

六氟化硫电气设备运行、试验及检修人员 安全防护细则

1. 主题内容与适应范围

1.1 本标准凶手六氟化硫气体的安全使用，设备运行和解体时的安全防护措施，以及个人防护用品的管理与使用等内容。

1.2 本标准适用于电力行业六氟化硫电气设备运行、试验及检修人员的安全防护，其他有关六氟化硫电气设备使用单位亦可参照使用。

2. 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB8905—1996	六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则
GB11651—89	劳动保护用品选用规则
GB12022—89	工业六氟化硫
DL/T595—1996	六氟化硫电气设备气体监督细则
DL/T596—1996	电力设备预防性试验规程
SD310—89	六氟化硫气体生物毒性试验方法
IEC376—1972	新六氟化硫的规范及验收
IEC480—1974	电气设备中六氟化硫气体检测导则

3. 名词术语

3.1 六氟化硫 Sulphur hexafluoride

常温、常压下为气态，无毒、无色、无味，化学性能很稳定，在 10132Pa、20℃时的密度为 6.16g/L，具有优异的绝缘灭弧电气性能。

3.2 六氟化硫电气设备 SF₆ electrical apparatus

指在电气设备内充以六氟化硫作为绝缘介质的电气设备，如六氟化硫断路器、变压器、电缆、六氟化硫气体绝缘全封闭电器（GIS）等没。

3.3 毒性分解物 Toxic decomposition products

在生产六氟化硫气体时，会伴有多种有毒气体产生，并可能混入产品中；六氟化硫气体在电气设备中经电晕、火花及电弧放电作用，还会产生多种有毒、腐蚀性气体及固体分解产物。这些气体主要有氟化亚硫酸（SOF₂）、氟化硫酸（SO₂F₂）、四氟化硫（SF₄）、四氟化硫酰（SOF₄）、十氟化二硫（S₂F₁₀）、一氧十氟化二硫（S₂F₁₀O）等；固体分解产物主要有氟化铜（CuF₂）、二氟二甲基硅[Si（CH₃）₂F₂]、三氟化铝（AlF₃）粉末等。毒性分解物在工作场所的容许含量见附录 A。

3.4 六氟化硫气体净化处理 Purifying handle for SF₆ gas

六氟化硫气体中的毒性分解物，有的可以用吸附剂吸收去掉，有的可以与酸溶液或碱溶液进行化学反应去掉，用各种方法除去六氟化硫气体中毒性分解物的过程叫做六氟化硫气体进化处理。

4. 六氟化硫的安全使用

4.1 六氟化硫新气的安全使用和充装时的安全防护

DL/T639—1997

4.1.1 六氟化硫新气中可能存在一定量的毒性分解物，在使用六氟化硫新气的过程中，要采用安全防护措施。制造厂提供的六氟化硫气体应具有制造厂名称、气体净重、灌装日期、批号及质量检验单，否则不准使用。

4.1.2 对新购入的六氟化硫气体要进行抽样复检，参照 DL/T595—1996《六氟化硫电气设备气体监督细则》实施。复检结果应符合六氟化硫新气标准（见附录 B），否则不准使用。

4.1.3 从钢瓶中引出六氟化硫气体时，必须用减压阀降压。

4.1.4 避免装有六氟化硫气体的钢瓶靠近热源或受阳光曝晒。

4.1.5 使用过的六氟化硫气体钢瓶应关紧阀门，戴上瓶帽，防止剩余气体泄漏。

4.1.6 户外设备充装六氟化硫气体时，工作人员应在上风方向操作；室内设备充装六氟化硫气体时，要开启通风系统，并尽量避免和减少六氟化硫气体泄露到工作区。要求用检漏仪做现场泄露检测，工作区空气中六氟化硫气体含量不得超过 1000 μ L/L。

4.2 六氟化硫试验室工作人员在安全防护

4.2.1 六氟化硫试验室是进行六氟化硫新气和运行气体测试的场所，应此化验人员经常会接触有毒气体、粉尘和毒性化学试剂。试验室除具备操作毒性气体和毒性试剂的一般要求外，还应具有良好的底部通风设施（对通风量的要求是 15min 内使室内换气一次）。

