

ICS 71.080.20
G 17
备案号: 59442—2017

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5162—2017

混合制冷剂 R410 系列

Refrigerent blends R410 series

2017-07-07 发布

2018-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国化学标准化技术委员会制冷剂分技术委员会 (SAC/TC63/SC9) 归口。

本标准负责起草单位：浙江省化工研究院有限公司、常熟三爱富中昊化工新材料有限公司、山东东岳化工有限公司、山东华安新材料有限公司、中国石油化工股份有限公司北京化工研究院。

本标准参加起草单位：浙江永和制冷剂股份有限公司、浙江衢化氟化学有限公司、江苏梅兰化工有限公司、临海市利民化工有限公司、浙江三美化工股份有限公司。

本标准主要起草人：史婉君、方路、李企真、王鑫、汪腊时、郑育欢、盛楠、庞银娟、段琦、黄煜。

混合制冷剂 R410 系列

警示——使用本标准的人员应有正规实验室工作的实践经验。本标准并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本标准规定了混合制冷剂 R410 系列的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存以及安全。

本标准适用于以 R32 和 R125 为原料，各标准组分按一定的质量配比经混合制得，主要用作制冷剂。

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 190 危险货物包装标志

GB/T 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备

GB/T 603 化学试剂 试验方法中所用制剂及制品的制备

GB/T 6681—2003 气体化工产品采样通则

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 7376—2008 工业用氟代烷烃中微量水分的测定

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 9722 化学试剂 气相色谱法通则

GB 13690 化学品分类和危险性公示 通则

GB 14193 液化气体气瓶充装规定

GB/T 31400 氟代烷烃 不凝性气体 (NCG) 的测定 气相色谱法

GB/T 31401 氟代烷烃 氯化物 (Cl^-) 的测定 浊度法

TSG R4002 移动式压力容器充装许可规则

3 要求

3.1 外观：无色透明液体，无可见固体颗粒。

3.2 混合制冷剂 R410 系列应符合表 1 的规定。

表 1 技术指标

项 目	指 标	
	优等品	合格品
R410 含量, $w/\%$ \geq	99.8	99.5
水, $w/\%$ \leq	0.001	
酸度 (以 HCl 计), $w/\%$ \leq	0.000 1	
蒸发残留物, $w/\%$ \leq	0.005	0.01
气相中不凝性气体 (25 ℃), $V/\%$ \leq	1.5	
氯化物 (Cl^-) 试验	合格	
组分及标称配比, $w/\%$	R32/R125 (50/50) ^{a1} 或 (45/55) ^{a2}	
组分及配比/ $\%$	R32/R125 [(48.5~50.5) / (49.5~51.5)] ^{b1} 或 [(44~46) / (54~56)] ^{b2}	
<div><div>a1</div><div>R410A 的标称配比。</div></div> <div><div>a2</div><div>R410B 的标称配比。</div></div> <div><div>b1</div><div>R410A 的允许配比范围。</div></div> <div><div>b2</div><div>R410B 的允许配比范围。</div></div>		

4 试验方法

4.1 警告

本标准规定的一些试验过程可能导致危险情况，使用者应采取适当的安全和健康防护措施。

4.2 一般规定

试验方法所用试剂和水，在没有注明其他要求时，均指确认为分析纯的试剂和 GB/T 6682 中规定的三级水。试验方法所用标准溶液、制剂及制品，在没有注明其他要求时，均按 GB/T 601、GB/T 603 的规定制备。

4.3 外观的测定

放置液相试样于 50 mL 干燥比色管内，至试样液相体积约 10 mL 时，用干燥的布擦干比色管外壁附着的霜或湿气，横向透视观察试样颜色、有无混浊、有无固体颗粒。

4.4 混合制冷剂 R410 系列含量及组分配比的测定

4.4.1 方法提要

用气相色谱法，在选定的色谱条件下试样经汽化通过色谱柱，使其中的各标准组分分离。用热导检测器检测，以面积校正归一化法计算 R410 系列含量及各组分含量，组分配比由组分 R32 和 R125 含量经归一化而得。

4.4.2 试剂

4.4.2.1 氮气：体积分数大于 99.995 %。

4.4.2.2 氢气：体积分数大于 99.995 %。

4.4.2.3 氦气：体积分数大于 99.995 %。

4.4.3 仪器

4.4.3.1 气相色谱仪：配有热导检测器（TCD），可进行填充柱分析。以苯为试样，整机灵敏度要求检出限 $S_T \geq 1\ 000\ \text{mV} \cdot \text{mL/mg}$ ，稳定性应符合 GB/T 9722 的规定，线性范围满足分析要求。

