

ICS 29.130.99

K 34

备案号: 40080-2013

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1250 — 2013

---

## 气体绝缘金属封闭开关设备 带电超声局部放电检测应用导则

Application guidelines for charged gas-insulated metal-enclosure  
switchgear device partial discharge detection with ultrasonic method

2013-03-07 发布

2013-08-01 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 超声局部放电检测的条件 .....	1
5 检测仪器的功能要求 .....	1
6 建议检测周期 .....	2
7 检测方法 .....	2
8 试验结果的判断 .....	2
9 检测报告 .....	3
附录 A (资料性附录) 超声局部放电检测典型图例 .....	4
附录 B (资料性附录) 超声局部放电检测经验判据 .....	6
附录 C (资料性附录) 超声局部放电检测经验图谱 .....	8
附录 D (资料性附录) ××设备超声局部放电检测报表 .....	14
附录 E (资料性附录) 检测报告格式 (示例) .....	15

## 前 言

超声局部放电检测技术作为气体绝缘金属封闭开关设备重要的带电绝缘检测手段，对于交接试验和运行中 GIS 内部绝缘缺陷诊断具有较高的灵敏性和有效性。为推广和规范 GIS 超声波局部放电检测技术，特制定本标准。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业高压试验标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：青海电力科学试验研究院。

本标准参与起草单位：中国电力科学研究院、华北电力科学研究院有限责任公司、西安交通大学、安徽电力科学研究院、北京国电迪扬电气设备有限公司、云南电网电力研究院、上海市电力公司电力科学研究院、广东电网公司电力科学研究院。

本标准主要起草人：何宝龙、吴童生、范建斌、邓春、张乔根、徐世山、康钧、王煜杰、郭守贤、王克龙、赵现平、高凯、卢启付、徐党国。

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带电超声局部放电检测应用导则

## 1 范围

本标准规定了气体绝缘金属封闭开关设备超声局部放电检测的周期和方法,并给出了经验判据。

本标准适用于 126kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备(简称 GIS),部分采用气体绝缘而不是采用处于大气压下的空气作为绝缘介质的金属封闭开关设备(简称 HGIS)和罐式断路器可参照执行。

## 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 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

DL/T 555 气体绝缘金属封闭开关设备现场耐压及绝缘试验导则

## 3 术语和定义

DL/T 555 界定的术语和定义适用于本标准。

## 4 超声局部放电检测的条件

### 4.1 安全要求

4.1.1 应严格执行 GB 26860 和发电厂、变(配)电站巡视的要求。

4.1.2 现场检测过程中应有专人监护,监护人在检测期间应始终行使监护职责。

### 4.2 人员要求

4.2.1 具有一定的发电厂、变(配)电站现场工作经验,熟悉并能严格遵守电力生产和工作现场的相关安全管理规定。

4.2.2 了解超声波局部放电检测仪的工作原理、技术参数和性能,熟悉检测的基本原理和缺陷定性的方法,掌握超声局部放电检测仪的操作程序和使用方法。熟悉本标准,接受过超声波局部放电检测技术的培训。

4.2.3 了解被检测设备的结构特点和运行状况。

### 4.3 被试品要求

4.3.1 被检设备是带电运行设备。

4.3.2 GIS 内部气体压力为额定压力,在 GIS 上无各种外部作业。

4.3.3 金属外壳应清洁、无覆冰等。

### 4.4 环境要求

4.4.1 进行检测时应避免干扰源和大型设备振动及人员频繁走动带来的影响。

4.4.2 应避免在雨、雪、雾、露等湿度大于 90%的天气条件下进行室外检测,检测前应记录背景噪声。

## 5 检测仪器的功能要求

### 5.1 基本功能

5.1.1 适应温度范围:  $-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ; 环境相对湿度小于 90%。

5.1.2 传感器频率范围:  $10\text{kHz}\sim 200\text{kHz}$ 。



5.1.3 可显示信号幅值大小。

5.1.4 测试数据可存储本机并导出。

5.1.5 可用充电电池供电，充满电单次连续供电时间不低于 4h。

## 5.2 高级功能

5.2.1 具有图谱显示功能，应具备连续测量模式、相位测量模式及脉冲测量模式等功能，可对常见的缺陷如毛刺电晕放电、悬浮电位放电和自由颗粒等进行缺陷类型判断。

5.2.2 检测仪器具备抗外部干扰的能力，并可通过设置触发阈值、信号测量带宽、触发方式等来提高仪器的抗干扰能力。

5.2.3 检测仪器宜具有外施高压电源同步信号的输入端口，用于局部放电超声信号的相位分析。在现场无法提供外施高压电源同步信号时，仪器内部应能产生与外施高压电源频率相同的同步信号，并可通过移相的方式，对测量信号进行观察和分析。

5.2.4 可进行局部放电的定位。

## 6 建议检测周期

### 6.1 交接试验

在 GIS 交流耐压试验通过后，应将电压降至  $U_r/\sqrt{3}$ ，进行一次超声局部放电检测，作为初始数据。

### 6.2 运行中设备

6.2.1 应在设备投运后 1 个月内进行一次运行电压下的检测，记录每一测试点的测试数据作为参考数据，今后运行中测试应与历史数据进行纵向比对。

6.2.2 550kV (363kV) 及以上电压等级设备半年检测一次，252kV 及以下电压等级设备一年检测一次。

6.2.3 对存在异常的 GIS，在该异常不能完全判定时，可根据 GIS 的运行工况，缩短检测周期。

## 7 检测方法

### 7.1 测试点选择

7.1.1 对于 GIS，在断路器断口处、隔离开关、接地刀闸、电流互感器、电压互感器、避雷器、导体连接部件等处均应设置测试点。一般在 GIS 壳体轴线方向每 1m 左右选取一处，测量点尽量选择在隔室侧下方。对于较长的母线气室，可适当放宽检测点的间距。

