

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 7088 - 1993

局 部 放 电 检 测 仪

1993-10-08 发布

1994-01-01 实施

中华人民共和国机械工业部 发 布

局部放电检测仪

1 主题内容与适用范围

本标准规定了局部放电检测仪的主要技术要求,试验方法和检验规则等。

本标准适用于满足 GB 7354 规定的采用脉冲电流法的局部放电检测仪(以下简称局放仪),也包括带有电子计算机、数字记录仪的局部放电检测系统。

2 引用标准

- GB 7354 局部放电测量
- GB 311 高电压试验技术
- GB 4793 电子测量仪器的安全要求
- GB 6593 电子测量仪器的检验规则
- GB 191 包装贮运图示标志
- 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

3 名词术语

本标准采用名词术语与 GB 7354 的规定一致,下列名词术语仅适用于本标准

3.1 局部放电检测仪 Partial discharge detector

经校准后可以测量视在电荷量 q 的仪器装置,它由测量阻抗,一定带宽的放大器及指示装置等组成,指示装置中,示波器通常是不可缺少的。

3.2 局部放电检测仪的脉冲幅值响应 pulse peak response of partial discharge detector

局部放电检测仪被注入(一般系经过测量阻抗注入)脉冲信号时,其相应的脉冲幅值输出,它可以是在示波屏时基扫描基线上的脉冲高度;也可以是在其它指示装置(脉冲峰值表、数字记录仪等)上对应的读数(以下简称脉冲响应)。

3.3 刻度因数 K Scale factor

与经校准后局部放电检测仪的脉冲响应值相乘,可得到相应的视在电荷量值。

3.4 校准脉冲发生器 Calibrating pulse generator

可产生已知电荷 q_0 的脉冲发生器,它由幅值为 U_0 的脉冲电压发生器串联一个小的已知电容 C_0 (注入电容)构成,此时校准脉冲值等价于一大小为 q_0 的放电量。

$$q_0 = C_0 U_0$$

校准脉冲发生器的波形应符合 GB 7354 中第 5.1.1 条要求。

3.5 测量阻抗 Measuring impedance Z_m

测量阻抗是接收试品产生局部放电时的电流脉冲并将其转换为电压脉冲的装置,对于持续时间短的电流脉冲,测量阻抗上的电压脉冲峰值与试品的视在电荷量 q 成正比,测量阻抗是一个四端网络,它可由一个电阻、一个并联着电容的电阻、一个调谐电路或一个更复杂的滤波器组成。

3.6 上截止频率 f_2 及下截止频率 f_1 Upper cut-off frequency f_2 and lower cut-off frequency f_1

频率 f_2 和 f_1 是这样的频率:在此频率下,对一个恒定的正弦输入电压的响应下降到一定的程度,在宽带放大电路情况下,通常从稳定值下降3db;在窄带放大电路(带宽不大于10 kHz)情况下,从峰值下降6db。

3.7 耦合电容器 C_k Coupling capacitor C_k

耦合电容器是将试品局部放电产生的电流脉冲耦合至测量阻抗的电容器以提高检测灵敏度,其自身局部放电在试验电压下应足够小,残余电感小且谐振频率应不小于 $3f_2$ 。

3.8 调谐电容 C_r Resonance Capacitor C_r

调谐电路类型测量阻抗的输入端上的总电容量,当调谐电容值 C_r 使测量阻抗的谐振频率落在局部放电检测仪放大电路的频带内时,测量时可接近仪器的最高灵敏度。

调谐电容 C_r 由试品电容 C_x 、耦合电容 C_k 、传输电缆的分布电容 C_1 及杂散电容 C_2 等决定,当调谐电容 C_r 主要由试品电容 C_x 及耦合电容 C_k 决定时, C_r 近似为 C_x 与 C_k 的串联值。

$$C_r = C_1 + C_2 + \frac{C_x C_k}{C_x + C_k} \dots\dots\dots (1)$$

3.9 脉冲分辨时间 Pulse resolution time

脉冲分辨时间是两个相继脉冲之间的最小时延,在此时延内由于脉冲重叠所致的幅值误差不大于10%。

脉冲分辨时间与局部放电检测仪的带宽 $(f_2 - f_1)$ 成反比。

3.10 (脉冲响应的)非线性 Non-linearity (of pulse response)

校准后的局部放电检测仪在其有效工作区内脉冲响应的非线性度,它是实测的响应特性与理想直线特性间差异的量度,是刻度因数 K 测量误差的主要因素。

3.11 检测灵敏度 q_s Detectivity q_s

视在电荷量的检测灵敏度 q_s 系指局部放电检测仪在接有试品、耦合电容及测量阻抗的情况下,以一定的信噪比(通常取信噪比 $s/n=2$)所能检测到的除去外界干扰的最小放电电荷值。

