

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ/T 300.60—2017

代替 GBZ/T 160.38—2007

工作场所空气有毒物质测定 第 60 部分：戊烷、己烷、庚烷、辛烷 和壬烷

Determination of toxic substances in workplace air—
Part 60: Pentane, hexane, heptane, octane and nonane

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60部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替GBZ/T 160.38—2007《工作场所空气有毒物质测定 烷烃类化合物》。

本部分与GBZ/T 160.38—2007相比，主要修改如下：

——修改了标准名称；

——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：

——戊烷、己烷和庚烷的溶剂解吸-气相色谱法

主要起草单位：湖南省劳动卫生职业病防治所、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：傅胜、黄雪祥。

——戊烷、己烷和庚烷的热解吸-气相色谱法

主要起草单位：广东省深圳市疾病预防控制中心。

主要起草人：苏汉惠、陈卫。

——辛烷和壬烷的溶剂解吸-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：陈利平、张子群、吴邦华。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——WS/T 169—1999；

——GBZ/T 160.38—2004；

——GBZ/T 160.38—2007。

工作场所空气有毒物质测定

第 60 部分：戊烷、己烷、庚烷、辛烷和壬烷

1 范围

GBZ/T 300的本部分规定了工作场所空气中戊烷、己烷、庚烷、辛烷和壬烷的溶剂解吸-气相色谱法和戊烷、己烷和庚烷的热解吸-气相色谱法。

本部分适用于工作场所空气中气态和蒸气态戊烷、己烷、庚烷、辛烷和壬烷浓度的检测。

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 戊烷、己烷、庚烷、辛烷和壬烷的基本信息

戊烷、己烷、庚烷、辛烷和壬烷的基本信息见表1。

表 1 戊烷、己烷、庚烷、辛烷和壬烷的基本信息

化学物质	化学文摘号 (CAS号)	分子式	相对分子质量
正戊烷 (n-Pentane)	109-66-0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	72.2
异戊烷 (2-甲基丁烷, Isopentane)	78-78-4	$\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	
新戊烷 (2,2-二甲基丙烷, Neopentane)	463-82-1	$(\text{CH}_3)_4\text{C}$	
正己烷 (n-Hexane)	110-54-3	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	86.2
正庚烷 (n-Heptane)	142-82-5	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	100.2
正辛烷 (n-Octane)	111-65-9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	114.22
正壬烷 (n-Nonane)	111-84-2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	128.26

4 戊烷、己烷、庚烷、辛烷和壬烷的溶剂解吸-气相色谱法

4.1 原理

空气中的戊烷、己烷、庚烷、辛烷和/或壬烷用活性炭采集，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。

4.2 仪器

- 4.2.1 活性炭管：溶剂解吸型，内装 100 mg/50 mg 活性炭。
- 4.2.2 空气采样器，流量范围为 0 mL/min~500 mL/min。
- 4.2.3 溶剂解吸瓶：5 mL。
- 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：30 m×0.32 mm×0.5 μm，100%二甲基聚硅氧烷。
 - b) 柱温：60℃；或程序升温：始温 45℃，以 5℃/min 升温至 80℃。
 - c) 气化室温度：150℃。
 - d) 检测室温度：200℃。
 - e) 载气(氮)流量：1 mL/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 戊烷，20℃时，1μL 液体的质量为 0.6262 mg。
- 4.3.3 己烷，20℃时，1μL 液体的质量为 0.6603 mg。
- 4.3.4 庚烷，20℃时，1μL 液体的质量为 0.6837 mg。
- 4.3.5 辛烷，20℃时，1μL 液体的质量为 0.7025 mg。
- 4.3.6 壬烷，20℃时，1μL 液体的质量为 0.7176 mg。
- 4.3.7 标准溶液：在 5 mL 容量瓶中加入约 2 mL 二硫化碳，用气密式微量注射器分别加入定量的一种或多种待测物，用二硫化碳定容。由加入待测物的量计算出此溶液的浓度，为戊烷、己烷、庚烷、辛烷和/或壬烷标准溶液。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 短时间采样：在采样点，用活性炭管以 100 mL/min 流量采集 15 min 空气样品。
- 4.4.3 长时间采样：在采样点，用活性炭管以 50 mL/min 流量采集 2 h~8 h 空气样品。
- 4.4.4 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℃ 冰箱内可保存更长时间。
- 4.4.5 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。

4.5 分析步骤

- 4.5.1 样品处理：将采过样的前后段活性炭分别放入两支溶剂解吸瓶中，各加入 1.0 mL 二硫化碳，密封，解吸 30 min，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 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 μL，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分别对相应的待测物浓度 ($\mu\text{g/mL}$) 绘制标准曲线或计算回归方程, 其相关系数应 ≥ 0.999 。

表 2 标准系列的浓度范围

浓度范围	待测物		
	戊烷或庚烷	己烷	辛烷或壬烷
浓度范围/ ($\mu\text{g/mL}$)	0.0~3000.0	0.0~600.0	0.0~2400.0

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戊烷、己烷、庚烷、辛烷和/或壬烷的浓度 ($\mu\text{g/mL}$)。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 GBZ 159 的方法和要求将采样体积换算成标准采样体积。

