



T/CECS 539-2018

中国工程建设协会标准

室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物检测方法
标准

**Standard for determination of benzene and its analogies and
total volatile organic compounds in indoor air**

中国工程建设协会标准

室内空气中苯系物及总挥发性
有机化合物检测方法标准

**Standard for determination of benzene and its analogies
and total volatile organic compounds in indoor air**

T/CECS 539-2018

主编单位：珠海市建设工程质量监督检测站

河南省建筑科学研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2019年3月1日

中国建筑工业出版社

2018 北京

中国工程建设标准化协会公告

第 367 号

关于发布《室内空气中苯系物及总挥发性 有机化合物检测方法标准》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2016 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2016]084 号）的要求，由珠海市建设工程质量监督检测站、河南省建筑科学研究院有限公司等单位编制的《室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物检测方法标准》，经本协会建筑环境与节能专业委员会组织审查，现批准发布，编号为 T/CECS 539-2018，自 2019 年 3 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

2018 年 9 月 30 日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2016 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2016]084 号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，经过实验验证，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准共分4章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、检测方法等。

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，由珠海市建设工程质量检验检测站负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送珠海市建设工程质量检验检测站（地址：广东省珠海市香洲区吉大石路21号，邮编：519015）。

主编单位：珠海市建设工程质量检验检测站

河南省建筑科学研究院有限公司

参编单位：广东省建筑科学研究院集团股份有限公司

上海众材工程检测有限公司

浙江省建筑科学设计研究院有限公司

天津市建筑材料科学研究院有限公司

中山市建设工程质量检测中心有限公司

中国测试技术研究院化学研究所

主要起草人：江伟武 潘 红 刘雄鹰 梁缉攀 王喜元

邓淑娟 李赵相 陈宇红 王倩雪 余 塘

黄锦鸾 罗一帆 何成诗 刘 琛 潘 义

主要审查人：熊 伟 马 康 于慧芳 王志霞 李 建

殷晓梅 朱佐刚

目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 基本规定.....	3
4 检测方法.....	6
4.1 苯检测方法.....	6
4.2 苯系物检测方法.....	6
4.3 总挥发性有机化合物检测方法.....	7
本标准用词说明.....	10
引用标准名录.....	11
附：条文说明.....	12

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic requirements.....	3
4	Determination method	6
	4.1 Determination method of benzene	6
	4.2 Determination method of benzene and its analogies.....	7
	4.3 Determination method of total volatile organic compounds.....	7
	Explanation of wording in this standard.....	10
	List of quoted standards.....	11
	Addition: Explanation of provisions.....	12

1 总 则

1.0.1 为了规范室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物的检测方法,适应民用建筑工程室内空气中污染物组分的变化,提高检测方法准确度,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于民用建筑工程室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物的检测。

1.0.3 民用建筑工程室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物的检测,除应符合本标准规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 苯系物 benzene and its analogies

指包括苯、甲苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯、乙苯的苯系列化合物的总称。

2.0.2 2, 6-对苯基二苯醚多孔聚合物-石墨化炭黑-X 复合吸附管 2, 6-diphenylene oxide-graphitized carbon blacks complex adsorb tube

分层分隔填充 2, 6-对苯基二苯醚多孔聚合物吸附剂 (Tenax-TA 吸附剂) 和石墨化炭黑-X 吸附剂的样品采集管, 简称 T-C 复合吸附管。

3 基本规定

3.0.1 室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物应采用吸附管进行采集，经热解吸后，解吸气体进入气相色谱仪进行分析，以保留时间定性，外标法定量，或解吸气体进入气相色谱-质谱仪进行分析，以与质谱标准库相比较定性，外标法定量。

3.0.2 检测所用仪器和设备应符合下列规定：

1 恒流采样器：流量范围应包含 0.4L/min~0.5L/min，并且当流量为 0.5L/min 时，应能克服 5kPa~10kPa 之间的阻力，用皂膜流量计校准系统流量时，允许相对偏差为±5%。

2 皂膜流量计：准确度等级应符合 1 级。

3 活化装置：活化温度范围应包含 260℃~370℃，加热部件内径与样品管外径不宜相差太大。

4 温度计：测量范围应包含-10℃~50℃。

5 气压表：测量范围应包含 85kPa~105kPa。

6 进样针：规格宜为 1μL 和 10μL。

7 气相色谱仪：配备氢火焰离子化检测器。

8 气相色谱-质谱仪：配备离子源的质谱检测器。

9 二甲基聚硅氧烷毛细管柱：长度应为 30m~60m，内径宜为 0.25mm 或 0.32mm。

10 聚乙二醇毛细管柱：长度应为 30m~60m。

11 热解析装置 I：热解吸温度范围应包含 270℃~360℃，应能全部包覆吸附管中吸附剂存在的区域。

12 热解析装置 II：热解吸温度范围应包含 270℃~360℃，应能全部包覆吸附管中吸附剂存在的区域，应配备冷阱，冷阱温度范围应包含-20℃~-10℃。

3.0.3 检测所用吸附管应符合下列规定：

1 活性炭吸附管：管内应填装不少于 100mg 粒径为 20 目~60 目（0.84mm~0.25mm）的椰壳活性炭。

2 Tenax-TA 吸附管：管内径不应小于 4.8mm，管内应填装不少于 200mg 60 目~80 目（0.25mm~0.18mm）的 Tenax-TA 吸附剂。

3 T-C 复合吸附管：管内径不应小于 4.8mm，管内应分层分隔填装不少于 175mg 60 目~80 目的 Tenax-TA 吸附剂和不少于 75mg 60 目~80 目的石墨化炭黑-X 吸附剂，采样气流方向应标识为气体从含 Tenax-TA 吸附剂一端进入，从含石墨化炭黑-X 吸附剂一端出来。

