

便携式废气 VOCs 采样器校准规范

(征求意见稿)

编制说明

《便携式废气 VOCs 采样器校准规范》编制组

2024 年 3 月

目 录

一、任务来源	3
二、编制规范的目的和意义.....	3
三、编制原则和依据	4
四、工作过程	4
五、技术路线	5
六、规范的研究内容及技术关键.....	6
6.1 方法原理	6
6.2 适用范围	6
6.2 关键技术和可行性分析.....	8
6.4 校准项目和校准方法.....	17
七、不确定度评价	18
八、总结	18
附件：校准项目原始记录.....	19

《便携式废气 VOCs 采样器校准规范》编制说明

一、任务来源

根据国家市场监督管理总局办公厅引发《2023 年国家计量技术规范项目制定、修订计划》（市监计量发[2023] 56 号）要求，《便携式废气 VOCs 采样仪校准规范》列入 2023 年制定项目计划，归口单位为全国生态环境监管专用计量测试技术委员会。起草单位为青岛市计量技术研究院、中国计量科学研究院、上海市环境监测中心等。

二、编制规范的目的和意义

固定污染源等废气中的苯、甲苯、二甲苯等VOCs的排放，将会造成环境空气VOCs本底浓度的提升，尤其是对排放源周围生物体造成较大的健康威胁，因此国家标准GB 16297-1996《大气污染物综合排放标准》中对苯、甲苯、二甲苯等VOCs排放的最高允许排放速率和无组织排放监控浓度限值等进行了严格的规定。

目前市场上多数的便携式废气VOCs采样器（简称采样器）采用固相吸附法，采集污染源排放出的挥发性有机物，绝大多数采样器以吸附管采样为主，如崂应3038系列和明华MH3050等。VOCs操作分析流程是先采用填充合适的吸附剂的吸附管直接采集固定污染源废气中的挥发性有机物，然后再将吸附管置于热脱附仪中进行二级热脱附，然后经色谱等分析仪器进行定量。在采样的过程中，采样泵控制一定的流量，通过采样器前端配置有一定长度取样管进行气体取样，为了防止取样气体冷凝，需要对取样管进行加热，然后进入吸附管进行吸附采集，为了提高吸附能力，还需要针对吸附管进行冷却控制。整个采样过程中采样器的流量控制一般（20~50）mL/min（吸附管），采样袋采样的流量相对较大一些（（0.1~1）L/min），采样能克服20kPa左右负载。经查询，国内尚无专门应用于废气VOCs采样器的计量技术规程和规范。在此类仪器的检定或者校准的过程中仅仅参考JJG 956-2013《大气采样器》，大气采样器其标准器不能够完全覆盖废气VOCs采样器的测试，尤其是小流量段的校准能力，有部分的标准器在小流量段没有实施溯源，而应用到VOCs采样器的校准，势必会带来校准数据的偏差，同时校准参数

不能完全兼顾到影响废气VOCs采样效率的关键参数的符合性测试，包括采样管温度、制冷温度、负载能力和小流量段示值误差和稳定性测试。

随着污染源排放治理和监管力度的增大，废气VOCs采样器作为废气排放中重要的监测设备，其计量准确程度已经成为社会关注的焦点，制定出更具有针对性的规程规范，对促进固定污染源的治理、污染源废气排放的量化都具有较大的意义，是保护生态环境，推进生态文明建设的重要组成部分。

三、编制原则和依据

3.1 本规范在制定中遵循以下基本原则

- a) 本规范编写格式应符合JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059-2012《测量不确定度评定与表示》等规范的规定。
- b) 本规范与国家的节能政策、环境保护政策等相一致；
- c) 本规范与已颁布实施的相关标准规范相衔接；
- d) 本规范规定的技术内容及要求科学、合理，具有适用性和可操作性。

3.2 本规范编写的依据

在本技术要求编写过程中，参考了HJ 734-2014《固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附 / 气相色谱-质谱法》、JJG1169-2019《烟气采样器校准规范》等有关标准规范与技术规定。

本规范尚无相关的国际标准和国家标准。

四、工作过程

2023年6月本规范列入《2023年国家计量技术规范项目制定、修订计划》。成立规范编制组，制定规范编写的实施计划。开始针对规范相关技术参数开展仪器信息统计和试验分析。

2023年9月18日，通过远程线上会议形式召开项目开题论证会。会议邀请主审专家、环保跟踪专家和计量、环保领域的多位专家，针对前期所形成的规范的草案进行论证，并且形成了会议专家意见。

