



中华人民共和国国家标准

GB/T 47072—2026

建筑用绝热制品 丙烯酸释放量和 游离丙烯酸含量的测定

Thermal insulating products for building applications—
Determination of released acrylic acid content and free acrylic acid content

2026-01-28 发布

2026-08-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国绝热材料标准化技术委员会(SAC/TC 191)归口。

本文件起草单位：国检测试控股集团南京国材检测有限公司、成都瀚江新材科技股份有限公司、江苏艾科赛特新材料有限公司、威伦维客节能科技(安徽)有限公司、赢胜节能集团股份有限公司、圣戈班(中国)管理有限公司、东莞市升微机电设备科技有限公司、浙江石油化工有限公司、重庆海科保温材料有限公司。

本文件主要起草人：李勇、王旭、王玲、顾春生、师卓、朱玉国、李晓宁、沈尹、张剑红、张振峰、唐健、张君、万泽韬、夏可瑜、崔程琳、刘世玉、李炳泉、程延彬、白智鑫。

建筑用绝热制品 丙烯酸释放量和 游离丙烯酸含量的测定

1 范围

本文件描述了用气相色谱质谱法和液相色谱法测定建筑用绝热制品中丙烯酸释放量和游离丙烯酸含量的方法。

本文件适用于建筑用玻璃棉制品、岩棉制品、矿物棉装饰吸声板等绝热制品丙烯酸释放量和游离丙烯酸含量的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 4132 绝热 术语

GB/T 4844 纯氮、高纯氮和超纯氮

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

3 术语和定义

GB/T 4132 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

丙烯酸释放量 released acrylic acid content

在规定的试验条件下，气候箱出口空气中检测到试样释放出的丙烯酸质量浓度。

3.2

游离丙烯酸 free acrylic acid

制品中未参与聚合反应的丙烯酸。

3.3

承载率 loading factor

试样的暴露表面积与气候箱容积的比值。

3.4

空白采样 travel blank

随采样管储存、转移而不进行气候箱空气采样的操作。

注：用于评估采样过程采样管的本底情况。

4 试剂和材料

4.1 丙酮。色谱纯。

4.2 乙酸乙酯。色谱纯。

- 4.3 丙烯酸。质量分数不小于 99.0%。
- 4.4 磷酸。质量分数不小于 85%，色谱纯。
- 4.5 氦气。GB/T 4844，超纯氦。
- 4.6 水。GB/T 6682，一级。
- 4.7 磷酸水溶液。0.21% (体积分数)，移取 2.1 mL 磷酸(4.4)于 1 L 容量瓶中，加水(4.6)稀释至刻度并摇匀，此时 pH 约为 1.9。
- 4.8 采样管。溶剂解吸型，玻璃管内装硅胶，前段装 150 mg，后段装 300 mg。
- 4.9 连接管。硅胶或聚四氟乙烯材质，硅胶管应预先在 200 °C 烘不少于 6 h。
- 4.10 容量瓶。1 mL、100 mL、1 L。
- 4.11 微量进样器。10 μ L、50 μ L、100 μ L、250 μ L。
- 4.12 刻度移液管。1 mL、5 mL、10 mL。
- 4.13 单标移液管。100 mL。
- 4.14 溶剂解吸瓶。5 mL。
- 4.15 针头过滤器(有机相)。0.22 μ m。
- 4.16 针头过滤器(水相)。0.22 μ m。
- 4.17 吸收瓶。50 mL。
- 4.18 三角烧瓶。300 mL。

5 仪器设备

- 5.1 空气采样器。流量 0 L/min~2 L/min。
- 5.2 分析天平。分度值为 0.1 mg。
- 5.3 超声波发生器。功率不小于 400 W。
- 5.4 冰箱。冷藏温度 2 °C~5 °C。
- 5.5 气候箱。容积为 1 m³ 气候箱，配有空气净化系统，内层涂覆不吸附有机物的惰性材料，箱内有空气循环系统以使箱内空气充分混合，有调节进气和出气流量的装置，配有温度和相对湿度调节系统。
- 5.6 气相色谱-质谱联用仪。配有质量选择检测器(MSD)。
- 5.7 高效液相色谱仪。配有紫外检测器。

