

T/HBUAV

湖北省无人机行业协会团体标准

T/HBUAV XXX—2025

复合翼电动垂直起降飞行器（eVTOL）

通用技术条件

General Technical Specifications for Compound Wing eVTOL



2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

湖北省无人机行业协会 发布

目 次

1.范围.....1

2.规范性引用文件.....1

3.术语和定义.....2

4.一般要求.....4

5. 技术要求.....8

6 试验.....22

7 检验.....30

8 民用无人机产品备案..... 31

9 标志、包装、运输及贮存..... 31

10 交付与培训.....32

11.参考文献.....33

12.附则.....33

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020规则起草。

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。

本文件由湖北省无人机行业协会提出并归口。

本文件起草单位：湖北汉瑞景汽车智能系统有限公司、武汉产业创新发展研究院、清华大学苏州汽车研究院（相城）、东南大学、

本文件主要起草人：时宇、王新峰、张峻屹、郑四发、彭峰、李浩然、葛馨、桂文刚、乾浩、杨俊儒、孙川、周聪、敖耀平、汪洁。

本文件主要审查人：

本文件为首次发布。



复合翼 eVTOL 通用技术条件标准

1.范围

本标准规定了复合翼垂直起降无人机术语与定义、系统的组成、分类、功能、性能、及试验验证等要求。

本标准适用于最大起飞重量不超过 150kg 、最大飞行真高 3000m 的复合翼垂直起降无人机系统(以下简称复合翼无人机)，其它类型垂直起降固定翼无人机可参照执行。

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 38152 无人驾驶航空器无人机系统术语

GJB 5433-2005 无人机系统通用要求

GB 42590-2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求

GB/T 38058 民用垂直起降固定翼无人机系统试验方法

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 38924 (所有部分)民用轻小型无人机系统环境试验方法

GB/T 38930 民用轻小型无人机系统抗风性要求及试验方法

HB 7809 飞机螺旋桨通用技术要求

HB 8566 多旋翼无人机系统通用要求

HB 8591 民用轻小型固定翼无人机系统通用要求

HB 8735 民用无人机系统数据链通用要求

HB 8761 民用轻小型多旋翼无人机系统地面控制单元软件要求

GA/T 1411.1-2017 警用无人驾驶航空器系统第 1 部分：通用技术要求无人机通用规范

GA/T 1411.4-2017 警用无人驾驶航空器系统第 4 部分：固定翼无人驾驶航空器系统无人机飞行控制与管理系统通用规范

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）

3.术语和定义

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

3.1 无人机 Unmanned Aerial Vehicle

有动力驱动、机上无人驾驶的航空飞行器的简称。它通常由机体、动力装置、航空电子电气设备、任务载荷设备等组成。

3.2 电动垂直起降无人机 Electric vertical take-off and landing drone

由遥控设备或自备程序控制装置操纵，以电力作为飞行动力来源，具备垂直起降功能，能够携带任务荷载的无人机。

注：该电力包含以油转电或氢转电的混电方式。

3.3 无人机系统 Unmanned Aircraft System

以无人机为主体，配有相关的分系统，能执行特定任务的一组设备。无人机系统通常由无人机机体、任务载荷设备、无线电测控与信息传输分系统、地面指挥控制站发射与回收分系统、保障与维修分系统等组成。

3.4 电动垂直起降无人机系统 Electric vertical takeoff and landing UAV system

以电动垂直起降无人机为主体，配有相关的遥控台(站)、所需的指挥和控制链路、任务荷载以及型号设计规定的任何其它部件，能够完成特定任务的一组设备。

3.5 复合翼垂直起降无人机 Vertical Take-off and Landing Compound-wing

复合翼垂直起降无人机是一种结合了固定翼无人机和旋翼无人机优势的新型无人机，在垂直起降时由多旋翼类似起降方式或直接推力等方式实现，水平飞行由固定翼飞行方式实现，且垂直起降、水平飞行方式可在空中自由切换。

3.6 地面控制站 Ground Control Station

负责对接收到的无人机各种参数进行数据分析处理，用于实现任务规划、链路控制、飞行控制、载荷控制、航迹显示、参数显示、图像显示和载荷信息显示、以及记录和分发等功能的设备。一般由中央处理器、通讯系统、监测显示系统、遥控系统组成。显示参数包括：高度、速度、航向飞行轨迹、坐标、飞行姿态、剩余电量、飞行时间等。

3.7 遥控器 UAV controller

可手持操作无人机飞行，具备飞行机载显示、航迹显示的设备。

3.8 任务设备 Mission payload

用于实施各种任务及信息传输、信息对抗或辅助等任务的复合翼无人机机载设备。

3.9 垂直起降阶段 Vertical take-off and landing mode

复合翼无人机系统依靠垂直起降动力产生力和力矩，实现对其姿态、水平位置及高度控制的过程。

3.10 过渡阶段 transition mode

垂直起降模式与固定翼模式之间的切换过程。

3.11 固定翼阶段 fixed-wing mode

复合翼无人机系统主要依靠无人机舵面、平飞动力实现对其姿态、速度及位置控制的过程。

3.12 数据链路 data link

用于无人机遥控、遥测、跟踪定位和任务荷载信息传输的数据终端和数据通信规程所建立的数据通信网络，其中设备包括机载数据终端、地面数据终端，数据通信规程包括传输通道、通信协议、标准化的消息格式。

3.13 符号和缩略语

UAV: Unmanned Aerial Vehicle 的缩写，意为无人驾驶飞机，即无人机。

UAS: Unmanned Aerial System 的缩写，指无人机系统，包括无人机、控制站、通信链路等相关组件。

C2: Command and Control 的缩写，即指挥与控制，通常用于描述无人机与控制器之间的通信链路，用于传输操作命令和遥测数据。

UTM: Uncrewed Aerial System Traffic Management 的缩写，无人机系统交通管理，是一个能够安全有效地将飞行中的无人机与其他空域用户集成的系统。

USS: UAS Service Supplier 的缩写，无人机服务供应商，为无人机操作员提供服务，

以满足 UTM 运营要求。

AAM: Area Airspace Manager 的缩写, 区域空域管理器, 负责管理特定区域 / 场地的空域, 防止无人机碰撞。

RID: Remote ID 的缩写, 指无人机系统在飞行中提供可被其他方接收的识别和跟踪信息的能力。

BRID: Broadcast Remote ID 的缩写, 广播远程识别, 通过广播无线电链路提供远程识别和跟踪的能力。

GPS: Global Positioning System 的缩写, 全球定位系统, 常用于无人机定位。

BD: 代表北斗, 是中国的卫星定位系统。

RTK: Real-time kinematic 的缩写, 载波相位差分, 可提高无人机 GPS 定位精度, 精度可达厘米级。

MFC: Manufacturer Code 的缩写, 制造商代码, 在 GB/T 41300—2022 民用无人机唯一产品识别码标准中, 是组成唯一产品识别码的一部分。

SN: Serial Number 的缩写, 序列号, 同样是 GB/T 41300—2022 标准中唯一产品识别码的组成部分。

4. 一般要求

4.1 功能

垂起无人机系统应具备以下功能:

- a) 垂直起降模式、过渡模式和固定翼模式的自主飞行和遥控飞行的能力;
- b) 远程通讯和操控的能力;
- c) 携带任务载荷并执行任务的能力;
- d) 按预定规划完成特定任务的能力;
- e) 安全保障的能力, 异常情况下能告警、自动返航或应急降落等。

4.2 产品组成

复合翼垂起无人机系统主要由以下几部分组成:

- a) 无人机平台: 用于携带数据链和任务载荷, 执行飞行任务并能实现导航、飞行控制飞行管理等功能;
- b) 控制链路: 用于完成遥控、遥测和任务信息传输等功能, 包含机载端和地面端;

- c) 任务载荷：主要包括吊舱系统、挂载系统，用于任务执行、信息获取、数据记录等功能；
- d) 遥控台（站）：用于实现电动垂直起降无人机远程指挥与控制等功能，主要包括地面指挥设备；
- e) 地面指控：用于实现无人机远程指挥与控制等功能；
- f) 基础设施与功能保障系统：用于实现充放电、包装运输、维修等功能，主要包含运输保障设备等。

4.3 分类

4.3.1 无人机分级

无人机系统种类繁多，出于不同的考量会有不同的分类方法，包括按用途、尺度、活动半径、任务高度等。本标准将复合翼垂直起降无人机分为微型、轻型、小型、中型、大型 5 大类，该分级下所对应的部分指标要求具体如下表所示。

类别参数	微型	轻型	小型	中型	大型
空机重量 (kg)	0<W≤0.25	0.25<W≤4	4<W≤15	15<W≤116	116
起飞重量 (kg)		1.5<W≤7	7<W≤25	25<W≤150	150

4.3.2 按使用场景分类

按使用场景分为以下用途：

- a. 物流运输；
- b. 医疗运输；
- c. 电力、土木与交通等设施设备巡检巡检；
- d. 农林植保；
- e. 警用执法；
- f. 应急救援；
- g. 其他。

4.4 故障分级

故障级别	故障示例
致命故障	坠机、爆炸、起火

严重故障	飞控失效、电机等动力故障
	控制失效或控制执行部件故障
	作业时机上任意部件飞出
一般故障	无线电通讯设备故障
	地面控制端设备故障
轻微故障	旋翼损坏
	壳罩松动

4.5 外观

无人机的外观质量应满足以下要求：

- a) 金属材料外表面应光滑，应无尖边、机械伤痕、裂纹、锈蚀等缺陷；碳纤维材料外表面应无破洞、破损等缺陷；
- b) 表面防护层应均匀一致，不起皮、起皱、起泡和脱漆。

4.6 尺寸

无人机的机长、展长、机高、轴距尺寸及系统组件遥控器、控制站等关键外形尺寸应符合产品图样要求。



4.7 重量

4.7.1 空机重量

空机重量包括机体重量、动力装置重量、机载传感器、回收装置机载部分以及保证无人机飞行控制所需的机载设备的重量。

4.7.2 载荷重量

载荷重量为执行任务所需的设备、以及为保证其正常工作所需的能源和可以拆卸的辅助装置的重量。对不同任务所需的任务设备及其重量应在专用标准中给出。

4.7.3 任务起飞重量

任务起飞重量包括载荷重量、动力能源重量和空机重量。全机重量因装载不同可分为最大起飞重量和正常起飞重量。

4.7.4 重心

无人机重心布置应考虑在最大载重、最大电池重量、最小载重（或空载）、最小电池重量等条件下的情况。在设计文件中应分别给出不同重量和载荷情况下的重心变化范围。

4.8 飞行品质

- 1) 在整个飞行包线范围内，无人机应当在所有轴向上具有适当的稳定性和可操纵性。
- 2) 在整个飞行包线范围内，无人机不能出现需要特殊驾驶技巧、警觉和体力或危及安全的情况。
- 3) 无人机的控制模式包括远程遥控模式、智能控制模式、人工控制模式，载人机同时具备两种以上控制功能。

4.9 展开与撤收时间

展开时间：包括无人机从包装箱内取出，可拆卸机翼、尾翼、起落架、桨叶等的安装和展开时间，地面控制、链路、数传等设备接通时间，机载、地面上电等的所有飞行前准备时间。

撤收时间：包括无人机机载、地面端断电，地面控制、链路、数传等设备断开回收，机翼、尾翼、起落架、桨叶等机构的拆卸或折叠，到全部装箱的所有回收时间。

4.10 可靠性

应明确产品不同组成部分及其部件的平均故障间隔时间(MTBF)和故障程度等可靠性定量要求，并考虑如何兼顾冗余设计和简化设计等定性要求。

4.11 维修性

维修性满足以下要求：

- a) 应明确平均维修间隔时间等维修性定量要求；
- b) 应便于拆卸、安装、维护和更换，具有良好的维修便利性；
- c) 在重要分离和调整处，应具有防错连接措施。

4.12 安全性

安全性设计满足以下要求：

- a) 应充分考虑垂起无人机系统的工作原理、使用方式、材料与器件的安全合理性，确保人员和设备安全；
- b) 安全技术措施的保障途径优先次序为：最小风险设计、采用安全装置、采用报警装置与标志、制定专用规程和进行专门培训等。

4.13 环境适应性

复合翼无人机系统应能承受贮存、运输和工作时所规定的各种环境条件，具体要求应符合 GB/T 38930 和 GB/T 38924(所有部分)的规定。

4.14 电磁兼容性

垂起无人机系统应能在一定的电磁环境下正常工作,不对外部环境造成不能承受的电磁干扰,且满足 GB/T 38909 的要求。

4.15 标记和标牌

标记和标牌应符合以下要求:

- a) 无人机上标牌应至少包括产品名称、型号、生产制造企业、空机重量、最大起飞重量、出厂编号(或序号)、制造日期;
- b) 螺旋桨、电机、任务载荷系统设备、电池、发动机等对人员易产生伤害的部位或可产生高温的部件,应有提示或安全标识。如无上述标记,则应有其他方式警示操控员或第三方人员靠近;
- c) 上述标记及标牌必须符合下列要求:
 - 1. 示于醒目处并直接可见;
 - 2. 安装牢固、位置合理、不易污损。

5. 技术要求

5.1 飞行性能

5.1.1 载重信息

应确定空机重量、最大起飞重量、最大着陆重量、重量与重心组合。

5.1.2 悬停

应确定不同起飞重量情况下的最大悬停升限、最大悬停时间和悬停精度。

5.1.3 速度-高度特性

速度-高度特性应包含最大平飞速度、巡航速度、失速速度、最大使用高度和实用升限。

5.1.4 航程

应确定无人机在给定的起飞重量、给定高度和给定速度下的最大飞行距离，

5.1.5 航时

应确定无人机在给定的起飞重量、给定高度和给定速度下的最大续航时间。

5.1.6 抗风能力

应确定无人机起降及巡航阶段的抗风等级。

类别	微型	轻型	小型	中型	大型
参数					
起降环境风速（m/s）	$2 \leq F$	$5 \leq F$	$6 \leq F$	$8 \leq F$	$10 \leq F$
飞行环境风速（m/s）	$4 \leq F$	$8 \leq F$	$10 \leq F$	$12 \leq F$	$16 \leq F$

