

林业有害生物防治岗位（职业技能）培训系列

林用药剂药械

使用技术

国家林业局森林病虫害防治总站 编著

中国林业出版社

林业有害生物防治岗位(职业技能)培训系列

林用药剂药械使用技术

国家林业局森林病虫害防治总站 编著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

林用药剂药械使用技术 / 国家林业局森林病虫害防治总站编著. —北京: 中国林业出版社, 2014. 12

(林业有害生物防治岗位(职业技能)培训系列)

ISBN 978-7-5038-7790-2

I. ①林… II. ①国… III. ①森林—农药施用—岗位培训—教材 ②森林—植保机具—岗位培训—教材 IV. ①S767 ②S776.28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 301688 号

中国林业出版社·自然保护图书出版中心

策划编辑: 刘家玲

责任编辑: 张 锴 刘家玲

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail: wildlife_cfph@163.com 电话: (010)83143519

网 址: <http://lycb.forestry.gov.cn>

印 刷 沈阳新友印刷有限公司

版 次 2014 年 12 月第 1 版

印 次 2014 年 12 月第 1 次

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 10

字 数 240 千字

定 价 48.00 元

林业有害生物防治岗位(职业技能)培训系列
编委会

主 任 宋玉双
副主任 李永成
成 员 尤德康 闫 峻 曲 涛 胡学兵 赵铁良
常国彬 郭文辉 聂雪冰 孙玉剑

《林用药剂药械使用技术》
编委会

主 编 孙德莹
副主编 常国彬 张天栋
编 委 (以姓氏笔画为序)
马 阅 尹鸿刚 牛 犇 牛敬生 王忠祥
王金秀 卢旭弘 叶 萌 白鸿岩 孙玉剑
许少嫦 齐学军 余法升 吴雪海 张艳星
李 斌 苏元吉 陈景荣 聂雪冰 郭 瑞
高俊崇 康尔年 曹川建 曹广成 曹丽君
梁丽珺 黄长春 黄贤斌 黄维正 董 蔚
董晓波 薛 洋
主 审 宋玉双 周宏平

前 言

成就任何事业，人才是基础，科技是保障。林业有害生物防治事业是林业工作中科技含量较高的领域。林业有害生物种类多、分布广、危害大，要认识和掌握其发生、发展规律，进而实现对其有效控制，促进森林健康和人与自然和谐，需要人类在尊重自然、保护自然、改造自然的同时，不断探索自然界生物和森林生态系统的奥秘，不断探究防控林业有害生物的科学方法。实现上述目标的最有效途径就是在加强科学研究的同时，加大人才培养的力度、深度和广度。

为强化林业有害生物防治行业队伍培训，国家林业局森林病虫害防治总站在着眼行业整体发展规划的同时，深入研究和科学制定行业培训规划，探索建立完善的人才培训体系，组织全站技术力量，历时一年多，在不断修改完善的基础上，编写完成了“林业有害生物防治岗位(职业技能)培训系列”教材。该教材共分五册，《林用药剂药械使用技术》为第四册，共5章，主要内容有：农药基础知识、常用林药简介、常用药械简介、药剂药械使用技术、生物防治技术。本教材是行业培训中各级森防管理机构管理岗位培训和技术培训的重要参考资料，与《林业有害生物防治知识试题库》形成了内容全面、规范配套、实用性强的系列培训丛书。

各级林业有害生物防治管理部门和从事培训工作的同志，要以该教材为重要参考资料，紧密结合本地、本部门实际，进一步丰富培训内容，改进培训方式方法，注重培训工作的系统性和规范性，不断提高培训工作质量，提升行业队伍整体素质，为行业发展积蓄力量。

由于时间和人力所限，该教材难免会有一些疏漏和疵误，望予以谅解，并多提宝贵意见，以便不断完善、补充和改进。

编委会
2014年8月

目 录

前 言

第一章 农药基础知识	(1)
第一节 农药的概念及分类	(1)
一、什么是农药	(1)
二、农药的分类	(2)
第二节 农药的剂型	(6)
一、乳油	(6)
二、粉剂	(6)
三、可湿性粉剂	(7)
四、可溶性粉剂	(8)
五、颗粒剂	(8)
六、水剂	(8)
七、水乳剂(浓乳剂)	(9)
八、乳粉剂	(9)
九、胶悬剂(悬浮剂)	(9)
十、油剂	(9)
十一、烟剂	(10)
十二、气雾剂	(10)
十三、微胶囊剂	(11)
十四、缓释剂	(11)
十五、混合制剂	(11)
十六、其他制剂	(12)
第三节 农药施用的一般方法	(13)
一、喷雾法	(13)

