

农药剂型加工 新进展

陈福良 主编



NONGYAOJIXING
JIAGONG
XINJINZHAN



化学工业出版社

农药剂型加工 新进展

陈福良 主编



NONGYAOJIXING
JIAGONG
XINJINZHAN



化学工业出版社

· 北京 ·

本书按照农药剂型的基本概念及发展方向、农药助剂、悬浮种衣剂、悬乳剂、可分散油悬浮剂、固体乳剂以及纳米农药七个专题，详细介绍了农药剂型的基本概念、农药的分散方法及分散体系、农药剂型分类及农药剂型的发展方向，农药助剂的作用机理及主要的农药助剂种类，有关新剂型的概念、组成及配制，深入浅出地介绍了各个剂型的相关理论知识、加工工艺及设备、质量控制指标和测定方法，以及在农药中的应用。既有目前较热门的环境友好型剂型如悬浮种衣剂、悬乳剂、可分散油悬浮剂等，又有农药概念剂型如固体乳剂及纳米农药，内容丰富，可读性强。

本书适合农药剂型加工科研人员、企业农药制剂研发人员阅读，也可供农业院校农药、植保等专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

农药剂型加工新进展/陈福良主编. —北京: 化学工业出版社, 2018. 4

ISBN 978-7-122-31565-6

I. ①农… II. ①陈… III. ①农药剂型-生产工艺
IV. ①TQ450. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 036953 号

责任编辑: 刘 军
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 王晓宇

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: 三河市航远印刷有限公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 14½ 字数 271 千字 2018 年 5 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: 68.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

主 编 陈福良

编写人员 (按姓名汉语拼音排序)

陈福良 中国农业科学院植物保护研究所

丑靖宇 沈阳中化农药化工研发有限公司

杜凤沛 中国农业大学理学院

王 琰 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所

王 莹 沈阳中化农药化工研发有限公司

魏方林 浙江新农化工股份有限公司

遇 璐 沈阳中化农药化工研发有限公司

张国生 沈阳中化农药化工研发有限公司

农药剂型是伴随着有机农药的发展而发展起来的。经过几十年的发展,目前已形成一个独立的学科——农药制剂学。上一版的农药剂型国家标准有 110 多种,过于繁杂,即将发布的新版农药剂型国家标准把相似的剂型归类,压缩成约 61 个剂型,不但减少了剂型种类,且与国际标准接轨。随着人们环保意识的增强以及对食品安全与人类健康的关注,在越来越注重生活品质及生态环境的 21 世纪,人们对农药剂型的发展提出了新的要求,其发展主流朝着水性化、粒状化、多功能、缓释、省力化和精细化的方向发展。传统老剂型乳油和可湿性粉剂环境相容性差,深受人们的诟病,其被取代的呼声越来越高,一些高效、安全、经济和环境相容的新剂型应运而生,本书正是适应这一发展趋势,选取目前在大田上应用比较热门的悬浮种衣剂、悬乳剂、可分散油悬浮剂等现代农药新剂型进行介绍。悬浮种衣剂的精准施药、可分散油悬浮剂的药效提升、悬乳剂的固液混剂方便了具中国特色的农药混配,这些新剂型既可克服水基化剂型药效较差的弊端,又可提高农药利用率,符合国家“双减”战略的需求。

本书共分七章,分别为农药剂型的基本概念及发展方向、农药助剂、悬浮种衣剂、悬乳剂、可分散油悬浮剂、固体乳剂以及纳米农药。详细介绍了农药剂型的基本概念、农药的分散方法及分散体系、农药剂型分类及农药剂型的发展方向、农药助剂的作用机理及主要的农药助剂种类和有关新剂型的概念、组成及配制,深入浅出地介绍了各个剂型的相关理论知识、加工工艺及设备、质量技术控制指标和测定方法以及在农药中的应用。其分别由经验丰富、具有实践经验的农药剂型研究者编写,既有剂型理论知识,又有丰富的实际应用。本书可供各大农业院校在校农药学生、农药科研人员及企业农药制剂研发人员参考。

