

外籍学者讲学材料之十五

植 保 机 械 化

西德霍恩海姆大学 摩泽尔教授

(1981.9.7—9.19)

农业部教育局
北京农业大学

1982年4月

说 明

西德霍恩海姆大学农业工程专家 E. Moser 教授 1981 年 9 月应中华人民共和国农业部的邀请来我国讲学，在北京农业大学举办了“植保机械化”讲习班，并邀请了有关兄弟院校和科研单位的教师 and 科技人员参加。本材料主要是根据讲习班的讲课翻译录音（中国农业机械化科学研究院荣延洲同志翻译），由北京农大和参加讲习班的部分同志整理，又经中国农业机械化科学研究院穆琦同志协助校阅。由于时间仓促和业务水平的限制，难免有错误之处，请大家谅解。

北京农业大学农业机械化教研组

1982 年 3 月

目 录

第一章 植保工程.....	1
第一节 概述.....	1
一、植保机械的原理.....	1
(一) 使用化学植保意义.....	1
(二) 化学植保的任务.....	2
(三) 对化学植保的影响因素.....	4
二、化学农药的喷施方法.....	6
(一) 欧洲标准的喷施方法.....	6
(二) 其他国家的喷施方法.....	7
三、植保机具的结构类型.....	9
(一) 地面用的机具.....	10
1. 小型植保机械.....	10
2. 大型植保机械.....	15
(二) 空中用机具 (航空植保)	17
四、植保人员的自身防护.....	21
第二节 液泵和风机.....	22
一、液泵.....	22
1. 容积泵.....	22
2. 离心泵.....	24
3. 轴流泵.....	24
(二) 液泵的特性曲线.....	24
二、风机.....	25
(一) 风机的结构.....	25
(二) 风机的特性曲线.....	26
(三) 确定风机的参数.....	28
1. 植物模型.....	28
2. 气流扩散器.....	30
3. 试验结果.....	30
第三节 搅拌器.....	32
一、概述.....	32
二、喷雾液剂.....	33

三、泡沫百分率的测定	33
四、对搅拌器的要求	34
五、搅拌的方法	34
六、药箱	35
七、液力搅拌器的试验	35
(一) 悬浮液的搅拌	36
1. 药箱形状和大小对搅拌效果的影响	36
2. 药箱装满程度对搅拌效果的影响	38
3. 搅拌器喷嘴安装位置对搅拌效果的影响	38
4. 工作压力对搅拌效果的影响	40
5. 搅拌器喷嘴流量对搅拌效果的影响	40
(二) 乳状液的搅拌	40
1. 药箱的形状对搅拌效果的影响	40
2. 搅拌器喷嘴位置对搅拌效果的影响	41
八、产生泡沫问题	42
第四节 雾化装置	43
一、雾化装置的类型	45
(一) 液压式雾化装置	45
1. 园孔式喷头	45
2. 缝隙式喷头	46
3. 反射式喷头	46
4. 雨滴式喷头	46
5. 多功能喷头	46
(二) 离心式雾化装置	47
(三) 气流雾化装置	49
二、喷头的材料	49
三、雾化的基本原理	50
四、喷头的特性曲线和参数	50
(一) 雾滴尺寸	50
(二) 对扇雾式喷头雾化有影响的参数	52
1. 压力对喷雾量的影响	52
2. 压力对喷雾角的影响	53
3. 压力对雾滴尺寸的影响	53
4. 表面张力和粘度对雾滴尺寸的影响	53
(三) 对旋转雾化装置雾化有影响的参数	54
1. 转速对雾滴尺寸的影响	54
2. 流量变化对雾滴尺寸的影响	54
五、喷头喷雾的横向分布	54

(一) 单个喷头喷雾的横向分布	54
(二) 多个喷头排列喷雾的横向分布	55
(三) 大面积植保作业时横向分布的误差	57
(四) 植保机具的悬挂支架	58
第五节 计量和调节系统	63
一、概述	63
二、计量系统	64
(一) 喷药量基本调节的具体方法	64
(二) 控制 (自动调节)	66
1. 自动调节流量	66
2. 自动调节浓度	67
三、调节、控制系统的举例	67
(一) 通过改变液泵转速实现调节	67
(二) 回流系统中压力的自动调节	68
(三) 回流系统中的节流调节	68
第六节 雾滴的运行与沉降	70
一、雾滴的运行	70
(一) 雾滴运行的分解	70
(二) 雾滴运行速度	71
(三) 雾滴的飘移	72
1. 风对雾滴飘移的影响	72
2. 蒸发对雾滴的影响	72
3. 上升气流对雾滴飘移的影响	73
4. 在酒花上试验的情况	73
二、雾滴的穿透性	75
(一) 雾滴速度对穿透性的影响	75
(二) 雾滴运行方向对穿透性的影响	75
(三) 喷杆高度对穿透性的影响	75
(四) 行驶速度对穿透性的影响	75
(五) 植株密度对穿透性的影响	76
(六) 雾滴大小对沉降穿透性的影响	77
(七) 喷头喷射方向对雾滴沉降的影响	77
三、雾滴的沉降	78
四、农药的施用剂量与喷施部位	81
第七节 植保机械的试验和检验	84
一、大型植保机械的整机试验	84
(一) 整机试验	84
(二) 部件试验	84

