



# 中华人民共和国国家标准

GB XXXX—XXXX

## 民用无人机产品安全要求

Safety requirements for civil unmanned aircraft product

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布



目 次

前 言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语、定义及缩略语 ..... 1

    3.1 术语和定义 ..... 1

    3.2 缩略语 ..... 2

4 安全要求 ..... 2

    4.1 电子围栏 ..... 2

    4.2 远程识别 ..... 3

    4.3 应急处置 ..... 3

    4.4 产品激活 ..... 3

    4.5 飞行安全性 ..... 3

    4.6 机械强度 ..... 3

    4.7 机体结构 ..... 3

    4.8 整机跌落 ..... 4

    4.9 动力能源系统 ..... 4

    4.10 可控性 ..... 5

    4.11 感知和避让 ..... 5

    4.12 数据链保护 ..... 5

    4.13 电磁兼容性 ..... 5

    4.14 抗风性 ..... 6

    4.15 灯光 ..... 6

    4.16 标识 ..... 6

    4.17 使用说明书 ..... 7

5 试验方法 ..... 7

    5.1 电子围栏 ..... 7

    5.2 远程识别 ..... 7

    5.3 应急处置 ..... 8

    5.4 产品激活 ..... 8

    5.5 飞行安全性 ..... 8

    5.6 机械强度 ..... 9

    5.7 机体结构 ..... 9

    5.8 整机跌落 ..... 9

    5.9 动力能源系统 ..... 10

    5.10 可控性 ..... 10

    5.11 感知和避让 ..... 13

5.12 数据链保护 ..... 14

5.13 电磁兼容性 ..... 14

5.14 抗风性 ..... 15

5.15 灯光 ..... 15

5.16 标识 ..... 15

5.17 使用说明书 ..... 15

附录 A（规范性）远程识别 ..... 1

A.1 远程识别要求 ..... 1

A.2 试验方法 ..... 11

## 前 言

本文件的全部技术内容为强制性的。

本文件按照GB/T 1.1-2020的规定起草。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。



# 民用无人机产品安全要求

## 1 范围

本文件规定了民用无人机产品（以下简称无人机）的安全要求和试验方法。  
本文件适用于除航模之外的微型无人机、轻型无人机和小型无人机。

## 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 3785.1-2010 电声学-声级计 第1部分：规范

GB 31241-2014 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全要求

GB/T 35018-2018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级

GB/T 38058-2019 民用多旋翼无人机系统试验方法

GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统术语

GB/T 38909 民用轻小型无人机系统电磁兼容性要求与试验方法

GB/T 38930 民用轻小型无人机系统抗风性要求及试验方法

GB/T 41300-2022 民用无人机唯一产品识别码

ISO 1996-2:2017 声学-环境噪声的描述、测量和评估 第2部分：声压水平的测定  
(Acoustics-Description, measurement and assessment of environmental noise-Part 2:  
Determination of sound pressure levels)

## 3 术语、定义及缩略语

### 3.1 术语和定义

GB/T 35018-2018、GB/T 38152-2019界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**无人机** *unmanned aircraft*

没有机载驾驶员、自备动力系统的航空器，按照性能指标分为微型、轻型、小型、中型和大型。

#### 3.1.2

**微型无人机** *micro unmanned aircraft*

空机重量小于0.25kg，最大飞行真高不超过50m，最大平飞速度不超过40km/h，无线电发射设备符合微功率短距离技术要求，全程可以随时人工介入操控的无人机。

#### 3.1.3

#### 轻型无人机 light unmanned aircraft

空机重量不超过4kg, 最大起飞重量不超过7kg, 最大平飞速度不超过100km/h, 具备符合空域管理要求的空域保持能力和可靠被监视能力, 全程可以随时人工介入操控的无人驾驶航空器, 但不包括微型无人机。

#### 3.1.4

#### 小型无人机 small unmanned aircraft

空机重量不超过15kg或者最大起飞重量不超过25kg, 具备符合空域管理要求的空域保持能力和可靠被监视能力, 全程可以随时人工介入操控的无人驾驶航空器, 但不包括微型、轻型无人机。

#### 3.1.5

#### 电子围栏 electric fence

根据无人机的位置信息和地理范围数据, 检测到无人机接近、进入和位于相应的地理范围时, 向无人机操作员发出通知、警告或自动执行飞行预案的功能。

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AGL 基于地表的高度 (Above Ground Level)

EIRP 等效全向辐射功率 (Effective Isotropic Radiated Power)

GBAS 地基增强系统 (Ground-Based Augmentation Systems)

GVA 几何垂直精度 (Geometric Vertical Accuracy)

ID 身份识别 (Identity)

LSB 最低有效位 (Least Significant Bit)

MSB 最高有效位 (Most Significant Bit)

NACp 位置导航精度分类 (Navigation Accuracy Category for Position)

NACv 速度导航精度分类 (Navigation Accuracy Category for Velocity)

SBAS 星基增强系统 (Satellite-Based Augmentation System)

UA 无人机 (Unmanned Aircraft)

UAS 无人机系统 (Unmanned Aircraft System)

UTC 协调世界时 (Coordinated Universal Time)

UTM 无人机系统交通管理 (Unmanned aircraft systems Traffic Management)

## 4 安全要求

### 4.1 电子围栏

轻型无人机和小型无人机电子围栏所支持的冲突检测及响应应满足以下要求:

- 应在检测到无人机与特定地理范围可能或正在发生冲突时, 向无人机操作员提供通知、警告或自动执行飞行预案, 飞行预案可以是阻止起飞、限制飞行高度、悬停、降落、返航等一种或多种;
- 应具备解除和恢复自动响应机制的功能;
- 应在系统日志中记录电子围栏的冲突检测和响应事件、自动响应机制的解除和恢复事件以及地理范围数据更新事件。



## 4.2 远程识别

轻型无人机和小型无人机实施飞行活动，应当通过网络主动向综合监管服务平台报送识别信息。无人机在飞行过程中应当通过蓝牙、无线局域网等方式自动广播识别信息。无人机远程识别要求见附录A。

## 4.3 应急处置

无人机在飞行过程中遇到数据链丢失、电量不足等突发状况时，应具有悬停、自主返航、自主降落、空中盘旋、开伞等一种或多种处置能力，遇到导航失效情况时，应通过操控软件或产品手册中说明的其他方式向无人机操作员提供通知或警告。

## 4.4 产品激活

无人机应具备通过无人机实名登记系统接口校验实名登记状态的能力，无人机未进行实名登记的，无法实现飞行功能。

## 4.5 飞行安全性

无人机的飞行安全性应满足以下要求：

- a) 多旋翼无人机在接收到刹停指令或无控制命令输入时，应具有刹停指令响应能力；
- b) 固定翼无人机应具备最小许用飞行速度、最大飞行速度限制与告警能力；
- c) 轻型无人和小型无人机应当具备设置限制飞行真高或者离起飞点高度的功能；当飞行真高或者离起飞点高度超过 120m 时，需要支持向无人机操作员提示安全告警的功能。

## 4.6 机械强度

无人机机械强度的安全应满足主要承力结构和关键部件（如桨叶、负载连接接头等）在施加1.33倍最大起飞重量的载荷时不应受到损伤。

## 4.7 机体结构

### 4.7.1 锐边

无人机机体及部件结构不应有对用户正常使用或维护保养造成伤害的锐边。

### 4.7.2 桨叶

在人口聚集区域飞行的微型无人机和轻型无人机桨叶设计应减小对人员的划伤，桨叶端部形状应满足图1和表1的要求。

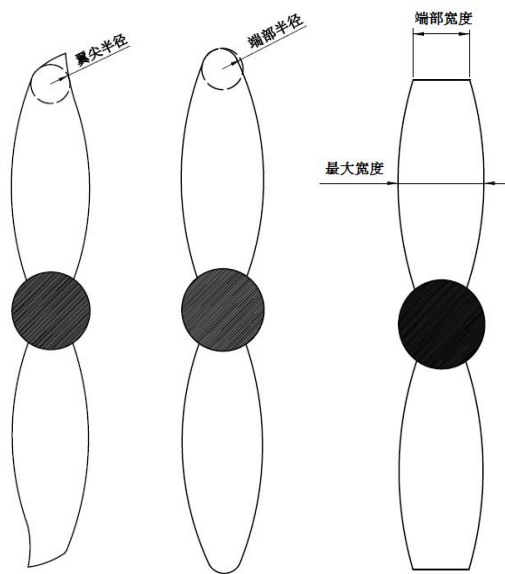


图 1 桨叶端部形状要求

表 1 桨叶端部形状要求

序号	要求
1	翼尖半径>1mm
2	端部半径>1mm
3	端部宽度>2mm 或端部宽度/最大宽度>30%

4.8 整机跌落

无人机从到10m高度整机跌落，不能有爆炸或起火现象。

4.9 动力能源系统

4.9.1 锂离子电池动力能源

无人机锂离子电池动力能源的安全应当满足：

- a) 无人机锂离子电池或电池组应满足 GB 31241-2014 的要求；
- b) 轻型无人机和小型无人机锂离子电池组在表 2 规定的跌落环境下，电池应不起火、不爆炸；

