

国家科技基础性工作专项 43

《机械施药技术规范》资助

植保机械与 施药技术规范化

戴奋奋 袁会珠 等编著



中国农业科学技术出版社

国家科技基础性工作专项 43
《机械施药技术规范》资助

植保机械与施药技术规范化

戴奋奋 袁会珠 等编著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

植保机械与施药技术规范/戴奋奋, 袁会珠等编
著.-北京: 中国农业科学技术出版社, 2002.7
ISBN 7-80167-371-9

I. 植… II. ①戴… ②袁… III. ①植物保护-机械
②农药施用-技术-规范 IV. S4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 043447 号

责任编辑
责任校对
出版发行
经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

冯凌云
马丽萍
中国农业科学技术出版社 邮编: 100081
新华书店北京发行所
北京奥隆印刷厂
850mm × 1168mm 1/32 印张: 10.5
1 ~ 1 500 册 字数: 250 千字
2002 年 7 月第 1 版, 2002 年 7 月第 1 次印刷
25.00 元

内 容 提 要

本书是在国家科技部科技基础性工作专项基金项目“机械施药技术规范”资助下，由农业部南京农业机械化研究所植保机械研究室和中国农业科学院植物保护研究所农业部农药化学及农药使用技术重点实验室等单位有关专家编著。内容包括：施药技术的基本原理、施药方法和施药机具、施药技术规范、主要农作物病虫草害防治中的施药技术分析以及植保机械选购和使用指南等。本书是国内系统介绍施药技术原理和规范化操作的一本专著，内容新颖、实用，对于指导农药的田间科学合理施用，对于施药技术的培训和推广均有参考价值。本书适合各级植保站工作人员、农业技术推广人员和农民阅读，也可作为农业院校农药专业和植保专业学生的参考书目。

《植保机械与施药技术规范》

编 委 会

主 编	戴奋奋	袁会珠	
副 主 编	张 玲	何雄奎	
编写人员	傅锡敏	周立新	吴 萍
	赵晓平	梅光月	汤泊敏
	高崇义	王忠群	何雄奎
	黄啟良	杨代斌	楚桂芬
	戴奋奋	袁会珠	张 玲
	曾爱军		

序

我国是一个发展中国家，以占世界 7% 的耕地面积养活着世界上 22% 的人口，任务十分艰巨，因而，大力发展农业是国民经济的首要任务。农作物病虫草害的防治是农业稳产、高产的保证，我国化学防治面积在农作物病虫草害防治中占有重要的地位，是农作物有害生物综合治理（IPM）的重要组成部分，在可预见的历史时期内，化学防治技术仍将是我国病虫草害防治的重要武器。目前，我国化学防治的面积超过 30 亿亩次，每年都有上百万吨农药制剂、近亿吨药液喷洒到农田中，为农业的稳产高产提供保证。农药的使用是目前最为常见的农事活动之一，也是每个从事农业生产的劳动者都需要掌握的一门技术。因此，掌握正确的施药技术，规范化施药是病虫草害防治中一个核心问题。

在农村，几乎家家户户都有植保机械，人们都会使用农药。但施药技术是否规范、是否科学则很少有人能说清楚。我国各地普遍存在对农药施药技术重视不够、缺少施药技术规范等问题，认为施药技术就是背上喷雾器到田间“打”药。我们经常看到这样的例子：操作者喷雾时“赤膊”上阵，结果造成中毒事故；喷雾器喷完除草剂后不仔细清洗，又拿来喷杀虫剂或杀菌剂，结果造成药害；有些地区用风送机动喷雾机喷洒除草剂，极易造成雾滴飘移，引起药害；田间喷雾时，总习惯喷到药液从叶片流淌下来……。这些不规范的施药技术造成了严重的环境污染和人畜中毒，带来了严重的安全问题。

