

国家电网公司

电力设备带电检测仪器年度定期性能检测方案

杭 州 高 电

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

国家电网公司

2014 年 6 月

依据公司技术监督工作部署，为掌握国内电力设备带电检测仪器（以下简称“仪器”）质量情况，对公司设备选型工作提供参考，有效实施状态检修策略，国家电网公司统一组织开展仪器年度定期性能检测工作。

一、工作组织

带电检测仪器年度定期性能检测工作由国家电网公司运维检修部与物资部组织，中国电科院、北京公司及冀北公司实施。

各相关仪器供应商配合开展检测工作。

二、工作内容

1. 检测对象

检测对象包括如下三大类九种带电检测仪器：

1) 局部放电类检测仪

- 特高频局部放电检测仪
- 高频局部放电检测仪
- 超声波局部放电检测仪
- 暂态地电压局部放电检测仪

2) 介损及电流类检测仪

- 电容型设备相对介损检测仪
- 避雷器泄漏电流检测仪
- 变压器铁心接地电流检测仪

3) 红外成像类检测仪

- 红外热像仪
- 红外成像检漏仪

2. 检测项目及依据

- 1) 红外成像类检测仪检测项目及依据见附件 1。
- 2) 局部放电类、介损及电流类检测仪性能检测分为通用检测项目和专项检测项目。通用检测项目及依据见附件 2；专项检测项目及依据如下：

- 特高频局部放电检测仪见附件 3。
- 高频局部放电检测仪见附件 4。
- 超声波局部放电检测仪见附件 5。
- 暂态地电压局部放电检测仪见附件 6。
- 电容型设备相对介损检测仪见附件 7。
- 避雷器泄漏电流检测仪见附件 8。
- 变压器铁心接地电流检测仪见附件 9。

三、工作方式

工作方式分为性能检测和报告有效性审核。

1. 性能检测

红外成像类检测仪性能检测由中国电科院负责，冀北电科院承担附件 1 中红外成像检漏仪性能专项检测项目；局部放电类检测仪**专项检测**由国网北京电科院负责；介损及电流类检测仪**专项检测**由国网冀北电科院负责。检测工作结束后，各检测方出具相应检测报告。

2. 报告有效性审核

中国电科院负责性能检测报告有效性审核，并向国网运检部提交性能检测审核报告。

局部放电类检测仪、介损及电流类检测仪通用检测项目由第三方实验室负责试验检测，附件 10 为第三方实验室参考名单。

中国电科院只对仪器供应商提交的检测报告进行有效性审核，审核要点如下：

- 仪器供应商不应与检测方是同一企业法人；
- 检测机构应通过 CNAS 认可，检测项目与检测能力表一致；
- 检测项目齐全，满足附件 2 要求；
- 检测报告应有 CNAS 标识；
- 报告批准人应是授权签字人；
- 检测日期应在 2010 年 1 月 1 日之后。

四、进度安排

性能检测工作按照检测报名、检测送样、试验检测、报告有效性审核流程开展，具体进度安排如下：

1. 检测报名

报名时间：每年 3 月 1 日起，参加检测的供应商向中国电科院提出检测申请，并填写报名表（详见附件 11），加盖单位公章后传真至中国电科院。**报名截止时间为当年 3 月 15 日 18:00。**

报名原则：供应商自愿报名参加。

2. 检测送样

报名后供应商即可送样，检测方收样后对样品进行封存，并履行相关手续。**送样截止时间为当年 3 月 31 日 18:00**，以检测方收到样品日期为准。

3. 试验检测

当年 4 月 1 日起，检测方开展试验检测。在此期间，检测方依据到样时间顺序，对样品进行检测，并对检测过程和检测结果

进行记录，向供应商出具检测报告。

4. 报告有效性审核

试验检测结束后，仪器供应商将红外类检测仪检测报告、其他仪器专项检测报告和通用检测报告原件送中国电科院进行有效性审核。中国电科院完成报告有效性的审核确认，并将带电检测仪器性能检测审核报告于当年5月31日前报送至公司运检部。

五、检测要求

1. 检测工作以公平、公正为原则，检测方应认真做好过程记录，保证检测效果，仪器供应商不得查看非本单位产品的检测数据。
2. 检测样品的接收、封存和返还环节，均由检测方和送检方双方确认并签字留存过程记录文件。
3. 送检方应自行选取送检仪器的种类及型号，送样至相关检测方进行检测；配合开展检测工作，遵守检测方实验室相关规定，按照检测方规定的时间完成调试工作，调试结束后离场。
4. 送检方应提供送检仪器完整资料，包括送检仪器清单、使用说明书（中文）、企业标准或产品技术规范文件、出厂试验报告和企业质量认证体系证书等。检测报名时将电子版完整资料（加盖单位公章扫描件）提交至中国电力科学研究院，检测送样时将纸质版资料（加盖单位公章）与样品一同送至相应检测方。

六、其他说明

1. 样品接收地址

(1) 红外成像类检测仪

接收单位：中国电力科学研究院输变电设备状态监测技术实验室

接收地址：北京市昌平区南邵镇南中路 16 号 特高压直流试验基地，邮编：102200。

接收人：高彬 13311217982

(2) 局部放电类检测仪

接收单位：北京市电力公司电科院

接收地址：北京市丰台区南三环中路 30 号，邮编：100075。

接收人：郁冬 13683028180

(3) 介损及电流类检测仪

接收单位：冀北电力公司电科院

接收地址：北京市西城区复兴门外地藏庵南巷 1 号，邮编：100045。

接收人：吕明 13801106665

2. 联系人

(1) 中国电力科学研究院

杨 圆 010-82813383-117, 13811690189

yangyuan@epri.sgcc.com.cn

010-82813372-116 (传真)

(2) 国网北京电科院

程 序 010-63677204, 13811769612

chengxu@bj.sgcc.com.cn

010-63677128（传真）

(3) 国网冀北电科院

宋楠 010-88072878, 13581947827

song.nan@ncepri.com.cn

010-88072809（传真）

(4) 总部联系人

焦 飞 010-66598294

刘思远 010-63413365

fei-jiao@sgcc.com.cn

3. 检测费用

送检样品试验费用由送样单位承担。

附件：

1. 红外成像类检测仪性能检测技术方案
2. 电力设备带电检测仪器通用性能检测技术方案
3. 特高频局部放电检测仪专项性能检测技术方案
4. 高频局部放电检测仪专项性能检测技术方案
5. 超声波局部放电检测仪专项性能检测技术方案
6. 暂态地电压局部放电检测仪专项性能检测技术方案
7. 电容型设备相对介损检测仪专项性能检测技术方案
8. 避雷器泄漏电流检测仪专项性能检测技术方案
9. 变压器铁心接地电流检测仪专项性能检测技术方案
10. 通用检验项目第三方实验室参考名单
11. 电力设备带电检测仪器性能检测报名表

附件 1

红外成像类检测仪性能检测技术方案

本方案为红外成像类检测仪检测项目技术方案，其检测项目主要保证仪器的基本参数、性能、功能满足使用要求。本方案适用于红外热像仪和红外成像检漏仪的性能检测。

一、检测依据

GB/T 19870-2005 工业检测型红外热像仪

GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第二部分试验方法 试验 A
低温

GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第二部分试验方法 试验 B
高温

GB/T 2423.3-2006 电工电子产品环境试验 第二部分试验方法 试验
Cab:恒定湿热试验

GB 4208-2008 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 18268-2000 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求

DL/T 664-2008 带电设备红外诊断应用规范

二、性能要求

1 外观

主机及其各种配件的壳体不应出现明显的划伤、凹陷、变形、脱漆。壳体应清洁无污迹。

主机壳体外贴装饰件不应缺少、错装、倒装，应与主体平贴粘紧。装饰件文字、数字、符号标志应正确、易辨、清晰，颜色应无异常色斑、色晕、色点。图案文字丝印精细。

2 噪声等效温差（NETD）

环境温度在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，50mm 焦距，相对孔径为 1 时，NETD 宜小于 0.15K；

3 最小可分辨温差（MRTD）

MRTD 宜小于 0.5K (四杆靶图案观察法)；

4 图像质量评价

在同一 NETD 或 MRTD 下对红外温度图像在清晰度，灰度级，靶的几何失真，图像干扰和彩色满意度五项分级评价。

5 准确度

测温准确度应不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或测量值乘以 $\pm 2\%$ ($^{\circ}\text{C}$) (取绝对值大者)。

6 特征测温范围

其量程应不小于 100°C ，在此范围内图像应清晰、层次分明，且测量数据满足准确度的要求。

7 连续稳定工作时间

在满足二（5）的前提下，热像仪连续稳定工作的时间不小于 2 h。

8 环境温度影响

当热像仪所处的环境温度在其工作环境温度范围内变化时，测量值数据满足准确度的要求。

9 测温一致性

测温一致性的值应不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或视场中心区域测量值乘以 $\pm 2\%$ ($^{\circ}\text{C}$) (取绝对值大者)。

10 电磁兼容性

静电放电和射频电磁场辐射抗扰度应符合 GB/T 18268-2000 中表 C1 的要求；工频磁场抗扰度要求热像仪在磁场强度：100A/m 下能正常工作。

11 外壳防护

热像仪应能够符合 GB 4208 中外壳防护等级 IP54 的要求。

12 环境适应性要求

12.1 湿热

环境温度：40 $^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度：85%，通电工作正常。

12.2 高温

环境温度：50 $^{\circ}\text{C}$ ，通电工作正常。

12.3 低温

环境温度：-10 $^{\circ}\text{C}$ ，通电工作正常。

13 功能要求

对样品进行操作和使用，要求下列功能应能正常使用且便捷。

- a) 通过按键调用中文操作界面；
- b) 通过菜单或其他方式改变显示模式和调节色标；
- c) 通过菜单或其他方式冻结图像；
- d) 通过菜单或其他方式存储图像到相应的存储器上；
- e) 通过菜单或其他方式调用单个或多个温度测量点，并显示测量温度；
- f) 通过按键或其他方式调用中文菜单或中文提示；

g) 通过菜单或其他方式设置目标距离、目标发射率、环境温度、相对湿度，应可在温度测量结果体现大气透过率和发射率的修正效果；

h) 内置可选功能及外置功能（见使用说明书）；

i) 将热像仪的输出视频信号连接到外部监视器上，正确设置后，图像应能正确、完整地显示。

14 红外成像检漏仪专项检测项目

14.1 最小检测限

仪器的最小检测限应符合仪器说明书的指标，即在规定的检测距离 d 下能够检测出被试仪器设计最小检测限的泄漏。

14.2 测量重复性

在 d 距离下，对于最小检测限的泄漏量，被试仪器应多次均可检出。

14.3 响应时间

检测仪器响应时间小于 10s。

三、试验项目及方法

1 外观

用目测和手感按照二（1）的要求逐项进行外观检查。

2 噪声等效温差（NETD）

调节标准温差黑体的温差设置（ $\Delta T=2K$ ），目标图像占全视场 1/10 以上，分别测量信号及噪声电压，按公式（1）计算：

$$NETD = \frac{\Delta T}{S/N} \quad (1)$$

式中：

ΔT ——设定温差，单位为开 (K)；

S——信号电平；

N——均方根噪声电平。

3 最小可分辨温差 (MRTD)

观察被测系统的靶标像在确定的空间频率下刚好能分辨出四杆靶图案高宽比时目标与背景之间的温差。

4 图像质量评价

在进行 NETD (或 MRTD) 测量中，观察四杆靶 2min，评判项目有：清晰度，灰度级，靶的几何失真，图像干扰和彩色满意度五项。

5 准确度

把黑体置于规定的工作距离，使热像仪能清晰成像，准确测温。黑体温度设置在热像仪测温范围每一量程的最高、最低和中点附近，一般不少于 3 点。读出热像仪测得的数据。

当 $t_2 < 100^\circ\text{C}$ 时，按公式 (2) 计算：

$$\theta = t_2 - t_1 \quad (2)$$

当 $t_2 \geq 100^\circ\text{C}$ 时，按公式 (3) 计算：

$$\theta = (t_1 - t_2) / t_2 \quad (3)$$

式中：

θ ——准确度；

t_1 ——标准值 (标准黑体温度)，单位： $^\circ\text{C}$ ；

t_2 ——显示值 (热像仪测温读数)，单位： $^\circ\text{C}$ 。

根据二 (5) 的要求，检测热像仪的准确度。

6 特征测温范围

热像仪在使用同一光学镜头、不改变光栏、不增加滤光片的前提下，设定两台精密黑体辐射温度分别到 0°C 与 100°C ，将待检热像仪放置在距黑体 2m 或最近成像焦距处的平台上，其轴线基本垂直于黑体端面，使两个黑体同时处于同一视场，观察热像仪的成像效果同时进行温度测量，且测出的温度值满足准确度的要求。