表 2 跌落高度

电池质量 g	跌落高度 m
电池质量≤100	1.5
100<电池质量≤500	1.2
500<电池质量≤1000	1.0
电池质量≥1000	0.5

- c) 小型无人机锂离子电池在温度  $70^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度为 90%-95% 的高温高湿储存环境下，电池应不起火、不爆炸、不漏液；
- d) 小型无人机锂离子电池在温度  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度大于 85%、盐雾溶液为 5% 氯化钠溶液的盐雾环境下，电池应不起火、不爆炸、不漏液。

#### 4.9.2 燃料电池动力能源

无人机燃料电池动力能源应当满足：

- a) 燃料电池动力系统应能与地面控制系统进行正常通信；
- b) 应能实时监测氢气瓶气压，在气压不足时进行报警。

#### 4.10 可控性

##### 4.10.1 限制与保护能力

轻型无人机和小型无人机应具备限制与保护能力，在超过限制能力时应有告警提示和能恢复到正常飞行状态的保护措施。限制包括：过载限制、最大飞行高度限制、最大飞行速度限制、最大上升速度限制、最大下降速度限制和最大飞行姿态角度限制。

##### 4.10.2 控制与导航精度要求

轻型无人机和小型无人机控制与导航精度安全应当满足：

- a) 多旋翼无人机和直升机悬停时，水平保持误差  $\leq 2\text{m}$  (RMS)，高度保持误差  $\leq 2\text{m}$  (RMS)；自动返航后，降落点位置精度  $\leq 5\text{m}$  (RMS)；
- b) 固定翼无人机巡航中，航迹保持误差  $\leq 5\text{m}$  (RMS)，高度保持误差  $\leq 5\text{m}$  (RMS)；
- c) 无人机的水平定位精度  $\leq 10\text{m}$  (RMS)，无人机的真高或离起飞点高度精度  $\leq 15\text{m}$  (RMS)。

#### 4.11 感知和避让

在人口聚集区域飞行的除用于集群表演以外的轻型无人机和小型无人机，应具有感知和避让功能，包括障碍物感知、告警提示并采取自动悬停、避让或降落等措施。

#### 4.12 数据链保护

轻型无人机和小型无人机应采用信息安全技术手段进行防护，防止链路非授权访问。

#### 4.13 电磁兼容性

轻型无人机和小型无人机应能在其使用运行的电磁环境下保证系统安全工作，且不对公共电磁信号产生干扰，电磁兼容性要求见表 3。

表 3 电磁兼容性要求

类型	项目	要求
发射	辐射发射	满足 GB/T 38909 5.1.1 规定的限值
抗扰度	工频磁场	性能判据不低于 B 级
	射频电磁场辐射	性能判据不低于 B 级
	静电放电	性能判据不低于 B 级

注1：抗扰度结果应根据无人机产品的功能丧失或性能降级程度进行分类，等级应满足GB/T 38909 6.1的规定。

注2：不同行业应用对无人机产品的电磁兼容性安全要求可能有差别，若行业有相关规定，在满足本标准电磁兼容性安全要求的前提下，可参照相关行业规定执行。

4.14 抗风性

轻型旋翼类无人机和小型旋翼类无人机应具备在持续风、阵风、风切变等不大于一定等级下保证飞行安全的能力，在飞行控制系统参与情况下，轻型旋翼类无人机和小型旋翼类无人机在起降阶段应能抵抗3级风力，在飞行阶段应能抵抗4级风力，具体适用范围和风力等级参照GB/T 38930的规定。

4.15 灯光

4.15.1 航向灯光

除用于集群表演以外的轻型无人机和小型无人机应安装航向灯光，应满足以下要求：

- a) 航向灯光应在夜间120m可见；
- b) 应在产品说明书中说明无人机灯光的用途和灯语释义；
- c) 航向灯光不应影响到其他用途灯光的辨识性；
- d) 航向灯如果是独立的则可采用任何颜色常亮灯；航向灯如果和其他用途灯光共用同一光源时，航向灯应采用红色或白色与其他用途灯光交替闪烁，其他用途灯光不限定颜色，但不能与航向灯采用相同颜色。

4.15.2 飞控状态指示灯

除用于集群表演以外的轻型无人机和小型无人机应安装飞控状态指示灯，应满足以下要求：

- a) 飞控状态指示灯应在夜间120m可见；
- b) 应在产品说明书中说明无人机灯光的用途和灯语释义；
- c) 飞控状态指示灯不应影响到其他用途灯光的辨识性。

4.16 标识

4.16.1 唯一产品识别码

无人机唯一产品识别码应满足以下要求：

- a) 在无人机外包装和无人机机体不可分隔的部位表面，应清楚标识无人机唯一产品识别码；
- b) 无人机唯一产品识别码标识应清晰、牢固、耐久且易于识别；
- c) 无人机应支持在地面控制单元软件程序或独立操控软件中显示其唯一产品识别编码，且应同产品外包装、无人机机体表面所标识的编码保持一致；民用无人机唯一产品识别码的联网报送、广播报送要求请见附录A 远程识别；
- d) 无人机唯一产品识别码的编码规则应满足GB/T 41300-2022第5章识别码结构的要求。

4.16.2 风险警示标识

在无人机外包装的明显位置应标识守法运行要求和防范风险提示。

4.16.3 分类标识符号

在无人机机体应明确标注无人机类别（微型、轻型和小型），无人机分类标识符号应当清晰、牢固、耐久、易于识别且符附着于一个不需要借助任何工具就能查看的不可分割的机体部件之上，具体见图2。



a) 微型无人机



b) 轻型无人机



c) 小型无人机

图2 无人机分类标识符

#### 4.17 使用说明书

应提供电子或纸质使用说明书，应在以下方面作出警示要求：

- a) 操作程序；
- b) 安全使用规则；
- c) 故障处理说明；
- d) 使用环境适应性要求（如雷暴、台风等安全警示）；
- e) 描述安全性的警示语或图标。

### 5 试验方法

#### 5.1 电子围栏

##### 5.1.1 试验条件

电子围栏试验条件应满足以下要求：

- a) 具备被测样机技术规格要求的空域条件；
- b) 地面控制单元和无人机之间满足无线电通视要求；
- c) 无人机起飞点周围环视高度角  $10^\circ$  以上无障碍物，且周围无显著电磁信号干扰；
- d) 地面风速不得超过  $5.4\text{m/s}$ （3级风等级，抗风试验项目除外）；
- e) 大气压： $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

##### 5.1.2 试验步骤

电子围栏应按以下步骤开展试验，其结果应满足4.1的要求：

- a) 在飞行试验场地内划设一规则的几何区域，标定区域边界的位置数据，利用后台服务器下发或在地面控制单元的地图上实时设置相同边界的电子围栏；
- b) 按照产品规范（用户使用说明书）的规定，操控无人机以推荐的飞行速度和飞行高度接近并试图侵入电子围栏；
- c) 检查地面控制单元上飞行轨迹与围栏边界发生冲突前后，是否有报警提示、是否触发无人机悬停、降落或返航等飞行预案；
- d) 将无人机置于划设的电子围栏区域内，操控无人机起飞，检查地面控制单元是否有报警提示、是否触发阻止无人机起飞、限制飞行高度等飞行预案；
- e) 通过企业端后台服务器或管理平台检查其是否具备解除和恢复电子围栏的功能，并按上述步骤验证解除和恢复的有效性；
- f) 按照产品规范（用户使用说明书）导出日志记录，检查 b)～d) 步骤是否真实记录在日志中。

