

团 体 标 准

T/CCPIA ***—2024

植保无人飞机田间喷雾作业雾滴沉积分布 测量方法

Measurement method of pesticide droplet deposition into crop canopy for UAV
chemical application

2024-xx-xx 发布

2024-xx-xx 实施

中国农药工业协会 发 布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国农业大学提出。

本文件由中国农药工业协会归口。

本文件起草单位：中国农业大学、全国农业技术推广中心药械处、广源益农、科迪华。

本文件主要起草人：何雄奎、宋坚利、刘亚佳、王昌陵、赵清、张帅。

本标准是首次制定。

CCPIA 团体标准征求意见稿

植保无人飞机大田作物冠层喷雾雾滴沉积分布测量方法

1 范围

本文件规定了植保无人飞机（以下简称无人机）作业大田作物冠层上喷雾沉积量测试方法、测试程序、测试报告。

本文件适用于无人机喷雾时，在大田作物上的沉积量、沉积位置、分布情况的喷雾沉积测量方法，以确定平面区域上的喷雾量和分布情况。本文件也适用于无人机对经济作物、苗木和小型灌木作物作业。本文件不涉及靶标区外的农药沉积测试，也不涉及飘失测试。

本文件允许适当调整田间测试，但规定了标准化的测量程序，这些程序用于不同田间试验现场测试结果间的比较，或田间试验与实验室试验结果间的比较。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 20085 植物保护机械 词汇

GB/T 24681 植物保护机械 喷雾飘移的田间测量方法

MH/T 0017 农业航空技术术语

ISO 24253-1 植物保护机械 大田作物喷雾沉积量的测试 第1部分：在水平地面上的测试

3 术语和定义

ISO 24253-1、GB/T 20085、MH/T 0017中定义的术语和定义适用于本文件。

4 测试方法

4.1 原理

喷雾沉积测试包括测量所有靶标表面，作物冠层上部和内部指定点、冠层下方地面上的喷雾沉积。喷雾沉积测量可以利用染料或其他容易测量的示踪剂来模拟农药。

喷雾沉积可以被定量评估（喷雾沉积量， $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ ）和/或定性评估（沉积分布，覆盖率、覆盖密度滴/ cm^2 ，雾滴中值粒径）。

喷雾沉积量的值通常以被试无人机喷施药液的平均沉积量和沉积量变化值的方式来量化，是通过测量作物冠层内外不同高度的收集器[人工收集器（见附录 A）或植物实体如叶片、果穗、果实等]的喷雾沉积量计算得到。

4.2 测试区

测试应在具有代表性的作物长势均匀的区域进行。采样点与测试区边缘之间的距离不小于 1.5m。

根据无人机尺寸、飞行能力以及飞行速度，测试区应在采样区域之前和之后设有足够长度的准备区，以确保无人机将药液按照设定喷雾量喷洒在采样区域内。建议准备区最小长度为 20m。

应将喷雾和取样方案的详细信息与测试结果一起详细报告。

在确定测试区的位置时，测试区与周围植被或建筑物的间距应至少是周围植被高度的 10 倍。

测试报告中应详细描述测试区和周围环境（图 1）。

4.3 气象条件监测

试验时，应在试验期间和地点进行气象条件的监测。测量的最大误差应满足：

- 风速：当风速小于等于 1 m/s 时，精度 0.1 m/s；当风速大于 1 m/s 时，精度 0.2 m/s；
- 风向：相对于无人机飞行航线的方向，精度 5°；
- 温度：精度 0.5℃，在背阴处记录；
- 湿度：相对湿度，精度 5%。

测量应在地面以上 $2\text{m}\pm 0.1\text{m}$ 的高度进行，当作物冠层高于 1m 时，在高于作物冠层 $1\text{m}\pm 0.1\text{m}$ 的高度进行。风向和风速的测量应以至少 1 Hz（每一秒）的采样速率进行。

测试仪器应在使用前根据仪器说明书进行校准。

4.4 田间测量喷雾沉积量可接受的气象条件

喷雾过程中的平均风速不应高于当地惯例或建议风速，且在 4.3 规定的测量高度处最好低于 3 m/s。测试期间风速应保持稳定（标准偏差不应超过 $\pm 1\text{ m/s}$ ）。

