

DG

农业机械推广鉴定大纲

DG/T 247—2021

植保无人驾驶航空器

2021-01-21 发布

2021-03-01 实施

中华人民共和国农业农村部

发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 基本要求	1
3.1 需补充提供的文件资料	1
3.2 样机确定	1
3.3 生产量和销售量	1
3.4 参数准确度及仪器设备	2
3.5 试验条件	2
4 初次鉴定	2
4.1 一致性检查	2
4.2 安全性评价	3
4.3 适用性评价	6
4.4 可靠性评价	10
4.5 综合判定规则	11
5 产品变更	12
附录 A（规范性附录）产品规格表	13
附录 B（规范性附录）用户调查表	14

前 言

本大纲依据 TZ 1—2019《农业机械推广鉴定大纲编写规则》编制。

本大纲是首次制定。

本大纲由农业农村部农业机械化推广司提出。

本大纲由农业农村部农业机械试验鉴定总站、农业农村部农业机械化技术开发推广总站技术归口。

本大纲起草单位：农业农村部农业机械试验鉴定总站、农业农村部农业机械化技术开发推广总站、中国农业机械化协会、农业农村部农业机械试验鉴定总站植保机械专业站、广东省农业机械试验鉴定站、黑龙江省农业机械试验鉴定站、山东省农业机械试验鉴定站、黑龙江农垦农业机械试验鉴定站、贵州省农业机械质量鉴定站。

本大纲主要起草人：杨林、宋英、何丽虹、刘燕、黄启锋、张井超、郜愿愿、韩雪、张贵、邱韶峰、高广智。

植保无人驾驶航空器

1 范围

本大纲规定了植保无人驾驶航空器推广鉴定的鉴定内容、方法和判定规则。

本大纲适用于满足相关法律法规规定的以电池和/或燃油为动力的旋翼类植保无人驾驶航空器的推广鉴定。

注：植保无人驾驶航空器也称为植保无人飞机或遥控飞行喷雾机。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 4208 外壳防护等级（IP代码）

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 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 38058-2019 民用多旋翼无人机系统试验方法

NY/T 3213-2018 植保无人飞机 质量评价技术规范

3 基本要求

3.1 需补充提供的文件资料

除申请时提交的材料之外，需补充提供以下材料：

- a) 产品规格表（见附录A）；
- b) 样机照片（彩色，左前方45°、正前上方45°俯视图、样机铭牌各1张）；
- c) 用户名单(至少应包括购买者姓名、通信地址、联系电话、产品型号名称、购机时间等。燃油动力的机型药箱额定容量大于20L时用户数量应不少于3户，燃油动力的机型药箱额定容量小于等于20 L时用户数量应不少于5户。电池动力和油电混合动力的机型药箱额定容量大于20 L时用户数量应不少于5户，其余用户数量应不少于10户。植保无人驾驶航空器产品应作业一个季节以上或总作业时间不少于100 h，用户分布在3个主要使用（销售）区域）；
- d) 符合本大纲要求的采信的检测报告复印件；
- e) 无线电频段使用、卫星导航系统应用、远程监管通讯功能及限高、限速、限距功能均满足国家相关规定的承诺书。

以上材料需加盖制造商公章。

3.2 样机确定

样机由制造商无偿提供且应是12个月以内生产的合格产品，样机由鉴定机构在制造商明示的合格品存放处随机抽取，抽样基数不少于5台，抽样数量为2台，其中1台用于试验鉴定，另1台备用。样机由制造商按约定的时间送达指定地点。鉴定完成且制造商对鉴定结果无异议后，样机由制造商自行处理。在试验过程中，由于非样机质量原因造成试验无法继续进行，可以启用备用样机重新试验。

3.3 生产量和销售量

申请鉴定的产品的生产量和销售量应符合表1规定。

表1 生产量和销售量要求

动力类型（药箱容量 V ，单位：L）	生产量（台）	销售量（台）
燃油动力	$10 \leq V < 20$	≥ 10
	$V \geq 20$	≥ 8

表1 生产量和销售量要求 (续)

动力类型 (药箱容量 V , 单位: L)		生产量 (台)	销售量 (台)
电池动力	$V < 10$	≥ 15	≥ 10
	$10 \leq V < 20$	≥ 15	≥ 10
	$V \geq 20$	≥ 10	≥ 5
油电混合动力	$10 \leq V < 20$	≥ 15	≥ 10
	$V \geq 20$	≥ 10	≥ 5

3.4 参数准确度及仪器设备

被测参数的准确度要求见表2。选用仪器设备的量程和准确度应与表2的要求相匹配。试验用仪器设备应经过计量检定或校准且在有效期内。

表2 被测参数准确度要求

序号	被测参数名称	测量范围	准确度要求
1	长度	0 m~5 m	3 mm
		5 m~200 m	10 mm
2	角度	0° ~180°	1°
3	时间	0 h~24 h	1 s/d
4	质量	0 kg~200 kg	0.05 kg
5	质量	0 kg~5 kg	2g
6	压力	0 MPa~1.6 MPa	0.4 级
7	风速	0 m/s~10 m/s	3%FS
8	温度	-20 °C~50 °C	1°C
9	湿度	10%RH~95%RH	5%RH
10	水平定位	0 m~200 m	0.1 m
11	高度定位	0 m~50 m	0.15 m