4 石墨化炭黑-X 吸附管：管内径不应小于 4.8mm，管内应填装不少于 200mg 60~80 目的石墨化炭黑-X 吸附剂。

5 当采样系统流量为 0.5L/min 时，吸附管阻力应在 3kPa~10kPa 范围。

6 吸附管管壁应为有吸附剂名称、采样气流方向、唯一性编号标识的玻璃或内壁光滑的不锈钢。

7 吸附管使用前应通氮气加热活化，活化温度应高于解吸温度 10℃ 以上，活化时间不应少于 10min，活化至无杂质峰。

3.0.4 吸附管采样热解吸气相色谱法所用载气应为氮气，纯度不应小于 99.99%。吸附管采样热解吸气相色谱质谱法所用载气应为氦气，纯度不应小于 99.999%。

3.0.5 检测所用标准物质可为溶液标准物质或气体标准物质，气体标准物质应为有证标准物质，溶液标准物质宜为有证标准物质，单组分溶液的溶剂应为色谱纯甲醇或色谱纯二硫化碳，多组分溶液的溶剂应为色谱纯甲醇。

3.0.6 检测所用工作标准吸附管系列的制备应符合下列规定：

1 选用溶液标准物质时，应采用流量约为 100mL/min 的氮气通过吸附管，气流方向与吸附管所标识的采样气流方向应相同，抽取 1μL~5μL 标准溶液从进气端注入吸附管，继续通氮气 5min 后，取下密封，作为标准吸附管。

2 选用气体标准物质时，应以流量控制及时间控制的方式定量控制 20mL~2000mL 的气体标准样品通过吸附管，气流方向与吸附管所标识的采样气流方向应相同，取下密封，作为标准吸附管。

3 工作标准吸附管应组成单组分含量约为 0.00μg、0.05μg、0.10μg、0.50μg、1.00μg、2.00μg 的标准系列。

3.0.7 室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物采样检测点数量设置、检测点布置及室外空白扣除，应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 的规定。

3.0.8 空气中苯系物及总挥发性有机化合物的样品采集，应符合下列规定：

1 应在采样地点打开吸附管，根据吸附管标识的气流方向连接恒流采样器，调节流量为 0.4L/min~0.5L/min，应用皂膜流量计校准采样系统的流量，采样 20min。

2 采样后取下吸附管，应立即密封吸附管的两端，作为样品吸附管，然后置于室温中密闭的玻璃或金属容器内，活性炭样品吸附管最长可保存 5d，其它种类样品吸附管最长可保存 14 天。

3 采集室外空气空白样时，应与采集室内空气样品同步进行，地点宜选择在室外上风

向处。

4 采样中应记录采样日期、采样时间、采样流量、温度和大气压力、采样位置、吸附管种类和编号。

3.0.9 空气中苯系物及总挥发性有机化合物样品检测时所用吸附管种类、热解析装置类型、测定方法、色谱柱类型，柱升温程序、气路流量，应与工作标准吸附管系列测定分析时保持相同。

3.0.10 工作标准吸附管系列分析时，应以色谱峰面积或离子峰面积为纵坐标，以各组分的含量为横坐标，分别绘制标准曲线，得到各组分回归方程。样品吸附管分析时，应由各组分峰面积以回归方程计算得到各组分的质量。

3.0.11 检测报告应包括检测报告唯一性编号、委托方名称、工程名称、采样位置、采样日期、采样环境、检测项目、检测方法、检测仪器、检测所用吸附管种类、检测人员、检测结果等信息。

4 检测方法

4.1 苯检测方法

4.1.1 本方法适用于浓度范围为 $0.005\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 的室内空气中苯的检测。

4.1.2 采样及标准吸附管系列制备用采样管应为活性炭吸附管。

4.1.3 标准吸附管系列制备用标准物质，组分应包括苯。

4.1.4 当采样环境的相对湿度大于50%时，采样后样品吸附管温度宜在 $60^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ ，从采样进气端通入流量约为 $100\text{mL}/\text{min}$ 的氮气吹扫约10min，再作为苯测定分析用样品吸附管。

4.1.5 苯检测气相色谱柱温宜为 60°C 。

4.1.6 所采空气样品中苯的测定分析步骤应符合下列规定：将工作标准吸附管和样品吸附管分别置于热解吸装置中，应确保解吸气流方向与吸附管所标识的采样气流方向相反，经 $300^\circ\text{C} \sim 350^\circ\text{C}$ 保持5min~10min充分解吸后，解吸气体直接进入气相色谱仪进行色谱分析，或经冷阱捕集后快速加热后进入气相色谱仪进行色谱分析，得到保留时间和峰面积，外标法得到样品吸附管中苯的质量。