二、喷粉(撒粉)法	(16)
三、熏蒸法	(17)
四、熏烟法	(18)
五、烟雾法	(18)
六、施粒法	(18)
七、种苗处理法	(19)
八、毒土、毒饵法	(19)
九、注射(打孔注药)法	(20)
十、土壤处理法	(20)
十一、拌种法	(20)
十二、飞机施药法	(20)
十三、混合使用法	(21)
十四、撒施法	(21)
十五、灌根法	(22)
第四节 农药的毒力与药效	(22)
一、毒力和药效的含义	(22)
二、毒力与药效的表示单位	(22)
第五节 农药稀释液的配制与计算	(25)
一、农药稀释法	(25)
二、农药稀释时的浓度表示法	(26)
三、农药稀释的计算	(27)
第六节 农药的安全使用	(28)
一、农药对人、畜的毒性	(28)
二、农药进入人体的途径	(29)
三、发生农药中毒的原因及预防	(30)
四、农药的残留及其防止措施	(32)
第七节 农药的运输、贮存与保管	(34)
一、农药的运输	(35)
二、农药的贮存和保管	(35)
第八节 农药废弃物的处理	(36)
一、农药废弃物的含义和来源	(36)
二、农药废弃物处理的一般原则	(36)
三、农药废弃物的安全处理	(37)

第二章 常用林药简介	(39)
第一节 常用杀虫剂	(39)
一、植物源杀虫剂	(39)
二、微生物源杀虫剂	(41)
三、昆虫生长调节剂	(44)
四、有机合成杀虫剂	(47)
五、昆虫信息素	(50)
六、天敌昆虫	(53)
第二节 常用杀菌剂	(55)
一、生物源杀菌剂	(55)
二、有机杀菌剂	(56)
三、无机杀菌剂	(58)
第三节 常用杀鼠剂	(59)
一、化学杀鼠剂	(60)
二、抗生育剂	(60)
三、防啃驱避剂	(61)
第四节 除草剂	(62)
一、选择性除草剂	(62)
二、灭生性除草剂	(63)
第三章 常用药械简介	(65)
第一节 药械的分类	(65)
一、药械的作用	(65)
二、药械的分类	(66)
三、我国常用的林用药械	(66)
第二节 常用林用药械使用及维护方法	(68)
一、灭虫药包布撒器	(68)
二、3WF-14G 喷雾喷粉机	(73)
三、6HW-50 车载高射程喷雾机	(77)
四、喷烟机	(84)
五、打孔注药机	(87)
第四章 药剂药械使用技术	(91)
第一节 超低容量喷雾防治技术	(91)
一、超低容量喷雾应用概况及特点	(92)
二、超低容量喷雾的技术要求	(92)

三、地面超低容量喷雾·····	(100)
第二节 烟雾载药防治技术·····	(101)
一、烟剂防治技术·····	(101)
二、油雾剂防治技术·····	(105)
第三节 树干注射技术·····	(108)
一、树干注射施药技术的原理·····	(108)
二、树干注射施药技术的特点·····	(108)
三、树干注射施药技术的应用·····	(109)
四、树干注射的方法·····	(109)
第四节 诱杀防治技术·····	(110)
一、昆虫信息素·····	(110)
二、灯光诱杀·····	(114)
第五节 飞机防治技术·····	(116)
一、确定飞机防治作业的原则·····	(117)
二、飞机防治作业准备·····	(117)
三、飞机防治作业的基本条件·····	(118)
四、飞机防治作业实施·····	(119)
 第五章 生物防治技术·····	(123)
第一节 生物防治的性质和发展概况·····	(123)
一、生物防治的定义和性质·····	(123)
二、生物防治发展概况·····	(124)
第二节 森林害虫生物防治的途径·····	(125)
一、保护、利用本地天敌·····	(125)
二、人工大量繁殖天敌昆虫·····	(127)
三、输引外地天敌·····	(127)
第三节 主要天敌及其应用·····	(129)
一、赤眼蜂及其应用·····	(129)
二、管氏肿腿蜂及其应用·····	(132)
三、周氏啮小蜂及其应用·····	(134)
四、花绒寄甲及其应用·····	(137)
第四节 微生物制剂及其应用·····	(138)
一、昆虫病毒在林业害虫防治中的应用·····	(138)
二、苏云金杆菌在林业害虫防治中的应用·····	(143)
三、昆虫病原真菌在林业害虫防治中的应用·····	(146)