非常高兴的是，我国的植保科技工作者很早就认识到施药技术规范化的重要性，并积累了大量的数据。在国家科技部科技基

基础性工作专项资金项目“机械施药技术规范”的资助下，经过项目组成员两年多的田间试验和资料整理，由中国农业科学院南京农业机械化研究所和植物保护研究所等有关专家合作，编写了《植保机械与施药技术规范》一书。

本书在编著过程中参考了多项国家标准和联合国粮农组织有关植保机械选购和使用指南等标准性资料，是国内系统介绍施药技术原理和规范化操作的一本专著，目的是促进我国机械施药技术的发展，建立我国施药技术的理论体系和施药技术规范化操作规程，指导农药的田间科学合理施用，从施药技术上克服农药使用的负作用，提高农药有效利用率，为我国农业生产保驾护航。

随着我国加入 WTO，农业生产标准化问题日益突出，本书的及时出版，对于各地建立标准化的农业生产规程，指导农药的田间科学合理施用，提高农药有效利用率，减轻环境污染都有一定的参考价值。

中国植物保护学会理事长

戚孝敏

目 录

第一章	农药使用的安全问题与施药技术规范	(1)
第二章	施药技术的基本原理	(11)
第一节	农药的作用方式与施药技术	(11)
第二节	农药剂型与施药技术	(17)
第三节	喷雾法	(25)
第四节	其他施药方法	(44)
第三章	施药机具	(51)
第一节	手动喷雾器	(52)
第二节	手动喷粉器	(66)
第三节	背负式机动喷雾喷粉机	(71)
第四节	喷射式机动喷雾机	(82)
第五节	喷杆式喷雾机	(92)
第六节	果园风送式喷雾机	(108)
第七节	常温烟雾机	(111)
第四章	我国施药机具的使用现状	(117)
第五章	机械施药技术规范	(129)
第一节	共同施药技术规范	(130)
第二节	手动喷雾器施药技术规范	(139)
第三节	手动喷粉器施药技术规范	(145)
第四节	背负式机动喷雾喷粉机施药技术规范	(149)
第五节	喷射式机动喷雾机施药技术规范	(156)
第六节	喷杆喷雾机施药技术规范	(162)
第七节	果园风送喷雾机施药技术规范	(167)

第八节	热烟雾机施药技术规范	(171)
第九节	常温烟雾机施药技术规范	(176)
第六章	农作物病虫草害的发生规律与施药技术	(179)
第七章	规范施药, 减轻农业环境污染	(219)
第八章	喷雾机具选购指南	(231)
第一节	便携式(操作者携带)喷雾机(器)	(231)
第二节	机引式喷雾机	(242)
第九章	便携式喷雾机具的技术规格和测试程序	(256)
第一节	压杆式背负喷雾器	(258)
第二节	机动背负液力式喷雾机	(264)
第三节	压缩式喷雾器	(272)
第四节	机动背负气力式喷雾机(MB)	(279)
第五节	便携式喷雾机(器)的测试程序	(285)
第十章	机引式喷雾机的技术规格和测试程序	(298)
第一节	机引喷雾机的技术规格	(298)
第二节	机引喷雾机的测试程序	(314)
主要参考文献		(324)

第一章 农药使用的安全问题 与施药技术规范

人类农业发展的历史就是与农作物病虫草害斗争的历史。远古时代，人们把农作物病虫草害的发生看作是上天的惩罚，就用拜虫、祭祀、祷告等迷信方式祈求上天把病魔带走，风调雨顺；随着农业生产经验的积累，人类逐渐懂得了用火烧、轮作、中耕等措施来防治病虫草害，并逐渐发明了无机农药来防治农作物病虫草害。19~20世纪，随着现代科学的迅速发展和农业科学家的辛勤工作，人们对农作物病虫草害的发生规律有了清楚的认识。20世纪40年代后，化学农药得到了迅速的发展，一大批高效、超高效、低毒农药投放到市场，为农作物病虫草害的防治提供了保障。与此同时，施药技术理论也得到了发展，控滴喷雾、低容量喷雾、超低容量喷雾、气流辅助、静电喷雾、生物最佳粒径等技术理论开始应用到农作物病虫草害防治中来，飞机施药、风送式果园喷雾机、背负式气力喷雾机、超低容量喷雾机在世界各地得以推广应用，化学防治技术在农作物病虫草害防治中发挥了越来越重要的作用，农药的使用对世界粮食的稳产高产提供了保障。

