

ICS 49.020

CCS V 37

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXX-2025

低空巡检无人机技术要求

Specifications for Low-Altitude Patrol UAVs

(征求意见稿)

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国机电设备工程协会 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 基本要求.....	2
4.1 外观.....	2
4.2 尺寸与质量.....	2
4.3 接插件.....	2
5 性能要求.....	3
5.1 防水要求.....	3
5.2 温度要求.....	3
5.3 飞行速度.....	3
5.4 抗风等级.....	4
5.5 飞行高度.....	4
5.6 续航时间.....	4
5.7 飞行半径.....	4
5.8 悬停稳定性.....	5
5.9 航迹控制精度.....	5
5.10 电磁兼容性.....	5
6 功能要求.....	6
6.1 身份识别.....	6
6.2 航线装订.....	6
6.3 综合显示.....	6
6.4 数据储存.....	6
6.5 自动避障.....	6
6.6 典型失效保护.....	7
6.7 起飞与着陆.....	7
6.8 警告提示.....	7
7 测试方法.....	8
7.1 测试条件.....	8
7.2 测试设备.....	8
7.3 测试项目.....	8
7.4 性能测试.....	9
7.5 功能测试.....	11

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内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由×××××提出。

本文件由×××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

低空巡检无人机技术要求

1 范围

本标准规定了低空巡检无人机（以下简称巡检无人机）的范围、术语和定义、技术要求和检测方法。

本文件适用于低空巡检无人机的设计、制造和管理。

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 38924	民用轻小型无人机系统环境试验方法
GB/T 38058-2019	民用多旋翼无人机系统试验方法
GJB 5433-2005	无人机系统通用要求
GB/T 39610-2020	倾斜数字航空摄影技术规程
GB/T 17626.2-2018	电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 2423.1-2008	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
GB/T 2423.2-2008	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
T/CES 153—2022	电力巡检无人机边缘智能终端技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 低空巡检无人机

由动力驱动、机上无人驾驶的应用于各类安保作业的航空飞行器的简称。它通常由飞行平台、任务装置、辅助装置等三部分组成。

3.2 多轴旋翼巡检无人机

具有多个旋翼轴，能垂直起降，自由悬停的飞行器。

3.3 单轴旋翼巡检无人机

具有一个旋翼轴，能垂直起降，自由悬停的飞行器。

3.4 固定翼巡检无人机

由动力装置产生前进的推力或拉力，由机身的固定机翼产生升力，在大气层内飞行的密度大于空气密度的飞行器。

4 基本要求

4.1 外观

- a) 巡检无人机的涂覆必须均匀,标识清晰正确、易于识别(包括铭牌、尺寸、类型、型号、序列号、安全警示标志等),且各类粘贴物不允许出现擦除或卷边;
- b) 接口、开关、摇杆等应有的文字或符号标识齐全;
- c) 设备不存在裂痕、划痕、锈蚀、气泡等破损情况;
- d) 设备需标明最大起飞重量。

4.2 尺寸与质量

- a) 按照产品说明书对巡检无人机系统及部件结构的形状特征量(如:长、宽、高、轴距、螺旋桨半径等)进行测量,必须保持一致;
- b) 巡检无人机系统及部件的质量,以及无人机的质心位置在无人机允许的最大质心范围内。

4.3 接插件

- a) 有防插错、防松动设计和到位标识;
- b) 便于操作、安装牢固、连接可靠;
- c) 裸露在外的插头有防护设计;
- d) 不允许存在针孔歪斜、插针内缩及插针表面损伤等;
- e) 电源接插件有防打火设计;
- f) 各个接插件须要安装合适,不可过松或过紧。

