

ICS 01.020
CCS C 84

T/HBUAV

湖北省无人机行业协会团体标准

T/HBUAV 005—2025

高楼灭火场景无人驾驶航空器技术标准

Technical Standard for Unmanned Aerial Vehicles for

High-rise Building Fire Fighting

2025 - 12 - 31 发布

2025 - 12 - 31 实施

湖北省无人机行业协会 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	2
4. 技术要求	3
5. 附则	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020规则起草。

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：湖北省应急管理厅火灾防治救援管理处、电鹰科技集团有限公司、湖北允升科技工业园有限公司、蒲公英（湖北）航空器有限公司、武汉金测检测技术有限公司

本文件主要起草人：蔡晓东、李玲玲、蔡昊宇、曾晓东、李骛扬、廖承刚、梁保成、陈阳、唐泰然

本文件主要评审人：尘福通、田永亮、赵雅甜、刘洋辉、周光勇

高楼灭火场景无人驾驶航空器技术标准

1. 范围

本标准规定了高楼灭火场景中三种无人驾驶航空器（破窗打弹灭火无人驾驶航空器、机载灭火器灭火无人驾驶航空器、系留水带灭火无人驾驶航空器）的技术要求，包括其性能与稳定性、灭火能力与设备、电磁兼容性、环境适应性、智能化与通信、地面站系统等方面的性能指标。

本标准适用于高楼灭火场景中三种无人驾驶航空器的设计、开发、测试和应用。

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。

CCAR-92	《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》
CCAR-23 R4	《正常类飞机适航规定》
AC-97-02	《民用无人驾驶航空器系统试验类管理规定》
GB 42590-2023	《民用无人驾驶航空器系统安全要求》
GB/T 44717-2024	《民用无人机可靠性飞行试验要求与方法》
GB/T 17626	《电磁兼容试验和测量技术》
GB/T 2423	《电工电子产品环境试验》
GB/T 38058	《电磁环境公共安全防护要求》
GB/T 38924	《民用轻小型无人机系统环境试验方法》
GB/T 38997	《轻小型多旋翼无人机飞行控制与导航系统通用要求》
GB 42590—2023	《民用无人驾驶航空器系统安全要求》
MH/T 2014—2023	《民用无人驾驶航空器系统物流运行通用要求》
GB/T 191	《包装储运图示标志》
GB/T 4208	《外壳防护等级》
T/CNFMA B019	《林火扑防机械压缩空气泡沫灭火装置》
T/AOPA 0078—2025	《高层建筑灭火多旋翼无人驾驶航空器系统技术要求》

3. 术语和定义

3.1. 无人驾驶航空器 Unmanned Aerial Vehicle

无人驾驶航空器（简称“无人机”）是指无需机载驾驶员、依靠自备动力系统和遥控/程序控制装置操纵的航空器。

3.2. 破窗打弹灭火无人驾驶航空器 Window-Breaking Projectile-Firing Unmanned Aerial Vehicle

破窗打弹灭火无人驾驶航空器指配备有破窗装置及灭火弹发射系统，能够在高楼火灾现场进行破窗操作并发射灭火弹以扑灭火源的无人驾驶航空器。该类无人机通过精准打击火源，实现快速灭火的目的。支持多种灭火剂类型（如干粉、泡沫、水基灭火剂），具备高精度瞄准与发射系统，确保灭火弹能够精准打击火源。

3.3. 机载灭火器灭火无人驾驶航空器 Onboard Fire Extinguisher-Equipped Unmanned Aerial Vehicle

机载灭火器灭火无人驾驶航空器指搭载有轻量化水带与高效喷射系统的无人驾驶航空器，通过挂载耐高压轻质水带及高效喷射泵，实现灭火剂的远距离、高流量喷射，以扑灭高楼火灾中的火源。

3.4. 系留水带灭火无人驾驶航空器 Tethered Water Hose Unmanned Aerial Vehicle

指通过光电复合线缆与地面电源连接，实现长时间作业及持续供水灭火的无人驾驶航空器。该类无人机通过压缩空气泡沫灭火装置或消防水带，将灭火剂输送至火源进行灭火。

3.5. 高楼灭火场景 High-Rise Building Fire Incident

高楼灭火场景指在高层或超高层建筑内发生火灾时，消防力量通过建筑内部消防系统、外部特种装备（如云梯车、无人机）及立体协同战术，应对垂直蔓延火势、复杂结构阻隔和人员疏散难题的紧急救援行动环境。

3.3. 灭火能力与设备 Fire Suppression Efficiency and Fire Suppression Equipment

在高楼灭火场景中，灭火能力指无人驾驶航空器快速抵达火场、精准定位火源并有效扑灭火情的综合性能；灭火设备则包括其搭载的压缩空气泡沫灭火装置、灭火弹、破窗弹及消防水带等任务载荷。

