ICS 点击此处添加ICS号

点击此处添加中国标准文献分类号

|  |
| --- |
|       |

中国工程建设协会标准

CECS/XXX XXXXX—XXXX

|  |
| --- |
|       |

室内PM2.5测试设备检测标准

Test method of PM2.5 test device for indoor air monitoring

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

        发布



**中国工程建设标准化协会标准**

室内PM2.5测试设备检测标准

Test Method of PM2.5 test device for indoor air monitoring

**CECS/XXX XXXXX-XXX**

批准部门： ×××

施行日期： 2 0 ×× 年 × 月 × 日

XXX出版社

20×× 北 京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发“2016年第一批工程建设协会标准制订、修订计划”的通知》（建标协字[2016]038号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考相关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准共分5章，主要技术内容是：总则、术语、性能要求、检测方法、判定方法。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由清华大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送清华大学（地址：北京市海淀区清华园1号建筑技术科学系，邮政编码100084）

本标准主编单位：清华大学

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc527656254)

[2 术语 2](#_Toc527656255)

[3 要求 3](#_Toc527656256)

[4 检测方法 4](#_Toc527656257)

[4.1 仪器与设备 4](#_Toc527656258)

[4.2 试验条件 4](#_Toc527656259)

[4.3 试验程序 5](#_Toc527656260)

[4.4 数据处理与分析 5](#_Toc527656261)

[5 判定方法 8](#_Toc527656262)

[附录A 试验舱参数要求 9](#_Toc527656263)

[附录B PM2.5测试参照仪器的量值溯源方法 10](#_Toc527656264)

[附录C PM2.5测试参照仪器质量浓度转换系数的修正示例 13](#_Toc527656265)

[本标准用词说明 14](#_Toc527656266)

[引用标准名录 15](#_Toc527656267)

[条文说明 16](#_Toc527656268)

**Contents**

[1 General Provisions 1](#_Toc527532755)

[2 Terms 2](#_Toc527532756)

[3 Requirement 3](#_Toc527532757)

[4 Test Methods 4](#_Toc527532758)

[4.1 Instrument and Equipment 4](#_Toc527532759)

[4.2 Test Conditions 4](#_Toc527532760)

[4.3 Test Procedure 5](#_Toc527532761)

[4.4 Data Processing and Analysis 5](#_Toc527532762)

[5 Determination Method 8](#_Toc527532763)

[Appendix A Requirements for the Test Chamber 9](#_Toc527532764)

[Appendix B Calibration of the Reference PM2.5 Test Instrument 10](#_Toc527532765)

[Appendix C Example of the Reference PM2.5 Test Instrument Calibration 13](#_Toc527532766)

[Explanation of Wording in This Code 14](#_Toc527532767)

[List of Quoted Standards 15](#_Toc527532768)

[Addition: Explanation of Provisions 16](#_Toc527532769)

**1 总则**

* + 1. 为贯彻国家有关健康中国建设的方针和政策，保障健康的室内生活和工作环境，规范室内PM2.5测试设备示值性能的检测技术，改善我国室内PM2.5测试设备的示值性能和室内空气质量控制效果，制订本标准。
		2. 本标准适用于建筑室内PM2.5测试设备的PM2.5质量浓度示值性能检测。
		3. 从事室内PM2.5测试设备检测的机构应具有相应检测资质，从事检测的人员应经过专门培训。
		4. 室内PM2.5测试设备的检测除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2 术语**

1. 室内PM2.5测试设备 PM2.5 test device for indoor air monitoring

用于连续、实时反映室内空气中PM2.5浓度的快速响应的传感器及其关联部件构成的设备。

1. PM2.5测试参照仪器 Reference instrument for PM2.5 concentration measurement

带有PM2.5切割头，经过计量检定校准的激光粉尘仪，用于与室内PM2.5测试设备进行浓度示值比对。

1. 质量浓度转换系数Mass concentration conversion coefficient

质量浓度转换系数是标准状态下空气中PM2.5质量浓度与PM2.5测试参照仪器测定的相对浓度的比值。当相对浓度为仪器计数值CPM时，质量浓度转换系数的单位为mg/(m3·CPM)；当相对浓度为仪器由光散射强度根据校正粒子折算得到的PM2.5质量浓度时，质量浓度转换系数无量纲。

1. 重复性Repeatability

在同一环境浓度及试验条件下，同一台室内PM2.5测试设备经多次独立测试得到的浓度示值之间的一致程度。

1. 一致性 Consistency

在同一环境浓度及试验条件下，多台同批次同型号室内PM2.5测试设备浓度示值之间的一致程度。

1. 示值误差 Error of indication

室内PM2.5测试设备的浓度示值与PM2.5测试参照仪器浓度示值的偏差。

**3 要求**

1. 室内PM2.5测试设备需具备数据显示功能或配备有数据显示读取设备，显示数字清晰可读，并能在测试期间内连续运行，宜带有数据记录和导出功能。
2. 室内PM2.5测试设备的重复性、一致性和准确性应符合表3.0.2的规定。