3.12 时间窗装置或门单元 Time window unit or gate unit

是使局部放电检测仪的脉冲响应在试验电压周期内的某些相位区间内被选通的装置,其用途在于可抑制固定相位干扰对局部放电测量的影响。

3.13 脉冲峰值表 Pulse peak meter

局部放电检测仪中专门用以指示脉冲响应输出的脉冲峰值的装置,一般它受时间窗装置的控制,它应具有快速响应及一定的峰值保持能力。

3.14 (局部放电测量用)双脉冲发生器 Double pulse generator (for partial discharge measurement)

注入局部放电检测仪时可产生时延 Δt 可调节的两个相同的响应脉冲,调节时延 Δt 可观察两脉冲的交叠状况。双脉冲发生器的脉冲波上升沿及持续时间均应符合GB 7354中5.1.1条要求。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 局部放电检测仪应按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

4.1.2 局放仪的额定使用条件如表1所示。在该条件下,局放仪应能正常工作。

表1 额定使用条件

条 件	范 围
环境温度	5℃~40℃
相对湿度	20%~80%
电源电压	220 V(有效值)±10%
电源频率	50 Hz±3%

注：局放仪应能在 0℃ 温度下短期工作。

4.2 外观质量

4.2.1 局放仪的外壳应无明显缺陷，涂层无起层，剥落，电镀及氧化层良好。

4.2.2 外壳应无锐利的峰口。

4.2.3 面板上各种量与单位的文字符号应符合 GB 3100 及 GB 3101 要求，印刷或刻字要清楚明显，不易被擦掉。

4.3 示波扫描显示特性

4.3.1 示波器扫描基线推荐采用椭圆或正弦波显示。应在技术文件中规定椭圆扫描的旋转方向。椭圆扫描应能显示标志试验电压过零点或峰值点的信号。

4.3.2 其聚焦应能调节到示波屏上时基扫描线及脉冲信号足够清晰可辨，示波屏上迹线宽度应不大于 0.5 mm。

4.3.3 其亮度调节应能使在无强光直射示波屏的情况下，时基扫描线及脉冲信号有足够观察的亮度。

4.4 频带与截止频率

4.4.1 局放仪可以有一个频带或几个可选的频带，仪器面板上应标明其上、下截止频率值或频带范围。

4.4.2 上、下截止频率与其标称值间的误差 E_r 不应超过 $\pm 10\%$ 。

4.5 视在电荷 q 测量的基本误差

4.5.1 非线性误差 E_l

在局放仪的正常工作区间内，在其指示的有效范围中的最大非线性误差不应超过 $\pm 10\%$ 。

4.5.2 正、负脉冲响应的不对称误差 E_s 。

局放仪对幅值相等、极性相反的两个注入校准脉冲的脉冲响应值间的误差不应超过 $\pm 10\%$ 。

4.5.3 量程换档误差 E_r

局放仪放大器增益换档开关的相邻两档间的增益差的实测值与其标称值间的误差不应超过 $\pm 10\%$ 。

4.5.4 低重复率脉冲响应误差 E_d

对于相同幅值的注入脉冲，当脉冲重复率从 1000 Hz 减少到 25 Hz 时，其脉冲响应的变化不应超过 $\pm 10\%$ 。

4.6 脉冲分辨时间

应在有关技术文件中列出脉冲分辨时间及对应的测试频带，除非是窄带仪器，脉冲分辨时间不应超过 100 μs 。多频带的局放仪，应列出最小及最大的脉冲分辨时间。

4.7 检测灵敏度 q_s

必须在有关技术文件中以文字或图表方式列出视在电荷量的检测灵敏度值，并说明其测试条件如测量阻抗的序号或参数、调谐电容量 C_r (或试品电容 C_x 及耦合电容 C_k 值)、测试频带等。

4.8 重复率 n

a. 局放仪面板上应标明重复率 n 的测量量程。

b. 重复率 n 的测量误差 E_n 不得超过 $\pm 10\%$ 。

注：如局放仪没有测量重复率 n 的功能，则本条取消。

4.9 测量阻抗

4.9.1 在技术文件中应标明其最大允许工作电流(有效值)，在该工频电流值下，应能持续 1 h 无损坏。

4.9.2 在技术文件及测量阻抗面板上应标明其调谐电容 C_r 范围(非调谐型测量阻抗除外)。技术文件中应以文字或图表说明与其适配的试品电容 C_x 及耦合电容 C_k 的范围。

