

附件 13

《环境空气颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）手工监测方法（重量法）技术规范（试行）》  
（征求意见稿）  
编制说明

《环境空气颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）手工监测方法（重量法）技术规范（试行）》编制组

二〇一二年十月

项目名称：环境空气颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）手工监测方法（重量法）技术规范（试行）

项目统一编号：2012-67.8

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	环境质量标准的进展和 PM <sub>2.5</sub> 的环境危害 .....	2
2.2	相关环保标准和环保工作的需要.....	2
2.3	现行环境监测分析方法标准的实施情况和存在问题 .....	3
3	国内外相关分析方法研究.....	3
3.1	主要国家、地区及国际组织相关分析方法研究.....	3
3.2	国内相关分析方法研究.....	4
4	标准制修订的基本原则和技术路线.....	5
4.1	标准制修订的基本原则.....	5
4.2	标准制修订的技术路线.....	5
5	方法研究报告.....	5
5.1	适用范围.....	5
5.2	规范性引用文件.....	6
5.3	术语和定义.....	6
5.4	方法原理.....	6
5.5	仪器和设备.....	7
5.6	采样.....	8
5.7	样品分析.....	10
5.8	结果计算与表示.....	13
5.9	质量控制与质量保证.....	14
5.10	技术要求对比.....	16
6	标准实施建议.....	17
7	参考文献.....	17

# 《环境空气颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）手工监测方法（重量法） 技术规范（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）<sup>[1]</sup>，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（PM<sub>2.5</sub>）手工监测方法（重量法）技术规范（试行）》（项目统一编号：2012-67.8）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（PM<sub>2.5</sub>）手工监测方法（重量法）技术规范（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（PM<sub>2.5</sub>）手工监测方法（重量法）技术规范（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；明确“标准滤膜制作过程”等滤膜称量过程和测试条件要求；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

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。

## (5) 编写标准征求意见稿和编制说明

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 环境质量的进展和 PM<sub>2.5</sub> 的环境危害

《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，要研究颗粒物分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<sub>2.5</sub> 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。

《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定了环境空气功能区质量要求，一类区 PM<sub>2.5</sub> 浓度年均值上限是 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均值上限是 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；二类区 PM<sub>2.5</sub> 浓度年均值上限是 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均值上限是 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

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<sub>2.5</sub> 浓度较非灰霾天气时增加明显，表明细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 相关环保标准和环保工作的需要

自从 1996 年版《环境空气质量标准》（GB3095-1996）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）、气态污染物的人工监测方法（HJ 482-2009 等）、《气态污染物以及 PM<sub>10</sub> 的自动监测技术规范》（HJ/T 193-2005）和手工监测技术规范（HJ/T 194-2005）<sup>[2]</sup>等一系列标准和规范。目前，新的《环境空气质量标准》（GB3095-2012）已经颁布，但与之配套的监测方法标准、规范却无法符合要求，主要表现在：亟待完善监测技术规范。

2005年版的监测技术规范（HJ/T 194）自颁布以来规范了手工监测工作，但随细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）等新增污染物监测的提出，有必要根据现有监测工作实际情况，对原有规范做出修订，同时新增运行质控监测技术规范，以满足现有需要。

因此，为贯彻新颁布的《环境空气质量标准》，客观反映环境空气质量指（AQI），规范细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）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，总站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，提出了编制环境空气颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）手工监测方法（重量法）技术规范。

环境空气手工监测技术规范中 PM<sub>2.5</sub> 的手工监测技术规范，是对现有标准《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）的补充，对《环境空气 PM<sub>10</sub>和 PM<sub>2.5</sub>的测定 重量法》（HJ618-2011）规定的重量法测定 PM<sub>2.5</sub> 具体实施细则的详细规定。

实施新的《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，新标准增设了 PM<sub>2.5</sub> 的浓度限值，要求开展对 PM<sub>2.5</sub> 的自动监测和手工监测。PM<sub>2.5</sub> 手工监测方法作为参比方法，其监测结果好是判定自动监测结果是否准确的砝码，也是评价环境空气质量中 PM<sub>2.5</sub> 是否达标的依据。因此规定 PM<sub>2.5</sub> 手工监测方法的技术规范非常必要。制订本标准，规定 PM<sub>2.5</sub> 手工监测的技术规范，也是对《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）的补充。

本标准规定了环境空气颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）手工监测方法（重量法）的采样、分析、数据处理、质量控制和质量保证等方面的技术要求。这些要求保证了重量法监测 PM<sub>2.5</sub> 浓度的准确性和可重现性。同时规定了统一的记录表格，可用于检查监测过程每一步骤操作是否规范。课题组在现有标准和管理规定基础上，结合我国实际情况，经多年实践，不断深入研究和完善，完成本标准，以解决我国环境空气 PM<sub>2.5</sub> 手工监测管理的迫切需求。

## 2.3 现行环境监测分析方法标准的实施情况和存在问题

目前《环境空气 PM<sub>10</sub>和 PM<sub>2.5</sub>的测定 重量法》（HJ618-2011）中规定了环境中 PM<sub>10</sub>和 PM<sub>2.5</sub>浓度的手工测定方法。《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）规定了环境空气质量手工监测过程中技术要求，包括对二氧化硫、二氧化氮、PM<sub>10</sub>、TSP、苯并[a]芘、氟化物、铅的手工监测技术要求。但没有规定 PM<sub>2.5</sub>手工监测的技术规范。

