

ICS XXXXX
CCS XXXXX

团 体 标 准

T/GDSES XXXXX

环境空气 挥发性有机物自动罐采样技术 规范

Ambient air—Technical specification for automated canister sampling of
volatile organic compounds

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

广东省环境科学学会 发 布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	1
4 技术要求	2
5 样品采集	4
6 样品收取	5
7 运行维护	6
8 质量保证和质量控制	6
附录 A（资料性） 环境空气挥发性有机物自动采样记录表	8
附录 B（资料性） 远程自动采样的流程示意图	9
参考文献	10

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。

请注意本标准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。

本文件由深圳市生态环境监测站提出。

本文件由广东省环境科学学会归口。

本文件起草单位：深圳市生态环境监测站、绿鹏环境科技（深圳）有限公司、优泰（湖南）环保科技有限公司、北京博赛德科技有限公司、杭州谱育科技发展有限公司、深圳衡伟环境技术有限公司。

本标准主要起草人：。

本文件首次制定。

引 言

为加速监测技术数智化转型，落实生态环境部发布的《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》，在现有技术成果及实践经验基础上，制定本文件。

环境空气 挥发性有机物自动罐采样技术规范

1 范围

本文件规定了使用自动采样装置采集环境空气中挥发性有机物的设备技术要求、样品采集、样品收取、运行维护以及质量保证和质量控制的相关要求。

本文件适用于环境空气中的挥发性有机物自动罐采样。

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。

HJ 193 环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动监测系统安装验收技术规范

HJ 194 环境空气质量手工监测技术规范

HJ 212 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准

HJ 477 污染源在线自动监控（监测）数据采集传输仪技术要求

HJ 630 环境监测质量管理技术导则

HJ 664 环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）

HJ 759 环境空气65种挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

挥发性有机物 *volatile organic compounds (VOCs)*

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据有关规定确定的有机化合物。

[来源：GB 37822—2019，3.1]

3.2

采样罐 *sampling canisters*

用于采集和储存环境空气中挥发性有机物样品的密闭容器。

3.3

自动采样装置 *automatic sampling device*

管路和关键部件经惰性化处理，与采样罐连接使用。具有流量控制和数据记录功能，可按远程控制指令或预设程序（如定时、阈值触发），在现场以无人值守方式自动、定量采集VOCs样品，并记录采样时间、流量、温湿度等相关参数。

注：自动采样装置按其可连接采样罐的数量，可分为单罐和多罐自动采样装置。

3.4

远程控制自动采样 *remotely controlled automatic sampling*

自动采样装置接收并执行来自远程终端（如电脑、手机等）通过通信网络发送的控制指令，所进行的采样。

3.5

定时自动采样 *time automatic sampling*

自动采样装置按照预先设定的时间程序（如开始时间、采样时长或结束时间），自动执行的采样。

3.6

阈值触发自动采样 automatic sampling over set value

自动采样装置根据实时监测数据自动触发执行的采样, 当该数据达到或超过预设阈值时即启动采样。

注: 该监测数据可来自自动采样装置内置的传感器(如PID、FID等), 也可来自外部的监测仪器(如VOCs在线分析仪)所提供的触发信号(如开关量、模拟量或数字信号)。

4 技术要求

4.1 基本要求

4.1.1 惰性化要求

自动采样装置中所有与样品气体接触的部件(包括采样头、过滤器、管路、阀门、流量控制器、压力传感器、接头等)均应采用惰性材料制造或进行惰性化处理。

4.1.2 气密性要求

自动采样装置的采样流路(从采样头到采样罐接口)应具有良好的气密性。

4.1.3 材料要求

装置的外壳、内部结构件等非流路部件应采用无VOCs释放或低VOCs释放的材料(如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、碳钢喷塑、不锈钢等)。