3.5 试验条件

除特殊要求外,试验环境温度应为5 °C至45 °C,相对湿度应为20%至95%;环境平均风速应为0 m/s至3 m/s,最大风速应不超过5.4 m/s。室外试验应选择空旷的露天场地,场地面积应满足植保无人驾驶航空器日常作业要求。试验介质为常温(0 °C~40 °C)下不含固体杂质的清水,其密度视为1 kg/L。

4 初次鉴定

4.1 一致性检查

4.1.1 检查内容和方法

一致性检查项目、允许变化的限制范围及检查方法见表3。制造商填报的产品规格表的设计值应与其提供的产品执行标准、产品使用说明书所描述的产品技术规格值相一致。对照产品规格表的设计值对样机的相应项目进行一致性检查。

表3 一致性检查项目、允许变化的限制范围及检查方法

序号	检查项目	限制范围	检查方法
1	型号名称	一致	核对
2	飞行控制系统	一致	核对 <input type="checkbox"/> 无 RTK ^a <input type="checkbox"/> 单基站 RTK(整机销售配套基站) <input type="checkbox"/> 网络 RTK <input type="checkbox"/> 其他:
			<input type="checkbox"/> 前避障 <input type="checkbox"/> 前后避障 <input type="checkbox"/> 绕障 <input type="checkbox"/> 其他:
3	空机质量	允许偏差为3%	测量(样机为工作状态,但不加注试验介质和燃油)
4	整机额定工作压力	一致	核对

表3 一致性检查项目、允许变化的限制范围及检查方法（续）

序号	检查项目		限制范围	检查方法	
5	外形尺寸（长×宽×高）		允许偏差为5%	测量（样机为工作状态，但不含旋翼、喷杆）	
6	旋翼	材质	一致	核对	
		主旋翼数量	一致	核对	
		直径	一致	核对	
7	药液箱	材质	一致	核对	
		额定容量	允许正偏差为5%	测量（药液箱有刻度线的，加水至额定容量刻度线测量其容量；若无刻度线的，加水至药箱口，测量药液箱总容量，以总容量的95%为额定容量）	
		数量	一致	核对（仅指安装在整机上的药箱个数）	
8	喷头	型式	一致	核对	
		数量	一致	核对	
9	喷杆长度		允许偏差为5%	测量（喷杆两端最远两个喷头的距离）	
10	液泵	型式	一致	核对	
		额定流量	一致	核对	
		数量	一致	核对	
11	配套动力	发动机	额定功率/转速	一致	核对
		电动机	KV值	一致	核对
			额定功率	一致	核对
12	电池	型号名称	一致	核对	
		型式	一致	核对（□插拔式、□出线式）	
		电压	一致	核对	
		容量	一致	核对	
		数量	一致	核对	
13	充电器	型号名称	一致	核对	
		输入电压	一致	核对	
		输出电压	一致	核对	
		输出电流	一致	核对	

^a RTK 的全称是 real time kinematic，指利用载波相位差分技术实现实时动态定位。

4.1.2 判定规则

一致性检查的全部项目结果均满足表3要求时，一致性检查结论为符合大纲要求；否则，一致性检查结论为不符合大纲要求。

4.2 安全性评价

4.2.1 安全性能

4.2.1.1 抗风性能

手动控制模式下，操控植保无人驾驶航空器在额定起飞质量条件下置于水平风向稳定、风速为6 m/s ±0.5 m/s的人工模拟风场中，操控其起飞、前飞、后飞、侧飞、转向、悬停、着陆等，植保无人驾驶航空器应能正常飞行。

4.2.1.2 承压性能（喷射部件）

将喷射部件的一端用无孔圆片堵塞（胶管试验时应预先灌水），并将另一端用钢丝编织管与耐压试验台相连，启动试验台，缓慢升压至工作压力上限的1.5倍，保持1 min，喷射部件不应出现破裂、渗漏等现象。企业需单独提供1套喷射部件。离心雾化喷头不适用。

4.2.1.3 密封性

植保无人驾驶航空器加注额定容量试验介质，在最高工作压力下喷雾，直至耗尽试验介质，各零部件及连接处应密封可靠，不应出现药液和其他液体泄漏现象。

4.2.1.4 电子围栏

- 在试验场地内设置 $30\text{ m} \times 30\text{ m} \times 20\text{ m}$ 的空间区域为电子围栏的禁飞区。操控植保无人驾驶航空器以 2 m/s 飞行速度， 5 m 飞行高度接近直至触碰电子围栏，如图1所示。
- 观察植保无人驾驶航空器与电子围栏发生接触前后采取的措施，具体包括报警提示、自动悬停、自动返航、自动着陆等。
- 将植保无人驾驶航空器搬运进电子围栏区域，应有报警提示且无法启动。