## 3 国内外相关分析方法研究

### 3.1 主要国家、地区及国际组织相关分析方法研究

目前美国 EPA、欧盟、日本等在开展 PM<sub>2.5</sub> 的监测中，已形成一套相对完整的仪器设

备检测、现场性能评估的技术规范、质量保证和质量控制标准，并且已经被广泛运用。在国外的同类标准中，美国 EPA 制定标准的时间最早，日本和欧盟制定标准主要是参考美国 EPA 标准。

美国 EPA 标准《大气细粒子  $PM_{2.5}$  测定参比方法》<sup>[4]</sup>《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as  $PM_{2.5}$  in the Atmosphere》、美国 EPA 标准《环境空气质量监测参比方法和等效方法》<sup>[5]</sup>《Part 53—Ambient air monitoring reference and equivalent methods》、美国 EPA 标准《环境空气质量监测》<sup>[6]</sup>《Part 58-- AMBIENT AIR QUALITY SURVEILLANCE》对  $PM_{2.5}$  采样器，监测过程中质量控制和质量保证提出了技术要求，EPA 颁布的一系列  $PM_{2.5}$  现场性能评估的标准操作规程，规定了现场操作时的技术要求和性能指标。

欧洲标准 EN 14907:2005 规定  $PM_{2.5}$  手工监测方法和规范<sup>[7]</sup>，EN 12341 规定了  $PM_{10}$  的手工监测方法和规范<sup>[8]</sup>。

日本关于  $PM_{2.5}$  的标准有 JIS Z8814<sup>[9]</sup>。

### 3. 2国内相关分析方法研究

国内关于  $PM_{2.5}$  的标准只有《环境空气质量标准》（GB3095-2012）和《环境空气  $PM_{10}$  和  $PM_{2.5}$  的测定 重量法》（HJ618-2011）<sup>[3]</sup>，关于  $PM_{10}$  的标准还有《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）、《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T 193-2005）和《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T 194-2005），但上述标准都没有涉及  $PM_{2.5}$  手工监测技术规范。

在国外的同类标准中，美国的 EPA 认证标准的时间最早，日本和欧盟的标准主要是参考美国 EPA 标准，技术要求与检测方法略有删减。因此本标准中的技术要求与检测方法主要参照美国标准。另外除了参照美国标准要求，本标准中也着重考虑了目前我国基本国情和技术现状：

国内的  $PM_{2.5}$  浓度在某些地区或某些时间跨度比国外高出很多，国外的相关指标要求不能完全适用于国内。

EPA 认证标准是比较早的标准，在技术规范中使用目前成熟技术更有利于减少采样、监测过程中的劳动强度，提高工作效率和准确度。

有些技术要求不能完全照搬美国标准，如仪器工作的采样时间、采样频率、标准状态定义等要依据中国的国情和规范来制定。

## 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

本次标准制订，本着科学性、先进性和可操作性的原则，以《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）、《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T 194-2005）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，体现其管理思路，将管理技术化和规范化，同时参考美国、欧盟、日本的相关标准以及国内现有的环境空气质量监测系统的相关标准，制订本标准。

### 4.2 标准制修订的技术路线

为切实加强本标准的实施，规范我国  $PM_{2.5}$  手工监测的规范，促进  $PM_{2.5}$  手工监测水平的提高和数据有效性的保证，更好地为环境管理、环境评价服务。各级环境监测站及其他环境监测机构工作人员及相关企业严格按照本标准执行。

## 5 方法研究报告

### 5.1 适用范围

本标准规定的适用范围是：

“本标准规定了环境空气颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）手工监测方法（重量法）的采样、分析、数据处理、质量控制和质量保证等方面的技术要求。

本标准适用于手工测定方法（重量法）对环境空气颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）进行监测的活动。”

《环境空气  $PM_{10}$  和  $PM_{2.5}$  的测定 重量法》（HJ618-2011）的适用范围是：“本标准规定了测定环境中  $PM_{10}$  和  $PM_{2.5}$  的重要法。本标准适用于环境空气中  $PM_{10}$  和  $PM_{2.5}$  浓度的手工测定。本标准的检出限是  $0.010mg/m^3$ （以感量  $0.1mg$  分析天平，样品负载量为  $1.0mg$ ，采集  $108m^3$  空气样品计）。”

《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）的适用范围是：“本标准规定了环境空气质量手工监测的技术要求，适用于各级环境监测站及其它环境监测机构采用手工监测方法对环境空气质量进行监测的活动。”

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 中规定  $PM_{2.5}$  的检测限是  $2\mu g/m^3$ ，以 24 小时采样 24 立方米（小流量采样）计算。

