ICS 13.220.01

CCS C 80

|  |
| --- |
|  |

团体标准

无人驾驶航空器高层建筑消防巡查侦察

应用指南

Guidelines for the application of unmanned aircraft in fire inspection and

|  |
| --- |
| reconnaissance of high-rise buildings |
|  |

T/SZS XXXX—2025

|  |
| --- |
|  |

2025-XX-XX发布

2025-XX-XX实施

施

**深圳市深圳标准促进会 发布**

目  次

[前言 II](#_Toc32213)

[1 范围 1](#_Toc12196)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc17254)

[3 术语和定义 1](#_Toc4267)

[4 缩略语 1](#_Toc28205)

[5 巡查流程 2](#_Toc10472)

[6 侦察流程 5](#_Toc21856)

[7 基础设施与关键技术 6](#_Toc30384)

[8 数据内容与处理 10](#_Toc10371)

[9 操作人员资质 12](#_Toc29683)

[参考文献 13](#_Toc23206)

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。

本文件由深圳市低空经济科技学会提出。

本文件由深圳市深圳标准促进会归口。

本文件起草单位：深圳市低空经济科技学会、深圳市消防救援局、深圳市应急管理局、深圳市标准技术研究院、香港应用科技研究院有限公司、龙岗区低空经济产业推进工作专班、澳门低空经济协会、中国联通（香港）创新研究院、中国联合网络通信有限公司深圳市分公司、中国铁塔股份有限公司深圳市分公司、全球鹰（深圳）无人机有限公司、深圳纵横无人机科技有限公司、深圳市大数据研究院、深圳市罗湖区消防救援大队、深圳市南山区消防救援大队、深圳鹏锦科技有限公司、格物感知（深圳）科技有限公司、香港数码港管理有限公司、中国电子科技集团公司第五十四研究所综合时空网络与装备技术全国重点实验室、重庆中岳航空航天装备智能制造有限公司、中科创源（西安）技术有限公司、联通大湾区创新研究院、深圳市道通智能航空技术股份有限公司。

本文件主要起草人：XXX。

无人驾驶航空器高层建筑消防巡查侦察应用指南

1. 范围

本文件提供了无人驾驶航空器（以下简称“无人机”）在高层建筑消防巡查侦察中的应用指南，给出了巡查流程、侦察流程、基础设施与关键技术、数据内容与处理、操作人员资质等方面的指导。

本文件适用于粤港澳大湾区范围内利用无人机开展高层建筑的消防巡查和侦察工作。

1. 规范性引用文件

本文件无规范性引用文件。

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

无人驾驶航空器 unmanned aircraft

由遥控设备或自备程序控制装置操纵，机上无人驾驶的航空器。

[来源：GB/T 38152—2019，2.1.1]

消防巡查侦察 fire inspection and reconnaissance

利用无人机对高层建筑进行火灾隐患排查、火灾发生时现场火情侦察及灾后损失评估等作业。

避障 obstacle avoidance

无人机在遇到外界阻碍情况下，中断原有运动执行躲避障碍动作的过程。

[来源：GB/T 38152—2019，4.3.11]