第一章

农药基础知识

农、林作物病虫草害是制约农业和林业生产的重要因素之一，利用农药来控制病虫草害的技术，已成为确保农业高产稳产、林业生产安全不可缺少的关键措施，特别是在控制危险性、暴发性病虫草害时，农药更具有不可替代的作用。但是农药的使用又是一项技术性很强，要求十分严格的工作，如果使用不当，也会带来很多负面效应，如农药残留引起的食物中毒和使用不当造成的人畜中毒以及污染环境等。因此，科学指导农药使用，充分发挥农药正面、积极的作用，避免或减轻其负面效应，已成为我们农林工作者的重要任务和责任。

第一节 农药的概念及分类

农药的品种很多，为了便于生产和应用，需要进行分门别类。

一、什么是农药

简单地讲，农药就是农业、林业和卫生防疫用的药剂。它是指除了化学肥料之外，凡是用来防治危害农林植物及其产品的病、虫、草及其他有害生物的药剂。根据我国《农药管理条例》，目前我国所称的农药主要是指用于预防、消灭或控制危害农业、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。因使用目的和场所的不同具体包括以下各类。

(1) 预防、消灭或者控制危害农业、林业(具体指农、林、牧、渔业中的种植业)的病、虫(包括昆虫、蜱、螨)、草和鼠、软体动物等有害生物的；

(2) 预防、消灭或者控制仓储病、虫、鼠和其他有害生物的；

(3) 调节植物、昆虫生长的(调节植物生长是指对植物萌发、开花、受精、坐果、成熟及脱落等生长发育过程具有抑制、刺激和促进等作用的生物或化学制剂，仅通过提供植物养分促进植物生长的，如化肥和一些微肥不属于此范围)；

(4) 用于农业、林业产品防腐或保鲜的；

- (5)预防、消灭或者控制蚊、蝇、蜚蠊、鼠和其他有害生物的(包括用于防治人生活环境和农林业、养殖业中卫生害虫);
- (6)预防、消灭或者控制危害河流堤坝、铁路、机场、建筑物和其他场所有害生物的;
- (7)利用基因工程技术引入抗病、虫、草害的外源基因改变基因组构成的农业生物;
- (8)防治上述有害生物的商业化天敌生物;
- (9)农药与肥料等物质的混合物。

因此,只有用于上述用途(即农药用途)的物质才是农药,而虽用于上述用途,但仅是一种物理器械的,如高压灭虫灯,就不能视为农药,不属于农药管理的范畴。同一种物质,当用于农药用途时,应属于农药管理的范畴,当用于非农药用途时,就不属于农药管理的范畴,如硫磺、硫酸铜、柴油等。

二、农药的分类

按不同的分类方法,可以得到不同的种类划分(图 1-1)。我们了解农药的分类,就能更好地掌握每一个具体农药品种的性能、防治对象、使用方法等知识,从而让农药发挥更大的积极作用。

