

附件 7

《环境空气颗粒物（PM₁₀ 和 PM_{2.5}）采样器技术要求 及检测方法（试行）》 （征求意见稿） 编制说明

《环境空气颗粒物（PM₁₀ 和 PM_{2.5}）采样器技术要求及检测
方法（试行）》编制组

二〇一二年十月

项目名称：环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）采样器技术要求及检测方法（试行）

项目统一编号：2012-67.3

承担单位：中国环境监测总站

编制组主要成员：陈斌、杨凯、王强、张杨、迟颖、钟琪、周刚

标准所技术管理负责人：谭玉菲、王宗爽

标准处项目负责人：赵国华

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
2 标准制修订的必要性分析	2
2.1 PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 的环境危害.....	2
2.2 配套标准.....	2
2.3 标准需要适应环境管理的需要.....	2
3 国内外相关分析方法研究	5
3.1 国外同类标准的对比和分析.....	5
3.2 国内标准的对比和分析.....	5
4 标准制修订的基本原则和技术路线	6
4.1 标准制修订的基本原则.....	6
4.2 标准制修订的技术路线.....	6
5 方法研究报告	6
5.1 标准适用范围.....	6
5.2 标准引用说明.....	6
5.3 标准术语说明.....	7
5.4 标准指标说明.....	7
6 方法验证	17
6.1 方法验证方案.....	17
6.2 方法验证过程.....	14
7 标准实施建议	18
8 参考文献	18

《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）采样器技术要求及检测方法（试行）》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

为配套新《环境空气质量标准》（GB3095-2012）^[1]，客观反映环境空气质量，环境保护部以环办函〔2012〕503号下达了制定《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）采样器技术要求及检测方法（试行）》（项目统一编号：2012-67.3）的任务，由中国环境监测总站承担制订工作。

1.2 工作过程

（1）成立标准编制小组，查询国内外相关资料

2011年11月，中国环境监测总站接受任务后，成立了由环境监测、环境管理、机械结构设计、电气设计等专业领域研究人员组成的编制组，收集并分析了美国、欧盟、日本等多个国家、地区的相关资料，对提出的技术路线、工作内容等多次研讨，形成标准文本草稿及编制说明。

2012年2月-3月，编制组就《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）采样器技术要求及检测方法（试行）》的草案，组织参与标准编写的各单位对草案的框架和内容进行了多次讨论。编制单位根据讨论征集的意见对草案和编制说明进行了修改。

（2）编写标准草案和开题报告

2012年4月，对所查询的相关文献资料，及各仪器厂家的情况进行整理分析，编写《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）采样器技术要求及检测方法（试行）》初稿和开题报告。

（3）开题论证，确定标准制订的技术路线

2012年4月14日，由环境保护部科技标准司在北京组织召开了本标准的开题论证会，与会专家通过质询、讨论，认为本标准定位准确，适用范围合理，主要内容及编制标准的技术路线可行，同时提出具体修改意见。论证意见主要有：进一步明确标准的适用范围和已有标准的衔接情况；注意标准术语的解释和使用；部分仪器技术指标应考虑与连续自动监测系统指标的协调统一；加强重要参数的论证和标准实施的经济技术分析。

（4）开展实验研究工作，组织方法验证

标准编制组根据开题论证会确定的技术方案和论证意见，开展课题实验研究工作。对方法各项技术参数和条件进行优化实验，确定具体的技术内容等特性指标，在此基础上编写方法标准草案和编制说明。。分别在湖北、青岛（3家）、广东、河北组织有资质的实验室对方法进行方法验证，编写方法验证报告。

(5) 编写标准征求意见稿和编制说明（含方法验证报告）

标准编制组于 2012 年 9 月编制完成并提交标准征求意见稿、编制说明及方法验证报告，待公开征求意见。

2 标准制修订的必要性分析

2.1 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的环境危害

灰霾是近年来显著影响城市和区域的一种空气污染现象。由于我国经济迅速发展、城市化进程加快、相应能源消耗和生产所引起的污染物排放基数增大，在不利的天气条件下，我国城市和区域灰霾现象频繁发生，影响范围越来越大，成为目前我国城市和区域性大气污染的热点问题。发生灰霾天气时，PM₁₀及PM_{2.5}浓度较非灰霾天气时增加明显，表明颗粒物浓度增加是灰霾产生的重要原因之一。环境健康和流行病学研究表明，空气中的细颗粒物对人体健康危害很大，细颗粒物同时也是“灰霾”的最重要贡献者。

近年以来，包括京沪在内的我国多地持续出现灰霾天气，严重影响了居民的日常生活，其根本原因是造成灰霾等恶劣天气的元凶为PM₁₀和PM_{2.5}颗粒物。各种研究结果表明：PM₁₀和PM_{2.5}才是对人体健康危害较大的污染物，它可以通过呼吸进入肺泡和血液中，直接影响包括肺损伤和发炎、气道反应增多和哮喘加重、对呼吸感染易感性的增加，还包括造成的肺损伤导致心血管效应、心律不齐、心脏异常等，以及造成的肺炎、血凝度增加等导致的血液动力学效应。

2.2 配套标准

2003年编写、生效的《PM₁₀采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93—2003）^[3]，对环境空气可吸入颗粒物PM₁₀的各项技术指标做了详细的规范，但没有PM_{2.5}的要求，PM_{2.5}也没有被纳入国家空气质量评价体系。

2.3 标准需要适应环境管理的需要

自从 1996 年版《环境空气质量标准》颁布以来，我国已逐步建立了与之配套的监测方法标准、技术规范体系，包括 TSP 的测定方法（GB/T 15432-1995）、气态污染物的手工监测方法（HJ 482-2009 等）、气态污染物以及 PM₁₀ 的自动监测技术规范（HJ/T 193-2005）^[2] 等一系列标准和规范。目前，新的《环境空气质量标准》已颁布，但与之配套的监测方法标准、规范却无法满要求，主要表现在：缺乏仪器适用性检测技术要求。

从全程序 QA/QC 而言，监测仪器的性能好坏从源头直接决定了监测数据的最终质量，无论美国还是欧洲均对进入监测网络的仪器性能有明确的技术要求；此外，不同原理的监测仪器其数据必须统一到标准分析方法，确保全国监测数据的可比，这都有赖于建立监测

仪器的适用性检测技术要求。但目前我们尚未建立环境空气质量监测仪器的技术要求。

因此，为贯彻新颁布的《环境空气质量标准》(GB3095-2012)，客观反映环境空气质量指数(AQI)，规范颗粒物(PM₁₀)和细颗粒物(PM_{2.5})等新增污染物的监测行为，进一步加强环境空气质量监测的管理，编制组总结了现有环境空气监测的相关标准，并结合当前空气质量监测技术的新发展，提出了环境空气质量监测标准体系框架。

建立的环境空气质量监测标准体系(见图1)主要包括以下五个方面的内容：

- 环境空气质量监测规范
- 环境空气质量监测方法标准
- 环境空气质量监测仪器适用性检测技术要求
- 环境空气自动监测技术规范
- 环境空气手工监测技术规范

该体系以“环境空气质量监测规范”为核心，明确全国环境质量监测点位布设调整原则以及全国环境质量监测的总体设计；“环境空气质量监测仪器适用性检测技术要求”规范进入国家环境监测网络的仪器性能。