2024年4月，根据专家意见补充相应的试验，并且相应对规范草案进行修改，完善规范征求意见稿，编制说明，实验报告和不确定度报告等技术文件，提交规范征求意见稿。

五、技术路线

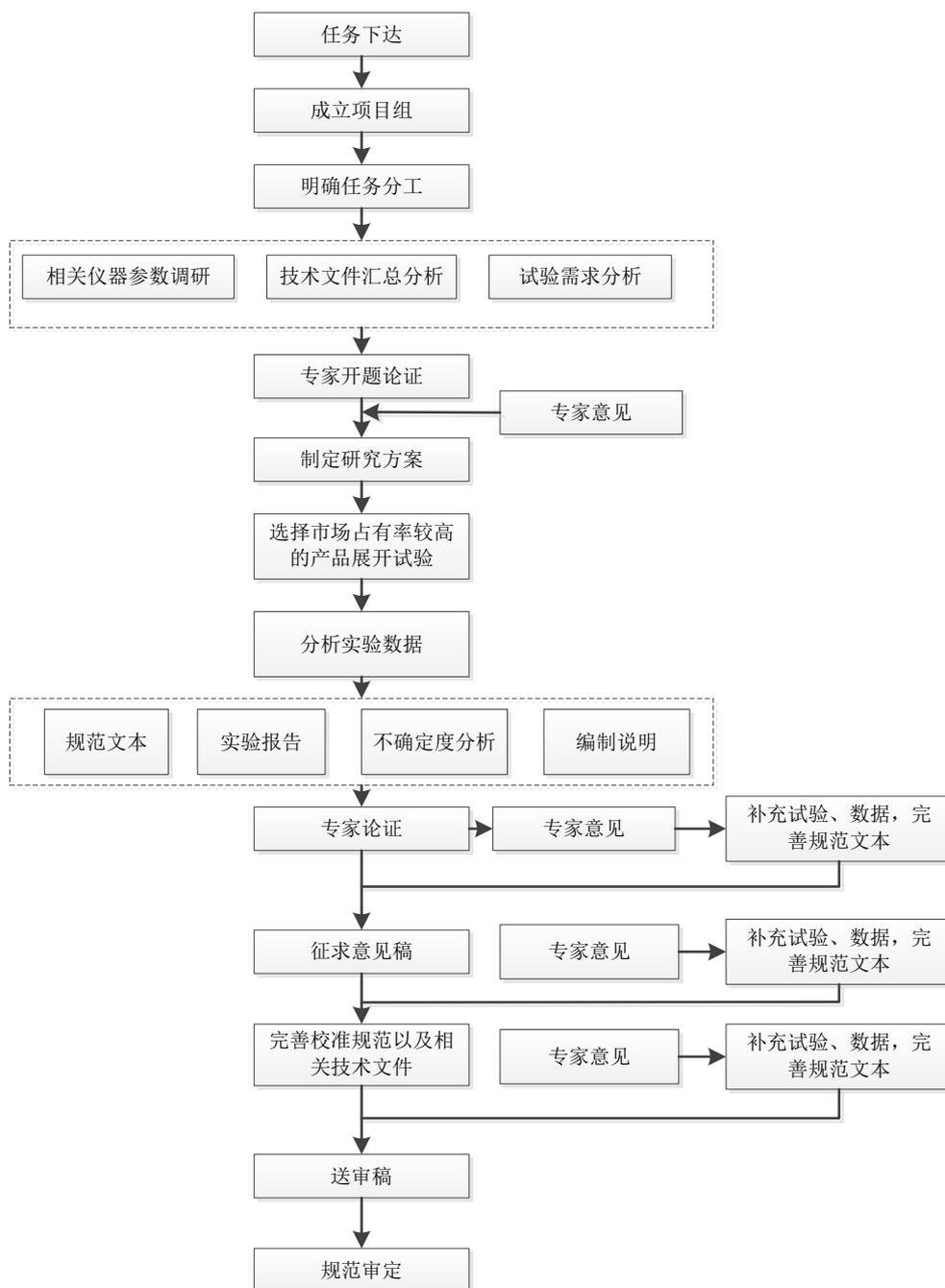


图1 规范制定技术路线框图

六、规范的研究内容及技术关键

6.1 方法原理

便携式废气VOCs采样器（以下简称采样器）主要用于采集固定污染源废气中挥发性有机物。其工作原理是采样泵将挥发性有机物采集到装有活性炭、Tenax等吸附管中，通过测量控制单元来控制并测量采样体积，最终达到定量采集的目的。采样器一般由采集单元（如过滤网、加热管路、冷却除湿、吸附管路）、测量控制单元（流量传感器、温度传感器、采样泵等）、数据处理单元和显示单元组成。



图 2 便携式废气VOCs采样器结构及原理图

6.2 适用范围

本规范适用于采样流量范围在（20~200）mL/min，使用吸附管采集固定污染源废气VOCs的采样器的校准。

为了初步确定废气VOCs采样器的仪器参数和技术水平，针对市场上应用较广的固定污染源废气VOCs采样器进行相关技术参数统计，如表1~表3所示。初步筛选出仪器关键

技术参数和溯源需求。

工作环境参数统计如表1所示。

表1 采样器工作环境参数统计表

仪器信息	环境温度	环境湿度	大气压力	其他
青岛明华 污染源 VOCs采样器 MH3050	(-20~45) °C	(0~95) %RH	(86~106) kPa	非防爆场合等
青岛众瑞 多路烟 气采样器 ZR-3713 (可用于 废气VOCs采样)	(-20 ~ 50)°C	(0~85) %RH	(86~106) kPa	非防爆场合等
青岛众瑞 ZR-3715型一体式 多功能烟气采样 器	(-20~50) °C	≤85%RH	(60~130) kPa	非防爆场合等
青岛崂应 3038C 一体式废气VOCs 采样仪	(-20~45) °C	(0~95) %RH	(50~130) kPa	野外工作时, 应有 防雨、雪、尘以及 日光暴晒等侵袭 的措施
青岛国瑞力恒环 保GR3030型	(-20~70) °C	/	/	/
青岛精诚仪器仪 表 JH-6010A	(-20~50) °C	/	(50~130) kPa/≤ ±0.50kPa	/