7 连续稳定工作时间

把黑体设置为 50°C 附近，热像仪置于规定的工作距离，并能清晰成像，准确测温。在非人工干预热像仪的条件下，每隔 10min 测量一次，测试时间为 2h。读出的数据满足准确度的要求。

8 环境温度影响

将仪器放入 40°C 的恒温箱中 1h，待其稳定后，拿到室温环境（一般可取 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ）中进行温度测量，开启热像仪，15min 后测量黑体温度一次，间隔 15min 测量第二次。将仪器放入 0°C 的恒温箱（或冰箱 0°C ）中 1h，待其稳定后，重复上面过程，计算各次测温偏差，满足测温准确度的要求。

9 测温一致性

根据热像仪实际使用情况或根据用户要求设定黑体辐射源温度，通常为小于 100°C 的某一温度值，该值应在红外热像仪的测温范围内。

将被检红外热像仪的成像画面等分为 9 个区域，在 9 个区域的中心点分别标记。如图 1。

1	2	3
4	5	6
7	8	9

图 1 测温分布图

分别选取 1~9 区域的中心位置为测温点，调整热像仪或黑体辐射源位置，使黑体中心分别成像于标记点，使用热像仪测量黑体辐射源的中心温度，记录标记点示值 t_i 和 t_5 ，测量顺序如下：5→i→5 ($i=1,2,\dots,9,i\neq 5$)。按式 (4) 计算其测温一致性：

$$\varphi_n = t_i - t_5 \quad (4)$$

式中：

n ——第 1~9 区域；

φ_n ——测温一致性，℃；

t_i ——各区域的测温读数，℃；

t_5 ——第 5 区域的测温读数，℃。

φ_n 应满足二 (9) 的要求。

10 电磁兼容性

10.1 静电放电抗扰度

按照“GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验”中规定，并在下列条件下进行：

- 热像仪在正常工作状态。
- 接触放电或空气放电。
- 在外壳和工作人员经常可能触及的部位。
- 试验电压：接触放电 4kV，空气放电 8kV。

—正负极性放电各 10 次，每次放电间隔至少 1s。

在施加干扰的情况下，热像仪应能正常工作。

10.2 射频电磁场辐射抗扰度

按照“GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

—热像仪在正常工作状态。

—频率范围：80MHz~2000MHz。

—试验场强：3V/m。

在施加干扰的情况下，热像仪应能正常工作。

10.3 工频磁场抗扰度试验

按照“GB/T17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

—热像仪在正常工作状态。

—磁场强度：100A/m。

在施加干扰的情况下，热像仪应能正常工作。

11 外壳防护

按“GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）”中规定的试验要求和试验方法进行，热像仪应符合外壳防护等级 IP54 的要求。

12 环境适应性试验

12.1 基本功能检查

需进行如下项目的功能检查。

a) 调整焦距；

b) 调节亮度和对比度；

c) 测温满足二（5）要求；

d) 存储图像。

如工作正常判定为合格。

12.2 湿热工作试验

按 GB/T 2423.2-2008 “试验 Cab” 进行，温度：40℃，湿度：85%，试验时间 2h。在 1.5h、2h 时分别检验三（12.1）中所列项目。

12.3 高温工作试验

按 GB/T 2423.2-2008 “试验 B” 进行，温度：50℃，试验时间 2h。在 1.5h、2h 时分别检验三（12.1）中所列项目。

12.4 低温工作试验

按 GB/T 2423.2-2008 “试验 A” 进行，温度：-10℃，试验时间 2h。在 1.5h、2h 时分别检验三（12.1）中所列项目。

13 功能检查

检查热像仪功能，应满足二（13）的要求。

14 红外成像检漏仪专项检测项目

14.1 最小检测限

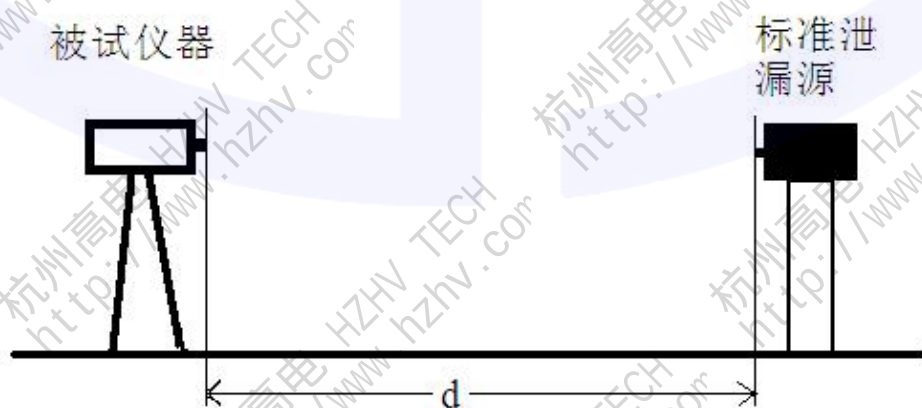


图 1 泄漏检测布置图

根据二（14）的要求，试验布置图如图 1 所示。试验时，将标准

泄漏源泄漏量设定为被试仪器的最小检测限，利用被试仪器进行检测，并记录被试仪器与泄漏源之间的距离 d 。

除特殊规定外， d 取值从 0.5m 开始至 5.5m，每间隔 1m 进行一次测试，在不同位置下被试仪器均应检出泄漏。

14.2 测量重复性

根据二（14）的要求，将泄漏量调节为被试仪器最小检测限，在 d 距离下，利用被试仪器进行检测，重复 6 次，被试仪器应每次均检出泄漏情况。

14.3 响应时间

根据二（14）的要求，被试仪器稳定后用清洁空气调零，将泄漏量设定在 0.01scc/sec，对泄漏部位进行测试，被试仪器泄漏图像稳定后，将仪器的镜头远离泄漏部位，待泄漏图像消失后，再将镜头对准泄漏部位进行检测，同时启动秒表，待图像稳定后止住秒表，此起止时间间隔为响应时间。

附件 2

电力设备带电检测仪器通用性能检测技术方案

电力设备带电检测仪器的检验项目分为通用检验项目和专项检验项目两类。本方案为通用检测项目技术方案，其检测项目主要保证仪器使用的“安全性”和“可靠性”设置。检测工作推荐由具有 CNAS 认证的第三方实验室进行，检测报告应具有 CNAS 标识。通用检验项目依据本方案开展检测。

一、适用范围

本方案规定了以下 7 种仪器的通用检测项目及检测方法：

1. 高频局部放电带电检测仪
2. 特高频局部放电带电检测仪
3. 超声波局部放电检测仪
4. 暂态地电压局部放电带电检测仪
5. 电容型设备相对介损带电检测仪
6. 避雷器泄漏电流带电检测仪
7. 变压器铁心接地电流带电检测仪

二、检测依据

GB 3100 国际单位制及其应用

GB 3101 有关量、单位和符号的一般原则

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安要求 第 1 部分：

通用要求

GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

二、试验项目及要求

1 外观要求

带电检测仪机箱外壳应无明显缺陷，电镀、氧化层、漆层等涂层良好，不应有起层、剥落现象。外壳应无锐口、尖角等。

面板上各种量与单位的文字符号应符合 GB 3100 及 GB 3101 的要求，印刷或刻字应清晰，且不易被擦掉。

按钮操作应灵活可靠，无卡死或接触不良现象。

2 绝缘电阻

正常试验环境下，带电检测仪交流电源回路对机壳在 500V 试验电压下的绝缘电阻不应小于 100MΩ。

3 介质强度

正常试验环境下，带电检测仪交流电源回路对机壳之间的绝缘应能够承受 50Hz、2kV 交流电压，历时 1min。试验期间应无闪络击穿及元器件损坏现象。

4 静电放电抗扰度

带电检测仪应能够承受 GB/T 17626.2 规定的严酷等级为 4 级的静电放电干扰。

5 射频电磁场辐射抗扰度

带电检测仪应能够承受 GB/T 17626.3 规定的严酷等级为 3 级的射频电磁场辐射干扰。

6 工频磁场抗扰度

带电检测仪应能够承受 GB/T 17626.8 规定的严酷等级为 5 级的工频磁场干扰。

7 温度

带电检测仪应能够承受 GB/T 6587-2012 中 5.9.1.2 节规定的组别为 III 组的温度试验。

8 湿度

带电检测仪应能够承受 GB/T 6587-2012 中 5.9.2.2 节规定的组别为 III 组的湿度试验。

9 振动

带电检测仪应能够承受 GB/T 6587-2012 中 5.9.3.3 节规定的组别为 III 组的振动试验。

10 冲击

带电检测仪应能够承受 GB/T 6587-2012 中 5.9.4.3 节规定的组别为 III 组的冲击试验和倾斜跌落试验。

11 包装运输

带电检测仪应能够承受 GB/T 6587-2012 中 5.10.1.3 节规定的流通条件等级为 3 级的运输试验。

12 防尘

带电检测仪应能够符合 GB 4208 中 5.2 节规定的外壳防护等级 IP31 的要求。

13 防水

带电检测仪应能够符合 GB 4208 中 6 节规定的外壳防护等级 IP31 的要求。

三、试验方法

1 外观要求试验

按照二（1）的要求逐项进行试验。

2 绝缘电阻试验

根据二（2）的要求，带电检测仪处于非工作状态，在交流电源回路与机壳之间进行绝缘电阻试验。交流电源回路与机壳之间的绝缘电阻使用 500V 的兆欧表进行试验，测量时间不少于 1min。

3 介质强度试验

根据二（3）的要求，带电检测仪处于非工作状态，按“GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分：通用要求”中的要求，在交流电源回路与机壳之间进行介质强度试验。试验电压 2kV，历时 1min。

试验期间，被试仪器不应发生闪络、击穿及元器件损坏现象。

4 静电放电抗扰度试验

按照“GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验”中规定，并在下列条件下进行：

- 带电检测仪在正常工作状态。
- 接触放电或空气放电。
- 在外壳和工作人员经常可能触及的部位。
- 试验电压：接触放电 8kV，空气放电 15kV。
- 正负极性放电各 10 次，每次放电间隔至少 1s。

在施加干扰的情况下，带电检测仪应能正常工作。

5 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照“GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

—带电检测仪在正常工作状态。

—频率范围：80MHz～3000MHz。

—试验场强：10V/m。

在施加干扰的情况下，带电检测仪应能正常工作。

6 工频磁场抗扰度试验

按照“GB/T17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验”中规定，并在下述条件下进行：

—带电检测仪在正常工作状态。

—磁场强度：100A/m。

在施加干扰的情况下，带电检测仪应能正常工作。

7 温度试验

按照“GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范”5.9.1.3 节“温度试验”中的试验方法，对带电检测仪器进行组别为III组的温度试验。

试验后应对带电检测仪器进行目测检查，应无锈蚀、裂纹、涂覆层剥落等损伤；文字和标示应清晰；控制机构应灵活；紧固部位应无松动；塑料件应无气泡、裂开、变形以及灌注物应无溢出现象。受试仪器性能特征应符合产品标准的规定。

8 湿度试验

按照“GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范”5.9.2.3 节“湿度试验”中的试验方法，对带电检测仪器进行组别为III组的湿度试验。

试验后应对带电检测仪器进行目测检查，应无锈蚀、裂纹、涂覆层剥落等损伤；文字和标示应清晰；控制机构应灵活；紧固部位应无松动；塑料件应无气泡、裂开、变形以及灌注物应无溢出现象。受试仪器性能特征应符合产品标准的规定。

9 振动试验

按照“GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范”5.9.3.3 节“振动试验”中的试验方法，对带电检测仪器进行组别为III组的振动试验。

