



# 超低容量应用和配制技术

〔荷兰〕W·马斯 编



石油化学工业出版社

# 超低容量应用和 配制技术

〔荷兰〕W·马斯 编

沙 冲 译

石油化学工业出版社

本书译自荷兰1971年出版的“ULV Application and Formulation Techniques”。

书中介绍了适合于飞机、地面超低容量喷雾的各种机具的构造、性能、使用情况，以及超低容量制剂对溶剂的要求与配制技术、应用范围等。

可供从事农药使用、药械研究人员参考。

Dr. W. MAAS  
ULV APPLICATION  
AND  
FORMULATION TECHNIQUES

Printed in the Netherlands (1971)

•  
超低容量应用和配制技术

沙 冲 译

•  
石油化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

•  
开本 $787 \times 1092^{1/32}$  印张 $5^{7/8}$

字数128千字 印数1—4,750

1976年7月第1版 1976年7月第1次印刷

书号15063·化81 定价0.48元

# 毛主席语录

……凡属我们今天用得着的东西，都应该吸收。但是一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一想，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

## 出 版 说 明

超低容量 (Ultra low volume 即 ULV) 喷雾, 是近年来发展起来的一种农药使用新技术。由于这种方法可以节省大量溶剂、水和乳化剂等, 从而大大提高了功效, 同时又能减少药剂的有效成分用量。

遵照毛主席“洋为中用”的教导, 我们组织翻译了马斯 (W·Maas) 编写的“超低容量应用和配制技术” (ULV APPLICATION AND FORMULATION TECHNIQUES), 其中个别地方有些删节, 为我国今后进一步发展农药使用技术提供一定的参考。

# 目 录

## 出版说明

|      |                         |     |
|------|-------------------------|-----|
| 第一章  | 引言                      | 1   |
| 第二章  | 超低容量应用技术                | 5   |
| 第三章  | 适合飞机的超低容量喷雾机具           | 14  |
| 第四章  | 适合地面的超低容量喷雾机具           | 40  |
| 第五章  | 超低容量喷雾的雾滴大小和飘移          | 52  |
| 第六章  | 超低容量制剂的溶剂               | 61  |
| 第七章  | 杜法特制超低容量制剂              | 73  |
| 第八章  | 残留在生物目标上的超低容量雾滴的物理性能    | 83  |
| 第九章  | 超低容量技术防治农作物害虫           | 93  |
| 第十章  | 非农作物害虫的防治               | 115 |
| 第十一章 | 超低容量喷雾法所用的杀菌剂、除草剂及其他化合物 | 136 |
| 第十二章 | 超低容量的田间试验及评价            | 143 |
| 第十三章 | 国际上使用超低容量方法的范围          | 162 |
| 参考文献 |                         | 175 |
| 附录   | 单位换算表                   | 181 |

# 第一章 引言

为了使现今通常有效的农药均匀地散布在生物目标上，我们有很多散布农药的应用技术。由于每单位面积使用有效农药的量非常小，在多数情况下，每公顷从几百克到最高为几公斤，所以我们通常使用载体和稀释剂以获得良好生物效果所需的均匀分布。至今，最重要的载体物质还是水，且使用最多的仍然是水。为了使有效农药适合于掺水应用，我们必须加入制剂辅助剂，例如：溶剂、乳化剂、扩散剂、湿润剂、粘着剂以及防止药害剂等。很明显，每个制剂辅助剂和水一样能影响农药的效能。但是，关于相互作用的机制和影响生物效果的程度，通常知道得很少。