本标准是环境空气  $PM_{2.5}$  手工监测技术规范，基于 HJ618 规定的重量法，规范手工监

测 PM<sub>2.5</sub> 浓度的操作过程，因此结合 HJ618-2011 和 HJ/T194-2005，制订了本标准的适用范围。

## 5.2 规范性引用文件

本标准中引用如下标准：

GB3095-2012 环境空气质量标准

HJ618-2011 环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定重量法

HJ/T93 PM<sub>10</sub> 采样器技术要求及检测方法

HJ/T194-2005 环境空气质量手工监测技术规范

JJG 1036-2008 电子天平

在本标准中的适应范围、术语和定义、仪器和设备、称重等部分需要引用以上标准。

## 5.3 术语和定义

本标准中 3.1 的“PM<sub>2.5</sub>”定义引用《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的 3.4；

本标准 3.2 的“环境空气质量手工监测”定义引用《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）的 3.1；

本标准 3.3 的“采样器工作点流量”定义引用《PM<sub>10</sub> 采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93-2003）的 3.3；

本标准 3.4 和 3.5 的“24 小时平均值”、“标准状态”分别引用《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的 3.10 和 3.14；

本标准 3.6 和 3.7 的“切割粒径 Da<sub>50</sub>”和“捕集效率的几何标准差（σ<sub>g</sub>）”分别引用《PM<sub>10</sub> 采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93-2003）的 3.5 和 3.6；

由于“捕集效率的几何标准差” $\frac{D_{a16}}{D_{a50}}$  和  $\frac{D_{a50}}{D_{a84}}$  不可能完全相等，本标准中修订了 HJ/T93-

2003 中 3.6 二者相等的定义，而只要求  $\frac{D_{a16}}{D_{a50}}$  和  $\frac{D_{a50}}{D_{a84}}$  都满足（1.2±0.1）即可。

本标准 3.8 的“检定分度值”术语定义参考了《电子天平》（JJG 1036-2008）中的规定。

## 5.4 方法原理

本标准中的方法原理规定是：

“通过具有一定切割特性的采样器，以恒速抽取定量体积空气，使环境空气中 PM<sub>2.5</sub> 被截留在已知质量的滤膜上，根据采样前后滤膜的质量差和采样体积，计算出 PM<sub>2.5</sub> 浓度。

PM<sub>2.5</sub> 采样器的工作点流量不做必须要求，一般情况如下：

大流量采样器工作点流量为 1.05 m<sup>3</sup>/min。

中流量采样器工作点流量为 100L/min。

小流量采样器工作点流量为 16.67L/min。”

《环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定 重量法》（HJ618-2011）中方法原理规定为：“分别通过具有一定切割特性的采样器，以恒速抽取定量体积的空气，使环境空气中 PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 被截留在已知质量的滤膜上，根据采样前后滤膜的重量差和采样体积，计算出 PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 浓度。”

《PM<sub>10</sub> 采样器技术要求及检测方法》（HJ/T93-2003）中 4.3.1 采样器工作点流量规定：“采样器工作点流量不作必须要求，一般情况下：

大流量采样器工作点流量为 1.05m<sup>3</sup>/min。

中流量采样器工作点流量为 0.10m<sup>3</sup>/min。”

美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub> 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》附录 L 中，提到用小流量 16.67L/min 的采样器。

结合以上标准，定义了方法原理，并说明一般情况下采样器的工作点流量。而不做必须的限定。

## 5. 5仪器和设备

HJ/T93 中规定了 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 采样器的技术要求和检测方法，本标准是使用采样器进行手工监测的具体操作，因此本标准中所使用的采样必须符合 HJ/T93 中的全部要求。

本标准中第 5 章仪器和设备的规定中：

本标准 5.1 PM<sub>2.5</sub> 采样组成引用于 HJ/T93。

本标准 5.2 中流量计是参考了 HJ/T93 中流量准确度的要求而提出的。

本标准 5.3、5.4 和 5.5 的温度计、气压计、湿度计要求，引用于 HJ/T194 中 4.5 采样点气象参数观测的要求，并且本标准中也规定了，手工采样不适于在风速大于 8m/s 的天气下进行。

本标准 5.6 滤膜的要求，引用于 HJ/T93 中 5.7 滤膜的要求，对 0.3μm 标准粒子的截留效率不低于 99.7%；美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub> 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》附录 L 和日本标准 JIS Z8814 中对滤膜要求是，对 0.3μm 标准粒子的截留效率

不低于 99.7%；欧洲标准 EN 14907:2005 中规定滤膜对对 0.3 $\mu\text{m}$  标准粒子的截留效率不低于 99.5%；《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）中 4.1.3.1 条规定，用于 PM<sub>10</sub> 采样的滤膜对 0.3 $\mu\text{m}$  标准粒子的截留效率不低于 99%；《环境空气总悬浮颗粒物的测定重量法》（GB/T15432-1995）中 3.7 条对总悬浮颗粒物的截留效率是不低于 99%；基于以上情况，本标准选用对滤膜要求最为严格的 99.7%这一指标。

本标准 5.7 滤膜夹的要求：以前的国内标准 GB/T15432、HJ618、HJ/T93、HJ/T194 中都没有对滤膜夹作要求。本标准引用美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub>测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》附录 L 中的 7.3.5，并考虑中国现场实际操作情况，对滤膜作了要求。

