

ICS 29.130.10
CCS F 24

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 618—2022
代替 DL/T 618—2011

气体绝缘金属封闭开关设备 现场交接试验规程

Test code for on-site hand-over test of gas-insulated metal-enclosed switchgear

2022-05-13发布

2022-11-13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 GIS 现场交接试验项目	2
5 外观检查	2
6 主回路电阻测量	2
7 元件试验	3
8 绝缘气体验收试验	3
9 充入 GIS 内部气体的质量检测	4
10 气体密封性试验	5
11 气体密度继电器及压力表校验	6
12 机械操作及机械特性试验	6
13 联锁与闭锁装置检查	6
14 主回路绝缘试验	6
15 局部放电测量	12
16 辅助回路和控制回路的绝缘试验	13
附录 A (资料性) GIS 间隔及母线导电回路电阻测试方法	14
附录 B (资料性) 现场耐压试验设备	16

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。

本文件是为了检验气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）在现场的安装质量、考核产品性能，以确保设备能正常投入运行。本文件规定了 GIS 在现场安装后、投入运行前应进行的交接试验项目和技术要求，供安装和使用单位进行交接试验时执行。

本文件是对 DL/T 618—2011 的修订，与 DL/T 618—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- “范围”中电压等级由“72.5 kV 及以上”修改为“40.5 kV 及以上”（见第 1 章）。
- 增加“术语和定义”一章，增加放电定位、混合气体、SF₆/N₂ 混合比、老炼试验的术语和定义（见第 3 章）。
- “外观检查”中增加“气体密度继电器应具备不需从 GIS 上拆卸而校验的功能，带阻尼的密度表内，阻尼油中不应有凝固或杂质”（见第 5 章）。
- “外观检查”中增加“检查伸缩节的状态，应根据生产厂家提供的‘伸缩节伸缩量-环境温度’对应技术参数等资料进行调整和验收”（见第 5 章）。
- “主回路电阻测量”中修改“测试电流不小于 100 A”为“测量电流不应小于 300 A”（见第 6 章，2011 版第 5 章）。
- “主回路电阻测量”中增加“GIS 主回路电阻测量应在 GIS 安装完毕且充入额定压力绝缘气体后开展”（见第 6 章）。
- “主回路电阻测量”中“制造厂应提供每个元件或每个单元主回路电阻的控制值 R_n （ R_n 是产品技术条件规定值）和出厂实测值”修改为“应按制造厂提供的每个元件或每个单元主回路电阻的技术条件规定值 R_n （不超过型式试验测试值的 120%）”（见第 6 章，2011 版第 5 章）。
- “主回路电阻测量”中增加“间隔之间的回路电阻无出厂实测值时，制造厂应提供规定值及其理论计算过程。间隔及母线导电回路电阻测试方法见附录 A”（见第 6 章）。
- “SF₆ 气体的验收试验”修改为“绝缘气体验收试验”（见第 8 章，2011 版第 7 章），SF₆ 气体验收要求按照 GB/T 12022 修订，并补充 SF₆/N₂ 混合气体验收试验要求。
- “SF₆ 气体湿度测量”修改为“充入 GIS 内部气体的质量检测”（见第 9 章，2011 版第 8 章），分情况明确 GIS 最终充入气体压力下检测水含量的静置时间，增加 SF₆ 气体纯度标准，增加 SF₆/N₂ 混合气体湿度允许标准。
- “气体密封性试验”中“抽真空检漏：当试品抽真空到真空度达到 113 Pa”修改为“抽真空检漏。当试品抽真空到真空度 133 Pa”（见第 10 章，2011 版第 9 章），定性检漏仪推荐使用灵敏度修改为“不低于 1 μL/L 的气体检漏仪”，检漏移动速度“不大于 2.5 mm/s”修改为“不大于 25 mm/s”，“定量检漏”中增加“应在充气到额定气压 6 h 后，对被检设备的密封面进行包扎”等要求。
- “气体密封性试验”中“定性检漏”中增加“视频成像检漏”（见第 10 章）。
- “气体密封性试验”中增加“检测泄漏的仪器仪表应具有有效的计量检定或校准证明”（见第 10 章）。
- “气体密封性试验”的“定量检漏”中删除“也可对每个密封部位进行包扎，历时 5 h 后，测得的 SF₆ 气体含量（体积分数）不大于 15 μL/L 为合格”（见 2011 版第 9 章）。

- “断路器机械特性试验”中“合闸速度、分闸速度等参数”修改为合、分闸行程曲线等参数（见第12章，2011版第11章），增加对带有合闸电阻的断路器机械特性试验的要求。
- “主回路绝缘试验”修改现场试验电压值（见第14章）。
- “主回路绝缘试验”增加“应在全部常规试验、调试、传动结束后进行”（见第14章）。
- “主回路绝缘试验”增加各电压等级设备老炼及交流耐压试验加压程序示意图（见第14章）。
- 删除了“主回路绝缘试验”中的“进行重复试验。如果该设备或气隔还能经受规定的试验电压，则该放电为自恢复放电，认为耐压试验通过；如果重复试验失败，则耐压试验不通过，应进一步检查”（见2011版第13章）。
- “局部放电测量”增加特高频和超声波局部放电检测步骤、结果分析内容（见第15章）。
- 删除了原“附录A（资料性附录）关于现场绝缘试验技术和实施方法的建议”。
- 增加“附录A（资料性）GIS间隔及母线导电回路电阻测试方法”（见附录A）。
- 增加“附录B（资料性）现场耐压试验设备”（见附录B）。

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。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件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。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国家电网有限公司设备管理部、国家电网有限公司华东分部、广东电网有限责任公司广州供电局、华北电力科学研究院有限责任公司、国网上海市电力公司超高压分公司、国网青海省电力公司电力科学研究院、云南电网有限责任公司昆明供电局、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、国网河南省电力公司电力科学研究院、国网陕西省电力有限公司电力科学研究院、中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司、深圳中广核工程设计有限公司、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、长江勘测规划设计研究有限责任公司、新东北电气集团高压开关有限公司。

本文件主要起草人：和彦森、刘兆林、田洪迅、王承玉、李刚、葛栋、崔博源、徐党国、吴钧、康钧、程志万、高山、王栋、杨韧、庞亚东、翟长春、卞志文、崔磊、李宏、张振乾、黄兴泉、刘媛、杨鼎革。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1997年首次发布为DL/T 618—1997，2011年第一次修订；
- 本次为第二次修订；
- 本文件发布后代替DL/T 618—2011和DL/T 555—2004。

本文件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现场交接试验规程

1 范围

本文件规定了气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）的现场交接试验项目、外观检查、主回路电阻测量、元件试验、绝缘气体验收试验、充入 GIS 内部气体的质量检测、气体密封性试验、气体密度继电器及压力表校验等技术要求。