表3.0.2 室内PM2.5测试设备性能要求

|  |  |
| --- | --- |
| 指标项目 | 指标值 |
| 重复性 | PM2.5 a ≤ 35 μg/m3 | 相对标准偏差 ≤ 10% |
| PM2.5 a > 35 μg/m3 | 相对标准偏差 ≤ 7% |
| 一致性 |  | 相对标准偏差 ≤ 15% |
| 示值误差 |  | 相对误差 ≤ ±30% |

a PM2.5浓度以PM2.5测试参照仪器读数为基准。

**4 检测方法**

**4.1 仪器与设备**

1. 试验舱的参数要求应符合附录A的规定。试验舱还应配有颗粒物净化设备，开启颗粒物净化设备应保证试验舱内PM2.5浓度可降至35 μg/m3以下。
2. 采用香烟烟雾作为标准颗粒物发生源，焦油量为8mg。香烟应置于温度（25±2）℃，相对湿度（50±10）%条件下保存。
3. 通过颗粒物发生装置向试验舱内提供PM2.5颗粒物，装置PM2.5可发生浓度范围应能保证试验舱内PM2.5浓度达到（0~800）μg/m3。颗粒物发生装置应符合《空气净化器》GB/T 18801-2015中附录B.2的规定，采用正压法向试验舱内发生颗粒物。
4. PM2.5测试参照仪器应经计量部门检定或校准合格，还应满足：

1 可获取实时PM2.5浓度数值；

2 测量范围：包含（1～1000） μg/m3；

3 量值溯源：应在试验舱内与重量法进行比对，在所使用的浓度范围内，与《环境空气PM10和PM2.5的测定 重量法》HJ 618规定的重量法进行比对，相对误差不超过±10%。若相对误差超过±10%，应对PM2.5测试参照仪器的质量浓度转换系数进行修正。PM2.5测试参照仪器与重量法的比对及质量浓度转换系数的修正方法可参照附录B，修正示例参照附录C。

1. 送检室内PM2.5测试设备应为同型号同批次的设备6台，还应满足3.0.1条的规定。

**4.2 试验条件**

1. 试验应在无强烈阳光照射和其他辐射作用的室内进行。
2. 室内PM2.5测试设备应处在额定工作状况下，并保证数据读取、存储功能或设备正常运行。
3. 试验舱内环境参数应满足温度（25±5）℃，相对湿度（45±5）%。
4. 试验过程中试验舱内的环境PM2.5浓度应包括（15~35）μg/m3、（35~75）μg/m3、（75~150）μg/m3、（150~350）μg/m3、（350~500）μg/m3共5个浓度段，对于量程在500μg/m3以上的室内PM2.5测试设备，宜补充（500~800）μg/m3浓度段。

**4.3 试验程序**

1. 将PM2.5测试参照仪器和室内PM2.5测试设备放置在试验舱内中央部位，距地面（0.5～1.5）m，开启PM2.5测试参照仪器和室内PM2.5测试设备，并使其正常稳定运行。
2. 启动试验舱温湿度控制装置，开启试验舱搅拌风扇和循环风扇，使舱内温度和相对湿度达到规定状态，关闭试验舱门和舱内通风换气设备，保持搅拌风扇和循环风扇开启。
3. 将香烟放入颗粒物发生装置中，向试验舱内正压通入香烟烟雾。达到一定的量后，关闭颗粒物发生装置。保持搅拌风扇开启10分钟，使试验舱内颗粒物分布均匀后，关闭搅拌风扇。以PM2.5测试参照仪器示值为基准，控制试验舱内PM2.5浓度在（350~500）μg/m3浓度段，对量程在500μg/m3以上的室内PM2.5测试设备，控制在（500~800）μg/m3浓度段。
4. 关闭搅拌风扇后静置，当PM2.5测试参照仪器连续6次测试示值的相对标准差≤5%时，可开始读数。同时记录PM2.5测试参照仪器和室内PM2.5测试设备示值，每30秒测定并记录一次颗粒物的浓度，记录不少于8组数据点。
5. 开启搅拌风扇，开启颗粒物净化设备降低试验舱内PM2.5浓度，重复4.3.3和4.3.4条操作，按照4.2.4条规定由高浓度向低浓度依次完成剩余浓度段的试验测定。

**4.4 数据处理与分析**

1. 对每个浓度段下各台室内PM2.5测试设备测量记录的浓度示值进行离群值剔除，离群值剔除应按《测量方法与结果的准确度（正确度与精密度） 第2部分：确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法》GB/T 6379.2-2004的7.3.4.1款执行。剔除离群值后，单台室内PM2.5测试设备在该浓度段下的有效浓度示值不应少于6个。
2. 在每个浓度段，选取单台室内PM2.5测试设备剔除离群值后的前6个有效浓度示值。分别计算单台室内PM2.5测试设备在各浓度段下，这6个有效浓度示值的相对标准差，即为该室内PM2.5测试设备示值重复性。计算如下式：

  (4.4.2)

