

NONGYAO JIAGONG CONGSHU

农药加工丛书

# 粒剂

程云鹏 冯殿生 张满球 编

北京农业出版社

北京农业出版社

50.6

农药加工丛书

# 粒 剂

程云鹏 冯殷生 张瑞珠编

化学工业出版社

## 内 容 提 要

本书为《农药加工丛书》之一。内容由三部分组成。第一部分介绍了农药造粒的基础理论和农药粒剂的概念；第二部分为造粒技术和应用。对农药粒剂的配方、工艺、设备、质量控制和产品标准等几个方面，较系统地作了阐述；第三部分简要地介绍了农药粒剂的运输、保管和中毒急救知识。

适于从事农药加工生产、科研、教学和储运等部门人员参考。

本书由程云鹏编写第四、五、六、九、十、十一及第七章的第一、五节；冯殿生编写第一、二、三和第七章的第二、四、六、七节；张瑞珠编写第七章第三节及第八章。

郭武棟也参加了全书审阅工作。

## 农 药 加 工 丛 书

### 粒 剂

程云鹏 冯殿生 张瑞珠 编

责任编辑：杨立新

封面设计：季玉芳

化学工业出版社出版发行

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本 787×1092  $1/32$  印张 7  $3/4$  字数 166 千字

1988年6月第1版 1988年6月北京第1次印刷

印 数 1—1,500

ISBN 7-5025-0102-9/TQ·64

定 价 1.65 元

## 序

合理地使用农药，是防治农林病、虫、草、鼠害的重要手段。农药原药，除少数几种能直接使用外，大部分必须经过加工成不同的剂型方可使用。此外，由于环境污染日趋严重，人们对农药安全性的要求愈来愈高，故一些有机氯农药老品种相继被淘汰，而要求开发高效、低残留的新农药品种，这就需大量的人力和物力，经过反复筛选试验，才能推广使用。但是实践证明，通过农药加工和应用技术的研究，不但能够提高药效、延长残效，节约用药，而且能使高毒农药低毒化，减少污染，以达到高效、安全、经济的目的，并使农药老品种继续发挥作用，使农药新品种充分发挥作用。由此可见，农药加工在农药生产中起着十分重要的作用。

近年来，我们对农药加工技术开始重视，对涉及加工方面的工作有所加强，冀以迅速改变我国农药加工技术落后的现状，但深感缺少一本系统介绍加工的著作。为此我们组织编写一套《农药加工丛书》，供广大从事农药教学、研究、生产、销售、应用的同志学习参考。

《丛书》包括六个分册：

乳油

粉剂

可湿性粉剂

粒剂

农药助剂

农药其他新剂型

本丛书承蒙王君奎、单传琳二位同志审阅指导，在此，  
谨致热忱感谢。

由于本《丛书》编、审工作仓促，内容不妥以至错误之处，在所难免，恳请读者和有暇翻阅本《丛书》的专家们批评指正。

化学工业部科学技术局

一九八四年八月

# 目 录

|                |    |
|----------------|----|
| 第一章 绪 论        | 1  |
| 第一节 概述         | 1  |
| 一、农药粒剂的概念及其内容  | 1  |
| 二、农药粒剂的形态及加工方法 | 2  |
| 三、农药粒剂的分类      | 2  |
| 四、农药粒剂化的工作程序   | 3  |
| 第二节 农药粒剂的发展    | 4  |
| 一、国外农药粒剂的进展    | 4  |
| 二、我国农药粒剂的发展    | 6  |
| 第二章 粉粒体的性质     | 9  |
| 第一节 概述         | 9  |
| 一、粉粒体的概念       | 9  |
| 二、粉粒体与农药粒剂的关系  | 9  |
| 第二节 粒子的大小及形态   | 10 |
| 一、粒度分布         | 10 |
| 二、粒度测定方法       | 13 |
| 三、粒子形态         | 18 |
| 第三节 比表面的测定     | 19 |
| 一、吸附法          | 19 |
| 二、透过法          | 20 |
| 第四节 粉粒体的密度及孔隙率 | 20 |
| 一、粉粒体的密度       | 20 |
| 二、孔隙率          | 22 |
| 第五节 粉粒体的流动性    | 23 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 一、粉粒体的流动性          | 23 |
| 二、粉粒体流动性的测定方法      | 24 |
| <b>第三章 造粒基础</b>    | 27 |
| 第一节 概述             | 27 |
| 第二节 造粒工艺的分类及构成     | 28 |
| 一、造粒的基本操作          | 28 |
| 二、造粒工艺的构成          | 28 |
| 三、造粒操作基本原理及分类      | 29 |
| 第三节 粉体的凝集状态及其因素    | 30 |
| 一、粉体的固、液、气系的充填结构   | 30 |
| 二、凝集因素和操作的关系       | 31 |
| 三、粉体材料的微观凝集现象      | 33 |
| 第四节 自足式造粒原理        | 34 |
| 一、间接方面粉体材料的调节条件    | 34 |
| 二、造粒速度             | 37 |
| 三、造粒物的粒度及粒度分布      | 39 |
| 第五节 强制造粒原理         | 39 |
| 一、粉体的压缩变形          | 39 |
| 二、固液系粉体材料的流动       | 42 |
| <b>第四章 农药粒剂的配制</b> | 47 |
| 第一节 概述             | 47 |
| 一、配制农药粒剂的意义        | 47 |
| 二、由原药制造粒剂选择类型的因素   | 48 |
| 三、粒剂有效含量选择的因素      | 48 |
| 四、各种粒剂的使用特点        | 49 |
| 第二节 农药粒剂具备的特性      | 49 |
| 一、贮藏、运输上要求的特性      | 49 |
| 二、使用上要求的特性         | 50 |
| 三、防治上要求的特性         | 50 |
| 第三节 主原料            | 50 |