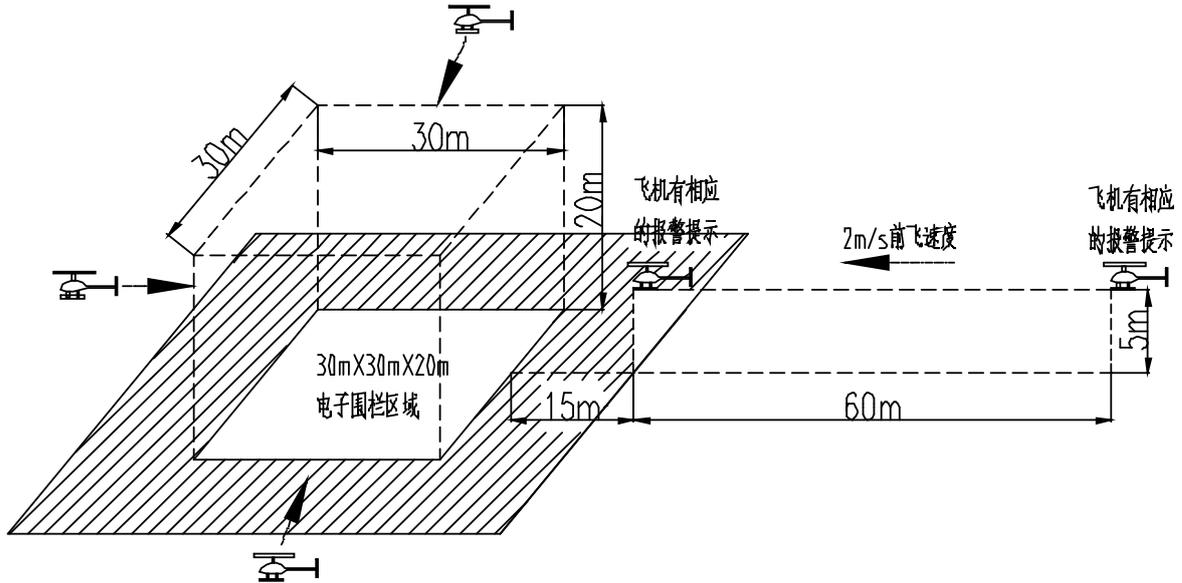


图1 电子围栏测试过程图

4.2.1.5 报警和保护

植保无人驾驶航空器在触发失效保护时，能发出声、光或振动的报警提示，并满足以下要求：

a) 链路中断保护

正常飞行状态下，操控植保无人驾驶航空器持续飞行，过程中适时中断通讯链路，应能悬停、自动返航或自动着陆。

b) 低电/燃油量保护

注满燃油或使用满电电池，在自主模式和满载条件下，操控植保无人驾驶航空器在一定飞行高度保持悬停，直至其发出燃油/电量不足报警后自动平稳着陆，不应出现掉高、坠落等现象。

4.2.1.6 避障

加注额定容量试验介质，在自主模式下，操控植保无人驾驶航空器以 2 m 的高度， 4 m/s 的速度飞向障碍物为直径 $2\text{ cm} \pm 0.5\text{ cm}$ 、高度 4 m 的镀锌管（垂直于地面），植保无人驾驶航空器不得与障碍物碰撞。操控植保无人驾驶航空器离开障碍物，机具应能重新可控。