#### 5.2 远程识别

轻型无人机和小型无人机远程识别试验方法见附录A。

5.3 应急处置

5.3.1 试验条件

同5.1.1。

5.3.2 试验步骤

对于不同的失效情况，观察无人机是否自动完成返航、降落、悬停、开伞等保护动作。失效情况及其试验方法如下：

- a) 链路中断或丢失：正常飞行状态下，关闭遥控器和地面控制设备，目视法观察是否具有相应的保护功能；
- b) 低电量：根据无人机低电量失控保护功能，在正常工作状态下，控制飞机持续飞行至表4中的低电量状态，目视法观察是否具有相应的保护功能；

表4 状态表

低电量状态	状态描述	保护功能
状态1	电池电量达到制造商规定的报警要求	系统告警, 提示用户电量低
状态2	电池电量低, 仅够维持返航	自动返航
状态3	电池电量过低, 当前状态下无法返航	自动降落

- c) 导航失效：操纵无人机飞入有顶建筑物等能遮挡卫星导航的区域或使用卫星导航信号干扰设备阻断无人机接收卫星导航信号，持续 30s，观察无人机是否通过操控软件或产品说明给出的其他方式进行提示、告警。

5.4 产品激活

5.4.1 试验条件

被测样机应处于未进行过实名登记状态。

5.4.2 试验步骤

无人机产品激活应按以下步骤检测，应满足4.4的要求：

- a) 检查未进行过实名登记的无人机是否具有飞行功能；
- b) 无人机接入实名登记系统，检查其是否具有飞行功能。

5.5 飞行安全性

5.5.1 试验条件

同5.1.1。

5.5.2 试验步骤

飞行安全性应按以下步骤开展试验，其结果应满足 4.5 的要求：

- a) 多旋翼无人机自检状态正常后，起飞上升至安全高度，操作无人机前飞、后飞、左飞、右飞、上升、下降、旋转及其他操作控制，观察无人机是否及时响应、状态平稳；正常飞行状态下，

操作无人机飞行至制造商规定的作业速度并稳定，输入刹停指令或停止控制信号输入，测量无人机开始刹车到稳定悬停的水平距离；

- b) 固定翼无人机完成一次标准飞行航线基础上，减小油门降低飞行速度至设计最小许用飞行速度，检查地面站是否具有最小许用飞行速度告警，进一步减小油门，测试飞行控制系统是否具有最小许用飞行速度限制能力；固定翼无人机完成一次标准飞行航线基础上，增大油门提高飞行速度至最大飞行速度，检查地面站是否具有最大飞行速度告警，进一步增大油门，测试飞行控制系统是否具有最大飞行速度限制能力；
- c) 无人机起飞前或者飞行过程中，检查地面控制单元软件程序或独立操控软件是否包含设置最大飞行高度的选项，在产品说明书标称的最大飞行高度以下设置任意飞行高度（建议 120m），操纵无人机以最大爬升速度上升，直至其无法继续爬升飞行，确保该最大飞行高度（真高）上无人机可完成平飞、转弯等操控动作，全程使用测量设备采集无人机的真高数据，绘制高度-时间历程曲线，将曲线上反映的最大真高值与前述设定值进行比较，超出余量应不超过±15m；观察无人机在爬升过程中抵达或超过 120m 高度时，地面控制单元是否向操作员发出提示或安全告警。

## 5.6 机械强度

### 5.6.1 试验条件

机械强度试验条件应满足以下要求：

- a) 试验件应是按照确定材料、工艺生产的无人机产品，附有合格证等质量检验证明文件；
- b) 试验设备和仪器均应检定合格且在有效使用期内，精度满足试验任务书的要求。

### 5.6.2 试验步骤

机械强度试验应按以下步骤进行：

- a) 预试：对试验件分级或连续施加指定工况载荷直至达到最大起飞重量的 40%，同步测量并记录载荷-应变与位移数据，卸载到零。卸载后检查试验件及夹具的状态、试验加载设备、测量仪器和试验测量数据是否正常；
- b) 正式试验：对试验件分级施加或连续施加指定工况载荷至 1.33 倍最大起飞重量或试验件破坏，同步测量并记录载荷-应变与位移数据，卸载到零。详细记录（或录像）加载过程和试验件的变形情况等，记录最终的破坏载荷、试验件破坏模式及破坏部位。对已完成阶段试验的试验件进行无损检测，记录阶段试验后试验件损伤状态变化。

## 5.7 机体结构

### 5.7.1 锐边

检查无人机机身及相关负载、配件等不存在锐边、锐角、锐点，其结果应满足 4.7.1 的要求。

### 5.7.2 桨叶

测量微型无人机和轻型无人机桨叶端部形状并记录，其结果应满足 4.7.2 的要求。

## 5.8 整机跌落

无人机整机提升到10m高度，自由落体碰撞刚性测力平台，采用高速摄像机观测撞击过程中无人机碰撞变形、破裂、飞散、着火等现象。

## 5.9 动力能源系统

### 5.9.1 锂离子电池动力能源

#### 5.9.1.1 试验条件

试验一般在下列条件下进行：

- a) 温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：不大于 75%；
- c) 气压：86kPa-106kPa。

#### 5.9.1.2 试验步骤

被测电池应依据GB 31241-2014进行检测，检测合格后进行如下测试：

- a) 跌落测试应按照 GB/T 38058-2019 6.5.9 跌落进行试验，测试后，检测电池是否有爆炸、起火现象；
- b) 高温高湿储存将满电电池放置于温度  $70^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度为 90%-95%的高温高湿箱中，保持 12h。在室温  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  下保存 2h，测试后，检测电池是否有爆炸、起火、漏液现象；
- c) 盐雾测试应将电池组处于关机状态，放入盐雾箱，盐雾箱温度  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度大于 85%，盐雾的溶液为 5%氯化钠溶液，pH 值在 6.5-7.2 之间，喷盐雾 8h。在测试中及测试后，检测电池是否有爆炸、起火、漏液现象；

### 5.9.2 燃料电池动力能源

#### 5.9.2.1 试验条件

燃料电池动力能源安全试验条件应满足以下要求：

- a) 无人机功能完好；
- b) 氢气瓶压力约20%满气压状态；
- c) 风速小于或等于3级。

#### 5.9.2.2 试验步骤

燃料电池动力能源安全试验应按以下步骤进行：

- a) 启动燃料电池动力系统，检查地面控制单元是否能够展示系统的各项性能指标，如电压、电流、功率、电堆温度、氢气瓶压力、排气时间等；
- b) 燃料电池无人机起飞并悬停或盘旋飞行，检查氢气瓶压力低至设定值时是否进行声、光、电报警。

## 5.10 可控性

### 5.10.1 限制与保护能力

#### 5.10.1.1 试验条件

同5.1.1。

#### 5.10.1.2 试验步骤



地面站软件检查阶段，应确认无人机是否具备转弯半径、最大飞行高度、最大飞行速度、最大上升/下降速度以及最大飞行姿态角度的参数限制功能。确认无人机具备限制功能后，对于不同限制的保护能力，应进行实飞测试。

- a) 未对用户开放更改权限的无人机，试验步骤如下：
  - 1) 过载限制：操控无人机飞行至临界的最小转弯半径值，检查地面站是否有告警提示，以及无人机是否有相应的保护措施；
  - 2) 最大飞行高度限制、最大飞行速度、最大上升/下降速度以及最大飞行姿态角度限制验证：操控无人机飞行至临界的高度、速度、爬升率和姿态角度值，检查地面站是否有告警提示，以及无人机是否有相应的保护措施。
- b) 用户有更改权限的无人机，试验步骤如下：
  - 1) 过载限制：选择高于固定翼无人机产品使用说明书中规定的最小转弯半径的半径值，进行参数设置后，操控无人机飞行，检查地面站是否有告警提示，以及无人机是否有相应的保护措施；
  - 2) 最大飞行高度限制、最大飞行速度、最大上升/下降速度以及最大飞行姿态角度限制验证：选择低于产品使用说明书中规定的最大飞行高度、最大飞行速度、最大上升/下降速度以及最大飞行姿态角度的数值，进行参数设置后，操控无人机飞过选定的高度、速度、爬升率和姿态角度，检查地面站是否有告警提示，以及无人机是否有相应的保护措施。

