

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6126—2022

城市场景物流电动多旋翼无人驾驶航空器
(轻小型) 系统技术要求

Technical requirements of multi-rotor electric unmanned aircraft system (small and light) for urban logistics

2022-03-07 发布

2022-04-01 实施

中国民用航空局 发布

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。

本文件由中国民用航空局航空器适航审定司提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：杭州迅蚁网络科技有限公司、中国民航科学技术研究院、北京三快在线科技有限公司、中国民航管理干部学院、中国民航大学、中通快递股份有限公司、浙江建德通用航空研究院。

本文件主要起草人：陈清海、章磊、沈洋、刘薇薇、任禹桥、赵亮、杨俊伟、吕人力、陈翹楚、付金华、刘洋、耿增显、王琪、刘徽、邹莹芝、胡金硕、管祥民。

MH

城市场景物流电动多旋翼无人驾驶航空器（轻小型）系统技术要求

1 范围

本文件规定了在城市场景从事物流作业的电动多旋翼无人驾驶航空器（轻小型）系统的技术要求。

注1：城市场景指凡无人驾驶航空器的运行航线飞越经由划定的城市中心城区和郊区，或除中心城区和郊区外非农业人口居住较为密集的区域上空。

注2：多旋翼无人驾驶航空器指一种由动力驱动，飞行时凭借三个及以上旋翼，依靠空气的反作用力获得支撑，能够垂直起降、自由悬停的无人驾驶航空器。

本文件适用于作为城市场景物流电动多旋翼无人驾驶航空器（轻小型）系统运行安全评估的依据。

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 38909 民用轻小型无人机系统电磁兼容性要求与试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多旋翼无人驾驶航空器系统 **multi-rotor unmanned aircraft system**

以多旋翼无人驾驶航空器为主体，配有相关的遥控站（台）、所需的指挥和控制链路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。

[来源：HB 8566-2019，3.2，有修改]

3.2

轻小型 **small and light**

包括轻型无人驾驶航空器和小型无人驾驶航空器。

其中轻型无人驾驶航空器，指同时满足空机重量不超过4 kg且最大起飞重量不超过7 kg，最大平飞速度不超过100 km/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，但不包括微型无人驾驶航空器。

小型无人驾驶航空器，指空机重量不超过15 kg且最大起飞重量不超过25 kg，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、轻型无人驾驶航空器。

3.3

外载 **external load**

通过卡阻机构与无人驾驶航空器连接且暴露于机体固连结构以外的载荷，载荷包括货箱和货物。

3.4

远程运行控制系统 **remote operation and control system**

无人驾驶航空器系统运行人员对无人驾驶航空器系统进行监视管控的操作平台和工作空间，远程运行控制系统通过通讯链路获得无人驾驶航空器信息并对无人驾驶航空器传递指令。

3.5

多机协同 **multi unmanned aircraft system coordinated operation**

同一远程运行控制系统同时指挥多架无人驾驶航空器在同一空域，且存在共用航线、交叉航线、共用起降点等协作状态的运行方式。

4 技术要求

4.1 通用要求

应明确城市场景物流电动多旋翼无人驾驶航空器（轻小型）（以下简称“无人机”）的重量限制。至少应包括最大起飞重量及载重限制。

4.2 飞行性能

4.2.1 无人机应具备抗风能力，在起降阶段应能够抗水平风速为 5.4 m/s 的持续风，在飞行阶段应能够抗水平风速为 7.9 m/s 的持续风。

4.2.2 在抗风能力范围内，无人机应满足下列性能要求：

- a) 无人机最大爬升率应不小于 2 m/s。
- b) 无人机在飞行状态下应能够保持姿态和航向稳定，确保其俯仰控制精度、滚转控制精度、偏航控制精度在 $\pm 5^\circ$ 。
- c) 在卫星定位导航模式下，航迹精度应控制在水平精度为 ± 10 m，垂直精度为 ± 5 m。
- d) 着陆过程应平稳无弹跳，无侧翻，着陆（水平）精度为 ± 0.5 m。

4.3 设计特性

4.3.1 紧固件

紧固件应具有防松功能。

4.3.2 电气线路互联

4.3.2.1 线缆应通过隔离、固定等方式进行保护，有效避免线缆磨损。

4.3.2.2 接插件应具有防错插、防松、抗振设计。

4.3.3 结构强度

4.3.3.1 无人机结构应能够承受垂直方向 $\pm 1.5G$ 过载（限制载荷），前后及侧向 $\pm 1.5G$ 过载，应采用不低于 1.5 倍安全系数进行结构强度验证。强度验证以结构不发生裂纹、断裂及塑性变形为合格。

