

附件 3

《环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续监测系统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}）连续监测系统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}）连续监测系统技术要求及检测方法（试行）

项目统一编号：2012-67.2

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

_Toc333503956

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 环境空气质量标准的新进展及 PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 的危害	2
2.2 标准需要适应环境管理的需要	2
2.3 标准制定的必要性.....	6
3 国内外相关分析方法研究	6
3.1 国外同类标准的对比研究.....	6
3.2 国内标准的对比研究.....	7
4 标准制定的基本原则和技术路线	7
4.1 标准制定的基本原则.....	8
4.2 标准制定的技术路线.....	8
5 方法研究报告	9
5.1 外观要求.....	9
5.2 环境条件.....	9
5.3 安全要求.....	10
5.4 监测仪的功能要求.....	11
5.5 PM ₁₀ 系统的主要性能指标.....	11
5.6 PM _{2.5} 系统的主要性能指标	14
5.7 PM ₁₀ 系统技术性能指标检测方法	16
5.8 PM _{2.5} 系统技术性能指标检测方法	17
6 方法验证	20
6.1 方法验证方案.....	20
6.2 方法验证过程.....	20
7 标准实施建议	21
8 参考文献	21

《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续监测系统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2012年环办函[2012]503号下达了制定《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（项目统一编号：2012-67.2）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}）连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》的草案，组织参与标准编写的各家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}）连续监测系统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参考近期比对测试的实验结果；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。分别在河北、湖北、浙江、安徽、广东和北京组织有资质的实验

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 环境空气质量标准的新进展及 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的危害

新的《环境空气质量标准》，增设了 $PM_{2.5}$ 浓度限值，实施《环境空气质量标准》是新时期加强大气环境治理的客观需求，因此在原有 PM_{10} 监测的基础上，必须立即开展对于 $PM_{2.5}$ 浓度的监测。美国、欧盟、日本、英国、加拿大、印度、泰国等国家和地区均设立了 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 浓度限值，并相应的开展了 $PM_{2.5}$ 监测。

《国家环境保护“十二五”规划》指出“从客观反映环境质量的需求出发，环境监测网络布局需要进一步优化，环境质量评价方法需要进一步改进。从保障人体健康的需求出发，对细颗粒物、挥发性有机物、有毒有害物质等对人体健康影响较大因子的监测需要加强”；“针对复合型大气污染等突出环境问题，实施多种大气污染物综合控制，深化颗粒物污染控制，在重点地区实施细颗粒物监测。《国家环境保护“十二五”科技发展规划》指出，要研究颗粒物物种的定量源解析技术；2011 年 12 月 20 日，中共中央政治局常委、国务院副总理李克强在第七次全国环境保护大会中指出：抓紧做好增加 $PM_{2.5}$ 监测指标的准备，鼓励各地根据污染特征、经济发展水平等分期实施，逐步与国际标准接轨。

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， PM_{10} 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。

2.2 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 PM_{10} 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、

规范却无法达到要求，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数据必须统一到标准分析方法，确保全国监测数据可比，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《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} 质量浓度的监测需采用环境空气连续自动监测系统 PM₁₀ 和 PM_{2.5}。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：《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)、《环境空气质量监测规范(试行)》(国家环保总局公告 2007 年第 4 号)、《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。

上述标准和规范中虽有 PM₁₀ 连续监测系统技术要求与检测方法，但由于侧重不同，技术要求内容不全面、不系统，特别是没有针对 PM_{2.5} 的连续自动监测系统的技术要求 and 检测方法，致使生产厂商和环保部门在使用 PM_{2.5} 连续自动监测系统时，无标准依据。

