

ICS 13
CCS C 78

DB4401

广州市地方标准

DB4401/T XXXX—2024

无人机应用于化学中毒现场采样检测技术规范

(征求意见稿)

Technical Specifications of Unmanned Aerial Vehicles for Sampling and
Detection in Chemical Poisoning Scenes

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

广州市市场监督管理局 发布

目 次

| | |
|----------------------|---|
| 前言 | I |
| 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 无人机作业功能 | 2 |
| 4.2 飞行性能要求 | 2 |
| 4.3 作业条件要求 | 2 |
| 4.4 人员配备及要求 | 3 |
| 4.5 采样检测设备配置要求 | 4 |
| 4.6 维护与存放 | 4 |
| 5 无人机采样检测作业实施 | 4 |
| 5.1 采样检测流程 | 4 |
| 5.2 现场情况勘查 | 4 |
| 5.3 现场空气样品采集 | 5 |
| 5.4 现场空气快速检测 | 5 |
| 6 注意事项 | 5 |
| 附录 A（资料性） | 6 |
| 附录 B（资料性） | 7 |
| 附录 C（资料性） | 8 |
| 参考文献 | 9 |

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。

本文件由广州市卫生健康委员会提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：广州市职业病防治院、广州市急救医疗指挥中心、广州市无人机应急救援中心。

本文件主要起草人：

无人机应用于化学中毒现场采样检测技术规范

1 范围

本文件规定了化学中毒事件现场无人机空气样品的采集和检测的术语和定义、基本要求、无人机采样检测作业实施、注意事项。

本文件适用于无人机参与化学中毒现场应急处置中空气样品的采集和检测作业。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅所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。

GBZ 159 工作场所空气中有害物质监测的采样规范

WS/T 679 突发中毒事件卫生应急处置技术规范 总则

WS/T 680 突发中毒事件卫生应急处置人员防护导则

CH/Z 3001 无人机航摄安全作业基本要求

3 术语和定义

GBZ 159—2004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

以电力驱动，用于现场环境勘查、空气样品采集和检测等作业的多旋翼无人驾驶飞行器，一般由飞行平台、地面监控装置、指令与控制数据链路等组成。

3.2

任务载荷 task payloads

无人机系统搭载的、完成特定任务的仪器设备。

3.3

采样点 sampling point

根据检测需要和事件现场状况，选定具有代表性的、用于空气样品采集的地点。

3.4

空气收集器 air collector

用于采集气态物质和空气中颗粒物（包括固态、蒸气态、气溶胶等）的器具，如采气袋、固体吸附剂管、无泵型采样器、滤料及采样夹和采样头等。

3.5

空气采样器 air sampler

以一定的流量采集空气样品的仪器，通常由抽气动力和流量调节装置等组成。

3.6

采样时间 sampling time

指每次采样从开始到结束所持续的时间。

3.7

采样流量 sampling flow

指在采集空气样品时，每分钟通过空气收集器的空气体积。

4 基本要求

4.1 无人机作业功能

- 4.1.1 应具有高精密卫星定位系统的功能。
- 4.1.2 应具有拍照、录像等勘查功能。
- 4.1.3 应具有搭载可拆卸采样检测设备的功能。
- 4.1.4 应具有远程控制采样检测设备启停的功能。
- 4.1.5 应具有环境检测数据实时传输的功能。

4.2 飞行性能要求

无人机飞行性能基本要求，见表 1。

表 1 无人机飞行性能基本要求

| 序号 | 性能指标 | 单位 | 参数要求 |
|----|-------------|-----|-------|
| 1 | 最大任务载荷重量 | kg | ≥10 |
| 2 | 最大续航时间（满载） | min | ≥30 |
| 3 | 悬停精度（水平和垂直） | mm | ±150 |
| 4 | 最大遥控距离 | m | ≥2000 |
| 5 | 最大飞行半径 | m | ≥1000 |
| 6 | 最大飞行相对高度 | m | ≥200 |
| 7 | 最大上升和下降速度 | m/s | ≥5 |
| 8 | 最大承受风力等级 | 级 | ≥5 |
| 9 | 定位精度 | m | ≤2 |

