物科技股份有限公司  
张 兴 西北农林科技大学  
周一万 西北农林科技大学  
庄占兴 山东省农药研究所

主 审 郭武棣



# 序

常言道“民以食为天”，人类的生存离不开粮食。在当今世界，人口的骤增和耕地的锐减是最突出的矛盾，因此粮食生产是天大之事。而农药是保证粮食丰产丰收的最重要的生产资料之一，换言之，人类离不开农药。因此，农药生产是涉及国计民生的大事。然而，农药的作用具有两面性，一方面可以使我们拥有足够的粮食，以保证人类的生存需要，另一方面，农药在使用过程中对环境和人类健康或多或少地带来负面影响。而农药制剂加工过程是减少用药副作用的关键手段之一。因此制剂加工是关系到保护环境、人类健康的大事。

农药是通过制剂加工赋予其特定的应用性能，只有通过加工才能获得最终产品。因此制剂加工水平决定产品水平。

本书是一部系统介绍最新农药制剂加工理论与技术的大型专业图书，书中凝集了全国四十余位资深农药制剂专家的知识与智慧，是他们付出了大量的精力，耗时数年，共同编撰而成。参与本书编写的专家来自高等院校、科研单位、生产企业、农药检测与应用、植保等各个部门，具有广泛的代表性。绝大多数具有博士学位或高级职称，并有多年的工作经历，均有较高的理论水平和丰富的实践经验。本书的内容编写有以下两方面的特点：首先是理论与实践既相互独立又紧密联系。读者可以根据自己的需要选择章节阅读或整书阅读，都不会影响获取知识的完整性。其次本书遵循理论与实践、工艺与设备、应用与实践相结合的原则，实用性技术贯穿全书。

能为这部宏著作序实为我之幸，我十分钦佩编者和撰稿人，因为有了他们广博的专业知识、无私奉献的精神和高度的社会责任感，才有这部专著的问世，他们的工作成就将永载其中。

书中所述内容代表着当今农药剂型的发展水平和发展方向，衷心希望它的出版有助于激发农药界对制剂的开发热情和研究兴趣。相信本书会对广大剂型研发人员有所裨益。在剂型更新换代的今天，本书的出版必将为推动我国农药剂型的进步起到积极作用。

我恭贺本书的顺利出版。



中国中化集团公司副总裁，沈阳化工研究院院长  
2012年6月12日

# 前 言

随着人们环保意识的增强,以及对安全与健康的关注,全社会都在大力倡导化学农药的绿色化以及环境友好型农药的开发,其中农药剂型的开发与进步对此会起到积极作用。21世纪农药剂型发展的主流正朝着水性化、粒状化、多功能、缓释、省力化和精细化的方向发展。一些高效、安全、经济和环境相容的新剂型正在兴起,这在毒理学、环境生物学、保护人类健康和生态环境方面都有重要意义。农药剂型的开发也为化学农药的发展提供了必要的保障,而且对科学使用化学农药,提高经济效益和社会效益方面具有现实意义。

化学工业出版社曾于1991年、1998年和2004年先后出版过三本有关农药剂型加工技术的著作,每一版本都代表当时剂型加工技术的发展方向,体现了农药剂型技术发展的需要,对我国农药剂型加工技术起到积极的推动作用,读者受益匪浅。

近年来,农药行业的自身产品升级以及国家对部分落后剂型的限制使用,使当今农药剂型技术也在发生变化。经过多年的酝酿,我们邀请和组织了国内四十余位在农药剂型教学、研发以及工程化技术应用上卓有成效的一线中青年专家,经过合理分工,历时三年多的时间,编写了本书。书中内容客观上反映了他们的研究成果及现代农药剂型的发展水平,读者可以发现,各章的撰写风格及侧重点不尽相同,为了保持其相对独立性及系统性,会出现少量的内容交叉。在编写过程中,力求理论与经验并重,深入浅出,通俗易懂,对近年来开发的新助剂、新剂型、新设备及新的加工工艺进行全面系统地介绍,内容丰富、详实,具有可复制性。

全书共分七篇,具体各章编写人员在各章结尾做了注明,全稿最后由本人统稿和整理。路福绥教授重点审阅了第二篇,郭武棣教授审阅全稿,并提出了很多宝贵修改意见,这里表示衷心感谢。

本书得以顺利出版,要感谢本书的所有作者,是他们无私地将自己多年积累的宝贵经验奉献出来与读者共享。感谢西北农林科技大学的张兴教授对本书编写的鼎力支持,其精心编写了部分前沿剂型的开发方法。还要感谢农药界的前辈与同仁给予的大力支持,他们直接或间接的提供资料使本书内容更加丰富。非常感谢化学工业出版社对本书编写工程中的大力支持。特别感谢中国中化集团公司副总裁李彬院长对本书编写工作的关心与支持,并在百忙中欣然作序,使之更加增色。诚挚感谢江苏金坛市金旺包装科技有限公司房国荣总经理,贵公司给予的大力援助使本书得以更加顺利出版。

本书除编写人员名单中列出的作者外,遇璐、高亮、王丽颖、黄清臻、杨振洲、吴志凤、李国平、孙晓东、孙成祥、陈一钢、秦孝明、解建朋、陈林岚、徐继文、林炜、孙晗、陈筱等同志也参加了本书部分内容的编写工作,刘慧君在全稿整理特别是结构体例规范方面做了大量工作,在此一并表示衷心感谢。

农药剂型开发是综合了多学科内容的多交叉技术,是工艺性、工程性很强的工业技术。由于本书涉及剂型加工技术的内容十分广泛,相关理论仍在研究及认识之中,还有待于完善。由于作者专业水平、资料来源有限,加之时间仓促,书中疏漏与不当之处在所难免,恳请广大同仁批评指正。

谨以此书献给所有热爱并从事农药剂型加工工作的前辈和同仁们!