5.1.7 机动性

应确定无人机在给定的起飞重量、给定高度和给定速度下的最小转弯半径以及在不同高度和起飞重量情况下的最大爬升率和最大下降率。

5.1.8 机动飞行性能

飞行状态(速度、高度和飞行姿态)随时间变化的飞行，称为机动飞行。单位时间内改变飞行状态的能力称为机动性。飞行状态改变的范围越大，改变状态所需的时间越短，机动性就越好。

最大爬升率：指无人机在单位时间内所能上升的最大高度。

最大下降率：无人机在单位时间内所能下降的最大高度。

5.1.9 导航与定位

功能要求应根据需要选择定位方式和导航方式，并应明确导航与定位精度。

5.1.10 起飞着陆性能

复合翼无人机具备多旋翼无人机能够垂直起降的独特优点，起降过程安全性能相对提高，对场地的限制不再有严格要求。

起飞性能：无人机由地面向空中飞行的阶段，即从起飞点爬升至安全高度为止的加速运动过程为起飞。

着陆性能：着陆时无人机从安全高度下降过渡到接地直至完全停止的整个减速运动过程。

5.1.11 飞行姿态平稳度

飞行姿态：飞行中机体坐标轴和对称面相对于地面的夹角。

俯仰角：机体纵轴与水平面的夹角：

偏航角：机体纵轴在水平面上的投影与该面上参数线之间的夹角；

滚转角：机体对称面与通过无人机机体纵轴的铅垂平面间的夹角。

俯仰角平稳度：指无人机能够按照指令要求平稳地到达目标俯仰角度，且在无其他控制信号输入的情况下，能够保持这一角度不变的能力。

5.2 无人机平台

5.2.1 机体

5.2.1.1 气动布局

气动布局设计应满足垂起无人机的功能和性能要求。应给出垂起无人机的布局形式，给出机长、展长、机高，以及与外形有关的各部件形状及相对位置和尺寸。若垂起无人机包含独立的垂直起降旋翼，应给出旋翼轴距(两个及以上的情况)、旋翼直径和旋翼数量等。

5.2.1.2 总体布局

总体布置要求如下：

- 1) 保证各系统正常发挥功能和性能；
- 2) 保证全机重心位置(对于使用燃料的情况，需考虑燃料变化对重心的影响)处于安全稳定可控飞行的重心前后限范围内；
- 3) 天线的布置应保证各天线的性能要求，同时满足系统电磁兼容性要求；
- 4) 机体分拆结构应考虑无人机的重量、连接结构的可靠性、操作便捷性、可维护性和包装运输尺寸等要求。

5.2.1.3 机体结构

无人机的机体外壳采用碳纤、玻纤和芳纶等复合材料铺制，内部主要受力结构采用高强度碳板和硬铝，特殊需要考虑减重和承载的关/重件采用航空铝。外壳应符合空气动力飞行的特点，适合空气中平飞、侧飞、爬升、下降、悬停等的姿态变化：旋翼升力与推力的布置等应符合设计的航时及载重要求；正反桨在飞行器上需有应对的设计标识。

机体结构在符合 HB 8591 有关要求的基础上，还应满足以下要求

a) 垂直起降阶段

- 1) 能够承受设计规范中规定的垂直起降阶段的设计载荷；
- 2) 能够承受突风或阵风引起的载荷；
- 3) 能够满足设计规范中规定的垂直降落冲击；在应急降落过程中，如果采用降落伞，无人机应能承受降落伞施加到机体上的瞬时载荷；
- 4) 同时着陆载荷不应对主体结构产生不可修复性破坏。

b) 过渡阶段

- 1) 垂直起降过渡到平飞过程中，应能够同时承受固定翼阶段和垂直起降阶段的载荷，以及由阶段切换引起的其他载荷，如平飞动力突然启动引起的载荷；
- 2) 平飞过渡到垂直起降过程中，应能够同时承受固定翼阶段和垂直起降阶段的载荷，以及由阶段切换引起的其他载荷，如垂直起降动力突然启动引起的载荷；
- 3) 对于应急状态下的阶段切换，应能够承受阶段突然快速切换引起的载荷。

c) 固定翼阶段所有飞行包线内，机体结构应能够承受由垂直起降动力引起的扰动载荷和暴露在外的垂直起降动力引起的额外气动载荷；

d) 其他

- 1) 对于设计规范中有防雷击、防静电要求，结构应充分考虑防雷、防静电、防短路和接地等要求；
- 2) 无人机结构应充分考虑标准化设计。

5.2.1.4 硬件设计

应遵循系列化、标准化、模块化和向上兼容原则，进行可靠性、维修性、易用性、软件兼容性、安全性和电磁兼容性设计。硬件的选择应优先采用满足相关国家标准和国家强制性产品认证要求的产品。

5.2.1.5 软件设计

应满足系列化、标准化及兼容性要求，新版本应兼容旧版本软件。

5.2.1.6 使用及维护文档

应随产品提供能够指导用户正确安装、使用及日常维护的文档，且应符合相应的国家标准。

5.2.2 动力装置

5.2.2.1 通用要求

- 1) 当任何一个动力组失效，无人机应具备安全降落的能力。
- 2) 动力装置应具有切断保护功能，当无人机发生着陆倾覆时，动力装置应可自主控制停桨。
- 3) 动力装置应具备实时状态检测能力，包括但不限于对电机转速、电子调速器电流、电压、温度和告警等状态的检测。检测数据应可实时传送至飞行管理系统。

5.2.2.2 油动式动力装置

油动式动力装置在符合 HB 8591 相关要求的基础上，还应满足以下要求：

- 1) 在不同阶段下均应能够满足进气要求：在垂直起降阶段和过渡阶段下，应能承受垂直起降动力启动和静止状态下的扰动影响；
- 2) 排气系统应不影响垂直起降动力的正常工作；
- 3) 不同阶段下，燃油系统应能正常供油；
- 4) 动力装置最大连续功率应满足三种阶段下的最大功率要求；
- 5) 应急状态时，动力应优先满足垂直起降模式要求。

5.2.2.3 电动式动力装置

电动式动力装置在符合 HB 8591 相关要求的基础上，还应满足以下要求：

- 1) 动力装置最大连续功率应满足三种阶段下的最大功率要求；
- 2) 应急状态时，动力应优先满足垂直起降模式要求。

5.2.2.4 混合式动力装置

采用油动和电动同时使用的混合/组合式的动力装置，应满足以下要求：

- 1) 混合式动力装置的功率应有冗余考虑，以适应无人机系统在升限范围内不同海拔下的平稳运行；
- 2) 混合式动力装置的性能应满足无人机总体性能设计的要求，应考虑发动机的良好散热，满足高温部件与飞机的隔热防火要求；
- 3) 混合式动力装置中备用电池容量应满足电机瞬态响应时功率提取的要求。