7.1.2 应保持每次测试点的位置一致，以便于进行比较分析。

7.1.3 如存在异常信号，则应在该隔室进行多点检测，且在该处壳体圆切面上至少选取三个点进行比较，查找信号最大点的位置。同时可将相同间隔（相）的检测值作为参考进行数值比对。

### 7.2 试验程序

7.2.1 测试前将仪器调节到最大放大倍数，将传感器放置于参照体（如与被测 GIS 处于同一环境的构架或罐体支撑基础）上，测量空间背景噪声值并记录。背景噪声有效值和峰值小而稳定，噪声信号仅是来自环境、仪器和放大器。

7.2.2 在传感器与测点部位间应均匀涂抹专用耦合剂，尽可能减小检测信号的衰减。测量时传感器应与 GIS 壳体保持相对静止，在精确测量时采用绑扎固定传感器的方式进行。测试时间不小于 1min，如有异常再进行多次测量，并对多组测量数据进行幅值对比和趋势分析。

7.2.3 对于异常数据应及时存储，并进行分析。

7.2.4 为避免 GIS 壳体环流引起的干扰，精确测量时应使用独立的接地线使测量仪器接地。

## 8 试验结果的判断

### 8.1 同类比对法

8.1.1 在相同环境下，同类设备不同相间相同部位放电强度比对。

8.1.2 在相同环境下，同类设备相同相间相同部位放电强度比对。

8.1.3 在相同环境下，同类设备相同部位不同测试时段放电强度比对。

## 8.2 图谱分析法

根据同类设备在正常设备状态和异常状态下的图谱的差异来判断设备是否正常。

附录 A、附录 B 和附录 C 分别给出了超声局部放电检测典型图例、经验判据和经验图谱，供参考。

## 9 检测报告

超声局部放电检测报告内容应包含：

- a) 检测目的与内容；
- b) 检测日期及时间；
- c) 检测单位和检测人员；
- d) 执行标准；
- e) 设备负荷；
- f) 检测环境；
- g) 采用的仪器型号及规格；
- h) 被检测设备名称、编号、测点分布图、数据汇总表、缺陷图；
- i) 结论和建议。