4.2 构成与部件要求

4.2.1 基本构成

自动采样装置一般由控制单元、采集单元、采样罐和其他辅助单元组成。自动采样装置基本组成示意图见图1。

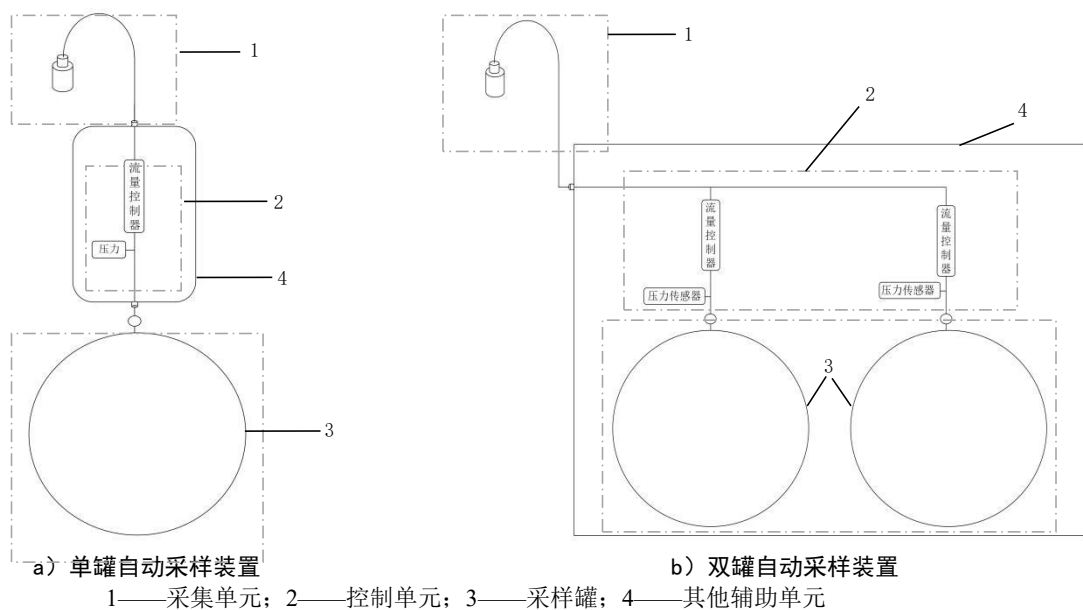


图1 自动采样装置基本组成示意图

4.2.2 采集单元

将空气中的VOCs采集到采样罐的单元，一般由采样头、防雨防尘罩和管路组成，可根据特定监测需求增设其他功能性单元，所增设的单元不应目标化合物的测定结果产生显著影响。采样头应配备经惰性化处理的不锈钢或聚四氟乙烯等材质的过滤头（孔径 $\leq 10\ \mu\text{m}$ ），具备防止雨水、灰尘等杂质进入采样系统的功能。

4.2.3 控制单元

控制完成采样的单元，一般由流量控制单元、压力传感器、程序模块、远程通讯模块（如4G/5G）和管路组成，宜包括用于现场调试和维护的近场通讯模块（如蓝牙）。实现对样品采集的稳定控制、数据记录和传输等功能。流量控制单元通常分为可调节式（如电子流量控制器）和固定式（如机械式限流阀）两种类型，应确保采样的准确性和稳定性。

4.2.4 采样罐

采样罐应为不锈钢罐，其内壁、阀体及管路均经惰性化处理，不得与目标化合物发生反应、吸附目标化合物或析出干扰物质。采样罐容积应 $\geq 3\ \text{L}$ ，耐压值应 $> 241\ \text{kPa}$ 。

4.2.5 其他辅助单元

其他辅助单元应包括防雨单元、定位单元、电源供应系统、温度传感器和湿度传感器，能实时监测并记录周围的环境温度和湿度。应预留PID、FID、风向风速仪等设备接口，并具备上述设备数据采集和储存单元。

4.3 性能要求

4.3.1 技术参数要求

4.3.1.1 流量控制单元应能提供稳定的、可复现的采样流量，以满足 5.5.2 节中不同长时的采样需求，且其性能应确保整个系统满足 8.2.2 节的校准要求。

4.3.1.2 压力传感器精确度等级应不低于 2.5 级，量程范围应满足 $-101.35\ \text{kPa}\sim 0\ \text{kPa}$ 。

4.3.1.3 温度测量范围宜为 $-40^\circ\text{C}\sim 60^\circ\text{C}$ ，准确度 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$ 。

4.3.1.4 湿度测量范围应为 $0\%\sim 100\%\text{RH}$ ，准确度 $\leq \pm 5\%\text{RH}$ 。

4.3.2 采样控制功能

自动采样装置具备远程控制功能，可通过无线网络接收控制指令，实现远程遥控自动采样、定时自动采样以及阈值触发自动采样等多种采样模式。远程控制指令的响应时间不超过5秒。

