

ICS 65.060.40

CCS B 91

团体标准

T/CAMDA XX—XXXX

露地蔬菜肥药精准施用智能作业装备

Intelligent operation equipment for precise fertilizer and pesticide
application on open-field vegetables

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国农业机械流通协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品型号	2
5 要求	2
6 试验方法	5
7 检验规则	7
8 使用说明书、标志、包装、运输和贮存	9

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。

请注意本文件的某些条款可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由农业农村部南京农业机械化研究所提出。

本文件由中国农业机械流通协会归口。

本文件起草单位：农业农村部南京农业机械化研究所、北京市农林科学院信息技术研究中心、江苏省农业机械试验鉴定站、北京市农林科学院智能装备技术研究中心、合肥多加农业科技有限公司。

本文件主要起草人：龚艳、陈晓、杨硕、马立新、翟长远、赵学观、秦广泉。

露地蔬菜肥药精准施用智能作业装备

1 范围

本文件规定了露地蔬菜肥药精准施用智能作业装备的产品型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于露地蔬菜肥药精准施用智能作业装备（以下简称“装备”）的生产。

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 9480 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 使用说明书编写规则
- GB 10395.1 农林机械 安全 第1部分：总则
- GB 10395.6 农林机械 安全 第6部分：植物保护机械
- GB 10396 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 安全标志和危险图形 总则
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 18678 植物保护机械 农业喷雾机（器）药液箱额定容量和加液孔直径
- GB/T 20183.3—2024 植物保护机械 喷雾设备 第3部分：评价单位面积施药液量调节系统性能的试验方法
- GB/T 24677.2—2009 喷杆喷雾机 试验方法
- JB/T 5673 农林拖拉机及机具 涂漆 通用技术条件
- JB/T 9802 喷雾机、清洗机用三缸柱塞泵、活塞泵
- JB/T 9806 喷雾机用隔膜泵
- JB/T 9832.2—1999 农林拖拉机及机具 漆膜 附着性能测定方法 压切法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

露地蔬菜肥药精准施用智能作业装备 intelligent operation equipment for precise fertilizer and pesticide application on open-field vegetables