1. 泵的试验	84
2. 搅拌器试验	85
3. 管道试验	85
4. 药箱试验	85
5. 药液的横向分布试验	85
二、试验报告	86
三、背负式植保机具的整机试验	87
四、部件检验	88
(一) 泵的检验	88
(二) 压力软管的试验	88
(三) 计量系统的试验	89
第八节 植保机械实验室设备	90
一、喷射试验台	90
二、雾滴飘移试验设备	91
三、有运载气流的喷雾试验装置(流体力学的试验设备)	92
四、雾滴发生器	93
五、测定喷雾量均匀分布的试验装置	93
六、雾滴大小的测定	94
七、雾滴在植物间分布特性的测定	94
八、喷雾液体的物性测定	95
九、与植物有关的测定	95
十、风机性能的测定	95
十一、强度试验	96
第九节 植保机械发展趋向	96
第十节 化学植保中的静电喷雾	98
一、概述	98
二、目前的工作	98
三、任务的提出	98
四、物理基础	99
(一) 静电充电系统	99
(二) 带有电荷的雾滴和雾云的受力分析	100
(三) 充电雾滴和雾云在奔向沉降目标时的作用	102
五、试验室试验	102
(一) 试验设备和试验的进行	102
(二) 对雾滴沉降的影响因素	103
1. 充电系统、充电电流和充电电压	103
2. 农药用量	105
3. 雾滴大小	106

4. 行驶速度.....	107
5. 雾滴运行时间——电荷停留时间.....	107
6. 运载气流速度——机械力和静电引力.....	108
7. 气候.....	108
8. 载体物质.....	111
六、田间试验.....	111
(一) 试验设备和试验方法.....	111
(二) 大田粮食作物植株上雾滴的沉降.....	112
1. 在植株各个高度上的雾滴分布.....	112
2. 雾滴在作物叶子上的沉降.....	113
3. 雾滴在穗头上的沉降.....	113
4. 防治霉病的雾滴沉降.....	114
5. 防治倒伏病雾滴分布情况.....	114
6. 防治锈病雾滴分布情况.....	114
第二章 特种作物收获机械	120
第一节 概述.....	120
一、特种作物收获中的一些问题.....	120
二、收获时应该注意的特种作物的某些特性.....	121
第二节 水果的收获.....	122
一、马林果采摘的几种方法.....	122
二、苹果和梨的收获.....	122
三、葡萄的收获.....	125
第三节 蔬菜的收获.....	126
第三章 灌溉方法和节水、节能	127
第一节 概述.....	127
第二节 灌溉的方法.....	127
一、喷灌.....	127
(一) 固定式喷灌.....	127
(二) 移动式喷灌.....	128
二、滴灌和小喷咀喷头喷灌.....	128
(一) 滴灌和小喷咀喷头喷灌的优缺点.....	128
(二) 滴灌和小喷咀喷头喷灌的结构和布置.....	129
1. 主要组成和工作过程.....	129
2. 产生小水滴的方法.....	130
3. 滴头和小喷咀喷头的性能.....	132
4. 小喷咀喷头喷灌的分布模型.....	135
第三节 水和能量的要求.....	135
第四节 费用.....	136

附录 I

在小型喷雾机，大田喷雾机和果园喷雾机的化学

植保方面使用静电充电方式的效果..... 138

附录 II

田间喷雾机雾喷的杆运动喷施液体分布均匀性的影响..... 145

第一章 植保工程

第一节 概述

一、植保机械的原理

(一) 使用化学植保的意义:

1. 由于世界上人口急剧上升, 进行化学植保后能提供更多的食物以养活更多的人口。
2. 采用植保方法能降低产品的生产成本。

现存的问题是:

1. 怎样使化学植保不对环境造成更大的危害。
2. 怎样降低化学植保的能量消耗——这是许多国家关心的事。

表 1—1—1 是每年全世界为使用农药所化费的成本——1974年的统计资料。

表 1—1—1 有效物质平均成本 美元 (Walt) 1974

	除 草 剂	杀 虫 剂	杀 菌 剂
玉米	680	174	19
棉花	240	665	29
小麦	200	28	41
高粱	55	25	12
水稻	181	243	91
其它谷物	54	5	21
大豆	410	26	11
烟草	11	39	19
花生	32	24	16
蔬菜	81	28	10
其它大田作物	52	53	14
苜蓿	16	15	5
其它饲料作物	13	3	
草	40	3	
园艺作物	125	491	673
柑桔	20	65	30
苹果	12	97	170
其它的水果、坚果	19	130	246
蔬菜	74	199	227
总 数	2190	1822	961

由上表可知: 1974年购买农药的钱就化了约50亿美元 (其中除草剂21亿美元、杀虫剂18亿美元, 杀菌剂接近10亿美元)。

由上表可知：1974年购买农药的钱就化了约50亿美元（其中除草剂21亿美元、杀虫剂18亿美元，杀菌剂接近10亿美元）。

除草剂在玉米和大豆地里的消费量很大（玉米地使用了6.8亿美元的除草剂，大豆地用了4.1亿美元），其原因一方面是因为玉米和大豆的种植面积大，另一方面是玉米、大豆地的除草剂喷施不止一次。

从表1—1—1各项作物在各种农药方面的消费量中，还可看出除草剂主要用于粮食作物（玉米、小麦、大豆等作物）；杀虫剂主要用于棉花；杀菌剂主要用于蔬菜、水果方面。

在联邦德国，喷施水果的杀菌剂每年达10次左右，在美国和其它国家使用的次数比德国还多，特别像梨、苹果和桃等水果施用的次数更多，有的高达每年20次。

图1—1—1是除草剂、杀虫剂和杀菌剂近年来的发展趋势。

从图1—1—1可看出：

在1971年时化学植保方面的花费将近20亿美元，到1974年时到达50亿，而到1980时高达70亿美元。在十年中在化学植保中在化学植保方面所使用的钱增加了三倍。

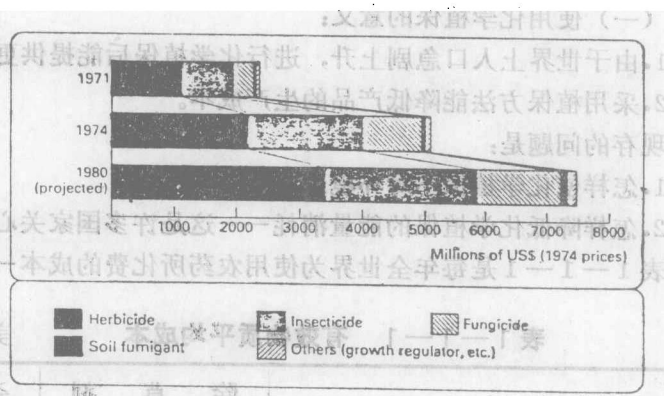


图1—1—2是联邦德国

在71—80年期间使用除草剂、杀虫剂和杀菌剂等农药的发展情况。

图1—1—1

Projected: 计划 Millions of US\$: 百万美元
Prices: 价值 Herbicide: 除草剂 Insecticide: 杀虫剂
Fungicide: 杀菌剂 Soil fumigant: 土壤熏蒸剂
Others: 其它的 growth regulator: 生长调节剂

在71—80年期间，农药的用量从2万吨增长到5万吨；除草剂用量从1万吨增长到2万吨，杀菌剂和杀虫剂增长较少，生长调节剂的数量增长得也不多。

右边纵座标表示在购买各类药剂上所花的费用，以百万西德马克为单位（虚线表示费用的增长曲线）。从图1—1—2可知，在71—80年期间，费用从2亿马克增长到8亿马克，增长了将近3倍。

（二）化学植保的任务。

1. 保证产品质量，提高产量：粮食生产除施肥外，植保是一项很重要的环节，它关系到所产产品的质量和产量。从全世界来看，由于病虫害，每年使粮食损失达1/3。利用化学植保方法，可使损失相对减少。

2. 降低产品成本：用除草剂除草后可减少机械作业，因而降低了生产成本。另外如果使用了生产调节剂后，有利于联合收割机的机械化作业，其原因是减少了喂入量中的茎秆比例。此外，收获马铃薯时，如事先使茎叶枯萎，有利于马铃薯的机械化收获。

