

农药应用 工艺学导论

屠豫钦 李秉礼 主编



化学工业出版社

农药应用工艺学导论

屠豫钦 李秉礼 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

农药应用工艺学导论/屠豫钦, 李秉礼主编. —北京:
化学工业出版社, 2006. 2
ISBN 7-5025-8233-9

I. 农… II. ①屠… ②李… III. 农药-生产工艺
IV. TQ450.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 007657 号

农药应用工艺学导论

屠豫钦 李秉礼 主编

责任编辑: 杨立新

文字编辑: 周 倜

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 张 辉

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 30¼ 彩插 2 字数 764 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8233-9

定 价: 76.00 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

我国化学农药的产量近 10 年来迅速发展,生产能力已达到了年产 80 多万吨,比 1956 年增长了约 15 倍,居世界第二位,并已成为农药出口国。国际化学农药的销售额也从 20 世纪 60 年代的年产约 10 亿美元增长到现在的年产约 300 亿美元。但是长时期来对于化学农药的评价争论很多,批评和否定化学农药的呼声日益高涨,近年来甚至出现了反对使用化学农药和化学肥料的呼声。然而世界各国政府和联合国粮食与农业组织的资料 and 文件均表明,化学农药仍将是保证农作物高产稳产的不可取代的重要农业生产资料,采取化学防治方法控制有害生物,这是在当前关系到世界人口的迅速增长的形势下对农产品生产的迫切需求。

化学农药在使用过程中所发生的引起各方面人士关注的一些问题,长期以来人们往往只把这些问题简单地归咎于化学农药本身。然而化学农药和化学防治方法的效果及其产生的影响是由多方面因素决定的。这些因素包括化学农药的合成生产和产品的质量监控方面、农药剂型的选型设计和农药制剂的加工生产质量监控方面、农药的使用技术水平和喷施质量方面以及施药器械的种类和选型及产品质量标准等方面,都可能对农药的实际使用效果产生影响。农药的毒理学和药剂的作用方式也会受环境条件、作物和有害生物的生长变化所带来的影响。这些因素分别涉及多种科学领域,这些科学领域之间长时期来缺乏沟通和互通,学科之间缺乏相互了解和必要的学科渗透。因此,对农药使用效果的评价以及使用过程中所发生的问题,往往不容易找到共同的科学语言,往往容易简单地仅从化学农药本身去寻找答案。从而这种现象导致这些年来化学农药本身备受批评和指责,但很少从学科交叉点上寻找问题的根本原因。农药对环境所造成的污染问题,从 Carson 开始就把批评的矛头直接针对滴滴涕本身,却从未想到是否应该从滴滴涕之所以会大量进入环境的原因,以及如何提高滴滴涕的有效利用率方面去提出问题。新老农药的交替和更新换代是正常的现象,但是这里确实折射出一个问题,就是我们应当如何科学地、全面地认识化学农药以及化学防治法所产生的效果,尤其是产生这些效果的原因和科学技术依据,并从中找到预防和阻止产生负面效果的方法。这就需要多学科互相渗透和结合,并在此基础上形成农药使用技术的整体决策系统。

农药使用技术的研究正是为了在分析、认识和掌握这些因素的基础上,设计并制定调控这些因素的技术,经过系统的科学研究和调控,制定科学使用农药的整体技术决策体系,使农药发挥出应有的效果,并避免不应有的农药毒性风险和环境污染风险。

正是基于这一理念,本书从使用农药的基本原理和基本技术等方面对这些因素进行了全面分析和理论阐述,并首次提出了农药应用工艺学和农药使用技术的整体决策系统等新概念,使过去长时期来彼此不相关连的、分散的各门学科,统一在农药应用工艺学的整体框架内,从而全面地阐明化学防治法的实质并提出系统的科学理念。

