

C 52

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ/T 160.42-2007

工作场所空气有毒物质测定 芳香烃类化合物

Methods for determination of aromatic hydrocarbons
in the air of workplace

2007-6-13 发布

2007-6-13 发布

中华人民共和国卫生部 发布

前 言

为贯彻执行《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1）和《工作场所有害因素职业接触限值》（GBZ 2），特制定本标准。本标准是为工作场所有害因素职业接触限值配套的监测方法，用于监测工作场所空气中芳香烃类化合物[包括苯（Benzene）、甲苯（Toluene）、二甲苯（Xylene）、乙苯（Ethyl benzene）、苯乙烯（Styrene）、对-特丁基甲苯（p-tert-Butyl toluene）、二乙烯基苯（Divinyl benzene）等]的浓度。

本标准在原标准的基础上增加了对-特丁基甲苯和二乙烯基苯的检测方法。

本标准从2007年11月30日起实施。同时代替GBZ/T160.42-2004

本标准首次发布于1995年，本次是第二次修订。

本标准由全国职业卫生标准委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位：上海市疾病预防控制中心、广东省职业病防治院、中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、天津市疾病预防控制中心、山东省职业卫生与职业病防治研究院。

本标准主要起草人：严怀曾、徐以盛、叶能权、陆展荣、杨秀珍、黄雪祥、刘黛莉、李志华、仲岳桐、陈卫、王晓云、宋利群。

工作场所空气有毒物质测定

芳香烃类化合物

1 范围

本标准规定了监测工作场所空气中芳香烃化合物浓度的方法。
本标准适用于工作场所空气中芳香烃化合物浓度的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款，通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GBZ 159 工作场所空气中有害物质监测的采样规范

3 苯、甲苯、二甲苯、乙苯和苯乙烯的溶剂解吸—气相色谱法

3.1 原理

空气中的苯、甲苯、二甲苯、乙苯和苯乙烯用活性炭管采集，二硫化碳解吸后进样，经色谱柱分离，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。

3.2 仪器

3.2.1 活性炭管，溶剂解吸型，内装100mg/50mg 活性炭。

3.2.2 空气采样器，流量0~500ml/min。

3.2.3 溶剂解吸瓶，5ml。

3.2.4 微量注射器，10 μ l。

3.2.5 气相色谱仪，氢焰离子化检测器。

仪器操作参考条件

色 谱 柱 1: 2m \times 4mm, PEG 6000 (或FFAP): 6201红色担体 =5:100。

色 谱 柱 2: 2m \times 4mm, 邻苯二甲酸二壬酯 (DNP): 有机皂土-34:Shimalite 担体 =5:5:100。

色 谱 柱 3: 30m \times 0.53mm \times 0.2 μ m, FFAP。

柱 温: 80 $^{\circ}$ C;

汽化室温度: 150 $^{\circ}$ C;

检测室温度: 150 $^{\circ}$ C;

载气 (氮气) 流量: 40ml/min。

3.3 试剂

3.3.1 二硫化碳，色谱鉴定无干扰杂峰。

3.3.2 PEG6000、FFAP、DNP和有机皂土-34，均为色谱固定液。

3.3.3 6201红色担体和Shimalite担体，60~80目。

3.3.4 标准溶液：加约5ml 二硫化碳于10ml 容量瓶中，用微量注射器准确加入10 μ l 苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯（色谱纯；在20℃，1 μ l 苯、甲苯、邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯、乙苯和苯乙烯分别为0.8787mg、0.8669mg、0.8802mg、0.8642mg、0.8611mg、0.8670 mg、0.9060mg），用二硫化碳稀释至刻度，为标准溶液。或用国家认可的标准溶液配制。

3.4 样品的采集、运输和保存

现场采样按照GBZ 159执行。

3.4.1 短时间采样：在采样点，打开活性炭管两端，以100ml/min 流量采集15min 空气样品。

3.4.2 长时间采样：在采样点，打开活性炭管两端，以50ml/min 流量采集2~8h 空气样品。

3.4.3 个体采样：在采样点，打开活性炭管两端，佩戴在采样对象的前胸上部，尽量接近呼吸带，以50ml/min 流量采集2~8h 空气。

3.4.4 样品空白：将活性炭管带至采样地点，除不连接采样器采集空气样品外，其余操作同样品。

采样后，立即封闭活性炭管两端，置清洁容器内运输和保存。样品置冰箱内至少可保存14d。

3.5 分析步骤

3.5.1 样品处理：将采过样的前后段活性炭分别放入溶剂解吸瓶中，各加入1.0ml 二硫化碳，塞紧管塞，振摇1min，解吸30min。解吸液供测定。若浓度超过测定范围，用二硫化碳稀释后测定，计算时乘以稀释倍数。

3.5.2 标准曲线的绘制：用二硫化碳稀释标准溶液成表1所列标准系列：

表 1 标准系列

管 号	0	1	2	3	4
苯浓度, μ g/ml	0.0	13.7	54.9	219.7	878.7
甲苯浓度, μ g/ml	0.0	13.6	54.2	216.7	866.9
邻二甲苯浓度, μ g/ml	0.0	13.8	55.0	220.0	880.2
对二甲苯浓度, μ g/ml	0.0	13.5	54.0	216.0	864.2
间二甲苯浓度, μ g/ml	0.0	13.4	53.8	215.3	861.1
乙苯浓度, μ g/ml	0.0	13.5	54.2	216.8	867.0
苯乙烯浓度, μ g/ml	0.0	14.2	56.6	226.6	906.0

