



中华人民共和国国家标准

GB/T 44328—2024

七氟异丁腈

Heptafluoroisobutyronitrile

2024-08-23 发布

2025-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
5 采样	2
6 试验方法	2
7 检验规则	4
8 标志、包装、充装、运输、贮存及安全信息	6
附录 A（资料性） 七氟异丁腈等组分含量测定的推荐操作条件、典型色谱图及各组分的相对保留值	7
附录 B（资料性） 七氟异丁腈中七氟正丁腈等组分含量测定的色谱柱、标准样品及典型色谱图	9
附录 C（资料性） 安全信息	10
参考文献	12

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国气体标准化技术委员会（SAC/TC 206）归口。

本文件起草单位：浙江省化工研究院有限公司、云南电网有限责任公司电力科学研究院、昊华气体有限公司、泉州宇极新材料科技有限公司、三明市海斯福化工有限责任公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、广东电网有限责任公司电力科学研究院、中昊晨光化工研究院有限公司、中国电力科学研究院有限公司、浙江大学、昊华气体有限公司西南分公司、广东电网有限责任公司广州供电局电力科学研究院、福建德尔科技股份有限公司、福建福豆新材料有限公司、上海华爱色谱分析技术有限公司、浙江巨化技术中心有限公司、杭州新世纪混合气体有限公司、浙江省标准化研究院、浙江省生态环境低碳发展中心、中国计量大学、上海凡伟仪器设备有限公司、中化蓝天氟材料有限公司、平高集团有限公司、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、西安西电开关电气有限公司、浙江华电器材检测研究院有限公司、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、广西电网有限责任公司电力科学研究院、贵州电网有限责任公司电力科学研究院、国网北京市电力公司、国网重庆市电力公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、国网江西省电力有限公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网天津市电力公司电力科学研究院、海南电网有限责任公司电力科学研究院、河南省科学院物理研究所、南方电网科学研究院有限责任公司、深圳供电局有限公司、中国长江电力股份有限公司。

本文件主要起草人：史婉君、钟卉菲、董利、倪航、邓云坤、张建君、王娟、邵先军、唐念、黄青丹、高克利、陈孝信、李企真、汪腊时、付梦月、吴成英、韩晓红、方华、蒋强、庆飞要、周鹏云、陈雅丽、张琦炎、沈远杰、侯艳、马建修、黄斌斌、雷志刚、吴国忠、杜卫东、蒋建平、任艳红、朱东锋、施进、何波、唐中伟、姚永其、王之军、朱洪斌、颜湘莲、何运华、刘伟、陈晓琳、黄印、黎晓淀、李谦、林福海、刘静、刘平、马占峰、明菊兰、石磊、唐峰、王邸博、肖燕凤、谢声益、姚强、于乃海、张英、赵跃、郑东升、周舟、朱立平。

七氟异丁腈

1 范围

本文件规定了对七氟异丁腈的技术要求、采样、试验方法、检验规则、标志、包装、充装、运输、贮存的要求，提供了七氟异丁腈的安全信息。

本文件适用于以六氟丙烯为原料制备的七氟异丁腈。

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 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 3634.2 氢气 第2部分：纯氢、高纯氢和超纯氢
- GB/T 4844 纯氮、高纯氮和超纯氮
- GB/T 5099（所有部分）钢质无缝气瓶
- GB/T 5100 钢质焊接气瓶
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 7144 气瓶颜色标志
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮
- GB/T 9722 化学试剂 气相色谱法通则
- GB/T 10248 气体分析 校准用混合气体的制备 静态体积法
- GB/T 14193 液化气体气瓶充装规定
- GB 15258 化学品安全标签编写规定
- GB/T 16804 气瓶警示标签
- GB/T 28726 气体分析 氦离子化气相色谱法
- GB/T 33065—2016 制冷剂用氟代烯烃 酸度的测定通用方法
- GB/T 34237 制冷剂用氟代烯烃 水分测定通用方法
- GB/T 43306 气体分析 采样导则
- HG/T 5896 高纯空气
- TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程
- TSG 23 气瓶安全技术规程

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 技术要求

应符合表1的规定。

表1 技术要求

项目	指标
七氟异丁腈含量(质量分数)/%	≥99.8
七氟正丁腈含量(质量分数)/%	≤0.1
三氟乙腈含量(质量分数)/%	≤0.002
六氟丙烯含量(质量分数)/%	≤0.02
七氟丙烷含量(质量分数)/%	≤0.05
水分含量(质量分数)/%	≤0.001
酸度[以氟化氢(HF)计](质量分数)/%	≤0.000 1