开展PM₁₀和PM_{2.5}质量浓度的监测在采用环境空气连续自动监测系统的同时，同样需要手工监测和比对监测工作的开展。而一直以来，环境空气质量自动监测系统参照的标准和规范有：《PM₁₀采样器技术要求及检测方法》(HJ/T93—2003)、《污染源自动监控管理办法》(总局令第28号)、《污染源自动监控设施运行管理》(环发[2008]6号)、《国家重点监控企业污染源自动监测数据有效性审核办法》、《国家重点监控企业污染源自动监测设备监督考核规程》(环发(2009)88号)、《国控重点污染源自动监控能力建设项目污染源监控现场端建设规范》(环发(2008)25号)等。

目前国内已经有公司生产了PM_{2.5}采样器。各种研究表明国产PM_{2.5}采样器完全具备准确监测PM_{2.5}的能力。上述标准和规范中虽有PM₁₀手工采样器的技术要求与检测方法，但由于侧重不同，对于技术要求和检测方法的内容不全面、不系统，特别是没有针对PM_{2.5}采样器的技术要求和检测方法，致使生产厂商和环保部门在使用PM_{2.5}采样器时，无标准依据。

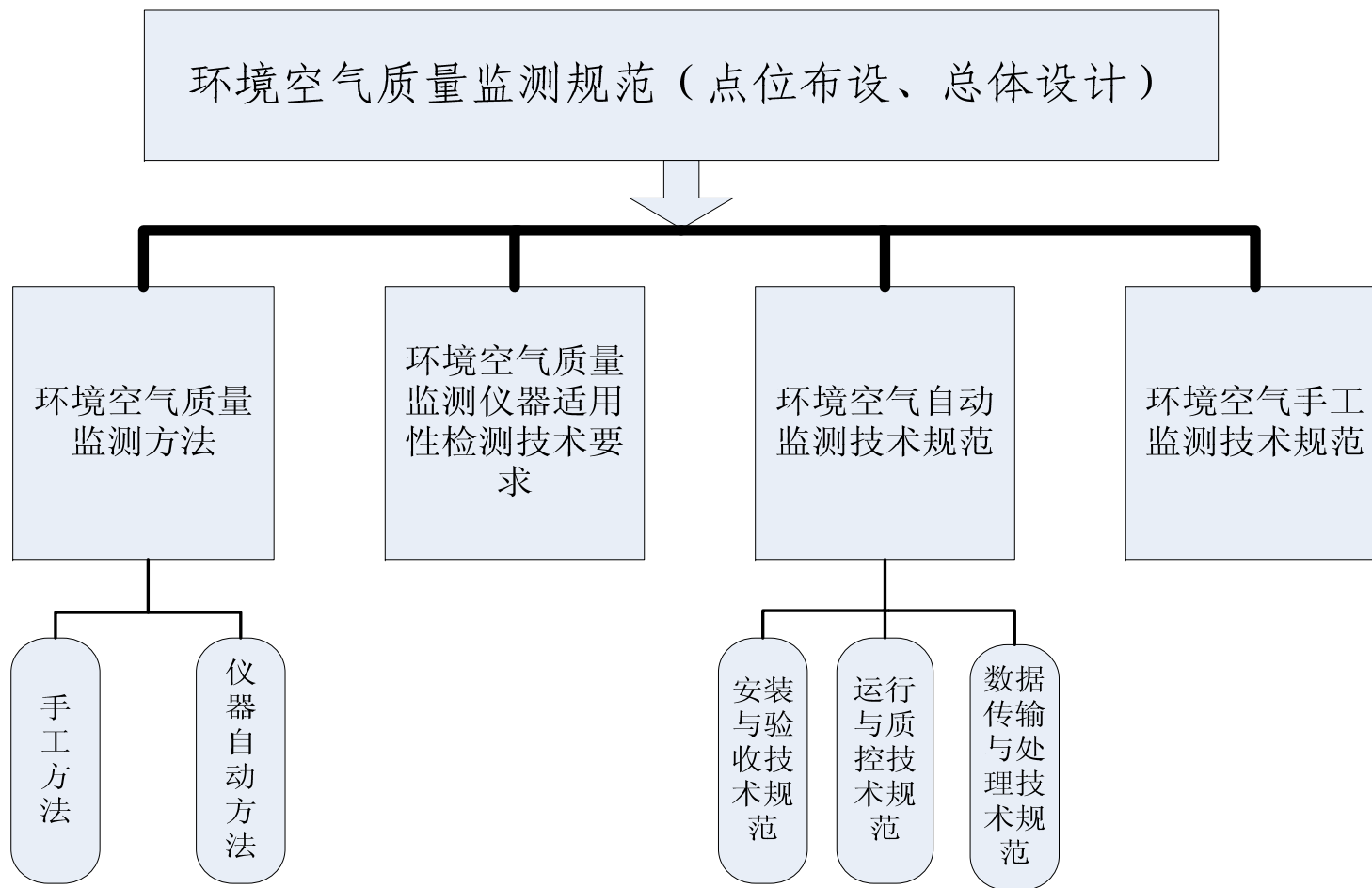


图 1 环境空气质量监测标准体系框架

3 国内外相关分析方法研究

3.1 国外同类标准的对比和分析

在国外的同类标准中，美国的标准《大气细粒子PM_{2.5}测定参比方法》^[5]《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》、《环境空气质量监测参比方法和等效方法》^[6]《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》出台的时间最早，日本《环境空气PM_{2.5}测定》^[7]（大气中のPM_{2.5}測定用サンブラ）（JIS Z8851-2008）和欧盟《环境空气质量PM_{2.5}测定方法》^[8]《Ambient air quality — Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM_{2.5} mass fraction of suspended particulate matter》的标准与美国的标准差异较大，相比美国标准，性能指标较少，注重现场比对。

3.2 国内标准的对比和分析

目前国内还没有与PM_{2.5}有关的标准。可参考的国内同类标准有《PM₁₀采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93—2003），但该标准只规定了PM₁₀采样器的技术要求。

本标准中沿用了《PM₁₀采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93—2003）中名词术语“切割器”、“采样器的工作点流量”、“标准状态”、“切割粒径 D_{a50} ”。

本标准中增加了如下名词术语：

“空气动力学直径”、“仪器平行性”、“气溶胶传输效率”。

本标准中对捕集效率的几何标准差（ σ_g ）的定义进行了修改，使表述更完善、更准确。

本标准的性能指标和检测方法部分，针对PM_{2.5}增加了如下内容：

- 1) 采样流路气溶胶传输效率、加载测试的性能指标和检测方法。
- 2) 采样器气密性的要求和检测方法。
- 3) 对采样器中使用的大气压、环境温度传感器的模拟现场检测的技术要求和检测方法。
- 4) 正常采样和断电状态、不同大气压、不同温度和电压组合情况对流量控制的要求和检测方法。
- 5) 采样器浓度测量平行性。
- 6) 与标准采样器的现场比对测试。
- 7) 采样器的流量计前温度和压力的要求和检测方法。