本标准 5.8 要求天平为检定分度值为 0.1mg 或 0.01mg 的分析天平。GB/T15432 的 3.11.1 中规定大流量采样器采样总悬浮物用感量 1mg 的天平，用中流量采样总悬浮物用感量为 0.1mg 的天平；HJ618 的 5.4 中规定用感量为 0.1mg 或 0.01mg 天平；美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub>测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》附录 L 中没有对天平精度做要求，但规定 PM<sub>2.5</sub>的检测限是 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，以 24 小时采样 24 立方米（小流量采样）计算，因此最小称重量为 48 $\mu\text{g}$ ；欧洲标准 EN 14907:2005 中规定对于低流量采样（LVS，2.3 $\text{m}^3/\text{h}$ ），天平精度要求 10 $\mu\text{g}$ ，对大流量采样（HVS，30 $\text{m}^3/\text{h}$ ），天平精度要求是 100 $\mu\text{g}$ 。因为感量是机械天平的指标，而对于现在基本都使用电子天平，没有感量这个指标，因此本标准对天平的要求引用《电子天平》（JJG 1036-2008）和《电子天平》（GB/T 26497-2001）中的指标，检定分度值要求为 0.1mg 或 0.01mg。

本标准 5.9 的恒温恒湿箱要求是“箱内空气温度在（15~30） $^{\circ}\text{C}$  范围内可调，控温精度  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；箱内空气相对湿度应控制在（50 $\pm 5$ ）%。恒温恒湿箱可连续工作。”该要求引用于 HJ618 中 5.5 条的要求。该恒温恒湿箱的要求也符合美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub>测定参比方法》《Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》、欧洲标准 EN 14907:2005 和日本标准 JIS Z8814 对恒温恒湿箱的要求。

## 5. 6 采样

### 5.6.1 采样前准备

本标准 6.1.1 条的切割器清洗要求是：“应定期清洗切割器，清洗周期视当地空气污染

状况而定，建议累计运行 7 天清洗一次切割器，如遇大风、扬尘、沙尘暴等恶劣天气，应及时清洗切割器。切割器是否涂覆硅油，应按切割器厂家提供的“使用说明书”的要求执行。”该条是根据国内外各厂家采样器的调研结果而提出的，并且参考了 HJ93 中切割器的加载测试做 7 天。

本标准 6.1.4 条气密性检查，参考了 HJ 93 中 5.9 条气密性、日本标准 JIS Z8814 中 5.1.1 采样器泄漏性能的规定。要求在系统负压力为 30kPa 时，30 秒内，负压下降低于 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》检漏测试中规定在流量计前压力为  $(7.5 \pm 0.5)$  kPa 时，泄漏量应小于 80mL/min。为便于现场操作，本标准参考了日本标准中气密性的检测方法。

本标准 6.1.5 条的采样流量检查要求测量误差小于 2%，该条用于保证手工采样器在采样过程中流量测量和控制的准确度。流量误差小于 2%，引用于 HJ93 中的 5.10.2；美国标准和欧洲标准该指标也是 2%，日本标准该指标要求是 5%。研究国内外各厂家仪器性能，可以达到流量测量误差 2%的要求，本着制订标准先进性的原则，该指标规定为 2%。

#### 5.6.2 样品采集

本标准 6.2.1 条采样环境的规定是：

“采样器入口距地面或采样平台的高度不低于 1.5m，切割器流路应垂直于地面。

当多台采样器平行采样时，若采样器的采样流量 $\leq 200\text{L}/\text{min}$ 时，相互之间的距离为 1~2m；若采样器的采样流量 $> 200\text{L}/\text{min}$ 时，相互之间的距离为 2~4m。

采样不宜在风速大于 8m/s 等天气条件下进行。采样点应避开污染源及障碍物。

如果测定交通枢纽的  $\text{PM}_{2.5}$  浓度值，采样点应布置在距人行道边缘外侧 1m 处。

该条引用于《环境空气  $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$  的测定 重量法》（HJ618-2011）中 6.1.1，“采样时，采样器入口距地面高度不得低于 1.5m。采样不宜在风速大于 8m/s 等天气条件下进行。采样点应避开污染源及障碍物。如果测定交通枢纽处  $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$ ，采样点应布置在距人行道边缘外侧 1m 处”；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》中 53.58 要求，3 个相同测试采样器平行采样时，采样口应高于地面处保持相同高度，并且彼此水平间隔 2~4 米，对于流量小 200L/min 的采样器，间隔为 1~2 米。EPA 认为在 1~10 米范围内（100 平方米以内）属于微尺度范围，该范围内  $\text{PM}_{2.5}$  的浓度认为是相同的。

本标准 6.2.2 条采样时间的规定，引用于《环境空气  $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$  的测定 重量法》

(HJ618-2011) 中 6.1.样品采集。并参考了《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中第 6 章数据统计的有效性规定。

### 5.6.3 样品保存

本标准 6.3 条规定：“滤膜采集后，如不能立即称重，应在 4℃ 条件下密封冷藏保存，最长不超过 30 天。”《环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定 重量法》(HJ618-2011) 中 6.2 条样品保存规定：“滤膜采集后，如不能立即称重，应在 4℃ 条件下冷藏保存。”没有规定保存天数；美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub> 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》附录 L 中 8.3.6 规定：“滤膜样品从采样器取回到开始衡重整个时间内，均应保持在 4℃ 条件下，并且不超过 30 天。”欧洲标 EN 14907:2005 中规定 6.5 条规定：“滤膜在进行称重之前，应保持在低于 23℃ 且低于采样时环境温度条件下，最长存储时间为 15 天。”本标准引用美国 EPA 标准中的规定，样品保存条件是 4℃ 以下，最长保存时间是 30 天。