6 丙烯酸释放量的测定

6.1 原理

将试样置于一定温度、相对湿度和空气交换率的气候箱内，试样释放的丙烯酸与空气混合后从气候箱出口排出。定期抽取箱内空气，使用气相色谱质谱法或高效液相色谱法检测，以保留时间定性，峰面积定量，计算出每立方米空气中丙烯酸的质量浓度。

6.2 试样制备

- 6.2.1 承载率宜为 1 m²/m³。试样表面积为 1 m²，以正反两面计。采用不含丙烯酸的铝箔封边。对于边缘带有错层的突出部分应去掉。
- 6.2.2 有特殊要求时，可采用其他承载率，但不应大于 5 m²/m³。
- 6.2.3 样品在测试前应使用不含丙烯酸的材料密封，在不超过 23 °C 的环境下保存。

6.3 气候箱的工作条件

6.3.1 气候箱按表 1 规定的工作条件运行,丙烯酸背景浓度应不大于方法检出限(见 6.6)。

表 1 气候箱工作条件

温度	相对湿度	空气置换率	试样表面空气流速
(23±0.5)℃	(50±3)%	(1.0±0.05)次/h	0.1 m/s~0.3 m/s

6.3.2 气候箱达到表 1 规定的工作条件 1 h 后,将试样垂直放置在气候箱的中心位置。若使用多块试样,则试样表面的间距应不小于 200 mm。

6.4 气相色谱质谱(GC-MS)法

6.4.1 气候箱空气采样

6.4.1.1 将试样放入气候箱后的(72±2)h 开始采样。

6.4.1.2 打开采样管(4.8)两端,用连接管(4.9)分别将采样管的前段连接到气候箱采样口,后段连接到空气采样器(5.1)。以 1 L/min 流量采集 60 min 气候箱中空气,记录大气压力 p 、气体温度 t 、采样体积 V 。随同采样进行空白采样。

6.4.2 气相色谱-质谱联用仪推荐工作参数

使用的仪器不同,最佳分析条件可能不同,推荐工作参数如下,色谱图见附录 A:

- a) 色谱柱:HP-FFAP 30.0 m×0.25 mm×0.25 μm 毛细管柱或性能类似的分析柱;
- b) 程序升温:初始温度 60 °C,20 °C/min 升至 160 °C,保持 15 min;
- c) 进样口温度:200 °C;
- d) 质谱接口温度:200 °C;
- e) 离子源温度:230 °C;
- f) 四极杆温度:150 °C;
- g) 载气:氦气(4.5),1.0 mL/min 恒流;
- h) 进样量:1.0 μL;
- i) 进样方式:分流进样,分流比 20 : 1;
- j) 电离方式:EI;
- k) 溶剂延迟:2.0 min;
- l) 质谱扫描方式:同时采集全扫描(SCAN)和选择离子模式(SIM);
- m) 全扫描(SCAN)范围: m/z (33~550);
- n) 定量离子: m/z 72。

6.4.3 标准工作曲线绘制

6.4.3.1 1 mg/mL 丙烯酸标准溶液 A 的配制。于 100 mL 容量瓶(4.10)中,加入约 10 mL 丙酮(4.1)。用微量进样器(4.11)取约 0.1 g 丙烯酸(4.3),准确至 1 mg,至容量瓶中,用丙酮(4.1)稀释至刻度,摇匀,计算丙烯酸标准溶液 A 的质量浓度,准确至 0.01 mg/mL。置于 2 °C~5 °C 冰箱(5.4)中保存。也可使用市售标准溶液。

6.4.3.2 用微量进样器(4.11)分别取 0 μL、5 μL、10 μL、25 μL、50 μL、100 μL 的 GC-MS 用丙烯酸标准溶液 A,至 1 mL 容量瓶(4.10),用丙酮(4.1)稀释至刻度。配制成 0 μg/mL~100 μg/mL 的 GC-MS 用

系列丙烯酸标准溶液。使用标准溶液 A 时,应先回温到室温。

6.4.3.3 将气相色谱-质谱联用仪(5.6)调节至稳定工作状态,按照 6.4.2 推荐的工作参数测定系列丙烯酸标准溶液。以定量离子峰面积为纵坐标,质量浓度为横坐标绘制标准工作曲线,标准工作曲线的线性相关系数应不小于 0.990。

6.4.4 试验步骤

6.4.4.1 将按照 6.4.1 采样的采样管前后段硅胶,分别倒入 2 个溶剂解吸瓶(4.14)中,各加入 1.0 mL 丙酮(4.1),密封后,振摇 1 min,避光静置 30 min。