4.1.7 所采空气样品中苯的浓度计算应符合下列规定：

1 所采空气样品的体积转换成标准状态下的体积应按下式计算：

$$V_0 = \frac{p}{101.3} \times \frac{273}{t + 273} \times V \quad (4.1.7-1)$$

式中： V_0 ——标准状态下所采空气样品的体积（L）；

p ——采样时采样点的大气压力（kPa）；

t ——采样时采样点的温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

V ——空气采样体积（L）。

2 所采空气样品中苯的浓度应按下式计算：

$$c = \frac{m - m_0}{V_0} \quad (4.1.7-2)$$

式中： c ——标准状态下所采空气样品中苯的浓度（ mg/m^3 ）；

m ——样品吸附管中苯的质量（ μg ）；

m_0 ——未采样吸附管中苯的质量（ μg ）。

4.2 苯系物检测方法

4.2.1 本方法适用于单组分浓度范围为 $0.005\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 的室内空气中苯系物的检

测。

4.2.2 室内空气中苯系物检测方法分为吸附管采样热解吸气相色谱法和吸附管采样热解吸气相色谱质谱法。

4.2.3 吸附管采样热解吸气相色谱质谱法测定所用热解析装置应为热解析装置 II。

4.2.4 采样及标准吸附管系列制备用吸附管应为 T-C 复合吸附管或石墨化炭黑-X 吸附管，当采用不同吸附管检测结果不一致时，以采用 T-C 复合吸附管的检测结果为准。

4.2.5 标准吸附管系列制备用标准物质，组分应包括苯、甲苯、乙苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯。

4.2.6 气相色谱柱升温程序宜为：

1 使用二甲基聚硅氧烷色谱柱时，初始温度 50℃，保持 10min，升温速率 5℃/min，升温至 250℃，保持 2min。

2 使用聚乙二醇色谱柱时，初始温度 50℃，保持 10min，升温速率 5℃/min，升温至 220℃，保持 2min。

4.2.7 吸附管采样热解吸气相色谱法测定步骤应为：将工作标准吸附管和样品吸附管分别置于热解吸装置中，应确保解吸气流方向与吸附管所标识的采样气流方向相反，经 280℃~300℃保持 5min~10min 充分解吸后，解吸气体直接快速进入气相色谱仪，或经冷阱捕集后快速加热后进入气相色谱仪进行色谱分析，得到保留时间和峰面积，外标法得到样品吸附管中单组分的质量。

4.2.8 吸附管采样热解吸气相色谱-质谱法测定步骤应为：将工作标准吸附管和样品吸附管分别置于热解吸装置中，应确保解吸气流方向与吸附管所标识的采样气流方向相反，经 280℃~300℃解吸 5min~10min 后，解吸气体经冷阱捕集后快速加热后进入气相色谱，色谱分离后质谱测定，得到总离子流色谱图，外标法得到样品吸附管中单组分的质量。

4.2.9 检测结果计算应符合下列规定：

所采空气样品中第 i 个目标组分的浓度，应按下列公式计算：

$$c_i = \frac{m_i - m_{0i}}{V_0} \quad (4.2.9)$$

式中： c_i ——所采空气样品中 i 组分的浓度（mg/m³）；

m_i ——样品吸附管中检测到 i 组分的质量（μg）；

m_{0i} ——未采样吸附管中检测到 i 组分的质量（μg）。

4.3 总挥发性有机化合物检测方法

4.3.1 本方法适用于单组分浓度范围为 $0.005\text{mg}/\text{m}^3\sim 0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 的室内空气中总挥发性有机化合物的检测。

4.3.2 室内空气中总挥发性有机化合物检测方法分为吸附管采样热解吸气相色谱法 I、吸附管采样热解吸气相色谱法 II 和吸附管采样热解吸气相色谱质谱法。

4.3.3 检测所用色谱柱应为长60m的二甲基聚硅氧烷毛细管柱。吸附管采样热解吸气相色谱法 II 和吸附管采样热解吸气相色谱质谱法测定所用热解析装置应为热解析装置 II。

4.3.4 总挥发性有机化合物检测所用吸附管应选用Tenax-TA吸附管或T-C复合吸附管。当检测结果不一致时，吸附管采样热解吸气相色谱法 I 以采用Tenax-TA吸附管的检测结果为准，吸附管采样热解吸气相色谱法 II 和吸附管采样热解吸气相色谱质谱法以采用T-C复合吸附管的检测结果为准。

4.3.5 检测所用标准吸附管系列制备时，测定方法所用标准物质应符合下列规定：

1 吸附管采样热解吸气相色谱法 I 所用标准物质组分应包括苯、甲苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯、乙苯、苯乙烯、正十一烷、乙酸丁酯。

2 吸附管采样热解吸气相色谱法 II 和吸附管采样热解吸气相色谱质谱法所用标准物质组分应包括苯、甲苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯、乙苯、苯乙烯、正壬烷、正十一烷、1-辛烯、三氯乙烯、2-乙基-1-己醇、苯甲醛、丙二醇单甲醚、乙二醇单丁醚、乙酸丁酯。

4.3.6 气相色谱柱升温程序应为：初始温度 50°C ，保持 10min，升温速率 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，升温至 250°C ，保持 2min。

4.3.7 吸附管采样热解吸气相色谱法 I 和吸附管采样热解吸气相色谱法 II 的测定步骤应符合本标准第4.2.7条的规定。

4.3.8 吸附管采样热解吸气相色谱-质谱法的测定步骤应符合本标准第4.2.8条的规定。

4.3.9 所采空气样品中总挥发性有机化合物的浓度计算应符合下列规定：

1 吸附管采样热解吸气相色谱法 I 检测需识别组分应包括苯、甲苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯、乙苯、苯乙烯、正十一烷、乙酸丁酯；