## 5.10.2 控制与导航精度

### 5.10.2.1 试验条件

试验条件应满足以下要求：

- a) 飞行试验场地应满足5.1.1要求；
- b) 轨迹测量设备重量不应超过无人机标配载荷的重量，应安装牢固，对无人机结构无损害，对重心无影响。

### 5.10.2.2 试验步骤

试验应按以下步骤进行：

- a) 悬停位置保持误差试验步骤如下：
  - 1) 按照产品规范（使用说明书）中规定的操控方式，手动或自主飞行至规定的飞行高度后进行悬停，稳定悬停时间不小于5min；
  - 2) 使用轨迹测量设备测量并记录无人机稳定悬停的位置数据（测量设备位置采集频率不低于10Hz），悬停位置保持误差按公式（1）-（4）进行计算，分别使用 $\sigma_L$ 、 $\sigma_U$ 表示悬停位置的水平保持误差和高度保持误差；
  - 3) 按照产品规范（使用说明书）操控无人机降落后重新起飞，并标记该起飞点位置；
  - 4) 操纵飞行至距离起飞点位置超过100m后，触发原路返航并完成自主降落，量取降落点与起飞点的距离；
  - 5) 按不同飞行方向重复测量三次，取三次距离的平均值作为降落点位置精度。

$$\Delta L_i = \sqrt{\left(E_i - \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}\right)^2 + \left(N_i - \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n}\right)^2} \quad (1)$$

$$\Delta U_i = \left| U_i - \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{n} \right| \quad (2)$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta L_i^2} \quad (3)$$

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta U_i^2} \quad (4)$$

式中：

$n$  ——测量设备记录的悬停位置坐标个数；

$N_i$ 、 $E_i$ 、 $U_i$  ——测量设备记录的无人机实际悬停位置在站心坐标系中的北、东、天方向的坐标分量。

b) 航迹保持误差和高度保持误差试验步骤如下：

- 1) 在地面控制单元预设航线，按照产品规范（使用说明书）操纵无人机起飞并进入预设航线，开启巡航模式，巡航时间不小于5min；
- 2) 使用轨迹测量设备测量并记录无人机巡航时段的轨迹位置数据（测量设备位置采集频率不低于10Hz），将记录的轨迹数据与预设的航线数据按公式（5）-（8）进行计算；
- 3) 分别使用  $\sigma_R$ 、 $\sigma_U$  表示航迹保持误差和高度保持误差；

$$\Delta R_i = \frac{|aN_i + bE_i + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (5)$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta R_i^2} \quad (6)$$

$$\Delta U_i = |U_i - U_{set}| \quad (7)$$

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta U_i^2} \quad (8)$$

式中：

a、b、c ——航线参数，通过预设航线的起止位置点的坐标计算；

$N_i$ 、 $E_i$ 、 $U_i$  ——无人机实际巡航轨迹在站心坐标系中的北、东、天方向的坐标分量；

$U_{set}$  ——预设的巡航高度在站心坐标系中对天方向的坐标分量。

c) 水平定位精度及真高精度试验按以下步骤进行：

- 1) 标定飞行场地的地面海拔高度；

- 2) 按照产品规范（使用说明书）中规定的操控方式，手动或自主飞行10min，期间飞行高度变化范围不小于100m，同时飞行轨迹覆盖的试验场地地面海拔变化不超过1m，全程使用轨迹测量设备采集无人机的动态位置数据（测量设备位置采集频率不低于10Hz）；
- 3) 飞行结束后导出地面控制单元或被试样机机载存储的定位数据，或通过第三方云平台获取无人机上报的位置数据，同一时空条件（相同时刻、相同坐标系）下，按公式（9）-（10）

计算，使用  $\sigma_L$ 、 $\sigma_H$  表示水平定位精度和真高精度。

$$\left. \begin{aligned} \Delta E_i &= E_i - E_0 \\ \Delta N_i &= N_i - N_0 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_E &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta E_i^2} \\ \sigma_N &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta N_i^2} \\ \sigma_L &= \sqrt{\sigma_E^2 + \sigma_N^2} \\ \Delta H_i &= |h_i - (H_i - H_0)| \\ \sigma_H &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta H_i^2} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

式中：

$n$  ——采集的位置样本数据的个数；

$N_0$ 、 $E_0$  ——无人机上报的位置在站心坐标系中的北、东方向的坐标分量；

$N_i$ 、 $E_i$  ——测量设备获取的无人机位置在站心坐标系中的北、东方向的坐标分量；

$h_i$ 、 $H_i$ 、 $H_0$  ——地面控制单元或被试样机机载存储的真高值、测量设备记录的实时飞行海拔高度和起飞点海拔高度。

## 5.11 感知和避让

### 5.11.1 试验条件

飞行试验场地应满足5.1.1要求。

### 5.11.2 试验步骤

感知和避让应按以下步骤开展试验，其结果应满足4.11的要求：

- a) 在试验场地内设置好所需障碍物，操控无人机正常飞行；
- b) 以无人机标称的避障最大速度和最小速度，设置无人机飞向障碍物；
- c) 可选取晴天（ $\geq 100000\text{lux}$ ）、阴天（ $3000\text{--}10000\text{lux}$ ）和暗光（ $\leq 20\text{lux}$ ）3种光照条件分别进行试验，实时观测无人机的速度以及无人机与障碍物的距离。观察无人机是否能够告警提示并采取自动悬停、避让或降落等措施。

## 5.12 数据链保护

### 5.12.1 试验条件

被测样机预留上位机连接接口，且应具有上位机及密钥设置（修改）工具。

### 5.12.2 试验步骤

数据链保护安全试验应按以下步骤进行，其结果应满足4.12的要求：

- a) 将地面控制单元和无人机置于有效通信距离内，上电启动，检查遥控指令和遥测信息，均应正常；
- b) 断电后通过上位机修改机载端密钥，重新上电后检查遥控指令和遥测信息的有效性；
- c) 恢复有效密钥后，再通过上位机修改地面控制端密钥，检查遥控指令和遥测信息的有效性；
- d) 在机载端和地面端的密钥修改后，遥控指令和遥测信息均无效，则判定链路具备加密功能。

## 5.13 电磁兼容性

### 5.13.1 辐射发射试验

#### 5.13.1.1 试验条件

辐射发射试验的试验条件应满足 GB/T 38909 5.1.1 的要求。

#### 5.13.1.2 试验步骤

辐射发射试验应按照 GB/T 38909 5.1.3 规定的步骤进行，试验结果应符合 4.13 的要求。

### 5.13.2 工频磁场抗扰度试验

#### 5.13.2.1 试验条件

工频磁场抗扰度试验条件应满足 GB/T 38909 6.2.1 的要求。

#### 5.13.2.2 试验步骤

工频磁场抗扰度试验应按照 GB/T 38909 6.2.3 规定的步骤进行，试验结果应符合 4.13 的要求。

### 5.13.3 射频电磁场辐射抗扰度

#### 5.13.3.1 试验条件

射频电磁场辐射抗扰度试验条件应满足 GB/T 38909 6.3.1 的要求。

#### 5.13.3.2 试验步骤

射频电磁场辐射抗扰度试验应按照 GB/T 38909 6.3.3 规定的步骤进行，试验结果应符合 4.13 的要求。

### 5.13.4 静电放电抗扰度

#### 5.13.4.1 试验条件

静电放电抗扰度试验条件应满足 GB/T 38909 6.4.1 的要求。

#### 5.13.4.2 试验步骤

静电放电抗扰度试验应按照 GB/T 38909 6.4.3 规定的步骤进行，试验结果应符合 4.13 的要求。

## 5.14 抗风性

### 5.14.1 试验条件

抗风性安全试验条件应满足 GB/T 38930 5.2 的要求。对于风向多变的应用场景，在试验过程中还应改变相对于试验样品位置方向的风向。

### 5.14.2 试验步骤

抗风性安全试验按照 GB/T 38930 5.6 规定的步骤进行，试验结果应符合 4.14 的要求。

## 5.15 灯光

### 5.15.1 试验条件

灯光安全试验条件应满足以下要求：

- a) 夜间进行试验；
- b) 无人机功能完好且电量充足；
- c) 无人机启动并在地面处于待飞状态。

### 5.15.2 试验步骤

灯光安全试验分为航行灯安全试验和飞控状态指示灯安全试验，应按以下步骤进行：

- a) 航行灯安全试验：
  - 1) 启动无人机，观察航行灯是否正常开启；
  - 2) 对照产品说明书，观察灯光颜色、位置以及闪烁情况是否与说明书一致；
  - 3) 无人机飞行至120m高空，肉眼是否可以看见航行灯并判断其颜色和闪烁情况。
- b) 飞控状态指示灯安全试验：
  - 1) 启动无人机，观察飞控状态指示灯是否正常开启；
  - 2) 对照产品说明书，根据无人机遥控器的操控观察灯光是否会正常闪烁及更改颜色；
  - 3) 根据地面站显示的无人机状态观察指示灯的状态是否正常。

