

新型农民阳光培训教材

# 新编农药安全使用技术

孙文辉 颜士东 陈天伟 主编



科学普及出版社  
POPULAR SCIENCE PRESS

新型农民阳光培训教材

# 新编农药安全使用技术

孙文辉 颜士东 陈天伟 主编

科学普及出版社

· 北 京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

新编农药安全使用技术/孙文辉, 颜士东, 陈天伟主编. —北京: 科学普及出版社, 2013. 2

(新型农民阳光培训教材)

ISBN 978-7-110-07888-4

I. ①新… II. ①孙…②颜…③陈… III. ①农药施用-安全技术-技术培训-教材 IV. ①S48

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 259412 号

责任编辑 鲍黎钧

封面设计 鲍 萌

责任校对 赵丽英

责任印制 张建农

出版发行 科学普及出版社

地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮 编 100081

发行电话 010-62173865

传 真 010-62179148

投稿电话 010-62176522

网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 850mm×1168mm 1/32

字 数 84 千字

印 张 4.25

版 次 2013 年 2 月第 1 版

印 次 2013 年 2 月第 1 次印刷

印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司

书 号 ISBN 978-7-110-07888-4/S·518

定 价 15.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

## 前 言

农药的使用涉及农药、药械、病虫害发生规律、使用方法、人员安全防护、环境因素等多个方面。农药是一把“双刃剑”，使用得当，可以有效防治农作物病虫害，为农业稳产高产提供保证。使用不当，错用、误用、乱用、滥用农药，则可能造成人员中毒、作物药害、农产品农药残留超标、环境污染等问题。

我们组织有关专家编著了本书，试图从农药基础知识、农药选购、药械选购、药液配制、农药田间使用、安全防护等方面讲解农药的安全使用常识，目的是让读者能够全面了解农药使用的安全要求，涉及的技术先进科学，行文简明实用。

本书既可作为生产一线生产人员的培训教材，也可作为从事农业生产与植物病虫害防治技术人员、管理人员及农业职业院校相关专业师生的学习参考用书。

本书难免存有不妥之处，敬请广大读者指正。

# 目 录

<b>第一章 农药剂型和农药种类</b> .....	1
第一节 农药剂型 .....	2
第二节 农药种类 .....	6
<b>第二章 农药的药害及毒性</b> .....	20
第一节 农药药害 .....	20
第二节 农药的毒性 .....	23
第三节 农药的环境毒性 .....	30
第四节 农药对生态的毒性 .....	37
<b>第三章 农药和施药器械的选购</b> .....	42
第一节 农药的选购 .....	42
第二节 施药器械的选购 .....	49
<b>第四章 农药和施药器械的使用</b> .....	55
第一节 用药前准备 .....	55
第二节 农药使用形式的配制 .....	57
第三节 农药的使用方法 .....	67
第四节 施药器械的使用 .....	87
第五节 使用过程中的注意事项 .....	94
<b>第五章 农药使用的安全基础知识</b> .....	96
第一节 农药侵入人体的主要途径 .....	96
第二节 农药残留 .....	98
第三节 农药使用安全间隔期 .....	101

第六章 农药使用的安全防护 .....	103
第一节 农药使用过程中的防护 .....	103
第二节 农药使用后的防护 .....	111
第三节 常见的药害与预防 .....	114
附表 .....	124
参考文献 .....	128

# 第一章 农药剂型和农药种类

“农药”是“农用药剂”的简称。农药，包括农药原药和农药制剂。农药原药包括有效成分和少量杂质，有效成分是指能够杀灭控制有害生物的化学成分，少量杂质是农药合成过程中的产物。绝大多数农药原药必须加工制成各种剂型和制剂才能用于实际防治。根据国务院发布的《中华人民共和国农药管理条例》（2001年修订版），我国对农药的定义为：农药是指用于预防、消灭或者控制危害农林业的病、虫、草和其他有害生物以及有目的地调节植物、昆虫生长的化学合成或者来源于生物、其他天然物质的一种物质或者几种物质的混合物及其制剂。