参照仪器操作条件，将气相色谱仪调节至最佳测定状态，分别进样1.0 μ l，测定各标准系列。每个浓度重复测定3 次。以测得的峰高或峰面积均值分别对苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯浓度(μ g/ml)绘制标准曲线。

3.5.3 样品测定：用测定标准系列的操作条件测定样品和样品空白的解吸液；测得峰高或峰面积值后，由标准曲线得苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯的浓度(μ g/ml)。

3.6 计算

3.6.1 按式（1）将采样体积换算成标准采样体积：

$$293 \quad P$$

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

式中：V₀ — 标准采样体积，L；

V — 采样体积，L；

t — 采样点的温度，℃；

P — 采样点的大气压，kPa。

3.6.2 按式（2）计算空气中苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯的浓度。

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

式中：C — 空气中苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯的浓度，mg/m³；

c₁, c₂ — 测得前后段解吸液中苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯的浓度（减去样品空白），μg/ml；

v — 解吸液的体积，ml；

V₀ — 标准采样体积，L；

D — 解吸效率，%。

3.6.3 时间加权平均接触浓度按 GBZ 159 规定计算。

3.7 说明

3.7.1 本法的检出限、最低检出浓度（以采集1.5L空气样品计）、测定范围、相对标准偏差、穿透容量（100mg活性炭）和解吸效率见表2。每批活性炭管必须测定其解吸效率。

表2 方法的性能指标

化合物	检出限 μg/ml	最低 检出浓度 mg/m ³	测定范围 μg/ml	相对标准 偏差 %	穿透容量 mg	解吸效率 %
苯	0.9	0.6	0.9~40	4.3~6.0	7	>90
甲苯	1.8	1.2	1.8~100	4.7~6.3	13.1	>90
二甲苯	4.9	3.3	4.9~600	4.1~7.2	10.8	>90
乙苯	2	1.3	2~1000	2	20	>90
苯乙烯	2.5	1.7	2.5~400	4.2~5.3	6.9	79.5

3.7.2 本法的色谱柱1不能分离对二甲苯和间二甲苯、乙苯和邻二甲苯，因此不能同时测定。色谱柱2和3则可同时测定所有待测物。毛细管柱法也可采用其他孔径的毛细管色谱柱以及分流或不分流进行测定。

3.7.3 样品处理方法：先将溶剂吸附剂管的前段倒入解吸瓶中解吸并测定，如果测定结果显示未超出吸附剂的穿透容量时，后段可以不用解吸和测定；当测定结果显示超出吸附剂的穿透容量时，再将后段吸附剂倒入解吸瓶中解吸并测定，测定结果计算时将前后段的结果相加后作相应处理。

4 苯、甲苯、二甲苯、乙苯和苯乙烯的热解吸—气相色谱法

4.1 原理

空气中的苯、甲苯、二甲苯、乙苯和苯乙烯用活性炭管采集，热解吸后进样，经色谱柱分离，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 活性炭管，热解吸型，内装100mg 活性炭。

4.2.2 空气采样器，流量 0~500ml/min。

4.2.3 热解吸器。

4.2.4 注射器，100ml，1ml。

4.2.5 气相色谱仪，氢焰离子化检测器。

仪器操作参考条件

色 谱 柱 1: 2m×4mm, PEG 6000 (或 FFAP) : 6201红色担体=5 : 100。

色 谱 柱 2: 2m×4mm, 邻苯二甲酸二壬酯 (DNP) : 有机皂土-34 : Shimalite 担体=5:5:100。

色 谱 柱 3: 30m×0.53mm×0.2μm, FFAP。

柱 温: 80℃;

汽化室温度: 150℃;

检测室温度: 150℃;

载气 (氮气) 流量: 40ml/min。

4.3 试剂

4.3.1 PEG6000、FFAP、DNP和有机皂土-34，均为色谱固定液。

4.3.2 6201红色担体和Shimalite担体，60~80目。

4.3.3 标准气：用微量注射器准确抽取1.0μl 苯、甲苯、邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯、乙苯或苯乙烯 (色谱纯; 在20℃, 其质量分别为0.8787mg、0.8669mg、0.8802mg、0.8642mg、0.8611mg、0.8670mg、0.9060mg)，注入100ml 注射器中，用清洁空气稀释至100ml，配成标准气。或用国家认可的标准气配制。

4.4 样品的采集、运输和保存

现场采样按照GBZ 159执行。

4.4.1 短时间采样：在采样点，打开活性炭管两端，以100ml/min 流量采集15min 空气样品。

4.4.2 长时间采样：在采样点，打开活性炭管两端，以50ml/min 流量采集2~8h 空气样品。

4.4.3 个体采样：在采样点，打开活性炭管两端，佩戴在采样对象的前胸上部，尽量接近呼吸带，以50ml/min 流量采集2~8h 空气。

4.4.4 样品空白：将活性炭管带至采样地点，除不连接采样器采集空气样品外，其余操作同样品。

采样后，立即封闭活性炭管两端，置清洁容器内运输和保存。样品置4℃冰箱内至少可保存14d。

4.5 分析步骤

4.5.1 样品处理：将采过样的活性炭管放入热解吸器中，进气口一端与100ml 注射器相连，另一端与载气相连。用氮气以50ml/min 流量于350℃下解吸至100ml。解吸气供测

