

▶ 现代农药剂型加工技术丛书 ◀

农药液体制剂

徐妍 刘广文 主编

Pesticide Liquid Formulations



化学工业出版社

现代农药剂型加工技术丛书

农药液体制剂

徐妍 刘广文 主编

Pesticide Liquid Formulations



化学工业出版社

·北京·

作为丛书分册之一，本书主要从理论和工程技术两方面分别系统地介绍了当前各种主流农药液体制剂如微乳剂、悬浮剂、乳油、可溶液剂、静电喷雾、生物农药制剂、超低容量剂、悬乳剂、水乳剂、油悬浮剂、气雾剂、液体蚊香、微胶囊剂以及种子处理剂的加工技术。并对每种剂型的理论基础、研究现状、开发方法、开发实例进行了详细介绍。另外，为便于读者查阅，部分章节还设有农药制剂的分析方法等内容。

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

农药液体制剂 / 徐妍, 刘广文主编. —北京: 化学工业出版社, 2017. 12
(现代农药剂型加工技术丛书)
ISBN 978-7-122-30783-5

I. ①农… II. ①徐… ②刘… III. ①农药剂型-液体-制剂 IV. ①TQ450.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 253342 号

责任编辑: 刘军 张艳
责任校对: 王素芹

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 装: 中煤 (北京) 印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 30 彩插 3 字数 733 千字 2018 年 3 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: 188.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2018—3

明德立达致力成为
中国农用微胶囊研发和生产
专业的供应商

控制释放 省时高效 安全环保

明德立达DF产品

“超微研磨，中空粘合”工艺
快速崩解
悬浮率高
药效更佳

微胶囊

干悬浮剂

北京明德立达农业科技有限公司

农药定点单位：江苏明德立达作物科技有限公司

地址：北京市昌平区北清路中关村生命科学园 28 号博达大厦四层

电话：010-56071477 网址：www.mlddagro.com

表面活性剂 专业制造商



FOR YOU
TO PROVIDE

 为您提供

- 油悬浮 (OD) 专用助剂
- 水悬浮 (SC)、悬浮乳剂 (SE) 专用助剂
- 草铵膦、敌草快专用助剂
- 微乳剂 (ME)、水乳剂 (EW) 专用助剂
- 聚羧酸盐高分子协同分散剂 (KY555)
- 阴离子、非离子表面活性剂
- 特种助剂 (磺酸盐、磷酸酯盐)
- 环境友好型乳油 (EC) 专用助剂
- 水分散粒剂 (WDG) 专用助剂