6.4.4.2 将上清液经针头过滤器(有机相)(4.15)过滤后,按建立标准工作曲线的仪器工作条件测试丙烯酸质量浓度。根据测得的峰面积,从标准工作曲线上计算出试液中的丙烯酸质量浓度。

6.4.4.3 若溶液中待测物浓度超过标准工作曲线范围,应用丙酮(4.1)稀释后测试。

6.4.4.4 同时进行空白试验。

6.4.5 结果计算

6.4.5.1 采样标准体积按公式(1)计算:

$$V_0 = V \times \frac{T_0}{T} \times \frac{p}{p_0} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- V_0 ——采样标准体积,单位为升(L);
- V ——采样体积,单位为升(L);
- T_0 ——标准状态下的热力学温度 273 K,单位为开尔文(K);
- T ——采样气体的温度 $t(^{\circ}\text{C})$ 与标准状态的热力学温度之和($t+273$),单位为开尔文(K);
- p ——大气压力,单位为千帕(kPa);
- p_0 ——标准状态下的大气压取值为 101.325,单位为千帕(kPa)。

6.4.5.2 GC-MS 法丙烯酸释放量按公式(2)计算:

$$\rho_1 = \frac{V_{1,1}(\rho_{1,1} - \rho_{0,1}) + V_{1,2}(\rho_{1,2} - \rho_{0,2})}{V_0} \times 1\,000 \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- ρ_1 ——丙烯酸释放量,单位为微克每立方米($\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- $\rho_{1,1}$ ——前段硅胶解吸液中丙烯酸的质量浓度,单位为微克每毫升($\mu\text{g}/\text{mL}$);
- $\rho_{1,2}$ ——后段硅胶解吸液中丙烯酸的质量浓度,单位为微克每毫升($\mu\text{g}/\text{mL}$);
- $\rho_{0,1}$ ——空白采样前段硅胶解吸液中丙烯酸的质量浓度,单位为微克每毫升($\mu\text{g}/\text{mL}$);
- $\rho_{0,2}$ ——空白采样后段硅胶解吸液中丙烯酸的质量浓度,单位为微克每毫升($\mu\text{g}/\text{mL}$);
- $V_{1,1}$ ——前段硅胶解吸液的体积,单位为毫升(mL);
- $V_{1,2}$ ——后段硅胶解吸液的体积,单位为毫升(mL);
- V_0 ——采样标准体积,单位为升(L);
- 1 000——毫克每立方米换算为微克每立方米的倍数。

6.5 高效液相色谱(HPLC)法

6.5.1 气候箱空气采样

6.5.1.1 将试样放入气候箱后的(72±2)h 开始采样。

6.5.1.2 在 2 个吸收瓶(4.17)中各加入 25 mL 水(4.6)串联后,用连接管(4.9)分别将吸收瓶的前端连接到气候箱采样口,后端连接到空气采样器(5.1)。以 1 L/min 流量采集 60 min 气候箱中空气,记录大气

压力 p 、气体温度 t 、采样体积 V 。随同采样进行空白采样操作。

6.5.2 高效液相色谱仪推荐工作参数

使用的仪器不同,最佳分析条件可能不同,推荐工作参数如下,色谱图见附录 A:

- a) 色谱柱:SB-Aq 柱(4.6 mm×250 mm,5 μm),或其他等效色谱柱;
- b) 流动相:磷酸水溶液(4.7);
- c) 检测波长:210 nm;
- d) 柱温:40 °C;
- e) 进样体积:100 μL;
- f) 流速:0.5 mL/min;
- g) 运行时间:20 min。

6.5.3 标准工作曲线绘制

6.5.3.1 1 mg/mL HPLC 用丙烯酸标准溶液的配制。于 100 mL 容量瓶(4.10)中,加入约 10 mL 水(4.6)。用微量进样器(4.11)取约 0.1 g 丙烯酸(4.3),准确至 1 mg,至容量瓶中,用水(4.6)稀释至刻度,摇匀,计算 HPLC 用丙烯酸标准溶液的质量浓度,准确至 0.01 mg/mL。置于 2 °C~5 °C 冰箱(5.4)中保存。也可使用市售标准溶液。