能识别靶标露地蔬菜，实现对靶喷雾（3.2）和变量喷雾（3.3），同时进行农药、叶面肥精准喷施的智能作业装备。

3.2

对靶喷雾 target-oriented spraying

基于作物识别技术，将药液定向喷洒到作物靶标区域的喷雾方式。

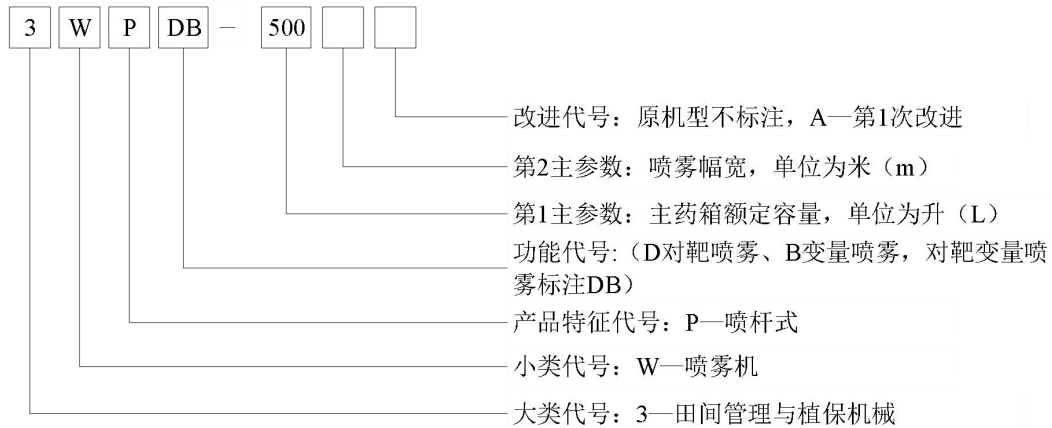
3.3

变量喷雾 variable-rate spraying

根据作物长势、病虫害发生程度等参数，实时调节单位面积施药量的喷雾方式。

4 产品型号

型号表示方法：



示例：3WPDB-50010A 表示第一次改进的 500L10 米喷幅对靶变量智能作业装备。

5 要求

5.1 一般技术要求

5.1.1 运转与密封性能

5.1.1.1 装备在正常工作条件下作业时应运转平稳，无不正常的振动、响声，各工作部件及连接处无松动等现象。

5.1.1.2 露地蔬菜肥药精准施用智能作业装备在最高工作压力下工作时，各密封部位应密封可靠，无渗漏等现象。

5.1.2 喷雾性能

5.1.2.1 露地蔬菜肥药精准施用智能作业装备在额定工作压力下喷雾时，药液应雾化良好、雾形完整，雾流应连续、均匀。

5.1.2.2 喷杆上各喷头之间的喷雾量变异系数应不大于10%。

5.1.3 喷头防滴性能

露地蔬菜肥药精准施用智能作业装备的喷头应具有良好的防滴性能，在额定工作压力下，停止喷雾 5s 后，出现滴漏现象的喷头数量应不大于喷头总数的 10%，且单个滴漏喷头滴漏的液滴数应不大于 10 滴/min。

5.1.4 变量喷雾系统性能

单位面积施液药量实际值相对于设定值的偏差应不超过 $\pm 10\%$ ，施药液量调控范围应符合制造厂技术文件明示值的规定。

5.1.5 作物识别与对靶喷雾性能

5.1.5.1 作物识别系统采用视觉识别、传感感知技术，对露地蔬菜作物的识别准确率应不小于95%，应能有效区分作物、杂草与裸地，识别响应时间应不大于1s。

5.1.5.2 对靶喷雾执行机构动作灵敏，调控延迟应不大于2s，靶标区域喷雾覆盖率应不小于95%，非靶标区域无喷雾或微量喷雾，杜绝漏喷、误喷。

5.1.5.3 对靶喷雾模式应能手动切换，适配不同田间作业场景，切换顺畅无卡顿。

5.1.6 导航偏差要求

若搭载定位系统，作业路径偏差应不超过 $\pm 2.5\text{cm}$ ，支持直线作业、断点续喷、自动避障。

5.2 主要零部件要求

5.2.1 喷雾液泵

装备配用的三缸柱塞泵、活塞泵应符合JB/T 9802的规定，隔膜泵应符合JB/T 9806的规定。

5.2.2 底盘用零部件

轮胎、变速箱、转向器、传动轴、差速器、制动器、蓄电池等底盘用零部件应符合制造厂技术文件的规定。

5.2.3 过滤装置

装备应设有不少于三级的过滤装置，至少最后一级过滤网的孔径应不大于喷孔最小通过尺寸。

5.2.4 压力调节装置

装备应设有压力调节装置，在制造厂技术文件明示的额定工作压力范围内应能平稳地调压。

5.2.5 喷杆部件

5.2.5.1 装备应设有喷杆折叠机构。

5.2.5.2 采用人工折叠的装备，喷杆的折叠和展开应方便；采用液压或电动折叠的装备，喷杆的折叠和展开应平稳、轻缓。两侧喷杆同时折叠和展开的装备，喷杆的动作应同步。