一、农药对农业生产的促进作用

回顾20世纪世界粮食生产发展过程，不难发现，在这一百年中，世界粮食生产发生了巨大的变化。世界粮农组织（FAO）统计资料表明，1900~1950年间，世界粮食产量由 $930\text{kg}/\text{hm}^2$ 提高到 $1\,005\text{kg}/\text{hm}^2$ ，平均每年增长 $1.5\text{kg}/\text{hm}^2$ ；从1950~1999年间，

世界粮食产量由 $1\,005\text{kg}/\text{hm}^2$ 提高到 $3\,036\text{kg}/\text{hm}^2$ ，平均每年增长 $40.6\text{kg}/\text{hm}^2$ ，增长幅度是前 50 年的 27 倍。FAO 在评价 20 世纪 50 年代以后粮食增产时，认为化学物质的投入（农药、化肥）的贡献率占到 40%，诺贝尔和平奖获得者小麦育种学家 Norman E. Borlaug 这样评价到“没有化学农药，人类将面临饥饿的危险”，可见，化学农药对人类农业生产的作用。

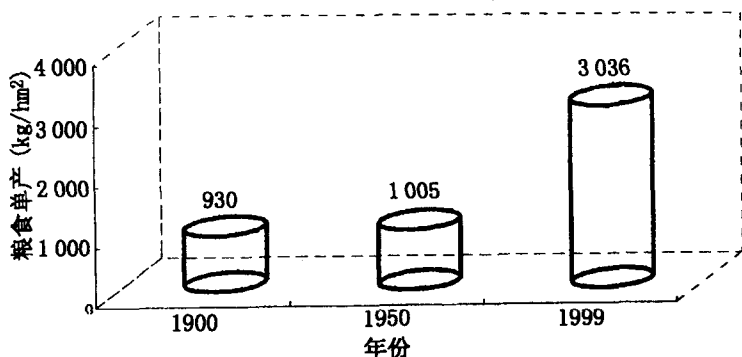


图 1-1 20 世纪世界粮食单产的增长

同样，由于农药的投入，并伴随着机械化程度的提高，把农民从繁重的田间中耕锄草、扑打害虫等农事劳动中解放出来，农民的生产效率日益提高；这样，就减少了社会中从事农业生产的人数，为现代化社会经济的发展提供了劳动力资源的保障。图 1-2 数据简单描述了一百多年来美国农民生产能力的变化。最近几十年，一个农民生产的粮食、蔬菜可以供养的人数成倍增加，人类的农业生产迅速飞跃，这些成就里面包含着农药使用的贡献。

中国是一个人口大国，以世界 7% 的耕地养活世界上 22% 的人口，任务十分艰巨，因此，粮食高产稳产是我国经济稳定的根本。新中国成立初期，我国农药使用量很少，只有 30t，1999 年化学农药使用量超过 100 000t 制剂。在此历史时期内，1999 年粮

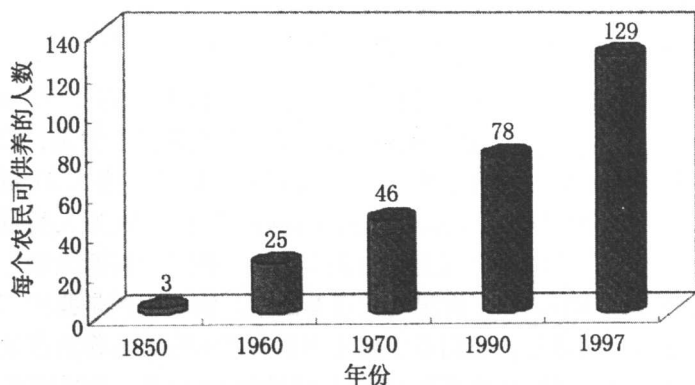


图 1-2 不同年代每个农民生产的食物可供养的人数 (美国)

