



中华人民共和国国家标准

GB/T 12022—2025

代替 GB/T 12022—2014

工业六氟化硫

Industrial sulphur hexafluoride

2025-08-29 发布

2026-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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。

本文件代替 GB/T 12022—2014《工业六氟化硫》，与 GB/T 12022—2014 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围(见第 1 章,2014 年版的第 1 章)；
- 更改了六氟化硫应符合的技术要求(见第 4 章,2014 年版的第 3 章)；
- 更改了采样的要求(见第 5 章,2014 年版的 4.2)；
- 更改了对“警示”的要求(见第 6 章,2014 年版的 4.3)；
- 更改了试验方法的一般规定(见 6.1,2014 年版的 4.4)；
- 更改了六氟化硫纯度计算方法(见 6.2,2014 年版的 5.1)；
- 更改了氧+氮、四氟化碳、六氟乙烷、八氟丙烷的测定方法(见 6.3,2014 年版的 5.2、5.3、5.4)；
- 更改了水分含量的测定方法(见 6.4,2014 年版的 5.5)；
- 更改了矿物油含量的测定方法(见 6.5,2014 年版的 5.8)；
- 更改了酸度的测定方法(见 6.6,2014 年版的 5.6)；
- 更改了可水解氟化物的测定方法(见 6.7,2014 年版的 5.7)；
- 更改了毒性的试验方法(见 6.8,2014 年版的 5.9)；
- 增加了对尾气处理的要求(见 6.9)；
- 更改了检验规则(见第 7 章,2014 年版的 4.1)；
- 更改了标志、包装、充装、运输、贮存及安全信息的要求(见第 8 章,2014 年版的第 6 章)。

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：昊华气体有限公司、浙江省化工研究院有限公司、福建德尔科技股份有限公司、成都科美特特种气体有限公司、上海华爱色谱分析技术有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、云南电网有限责任公司、中国电力科学研究院有限公司、河南省科学院物理研究所、国网冀北电力有限公司电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、国网上海市电力公司电力科学研究院、云南电网有限责任公司电力科学研究院、广东电网有限责任公司广州供电局电力科学研究院、广西电网有限责任公司电力科学研究院、国网湖南省电力有限公司、国网四川省电力公司电力科学研究院、国网重庆市电力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、浙江华电器材检测研究院有限公司、国网天津市电力公司电力科学研究院、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、深圳供电局有限公司、国网北京市电力公司、国网冀北电力有限公司、国网福建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、海南电网有限责任公司电力科学研究院、中国电气装备集团科学技术研究院有限公司、河南省日立信股份有限公司、朗析仪器(上海)有限公司、上海凡伟仪器设备有限公司、长飞石英技术(武汉)有限公司、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。

本文件主要起草人：张金彪、张琦炎、华祥斌、方华、钟卉菲、刘黎、唐念、黎晓淀、何运华、刘平、颜湘莲、孙东伟、李志刚、陈孝信、马凤翔、邓云坤、邓先钦、黄青丹、付梦月、刘伟、朱立平、周舟、张力、姚强、张英、吴芳芳、李谦、蔡莹、唐峰、石磊、蔡巍、郑东升、于乃海、陈晓琳、钟建英、李博、李建浩、何波、

GB/T 12022—2025

杨轶、赵跃、朱峰、李凯、周鹏云、赖晓峰、张建君、吴宁捷、史婉君。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1989年首次发布为 GB/T 12022—1989，2006年第一次修订，2014年第二次修订；
- 本次为第三次修订。



工业六氟化硫

1 范围

本文件规定了工业六氟化硫的技术要求、采样、试验方法、检验规则、标志、包装、充装、运输及贮存的要求，描述了工业六氟化硫的试验方法，提供了工业六氟化硫的安全信息。

本文件适用于以氟与硫为原料制备提纯得到的工业六氟化硫。

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 3863 工业氧
- 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 5832.1 气体分析 微量水分的测定 第1部分：电解法
- 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 11640 铝合金无缝气瓶
- 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
- GB/T 43306 气体分析 采样导则
- 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