## 5.16 标识

标识试验应按照以下步骤进行：

- a) 目视法检查产品外包装、机身标签所印刷的无人机唯一产品识别码是否一致并满足GB/T 41300-2022的要求；
- b) 将无人机上电，通过操控软件检查是否能显示无人机唯一产品识别码，观察操控软件显示的无人机唯一产品识别码是否与前述外包装、机身标签的一致；
- c) 目视检查是否有风险警示标识或说明；
- d) 目视检查是否有分类标识符，检查产品分类与分类标识是否一致；
- e) 目视检查无人机标识是否清晰、牢固、耐久。

## 5.17 使用说明书

目视检查有无使用说明书，检查使用说明书的内容是否符合4.17的要求。



附 录 A  
(规范性)  
远程识别

## A.1 远程识别要求

### A.1.1 报文内容

#### A.1.1.1 必要内容

广播式远程识别及网络式远程识别数据字段中必须包含以下内容：

- a) UAS ID：无人机系统识别信息；
- b) UAS ID类型：无人机系统识别信息的类型，如无人机唯一产品识别码、实名登记号、UTM任务ID；
- c) 时间戳：对应位置的UTC时间，最小分辨率为1/10s；
- d) 运行状态：包含紧急状态在内的无人机运行状态及远程识别功能运行状态；
- e) 坐标系类型：报文经纬度采用的坐标系，包括WGS-84、CGCS2000、GLONASS-PZ90；
- f) 运行人ID：需提出飞行活动申请时，组织飞行活动的单位或个人的识别信息，若为不需提出申请的飞行活动，则置为null；
- g) 纬度：无人机当前的运行纬度，取值为 $-90^{\circ}$  到 $90^{\circ}$ ，精确至小数点后第7位（约11mm）。无效值、无值或未知时经纬度信息均置为 $0^{\circ}$ ；
- h) 经度：无人机当前的运行经度，取值为 $-180^{\circ}$ （不含）到 $180^{\circ}$ （含），精确至小数点后第7位（约11mm）。无效值、无值或未知时经纬度信息均置为 $0^{\circ}$ ；
- i) 距地高度：基于起飞地的高度或AGL，最小分辨率为0.5m。无效值、无值或未知时置为-1000m；
- j) 高度类型：基于起飞地高度或AGL；
- k) 航迹角：当前时刻所在位置真北方向顺时针量至地速方向的夹角，范围 $[0^{\circ}, 360^{\circ}]$ 。暂不具备航迹角测算能力的无人机系统，报送默认值 $361^{\circ}$ ；
- l) 地速：航空器地速，小于等于63.75m/s时，最小分辨率0.25m/s，否则最小分辨率为0.75m/s；无效值、无值或未知时，置为255m/s，当速度大于等于254.25m/s时置为254.25m/s；
- m) 无人机操作员纬度：无人机的纬度，如不可用，使用起飞纬度。无效值、无值或未知时无人机操作员经纬度信息均置为 $0^{\circ}$ ；
- n) 无人机操作员经度：无人机操作员的经度，如不可用，使用起飞经度。无效值、无值或未知时无人机操作员经纬度信息均置为 $0^{\circ}$ ；
- o) 无人机操作员位置类型：标识无人机操作员位置是否为起飞位置、固定位置或动态位置；
- p) 无人机操作员高度类型：几何高度或AGL；
- q) 无人机操作员高度：无人机操作员位置的高度，最小分辨率为0.5m；无效值、无值或未知时置为-1000m。

#### A.1.1.2 可选内容

广播式远程识别及网络式远程识别数据字段中建议包含以下内容：

- a) UA类型：无人机基于属性的分类；
- b) UA等级：无人机基于性能等级的分类；
- c) UA运行类别：无人机基于运行场景的分类；

- d) 时间戳精度：时间戳与经纬度、大地测量学高度、气压高度真实时间的差异最大值；
- e) 运行描述：飞行目的的运行描述；
- f) 垂直速度：相对于WGS-84基准面向上的垂直速度，最小分辨率为1m/s；无效值、无值或未知时，置为63m/s，当速度大于等于62m/s时置为62m/s，当速度小于等于-62m/s时置为-62m/s；
- g) 几何高度：基于相应坐标系椭球面的高度，最小分辨率为0.5m。无效值、无值或未知时，置为-1000m；
- h) 气压高度：基于1013.25毫巴为基准的高度，最小分辨率为0.5m。无效值、无值或未知时，置为-1000m；
- i) 几何垂直精度：几何高度质量指标，采用GVA数据项；
- j) 水平精度：水平位置质量指标，采用NACp数据项；
- k) 速度精度：水平地速质量指标，采用NACv数据项；
- l) 运行区域半径：所报告位置与组中任意UAS位置之间的最远水平距离。无设备UAS参与运行的计划或实施区域，默认值为0；
- m) 运行区域计数：无人机组的组内无人机系统数量计数，可以是单一的无人机系统，一个群体或机群，默认值是1；
- n) 运行区域最低高度：无人机组或无设备无人机系统参与的最低飞行高度。无效值、无值或未知时，置为-1000m；
- o) 运行区域最高高度：无人机组或无设备无人机系统参与的最高飞行高度。无效值、无值或未知时，置为-1000m。

#### A.1.1.3 报文取值要求

远程识别报文数据项取值如下：

- a) UA类型：
  - 0：未知或未定义；
  - 1：固定翼飞机；
  - 2：直升飞机（或多旋翼飞机）；
  - 3：自转旋翼机；
  - 4：垂直起降固定翼飞机；
  - 5：扑翼机；
  - 6：滑翔机；
  - 7：风筝；
  - 8：自由气球；
  - 9：系留气球；
  - 10：飞艇；
  - 11：自由落体/降落伞（无动力）；
  - 12：火箭；
  - 13：系留动力飞机；
  - 14：地面障碍物；
  - 15：其他；
- b) UA等级：取值范围0~15：
  - 0：微型无人机；
  - 1：轻型无人机；
  - 2：小型无人机；



- 3: 具备远程识别功能的其它无人机;
- 4~15: 预留, 微轻小型无人机分类标准参见《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》;
- c) UA运行类别:
  - 0: 未定义;
  - 1: 开放类;
  - 2: 特许类;
  - 3: 审定类;
  - 4~5: 预留;
- d) 运行状态:
  - 0: 未报告;
  - 1: 地面;
  - 2: 空中;
  - 3: UA为紧急状态;
  - 4: 远程识别功能失效(无人机为非紧急状态);
  - 5: 远程识别功能失效(无人机为紧急状态);
  - 6~15: 预留;
- e) 坐标系类型:
  - 0: WGS-84;
  - 1: CGCS2000;
  - 2: GLONASS90;
  - 3: 预留;
- f) 水平精度(NACp):
  - 0: 大于等于18.52km (10NM)或未知;
  - 1: 小于18.52km (10NM);
  - 2: 小于7.408km (4NM);
  - 3: 小于3.704km (2NM);
  - 4: 小于1852m (1NM);
  - 5: 小于 926m (0.5NM);
  - 6: 小于 555.6m (0.3NM);
  - 7: 小于 185.2m (0.1NM);
  - 8: 小于 92.6m (0.05NM);
  - 9: 小于 30m (GPS SA off);
  - 10: 小于 10m (SBAS);
  - 11: 小于 3m (GBAS);
  - 12: 小于 1m;
  - 13~15: 预留;
- g) 垂直精度(几何垂直精度使用GVA描述):
  - 0: 大于等于150m或未知;
  - 1: 小于150m;
  - 2: 小于45m;
  - 3: 小于25m;
  - 4: 小于10m;
  - 5: 小于3m;

- 6: 小于1m;
- 7~15: 预留;
- h) 速度精度 (NACv) :
  - 0: 大于等于10m/s或未知;
  - 1: 小于10m/s;
  - 2: 小于3m/s;
  - 3: 小于1m/s;
  - 4: 小于0.3m/s;
  - 5~15: 预留;
- i) 无人机操作员位置类型:
  - 0: 起飞位置;
  - 1: 动态位置;
  - 2: 固定位置;