由于本书作者专业角度不同、背景不同,水平各异,疏漏与不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

陈福良
2018 年元月

第一章 农药剂型基本概念与发展方向 / 001

第一节 农药剂型概念及组成 / 001

- 一、农药剂型的基本概念 / 001
- 二、农药剂型组成 / 003
- 三、农药剂型加工的意义 / 008

第二节 农药的分散及分散体系 / 009

- 一、农药的分散及分散体系的概念 / 009
- 二、农药在液体介质中的分散体系 / 010
- 三、农药的分散方法 / 011

第三节 农药剂型的主要质量技术指标 / 012

- 一、细度或粒径 / 013
- 二、乳液稳定性 / 013
- 三、悬浮率 / 014
- 四、润湿性 / 014
- 五、倾倒性 / 014
- 六、持久起泡性 / 014
- 七、浊点 / 015
- 八、析水率 / 015

第四节 农药主要剂型简介 / 015

- 一、固态剂型 / 016
- 二、液态剂型 / 018
- 三、气态剂型 / 019

第五节 农药剂型的发展方向 / 020

- 一、我国农药剂型的发展现状 / 020
- 二、替代传统乳油的发展方向 / 021
- 三、粒状制剂替代粉状制剂 / 028
- 四、发展缓释制剂 / 028
- 五、发展省力化剂型 / 029
- 六、无人机在植保航空喷雾中的应用 / 029
- 七、药肥一体化——药肥混剂 / 031

参考文献 / 033

第二章 农药助剂 / 034

第一节 农药助剂在农药制剂加工和使用中的地位和作用 / 034

第二节 常用农药助剂的作用原理 / 036

- 一、表面活性剂的重要性质 / 037
- 二、表面活性剂对药液理化性质和雾化状态的影响 / 043
- 三、表面活性剂对雾滴沉积、吸收和环境的影响 / 044
- 四、表面活性剂的作用原理 / 046

第三节 农药助剂的种类及应用 / 052

- 一、乳化剂 / 052
- 二、润湿剂 / 054
- 三、分散剂 / 056
- 四、增效剂 / 058
- 五、增稠剂 / 061
- 六、稳定剂 / 062
- 七、喷雾助剂 / 063

第四节 农药助剂的研究新进展 / 064

- 一、阴离子表面活性剂 / 065
- 二、非离子表面活性剂 / 065
- 三、阳离子和两性离子表面活性剂 / 065
- 四、生物表面活性剂 / 065
- 五、多功能表面活性剂 / 066
- 六、混合表面活性剂 / 066
- 七、适合绿色环保农药剂型的表面活性剂 / 066

参考文献 / 066

第三章 悬浮种衣剂 / 069

第一节 概 述 / 069

- 一、悬浮种衣剂的基本概念及特点 / 069
- 二、悬浮种衣剂的发展概况 / 070

第二节 悬浮种衣剂的配方组成及加工工艺 / 072

- 一、悬浮种衣剂的开发思路 / 072
- 二、悬浮种衣剂的配方组成 / 073
- 三、悬浮种衣剂的加工工艺 / 075
- 四、悬浮种衣剂的配方及应用实例 / 075

第三节 悬浮种衣剂的质量技术指标及检测 / 077

- 一、外观 / 078
- 二、有效成分质量分数 / 078
- 三、pH 值 / 078
- 四、悬浮率 / 079
- 五、黏度 / 079
- 六、粒度 / 080