除了上面提到的制剂辅助剂外，应用的方法对有效农药的性能也有很大影响。由于这篇综述的主题仅以各种喷雾技术为重点，对喷粉和颗粒剂的应用就不将予以注意。

喷雾技术的分类常常根据应用的喷雾量而定。可以订出下列的分类，但决不是唯一能普遍通用的分类。

(1) 高容量 (high volume) 每公顷使用400升以上喷雾液的各种喷雾技术。

(2) 低容量 (low volume) 喷雾量为每公顷 5 到 400升的喷雾技术。

飞机上通常应用的较低剂量为每公顷15~75升，而地面装置则通常为每公顷100~200升。

(3) 超低容量 (ultra low volume) 每公顷使用低

于5升（每英亩使用0.5加仑）喷雾液的各种喷雾技术。

这些技术中哪一种最适合于特定的应用取决于很多因素，例如：植物的类型；要防治的害虫的种类；水的可利用率；现场的通行条件和应用者的经验等。然而，在很多情况下，应用技术的选择主要地决定于应用者或多或少的偶然爱好。拜厄斯（Byass）在最近的论文里，评论了影响应用方法选择的因素<sup>1a, 1b</sup>。他的结论是：这种选择常常都是通过尝试成功（trial and error）而确定。

这篇文章包括很多研究喷雾量影响生物效果的现场试验例子。威尔逊（Wilson）和安布拉斯特（Armbrust）<sup>2</sup>在用杀虫剂甲拌磷防治苜蓿象鼻虫（*Hypera postica*）的试验中试了各种不同的喷雾量。他们使用甲拌磷时，发现将0.5公斤工业甲拌磷稀释成每公顷为80升的喷雾量比用相同剂量稀释成每公顷为40升的喷雾量所取得的防治效果要好。在他们的试验中，每公顷用80升喷雾量的甲基对硫磷，也收到了较好的防治效果。

1965年，奥迪贝尔（Audibert）<sup>3</sup>用直升飞机进行了喷洒有机铜杀菌剂，比较了防治葡萄枯萎病的生物效果的一些试验，结果表明，喷雾量为每公顷12.5升的防治效果和应用每公顷50升的一样。这是因为在这些使用较低喷雾量的试验中，喷洒的雾滴比在用较高喷雾量的试验中的雾滴小。通过比较，每单位面积的雾滴数目几乎不受影响，得到相同的防治效果。

根据拜厄斯的报告，关于喷雾量、喷雾相、雾滴大小、剂型、雾滴的滞留等的影响了解得太少。仅在个别情况下，例如沙漠蝗虫<sup>4, 5, 6</sup>和采采蝇<sup>7, 8</sup>的防治方面，对于这些现象曾给了较多的注意。

就沙漠蝗虫来说，曾描述了蝗虫的水平等值面 (Horizontal Equivalent Area)。水平等值面的定义是：一个和蝗虫同样速度通过一定直径幕帘的雾滴时，能收集和蝗虫所接触的雾滴数目相等的水平状平面。和水平等值面的值有关的所有因素中，除去一个因素外其它各因素都直接与蝗虫本身有关系。

重要的外部因素是雾滴接近蝗虫的角度，由蝗虫的水平速度与雾滴的垂直速度之比测定。很明显，雾滴的垂直速度随雾滴的大小而变化。其实，蝗虫的实际体表约 6 平方厘米，而水平等值面的范围则由 300 微米雾滴的 31 平方厘米到 50 微米雾滴的 445 平方厘米。

坦桑尼亚 (Tanzania) 的阿鲁夏 (Arusha) 热带农药研究所 (Tropical Pesticide Research Institute) 在一系列的报告中描述了在东非有关防治采采蝇的试验。注意到了气象条件、雾滴大小<sup>8,9</sup>、地面<sup>10</sup>和昆虫身上<sup>7</sup>的沉降率、溶剂的挥发<sup>7</sup>等。发现开阔地的有效喷幅远比林区<sup>11</sup>的要大，甚至稀疏的植被对昆虫的死亡率也有很大的影响。当雾滴在狂风条件下飘移时，只一薄层的树枝屏障就对昆虫有很大的保护程度。这种情况与防治沙漠蝗虫试验很一致。然而，就在那种情况下，稀疏的沙漠植被所积聚的雾滴对防治蝗虫已非常有利 (参看第二章)。