式中：

——第i台室内PM2.5测试设备在第j个浓度段示值的相对标准差，保留到小数点后一位；

——第i台室内PM2.5测试设备在第j个浓度段剔除离群值后的第k个有效浓度示值，单位为微克每立方米（µg/m3）；

——第i台室内PM2.5测试设备在第j个浓度段剔除离群值后的前6个有效浓度示值的均值，单位为微克每立方米（µg/m3）。

1. 在每个浓度段，选取每台室内PM2.5测试设备剔除离群值后的前6个有效浓度示值，计算每台室内PM2.5测试设备这6个示值的均值，并计算出6台室内PM2.5测试设备选取示值的总平均值。6台室内PM2.5测试设备示值的一致性以相对标准差表示，计算如下式：

 (4.4.3)

式中：

——该批室内PM2.5测试设备在第j个浓度段示值的相对标准差，保留到小数点后一位；

——第i台室内PM2.5测试设备在第j个浓度段剔除离群值后的前6个有效浓度示值的均值，单位为微克每立方米（µg/m3）；

——该批室内PM2.5测试设备在第j个浓度段示值的总平均值，单位为微克每立方米（µg/m3）。

1. 在每个浓度段，选取每台室内PM2.5测试设备剔除离群值后的前6个有效浓度示值，同时选取PM2.5测试参照仪器的6个对应浓度示值，分别计算每台室内PM2.5测试设备6个有效浓度示值均值与PM2.5测试参照仪器6个有效浓度示值均值的相对误差。室内PM2.5测试设备的示值误差以相对误差表示，计算如下式：

 (4.4.4)

式中：

——第i台室内PM2.5测试设备在第j个浓度段示值的相对误差，保留到小数点后一位；

——第i台室内PM2.5测试设备在第j个浓度段剔除离群值后的前6个有效浓度示值均值，单位为微克每立方米（µg/m3）；

——PM2.5测试参照仪器在第j个浓度段的6个对应浓度示值均值，单位为微克每立方米（µg/m3）。

**5 判定方法**

1. 在各浓度段下，若6台室内PM2.5测试设备每一台的重复性和示值误差均满足表3.0.2的性能要求，一致性也满足表3.0.2 的性能要求，则判定送检批次、型号的室内PM2.5测试设备合格。
2. 在各浓度段下，若6台室内PM2.5测试设备的重复性或示值误差有任一台不满足表3.0.2的性能要求，或一致性不满足表3.0.2的性能要求，则判定送检批次、型号的室内PM2.5测试设备不合格。

# 附录A 试验舱参数要求

1. 试验舱的参数要求见表A.0.1。

表A.0.1 试验舱参数要求

|  |  |
| --- | --- |
| **项目** | **结构参数** |
| 试验舱容积 | 30 m3 | 3 m3 |
| 试验舱内尺寸 | 3.5 m×3.4 m×2.5 m，允许±0.5 m3的偏差 | 1.4 m×1.4 m×1.5 m，允许±0.1 m3的偏差 |
| 框架 | 铝型材或不锈钢 |
| 壁 | 用厚度为 5 mm以上浮法平板玻璃或厚度为 0.8 mm以上的不锈钢 |
| 地板 | 用厚度为 0.8 mm以上的不锈钢板 |
| 顶板 | 不锈钢板或类似材料金属复合板 |
| 密封材料 | 用硅橡胶条及玻璃密封胶 |
| 搅拌风扇 | 直径约 1.0 m~1.5 m，三叶 | 直径约 0.5 m~1.0 m，三叶 |
| 循环风扇 | 500 m3/h~700 m3/h，直径 20 cm，安装位置：离地 1.5 m，离后墙 0.4 m | 无 |
| 气密性 | 换气次数不大于0.05 h-1 |
| 混合度 | 大于80% |

注1：气密性和混合度测试方法按照《空气净化器》GB/T 18801-2015附录A中的规定执行。

注2：若壁采用不锈钢材料，试验舱应在壁面或舱门留有玻璃观察口，或在试验舱内配备拍照或摄像设备，保证在试验过程中可在试验舱外读取室内PM2.5测试设备和PM2.5测试参照仪器的示值。

**附录B PM2.5测试参照仪器的量值溯源方法**

**B.1 仪器与设备**

1. 待进行量值溯源的PM2.5测试参照仪器应经计量部门检定或校准合格。
2. PM­2.5采样器应符合《环境空气颗粒物(PM10和PM2.5)采样器技术要求及检测方法》HJ 93的规定，数量不少于2台。
3. 流量计应符合《环境空气PM10和PM2.5的测定 重量法》HJ 618小流量流量计的规定。
4. 分析天平的感量为0.01mg。
5. 恒温恒湿箱（室）及干燥器应符合《环境空气PM10和PM2.5的测定 重量法》HJ 618的规定
6. 滤膜对0.3μm粒子的截留效率不低于99%。空白滤膜应按《环境空气PM10和PM2.5的测定 重量法》HJ 618的分析步骤执行，平衡处理至恒重，称重后，放入干燥器中备用。
7. 试验舱容积30m3，其余参数要求见附录A。