2 吸附管采样热解吸气相色谱法 II 和吸附管采样热解吸气相色谱质谱法检测需识别组分应包括苯、甲苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯、乙苯、苯乙烯、正壬烷、正十一烷、1-辛烯、三氯乙烯、2-乙基-1-己醇、苯甲醛、丙二醇单甲醚、乙二醇单丁醚、乙酸丁酯。

3 挥发性有机化合物中未识别的组分质量，应以甲苯的回归方程计算。

4 所采空气样品中TVOC的浓度应按下式计算：

$$c_{TVOC} = \sum_{i=1}^n c_i \quad (4.3.9)$$

式中： c_{TVOC} ——所采空气样品中总挥发性有机化合物的浓度（ mg/m^3 ）；

n ——所采空气样品中挥发性有机化合物的组分数量，包括识别目标组分和未识别组分。

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，在条件许可时首先应这样做的：

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，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

《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325

中国工程建设协会标准

室内空气中苯系物及总挥发性
有机化合物检测方法标准

T/CECS 539-2018

条 文 说 明

制 订 说 明

《室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物检测方法标准》（T/CECS 539-2018）经中国工程建设标准化协会 2018 年 9 月 30 日以 367 号文公告批准发布。

本标准是首次发布，主要技术内容是：总则、术语、基本规定、检测方法。

十多年来，全国各地依据《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 对新建、扩建和改建的民用建筑工程室内污染物进行了比较有效的控制，同时由于装饰装修材料的发展变化，室内污染物组分也发生了很大变化，有必要增加 TVOC 中需识别组分；Tenax-TA 吸附剂对 TVOC 中低沸点组分吸附率严重偏低，对检测准确度有一定影响，有必要进行改进；有必要增加质谱等新的检测手段，增强方法的检测能力。

为了广大检测、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能理解和执行条文规定，《室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物检测方法标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明和解释。但是条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则.....	15
2 术 语.....	17
3 基本规定.....	18
4 检测方法.....	21
4.1 苯检测方法.....	21
4.2 苯系物检测方法.....	22
4.3 总挥发性有机化合物检测方法.....	22

1 总 则

1.0.1 2001 年以来, 全国各地依据《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 对新建、扩建和改建的民用建筑工程室内污染物进行了比较有效的控制, 河南省建筑科学研究院有限公司等十多家单位于 2013 年至 2015 年在全国范围内对新、扩、改建民用建筑工程室内污染物的情况调查, 调查结果以及相关的研究、调查资料表明, 近年由于装饰装修材料的发展变化, 室内污染物组分也发生了很大变化, 有必要将苯检测扩展到苯系物检测, 有必要增加总挥发性有机化合物的需识别组分, 检测结果才能更好反映民用建筑工程室内污染物的状况。

空气中苯系物及总挥发性有机化合物的检测, 国内外相关的吸附管采样-热解吸-色谱检测的标准方法中, 对空气中苯系物的检测, 以活性炭吸附管和 Tenax-TA 吸附管采样为主, 活性炭吸附管吸附率高、吸附容量大, 但存在乙苯、二甲苯解吸率严重偏低、吸附水分影响后续检测等缺陷, Tenax-TA 吸附管存在对苯吸附率严重偏低的缺陷, 降低了检测方法准确度; 对空气中总挥发性有机化合物的检测, Tenax-TA 吸附管存在低沸点组分吸附率严重偏低的缺陷, 降低了检测方法准确度。国际标准《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》ISO 16000-6 : 2011 采取了多管串联方式采样的措施, 将苯的吸附率提高到 95%, 缺点为检测工作量数倍增大; 《民用建筑工程室内环境污染控制技术规程》(DBJ 15-93-2013) 采取增加吸附剂用量、降低采样量和限制采样温度 3 个措施, 将苯的吸附率提高到 95%, 但降低采样量增大了背景值对准确度的影响, 且检测方法不能适用于 30℃ 以上空气的采样。

为了提高检测方法准确度, 编制组参考了《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》ISO 16000-6 : 2011 Annex D, 以 T-C 复合吸附管为采样管, 对苯、甲苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯、乙苯、苯乙烯、正戊烷、正己烷、正壬烷、正十一烷、甲基环己烷、1-辛烯、三氯乙烯、2-乙基-1-己醇、苯甲醛、丙二醇单甲醚、乙二醇单丁醚、乙酸乙酯、乙酸丁酯等组分的吸附率、解吸率、精密度、回收率进行了多年研究, 取得了吸附率大于 98%、检测精密度小于 10%、回收率在 90%~110% 范围的研究成果。依据此成果, 编制组进行了温度的影响, 湿度的影响, 浓度的影响, 解吸时间的

影响，标准曲线相关系数，平行标准曲线斜率重现性，方法精密度、方法正确度（偏倚）、方法检出下限等的大量验证实验，在《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325-2010（2013 年版）附录 F 及附录 G 基础上编制了本标准。在苯系物检测中，采用 T-C 复合吸附管和石墨化炭黑-X 吸附管为采样管，提高了苯系物检测的解吸率；在总挥发性有机化合物检测中增加了 7 种需识别组分，提高了检测方法对民用建筑工程室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物检测的适用性，并增加了 T-C 复合吸附管为采样管，克服了低沸点目标物吸附率严重偏低的缺陷。本标准提高了检测方法的准确度和可靠性，有利于提高工程合格判断的准确性和可靠性。