4.4.3.2 填充色谱柱：按 GB/T 9722 的技术要求进行。

4.4.3.3 记录仪：色谱工作站或色谱数据处理机。

4.4.3.4 采样钢瓶：1 000 mL 或 500 mL 双阀型小钢瓶，工作压力应大于同等产品的压力。

4.4.3.5 进样器：0.5 mL 或 1.0 mL 气密型注射器或自动进样阀、微量液体进样阀。

4.4.3.6 气体采样袋：2 L 或 5 L，由铝塑复合膜或含氟树脂材料等制成。

4.4.3.7 标准样品钢瓶：不小于 3 000 mL 的双阀型或单阀型小钢瓶，工作压力应大于 4 MPa。

4.4.4 色谱分析条件

推荐的色谱柱和色谱操作条件见表 2，各组分含量测定的典型色谱图及各组分相对保留值见附录 A 中图 A.1 和表 A.1，其他能达到同等分离程度的色谱柱和色谱操作条件均可使用。

表 2 推荐的色谱柱和色谱操作条件

项 目	色谱柱老化	样品分析
固定液	对苯二甲酸改性聚乙二醇-20M (SP-1000)	
载体	石墨化炭黑 (Carbopack B)，粒度为 $180\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$	
固定液质量比	固定液：载体 = 1：100	
柱管材质	不锈钢或石英玻璃	
柱长/m	4	
柱内径/mm	3	
柱温	程序升温：初始温度 $40\ ^\circ\text{C}$ ，保持 10 min，以 $2\ ^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速率升温到 $120\ ^\circ\text{C}$ ，保持 240 min	55
汽化室温度/ $^\circ\text{C}$	80	80
检测器温度/ $^\circ\text{C}$	—	120
桥电流/mA	—	120
进样量/mL	—	1.0
载气 (H_2 或 He) 流量/ (mL/min)	氮气 ($5\ \text{mL}/\text{min}$)	35

4.4.5 分析步骤

4.4.5.1 相对质量校正因子的测定

4.4.5.1.1 标准样制备

4.4.5.1.1.1 使用恰当的方法测定 R32 和 R125 含量，其中各组分的含量要求应大于 99.9 %，本方

法计算结果可不予以修正，否则应予以修改。

4.4.5.1.1.2 称重干燥且已抽真空的标准样品钢瓶质量，精确至 0.01 g（钢瓶体积可以改变，体积用于补偿下述步骤）。

4.4.5.1.1.3 标称组分样品按沸点由高到低依次注入标准样品钢瓶中。组分 i 的质量 W_i ，单位为克（g），按公式（1）计算：

$$W_i = \frac{0.9w_i V_{\text{标}}}{\sum \frac{w_i}{\rho_i}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

0.9——标准样品钢瓶的安全负载系数；

w_i ——组分 i 的期望质量百分比（ i 代表 R32 和 R125）；

$V_{\text{标}}$ ——标准样品钢瓶的体积的数值，单位为毫升（mL）；

ρ_i ——组分 i 在 25℃ 下的液相密度的数值（其中 ρ_{R125} 以 1.190 g/mL 计， ρ_{R32} 以 0.961 g/mL 计）；

$\sum \frac{w_i}{\rho_i}$ ——组分 i 的期望质量百分比除以对应组分 i 在 25℃ 下的液相密度的总和。

4.4.5.1.1.4 进样前先用最先加入的组分（如：R125 是高沸点物质）清除接管中的空气，然后将接管与钢瓶相连。加 R125 到钢瓶中，称重，精确至 0.01 g（如 R125 加入量少于期望值，继续加 R125。如 R125 加入量大于期望值，打开钢瓶阀门，直至获得期望的 R125 量。打开钢瓶阀门只允许在加第一组分时进行）。

4.4.5.1.1.5 记录装有 R125 的钢瓶质量，以该质量值减去钢瓶的皮重即得所加 R125 的质量。

4.4.5.1.1.6 在冰水中冷却钢瓶，然后以同样方式加入 R32。以此时钢瓶质量减去步骤 4.4.5.1.1.5 中装有 R125 的钢瓶质量即得所加 R32 的质量（为避免 R32 加入量大于期望值，慢慢加入 R32。在最终称量前，使钢瓶和内容物达到室温）。