风速在 2 m/s 以上时，风向应在平均风向 $\pm 30^\circ$ 以内。

温度应在 5℃ 至 35℃ 之间。

逆温情况会影响沉积测量，因此需要报告（最好使用 3D 风速计或者通过三个或两个高度的温度测量）。

4.5 示踪剂

选用示踪剂应是安全的。请参阅环境和操作人员安全数据表以了解适用的情况。

注 1：当地农药监管机构应该能够对使用合适的候选产品及其限制进行评价。

注 2：植物体上的喷雾沉积测量受叶片表面结构（绒毛，蜡质层等）或喷雾液体渗入植物组织的渗透力影响。

示踪剂在田间条件下应稳定，并应能从用于试验的各种类型的收集器（见附录 A 和 4.6）中良好回收率（至少大于 90%，最好大于 95%）。

可用示踪剂的示例如下：

- 金属离子（推荐用于对同一靶标的多次喷雾）；
- 食品色素：
- 柠檬黄（E102）；
- 胭脂红；
- 诱惑红；
- 荧光染色剂；
- BSF（一种亮黄色示踪剂）；
- 荧光素钠。

4.6 收集器

收集器用于对地面上的喷雾沉积进行采样。应在试验前确定从收集器中回收示踪剂的回收率。

使用的人造收集器应有良好的回收率（至少大于 90%，最好大于 95%）。附录 A 中给出了可以使用的人造收集器的示例。附录 B 中描述了如何量化处理从收集器中收集的示踪剂。

确定人造收集器的背景荧光量（见附录 B）。空白人造收集器的平均读数不应高于喷雾后收集器平均读数的 0.1%。应记录测量装置的准确度、收集器类型及其背景荧光，选定背景荧光量变异系数低于 10% 的收集器（至少 10 个收集器，见附录 B）。

可以通过测试（稀释体积、震荡时间、荧光计设置）10 个清洁的人造收集器的背景值来确定，并计算收集器的测量值的平均值和变异系数。

应注意确保采样收集器能够全部收集沉积到收集器上的雾滴。在试验前应对此进行检查。

4.7 喷雾液体

喷雾液体应为植保保护产品的典型代表。自来水或标准药箱混合物常用于喷雾飘移测量（参见 GB/T

24681)。根据制造商的建议，标准药箱混合物可以通过以 0.005% 至 0.5% 的比率添加水溶性非离子表面活性剂配置。

添加剂的种类和浓度应在试验报告中注明。

5 试验程序

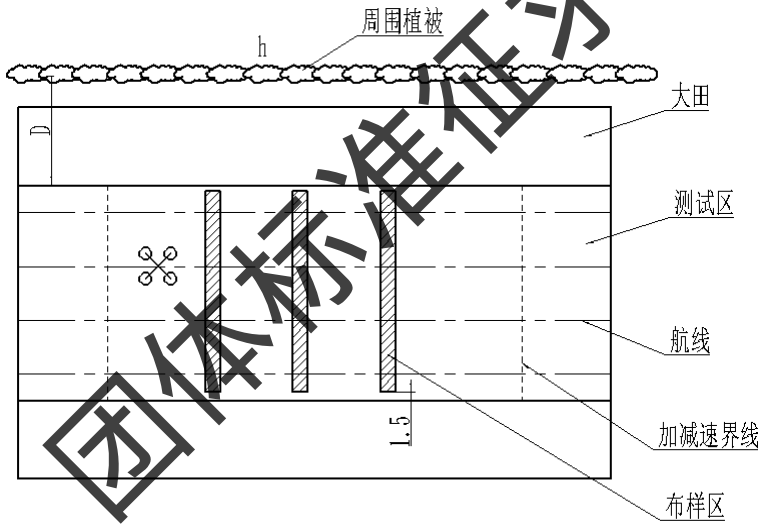
5.1 一般要求

可以通过一个试验来量化或描述田间情况，或对比机具的定义情况（特定航线）。在对比测试中，如果对比喷头，则最好配置使用相同的无人机类型。无人机类型和所用喷头应在试验报告中写明。