附录 D 和附录 E 给出了超声局部放电检测报表和报告格式，供参考。

附录 A  
(资料性附录)  
超声局部放电检测典型图例

超声局部放电检测典型图例见图 A.1~图 A.4。

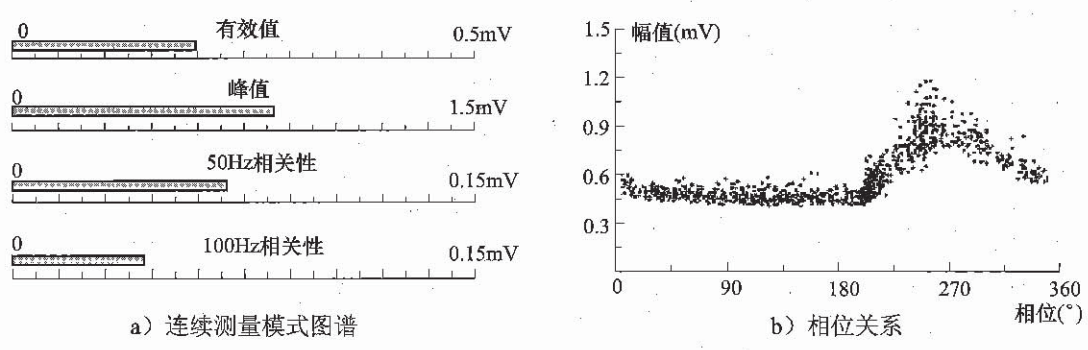


图 A.1 毛刺放电的典型图谱

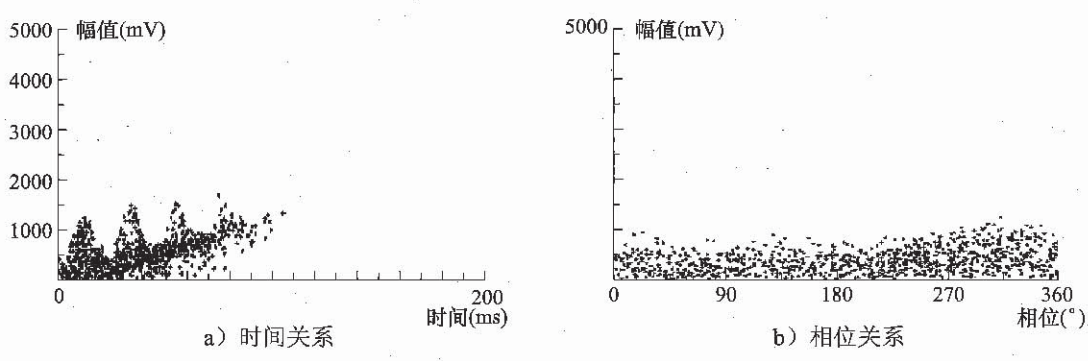


图 A.2 自由颗粒放电的典型图谱

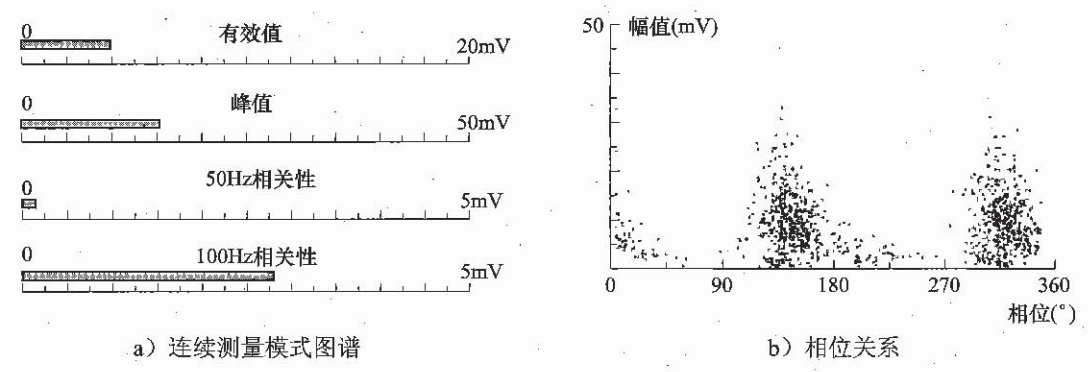


图 A.3 悬浮电位放电的典型图谱



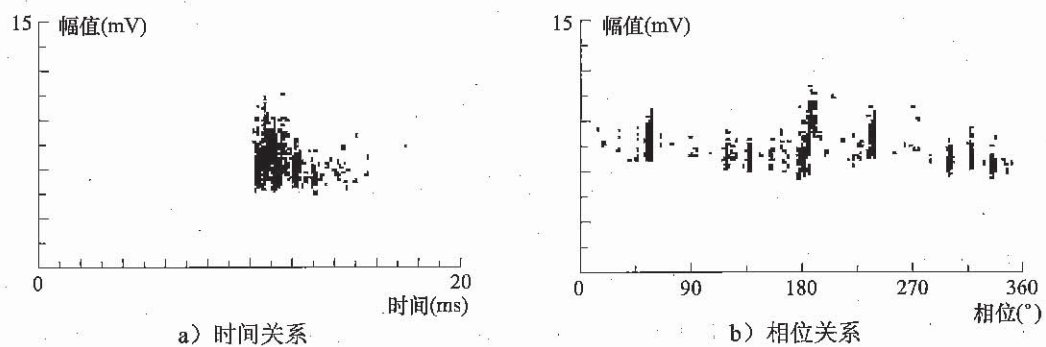


图 A.4 机械振动放电的典型图谱

## 附录 B

(资料性附录)

## 超声局部放电检测经验判据

## B.1 故障部位判断依据

B.1.1 在连续模式下,有效值或峰值幅值超过背景噪声或 50Hz/100Hz 相关性出现,可判断内部存在缺陷。

B.1.2 移动传感器,测试气室不同的部位,并通过以下两种方法判断缺陷在罐体或中心导体上。

方法一:通过调整测量频带,可识别是中心导体上还是壳体上的缺陷。测量频率从 100kHz 减小到 50kHz,如果 50Hz 信号幅值和 100Hz 信号幅值都明显减小,则缺陷应在壳体上;信号水平不变,则缺陷应在中心导体上。

方法二:如果信号水平的最大值在 GIS 罐体表面的较大范围出现,则故障源应在中心导体上。如果最大值在一个特定点出现,则故障源应在壳体上。

## B.2 故障类型判断依据

故障类型判断依据见表 B.1。

表 B.1 故障类型判断依据

参 数	自由颗粒缺陷	电晕放电缺陷	悬浮屏蔽缺陷
信号水平	高	低	高
峰值/有效值	高	低	高
50Hz 频率相关性	无	有	有
100Hz 频率相关性	无	无	有
飞行时间	有	无	无
相位关系	无	有	有

## B.3 毛刺放电

根据现有经验,毛刺一般在壳体上,但导体上的毛刺危害更大。只要信号高于背景值,都应根据工况酌情处理。

如果毛刺放电发生在母线壳体上,信号的峰值  $V_{\text{peak}} < 2\text{mV}$ ,可继续运行。

如果毛刺放电发生在导体上,信号的峰值  $V_{\text{peak}} > 2\text{mV}$ ,建议停电处理或密切监测。

对于 126kV 和 252kV 电压等级的 GIS,可按照上述标准执行。对于 363kV 和 550kV 及以上 GIS,由于母线筒直径大,信号衰减较大,标准应视运行状况有所提高。

对于断路器气室,由于内部结构更复杂,绝缘间距相对短,应更严格要求。

在交流耐压过程中发现毛刺放电现象,即便低于标准值,也应进行处理。

## B.4 自由金属颗粒

GIS 内部存在的颗粒都是有害的。它的随机运动可能会引起信号增大会消失。颗粒掉进壳体陷阱中不再运动时,可等同于毛刺。

对于运行中的 GIS，在下列情况下可不进行处理：

- a) 背景噪声  $< V_{\text{peak}} < 20\text{mV}$ ，且  $T < 50\text{ms}$ ；
- b)  $50\text{ms} < T < 100\text{ms}$ ，且峰值背景噪声  $< V_{\text{peak}} < 10\text{mV}$ 。

注： $V_{\text{peak}}$  为颗粒信号的幅值； $T$  为飞行时间。

对于新投运的 GIS 和大修后的 GIS，当  $V_{\text{peak}} > 20\text{mV}$  即应处理。

### B.5 悬浮电位

经验表明，电位悬浮一般发生在断路器气室的屏蔽松动，TV 和 TV 气室绝缘支撑松动或偏移，母线气室绝缘支撑松动或偏离，气室连接部位接插件偏离或螺栓松动等。GIS 内部只要形成了电位悬浮就是危险的，应加强监测，有条件应及时处理。