试验后应对带电检测仪器进行目测检查，机械构件不应有破裂、明显变形或紧固件松动等现象。受试仪器性能特征应符合产品标准的规定。

10 冲击试验

按照“GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范”5.9.4.3 节“冲击试验”中的试验方法，对带电检测仪器进行组别为III组的冲击试验。

试验后应对带电检测仪器进行目测检查，机械构件不应有破裂、明显变形；电器部件应无明显位移或脱落等现象。受试仪器性能特征应符合产品标准的规定。

11 包装运输试验

按照“GB/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范”5.10.2.1 节“振动试验（固定点频、正弦波）”、5.10.2.2 节“自由跌落试验”及5.10.2.3 “翻滚试验”中的试验方法，对带电检测仪器进行流通条件等级为3级的包装运输试验。

试验后应对包装箱、仪器及附件进行外观检查，包装箱不应有较大的变形和损伤。仪器及其附件不应有变形松脱、涂覆层剥落等机械损伤。受试品试验后应对受试仪器的性能特性进行测试，并应符合产品标准的要求。

12 防尘试验

按照“GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）”中13.1 节规定的试验方法，对带电检测仪进行外壳防护等级为IP3X 的防尘试验。

13 防水试验

按照“GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）”中 14.1 节规定的试验方法，对带电检测仪进行外壳防护等级为 IPX1 的防水试验。

附件 3

特高频局部放电检测仪专项性能检测技术方案

一、检测依据

SJ 2534.10-1986 天线测试方法：功率增益和方向性的测量

二、检测项目及要求

1、仪器特性参数测试

(1) 传感器幅频特性检测：传感器幅频特性用等效高度表示，该参数表征特高频局放传感器的检测灵敏度。要求在 300MHz~1500MHz 通带范围内平均高度不小于 5mm，其中大于等效高度为 3mm 的部分不小于 80%。

(2) 传感器驻波比检测：驻波比表征传感器的匹配特性，要求在 300MHz~1500MHz 通带内驻波比平均值不大于 2.5。

(3) 信号放大器幅频特性检测：放大器幅频特性用对数表示，要求在 300MHz~1500MHz 通带范围内线性放大倍数平均值 A 不小于 30dB（不计窄带滤波频带），通带内的幅频特性曲线应较为平坦，在均值±3dB 范围内，其幅频特性过渡带带宽（即 0.1~0.9A）不大于 300MHz。（备注：内置放大器则不检测该参数）。

2、仪器功能性与有效性验证试验

(1) 功能性验证试验

1) 一般型特高频局放检测仪器

a) 具有幅值实时显示功能，具有电压信号同步功能，具有 PRPD 谱图显示功能；

b) 检测结果、图谱的显示刷新具有一定的速度，刷新时间不小

于每秒 10 帧；

- c) 具有图谱、数据存储与导出功能；
- d) 仪器具备电池供电方式。

2) 诊断型特高频局放检测仪器

a) 具有幅值实时显示功能，具有电压信号同步功能，具有 PRPD 谱图显示功能；

b) 检测结果、图谱的显示刷新具有一定的速度，刷新时间不小于每秒 10 帧；

- c) 具有图谱、数据存储与导出功能；
- d) 同时可检测通道数不小于 2 个；
- e) 具有放电类型辅助智能诊断功能；
- f) 具有在线监测模式功能。

(2) 局部放电检测有效性验证试验

1) GIS 设备内部电晕缺陷检测试验，要求能够检测到该缺陷并能正确诊断；

2) GIS 设备内部悬浮电位缺陷检测试验，要求能够检测到该缺陷并能正确诊断；

3) GIS 设备内部绝缘气隙缺陷检测试验，要求能够检测到该缺陷并能正确诊断。

三、 试验方法

针对上节提出的检测项目，试验方法如下：

1、 仪器特性参数测试方法

(1) 特高频局放传感器的幅频特性检测方法如图 1 所示，应用 GTEM 小室（吉赫兹横电磁波室），测试信号频率范围为 0~3GHz，幅

频特性测试结果用等效高度曲线表示，该幅频特性曲线表征特高频局放传感器的检测灵敏度。

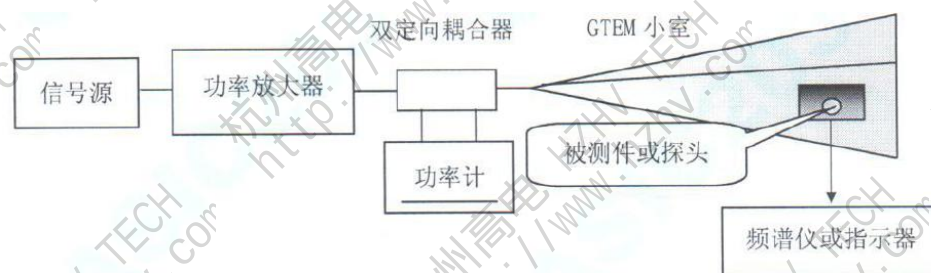


图 1 GTEM 法小室电场传感器校准装置

(2) 特高频局传感器驻波比检测方法为应用网络分析仪直接测试得到特高频局放传感器的单端口网络 SWR 曲线 (S11)，测试信号频率范围为 10MHz~2GHz。

(3) 特高频局放信号放大器幅频特性检测方法为应用网络分析仪直接测试得到特高频局放信号放大器的二端口网络幅频特性曲线 (S12)，通常测试信号频率范围为 10MHz~2GHz。

2、仪器功能性与有效性验证试验方法

➤ 功能性验证试验

依据待检特高频局放检测仪器的类别, 选择进行“一般型”和“诊断型”功能性验证试验，功能性验证试验在实际局部放电测量过程中进行验证。

➤ 局部放电检测有效性验证试验方法

1) 缺陷设置方法：在 GIS 设备内部设置 3 种典型局放缺陷模型，包括电晕缺陷、悬浮电位缺陷、气隙缺陷，缺陷设置结构与尺寸见图 2~图 4 所示。

2) 仪器布置方法：分别将该 3 种典型缺陷模型放入 GIS 设备内部，按照图 5 所示接线进行局放检测试验。

3) 加压与检测试验方法：逐步升压至局放起始电压，应用被测仪器进行局放检测，外置特高频传感器与放电源的距离不大于两个气室，逐项验证仪器的各项功能、检测灵敏度、有效性的内容。

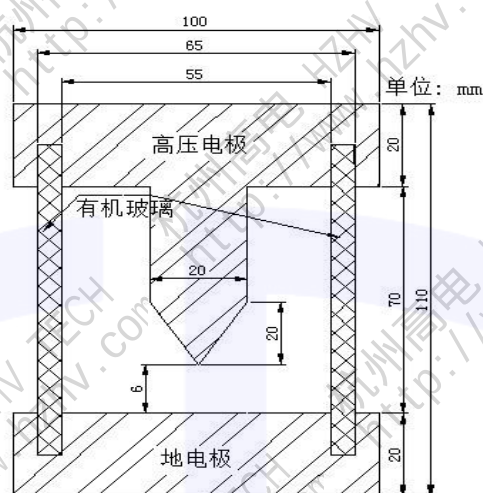


图2 电晕典型缺陷放电模型示意图

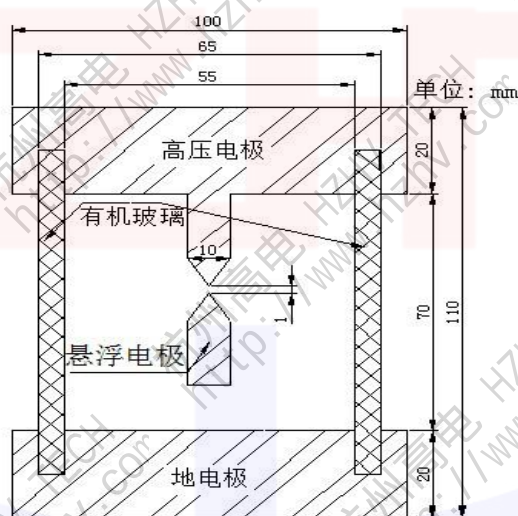


图3 悬浮电位典型缺陷放电模型示意图

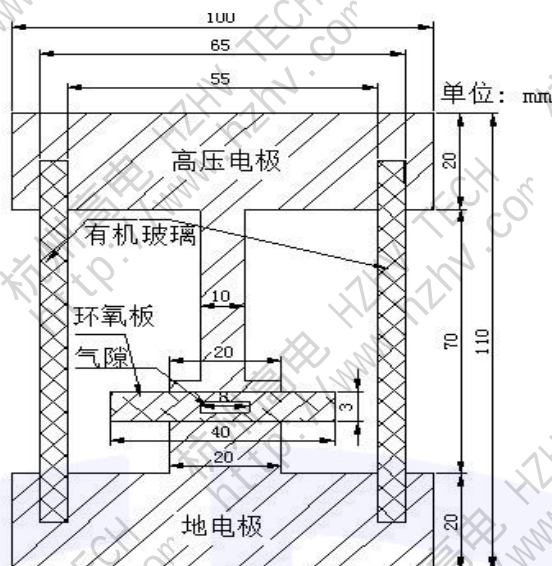
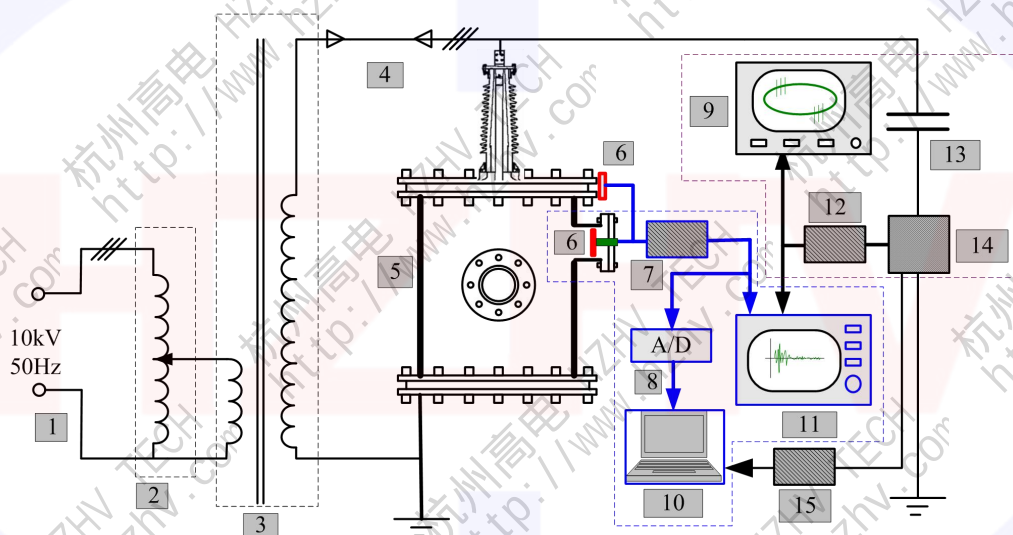


图 4 气隙典型缺陷放电模型示意图



1. 10kV 电源；2. 调压器；3. 变压器；4. 连接电缆；5. GIS 实验平台；
6. UHF 传感器；7. UHF 放大器；8. 数据采集系统；9. 脉冲电流法局放仪；10. 被检测仪器；
11. 数字存储示波器；12. 脉冲电流放大器；13. 耦合电容器（电容分压器）；14. 测量阻抗

图 5 特高频局放带电检测仪器有效性验证试验系统原理图

附件 4

高频局部放电检测仪专项性能检测技术方案

一、检测依据

GB/T 7354-2003 《局部放电测量》

DL/T 846.4-2004 《高电压测试设备通用技术条件 第 4 部分:局部放电测量仪》

二、检测项目及要求

1、仪器特性参数测试

(1) **传感器幅频特性:** 通过检测高频局部放电传感器 (HFCT) 的幅频特性, 检验 HFCT 的有效工作频带宽度 (参照 GB/T 7354 标准, 为通带峰值下降 6dB 的频率), 要求带宽的下限截止频率 $f_1 \leq 1\text{MHz}$, 上限截止频率 $f_2 \geq 20\text{MHz}$ 。

(2) **传感器传输阻抗:** 该指标反映在工作频带内某固定频率输入信号下传感器的信号耦合能力。传输阻抗的定义参见 GB/T 7354, 为输入某固定频率正弦电流信号下, 输出电压幅值和输入电流幅值之比。要求输入信号为 10MHz 正弦电流信号时, 传输阻抗值大于 5mV/mA。