应在田间标出沉积测量的试验区域。为量化沉积在作物冠层中和作物冠层下方地面的喷雾沉积总量和分布，测量下列喷雾沉积量：

- 冠层上部；
- 冠层内部；
- 冠层下方地面。

收集器通常放置在试验区中心区域，如图 1 所示，布样区距离试验区长边距离不少于 1.5 m，至少进行三处喷雾沉积采样。收集器的位置应同时代表无人机“下方”、喷幅“中间”、喷幅叠加的区域，如图 2 所示无人机下方 A 点，喷幅叠加区域 B 点，喷幅中间区域 C 点。



图中：
h——周围植被的
D——植被与测试区域间的距离， $D > 10 \times h$

图 1 布样示意图

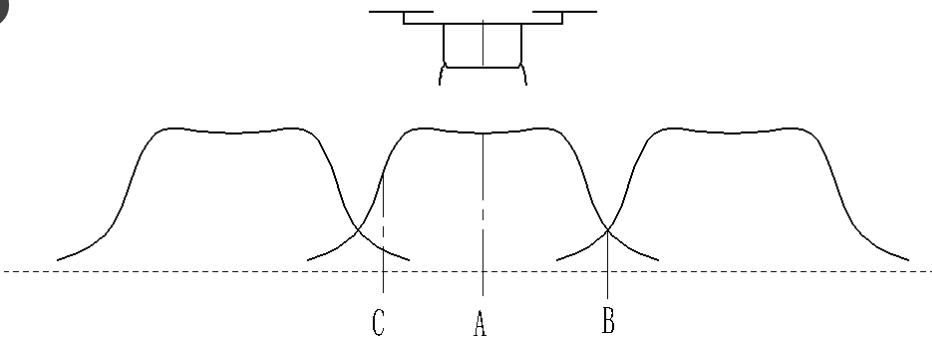
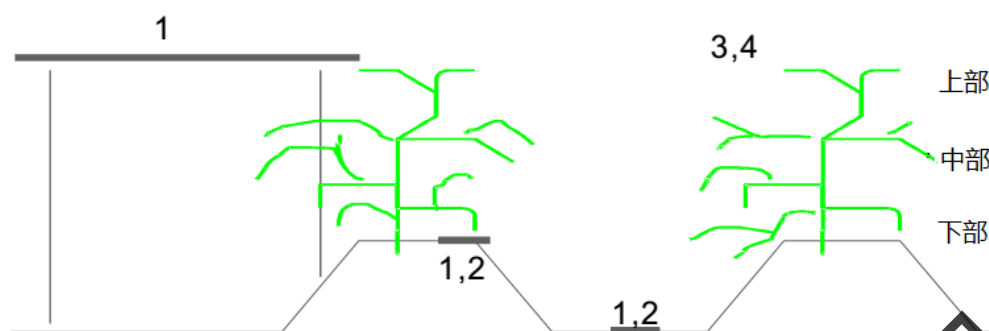


图 2 布样示意图

每个测量应包括在冠层上部（5.2.1）、冠层内部（5.2.2）和下方地面（5.3）（图 3）定量的（5.2，5.3）或定性的（5.4）喷雾沉积采样。在同一收集器位置或在彼此不同的位置进行至少三次测量。



图中：

- 1——过滤收集器：作物冠层顶部，作物冠层下方的地面（垄脊和沟底）
- 2——水敏纸：作物冠层下方的地面（垄脊和沟底）
- 3——水敏纸：在冠层内三个高度水平的叶片的正面和反面
- 4——色谱纸：在冠层内三个高度水平的叶片的正面和反面

图 3 测量作物在冠层中喷雾沉积的收集器布局示例

根据高度的不同，可将冠层分为不同的部分，如冠层的上部、中部和下部（图 3）。为了量化喷雾沉积，可以使用如叶片、茎秆或适当的收集器（附录 A）作为样本，并在喷雾后仔细采样。对于谷类作物，典型采样方法是顶叶、第二叶、第三叶、顶端生长点、茎秆上部和下部。而对于阔叶类作物，选取顶部叶片、植物高度中部的叶片以及接近土壤表面的叶片进行采样。草莓通常对整个植株范围的叶片，花和果实进行采样。