七、筛析试验 / 080

八、储存稳定性 / 080

九、成膜性 / 081

十、包衣脱落率 / 081

十一、包衣均匀度 / 081

第四节 悬浮种衣剂稳定性问题及解决方案 / 082

一、分散助剂的选择 / 083

二、增稠助剂的选择 / 084

三、粒径分布的控制 / 085

第五节 悬浮种衣剂开发的关键技术 / 085

一、成膜剂 / 085

二、警戒色 / 089

三、应用性能 / 090

四、安全性 / 090

第六节 悬浮种衣剂的发展前景 / 093

参考文献 / 094

第四章 悬乳剂 / 96

第一节 概 述 / 096

一、悬乳剂的概念 / 096

二、悬乳剂的特点 / 096

三、悬乳剂在国内外的发 展概况 / 097

第二节 悬浮（乳化）分散体系形成的理论基础 / 098

一、悬浮（乳化）分散体系形成理论 / 098

二、悬浮（乳化）分散体系的稳定性 / 098

三、悬浮（乳化）分散体系的流变性能 / 100

第三节 悬乳剂的物理稳定性 / 101

一、悬乳剂稳定机理的研究 / 101

二、悬乳剂的不稳定现象 / 103

三、影响悬乳剂物理稳定性的因素 / 105

四、防止悬乳剂黏土层形成 / 106

第四节 悬乳剂研发思路及技术开发难点 / 107

一、悬乳剂研发思路 / 108

二、悬乳剂技术开发难点 / 108

第五节 悬乳剂的配方组成 / 109

一、有效成分 / 109

二、分散剂 / 110

三、润湿剂 / 111

四、乳化剂 / 113

- 五、增稠剂 / 114
- 六、消泡剂 / 116
- 七、稳定剂 / 117
- 八、防冻剂 / 117
- 九、pH 调节剂 / 118
- 十、防腐剂 / 118
- 十一、增效剂 / 118
- 第六节 悬乳剂的制备方法、加工工艺及设备 / 119
 - 一、悬乳剂的制备方法 / 119
 - 二、悬乳剂的加工工艺 / 119
 - 三、悬乳剂的加工设备 / 123
- 第七节 悬乳剂的质量控制指标及检测方法 / 125
 - 一、悬乳剂的质量控制项目 / 125
 - 二、悬乳剂的质量控制指标及检测方法 / 128
- 第八节 悬乳剂的配方开发实例 / 130
 - 一、20%丙环唑·丁香菌酯悬乳剂配方 / 130
 - 二、其他几种悬乳剂配方开发实例 / 133
- 第九节 悬乳剂安全化生产 / 135
 - 一、原药及助剂的选购 / 135
 - 二、悬乳剂的生产操作规程 / 135
 - 三、悬乳剂的产品包装 / 136
- 参考文献 / 136

第五章 可分散油悬浮剂 / 138

- 第一节 概 述 / 138
 - 一、可分散油悬浮剂的定义 / 138
 - 二、可分散油悬浮剂的特点 / 138
 - 三、可分散油悬浮剂的发展情况及开发前景 / 139
- 第二节 可分散油悬浮剂的物理稳定性 / 140
 - 一、沉降 / 140
 - 二、絮凝和凝聚 / 142
 - 三、奥氏熟化 / 142
 - 四、沉淀和结块 / 143
 - 五、可分散油悬浮剂的经时物理稳定性 / 143
- 第三节 可分散油悬浮剂的配方组成和加工工艺 / 144
 - 一、可分散油悬浮剂的配方组成 / 144
 - 二、可分散油悬浮剂的加工工艺 / 148
- 第四节 可分散油悬浮剂的质量技术指标及检测方法 / 149
 - 一、外观 / 149

- 二、有效成分质量分数 / 149
- 三、pH 值 / 149
- 四、悬浮率 / 149
- 五、倾倒性 / 150
- 六、分散稳定性 / 151
- 七、湿筛试验 / 151
- 八、持久起泡性 / 152
- 九、热储稳定性试验 / 152
- 第五节 可分散油悬浮剂的应用实例 / 152
 - 一、可分散油悬浮剂的典型配方 / 152
 - 二、可分散油悬浮剂的专利 / 154
- 第六节 可分散油悬浮剂目前存在的问题及未来发展 / 157
 - 一、可分散油悬浮剂目前存在的问题 / 157
 - 二、可分散油悬浮剂的未来发展 / 158
- 参考文献 / 159

第六章 固体乳剂 / 160

- 第一节 概 述 / 160
 - 一、固体乳剂的概念 / 160
 - 二、固体乳剂的特点 / 160
 - 三、固体乳剂在国内外的的发展概况 / 161
- 第二节 固体乳剂的配方组成及设计 / 162
 - 一、固体乳剂的配方组成 / 162
 - 二、固体乳剂的配方设计 / 166
- 第三节 固体乳剂的加工工艺及设备 / 169
 - 一、物料混合技术 / 170
 - 二、造粒技术 / 171
 - 三、干燥技术 / 174
- 第四节 固体乳剂的质量控制项目及检测方法 / 176
 - 一、质量控制项目 / 176
 - 二、质量控制项目指标及检测方法 / 177
- 第五节 固体乳剂开发实例 / 182
 - 一、液体原药配制固体乳剂 / 182
 - 二、低熔点原药配制固体乳剂 / 186
 - 三、高熔点原药配制固体乳剂 / 188
- 参考文献 / 190