2 术 语

2.0.2 2, 6-对苯基二苯醚多孔聚合物（英文名称为 2, 6-diphenylene oxide）吸附剂习惯称为 Tenax-TA 吸附剂，根据《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》HJ 168-2010 第 5.6 条，方法标准中不得出现特定企业的商标名称，Tenax™ 是美国 Enka Research Institute NV NL 的商标，但目前国内多部标准均使用 Tenax-TA 吸附剂作为 2,6-对苯基二苯醚多孔聚合物吸附剂的材料名称，这有国外引进等历史原因和业内已习惯使用的现实原因，短时间内无法完全改变，但应引起注意。石墨化炭黑-X 的后缀 X，代表了其在石墨化炭黑系列中的型号，不同型号的石墨化炭黑的比表面积、吸附性能等相差很大，不得互相代替，后缀 X 的表述不应省略。2, 6-对苯基二苯醚多孔聚合物吸附剂采样时对室内空气中挥发性有机化合物的吸附范围宽、吸附容量大，对乙苯、二甲苯、乙酸丁酯、2-乙基-1-己醇、正壬烷、正十一烷等组分有非常优良的吸附和解吸性能，但对正戊烷、乙酸乙酯、甲基环己烷、三氯乙烯、苯等组分的吸附率严重偏低；石墨化炭黑-X 对正戊烷、乙酸乙酯、甲基环己烷、三氯乙烯、苯、乙苯等组分有非常优良的吸附和解吸性能，但对乙酸丁酯、2-乙基-1-己醇、正壬烷、正十一烷等组分的解吸率严重偏低；填充这 2 种吸附剂的 T-C 复合吸附管兼有各自的优点、弥补各自的不足，对室内空气中绝大多数挥发性有机化合物有非常优良的吸附和解吸性能。

3 基本规定

3.0.2 恒流采样器需在规定的阻力范围内,才能确保流量恒定在规定的范围。样品管活化装置的加热部件内径与样品管外径不宜相差太大,才能确保样品管充分及均匀受热。内壁涂覆二甲基聚硅氧烷的色谱柱,不能分离对二甲苯和间二甲苯,内壁涂覆聚乙二醇膜的色谱柱,可分离对二甲苯和间二甲苯,但对其它物质的分离效果较差。热解析装置的加热部件在纵向及环向上能全部包覆吸附管中吸附剂存在的区域,是使吸附剂按规定的温度均衡及充分地受热的前提条件。

3.0.3 吸附管的活化,也称净化或老化,指驱离吸附管中的吸附杂质,也含有激活吸附剂中吸附点位之意。“无杂质峰”是个定性概念,类似于“无菌室”、“无尘室”,当吸附管中杂质背景值对检测结果不确定度的影响可忽略不计时,可认为符合标准要求。根据不确定度评估原理,当某一因素对检测结果不确定度的影响不大于最大不确定度因素影响的 1/3 时,其影响可忽略不计。以吸附管中杂质背景值对检测结果不确定度的影响可忽略不计为衡量,参照《人造板及其制品中挥发性有机化合物释放量试验方法 小型释放舱法》GB/T 29899-2013 中对释放舱 TVOC 的背景浓度应满足 $\leq 20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的规定,按采样体积 8L 推算为吸附管中杂质背景峰面积以甲苯计含量总和不大于一 60ng,可认为符合标准要求。

3.0.5 国家计量标准《标准物质通用术语和定义》JJF 1005-2016 对有证标准物质的定义为:附有权威机构发布的文件,提供使用有效程序获得的具有不确定度和溯源性的一个或多个特性值的标准物质。气体标准物质的配制需专门设备及专业的水平,如实验室需自行配制气体标准物质进行溯源,应确认具备配制标准气体进行溯源的能力。本标准使用的溶液标准物质,其溶质、溶剂均有较强的挥发性,配制难度较高,宜优先使用有证标准物质。配制时宜先加入沸点较高物质,再依次加入沸点较低物质,以减少目标组分挥发。当购买的有证标准物质数量太少,不足以用于定容稀释时,可采用按比例稀释。按比例稀释时,若溶液总浓度不大于一 50000mg/L,稀释前后溶液密度变化引起的浓度偏差不大于一 0.1%,可忽略不计。密封样品瓶的密封性能及样品瓶加盖操作的正确性对标准溶液浓度的保持很重要。

溶液标准物质中的溶质、溶剂均为易挥发性物质,储存时应密封,使用时开盖时间应尽量短。在良好密封条件下储存,苯、甲苯、乙苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯、十一烷的稳定性很好,乙酸丁酯、苯乙烯基本稳定,当乙酸丁酯或苯乙烯的响应系数(峰面积含量比)明显偏低时,应关注其浓度是否发生变化。二硫化碳挥发性大,毒性相对较大,使用时应注意实验室通风。

标样组分较多，性质差异较大，二硫化碳、二氯甲烷、乙腈等溶剂对检测有较大干扰，结合已有文献和编制组相关试验的结果表明，甲醇是对检测干扰最小的溶剂，但部分醚类、酯类、醛类在甲醇中可能不稳定，宜于低温（4℃~10℃）中储存并缩短储存时间，应关注各组分的响应系数，可以甲苯的响应系数为参照。

