.

ICS：11.020

C 51

**中华人民共和国国家标准**

**GB/T 18883—2020**

代替 GB/T18883—2002

**室内空气质量标准**

**Indoor air quality standard**

2020-××-××发布 2020-××-××实施

**国家市场监督管理总局**

 **中国国家标准化管理委员会**

××

××

**发 布**

前言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T18883-2002《室内空气质量标准》，与GB/T 18883-2002相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

a）增加了3项指标，包括细颗粒物（PM2.5）、三氯乙烯、四氯乙烯（见第4章）；

b）调整了5项指标的限值，包括二氧化氮、甲醛、苯、细菌总数、氡（见第4章）；

c）附录由GB/T 18883-2002的4个调整到8个（见附录A – 附录H）；

d）温度、相对湿度、空气流速、新风量、臭氧、二氧化氮、二氧化硫、二氧化碳、一氧化碳、甲醛（分光光度法）、氨等11项指标的标准检验方法来源，并在附录A中增加参考采样方法参数，甲醛（高效液相色谱法）、苯、甲苯、二甲苯、总挥发性有机物（TVOC）、苯并[a]芘、可吸入颗粒物（PM10）、细颗粒物（PM2.5）、细菌总数、氡等10项指标以附录形式列出完整的检验方法（见附录B –附录 H），三氯乙烯和四氯乙烯可直接参照TVOC的检验方法，细化TVOC的计算方法。

本文件的附录A、附录B、附录C、附录D、附录E、附录F、附录G和附录H为规范性附录。

本文件由中华人民共和国国家卫生健康委员会提出并归口。

本文件起草单位：中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所、复旦大学、清华大学、中国疾病预防控制中心辐射安全所、深圳市疾病预防控制中心、北京科技大学、北京大学、首都医科大学、中国环境科学院生态环境部环境标准研究所、中国标准化研究院资源与环境分院、中国环境科学研究院、国家环境分析测试中心、中国医学科学院北京协和医学院。

本文件主要起草人：施小明、徐东群、李湉湉、朱英、阚海东、张寅平、孙全富、夏俊杰、段小丽、武云云、程义斌、王先良、吴亚西、王秦、唐宋、赵峰、余淑苑、郭新彪、孙志伟、王宗爽、黄进、白志鹏、张烃、黄薇、许群、孙波、杨艳伟、方建龙、刘宁、张海婧、王翀、杜艳君、李成橙、常君瑞、孙庆华、李亚伟、阳晓燕、陆一夫、刘园园、董小艳、李韵谱、陈晨、丁珵、班婕、李峥、王翀、李娜、刘喆、徐春雨、周军、王琼、顾雯、李霞、宋延超。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2002年首次发布为GB/T 18883-2002；

——本次为第一次修订。

室内空气质量标准

1 范围

本文件规定了室内空气质量指标及检验方法。

本文件适用于住宅和办公建筑物，其它室内环境可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12372 居住区大气中的二氧化氮检验标准方法改进的Saltzman法

GB/T 14669 空气质量氨的测定离子选择电极法

GB/T 15435 环境空气二氧化氮的测定Saltzman法

GB/T 16128 居住区大气中二氧化硫卫生检验标准方法甲醛溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法

GB/T 16129 居住区大气中甲醛卫生检验标准方法分光光度法

GB/T 18204.1 公共场所卫生检验方法第1部分：物理因素

GB/T 18204.2 公共场所卫生检验方法第2部分：化学污染物

HJ 93 环境空气颗粒物（PM10和PM2.5）采样器技术要求及检测方法

HJ/T 167 室内环境空气质量监测技术规范

HJ 504 环境空气臭氧测定靛蓝二磺酸钠分光光度法

HJ 533 环境空气和废气氨的测定纳氏试剂分光光度法

HJ 583 环境空气苯系物的测定固体吸附/热脱附气相色谱法

HJ 584 环境空气苯系物的测定活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法

HJ 590 环境空气臭氧测定紫外光度法

HJ 683 环境空气醛、酮类化合物的测定高效液相色谱法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

室内空气质量指标indoor air quality indicators

指室内空气中与人体健康有关的物理、化学、生物和放射性指标。

3.2

可吸入颗粒物particle matter with aerodynamic equivalent diameters of 10 μm or less, PM10

指悬浮在空气中，粒径（空气动力学当量直径）小于等于10μm的颗粒物。

3.3

细颗粒物particle matter with aerodynamic equivalent diameters of 2.5 μm or less, PM2.5

指悬浮在空气中，粒径（空气动力学当量直径）小于等于2.5μm的颗粒物。

3.4

苯并[a]芘benzo[a]pyrene，BaP

指存在于可吸入颗粒物中的苯并[a]芘。

3.5

总挥发性有机化合物total volatile organic compounds, TVOC

VOCs指在标准压力101.325kPa下初沸点小于或等于250°C的全部有机化合物；TVOC在本规范中规定为利用Tenax－GC 或Tenax－TA采样，非极性色谱柱（极性指数小10）进行分析，保留时间在更有正已烷和正十六烷之间的挥发性有机化合物总和。

3.6

参比状态reference state

指大气温度为298.15 K，大气压力为101.325 kPa时的状态。

4 室内空气质量

4.1室内空气应无毒、无害、无异常嗅味。

4.2室内空气质量指标及限值见表1。

表1 室内空气质量指标及限值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 指标分类 | 指标 | 单位 | 限值 | 备注 |
| 1 | 物理性 | 温度 | ℃ | 22～28 | 夏季 |
| 16～24 | 冬季 |
| 2 | 相对湿度 | % | 40～80 | 夏季空调 |
| 30～60 | 冬季采暖 |
| 3 | 空气流速 | m/s | 0.3 | 夏季空调 |
| 0.2 | 冬季采暖 |
| 4 | 新风量 | m3/（h·人） | 30a |  |
| 5 | 化学性 | 臭氧O3 | µg/m3 | 160 | 1h均值 |
| 6 | 二氧化氮NO2 | µg/m3 | 200 | 1h均值 |
| 7 | 二氧化硫SO2 | µg/m3 | 500 | 1h均值 |
| 8 | 二氧化碳CO2 | % | 0.1 | 24h均值 |
| 9 | 一氧化碳CO | mg/m3 | 10 | 1h均值 |
| 10 | 甲醛HCHO | mg/m3 | 0.08 | 1h均值 |
| 11 | 氨NH3 | mg/m3 | 0.2 | 1h均值 |
| 12 | 苯C6H6 | mg/m3 | 0.03 | 1h均值 |
| 13 | 甲苯C7H8 | mg/m3 | 0.2 | 1h均值 |
| 14 | 二甲苯C8H10 | mg/m3 | 0.2 | 1h均值 |
| 15 | 总挥发性有机物TVOC | mg/m3 | 0.6 | 8h均值 |
| 16 | 苯并[a]芘BaP | ng/m3 | 1 | 24h平均值b |
| 17 | 可吸入颗粒物PM10 | µg/m3 | 150 | 24h平均值 |
| 18 | 细颗粒物PM2.5 | µg/m3 | 75 | 24h平均值 |
| 19 | 三氯乙烯C2HCl3 | µg/m3 | 6 | 8h均值 |
|  | 四氯乙烯C2Cl4 | µg/m3 | 120 | 8h均值 |
| 21 | 生物性 | 细菌总数 | CFU/m3 | 1500 | 根据仪器定c |
| 22 | 放射性 | 氡222Rn | Bq/m3 | 300 | 年平均值（参考水平d） |
| a新风量要求≥限值，除温度、相对湿度外的其它参数要求≤限值；b苯并[a]芘BaP指可吸入颗粒物中的浓度水平；c见附录G；d表示室内可接受的最大年均氡浓度，并非安全与危险的严格界限，为国家可接受的室内氡风险水平，超过该水平强烈建议采取行动降低室内氡浓度。如果室内氡低于该参考水平，也可以采取防护措施，使室内氡浓度远低于该参考水平，体现辐射防护最优化原则。 |

 |

5室内空气质量检验

5.1 室内空气中各类指标的监测技术见附录A。

5.2 室内空气中甲醛高效液相色谱的检验方法见附录B。

5.3 室内空气中苯、甲苯、二甲苯的检验方法见附录C、附录F。

5.4 室内空气中苯并[a]芘的检验方法见附录D。

5.5 室内空气中可吸入颗粒物（PM10）、细颗粒物（PM2.5）的检验方法见附录E。

5.6 室内空气中总挥发性有机化合物（TVOC）、三氯乙烯和四氯乙烯的检验方法见附录F。

5.7 室内空气中细菌总数的检验方法见附录G。

5.8 室内空气中氡的检验方法见附录H。

附录 A

（规范性）

室内空气监测技术导则

A.1 概述

本导则规定了室内空气监测的点位布设、采样时间和频次、采样仪器、采样方法、采样记录、样品运输和保存、检验方法、质量保证措施、结果计算及评价。各类指标检验方法中已有明确要求的，以检验方法为准；没有要求的，可参照本导则。

A.2 点位布设

A.2.1环境要求

采样前，关闭门窗、空气净化设备及新风系统至少12 h。采样时，门窗、空气净化设备及新风系统仍保持关闭状态，使用空调的室内环境，空调应保持正常运转。室内氡累积测量应在房屋正常使用状态下进行。

A.2.2采样点数量

采样点的数量应根据所监测的室内面积和现场情况而定，应正确反映室内空气污染物水平。单间小于50 m2的房间应设1～3个点；50m2～100m2应设3～5个点；100 m2以上应至少设5个点。

A.2.3布点方式

多点采样时应按对角线或梅花式均匀布点。采样点应避开通风口，离墙壁距离应大于0.5 m，离门窗距离应大于1 m。

A.2.4采样点高度

原则上与人的呼吸带高度相一致，相对高度在0.5 m～1.5 m之间。也可根据房间的使用功能，人在房间站立、坐或卧位的时间长短，选择适宜的采样高度。

A.3 采样时间和频次

氡的年平均浓度至少采样3个月（包括冬季），日平均浓度应至少采样20 h，8 h平均浓度应至少采样6 h，1 h平均浓度应至少采样45 min，根据检验方法的不同可连续或间隔采样。

A.4 采样仪器

根据各类指标在室内空气中的存在状态，选择合适的仪器设备。用于室内监测的仪器设备噪声一般应小于50 dB(A)，如噪声过大，应通过安装消音盒等方式减少室内噪声。

A.5 采样方法

A.5.1 一般要求

各类指标的采样方法参照检验方法中的具体规定，在经过方法适用性验证的基础上，可适当调整采样方法参数，包括采样体积、采样流量和采样时间，以满足室内空气监测要求，参考采样方法参数见表A.1。为便于室内监测需求，标准限值采用年均值、日均值和8h平均的指标，在检验方法允许的情况下，可先进行筛选法采样。颗粒物（PM2.5、PM10）、苯并[a]芘等指标因检验方法限制，无法采用筛选法，需直接采用累积法采样。

A.5.2筛选法采样

筛选法一般至少采样45 min。如使用直读仪器，采样间隔时间为10 min～15 min，每个点位至少监测4次～5次，最终结果以时间加权平均值表示。特殊情况（如氡），按照不同检验方法要求，连续采样至少24 h（连续测量方法）或累积采样3 d ～ 7 d（活性炭盒测量方法）。

A.5.3累积法采样

筛选法采样的检验结果不符合年均值、日均值或8 h平均限值要求的，必须采用累积法（按年平均、日平均、8 h平均）采样，根据检验方法的不同可连续或间隔采样，间隔采样的最终结果以时间加权平均值表示。

A.6采样记录

采样时要对现场情况、可能的污染源、监测项目、采样日期、时间、地点、采样点数量、布点方式、大气压力、温度、相对湿度、空气流速、采样编号（采样点位、采样器、采样管等）及采样者签字等做出详细记录，随样品一同送到实验室。