本文件适用于新建和扩建的额定电压 40.5 kV 及以上全部或部分采用绝缘气体作为介质 GIS 的现场交接验收试验。GIS 解体检修的部分可参照执行。

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/T 5832.1 气体分析 微量水分的测定 第 1 部分：电解法

GB/T 5832.2 气体分析 微量水分的测定 第 2 部分：露点法

GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮

GB/T 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 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

DL/T 402—2016 高压交流断路器

DL/T 486 高压交流隔离开关和接地开关

DL/T 593—2016 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

DL/T 603—2017 气体绝缘金属封闭开关设备运行维护规程

DL/T 617 气体绝缘金属封闭开关设备技术条件

DL/T 1366 电力设备用六氟化硫气体

3 术语和定义

DL/T 593—2016 和 DL/T 617 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

放电定位 **discharge location**

通过监测 GIS 设备内部表征放电的超声或特高频等信号，查找 GIS 设备发生放电区域的方法。

3.2

混合气体 **gas mixture**

由 SF₆ 气体占总体积一定比例的 SF₆ 气体与其他绝缘气体混合组成的气体。

3.3

SF₆/N₂ 混合比 **SF₆/N₂ mixing ratio**

混合气体中 SF₆ 与 N₂ 的体积比，本文件用 SF₆ 占混合气体总体积的百分数表示。

3.4

老炼试验 **electrical conditioning**

对设备逐步施加交流电压，可以阶梯式地或连续地加压

4 GIS 现场交接试验项目

GIS 现场交接试验项目包括：

- a) 外观检查（见第 5 章）；
- b) 主回路电阻测量（见第 6 章）；
- c) 元件试验（见第 7 章）；
- d) 绝缘气体验收试验（见第 8 章）；
- e) 充入 GIS 内部气体的质量检测（见第 9 章）；
- f) 气体密封性试验（见第 10 章）；
- g) 气体密度继电器及压力表校验（见第 11 章）；
- h) 机械操作及机械特性试验（见第 12 章）；
- i) 联锁与闭锁装置检查（见第 13 章）；
- j) 主回路绝缘试验（见第 14 章）；
- k) 局部放电测量（见第 15 章）；
- l) 辅助回路和控制回路的绝缘试验（见第 16 章）。

GIS 新安装部分、扩建部分及解体检修部分均应按本文件试验。除本文件另有规定外，各元件试验应按各自相应的标准执行。

5 外观检查

5.1 检查 GIS 整体外观，所有铭牌、标牌安装位置应正确；涂层应完好、无锈蚀损伤，高压套管应无损伤等。

5.2 检查各种充气、充油管路，阀门及各连接部件的密封应良好；阀门开闭位置应正确；管道绝缘法兰与绝缘支架应良好。

5.3 检查断路器、隔离开关及接地开关分合闸指示器指示应正确。

5.4 检查密度继电器、压力表、油位计指示应正确，气体密度继电器应具备不需从 GIS 上拆卸而校验的功能，带阻尼的密度表内，阻尼油中不应有凝固或杂质。

5.5 检查汇控柜上信号指示、控制开关位置应正确。

5.6 检查各类箱、门的关闭情况应良好。

5.7 检查隔离开关、接地开关连杆应无变形、锈蚀，连接螺栓应无松动、无锈蚀，金属销子无锈蚀；检查伸缩节螺栓位置应符合制造厂的技术要求。

5.8 检查所有接地应可靠。检查电压互感器的高压末端、二次绕组一端应可靠接地。

5.9 检查伸缩节的状态，应根据生产厂家提供的“伸缩节伸缩量-环境温度”对应技术参数等资料进行调整和验收。

6 主回路电阻测量

6.1 主回路电阻测量应采用直流压降法，GIS 设备的测量电流不应小于 300 A。

6.2 GIS 主回路电阻测量应在 GIS 安装完毕且充入额定压力绝缘气体后开展。

6.3 应按制造厂提供的每个元件或每个单元主回路电阻的技术条件规定值 R_n （不超过型式试验测试值的 120%）和出厂实测值及测试区间的测试点示意图，与现场主回路电阻测量值进行核对。

6.4 现场测试值不得超过 R_n ，还应注意三相测试值的均衡。间隔之间的回路电阻无出厂实测值时，制造厂应提供规定值及其理论计算过程。间隔及母线导电回路电阻测试方法见附录 A。

6.5 有引线套管的可利用套管注入测量电流进行测量。

6.6 接地开关导电杆与外壳绝缘的，可临时解开接地开关的接地连接线，利用回路上两组接地开关导

电杆关合到测量回路上进行测量。

6.7 接地开关导电杆与外壳不能绝缘分隔的，可先测量导体与外壳的并联电阻值 R_0 和外壳的直流电阻值 R_1 ，然后按公式（1）计算主回路电阻总值 R ：

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

7 元件试验

各元件试验应按 GB 50150 相应章节规定进行，对交流耐压试验、回路电阻试验、SF₆ 气体湿度试验等无法独立进行试验的元件可不单独试验。

8 绝缘气体验收试验

8.1 SF₆ 气体验收试验

8.1.1 新气到货后，应检查制造厂质量证明书，内容应包括生产厂名称、产品名称、气瓶编号、净重、生产日期和检验报告单。

8.1.2 新气到货后 1 个月内，每批抽样数量应按 GB/T 12022 的规定执行，应按表 1 标准进行检验复核。

表 1 SF₆ 新气质量标准

指标项目	指标
六氟化硫 (SF ₆) 纯度 (质量分数) × 10 ⁻²	≥ 99.9
空气含量 (质量分数) × 10 ⁻⁶	≤ 300
四氟化碳 (CF ₄) 含量 (质量分数) × 10 ⁻⁶	≤ 100
六氟乙烷 (C ₂ F ₆) 含量 (质量分数) × 10 ⁻⁶	≤ 200
八氟丙烷 (C ₃ F ₈) 含量 (质量分数) × 10 ⁻⁶	≤ 50
水 (H ₂ O) 含量 (质量分数) × 10 ⁻⁶	≤ 5
酸度 (以 HF 计) (质量分数) × 10 ⁻⁶	≤ 0.2
可水解氟化物 (以 HF 计) 含量 (质量分数) × 10 ⁻⁶	≤ 1
矿物油含量 (质量分数) × 10 ⁻⁶	≤ 4
毒性	生物试验无毒