障碍物 obstacle

在高楼环境中，可能影响无人机飞行安全的各类物体，如建筑物突出部分、线缆、其他空中漂浮物等。

黑飞 unauthorized flight

未经相关部门批准在管制空域飞行，或未实名登记就进行飞行等违反相关法律法规的飞行活动。

1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

GPS：全球定位系统（Global Positioning System）

RTK：实时动态测量（Real Time Kinematic）

UWB：超宽带（Ultra Wide Band）

EMC：电磁兼容性（Electromagnetic Compatibility）

EMI：电磁干扰（Electromagnetic Interference）

SRRC：无线电发射设备型号核准认证（State Radio Regulation Committee）

1. 巡查流程
   1. 巡查准备
      1. 任务规划

任务规划包括需求分析、资源调配、风险评估及人员配置，具体内容如下：

1. 需求分析：根据巡查计划或临时任务，明确巡查目标、范围及优先级；
2. 资源调配：根据任务规模选择无人机机型及载荷配置，执行任务时宜就近调用无人机。宜采用多机协同方式实行广域扫描和重点区域详查；
3. 风险评估：通过飞行服务相关平台获取巡查时段气象数据、空域限制等信息，并制定风险预案；
4. 人员配置：明确任务责任人，负责作业安全、任务监督、异常情况报告等。
   * 1. 航线规划
        1. 航线规划包括基础航线规划、重点区域强化及动态调整，具体内容如下：
5. 基础航线规划：按建筑高度与结构复杂度分层规划航线；
6. 重点区域强化：对于消防车道、登高操作场地、逃生窗、避难层、天台、阳台等关键区域，宜增加悬停扫描，捕捉重点区域细节；
7. 动态调整：若飞行中遇突发障碍物，无人机可通过避障传感器自动偏离原航线，任务结束后由人工复核并调整记录。对于个人隐私宜进行影像模糊化处理。宜实时生成绕飞路径，调整记录自动同步至任务日志。
   * + 1. 在有关场地范围内的任何非参与人或非参与车辆、船只或建构筑物的相关人员宜知悉小型无人机可能会飞越他们或其车辆、船只或构筑物。飞越的时间宜尽可能减少。宜避免飞越公路、铁路或主要干道。确需飞越公路、铁路时，宜谨慎操作，适当降低飞行高度与速度，并及时通过语音播报等方式向周边人员发出警示，确保安全。
     1. 空域申请
        1. 常规情况下，巡查任务宜提前通过飞行服务平台提交申请，包括飞行时间、高度、范围、机型等。
        2. 突发巡查任务时，宜通过指定通道提交申请，平台完成审核后同步通知周边空域用户。
   1. 飞行操作
      1. 设备检查
         1. 对于远程操作类无人机，宜定期对机巢、无人机及附属设备进行维护保养。在执行飞行任务前，先启动自检程序，待自检合格后，方可开始执行任务。
         2. 对于现场操作类无人机，宜定期对无人机进行维护保养。执行飞行任务前，操作员宜先对设备进行人工检查，人工检查合格后，在无人机起飞前启动自检程序，待自检合格，方可执行飞行任务。人工检查包括但不限于以下内容：
8. 螺旋桨无裂纹；
9. 机身无变形；
10. 电池连接牢固；
11. 电压符合要求；
12. 摄像头、气体传感器等任务载荷校准正常。
    * + 1. 飞行中，通过地面站进行实时监控，出现异常情况时立即报警。监控内容包括但不限于：
13. 无人机状态：飞高、速度、电量等；
14. 链路质量：信号强度；
15. 载荷工作状态：摄像头帧率、气体检测数据等。
    * 1. 起降操作
         1. 无人机起飞时，机巢自动检测环境条件及无人机状态，确认无误后起飞。若机巢故障，操作人员可通过地面站切换手动模式，控制无人机从机巢旁安全区域手动起飞。
         2. 机巢宜集成自诊断系统，降落时优先自动归巢，故障时自动切换至建筑平台降落模式。
      2. 防护策略
         1. 无人机可通过搭载的激光雷达、双目视觉、超声波等多传感器，融合识别障碍物，自动规划绕飞路径，主动避障。
         2. 若遇突发强风或信号中断，启动“原地悬停+高度保持”模式，必要时可触发自动返航。
    1. 数据采集
       1. 数据采集总则
          1. 遵循数据采集最小化原则，仅对特定区域开展数据采集，避让敏感区域；同时，对采集数据中的人脸信息及住宅内部场景进行模糊化处理，确保符合数据隐私规范。
          2. 宜采用可见光镜头，覆盖建筑外立面及屋顶，确保影像清晰，相邻影像有较高重叠率。
          3. 宜采用红外镜头，重点拍摄易发热区域，确保影像清晰；宜采用多光谱传感器检测隐蔽火源。
          4. 影像宜自动叠加时间戳、经纬度及飞行高度等信息，AI自动标注异常点，重大隐患由人工复核，并生成问题清单。
       2. 建筑结构影像

获取建筑外立面、屋顶、附属结构及周边环境的影像数据，评估建筑结构安全状况、发现火灾隐患。

* + 1. 消防设施影像
       1. 消防设施影像内容包括但不限于：

1. 消防车道；
2. 逃生窗；
3. 疏散出口；
4. 避难层；
5. 室外消火栓；
6. 灭火器；
7. 防火门；
8. 水泵接合器。
   * + 1. 对于室外消火栓、灭火器、防火门、水泵接合器等关键设施，可通过镜头拉近等方式进行检查，若发现异常则标注位置并拍摄特写。
     1. 其他设施影像