6.5.3.2 用刻度移液管(4.12)分别取 0.1 mL、0.25 mL、0.5 mL、1 mL、2.5 mL、5 mL 的 HPLC 用丙烯酸标准溶液,至 100 mL 容量瓶(4.10),用水(4.6)稀释至刻度。配制成 0 μg/mL~0.5 μg/mL 的 HPLC 用系列丙烯酸标准溶液。使用 HPLC 用丙烯酸标准溶液时,应先回温到室温。

6.5.3.3 参照推荐工作参数 6.5.2,将高效液相色谱仪(5.7)调节至稳定工作状态,按照 6.5.2 的推荐工作参数测定 HPLC 用系列丙烯酸标准溶液。以峰面积为纵坐标、质量浓度为横坐标绘制标准工作曲线,标准工作曲线的线性相关系数应不小于 0.990。

6.5.4 试验步骤

6.5.4.1 将按照 6.5.1 采样的吸收液,经针头过滤器(水相)(4.16)过滤后,按建立标准工作曲线的仪器工作条件测试丙烯酸质量浓度。根据测得的峰面积,从标准工作曲线上计算出试液中的丙烯酸质量浓度。

6.5.4.2 若溶液中待测物浓度超过标准工作曲线范围,用水(4.6)稀释后测试。

6.5.4.3 同时进行空白试验。

6.5.5 结果计算

HPLC 法丙烯酸释放量按公式(3)计算:

$$\rho_2 = \frac{V_{2,1}(\rho_{2,1} - \rho_{0,1}) + V_{2,2}(\rho_{2,2} - \rho_{0,2})}{V_0} \times 1000 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- ρ_2 ——丙烯酸释放量,单位为微克每立方米($\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- $V_{2,1}$ ——前段水吸收液的体积,单位为毫升(mL);
- $\rho_{2,1}$ ——前段水吸收液中丙烯酸的质量浓度,单位为微克每毫升($\mu\text{g}/\text{mL}$);
- $\rho_{0,1}$ ——空白采样前段水吸收液中丙烯酸的质量浓度,单位为微克每毫升($\mu\text{g}/\text{mL}$);
- $V_{2,2}$ ——后段水吸收液的体积,单位为毫升(mL);
- $\rho_{2,2}$ ——后段水吸收液中丙烯酸的质量浓度,单位为微克每毫升($\mu\text{g}/\text{mL}$);
- $\rho_{0,2}$ ——空白采样后段水吸收液中丙烯酸的质量浓度,单位为微克每毫升($\mu\text{g}/\text{mL}$);

V_0 ——按照公式(1)计算的采样标准体积,单位为升(L);

1 000 ——毫克每立方米换算为微克每立方米的倍数。

6.6 丙烯酸释放量检出限

按照本文件给出的方法,当采气体积为 60 L 时,GC-MS 法测定丙烯酸释放量检出限为 $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, HPLC 法测定丙烯酸释放量检出限为 $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7 游离丙烯酸含量的测定

7.1 原理

用溶剂提取试样中游离丙烯酸,再使用气相色谱-质谱联用仪或高效液相色谱仪测试提取液中丙烯酸的质量浓度。

7.2 试样制备

从样品的不同部位抽取不少于 100 g 试样,裁切成约 5 mm 的小块,混匀。

7.3 气相色谱质谱(GC-MS)法

7.3.1 试液制备

7.3.1.1 用分析天平(5.2)称取约 5 g 按照 7.2 制备的试样,准确至 1 mg,置于三角烧瓶(4.18)中,用单标移液管(4.13)加入 100.00 mL 乙酸乙酯(4.2),用超声波发生器(5.3)萃取 30 min。

7.3.1.2 用针头过滤器(有机相)(4.15)过滤,制成供气相色谱质谱法测定的试液。

7.3.2 标准工作曲线绘制

7.3.2.1 1 mg/mL 丙烯酸标准溶液 B 的配制。于 100 mL 容量瓶(4.10)中,加入约 10 mL 乙酸乙酯(4.2)。用微量进样器(4.11)取约 0.1 g 丙烯酸(4.3),准确至 1 mg,至容量瓶中,用乙酸乙酯(4.2)稀释至刻度,摇匀,计算丙烯酸标准溶液 B 的质量浓度,准确至 0.01 mg/mL。置于 $2\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱(5.4)中保存。也可使用市售标准溶液。

