

ICS 29.130.10
K 43
备案号: 62395-2018



中华人民共和国电力行业标准

DL/T 603 — 2017
代替 DL/T 603 — 2006

气体绝缘金属封闭开关设备 运行维护规程

Regulation of operation and maintenance for gas-
insulated metal-enclosed switchgear

2017-12-27 发布

2018-06-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本技术要求	2
5 SF ₆ 气体质量监督	4
6 巡视检查项目和内容	7
7 检修项目和内容	10
8 试验	13
9 备品备件和专用工具	18
附录 A (资料性附录) SF ₆ 气体分解产物检测方法	20
附录 B (资料性附录) 放电故障的定位和检测方法	22

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准是对 DL/T 603—2006《气体绝缘金属封闭开关设备运行及维护规程》的修订。为适应目前开展运行维护工作的需要，本次修订与 2006 版标准相比作了较大的调整，主要差别如下：

——标准名称由原来的《气体绝缘金属封闭开关设备运行及维护规程》修改为《气体绝缘金属封闭开关设备运行维护规程》。

——调整了相关章节的编排和内容，取消原第五章并将其中的安全技术措施内容分解到各有关章节。

——调整室内 GIS 开展运行维护工作时的室内空气中含氧量。按照 GB 8958 要求将原“应大于 18%”调整为“应大于 19.5%”。

——SF₆ 气体湿度运行允许值将原“有电弧分解物气室≤300μL/L”调整为“有电弧分解物气室≤500μL/L”，“无电弧分解物气室的≤500（1000）μL/L”调整为“无电弧分解物气室的≤800μL/L”。

——“SF₆ 气体质量监督”增加回收再利用气体的质量监督和混合气体的质量监督。

——“试验”细化为带电检测，例行试验，诊断性试验，分解检修前、后试验。

——增加了耐压试验时的局放检测和故障定位要求。

——增加了如采用局部包扎法进行密封性试验时塑料薄膜与被试品之间的空隙应不大于 10mm 的要求。

——增加资料性附录“SF₆ 气体分解产物检测方法”。

本标准实施后代替 DL/T 603—2006。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业气体绝缘金属封闭电器标准化技术委员会（DL/TC 11）归口。

本标准负责起草单位：国家电网公司华东分部、中国电力科学研究院。

本标准参加起草单位：国网上海市电力公司、广州供电局有限公司、国网青海省电力公司、上海西门子高压开关有限公司。

本标准主要起草人：刘兆林、宋杲、李炜、和彦淼、吴钧、李刚、赵德祥、沈威。

本标准代替的 DL/T 603—2006 于 2006 年 9 月 14 日发布，本次为第二次修订。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

气体绝缘金属封闭开关设备运行维护规程

1 范围

本规程规范了气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）巡视检查、检修、试验等运行维护工作的项目、内容和技术要求。

本规程适用于额定电压 72.5kV 及以上，频率为 50Hz 的户内和户外安装的 GIS；介于空气绝缘和 GIS 之间的成套开关设备、72.5kV 以下的同类设备可参考本规程。

除本规程另有规定外，组成 GIS 的各元件应符合各自相应的标准。

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 1984 高压交流断路器
- GB/T 7674 额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备
- GB/T 8905—2012 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则
- GB 8958 缺氧危险作业安全规程
- GB 11023 高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法
- GB/T 12022 工业六氟化硫
- GB/T 28537 高压开关设备和控制设备中六氟化硫（SF₆）的使用和处理
- DL/T 345 带电设备紫外诊断技术应用导则
- DL/T 506 六氟化硫电气设备中绝缘气体湿度测量方法
- DL/T 538 高压带电显示装置
- DL/T 617 气体绝缘金属封闭开关设备技术条件
- DL/T 664 带电设备红外诊断应用规范
- DL/T 916 六氟化硫气体酸度测定法
- DL/T 917 六氟化硫气体密度测定法
- DL/T 920 六氟化硫气体中空气、四氟化碳的气相色谱测定法
- DL/T 921 六氟化硫气体毒性生物试验方法
- DL/T 1032 电气设备用六氟化硫（SF₆）气体取样方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分解检修 **disassemble examine and repair**
对 GIS 各元件进行的解体检查、检修及试验。

4 基本技术要求

4.1 安全技术要求

4.1.1 室内 GIS 开展运行维护工作应满足的要求

室内 GIS 开展运行维护工作时应满足以下要求：

- a) 依据 GB 8958 室内空气中的含氧量应大于 19.5%，或 SF₆ 气体的浓度不应超过 1000μL/L（或 6g/m³）。
- b) 进入室内前应使用合格的仪器检测空气含氧量或 SF₆ 气体浓度。
- c) GIS 室进口处应备有防毒面具、防护服、塑料手套等防护器具。
- d) GIS 室应按消防有关规定设置专用消防设施。
- e) 室内所有进出线孔洞应采用防火材料封堵。
- f) 室内通风排气和照明装置应满足设计要求，且排气出风口应设置在室内底部。通风设施和照明装置应定期检查。
- g) 进入室内电缆沟或低凹处工作时应测含氧量或 SF₆ 气体浓度，确认安全后方可进入；为防止意外不允许一个人进入这些地方。

4.1.2 防止接触电势的危害

运行巡视和/或正常操作时，工作人员应避免触及设备外壳并保持一定距离，且容易触及的 GIS 部位（如外壳及金属构架等）上的感应电压不应超过 36V。手动操作隔离开关或接地开关时应戴绝缘手套。

4.1.3 防止外壳局部温度升高的危害

运行巡视中工作人员应避免触及设备外壳并保持一定距离，且易接触外壳温升不得超过 30K；对可触及但在正常操作时无需接触的外壳温升不应超过 40K。

4.1.4 接地

GIS 检修时，其主回路应具有实现可靠接地的方式，即使在外壳打开后仍应有可保持主回路可靠接地的措施。

GIS 外壳应可靠接地，凡不属于主回路或辅助回路的且需要接地的所有金属部分都应接地。外壳、构架等的相互电气连接应采用紧固连接（如螺栓连接或焊接），以保证电气连通。为保证接地回路的可靠连通，应考虑到可能通过的电流所产生热和电效应的作用。

两个隔室间如采用短接排相连至少要有两处以上的连接点，外壳三相短接线应确保只有一处引至地网；接地开关、快速接地开关和避雷器的接地线应直接引入地网，不可通过设备构支架形成接地回路。均衡三相外壳感应电流的相间导流（短接）排不可接地也不能通过设备构支架形成回路。

4.1.5 SF₆ 气体处理

宜在晴朗干燥天气对设备进行充气，并严格按照有关规程和检修工艺操作要求进行操作。充气管应采用不易吸附水分的材料并保持管内部干燥、无油、无灰尘。当环境湿度超标又必须对设备进行充气时，应确保充气回路干燥清洁。对新建、扩建设备充气后应至少静止 24h 再对该气室进行湿度测量，对于检修或故障处理设备充气后的静止时间，可根据具体情况确定。

对运行设备中气体采样或在处理一般的漏气情况时应在通风条件下进行。

4.1.6 GIS 分解检查时的安全技术措施

GIS 气室分解检查前，如需人员进入气室，应对相邻气室进行减气压处理，减压值按制造厂规定，同时要确认邻近气室不存在向待修气室漏气现象。如有必要或条件允许，可取气样做生物毒性试验、做气相色谱分析和可水解氟化物的测定。

GIS 解体检查时应将 SF_6 气体回收加以净化处理，严禁排放到大气中。气体回收并抽真空后的气室要用高纯氮气进行冲洗，且每次排放氮气后均应抽真空，每次充氮气压力应接近 SF_6 额定压力，排放氮气及抽真空应用专用导管，人须站在上风方位。设备封盖打开后，人员要暂时撤离现场，对室内 GIS 还应开启通风系统排气 30min 后才可进入作业现场。