4.3 作业条件要求

4.3.1 气象条件要求

- 4.3.1.1 作业前应掌握现场的气象信息，包括温度、湿度、风向、风速等。
- 4.3.1.2 适宜飞行气象条件为天气晴朗，作业环境温度为-20℃~50℃，相对湿度应≤95%RH，现场瞬时风速应≤7m/s，能见度应≥200m。
- 4.3.1.3 雨雪、雷电、雾霾等恶劣天气不宜飞行。

4.3.2 起降区域要求

- 4.3.2.1 起飞前应了解化学中毒现场的地理情况、障碍物分布等情况，避免有影响飞行安全的林木、高压电塔、电线电缆、电杆等障碍物，避免强烈电磁干扰。
- 4.3.2.2 在化学中毒事件的冷区或者温区选择视野开阔、平坦的起降区域，选取面积应 $>2\text{m}\times 2\text{m}$ 。起降区域周围 5m 范围内应无障碍物，无人机操作人员应与无人机保持 3m 以上距离，其他人员应保持 5m 以上安全距离。
- 4.3.2.3 在起降区域设立明显的禁止入内的警示标识，任何人员在作业期间不应进入。起降区域宜设置专用停机坪。
- 4.3.2.4 起飞前应再次检查现场及周边情况，确认没有影响作业安全的因素。
- 4.3.2.5 作业前，试飞正常后方可进行作业飞行。
- 4.3.2.6 化学中毒现场若处于国家规定的管制空域，应向相关部门提出飞行活动申请，在安全的情况下完成作业。

4.3.3 飞行作业要求

- 4.3.3.1 应对无人机进行仔细检查，包括各零部件、组件情况、电池储备情况、通信线路信号等是否符合要求，如发现可疑情况不可强行作业。
- 4.3.3.2 应及时检查无人机机体及遥控器电池电量情况和飞行信号灯状态，飞行前要确保电池电量至少达到总电池容量的 2/3 及以上，并做好无人机多次进入现场采样检测的续航电池的更换。
- 4.3.3.3 飞行范围应严格按照现场采样检测方案执行，飞行距离控制在最大遥控距离范围内，升降或水平飞行时，与障碍物保持规定的安全距离。
- 4.3.3.4 应密切观察无人机的飞行位置和状态，以及飞行高度、速度、断点等并做出相应处理。
- 4.3.3.5 作业时，无人机飞行应远离障碍物 5m 以上，同一区域有两架或两架以上无人机时，相邻无人机之间应保持 5m 以上的安全距离。
- 4.3.3.6 当无人机在工作期间发生故障或失控时，在确保无人机周边安全的情况下，应立即采取有效措施，使其迫降。
- 4.3.3.7 飞行作业时应尽量避开人口稠密区、铁路、高速公路、高压变电站等重点地区上空。
- 4.3.3.8 现场安全作业可按照 CH/Z 3001 的规定执行。

4.4 人员配备及要求

- 4.4.1 操控员应当熟练掌握有关无人机机型的操作方法，操控小型或以上机型应取得相应的操控员执照，无人机及操控员管理参照国令第 761 号规定执行。
- 4.4.2 每架无人机应至少配备 2 名操作人员，操控员应配备即时通信设备，相互通话应简洁、明确，并且重复两次以上。
- 4.4.3 操控员不应在摄入任何含酒精食品、受任何药物影响及身体不适状态下操作无人机进入现场作业。
- 4.4.4 操控员应在飞行作业前应初步调查化学中毒事件的原因，正确选用合适的机载采样器或检测设备。
- 4.4.5 操控员应熟悉无人机及采样检测设备紧急故障的排除方法、意外事故的处理措施等。
- 4.4.6 操控员及辅助作业人员应注意个人安全防护，参考 WS/T 680 中附录 B 的要求正确穿戴个人防护