国际上还没有出版过涉及如此广泛科学领域的农药科学专著。这本书是中国农药科学、植保机械科学和病虫草害治理科学工作者所共同撰写的第一部有关农业有害生物的化学防治科学的专著。并且通过作者们各自的科学研究实践在本书中提出了许多新的观点和新的概念,对广大读者和相关领域的科学工作者或许会有所启迪。在农药应用工艺学的总体框架下用农药使用技术整体决策系统的理念,探讨这些相关领域的科学技术问题,也有助于技术政策决策者和广大读者及农药使用者全面了解化学防治技术所涉及的各种交叉科学技术之全貌。

这本专著明确地提出,在我国,植保施药器械的长期严重落后状态是当前在农药使用中最重要的问题之一。从20世纪50年代开始至今半个多世纪以来,我国广大农村普遍采用的—直是大水量粗雾喷洒的手动喷雾器械,年产销量在1000万台左右。这种喷雾器械所喷洒的农药约70%~80%不能击中目标作物而散落在农田土壤和稻田田水中,造成农田环境和水域的严重污染,并浪费和损失了大量农药。几十年来由此所造成的农药浪费和损失数量之大是惊人的,环境质量所受到的压力和损失也非常严重。在本书的“小规模个体农户的施药器械问题”一文中提出了必须对农村中这种大水量粗雾喷洒器械实行技术革命的主张,有关部门应予重视。党和政府明确提出,农业生产联产承包责任制在我国将保持相当长的历史时期,即在广袤的农村,农民还将长时期处于分散的小规模个体农户自主经营的状态。面对严重的病虫草害,化学防治法仍然是最有效的手段,而使用农药的手段将仍然以手动施药器械为主。所以,解决分散的小规模个体农户与落后的施药器械之间的矛盾,是我国所面临的一个十分严峻的问题。1994年中央领导同志就曾明确批示:“一定要解决这个问题。”1996年又指出:“必须下决心,采取得力措施,尽快扭转植保机械研制、生产落后,管理混乱的状况。”并要求“尽快研制开发一批防渗性能好、负重小、价格低、操作简便、利于推广的小型机械。”语重心长,充分表达了中央领导对植保器械落后状态的特别关心。对于促进我国植保器械研究开发和技术创新必将产生巨大的推动力。

还必须指出,近10多年来,农药生产厂家为了追求产品的附加值而盲目生产农药混配制剂,也是我国的一个严重问题。农药混配品种从10多年前的90多种发展到现在的近6000种。盲目混配现象造成农药不应有的浪费和损失,并且容易造成作物上的多残留问题和多抗性问题,也增加了农作物的不安全因素。但是这些问题的发生与化学农药本身并无直接关系,而是农药的生产销售管理和农药的科学使用技术水平的问题。这种问题也需要农药研究部门和生产厂家认真对待,妥善解决,因为这也是保证农药使用技术整体决策系统得以顺利发展的重要条件。

撰写《农药应用工艺学导论》,就是希望把与化学防治技术相关的各种学科整合成为一个完整的科学体系。这样的科学体系还需要不断地发展和完善,在撰写本书的过程中,参加撰写的19位作者分别从不同领域对农药的科学使用技术问题提出了明确的理论阐述和解决这些问题的策略,但这些还只是一个开始,还需要不断地发展充实,使之形成一门严谨周密的新的学科体系。

把化学农药的科学使用问题放在农药使用技术整体决策系统的框架下进行全面考察和研究,开创了我国农药使用技术研究的新体系和新局面,对于我国植物保护和化学防治的研究发展将产生积极的推动作用。

屠豫钦 李秉礼

2005年9月

内 容 提 要

该书是 19 位从事农药科研、教学与生产第一线的专家、博士各自的实践总结出来的一本科学使用农药的专著。它把农药学、植保机械和病虫害防治等科学有机地综合在一起。

从作物病虫害的化学防治的基本原理和基本技术着手，除全面重点地介绍农药科学使用原理、环境毒理、农药使用技术整体决策系统、农药剂型与制剂、农药分散度和分散系、农药喷洒分散系沉积分布、雾滴飘移现象及监测方法、农药混用的原理原则、农药使用各种方法与植保机具密切的关系及其质量检查标准之外，还对飞机施药原理、飞机类型、作业技术以及遥感施药等现代前沿技术也作了较详细地介绍。