定。若浓度超过测定范围，可用清洁空气稀释后测定，计算时乘以稀释倍数。

4.5.2 标准曲线的绘制：分别取0、1.0、2.5、5.0、10.0ml 标准气，注入100ml 注射器中，用清洁空气稀释成表3标准系列。

表3 标准系列

管 号	0	1	2	3	4
苯浓度, $\mu\text{g/ml}$	0.0	0.088	0.22	0.44	0.88
甲苯浓度, $\mu\text{g/ml}$	0.0	0.087	0.22	0.43	0.87
邻二甲苯浓度, $\mu\text{g/ml}$	0.0	0.088	0.22	0.44	0.88
间二甲苯浓度, $\mu\text{g/ml}$	0.0	0.086	0.22	0.43	0.86
对二甲苯浓度, $\mu\text{g/ml}$	0.0	0.086	0.22	0.43	0.86
乙苯浓度, $\mu\text{g/ml}$	0.0	0.087	0.22	0.43	0.87
苯乙烯浓度, $\mu\text{g/ml}$	0.0	0.091	0.23	0.45	0.91

参照仪器操作条件，将气相色谱仪调节至最佳测定状态，分别进样1.0ml，测定各标准系列。每个浓度重复测定3次。以测得的峰高或峰面积均值分别对相应的苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯浓度($\mu\text{g/ml}$)绘制标准曲线。

4.5.3 样品测定：用测定标准系列的操作条件测定样品和样品空白解吸气；测得峰高或峰面积值后，由标准曲线得苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯的浓度($\mu\text{g/ml}$)。

4.6 计算

4.6.1 按式（1）将采样体积换算成标准采样体积。

4.6.2 按式（3）计算空气中苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯的浓度。

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

式中：C—空气中苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯的浓度， mg/m^3 ；

c—测得解吸气中苯、甲苯、二甲苯、乙苯或苯乙烯的浓度（减去样品空白）， $\mu\text{g/ml}$ ；

100—解吸气的体积，ml；

V_0 —标准采样体积，L；

D—解吸效率，%。

4.6.3 时间加权平均接触浓度按 GBZ 159 规定计算。

4.7 说明

4.7.1 本法的检出限、最低检出浓度（以采集1.5L空气样品计）、测定范围、相对标准偏差和穿透容量（100mg活性炭）见表4。

表4 方法的性能指标

化合物	检出限 $\mu\text{g/ml}$	最低检出浓度 mg/m^3	测定范围 $\mu\text{g/ml}$	相对标准偏差 %	穿透容量 mg
苯	0.5×10^{-3}	0.033	0~0.40	1.9~5.2	7
甲 苯	1×10^{-3}	0.067	0~0.80	3.3~5.1	13.1
二甲苯	2×10^{-3}	0.13	0~1.60	3.0~6.2	10.8
乙 苯	2×10^{-3}	0.13	0~0.50	1.1~2.8	20

苯乙烯	5×10^{-3}	0.33	0~0.40	5.3~5.6	6.9
-----	--------------------	------	--------	---------	-----

4.7.2 每批活性炭管必须测定其解吸效率。

4.7.3 样品解吸后应当天尽快测定。苯乙烯易吸附在注射器壁上，并易聚合，更应尽快测定。

4.7.4 本法的色谱柱1 不能分离对二甲苯和间二甲苯、乙苯和二甲苯，因此不能同时测定。色谱柱2 和3 则可同时测定所有待测物。毛细管柱法也可采用其他孔径的毛细管色谱柱以及分流或不分流进行测定。

4.7.5 样品采集和测定方法：采集工作场所空气中待测物浓度较高的样品时，应串联两根热解吸型固体吸附剂管进行样品采集。实验室分析时先进行前根固体吸附剂管测定，如果测定结果显示未超出吸附剂的穿透容量时，后段可以不用解吸和测定；当测定结果显示超出吸附剂的穿透容量时，再将后根吸附剂解吸并测定，测定结果计算时将前后根的结果相加后作相应处理。

5 苯、甲苯和二甲苯的无泵型采样—气相色谱法

5.1 原理

空气中的苯、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 无泵型采样器，可采用GJ-1 型无泵型采样器或同类无泵型采样器。

5.2.2 溶剂解吸瓶，10ml。

5.2.3 注射器，1ml。

5.2.4 微量注射器，10 μ l，1 μ l。

5.2.5 气相色谱仪，氢焰离子化检测器。

仪器操作参考条件

色 谱 柱 1：2m \times 4mm，PEG 6000（或 FFAP）:6201红色担体=5:100。

色 谱 柱 2：2m \times 4mm，邻苯二甲酸二壬酯（DNP）:有机皂土-34:Shimalite担体=5:5:100。

色 谱 柱 3：30m \times 0.53mm \times 0.2 μ m，FFAP。

柱 温：80 $^{\circ}$ C；

汽化室温度：150 $^{\circ}$ C；

检测室温度：150 $^{\circ}$ C；

载气（氮气）流量：40ml/min。

5.3 试剂

5.3.1 二硫化碳，色谱鉴定无干扰杂质峰。

5.3.2 PEG6000或FFAP，色谱固定液。

5.3.3 6201红色担体，色谱担体，60~80目。

5.3.4 标准溶液：于10ml 容量瓶中，加入少量二硫化碳，用微量注射器准确加入10 μ l 苯、甲苯或二甲苯（色谱纯；在20 $^{\circ}$ C，1 μ l 苯、甲苯、乙苯、邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯分别为0.8787mg、0.8669mg、0.8669 mg、0.8802mg、0.8642mg、0.8611mg），加二硫化碳至刻度。此溶液为标准溶液。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