**B.2 试验程序**

1. 按使用说明书连接采样器，装上已称重的空白滤膜。采样器布置按《公共场所卫生检验方法 第2部分：化学污染物》GB/T 18204.2-2014附录A.2执行，距地面0.5~1.5m。设定采样流量为（8~12）L/min，采样时间为（5~8）小时。
2. 将PM2.5测试参照仪器放置在试验舱内中央部位，高度与采样器相同，并记录PM2.5测试参照仪器的质量浓度转换系数。
3. 启动试验舱温湿度控制装置，开启试验舱搅拌风扇和循环风扇，使舱内温度和相对湿度达到4.2条中的规定状态。
4. 同时开启PM2.5测试参照仪器和采样器，记录开启时间，每30秒测定并记录一次PM2.5测试参照仪器的浓度示值。关闭试验舱门和舱内通风换气设备，保持搅拌风扇和循环风扇开启。
5. 将标准香烟放入颗粒物发生装置中，向试验舱内正压通入香烟烟雾。待香烟燃烧（3/4~1）支后，关闭颗粒物发生装置。保持搅拌风扇开启10分钟，使试验舱内颗粒物分布均匀后，关闭搅拌风扇。若PM2.5测试参照仪器的量程小于此时的浓度，开启颗粒物净化设备，控制试验舱内PM2.5浓度在满量程的80%~90%。
6. 采样结束后，将采集有颗粒物的滤膜带回实验室，按《环境空气PM10和PM2.5的测定 重量法》HJ 618进行滤膜称量和采样期间环境PM2.5浓度计算。

**B.3 数据处理与分析**

1. 取所有采样器测得的PM2.5浓度平均值作为重量法PM2.5质量浓度测试值。
2. 取与重量法相同采样时间内PM2.5测试参照仪器的各时刻浓度示值，取平均值作为PM2.5测试参照仪器的PM2.5质量浓度测试值。
3. 计算PM2.5测试参照仪器示值与重量法测试结果的相对误差，计算公式如下：

 (B.3.3)

式中：

——PM2.5测试参照仪器与重量法比对的相对误差；

——采用重量法测得的PM2.5质量浓度值，单位为微克每立方米（μg/m3）；

——PM2.5测试参照仪器的PM2.5质量浓度测试值，单位为微克每立方米（µg/m3）。

1. 若由公式（B.3.3）计算得到的相对误差超过±10%，需对PM2.5测试参照仪器的质量浓度转换系数进行修正，修正公式如下：

 (B.3.4)

式中：

——经修正的质量浓度转换系数，单位mg/(m3·CPM)或无量纲；

——原质量浓度转换系数，单位mg/(m3·CPM)或无量纲；

——采用重量法测得的PM2.5质量浓度值，单位为微克每立方米（μg/m3）；

——PM2.5测试参照仪器测得的PM2.5质量浓度值，单位为微克每立方米（µg/m3）。

**附录C PM2.5测试参照仪器质量浓度转换系数修正的示例**

**C.0.1** 测试条件如下：

1 PM2.5测试参照仪器：6台，修正前的质量浓度转换系数为0.38；

2 颗粒物发生源：红塔山牌香烟1支，焦油量8mg；

3 试验舱温度：27.5℃；

4 试验舱相对湿度：42.3%；

5 PM2.5采样器：3台；

6 采样时间：7h。

**C.0.2** 重量法试验结果见表C.0.2。

表C.0.2 重量法试验结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 采样器编号 | 1# | 2# | 3# |
| 标准状态下的流量（L/min） | 9.16 | 9.13 | 9.11 |
| 采样前膜重（mg） | 173.16 | 175.16 | 179.03 |
| 采样后膜重（mg） | 176.27 | 178.28 | 182.40 |
| 增加质量（mg） | 3.11 | 3.12 | 3.38 |
| 重量法PM2.5浓度值（μg/m3） | 810 | 812 | 882 |
| 重量法PM2.5浓度平均值（μg/m3） | 835 |

**C.0.3** PM2.5测试参照仪器的质量浓度转换系数修正见表C.0.3。

表C.0.3 质量浓度转换系数的修正

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| PM2.5测试参照仪器编号 | 修正前质量浓度转换系数 | PM2.5质量浓度平均值（μg/m3） | 重量法PM2.5浓度平均值（μg/m3） | 修正后质量浓度转换系数 |
| 1# | 0.38 | 1467  | 835 | 0.22 |
| 2# | 1376  | 0.23 |
| 3# | 1503  | 0.21 |
| 4# | 1445  | 0.22 |
| 5# | 1541  | 0.21 |
| 6# | 1596  | 0.20 |

# 本标准用词说明

**1**  为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

 正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

 正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，可采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

**引用标准名录**

1. 《环境空气质量标准》GB 3095-2012
2. 《测量方法与结果的准确度（正确度与精密度） 第2部分：确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法》GB/T 6379.2-2004
3. 《公共场所卫生检验方法 第2部分：化学污染物》GB/T 18204.2-2014
4. 《空气净化器》GB/T 18801-2015
5. 《室内空气质量标准》GB/T 18883-2002
6. 《通风系统用空气净化装置》GB/T 34012-2017
7. 《环境空气颗粒物（PM10和PM2.5）采样器技术要求及检测方法》HJ 93
8. 《环境监测 分析方法标准制修订 技术导则》HJ 168-2010
9. 《环境空气PM10和PM2.5的测定 重量法》HJ 618
10. 《环境空气质量（AQI）技术规定》HJ 633-2012
11. 《粉尘浓度测量仪》JJG 846-2015
12. 《PM2.5质量浓度测量仪校准规范》JJF 1659-2017
13. 《健康建筑评价标准》 T/ASC 02-2016