准备进入气室的工作人员应根据气室情况，按制造厂要求穿、戴防护用具，做好防护措施。检查附着放电分解产物的零件时，应穿、戴防护用具，或借助工器具清理分解物和检查零部件，避免皮肤直接接触分解产物。

工作人员工作结束后应立即清洗手、脸及人体外露部分。

4.1.7 检修有毒废物处理

下列物品应做有毒废物处理：

- 真空吸尘器的过滤器及洗涤袋、防毒面具的过滤器、全部抹布及纸；
- 断路器或故障气室的吸附剂、气体回收装置中使用过的吸附剂等；
- 严重污染的防护服。

所有上述物品不能在现场加热或焚烧，必须用 20% 浓度的氢氧化钠溶液浸泡 12h 以上，然后按有关专业规定处理。

防毒面具、塑料手套、橡皮靴及其他防护用品使用后必须进行清洁处理并应定期进行检查试验，超过有效期的防护用品不得再使用。

4.1.8 GIS 发生放电故障有气体外逸时的安全技术措施

GIS 发生放电故障造成有气体外逸时，现场工作人员应迅速撤离，如是室内设备还应立即投入全部通风设备。如是室内设备还要求在事故发生后 15min 之内人员不得进入室内。事故发生后 4h 内任何人进入室内必须穿防护服、戴手套以及戴备有氧气呼吸器的防毒面具。事故后清扫 GIS 配电装置室或故障气室内固态分解物时，工作人员也应采取同样的防护措施。

4.2 SF_6 气体

4.2.1 SF_6 新气储存及使用要求如下：

- a) SF_6 新气应具有厂家名称、装灌日期、批号及质量检验单。 SF_6 新气到货后应按有关规定进行复核、检验，合格后方准使用。存放半年以上的新气，使用前要检验其湿度和纯度，符合标准后方准使用。
- b) SF_6 气瓶应储存在阴凉、通风良好的库房中，直立放置。气瓶严禁靠近易燃、油污地点。
- c) 充装 SF_6 气体的钢瓶应按压力容器标准、周期进行检验，严禁使用无安全合格证钢瓶。
- d) 低温条件下进行充气时应采用具有加热功能的充气装置，但不得用明火烘烤气瓶和减压阀进行作业。

4.2.2 运行中的 SF_6 气体应符合本标准第 5 章的规定。

4.2.3 分解检修前的 SF_6 气体完成有关性能检测后应使用气体回收装置进行回收，严禁随意向大气中排放。

4.2.4 回收的 SF₆ 气体原则上要求经处理方可再利用，这些气体可交专业工厂或由用户自行处理，处理后气体性能指标应达到新气标准，以满足使用需要。

4.3 运行维护

4.3.1 运行维护是指 GIS 设备在带电情况下可开展的维修工作，主要工作是巡视检查和一般性的缺陷处理。

4.3.2 巡视检查是对运行中的 GIS 设备进行外观检查，主要检查设备有无异常情况并做好记录，检查中发现的一般性缺陷可通过维修及时消除，其余的问题应按规定进行处理。

4.3.3 巡视检查按工作性质可分为日常、专业和特殊三种情况，具体的定义和要求见 6.1。

4.3.4 巡视检查周期可根据具体情况制订：日常巡视检查应是经常性的，对无人值守的 GIS 设备亦如此要求；专业巡视检查可定期实施，如遇设备有异常可缩短周期；特殊巡视检查是临时安排的，应该有明确的检查目的。

4.3.5 一般性的缺陷包括编号牌脱落、相色标志不全、金属部位锈蚀、机构箱密封不严等。

4.3.6 运行维护时的环境和工作条件应符合有关规定要求。

4.4 检修

4.4.1 检修原则上是指 GIS 设备在不带电情况下开展的维修工作，主要工作可分为达到制造厂规定使用年限的检修和设备内部存在异常或出现故障的检修。

4.4.2 GIS 设备在达到制造厂规定使用年限后应对设备状态进行评价，根据评价结果确定是否进行检修以及具体的检修项目、内容，使用年限可根据设备运行状况适当延长。

4.4.3 GIS 设备因内部异常或故障引起的检修可参照本标准第 7 章的有关要求进行。

4.4.4 开展检修时的工作环境和条件应符合有关标准的规定。

4.4.5 检修后的验收应严格执行制造厂和国家（行业）相关标准要求，使检修后的设备性能达到原有的出厂指标要求。

4.5 试验

4.5.1 GIS 试验可分为例行试验、带电检测、诊断性试验和检修前、检修后的试验，具体的项目和要求可参照本标准第 8 章的规定。

4.5.2 例行试验是在规定的周期内按标准对设备进行检验，为设备状态评价提供依据。

4.5.3 带电检测目的是监测设备运行状况，发现设备存在隐患后利用现有的检测技术监视缺陷变化趋势或查找缺陷起始点。

4.5.4 诊断性试验是检测运行设备状况的重要手段，可以定期进行也可以有针对性地检测怀疑有缺陷的元件，通常是在设备不带电的条件下开展。

4.5.5 检修后的试验是为了检查检修质量、验证设备是否达到其性能要求。

4.5.6 密度继电器、GIS 局部放电在线监测装置（如有）、GIS 室内空气含氧量或 SF₆ 气体浓度自动检测报警装置以及防火报警装置的校验周期和项目应按各自的规定执行。

5 SF₆ 气体质量监督

5.1 新气的质量监督

5.1.1 新气到货后一个月内，以不少于每批一瓶抽样，新六氟化硫（SF₆）气体质量指标应符合表 1 的要求。

表 1 新的 SF₆ 气体质量标准

项目		单位	标准值
六氟化硫 (SF ₆)		% (质量比)	≥99.9
空气		% (质量比)	≤0.03
四氟化碳 (CF ₄)		% (质量比)	≤0.01
六氟乙烷 (C ₂ F ₆)		% (质量比)	≤0.02
八氟丙烷 (C ₃ F ₈)		% (质量比)	≤0.005
湿度 (20℃)	质量比	% (质量比)	≤0.0005
	露点 (0.1MPa)	℃	≤-49.7
酸度 (以 HF 计)		% (质量比)	≤0.00002
可水解氟化物 (以 HF 计)		% (质量比)	≤0.0001
矿物油		% (质量比)	≤0.0004
毒性		生物试验无毒	

5.1.2 开关设备充气前，应对每瓶 SF₆ 气体复核湿度，不得超过表 1 中标准值。

5.1.3 充入设备后、投运前、交接时六氟化硫 (SF₆) 气体质量指标及周期见表 2。

表 2 充入设备后、投运前、交接时六氟化硫 (SF₆) 气体质量指标及周期

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	μL/L	灭弧室≤150 非灭弧室≤250
3	酸度 (以 HF 计)	必要时	% (质量比)	≤0.00003
4	四氟化碳 (CF ₄)	必要时	% (质量比)	≤0.05
5	六氟化硫 (SF ₆)	投运前	% (质量比)	≥99.9
6	可水解氟化物 (以 HF 计)	必要时	% (质量比)	≤0.0001
7	矿物油	必要时	% (质量比)	≤0.0004

5.2 运行中气体的质量监督

5.2.1 运行中 SF₆ 气体检测项目、周期和要求见表 3。

表 3 运行中的 SF₆ 气体检测项目、周期和要求

序号	项目	周期	要求	说明
1	纯度	必要时或出现异常后	≥97% (质量比)	检测方法按 GB/T 12022 进行
2	湿度 (μL/L) 20℃	见 4.2.4 a)	见表 4	检测方法按 DL/T 506 要求进行
3	气体分解产物 (μL/L)	必要时或出现异常后	SO ₂ ≤5, H ₂ S≤2 HF≤1 ^a CO≤100 ^b	关注分解产物变化增量
4	气体泄漏	必要时	≤0.5%/年	检测方法按 GB 11023 进行
5	毒性	必要时	无毒	检测方法按 GB/T 12022 进行