关键技术参数统计信息如表2所示。

表2 关键技术参数统计表

仪器信息	流量		流量计前温度		流量计前压力		加热控制		制冷控制	
	范围	准确 度	范围	准确 度	范围	准确 度	范围	准确 度	范围	准确 度
青岛明华 污染源 VOCs采样 器 MH3050	(10~2 00) mL/mi n	(10~ 100) mL/m in ± 5%; (100 ~200) mL/m in ± 2.5%;	(-40 ~85) °C	±2°C	(-45 ~0) kPa	± 0.4kPa	(80~1 20) °C	±3°C	(4~ 16) °C	±2°C
青岛众瑞 多路烟气 采样器	(10~ 200) mL/mi n	/	/	/	30 kPa	/	/	/	/	/

ZR-3713 (可用于 废气VOCs 采样)	n										
青岛众瑞 ZR-3715型 一体式多 功能烟气 采样器	(10~2 00) mL/mi n	± 2.5%;	/	/	/	/	(0~30 0) °C	±3°C	/	/	
青岛崂应 3038C 一 体式废气 VOCs采样 仪	(20~2 00) mL/mi n	±5%	(-55 ~125) °C	±2°C	(-40 ~0) kPa	± 2.5%	120°C (80~1 60可 设) °C	±10 °C	(0~ 5) °C	±2°C	
青岛国瑞 力恒环保 GR3030型	(20~3 00) mL/mi n	±5%	/	/	> 20kP a	/	(60~16 0)°C	±2°C	0°C ~35 °C	±2°C	
青岛精诚 仪器仪表 JH-6010A	(20~2 00) mL/mi n	±5%	/	/	/	/	(100~1 80)°C	±5°C	/	/	

负载能力统计如表3所示。

表3 负载能力统计表

仪器名称	阻力	取样管长度	备注
青岛明华 污染源VOCs采样器 MH3050	/	/	
青岛众瑞 多路烟气采样器 ZR-3713 (可用于废气VOCs采样)	大于20kPa	0.8m	
青岛众瑞 ZR-3715型一体式多功能 烟气采样器	大于20kPa	0.8m	
青岛崂应 3038C 一体式废气VOCs 采样仪	50mL/min流量时, 克服阻力-20kPa 以上	1.2m(有效0.8m)	
青岛国瑞力恒环保GR3030型	大于20kPa	1.0m	
青岛精诚仪器仪表 JH-6010A	/	1.35m	

6.2 关键技术和可行性分析

本技术规范适用于吸附管采集固定污染源废气VOCs采样器的校准。固定污染源是一个高温、高湿和颗粒物浓度相对比较高的环境,这就要求在废气的VOCs采样的过程中,

采样泵控制一定的流量下，气体首先进行初级的颗粒物过滤，采样器前端配置有一定长度取样管进行气体取样，为了防止取样气体冷凝，需要对取样管进行加热控制，然后进入吸附管等进行吸附采集。对吸附管来说，废气温度较高时，含湿量大于2%，目标化合物的安全采样体积不能满足样品气300mL，均将影响吸附采样管的吸附效率分析，为了提高吸附能力，还需要针对吸附管进行冷却控制。为保障便携式废气VOCs采样器采样的准确可靠，必须将前端采样管模块、采样模块和冷却模块做为一个整体进行综合评价和校准测试，仪器设计的主要参数包括采样管控制温度、制冷温度、负载能力（与大气采样器等不一样）、小流量段流量示值误差和稳定性测试。

本技术规范需要对整个装置的性能进行评价和测试，如果根据采样器的组成结构和功能构成，所涉及的关键技术和其可行性分析主要有以下几个方面。

一、采样管在保障废气VOCs精确采样中的参数的确定和测试方法。采样管的应用是要求具备一定的长度，能够放入污染源的排气管道采样气体。采样管是采样废气的前端第一个装置，一般有两个功能要求，一是其前端有过滤装置，用于过滤废气中颗粒物，而对于颗粒物的过滤没有明确的指标要求，因此这里可以作为一个功能检查项。其次是加热防止湿气冷凝的作用，HJ 732-2014《固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法》（5.3.2）中明确要求：如果废气温度高于环境温度，则开启加热采样管电源，将采样管加热到120℃（±5℃）。通过对市场上的废气VOCs采样器进行调研，均配置有采样管加热功能，因此采样管加热功能将作为采样器的一个参数，进行计量校准要求。其校准的操作过程也可以参考烟尘/气采样器相关的要求，操作可行。

二、第二个重要的部分是采样器的主机部分。这部分的主要功能是保障在一定的流量和负载压力下，对废气VOCs进行采样，采样体积关系到废气中VOCs含量和浓度的换算，因此属于主要参数。对于吸附管采样来说，采样的流量一般处于（20~50）mL/min，每个样品至少采样废气300mL（HJ 374-2014），从而引出了两个关键参数采样流量（相关稳定性、示值误差等参数）和采样时间（与采样体积的准确计算相关），对于100mL/min的流量要求，气体小流量段，在测试中一般采样的标准器为皂膜流量计，目前针对小流量皂膜流量计的校准目前采用的活塞式气体流量标准装置，在多数计量院和科研院所都配置有，因此无论是流量测试的标准器或者是标准器的溯源都能够实现，满足测试的要求；采样体积的计算是与流量和采样时间相关，因此采样时间的校准也是测试的要求，也就是计时功能，可以采用秒表做为标准器，秒表的校准也非常完备，因此这两个参数的校准操作具备有可行性。此外负载压力对流量的影响也是本规程重点关注的技术参数

