



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 43977—2024

## 电子气体 八氟环丁烷

Electronic gas—Octafluorocyclobutane

2024-04-25 发布

2024-11-01 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。

本文件由全国半导体设备和材料标准化技术委员会(SAC/TC 203)提出并归口。

本文件起草单位：浙江省化工研究院有限公司、昊华气体有限公司、山东非金属材料研究所、中船(邯郸)派瑞特种气体股份有限公司、广东华特气体股份有限公司、天津绿菱气体有限公司、浙江巨化技术中心有限公司、中化蓝天氟材料有限公司、江西华特电子化学品有限公司、福建久策气体股份有限公司、金宏气体股份有限公司、浙江海纳半导体股份有限公司、杭州德成科技服务有限公司、浙江解氏新材料股份有限公司、宿州伊维特新材料有限公司、中国计量大学、浙江省标准化研究院、西南化工研究设计院有限公司、昊华气体有限公司西南分公司、上海申南特种气体有限公司、上海华爱色谱分析技术有限公司、大连大特气体有限公司、上海凡伟仪器设备有限公司、联雄投资(上海)有限公司、沈阳中复科金压力容器有限公司、浙江东开半导体科技有限公司、和立气体(上海)有限公司、昆明广瑞达特种气体有限责任公司、西南化工研究设计院有限公司武汉分公司、西南化工研究设计院有限公司双流分公司。

本文件主要起草人：史婉君、王娟、罗霞、胡迎、付梦月、白占旗、鬲春利、荀其宁、张文申、许峰、柳彤、张长金、傅铸红、陈艳珊、马建修、叶鹏飞、褚人财、颜光清、廖恒易、禹金龙、何经余、曹素英、王新喜、孙猛、沈益军、肖世豪、洪倩、石林、刘亮、郑新权、邱雅惠、万娟秀、朱明、徐龙、李威、张朋越、陈洁、吴靓、方华、王昭彬、黄小强、唐中伟、黄辉、刘扬涛、宫兵、易达文、李阳、梁永强、梁成科、高静、周鹏云、李光雅、张鹏。

# 电子气体 八氟环丁烷

## 1 范围

本文件规定了电子级八氟环丁烷的技术要求、检验规则、标志、包装、运输、贮存及安全信息，描述了相关的试验方法。

本文件适用于由工业八氟环丁烷提纯制备的电子级八氟环丁烷。

## 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 3723 工业用化学产品采样安全通则
- GB/T 5099(所有部分) 钢质无缝气瓶
- GB/T 5100 钢质焊接气瓶
- GB/T 5832.3 气体中微量水分的测定 第3部分：光腔衰荡光谱法
- 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 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 33145 大容积钢质无缝气瓶
- TSG 07 特种设备生产和充装单位许可规则
- TSG 23 气瓶安全技术规程
- TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程

## 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

八氟环丁烷的技术要求应符合表1的规定。

表 1 技术要求

项目	要求
八氟环丁烷(C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> )纯度(体积分数)/10 <sup>-2</sup>	≥99.999
(氧+氩)(O <sub>2</sub> +Ar)含量(体积分数)/10 <sup>-6</sup>	<1
氮(N <sub>2</sub> )含量(体积分数)/10 <sup>-6</sup>	<2
一氧化碳(CO)含量(体积分数)/10 <sup>-6</sup>	<0.5
二氧化碳(CO <sub>2</sub> )含量(体积分数)/10 <sup>-6</sup>	<0.5
六氟丙烯(C <sub>3</sub> F <sub>6</sub> )含量(体积分数)/10 <sup>-6</sup>	<5
水分(H <sub>2</sub> O)含量(体积分数)/10 <sup>-6</sup>	<2
酸度(以 HF 计)含量(质量分数)/10 <sup>-6</sup>	<0.1
杂质总含量(体积分数)/10 <sup>-6</sup>	≤10

## 5 试验方法

**警告**——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。

### 5.1 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。

### 5.2 氧+氩、氮、一氧化碳、二氧化碳及六氟丙烯含量

#### 5.2.1 测定方法

按 GB/T 28726 规定的切割(除)进样的方法测定八氟环丁烷中的氧+氩、氮、一氧化碳、二氧化碳及六氟丙烯含量。

允许采用其他等效的方法测定八氟环丁烷中的氧+氩、氮、一氧化碳、二氧化碳及六氟丙烯含量。当对测定结果有异议时,以本文件规定的方法为仲裁方法。

#### 5.2.2 预分离柱

预分离柱 I:长约 2 m、内径约 3 mm 的不锈钢管,内装粒径为 0.15 mm~0.18 mm 的一种改性碳分子筛(CST),或其他等效预分离柱。

预分离柱 II:长约 5 m、内径约 3 mm 的不锈钢管,内装粒径为 0.18 mm~0.25 mm 的一种高分子聚合物(Porapak Q),或采用其他等效预分离柱。