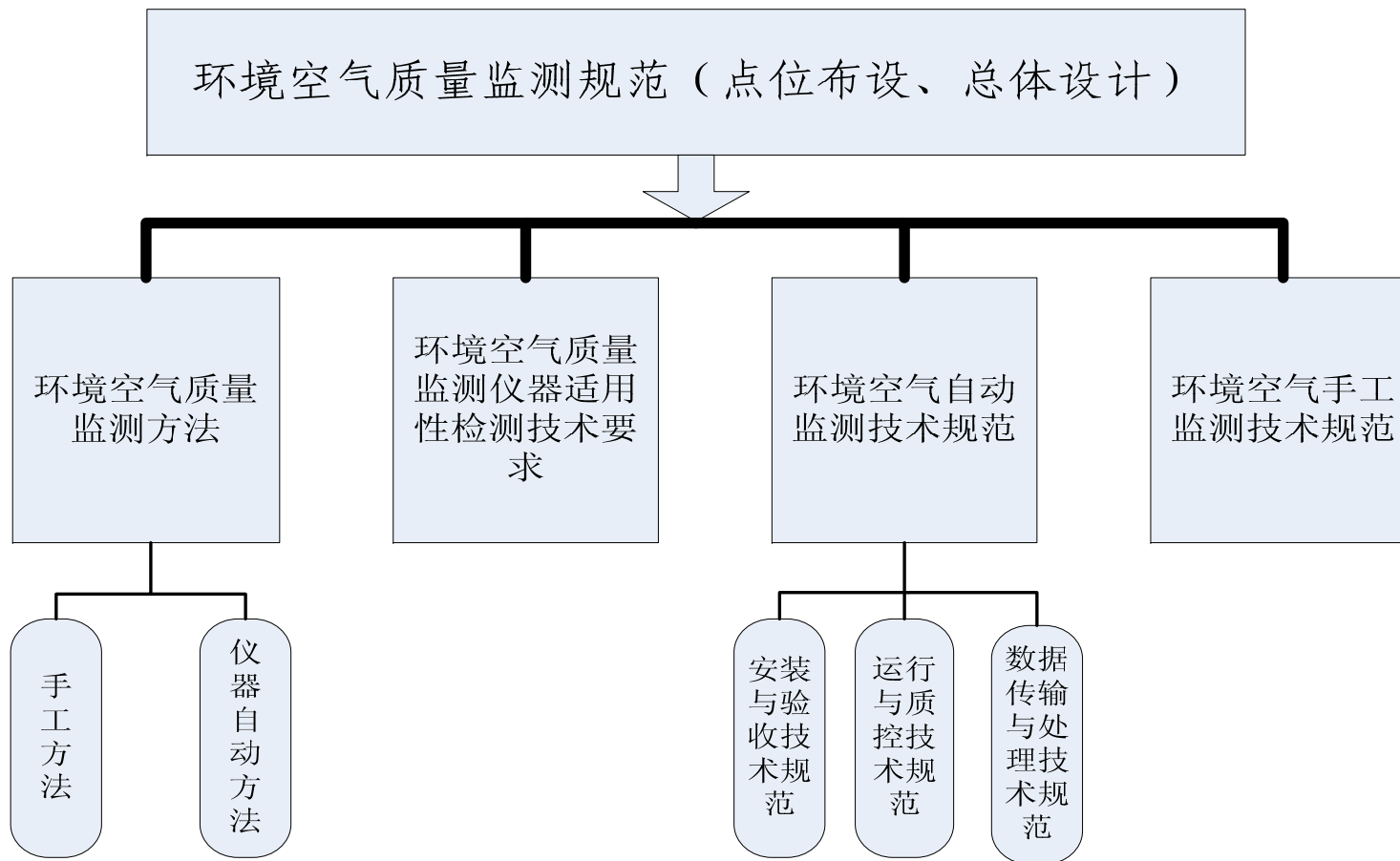


图 1 环境空气质量监测标准体系框架

2.3 标准制定的必要性

2012年3月2日,国务院发布新的《环境空气质量标准》(GB3095-2012),直接将PM₁₀和PM_{2.5}的连续自动监测提上了日程表,而国内目前还没有针对PM_{2.5}连续自动监测系统技术要求的相关标准,为了服务我国环境空气PM₁₀和PM_{2.5}连续自动监测的实施,特别是规范PM₁₀和PM_{2.5}连续自动监测系统的技术要求与性能,适应目前的环境监测技术和管理的迫切需求,特编制《环境空气PM₁₀和PM_{2.5}连续自动监测技术要求与检测方法》。

3 国内外相关分析方法研究

3.1 国外同类标准的对比研究

在国外的同类标准中,美国EPA的标准《大气细粒子PM_{2.5}测定参比方法》^[6]《40 CFR 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》^[7]《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》出台时间最早,日本和欧盟的标准主要是参考美国EPA标准。本标准中的技术要求与检测方法主要参照美国EPA标准,同时也参考了日本的标准《环境空气PM_{2.5}测定》^[8](大気中のPM_{2.5}測定用サンブラ)(JIS Z8851-2008)和欧盟的标准《环境空气质量PM_{2.5}测定方法》^[9]《Ambient air quality — Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM_{2.5} mass fraction of suspended particulate matter》。

在国外的同类标准中,大部分是对采样器参考方法与等效方法的相关技术要求。其中PM₁₀只有参考方法与等效方法,PM₁₀监测仪属于PM₁₀等效方法。PM_{2.5}规定了三类:第一类参考方法与等效方法、第二类参考方法与等效方法、第三类参考方法与等效方法,采样入口、切割器、采样滤膜装置都与标准规定一致的采样器可定义为第一类等效方法,只要有一项不一致都定义为第二类等效方法,监测仪属于第三类等效方法,对第三类等效方法的技术要求与性能指标应符合第一类与第二类的所有要求,但是针对监测仪的特点,又不可能完全符合,因此国外标准中没有统一规定监测仪的技术要求与性能指标,例如欧盟的做法就是只做参比测试(主要是使用不确定度计算)。

与国外标准的主要区别在于:

1) 国内的PM₁₀和PM_{2.5}浓度在某些地区或某些时间跨度比国外高出很多,在国外使用的切割器、流量规定、仪器比对等相关指标要求不能完全适用于国内。

2) EPA标准是比较早的标准,在检测方法中使用目前成熟技术更有利于减少检测过程

中的劳动强度，提高工作效率和检测的精准度。

3) 有些技术要求不能完全照搬，如仪器工作的交流电压、标准状态定义等要依据中国的国情和相关规范来制定。

4) 不能使用采样器的气密性检测的指标与要求。特别是针对 β 射线仪器，国外标准中也提到不能施加正压或负压，可能对放射源或检测器的封装结构造成损坏。

3.2 国内标准的对比研究

目前国内还没有针对环境空气 $PM_{2.5}$ 连续自动监测系统的标准，同类标准《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005) 中只有对 PM_{10} 的技术要求。

本标准中也参考了《环境空气 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的测定 重量法》(HJ 618-2011)^[4]和《 PM_{10} 采样器技术要求及检测方法》(HJ/T93-2003)^[3]中与自动监测系统公共部分相应要求与指标，如：采样滤膜、仪器外观、流量的技术要求和检测方法。

本标准中继承了《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005) 中对 PM_{10} 的相关技术要求与指标，主要包括：浓度测量范围、校准膜重复性、 PM_{10} 切割器的要求、流量偏差、与参比方法比较的斜率、截距和相关系数、供电电压要求。

本标准中对 PM_{10} 增加了如下性能指标与检测方法：

1) PM_{10} 切割器性能指标和检测方法。

2) 增加了计时误差、大气压测量、环境温度测量的性能指标和检测方法。

3) 增加了对系统运行 90 天有效数据不低于 90%，最小维护间隔不小于 7 天的运行可靠性的指标与检测方法。

本标准重点增加了 $PM_{2.5}$ 的相关要求与指标，内容如下：

1) 采样入口和 $PM_{2.5}$ 切割器的加载性能、 $PM_{2.5}$ 切割器性能、 $PM_{2.5}$ 采样流路的气溶胶传输效率的性能指标和检测方法。

