

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ/T 300.66—2017
部分代替 GBZ/T 160.42—2007

工作场所空气有毒物质测定 第 66 部分：苯、甲苯、二甲苯和乙苯

Determination of toxic substances in workplace air—
Part 66: Benzene, toluene, xylene and ethyl benzene

2017-11-09 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 发布

前 言

本部分为GBZ/T 300的第66部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009的规则起草。本部分代替GBZ/T 160.42—2007《工作场所空气有毒物质测定 芳香烃类化合物》。

本部分与GBZ/T 160.42—2007相比，主要修改如下：

——修改了标准名称；

——删除了填充色谱柱；

——增加了待测物的基本信息；

——改进了空气采样和标准系列浓度的表达；补充了样品空白要求和方法性能指标。

本部分中的主要起草单位和主要起草人：

——苯、甲苯、二甲苯的无泵型采样-气相色谱法

主要起草单位：天津市疾病预防控制中心。

主要起草人：刘黛莉、李志华。

——苯、甲苯、二甲苯的溶剂解吸和热解吸-气相色谱法

主要起草单位：上海市疾病预防控制中心。

主要起草人：严怀曾、徐以盛。

——乙苯的溶剂解吸-气相色谱法

主要起草单位：中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所。

主要起草人：黄雪祥。

——乙苯的热解吸-气相色谱法

主要起草单位：广东省职业病防治院。

主要起草人：叶能权、陆展荣。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——WS/T 151—1999；

——WS/T 152—1999；

——WS/T 153—1999；

——GB/T 16044—1995；

——GB/T 16045—1995；

——GB/T 16047—1995；

——GB/T 16048—1995；

——GB/T 16050—1995；

——GB/T 16051—1995；

——GBZ/T 160.42—2004；GBZ/T 160.42—2007。

工作场所空气有毒物质测定

第 66 部分：苯、甲苯、二甲苯和乙苯

1 范围

GBZ/T 300的本部分规定了工作场所空气中苯、甲苯和二甲苯的无泵型采样、溶剂解吸和热解吸-气相色谱法，乙苯的溶剂解吸和热解吸-气相色谱法。

本部分适用于工作场所空气中蒸气态苯、甲苯、二甲苯和乙苯浓度的检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GBZ 159 工作场所空气中有害物质监测的采样规范

GBZ/T 210.4 职业卫生标准制定指南 第4部分：工作场所空气中化学物质的测定方法

3 苯、甲苯、二甲苯和乙苯的基本信息

苯、甲苯、二甲苯和乙苯的基本信息见表1。

表1 苯、甲苯、二甲苯和乙苯的基本信息

化学物质	化学文摘号 (CAS 号)	分子式	相对分子质量
苯 (Benzene)	71-43-2	C_6H_6	78.1
甲苯 (Toluene)	108-88-3	$CH_3C_6H_5$	92.1
二甲苯 (Xylene)	1330-20-7	$(CH_3)_2C_6H_4$	106.2
对二甲苯 (p-Xylene)	106-42-3	$p-(CH_3)_2C_6H_4$	
邻二甲苯 (o-Xylene)	95-47-6	$o-(CH_3)_2C_6H_4$	
间二甲苯 (m-Xylene)	108-38-3	$m-(CH_3)_2C_6H_4$	
乙苯 (Ethyl benzene)	100-41-4	$C_2H_5C_6H_5$	106.2

4 苯、甲苯和二甲苯的无泵型采样-气相色谱法

4.1 原理

空气中的蒸气态苯、甲苯和二甲苯用无泵型采样器采集，二硫化碳解吸后进样，经气相色谱柱分离，氢焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