刘广文

2012年5月于沈阳化工研究院有限公司



# 目 录

## 第一篇 总 论

第一章 农药剂型概述 .....	1	一、配方研究的主要依据 .....	13
一、农药剂型的分类和类型 .....	1	二、配方研究的主要内容 .....	14
二、农药剂型加工的目标 .....	2	第三节 配方单一因素研究方法 .....	14
三、农药剂型发展方向 .....	3	一、因素轮选法 .....	14
四、农药传统剂型 .....	3	二、对分法 .....	15
五、安全环保和前景广阔的剂型 .....	4	三、黄金分割法 .....	16
六、其他剂型 .....	7	四、分数法 .....	17
参考文献 .....	10	五、抛物线法 .....	18
第二章 农药制剂配方研究方法 .....	11	第四节 配方多因素研究方法 .....	19
第一节 农药制剂配方研究的意义 .....	11	一、比例法 .....	19
一、配方对农药制剂的影响 .....	11	二、三角形法 .....	20
二、影响配方质量的主要因素 .....	12	三、正交试验法 .....	27
三、配方与生产过程的相互作用 .....	12	四、经验法 .....	31
四、农药剂型发展对配方研究的新要求 .....	13	参考文献 .....	31
第二节 配方研究的主要依据及内容 .....	13		

## 第二篇 农药加工助剂

第一章 助剂在农药加工中的作用 .....	32	参考文献 .....	56
第一节 农药助剂的概念与分类 .....	32	第二章 表面活性剂的作用原理 .....	57
一、农药助剂的概念 .....	32	第一节 表面特性与表面活性剂 .....	57
二、农药助剂的分类 .....	33	一、界面特性与界面自由能 .....	57
三、农药助剂的发展趋势 .....	33	二、弯曲界面现象与奥氏熟化 .....	58
第二节 农药助剂的作用 .....	34	三、溶液表面特性与表面活性剂 .....	59
一、润湿、浸透作用 .....	34	四、胶束的形成与增溶作用 .....	60
二、分散作用 .....	35	第二节 表面活性剂的结构与性能 .....	61
三、乳化作用 .....	36	一、表面活性剂的结构特点 .....	61
四、增溶作用 .....	37	二、表面活性剂的亲水基团和亲油基团 .....	62
五、起泡和消泡作用 .....	38	三、表面活性剂的类型 .....	62
第三节 农药助剂与制剂加工技术 .....	39	四、表面活性剂的亲水亲油平衡值 (HLB) .....	63
一、农药制剂加工的意义 .....	39	五、结构与性能 .....	65
二、农药助剂的功能和特点 .....	40	第三节 表面活性剂的润湿作用原理 .....	68
三、农药助剂在农药剂型加工中的应用 .....	42	一、润湿过程的热力学 .....	68
四、农药助剂与制剂质量 .....	46	二、接触角和润湿作用 .....	69
第四节 农药助剂与农药使用技术 .....	48	三、润湿作用原理 .....	70
一、农药助剂在农药使用中的作用 .....	48	第四节 表面活性剂的分散作用原理 .....	71
二、农药使用技术对助剂的要求 .....	50	一、分散体系的类型与特性 .....	72
第五节 农药助剂的选用 .....	51	二、表面活性剂在固-液界面的吸附原理 .....	73
一、根据农药加工剂型选择助剂 .....	51	三、多相分散体系的电学特性 .....	75
二、根据原药性能选择助剂 .....	52	四、表面活性剂的分散稳定作用原理 .....	76
三、根据助剂作用原理选择助剂 .....	54		
四、农药助剂筛选的意义和必要性 .....	55		