3.0.6 用电子流量控制阀控制流量、手动或自动控制时间以控制气体体积，可参考图 1，是定量控制通过吸附管的气体标准样品体积的方式之一；从气瓶到吸附管之间标准气体所接触到的地方，应使用不吸附目标组分及不与目标组分起反应的惰性材料或表面经惰性化处理的材料。

以 1 μL~5 μL 溶剂代替标准溶液，或以 20mL~2000mL 氮气代替标准气体，按相同步骤制备的吸附管，即为 0.00 μg 含量工作标准吸附管。

加入工作标准吸附管的标准物质单组分含量可以不是整数含量，但应为准确含量。

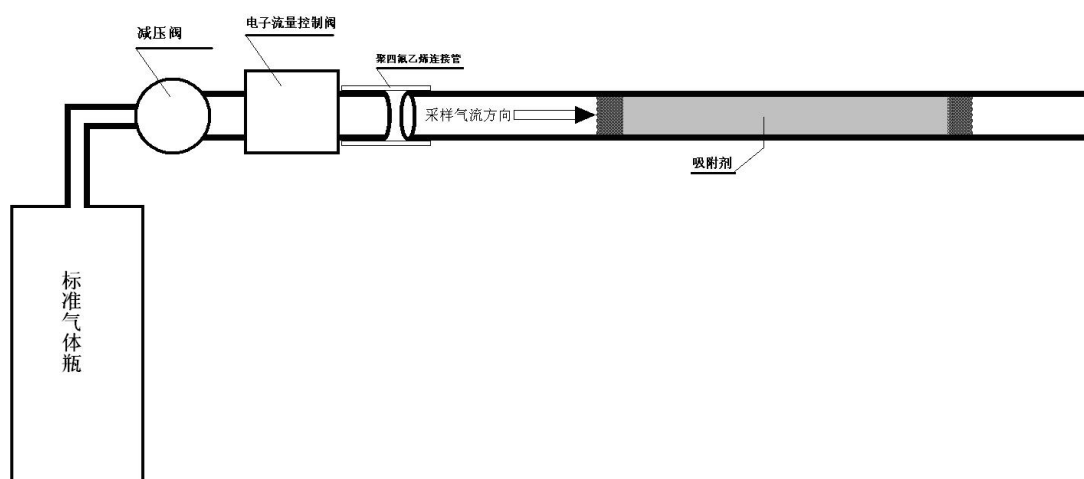


图 1 定量控制通过吸附管的气体标准样品体积的方式之一

3.0.7 当室内检测目标物浓度扣除室外空白后数值为负值，则扣除后浓度视为零；当室外空白的检测目标物浓度大于标准限量的 30%时，表明室外有重要污染源，或检测环节出错，应查明原因，无法查明原因时，室内、室外测量值均为可疑数值。

3.0.8 采样气流方向对测量准确度的影响重大，采样开启前应确认采样气流方向。连接吸附管与恒流采样器的软管自然弯曲不影响采样流量，但折弯或压扁会影响采样流量。恒流采样器采样后流量下降 10%以上可能是电量或电压不足引起，采样后可进行电量或电压核查，优于整批采样后再核查流量。采样吸附管需储存于密闭容器如干燥器中，防止在储存环境中吸附物质。需防止运输过程中吸附管的振动导致管内吸附剂位移。

3.0.9 本标准的各检测方法均以吸附管所采集样品的仪器响应值以外标法与工作标准吸附

管系列的仪器响应值相比较进行溯源,所以样品管的分析条件与工作标准吸附管系列的分析条件应保持一致。

4 检测方法

4.1 苯检测方法

4.1.1 适用浓度范围以标准曲线范围及采样体积推算。编制组实验表明：用活性炭吸附管以0.5L/min 对苯浓度为0.09mg/m³的空气采样20min,苯的吸附率为100.0%，检测精密密度为3.8%，检测回收率为101.2%。

4.1.4 编制组实验表明：1) 活性炭样品管在温度25℃、相对湿度分别为30%、50%、70%、80%、90%的空气中采样10L，可吸附1.5mg、5.5mg、17.5mg、26.3mg、38.5mg的水分，所吸附水分可能导致冷阱堵塞或FID熄火。2) 吸附水分分别为17.5mg、38.5mg的活性炭吸附管在60℃以100mL/min的氮气吹扫10min可去除16.6mg、36.9mg的水分；吸附水分分别为15.6mg、39.4mg的活性炭吸附管在70℃以100mL/min的氮气吹扫5min可去除16.6mg、36.9mg水分。3) 活性炭吸附管加入含苯2.23 μg的标准气体，热解吸后色谱分析，精密密度8.6%，回收率101.1%；加入含苯2.23 μg的标准气体，在80%相对湿度的洁净空气中采样10升后60℃氮气100mL/min吹扫10min，热解吸后色谱分析，精密密度3.8%，回收率101.2 %；加入含苯2.23 μg的标准气体，在80%相对湿度的洁净空气中采样10升后100℃氮气100mL/min吹扫10min，热解吸后色谱分析，精密密度7.3%，回收率104.0%，可见60℃~100℃加热吹扫不会导致所采集的苯流失，为谨慎起见，要求宜在60℃~70℃加热吹扫。非活性炭吸附管不得用加热吹扫的方法预处理，否则将导致所采集目标物严重流失。