表 3 (续)

序号	项目	周期	要求	说明
6	酸度 (以 HF 计)	必要时	$\leq 0.00003\%$ (质量比)	检测方法按 GB/T 12022 进行
7	空气	必要时	$\leq 0.2\%$ (质量比)	检测方法按 GB/T 12022 进行
8	可水解氟化物 (以 HF 计)	必要时	$\leq 0.0001\%$ (质量比)	检测方法按 GB/T 12022 进行
9	矿物油	必要时	$\leq 0.001\%$ (质量比)	检测方法按 GB/T 12022 进行
^a 有条件时进行。 ^b 参考警示值。				

5.2.2 运行中如需补气, 充气前应复核每瓶 SF₆ 气体的湿度, 且不得超过表 1 中标准值。

5.2.3 SF₆ 气体泄漏监测应根据 SF₆ 气体压力、温度曲线来监视气体压力变化, 发现异常, 应查明原因。SF₆ 气体泄漏监测要求如下:

- 气体压力监测: 检查次数和抄表依实际情况而定。
- 气体泄漏检查周期: 必要时; 当发现压力表在同一温度下, 相邻两次读数的差值达 0.01MPa~0.03MPa 时。
- 气体泄漏标准: 每个气室年漏气率小于 0.5%。
- SF₆ 气体补充气: 根据监测各气室 SF₆ 气体压力的结果, 对低于额定值的气室, 应补充 SF₆ 气体, 并做好记录。

5.2.4 SF₆ 气体湿度监测要求如下:

- 周期: 新设备投入运行及分解检修后 1 年应监测 1 次; 运行 1 年后若无异常情况, 可间隔 1 年~3 年检测 1 次。如湿度符合要求, 且无补气记录, 可适当延长检测周期。
- SF₆ 气体湿度允许标准见表 4, 或按照制造厂的标准。

表 4 SF₆ 气体湿度允许标准

气室	有电弧分解物的气室	无电弧分解物的气室
交接验收值	$\leq 150\mu\text{L/L}$	$\leq 250\mu\text{L/L}$
运行允许值	$\leq 500\mu\text{L/L}^{\text{a}}$	$\leq 800\mu\text{L/L}^{\text{a}}$
^a 达到该值时, 应缩短检测周期; 若无明显变化, 可延长检测周期; 若水分含量成明显增加趋势应尽快安排检修		

c) 在周围空气温度 0℃ 以上条件下进行。

d) 气体湿度所使用的仪器必须定期检验和校准。

5.2.5 设备中 SF₆ 气体分解产物的检测项目有: 二氧化硫 (SO₂) 气体、硫化氢 (H₂S) 气体、一氧化碳 (CO) 气体和四氟化碳 (CF₄) 气体的含量检测。SF₆ 气体分解物检测的检测周期、评价标准及安全防护详见附录 A。

5.3 设备分解检修前气体的质量监督

5.3.1 分解检修前应先进进行气体检测, 检测项目按表 3 执行, 从设备中取气样的技术要求按 GB/T 28537、GB/T 8905—2012 执行。

5.3.2 当气体中有害杂质超过允许值时, 须先进行吸附净化, 经检验合格后方可使用。

5.4 回收再利用气体的质量监督

5.4.1 回收再利用的气体应达到新气要求。复检项目及质量指标应符合表 1 的规定。

5.4.2 回收再利用的气体须由有生产能力且具备生产资质的制气工厂提供。

5.5 混合气体的质量监督

5.5.1 新的混合气体质量指标应符合制造厂规定的要求。

5.5.2 采用混合气体绝缘设备充气或补气可参照 GB/T 28537 规定，推荐采用各组分气体混合均匀后再进行充、补气工作。

6 巡视检查项目和内容

6.1 巡视检查项目

6.1.1 日常巡视

日常巡视是由运行人员对运行中的 GIS 设备进行外观检查并辨听有无异常声响，主要检查设备外观，如断路器、隔离开关的分合指示、各种压力表计数值，引出线端子（包括电缆终端、与变压器直连终端）等有无异常情况，同时辨听设备声响；利用红外成像仪、紫外成像仪或局放检测仪等检测仪器对 GIS 运行状态进行带电检测，并做好详细检查记录，如有异常情况应按规定上报并处理。

6.1.2 专业巡视

专业巡视是由专业检修人员对运行巡视中发现的异常缺陷或带电检测中发现的疑似缺陷进行诊断核实，并对设备进行专业检查。

专业巡视的项目内容根据 GIS 运行实际情况和设备状态评估而定，巡视周期原则上每季度一次。

6.1.3 特殊巡视

特殊巡视是由运行人员和专业检修人员共同对 GIS 设备在恶劣气候、地质灾害、特殊运行方式下进行的巡视检查。

6.2 巡视检查内容

6.2.1 日常巡视内容

GIS 的日常巡视可配合日常变电站设备巡视进行，日常巡视的周期可根据设备的健康度和重要性加以调整。日常巡视的主要内容包括：

a) GIS 外观检查：

- 1) 所有设备外观应清洁，标志清晰、完善。GIS 外观应整洁、完好，无漂浮或悬挂物。
- 2) GIS 构架接地应良好、紧固，无松动、锈蚀。支撑及焊缝无断裂。GIS 土建基础无裂纹、沉降。
- 3) 结构外壳完整无缺，壳体漆面无损坏，外壳漆膜颜色正常。若发生变色，起泡或掉漆，可考虑开展带电补漆或停电全面刷漆。
- 4) 压力释放装置应无异常，其释放出口应无障碍物。
- 5) 套管表面应无严重污垢沉积，无破损伤痕，法兰处无裂纹，无闪络痕迹。如积污严重需考虑开展带电或停电清洁工作。
- 6) 伸缩节应无异常变化。
- 7) 巡视中应辨听设备有无异常声响存在。

b) GIS 本体上各开关（断路器、隔离开关、接地开关及快速接地开关）分、合指示位置及其动

作、机构箱的状况检查。

- 1) 各开关(断路器、隔离开关、接地开关及快速接地开关)分、合指示及动作正确,并与当时实际运行工况相符,检查计数器动作次数。
- 2) 各开关(断路器、隔离开关、接地开关)机构箱的门、盖关严密封;机构箱内加热器的工作状态应按规定投入或切除。
- 3) 检查断路器和隔离开关的机构箱底部应无碎片、异物、油污。
- 4) 定期对压缩空气系统进行排水(或排污)。

c) SF₆气体压力表和液压机构油位计的指示检查:

- 1) 检查压力表或液压机构油位计的指针,应位于正常压力区域或正常油位范围。
- 2) 对气体密度计数值进行横向、纵向比较,以判断是否存在 SF₆ 泄漏。

d) 汇控柜检查:

- 1) 汇控柜面板模拟的主接线上所标注的各高压开关分、合指示(或信号灯)与 GIS 相对应开关的实际状态相符;带电显示信号正常。
- 2) 加热器应无异常发热,排风功能正常,温湿度传感器功能良好。加热器按规定投切。
- 3) 汇控柜门应关闭良好,密封胶条不应存在损坏变形,电缆的封堵良好,柜内不应存在进水或凝露,二次端子不应存在锈蚀现象。

e) 避雷器动作计数器检查:

- 1) 记录避雷器动作计数器指示值是否正常。
- 2) 检查避雷器泄漏电流或在线检测泄漏电流指示值是否正常。

f) 红外测试:

用红外成像仪检测,检查 GIS 及其出线套管连接引线的连接部位表面温度无异常。

6.2.2 专业巡视主要内容

专业巡视内容如下:

a) 机构箱内可视传动部件检查:

- 1) 检查分合闸挚子、轴销、传动部件是否存在损伤、变形;轴销、滚轮等部件表面是否存在明显脏污,润滑不良、磨损的情况,断路器挚子的扣入深度。
- 2) 检查各种外露连杆的连接情况,检查传动部位及齿轮等的磨损和污垢情况。
- 3) 检查操动机构内的各类压力密封部(件)位,有无渗漏油(气)或弹簧动作异常等。
- 4) 检查气(油)压表及油(气)位是否正常。检查辅助开关、触点系统各辅助触点是否状态良好。
- 5) 检查操动机构中各类控制回路的辅助开关、行程开关动作位置情况。

b) 断路器机构专项检查:

- 1) 液压机构:检查液压管路的各接头,各液压元件有无渗漏现象;检查液压机构主油箱油位正常,应注意检查油标有无堵塞。
- 2) 弹簧机构:检查传动部分有无松动及机械损伤,缓冲器有无漏油;检查分合闸弹簧有无裂纹。分合闸滚子转动时应无卡涩和偏心、分合闸滚子与挚子扣入深度应符合厂家技术条件要求。
- 3) 气动机构:检查空气压力在允许范围内。
- 4) 断路器机构箱检查:检查加热装置正常运行;检查二次线端子排接触面无烧损、氧化,端子紧固、绝缘良好;机构箱门平整、开启灵活、关闭紧密。

c) 检查伸缩节变化范围是否在制造厂规定的范围内,如有异常需与制造厂联系。

d) 如设备有异常声响,应设法寻找到声音来源以便进一步处理。

6.2.3 特殊巡视主要内容

特殊巡视内容如下：

- a) 新投运 GIS 设备，按产品说明书要求，结合日常巡视应在投运后一个月内开展本项工作，重点检查以下项目：
 - 1) 检查 GIS 基础、支架及构架外观是否良好，检查机构箱内有标记的螺栓是否有变位。对基础构架变位的及有紧固螺栓松动的应进行修正和紧固。
 - 2) 检查液压机构油泵电机启动次数及液压系统是否存在泄漏。
 - 3) GIS 的接地装置及接地的连续性检查。
 - 4) GIS 各操动机构箱及二次汇控箱的柜体防护、柜门密封、柜内通风对流、加热器与驱潮装置等检查。
 - 5) 对 GIS 各操动机构箱及汇控箱二次端子进行紧固检查。
 - 6) 高压引线接头及金属外壳的红外测温。
- b) 故障跳闸后，应对 GIS 进行巡视检查，重点检查以下项目：
 - 1) 断路器、隔离开关、接地开关位置指示是否正确，后台信号是否正确。
 - 2) GIS 设备外观是否正常，绝缘瓷件是否有破损现象，是否有爬电闪络，是否有异声（漏气声、异常震动声），各气室 SF₆ 气压是否正常。
 - 3) 检查各压力释放装置是否动作。
 - 4) 检查避雷器是否动作。
 - 5) 检查引线接头有无过热、烧损痕迹，示温蜡片无熔化现象。
 - 6) GIS 设备上是否有异物，机构箱底部应无异物、油污。
 - 7) 检查断路器机构箱内是否存在异味。如果有异味需查看一下是否有线圈或是电阻表面变色的情况。
 - 8) 记录断路器短路开断次数及开断电流值。
- c) 断路器操作后，应对 GIS 进行巡视检查，重点检查以下项目：
 - 1) 检查后台信号是否正确，断路器相关指示灯是否正常。
 - 2) 检查断路器分、合闸机械指示器是否正确。
 - 3) 断路器操作后，液压操动机构压力值是否在机构启泵压力之上。
- d) 恶劣天气出现时，重点检查下列项目：
 - 1) 气温骤变时，检查压缩空气操动机构和 SF₆ 气体压力是否正常，注油设备油位变化及设备有无渗漏油。
 - 2) 浓雾天气时，检查套管是否有严重爬电现象，检查各接地端子有无放电现象，用红外热成像仪对接线端子进行测温。
 - 3) 雷雨大风天气和雷击后，检查套管有无闪络痕迹或损坏，引线摆动情况及有无搭挂杂物，检查并记录避雷器放电计数器数值。
 - 4) 雷雨大风后，对户外 GIS 检查 GIS 机构箱及汇控箱密封情况，检查密封条是否存在损坏变形，电缆的封堵是否良好；机构箱内是否存在进水或凝露，检查加热器投入及除湿情况。
 - 5) 大雪天气，根据积雪融化情况，检查接头发热部位，及时处理悬冰。
 - 6) 检查 GIS 设备上是否有异物，导线是否有断脱或松动现象。
- e) 地质灾害发生后，重点检查下列项目：
 - 1) 检查 GIS 设备外观（壳体）是否正常，绝缘瓷件有否破损或发生闪络现象。
 - 2) 各气室 SF₆ 气压是否正常，有无异声（漏气声、异常振动声）。

- 3) 检查设备基础有无发生沉降、变形、裂缝等异常情况。
- 4) 检查各种充气、充油管路, 阀门及连接部件密封是否良好, 管路有无损伤, 管路的绝缘法兰与绝缘支架是否良好。
- 5) 检查压力释放装置有无异样, 其释放口有无障碍物。
- 6) 检查波纹管是否发生变形, 其调解螺丝位置是否发生严重变位且不符合制造厂的技术要求。
- 7) 断路器机构箱和汇控柜门是否变形导致关闭不严。
- f) 处于特殊运行方式下运行(或倒闸操作时), 应加强对 GIS 运行巡视, 重点检查下列项目:
 - 1) 检查断路器和各类隔离开关分、合位置指示是否正确, 并与实际运行工况相符;
 - 2) 检查瓷套和可见的绝缘件有无损伤、剥落、裂纹现象及污秽情况, 有无发生过电压闪络;
 - 3) 用红外热成像仪检测外部引线端子或外壳部位是否存在过热现象;
 - 4) 对(如有异响、过热、SF₆ 气体组分超注意值等)有怀疑的气室进行局部放电检测(必要时);
 - 5) 检查接地端子有无发热现象, 金属外壳温度是否正常, 接地线是否存在过热或接地不良情况;
 - 6) 外置互感器(绝缘分隔部位)是否存在暂态过电压(VFTO)现象等;
 - 7) 检查 GIS 设备气室连接的金属膨胀器(波纹管)外观情况, 应无异常变位或损坏现象。

7 检修项目和内容

7.1 检修要求

GIS 设备的检修必须严格执行制造厂相关导则和工艺要求, 拟订专项检修方案和作业指导书, 作业指导书中应明确检修环境、“三措”(组织措施、技术措施、安全措施)、工序、工艺质量标准等的要求, 检修实施严格执行作业指导书。

7.2 检修项目

检修项目如下:

- a) 断路器的检查和检修;
- b) 隔离开关、接地开关和快速接地开关的检查和检修;
- c) 母线的检查和检修;
- d) GIS 与电缆直接连接的检查和检修;
- e) GIS 与电力变压器直接连接的检查和检修;
- f) SF₆ 气体系统的检查和检修;
- g) 汇控柜箱和二次元器件的检查和检修;
- h) 外壳、构支架、基础及接地连接的检查和检修;
- i) 辅助系统的检查和检修;
- j) 其他元件的检查和检修。

7.3 主要检修内容

7.3.1 断路器

7.3.1.1 断路器本体:

- a) 检查引弧触头烧损程度;