对于 126kV GIS，如果 100Hz 信号幅值远大于 50Hz 信号幅值，且  $V_{\text{peak}} > 10\text{mV}$ ，应缩短检测周期并密切监测其增长量。如果 100Hz 信号幅值/50Hz 信号幅值介于 1~2 且  $V_{\text{peak}} > 20\text{mV}$ ，应停电处理。对于 363kV 和 550kV 及以上 GIS，应提高标准。

### B.6 绝缘子上的微粒

目前，有关绝缘子表面上的颗粒发出的超声信号经验有限，调查也表明这些放电没有确定的超声信号。一些初步研究表明，来自于绝缘子上大颗粒的信号可以被灵敏的传感器探测出来。其基本特征如下：

- 信号不像自由颗粒那样变化大，有一定的稳定值；
- 表现出 50Hz 的相关性较强，但一般 100Hz 的成分也有；
- 在紧邻盆子附近信号强，距离远后则很弱。

目前还很难给此类缺陷制定相关危险性判据，但如果发现，就是非常有害的，应及时处理。如果在 GIS 交接耐压试验中发现此问题，建议擦拭。



## 附录 C

### (资料性附录)

#### 超声局部放电检测经验图谱

#### C.1 550kV GIS 绝缘支柱绝缘子上放电 (见图 C.1)

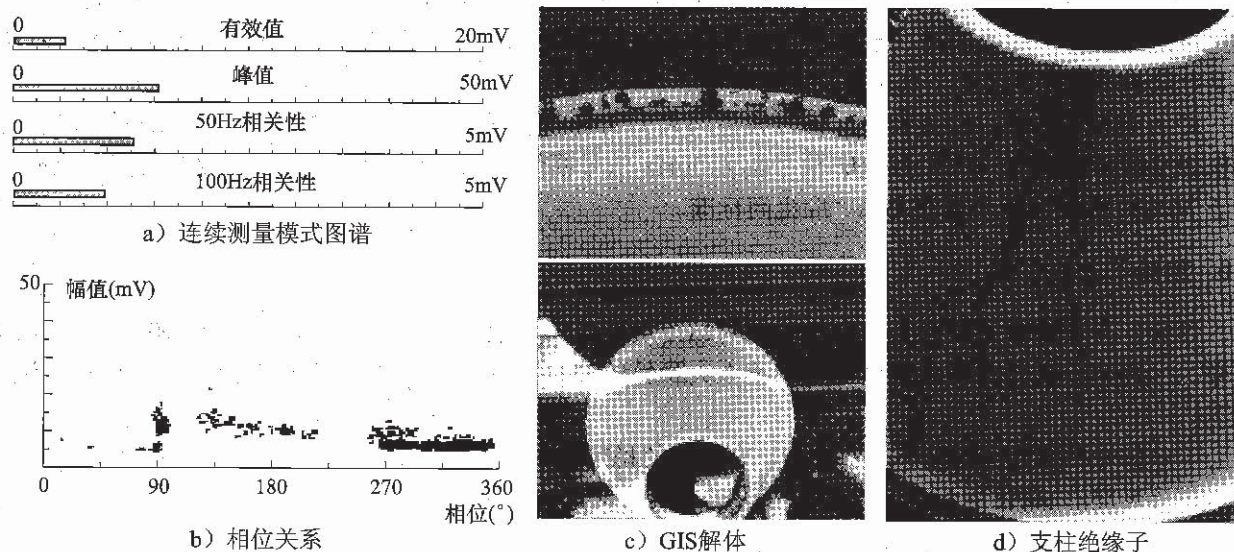


图 C.1 550kV GIS 绝缘支柱绝缘子上放电图示

分析：在绝缘支柱绝缘子附近，测量到信号为 10mV~20mV 之间，信号幅值不稳定，50Hz 相关性较大，100Hz 相关性出现，且不稳定。解体后发现表面有明显的爬电痕迹。

#### C.2 550kV GIS 断路器屏蔽罩松动 (见图 C.2)

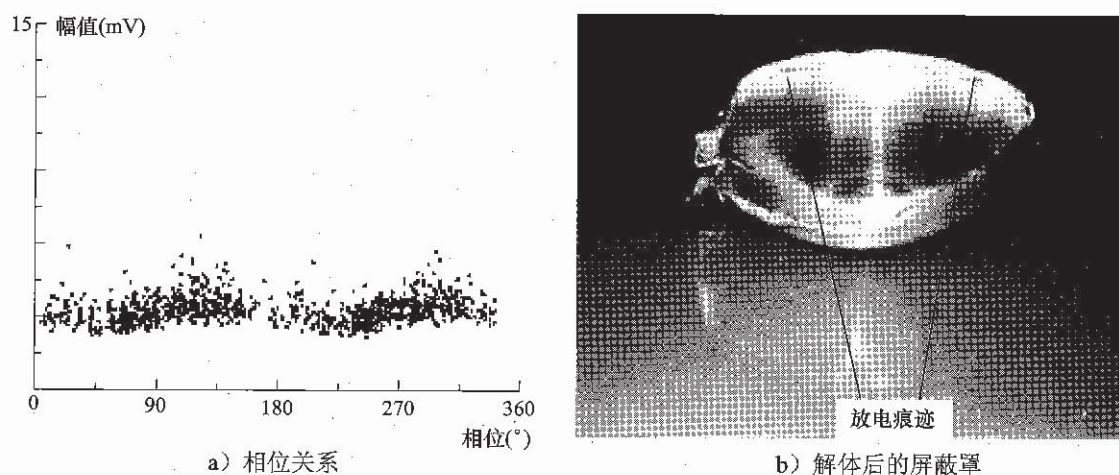
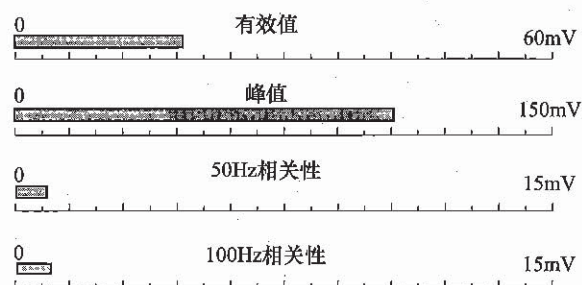