六氟化硫的技术要求应符合表1的规定。

表 1 技术要求

项目名称	指标	
	I 型	II 型
六氟化硫(SF ₆)纯度(质量分数)	≥99.9×10 ⁻²	≥99.99×10 ⁻²
(氧+氮)(O ₂ +N ₂)含量(质量分数)	≤300×10 ⁻⁶	≤35×10 ⁻⁶
四氟化碳(CF ₄)含量(质量分数)	≤100×10 ⁻⁶	≤5×10 ⁻⁶
六氟乙烷(C ₂ F ₆)含量(质量分数)	≤200×10 ⁻⁶	≤40×10 ⁻⁶
八氟丙烷(C ₃ F ₈)含量(质量分数)	≤50×10 ⁻⁶	≤10×10 ⁻⁶
水分(H ₂ O)含量(质量分数)	≤5×10 ⁻⁶	≤5×10 ⁻⁶
矿物油含量(质量分数)	≤4×10 ⁻⁶	≤4×10 ⁻⁶
酸度(以 HF 计)(质量分数)	≤0.2×10 ⁻⁶	≤0.2×10 ⁻⁶
可水解氟化物[以氟离子(F ⁻)计]含量(质量分数)	≤0.2×10 ⁻⁶	≤0.2×10 ⁻⁶
毒性	生物试验无毒	生物试验无毒

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,在分析中仅使用确认为分析纯的试剂和 GB/T 6682 中规定的三级水。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 六氟化硫纯度

六氟化硫纯度按公式(1)计算:

$$w = [100 - (w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6) \times 10^2] \times 10^{-2} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- w ——六氟化硫纯度(质量分数);
- w₁ ——(氧+氮)含量(质量分数);
- w₂ ——四氟化碳含量(质量分数);
- w₃ ——六氟乙烷含量(质量分数);
- w₄ ——八氟丙烷含量(质量分数);
- w₅ ——水分含量(质量分数);

w_6 ——矿物油含量(质量分数)。

6.3 氧+氮、四氟化碳、六氟乙烷、八氟丙烷含量的测定

6.3.1 测定方法

6.3.1.1 方法原理

按 GB/T 28726 规定的切割进样的方法测定六氟化硫中氧+氮、四氟化碳、六氟乙烷、八氟丙烷的含量。

6.3.1.2 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 的改性碳分子筛,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 的乙基苯乙烯-二乙烯苯共聚物,或其他等效预分离柱。

6.3.1.3 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+氮含量。

色谱柱 II:长约 6 m、内径约 3 mm 的不锈钢管,内装粒径为 0.18 mm~0.25 mm 的乙基苯乙烯-二乙烯苯共聚物,或其他等效色谱柱。该柱用于测定四氟化碳、六氟乙烷、八氟丙烷含量。

6.3.1.4 标准样品

标准样品中组分含量与被测组分含量相近,平衡气宜为高纯氮,符合 GB/T 4844 的规定。

6.3.2 其他等效方法

6.3.2.1 可采用带有热导检测器的气相色谱仪测定六氟化硫中氧+氮和四氟化碳的含量,具体测定方案见附录 A。

6.3.2.2 可采用带有火焰离子化检测器的气相色谱仪测定六氟化硫中六氟乙烷和八氟丙烷的含量,具体测定方案见附录 B。

6.3.2.3 当对测定结果有异议时,以 6.3.1 规定的方法为仲裁方法。

6.4 水分含量的测定

6.4.1 测定方法

按 GB/T 5832.1 的规定进行。可采用其他等效的方法测定六氟化硫中水分含量。当对测定结果有异议时,以 GB/T 5832.1 规定的方法为仲裁方法。

6.4.2 结果换算

水分含量的质量分数与体积分数的换算按公式(2)计算:

$$w_5 = \phi' \times \frac{M'}{M_1} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

w_5 ——样品气中水分的含量(质量分数);

ϕ' ——样品气中水分的含量(体积分数);

M' ——水的摩尔质量,单位为克每摩尔(g/mol);

M_1 ——六氟化硫的摩尔质量,单位为克每摩尔(g/mol)。

6.5 矿物油含量的测定

6.5.1 方法提要

六氟化硫气体通过含有四氯化碳的吸收瓶,其中的矿物油被四氯化碳吸收,用红外光谱法测定该溶液在约 $2\ 930\ \text{cm}^{-1}$ 特征波长下甲基、次甲基吸收峰的吸光度,利用工作曲线计算矿物油含量。

6.5.2 试剂和材料

6.5.2.1 四氯化碳。

6.5.2.2 压缩机油:工业品。

6.5.3 仪器、设备

6.5.3.1 红外光谱仪

配备 20 mm 厚氯化钠池窗液体吸收池或石英池。

6.5.3.2 多孔气体分布管

孔度为 2 号。

6.5.3.3 湿式气体流量计

宜满足下列要求:

——准确度等级:1 级;

——流量范围: $0.1\ \text{m}^3/\text{h}\sim 0.5\ \text{m}^3/\text{h}$;