- b) 检查喷口烧损程度;
- c) 检查触指磨损程度;
- d) 检查并清洁灭弧室及其绝缘件;
- e) 更换吸附剂及密封圈;
- f) 检查调整相关尺寸;
- g) 检查合闸电阻及其传动部件 (如有);
- h) 检查并联电容器 (如有)。

7.3.1.2 操动机构:

- a) 弹簧操动机构:
 - 1) 检查分合闸线圈和脱扣打开尺寸及磨损情况;
 - 2) 检查辅助开关切换情况;
 - 3) 检查弹簧疲劳程度;
 - 4) 检查轴、销、锁扣等易损部位, 复核机构相关尺寸;
 - 5) 检查缓冲器, 更换缓冲器油 (垫) 及密封件;
 - 6) 检查电机工作情况及储能时间。
- b) 气动操动机构:
 - 1) 检查分合闸线圈;
 - 2) 检查辅助开关切换情况;
 - 3) 检查并清洗操作阀、信号缸, 更换密封圈;
 - 4) 检查压力开关并校核各级压力接点设定值;
 - 5) 检查建立压力时间 (零表压起至额定压力);
 - 6) 检查缓冲器, 更换缓冲器油及密封件;
 - 7) 检查管道密封情况;
 - 8) 气动弹簧操动机构应检查轴、销、锁扣等易损部位, 复核机构相关尺寸;
 - 9) 检查转动、传动部位润滑情况;
 - 10) 检查本间隔储气罐及相关阀门。
- c) 液压操动机构:
 - 1) 检查分合闸线圈;
 - 2) 检查辅助开关切换情况;
 - 3) 清洗并检查操作阀, 更换密封圈;
 - 4) 校核各级压力接点设定值并检查压力开关;
 - 5) 检查打压时间 (零表压起至额定压力);
 - 6) 检查油泵、安全阀是否正常工作;
 - 7) 检查预充氮气压力, 对活塞杆结构储压器应检查微动开关, 若有漏氮及微动开关损坏应处理或更换;
 - 8) 液压弹簧机构应检查弹簧储能前后尺寸;
 - 9) 清洗油箱、更换液压油后排气;
 - 10) 检查防慢分装置功能正常。

7.3.2 隔离开关、接地开关和快速接地开关

7.3.2.1 检查实际分合位置和触头磨损情况。

7.3.2.2 更换吸附剂及密封圈。

7.3.2.3 操动机构:

- a) 检查联锁线圈、电机工作情况;
- b) 检查辅助开关、微动开关切换情况;
- c) 气动操动机构检查清洗电磁阀、清洗并检查操作阀, 更换密封圈;
- d) 检查轴、销、锁扣等易损部位, 复核机构相关尺寸;
- e) 检查并补充转动、传动部位的润滑油脂;
- f) 检查电机转子轴承及碳刷磨损情况(直流电机);
- g) 检查机械限位尺寸;
- h) 检查快速接地开关操动机构弹簧、缓冲器。

7.3.3 SF₆ 气体系统

SF₆ 气体系统检修内容如下:

- a) 校验 SF₆ 密度继电器、压力表或密度表(条件允许可不停电校验);
- b) 检测 GIS 气室及管道的泄漏;
- c) 测量 SF₆ 气体湿度和纯度;
- d) 对打开的气室更换吸附剂或根据制造厂要求定期更换。

7.3.4 母线的检查和检修

母线的检查和检修内容如下:

- a) 检查母线筒内绝缘件;
- b) 更换吸附剂及密封圈;
- c) 检查母线筒内导体连接及固定情况;

7.3.5 GIS 设备与电缆直接连接的检查和检修

GIS 设备与电缆直接连接的检查和检修内容如下:

- a) 检查绝缘件;
- b) 更换吸附剂及密封圈;
- c) 检查电缆筒内导体连接及固定情况;
- d) 检查屏蔽罩;
- e) 检查放电间隙。

7.3.6 GIS 设备与电力变压器直接连接的检查和检修

GIS 设备与电力变压器直接连接的检查和检修内容如下:

- a) 检查绝缘件;
- b) 更换吸附剂及密封圈;
- c) 检查内部导体连接及固定情况;
- d) 检查屏蔽罩;
- e) 检查放电间隙;
- f) 检查连接伸缩节。

7.3.7 汇控柜(箱)和二次元器件的检查和检修

汇控柜(箱)和二次元器件的检查和检修内容如下:

- a) 检查汇控柜(箱)密封情况, 更换老化的箱门密封圈;

- b) 检查二次电缆封堵情况，更换老化开裂或脱落的防火封堵泥；
- c) 检查并清理汇控箱通风口；
- d) 检查箱内二次元件接地情况；
- e) 检查切换开关、继电器、接触器、空气断路器、温湿度控制器、加热器、限位开关、端子排、信号指示灯、整流模块等二次元器件，酌情更换或按制造厂要求定期更换。

7.3.8 外壳、构支架、基础及接地连接

外壳、构支架、基础及接地连接检查和检修内容如下：

- a) 检查外壳漆层；
- b) 检查伸缩节有无扭曲，拉伸或压缩尺寸在允许范围内；
- c) 检查各气室防爆膜有无锈蚀、未堵塞；
- d) 检查三相汇流排连接情况；
- e) 检查支架、构架及接地连接有无锈蚀、变形或损坏；
- f) 检查设备基础有无沉降。

7.3.9 辅助系统

7.3.9.1 气动机构的集中供气系统：

- a) 检查空压机阀板、活塞环和曲轴箱，更换密封件、滤芯及易损件，清洗进气滤网，有油压缩机应调换压缩机油；压缩机运转时间较长须更换部件较多时建议调换整台压缩机。
- b) 检查油气分离装置和自动（手动）排污阀工作情况。
- c) 检查电动机及调换传动皮带。
- d) 检查安全阀开启/关闭压力；检查减压阀、逆止阀和其他阀门，必要时更换损坏部件。
- e) 测量打压时间；检查压缩空气管道泄漏情况；有减压装置的应检查一/二级压力；校验各级压力开关设定值。
- f) 检查气站控制系统二次元器件。

7.3.9.2 在线监测系统的维护检查：

- a) 传感器的检查维护；
- b) 后台信号处理系统检查维护；
- c) 二次元件等检查维护；
- d) 根据制造厂建议对于消耗品及易损件进行更换。

7.3.10 其他部件

其他部件检查和检修内容如下：

- a) 电流互感器、电压互感器、避雷器、带电显示器等其他可根据相关规定进行检查；
- b) 检查出线套管外绝缘情况（复合套管应定期检查憎水性）；
- c) 检查与其他一次设备的连接情况（与变压器连接的油气套管及与电缆连接的电缆终端）。

8 试验

8.1 概述

气体绝缘金属封闭开关设备的试验包括带电检测试验、例行试验、诊断性试验和分解检修前/后试验，各类试验项目见表 5。

表5 各类试验项目的试验项目汇总表

序号	检测项目	试验项目	带电检测试验	例行试验	诊断性试验	分解检修前、后试验	
						检修前	检修后
1	红外热成像检测		√	√	—	—	—
2	特高频局部放电检测		√	—	√	—	√ ^a
3	超声波局部放电检测		√	—	√	—	√ ^a
4	SF ₆ 气体湿度(20℃)检测		—	√	√	—	√
5	SF ₆ 气体纯度检测		—	√	√	—	√
6	SF ₆ 气体分解物检测		√	—	√	—	—
7	SF ₆ 气体密封性检测		—	—	√	—	√
8	紫外成像检测		—	—	√	—	—
9	主回路绝缘电阻检测		—	—	√	√	√
10	主回路电阻测量		—	—	√	√	√
11	主回路交流耐压试验		—	—	√ ^b	√ ^b	√
12	气体密度表(继电器)校验		—	√	—	—	—
13	联锁试验		—	—	—	√ ^b	√
14	带电显示器校验		—	√	—	—	√
15	开关设备机械特性		—	√	√	√	√
^a 结合耐压试验进行。							
^b 必要时进行							