4.4.5.1.1.7 R32 加入完毕后，滚动标准样钢瓶 30 min。各组分的质量百分比可由加入量计算得到。在钢瓶标签上记下各组分的质量百分比、制备日期和标准样总质量。

4.4.5.1.1.8 R410 标准样可以开始使用，直至标准样钢瓶中标准样液相体积少于 60 % 的钢瓶内积，这时需重新制备标准样。这是为了避免钢瓶中细微的标准样气液相平衡变化和标准样液相组分变化。

4.4.5.1.2 相对质量校正因子

R32 对 R125 的相对质量校正因子测定，以 R32 的相对质量校正因子 f_{R32} 为 1 计，R125 对 R32 的相对质量校正因子为 f_{R125} ，按公式（2）计算：

$$f_{\text{R125}} = \frac{W_{\text{R125}} A_{\text{R32}}}{W_{\text{R32}} A_{\text{R125}}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W_{R32} ——标准试样中 R32 的质量；

W_{R125} ——标准试样中 R125 的质量；

A_{R32} ——R32 的峰面积；

A_{R125} ——R125 的峰面积。

4.4.5.2 测定

4.4.5.2.1 用氮气充满气体采样袋，再用真空泵抽去氮气，如此反复清洗置换 3 次～5 次后备用。

4.4.5.2.2 打开试样钢瓶的液相口阀门，调节合适的流量，让液相试样进入 4.4.5.2.1 备用的气体采样袋中并完全汽化，用注射器从采样袋中抽取试样 3 次～5 次后进样分析；或试样钢瓶的液相口阀门与自动进样器连接，连续吹扫自动进样器并排空约 2 min 后进样分析。

4.4.5.2.3 按表 2 所列色谱操作条件，使仪器稳定后准备进样分析。

4.4.5.3 结果计算

4.4.5.3.1 R410 试样中各组分 i 质量分数 w_i ，按公式 (3) 计算：

$$w_i = \frac{A_i f_i}{\sum A_i f_i} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

A_i ——组分 i 的峰面积；

f_i ——组分 i 的相对质量校正因子；

$\sum A_i f_i$ ——各组分的峰面积与相对质量校正因子乘积的总和（扣除空气峰）。

4.4.5.3.2 R410 试样含量的质量分数为 w_{R410} ，按公式 (4) 计算：

$$w_{R410} = w_{R125} + w_{R32} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

w_{R32} ——组分 R32 的质量分数；

w_{R125} ——组分 R125 的质量分数。

4.4.5.3.3 R410 试样的组分配比为 K ，按公式 (5)～公式 (7) 计算：

$$K = \frac{K_1}{K_2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$K_1 = \frac{w_{R32}}{w_{R410}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$K_2 = \frac{w_{R125}}{w_{R410}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中

w_{R32} ——组分 R32 的质量分数；

w_{R125} ——组分 R125 的质量分数；

w_{R410} ——R410 试样的质量分数。

4.4.5.3.4 取连续两次平行测定结果的算术平均值为测定的报告结果。两次平行测定结果的绝对差值 R410 含量不得大于 0.1 %、组分配比不得大于 0.2 %。

4.5 水分的测定

按 GB/T 7376—2008 中 5.3 卡尔·费休法——库仑电量法或 5.4 电解法的规定进行。以卡尔·费休法——库仑电量法为仲裁法。

4.6 酸度的测定

4.6.1 方法提要

使试样汽化，鼓泡进入盛有无二氧化碳的水的吸收瓶中，吸收试样中的酸性物质，以溴甲酚绿为

指示剂，用氢氧化钠标准滴定溶液滴定，得到酸度（以 HCl 计）。

4.6.2 仪器

4.6.2.1 采样钢瓶：同 4.4.3.4。

4.6.2.2 多孔式气体洗瓶：250 mL。

4.6.2.3 微量滴定管：0.01 mL 分刻度。

4.6.2.4 电子天平：最大称样量不小于 3 000 g，感量为 0.1 g。

4.6.3 试剂

4.6.3.1 氢氧化钠标准滴定溶液： $c(\text{NaOH})=0.01 \text{ mol/L}$ 。

4.6.3.2 溴甲酚绿指示液：1 g/L。

4.6.4 分析步骤

分别在 3 只多孔式气体洗瓶中加入 100 mL 无二氧化碳的水，在第三只多孔式气体洗瓶中加入 2 滴~3 滴溴甲酚绿指示液，用导管串联。擦干采样钢瓶及阀门，称量，精确至 0.1 g。将采样钢瓶阀门出口与第一只多孔式气体洗瓶连接上，慢慢打开采样钢瓶阀门，使液态试样汽化后通过 3 只多孔式气体洗瓶。放出约 100 g 试样时，关闭采样钢瓶阀门，取下采样钢瓶，擦干，称量，精确至 0.1 g。若第三只多孔式气体洗瓶中指示液未变色，继续下述步骤，否则重做。将第一只和第二只多孔式气体洗瓶中的溶液合并，移入锥形瓶，加入 2 滴~3 滴溴甲酚绿指示液，用氢氧化钠标准滴定溶液滴定至蓝色为终点。