5.2.5.3 喷杆展开后应平直、整齐。

5.2.5.4 装备处于运输状态时，喷杆应可靠摆放或固定，运输过程中应不能自行展开。

5.2.6 药液箱部件

5.2.6.1 药液箱应具有良好的强度和刚度，无气孔、裂纹等缺陷，装满药液后无渗漏和明显变形等现象。

5.2.6.2 加液口直径及药液箱额定容量应符合GB/T 18678的规定。药液箱上应有液位刻度线和液量指示标志，能看清药液位置和药液量。

5.2.6.3 加液口应设置过滤网，过滤网应具有一定的深度，保证加液畅通，无药液(水)溢出。

5.2.6.4 药液箱盖应连接牢固、可靠，不应出现意外松动或开启现象。

5.2.6.5 药液箱底部应设置放液阀，在不使用工具和不污染操作者的情况下能方便、安全地排放药液。

5.2.6.6 药液箱内药液残留量应不大于额定容量的2%。

5.2.7 电气系统

5.2.7.1 电气系统线路布置应整齐有序，不应与发热部件相接触；电气装置及线束应完整无损，安装牢固，不应因振动而松脱、损坏，不应产生短路和断路。

5.2.7.2 开关、按钮应操作方便，动作可靠，不应因振动而自行接通或关闭。

5.2.7.3 所有电缆导线均应捆扎成束，布置整齐，固定卡紧；接头牢靠并有绝缘封套；导线穿越孔时，应设置过孔保护措施。

5.2.8 喷雾系统承压零部件

装备承压管路系统的耐压性能应符合GB 10395.6的规定。承压软管上应有永久性标志，标明制造厂和最高允许工作压力。

5.2.9 零部件加工质量

装备的零部件加工质量应符合以下要求：

- a) 机加工件、冲压件应去锐边，毛刺；
- b) 铸件应无气孔、夹渣、缩孔、缩松、砂眼等缺陷；
- c) 焊接件应平整、光洁，不应有漏焊、烧伤、裂纹等缺陷，焊接应牢固；
- d) 与农药接触的零件应具有良好的防腐性能，镀锌、镀铬零件镀层应均匀、牢固；
- e) 用手操作的零部件，其操作表面应光滑，无毛刺和锐角。

5.3 安全要求

5.3.1 装备外露运动件及喷杆折叠、升降机构等可能产生挤压和剪切的危险部位应设置符合GB 10395.1规定的安全防护装置。因结构原因无法设置安全防护装置或无法保证安全距离时，应在运动件和危险部位附近明显位置粘贴符合GB 10396规定的安全标志，并在使用说明书中加以说明。

5.3.2 电气系统应具备防漏电、防短路、防过载保护功能，绝缘电阻应不小于 $1M\Omega$ ，适应田间潮湿作业环境，杜绝漏电安全隐患。

5.3.3 装备应配备紧急停机按钮，按钮设置在操作人员易触及位置，触发后应能快速切断整机动力，停止喷雾及行走作业，响应时间应不大于0.5s。

5.3.4 喷杆升降、折叠机构应配备自锁装置，作业状态无自动下滑、偏移，运输状态锁止牢固，防止喷杆晃动引发碰撞事故。

5.3.5 对靶喷雾、变量喷雾模块运行异常时，装备应能自动报警并切换至手动模式，便于操作人员应急处置。

5.4 装配质量要求

5.4.1 装备零部件应完整、齐全，连接应牢固可靠，容易松脱的零部件应装有防松装置。

5.4.2 装配后，各运动件应动作灵活，不应有磕碰、卡滞等现象。

5.4.3 液压软管、喷雾胶管应布置整齐有序，弯曲处弯曲内径不应过小，并应避免扎瘪、压扁现象。

5.5 外观质量要求

5.5.1 装备涂漆应符合JB/T 5673的规定，漆膜附着性能不应低于JB/T 9832.2—1999规定的II级，涂层表面应均匀，不应有漏漆、起皱、流挂和剥落现象。

5.5.2 装备外观应整洁，不应有毛刺和明显的伤疤、碰瘪、变形、锈斑、油污等缺陷。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验用介质

除可靠性试验外，试验介质应为常温下不含固体物质的清水。

6.1.2 试验环境

试验应在常温常压下进行，试验场地应整洁、宽敞、无障碍物。

6.1.3 试验样机

试验用装备应装配完整，并调整至使用说明书规定的状况。

6.2 试验用仪器、设备

应检查校正试验所用的仪器、设备，计量器具应在规定的检定有效期内，主要测定参数最低准确度应符合GB/T 24677.2—2009中3.4的要求。

6.3 性能试验

6.3.1 喷雾性能试验

6.3.1.1 装备在额定工作压力下喷雾时，目测检查雾流是否连续、均匀，雾形是否完整。

6.3.1.2 喷杆上各喷头之间的喷雾量变异系数测定应按GB/T 24677.2—2009中5.3的规定。

6.3.2 喷头防滴性能试验

装备在额定工作压力下正常进行喷雾，停止喷雾5s后计时，观察出现滴漏现象的喷头数，计数各喷头1min内滴漏的液滴数。

6.3.3 喷雾量和喷雾量变异系数测定

试验前，应按喷头制造厂提供的压力和流量指标对喷头进行检验，合格后方可装配。试验应在额定工作压力下进行。测定喷杆上每个喷头的喷雾量，用接液筒盛接雾流时，应避免雾滴飞溅或外流。测定时间为1min，试验不少于三次，按式（1）~式（3）计算喷雾量变异系数。

$$\bar{q} = \frac{q_1 + q_2 + \cdots + q_n}{n} = \frac{\sum q}{n} \dots\dots\dots (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (q - \bar{q})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum q^2 - \frac{(\sum q)^2}{n}}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