5 性能要求

5.1 防水性

根据工作场景需要，巡检无人机在日常降雨天气下应该具备防水性能，根据产品说明书的规定来使用巡检无人机，遇允许范围内水量，巡检无人机应保持功能正常。

5.2 温度要求

除非另有规定，低空巡检无人机在以下温度，应保持功能正常：

a) 最高温度

在一定气压和海拔高度下，无人机的最高温度限定在40℃，在此范围内，无人机的各项功能应保持正常。

b) 最低温度

在一定气压和海拔高度下，无人机的最低温度限定在5℃，在此范围内，无人机的各项功能应保持正常。

5.3 飞行速度要求

5.3.1 最大平飞速度

固定翼巡检无人机、单轴旋翼巡检无人机、多轴旋翼巡检无人机最大平飞速度需满足下表1要求：

表1 最大平飞速度

类型	固定翼巡检无人机	单轴旋翼巡检无人机	多轴旋翼巡检无人机
最大平飞速度 (km/h)	≥60	≥40	≥30

5.3.2 巡检速度

固定翼巡检无人机、单轴旋翼巡检无人机、多轴旋翼巡检无人机采用程控巡航飞行最大所能达到的最大速度需满足下表2要求：

表2 巡检速度

类型	固定翼巡检无人机	单轴旋翼巡检无人机	多轴旋翼巡检无人机

巡检速度 (km/h)	≥ 50	≥ 20	≥ 10
----------------	-----------	-----------	-----------

5.4 抗风等级

在一定气压和海拔高度下，固定翼巡检无人机、单轴旋翼巡检无人机、多轴旋翼巡检无人机的抗风等级需大于或等于6级风，在此范围内，无人机的各项功能应保持正常。

5.5 飞行高度

固定翼巡检无人机、单轴旋翼巡检无人机、多轴旋翼巡检无人机在相对高度下能爬升到的最大飞行高度应不小于50m。

5.6 续航时间

固定翼巡检无人机、单轴旋翼巡检无人机、多轴旋翼巡检无人机保持滞空最大时间应不小于25min。

5.7 飞行半径

固定翼巡检无人机、单轴旋翼巡检无人机、多轴旋翼巡检无人机在携带正常任务载荷，在不进行空中能源补充，自起飞点起飞，沿指定航线飞行，任务完成后，返回原起飞点能达到的最远单程距离需满足下表3要求：

表3 最大飞行半径

类型	固定翼巡检无人机	单轴旋翼巡检无人机	多轴旋翼巡检无人机
最大飞行半径 (km)	≥ 8	≥ 6	≥ 4

5.8 悬停稳定性

固定翼巡检无人机、单轴旋翼巡检无人机、多轴旋翼巡检无人机高度漂移应不大于0.5m；水平漂移应不大于2.0m。

5.9 航迹控制精度

固定翼巡检无人机、单轴旋翼巡检无人机、多轴旋翼巡检无人机的水平航迹与预设航线误差均应不大于10m、垂直航迹与预设航线误差均应不大于10m。

5.10 电磁兼容性

巡检无人机系统的设备在其电磁环境中能正常工作且不会对环境中的其他设备产生不能承受的电磁干扰的能力。

5.10.1 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度试验应符合GB/T 17626.2-2018中的规定：接触放电，试验电压6kV；空气放电，试验电压8kV。试验期间，通用多轴无人机系统的设备不应产生不可恢复的功能或性能丧失或降低，试验后设备应能正常工作，设备内贮存的数据不应丢失。

5.10.2 射频电磁场辐射抗扰度

射频电磁场辐射抗扰度试验应符合GB/T 17626.2-2018中的要求：试验场强10V/m，频率范围80MHz—1000MHz。试验期间，通用多轴无人机系统的设备不应发生状态改变；试验后设备应能正常工作，设备内贮存的数据不应丢失。

6 功能要求

6.1 身份识别

在无人机飞行情况下,应通过无人机监管系统确定无人机身份识别功能,项目包括:

- a) 当前无人机飞行数据信息应准确;
- b) 无人机和拥有者身份信息应满足主管部门要求;
- c) 无人机系统主动报告频次应符合要求。

6.2 航线装订

随机装订一条航线至无人机系统,观察装订过程中的状态回报,飞行中无人机应按照装订航线飞行,不允许偏航。

6.3 综合显示

在无人机静态开机时,这些项目应该出现:

- a) 无人机姿态、速度、位置、高度、航线信息;

- b) 电源、卫星导航信号、电机电调状态信息；
- c) 无线电测控与信息传输系统工作状态信息；
- d) 无人机身份信息；
- e) 报警信息, 指令发送、回报信息等。

6.4 数据存储

在飞行任务状态下, 控制无人机飞行, 飞行结束后读取并比对数据, 检查数据存储应完整, 飞行数据和任务数据正确。

6.5 自动避障

控制无人机飞向根据说明书规定自动避障范围内的障碍物, 直至无人机与障碍物距离小于规定的安全距离时, 无人机能避免与障碍碰撞。控制无人机远离障碍物, 无人机能重新可控。

6.6 典型失效保护

对于不同的失效情况, 无人机应自动完成返航、降落、悬停等保护动作。

- a) 卫星导航信号中断: 正常飞行状态下, 无人机卫星导航信号丢失, 无人机应具有相应的保护功能；
- b) 链路中断: 正常飞行状态下, 关闭遥控器和地面控制设备, 无人机应具有相应的保护功能；
- c) 低电量: 根据无人机系统具有的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1中的低电量状态, 无人机应具有相应的保护功能。

表4 无人机低电量状态表

低电量状态	状态描述	保护功能
状态1	电池电量达到说明书规定的报警要求	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, 当前状态无法返航	自动降落

6.7 起飞与着陆

a) 无人机按照使用说明书操作方法自动起飞, 观察无人机不应出现翻转、蛙跳等失控现象;

b) 无人机按照使用说明书操作方法自动降落, 观察无人机不应出现翻转、坠落后等失控现象。

6.8 警告提示

若无人机出现7.6中的异常情况时, 应有警告提示。

7 测试方法

7.1 测试条件

测试环境有常规测试环境和外场测试环境, 常规测试环境: 标准大气条件下的室内环境。外场测试环境: 天空视野开阔, 在水平面上方20° 以上没有明显遮挡物, 测试点无强电磁场干扰和多径反射。

7.2 测试设备

无特殊要求, 测试设备应符合有关规定, 并且在规定期限内使用。

7.3 测试项目

巡检无人机的测试项目要求见表5。

表5 测试项目要求

序号	测试项目	技术性能章条号	测试方法章条号
1	防水性	5.1	7.4.1
2	温度	5.2	7.4.2
3	最大飞行高度	5.3	7.4.3
4	抗风等级	5.4	7.4.4
5	悬停稳定性	5.8	7.4.5
6	航迹控制精度	5.9	7.4.6

7		电磁兼容性	5.10	7.4.7
8	功能要求	身份识别	6.1	7.5.1
9		航线装订	6.2	7.5.2
10		综合显示	6.3	7.5.3
11		数据储存	6.4	7.5.4
12		自动避障	6.5	7.5.5
13		典型失效保护	6.6	7.5.6
14		起飞与着陆	6.7	7.5.7

7.4 性能测试

7.4.1 防水性

根据巡检无人机系统的使用要求进行分类，应分为：

- a) 偶尔会在淋雨环境条件下作业的巡检无人机系统，确定为A类巡检无人机；
- b) 长时间在淋雨环境条件下作业的巡检无人机系统，确定为B类巡检无人机。

7.4.1.1 A类设备防水要求

除非另有规定，A类巡检无人机在以下项目下，查看功能是否保持正常：

- a) 雨滴直径:0.2mm~0.5mm；
- b) 遇水量:140L/ (m² · h)~280L/ (m² · h) ；
- c) 持续正常工作时间:15min或按照产品说明书规定；
- d) 水接触面积:巡检无人机系统可能会遇雨水，整机被雨水覆盖。