4.9.3 应有过电压保护装置，其冲击电压保护水平不应超过 100 V。

4.10 稳定性

局放仪持续工作 8 h 后，对注入恒定幅值的校准脉冲信号的脉冲响应值的变化应不超过 $\pm 10\%$ 。

4.11 安全要求

- 4.11.1 局放仪的安全要求除必须满足本标准规定外，其余皆应符合 GB 4793 规定中 I 类仪器的要求。
- 4.11.2 局放仪应有良好的防止触电的保护：
- 易触及零部件都不应带电；
 - 各操作轴不允许带电；
 - 操作的旋钮、手柄均应由绝缘材料制成；
 - 设计带电体上方的通风孔或其它孔时，应使进入局放仪的悬浮杂物不能与机内带电件接触。
- 4.11.3 局放仪在正常使用时，各部分温升不应超过表 2 的规定值。

表 2

仪 器 的 部 件	允许温升, K
外壳表面	35
金属旋钮, 手柄等	20
非金属旋钮, 手柄等	30
电源变压器绕组:	
E 级	75
B 级	80
F 级	100

注：① 温升限值以环境温度为 40℃ 作基准。

② 绕组温升用电阻法测量，其余用温度计法测量。

- 4.11.4 局放仪电源的任一极流向仪器可触及表面的泄漏电流不能大于 5 mA。
- 4.11.5 局放仪应能承受在正常使用中可能出现的潮湿，经受 48 h 的潮湿试验后，仪器的安全性不受破坏。
- 4.11.6 绝缘电阻及介质强度
- 4.11.6.1 局放仪的电源初级电路与机壳间的绝缘电阻应不小于 2 MΩ。
- 4.11.6.2 局放仪的电源初级电路与机壳间应能承受频率 50 Hz、波形为实际正弦波、电压为 1500 V 的试验电压 1 min 而不发生击穿或闪络，试验后局放仪应能正常工作。
- 4.11.7 接地保护
- 局放仪应当具有与机壳可靠联结的单独的接地端子，并符合以下要求
- 接地端子应依靠螺纹旋紧与机外接地线连接；
 - 接地端子的有效金属截面积应不小于 10 mm²；
 - 接地端子应不会产生它与任何其它金属接触的腐蚀；
 - 接地端子与要求联接在其上的金属间电阻应不大于 0.5 Ω；
 - 接地标志应靠近接地端子，不可置于可拆卸零件上。
- 4.11.8 局放仪的内部结构，电路联接应符合以下要求：
- 防止因导线，螺钉等意外松动引起短路；
 - 承受机械应力的导线连接点的强度应不能只靠焊接；
 - 固定后盖，底板等的螺钉长度不能使可触及零件与带电零件间的爬电距离及电气间隙减小到规定值以下；
 - 内部连接用塑胶线应符合 GB 5013；
 - 各部件间爬电距离和电气间隙应符合 GB 4793 第 9.5.4 条的规定。
- 4.11.9 与电网电源直接联接的部件应符合以下要求：
- 局放仪上的电源插座应符合相应标准；
 - 联接局放仪与电网电源的软线必须选用符合 GB 5023.3 要求，其芯线截面不小于 0.75 mm²，其中一芯黄绿双色线只许接到接地插头上，软线的长度应不短于 2500 mm；

c. 联接电网电源的插头的型式应符合 GB 11919; 联接局放仪的插头的型式应符合相应标准。

4.12 机械强度

局放仪应具有足够的机械强度, 零部件的紧固及电气连接必须安全、可靠, 内部布线方式不应损害其绝缘, 并在正常使用时维持不变, 局放仪应能承受下列试验:

- a. 跌落试验;
- b. 冲击锤试验。

试验后, 仪器应经受第 4.11.6 条的耐电压试验, 带电零件不应成为可触及零件, 外壳不应有明显裂缝, 绝缘不应受损伤, 松动或脱落。

4.13 其它

电源功耗, 外形尺寸(宽×高×深)以及重量等均应在有关技术文件上予以说明。

5 试验方法

5.1 试验环境条件

必须在表 3 规定的试验环境条件下测试局放仪的各项性能特性。

表 3 试验环境条件

条 件	基 准 值	允 许 偏 差
环境温度	23℃	±5℃
相对湿度	<80%	—
大气压强	(860—1080)mbar	—
电源电压	220 V(有效值)	±5%
电源频率	50 Hz	±1%
波形失真	正 弦 波	失真系数 $\beta=0.05$
外电磁场干扰	应 避 免	—
通 风	良 好	—