A.7样品运输和保存

样品按采样记录清点后由专人运送,运送过程中做好有效处理和防护,防止因物理、化学、生物等因素的影响，使组分和含量发生变化。样品运抵后要与接收人员交接并登记，注意保存条件，并及时进行实验室检测。

A.8 检验方法

室内空气中各类指标的检验应优先选择表A.1中指定的方法。一个指标有多个方法的，应根据不同的适用范围选择对应的检验方法，若适用范围相同，可根据实验室的实际情况选择合适的检验方法，第一法为仲裁法。若使用表A.1未指定的方法，使用前应进行方法验证或方法确认，并与指定检验方法进行比对，以保证不同检验方法获得的检验结果的一致性。

A.9质量保证措施

A.9.1 气密性检查

在采样前应对采样系统的气密性进行检查，不得漏气。

A.9.2 现场仪器校准

现场仪器应符合国家有关标准和技术要求，并通过计量检定。使用前按说明书要求进行检验和校准。采样系统的流量要保持恒定，采样前和采样后均要在负载条件下用检定合格的流量计进行校准，取两次结果的平均值作为采样流量的实际值，两次校准的相对偏差不得超过5%。应尽可能在采样现场对采样器进行校准。

A.9.3 现场空白检验

现场采样时，一批采样管（膜）、一组培养平板，至少留两个采样管(膜)、一组培养平板不采样，并同其它样品管（膜）及培养平板一样对待，作为采样过程中的现场空白，采样结束后和其他样品一同送交实验室。样品分析时同时测定现场空白，若空白样品检验结果超过检验方法的测定下限或空白样品培养平板上有菌落生长，则这批样品作废。

A.9.4 平行样检验

每批样品采集过程中，均应采集平行样，平行样数量不得低于10%。每次平行样的测定值之差与平均值比较的相对偏差不得超过20%。

A.9.5其他质量保证措施

质量保证措施应贯穿室内空气监测的全过程，前述条款主要针对室内空气采样,其余未涉及的内容可遵循国家相关标准和技术要求。

A.10 结果计算及评价

A.10.1 浓度校正

气态污染物（如二氧化硫、二氧化氮、臭氧等）的最终浓度是指参比状态下的校正浓度，其他污染物（如PM10、PM2.5、苯并[a]芘等）的浓度则为监测时大气压力和温度下的浓度。

对于气态污染物，采样体积按下式换算成参比状态下的体积，并计算最终污染物浓度。

……………………………（A.1）

式中：

Vr ——换算成参比状态下的采样体积，L；

V ——实际采样体积，L；

Tr ——参比状态的绝对温度，298.15 K；

T ——采样时采样点的绝对温度，K；

Pr ——参比状态下的大气压力，101.325 kPa；

P ——采样时采样点的大气压力，kPa。

A.10.2 结果评价

化学性、生物性和放射性指标的全项检验结果均符合本标准限值要求时，应评价为室内空气质量符合标准。任一项指标的检验结果未达到本标准限值要求时，应评价为室内空气质量不符合标准。单项指标的检验结果符合标准限值要求时，应评价为室内空气中该指标符合标准。

先做筛选法采样检验的指标，若检验结果符合本标准限值要求，可直接进行评价；若不符合本标准限值要求，必须按年平均、日平均、8 h平均的要求进行累积法采样检验，并根据此结果作为判据进行最终评价。

表A.1 室内空气中各类指标的检验方法

| 序号 | 指标类别 | 具体指标 | 检验方法 | 方法来源 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 物理性指标 | 温度 | 第一法，玻璃液体温度计法 | GB/T 18204.1（3.1） | / |
| 第二法，数显式温度计法 | GB/T 18204.1（3.2） |
| 2 | 相对湿度 | 第一法，电阻电容法 | GB/T 18204.1（4.3） | / |
| 第二法，干湿球法 | GB/T 18204.1（4.1） |
| 第三法，氯化锂露点法 | GB/T 18204.1（4.2） |
| 3 | 空气流速 | 电风速计法 | GB/T 18204.1（5） | / |
| 4 | 新风量 | 第一法，示踪气体法 | GB/T 18204.1（6.1） | / |
| 第二法，风管法 | GB/T18204.1（6.2） |
| 5 | 化学性指标 | 臭氧 | 第一法，靛蓝二磺酸钠分光光度法 | GB/T 18204.2（12.2）、HJ 504 | 第一法连续采样至少45 min，推荐采样流量0.4 L/min；第二法为直读法，监测至少45 min，推荐监测间隔10 min ~ 15 min，结果以时间加权平均值表示 |
| 第二法，紫外光度法 | HJ 590 |
| 6 | 二氧化氮 | 第一法，改进的Saltzaman法 | GB/T 12372 | 第一法和第二法连续采样至少45 min，推荐采样流量0.4 L/min；第三法为直读法，监测至少45 min，推荐监测间隔10 min ~ 15 min，结果以时间加权平均值表示 |
| 第二法，Saltzaman法 | GB/T15435 |
| 第三法，化学发光法 | HJ/T 167（附录C.2） |
| 7 | 二氧化硫 | 甲醛溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法 | GB/T16128 | 连续采样至少45 min，推荐采样流量0.5 L/min |
| 8 | 二氧化碳 | 不分光红外分析法（非分散红外法） | GB/T18204.2（4.1） | 直读法，筛选法监测至少45 min，推荐监测间隔10 min ~ 15 min，累积法监测至少20 h，推荐监测间隔至少1 h，结果均以时间加权平均值表示 |
| 9 | 一氧化碳 | 不分光红外分析法（非分散红外法） | GB/T 18204.2（3.1） | 直读法，监测至少45 min，推荐监测间隔10 min ~ 15 min，结果以时间加权平均值表示 |
| 10 | 甲醛 | 第一法，AHMT分光光度法 | GB/T 16129 | 连续采样至少45min，第一法推荐采样流量0.4 L/min，第二法推荐采样流量0.2 L/min，第三法推荐采样流量1.0 L/min |
| 第二法，酚试剂分光光度法 | GB/T18204.2（7.2） |
| 第三法，高效液相色谱法 | 附录B |
| 11 | 氨 | 第一法，靛酚蓝分光光度法 | GB/T18204.2（8.1） | 连续采样至少45 min，第一法推荐采样流量0.4 L/min，第二法推荐采样流量1.0 L/min，第三法推荐采样流量0.5 L/min |
| 第二法，纳氏试剂分光光度法 | HJ 533 |
| 第三法，离子选择电极法 | GB/T14669 |
| 12 | 苯 | 第一法，固体吸附-热解吸-气相色谱质谱法第二法，固体吸附-热解吸-气相色谱法第三法，活性炭吸附-二硫化碳解吸-气相色谱法第四法，便携式气相色谱法 | 附录F附录C附录C附录C | / |
| 13 | 甲苯 |
| 14 | 二甲苯 |
| 15 | 苯并[a]芘 | 高效液相色谱-荧光检测器法 | 附录D | / |
| 16 | 可吸入颗粒物 | 撞击式——称量法 | 附录E | / |
| 17 | 细颗粒物 | 撞击式——称量法 |
| 18 | 总挥发性有机化合物 | 固体吸附-热解吸-气相色谱质谱法 | 附录F | / |
| 19 | 三氯乙烯 | 固体吸附-热解吸-气相色谱质谱法 | 附录F | / |
| 20 | 四氯乙烯 | 固体吸附-热解吸-气相色谱质谱法 | 附录F | / |
| 21 | 生物性指标 | 细菌总数 | 撞击法 | 附录G | / |
| 22 | 放射性指标 | 氡222Rn | 第一法，固体径迹测量方法第二法，连续测量方法（筛选法）第三法，活性炭盒测量方法（筛选法） | 附录H | / |

附录 B

（规范性）

室内空气中甲醛的测定

警示——本方法所使用的部分化学试剂对人体健康有害，操作时应按规定要求佩带防护器具，避免接触皮肤和衣服。所有试剂均应完全密封独立储放，并放置于低温阴凉处，以免外漏污染。

B.1 相关标准和依据

本方法主要依据环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相色谱法（HJ 683）。

B.2　原理

使用填充了涂渍 2,4-二硝基苯阱（DNPH）的采样管采集一定体积的空气样品，样品中的甲醛经强酸催化与涂渍于硅胶上的DNPH反应，生成稳定有颜色的甲醛-2,4-二硝基苯腙，经乙腈洗脱后，使用高效液相色谱仪的紫外（360 nm）或二极管阵列检测器检测，保留时间定性，峰面积定量。

B.3　试剂和材料

B.3.1　乙腈（CH3CN）：色谱纯。甲醛的浓度应小于1.5 µg/L。避光保存。

B.3.2　空白试剂水：去离子水，经检验，甲醛含量应低于方法检出限。

B.3.3　标准储备溶液（*ρ* = 100 µg/mL）：直接购买市售有证的甲醛-2,4-二硝基苯腙衍生物标准溶液。开封后应密闭，4 ℃低温避光保存，可保存2个月。

B.3.4　标准使用溶液（*ρ* = 10 µg/mL）：准确量取1.00mL 标准储备溶液（B.3.3）于10 mL容量瓶中，用乙腈稀释至刻度，混匀。

B.3.5　DNPH采样管：涂渍 DNPH 的填充柱采样管，市售商品化产品，一次性使用。填料：1000 mg，粒径10 µm。采样管应4 ℃低温避光保存，并尽量减少保存时间以免空白值过高。

B.3.6　臭氧去除柱：市售商品化产品，一次性使用。填充粒状碘化钾，当含臭氧的空气通过该装置时，碘离子被氧化成碘，同时消耗其中的臭氧。

B.3.7　一次性注射器：5 mL医用无菌注射器。

B.3.8　针头过滤器：0.45 µm有机滤膜。

B.4　仪器和设备

B.4.1　恒流气体采样器：恒流气体采样器的流量在200 mL/min ~ 1000 mL/min范围内可调，流量稳定。当用采样管调节气体流速并使用一级流量计(如一级皂膜流量计）校准流量时，流量应满足前后两次误差小于5%的要求。

B.4.2　高效液相色谱仪（HPLC）：配备紫外检测器或二极管阵列检测器，具有梯度洗脱功能。

B.4.3　色谱柱：C18柱，4.6 mm×250 mm，粒径为5 µm，或其他等效色谱柱。

B.4.4　一般实验室常用仪器。

B.5　样品采集和保存

B.5.1　样品采集

样品采集系统一般由恒流气体采样器、采样导管、DNPH采样管、臭氧去除柱等组成。采样流量1.0 L/min，采气体积50 L。

B.5.2　样品保存

采样管应使用密封帽将两端管口封闭，并用铝箔纸将采样管包严，4 ℃低温避光保存与运输。如果不能及时分析，应4 ℃低温避光保存，时间不超过30 d。

B.6　分析步骤

B.6.1　推荐分析条件

流动相：乙腈/水。梯度洗脱，60%乙腈保持20 min，20 min ~ 30 min 内乙腈从60%线性增至100%，30 min ~ 32 min内乙腈再减至60%，并保持 8 min。该推荐分析条件适用于酮、醛类物质的同时测定，如果单独测定甲醛且没有其他酮、醛类物质的干扰，可采用等度洗脱，缩短分析时间。检测波长：360 nm，流速：1.0 mL/min，进样量：20 µL。

B.6.2　校准

B.6.2.1　标准系列的制备

分别准确量取100 µL、200 µL、500 µL、1000 µL和2000 µL的标准使用溶液(B.3.4）于10 mL容量瓶中，用乙腈定容，混匀。配制成质量浓度为0.10 µg/mL、0.20 µg/mL、0.50 µg/mL、1.00 µg/mL、2.00 µg/mL的标准系列。