食总产量为 5.08 亿 t, 比 1949 年的 1.13 亿 t 增加了 3.3 倍; 棉花总产 383 万 t, 增加了 7.7 倍; 水果产量 6 238 万 t, 增加了 51 倍; 蔬菜产量达到了 4 亿多 t。这些简单的数据说明了化学农药的使用对我国农业生产的保驾护航作用。

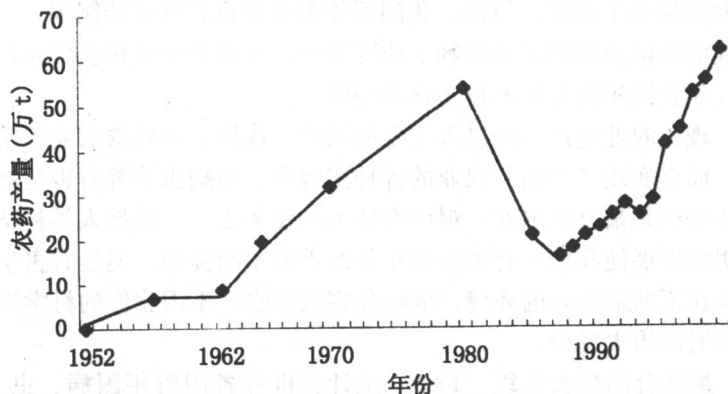


图 1-3 新中国成立后, 我国农药产量的变化

二、农业的可持续发展仍然需要农药的使用

随着世界人口的快速增长,当今世界对粮食和农副产品数量和质量需求的日益提高,并且面临短缺的严峻形势。但是,农业生产的发展不能以牺牲资源和环境为代价。因此,进入 21 世纪后,“可持续发展(sustainable development)”已经成为人类遵守的共同纲领。我国政府对此作出积极响应,把“可持续发展”和“科教兴国”确定为 21 世纪两大基本国策。农业生产是我国“可持续发展”的基础,我们不仅要用占世界 7% 的土地养活占世界 22% 的人口,而且还将面对每年人口增加 1 500 万、耕地面积减少 40 万~46.7 万 hm^2 的严峻挑战,因此,“可持续农业”(sustainable agriculture)成为我国 21 世纪农业的主题。可持续农业必须依靠“可持续植物保护(sustainable crop protection, SCP)”或“农田有害生物可持续治理(sustainable pest management, SPM)”。农药作为现代植物保护技术中绝不可缺少的重要物资,为农业可持续发展提供了保障。目前,我国每年都有近百万吨农药制剂、上亿吨的药液喷洒到寄主植物上或环境中。农药安全使用仍将是以后几年我国植物保护不得小视的问题。

现代农业生产已经进入了发展高产、优质、高效益农业新阶段。而在实现“三高”农业的各种实践中,与病虫草等有害生物的斗争仍是最复杂多变、艰巨而持久的任务之一。虽然人类科学文明的发展使我们与有害生物斗争的手段不断提高,但是有害生物也在不断适应新的环境,继续危害农作物,不因我们的科学发达而退出历史舞台。

据联合国粮农组织(FAO)统计,世界各国每年因病、虫、草害造成的农作物产量损失高达 700 亿~900 亿美元,其中虫害所造成的损失约为 40%,病害造成的损失为 33%,杂草造成的损失占 27%。就作物而言,水稻损失 46%,小麦为 35%,棉花