2) 计时误差、大气压测量、环境温度测量、校准膜重复性、流量的三项指标、温度压力电压影响性能测试的性能指标和检测方法。

3) 对浓度的范围、最小显示单位、平行性、参比的斜率、截距、相关系数的指标和检测方法以及测试时间安排。

4) 对系统运行 90 天有效数据不低于 90%，最小维护间隔不小于 7 天的运行可靠性的指标与检测方法。

4 标准制定的基本原则和技术路线

4.1 标准制定的基本原则

编制组本着科学性、先进性和可操作性为原则,以《环境空气质量标准》(GB3095-2012)、《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)和《环境空气质量监测规范(试行)》(国家环保总局公告 2007 年第 4 号)为依据,同时参考美国、欧盟、日本的相关标准,在我国现有标准、规定和各监测站的实际要求的基础上,结合我国实际情况和当前世界的科学技术水平,不断深入研究和完善,制定本标准。

4.2 标准制定的技术路线

4.2.1 主要内容

标准的内容主要包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、技术要求、性能指标和检测方法。

技术要求对 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 连续自动监测系统的外观、环境条件、供电电压、基本安全、滤膜、监测仪的功能等提出了要求。

为了方便阅读,性能指标则对 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 连续自动监测系统分别地提出了明确的指标要求。

PM_{10} 连续自动监测系统的性能指标包括:切割器、计时误差、环境温度测量、大气压测量、流量测量与控制、校准膜重复性以及浓度测量的平行性、与标准方法相比的回归斜率、截距、相关系数和系统运行可靠性。

$PM_{2.5}$ 连续自动监测系统的性能指标包括:切割器、采样入口与切割器的加载测试、 $PM_{2.5}$ 采样管路气溶胶传输效率、计时误差、环境温度测量、大气压测量、流量测量与控制、环境影响、校准膜重复性以及浓度测量的平行性、与标准方法相比的回归斜率、截距、相关系数和系统运行可靠性

为了方便操作,在检测方法中分别对 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 连续自动监测系统给出了检测方法和步骤。

PM_{10} 系统检测方法的主要内容包括:计时误差、温度测量准确度、大气压测量准确度、流量测量偏差、电压影响性能测试、校准膜重复性、平行性与参比测试、 PM_{10} 切割器性能检测、运行可靠性检测。

$PM_{2.5}$ 系统检测方法的主要内容包括:计时误差、温度测量准确度、大气压测量准确度、流量测量偏差、环境温度、电压、气压的影响性能测试、校准膜拜重复性、平行性与参比测

试、PM_{2.5} 切割器性能检测、采样入口与 PM_{2.5} 切割器的加载性能检测、PM_{2.5} 采样管路的气溶胶传输效率测试、运行可靠性检测。

4.2.2 标准适用范围

本标准规定了PM₁₀和PM_{2.5}连续自动监测系统的技术要求、性能指标和检测方法。适用于环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续监测系统的设计、生产和检测。

4.2.3 环境空气PM₁₀和PM_{2.5}连续自动监测系统的说明

为规范环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 连续自动监测系统，标准对 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 连续自动监测系统的组成和原理进行了描述。

参考《环境空气质量标准》（GB3095-2012）、《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005），本标准规定的方法是：微量振荡天平法和β射线法。

微量振荡天平法和β射线法监测仪构成的连续自动监测系统，其组成主要包括样品采集单元、样品分析单元、数据采集和传输单元以及其他辅助设备。样品采集单元由采样入口、切割器和采样管等组成。将环境空气颗粒物进行切割分离，并将目标颗粒物输送到样品分析单元。样品分析单元对采集的环境空气 PM₁₀ 或 PM_{2.5} 样品进行分析。数据采集和传输单元采集、处理和存储监测数据，并能按中心计算机指令传输监测数据和设备工作状态信息。其他辅助设备包括安装仪器设备所需要的机柜或平台、安装固定装置、采样泵等。各组成部分不仅是独立设备，又是有紧密联系的有机整体。

5 方法研究报告

5.1 外观要求

外观要求包括：

5.1.1 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 系统应有产品铭牌，铭牌上应标有仪器名称、型号、生产单位、出厂编号、制造日期。

此条是参考了《PM₁₀ 采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93-2003）的 4.1.1 条要求，属于一般要求。由于颗粒物的监测仪所属类型不在《计量器具型式批准管理目录》中，因此本标准中删除了对 CMC 认证的要求。

5.1.2 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 系统应完好无损，无明显缺陷，各零、部件连接可靠，各操作键、按钮灵活有效。

此条是参考了《PM₁₀ 采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93-2003）的 4.1.2 条要求，作为对监测仪的一般要求。

5.2 环境条件

5.2.1 切割器工作的环境条件：环境温度：(-30~50)℃；相对湿度：(0~100)%；大气压：(80~106)kPa。

其中的环境温度、相对湿度参考了美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《40 CFR Appendix L to Part 50 - Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》中的 7.4.7.1 温度范围为：-30℃~+45℃，7.4.7.2 相对湿度为 0~100%，7.4.7.3 大气范围为（600~800）毫米汞柱。日本标准《环境空气 PM_{2.5} 测定》（大气中の PM_{2.5} 测定用サンブラ）（JIS Z8851-2008）中的第 4.2.8 条规定大气压测量范围为（80~107）kPa（80kPa 相当于海拔 2000 米）。另外对大气压的要求主要是依据《工业过程测量和控制装置工作条件 第 1 部分：气候条件》（GN/T 17214.1-1998）的 4.5 条通常规定大气压力下限为 86kPa（海拔 1000 米以下），上限为 106kPa，对高海拔或运输有要求时，大气压力下限规定为 70kPa（海拔 3000 米以下）。气压越低对电子和机械部件的介电性和传动能力要求更高，本标准中为适合中国的大部分地区条件并兼顾目前世界各国此类设备的要求，规定大气压力下限为 80kPa。