可供农药使用者、植保工作者、植保机具研究人员以及农药剂型、制剂研究和开发的科技人员、农药行业的管理干部均有较高的参考价值。

也可作为农林院校农药学和植保专业的教学用书。

目 录

1 绪论	1
1.1 农药与化学防治法的形成和发展	1
1.1.1 有害生物对农业生产和社会的危害	1
1.1.2 化学防治法是人类同有害生物进行斗争的必然选择	2
1.1.3 化学防治法的基本特征和主要优点	3
1.1.4 农药与化学防治法的发展历程	4
1.2 从天然源农药到化学合成农药的发展	6
1.2.1 无机化学农药的发展及其历史背景	6
1.2.2 有机合成农药的出现和发展及其历史背景	7
1.3 化学防治法的技术经济效益和社会效益	8
1.3.1 挽回有害生物所造成的农产品产量损失	8
1.3.2 提高农产品的质量和商品价值	8
1.3.3 保证农产品市场供需和社会的稳定	8
1.3.4 化学农药提高了作物对自然能源的利用	9
1.4 化学防治法与其他防治法的协调性和兼容性	9
1.4.1 有害生物防治手段的多样性	9
1.4.2 对各种防治法的选择原则	9
1.5 农药使用技术与农药应用工艺学的科学范畴	10
1.5.1 农药使用技术是农药使用的整体技术决策系统	10
1.5.2 农药应用工艺学是一门研究农药使用技术各环节相互关系的科学	10
参考文献	11
2 害虫化学防治法的基本原理与毒理学基础	13
2.1 杀虫药剂侵入虫体的途径	13
2.2 昆虫体壁的结构与药剂的通透	15
2.2.1 昆虫表皮构造	15
2.2.2 表皮的构造对药剂通透的影响	15
2.2.3 表皮通透的动力学	16
2.2.4 杀虫药剂的性质对通透的影响	17
2.2.5 助剂对药剂通透的影响	18
2.2.6 药剂对卵壳的通透	19
2.2.7 杀虫药剂对消化道的通透	19
2.3 杀虫药剂在虫体中的分布	22
2.4 杀虫药剂的毒理学机制	23
参考文献	24
3 影响杀虫剂药效的因素	26
3.1 害虫的行为特性对杀虫剂药效的影响	26
3.1.1 蛭壳虫类害虫	27
3.1.2 蓑蛾	27

3.2 害虫耐药性与杀虫剂药效	28
3.2.1 耐药性的基本概念	28
3.2.2 中国主要农业害虫耐药性概况	29
3.3 杀虫剂与害虫再增猖獗	30
3.3.1 害虫再增猖獗的实例	30
3.3.2 再增猖獗现象的机制	32
3.4 植物类型与水在植物表面的行为趋势	33
3.4.1 表面张力的概念	33
3.4.2 液体在固体表面的湿润作用	33
3.4.3 植物的亲水性和疏水性	34
3.4.4 植物表面的临界表面张力	35
3.5 表面活性剂与杀虫剂药效的关系	36
3.5.1 表面活性剂的作用	36
3.5.2 药液的表面张力与疏水性植物的农药利用率	37
3.5.3 药液中表面活性剂的胶束对雾滴表面张力和时间效应的影响	40
3.6 杀虫剂在植物上的不均匀分布对杀虫剂药效的影响	41
3.7 气候条件对杀虫剂药效的影响	42
3.8 提高杀虫剂药效的基本方法	42
3.8.1 害虫耐药性的治理	42
3.8.2 控制害虫再增猖獗	43
3.8.3 高效使用杀虫剂	43
参考文献	45
4 植物病害防治中杀菌剂的科学使用原理	47
4.1 植物病害化学防治的历史回顾与展望	47
4.1.1 植物病害化学防治的历史回顾	47
4.1.2 化学防治的贡献和存在的问题	50
4.1.3 21 世纪展望	53
4.1.4 结论	55
4.2 不同类型杀菌剂防治植物病害的科学使用原理	55
4.2.1 芳烃类杀菌剂	55
4.2.2 二甲酰亚胺类杀菌剂	56
4.2.3 苯并咪唑类和硫酰脲类杀菌剂	57
4.2.4 麦角甾醇生物合成抑制剂	57
4.2.5 有机磷杀菌剂	59
4.2.6 黑色素生物合成抑制剂及烯丙异噻唑	60
4.2.7 苯氨基嘧啶类	60
4.2.8 苯吡咯类杀菌剂	60
4.2.9 酰替苯胺类	61
4.2.10 杀卵菌剂	61
4.2.11 甲氧基丙烯酸酯类	62
4.2.12 多氧霉素类	62
4.3 杀菌剂的复配及其相互作用	63
4.3.1 定义和测定方法	63

