



中华人民共和国国家标准

GB/T 8905—2012
代替 GB/T 8905—1996

六氟化硫电气设备中气体管理和 检测导则

The guide for management and measuring SF₆ gas in electrical equipment

(IEC 60480:2004, Guidelines for the checking and
treatment of sulfur hexafluoride(SF₆) taken
from electrical equipment and specification for its re-use, MOD)

2012-11-05 发布

2013-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 通用术语	1
3.2 材料方面	2
3.3 环境方面	2
4 六氟化硫的一般性质	3
4.1 一般性质	3
4.2 电气特性	3
4.3 相容性	3
5 杂质的种类及其来源	4
5.1 概述	4
5.2 来自检修和运行中的杂质	4
5.3 由于绝缘的缺陷产生的杂质	4
5.4 开关设备中产生的杂质	4
5.5 内部电弧产生的杂质	4
6 六氟化硫对环境的影响	4
6.1 概述	4
6.2 六氟化硫对生态系统的影响	5
6.3 六氟化硫对臭氧层的影响	5
6.4 六氟化硫的温室效应	5
6.5 六氟化硫的分解产物	5
6.6 结论	5
7 六氟化硫对健康与安全的影响	5
7.1 概述	5
7.2 使用六氟化硫的预防措施	5
7.3 运行设备中六氟化硫分解产物的毒性	6
7.4 六氟化硫气体泄漏对健康的影响	6
8 运行设备重复使用六氟化硫的质量规范	6
8.1 从电气设备回收六氟化硫进行处理的判定流程图	6
8.2 重复使用的六氟化硫杂质最大容许含量	7
9 六氟化硫分析方法	7
9.1 概述	7
9.2 现场分析方法	7

9.3	实验室分析方法	8
10	六氟化硫的分析项目、周期与标准	9
10.1	新六氟化硫分析项目及质量指标	9
10.2	投运前、交接时六氟化硫分析项目及质量指标	9
10.3	运行中六氟化硫分析项目及质量指标	9
11	六氟化硫的管理	10
11.1	新气的质量管理	10
11.2	运行中六氟化硫的管理	10
11.3	设备解体时六氟化硫的管理	10
11.4	吸附剂的管理	11
11.5	六氟化硫容器的管理	11
12	六氟化硫回收气体的处理、存储和运输	11
12.1	概述	11
12.2	六氟化硫回收处理设备	11
12.3	处理使用过的六氟化硫的安全要求	11
12.4	使用过的六氟化硫的储存运输	11
附录 A	(资料性附录) 对不同分析方法(现场和实验室)的描述	13
附录 B	(资料性附录) 推荐的现场回收程序及六氟化硫容器的运输	19
附录 C	(资料性附录) 本标准章条编号与 IEC 60480:2004 章条编号对照	21
附录 D	(资料性附录) 本标准与 IEC 60480 技术性差异及其原因	24
图 1	回收六氟化硫气体流程图	6
图 2	现场分析流程图	7
图 A.1	抽真空气体取样装置	13
图 A.2	冲洗气体取样装置	13
图 A.3	典型的六氟化硫分解产物的气相色谱图(用 Porapak Q 柱进行分析)	16
图 A.4	六氟化硫及其杂质的红外光谱图	18
表 1	六氟化硫主要杂质及其来源	4
表 2	推荐现场分析方法	8
表 3	推荐实验室分析方法	8
表 4	新六氟化硫(包括再生气体)分析项目及质量指标	9
表 5	投运前、交接时六氟化硫分析项目及质量指标(不包括混合气体)	9
表 6	运行中六氟化硫分析项目及质量指标(不包括混合气体)	10
表 A.1	热导检测器相对质量校正因子	16
表 A.2	六氟化硫及其杂质的吸收峰参数	18
表 B.1	推荐采用的净化方法	19
表 B.2	可使用的各种典型的吸附剂	19

表 B.3	六氟化硫气体运输规范标志汇总	20
表 C.1	章条编号的对照	21
表 C.2	图表编号的对照	22
表 D.1	各章条及附录的技术性差异及其原因	24
表 D.2	图表的技术性差异及其原因	25

前 言

本标准根据 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 8905—1996《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》。

本标准与 GB/T 8905—1996 相比,主要有以下差别:

- 增加了术语和定义;
- 增加了六氟化硫对环境的影响;
- 增加了六氟化硫对健康与安全的影响;
- 增加了重复使用六氟化硫的质量规范;
- 增加了六氟化硫分析方法;
- 增加了六氟化硫回收气体的处理、存储和运输;
- 增加了附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 四个资料性附录;
- 删除了气体的鉴别。

本标准使用重新起草法修改采用 IEC 60480:2004《从电气设备中取出的六氟化硫气体的检测和处理导则》(英文版)。

本标准附录 C 列出了本标准章条编号与 IEC 60480 章条编号的对照一览表。有关技术性差异已编入正文中并在它们所涉及的条款的页边空白处用垂直单线标识。在附录 D 中给出了这些技术性差异及其原因的一览表。

对于 IEC 60480 本标准还做了以下编辑性修改:

- IEC 60480 一律改成 GB/T 8905;
- 删除了 IEC 60480 的前言和引言;
- 回收气体杂质最大容许水平更改为交接试验时的要求。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准负责起草单位:中国电力科学研究院。

本标准参加起草单位:广东电网电力科学研究院、重庆电力试验研究院、安徽省电力科学研究院、宁夏电力科技教育工程院、福建省电力试验研究院、华东电力试验研究院、江西省电力科学研究院、湖北省电力试验研究院、海南电网电力试验研究所、天津电力科学研究院、广西电网电力科学研究院、东北电力科学研究院、河南省郑州大学、上海思源电气有限公司。

本标准主要起草人:姚唯建、姚强、朱芳菲、刘汉梅。

本标准参加起草人:苏镇西、马国柱、郑东升、彭伟、粮业员、袁平、黎斌、汪献忠、裘吟君、郭军科、黄云光、祁炯、金鑫、张桂贤、田勇。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 8905—1988、GB/T 8905—1996。

六氟化硫电气设备中气体管理和 检测导则

1 范围

本标准规定了六氟化硫电气设备中气体管理和检测的方法,给出了六氟化硫电气设备维护、检修和解体过程中回收气体的重复使用技术,推荐了六氟化硫气体的回收工艺及重复使用气体应达到的质量标准。

本标准适用于设备运行和检修中六氟化硫气体的试验、管理及处理。

对电气设备中六氟化硫气体管理和检测的一些具体规定,按其相关标准执行。

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/T 2900.5 电工术语 绝缘固体、液体和气体 (GB/T 2900.5—2002, eqv IEC 60050(212):1990)

GB/T 2900.13 电工术语 可信性与服务质量 (GB/T 2900.13—2008, IEC 60050(191):1990、Amend. 1:1999 And Amend. 2:2002, IDT)

GB/T 12022 工业六氟化硫 (GB/T 12022—2006, IEC 376:1971; IEC 376A:1973; IEC 376B:1974, MOD)

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

IEC 60050(441) 国际电工词典 第 441 章 开关设备控制设备和熔断器 (International electrotechnical vocabulary—Part 441:Chapter 441:Switchgear, controlgear and fuses)

IEC 60050(826) 国际电工词典 第 826 章 建筑物的电气设备 (International electrotechnical vocabulary—Part 826:Electrical installations)

IEC 60376:2005 电气设备用六氟化硫技术规范 (Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF₆) for use in electrical equipment)

IEC/TR 62271-303 高压开关设备和控制设备 第 303 部分:六氟化硫的使用和操作 (High-voltage switchgear and controlgear—Part 303: Use and handling of sulphur hexafluoride (SF₆))

3 术语和定义

GB/T 2900.5、GB/T 2900.13、IEC 60050(441)和 IEC 60050(826)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 通用术语