5.2.2 监测仪工作的环境条件：环境温度：(15~35)℃；相对湿度：≤85%；大气压：(80~106)kPa。

《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）在 4.4 节的 3) 条规定：“机房内应安装温湿度控制设备，使机房温度能控制在 (25±5)℃，相对湿度控制在 80%以下”，另外又在表 A2 中规定了 PM₁₀ 监测仪的工作环境温度为 (0~40)℃。本标准考虑到监测站点的实际情况，综合当前此类设备的实际要求，规定工作环境温度为 (15~35)℃，相对湿度≤85%。

5.2.3 供电电压

交流(220±22) V，(50±1) Hz。

5.3 安全要求

5.3.1 绝缘电阻

在环境温度为 10℃~35℃，相对湿度≤85%条件下，监测仪电源端子对地或机壳的绝缘电阻不小于 20MΩ。

5.3.2 绝缘强度

在环境温度为 10℃~35℃，相对湿度≤85%条件下，监测仪在 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）^[5]第6章，其中绝缘强度更名为介电强度。

5.4 监测仪的功能要求

5.4.1 滤膜要求：在规定膜面流速下，PM₁₀ 采样滤膜要求对 0.3μm 颗粒物的过滤效率≥99%，PM_{2.5} 采样滤膜要求对 0.3μm 颗粒物的过滤效率≥99.7%；

此条出自美国 EPA 标准《大气颗粒物 PM₁₀ 测定参比方法》^[10]《APPENDIX J TO PART 50—REFERENCE METHOD FOR THE DETERMINATION OF PARTICULATE MATTER AS PM₁₀ IN THE ATMOSPHERE》中的 7.2.2 条和美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《40 CFR Appendix L to Part 50 - Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的 6.8 节要求。

5.4.2 具备显示和设置系统时间的功能；

5.4.3 具备记录或输出工作过程中的大气压、环境温度、流量和浓度等数据的功能。

增加这两条是为了方便检测方法的执行，也是监测仪的一般要求。

5.4.4 具备时间标签功能，数据相应时段的平均值。

此条参考了自动站子站软件目前的实际需求：对自动监测系统中所有浓度数据的时间标记作统一规定。并在附录 B 中作了示例和说明。

5.4.5 具备模拟信号和数字信号输出功能。

此条参考美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《40 CFR Appendix L to Part 50 - Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的 7.4.17 数据输出端口的要求和国内监测仪器的实际使用要求。

5.4.6 具备输出和记录标准状态质量浓度的功能。

按《环境空气质量标准》（GB203095-2012）第 3.14 定义以及表 1：环境空气污染物基本项目浓度限值中的规定，其浓度应为标准状态下的质量浓度。能够输出和记录该浓度是连续监测仪的基本功能要求。

5.5 PM₁₀ 系统的主要性能指标

5.5.1 浓度测量范围：0~1,000μg/m³ 或 0~10,000μg/m³（可选），最小显示单位 1μg/m³。

此条使用《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）中对 PM₁₀ 浓度测量量程与最小显示单位的要求。所不同的是由于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）要求单位均应为 μg/m³。另外增加分隔号，是为了方便阅读。

5.5.2 PM₁₀ 切割器性能：切割粒径应满足 $D_{a50} = (10 \pm 0.5) \mu\text{m}$ ，捕集效率的几何标准差应满足 $\sigma_g = 1.5 \pm 0.1$ 。

PM₁₀ 切割器性能指标来源于《环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的测定 重量法》(HJ 618-2011) 的第 5.1.1 条。

5.5.3 时钟误差测试分两部分：

1) 在监测仪正常工作状态下测试 6h，要求时钟误差 $\leq \pm 20\text{s}$ 。

2) 断开监测仪的交流供电总计 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 $\leq 2\text{min}$ 。

这一条来源于美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《40 CFR Appendix L to Part 50 - Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的 7.4.12 与美国 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 53.54 章。 β 射线法与微量振荡天平法的监测仪也都是采用累计体积的来计算最终浓度的，只是微量振荡天平法的监测仪累计所需要的时间更短，因此计时误差的要求应同样适用于监测仪。

另外《PM₁₀ 采样器技术要求及检测方法》(HJ/T93-2003) 的第 4.5.3 规定计时准确度为 0.1%，而本标准中的指标比这个要求更严，更适合连续监测仪的长期连续工作的要求，也符合目前监测仪的计时误差水平。

5.5.4 环境温度检测部件工作在 $(-30 \sim 50)^\circ\text{C}$ 范围内时，其温度测量准确度 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$ 。

环境温度检测范围与切割器的工作温度环境相关，美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《40 CFR Appendix L to Part 50 - Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的 7.4.7.1 条规定为 $(-30 \sim 45)^\circ\text{C}$ ，准确度为 2°C ，日本标准规定范围和准确度与此相同。《PM₁₀ 采样器技术要求及检测方法》(HJ/T93-2003) 的第 4.9 条规定为 $(-30 \sim 45)^\circ\text{C}$ ，在目前监测仪允许的条件下，本标准选择了更严格的要求，以符合更广大的中国地区的实际情况。

5.5.5 监测仪在大气压为 $(80 \sim 106) \text{kPa}$ 的范围内工作时，其大气压测量准确度 $\leq 1 \text{kPa}$ 。

对大气压测试范围的选择理由同 6.2 节。美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定参比方法》《40 CFR Appendix L to Part 50 - Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的 7.4.9 条规定为大气压在 600 至 800 毫米汞柱的测量范围内的分辨率为 5 毫米汞柱，准确度为 10 毫米汞柱 (1.33kPa)，日本标准《环境空气 PM_{2.5}