8.2 带电检测

GIS 带电检测项目和要求见表 6。

表6 GIS 带电检测项目及要 求

序号	项目	要求	说明
1	红外热成像检测	参考 DL/T 664 的要求执行, 无异常发热	1) 新投运设备 1 周内; 2) 必要时
2	特高频局部放电检测	1) 正常: 无典型放电图谱。 2) 异常: 在同等条件下同类设备检测的图谱有明显区别。 3) 缺陷: 在充分排除环境干扰信号情况下具有典型局部放电的检测图谱	1) 适用于非金属法兰绝缘盆子, 带有金属屏蔽的绝缘盆子可利用浇注开口进行检测; 其他结构参照执行。 2) 必要时
3	超声波局部放电检测	无异常放电	1) 新投运设备 1 个月内; 2) 必要时
4	SF ₆ 气体分解物检测 20℃ (μL/L)	SO ₂ ≤ 5, H ₂ S ≤ 2 HF ≤ 1 ^a CO ≤ 100 ^b	1) 新投运设备 1 个月内; 2) 必要时
^a 有条件时进行。			
^b 参考警示值。			

8.3 例行试验

GIS 例行试验项目、周期和要求见表 7。

表7 GIS例行试验项目、周期和要求

序号	试验项目	要求	说明
1	红外热成像检测	无异常	见 8.6.1
2	SF ₆ 气体湿度 (20℃) 检测	新充气后: 有电弧分解的气室不大于 150μL/L; 无电弧分解的气室不大于 250μL/L; 运行中: 有电弧分解的气室不大于 500μL/L; 无电弧分解的气室不大于 800μL/L;	见 8.6.4
3	SF ₆ 气体纯度检测	≥97%	见 8.6.5
4	气体密度表 (继电器) 校验	符合设备技术条件要求	见 8.6.12
5	带电显示器校验	符合设备技术文件要求	见 8.6.14
6	开关设备机械特性	符合产品技术条件要求	见 8.6.15

8.4 诊断性试验

GIS 诊断性试验项目和要求见表 8。

表8 GIS诊断性试验项目和要求

序号	诊断性试验项目	要求	说明
1	特高频局部放电检测	可结合耐压试验同时进行, 无异常放电	见 8.6.2
2	超声波局部放电检测	可结合耐压试验同时进行, 无异常放电	见 8.6.3
3	SF ₆ 气体湿度 (20℃) 检测	有电弧分解的气室不大于 500μL/L 无电弧分解的气室不大于 800μL/L	见 8.6.4
4	SF ₆ 气体纯度检测	≥97%	见 8.6.5
5	SF ₆ 气体分解物检测	SO ₂ ≤5, H ₂ S≤2 HF≤1 ^a CO≤100 ^b	见 8.6.6
6	SF ₆ 气体密封性检测	不大于 0.5%/年或符合设备技术文件要求 (注意值)	见 8.6.7
7	紫外成像检测	无异常电晕	见 8.6.8
8	主回路绝缘电阻	无明显下降或符合设备技术文件要求 (注意值)	见 8.6.9
9	主回路电阻测量	不大于制造商规定值 (注意值) 且不得大于设备出厂值的 120%	见 8.6.10
10	主回路交流耐压试验	试验电压为出厂试验值的 80%	见 8.6.11
^a 有条件时进行。 ^b 参考警示值			

8.5 分解检修前、后试验

GIS 在分解检修前、后检测项目和要求见表 9 和表 10。

表9 GIS分解检修前试验项目和要求

序号	试验项目	要求	说明
1	主回路绝缘电阻测量	无明显下降或符合设备技术文件要求 (注意值)	见 8.6.9
2	主回路电阻测量	不大于制造商规定值 (注意值) 且不得大于设备出厂值的 120%	见 8.6.10
3	主回路交流耐压试验 (必要时)	试验电压为出厂试验值的 80%	见 8.6.11

表 9 (续)

序号	试验项目	要求	说明
4	联锁试验	不同元件之间设置的各种连锁均应不少于 3 次试验	见 8.6.13
5	开关设备机械特性	满足设备技术文件要求	见 8.6.15

表 10 GIS 分解检修后试验项目和要求

序号	试验项目	要求	说明
1	SF ₆ 气体密封性检测	不大于 0.5%/年或符合设备技术文件要求 (注意值)	见 8.6.7
2	SF ₆ 气体湿度 (20℃) 检测	1) 有电弧分解物气室: 不大于 150μL/L 2) 其他气室: 不大于 250μL/L	见 8.6.4
3	SF ₆ 气体纯度检测	≥97%	见 8.6.5
4	主回路绝缘电阻	无明显下降或符合设备技术文件要求 (注意值)	见 8.6.9
5	主回路电阻测量	不大于制造商规定值 (注意值) 且不得大于设备出厂值的 120%	见 8.6.10
6	联锁试验 ^a	不同元件之间设置的各种连锁均应不少于 3 次试验	见 8.6.13
7	带电显示器校验	满足设备技术文件要求	见 8.6.14
8	开关设备机械特性	满足设备技术文件要求	见 8.6.15
9	主回路交流耐压试验 (必要时)	试验电压为出厂试验值的 80%	见 8.6.11
10	特高频局部放电检测 ^b	可结合耐压试验同时进行	见 8.6.2
11	超声波局部放电检测 ^b	可结合耐压试验同时进行	见 8.6.3
^a 必要时。 ^b 结合耐压试验进行			

8.6 试验要求

8.6.1 红外热成像检测

检测各单元及进、出线电气连接处, 红外热像图显示应无异常温升、温差和/或相对温差。分析时, 应考虑测量时及前 3h 负荷电流的变化情况。测量和分析方法可参考 DL/T 664。

8.6.2 特高频局部放电检测

本项目适用于非金属法兰绝缘盆子, 带有金属屏蔽的绝缘子可利用浇注开口进行检测, 具备内置探头的和其他结构参照执行。

检测前应尽量排除环境的干扰信号。检测中对干扰信号的判别可综合利用特高频典型干扰图谱、频谱仪和高速示波器等仪器和手段进行。进行局部放电定位时, 可采用示波器 (采样精度至少 1GHz 以上) 等进行精确定位, 必要时也可通过改变电气设备一次运行方式进行。异常情况应缩短检测周期。

8.6.3 超声波局部放电检测

一般检测频率在 20kHz~100kHz 之间的信号, 若有数值显示, 可根据显示的 dB 值分析。对于以 mV 为单位显示的仪器, 可根据仪器生产厂建议就实际测试经验进行判断。

若检测到异常信号可利用特高频检测法、频谱仪和高速示波器等仪器、手段进行综合判断。异常

情况应缩短检测周期。

8.6.4 SF₆ 气体湿度检测

SF₆ 气体可从密度监视器处取样, 取样方法参见 DL/T 1032, 测量方法可参考 DL/T 506。测量完成之后, 按要求恢复密度监视器, 注意按力矩要求紧固。

8.6.5 SF₆ 气体纯度检测

检测方法参照 DL/T 917 执行, 测量要求断路器灭弧室气室: 纯度不小于 97%。

8.6.6 SF₆ 气体分解物 (成分)

检测项目和要求参照 GB/T 12022, 测量方法参考 DL/T 916、DL/T 917、DL/T 920、DL/T 921。

对于运行中的设备, 若检出 SO₂ 或 H₂S 等杂质组分含量异常, 应结合 HF、CO 含量及其他检测结果、设备电气特征、运行工况等进行综合分析。必要时, 采用气相色谱法诊断。