A. 1. 2 报文格式

A. 1. 2. 1 网络式远程识别报文格式要求

网络式远程识别报文格式应符合《轻小型民用无人机飞行动态数据管理规定》的要求，应包含上述“报文内容”章节的全部“必要内容”，并尽可能包含“可选内容”。

A. 1. 2. 2 广播式远程识别报文格式要求

A. 1. 2. 2. 1 总则

广播式远程识别采用如下消息格式进行广播，详见表A. 1。

表A. 1 广播式远程识别消息格式

起始字节	长度	数据项	格式定义	必要 (M) /可选 (O)
1	1	版本号和类型	7-4 位，固定值 0xF; 3-0 位，协议版本号，初始值为 1;	M
2	1	报文长度	每条报文的长度为固定值 0x19 (25)，即 25 个字节	M
3	1	报文数量	“报文内容”字段中包含的报文数量 N，N 最大值为 10，即“报文内容”总长度不超过 250 字节	M
4	N×25	报文内容	N 条报文的组合，报文格式的定义	M

广播式远程识别报文共分为6类报文，表A. 2给出了6类报文的类型与含义：

表A. 2 广播式远程识别报文类型

报文类型	报文名称	含义	必要(M)/可选(O)
0x0	基本ID报文	它包含UA的ID信息，标识ID类型及UA类型	M
0x1	位置向量报文	包含UA的位置、经度、纬度、高度、航迹角、速度及时间信息	M
0x2	预留	预留	—
0x3	运行描述报文	允许运行人填写文本来声明任务目的，或承载任何其他类型的补充信息。	O
0x4	系统报文	包含无人机操作员位置，航空器组群及额外的系统信息	M
0x5	运行人ID报文	需提出飞行活动申请时，组织飞行活动的单位或个人的识别信息	M

每条报文长度均为25字节，其中第一字节为报头，后续24个字节为报文的实际信息。报头字节中，7-4位为报文类型，3-0位为报文协议版本（默认值为0x1），如表A.3所示。

表A.3 广播式远程识别报文格式

报头（一个字节）		报文内容（24 个字节）
报文类型（4 位）7-4 位	协议版本（4 位） 3-0 位	依类型的报文内容
0x0 - 0xF	0x1	依类型的报文内容

各报文应按本节后续内容规定的内容及编码格式发送。对于非幅度值、字符串，数值或非数值形式的ID信息，应以网络字节顺序（大端序），按从左至右以MSB至LSB的顺序表示。对于以16位或32位描述的整数（如经纬度、高度信息等）以小端序（在详细信息中标注），即从左至右以LSB至MSB的顺序表示。

可选报文可以不发送。当发送必送报文中的可选字段时，应符合对应的格式要求，对于不发送、无效或未知的可选数据项，应填写“null”字符串或0值（对应不同的数据类型），除非A.1.1.3节中给出了明确的无效数据填写要求。同时，所有要求使用ASCII码字符串的数据项，应在字段未使用的部分填写空值。对于所有枚举型的数据项，应按照A.1.1.3的要求赋值。

#### A.1.2.2.2 基本 ID 报文

基本ID报文（报文类型0x0）为周期性，强制静态报文，主要包含ID类型、UA类型和UA唯一ID信息，ID的定义可以遵从不同的标准。如果需要同时传输不同的ID，则必须连续传输多个不同的基本ID报文。详见表A.4。

表A.4 基本ID报文格式

起始字节	长度	数据项	格式定义	必要(M)/可选(O)
1	1	ID 类型 UA 类型	7-4 位，ID 类型： 0：无 1：设备序列号 2：由 CAA 提供的 UAS 实名登记号	M O

起始字节	长度	数据项	格式定义	必要 (M) / 可选 (O)
			3: UTM 任务 ID 3-0 位, UA 类型;	
2	20	UAS ID	—	M
22	3	预留	—	—

### A. 1. 2. 2. 3 位置向量报文

位置向量报文（报文类型0x1）为周期性，强制动态报文，主要包含位置，高度，速度，时间等标识UA运行情况的报文。详见表A. 5。

表A. 5 位置向量报文格式

起始字节	长度	数据项	格式定义	必要 (M) / 可选 (O)
1	1	运行状态与标志位	7-4 位, 运行状态: 3 位, 预留标志位 2 位, 高度类型位 0: 基于起飞地的高度 1: 基于 AGL 高度 1 位, 航迹角 E/W 方向标志 0: <180 1: ≥180 0 位, 速度乘数 0: x 0.25 1: x 0.75	M
2	1	航迹角	航迹角为从真北顺时针测量的航迹角。编码值为 0 - 179, 以航迹角 E/W 标志位表示航迹角是否大于等于 180°。编码方式请参见 4.2.6 节中航迹角数据项的编解码	M
3	1	地速	编码方式请参见 4.2.6 节中地速数据项的编解码	M
4	1	垂直速度	爬升时速度为正, 下降时速度为负, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中垂直速度数据项的编解码	O
5	4	纬度	小端序, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中经纬度数据项的编解码	M
9	4	经度	小端序, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中经纬度数据项的编解码	M
13	2	气压高度	以 1013.25 百帕为参考面的气压高度, 小端序, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中高度数据项的编解码	O
15	2	几何高度	基于相应坐标系的几何高度, 小端序, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中高度数据项的编	O

起始字节	长度	数据项	格式定义	必要 (M) / 可选 (O)
			解码	
17	2	距地高度	基于起飞地的高度或 AGL，小端序，具体编解码方式请参见 4.2.6 节中高度数据项的编解码	M
19	1	水平/垂直精度	7-4 位：垂直精度，GVA 取值请参见 3.3 3-0 位：水平精度，NACp 取值请参见 3.3	O
20	1	气压高度精度/速度精度	7-4 位：气压高度精度，GVA 取值请参见 3.3 3-0 位：速度精度，NACv 取值请参见 3.3	O
21	2	时间戳	以当前小时为起始时刻，已经过去的 1/10 秒数小端序，具体编解码方式请参见 4.2.6 节中时间戳数据项的编解码	M
23	1	时间戳精度	7-4 位：预留 3-0 位：时间戳精度，0.1s 的倍数，可表示的精度范围为 0.1s-1.5s，精度未知时置为 0	O
24	1	预留	-	-

#### A.1.2.2.4 运行描述报文

运行描述报文（报文类型 0x3）为周期性，可选静态报文，用于无人机操作员和运行人表述其飞行目的或承载任何其他补充信息。详见表 A.6。

表 A.6 运行描述报文格式

起始字节	长度	数据项	格式定义	必要 (M) / 可选 (O)
1	1	描述类型	0：文字描述 1-200：预留 201-255：私人使用	O
2	23	描述	ASCII 字符描述	O

#### A.1.2.2.5 系统报文

系统报文（报文类型 0x4）为周期性，强制静态报文，用于描述无人机操作员位置和高度、航空器组群及额外的系统信息。如无法获取无人机操作员的经纬度和高度信息时，则使用无人机起飞地的经纬度和高度。无效值、无值或未知时，无人机操作员的经纬度信息均置为 0。详见表 A.7。

表 A.7 系统报文格式

起始字节	长度	数据项	格式定义	必要 (M) / 可选 (O)
1	1	标志位	7-5 位，预留 4-2 位，无人机等级分类归属区域及取值： 0=未定义 2=中国 3-7=预留 1-0 位：无人机操作员的位置类型及取值：	M

起始字节	长度	数据项	格式定义	必要 (M) / 可选 (O)
			请参见 0: 起飞位置 1: 动态位置 2: 固定位置	
2	4	无人机操作员纬度	小端序, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中经纬度数据项的编解码	M
6	4	无人机操作员经度	小端序, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中经纬度数据项的编解码	M
10	2	运行区域计数	运行区域内的航空器个数, 小端序	O
12	1	运行区域半径	运行区域半径值*10	O
13	2	运行区域高度上限	基于相应坐标系的几何高, 小端序, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中高度数据项的编解码	O
15	2	运行区域高度下限	基于相应坐标系的几何高, 小端序, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中高度数据项的编解码	O
17	1	UA 运行类别/UA 等级	7-4 位, UA 运行类别, 取值请参见 3.3 3-0 位, UA 等级, 取值请参见 3.3	O
18	2	无人机操作员高度	无人机操作员基于几何高度, 具体编解码方式请参见 4.2.6 节中高度数据项的编解码	O
20	4	时间戳	位置向量报文中位置相关信息的时间戳, 自 00:00:00 01/01/2019 以来的 32 位 Unix 时间戳 (以秒为单位)	O
24	1	预留	-	O

#### A.1.2.2.6 运行人 ID 报文

运行人ID报文 (报文类型0x5) 为周期性, 强制静态报文, 用于描述需事先提出飞行申请的组织开展飞行活动的单位或个人的识别信息。若为不需提出申请的飞行活动, 则置为null。详见表A.8。