——回转体积:5 L。

6.5.4 测定步骤

6.5.4.1 工作曲线的绘制

用四氯化碳和压缩机油配制下述质量浓度的矿物油标准溶液:10 mg/L、20 mg/L、50 mg/L、100 mg/L、200 mg/L,压缩机油的称量准确至 0.000 2 g。

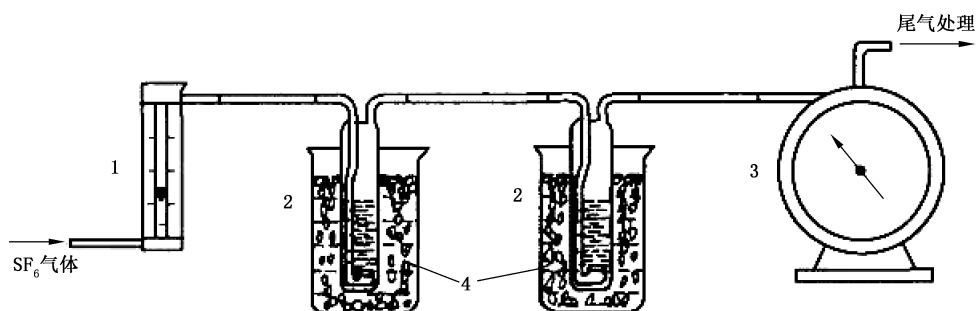
将矿物油标准溶液分别注入吸收池中,将四氯化碳放入另一同样规格的吸收池中作空白参比,在 $2\ 930\ \text{cm}^{-1}$ 处测定吸光度,以扣除空白后的吸光度对矿物油的质量浓度绘制工作曲线。

6.5.4.2 矿物油吸收和测定

按如下测定步骤操作。

- 矿物油吸收装置如图 1 所示。吸收瓶内分别装有 70 mL 四氯化碳,用冰水浴冷却。样品试样气体流速 170 mL/min,通气量 30 L,由湿式气体流量计计量。通气完毕,将吸收瓶中的溶液合并于烧杯中,用 40 mL 四氯化碳多次洗涤吸收瓶,洗涤液并入烧杯中。
- 在通风柜内将烧杯中的溶液小心蒸发至 15 mL 左右,转移至 25 mL 容量瓶中,在恒温 20 °C 下,用四氯化碳稀释至刻度。
- 用 180 mL 四氯化碳按上述步骤 b) 做空白试验。
- 按 6.5.4.1 操作步骤测定样品及空白试验溶液的吸光度,在工作曲线上查出相应的矿物油质量

浓度。



标引序号说明：

1——转子流量计；

2——吸收瓶；

3——湿式气体流量计；

4——冰水浴。

图 1 矿物油吸收装置

6.5.5 结果计算与处理

6.5.5.1 样品体积的计算

样品体积按公式(3)计算：

$$V = \frac{\frac{1}{2}(p_1 + p_2) \times 293.1}{101.3 \times \left[273.1 + \frac{1}{2}(t_1 + t_2) \right]} \times (V_2 - V_1) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V —— 20 °C、101.3 kPa 的样品体积的数值，单位为升(L)；

p_1, p_2 —— 流量计始态与终态的大气压力的数值，单位为千帕(kPa)；

t_1, t_2 —— 流量计始态与终态的温度的数值，单位为摄氏度(°C)；

V_1, V_2 —— 流量计始态与终态的读数值，单位为升(L)。

6.5.5.2 结果计算

矿物油的质量分数 w_6 ，按公式(4)计算：

$$w_6 = \frac{(\rho_1 - \rho_2) \times V_f / 1\ 000}{6.08 \times V \times 1\ 000} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

w_6 —— 矿物油含量(质量分数)；

ρ_1 —— 样品溶液的矿物油质量浓度的数值，单位为毫克每升(mg/L)；

ρ_2 —— 空白样品溶液的矿物油质量浓度的数值，单位为毫克每升(mg/L)；

V_f —— 容量瓶容积的数值，单位为毫升(mL)；

6.08 —— 20 °C、101.3 kPa 时六氟化硫的密度的数值，单位为克每升(g/L)。

6.5.5.3 结果处理

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不应大于 20%。

6.5.6 等效方法

可采用其他等效的方法测定矿物油含量。当对测定结果有异议时,以 6.5.1 规定的方法为仲裁方法。

6.6 酸度的测定

6.6.1 方法提要

六氟化硫中的酸和酸性物质与过量的氢氧化钠标准溶液发生中和反应,采用电位滴定法,用硫酸标准滴定溶液滴定过量的氢氧化钠,从而测定出样品的酸度。

6.6.2 试剂和材料

6.6.2.1 氢氧化钠标准溶液: $c(\text{NaOH}) = 0.01 \text{ mol/L}$ 。由 0.1 mol/L 标准溶液稀释制取。

6.6.2.2 硫酸标准滴定溶液: $c(1/2 \text{ H}_2\text{SO}_4) = 0.01 \text{ mol/L}$ 。由 0.1 mol/L 标准溶液稀释制取。