(3) **整套仪器灵敏度检测:** 该指标用于反映整套仪器装置所能检测的最小放电量, 要求整套仪器的检测灵敏度不大于 100 pC。

(4) **整套仪器对固定频率干扰信号的抑制效果检测:** 该指标反映检测仪器对固定频率干扰信号的抑制能力。校准器注入电荷量为 100pC 的信号, 同时采用信号发生器输出固定频率 (频率在 40kHz~500 kHz) 的正弦信号, 对硬件或软件滤波功能进行调节, 要

求能够检测出校准器输出的信号。

2、仪器功能性与有效性验证试验

(1) 功能性验证试验

1) 具有幅值实时显示功能，具有电压信号同步功能，具有 PRPD 图谱显示功能；

2) 检测结果、图谱的显示刷新具有一定的速度，刷新时间不小于每秒 10 帧；

3) 具有图谱、数据存储与导出功能；

4) 同时可检测通道数不小于 2 个；

5) 具有放电类型辅助智能诊断功能；

6) 具有在线监测模式功能。

(2) 局部放电检测有效性验证试验

1) 绝缘缺陷检测试验，要求能够检测到该缺陷并能正确诊断；

2) 电晕缺陷检测试验，要求能够检测到该缺陷并能正确诊断。

三、试验方法

1、仪器特性参数测试

(1) 传感器幅频特性与传输阻抗方法

传感器幅频特性检测试验接线示意图如图 1 所示，采用信号发生器作为信号源，通过同轴信号电缆串接电阻值为 50 欧姆的电阻，将同轴信号电缆的屏蔽线穿心接入待检测高频传感器（HFCT），高频传感器的输出端接至示波器。

信号发生器输出信号的幅值保持恒定，调节输出信号的频率，输出信号的频率范围为 10kHz～50MHz，其中在 10kHz～1MHz 频率范围内检测步长为 10kHz，1MHz～50MHz 频率范围内检测步长为 1MHz，记

录信号发生器输出信号的频率以及示波器接收信号的电压幅值，绘制出传感器的幅频特性曲线。

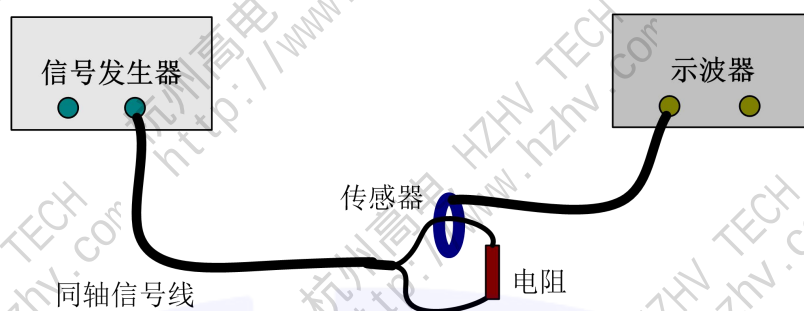


图1 传感器幅频特性检测接线示意图

计算频率为 10MHz 时示波器接收信号的电压幅值与信号发生器输出信号的电流幅值之比，从而得到其传输阻抗。

(2) 整套仪器灵敏度检测方法

参照 GB7354 所示局部放电脉冲电流法的试验回路原理进行，在高压耦合电容器的接地线上穿心接入待测高频传感器（HFCT）及检测系统，整套仪器灵敏度检测接线示意图如图 2 所示。校准器分别注入不同电荷量的信号，通过检测系统分别进行采集，记录检测系统的测量结果，折算出信噪比为 2:1 时测得的最小放电量数值，即为该整套仪器的灵敏度。

*注：要求校准器的分度电容应小于高压耦合电容器等值电容的 1/10，图中 C_x 为高压耦合电容器的电容值。

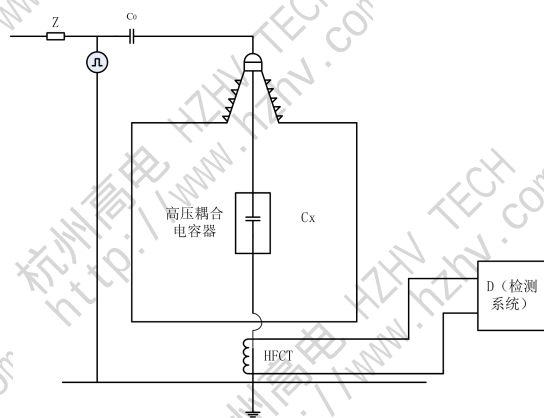


图 2 整套仪器灵敏度检测接线示意图

(3) 整套仪器对固定频率干扰的抑制效果试验方法

对固定频率干扰的抑制效果试验接线示意图如图 3 所示，校准器输出电荷量为 100pC 的信号，同时用信号发生器产生固定频率的正弦信号，两种信号同时注入至高压耦合电容器。干扰频率范围结合通常电网载波频率或现场频率较为丰富的无线电干扰信号的频率进行选择，本方案选择干扰频率范围为 40kHz~500 kHz。通过对仪器的硬件或软件滤波功能进行调节，验证仪器对固定频率干扰的抑制效果。要求能有效检测出校准器输出的 100pC 信号，且信号的信噪比大于 2:1。

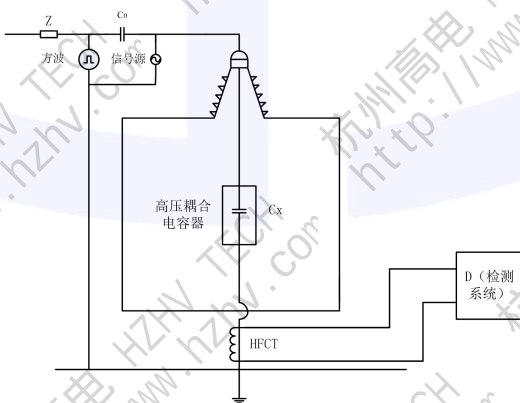


图 3 固定频率干扰的抑制效果试验接线示意图

2、仪器功能性与有效性验证试验方法

(1) 功能性验证试验

高频局放带电检测仪器功能性验证试验在实际局部放电测量过程中进行逐项验证。

(2) 有效性验证试验方法

1) 试验平台：试验平台依照实际运行中的电缆系统而建，采用常见的交叉互联接地方式。电缆平台选用 110 kV 交联聚乙烯电缆，每相电缆长 300 米（其中 a0、a1、a2、b0、b1、b2、c0、c1、c2 均为 100m），经过交叉互联箱接地，试验平台示意图如图 4 所示。其中 B 相电缆的 2#中间接头设置应力锥错位缺陷放电模型，A 相电缆终端设置电晕缺陷放电模型。

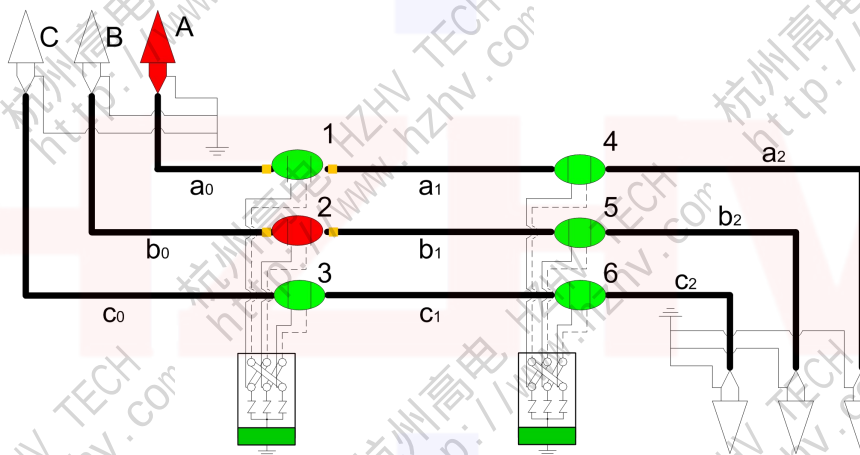


图 4 试验平台示意图

2) 缺陷设置：110kV 电缆中间接头设置应力锥错位缺陷，模拟中间接头内部绝缘缺陷放电模型，缺陷结构示意图如图 5 所示，实物缺陷如图 6 所示；在 110kV 电缆终端设置电晕缺陷放电模型。

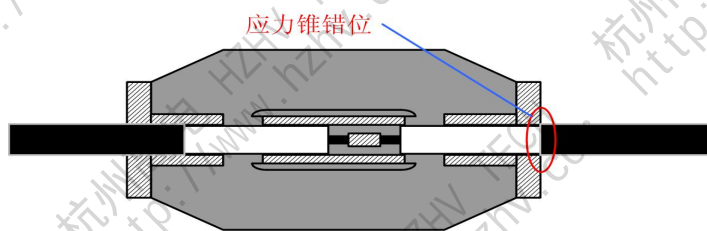


图 5 应力锥错位缺陷示意图



图6 应力锥错位缺陷现场照片图

3) 传感器布置方法：检测绝缘缺陷放电模型时，高频传感器穿心接入至 B 相电缆 2#中间接头的交叉互联线处；检测电晕缺陷放电模型时，高频传感器穿心接入至 A 相电缆终端的接地线处。

4) 加压试验方法：逐步升压至局放起始电压，应用被测仪器分别对绝缘缺陷和电晕缺陷放电模型进行局放检测，逐项验证仪器的各项功能、有效性的内容。

附件 5

超声波局部放电检测仪专项性能检测技术方案

一、检测依据

GB/T 7354-2003 《局部放电测量》

国家电网公司 《电力设备带电检测技术规范》（试行）

二、测试项目及功能要求

1、仪器特性参数测试

(1) **传感器灵敏度试验**（本试验仅用于接触式传感器）：该参数表征仪器传感器的灵敏度特性，要求在主谐振频率处的峰值灵敏度 $D(f_m)$ 应不小于 70dB*，传感器的均值灵敏度应不小于 50dB*。

注：* 超声波灵敏度 dB 值的参考基准为 $1V/(m/s)$ 。用于 SF₆ 气体绝缘电力设备的超声波传感器，宜采用表面波灵敏度，超声波传感器选择频带范围 20kHz~80kHz。用于充油电力设备的超声波传感器，宜采用纵波灵敏度，波传感器选择频带范围 80kHz~200kHz。

(2) **主谐振频率试验**：该参数表征仪器的灵敏度取最大值时的激励源频率。要求用于 SF₆ 气体绝缘电力设备的超声波局部放电检测仪，其传感器的主谐振频率 f_m 应在 20kHz~80kHz。用于充油电力设备的超声波局部放电检测仪，其传感器的主谐振频率 f_m 应在 80kHz~200kHz。非接触超声波局部放电检测仪，其传感器的主谐振频率 f_m 应在 10kHz~60kHz。

(3) **主谐振带宽试验**：该参数表征仪器主谐振频率处的幅值下降 10dB 时，对应上、下限频率的差值。要求仪器的主谐振带宽 Δf_m 应不

小于 3kHz。

(4) **检测仪非线性度试验：**该参数表征仪器线性度误差特性，反应随外施信号强度线性变化，仪器结果的响应特性，要求非线性度线误差应不大于 $\pm 15\%$ 。