测定》(大气中の PM_{2.5} 測定用 サンプラ) (JIS Z8851-2008) 规定为在 80 至 106kPa 的测量范围内分辨率为 0.1kPa, 准确度为±1kPa。本标准结合目前监测仪的实际水平, 选择了较为严格的指标。

5.5.6 24h 内, 每一次测试时间点流量变化 $\leq\pm 10\%$ 设定流量; 24h 平均流量变化 $\leq\pm 5\%$ 设定流量。此指标来自美国 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 D1: PM₁₀ 采样仪的性能规格”和《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)的“表 A2: 空气质量可吸入颗粒物监测仪技术性能指标”, 用于规范 PM₁₀ 采样器的流量性能。

5.5.7 监测仪校准膜重现性 $\leq 2\%$ (标称值);

《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)的“表 A2: 空气质量可吸入颗粒物监测仪技术性能指标”规定校准膜的重现性 $\leq 2\%$ (标称值)。

5.5.8 电压稳定性: 供电电压变化 $\pm 10\%$, 监测仪标准膜测量值的变化 $\leq\pm 2\%$ 满量程;

《PM₁₀ 采样器技术要求及检测方法》(HJ/T93-2003)的“表 A2: 空气质量可吸入颗粒物监测仪技术性能指标”中规定了 PM₁₀ 自动仪的工作电压范围, 在规定的工作电压范围内检测核心参数(质量/浓度)的变化应该符合全仪器相应参数的指标要求。

5.5.9 仪器平行性 $\leq 10\%$

此指标使用了美国标准《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 C4: PM₁₀, PM_{2.5} 和 PM_{10-2.5} 候选等效方法的测试规范”对 PM₁₀ 等效方法规定的要求与指标。

5.5.10 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 ± 0.15 ;

截距: $(0 \pm 10) \mu\text{g}/\text{m}^3$;

相关系数 ≥ 0.95 。

美国标准《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 C4: PM₁₀, PM_{2.5} 和 PM_{10-2.5} 候选等效方法的测试规范”中对 PM₁₀ 规定斜率: 1 ± 0.1 , 截距: $(0 \pm 5) \mu\text{g}/\text{m}^3$, 相关系数 ≥ 0.97 , 《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)的“表 A2: 空气质量可吸入颗粒物监测仪技术性能指标”中的斜率: 1 ± 0.1 , 截距: $(0 \pm 5) \mu\text{g}/\text{m}^3$, 相关系数 ≥ 0.95 。

鉴于国内的颗粒物浓度整体水平较高，但浓度波动较大的实际情况。现场比对时很难满足 EPA 标准 Part53 和 HJ/T193 的规定，故本次试行稿将斜率和截距要求放宽，为后续加严留下改进空间。

5.5.11 无人值守工作时间：系统连续运行 90 天，其有效数据率不低于 90%，最小维护时间间隔不小于 7 天。

此指标是在对连续自动监测系统长期测试经验的基础上，结合《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）的“B3：运行考核”的系统有效数据获取率与“6.1.3 系统仪器设备的定期维护”的相关规定，给出有效数据率不低于 90%与最小维护时间间隔不小于 7 天的要求。

5.6 PM_{2.5}系统的主要性能指标

5.6.1 测量范围：0~1,000μg/m³或 0~10,000μg/m³（可选），最小显示单位 1μg/m³。

此处 PM_{2.5} 与 PM₁₀ 定义了相同的量程，而且还很高，主要是因为 PM_{2.5} 在 PM₁₀ 中所占的比例关系不是固定的（高的时候可能在 80%以上特别在低浓度时），尤其是在沙尘暴天气或春节期间。美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定》《40 CFR Appendix L to Part 50 - Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的 3.2 规定的浓度上限至少为 200μg/m³，但这只针对 24 小时采样的平均值，并不能用来规定瞬时浓度上限。

5.6.2 PM_{2.5} 切割器性能：切割粒径应满足 $D_{a50} = (2.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$ ，捕集效率的几何标准差应满足 $\sigma_g = 1.2 \pm 0.1$ 。

PM_{2.5} 切割器性能指标来源于《环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的测定 重量法》（HJ 618-2011）的第 5.1.2 条。

5.6.3 时钟误差测试分两部分

1) 在监测仪正常工作状态下测试 6 小时，要求时钟误差不超过±20 秒。

2) 断开监测仪的交流供电总计 5 次（各次断电的持续时间分别为 20 秒、40 秒、2 分钟、7 分钟和 20 分钟，且在每次断电之间应保证不少于 10 分钟正常电力供应），测试 6 小时，要求时钟误差不超过 2 分钟。

这一条来源于美国 EPA 标准《大气细粒子 PM_{2.5} 测定》《40 CFR Appendix L to Part 50 - Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM_{2.5} in the Atmosphere》的 7.4.12 与美国 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 53.54 章。β 射线法与微量振荡天平法的监测仪也都是采用累计体积的来计算最终浓度的，只是微量振荡天平法的监测仪累计所需要的时间更短，因此计时误差的要求应同样适用于监测仪。

5.6.4 环境温度检测部件在（-30~50）℃范围内，温度测量准确度 $\leq 2^\circ\text{C}$ 。

同 7.1.4，主要是由于 $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 使用了相同的监测仪。

5.6.5 监测仪在大气压为（80~106）kPa 范围内，大气压测量准确度 $\leq 1\text{kPa}$ 。

同 7.1.5，主要是由于 $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 使用了相同的监测仪。

5.6.6 流量的基本性能指标测试：

在监测仪正常工作条件下，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) 监测仪显示的平均流量准确度 $\leq \pm 2\%$ 。

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“53.53 流量准确度、调节与测量准确度和截流的测试”对流量提出了四个指标：平均流量与工作点流量偏差不超过 $\pm 5\%$ ，流量控制稳定度 $\leq 2\%$ ，均流量准确度 $\leq 2\%$ 和流量控制稳定度与测量稳定度偏差不超过 0.3%。本标准中只引用了前三项。