图 C.2 550kV GIS 断路器屏蔽罩松动图示

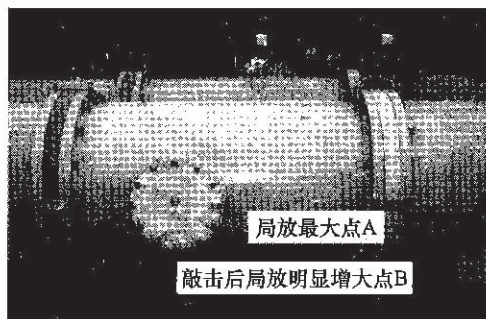
分析：从相位图谱中可看出呈现典型的 100Hz 相位相关。判断为屏蔽松动，形成悬浮电位放电。解体后发现明显的放电灼烧痕迹。



## C.3 126kV GIS 母线筒罐体上的颗粒 (见图 C.3)



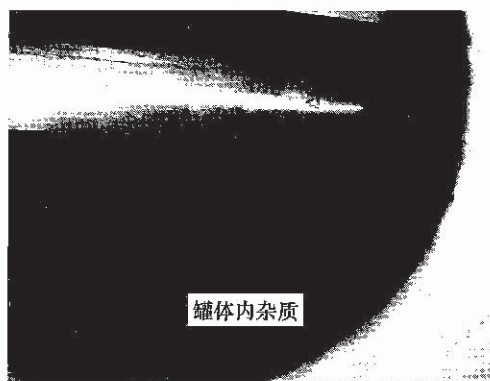
a) 连续测量模式图谱



b) 现场测试点



c) GIS手孔

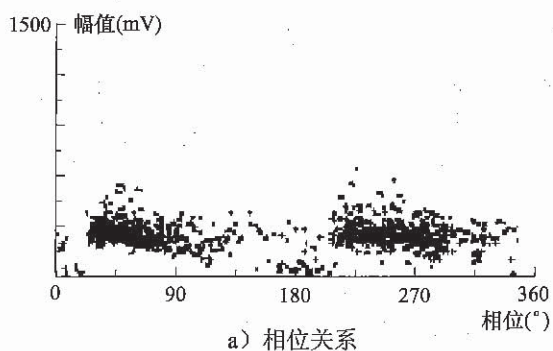


d) GIS罐体底部

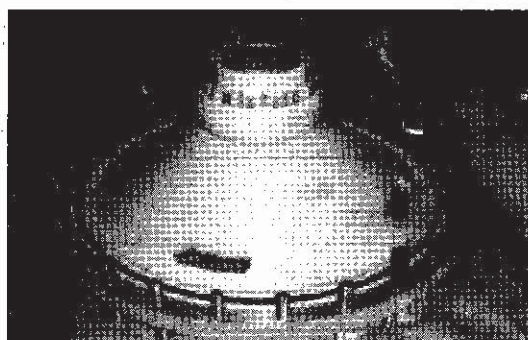
图 C.3 126kV GIS 母线筒罐体上的颗粒图示

分析：在母线气室手孔附近测得信号超过 100mV，幅值水平较高，底部也有信号。50Hz 和 100Hz 相关性都出现，且数值相差不多。解体后发现手孔和壳体底部都有杂质。

## C.4 252kV GIS 支撑绝缘子上的放电 (见图 C.4)



a) 相位关系



b) 解体后的盆式绝缘子

图 C.4 252kV GIS 支撑绝缘子上的放电图示 (一)

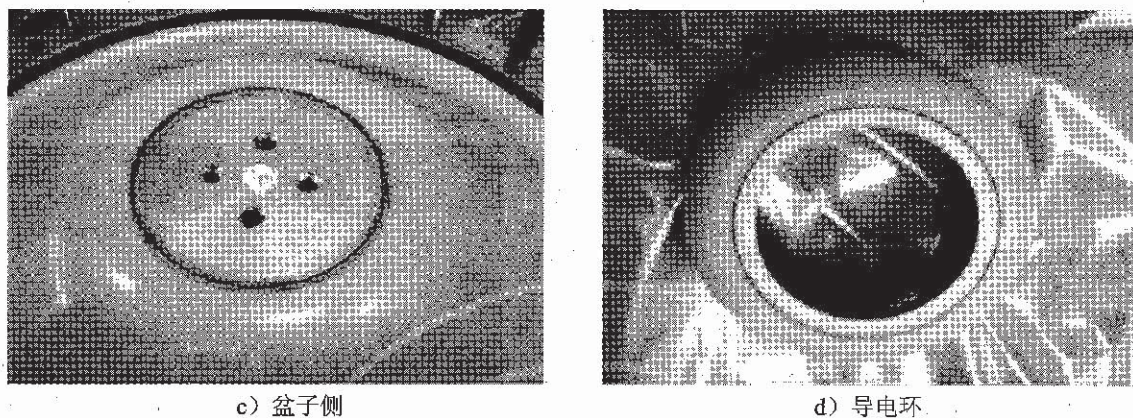


图 C.4 252kV GIS 支撑绝缘子上的放电图示 (二)