国家高新技术企业

销售服务热线: 18351168868

网址: <http://www.jskyan.com>

技术服务热线: 18351166116

地址: 江苏省靖江市斜桥镇大觉工业区

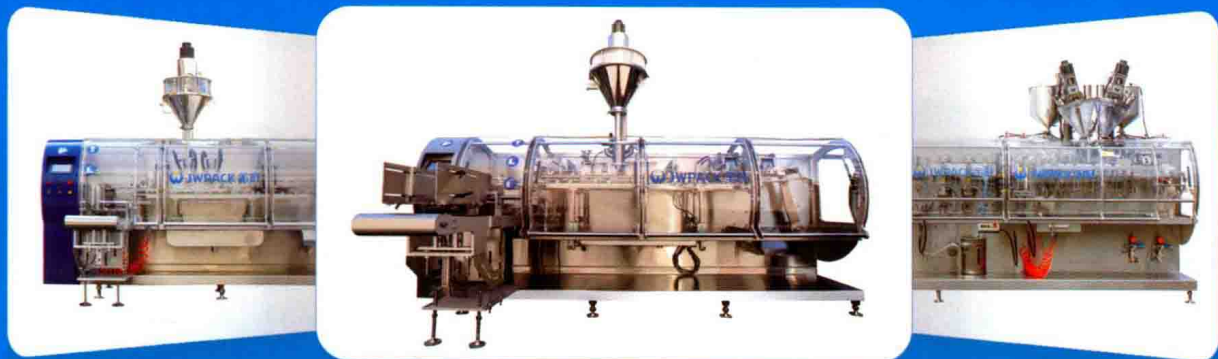
金旺三化包装线

专业农化包装生产线打造 — 安全 环保 智能

2ml~吨桶瓶装线系列



2g~吨袋袋装线系列



DGD-210型全自动
水平给袋式袋装机

DGD-330型全自动
水平给袋式袋装机

DXD-180F型全自动
水平式袋装机



质量赢得市场 诚信铸就品质

(YH) 重庆渝辉化工机械有限公司

重庆渝辉化工机械有限公司是全国最早研发与生产砂磨机、分散机的企业，有着四十多年的生产历史，公司产品涉及涂料、农药、锂电三大行业，有：WM(S)D、WM、WSDN、WSC、PE、WSDT、JB七大系列，几十种型号及配置可供不同行业的厂家选用，还可以根据用户的特殊需求单独定制。欢迎广大中外厂商莅临我公司考察。



产品介绍



WM(S)D系列



WM系列



WSDN系列



WSC系列



PE系列



WSDT系列



JB系列

用户现场



公司地址：重庆市江北区港城工业园A区东田科技园
总工程师：廖鸿藻先生（原重庆化工机械厂总工程师）
电话：023-67865268 023-67123016
传真：023-67705356
邮箱：cqyhj2009@163.com
公司网址：www.cqyhj.cn



您在悬浮剂生产时是否遇到如下问题

- △生产效率低,一条线产量只有400-600kg/h
- △研磨细度达不到,影响药效和储存
- △研磨温度高,造成原药溶解
- △气泡多,影响包装盒储存

如果有,我们帮您解决



SF系列砂磨机



DF系列砂磨机



D系列砂磨机



EB系列高剪切乳化机

上海儒佳机电科技有限公司

更多资讯请访问儒佳官网或者来电咨询

联系人:李伟 农化事业部经理
手机:181 1719 8661
电话:021-31006099
传真:021-31006033
网址:www.ruccachina.com

《现代农药剂型加工技术丛书》

编审委员会

主任：刘广文

副主任：徐妍 张小军

委员：（按姓氏汉语拼音排序）

杜凤沛 中国农业大学

冯建国 扬州大学

冯俊涛 西北农林科技大学

刘广文 沈阳化工研究院有限公司

马超 北京中保绿农科技集团有限公司

马志卿 西北农林科技大学

齐武 南京众农工业技术有限公司

秦敦忠 江苏擎宇化工科技有限公司

司马铃 江苏金旺包装机械科技有限公司

王险峰 黑龙江省农垦总局植保站

吴学民 中国农业大学

徐妍 北京明德立达农业科技有限公司

张伟汉 海利尔药业集团股份有限公司

张小军 中农立华生物科技股份有限公司

本书编写人员名单

主 编：徐 妍 刘广文

副主编：马 超

编写人员：（按姓名汉语拼音排序）

- | | |
|-----|-----------------|
| 曹雄飞 | 联合国南通农药剂型开发中心 |
| 冯建国 | 扬州大学 |
| 冯俊涛 | 西北农林科技大学 |
| 郭崇友 | 南京红太阳股份有限公司 |
| 姜成义 | 海利尔药业集团股份有限公司 |
| 李 涛 | 湖南化工研究院有限公司 |
| 刘广文 | 沈阳化工研究院有限公司 |
| 刘鹏飞 | 中国农业大学 |
| 刘世禄 | 北京农田管家信息技术有限公司 |
| 罗湘仁 | 江苏明德立达作物科技有限公司 |
| 马 超 | 北京中保绿农业科技集团有限公司 |
| 马志卿 | 西北农林科技大学 |
| 齐 武 | 中国农药工业协会 |
| 吴学民 | 中国农业大学 |
| 徐 妍 | 北京明德立达农业科技有限公司 |

序

农药是人类防治农林病、虫、草、鼠害，以及仓储病和病媒害虫的重要物质，现在已广泛应用于农业生产的产前至产后的全过程，是必备的农业生产资料，也为人类的生存提供了重要保证。

农药通常是化学合成的产物，合成生产出来的农药的有效成分称为原药。原药为固体的称为原粉，为液体的称为原油。

由于多数农药原药不溶或微溶于水，不进行加工就难以均匀地展布和黏附于农作物、杂草或害虫表面。同时，要把少量药剂均匀地分布到广大的农田上，不进行很好地加工就难以均匀喷洒。各种农作物、害虫、杂草表面都有一层蜡质层，表面张力较低，绝大多数农药又缺乏展着或黏附性能，若直接喷洒原药，不仅不能发挥药效，而且十分容易产生药害，所以通常原药是不能直接使用的，必须通过加工改变原药的物理及物理化学性能，以满足实际使用时的各种要求。