7.3.2.2 用微量进样器(4.11)分别取 $0 \mu\text{L}$ 、 $5 \mu\text{L}$ 、 $10 \mu\text{L}$ 、 $25 \mu\text{L}$ 、 $50 \mu\text{L}$ 、 $100 \mu\text{L}$ 的 GC-MS 用丙烯酸标准溶液 B,至 1 mL 容量瓶(4.10),用乙酸乙酯(4.2)稀释至刻度。配制成 $0 \mu\text{g}/\text{mL} \sim 100 \mu\text{g}/\text{mL}$ 的 GC-MS 用系列丙烯酸标准溶液。使用标准溶液 B 时,应先回温到室温。

7.3.2.3 将气相色谱-质谱联用仪(5.6)调节至稳定工作状态,按照 6.4.2 的推荐工作参数测定系列丙烯酸标准溶液。以定量离子峰面积为纵坐标,质量浓度为横坐标绘制标准工作曲线,标准工作曲线的线性相关系数应不小于 0.990。

7.3.3 试验步骤

7.3.3.1 将 7.3.1 制备的试液,按建立标准工作曲线的仪器工作条件测试丙烯酸质量浓度。根据测得的峰面积,从标准工作曲线上计算出试液中的丙烯酸质量浓度。

7.3.3.2 若溶液中待测物浓度超过标准工作曲线范围,应用乙酸乙酯(4.2)稀释后测试。

7.3.3.3 同时进行空白试验。

7.4 液相色谱(HPLC)法

7.4.1 试液制备

7.4.1.1 用分析天平(5.2)称取约 5 g 试样,准确至 1 mg,置于三角烧瓶(4.18)中,用单标移液管(4.13)加入 100.00 mL 水(4.6),用超声波发生器(5.3)超声 30 min。

7.4.1.2 用针头过滤器(水相)(4.16)过滤,制成供液相色谱法测定的试液。

7.4.2 试验步骤

7.4.2.1 将 7.4.1 制备的试液,按建立标准工作曲线的仪器条件测试丙烯酸质量浓度。根据测得的峰面积,从标准曲线上计算出试液中的丙烯酸质量浓度。

7.4.2.2 若溶液中待测物浓度超过测定范围,应用水(4.6)稀释后测试。

7.4.2.3 同时进行空白试验。

7.5 结果计算

游离丙烯酸的质量分数按公式(4)计算:

$$w = \frac{V_3(\rho - \rho_0)}{m} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

w —— 试样中游离丙烯酸的质量分数,单位为毫克每千克(mg/kg);

V_3 —— 试液体积,单位为毫升(mL);

ρ —— 试液中丙烯酸的质量浓度,单位为毫克每升(mg/L);

ρ_0 —— 空白溶液中丙烯酸的质量浓度,单位为毫克每升(mg/L);

m —— 试样的质量,单位为克(g)。

7.6 游离丙烯酸含量检出限

按照本文件给出的方法,当试样量为 5.0 g,提取液体积为 100 mL 时,GC-MS 法测定游离丙烯酸含量的检出限为 10 mg/kg,HPLC 法测定游离丙烯酸含量的检出限为 1 mg/kg。

8 报告

测试报告至少包括以下内容:

- a) 样品名称,样品的来源及描述;
- b) 本文件编号、方法;
- c) 测试结果;
- d) 气候箱条件、负载率等参数条件;
- e) 试验中观察到的异常现象。