表A.8 运行人ID报文格式

起始字节	长度	数据项	格式定义	必要 (M) / 可选 (O)
1	1	运行人 ID 类型	0: 文字描述 1-200: 预留 201-255: 私人使用	M
2	20	运行人 ID	ASCII 字符描述	M
22	3	预留	预留	O

#### A.1.2.2.7 特定数据项的编解码方式

对于航迹角、速度、经纬度、垂直速度、高度及时间戳, 应按照表A.9中给出的方式进行编解码。

表A.9 特定数据项目编码方式

数据项	发送编码	接收解码
航迹角	当航迹角小于 180 度时,运行状态与标志位的航迹角 E/W 方向标识置为 0, 编码值为实际航迹角值; 否则, 运行状态与标志位的航迹角 E/W 方向标识置为 1, 编码值为实际航迹角值减 180 度。	当运行状态与标志位的航迹角 E/W 方向标识为 0 时, 实际航迹角为解码值; 否则, 实际航迹角为解码结果加 180 度。
地速	当速度小于等于 63.75m/s ( $255 \times 0.25$ ) 时, 运行状态与标志位的速度乘数置为 0, 编码值为实际值除以 0.25 后四舍五入取整; 当速度大于 63.75m/s 且小于 254.25m/s 时, 运行状态与标志位的速度乘数置为 1, 编码值为实际值减去 63.75 的差除以 0.75 后四舍五入取整; 否则, 运行状态与标志位的速度乘数置为 1, 编码值为 254。  注: 编码规则允许使用高于较低速度时 0.25m/s 及较高速度时 0.75m/s 的速度分辨率。	当运行状态与标志位的速度乘数置为 0 时, 实际速度为编码值乘以 0.25; 否则, 实际值为编码值乘以 0.75 加 63.75m/s。  注: 如果解码结果为 255m/s, 则表示无效值; 如果解码结果为 245.25m/s, 则实际速度可能大于 254.25m/s。
经纬度	32 位有符号整型, 编码值为实际值乘以 10 的 7 次方, 默认或无效值, 经纬度均置为 0	双精度浮点数, 解码结果为实际值为编码值除以 10 的 7 次方。
垂直速度	8 位有符号整型, 编码值为实际值除以 0.5	单精度浮点数, 解码结果为实际值为编码值乘以 0.5
高度	16 位无符号整型, 编码值为实际值加 1000m 的和再除以 0.5, 无效值置为 -1000m, 编码值为 0。  注: 编码规则不使用负整数, 精度为 0.5m	单精度浮点数, 解码结果为实际值为编码值乘以 0.5 再减 1000m。  如解码结果为 -1000 米, 则实际高度无效。
时间戳	16 位无符号整型, 编码值为从当前小时起始时刻, 已经过去的 1/10 秒数。	当解码结果大于当前时刻的小时秒数时, 则实际时间为自上一小时起始的 1/10 秒数, 否则, 为当前小时起始的 1/10 秒数。

### A.1.3 报文传输协议

#### A.1.3.1 广播式远程识别

##### A.1.3.1.1 总则

广播式远程识别应采用 Wi-Fi 信标 (Wi-Fi Beacon) 广播协议发送报文。

##### A.1.3.1.2 Wi-Fi 信标帧格式

采用Wi-Fi信标（Wi-Fi Beacon）广播协议发送报文，Wi-Fi信标帧（帧类别：Type 0，即管理帧，帧子类别：Subtype 8）的“厂商特定”元素字段（Vendor Specific，Element ID为221）承载报文消息。信标帧的帧格式如下表所示，信标帧中1字节报文循环计数器字段Message Counter的取值空间为0~255，每发送一条报文包，则该字段的值自加1，循环计数。详见表A. 10。

表A.10 Wi-Fi信标（Wi-Fi Beacon）帧格式

字段	长度	取值	描述
Element ID	1	221（16进制 0xDD）	Wi-Fi 信标帧中 Vendor Specific 元素的取值为 221
Len	1	消息长度（字节）	从 OUI/CID 字段开始到远程识别消息所有字段的总长度，单位字节
OUI/CID	3	16387004（16进制 0xFA0BBC）	OUI/CID 固定取值 0xFA0BBC
Vend Type	1	13（16进制 0x0D）	固定取值 0x0D
Message Counter	1	0~255（16进制 0x00~0xFF）	消息计数器，取值范围为 0~255，每发送一条报文消息则加 1，当计数值达到 255 时，则从 0 开始继续循环计数
远程识别 Message	3+N*25	广播式远程识别的报文消息内容	报文消息的具体内容

A.1.3.1.3 频段及信道

频段及信道应满足如下要求：

- a) 广播频段：2400 MHz-2476 MHz或5725 MHz-5829 MHz；
- b) 广播信道：上述广播频段中的任意信道或采用固定信道。如采用固定信道广播时，2.4 GHz频段应使用信道6（中心频点为2437 MHz），5.8 GHz频段应使用信道149（中心频点为5745 MHz）。

A.1.3.2 网络式远程识别

网络式远程识别的报文数据及传输应符合《轻小型民用无人机飞行动态数据管理规定》的要求。

A.1.4 性能要求

A.1.4.1 通用要求

A.1.4.1.1 最小工作时间

应至少在空中运行阶段启动报文报送，地面报送为可选。

A.1.4.1.2 报文元素和传输协议

广播式远程识别应满足A.1.2.2、A.1.3.1章规定的报文格式和传输协议要求。

网络式远程识别应满足A.1.2.1、A.1.3.2章规定的报文格式和传输协议要求。

A.1.4.1.3 报文元素的刷新率

报文元素的刷新率应满足如下要求：



- a) 动态报文元素：报文消息中的无人机位置相关的动态强制报文元素（如：无人机经纬度、时间戳、航迹角、地速、垂直速度、几何高度和距地高度）应至少每1s刷新一次；
- b) 静态报文元素：其他报文元素应至少每3s更新一次。

#### A.1.4.1.4 异常状态提示

远程识别异常状态是指无人机无法按照本标准要求上报所需报文的状态。当无人机处于远程识别异常状态时，应自动发出异常提示信息。异常提示信息应以直观无歧义的方式呈现。呈现形式不作限制，可以是语音、灯光或文字等。

#### A.1.4.2 广播式远程识别

广播式远程识别应满足如下要求：

- a) 自动广播：在满足“最小工作时间”条件时应自动启动报文广播；
- b) 广播频次：报文广播频次应满足表A.11要求；

表A.11 广播式远程识别广播频次

广播信道类型	广播频次
固定信道	$\geq 1 \text{ Hz}$ （至少一秒报送一次）
动态信道	$\geq 2 \text{ Hz}$ （至少一秒报送两次）

- c) 广播功率：最大发送功率应符合国家无线电管理部门的相关要求，水平面360°方向上的最小EIRP（等效全向辐射功率）应满足表A.12要求。

表A.12 广播式远程识别等效全向辐射功率要求

参数	2.4 GHz频段	5.8 GHz频段
等效全向辐射功率（dBm）	$\geq 11$	$\geq 11$

#### A.1.4.3 联网报送

联网报送应满足如下要求：

- a) 自动报送：当网络式远程识别功能被使能，网络环境可用，在满足“最小工作时间”条件时应自动启动报文报送；
- b) 报送频次： $\geq 0.5 \text{ Hz}$ （至少2秒报送一次）；
- c) 信息安全：应使用符合工业标准的认证机制，加密强度最低为128位。

### A.2 试验方法

#### A.2.1 总则

由于实现无人机远程识别的技术标准可分为网络远程识别和广播式远程识别，因此本节针对这两种技术标准分别提出试验方法，且其中所有试验项的试验结果必须都达到“通过”标准，该无人机产品才视为符合对应技术标准的要求。

#### A.2.2 广播式远程识别试验

##### A.2.2.1 执行试验所需文件

试验申请者应填写下述表A. 13以便于测试。

表A. 13 广播式远程识别试验信息表

检查项	取值或描述	说明
广播工作时间	—	描述广播式远程识别开始广播和结束广播的触发条件
广播频段或频点	—	—
广播频次	—	—
报文元素更新的及时性	—	—
异常状态的提示方式	—	—
无人机紧急状态及触发方式	—	—

