

DB4401

广 州 市 地 方 标 准

DB4401/T 319—2025

无人机应用于化学中毒现场采样检测技术规范

Technical specifications of unmanned aerial vehicles for sampling and
detection in chemical poisoning scenes

2025 - 02 - 28 发布

2025 - 03 - 28 实施

广州市市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

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 设备要求 2

 4.2 作业条件要求 2

 4.3 人员配备及要求 2

5 现场作业实施 3

 5.1 现场情况收集 3

 5.2 方案制定及作业准备 3

 5.3 现场勘查 3

 5.4 现场采样检测 3

6 维护与保养 4

7 安全注意事项 4

附录 A（资料性） 化学中毒现场作业信息记录表格 5

参考文献 8

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并归口。

本文件起草单位：广州市第十二人民医院（广州市职业病防治院）、广州市急救医疗指挥中心、广州成至智能机器科技有限公司。

本文件主要起草人：王致、唐侍豪、张晋蔚、苏艺伟、曾睿、冯玉超、彭志恒、麦秋苑、麦诗琪、陈翔、张海、梁嘉斌。

无人机应用于化学中毒现场采样检测技术规范

1 范围

本文件规定了在化学中毒现场使用无人机进行空气样品采集和检测的基本要求、现场作业实施、设备维护与保养、安全注意事项等要求。

本文件适用于使用无人机进行化学中毒现场空气样品的采集和现场检测作业。

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。

GBZ 159—2004 工作场所空气中有害物质监测的采样规范

WS/T 679—2020 突发中毒事件卫生应急处置技术规范 总则

WS/T 680—2020 突发中毒事件卫生应急处置人员防护导则

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

用于现场环境勘查、空气样品采集和检测等作业的自备动力系统无人驾驶航空器，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

使用无人机系统搭载，完成特定任务的仪器、设备。

3.3

采样点 sampled site

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。

[来源：GBZ 159—2004，3.3]

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。

[来源：GBZ 159—2004，3.4]

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。

[来源：GBZ 159—2004，3.5]

3.6

采样时间 sampling duration

指每次采样从开始到结束所持续的时间。

[来源：GBZ 159—2004，3.11]

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。

[来源：GBZ 159—2004，3.14]

4 基本要求

4.1 设备要求

4.1.1 无人机性能要求

4.1.1.1 无人机应具有定位系统的功能，水平悬停精度： ± 0.3 m，垂直悬停精度： ± 0.2 m。

4.1.1.2 无人机应具有拍照、录像等勘查功能，飞行半径 ≥ 1000 m，飞行相对高度 ≥ 200 m，遥控距离 ≥ 2000 m，承受风力等级 ≥ 5 级。

4.1.1.3 无人机应具有搭载采样检测设备的功能，任务载荷重量 ≥ 0.2 kg，满任务载荷的续航时间 ≥ 30 min。

4.1.2 采样检测设备要求

4.1.2.1 采样设备应包括空气采样器以及配套的采气袋、固体吸附剂管等空气收集器。

4.1.2.2 检测设备应包括根据现场化学毒物种类进行选配的传感器种类，具备远程控制采样检测启停功能和环境检测数据实时传输功能。

4.1.2.3 采样检测设备应能搭载在无人机上，重量应低于相应无人机机型的最大任务载荷重量。

4.1.2.4 采样检测设备应定期进行检定或校准，并确保在有效期内。

4.1.2.5 应配备样品储存箱用于样品临时储存和运输。

4.2 作业条件要求

4.2.1 气象条件要求

4.2.1.1 气象条件应满足：

- a) 作业环境温度 -20 °C~ 50 °C；
- b) 相对湿度 ≤ 95 %RH；
- c) 现场瞬时风速 ≤ 7 m/s；
- d) 能见度 ≥ 200 m。

4.2.1.2 雨雪、雷电、雾霾等恶劣天气不宜飞行。

4.2.2 起降区域要求

4.2.2.1 在化学中毒事件的冷区选择视野开阔、平坦的起降区域，面积应大于 2 m \times 2 m。起降区域周围 5 m范围内应无障碍物，操控员应与无人机保持 3 m以上距离，其他人员应保持 5 m以上安全距离。

注：冷区是指中毒事件现场分区中，没有受到化学毒物沾染或沾染浓度不能形成危害的区域。

4.2.2.2 应在起降区域设立明显的警示标识，禁止任何人员在作业期间进入。起降区域宜设置专用停机坪。

4.2.2.3 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 人员配备及要求

- 4.3.1 操控员应熟练掌握相关无人机的操作方法，操控小型及以上机型应取得相应的操控员执照。
- 4.3.2 每架无人机应配备至少两名操控员，一名操控无人机，另一名记录采样信息和检测数据。
- 4.3.3 操控员应配备即时通信设备，通话应简洁、明确，并且重复两次以上。
- 4.3.4 操控员应在不摄入含酒精的食品、不受药物影响及身体无不适状态下操作无人机进入现场作业。
- 4.3.5 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。
- 4.3.6 操控员应注意个人安全防护，宜按照 WS/T 680—2020 中附录 B 的要求正确穿戴个人防护用品。

5 现场作业实施

5.1 现场情况收集

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：

- a) 中毒事件发生的地点、时间；
- b) 气象情况（包括温度、湿度、风向、风速等）；
- c) 地理状况；
- d) 障碍物分布情况，如：影响飞行安全的林木、高压电塔、电线电缆、电杆等障碍物；
- e) 强烈电磁干扰区域情况；
- f) 可能引起中毒的主要化学毒物等。