护用品，戴安全帽和防眩光眼镜等。

4.5 采样检测设备配置要求

4.5.1 采样设备配置应包括采样器以及配套的采气袋、固体吸附剂管等空气收集器。

4.5.2 在现场初步调查的基础上，识别可疑的毒物种类之后，为现场气体快速检测设备选配相应种类的气体检测传感器。传感器及其他检测设备应按照计划开展检定或校准，并确保在有效期内。

4.5.3 气体快速检测数据应能实时传输至操控员或事故处置指挥部。

4.5.4 空气采样器和检测设备应能搭载固定在无人机上，并能被操控员远程控制启停，无人机单次飞行任务搭载的空气采样器和检测设备的总重量不应超过最大任务载荷重量。

4.5.5 应配置采样箱、便携冰箱等用于样品储存和运输，及时送达实验室检测鉴定。

4.6 维护与存放

4.6.1 无人机和采样检测设备应存放于干燥、通风、避光的室内，不应与酸碱等腐蚀性物质混放。

4.6.2 无人机和采样检测设备应按照使用说明书要求，交由专人管理，定期维护和保养，定期开机调试，使其处于良好的备用状态。

4.6.3 电池在电池防爆箱内按照类型分类摆放，标好使用和未使用，并按照说明书定期维护和保养，保持电量充足。

5 无人机采样检测作业实施

5.1 采样检测流程

5.1.1 化学中毒现场采样检测流程包括：现场情况勘查、现场空气样品采集、现场空气快速检测。

5.1.2 采样检测作业实施前应了解事故现场的概况，内容包括但不限于中毒事件发生的地点、时间、气象情况，可能引起中毒的主要毒物等。

5.1.3 采样检测作业实施过程至少由 2 名操控员完成，一名操控无人机，一名实时记录采样信息和测量数据。

5.2 现场情况勘查

5.2.1 现场勘查内容包括中毒现场环境状况、气象条件、事故概况等，判断可能存在的毒物种类及其释放源。

5.2.2 使用无人机对现场进行初步勘查，勘查范围至少覆盖事故现场的全部区域，以事故中心和化学毒物扩散方向为重点勘查区域，根据实时数据回传在地图上划分浓度扩散扩线，确定安全区域以及高值区域，并根据现场情况确定采样点、采样方法、采样时机和起降区域等。

5.2.3 当出现下列情况时应立即暂停无人机作业：气象条件发生变化不适宜作业；设备故障影响数据传输或保存；现场有严重干扰无人机悬停或飞行的二次安全事故隐患等。

5.2.4 现场勘查内容应结合现场人员问询，并实时记录，记录内容包括但不限于下列内容：操控员及联系方式、作业地点、作业开始时间、作业结束时间、作业面积、飞行高度、飞行速度、作业温度、作业湿度等，现场作业记录表样式见附录 A。

5.3 现场空气样品采集

5.3.1 在开展现场采样前，应根据现场采样检测方案做好以下准备工作：准备好符合采样检测要求的仪器，检查其性能规格、电池电量、校准有效期等是否符合要求。

5.3.2 按方案领用采样设备，准备好现场采样相应的空气收集器并搭载固定在无人机上，对领用的空气采样器进行流量校准。

5.3.3 当无人机到达采样点时，使用远程控制装置启停采样设备，按计划完成采样。采集样品数量应足够满足多次重复检测。

5.3.4 毒物种类不明、空气中毒物含量较高或采样规范特别要求时，应使用采气袋进行直接采样。空气中毒物类别明确且空气中毒物含量较低时，使用固体吸附剂管进行浓缩采样。直接采样法采样量应在5L以上，浓缩采样法的采样量应根据具体毒物的采样说明确定，具体参考WS/T 679中毒应急样品的采集方法要求执行。

5.3.5 采样时，可根据现场情况、检测灵敏度和空气收集器的允许范围，适当调整各标准检测方法中规定的采样流量，但不能超过该空气收集器允许的采样流量范围，以防止采样效率的降低和采样量的过高或过低。