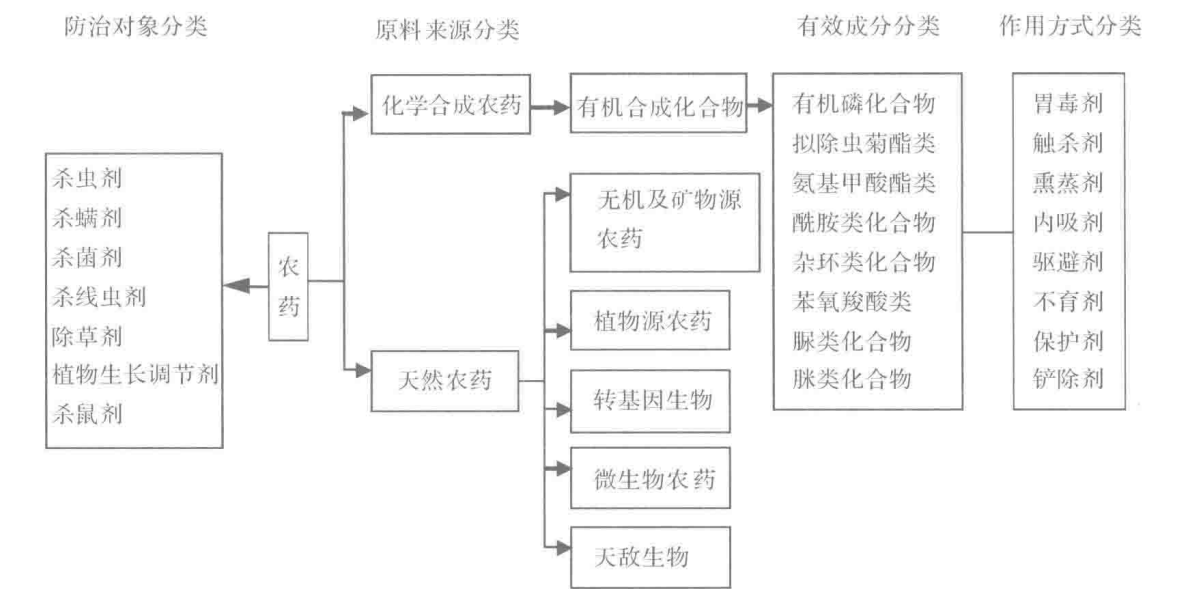


图 1-1 农药分类简图

1. 按农药的来源分类

农药可分为矿物源农药、生物源农药与有机合成农药。

(1)矿物源农药 以天然矿物原料为主要成分的无机化合物统称为矿物源农药,包括硫化物、铜化物、磷化物以及石油等。有的是无机矿物原料经过加工而成,有的是用矿物油加工成乳剂。早期的农药中有一些无机化合物品种,如以砷制剂、氟制剂作为杀虫剂,后来因为毒性高、药效差、药害重而停用。现代使用的无机农药,主要有铜制剂与硫制剂。常用的铜制剂有波尔多液、碱式硫酸铜悬浮剂等;硫制剂有硫悬浮剂、石硫合剂等。

这些铜制剂和硫制剂都是大吨位的杀菌剂，硫制剂也是杀螨剂。矿物油乳剂多用在果树休眠期杀虫杀螨。

(2)生物源农药 利用生物体或生物提取物制成的农药，狭义上指直接利用生物自身产生的活性物质或生物活体，广义上也包括人工合成的天然活性结构及其类似物。该类农药主要包括植物源农药和微生物源农药。

植物源农药使用历史久、用量大的主要有除虫菊和烟碱。除虫菊干花磨成粉就可直接作为杀虫剂或作为蚊香的原料。从除虫菊干花中可以提取出除虫菊素，再配成农药制剂。烟草中含有可以杀虫的烟碱，一般用废烟叶或烟梗作原料，用酸提取出烟碱再配成具有杀虫作用的农药制剂。我国的植物源杀虫剂还有鱼藤酮、苦参碱、印楝素等。植物源农药一般具有毒性较低、对植物无药害、有害生物不易产生抗药性、对环境友好等优点。但是，它们来源有限或栽植要占用大量耕地，很难大规模生产，品种也较为单一。

微生物源农药可以通过微生物发酵工业大规模生产。如果利用微生物代谢物，可以认为是微生物进行生物合成的化学物质，本质上与化学合成农药差不多，有人称之为“生物化学农药”，如阿维菌素是种高效杀虫杀螨剂；梧宁霉素(四霉素)是防治林木溃疡病的杀菌剂。而用活体微生物做成制剂使用，如杀虫剂苏云金杆菌制剂，其施用在本质上是种生物防治措施，病死的虫体还有传染性，严格说不属于化学防治范畴。但由于它的制剂与作用方法都与农药相近，可以把它看作是一种农药。微生物源农药一般具有对植物无药害、对环境友好等优点。

(3)有机合成农药 即人工合成的有机化合物农药。由于有机化合物的多样性，有机合成的农药品种繁多。这类农药的特点是药效高、见效快、用量少、用途广，可适应各种不同的需要，但是它易造成环境污染，易使有害生物产生抗药性。

2. 按防治对象分类

防治对象是指影响农、林业生产的有害生物，包括动物、植物及微生物。

(1)杀虫剂 指用来防治有害昆虫的农药制剂。常用的杀虫剂主要是有机磷、菊酯类、昆虫生长调节剂类、微生物杀虫剂等。

(2)杀螨剂 指用来防治有害蜱螨类的农药制剂。植食性螨多是有害的，如苹果红蜘蛛、竹叶螨等。有些杀虫剂也能兼治害螨，确切分类名称应为杀虫杀螨剂。典型的杀螨剂只杀螨不杀虫，或基本不杀虫。

(3)杀菌剂 指用来防治引起植物病害的病原微生物的农药制剂。常用的杀菌剂是无机类、化学合成类、微生物类等杀菌剂。

(4)杀线虫剂 指用于防治植物病原线虫的农药制剂。植物有一类病害是线虫引起的，如松材线虫病就是由松材线虫大量增殖引起导管堵塞而造成松树干枯死亡。

(5)除草剂 指用来防除农田、林地杂草的农药制剂。杂草是指危害农、林作物的有害植物。广义而言，凡在不适合的时间、地点生长的植物都是杂草。如苗圃地里长出向日葵，也应作为杂草除掉。