## 5.7 样品分析

本标准中第 7 章规定了样品分析的技术要求是：

本标准“7.1 将滤膜放在恒温恒湿箱中平衡 24h。平衡条件为：温度应控制在（15～30）℃ 范围内任意一点，与天平室温度保持一致；相对湿度应控制在（50±5）% 范围内，与天平室相对湿度保持一致。

本标准 7.2 记录平衡温度与湿度，应确保采样前后滤膜平衡条件一致。

本标准 7.3 在上述平衡条件下，用分析天平对滤膜称重，记录滤膜重量和编号等信息（见附录 D 表 D.2）。

本标准 7.4 将同批滤膜在恒温恒湿箱中保持相同条件平衡 1h 后再称重，当使用检定分度值为 0.1mg 的分析天平称重时，两次重量之差小于 0.4mg 为满足恒重要求；当使用检定分度值为 0.01mg 的分析天平称重时，两次重量之差小于 0.04mg 为满足恒重要求。

本标准 7.5 以两次称重的平均值作为滤膜称重值。”

《环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定 重量法》(HJ618-2011) 中第 7 章分析步骤规定：“将滤膜放在恒温湿箱（室）中平衡 24h，平衡条件为：温度取 15℃～30℃ 中任何一点，相对湿度控制在 45%～55% 范围内，记录平衡温度与湿度。在上述平衡条件下，用感量为 0.1mg 或 0.01mg 的分析天平称量滤膜，记录滤膜重量。同一滤膜在恒温恒湿箱（室）中相同条件下再平衡 1h 后称重。对于 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 颗粒物样品滤膜，两次重量之差分别小于 0.4mg 或 0.04mg 为满足恒重要求。”

美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub>测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》附录 L 中 8.2 规定，滤膜恒重温度条件是：20℃~23℃，恒重时间是 24 小时，24 小时内温度变化小于 2℃；湿度为 30%~40%，24 小时内变化小于 5%。

Quality Assurance Guidance Document 中 7.3 要求平衡后二次称重之差不大于 25μg。

欧洲标 EN 14907:2005 中 5.2 条规定：滤膜恒重温度条件是：(20±1)℃，湿度是 (45~55)%；对于空白滤膜恒重至少 48 小时，两次称重间隔 12 小时，两次称重差不超过 40μg (LVS) 或 500μg (HVS)；对于采样滤膜恒重至少 48 小时，相隔 24 小时到 72 小时后进行二次称重，两次称重差不超过 60μg (LVS) 或 800μg (HVS)，等同于浓度误差 1μg/m<sup>3</sup>。否则该结果无效。

日本标准 JIS Z8814 中 6.3.3 规定衡重的温度条件是：(20±2)℃，湿度是 (45~55)%，衡重时间是超过 24 小时。对于可读性为 1μg 的天平，衡重后二次称重质量差应在 5μg 以内。

《环境空气总悬浮颗粒物的测定 重量法》(GB/T15432-1995) 中 5.3 只规定了，“尘膜在恒温恒湿箱中，与干净滤膜平衡条件相同的温度、湿度，平衡 24h。”没有规定具体的恒重温度和湿度。也没有规定恒重后两次称重的要求。

本标准结合以上国内外标准情况，制订了样品平衡条件是：温度应控制在 (15~30)℃ 范围内任意一点，与天平室温度保持一致；相对湿度应控制在 (50±5)% 范围内，与天平室相对湿度保持一致。当使用检定分度值为 0.1mg 的分析天平称重时，两次重量之差小于 0.4mg 为满足恒重要求；当使用检定分度值为 0.01mg 的分析天平称重时，两次重量之差小于 0.04mg 为满足恒重要求。

本标准 7.4 滤膜增重的要求：“将同批滤膜在恒温恒湿箱中保持相同条件平衡 1h 后再称重，当使用检定分度值为 0.1mg 的分析天平称重时，两次重量之差小于 0.4mg 为满足恒重要求；当使用检定分度值为 0.01mg 的分析天平称重时，两次重量之差小于 0.04mg 为满足恒重要求。”

《环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定 重量法》(HJ618-2011) 中 9.6 要求：“当 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 含量很低时，采样时间不能过短。对于感量为 0.1mg 和 0.01mg 的分析天平，滤膜上颗粒物负载量应分别大于 1mg 和 0.1mg，以减小称量误差。”

《环境空气总悬浮颗粒物的测定 重量法》(GB/T15432-1995) 中 5.3.2 中规定：“在上述平衡条件下称量滤膜，大流量采样器滤膜称量精确到 1mg，中流量采样器滤膜称量精确

到 0.1mg。记录下滤膜重量。大流量滤膜增重不小于 100mg，中流量滤膜不小于 10mg。”