$$CV = \frac{S}{\bar{q}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

q_1 、 q_2 、 \cdots 、 q_n ——各喷头的喷雾量，单位为升每分钟（L/min）；

n ——喷头数量，个；

\bar{q} ——平均喷雾量，单位为升每分钟（L/min）；

$\sum q$ ——总喷雾量，单位为升每分钟（L/min）；
 S ——标准差，单位为升每分钟（L/min）；
 CV ——喷雾量变异系数。

6.3.4 单位面积施药液量测定

对变量喷雾系统，按GB/T20183.3—2004中5规定的方法，测定其单位面积施药液量实际值与设定值之间的平均偏差。

6.3.5 作物识别与对靶喷雾试验

6.3.5.1 在试验田块布设作物、杂草、裸地测试区域，启动装备对靶喷雾模式，连续测试10次，按式（4）、式（5）计算得出作物识别准确率。

$$P_i = \frac{B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

$$P = \frac{\sum_{i=0}^n P_i}{n} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

P_i ——第 i 次的作物识别准确率；
 B ——喷施作物数量，单位为个；
 A ——喷雾区域内总体作物数量，单位为个；
 P ——作物识别准确率。

6.3.5.2 试验时在蔬菜行的侧方10cm处摆放遇水变色条带，作业时保证喷施蔬菜的同时喷施变色条带。沿蔬菜行进行喷药试验，进行3次实验，每次试验结束后，用米尺测量条带上的覆盖冠层喷施水迹中心与蔬菜冠层中心偏距，偏距不大于5cm为有效对靶喷施，按式（6）、式（7）计算得出对靶喷施精度。

$$R_i = \frac{C}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

$$R = \frac{\sum_{i=0}^n R_i}{n} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

R_i ——第 i 次的对靶喷施精度；
 C ——有效喷施作物数量，单位为个；
 A ——喷雾区域内总体作物数量，单位为个；
 R ——对靶喷施精度。

6.3.6 导航偏差

装备在开启导航模式下在测区内往返作业三个行程，作业长度不小于 50 米，用第三方高精度测量型卫星接收机记录的位置数据作为实际行驶轨迹点，每隔 1m 取一个点，任选一条轨迹线记录 50 个行驶轨迹点 D_i (i 从 1 到 50 的等间隔记录轨迹点)，测量实际行驶轨迹点距离基准线的距离，按式（8）、式（9）计算得出导航偏差。

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (8)$$

$$S = \max(X_i) \dots\dots\dots (9)$$

式中：

X_i —— 每个 D_i 点到基准线偏离值，单位为厘米(cm)；
 n —— 所取的检测点点数；

S —— 导航偏差，单位为厘米(cm)。

6.4 可靠性试验

6.4.1 试验方法

6.4.1.1 采用随机抽样方法抽取 2 台产品进行可靠性评定。

6.4.1.2 试验应在装备正常工作状态下，按正常作业速度在田间进行。

6.4.1.3 试验时，操作人员应按制造厂提供的产品使用说明书的规定进行操作和维修。

6.4.1.4 在正常工作状态下累计运转 100h，试验期间记录样机的工作情况、故障情况和修复情况等。计算样机首次故障前平均工作时间 (MTTF) 和有效度 (K)，时间精确到分钟。

6.4.2 首次故障前平均工作时间测定

按式 (10) 计算首次故障前平均工作时间 (MTTF)：

$$MTTF = \frac{1}{\gamma} \left(\sum_{i=1}^{\gamma} t_i + \sum_{j=1}^{n-\gamma} t_j \right) \dots\dots\dots (10)$$

式中：

MTTF——首次故障前平均工作时间，单位为小时 (h)；

n——试验台数；

γ ——首次发生故障的台数 (当 $\gamma = 0$ 时，按 $\gamma = 1$ 计)；

t_i ——第*i*台喷雾机发生首次故障的累计工作时间，单位为小时 (h)；

t_j ——试验结束时，未发生故障的第*j*台喷雾机工作累计时间，即100h。

6.4.3 有效度测定

完成首次故障前平均工作时间测定后的装备，在正常工作状态下继续进行试验，直到累计运转 200h 为止。按式 (11) 计算有效度：

$$K = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + \sum t_r} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中：

K——有效度；

$\sum t_i$ ——故障排除总时间 (例行检查保养时间除外)，单位为小时 (h)；

$\sum t_r$ ——纯工作时间，单位为小时 (h)。

6.5 装配和外观质量检查

按 JB/T 5673 规定的方法，检查整机的涂漆外观质量，测定机罩处的漆膜附着力；其他装配和外观质量采用目测法检查。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 每台装备应经制造厂质量检验部门检验合格，并附有产品出厂合格证方可出厂。