现场采样按照GBZ 159执行。

5.4.1 长时间采样：在采样点，将装好活性炭片的无泵型采样器，悬挂在采样对象呼吸带高度的支架上，采集8h 空气样品。

5.4.2 个样品。

采样后，立即密封采样器，置清洁容器内运输和保存。样品在室温下可保存15d。

5.5 分析步骤

5.5.1 样品处理：将采过样的活性炭片放入溶剂解吸瓶中，加入5.0ml 二硫化碳，封闭后，不时振摇，解吸30min。摇匀，解吸液供测定。若浓度超过测定范围，可用二硫化碳稀释后测定。

5.5.2 标准曲线的绘制：用二硫化碳稀释标准溶液成0、13.7、54.9、219.7、878.7 $\mu\text{g/ml}$ 苯标准系列；0、13.6、54.2、216.7、866.9 $\mu\text{g/ml}$ 甲苯标准系列；0、13.8、55.0、220.0、880.2 $\mu\text{g/ml}$ 二甲苯标准系列。参照仪器操作条件，将气相色谱仪调节至最佳测定状态，分别进样1.0 μl ，测定标准系列。每个浓度重复测定3 次。以测得的峰高或峰面积均值分别对相应的苯、甲苯或二甲苯浓度($\mu\text{g/ml}$)绘制标准曲线。

5.5.3 样品测定：用测定标准系列的操作条件测定样品和样品空白的解吸液。测得峰高或峰面积值后，由标准曲线得苯、甲苯或二甲苯的浓度($\mu\text{g/ml}$)。

5.6 计算

5.6.1 按照无泵型采样器的采样流量和采样时间计算采样体积。

5.6.2 按式（1）将采样体积换算成标准采样体积。

5.6.3 按式（4）计算空气中苯、甲苯或二甲苯的浓度：

$$C = \frac{c \cdot v}{V_0} \dots\dots\dots (4)$$

式中：C — 空气中苯、甲苯或二甲苯的浓度， mg/m^3 ；
c — 测得解吸液中苯、甲苯或二甲苯的浓度（减去样品空白）， $\mu\text{g/ml}$ ；
 V_0 — 标准采样体积，L；

5.6.4 时间加权平均接触浓度按GBZ 159规定计算。

5.7 说明

5.7.1 本法的检出限、最低检出浓度（按2h计算）、测定范围（按2h计算）、相对标准偏差、吸附容量和解吸效率见表5。表中的吸附容量、平均解吸效率和k值为GJ-1型无泵型采样器的参数，其他类型的无泵型采样器参数由生产厂商提供。每批无泵型采样器必须测定其解吸效率。

表5 方法的性能指标

化合物	检出限 $\mu\text{g/ml}$	最低检出浓度 mg/m^3	测定范围 mg/m^3	相对标准偏差 %	吸附容量 mg	平均解吸效率 %	k 值 ml/min
苯	4.5	2.5	2.5~494	8.3	>9	102	73.86
甲苯	9	5.6	5.6~542	3.3	>9	98.8	64.94
二甲苯	24.5	17.5	17.5~630	5.2	>18	104	58.61

5.7.2 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。

5.7.3 本法的色谱柱1 不能分离对二甲苯和间二甲苯、乙苯和二甲苯，因此不能同时测定。色谱柱2 和3 则可同时测定所有待测物。毛细管柱法也可采用其他孔径的毛细管色谱柱以及分流或不分流进行测定。

6 对-特丁基甲苯的溶剂解吸气相色谱测定方法

6.1 原理

空气中蒸气态对-特丁基甲苯用活性炭管采集，二硫化碳解吸后进样，经色谱柱分离，氢火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，溶剂解吸型，内装100mg/50mg 活性炭。

6.2.2 空气采样器，流量0~500ml/min。

6.2.3 溶剂解吸瓶，5ml。

6.2.4 微量注射器，10 μ l。

6.2.5 气相色谱仪，氢火焰离子化检测器。

仪器操作参考条件

色 谱 柱：30m \times 0.53mm \times 0.25 μ m FFAP

柱 温：140 $^{\circ}$ C

汽化室温度：250 $^{\circ}$ C

检测室温度：250 $^{\circ}$ C

载气（氮气）流量：2.6 ml/min

分 流 比：3:1

6.3 试剂

6.3.1 对-特丁基甲苯，色谱纯。

6.3.2 二硫化碳，色谱鉴定无干扰色谱峰。

6.3.3 标准溶液：于10ml 容量瓶中，加入少量二硫化碳，准确称量后，加入一定量的对-特丁基甲苯，再准确称量，加二硫化碳至刻度；由2次称量之差计算此溶液的浓度，为标准贮备液，在4 $^{\circ}$ C冰箱内储存。

