



中华人民共和国出入境检验检疫行业标准

SN/T 1877.5—2017
代替 SN/T 1877.5—2009

金属器皿表面多环芳烃的测定

Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons
in metalware surface

2017-07-21 发布

2018-03-01 实施

中 华 人 民 共 和 国 发 布
国家质量监督检验检疫总局

前 言

SN/T 1877 系列标准共分为 8 个部分：

- 脱模剂中多环芳烃的测定方法；
- 塑料原料及其制品中多环芳烃的测定方法；
- 矿物油中多环芳烃的测定方法；
- 橡胶及其制品中多环芳烃的测定方法；
- 金属器皿表面多环芳烃的测定；
- 涂料、油墨及其制品中多环芳烃的测定；
- 旧轮胎中多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法；
- 木材及木制品中多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法。

本部分为 SN/T 1877 的第 5 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 SN/T 1877.5—2009《金属器皿表面多环芳烃的测定》。

本部分与 SN/T 1877.5—2009 相比，主要技术变化如下：

- 增加了金属器皿表面苯并[e]芘和苯并[j]荧蒹 2 种多环芳烃的测定方法；
- 修改了方法提要的陈述方式；
- 详细描述了提取时溶剂的用量；
- 详细描述了 PAHs 混合标准储备液和中间溶液、十二氘代芘(Perylene-d₁₂)内标储备液和中间溶液、标准工作溶液的配制方法；
- 修改了气相色谱质谱法仪器参数；
- 修改了测定低限；
- 增加了精密度；
- 将表 1 放在附录 A，在附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 和附录 E 增加了苯并[e]芘和苯并[j]荧蒹 2 种多环芳烃的相关资料。

本部分由国家认证认可监督管理委员会提出并归口。

本部分起草单位：中华人民共和国广东出入境检验检疫局。

本部分主要起草人：周明辉、刘莹峰、张子豪、郭志坚、彭莹、李全忠、郑建国、李丹、萧达辉、翟翠萍、肖前、余建龙、李春燕。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- SN/T 1877.5—2009。

金属器皿表面多环芳烃的测定

1 范围

SN/T 1877 的本部分规定了金属器皿表面 18 种多环芳烃(见附录 A 中表 A.1)的气相色谱-质谱、高效液相色谱和气相色谱测定方法,其中气相色谱-质谱法为仲裁方法。

本部分适用于金属器皿表面 18 种多环芳烃的测定。

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。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多环芳烃 polycyclic aromatic hydrocarbons; PAHs

含有两个或两个以上苯环的芳香烃。环上也可有短的烷基或环烷基取代基。

第一法 气相色谱-质谱联用法 (仲裁法)

4 方法提要

金属器皿样品表面经正己烷+二氯甲烷(3+2)混合溶剂浸泡,超声提取,采用硅胶柱净化,经氮吹浓缩定容后,用气相色谱-质谱联用仪进行测定,内标法定量。

5 试剂和材料

除另有说明外,所有试剂均为分析纯。

5.1 正己烷:色谱纯。

5.2 正戊烷:色谱纯。

5.3 二氯甲烷:色谱纯。

5.4 环己烷:色谱纯。

5.5 正己烷+二氯甲烷(3+2,体积比)。

5.6 正戊烷+二氯甲烷(3+2,体积比)。

5.7 氮气:纯度大于 99.99%。

5.8 PAHs 标准物质:纯度 $\geq 98\%$ 。

5.9 十二氘代茚(Perylene- d_{12})标准物质:纯度 $\geq 99\%$ 。

5.10 PAHs 混合标准储备溶液的配制:准确称取适量 PAHs 标准品(5.8),用正己烷(5.1)溶解稀释,配制成浓度为 $1\,000\ \mu\text{g/mL}$ 的混合标准溶液。

5.11 PAHs 混合标准中间液的配制:准确移取 $250\ \mu\text{L}$ 上述混合标准储备液(5.10)至 $25\ \text{mL}$ 容量瓶中,用正己烷(5.1)溶解定容,配制成浓度为 $10.0\ \mu\text{g/mL}$ 的混合标准中间溶液。

5.12 十二氘代茚(Perylene- d_{12})内标储备溶液的配制:准确称取 $25\ \text{mg}$ 十二氘代茚(Perylene- d_{12})标准物质(5.9)于 $25\ \text{mL}$ 容量瓶中,用正己烷(5.1)定容,配制成浓度为 $1\,000\ \mu\text{g/mL}$ 的内标溶液。

5.13 十二氘代茚(Perylene- d_{12})内标中间溶液的配制:准确移取 $250\ \mu\text{L}$ 上述内标储备液(5.12)至 $25\ \text{mL}$ 容量瓶中,用正己烷(5.1)溶解定容,配制成浓度为 $10.0\ \mu\text{g/mL}$ 的内标中间溶液。

5.14 混合标准工作溶液的配制:准确移取 $25\ \mu\text{L}$, $50\ \mu\text{L}$, $125\ \mu\text{L}$, $250\ \mu\text{L}$, $500\ \mu\text{L}$, $2\,500\ \mu\text{L}$ 上述混合标准中间液(5.11)于 6 个 $25\ \text{mL}$ 容量瓶中,各向其中加入 $250\ \mu\text{L}$ 浓度为 $10.0\ \mu\text{g/mL}$ 的内标中间液(5.13),正己烷(5.1)溶解定容,配制成 PAHs 浓度分别为 $0.01\ \mu\text{g/mL}$, $0.02\ \mu\text{g/mL}$, $0.05\ \mu\text{g/mL}$, $0.1\ \mu\text{g/mL}$, $0.2\ \mu\text{g/mL}$, $1.0\ \mu\text{g/mL}$, 内标浓度均为 $0.1\ \mu\text{g/mL}$ 的混合标准工作溶液。