7.4.1.2 B类设备防水要求

除非另有规定，B类巡检无人机在以下项目下，查看功能是否保持正常：

- a) 雨滴直径:0.5mm~4.5mm；
- b) 遇水量:280L/ (m² · h)~450L/ (m² · h) ；
- c) 持续正常工作时间:40min或按照产品说明书规定；
- d) 水接触面积:巡检无人机系统可能会遇雨水，整机被雨水覆盖。

7.4.2 温度测试

7.4.2.1 高温测试

试验温度为 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，测试时间为2小时，试验中设备处于工作状态，试验结束后，检查巡检无人机的项目是否保持正常：

- a) 外形机身和机体部件；
- b) 巡检无人机功能。

7.4.2.2 低温测试

试验温度为 $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，测试时间为2小时，试验中设备处于工作状态，试验结束后，检查巡检无人机的项目是否保持正常：

- c) 外形机身和机体部件；
- d) 巡检无人机功能。

7.4.3 最大平飞高度测试

选择视野开阔的测试场地，将机载测试设备打开，在满足低空巡检无人机规定起飞条件下起飞，先悬停在某一位置，然后将无人机升高至无人机不能上升为止，悬停一分钟，记录操控平台上显示的最达飞行高度，然后降落。将机载测试设备记录的高程信息与操控平台上显示的高度比较，在不确定度范围内得出被测无人机最飞行高度。

7.4.4 抗风等级测试

按照GB/T 38058-2019中6.4.12进行测试。

7.4.5 悬停稳定性

在外场测试环境下，将被测巡检无人机悬停在距离地面3米高度位置（如有特殊要求，悬停高度可做相应调整），利用安装在无人机上的机载测试设备记录无人机悬停状态5分钟，统计在5分钟时间内无人机的高度漂移量和水平漂移量。

7.4.6 航迹控制精度

对于巡检无人机测试时，一般巡检无人机不能明确指定按照固定航线飞行，但是可以在预定采点的区域内生成航线（通过调整作业宽幅来生成航线），通过安装在无人机上的机载测试设备实时记录飞行轨迹。测试航迹控制精度时，先把无人机放在生成航线的起始点上，标记此点的位置。无人机按照设置起飞，飞行高度由实际作业要求提供，如不提供按照距离地面5米作业。飞行完成后将记录的数据导出来计算航线上的点距离设定的起始点距离的偏差。

7.4.7 电磁兼容性测试

按照GB/T 38058-2019中6.9进行测试。

7.5 功能要求测试

7.5.1 身份识别测试

在无人机飞行情况下,通过无人机监管系统或模拟监管系统检查无人机身份识别功能,检查项目包括:

- a) 当前无人机飞行数据信息是否准确;
- b) 无人机和拥有者身份信息是否满足主管部门要求;
- c) 无人机系统主动报告频次是否符合要求。

7.5.2 航线装订测试

任意装订一条航线至无人机系统,装订过程中观察有无状态回报,飞行中观察无人机是否按照装订航线飞行。

7.5.3 综合显示测试

在无人机设备开机情况下,采用目视检查法,观察6.3出现的项目是否保持正常。

7.5.4 数据储存

在典型飞行任务状态下,控制无人机飞行,飞行结束后读取并比对数据,检查数据存储是否完整,飞行数据和任务数据是否正确。

7.5.5 自动避障

控制无人机飞向根据制造商规定自动避障范围内的障碍物,直至无人机与障碍物距离小于制造商规定的安全距离时,观察无人机是否能避免与障碍碰撞。控制无人机远离障碍物,无人机是否能重新可控。障碍物可设为墙体、玻璃、电线杆、电线等。

7.5.6 典型失效保护

按照GB/T 38058-2019中6.3.8进行测试。

7.5.7 起飞和着陆

在表面平整,坡度小于 10° 的地面上进行如下试验:

- a) 无人机按照使用说明书操作方法自动起飞, 观察无人机是否出现翻转、蛙跳等失控现象;
- b) 无人机按照使用说明书操作方法自动降落, 观察无人机是否出现翻转、坠落后等失控现象。
-