8.6.7 SF₆ 气体密封性检测

年漏气率要求不大于 0.5% 或制造厂要求, 定量检测方法按 GB 11023 要求进行, 若采用局部包扎法, 塑料薄膜与被试品之间的空隙应不大于 10mm。

8.6.8 紫外成像检测

检测高压引线连接处金具、均压环、套管本体等, 紫外成像检测应无明显电晕放电点。测量和分析方法参见 DL/T 345。

8.6.9 主回路绝缘电阻检测

交流耐压试验前进行本项目, 用 5000V 绝缘电阻表测量。

8.6.10 主回路电阻测量

在合闸状态下测量, 当接地开关导电杆与外壳绝缘时, 可临时解开接地连接线, 利用回路上两组接地开关的导电杆直接测量主回路电阻。若接地开关导电杆与外壳的电气连接不能分开, 可先测量导体和外壳的并联电阻 R_0 和外壳电阻 R_1 , 然后按式 (1) 计算主回路电阻 R 。若 GIS 母线较长、间隔较多, 宜分段测量。

$$R = \frac{R_0 R_1}{R_1 - R_0} \quad (1)$$

测量电流可取 100A 到额定电流之间的任一值。测量方法可参考 DL/T 593。

8.6.11 主回路交流耐压试验

对核心部件或主体进行解体性检修后, 或检验主回路绝缘时, 进行本项试验, 故障定位检测 (检测方法参见附录 B) 可与本试验同时开展。试验电压为出厂试验值的 80%, 时间为 60s。有条件时, 可同时进行局部放电量测量。试验时, 电磁式电压互感器和金属氧化物避雷器应与主回路断开, 耐压结束后, 恢复连接, 并应进行电压为 $U_m/\sqrt{3}$, 时间为 5min 的试验。

8.6.12 气体密度表 (继电器) 校验

数据显示异常或达到制造商推荐的检验周期时进行本项目。校验按设备技术文件要求进行。

8.6.13 联锁试验

GIS 检修结束，在投运之前应验证电气、机械的和其他联锁的动作性能。

GIS 的不同元件之间设置的各种联锁均应进行不少于 3 次的试验，以检验其正确功能。有关联锁的定义见 GB/T 7674、DL/T 617。

8.6.14 带电显示器校验

GIS 检修前、后应进行带电显示装置绝缘试验及显示清晰度试验。如果带电显示具有联锁功能，应进行联锁功能校验，具体内容见 DL/T 538。

8.6.15 开关设备机械特性试验

应进行断路器对合闸时间、分闸时间、合分时间、合闸同期性、分闸同期性、合闸速度、分闸速度及操动机构辅助开关的转换时间与断路器主触头动作时间之间的配合试验检查并应符合产品技术要求，具体检测项目和要求见 GB/T 3309。

9 备品备件和专用工具

9.1 备品备件

9.1.1 备品备件应由原制造厂提供与原设备相同的材料和质量。备件应按要求进行处理和包装，并分别装箱，箱上应有明显的标记，备品备件应注明有效期和必要的结构图。电气线圈和其他精密的电气元件、仪器、仪表等，必须先装在带有干燥剂的塑料袋中，或采用其他有效方法保护后装箱；专用工具和仪器应附有技术参数、使用说明书等资料。

9.1.2 备品备件种类和数量参见表 11。也可根据需要调整数量和品种。

表 11 备品备件种类及其数量

序号	规格	数量	备注
1	继电器、微型开关、控制开关、辅助开关	每种各 2 套	
2	断路器分、合闸线圈	每种为供应量的 1/5	
3	隔离开关联锁线圈	2 套	
4	快速接地开关联锁线圈	2 套	
5	温度补偿压力开关	2 套	
6	SF ₆ 气体阀门	各式 2 个	
7	压力表	各式 1 个	
8	密度继电器	各式 2 个	
9	电动机	各式 1 个	

9.2 专用工器具

专用工器具及其数量参见表 12。也可根据需要调整数量和品种。

表 12 专用工器具及其数量

序号	规格	数量	备注
1	真空吸尘器	1 套	

表 12 (续)

序号	规格	数量	备注
2	封闭气室用的端盖	3 套	带阀门等附件
3	SF ₆ 气体补气小车	1 台	带气瓶、真空泵、减压阀、软管、压力表等
4	SF ₆ 气体回收装置	1 台	带压缩机、真空泵、气瓶真空压力表、压力表、阀门、软管、过滤器、干燥器专用工具等。回收容量按 3h 回收最大气室气体考虑
5	SF ₆ 专用充气接口	1 套	包括管道
6	SF ₆ 气体泄漏检测仪	1 台	包括校验用的针筒、气瓶等
7	SF ₆ 气体湿度监测仪	1 台	包括专用管道、电热吹风机
8	纯度分析仪	1 台	
9	SF ₆ 气体分解物检测仪	1 台	
10	GIS 高压试验套管和连接部件	1 套	必要时
11	慢分、慢合操作手柄	1 套	
12	含氧量报警器	1 台	
13	电子真空表	1 个	
14	分解 GIS 各部件的专用工具	1 套	
15	干燥吸附剂的烘箱	1 台	
16	测速传感器	1 套	带支架
17	内窥镜	1 套	
18	特高频局放检测、故障定位装置	1 套	
19	超声波局放检测、故障定位装置	1 套	

附录 A
(资料性附录)
SF₆ 气体分解产物检测方法

A.1 检测项目

设备中 SF₆ 气体分解产物的检测项目有：二氧化硫（SO₂）气体、硫化氢（H₂S）气体、一氧化碳（CO）气体和四氟化碳（CF₄）气体的含量检测。

设备中 SF₆ 气体分解产物不同检测组分适用的现场检测方法列于表 A.1。

表 A.1 SF₆ 气体分解产物的检测组分及其现场检测方法

检测组分	现场检测方法
SO ₂	电化学传感器检测法、气体检测管检测法
H ₂ S	电化学传感器检测法、气体检测管检测法
CO	电化学传感器检测法、气体检测管检测法
CF ₄	气相色谱检测法

A.2 检测周期

A.2.1 在安全措施可靠的条件下，可在设备带电状况下进行 SF₆ 气体分解产物检测。

A.2.2 对不同电压等级系统中的设备，宜按表 A.2 给出的检测周期进行 SF₆ 气体分解产物现场检测。

表 A.2 不同电压等级设备的 SF₆ 气体分解产物检测周期

额定电压 kV	检测周期	备注
1100	1) 新安装和分解检修后投运 3 个月内检测 1 次； 2) 正常运行每 1 年检测 1 次； 3) 诊断检测	诊断检测： 1) 发生短路故障、断路器跳闸时； 2) 设备遭受过电压严重冲击时，如雷击等； 3) 设备有异常声响或强烈电磁振动响声时
126、252、363、 550、800	1) 新安装和分解检修后投运 1 年内检测 1 次； 2) 正常运行每 3 年检测 1 次； 3) 诊断检测	
≤72.5	诊断检测	

A.3 评价标准

A.3.1 运行设备中 SF₆ 气体分解产物的检测组分、检测指标及其评价结果见表 A.3。

A.3.2 若设备中 SF₆ 气体分解产物 SO₂ 或 H₂S 含量出现异常，应结合 SF₆ 气体分解产物的 CO、CF₄ 含量及其他状态参量变化、设备电气特性、运行工况等，对设备状态进行综合诊断。

表 A.3 SF₆ 气体分解产物的检测组分、检测指标和评价结果

检测组分	检测指标 μL/L		评价结果
SO ₂	≤1	正常值	正常

表 A.3 (续)