4.2 仪器

4.2.1 无泵型采样器，内装活性炭片。

4.2.2 溶剂解吸瓶，10mL。

4.2.3 注射器，1mL。

4.2.4 微量注射器。

4.2.5 气相色谱仪，具氢焰离子化检测器，仪器操作参考条件：

a) 色谱柱：30m×0.32mm×0.5 μ m，FFAP；

b) 柱温：80℃；

c) 气化室温度：150℃；

d) 检测室温度：250℃；

e) 载气（氮）流量：1mL/min；

f) 分流比：10:1。

4.3 试剂

4.3.1 二硫化碳，色谱鉴定无干扰峰。

4.3.2 苯，20℃时，1 μ L 液体的质量为 0.8787mg。

4.3.3 甲苯，20℃时，1 μ L 液体的质量为 0.8669mg。

4.3.4 邻二甲苯、间二甲苯和对二甲苯，20℃时，1 μ L 液体的质量分别为 0.8802mg、0.8642mg 和 0.8611mg。

4.3.5 标准溶液：容量瓶中加入二硫化碳，准确称量后，分别加入一定量的苯、甲苯和/或二甲苯，再准确称量，用二硫化碳定容。由称量之差计算溶液的浓度，为苯、甲苯和/或二甲苯标准溶液。或用国家认可的标准溶液配制。

4.4 样品的采集、运输和保存

4.4.1 现场采样按照 GBZ 159 执行。

4.4.2 长时间采样：在采样点，将无泵型采样器佩戴在采样对象的呼吸带，或悬挂在呼吸带高度的支架上，采集 2h~8h 空气样品。采样后，立即密封无泵型采样器，置清洁容器内运输和保存。样品在室温下可保存 15d。

4.4.3 样品空白：在采样点，打开无泵型采样器的进出气口，并立即封闭，然后与样品一起运输、保存和测定。每批次样品不少于 2 个样品空白。

4.5 分析步骤

4.5.1 样品处理：将活性炭片放入溶剂解吸瓶中，加入 5.0mL 二硫化碳，封闭后，解吸 30min，不时振摇。样品溶液供测定。

4.5.2 标准曲线的制备：取 4 支~7 支容量瓶，用二硫化碳稀释标准溶液成表 2 所列的浓度范围的标准系列。参照仪器操作条件，将气相色谱仪调节至最佳测定状态，进样 1.0 μ L，分别测定标准系列各浓度的峰高或峰面积。以测得的峰高或峰面积对相应的苯、甲苯和/或二甲苯浓度（ μ g/mL）绘制标准曲线或计算回归方程，其相关系数应 \geq 0.999。

表 2 标准系列的浓度范围

浓度范围/ (μg/mL)	化学物质				
	苯	甲苯	邻二甲苯	对二甲苯	间二甲苯
	0.0~878.7	0.0~866.9	0.0~880.2	0.0~864.2	0.0~861.1

4.5.3 样品测定：用测定标准系列的操作条件测定样品溶液和样品空白溶液，测得的峰高或峰面积值由标准曲线或回归方程得样品溶液中苯、甲苯和/或二甲苯的浓度 (μg/mL)。若样品溶液中待测物浓度超过测定范围，用二硫化碳稀释后测定，计算时乘以稀释倍数。

4.6 计算

4.6.1 按式 (1) 计算空气中苯、甲苯和/或二甲苯的浓度：

$$C = \frac{C_0V}{kt} \times 1000 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C ——空气中苯、甲苯和/或二甲苯的浓度，单位为毫克每立方米 (mg/m³)；

C_0 ——测得的样品溶液中苯、甲苯和/或二甲苯的浓度(减去样品空白)，单位为微克每毫升(μg/mL)；

V ——样品溶液的体积，单位为毫升 (mL)；

k ——无泵型采样器的采样流量，单位为毫升每分 (mL/min)，由生产厂家提供；

t ——采样时间，单位为分 (min)。

4.6.2 空气中的时间加权平均接触浓度 (C_{TWA}) 按 GBZ 159 规定计算。

4.7 说明

4.7.1 本法按照 GBZ/T 210.4 的方法和要求进行研制。本法的检出限、定量下限、定量测定范围、最低检出浓度、最低定量浓度(按采样 2h 计算)、相对标准偏差、吸附容量和解吸效率等方法性能指标见表 3。表中的方法性能指标与使用的无泵型采样器有关。