其他设施影像包括登高操作场地、空调外机、屋面风机、停机坪、悬停机坪等。

* 1. AI识别
     1. 消防设施识别

通过AI技术识别消防设施类别，并标注位置。宜支持小目标检测，如室外消火栓阀门。

* + 1. 隐患识别

采用AI技术进行隐患识别，生成隐患清单。内容包括但不限于：

1. 消防通道堵塞；
2. 逃生窗标识缺失或损坏；
3. 外立面保温材料脱落；
4. 室外消火栓等消防设施部件缺失；
5. 易燃物堆放；
6. 登高车作业面被占用；
7. 疏散出口外部堵塞；
8. 避难层占用；
9. 室外消火栓圈占；
10. 电动自行车违规停放（含不符合条件的架空层、通道、距离燃气管道过近等情况）。
    * 1. 隐患处置

人工复核AI标记的隐患点，确认隐患真实性后按流程转相关部门处理。

* + 1. 数据留存

隐患部位宜留存多角度影像，标注时间、GPS等信息，支持与历史数据对比分析。

* 1. 报告生成
     1. 巡查结果整理
        1. 将影像数据、检测数据及隐患清单按照建筑楼栋、楼层分类，生成巡查数据表，内容包括问题描述、位置坐标、影像链接等。
        2. 可结合AI辅助分析，输出隐患分布热力图。
        3. 输出文字报告，内容包括但不限于：

1. 任务概述：时间、范围、机型；
2. 主要发现：正常项、隐患项数量；
3. 典型问题：影像截图；
4. 整改建议。
   * 1. 数据归档
        1. 数据宜在脱敏后加密保存。存储内容包括影像、检测日志等原始数据及报告等。
        2. 常规巡查数据和重大隐患数据的存储时间依据相关法律法规执行。
        3. 数据存储于消防大数据平台，编目发布共享服务，并支持按建筑名称、时间等快速检索。
5. 侦察流程
   1. 火情初期侦察
      1. 火源定位
         1. 接警后，无人机宜立即飞抵指定现场。
         2. 无人机抵达后宜立即完成建筑全景图拍摄，并同步回传至消防指挥中心，辅助快速锁定可疑高温区域。
         3. 可结合热成像仪对建筑全景图中标注的高温区域进行精准探测，结合可见光、热成像和红外数据，通过多模态融合成像技术，识别火源具体位置。
         4. 宜实时生成可疑区域建议框，引导无人机用热成像仪对可疑区域精准扫描。
      2. 火势态势分析

对火场周边风速、风向、环境温度等气象数据进行实时采集，结合火源定位信息，通过AI动态模型模拟火势蔓延方向及速度，生成“火势发展预测图”，并标注不同时间段内可能受影响的楼层及区域。

* + 1. 周边消防资源汇总

无人机通过可见光摄像头扫描周边消防资源，同步回传至消防指挥中心，形成周边资源分布图。扫描内容包括但不限于：

1. 消防车道畅通情况；
2. 室外消火栓位置；
3. 消防登高车展开面情况；
4. 邻近消防车/救援队伍集结点；
5. 疏散集结点；
6. 天然消防水源；
7. 相邻的高层建筑高度及间距。
   * 1. 火场评估及策略参考
        1. 基于建筑全景图、热成像数据及资源分布信息，AI系统自动评估：
8. 建筑结构稳定性：重点识别外墙脱落风险区域；
9. 易燃物分布：标注装饰材料、电气线路密集区；
10. 安全出口状态：判断是否堵塞。
    * + 1. 评估完成后，生成火场风险等级图，推送至消防调度指挥系统，并匹配推荐救援路径、行车路线、灭火方案及装备需求。
      1. 搜索被困人员
         1. 无人机扫描覆盖建筑主要立面，同步开启高分贝喊话和红蓝爆闪灯引导被困人员响应。
         2. 通过集成的4G/5G手机信号定位模块与声纹报警联动，快速锁定呼救人员位置。
         3. 利用毫米波雷达等手段检测被困人员心率、呼吸频率，以生命体征的危急程度作为判定依据，生成被困人员优先级列表，标注所在楼层及大致位置，并实施动态标记。
    1. 现场动态监测
       1. 温度分布
          1. 无人机侦察路径覆盖火场区域，实时采集温度数据，生成动态热力图，并标注高温核心区、蔓延区及安全区。
          2. 及时更新温度变化趋势，辅助判断火势控制关键点。
       2. 烟雾扩散路径