A. 2. 2. 2 测试准备

表A. 14为本测试所需的软/硬件设备或工具：

表A. 14 广播式远程识别试验工具（软硬件）表

软/硬件设备或工具	数量	属性	用途及描述
待测无人机产品及配套软硬件设备	1 套	必须	待测设备为确保无人机产品的远程识别功能能够正常工作的所需所有软/硬件设备，工具和系统
远程识别信号接收机	1 套	必须	用于接收和解码远程识别广播信号的无线电设备，接收机应具备记录报文数据接收时间（UTC）的能力，精度为 10ms

A. 2. 2. 3 远程识别最小工作时间试验

A. 2. 2. 3. 1 总则

根据无人机制造商提供的远程识别最小工作时间及广播协议等信息，开始本项测试。

A. 2. 2. 3. 2 测试步骤

远程识别最小工作时间试验应按以下步骤进行：

- a) 部署能够接收对应远程识别广播协议的接收机，保持无人机与远程识别信号接收机在一个合理的距离范围内，并实时观察接收机的输出；
- b) 启动无人机，并根据无人机制造商提供的远程识别启动工作的触发条件信息，构造远程识别启动工作的触发条件并尝试触发远程识别工作；
- c) 根据无人机制造商提供的远程识别结束工作的触发条件信息，构造远程识别结束工作的触发条件并尝试结束远程识别。

A. 2. 2. 3. 3 判定规则

远程识别最小工作时间试验判定规则应满足如下要求：

- a) 当触发远程识别启动工作的条件具备时，无人机自动广播远程识别信号，远程识别信号接收机应能够接收到远程识别信号；
- b) 当触发远程识别结束工作的条件具备时，远程识别信号接收机应不再接收到远程识别信号；
- c) 上述远程识别的工作区间应至少满足无人机在空中飞行阶段自动报送远程识别报文的能力。
- d) 如上述a)～c)都满足要求，则该测试项通过测试。

#### A. 2. 2. 4 报文元素和广播协议试验

##### A. 2. 2. 4. 1 总则

该测试项用于测试和检查远程识别报文元素和广播协议的符合性。

##### A. 2. 2. 4. 2 测试步骤

报文元素和广播协议试验应按以下步骤进行：

- a) 部署对应远程识别广播协议的接收机，保持无人机与远程识别信号接收机在一个合理的距离范围内，并实时观察接收机的输出；
- b) 启动无人机，并触发远程识别启动工作，操控无人机进行多种姿态、速度和高度的飞行，包括异常状态的飞行（按照无人机制造商提供的无人机紧急状态触发方法，触发无人机进入紧急状态）；
- c) 观察远程识别接收机输出的所有报文元素。

##### A. 2. 2. 4. 3 判定规则

逐个检查远程识别接收机接收到的所有报文元素，如所有报文元素都满足A. 1. 2章规定的要求，且当无人机进入紧急状态时，远程识别接收机接收到的无人机工作状态为紧急状态，则测试通过。

#### A. 2. 2. 5 报文元素更新的及时性试验

##### A. 2. 2. 5. 1 总则

该测试项用于测试和检查报文元素的更新和广播频次是否满足本标准A. 1. 4. 1. 3和A. 1. 4. 2的要求。建议此测试项在无干扰或较低干扰环境下进行，防止外部无线电信号干扰测试结果。

##### A. 2. 2. 5. 2 测试步骤

报文元素更新的及时性试验应按以下步骤进行：

- a) 部署对应远程识别广播协议的接收机，保持无人机与远程识别信号接收机在一个合理的距离范围内，并实时观察和记录接收机的实时输出；
- b) 启动无人机，并触发远程识别启动工作。操控无人机处于飞行状态，连续改变飞行的姿态、速度和高度，建议飞行时间不少于5min。同时，移动无人机控制站的位置大于10m；
- c) 记录远程识别接收机接收到每条报文的时间以及每个报文元素的取值，接收机端接收报文元素的时间精度至少达到10ms。

##### A. 2. 2. 5. 3 判定规则

无人机广播的所有动态报文元素和非动态报文元素的更新及时性都满足A. 1. 4. 1. 3要求，且广播频次也满足A. 1. 4. 2，则该测试项通过测试。

#### A. 2. 2. 6 远程识别广播功率

##### A. 2. 2. 6. 1 总则

该测试项用于测试和检查远程识别广播功率是否满足本标准A. 1. 4. 2中广播功率的要求。此测试项可拆分为平均传导发射功率测试和广播天线的水平面远场90%方向上的最低增益值测试。水平面远场90%方向上的最小全向等效辐射功率取值为平均传导发射功率值加上广播天线的水平面远场90%方向上的最低天线增益值。

A. 2. 2. 6. 2 测试步骤

远程识别广播功率测试应按以下步骤进行：

- a) 启动无人机，并触发远程识别启动工作。使用仪表测试得到广播式远程识别的平均传导发射功率A；
- b) 在天线性能测试实验室，使用仪表测试得到发射天线水平面远场90°方向上的最低天线增益值B；
- c) 水平面远场90°方向上的最小全向等效辐射功率C的取值为A+B。

A. 2. 2. 6. 3 判定规则

最小全向等效辐射功率C的取值符合A. 1. 4. 2中广播功率的要求。

A. 2. 2. 7 远程识别异常状态提示

A. 2. 2. 7. 1 总则

远程识别异常状态是指无人机产品无法按照本标准要求上报所需报文的状态。当无人机产品处于远程识别异常状态时，应自动向无人机运行人发出异常提示信息。异常提示信息应以直观无歧义的方式实时地呈现给无人机运行人。呈现形式可以是语音、灯光或文字等。

A. 2. 2. 7. 2 测试步骤

远程识别异常状态提示测试应按以下步骤进行：

- a) 部署对应远程识别广播协议的接收机，保持无人机与远程识别信号接收机在一个合理的距离范围内，并实时观察和记录接收机的实时输出；
- b) 启动无人机，并触发远程识别正常启动工作；
- c) 按照无人机制造商提供的远程识别异常工作触发条件，触发远程识别进入异常工作模式（如适用）；
- d) 观测远程识别自动发出的任何异常提示信息。

A. 2. 2. 7. 3 判定规则

当远程识别处于正常工作状态时，远程识别无任何异常提示信息。当远程识别进入异常工作状态时，则能够自动发出限于语音、灯光或文字等形式的直观无歧义的远程识别异常提示信息，则测试通过。

A. 2. 3 网络式远程识别试验

A. 2. 3. 1 测试准备

表A. 15为本测试所需的软/硬件设备或工具：

表A. 15 网络式远程识别试验工具（软硬件）表

软/硬件设备或工具	数量	属性	用途及描述
待测无人机产品及配套软硬件设备	1 套	必须	待测设备为确保无人机产品的网络式远程识别功能能够正常工作的所需所有软/硬件设备，工具和系统
网络式远程识别测试系统	1 套	必须	用于接收和解码网络式远程识别信号的系统，接收机应具备记录报文数据接收时间（UTC）的能力，精度为 10ms

A. 2. 3. 2 报文元素和网络式远程识别协议试验

#### A.2.3.2.1 总则

该测试项用于测试和检查网络式远程识别报文元素和协议的符合性。

#### A.2.3.2.2 测试步骤

报文元素和网络式远程识别协议试验应按以下步骤进行：

- a) 部署网络式远程识别测试系统，实时观察网络式远程识别测试系统的输出；
- b) 启动被测无人机并起飞，被测无人机应启动网络式远程识别数据报送，操控无人机进行多种姿态、速度和高度的飞行；
- c) 观察网络式远程识别测试系统所有报文元素。

#### A.2.3.2.3 判定规则

逐个检查网络式远程识别测试系统收到的所有报文元素，如所有报文元素都满足A.1.3规定的要求，则测试通过。

#### A.2.3.3 报文元素报送频率试验

##### A.2.3.3.1 总则

该测试项用于测试和检查报文元素的报送频率是否满足本标准A.1.4.3的要求。

##### A.2.3.3.2 测试步骤

报文元素报送频率试验应按以下步骤进行：

- a) 部署网络式远程识别测试系统，实时观察和记录网络式远程识别测试系统的输出；
- b) 启动被测无人机并起飞，被测无人机应启动网络式远程识别数据报送，操控无人机处于飞行状态，连续改变飞行的姿态、速度和高度，建议飞行时间不少于5min；
- c) 记录网络式远程识别测试系统接收到每条报文的时间以及每个报文元素的取值，网络式远程识别测试系统接收报文元素的时间精度至少达到10ms。

##### A.2.3.3.3 判定规则

无人机报送的所有报文元素的报送频率都满足A.1.4.3的要求。