4.2.1.7 电磁兼容

植保无人飞机应具有电磁兼容能力，应满足 NY/T 3213—2018 中 6.3.8 要求。

4.2.1.8 防水

植保无人驾驶航空器防水等级应达到 IPX5，按照 GB/T 4208 的规定方法对整机进行试验。试验时，产品应处于通电状态，试验结束后，机具应能正常工作。

4.2.1.9 蓄电池

由主机制造商另外提供与标配同规格型号的电池组（应为合格品且有产品型号和名称）4件分别进行以下试验：

a) 过放电、过充电

按照GB/T 38058—2019中6.5.5条款、6.5.6条款规定的方法进行试验。试验过程中，电池应无爆炸、着火、漏液现象发生。

b) 短路试验

按照GB/T 38058—2019中6.5.7条款规定的方法进行试验。试验过程中，电池应无过热、破裂、爆炸、着火现象发生。

c) 跌落实验

按照GB/T 38058—2019中6.5.9条款规定的方法进行试验。试验过程中，电池应无爆炸、着火现象。

4.2.2 安全防护和安全信息

安全防护和安全信息应满足表4的内容。

表4 安全防护和安全信息的检查内容及要求

序号	检查项目	检查内容及要求
1	安全防护	外露的发动机、排气管等可产生高温的部件或其他对人员易产生伤害的部位，应设置防护装置，避免人手或身体触碰
2	安全信息	产品使用说明书 应随机提供产品使用说明书。产品使用说明书的编制应符合GB/T 9480的规定，至少包括以下内容： a) 起动和停止步骤 b) 地面控制端介绍 c) 安全停放步骤 d) 运输状态机具布置 e) 清洗、维护和保养要求 f) 有关安全使用规则的要求 g) 在处理农药时应当遵守农药生产企业所提供的安全说明 h) 安装、故障处理说明 i) 危险与危害一览表及应对措施 j) 制造商名称、地址和电话
		铭牌 在植保无人驾驶航空器醒目位置应有永久性铭牌。铭牌内容应清晰可见，至少包括以下内容： a) 型号、名称 b) 空机质量、药液箱额定容量、最大起飞质量 c) 发动机功率或电机功率和电池容量等主要技术参数 d) 产品执行标准编号 e) 生产日期和出厂编号 f) 制造商名称和注册地址
		软管标志 承压软管上应有永久性标志，标明其制造商和最高允许工作压力。
		安全标识 在对操作者有危险的部位，应固定永久性的安全标识，在机具的明显位置还应有警示操作者使用安全防护用具的安全标识，安全标识应符合GB 10396的规定。提示操作者使用安全防护用具的标志应至少包括： a) 佩戴眼部防护装备（护目镜或面罩） b) 佩戴呼吸防护器和穿戴合适的防护服 c) 阅读使用说明书

4.2.3 判定规则

安全性能及安全防护和安全信息的评价项目满足表5相关要求，安全性评价结论为符合大纲要求；否则，安全性评价结论为不符合大纲要求。

安全性能4.2.1.7、4.2.1.8、4.2.1.9，可采信具有资质检验检测机构出具的符合本大纲要求的检验检测报告（加盖CMA章）。

表5 安全性评价判定

序号	项目名称	单位	要求	
1	安全性能	抗风性能	/	符合 4.2.1.1 的要求
		承压性能	/	符合 4.2.1.2 的要求
		密封性	/	符合 4.2.1.3 的要求
		电子围栏	/	符合 4.2.1.4 的要求
		报警和保护	/	符合 4.2.1.5 的要求
		避障	/	符合 4.2.1.6 的要求
		电磁兼容	/	符合 4.2.1.7 的要求
		防水	/	符合 4.2.1.8 的要求
		蓄电池	/	符合 4.2.1.9 的要求
2	安全防护和安全信息	/	符合 4.2.2 的要求	

4.3 适用性评价

4.3.1 评价方法

适用性评价采用性能试验与适用性用户意见调查相结合的方法进行。

4.3.2 内容和要求

适用性评价内容和要求见表 6。

表6 适用性评价内容和要求

序号	项目	单位	要求				
1	性能	耐候性	/	应能正常作业			
		起动性能	/	起动成功次数应不少于 2 次			
		药液和燃料（电量）剩余量显示功能	/	应具有药液有无和燃料（电量）剩余量显示功能，且应便于操作者观察			
		控制模式切换稳定性	/	飞行姿态应平滑，且不出现坠落、偏飞等失控现象			
		手动控制模式飞行性能	/	操控灵活，动作准确，飞行状态平稳			
		飞行信息存储系统	/	应包含飞行的速度、高度、位置信息和以及产品制造商、型号、编号信息			
		自主控制模式飞行精度	偏航距（水平）	m	≤0.4		
			偏航距（高度）	m	≤0.4		
			速度偏差	m/s	≤0.4		
		续航能力		min	单架次总飞行时间与连续喷雾作业时间之比应不小于 1.2 倍	药箱容量 V, L	连续喷雾作业时间, min
						$V < 10$	≥5
						$10 \leq V \leq 15$	≥7
			$V > 15$	≥9			
		残留液量	mL	≤30			
		过滤装置	过滤级数	/	≥2		
			加液口过滤网网孔尺寸	mm	≤1		
			末级过滤网网孔尺寸	mm	≤0.7		
喷头防滴漏	/	每个喷头的滴漏数应不大于 5 滴					
喷雾量均匀性变异系数	/	≤35%					
作业喷幅	m	应不低于企业标准明示值					
2	适用性用户意见	/	评价结果为“好”和“中”的占比不小于 80%				

4.3.3 试验方法

4.3.3.1 耐候性

将植保无人驾驶航空器放置在温度60℃、相对湿度95%的试验箱内，机体任意点与试验箱壁距离不小于0.3 m，静置4 h后取出，在室温下再静置1 h。然后加注额定容量试验介质，按照使用说明书规定进行飞行作业，植保无人驾驶航空器应能正常作业。

4.3.3.2 起动性能（适用油动、油电混合机型）

试验前，植保无人驾驶航空器在室温下静置1 h。按使用说明书规定的操作方法起动，试验进行3次，每次间隔2 min，其中成功次数应不少于2次。每次起动前，在不更换零件的条件下可做产品说明书规定的调整。