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 一、农药原药                                 | 50 |
| 二、载体 (carrier)                         | 50 |
| 第四节 辅助原料                               | 55 |
| 一、粘结剂 (binder)                         | 55 |
| 二、助崩解剂 (disintegrator)                 | 59 |
| 三、湿润剂, 分散剂 (wetting agent, dispersant) | 59 |
| 四、吸附剂 (absorber, conditioner)          | 59 |
| 五、润滑剂 (lubricant)                      | 60 |
| 六、溶剂 (solvent)                         | 60 |
| 七、其它辅助原料                               | 60 |
| 第五节 农药粒剂的配制                            | 61 |
| 一、包衣造粒法                                | 61 |
| 二、挤出成型造粒法                              | 64 |
| 三、吸附造粒法 (浸渍造粒法)                        | 67 |
| 四、其它造粒法                                | 72 |
| 第五章 农药粒剂的标准及检测方法                       | 74 |
| 第一节 农药粒剂的标准                            | 74 |
| 第二节 农药粒剂的检测方法和检测装置                     | 78 |
| 第六章 农药粒剂的稳定性                           | 86 |
| 第一节 影响农药粒剂稳定性的主要因素                     | 86 |
| 一、温度                                   | 86 |
| 二、湿度                                   | 87 |
| 三、酸和碱                                  | 87 |
| 四、光照                                   | 88 |
| 五、空气                                   | 89 |
| 第二节 稳定性试验方法                            | 89 |
| 一、自然贮藏法                                | 89 |
| 二、加温贮藏法                                | 90 |
| 三、热压贮藏法                                | 90 |
| 第三节 包装材料与农药粒剂稳定性的关系                    | 91 |