4.3.2 增效作用和拮抗作用	65
4.3.3 结论	69
参考文献	69
5 农田杂草化学防治中除草剂的科学使用原理	71
5.1 除草剂的使用方法	71
5.1.1 除草剂混土施药法及其优点	71
5.1.2 苗后施药法	73
5.1.3 撒施法	74
5.1.4 涂抹施药法	74
5.1.5 苗带施药法	75
5.1.6 甩施法	75
5.1.7 秋季施药法	75
5.1.8 航空施药法	76
5.1.9 地膜覆盖施药方法	76
5.2 除草剂的选择性问题	77
5.2.1 位差选择	77
5.2.2 时差选择	77
5.2.3 形态选择	78
5.2.4 生理选择	78
5.2.5 生物化学选择	78
5.3 除草剂对施药器械的特殊要求	80
5.3.1 喷嘴与过滤器	80
5.3.2 泵的压力	80
5.3.3 行走速度	80
5.3.4 喷洒除草剂对气象条件的要求	80
5.4 除草剂喷雾助剂的理论与实践	80
5.4.1 除草剂喷雾助剂分类评价	81
5.4.2 植物油型喷雾助剂使用技术	82
5.5 影响除草剂药效的因素分析	83
5.5.1 影响苗前除草剂药效因素分析	83
5.5.2 影响苗后除草剂药效因素分析	86
5.6 常见除草剂药害症状诊断原则与解救方法	88
5.6.1 常见除草剂的药害症状与诊断	88
5.6.2 常见除草剂药害原因分析	91
5.7 除草剂混用和分期施药技术	95
5.7.1 除草剂混用的理论依据	95
5.7.2 除草剂混用的优点	96
5.7.3 除草剂混用技术的进展	96
5.8 混配制剂的开发问题	97
5.9 除草剂混用及好的混配制剂配方实例	98
5.9.1 大豆田除草剂	98
5.9.2 玉米田除草剂	98
5.9.3 小麦田除草剂	98