8.2 SF₆/N₂ 混合气体验收试验

8.2.1 采取充气装置现场配制 SF₆/N₂ 混合气体，SF₆ 新气应按 8.1 开展验收试验，N₂ 新气验收试验应符合下列规定：

- a) 新气到货后，应检查制造厂质量证明书，内容应包括生产厂名称、产品名称、气瓶编号、净重、生产日期和检验报告单。

b) 新气到货后 1 个月内, 每批抽样数量应按 GB/T 8979 的规定执行, 应按表 2 检验复核。

表 2 N₂ 新气质量标准

项目名称	指标
氮气 (N ₂) 纯度 (体积分数) ×10 ⁻²	≥99.99
氧 (O ₂) 含量 (体积分数) ×10 ⁻⁶	≤50
氩 (Ar) 含量 (体积分数) ×10 ⁻⁶	—
氢 (H ₂) 含量 (体积分数) ×10 ⁻⁶	≤15
一氧化碳 (CO) 含量 (体积分数) ×10 ⁻⁶	≤5
二氧化碳 (CO ₂) 含量 (体积分数) ×10 ⁻⁶	≤10
甲烷 (CH ₄) 含量 (体积分数) ×10 ⁻⁶	≤5
水 (H ₂ O) 含量 (体积分数) ×10 ⁻⁶	≤15

8.2.2 采用现场配置的混合气体, 应检验 SF₆/N₂ 混合气体的混合比 (体积比), 其值应符合 GIS 制造厂的规定, 偏差不应超过 ±1%。

9 充入 GIS 内部气体的质量检测

9.1 GIS 气室充入 SF₆ 气体质量检测项目

9.1.1 GIS 隔室充入 SF₆ 气体前, 应对每瓶 SF₆ 气体湿度复核检测, 检测结果不应超过表 1 的规定。

9.1.2 SF₆ 气体湿度检测应采用电解法、露点法, 检测方法和要求应按 GB/T 5832.1、GB/T 5832.2 的相关规定。检定结果不应超过表 1 的规定。检验仪器应每年定期送检, 并应获得有效检验 (定) 合格证和检验 (定) 报告。

9.1.3 SF₆ 气体湿度应在最终充入气体压力下静置时间符合表 3 的规定值后检测。检测时, 环境相对湿度不宜大于 85%。检定结果 (修正到 20 °C 的体积分数) 应符合表 4 的规定, 混合气体湿度控制值应根据混合比修正。

表 3 GIS 最终充入气体压力下湿度检测的静置时间

GIS 设备状态	新 (扩) 建	大修后
静置时间	≥120 h	≥24 h

表 4 GIS 设备内绝缘气体湿度允许标准 (20 °C 的体积分数)

绝缘气体	SF ₆ 气体		SF ₆ /N ₂ 混合气体
	有电弧分解物的气室	无电弧分解物的气室	无电弧分解物的气室
交接验收值	≤150 μL/L	≤250 μL/L	额定压力下露点不高于 -5 °C, 混合比为 30% 的混合气体湿度不大于 200 μL/L

9.1.4 充入 GIS 隔室内 SF₆ 气体应按 GB/T 12022 或 DL/T 1366 的规定进行主要成分的测定与纯度计算。SF₆ 气体主要成分应采用气相色谱法测定，SF₆ 气体中空气 (Air)、四氟化碳 (CF₄) 含量可采用热导检测器 (TCD) 测定。SF₆ 气体中空气、四氟化碳、六氟乙烷、八氟丙烷含量也可采用配备氮放电离子化检测器的气相色谱仪测定。SF₆ 气体中六氟乙烷 (C₂F₆)、八氟丙烷 (C₃F₈) 含量应采用火焰离子化检测器 (FID) 测定。当测定结果有异议时，应以 GB/T 12022 规定的方法为仲裁测定方法。SF₆ 气体主要成分测定与纯度计算结果不应超过表 5 标准值的规定。

表 5 SF₆ 气体纯度标准 (质量分数)

项目名称	指标要求
SF ₆	≥99.9%
Air	≤0.03%
CF ₄	≤0.01%
C ₂ F ₆	≤0.02%
C ₃ F ₈	≤0.005%

9.2 GIS 气室充入 SF₆/N₂ 混合气体质量检测项目

充入设备中的 SF₆/N₂ 混合气体混合比，应使用混合比测试仪检测，应为制造厂规定的额定混合比，偏差不应超过±1%，氧气含量 (体积比) 不应大于 0.5%。

10 气体密封性试验

10.1 每个气室相对年漏气率不应大于 0.5%，有特殊要求的应按订货技术协议执行。

10.2 密封性试验应在和运行使用相同的条件、相同的气体上进行。检漏试验前，户内设备应使用排风扇等设施，清除残留在被检设备及周边环境中的 SF₆ 气体。户外设备宜用干燥空气吹扫包扎部位，清除外来积聚的 SF₆ 气体。

10.3 密封性试验应分定性检漏和定量检漏两个部分。

a) 定性检漏。定性检漏可仅作为检测 GIS 漏气与否的一种手段，是定量检漏前的预检。定性检漏可采用以下三种方法：

- 1) 抽真空检漏。当试品抽真空到真空度 133 Pa 时开始计算时间，维持真空泵运转至少 30 min；停泵并与泵隔离，静观 30 min 后读取真空度 A；再静观 5 h 以上，读取真空度 B，当 B-A ≤ 67 Pa 时，则认为抽真空合格，试品密封良好。
- 2) 检漏仪检漏。用灵敏度不低于 1 μL/L 的气体检漏仪沿着外壳焊缝、接头接合面、法兰密封、转动密封、滑动密封面、表计接口等部位，用不大于 25 mm/s 的速度在上述部位缓慢移动，检漏仪应无反应，则认为气室的密封性能良好。对于转动和滑动密封部位，检漏应在开关设备的合闸、分闸的位置上分别检测。
- 3) 视频成像检漏。视频成像检漏应对泄漏点进行精确定位，从试品附近不同角度对试品检测，若某个部位的视频成像呈现出动态烟云状态，则认为该位置存在气体泄漏。

b) 定量检漏。定量检漏应在每个隔室进行，宜采用局部包扎法。检测时应应对每个包扎腔内易聚集气体的位置进行检测，取最大值作为检测值。检测方法如下：

- 1) 应在充气到额定气压 6 h 后，对被检设备的密封面进行包扎，按 DL/T 603—2017 中 8.6.7 的要求，塑料薄膜与被试品之间的空隙不应大于 5mm~10 mm。
- 2) 包扎完毕至少 24 h 后，测定包扎腔内 SF₆ 气体的浓度并通过计算确定年漏气率，计算方法应按 GB/T 11023 中的局部包扎法要求。

10.4 气体密封性试验的其他技术要求应按 GB/T 11023 执行。

10.5 检测泄漏的仪器仪表应具有有效的计量检定或校准证明。

11 气体密度继电器及压力表校验

11.1 气体密度继电器应校验触点动作值与返回值，触点设定值误差、切换值误差应符合其产品技术条件的规定。

11.2 压力表示值的误差、变差和轻敲位移，均应在表计相应等级的允许误差范围内。

11.3 校验方法可用标准表在设备上核对，也可在标准校验台上校验。

11.4 高海拔地区应注意气体密度继电器及压力表因环境压力与表内部压力不同而出现的零位偏差现象 [气体密度继电器及压力表出厂零点默认为 0.1 MPa (绝对压力)，即表内部压力]。