之一，要求能够针对整个装置在正常采样过程中的负载压力范围进行测试和说明，给出合理的负载压力的范围，在此范围内，采样器能够保持流量的准确稳定。

其次主机部分还连接有VOCs吸附管，对吸附管来说，废气温度较高时，含湿量大于2%，目标化合物的安全采样体积不能满足样品气300mL，均将影响吸附采样管的吸附效率分析，因此需要将吸附采样管冷却到（0~5）℃采样。因此采用半导体制冷装置或这冰浴小型撞击式水分收集器，控制出口样气温度在（1.5~4.0）℃。因此需要对制冷温度进行测试。

最后就是主机的带负载能力，一般要求废气VOCs采样器能够具备一定的带负载能力，这样才能保证采样器的采样数据的准确可靠，因此需要测定采样器在不同的流量测定范围下所需要克服的负载大小以及测定采样器承载的负载能力是否符合要求，具体的操作可以参照其他采样器类的仪器，具有可行性。

三、仪器相关的其他技术参数的确定。除了上述主要参数外，采样器在工作的过程中还需要测试环境相关的温度、大气压参数以及流量计前的温度和压力参数、整个气路的密闭性等，都是保障主要参数和其他功能正常的参数。

基于上述技术需求分析，在具体的技术参数及其校准测试方法确定的过程中，需要大量的实验验证。因此在规范编制的过程中，要紧紧结合采样器在实际应用中的需求，通过针对市场上现有的不同单位不同型号的污染源VOCs采样器进行分析实验，制定相应的技术参数和测试方法。所制定的技术参数要能够反映出当前污染源VOCs采样器的技术水平和满足应用需求，测试方法要科学合理准确可靠。

6.2.1 试验采样器说明

在本规范制定的过程中，对参数的测试和整机技术参数的校准（附件：校准原始记录），目前所选用的仪器厂家和型号包括青岛明华污染源VOCs采样器 MH3050、青岛众瑞多路烟气采样器 ZR-3713（可用于废气VOCs采样）、青岛众瑞ZR-3715型一体式多功能烟气采样器和青岛崂应崂应3038C一体式VOCs采样仪等不同厂家、型号和批次的仪器进行试验，仪器如下图所示。



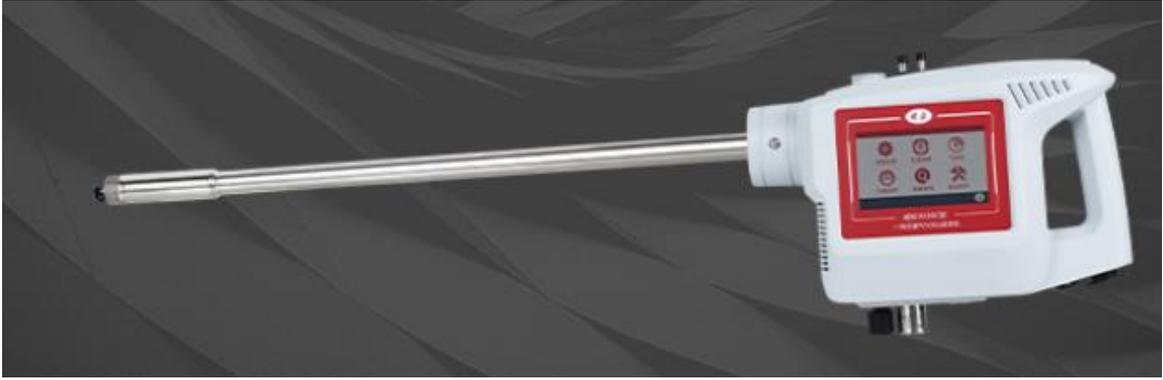


图3 试验采用器类型

为了保障企业的权益，测试数据相关的仪器型号和厂家采用隐去名称采用代号的形式进行处理。

6.2.1 采样器所承载的吸附管负载压力测试

污染源VOCs采样过程中，采用吸附管采样法或者其他固相吸附法，采集固定污染源废气中的挥发性有机物。为了确定采样过程中，采样器所需要承载的压力，这里采用如下图所示常用的几种吸附管进行负载压力的测试。



图4 常用吸附管

分别在（10~200）mL/min的流量范围内，针对一根吸附管和两根串联的吸附管进行负载压力测试，测试数据如下表所示。

表4 吸附管负载压力表

流量 mL/min	单根吸附管负载压力 kPa	两根串联负载压力 kPa
--------------	------------------	-----------------

160	-2.9~-3.4	-4.8~-5.3
100	-1.8~-2.0	-3.0~-3.2
50	-0.9~-1.1	-1.2~-1.6
20	-0.2~-0.4	-0.3~-0.5

分析上述数据，在测试流量范围内，两根吸附管串联测试给采样器带来的负载压力大部分处于5kPa以内。而在污染源采样常用的流量段（20~50）mL/min范围内，由于吸附管采样带来的负载压力更小，基本上在-2kPa以内。因此，在进行采样器的负载测试时，考虑到在采样器应用中的科学合理性，一般将设定压力规定在-5kPa以内，对采样器进行参数评估，满足测试需求。