本标准的性能指标和检测方法部分，针对PM₁₀增加了如下内容：

- 1) 采样器气密性的要求和检测方法。
- 2) 对采样器中使用的大气压、环境温度传感器的模拟现场检测的技术要求和检测方法。
- 3) 24 小时平均流量在初始流量的 $\pm 5\%$ 内，所有测得的流量在初始流量的 $\pm 10\%$ 内。
- 4) 采样器浓度测量平行性。
- 5) 与标准采样器的现场比对测试。
- 6) 采样器的流量计前温度和压力的要求和检测方法。

4 标准制修订的基本原则和技术路线

4.1 标准制修订的基本原则

本着科学性、先进性和可操作性为原则，以《PM₁₀ 采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93—2003）为参考，同时参考美国、日本、欧盟的标准以及参考国家环保部环境监测仪器质量监督检验中心多年的检测情况，修订本标准。

4.2 标准制修订的技术路线

本次标准的内容主要包括范围、规范性引用文件、术语和定义、采样器组成和描述、采样器技术要求、采样器性能指标、检测用仪器设备、检测方法和规范性附录等部分。

PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器的技术要求对采样器的外观、采样器入口、采样器功能、采样器抽气泵、采样器排气口、采样器安装支架、滤膜、滤膜夹、采样器适用环境条件、采样器材料等、滤膜温度控制、绝缘电阻做出了要求。性能指标包括：系统气密性、流量测量与控制、切割器切割特性、计时误差、工况累计体积、大气压测量、流量计前压力测量、环境温度测量、流量计前温度测量以及浓度测量的平行性、与标准方法比对的回归关系、相关系数、气溶胶传输效率、加载测试和仪器噪声、平均无故障时间测试。

检测方法中针对性能指标给出了相应的检测方法，需使用相关检测设备和环境，按本标准中的检测方法操作，最终得到检测结果。

在标准的附录部分“标准切割器图纸”为规范性附录。

5 方法研究报告

5.1 标准适用范围

本标准规定了环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）采样器的技术要求、性能指标和检测方法。适用于环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）采样器的设计、生产和检测。

5.2 标准引用说明

标准中主要引用了如下标准：

- 1) GB 3768 噪声源声功率级的测定 简易法
- 2) GB 5080.4 设备可靠性试验可靠性测定试验的点估计和区间估计方法（指数分布）
- 3) GB 3095 环境空气质量标准
- 4) HJ 618 环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的测定 重量法
- 5) HJ/T194 环境空气手工监测技术规范
- 6) HJ/T374 总悬浮颗粒物采样器技术要求及检测方法

其中1)、2)、为分析仪器类的基本要求的标准。3)、4)、5)、6)为标准中的技术要求与检测方法中需要引用的标准。

5.3 标准术语说明

5.3.1 捕集效率的几何标准差 (σ_g) geometric standard deviation of sampling efficiency

采样器对颗粒物的捕集效率有以下两种表述方法：

(1) 采样器的捕集效率为 16%时对应的粒子空气动力学直径 Da_{16} 与采样器的捕集效率为 50%时对应的粒子空气动力学直径 Da_{50} 的比值；

(2) 采样器切割粒径 Da_{50} 与采样器捕集效率为 84%时对应的粒子空气动力学直径 Da_{84} 的比值。

上述两个比值都应满足 $\sigma_g = 1.2 \pm 0.1$ 的要求。计算公式见(1)、(2)式：

$$\sigma_g = \frac{D_{a16}}{D_{a50}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\sigma_g = \frac{D_{a50}}{D_{a84}} \dots\dots\dots(2)$$

式中： σ_g ——捕集效率的几何标准差；

D_{a16} ——切割器对颗粒物的捕集效率为16%时对应的粒子空气动力学直径， μm ；

D_{a50} ——切割器对颗粒物的捕集效率为50%时对应的粒子空气动力学直径， μm ；

D_{a84} ——切割器的捕集效率为84%时对应的粒子空气动力学直径， μm ；

由于(1)与(2)式的值可能不完全相等，故没有用联等的方式表述，有别于HJ/T93的表述。

5.4 标准指标说明

此次标准制定，主要引用美国标准，参考日本和欧盟的标准。主要性能指标的检测方

法，依据了 EPA 的标准检测方法。这些检测方法区别于常用的静态检测方法，在气密性测试通过后将采样器置于变化和组合的条件下对各条指标进行检测。这些检测方法最大限度地模拟检测了仪器在工作现场的动态性能，非常值得借鉴。

5.4.1 外观要求

(1) 在采样器的明显位置应有 CMC（制造计量器具许可证）标志和产品铭牌，铭牌上应有采样器名称、型号、生产厂名称、出厂编号及生产日期。

(2) 采样器应完好无损，表面处理美观均匀，无明显损伤，适合户外采样。各零、部件连接可靠，各操作键、钮灵活有效。

外观要求引用了《PM₁₀采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93—2003）的要求。

5.4.2 采样器适用工作环境

采样器在以下环境条件下应能正常工作。

环境温度：-30℃～50℃

相对湿度：（0～100）%

大气压：（80～106）kPa

工作电源：AC（220±22）V /（50±1）Hz

采样器适用工作环境引用美国 EPA 40 CFR Part 50 附录 L 7.4.7 要求，温度范围低温比 HJ/T93-2003 要低（HJ/T93-2003 的低温为-20℃），高温设置与 HJ/T93-2003 基本相同，主要考虑环境温度为 50℃的情况基本合理，但环境温度为-30℃的情况在北方时有出现，符合中国的使用环境要求。工作电源根据中国交流电的属性进行修改。

日本标准 JIS Z8851 要求为：

环境温度：5℃～35℃

相对湿度：（0～85）%

大气压：（80～106）kPa

5.4.3 安全要求

1) 绝缘电阻

在环境温度为 10℃～35℃，相对湿度≤85%条件下，采样器绝缘电阻应不小于 20MΩ。

绝缘电阻引用 HJ/T93-2003 要求。

2) 绝缘强度

在环境温度为（15～35）℃，相对湿度≤85%条件下，待测采样器在 1500V（有效值）、50Hz 正弦波实验电压下持续 1min，不应出现击穿或飞弧现象。

绝缘电阻与绝缘强度是一般要求。内容参考《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求》（GB 4793.1-2007）第6章，其中绝缘强度更名为介电强度。

5.4.4 功能要求

（1）切割器入口

为使切割器的采样各向性相同，切割器入口在水平面内应为圆形或矩形，非圆形或者矩形采样器入口在水平面内应至少有四个均匀进气方向。

直接引用了《PM₁₀采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93—2003）的要求。

采样器应能自动测量瞬时流量、大气压、环境温度、流量计前温度、流量计前压力，显示更新时间不超过5秒。采样器能自动计算工况采样体积（每分钟累计一次）和标况采样体积。采样器应具备流量记录功能，在设定的采样过程中，每5分钟存储一次流量值，该存储记录可供查询和打印。