6.6.2.3 特氏气体洗瓶:250 mL。

6.6.2.4 多孔气体分布管:孔度为 2 号。

6.6.3 仪器、设备

6.6.3.1 自动电位滴定仪

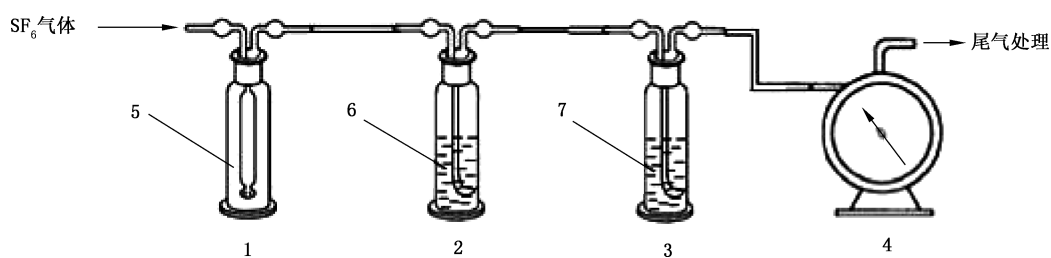
采用自动电位滴定仪,仪器级别为 0.05,配备 pH 测量电极,配备适当容量的滴定管使单次最小加液量不超过 0.005 mL。

6.6.3.2 湿式气体流量计

同 6.5.3.3。

6.6.4 测定步骤

按图 2 示意图安装酸度吸收装置。缓冲瓶、吸收瓶均为 250 mL 气体洗瓶,吸收瓶内各装入 100 mL 新煮沸过的水和 5.00 mL 氢氧化钠标准溶液。气体分布管口距瓶底 8 mm,样品气体流速 500 mL/min,通气量 30 L,由湿式气体流量计计量。通气完毕,从装置中取下吸收瓶,在自动电位滴定仪上用硫酸标准滴定溶液滴定至等当点。



标引序号说明：

- 1 ——缓冲瓶；
 2,3——吸收瓶；
 4 ——湿式气体流量计；
 5 ——开口气体分布管；
 6,7——多孔气体分布管。

图 2 酸度吸收装置

6.6.5 结果计算与处理

6.6.5.1 样品体积的计算

样品体积按公式(3)计算。

6.6.5.2 结果计算

酸度(以 HF 计)的质量分数 w_7 ,按公式(5)计算：

$$w_7 = \frac{[(V_0 - V_3) + (V_0 - V_4)] \times M_{\text{HF}} \times c \times 10^{-3}}{6.08 \times V} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- w_7 ——酸度(以 HF 计)的质量分数；
 V_0 ——空白试验消耗硫酸标准滴定溶液的体积,单位为毫升(mL)；
 V_3, V_4 ——分别为滴定两个吸收瓶溶液消耗的硫酸标准滴定溶液的体积,单位为毫升(mL)；
 M_{HF} ——氟化氢(HF)的摩尔质量($M_{\text{HF}} = 20.0 \text{ g/mol}$),单位为克每摩尔(g/mol)；
 c ——硫酸($\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$)标准滴定溶液的浓度,单位为摩尔每升(mol/L)。

6.6.5.3 结果处理

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 20%。

6.6.6 等效方法

可采用其他等效的方法测定酸度。当对测定结果有异议时,以 6.6.1 规定的方法为仲裁方法。

6.7 可水解氟化物[以氟离子(F^-)计]的测定

6.7.1 方法提要

六氟化硫样品在密封容器中与碱液共同振荡水解。水解生成的氟化物,用镧-茜素络合剂显色,比色法测定。

6.7.2 试剂和材料

6.7.2.1 氨水。

6.7.2.2 无水乙酸钠。

6.7.2.3 丙酮。

6.7.2.4 氧化镧。

6.7.2.5 氢氧化钠溶液:4 g/L。

6.7.2.6 盐酸溶液:1+5。

6.7.2.7 盐酸溶液:1+119。

6.7.2.8 乙酸铵溶液:200 g/L。

6.7.2.9 冰乙酸溶液:6+94。

6.7.2.10 氟离子标准溶液:0.1 mg/mL。

6.7.2.11 氟离子标准溶液:0.01 mg/mL。移取 10 mL 氟离子标准溶液(6.7.2.10)于 100 mL 容量瓶中,稀释至刻度,使用前临时配制,贮存于塑料瓶中。