第五节 表面活性剂的乳化作用原理	79	二、脂肪醇聚氧乙烯醚	149
一、乳液的形成与类型	79	三、烷基酚聚氧乙烯醚	150
二、乳液的形成理论	80	四、脂肪胺聚氧乙烯醚	150
三、表面活性剂的乳化原理	81	五、壬基酚聚氧乙烯醚甲醛缩合物 磺酸钠盐 (SOPA)	150
参考文献	82	六、多苯乙炔苯酚聚氧乙烯醚 (甲醛 缩合物) 磷酸酯盐 (TSPE-P)	151
<b>第三章 乳化剂及应用技术</b>	83	七、 $\alpha$ -端烯基磺酸盐	151
第一节 乳化剂及其应用原理	83	八、烷基琥珀酰胺磺酸盐 (OT-70)	152
一、乳化剂的作用与类型	83	九、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸酯盐 (AES)	153
二、农用乳化剂的性能要求	84	十、烷基糖苷 (APG)	153
三、乳化剂的作用原理	84	第四节 农药润湿与渗透剂生产的工程化 技术	153
四、乳化剂的选择	85	一、农用有机硅	153
第二节 主要乳化剂单体及特性	88	二、聚氧乙烯醚磷酸酯	154
一、非离子型乳化剂主要品种及相关 特性	88	三、聚氧乙烯醚硫酸酯盐	155
二、阴离子型乳化剂主要品种及相关 特性	102	四、脂肪醇聚氧乙烯醚琥珀酸双酯磺 酸二钠	156
第三节 乳化剂的复配规律及复配产品	108	五、聚乙二醇型非离子表面活性剂	157
一、复配乳化剂的作用	108	六、低聚表面活性剂	158
二、乳化剂复配规律	108	参考文献	159
三、复配乳化剂	110	<b>第六章 农药喷雾助剂</b>	160
四、单体乳化剂的质量控制	113	第一节 概述	160
第四节 乳化剂应用中的难题及解决 途径	115	一、喷雾助剂的概念与作用	160
参考文献	116	二、农药喷雾理论	161
<b>第四章 农药分散剂</b>	117	三、喷雾助剂的发展	162
第一节 农药分散剂简述	117	四、喷雾助剂的分类与选择	163
一、农药分散剂的种类	117	第二节 表面活性剂类喷雾助剂	164
二、农药分散剂的基本要求	118	一、表面活性剂作用	164
第二节 分散过程和分散体系稳定机制	119	二、常用表面活性剂分类	164
一、分散过程	119	第三节 有机硅类喷雾助剂及使用技术	166
二、分散剂的吸附	120	一、有机硅主要特性	166
三、分散体系稳定机制	121	二、农用有机硅表面活性剂的发展 概况	167
第三节 农药分散剂的选择和评价	123	三、农用有机硅的结构及性能	167
一、农药分散剂的选择	123	四、有机硅喷雾助剂的使用技术	171
二、农药分散剂性能评价方法	124	五、有机硅喷雾助剂的使用效果	171
第四节 农药分散剂应用举例	127	六、市场上常见的有机硅喷雾助剂 产品	172
一、磺酸盐类分散剂	127	第四节 油类喷雾助剂及使用技术	172
二、硫酸盐类分散剂	128	一、油类喷雾助剂分类及作用	172
三、聚羧酸盐类分散剂	128	二、植物油类喷雾助剂	173
四、聚氧乙烯醚类分散剂	129	三、甲酯化植物油类喷雾助剂	174
参考文献	129	四、矿物油类喷雾助剂	174
<b>第五章 农药润湿剂和渗透剂</b>	130	五、油类助剂的使用技术	175
第一节 润湿剂与渗透剂的基础理论	130	六、油类喷雾助剂产品	175
一、农药润湿渗透剂的定义和作用	130	第五节 肥料类喷雾助剂	176
二、润湿渗透剂的结构与性能	130	参考文献	176
三、润湿剂及渗透剂选择依据	133	<b>第七章 农药稳定剂和增效剂</b>	177
四、润湿剂及渗透剂主要品种	136	第一节 稳定剂的作用原理	177
第二节 最新的农药润湿剂与渗透剂 进展	147	一、农药稳定剂的概念和作用	177
第三节 农药润湿剂与渗透剂的应用 实例	148		
一、农用有机硅聚醚	149		

二、提高农药原药化学稳定性的方法	177	三、染料的使用方法	253
三、稳定剂的稳定化机理	179	四、警示剂选用注意事项	256
第二节 稳定剂的结构及品种	179	参考文献	256
一、表面活性剂及稳定剂	179	<b>第十章 农药载体</b>	257
二、溶剂稳定剂	184	第一节 概述	257
三、其他稳定剂	184	第二节 载体的种类和性能	257
第三节 稳定剂在农药加工中的应用	186	一、载体的分类	258
一、稳定剂用于液体配方实例	186	二、载体的特性和主要性能	258
二、稳定剂用于固体配方实例	188	第三节 几种固体农药制剂对载体的要求	266
三、稳定剂的优化选择、质量控制及应用技术	188	一、粉剂对载体的要求	266
第四节 增效剂的作用机理	194	二、可湿性粉剂对载体的要求	268
一、农药增效作用和增效剂概念	194	三、粒剂对载体的要求	269
二、增效剂的作用机理	194	四、水分散粒径对载体的要求	269
第五节 增效剂的品种	195	第四节 一些常用载体在农药剂型配方中的应用实例	269
一、杀虫剂方面	195	一、载体在粉剂中的应用实例	269
二、除草剂类	198	二、载体在可湿性粉剂配方中的应用实例	270
三、绿色农药增效剂	198	三、载体在颗粒剂配方中的应用实例	272
第六节 增效剂的应用技术	200	四、载体在水分散粒剂配方中的应用实例	272
参考文献	205	参考文献	273
<b>第八章 农药崩解剂和助悬浮剂</b>	206	<b>第十一章 农药溶剂和助溶剂</b>	274
第一节 崩解剂的作用	206	第一节 农药溶剂的性能及要求	274
第二节 崩解剂的种类	208	一、农药溶剂及助溶剂概述	274
一、崩解剂分类	208	二、农药溶剂的基本性能要求	275
二、常用品种	209	三、溶剂的分类和性能比较	276
第三节 崩解剂的选择原则和加入方式	210	四、几类重要溶剂的相关性能	277
一、崩解剂的选择原则	210	第二节 不同剂型的农药溶剂应用技术	282
二、崩解剂的加入方法	211	一、乳油	282
第四节 崩解剂在农药制剂中的应用	212	二、油悬浮剂	285
一、崩解剂在水分散粒剂中的应用	212	三、热雾剂	286
二、崩解剂在泡腾剂中的应用	212	四、超低容量喷雾剂	286
第五节 助悬浮剂	213	五、气雾剂	289
一、农药悬浮体系稳定机理	213	六、静电喷雾油剂	289
二、农药分散剂种类及作用机理	218	七、可溶性液剂	290
三、乳化剂作用机理及种类	223	八、膏剂(含糊剂)	290
四、润湿渗透剂作用机理及种类	224	九、涂抹剂(含涂布剂)	291
五、增稠剂和触变剂	229	十、注杆液剂	291
第六节 助悬浮剂的应用	236	十一、水面扩散剂	291
参考文献	244	十二、制剂改性和特种用途溶剂	291
<b>第九章 农药加工用特种添加剂</b>	247	参考文献	292
第一节 黏结剂	247	<b>第十二章 农药助剂对制剂药效的影响</b>	293
一、黏合效率的影响因素	247	第一节 我国农药加工和使用现状	293
二、黏结剂对制剂性能的影响	248	第二节 靶标表面的结构	295
三、常用黏结剂的性能	249	一、植物叶片表面的结构	295
四、黏结剂的加入方法	250	二、昆虫体表的结构	296
第二节 润滑剂	251	三、病菌表皮的结构	297
一、润滑剂的作用	251	第三节 农药助剂对制剂的物化性能的影响	297
二、润滑剂的种类	251		
三、润滑剂的加入方法	252		
第三节 警示剂	252		
一、染料的作用	252		
二、染料的种类	253		