表 3 无泵型采样-气相色谱法的性能指标

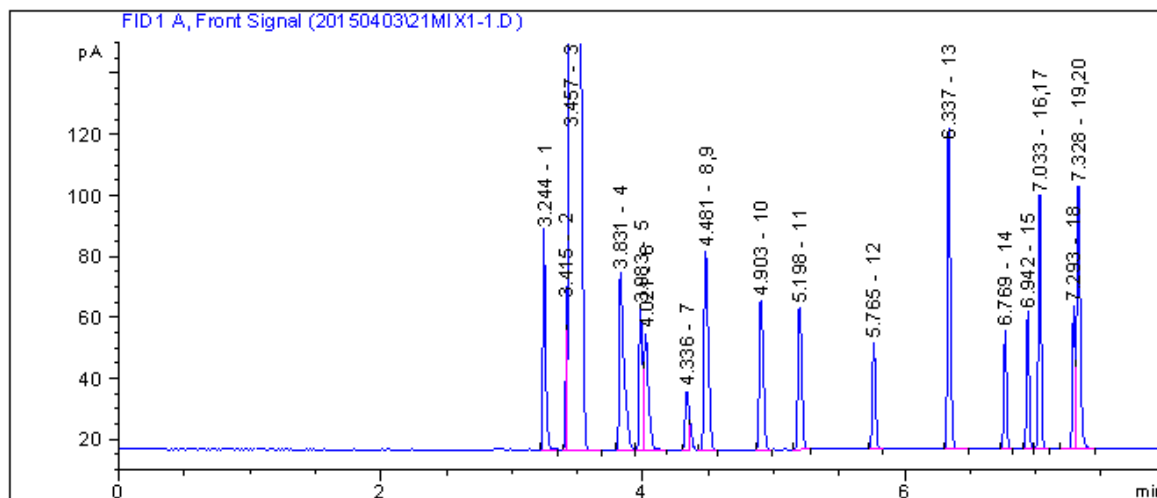
性能指标	化合物		
	苯	甲苯	二甲苯
检出限/ (μg/mL)	4.5	9	24.5
定量下限/ (μg/mL)	15	30	82
定量测定范围/ (mg/m ³)	8~494	18~542	58~630
最低检出浓度/ (mg/m ³)	2	6	18
最低定量浓度/ (mg/m ³)	8	18	58
相对标准偏差/%	8.3	3.3	5.2
吸附容量/mg	>9	>9	>18
解吸效率/%	102	98.8	104

4.7.2 工作场所的温度、湿度、风速及可能存在的共存物不影响测定；但采样时，无泵型采样器不能直对风扇或风机。采样时要注意防止超过吸附容量。

4.7.3 本法也可采用等效的其他气相色谱柱测定。根据测定需要可以选用恒温测定或程序升温测定。

4.7.4 无泵型采样器的操作(如采样和溶剂解吸方法)、吸附容量和采样流量 (k) 等由生产厂家提供。

4.7.5 本法的色谱分离图见图1。



说明;

- 1——丙酮;
- 2——二氯甲烷;
- 3——二硫化碳;
- 4——丁酮;
- 5——乙酸乙酯;
- 6——三氯甲烷;
- 7——1,2 二氯乙烷;
- 8,9——苯, 环己烷;
- 10——三氯乙烯;
- 11——甲基环己烷;
- 12——甲苯;
- 13——氯苯;
- 14——乙酸丁酯;
- 15——乙苯;
- 16,17——对-二甲苯, 间-二甲苯;
- 18——苯乙烯;
- 19,20——环己酮, 邻二甲苯。

图1 色谱分离图

5 苯、甲苯、二甲苯和乙苯的溶剂解吸-气相色谱法

5.1 原理

空气中的蒸气态苯、甲苯、二甲苯和乙苯用活性炭采集, 二硫化碳解吸后进样, 经气相色谱柱分离, 氢焰离子化检测器检测, 以保留时间定性, 峰高或峰面积定量。

5.2 仪器

- 5.2.1 活性炭管, 溶剂解吸型, 内装 100mg/50mg 活性炭。
- 5.2.2 空气采样器, 流量范围为 0mL/min~500mL/min。
- 5.2.3 溶剂解吸瓶, 5mL。
- 5.2.4 微量注射器。
- 5.2.5 气相色谱仪, 具氢焰离子化检测器, 仪器操作参考条件:

- a) 色谱柱: 30m×0.32mm×0.5μm, FFAP;
- b) 柱温: 80℃;
- c) 气化室温度: 150℃;
- d) 检测室温度: 200℃;
- e) 载气(氮)流量: 1mL/min;
- f) 分流比: 10:1。