第七章 纳米农药 / 191

- 第一节 纳米农药发展概况 / 191

一、纳米科技发展史 / 191	
二、纳米农药剂型的基本概念与属性 / 193	
三、纳米农药载药系统的种类 / 194	
四、农药纳米载药系统的发展前景 / 197	
第二节 纳米载药系统制备 / 197	
一、纳米乳液 / 197	
二、纳米囊 / 198	
三、纳米球 / 202	
四、纳米颗粒 / 204	
第三节 纳米载药系统的性能表征 / 205	
一、纳米载药系统的粒度与形貌 / 205	
二、纳米载药系统的载药性能 / 207	
三、纳米载药系统的释放动力学 / 208	
四、纳米载药系统的悬浮稳定性 / 209	
第四节 纳米载药系统的靶向沉积与增效机理 / 211	
一、叶面高效沉积与剂量传输特性 / 212	
二、叶面亲和性能修饰与调控 / 213	
三、释药速率的智能调控 / 214	
参考文献 / 218	

第一章 农药剂型基本概念 与发展方向

第一节 农药剂型概念及组成

一、农药剂型的基本概念

1. 农药 (pesticide)

农药广义的定义是指用于预防、消灭或者控制危害农业、林业的病、虫、草和其他有害生物以及有目的地调节、控制、影响植物和有害生物代谢、生长、发育、繁殖过程的化学合成或来源于生物、其他天然产物及应用生物技术产生的一种物质或者几种物质的混合物及其制剂。狭义上是指在农业生产中,为保障、促进植物和农作物的生长,所施用的杀虫、杀菌、除草及杀灭其他有害生物一类药物的统称。特指在农业上用于防治病虫以及调节植物生长、除草等药剂。按防治对象可划分为杀虫剂、杀菌剂、除草剂、杀鼠剂、杀螨剂、植物生长调节剂、保鲜剂及防腐剂等。

按《中国农业百科全书·农药卷》的定义,农药主要是指用来防治危害农林牧业生产的有害生物(害虫、害螨、线虫、病原菌、杂草及鼠类)和调节植物生长的化学药品,通常也把改善有效成分理化性状的各种助剂包括在内。对于农药的含义和范畴,不同时代、不同国家和地区有所差异。如美国,最早将农药称之为“经济毒剂”(economic poison),欧洲则称之为“农业化学品”(agrochemicals),还有的书刊将农药定义为“除化肥以外的一切农用化学品”。20世纪80年代以前,农药的定义和范畴偏重于强调对有害生物的“杀灭”,但自20世纪80年代以来,农药的概念发生了很大变化。

进入21世纪以来,在植物化学保护领域,人们不再把焦点放在对有害生物的“杀灭”上,而是更关注“调节”“环境友好”“可接受的损失”“毒性”等,因此,将农药定义为“生物合理农药”(bio-rational pesticides)、“理想的环境化合物”(ideal environmental chemicals)、“生物调节剂”(bio-regulators)、“抑虫剂”(insectistatics)、“抗虫剂”(anti-insect agents)、“环境和谐农药”(environ-

ment-acceptable pesticides 或 environment-friendly pesticides)、“高效低风险农药”(high efficiency low risk pesticides)等。尽管有不同的表述,但今后农药的内涵必然是“对有害生物高效,对非靶标生物及环境安全”。

农药按有效成分来源划分为化学农药和生物农药。

化学农药:具有明确化学结构、活性成分占主导的物质,包括化学化工方法生产的化学物质、从天然产物中分离提取的单一有效化学成分及生物发酵培养后得到的生物代谢产物。

生物农药:利用生物活体(真菌、细菌、昆虫病毒、转基因生物、天敌等)及天然产物针对农业有害生物进行杀灭或抑制的制剂。生物农药通常来源于天然物质及生物,包括直接利用的植物体植株(植物源农药)、微生物活体、捕食性或寄生性天敌昆虫、转基因作物等。