注：油电混合机型是指同时拥有燃油和电池两种动力的植保无人驾驶航空器，包括：由内燃机带动发电机给蓄电池充电并由蓄电池供电驱动电动机的串联型式，以及由内燃机动力系统、蓄电池和电动机系统分别驱动或综合驱动的类型。

4.3.3.3 药液和燃料（电量）剩余量显示功能

植保无人驾驶航空器应具有药液有无和燃料（电量）剩余量显示功能，且应便于操作者观察。

4.3.3.4 控制模式切换稳定性

植保无人驾驶航空器在正常飞行状态下，控制其在手动控制模式和自主控制模式间进行自由切换，切换过程中机具的飞行姿态应平滑，且不出现坠落、偏飞等失控现象。

4.3.3.5 手动控制模式飞行性能

- 在额定起飞质量条件下，以手动控制模式操控植保无人驾驶航空器飞行，保持其在某高度悬停10 s，期间不允许操作遥控器，机具的悬停状态应稳定。
- 向植保无人驾驶航空器发送单独的前飞、后飞、左移、右移控制指令，各方向飞行距离应大于30 m。飞行过程中植保无人驾驶航空器动作应正确，姿态、高度、速度目测不允许出现明显波动。

4.3.3.6 飞行信息存储系统

操控植保无人驾驶航空器在测试场地内模拟田间施药飞行作业5 min以上。

- 待返航着陆后，查看本次飞行数据，本次飞行数据应进行了加密存储。
 - 读取本次飞行作业过程的前5 min的记录数据。加密存储数据内容应包含本次飞行的速度、高度、位置信息，以及产品制造商、型号、编号信息。
- 记录飞行数据的存储频率，应不少于1次/s。

4.3.3.7 自主控制模式飞行精度

试验在航线长度不小于120m，航线高度不大于5m，飞行速度为3 m/s~5 m/s的条件下进行。

- 在额定起飞质量条件下，操控植保无人驾驶航空器以自主控制模式沿航线飞行，同时以不大于0.1 s的时间间隔对植保无人驾驶航空器空间位置进行连续测量和记录，如图2所示，重复3次。
- 将记录的航迹经纬度坐标按CGCS 2000（2000中国大地坐标系）的格式进行直角坐标转换；植保无人驾驶航空器的空间位置坐标记为 (x_i, y_i, z_i) ， $i=0, 1, 2, \dots, n$ ，其中 $i=0$ 时为飞行过程中剔除加速区间段的稳定区开始位置， $i=n$ 时为飞行过程中剔除减速区间段的稳定区终止位置。
- 整条航线的平面位置坐标记为 $ax+by+c=0$ ， a 、 b 、 c 系数依据航线方向和位置而定，按式（1）~式（3）分别计算偏航距（水平） L_i 、偏航距（高度） H_i 和速度偏差 V_i ，测量值应为测量区间内各点计算值的最大者。

$$L_i = \frac{|ax_i + by_i + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n) \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中：

L_i ——偏航距（水平），单位为米（m）；

x_i ——采集航迹点位置的东方向坐标值，单位为米（m）；

y_i ——采集航迹点位置的北方向坐标值，单位为米（m）。

$$H_i = |z_i - z_{set}| \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- H_i ——偏航距(高度), 单位为米(m);
- z_i ——采集航迹点位置的高度坐标值, 单位为米(m);
- z_{set} ——预设航线的高度坐标值, 单位为米(m)。

$$V_i = |v_i - v_{set}| \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- V_i ——速度偏差, 单位为米每秒(m/s);
- v_i ——采集航迹点位置的飞行速度, 单位为米每秒(m/s);
- v_{set} ——预设的飞行速度, 单位为米每秒(m/s)。

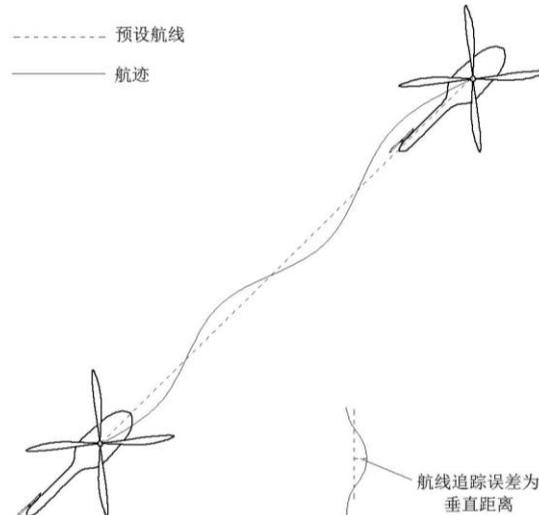


图2 自主控制模式飞行精度测试

4.3.3.8 续航能力

试验在空旷露天场地、风速不超过3 m/s的条件下进行。注满燃油或使用满电电池, 加注额定容量试验介质, 让植保无人驾驶航空器在自控模式下以4 m/s的速度、距地面2 m的高度、合理的喷头流量进行喷雾作业, 从起飞至电量/燃油不足报警后平稳着落, 测试并记录单架次总飞行时间和连续喷雾作业时间。