检测组分	检测指标 μL/L		评价结果
SO ₂	1~5	注意值	缩短检测周期
	5~10	警示值	跟踪检测, 综合诊断
	>10	警示值	综合诊断
H ₂ S	≤1	正常值	正常
	1~2	注意值	缩短检测周期
	2~5	警示值	跟踪检测, 综合诊断
	>5	警示值	综合诊断
注: 1. 灭弧气室的检测时间应在设备正常开断额定电流及以下电流 48h 后。 2. CO 和 CF ₄ 作为辅助指标, 与初值 (交接验收值) 比较, 跟踪其增量变化, 若变化显著, 应进行综合诊断。			

A.4 安全防护

- A.4.1 检测时, 应认真检查气体管路、检测仪器与设备的连接, 防止气体泄漏导致检测人员中毒, 必要时应佩戴安全防护用具。
- A.4.2 检测人员和检测仪器应避开设备取气阀门开口方向, 防止发生意外。
- A.4.3 在检测过程中, 应严格执行有关安全规程, 防止气体压力突变造成气体管路和检测仪器损坏, 须监控设备内的压力变化, 避免因 SF₆ 气体分解产物检测造成设备压力的剧烈变化。
- A.4.4 设备解体时, 应按照 GB/T 8905—2012 中 7.4 的规定进行安全防护。
- A.4.5 检测仪器的尾部排气须回收处理。

附录 B (资料性附录)

放电故障的定位和检测方法

B.1 放电故障的定位

GIS 在发生放电故障时, 会伴随产生各种不同的现象。利用这些现象有助于进行故障的定位:

- 光辐射的检测;
- 可听噪声和振动的测量;
- 放电产生的电磁暂态过程的记录和评估;
- 检测 SF₆ 气体分解的产物。

B.2 局部放电的检测方法

B.2.1 概述

对于现场的局部放电探测, 除了符合 GB/T 7354 的传统方法以外, 电气的 VHF/UHF 和声学法可以用于 GIS。这两种方法比传统的测量对噪声缺乏敏感性, 而且可用于局部放电的在线监测。但是, 对于这两种新方法, 灵敏度取决于缺陷(信号源)和传感器之间的距离。采用 VHF/UHF 和声学法时, 通过适当程序可以发现缺陷引起的几个 pC 的明显放电, 提出的灵敏度验证易于在现场实施。另外两种方法的优点是能够探测到缺陷的位置。方法和对结果的说明仅供具有经验的人员使用。

B.2.2 符合 GB/T 7354 的传统方法

来自无线发射机以及其他信号源的电磁干扰被敞开于空气中的套管捕捉, 并导致 PD 测量的灵敏度在 10pC 数量级。模拟和数字滤波法适用于测试噪声反射。然而, 经过培训的人员才能使用此类滤波工具, 且此类工具仅限于本程序。在实际的现场条件下, 很难达到小于 5pC 的噪声水平。因此, 推荐采用具有屏蔽的耦合电容器的全封闭试验回路直接和 GIS 连接。在这种情况下, 对于具有电缆终端的 GIS 以及通过分开的隔离开关与敞开空气中的套管隔离的 GIS 段, 可以获得小于 5pC 的灵敏度。

B.2.3 VHF/UHF 法

在 GIS 缺陷处的放电电流的上升时间可小于 100ps。这些缺陷引起的电磁瞬态过程具有 2GHz 以上的频率。产生的信号在 GIS 内以 TEM-、TE-和 TM-波的形式光速传播, 在 GIS 内的大量不连续点出现反射。由于金属导体有限的电导率以及介质表面的损耗, 传播的信号是衰减的。结果是每个隔室内出现具有复杂谐振的电磁波。

在 VHF/UHF 范围(例如, 100MHz~2GHz)内的局部放电信号, 可通过通常和电容耦合器类似设计的耦合器在时域或频域探测到。由于 VHF/UHF 信号衰减的结果, 很多耦合器必须装在 GIS 内。两个相邻的耦合器之间的最大距离大约几十米。VHF/UHF 信号最好取自内部耦合器, 但是, 如果不可获得, 有时也可以在观察窗或衬套上使用外部耦合器。

由于谐振模式的复杂性, 探测到的 PD 信号的幅值主要取决于缺陷和耦合器的位置, 很少取决于它们的方向。因此, VHF/UHF 法不能在 GB/T 7354 的测量回路中予以校准。取而代之, 可以进行 C.7.5 中的灵敏度检查。

VHF/UHF 测量装置的信噪比和最终的灵敏度可以通过采用合适的耦合器、放大器和滤波器来改善。已经证明 VHF/UHF 法至少在探测缺陷方面和传统方法一样灵敏, 主要是因为低的外部噪声水平。

实验室和现场试验表明可以探测到小的关键性缺陷甚至非关键性缺陷。

缺陷的准确位置可以采用宽带示波器测量信号到达相邻耦合器的时间间隔来确定。

B.2.4 声学法

声学信号（机械波）从 GIS 中的缺陷发射的主要机理有两个：运动粒子碰撞外壳时激发的机械波；固定缺陷上的放电在气体中产生压力波，然后传到外壳。由此产生的信号取决于信号源及传播路径。由于外壳通常由铝或钢制造，信号的衰减非常小。但是，当信号跨越法兰从一个部分传向另一部分时，就会有能量损耗。声学信号可以通过外部安装的传感器捕捉。通常，可使用加速度传感器或声音发射传感器，试验程序包括所有法兰之间的测量。

可以通过寻找具有最高幅值的声音信号或测量两个传感器的传播时间来发现缺陷的位置。通过分析声信号的形态可把不同的缺陷类型分开。

来自弹跳粒子的信号是宽频带（即大于 1 MHz）且与固定缺陷处的预击穿发出的信号相比具有较高的幅值。当粒子从源点移开，粒子型信号将出现空间性衰减。通常，对于此类缺陷，声信号的两个重要参数为幅值和飞行时间（这是粒子的两个连续碰撞之间的时间）。这些参数不仅对缺陷类型识别重要，而且还对风险评估重要。

来自靠近电源的凸出物的预放电信号的频带非常宽，但是，由于气体起到了低通滤波器的作用，信号从源头向外壳传播时的高频被抑制。通常，从预放电源探测到的信号频率被限制到 100kHz 以内，在同一段内的信号水平相当稳定，且经过一个法兰降低约 8dB。

弹跳粒子产生的在 5pC 范围的明显放电可以探测到，具有高的信噪比。电晕放电的探测极限是在 2pC 范围。因为声信号在 GIS 内传播被吸收和抑制，灵敏度随着距离而降低。但是，在明显的局部放电水平和声信号水平之间没有直接的对应关系。声信号测量不受变电站内电磁干扰的影响。如果传感器置于缺陷附近，弹跳粒子的声信号灵敏度通常远远高于任何其他诊断方法的灵敏度。因此，对于探测此类缺陷的位置，声学法是一个好方法。

B.2.5 声学法和 VHF/UHF 法的灵敏度验证

对于声学法和 VHF/UHF 法，采用相同技术原理进行局部放电探测的灵敏度验证。首先，确定人工声或电气脉冲，它发出的信号类似于实际缺陷引起的、符合 GB/T 7354 规定的明显电荷水平（5pC 或更高）。其次，该人工信号在交接试验或运行期间引入到 GIS，来验证对 GIS 和相关的测量设备的探测灵敏度。如果在相邻的传感器测到了激发信号，则这些传感器间的 GIS 段的灵敏度验证成功。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
气体绝缘金属封闭开关设备运行维护规程

DL/T 603—2017
代替 DL/T 603—2006

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2018年10月第一版 2018年10月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 1.75印张 47千字

印数 0001—1500册

*

统一书号 155198·980 定价 22.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供 **最及时、最准确、最权威** 的电力标准信息



155198.980