上述要求根据国产PM_{2.5}采样器的实际性能提出。其中的“采样器应具备流量记录功能，在设定的采样过程中，每5分钟存储一次流量值，该存储记录可供查询和打印。”为美国EPA标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》的要求，直接引用，因为检测方法中要用到这些数据，但目前国产仪器均没有此项功能。（美国EPA标准《大气细粒子PM_{2.5}测定参比方法》《cfr 40 Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的要求）

（2）当采样器测量的流量与规定的工作点流量的偏差超过 $\pm 10\%$ ，且持续时间超过了60秒，则采样器应该停止抽气泵工作，停止抽取空气样品，同时停止采样时间累计。采样器应对此种情况给出报警记录和采样累计时间记录，用于判断该采集样品的有效性。

本条为EPA标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》的要求，直接引用，因为检测方法中要用到这些数据，但目前国产仪器均没有此项功能。武汉天虹的仪器具备的功能是：一分钟内，实际流量没有稳定在设定流量的 $\pm 1\%$ ，则采样器应该停止抽气泵工作，停止累积体积，比EPA Part 53的要求严格。

（3）若采样器在工作过程中出现了临时停电，则采样器应停止采样时间累计并记录停电时间，来电后采样器应能恢复采样功能并继续累计采样时间和记录来电时间，采样结束后能显示和打印采样过程中的停电时间及本次采样的总采样时间。

本条为EPA标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》的要求，直接引用，因为检测方法中要用到这些数据，但目前国产仪器的中流量采样器均没有此项功能，天虹公司的大流量采样器符合此条款要求。

(4) 采样器应具有采样时间控制及计时功能，并可预置标准北京时间、采样时间、间隔时间。(美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的要求和 HJ/T93-2003 要求)

(5) 采样器应带 RS232 或 USB 等通讯接口。(美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的要求)

(6) 滤膜温度控制

滤膜安放在采样器机箱内的采样器，在采样过程中，滤膜处的温度与环境温度的偏差应控制在5℃以内。大、中流量采样器的滤膜安放在切割器内，无需进行滤膜温度控制。

滤膜温度控制引用 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》要求的 53.57 的要求。

EN14907:2005要求与EPA要求相同。

(7) 采样器抽气泵

大、中流量 PM_{2.5} 采样器应使用无碳刷抽气泵。

由于有碳刷抽气泵的寿命低于 600 小时，且碳粉排放对 PM₁₀ 测量结果影响大，用户使用大、中流量采样器时，往往在排气口处放一桶水以减小排气中碳粉的影响。随着国内无碳刷抽气泵的质量提高，各厂家都开发了无碳刷采样器。目前天虹自主开发的无碳刷采样器的寿命可以达到 10000 小时，没有碳刷打火引起的电磁干扰，没有碳粉排放对粉尘浓度的影响，所以本次标准对 PM_{2.5} 采样器的抽气泵要求使用无碳刷抽气泵，为重大技术进步。

(8) 采样器排气口

为使采样器排气对 PM_{2.5} 测量的影响降到最低，向下排气的大、中流量采样器的排气口应对采样场的影响降到最小。

1.向下排气的大、中流量采样器的排气口直接对准地面，极易将地面上的灰尘吹起，形成二次扬尘，影响 PM_{2.5} 测量结果。本次标准要求排气口对采样场的影响最小。

2.小流量采样器的排气量很小，且抽气泵被置于采样器机箱内，对采样没有影响，故本

标准条款没有提到小流量采样器。

(9) 采样器的安装支架

采样器的安装支架应能够牢固支撑采样器，有安装孔和固定装置，能将采样器固定于地面或者采样平台，防止被风刮倒。

引用美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的要求。

(10) 滤膜

根据样品采集目的可选用玻璃纤维滤膜、石英滤膜等无机滤膜或聚氯乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯、混合纤维素等有机滤膜。滤膜应厚薄均匀，无针孔、毛刺和污染。PM₁₀ 滤膜对 0.3μm 标准粒子的截留效率不低于 99%，PM_{2.5} 滤膜对 0.3μm 标准粒子的截留效率不低于 99.7%。

引用《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T194-2005) 和《环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的测定-重量法》(HJ 618-2011) 要求，增加了聚四氟乙烯滤膜的选择，但是国内的大、中流量采样器的负载能力不够，无法负载聚四氟乙烯滤膜采集中国的空气 PM_{2.5} 颗粒物，原因是一、聚四氟乙烯滤膜阻力约为 4 张玻璃纤维滤膜的阻力，采样器不能恒流采样；二、国内空气质量不好，使得采样时负载增加过快，采样器不能恒流采样。小流量采样器使用聚四氟乙烯滤膜在较干净的天气条件下，勉强可以采集 24 小时样品。

滤膜对 0.3μm 标准粒子的截留效率不低于 99.7% 是美国 EPA 40 CFR Part 50 附录 L 6.8 对聚四氟乙烯滤膜采集 PM_{2.5} 的要求，国内只有玻璃纤维滤膜、石英滤膜等无机滤膜或聚氯乙烯、聚丙烯、混合纤维素等有机滤膜采集 PM₁₀ 的要求：为滤膜对 0.3μm 标准粒子的截留效率不低于 99%。

EN14907:2005 规定为：滤膜对 0.3μm 标准粒子的截留效率不低于 99.5%。

JIS Z8851 规定为：滤膜对 0.3μm 标准粒子的截留效率不低于 99.7% (JIS K0901)。

(11) 滤膜夹

使用对测量结果无影响或者影响最小的惰性材料制造，应对滤膜不粘连，方便取放。

滤膜夹的要求根据国内多年来 PM₁₀ 采样经验总结而来。

EN14907:2005 规定使用惰性、无腐蚀材料。

(12) 采样器材料

采样器应使用耐腐蚀材料和工艺制造，所有含尘气流通道表面应无静电吸附作用。

采样器材料 HJ/T93-2003 要求，结合国内多年来 PM₁₀ 采样器维护经验总结而来。

5.4.5PM₁₀ 采样器性能指标

(1) 气密性

采样器泄漏量应小于 7kPa 负压下降。

引用日本标准 JIS Z8851 要求:负压 30kPa 时,30 秒后,压力变化小于 7kPa。

EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》气密性要求为: 泄漏量小于 80ml/min。操作不便, 难于实现。

(2) 流量

在采样器正常工作条件下, 使用标准流量计在采样入口处检测流量, 符合以下指标:

- 1) 标准流量计平均流量偏差 $\leq\pm 5\%$ 设定流量;
- 2) 标准流量计流量稳定性(相对标准偏差) $\leq 2\%$;
- 3) 仪器显示的平均流量准确度 $\leq 2\%$ 。

引用 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》对 PM_{2.5} 采样器的要求, 明确了正常采样的流量要求。

EN14907:2005 标准要求:

瞬时流量不超过额定值的 5%。

平均流量不超过额定值的 2%。

(3) 累计标况体积准确度

累计标况体积准确度 $\leq\pm 5\%$ 。

引用 HJ/T93-2003 的要求和检验方法。

(4) 时钟误差

在采样器正常工作状态下测试6h, 时钟误差 $\leq\pm 20s$ 。

断开采样器的供电总计5次(各次断电的持续时间分别为20s、40s、2min、7min和20min, 且在每次断电之间应保证不少于10min正常电力供应), 测试6h, 时钟误差 $\leq\pm 2min$ 。