5.9.4	水稻田除草剂	99
5.9.5	甜菜田除草剂	99
5.9.6	马铃薯田除草剂	99
5.9.7	红小豆、芸豆田除草剂	99
5.9.8	亚麻田除草剂	99
5.9.9	花生田除草剂	99
5.9.10	蔬菜除草剂混用进展	99
5.10	除草剂混用及混配制剂存在的问题	100
5.10.1	除草剂混用和混配制剂药效差	100
5.10.2	混剂与混配制剂安全性差的品种	100
5.11	除草剂与化肥混用	100
	参考文献	101
6	农药的毒性及其环境毒理学	102
6.1	农药对高等动物毒性的表示方法及毒性分级	102
6.1.1	农药的急性毒性	102
6.1.2	农药的慢性毒性	103
6.1.3	气体有毒物质的评价	104
6.2	农药对人类的危害	104
6.2.1	如何估价农药对人类的影响	105
6.2.2	农药在人体内的残留	105
6.3	农药在食品中的残留	105
6.3.1	ADI 值与 NOEL	105
6.3.2	食物中最大允许残留量 (MRL 值)	107
6.3.3	中国农药毒理学安全性评价	107
6.4	农药的选择毒性	107
6.4.1	农药的选择性指标	107
6.4.2	选择性机制	109
	参考文献	112
7	昆虫信息化学物质的研究和应用	114
7.1	害虫治理的现状和背景	114
7.2	昆虫信息素的基础研究	115
7.2.1	昆虫信息素研究的历史和研究概况	115
7.2.2	昆虫信息素的种类及作用	115
7.3	昆虫信息素在害虫防治中的应用研究	116
7.3.1	昆虫信息素在害虫防治中的应用	116
7.3.2	昆虫信息素在害虫综合防治中的应用	117
7.4	昆虫信息素的现状及需求	119
7.4.1	中国对鳞翅目昆虫信息素的研究	119
7.4.2	昆虫信息素的剂型和制剂	119
7.5	昆虫信息素的研究与利用	120
7.5.1	鳞翅目昆虫信息素的研究	120
7.5.2	蚜虫信息素的研究	120
7.5.3	小蠹科昆虫的信息化学物质	123

7.6 植物挥发性次生物质的研究	125
7.6.1 植食性昆虫与寄主植物关系	125
7.6.2 植物挥发性次生物质对昆虫行为的影响	125
7.6.3 植物挥发性次生物质在害虫治理中可能的作用	125
7.7 昆虫聚集信息素的研究	126
7.7.1 昆虫聚集信息素的成分	127
7.7.2 影响昆虫聚集信息素效能的因子	128
7.7.3 昆虫聚集信息素的应用	129
参考文献	129
8 农药使用技术的整体决策与农药的宏观毒理	132
8.1 农药使用技术研究涉及的科学领域	132
8.1.1 农药与农药剂型	132
8.1.2 农药施药方法	133
8.1.3 农药在目标物表面上的运动和变化	134
8.2 农药的宏观毒理学	134
8.2.1 农田毒力空间的毒理学意义	135
8.2.2 有害生物与农药沉积物的接触方式	138
8.2.3 农药与有害生物的接触和剂量转移作用	139
8.2.4 植物叶片表面构造与农药沉积分布的关系	141
8.2.5 农药在株冠中的沉积分布状态与农药对有害生物的选择压	144
8.3 农药宏观毒理学研究在农药使用技术整体决策系统中的意义	146
8.3.1 农药的分散和成型	146
8.3.2 施药量和施药液量	147
8.3.3 施药方式和方法	147
8.3.4 施药器械	148
8.3.5 农药的沉积分布状态	148
8.3.6 农药的变化	148
8.4 结语	149
参考文献	149
9 农药的剂型与制剂	151
9.1 农药的剂型和制剂及其种类	152
9.2 剂型的不同与农药使用技术的关系	153
9.3 农药剂型和制剂的选择依据	155
9.3.1 影响农药剂型选择的因素	156
9.3.2 农药制剂的选择	161
9.4 常用农药剂型和制剂的科学使用	163
9.4.1 可湿性粉剂	163
9.4.2 可溶性粉剂	163
9.4.3 水分散粒剂	163
9.4.4 悬浮剂	164
9.4.5 乳油	165
9.4.6 水乳剂	165
9.4.7 微乳剂	166