4.2.2 酸度、可水解氟化物、矿物油测定的吸收操作应在通风柜内进行；色谱分析的有毒试样尾气和易燃的氢载气应从色谱仪排气口直接引出试验室；生物毒性试验的尾气应经碱液吸收后排出室外。

4.2.3 每个分析人员务必遵守分析试验室操作规程和六氟化硫气体使用规则，新来的工作人员在没有正式工作之前，首先要接受安全教育和有关培训。

4.2.4 试验室内不应存放剧毒和易燃品，使用时应随领随用。

4.2.5 分析人员应配备各人安全防护用品。

4.3 设备运行中的安全防护

4.3.1 六氟化硫电气设备安装室与主控室之间要做气密性隔离，以防有毒气体扩散进入主控室。

4.3.2 设备安装室内应具有良好的通风系统，通风量应保证在 min 内换气一次。抽风口应设在室内下部。

4.3.3 设备安装室底部应安装六氟化硫浓度报警仪和氧量仪，当六氟化硫浓度超过 1000 μ L/L，氧量低于 18%时，仪器应报警。

4.3.4 工作人员不准单独和随意进入设备安装室。进入设备安装室前，应先通风 20min。

4.3.5 不准在设备防爆膜附近停留。

4.3.6 工作人员在进入电缆沟或低位区域前，应检测该区域内的含氧量，如发现氧含量低于 18%时，不能进入该区域工作。

4.3.7 设备内六氟化硫气体的定期检测参照 DL/T596—1996 电力设备〈电力设备预防性试验规程〉进行。如发现气体中毒性分解物的含量不符和要求时，应采取有效的措施，包括气体净化处理、更换吸附剂、更新六氟化硫气体、设备解体检修等。

4.3.8 气体采样操作及处理渗漏时，工作人员要穿戴防护用品，并在通风条件下，采取有效的防护措施。

4.4 设备解体时的安全保护

4.4.1 对欲回收利用的六氟化硫气体,需进行净化处理,达到新气标准后方可使用.对排放的废气,事前需做净化处理(如采用碱吸收的方法),达到国家环保规定标准后,方可使用。

DL/T 639—1997

4.4.2 设备解体前,应对设备内六氟化硫气体进行必要的分析测定,根据有毒气体含量,采取相应的安全防护措施。

4.4.3 设备解体前,用回收净化装置进化六氟化硫运行气,并对设备抽真空,用氮气冲洗3次后,方可进行设备解体检修。

4.4.4 解体时,检修人员应穿戴防护服及防毒面具。设备封盖打开后,应暂时撤离现场30min。

4.4.5 在取出吸附剂,清除金属和绝缘零部件时,检修人员应穿戴全套的安全防护用品,并用吸尘器和毛刷清楚粉末。

4.4.6 将清出的吸附剂、金属粉末等废物放入酸或碱溶液中处理至中性后,进行深埋处理,深度应大于0.8m,地点选在野外边远地区、下水处。

4.4.7 六氟化硫电气设备解体检修净化车间要密闭、低尘降,并保证有良好的地沟机力引风排气设施,其换气量应保证在15min内全车间换气一次。排出口设在底部。

4.4.8 工作结束后使用过的防护用具应清洗干净,检修人员要洗澡。

4.5 处理紧急事故时的安全防护

4.5.1 当防爆膜破裂及其他原因造成大量气体泄漏时,需采取紧急防护措施,并立即报告有关上级主管部门。

4.5.2 室内紧急事故发生后,应立即开启全部通风系统,工作人员根据事故情况,佩带防毒面具或氧气呼吸器,进入现场进行处理。

4.5.3 发生防爆膜破裂事故时应停电处理

4.5.4 防爆膜破裂喷出的粉末,应用吸尘器或毛刷清理干净。

4.5.5 事故处理后,应将所有防护用品清洗干净,工作人员要洗澡。

4.5.6 六氟化硫气体中存在的有毒气体和设备内产生的粉尘,对人体呼吸系统及粘膜等有一定的危害,一般中毒后会出现不同程度的流泪、打喷嚏、流涕、鼻腔咽喉有热辣感,发音嘶哑、咳嗽、头晕、恶心、胸闷、颈部不适等症状。发生上述中毒现象时,应迅速将中毒者移至空气新鲜处,并及时进行治疗。