7.1.2 装备出厂前，应逐台按表 1 中规定的出厂检验项目进行检验。所有出厂检验项目均合格后，方可签发产品出厂合格证。

表1 检验项目分类表

项目分类		检验项目	对应本标准条款	型式检验	出厂检验
类	项				
A	1	运转与密封性能	5.1.1	√	√
	2	运动件安全防护装置	5.3.1	√	—
	3	首次故障前平均工作时间	6.4.2	√	—
	4	有效度	6.4.3	√	—
B	1	变量喷雾系统性能	5.1.4	√	—
	2	作物识别与对靶喷雾性能	5.1.5	√	—
	3	导航偏差	5.1.6	√	—
	4	喷雾液泵	5.2.1	√	—
	5	过滤装置	5.2.3	√	—
	6	喷杆部件	5.2.5	√	—
	7	药液箱部件	5.2.6	√	—
	8	电气系统	5.2.7	√	—
	9	喷雾量、变异系数测定	6.3.3	√	—
	10	单位面积施药液量测定	6.3.4	√	—
	11	作物识别与对靶喷雾试验	6.3.5	√	—
C	1	喷头防滴性能	5.1.3	√	√
	2	底盘用零部件	5.2.2	√	—
	3	压力调节装置	5.2.4	√	√
	4	喷雾系统承压零部件	5.2.8	√	—
	5	零部件加工质量	5.2.9	√	—
	6	安全要求	5.3	√	—
	7	装备质量要求	5.4	√	√
	8	外观质量要求	5.5	√	√
	9	标志	8.2	√	—

注：凡需检验的项目用“√”作出标记，不需检验的项目用“—”作出标记。

7.2 型式检验

7.2.1 在下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品定型鉴定及老产品转厂生产；
- 正式生产后如结构、工艺、材料等较大的改变，可能影响产品性能时；
- 正常生产时，定期或积累一定产量后，应周期性进行一次检验，一般三年进行一次；
- 产品停产一年以上，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.2.2 型式检验按表1中规定的项目进行。

7.3 抽样方法

型式检验的样机应是近半年内生产的合格产品。在制造厂合格产品库或生产线上随机抽取，抽样基数不少于 5 台；在销售部门抽样不受此限，抽样数量为 2 台。

7.4 判定规则

检验结果判定见表 2，表中 AQL 为接收质量限，Ac 为接收数，Re 为拒收数，不合格项次数按计点法计算。样本中各类项目不合格数小于或等于接收数 Ac 时，则判该产品为合格，否则判该产品为不合格。

表 2 检验结果判定表

项目分类		A	B	C
样本量		2		
检验水平		S-1		
项目数		4	12	9
合格品	AQL	6.5	40	65
	Ac Re	0 1	2 3	3 4

8 使用说明书、标志、包装、运输和贮存

8.1 使用说明书

使用说明书的编写应符合 GB/T 9480 的规定，使用说明书中应明确包含产品使用、维护保养、运输过程中具有危险性安全注意事项的叙述。

8.2 标志

每台装备应在明显部位固定符合 GB/T 13306 规定的铭牌，清晰标明以下内容：

- a) 制造厂名称、厂址；
- b) 产品名称和型号；
- c) 产品主要技术参数；
- d) 制造日期；
- e) 出厂编号。

8.3 包装

8.3.1 在出厂装运时，对附件、备件、工具及运输中必须拆下的零部件，应进行分类包装，保证运输中无损。

8.3.2 包装应牢固可靠，包装箱内应附制造厂规定的配件和附件。

8.3.3 包装件的外部应标明下列项目：

- a) 产品的名称、牌号和型号；
- b) 包装件的名称、质量及总件数和编号；
- c) 制造厂名称和地址。

8.3.4 每台设备出厂时，应随机附有下列文件：

- a) 使用说明书；
- b) 产品三包服务凭证；
- c) 产品合格证；

d) 装箱单。

8.4 运输

产品在运输过程中，应可靠固定，避免剧烈的颠簸、振动及碰撞、挤压，防止雨淋。

8.5 贮存

装备应贮存在通风、干燥的场所，避免与酸、碱、农药等腐蚀性物品堆放在一起。特殊情况需露天存放时，应采取防晒、防雨和防雪等措施。