6.2.2 采样器流量和负载测试

便携式废气VOCs的流量范围一般处于（0~200）mL/min，根据HJ/T397，吸附管采样气体至少为300mL，推荐的采样流量为（20~50）mL/min。仪器厂家在流量校准点一般会选择在（2~50）mL/min范围内。因此在量程内流量点测量准确可靠的基础上，要兼顾小流量段的流量校准的准确性，同时结合采样器工作过程中是需要克服负载（吸附管或者烟道负压）工作的，因此需要流量测试要求在一定的负载下进行校准。选择2台采样器，在其量程范围内，选取不同流量点，针对采样器流量参数以及流量计前压等进行测试，具体测试如下。

1、2#

在20 mL/min的流量点，进行测试，具体数据如表5所示。

表5 2#采样器20 mL/min的流量点负载测试

采样器流量显示值 mL/min	采样器显示负载压力 kPa	标准器流量值 mL/min	标准压力计测量压力值 kPa
20	0.00	17.4	0.02
20	0.47	15.6	0.55
20	1.02	15.3	1.08
20	1.92	16.0	1.95
20	4.49	16.0	4.52

在50 mL/min的流量点，进行测试，具体数据如表6所示。

表6 2#采样器50 mL/min的流量点负载测试

采样器流量显示值 mL/min	采样器显示负载压力 kPa	标准器流量值 mL/min	标准压力计测量压力 值 kPa
50	0.09	49.9	0.10
50	0.47	49.7	0.49
50	1.10	49.7	1.12
50	2.01	49.8	2.03
50	4.98	49.7	5.00
50	10.18	50.0	10.19
50	20.28	49.9	20.31

在100 mL/min的流量点，进行测试，具体数据如表7所示。

表7 2#采样器100 mL/min的流量点负载测试

采样器流量显示值 mL/min	采样器显示负载压力 kPa	标准器流量值 mL/min	标准压力计测量压力 值 kPa
100	0.31	99.2	0.32
100	0.48	99.2	0.50
100	0.97	99.2	0.99
100	2.10	99.0	2.11
100	4.89	98.9	4.90
100	9.76	98.7	9.77
100	20.35	98.5	20.36
100	0.30	98.9	0.31

在160 mL/min的流量点，进行测试，具体数据如表8所示。

表8 2#采样器160 mL/min的流量点负载测试

采样器流量显示值 mL/min	采样器显示负载压力 kPa	标准器流量值 mL/min	标准压力计测量压力 值 kPa
160	-0.71	157.8	-0.71
160	-1.01	157.7	-1.01

160	-2.04	157.6	-2.04
160	-5.01	157.3	-5.10
160	-10.74	156.9	-10.74
160	-20.00	156.5	-20.00
160	-0.69	157.3	-0.71

2、3#

在20 mL/min的流量点，进行测试，具体数据如表9所示。

表9 3#采样器20 mL/min的流量点负载测试

采样器流量显示值 mL/min	采样器显示负载压力 kPa	标准器流量值 mL/min	标准压力计测量压力值 kPa
20	0.13	19.0	0.12
20	0.51	18.2	0.50
20	1.04	18.1	1.03
20	1.44	18.1	1.43
20	2.12	17.9	2.11
20	2.59	18.0	2.58
20	5.31	18.4	5.30

在50 mL/min的流量点，进行测试，具体数据如表10所示。

表10 3#采样器50 mL/min的流量点负载测试

采样器流量显示值 mL/min	采样器显示负载压力 kPa	标准器流量值 mL/min	标准压力计测量压力值 kPa
50	0.16	49.5	0.15
50	3.04	49.6	3.03
50	5.09	49.8	5.08
50	9.87	49.5	9.86
50	19.82	49.6	19.80

在100 mL/min的流量点，进行测试，具体数据如表11所示。

表11 3#采样器100 mL/min的流量点负载测试

采样器流量显示值 mL/min	采样器显示负载压力 kPa	标准器流量值 mL/min	标准压力计测量压力 值 kPa
100	0.33	98.3	0.32
100	5.29	98.2	5.27
100	20.05	97.9	20.03

在160 mL/min的流量点，进行测试，具体数据如表12所示。

表12 3#采样器160 mL/min的流量点负载测试

采样器流量显示值 mL/min	采样器显示负载压力 kPa	标准器流量值 mL/min	标准压力计测量压力 值 kPa
160	0.67	158.6	0.68
160	5.00	157.9	5.01
160	19.92	157.5	19.94

通过针对采样器在加载流量下的测试，数据分析表明在50 mL/min以上，流量点的负载测试均能够满足克服20 kPa阻力的能力，且负载能力保持在±5%以内。而在小流量段，如20 mL/min流量点不能满足负载测试需求。

6.2.3 采样器加热温度和制冷温度说明

1、采样器加热温度说明

废气采样过程中，由于采样管内外存在温度差，将造成废气中湿气冷凝。为了防止湿气冷凝的作用，HJ 732-2014《固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法》(5.3.2)中明确要求：如果废气温度高于环境温度，则开启加热采样管电源，将采样管加热到120℃（±5℃）。

通过对市场上的废气VOCs采样器进行调研，一体式的采样装置以及用于废气中VOCs采样的仪器均配置有采样管加热功能，因此采样管加热功能将作为采样器的一个参数，进行计量校准要求。