跟踪烟雾扩散轨迹，结合气象数据及建筑通风结构，模拟烟雾扩散模型。预测烟雾覆盖楼层及浓度，标注疏散通道受阻区域，指导人员撤离路线调整。

* + 1. 烟气成分分析
       1. 实时对有毒气体及可燃气体进行检测，数据同步传输至指挥中心。
       2. 系统自动匹配燃烧产物类型，联动推荐适用灭火剂及救援人员防护装备。
    2. 现场风险侦察

对管道井、竖向管线、建筑外立面、玻璃幕墙等构筑物的风险进行侦察，通过红外探测等手段，将“烟囱效应”、天然气管道泄漏等现场风险及关阀断气优先级等推送现场救援人员智慧终端。

* + 1. 被困人员动态信息
       1. 持续跟踪已定位被困人员位置变化，通过热成像动态更新其所在楼层及区域。
       2. 若被困人员无主动响应，切换“区域航线搜索”模式，覆盖未搜索区域，同时打开喊话、照明功能进行同步搜寻。
       3. 动态更新被困人员状态列表，同步推送至现场救援人员指挥终端。
  1. 通信支持
     1. 实时画面回传
        1. 无人机宜将实时视频及现场采集的建筑全景图、热成像数据、气体检测数据等信息及时回传至地面控制站及指挥中心。
        2. 回传的数据流宜进行加密处理，防止信息在传输过程中被截获或篡改。
        3. 可通过搭载中继等方式扩展通信距离，通信宜覆盖高层建筑集群区域。
        4. 支持多链路冗余传输，公网中断时自动启用专网链路。
     2. 救援指令传输
        1. 建立指挥中心、消防车、现场救援人员和无人机的数据共享通道和指令确认机制，无人机接收并执行指令后，向指令发送方返回确认信息。
        2. 指令的端到端传输宜具备实时性。
        3. 对指令数据进行加密和完整性校验，防止非法入侵和恶意操控。
        4. 系统宜支持现场操作人员的最高控制权限，经系统授权的现场无人机操作人员可在任何情况下接管无人机的控制权。

1. 基础设施与关键技术
   1. 基础设施
      1. 智能机巢

合理规划机巢布局，机巢宜具备以下核心功能：

1. 环境感知：内置温湿度、风速、雨量传感器，实时监控环境状态；
2. 电能补给：支持快充或者自动换电；
3. 自检系统：每日自动检测机械结构、通信、电源故障；
4. 电力备份：配备双回路市电+备用电源、独立接地装置；
5. 通信冗余：配备主干链路+备用链路；
6. 防火设计：机舱外壳耐火；
7. 防爆设计：配备可燃气体探测器，浓度超标时自动切断电源；
8. 电磁屏蔽：机舱关闭后，内部具备电磁屏蔽效果。
   * 1. 飞行控制平台

飞行控制平台宜统一调度，支持与消防接警系统、城市应急管理平台以及气象监测系统等对接。飞行控制平台宜具备以下核心功能：

1. 应急响应：接收报警后，系统自动解析灾情位置信息，生成最优侦察路径，并通过安全加密方式触发无人机执行任务，实现接警快速响应；
2. 飞行控制：具备对多架无人机的实时控制能力，包括飞行路径规划、姿态控制和任务执行管理等；
3. 任务调度：根据火灾态势和无人机状态信息，自动进行任务分配与调度。支持同时调派多架无人机协同执行侦察、物资投送和通信中继等多元任务；
4. 数据分析：对火灾、无人机状态及环境监测等多源异构数据进行综合分析与挖掘；
5. 决策支持：对接建筑消防设施运行状态数据，支持自动生成火势发展模型。根据分析结果，提供火灾态势评估、救援方案制定及资源调度建议等决策支持。
   * 1. 飞行服务平台