注: β 为其失真系数。即交流供电电压波形的失真应保持在 $(1+\beta)A\sin\omega t$ 所形成的包络之内。

5.2 试验的准备

5.2.1 局放仪在接通电源前, 应在表 3 规定的条件下放置 2 h 以上。

5.2.2 通电后, 按规定的预热时间进行预热。

5.3 外观质量的检验

用目测和手试法。

试验结果应符合第 4.2 条。

5.4 示波扫描显示特性的检验

调整相应控制旋钮后, 以目测检查。

试验结果应符合第 4.3 条。

如是椭圆扫描, 用以下办法检查过零标志或峰值标志: 用人工放电针一球作试品, 针接高压、球接地, 试验电压升到起始放电电压、出现第一个放电脉冲时, 其产生的相位应当在负半周的峰值点处(270°)。

5.5 频带与截止频率的测试

5.5.1 测试线路如图 1 所示, 所采用的测试仪器应符合以下要求:

- a. 音(高)频信号发生器频率范围应能覆盖被检局放仪的最大频带范围并向两端延伸一倍以上;
- b. 音(高)频电压表的最大误差不得大于±2%;
- c. 频率计最大误差不得大于±1%。

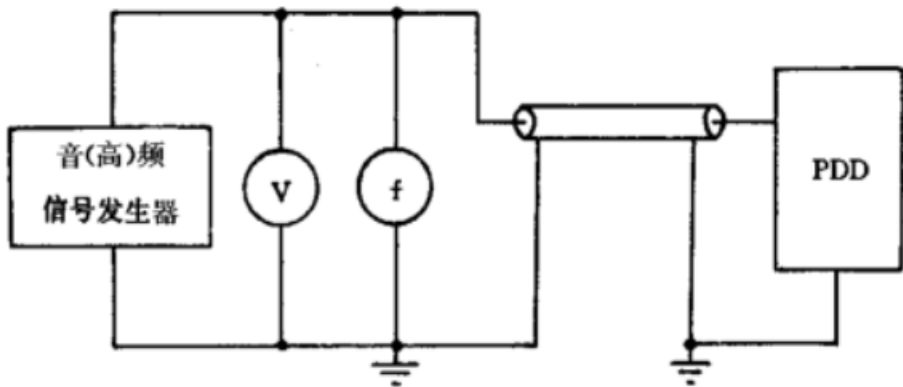


图 1 频带与截止频率测试线路接线图
PDD—被测局放仪主机；V—音(高)频电压表；f—频率计

5.5.2 试验步骤

- a. 按图 1 将音(高)频电压输出送至局放仪放大器入口；
- b. 如被测局放仪有多个频带，试验所取频带应包括局放仪上、下载止频率的各个值；
- c. 被测局放仪的增益粗调档置于某一中间档上；
- d. 由被测局放仪所测频带的上、下载止频率标称值 f_{2c} 与 f_{1c} 计算其中心频率 f_0
$$f_0 = \sqrt{f_{2c} \times f_{1c}} \dots\dots\dots (2)$$
- e. 被测局放仪放大器入口输入频率为 f_0 的正弦电压，注入电压大小应使局放仪的示波器上响应不致饱和；
- f. 记录此时局放仪的输出(示波屏上输出高度或其它输出装置读数)，并将此输出值归一化为 1；
- g. 在保持输入电压值不变，放大器增益也不变的条件下，将信号发生器频率逐步减小，并记录局放仪的输出(归一化读数)，一直到局放仪的输出归一化值降至 0.707 时(衰减 3db 点)，此时的频率即为实测下载止频率 f_1 ，反之，频率从 f_0 增大至输出的归一化值降至 0.707 时的频率点即为实测上截止频率 f_2 ，对于窄频带放大器，以输出归一化值降至 0.501(衰减 6db 点)的频率作为截止频率，记录填入表 4 中。

表 4

频率(kHz)			f_{1c}			f_0			f_{2c}		
输出(归一化)						1					

表中： f_{1c} ——下载止频率的名义值；
 f_{2c} ——上截止频率的名义值。

注：表 4 内测量点数视频带宽窄而增减。

5.5.3 上、下载止频率的误差计算。

上、下载止频率与其标称值间的误差按式(3)计算

$$E_f = \frac{f - f_c}{f_c} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中： f_c ——上或下载止频率标称值；
 f ——上或下载止频率实测值。