12 机械操作及机械特性试验

12.1 机械操作试验

断路器、隔离开关和接地开关安装完毕后，应按 DL/T 402—2016 中 10.3.102.2.6 和 DL/T 486 的出厂试验规定进行机械操作试验，其性能应符合产品技术条件要求。

12.2 断路器机械特性试验

12.2.1 测量断路器合、分闸时间，合分时间，合、分闸同期性，合、分闸行程曲线等参数，应符合产品技术条件要求。应按照支架及传感器安装说明和行程曲线上用于计算合闸、分闸速度的计算点定义，进行断路器行程曲线测量。

12.2.2 带有合闸电阻的断路器，应测试合闸电阻预投入时间。如断路器机构可进行手动慢合操作，还应测试合闸电阻值。合闸电阻预投入时间及电阻值应符合产品技术条件的要求。

注：GIS 中断路器内部的合闸电阻，根据其结构设计不同，可能是一个电阻，也可能是断口分隔的多个电阻，在测试过程中作为一个电阻测试。

13 联锁与闭锁装置检查

GIS 不同元件之间的联锁与闭锁装置均应进行不少于 3 次的操作试验，联锁与闭锁应可靠准确，相关信号应正确无误。

14 主回路绝缘试验

14.1 现场绝缘试验的目的

为检查试品总体安装后是否存在各种导致内部故障的隐患（包括包装、运输、储存和安装调试中的损坏、存在异物等），验证其绝缘性能是否良好、是否满足有关标准的要求。

现场绝缘试验包括交流耐压试验和冲击耐压试验。交流耐压试验对检查自由导电微粒等杂质比较敏感，能有效地检查异常电极结构；冲击电压按波头长短可分为雷电冲击电压和操作冲击电压，雷电冲击耐压试验对检查异常带电结构（例如电极损坏）比较敏感，操作冲击耐压试验对检查 GIS 内部存在的污染和异常电场结构特别有效，并且所用试验设备比较简单，可根据现场试验条件，选择合适的冲击试验电压波形。

14.2 现场绝缘试验适用范围及注意事项

14.2.1 GIS 的新安装部分、扩建部分和分解检修部分应进行现场交流耐压试验。800 kV 及以上电压等级 GIS 的新安装部分、扩建部分和分解检修部分在现场具备试验条件的情况下可进行现场冲击耐压试

验，主母线应避免进行冲击耐压试验。

14.2.2 绝缘试验时，原有相邻部分应断电并接地，否则应采取防止突然击穿对原有带电部分造成损坏的措施，如原有带电部分与试验加压部分通过两个可靠断口隔离，断口之间应接地等。

14.2.3 扩建部分安装后或原有设备主要部分检修后，为了对扩建部分或检修部分进行试验，有时候试验电压不得不施加到原有设备或其未经检修的部分，这时的试验程序应与新安装设备相同。

14.2.4 绝缘试验加压方式应避免对同一部位重复加压。

14.2.5 试验应在全部常规试验、调试、传动结束后进行。必要时，耐压试验时静置时间未满足表 3 的要求，则在耐压试验后，应在满足表 3 静置时间后完成湿度检测，若湿度检测未合格，进行气室处理后应重新按 9.1.3 的要求进行湿度检测，合格后重新进行耐压试验。

14.2.6 现场耐压试验设备的选用见附录 B 或参见同类技术原理设备的选用。

14.3 被试品的要求

14.3.1 被试品安装完毕，应充入合格的绝缘气体，气体密度应保持在额定值。

14.3.2 密封性试验和充入气体质量测量应合格，并按表 3 时间要求静置，现场所有其他常规试验项目完成且合格后才可进行耐压试验。

14.3.3 被试品应处于整体合闸对地状态，试验范围内所有断路器、隔离开关合闸，所有接地开关分闸。

14.3.4 冲击试验时，被试品规模较大（间隔较多或母线很长）时，下列情况下应通过断开断路器或隔离开关，将 GIS 分成几段试验：

- 限制试验电压源的容性负载；
- 如果出现放电，限制试品击穿时的放电能量；
- 限制因被试品放电引起的反射过电压的幅值；
- 降低被试品内陡波传播引起的反射所产生的过电压的幅值；
- 便于确定破坏性放电的部位；
- 防止因被试品放电引起其二次闪络的范围扩大；
- 冲击试验设备的容量限制；
- 冲击电压下的安全距离范围。

注：被试间隔电容不大于 10 000 pF。

14.3.5 下列部件在试验时应被隔开：

- a) 高压电缆和架空线；
- b) 电力变压器和并联电抗器；
- c) 电磁式电压互感器；
- d) 避雷器。

注：若采用调频电源时，电磁式电压互感器经计算，其频率不会引起铁芯饱和，在与制造厂协商后，可与主回路一起进行耐压试验。

14.3.6 现场绝缘试验前应做好以下准备：

- a) 应进行被试品的绝缘电阻测量。
- b) GIS 上所有电流互感器的二次绕组应短路并接地。
- c) GIS 上所有的电压互感器的二次绕组应开路并一点接地。
- d) 有条件时，应安装放电定位装置，布点应符合下列要求：
 - 1) 每个独立气室应至少布置一个放电定位传感器，对于三相分箱但不同相之间通过管路连接至同一个密度继电器的气室，每相应至少布置一个放电定位传感器；
 - 2) 盆式绝缘子和伸缩节两侧应各布置一个放电定位传感器。
- e) 冲击试验回路的接地电阻不应大于 0.5 Ω。

14.4 其他试验方式

耐压试验时，因试验条件限制无法按耐压试验程序考核的设备部件（高压电缆气室局部、电压互感器或避雷器等的连接导体、母线侧隔离开关局部），可通过施加空载运行电压进行检验，持续时间应不少于 1 h。

14.5 试验电压波形

14.5.1 交流电压波形。电压波形应近似正弦波，且正半波峰值与负半波峰值差应小于 2%。若正半波的峰值与有效值之比在 $\sqrt{2}$ （ $1 \pm 5\%$ ）以内，则认为高压试验结果不受波形畸变的影响。试验电压的频率宜为 30 Hz~300 Hz。

14.5.2 冲击电压波形。冲击电压按波头长短可分为雷电冲击电压和操作冲击电压，按波形特征可分为非周期性波（标准冲击波）和振荡波。正常或带有固定绝缘缺陷的 GIS 绝缘结构，其标准冲击波和振荡波冲击试验的击穿特性，主要决定于波头时间，即波头时间相同时，击穿电压基本相同。振荡冲击发生器的效率远高于标准冲击电压，耐压试验可优先应用振荡冲击电压。雷电冲击电压波形和操作冲击电压波形参数要求如下：

- a) 雷电冲击电压。雷电冲击电压波的波前时间不大于 $8 \mu\text{s}$ ；振荡雷电冲击电压波的波前时间不大于 $15 \mu\text{s}$ ，实际记录的电压峰值与规定值之间的容许偏差为 $\pm 3\%$ 。