**中国工程建设协会标准**

**室内PM2.5测试设备检测标准**

**CESC/XX**

**条文说明**

**目 次**

1 总则 18

2 术语 19

3 要求 20

4 检测方法 21

4.1 仪器与设备 21

4.2 试验条件 22

4.3 试验程序 23

4.4 数据处理与分析 24

5 判定方法 25

附录B PM2.5测试参照仪器的量值溯源方法 26

# 1 总则

**1.0.1** 健康是促进人的全面发展的必然要求，是经济社会发展的基础条件。为推进健康中国建设，提高人民健康水平，中共中央、国务院于2016年印发了《“健康中国2030”规划纲要》，将“建设健康环境”作为重要工作之一。

随着人们对生活品质要求的提高，对建筑室内健康的日益关注，室内颗粒物污染尤其是PM2.5污染的问题亟待解决。在室外PM2.5污染严重时，解决室内PM2.5污染的途径主要有中央空调过滤、空气净化器、新风系统过滤等，而对上述设备的运行控制以及效果检验必须依赖于对PM2.5浓度的实时监测。国内外企业就光散射原理的传感技术进行了研究，开发了相关的室内PM2.5检测产品和设备，但由于缺乏有效的规范控制，产品性能参差不齐，影响室内空气质量的综合控制。

本标准的制订，将规范市场上室内PM2.5测试设备的检测方法，控制和保证室内PM2.5测试设备示值性能的测试精度，从而改善室内空气环境，并推动室内环境监测设备行业的健康发展。

**1.0.2** 本条对标准的适用范围进行了规定。

**1.0.3** 室内PM2.5测试设备检测室一项技术含量高、复杂程度高的工作，对检测机构及人员均有一定要求。检测机构应取得检测认证，通过检测认证项目应符合本标准规定。室内PM­2.5测试设备检测涉及检测技术和误差理论等专业知识，要求检测人员需经过专门培训。

# 2 术语

**2.0.3** PM2.5测试参照仪器主要基于光散射原理，通过PM2.5质量浓度与数量浓度（或光散射强度）的正比关系，间接计算得到PM2.5质量浓度。对于不同的PM2.5颗粒物源，PM2.5质量浓度与数量浓度（或光散射强度）的比值不同。一类PM2.5测试参照仪器先测定数量浓度，即仪器计数值CPM，根据所测试环境中PM2.5颗粒物源的质量浓度与仪器计数值CPM的比值关系，通过仪器计数值CPM乘上质量浓度转换系数得到所测试环境的PM2.5质量浓度。另一类PM2.5测试参照仪器直接测定光散射强度，并根据校正粒子（如亚利桑那道路尘等）PM2.5质量浓度与光散射强度的关系，在测定某一PM2.5颗粒物环境下的光散射强度后可以折算得到基于校正粒子的PM2.5质量浓度，计算这一PM2.5颗粒物环境的实际PM2.5质量浓度与根据校正粒子折算得到的PM2.5质量浓度的比值，即可得到对于该PM2.5颗粒物源的质量浓度转换系数，特别的，对于校正粒子，质量浓度转换系数即为1。在实际PM2.5质量浓度测试中，后一类PM2.5测试参照仪器通过由光散射强度根据校正粒子折算得到的PM2.5质量浓度乘上质量浓度转换系数得到所测试环境的PM2.5质量浓度。

# 3 要求

**3.0.1**本条规定了室内PM2.5测试设备的数据显示要求。检测期间，需同时记录PM2.5测试参照仪器和室内PM2.5测试设备的PM2.5浓度示值，因此室内PM2.5测试设备应具备数据显示功能或配备有数据显示读取设备，保证所显示数字清晰可读，易被检测人员拍照记录。

**3.0.2**本条规定了室内PM2.5测试设备的PM2.5质量浓度示值性能的要求，包括重复性、一致性和示值误差。目前尚没有针对室内PM2.5测试设备示值性能的标准值，本标准依据试验调研测试结果及现行相关标准中对光散射粉尘仪的示值性能要求，制定室内PM2.5测试设备示值性能的要求。现行相关标准中对光散射粉尘仪的示值性能要求如表1所示，主要包括重复性和示值误差的要求，尚无一致性的要求。

表1 现行相关标准中对光散射粉尘仪的示值性能要求

|  |  |
| --- | --- |
| 标准名称 | 性能要求 |
| 《公共场所卫生检验方法 第2部分：化学污染物》GB/T 18204.2-2014 | 对于校正粒子测量相对误差小于±10%，重复测量的平均相对标准差小于±7%。 |
| 《粉尘浓度测量仪》JJG 846-2015 | 示值误差应不超过±20%，示值重复性应不大于10%。 |
| 《PM2.5质量浓度测量仪校准规范》JJF 1659-2017 | PM2.5质量浓度测量仪浓度示值误差±30%PM2.5质量浓度标准测量仪扩展不确定度不大于8%（k=2） |