一、农药助剂的种类 .....	297
二、农药助剂对物化性能的影响 .....	298
第四节 制剂的物化性能对药效的影响 .....	302
一、影响药剂在靶标表皮穿透的因素 .....	302
二、制剂粒径对药效的影响 .....	303
三、药液表面张力对药效的影响 .....	304
四、药液黏度对药效的影响 .....	306
第五节 功能化制剂的研制与展望 .....	307
一、水基性农药剂型 .....	307
二、农药制剂朝高含量方向发展 .....	308
三、开发高效多功能农药助剂 .....	308
四、使用更加简单、方便 .....	308
五、农药剂型的“信息化” .....	308
参考文献 .....	308
<b>第十三章 种衣剂用成膜剂</b> .....	309

第一节 种衣剂用成膜剂的分类和作用 .....	309
一、种衣剂用成膜剂的概念 .....	309
二、种衣剂用成膜剂的分类 .....	310
三、种衣剂用成膜剂的作用 .....	310
第二节 成膜剂及其在包衣中的应用 .....	311
一、壳聚糖及其作为成膜剂的应用 .....	311
二、其他天然产物成膜剂在种子包衣中的 应用 .....	319
三、复配成膜剂在种子包衣中的应用 .....	321
四、人工合成高分子成膜剂及其在包衣中 的应用 .....	323
第三节 成膜剂的分析方法 .....	325
一、物理化学性能的分析方法 .....	325
二、成膜剂应用性能的测试 .....	327
参考文献 .....	328

## 第三篇 液体制剂

<b>第一章 可溶液体制剂</b> .....	333
第一节 概述 .....	333
一、可溶液体制剂的概念 .....	333
二、可溶液体制剂的特点 .....	333
三、可溶液体制剂的发展概况 .....	333
第二节 可溶液体制剂的理论基础 .....	334
一、溶解机理 .....	334
二、增溶作用 .....	339
三、助溶剂的助溶作用 .....	342
四、表面活性剂的增效作用 .....	343
五、无机盐的增效作用 .....	345
第三节 可溶液体制剂的组成及加工 工艺 .....	347
一、可溶液体制剂的配方组成 .....	347
二、可溶液体制剂的加工工艺 .....	352
第四节 商品化的可溶液体制剂品种 .....	353
参考文献 .....	356
<b>第二章 微乳剂</b> .....	357
第一节 概述 .....	357
一、微乳液和微乳剂的概念 .....	357
二、微乳剂的特点 .....	358
三、微乳剂的不足之处 .....	359
四、微乳剂在国内外的的发展概况 .....	359
第二节 微乳体系形成的理论基础 .....	360
一、瞬间界面张力理论 .....	361
二、双重膜理论 .....	361
三、增溶理论 .....	362
四、几何排列理论 .....	362
五、R 比理论 .....	363
六、热力学理论 .....	364
第三节 微乳剂的物理稳定性 .....	364
一、微乳剂浊点 .....	364
二、微乳剂低温稳定性 .....	367
三、微乳剂乳液稳定性 .....	370
第四节 微乳剂的配方组成及加工工艺 .....	372

一、微乳剂的配方组成 .....	372
二、微乳剂配方实例（质量分数） .....	374
三、微乳剂的加工工艺 .....	375
第五节 微乳剂的质量控制指标及检测 方法 .....	376
一、微乳剂质量控制指标测定方法 .....	376
二、微乳剂质量控制指标建议值 .....	378
第六节 商品化的农药微乳剂品种 .....	378
参考文献 .....	380
<b>第三章 水乳剂</b> .....	382
第一节 概述 .....	382
一、基本概念 .....	382
二、水乳剂的质量评价体系 .....	383
三、水乳剂存在问题及发展前景 .....	385
第二节 水乳剂的理论基础 .....	386
一、水乳剂理论基础 .....	386
二、水乳剂不稳定的表现形式 .....	389
三、水乳剂稳定性的控制 .....	390
第三节 水乳剂的开发思想与开发方法 .....	391
一、水乳剂的开发思想 .....	392
二、开发方法 .....	392
第四节 最新的水乳剂技术 .....	396
一、稳定性机理研究 .....	396
二、水乳剂长期物理稳定性的评估 .....	399
三、喷雾药液的物化性质 .....	400
第五节 水乳剂开发实例 .....	400
一、宏观配方研究 .....	400
二、流变学行为研究 .....	405
三、喷雾药液物化性质研究（以乳化剂 600# 制备的 45% 味鲜胺水乳剂 为例） .....	407
第六节 水乳剂生产的工程化技术 .....	409
一、水乳剂加工工艺 .....	409
二、水乳剂的加工设备 .....	410
三、水乳剂的安全化生产 .....	410