(6)植物生长调节剂 指用于调节植物生长的农药制剂。其中有的能刺激生长，如赤霉素；有的能抑制生长，如矮壮素；有的能改善植物内在或外在质量，如乙烯利可用于催熟。

(7)杀鼠剂 指用于防治害鼠的农药制剂。在林业上常用的杀鼠剂主要有抗凝血剂溴敌隆、雌性不育剂类的莪术醇以及雄性不育剂类的雷公藤饵料。

3. 按作用方式分类

(1)杀虫杀螨剂

①胃毒剂。指通过害虫害螨的消化系统进入体内，使之中毒死亡的农药药剂。当具胃毒作用的杀虫剂施用到作物的叶、茎和果实上，或是制成害虫喜食的毒饵、毒谷撒施在作物地里，害虫害螨啃食带药的叶、茎、果实，或毒饵、毒谷时，把药剂吃进肚里，经肠胃吸收后引起中毒死亡。如灭幼脲、Bt、病毒类、苯氧威等。胃毒剂适用于防治咀嚼式口器(即啃食作物)的害虫。

②触杀剂(接触剂)。指通过与害虫体壁接触而渗入虫体引起害虫中毒死亡，或者能在害虫表皮形成一层药膜封闭害虫的气门引起害虫窒息死亡的农药药剂。当把触杀剂喷布到虫体表面，或害虫在沾有药剂的作物上或其他物体表面爬行接触到药剂时，药剂就能从害虫的表皮、足、触角、气门等部位进入到虫体内，引起害虫中毒死亡。有些触杀剂能腐蚀害虫体壁，使其体液外流；或者堵塞气门，使害虫窒息而死。杀虫剂中的大多数品种都具有触杀作用，如苦参碱、烟碱、噻虫啉、溴氰菊酯等。触杀剂适用于防治各种口器的害虫。

③熏蒸剂。包括一些气体农药和在常温下能挥发成气体的农药，以及经过化学反应能产生有毒气体的农药。这些有毒的气体能通过害虫的呼吸系统，如气孔(气门)进入虫体，使其中毒死亡，如溴甲烷、磷化铝等。熏蒸剂适用于蛀干害虫、仓库害虫、检疫性害虫的除害处理及封闭环境中的害虫防治。

④内吸剂。指能被植物的根、茎、叶、种子等器官吸收到植物体内，随植物的汁液一起输导至植株其他部位的农药制剂。当害虫刺吸植物的汁液或取食植物器官时，药剂随之进入虫体，引起害虫中毒死亡。如吡虫啉、乙酰甲胺磷等。内吸剂适用于防治刺吸植物汁液和藏在隐蔽处的害虫，如红蜘蛛、蚜虫、叶蝉、介壳虫、天牛。

⑤驱避剂。指害虫或其他有害生物对某些药剂的气味具有厌忌行为的现象，从而不敢接近或远离施药场所，以保护人、畜或农林作物不受危害的药剂，如苦树皮、避蚊油等。

⑥诱致剂(引诱剂)。指对害虫具有诱致作用的药剂。生产上可用诱致剂引诱害虫前来聚集，然后将其集中消灭。诱致剂一般可分为食物诱致剂、产卵诱致剂和性诱致剂三类，如糖醋液、美国白蛾性诱致剂等。

⑦不育剂(绝育剂)。指能破坏害虫的生殖能力，使其不能繁殖后代的药剂，如莪术醇、雷公藤等。

⑧拒食剂。当害虫取食少量含药剂的植物组织或接触药剂后，其正常的取食机制或消化功能被破坏，不再继续取食，直至饿死，这种作用称拒食作用。具有拒食作用的农药制剂称拒食剂，如拒食胺、苦楝素等。

⑨粘捕剂。对害虫具有粘捕作用的不干性黏稠物质叫粘捕剂，如用天然松香、树脂、黏胶等配制成的粘捕剂。

杀虫剂的以上各种作用是相对的。很多杀虫剂品种同时具有几种作用。在特定施药方法下，杀虫剂可能主要发挥一种作用，也可能发挥几种作用的综合效果。

(2) 杀菌剂

①保护剂。在植物发病前或发病初期，将药剂均匀覆盖在植物体表，消灭病原微生物或防止病原微生物扩展蔓延。

②治疗剂。在植物发病后施用，这类药剂通过内吸进入植物体内，传导至未施药的部位，对植物体内病原微生物产生毒性，抑制或消灭病原微生物，使病株不再受害，恢复健康，因而具有保护剂达不到的治疗效果。