调研测试结果发现，室内PM2.5测试设备在低PM2.5浓度环境下表现出的重复性较差，在相对较高浓度下较好。因此，以35μg/m3为界，环境浓度≤35μg/m3采用重复性≤10%的要求（《粉尘浓度测量仪》JJG 846-2015），环境浓度＞35μg/m3采用重复性≤7%的要求（《公共场所卫生检验方法 第2部分：化学污染物》GB/T 18204.2-2014的要求）。根据调研测试的结果，约80%品牌的室内PM2.5测试设备满足这一要求。

在各PM2.5浓度段条件下，室内PM2.5测试设备在一致性和示值误差中表现没有明显差异。对于一致性，约85%品牌的室内PM2.5测试设备一致性≤15%，约65%品牌的室内PM2.5测试设备一致性≤10%，同时室内PM2.5测试设备的一致性一般高于重复性，设置了一致性≤15%的要求。对于示值误差，约20%的室内PM2.5测试设备示值误差≤±20%，约40%的室内PM2.5测试设备示值误差≤±30%，结合现有相关光散射粉尘仪示值性能的要求中示值误差最宽为≤±30%的指标，对室内PM2.5测试设备设置了示值误差≤±30%的要求。

# 4 检测方法

**4.1 仪器与设备**

**4.1.1** 本条规定了试验舱的参数要求，包括结构参数（如体积等）和技术参数（如气密性、混合度等）要求，主要参照《空气净化器》GB/T 18801-2015做出要求。试验舱体积选取了30m3和3m3，一方面是在该试验舱体积下能够将多台室内PM2.5测试设备和PM2.5测试参照仪器同时放置在试验舱的中间，另一方面相对较大的试验舱体积更容易使舱内颗粒物浓度达到稳定，延缓检测期间的颗粒物的自然衰减。

 试验中，需要开启颗粒物净化设备来降低舱内的PM2.5浓度，从而进行舱内不同PM2.5浓度段的试验。本标准中最低测试浓度段为（15~35）μg/m3，因此要求开启颗粒物净化设备后试验舱内PM2.5浓度可降至35μg/m3以下。

**4.1.2**本条规定了标准颗粒物发生源的要求。PM2.5颗粒物尘源主要有：自然尘、人工尘（如聚苯乙烯粒子、氯化钾等）、香烟烟雾等。自然尘最能反映室内PM2.5测试设备的实际性能，但在试验舱内难以人工营造和浓度控制；若采用具有特定粒径的人工尘作为标准尘，成本较高。综合成本和可操作性，选择香烟烟雾作为本标准的颗粒物源。香烟的保存环境也会影响燃烧时的发烟效率，如保存环境相对湿度较大，香烟会因此而受潮，影响颗粒物发生的粒径和浓度。香烟的选择和保存要求，参照同样采用香烟烟雾作为颗粒物尘源的《空气净化器》GB/T 18801-2015。

**4.1.3** 本条规定了颗粒物发生装置的性能要求。本标准中最高测试浓度段为（500~800）μg/m3，因此要求装置的PM2.5可发生浓度范围应能保证舱内PM2.5浓度达到（0~800）μg/m3。

**4.1.4**本条规定了PM2.5测试参照仪器的要求。由于需参考PM2.5测试参照仪器的浓度示值对试验舱内的PM2.5浓度进行控制调节，并与室内PM2.5测试设备示值进行比对，因此要求PM2.5测试参照仪器应可显示实时PM2.5浓度数值。PM2.5测试参照仪器的测量范围应包括所有测试浓度段，因此设置测量范围包括（1~1000）μg/m3。

PM2.5测试参照仪器主要基于光散射原理，通过PM2.5质量浓度与数量浓度（或光散射强度）的正比关系，由仪器计数值CPM或仪器由光散射强度根据校正粒子折算得到的PM2.5质量浓度经质量浓度转换系数间接计算得到PM2.5质量浓度。因此，针对不同的颗粒物尘源，在使用PM2.5测试参照仪器前应通过和重量法进行比对进行量值溯源。为保证室内PM2.5测试设备示值性能的检测精度，相对误差要求不超过±10%，否则应对质量浓度转换系数进行校正设置。

**4.1.6**本条规定了室内PM2.5测试设备的数量要求。按照《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》HJ 168-2010的规定，需要对每个样品平行测定6次。因此，在一致性计算中，应有6组平行有效数据，由此设置了室内PM2.5测试设备总数量为6台。

**4.2 试验条件**

**4.2.1**本条对实验室环境进行了规定。为了避免室内PM2.5测试设备和PM2.5测试参照仪器显示屏由于反光，而对实验员数据记录造成干扰，应避免实验室或试验舱内有强烈光源照射。室内PM2.5测试设备和PM2.5测试参照仪器属于电子器件，强烈的电磁辐射等会对设备电子元器件产生干扰，导致设备无法正常运行，对检测结果的准确性产生影响。