6.4 样品的采集、运输和保存

现场采样按照GBZ 159执行。

6.4.1 短时间采样：在采样点，打开活性炭管两端，以200ml/min 流量采集15min 空气样品。

6.4.2 长时间采样：在采样点，打开活性炭管两端，以30ml/min 流量采集2~8h空气样品。

6.4.3 个体采样：打开活性炭管两端，佩戴在采样对象的前胸上部，尽量接近呼吸带，以30ml/min 流量采集2~8h空气样品。

6.4.4 样品空白：将活性炭管带至采样点，除不连接空气采样器采集空气样品外，其余操作同样品。

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4℃冰箱中可保存10d。

6.5 分析步骤

6.5.1 样品处理：将采过样的活性炭前后段分别倒入溶剂解吸瓶中，加入1.0ml 二硫化碳，封闭后，不时振摇，解吸30min，解吸液供测定。若解吸液中对-特丁基甲苯浓度超过测定范围，可用二硫化碳稀释后测定，计算时乘以稀释倍数。

6.5.2 标准曲线的绘制：用二硫化碳稀释标准溶液成0.0、20、80、160μg/ml 对-特丁基甲苯标准系列。参照仪器操作条件，将气相色谱仪调节至最佳测定状态，分别进样1.0μl，测定各标准系列。每个浓度重复测定3次。以测得的峰高或峰面积均值对相应的对-特丁基甲苯浓度(μg/ml)绘制标准曲线。

6.5.3 样品测定：用测定标准系列的操作条件测定样品和样品空白的解吸液，测得的峰高或峰面积后，由标准曲线得对-特丁基甲苯的浓度(μg/ml)。

6.6 计算

6.6.1 按式(1)计算标准采样体积：

6.6.2 按式(5)计算空气中对-特丁基甲苯的浓度：

$$C = \frac{(c_1 + c_2)v}{V_0 D} \dots\dots\dots (5)$$

式中：C — 空气中对-特丁基甲苯的浓度，mg/ m³；

c₁, c₂ — 分别为测得前后段二硫化碳中对-特丁基甲苯的浓度(减去样品空白)，μg/ml；

v — 样品解吸液的体积，ml；

V₀— 标准采样体积，L；

D — 解吸效率，%。

6.6.3 时间加权平均浓度按照GBZ159执行。

6.7 说明

6.7.1 本法的检出限为0.36μg/ml；最低检出浓度为0.12 mg/m³(以采集3L空气样品计)；测定范围为0.36~80μg/ml；相对标准偏差为0.68%~1.44%。

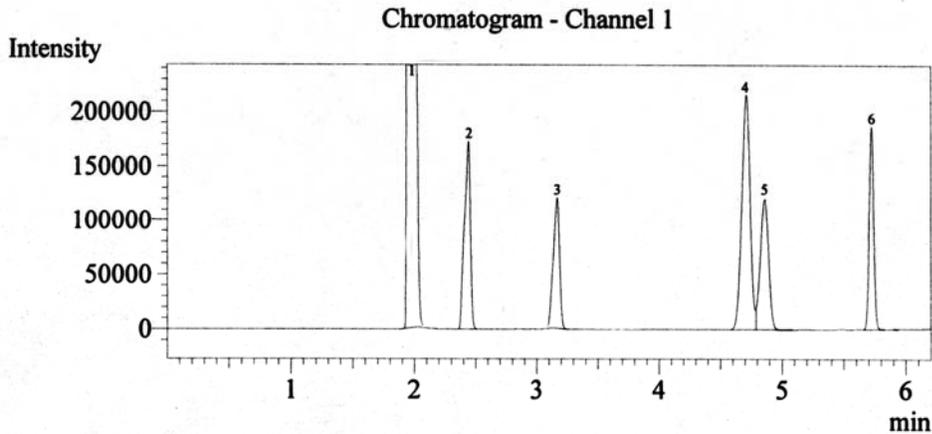
6.7.2 本法的解吸效率为92.5%~95.7%。每批活性炭管应测定其解吸效率。

6.7.3 本法采样效率为100%。穿透容量>1.7 mg。

6.7.4 样品解吸测定方法：先将溶剂吸附剂管的前段倒入解吸瓶中解吸并测定，如果测定结果显示未超出吸附剂的穿透容量时，后段可以不用解吸和测定；当测定结果显示超出吸附剂的穿透容量时，再将后段吸附剂倒入解吸瓶中解吸并测定，测定结果计算时将前后段的结果相加后作相应处理。

6.7.5 共存物甲苯、邻二甲苯等不干扰本法的测定。

6.7.6 本方法将标准色谱图附后以便于检测单位对对-特丁基甲苯的定性。



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 1 对—特丁基甲苯共存物分离图

7 二乙烯基苯的溶剂解吸-气相色谱法

7.1 原理

空气中蒸汽态二乙烯基苯用活性炭管采集，二硫化碳/丙酮解吸后进样，经色谱柱分离，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。