此项误差应满足 4.4.2 条。

5.6 非线性误差的测试

5.6.1 试验接线如图 2 所示

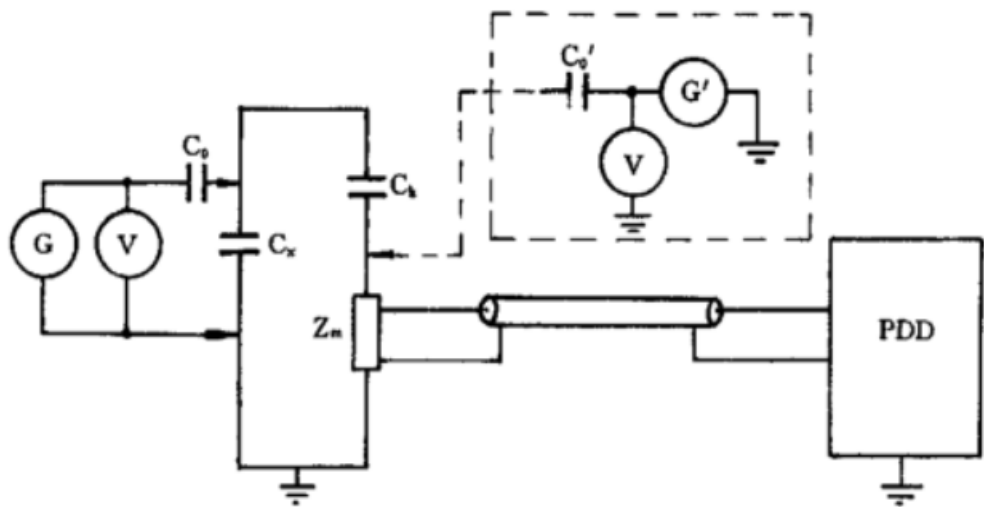


图 2 非线性误差试验接线图

G—校准脉冲发生器，幅值最大误差不大于±2%； Z_m—测量阻抗；

V—示波器或脉冲峰值表，最大误差不大于±2%； PDD—被测局放仪。

令 $C_x = C_k^{1/2}$ ，并使 $C_x/2$ 处于该测量阻抗 Z_m 的调谐电容范围的中心附近，允许使用无线电技术用的小体积电容器作为 C_x 和 C_k ，但残余电感要小。

C_0 按 $10\text{pF} \leq C_0 < 0.1C_x$ 选取。

回路中接线应尽可能短。

如果校准脉冲发生器 G 从 C_x 两端注入时的脉冲响应幅度不足，可以采用图 2 中虚线框所示的方式，即校准脉冲发生器 G' 经 C_0' 从检测阻抗 Z_m 的两端注入的方式， C_0' 的选择同 C_0 。

注：1) 如制造厂技术文件上对 C_x 及 C_k 有特殊规定，试验时采用其规定值。

5.6.2 试验步骤

- a. 被试局放仪的放大器增益粗调置于某一中间档，如有多频带可选，置于某中间频带；
- b. 调整校准脉冲发生器的幅值 U_0 ，并配合放大器增益细调装置，使脉冲响应(示波屏上脉冲高度或峰值表读数等)为满量程，其读数为 A_f ，记下此时注入脉冲幅值 U_0 值；
- c. 将注入脉冲幅值 U_0 按线性规律减小，其衰减比率为 ζ ，从 ζ 为 1 降至 0.2 取不少于 5 个测量点，记下被测局放仪的对应输出读数 A ，将测量结果填入表 5 中。

表 5 非线性误差试验表格格式例

注入脉冲比率 ζ	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
脉冲响应读数 A									A_f
非线性误差 E_1									

5.6.3 非线性误差 E_1 的计算

以注入脉冲的衰减比率 ζ 乘以满量程读数 A_f 作为标准值，故非线性误差 E_1 按式(4)计算：

$$E_1 = \frac{A - \zeta A_f}{\zeta A_f} \times 100\% \quad \text{..... (4)}$$

计算每个测量点的 E ，其最大值应满足 4.5.1 条。

5.7 正、负脉冲响应的不对称性误差和量程换档误差的测试。

5.7.1 试验线路如图 2 所示，但采用的校准脉冲发生器 G 或 G' 须能与电源同步，即重复率为 100 Hz 且

每周期产生幅值相同的一个正脉冲与一个负脉冲如局放仪有时间窗及峰值表装置,应能通过调节时间窗分别获得正、负脉冲相应读数。

校准脉冲发生器 G 或 G' 的幅值一般应有不小于 80 dB 的调节范围,其最大幅值一般应不小于 100 V (以能覆盖被试局放仪的全部量程为原则)。

C_x 、 C_k 及 C_0 的要求同 5.6.1 条。

允许采用图 2 虚线框所示注入方式,以便对局放仪多个量程进行试验。

5.7.2 试验的准备状态

a. 如局放仪有多频带可选,所取频带应覆盖其上、下载止频率的各个值,但在出厂试验时,对测试量程换档误差,可取一中间频带;

b. 放大器增益细调装置处于接近最小位置;