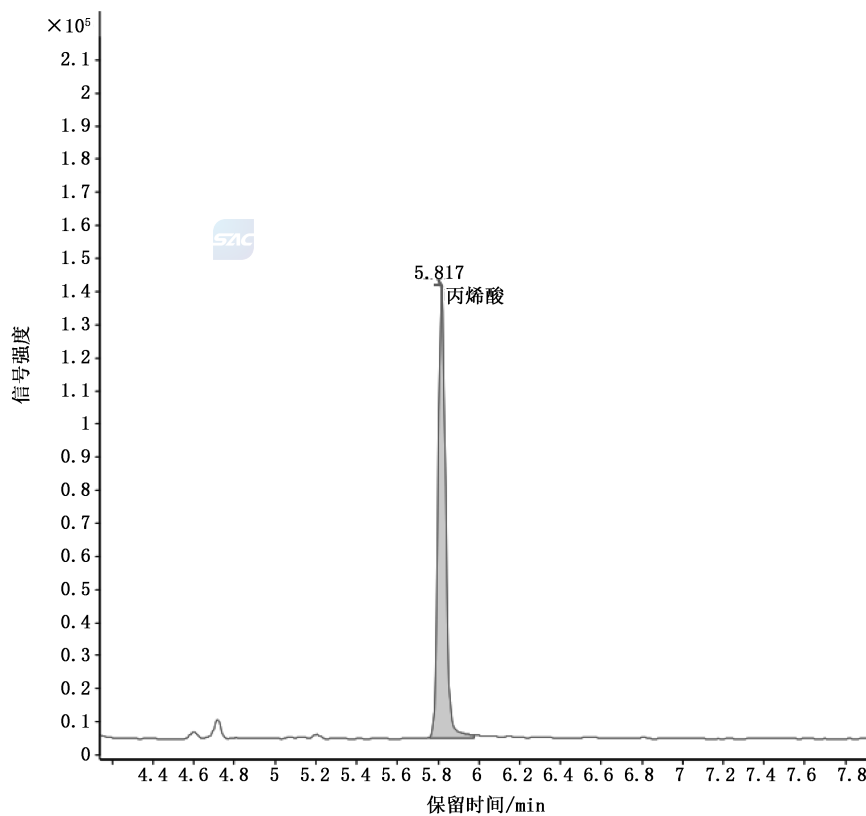


附录 A
(资料性)

GC-MS 法和 HPLC 法测定丙烯酸相色谱图

A.1 GC-MS 法

GC-MS 法测定丙烯酸的色谱图见图 A.1。

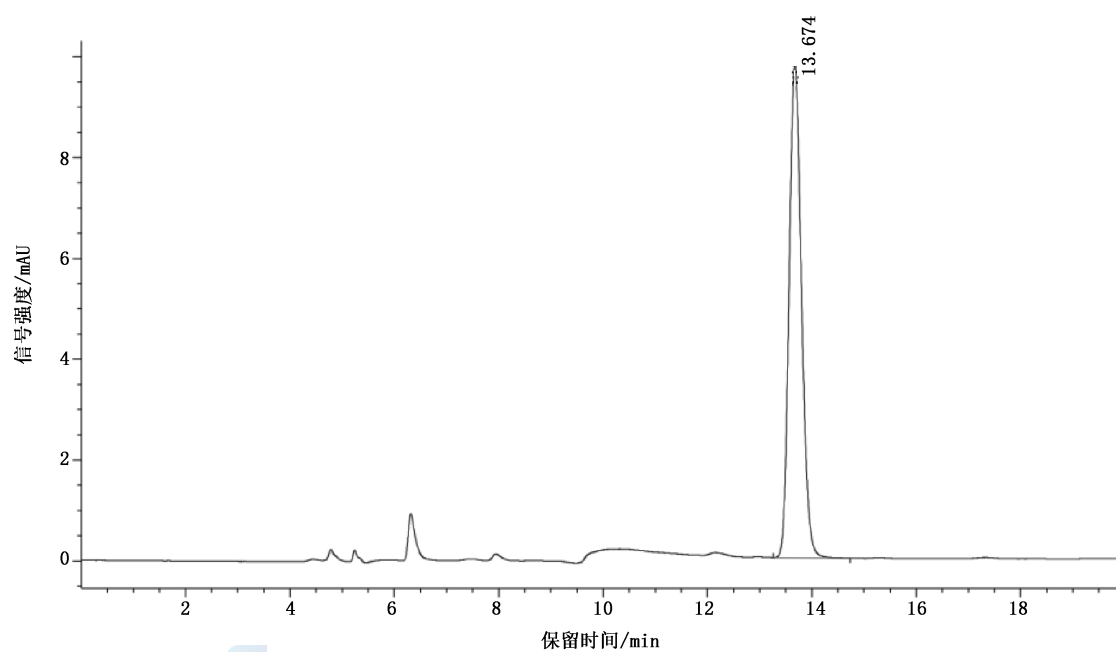


注：5.817 min 为丙烯酸吸收峰。

图 A.1 GC-MS 法测定丙烯酸的色谱图

A.2 HPLC 法

HPLC 法测定丙烯酸的色谱图见图 A.2。



注：13.674 min 为丙烯酸吸收峰。

图 A.2 HPLC 法测定丙烯酸的色谱图