#### 5.2.3 色谱柱

色谱柱 I:长约 3 m、内径约 3 mm 的不锈钢管,内装粒径为 0.15 mm~0.18 mm 的 5A 分子筛,或其他等效色谱柱。该柱用于测定氧+氩、氮、一氧化碳含量。

色谱柱 II:长约 7 m、内径约 3 mm 的不锈钢管,内装粒径为 0.18 mm~0.25 mm 的一种高分子聚

合物(Porapak Q),或其他等效色谱柱。该柱用于测定二氧化碳、六氟丙烯含量。

#### 5.2.4 标准样品

标准样品中组分含量(体积分数)为 $1 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$ ,平衡气为氦。

#### 5.3 水分含量

按 GB/T 5832.3 的规定执行。可采用其他等效的方法测定八氟环丁烷中水分含量。当对测定结果有异议时,以 GB/T 5832.3 规定的方法为仲裁方法。

#### 5.4 酸度(以 HF 计)

##### 5.4.1 方法提要

使试样气化,鼓泡进入盛有水的多孔式气体洗瓶中,吸收样品中的酸性物质,以溴甲酚绿为指示剂,用氢氧化钠标准滴定溶液滴定,计算得到酸度(以 HF 计)。

##### 5.4.2 试剂和材料

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

5.4.2.2 溴甲酚绿指示液:5 g/L。

##### 5.4.3 仪器设备

5.4.3.1 取样钢瓶:316 L 不锈钢材质,500 mL 或 1 000 mL。

5.4.3.2 控制阀:316 L 不锈钢材质的两通阀。

5.4.3.3 多孔式气体洗瓶:250 mL。

5.4.3.4 微量滴定管:2 mL 或 5 mL,最小分度值为 0.01 mL。

5.4.3.5 电子天平:最大称量不小于 3 000 g,精度为 0.1 g。

##### 5.4.4 测定步骤

5.4.4.1 按图 1 安装酸度测定装置。

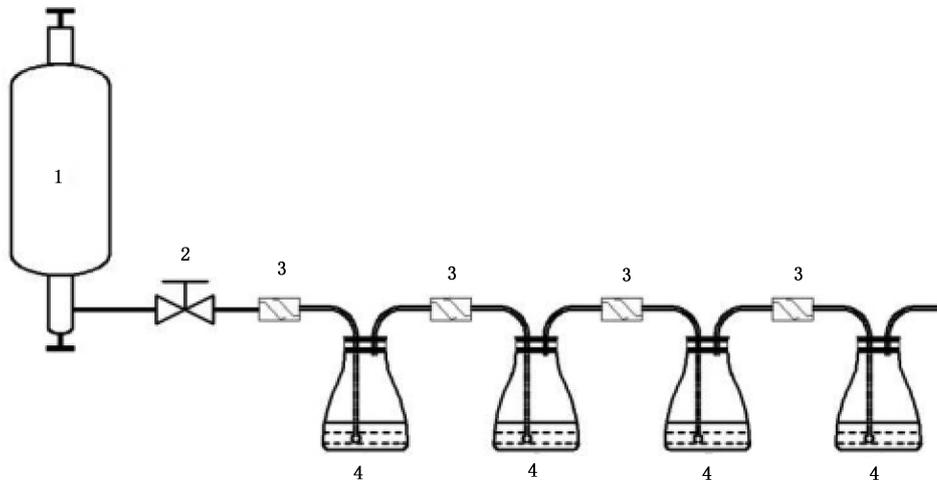
5.4.4.2 在 4 个多孔式气体洗瓶(以下简称“气体洗瓶”)中各加入 100 mL 水。

5.4.4.3 准确称量装有八氟环丁烷样品的取样钢瓶和控制阀的初始质量  $m_1$ 。

5.4.4.4 将八氟环丁烷样品于 15 min~20 min 内连续鼓泡通过 4 个气体洗瓶,放出约 100 g 试样,停止吸收。准确称量取样钢瓶和控制阀的终止质量  $m_2$ 。

5.4.4.5 将第 3 个和第 4 个气体洗瓶中的溶液分别移入两个锥形瓶,各加入溴甲酚绿指示液 1 滴~2 滴,第 3 个气体洗瓶对应的锥形瓶中指示液的颜色不应浅于第 4 个气体洗瓶对应的锥形瓶中指示液的颜色,继续下述步骤(5.4.4.6),否则重做。