现在联邦德国在植保方面的另一项工作是采用喷撒药剂使作物的果实在同一时间内成熟，能一次收获，从而降低了生产成本。

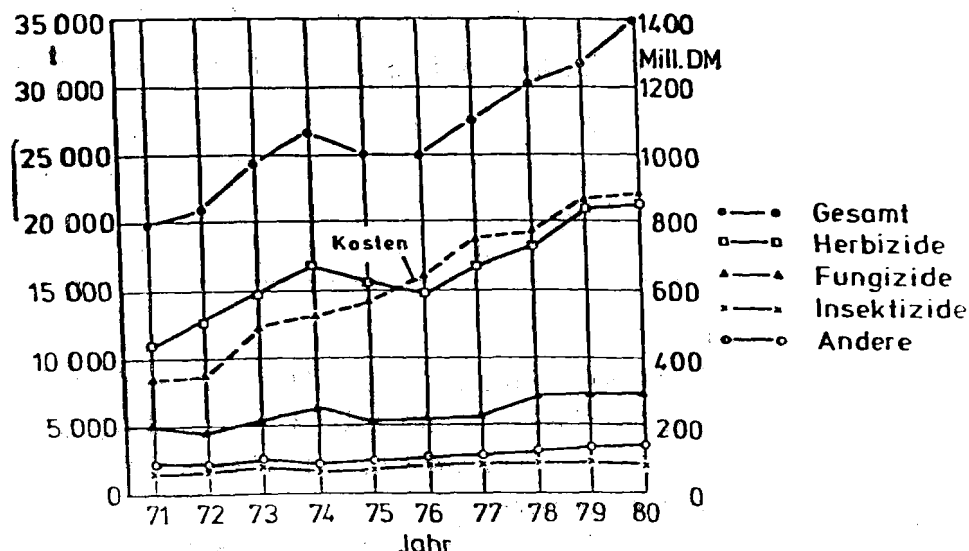


图 1—1—2 联邦德国在农业植保方面和除虫方面所用的药物量与成本（百万马克）

Gesamt: 总量 Andere: 其他生长调节剂
 Herbizide: 除草剂 Kosten: 费用
 Fungizide: 杀菌剂 Jahr: 年份
 Insektizide: 杀虫剂

3. 避免污染的问题，由于农药的大量使用又引出了一项新的研究问题即怎样使用农药才不造成对环境的污染。在联邦德国已由国家拨出一定款项进行环境保护的试验。通过将近十年的关于植保方面的工作，包括现代化的植保机具试验，发现所喷施的农药，其沉降率仅有40—50%，即使是最现代化的植保方法也不过如此。有时沉降率只达10%，其余的部份都飘移到其它地方及其它作物上或混进土壤中。例如抗倒伏方面的药剂CCC（矮壮素，是一种直接接触性药剂，要求喷撒在目标点上（根茎部）才能起作用，通过试验发现喷施这种药剂时真正能到达目标点的农药只有1%，即使采用最先进的药械也是如此，其余的99%就飘落在地上或叶上。所以要研究如何能使农药雾滴击中所希望到达的目标点。

特别在联邦德国，有些地块因长期使用农药以致使土壤含毒量越来越大。种植其它方面的作物尚可，如果种植水稻，因农药溶于水并通过水被作物吸收，有更严重的危害性。

4. 如何降低能量的问题

每生产一公斤农药，消耗能量100MJ（一亿焦耳），如果把每公顷喷施消耗的能量也包括在内则是250MJ/公斤这是一个平均值，其实际值要根据所使用的植保机具而定，如果使用人力背负式喷雾器施撒，则消耗的能量较小约150MJ/公斤。如使用机动的植保机具，

则消耗的能量就高。

表 1—1—2 能 量 消 耗

耗 能	植 物	浪 食		甜 菜		水 果		蔬 菜		葡 萄	
		GJ/公顷	%	GJ/公顷	%	GJ/公顷	%	GJ/公顷	%	GJ/公顷	%
化 肥		9	50	17	55	17	45	11	50	11	39
植 保		0.4	2	1.5	4	11	30	1.5	4.5	5.6	20
机 具 用 油		7.6	48	13.5	41	10	25	9.5	55.5	11.4	41
总 量		17	100	32	100	38	100	22	100	28	100