B.6.2.2　校准曲线的绘制

通过自动进样器或样品定量环量取20.0 µL标准系列，注入液相色谱仪，按照推荐分析条件（B.6.1）进行测定，以色谱响应值为纵坐标，质量浓度为横坐标，绘制校准曲线。校准曲线的相关系数≥0.995，否则重新绘制校准曲线。甲醛-2,4-二硝基苯腙的标准参考色谱图见图B.1。



图B.1 甲醛-2,4-二硝基苯腙的标准参考色谱图

1

2 3、4

5 6 789

13

10 11 12

B.6.3　测定

B.6.3.1　样品测定

加入约5 mL乙腈洗脱采样管，让乙腈自然流过采样管，流向应与采样时气流方向相反。将洗脱液收集于5 mL容量瓶中用乙腈定容，用注射器吸取洗脱液，经过针头过滤器过滤，转移至2 mL棕色样品瓶中，待测。过滤后的洗脱液如不能及时分析，可在4 ℃低温避光保存30 d。

B.6.3.2　定性分析

根据保留时间定性，用作定性的保留时间窗口宽度以当天测定标准溶液的实际保留时间变化为基准。若使用二极管阵列检测器检测，还可用光谱图特征峰来辅助定性。

B.6.3.3　定量分析

根据校准曲线，外标法定量。

B.7　结果计算与表示

B.7.1　结果计算

室内空气样品中的甲醛浓度*ρ*（mg/m3）,按照公式（B.1）进行计算。

$ρ=\frac{ρ\_{1}×V\_{1}}{V\_{s}}$……………………………………（B.1）

式中：

*ρ* ——样品中甲醛的质量浓度，mg/m3；

*ρ1* ——从校准曲线上查得甲醛的浓度，µg/mL；

*V1* ——洗脱液定容体积，mL；

*Vs* *——*参比状态下的采样体积，按照附录A公式（A.1）换算，L。

B.7.2　结果表示

当测定结果小于0.01 mg/m3时，保留到小数点后四位；大于等于0.01 mg/m3时，保留三位有效数字。

B.8　方法特性

B.8.1　检出限

当采样体积为50 L时，本方法的检出限为 0.0003 mg/m3，测定下限为0.0012 mg/m3。

B.8.2　测量范围

以采样体积50 L计，甲醛的测量范围为0.0012 mg/ m3 ~ 0.2 mg/m3。

B.8.3　精密度和回收率

多家实验室分别对甲醛浓度为 0.01 mg/m3、0.06 mg/m3 和0.12 mg/m3 的统一样品进行测定。实验室内相对标准偏差范围为0% ~ 5.8%，实验室间相对标准偏差范围为2.5% ~ 12.9%。多家实验室分别对空白采样管进行加标分析，加标量为0.5 µg、3.0 µg和6.0 µg，加标回收率范围为98.9% ~ 100.0%。

B.9　质量保证和控制

所采集样品中甲醛含量的上限应小于采样管DNPH含量的75%。甲醛穿透容量可根据公式（B.2）计算：

$C\_{T}=C\_{DNPH}×\frac{M\_{CH2O}}{M\_{DNPH}}$……………………………（B.2）

式中：

*C*T ——甲醛穿透容量，mg；

*C*DNPH ——采样管DNPH含量，mg；

*M*HCHO ——甲醛相对分子质量，30.03；

*M*DNPH ——DNPH相对分子质量，198.14。

B.10　特殊情况

臭氧易与衍生剂 DNPH 及衍生后的甲醛-2,4-二硝基苯腙发生反应，影响测量结果，应在采样管前串联臭氧去除柱（B.3.6），消除干扰。

附录 C

（规范性）

室内空气中苯系物的测定

警示——试验中使用到的二硫化碳高度易燃，可损害神经，操作人员必须严格遵守操作规程。

C.1　固体吸附-热解吸-气相色谱法

C.1.1　相关标准和依据

本方法主要依据环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法（HJ583）。

C.1.2　原理

用采样管在常温下富集室内空气中的苯、甲苯和二甲苯，采样管连入热解吸仪，加热后将吸附成分导入带有氢火焰离子化检测器的气相色谱仪进行分析。

C.1.3　试剂和材料

C.1.3.1　甲醇：色谱纯。

C.1.3.2　二硫化碳：色谱纯。二硫化碳在使用前应经过气相色谱仪鉴定是否存在干扰峰。

C.1.3.3　标准溶液：苯、甲苯、邻二甲苯、间二甲苯和对二甲苯有证标准溶液。

C.1.3.4　载气：氮气，纯度 99.999%。

C.1.3.5　燃烧气：氢气，纯度99.99%。

C.1.4　仪器和设备

C.1.4.1　气相色谱仪：配备氢火焰离子化检测器。

C.1.4.2　色谱柱：固定相为聚乙二醇的毛细管柱，30 m × 0.25 mm，膜厚0.25 μm，或等效毛细管柱。

C.1.4.3　热解吸仪：能对吸附管进行二次热解吸，并将解吸气体用惰性气体载带进入气相色谱仪。解吸温度、解吸时间和载气流速可调，冷阱可将解吸样品进行浓缩。

C.1.4.4　老化装置：温度在200 ℃ ~ 400 ℃可控，同时保持一定的氮气流速。

C.1.4.5　恒流空气采样泵：在0.02L/min ~ 0.5 L/min内精确保持流量。

C.1.4.6　采样管：采样管的材料为不锈钢或硬质玻璃，内填不少于200 mg的Tenax TA（60目~ 80目）吸附剂（或其他等效吸附剂）。

C.1.4.7　微量进样器：1 μL~ 10 μL，精度0.1 μL。

C.1.4.8　温度计：精度0.1 ℃。

C.1.4.9　气压计：精度0.01 kPa。

C.1.5　样品采集和保存

C.1.5.1　样品采集

C.1.5.1.1　采样管的准备

新填装的采样管应用老化装置或具有老化功能的热解吸仪通氮气老化，老化流量为50 mL/min，温度为350 ℃，时间为120 min；使用过的采样管应在350 ℃下通氮气老化30 min以上。老化后的采样管立即用聚四氟乙烯帽密封，放在密封袋或保护管中保存。密封袋或保护管存放于装有活性炭的盒子或干燥器中，4 ℃保存。老化后的采样管应在两周内使用。在填装有200 mg的Tenax TA采样管中苯、甲苯、二甲苯的安全采样体积分别为6.2 L、38 L和300 L。

C.1.5.1.2　流量校准

在采样现场，将一支采样管与空气采样装置相连，调整采样装置流量，此采样管仅作为调节流量用，不用作采样分析。

C.1.5.1.3　现场样品采集

在采样地点将采样管与空气采样泵进气口连接后，以0.1 L/min流量采集样品，采样时间至少45 min，记录采样时的温度和大气压力。

C.1.5.1.4　空白样品采集

每次采集样品，都应采集至少一个现场空白样品。现场空白样品的采集方式为将老化后的采样管运输到采样现场，取下聚四氟乙烯帽后重新密封，不参与样品采集，同已采集样品的采样管一同存放。

C.1.5.2　样品保存

采样后立即用聚四氟乙烯帽将采样管的两端密封，于4 ℃避光保存，30 d内分析。

C.1.6　分析步骤

C.1.6.1　推荐分析条件

C.1.6.1.1　热解吸仪条件

解吸温度：250 ℃；解吸时间：15 min；冷阱制冷温度：-30 ℃；冷阱加热温度：250 ℃；冷阱保持时间：3 min；载气：氦气，流速0.8mL/min；吸附管解吸流速：30 mL/min；传输线温度：200 ℃。

C.1.6.1.2　气相色谱条件

升温程序：初始温度65 ℃保持 5 min，以5 ℃/min速率升温到90 ℃保持 2 min；载气流量：1 mL/min；检测器温度：250 ℃；尾吹气流量：30 mL/min；氢气流量：40 mL/min；空气流量：400 mL/min；分流比：8:1；分流流量：8 mL/min。

C.1.6.2　校准

C.1.6.2.1　标准系列的制备

分别准确吸取不同体积的标准溶液，用甲醇定容，配制浓度分别为15 μg/mL、50 μg/mL、100 μg/mL、200 μg/mL、500 μg/mL、800 μg/mL、1000 μg/mL、1200 μg/mL和1600 μg/mL的标准系列溶液。分别准确移取1 µL标准系列溶液注入到液体外标法制备标准系列的注射装置中，连接上老化好的吸附管，以50 mL/min的流量通氮气8 min后取下（参考条件），密封吸附管两端，制备成待测组分含量分别为15 ng、50 ng、100 ng、200 ng、500 ng、800 ng、1000 ng、1200 ng和1600 ng的标准系列管。

C.1.6.2.2　校准曲线的绘制

按照仪器参考条件对标准系列管进行分析，以待测组分质量为横坐标，对应的响应值为纵坐标，绘制校准曲线。毛细管柱的参考色谱图见图 C.1。



标引序号说明：

1—苯；

2—甲苯；

3—对二甲苯；

4—间二甲苯；

5—邻二甲苯。

图C.1毛细管柱参考色谱图

C.1.6.3　测定

C.1.6.3.1　样品测定

将样品采样管安装在热解吸仪上，样品管内载气流的方向与采样时的方向相反，按照与绘制校准曲线相同的仪器参考条件进行测定。现场空白采样管与已采样的样品管同批测定。

C.1.6.3.2　定性分析

根据保留时间定性。

C.1.6.3.3　定量分析

根据校准曲线计算待测组分含量。

C.1.7　结果计算与表示

C.1.7.1　结果计算

室内空气中待测组分浓度，按照公式（C.1）进行计算：

……………………………………（C.1）

式中：

*ρ* ——室内空气中待测组分质量浓度，mg/m3；

*W* ——热解吸进样，由校准曲线计算的待测组分的质量，ng；

*W*0 ——由校准曲线计算的现场空白管中待测组分的质量，ng；

*V* ——参比状态下的采样体积，按照附录A公式（A.1）换算，L。

C.1.7.2　结果表示

当测定结果小于 0.1 mg/m3时，保留到小数点后三位；大于等于0.1 mg/m3时，保留三位有效数字。

C.1.8　方法特性

C.1.8.1　检出限

以采样体积5 L计，苯和甲苯的检出限为0.001 mg/m3，测定下限为0.004 mg/m3；对二甲苯、间二甲苯和邻二甲苯的检出限为0.003 mg/m3，测定下限为0.012 mg/m3。

C.1.8.2　测量范围

以采样体积5 L计，苯和甲苯的测量范围为0.004 mg/m3 ~ 0.32 mg/m3；对二甲苯、间二甲苯和邻二甲苯的测量范围为0.012 mg/m3 ~ 0.32 mg/m3。

C.1.8.3　精密度和回收率

苯、甲苯、对二甲苯、间二甲苯和邻二甲苯的浓度为0.02 mg/m3和0.16 mg/m3的样品重复测定，苯的相对标准偏差分别为3.0%和6.9%，甲苯的相对标准偏差分别为1.8%和6.7%，对二甲苯的相对标准偏差分别为2.1%和5.4%，间二甲苯的相对标准偏差分别为2.5%和4.9%，邻二甲苯的相对标准偏差分别为4.2%和7.2%；苯的回收率分别为101.2%和96.3%，甲苯的回收率分别为83.1%和94.1%，对二甲苯的回收率分别为82.8%和98.1%，间二甲苯的回收率分别为81.3%和98.4%，邻二甲苯的回收率分别为94.7%和106.0%。

C.1.9　质量保证和控制

C.1.9.1　采样前应充分老化采样管，以去除样品残留，残留量应小于方法检出限。在运输和储存过程中采样管应密闭保存。

C.1.9.2 现场空白样品中待测组分的残留量应小于样品的1/4。

C.1.9.3　每批样品至少设置一对串联采样管进行穿透测试，后一支采样管中待测组分检出量应小于前一支采样管中待测组分检出量的20%，否则视为采样穿透，应更换采样管或减少采样体积。