3.1.1

电气设备 electrical equipment

任何用于发电、变电、输电、配电和利用电能的装置,例如:发电机、变压器、测量设备、保护装置、导

线材料等各种装置。

3.1.2

外壳 enclosure

能防止设备受到某些外部影响并在各个方面防止直接接触的部件。

3.1.3

维修 maintenance

使设备保持或重新处于能完成所需功能状态的行为,包括所有技术、管理及监督方面的行为。

3.2 材料方面

3.2.1

绝缘材料 insulating material

具有极低导电率用于隔离不同电位的固体材料。

3.2.2

绝缘气体 insulating gas

具有极低导电率用于隔离不同电位的气体材料。

3.2.3

电极 electrode

用作具有不同导电率介质的导电界面的导电部件。

3.2.4

储存罐 reservoir

存储容器。

3.3 环境方面

3.3.1

新的六氟化硫(SF₆) new sulfur hexafluoride

没有使用过的,符合标准要求的六氟化硫气体。

3.3.2

使用过的六氟化硫(SF₆)气体 used sulfur hexafluoride

已充入电气设备中,设备通电后经过运行,可能已受杂质污染的六氟化硫气体。

3.3.3

未使用过的六氟化硫(SF₆)气体 unused sulfur hexafluoride

从未充入电气设备中的六氟化硫气体(例如:已经被转入储存罐中的气体)。

3.3.4

气体分解产物 gaseous decomposition products

绝缘气体在使用中产生的分解物。

3.3.5

气体回收 recovery

将气体由电气设备中转移到回收装置或储存罐中。

3.3.6

再生 reclaiming

采用物理和化学的方法从绝缘液体或气体中去除可溶的或不可溶的污染物,使其尽可能达到新的六氟化硫质量标准的工艺。

3.3.7

固体吸附剂 solid adsorbent

可以用来吸附杂质的固体物质。

3.3.8

再生装置 reclaimer

对使用过的气体进行处理,使其能达到被现场再利用的气体净化装置。

3.3.9

重复使用 re-use

将回收或再生的气体,用于新投运的或运行的电气设备中。

3.3.10

最终处理 final disposal

对气体进行无害化处理或用于其他用途的处理。

3.3.11

再生气体 reclaimed gas

用再生装置处理过的气体。

4 六氟化硫的一般性质

4.1 一般性质

六氟化硫是化合物,其分子式为 SF_6 ,在常温常压下(20 °C 和 100 kPa)为气态,密度为 6.07 kg/m³ (约为空气密度的 5 倍)。当六氟化硫到达临界温度 45.54 °C 时,它不能再被压缩为液态。六氟化硫的压力/温度/密度曲线参照 IEC/TR 62271-303。

六氟化硫无色、无味、无毒,常以液态形式用储罐运输。

尽管六氟化硫无毒,却不能维持生命,充六氟化硫的设备需抽尽后才能进入,同样原因,因六氟化硫比空气重,所以易在较低的地方沉积,例如电缆沟,可能沉积很高浓度的该气体,因此有必要在这些地方采取措施以防止窒息。

六氟化硫用于电气输、配电电气设备的灭弧(组合电器、断路器、变压器、电缆等);也用于非电气场合如冶炼、电子产品、科学仪器设备等。

4.2 电气特性

六氟化硫是强电负性气体,即捕捉自由电子的倾向很强。它物理特性独特,在 20 °C 温度下,高绝缘强度(绝缘强度为 89 V/(m/Pa),约是空气的 3 倍)、高灭弧能力(约是空气的 10 倍)以及高热导性(约是空气的 2 倍)。

六氟化硫已被成功应用于高中压电气开关及设备中,作电流保护及绝缘。

4.3 相容性

纯净六氟化硫化学惰性,常温下受热稳定。和氮气相似,六氟化硫在高达 180 °C 环境中,与电气设备中的金属能很好地相容。可在高于 180 °C 的情况下操作。但六氟化硫有可能会分解,特别是在有接触反应性材料的情况下,可能会产生一些与设备不兼容的副产物,至于特殊个别应用场合,则需单独评估。

5 杂质的种类及其来源

5.1 概述

运行电气设备中的六氟化硫气体含有若干种杂质,其中部分来自新的六氟化硫气体(在合成制备过程中残存的杂质和在加压充装过程中混入的杂质),部分来自设备运行和故障过程中。

表 1 列举了主要的杂质及其来源。

表 1 六氟化硫主要杂质及其来源

六氟化硫的使用状态	杂质产生的原因	可能产生的杂质
新的六氟化硫气体	生产过程中产生	Air, Oil, H ₂ O, CF ₄ , 可水解氟化物, HF, 氟烷烃
检修和运行维护	泄漏和吸附能力差	Air, Oil, H ₂ O
绝缘的缺陷	局部放电:电晕和火花	HF, SO ₂ , SOF ₂ , SOF ₄ , SO ₂ F ₂
开关设备	电弧放电	H ₂ O, HF, SO ₂ , SOF ₂ , SOF ₄ , SO ₂ F ₂ , CuF ₂ , SF ₄ , WO ₃ , CF ₄ , AlF ₃
	机械磨损	金属粉尘, 微粒
内部电弧放电	材料的熔化和分解	Air, H ₂ O, HF, SO ₂ , SOF ₂ , SOF ₄ , SO ₂ F ₂ , SF ₄ , CF ₄ , 金属粉尘, 微粒, AlF ₃ , FeF ₃ , WO ₃ , CuF ₂

5.2 来自检修和运行中的杂质

设备在充气 and 抽真空时可能混入空气和水蒸气。水分也可能从设备的内部表面或从绝缘材料释放到气体中。气体处理设备(真空泵和压缩机)中的油也可能进入到六氟化硫气体中。

5.3 由于绝缘的缺陷产生的杂质

由于局部放电导致六氟化硫气体分解,产生六氟化硫的分解产物,例如 SF₅, SF₄ 和 F, 这些杂质再与 O₂ 和 H₂O 发生反应,形成化合物,这些化合物主要有 HF, SO₂, SOF₂, SOF₄ 和 SO₂F₂。

5.4 开关设备中产生的杂质

在电流开断期间,由于高温电弧的存在,导致六氟化硫分解产物、电极合金及有机材料的蒸发物或其他杂质的形成。另外,这些产物之间发生的化学反应,也是形成杂质的原因之一。这些副产物的量取决于设备的结构、设备开断次数和固体吸附剂的使用情况。开关设备中也可能含有触头开断接触摩擦产生的微粒和金属粉尘。

5.5 内部电弧产生的杂质

电弧放电很少发生,在故障设备中发现的杂质和经常开断的设备中存在的杂质很类似,区别在于杂质的数量。当杂质达到一定的数量时,就会产生潜在的毒性。另外,金属材料在高温下会产生汽化,可以形成更多的反应产物。

6 六氟化硫对环境的影响

6.1 概述

人类的已经影响到地球的环境。由于这种影响取决于人类活动的规模及所涉及的材料,因此,

必须考虑六氟化硫气体的使用对环境产生的影响。

6.2 六氟化硫对生态系统的影响

六氟化硫是惰性气体,它在水中的溶解度非常低,对地表及地下水均没有危害,不会在生态循环中积累。因此,六氟化硫不会严重危害生态系统。

6.3 六氟化硫对臭氧层的影响

六氟化硫气体对同温层的臭氧没有破坏作用。

6.4 六氟化硫的温室效应

六氟化硫的温室效应作用与其他气体相比仅占千分之一,因此六氟化硫对温室效应的影响很小。

6.5 六氟化硫的分解产物

六氟化硫的分解产物不会大量释放到大气中。当设备的使用寿命结束时,六氟化硫可以被处理成自然界中存在的中性产物,对当地环境无不利影响。

六氟化硫分解产物不能直接排放或丢弃到环境中。

6.6 结论

电气设备中使用的六氟化硫对全球环境和生态系统的影响很小。然而在使用六氟化硫电气设备时仍需要加强维护和管理,将其对环境的影响降至最小。

7 六氟化硫对健康与安全的影响

7.1 概述

纯净的六氟化硫气体是无毒无害的。原则上吸入 20% 氧气和 80% 纯净的六氟化硫混合气体没有不良反应。但是建议工作环境中的六氟化硫气体的含量应低于 1 000 $\mu\text{L}/\text{L}$ (此值与毒性无关,而是对大气中非自然存在的无毒、无害气体所规定的极限值)。这个数值对工作时间是每周 5 天,每天 8 小时的工作人员是安全的。