4.3.3.9 残留液量

注满燃油(使用满电电池), 加入额定容量的试验介质。操控植保无人驾驶航空器在测试场地内以3 m/s飞行速度、3 m飞行高度及制造商明示喷药量的最小值模拟田间施药, 在其发出药液耗尽的提示信息后, 选取离起飞点较近的合适位置, 保持机具悬停, 直至其发出燃油(电量)不足报警后着陆, 将药液箱内残留液体倒入量杯或其他量具中, 计量其容积。

4.3.3.10 过滤装置

植保无人驾驶航空器至少应有二级过滤装置, 药液箱加液口应设过滤装置, 且网孔直径应不大于1 mm。末级过滤装置的网孔最大尺寸应不大于0.7 mm。

4.3.3.11 喷头防滴漏

植保无人驾驶航空器在额定工作压力下进行喷雾, 停止喷雾5 s后计时, 计数各喷头1 min内滴漏的液滴数, 每个喷头的滴漏数应不大于5滴。

4.3.3.12 喷雾量均匀性变异系数

- a) 将植保无人驾驶航空器以正常作业姿态固定于集雾槽上方, 集雾槽的承接雾流面作为受药面应覆盖整个雾流区域, 植保无人驾驶航空器机头应与集雾槽排列方向垂直。

- b) 植保无人驾驶航空器加注额定容量试验介质，在旋翼静止状态下，以制造商明示的最佳作业高度进行喷雾作业。若制造商未给出最佳作业高度，则以 2 m 作业高度喷雾。
- c) 使用量筒收集槽内沉积的试验介质，当其中任一量筒收集的喷雾量达到量筒标称容量的 90% 时或喷完所有试验介质时，停止喷雾。
- d) 记录喷幅范围内每个量筒收集的喷雾量，并按式 (4) ~ 式 (6) 计算喷雾量均匀性变异系数。

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- \bar{q} ——喷雾量平均值，单位为毫升 (mL)；
- q_i ——各测点的喷雾量，单位为毫升 (mL)；
- n ——喷幅范围内的测点总数。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

S ——喷雾量标准差，单位为毫升 (mL)。

$$V = \frac{S}{\bar{q}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

V ——喷雾量分布均匀性变异系数。

4.3.3.13 作业喷幅

试验在空旷的露天场地，场地表面有植被覆盖，环境平均风速为 0 m/s~3 m/s，温度为 5 °C~45 °C，相对湿度为 20%~95% 的环境中进行。

- a) 将采样卡（专用试纸）水平夹持在 0.2 m 高的支架上，在植保无人驾驶航空器预设飞行航线的垂直方向（即沿喷幅方向），间隔不大于 0.2 m 或连续排列布置。
- b) 植保无人驾驶航空器加注额定容量试验介质，以制造商明示的最佳作业参数进行喷雾作业。若制造商未给出最佳作业参数，则以 2 m 作业高度，4 m/s 飞行速度，进行喷雾作业。在采样区前 50 m 开始喷雾，后 50 m 停止喷雾。
- c) 计数各测点采样卡收集的雾滴数，计算各测点的单位面积雾滴数，作业喷幅边界按下列两种方法确定：
 - 1) 从采样区两端逐个测点进行检查，两端首个单位面积雾滴数不小于 15 滴/cm² 的测点位置作为作业喷幅两个边界；
 - 2) 绘制单位面积雾滴数分布图，该分布图单位面积雾滴数为 15 滴/cm² 的位置作为作业喷幅两个边界，如图 3 所示。
- d) 作业喷幅边界间的距离为作业喷幅。试验重复 3 次，取平均值。允许在 1 次试验中布置三行采样卡代替 3 次重复试验，采样卡行距不小于 5 m。