|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 一、农药粒剂常用的包装材料·····           | 91         |
| 二、包装材料与农药粒剂稳定性的关系·····       | 92         |
| <b>第七章 农药粒剂的制造工艺·····</b>    | <b>94</b>  |
| <b>第一节 包衣造粒法·····</b>        | <b>94</b>  |
| 一、概述·····                    | 94         |
| 二、包衣造粒法的分类·····              | 94         |
| 三、包衣造粒法工艺和应用·····            | 97         |
| 四、包衣造粒法的特点和适用范围·····         | 102        |
| <b>第二节 挤出成型造粒法·····</b>      | <b>104</b> |
| 一、概述·····                    | 104        |
| 二、挤出成型造粒法的分类·····            | 105        |
| 三、挤出成型造粒法的工作原理·····          | 105        |
| 四、挤出成型造粒法工艺及影响因素·····        | 107        |
| 五、应用·····                    | 111        |
| 六、挤出成型造粒法的特点和适用范围·····       | 113        |
| <b>第三节 吸附造粒法（浸渍造粒法）·····</b> | <b>113</b> |
| 一、概述·····                    | 113        |
| 二、吸附造粒法的分类·····              | 113        |
| 三、吸附造粒法工艺和应用·····            | 114        |
| 四、吸附造粒法的特点和适用范围·····         | 119        |
| <b>第四节 流化床造粒法·····</b>       | <b>120</b> |
| 一、概述·····                    | 120        |
| 二、流化床造粒法的分类·····             | 120        |
| 三、流化床造粒法的工作原理·····           | 121        |
| 四、流化床造粒法工艺及其影响因素·····        | 122        |
| 五、应用·····                    | 125        |
| 六、流化床造粒法的特点及应用范围·····        | 126        |
| <b>第五节 喷雾造粒法·····</b>        | <b>126</b> |
| 一、概述·····                    | 126        |
| 二、喷雾造粒法的分类·····              | 126        |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 三、喷雾造粒法工艺和应用     | 129 |
| 四、喷雾造粒法的特点和适用范围  | 133 |
| 第六节 转动造粒法        | 134 |
| 一、概述             | 134 |
| 二、转动造粒法的分类       | 135 |
| 三、转动造粒法原理及颗粒生成过程 | 135 |
| 四、影响颗粒质量的主要因素    | 138 |
| 五、应用             | 141 |
| 六、转动造粒法的特点及应用范围  | 142 |
| 第七节 其它造粒法        | 143 |
| 一、破碎造粒法          | 143 |
| 二、熔融造粒法          | 145 |
| 三、压缩造粒法          | 147 |
| 第八章 造粒设备         | 148 |
| 第一节 干燥装置         | 148 |
| 一、概述             | 148 |
| 二、箱式干燥器          | 151 |
| 三、带式干燥器          | 152 |
| 四、回转干燥器          | 153 |
| 五、气流干燥器          | 153 |
| 六、流化床干燥器         | 156 |
| 第二节 破碎装置         | 159 |
| 一、概述             | 159 |
| 二、颚式破碎机          | 162 |
| 三、滚筒破碎机          | 163 |
| 四、锤式破碎机          | 164 |
| 五、环-辊磨机(雷蒙机)     | 164 |
| 六、球磨机            | 165 |
| 第三节 筛分装置         | 166 |
| 一、概述             | 166 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 二、摇动筛.....       | 167 |
| 三、振动筛.....       | 168 |
| 第四节 混合、捏和装置..... | 172 |
| 一、概述.....        | 172 |
| 二、混合原理.....      | 173 |
| 三、滚筒混合机.....     | 173 |
| 四、鼓形混合机.....     | 175 |
| 五、带式混合机.....     | 176 |
| 六、单螺旋锥形混合机.....  | 177 |
| 七、双螺旋锥形混合机.....  | 179 |
| 八、双轴S形捏和机.....   | 180 |
| 九、双轴连续捏和机.....   | 181 |
| 第五节 造粒装置.....    | 183 |
| 一、概述.....        | 183 |
| 二、螺旋挤出造粒机.....   | 183 |
| 三、摇摆造粒机.....     | 188 |
| 四、叶片式挤出造粒机.....  | 189 |
| 五、转动造粒机.....     | 190 |
| 六、流动床造粒装置.....   | 192 |
| 第六节 输送装置.....    | 194 |
| 一、概述.....        | 194 |
| 二、带式输送机.....     | 195 |
| 三、斗式提升机.....     | 195 |
| 四、螺旋输送机.....     | 197 |
| 五、埋刮板输送机.....    | 197 |
| 六、气力输送装置.....    | 199 |
| 第七节 加料装置.....    | 200 |
| 一、皮带加料器.....     | 200 |
| 二、螺旋加料器.....     | 202 |
| 三、星形加料器.....     | 202 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 四、圆盘加料器·····                         | 203 |
| 五、电磁振动加料器·····                       | 204 |
| <b>第八节 除尘装置</b> ·····                | 205 |
| 一、概述·····                            | 205 |
| 二、旋风除尘器·····                         | 206 |
| 三、脉冲袋式除尘器·····                       | 210 |
| 四、电除尘器·····                          | 214 |
| <b>第九节 包装机械</b> ·····                | 215 |
| 一、概述·····                            | 215 |
| 二、固定式包装机·····                        | 216 |
| 三、25~30千克重力式自动袋装包装机·····             | 218 |
| 四、1,000克自动包装机·····                   | 219 |
| 五、BZ-803型立式自动包装机·····                | 221 |
| <b>第九章 农药粒剂的原药、成品的运输和保管</b> ·····    | 224 |
| 一、概述·····                            | 224 |
| 二、农药粒剂的原药和成品的保管·····                 | 224 |
| 三、农药粒剂的原药和成品的运输·····                 | 227 |
| 四、农药包装物的处理和回收利用·····                 | 230 |
| <b>第十章 农药粒剂的原药、成品的毒性和中毒急救</b> ·····  | 232 |
| <b>第一节 农药粒剂的原药和成品的毒性及中毒的途径</b> ····· | 232 |
| 一、毒性·····                            | 232 |
| 二、中毒的途径·····                         | 232 |
| <b>第二节 农药粒剂的原药和成品中毒的急救</b> ·····     | 233 |
| 一、有机磷农药及其粒剂·····                     | 233 |
| 二、氨基甲酸酯农药及其粒剂·····                   | 234 |
| <b>第十一章 展 望</b> ·····                | 236 |