7.2 使用六氟化硫的预防措施

7.2.1 六氟化硫的窒息性

由于六氟化硫气体的密度大约是空气的 5 倍,因此,大量释放在工作环境中的六氟化硫气体会聚集在低凹的区域,造成此区域的空气被其所取代,区域内氧气的含量下降。如果氧气的含量低于 16%,在此区域内工作的人员会产生窒息。特别是那些低于地面、通风不良或没有通风设备的区域,例如:电缆输送管、电缆沟、检查坑和排水系统。依靠空气流动和通风设备,工作环境中的六氟化硫含量在一段时间后会降低到允许的水平。

7.2.2 机械故障的损伤

由于设备中,六氟化硫气体的压力高于大气压力,所以在设备处理时要特别注意预防工作人员在机械故障中受到伤害。

7.2.3 冻伤

压缩的六氟化硫气体如果被迅速释放,气体在突然扩散中温度会迅速降低。六氟化硫气体温度可

能降低到 0℃ 以下。在向设备充气时,如果没有一定的保护措施,工作人员很可能被喷射出来的低温气体冻伤。

7.3 运行设备中六氟化硫分解产物的毒性

六氟化硫电气设备中由于放电和热分解导致含有有毒的分解产物。

人接触分解产物后眼、鼻、喉区会出现发红、发痒和轻度疼痛等炎症反应,或伴有皮肤搔痒。其反应程度因人体质而异。

7.4 六氟化硫气体泄漏对健康的影响

正常情况下,六氟化硫气体是密封在电气设备中的,有毒的分解产物会被吸附剂吸附,或吸附在设备内壁,泄漏会使六氟化硫分解物进入工作环境,对工作人员的人身安全会产生危害。

8 运行设备重复使用六氟化硫的质量规范

8.1 从电气设备回收六氟化硫进行处理的判定流程图

图 1 规定了将 SF₆ 从设备中回收,经过适当的处理后可达到重复使用的判定程序。

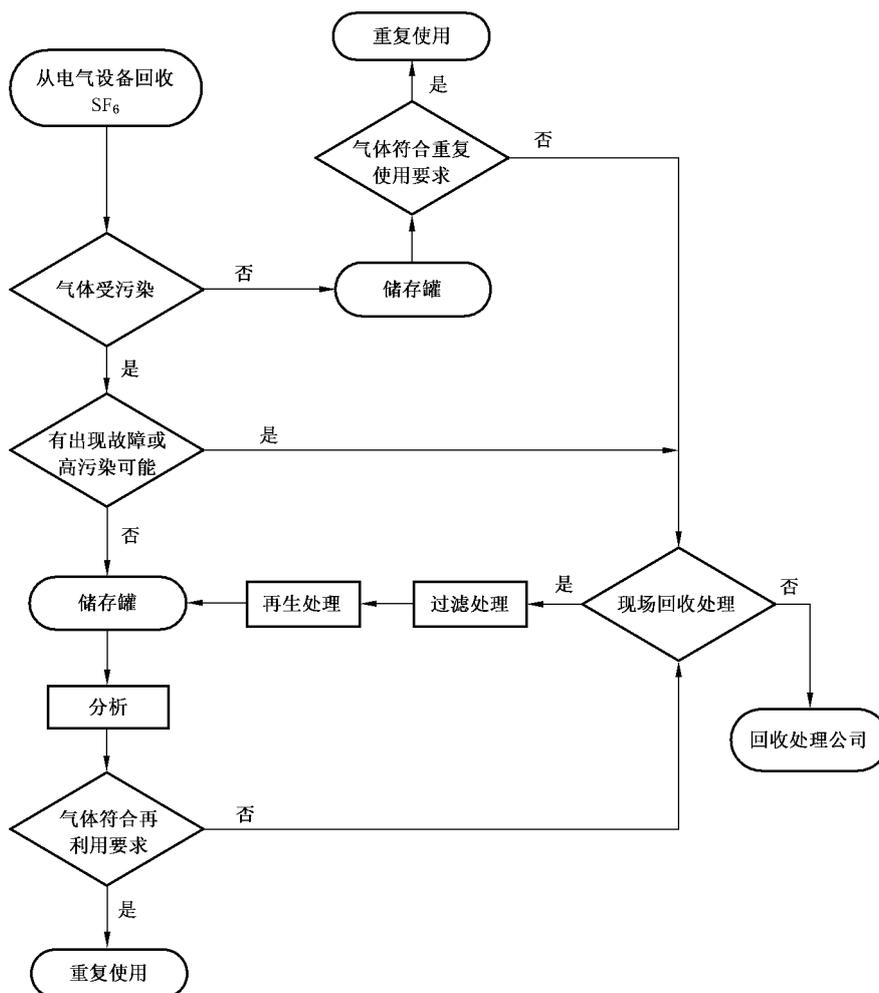


图 1 回收六氟化硫气体流程图

8.2 重复使用的六氟化硫杂质最大容许含量

回收气体杂质最大容许水平应符合表 5 的要求。

对使用过的气体进行分析的取样方法见附录 A 中 A.1。

对六氟化硫气体中含有的水或分解产物,能否在现场处理,完全取决于使用的再生处理装置的过滤性能。如果六氟化硫气体在现场无法回收再生时,应将六氟化硫气体送往生产厂家或送去有资质处理六氟化硫气体的公司进行回收再生。

受到空气和四氟化碳污染的六氟化硫气体,如果空气和四氟化碳浓度超过表 5 列出的最大容许限值,应进行净化再生处理,清除空气和四氟化碳。

9 六氟化硫分析方法

9.1 概述

六氟化硫气体分析应使用气态样品。附录 A 列出了取样和分析方法。六氟化硫气体的分析分为现场分析和实验室分析。新六氟化硫气体实验室分析方法见 GB/T 12022。