单个叶片的叶表面积可通过叶面积扫描仪或叶片表面投影面积（平面表面积）的测量装置来测量。叶片的总表面积包括叶片的正面和背面，所以应将测量的叶片面积加倍。总叶片面积是上部、中部和下部叶片的面积之和。为描述田间作物冠层的特征，将一平方米的作物沿地面割下，送到实验室测量叶片面积。冠层中植物叶片总面积与土地面积的比值为叶面积指数（LAI， m^2/m^2 ）。叶片单侧叶面积的和与叶片总干重[在（60-80）℃下干燥 48 小时]的比值（ m^2/kg ），称为比叶面积（SLA）。单位地面投影面积上的冠层（上部、中部、下部）的单侧叶片面积总和，称为冠层密度（LAD）。冠层密度（LAD）的总和即叶面积指数（LAI）。请注意，由于田间作物的变化，仅对一平方米叶片面积采样可能导致对大田总叶片面积的错误估计，导致喷雾沉降质量平衡误差较大，因此需要每个地块至少测试 5 个点。

无人机前进速度和喷头流量（L/min）、喷雾压力应直接测量并记录在测试报告中。

喷雾沉积的测试结果可以通过以下方式表达：

- 以相对值表示，如施药剂量百分比（对比叶片上和地面收集器上的分布），或
- 用绝对值表示，如 μL （喷雾液体积）/ cm^2 或 L（在整个作物冠层上的喷雾液体积）/ hm^2 。

注 1：充分了解靶标的结构系数（例如叶面积指数）是将有限数量的样本值放大进行完整的“质量平衡”计算的关键。

喷雾沉积测量的收集器分为天然收集器（叶片、茎秆、果实）和布置在试验区域的人造收集器。

天然收集器可以是试验区域的一簇叶片或果实，也可以是作物的茎秆和花。每个样本的叶片数或果实数应根据整个区域使用随机抽样法确定。应记录不同样品区的作物叶片或茎秆等的位置和数量。对于果实的喷雾，沉积量与果实的重量相关。每个测量位置的样本应至少包含四片叶子，每个样本区域应包含至少三个测量点。单个叶片是最小的布样单位。

另外可以采用与测量地面沉积量类似的人造收集器（见 4.6 和附录 A）来测量沉积到布样区域上的喷雾量。需要注意确保人造收集器采集到的药液没有饱和，特别是用于验证施药剂量和沉积率的采样收集器不饱和（在作物冠层顶部 5.2.2）。

注 2：由于天然收集器表面性质（蜡质、粗糙度等）存在差异，测试结果与人造收集器有差别。

应制定在接触喷雾之前和之后处理收集器的程序，最大限度地降低交叉污染的风险。使用其他类型的收集器放置在作物行间的地面（5.3）上，区别于放置在作物冠层上部的收集器（5.2.2），当放置和取出收集器时，尤其要考虑放置在作物冠层覆盖的地面上的收集器可能产生交叉污染。

应放置一个无污染的样本于测试的作物或收集器队列中，用来监测示踪剂是否降解。
所有的沉积测量结果应根据方差分析（ANOVA，检验水准 5%），进行统计评估。

5.2 冠层的喷雾沉积采样

5.2.1 一般要求

试验区域应该在场地上做好标记，在作物不同的生长期，通过向喷雾溶液中加入示踪染料和水溶性表面活性剂（例如 1g/L）以模拟农药制剂，来进行喷雾沉积测量。喷雾沉积量的测试包括冠层上部，冠层内部和作物冠层下部的土壤表面。

5.2.2 作物冠层上部的喷雾沉积

在作物冠层的顶部上方，应布置总收集面积至少为 1000 cm² 的水平片状收集器，以测量无人机的喷雾量和进入冠层的总喷雾量（喷雾剂量或喷雾量）。至少需要布置 2 个收集器。

注 1：测得的喷雾沉积量表示为叶片单位面积上的雾滴沉积量 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ 。

5.2.3 冠层内部

5.2.3.1 一般要求

喷雾后，通过对冠层内部的叶片和茎秆采样，或收集喷雾前放置在冠层不同高度（上部、中部、下部）的人造收集器，来测量冠层内的喷雾沉积量。

5.2.3.2 叶片和茎秆

喷雾结束后，在雾滴全部干燥后，在冠层不同部位至少收集 4 片叶子和茎秆（优选在同一植株上），收集后的叶子和茎秆放置于合适的容器中，冷藏避光保存。为确定喷雾沉积量，将样本用已知量的溶剂（例如去离子水）洗涤并测量叶片的单侧表面积（荧光测定等，见附录 B）。计算单位叶面积的沉积量时，表面积为单侧表面积的两倍。