农药的剂型，是指具有一定组分和规格的农药加工形式，如乳油、粉剂、颗粒剂、悬浮剂等。一种剂型可以制成多种不同用途、不同含量的产品，称为农药制剂。对于使用者来讲，在农资市场上购买到的是农药企业已经加工好的农药制剂。根据我国农药管理的要求，市场上销售的农药都应标明产品中含有的各有效成分通用名称及含量，还应有农药生产许可证号、农药标准证号和农药登记证号（即农药“三证”号）。因此，用户在购买农药时一定要检验农药包装上的“三证”号是否齐全。

农药品种众多，现在世界上各国注册登记的农药有1000多种，其中常用的达300余种。根据农药有效成分和用途，通常仅介绍农药剂型和农药种类。

## 第一节 农药剂型

除少数品种外，农药原药一般不能直接施用，必须根据原药特性和使用的具体要求与一种或多种没有药物作用的非药物成分（通常称其为农药辅助剂，或简称农药助剂）配合使用，加工或制备成某种特定的形式，这种加工后的农药形式就是农药剂型，如乳油、可湿性粉剂、悬浮剂等。除了上述常用农药剂型外，还有粉剂、颗粒剂、超低容量喷雾剂、热烟雾剂、烟剂、种衣剂等农药剂型，使用者应根据病虫害防治的需要选择使用相应的剂型。

### （一）水剂

水剂中的农药原药在水中溶解性好而且化学性质稳定，加水稀释可以形成非常稳定的水溶液，可供多种喷雾法使用。由于农药原药在水中溶解性很好而且稳定，所以配制药液时一般不会遇到什么问题。但是，由于我国水剂的加工一般不添加润湿助剂，喷洒后的药液对防治靶标润湿性差，容易造成药液流失，影响防效并污染环境，所以，水剂的使用应根据实际使用情况适当添加润湿助剂。

### （二）水分散粒剂

水分散粒剂是在可湿性粉剂和悬浮（乳）剂基础上发展起来的农药制剂粒性化新剂型，一般呈球状或圆柱状颗粒，在水中可以较快地崩解、分散成细小颗粒，稍加摇动或搅拌即可形成高悬浮的农药分散体系，供喷雾施用。它避免了可湿性粉剂加工和使用中粉尘飞扬的现象，克服了悬浮（乳）剂贮存与运输中制剂理



化性状不稳定的问题。尤其对于高活性的除草剂，加工成水分散粒剂，可避免其飘移，具有很高的安全性。所以，水分散粒剂在生产、储运和使用中应该避免过度挤压，以免颗粒破碎而失去剂型优势。水分散粒剂外形似（颗）粒剂，具有粒剂的性能，但一般都具有较高的有效含量，不能直接用来撒施。

### （三）微乳剂

从本质上讲，农药微乳剂和水乳剂同属水包油的乳状液分散体系，只不过微乳剂使用了较大量（一般在20%以上）的乳化剂和辅助剂，将不溶于水的农药有机相高度分散在水中，使制剂看起来与真溶液一样。在一定温度范围内，微乳剂属于热力学稳定体系。超出这一温度范围，制剂就会变浑浊或发生相变，稳定性被破坏从而影响使用。

微乳剂在加水稀释施用时与水剂类似，入水自发分散并可形成近乎透明的乳状液。此外微乳剂兑水稀释呈近乎透明的乳状液，而不像乳油形成浓乳白色乳状液，主要是由于微乳剂使用了大量乳化剂和辅助剂，在水中分散的液珠极其细微所致。也正是由于如此高的分散度，才使微乳剂在使用中表现出好于乳油等常规剂型的药液渗透性能。需要指出的是，微乳剂并非传统习惯认为的乳状液越浓越白药效越好；相反，如果微乳剂兑水稀释后呈乳白色，反而表明这种微乳剂产品质量不合格。