注 1：在尺寸较大的设备上，需要考虑由陡波引起的反射。

注 2：峰值的允许偏差为规定值与测量值之间的允许偏差。它们与测量误差不同，测量误差为实际记录值与真值之差。

- b) 操作冲击电压。操作冲击电压波（包括振荡操作冲击电压波）的波头时间一般应为 $150 \mu\text{s} \sim 1000 \mu\text{s}$ 。

14.6 试验电压值

14.6.1 交流试验电压值

现场交流耐压试验（相对地）电压值为出厂耐压试验时施加电压值的 100%，试验电压值见表 6；在扩建部分安装后或原有设备的主要部分检修后，为了对扩建部分或检修部分进行试验，有时候试验电压不得不施加到原有设备或未经检修的部分，现场交流耐压试验（相对地）电压值为出厂耐压试验时施加电压值的 80%；如果用户有特殊要求时，可与制造厂协商后确定。

14.6.2 冲击试验电压值

雷电冲击试验或操作冲击试验电压值不低于型式试验施加电压值的 80%。振荡雷电冲击耐压试验或振荡操作冲击耐压试验电压值不应低于额定绝缘水平的 80%，表 6 规定了现场冲击试验电压最低值。如用户有特殊要求时，可与制造厂协商后确定。

表 6 现场试验电压值

设备的额定电压 (有效值) U_r kV	现场交流耐受电压 (有效值) U_{ds} kV	现场操作冲击耐受电压 (有效值) U_{ss} kV	现场雷电冲击耐受电压 (峰值) U_{ps} kV
40.5	95/80	—	148/136
72.5	160	—	280
126	230	—	440

表 6 (续)

设备的额定电压 (有效值) U_r kV	现场交流耐受电压 (有效值) U_{ds} kV	现场操作冲击耐受电压 (有效值) U_{os} kV	现场雷电冲击耐受电压 (峰值) U_{ps} kV
252	460	—	840
363	510	760	940
550	740	940	1340
800	960	1240	1680
1100	1100	—	1920

14.7 耐压试验程序

14.7.1 概述

试验程序可根据试品状况和现场条件, 从下列程序中选择, 宜优先选用程序 A。

- 程序 A: 按 14.5.1 和 14.6.1 的交流耐压试验, 在规定的电压值下耐压 1 min。
- 程序 B: 按程序 A 进行, 对于 800 kV 及以上设备, 在特殊情况下, 可按 14.5.2 和 14.6.2 增加冲击耐压试验, 在规定的电压值下正、负极性各 3 次。
- 程序 C: 按 14.5.1 交流耐压试验, 在电压值不低于 $U_m/\sqrt{3}$ (对中性点有效接地系统) 或 U_m (对中性点非有效接地系统) 下耐压 5 min (U_m 为系统最高电压), 同时应按 14.5.2 和 14.6.2 补充冲击耐压试验, 在规定的电压值下进行正、负极性各 3 次。

14.7.2 交流试验程序

交流试验程序按电压等级选择如下:

- 对于 1100 kV 设备, 从零电压升压至 200 kV, 持续 20 min, 再升压至 300 kV, 持续 20 min, 再继续升压至 $U_m/\sqrt{3}$ (U_m 为系统最高电压), 持续 10 min, 再升压至 $1.2U_m/\sqrt{3}$, 持续 20 min 老炼试验。老炼试验结束后进行耐压试验, 电压应升至 U_{ds} , 持续 1 min。耐压试验结束后降至 $1.2U_m/\sqrt{3}$ 停留 30 min 后进行局部放电测试。1100 kV 设备主回路老炼、耐压试验加压程序应按图 1 进行。

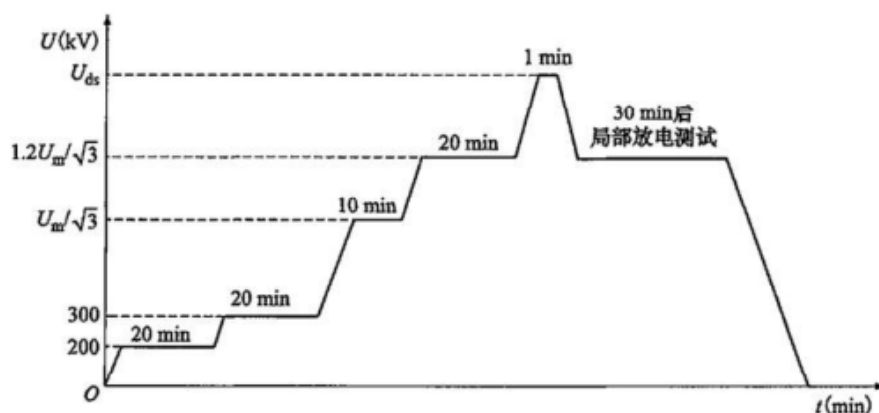


图 1 1100 kV 设备主回路老炼、耐压试验加压程序示意图

- 对于 800 kV、550 kV 和 363 kV 设备, 从零电压升压至 $U_m/\sqrt{3}$ (U_m 为系统最高电压), 持续 10 min, 再升压至 $1.2U_m/\sqrt{3}$, 持续 5 min, 老炼试验结束。老炼试验结束后进行耐压试验, 电

压应升至 U_{ds} ，持续 1 min。耐压试验结束后降至 $1.2U_m/\sqrt{3}$ 停留 30 min 进行局部放电测试。800 kV、550 kV 和 363 kV 设备主回路老炼、耐压试验加压程序应按图 2 进行。

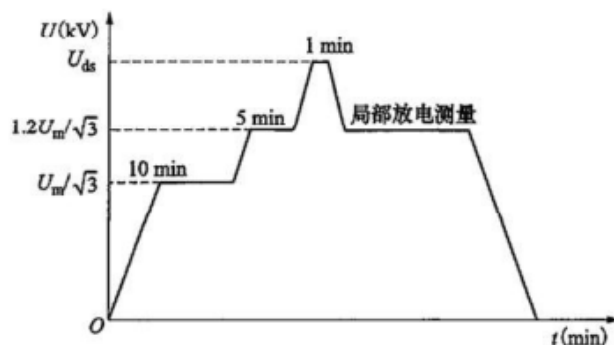
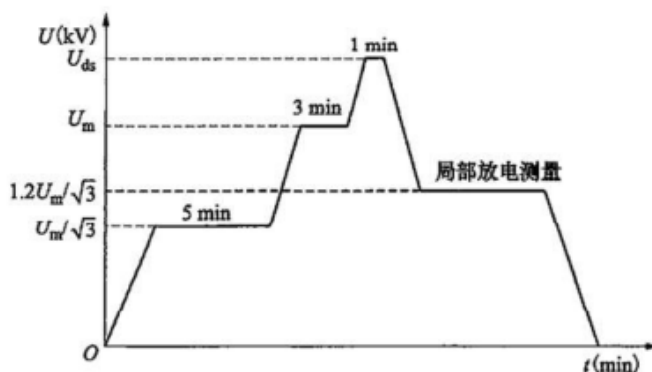