6.7.2.12 茜素络合指示剂。

6.7.3 仪器、设备

分光光度计:带 2 cm 比色皿。

6.7.4 测定步骤

6.7.4.1 显色剂的配制

于 100 mL 烧杯中加入 5 mL 水、0.13 mL 氨水、1 mL 乙酸铵溶液,再加入准确称量的 0.048 g 茜素络合指示剂。于 250 mL 棕色容量瓶中加入 8.2 g 无水乙酸钠,用 100 mL 冰乙酸溶液溶解。将烧杯中的溶液滤入此容量瓶中,用少量水洗涤滤纸,再加入 100 mL 丙酮。

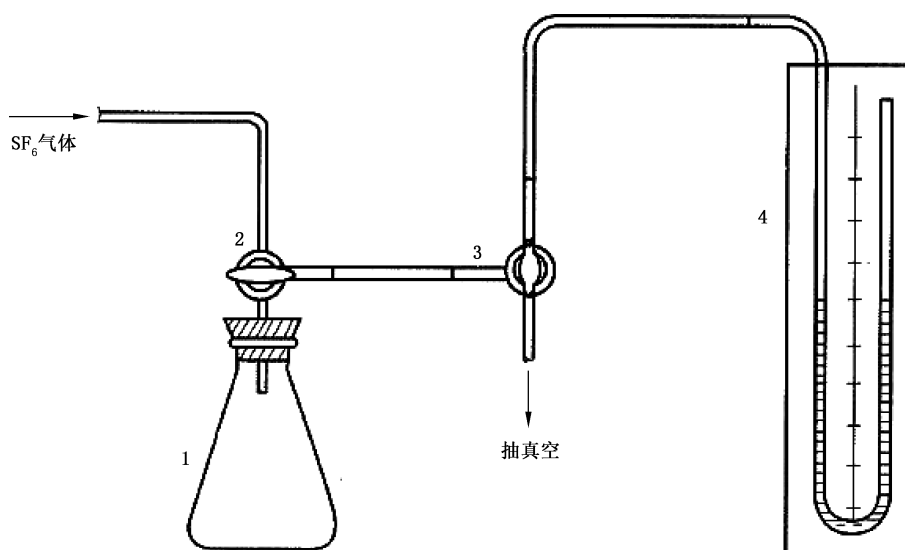
于另一烧杯中加入准确称量的 0.041 g 氧化镧和 2.5 mL 盐酸溶液(6.7.2.7),微热溶解。冷却后并入容量瓶中,用水稀释至刻度。此显色剂保存于低温暗处,使用期为一个月。

6.7.4.2 工作曲线的绘制

于 5 个 100 mL 烧杯中各加入 10 mL 氢氧化钠溶液,用移液管分别加入 0 mL、0.5 mL、1.0 mL、1.5 mL、2.0 mL 氟离子标准溶液。用盐酸溶液(6.7.2.6)和氢氧化钠溶液调节各溶液的 pH 值约为 5.0,再分别转移到 100 mL 容量瓶中,加入 10 mL 显色剂,用水稀释至刻度,于暗处显色 30 min。在分光光度计上,使用 2 cm 比色皿,于波长 600 nm 处,用水调节零点,测定各溶液的吸光度。将 0 mL 氟离子标准溶液作空白参比,扣除空白后以氟离子标准溶液中氟离子质量为横坐标,吸光度为纵坐标绘制工作曲线。

6.7.4.3 样品分析

取样装置如图 3 所示。将 1 000 mL 取样瓶抽空,使样品经玻璃三通阀缓缓进入取样瓶中,待 U 形管压力计平衡后,再重复抽空 3 次。抽样结束后,用注射器注入 10 mL 氢氧化钠溶液,然后使样品经玻璃三通阀缓慢进入取样瓶中,待 U 形管压力计平衡后,关闭取样瓶活塞。取出取样瓶,振荡 1 h 后倒出瓶中溶液,按 6.7.4.2 的规定调节溶液酸度、显色和测定吸光度。