4.3.3.2 在满足 4.3.3.1 的条件下，载货结构（机体固连货箱及连接结构，或外载货箱的装卡结构及其与机体的连接结构）应采用不低于 3 倍安全系数进行垂直方向结构强度验证。

4.3.4 环境

4.3.4.1 无人机系统的室外暴露部分（包括无人机、地面充电辅助设备等）应具备在 $-10\text{ }^\circ\text{C}\sim 40\text{ }^\circ\text{C}$ 的环境中正常工作的能力。

4.3.4.2 无人机系统应能够适应 $-20\text{ }^\circ\text{C}\sim 50\text{ }^\circ\text{C}$ 的存储环境，开机后能正常工作。

4.3.4.3 无人机系统应满足其应用场景的各项测试要求，如高低温、盐雾、湿热、防水、砂尘、振动、冲击等测试。

4.3.4.4 无人机应经过淋雨测试。淋雨的强度应至少保证中雨强度，测试的时间应至少保证无人机空载时最大航行时间，淋雨测试应覆盖无人机（除底部外）的各个方向，淋雨测试过程中和淋雨测试后应保证无人机功能正常，各项性能没有下降，机体（包括货箱）内部不发生进水。

注：中雨强度指满足 24 h 内降雨量 24.9 mm 的降雨强度。

4.3.4.5 无人机应通过电磁兼容性测试，测试验证可参考 GB/T 38909 中的规定。

4.3.5 状态监测

对于影响运行安全的设备和系统，应具有状态监测功能，包括上电和运行中监测。监测数据应能够实时（平均延时小于 1 s）传送至飞行管理系统。

注：影响运行安全的设备和系统是指其失效能够导致无人机失控、坠机、失联等严重安全后果的设备和系统。至少包括但不限于飞控系统、导航系统、电源系统、链路系统和动力装置。

4.3.6 安全设计要求

对于采用外载设计的无人机系统，应设计机械式卡阻，在控制模块失效时卡阻装置应能够有效保持货箱与机体固联。

4.3.7 可靠性设计要求

无人机系统应至少达到平均无故障运行时间不低于100 h。

4.4 系统及设备

4.4.1 动力装置

4.4.1.1 系统组成

动力装置应由电机、电子调速器及旋翼构成。

4.4.1.2 通用要求

4.4.1.2.1 当任何一个动力组失效，无人机应具备安全降落的能力。

4.4.1.2.2 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。

4.4.1.2.3 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（平均延时小于1 s）传送至飞行管理系统。

4.4.1.3 旋翼

旋翼桨叶应经过静载拉力验证，测试安全系数不低于2。

4.4.1.4 电机

无人机系统应具备电机工作状态监测的能力。

4.4.1.5 电子调速器

4.4.1.5.1 电子调速器的安装位置应满足散热要求。

4.4.1.5.2 无人机系统应具备电子调速器工作状态监测的能力。

4.4.2 飞行管理系统

4.4.2.1 无人机系统应配备飞行管理系统，或等效的具备飞行管理能力的模块或功能组合，至少包括无人机状态监视及报警、运行安全管理、自动应急管理功能等。

4.4.2.2 飞行管理系统应实时采集无人机运行数据（采样频率不低于3 Hz），监测无人机的运行状态，并与远程运行控制系统保持实时通信（平均延时小于1 s），传送运行状态及运行数据。

4.4.2.3 飞行管理系统应至少对电池电量、电压、关键的温度、各系统监测状态、无人机姿态、导航信息、通信链路工作状态等进行监视。

4.4.2.4 当出现超限情况时，飞行管理系统应能够根据安全策略进行自主处理，并向远程运行控制系统发出报警信息。报警信息通过屏显、声音或灯光等方式传递给运行人员。