C.1.9.4　每批样品分析时应带一个校准曲线中间浓度校核点，中间浓度校核点测定值与校准曲线相应点浓度的相对误差应不超过20%。若超出允许范围，应重新配制中间浓度点标准溶液，若还不能满足要求，应重新绘制校准曲线。

C.1.9.5　采样过程中如需用到连接管应使用聚四氟乙烯材质，避免使用硅胶软管。

C.1.9.6　其他质量保证措施参见附录A.9。

C.2　活性炭吸附-二硫化碳解吸-气相色谱法

C.2.1　相关标准和依据

本方法主要依据环境空气 苯系物的测定 活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法（HJ584）。

C.2.2　原理

用活性炭采样管富集室内空气中苯、甲苯和二甲苯，用二硫化碳进行溶剂解吸，使用带有氢火焰离子化检测器的气相色谱仪测定分析。

C.2.3　试剂和材料

C.2.3.1　二硫化碳：色谱纯。二硫化碳在使用前应经过气相色谱仪鉴定是否存在干扰峰。

C.2.3.2　标准溶液：苯、甲苯、邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯有证标准溶液。

C.2.3.3　载气：氮气，纯度99.999%。

C.2.3.4　燃烧气：氢气，纯度99.99%。

C.2.4　仪器和设备

C.2.4.1　气相色谱仪：配备氢火焰离子化检测器。

C.2.4.2　色谱柱：固定液为聚乙二醇的毛细管柱，30 m × 0.25 mm，膜厚0.25 μm，或等效毛细管柱。

C.2.4.3　恒流空气采样泵：在0.02 L/min ~ 0.5 L/min内精确保持流量。

C.2.4.4　活性炭采样管：采样管为硬玻璃材质，采样管内装有两段特制的活性炭，a段100 mg，b段50 mg。a段为采样段，b段为指示段，两端和前后两段之间用聚氨酯泡沫塑料等固定材料加以固定分隔，详见图C.2。



2

b

a

1

标引序号说明：

1——聚氨酯泡沫塑料；

2——活性炭。

注：采样管为硬玻璃材质

a100 mg 活性炭；

b50 mg 活性炭。

图C.2 活性炭采样管

C.2.4.5　微量进样器：1 μL ~ 10 μL，精度0.1 μL。

C.2.4.6　玻璃小瓶：1.5 mL。

C.2.4.7　移液枪：1 mL。

C.2.4.8　温度计：精度0.1 ℃。

C.2.4.9　气压计：精度0.01 kPa。

C.2.5　样品采集和保存

C.2.5.1　样品采集

C.2.5.1.1　流量校准

在采样现场，将一支采样管与空气采样装置相连，调整采样装置流量，此采样管仅作为调节流量用，不用作采样分析。

C.2.5.1.2　现场空白样品采集

每次采集样品，都应至少带一个现场空白样品。现场空白样品采集方式为将活性炭管运输到采样现场，敲开两端后立即用聚四氟乙烯帽密封，并同已采集样品的活性炭管一同存放并带回实验室分析。

C.2.5.1.3　现场样品采集

敲开活性炭采样管的两端，与采样器相连（a段为气体入口），检查采样系统的气密性。以0.4 L/min的流量采集至少60 min，同时记录采样器流量、当前温度、气压及采样时间和地点。采样完毕前，再次记录采样流量。

C.2.5.2　样品保存

采样后立即用聚四氟乙烯帽将活性炭采样管的两端密封，避光密闭保存，室温下8 h内测定，否则放入密闭容器中，-20 ℃下可保存1 d。

C.2.6　分析步骤

C.2.6.1　推荐分析条件

升温程序：初始温度65 ℃保持5 min，以5 ℃/min速率升温到90 ℃保持2 min；载气流量：1 mL/min；进样口温度：150 ℃；检测器温度：250 ℃；尾吹气流量：30 mL/min；氢气流量：40 mL/min；空气流量：400 mL/min；分流比：8:1；分流流量：8 mL/min。洗针溶剂：气相色谱仪进样针洗针溶剂选择二硫化碳，避免选择甲醇、乙醇等与待测组分保留时间相近的溶剂。

C.2.6.2　校准

C.2.6.2.1　标准系列的制备

分别准确吸取适量标准溶液，用二硫化碳定容，配制成质量浓度依次为0.5 μg/mL、1 μg/mL、10 μg/mL、20 μg/mL和50 μg/mL的校准系列。分别准确吸取标准系列溶液1 μL注射到气相色谱仪进样口。

C.2.6.2.2　校准曲线的绘制

根据各待测组分浓度和响应值绘制校准曲线。毛细管柱参考色谱图，参见图C.3。



标引序号说明：

1——苯；

2——甲苯；

3——对二甲苯；

4——间二甲苯；

5——邻二甲苯。

图C.3 毛细管柱参考色谱图

C.2.6.3　测定

C.2.6.3.1　样品测定

将活性炭采样管中a段和b段固定材料取出，分别倒入1.5 mL玻璃小瓶中，每个小瓶中准确加入1 mL二硫化碳，拧紧瓶盖，室温下解吸1 h，定时振摇，使活性炭颗粒和二硫化碳充分混匀，静置分层后，取上清液1 μL，注射到气相色谱仪中，待测组分经色谱柱分离后，由氢火焰离子化检测器进行检测。现场空白活性炭管与已采样的样品管同批测定。

C.2.6.3.2　定性分析

根据保留时间定性。

C.2.6.3.3　定量分析

根据校准曲线计算待测组分含量。

C.2.7　结果计算与表示

C.2.7.1　结果计算

室内空气中待测组分浓度，按照公式（C.2）进行计算：

……………………………………（C.2）

式中：

*ρ* ——室内空气中待测组分质量浓度，mg/m3；

*W* ——由校准曲线计算的样品解吸液中待测组分的质量浓度，μg/mL；

*W*0 ——由校准曲线计算的空白解吸液中待测组分的质量浓度，μg/mL；

*V*1 ——二硫化碳体积，mL；

*V*2 ——参比状态下的采样体积，按照附录A公式（A.1）换算，L。

C.2.7.2　结果表示

当测定结果小于0.1 mg/m3时，保留到小数点后三位；大于等于0.1 mg/m3时，保留三位有效数字。

C.2.8　方法特性

C.2.8.1　检出限

当采样体积为24 L时，苯、甲苯和邻二甲苯的检出限为0.008 mg/m3，测定下限为0.03 mg/m3，间二甲苯和对二甲苯的检出限为0.013 mg/m3，测定下限为0.05 mg/m3。

C.2.8.2　测量范围

当采样体积为24 L时，用1 mL二硫化碳提取，取1 μL进样，苯、甲苯和邻二甲苯的测量范围为0.03 mg/m3 ~ 2 mg/m3，间二甲苯和对二甲苯的测量范围为0.05 mg/m3 ~ 2 mg/m3。

C.2.8.3　精密度和回收率

苯、甲苯、对二甲苯、间二甲苯和邻二甲苯的浓度为0.30 mg/m3和4.00 mg/m3的样品重复测定，苯的相对标准偏差分别为4.1%和2.8%，甲苯的相对标准偏差分别为4.0%和3.3%，对二甲苯的相对标准偏差分别为6.8%和3.2%，间二甲苯的相对标准偏差分别为7.7%和3.1%，邻二甲苯的相对标准偏差分别为3.0%和3.7%；苯的回收率分别为108.1%和98.5%，甲苯的回收率分别为93.5%和98.5%，对二甲苯的回收率分别为89.6%和94.8%，间二甲苯的回收率分别为92.8%和95.9%，邻二甲苯的回收率分别为86.1%和93.9%。

C.2.9　质量保证和控制

C.2.9.1　使用的活性炭应有足够的吸附容量，能满足检测的需要。在气温35 ℃、相对湿度90%以下的环境条件下，穿透容量不低于2 mg被测物，活性炭管的苯、甲苯和二甲苯本底值应低于方法检出限。

C.2.9.2　活性炭采样管的吸附效率应在80%以上，即b段活性炭所收集的组分应小于a段的25%，否则应调整流量或采样时间，重新采样。按公式（C.3）计算活性炭管的吸附效率（%）。

……………………………………（C.3）

式中：

*K* ——采样吸附效率，%；

*M1*——a段采样量，ng；

*M2*——b段采样量，ng。

C.2.9.3　每批样品分析时应带一个校准曲线中间浓度校核点，中间浓度校核点测定值与校准曲线相应点浓度的相对误差应不超过20%。若超出允许范围，应重新配制中间浓度点标准溶液，若还不能满足要求，应重新绘制校准曲线。

C.2.9.4　采样过程中如需用到连接管应使用聚四氟乙烯材质，避免使用硅胶软管。

C.2.9.5　其他质量保证措施参见附录A.9。

C.2.10　方法适用性

本方法中苯的测定下限与标准限值接近，实际样品测定时如果苯的测定结果小于或接近测定下限而影响结果判定，可进一步用方法C.1或附录F中的测定方法对苯进行准确定量。

C.3　便携式气相色谱法

C.3.1　原理

空气样品被仪器内置的采样泵吸入捕集器，然后被热解吸转移（注入）到气相色谱柱中进行分离，通过光离子化检测器进行检测，根据保留时间定性，峰面积定量。

C.3.2　试剂和材料

C.3.2.1　标准气体：苯、甲苯、邻二甲苯、间二甲苯和对二甲苯有证标准气体。

C.3.2.2　载气：空气，用活性炭过滤载气中的挥发性有机物，用分子筛过滤载气中的水分。

C.3.3　仪器和设备

C.3.3.1　便携式气相色谱仪：内置恒流采样泵，配备光离子化检测器。

C.3.3.2　色谱柱：填料为聚二甲基硅氧烷或等效色谱柱。

C.3.3.3　采样器：内置采样泵和预浓缩装置。

C.3.3.4　标准气自动配制装置：具有氮气和标准气进样口，流量可调节，用于校准曲线配制。

C.3.3.5　注射器：1 mL，10 mL，100 mL。

C.3.3.6　温度计：精度0.1 ℃。

C.3.3.7　气压计：精度0.01kPa。

C.3.4　分析步骤

C.3.4.1　推荐分析条件

色谱分析条件常因实验条件不同而有差异，应根据所用便携式气相色谱色谱仪型号和性能，制定分析苯系物的最佳色谱分析条件。参考色谱图见图C.4。





标引序号说明：

1——苯；

2——甲苯；

3——乙苯；

4——对和间二甲苯；

5——邻二甲苯。

图C.4参考色谱图

C.3.4.2　校准

采用外标法，用标准气自动配制装置配制混合标准气体系列，根据待测组分浓度和响应值（如峰面积）绘制校准曲线。以保留时间定性，峰面积定量。

C.3.4.3　测定

C.3.4.3.1　环境要求

理想情况下，现场测试的参数应与校准时的条件相同。现场环境温度必须低于最低气相色谱分析温度。测定环境的湿度会影响测量结果，必要时可以使用样品干燥器。

C.3.4.3.2　空白样品测定

仪器采气泵前端接有进样探针，探针前端连接活性炭捕集器，通过活性炭捕集器可以过滤掉空气中的有机物，收集纯净的空气，在现场生成空白样品。

C.3.4.3.3　现场样品测定

在选定的色谱条件下，在现场采用便携式气相色谱进样探针直接采集空气样品进行分析。内置采样泵流量和采样时间根据不同便携式气相色谱色谱仪型号确定。1 h 内至少完成4次采样分析，采样间隔10 min ~ 15 min。该采样点的浓度为多次采样测定结果的时间加权平均值。