4.6.5 结果计算

酸度（以 HCl 计）的质量分数 w_2 ，按公式（8）计算：

$$w_2 = \frac{cVM}{m_1 \times 1\,000} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

c ——氢氧化钠标准滴定溶液的浓度的准确数值，单位为摩尔每升（mol/L）；

V ——试料消耗的氢氧化钠标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升（mL）；

M ——氯化氢的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔（g/mol）（ $M=36.5$ ）；

m_1 ——试样的质量的数值，单位为克（g）；

1 000——换算系数。

取两次平行测定结果的算术平均值为测定报告结果。两次平行测定结果的绝对差值不大于这两个测定值的算术平均值的 40 %。

4.7 蒸发残留物的测定

4.7.1 方法提要

常温下使试样蒸发，称取高沸点残留物的质量，求得蒸发残留物含量。

4.7.2 试剂

洗净液：二氯甲烷。

4.7.3 仪器

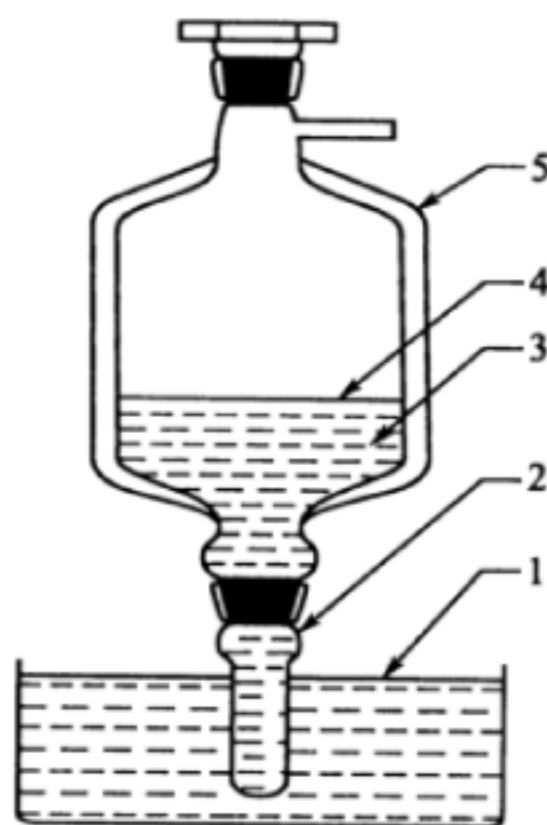
4.7.3.1 采样钢瓶：同 4.4.3.4。

4.7.3.2 电子天平。

4.7.3.2.1 最大称样量不小于 3 000 g，感量为 0.1 g。

4.7.3.2.2 最大称样量不小于 50 g，感量为 0.000 1 g。

4.7.3.3 蒸发器：由称量管和蒸发管组成，见图 1。



说明：

1——恒温水槽；

4——200 mL 标线；

2——称量管；

5——蒸发管（内容积 800 mL）。

3——试样；

图 1 蒸发器示意图

4.7.3.4 恒温水槽：室温～100 ℃的温控范围，控温精度 1 ℃。

4.7.3.5 电热鼓风箱：室温～200 ℃的温控范围，控温精度 1 ℃。

4.7.4 分析步骤

将称量管在 105 ℃±2 ℃的电热鼓风箱中干燥 30 min，再于干燥器中冷却 30 min，称量，精确至 0.000 1 g。然后与蒸发管连接。称取 200 g 冷却到不沸腾的试样于蒸发管中，精确至 0.1 g。常温下使试样蒸发。试样蒸发完全后，在蒸发器中加入约 10 mL 洗净液，把称量管放入约 90 ℃的恒温水槽中，使洗净液完全蒸发汽化。取出称量管，在 105 ℃±2 ℃的电热鼓风箱中干燥约 30 min，再于干燥器中冷却 30 min，称量，精确至 0.000 1 g。