5.15 硅胶小柱($6\ \text{mL}$, $1\ \text{g}$):使用前用 $5\ \text{mL}$ 正戊烷(5.2)活化,并保持润湿。

6 仪器和设备

6.1 气相色谱-质谱联用仪,配有 EI 源。

6.2 固相萃取装置。

6.3 超声提取装置。

6.4 氮吹仪。

6.5 旋转蒸发仪。

6.6 分析天平:感量 $0.1\ \text{mg}$ 。

6.7 具塞定量试管: $10\ \text{mL}$ 。

6.8 圆底烧瓶: $100\ \text{mL}$ 。

7 分析步骤

7.1 提取

按每平方厘米加 $2\ \text{mL}$ 溶剂,向金属器皿内注入正己烷+二氯甲烷(3+2,体积比)(5.5)混合溶剂,一般以容积的 $2/3\sim 4/5$ 为宜,用铝箔密封,超声提取 $25\ \text{min}$ 。提取完毕后准确移取 $50\ \text{mL}$ 提取液到 $100\ \text{mL}$ 圆底烧瓶(6.8)。提取液用旋转蒸发仪浓缩至约 $1.0\ \text{mL}$,转移至 $10\ \text{mL}$ 具塞试管(6.7),再用混合溶剂(5.5) $2\ \text{mL}$ 清洗圆底烧瓶,并入 $10\ \text{mL}$ 具塞试管(6.7),用氮气吹干,加入 $2\ \text{mL}$ 环己烷(5.4),溶解完全后,待净化处理。

7.2 净化

将按 7.1 处理后的样品溶液,转移至硅胶小柱(5.15),控制流速为 $1\ \text{滴}/2\ \text{s}$ 。用 $2\ \text{mL}$ 正戊烷(5.2)洗涤具塞试管(6.7)后,用洗涤液淋洗硅胶小柱(5.15),弃去该淋洗液。再用 $6\ \text{mL}$ 正戊烷+二氯甲烷(3+2,体积比)(5.6)进行洗脱,收集洗脱液,用微量进样针准确加入 $10\ \mu\text{L}$ 内标溶液(5.13),摇匀后,用微弱的氮气流浓缩定容至 $1.0\ \text{mL}$,供气相色谱-质谱测定。

7.3 测定

7.3.1 气相色谱/质谱条件

由于测试结果取决于所使用仪器,因此不可能给出气相色谱-质谱分析的通用参数。设定的参数应保证色谱测定时被测组分与其他组分能够得到有效的分离,上面给出的参数证明是可行的。

- a) 色谱柱:DB-5MS¹⁾毛细管柱,30 m×0.25 mm(内径)×0.10 μm(膜厚);或相当者;
- b) 色谱柱温度:50 ℃(1 min)25 ℃/min200℃ 8 ℃/min 315 ℃(5 min);
- c) 进样口温度:290 ℃;
- d) 色谱-质谱接口温度:300 ℃;
- e) 四极杆温度:150 ℃;
- f) 离子源温度:230 ℃;
- g) 载气:氦气,纯度≥99.999%,1.0 mL/min;
- h) 电离方式:EI;
- i) 电离能量:70 eV;
- j) 质量扫描范围:50 u~450 u;
- k) 测定方式:选择离子监测方式;
- l) 进样方式:脉冲不分流进样,1.0 min后开阀;
- m) 进样量:1.0 μL;
- n) 溶剂延迟:4 min。

7.3.2 气相色谱-质谱定性定量分析

按上述分析条件(7.3.1)对PAHs混合标准工作溶液(5.14)及待测液进行分析,根据色谱峰的保留时间,参照附录B中表B.1的多环芳烃的定性离子进行定性分析。参照附录B中表B.1的参考定量离子,用内标法进行定量。典型气相色谱-质谱选择离子色谱图参见附录C中的图C.1。

7.3.3 空白试验

随同试样进行空白试验。

8 结果计算

折算成每平方厘米2 mL提取溶液的校正系数按式(1)计算:

$$f = \frac{V_{\text{样}}}{2 \times S} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

f ——折算成每平方厘米2 mL浸泡萃取溶液的校正系数;

$V_{\text{样}}$ ——实际所用的提取溶剂体积,单位为毫升(mL);

S ——提取溶剂液接触的实际面积,单位为平方厘米(cm²);

2 ——每平方厘米2 mL浸泡溶剂,单位为毫升每平方厘米(mL/cm²)。

试样中每种多环芳烃的校正因子按式(2)计算:

$$F_i = \frac{A_i \times m_s}{A_s \times m_i} \quad \dots\dots\dots(2)$$

1) 苯并[j]荧蒹与苯并[b]荧蒹可通过DB-17MS或参数相似色谱柱进行分离。

式中：

- F_i ——各种多环芳烃的校正因子；
- A_i ——标准工作溶液中内标峰面积；
- A_s ——标准工作溶液中标准物质的峰面积；
- m_s ——标准工作溶液中各种多环芳烃质量，单位为微克(μg)；
- m_i ——标准工作溶液中内标质量，单位为微克(μg)。