把原药制成可以使用的农药形式的工艺过程称为农药加工。加工后的农药，具有一定的形态、组分、规格，称为农药剂型。一种剂型可以制成不同含量和不同用途的产品，这些产品统称为农药制剂。

制剂的加工主要是应用物理、化学原理，研究各种助剂的作用和性能，采用适当的方法制成不同形式的制剂，以利于在不同情况下充分发挥农药有效成分的作用。农药制剂加工是农药应用的前提，农药的加工与应用技术有着密切关系，高效制剂必须配以优良的加工技术和适当的施药方法，才能充分发挥有效成分的应用效果，减少不良副作用。农药制剂加工可使有效成分充分发挥药效，使高毒农药低毒化，减少环境污染和对生态平衡的破坏，延缓抗药性的发展，使原药达到最高的稳定性，延长有效成分的使用寿命，提高使用农药的效率和扩大农药的应用范围。故而不少人认为，一种农药的成功，一半在于剂型。据统计，我国现有农药生产企业2600余家，近年来，制剂行业出现了一些新变化。首先，我国农业从业人员的结构发生了变化，对农药有了新的要求。其次，我国对环境保护加大了监管力度，迫使制剂生产装备进行升级改造。更加严峻的是行业生产水平和规模参差不齐，大浪淘沙，优胜劣汰，一轮强劲的并购潮已经到来，制剂行业洗牌势在必行，通过市场竞争使制剂品种和产量进行再分配在所难免。在这种出现新变化的背景下，谁掌握着先进技术并不断推进精细化，谁就找到了登上制高点的最佳途径。

化学工业出版社于2013年出版了《现代农药剂型加工技术》一书，该书出版后受到了业内人士的极大关注。在听取各方面意见的基础上，我们又邀请了国内从事农药剂型教学、研发以及工程化技术应用的几十位中青年制剂专家，由他们分工撰写他们所擅长专业的各章，编写了这套《现代农药剂型加工技术丛书》(简称《丛书》)，以分册的形式介绍农药制剂加工的原理、加工方法和生产技术。

《丛书》参编人员均由多年从事制剂教学、研发及生产一线的教授和专家组成。他们知识渊博，既有扎实的理论功底，又有丰富的研发、生产经验，同时又有为行业无私奉献的高尚精神，不倦地抚键耕耘，编撰成章，集成本套《丛书》，以飨读者。

《丛书》共分四分册，第一分册《农药助剂》，由张小军博士任第一主编，主要介绍了助剂在农药加工中的理论基础、作用机理、配方的设计方法，及近年来国内外最新开发的助剂品种及性能，可为配方的开发提供参考。第二分册《农药液体制剂》，由徐妍博士任第一主编，主要介绍了液体制剂加工的基础理论、最近几年液体制剂的技术进展、液体制剂生产流程设计及加工方法，对在生产中易出现的问题也都提供了一些解决方法与读者分享。第三分册《农药固体制剂》，由刘广文任主编，主要介绍了常用固体制剂的配方设计方法、设备选型、流程设计及操作方法，对清洁化生产技术进行了重点介绍。第四分册《农药制剂工程技术》，由刘广文任主编，主要介绍了各种常用单元设备、包装设备及包装材料的特点、选用及操作方法，对制剂车间设计、清洁生产工艺也专设章节介绍。

借本书一角，我要感谢所有参编的作者们，他们中有我多年的故交，也有未曾谋面的新友。他们在百忙之余，牺牲了大量的休息时间，无私奉献出自己多年积累的专业知识和宝贵的生产经验。感谢《丛书》的另两位组织者徐妍博士和张小军博士，二位在《丛书》编写过程中做了大量的组织工作，并通阅书稿，字斟句酌，进行技术把关，才使本书得以顺利面世。感谢农药界的前辈与同仁给予的大力支持，《丛书》凝集了全行业从业人员的知识与智慧，他们直接或间接提供资料、分享经验，使本书内容更加丰富。因此，《丛书》的出版有全行业从业人员的功劳。另外，感谢化学工业出版社的鼎力支持，《丛书》责任编辑在本书筹备与编写过程中做了大量卓有成效的策划与协调工作，在此一并致谢。