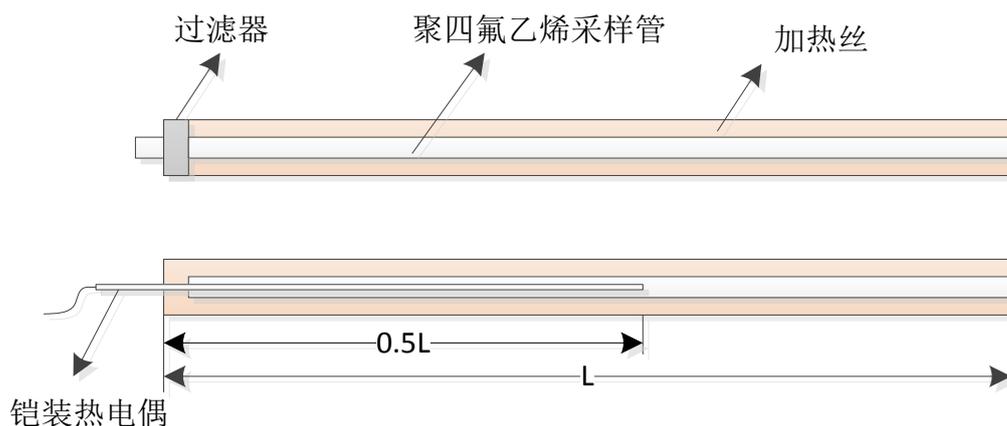


图5 采样管结构及测试方案示意图

前端加热采样管由颗粒物过滤器、聚四氟乙烯采样管、加热丝和外部硬装管路等组成，进行温度的测试过程中，需要去掉前端颗粒物过滤器，将铠装热电偶插入到聚四氟乙烯采样管大于等于其总长度1/2处，测量温度采样管结构及测试方案如图所示，这样能够保证测试到的加热温度符合要求，采样过程湿气不冷凝，符合测试要求。

2、采样器制冷温度说明

主机部分还连接有VOCs吸附管，对吸附管来说，废气温度较高时，含湿量大于2%，目标化合物的安全采样体积不能满足样品气300mL，均将影响吸附采样管的吸附效率分析，因此需要将吸附采样管冷却到（0~5）℃采样。因此采用半导体制冷装置或这冰浴小型撞击式水分收集器，控制出口样气温度在（1.5~4.0）℃。因此需要对制冷温度进行测试。

6.2.4 采样器流量稳定性校准时间说明

采样器针对使吸附管采集固定污染源废气VOCs采样器，整个采样过程中采样器的流量控制一般（20~50）mL/min（吸附管）。而采集的每个样品至少采气 300 ml，部分采样要求采气量达 2 L，如监测 C₆ 以上挥发性有机物则样品的采气量，按照典型的流量值为50mL/min，采样时间在6min~40min之间。

按照一次性测试需求，要求至少在采样过程中流量能够保证准确稳定，流量稳定性测试时间确定在1h之内。

6.4 校准项目和校准方法

综上，结合便携式废气VOCs采样器的市场调研以及试验数据，在满足当前便携式废气VOCs采样器技术水平的基础上，

计量性能的需求见表 13 所示。

表 13 计量性能需求表

校准项目	计量特性要求
大气压示值误差	± 500 Pa
流量计前温度示值误差	± 2 °C
取样管加热温度示值误差*	± 5 °C
制冷温度*	± 2 °C
流量计前压力示值误差	± 500 Pa
流量示值误差	$\pm 5\%$
流量重复性	$\leq 2\%$
流量稳定性	在 1 h 内的采样流量变化 $\leq 5\%$
计时误差	± 2 s
负载能力	负载 20 kPa, 采样流量变化不超过 $\pm 5\%$

各个项目的具体校准方法见正文文本，不再赘述。

七、不确定度评价

按照JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和JJF1059《测量不确定度评定与表示》相关要求，编写了校准结果的不确定度评定示例（见校准规范附录A）。

八、总结

在本规范的制定过程中，编制小组以技术资料及相关标准、试验数据为技术依据，本着科学合理、易于操作和普遍适用的原则，并结合不同行业领域专家的意见和建议，严格依据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》编写，制定了《环境空气氟化物采样器校准规范》。经过试验证明，本规范校准项目和校准方法适用于便携式废气 VOCs 采样器的校准，操作性强，建议的技术指标符合便携式废气 VOCs 采样器技术要求和用户需求

附件：校准项目原始记录

一、1#

1. 大气压示值误差和流量计前温度示值误差：

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
大气压 (kPa)	99.86	99.6	0.26
流量计前温度 (°C)	23.6	23.0	0.6

2. 取样管加热温度示值误差和制冷温度示值误差

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
取样管加热温度 (°C)	120	113.8	6.2
制冷温度 (°C)	5	6.9	-1.9

3. 流量示值误差：

流量示值 (mL/min)	测得值(mL/min)			平均值 (mL/min)	示值误差
	1	2	3		
50	50.	50.2	50.4	50.4	-0.8%
100	10	101.	101.	101.6	-1.6%
150	15	153.	152.	153.1	-2.0%

4. 流量重复性

流量示值 (mL/min)	测得值(mL/min)						平均值 (mL/min)	重复性
	1	2	3	4	5	6		
50	50.2	50.3	50.5	50.6	51.0	50.6	50.5	0.6%