③铲除剂。杀菌剂直接接触植物病原物并杀伤病菌使它们不能侵染植株。铲除剂因作用强烈，有的不能用在生长期的植株上；有的虽可以用，但要注意施用剂量或药液浓度。铲除剂多用于处理休眠期的植物或未萌发的种子，或处理植物或病原菌所在的环境，如土壤。

(3) 除草剂

①根据除草剂的选择性能分类。

选择性除草剂：指可以在植物和杂草之间有选择地杀伤杂草，而对植物无伤害的除草剂，如乙氧氟草醚可用于苗圃地防除禾本科杂草等。

灭生性除草剂：这类除草剂在作物和杂草之间无选择性或选择性很差，只要与其接触，无论是作物或杂草都将被杀死，如百草枯、草甘膦等。灭生性除草剂主要用于场地、森林防火带、休闲地或田边地角杂草的防除。

需要指出的是，除草剂的选择性是相对的、有条件的，而不是绝对的。也就是说，即使是选择性的除草剂也不是对作物一点影响都没有。除草剂的选择性受作物对象、剂量、时间、方法等条件的影响。选择性除草剂在用量大、施药时期、方法或对象不当时也会产生灭生性的后果。另一方面，灭生性除草剂若采用合适的保护措施，如采用“位差”和“时差”原理，选用适当的施药方法或选择适宜的施药时期，也可使其产生选择性的使用效果，即达到草死苗壮的目的。

②根据除草剂的输导性能分类。

内吸性除草剂(输导性除草剂)：能通过杂草的根、茎、叶吸收，并在其体内输导，扩散到全株，使植物整株死亡的药剂，如2,4-D、扑草净、紫薇清等。这类除草剂可以防除宿根性的杂草。

触杀性除草剂：这类除草剂不能被植物内吸输导，只能在药剂与植物接触的部位作短距离的内渗，杀死与药剂接触部位的植物组织或器官，如草甘膦、百草枯等。这类除草剂难以防除宿根性等恶性杂草。

③根据除草剂的使用方法分类。

土壤处理剂：可以采用土壤处理方式进行的除草剂。这类除草剂通常是在杂草未萌发之前，作物播种前后，将其施于土表层，使之形成一层药膜，当杂草的种子、根、芽、鞘、幼芽等部位吸收或接触药膜即被杀死。在除草剂中，大多数品种都可用作土壤处理剂。

茎叶处理剂：除草剂加水稀释后，喷布于植物的茎叶上将杂草杀死。这类除草剂可以是触杀性、内吸性或是选择性、灭生性的，如2,4-D、草甘膦、敌稗等。

这种分类方法也是相对的，许多除草剂实际上既可以用作土壤处理剂，也可以用作茎

叶处理剂，如 2,4-D 等。

在生产实践中，不能把农药分类绝对化，有些农药防治对象的范围较窄，只能防治一种病、虫、草或一类病、虫、草，而有些农药的防治范围却很宽，可能既是杀虫剂，也可用作杀螨剂，但因为其主要作用是杀虫，所以归类到杀虫剂，如阿维菌素等。有的农药则可能更宽一些，不仅能杀虫、杀螨，还能防病，如石硫合剂同时具有杀虫、杀螨和杀菌作用，但因它多用于防治植物病害，所以常把它归为杀菌剂。

4. 按化学成分分类

可分为有机磷类、除虫菊酯类、氨基甲酸酯类、脲类、杂环类、脘类、酰胺类。

第二节 农药的剂型

农药剂型是指具有一定组分和规格的农药加工形态。一种剂型可以制成多种不同用途、不同含量的产品，即农药制剂。农药原药必须加工成适宜的剂型才能使用。即使是水溶性原药，也需要加入必要的助剂制成某种剂型，以充分发挥其药效和便于施用。农药原药的田间实际用量很少，一般是几克到百余克，为了把这少量的农药均匀地喷撒到农、林作物上，必须把农药原药加工成某种易于在田间均匀分布的粉剂、粒剂，供加水稀释喷雾用的可湿性粉剂、浓悬乳剂、乳油等，有些还可以加工成烟剂或气雾剂，使农药能较长时间地飘悬并有良好的穿透性。根据用途的不同，一种农药可以加工成多种剂型，如苦参·烟碱可以加工成 1.2% 乳油、1% 水剂，也可以加工成 1.2% 烟剂；一种剂型也可以加工成多种规格的制剂，如阿维菌素乳油有 0.9%、1.8% 和 2.5% 等不同规格的制剂。目前世界上已有 50 多种农药剂型，我国已经生产和正在研制的有 30 余种。