5 采样

按 GB/T 43306 的规定进行。

6 试验方法

警示——本文件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。

6.1 一般规定

除非另有说明，在分析中仅使用分析纯的试剂和 GB/T 6682 规定的三级水。标准溶液按 GB/T 601 的规定制备，制剂及制品按 GB/T 603 的规定制备。

6.2 七氟异丁腈、七氟正丁腈、三氟乙腈、六氟丙烯及七氟丙烷含量的测定

6.2.1 方法提要

在选定的色谱条件下，样品经气化通过色谱柱，使其中的各组分分离，用氢火焰离子化检测器检测，用校正面积归一化法计算七氟异丁腈、七氟正丁腈、三氟乙腈、六氟丙烯及七氟丙烷的含量。

6.2.2 仪器

配有氢火焰离子化检测器的气相色谱仪。以苯为样品，整机灵敏度以检测限计，检测限 $D \leq 1 \times 10^{-11}$ g/s，稳定性应符合 GB/T 9722 的规定。

6.2.3 参考的测定条件

6.2.3.1 载气：高纯氮，符合 GB/T 8979 的规定；或高纯氮，符合 GB/T 4844 的规定。

6.2.3.2 燃烧气：高纯氢，符合 GB/T 3634.2 的规定。

6.2.3.3 空气：经干燥、净化的压缩空气；或高纯空气，符合 HG/T 5896 的规定。

6.2.3.4 色谱柱：长约 7.3 m、内径 2 mm 的不锈钢管，内装粒径为 0.15 mm~0.18 mm 的涂敷改性聚乙

二醇-20000 的石墨化炭黑，或其他等效色谱柱。

6.2.3.5 推荐的操作条件见附录 A。

6.2.4 相对质量校正因子测定

6.2.4.1 校准用标准样品的制备

制备原理应符合 GB/T 10248 的规定，校准用标准样品中校准组分 i 的含量应与待测样品中组分 i 相近。

6.2.4.2 校准用标准样品的测定

在 6.2.3 推荐的测定条件下测定校准用标准样品中校准组分 i 的色谱峰面积。

6.2.4.3 相对质量校正因子的计算

6.2.4.3.1 校准用标准样品中校准组分 i 的质量 $m_{i,s}$ ，按公式 (1) 计算：

$$m_{i,s} = \frac{M_{i,s} \times V_{i,s} \times T_0}{22.4 \times 1\,000 \times (T_0 + t)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $m_{i,s}$ —— 校准用标准样品中校准组分 i 的质量，单位为克 (g)；
- $M_{i,s}$ —— 校准用标准样品中校准组分 i 的摩尔质量，单位为克每摩尔 (g/mol)；
- $V_{i,s}$ —— 校准用标准样品中校准组分 i 的体积，单位为毫升 (mL)；
- T_0 —— 标准状态的热力学温度， $T_0 = 273.15$ K；
- 22.4 —— 标准状态下的理想气体摩尔体积，单位为升每摩尔 (L/mol)；
- t —— 环境温度，单位为摄氏度 (°C)。

6.2.4.3.2 组分 i 的相对质量校正因子 f_i ，按公式 (2) 计算：

$$f_i = \frac{m_{i,s} \times A_R}{m_R \times A_{i,s}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- f_i —— 组分 i 的相对质量校正因子；
- A_R —— 校准用标准样品中七氟异丁腈的色谱峰面积；
- m_R —— 校准用标准样品中七氟异丁腈的质量，单位为克 (g)；
- $A_{i,s}$ —— 校准用标准样品中校准组分 i 的色谱峰面积。

6.2.5 样品测定

6.2.5.1 在 6.2.3 推荐的测定条件下测定样品中组分 i 的色谱峰面积。

6.2.5.2 七氟异丁腈、七氟正丁腈、三氟乙腈、六氟丙烯及七氟丙烷含量测定的典型色谱图及各组分相对保留值见附录 A。

6.2.6 结果计算

6.2.6.1 组分 i 的含量 (质量分数) w_i ，按公式 (3) 计算：

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

式中：

w_i —— 组分*i*的含量（质量分数）；

A_i —— 样品中组分*i*的色谱峰面积。

6.2.6.2 样品中无法校准的组分，相对质量校正因子采用组分*i*中最大的相对质量校正因子。

6.2.6.3 取两次平行测定结果的算术平均值为测定结果。两次平行测定七氟异丁腈结果的绝对差值不应大于0.10%；两次平行测定七氟正丁腈结果的相对偏差不应大于10%；两次平行测定三氟乙腈、六氟丙烯及七氟丙烷结果的相对偏差不应大于20%。

