



中华人民共和国国家标准

GB/T 28534—2012

高压开关设备和控制设备中六氟化硫(SF₆) 气体的释放对环境和健康的影响

**The health and environmental impact on release of sulphur hexafluoride(SF₆)
used in high-voltage switchgear and controlgear**

[IEC 62271-303:2008, High-voltage switchgear and controlgear—
Part 303: Use and handling of sulphur hexafluoride(SF₆), MOD]

2012-06-29 发布

2012-11-01 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
引言	VI
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 SF ₆ 的储存和运输	4
4.1 概述	4
4.2 充有 SF ₆ 容器的储存	4
4.3 装有 SF ₆ 的容器的运输	5
4.4 充有 SF ₆ 的电力设备的储存和运输	6
4.5 责任	6
5 安全性和紧急救助	6
5.1 一般安全规则	6
5.2 在因外部火灾和内部电弧故障而导致 SF ₆ 异常释放情况下附加的安全措施	9
5.3 紧急救助设备和处理	10
6 培训和证书	11
6.1 概述	11
6.2 培训模块	11
6.3 证书	13
7 SF ₆ 处理设备的种类	13
7.1 概述	13
7.2 回收装置	14
7.3 软管连接	16
7.4 气体测量的便携装置	16
7.5 气体样品的气瓶	18
附录 A (资料性附录) 六氟化硫	19
A.1 简介	19
A.2 化学特性	19
A.3 物理特性	19
A.4 电气特性	20
A.5 处理、危害和健康特性	21
附录 B (资料性附录) SF ₆ 的环境影响	22
B.1 引言	22
B.2 生态毒物学	22
B.3 臭氧减少	22

B.4	全球变暖和气候变化(温室效应)	22
B.5	副产物	23
B.6	SF ₆ 的环境兼容政策	23
附录 C (资料性附录) SF ₆ 副产物		24
C.1	SF ₆ 的分解	24
C.2	SF ₆ 及其副产物的腐蚀性能	25
C.3	清除 SF ₆ 副产物的措施	26
C.4	SF ₆ 副产物的生理特性	26
附录 D (资料性附录) SF ₆ 副产物对健康的潜在影响		27
D.1	引言	27
D.2	综述	27
D.3	SF ₆ 副产物的生成和对健康的影响	27
D.4	副产物浓度的计算	29
D.5	结果的评价	38
D.6	结论	38
D.7	用于计算的数据	38
D.8	作用极限值	41
参考文献		43
图 1 通用回收装置		14
图 A.1 SF ₆ 的压力/温度/密度特性		20
表 1 SF ₆ 的储存方法		4
表 2 SF ₆ 运输和储存容器的类型和标签		5
表 3 SF ₆ 运输的国际法规摘要		6
表 4 从事 SF ₆ 电力设备作业时的措施		7
表 5 打开和/或接近充气隔室时的安全措施		8
表 6 中和方案		8
表 7 附加的安全措施		10
表 8 SF ₆ 回收期间使用的典型的过滤器类型		15
表 9 气体测量装置		17
表 A.1 SF ₆ 的主要化学特性		19
表 A.2 SF ₆ 的主要物理特性		20
表 A.3 SF ₆ 的主要电气特性		21
表 D.1 SOF ₂ 、SO ₂ 、HF 和 S ₂ F ₁₀ 的 TLV		30
表 D.2 泄漏情况实例的计算结果		32
表 D.3 考虑到 SOF ₂ 水解时对于泄漏情况的结果		32
表 D.4 局部放电时 S ₂ F ₁₀ 浓度的实例计算		34
表 D.5 电晕放电时 S ₂ F ₁₀ 浓度的实例计算		34
表 D.6 隔离开关出现火花时 S ₂ F ₁₀ 浓度的实例计算		35
表 D.7 内部故障情况时 SOF ₂ 浓度的实例计算		36
表 D.8 开关设备的容积和充气压力		39

表 D.9	开断时的电弧能量	39
表 D.10	内部故障时的电弧能量	39
表 D.11	SO _F ₂ 产生率	40
表 D.12	生成 SO _F ₂ 的数量	40
表 D.13	SF ₆ 的泄漏率	41
表 D.14	SO _F ₂ 的泄漏率	41

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 IEC 62271-303:2008《高压开关设备和控制设备 第 303 部分:六氟化硫(SF₆)的使用和处理》。

本标准与 IEC 62271-303:2008 的技术性差异及其原因如下:

——删除了与本标准无关 IEC 62271-303 中第 7 章:安装和交接期间 SF₆ 的处理、第 8 章:正常使用寿命期间 SF₆ 的处理、第 9 章:维护期间 SF₆ 的恢复和回收、第 10 章:寿命终了时 SF₆ 电力设备的拆卸。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会(SAC/TC 65)归口。