# 第一章 绪 论

## 第一节 概 述

### 一、农药粒剂的概念及其内容

农药的原药，它们虽然具有杀虫、杀菌、除草或其它效力，但多数不能直接供给农业使用。一般来讲，这些原药如果不加以稀释，就难于均匀地撒施在作物或土地上。为了将少量的药剂分散到较大的防治面积上，并增强药效，防止药害，确保药剂安全方便的使用，将农药的原药加工成各种剂型是极为重要的措施。粒剂就是农药加工剂型中的一种。

农药粒剂，是5~9毫米直径的大颗粒状农药制剂1680~297微米（10~60目）的颗粒状农药制剂及297~74微米（60~200目）微粒状农药制剂的总称。

农药粒剂化工作，是研究农药粒剂的配制、生产、以及质量控制等。是农药制剂学的组成部分。

农药粒剂化包含着农药的物理化学性质的改良。同时要注意正确认识原药的物理化学性质与生物作用的关系。研究上述关系，是农药粒剂化不可忽视的内容。

农药粒剂随着农药工业的发展和变迁，其适应性，也在相应的变化。例如，由于化学工业和机械工业的进步与发达，使原料和工艺装备的供给容易了；实践技术的发展，新农药的开发等，又丰富了农药粒剂化的内容。

农药粒剂化工作不仅是对农药本身的研究，而且也进行农业、林业、牧业的肥料及其它化学物质的施用的研究，同时了解动、植物土壤化学物质的附着、浸透、吸收等物理化学性质也很重要。

农药是农业生产资料，粒剂自然也属生产资料，其经济性、生产的季节性很强。过大设备的投资，全年连续性生产，产品稳定性等都直接关系到产品的经济效益。

总之，农药的原药与剂型之间有着极为重要的关系。农药的原药本身的药效固然重要，而剂型对农药药效的发挥，在一定条件下起到关键作用。因此，在设计一个农药剂型时，除了要满足药剂在防治效果上的要求外，同时对农药原药的性质、制剂的稳定性、质量控制，以及生产技术装备，贮存运输等方面都应全面加以考虑。

## 二、农药粒剂的形态及加工方法

农药粒剂的形态，大体上可分为遇水解体型粒剂和遇水不解体型粒剂。遇水解体与不解体主要系指粒剂载体而言。如表1-1所示。

对形态不同的农药粒剂，有多种加工方法可供选择。如挤出成型造粒法、包衣造粒法、吸附造粒法、流化床造粒法、回转造粒法、喷雾造粒法等。

## 三、农药粒剂的分类

农药粒剂的种类繁多，分类法很不统一。如有的按使用对象分（杀虫剂粒剂、除草剂粒剂、杀菌剂粒剂等），有的按加工方法分（包衣法粒剂、挤出成型法粒剂、吸附法粒剂等），有的按粒子大小分等等。为便于学习和应用，根据多年生产应用及延用习惯，认为按粒子大小进行农药粒剂的分类较为实际。其分类如下。

表 1-1 农药粒剂形态与加工方法

| 粒子形态   | 载体及原料                             | 加工方法                         | 应用例子                       |
|--------|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 遇水解体型  | 陶土、膨润土、硅藻土、白炭黑酸性或碱性纸浆废液、熔融液状原药等   | 喷雾干燥或冷却法、挤出成型法、吸附法、流化床法、回转法等 | 如杀虫双粒剂、杀草丹粒剂、除草醚粒剂、五氯酚钠粒剂等 |
| 遇水不解体型 | 经过烧结的粘土、高炉炉渣、砖渣、石煤渣、河砂、沸石、锯末、植物茎等 | 包衣法、吸附法、流化床法等                | 克百威粒剂、甲拌磷粒剂、乙拌磷粒剂、异稻瘟净粒剂等  |