时钟误差7.4.2.1、7.4.2.2引用美国EPA标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》53.54.b.6、53.54.b.5要求, 检测了间隔断电状态下采样器的时钟和采样时间累计误差。

(5) 大气压准确度

在(80~106) kPa范围内, 大气压测量准确度 $\leq 1kPa$ 。

大气压引用美国 EPA 40 CFR Part 50 附录 L 7.4.9 要求。

JIS Z8851 标准与 EPA 标准要求相同。

(6) 环境温度准确度

在 (-30~50) °C 范围内, 环境温度准确度 $\leq\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

环境温度引用美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》 7.4.8 要求。

JIS Z8851 标准与 EPA 标准要求相同。

(7) 噪声

a) 大流量采样器噪声 $\leq 67\text{ dB (A)}$;

b) 中流量采样器噪声 $\leq 62\text{ dB (A)}$;

c) 小流量采样器噪声 $\leq 65\text{ dB (A)}$ 。

引用HJ/T93-2003环境空气PM10技术要求及检验方法的指标和要求。

(8) 切割性能

50% 切割粒径: $D_{a50} = (10 \pm 0.5)\ \mu\text{m}$;

捕集效率的几何标准差: $\sigma_g = 1.5 \pm 0.1$ 。

PM₁₀ 切割器切割特性引用 HJ/T618-2011, HJ/T93-2003 要求以及美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》要求。

JIS Z8851规定: $Da_{50} = (2.5 \pm 0.2)\ \mu\text{m}$; $\sigma_g = Da_{20}/Da_{80}$, 且 $\sigma_g < 1.5$ 。

使用分流法和静态箱法测试。

(9) 参比方法比对测试

使用参比方法进行至少10组有效数据的比对测试, 测试结果进行线性回归分析, 符合以下要求:

斜率: 1 ± 0.1 ;

截距: 0 ± 5 ;

相关系数 ≥ 0.95 。

PM₁₀ 现场比对按美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》的表 C-4 要求进行。

JIS Z8851采用方法是在尘室发生标准粒子，对采样器和标准采样器进行比对测试，只要满足斜率:1±0.1, 截距: (0±2) mg,相关系数≥0.97。

(10) 平均无故障时间

采样器平均无故障时间 (MTBF) ≥800h。

引用HJ/T93-2003环境空气PM₁₀技术要求及检验方法的指标和要求。

5.4.6PM_{2.5} 采样器性能指标

(1) 气密性

采样器泄漏量应小于 7kPa 负压下降。

引用日本标准 JIS Z8851 要求:负压 30kPa 时,30 秒后,压力变化小于 7kPa。

美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》气密性要求为: 泄漏量小于 80ml/min。操作不便, 难于实现。

(2) 流量

在采样器正常工作条件下, 使用标准流量计在采样入口处检测流量, 符合以下指标:

- 1) 标准流量计平均流量偏差≤±5%设定流量;
- 2) 标准流量计流量稳定性 (相对标准偏差) ≤2%;
- 3) 仪器显示的平均流量准确度≤2%。

引用美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》53 对 PM_{2.5} 采样器的要求, 明确了正常采样的流量要求。

EN14907:2005 标准要求:

瞬时流量不超过额定值的 5%。

平均流量不超过额定值的 2%。

(3) 累计标况体积准确度

累计标况体积准确度≤±5%。

引用 HJ/T93-2003 的要求和检验方法。

(4) 时钟误差

1) 在采样器正常工作状态下测试6h, 时钟误差≤±20s。

2) 断开采样器的供电总计5次(各次断电的持续时间分别为20s、40s、2min、7min和20min, 且在每次断电之间应保证不少于10min正常电力供应), 测试6h, 时钟误差≤±2min。

时钟误差7.4.2.1、7.4.2.2引用美国EPA标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》：53.54.b.6、53.54.b.5要求，检测了间隔断电状态下采样器的时钟和采样时间累计误差。

(5) 大气压准确度

在(80~106) kPa范围内，大气压测量准确度 ≤ 1 kPa。

大气压引用美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》附录 L 7.4.9 要求。

JIS Z8851 标准与 EPA 标准要求相同。

(6) 环境温度准确度

在(-30~50) °C范围内，环境温度准确度 $\leq \pm 2$ °C。

环境温度引用美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》附录 L 7.4.8 要求。

JIS Z8851 标准与 EPA 标准要求相同。

(7) 噪声

a) 大流量采样器噪声 ≤ 67 dB (A)；

b) 中流量采样器噪声 ≤ 62 dB (A)；

c) 小流量采样器噪声 ≤ 65 dB (A)。

引用HJ/T93-2003环境空气PM₁₀技术要求及检验方法的指标和要求。

(8) 大气压变化、温度变化和供电电压变化的影响

采样器分别在不同的大气压、温度和供电电压等 6 种环境条件下进行测试，其流量性能指标应符合 6.2.2 要求。

-20°C 和 40°C 以及交流供电分别为 198VAC 和 242VAC，气压为 86kPa 和 106kPa 的组合条件下各测试 6 小时要求：

1) 平均流量应在(工作点流量 $\pm 5\%$)L/min；

2) 流量控制误差应 $\leq 2\%$ ；

3) 流量测量误差应 $\leq 2\%$ ；

引用美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》.53 对 PM_{2.5} 采样器的要求，对-20°C 和 40°C 以及

交流供电分别为 198VAC 和 242VAC，气压为 86kPa 和 106kPa 的组合条件等非正常条件对采样器的影响情况下，流量要求和正常条件应该一样，不能有变化。

EN14907:2005 标准要求：

瞬时流量不超过额定值的 5%。

平均流量不超过额定值的 2%。

(9) 切割性能

50%切割粒径： $D_{a50} = (2.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$ ；

捕集效率的几何标准差： $\sigma_g = 1.2 \pm 0.1$ 。

PM₁₀ 切割器切割特性引用 HJ/T618-2011，HJ/T93-2003 要求以及美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》要求。

JIS Z8851规定： $Da_{50} = (2.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$ ； $\sigma_g = Da_{20} / Da_{80}$ ，且 $\sigma_g < 1.5$ 。

使用分流法和静态箱法测试。

(10) 加载测试

在一个维护周期内，PM_{2.5} 切割器加载后，切割器的切割性能指标符合 6.2.9 条要求。

静态箱测试按美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》.65 要求进行。

实际样品加载测试：将三台被测PM_{2.5}采样器放置于PM_{2.5}浓度为（100~150） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的环境中进行规定天数（采样天数取决于采样器规定的清洗时间间隔和测试环境中气溶胶的浓度）的采样，每天有效采样时间不少于20小时，计算每天测量的PM_{2.5}浓度，若测量当天的PM_{2.5}浓度高于150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，则剩下采样天数减少一天；若测量当天的PM_{2.5}浓度低于100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，则剩下采样天数增加一天。PM_{2.5}采样器完成规定的采样天数后，在实验室进行分流法测试，PM_{2.5}切割器切割粒径应满足 $Da_{50} = (2.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$ ，捕集效率的几何标准差应满足 $\sigma_g = 1.2 \pm 0.1$ 的要求。