标引序号说明：

- 1 —— 取样瓶；
2,3 —— 真空三通活塞；
4 —— U形管压力计。

图 3 可水解氟化物测定取样装置

6.7.4.4 结果计算与处理

6.7.4.4.1 结果计算

可水解氟化物的质量分数 w_8 ，按公式(6)计算：

$$w_8 = \frac{m \times M_{\text{HF}}}{6.08 \times V_5 \times M_2 \times \frac{p}{101.3} \times \frac{293.1}{273.1 + t}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- w_8 —— 可水解氟化物[以氟离子(F^-)计]含量(质量分数)；
 m —— 在工作曲线上查得的氟离子质量的数值,单位为毫克(mg)；
 V_5 —— 取样瓶容积的数值,单位为毫升(mL)；
 M_2 —— 氟离子(F^-)的摩尔质量($M_2 = 19.0$),单位为克每摩尔(g/mol)；
 p —— 大气压力的数值,单位为千帕(kPa)；
 t —— 环境温度的数值,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

6.7.4.4.2 结果处理

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不应大于 20%。

6.7.5 其他等效方法

可采用其他等效的方法测定六氟化硫中的可水解氟化物含量。当对测定结果有异议时,以 6.7.1 规定的方法为仲裁方法。

6.8 毒性

6.8.1 方法提要

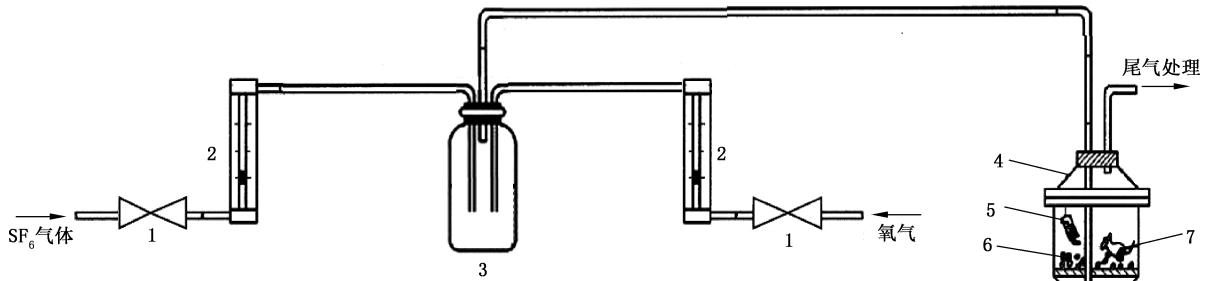
配制体积分数为 79% 六氟化硫和体积分数为 21% 氧气的试验气体。使小白鼠连续染毒 24 h, 观察 72 h, 检验小白鼠有无中毒症状。

6.8.2 试剂

氧气: 符合 GB/T 3863 的规定。

6.8.3 设备

毒性试验装置: 如图 4 所示。



标引序号说明:

- 1 —— 调压阀;
- 2 —— 流量计;
- 3 —— 缓冲瓶;
- 4 —— 染毒缸;
- 5 —— 饮水瓶;
- 6 —— 食物;
- 7 —— 小白鼠。

图 4 毒性试验装置

6.8.4 试验步骤

6.8.4.1 准备工作

试验在通风柜内进行。

选购 15 只~20 只体重约 20 g 的雌性小白鼠, 饲养在笼子中。试验前, 一般应进行 3 d~5 d 的观察, 确认小白鼠健康。

6.8.4.2 试验操作

6.8.4.2.1 缓慢打开六氟化硫样品气瓶和氧气钢瓶, 调节到所要求的比例 79 : 21(体积比), 每分钟气体流量不应小于染毒缸容积的 1/8。[如染毒缸容积为 2 L, 六氟化硫流量为 (200 ± 2) mL/min, 氧气流量为 (55 ± 1) mL/min]。流量稳定 8 min~16 min 之后, 将 5 只小白鼠放入染毒缸内, 供应水和食物, 观察 24 h。每小时记录一次, 内容为小白鼠的饮食活动、异常表现及室温等。

6.8.4.2.2 试验完毕后, 将小白鼠放回笼子中继续观察 72 h。按 6.8.4.2.1 的要求记录。

6.8.5 结果判断与处理

6.8.5.1 小白鼠无异常表现,则确认该批产品无毒。

6.8.5.2 小白鼠有异常表现,如低头不吃食、狂跳、死亡等,则另取 10 只小白鼠分两组重新试验。试验结果无异常表现,则产品合格。试验结果仍有异常表现,则产品不合格。应对有异常表现的小白鼠进行细致的尸体解剖,以进一步证实其异常表现的原因。