第四项“流量控制稳定度与测量稳定度偏差不超过 0.3%”的测试是利用在采样入口处增加阻力使流量恒定在工作点流量的 90%处进行检测的，对于 β 射线的监测仪，不能按这种条件操作，可能损坏放射源与检测器的封装结构；对于部分监测仪，当流量通过自动调节后仍达不到工作点流量，其本身会放弃调整，关闭抽气泵并报警。因此这样的检测或要求不适用于监测仪。

5.6.7 校准膜重现性：监测仪校准膜重现性 $\leq \pm 2\%$ （标称值）。

同 7.1.7，主要是由于 $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 使用了相同的监测仪。

5.6.8 环境大气压、环境温度及供电电压变化的影响：监测仪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 6.2.6 要求。

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》的第 53.55、53.56 节分别对采样器的流量在环境温度为 -20°C 并且交流供电为 105VAC 条件、环境温度为 -20°C 并且交流供电为 125VAC 条件、环境温度为 40°C 并且交流供电为 105VAC 条件、环境温度为 40°C 并且交流供电为

125VAC 条件、环境气压为 80kPa 条件、环境气压为 106kPa 条件对采样仪进行流量性能影响性检测。

本标准针对我国具体情况规定测试电压分别为 198VAC 与 242VAC，依据监测仪主机工作环境温度的要求规定测试温度分别为 15℃和 35℃。

5.6.9 气溶胶传输效率：PM_{2.5} 系统正常工作条件下，传输系统气溶胶传输效率≥97%；

此指标来自于美国 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》第 53.59 节。由于 PM_{2.5} 属于气溶胶的一部分，比 PM₁₀ 更容易吸附在采样管内壁，从而影响浓度测量，依据上述标准，针对 PM_{2.5} 测量的采样管路进行气溶胶的传输效率测试。

可能出现的问题：新的传输系统满足该气溶胶传输效率的要求，由于连续监测仪是长年连续工作，不能保证在以后的时间里传输系统也能满足这个要求。

5.6.10 PM_{2.5} 切割器加载测试：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 6.2.2 条要求。

加载测试是为了验证所使用的采样入口与 PM_{2.5} 切割器是否能在规定的清洗时间周期内正常工作。此指标来自于美国 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》(第 53.65)节对采样入口与 PM_{2.5} 切割器不同于标准规定的采样器或监测仪的要求。

5.6.11 仪器平行性≤15%；

此指标使用了美国 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 C4：PM₁₀、PM_{2.5} 和 PM_{10-2.5} 候选等效方法的测试规范”对 PM_{2.5} 第三类等效方法规定的要求与指标。

5.6.12 参比方法比对测试

使用参比方法进行至少 23 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 ± 0.15；

截距：0 ± 10；

相关系数 ≥ 0.93。

此指标参考了美国标准《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 C4：PM₁₀、PM_{2.5} 和 PM_{10-2.5} 候选等效方法的测试规范”对第三类 PM_{2.5} 等效方法规定的要求与指标，根据检测的实际结果，放宽了指标。

另外：日本标准《环境空气 PM_{2.5} 测定》《大気中の PM_{2.5} 測定用サンブラ》（JIS Z8851-2008）第 5.1.3 节针对采样器规定斜率为 1 ± 0.1 ，截距为 $0 \pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，相关系数 ≥ 0.97 。欧盟标准第 9.5.3.2 规定斜率 b 应符合： $|b - 1| \leq 2 \times U(b)$ ，截距 a 应符合： $|a| \leq 2 \times U(a)$ ，其中 $U(a)$ 与 $U(b)$ 分别为截距和斜率的不确定度。与美国方法不同，其要求至少 40 个有效数据，没有相关系数，均使用不确定度计算，较为繁琐。有欧洲资料表明，按美国 EPA 标准的指标检测，大部分监测仪不能通过。

5.6.13 无人值守工作时间：连续运行 90 天，其有效数据不低于 90%，最小维护时间间隔不小于 7 天。

同 5.5.11。

5.7 PM₁₀ 系统技术性能指标检测方法

5.7.1 切割器性能检测

本检测方法参考了美国标准《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》在“53.64 切割器的静态测试”的分流法与静态尘室法和《PM₁₀ 采样器技术要求与检测方法》（HJ93-2003）的“5.3.5 切割特性检测”。

5.7.2 时钟误差

本检测方法参考了美国标准《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》在 53.54 中对通过对流量的检测同时对计时误差进行检测的方法。另外本标准中为方便实际操作，计时的规定为 $6\text{h} \pm 60\text{s}$ 。

5.7.3 环境温度准确度

本检测方法参考了计量检定对温度检测的通常检测方法和多年的检测实际情况。

5.7.4 大气压准确度

本检测方法参考了计量检定对压力检测的通常检测方法和多年的检测实际情况。

5.7.5 流量稳定性

本标准中参考了美国标准《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》在“53.42 PM₁₀ 测试环境”（c）（2）（ii）中对流量的检测方法和《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）的“表 A2：空气质量可吸入颗粒物监测仪技术性能指标”对应的作业指导书中的方法和步骤。

5.7.6 校准膜重现性

本检测方法参考了《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）的“表A2：空气质量可吸入颗粒物监测仪技术性能指标”对应的质检中心《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况。

5.7.7 电压稳定性

本检测方法参考了《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)的“表 A2: 空气质量可吸入颗粒物监测仪技术性能指标”对应的作业指导书中的方法和步骤。

5.7.8 仪器平行性

5.7.9 参比方法比对测试

本方法参考了美国标准《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》在 53.34 中 PM₁₀ 方法和 PM_{2.5}I 级方法的测试步骤的检测方法。