静态箱测试：PM_{2.5} 采样器加载测试按美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》.65 要求进行。

JIS Z8851 没有涉及加载测试的内容。

EN14907:2005 标准没有涉及加载测试的内容。

(11) 参比方法比对测试

使用参比方法进行至少10组有效数据的比对测试，测试结果进行线性回归分析，符合以下要求：

斜率： 1 ± 0.1 ；

截距： 0 ± 5 ；

相关系数 ≥ 0.93 。

PM_{2.5} 现场比对按美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》.65 的表 C-4 要求进行。

JIS Z8851 采用方法是在尘室发生标准粒子，对采样器和标准采样器进行比对测试，只要满足斜率： 1 ± 0.1 ，截距： (0 ± 2) mg,相关系数 ≥ 0.97 。

(12) 平均无故障时间

采样器平均无故障时间 (MTBF) ≥ 800 h。

引用 HJ/T93-2003 环境空气 PM₁₀ 技术要求及检验方法的指标和要求。

6 方法验证

6.1 方法验证方案

由于本标准主要用于指导环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器仪器设备研发、生产以及检验等工作，因此验证工作由中国环境监测总站组织，分别在湖北、青岛（3家）、广东、河北组织有资质的实验室通过仪器测试对方法进行方法验证。

参与验证的技术人员均为上述实验室具备环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器仪器设备检验资格证书的相关专家和检验技术人员，约 6 人。

本次编制标准验证的方案：首先，使用各类环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器仪器设备对照编制标准中针对仪器功能和使用等提出的具体要求进行试验和检查，提出编制标准方法的适用性；其次，使用各类环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器仪器设备按照编制标准的技术要求和检测方法中的每个性能指标逐一进行相关性能测试，汇总分析测试结果并同编制标准中的技术指标要求进行比较评判，验证编制标准中各性能指标的科学性和合理性。

6.2 方法验证过程

(1) 方法验证的主要过程

本次编制标准的方法验证工作主要由验证实验室独立完成，验证过程中各实验室使用现有的检测仪器和相关装备，按照标准编制文本中要求的仪器技术指标和检测方法至少进行了 3 台（套）以上的仪器的验证测试，得到了大量的仪器测试基础数据，在次基础上大家共同协商和汇总，形成了标准的“验证报告”。

(2) 标准编制验证数据的统计和汇总

本次编制标准对环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器仪器设备的共 22 个技术指标提出了技术要求和检测方法，其中需要现场测试进行的验证技术指标 22 个。本次标准验证实验各个验证单位完全具备验证检测能力并完成验证测试的技术指标有 19 个，受季节和检测验证能力限制未能开展验证测试的技术指标 3 个，主要包括：PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器“平均无故障时间”该指标由于受到验证时间限制没有进行；“切割器加载测试”指标目前国内尚很难具备检测能力，相关检测能力建设正在进行中。

环境空气 PM₁₀ 采样器仪器设备技术性能指标验证测试数据汇总结果：共验证编制标准技术指标 9 项，其中 5 项指标各个验证单位测试结果全部符合编制标准的技术要求指标；“仪器噪声”指标验证测试 6 家有 2 家单位测试结果超过了标准要求；“参比方法比对测试”、“大气压准确度”和“切割器切割性能” 3 项指标由于受到验证检测能力的局限仅个别几个单位完成了验证实验，结果均满足标准技术指标要求。

环境空气 PM_{2.5} 采样器仪器设备技术性能指标验证测试数据汇总结果：共验证编制标准技术指标 10 项，其中 4 项指标各个验证单位测试结果全部符合编制标准的技术要求指标；“仪器噪声”和“流量准确度”两个指标验证测试 6 家中各有 1 家单位测试结果超过了标准要求；“参比方法比对测试”、“环境、温度和供电电压的影响”、“大气压准确度”和“切割器切割性能” 4 项指标由于受到验证检测能力的局限仅个别几个单位完成了验证实验，结果均满足标准技术指标要求。

(3) 《方法验证数据汇总报告》见附件。

7 标准实施建议

为切实加强本标准的实施，规范我国 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器的技术要求，促进 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器的环境管理服务，从管理角度，生产厂商在安装 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器时应严格执行本标准，各级环保局在验收 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器时应严格执行本标准；从技术角度，环境保护部应加强本标准的宣贯，使各 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 采样器的生产和销售企业理解本标准并贯彻实施在其仪器的生产、研发及售后服务上。

8 参考文献

- [1] GB 3095-2012 环境空气质量标准
- [2] HJ/T193-2005 环境空气质量自动监测技术规范
- [3] HJ/T93-2003 PM₁₀ 采样器技术要求及检测方法

- [4] HJ618-2011 《环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的测定 重量法》
- [5] Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere, PART 50—NATIONAL PRIMARY AND SECONDARY AMBIENT AIR QUALITY STANDARDS, Title 40: Protection of Environment
- [6] PART 53—AMBIENT AIR MONITORING REFERENCE AND EQUIVALENT METHODS, Title 40: Protection of Environment
- [7] JIS Z8851: 2008
- [8] EN 14907:2005

方法验证报告

方法名称： 环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）采样器技术要求及检测方法（试行）

项目主编单位： 中国环境监测总站

验证单位： 湖北、青岛（3家）、广东、河北相关实验室

项目负责人及职称： 杨凯 研究员

通讯地址： 北京市安外大羊坊8号院（乙） 电话： 01084943051

报告编写人及职称： 王强 高级工程师

报告日期： 2012 年 8 月 15 日

1 实验室基本情况

附表 1-1 参加验证的人员情况登记表

姓名	性别	年龄	职务或职称	所学专业	从事相关分析工作年限
刘文艺	男	44	高工	环境监测	15
梁永	男	45	高工	环境监测	15
马建辉	男	38	高工	环境监测	10
苏清柱	男	37	高工	环境监测	11
黄祖旭	男	39	高工	环境监测	12
王丕正	男	47	高工	环境监测	18

2 验证数据结果

2.1 PM₁₀ 采样器验证数据汇总

附表 2-1 气密性

项目名称		气密性 ≤7kpa		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	1.9kpa	通过
		2	3.3kpa	通过
		3	0.7kpa	通过
	仪器 B	11109237	6.37kPa	通过
		11109224	5.12kPa	通过
		11109229	6.86kPa	通过
	仪器 C	1	0.148kPa	通过
		2	0.152kPa	通过
		3	0.112kPa	通过
	仪器 D	DR1001120004	2.3kpa	通过
		DR1001120005	2.5kpa	通过
		DR1001120006	3.0kpa	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	5Kpa	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	/	未做
		大流量采样器 (KC-1000)	/	未做
	仪器 F	1	2.0kpa	通过
		2	2.2kpa	通过
		3	3.2kpa	通过

附表 2-2 时钟误差-正常条件下时钟误差

项目名称		时钟误差 正常条件下 ≤ ±20s		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	14s	通过
		2	-12s	通过
		3	16s	通过