美国药典第 41 章规定：“如果样品不少于十次称量的标准偏差，乘以扩展因子 3 与称量值的比值不超过 0.1%，称量的不确定度才被认为是符合要求的。”

$$\text{最小称重量} = \frac{\text{扩展因子} \times \text{重复性}}{\text{不确定度}}$$

如按美国药典的规定，对于十万分之一天平，最小称重量为 30mg，百万分之一天平，最小称重量是 3mg，而空气中 PM<sub>2.5</sub> 的负载量一般都小于 3mg，因此美国药典的规定不适用于环境空气 PM<sub>2.5</sub> 手工监测方法。

$$\text{最小称重量} = \frac{\text{扩展因子} \times \text{重复性}}{\text{不确定度}} = \frac{3 \times 0.01\text{mg}(\text{十万分之一天平})}{0.1\%} = 30\text{mg}$$

参考美国药典第 41 章的规定，根据不确定和颗粒物负载量进行天平选型见表 1：

表 1 根据不确定和颗粒物负载量进行天平选型

项目	采样器抽气体积	浓度 (μg)	负载量 (mg)	天平重复性要求 (μg)	天平选型	最小增重 (mg)
不确定度 0.1%	中流量 (108m <sup>3</sup> )	35	3.78	1.26	百万分之一天平	3
		75	8.1	2.7	百万分之一天平	3
		150	16.2	5.4	百万分之一天平	3
	小流量 (18m <sup>3</sup> )	35	0.63	0.21	千万分之一天平	0.3
		75	1.35	0.45	千万分之一天平	0.3
		150	2.7	0.9	千万分之一天平	0.3

参考美国药典，已知天平精度和要求的确定度，对最小称重量要求表格如表 2：

表 2 对最小称重量要求

天平选型	不确定度	最小增量要求 (mg)	PM2.5 浓度要求 (μg/m <sup>3</sup> )
十万分之一天平	0.1%	30	中流量:278
			小流量: 1667
百万分之一天平	0.1%	3	中流量:28
			小流量: 167
千万分之一天平	0.1%	0.3	中流量:3
			小流量: 17

参考《环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定 重量法》(HJ618-2011) 规定检出限是 0.010mg/m<sup>3</sup>，以样品负载量为 1.0mg，采样 108m<sup>3</sup> 空气样品计。由此确定天平的最小称重量是 1.0mg，参考《电子天平》(JJG 1036-2008) 中 5.4.2 规定，对于检定分度值<1mg 的天平，最小称量值是 100 倍检定分度值，因此可以确定天平的

$$\text{检定分度值} = \frac{\text{最小称量值}}{100} = \frac{1.0\text{mg}}{100} = 0.01\text{mg}。 \text{对于 PM}_{2.5} \text{ 浓度较高的现场，可以使用检定分度值为 0.1mg 的天平。}$$

《电子天平》(JJG 1036-2008) 中 5.4.2 规定的最小称量值如下表 3：其中 e 是检定分

度值，d是实际分度值。

表3《电子天平》（JJG 1036-2008）中最小称量值

准确度级别	检定分度值 e	检定分度数 n=Max/e		最小称量
		最小	最大	
特种准确度级	1 μg ≤ e < 1mg	可小于 50,000		100e
	1mg ≤ e	50,000		100d
高准确度级	1mg ≤ e ≤ 50mg	100	100,000	20d
	0.1g ≤ e	5,000	100,000	50d
中准确度级	0.1g ≤ e ≤ 2g	100	10,000	20d
	5g ≤ e	500	10,000	20d
普通准确度级	5g ≤ e	100	1,000	10d

参考《电子天平》（JJG 1036-2008），根据颗粒物负载量进行天平选型表 4:

表4 根据颗粒物负载量进行天平选型

采样器抽气体积	浓度(μg)	负载量(mg)	要求检定分度值 (mg)	天平选型 (检定分度值 mg)	最小增重(mg)
中流量 (108m³)	35	3.78	0.038	0.01	1
	75	8.1	0.081	0.01	1
	150	16.2	0.162	0.1	10
小流量 (18m³)	35	0.63	0.006	0.001	0.1
	75	1.35	0.013	0.01	1
	150	2.7	0.027	0.01	1

参考《电子天平》（JJG 1036-2008），已知天平检定分度值，对最小称重量要求表格如下表 5:

表5 最小称重量要求

天平选型 (检定分度值 mg)	最小增量要求 (mg)	PM <sub>2.5</sub> 浓度要求 (μg/m <sup>3</sup> )
0.1	10	中流量: 93
		小流量: 556
0.01	1	中流量: 9
		小流量: 56
0.001	0.1	中流量: 1
		小流量: 6

## 5.8 结果计算与表示

PM<sub>2.5</sub>浓度按下式计算:

$$\rho = \frac{w_2 - w_1}{V} \times 1000$$

式中: ρ——PM<sub>2.5</sub>浓度, μg/m<sup>3</sup>;

w<sub>2</sub>——采样后滤膜的质量, mg;

w<sub>1</sub>——采样前滤膜的质量, mg;