5.2.2.5 螺旋桨

螺旋桨包含分立的垂直起降螺旋桨和平飞螺旋桨，或两者兼顾的共用螺旋桨。应满足以下要求：

- 1) 对于同时具有多个垂直起降螺旋桨的情况下，桨尖与其他物体的最小间距应满

足安全性要求及动力效率要求；

2) 对于螺旋桨分立的情况，应确保垂直起降螺旋桨和平飞螺旋桨均处于各自最佳效率工作点；

3) 暴露在外的垂直起降螺旋桨应尽量降低在平飞时的阻力。

5.2.2.6 电机

电机的电压、电流、功率、转矩、转向、效率、温度性能、环境适应性、电磁兼容性、噪声等要求应与无人机系统总体性能要求相匹配。

无人机系统应具备电机工作状态监测的能力。

5.2.2.7 电机控制器

电机控制器应与无人机系统总体性能要求相匹配，或符合专用标准要求电机控制器一般应支持的编程进行电池类型选择、低压保护和低压值设置。

5.2.3 供电系统

5.2.3.1 概述

复合翼无人机系统的供电系统一般由电源装置(包括蓄电池、燃料电池、混合动力等)和配电系统组成。

5.2.3.2 蓄电池

无人机用蓄电池应满足以下要求：

- a) 无人机用蓄电池表面应清洁，无明显变形，表面无针眼、磕碰、裂纹等；
- b) 无人机用蓄电池在震动、跌落、短路等发生时，不应出现泄露、破裂、起火、爆炸等现象；
- c) 无人机用蓄电池应通过 GB 31241、GB/T 35590 标准规定的过充、过放、过载、短路、反向充电、高温、低温等安全测试。

正常工作时，充电系统或蓄电池或应急电源装置发生任何可能的故障时，从任何蓄电池或应急电源逸出的易爆或有害气体，在无人机内的积聚量不得达到危险程度；蓄电池或应急电源可能逸出的腐蚀性液体或气体，均不得损坏周围的无人机结构或邻近的重要设备；电池系统或其单个部件在任何运行过程或在任何失效状态下所能产生的最大热量和压力，不得对继续安全飞行和着陆所必需的航空器结构、设备或系统造成任何危险影响；无人机用蓄电池具备电量计算与指示功能、保护功能和提醒、记录功能。

5.2.3.3 燃料电池

无人机用燃料电池系统一般应满足以下要求：

- a) 燃料电池发电系统外表应清洁，无机械损伤，不应有裂纹、污迹及明显变形，接口触点无锈蚀；
- b) 燃料电池在正常运行过程中，其零部件及其连接件应稳固、可靠，不应出现失稳、变形、断裂或磨损等现象；
- c) 燃料电池的输出功率应满足无人机系统在升限范围内不同海拔高度下的平稳运行。

5.2.3.4 混合式动力

采用电动和油动结合使用的混合式动力装置，应满足以下要求：

- a) 混合式动力装置的功率应有冗余考虑，以适应无人机系统在升限范围内不同海拔高度下的平稳运行；
- b) 混合式动力装置之间应相互独立，保证电动式动力装置能在油动式动力装置失效或环境影响下提供及时的安全措施，油动动力装置失效下不影响电动动力装置的正常运行；混合式动力装置的性能应满足无人机总体性能设计的要求，应考虑发动机的良好散热，满足高温部件与飞机的隔热防火要求；
- c) 混合式动力装置中备用电池容量应满足电机瞬态响应时功率提取的要求。

5.2.3.5 配电系统

无人机用配电系统一般应满足一下要求：

- a) 配电系统需具备冗余设计，具备完善的故障检测和隔离功能，快速定位并隔离故障部分，防止故障蔓延；
- b) 配电系统需使用能承受极端电力的继电器和接触器，满足高要求的峰值负载容量、短路保护等关键要求；
- c) 配电系统要确保自身产生的电磁干扰不会影响飞行器上其他电子设备的正常工作，同时也要具备抗电磁干扰能力，能在复杂电磁环境中稳定运行。
- d) 轻量化设计：为提高飞行器的续航能力和有效载荷，配电系统应尽量减轻重量。

5.4 任务载荷设备系统

任务载荷设备应满足以下要求：

- a) 采集数据精度应满足应用需求，如图像分辨率要求，点云密度等；
- b) 数据存储能力应满足任务要求；

- c) 满足宽压、过流要求，能抵抗浪涌冲击；
- d) 满足基本的上电时序控制要求；
- e) 设备功耗应在无人机的功能能力范围内；
- f) 任务载荷连续工作时间应满足任务要求和地面调试要求。