2、仪器功能性与有效性验证试验

(1) 功能性验证试验

1) 一般型超声波局部放电检测仪

a) 能够实现局部放电的超声波测量，并显示局部放电的超声波信号强度；

b) 具备报警阈值设置功能及告警功能；

c) 测试数据可存储于本机并导出。

2) 诊断型超声波局部放电检测仪

a) 能测量局部放电的超声波，并显示超声波信号强度；

b) 具备报警阈值设置功能及告警功能；

c) 具有图谱显示功能，如实时图谱、脉冲波形图谱、相位图谱等；

d) 具有抗干扰的能力，如检测信号的硬件滤波和数字滤波等；

e) 应具有多通道同步测量功能，通道数不少于 4 个，可以对不同通道的测量数据进行比对分析；

f) 应具有参考相位测量功能；

g) 应具有诊断分析功能和放电源定位功能。

(2) 局部放电检测有效性验证试验

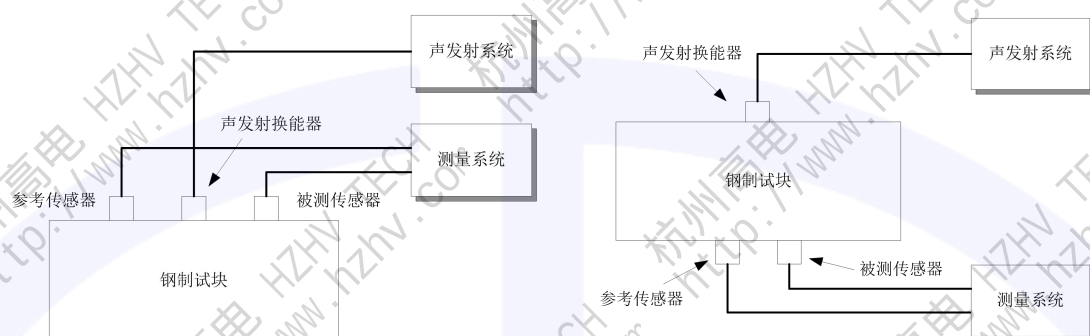
用于 SF₆ 气体绝缘电力设备要求能够有效检测出尖端放电缺陷模型、用于充油电力设备要求能够有效检测出尖端放电缺陷模型，非接

触式超声波局部放电检测仪要求能够检测出电晕放电缺陷模型，其可测的最小放电量均应不大于 100pC。

三、试验方法

1、特性参数测试方法

(1) 传感器灵敏度试验



(a) 传感器表面波灵敏度试验接线图

(b) 传感器纵波灵敏度试验接线图

图 1 接触式超声波传感器灵敏度试验接线图

接触式超声波局部放电检测仪的传感器灵敏度接线图如图 1 所示。

用于 SF₆ 气体绝缘电力设备的超声波局部放电检测仪，其传感器灵敏度试验宜采用图 1 (a) 表面波灵敏度试验；用于充油电力设备的超声波局部放电检测仪，其传感器灵敏度试验宜采用图 1 (b) 纵波灵敏度试验。

试验试块采用钢质材料，用于表面波灵敏度试验的试块宜选用至少包括直径为 400mm、长度为 180mm 的圆柱，用于纵波灵敏度试验的试块宜选用至少包括直径为 200mm，高度为 100mm 的圆柱。试块的两个底面应平整且平行度不超过 0.12mm (±0.06mm)。试块的上下表面的 RMS 粗糙度应不超过 1μm，这要求至少用表面粗糙度仪在试块表面的中心区域测量三个点来保证。

声发射换能器放置于试块中心点，并连接到声发射系统。参考传感

器和被测传感器对称放置于试块中心点的两侧。传感器与试块之间添加耦合剂。声发射系统输出一组信号幅值适当的正弦波信号并维持幅值大小不变，在 1kHz~500kHz 频率之间，测得被测传感器和参考传感器的频率响应 $U(f)$ 、 $S(f)$ 。计算被测传感器灵敏度 $D(f)$ ：

$$D(f) = S_0(f) * U(f) / S(f) \quad (1)$$

式中， $S_0(f)$ 为参考传感器的标定灵敏度。

由被测传感器灵敏度 $D(f)$ 得到峰值灵敏度 $D(f_m)$ 和均值灵敏度。计算均值灵敏度时，用于 SF₆ 气体绝缘电力设备的超声波传感器选择频带范围 20kHz~80kHz。用于充油电力设备的超声波传感器选择频带范围 80kHz~200kHz。

(2) 主谐振频率试验

接触式传感器主谐振频率由被测传感器灵敏度 $D(f)$ 得到。

非接触式超声波局部放电检测仪的传感器主谐振频率试验接线图如图 2 所示。



图 2 非接触式超声波传感器频率试验接线图

超声波发射探头置于空气中，并连接到声发射系统。被测传感器正对超声波发射探头放置，与发射探头间的距离不小于 10cm。声发射系统输出一组信号幅值适当的正弦波信号并维持幅值大小不变，在 1kHz~500kHz 频率之间改变正弦信号频率，找出被测传感器的主谐振

频率 f_m ，以此为基准频率。

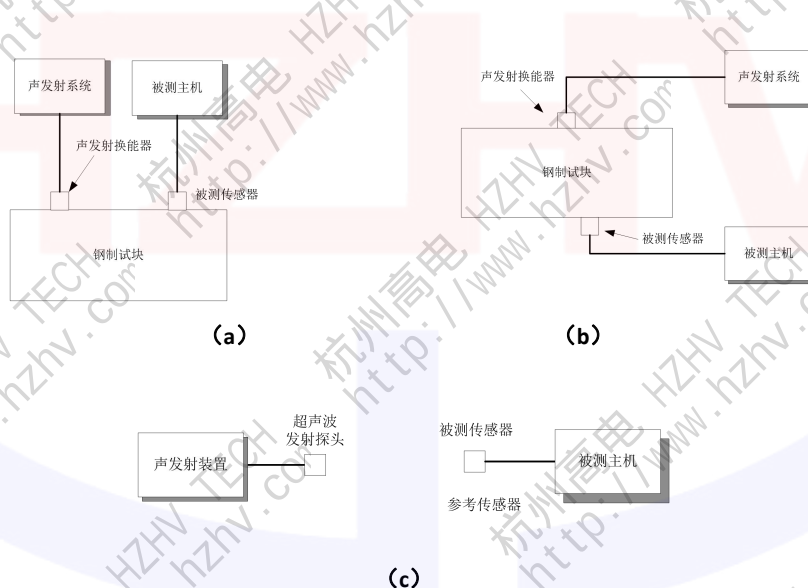
(3) 主谐振带宽试验

仪器的主谐振带宽 Δf_m 采用 -10dB 带宽计算。

接触式传感器主谐振带宽由被测传感器灵敏度 $D(f)$ 得到。

非接触式传感器主谐振带宽试验如主谐频率宽试验方法，在找出被测传感器的主谐振频率后，降低正弦波信号的频率，并保持电压幅值不变，找出被测仪器归一化显示值到 0.316 时的频率点（ -10dB 点），此点即为实测的下限截止频率。升高正弦波信号的频率，同法找出实测的上限频率。计算得到被测传感器的主谐振带宽 Δf_m 。

(4) 线性度误差试验



(a) 表面波试验接线图；(b) 纵波试验接线图；(c) 非接触式传感器试验接线图

图 3 线性度误差试验接线图

测试接线图如图 3 所示。用于 SF_6 气体绝缘电力设备的超声波局部放电检测仪，采用图 3 (a) 表面波试验布置；用于充油电力设备的超声波局部放电检测仪，宜采用图 3 (b) 纵波试验布置；非接触式超声波局部放电检测仪宜采用图 3 (c) 的试验布置。

测试时设置声发射系统输出正弦信号的频率固定为 f 。其中，用于 SF₆ 气体绝缘电力设备的超声波局部放电检测仪， f 为 40kHz；用于充油电力设备的超声波局部放电检测仪， f 为 150kHz；非接触式超声波局部放电检测仪， f 为 20kHz。

调节声发生系统输出信号幅值使局放仪输出满刻度，记下高频信号发生器峰值电压 U 和局放仪满度值 A ；依次降低信号幅值至 λU ， $\lambda=0.8、0.6、0.4、0.2$ ，记下局放仪输出的相应示值 A_λ 。各测量点的非线性度误差按式（2）计算：

$$\varepsilon_i = \frac{A_\lambda - \lambda A}{\lambda A} \times 100\% \quad (2)$$

线性度误差应不大于 $\pm 15\%$ 。

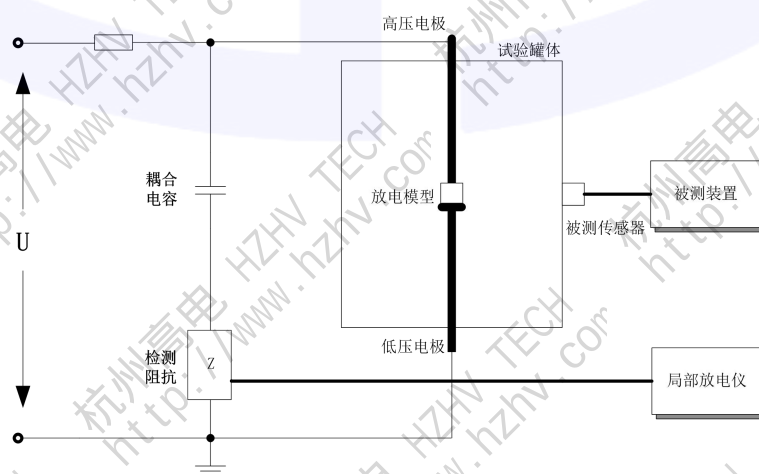
2、仪器功能性与有效性验证试验方法

（1）功能性验证试验

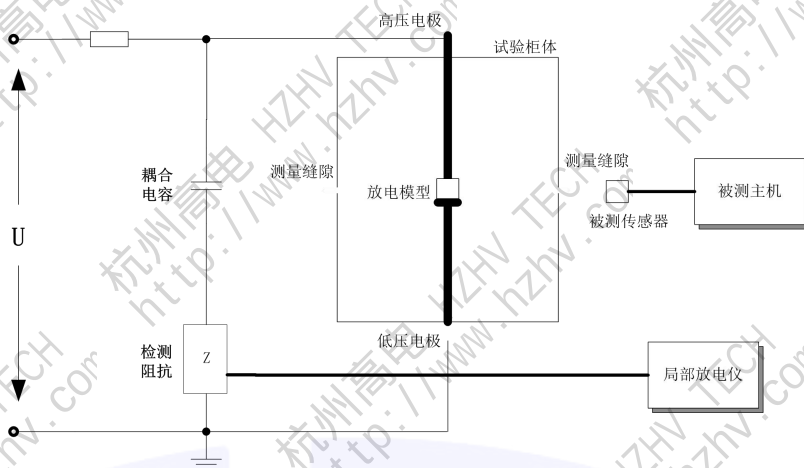
依据送检超声波局放测试仪的类别，对要求得功能性项目，逐项进行验证。

（2）有效性验证试验方法

超声波局部放电检测仪有效性验证试验接线图如图 4 所示。



(a) 接触式超声波局部放电检测仪有效性验证试验接线图



(b) 非接触式超声波局部放电检测仪最有效性能验证试验接线图

图 4 有效性验证试验接线图

试验项目应在如下试验环境中进行。

- a) 环境温度： $+15^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 大气压力：80kPa~110kPa。

检测要求：用于 SF_6 气体绝缘电力设备的超声波局部放电检测仪，其试验罐体应选用密封金属容器，充以表压 0.4MPa 的 SF_6 气体，超声波传感器正对放电源，且与被测传感器安装位置间距离不小于 10cm。放电模型可以参照图 5 设置，尖端放电模型采用针板模型，高压端为尖端电极，低压端为平板电极，绝缘介质为 SF_6 气体。放电模型最小放电量均应不小于 100pC（符合脉冲电流法局部放电的测量依据 GB/T 7354 相关要求）。

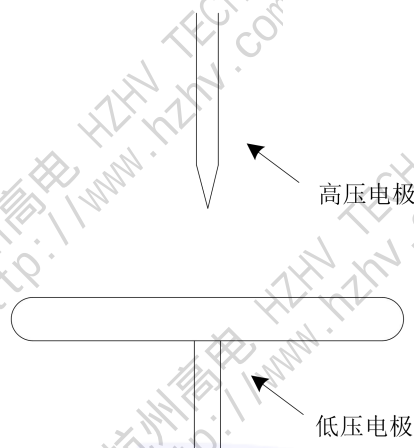


图 5 SF6 气体绝缘设备超声波局部放电缺陷模型

用于充油电力设备的超声波局部放电检测仪，其试验罐体应选用密封容器，充以绝缘油，传感器安装位置应为金属材质，超声波传感器正对放电源，且与被测传感器安装位置间距离不小于 10cm。放电模型可以参照图 6 设置，电晕放电模型采用针板模型，高压端为尖端电极，低压端为平板电极。放电模型最小放电量均应不小于 100pC（符合脉冲电流法局部放电的测量依据 GB/T 7354 相关要求）。