试样中多环芳烃的含量按式(3)计算：

$$X_i = \frac{f \times F_i \times (A_{\text{样}} - A_0) \times m_i}{A_i \times V_{\text{样}}} \times 1\,000 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- X_i ——试样中各种多环芳烃的含量，单位为微克每升($\mu\text{g/L}$)；
- f ——折算成每平方厘米 2 mL 浸泡萃取溶液的校正系数；
- F_i ——各种多环芳烃的校正因子；
- A_i ——样液中内标峰面积；
- A_0 ——空白样品的峰面积；
- $A_{\text{样}}$ ——样液中各种多环芳烃峰面积；
- m_i ——样液中内标质量，单位为微克(μg)；
- $V_{\text{样}}$ ——准确移取的提取试验后的提取溶剂样液体积(一般为 50)，单位为毫升(mL)。

试验结果以各种多环芳烃的检测结果分别表示，计算结果表示到小数点后两位。

9 测定低限

本方法中 18 种多环芳烃的测定低限均为 0.2 $\mu\text{g/L}$ 。

10 精密度

相同实验室，按相同的测试方法，对同一被测对象进行测试，在重复性条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不超过算术平均值的 10%。

不同的实验室，由不同操作者使用不同的设备，按相同的测试方法，对同一被测对象进行测试获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于这两个测定值的算术平均值的 15%。

第二法 高效液相色谱法

11 方法提要

金属器皿样品表面经正己烷+二氯甲烷(3+2)混合溶剂浸泡，超声提取，采用硅胶柱净化，经氮吹浓缩定容后，用高效液相色谱测定，外标法定量。

12 试剂和材料

除另有说明外，所有试剂均为分析纯，水为符合 GB/T 6682 规定的一级水。

- 12.1 乙腈：色谱纯。
- 12.2 除 5.11,5.12,5.13,5.14 外，其余同 5.1~5.15。

12.3 PAHs 混合标准中间液的配制:准确移取 2 500 μL 上述混合标准储备液(5.10)至 25 mL 容量瓶中,用正己烷(5.1)溶解定容,配制成浓度为 100.0 $\mu\text{g/mL}$ 的混合标准中间溶液。

12.4 PAHs 混合标准工作溶液的配制:准确移取 25 μL , 50 μL , 125 μL , 250 μL , 500 μL , 2 500 μL 上述混合标准中间液(12.3)于 6 个 25 mL 容量瓶中,正己烷(5.1)溶解定容,配制成 PAHs 浓度分别为 0.1 $\mu\text{g/mL}$, 0.2 $\mu\text{g/mL}$, 0.5 $\mu\text{g/mL}$, 1.0 $\mu\text{g/mL}$, 2.0 $\mu\text{g/mL}$, 10.0 $\mu\text{g/mL}$ 的系列混合标准工作溶液。

13 仪器和设备

13.1 高效液相色谱仪:配二极管阵列检测器(DAD)。

13.2 其余同 6.2~6.8。

14 分析步骤

14.1 提取和净化

同 7.1 和 7.2 的方法操作。

14.2 测定

14.2.1 高效液相色谱条件

由于测试结果取决于所使用仪器,因此不可能给出液相色谱的通用参数。设定的参数应保证色谱测定时被测组分与其他组分能够得到有效的分离,下面给出的参数证明是可行的。

- a) 色谱柱:LC-PAH 色谱柱(粒径 5 μm , 250 mm \times 3.0 mm),或相当者;
- b) 柱温:25 $^{\circ}\text{C}$;
- c) 流动相及流速见表 1;
- d) 检测器:二极管阵列检测器(DAD);
- e) 检测波长:220 nm, 254 nm, 270 nm;
- f) 进样量:20 μL 。

表 1 流动相及流速

时间/min	流速/(mL/min)	乙腈/%	水/%
0	0.6	50	50
10	0.6	70	30
13	0.6	100	0
30	0.6	100	0
33	0.6	50	50

14.2.2 高效液相色谱测定

按上述分析条件(14.2.1),对 PAHs 混合标准溶液(12.4)及待测液进行分析。用色谱峰的保留时间进行定性,外标法定量,必要时用 GC/MS 确证。所得多环芳烃的保留时间参见附录 D 中的表 D.1,典型液相色谱图参见附录 E 中的图 E.1。

14.2.3 空白试验

随同试样进行空白试验。

15 结果计算

试样中各种多环芳烃含量按式(4)计算:

$$X_i = \frac{f \times (A_i - A_0) \times C_s \times V}{A_s \times V_{\text{样}}}$$

.....(4)

式中:

- X_i —— 试样中各种多环芳烃的含量,单位为微克每升($\mu\text{g/L}$);
 - f —— 折算成每平方厘米 2 mL 浸泡萃取溶液的校正系数;
 - A_i —— 样液中各种多环芳烃的峰面积;
 - A_0 —— 空白样品的峰面积;
 - A_s —— 标准工作液中各种多环芳烃的峰面积;
 - C_s —— 标准工作液中各种多环芳烃的含量,单位为毫克每升(mg/L);
 - V —— 样液最终定容体积,单位为毫升(mL);
 - $V_{\text{样}}$ —— 准确移取的提取试验后的提取溶剂样液体积(一般为 50),单位为毫升(mL)。
- 试验结果以各种多环芳烃的检测结果分别表示,计算结果表示到小数点后一位。