5.5 地面控制系统

5.5.1 飞行操纵与管理

- a) 操纵应方便舒适，关键位置应合理；
- b) 对于影响飞行任务完成的操作键，如一键返航等，需用醒目的颜色特别标注防止误操作。

5.5.2 综合显示系统

- a) 综合显示系统符合产品设计应用规范；
- b) 对于飞行故障状态或任务设备故障状态要以声、光或醒目颜色特别提示。

5.5.3 地图与飞行航迹显示

地图与飞行航迹显示符合产品设计规范。

5.5.4 任务规划

任务规划符合产品设计规范，并且具有预飞行航线显示功能。

5.5.5 飞行设备参数修改设置

地面控制站能对飞行参数进行修改设置，并发送给无人机。

5.5.6 控制权切换功能

地面控制站和遥控器可对无人机的控制权进行切换。

5.5.7 一键自动返航功能

地面控制站或遥控器启动一键返航按键，无人机终止当前任务，按预先设定的航线返航并降落。

5.5.8 失联保护功能

无人机接收不到遥感信号，或遥感信号出现中断超过预设时间，无人机沿原航线自动返航或按预设模式着陆。

5.5.9 显示屏参数要求

地面控制站和遥控器采用彩色液晶显示器，其对角线尺寸、亮度、对比度要求符合通用技术要求。

5.5.10 天线自动跟踪功能

自动跟踪天线接入地面控制站和遥控器，天线可根据无人机飞行位置自动调整方向，搜寻信号，其性能符合产品规范。

5.5.11 低电量失效保护

正常飞行状态下，操控无人机进行持续飞行，电池电量、电压过低时，需要具备返航功能。

5.7 地面保障分系统要求

(1) 起飞和着陆区域要求

复合翼无人机可在产品设计达成的平面上完成起飞和着陆。

(2) 快速展开能力

复合翼无人机系统需在飞行操纵人员接收到任务开始，按规定时间内(一般为5分钟之内，大型复杂系统可根据实际情况适当延长)，完成无人机起飞并开始执行任务。

(3) 电源设备要求

电源设备因电池类型和使用情况不同，不做硬性要求，但需适配电源。

5.8 飞控与导航子系统

5.8.1 功能要求

飞控与导航子系统应具有以下功能：

1) 飞行控制功能，包括模式切换、姿态控制、速度控制、高度控制、应急控制、手动操控、起飞控制、降落控制等子功能；

2) 定位与导航功能，包括飞行状态感知、传感器信息余度管理、传感器校准或补偿、导航状态切换等子功能；

3) 飞行管理功能，包括飞行状态监控、上电自检、飞行前自检测、任务规划、加载、更改和执行、链路切换、飞行数据记录等子功能。

5.8.2 性能要求

飞控与导航子系统各飞行状态应满足以下飞行性能要求：

(1) 垂直起降阶段：

a) 应能在规定的起降区域面积内完成起降，除另有规定外，起降区域面积应不大于机

体水平包络圆直径的 1.5 倍；

b) 有越障要求情况下，连续垂直上升的高度应能保证安全越过障碍并有足够的安全余量；

c) 在可用环境条件下，无人机的俯仰角、滚转角、偏航角的波动范围应满足使用要求；

d) 配备人工遥控装置的垂起无人机系统，遥控操作总延时应满足使用要求。

(2) 过渡阶段和固定翼阶段：

a) 在 GNSS 模式下，航迹跟踪精度和高度控制精度应满足使用要求；

b) 在可用环境条件下，无人机的俯仰角、滚转角、偏航角的波动范围应满足使用要求；

c) 配备人工遥控装置的垂起无人机系统，遥控操作总延时应满足使用要求。

5.8.3 接口要求

5.8.3.1 机械接口

机械接口应满足以下要求：

1) 安装在开放式空间的情况，飞控与导航子系统的相关组成设备应设计有机箱。根据设计使用场景，机箱材料应能抵抗高盐、高湿、高风沙等造成的侵蚀，或者按有关规定加以保护性处理，使其能承受环境条件的影响；

2) 安装在密闭空间的情况，飞控与导航子系统的相关组成设备可以不设计保护机箱，但要保证安装可靠性、安全性，并能达到环境适应性和电磁兼容性的要求；

3) 飞控与导航子系统的重量和尺寸应符合无人机总体设计的要求。

5.8.3.2 电气接口

电气接口应满足以下要求：

1) 支持常见的信号接口协议，如 TTL、RS232、RS422、IIC、PWM、SPI、CAN、USB、Type-C、以太网等；

2) 在无人机要求的工作条件下，应能将电能和信号传输到其他设备，并满足电源质量和信号质量的要求；

3) 电源、线缆、连接器的设计、选型应与所需的负荷大小相匹配，并留有一定的余量；

4) 电气设备之间应具备故障隔离功能，某电气设备发生故障时，无人机系统的其他部分应不受影响，并能保持正常工作；

5) 所有的电气设备、线缆、连接器、插座等应有明显标识，标识清晰、耐久，且不影响标识对象的原有特性。

5.8.4 故障/状态监测、指示与告警

无人机飞行控制与导航系统的故障/状态监测、指示与告警一般应满足以下要求：

A) 飞控与导航子系统应具有上电自检功能，以监测每次上电后，系统的运行状态、故障状态和不利的运行环境；

b) 飞控与导航子系统应具有起飞状态诊断功能，能够自动诊断系统运行状态是否满足起飞条件，当起飞状态不满足规定的起飞条件时，系统能够自动地限制无人机起飞；

C) 飞控与导航子系统应具有实时故障/状态监测功能；

D) 需要监测的飞行控制与导航系统运行参数、运行状态和故障应至少包括，但不限于：

- 1) 当前飞行模式类型；
- 2) 位置状态；
- 3) 飞行状态；
- 4) 智能电池电量或非智能电池电压；
- 5) 飞行数据:包括高度、距离、位置、姿态角、速度、航向等；
- 6) 返航点；
- 7) 姿态角的控制量；
- 8) 摇杆控制模式；
- 9) 硬件 ID 信息；
- 10) 功能的可用性和完整性；
- 11) 其他非飞行控制与导航系统所推送的运行状态与故障信息；
- 12) 其他可能影响安全运行或操作人员所必需的参数。

e) 对于操作人员所必需的系统状态和故障信息，飞行控制与导航系统应提供有效的方法或措施，向操作人员及时、准确和完整地提供指示或告警信息，将潜在的危险减少到最低；

f) 对于每个产品型号，需要通过有效的测试与验证方法，来验证故障/状态探测、指示与告警功能的正确性。

5.8.5 飞行控制

无人机飞行控制与导航系统的飞行控制一般应满足以下要求：

a) 在规定的环境和规定的运行条件下，飞行控制系统能够按照规定的指令对飞行器姿态、航向、速度、高度进行持续而稳定的控制；

b) 飞行控制系统应至少具有位置控制模式和姿态控制模式；

c) 飞行控制系统应具有增稳功能；

d) 当无控制指令输入给飞行控制系统或控制指令为零时，飞行控制系统应能够使飞行器自动而快速地进入和保持空中悬停(位置飞行模式)或将飞行器的姿态始终保持在一个稳定而安全的水平状态(姿态飞行模式)；

e) 当由于异常情况而使飞行器姿态角瞬间过大时，飞行控制系统应能够使飞行器及时地自动恢复到空中悬停状态或者其他可安全飞行状态；

f) 在规定的风速范围内，飞行控制系统应能够确保无人机具有空中悬停、保持水平状态或持续安全飞行与着陆的能力；

g) 飞行控制系统应支持操作人员由于构型类型、操作方式、飞行器重量与重心、安装位置等情况的不同，而对相应的飞行参数和飞控参数进行更改和设置；

h) 飞行控制系统为多余度系统时，应采取有效的措施对冗余系统/模块的完整性和可用性进行实时监控，当冗余系统/模块之间切换时，飞行器性能和飞行状态不应存在明显的变化。

5.8.6 导航控制系统为多余度系统时

导航系统一般应满足以下要求：

a) 导航系统应能够提供实时而准确的高度、航向、垂直速度、水平速度(视觉功能可用或 GNSS 信号良好)、姿态角、角速度、偏航角、航向、距离(视觉功能可用或 GNSS 信号良好)、位置(GNSS 信号良好)；

b) 导航系统应具有惯性测量单元(IMU)和磁力计校准或其他辅助设备提升定位功能，以支持每次飞行时 IMU 与磁力计或其他辅助设备的精度和准确性均在规定的范围内；

c) 导航系统应具有航向补偿功能；

d) 在规定的运行状态和环境条件下，飞行管理与自动飞行系统应能够自动而准确地引导飞行器按照预定的航路飞行，并完成期望的任务；

e) 当飞机处于自动飞行状态时，在指令与控制链路完好的情况下，应向操作人员提供有效的措施来及时处理潜在的异常情况和终止自动飞行状态；

f) 应提供可靠有效的措施和方法，来防止恶意更改飞行控制和导航系统所使用的飞行数据与信息；

g) 当自动飞行过程中遇到不利情况、从而导致无法完成自动飞行计划和任务时，飞

行控制与导航系统应提供有效的措施使飞机转换到一种安全运行状态，并及时向操作人员提供告警信息，以将潜在的危险减少到最低。

5.8.7 限飞

飞行控制与导航系统的电子围栏功能应满足 MH/T 2008 中的规定。

5.8.8 紧急情况管理

飞行控制与导航系统一般应具备低电量/电压自动返航、严重低电量/电压自动降落、失联自动返航、智能一键返航等功能。

5.8.9 安装与调试

对于独立的飞行控制与导航系统，应向操作人员或用户提供安装和调试工具，以支持用户根据安装位置、机架类型、飞行器重量、电池类型、操作方式等情况的不同，对系统进行调试。