9.2 现场分析方法

现场分析技术是快速、简便的气体检测方法,如果气体需要重复使用或在现场回收,使用现场分析技术,只需要使用很少量的六氟化硫气体,可保障工作人员的人身健康和安全。

评价设备中气体能否直接重复使用或需回收再利用的步骤见图 2。

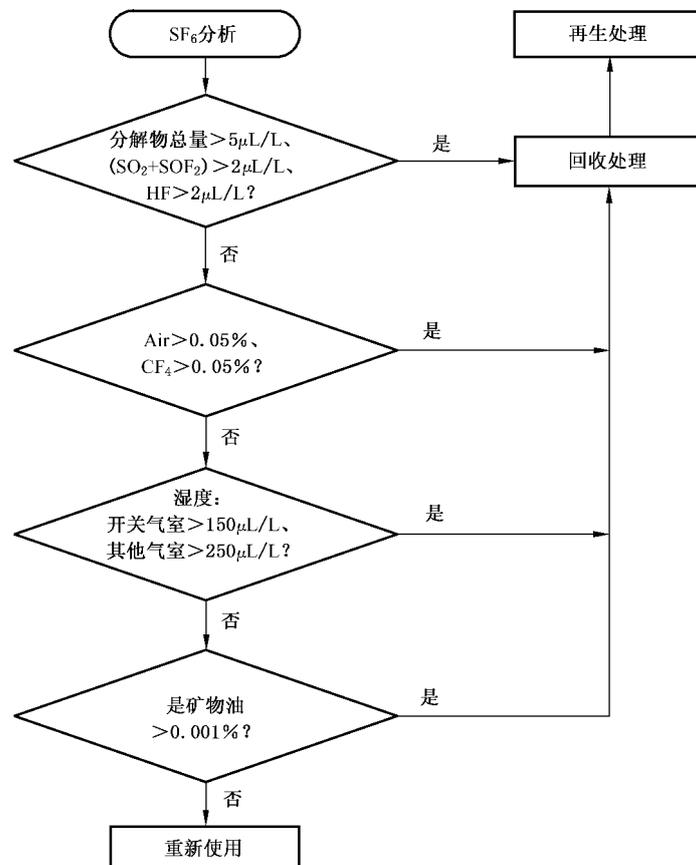


图 2 现场分析流程图

现场分析方法见表 2。对于所有的现场分析仪器,操作人员应认真阅读其使用说明书并注意分析仪器的精度和可靠性。

从安全的角度出发,首先要分析的组份是 SO₂、SOF₂ 和 HF。这样可对使用过的六氟化硫气体的危险性进行评估,同时又可保护分析仪器免受腐蚀。

表 2 推荐现场分析方法

分析顺序		杂 质	有效的方法(设备)
1	a	气体分解物: SO ₂ , SOF ₂ , SO ₂ F ₂	气体检测管法
			气相色谱法(带热导检测器的便携式气相色谱仪 GC-TCD)
			电化学传感器
	b	HF	气体检测管法
2		空气和 CF ₄	气相色谱法(带热导检测器的便携式气相色谱仪 GC-TCD)
3		湿度	电解法
			冷凝露点法
			电阻电容法
			气体检测管法
4		油	气体检测管法

9.3 实验室分析方法

如果没有有效的现场分析设备,推荐使用实验室分析技术。

因为样品中水分容易吸附在采样容器的内壁,所以湿度的分析应在现场直接从设备中取样测试,不推荐对采集样品进行实验室分析。

实验室分析方法见表 3。

表 3 推荐实验室分析方法

杂 质	有效方法(设备)
空气;O ₂ 和 N ₂	气相色谱法(带热导检测器的气相色谱仪 GC-TCD)
CF ₄	气相色谱法(带热导检测器的气相色谱仪 GC-TCD)
	红外吸收光谱法(红外分光光谱仪)
矿物油	红外吸收光谱法(红外分光光谱仪)
	气相色谱法(带氢火焰检测器的气相色谱仪 GC-FID)
气体分解物: SO ₂ 、SOF ₂ 、SO ₂ F ₂ 、SF ₄ 、HF	气相色谱法(带热导、火焰光度检测器的气相色谱仪 GC-FPD)
	离子交换色谱法(离子色谱仪)
	红外吸收光谱法(红外分光光谱仪)

10 六氟化硫的分析项目、周期与标准

10.1 新六氟化硫分析项目及质量指标

新六氟化硫(包括再生气体)的分析项目及质量指标见表4。

表4 新六氟化硫(包括再生气体)分析项目及质量指标

项 目		单 位	指 标
六氟化硫		% (重量比)	≥ 99.9
空气		% (重量比)	≤ 0.04
四氟化碳		% (重量比)	≤ 0.04
湿度(20℃)	重量比	% (重量比)	≤ 0.0005
	露点(101.325 Pa)	℃	≤ -49.7
酸度(以 HF 计)		% (重量比)	≤ 0.00002
可水解氟化物(以 HF 计)		% (重量比)	≤ 0.00010
矿物油		% (重量比)	≤ 0.0004
毒性			生物试验无毒

10.2 投运前、交接时六氟化硫分析项目及质量指标

投运前、交接时六氟化硫分析项目及质量指标见表5。

表5 投运前、交接时六氟化硫分析项目及质量指标(不包括混合气体)

序号	项 目	周 期	单 位	标 准
1	气体泄漏	投运前	%年	≤ 0.5
2	湿度(20℃)	投运前	$\mu\text{L/L}$	灭弧室 ≤ 150 非灭弧室 ≤ 250
3	酸度(以 HF 计)	必要时	% (重量比)	≤ 0.00003
4	四氟化碳	必要时	% (重量比)	≤ 0.05
5	空气	必要时	% (重量比)	≤ 0.05
6	可水解氟化物(以 HF 计)	必要时	% (重量比)	≤ 0.0001
7	矿物油	必要时	% (重量比)	≤ 0.001
8	气体分解产物	必要时	$< 5 \mu\text{L/L}$, 或 $(\text{SO}_2 + \text{SOF}_2) < 2 \mu\text{L/L}$ 、 $\text{HF} < 2 \mu\text{L/L}$	

10.3 运行中六氟化硫分析项目及质量指标

运行中六氟化硫气体分析项目及质量指标见表6。

表 6 运行中六氟化硫分析项目及质量指标(不包括混合气体)

序号	项 目	周 期	单 位	标 准
1	气体泄漏	必要时	%/年	≤0.5
2	湿度(20℃)	1~3年/次; 必要时	μL/L	灭弧室≤300 非灭弧隔室≤500
3	酸度(以 HF 计)	必要时	%(重量比)	≤0.000 03
4	四氯化碳	必要时	%(重量比)	≤0.1
5	空气	必要时	%(重量比)	≤0.2
6	可水解氟化物(以 HF 计)	必要时	%(重量比)	≤0.000 1
7	矿物油	必要时	%(重量比)	≤0.001
8	气体分解产物	必要时	注意设备中的分解产物变化增量	

11 六氟化硫的管理

11.1 新气的质量管理

在电气设备充气前应确认六氟化硫气体质量合格,每批次具有出厂质量检测报告,每瓶具有出厂合格证。在电气设备充气前应进行抽样复检,抽样复检要符合 GB/T 12022 中有关规定。

11.2 运行中六氟化硫的管理

11.2.1 在室内的六氟化硫设备应安装通风换气设施,运行人员经常出入的室内设备场所每班至少换气 15 min,换气量应达 3~5 倍的空间体积,抽风口应安置在室内下部。对工作人员不经常出入的设备场所,在进入前应先通风 15 min。

11.2.2 在室内的六氟化硫设备安装场所的地面应安装带报警装置的氧量仪和六氟化硫浓度仪。空气中氧含量应大于 18%,氧量仪在空气中含氧量降至 18%时应报警。六氟化硫浓度仪在空气中六氟化硫含量达到 1 000 μL/L 时发出警报。如发现报警时应通风、换气。

11.2.3 运行设备如发现表压下降应分析原因,必要时对设备进行全面检漏,若发现有漏气点应及时处理。

11.2.4 运行设备若发现湿度超出标准,应进行干燥、净化处理。

11.3 设备解体时六氟化硫的管理

11.3.1 设备解体前需对气体全面分析,以确定其有害成分含量,制定防毒措施。通过气体回收装置将六氟化硫气体全部回收。

11.3.2 工作人员在处理使用过的六氟化硫气体时,应配备安全防护用具(手套、防护眼镜、防护服和专用防毒呼吸器)。

11.3.3 从事处理使用过的六氟化硫气体的工作人员应熟悉六氟化硫气体分解产物的性质,了解其对健康的危害性。对这些人员应给予专门的安全培训(包括急救指导)。

11.3.4 处理六氟化硫气体时,应当明示工作场所注意事项,说明禁火、禁烟、禁止高于 200℃ 的加热和无专门预防措施的焊接。

11.4 吸附剂的管理

11.4.1 吸附剂的活化处理

吸附剂在安装前应进行活化处理,处理温度按生产厂家要求执行。

11.4.2 吸附剂的安装

应尽量缩短吸附剂从干燥容器或密封容器内取出直至安装完毕之间的时间。吸附剂安装完后,应立即抽真空。

11.4.3 解体设备中吸附剂的处理

解体设备中更换下来的吸附剂不应再生,应使用 20% 的氢氧化钠溶液浸泡后交专业处理公司处理。

11.4.4 吸附剂的存放

吸附剂应防潮、防水、置于干燥处保管。

11.5 六氟化硫容器的管理

对生产六氟化硫气体部门使用六氟化硫容器的要求见 GB/T 12022 有关规定。

六氟化硫气瓶在存放时要有防晒、防潮的遮盖措施。贮存气瓶的场所应宽敞,通风良好,且不准靠近热源及有油污的地方。气瓶安全帽、防震圈应齐全,气瓶应分类存放、注明明显标志,存放气瓶应竖放,固定、标志向外,运输时可卧放。