6.9 尾气处理

测定时,应有六氟化硫尾气处理措施。

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,在正常生产时,检验周期为 1 年。除毒性外其他项目为出厂检验项目,检验周期见表 2。

表 2 出厂检验项目的检验周期

检验项目	检验周期
六氟化硫(SF ₆)纯度(质量分数)	每批
(氧+氮)(O ₂ +N ₂)含量(质量分数)	
四氟化碳(CF ₄)含量(质量分数)	
六氟乙烷(C ₂ F ₆)含量(质量分数)	
八氟丙烷(C ₃ F ₈)含量(质量分数)	
水分(H ₂ O)含量(质量分数)	
矿物油含量(质量分数)	
酸度(以 HF 计)(质量分数)	
可水解氟化物[以氟离子(F ⁻)计]含量(质量分数)	

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气瓶装六氟化硫产品为一批,每批不超过 25 t,同时每批不超过 500 瓶。

7.2.2 贮槽、槽车装的六氟化硫以一贮槽、一槽车的产品量为一批。

7.3 抽样

7.3.1 对于气瓶包装的六氟化硫,应逐一检验大容积钢质无缝气瓶包装的六氟化硫,其他包装的六氟



化硫应按表 3 规定的抽样数量随机抽样检验。

表 3 其他包装规格气瓶的抽样数量表

产品批量/瓶	最少抽样数量/瓶
1	1
2~5	2
6~50	3
51~100	5
101~500	10

7.3.2 对于贮槽、槽车装的六氟化硫,应逐一检验。

7.4 检验判定和复验

7.4.1 应按 GB/T 8170 规定的修约值比较法对测定结果的数值进行修约与极限数值的判定。

7.4.2 对于气瓶装六氟化硫,当所抽取样品中每一瓶的检验结果均符合表 1 的技术要求时,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 的技术要求时,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 的技术要求,则判该批其余产品均合格;若仍有任何一项指标不符合表 1 的技术要求时,则判该批产品不合格。

7.4.3 对于贮槽、槽车装六氟化硫,当检验结果均符合表 1 的技术要求时,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 的技术要求时,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 六氟化硫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;
- 六氟化硫含量(质量分数);
- 本文件编号;
- 全国工业产品生产许可证编号。

8.1.2 包装容器上应涂刷“工业六氟化硫”字样。

8.1.3 六氟化硫的包装标志应符合 GB 190 的相关规定,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。

8.2 包装、充装、运输和贮存

8.2.1 采用钢质气瓶时,应符合 GB/T 5099(所有部分)或 GB/T 33145 的规定。采用铝合金气瓶时,应符合 GB/T 11640 的规定。

8.2.2 六氟化硫的充装、运输及贮存应符合 GB/T 14193、TSG R0005 和 TSG 23 的规定,充装、运输及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 六氟化硫应存放在阴凉、干燥、通风的库房内,应远离热源,不应暴晒。

8.3 安全信息

六氟化硫的安全信息见附录 C。

附录 A

(资料性)

六氟化硫中氧+氮和四氟化碳含量的测定

A.1 方法

采用带有热导检测器的气相色谱仪测定六氟化硫中氧+氮和四氟化碳含量。

A.2 仪器

热导气相色谱仪。要求所采用的气相色谱仪对六氟化硫中氧+氮、四氟化碳的检测限不大于 0.5×10^{-6} (质量分数)。

A.3 测定条件

A.3.1 载气:纯度不低于 99.99×10^{-2} (体积分数)的氢气或氦气,流速约 20 mL/min 或参照相应的仪器说明书。

A.3.2 桥电流:150 mA 以上或参照相应的仪器说明书。

A.3.3 色谱柱:长约 3 m、内径 3 mm 的不锈钢柱,内装粒径为 0.18 mm~0.25 mm 的乙基苯乙烯-二乙烯苯共聚物,或其他等效色谱柱。

A.3.4 气体标准样品:组分含量与被测组分含量接近。平衡气为纯度不低于 99.99×10^{-2} (体积分数)的氦气。

A.3.5 其他条件:色谱柱温度、检测器温度、样气流量等其他条件参考仪器说明书。

A.4 测定

仪器稳定后按仪器说明书进行测定操作。平行测定气体标准样品和样品气至少两次,直至相邻两次测定结果之差不大于测定结果平均值的 20%,取其平均值。

A.5 结果处理

氧+氮、四氟化碳的含量(质量分数) w_i 按公式(A.1)计算:

$$w_i = \frac{A_i}{A_s} \times w_s \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- w_i ——样品气中被测组分的含量(质量分数);
- A_i ——样品气中被测组分的峰面积;
- A_s ——气体标准样品中相应组分的峰面积;
- w_s ——气体标准样品中相应组分的含量(质量分数)。