16 测定低限

本方法中 18 种多环芳烃的测定低限均为 $2.0 \mu\text{g/L}$ 。

17 精密度

相同实验室,按相同的测试方法,对同一被测对象进行测试,在重复性条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不超过算术平均值的 10%。

不同的实验室,由不同操作者使用不同的设备,按相同的测试方法,对同一被测对象进行测试获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于这两个测定值的算术平均值的 15%。

第三法 气相色谱法

18 方法提要

金属器皿样品表面经正己烷+二氯甲烷(3+2)混合溶剂浸泡,超声提取,采用硅胶柱净化,经氮吹浓缩定容后,用气相色谱测定,内标法定量。

19 试剂和材料

- 19.1 除另有说明外,所有试剂均为分析纯。除 5.11,5.13,5.14 外,其余同 5.1~5.15。
- 19.2 PAHs 混合标准中间液的配制:同 12.3。
- 19.3 十二氘代萘(Perylene- d_{12})内标中间溶液的配制:准确移取 $2\,500 \mu\text{L}$ 上述内标储备液(5.12)至 25 mL 容量瓶中,用正己烷(5.1)溶解定容,配制成浓度为 $100.0 \mu\text{g/mL}$ 的内标中间溶液。
- 19.4 PAHs 混合标准工作溶液的配制:准确移取 $12.5 \mu\text{L}$, $25 \mu\text{L}$, $50 \mu\text{L}$, $125 \mu\text{L}$, $250 \mu\text{L}$, $500 \mu\text{L}$, $2\,500 \mu\text{L}$ 上述混合标准中间液(12.3)于 7 个 25 mL 容量瓶中,再分别向这 7 个容量瓶中准确移取

250 μL 上述内标中间溶液(19.3),用正己烷(5.1)稀释并定容,配制成浓度为 0.1 $\mu\text{g/mL}$, 0.2 $\mu\text{g/mL}$, 0.5 $\mu\text{g/mL}$, 1.0 $\mu\text{g/mL}$, 2.0 $\mu\text{g/mL}$, 10.0 $\mu\text{g/mL}$, 内标浓度均为 1.0 $\mu\text{g/mL}$ 的混合标准工作溶液。

20 仪器和设备

20.1 气相色谱仪;配有氢火焰离子化检测器(FID)。

20.2 其余同 6.2~6.8。

21 分析步骤

21.1 提取

同 7.1 的方法步骤操作。

21.2 净化

净化过程同 7.2 的方法操作,收集洗脱液,用微量进样针准确加入 10 μL 浓度为 100.0 $\mu\text{g/mL}$ 的内标溶液(19.3),摇匀后,用微弱的氮气流浓缩定容至 1.0 mL,供气相色谱测定。

21.3 测定

21.3.1 气相色谱条件

由于测试结果取决于所使用仪器,因此不可能给出液相色谱的通用参数。设定的参数应保证色谱测定时被测组分与其他组分能够得到有效的分离,下面给出的参数证明是可行的。

- 色谱柱:DB-5²⁾毛细管柱 30 m \times 0.25 mm(内径) \times 0.10 μm (膜厚),或相当者;
- 色谱柱温度:60 $^{\circ}\text{C}$ (3 min) 15 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 250 $^{\circ}\text{C}$ (10 min) 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 315 $^{\circ}\text{C}$ (5min);
- 进样口温度:290 $^{\circ}\text{C}$;
- 检测器温度:300 $^{\circ}\text{C}$;
- 载气:氮气,纯度 $\geq 99.999\%$, 1.0 mL/min;
- 进样方式:不分流进样,0.75 min 后开阀;
- 进样量:1.0 μL 。

21.3.2 气相色谱测定

按上述分析条件(21.3.1)对 PAHs 混合标准工作溶液(19.4)及待测液进行分析,用色谱峰保留时间定性,内标法定量,必要时用 GC/MS 确证。所得多环芳烃的保留时间参见附录 F 中的表 F.1,色谱图参见附录 G 中的图 G.1。

21.3.3 空白试验

随同试样进行空白试验,按照样品处理步骤前处理并进行测试。

22 结果计算

计算同第 8 章。试验结果以各种多环芳烃的检测结果分别表示,计算结果表示到小数点后一位。

2) 苯并[j]荧蒹与苯并[b]荧蒹可通过 DB-17 或参数相似色谱柱进行分离。

23 测定低限

本方法中 18 种多环芳烃的测定低限均为 $2.0 \mu\text{g/L}$ 。

24 精密度与再现性

相同实验室,按相同的测试方法,对同一被测对象进行测试,在重复性条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不超过算术平均值的 10%。

不同的实验室,由不同操作者使用不同的设备,按相同的测试方法,对同一被测对象进行测试获得的两次独立测试结果的绝对差值不大于这两个测定值的算术平均值的 15%。

附 录 A
(规范性附录)