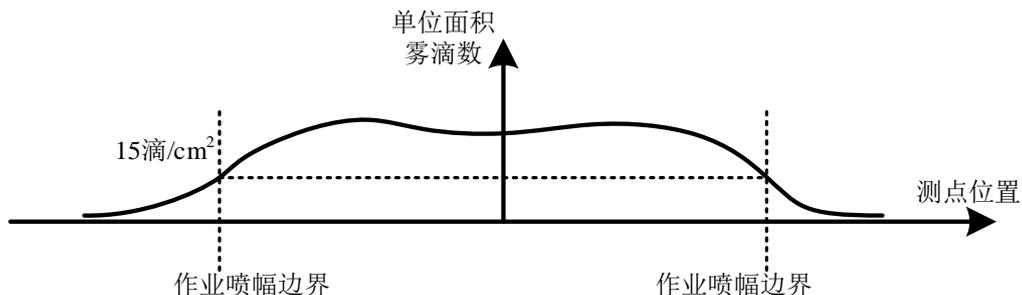


图3 作业喷幅边界确定

4.3.4 适用性用户意见

从制造商提供的用户名单中随机抽取符合本大纲3.1要求的用户进行调查。调查可采用实地、信函和电话方式之一或组合方式进行。适用性用户意见的调查内容见附录B。

4.3.5 判定规则

适用性评价的全部项目结果均满足表6要求时，适用性评价结论为符合大纲要求；否则，适用性评价结论为不符合大纲要求。

4.4 可靠性评价

4.4.1 评价方法

可靠性评价采用试验过程发生故障情况、生产查定及用户调查相结合的方法进行。

4.4.2 内容和要求

可靠性评价的内容和要求见表7。

表7 可靠性评价内容和要求

序号	项目	单位	要求
1	有效度	/	$K_{18h} \geq 98\%$ ，且生产查定过程中不得出现致命故障、严重故障
2	用户满意度	/	$S \geq 80$ 分
3	试验过程故障	/	所有性能试验（含安全性能）过程中不得出现致命故障、严重故障，且一般故障数 ≤ 1 个，轻度故障数 ≤ 2 个

4.4.2.1 有效度

植保无人驾驶航空器在正常工作状态，按常规作业速度在田间工作。用清水或满足农业生产防治要求稀释后的农药液剂作为试验介质，对1台样机进行累计作业时间为18h的生产查定，记录作业时间、调整保养时间、样机故障情况及排除时间。查定过程中不得出现致命故障、严重故障。故障分类见表8。按式（7）计算试验样机的有效度。

$$K_{18h} = \frac{\sum T_z}{\sum T_z + \sum T_g} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

K_{18h} ——有效度；

T_z ——样机作业时间，单位为小时（h）；

T_g ——样机故障修复时间，单位为小时（h）。

表8 故障分类

序号	故障类别	举例
1	致命故障	坠机、爆炸、起火
2	严重故障	射桨、发动机/电机等动力故障、控制失效或控制执行部件故障、旋翼损坏、作业时机上任意部件飞出
3	一般故障	施药控制设备故障、无线电通信设备故障、地面控制端设备故障
4	轻微故障	紧固件松动、罩壳松动、喷头堵塞

4.4.2.2 用户满意度

可靠性用户满意度调查与适用性用户意见调查同时进行，调查内容见附录B。按式（8）计算可靠性用户满意度：

$$S = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i \times 20 \dots\dots\dots (8)$$

式中：

S ——用户满意度（百分制）；

m ——调查的用户数；

s_i ——第*i*个用户赋予的满意度分值。

4.4.3 判定规则

有效度、用户满意度及故障情况满足表 7 要求时，可靠性评价结论为符合大纲要求；否则，可靠性评价结论为不符合大纲要求。

注：在所有性能试验（含安全性能）和生产查定中发生致命故障、严重故障时，试验不再继续进行。

4.5 综合判定规则

4.5.1 产品一致性检查、安全性评价、适用性评价、可靠性评价为一级指标，其包含的各检查项目和要求为二级指标。指标分级与要求见表 9。

4.5.2 产品一致性检查、安全性评价、适用性评价、可靠性评价均满足要求时，推广鉴定结论为通过；否则，推广鉴定结论为不通过。

表9 综合判定

一级指标	二级指标					
	序号	项目	单位	要求		
一致性检查	1	见表 3	/	符合 4.1.1 的要求		
安全性评价	2	安全性能	抗风性能	/	符合 4.2.1.1 的要求	
			承压性能	/	符合 4.2.1.2 的要求	
			密封性	/	符合 4.2.1.3 的要求	
			电子围栏	/	符合 4.2.1.4 的要求	
			报警和保护	/	符合 4.2.1.5 的要求	
			避障	/	符合 4.2.1.6 的要求	
			电磁兼容	/	符合 4.2.1.7 的要求	
			防水	/	符合 4.2.1.8 的要求	
	蓄电池	/	符合 4.2.1.9 的要求			
		安全防护和安全信息	/	符合 4.2.2 的要求		
适用性评价	3	性能试验	耐候性	/	应能正常作业	
			起动性能	/	起动成功次数应不少于 2 次	
			药液和燃料（电量）剩余量显示功能	/	应具有药液有无和燃料（电量）剩余量显示功能，且应便于操作者观察	
			控制模式切换稳定性	/	飞行姿态应平滑，且不出现在坠落、偏飞等失控现象	
			手动控制模式飞行性能	/	操控灵活，动作准确，飞行状态平稳	
			自主控制模式飞行精度	偏航距（水平）	m	≤0.4
				偏航距（高度）	m	≤0.4
				速度偏差	m/s	≤0.4
			续航能力	单架次总飞行时间与连续喷雾作业时间之比应不小于 1.2 倍。	药箱容量 V, L	连续喷雾作业时间, min
					V<10	≥5
					10≤V≤15	≥7
			V>15	≥9		
			残留液量	mL	≤30	
			过滤装置	过滤级数	/	≥2
				加液口过滤网网孔尺寸	mm	≤1
				末级过滤网网孔尺寸	mm	≤0.7
	喷头防滴漏	/	每个喷头的滴漏数应不大于 5 滴			
喷雾量均匀性变异系数	/	≤35%				
作业喷幅	m	应不低于企业标准明示值				
4	适用性用户意见	/	各项评价结果为“好”和“中”的占比不小于80%			