制剂加工是工艺性、工程性很强的技术门类，同时也是多学科集成的交叉技术。有些制剂的研发与生产还依赖于操作者的经验，一些观点仁者见仁，智者见智。编撰《丛书》是一项浩大工程，参编人员多，时间跨度长，内容广泛。所述内容多是作者本人的理解和体会，不当之处在所难免，恳请读者指正。

谨以此书献给农药界的同仁们！

刘广文

2017年10月

前言

农药是一类重要的农业生产资料，主要用于防治有害生物，应对突发性病、虫、草、鼠害等，保证农业增产丰收，同时调节作物生长，提高农产品品质，确保粮食安全，对社会稳定起着重要作用。但由于农药本身的理化性质以及生物活性的需要，绝大多数农药都必须加工成制剂或适于用户使用的形式，这样才具有真正的使用价值。随着高效、超高效农药的发展，需要在大面积范围内均匀地使用少量农药。因此，需借助现代农药剂型加工技术，以工匠精神进行微观、量化、精准的制剂研究和应用研究，提高农药有效利用率，实现农药减量增施。

近年来，世界农药剂型加工技术获得了快速发展，目前共有150余种剂型，我国常用的剂型有20余种。本书列举了主要液体制剂微乳剂、悬浮剂、乳油、可溶液剂、静电喷雾、生物农药制剂、超低容量剂、悬乳剂、水乳剂、油悬浮剂、气雾剂、液体蚊香、微胶囊剂以及种子处理剂，并对每种剂型的理论基础、研究现状、开发方法、开发实例进行了详细介绍。另外，部分章节还设有农药制剂的分析方法等内容，便于广大农药剂型研发及农药生产企业有关技术人员或农药专业的学生查阅。

本书共分14章，第一章由姜成义编写；第二章由吴学民和罗湘仁编写；第三章由徐妍编写；第四章由郭崇友编写；第五章由冯建国编写；第六章由冯俊涛编写；第七章由曹雄飞编写；第八章由齐武编写；第九章由李涛编写；第十章由刘世禄编写；第十一、十二章由马志卿编写；第十三章由马超编写；第十四章由刘鹏飞编写；最后由徐妍、刘广文统稿。本书的编写得益于许多参考资料。部分参考资料列于文后的参考文献中，限于篇幅不能一一列出，在此表示衷心感谢。

本书内容涉及面广，由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬请同行和读者批评指正。

徐妍
2017年11月

目录

第一章 微乳剂 / 1

第一节 概述	1	一、微乳剂的组分及选择	10
一、微乳液简述	2	二、微乳剂的配制	14
二、微乳剂的概念及特性	4	三、微乳剂质量控制指标	18
三、微乳剂的发展趋势	6	四、微乳剂配方实例	19
第二节 微乳剂的理论基础	7	第四节 微乳剂的生产	21
一、瞬时负界面张力理论	7	一、微乳剂的加工工艺	21
二、双重膜理论	7	二、微乳剂的加工设备	21
三、几何排列理论	8	三、微乳剂生产常见问题	23
四、 R 比理论	9	第五节 微乳剂的品种介绍	25
五、胶团增溶理论	10	参考文献	29
第三节 微乳剂的配制	10		

第二章 悬浮剂 / 30

第一节 概述	30	四、悬浮剂的生产设备	49
一、悬浮剂基本概念	30	第四节 最新的悬浮剂开发技术	51
二、悬浮剂的配方组成	31	一、悬浮剂稳定性机理研究	51
三、悬浮剂的质量评价体系	31	二、悬浮剂开发方法研究	55
四、悬浮剂发展现状	33	三、悬浮剂流变学行为研究	56
五、我国悬浮剂存在问题及展望	35	四、药液物化性质研究	57
第二节 悬浮剂稳定性理论基础	36	第五节 悬浮剂加工实例	58
一、悬浮剂稳定性理论基础	37	一、配方筛选	58
二、悬浮剂稳定性的影响因子	41	二、工艺研究	62
三、悬浮剂稳定性的控制	41	第六节 悬浮剂中新型表面活性剂简介	63
四、悬浮剂稳定性的预测与评估	43	一、木质素磺酸盐	64
第三节 悬浮剂的配方开发及工业化生产	44	二、萘磺酸盐甲醛缩合物	65
一、悬浮剂的开发思想	44	三、磷酸酯类	66
二、悬浮剂的开发方法	45	四、聚羧酸盐类	66
三、悬浮剂的生产工艺	49	五、EO-PO 嵌段共聚物	67