对于微生物代谢产物、植物源农药属于化学农药还是生物农药在国内外还存在着争议,化学农药学派认为微生物代谢产物为一种化学物质,而且提纯以后其有效成分占主导地位,如阿维菌素原药中的 B_{1a} 纯度可达到 90% 以上,以原药配制的阿维菌素 B_{1a} 乳油等剂型理所当然应该属于化学农药(但编者认为如果直接利用阿维菌素油膏配制的阿维菌素 B_{1a} 乳油等剂型则属于生物农药)。而植物源农药苦参碱中的有效成分苦参总碱,其主要成分有氧化苦参碱、苦参碱、槐果碱、氧化槐果碱、槐定碱等 20 多种生物碱,其中苦参碱所占的比例较低,没有一种活性成分占据主导地位,故归属于生物农药。鱼藤酮来源于豆科鱼藤属植物的根皮部,利用鱼藤根部粉碎而产生的鱼藤粉或从植物根部提取的鱼藤酮制备的乳油等制剂属于植物源农药,这是农药行业熟知的常识,但是利用人工合成的 95% 鱼藤酮原药制备的鱼藤酮乳油则属于化学农药范畴,只不过生产成本过高,经济利益较低而无商品化价值而已。生物农药学派认为来源于生物源而非化学人工合成制备的有效成分,均应该属于生物农药,甚至认为昆虫信息素、性激素、植物调节剂、昆虫生长调节剂都属于生物农药范畴。但不管是生物农药还是化学农药,对有害生物高效的都是好农药。

2. 农药制剂和农药剂型

在原药中加入适宜的辅助剂,制备成便于使用的形态,这个过程叫作农药剂型加工。剂型加工是物理变化过程。

农药制剂(pesticide preparation):加工后的农药产品称为制剂,具有一定的形态、组分和规格,一种有效成分可以加工成不同规格和不同用途的多种制剂。

农药剂型(pesticide formulations):制剂的形态称为剂型,农药商品均是以各种各样的剂型形态存在的。

农药制剂由于习惯不同,它的中英文名称稍有差异,中文制剂名称通常包括

“规格（%或质量分数，中文习惯采取百进位）+农药中文通用名称+中文剂型名称”，如 1.8%阿维菌素乳油；而英文制剂名称包括“英文通用名称+规格（g/L或 g/kg，英文习惯采取千进位）+英文剂型代码”，如“abamectin 18EC”。

制剂生产企业将原药加工成各种剂型，经过包装销售给用户，成为用户使用的农药商品（制剂）。由于原药本身没有表面活性，难以在植物表面润湿、展着，制约了有效成分药效的充分发挥，比如我国早期的 20%杀虫双水剂里不含表面活性剂，而农户在使用实践中发现，在配制杀虫双药液中添加少量的洗衣粉可显著提高药效，这是表面活性剂提高原药药效的一个生动的例子。且原药用量少，必须利用其他的助剂、载体或介质分散成农药制剂，使之能够分布到靶标的表面上起保护作用。早期的无机农药用量大，不存在这方面的问题，但随着科学技术的进步，农药从无机向着有机方向发展，从用量大的低效农药向着低用量高效、超高效方向发展，比如磺酰脲类除草剂，每亩有效成分用量低至 1g，把 1g 的原药撒布到 1 亩（1 亩=666.7m²）的面积上，这几乎是不可能完成的任务，必须利用其他的助剂、载体或介质将其在工厂里加工成农药剂型，方便农户在田间使用。所以说通常农药原药不能直接使用，绝大多数的农药原药必须加工成农药剂型才能出售给农户使用。

二、农药剂型组成

通常农药原药不能直接使用，绝大多数的农药原药必须加工成农药剂型才能使用。不同的农药剂型组成不同。液态农药剂型一般由原药、表面活性剂、溶剂（油溶性剂型为有机溶剂、水基性剂型为水）组成；固态农药剂型一般由原药、润湿剂、分散剂和填料组成。气态原药不加任何辅助剂，可以直接使用，如熏蒸剂。

（一）农药原药

1. 原药（technical material，代码 TC）

在农药合成和制造过程中得到的有效成分与副产物杂质所形成的最终工业产物，称为原药。原药的合成是化学变化过程。原药按形态可以分为固态、液态和气态，固态原药通常为结晶体、无定形体、蜡状物，液态原药则基本上都是油状物或黏稠膏状物。有些有效成分是固体结晶体，但其副产物是油状物，两者结合在一起成为膏状物，分别用两者配制的制剂其助剂组分有所不同，加工出来的产品理化性质也有较大的区别，在田间的药效表现也有所差异。如用阿维菌素油膏制备的乳油外观是深棕色的黏稠液体，而用阿维菌素原药配制的乳油外观为具流动性的无色油状液体，在田间的药效表现油膏配制的乳油好于原药配制的产品，但由于阿维菌素油膏的副产物成分复杂，某些物质具有致癌性，我国已经明令禁