6.2.7 其他等效方法

6.2.7.1 可按 GB/T 28726 规定的方法测定七氟异丁腈中七氟正丁腈、三氟乙腈、六氟丙烯及七氟丙烷的含量，色谱柱、标准样品及典型色谱图见附录 B。

6.2.7.2 可采用其他等效的方法测定七氟异丁腈、七氟正丁腈、三氟乙腈、六氟丙烯及七氟丙烷的含量。

6.2.7.3 当测定结果有异议时，以 6.2 规定的方法为仲裁方法。

6.3 水分含量的测定

按 GB/T 34237 的规定进行，以卡尔·费休库仑电量法（醛酮专用电解液）为仲裁方法。

6.4 酸度的测定

6.4.1 测定方法

按 GB/T 33065—2016 中 5.4.1 的规定进行。

6.4.2 结果计算

6.4.2.1 酸度（以 HF 计，质量分数） w ，按公式（4）计算：

$$w = \frac{c \times (V_1 - V_0) \times M}{m_1 \times 1\,000} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

w —— 酸度（以 HF 计，质量分数）；

c —— 氢氧化钠标准滴定溶液的浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

V_1 —— 试料消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积，单位为毫升（mL）；

V_0 —— 空白试验消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积，单位为毫升（mL）；

M —— 氟化氢的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）（ $M=20.01$ g/mol）；

m_1 —— 试样的质量，单位为克（g）。

6.4.2.2 取两次平行测定结果的算术平均值为测定结果。两次平行测定结果的相对偏差不应大于40%。

6.5 尾气处理

测定时，应有七氟异丁腈尾气处理措施。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 表 1 中规定的所有项目均为型式检验项目和出厂检验项目，在正常生产情况下，应按表 2 规定的

检验周期进行型式检验和出厂检验。

表2 型式检验和出厂检验的检验周期表

检验项目	检验周期	
	出厂检验	型式检验
七氟异丁腈含量(质量分数)	每批	每年
七氟正丁腈含量(质量分数)		
三氟乙腈含量(质量分数)		
六氟丙烯含量(质量分数)		
七氟丙烷含量(质量分数)		
水分含量(质量分数)		
酸度[以氟化氢(HF)计](质量分数)	每季度	

7.1.2 有下列情况之一时，也应进行型式检验：

- a) 变更关键生产工艺；
- b) 主要原料有变化；
- c) 停产又恢复生产；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异。

7.2 组批

7.2.1 同一生产线连续稳定生产的钢瓶装七氟异丁腈产品为一批，每批不超过 50 t。

7.2.2 贮槽、槽车装的七氟异丁腈以一贮槽、一槽车的产品量为一批。

7.3 抽样数量

7.3.1 对于钢瓶包装的七氟异丁腈，应按表 3 规定的抽样数量随机抽样检验。

表3 钢瓶包装的七氟异丁腈抽样数量表

产品批量/瓶	最少抽样数量/瓶
1	1
2~10	2
11~100	3
≥101	5

7.3.2 对于贮槽、槽车装的七氟异丁腈，应逐一检验。

7.4 检验判定和复验

7.4.1 数值修约应按 GB/T 8170 中规定的修约值比较法进行。

7.4.2 对于钢瓶装七氟异丁腈，当所抽取样品中每一瓶的检验结果均符合表 1 的要求时，则判该批产品合格。当检验结果有任何一项指标不符合表 1 的要求时，则应自同批产品中重新加倍随机抽样检验，若检验结果符合表 1 的要求，则判该批其余产品合格；若仍有任何一项指标不符合表 1 的要求时，则判该批产品不合格。

7.4.3 对于贮槽、槽车装七氟异丁腈，当检验结果均符合表 1 的要求时，则判该批产品合格。当检验结

果有任何一项指标不符合表 1 的要求时，则判该批产品不合格。

8 标志、包装、充装、运输、贮存及安全信息

8.1 标志

8.1.1 七氟异丁腈出厂时应有产品质量合格证，其内容至少应包括：

- 产品名称；
- 生产厂名称；
- 生产日期或批号；
- 充装质量；
- 七氟异丁腈含量（质量分数）；
- 本文件编号。

8.1.2 七氟异丁腈的包装标志应符合 GB 190 的相关规定，钢瓶颜色标志应符合 GB/T 7144 的规定，标签应符合 GB 15258 和 GB/T 16804 规定，并应附有“化学品安全技术说明书”。