5.7.10 无人值守工作时间

本检测方法参考了《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)的 B3: 运行考核要求及方法对应的质检中心《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况。

5.8 PM_{2.5}系统技术性能指标检测方法

5.8.1 PM_{2.5}切割器性能

本方法参考了美国标准《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》中的“53.62 切割器在风洞中的测试”和“53.64 切割器的静态测试”。

5.8.2 时钟误差

美国标准《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》在 53.54 中对通过对流量的检测,同时对计时误差的指标进行了检测。本标准中对计时误差的检测方法与此相同。

5.8.3 环境温度准确度

本检测方法参考了计量检定对温度检测的通常检测方法和多年的检测实际情况。

5.8.4 大气压准确度

本检测方法参考了计量检定对压力检测的通常检测方法和多年的检测实际情况。

5.8.5 流量

本标准中参考了美国标准《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》在 53.53 中流量准确度、调节、测量准确度的测试方法。

本检测方法参考了《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)的“表 A2: 空

气质量可吸入颗粒物监测仪技术性能指标”对应的作业指导书中的方法和步骤。

5.8.6 校准膜重现性

本检测方法参考了《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）的“表A2：空气质量可吸入颗粒物监测仪技术性能指标”对应的质检中心《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况。

5.8.7 环境温度、大气压和供电电压变化的影响

本方法参考了美国标准《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》中的“53.56 环境气压变化影响测试”、“53.55 电网电压与温度变化影响测试”。

5.8.8 气溶胶传输效率测试

本方法参考了美国标准《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》中的“53.59 气溶胶传输效率测试”。

5.8.9 加载测试

本标准中使用了美国标准《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》在“53.65 加载测试”。

5.8.10 仪器平行性

本方法参考了美国标准《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》中的“53.58 现场运行浓度准确度测试”。

5.8.11 参比方法比对测试

本方法参考了美国标准《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》中的“53.58 现场运行浓度准确度测试”。

5.8.12 运行可靠性测试

本检测方法参考了《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）的 B3：运行考核要求及方法对应的质检中心《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况。

6 方法验证

6.1 方法验证方案

由于本标准主要用于指导 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 连续自动监测系统仪器设备研发、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，分别在河北、湖北、浙江、安徽、广东

和北京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 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 连续自动监测系统仪器设备检验资格证书的相关专家和检验技术人员，约 12 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} 连续自动监测系统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} 连续自动监测系统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} 连续自动监测系统仪器设备的共 26 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 16 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 6 个，主要包括：PM₁₀ 和 PM_{2.5} 连续自动监测系统仪器的切割性能测试指标 4 个（切割器的切割性能、气溶胶传输效率以及切割器加载测试）、大气压准确度测试指标 2 个。这 6 个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 连续自动监测系统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 8 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；“温度准确度”和“参比方法比对测试”两个指标各有 1 个验证单位无测试结果，其余验证单位测试结果均符合技术指标要求；“无人值守工作时间”指标由于受到验证时间限制仅有两个验证单位进行了指标测试验证，结果符合技术指标要求。

环境空气 PM_{2.5} 连续自动监测系统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 8 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；“温度准确度”指标其中 1 个验证单位测试结果超出了标准指标要求，另有 1 家单位无验证测试结果；“环境条件影响测试”和“参比方法比对测试”两个指标各有 1 个验证单位无测试结果，其余验证单位测试结果均符合技术指标要求；“无人值守工作时间”指标由于受到验证时间限制仅有两个验证单位进行了指标测试验证，结果符合技术指标要求。

(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 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 连续自动监测系统的技术要求，促进 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 连续自动监测系统的环境管理服务，从管理角度，生产厂商在安装 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 连续自动监测系统时应严格执行本标准，各级环保局在验收 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 连续自动监测系统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 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 连续自动监测系统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] GB3095-2012 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 PM_{10} 采样器技术要求及检测方法
- [4] HJ618-2011 环境空气_ PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的测定_重量法
- [5] GB 4793.1-2007 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
- [6] US EPA. cfr 40 Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as $PM_{2.5}$ in the Atmosphere
- [7] US EPA. cfr 40 Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods.
- [8] JIS Z8851-2008 大気中の $PM_{2.5}$ 測定用サンブラ
- [9] Ambient air quality — Standard gravimetric measurement method for the determination of the $PM_{2.5}$ mass fraction of suspended particulate matter
- [10] Appendix J to Part 50—Reference Method for the Determination of Particulate Matter as PM_{10} in the Atmosphere

方法验证报告

方法名称： 环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续监测系统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： 河北、湖北、浙江、安徽、广东和北京相关实验室

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
唐 溢	男	24	工程师	环境监测	3
王春迎	女	25	工程师	环境监测	3
刘文艺	男	44	工程师	环境监测	15
李金平	男	32	工程师	环境监测	5
陈建新	男	26	工程师	环境监测	3
黄 伟	男	25	工程师	环境监测	3
张 良	男	23	工程师	环境监测	3
于 会	男	27	工程师	环境监测	4
曹 永	男	22	工程师	环境监测	2
吕长彬	男	25	工程师	环境监测	4
马光明	男	23	工程师	环境监测	3
盛文刚	男	45	工程师	环境监测	13

2 验证数据结果

附表 2-1 PM₁₀ 颗粒物自动监测系统时钟误差

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
时钟误差(正常工作条件下)	≤ ±20s	-12s	7s	2s	-6s	0s	7 s	0 s	全部合格
时钟误差(断电条件下)	≤ ±2min	24s	5s	3s	9s	0s	12 s	0 s	全部合格

附表 2-2 PM₁₀ 颗粒物自动监测系统温度准确度

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
温度准确度	≤ ±2℃	-1.81℃	1.74℃	-0.52℃	未测试	0.16℃	0.9℃	1.147℃	全部合格