飞行服务平台宜具备以下核心功能。

1. 时空资源管理包括：
2. 空域网格化：采用三维网格化空域划分机制，支持立体路径规划；
3. 资源池管理：整合全域机巢位置、无人机状态及空域限制区，实现资源调度精准匹配。
4. 飞行进程管理包括：
5. 计划申报：自动关联建筑信息模型，提取关键消防设施数据；
6. 任务执行：实时追踪飞行轨迹，偏离阈值时自动修正航向；
7. 应急干预：支持远程低延迟接管控制。
8. 快速审批与安全飞行包括：
9. 分级审批：常规任务结合AI预审与人工复核，紧急任务通过应急联动触发快速通道；
10. 安全防护：具备电子围栏避让敏感区域，支持加密及双链路通信。
11. 响应时效：实现火警触发至起飞、空域冲突重规划、数据链路切换的快速响应。
    1. 关键技术
       1. 飞行控制
          1. 定位与导航

不同飞行场景下采用的定位与导航技术包括但不限于：

1. 室外飞行：宜采用北斗+RTK定位，卫星拒止环境下启用惯性导航；
2. 室内飞行：宜采用UWB定位；
3. 返航点设置：起飞时自动记录返航点，支持手动更新避难层机巢位置。
   * + 1. 避障

无人机宜具备烟雾穿透、多传感器融合避障等多种环境感知与动静态避障能力，有效识别障碍物。

* + - 1. 多机协同控制

多机协同控制包括但不限于：

1. 动态编队：支持无人机集群作业；
2. 冲突消解：空域网格化管理，控制平台实时分配飞行高度层；
3. 碰撞预防：无人机保持合理的防碰撞距离。
   * 1. 数据传输
        1. 数据加密

数据传输时宜使用业界认可的、安全强度高的对称加密算法进行加密。密钥的分发、存储和销毁遵循严格的安全管理规范。

* + - 1. 传输频率

数据传输时宜满足相应的传输频率，具体内容包括：

1. 关键遥测数据：飞行位置、姿态等核心状态数据的传输间隔宜满足最低实时性要求；
2. 告警信息：识别到的火点、烟雾、人员被困、通道堵塞等紧急告警信息，宜实时触发、主动上报；
3. 常规数据：其他运行数据的传输间隔宜设定在合理范围内，满足监控需求。
   * + 1. 容错与续传

数据传输时宜具备容错与续传功能，具体内容包括：

1. 中断处理：无人机在通信中断期间，宜将巡查侦察数据暂存于机载存储设备。通信恢复后，立即补充上报；
2. 缓存能力：机载存储设备宜具备充足的缓存容量，支撑任务周期内的临时存储需求；
3. 请求处理：指挥平台宜有效识别并妥善处理同一请求的多次发送情况，避免数据重复。
   * + 1. 数据完整性与身份验证

数据传输时宜保持完整，具备身份验证功能，具体内容包括：

1. 防篡改：宜对消息体实施数字签名机制，以确保消息体的完整性和来源可靠性；
2. 签名强度：宜采用公认、安全强度高的签名算法；
3. 签名逻辑：请求参数的签名生成宜遵循明确、一致的逻辑顺序，如单位标识、加密数据、时间戳、序列号等。
   * 1. 安全防护
        1. 防坠机

无人机宜具备以下防坠机能力：

1. 应急处置能力：无人机在动力失效、信号丢失等故障发生时，宜触发至少一种应急机制，如开伞、悬停、自动返航等；
2. 整机跌落安全：无人机宜通过高度跌落测试，防止电池起火爆炸；
3. 电子围栏与避障：无人机宜配备感知避让系统，防止撞击建筑物或障碍物。
   * + 1. 防黑飞

无人机监控系统宜具备以下防黑飞能力：

1. 空域监测：
2. 常规区域：宜建立全域覆盖的低空监测网络，融合通感一体技术及多维感知手段，实现对“低慢小”目标的主动识别与追踪；
3. 重点区域：宜设置三维电子围栏，支持入侵目标轨迹动态跟踪与溯源分析。
4. 分级响应：
5. 自动预警触发：当目标侵入敏感空域时，即时启动多级告警系统；
6. 行为动态干预：对合法目标实施悬停指令与身份核验，对非法目标启动自动返航或受控迫降；
7. 反制措施部署：定向拦截设备应对高危威胁，频谱干扰装置实施非接触式驱离。
   * + 1. 防黑客