4.7.5 结果计算

蒸发残留物含量的质量分数 w_3 ，按公式 (9) 计算：

$$w_3 = \frac{m_2}{m_3} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

m_2 ——蒸发残留物的质量的数值，单位为克 (g)；

m_3 ——试样的质量的数值，单位为克 (g)。

取两次平行测定结果的算术平均值为测定报告结果。两次平行测定结果的绝对差值不大于

0.002 %。

4.8 气相中不凝性气体含量的测定

4.8.1 按 GB/T 31400 的规定进行，其中柱温为 100 °C 恒温。

4.8.2 气相中不凝性气体含量测定的典型色谱图及各组分相对保留值见附录 B 中图 B.1 和表 B.1。

4.8.3 不同温度下的饱和蒸气压参见附录 C 中表 C.1 和表 C.2。

4.9 氯化物 (Cl⁻) 试验

按 GB/T 31401 的规定进行。

5 检验规则

5.1 型式检验

本标准规定的所有项目均为型式检验项目。

在正常生产情况下，每月至少进行一次型式检验。

有下列情况之一时，也应进行型式检验：

- a) 更新关键生产工艺；
- b) 主要原料有变化；
- c) 停产又恢复生产；
- d) 与上次型式检验有较大差异；
- e) 合同规定。

5.2 出厂检验

本标准要求的 R410 含量、R32 和 R125 的组分配比、水分和气相中不凝性气体含量为出厂检验项目。

出厂检验应逐批进行。

5.3 组批

以连续生产或质量稳定的产品为一批。钢瓶装产品以不大于 50 t 为一批，或以一贮槽、一槽车的产品量为一批。

5.4 采样

5.4.1 按 GB/T 6681—2003 中 7.10 的规定进行。采样的总量应保证检验的需要。

5.4.2 采样钢瓶和采样导管应经真空干燥，样品应以液相（其中气相中不凝性气体测定除外）进入采样钢瓶，采样量不应超过钢瓶的允许充装量。

5.4.3 气相中不凝性气体应以包装容器中的气相样品进入采样钢瓶，达到压力平衡后再保持 60 s 为宜。

5.4.4 采样钢瓶贴上标签，注明产品名称（注明气相样品、液相样品）、产品型号、批号、采样日期及采样人姓名，供检验用。

5.4.5 钢瓶包装的采样单元数应符合表 3 的要求。允许生产厂在使用非重复性或一次性包装出厂产品时在产品包装前采样。

表 3 钢瓶包装的混合制冷剂 R410 系列采样单元数

产品包装单元数/瓶			抽样数量/瓶
400 kg 以上包装规格	400 kg~100 kg 包装规格	100 kg~1 kg 包装规格	
3 以下	5 以下	—	1
4~10	6~20	100 以下	2
11~40	21~50	101~500	3
40 以上	51~100	501~1 000	5
—	100 以上	1 001~5 000	10
—	—	5 000 以上	20

5.5 检验判定

按 GB/T 8170 中修约值比较法进行。检验结果如果有一项指标不符合本标准要求，钢瓶装产品应重新自两倍数量的包装单元中采样进行检验，贮槽装产品及槽车装产品应重新采样进行检验。重新检验的结果即使只有一项指标不符合本标准要求，则整批产品为不合格。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

混合制冷剂 R410 系列包装容器上应有牢固、清晰的标志，内容包括：

- a) 产品名称；
- b) 生产厂厂名、厂址；
- c) 净含量；
- d) GB 190 规定的“非易燃无毒气体”标志。

6.2 包装

6.2.1 混合制冷剂 R410 系列应用专用钢瓶包装。重复使用的钢瓶外涂铝白色油漆，字体为黑色，打上钢印号、钢瓶皮重。非重复使用的钢瓶外涂 PMS 507 色油漆或按用户要求涂色。

6.2.2 混合制冷剂 R410 系列每批出厂的产品包装都应附有一定格式的质量证明书，内容包括：

- a) 生产厂名称；
- b) 产品名称、等级；
- c) 生产日期或批号；
- d) 产品质量检验结果或检验结论；
- e) 本标准编号等。

6.2.3 钢瓶充装时应符合 GB 14193 的规定，R410A 充装系数应不大于 0.748 kg/L，R410B 充装系数应不大于 0.749 kg/L，并按要求张贴充装标志。

6.2.4 首次使用的钢瓶必须确保钢瓶内干燥与清洁。重复使用的钢瓶在产品使用后钢瓶内应保持正压。

6.2.5 移动式压力容器充装时应符合 TSG R4002 的要求。

6.3 运输

装有混合制冷剂 R410 系列的钢瓶和槽车为带压容器，在装卸运输过程中应轻装、轻卸，容器必须扣好安全帽，严禁撞击、拖拉、摔落和直接曝晒。运输应符合中华人民共和国铁路、公路对危险货物运输的有关规定，并应附有“化学品安全技术说明书”和“化学品安全标签”等。

6.4 贮存

混合制冷剂 R410 系列应贮存在通风、阴凉、干燥的地方，不得靠近热源，严禁日晒、雨淋和接触腐蚀性物质。

7 安全

7.1 混合制冷剂 R410 系列应符合 GB 13690 的规定。

7.2 吸入高浓度的混合制冷剂 R410 系列会引起轻度的中枢神经系统抑制及心律不齐（心律失常）。接触其液体（或快速扩散的气体）会引起刺激和冻伤。现场人员应采取必要的防护措施，佩戴防护器具。