C.3.5　结果计算与表示

C.3.5.1　结果计算

由校准曲线计算得到的结果即为空气中待测组分的体积分数。根据公式（C.4）换算为质量浓度（mg/m3）。

……………………………………（C.4）

式中：

*ρ* ——待测组分质量浓度，mg/m3；

*W* ——由校准曲线计算的样品中待测组分体积分数，μL/L；

*W0* ——由校准曲线计算的空白中待测组分体积分数，μL/L；

M ——相对分子质量，g/mol；

24.45——参比状态下的气体常数，L/mol。

C.3.5.2　结果表示

当测定结果小于0.1 mg/m3时，保留到小数点后三位；大于等于0.1 mg/m3时，保留三位有效数字。

C.3.6　方法特性

C.3.6.1　检出限

当采样流量为60 mL/min，采样时间为30 s时，苯的检出限为0.003 mg/m3，测定下限为0.02 mg/m3，甲苯、对和间二甲苯、邻二甲苯的检出限均为0.004 mg/m3，测定下限为0.02 mg/m3。可通过延长采样时间进一步降低检出限和测定下限。

C.3.6.2　测量范围

当采样流量为60 mL/min，采样时间为30 s时，苯、甲苯、邻二甲苯的测量范围为0.02 mg/m3 ~ 0.3 mg/m3，对和间二甲苯的测量范围为0.02 mg/m3 ~ 0.6 mg/m3。可通过延长采样时间进一步扩大测量范围。

C.3.6.3　精密度和回收率

对空气中苯浓度为0.11 mg/m3、甲苯浓度为0.13 mg/m3、对和间二甲苯浓度为0.30 mg/m3、邻二甲苯的浓度为0.15 mg/m3的样品进行测定，相对标准偏差范围为1.1% ~7.5 %，回收率范围为82.0 % ~ 86.7 %。

C.3.7　质量保证和控制

C.3.7.1　应对仪器的性能和工作状态进行检查和校准，以确保结果的准确性，校准频率取决于使用频率和使用仪器的环境条件。在校准期间，必须按照从低到高的浓度运行，以防止交叉污染。

C.3.7.2　在分析样品之前，先运行清洁的空气样品清洁系统，确保仪器中没有任何可能影响分析结果的污染物。在分析样品后应对仪器的采样和分析系统进行清洁，以防止样品交叉污染。

C.3.7.3　在分析了高浓度样品后，如果在色谱图中观察到较大的峰，则应彻底清洁分析系统。

C.3.7.4　在多尘环境中，应在气体采样器的取样棒末端安装注射器进行过滤。

C.3.8　方法适用性

C.3.8.1　本方法为便携式仪器测定方法，适用于室内空气中苯、甲苯和二甲苯的初筛，实际测定时如果苯、甲苯和二甲苯的测定结果大于标准限值，可进一步用方法C.1或附录F中的测定方法进行准确定量。

C.3.8.2　根据所用便携式气相色谱仪型号和性能，方法特性指标可能会不同，本方法中所列方法特性指标仅作参考。

1. 附录 D
2. （规范性）

室内空气中可吸入颗粒物上苯并[a]芘的测定

警示——本标准所用的乙腈、二氯甲烷、正己烷以及苯并[a]芘标准溶液对人体均具有一定的毒性，应尽量避免与这些化学品的直接接触，尽量设置专用操作台进行操作，使用者有责任采取适当的安全防护措施,并保证符合国家有关法规规定的条件。

1. D.1　原理
2. 采用二氯甲烷提取吸附在可吸入颗粒物上的苯并[a]芘，经净化、浓缩、过滤后使用配备荧光检测器的高效液相色谱仪分离测定。根据保留时间定性，外标法定量。
3. D.2　试剂和材料

D.2.1　乙腈：色谱纯。

1. D.2.2　二氯甲烷：色谱纯。
2. D.2.3　正己烷：色谱纯。
3. D.2.4　二氯甲烷-正己烷混合溶液：二氯甲烷+正己烷=（3 + 7），现用现配。

D.2.5　苯并[a]芘标准溶液（*ρ* = 100 µg/mL）：直接购买溶剂为乙腈的有证标准溶液。

D.2.6　滤膜：玻璃纤维滤膜或者石英滤膜。

1. D.2.7　硅胶固相萃取柱：100 mg/6mL，或者根据杂质含量选择适宜的固相萃取柱。
2. D.2.8　具塞比色管：10 mL或者15 mL。
3. D.2.9　有机相针式过滤器：0.45 μm，聚四氟乙烯或尼龙滤膜。

D.3　仪器和设备

D.3.1　液相色谱仪（HPLC）：具有梯度洗脱功能，并配备荧光检测器。

D.3.2　色谱柱：PAHS专用色谱柱或等效C18色谱柱（4.6 mm × 250 mm，粒径为5 μm）。

D.3.3　马弗炉。

D.3.4　水浴超声仪。

D.3.5　涡旋仪。

1. D.3.6　离心机。

D.3.7　浓缩设备：氮吹浓缩仪、旋转蒸发或K-D浓缩仪等性能相当的浓缩设备。

1. D.3.8　固相萃取净化装置。

D.3.9　微量注射器，10 µL、100 µL。

D.3.10　颗粒物采样器：采样流量为10 L/min。

D.4　样品采集及保存

D.4.1　样品采集

如采用玻璃纤维滤膜采样，需用铝箔纸将滤膜包好，并留有开口，放入马弗炉中400 ℃烘烤5 h，去除有机物及增加滤膜韧性。注意滤膜不能有折痕。石英滤膜不需要烘烤。室内空气采样点的布设、采样时间、频率应满足附录A的要求。样品的采集参照附录E。

D.4.2　样品保存

 采样后将滤膜置于保存盒中保存，避光运输，运输过程温度过高（如超过30 ℃）时，建议采取加冰袋等适当的降温措施。样品在4 ℃密封避光保存时，需于7 d内完成苯并[a]芘提取；在-15 ℃以下密封避光保存时，需于30 d内完成苯并[a]芘提取。

D.5　分析步骤

D.5.1　推荐分析条件

1. 根据实验室仪器设备的具体情况确定色谱条件。实验前需在超声仪中将流动相脱气；执行完开机步骤后，在实验条件下平衡仪器及色谱柱不少于30 min。梯度洗脱程序：以多环芳烃专用色谱柱为例，采用乙腈+水（3 + 7）到18 min，增量至100% 乙腈，保持至30 min，到32 min梯度变为乙腈 + 水（7 + 3），保持至出峰完毕。流动相流量：1.0 mL/min。柱温：30 ℃。推荐荧光检测器的波长：激发波长305 nm，发射波长480 nm。

D.5.2　校准

D.5.2.1　标准系列的制备

取一定量苯并[a]芘标准溶液用乙腈逐级稀释至1 μg/mL，现用现配，并以乙腈为溶液制备标准系列，浓度分别为2.5 ng/mL、5 ng/mL、10 ng/mL、20 ng/mL、50 ng/mL、100 ng/mL，上机测定。

D.5.2.2　校准曲线的绘制

将10 μL标准系列溶液注入液相色谱，得到不同浓度苯并[a]芘的色谱图。以峰面积为纵坐标，质量浓度为横坐标，绘制校准曲线。校准曲线的相关系数≥0.999，否则重新绘制校准曲线。



图 D.1 苯并[a]芘参考色谱图

D.5.3　测定

D.5.3.1　样品提取

将采样滤膜剪碎后放入具塞比色管中，加入5 mL二氯甲烷，盖好盖后使用涡旋仪混合均匀，在水浴中超声15 min转移至浓缩装置中，重复提取步骤，共提取三次，合并提取液，待浓缩。超声时注意避光及控制温度（30 ℃以下）。

D.5.3.2　样品浓缩

1. 如果样品不需要净化，将样品提取液用浓缩装置浓缩至近干，用乙腈溶解，定容至0.5 mL，用针式过滤器过滤到样品瓶中，进样并测定。
2. 如果样品需要净化，将样品提取液用浓缩装置浓缩至1 mL，待净化。

D.5.3.3　样品净化

1. 将硅胶固相萃取柱固定于净化装置，先用4 mL二氯甲烷冲洗柱床，弃去流出液，然后用10 mL正己烷冲洗柱床，当正己烷充满柱床后关闭流速控制阀，浸润5 min后打开控制阀，当正己烷液面下降至稍高于柱床时，关闭控制阀并弃去流出液。将浓缩后的样品提取液转移至柱内，用1 mL二氯甲烷-正己烷混合溶液洗涤样品瓶2次，将洗涤液一并转移至柱内，接收流出液，继续使用8 mL二氯甲烷-正己烷混合溶液洗脱，待洗脱液流过净化柱后关闭流速控制阀，浸润5 min，再打开控制阀，接收洗脱液至完全流出。将洗脱液按照D.5.2的方法浓缩至近干，用乙腈溶解，定容至0.5 mL，转移至样品瓶中待测。

D.5.3.4　样品分析

取10 μL待测样品注入高效液相色谱仪中。记录色谱峰的保留时间和峰面积。在分析样品的同时，应测定现场空白、实验室空白，按与样品测定相同步骤分析，检查分析过程中是否有污染。

D.6　结果计算与表示

D.6.1　采样体积计算

实际采样体积计算方法如公式（D.1）所示。

1. ……………………………………（D.1）
2. 式中：
3. *Vr* —— 采样体积，L；

 *Q* —— 采样流量，L/min；

 *t* ——采样时间，min。

D.6.2　结果计算

 按公式（D.2）计算样品中多环芳烃的质量浓度

1. ……………………………………（D.2）

 式中：

*ρ* —— 样品中苯并[a]芘的质量浓度，ng/m3；

*ρi* —— 从校准曲线得到的苯并[a]芘质量浓度，ng/mL；

*V* —— 样品提取液体积，mL；

*DF* —— 稀释因子（苯并[a]芘的浓度超出校准曲线范围时，进行稀释的倍数）；

*n* —— 滤膜的切割份数；

*Vi* —— 实际采样体积，m3。

D.6.3　结果表示

当测定结果小于1.00 ng/m3时，保留到小数点后二位，大于等于1.00 ng/m3时，保留三位有效数字。

D.7　方法特性

D.7.1　检出限

1. 方法检出限为0.04 ng/m3，测定下限为0.15 ng/m3。

D.7.2　精密度和回收率

实验室内苯并[a]芘的相对标准偏差范围为：1.2 % ~ 5.8 %。对实际样品进行加标回收率测定，加标量为0.05 µg、0.20 µg和0.50 µg时，加标回收率分别为89.3% ~ 94.4%、88.8% ~ 98.7%、87.3% ~ 95.7%。

1. D.8　质量保证和控制
2. 校准曲线的线性相关系数≥0.999，否则重新绘制校准曲线。校准曲线核查的浓度为曲线中间点，即对标准系列中10 ng/mL、20 ng/mL的浓度点进行测试，以检验校准曲线是否有偏离，每日一次。
3. 按公式（D.3）计算相对偏差（RD）：
4. ……………………………（D.3）

式中：

*RD* —— *ρ*c与校准点*ρ*i的相对偏差，%；

*ρc* —— 测定的该校准点的质量浓度。

*ρi* —— 校准点的质量浓度；

如果RD的绝对值 ≤ 10%，则初始校准曲线仍能继续使用；如果RD的绝对值 ＞ 10%，应重新绘制新的校准曲线。

D.9　安全注意事项

D.9.1　实验操作过程中应注意个人防护，佩戴如手套、口罩等，样品前处理过程应在通风橱中进行。

D.9.2　实验人员应当经过相关操作培训和安全培训，包括：所用有机溶剂、苯并[a]芘的理化性质及健康毒性、样品前处理的操作，仪器操作和基本维护，基本电气常识、健康防护等。