5.3 试剂

5.3.1 二硫化碳, 色谱鉴定无干扰峰。

5.3.2 标准溶液: 容量瓶中加入二硫化碳, 准确称量后, 分别加入一定量的一种或多种待测物, 再准确称量, 用二硫化碳定容。由称量之差计算溶液的浓度, 为待测物的标准溶液。或用国家认可的标准溶液配制。

5.4 样品的采集、运输和保存

5.4.1 现场采样按照 GBZ 159 执行。

5.4.2 短时间采样: 在采样点, 用活性炭管以 100mL/min 流量采集 15min 空气样品。

5.4.3 长时间采样: 在采样点, 用活性炭管以 50mL/min 流量采集 2h~8h 空气样品。

5.4.4 采样后, 立即封闭活性炭管两端, 置清洁容器内运输和保存。样品在室温下可保存 7d, 置 4℃ 冰箱内可保存 14d。

5.4.5 样品空白: 在采样点, 打开活性炭管两端, 并立即封闭, 然后同样品一起运输、保存和测定。每批次样品不少于 2 个样品空白。

5.5 分析步骤

5.5.1 样品处理: 将前后段活性炭分别放入两支溶剂解吸瓶中, 各加入 1.0mL 二硫化碳, 封闭后, 解吸 30min, 不时振摇。样品溶液供测定。

5.5.2 标准曲线的制备: 取 4 支~7 支容量瓶, 用二硫化碳稀释标准溶液成表 4 所列的浓度范围的标准系列。参照仪器操作条件, 将气相色谱仪调节至最佳测定状态, 进样 1.0μL, 分别测定标准系列各浓度的峰高或峰面积。以测得的峰高或峰面积对相应的苯、甲苯、二甲苯和乙苯浓度 (μg/mL) 绘制标准曲线或计算回归方程, 其相关系数应 ≥0.999。

表 4 标准系列的浓度范围

浓度范围/ (μg/mL)	化学物质					
	苯	甲苯	邻二甲苯	对二甲苯	间二甲苯	乙苯
	0.0~878.7	0.0~866.9	0.0~880.2	0.0~864.2	0.0~861.1	0.0~870.0

5.5.3 样品测定: 用测定标准系列的操作条件测定样品溶液和样品空白溶液, 测得的峰高或峰面积值由标准曲线或回归方程得样品溶液中苯、甲苯、二甲苯和乙苯的浓度 (μg/mL)。若样品溶液中待测物浓度超过测定范围, 用二硫化碳稀释后测定, 计算时乘以稀释倍数。

5.6 计算

5.6.1 按 GBZ 159 的方法和要求将采样体积换算成标准采样体积。

5.6.2 按式 (2) 计算空气中苯、甲苯、二甲苯和乙苯的浓度:

$$C = \frac{(c_1 + c_2)v}{V_0 D} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

C ——空气中苯、甲苯、二甲苯和乙苯的浓度，单位为毫克每立方米 (mg/m^3)；

c_1 、 c_2 ——测得的前后段样品溶液中苯、甲苯、二甲苯和乙苯的浓度（减去样品空白），单位为微克每毫升 ($\mu\text{g}/\text{mL}$)；