9.4.8 粉剂	166
9.4.9 粒剂	167
9.4.10 超低容量喷雾(油)剂	167
9.4.11 种衣剂	168
9.4.12 其他农药剂型	168
9.5 农药制剂的混合使用	168
9.5.1 农药制剂混用的方法	168
9.5.2 农药制剂混用的原则	169
9.5.3 农药的桶混助剂	169
参考文献	170
10 农药的分散和分散体系	171
10.1 农药的分散体系	171
10.1.1 分散体系的类型	171
10.1.2 农药剂型与农药的分散体系	172
10.1.3 农药制剂的原始分散体系和二次分散体系	172
10.1.4 农药分散体系的稳定性	173
10.2 表面活性剂	177
10.2.1 按化学结构分类	177
10.2.2 按用途分类	177
10.3 分散体系的动力学稳定性及相关的热力学依据	178
10.3.1 DLVO 理论	179
10.3.2 空间稳定理论	180
10.3.3 渗透压效应	181
10.3.4 空缺稳定理论	181
参考文献	182
11 农药喷洒分散体系的选择原则与原理	184
11.1 根据有害生物的生物学特性选择农药的分散体系	184
11.1.1 根据害虫的飞行习性	184
11.1.2 根据病虫在作物上的发生部位	185
11.1.3 利用寄主植物的生物学特性	186
11.1.4 利用害虫的产卵习性	186
11.1.5 利用害虫的昼夜活动规律	186
11.1.6 根据病原菌侵染寄主作物的特性	187
11.1.7 根据杂草的生物学特性	187
11.2 根据靶标植物的叶片表面结构与形态特点选择	187
11.2.1 根据植物叶片的表面结构选择	187
11.2.2 根据靶标植物的叶片形态选择	193
11.2.3 根据植株株冠的形态特征选择	197
11.3 根据自然环境条件选择	202
11.3.1 风	202
11.3.2 气温逆增	202
11.3.3 微气候	203
11.4 根据施药人员的安全性要求选择	203

参考文献	204
12 农药雾滴的沉积分布行为	207
12.1 农药的沉积过程及影响因素	207
12.1.1 农药的沉积过程	207
12.1.2 影响农药雾滴沉积的因素	207
12.2 生物目标物的形态对农药沉积效率的影响	210
12.2.1 农药在生物目标物上的沉积	210
12.2.2 雾滴在生物靶标上的沉积行为	214
12.2.3 农药在土壤中的沉积行为	218
12.2.4 农药在大气中的飘移行为	219
12.3 提高农药沉积效率的方法和措施	219
12.3.1 风助技术	219
12.3.2 防飘移技术	220
12.3.3 特殊喷头	221
12.3.4 对靶喷雾技术	222
12.3.5 其他方法	222
12.4 农药沉积效率的评价指标和测试方法	223
12.4.1 农药沉积效率的评价指标	223
12.4.2 各评价指标的测试方法	224
参考文献	227
13 农药混用的毒理学原理	228
13.1 农药混剂的类型	228
13.2 农药相互作用的毒理学原理	228
13.2.1 有机磷类药剂和菊酯类药剂的混用	229
13.2.2 氨基甲酸酯类药剂和菊酯类药剂混用	229
13.2.3 环戊二烯类药剂与菊酯类药剂混用	229
13.2.4 与菊酯类药剂混用的其他药剂	229
13.2.5 同类药剂之间混用	229
13.2.6 共抑制系数	230
13.3 菊酯类药剂与酯酶抑制剂混用对瓜蚜和桃蚜增效研究实例	236
13.4 农药相互作用方式的判别方法	238
13.4.1 杀虫药剂混剂常用的计算方法	238
13.4.2 杀菌剂和除草剂混剂常用的计算方法	239
13.5 结束语	239
参考文献	240
14 喷雾法及适用范围	241
14.1 雾化原理	241
14.1.1 液力式液体雾化方式	242
14.1.2 离心式液体雾化方式	242
14.1.3 气力式液体雾化方式	243
14.2 雾滴的运动行为及其特征	243
14.2.1 雾滴的聚并	244
14.2.2 雾滴的反弹	244