	仪器 B	11109237	1s	通过
		11109224	3s	通过
		11109229	3s	通过
	仪器 C	1	-0.92s	通过
		2	-1.4s	通过
		3	-1.73s	通过
	仪器 D	DR1001120004	-1s	通过
		DR1001120005	-1s	通过
		DR1001120006	1s	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	2s	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	2s	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	6s	通过
	仪器 F	1	5s	通过
		2	4s	通过
		3	5s	通过

附表 2-3 时钟误差-断电时钟误差

项目名称		时钟误差 断电条件 $\leq \pm 2\text{min}$		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	6s	通过
		2	20s	通过
		3	-15s	通过
	仪器 B	11109237	48s	通过
		11109224	24s	通过
		11109229	65s	通过
	仪器 C	1	-3s	通过
		2	-1.77s	通过
		3	-1.55s	通过
	仪器 D	DR1001120004	-1s	通过
		DR1001120005	-1s	通过
		DR1001120006	1s	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	46s	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	49s	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	47s	通过
	仪器 F	1	25s	通过
		2	20s	通过
3		29s	通过	

附表 2-4 环境温度准确性

项目名称		环境温度准确度 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	0.57 $^\circ\text{C}$	通过
		2	0.33 $^\circ\text{C}$	通过

		3	-0.37℃	通过
	仪器 B	11109237	1.13℃	通过
		11109224	-0.80℃	通过
		11109229	-1.40℃	通过
	仪器 C	1	-1.7℃	通过
		2	-1.6℃	通过
		3	-1.6℃	通过
	仪器 D	DR1001120004	-0.9℃	通过
		DR1001120005	0.9℃	通过
		DR1001120006	0.7℃	通过
	仪器 F	1	1.5℃	通过
		2	1.8℃	通过
		3	1.9℃	通过

附表 2-5 仪器噪声

项目名称		仪器噪声 中流量采样器噪声≤ 62 dB		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	72 dB	未通过
		2	70 dB	未通过
		3	73 dB	未通过
	仪器 B	11109237	58 dB	通过
		11109224	58 dB	通过
		11109229	59 dB	通过
	仪器 C	1	60.2 dB	通过
		2	58.9 dB	通过
		3	61.6 dB	通过
	仪器 D	DR1001120004	56 dB	通过
		DR1001120005	57 dB	通过
		DR1001120006	57 dB	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	65-66 dB	未通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	61-62 dB	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	63-64 dB	通过
	仪器 F	1	59.2 dB	通过
		2	59.4 dB	通过
3		60.6 dB	通过	

附表 2-6 流量性能测试-标准流量计平均流量偏差

项目名称		标准流量计平均流量偏差 ≤5%		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	1.02%	通过
		2	1.25%	通过
		3	1.27%	通过
	仪器 B	11109237	0.86%	通过
		11109224	1.88%	通过

		11109229	1.21%	通过
	仪器 C	1	-0.14%	通过
		2	-0.83%	通过
		3	-0.87%	通过
	仪器 D	DR1001120004	-1.02%	通过
		DR1001120005	0.94%	通过
		DR1001120006	-0.89%	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	1.459%	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	1.9191%	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	0.31%	通过

附表 2-7 流量性能测试-标准流量计流量稳定性

项目名称		标准流量计流量稳定性 $\leq 2\%$		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	1.46%	通过
		2	1.17%	通过
		3	1.01%	通过
	仪器 B	11109237	0.64%	通过
		11109224	1.55%	通过
		11109229	0.82%	通过
	仪器 C	1	0.37%	通过
		2	0.3%	通过
		3	0.36%	通过
	仪器 D	DR1001120004	0.51%	通过
		DR1001120005	0.49%	通过
		DR1001120006	0.50%	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	0.7%	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	0.646%	通过
大流量采样器 (KC-1000)		0.36%	通过	

附表 2-8 流量性能测试-仪器显示的平均流量准确度

项目名称		仪器显示的平均流量准确度 $\leq 2\%$		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	0.51%	通过
		2	0.56%	通过
		3	0.99%	通过
	仪器 B	11109237	0.56%	通过
		11109224	1.45%	通过
		11109229	0.70	通过
	仪器 C	1	1.43%	通过
		2	0.8%	通过
		3	0.95%	通过
	仪器 D	DR1001120004	1.02%	通过
		DR1001120005	0.93%	通过

		DR1001120006	-0.91%	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	1.544%	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	1.607%	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	1.51%	通过

附表 2-9 累计标况体积准确度

项目名称		仪器累积标况体积准确度 $\leq 2\%$		
测试内容	仪器厂家	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	1.79%	通过
		2	1.76%	通过
		3	4.77%	通过
	仪器 B	11109237	-3.0%	通过
		11109224	-2.15%	通过
		11109229	-2.39%	通过
	仪器 D	1	0.99%	通过
		2	0.8%	通过
		3	-1.1%	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	1.33%	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	1.75%	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	0.75%	通过
	仪器 F	1	1.22%	通过
		2	1.45%	通过
3		1.38%	通过	

附表 2-10 参比方法比对测试

项目名称	仪器 A		仪器 C	
	仪器编号	检测结果	仪器编号	检测结果
参比方法比对测试 斜率: 1 ± 0.1 ; 截距: 0 ± 5 ; 相关系数 ≥ 0.95 。	1	斜率: 1.50 截距: -6.88 相关系数: 0.947	1	k= 0.94 b= 3.7 相关系数 r=1.03
	2	斜率: 1.16 截距: 0.08 相关系数: 0.845	2	
	3	斜率: 0.966 截距: 2.533 相关系数: 0.5435	3	

附表 2-11 切割性能

项目名称	仪器 C	
	仪器编号	检测结果
切割性能 $D_{a50} = (10 \pm 0.5) \mu\text{m}$ $\sigma_g = 1.5 \pm 0.1$	1	$D_{a50} = 10.5 \mu\text{m}$ $\sigma_g = 1.5$
	2	
	3	

2.2 PM_{2.5} 采样器验证数据汇总

附表 2-12 气密性

项目名称		气密性 ≤7kpa		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果 (kpa)	测试结论
	仪器 A	1	1.9	通过
		2	3.3	通过
		3	0.7	通过
	仪器 B	11109237	5.98	通过
		11109224	6.65	通过
		11109229	6.22	通过
	仪器 C	1	1.07	通过
		2	0.77	通过
		3	1.09	通过
	仪器 D	DR1001120004	2.6	通过
		DR1001120005	2.0	通过
		DR1001120006	3.1	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	5	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	/	未做
		大流量采样器 (KC-1000)	/	未做
	仪器 F	1	4.6	通过
		2	2.8	通过
3		4.9	通过	

附表 2-13 时钟误差-正常条件下时钟误差

项目名称		时钟误差 正常条件下 ≤±20s		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	3s	通过
		2	-2s	通过
		3	-2s	通过
	仪器 B	11109237	2s	通过
		11109224	3s	通过
		11109229	1s	通过
	仪器 C	1	-2.33s	通过
		2	-1.88s	通过
		3	-2.23s	通过
	仪器 D	DR1001120004	-2s	通过
		DR1001120005	-1s	通过
		DR1001120006	-1s	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	2s	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	2s	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	6s	通过
	仪器 F	1	4s	通过