5.4.4.6 将第 1 个和第 2 个气体洗瓶的溶液合并到另一锥形瓶中,并加入溴甲酚绿指示液 2 滴~4 滴,用氢氧化钠标准滴定溶液滴定至蓝色为终点,氢氧化钠标准滴定溶液的消耗量为  $V_1$ 。同时将第 3 个和第 4 个气体洗瓶对应的锥形瓶中的溶液合并,作为空白试验溶液,氢氧化钠标准滴定溶液的消耗量为  $V_0$ 。



标引序号说明：  
 1——取样钢瓶；  
 2——控制阀；  
 3——聚乙烯管；  
 4——多孔式气体洗瓶。

图 1 酸度测定装置示意图

5.4.5 结果计算

酸度  $\omega$  (以 HF 计) 的质量分数, 按公式(1)计算:

$$\omega = \frac{c(V_1 - V_0)M_{\text{HF}}}{(m_1 - m_2) \times 1\,000} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $\omega$  ——酸度(以 HF 计)(质量分数),  $10^{-6}$ ;
- $c$  ——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);
- $M_{\text{HF}}$  ——氟化氢的摩尔质量, 单位为克每摩尔(g/mol) ( $M_{\text{HF}} = 20.01$  g/mol);
- $m_1$  ——初始质量, 单位为克(g);
- $m_2$  ——终止质量, 单位为克(g)。

5.4.6 允许差

取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应不大于 40%。

5.4.7 其他等效的方法

允许采用其他等效的方法测定八氟环丁烷的酸度。当测定结果有异议时, 以本文件规定的方法为仲裁方法。

5.5 杂质总含量

杂质总含量按公式(2)计算:

$$\varphi_7 = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + \varphi_5 + \varphi_6 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$\varphi_1$ ——(氧+氩)含量(体积分数), $10^{-6}$ ；

$\varphi_2$ ——氮含量(体积分数), $10^{-6}$ ；

$\varphi_3$ ——一氧化碳含量(体积分数), $10^{-6}$ ；

$\varphi_4$ ——二氧化碳含量(体积分数), $10^{-6}$ ；

$\varphi_5$ ——六氟丙烯含量(体积分数), $10^{-6}$ ；

$\varphi_6$ ——水分含量(体积分数), $10^{-6}$ ；

$\varphi_7$ ——杂质总含量(体积分数), $10^{-6}$ 。

## 5.6 八氟环丁烷纯度

八氟环丁烷的纯度按公式(3)计算：

$$\varphi = 100 - \varphi_7 \times 10^{-4} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\varphi$ ——八氟环丁烷纯度(体积分数), $10^{-2}$ 。

## 6 检验规则

### 6.1 抽样、判定和复验

#### 6.1.1 组批

同一生产线连续稳定生产的瓶装八氟环丁烷产品为一批；或以一贮槽集装格、一槽车装产品为一批。

#### 6.1.2 数值修约

数值修约应按 GB/T 8170 中规定的修约值比较法进行。

#### 6.1.3 瓶装八氟环丁烷的抽样、判定和复验

6.1.3.1 应逐一检验(氧+氩)含量、氮含量、水分含量,当检验结果不符合表 1 规定时,则判该产品不合格。

6.1.3.2 表 1 中所列出的除(氧+氩)含量、氮含量、水分含量之外的其余杂质含量应按表 2 规定的抽样数量随机抽样检验。当检验结果符合表 1 规定时,则判该批产品合格。当检验结果不符合表 1 规定时,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 规定时,则判除不合格的那瓶产品外,该批产品合格;若检验结果仍不符合表 1 规定时,则判该批产品不合格。

表 2 瓶装八氟环丁烷抽样表

单位为瓶

每批气瓶数	最少抽样气瓶数
1~10	1
11~20	2
>20	5

#### 6.1.4 贮槽装及槽车装八氟环丁烷的抽样、判定

对于贮槽装及槽车装八氟环丁烷产品,应逐一检验并验收。当检验结果符合表 1 规定时,则判该产品合格。当检验结果不符合表 1 规定时,则判该产品不合格。

#### 6.2 采样

八氟环丁烷的采样安全应符合 GB/T 3723 的规定。

#### 6.3 尾气处理

测定时,应有八氟环丁烷尾气处理措施,以防止八氟环丁烷对环境的污染。

### 7 标志、包装、运输、贮存及安全信息

#### 7.1 标志

7.1.1 八氟环丁烷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,危险化学品生产许可证编号;
- 生产日期或批号,以及失效日期;
- 充装质量(kg);
- 本文件标准编号及八氟环丁烷的纯度。