止用油膏配制阿维菌素的产品，必须采用经过分离提纯得到的阿维菌素结晶体原药（规定阿维菌素 B_{1a} 纯度在 90% 以上， $B_{1a}/B_{1b}>20$ ）来加工产品。

作为水剂的有效成分选择原粉而不使用母液配制。母液中含有大量的无机盐、难降解的有机氯化物、重金属等有毒有害化学品，这些污染物随着农药喷洒直接进入环境和食物链，污染农田、水体、食品等，危害人体健康，破坏生态环境，加速农田盐碱化趋势。如杀虫双、草甘膦、百草枯等水剂。

由于不同企业制备原药采用不同的合成路线及原材料的千差万别，制备出来的原药虽然有效成分纯度差不多，但是由于合成路线的差异，其中的杂质完全不同，而某些特殊剂型对原药要求很苛刻，比如 600g/L 吡虫啉悬浮种衣剂，仅少数几家企业生产的原药适合配制吡虫啉悬浮种衣剂，如江苏克胜集团股份有限公司、江苏常隆农化有限公司等少数几家企业，使用其他厂家的原药加工的产品则有可能出现分层、结固现象。甲维盐水乳剂及微球剂型对原药也有要求，采用河北威远生物化工股份有限公司、石家庄市龙汇精细化工有限责任公司等少数几个企业生产的甲维盐原药加工的产品合格，而使用其他厂家的原药，水乳剂不稳定、分层，微球产品的包埋率下降。制备三唑磷微乳剂需要选择乙酸酐质量分数低于 1.5% 的原药才能配制稳定的微乳剂，而为了保证三唑磷的储存稳定性，三唑磷原药生产企业需要添加乙酸酐作为三唑磷的稳定剂。

除了气态原药及少数挥发性大的如熏蒸剂可以直接使用外，绝大多数原药必须加工成各种剂型后方可使用。

2. 原药溶解性及物态与农药剂型的适配性

根据原药的溶解性及物态，选择合适的农药剂型。农药原药与农药剂型的适配性见表 1-1。

表 1-1 农药原药与农药剂型的适配性

剂型名称	油溶性原药		水溶性原药		油水不溶原药		备注
	固态	液态	固态	液态	固态	液态	
乳油(EC)	√	√	×	×	×	×	非极性溶剂
油剂(OL)	√	√	×	×	×	×	高沸点溶剂
可溶液剂(SL)	×	×	√	√	×	×	极性溶剂
水剂(AS)	×	×	√	√	×	×	
水乳剂(EW)	√	√	×	×	×	×	熔点<60℃
微乳剂(ME)	√	√	×	×	×	×	
悬浮剂(SC)	√	×	×	×	√	×	熔点>60℃
粉剂(DP)	√	√	√	√	√	√	
可湿粉剂(WP)	√	√	√	√	√	√	

续表

剂型名称	油溶性原药		水溶性原药		油水不溶原药		备注
	固态	液态	固态	液态	固态	液态	
可溶粉剂(SP)	×	×	√	√	×	×	可溶性填料
水分散粒剂(WG)	√	√	√	√	√	√	
颗粒剂(GR)	√	√	√	√	√	√	
烟剂(FU)	√	√	√	√	√	√	

注：“√”表示能配制，“×”表示不能配制。

根据表 1-1 的农药原药的溶解性及物态与剂型的适配性，选择合适的剂型应掌握以下原则：

(1) 大多数农药有效成分（除了水溶性及油水不溶的原药外）均可加工乳油剂型，但农药乳油产品（包括可溶液剂，由于剂型中所用的有机溶剂为极性溶剂，对环境的影响更大）对环境的危害，追根溯源是制剂中有机溶剂的危害。乳油中的有机溶剂洒向农田，不但浪费严重，污染了环境，而且可能产生药害，影响人畜健康，所以乳油是一种注定将要被淘汰的剂型。以减少有机溶剂用量为目的的乳油剂型的主要替代技术之一为农药剂型的水基化，即以水取代乳油中的大部分有机溶剂，使油溶性农药水基化。水基化剂型符合国家产业发展政策，属于绿色环保、环境友好的农药剂型。故能够水基化的尽量选择水基化剂型，而且从乳油剂型改为水基化剂型可以简化登记手续。