图 2 800 kV、550 kV 和 363 kV 设备主回路老炼、耐压试验加压程序示意图

- c) 对于 252 kV 及以下设备，从零电压升压至 $U_m/\sqrt{3}$ (U_m 为系统最高电压)，持续 5 min，再升压至 U_m ，持续 3 min，老炼试验结束。老炼试验结束后进行耐压试验，电压应升至 U_{ds} ，持续 1 min。耐压试验结束后降至 $1.2 U_m/\sqrt{3}$ (中性点直接接地) 或 $1.2U_m$ (中性点非直接接地系统) 进行局部放电测试。252 kV 及以下设备主回路老炼、耐压试验加压程序应按图 3 进行。



注：中性点非直接接地系统，局部放电测量电压为 $1.2U_m$ 。

图 3 252 kV 及以下设备主回路老炼、耐压试验加压程序示意图

14.7.3 冲击耐压试验程序

根据现场试验条件，选择进行振荡型雷电冲击电压或非振荡型雷电冲击耐压试验正、负极性各 3 次，两次冲击试验间隔不应低于 5 min。

试验电压为正极性时，施加 50% 正极性现场冲击耐受电压 1 次~3 次以调整电压波形→施加 80% 正极性现场冲击耐受电压 1 次以校准冲击发生器效率→进行 3 次正极性现场冲击耐受电压。

随后将冲击电压极性改为负极性后按上述程序再进行一遍。

14.8 试验电压的施加

14.8.1 交流耐压试验

14.8.1.1 相对地及相间的耐压试验

规定的试验电压应施加到每相主回路和外壳之间，每次一相，其他相的主回路应和接地外壳相

连，试验电源可接到被试相导体任一方便部位。

选定的试验程序应使每个部件均至少施加一次试验电压。应同时注意要尽可能减少固体绝缘重复耐压的次数，例如尽量在 GIS 主回路的不同部位引入试验电压。

设备安装后，不进行任何其他的、单独的相间绝缘试验。

14.8.1.2 高压开关断口间的耐压试验

如怀疑断路器和隔离开关的断口在运输、安装过程中受到损坏，或经过解体时，可做该断口间耐压试验。试验电压应加到断路器和隔离开关断口间。断口的一侧与试验电源相连，另一侧与其他相导体和接地的外壳相连。如采用程序 A，应避免固体绝缘重复耐压，可以在电压均匀升高到规定的电压值下耐压 1 min 后迅速降回至零。

14.8.2 冲击耐压试验

GIS 冲击耐压试验只进行整体相对地试验，并应符合下列规定：

- a) 规定的试验电压应施加到每相主回路和外壳之间，每次一相，其他相的主回路和接地外壳相连，并和试验电源的接地端子相连。试验电压可接到被试相导体便于引入的部位。
- b) 试验引线连接方式由本体连接至分压器，再由本体连接至被试 GIS 设备套管。冲击电压发生器本体与被试设备间引线不宜过长（宜小于 50 m），同时宜采用防电晕导线。
- c) 若被试品为单相分体式 GIS，在试验设备容量允许情况下，可以同时三相主回路和外壳之间实施振荡冲击耐压试验。
- d) 试验时应使每个部件都至少施加一次试验电压，同时注意要尽可能减少固体绝缘重复耐压的次数，尽量在 GIS 主回路的不同部位引入试验电压。

14.8.3 交流和冲击试验前后均应开展绝缘电阻测试，绝缘电阻不应有明显下降。

14.9 老炼试验

老炼试验的目的如下：

- a) 将设备中可能存在的活动微粒杂质迁移到低电场区域里去，在此区域，这些微粒对设备的危害性减低，甚至没有危害。
- b) 通过放电烧掉细小的微粒或电极上的毛刺、附着的尘埃等。

老炼试验的基本原则是既要达到净化的目的，又要尽量减少净化过程中微粒触发的击穿，还要减少对被试设备的损害，即减少设备承受较高电压作用的时间，所以逐级升压时，在低电压下可保持较长时间，在高电压下不允许长时间耐压。

老炼试验应在现场耐压试验前进行，一般可结合试验程序 14.7 进行。若最后施加的电压达到规定的现场耐压值 U_{ds} 耐压 1 min，则老炼试验可以代替耐压试验。

14.10 试验判据

14.10.1 如果 GIS 设备的每个部件均已按选定的试验程序耐受规定的试验电压而无击穿放电，则认为被试 GIS 设备通过试验。

14.10.2 在交流耐压试验过程中如果发生击穿放电，可采用以下处理步骤：

- a) 判断放电点（如采用放电定位），如果放电定位超过 1 处，可根据放电能量和放电引起的声、光、电、化学等各种效应及耐压过程中进行的其他故障诊断技术所提供的资料，综合判断放电气室。
- b) 打开放电气室进行检查，确定故障部位，修复后，方可进行规定的耐压试验。

14.10.3 在冲击耐压试验过程中，若发生 1 次击穿放电，应按照 14.8 程序重新进行试验，并连续 3 次

试验通过，则认为该放电是自恢复放电，试验合格；若再次发生击穿放电，认为被试品未通过试验，应查找击穿放电点，修复后，重新进行冲击耐压试验。

15 局部放电测量

15.1 概述

局部放电测量应按照 14.7.2 规定的时间在同一试品上进行局部放电测量，局部放电测量试验宜采用特高频法或超声波法。

15.2 检测准备

检测准备应包括下列项目：

- a) 检查仪器完整性，确认仪器应能正常工作，且检验合格，应保证仪器电量充足或者现场交流电源满足仪器使用要求。
- b) 检查现场试验区域，应确保试验区域满足安全要求。
- c) 检测试验环境应符合测试要求。

15.3 检测步骤

15.3.1 特高频局部放电检测步骤应符合下列规定：

- a) 背景噪声测试。测试前将仪器调节到最小量程，将传感器置于待测试点附近的环境空间进行测量，测量空间背景噪声值并记录，根据现场噪声水平设定各通道信号检测阈值。
- b) 测点选取。对于无内置式传感器的气室，测点宜选取在无金属法兰罩的盆式绝缘子、带浇筑孔的金属屏蔽盆式绝缘子、观察窗、接地开关的外露绝缘件等部位，并应避免盆式绝缘子紧固螺栓，以减少螺栓对内部电磁波的屏蔽以及传感器与螺栓产生的外部静电干扰；对于有内置式传感器的气室可直接用内置式传感器。
- c) 传感器布置。外置式特高频传感器应放置于特高频测点处，宜保持传感器与测点位置相对静止，避免传感器移动引起的信号而干扰正确判断。
- d) 局部放电测试。打开连接传感器的检测通道，观察检测到的信号，测试时间不应少于 30 s。如有异常应进行多次测量，并与相邻传感器测试结果数据进行对比和分析。
- e) 数据存储。如果发现信号无异常，应保存数据，退出并改变检测位置继续下一点检测。如果发现信号异常，应延长检测时间并记录多组数据，进入异常诊断流程。必要的情况下，可接入信号放大器。