参考文献	413	测定	465
<b>第四章 乳油</b>	416	五、静电喷雾对农作物叶面上雾滴密度的测定	465
第一节 乳油概述	416	六、相对湿度对静电雾滴在作物表面沉积的影响	467
一、基本概念	416	<b>第六节 静电油剂的配制、加工及质量控制指标</b>	467
二、乳油的质量评价体系	418	一、静电油剂配制	467
三、乳油存在问题及发展前景	420	二、静电油剂的加工	468
<b>第二节 乳油的理论基础</b>	422	三、质量控制指标	468
一、表面活性剂亲水亲油平衡值	422	参考文献	468
二、溶解作用	424	<b>第六章 热雾剂</b>	470
三、乳化作用	424	第一节 热雾剂特点	470
四、增溶作用	424	第二节 热雾剂的组成和分类	471
<b>第三节 乳油的开发思想及开发方法</b>	426	一、有效成分	471
一、乳油的开发思想	426	二、溶剂	472
二、开发方法	426	三、表面活性剂	473
<b>第四节 最新的乳油技术</b>	431	四、稳定剂	473
一、乳油的技术层面改进	432	五、增效剂	474
二、乳油物理稳定性的评估	433	六、解毒剂	474
<b>第五节 乳油开发实例</b>	434	七、防飘移剂	474
一、文献调研	434	<b>第三节 热雾剂的加工工艺及质量标准</b>	474
二、配方初步研究	435	一、热雾剂加工工艺	474
<b>第六节 乳油生产的工程化技术</b>	436	二、热雾剂质量标准	474
一、乳油加工工艺	436	<b>第四节 热雾剂的包装</b>	475
二、乳油加工的主要设备	436	<b>第五节 热雾剂加工及使用实例</b>	475
三、乳油的安全化生产	437	参考文献	476
参考文献	439	<b>第七章 超低容量剂</b>	477
<b>第五章 静电喷雾</b>	440	第一节 超低容量剂的剂型特点	477
第一节 喷雾技术简述	440	一、超低容量剂的设计原理	477
第二节 静电喷雾技术	442	二、超低容量剂的剂型特征	479
一、静电现象及其应用	442	三、超低容量剂的配制、加工与质量标准	480
二、静电喷雾原理	442	四、超低容量剂的特殊用途和使用特点	482
三、喷雾充电	445	五、超低容量剂的产品	484
四、湿度对静电的影响	447	<b>第二节 地面超低容量应用技术</b>	484
<b>第三节 手持式静电喷雾器</b>	448	一、手持离心喷雾机的机械结构和组成部件	485
一、均匀雾滴产生装置——离心式喷雾器	448	二、电动离心式超低容量喷雾的操作方法	485
二、产生高压静电的电气装置	451	三、背负式机动超低容量喷雾机	488
三、静电喷雾器使用安全性	454	<b>第三节 飞机超低容量喷雾剂应用技术</b>	490
四、静电喷雾器的用途	455	一、航空飞机与超低容量喷雾设备	490
五、静电喷雾器的优点	455	二、航空施药技术	493
<b>第四节 静电喷雾器使用技术及维护</b>	457	参考文献	494
一、使用前的准备工作	457	<b>第八章 悬浮剂</b>	496
二、操作顺序	457	第一节 悬浮剂概述	496
三、静电喷雾作业方法和操作姿势	458	一、基本概念	496
四、静电喷雾使用的农药	458	二、悬浮剂的质量评价体系	497
五、静电喷雾器的维护保养	460	三、悬浮剂存在问题及发展前景	499
六、安全使用须知	460	<b>第二节 悬浮剂的理论基础</b>	500
七、可能故障及检修方法	461		
<b>第五节 静电喷雾雾化性能实验研究</b>	462		
一、雾化性能的测定	462		
二、墙壁雾滴密度的测定	462		
三、雾滴覆盖密度及有效面积的测定	463		
四、静电喷雾低矮树木叶面时雾滴密度的			