v ——样品溶液的体积，单位为毫升 (mL)；

V_0 ——标准采样体积，单位为升 (L)；

D ——解吸效率，%。

5.6.3 空气中的时间加权平均接触浓度 (C_{TWA}) 按 GBZ 159 规定计算。

5.7 说明

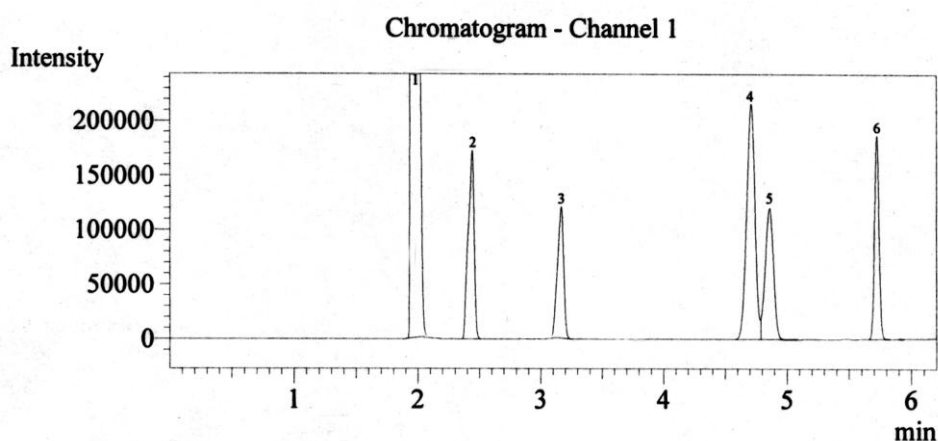
5.7.1 本法按照 GBZ/T 210.4 的方法和要求进行研制。本法的检出限、定量下限、定量测定范围、最低检出浓度、最低定量浓度（以采集 1.5L 空气样品计）、相对标准偏差、穿透容量（100mg 活性炭）和解吸效率等方法性能指标见表 5。应测定每批活性炭管的解吸效率。

表 5 溶剂解吸—气相色谱法的性能指标

性能指标	化合物			
	苯	甲苯	二甲苯	乙苯
检出限/ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	0.9	1.8	4.9	2
定量下限/ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	3	6	16	6.4
定量测定范围/ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	3~900	6~900	16~900	6.4~900
最低检出浓度/ (mg/m^3)	0.6	1	3	1
最低定量浓度/ (mg/m^3)	2	4	11	4
相对标准偏差/%	4.3~6	4.7~6.3	4.1~7.2	2
穿透容量/mg	7	13.1	10.8	20
解吸效率/%	>90	>90	>90	>90

5.7.2 本法也可使用等效的其他气相色谱柱测定。根据测定需要可以选用恒温测定或程序升温测定。

5.7.3 本法的色谱分离图见图 1。特丁基甲苯的色谱分离图见图 2。



说明：

1—二硫化碳；

2—甲苯；

3—邻二甲苯；

- 4—对特丁基甲苯；
- 5—间特丁基甲苯；
- 6—邻特丁基甲苯。

图2 特丁基甲苯色谱分离图

6 苯、甲苯、二甲苯和乙苯的热解吸-气相色谱法

6.1 原理

空气中的蒸气态苯、甲苯、二甲苯和乙苯用活性炭采集，热解吸后进样，经气相色谱柱分离，氢焰离子化检测器检测，以保留时间定性，峰高或峰面积定量。

6.2 仪器

- 6.2.1 活性炭管，热解吸型，内装 100mg 活性炭。
- 6.2.2 空气采样器，流量范围为 0mL/min~500mL/min。
- 6.2.3 热解吸器。
- 6.2.4 注射器，1mL、100mL。
- 6.2.5 气相色谱仪，具氢焰离子化检测器，仪器操作参考条件：
 - a) 色谱柱：30m×0.32mm×0.5μm，FFAP；
 - b) 柱温：80℃；
 - c) 汽化室温度：150℃；
 - d) 检测室温度：200℃；
 - e) 载气(氮)流量：1mL/min；
 - f) 分流比：10:1。

6.3 试剂

- 6.3.1 苯，20℃时，1μL 液体的质量为 0.8787mg。
- 6.3.2 甲苯，20℃时，1μL 液体的质量为 0.8669mg。
- 6.3.3 邻二甲苯、间二甲苯和对二甲苯，20℃时，1μL 液体的质量分别为 0.8802mg、0.8642mg 和 0.8611mg。
- 6.3.4 乙苯，20℃时，1μL 液体的质量为 0.8670mg。
- 6.3.5 标准气：临用前，用微量注射器分别准确抽取 1.0μL 一种或多种待测物，注入 100mL 气密式玻璃注射器中，用清洁空气稀释至 100.0mL，计算其浓度，为苯、甲苯、二甲苯和/或乙苯标准气。或用国家认可的标准气配制。