c. 如局放仪配有多个测量阻抗,在未指定的情况下,可选其中一中间序号的测量阻抗进行本试验。

5.7.3 试验步骤

a. 将增益粗调开关置于增益最高档上,注入校准脉冲 U_0 ,略调增益细调装置使脉冲响应(示波屏上脉冲高度或峰值表度数)达到满度,以后试验中,增益细调位置不允许变动;

b. 如被测局放仪没有峰值表,量取示波屏上正、负脉冲高度(从扫描基线上量取,如脉冲有振荡,量最大幅值),并注意脉冲形状和极性,结果填入表 6 中;

c. 如被测局放仪有时间窗与峰值表,则应再读取峰值表上正、负脉冲的响应读数,填入表 6 中;

d. 将放大器增益粗调开关降低一档,然后将校准脉冲幅值 U_0 相应增大,使其脉冲响应仍接近满度,则 U_0 增大的倍数就是放大器该两档的档间增益变化实测值,它与标称值间的误差即这两档间的量程换档误差,应满足 4.5.3 条。

也可将 U_0 幅值按档间增益变化的标称值增大,读取脉冲响应值。它与增益低一档的脉冲响应值间的差值就是这两档间的量程换档误差(试验中脉冲响应不允许达到饱和值);

e. 重复 b(或 c)步骤,重复 d 步骤;

f. 重复 e 步骤,直至增益粗调开关的最低档为止。

注:如校准脉冲幅值 U_0 已达最大值,增益低一档试验时可保持此 U_0 值注入校准脉冲,记录其脉冲响应读数 A_1 ,它与增益高一档脉冲响应读数 A_2 的比值 A_2/A_1 即为这两档间增益的变化值,但不计误差。

5.7.4 试验表格和误差计算

5.7.4.1 正、负脉冲响应不对称误差及量程换档误差的试验表格可参照举例的表 6、表 6 中“增益档”栏内 5 档是增益最高档,0 档是最低档,在本例中因已有峰值表读数,故示波屏上的脉冲响应高度可不记录,但试验者在测试中仍须观察其大小和形状,以作参考。

表 6 试验表格例

正、负注入校准脉冲幅值 U_0	增益档	时间窗	脉冲响应 A	
			示波屏上脉冲高度 mm	峰值表读数
10 mV	5	左(+)	20	100
		右(-)	19.5	98
100 mV	4	左(+)	20.5	102
		右(-)	19.5	99
1 V	3	左(+)	20	100
		右(-)	19	95

续表 6

正、负注入校准脉冲幅值 U_0	增益档	时间窗	脉 冲 响 应 A	
			示波屏上脉冲高度 mm	峰值表读数
10 V	2	左(+)	19	95
		右(-)	18.5	93
100 V	1	左(+)	19.5	98
		右(-)	18.5	92
100 V	0	左(+)	约 2	10
		右(-)	约 2	9.5

测试频带: (20~200)kHz

测量阻抗序号: 7 号

5.7.4.2 误差计算

5.7.4.2.1 表 6 中左、右时间窗的脉冲响应读数 $A(+)$ 与 $A(-)$ 之差的相对误差

$$E_s = \frac{2[A(+)-A(-)]}{A(+)+A(-)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

即为正、负脉冲响应的不对称误差。

各增益档的 E_s 都应符合 4.5.2 条(本例中 E_s 最大约 5%, 小于 10%)。

注: 如某增益档的脉冲响应小于 20% 满度时, 该档的正、负脉冲响应不对称误差不计(如本例的 0 档)。

5.7.4.2.2 增益换档误差有两种计算方法:

a. 如相邻两档注入脉冲幅值 U_0 。按档间增益变化倍数变化时, 则此两档脉冲响应的误差即为量程换档误差(取正、负脉冲响应的误差较大者计算相对误差 E_r 时, 分母取此两档脉冲响应读数的平均值)。

在表 6 的测量举例中, 各档注入校准脉冲幅值 U_0 。按档间增益变化十倍(即 20 db)的关系改变, 脉冲响应在相邻两档之间的变化量大约 5%, 故量程换档误差 E_r 可取 5%, 符合第 4.5.3 条。

b. 如换档时按照保持脉冲响应为满度来改变注入脉冲幅值 U_0 。则 U_0 值在相邻档间的变化即为相邻档间增益变化的实测值, 它与档间增益变化的标称值间的相对误差即为量程换档误差 E_r , 取各相邻档间误差之最大者, 应符合第 4.5.3 条。

5.8 低重复率脉冲响应误差试验

5.8.1 试验线路图如图 2 所示, 但校准脉冲发生器 G 须采用占空比约 50% 的方波发生器, 方波频率须能在 (10~1000) Hz 范围调节, 并以频率计(精度不低于 1%)监视。