4.3.3 压力控制与显示

自动采样装置具备采样罐内压力控制和显示功能，可实时显示和记录采样过程的时间、采样罐内压力、采样体积等采样流程信息。在采样前，采样罐内气压与环境空气差压应小于等于 $-98\ \text{kPa}$ （部分海拔较高、气压较低的特殊情况除外）。

4.3.4 供电和数据传输

4.3.4.1 自动采样装置应内置电源，可连续工作 24 小时以上。预留外置接口，可连接移动电源或经适配器直连市电，满足长时间样品采集工作要求。

4.3.4.2 自动采样装置设备的网络和数据传输必须符合 HJ/T 212 和 HJ 477 的相关要求，能自动记录并存储采样过程中的关键信息，包括采样时间、流量、压力、环境温度、环境湿度等。系统时钟计时误

差±0.5%。数据存储容量满足长时间连续监测的需求，数据传输率大于或等于 90%，报文传输稳定性大于 99%。

4.4 外观要求

4.4.1 自动采样装置表面不应有明显锉痕、划伤、裂缝、变形和污染，仪器表面涂镀层应均匀，不应起泡、龟裂、脱落和磨损，显示屏无破损及裂痕。产品组装坚固、零部件紧固无松动，按键、开关门锁等配合适度，控制灵活可靠。

4.4.2 自动采样装置外壳应耐腐蚀，防尘防潮，密封性好。

4.4.3 自动采样装置应在明显位置标示仪器的名称、型号、制造厂名、厂址、出厂编号、出厂日期。

5 样品采集

5.1 采样前准备

5.1.1 采样罐和自动采样装置清洗

采样前应对采样罐和自动采样装置进行清洗。采样罐清洗过程按罐清洗装置操作说明书进行。自动采样装置清洗过程按自动采样装置操作说明书进行。

5.1.2 过滤器和流量控制单元检查

自动采样装置应在现场安装前按 8.2.2 的要求对流量控制单元进行校准，检查采样流量是否可以达到预设值，确保过滤器和管路未堵塞、流量控制单元流量正常后方可使用。采样流量计算公式见式 (1)。

$$q_v = \frac{P_s \times V_0 \times 1000}{P_0 \times t \times 60} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

q_v ——采样流量，mL/min；

P_s ——采样后环境温度下采样罐内绝对压力，一般为采样时环境大气压的 87%~95%，kPa；

V_0 ——采样罐容积，L；

1000——L 换算为 mL 的单位换算系数；

P_0 ——采样时环境大气压，kPa；

t ——采样时间，h；

60——h 换算为 min 的单位换算系数。

注：样品采集结束后，应确认阀门完全关闭，用密封帽密封采样罐采样口，隔绝外界气体。

5.2 采样点位

5.2.1 布设要求

采样点位布设应按照 HJ 194 和 HJ 664 的相关规定执行，应着重考虑自动采样设备的安全、供电、通讯等运行条件。

5.2.2 布设环境

5.2.2.1 采样点位应在通风良好、无明显干扰源的位置，避免阳光直射、强电磁场干扰以及靠近发热源或振动源。

5.2.2.2 应保持自动采样装置与周边设备、建筑物的安全距离。

5.2.2.3 自动采样装置现场安装其他要求应符合 HJ 193 的相关规定。

5.3 设备安装

采样点位确定后，应进行设备现场安装。安装时应确保：

- a) 设备应安装在平稳的基础上，并牢固固定，能抵御强风（如台风）、振动等不利条件；
- b) 按要求连接电源和通讯线路，并做好防水和安全防护；
- c) 应确保设备安装位置不易积水，防止设备被淹没。若安装在室外，应确保设备本身的防潮防尘功能（见 4.4.2）安装到位（如密封压紧、接口密封等），或根据需要加装额外的防护设施。

5.4 安装检查

当自动采样装置现场固定完毕后，应对安装情况进行全面检查。检查内容包括设备的安装位置是否符合要求、连接管路是否牢固且气密性良好（通过检漏测试）、电气连接是否正确可靠、各部件是否安装到位且无损坏、时间是否同步等等。同时，检查自动采样装置的外观是否完好，标识是否清晰完整。