15.3.2 超声局部放电检测步骤如下：

- a) 背景噪声测试。将检测仪器调至适当量程，在传感器上均匀涂抹专用耦合剂，并置于邻近金属支架上进行测量，测量空间背景噪声并记录。
- b) 测点选取。应在断路器断口处、隔离开关、接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器等气室、导体连接部件和盆式绝缘子两侧的外壳处设置测试点，一般在 GIS 壳体轴线方向每隔 0.5 m 左右选取一处，对于较长的母线气室，可适当放宽检测点的间距；水平结构分布的气室，测点宜选择在气室侧下方；竖直结构分布的气室，测点宜选择在水平绝缘盆子上方。
- c) 传感器布置。在传感器与测点部位间均匀涂抹专用耦合剂并适当施加压力，以尽可能减小信号的衰减。测量时传感器与壳体应保持相对静止。
- d) 测试时间。测试时间不应少于 15 s，如有异常，测试时间不应小于 30 s，进行多次测量并对多组测量数据进行幅值对比和趋势分析。
- e) 数据存储。如存在异常信号，则应在该气室进行多点检测，且在壳体圆周上至少选取 3 个点比

较，查找信号最大位置。对测试数据应及时存储并分析诊断。

15.4 检测结果分析

15.4.1 特高频局部放电检测结果分析应符合下列规定：

- a) 首先根据相位图谱特征判断测量信号是否具备典型放电图谱特征或与背景或其他测试位置有明显不同，若具备，继续分析和处理：排除外界环境干扰，将传感器放置于盆式绝缘子上检测信号与在空气中检测信号比较。对于无金属屏蔽的绝缘子应沿绝缘子外侧加装屏蔽带或采取屏蔽措施，防止设备内部信号从绝缘子传出被空气中传感器接收到造成误判，若一致并且信号较小，可判断为外部干扰。若不一样或变大，则需进一步检测判断。对于分相布置的设备，也可采用同位置不同相之间的比较，如果三相之间存在较大差异，可判断为内部信号，如三相之间无明显差异，应结合超声波、高频局部放电等检测手段进一步判断信号源位置。
- b) 检测相邻间隔的信号，应根据检测间隔的幅值大小（即信号衰减特性）初步定位局部放电部位。
- c) 必要时可使用工具把传感器绑置于盆式绝缘子处长时间检测，时间不少于 15 min，进一步分析峰值图形、放电速率图形和三维检测图形，综合判断放电类型。
- d) 在条件具备时，综合应用超声波局部放电检测仪、示波器等仪器进行精确的定位。

15.4.2 超声局部放电检测结果分析。根据连续图谱、时域图谱、相位图谱和特征指数图谱特征判断测量信号是否具备 50 Hz/100 Hz 相关性。若是，说明可能存在局部放电，继续下列分析和处理：

- a) 同一类设备局部放电信号的横向对比，相似设备在相似环境下检测得到的局部放电信号，测试幅值和测试图谱应相似，例如对同一 GIS 间隔 A、B、C 三相断路器气室同一位置的局部放电图谱对比，可帮助判断是否有放电。
- b) 同一设备历史数据的纵向对比，通过在较长的时间内多次测量同一设备的局部放电信号，可以跟踪设备的绝缘状态劣化趋势，如果测量值有明显增大，可判断此测试部位存在异常。
- c) 若检测到异常信号，可借助特高频局部放电检测仪、示波器、频谱分析仪以及 SF₆ 分解物检测分析仪等检测仪器，对异常信号进行综合分析，并判断放电的类型，根据不同的判据对被测设备进行危险性评估。

16 辅助回路和控制回路的绝缘试验

辅助回路和控制回路应耐受工频耐压值 2000 V，持续时间 1 min。耐压时，电流互感器二次绕组应短路并与地断开；电压互感器二次绕组应断开。

附录 A

(资料性)

GIS 间隔及母线导电回路电阻测试方法

A.1 概述

GIS 间隔及母线导电回路电阻需按其回路布置明确并固定测量点，且母线导电回路电阻宜单独测量。针对图 A.1 所示接线图，提供一种 GIS 母线及母线侧隔离开关的电阻测试方法，其他接线图可参照此方法。

A.2 GIS 母线的首尾端区间及其母线侧隔离开关的测试方法

如图 A.1 所示，M1 母线中的 11-12 以及 19-20 两个区间即为该段母线的首尾两端区间。在 GIS 设备不开盖的情况下测量这两段母线区间的直流电阻时必须连同母线首尾两端的一把母线侧隔离开关一起测量计算。

例如测量 M1 母线的 11-12 区间时则需连同 DS11 隔离开关一起测量，其中一种测量方法是：合上隔离开关 DS11、DS21、DS31，合上接地开关 ES11、ES12、ES21、ES31 及断路器 CB11，其他断路器、隔离开关以及接地开关均分开。测试仪器的一对测量引线的电流线和电压线分别接在 ES12 和 ES11 引出端，另一对测量引线的电流线和电压线分别接在 ES31 和 ES21 引出端。测量数据为 M1 母线的 11-12 区间和隔离开关 DS11（包含分支母线）的电阻值之和。

A.3 GIS 非母线首尾端的母线区间及其母线侧隔离开关的测试方法

A.3.1 母线电阻测试方法

如图 A.1 所示，M2 母线中除 1-2 及 9-10 两个区间外的其他母线区间即为非母线首尾端的母线区间。在 GIS 设备不开盖的情况下可单独测量这些区段的母线直流电阻。

如测量 M2 母线的 2-3 区间直流电阻时，其中一种测试方法是：将隔离开关 DS12、DS22、DS32、DS42 合上，同时将接地开关 ES11、ES21、ES31、ES42 合上，其他断路器、隔离开关以及接地开关均分开。测试仪器的一对测量引线的电流线和电压线分别接在 ES11 和 ES21 的引出端，另一对测量引线的电流线和电压线分别接在 ES42 和 ES31 的引出端。测量数据为 M2 母线的 2-3 区间的直流电阻值。

A.3.2 母线侧隔离开关的电阻测试方法

在 GIS 设备不开盖的情况下可单独测量非母线首尾端的母线侧隔离开关直流电阻。

例如在测量 M1 母线侧隔离开关 DS31 的直流电阻时，其中一种测试方法是：合上隔离开关 DS21、DS31、DS41，合上接地开关 ES21、ES31、ES32、ES41，合上断路器 CB31，其他断路器、隔离开关以及接地开关均分开。测试仪器的一对测量接线的电流线和电压线分别接 ES32 和 ES31 引出端，另一对测量接线的电流线和电压线分别接在 ES21 和 ES41 引出端。测量数据为 M1 母线侧隔离开关 DS31（包含分支母线）的电阻。