本标准起草单位:西安高压电器研究院有限责任公司、西安西电高压开关有限责任公司、新东北电气(沈阳)高压开关有限公司、上海天灵开关厂有限公司、ABB(中国)有限公司、北京北开电气股份有限公司、江苏省如高高压电器有限公司、上海电气输配电试验中心有限公司、厦门 ABB 高压开关有限公司、广东番开电气设备制造有限公司、汕头正超电气集团有限公司、深圳电气科学研究所、宁波天安集团、益和电气集团股份有限公司、浙江开关厂有限公司、河南平高电气股份有限公司、西安西电开关电气有限公司、施耐德电气(中国)投资有限公司、泰兴科立德制冷设备有限公司。

本标准主要起草人:邢娜、吴鸿雁、南智勇、黄超、陈志彬、李新春、张承波、孙会刚、谢建波、李金玲、李宝宝、陆以安、申亮、林复明、杨坤、李世岗、宁茂亮、阎关星、沈春明、雷小强、冯小红、肖敏英、莫康、邓永辉。

引 言

SF₆ 气体应用于电气开关设备和控制设备已有 30 余年。它主要是用在额定电压超过 1 kV 直到所有已制造出的最高额定电压的开关设备和控制设备中。据估计,目前已有几百万台不同类型的充有 SF₆ 的单元在运行。

根据 GB/T 11022,共有 3 种气体系统在技术上是可用的:

——可控压力系统;

注 1: 因为不可接受的泄漏率(见 GB 7674),对于新设备不再使用可控压力系统。

——封闭压力系统:对于现代电力设备泄漏率的标准值为每年 0.5%和每个充气隔室 1%;

——密封压力系统:对于现代中压电力设备(商业上称为“终身密封产品”或“气密密封系统”),密封压力系统的密封性由其预期使用寿命来规定。相对于泄漏性能的预期使用寿命由制造厂来规定。优选值为 20 年、30 年和 40 年。

注 2: 为了满足预期使用寿命的要求,认为密封压力系统的年泄漏率小于 0.1%。

电气开关设备和控制设备中使用 SF₆ 的长期经验证明,只要建立和遵守某些基本的预防措施和程序,就有益于运行、工作和环境的安全性,例如:

——设备的安全运行;

——资源和工具的优化;

——设备停运时间的最小化;

——SF₆ 处理人员的标准培训;

——处理操作期间气体的排放量降低到功能物理限值以下;

——避免任何蓄意的排放,例如排放到大气中;

——在交接、使用、运行和寿命终了处理期间将 SF₆ 的消耗和排放降到最低。

最近,关于 SF₆ 技术应用于开关设备和控制设备方面的最新实践推荐已经由 CIGRE B3 研究委员会的 B3.02 工作组出版^[1]。这些信息用来制定本标准。

高压开关设备和控制设备中六氟化硫(SF₆) 气体的释放对环境健康的影响

1 范围

本标准适用于在高压开关设备和控制设备正常和异常操作时 SF₆ 处理以及人员的安全和环境兼容的程序,也包括了 SF₆ 的储存和运输以及人员培训。

应该认为这些程序是保证从事 SF₆ 工作的人员安全和将 SF₆ 排放到环境中的数量减到最小的最低要求。

本标准通常也适用于包含 SF₆ 的混合气体。

注 1: 为了便于本标准的使用,通常意义上的高压开关设备的电压范围是泛指额定电压 3.6 kV 及以上。实际应用中,通常中压开关设备的额定电压范围是 3.6 kV~63 kV;高压开关设备的额定电压范围是 72.5 kV~252 kV;超高压开关设备的额定电压范围是 363 kV~800 kV;特高压开关设备的额定电压范围是 1 100 kV 及以上。

注 2: 整个标准中,术语“电力设备”代表“高压和中压开关设备和/或控制设备”。

在本标准中,不可能包含现行的所有关于 SF₆ 的细则(规程),它主要考虑安全方面,并给出在正常和异常运行条件期间以开关设备和控制设备中采用的 SF₆ 为工作对象的基本知识和导则。

这些建议应作为保证以 SF₆ 为工作对象的工作人员安全的最低要求。

本标准适用于充有工业纯 SF₆ 气体的开关设备和控制设备。

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 1984 高压交流断路器(GB/T 1984—2003,IEC 62271-100,MOD)

GB/T 2900.20—1994 电工术语 高压开关设备(IEC 60050,NEQ)

GB 7144 气瓶颜色标志

GB/T 8905 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则(GB/T 8905—1996,IEC 60480,NEQ)

GB/T 11022—2011 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求(IEC 62271-1:2007,MOD)

GB/T 12022 工业六氟化硫(GB/T 12022—2006,IEC 376,IEC 376A,IEC 376B,MOD)

GB/T 28537—2012 高压开关设备和控制设备中六氟化硫(SF₆)的使用和处理(IEC 62271-303:2008,MOD)

3 术语和定义

GB/T 2900.20—1994 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注: 许多不同类型的开关设备和控制设备都采用 SF₆ 气体作为绝缘和/或熄弧介质。

3.1

六氟化硫(SF₆)的异常释放 abnormal release of sulphur hexafluoride(SF₆)

压力系统故障引起的 SF₆ 从运行设备中的释放。

注: 异常的 SF₆ 释放通常是不希望的和连续的气体排放。只要探测到异常的 SF₆ 泄漏,应立即采取适当的措施定位和减少泄漏。