5. 流量稳定性

测量时间	0min	10min	20min	30min	稳定性
实测值(mL/min)	50.6	51.0	50.6	50.8	0.8%

6. 流量计前压力示值误差，采样流量为 50 mL/min

采样器流量计前压 (kPa)		数字压力计的显示值 (kPa)		示值误差 (kPa)
初始值	显示值	初始值	显示值	
-0.12	-1.14	-0.10	-1.13	0.01

-0.12	-2.10	-0.10	-2.07	-0.01
-0.12	-5.02	-0.10	-5.00	-0.01

7.计时误差

采样时间设定值/s	采样时间实测值/s	示值误差/s
600	600.56	-0.56

8.负载能力，流量设定值： 50 mL/min

流量示值(mL/min)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	负载能力 (%)
	1	2	3		
施加阻力前	50.6	50.9	50.1	50.3	4.9%
施加-19.8kPa阻力	48.3	47.9	48.1	48.1	

二、2#

1. 大气压示值误差和流量计前温度示值误差：

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
大气压 (kPa)	100.96	100.90	0.06
流量计前温度 (°C)	22.8	22.4	0.4

2.取样管加热温度示值误差和制冷温度示值误差

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
取样管加热温度 (°C)	/	/	/
制冷温度 (°C)	/	/	/

3.流量示值误差：

流量示值(A路) (mL/min)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	示值误差
	1	2	3		
50	49.6	49.7	49.5	49.6	0.8%
100	97.9	98	98.3	98.1	2.0%
160	159.6	158.8	159.9	159.4	0.4%
流量示值(B路) (mL/min)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	示值误差
	1	2	3		

50	49.4	49.3	49.3	49.3	1.4%
100	96.8	96.7	96.6	96.7	3.4%
160	157.7	157.8	157.8	157.8	1.4%

4.流量重复性

流量示值(A路) (mL/min)	测得值(mL/min)						平均值 (mL/min)	重复性
	1	2	3	4	5	6		
100	97.9	98	98.1	98.3	98.1	98.4	98.1	0.2%
流量示值(B路) (mL/min)	测得值(mL/min)						平均值 (mL/min)	重复性
	1	2	3	4	5	6		
100	96.8	96.7	96.6	96.8	96.4	96.3	96.6	0.2%

5.流量稳定性

测量时间 (A路)	0min	10min	20min	30min	稳定性
实测值(mL/min)	97.9	97.6	98	97.8	0.4%
测量时间 (B路)	0min	10min	20min	30min	稳定性
实测值(mL/min)	96.8	96.9	97.2	96.4	0.8%

6.流量计前压力示值误差, 采样流量为 50 mL/min

采样器流量计前压 (kPa) (A路)		数字压力计的显示值 (kPa)		示值误差 (kPa)
初始值	显示值	初始值	显示值	
-0.13	-1.04	-0.12	-1.03	0
-0.13	-2.12	-0.12	-2.11	0
-0.13	-5.31	-0.12	-5.30	0
采样器流量计前压 (kPa) (B路)		数字压力计的显示值 (kPa)		示值误差 (kPa)
初始值	显示值	初始值	显示值	
-0.13	-1.08	-0.12	-1.07	-0.03
-0.13	-2.24	-0.12	-2.24	-0.03
-0.13	-5.09	-0.12	-5.08	-0.03

7.计时误差

采样时间设定值/s (A路)	采样时间实测值/s	示值误差/s
----------------	-----------	--------

600	600.25	-0.25
采样时间设定值/s (B路)	采样时间实测值/s	示值误差/s
600	600.48	-0.48

8.负载能力, 流量设定值: 100 mL/min

流量示值(mL/min) (A路)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	负载能力 (%)
	1	2	3		
施加阻力前	97.9	98.0	98.1	98.0	0.5%
施加-19.7kPa阻力	97.8	97.7	97.7	97.7	
流量示值(mL/min) (B路)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	负载能力 (%)
	1	2	3		
施加阻力前	96.8	96.7	96.6	96.7	0.2%
施加-20.5kPa阻力	96.8	96.5	96.5	96.6	

三、3#

1. 大气压示值误差和流量计前温度示值误差:

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
大气压 (kPa)	100.18	100.10	0.08
流量计前温度 (°C)	22.5	22.9	-0.4

2. 取样管加热温度示值误差和制冷温度示值误差

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
取样管加热温度 (°C)	120	113.5	6.5
制冷温度 (°C)	5	7.2	-2.2

3. 流量示值误差:

流量示值 (mL/min)(A路)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	示值误差
	1	2	3		
50	50.1	50	49.9	50.0	0.0%
100	99.2	99.3	99.3	99.3	0.7%
150	157.8	157.6	157.8	157.7	1.4%

流量示值 (mL/min)(B路)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	示值误差
	1	2	3		
49.8	49.8	49.9	49.8	0.3%	49.8
99.4	99.4	99.5	99.4	0.6%	99.4
158	158.2	158.1	158.1	1.2%	158

4.流量重复性

流量示值 (mL/min)(A路)	测得值(mL/min)						平均值 (mL/min)	重复性
	1	2	3	4	5	6		
100	99.2	99.3	99.2	99.3	99.3	99.2	99.3	0.1%
流量示值 (mL/min)(B路)	测得值(mL/min)						平均值 (mL/min)	重复性
	1	2	3	4	5	6		
100	99.4	99.4	99.5	99.5	99.4	99.3	99.4	0.1%