5.5 启动采样

5.5.1 采样模式设置

根据监测需求，选择远程控制自动采样、定时自动采样或阈值触发自动采样模式。

5.5.2 采样参数与方式

根据采样模式，设定采样参数，可选择瞬时采样或恒定流量采样。

- a) 瞬时采样：适用于应急监测或快速获取特定时间点样品。设备收到指令后，自动打开相关气路阀门。待采样罐内的压力接近或达到外界大气压后，自动关闭相关气路阀门。采样时间通常为 30 s~60 s。
- b) 恒定流量采样：适用于获取某一时段内的平均浓度样品。设备收到指令后，自动打开相关气路阀门，在恒定流量下进行采样。达到设定的采样时间或采样压力后，自动关闭阀门。采样时间可根据需要设置 1 h~168 h 不等。不同容积的采样罐在不同采样时长下的恒定流量设置可参照 HJ 759 附录 D 的要求执行。

5.5.3 采样过程监控

采样过程中，操作人员应能通过远程平台实时监控设备状态，包括通讯是否在线、采样是否按预设程序执行、实时采样流量、罐内压力、环境温湿度等参数。

6 样品收取

6.1 收取流程

自动采样装置完成自动采样后，采样人员应及时收取样品。收取时，检查自动采样装置（如电源、封条、采样罐内压力等）是否正常，采样罐外观是否完好、连接件有无脱落等，查询自动采样装置记录的相关信息（采样起止时间、采样时长、采样后罐内压力、流量、温湿度等），确认样品采样过程正常后，关闭采样罐阀门，用密封帽密封，取下采样罐。

6.2 记录要求

采样人员填写现场采样记录表，内容包括采样点位（含示意图）、采样时间、收取时间、收取人员、样品采集量、采样后采样罐内压力、样品编号、收取时天气情况、环境温度、环境湿度等相关信息，自动采样装置自动记录的信息在现场打印或在后台计算机终端打印。采样记录表参见附录A。

6.3 样品标识与保存

在样品容器上贴上清晰的标签，注明样品编号、采样点位、采样时间、监测项目等关键信息。样品保存时间根据监测项目按相应的分析标准要求执行。

7 运行维护

7.1 日常巡检

运维人员应每日（或根据实际情况调整频次）通过远程平台或到现场对自动采样装置进行巡检，确保其正常运行。检查内容至少包括：

- a) 设备供电及通讯状态；
- b) 设备运行状态指示是否正常；
- c) 采样管路是否完好，有无明显积水、破损或堵塞；
- d) 采样罐状态（如多罐自动采样装置中的待采罐和已采罐信息）；
- e) 实时环境温湿度等辅助参数是否正常。

7.2 定期维护

7.2.1 根据采样点颗粒物污染水平和采样频次，定期（如每月或每季度）检查和清洗/更换采样头过滤器。清洗方式：在水中超声 15 min 后，用实验用水冲洗，再在约 50°C 的烘箱中干燥至少 12 h。

7.2.2 定期（如每季度）对自动采样装置的采样流路（从采样头到采样罐连接口）进行气密性检查。

7.2.3 定期备份设备存储的采样记录和环境参数数据。

7.2.4 定期检查管路、阀门、接头等部件有无老化、松动，检查设备外壳密封性。

7.3 故障处理

7.3.1 自动采样装置发生故障（如通讯中断、流量异常、压力传感器故障等）时，运维人员应及时响应，参照设备操作手册进行故障排查和维修。在远程通讯中断时，宜通过近场通讯（如蓝牙）连接设备进行现场诊断。

7.3.2 故障期间采集的样品视为无效。

7.3.3 故障排除后，应对设备进行检查和测试，确认恢复正常后方可重新投入使用。

7.3.4 凡涉及更换与样品接触的核心部件（如管路、阀门、流量控制器）后，应按 8.3 的要求对设备进行清洁度和惰性检查。

7.3.5 详细记录故障现象、发生时间、维修内容和恢复时间。

8 质量保证和质量控制

8.1 基本原则

环境空气 VOCs 远程自动采样的质量保证和质量控制，可参照 HJ 630 的相关规定执行，应覆盖样品采集的全过程（远程自动采样的流程示意图参见附录 B），重点关注自动采样设备本身的质量控制、采样过程参数记录以及数据审核。

8.2 自动采样装置校准

8.2.1 压力传感器校准

每半年或在更换、维修后，应对压力传感器进行校准，误差范围应满足 $\pm 5\%$ 。对于校准不合格的仪器，及时进行维修或更换，并重新校准。

8.2.2 流量控制单元校准

每半年或在更换、维修后，应对流量控制单元进行校准。应使用准确度等级为0.5级、并覆盖常用流量范围（如0.5 ml/min~10.0 ml/min或10 ml/min~200 ml/min）的标准流量计。