六、梳型共聚物	68	一、高含量悬浮剂的开发	70
七、接枝共聚物	68	二、高水性原药悬浮剂的开发	72
八、特种水性分散剂	69	三、低熔点原药悬浮剂的开发	73
九、二聚表面活性剂	69	四、强电解质原药悬浮剂的开发	73
第七节 悬浮剂开发难点及对策	69	参考文献	74

第三章 乳油 / 77

第一节 概述	77	第五节 乳油配方开发及应用实例	102
一、概述	77	一、乳油配方开发实例——48% 毒死蜱乳油	102
二、乳油的质量评价体系	80	二、部分乳油配方	105
三、乳油存在问题及发展前景	82	三、乳油产品应用效果实例	106
第二节 乳油的理论基础	85	四、乳油专利实例	110
一、表面活性剂亲水亲油平衡值	85	五、国内登记的乳油品种	113
二、溶解作用	88	六、乳油标准	114
三、乳化作用	88	第六节 乳油生产的工程化技术	116
四、增溶作用	88	一、乳油加工工艺	116
第三节 乳油的开发思想及开发方法	90	二、乳油加工的主要设备	116
一、乳油的开发思想	90	三、乳油的安全化生产	117
二、乳油的开发方法	90	第七节 乳油的质量控制指标及检测方法	120
第四节 最新的乳油技术	97	一、乳油的质量控制指标	120
一、乳油的技术层面改进	97	二、检测方法	120
二、乳油物理稳定性的评估	101	参考文献	124

第四章 可溶液体制剂 / 127

第一节 可溶液剂	127	三、水剂的加工工艺	158
一、可溶液剂的组成	127	第三节 可溶胶剂	159
二、可溶液剂的研制技术	133	一、可溶胶剂的组成	160
三、可溶液剂的加工工艺	137	二、可溶胶剂的制备技术	161
四、可溶液剂的包装	138	三、可溶胶剂的加工工艺	163
第二节 水剂	139	四、可溶胶剂的使用方法	164
一、水剂的组成	139	第四节 可溶液体制剂发展趋势	165
二、水剂的制备技术	146	参考文献	166

第五章 静电喷雾 / 167

第一节 概述	167	一、农药喷雾施药技术发展现状	167
--------	-----	----------------	-----

二、农药静电喷雾技术的发展历史·····	168	三、安全使用注意事项·····	174
第二节 农药静电喷雾技术的		四、静电喷雾器的保养·····	174
定义及原理·····	169	第六节 静电喷雾液剂 ·····	175
第三节 农药静电喷雾技术的特点 ·····	171	一、静电喷雾液剂的特点·····	175
第四节 影响农药静电喷雾效果的因素 ·····	171	二、静电喷雾液剂对溶剂的要求·····	176
第五节 农药静电喷雾器械及使用规范 ·····	172	三、静电喷雾液剂的质量控制指标·····	176
一、准备工作·····	173	第七节 静电喷雾液剂的应用实例 ·····	176
二、操作步骤·····	173	参考文献·····	179

第六章 生物农药制剂 / 181

第一节 概述 ·····	181	二、影响微生物农药剂型选择的主要因素·····	199
一、生物农药剂型加工的目标·····	181	三、微生物农药助剂研究进展·····	199
二、生物农药的主要剂型种类·····	182	四、现有微生物农药剂型种类·····	200
第二节 植物源农药制剂 ·····	185	五、微生物农药制剂配制实例·····	201
一、植物源农药优点·····	186	六、微生物农药制剂生产工艺·····	202
二、植物源农药制剂加工现状·····	186	七、微生物农药剂型研究的发展趋势·····	205
三、植物源农药增效剂研究进展·····	188	第四节 天敌生物农药 ·····	207
四、植物源农药稳定性研究进展·····	188	一、寄生性天敌昆虫·····	208
五、植物源农药制剂加工实例·····	189	二、捕食性天敌昆虫·····	212
第三节 微生物源农药制剂 ·····	198	参考文献·····	219
一、微生物农药剂型的功能·····	198		