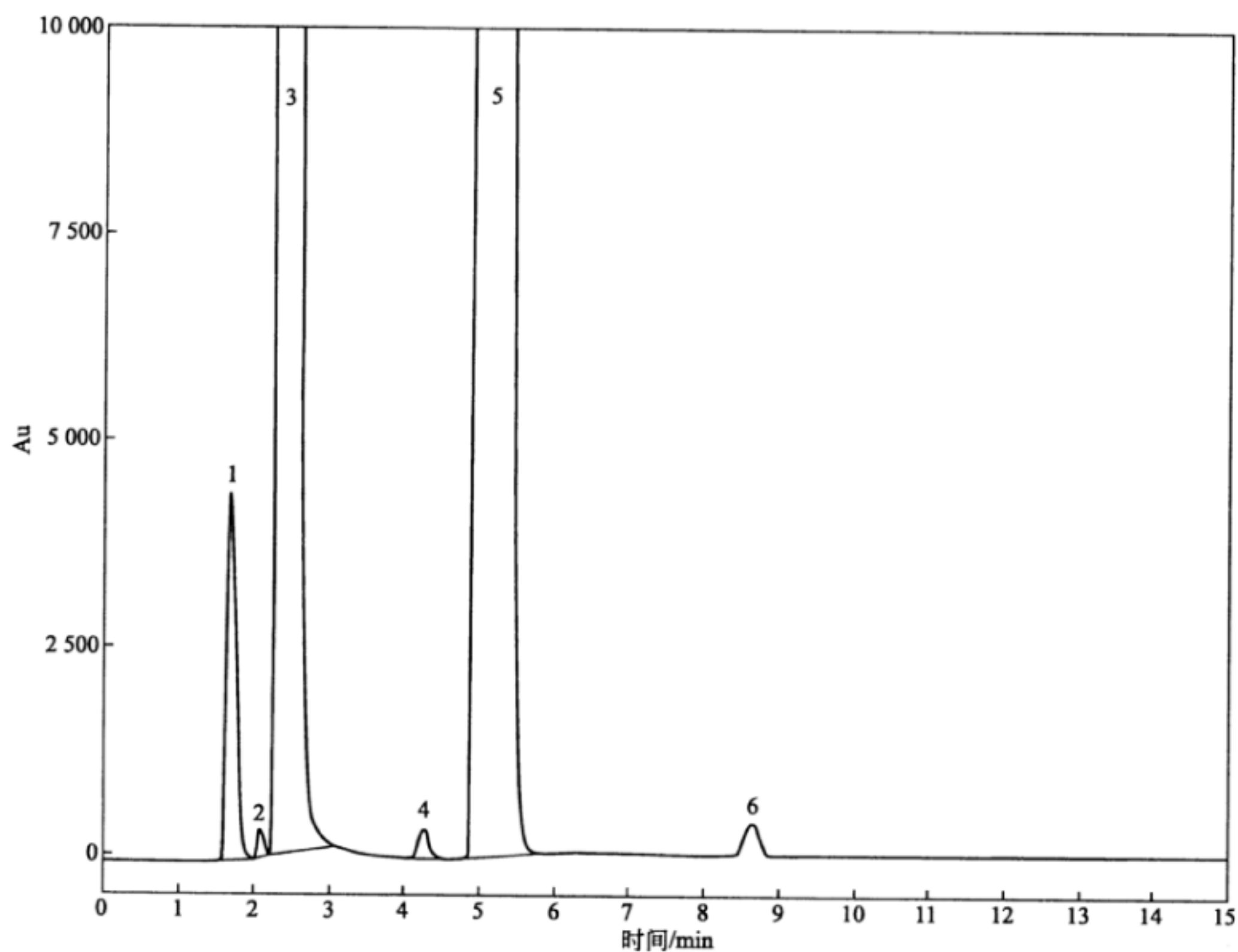
附录 A

(规范性附录)

混合制冷剂 R410A 含量测定的典型色谱图及各组分相对保留值

A.1 混合制冷剂 R410A 含量测定的典型色谱图

典型色谱图见图 A.1。



说明:

1——空气;

4——1,1,1-三氟乙烷 (R143a);

2——未知峰;

5——五氟乙烷 (R125);

3——二氟甲烷 (R32);