5. 安全防护用品的管理与使用

5.1 设备运行、试验及检修人员使用的安全防护用品,应有专用防护服、防毒面具、氧气呼吸器、手套、防护眼镜及防护脂等。安全防护用品必须符合 GB11651《劳动防护用品选用规则》规定并经国家相应的质检部门检测,具有生产许可证及编号标志、产品合格证者,方可使用。

5.2 安全防护用品应存放在清洁、干燥、阴凉的专用柜中,设专人保管并定期检查,保证其随时处于备用状态。

5.3 凡使用防毒面具和氧气呼吸器的人员要进行体格检查,尤其是要检查心脏和肺功能,功能不正常者不能使用上述物品。

5.4 对设备运行、试验及检修人员要进行专业安全防护教育及安全防护用品使用训练。

5.5 工作人员佩带防毒面具或氧气呼吸器进行工作时,要有专门监护人员在现场进行监护,以防出现意外事故。

6. 组织管理与劳动保健

6.1 各组织机构应在安全部门设立六氟化硫安全防护专责岗，负责有关六氟化硫气体安全
DL/T 639—1997

防护工作。运行、检修、试验部门应有专职人员负责安全防护。六氟化硫安全防护应列入化学技术监督范畴。

6.2 各类安全监测仪表要定期标定、校准、随时处于完好状态。

6.3 对设备运行、检修及气体试验人员应给予营养保健补助。

6.4 从事有关六氟化硫气体试验、运行、检修和监督的工作人员，每年应体检 1~2 次，体检项目应有特殊要求（如血相、呼吸系统、皮肤、骨质密度等），并建立健康档案。

附录 A (标准的附录)

工作场所中 SF₆ 气体及其毒性分解物的容许含量

毒性气体及固体名称		容许含量 (TLV—TWA)
六氟化硫	SF ₆	1000 μ L/L
四氟化硫	SF ₄	0.1 μ L/L
四氟化硫酰	SOF ₄	2.5mg/m ³
氟化亚硫酰	SOF ₂	2.5mg/m ³
二氧化硫	SO ₂	2 μ L/L
氟化硫酰	SO ₂ F ₂	5 μ L/L
十氟化二硫	S ₂ F ₁₀	0.025 μ L/L
十氟化二硫一氧	S ₂ F ₁₀ O	0.5 μ L/L
四氟化硅	SiF ₄	2.5mg/m ³
氟化氢	HF	3 μ L/L
二硫化碳	CS ₂	10 μ L/L
三氟化铝 (AlF ₃)	AlF ₃	2.5mg/m ³
氟化铜	CuF ₂	2.5mg/m ³
二氟二甲基硅	Si (CH ₃) ₂ F ₂	1mg/m ³

注：表中 TLV—TWA 为物质加功浓度，选用美国 ACGIH (1978 年) 和 NIOSH (1982 年) 公布的值

附录 B (标准的附录)

SF₆ 气体质量标准

指标名称	IEC 标准	国家标准
空气 (氧、氮)	≤0.05%(质量分数)	≤0.05%(质量分数)
四氟化碳	≤0.05%(质量分数)	≤0.05%(质量分数)
湿度	≤15 μ g/g	≤8 μ g/g
游离酸 (用 HF 表示)	≤0.3 μ g/g	≤0.3 μ g/g
可水解氟化物 (用 HF 表示)	≤1.0 μ g/g	≤1.0 μ g/g
矿物油	≤10 μ g/g	≤10 μ g/g
六氟化硫	≥99.80(质量分数)	≥99.80(质量分数)
生物毒性实验	无毒	无毒