3.4. 智能化与通信 Intelligent Communication

智能化指无人驾驶航空器具备自主决策、环境感知与动态调整能力，如自主避障、智能任务规划及火情识别；通信指无人机与地面站间实时数据传输，涵盖图像回传、遥控指

令及抗干扰链路，确保火场信息精准交互与远程操控。

3.5. 地面站系统 **Ground Control Station**

由数据处理、监测显示、遥控和通讯等系统组成，具有对无人驾驶航空器飞行平台和任务载荷监控和操纵能力的地面装备。

4. 技术要求

4.1. 飞行性能与稳定性

4.1.1 飞机性能要求

尺寸与重量：在轴距、最大起飞重量、最大载重等参数方面应满足高楼灭火任务的要求。破窗打弹灭火无人驾驶航空器、机载灭火器灭火无人驾驶航空器最大飞行高度需满足高层建筑灭火需求（如 ≥ 200 米），系留水带灭火无人驾驶航空器最大飞行高度达到160米，确保长时间作业能力。有效载荷 ≥ 10 公斤，破窗打弹灭火无人驾驶航空器、机载灭火器灭火无人驾驶航空器可携带灭火剂、破拆工具或救援物资。

续航时间：三类机型的续航时间 ≥ 30 分钟，确保在灭火过程中有足够的续航能力。

抗风等级：应具备的抗风能力确保在气焰400度到1500度的温度条件下无人驾驶航空器机壳及电子元器件性能可靠，仍能稳定飞行。在风速 ≤ 12 米/秒（6级风）条件下稳定飞行，在建筑物周围中心风速 ≥ 12 米/秒（6级风）条件下保持稳定无人驾驶航空器本身性能稳定，可适应复杂气象环境。

飞行速度：应具备合适的飞行速度，以满足快速响应高楼灭火任务的需求。悬停精度垂直方向 $\leq \pm 0.5$ 米，水平方向 $\leq \pm 1.5$ 米，保障精准灭火操作。

最大爬升率：最大爬升率不低于3 m/s，需在高楼灭火场景下具备快速垂直爬升能力，以应对紧急情况下需要快速到达高层的情况。

降落精度：增加垂直降落精度要求，如垂直方向降落精度 $\leq \pm 0.3$ 米，确保无人机能在有限的空间内安全降落，特别是在高楼顶部或狭窄的救援平台上。

4.1.2 续航时间与能源管理

系留型动力与供电系统

(1) **高压直流供电技术：**采用800V超高压直流电源，通过光电复合线缆实现地面电源与无人机平台的高效传输，减少线缆重量与能量损耗；标准交流电压在220V或380V，通过地面电源转换器为无人驾驶航空器提供电能。

(2) 冗余电源设计：配备双电源切换模块，主电源故障时自动切换至备用电源，确保持续作业时间不低于 6 小时。

(3) 地面电源柜配备 UPS 不间断电源，断电后维持飞行及泡沫喷射 ≥ 10 分钟。

非系留型动力与供电系统

(1) 能量密度：锂硫电池能量密度应不低于 350 Wh/kg；磷酸铁锂电池能量密度应不低于 180 Wh/kg；三元锂电池（镍钴锰体系）能量密度应不低于 260 Wh/kg。

(2) 充放电性能：支持快速充电功能（ $\geq 1C$ 快充）。在环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下，从 20% 电量充至 90% 电量的时间应 ≤ 60 分钟。

(3) 循环寿命：电池应具备较高的循环充放电次数（如 ≥ 500 次），以降低使用成本。

(4) 混合动力冗余；燃油发电机+电池混合系统。燃油发电机作为备用电源，电池电量低于 20% 时自动启动，输出功率稳定在 $1.5\text{kW} \pm 5\%$ 。

4.2. 灭火能力与设备

4.2.1 灭火剂类型与喷射

破窗打弹灭火无人驾驶航空器支持干粉、泡沫、水基灭火剂等多种类型，喷射距离 ≥ 15 米，覆盖范围 ≥ 10 平方米。机载灭火器灭火无人驾驶航空器搭载轻量化水带与喷射系统：挂载耐高压轻质水带（直径 $\leq 50\text{mm}$ ），配合高效喷射泵，实现灭火剂流量 $\geq 100\text{L}/\text{min}$ ，有效喷射距离 ≥ 20 米。