为 60%，烟草为 62%。我国对于各种病虫害为害所造成的损失，一般估计粮食作物因病虫害损失约为总产量的 10%，棉花损失 20%，果树、蔬菜损失 40%。

我国统计资料表明，全国发生的农作物主要病虫草鼠害有 1 648 种，其中害虫 838 种、病害 742 种、杂草 64 种、农田害鼠 22 种（据《中国农作物病虫害》第二版）。20 世纪 80 年代我国平均每年发生农作物病虫草鼠害 1.87 亿 hm^2 次（据全国农业技术推广服务中心资料）。如不进行防治，每年将损失粮食 15% 左右、棉花 20% ~ 25%、果品蔬菜 25% 以上（据《植物医生手册》）。20 世纪 90 年代以来，由于全球性气候异常和国内耕作制度改变等原因，促使病虫草害在我国进入了一个发生高峰期，棉铃虫、小麦条锈病、赤霉病、稻瘟病、稻飞虱、棉黄萎病等频繁大发生；小麦吸浆虫、麦蚜、稻、麦纹枯病、稻螟、玉米大、小斑病、病毒病、大豆胞囊线虫病及农田鼠害等都有明显加重的趋势；暴发性害虫草地螟、粘虫和蝗虫等在有些地区再度猖獗。这期间，全国年平均病虫草鼠害发生面积扩大到 2.36 亿 hm^2 次，比 80 年代增加 26%。1989 ~ 1992 年在大面积防治条件下，仍年均损失粮食 1 175 万 t、棉花 31.5 万 t（据全国农业技术推广服务中心资料）。由此可见，同农作物有害生物作斗争的重要性和艰巨性。

据统计，20 世纪 90 年代全国平均每年发生农业病虫害面积 2.5 亿 hm^2 次，防治面积为 2.7 亿 hm^2 次，其中使用农药进行防治占 90% 以上，经防治每年挽回粮食损失约 4 000 万 t，棉花 170 万 t；平均每年药剂除草 0.42 亿 hm^2 ，挽回粮食损失 900 万 t；平均每年药剂灭鼠 0.2 亿 hm^2 ，挽回粮食损失 370 万 t。另外，植物生长调节剂在棉花、小麦、水果上的应用，对棉花、小麦的保产、增产、水果的高产、优质也起了重要作用。

随着我国加入世界贸易组织（WTO），农产品国际化成为必

然趋势。农业生产中，特别是食叶类蔬菜和水果，一旦发病或遭受虫害，其食用价值和商品价值就已经受损而无可挽回，例如，韭菜灰霉病、苹果食心虫等。加入 WTO 后，生产无污损的作物产品是贸易的基础，因此，在可预见的历史时期内，我国农业的可持续发展还得靠农药保驾护航。

三、农药使用中的问题

我国是一个农药生产使用大国，农药品种超过 200 种，原药生产能力达 70 万 t，农药制剂年产量已达 130 万 t（1999 年，农业统计年鉴），居世界第二位。农药的使用为我国每年挽回 3 600 万 t 粮食，150 万 t 棉花，为我国农业生产的发展做出了重要贡献。但是，由于农药本身是一类有毒化学物质，再加上我国各地普遍存在对农药安全使用问题重视不够、缺少农药安全使用规范等问题，认为农药使用只是个简单的称量、配制的药物学问题，农药使用技术水平低，安全意识差，田间施药仍停留在大容量、大雾滴喷雾技术水平上，施药机具落后，农药有效利用率只有 20% ~ 30%，远低于发达国家 50% 的平均水平，喷撒的大部分农药流失到环境中，造成了严重的环境污染和人畜中毒，带来了严重的安全问题。

1. 作物药害

农药的使用是为了防治农作物病虫草害，但若使用不当，常常造成作物药害，作物药害主要表现在除草剂的安全使用上。随着我国化学除草技术的发展，我国化学除草剂使用面积发展很快，目前已经达到 6 亿亩次。但由于农作物与杂草都是绿色植物，都是靠光合作用维持生长生存，而除草剂的主要作用机理便是抑制光合作用，因此，除草剂使用技术要求很严格。但是，我国农业是以小农种植方式为主，各种农作物在田间交错分布。在除草剂喷撒时，特别是像 2, 4-D、二甲四氯等除草剂品种，由