18 种多环芳烃英文名称、中文名称和 CAS 号

表 A.1 给出了 18 种多环芳烃英文名称、中文名称和 CAS 号。

表 A.1 18 种多环芳烃英文名称、中文名称和 CAS 号

序号	英文名称	中文名称	CAS 号
1	Naphthalene	萘	91-20-3
2	Acenaphthylene	萵烯	208-96-8
3	Acenaphthene	萵	83-32-9
4	Fluorine	芴	86-73-7
5	Phenanthree	菲	85-01-8
6	Anthracene	蒽	120-12-7
7	Fluoranthene	荧蒽	206-44-0
8	Pyrene	芘	129-00-0
9	Benzo[a]anthracene	苯并[a]蒽	56-55-3
10	Chrysene	蒾	218-01-9
11	Benzo[j]fluoranthene	苯并[j]荧蒽	205-82-3
12	Benzo[b]fluoranthene	苯并[b]荧蒽	205-99-2
13	Benzo[k]fluoranthene	苯并[k]荧蒽	207-08-9
14	Benzo[a]pyrene	苯并[a]芘	50-32-8
15	Benzo[e]pyrene	苯并[e]芘	192-97-2
16	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	茚并[1,2,3-cd]芘	193-39-5
17	Dibenzo[a,h]anthracene	二苯并[a,h]蒽	53-70-3
18	Benzo[g,h,i]perylene	苯并[g,h,i]芘(二萘嵌苯)	191-24-2

附 录 B
(资料性附录)

18 种多环芳烃及内标物的相对分子质量、定性离子和定量选择离子

表 B.1 给出了 18 种多环芳烃及内标物的相对分子质量、定性离子和定量选择离子。

表 B.1 18 种多环芳烃及内标物的相对分子质量、定性离子和定量选择离子

序号	化合物名称	化学分子式	相对分子质量	特征离子	定量离子
1	萘 Naphthalene	C ₁₀ H ₈	128	129,128,127	128
2	茚烯 Acenaphthylene	C ₁₂ H ₈	152	153,152,151	152
3	茚 Acenaphthene	C ₁₂ H ₁₀	154	154,153,152	153
4	芴 Fluorene	C ₁₃ H ₁₀	166	167,166,165	166
5	菲 Phenanthrene	C ₁₄ H ₁₀	178	179,178,176	178
6	蒽 Anthracene	C ₁₄ H ₁₀	178	179,178,176	178
7	荧蒽 Fluoranthene	C ₁₆ H ₁₀	202	203,202,101	202
8	芘 Pyrene	C ₁₆ H ₁₀	202	203,202,101	202
9	苯并[a]蒽 Benz[a]anthracene	C ₁₈ H ₁₂	228	229,228,226	228
10	䟽 Chrysene	C ₁₈ H ₁₂	228	229,228,226	228
11	苯并[j]荧蒽 Benzo[j]fluoranthene	C ₂₀ H ₁₂	252	253,252,126	252
12	苯并[b]荧蒽 Benzo[b]fluoranthene	C ₂₀ H ₁₂	252	253,252,126	252
13	苯并[k]荧蒽 Benzo[k]fluoranthene	C ₂₀ H ₁₂	252	253,252,126	252
14	苯并[a]芘 Benzo[a]pyrene	C ₂₀ H ₁₂	252	253,252,126	252
15	苯并[e]芘 Benzo[e]pyrene	C ₂₀ H ₁₂	252	253,252,126	252
16	芘-d ₁₂ (内标物)Perylene-d ₁₂	C ₂₀ D ₁₂	264	265,264,260	264
17	茚并[1,2,3-cd]芘 Indeno[1,2,3-cd]pyrene	C ₂₂ H ₁₂	276	276,227,138	276
18	二苯并[a,h]蒽 Dibenz[a,h]anthracene	C ₂₂ H ₁₄	278	279,278,139	278
19	苯并[g,h,i]芘(二萘嵌苯)Benzo[g,h,i]perylene	C ₂₂ H ₁₂	276	277,276,138	276

附录 C
(资料性附录)