4.2.2 灭火装置设计

机载灭火器灭火无人驾驶航空器，采用模块化设计，支持快速更换灭火剂罐体，提升任务灵活性；

破窗打弹灭火无人驾驶航空器，灭火弹发射精度 $\text{CEP} \leq 1$ 米，确保精准打击火源；

系留水带灭火无人驾驶航空器，压缩空气泡沫灭火工作时，无人驾驶航空器离火源的安全距离不低于 10 m；

若使用两套灭火设备时，保证两股泡沫灭火剂喷射到同一火点；

与无人驾驶航空器相连接的消防水带应在连接处设置断开机构；

多传感器融合监测：集成红外热成像仪、高清摄像头与激光测距仪，实时监测火场温度分布与高温点位置，误差 ≤ 0.3 米。

4.3. 电磁兼容性

4.3.1 电磁抗扰度

满足 GB/T 38058、GB/T 17626 系列标准，抗静电放电 $\geq 8\text{kV}$ ，抗射频电磁场辐射 $\geq 10\text{V/m}$ 。

工作频率磁场抗扰度应符合 GB/T 17626.8 的规定。

4.4. 环境适应性

4.4.1 温湿度范围

耐高温、低温性能应符合 GB/T 2423 的规定。工作温度 -20°C 至 50°C ，湿度 $\leq 95\%$ （无凝结），适应极端气候，正常怠速 2 小时；测试验证方面，通过高温、低温、湿热、振动、冲击等环境试验，累计测试时间 ≥ 500 小时。

4.4.2 防护等级

防护性能要求应符合 GB/T 4208 的规定。整机防护等级 IP55，防尘防水性能优异。抗风性能要求应满足无人驾驶航空器在风速不小于 12 m/s 的条件下能正常起飞降落。

防腐蚀性能：针对沿海或化工区域的高楼灭火，无人机应具备防腐蚀性能，关键部件采用耐腐蚀材料，确保长期使用的可靠性。

4.4.3 抗冲击性能要求

抗冲击性能要求应能承受一定冲击测试，并在受到冲击时仍能正常工作。

4.4.3 抗振动性能要求

抗振动性要求应符合 GB/T 38924.6 的规定。

4.5. 智能化与通信

4.5.1 自主飞行与路径规划

可支持搭载激光雷达、倾斜摄影摄像系统，实现三维建图与自主避障，可根据火场态势动态调整飞行路径。

4.5.2 多机协同

支持 5 架以上无人机编队作业，实现火场侦察、灭火、救援任务协同。

信息共享与协同决策：建立信息共享机制，各无人机之间能够实时共享火场信息、自身状态等数据，支持协同决策和联合行动。

4.5.3 通信链路

采用 5G/无线电通讯，数据传输延迟 ≤ 200 毫秒，带宽 ≥ 10 Mbps，保障实时指挥。

抗干扰与冗余设计：采用多种抗干扰技术和冗余设计，确保在复杂电磁环境下通信链路的稳定性和可靠性，如采用跳频通信、多链路备份等技术。

低延迟视频传输：优化视频传输技术，降低传输延迟，提高火场实时监控的清晰度和流畅度，为救援指挥提供更加直观的决策支持，火场图传效果为 720P 及以上。

4.6. 地面站系统

地面站系统应符合 GB/T 44169《民用大中型固定翼无人机地面站系统》的相关规定，确保与无人机系统的兼容性、可靠性和安全性。

地面站系统应具备对无人机飞行状态、任务执行情况、系统健康状况等信息的实时监控能力。

4.6.1. 飞行监控与控制功能

地面站应能实时显示无人机的飞行轨迹、姿态、速度、高度等关键飞行参数。应支持对无人机的飞行路径规划、任务指令下发、飞行模式切换等远程控制功能；同时应对系留无人驾驶航空器飞行方向、速度、姿态等进行控制。

1) 破窗打弹灭火无人驾驶航空器：

实时参数显示方面。地面站需实时显示飞行轨迹、姿态（俯仰角/横滚角精度 $\leq 0.5^\circ$ ）、速度（水平 $\leq \pm 1.5$ m/s 误差）、高度（垂直 $\leq \pm 0.5$ m 误差）等关键参数；需具备发射角度校准功能，确保破窗弹在 20m 有效射程内 CEP ≤ 1 m。系留控制扩展方面。采用系留模式，需监控线缆张力（ ≤ 500 N）并自动调整飞行方向以避免缠绕，同时限制最大飞行高度为 160m。

2) 机载灭火器灭火无人驾驶航空器：

实时参数显示方面。除基础飞行参数外，可额外显示灭火剂剩余量（精度 $\pm 5\%$ ）、水带压力（ ≥ 1.2 MPa）及喷射流量（ ≥ 100 L/min）；集成红外热成像仪数据，实时标注火场高温点（误差 ≤ 0.3 m）。支持灭火剂喷射启停控制（响应时间 ≤ 300 ms）、水带喷射角度调整（ $\pm 15^\circ$ ）及流量调节（50-150L/min 可调）。