V——已换算成标准状态下的采样体积, m<sup>3</sup>。

本标准中 8.1 结果计算引用于《环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定 重量法》（HJ618-2011）中 8.1 结果计算。并且将 PM<sub>2.5</sub> 浓度单位修改为  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，采样前后滤膜重量单位修改为 mg。修改原因是《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定了 PM<sub>2.5</sub> 的浓度单位是  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

EPA、欧洲和日本的标准中规定采样体积为工况体积。本标准中规定采样体积 V 是标准状态下的体积，是参考 GB3095 和 HJ618 中的规定。

本标准 8.2 的结果表示规定：“PM<sub>2.5</sub> 计算结果保留到  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。”

HJ618 中 8.2 结果表示规定：“计算结果保留到 3 位有效数字。小数点后数字可保留到第 3 位。”其中 3 位有效数字与小数点后数字可保留到第 3 位相矛盾。并且 HJ618 中 PM<sub>2.5</sub> 的浓度单位是  $\text{mg}/\text{m}^3$ ，本标准中规定单位是  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，因此结果表示要求“PM<sub>2.5</sub> 计算结果保留到  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。”

## 5.9 质量控制与质量保证

本标准 9.2.3 空白滤膜的要求是：“空白样滤膜应与采样滤膜一起进行恒重、称重和记录相关数据。空白滤膜应与采样滤膜一起被运送至采样地点，安装至采样器中，不采样并保持和采样滤膜相同的时间后，和采样滤膜一起取回实验室，按第 7 条称重以作质量控制检查之用。空白滤膜前、后两次称重相差应远小于采样滤膜上的颗粒物捕集量，一般要求空白滤膜捕集量 $\leq 0.5\text{mg}$ ，否则认为此次手工监测数据无效。”

美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub> 测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》附录 L 中 8.3.7 中规定，空白滤膜应运送至采样地点，安装至采样器中，不经采样而取回。并重新称重以作质量控制检查之用，要求空白滤膜二次称重差应小于  $30\mu\text{g}$ 。

欧洲标 EN 14907:2005 中 7.4 现场空白滤膜规定：运送空白滤膜到检测地点，并对其进行称重。二次称重质量差应满足：LVS 不大于  $40\mu\text{g}$ ，HVS 不大于  $500\mu\text{g}$ 。等同于浓度误差  $0.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

本标准根据实际现场测试情况，一般情况下空白滤膜增重是  $0.2\text{mg}$  以下，考虑到每次标准滤膜称重误差要求  $0.5\text{mg}$  以内，因此规定空白滤膜增重 $\leq 0.5\text{mg}$ 。

本标准 9.3.2.1 滤膜称重前要编号的要求：“滤膜称重前要编号。滤膜编号可直接标记在滤膜上，如果滤膜编号不能直接标记在滤膜上，可采用其它方法，如带编号标识的存储容器，但必须保持唯一性和可追溯性。称重时要尽量缩短操作时间并消除静电的影响。”

《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》（GB/T15432-1995）中 3.8 和 3.9 规定：

“滤膜袋：用于存放采样后对折的采尘滤膜。袋面印有编号、采样日期、采样地点、采样人等项栏目。滤膜保存盒：用于保存、运送滤膜，保证滤膜在采样前处于平展不受折状态。”

美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub>测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》附录 L 中 10.2 规定：“应对各新采样滤膜的类型、大小的正确性及小孔、颗粒物和其它瑕疵进行检查。应该弃用不可接受的滤膜。各滤膜应指定一个独特的标识编号，并应为其建立信息记录。如果滤膜标识编号不能直接标记在滤膜上，其它方法，如编号标识存储容器，必须建立起来以保持正确的滤膜编号。”

考虑到现场实际操作的需要，和保证操作规范及操作过程的可追溯性，参考 GB/T15432 和美国 EPA 标准《大气细粒子 PM<sub>2.5</sub>测定参比方法》《Appendix L to Part 50—Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM<sub>2.5</sub> in the Atmosphere》附录 L 的规定，本标准对滤膜编号提出了要求。

本标准 9.3.2.2 标准滤膜质量控制的要求：“使用无锯齿状镊子夹取清洁滤膜若干张、编号，在恒温恒湿箱中，按平衡条件平衡 24h，称重。每张滤膜非连续称重 10 次以上，求每张滤膜的平均值为该张滤膜的原始质量，以上述滤膜作为“标准滤膜”（记录见附录 D 中表 D.4），标准滤膜的 10 次称重应在 30 分钟内完成，确保环境温度和湿度对滤膜的影响可以忽略。每次称重采样滤膜的同时，称重一张“标准滤膜”。若标准滤膜称出的重量在原始质量±5mg（大流量），±0.5mg（中流量和小流量）范围内，则认为该批样品滤膜称重合格，数据可用。否则应检查称重条件是否符合要求并重新称重该批样品滤膜。”

《环境空气 PM<sub>10</sub>和 PM<sub>2.5</sub>的测定 重量法》（HJ618-2011）中 9.3 规定：“取清洁滤膜若干张，在恒温恒湿箱（室），按平衡条件平衡 24h，称重。每张滤膜非连续称量 10 次以上，求每张滤膜的平均值为该张滤膜的原始质量。以上述滤膜作为“标准滤膜”。每次称滤膜的同时，称量两张“标准滤膜”。若标准滤膜称出的重量在原始质量±5mg（大流量），±0.5mg（中流量和小流量）范围内，则认为该批样品滤膜称量合格，数据可用。否则应检查称量条件是否符合要求并重新称量该批样品滤膜。标准滤膜称重质控要求：二次称重质量差小于 25μg。