1GJ = 10⁹ 焦耳 1MJ = 10⁶ 焦耳

从表1—1—2可知,生产粮食每公顷所消耗的能量是 17GJ,从所占的百分比中可看出,在粮食生产上植保作业所消耗的能量是微不足道的(只占 2%)。在甜菜和蔬菜生产中所占百分比稍高些,在水果生产中占 30%,占的比例最大。所以在植保方面也要降低能量消耗,即要采用好的植保技术,增加农药的效果。

在联邦德国为降低在植保方面的能量消耗,有些人设想将来的植物保护不应使用化学药剂而应使用生物防治方法。这种方法目前还不行,因为使用这种方法降低了产品的数量和质量,另外生物防治需要较多的劳动力,而联邦德国缺少劳动力。另一些人认为,单纯采用生物防治有一定的局限性,将来能否使生物防治和机械防治以及其它方法相结合但不包括化学防治在内?我们认为将来应把化学、机械和生物防治三者结合起来使用。目前经过初步试验效果良好,采用的方法是抓住害虫活动规律,在害虫刚出现时喷施农药,而不是事先喷撒农药防治。即人们允许有 10%—15% 的损失,在发现有损失时再采用防治手段。经过计算,其经济效果还是好的。但这种方法因有 10%—15% 的损失,所以在粮食缺少的国家不一定行得通。

(三) 对化学植保的影响因素。

在植保作业方面需要注意的影响因素(见表 1—1—3):植物、机具、环境这三方面都与农药接触,是人們要注意的几个方面。

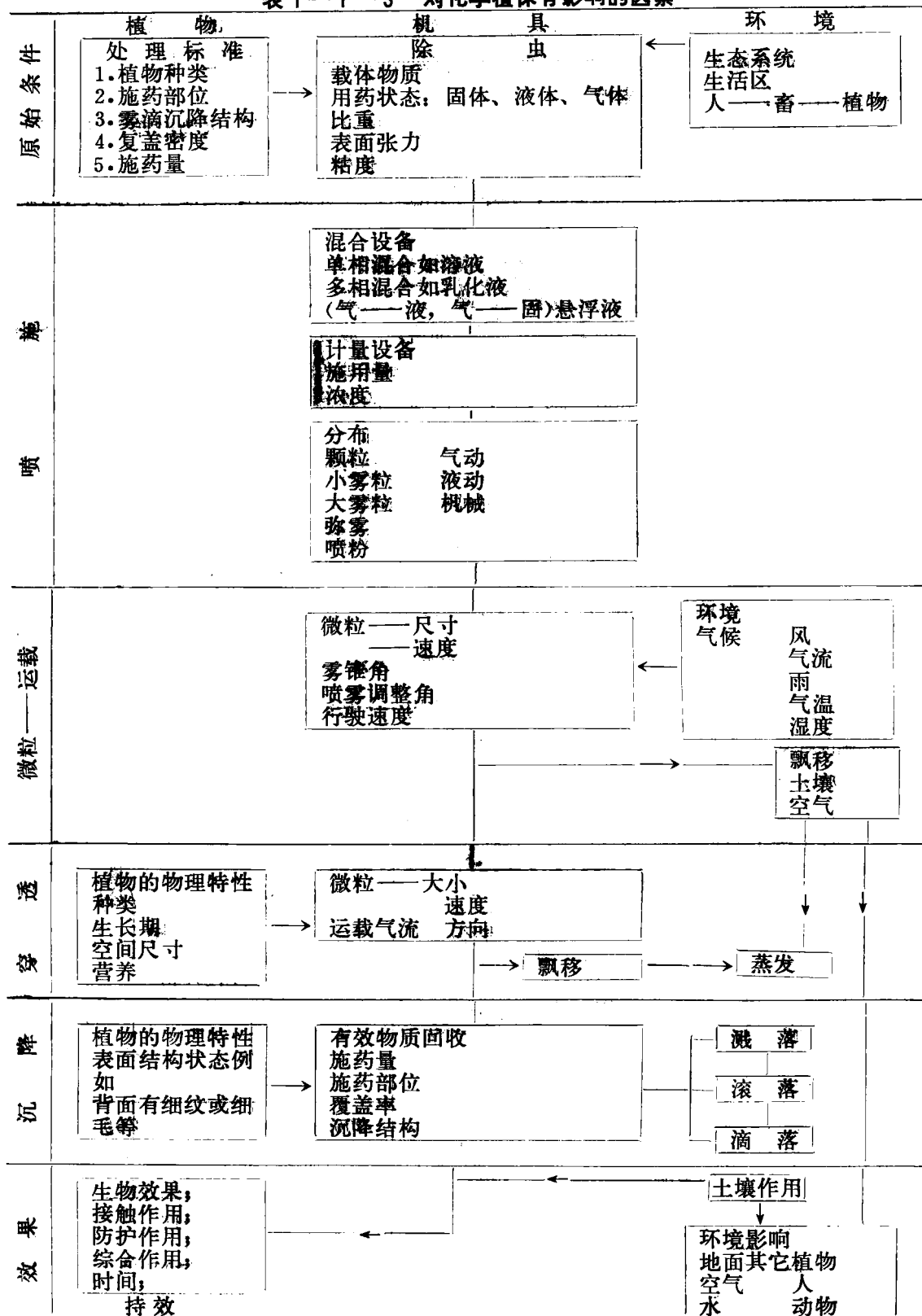
植物方面:首先是喷撒对象是什么样的植物,植物的生长期、喷撒的目标点、喷撒的农药量和要求在植物上沉降的结构即要求是大雾滴还是小雾滴以及要求在植物上的有效物质覆盖率……等,这些因素都对机具的使用方法有一定影响、都是在工作前首先要考虑的因素。