4.6.2 按式 (1) 计算空气中戊烷、己烷、庚烷、辛烷和/或壬烷的浓度:

$$C = \frac{(c_1 + c_2)v}{V_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

C ——空气中戊烷、己烷、庚烷、辛烷和/或壬烷的浓度, 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戊烷、己烷、庚烷、辛烷和/或壬烷的浓度 (减去样品空白), 单位为微克每毫升 ($\mu\text{g/mL}$);

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)。

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

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 (以采集 1.5 L 空气样品计)、相对标准偏差、穿透容量 (100 mg 活性炭) 和平均解吸效率等方法性能指标见表 3。

表 3 方法的性能指标

性能指标	化学物质				
	戊烷	己烷	庚烷	辛烷	壬烷
检出限/ ($\mu\text{g/mL}$)	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5
定量下限/ ($\mu\text{g/mL}$)	0.7	0.7	0.7	1.7	1.7
定量测定范围/ ($\mu\text{g/mL}$)	0.7~3000	0.7~600	0.7~3000	1.7~2400	1.7~2400
最低检出浓度/ (mg/m^3)	0.13	0.13	0.13	0.33	0.33
最低定量浓度/ (mg/m^3)	0.44	0.44	0.44	1.1	1.1
相对标准偏差/%	1.8~4.4	1.8~4.4	1.8~4.4	1.2~5.7	1.2~5.7
穿透容量/mg	15	9.1	6.8	>18	>36
平均解吸效率/%	100	100	100	98.5	98.5

4.7.2 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。

4.7.3 工作场所空气中可能共存的苯、甲苯、二甲苯和环己烷等不干扰测定; 丁酮可能干扰正己烷。

5 戊烷、己烷和庚烷的热解吸-气相色谱法

5.1 原理

空气中的气态和蒸气态戊烷、己烷和庚烷用活性炭采集，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。

5.2 仪器

5.2.1 活性炭管，热解吸型，内装 100 mg 活性炭。

5.2.2 空气采样器，流量范围为 0 mL/min~500 mL/min。

5.2.3 热解吸器。

5.2.4 注射器，1 mL、100 mL。

5.2.5 微量注射器。

5.2.6 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：30 m×0.32 mm×0.5 μm，100%二甲基聚硅氧烷；
- b) 柱温：60℃；或程序升温：始温 45℃，以 5℃/min 升温至 80℃；
- c) 气化室温度：150℃；
- d) 检测室温度：200℃；
- e) 载气(氮)流量：1 mL/min；
- f) 分流比：10:1。

5.3 试剂

5.3.1 戊烷，20℃时，1μL 液体的质量为 0.6262 mg。

5.3.2 己烷，20℃时，1μL 液体的质量为 0.6603 mg。

5.3.3 庚烷，20℃时，1μL 液体的质量为 0.6837 mg。

5.3.4 标准气：临用前，用气密式微量注射器分别准确抽取一定量的戊烷、己烷和/或庚烷，注入 100 mL 气密式玻璃注射器中，用清洁空气稀释至 100.0 mL，计算出浓度；再用清洁空气稀释成 100.0 μg/mL 标准气。或用国家认可的标准气配制。

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 200 mL/min 流量采集 15 min 空气样品。

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

5.4.4 采样后，立即封闭活性炭管两端，置清洁的容器内运输和保存。样品在室温下可保存 8 d，置 4℃ 冰箱内可保存更长时间。

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：将活性炭管放入热解吸器中，其进气端与 100 mL 气密式注射器相连，另一端与载气(氮)相连，流量为 50 mL/min，于 250℃ 下解吸至 100.0 mL，样品气供测定。

5.5.2 标准曲线的制备：取 4 支~7 支 100 mL 气密式玻璃注射器，用清洁空气稀释标准气成 0.0 μg/mL~10.0 μg/mL 浓度范围的戊烷、己烷和/或庚烷标准系列。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 mL，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戊烷、己烷和/或庚烷浓度（ $\mu\text{g/mL}$ ）绘制标准曲线或计算回归方程，其相关系数应 ≥ 0.999 。

5.5.3 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戊烷、己烷和/或庚烷的浓度（ $\mu\text{g/mL}$ ）。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。

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）计算空气中戊烷、己烷和/或庚烷的浓度：

$$C = \frac{C_0}{V_0} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

C ——空气中戊烷、己烷和/或庚烷的浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；

C_0 ——测得的样品气中戊烷、己烷和/或庚烷的浓度（减去样品空白），单位为微克每毫升（ $\mu\text{g/mL}$ ）；

V_0 ——标准采样体积，单位为升（L）；

100——样品气的体积，单位为毫升（mL）。

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。本法的检出限为 $0.005 \mu\text{g/mL}$ ，定量下限为 $0.017 \mu\text{g/mL}$ ，定量测定范围为 $0.017 \mu\text{g/mL} \sim 100 \mu\text{g/mL}$ ；以采集 3 L 空气样品计，最低检出浓度为 0.2 mg/m^3 ，最低定量浓度为 0.7 mg/m^3 ；相对标准偏差为 $1.2\% \sim 5.7\%$ ，穿透容量（100 mg 活性炭）：戊烷为 15 mg，己烷为 9.1 mg，庚烷为 6.8 mg；平均解吸效率：戊烷为 100%，己烷为 86.7%，庚烷为 81%。

5.7.2 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。