分析：信号达到了 500mV，呈现了明显的 100Hz 相位相关。解体后在导电环周围发现明显的放电痕迹。

#### C.5 252kV GIS 母线上的毛刺放电 (见图 C.5)

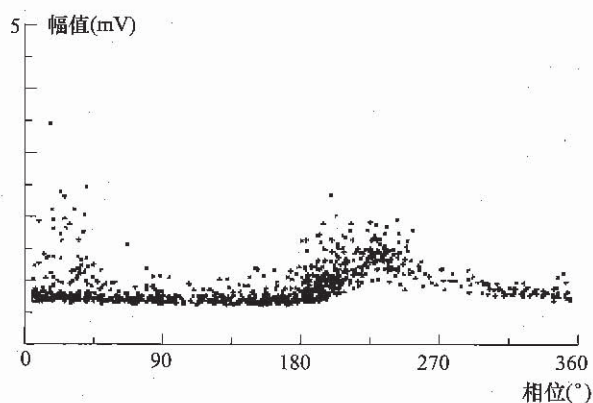


图 C.5 252kV GIS 母线上的毛刺放电相位关系

分析：信号大小约为 2mV，出现了 50Hz 相关信号。从相位图上可明显地看出在负半周放电的特性。解体后发现微小颗粒附着在导体上。

#### C.6 252kV GIS TA 室内导电杆接触不良 (见图 C.6)

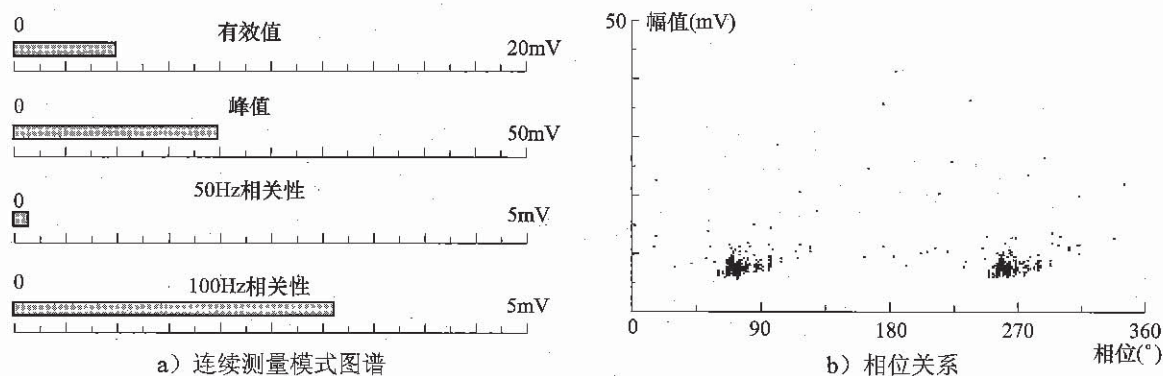
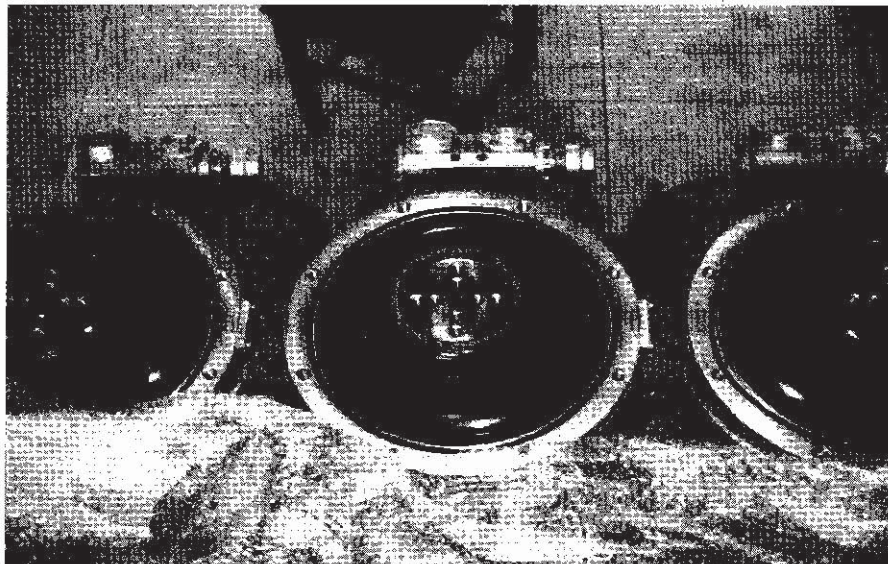


图 C.6 252kV GIS TA 室内导电杆接触不良图示 (一)





c) 现场解体

图 C.6 252kV GIS TA 室内导电杆接触不良图示 (二)

分析：信号的峰值达到 20mV，并且 100Hz 相关性较强，50Hz 相关性基本没有，相位图也呈现典型的 100Hz 相位相关。判断 TA 内部出现悬浮电位故障。现场偶尔能听到异声。解体后发现 TA 的电极没能完全进入适配孔中，气室中有 SF<sub>6</sub> 气体放电分解物。