4.4.2.5 飞行管理系统应具备与运行方式相适应的自主应急处理能力。

4.4.2.6 飞行管理系统应具备地理围栏识别能力，对无人机接近和闯入地理围栏提出报警。报警信息通过屏显、声音或灯光等方式传递给运行人员。

4.4.3 供电系统

4.4.3.1 电池在满足无人机最大功率的情况下，应仍具备25%以上的输出功率裕量。

4.4.3.2 电源系统应具备工作状态监测的能力，并将监测数据实时（平均延时小于1 s）传送至飞行管理系统。

4.4.3.3 电池（或充电器）应具备充电过充保护功能。

4.4.3.4 电池应具备短路保护功能。

4.4.3.5 电池应通过 GB/T 38909 中 6.5.9 的跌落测试。

4.4.3.6 除电子调速器或飞控系统的电气子系统的电源失效或故障，其它电气失效均不应对于安全运行的负载电路供电造成任何影响。

4.4.4 飞控系统

4.4.4.1 飞控系统应能有效控制无人机姿态和飞行，满足 4.2 要求。

4.4.4.2 任何单一传感器故障发生时，飞控系统应仍可满足无人机可控、安全飞行、或平稳着陆的功能性要求。

4.4.5 导航系统

4.4.5.1 导航系统应具备导航信号质量监测能力，并将监测数据传送至飞行管理系统。

4.4.5.2 无人机应至少配备两套独立子导航系统。

4.4.5.3 子导航系统应有交叉校验功能和信息互补能力。交叉校验和信息互补指子导航系统的信息能够通过算法进行比对、分析及择选，以获得最可信的导航信息，包括在正常工作时，单个子系统因任何原因失效时的导航信息处理。

4.4.6 感知与避让系统

4.4.6.1 对于多机协同运行的无人机系统，应具备感知与协调避让能力。无人机系统可接收当前及未来航线上（预计的）其他无人机 ID、位置和速度信息，并根据地面控制指令来协调运行。

4.4.6.2 无人机系统应具备感知与避让功能，能感知前进航迹上其他飞行器障碍物。在发生碰撞征候之前进行减速、改变航线或悬停，并将状态数据传送至飞行管理系统。

4.4.7 远程运行控制系统

4.4.7.1 远程运行控制系统应具备对无人机的自动及人工监视功能。

4.4.7.2 远程运行控制系统应根据无人机系统运行安全设计具备对无人机的操作功能及操作权限。

4.4.7.3 对于适用多机协同运行场景的远程控制系统应具备多机协同功能。

4.4.7.4 远程运行控制系统应具备云端数据报送与信息传输的能力，保持运行中无人机可被监视。

4.4.8 通讯链路

4.4.8.1 无人机应具备两种相互独立且不存在共模的控制链路。

4.4.8.2 无人机应配备两套独立通讯网络，互为备份。

注：采用蜂窝数据通讯时可同时配置两家运营商网络。

4.4.8.3 无人机和远程运行控制系统的通信链路连接延时不大于 1 s。

4.4.8.4 无人机通讯链路应具备链路保护功能。

4.4.9 灯及声音

4.4.9.1 无人机应配备航行灯、防撞灯、报警灯和报警音。

4.4.9.2 航行灯应采用无人机前视角左红右绿的设计。防撞灯宜采用白色。所有灯光应能够保证不被遮挡，晴朗夜间 300 m 可见。

4.4.9.3 报警灯应设计 2 Hz~10 Hz 频闪灯光，报警音应不低于 70 dB，用以对地（周围人群及运行人员）的安全警示。

4.4.10 地面遥控

4.4.10.1 无人机系统应配备可供运行人员进行人工视距内操控飞机的遥控设备。

4.4.10.2 遥控设备应适应预设运行模式的地面视距内操控需求及监视需求，如应急处理、调试等。

4.5 应急处置

4.5.1 无人机系统应具备应急处置能力，至少包括应急备降、减速飞行、自动返航、紧急悬停、应急迫降、应急停桨、地面导控切换和遥控飞行的能力。

4.5.2 当出现无人机姿态不可控、位置不可控、电量小于最低安全要求时，无人机应能够自动进入迫降程序。迫降程序应具备优化迫降位置或警醒迫降位置人员的能力，确保迫降位置人员安全，减小对周围环境造成的风险。

4.5.3 当出现突发异常天气，无人机无法持续安全运行，无人机应能够自动进入备降程序，在不依赖于外部指令的状态下完成应急备降程序。

4.5.4 无人机应具备实施地面伤害减缓策略的能力，如使用降落伞、缓冲装置或空中解体等措施，以降低对地面人员的伤害和财产损失。

4.6 警示标记标牌

4.6.1 应在无人机机体及各系统部件、远程运行控制系统工作台、地面辅助起降装备设置必要的标记标牌以实现产品可溯、安全警示、使用限制及其它重要操作提示功能。

4.6.2 标记标牌应醒目并直接可见。

4.6.3 用于标记无人机身份的标识应采用耐腐蚀、耐摔撞材料，信息印记应抗刮擦，具备环境适应性。

4.7 用户手册

4.7.1 应提供与无人机系统相匹配的用户手册。

4.7.2 用户手册应至少涵盖无人机性能、使用限制、常规操作、应急操作、构造原理、零部件清单、检查及维护要求。