5.8.2 试验步骤

a. 如被试局放仪有多种频带, 任选一中间频带, 测量阻抗任选一个;

b. 方波发生器的频率先置 500 Hz, 方波注入幅值 U_0 。调节放大器增益使脉冲响应达到满度, 该数为 A_{1000} ;

c. 保持方波幅值 U_0 不变, 降低方波频率至 12.5 Hz, 观察并记录其脉冲响应读数 A_{25} 。

5.8.3 低重复率响应误差的计算

按式(5)计算低重复率响应误差 E_d

$$E_d = \frac{A_{25} - A_{1000}}{A_{1000}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

E_d 值应符合 4.5.4 条。

5.9 脉冲分辨时间的测试

5.9.1 试验电路如图 2 所示, 但其中校准脉冲发生器 G 须采用双脉冲发生器(局部放电测量用), 并接一示波器可观看波形及测量双脉冲间时延 Δt (以微秒计)。

5.9.2 试验步骤

- 若无规定, 任选一个测量阻抗; 若无指定, 多频带局放仪置于最窄频带及最宽频带各做一次;
- 双脉冲发生器的时延 Δt 先置于最大, 在某注入脉冲幅值下, 调节放大器增益使脉冲响应该数为90%满度, 同时观察局放仪示波屏上两脉冲响应的形状及交叠情况;
- 保持注入脉冲幅值不变, 将双脉冲的时延 Δt 渐渐减小, 观察脉冲响应的变化, 同时观察其示波屏上脉冲响应交叠情况的变化, 当脉冲响应该数增大或减小10%时, 此时的双脉冲时延值 Δt (以微秒计)即为该测量频带下的脉冲分辨时间, 此值不应大于生产厂技术条件给定值。

5.10 检测灵敏度 q_s 的测试

5.10.1 试验线路如图2所示, 应采用从试品 C_x 两端注入的方式, 接线应尽可能短, 为防止外干扰, 可将测量阻抗和 C_x 、 C_k 及 C_0 等部分置于屏蔽箱内。

5.10.2 试验步骤

- 放大器增益档置于最高档, 增益细调处于接近最大位置, 多频带时, 若无特殊规定, 置于最宽(或接近最宽)频带;
- 注入校准脉冲 U_0 , 观察被试局放仪示波屏上脉冲响应高度, 逐渐减小 U_0 幅值, 直至示波屏上其脉冲响应高度为被试局放仪本机噪声高度的两倍时为止;
- 将此时的校准脉冲幅值 U_0 乘以注入电容 C_0 , 即是被测局放仪的最小可检测电荷 q_s

$$q_s = U_0 C_0 \dots\dots\dots (6)$$

q_s 即视在电荷量的检测灵敏度。

- 记录下 q_s 值, 并记下测试时的 C_x 、 C_k 值及所用频带, 记下该测量阻抗序号。 q_s 值应不超过生产厂技术文件中给定值。

5.11 放电重复率 n 测量误差的测试

5.11.1 试验接线图见图2, 但校准脉冲发生器 G 采用占空比约50%的方波发生器, 并接一个误差不超过 $\pm 1\%$ 的频率计(如方波发生器附有频率指示器, 可不接)。

5.11.2 试验步骤

- 如被试局放仪为多频带型, 若无特殊规定, 置于最窄频带, 测量阻抗任选;
- 方波发生器的频率 f 置于使 $2f$ 等于被试局放仪的放电重复率 n 表满量程值;
- 输入方波, 调节放大器增益使其脉冲响应接近满度, 观察局放仪的重复率 n 表上读数, 记下读数 n ;
- 将方波发生器的频率 f 按线性关系减小, 在 n 的全量程内取5点, 方波幅值不变, 放大器增益不变, 取方波不同频率 f 注入时, 记下重复率表上对应的读数 n 填入表7中。

表7 重复率测试记录

方波频率 f Hz						
重复率 n pps						
E_n %						

5.11.3 重复率 n 的测试误差 E_n 计算

$$E_n = \frac{n - 2f}{2f} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中: f ——方波发生器频率;

n ——局放仪重复率表读数;

计算后填入表7, 表7中 E_n 的最大值应满足4.8的b条。

5.12 测量阻抗的测试

目测检查测量阻抗面板, 结果应符合第 4.9.2 条。

5.12.1 最大允许电流(通流能力)的测试

a. 试验接线如图 3 所示, 图中电流表 A 的最大误差不大于 $\pm 2.5\%$, 测量阻抗 Z_m 接入其输入端(初级), 隔离变压器 IT 最大输出电流须是 Z_m 最大允许电流值的 1.2 倍以上。