18 种多环芳烃及内标物的典型气相色谱-质谱色谱图

18 种多环芳烃及内标物的典型气相色谱-质谱色谱图如图 C.1 所示。

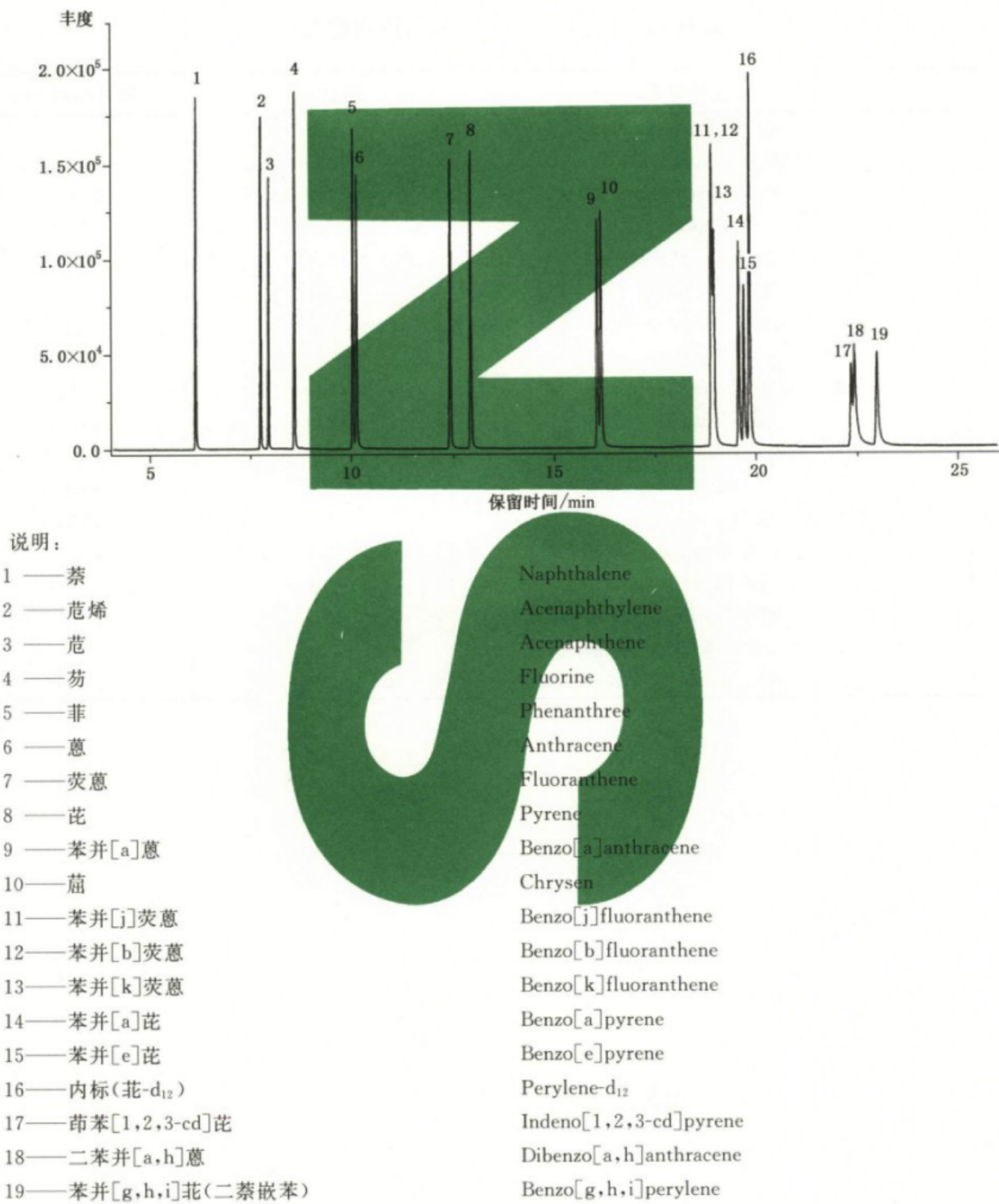


图 C.1 多环芳烃典型气相色谱-质谱选择离子色谱图

附 录 D
(资料性附录)