### （四）水乳剂

水乳剂是兑水稀释后喷雾使用的农药剂型，在加水稀释施用和乳油类似，都是以极小的油珠（1~5微米）均匀分散在水中形成相对稳定的乳状液，供各种喷雾方法施用。

水乳剂在外观及理化性状上类似于悬浮（乳）剂，属于热力学不稳定体系。贮存过程中，随时间和温度的变化，分散油珠可

能会发生凝聚变大而破乳。所以，使用水乳剂时一般要求先检查制剂的外观，理想的水乳剂产品应该是均相稳定的乳状液，没有分层与析水现象。如果有轻微分层或析水，经摇动后可恢复成均相，也可以使用。水乳剂兑水稀释时与乳油一样，也要求可自发乳化分散或稍加搅拌即能形成相对稳定的乳状液。

由于水乳剂中含有比较多的水，所以制剂中一般都加入一定量的防冻剂。即便如此，使用中也必须注意水乳剂的正确贮存；尤其是未使用完的制剂，必须密封并放置在 $0^{\circ}\text{C}$ 以上环境中。

水乳剂和微乳剂都是为替代乳油而开发的水基化农药剂型，具有较好的环境相容性。

## （五）乳油

乳油主要利用其制剂中乳化剂的两亲（既亲水又亲油）活性将农药原药和有机溶剂等以极小的油珠（1~5微米）均匀分散在水中并形成相对稳定的乳状液喷雾使用。

乳油的乳化受水质（如水的硬度）、水温影响较大，使用时最好先进行小量试配，乳化合格后再按要求大量配制。如果在使用时出现了浮油或沉淀，药液就无法喷洒均匀，导致药效无法正常发挥，甚至出现药害。乳油兑水形成的乳状液属热力学不稳定体系，乳液稳定性会随时间而发生变化，农药有效成分大多也容易水解。所以，配制药液需搅拌，药液配好要尽快用完，对于机动喷雾器施药药液箱还必须加搅拌装置。

乳油大多使用挥发性较强的芳烃类有机溶剂，储运中必须密封，未用完的药剂亦必须密闭保存，以免溶剂挥发，破坏配方均衡而影响使用。另外，乳油一般不直接喷施，但可以加水稀释成不同浓度，以适用于不同容量的喷雾方式。

## (六) 可湿(溶)性粉剂

可湿性粉剂主要利用制剂中表面活性剂(润湿剂、分散剂)的作用,在加水稀释时可以较好润湿、分散并可搅拌形成相对稳定的悬浮液供喷雾使用。

由于可湿性粉剂的粒子一般较粗〔我国一般要求95%以上通过325目(即粒径44微米)标准筛〕,药粒沉降较快,施用中更应注意加强搅动,否则就会造成喷施的药液前后浓度不一致,影响药效。可湿性粉剂的粉粒在高硬度水中可能会发生团聚现象,配制药液时必须考虑水质对可湿性粉剂悬浮性能的影响。

可湿性粉剂为固态农药制剂,配制低容量喷雾(一般药液量小于2升)药液时会显得黏度太大而不能有效喷雾,所以,可湿性粉剂一般只做常量喷雾使用。另外,可湿性粉剂一般添加比粉剂更多的助剂和具有更高的有效含量,尽管两者外观相似,但干粉状态的可湿性粉剂,其粉粒的分散性较差,所以可湿性粉剂不能直接喷粉使用,储运或使用过程中也需注意防止吸潮,以免影响使用。尽管有些产品混合了特殊的乳化剂,但可湿性粉剂一般不与其他剂型混合使用。由于易与乳油中的乳化剂发生反应,可湿性粉剂与乳油混合常常引起聚结和沉淀。有时候可以在已经按施药比例配制好的可湿性粉剂药液中加入少量的乳油,但是混溶性须在配制之前进行试验。

像粉剂一样,可湿性粉剂含有非常小的颗粒,所以喷雾操作者必须注意防止粉尘飘移到脸上。尽管可湿性粉剂在兑水使用时容易分散和润湿,但为了保证好的混合性,有些可湿性粉剂需要用总用水量的5%提前混合成糊状物,然后糊状物再与剩余水混合时还应该搅拌。