使用后的六氟化硫气瓶应留存余气,关紧阀门,盖紧瓶帽。

12 六氟化硫回收气体的处理、存储和运输

12.1 概述

六氟化硫气体的回收包括对电气设备中正常的、部分分解或污染的六氟化硫气体的回收。

下面几种情况六氟化硫气体应回收:

- 设备压力过高时;
- 在对设备进行维护、检修、解体时;
- 设备构件需要更换时。

12.2 六氟化硫回收处理设备

12.2.1 可采用气体回收装置、专用存储罐或存储钢瓶回收六氟化硫气体。

12.2.2 在回收污染严重的六氟化硫气体时,可选用装有再生净化处理装置的气体回收装置。

12.3 处理使用过的六氟化硫的安全要求

处理使用过的六氟化硫气体的安全要求见 11.3 设备解体时的管理。

12.4 使用过的六氟化硫的储存运输

12.4.1 使用过的六氟化硫气体可临时存储在合适的钢瓶或气体容器中,这些容器应使用特殊的颜色标志,以免与存储新气的容器混淆。

12.4.2 曾存储使用过的六氟化硫气体的钢瓶,任何时候都不能用来充装或运输六氟化硫新气。

12.4.3 由于含有惰性气体(氮气、氧气等),使用过的六氟化硫气体在充装时,充装系数比充六氟化硫新气时低。气瓶压力设计为 8 MPa 时,使用过的六氟化硫气体可用 1 kg/L 的充装系数来充装。

12.4.4 对新的、未使用过的六氟化硫气体和使用过的六氟化硫气体的存储、运输,应遵守 GB/T 12022 的有关规定,也可参见附录 B。

附录 A

(资料性附录)

对不同分析方法(现场和实验室)的描述

A.1 采样

A.1.1 一般要求

从储存罐中采集的六氟化硫样品应具有代表性,样品应当取自液态的六氟化硫,如果在储存罐中没有液态六氟化硫,那么所采集的样品只能代表气态的六氟化硫。

在从储存罐中采样之前,储存罐与分析设备或与六氟化硫气体采气瓶的所有连接部分均应抽真空。如果是使用长而细的管子采样,则管路连接部分应用储存罐中的气体吹扫,以确保从储存罐中采集的六氟化硫气体样品具有代表性。

采样时,连接材料应尽可能选择不锈钢或其他不发生化学反应的材料,以减少采样过程中的反应和污染。分析样品不能通过过滤器(分子筛、氧化铝),否则会改变气体的成分。为确保样品不受粉尘的污染,可使用粉尘过滤器。

为了减少六氟化硫气体对大气的排放,同时限制有毒分解产物对人体的危害,可使用收集袋或类似的装置(图 A.1 和图 A.2)。收集袋中的气体也应回收。

图 A.1 和图 A.2 表示现场取样的连接方式。

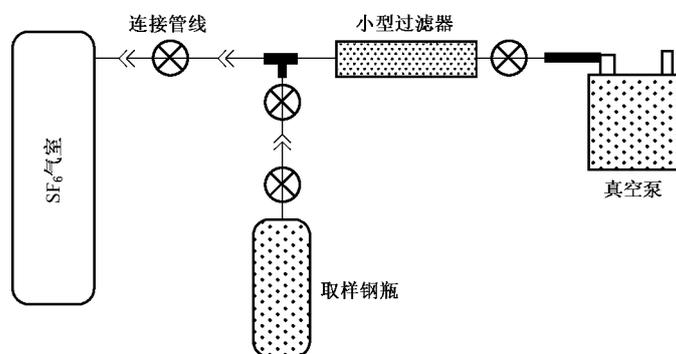


图 A.1 抽真空气体取样装置

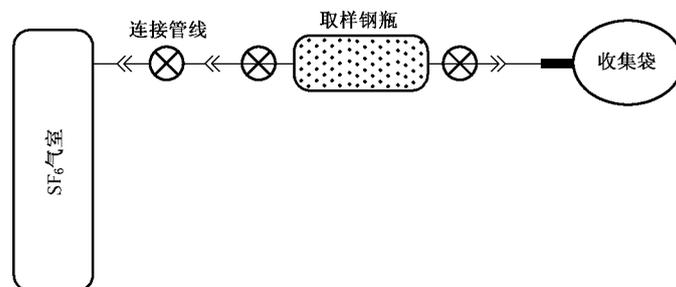


图 A.2 冲洗气体取样装置

A.1.2 在线分析采样

所有在线分析方法,都需要直接连接。连接管路应是不锈钢管,一般外径 3 mm~6 mm,长度不超过 2 m。管路两端应有自封接头或阀门密封,防止管路不使用时被空气污染。

A.1.3 实验室分析采样

采样气瓶的容积范围为 150 mL~500 mL(用傅立叶变换红外分析仪分析可能需要 1 000 mL)。所有与采样有关的容器和阀门的材料都应选用不锈钢或耐腐蚀材料,例如 PTFE(聚四氟乙烯)。容器和连接件应能承受 5 MPa 的高压。

推荐使用以下流程,去除采样瓶中的杂质(见图 A.1):

- a) 加热容器到 100 °C,抽真空持续 1 h;
- b) 使用前,关闭阀门,并且使容器完全冷却到室温;
- c) 使用干燥氮气冲洗,并抽空氮气;
- d) 重复操作,并且保持容器真空状态。

对于直接连接,将容器与取样口连接起来。第一次容器充满气体后,需等待 1 min,然后抽空,再次充满。样气充满容器后,应关闭阀门,以避免在运往实验室的途中由于阀门未关而跑气。最好有自封接头,这样有利于样气的处理。

如果按照图 A.2 的方式采集六氟化硫气体,为防止六氟化硫气体排放到大气中,应使用一个收集袋或者类似的装置收集气体。采样前先用六氟化硫气体冲洗容器后再采样。

A.2 在线分析

A.2.1 气体检测管

A.2.1.1 原理

气体检测管用来测量特定气体的浓度。

一定量的特定的气体通过检测管,产生的化学反应引起管中颜色的改变,管壁上校准的刻度可指示待测组分的浓度。

A.2.1.2 使用条件

检测管生产厂家为每种类型的检测管提供说明,诸如:气体量,流速和环境条件。因为这种检测方法依赖于颜色的变化,最好通过与一个新检测管作对比,对颜色变化的长度作标记。检测管有一定的保存期限,应按照厂家的说明,对检测管进行保存。

水蒸气,氟化氢,二氧化硫和矿物油的检测管可以从厂家买到。

测量精度约为:±15%~±25%。

A.2.2 六氟化硫气体纯度仪

该设备测量六氟化硫纯度的原理是测量样气中声速的变化。这种类型的密度计经校准通常用来测量纯六氟化硫在空气中的百分比(精度大约是±1%),其他气体(例如:四氟化碳,分解产物)的存在可能会影响检测精度。

A.2.3 湿度计

可以使用以下类型的仪器:

a) 电解式湿度仪:

气体通过仪器时气体中的水被电解,产生稳定的电解电流,通过测量该电流大小来测定气体的湿度。

b) 冷凝式露点仪:

冷凝式露点仪测量气体在冷却镜面产生结霜(露)时的温度称为露点。露点对应的饱和水蒸气压得到湿度的质量比。

c) 电子式湿度仪:

当被测气体通过电子湿度仪的传感器时,气体湿度的变化引起传感器电阻、电容量的改变,从而测得气体湿度值。

注意:测量含有氢氟酸的六氟化硫气体湿度会损坏仪器。

A.3 实验室分析法

A.3.1 气相色谱分析

A.3.1.1 总则

目前的色谱仪能够分析本标准中提到的大部分六氟化硫气体的杂质成分。在色谱柱中样品组分得到分离,不同的组分通过色谱柱时,有不同的流出时间,这就形成了色谱的谱图。出峰时间对应于样品组分,峰高或峰面积正比于组分含量(见图 A.3)。