一、理论基础 .....	501	三、部分油悬浮剂专利介绍 .....	570
二、悬浮剂稳定性的控制 .....	503	第六节 展望 .....	573
三、黏度与沉淀作用的有效控制 .....	504	参考文献 .....	573
四、悬浮剂长期物理稳定性的评估 .....	505	<b>第十一章 微胶囊悬浮剂</b> .....	575
第三节 悬浮剂的开发思想及开发方法 .....	506	第一节 概述 .....	575
一、悬浮剂的开发思想 .....	506	一、微胶囊概念与特征 .....	575
二、悬浮剂配方组成 .....	506	二、微胶囊技术发展概况 .....	575
三、悬浮剂的设计思想 .....	507	三、微胶囊悬浮剂特点 .....	576
四、实验室配制 .....	508	四、适应的场所和防治对象 .....	576
第四节 最新的剂型技术 .....	509	第二节 微胶囊制备工艺 .....	576
一、稳定性机理研究 .....	510	一、原位聚合法 .....	576
二、悬浮剂长期物理稳定性的评估 .....	512	二、界面聚合法 .....	578
第五节 悬浮剂开发实例 .....	514	三、相分离法 .....	579
一、宏观配方研究 .....	514	第三节 农药微胶囊制备原理 .....	580
二、稳定机理研究 .....	520	一、原位聚合法 .....	580
三、流变学行为研究 .....	526	二、界面聚合法 .....	582
四、喷雾药液物化性质研究 .....	530	三、复合凝聚法(明胶-阿拉伯胶复合 凝聚法) .....	584
第六节 悬浮剂生产的工程化技术 .....	532	四、单凝聚法 .....	584
一、悬浮剂加工工艺 .....	532	第四节 检测与释放 .....	584
二、悬浮剂的研磨设备 .....	532	一、包覆率 .....	584
三、悬浮剂的安全化生产 .....	533	二、微胶囊悬浮剂有效成分含量的测定 .....	584
参考文献 .....	536	三、平均粒径和外貌形态 .....	585
<b>第九章 悬乳剂</b> .....	539	四、微胶囊释放速率 .....	585
第一节 概述 .....	539	五、微胶囊悬浮剂分散剂的测定 .....	588
一、悬乳剂基本概念及其特点 .....	539	六、悬浮率的测定 .....	588
二、悬乳剂的发展概况 .....	539	七、贮存稳定性测定 .....	588
第二节 悬乳剂的配方组成 .....	540	第五节 壁材与助剂 .....	588
一、悬乳剂配方的基本组成 .....	540	一、壁材 .....	588
二、农药原药加工成悬乳剂的条件 .....	541	二、助剂 .....	590
三、悬乳剂的助剂 .....	542	第六节 典型工艺配方 .....	591
第三节 悬乳剂的加工工艺 .....	547	一、原位聚合法 .....	591
一、工艺路线 .....	547	二、界面聚合法 .....	592
二、工程化生产工艺 .....	550	三、相分离法 .....	592
三、工程化设备 .....	552	四、微胶囊技术的应用展望 .....	593
参考文献 .....	554	参考文献 .....	594
<b>第十章 油悬浮剂</b> .....	556	<b>第十二章 液体种衣剂</b> .....	595
第一节 概述 .....	556	第一节 概述 .....	595
第二节 油悬浮剂的配方组成及加工 工艺 .....	557	一、基本概念 .....	595
一、油悬浮剂的配方组成 .....	557	二、发展简史 .....	595
二、油悬浮剂的加工工艺 .....	558	三、种衣剂分类 .....	596
第三节 油悬浮剂理论基础 .....	560	第二节 液体种衣剂 .....	597
一、絮凝和聚集 .....	561	第三节 液体种衣剂的配方与加工工艺 .....	598
二、奥氏熟化 .....	561	一、液体种衣剂的主要组成与技术 要求 .....	598
三、分层和粒子沉积 .....	562	二、液体种衣剂的配方组成与加工 工艺 .....	599
第四节 助剂种类、性能及供应商 .....	563	第四节 悬浮种衣剂理论基础与存在 问题 .....	606
一、分散乳化剂名称、性能及用途 .....	563	一、悬浮种衣剂基础理论知识 .....	606
二、油基 .....	564	二、悬浮种衣剂存在的问题与解决 方法 .....	607
三、结构稳定剂 .....	565		
第五节 油悬浮剂应用实例 .....	567		
一、油悬浮剂的典型配方 .....	567		
二、油悬浮剂产品应用效果 .....	569		



第五节 悬浮种衣剂配方及应用实例 .....	608	二、植物源农药乳油的配制 .....	640
一、悬浮种衣剂配方 .....	609	三、植物源农药乳油的加工工艺及主要设备 .....	643
二、悬浮种衣剂专利 .....	610	第三节 植物源农药可溶性液剂 .....	643
第六节 前景展望 .....	613	一、植物源农药可溶性液剂的组成和基本要求 .....	644
参考文献 .....	613	二、植物源农药可溶性液剂的配制技术 .....	644
<b>第十三章 农药混合制剂</b> .....	615	三、植物源农药可溶性液剂的加工工艺 .....	644
第一节 概述 .....	615	四、植物源农药可溶性液剂的质量测定指标 .....	645
一、混合制剂的概念 .....	615	第四节 植物源农药微乳剂 .....	646
二、混合制剂的分类 .....	615	一、农药微乳剂的特点 .....	646
三、开发混合制剂的意义 .....	616	二、植物源农药微乳剂的配制技术 .....	647
第二节 农药混合制剂品种的开发 .....	617	三、植物源农药微乳剂的加工工艺 .....	648
一、明确研制目的 .....	617	四、植物源农药微乳剂的生产工艺及设备 .....	649
二、活性成分的配伍原则 .....	617	五、植物源农药微乳剂的质量标准及检测方法 .....	649
三、农药混用的联合毒力评价 .....	618	第五节 植物源农药水乳剂 .....	650
四、混合制剂的试验研究 .....	622	一、植物源农药水乳剂的配制 .....	651
第三节 混合制剂的靶标 .....	624	二、植物源农药水乳剂的加工工艺和质量控制指标 .....	652
一、杀虫、杀螨混剂 .....	625	三、植物源农药水乳剂的质量控制指标 .....	653
二、杀软体动物 .....	628	第六节 植物源农药固体制剂 .....	653
三、杀菌混剂 .....	628	第七节 我国现阶段登记的植物源农药品种 .....	654
四、杀虫杀菌混剂 .....	633	参考文献 .....	655
五、除草混剂 .....	633		
六、植物生长调节混剂 .....	635		
七、除草植物生长调节混剂 .....	636		
八、杀菌植物生长调节混剂 .....	636		
第四节 混剂的开发方法 .....	636		
参考文献 .....	637		
<b>第十四章 植物源农药制剂</b> .....	638		
第一节 概述 .....	638		
第二节 植物源农药乳油加工 .....	639		
一、乳油的特性 .....	639		