1. 大粒剂，粒度范围为直径5~9毫米；
2. 颗粒剂，粒度范围为(10~60目)1680~297微米；
3. 微粒剂，粒度范围为(60~200目)297~74微米。

上述分类，其依据为：颗粒剂粒度范围，美国为8~60目；日本为10~48目；我国常用粒度范围为10~60目。因此，颗粒剂的粒度范围定为10~60目是适宜的。微粒剂特点是介于颗粒剂和粉剂之间，它能避免粉剂撒施时微粉漂移对环境和作物的污染。日本将粒度范围在60~150目称为微粒剂，65~250目称为微粒剂F，从日本的粒度划分看出，微粒剂F的粒度和微粒剂的部分粒度范围重复。我国在粉剂的粒度标准中规定95%通过200目。因此，把微粒剂的粒度范围定为60~200目是适宜的。

#### 四、农药粒剂化的工作程序

农药粒剂化的工作程序是从实践中总结出来的。其基本内容为：

1. 明确粒剂制备应具备的综合性能；
2. 初步调查各种成分彼此间是否相容；
3. 确定各成分有无浓度的限度；
4. 选择各种助剂；
5. 筛选最佳配方；
6. 将配制好的粒剂提交生物试验；
7. 工业性试制，进行加工制剂的技术研究。

前三步是设计思想形成过程。后四步是通过试验来考验与改进设计方案，达到可以投产的过程。

可以根据文献资料初步选择能与原药相容的助剂，参照原药的物理化学性质，初步估计制剂的最高浓度，提出各种配方设计方案，进入具体试验过程。试制过程的目的在于加工工艺技术的确立和考验配方能否满足各种性能的要求。如分散性、稳定性、粒度范围、硬度及加工方法等都是通过这个过程的研究分析得到的。

## 第二节 农药粒剂的发展

### 一、国外农药粒剂的进展

粒剂是目前世界上许多国家正在发展的一种农药加工剂型，它在农药领域里，已经占据了相当显要的地位。由于它可使高毒农药低毒化，延长药剂有效期限，减少飘移，避免或减轻杀伤天敌，使用安全、方便等一系列特点。因而吸引了科技工作者和生产厂家的注意，受到使用者的欢迎。正基于此，用杀虫、除草和杀菌农药制成的粒剂以及混合粒剂正在农业、林业等方面发挥愈来愈大的作用，成为农药工业生产中一种重要的、品种较多、吨位较大、使用广泛的剂型。因而，近年来粒剂的品种和数量在日本、美国和联邦德国等



都有不同程度的增长，其中以日本增长速度为最快。

颗粒杀虫剂最早的大田试验是1946年开始的。W.R. Horstall 在防治稻田黑蚊的试验报告中，提到50%滴滴涕粉剂和粒状氮肥的混合物的应用。

1951年，R.L.Vannote 在美国新泽西州灭蚊年会的报告中指出：如果施用颗粒时植被是干燥的，这些颗粒就会有效地穿透植被。而 Vannote 进一步说明，在风力强度不宜施用粉剂的条件下，可以用飞机来撒布较重的颗粒杀虫剂。

1953年，E.L.Gooden对颗粒剂下了如下定义：它是由杀虫有效成分和惰性载体混合而得到的一种干燥粒状物品，这种粒状物品并不产生令人厌恶的尘污。他还指出，这种物品至少有98%可以通过美国标准18号筛（1,000微米），而能够通过100号筛（149微米）的则不应超过10%。同年，M.D.Farrar对颗粒杀虫剂也曾作过如下定义：颗粒杀虫剂是用吸附法将有效成分附着于惰性物质上的一种杀虫剂。惰性物质的颗粒大小应在30~60目之间。

1954年，Vannote 在美国新泽西州灭蚊年会和美国蚊子防治会上，对当时市场供应的两种类型的颗粒杀虫剂，在蚊子防治方面的用法作了说明。一种是快速崩解颗粒，一种是缓慢释放的载体颗粒。

早在1953年，M.D.Farrar 就预测，颗粒杀虫剂在消灭土壤害虫方面前途是无量的。因此，颗粒剂在美国得到普遍应用。

1958年，日本首先将2, 4-滴开始用于水田，1960年应用五氯酚粒剂，1962年六六六粒剂推广应用。而五氯酚粒剂在1963年被指定为水质污染性农药后，出现了安全除草剂