5.2 方案制定及作业准备

- 5.2.1 根据事件涉及的范围设计采样检测飞行路线，并制定现场采样检测方案和检测布点图。
- 5.2.2 根据现场采样检测方案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、检定/校准证书等是否符合作业要求。

5.3 现场勘查

- 5.3.1 使用无人机对现场进行勘查，勘查范围应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区域，必要时根据现场情况调整现场采样检测方案的采样点、采样方法、采样时机和起降区域等。
- 5.3.2 现场勘查内容包括化学中毒现场环境状况、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。
- 5.3.3 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：现场基本情况、实施人员情况、作业地点、作业时间段、飞行高度、作业温度、作业湿度等，现场作业记录表样式见附录 A 中表 A.1。

5.4 现场采样检测

5.4.1 现场采样

- 5.4.1.1 采样前应对空气采样器进行流量校准，并确保采样连接管路不漏气。
- 5.4.1.2 无人机应以悬停或降落方式进行采样。当无人机到达采样点时，使用远程控制装置启停采样设备，按现场采样检测方案完成采样。采集样品数量应足够满足多次重复检测的需求。
- 5.4.1.3 现场毒物种类不明、空气中毒物含量较高时，可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，宜使用固体吸附剂管进行浓缩采样。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—2020 中毒应急样品的采集方法要求执行。
- 5.4.1.4 采气袋的采样时间按收集采气袋最大容量或满足检测要求的时长为准，固体吸附剂管的采样时间至少15 min，但不超过无人机最大续航时间。
- 5.4.1.5 采样记录使用专用记录表格，边采样边记录，采样记录表样式见附录A中表A.2，同时进行拍照（摄影）留证。

5.4.1.6 采样结束后应立即密封样品，及时送回实验室进行检测。

5.4.2 现场检测

5.4.2.1 根据前期勘查情况，选配相应种类的气体快速检测设备及传感器并搭载固定在无人机上。

5.4.2.2 无人机宜从化学毒物释放源周边进行环绕式飞行检测，并逐步接近事故中心区。

5.4.2.3 操控员应及时记录化学毒物在事故中心区以及其扩散区域的检测数据，现场检测记录表样式见附录 A 中表 A.3。

5.4.2.4 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化学毒物浓度，直至低于短时间接触容许浓度或最高容许浓度限值为止。

5.4.2.5 作业期间实时监测的结果应及时报告，为事故的研判和进一步处置提供数据参考。

6 设备维护与保养

6.1 无人机维护、保养时，应关闭电源和动力系统，避免意外启动。

6.2 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。

6.3 无人机和采样检测设备应由专人管理，定期维护和保养，定期开机调试，使其处于良好的备用状态。

6.4 电池在电池防爆箱内按照类型分类摆放，做好使用状态标记，并按照说明书定期维护和保养，保持电量充足。

6.5 参与化学中毒现场处置的设备，应及时进行洗消，安全地撤离作业现场。

7 安全注意事项

7.1 作业前，应对无人机进行仔细检查，包括各零部件、组件、通信线路信号等。

7.2 应确保无人机电池电量至少达到总电池容量的 2/3 及以上，并配备多次进入现场采样检测的备用电池。

7.3 飞行范围应严格按照现场采样检测方案执行，飞行距离应控制在最大遥控距离范围内，升降或水平飞行时，应与障碍物保持规定的安全距离。

7.4 无人机宜避开人口稠密区、铁路、高速公路、高压变电站等重点地区上空。

7.5 操控员应密切观察无人机的飞行位置和状态，包括飞行高度、速度、区域等，并能做出相应处理。无人机飞行应远离障碍物 5 m 以上，同一区域有两架或两架以上无人机时，相邻无人机在水平或垂直方向均应保持 5 m 以上。

7.6 操控员应密切观察无人机机体及遥控器电池电量情况和飞行信号灯状态，根据实际情况及时调整或终止采样检测任务，避免出现电量不足或无人机失联失控。

7.7 当出现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安全隐患等应立即暂停无人机作业。

7.8 当无人机在工作期间发生故障或失控时，应在确保无人机周边安全的情况下，立即采取有效措施，使其迫降。

附 录 A
(资料性)
化学中毒现场作业信息记录表格

现场作业记录表参见表 A.1。

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		联系人电话	
时间	_____年_____月_____日_____时_____分		
气象条件	温度(T): _____(℃); 气压(P): _____(kPa); 湿度(RH): _____(%); 风向: _____ 风速: _____		
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、飞行高度等

四、采样检测地点设置示意图

空气中化学毒物采样记录表参见表 A. 2。

A. 2 空气中化学毒物采样记录表

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(T)： (℃)； 气压(P)： (kPa)； 湿度(RH)： (%)

样品 编号	仪器编号	采样内容	飞行相对高度 (m)	采样流量(F)		采样时间(t)		采样体积 V _t /V ₀ (L)	备注
				采样前(L/min)	采样后(L/min)	开始	结束		

注：采样体积包括现场采样体积（V_t）和标准采样体积（V₀），V_t=F×t，V₀=V_t× $\frac{293}{273+t}$ × $\frac{P}{101.3}$ ，当 T<5℃或 T>35℃，或 P<98.8Kpa 或 P>103.4KPa 时，需计算 V₀。

记录人：

复核人：

年 月 日

参 考 文 献

- [1] DB34/T 2925—2017 道路交通事故现场无人机勘测技术规范
 - [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] 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例 国令第 761 号
-