7.2 仪器

7.2.1 活性炭管，溶剂解吸型，内装100/50mg活性炭。

7.2.2 空气采样器，流量0~500ml/min。

7.2.3 溶剂解吸瓶，5ml。

7.2.4 微量进样器，10 μ l。

7.2.5 气相色谱仪，氢焰离子化检测器。

仪器操作参考条件

色 谱 柱：30m \times 0.32mm \times 0.25 μ m，5%苯基甲基硅氧烷

柱 温：100 $^{\circ}$ C，以10 $^{\circ}$ C/min的升至150 $^{\circ}$ C，保持3min；

汽化室温度：200 $^{\circ}$ C

检测室温度：200 $^{\circ}$ C

分 流 比：10:1

载气（氮气）：流量1ml/min

7.3 试剂

7.3.1 解吸液：二硫化碳:丙酮=7:3，色谱鉴定无干扰峰。

7.3.2 标准溶液：于10ml容量瓶中，加入少量解吸液，准确称量后，加入一定量的二乙烯基苯，再准确称量。用解吸液稀释至刻度。由2次称量之差计算溶液的浓度，为二乙烯基苯标准贮备液，在4 $^{\circ}$ C冰箱内可储备3d。临用前，用解吸液稀释成2.5 mg/ml 二乙烯基苯标准溶液。或用国家认可的标准溶液配制。

7.4 样品的采集、运输和保存

现场采样按照GBZ 159执行。

7.4.1 短时间采样：在采样点，打开活性炭管两端，以200 ml/min流量采集15 min空气样品。

7.4.2 长时间采样：在采样点，打开活性炭管两端，以50 ml/min流量采集2~8h空气样品。

7.4.3 个体采样：在采样点，打开活性炭管两端，佩带在监测对象的前胸上部，进气口尽量接近呼吸带，以50 ml/min流量采集2~8h空气样品。

7.4.4 样品空白：将采样管带至采样点，除不连接采样器采集空气样品外，其余操作同样品。

采样后，立即封闭活性炭管两端，置于清洁容器内运输和保存。在室温可保存7d。

7.5 分析步骤

7.5.1 样品处理：将采过样的活性炭前段分别倒入溶剂解吸瓶中，加入1.0 ml解吸液，封闭后，不时振摇，解吸30min，解吸液供测定。若前段样品中二乙烯基苯浓度超过测定范围，可用解吸液稀释后测定，计算时乘以稀释倍数。

7.5.2 标准曲线的绘制：用解吸液稀释标准溶液成0、150、600、1200、2400µg/ml二乙烯基苯标准系列。参照仪器操作条件，将气相色谱仪调节至最佳测定状态，分别进样1.0µl，测定标准系列，每个浓度重复测定3次。以测得峰高或峰面积均值分别对二乙烯基苯的浓度（µg/ml）绘制标准曲线。

7.5.3 样品测定：用测定标准系列的操作条件测定样品和样品空白的解吸液，测得的样品峰高或峰面积值后，由标准曲线得二乙烯基苯的浓度（µg/ml）。

7.6 计算

7.6.1 按式（1）将采样体积换算成标准采样体积。

7.6.2 按式（6）计算空气中二乙烯基苯的浓度：

$$C = \frac{(c_1 + c_2) v}{V_0 D} \dots\dots\dots (6)$$

式中： C — 空气中二乙烯基苯的浓度，mg/m³；
c₁,c₂ — 测得前后段解吸液中二乙烯基苯的浓度（减去样品空白），µg/ml；
v — 解吸液的体积，ml；
V₀ — 标准采样体积，L；
D — 解吸效率，%。

7.6.3 时间加权平均接触浓度按GBZ 159规定计算。

7.7 说明

7.7.1 本法的检出限为10µg/ml；最低检出浓度为3.3 mg/m³（以采集3L空气样品计）；测定范围为0~2400µg/ml；相对标准偏差为65.95%~7.66%。

7.7.2 100mg活性炭的穿透容量>10mg。解吸效率为78.6~81.2%。每批活性炭管应测定其解吸效率。

7.7.3 本法可用相应的填充柱，例如2m×2mm玻璃柱，内填5%聚乙二醇6000:6201担体（60~80目）。柱温100℃；载气（氮气）流量20ml/min。

7.7.4 本法采样效率为100%。样品室温下可保存7d，4℃冷藏时间可延长。

7.7.4 样品解吸测定方法：先将溶剂吸附剂管的前段倒入解吸瓶中解吸并测定，如果测

定结果显示未超出吸附剂的穿透容量时，后段可以不用解吸和测定；当测定结果显示超出吸附剂的穿透容量时，再将后段吸附剂倒入解吸瓶中解吸并测定，测定结果计算时将前后段的结果相加后作相应处理。