第七章 超低容量剂 / 220

第一节 概述 ·····	220	三、超低容量喷雾剂的防治应用·····	242
第二节 超低容量剂的配方组成与		四、国内外登记的超低容量剂产品·····	243
质量控制 ·····	221	第五节 地面超低容量应用技术 ·····	244
一、超低容量剂的配方组成·····	221	一、手持式离心喷雾机的机械结构和组成	
二、超低容量剂的加工工艺·····	226	部件·····	244
第三节 超低容量剂的喷雾理论与		二、电动式离心超低容量喷雾机的操作方法·····	245
使用特点 ·····	230	三、背负式机动超低容量喷雾机·····	249
一、超低容量剂的设计原理·····	230	四、超低容量剂使用注意事项·····	250
二、超低容量剂的剂型特征·····	232	五、地面超低容量喷雾器具介绍·····	250
三、超低容量剂的特殊用途和使用特点·····	233	第六节 飞机超低容量喷雾剂应用技术 ·····	251
第四节 超低容量剂的应用实例与登记		一、航空器与超低容量喷雾设备·····	252
产品 ·····	233	二、航空施药技术·····	257
一、超低容量剂配方组成介绍·····	233	三、飞机超低容量喷雾技术的优点·····	257
二、超低容量剂配方举例与应用效果·····	239	参考文献·····	260

第八章 悬乳剂 / 261

第一节 概述	261	一、悬乳剂的加工方法	265
一、悬乳剂的概念	261	二、加工设备的选择	266
二、悬乳剂的发展概况和展望	261	三、悬乳剂生产中应注意的问题	267
第二节 悬乳剂加工技术	262	第四节 悬乳剂的质量控制指标及检测方法	268
一、悬乳剂的组成和基本特点	262	一、国际标准	268
二、农药活性成分和溶剂的要求	262	二、农药悬乳剂产品标准编写规范 (HG/T 2467.11—2003)	269
三、悬乳剂中的助剂选择和作用	263	第五节 悬乳剂配方实例	271
四、悬乳剂的物理稳定性	265	参考文献	273
第三节 悬乳剂加工方法	265		

第九章 水乳剂 / 274

第一节 水乳剂的概念和发展趋势	274	七、贮存稳定性	286
一、水乳剂的概念	274	八、细度	287
二、水乳剂的发展趋势	275	九、黏度	287
第二节 水乳剂基本性质及乳状液概念	275	十、水稀释性	287
一、水乳剂基本性质	275	第五节 水乳剂的配方组成与配制	288
二、乳状液	275	一、水乳剂的配方组成	288
三、乳状液体系的形成机理	277	二、水乳剂加工工艺	291
第三节 影响水乳剂稳定的因素	281	第六节 水乳剂开发实例	293
一、水乳剂不稳定的表现形式及其防止 措施	281	一、试验材料	294
二、水乳剂稳定性的影响因素	283	二、试验仪器	294
三、配方筛选	294	三、配方筛选	294
四、水乳剂配方实例	299	四、水乳剂配方实例	299
五、持久起泡性	286	第七节 最新水乳剂技术及相关应用	300
六、乳液稳定性和再乳化	286	一、层状液晶	301
七、贮存稳定性	286	二、纳米乳	301
八、细度	287	三、多重乳液	302
九、黏度	287	四、Pickering 乳液	302
十、水稀释性	287	参考文献	303
第五节 水乳剂的配方组成与配制	288		
一、水乳剂的配方组成	288		
二、水乳剂加工工艺	291		
第六节 水乳剂开发实例	293		
一、试验材料	294		
二、试验仪器	294		
三、配方筛选	294		
四、水乳剂配方实例	299		
第七节 最新水乳剂技术及相关应用	300		
一、层状液晶	301		
二、纳米乳	301		
三、多重乳液	302		
四、Pickering 乳液	302		
参考文献	303		

第十章 油悬浮剂 / 305

第一节 概述	305	三、油悬浮剂存在问题及发展前景	307
一、基本概念	305	第二节 油悬浮剂的理论基础	308
二、油悬浮剂的质量评价体系	306	一、理论基础	308