14.3 喷雾方式及其特点	244
14.3.1 大容量喷雾法	244
14.3.2 低容量和很低容量喷雾法	246
14.3.3 超低容量喷雾法	246
14.3.4 风送式喷雾法	248
14.3.5 循环喷雾法	249
14.3.6 弥雾法	249
14.4 针对性喷雾法	250
14.4.1 喷幅	250
14.4.2 喷头高度	251
14.4.3 喷洒作业的行走路线和步速	251
14.4.4 其他因子	253
14.5 飘移喷洒法	253
14.5.1 采用背负式弥雾喷粉机进行的飘移喷洒	253
14.5.2 采用超低容量喷雾机进行的飘移喷洒	254
参考文献	257
15 喷粉法和喷粉器及其适用范围	258
15.1 喷粉法简史和分类	258
15.1.1 喷粉法的简史	258
15.1.2 喷粉法的分类	259
15.2 喷粉法的技术原理	259
15.2.1 粉剂的粉粒结构与运动行为	259
15.2.2 喷粉技术的工作原理	260
15.2.3 粉粒的沉积分布行为	260
15.2.4 粉粒细度对粉粒的覆盖与沉积的影响	261
15.2.5 植物生物行为对粉粒沉积分布的影响	261
15.2.6 电荷对粉粒沉积的影响	262
15.3 喷粉器械	262
15.3.1 丰收-5 型胸挂式手动喷粉器的构造与工作原理	262
15.3.2 3FL-12 型背负式撒压喷粉器	263
15.3.3 机动喷雾喷粉机	263
15.4 温室大棚粉尘法施药技术	264
15.4.1 粉尘法施药技术的原理	264
15.4.2 粉尘法施药所需要的粉尘剂	265
15.4.3 粉尘法施药技术的作物及环境适应性	265
15.5 大田喷粉技术	268
15.5.1 LY-4 型胸挂式立摇手动喷粉器	269
15.5.2 棉田株冠下层喷粉的方法	269
15.6 静电喷粉	270
15.6.1 静电喷粉的原理	270
15.6.2 静电喷粉粉粒的运动特性	271
15.6.3 环境条件对静电喷粉的影响	271
参考文献	272

16 撒粒法和撒滴法	274
16.1 撒粒法	274
16.1.1 颗粒剂的粒径	275
16.1.2 撒粒法的原理	275
16.1.3 撒粒法的特点	276
16.1.4 撒粒法的应用	277
16.1.5 禾谷类作物茎秆钻蛀害虫的防治	278
16.2 大粒剂的研发及其使用方法	279
16.3 微粒剂的研发及其使用方法	280
16.4 土壤熏蒸剂的撒施	280
16.4.1 土壤熏蒸剂的作用方式	281
16.4.2 土壤熏蒸微粒剂的施用方法	281
16.5 撒滴法	281
16.5.1 撒滴法的原理	282
16.5.2 撒滴剂的作用方式	282
16.5.3 撒滴剂的使用方法	282
参考文献	282
17 熏蒸法	284
17.1 熏蒸法的药剂和原理	284
17.1.1 熏蒸法对药剂的要求	284
17.1.2 熏蒸药剂的作用机制	285
17.1.3 熏蒸法药剂的运动特性	285
17.1.4 熏蒸法的影响因素	286
17.2 土壤熏蒸	287
17.2.1 溴甲烷土壤熏蒸消毒技术	288
17.2.2 硫酰氟土壤覆膜熏蒸消毒技术	289
17.2.3 棉隆土壤覆膜熏蒸消毒技术	289
17.2.4 威百亩土壤覆膜熏蒸消毒技术	291
17.2.5 氯化苦土壤注射技术	292
17.3 其他几种熏蒸方法	293
17.3.1 仓库熏蒸	293
17.3.2 帐幕熏蒸	293
17.3.3 减压熏蒸(真空熏蒸)	295
参考文献	296
18 其他施药方法	297
18.1 毒饵法	297
18.1.1 毒饵法的原理	297
18.1.2 固体毒饵法	297
18.1.3 液体毒饵法	298
18.1.4 毒饵喷雾法	298
18.2 涂抹法	298
18.2.1 杂草防除中的涂抹技术	298
18.2.2 棉花害虫防治中的涂茎技术	300