6——五氟一氯乙烷 (R115)。

图 A.1 混合制冷剂 R410A 含量测定填充柱气相色谱法典型色谱图

A.2 各组分相对保留值

各组分相对保留值见表 A.1。

表 A.1 混合制冷剂 R410A 中各组分相对保留值

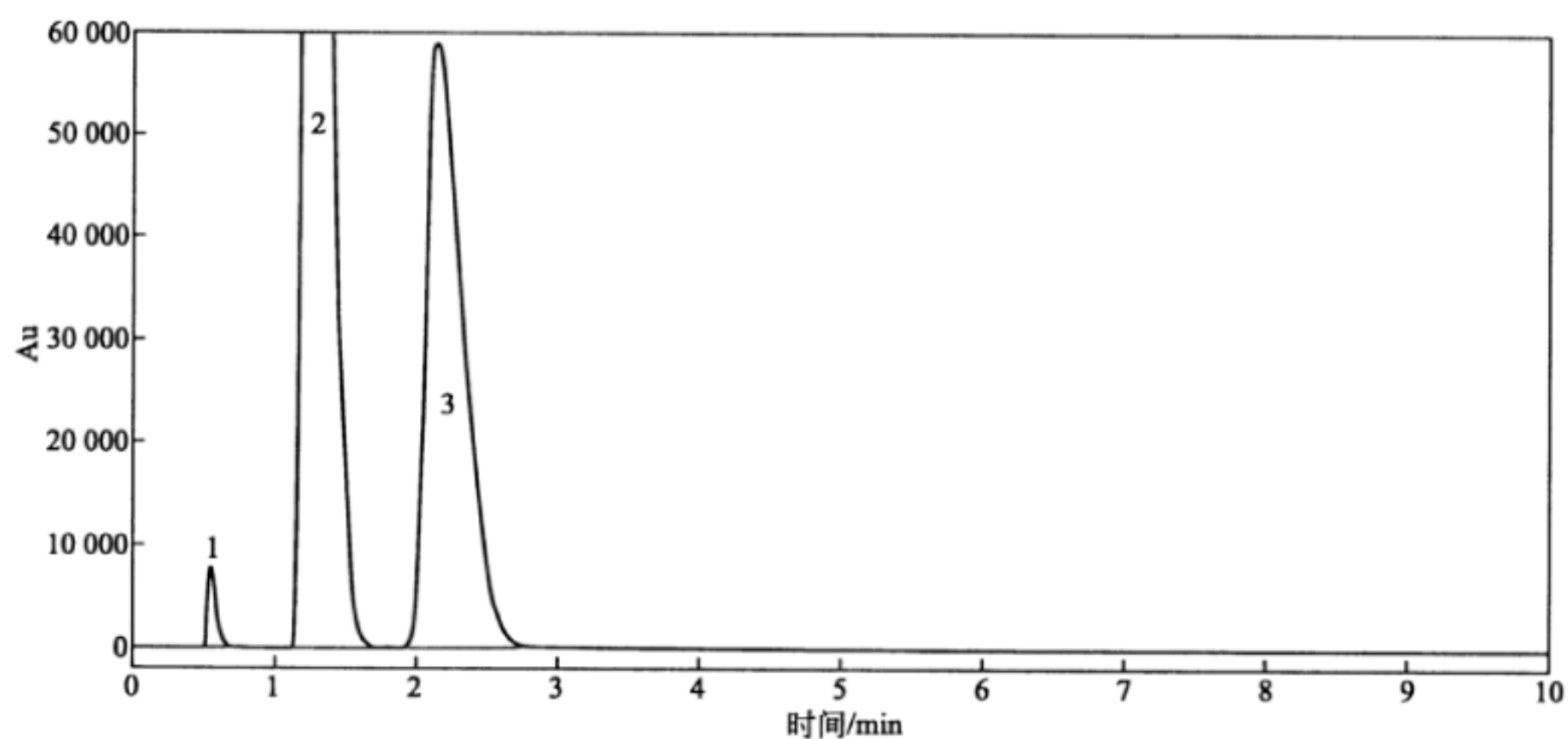
峰序号	组分名称	保留时间/min	相对保留值
1	空气	1.689	—
2	未知峰	2.089	0.615
3	R32	2.339	1.000
4	R143a	4.274	3.977
5	R125	5.025	5.133
6	R115	8.671	10.742

附 录 B
(规范性附录)

混合制冷剂 R410A 气相中不凝性气体含量测定的典型色谱图及各组分相对保留值

B.1 混合制冷剂 R410A 气相中不凝性气体含量测定的典型色谱图

典型色谱图见图 B.1。



说明：

1——空气；

2——R32；

3——R125。

图 B.1 混合制冷剂 R410A 气相中不凝性气体含量测定的典型色谱图

B.2 各组分相对保留值

各组分相对保留值见表 B.1。

表 B.1 各组分相对保留值

峰序号	组分名称	保留时间/min	相对保留值
1	空气	0.552	1.000
2	R32	1.241	2.248
3	R125	2.149	3.893

附录 C

(资料性附录)