一、乳油

乳油是由原药（一般不溶于水）、有机溶剂（苯、二甲苯、樟脑油等）和乳化剂等由农药生产单位制配成单相透明油状液体制剂。乳油加水后，药剂均匀分散在水中，变成不透明的乳状液。因为乳油乳化剂的作用，保持时间长，不会产生沉淀和分层现象。乳油中含有苯、二甲苯等易挥发的溶剂。在使用时，要避免挥发，使药液浓度加大，使作物产生药害。这些溶剂易燃，贮存时应远离火种，以免燃烧。我国对乳油的质量有规定，一般 pH 值为 6~8，稳定度大于 99.5%，正常条件下贮存 2 年不分层，不沉淀，有效成分不分解失效，外观符合规定要求。乳油的优点是药效高、施用方便、性质稳定。

乳油一直是用于防治的主要剂型，但由于乳油使用大量有机溶剂，施用后增加了环境负荷，所以正在逐步被淘汰。乳油按加水稀释后的状态可分为可溶性乳油、溶胶状乳油、乳浊状乳油。乳油的有效成分高，防效好，便于储存和使用。有效成分一般在 20%~80% 之间，但也有 10% 以下的，属高效或超高效农药产品。乳化剂和溶剂的用量根据原药的不同而不同，乳化剂一般用量为 3%~8%，复配农药乳化剂用量更少。但是，为提高对原药的溶解度，可根据情况加入助溶剂。常用的品种有乐果、杀灭菊酯、阿维菌素等。

二、粉剂

粉剂是供喷粉用的具有规定细度的粉状农药剂型。一般细度为 95% 可通过 200 筛目，

是一种常用剂型。许多固态剂型如可湿性粉剂、粒剂、片剂等都是从粉剂发展而成的。粉剂使用简便，直接喷粉不用水，功效高。但粉粒在大气中的飘移和污染比较严重。

粉剂由原药、载体、助剂经混合—粉碎—混合而成。其农药原药一般是熔点较高的固体原粉，也有的是液态原油。载体有滑石、叶蜡石、黏土、硅藻土、白炭黑、膨润土等。滑石和叶蜡石有良好的分散性和拒湿性，适合做低浓度粉剂的填料；硅藻土、白炭黑、膨润土等有很强的吸附能力；高岭土、陶土、酸性白土等也有较强的吸附能力，一般用于做高浓度吸附粉剂的填料。助剂是为保证制剂的质量、充分发挥有效成分的药效、方便施用和满足生产工艺要求而添加的物料。一些有机磷农药粉剂，在贮藏期间易发生分解，需要加入稳定剂，如非离子型表面活性剂、多元醇、有机酸等。有的黏土类经过高温焙烧后作为填料，可减少有机磷粉剂的分解。

粉剂有粗粉剂、普通粉剂和微粉剂 3 种。普通粉剂是最早出现而常用的粉剂。粉粒粒径最大不超过 $74\mu\text{m}$ ，其中小于 $10\mu\text{m}$ 的粉粒，喷撒时易飘移和污染环境。粗粉剂又称 DL 粉剂，飘移小。将普通粉剂中粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的粉粒除去或在其中添加凝聚剂，可克服普通粉剂易飘移、易脱落、污染环境和冠层存药少的不足，可用于防治植株下部的病虫害。微粉剂的平均粒径在 $5\mu\text{m}$ 以下，由吸油率高的矿物质细粉和黏土细粉组成的填料，与农药原药混合，再经气流粉碎机磨细而成。因熏烟受热易分解的农药，如有机磷农药宜加工成微粉剂，其有效成分含量约为普通粉剂的 10 倍，撒布后形成烟状微粉，粉粒不凝集，以单一颗粒在空中较长时间浮游、扩散，均匀地附着于植物的各部位(包括叶片背面)，适用于温室和保护地栽培作物以及郁闭度高的林果类植物。可用动力喷粉机从室外向室内喷粉，具有施用简便、快速、安全等优点，并可克服因喷雾增湿而诱发病害的缺点。粉剂的质量指标包括有效成分含量、细度、分散性、流动性、假密度(容重)、浮游指数、水分含量及酸碱度等。其中有效成分含量是主要的，细度和分散性也是影响药效的重要因素。细度达标，分散性好，效果明显，否则即使有效成分足够，效果也难以保证。