- a) 对于可调节式流量控制单元：应至少校准3个流量点（接近常用流量范围的低、中、高点）。
- b) 对于固定流量式流量控制单元：应至少校准其标称的流量点。
- c) 测定值与设定值（或标称值）的误差应满足以下要求：相对误差应在 $\pm 5\%$ 以内，或绝对误差在 ± 0.5 ml/min以内，两者取其宽。

8.3 自动采样装置检查

自动采样装置初始使用前、维护（如部件更换）后、采集潜在污染样品后、以及定期（如每年）应进行清洁度和惰性检查。

8.3.1 清洁度检查

通过自动采样装置采集加湿的氮气（纯度 $\geq 99.999\%$ ），按照与样品相同的分析步骤进行测试，每个目标化合物检出浓度应小于实验室的方法检出限，否则应查找原因并采取措施至合格为止。

8.3.2 惰性检查

采样罐（3.2）内加湿40%~50%后，在采样罐（3.2）内配制摩尔分数为0.5 nmol/mol的标准气体样品（其中甲醛摩尔分数为2.5 nmol/mol），通过自动采样装置采集后，按照与样品相同的分析步骤测试，测定结果的相对误差应在 $\pm 30\%$ 以内，否则应查找原因并采取措施至合格为止。

8.4 数据审核

8.4.1 采样操作过程是否规范、完整，对采样过程各参数（包括采样起止时间、持续时间、采样流量、采样罐采样前后压力、环境温度、环境湿度等）是否在允许范围进行检查；

8.4.2 质控指标复核，确保本标准中8.2至8.3节的各项质控指标合格。

8.4.3 对审核判定为无效的数据（即采样过程或质控指标不合格），应在提交记录时加以说明。

8.5 其他

8.5.1 采样及运维人员必须经过专门培训，并持证上岗，熟悉所用型号的自动采样装置的功能、操作及相关技术指标等。

8.5.2 采样人员应定期检查自动采样装置各部件功能是否正常，有无管路漏气、有无部件脱落等，同时做好记录，采样后如发现存在故障，则自动采集的样品作废。

8.5.3 自动采样装置外围建议安装视频监控，采取适当措施确保采样过程不受到人为干扰，且工作状态正常，否则采集的样品无效。

8.5.4 采样及运维人员应保证自动采样装置易损、易坏、易堵、易老化部件（滤网、管路、采样罐等）在使用期间处于正常工作状态。

8.5.5 自动采样装置内部存储的采样记录应按规定保存，采样及维护记录一并保存备查。

8.5.6 采样罐及实验室等其他质量保证措施必须按照相关标准要求执行。

附 录 A
(资料性)
环境空气挥发性有机物自动采样记录表

环境空气挥发性有机物自动采样记录表如表A.1所示。

表 A.1 环境空气挥发性有机物自动采样记录表

采样日期 _____ 采样地点 _____ 采样标准 _____ 天气状况 _____
任务编号 _____ 委托单位 _____ 仪器型号及编号 _____

序号	样品编号	罐编号	罐容积/L	采样前罐真空度	采样方式	采样时间			采样后罐压力	气象参数				
						开始时间	结束时间	累计时间		气温(°C)	气压(kPa)	相对湿度(%)	风速(m/s)	主导风向
					瞬时/恒流									
					瞬时/恒流									
					瞬时/恒流									
					瞬时/恒流									
					瞬时/恒流									
					瞬时/恒流									
					瞬时/恒流									