当收集的叶片整个放入容器时，测定的是叶片的总沉积量，不易区分正面和背面的沉积信息，叶片正面和背面的喷雾沉积量可通过对折并粘合在叶片正面和背面的人造收集器来分别测定。

注 1：如果特别关注果实、花和种子，可以从作物中采集，并分别进行分析。分析程序与采集叶片和茎秆类似。果实、花和种子上的喷雾沉积结果可用单位质量的喷雾量来表示（例如 $\mu\text{L}/\text{g}$ ）。

注 2：测量整个叶片上的喷雾沉积量时，以喷雾量的百分比或单位叶片面积上的喷雾量 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ 表示。进行叶片正面或背面沉积情况的区别时，以叶片正面或背面单位面积上的喷雾量 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ 表示。正面和背面的喷雾沉积量之和为单位叶片面积的喷雾沉积量（假如采集整个叶片）。

5.2.3.3 人造收集器

人造收集器的尺寸和形状应与被采样植物（附录 A）部分的尺寸和形状相似，以测量冠层中的沉积（例如 20cm 长×2cm 宽的色谱纸条）。收集器可以在冠层上部、中部、下部的叶片或植物的其他部分对折并固定（例如用回形针、针、夹子）在叶片上。人造收集器也可以通过特殊支架放置在作物冠层内，不破坏冠层结构。人造收集器应按冠层或茎秆的高度和结构放置在不同的叶片层（例如上部、中部、下部），每个高度最少放置四个人造收集器（图 3）。

应根据作物冠层的结构，放置收集器。叶片的形状和方向不应因附加收集器而改变。收集器和回形针的重量不应改变作物冠层结构。收集器的大小应适应叶片或被测试植株部位的大小。

喷雾后，按照示踪剂要求或在喷雾后 30min 内，尽可能快地回收收集器。对收集器编号，并将其存放在黑暗、干燥、阴凉处。从收集器中提取示踪剂并确定喷雾沉积量，例如通过附录 B 所述的荧光测定法。

测量应至少进行 3 次重复，沉积测量结果应根据方差分析，ANOVA，5% 进行统计评估。对于需要量化喷雾沉积的无人机和作物组合，应在相似的作物冠层和天气条件下进行至少 3 次测量。

应记录测量系统精度，收集器效率和回收率的详细信息。

5.3 冠层下方地面上的喷雾沉积采样

水平布置总收集面积至少为 1000cm² 的平面人造收集器，用于测量冠层下方地面上的喷雾沉积。用于冠层沉积的植物周围的地面上布置的人造收集器的最少 2 个。对于典型大田作物（如马铃薯、甜菜、棉花等），人造收集器可以放置在作物行内（旁边）或作物行间（图 3）。在喷雾前放置收集器和喷雾后取出收集器时应小心，防止与作物本身产生交叉污染。

对于小作物或杂草的沉积测试，可将人造收集器（如试管毛刷）垂直放置在裸露的地面上模拟小作物。

5.4 雾滴分布/喷雾覆盖（可选）

当需要更多关于雾滴分布和雾滴覆盖率的信息时，可以将水敏纸（或类似纸张）放置在图 2 中所述收集器的位置。可以使用图像分析系统对这些纸张的雾滴数量和覆盖范围进行定量测定。需要对图像分析系统进行适当的校准（例如，像素尺寸关系和背景去阈值）。不同样本位置每单位面积的覆盖百分比或雾滴数量（见附录 C）。

注：示踪剂和添加剂对喷雾液体在水敏纸上的扩散系数有影响。此外，雾滴接触纸张的角度也会影响纸张上的雾滴点。非常小的雾滴不会显现，且大量喷雾会导致水敏纸完全着色。因此，水敏纸只能用于示性分析比较，不能用于精确分析。