如果考虑到一种特殊应用方法是如何被选择的时候，则对单位面积使用极小量喷雾的超低容量技术的发展曾产生过很多互相矛盾的说法一事将不以为奇<sup>12</sup>。

超低容量应用技术始于东非的防治沙漠蝗虫。第二次世界大战后不久，又在那里用二硝酚和狄氏剂的柴油溶液进行了试验<sup>13,14</sup>。防治大面积的沙漠蝗虫，必须迅速处理。由于

存在大量的后勤问题，任何不失效果而减少使用量的方法都能被愉快地采纳。由于蝗虫成虫和若虫有很大的迁移性，所以不需要很密的植被的覆盖。这表明为什么初级形式的超低容量喷雾也是一个很大的改进。在最初的试验里，二硝酚从粉剂中用柴油提取出来。含有约 2.5% 二硝酚的配制溶液是用装在越野车 (Land Rovers)<sup>14</sup> 上的喷雾装置喷洒的。雾化由围绕液体喷口的扼流排气孔形成，由扼流排气孔形成的喷雾压使药液从贮药筒流向喷口。以后，用同样装置应用其它的杀虫剂，例如狄氏剂、艾氏剂和丙体六六六等，并用象动力煤油、柴油和润滑油等作溶剂，直到得到合适的混合溶剂。例如 Dutrex-3 和 Iranolin KEB。

二十世纪五十年代<sup>11,15</sup>，在东非也进行防治采采蝇的超低容量试验，在这些试验中，主要地使用了溶解在柴油和动力煤油里的滴滴涕。

农作物超低容量喷雾技术的研制开始得很晚。在苏丹<sup>16</sup>以及苏联和西德曾分别在棉花上进行试验，并报道了曾用超低容量喷雾技术的试验<sup>17,18</sup>。在这些试验中，使用 20% 的 DDT 油剂防治马铃薯甲虫 (Colorado beetles)。喷雾液的用量为每顷 3 ~ 5 升，能充分地覆盖在农作物上达到有效地防治害虫。

由于美国氰胺公司应用马拉硫磷原液收到良好的防治效果而促进了农作物超低容量喷雾的研制<sup>19,20,21</sup>。首先的一些试验进行防治牧场的蝗虫<sup>22</sup>，但不久，在试验计划中又包括了棉铃象虫 (cotton boll weevil) 的防治。这些试验的结果非常好，并且可以说这些结果激起了全世界对现今所采用的超低容量喷雾方法的兴趣<sup>23,24,25</sup>。

## 第二章 超低容量应用技术

超低容量应用技术始于东非，特别是设在埃塞俄比亚的阿斯玛拉(Asmara)的东非沙漠蝗虫防治组织[Desert Locust Control Organization for East Africa(DLCO-EA)]的防治沙漠蝗虫的工作。很明显，早期的技术主要取决于沙漠蝗虫的习性。

蝗虫卵仅能在潮湿的沙子或土壤里发育。必要的潮湿，通常是刚刚下过雨后，也能引起种子萌芽和沙漠植被的复兴。这时，蝗虫就羽化，获得崭新的生长。蝗群每天可能飞几百米而且大的群体甚至能遮盖大约两公里的距离，蝗虫个体无规律地以及断续地在植被上取食。杀虫剂用作胃毒剂时，必须施放在比较稀疏的沙漠植被上。由于蝗虫的迁移性，雾滴的沉降没有必要特别均匀，但喷幅可以很宽，尤其使用象狄氏剂这一类持久性的杀虫剂时更应如此。狄氏剂在蝗虫体内是稳定的，因此，连续几天吃到的小剂量药剂在体内积累而引起死亡。