		2	5s	通过
		3	5s	通过

附表 2-14 时钟误差-断电时钟误差

项目名称		时钟误差 断电条件 $\leq \pm 2\text{min}$		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	-12s	通过
		2	-10s	通过
		3	-14s	通过
	仪器 B	11109237	68s	通过
		11109224	23s	通过
		11109229	65s	通过
	仪器 C	1	-3.36s	通过
		2	-3.13s	通过
		3	-3.53s	通过
	仪器 D	DR1001120004	-2s	通过
		DR1001120005	-1s	通过
		DR1001120006	-2s	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	46s	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	49s	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	47s	通过
	仪器 F	1	34s	通过
		2	29s	通过
		3	41s	通过

附表 2-15 环境温度准确度

项目名称		环境温度准确度 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	0.29 $^\circ\text{C}$	通过
		2	0.38 $^\circ\text{C}$	通过
		3	0.42 $^\circ\text{C}$	通过
	仪器 B	11109237	-0.80 $^\circ\text{C}$	通过
		11109224	-1.47 $^\circ\text{C}$	通过
		11109229	-1.10 $^\circ\text{C}$	通过
	仪器 C	1	-1.03 $^\circ\text{C}$	通过
		2	-0.97 $^\circ\text{C}$	通过
		3	-1.23 $^\circ\text{C}$	通过
	仪器 D	DR1001120004	0.8 $^\circ\text{C}$	通过
		DR1001120005	-0.9 $^\circ\text{C}$	通过
		DR1001120006	0.7 $^\circ\text{C}$	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	/	未做
		中流量采样器 (KC-K6120)	1.2 $^\circ\text{C}$	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	/	未做
	仪器 F	1	-1.22 $^\circ\text{C}$	通过

		2	1.36℃	通过
		3	1.21℃	通过

附表 2-16 仪器噪声

项目名称		仪器噪声 中流量采样器噪声≤ 62 dB		
测试内容	仪器厂家	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 C	1	60.5 dB	通过
		2	59.9 dB	通过
		3	60.3 dB	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	65-66 dB	未通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	61-62 dB	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	63-64 dB	通过

附表 2-17 流量性能测试-标准流量计平均流量偏差

项目名称		标准流量计平均流量偏差 ≤5%		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	0.31%	通过
		2	1.9%	通过
		3	0.72%	通过
	仪器 B	11109237	0.56%	通过
		11109224	-0.2%	通过
		11109229	0.86%	通过
	仪器 C	1	-1.45%	通过
		2	-0.94%	通过
		3	-0.85%	通过
	仪器 D	DR1001120004	-0.09%	通过
		DR1001120005	0.02%	通过
		DR1001120006	0.13%	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	1.26%	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	1.92%	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	0.31%	通过

附表 2-18 流量性能测试-标准流量计流量稳定性

项目名称		标准流量计流量稳定性 ≤2%		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	0.5%	通过
		2	1.5%	通过
		3	0.7%	通过
	仪器 B	11109237	1.37%	通过
		11109224	1.10%	通过
		11109229	0.71%	通过
	仪器 C	1	0.375%	通过
		2	0.32%	通过
		3	0.38%	通过

	仪器 D	DR1001120004	0.49%	通过
		DR1001120005	0.49%	通过
		DR1001120006	0.49%	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	0.7%	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	0.65%	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	0.36%	通过

附表 2-19 流量性能测试-仪器显示的平均流量准确度

项目名称		仪器显示的平均流量准确度 $\leq 2\%$		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 A	1	3.7%	未通过
		2	1.5%	通过
		3	0.36%	通过
	仪器 B	11109237	0.04%	通过
		11109224	0.5%	通过
		11109229	0.46%	通过
	仪器 C	1	1.5%	通过
		2	1.0%	通过
		3	0.94%	通过
	仪器 D	DR1001120004	0.90%	通过
		DR1001120005	1.07%	通过
		DR1001120006	1.30%	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	1.54%	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	1.61%	通过
大流量采样器 (KC-1000)		1.51%	通过	

附表 2-20 累计标况体积准确度

项目名称		累计标况体积准确度 $\leq \pm 5\%$		
测试内容	仪器	设备编号	测试结果	测试结论
	仪器 B	11109237	-2.66%	通过
		11109224	-2.72%	通过
		11109229	-2.39%	通过
	仪器 C	1	-1.53%	通过
		2	-1.35%	通过
		3	-2.41%	通过
	仪器 E	小流量采样器 (KC-16)	1.33%	通过
		中流量采样器 (KC-K6120)	1.75%	通过
		大流量采样器 (KC-1000)	0.75%	通过
	仪器 F	1	1.44%	通过
		2	0.85%	通过
3		3.25%	通过	

附表 2-21 大气压测量准确度

项目名称	仪器 C	
大气压准确度 $\leq 1\text{Kpa}$	仪器编号	检测结果
	1	0.48Kpa
	2	0.38Kpa
	3	0.39Kpa

附表 2-22 切割性能

项目名称	仪器 C	
切割性能 $D_{a50} = (2.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$ $\sigma_g = 1.2 \pm 0.1$	仪器编号	检测结果
	1	$D_{a50} = 2.4 \mu\text{m}$ $\sigma_g = 1.3$
	2	
	3	

附表 2-23 环境、温度和供电电压的影响

项目名称		指标要求	仪器 C	仪器 A	测试结论	
环境、温度和供电电压的影响	35℃、198V	标准流量计平均流量偏差	$\leq \pm 5\%$ 设定流量	-0.7%	0.3%	全部通过
		标准流量计流量稳定性	$\leq 2\%$	0.31%	0.69%	全部通过
		仪器显示的平均流量准确度	$\leq 2\%$	0.8%	3.49%	共两台仪器参与指标验证，武汉天虹的一台仪器未通过，指标通过率 50%
	35℃、242V	标准流量计平均流量偏差	$\leq \pm 5\%$ 设定流量	-0.1%	1.93%	全部通过
		标准流量计流量稳定性	$\leq 2\%$	0.34%	0.67%	全部通过
		仪器显示的平均流量准确度	$\leq 2\%$	0.0%	0.56%	全部通过
	15℃、198V	标准流量计平均流量偏差	$\leq \pm 5\%$ 设定流量	-0.4%	1.08%	全部通过
		标准流量计流量稳定性	$\leq 2\%$	0.35%	0.09%	全部通过
		仪器显示的平均流量准确度	$\leq 2\%$	0.4%	0.45%	全部通过
	15℃、242V	标准流量计平均流量偏差	$\leq \pm 5\%$ 设定流量	-0.3%	1.88%	全部通过
		标准流量计流量稳定性	$\leq 2\%$	0.55%	0.66%	全部通过
		仪器显示的平均流量准确度	$\leq 2\%$	0.3%	1.55%	全部通过

附表 2-24 参比方法比对测试

项目名称	仪器 C	
	仪器编号	检测结果
参比方法比对测试 斜率: 1 ± 0.1 ; 截距: 0 ± 5 ; 相关系数 ≥ 0.95 。	1、2、3	$k = 0.95$ $b = 2.2$ 相关系数 $r = 0.95$