18.2.3 树干涂抹技术	300
18.3 树干包扎法	300
18.4 树干注射法	301
18.4.1 树干注射施药技术的原理	301
18.4.2 树干注射施药技术的特点	302
18.4.3 树干注射施药技术的应用	302
18.4.4 树干注射的方法	303
18.5 药环法和虫孔注射法	305
18.5.1 毒环法	305
18.5.2 胶环法	306
18.5.3 虫孔注射和堵塞法	306
18.6 土壤浇灌和化学灌溉法	306
18.6.1 土壤浇灌、沟施、灌根	306
18.6.2 化学灌溉技术	307
参考文献	308
19 植保机械概述	309
19.1 药械概述	309
19.2 施药器械与植物化学保护	310
19.2.1 药械的发展	310
19.2.2 药械的选择和使用	312
19.2.3 药械制造质量的检查与管理	314
19.3 中国药械发展的历史和现状及存在的问题与展望	315
19.3.1 历史和现状	315
19.3.2 存在的问题	316
19.3.3 展望	316
参考文献	317
20 喷雾器械	318
20.1 喷雾器械的种类及基本组成	318
20.1.1 喷雾器械的种类及要求	318
20.1.2 喷雾机的基本组成及功用	319
20.2 雾化装置及雾化性能	320
20.2.1 雾化装置种类	320
20.2.2 液力式喷头的类型及选用	320
20.3 手动喷雾器械及使用技术	330
20.3.1 背负压杆式喷雾器	330
20.3.2 背负压缩式喷雾器	336
20.3.3 单管式喷雾器	336
20.3.4 踏板式喷雾器	337
20.3.5 手动吹雾器	338
20.4 离心式喷雾机及超低容量喷雾技术	341
20.4.1 手持电动离心式喷雾机的结构组成	341
20.4.2 手持电动离心式喷雾机超低容量喷雾的安全使用技术	342
20.5 轻型机动喷雾机及使用技术	344

20.5.1	机动背负式喷雾机	344
20.5.2	喷射式机动喷雾机	347
20.6	喷杆式喷雾机及使用技术	350
20.6.1	喷杆式喷雾机的种类	350
20.6.2	大田喷杆式喷雾机的构造和工作原理	351
20.6.3	大田喷杆喷雾机的使用技术	355
20.7	果园风送式喷雾机及使用技术	360
20.7.1	果园喷雾机的类型与发展	360
20.7.2	果园风送式喷雾机的结构与原理	362
20.7.3	果园风送式喷雾机的校核与使用	365
	参考文献	367
21	热雾机和冷雾机	368
21.1	热雾机	368
21.1.1	脉冲式热雾机的主要结构和工作原理	368
21.1.2	热雾机的使用方法	370
21.1.3	施药中的技术规范	372
21.1.4	施药后的保养、保管	373
21.2	冷雾机	373
21.2.1	机具的基本组成与结构	373
21.2.2	3YC-50 型冷雾机的规格、性能、用途	374
	参考文献	374
22	农药飘移问题及控制技术和检测方法	376
22.1	农药飘移的概念和内涵	376
22.2	形成飘移的原因	377
22.2.1	雾滴大小	377
22.2.2	雾滴的蒸发作用	378
22.2.3	风速	378
22.2.4	施药方法	379
22.3	农药飘移的评价	379
22.4	农药飘移的控制	380
22.4.1	控制农药微粒的直径	380
22.4.2	物理化学措施	381
22.4.3	选择适宜的气象条件	381
22.4.4	改善植保机械和施药技术	381
22.5	农药飘移的检测技术	382
22.5.1	农药飘移室内测试技术	383
22.5.2	农药飘移的室外检测技术	386
	参考文献	388
23	施药器械与施药效果的质量检测	389
23.1	发达国家及有关国际组织施药机械管理状况	389
23.1.1	有关国家施药机械质量管理及实施部门	389
23.1.2	发达国家及主要国际标准化组织的主要相关施药机械标准	389
23.1.3	发达国家及有关国际组织施药机械产品质量标准管理现状	390