如果示踪剂的颜色合适，也可以直接在叶片上进行雾滴数量和覆盖率的量化。叶片上的雾滴粒径也可用诱发性的荧光染料来显现，例如在黑光诱发。雾滴分布可以使用数码相机拍摄，然后使用图像分析软件进行分析。

雾滴分布的测量结果可根据方差分析（ANOVA，检验水准 5%）进行统计学评估。

6 测试报告

6.1 喷雾系统相关数据

6.1.1 无人机作业条件

至少应描述下列项目：

- 制造商；
- 无人机类型和型号；
- 作业速度（km/h）；
- 防撞、避障、仿地等电子设备/飞控模式；
- 导航模式

6.1.2 雾化系统

至少应描述下列项目：

- 喷杆长度及安装位置（距离旋翼上下、前后、左右）；
- 喷头距离靶标的高度；
- 液泵类型及调压方式；
- 过滤装置与位置；
- 压力与流量监控系统；

6.1.3 喷头和雾液分布

至少应描述下列项目：

- 喷头类型、尺寸和品牌名称；
- 喷头雾滴粒径（例如，细/中/粗或 Dv10，Dv50（VMD），Dv90）；
- 工作压力（无人机压力表读数，MPa）；
- 喷头固定相对位置、间距、方向；
- 喷杆上喷头的数量；
- 施药液量（L/hm²）；
- 采样区域的喷头流量（L/min，例如按 GB/T 20183.2 要求）。

6.2 试验地块相关数据

至少应描述下列项目：

- 场地坡度（例如，场地长度超过 100m 时的仰角）；
- 土壤类型（沙土/泥土/泥炭等）；
- 地表粗糙度（例如耕整地、种床地或土壤耕作研究的粗糙度指数）；
- 地面湿度条件（例如湿/干）。

6.3 作物相关数据

至少应描述下列项目：

- 作物种类；
- 生长阶段（例如 BBCH 编码，Zadoks 编码，种植后的天数）；
- 高度；
- 每平方米植株数；
- 如相关，测试区域上的植物地面覆盖率（%）；
- 叶片面积（叶面积密度（LAD）或叶面积指数(LAI)、比叶面积(SLA)）；
- 不同叶片层的高度；
- 作物情况；
- 行距；
- 株距。

6.4 喷雾液体相关数据

6.4.1 应记录药箱内混合液体的所有成分：示踪剂（颜色编号的 ID；批号），助剂，农药制剂（见附录 B）；

6.4.2 喷雾剂量（液体、示踪剂、助剂），包括特定的流体力学参数，例如：在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 和测试期间适宜温度下的粘度和表面张力；

6.4.3 在喷雾前后立即采集的喷雾混合液体样品（最好在喷头出口处）立即进行分析，以获得示踪剂或农药制剂的浓度情况。

如果在同一测试中使用不同的示踪剂，则应将其随机分配给每次喷雾作业。

7 结果表述

7.1 通用准则

测得的喷雾沉积值可以表示为每单位面积的喷雾量。如果需要，可以测定收集器面积。为比对不同的施药情况，可能需要对给定的单位面积施药液量进行归一化处理。因此，应通过施药前后在喷头出口处采样，测量喷雾液体中的示踪剂浓度。

冠层上喷雾沉积的均匀性可用测得的喷雾沉积值的变异系数（CV）表示。

冠层顶部喷雾沉积的均匀性可用测得的喷雾沉积值的变异系数（CV）表示。

冠层中的喷雾沉积可用与进入冠层确定位置穿透深度相关的函数表示。在叶片区域上或地面上，应以单位面积沉积量 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ 或占施药液量的百分比%表示。也可用作物冠层（上部、中部、下部叶片层）的间隔/部位/高度水平上或地面的总喷雾沉积量的百分比表示。之后，还应定量表示不同高度段（上部、中部、下部叶片层）的叶片面积和总叶片面积。

7.2 报告内容

报告至少应记录下列项目：

- a) 作物或作物特定部位（目标区域）的总喷雾沉积量；
- b) 穿透在整个植物冠层中的喷雾沉积量与上部叶片层上的喷雾沉积量的比值；
- c) 不同叶片层（例如上部、中部、下部或内部/外部叶片）的喷雾沉积量占总喷雾量的比例；