## 第四篇 固体制剂

<b>第一章 可湿性粉剂</b> .....	656	七、热贮稳定性 .....	673
第一节 概述 .....	656	第五节 配方的筛选 .....	673
一、可湿性粉剂的发展简史 .....	656	一、配方组成 .....	673
二、剂型特点 .....	658	二、配方筛选 .....	674
第二节 可湿性粉剂的理论基础 .....	658	三、配方加工 .....	674
一、可湿性粉剂剂型选择的理论基础 .....	658	四、配方优化 .....	674
二、可湿性粉剂剂型加工的理论基础 .....	661	第六节 生产工艺 .....	679
三、可湿性粉剂使用的理论基础 .....	664	一、混合工艺及设备 .....	679
第三节 可湿性粉剂的助剂及性能 .....	665	二、粉碎工艺及设备 .....	680
一、润湿剂 .....	666	三、连续型生产工艺 .....	681
二、分散剂 .....	668	参考文献 .....	683
三、载体 .....	669	<b>第二章 可溶性粉(粒)剂</b> .....	684
四、其他助剂 .....	671	第一节 概述 .....	684
第四节 指标及控制 .....	671	一、可溶性粉(粒)剂剂型简述 .....	684
一、水分的控制 .....	671	二、配方的基本构成 .....	684
二、酸/碱度或 pH 值 .....	671	第二节 可溶性粉剂的制造方法 .....	685
三、润湿性 .....	672	一、喷雾冷凝成型法 .....	685
四、悬浮率的测定 .....	672	二、粉碎法 .....	688
五、颗粒细度 .....	672	三、喷雾干燥法 .....	688
六、持久起泡性 .....	672	四、部分可溶性粉(粒)剂配方 .....	690

参考文献 .....	691	参考文献 .....	732
<b>第三章 干悬浮剂</b> .....	692	<b>第五章 农药粒剂</b> .....	733
第一节 概述 .....	692	第一节 概述 .....	733
一、干悬浮剂与水悬浮剂的异同 .....	692	一、粒剂的概念 .....	733
二、干悬浮剂与水分散粒剂的区别 .....	693	二、粒剂的特点 .....	733
三、干悬浮剂的特点 .....	693	三、粒剂的分类 .....	733
四、干悬浮剂的开发程序 .....	693	四、粒剂的发展概况 .....	733
第二节 干悬浮剂的配方设计 .....	694	第二节 粒剂的配制 .....	735
一、载体 .....	694	一、粒剂配制的类型 .....	735
二、黏结剂 .....	695	二、粒剂制备的主原料 .....	736
三、分散剂 .....	698	三、辅助原料 .....	737
四、润湿剂 .....	701	第三节 粒剂的加工工艺 .....	740
五、产品的物理化学稳定性 .....	701	一、包衣造粒 .....	741
六、部分干悬浮剂的工艺配方 .....	703	二、吸附造粒 .....	745
第三节 湿粉碎技术 .....	704	三、挤压造粒 .....	748
一、农药参数 .....	704	四、挤出造粒 .....	749
二、助剂参数 .....	705	五、团聚造粒 .....	751
三、砂磨机参数 .....	705	六、喷雾造粒 .....	753
四、研磨介质参数 .....	706	七、流化造粒 .....	755
五、过程参数对磨效的影响 .....	708	八、球晶造粒 .....	756
第四节 干悬浮剂生产设备 .....	709	九、水面漂浮性颗粒剂 .....	757
一、喷雾造粒机理 .....	709	参考文献 .....	759
二、压力式喷雾干燥器 .....	710	<b>第六章 水分散粒剂</b> .....	760
三、离心式喷雾干燥器 .....	712	第一节 概述 .....	760
四、气流式喷雾干燥器 .....	714	一、水分散粒剂简述 .....	760
五、喷雾造粒的返粉造粒技术 .....	715	二、水分散粒剂的特点 .....	761
六、干悬浮剂喷雾造粒工艺实例 .....	717	三、水分散粒剂种类 .....	762
七、喷雾造粒条件控制 .....	718	四、水分散粒剂开发所涉及的内容 .....	762
八、喷雾造粒常见问题及解决方法 .....	718	五、水分散粒剂基本生产过程 .....	763
参考文献 .....	719	六、水分散粒剂的质量控制及检测 方法 .....	764
<b>第四章 可乳化粉(粒)剂</b> .....	720	第二节 助剂及应用技术 .....	765
第一节 概述 .....	720	一、分散剂 .....	765
一、可乳化粉(粒)剂概念 .....	720	二、乳化剂 .....	768
二、可乳化粉(粒)剂特性 .....	720	三、润湿剂及渗透剂 .....	770
三、可乳化粉(粒)剂的发展与展望 .....	722	四、黏结剂 .....	772
第二节 可乳化粉(粒)剂的配制 .....	722	五、其他助剂 .....	774
一、有效成分 .....	722	六、填充剂 .....	775
二、溶剂 .....	722	第三节 水分散粒剂配方设计 .....	777
三、表面活性剂 .....	722	一、原料处理及要求 .....	777
四、载体 .....	724	二、加工助剂 .....	777
五、其他组分 .....	725	三、配方的组成 .....	779
六、可乳化粉(粒)剂配制 .....	725	四、制软材 .....	779
第三节 可乳化粉(粒)剂加工工艺 .....	726	五、造粒工艺 .....	779
一、可乳化粉剂加工工艺 .....	726	六、干燥方法 .....	780
二、可乳化粒剂加工工艺 .....	728	七、水分散颗粒剂配方中常出现的 问题及解决方法 .....	780
第四节 可乳化粉(粒)剂的质量控制及 包装 .....	729	八、部分水分散粒剂配方 .....	781
一、可乳化粉(粒)剂的质量控制 标准 .....	729	第四节 挤出造粒工艺 .....	789
二、可乳化粉(粒)剂检测方法 .....	730	一、螺旋挤出造粒 .....	789
三、包装 .....	731	二、旋转挤出造粒 .....	790
第五节 可乳化粉(粒)剂的品种 .....	731	三、摇摆造粒 .....	796