8.2 包装、充装、运输和贮存

8.2.1 包装七氟异丁腈的气瓶应符合 GB/T 5099（所有部分）或 GB/T 5100 的规定。

8.2.2 七氟异丁腈的充装、运输和贮存应符合 GB/T 14193、TSG R0005、TSG 23 的规定，充装、运输和贮存的其他安全管理条例见《危险化学品安全管理条例》和《特种设备安全监察条例》。

8.2.3 七氟异丁腈的最大充装量按公式（5）计算：

$$m_2 = F_r \times V \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- m_2 —— 七氟异丁腈的最大充装量，单位为千克（kg）；
- F_r —— 七氟异丁腈的充装系数， $F_r=1.17$ kg/L；
- V —— 钢瓶标明的内容积，单位为升（L）。

8.2.4 七氟异丁腈应存放在阴凉、干燥、通风的库房内，应远离热源，不应暴晒。

8.3 安全信息

七氟异丁腈的安全信息见附录 C。

附录 A

(资料性)

七氟异丁腈等组分含量测定的推荐操作条件、典型色谱图及各组分的相对保留值

A.1 推荐的操作条件

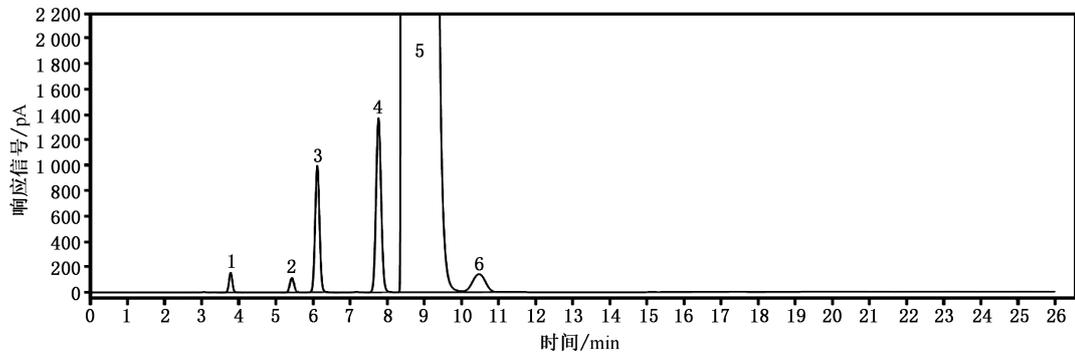
推荐的操作条件见表 A.1。

表 A.1 推荐的操作条件

项目	参数
汽化室温度/°C	200
检测器温度/°C	250
柱温	初始温度120 °C，保持12 min；以15 °C/min升至180 °C，保持10 min
进样量/mL	0.5
载气（氦气）流量/（mL/min）	20
空气流量/（mL/min）	300
氢气流量/（mL/min）	40

A.2 典型色谱图

典型色谱图见图 A.1。



标引序号说明：

- 1——三氟乙腈；
- 2——五氟丙腈；
- 3——六氟丙烯；
- 4——七氟丙烷；
- 5——七氟异丁腈；
- 6——七氟正丁腈。

图 A.1 典型色谱图

A.3 各组分相对保留值

各组分相对保留值见表 A.2。

表 A.2 各组分相对保留值

峰序	组分名称	保留时间/min	相对保留值
1	三氟乙腈	3.778	0.181
2	五氟丙腈	5.477	0.478
3	六氟丙烯	6.111	0.589
4	七氟丙烷	7.761	0.878
5	七氟异丁腈	8.461	1.000
6	七氟正丁腈	10.466	1.350

附录 B

(资料性)