无人机宜具备以下防黑客入侵能力：

1. 通信链路防劫持；
2. 安全启动+内存保护防篡改；
3. 传感器多源融合反欺骗；
4. 操作者/设备双向认证；
5. 动态漏洞管理。
   * 1. 低空通信
        1. 无人机宜具备至少两种独立通信链路，支持主用链路中断或信号不佳时自动切换至备用链路。
        2. 通信频率和射频技术指标符合相关无线电管理规定，避免对其他合法无线电台（站）造成有害干扰。
        3. 低空通信宜融合专网通信、移动网络通信、卫星通信等多种方式，具体内容如下：
6. 专网通信：无人机之间或无人机与地面控制站之间宜采用直连、广播、中继等方式通信，并使用经授权的频谱；
7. 移动网络通信：通过地面公众移动通信系统接入消防指挥平台时，宜配置与无人机唯一识别码绑定的专用用户识别卡；宜利用网络切片技术为消防无人机分配专用网络资源；
8. 卫星通信：在移动网络无法覆盖区域，宜通过合法卫星通信系统接入消防指挥平台。
   * + 1. 在符合粤港澳三地无线电发射规范的条件下，动态调整发射功率提升覆盖能力。
       2. 无人机采集的关键信息宜通过消防指挥平台实时转发至现场指挥部，实现协同指挥。
       3. 通信宜具备抗干扰能力，包括但不限于：
9. 自适应频选与扩频：基于预测模型自动切换最优频段，避免持续干扰；
10. 多天线技术：采用多天线融合技术提升信号定向增益与通信可靠性；
11. 电磁兼容性：设备符合国家EMC/EMI要求；
12. 环境可靠性：机载通信模块通过温度循环及湿度测试，保障复杂环境稳定性；
13. 自适应增益控制：动态调整接收信号强度，防止接收机饱和；
14. 高接收灵敏度：参考SRRC认证并预留设计余量，增强信号接收与选择性。
    * + 1. 中继节点部署包括但不限于：
15. 在特定高度部署中继基站或无人机，确保信号连接及无缝切换；
16. 屋顶机巢配置双模中继器，支持多运营商链路冗余；
17. 使用具备覆盖能力的动态中继无人机，支持多机组网；
18. 支持无人机之间的自组织网络，支持拓扑动态变化。
19. 数据内容与处理
    1. 数据类型
       1. 基础信息数据

基础信息数据包括但不限于：

1. 任务信息：任务编号、巡查时间、执行单位、操作人员等；
2. 无人机信息：唯一识别码、型号、飞行参数等；
3. 巡查对象信息：建筑唯一识别码、建筑名称、地址、建筑高度、楼层数、消防安全管理人等。
   * 1. 原始感知数据

无人机搭载的传感器直接采集且未经处理的数据，包括但不限于：

1. 可见光影像数据：高清照片、实时视频流；
2. 热红外影像数据：红外热成像照片、实时红外视频流；
3. 其他传感器数据：如搭载气体探测器时的气体浓度数据等。
   * 1. 分析处理数据

对原始感知数据进行加工和计算后生成的结构化数据，包括但不限于：

1. 目标识别数据：对消防车通道、登高操作场地、安全出口、外墙消防救援口、外墙可燃物、窗户破损等目标的识别与定位信息；
2. 测温数据：对热红外影像数据进行分析后提取的特定区域或目标的最高温度、平均温度和温度分布信息；
3. 三维模型数据：通过倾斜摄影等技术生成高层建筑实景三维模型，数据格式宜与建筑BIM系统兼容。
   * 1. 报警与事件数据

系统根据预设阈值或规则自动生成的警示信息，包括但不限于：

1. 温度异常报警：监测到温度超过预设安全阈值的报警信息；
2. 隐患事件：识别到消防车通道被占用、安全出口堵塞、消防救援口被遮挡等事件信息；
3. 设备状态报警：无人机自身出现的低电量、信号丢失、定位异常等报警信息。
   1. 数据质量
      1. 影像数据质量