可溶性粉剂,是在可湿性粉剂基础上发展起来的一种农药剂型,其农药原药必须溶于水,在使用上与可湿性粉剂类似。

## （七）悬浮（乳）剂

一般来讲，水不溶性固体原药形成的悬浮体系称悬浮剂，水不溶性液体原药形成的悬浮体系称悬乳剂，两种原药皆有（混配）的悬浮体系称悬浮乳剂。

不管悬浮体系中农药原药的形态如何，悬浮（乳）剂的使用与乳油和可湿性粉剂类似，皆是加水稀释形成均匀分散和悬浮的乳状液，供喷雾使用，使用中的操作要求也与乳油和可湿性粉剂相似。但悬浮（乳）剂以水为分散相，可与水任意比例均匀混合分散，使用时受水质和水温的影响较小，使用方便且不污染环境，是比较理想的稀释后使用的农药剂型。

悬浮（乳）剂属于热力学不稳定体系，且大多是非牛顿流体，储运过程中影响制剂稳定性的因素非常复杂。目前，还很少有制剂贮存不分层或不沉淀。所以，悬浮（乳）剂使用时必须进行外观检验，如有分层或沉淀经摇动可恢复，加水分散和悬浮合格，可正常使用。否则，不能使用，以免因上下部分农药有效成分含量不同，或制剂分散、悬浮性不合格造成在药液桶中分布不均，使喷出的药液前后农药有效成分不同而影响药效，甚至出现药害。

## 第二节 农药种类

### （一）杀菌剂

指能够杀死植物病原微生物或抑制其生长发育，从而防治植物病害的农药。植物病害绝大多数由植物病原真菌引起，少数由植物病原细菌、植物病原病毒引起。因此，杀菌剂可分为杀真菌

剂、杀细菌剂、杀病毒剂，在我国通常称为杀菌剂。

### 1. 有机磷杀菌剂

主要品种有稻瘟净、异稻瘟净和三乙磷酸铝等。稻瘟净和异稻瘟净主要用于防治水稻稻瘟病，具有保护和一定的治疗作用，还能兼治其他一些病害及叶蝉、飞虱等害虫。稻瘟净具内渗作用，异稻瘟净具内吸作用。三乙磷酸铝经植物叶片或根部吸收后，具有向顶性与向基性双向内吸输导作用，更兼具保护与治疗作用，可采用多种方法施药，防治多种植物的霜霉病等病害。

### 2. 取代苯杀菌剂

有效成分结构中含有苯环结构的杀菌剂，如甲霜灵、敌磺钠、乙烯菌核利等都是以苯胺为原料合成的杀菌剂。硫菌灵和甲基硫菌灵从化学结构上是取代苯类杀菌剂，但从毒理学上讲，它们实际上是在植物体内转化成苯并咪唑类杀菌物质而发挥作用，故药剂特点、防治对象、使用方式与多菌灵相当。甲霜灵具有高效、持效期长、双向内吸作用，兼有保护和治疗作用，可防治作物的霜霉病、疫病及谷子白发病等病害。百菌清是一类非常重要的保护性杀菌剂，可防治多种植物病害。

### 3. 无机硫杀菌剂

硫黄及其无机化合物具有杀菌和杀螨作用，是人类使用历史最久的农药之一，因为原料易得，成本低廉，防效稳定，不易诱发抗药性，现在仍在广泛使用。硫黄不溶于水，主要加工成粉剂、悬浮剂、烟剂、可湿性粉剂等剂型，可采用熏蒸法、熏烟法、喷雾法等。作为杀菌剂使用的硫黄无机化合物主要有石硫合剂（石灰硫黄合剂的简称，有效成分为多硫化钙）、多硫化钡等。石硫合剂是以生石灰和硫黄粉为原料加水熬制而成的，使用时可以自制自用，近年来也有工厂化生产固体或晶体石硫合剂等的剂型，使用时更高效、安全且方便。

无机硫杀菌剂在气温高于 $30^{\circ}\text{C}$ 时，要适当降低施药浓度，减

少施药次数，对硫黄敏感的作物（如瓜类、豆类、苹果、桃等）最好不要使用无机硫杀菌剂。

#### 4. 有机硫杀菌剂

有机硫杀菌剂比较重要的品种主要是代森系列和福美系列。如代森锰锌、代森锌、福美双、炭疽福美（福美双和福美锌的混合物）等，均属于二硫代氨基甲酸盐类。这类杀菌剂的共性是比较容易分解，特别是在潮湿环境和酸性条件下。这类杀菌剂一般具有杀菌谱广、防效好、毒性低、药害风险小等特点。另外，这类杀菌剂不容易引发病原菌的抗药性，与比较容易诱发抗药性的内吸杀菌剂混配使用往往能够延缓或消除后者的抗药性风险，所以常常与内吸杀菌剂混配使用，如生产中广泛使用的霜脲氰·代森锰锌、多菌灵·福美双悬浮剂等药剂中均含有有机硫杀菌剂成分。