A.3.1.2 有热导检测器的气相色谱仪

A.3.1.2.1 总则

热导检测器可以分析空气,CF₄,CO₂,SF₆和SOF₂,但是对SO₂F₂和SO₂的测定比较困难。热导检测器不能分析HF,因为色谱分析技术不能检测到HF。

A.3.1.2.2 注意事项

IEC 60376介绍了使用热导检测器的气相色谱仪的分析方法。下面推荐的方法可以提高其测量精度。

- a) 与使用玻璃的手动进样注射器比较,应首选自动进样器。自动进样器使用了一个环形定量管(0.1 mL~1 mL)和一个六通阀。六通阀提供与采样瓶连接的进样口。
- b) 采用程序升温法(典型值:60 °C~180 °C),可提高微量杂质的分离度。用这种方法,在色谱图里可以看到样品气中水蒸气所对应的峰。但是用这种方法测定水分,不能准确定量。
- c) 为了保证色谱仪处于最佳工作状态,要求色谱仪经常开机或长期运行。否则,在初次使用时,需要定期注入以空气或六氟化硫气体作底气,含标准浓度的特定气体(含量为几百 μL/L)的混合气体,来校准仪器。

A.3.1.2.3 典型的色谱仪使用条件

推荐使用下列条件与参数:

a) 载气

氦气或氢气(10 mL/min~25 mL/min, H₂的分辨率稍好);流速应适合所用色谱柱的类型。

b) 色谱柱

不锈钢柱,长3 m~4 m,内径3 mm,内装多孔聚合物Porapak Q(80~100目)。

毛细管柱(Poraplot 类型),20 m~30 m,内径 0.53 mm。

GS GasPro (J & W),60 m,内径 0.32 mm。

c) 设置

初始温度:60 °C~80 °C。

最终温度:120 °C~180 °C。

加热速率:10 °C/min~20 °C/min。

图 A.3 是典型的 SF₆ 杂质及其分解产物的色谱图。

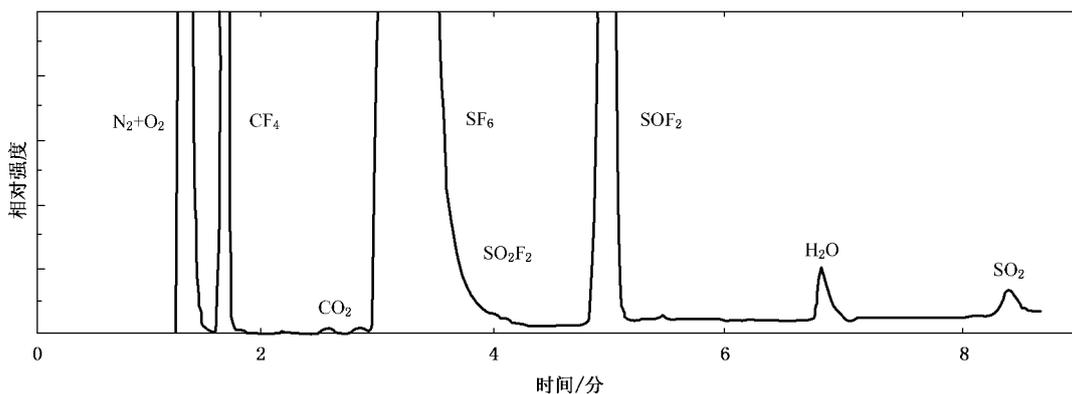


图 A.3 典型的六氟化硫分解产物的气相色谱图
(用 Porapak Q 柱进行分析)

A.3.1.2.4 校准

热导检测器对上述 SF₆ 分解产物的响应值应进行校准。由于 SF₆ 分解产物的不稳定性和不容易取得,校准是很困难的。

在特定的检测条件下,热导检测器对空气、六氟化硫或者是四氟化碳的响应值容易得到,其他分解产物的响应值,可以从相对质量校正因子表中得到(见表 A.1)

表 A.1 热导检测器相对质量校正因子

气 体	TCD 相对校正因子(见注)
Air	0.48±0.08
CF ₄	0.76±0.06
CO ₂	0.56±0.08
SF ₆	1.0
SO ₂ F ₂	0.78±0.08
SOF ₂	0.68±0.08
SO ₂	0.45±0.05
H ₂ O	0.5±0.2

A.3.1.3 带氢火焰检测器的气相色谱仪 (FID)

六氟化硫中油含量可用以下方法测量,这种方法可用来测 C_{10} 到 C_{50} 的石油烃类。油可以通过用环己烷萃取获得,通过一个高温的氢火焰检测器,最小检出限可以达到 $4 \mu\text{g}$ 油/L 环己烷。六氟化硫气体中油的最小检出限取决于通过吸收瓶的六氟化硫的量以及用来萃取的环己烷的体积。

要得到最佳结果,推荐使用下列条件:

——色谱柱:不锈钢柱,长 5 m;0.53 mm 内径;0.15 μm 厚的膜;

——载气:高纯氮 15 mL/min;

——氢火焰检测器辅助气体:高纯氢为 30 mL/min,空气为 300 mL/min。

石油烃 $C_{10}-C_{24}$ 及 $C_{24}-C_{50}$ 两个范围分别使用 $n-C_{16}$ 环己烷和 $n-C_{36}$ 环己烷来进行校准。

A.3.1.4 离子色谱分析法

离子色谱建立在离子交换柱的基础上。它可以用来分析下列分解产物: SO_2 , SOF_2 , SO_2F_2 , SF_4 , HF。碳酸盐淋洗液有很低的背景值和高灵敏度。

A.3.2 红外光谱法

A.3.2.1 原理

一束红外光线在直接照射样品物质后到达光敏检测器将被削弱,透过光的强度形成了物质样品的红外吸收光谱。

吸收光谱中峰值的大小、形状及位置可以用来判定样品气体的性质和含量。

六氟化硫中的许多杂质都可以由红外吸收来定性,除了氧和氮以外;双原子气体和单原子气体(如氟气)都没有有效的红外吸收光谱。由于六氟化硫光谱干涉,可能会使得一些杂质变得无法辨认。但光谱频率范围在 580 cm^{-1} 以下的杂质不受六氟化硫光谱的干扰,是可分辨的。

A.3.2.2 傅立叶变换红外分光光度计 (FTIR)

FTIR 分光光度计是一种快速的高效的分析方法。所有红外光谱被多次测量并求平均数以减少噪声的影响。通过有效的光谱来对样品成分做出定性和定量的分析。

A.3.2.3 吸收池

样品气体被导入到分光光度计的吸收池进行分析。吸收池最好用不锈钢材料以减少样品中 HF 的腐蚀。最好安装至少 500 cm 的 KBr 盐窗用来让红外线射入。为了使吸收池的体积最小化,在吸收池中安装许多折射镜,以获得更长的光通道,光通道的长度决定了分光光度计在吸收频率范围内的信噪比和最小检出限。

A.3.2.4 分析

光谱分析的方法是建立在吸光度和浓度之间的线性关系基础之上的。线性范围取决于使用的仪器和仪器的吸光系数。

A.3.2.5 气体的吸收率

六氟化硫杂质的主要的吸收峰的吸收率如表 A.2 所示。

表 A.2 六氟化硫及其杂质的吸收峰参数

杂质种类	光波数/cm ⁻¹	峰吸收率×10 ⁻⁶ (kPa×mL/L×m) ⁻¹
SO ₂	491,494,497,500,503,506	~1,1
SOF ₂	530,808	12,46
SO ₂ F ₂	539,544,552	21,25,15
SOF ₄	570,752	4,8
SF ₄	532,730	9,80
CF ₄	1 283,2 186	550,2.2
HF	3 644,3 693	太小而至于不能被量化
矿物油	2 930	不可以用
SF ₆	610,860,950,1 260,1 560	未给出