环境方面:一方面要考虑生态系统,考虑化学植保对人、畜和其它植物的破坏性、如在联邦德国在很多靠近居民区的地方是禁止飞机喷撒农药的。

另一方面要考虑所使用的农药是除草剂、杀虫剂还是杀菌剂?载体物质是油还是水?是固体、液体还是气体?此外有效物质和载体物质的密度、表面张力、粘度等也都是人们在进行植保时要考虑的因素。

植保作业中搅拌混合和喷撒两大部分是很重要的,例如有效物质和运载物质的混合是单相的还是多相的?单纯是液体还是乳化液或是悬乳液?在混合时,乳化液的主要问题是有效物质上浮而悬浮液的主要问题是有效物质下沉。

表 1—1—3 对化学植保有影响的因素



剂量的影响：在防病治虫前，事先应知道要喷施的面积、有效物质的数量以及有效物质和载体物质的混合比例即相对浓度……等。防治对象不同，药液的浓度也不同。

喷施方法和机具……等的影响：

在联邦德国禁止在室外使用弥雾并用气体作运载物质来喷撒农药，因为这样会使雾滴飘移性大，并飘移得很远。这种喷施方法只允许在大的温室内使用。

雾滴从喷头喷出后、向目标物运行，其中喷撒的方向和雾滴大小、速度等都是重要的影响因素。

我们发现如把喷头与行驶方向形成 45° 角，则雾滴的穿透性能得到很大改善，它能提高雾滴的喷射速度，增加到达植物上的雾滴量。此外，行驶速度、刮风、降雨、空气的温度和湿度等都是影响因素。详细的试验结果后面还要细讲，一般说来，风大，喷施的雾滴就会偏移目标，温度高、就会增加蒸发速度、雾滴未达到目标就被蒸发掉了。

在防治玉米螟时，玉米已长到一米左右，要求喷撒的雾滴能到达玉米的下部，这时植物种植的密度以及叶片的数量都是影响雾滴喷撒的因素，加大雾滴的直径和喷射速度以及使喷头倾斜的方法都能使雾滴向目标物的下部延伸。如植株较密则要加上运载气流来协助。

对沉降有影响的因素包括植物本身的物理特性，如植物叶面的状况是光滑平坦或相反；叶片的角度；要求有效物质是向茎杆上沉降还是向叶面上沉降，如果要求有效物质降落在叶面上则大雾滴较好，如果要求叶背上也要有有效物质，则小雾滴较好。如果要求落在茎杆上，也要用小雾滴，所有方法的目的是为了有效物质降落在植物上，增强其生物效果。

二、化学农药的喷施方法

化学农药有多种多样的喷施方法，由农药的结构——是液体还是固体来决定喷施方法以及按喷施的对象——杀虫还是防病决定喷施量。

(一) 欧洲标准的喷施方法（见表1—1—4）。

表 1—1—4

喷 施 方 法	形 态			用 量		
			直径 μm	公斤/公顷	升/公顷	
				大 田	果 树	葡萄园
撒 施	颗 粒	固 体	$>60-5000$	15—150		
喷 施	粉		3—50	5—10	—	最大15
喷灌的大雾滴	大雾滴	液 体	—	最大10000		
喷 雾	较大雾滴		>200	300—1000	1000—2000	600—1000
弥 雾	小雾滴		50—150	50—200	50—600	20—600
气 雾	气溶胶		<50	2—10		
气 体		气 体	—	100—600厘米 ³ /100米 ³		