欧洲标 EN 14907:2005 中 6.2 规定：

“（1）对于 LVS 设计，若标准滤膜的质量相比上一次称重变化小于 40μg，应记录其平均质量，并且可继续称重 LVS 滤膜。若变化大于 40μg，则继续之前应检查并解决问题。

（2）对于 HVS 设计，若标准滤膜的质量相比上一次称重变化小于 500μg，应记录其

平均质量，并且可继续称重 LVS 滤膜。若变化大于 500 $\mu\text{g}$ ，则继续之前应检查并解决问题。

备注：上述的 40  $\mu\text{g}$  (LVS) 和 500  $\mu\text{g}$  (HVS) 质量变化，分别等效于所测浓度变化约 0.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (额定流量，采样 24 小时)。”。

本标准中参考了 HJ618 中对标准滤膜的规定，要求标准滤膜二次称重相差应在  $\pm 5\text{mg}$  (大流量) 或  $\pm 0.5\text{mg}$  (中流量和小流量) 范围内，且考虑了现场实际操作情况，将称重两张标准滤膜更改为称重一张标准滤膜。

## 5.10 技术要求对比

下表是本标准和国内外其它标准的对比表 6。

表 6 本标准和国内外其它标准的对比表

技术指标	本标准	HJ618	40CFR Part50	EN 14907	JIS Z8814
滤膜截留效率	99.7%	99%	99.7%	99.5%	99.7%
天平精度	检定分度值为 0.1mg 或 0.01mg	感量 0.1mg 或 0.01mg	重现性 1 $\mu\text{g}$	10 $\mu\text{g}$ (LVS) 100 $\mu\text{g}$ (HVS)	可读性 1 $\mu\text{g}$
采样流量误差	<2%	<2%	<2%	<2%	<5%
样品保存时间	4 $^{\circ}\text{C}$ ，30 天	4 $^{\circ}\text{C}$ 冷藏保存	4 $^{\circ}\text{C}$ ，30 天	采样温度，15 天	-
平衡温度	与天平室温度一致	(15~30) $^{\circ}\text{C}$	(20~23) $^{\circ}\text{C}$	(19~21) $^{\circ}\text{C}$	(18~22) $^{\circ}\text{C}$
平衡湿度	与天平室湿度一致	(45~55) %	(30~40) %	(45~55) %	(45~55) %
平衡后质量差	<0.04mg	<0.04mg	25 $\mu\text{g}$	60 $\mu\text{g}$ (LVS) 800 $\mu\text{g}$ (HVS)	-
标准滤膜	$\pm 5\text{mg}$ (大流量)， $\pm 0.5\text{mg}$ (中小流量)	$\pm 5\text{mg}$ (大流量)， $\pm 0.5\text{mg}$ (中小流量)	25 $\mu\text{g}$	40 $\mu\text{g}$ (LVS) 500 $\mu\text{g}$ (HVS)	-
最小捕集量	10mg (检定分度值 0.1mg)，1mg (检定分度值 0.01mg)	1mg (感量 0.1mg) 0.1mg (感量 0.01mg)	-	-	-
空白滤膜增重	$\leq 0.5\text{mg}$	-	30 $\mu\text{g}$	40 $\mu\text{g}$ (LVS) 500 $\mu\text{g}$ (HVS)	-
滤膜吸湿量	10 $\mu\text{g}$	-	10 $\mu\text{g}$	-	-

滤膜重量稳定性	20μg	-	20μg	-	-
滤膜温度稳定性	20μg	-	20μg	-	-
采样时间	>20h	间隔采样>18h	(23±1) h	-	-

注：上表中“-”表示没有对该指标提出要求。

## 6 标准实施建议

为切实加强本标准的实施，规范我国 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 采样器的技术要求，促进 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 采样器的环境管理服务，从管理角度，生产厂商在安装 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 采样器时应严格执行本标准，各级环保局在验收 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 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，使各级环境保护部门按照本标准的要求使用 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 采样器进行相关环境监测和环境管理活动。

## 7 参考文献

- [1] GB3095-2012 《环境空气质量标准》
- [2] HJ/T 194-2005 《环境空气质量手工监测技术规范》
- [3] HJ618-2011 《环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定 重量法》
- [4] US EPA. cfr 40, part 50--NATIONAL PRIMARY AND SECONDARY AMBIENT AIR QUALITY STANDARDS
- [5] US EPA. cfr 40 , part 53--AMBIENT AIR MONITORING REFERENCE AND EQUIVALENT METHODS
- [6] US EPA. cfr 40, part 58-. AMBIENT AIR QUALITY SURVEILLANCE
- [7] BS EN 14907-2005 Ambient air quality. Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM<sub>2.5</sub> mass fraction of suspended particulate matter
- [8] BS EN 12341-2001 Air quality - Determination of the PM<sub>10</sub> fraction of suspended particulate matter - Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods
- [9] JIS Z8814-1994 小流量空气采样器