18 种多环芳烃液相色谱保留时间

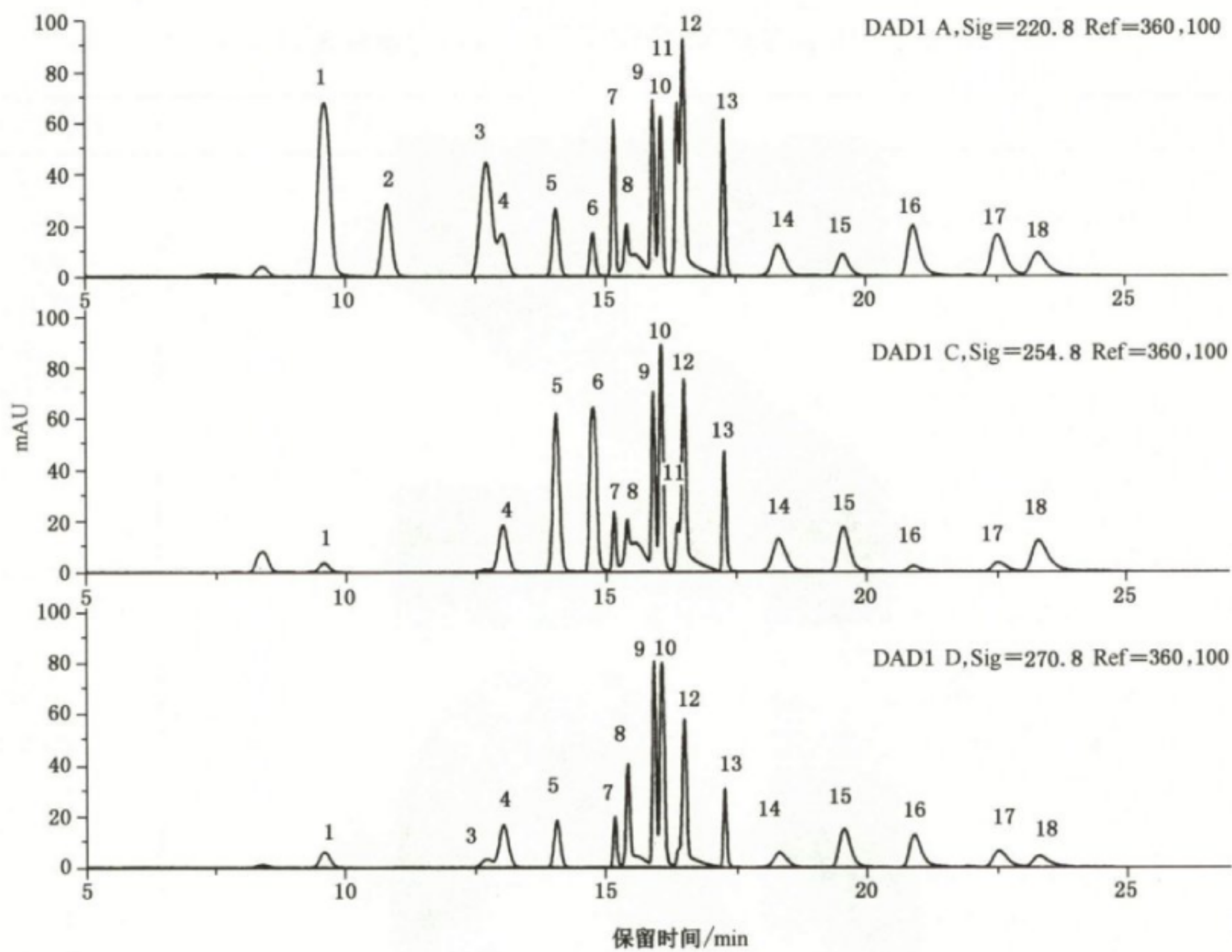
表 D.1 给出了 18 种多环芳烃液相色谱保留时间。

表 D.1 18 种多环芳烃液相色谱保留时间

序号	多环芳烃名称	波长/nm	保留时间/min
1	萘 Naphthalene	220	9.654
2	芴烯 Acenaphthylene	220	10.734
3	芴 Acenaphthene	220	12.667
4	芴 Fluorine	254	13.048
5	菲 Phenanthrene	254	14.067
6	蒽 Anthracene	254	14.728
7	荧蒽 Fluoranthene	220	15.174
8	芘 Pyrene	270	15.381
9	苯并[a]蒽 Benzo[a]anthracene	220	15.927
10	屈 Chrysene	270	16.081
11	苯并[j]荧蒽 Benzo[j]fluoranthene	254	16.367
12	苯并[b]荧蒽 Benzo[b]fluoranthene	254	16.494
13	苯并[k]荧蒽 Benzo[k]fluoranthene	254	17.246
14	苯并[a]芘 Benzo[e]pyrene	254	18.274
15	苯并[e]芘 Benzo[a]pyrene	254	19.574
16	二苯并[a,h]蒽 Dibenzo[a,h]anthracene	220	20.967
17	苯并[g,h,i]芘(二苯并[a,h,i]芘) Benzo[g,h,i]perylene	220	22.527
18	茚并[1,2,3-cd]芘 Indeno[1,2,3-cd]pyrene	254	23.254

附录 E
(资料性附录)
多环芳烃典型液相色谱图

多环芳烃典型液相色谱图如图 E.1 所示。



说明：

1——萘	Naphthalene	10——蒽	Chrysene
2——苊烯	Acenaphthylene	11——苯并[j]荧蒹	Benzo[j]fluoranthene
3——苊	Acenaphthene	12——苯并[b]荧蒹	Benzo[b]fluoranthene
4——芴	Fluorine	13——苯并[k]荧蒹	Benzo[k]fluoranthene
5——菲	Phenanthree	14——苯并[a]芘	Benzo[a]pyrene
6——蒽	Anthracene	15——苯并[e]芘	Benzo[e]pyrene
7——荧蒹	Fluoranthene	16——二苯并[a,h]蒽	Dibenzo[a,h]anthracene
8——芘	Pyrene	17——苯并[g,h,i]芘(二萘嵌苯)	Benzo[g,h,i]perylene
9——苯并[a]蒽	Benzo[a]anthracene	18——茚并[1,2,3-cd]芘	Indeno[1,2,3-cd]pyrene

图 E.1 多环芳烃典型液相色谱图

附 录 F
(资料性附录)