影像数据宜画面稳定、清晰，无明显拖影、模糊或畸变，准确反映真实状况。

* + 1. 数据定位精度

影像数据及识别的目标信息宜具备地理坐标，宜采用北斗+RTK进行定位。

* + 1. 数据传输完整性

数据传输宜具备完整性校验机制，防止数据在传输过程中丢失及篡改。

* 1. 数据处理
     1. 数据预处理
        1. 数据清洗

去除原始数据中的无效信息，修正基础信息数据中存在的错误。情形包括但不限于：

1. 因传感器故障产生杂讯；
2. 影像片段模糊不清；
3. 任务编号重复；
4. 建筑地址不准确。
   * + 1. 数据去重

通过比对数据的唯一标识或关键特征，剔除重复的数据记录。情形包括但不限于：

1. 同一无人机在同一时间段对同一巡查对象采集的重复影像数据；
2. 相同报警事件的多次记录。
   * + 1. 数据补全

对于存在缺失的关键数据，在合理范围内进行补充。情形包括但不限于：

1. 原始数据中某段视频的时间戳缺失，可根据前后视频的时间信息进行推算补全；
2. 未记录巡查对象信息中的消防安全管理人，可通过对接建筑档案系统获取并补充。
   * + 1. 格式标准化

将不同来源、不同格式的原始数据统一转换为系统兼容的基础格式，如将不同型号传感器输出的温度数据统一为摄氏度单位。

* + 1. 数据排序

根据特定的规则对数据进行排序，如巡查时间的先后顺序、温度的异常程度等。

* + 1. 数据组织

构建合理的数据库表结构，明确各字段的含义和数据类型，将相关数据存储在对应的表中，并通过主键和外键建立数据之间的关联关系，保持数据的一致性和可检索性。

* + 1. 数据存储
       1. 宜选择安全、可靠的存储介质和存储方式，对原始数据及处理后的结果数据进行长期保存。
       2. 数据存储宜具备备份机制，防止数据因硬件故障、病毒攻击等原因丢失。
       3. 可采用分布式存储技术，提高数据存储的可靠性和扩展性。
       4. 重要数据宜进行加密存储，保障数据的安全性。
    2. 数据检索
       1. 用户根据任务编号、巡查时间、建筑名称等不同的查询条件快速定位，检索相关数据，包括影像资料、分析报告等。
       2. 检索功能宜具备模糊查询和组合查询能力，满足多样化的查询需求。
  1. 系统对接
     1. 数据接口

无人机巡查系统宜具备开放的数据接口，支持与消防救援部门或第三方监管平台进行数据对接和信息共享。

* + 1. 数据推送

报警与事件数据宜实时推送至对接系统。

* + 1. 数据调取

支持对接系统按需调取无人机的实时视频流和历史数据。

* + 1. 对接安全

系统对接遵守网络安全等级保护的有关规定，采用身份认证、数据加密、访问控制等安全措施，保障数据传输和存储安全。

* + 1. 数据脱敏

对于被困者身份等敏感信息支持自动加密传输。

1. 操作人员资质

操作人员持有民航管理部门颁发的无人机飞行执照或证书，宜具备消防专业资质，包括但不限于：

1. 通过培训考核，掌握高层建筑火灾特点、风险情况、扑救措施以及注意事项等相关知识，并取得培训合格证明；
2. 通过岗位技能考核，具备作业机型配套的通信终端、任务载荷设备的操作与应用能力，并取得相应合格证明或持有专业培训证书；
3. 通过同作业场景相应的巡查业务培训后，持培训合格证上岗。

当操作人员受到酒精、毒品等精神活性物质，或任何药物的影响，且该影响可能干扰其工作能力、威胁飞行安全，则不宜驾驶无人机。



参 考 文 献

[1] GB 42590—2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求

[2] GB 55037—2022 建筑防火通用规则

[3] ISO 15964—2025 Detection and avoidance systems for uncrewed aircraft systems

[4] 国务院.无人驾驶航空器飞行管理暂行条例：国令第761号.2023年

[5] 香港特別行政區政府民航處.小型無人機令：第448G章.2025年

[6] 香港個人資料私隱專員公署（私隱專員公署）.個人資料保護法：第486章.2021年

[7] 澳門特別行政區政府個人資料保護局.個人資料保護法：第8/2005號法律.2005年

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_