D.9.3　为了避免实验废物排放对周边环境的污染，废弃溶剂、试剂、玻璃器皿、实验耗材等不能随意丢弃，应单独存放，定期交由有资质的单位处理。

1. D.9.4　苯并[a]芘为致癌物质，在实验操作中应注意防护，实验残余物应妥善处理。

附录E

（规范性）

室内空气中PM10和PM2.5的测定

E.1　原理

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空气，使室内空气中可吸入颗粒物（PM10）和细颗粒物（PM2.5）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PM10 和PM2.5浓度。

E.2　试剂和材料

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四氟乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、混合纤维素等有机滤膜。PM10滤膜对0.3 μm标准粒子的截留效率不低于99%，PM2.5滤膜不低于99.7%。

E.3　仪器和设备

E.3.1　PM10切割器、采样系统：切割粒径Da50 =（10 ± 0.5）µm；捕集效率的几何标准差为σg =（1.5±0.1）µm。其他性能和技术指标应符合HJ 93的规定。

E.3.2　PM2.5切割器、采样系统：切割粒径Da50=（2.5 ± 0.2）μm；捕集效率的几何标准差为σg=（1.2 ± 0.1）μm。其他性能和技术指标应符合 HJ 93的规定。

E.3.3　采样器：小流量采样器，量程＜30 L/min，流量误差≤2%，噪声应小于50 dB（A）。

E.3.4　分析天平：标定分度0.01 mg或0.001 mg。

E.3.5　恒温恒湿箱（室）：箱（室）内空气温度在（15 ~ 30） ℃范围内可调，控温精度 ± 1 ℃。箱（室）内空气相对湿度应控制在（50 ± 5）%。恒温恒湿箱（室）可连续工作。

E.4　样品采集和保存

E.4.1　样品采集

E.4.1.1　采样时，采样器入口距地面高度为0.5 m ~ 1.5 m，距墙壁距离不小于0.5 m，并避开污染源及通风口。

E.4.1.2　在测定日均浓度时，如采用连续采样方式，采样时间不应小于20 h，如采用间断采样方式，其次数不应少于4次，累积采样时间不应少于20 h。

E.4.1.3　采样时，将已称量的滤膜用镊子放入洁净采样夹内的滤网上，滤膜毛面应朝进气方向。将滤膜牢固压紧至不漏气。采样结束后，用镊子取出，放入样品盒中，并做好采样记录。

E.4.1.4　采样后滤膜样品称量按E.5进行。

E.4.2　样品保存

滤膜采集后，如不能立即称量，应在4 ℃条件下冷藏保存。

E.5 分析步骤

将滤膜放在恒温恒湿箱（室）中平衡24 h，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，用标定分度为0.01 mg或0.001 mg的分析天平称量滤膜，记录滤膜质量。同一滤膜在恒温恒湿箱（室）中相同条件下再平衡1 h后称量。对于PM10和PM2.5 颗粒物样品滤膜，两次质量之差小于0.04 mg或0.015 mg为满足恒量要求。采样结束后，按同样温湿度条件，将采样滤膜放在恒温恒湿箱（室）中平衡24 h，称取采样后滤膜质量。天平室的温湿度环境条件应与恒温恒湿箱（室）一致。

E.6　结果计算与表示

E.6.1　结果计算

　　PM10和PM2.5浓度按公式（E.1）计算：

…………………………………（E.1）

　　式中：

*ρ* —— PM10或PM2.5浓度，mg/m3；

　　*w2* —— 采样后滤膜的质量，mg；

*w1* —— 采样前滤膜的质量，mg；

*V* —— 实况下的采样体积，m3。

E.6.2　结果表示

当测定结果小于0.1 mg/m3时，保留到小数点后三位，大于等于0.1 mg/m3时，保留三位有效数字。

E.7　方法特性

以标定分度0.01 mg的分析天平，采样流量为10 L/min，采集14.4 m3空气样品计，本方法测定PM2.5或PM10的检出限为0.005 mg/m3。

以标定分度0.001 mg的分析天平，采样流量为10 L/min，采集14.4 m3空气样品计，本方法测定PM2.5或PM10的检出限为0.004 mg/m3。

E.8　质量保证和控制

E.8.1　采样器每次使用前需进行流量校准。

E.8.2　滤膜使用前均需进行检查，不得有针孔或任何缺陷。

E.8.3　滤膜称量时要消除静电的影响。

E.8.4　取清洁滤膜若干张，在恒温恒湿箱（室），按平衡条件平衡 24 h，称量。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”。若标准滤膜称出的质量在原始质量 ± 0.05 mg或 ± 0.005 mg（天平标定分度分别为0.01 mg或0.001 mg）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。

E.8.5　要经常检查采样头是否漏气。当滤膜安放正确，采样系统无漏气时，采样后滤膜上颗粒物与四周白边之间界限应清晰，如出现界线模糊时，则表明应更换滤膜密封垫。

E.8.6　当PM10 或PM2.5含量很低时，采样时间不能过短。对于标定分度为0.01 mg 和0.001 mg 的分析天平，滤膜上颗粒物负载量应分别大于0.1 mg和0.01 mg，以减少称量误差。

E.8.7　采样前后，滤膜称量应使用同一台分析天平。

附录 F

（规范性）

室内空气中总挥发性有机物（TVOC）的测定

F.1　原理

采用吸附管采集室内空气中的挥发性有机物，将吸附管置于热解吸仪中解吸，经气相色谱分离后，用质谱检测器进行检测。以保留时间和特征离子，结合标准质谱图比较进行定性，外标法定量。

F.2　试剂和材料

F.2.1　氦气（He）：99.999 %。

F.2.2　氮气（N2）：99.999 %。

F.2.3　甲醇（CH3OH）：色谱纯。

F.2.4　标准储备溶液（*ρ* = 1000 mg/L）：市售有证标准物质，也可用标准物质配制，用甲醇稀释至所需质量浓度。

F.2.5　吸附管：不锈钢或玻璃材质，外径6.3 mm，内径5 mm，长90 mm（或180 mm），填装至少200 mg粒径为0.18 mm ~ 0.25 mm（60目 ~ 80目）的Tenax TA吸附剂。

F.3　仪器和设备

F.3.1　热解吸仪：能对吸附管进行二次热解吸，并将解吸气用惰性气体载带进入气相色谱仪。解吸温度、时间和载气流速是可调的。冷阱可将解吸样品进行浓缩。

F.3.2　气相色谱-质谱仪：EI电离源。

F.3.3　色谱柱：石英毛细管柱，长30 m，内径0.25 mm，膜厚0.25 µm，固定相为5%二苯基 / 95%二甲基聚硅氧烷，或其他等效非极性石英毛细管柱。

F.3.4　老化装置：老化装置的最高温度应能达到350 ℃以上，最大载气流量至少能达到100 mL/min。

F.3.5　采样泵：恒流空气个体采样泵，流量范围0.02 L/min ~ 0.5 L/min，流量误差应小于5%。

F.3.6　皂膜流量校准：能在10 mL/min ~ 500 mL/min内精确测定流量，流量精度2 %。

F.3.7　微量注射器：10 µL。

F.4　样品采集和保存

F.4.1　样品采集

F.4.1.1　筛选法采样

将活化好的吸附管与采样泵用硅橡胶管连接。采样流量：100 mL/min；采样时间：至少45 min。

F.4.1.2　累积法采样

按照筛选法采样要求，至少连续采样6 h，每小时更换一根吸附管。

F.4.1.3　现场空白样品采集

将吸附管带到采样现场，打开密封帽后立即密封，同已采集样品的吸附管一同存放并带回实验室分析。

F.4.2　样品保存

样本采集完成后，将吸附管密封保存，-20 ℃冷冻储存，应于7 d内分析。

F.5　分析步骤

F.5.1　推荐分析条件（以下实验条件在GC9860）

F.5.1.1　热解吸仪条件

解吸温度：220 ℃；解吸时间：15 min；冷肼温度：初始温度为-15 ℃，解吸温度300 ℃，解吸时间3 min；载气：氦气；流速：0.8 mL/min；吸附管脱附流速：30 mL/min；传输线温度：200 ℃。

F.5.1.2　气相色谱条件（以下实验条件在气相JD9860和JDRJX-20A二次热解析上实验效果良好）

进样口温度：200 ℃；载气：氦气；分流比：5:1；柱流量（恒流模式）：0.8 mL/min；升温程序：初始温度40 ℃，保持15 min，以10 ℃/min 升温到320 ℃，保持2 min。

F.5.1.3　质谱条件

电子轰击离子源（EI+）；电子能量：70 eV；离子源温度：200 ℃；传输线温度：200 ℃；全扫描模式，质谱扫描范围：40 amu至300 amu。特征目标化合物测定参考参数见表F.1。

表F.1 特征目标化合物测定参考参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 化合物 | 保留时间（min） | 定性离子（m/z） | 定量离子（m/z） |
| 1 | 正己烷 | 2.913 | 41,86 | 57 |
| 2 | 乙酸乙酯 | 3.005 | 61,45 | 43 |
| 3 | 三氯甲烷 | 3.119 | 47 | 83 |
| 4 | 苯 | 3.579 | 77 | 78 |
| 5 | 四氯化碳 | 3.598 | 78 | 117 |
| 6 | 环己烷 | 3.612 | 56 | 84 |
| 7 | 正庚烷 | 4.212 | 71 | 43 |
| 8 | 三氯乙烯 | 4.228 | 95 | 60 |
| 9 | 甲基环己烷 | 4.792 | 55 | 83 |
| 10 | 甲苯 | 6.091 | 91 | 76 |
| 11 | 正辛烷 | 7.575 | 43 | 57,85 |
| 12 | 四氯乙烯 | 7.758 | 129 | 166 |
| 13 | 乙酸丁酯 | 8.332 | 43 | 56 |
| 14 | 氯苯 | 10.293 | 112 | 77 |
| 15 | 乙苯 | 11.527 | 106 | 91 |
| 16 | 间二甲苯 | 12.358 | 106 | 91 |
| 17 | 对二甲苯 | 12.501 | 106 | 91 |
| 18 | 苯乙烯 | 14.54 | 91 | 104 |
| 19 | 邻二甲苯 | 14.602 | 106 | 91 |
| 20 | 正壬烷 | 15.933 | 57 | 43 |
| 21 | 1,4-二氯苯 | 20.960 | 111 | 146 |
| 22 | 正十六烷 | 30.332 | 71 | 57 |

F.5.2　校准

F.5.2.1　标准系列的制备

分别吸取不同体积的标准储备溶液，用甲醇定容，配制质量浓度分别为2.5 mg/L、5 mg/L、10 mg/L、20 mg/L、50 mg/L、100 mg/L的标准系列溶液。

用微量注射器移取10 µL标准系列溶液注入到液体外标法制备标准系列的注射装置中，连接上老化好的吸附管，以100 mL/min的流量通氮气10 min后取下，密封吸附管两端。制备成特征目标化合物含量分别为25 ng、50 ng、100 ng、200 ng、500 ng和1000 ng的标准系列管。

F.5.2.2　校准曲线的绘制

按照仪器参考条件对标准系列管进行分析，以特征目标化合物质量为横坐标，对应的响应值为纵坐标，绘制校准曲线。特征目标化合物参考色谱图见图F.1。



标引序号说明：

1—正己烷；2—乙酸乙酯；3—三氯甲烷；4—苯；5—四氯化碳；6—环己烷；7—正庚烷；8—三氯乙烯；9—甲基环己烷；10—甲苯；11—正辛烷；12—四氯乙烯；13—乙酸丁酯；14—氯苯；15—乙苯；16—间二甲苯；17—对二甲苯；18—苯乙烯；19—邻二甲苯；20—正壬烷；21—1,4-二氯苯；22—正十六烷。