5.3.6 采样时应进行气密性检查，确保采样连接管路不漏气采样时应当经常性观察采样仪器的运行状态，确保正常运行。采样结束后应立即密封样品，防止样品受到污染。

5.3.7 进行样品采样时，应记录在专用的采样记录表上，边采样边记录，对于采气袋采集方式，采样时间按采气袋采满的时长为准，对于固体吸附剂管采集方式，采样时间至少为15分钟，但不超过无人机最大续航时间，同时进行拍照（摄影）留证。采样记录表样式见附录B，现场检测记录表样式见附录C。

5.3.8 化学中毒现场采样要求具体参考GBZ 159执行。

5.4 现场空气快速检测

5.4.1 按方案领用相应气体快速检测设备并搭载固定在无人机上，使用远程控制装置启停检测设备。

5.4.2 根据前期勘查情况，从泄露气体浓度边界线边缘进行环绕式飞航，并逐步接近事故中心点。

5.4.3 为了判断事故现场是否得到有效控制，可通过无人机巡航监测空气中有害物质浓度，直至低于短时间接触容许浓度或最高容许浓度为止结束作业。

6 注意事项

6.1 作业完成后，应及时对受毒物污染的设备进行洗消，清理作业区域，安全地撤离作业现场。

6.2 紧急事故处理：当主动避障功能失效时，在起飞航线与返航航线中，操控人员应避免航线与障碍物或边界碰撞。若出现该情况，应更换起降点或增减航线进行规避。

6.3 地面操作维护、保养时，应关闭无人机动力系统，避免意外启动，防止发生事故。

6.4 需制定应急方案和安全措施，确保人员和机器设备安全。

附 录 A
(资料性)

表 A.1 现场作业记录表

一、现场勘查情况

| | | | |
|--------|-----------------------------------|------|--|
| 现场地址 | ____省____市____区(县)____街(乡)_____ | | |
| 相关联系人 | | 联系电话 | |
| 时间 | ____年____月____日____时____分 | | |
| 气象条件 | 温度: (°C); 气压: (kPa); 湿度: (%); 风向: | | |
| 事件概况 | | | |
| 疑似化学毒物 | | | |

二、实施人员情况

| | | | | | |
|--------|--|----|--|------|--|
| 技术负责人 | | 单位 | | 联系方式 | |
| 无人机操控员 | | 单位 | | 联系方式 | |

三、采样检测项目所需设备和实施条件

| 采样检测项目 | 仪器设备 | 空气收集器 | 采样体积 | 无人机飞行参数 |
|--------|------|-------|------|---------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

注: 无人机飞行参数包括无人机型号、飞行高度、飞行速度等

四、采样检测地点设置示意图

附录 B
(资料性)
表 B.1 空气中有毒物质采样记录表

采样任务编号:

第 页, 共 页

| | |
|---------|---|
| 现场地址 | _____省_____市_____区(县)_____街(乡)_____ |
| 检测项目 | |
| 仪器名称、型号 | |
| 空气收集器 | <input type="checkbox"/> 采气袋 <input type="checkbox"/> 活性炭管 <input type="checkbox"/> 硅胶管 <input type="checkbox"/> 其他 |
| 气象条件 | 温度: _____ (°C); 气压: _____ (kPa); 湿度: _____ (%) |

| 样品编号 | 仪器编号 | 采样内容 | 飞行相对高度 (m) | 采样流量(L/min) | | 采样时间 | | 采样体积 Vt/V0 (L) | 备注 |
|------|------|------|---------------|-------------|-----|------|----|----------------------|----|
| | | | | 采样前 | 采样后 | 开始 | 结束 | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

注: 采样体积包括现场采样体积 (Vt) 和标准采样体积 (V0), $V_t = F \times T$, $V_0 = V_t \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{101.3}$, 当 $t < 5^\circ\text{C}$ 或 $t > 35^\circ\text{C}$, 或 $P < 98.8\text{Kpa}$ 或 $P > 103.4\text{KPa}$ 时, 需计算 V0。

记录人:

复核人:

年 月 日

参 考 文 献

- [1] 国务院令 第 761 号-2023 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例
 - [2] DB50/T 1119-2021 消防用电动多旋翼无人机系统通用技术条件
 - [3] DB34/T 2925-2017 道路交通事故现场无人机勘测技术规范
-