- d) 地面沉积量占总喷雾量的比例;
- e) 喷雾沉积质量平衡;
- f) 雾滴覆盖率和每平方厘米雾滴数量 (可选)。

喷雾沉积量可用每单位面积的喷液量 ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) 或作物冠层不同位置占施药液量的百分比来表示 (另见附录 B)。

喷雾液体在叶片上如何分布是最必不可少的测试, 因为这在大多数情况下是农药发挥生物学效果的关键环节。因此, 基于叶片或水敏纸测量的雾滴覆盖率和每 cm^2 雾滴数作为一个选项纳入本部分中。应给出喷雾和采样布置的细节。

7.3 喷雾沉积质量平衡

对于喷雾质量平衡 (MB) 的表示。将不同冠层 (D_u , D_m , D_l) 上对应的单位沉积量 ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) 乘以不同层的叶面积指数 LAI (A_u , A_m , A_l) 相加得到值 (D_x); 再将冠层覆盖地面沉积量 ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) (S) 乘以地面总面积 (X) 与之相加, 得到值 (T)。将施药液量 (V_a) 减去值 (T) 后的占比, 并乘以 100。

$$D_x = (D_u \times A_u) + (D_m \times A_m) + (D_l \times A_l) \dots\dots\dots (1)$$

$$T = D_x + S \times X \dots\dots\dots (2)$$

$$MB = \frac{(V_a - T)}{V_a} \times 100 \% \dots\dots\dots (3)$$

穿透系数 (P) 可用公式 (4) 表示:

$$P = \frac{D_l \times A_l}{D_x} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

如果关注冠层内喷雾药液分布的均匀性, 可以用不同冠层上的喷雾沉积量 (D_u 、 D_m 、 D_l) 的变异系数 CV 来表示。

在这种情况下, 质量平衡是在这次测量中量化的相对质量平衡, 而不是整个系统的。

附录 A

(资料性)

用于冠层和地面测量的收集器示例

A.1 冠层

滤纸；

——色谱纸（例如 Whatman^{®1)} 第 2 号；

——水敏纸；

——叶片；

——茎。

混用收集器可能会产生误差，因此，最好使用相同尺寸和类型的收集器。

A.2 地表

——醋酸纤维板（或麦拉片或 PVC 卡）；；

——铝箔；

——滤纸；

——色谱纸（例如 Whatman^{®1)} 第 2 号；——过滤材料（例如 Technofil^{®1)} TF-290, Camfil^{®1)} CM-360）；

——水敏纸；

——培养皿。

注：收集器混用可能会产生误导性结果。

A.3 冠层顶部

——滤纸；

——色谱纸（例如 Whatman^{®)} 第 2 号；——过滤材料（例如 Technofil[®] TF-290, Camfil[®] CM-360）；

——水敏纸；

——试管毛刷；

——培养皿。

注：收集器混用可能会产生误差。

1) Whatman[®], Technofil[®] 和 Camfil[®] 是合适的产品在商业上可用的例子。此信息是为了方便本文件的使用者而提供的，而不构成对此产品的认可。

附录B

(资料性)

荧光测定法和沉积量计算

在使用荧光染色剂作为示踪剂的情况下，重要的是优化荧光仪的激发波长和发射波长优化到适合示踪剂的波长，以最大限度地分辨示踪剂和背景荧光。干扰或背景荧光可能来自收集器、稀释液（例如自来水或去离子水的荧光会随时间改变）以及荧光仪中比色（测量）皿的污染物。当收集器贴附在叶片上时，必须注意来自叶片（植物汁液）的背景荧光。

用稀释液浸泡收集器，使示踪剂进入溶液。结合采样区域和收集到的喷雾量，尽可能减少稀释液的体积以最大限度提高荧光剂回收率。收集器上的稀释液体积和示踪剂量决定了从收集器表面回收示踪剂的回收率。预先研究示踪剂进入溶液所需的最佳稀释量和时间。

荧光仪的读数与溶液中示踪剂的量的相关性为校准曲线。该曲线在一定范围内是一条直线（例如在0-1000 范围内， $10 < x < 950$ ），并通过采样已知浓度的示踪剂确定。