各种方法的优缺点和运用范围。

第一、二种是固体颗粒农药的喷施法，这种喷施法在联邦德国已很少采用，原因在于使用离心式撒播机具撒布固体颗粒时，由于其颗粒直径差别较大，重量不同，有的籽粒被喷得很远，有的很近，分布很不均匀，再者固体颗粒很难停留在植物上，会滑下来。因而局限应用于除莠。喷撒小的固体颗粒也有问题，颗粒本身很小，喷撒时造成很大飘移，危害人畜。这种喷施法的优点在于作业效率比较高，不用载体物质，不需要水，因而节省劳力。在有些干旱缺水的国家还是适用的。

固体颗粒也有混同其它物质一道喷撒的，如以玉米芯磨成的粉作为载体物质或与化肥混在一起喷撒。在联邦德国考虑喷撒固体颗粒农药所具有的缺点，已不单独使用这种喷施方法，只是与化肥结合在一起喷施用于消灭杂草。飘移性大的小固体颗粒可用在林业上，因为在那里飘移不是一个重要的问题。

第三种喷施方法在德国用在有地下管道的喷灌区。把农药混在水里，喷灌同时喷药。这种喷施法的优点是不需另用喷施的机具，缺点是有效物质仅停止在植物表面，很少进入枝叶内部。叶子的正面有药，反面几乎一点也没有，所以这种方法联邦德国已几乎不使用了。

第四种方法是喷施直径为200—500微米的雾滴，它是常用的一种方法。喷施的工作压力为5—6巴，药液中有效物质含量为0.01—0.03%，用于大田植保。这种喷施方法的优点为雾滴的附着能力强，植保机具的结构简单，但由于雾滴直径较大，对操作人员的危害小。缺点是用水量大，相对来说工作效率低、成本高。但由于其优点多于缺点，使用较多。

第五种方法是喷施直径为50—150微米的小雾滴。这种喷施方法的优点为雾滴的附着性能好，比上一种方法用水量少。由于使用这种喷施方法必然需要运载气流，所以喷幅大，相对来说用的劳力较少。缺点是由于要有运载气流，能量消耗大，又因用水量少，意味着药液浓度大，因而对植保人员危险性大。这种方法在德国大多用于园林、这是由于树的计算面积比低矮的大田作物大得多、使用大雾滴喷施法要消耗大量的水，用这种方法则可减少用水。

小直径雾滴的另一个不足之处是相对表面积大，蒸发快，因此需加运载气流，使小雾滴能尽快达到目标物，减少蒸发。另外小直径雾滴受风的影响大，运载气流可控制其喷施的方向，小直径雾滴从喷口喷出时初速度很高，但减速很快，使用运载气流可维持其飞行速度、并可改善小直径雾滴的穿透能力。

使用运载气流后，风机本身消耗的能量占植保机具总能量的70%，所以在联邦德国进行果园植保作业的拖拉机都是大马力的。

喷施小直径雾滴的喷雾机工作压力在30巴左右，气流量为300—120000米³/小时。

第六种喷施法是形成气雾，因雾滴小于50微米，飘移性大，在德国用于温室和塑料大棚内。气雾形成分冷、热两种方法。热雾是将小颗粒固体农药加热后喷出，颗粒吸收空气中的水分，使之在颗粒外包上一层水膜。冷雾则是直接喷施小直径雾滴，是液体而不是固体颗粒。

第七种方法是喷施气体，只能用在密闭的室内。方法是将气态有效物质压缩密闭在一个容器内，容器开关打开后即释放出毒气。

（二）其它国家（如美国）的喷施方法。

美国的农药喷施方法类似于德国喷施雾滴直径较大的、较小的和气雾三种方法（即上述的第四种、第五种和第六种方法），其喷施量见表1—1—5

表 1—1—5

大 容 量	: HV	>150升/公顷
中 等 容 量	: MV	50—150升/公顷
低 容 量	: LV	5—50升/公顷
超 低 容 量	: ULV	0.5—5 升/公顷
超 超 低 容 量	: UULV	<0.5升/公顷