**4.2.3** 本条规定了测试环境的温湿度要求。温度对室内PM2.5测试设备的示值性能影响不大，参考《空气净化器》GB/T 18801-2015中（25±2）℃和《粉尘浓度测量仪》JJG 846-2015中（15~30）℃的温度要求，规定了（25±5）℃的温度范围。相对湿度对室内PM2.5测试设备的示值性能影响较大，尤其是当相对湿度超过50%时，对设备的质量浓度转换系数影响较大，需进行特别修正。参考《公共场所卫生检验方法 第2部分：化学污染物》GB/T 18204.2-2014中（≤50%）和GB/T 18801-2015《空气净化器》中（50±10）%的相对湿度要求，本标准规定了（45±5）%的相对湿度范围。

**4.2.4** 本条规定了试验过程中试验舱内的环境PM2.5浓度。浓度段的选取主要来自于实际室内环境测定中PM2.5浓度值的需要。目前相关PM2.5浓度限值如表2所示。

表2 PM2.5浓度限值

|  |  |
| --- | --- |
| 标准名称 | 浓度限值 |
| 《环境空气质量标准》GB 3095-2012 | 年均：一级15μg/m3，二级35μg/m324小时平均：一级35μg/m3，二级75μg/m3 |
| 《健康建筑评价标准》TASC 02-2016 | 年均：35μg/m3 |
| 《环境空气质量指数（AQI）技术规定》HJ 633-2012 | 24小时平均：35μg/m3、75μg/m3、115μg/m3、150μg/m3、250μg/m3、350μg/m3、500μg/m3这七个分指数浓度限值 |

实际环境中室内PM2.5浓度大多在较低浓度段（低于75μg/m3），同时参考《环境监测 分析方法标准制修订 技术导则》HJ 168-2010中不同高、中、低PM2.5浓度水平的需要，对中高浓度段进行了适当合并，在（0~500）μg/m3范围共选择了5个浓度段，分别为（15~35）μg/m3、（35~75）μg/m3、（75~150）μg/m3、（150~350）μg/m3、（350~500）μg/m3。为避免在试验浓度特别低时，示值误差（相对误差）过大的情况发生，最低浓度段的下界设置为15μg/m3。部分室内PM2.5测试设备为增加其适用面，量程超过500μg/m3，对于这类室内PM2.5测试设备增设了（500~800）μg/m3浓度段作为测点。

**4.3 试验程序**

**4.3.1** 本条规定了室内PM2.5测试设备和PM2.5测试参照仪器在试验舱内的放置位置。样品及仪器放置应尽量位于舱体中间，有利于保证试验过程中设备周围环境的均匀性和稳定性。此外，结合实际应用情况，设备摆放高度宜靠近人体在室内的呼吸区高度，参考《室内空气质量标准》GB/T 18883-2002和《空气净化器》GB/T 18801-2015等相关标准中对测点位置的规定，将仪器摆放高度规定为0.5~1.5m。

**4.3.2** 本条规定了试验开始前，试验舱的准备流程，即将舱内温湿度进行调整，以满足4.2.3条的规定。为保证实验过程中，试验舱内环境的稳定，在温湿度达到规定要求后，舱内环境应保证为密闭条件，因此需确保试验舱门和通风换气系统关闭。搅拌风扇和循环风扇用于维持舱内空气的均匀程度，仍保持开启。

**4.3.3** 本条规定了通入颗粒物的操作要求。应取经过恒温恒湿保存的香烟，通过颗粒物发生装置正压通入（即先通过香烟滤嘴）试验舱内，保证颗粒物发生粒径不会过大。为保证试验中PM2.5尘源统一来自于香烟，同时降低点烟次数，简化操作，本试验采用由高浓度向低浓度的顺序进行，故首先发生最高浓度段。

颗粒物通入后，应开启搅拌风扇运转一定时间，使舱内颗粒物浓度分布均匀。由于在搅拌风扇开启的情况下，可能会使之前沉降在试验舱内表面的颗粒物扬起，造成试验舱内PM2.5浓度突然波动的现象，对读数结果稳定性造成影响，故应关闭搅拌风扇后再读数。本标准采用的舱及尘源与《空气净化器》GB/T 18801-2015要求相似，颗粒物发生、搅拌风扇的启停流程及风扇搅拌时间参考《空气净化器》GB/T 18801-2015制定。

**4.3.4** 本条规定了试验中数据读取的操作要求。停止搅拌风扇后，应静置一段时间使得舱内PM2.5浓度达到稳定，从舱内PM2.5浓度稳定后开始读数才能在连续读数中反映室内PM2.5测试设备的重复性。参考《通风系统用空气净化装置》GB/T 34012-2017，当参照仪器连续6次测试示值的相对标准差≤5%时，认为浓度稳定，可开始读数。

在结果计算中，按照《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》HJ 168-2010对每个样品平行测定6次的规定，需要6个平行有效数据，测试中可能会有偶然的大颗粒落在室内PM2.5测试设备上，造成浓度示值出现较大偏差（离群值），为避免剔除离群值后造成平行有效数据不足的情况，因此设置记录不少于8组有效浓度。在数据处理时，经离群值剔除后，取各浓度段下各室内PM2.5测试设备的前6个有效浓度数据进行结果计算。