5.9 感知与避让

感知与避让：指飞行器通过机载传感器与/或协同信息源，实时获取周边环境态势，识别潜在碰撞风险，并采取规避措施以确保飞行安全的能力。系统应具备以下功能：

环境感知：能够探测到飞行器周边一定范围内的静态和动态障碍物，包括但不限于其他航空器、地面建筑物、地形、电力设施及鸟群。

风险评估：能够基于相对距离、速度、航向等参数，实时判断潜在碰撞风险。

规避决策：在保证任务连续性、遵循空中交通规则的前提下，生成规避方案。

控制执行：能够将规避方案转化为飞行控制指令并稳定执行。

5.10 数据链路

无人机系统应包括用于指挥、控制、通信和监视无人机和周边环境的数据链路，且满足以下要求：

- a) 从地面控制站向无人机(上行链路)传送指挥、控制和通信数据；
- b) 从无人机向地面控制站(下行链路)传送监视和通信数据；
- c) 涉及飞行安全的数据传输链路应当确保没有可能危及无人机或重要系统的单点失效；
- d) 无人机和远程运行控制系统的通信链路连接延时不大于 100ms；
- e) 数据链路应支持公网或专网接入自适应切换、多数据链自动漫游切换等，具备多数据链流量自适应实时控制等；

- f) 数据链路的工作频段应使用合法的无线电频率；
- g) 应在飞行手册中规定保证数据链路功能的运行限制要求。

5.11 地面控制站

地面控制站是指在地面指挥、控制和监视无人机的系统或设备。其设计应当满足以下要求：

- a) 配置、性能及可靠性能够保证无人机远程机组在地面站预期的使用环境中完成对无人机系统的指挥、控制和监视；
- b) 无人机地面控制站内的系统和设备应当能执行其预定的功能；
- c) 当地面控制站发生影响其监视和控制功能的故障时，每个地面控制站的设计应具备有效的处置措施，且不对无人机飞行安全产生不利影响；
- d) 必须在无人机系统飞行手册中对可能影响飞行安全的地面站重要物理参数予以说明；
- e) 应具备云端控制管理能力，可实现无人机航线规划、任务管理、实时显示、远程控制、数据管理、组织管理等功能，并有备份。

5.12 灯光及照明

5.12.1 无人机应配备航行灯和防撞灯。

5.12.2 航行灯应采用左红右绿的设计，空间允许情况下，两灯之间横向距离应尽可能大。防撞灯设置在无人机尾部或翼尖上的后向，宜采用白色。所有灯光应能保证不被遮挡。

5.13 任务载荷

5.13.1 功能要求

任务载荷部分根据不同的应用场景选择配置不同的任务设备，可分为载物空间与物体固定功能、影像设备、探测设备、通信设备、投放装置、物体收纳或吊挂装置等。任务载荷应具有以下功能：

- 1) 任务执行功能；
- 2) 任务执行状况实时监控、执行数据实时显示、数据记录和存储功能；
- 3) 数据采集功能。

5.14 信息安全要求

系统数据传输时应采用必要的安全措施。数据链路信息安全符合 HB 8735 的要求，地面控制站信息安全符合 HB 8761 的要求。

6 试验

6.1 主要参数测定

垂直起降固定翼无人机飞行验证前，使用衡具称量任务载重、电池重量、空机重量、任务荷载重量、最大起飞重量，判断称量值是否符合设计要求限度。应用直尺、卡尺、卷尺或其他测量工具测量机身长、翼展长、机高，判断测量结果是否符合设计要求。

6.2 飞行性能试验

速度、飞行高度、最大续航时间、抗风等级和展开与撤收性能检测试验，各项性能试验在操作前均需要参照备型号无人机自身的设计方案及试验大纲中的具体说明执行，同时需要首先判定是否符合设计要求。

6.3 动力装置飞行试验

应定量检查无人机动力装置满足技术及使用要求的程度，需要在极端工作温度状态下，进行高低温起飞/着陆和空中盘旋试验。

6.4 稳定性试验

在最大允许侧风、阵风等风载条件下，在试验风场内进行无人机各种工作稳定性试验，试验内容应至少包括 3 点：

- 1) 高度保持控制，见 GJB 5434-2005 中 4.4.3 及相关技术规范；
- 2) 空速保持控制，见 GJB 5434-2005 中 4.4.4 及相关技术规范；
- 3) 专业装置(任务)检验。

6.5 起飞/着陆性能试验

在最大允许风载条件下，无人机在试验风场内，进行起飞/着陆试验，判断试验结果是否符合设计要求。

6.6 飞控系统飞行试验

飞控系统飞行试验按照产品设计要求进行，对试验结果进行判断是否符合设计要求。

6.6.1 航向角保持性能试验

在平飞条件下，无人机以给定的航向角控制信号进入稳态飞行，利用机载测量设备测量无人机姿态，测试无人机航向角保持性能，对飞行数据进行统计处理。

6.6.2 高度保持性能试验

在直飞/盘旋状态下,以给定的高度控制信号进入稳态飞行,测试无人的高度保持性能。利用机载设备及高精度 GPS 飞行记录仪测量无人机姿态,将结果记录并进行数据比对处理。

6.7 导航系统飞行试验

导航系统飞行按照产品设计要求进行,对试验结果进行判断是否符合设计要求。

6.7.1 定位功能飞行试验

定位功能试验应在不同的定位模式下进行,主要内容包括:

1) 关闭其他定位模式,仅开启保留所测试的定位模式,分别进行静/动态准确度和实时性测试,检验系统的定位性能;

2) 打开其他定位模式,仅关闭所测试的定位模式,分别进行静/动态准确度和实时性测试,检验系统的定位性能。

试验方法及数据处理应按照产品设计要求或具体的制造与验收规范进行。

6.7.2 航线规划试验

利用地面控制站,通过有线或无线通讯方式,将地面航线规划数据输入至无人机,同时接收相应的状态回馈,对导航系统航线规划性能进行试验。试验内容包括:

- 1) 航线规划加载能力;
- 2) 航线数据正确性的检验能力;
- 3) 状态回馈能力。

试验方法及数据处理应按照产品设计要求或制造与验收规范进行。

6.7.3 导航性能飞行试验

导航性能飞行试验内容包括:

- 1) 航线循迹: 无人机在自主控制模式下,能正确执行程序逻辑,并沿规划航线次序巡航;
- 2) 测试多模导航模式转换及执行能力;
- 3) 测试无人机导航控制偏差性。