#### C.7 252kV GIS 断路器气室屏蔽罩松动 (见图 C.7)

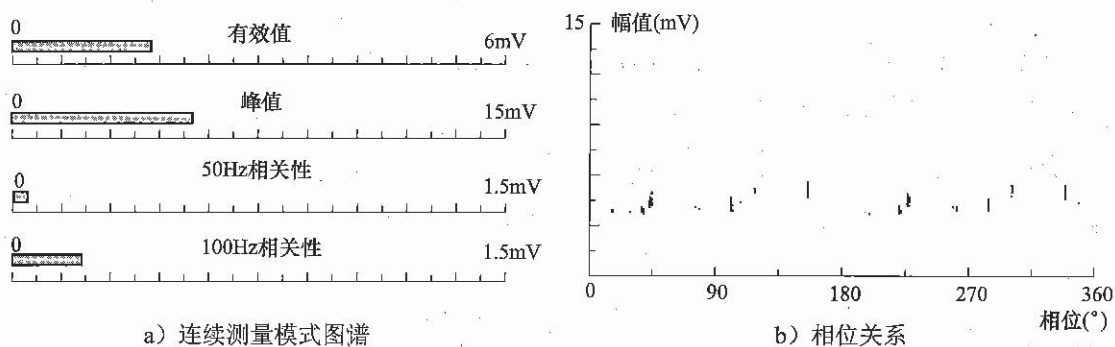


图 C.7 252kV GIS 断路器气室屏蔽罩松动图示

分析：信号峰值为 6mV 左右，但呈现有 100Hz 相关性。判断为该气室中心导体可能有屏蔽松动现象。解体后发现断路器屏蔽罩松动。

## C.8 126kV GIS 隔离开关气室放电 (见图 C.8)

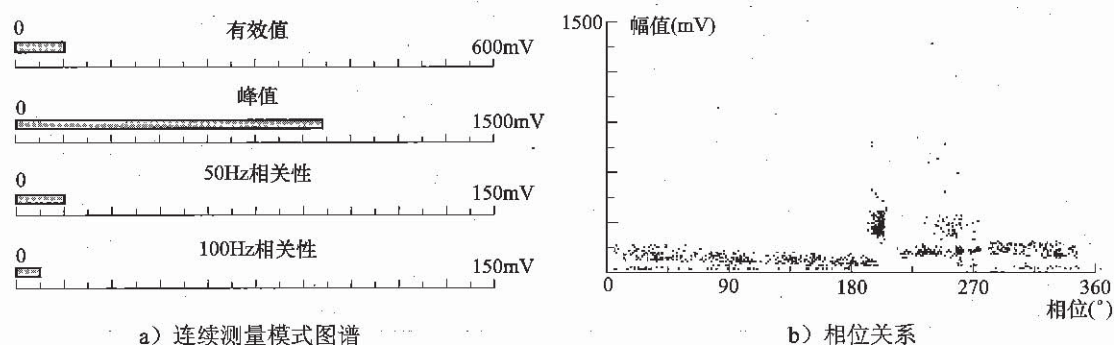


图 C.8 126kV GIS 隔离开关气室放电图示

分析：放电信号非常大，峰值达到 1000mV 左右，从相位图可看出明显的 50Hz 相关性。判断为该气室有严重局部放电，立即停电处理，解体后发现隔离开关桩头严重烧损。

## C.9 126kV GIS 悬浮放电 (见图 C.9)

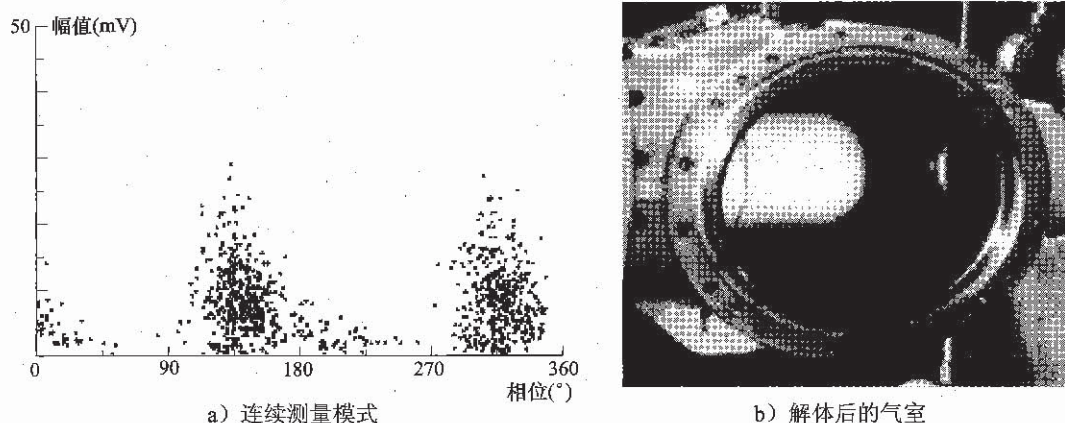


图 C.9 126kV GIS 悬浮放电图示

分析：在母线筒信号峰值达到 40mV，100Hz 相关性很强，根据结构分析可能是连接件松动。解体后发现连接锥体的弹簧没有压紧。

## C.10 126kV GIS 三相共体 TA 屏蔽松动 (见图 C.10)

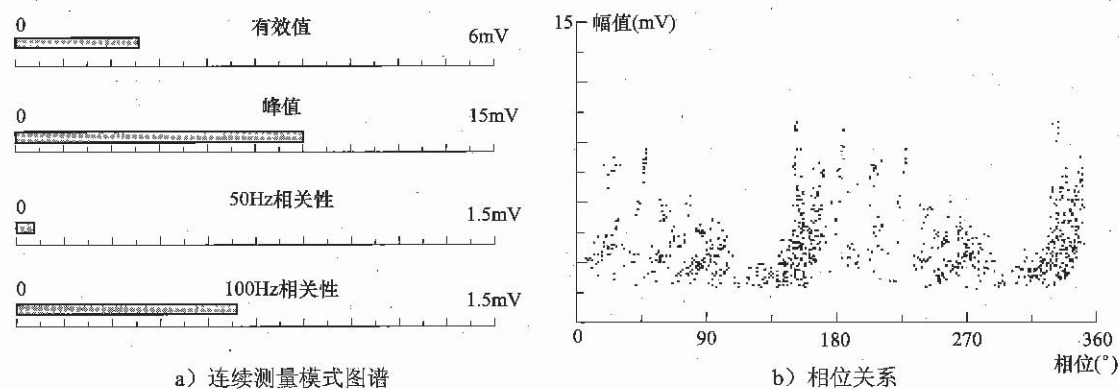
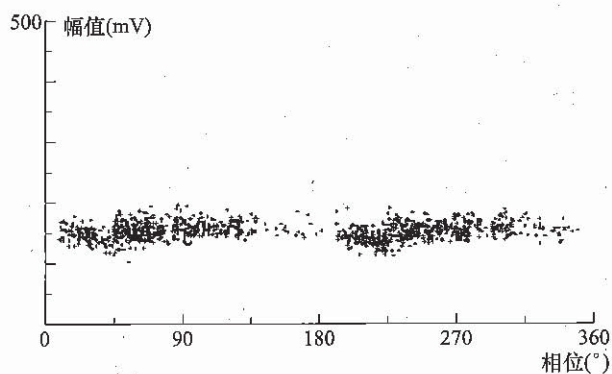