将杀虫剂应用于沙漠植被上的最好方法无疑是使用飘移喷雾。从飘移喷雾的粒谱来看，大颗粒由于垂直速度大，主要由于掉落在沙地上而造成浪费，而较小的颗粒主要沉降在垂直的植被上。起作用的颗粒大小有一个下限，约20~40微米，低于这个限度就越来越象围绕植物流过的气体而撞击效果低。塞耶(Sayer)研制的排气喷头喷雾器产生一种容量中值直径(volume mean diameter)约70微米的羽状细雾，这

种细雾甚至在很小的风力下也能飘移相当一段距离。喷幅宽度顺风可达200米以上，因此，当喷雾车辆，通常用越野车（Land Rovers）穿过风向行进时，就迅速覆盖一个大面积。塞耶发展了这个想法，用不同剂量的杀虫剂以带状的形式进行喷雾相隔3~5公里作成一个药剂隔离带<sup>13</sup>。

最初这种技术在飞机上的试验是用横喷杆上安装喷嘴的装置进行的，但使用这种装置喷洒的雾滴作飘移喷雾则太粗。然而，当引用了布里顿-诺曼密克罗乃亚（Britten-Norman Micronair）旋转雾化头时，发现能将雾滴减小到所需的约70~90微米的中值直径。现将飞机防治蝗虫的方法摘要如下：

（1）飘移喷雾 每200米喷雾一次。

（2）障碍喷雾 每3~5公里喷雾一次。

正当充分建立并普遍接受防治蝗虫和需要同样防治措施的其它害虫的超低容量喷雾技术和它的程序时，出现了几种通用的农作物超低容量喷雾方法，并将在下面予以讨论。

## 一、飘移喷雾

在农作物保护计划中已经使用了蝗虫防治技术的一些原理，研制蝗虫防治方法的工作者们曾实行了采用某些防治原则的初步工作。在这方面著名的有 H. J. 塞耶（H. J. Sayer），埃塞俄比亚阿斯玛拉东非沙漠蝗虫防治组织的主要科学家，R.J.V. 乔伊斯（R.J.V. Joyce）原东非沙漠蝗虫防治组织指导，现为汽巴-毕拉德斯航空喷雾公司（CIBA-Pilatus Aerial Spraying Company）研究和发展部的指导。在蝗虫危害较小的年份，东非沙漠蝗虫防治组织曾协助成员国执行飞机喷雾防治农作物害虫的计划，特别是对棉花作

物，塞耶曾报道了这些试验<sup>13,26</sup>。在汽巴-毕拉德斯公司实行的农作物保护计划中，可以提出的有在巴基斯坦和印度尼西亚的防治水稻害虫。在孟加拉国<sup>27</sup>，用装有两只密克罗尼亚 AU3000 旋转雾化器 (Micronair rotary atomizers AU 3000) 的比弗 (Beaver) 飞机喷洒 50% 的磷胺 100 (Dimecron 100) 水溶液，考虑到全部水分在雾滴沉降过程中都将蒸发掉。飞行高度为 10~15 米，当侧风飞行，风力为 1.5~3.5 米/秒的有效喷幅宽度约为 60 米。在最近论文<sup>28,29,30</sup>中，曾叙述了在印度尼西亚爪哇 (Java) 的 30 万公顷水稻田上所进行的害虫防治。这种技术和在孟加拉国使用的基本一样，并用达卡导航系统 (Decca navigation system) 为驾驶员导航。

在实际条件下，这种技术的应用意味着雾滴由于周围空气的运动而移动，为此而创立了定向空中散播 (Directional Aerial Dispersal) 的概念<sup>25</sup>，而这种喷雾被称做飘移喷雾也同样恰当的<sup>31</sup>。