试验方法及数据处理应按照产品设计要求或制造与验收规范进行。

6.8 机载电子电气设备性能与功能试验

检验机载电子电气设备的性能与功能，按照对应产品的设计要求进行，判断结果是否符合设计要求。

6.9 无线电测控与信息传输系统性能试验

无线测控与信息传输系统性能飞行试验按照产品的设计要求进行，判断试验结果是否符合设计要求。

6.9.1 飞行过程中性能试验

飞行试验前，应进行无线电测控与信息传输性能的地面试验、验证。无线电测控与信息传输系统的部分性能指标应根据地面及飞行试验的结果进行综合评定。

6.9.2 最大作用距离试验

飞行过程中，无人机飞至最大作用距离处目标点上空，并在典型高度上进行各种作业试验。观察和记录上行遥控、下行遥测信道以及跟踪系统的各种工作状态及功能和性能指标，判定系统最大作业距离是否满足产品设计要求或制造与验收规范要求。

6.10 地面控制站飞行操作性能试验

地面控制站飞行操作性能试验因符合相应产品的设计要求进行，判断结果是否符合设计要求。试验方法及数据处理应按照产品设计要求或制造与验收规范进行。

6.10.1 综合显示功能试验

系统对遥测信息进行处理，测试地面控制站综合显示无人状态的能力。进行静态人测试或动态测试，其相关数据包括：

- 1) 无人机姿态、位置、速度及供电等信息；
- 2) 发动机状态信息；
- 3) 无线电测控与信息传输系统工作状态信息；
- 4) 无人机批次及设备状态信息；
- 5) 机载任务设备状态信息；

6)报警、指令反馈、回报信息。

试验方法及数据处理应按照产品设计要求或制造与验收规范进行。

6.10.2 地图航迹显示功能试验

无人机位置信息处理、测试和相对地图航迹显示的能力。可通过静态联调和动态飞行进行综合测试具体内容包括：

- 1)地图选择与处理能力；
- 2)无人机位置及动商处理能力；
- 3)地理信息显示及处理能力。

试验方法及数据处理应按照产品设计要求或制造与验收规范进行。

6.10.3航线规划功能试验

进行飞行任务设置、航线规划、测试规划、数据采集及回报能力试验。进行静态测试或动态测试，其相关数据包括：

- 1)任务设置及规划能力；
- 2)系统在线修改与加载能力；
- 3)状态反馈与显示能力。

试验方法及数据处理应按照产品设计要求或制造与验收规范进行。

6.10.4 数据记录能力试验

进行原始测控数据记录与回放完整性试验，试验内容包括：

- 1)在全系统正常工作条件下，测试数据记录能力；
- 2)测试记录数据回放能力。

试验方法及数据处理应按照产品设计要求或制造与验收规范进行。

6.10.5 数据处理性能试验

- 1)数据处理性能试验的内容包括；
- 2)综合显示界面参数显示平滑性、数据滤波能力；

6.10.6 地面控制飞行试验

在全系统正常的工作条件下，通过地面站发送有关控制指令，无人机接收到指令后应能正确执行相关控制动作，测试指令发送可靠性以及系统执行指令准确性。

试验方法及数据处理应按照产品设计要求或制造与验收规范进行。

6.11 自主飞行试验

6.11.1 自主起飞试验

自主起飞应根据设计规定的无人机状态、试验要求、试验条件和方法进行试验。无人机应进行不少于 10 次的自主起飞试验，试验均应达到产品设计要求；无人机在执行其预计的任务时，在预编程范围内，仅在飞行员的监视下实现自动起飞，进入到巡航状态。

6.11.2 自主着陆试验

自主着陆应根据设计规定的无人机状态、试验要求、试验条件和方法进行试验。无人机应进行不少于 10 次的自主着陆试验，试验均应达到产品设计要求；样机在执行其预计的任务时，在预编程范围内，仅在飞行员的监视下实现自主着陆，着陆平均定位精度和方向角误差均应达到设计值。

6.11.3 自主巡航试验

样机在执行预计的滚转角保持任务时，在其预编程范围内，仅在飞行员的监视下实现自主滚转角保持性能试验，应根据设计列举的无人机状态、试验要求、试验条件和方法进行试验。无人机应进行不少于 3 次的自主转角保持性能试验，试验结果均应达到产品的设计要求。样机在执行预计的飞行高度保持、空速状态时，利用机载设备及高精度 GPS/北斗飞行记录仪测量无人机姿态，将结果记录并进行数据对比处理。

6.12 安全性试验

无人机飞行检验应确保航行安全，在现场飞行空域内建议设安全员，对接近航空物、电力线、高楼建筑体、飞行器失控等不安全诱因进行安全预防。

在执行空速保持性能试验过程中，出现下述情况时需启动飞行终止指令，无人机应能够在规定距离(或时间)内终止原定飞行任务，进入预定终止工况，飞行及着陆性能应符合下述内容的规定：

- 1) 无人机对其内部件、子系统或者无人机指挥员发挥出的信号响应失败；

2) 无人机具有潜在的，逼近、超出指定飞行范围边界的可能，或是偏离其既定飞行轨迹；

3) 无人机对人员、公共设备、地面或空中设施产生危险；

4) 已无用途或无法控制的无人机对后续操作产生干扰；

5) 出于使用原因请求终止，例如不能回收基地；

6) 无人机系统安全监控系统探测到故障，将会导致其处于不安全状况。

6.13 可靠性试验

通过可靠性试验，验证飞行器在设计寿命周期内，在典型运行环境和任务条件下，能保持预期功能并满足安全要求。

6.13.1 环境适应性试验

1) 高低温循环试验

2) 高湿环境试验

3) 振动与冲击试验

4) 盐雾、砂尘试验（如适用）

6.13.2 电气与电子可靠性试验

1) 电源系统持续供电能力试验

2) 电池充放电循环寿命试验

3) 通信链路稳定性试验

4) 飞控系统冗余切换试验

6.13.3 结构与机械可靠性试验

1) 关键承力部件疲劳试验

2) 起落架强度与寿命试验

3) 螺旋桨/旋翼耐久性试验

6.13.4 整机飞行可靠性试验

1) 连续飞行试验：在典型任务条件下进行累计飞行 50 小时

2) 起降可靠性试验：进行不少于 100 次垂直起降循环

3) 转换飞行试验：进行不少于 100 次垂直模式与巡航模式切换

4) 自动返航与失效保护功能验证

6.13.5 地面模拟试验

采用试验台架或仿真平台，验证关键部件在极限工况下的可靠性。

6.13.6 飞行实测

在可控空域内，按照预定科目进行飞行，采集位置、姿态、速度、电气状态、环境参数等数据。

6.13.7 加速寿命试验

通过提高负载、频度或环境应力，加速暴露潜在失效模式，用于寿命预测。

6.13.8 数据采集

试验过程中应至少采集以下类别数据：

- 位置与姿态数据：经纬度、高度、滚转角、俯仰角、偏航角
- 动力与电气数据：电压、电流、温度、剩余电量
- 环境数据：温度、湿度、风速、风向
- 任务执行数据：航点偏差、任务完成率
- 故障与事件记录：失效模式、时间、影响范围

6.13.9 判定准则

- 1) 环境适应性试验中，飞行器及关键部件应无功能丧失或不可修复性损伤。
- 2) 电气与电子系统应在试验后保持正常功能。
- 3) 结构与机械部件应无裂纹、永久变形或性能退化超限。
- 4) 整机飞行可靠性应满足以下条件：
 - 累计飞行时间或起飞架次数达到设计值；
 - 主要任务完成率应不低于 98%；
 - 在设计寿命周期内，可靠性应不低于 95%。