#### 5. 农用抗生素

抗生素是微生物产生的物质，一般由其代谢产物中分离得到，有的也可人工合成。农用抗生素的化学成分都是经过严格分析鉴定的，实际上也正是这些化学物质在起杀菌活性，只是这些化学物质的来源途径是微生物代谢。抗生素类杀菌剂一般化学性质稳定、高效，具有内吸治疗活性，防治对象有一定的选择性，持效期短，对植物、高等动物、环境均较安全等。其中的井冈霉素已发展成为最大吨位的农用抗生素品种，主要用于防治水稻纹枯病。此外，如公主岭霉素、多抗霉素（多氧霉素）、春雷霉素（春日霉素）等在生产中都有广泛的应用。抗生素类杀菌剂的专化性比较强，适用的防治对象较窄，比较容易产生抗药性，但是井冈霉素至今尚未出现抗药性问题。

#### 6. 含铜杀菌剂

含铜杀菌剂的杀菌谱很宽，几乎对各种病原菌都有效。铜的多种盐类、氧化物、氢氧化铜等都是很好的杀菌剂，如硫酸铜、

碱式硫酸铜、氧化亚铜等。有机酸铜能够提高铜的杀菌毒力和药效，还可以降低铜的用量，如琥胶肥酸铜、环烷酸铜等。有机酸铜比较安全。

#### 7. 甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂

甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂，是一类低毒、高效、广谱、内吸性杀菌剂，几乎对所有真菌病害如白粉病、锈病、水稻、颖枯病、霜霉病、稻瘟病等均有良好的杀菌活性。与生产上使用的其他类型杀菌剂没有交互抗性，而且能在植物体内、土壤和水中很快降解，具有保护、治疗、铲除、渗透作用，无致癌和致突变等特点，是一类极具发展潜力和市场活力的新型农用杀菌剂。甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂是目前世界上杀菌剂研究的开发热点，已经有七个化合物商品化，仍有很多化合物处于研究开发之中。

#### 8. 杂环类杀菌剂

有效成分化学结构中含有杂环（即在碳原子组成的环状结构中，个别碳原子由氮、氧或硫原子取代而形成）的杀菌剂，如苯并咪唑类的多菌灵，是我国吨位最大的有机合成杀菌剂，具有高效、广谱等特点，兼具保护和内吸治疗作用，可喷雾防治水稻稻瘟病、麦类赤霉病、油菜菌核病等病害；种子处理防治麦类黑穗病、棉花苗期病害等；种薯浸药液防治甘薯黑斑病。三唑类的三唑酮具有高效、广谱、持效期长、内吸性等特点，兼具保护和治疗作用，能用于防治禾谷类等作物白粉病、锈病等病害。

## （二）杀虫剂

杀虫剂是一类用于防治农、林、卫生、储粮及畜牧等方面害虫或害螨的农药。杀虫剂按照来源和化学成分可分为无机杀虫剂和有机杀虫剂两类。无机杀虫剂，主要是含砷、氟和硫等元素的无机化合物。有机杀虫剂，又可分为天然来源有机杀虫剂和人工合成有机杀虫剂。天然来源有机杀虫剂，主要包括植物源杀虫剂

和微生物源杀虫剂。人工合成有机杀虫剂，包括多种类型，如有机氯类杀虫剂（由于残留期长，已很少使用）、有机磷酸酯类杀虫剂、氨基甲酸酯类杀虫剂、拟除虫菊酯类杀虫剂、昆虫生长调节剂等。