6.4 样品的采集、运输和保存

- 6.4.1 现场采样按照 GBZ 159 执行。
- 6.4.2 短时间采样：在采样点，用活性炭管以 100mL/min 流量采集 15min 空气样品。
- 6.4.3 长时间采样：在采样点，用活性炭管以 50mL/min 流量采集 2h~8h 空气样品。
- 6.4.4 采样后，立即封闭活性炭管两端，置清洁容器内运输和保存。样品在室温下可保存 7d，置 4℃ 冰箱内可保存 14d。
- 6.4.5 样品空白：在采样点，打开活性炭管两端，并立即封闭，然后同样品一起运输、保存和测定。每批次样品不少于 2 个样品空白。

6.5 分析步骤

6.5.1 样品处理：将活性炭管放入热解吸器中，其进气口一端与 100mL 注射器相连，另一端与载气(氮)相连，用 50mL/min 流量，于 350℃ 下解吸至 100.0mL。样品气供测定。

6.5.2 标准曲线的制备：取 4 支~7 支 100mL 气密式玻璃注射器，用清洁空气稀释标准气成表 6 所列的浓度范围的标准系列。参照仪器操作条件，将气相色谱仪调节至最佳测定状态，进样 0.50mL，分别测定标准系列各浓度的峰高或峰面积。以测得的峰高或峰面积对相应的苯、甲苯、邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯和/或乙苯浓度 ($\mu\text{g}/\text{mL}$) 绘制标准曲线或计算回归方程，其相关系数应 ≥ 0.999 。

表 6 标准系列的浓度范围

浓度范围/ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	化学物质					
	苯	甲苯	邻二甲苯	对二甲苯	间二甲苯	乙苯
	0.0~0.879	0.0~0.867	0.0~0.880	0.0~0.864	0.0~0.861	0.0~0.870

6.5.3 样品测定：用测定标准系列的操作条件测定样品气和样品空白气，测得的峰高或峰面积值由标准曲线或回归方程得样品气中苯、甲苯、二甲苯和/或乙苯的浓度 ($\mu\text{g}/\text{mL}$)。若样品气中待测物浓度超过测定范围，用清洁空气稀释后测定，计算时乘以稀释倍数。

6.6 计算

6.6.1 按 GBZ 159 的方法和要求将采样体积换算成标准采样体积。

6.6.2 按式 (3) 计算空气中苯、甲苯、二甲苯和/或乙苯的浓度：

$$C = \frac{C_0}{V_0 D} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

式中：

C ——空气中苯、甲苯、二甲苯和/或乙苯的浓度，单位为毫克每立方米 (mg/m^3)；

C_0 ——测得的样品气中苯、甲苯、二甲苯和/或乙苯的浓度（减去样品空白），单位为微克每毫升 ($\mu\text{g}/\text{mL}$)；

100 ——样品气的体积，单位为毫升 (mL)；

V_0 ——标准采样体积，单位为升 (L)；

D ——解吸效率，%。

6.6.3 空气中的时间加权平均接触浓度 (C_{TWA}) 按 GBZ 159 规定计算。

6.7 说明

6.7.1 本法按照 GBZ/T 210.4 的方法和要求进行研制。本法的检出限、定量下限、定量测定范围、最低检出浓度、最低定量浓度（以采集 1.5L 空气样品计）、相对标准偏差和穿透容量（100mg 活性炭）等方法性能指标见表 7。应测定每批活性炭管的解吸效率。

表 7 热解吸-气相色谱法的性能指标

性能指标	化合物			
	苯	甲苯	二甲苯	乙苯
检出限/ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	0.0005	0.001	0.002	0.002
定量下限/ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	0.0016	0.0033	0.0066	0.0066
定量测定范围/ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	0.0016~0.88	0.0033~0.87	0.007~0.87	0.007~0.87

最低检出浓度/ (mg/m ³)	0.033	0.07	0.13	0.13
最低定量浓度/ (mg/m ³)	0.1	0.2	0.46	0.46
相对标准偏差/%	1.9~5.2	3.3~5.1	3.0~6.2	1.1~2.8
穿透容量/mg	7	13.1	10.8	20

- 6.7.2 本法也可使用等效的其他气相色谱柱测定。根据测定需要可以选用恒温测定或程序升温测定。
- 6.7.3 样品解吸后，解吸气应当天尽快测定。
- 6.7.4 若工作场所空气中待测物浓度较高，可能会发生穿透时，应串联两根热解吸型活性炭管采样。
- 6.7.5 本法的色谱分离图见图 1。