6.13.10 报告要求

试验结束后应形成完整的可靠性试验报告，内容包括：

- 试验目的与方法
- 试验条件与过程记录
- 数据采集与分析结果

- 失效事件与原因分析
- 结论与改进建议

6.14 环境适应性试验

无人机在执行任务的过程中，经常会遇到无法预估的突发自然环境，必须满足以下表中的规定要求，其中非工作状态为所有设备断电的停机状态，工作状态包括启动起飞、空中盘旋和着陆等飞行状态。

项目		条件		设备状态
高 低 温	低温工作	系统状态	最大起飞重量	高低温实验环境存储时：非工作 脱离实验环境启动时：工作
		环境温度	-20℃	
		贮存时间	4h	
	高温工作	系统状态	最大起飞重量	
		环境温度	40℃	
		贮存时间	4h	
	低温贮存	系统状态	电池贮存温度	
		环境温度	-25℃	
		贮存时间	4h	
	高温贮存	系统状态	最大起飞重量	
		环境温度	40℃	
		贮存时间	4h	
淋雨		淋雨强度	4mm/min	淋雨实验环境存储时：非工作
		触面方向	90°	脱离实验环境启动时：工作
温度冲击		储存时间	1h	高低温实验环境存储时：非工作
		暴露时间	≤1min	脱离实验环境启动时：工作
		循环次数	3	

6.15 耐久性与寿命特性

耐久性：无人机在多次反复使用过程中，抵抗外部和内部不利影响的能力。

寿命特性：指当无人机发生不可修复性故障时，其失效前的总工作时间或累计起飞架次, 一般来说，无人机的耐久性越好，使用寿命就越久。

7 检验

7.1 检验规则

- 1) 产品应由生产过程检验合格方提交验收；
- 2) 检验分为外观自检、出厂检验和型式检验(周期检验)。

7.2 参照标准

样品(包含限度样品)，承诺书、产品图样、具体测试检验技术大纲、物料清单等。

7.3 一般要求检验

7.3.1 外形尺寸检验

使用标准量具测量垂直起降固定翼无人机翼展、机长、机高及系统组件遥控器、控制站等关键外形尺寸，判定结果是否符合产品图样要求。

7.3.2 重量检验

使用标准衡器衡量垂直起降固定翼无人机的重量、最大起飞重量、载荷重量及其他设备重量等，判定结果是否符合产品图样要求。

7.3.3 标识检验

垂直起降固定翼无人机系统标识应符合第 9.1 节中的规定。

7.4 出厂检验

- 1) 出厂检验应逐架进行，若批量交付达到 30 架，可采用百分比抽样检测；
- 2) 出厂检验的项目为全机长、翼展长、机高、空机重量、最大载重量、飞行高度、任务飞行速度、起飞/着陆平稳性、导航性能、飞控性能、动力性能等；
- 3) 所有检测项目最终均应判定为合格。

7.5 型式检验

- 1) 下列情况之一时应进行型式检验(周期检验)
 - a. 新产品设计定型或生产定型；
 - b. 材料、结构、生产工艺有重大改变，可能影响性能时；

- c. 产品首次生产或停产一年后恢复生产时；
- d. 出厂检验结果与上次定型试验有较大差异时；
- e. 主管部门提出形式检验的要求时。

- 2) 型式检验(周期检验)从出厂合格品种随机抽取 1 架；
- 3) 型式检验(周期检验)应包括本标准要求的所有检查项目、试验方法；
- 4) 所有检测项目最终均应判定为合格。

7.6 判定规则

- 1) 一般要求检验全部项目合格，判定产品合格：型式检验中有一项不合格，则判定产品不合格。
- 2) 型式检验全部项目合格，判定产品合格：型式检验中有一项不合格，则判定产品不合格。
- 3) 出厂检验全部项目合格，判定产品合格：出厂检验中有一项不合格，则判定产品不合格。

8 民用无人机产品备案

根据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》第二十三条《民用无人驾驶航空器生产管理若干规定》第十二条法规规定，生产企业在销售以及服务前，需在工业和信息化部政务服务平台-民用无人驾驶航空器产品信息系统(<https://ias.miit.gov.cn>)进行产品备案。

9 标志、包装、运输及贮存

9.1 标志

标志应制在标牌上，再将标牌牢固地固定到产品上，无人机系统的设备应在适当位置装有清晰、耐久的铭牌，并在其上注明：

- 1) 产品名称；
- 2) 产品型号；
- 3) 制造厂名称、地址；
- 4) 制造编号(或出厂日期)或生产批号。

包装箱外应标明在运输过程中防止损坏的事项，如“向上”“小心轻放”等字样或图

标。

9.2 包装

- 1) 产品的包装箱内应含有说明书、装箱清单等；
- 2) 包装箱内应有泡沫防震层等使机体各部件相互隔离；
- 3) 当装箱体积大于 1m^3 或装箱重量大于 60kg 时，箱底应装有脚轮；
- 4) 根据产品体积及重量大小，在箱顶(轻小型)或在侧边安装对称的提手(大中型)；
- 5) 充分考虑产品自身的折叠或收放功能，选用规格适当的包装箱，以尽量减小装箱体积；
- 6) 包装箱上应有厂名、产品型号、名称、数量、生产日期及防护要求(如“小心轻放”“防潮”)等。

9.3 运输

包装设计时应满足存储、装箱和运输要求。经包装的产品应能承受汽车、火车、轮船、飞机等交通工具的运输而不致损坏。在运输时按包装箱上的标记放置，不得翻转和倒置，应严密遮盖，避免淋雨受潮、暴晒，避免与腐蚀性物品混装运输。

9.4 贮存

经包装的产品若要长期贮存，应储存在环境温度为 -20°C 至 40°C ，相对湿度小于或等于80%，无腐蚀性气体，通风干燥、避光的室内，应离地面250mm以上，不应与腐蚀性物品一起贮存，若需要在室外临时停放，应有防雨、防潮和防碰撞的措施。

10 交付与培训

10.1 交付

产品交付应在订购方指定地点进行或按合同规定，产品应具有技术说明书和使用维护说明书。

10.2 培训

培训一般应分为理论培训和实操培训：产品厂家提供培训教材，必要时提供培训视频影像资料；培训人员应参加培训考核，通过人员可获得上岗证，持有上岗证的人员可获得独立操作产品的资格。

11.参考文献

- (1) 国家空域基础分类方法
- (2) 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例
- (3) 中华人民共和国民用航空器适航管理条例
- (4) 民用无人驾驶航空器运行安全管理规则(中华人民共和国交通运输部令2024年第1号)
- (5) 用无人驾驶航空器系统适航审定分级分类和系统安全性分析指(AC-21-AA-2022-40)

12.附则

本标准自发布之日起实施。

本标准解释权归湖北省无人机行业协会所有。

协会每 3 年评估一次标准适用性，必要时启动修订程序。