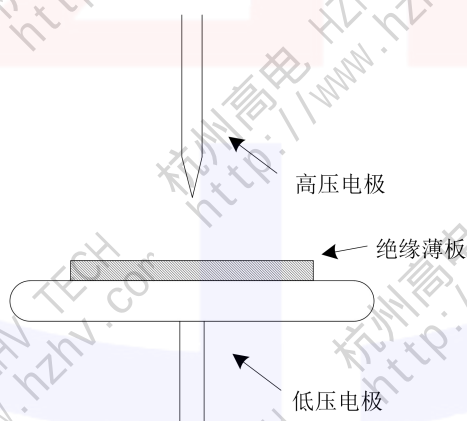


图 6 充油绝缘设备超声波局部放电缺陷模型

非接触式超声波局部放电检测仪，其试验罐体应选择金属柜体，柜体表面留有测量缝隙或孔洞。超声波传感器正对放电源，且与被测传感器安装位置间距离不小于 10cm。放电模型可以参照图 7 设置，电晕放电模型采用针板模型，高压端为尖端电极，低压端为平板电极。放电模型最小放电量均应不小于 100pC（符合脉冲电流法局部放

电的测量依据 GB/T 7354 相关要求)。

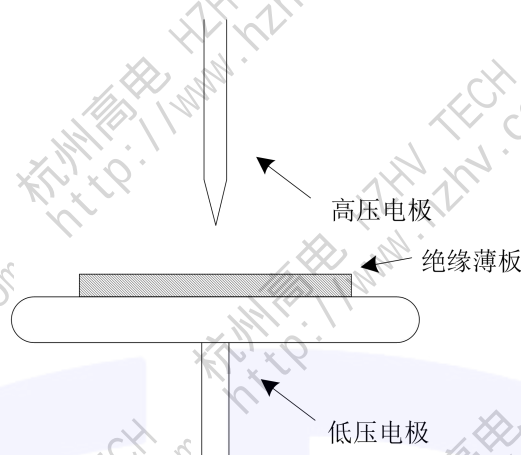


图7 开关柜超声波局部放电缺陷模型

试验时，施加适当的试验电压 U ，产生一定的局部放电，放电量不大于 100pC。同时记录超声波局部放电检测仪和局部放电仪的测量结果。脉冲电流法局部放电的测量依据 GB/T 7354 相关要求进行。

超声波局部放电检测仪的有效检测结果应大于背景值的 2 倍。

检测步骤：

- 1、在设备内部设置放电缺陷。
- 2、逐步提升试验系统电压，使设备产生持续的放电信号，放电量控制在 100pC 左右。
- 3、采用被测设备对加压设备进行测量，记录测试结果，发现异常进行分析（高级功能）。
- 4、依据测试结果评判仪器的监测性能、定位功能、图谱功能等。

附件 6

暂态地电压局部放电检测仪专项性能检测技术方案

一、检测依据

GB 2900.20-1994《电工术语 高压开关设备》

国家电网公司《电力设备带电检测技术规范》（试行）

二、测试项目及功能要求

1、仪器特性参数测试

(1) 工作频带测试：该参数表征仪器的工作频带，要求下限截止频率 f 不大于 3MHz，上限截止频率 f 不小于 60MHz。

(2) 信号强度线性度测试：反应随外施信号强度线性变化，仪器结果的响应特性，要求线性度不大于 2dB。

(3) 稳定性试验：表征仪器测试结果的稳定性。局部放电检测仪连续工作 30min，施加恒定幅值和频率的正弦信号，其响应值的变化应不超过 $\pm 2\text{dBmV}$ 。

(4) 放电源定位性能测试：表征仪器对局部放电定位性能，要求定位性能：等效空间距离不大于 60cm。

(5) 脉冲计数性能测试：表征检测各设备的测试脉冲数是否有效、可用，计数周期为 100 个工频周波（2s）。当输出信号的脉冲数有变化时，观察各设备的脉冲数趋势和准确度是否正确。要求脉冲计数误差应不大于 $\pm 10\%$ 。

2、仪器功能性与有效性验证试验

(1) 功能性验证试验

1) 基本功能

a) 能够实现暂态地电压局部放电的测量，并显示 TEV 信号强度；应具有幅值实时显示功能，单位为 dB 或 dBmV；

b) 应具有增益调节功能，并在仪器上直观显示目前增益大小；具有检测门限调节功能，实现对干扰信号的排除；

c) 具备报警阈值设置功能及告警功能；

2) 高级功能

a) 能够实现暂态地电压局部放电的测量，并显示 TEV 信号强度；应具有幅值实时显示功能，单位为 dB 或 dBmV；

b) 应具有增益调节功能，并在仪器上直观显示目前增益大小；具有检测门限调节功能，实现对干扰信号的排除；

c) 具备报警阈值设置功能及告警功能；

d) 应具有定位功能，使用时间差定位技术定位局部放电在所测平面上的具体位置；

e) 应具有脉冲计数功能，可以显示 2s 脉冲数、每个工频周期脉冲数；

f) 应具有图谱显示功能，显示脉冲信号在工频 0~360° 相位的分布情况；

g) 应具有测试信息管理功能，应可以输入测试信息，包括测试人员、测试变电站名称、开关柜编号、电压等级等，并且能够对测试信息进行编辑和导出。

(2) 局部放电检测有效性验证试验

开关柜设备内真型放电缺陷检测试验，要求能够检测到该缺陷，并给出正确的检测结果。

3、 基本功能仪器要求

a) 能实现暂态地电压局部放电的测量，测出开关柜内放电缺陷；

b) 能够依据实际放电强度大小和预警阈值设置情况，正确的进行预警或告警。

4、 高级功能

a) 能实现暂态地电压局部放电的测量，测出开关柜内放电缺陷；

b) 能够依据实际放电强度大小和预警阈值设置情况，正确的进行预警或告警；

c) 应具有定位功能，能将放电源位置具体定位在哪面开关柜内；

d) 应具有图谱显示功能，显示脉冲信号在工频 $0\sim 360^\circ$ 相位的分布情况。

三、 试验方法

针对上节提出的检测项目，一一对应具体说明试验方法。

1、 仪器特性参数测试

(1) 工作频带测试

测试接线图如图 1 所示。将正弦信号发生器输出信号幅值调至适当大小并维持不变，在局放仪说明书中给出的上下截止频率之间改变正弦波的频率，找出待测仪器输出信号基本恒定区域中的峰值频率 f_c ，以此作为基准频率。（原理图）

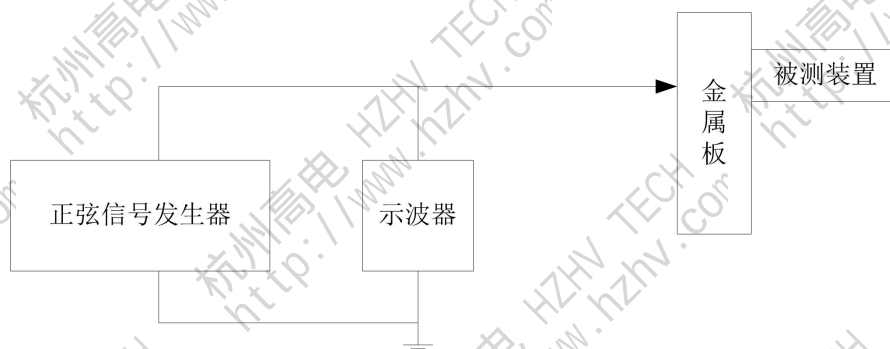


图 1 工作频带测试接线图

降低正弦波信号的频率，并保证其电压幅值不变，找出被测仪器归一化输出降到 0.707 时的频率点（-3dB 点），此点即为实测的下限截止频率。升高正弦波信号的频率，同法找出实测的上限截止频率。

具体测试方法：依据仪器说明书或技术条件中给出的工作频带进行检测，以检测仪器工作频宽：1~80MHz 为例进行说明。如图 2 所示，实验时信号发生器输出不同频率不同 VP-P 的正弦波信号后直接连接到测试金属板，然后将检测设备的传感器直接放置在金属板上进行测试并读取各设备的测试值，接线方式如图 2。

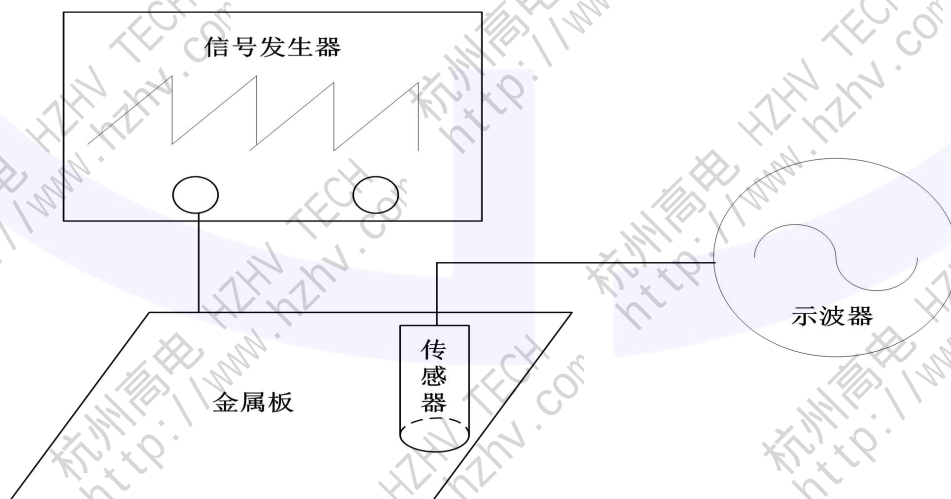


图 2 现场测试仪器接线图

具体实验用的实验设备信息，如表 1 所示。

表 1 测试需要用到相关设备

序号	设备名称	型号、规格
1	正弦信号发生器	输出正弦波频率 0 MHz~120 MHz，输出电压峰值 0V~5 V。
2	脉冲信号发生器	脉冲重复频率应包括 0 MHz~50 MHz，极性能正负变换，脉冲波形上升时间 t_r 应不大于 0.1 μ s，下降时间 t_f 应不小于 100 μ s，输出脉冲电压峰值在 0mV~5 V 区间可调。
3	金属板（频带、线性度、稳定性、脉冲计数）	不锈钢板，长 400 mm，宽 400 mm，厚 3 mm。实验测试时不接地

测试 1（500mV）：将信号发生器输出的正弦信号的 VP-P 固定为 500mV，频率按照调节步长为 1MHz，从 3MHz 依次增加到 80MHz，每次调节的过程分别测得检测设备的幅值情况，并绘制设备的幅频特性曲线图。

测试 2（1000mV）：将信号发生器输出的正弦信号的 VP-P 固定为 1000mV，频率按照调节步长为 1MHz，从 3MHz 依次增加到 80MHz，每次调节的过程分别测得检测设备的幅值情况，并绘制设备的幅频特性曲线图。

（2）信号线性度测试

测试接线图如图 3 所示。测试时设置信号发生器输出固定频率正弦信号，调节信号幅值使局放仪输出满刻度，记下高频信号发生器峰值电压 U 和局放仪满度值 A ；依次降低信号幅值至 λU ， $\lambda=0.8、0.6、0.4、0.2$ ，记下局放仪输出的相应示值 $A\lambda$ 。各测量点的非线性误差按式（2）计算：

$$\varepsilon_l = \frac{A_l - \lambda A}{\lambda A} \times 100\% \quad (2)$$

线性度误差应不大于 $\pm 10\%$ 。测试接线如图 2 所示。

测试 1（3MHz）：信号发生器输出的正弦信号频率固定为 3MHz，VP-P 按照调节步长为 50mV，从 50mV 依次增加到 5000mV，每次调节的过程分别测得检测设备幅值情况，并绘制设备检测幅值曲线图。

测试 2（30MHz）：信号发生器输出正弦信号频率固定为 30MHz，VP-P 按照调节步长为 50mV，从 50mV 依次增加到 5000mV，每次调节过程分别测得检测设备的幅值情况，并绘制检测幅值曲线图。

测试 3（60MHz）：信号发生器输出的正弦信号频率固定为 60MHz，VP-P 按照调节步长为 50mV，从 50mV 依次增加到 5000mV，每次调节的过程分别测得检测设备的幅值情况，并绘制设备的检测幅值曲线图。