4.1.5 柱温保持60℃至苯组分出现，检测即完成，二甲基聚硅氧烷色谱柱宜升温至250℃，保持2min，聚乙二醇色谱柱宜升温至220℃，保持2min，以净化色谱柱，防止柱内杂质与下一个样品的目标组分重叠出峰。分流比、检测器条件等可试验出最优条件后确定。

4.1.6 热解吸，也称热解析或热脱附，指用加热方式使检测目标组分脱离吸附剂。热解吸气流方向对测量准确度的影响重大，热解吸操作开始前应确认解吸气流方向。平行制备2组各6支组分含量为2μg的工作标准吸附管，第1组在T℃温度经t min时间的解吸后测定，第2组在(T+20)℃温度经(t+5)min时间的解吸后测定，2组结果平均值相差不大于10%，可认为在T℃温度经t min时间的解吸为充分解吸。已加入液体标准物经氮气吹扫后的活性炭管仍残留大量溶剂，可能使测定的苯峰面积偏低10%~30%，可在通过流量为100mL/min的氮气条件下将样品管加热到80℃保持5min，此加热吹扫步骤可驱除绝大部分溶剂且不会导致苯的流失；非活性炭管不得用此加热吹扫步骤，以免目标组分流失。解吸气体进入气相色谱仪的过程，阀门、传输线应适当加热，防止出现冷点。

4.2 苯系物检测方法

4.2.1 适用浓度范围以标准曲线范围及采样体积推算。编制组实验表明：在-10℃~45℃、相对湿度 10%~95%的空气中，对浓度 0.09mg/m³ 的空气中苯等组分用 T-C 复合吸附管以 0.4L/min 采样 20min，各组分检测吸附率、检测精密度、检测回收率见表 1。

表 1 用 T-C 复合吸附管对空气中苯等目标组分采样检测实验结果

目标组分	苯	甲苯	乙苯	对（间）二甲苯	邻二甲苯
吸附率（%）	99.7	99.9	100.0	100.0	99.9
精密度（%）	1.4~4.2	0.9~5.5	2.4~4.9	2.5~5.5	2.5~5.8
回收率（%）	105.1~108.2	104.5~108.0	98.5~104.3	101.7~108.7	101.8~108.8

在温度 40℃、相对湿度 10%~95%的空气中，对浓度 0.09mg/m³ 的空气中苯等目标组分用石墨化炭黑-X 吸附管以 0.4L/min 采样 20min，各组分检测吸附率、检测精密度见表 2。

表 2 用石墨化炭黑-X 吸附管对空气中苯等目标组分采样检测实验结果

目标组分	苯	甲苯	乙苯	对（间）二甲苯	邻二甲苯
吸附率（%）	99.60	99.10	98.30	99.10	98.40
精密度（%）	4.80	4.70	6.00	5.30	4.80

4.2.6 聚乙二醇色谱柱最高耐受温度为 230℃

4.3 总挥发性有机化合物检测方法

4.3.1 编制组实验表明：

1) 在 20℃~35℃，对浓度为 0.09mg/m³ 的空气这乙酸丁酯等目标组分用 Tenax-TA 吸附管以 0.5L/min 采样 20min，各组分检测吸附率、检测精密度、检测回收率见表 3。

表 3 用 Tenax-TA 吸附管对空气中乙酸丁酯等目标组分采样实验结果

目标组分	乙酸丁酯	乙苯	对（间）二甲苯	苯乙烯	邻二甲苯	十一烷
吸附率（%）	97.6~99.8	98.5~99.4	98.7~99.5	100.0	96.8~98.6	99.9~100.0
精密度（%）	2.5~12.2	2.1~8.8	2.1~8.7	2.3~9.4	1.7~8.1	2.9~9.5

2) 在 20℃、25℃、30℃、35℃，对浓度 0.09mg/m³ 对空气中苯、甲苯用 Tenax-TA 吸附管以 0.5L/min 采样 20min，各组分检测吸附率、检测精密度、检测回收率见表 4。

表 4 用 Tenax-TA 吸附管对空气中苯、甲苯采样检测实验结果

目标组分	吸附率（%）				精密度（%）
	20℃	25℃	30℃	35℃	
苯	76.8	67.2	45.1	31.0	2.3~6.5
甲苯	97.1	95.7	91.9	85.7	1.9~7.9

3) 在 25℃、30℃，对空气中浓度为 0.089mg/m³~0.130mg/m³ 的丙二醇甲醚等组分用

Tenax-TA 吸附管以 0.4L/min 采样 20min，各组分检测吸附率、检测精密度、在 25℃时的检测回收率结果见表 5。

表 5 用 Tenax-TA 吸附管对空气中丙二醇甲醚等组分采样检测实验结果

目标组分	丙二醇甲醚	三氯乙烯	1-辛烯	乙二醇丁醚	壬烷	苯甲醛	2-乙基-1-己醇
吸附率(%)	74.7~84.6	67.7~84.0	96.5~98.1	91.5~95.6	97.7~99.0	95.3~97.3	94.9~98.6
精密度(%)	5.6~10.5	5.1~6.2	4.8~5.1	7.3~10.1	5.3~6.3	7.1~10.2	7.9~9.8
回收率(%)	88.50	80.40	105.40	77.90	105.50	104.80	99.90

4) 在 25℃、30℃、35℃，对空气中浓度为 0.089mg/m³~0.130mg/m³ 的丙二醇甲醚等组分用 T-C 复合吸附管以 0.4L/min 采样 20min，各组分检测吸附率、检测精密度、检测回收率见表 6。