附表 2-3 PM₁₀ 颗粒物自动监测系统流量稳定性

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
瞬时流量变化	≤ ±10%	1.86%	1.2%	0.26%	0.8%	1.79%	0.3%	1.677%	全部合格
24h 平均流量变化	≤ ±5%	-1.15%	0.45%	0.24%	-0.69%	1.19%	0.18%	1.32%	全部合格

附表 2-4 PM₁₀ 颗粒物自动监测系统校准膜重现性

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
校准膜重现性	≤ ±2% (标称值)	1%	1.34%	1.07%	-0.93%	0.63%	0.06%	-0.6%	全部合格

附表 2-5 PM₁₀ 颗粒物自动监测系统环境条件影响测试

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
环境条件影响测试	供电电压变化 ±10%，监测仪标准膜测量值的变化 ≤±2%满量程。	0.74%	0.76%	-1.1%	-1.07%	-1.81%	0.04%	1%	全部合格

附表 2-6 PM₁₀ 颗粒物自动监测系统平行性

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
平行性	≤10%	5.9%	7.23%	9.3%	6.7%	6.32%	1.49%	4.19%	全部合格

附表 2-7 PM₁₀ 颗粒物自动监测系统参比方法比对测试

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
斜率:	1±0.15	0.97834	0.9379	0.909	未测试	0.97	1.07	0.893	全部合格
截距:	0±10	0.67109	4.0583	5.974	未测试	6.55	4.72	5.722	全部合格
相关系数	≥0.95	0.99385	0.9784	0.966	未测试	0.98	0.96	0.972	全部合格

附表 2-8 PM₁₀ 颗粒物自动监测系统无人值守工作时间测试

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
无人值守工作时间	系统连续运行 90 天，有效数据率不低于 90%，最小维护时间间隔不小于 7 天。	30 天运行无故障	30 天运行无故障	90 天运行无故障	未测试	90 天运行 3 次故障	10 天运行无故障	未测试	除未测试外全部合格

切割器性能指标要求 $D_{a50} = (10 \pm 0.5) \mu\text{m}$; $\sigma_g = 1.5 \pm 0.1$ 。各厂家都不具有测试条件，未进行测试。

大气压准确度指标要求 $\leq 1\text{kPa}$ 。各验证单位都不具有测试条件，未进行测试。

附表 2-9 PM_{2.5} 颗粒物自动监测系统时钟误差

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
时钟误差(正常工作条件下)	$\leq \pm 20\text{s}$	8s	10s	3s	-6s	0s	5s	0 s	全部合格
时钟误差(断电条件下)	$\leq \pm 2\text{min}$	65s	7s	3s	9s	0s	2s	0 s	全部合格

附表 2-10 PM_{2.5} 颗粒物自动监测系统温度准确度

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
温度准确度	$\leq \pm 2^\circ\text{C}$	-1.4°C	2.7°C	0.57°C	未测试	0.9°C	0.8°C	1.147°C	仅一家不合格

附表 2-11 PM_{2.5} 颗粒物自动监测系统流量稳定性

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
平均流量偏差	$\leq \pm 5\%$	0.81%	0.408%	0.41%	-0.57%	1.08%	0.23%	1.32%	全部合格
流量稳定性	$\leq \pm 2\%$	0.23%	0.397%	0.37%	0.23%	1.93%	0.165%	2.8%	全部合格
平均流量准确度	$\leq \pm 2\%$	0.68%	0.59%	0.58%	0.13%	1.49%	0.23%	1.77%	全部合格

附表 2-12 PM_{2.5} 颗粒物自动监测系统校准膜重现性

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
校准膜重现性	≤±2% (标称值)	0.5%	1.34%	1.05%	-0.93%	0.9%	0.008%	0.484%	全部合格

附表 2-13 PM_{2.5} 颗粒物自动监测系统环境条件影响测试

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
平均流量偏差	≤±5%	1.45%	1.043%	-0.05%	未测试	0.91 %	0.23%	未测试	全部合格
流量稳定性	≤±2%	0.55%	1.762%	0.51%	未测试	1.63%	0.17%	未测试	全部合格
平均流量准确度	≤±2%	1.59%	1.046%	0.15%	未测试	0.42%	0.23%	未测试	全部合格

附表 2-14 PM_{2.5} 颗粒物自动监测系统平行性

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
平行性	≤±15%	7.9%	8.47%	12.6%	6.7%	3.6%	1.82%	11.54%	全部合格

附表 2-15 PM_{2.5} 颗粒物自动监测系统参比方法比对测试

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
斜率:	1±0.15	1.04243	0.9379	0.907	未测试	1.04	0.99	1.0232	全部合格
截距:	0±10	-3.99308	4.0583	-2.426	未测试	3.03	-8.76	2.4671	全部合格
相关系数	≥0.93	0.99385	0.9784	0.922	未测试	0.98	0.95	0.9607	全部合格

附表 2-16 PM_{2.5} 颗粒物自动监测系统无人值守工作时间测试

指标名称	本标准指标要求	验证结果							备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	仪器 G	
无人值守工作时间	系统连续运行 90 天，有效数据率不低于 90%，最小维护时间间隔不小于 7 天。	25 天运行无故障	30 天运行 1 次故障	90 天运行无故障	未测试	110 天运行无故障	30 天运行无故障	未测试	除未测试外全部合格

切割器性能指标要求 $D_{a50} = (2.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$; $\sigma_g = 1.2 \pm 0.1$ 。各厂家都不具有测试条件，未进行测试。

大气压准确度指标要求 $\leq 1\text{kPa}$ 。各厂家都不具有测试条件，未进行测试。

气溶胶传输效率指标要求为 $\geq 97\%$ 。各厂家都不具有测试条件，未进行测试。

加载测试指标要求为在一个维护周期内，PM_{2.5} 切割器加载后，切割器的切割性能指标要求。各厂家都不具有测试条件，未进行测试。