3) 系留水带灭火无人驾驶航空器：

实时参数显示方面。重点监控系留线缆状态（电压/电流波动 $\leq 5\%$ ）、地面电源温度（ $\leq 65^\circ\text{C}$ ）及无人机离地高度（固定作业时波动 ≤ 0.3 m）。支持线缆张力主动调节（100-500N

可调）、飞行方向锁定（抗 6 级风偏移 $\leq 0.5\text{m}$ ）及应急断缆操作（断缆后自主悬停时间 ≥ 3 分钟）。

在紧急情况下，地面站应能迅速接管无人机控制权，执行应急返航、迫降等操作。飞行控制与任务控制过程中出现无人驾驶航空器俯仰角过大、任务载荷工作出现障碍、系留地面电源温度过高等异常时，地面指挥控制系统/站应提示告警信息。

4.6.2. 任务管理与规划功能

地面站应提供任务规划工具，支持用户根据任务需求设定飞行航线、拍摄点、侦察区域等。基础功能包括管理多个任务，包括任务的创建、编辑、删除、优先级设置等。支持任务执行过程中的动态调整，如根据实时情况修改飞行计划。

4.6.3. 数据处理与分析功能

地面站应能接收、存储无人机传回的各类数据，包括飞行数据、任务数据、传感器数据等；且图像视频记录应以 1/2/4/8 倍速回放；

提供数据分析工具，支持对飞行数据的统计分析、异常检测、性能评估等；

应能生成飞行报告、任务总结等文档，便于后续审查和决策。

4.6.4. 通信与接口功能

地面站与无人机之间的通信应稳定可靠，支持多种通信方式（如无线电、卫星通信等）的切换和冗余备份。

地面站应提供标准的接口，便于与其他系统（如气象系统、指挥控制系统等）进行数据交换和协同工作。

4.6.5. 性能要求

地面站系统的响应时间、数据处理能力、通信带宽等性能指标应满足 GB/T 44169 的相关规定。在系留线缆出故障或断裂时，地面站应具备使用无线链路维持与空中作业平台通信的能力，且地面指挥控制系统/站与空中作业平台之间无线数据传输容量应大于 6 Mbps，链路延时应小于 100 ms；在复杂电磁环境下，地面站应能保持与无人机的稳定通信，确保飞行安全。

4.6.6. 安全性与可靠性

地面站系统应具备完善的安全机制，包括用户认证、权限管理、数据加密等，防止未经授权的访问和数据泄露。系统应具备高可靠性，采用冗余设计、故障检测与隔离等技术手段，确保在关键部件故障时仍能维持基本功能。

地面指挥控制站应具备不间断电源，可在外部电源断电时，为站内设备提供不小于 15 min 的供电。同时，地面指挥控制站应实时监测控制系留地面电源、系留揽收机构等设备。

4.6.7. 兼容性与扩展性

地面站系统应具有良好的兼容性，能够支持多种型号、多种配置的民用大中型无人机。同时应具备扩展性，便于未来升级和新增功能，如增加新的传感器类型、支持更复杂的任务规划等。

4.7. 破窗设备性能要求

破窗设备性能应符合下列规定：

瞄准器：高精度激光瞄准装置定位精度上下不应大于 50 cm；左右不应大于 50 cm；

破窗弹：配备专用破窗弹，有效射程不小于 20 m。

4.8. 照明设备性能要求

照明单元可由单个或多个光源组成，光源应符合下列规定：

额定功率：不小于 100 W，适配无人机供电系统，工作时外壳最高温度不超过 50℃（塑胶外壳，25℃环温条件下）。

光照性能：全开模式下，100 米处中心照度不低于 35 lux，远光模式下 100 米处中心照度不低于 30 lux，近光模式下 100 米处中心照度不低于 13 lux。

有效探照距离：全开模式下有效探照距离不小于 500 米，确保夜间火点识别及作业区域全覆盖。

4.9. 应急预案降落伞配备要求

三类无人驾驶航空器均需配备弹射式应急降落伞，适用于高层建筑火灾中动力系统完全失效或结构失控的紧急场景。降落伞系统需通过 CCAR-23 R4《正常类飞机适航规定》中坠落冲击测试（垂直速度 $\geq 10\text{m/s}$ 时开伞）。

开伞时间：从触发到完全展开 ≤ 1.5 秒；

下沉速率： $\leq 5\text{m/s}$ （满载状态下）；

适用风速：在 6 级风（ $\leq 12\text{m/s}$ ）内稳定降落，伞体抗撕裂强度 $\geq 2000\text{N}$ ；

伞体收纳后直径 $\leq 25\text{cm}$ ，不增加无人机轴距。

5. 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。

全国团体标准信息平台