图F.1 特征目标化合物参考色谱图

F.5.3　测定

F.5.3.1　样品测定

按照与绘制校准曲线相同的仪器参考条件进行测定。与样品一同测定现场空白样品。

F.5.3.2　定性分析

对于表F.1中列出的特征目标化合物，根据保留时间和特征离子进行定性；其他满足TVOC定义要求的化合物，通过比对标准质谱图，进行定性。

F.5.3.3　定量分析

对于表F.1中列出的特征目标化合物通过对应的校准曲线进行计算；其他满足TVOC定义要求的化合物以甲苯的校准曲线进行计算。

F.6　结果计算与表示

F.6.1　结果计算

样品中待测组分的含量计算公式见公式（F.1）。

……………………………………（F.1）

式中：

*c* —— 样品中待测组分的浓度，mg/m3；

*F* —— 由校准曲线计算的样品管中待测组分的质量，mg；

*B* —— 由校准曲线计算的空白管中待测组分的质量，mg；

*V* —— 参比状态下的采样体积，m3。

F.6.2　结果表示

TVOC浓度应合并特征目标化合物和浓度大于2 µg/m3的未校正化合物（以甲苯计）。累积法采样时最终浓度应以时间加权平均值表示。

F.7　方法特性

F.7.1　检出限

经多家实验室验证，表F.1中的特征目标化合物检出限和测定下限见表F.2。

F.7.2　测量范围

经多家实验室验证，表F.1中的特征目标化合物测量范围见表F.2。

表F.2特征目标化合物测量范围、检出限和测定下限

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 组分名称 | 测量范围（µg/m3） | 检出限（µg/m3） | 测定下限（µg/m3） |
| 1 | 正己烷 | 5~200 | 0.3 | 1.2 |
| 2 | 乙酸乙酯 | 5~200 | 0.5 | 2.0 |
| 3 | 三氯甲烷 | 5~200 | 0.4 | 1.6 |
| 4 | 苯 | 5~200 | 0.3 | 1.2 |
| 5 | 四氯化碳 | 5~200 | 0.5 | 2.0 |
| 6 | 环己烷 | 5~200 | 0.5 | 2.0 |
| 7 | 正庚烷 | 5~200 | 0.4 | 1.6 |
| 8 | 三氯乙烯 | 5~200 | 0.4 | 1.6 |
| 9 | 甲基环乙烷 | 5~200 | 0.6 | 2.5 |
| 10 | 甲苯 | 5~200 | 0.7 | 2.8 |
| 11 | 正辛烷 | 5~200 | 0.6 | 2.5 |
| 12 | 四氯乙烯 | 5~200 | 0.6 | 2.5 |
| 13 | 乙酸丁酯 | 5~200 | 0.8 | 3.2 |
| 14 | 氯苯 | 5~200 | 0.7 | 2.8 |
| 15 | 乙苯 | 5~200 | 0.7 | 2.8 |
| 16 | 间二甲苯 | 5~200 | 0.9 | 3.6 |
| 17 | 对二甲苯 | 5~200 | 0.6 | 2.5 |
| 18 | 苯乙烯 | 5~200 | 0.9 | 3.6 |
| 19 | 邻二甲苯 | 5~200 | 0.6 | 2.4 |
| 20 | 正壬烷 | 5~200 | 0.7 | 2.8 |
| 21 | 1,4-二氯苯 | 5~200 | 0.8 | 3.2 |
| 22 | 正十六烷 | 5~200 | 1.5 | 6.0 |

F.7.3　精密度和回收率

F.7.3.1　特征目标化合物精密度和回收率

多家实验室对特征目标化合物加标浓度在20 µg/m3 ~ 90 µg/m3之间的室内空气加标样品进行测定，加标回收率范围和精密度范围见表F.3。

表F.3特征目标化合物加标回收率和精密度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 组分名称 | 加标回收率（%） | 精密度（%） |
| 1 | 正己烷 | 61.7~132.3 | 6.7~25.8 |
| 2 | 乙酸乙酯 | 60.0~128.1 | 6.0~20.6 |
| 3 | 三氯甲烷 | 60.5~132.1 | 13.4~23.5 |
| 4 | 苯 | 60.3~132.2 | 5.1~20.1 |
| 5 | 四氯化碳 | 50.3~122.4 | 5.8~16.8 |
| 6 | 环己烷 | 59.9~132.3 | 6.1~22.2 |
| 7 | 正庚烷 | 64.9~135.0 | 6.0~20.4 |
| 8 | 三氯乙烯 | 59.4~133.3 | 6.0~22.3 |
| 9 | 甲基环己烷 | 61.6~105.8 | 5.6~17.0 |
| 10 | 甲苯 | 62.5~125.3 | 8.4~28.3 |
| 11 | 正辛烷 | 58.7~130.2 | 5.6~20.4 |
| 12 | 四氯乙烯 | 56.0~134.1 | 5.9~23.0 |
| 13 | 乙酸丁酯 | 79.8~132.2 | 3.5~16.7 |
| 14 | 氯苯 | 61.5~131.1 | 5.4~19.3 |
| 15 | 乙苯 | 66.3~127.5 | 4.6~22.1 |
| 16 | 间二甲苯 | 61.2~123.2 | 3.8~13.9 |
| 17 | 对二甲苯 | 58.2~133.2 | 7.6~16.1 |
| 18 | 苯乙烯 | 57.0~130.3 | 5.0~22.4 |
| 19 | 邻二甲苯 | 59.9~132.1 | 4.1~21.9 |
| 20 | 正壬烷 | 54.2~123.6 | 5.5~15.7 |
| 21 | 1,4-二氯苯 | 50.4~128.5 | 8.0~17.5 |
| 22 | 正十六烷 | 58.1~135.2 | 13.7~29.9 |

F.7.3.2　室内空气中TVOC精密度

多家实验室对室内空气实际样品进行测定，TVOC浓度的精密度范围为3.1% ~ 16.5 %。

F.8　质量保证和控制

F.8.1　每批次样品采集前，应抽取10 %的吸附管进行空白检验，特征目标化合物和未校正化合物（以甲苯计）浓度应小于方法检出限，否则应重新老化。

F.8.2　校准曲线法应至少使用6个浓度梯度的标准溶液（除空白外），且最低点浓度应接近方法测定下限，相关系数应＞0.99。

F.8.3　每测试20个样品，应测定一次校准曲线中间浓度点，确认仪器性能是否发生显著变化。若该点结果相对偏差大于20 %，需要查明原因，必要时重新绘制校准曲线。

F.8.4　每批次分析样品中，应随机抽取10 %的样品进行平行样品检测。

F.9　特殊情况

F.9.1　应避免在样品分析环境中使用有机溶剂，降低和消除有机溶剂挥发造成的干扰。

F.9.2　进样系统、冷肼系统中可能会有残留的挥发性有机物，应定期启动冷肼系统的烘烤程序，去除残留。

F.9.3　吸附管中残留的挥发性有机物对测定的干扰较大，采集样品前应充分进行老化。

F.9.4　吸附管重复使用后，吸附效果可能会下降，应定期检查，更换吸附管或重新装填吸附剂。

附录 G

（规范性）

室内空气中细菌总数的测定

G.1 原理

撞击法（impacting method）是采用撞击式空气微生物采样器，使空气通过狭缝或小孔产生高速气流，将悬浮在空气中的微生物采集到营养琼脂平板上，经36 ℃ ± 1 ℃、48 h培养后得到细菌菌落数的测定方法。

G.2 试剂和材料

G.2.1　营养琼脂培养基

G.2.1.1　成分

蛋白胨10 g，肉膏5 g，氯化钠5 g，琼脂20 g，蒸馏水1000 mL。

G.2.1.2　制法

将蛋白胨、肉膏、氯化钠溶于蒸馏水中，校正pH为7.2 ~ 7.6，加入琼脂，121 ℃，20 min高压灭菌。待冷却到45 ℃时，制成平板备用。

G.3 仪器和设备

G.3.1　六级筛孔撞击式微生物采样器。

G.3.2　高压蒸汽灭菌器。

G.3.3　恒温培养箱。

G.3.4　平皿：Ф90 mm。

G.3.5　制备培养基用一般设备：量筒，锥形瓶，pH计或精密pH试纸等。

G.4 样品采集和保存

G.4.1　布点要求：见附录A.2。

G.4.2　将营养琼脂平板逐级装入六级筛孔撞击式微生物采样器，以28.3 L/min流量采集10 min。采样器使用按照说明书要求进行。

G.4.3　以无菌操作，将采集后的营养琼脂平板储存于4 ℃，并尽快返回实验室进行培养。

G.5分析步骤

将采集后的营养琼脂平板倒置于36 ℃ ± 1 ℃培养48 h，菌落计数。

G.6　结果计算与表示

G.6.1　结果计算

将菌落计数结果按公式（G.1）计算，得到室内空气中细菌总数浓度（CFU/m3）。

……………………………………（G.1）

$C=\frac{\sum\_{}^{}N×1000}{v×t}$

式中：

*C* —— 细菌总数浓度，单位为菌落形成单位每立方米（CFU/m3）;

*ΣN* —— 六级平板菌落合计数，单位为菌落形成单位（CFU）;

*V* —— 采样流速，单位为升每立方米（L/m3）（V = 28.3）;

*t —*— 采样时间，单位为分钟（min）（t = 10）。

G.6.2　结果表示

一个区域空气中细菌总数的测定结果按该区域全部采样点中细菌总数测定值中最大值给出。

附录 H

(规范性)

室内空气中氡的测定

警示——氢氧化钠或氢氧化钾是一种强碱，具有很强的腐蚀性。粉尘或烟雾会刺激眼和呼吸道，腐蚀鼻中隔；皮肤和眼与氢氧化钠或氢氧化钾直接接触会引起灼伤，误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂、出血和休克。

H.1　固体径迹测量方法

H.1.1　原理

氡气通过扩散进入采样盒后，氡及其衰变产物发射的α 粒子打到固定在采样盒内的固体径迹探测器上，会在探测器上形成原子尺度的潜径迹。将探测器进行化学或电化学蚀刻，这些潜径迹会扩大成用显微镜等装置可观测的永久性径迹。由于径迹密度与氡的累积暴露量成正比，因此可根据观测到的径迹密度、采样时间和刻度系数来计算出被测场所空气中的平均氡浓度。

H.1.2　试剂和材料

H.1.2.1　探测器：选用对α 粒子敏感的固体径迹材料，如CR-39、LR-115等。

H.1.2.2　采样盒：由尺寸符合测量要求（盒外气体可自由扩散进入盒内，但空气中的气溶胶无法进入）的金属、塑料或导电塑料盒。

H.1.2.3　蚀刻液：氢氧化钠或氢氧化钾。

H.1.3　仪器和设备

H.1.3.1　恒温水浴箱：在50 ℃ ~ 100 ℃之间温度可控制在±1 ℃；箱内可放置蚀刻容器。

H.1.3.2　蚀刻容器：玻璃或不锈钢材料容器，容器内可放置蚀刻液和探测器。

H.1.3.3　测读装置：用于测读蚀刻后探测器上的径迹密度，一般通过光学显微镜测读，可人工测读，也可用自动测读系统。

H.1.4　样品采集

H.1.4.1　采样器制备

撕掉已切割成一定形状探测器（径迹片）的保护膜，在径迹片边缘编号；将径迹片固定在采样盒后盖回盖子，放入密封袋中保存备用。

H.1.4.2　采样点选择

采样点应选择在人员经常停留的房间，住宅选择卧室（儿童卧室要优先考虑）、客厅或活动室；工作场所选择办公室、工作间或值班室。每套住宅至少选2 个采样点。大型建筑物布点的数量根据使用面积和现场情况而定。房间使用面积 < 100 m2时，设2 ~ 3个采样点；房间使用面积100 ~ 500 m2时，设3 ~ 5个采样点；房间使用面积超过500 m2时，至少设5个采样点。