7.1.2 包装容器上应涂刷“电子级八氟环丁烷”字样。

7.1.3 八氟环丁烷的包装标志应符合 GB 190 的规定,颜色标志应符合 GB/T 7144 的规定,标签应符合 GB 15258 和 GB/T 16804 的规定。

#### 7.2 包装、运输及贮存

7.2.1 包装八氟环丁烷的气瓶应符合 GB/T 5099(所有部分)、GB/T 5100 和 GB/T 33145 的规定。

7.2.2 八氟环丁烷的充装、运输及贮存应符合 GB/T 14193、TSG R0005、TSG 07 和 TSG 23 的规定,包装、运输及贮存的安全管理要求见《危险化学品安全管理条例》和《特种设备安全监察条例》。

7.2.3 八氟环丁烷的最大充装量按公式(4)计算:

$$m = F_r \times V \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- $m$  ——气瓶内八氟环丁烷的质量,单位为千克(kg);
- $F_r$  ——八氟环丁烷的充装系数,单位为千克每升(kg/L),取值 1.31 kg/L;
- $V$  ——气瓶标明的内容积,单位为升(L)。

7.2.4 宜使用进行内表面处理的气瓶,处理后的气瓶应符合本文件的规定。瓶阀出气口连接方式宜使用 DISS 716 或 CGA 660。

7.2.5 应防止泄漏和瓶口被污染。

7.2.6 八氟环丁烷产品应存放在阴凉、干燥、通风的库房内,应远离热源,不应暴晒。

#### 7.3 安全信息

八氟环丁烷的安全信息应符合附录 A 的规定。

**附 录 A**  
**(规范性)**  
**安全信息**

### A.1 基本信息

A.1.1 化学式： $C_4F_8$ ；中文名：八氟环丁烷；英文名：Octafluorocyclobutane。

A.1.2 相对分子质量：200.032(按 2018 年国际相对原子质量计算)。

A.1.3 CAS 号：115-25-3；UN 危险货物编号：1976。

A.1.4 物理性质：沸点  $-6.4\text{ }^\circ\text{C}$ ，熔点  $-40.2\text{ }^\circ\text{C}$ ，临界温度  $115.0\text{ }^\circ\text{C}$ ，临界压力  $2\ 777\text{ kPa}$ ，临界密度  $0.616\text{ g/cm}^3$ ；蒸汽压( $20\text{ }^\circ\text{C}$ ) $270\text{ kPa}$ ；蒸气密度( $0\text{ }^\circ\text{C}$ ) $9.338\text{ kg/m}^3$ ；液体密度( $15\text{ }^\circ\text{C}$ ) $1.48\text{ g/cm}^3$ 。

### A.2 危险性说明

八氟环丁烷是无色的低压液化气体，液态迅速蒸发可能造成冻伤。液化气体的蒸气最初比空气重，可沿地面扩散。高温受热可产生刺激性、腐蚀性和/或有毒的气体。

### A.3 操作注意事项

A.3.1 生产过程密闭操作，生产装置全面通风。操作人员应经过专门培训，严格遵守操作规程。

A.3.2 应远离热源、热表面。

### A.4 紧急情况应对措施

A.4.1 发生火灾时，切断气源。消防人员应佩戴空气呼吸器，穿全身防火防毒服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。

A.4.2 灭火剂宜用干粉或者二氧化碳。大火时用水幕、雾状水或常规泡沫灭火。

A.4.3 如果误吸入八氟环丁烷，迅速脱离现场至空气新鲜处，将污染的衣物及鞋子移除，保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止、心跳停止，立即进行心肺复苏术，并就医。

A.4.4 就医时应确认医疗人员了解此物质及防护措施。

### A.5 泄漏处理处置

A.5.1 尽可能切断泄漏源。

A.5.2 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。

A.5.3 应急处理人员应佩戴内置正压自给式呼吸器。

A.5.4 有液化气体泄漏，应注意防冻伤。如果发生冻伤，对冻伤部位给予温水解冻，确保受伤人员冷静及温暖。

A.5.5 不应接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。

A.5.6 防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。

A.5.7 喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向，避免水流接触泄漏物。不应用水直接冲击泄漏物或泄漏源。

A.5.8 构筑围堤堵截泄漏的液体。

A.5.9 隔离泄漏区直至气体散尽。

### A.6 贮存注意事项

A.6.1 贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房。应远离热源、热表面。

**GB/T 43977—2024**

**A.6.2** 防止阳光直射。

**A.7 废弃处置说明**

**A.7.1** 处置前应参阅国家和地方有关法规,宜将剩余的和未回收的废弃物交给有资质的单位处理。

**A.7.2** 处置废弃的八氟环丁烷时,不应直接排放。

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)

---