18 种多环芳烃及内标物的气相色谱保留时间

表 F.1 给出了 18 种多环芳烃及内标物的气相色谱保留时间。

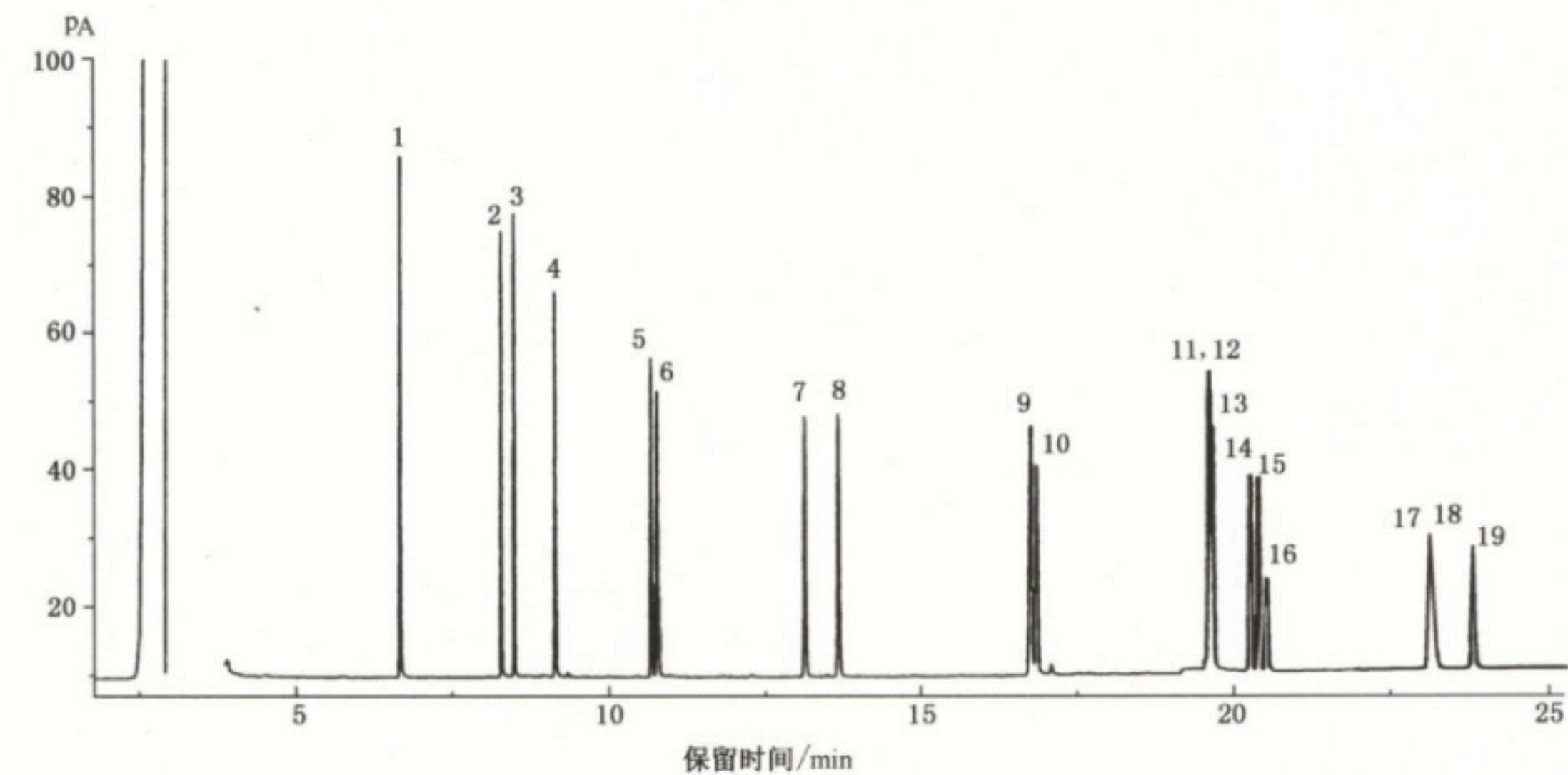
表 F.1 18 种多环芳烃及内标物的气相色谱保留时间

序号	化合物名称	保留时间/min
1	萘 Naphthalene	6.639
2	萘烯 Acenaphthylene	8.269
3	萘 Acenaphthene	8.473
4	芴 Fluorine	9.144
5	菲 Phenanthrene	10.674
6	蒽 Anthracene	10.768
7	荧蒽 Fluoranthene	13.136
8	芘 Pyrene	13.668
9	苯并[a]蒽 Benzo[a]anthracene	16.766
10	䟽 Chrysene	16.871
11	苯并[j]荧蒽 Benzo[j]fluoranthene	19.605
12	苯并[b]荧蒽 Benzo[b]fluoranthene	19.625
13	苯并[k]荧蒽 Benzo[k]fluoranthene	19.667
14	苯并[a]芘 Benzo[a]pyrene	20.266
15	苯并[e]芘 Benzo[e]pyrene	20.387
16	䟽 Perylene-d ₁₂	20.540
17	茚并[1,2,3-cd]芘 Indeno[1,2,3-cd]pyrene	23.135
18	二苯并[a,h]蒽 Dibenzo[a,h]anthracene	23.217
19	苯并[g,h,i]䟽(二萘嵌苯)Benzo[g,h,i]perylene	23.869

附 录 G
(资料性附录)

18 种多环芳烃及内标物的典型气相色谱图

18 种多环芳烃及内标物的典型气相色谱图如图 G.1 所示。



说明：

1 —— 萘	Naphthalene
2 —— 芴烯	Acenaphthylene
3 —— 芴	Acenaphthene
4 —— 芴	Fluorine
5 —— 菲	Phenanthrene
6 —— 蒽	Anthracene
7 —— 荧蒽	Fluoranthene
8 —— 芘	Pyrene
9 —— 苯并[a]蒽	Benzo[a]anthracene
10 —— 䟽	Chrysen
11 —— 苯并[j]荧蒽	Benzo[j]fluoranthene
12 —— 苯并[b]荧蒽	Benzo[b]fluoranthene
13 —— 苯并[k]荧蒽	Benzo[k]fluoranthene
14 —— 苯并[a]芘	Benzo[a]pyrene
15 —— 苯并[e]芘	Benzo[e]pyrene
16 —— 内标(芘-d ₁₂)	Perylene-d ₁₂
17 —— 茚并[1,2,3-cd]芘	Indeno[1,2,3-cd]pyrene
18 —— 二苯并[a,h]蒽	Dibenzo[a,h]anthracene
19 —— 苯并[g,h,i]芘(二苯并[a,h]芘)	Benzo[g,h,i]perylene

图 G.1 18 种多环芳烃及内标物的典型气相色谱图