混合制冷剂 R410 系列不同温度下的饱和蒸气压

C.1 混合制冷剂 R410A 不同温度下的饱和蒸气压

见表 C.1。

表 C.1 混合制冷剂 R410A 不同温度下的饱和蒸气压

温度 ℃	饱和蒸气压 MPa	温度 ℃	饱和蒸气压 MPa	温度 ℃	饱和蒸气压 MPa	温度 ℃	饱和蒸气压 MPa
−60.0	0.064 2	−4.0	0.703 4	16.0	1.295	36.0	2.199
−50.0	0.109 0	−3.0	0.726 8	17.0	1.332	37.0	2.254
−40.0	0.175 5	−2.0	0.750 9	18.0	1.370	38.0	2.310
−30.0	0.270 3	−1.0	0.775 5	19.0	1.408	39.0	2.367
−20.0	0.400 7	0.0	0.800 7	20.0	1.448	40.0	2.426
−19.0	0.416 0	1.0	0.826 5	21.0	1.488	41.0	2.485
−18.0	0.431 7	2.0	0.853 0	22.0	1.529	42.0	2.545
−17.0	0.447 9	3.0	0.880 1	23.0	1.571	43.0	2.607
−16.0	0.464 5	4.0	0.907 8	24.0	1.614	44.0	2.670
−15.0	0.481 6	5.0	0.936 2	25.0	1.657	45.0	2.734
−14.0	0.499 2	6.0	0.965 3	26.0	1.702	46.0	2.799
−13.0	0.517 3	7.0	0.995 0	27.0	1.747	47.0	2.865
−12.0	0.535 9	8.0	1.025	28.0	1.794	48.0	2.932
−11.0	0.555 0	9.0	1.057	29.0	1.841	49.0	3.001
−10.0	0.574 6	10.0	1.088	30.0	1.889	50.0	3.071
−9.0	0.594 7	11.0	1.121	31.0	1.939	60.0	3.842
−8.0	0.615 3	12.0	1.154	32.0	1.989	70.0	4.765
−7.0	0.636 5	13.0	1.188	33.0	2.040		
−6.0	0.658 3	14.0	1.223	34.0	2.092		
−5.0	0.680 5	15.0	1.258	35.0	2.145		
注：根据美国《流体热力学与传递特性数据库（第九版）》（REFPROP: Version 9.0）。							

C.2 混合制冷剂 R410B 不同温度下的饱和蒸气压

见表 C.2。

表 C.2 混合制冷剂 R410B 不同温度下的饱和蒸气压

温度 ℃	饱和蒸气压 MPa	温度 ℃	饱和蒸气压 MPa	温度 ℃	饱和蒸气压 MPa	温度 ℃	饱和蒸气压 MPa
—60.0	0.063 5	—4.0	0.696 1	16.0	1.281	36.0	2.176
—50.0	0.107 7	—3.0	0.719 3	17.0	1.318	37.0	2.231
—40.0	0.173 6	—2.0	0.743 1	18.0	1.355	38.0	2.286
—30.0	0.267 4	—1.0	0.767 4	19.0	1.393	39.0	2.343
—20.0	0.396 5	0.0	0.792 4	20.0	1.432	40.0	2.40
—19.0	0.411 6	1.0	0.817 9	21.0	1.472	41.0	2.459
—18.0	0.427 2	2.0	0.844 1	22.0	1.513	42.0	2.519
—17.0	0.443 2	3.0	0.870 9	23.0	1.554	43.0	2.580
—16.0	0.459 7	4.0	0.898 4	24.0	1.597	44.0	2.642
—15.0	0.476 7	5.0	0.926 5	25.0	1.640	45.0	2.705
—14.0	0.494 1	6.0	0.955 2	26.0	1.684	46.0	2.770
—13.0	0.512 0	7.0	0.984 6	27.0	1.729	47.0	2.836
—12.0	0.530 4	8.0	1.015	28.0	1.775	48.0	2.902
—11.0	0.549 2	9.0	1.045	29.0	1.822	49.0	2.970
—10.0	0.568 6	10.0	1.077	30.0	1.869	50.0	3.040
—9.0	0.588 5	11.0	1.109	31.0	1.918	60.0	3.806
—8.0	0.609 0	12.0	1.142	32.0	1.968	70.0	4.728
—7.0	0.629 9	13.0	1.176	33.0	2.018		
—6.0	0.651 4	14.0	1.210	34.0	2.070		
—5.0	0.673 5	15.0	1.245	35.0	2.122		
注：根据美国《流体热力学与传递特性数据库（第九版）》（REFPROP: Version 9.0）。							