图 C.10 126kV GIS 三相共体 TA 屏蔽松动图示



分析：呈现典型的悬浮电位故障。判断认为 TA 内部某部件的松动引发的放电，解体后检查发现绕组间绝缘板松动。

#### C.11 126kV GIS TA 缺失螺母（见图 C.11）



a) 连续测量模式

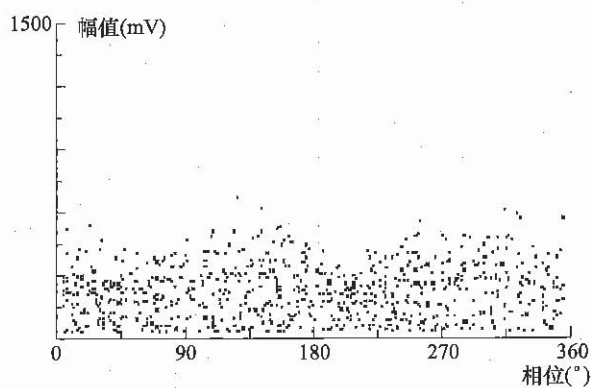


b) 解体后的TA

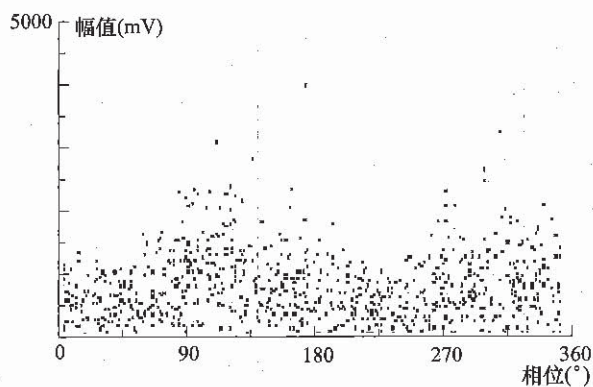
图 C.11 126kV GIS TA 缺失螺母图示

分析：信号达 200mV，100Hz 相关性很强，判断有悬浮电位故障。解体打开后发现丢失一个螺母，紧固后恢复正常。

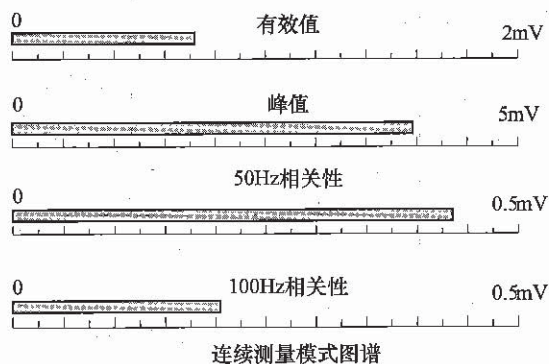
#### C.12 部分实验室模拟试验（见图 C.12）



a) 单个金属球状颗粒放电信号



b) 单个丝状金属颗粒放电信号



连续测量模式图谱

c) 绑在导体上的长2cm的细铜线，模拟尖峰放电信号

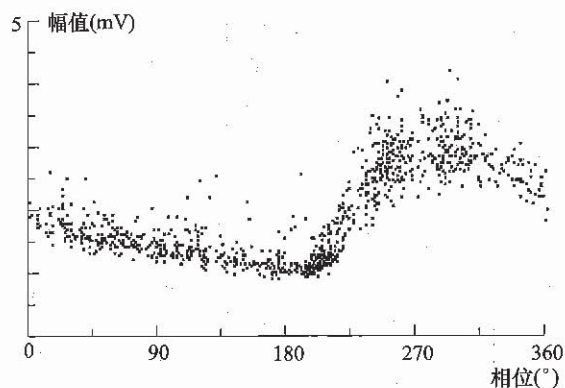


图 C.12 部分实验室模拟试验图示

附录 D

(资料性附录)

××设备超声局部放电检测报表

××设备超声局部放电检测报表见表 D.1。

表 D.1 ××设备超声局部放电检测报表

序号	测试部位	背景噪声 有效值/峰值 mV	测试值 有效值/峰值 mV	50Hz 相关值 mV	100Hz 相关值 mV	备注
1						
2						
3						
4						
5						

复核人员：

检测人员：

附 录 E  
(资料性附录)  
检测报告格式 (示例)

GIS 超声局部放电检测报告

检测地点		检测日期	
设备名称		环境温度	
环境湿度		负荷电流	
检测单位		检测人员	
测 试 结 果			
连续 模式 超声 图谱		相位 关系/ 时间 图谱	
检测描述			
分析及结论			