第五节 流化床造粒工艺 .....	797	四、可溶剂剂 .....	830
一、流化床造粒简述 .....	797	五、电热蚊香片 .....	830
二、流化床造粒法的分类 .....	797	六、防蛀片剂 .....	831
三、流化床造粒法的工作过程 .....	798	七、驱虫片 .....	831
四、影响造粒制品的因素 .....	798	八、大粒剂 .....	831
五、生产实例 .....	799	参考文献 .....	831
六、流化床造粒常出现的问题及解决 方法 .....	801	<b>第九章 静电喷粉</b> .....	832
参考文献 .....	801	第一节 静电喷粉的原理 .....	832
<b>第七章 泡腾片(粒)剂</b> .....	802	第二节 静电喷粉机的基本结构和技术参数 .....	833
第一节 泡腾剂基本理论 .....	802	第三节 静电喷粉特性 .....	833
一、农药泡腾剂研究进展 .....	802	第四节 静电喷粉的药效与安全 .....	837
二、农药泡腾剂的崩解作用机制 .....	803	第五节 农药静电喷撒的粉剂制备 .....	838
三、农药泡腾剂的主要特点 .....	803	参考文献 .....	838
四、农药泡腾剂的组成 .....	804	<b>第十章 烟(雾)剂</b> .....	839
五、农药泡腾剂的登记情况 .....	804	第一节 烟(雾)剂特点与分类 .....	839
第二节 农药泡腾剂的研制和开发 .....	805	第二节 烟剂的组成与配制技术 .....	840
一、农药泡腾剂的研制原则 .....	805	一、烟剂的组成 .....	840
二、泡腾剂的研制方法 .....	806	二、烟剂的配制技术 .....	841
三、泡腾片剂的质量检测方法 .....	808	第三节 烟剂的生产工艺与组合形式 .....	851
四、农药泡腾剂研究开发中存在的 问题 .....	808	一、烟剂的生产工艺 .....	851
第三节 农药泡腾剂加工新技术 .....	809	二、烟剂的组合形式 .....	851
一、酸碱泡腾组分分开造粒 .....	809	三、烟剂工厂生产的几点说明 .....	852
二、固体高度分散技术 .....	810	第四节 烟剂的保管与运输 .....	853
三、纳米粉碎技术 .....	811	第五节 烟剂的配方实例 .....	854
第四节 农药泡腾剂加工实例 .....	811	参考文献 .....	855
一、吡虫啉泡腾片配方筛选及工艺条件的 研究 .....	812	<b>第十一章 超微粉体种衣剂</b> .....	856
二、除虫脲泡腾片加工工艺研究 .....	814	第一节 概述 .....	856
三、4.5%高氯可溶性泡腾微乳颗粒剂的 研制 .....	815	一、种衣剂的发展概况 .....	856
四、18%二氯喹啉酸·苄嘧磺隆泡腾片剂 的研制与开发 .....	817	二、种衣剂的作用 .....	857
五、15%苯噻·苄泡腾片剂的研制与生物 测定 .....	818	三、超微粉体种衣剂的基本剂型及特点 .....	858
第五节 泡腾剂生产的工程化技术 .....	818	第二节 种衣剂作用机理 .....	858
一、原药的选择 .....	818	一、种子表面结构与种衣剂的关系 .....	858
二、泡腾剂及助剂选择 .....	819	二、种衣剂的作用原理 .....	859
三、泡腾剂生产工艺流程 .....	819	三、种衣剂的配方设计思想 .....	859
参考文献 .....	820	第三节 种衣剂的配方 .....	859
<b>第八章 片剂</b> .....	821	一、配方的基本组分 .....	859
第一节 直接使用片剂 .....	821	二、活性组分的选择及配伍性 .....	860
一、特点 .....	821	三、其他组分的性能及作用 .....	860
二、片剂的制备 .....	822	第四节 超微粉体种衣剂的加工 .....	862
第二节 可分散片剂 .....	827	一、加工工艺流程设计 .....	862
一、特点 .....	827	二、加工设备的选择及操作方法 .....	863
二、水分散片剂的制备 .....	827	三、产品的质量控制及检验方法 .....	863
第三节 其他片剂 .....	829	第五节 种子包衣工艺 .....	864
一、烟片 .....	829	一、包衣液的配制 .....	864
二、饵片 .....	830	二、包衣设备 .....	864
三、泡腾片剂 .....	830	三、种子包衣后质量检验 .....	865
		第六节 小麦、玉米用粉体种衣剂 .....	865
		一、小麦种衣剂 .....	865
		二、玉米种衣剂 .....	867
		参考文献 .....	868
		<b>第十二章 固体微胶囊剂</b> .....	869
		第一节 概述 .....	869