**4.3.5** 本条规定了对剩余PM2.5浓度段进行测定的操作要求。试验由高浓度向低浓度进行试验，主要为确保试验舱内为香烟烟雾环境，即试验舱内颗粒物均来自于香烟烟雾。此外，从试验操作上，相比于发生香烟烟雾依次升高试验舱的PM2.5浓度，开启颗粒物净化设备依次降低试验舱内的PM2.5浓度能更为方便、快速和准确地调节试验舱内的PM2.5浓度。当颗粒物浓度接近预定浓度范围时，应调低颗粒物净化设备的风量档位。若颗粒物净化设备开启时间过长使得试验舱内PM2.5下降过低时，可按照4.3.3条操作，在搅拌风扇开启的条件下，适当通入香烟烟雾来调整试验舱内PM2.5浓度。

**4.4 数据处理与分析**

本节规定了离群值剔除的方法以及重复性、一致性和示值误差的计算方法，参考《测量方法与结果的准确度 第2部分 确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法》GB/T 6379.2-2004和《环境监测 分析方法标准制修订 技术导则》HJ 168-2010对计算方法进行了制定。

# 5 判定方法

**5.0.1** 本条规定了室内PM2.5测试设备合格的判定方法。

**5.0.2** 本条规定了室内PM2.5测试设备不合格的判定方法，与5.0.1条互补。

# 附录B PM2.5测试参照仪器的量值溯源方法

**B.1 仪器与设备**

**B.1.2** 本条规定了PM2.5采样器的要求，由于采用重量法进行测试要求具有平行样，故采样器的数量不应少于2台。《环境空气颗粒物（PM10和PM2.5）采样器技术要求及检测方法》HJ 93规定了采样器的技术要求，本标准中对PM2.5测试参照仪器进行量值溯源时采用的PM2.5采样器也应符合该标准规定。

**B.1.3** 本条规定了流量计的要求，量值溯源试验中受试验舱体积所限，采样流量过大会导致颗粒物浓度快速衰减，采用的采样泵流量不应大于30L/min，因此选择小流量流量计。

**B.1.4** 本条规定了分析天平的要求，量值溯源试验中滤膜采样前后的增重量在（1~5）mg的范围，采用感量为0.01mg的分析天平是为了提高重量法的测试精度。

**B.1.5~B.1.6** 规定了滤膜、恒温恒湿箱（室）和干燥器的要求，按《环境空气PM10和PM2.5的测定 重量法》HJ 618执行。

**B.1.7** 本条规定了试验舱的要求，由于量值溯源试验中采样时间较长，总采样体积较大，为减缓试验舱内PM2.5浓度的衰减，选择了附录A中容积较大（30m3）的试验舱。

**B.2 试验程序**

**B.2.1** 所使用的采样器数量至少2台，按《公共场所卫生检验方法 第2部分：化学污染物》GB/T 18204.2-2014附录A.2的布点原则布置，如2台设置在试验舱内对称点上，3台设置在对角线四等分的3个等分点上等。采样流量（8~12）L/min和采样时间（5~8）小时的范围设置，是为了滤膜采样前后有足够的增重量，同时在较小的采样流量下，试验舱内PM2.5浓度衰减速率较小。

**B.2.3** 量值溯源试验中，采用与室内PM2.5测试设备检测相同的温湿度要求。

**B.2.5** 在所采用的采样流量和采样时间下，香烟燃烧（3/4~1）支后，采样期间的平均PM2.5浓度能达到（500~1000）μg/m3，在所使用的浓度范围内。同时，该条件下，滤膜采样前后增加的质量在（1~5）mg的范围，符合《粉尘浓度测量仪》JJG 846-2015中滤膜采样前后增加粉尘质量的控制要求，也满足《环境空气PM10和PM2.5的测定 重量法》HJ 618-2011中对于感量为0.01mg的分析天平，滤膜上颗粒物负载量的要求。

香烟燃烧（3/4~1）支后，在30m3的试验舱内PM2.5浓度将超过1mg/m3，若PM2.5测试参照仪器的量程小于此时的浓度，需开启颗粒物净化设备，使试验舱内的PM2.5浓度范围在PM2.5测试参照仪器的量程以内。

**B.2.6** 采样结束后，按《环境空气PM10和PM2.5的测定 重量法》HJ 618分析重量法的实验结果并计算得到重量法测试得到的PM2.5质量浓度。

**B.3 数据处理与分析**

**B.3.2** PM2.5测试参照仪器测定了试验舱内的逐时PM2.5浓度示值，而重量法测定了采样期间试验舱内的PM2.5质量浓度平均值，为将PM2.5测试参照仪器与重量法的PM2.5质量浓度测试结果进行比较，应取与重量法相同采样时间内PM2.5测试参照仪器的各时刻浓度示值，并取平均值作为PM2.5测试参照仪器的PM2.5质量浓度测试值。

**B.3.3** 本条规定了PM2.5测试参照仪器与重量法比对的相对误差计算方法。

**B.3.4** 本标准4.1.5条要求PM2.5测试参照仪器的相对误差不超过±10%，当相对误差超过±10%时，需要对PM2.5测试参照仪器的质量浓度转换系数进行修正，得到对应于所使用香烟烟雾的质量浓度转换系数。