表9 综合判定(续)

一级指标	二级指标			
	序号	项目	单位	要求
可靠性评价	5	有效度	/	$K_{\text{sh}} \geq 98\%$, 且生产查定过程中不得出现致命故障、严重故障
		用户满意度	/	$S \geq 80$ 分
		试验过程故障情况	/	所有性能试验(含安全性能)过程中不得出现致命故障、严重故障, 且一般故障数 ≤ 1 个, 轻度故障数 ≤ 2 个

5 产品变更

5.1 通过推广鉴定的产品, 在证书有效期内其产品结构和特征参数变化情形、变化幅度和要求见表10。

表10 产品结构和特征参数的变化情形、变化幅度和要求

序号	检查项目		变化情形	变化幅度和要求	检查方法	
1	型号名称		不允许变化	/	/	
2	飞行控制系统		不允许变化	/	/	
3	空机质量		允许变化	允许偏差为5%	/	
4	整机额定工作压力		不允许变化	/	/	
5	外形尺寸(长×宽×高)		允许变化	允许偏差为5%	/	
6	旋翼	材质	不允许变化	/	/	
		主旋翼数量	不允许变化	/	/	
		直径	不允许变化	/	/	
7	药液箱	材质	不允许变化	/	/	
		额定容量	不允许变化	/	/	
		数量	不允许变化	/	/	
8	喷头	型式	不允许变化	/	/	
		数量	不允许变化	/	/	
9	喷杆长度		不允许变化	/	/	
10	液泵	型式	不允许变化	/	/	
		流量	不允许变化	/	/	
		数量	不允许变化	/	/	
11	配套动力	发动机	功率/转速	不允许变化	/	
		电动机	KV值	不允许变化	/	/
			额定功率	不允许变化	/	/
12	电池	型号名称	不允许变化	/	/	
		型式	不允许变化	/	/	
		电压	不允许变化	/	/	
		容量	不允许变化	/	/	
		数量	允许增多	/	/	
13	充电器	型号名称	不允许变化	/	/	
		输入电压	不允许变化	/	/	
		输出电压	不允许变化	/	/	
		输出电流	不允许变化	/	/	

5.2 产品结构和特征参数的变更符合表10要求的, 企业自主变更并保存变更批准文件。

5.3 未列入产品变更控制范围的, 制造商可自主变更。

5.4 因执行国家法律法规提出的新要求或强制性标准新要求而造成产品结构和特征参数变化, 与表10要求不一致的, 应申报变更确认。

附 录 A
(规范性附录)
产品规格表

序号	项 目	单 位	设计值
1	型号名称	/	
2	飞行控制系统	/	<input type="checkbox"/> 无 RTK <input type="checkbox"/> 单基站 RTK (整机销售配套基站) <input type="checkbox"/> 网络 RTK <input type="checkbox"/> 其他: <input type="checkbox"/> 前避障 <input type="checkbox"/> 前后避障 <input type="checkbox"/> 绕障 <input type="checkbox"/> 其他:
3	空机质量	kg	
4	整机额定工作压力	MPa	
5	工作状态下的外形尺寸(长×宽×高)	mm	
6	旋翼材质	/	
7	主旋翼数量	个	
8	旋翼直径	mm	
9	药液箱材质	/	
11	药液箱额定容量	L	
12	药液箱数量	个	
13	喷头型式	/	<input type="checkbox"/> 扇形 <input type="checkbox"/> 圆锥 <input type="checkbox"/> 离心 <input type="checkbox"/> 其他:
14	喷头数量	个	
15	喷杆长度	mm	
16	液泵型式	/	<input type="checkbox"/> 隔膜泵 <input type="checkbox"/> 蠕动泵 <input type="checkbox"/> 其他:
17	液泵流量	L/min	
18	液泵数量	个	
19	发动机功率/转速	kW/r/min	
20	电动机 KV 值	(r/min)·V	
21	电动机额定功率	W	
22	电池型号名称	/	
23	电池型式	/	
24	电池电压	V	
25	电池容量	mAh	
26	电池数量	组	
27	充电器型号名称	/	
28	充电器输入电压	V	
29	充电器输出电压	V	
30	充电器输出电流	A	

企业负责人:

(公章)

年 月 日