7.7.5 现场共存物二乙苯、乙烯基乙苯等不干扰本法的测定

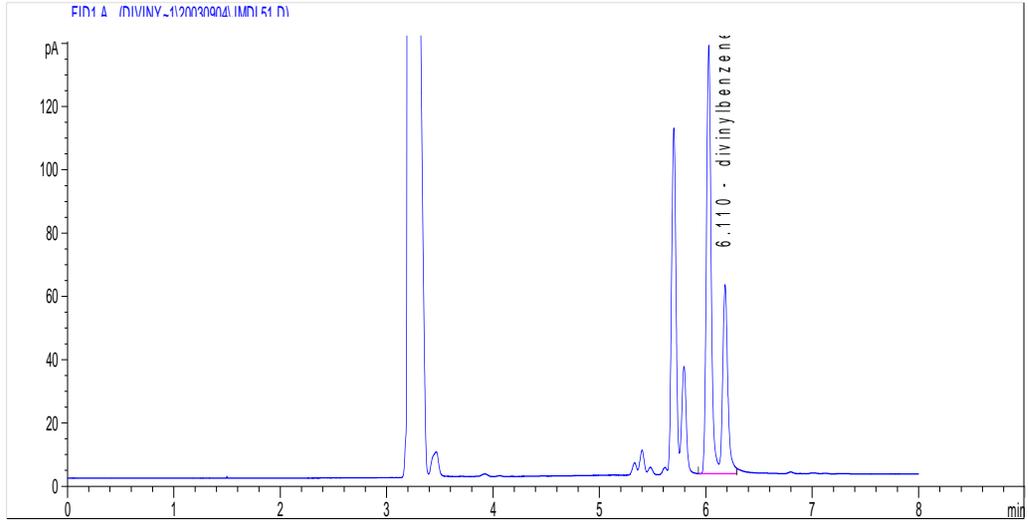


图1 二乙烯基苯标准色谱图

工作场所空气中二乙烯基苯溶剂解吸-气相色谱法 编制说明

1 国内外情况

1.1 国家卫生标准“工作场所所有有害因素职业卫生接触限值”中，二乙烯基苯短时间接触容许浓度和时间加权平均容许浓度分别为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。美国的 ACGIH 时间加权平均容许浓度 10ppm。

1.2 工作场所空气中的测定方法国内尚未制定，也未见有关测定方法的报道。美国、德国、日本均未制定测定方法。

2 采用本法的理由

2.1 二乙烯基苯 (CAS: 1321-740-0) 为无色透明液体，有强烈的刺激气味。二乙烯基苯分子量：130，分子式： $\text{C}_{10}\text{H}_{10}$ ，有邻、间、对三种同分异构体，沸点分别为 53°C 、 60°C 和 52°C 。二乙烯基苯常温下易自聚，产品中均加入一定量的阻聚剂。加入阻聚剂的二乙烯基苯含量为 55%，凝固点为 -87°C ，沸点为 195°C ，相对密度 0.918。二乙烯基苯不溶于水，易溶于甲醇、乙醚。

2.2 二乙烯基苯在空气中多以蒸汽态存在，由于产品中加入一定量的解聚剂，所以在生产或使用现场中主要共存物有：间位乙烯基乙苯、对位乙烯基乙苯。其次为少量的邻、间、对位二乙苯、1, 4 二甲基-2-乙烯基苯。

2.3 本方法采用活性炭管收集空气中二乙烯基苯，一是因为活性炭管对空气中蒸汽态物质具有较高的吸附效率；二是活性炭管具有吸附容量大、携带方便、能满足长时间采样要求等特点。

2.4 本方法采用混合溶剂解吸法，以提高方法的解吸效率。

2.5 由于现场组分较多，为了避免干扰便于各组分的分离，本法采用毛细管柱分离法。条件不具备的实验室，也可选择 5%PEG6000 填充柱进行分离，色谱条件为例如 $2\text{m}\times 2\text{mm}$ 玻璃柱，内填 5%聚乙二醇 6000: 6201 担体 (60~80 目)。柱温 100°C ；载气 (氮气) 流量 $20\text{ml}/\text{min}$ 。

2.6 本法已通过中国疾病预防控制中心职业中毒控制所实验室验证。

3 影响本法的重要因素

3.1 本方法采用混合溶剂解吸法，在一定程度上提高了解吸效率。虽然解吸效率仍偏低，但比较稳定，应对每批活性炭管做解吸效率实验进行数据校正。

3.2 由于现场组分较多，采用毛细管柱分离法所有组分得到较好的分离效果。条件不具备的实验室，可选择 5%PEG6000 填充柱进行分离，在填充柱上，二乙烯基苯仍可同其它共存物分离。