H.1.4.3　采样器布放

在采样现场从密封袋取出采样器，放在选好的位置，注意避开房间的通风口、加湿器、加热装置及阳光直射的地方。布放高度原则上与人的呼吸带（0.5 m ~ 1.5 m）高度一致，距墙壁 ≥ 0.2 m，距门窗 > 1.0 m。记录采样器编号、布放时间及布放位置等信息。

H.1.4.4　采样器回收

测量周期结束后应先对采样点和采样器外观进行检查，看是否有布放位置变化或外观破损，做好现场记录。然后将采样器放入密封袋，送回实验室分析。

H.1.5　分析步骤

H.1.5.1　蚀刻

将探测器从回收的采样器中取出，用径迹片架固定好，放入蚀刻容器中，加入配制好的氢氧化钠或氢氧化钾蚀刻液。将蚀刻容器放入恒温水浴箱中，控制好蚀刻温度和蚀刻时间。蚀刻结束后将探测器取出，洗净后晾干。

H.1.5.2　测读

将处理好的探测器用测读装置测读，计算单位面积的径迹数（径迹密度）。

H.1.6　结果计算

空气中氡浓度按公式（H.1）计算。

$C\_{Rn}=\frac{\left(n-n\_{b}\right)}{T∙F}$……………………………………（H.1）

式中：

*C*Rn —— 暴露期间被测场所的平均氡浓度，Bq/m3；

*n* —— 径迹密度，Tr/cm2；

*n*b —— 本底径迹密度，Tr/cm2；

*T* —— 暴露时间，h；

*F* —— 刻度系数，(Tr/cm2)/(Bq.h/m3)。

H.1.7　探测下限计算

固体径迹采样器的探测下限（LLD）的计算按照公式（H.2）计算。

……………………………………（H.2）

式中：

*LLD*—— 固体径迹采样器的探测下限，Bq/m3；

*n*b —— 本底径迹密度，Tr/cm2；

*T* —— 暴露时间，h；

*F* —— 刻度系数，(Tr/cm2)/(Bq.h/m3)。

H.1.8　质量保证

H.1.8.1　刻度

刻度应在有资质的标准氡室中进行，至少要选择两种不同的氡浓度，每个浓度条件刻度时至少放置10个采样器。暴露时间要足够长以保证采样器内外氡浓度达到平衡。暴露结束后采样器需要在低氡浓度水平环境下放置一段时间，进行必要的时间补偿。每批探测器应按一定比例抽样刻度。更换探测器材料或批号需要重新刻度。

H.1.8.2　平行样

在选定的采样点平行布放2个采样器平行采样，数量不低于布放总数的10%。平行样测量结果的变异系数大于20%时，应找出处理程序的差错。

H.1.8.3　本底测量

探测器本底控制与测定是质量保证的重要环节。每批探测器都需要留5%或5 ~ 10个探测器进行本底测量。需要运输或邮寄时，本底（空白）采样器应与测量用的采样器同时邮寄。探测器的本底随储藏时间的增加而增加，平时应密封保存在低温的环境。如本底（空白）探测器的测量结果明显高于探测下限时，应停止使用。

H.1.8.4　实验室比对

应定期参加可溯源到国家标准实验室之间的比对，以检查实验室间或测量方法间是否存在系统误差。

H.1.8.5　其他

探测器应在失效日期前使用，若发现探测器有裂痕或其他变质现象，立即停止使用；采样器的制备应在低氡浓度环境中进行，并注意静电影响。

H.2　连续测量方法

H.2.1　原理

H.2.1.1　闪烁室法

氡气通过滤膜进入闪烁室，氡及其衰变产物产生的α粒子使闪烁室内壁上的ZnS（Ag）产生荧光，光电倍增管把这种荧光讯号转变为电脉冲，经电子学线路放大并记录。单位时间内的电脉冲数与进入闪烁室内的氡浓度成正比，从而可确定氡浓度。

H.2.1.2　脉冲电离室法

氡气经滤膜进入电离室，在电离室灵敏区中氡及其衰变产物衰变发出的α粒子使空气电离并产生大量电子和正离子，在收集电极上形成电压或电流脉冲，经电子学测量单元放大后记录下来。

H.2.1.3　静电收集法

经滤膜进入收集室的氡气衰变产生的新子体主要是带正电荷的218Po。在探测器与收集室之间加有负高压，在外加电场的作用下，218Po被吸附到探测器表面上，这些子体进一步衰变放出的α粒子，由探测器测量并记录。根据刻度系数即可确定氡浓度。

H.2.2　仪器和设备

H.2.2.1 闪烁室测氡仪。

H.2.2.2 脉冲电离室测氡仪。

H.2.2.3 静电收集型测氡仪。

H.2.3　样品采集

H.2.3.1使用前应按使用手册的要求对仪器或系统进行检查，如电池电压、各种参数、测量模式、时间间隔等应符合测量要求；仪器的本底和稳定性应与校准时一致。

H.2.3.2连续测量一般为短期测量，季节和通风状况会对测量结果产生影响，必要时需~~要~~对测量场所密闭后进行测量，测量点的选择见 H.1.4.2。

H.2.3.3将仪器放置到选定的测量位置，按操作程序进行测量。

H.2.3.4按要求进行现场记录。

H.2.3.5有些仪器需要1 h ~ 4 h的稳定时间，测量时间至少为 24 h连续测量。

H.2.3.6　测量结束应对现场进行检查，记录可能影响测量结果的因素及与实验条件不符的情况。

H.2.3.7　取仪器稳定后测量值的算术平均值作为该点的测量结果。

H.2.4　结果计算

空气中氡浓度按公式（H.3）计算：

$C\_{Rn}=\frac{\sum\_{i=1}^{n}R}{n∙K}$$C\_{Rn}=\frac{\sum\_{i=1}^{n} R∙ K}{n}$……………………………（H.3）

式中：

*C*Rn —— 氡浓度的平均值，Bq/m3；

*K* —— 仪器的体积活度响应（修正因子），无量纲；

*R* —— 仪器示值，Bq/m3；

*n* —— 测量次数。

H.2.5　质量保证

H.2.5.1　刻度

仪器的校准（刻度）应在获得国家计量授权的标准氡室中进行。标准氡室的氡浓度应能溯源到国家标准或国际氡参考实验室。测量仪器必须经校准（刻度），在有效期内其稳定性和灵敏度符合要求。仪器每年至少在标准氡室检定一次，仪器修理后需要重新检定，每台仪器应有单独的体积活度响应数值。

H.2.5.2　本底测量

为避免闪烁室在使用后未能排空闪烁室内的氡气，闪烁室测氡仪每次测量之前需要对测量系统进行本底测量。

H.2.5.3　仪器比对

应定期参加可溯源到国家标准实验室之间的比对，或者本实验不同仪器之间的比对，以检查实验室间或测量方法间是否存在系统误差。

H.2.5.4　常规性能检测

应定期（如每周或每次测量之前）按仪器使用手册的要求对仪器和系统进行定期维护，包括常规的性能检验，使仪器或测量装置的工作参数如本底、探测效率、时间间隔、泵的流量等处于正常工作状态。当发现某些参数在预定的控制值以外时，应及时查找原因，进行适当的校正或调整。定期更换滤膜、防止滤膜阻塞。

H.3　活性炭盒测量方法

H.3.1　原理

氡气扩散进入活性炭盒内被活性炭吸附，同时衰变新生成的氡子体沉积在活性炭内。一定时间后，活性炭对氡的吸附和解吸附过程达到动态平衡，活性炭盒内氡与其子体达到放射平衡。用γ谱仪测量活性炭盒的氡子体特征γ 射线峰（或峰群）强度，根据特征峰面积计算出氡浓度。

H.3.2　试剂和材料

H.3.2.1 活性炭，可选用椰壳活性炭。

H.3.2.2 采样盒，由金属或塑料材质制成，尺寸应符合实际测量要求。

H.3.2.3 金属网，与采样盒尺寸相当。

H.3.3　仪器和设备

H.3.3.1 烘箱，用于活性炭使用前的烘烤。

H.3.3.2 天平，用于活性炭使用前后的称量。

H.3.3.3 γ谱仪，采用NaI（Tl）或HPGe谱仪。

H.3.4　样品采集

H.3.4.1　样品制备

将选定的活性炭放入烘箱内，在120 ℃下烘烤5 h ~ 6 h。存入磨口瓶中待用。装样时称取一定量烘烤好的活性炭装入采样盒中，并盖以金属网，再称取样品盒的总质量。通过密封盒盖且附加乙烯基胶带密封活性炭盒，隔绝外面空气。

H.3.4.2　采样

在待测现场去掉密封包装，将活性炭盒敞开放在选定的采样点上，其上面20 cm内不得有其他物体。放置3 d ~ 7 d后终止采样，将活性炭盒密封，做好相关记录，迅速送回实验室测量。对于布放在较高湿度的区域，应尽量选用具有扩散垒的采样盒。

H.3.5　测量

采样停止3 h后立即测量，测量前再次称取样品盒的总质量，以计算水分吸收量。将活性炭盒放在 γ 谱仪上计数，测量条件与刻度时要一致。一般测量氡子体（214Pb的295 keV、351 keV和214Bi的609 keV）特征γ射线峰（或峰群）面积。

H.3.6　结果计算

空气中氡浓度按公式（H.4）计算。

$C\_{Rn}=\left(\frac{n\_{N}}{t\_{g}}-\frac{n\_{N0}}{t\_{0}}\right)∙\frac{f\_{H}∙f\_{S}∙f\_{d}}{F\_{C}}$…………………………（H.4）

式中：



*f*H —— 湿度修正因子，无量纲；

*f*S —— 采样时间和刻度暴露时间不一致造成的修正系数，无量纲；

*F*c —— 刻度系数，(计数/s)/(Bq/m3)；

*n*N —— 特征峰（群峰）对应的净计数，个；

*n*N0—— 特征峰（群峰）对应的本底计数，个；

*t*g —— 样品测量时间，*s*；

*t*0  —— 本底测量时间，*s*；

*t*i —— 采样开始时刻，*s*；

H.3.7　质量保证

H.3.7.1　刻度

每一批活性炭盒须按一定比例进行抽样刻度。至少要选择两个浓度水平、每个浓度水平需完成30%、50%、80% 三个湿度的刻度。每个条件水平至少放置 5个活性炭盒。暴露时间要足够长，保证采样盒内外氡浓度平衡。

H.3.7.2　平行样

在选定的采样点平行布放2个活性炭盒平行采样，数量不低于布放总数的10%。平行样测量结果的变异系数大于20%时，应找出处理程序的差错。

H.3.7.3　空白样

每批活性炭盒都需要留5%或5 ~ 10个活性炭盒进行本底测量。需要运输或邮寄时，本底（空白）活性炭盒应与测量用的活性炭盒同时邮寄。如一个或几个空白活性炭盒的测量结果明显大于厂商提供的探测限值时，表明该批活性炭盒或者测量程序存在缺陷；如果多数空白活性炭盒的测量结果明显大于厂商提供的探测限值时，应将该测量结果作为活性炭盒的本底值。

H.3.7.4　实验室比对

应定期参加可溯源到国家标准实验室之间的比对，以检查实验室间或测量方法间是否存在系统误差。

H.3.7.5　其他

应了解活性炭盒对氡吸附的饱和特性，合理选择采样时间，避免活性炭饱和，避免在氡浓度急剧变化的环境中使用。

参考文献

1. [1] HJ 956 环境空气 苯并[a]芘的测定 高效液相色谱法
2. [2] HJ 647 环境空气和废气 气相和颗粒物中多环芳烃的测定 高效液相色谱法

[3] ISO16000-6 Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent，thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID

[4] GBZ/T182 室内氡及其衰变产物测量规范

[5] GB/T14582 环境空气中氡的标准测量方法

[6] ISO11665-4 Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis

|  |
| --- |
|  |