(2) 选择水基化剂型时，熔点低的、在水中稳定的有效成分应选择微乳剂，而不选水乳剂（热力学不稳定的剂型，配方筛选有难度）。熔点高的、油水不溶的、在水中稳定的有效成分应选择悬浮剂。

(3) 固体有效成分，油水不溶的优选悬浮剂而不选水分散粒剂。如果一定要选择固体剂型，宁愿选择可湿性粉剂而不选水分散粒剂（常规的水分散粒剂是可湿性粉剂经过捏合、造粒、干燥、过筛等后续的加工步骤制备而成的，属于多此一举）。

(二) 农药助剂 (pesticide adjuvant)

在农药剂型中使用的各种辅助物料，称为农药助剂，也称为赋形剂，助剂本身没有生物活性。农药助剂主要有填料、有机溶剂、表面活性剂等。

农药助剂主要有以下作用：一是帮助农药原药分散，使农药原药达到一定的分散度；二是在农药原药形成某种体系后帮助该体系获得一定的物理化学稳定性，使有效成分稳定；三是提高药效，协助有效成分充分发挥药效；四是提高商品农药的使用方便性和安全性，降低农药对人畜、有益生物的危害风险。

1. 载体 (carrier)

农药加工时，需要为调制剂剂质量分数和改善制剂物理状态而添加的惰性物

质,通常不会与农药有效成分发生作用或引起农药有效成分的分解。

农药载体有广义及狭义之分,广义的载体指所有用来稀释或填充农药有效成分的物质,包括固体制剂的填料和液体制剂的有机溶剂或水等。而狭义的载体指分散固体制剂的惰性物质,可以帮助固态原药粉粒均匀分散,使原药便于机械粉碎,增加原药的分散性,也可以让原药吸附在填料颗粒的表面上。填料虽然不具杀虫作用,但载体颗粒对害虫躯体的机械摩擦作用使之具有增强杀虫作用的功效。

填料应具备以下特性:具网孔结构或片状结构;比表面积大;对农药有较强的吸附能力和吸附容量。填料的种类很多,一般矿物性填料占多数,如高岭土、黏土、硅藻土等,也有一些植物性的填料,如作物秸秆等。

我国幅员辽阔,南北地理差异很大,故同一种矿物填料,来源于不同地方其组成成分会有较大的差异,其晶体结构也会有所变化,导致其理化性状差异巨大。如微晶高岭土(亦称“斑脱土”),产自山东的一种产品有吸水膨胀性能,产自江苏的一种产品吸水后会形成一种胶黏性质的黏泥状物体,而产自浙江的一种产品则无此性能。这些性质对农药制剂加工会有较大的影响,故填料的选择必须要掌握其理化性质才能筛选到可用的理想的填料。

2. 有机溶剂 (organic solvent)

液态油溶性农药制剂的辅助剂称为有机溶剂,能溶解农药有效成分且对其稳定性没有影响的溶剂均可作为有机溶剂,帮助油溶性原药的分散。按功能可分为以下几种:

(1) 真溶剂 (solvent, true solvent): 溶解农药有效成分的物质,如芳烃类、重芳烃等,乳油、可溶液剂、油剂、水乳剂、微乳剂等剂型中的溶剂属于真溶剂。

(2) 助溶剂 (cosolvent): 帮助溶剂提高溶解能力的溶剂,用量低,但具有很好的溶解性,如万能极性溶剂二甲亚砜、*N*-甲基吡咯烷酮及 *N,N*-二甲基甲酰胺等,极性醇类如甲醇、乙醇、异丙醇等。油剂、难溶性有效成分制备的乳油等剂型中使用的助溶剂属于此类。

(3) 稀释剂 (diluent): 溶解能力很弱,仅起到稀释作用,如油悬浮剂使用的植物油类。

传统有机溶剂大多数使用挥发性高的芳烃类溶剂,溶解度高、通用性强、来源方便、价格便宜。但由于这类溶剂挥发性强,对环境污染大,已被限制使用。目前通常以闪点高、挥发性低、对环境友好的有机溶剂来替代。有机溶剂虽然本身不具有直接杀伤作用,但可以侵蚀害虫的蜡质体壁和植物叶片表面的蜡质层,增强有效成分的渗透能力。