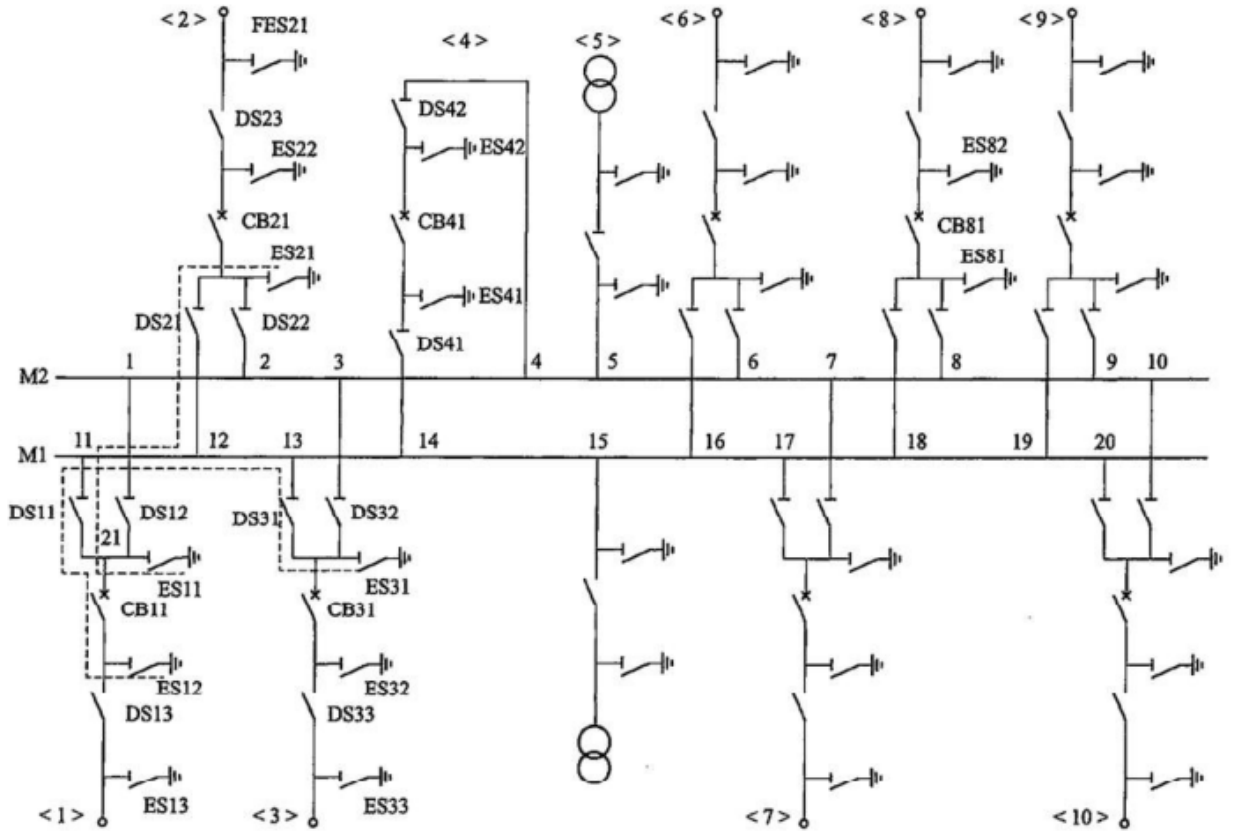


图 A.1 某站 220 kV GIS 设备

附录 B
(资料性)
现场耐压试验设备

B.1 试验设备

B.1.1 交流电压源

B.1.1.1 试验变压器

常规试验变压器是常见的试验装置，该装置十分笨重。而且一旦发生击穿放电，会产生过电压和短路电流，对被试品有损害。由于试验变压器的容量常常难以满足试验要求，可采用电抗器进行并联补偿。

B.1.1.2 工频串联谐振装置

工频串联谐振装置（可调电抗的 L-C 串联谐振）是 GIS 现场耐压试验最常用的交流电压源，它的主要优点是击穿时由于电路失去谐振条件，电源输出电流自动减小，试品两端的电压骤然下降，不会产生过电压，放电能量小，因此一旦击穿，被试品受到的影响和损害很小。另外，该装置体积小、质量轻、所需的试验电源容量小。

B.1.1.3 变频串联谐振装置

变频串联谐振装置体积小、质量轻、所需电源容量小。但试验频率与 GIS 实际运行频率不同，它随试品等值电容的变化而变化。与工频串联谐振装置一样，一旦击穿，被试品受到的影响和损害很小。

B.1.1.4 电磁式电压互感器或电力变压器

直接利用 GIS 自身的电压互感器或电力变压器，由低压侧供电，此时高压侧反馈出来的电压也可作为现场试验需要的交流电压。这种办法不需要准备专门的高压试验电源和进行高压引入的连接工作，试验后也无需再将它们拆开。

但这种方法仍然需要采取措施解决一旦试品击穿时产生电流、电压冲击的保护问题。另外还需考虑试验装置的热容量及铁芯饱和等问题（尤其是用电磁式电压互感器作为电源时）。目前这种方法使用较少。

B.1.2 冲击电压源

B.1.2.1 振荡冲击电压发生装置

振荡冲击电压可用一个高压绕组和被试 GIS 连接，再和一台冲击电压发生器组成衰减的串联谐振回路来产生。它的优点是对固定类型的绝缘缺陷最为敏感；缺点是对活动的绝缘缺陷不敏感，而且输出效率低，试验装置较笨重，且需注意陡波引起的反射问题，故一般不太适合现场试验。

B.1.2.2 振荡操作冲击电压发生装置

振荡操作冲击电压可由一个电容器对电力变压器、电压互感器或试验变压器的低压侧放电而产生。

生。振荡操作冲击电压发生装置的优点是对发现自由导电微粒比较敏感。由于设备较轻巧，且效率高，适用于高电压等级的 GIS 现场耐压试验。

B.2 击穿放电的定位

在耐压试验（包括老炼试验）过程中，宜使用击穿放电定位技术。常用的定位技术主要有以下几种：

- a) 光辐射检测；
 - b) 声和振动测量；
 - c) 特高频信号检测；
 - d) 放电产生的电磁暂态过程测定；
 - e) SF₆ 气体分解物的化学分析。
-

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
现场交接试验规程
DL/T 618—2022
代替 DL/T 618—2011

*

中国电力出版社出版、印刷、发行

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

*

2022年9月第一版 2022年9月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.5印张 43千字

*

统一书号 155198·4355 定价 32.00元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



中国电力百科网网址



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



155198.4355