根据荧光仪的读数、校准线、收集器表面积、喷雾液中的示踪剂浓度、背景荧光（收集器和稀释液）以及稀释液的体积，计算每单位面积的喷雾沉积量，

，例如：按照公式 B.1 计算，单位 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ 。通过将喷雾飘移沉积量与在相同单位面积上的施用量相关联，可以根据公式 B.2 计算收集器上喷雾沉积量的百分比。

$$\beta_{\text{dep}} = \frac{(\rho_{\text{smp}} - \rho_{\text{blk}}) \times F_{\text{cal}} \times V_{\text{dil}}}{\rho_{\text{spray}} \times A_{\text{col}}} \quad \text{..... (B.1)}$$

$$\beta_{\text{dep}\%} = \frac{\beta_{\text{dep}}}{(\beta_V / 100)} \times 100\% \quad \text{..... (B.2)}$$

式中：

β_{dep} ——为喷雾沉积量，以微升每平方厘米 ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) 表示；

$\beta_{\text{dep}\%}$ ——为喷雾沉积量百分比 (%)；

β_V ——为施药液量，以升/公顷 (L/ha) 表示；

ρ_{smp} ——为样品的荧光计读数；

ρ_{blk} ——为空白收集器（收集器+稀释水）荧光仪读数；

F_{cal} ——为荧光计读数与示踪剂浓度 ($\mu\text{g}/\text{L}$ ，荧光仪刻度单位) 之间的关系；

V_{dil} ——为用于溶解收集器上示踪剂的稀释液体（如自来水或去离子水）的体积，用升 (L) 表示；

ρ_{spray} ——为喷头处采样的喷雾液体中示踪剂浓度，以克每升 (g/L) 表示；

A_{col} ——为收集器捕捉喷雾雾滴的投影面积，以平方厘米 (cm^2) 表示。

当收集器是叶片组织时，则应测量投影的叶片面积。

收集器的背景荧光可以通过采集至少 10 个收集器来测定；用经商定适合收集器类型的体积的稀释液体浸泡收集器；并根据规程确定荧光值。背景荧光平均值由单个荧光仪读数计算。

建议在连续的样本的开头和结尾加入空白水样和空白收集器，以便在对测试区收集器的标准分析程序中进行背景荧光的测定。

附录C

(资料性)

喷雾分布结果的计算和表述

C.1 用于测量喷雾分布的收集器示例

- 市售的水敏纸 (WSP) 尺寸为 76mm×26mm;
- Kromekote®纸 (KC)。

C.2 在地面上的收集器测得的喷雾分布

喷雾分布可以通过将水敏纸 (WSP) 或透明的 Kromekote®纸 (KC) 放置在收集器位置来测量。喷雾后, WSP 或 KC 上的雾滴图案即可可视化的喷雾沉积。WSP 上的雾滴图案将黄色卡纸变成黄底蓝点, 蓝点即雾滴接触卡纸的部位。使用 Kromekote®纸 (KC) 作为收集器时应该在喷雾液体中加入红色染料。可使用图像分析系统分析雾滴沉积痕迹, 获得喷雾分布参数, 即雾滴覆盖面积的百分比和单位面积雾滴数。

喷雾分布的测定值应表示为雾滴覆盖面积的百分比 (覆盖率, %), 雾滴数量应表示为单位面积的雾滴数 (滴/cm²)。

平均喷雾覆盖率 (\bar{x}) 应以占地面面积的百分比给出。

平均雾滴数 (\bar{x}) 应以滴/cm² 表示。

采样点上喷雾分布的均匀性应以测得的喷雾分布值 (覆盖率%, 或雾滴数) 的变异系数 (CV) 或最大偏差 (d_{\max}) 记录。

C.3 计算

平均喷雾分布 (覆盖率或雾滴数) (\bar{x}):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- n ——为收集器数量;
- x_i ——为第 i 个收集器上的雾滴 (覆盖率或雾滴数)。

最大偏差 (d_{\max}):

$$d_{\max} = \max\left(\frac{|x_i - \bar{x}|}{\bar{x}} \times 100\right) \dots\dots\dots (C.2)$$

变异系数 (CV):

$$CV = \frac{d_s}{\bar{x}} \times 100 \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

d_s ——为标准差。

$$d_s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Kromekote®是一个合适的产品在商业上可用的例子。此信息是为了方便本文件的使用者而提供的, 而不构成对此产品的认可。