水蒸气的存在谱图中可以观察到水蒸气的存在,但是很难用 FTIR 来做定量的分析。矿物油的检测方法可以在 IEC 60376: 2005 的附录 A 中查到。

表 A.2 中的吸收峰值可以作为选择和校准压力条件以及样品光谱的光通道长度的参考。

注意: 六氟化硫的存在能改变光谱的外观,使之变宽以及在一些情况下峰点移动。杂质的参考光谱应当在类似于样品条件下获得。

典型的六氟化硫杂质的光谱图见图 A.4。

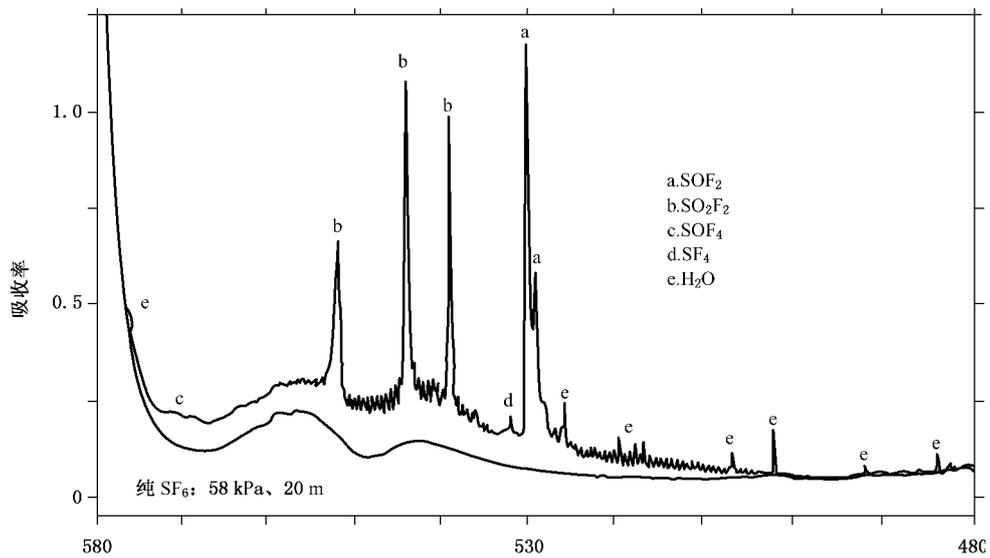


图 A.4 六氟化硫及其杂质的红外光谱图

附录 B

(资料性附录)

推荐的现场回收程序及六氟化硫容器的运输

除去杂质是现场回收的主要目的。设备运行中的污染物可使用过滤器吸收。过滤器可以是六氟化硫气体回收装置的一部分,也可以是单独使用的过滤器。

B.1 过滤器要求

过滤器应满足以下要求:

- 能够可靠地除去所提及的杂质;
- 过滤器是滤筒型的,以利于安全使用和方便处理;
- 过滤器进出口用自密封连接;
- 更换过滤器不需要拆卸任何装置、管道或别的连接件以避免产生泄漏;
- 更换过滤器采用净化操作。

B.2 回收方法

回收的六氟化硫质量应符合相应标准的要求。

正常操作中形成的杂质都可以在现场去除。表 B.1 列出了杂质的类型以及推荐的去除杂质的方法。

以下类型的吸附材料可以用于除去六氟化硫气体中杂质(见表 B.2)。

表 B.1 推荐采用的净化方法

类型	运行中 污染物	(水分水蒸气)	气态分解物	固态分解物	与空气和 四氟化碳的 混合气体	矿物油
方法	回收方法	分子筛吸附	活性氧化 铝吸收	过滤器过滤	六氟化硫气 体分离装置	活性炭过滤器

表 B.2 可使用的各种典型的吸附剂

吸附剂种类	可吸附的污染物
分子筛 4A	H ₂ O、SO ₂ 、SOF ₂ 、SF ₄
分子筛 13X	H ₂ O、SO ₂ 、SOF ₂ 、SF ₄ (还有部分 SF ₆)
活性氧化铝	H ₂ O、SO ₂ 、SOF ₂ 、SF ₄ 、HF
碱石灰	H ₂ O、SO ₂ F ₂ 、HF
活性炭	油(蒸)气

通过回收设备的处理,气体会被净化并经最后检测。如果回收的气体符合在电气设备中再使用的要求,就可以通过充气和真空设备进行直接充气。这种处理适用于正常运行的电气设备中的气体。

如果气体的检查结果不符合要求,则气体回收方法应按照杂质的含量和类型改进。一般,在现场净化气体最常用的方法是使用回收装置加分离净化装置对气体再生处理。如果气体不能再使用的话,就应对气体作最终处理。气体应被送往六氟化硫制造厂家或者六氟化硫气体回收部门处理。

B.3 使用过的六氟化硫容器的公路运输

对使用过的六氟化硫气体,一般的公路运输标记的规定在表 B.3 中给出。同时应遵循当地规范。

本标准没有详细说明有危险的分解产物的最小浓度或者总量。如果有必要的话可参照当地的规定和法规。

表 B.3 六氟化硫气体运输规范标志汇总

类别	含无毒无腐蚀性副产物的六氟化硫气体可能符合本标准	含有毒无腐蚀性副产物的六氟化硫气体不符合本标准	含有毒无腐蚀性副产物的六氟化硫气体不符合本标准
联合编号(UN)	3163 液化气	3162 液化有毒气	3308 液化有毒有腐蚀性的气体
等级分类	2A	2T	2TC
危险品标志	2	6.1	6.1+8
最终标志内容	UN 3163 液化气 n. o. s. 2, 2° A	UN 3162 液化气 n. o. s. 2, 2° T	UN 3308 液化气 n. o. s. 2, 2° TC

附 录 C
(资料性附录)

本标准章条编号与 IEC 60480:2004 章条编号对照

本标准章条编号与 IEC 60480 章条编号对照见表 C.1。

表 C.1 章条编号的对照

IEC 60480:2004 章条编号与标题内容	本标准章条编号与标题内容
1 范围	1 范围
2 引用标准	2 规范性引用文件
3 定义	3 术语和定义
3.1 通用术语	3.1 通用术语
3.2 材料方面	3.2 材料方面
3.3 环境方面	3.3 环境方面
4 六氟化硫的典型应用	4 六氟化硫的一般性质
	4.1 一般性质
	4.2 电气特性
	4.3 相容性
5 杂质种类及其来源	5 杂质的种类及其来源
5.1 概述	5.1 概述
5.2 检修和运行中的杂质	5.2 来自检修和运行中的杂质
5.3 绝缘缺陷产生的杂质	5.3 由于绝缘的缺陷产生的杂质
5.4 开关设备中产生的杂质	5.4 开关设备中产生的杂质
5.5 内部故障电弧产生的杂质	5.5 内部电弧产生的杂质
6 环境方面	6 六氟化硫对环境的影响
6.1 概述	6.1 概述
6.2 对生态环境的影响	6.2 六氟化硫对生态环境的影响
6.3 臭氧损耗	6.3 六氟化硫对臭氧层的影响
6.4 温室效应	6.4 六氟化硫的温室效应
6.5 分解产物	6.5 六氟化硫的分解产物
6.6 结论	6.6 结论
7 健康与安全	7 六氟化硫对健康与安全的影响
7.1 概述	7.1 概述
7.2 对六氟化硫采取的安全措施	7.2 使用六氟化硫的预防措施
7.3 对使用过的六氟化硫必须采取的安全措施	7.3 运行设备中六氟化硫分解产物的毒性
7.4 健康的考虑	7.4 六氟化硫气体泄漏对健康的影响
8 重复使用六氟化硫的质量规范	8 运行设备重复使用六氟化硫的质量规范

表 C.1 (续)