5.流量稳定性

测量时间(A路)	0min	10min	20min	30min	稳定性
实测值(mL/min)	99.2	99.3	99.2	99.2	0.1%
测量时间(B路)	0min	10min	20min	30min	稳定性
实测值(mL/min)	99.4	99.5	99.4	99.5	0.1%

6.流量计前压力示值误差，采样流量为 100 mL/min

采样器流量计前压 (kPa) (A路)		数字压力计的显示值 (kPa)		示值误差 (kPa)
初始值	显示值	初始值	显示值	
-0.31	-0.97	-0.32	-0.99	0.01
-0.31	-2.10	-0.32	-2.11	0.00
-0.31	-4.89	-0.32	-4.90	0.00
采样器流量计前压 (kPa) (B路)		数字压力计的显示值 (kPa)		示值误差 (kPa)
初始值	显示值	初始值	显示值	
-0.30	-1.02	-0.31	-1.03	

-0.30	-2.13	-0.31	-2.14	0.00
-0.30	-5.12	-0.31	-5.14	0.01

7. 计时误差

采样时间设定值/s (A路)	采样时间实测值/s	示值误差/s
600	600.57	-0.57
采样时间设定值/s (B路)	采样时间实测值/s	示值误差/s
600	600.25	-0.25

8. 负载能力, 流量设定值: 160 mL/min

流量示值(mL/min) (A路)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	负载能力 (%)
	1	2	3		
施加阻力前	157.7	157.8	157.7	157.7	0.9%
施加-19.8kPa 阻力	157.3	157.3	157.2	157.3	
流量示值(mL/min) (B路)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	负载能力 (%)
	1	2	3		
施加阻力前	158.2	158.1	158.1	158.1	0.5%
施加-19.7kPa 阻力	157.8	157.9	157.9	157.9	

四、4#

1. 大气压示值误差和流量计前温度示值误差:

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
大气压 (kPa)	101.32	101.30	0.02
流量计前温度 (°C)	21.9	20.7	1.2

2. 取样管加热温度示值误差和制冷温度示值误差

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
取样管加热温度 (°C)	120	120.8	-0.8
制冷温度 (°C)	2	3.2	-1.2

3. 流量示值误差:

流量示值 (mL/min)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	示值误差
	1	2	3		

40	40.390	40.724	40.163	40.43	-1.05%
100	97.86	98.470	99.186	98.51	1.52%
160	161.172	161.502	161.436	161.37	-0.85%

4. 流量重复性

流量示值 (mL/min)	测得值(mL/min)						平均值 (mL/min)	重复性
	1	2	3	4	5	6		
100	97.86	98.470	99.186	97.354	98.225	97.618	98.12	0.67%

5. 流量稳定性

测量时间	0min	10min	20min	30min	稳定性
实测值(mL/min)	97.706	97.398	99.235	97.688	1.88%

6. 流量计前压力示值误差，采样流量为 100 mL/min

采样仪流量计前压 (kPa)		数字压力计的显示值 (kPa)		示值误差 (Pa)
初始值	显示值	初始值	显示值	
-0.02	-1.06	0	-1.039	-1
-0.02	-2.25	0	-2.213	-17
-0.02	-5.38	0	-5.300	-60

7. 计时误差

采样时间设定值/s	采样时间实测值/s	示值误差/s
600	599.65	0.35

8. 负载能力，流量设定值：100 mL/min

流量示值(mL/min)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	负载能力 (%)
	1	2	3		
施加阻力前	97.354	97.234	97.542	97.377	1.69
施加 <u>19.6</u> kPa 阻力	95.565	96.552	94.958	95.692	

五、5#

1. 大气压示值误差和流量计前温度示值误差：

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
大气压 (kPa)	101.21	101.30	-0.09
流量计前温度 (°C)	20.9	20.7	0.2

2.取样管加热温度示值误差和制冷温度示值误差

测量参数	采样器显示值	标准测量值	示值误差
取样管加热温度 (°C)	120	121.7	-1.7
制冷温度 (°C)	2	3.5	-1.5

3.流量示值误差:

流量示值 (mL/min)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	示值误差
	1	2	3		
40	39.680	39.424	39.653	39.59	1.05%
100	100.681	101.125	102.221	101.34	-1.32%
160	162.354	162.412	162.113	162.29	-1.41%

4.流量重复性

流量示 值	测得值(mL/min)						平均值 (mL/min)	重复 性
	1	2	3	4	5	6		
100	100.681	101.125	102.221	102.251	103.112	102.154	101.924	0.86%

5.流量稳定性

测量时间	0min	10min	20min	30min	稳定性
实测值(mL/min)	101.552	102.146	103.259	102.634	1.1%

6.流量计前压力示值误差, 采样流量为 100 mL/min

采样仪流量计前压 (kPa)		数字压力计的显示值 (kPa)		示值误差 (Pa)
初始值	显示值	初始值	显示值	
-0.01	-1.15	0	-1.154	14
-0.01	-2.43	0	-2.521	101
-0.01	-5.13	0	-5.311	191

7.计时误差

采样时间设定值/s	采样时间实测值/s	示值误差/s
600	600.74	-0.74

8.负载能力, 流量设定值: 100 mL/min

流量示值(mL/min)	测得值(mL/min)			平均值(mL/min)	负载能力 (%)
	1	2	3		

施加阻力前	101.514	102.24	100.34	101.367	2.13
施加 <u>-20.5kPa</u> 阻力	99.564	98.985	99.156	99.235	