表 6 用 T-C 复合吸附管对空气中丙二醇甲醚等组分采样检测实验结果

目标组分	丙二醇甲醚	三氯乙烯	1-辛烯	乙二醇丁醚	壬烷	苯甲醛	2-乙基-1-己醇
吸附率(%)	98.3~100.0	99.1~99.8	99.4~99.8	97.3~99.6	98.9~99.5	99.3~99.9	99.0~99.9
精密度(%)	3.1~7.7	2.5~8.8	3.0~8.9	7.0~10.4	2.3~8.4	5.1~9.0	3.8~8.2
回收率(%)	95.8~100.9	101.1~110.0	110.6~112.8	92.9~102.2	105.0~110.6	97.2~107.9	100.1~107.9

4.3.4 检测总挥发性有机化合物时，吸附管采样热解吸气相色谱法 I 以 Tenax-TA 吸附管采样检测是传统方法，经多年实践检验，其优缺点已很清楚，以 T-C 复合吸附管采样检测是对方法的扩展，实验表明对低沸点目标物的吸附率大幅度提高，准确度更高，但其优缺点仍需更多实践的检验，因此以 Tenax-TA 吸附管采样检测的结果为准；吸附管采样热解吸气相色谱法 II 和吸附管采样热解吸气相色谱质谱法均为新增的检测方法，实验表明以 T-C 复合吸附管采样比用 Tenax-TA 吸附管采样，对低沸点目标物的吸附率更高，检测准确度更高，因此以 T-C 复合吸附管采样检测的结果为准。

4.3.5 使用化学物质登录号即 CAS 编号有助于标识化学物质，本标准所使用标准物质组分的 CAS 编号分别为苯：71-43-2、甲苯：108-88-3、对二甲苯：106-42-3、间二甲苯：108-38-3、邻二甲苯：95-47-6、乙苯：100-41-4、苯乙烯：100-42-5、正壬烷：111-84-2、正十一烷：1120-21-4、1-辛烯：111-66-0、三氯乙烯：79-01-6、2-乙基-1-己醇：104-76-7、苯甲醛：100-52-7、丙二醇单甲醚：107-98-2、乙二醇单丁醚：111-76-2、乙酸丁酯：123-86-4。

4.3.6 气相色谱柱升温程序与总挥发性有机化合物的检测结果密切相关，不应随意更改。

4.3.8 各需识别标准物质组分的典型总离子流色谱图见图 2。

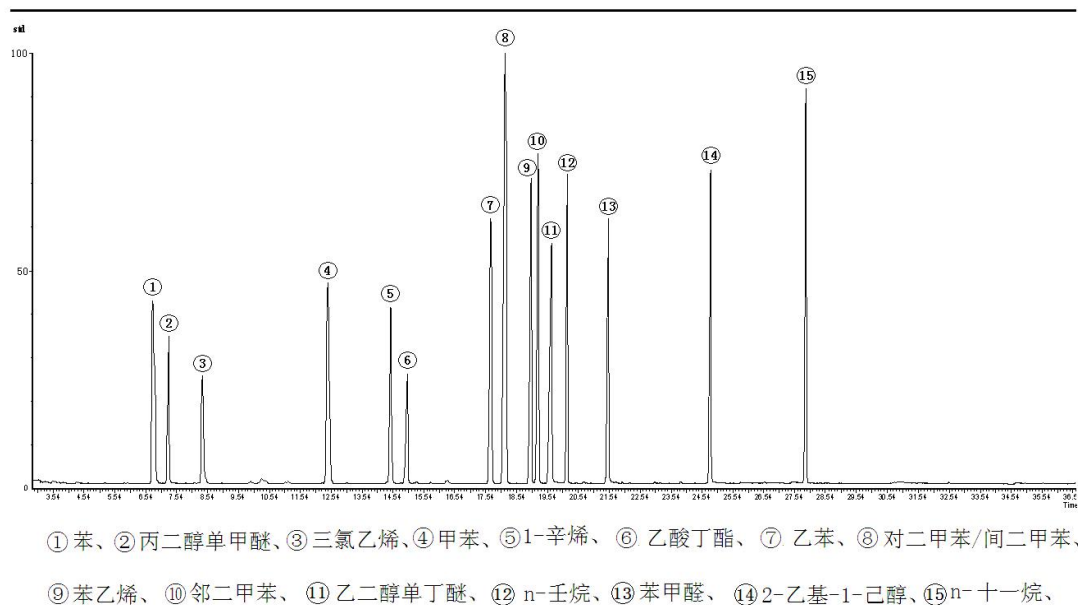


图2 各标准物质组分的典型总离子流色谱图

4.3.9 编制组在调查及研究的基础上，经筛选，确定在原有 9 种需识别组分基础上，增加丙二醇甲醚、三氯乙烯、1-辛烯、乙二醇丁醚、壬烷、苯甲醛、2-乙基-1-己醇为需识别组分。用 Tenax-TA 吸附管采样时，苯、甲苯、三氯乙烯、丙二醇甲醚、乙二醇丁醚可能发生穿透，或回收率偏低，不具备单独出具其检测结果的条件，其他 11 种目标组分具备单独出具其检测结果的条件，其中对二甲苯和间二甲苯的检测无法分开给出；用 T-C 复合吸附管采样时，具备单独出具 16 种目标组分检测结果的条件，其中对二甲苯和间二甲苯的检测无法分开给出。