IEC 60480:2004 章条编号与标题内容	本标准章条编号与标题内容
8.1 从电气设备中抽取六氟化硫处理的判定流程	8.1 从电气设备回收六氟化硫进行处理的判定流程图
8.2 重复使用六氟化硫的最大杂质接受水平	8.2 重复使用的六氟化硫杂质最大容许含量
9 六氟化硫分析方法	9 六氟化硫分析方法
9.1 概述	9.1 概述
9.2 现场分析	9.2 现场分析方法
9.3 实验室分析	9.3 实验室分析方法
	10 六氟化硫的分析项目、周期与标准
	10.1 新六氟化硫分析项目及质量指标
	10.2 投运前、交接时六氟化硫分析项目和质量指标
	10.3 运行中六氟化硫分析项目和质量指标
	11 六氟化硫的管理
	11.1 新气的质量管理
	11.2 运行中六氟化硫的管理
	11.3 设备解体时六氟化硫的管理
	11.4 吸附剂的管理
	11.5 六氟化硫容器的管理
10 处理、储存及运输	12 六氟化硫回收气体的处理、存储和运输
10.1 概述	12.1 概述
10.2 气体处理设备	12.2 六氟化硫回收处理设备
10.3 一般安全要求	12.3 处理使用过的六氟化硫的安全要求
10.4 设备内 SF ₆ 气体的条件	12.4 使用过的六氟化硫的储存运输
10.5 从设备内抽取使用过的 SF ₆ 气体	
10.6 使用过的 SF ₆ 气体的存储和运输	
附录 A 对不同的分析方法(现场和实验室)的概述	附录 A 对不同分析方法(现场和实验室)的描述
附录 B 推荐的现场回收方法	附录 B 推荐的现场回收程序及六氟化硫容器的运输
	附录 C 本标准章条编号与 IEC 60480:2004 章条编号对照
	附录 D 本标准与 IEC 60480 技术性差异及其原因

表 C.2 图表编号的对照

IEC 60480:2004 表图的编号与内容	本标准表图的编号与内容
表 1 SF ₆ 杂质的来源	表 1 六氟化硫主要杂质及其来源
表 2 最大可接受杂质水平	取消
表 3 现场分析方法	表 2 推荐现场分析方法

表 C.2 (续)

IEC 60480:2004 表图的编号与内容	本标准表图的编号与内容
表 4 实验室分析方法	表 3 推荐实验室分析方法
	表 4 新六氟化硫(包括再生气体)分析项目及质量指标
	表 5 投运前、交接时六氟化硫分析项目及质量指标(不包括混合气体)
	表 6 运行中六氟化硫分析项目及质量指标(不包括混合气体)
表 5 热导检测器相对校正因子	表 A.1 热导检测器相对质量校正因子
表 6 SF ₆ 及其污染物吸收峰的频率	表 A.2 六氟化硫及其杂质的吸收峰参数
表 7 建议采用的回收方法	表 B.1 推荐采用的净化方法
表 8 用于各种 SF ₆ 杂质的典型吸附剂	表 B.2 可使用的各种典型的吸附剂
表 9 SF ₆ 气体运输规范标志汇总	表 B.3 六氟化硫气体运输规范标志汇总
	表 C.1 章条编号的对照
	表 C.2 图表编号的对照
	表 D.1 各章条及附录的技术性差异及其原因
	表 D.2 图表的技术性差异及其原因
图 1 回收 SF ₆ 气体流程图	图 1 回收六氟化硫气体流程图
图 2 现场分析决策流程图	图 2 现场分析流程图
图 3 SF ₆ 取样装置-抽真空	图 A.1 抽真空气体取样装置
图 4 SF ₆ 取样装置-冲洗气体	图 A.2 冲洗气体取样装置
图 5 典型的 SF ₆ 分解物气相色谱图	图 A.3 典型的六氟化硫分解产物的气相色谱图
图 6 SF ₆ 混合气的红外光谱图	图 A.4 六氟化硫及其杂质的红外光谱图

附 录 D
(资料性附录)

本标准与 IEC 60480 技术性差异及其原因

本标准与 IEC 60480:2004 技术性差异及其原因见表 D.1。

表 D.1 各章条及附录的技术性差异及其原因

本标准章条编号与标题内容	与 IEC 60480:2004 技术性差异	原 因
1 范围	增加了： 本标准规定了六氟化硫电气设备中气体管理和检测的方法。 本标准是通用标准。对电气设备中六氟化硫气体管理和检测的一些具体规定，按其相关标准执行	为适应我国国情，考虑本国家标准所涉及的实际内容，将本次修订前的 GB/T 8905 的有关条款保留修改后增加列入
2 规范性引用文件	增加引用了： GB/T 12022 工业六氟化硫	以适应我国国情。 列入在本国家标准中涉及的有关国家标准和行业标准
3 术语和定义	增加了： 气体分解物、再生和再生气体的定义	考虑实用性
4 六氟化硫的一般性质	4 六氟化硫的典型应用	引用 IEC 60376 的条款
8.2 重复使用的六氟化硫杂质最大容许含量	采用 10.2 中表 5 的内容	以适应我国的实际情况
10 六氟化硫气体的分析项目、周期与标准	本部分为增加的章节	GB/T 8905 在修订中采用与国际标准 IEC 60480 的一致性程度为“修改采用”的原则。按照 MOD 的有关规定，考虑到原 GB/T 8905 对我国六氟化硫电气设备监督管理的实际作用，将原 GB/T 8905 的有关气体检测的周期与标准内容修订后增加
10.1 新六氟化硫分析项目和质量指标		
10.2 投运前、交接时六氟化硫分析项目及质量指标		
10.3 运行中六氟化硫分析项目及质量指标		
11 六氟化硫的管理	本部分为增加的章节。 其中 11.4 设备解体时的气体管理内容增加了 IEC 60480 的 10.3 的有关内容	GB/T 8905 在修订中采用与国际标准 IEC 60480 的一致性程度为“修改采用”的原则。按照 MOD 的有关规定，考虑到原 GB/T 8905 对我国六氟化硫电气设备监督管理的实际作用，将原 GB/T 8905 的有关气体监督管理的内容修订后增加。 其中 11.4 设备解体时的气体管理内容增加了 IEC 60480 的 10.3 的有关内容
11.1 新气的质量管理		
11.2 运行中六氟化硫的管理		
11.3 设备解体时六氟化硫的管理		
11.4 吸附剂的管理		
11.5 六氟化硫容器的管理		

表 D.1 (续)

本标准章条编号与标题内容	与 IEC 60480:2004 技术性差异	原因
12 六氟化硫回收气体的处理、存储和运输	本部分对应于 IEC 60480 的条款 10, 仅按内容对条款作了编排修改。 12.1 对应 IEC 60480 的 10.1 12.2 对应 IEC 60480 的 10.2 12.3 对应 IEC 60480 的 10.3 12.4 对应 IEC 60480 的 10.6	将 IEC 60480 的条款 10 在内容上加 以合并整理,以适应全文要求
12.1 概述		
12.2 六氟化硫回收处理设备		
12.3 处理使用过的六氟化硫的安全要求		
12.4 使用过的六氟化硫的存储运输		
附录 C 本标准章条编号与 IEC 60480:2004 章条编号对照	新增加	按采用国际标准的有关规定,在附录 中列出技术性差异及原因
附录 D 本标准与 IEC 60480 技术性差异及其原因	新增加	

表 D.2 图表的技术性差异及其原因

本部分表图的编号与内容	与 IEC 60480 技术性差异	原因
IEC 60480 中表 2	删除	不采用
表 4 新六氟化硫气体(包括再生气体)分析方法及质量指标	增加	正文增加了第 10 章,相应增加表 4,表 5 和表 6
表 5 投运前、交接时六氟化硫分析方法及质量指标(不包括混合气体)	增加	
表 6 运行中六氟化硫分析方法及质量指标(不包括混合气体)	增加	
表 C.1 章条编号的对照	增加	按修改采用国际标准(MOD)要求增 加差异标识
表 C.2 图表编号的对照	增加	
表 D.1 各章条及附录的技术性差异及其原因	增加	
表 D.2 图表的技术性差异及其原因	增加	

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
六氟化硫电气设备中气体管理和
检测导则

GB/T 8905—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.gb168.cn

服务热线: 010-68522006

2013年5月第一版

*

书号: 155066·1-46410

版权专有 侵权必究



GB/T 8905-2012