附录 B

(资料性)

六氟化硫中六氟乙烷和八氟丙烷含量的测定

B.1 方法

采用带有火焰离子化检测器的气相色谱仪测定六氟化硫中六氟乙烷和八氟丙烷含量。

B.2 仪器

火焰离子化气相色谱仪。要求所采用的气相色谱仪对六氟化硫中六氟乙烷、八氟丙烷的检测限不大于 1×10^{-6} (质量分数)。

B.3 测定条件

B.3.1 载气:纯度不低于 99.99×10^{-2} (体积分数)的氮气、氩气或氦气,流速约 35 mL/min 或参照相应的仪器说明书。

B.3.2 燃气:纯度不低于 99.99×10^{-2} (体积分数)的氢气,流速约 35 mL/min 或参照相应的仪器说明书。

B.3.3 助燃气:空气,流速约 400 mL/min 或参照相应的仪器说明书。

B.3.4 色谱柱:长约 5 m、内径约 3 mm 的不锈钢柱,内装粒径 0.25 mm~0.425 mm 的乙基苯乙烯-二乙烯苯共聚物,或其他等效色谱柱。

B.3.5 气体标准样品:组分含量与被测组分含量接近,平衡气与载气一致。

B.3.6 其他条件:色谱柱温度、检测器温度、样气流量等其他条件参考仪器说明书。

B.4 测定

仪器稳定后按仪器说明书进行测定操作。平行测定气体标准样品和样品气至少两次,直至相邻两次测定结果之差不大于测定结果平均值的 20%,取其平均值。

B.5 结果处理

六氟乙烷、八氟丙烷含量按 A.5 的规定计算。

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:SF₆。

C.1.1.2 中文名:六氟化硫。

C.1.1.3 英文名:Sulphur hexafluoride。

C.1.2 相对分子质量

146.02(按 2022 年国际相对原子质量计算)。

C.1.3 代码

CAS 号:2551-62-4;UN 危险货物编号:1080。

C.1.4 物理性质

C.1.4.1 沸点:−63.8 °C。

C.1.4.2 熔点:−50.8 °C。

C.1.4.3 临界温度:45.6 °C。

C.1.4.4 临界压力:3.76 kPa。

C.1.4.5 相对蒸气密度(以空气密度为 1 计):5.11。

C.1.4.6 相对密度(以水密度为 1 计):1.67(−100 °C)。

C.2 危险性说明

C.2.1 六氟化硫在常温常压下为无色、无臭的不燃气体,遇热有爆炸危险。

C.2.2 六氟化硫气体可能会引起昏昏欲睡或眩晕。空气中高浓度六氟化硫可引起缺氧,有神志不清和死亡的危险。

C.2.3 六氟化硫的化学性质不活泼,热稳定性好,在 204 °C 下,对大多数材料仍能完全保持稳定,加热到 500 °C 以上时,该物质分解生成硫氧化物和氟化物等有毒腐蚀性烟雾。

C.2.4 在放电条件下,六氟化硫会分解出一系列含硫的氟化物,其分解产物具有腐蚀性,当含有这些杂质时便变成有毒物质。

C.3 操作注意事项

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

C.3.2 操作人员穿戴适当的个人防护装备。现场配备正压空气呼吸器。

C.4 紧急情况应对措施

C.4.1 发生火灾时,切断气源。消防人员佩戴空气呼吸器,穿全身消防服,在上风向灭火。切断气源,用水冷却容器然后根据着火原因选择适当灭火剂灭火。

C.4.2 如果误吸入六氟化硫,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、心跳停止,立即进行心肺复苏术,并就医。

C.5 泄漏处理处置

C.5.1 根据气体扩散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 应急处理人员佩戴内置正压自给式呼吸器。

C.5.3 切断泄漏源。

C.5.4 喷雾状水抑制蒸气或改变云流向,避免水流接触泄漏物。

C.5.5 防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。

C.5.6 隔离泄漏区直至气体散尽。



C.6 贮存注意事项

C.6.1 贮存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。

C.6.2 防止阳光直射,与易(可)燃物、氧化剂分开存放。

C.6.3 贮存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。处置废弃的工业六氟化硫时,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)