（3）稳定性试验

测试接线图如图 2 所示。将暂态地电压局部放电检测仪开机连续工作 30min，注入恒定幅值、频率的正弦信号（35 dBmV、40 MHz），记录刚开机和连续工作 30min 后的响应值，其响应值的变化应不超过 $\pm 2\text{dBmV}$ 。

（4）放电源定位性能测试

测试接线图如图 3 所示。利用标准校准脉冲发生器来模拟局部放电产生的脉冲信号。测试时设置校准脉冲发生器输出 10pC、100pC 的脉冲信号，然后加载到长 2000 mm，宽 150 mm，厚 2 mm 不锈钢板的中心处，将被测装置的两个传感器均贴在金属板表面，分别在信号施加位置的两边距离 20cm 和 50cm 的位置进行测试。根据被测装

置使用说明操作测试地电波定位功能，观察离放电点更近的传感器是否先触发，且当两个传感器离放电点距离一样时，是否同时触发。

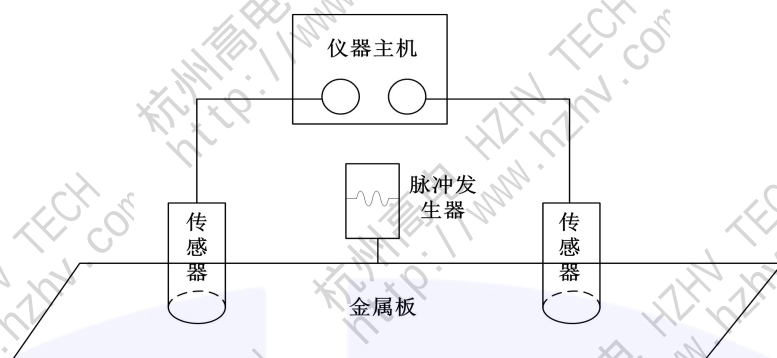


图 3 定位功能测试接线图

测试时在距离信号位置的两边距离 20cm 和 50cm 的位置进行 20 次测量后求各设备的定位准确率。

(5) 脉冲计数性能测试

检测各设备的测试脉冲数是否准确，计数周期为 100 个工频周波 (2s)。当输出信号的脉冲数有变化时，观察各设备的脉冲数趋势和准确度是否正确。

具体测试方法：使用信号发生器输出指数上升沿脉冲信号，并加载到金属板上。在 10-60000Hz 的范围内改变输出信号频率大小，记录各设备的 2s 脉冲数读数，对脉冲数进行测评。

2、仪器功能性与有效性验证试验方法

(1) 功能性验证试验

依据送检暂态地电压局放测试仪的类别，选择进行基本功能和高级功能的验证。

四、基本功能验证项目

a) TEV 信号的测量功能；

b) 增益动态范围调节和检测门限调节功能；

c) 报警阈值设置功能及告警功能。

五、高级功能

a) 检验定位功能；

b) 检验脉冲计数功能；

c) 检验图谱显示功能；

d) 检验测试信息管理功能。

(2) 有效性验证试验方法

1、在 10kV 开关柜设备内部设置电晕放电缺陷，缺陷设置结构、尺寸见图 4 示。

2、逐步提升开关柜试验系统电压，使开关柜内产生持续的放电信号，放电量控制在 100pC 以内。

3、采用暂态地电压仪器分别测量各面开关柜，验证仪器的功能性，记录测试结果，发现异常进行定位和分析（高级功能）。

4、依据测试结果评判仪器的检测性能、定位功能、图谱功能等。

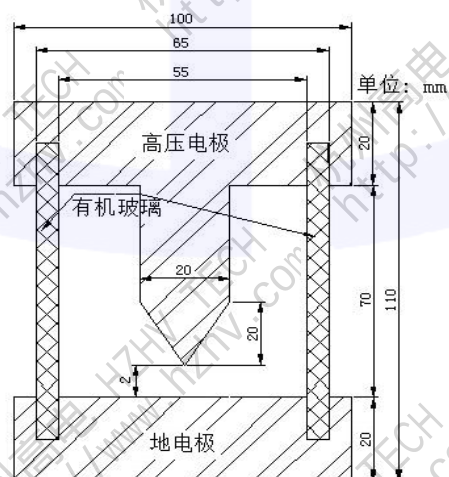


图 4 电晕典型缺陷放电模型示意图

附件 7

电容型设备相对介损检测仪专项性能检测技术方案

一、检测依据

JJG563—2004《高压电容电桥检定规程》

二、试验项目及要求

1、基本误差试验：

将电容、介质损耗带电检测仪器测试损耗因数标准器的电容量值和介质损耗因数值作为该仪器示值，与损耗因数标准器的校准值进行比较，其差值为该仪器电容量、介质损耗因数的绝对误差值。

各试验点的绝对误差值不超出电容、介质损耗测试仪的最大允许误差范围，则判定合格。

2、模拟试验：

模拟试验选用两台220kV电流互感器和一台200kV标准电容器施加运行电压，两台电流互感器之间使用的连接线和连接方式，应与实际运行情况下相同。电容、介质损耗带电检测仪测量结果的标准偏差应不大于2%。

3、测量重复性试验：

在模拟试验的条件下，对试验点介质损耗因数测试完毕，将电容、介质损耗带电检测仪器关闭、重新接线，连续进行5次介质损耗因数测试，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的1/10。

三、试验方法

1、基本误差试验：

电容、介质损耗带电检测仪器的电容比率基本误差使用电容量具

（或交流电阻量具）整体检定，介质损耗因数基本误差使用工频损耗因数量具整体检定。

电容量具提供的电容比率不确定度（ $p=95\%$ ）和工频损耗因数量具提供的损耗因数不确定度（ $p=95\%$ ）不得大于被检介质损耗测试仪允许误差的 $1/3$ 。

检测场所的布置应使电容、介质损耗带电检测仪器与高压引线的距离大于 $\sqrt{U}$ m，与电流母线的距离大于 $\sqrt{I}$ m，其中， U 的单位为 kV， I 的单位为 A。

因外界磁场影响引起的误差，不应超过电容、介质损耗带电检测仪器允许误差的 $1/10$ 。或者当改变试验电源极性时，前后两次示值之差，不超过电容、介质损耗测试仪在这一点允许误差的 $1/5$ 。

电容、介质损耗带电检测仪器检测时环境条件满足以下范围：

电源频率：50 Hz $\pm$ 0.2 Hz

环境温度：（20 $\pm$ 5） $^{\circ}\text{C}$

环境湿度：35% RH $\sim$ 65% RH

检测前，电容、介质损耗带电检测仪器与检定装置在满足试验的环境条件下存放 24h 以上。

使用损耗因数标准器对电容、介质损耗测试仪进行整体检测。

电容、介质损耗带电检测仪器电容量和损耗因数的示值误差允许范围以两项之和的绝对误差表示，即

$$\Delta = \pm (a\% \text{读数} + b) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{或 } \Delta = \pm (a\% \text{读数} + n \text{ 字}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

a ——与读数有关的误差系数；

b——固定误差值，电容量单位为 pF，损耗因数单位为 1；
n——固定项误差（n 倍的分辨力），电容量单位为 pF，损耗因数单位为 1。

a、b、n 数值由制造厂给出。

电容、介质损耗带电检测仪器电容量和损耗因数测量准确度等级为 0.5 级、1 级、2 级、5 级、10 级。

表 1 准确度等级及允许误差

准确度等级	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0
允许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 2.0\%$	$\pm 5.0\%$	$\pm 10.0\%$

2、模拟试验：

在实验室条件下，分别对两台 220kV 电流互感器和一台 200kV 标准电容器施加运行电压。

比对用高压介损仪参数如下：

电容量最大允许误差： $\pm (0.2\% \times \text{读数} + 1\text{pF})$

介质损耗因数最大允许误差： $\pm (0.2\% \times \text{读数} + 0.0004)$

200kV 高压标准电容器参数：

电容量标称值 100.25pF， $U=0.1\text{pF}$ （ $k=2$ ）

介质损耗因数标称值 $D \leq 0.00001$ ， $U=5 \times 10^{-6}$ （ $k=2$ ）。

使用比对用高压介损仪测量模拟电流互感器的电容量、介质损耗因数，使用 0.2 级交流毫安表测量泄漏电流。在相同条件下，以 200kV 标准电容器为基准，使用电容、介质损耗带电检测仪器测量泄漏电流、相对介损及电容量。测量结果的标准偏差应不大于 2%。

3、测量重复性试验：

在模拟试验的条件下，对试验点介质损耗因数测试完毕，将电容、介质损耗带电检测仪器关闭、重新接线，连续进行5次介质损耗因数测试，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的1/10。

标准偏差公式如下：

$$S(X_k) = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (3)$$

附件 8

避雷器泄漏电流检测仪专项性能检测技术方案

一、检测依据

DL/T 987-2005 《氧化锌避雷器阻性电流测试仪通用技术条件》

二、试验项目和要求

所有误差试验均应在标称放电电流耐受试验前后进行。避雷器带电检测仪器的测试原理主要有谐波分析法和补偿法两种，接线方式分单相和三相测量两种。避雷器带电检测仪器用于测量氧化锌避雷器及运行中的氧化锌避雷器的全泄漏电流 (I_0) 和阻性泄漏电流 (I_R) 等参数。

避雷器带电检测仪器阻性电流测试系统的示值误差允许范围以两项之和的绝对误差表示，即

$$\Delta = \pm (a\%X_x + b\%X_m) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{或} \Delta = \pm (a\%X_x + n \text{ 字}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

X_x ——被检表示值；

X_m ——被检表的满量程值；

a ——与读数有关的误差系数；

b ——与满量程有关的误差系数；

n ——固定项误差 (n 倍的分辨力)

a 和 b 数值由制造厂给出；制造厂未给出 b 值时，则认为 b 为零。

避雷器带电检测仪器各功能的准确度等级分为：1 级、2 级、3 级、5 级、10 级共 5 个级别，每一个等级所对应的允许误差见表 1。

表 1 准确度等级及允许误差

准确度等级	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0
允许误差	$\pm 1.0\%$	$\pm 2.0\%$	$\pm 3.0\%$	$\pm 5.0\%$	$\pm 10.0\%$
误差系数 (a+b)	≤ 1.0	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 5.0	≤ 10.0

全电流 I_x 的准确度等级分为：1 级、2 级、5 级共 3 个级别。

阻性电流 I_R 的准确度等级分为：1 级、2 级、5 级、10 级共 4 个级别。

参考电压 U 的准确度等级分为：1 级、2 级、3 级共 3 个级别。

有功功率 P_0 的准确度等级分为：1 级、2 级、5 级共 3 个级别。

1. 标称放电电流耐受试验：

避雷器带电检测仪器应能经受标称放电电流冲击，无异常击穿闪络、电火花，试验后应能正常工作。

2. 阻性电流测量误差试验：

标准信号发生器的参考电压输出设置为避雷器带电检测仪器参考电压上限的 1/2，标准信号发生器的容性电流输出设置为避雷器带电检测仪器全电流上限的 1/2。阻性电流测量误差应满足避雷器带电检测仪器设计准确度等级。

3. 全电流测量误差试验：

标准信号发生器的参比电压输出设置为避雷器带电检测仪器参比电压测量上限的 1/2，标准信号发生器的阻性电流输出设置为避雷器带电检测仪器阻性电流测量上限的 1/2，且 I_{pR1}/I_{pR3} 约为 3/1。全电流测量误差应满足避雷器带电检测仪器设计准确度等级。

4. 参比电压测量误差试验：

标准信号源的 I_{pC1} 、 I_{pR1} 和 I_{pR3} 电流输出设置为零，电压输出为正

弦波，改变 I_m 的设置，使其分别为避雷器带电检测仪器参比电压测量上限值的 20%、40%、60%、80%、100%。参比电压测量误差应满足避雷器带电检测仪器设计准确度等级。

5. 有功功率测量误差试验：

标准信号源的 I_{pC1} 、 I_{pR1} 和 I_{pR3} 电流输出设置为零，电压输出为正弦波，改变 I_m 的设置，使其分别为避雷器带电检测仪器参比电压测量上限值的 20%、40%、60%、80%、100%。