于操作不规范,例如,喷雾压力过大,小雾滴数量多,喷雾时风速过大等原因都会引起雾滴飘移造成邻近作物药害,不仅造成作物减产,还经常引起邻里纠纷。另外,除草剂使用中,像均三氮苯类(阿特拉津)、长残效磺酰脲类(甲磺隆)等,由于剂量过大,或者喷雾不匀造成局部地块除草剂残留超标,也会引起后茬作物的药害。

2. 环境污染

目前,我国农药使用技术水平普遍落后,使用的农药只有少部分能沉积分布到靶标生物上,70%~80%的农药流失到土壤、田水或飘失到环境中去,造成了严重的环境问题。由于农药流失,在北京的河流中监测到敌敌畏和毒死蜱,地下水中监测到异丙甲草胺。农田土壤对农药的吸附有一定的容量,当不断重复使用某农药时,其在土壤中不断积累,当土壤吸附接近或达到饱和时,就会对生态环境构成潜在的危害,形成“定时炸弹”。农药雾滴飘移污染环境,也会对其他产业造成破坏,例如,杀虫双、菊酯类杀虫剂等对家蚕毒力很强,我国南方养蚕地区,由于水稻田喷洒这些农药时,农药雾滴飘移污染了邻近的桑树,被污染的桑树叶饲喂蚕造成蚕大量死亡的事故年年发生。

3. 农产品残留超标

由于滥用剧毒高毒农药造成残留超标是带来农产品安全问题的重要因素,限制了我国高效农业、创汇农业的发展。在出口欧盟的茶叶中,检测到了氰戊菊酯、硫丹、林丹等农药,损害了我国茶叶质量的声誉,严重影响了茶叶出口。浙江农业大学对市场 and 食堂蔬菜进行了检测,甲胺磷的检出率达到100%。上海市检测结果表明,部分蔬菜敌敌畏超出限量标准。河南省部分大米、小麦个别样品中对硫磷、甲胺磷分别超出残留限量。

4. 人员中毒

农药中毒方式分为生产性中毒和非生产性中毒,这里主要分

析生产性中毒，生产性中毒是由于人类生产活动所造成的中毒现象。在农药使用过程中由于技术落后、自我保护意识不强、乱用滥用、不规范操作等原因，酿成农药使用者中毒事故屡屡发生，特别是在高温季节棉田、果园喷雾作业更加危险。1994年山东招远县农药使用中中毒现象发生1 000余人次。1995年电视报道福建某地果农在对3m高的橘树喷洒剧毒农药时，由于采用背负手动喷雾器在树下逆风操作，人在喷雾过程中完全处于雾滴云的笼罩下，再加上没有安全防护，两位果农不幸中毒死亡。类似事故每年在我国都发生多起。这主要是因为我国农药使用技术落后，施药器械跑冒滴漏严重，再加上没有采取正确的防护措施有关。

四、我国施药技术的不足

我国的农药生产和使用虽然只有50余年历史，但在国家和企业重视下发展很快。相对农药的快速发展，施药机具和施药技术手段却没有得到足够的重视和相应的发展。目前，我国施药器械社会保有量达8 800万台（架），年供应量达705万台（架），其中手动喷雾器社会保有量就达8 400万台（架），占施药器械社会保有量的95%以上，占病虫害防治面积的60%~70%；背负式气力喷雾机社会保有量达330万台，占施药器械数量的3.7%，占防治面积的15%~20%；拖拉机悬挂或牵引喷雾机有1.6万台，占防治面积的5%左右。我国施药机械的结构决定了我国施药技术以大容量、大雾滴喷雾技术为主。这种施药技术现状是造成农药使用中负面影响的重要原因之一，我国施药技术存在的主要问题是：

1. 农药安全使用知识缺乏

病虫害防治中，片面追求速效性，滥用高毒剧毒农药，例如，不少地区常把只能土壤撒施或拌种的呋喃丹颗粒剂用来做喷雾法使用，虽然防治效果好，却很不安全。农药使用中，不注意