采样人：

校对人：

审核人：

附录 B
(资料性)
远程自动采样的流程示意图

远程自动采样的流程示意图见图B.1。

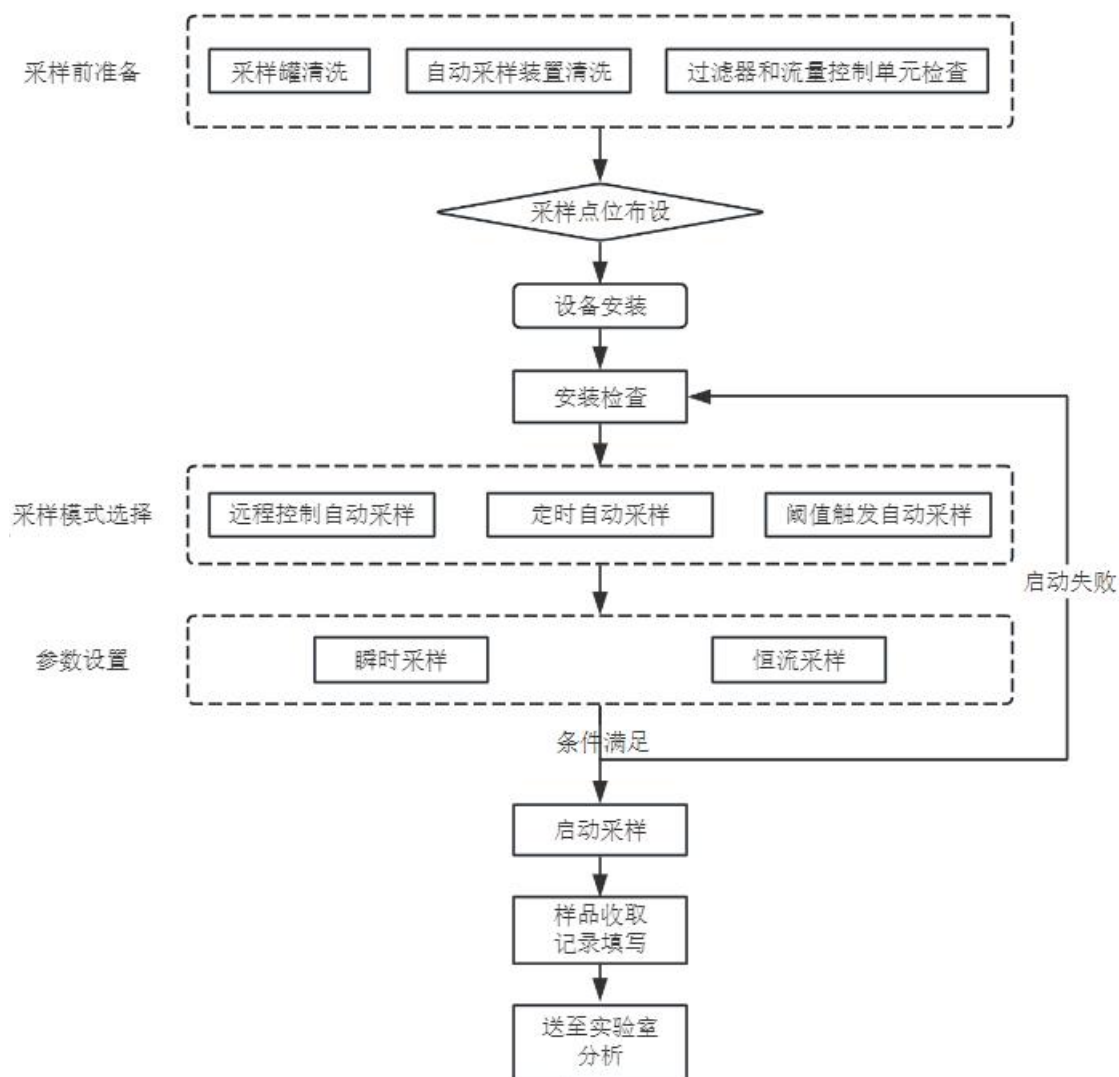


图 B.1 远程自动采样的流程示意图

参 考 文 献

- [1] 《环境空气 117种挥发性有机物的测定 罐采样 气相色谱-氢火焰离子化检测器 质谱检测器联用法（征求意见稿）》
- [2] 《环境空气 硫化氢等10种含硫化合物的测定 罐采样-预浓缩 气相色谱法（征求意见稿）》
- [3] QX/T 218—2013 大气中挥发性有机物测定采样罐采样和气相色谱质谱联用分析法
- [4] DB4403/T 106—2020 恶臭气体自动采样技术规范
- [5] DB37/T 4434—2021 环境空气 57种臭氧前体物的测定 罐采样气相色谱-氢火焰离子化检测器质谱联用法
- [6] ASTM D5466-21 Standard Test Method for Determination of Volatile Organic Compounds in Atmospheres (Canister Sampling, Mass Spectrometry Analysis Methodology)
- [7] USEPA Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air
-