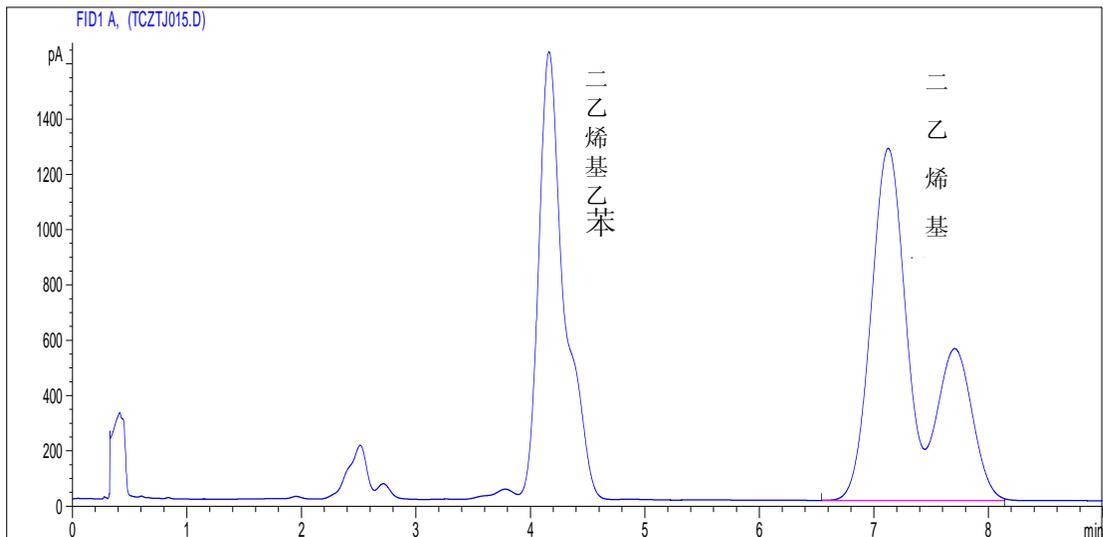


图 1 二乙基苯填充柱现场样品色谱图

4 本法的可行性

4.1 方法已应用于工作场所空气中二乙基苯的监测中，经现场应用验证，能满足时间加权接触浓度和短时间接触浓度采样要求，符合职业卫生接触限值对监测检验方法的要求。

4.2 经中国疾病预防控制中心职业中毒控制所实验室验证，方法各项指标均符合监测检验方法研究规范要求。

4.3 本方法采用的仪器设备在基层卫生技术服务机构均已普遍配置，所用试剂易得，方法简便、便于在基层推广应用。

5 参考文献

5.1 徐伯洪，闫慧芳主编。工作场所有害物质检测方法。中国人民公安大学出版社。2003：393~401。

5.2 司航主编。有机化工原料。化学工业出版社 1996：586~587。

工作场所空气中对-特丁基甲苯的气相色谱测定方法 编制说明

1 国内外情况

1.1 国内外容许浓度：在我国《工作场所有害因素职业接触限值》（GBZ 2）规定的职业卫生接触限值中，工作场所空气中对-特丁基甲苯时间加权平均容许浓度为 $6\text{mg}/\text{m}^3$ ，短间接接触容许浓度为 $15\text{mg}/\text{m}^3$ 。国外如法国，德国，芬兰，丹麦等时间加权平均容许浓度 TWA 为 10 ppm ($60\text{mg}/\text{m}^3$)；美国时间加权平均容许浓度为 1 ppm。

1.2 国内外监测方法：. 美国国家职业安全与健康研究所（NIOSH）制定了气相色谱检测方法。我国与之配套的监测检验方法尚未制定，国内也未见有关的报道。

2 采用本法的理由

2.1 理化特性：无色，具有芳香气味液体。分子量 148.24，密度 $0.8575\text{g}/\text{cm}^3(20/4^\circ\text{C})$ 。沸点 192.8°C 。凝点 -52.4°C 。蒸气压 $0.087\text{kpa}(25^\circ\text{C})$ 。不溶于水，溶于乙醇和乙醚。

2.2 对-特丁基甲苯在空气中多以蒸汽态的形态存在。

2.3 本方法采用活性炭管收集空气中对-特丁基甲苯，一是因为活性炭管对空气中蒸气态物质具有较高的吸附效率，二是活性炭管具有采样方便，吸收容量大，能满足长时间采样需求等特点。测定方法采用气相色谱法，该方法灵敏、准确，能分离干扰物。

2.4 本方法采用二硫化碳解吸，解吸方法简便，解吸效率高，解吸时间短，无干扰现象。

2.5 对-特丁基甲苯气相色谱法为国外所选用的方法。为结合日常工作的需要和便于推广使用，选用 FFAP 毛细管柱、FID 检测器，以减少更换色谱柱、检测器的麻烦。毛细管柱分离的峰形比填充柱上分离的峰形尖锐，分离效果好。

2.6 本法为引进国外（美国 NIOSH）监测方法。

3 影响本法的重要因素

3.1 当对-特丁基甲苯的浓度为 $120\text{mg}/\text{m}^3$ ，在室温 22°C ，相对湿度 86%的条件下，以 $400\text{ml}/\text{min}$ 的流速连续采样 45min，100mg 活性碳的穿透容量大于 2.2mg。以 $30\text{ml}/\text{min}$ 的流速连续采样 480min，100mg 活性碳的穿透容量大于 1.7mg。采样效率为 100%。

3.2 每个管内加入 1.0 ml 二硫化碳解吸溶剂，即刻加盖，偶尔搅动，并静置至少 30 分钟。因二硫化碳毒性较大，需在通风较好的环境下配制标准和样品。

3.3 与对-特丁基甲苯共存的甲苯、邻二甲苯不干扰实验。实验中如果有其它干扰，应该改变柱子温度消除干扰。

3.4 活性炭管采样后，两端用塑料帽套紧置 4°C 冰箱，可保存 10d，浓度不变。

4 本法的可行性

- 4.1 本法的各项性能指标符合职业卫生监测的要求。
- 4.2 本法使用的仪器和试剂等，国内职业卫生监测实验室都已具备或基本上能满足。

5 参考文献

- 5.1 WS/T73 -1996 车间空气中有毒物质测定研究规范。
- 5.2 徐伯洪、闫慧芳主编.工作场所有害物质检测方法.中国人民公安大学出版社,2003,5。
- 5.3 NIOSH Manual of Analytical Methods(NMAM),Fourth Edition.
HYDROCARBONS, AROMATIC: METHOD 1501,Issue 2,dated 15 August 1994.
- 5.4 夏元洵. 化学物质毒性全书