标准信号源的 I_{C3} 和 I_{R3} 设置为零，输出正弦波，输出电压和 I_C 设置接近上限值，改变 I_R 的值，使其分别为上限的 20%、40%、60%、80%、100%。5、有功功率测量误差应满足避雷器带电检测仪器设计准确度等级。

6. 测量重复性试验：

(1) 阻性电流峰值：参比电压设置为 50.000V，容性电流输出设置为 5.000mA，保持阻性基波电流和阻性三次谐波电流之比 I_{pR1}/I_{pR3} 为 3/1，阻性电流峰值 0.500mA，连续测量 5 次，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的 1/10。

(2) 全电流有效值：参比电压设置为 50.000V，阻性基波电流 I_{pR1} 设置为 1.000mA，阻性三次谐波电流 I_{pR3} 设置 0.333 mA，保持 I_{pR1}/I_{pR3} 为 3/1，全电流有效值 2.000mA，连续测量 5 次，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的 1/10。

(3) 参比电压有效值：参比电压有效值 100V，连续测量 5 次，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的 1/10。

(4) 有功功率：标准信号源的 I_{pC1} 、 I_{pR1} 和 I_{pR3} 电流输出设置为零，电压输出为正弦波，参比电压有效值 100V，标准信号源的 I_{C3} 和 I_{R3} 设置

为零，输出正弦波， I_c 设置接近上限值，阻性电流峰值 0.5mA，连续测量 5 次，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的 1/10。

7. 模拟试验：

在实验室模拟避雷器现场运行工况，模拟避雷器阻性电流值为 200 μ A、300 μ A，在避雷器带电检测仪器自补偿条件下，测试模拟避雷器阻性电流值，与该避雷器带电检测仪器在外补偿条件下的测试值进行比较。两种方法测量示值偏差应不超过 $\pm 10\%$ 。

三、试验方法

1. 试验条件：

实验室应确保其环境条件不会使结果无效，或对所要求的测量质量产生不良影响。实验室应监测、控制和记录环境条件，将不相容活动的相邻区域进行有效隔离。进行氧化锌避雷器测试仪实验室校验时环境条件满足以下范围：

电源：220 ($1 \pm 5\%$) V，50 ($1 \pm 1\%$) Hz

环境温度：(20 ± 5) $^{\circ}$ C，相对湿度： $\leq 80\%$ RH

避雷器带电检测仪器校验装置，应具备输出标准基波电流、参比电压、相位角、谐波电流分量的能力，装置及软件各参数的准确度应优于被测试仪器相应参数准确度的 1/5。校验装置在校验有效期内。

表 2 避雷器带电检测仪器校验装置技术指标

参数	测量范围	最大允许误差
电流	0.2mA-10mA	$\pm (0.2\% \text{ 读数} + 2 \mu\text{A})$
电压	20V-100V	$\pm 0.2\%$
相位角	$0^{\circ} - 90^{\circ}$	$\pm 0.1^{\circ}$
谐波电流 (3 次-15 次)	0.2mA-10mA	$\pm (0.2\% \text{ 读数} + 2 \mu\text{A})$

2. 标称放电电流耐受试验：

使用冲击电流发生器输出 $8/20\ \mu\text{s}$ 、 20kA 的冲击电流，10 次。避雷器带电检测仪器应能经受标称放电电流冲击，无异常击穿闪络、电火花，试验后应能正常工作。

3. 阻性电流测量误差试验：

标准信号发生器的参考电压输出设置为避雷器带电检测仪器参考电压上限的 $1/2$ ，标准信号发生器的容性电流输出设置为避雷器带电检测仪器全电流上限的 $1/2$ 。保持 $I_{\text{pR1}}/I_{\text{pR3}}$ 约为 $3/1$ ，改变 I_{pR1} 和 I_{pR3} 的幅值大小，使得标准信号源输出的阻性电流分别为避雷器带电检测仪器的阻性电流上限的 20% 、 40% 、 60% 、 80% 、 100% ，如上述试验点未包含 $50\mu\text{A}$ 、 $100\mu\text{A}$ 、 $500\mu\text{A}$ 和 1mA 时，还应增加 $50\mu\text{A}$ （最大允许误差 $\pm 20\%$ ）、 $100\mu\text{A}$ 、 $500\mu\text{A}$ 和 1mA 检验点。

4. 全电流测量误差试验：

标准信号发生器的参比电压输出设置为避雷器带电检测仪器参比电压测量上限的 $1/2$ ，标准信号发生器的阻性电流输出设置为避雷器带电检测仪器阻性电流测量上限的 $1/2$ ，且 $I_{\text{pR1}}/I_{\text{pR3}}$ 约为 $3/1$ 。改变 I_{pC1} 的幅值大小，使得标准信号发生器输出的全电流分别为避雷器带电检测仪器的全电流上限的 20% 、 40% 、 60% 、 80% 、 100% 。如上述试验点未包含 $500\mu\text{A}$ 、 1mA 、 1.5mA 、 2mA 时，还应增加 $500\mu\text{A}$ 、 1mA 、 1.5mA 、 2mA 的检测。

5. 参比电压测量误差试验：

标准信号源的 I_{pC1} 、 I_{pR1} 和 I_{pR3} 电流输出设置为零，电压输出为正弦波，改变 U_{m} 的设置，使其分别为避雷器带电检测仪器参比电压测量上限值的 20% 、 40% 、 60% 、 80% 、 100% 。

6. 有功功率测量误差试验：

标准信号源的 I_{pC1} 、 I_{pR1} 和 I_{pR3} 电流输出设置为零，电压输出为正弦波，改变 U_m 的设置，使其分别为避雷器带电检测仪器参比电压测量上限值的 20%、40%、60%、80%、100%。

标准信号源的 I_{C3} 和 I_{R3} 设置为零，输出正弦波，输出电压和 I_c 设置接近上限值，改变 I_r 的值，使其分别为上限的 20%、40%、60%、80%、100%。

7. 测量重复性试验：

(1) 阻性电流峰值：参比电压设置为 50.000V，容性电流输出设置为 5.000mA，保持阻性基波电流和阻性三次谐波电流之比 I_{pR1}/I_{pR3} 为 3/1，阻性电流峰值 0.500mA，连续测量 5 次，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的 1/10。

标准偏差公式如下：

$$S(X_k) = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (3)$$

$S(X_k)$ ——标准偏差；

n ——测量次数；

x_k ——第 k 次测量值；

$\bar{x}$ —— n 次测量的平均值。

(2) 全电流有效值：参比电压设置为 50.000V，阻性基波电流 I_{pR1} 设置为 1.000mA，阻性三次谐波电流 I_{pR3} 设置 0.333 mA，保持 I_{pR1}/I_{pR3} 为 3/1，全电流有效值 2.000mA，连续测量 5 次，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的 1/10。

(3) 参比电压有效值：参比电压有效值 100V，连续测量 5 次，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的 1/10。

(4) 有功功率：标准信号源的 I_{pC1} 、 I_{pR1} 和 I_{pR3} 电流输出设置为零，电压输出为正弦波，参比电压有效值 100V，标准信号源的 I_{C3} 和 I_{R3} 设置为零，输出正弦波， I_c 设置接近上限值，阻性电流峰值 0.500mA，连续测量 5 次，测量结果的标准偏差应不大于允许误差的 1/10。

8. 模拟试验：

对全电流 0.500mA 的模拟避雷器施加电压使其阻性电流值分别为 200 μ A、300 μ A，在避雷器带电检测仪器自补偿条件下，测试模拟避雷器阻性电流值。在不改变试验回路情况下，使用避雷器带电检测仪器在外补偿条件下测试模拟避雷器阻性电流值。两种方法测量示值偏差应不超过 $\pm 10\%$ 。

附件 9

变压器铁心接地电流检测仪专项性能检测技术方案

一、检测依据

JJG 35-1999《交流数字电流表检定规程》

二、检测项目及要求

1. 基本误差试验（干扰条件下）：

在存在外界磁场干扰下，铁芯接地电流测试仪应能准确测量铁芯接地电流值。铁芯接地电流测试仪各检测点绝对误差或相对误差满足要求，则判定合格。

2. 重复性试验：

在模拟试验的条件下，对试验点连续进行 5 次电流值测试，测量结果的标准偏差应不大于被试铁芯接地电流测试仪允许误差的 1/10。

三、试验方法

1. 试验条件

使用铁芯接地电流测试仪校验装置对铁芯接地电流测试仪进行电流示值误差检定，校验装置的不确定度应优于铁芯接地电流测试仪的不确定度的 1/3。

铁芯接地电流测试仪校验装置技术参数如下：

输出量程：20mA 50mA 200mA 500mA 1A 5A 10A

调节范围：档位×（0~120）%

调节细度：档位×0.002%

稳定度：0.02% / 1min

失真度： $\leq 0.2\%$

测量准确度：0.1%（1A 及以下），0.5%（5A 及以上）

磁场干扰输出：50Gs

高斯计技术参数：（1mT 毫特斯拉=10Gs 高斯）

测量范围：0.1 mT~1500mT

最大允许误差： $\pm 5\%$

2. 基本误差试验：（干扰条件下）

在实验室条件下，在试验回路一侧对一台空心电抗器施加电流，形成干扰磁场。保持被检仪器所处位置的磁场强度为 50Gs（5mT），对铁芯接地电流测试仪进行基本误差试验。选择铁芯接地电流测试仪最小可测量电流值（允许电流偏差 0~30%）、最大可测量电流值（允许电流偏差-10%~0）以及 5mA~100mA 范围内的 4 个电流值、100mA~10A 范围内的 4 个电流值，共计 10 个不同的电流值进行检测。也可以根据检测要求适当增加试验点。

校验装置从低量程到高量程测试铁芯接地电流测试仪各量程的电流示值及符号显示，记录校验装置输出电流值 I_r 和被试测试仪读数 I_t ，与校验装置输出值进行比较，计算绝对误差和相对误差。

电流示值误差可以用绝对误差和相对误差表示。

$$\Delta I = I_t - I_r \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{或 } \gamma_I = (I_t - I_r) / I_r \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

ΔI —被试测试仪电流示值绝对误差，A；

I_t —被试测试仪电流示值，A；

I_r —标准电流源输出值，A；

γ_I —被试测试仪电流示值相对误差。

表 1 测量误差要求

检测参量	测量范围	测量误差要求
铁心/夹件接地电流	5mA~10A	±3% 或 ±1mA, 测量误差取两者最大值
注：标准读数为校验装置读数。		

3. 测量重复性试验：

在模拟试验的条件下，对试验点连续进行5次电流值测试，测量结果的标准偏差应不大于被试铁芯接地电流测试仪允许误差的1/10。

标准偏差公式如下：

$$S(X_k) = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (3)$$

附件 10

通用检验项目第三方实验室参考名单

序号	实验室名称	能力范围
1.	中国北方车辆研究所测试中心	全部
2.	中国电子科技集团公司第二十三研究所检验中心	全部
3.	上海市计量测试技术研究院	全部
4.	中国电子科技集团公司第二十七研究所计量检测中心	全部
5.	中国电力科学研究院	全部
6.	中国家用电器研究院	全部
7.	国家无线电监测中心检测中心	全部
8.	中国家用电器研究院校准实验室	全部
9.	中国铁道科学研究院高速铁路系统试验国家工程实验室	全部
10.	国网电力科学研究院实验验证中心	全部
11.	中国测试技术研究院	全部
12.	中国电信集团广东省电信公司艾特实验室	全部
13.	中国电子科技集团公司第七研究所凯尔实验室	全部
14.	中国电子科技集团公司第三十八研究所计量测试中心	全部
15.	中国电子科技集团公司第十研究所天奥校准/检测实验室	全部
16.	中国电子科技集团公司第五十四研究所通信导航设备实验室	全部

注：此表仅供参考，仪器供应商可自行选择满足本方案要求的第三方实验室进行送检。

附件 11

电力设备带电检测仪器性能检测报名表

仪器供应商				
样品名称				
样品的来源 和特性描述	制造商		到样时间	
	规格型号		出厂编号	
	样品数量		包装方式	
	制造时间			
提交的技术文件				
对检验方法和检验项目的其他要求和说明				
仪器供应商信息				
联系人		邮编		
电话		传真		
通信地址				
仪器供应商 签字	(盖章) 年 月 日			