## 二、由美国氰胺公司发展的技术

二十世纪六十年代初，很多关于超低容量飞机喷雾的研究工作由美国农业部植物病虫害防治公司 (The Plant Pest Control Division of the United States Department of Agriculture) 和美国氰氨公司 (American Cyanamid) 合作进行。用了这种技术，能将未稀释的马拉硫磷杀虫剂以超低容量的剂量使用。在美国氰氨公司一篇关于“超低容量杀虫剂喷雾应用” (“Ultra low volume insecticide spray application”) 的技术通报里，叙述了如下的应用技术<sup>32</sup>。

“当应用超低容量喷雾时，驾驶员通常将飞机飞得比传统喷

雾法更高些（15到30英尺或大约 4.6 到 9 米），传统喷雾飞行高度通常约 3 到5英尺（1 到1.5米）。

较高的高度对驾驶员和飞机有较大的安全系数，同时，也增加了喷幅宽度约达传统飞机喷雾幅度的三倍。通常，超低容量方法的喷幅宽度约 100 英尺（30米），而传统飞机喷雾方法的喷幅宽度一般约35英尺（10.5米）。 ”

并作出了低风速的气候条件下才能高飞的规定。当风速增加时，飞行高度则应根据下面的建议而改变：

| 风 速        | 飞 行 高 度      | 有效喷幅 |
|------------|--------------|------|
| 0~2.2米/秒   | 6 ~ 9 米      | 30米  |
| 2.2~3.6米/秒 | 4.6米         | 23米  |
| 3.6~4.5米/秒 | 1.5~2.4米     | 15米  |
| 4.5米/秒以上   | 建议不在农作物土地上使用 |      |

虽然较高的高度和很宽的喷幅明显地限于有利的气候条件下，但对这些应用的特征还需要特别强调。

林德利 (Lindley)<sup>33</sup> 在一次农业航空学术报告会（1967年2月15日于伦敦）上指出了：喷幅宽度100英尺对农作物是最常用的，然而，对于特殊的农作物，如棉花，喷幅必须通过低飞而降低到15~22米。风速每小时超过10英里时建议停止应用。然而，有效喷幅的遽然增加产生了这样一种强烈的魅力，因而，在若干年份里，高飞行和宽喷幅就成了超低容量喷雾的主要特征。

### 三、改进的超低容量喷雾技术

一方面从“氰胺技术”（“Cyanamid technique”）另一方

面从传统应用技术，很多应用者为他们的试验发展了一种超低容量喷雾应用技术。

在这种方法中，根据不同的飞机及装置类型，从2~4米的高度喷雾，喷幅宽度为15~25米，布雷泽尔(Brazzel)<sup>36</sup>进行从5英尺和20英尺高度的超低量喷雾的比较试验。在整个试验中，他们发现喷雾飞行较低时，在目的物上回收杀虫剂的比例较高。结果指出：不管喷雾装置如何，在5英尺飞行高度进行的试验得到较好的防治和较小的环境污染。在飞机喷雾试验中，约翰斯通(Johnstone)和瓦茨(Watts)<sup>37</sup>发现当飞行高度在12米以下(雾化器指向农作物)达到最高量的回收纪录。这些试验用装着两个旋转雾化器的比弗飞机进行。在一篇有关在中美洲进行超低容量飞机喷雾技术的评论<sup>38</sup>中指出了在热带条件下，飞机在棉田上的飞行高度必须不高于3~4米，喷幅宽度不能超过20到25米。

阿尔葛(Argauer)和他的合作者们<sup>39</sup>发现九米高度的喷雾比2.5米高度的喷雾飘移得更厉害。菲利普-杜法(Philips-Duphar)<sup>40</sup>在1967年进行的试验中发现，当侧风速仅1.9米/秒，从6米的高度喷雾，160微米的雾滴可飘移16米。当在1.5米的高度进行喷雾，这种大小的雾滴，几乎不能测出任何飘移。