### 1. 氨基甲酸酯类杀虫剂

此类杀虫剂的分子中都有氨基甲酸的分子骨架，所以统称为氨基甲酸酯类。这类杀虫剂是在研究天然毒扁豆碱生物活性和化学结构的基础上发展起来的，自1956年第一个商品化的品种甲萘威（即西维因）问世后已有50年的历史，已经发展为一类重要的杀虫剂。目前商品化的品种已有50余个，但真正大吨位的品种仅十几个。此类杀虫剂的中文通用名均用“威”作后缀，如灭多威、涕灭威、克百威等。此类杀虫剂的作用机制类似于有机磷杀虫剂，具有触杀、胃毒和内吸杀虫作用，一般杀虫范围不如有机磷杀虫剂广，不少氨基甲酸酯类杀虫剂品种具有高效、毒性较低、选择性较强的特点。

### 2. 新烟碱类杀虫剂

新烟碱类杀虫剂是20世纪90年代新发展起来的一类全新结构的超高效杀虫剂，也是自菊酯类以来销售量增长最快的一类杀虫剂。除农民朋友较熟悉的吡虫啉以外，市场上可见到的新烟碱类杀虫剂还有啶虫脒和噻虫嗪等。其中吡虫啉和啶虫脒称为第一代新烟碱类杀虫剂，噻虫嗪等称为第二代新烟碱类杀虫剂。新烟碱类杀虫剂虽然也作用于害虫的神经系统，但与传统的有机磷、氨基甲酸酯和菊酯类农药不同，不存在交互抗性。

吡虫啉是目前应用最广的新烟碱类杀虫剂，广谱、高效、持效期长，为全球销量最高的杀虫剂。对刺吸式口器的蚜虫、叶蝉等害虫以及鞘翅目害虫有非常好的防治效果，适合于处理土壤和种子，还可用于建筑物防治白蚁以及猫、狗等宠物身上的跳蚤等。



### 3. 有机磷酸酯类杀虫剂

简称有机磷杀虫剂，其主要杀虫作用机制是抑制昆虫体内神经组织中胆碱酯酶的活性，破坏神经信号的正常传导，引起一系列神经系统中毒症状，导致死亡。这类杀虫剂品种繁多，开发应用历史悠久，使用范围广泛。从对硫磷成为全世界用量最大、最重要的有机磷杀虫剂以来，已有 50 年历史，目前有机磷仍然是最重要的杀虫剂，已经商品化的品种多达 300 余种，常用的有数十种。多数有机磷杀虫剂兼有触杀、胃毒和熏蒸等多种杀虫作用方式。一般品种杀虫谱很广，但有些品种也具有较好的选择性。这类杀虫剂中有不少品种对哺乳动物急性毒性大，使用中应注意其安全性。我国从 2007 年 1 月 1 日开始，全面禁止甲胺磷、对硫磷、甲基对硫磷、久效磷、磷胺等 5 种高毒有机磷杀虫剂的生产、销售和使用。一些中等毒和低毒有机磷杀虫剂如毒死蜱、马拉硫磷、辛硫磷、敌敌畏等仍是重要杀虫剂。

### 4. 拟除虫菊酯类杀虫剂

这是模拟除虫菊花中所含的天然除虫菊素而合成的一类杀虫剂，由于它们的化学分子结构与天然除虫菊素相似，所以统称为拟除虫菊酯类杀虫剂。其作用方式主要是触杀和胃毒作用，无内吸作用，有的品种具有一定的渗透作用。此类杀虫剂具有高效、杀虫谱广、对人畜和环境较安全的特点。重要的品种已达 60 余种，仍在发展之中。20 世纪 80 年代初在我国开始使用，短期内得到了广泛的推广应用。但这类杀虫剂容易使害虫产生抗药性，目前，对华北地区的瓜（棉）蚜几乎丧失防治效果。

### 5. 植物源杀虫剂

植物源杀虫剂是以野生或栽培植物为原料，经加工制成的杀虫剂。很多植物体内含有杀虫活性物质，可以用作杀虫剂，如我国古代就开始使用艾蒿叶熏蚊蝇。除直接利用含有杀虫物质的植物的某些部位，如除虫菊花、鱼藤的根、烟草的茎，粉碎成粉状