七氟异丁腈中七氟正丁腈等组分含量测定的色谱柱、标准样品及典型色谱图

B.1 色谱柱

长约 7.3 m、内径 2 mm 的不锈钢管，内装粒径为 0.15 mm~0.18 mm 的涂敷改性聚乙二醇-20000 的石墨化炭黑，或其他等效色谱柱。

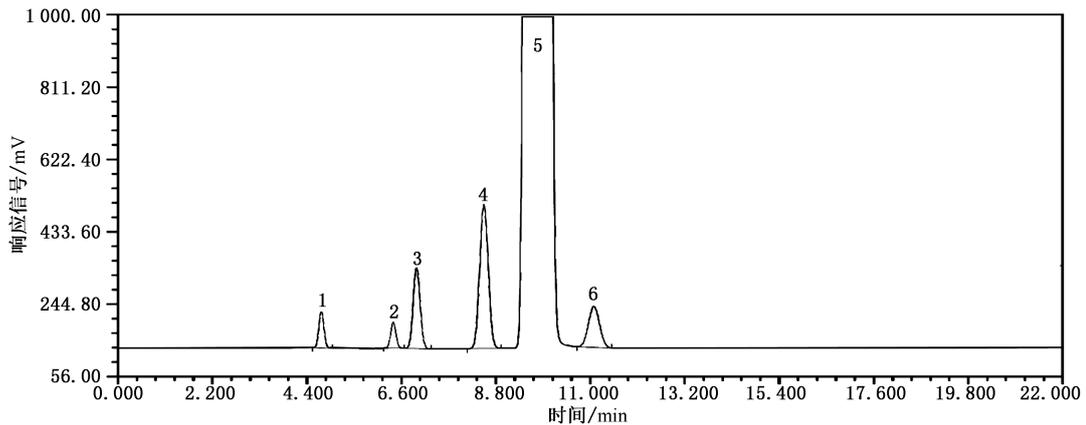
B.2 标准样品

测定七氟正丁腈、三氟乙腈及六氟丙烯的含量时，标准样品组分为六氟丙烯，含量与样品中待测组分的含量相近，平衡气为氦气。

测定七氟丙烷的含量时，标准样品组分为七氟丙烷，含量与样品中七氟丙烷的含量相近，平衡气为氦气。

B.3 典型色谱图

典型色谱图见图 B.1。



标引序号说明：

- 1——三氟乙腈；
- 2——五氟丙腈；
- 3——六氟丙烯；
- 4——七氟丙烷；
- 5——七氟异丁腈；
- 6——七氟正丁腈。

图 B.1 典型色谱图

附录 C
(资料性)
安全信息

C.1 基本信息

C.1.1 名称

C.1.1.1 化学式： $i\text{-C}_4\text{F}_7\text{N}$ 。

C.1.1.2 中文名：七氟异丁腈。

C.1.1.3 英文名：Heptafluoroisobutyronitrile。

C.1.2 相对分子质量

195.04 (按 2022 年国际相对原子质量计算)。

C.1.3 代码

CAS 号：42532-60-5。

C.1.4 物理性质

C.1.4.1 沸点： $-4.7\text{ }^\circ\text{C}$ 。

C.1.4.2 凝固点： $-118\text{ }^\circ\text{C}$ 。

C.1.4.3 临界温度： $112.8\text{ }^\circ\text{C}$ 。

C.1.4.4 蒸气压 ($20\text{ }^\circ\text{C}$)： 254 kPa 。

C.2 危险性说明

C.2.1 七氟异丁腈是一种无色、无味、不可燃的低压液化气体。

C.2.2 与液态七氟异丁腈接触会导致冻伤。

C.3 操作注意事项

C.3.1 操作人员经过专门培训，严格遵守操作规程。

C.3.2 远离热源、热表面、火花、明火和其他点火源。

C.3.3 搬运时轻装轻卸，防止包装及容器损坏。

C.4 紧急情况应对措施

C.4.1 发生火灾时，切断气源。若无法切断气源，则不熄灭泄漏处的火焰。在上风向灭火。喷水冷却容器，直至灭火结束。将容器从火场移至空旷处。

C.4.2 灭火剂用雾状水、泡沫、干粉。

C.4.3 如果误吸入七氟异丁腈，迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

C.5 泄漏处理处置

C.5.1 根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。

C.5.2 应急处理人员穿内置正压自给式呼吸器。

C.5.3 有液化气体泄漏，注意防冻伤。

C.5.4 切断泄漏源。

C.6 存储注意事项

C.6.1 储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。

C.6.2 产品包装严加密闭，防止泄漏，工作场所提供充分的局部排风和全面通风。

C.6.3 存储区备有泄漏应急处理设备。

C.7 废弃处置说明

C.7.1 废弃化学品

根据国家和地方有关法规的要求处置。或与制造商联系，确定处置方法。处置废弃的七氟异丁腈时，不直接排放。

C.7.2 污染包装物

将容器返还生产商或按照国家和地方法规处置。

C.7.3 废弃注意事项

处置前参阅国家和地方有关法规。

参 考 文 献

[1] 危险化学品安全管理条例（2002年1月26日中华人民共和国国务院令第344号公布，2011年2月16日国务院第144次常务会议第一次修订，2013年12月7日国务院令第645号第二次修订通过）

[2] 特种设备安全监察条例（2003年3月11日中华人民共和国国务院令第373号公布，2009年1月14日国务院第46次常务会议修订通过）