当我们比较上述三种超低容量喷雾技术时，很明显，在飘移喷雾中，利用周围空气的运动将雾滴散布在目标上，而在另外两种喷雾技术中，尽量避免风对雾滴的影响。如果利用运动空气的移动使雾滴对农作物达到均匀分布，那么风向和风速应该相当稳定。在大风条件下，将无疑不是这种情况了，因此风力似乎不是雾滴的可靠携带者。这样，飘移喷雾将不适合于在多种作物耕作区内喷洒较小面积的作物。即使雾滴

在不同地块上的沉降量有很大变化，虽然用增加喷幅也可使之减轻到某种程度，但飘移喷雾仍可用于处理大面积的单一作物种植区，飘移喷雾在防治蝗虫上似乎有最大的可能性，而在防治农作物害虫方面只有在某些情况下才能应用。

喷雾技术二和三包括审慎避免风对雾滴太多的影响，如果在较高风速下按照美国氰胺公司的用法进行喷雾，二和三就变得一样了。

鉴于飞机喷雾在经济上的改进颇受欢迎，所以曾特别强调较高的喷雾高度，并且很多试验曾在不完全有利的情况下进行了。一般遇不到低于2米/秒的低风速，且通常只在一天的短时间里发生。当气象条件变得不大有利时仍继续从高空喷雾的危险性或者甚至在不利条件开始试验的危险性都是明显的。这可能是为什么最近几年里普遍主张倾向于改进的超低容量喷雾技术的理由之一<sup>41</sup>。布雷泽尔<sup>42</sup>建议棉花上的超低容量喷雾应从2米的高度进行，并说<sup>12</sup>：“我们已断然指出，当我们试图喷洒特定的地方或田野时，我们应将喷雾高度降到和传统喷雾操作同样的高度。

在上述考虑的基础上，我们得出如下结论，对农作物的超低容量喷雾应该在2到4米的高度之间进行，而当风速超过5米/秒时不应该进行农作物喷雾。用这种喷雾技术的有效喷幅宽度随着飞机及喷雾装置类型的不同而在15和25米之间。

最初由氰氨公司主张的非常宽的喷幅看来在实际条件下是达不到的。结果，对一定面积喷雾所需要的时间要稍有增加，但是如果同传统的喷雾方法比较，超低容量喷雾仍然保留很多优点。在下面的实例中，计算了用超低容量和传统低容量对距离小型机场5公里的400公顷土地喷雾所需的总时间。

|          | 传 统 喷 雾 | 超低容量喷雾  |
|----------|---------|---------|
| 总面积      | 400公顷   | 400公顷   |
| 喷雾量      | 30升/公顷  | 2.5升/公顷 |
| 喷雾液总量    | 12,000升 | 1,000升  |
| 装药次数     | 24      | 2       |
| 喷雾高度     | 1~1.5米  | 2~3米    |
| 有效喷幅宽度   | 14米     | 20米     |
| 每分钟喷雾公顷数 | 3.5     | 5.0     |
| 总喷雾时间    | 114分    | 80分     |
| 总调头时间    | 170 分   | 120分    |
| 运输的时间    | 96分     | 8分      |
| 装药的时间    | 120分    | 10分     |
| 所需要的总时间  | 8 小时20分 | 3 小时38分 |

在这个实例中，用超低容量喷雾喷洒 400 公顷面积比传统喷雾要节约一半以上的时间。若机场和喷雾区之间的距离越长，节约的时间将越多。在森林里喷雾就是这种情况，因为机场离森林都比较远。

在西班牙，用10%的滴滴涕粉剂以每公顷分别为15和10公斤的剂量喷撒大面积松林和栓皮栎树。如改用一种特制的40%滴滴涕制剂进行超低容量处理，则剂量仅需每公顷3.75升和2.5升。考虑到机场和喷雾区之间的距离往往相当远这一点，节约的时间会更多。

很明显，超低容量喷雾节约的大量时间主要是由于运输和装药时间的减少，而实际喷雾时节约的时间是比较少的。超低容量喷雾技术相当大的改进工作的结果明显地为飞机喷