三、可湿性粉剂

可湿性粉剂是易被水润湿并能在水中分散悬浮的粉状剂型。它是由不溶于水的农药原药与润湿剂、分散剂、填料混合并粉碎而成。细度为 99.5% 通过 200 筛目。润湿原料有皂角粉、亚硫酸纸浆废液、拉开粉等。不溶于水的农药原药不能直接加水施用，加工配制成可湿性粉剂后，在水中分散，形成悬浮液，便可喷洒施用。与乳油剂型相比，可湿性粉剂不需使用溶剂和乳化剂，并且可用纸袋或塑料袋包装。因而生产成本较低，储存、运输过程中也较安全，用完后的包装材料较易于处理。

液态和固态原药加工成可湿性粉剂的方法有所不同。液态原药加工方法：液态原药须首先与分散剂混合或互溶，再与吸附性强的填料混合后，经粉碎而成。固体原药加工方法：将原药与一定量经过精选的添加剂和填料混合，经粗粉碎、细粉碎后，成为母粉(粒径 $5\mu\text{m}$ 左右)，再与分散剂及初步粉碎的填料混合，再经过粉碎、混合而成。

可湿性粉剂的质量指标是：有效成分含量、悬浮率、润湿性能、水分含量及酸碱度(pH 值)等。这些指标中较重要的除有效成分含量外，悬浮率和润湿性能两个指标特别重要。悬浮率是制剂用水配成悬浮液后，经一定时间，其中有效成分在水中的悬浮百分率。

悬浮的时间长,表明在喷洒过程中药液的有效成分能稳定地悬浮在水中,从而均匀地飘移沉积在植物表面上。联合国粮农组织(FAO)公布的可湿性粉剂类农药制剂质量标准中,悬浮率一般为50%~70%,有效成分直径在 $5\mu\text{m}$ 左右时,才能使悬浮率达70%左右。润湿时间是将一定量的制剂按规定方法撒到水面上后完全润湿的时间。FAD对可湿性粉剂规定的润湿时间为1~2 min。常见的可湿性粉剂有10%吡虫啉可湿性粉剂等。

四、可溶性粉剂

可溶性粉剂是可直接加水溶解使用的粉状农药剂型,又称水溶性粉剂。成分有具有一定水溶性的固体农药和水溶性填料或极细的水不溶性填料及少量助剂,其有效成分含量通常为60%~90%。此剂型的药效比可湿性粉剂高,与乳油相近。但加工不需有机溶剂,乳化剂或润湿剂等助剂的用量也较乳油少,包装、运输方便。使用时可以加水溶解配制成水溶液代替乳油喷雾。生产方法有热熔喷雾干燥法、浓缩结晶法、包结法、盐析法等。无论哪种生产方法,所用的农药必须具有较好的水溶性,若为水不溶性农药,需在原药分子上引入亲水基使之能溶于水。使用可溶性粉剂时,以河水、雨水较好,若用硬水溶解,可加入0.17%~0.2%的碳酸钠(碱面),为提高效果常加入少量肥皂、洗衣粉之类的表面活性剂。

五、颗粒剂

颗粒剂是指用农药原药、辅助剂和载体制成的粒状农药制剂。一般可分为遇水解体和遇水不解体两种,粒径30~60筛目。粒径60~150筛目者称微粒剂,粒径150~250筛目者称细粒剂。颗粒剂优点是残效长、用药量少、使用安全,使用方便和对环境污染小。

水分散性颗粒剂是将农药原药与助剂混合后,经湿粉碎,再经喷雾干燥、筛选,或经干粉碎后,再经造粒、干燥、筛分,选出一定粒度范围的颗粒撒放到水中后能迅速崩解、分散形成悬乳液的粒状农药剂型。水分散性颗粒剂兼具可湿性粉剂和浓悬浮剂的悬浮性、分散性、稳定性好的优点。与可湿性粉剂相比,具有流动性好、易于从容器中倒出而无粉尘飞扬等优点;与浓悬浮剂相比,可克服贮藏期间沉积结块、低温时结冻和运费高等缺点。

六、水剂

水剂是农药原药的水溶液剂型,是药剂以分子或离子状态分散在水中的真溶液,药剂浓度取决于有效成分的水溶解度,一般在使用时再加水稀释。用于处理种子的称为种子处理用水剂,可直接使用原液或稀释液。防治卫生害虫时,往往加工成芳香水剂,内含有芳香型挥发性助剂;在大田应用时则不需加入芳香型助剂。用于加工水剂的农药原药应易溶于水,化学稳定性好,如杀虫双。不溶于水的有机酸或碱(如草甘膦等原药)与酸或碱作用形成能溶于水的盐类后也可加工成水剂。与乳油相比,加工时不需有机溶剂,仅需加适量表面活性剂,即可喷雾使用,药效与乳油相当。但有的水剂化学稳定性不如乳油,若长期存放,则易分解,药效降低。