喷施量>150升/公顷的相当于德国的雾滴直径较大（第四种）和雾滴直径较小的（第五种）方法。喷施量为0.5—5升/公顷的相当于德国的气雾（第六种）。

植保工作中，如何考虑喷施大雾滴或小雾滴，大容量或小容量？一般来说大雾滴用水量大而小雾滴用水量小。例如要消灭某一种害虫时，先要确定在某块面积上有效农药复盖率应达到的百分数。如防治霉菌，要达到生物防治效果，农药的复盖率要达到40%，而防虫只需5%即可，因为害虫是活动的。无论使用那种方法，复盖面积都应达33.3%。如果雾滴直径为270微米，喷施量为600升/公顷，要求雾滴分布均匀，不重叠，确定复盖面积为33.3%，计算出的复盖密度为580个雾滴/厘米²。如果使用雾滴直径为45微米，要求复盖面积为33.3%，喷施量只需100升/公顷，因为雾滴小，需要喷施量小，但这时的复盖密度达到20700个雾滴/厘米²，以上是从理论上分析雾滴直径小，喷施量小的原因，不论用那种方法，复盖率都要达到33.3%，但实际上复盖是有差别的，如图1—1—3 A、B、C三图中复盖率相同、复盖面积相同，由于雾滴大小有差别，所以生物防治效果也有差别。要防霉菌时，要求直接杀死霉菌，大雾滴的防治效果就差，所以，复盖率是个重要的数值，但同时也不能忽视复盖的结构。

表 1—1—6

序 号	喷施量(升/公顷)	雾滴直径(微米)	复盖密度(了雾滴/厘米 ²)	复盖率(%)
1	600	270	580	33.3
2	400	180	1300	33.3
3	200	90	5250	33.3
4	150	68	9100	33.3
5	100	45	20700	33.3
6	25	11	322300	33.3

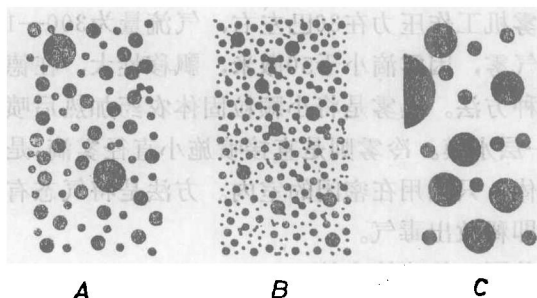


图 1—1—3 复盖的结构

三、植保机具的结构与类型

按使用目的分：

(一) 地面用的机具

1. 小型植保机械 (背负式)

- (1) 大雾滴
- (2) 小雾滴
- (3) 弥雾
- (4) 喷粉

2. 大型植保机械 (发动机带动)

- (1) 大雾滴
 - (2) 小雾滴
 - (3) 离心旋转式
- (二) 空中用的机具

1. 定翼式飞机

2. 旋翼式飞机

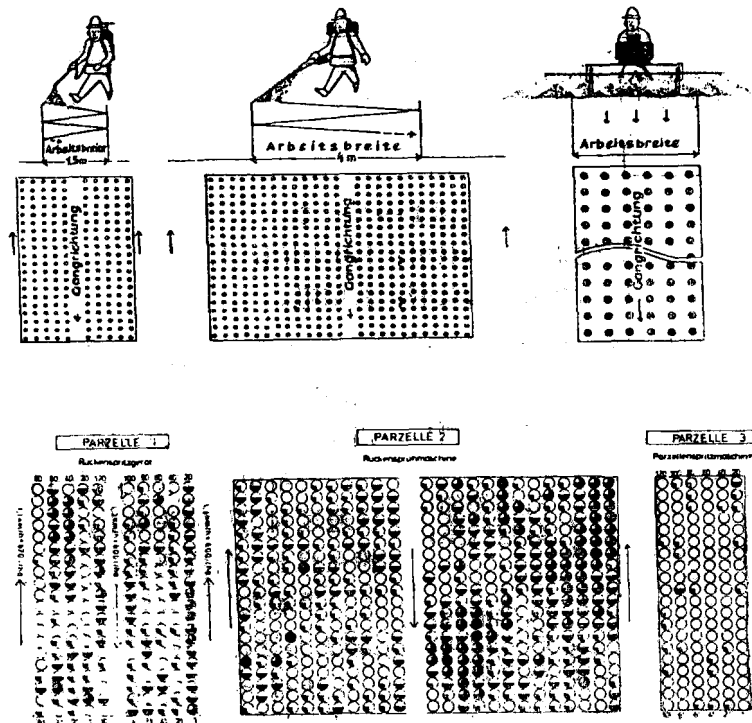


图 1—1—4

Arbeitsbreite: 作业宽度 Parzelle: 地块

Dosierung: 计量 ○ normal 正常 ● 100% 超量;

⊗ 无效