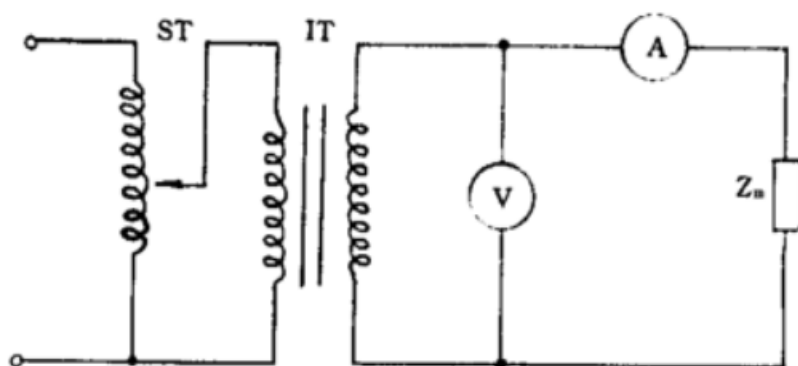


图 3 测量阻抗通流能力试验接线图

ST—自耦变压器 IT—隔离变压器

b. 按照其技术文件提供的最大允许电流值(有效值), 在测量阻抗 Z_m 上通以 50 Hz 正弦电流, 持续 1 h 后, 测量阻抗应能正常工作。

5.12.2 测量阻抗的过电压保护性能检查

a. 试验接线如图 4 所示

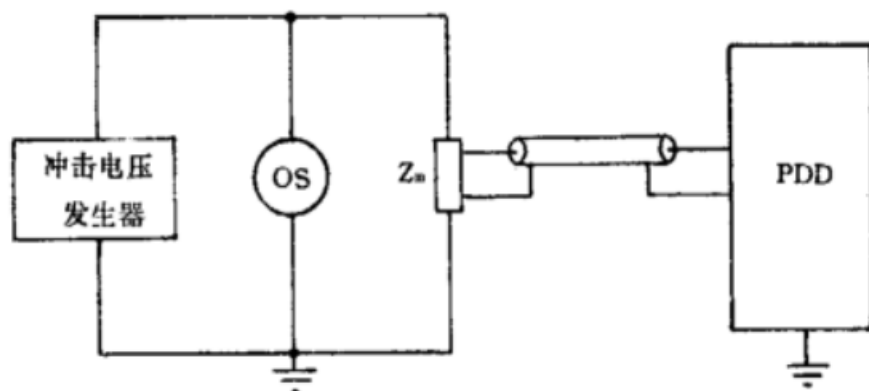


图 4 测量阻抗过电压保护性能试验接线图

OS—示波器, 误差不大于 $\pm 3\%$; Z_m —被试测量阻抗; PDD—被试局放仪主机。

图中冲击电压发生器须能输出 1.2/50 μ s 雷电波 300 V 以上。

b. 主机通电预热后, 将幅值 300 V 的雷电波冲击电压加在测量阻抗 Z_m 上隔 10 s 后再加一次, 该测量阻抗及被试局放仪主机都应能正常工作。

5.13 稳定性试验

5.13.1 稳定性试验的接线图如图 2 所示。

5.13.2 试验步骤

- 被试局放仪置于基准条件下 2 h 以上;
- 开机预热 0.5 h 后, 注入校准脉冲幅值(5~10) V, 调节放大器增益使仪器的脉冲响应为 90%满

度,记下响应读数 A_i ;

c. 在基准条件下局放仪连续工作 8 h,保持校准脉冲幅值不变,放大器增益及频带不变,再测局放仪的脉冲响应读数 A_r 。

5.13.3 计算

按 $\frac{A_r - A_i}{A_i} \times 100\%$ 计算,其结果应符合第 4.10 条。

5.14 触电保护检查

用目测,手试及下列方法进行检查:

a. 为了确定一个零部件是否为易触及件,用 GB 4793 中第 9.1 条图 1 规定的刚性标准试验指从各种可能的位置上进行检查,有疑问时,试验指上施加最大为 30 N 的力,在所有外表面包括底面上进行此试验,用约 40 V 作电触指示以确定是否与带电体接触。

b. 通风孔用 GB 4793 中第 9.3.3 条规定的直径 4 mm、长 100 mm 探针,穿孔进行检查。探针自由悬挂,不应成为带电体,检查结果应符合第 4.11.2 条。

5.15 泄漏电流试验

5.15.1 按图 5 接线,依次测量供电电源的每个极与所有连在一起的可触及件(及局放仪外壳)之间的泄漏电流。

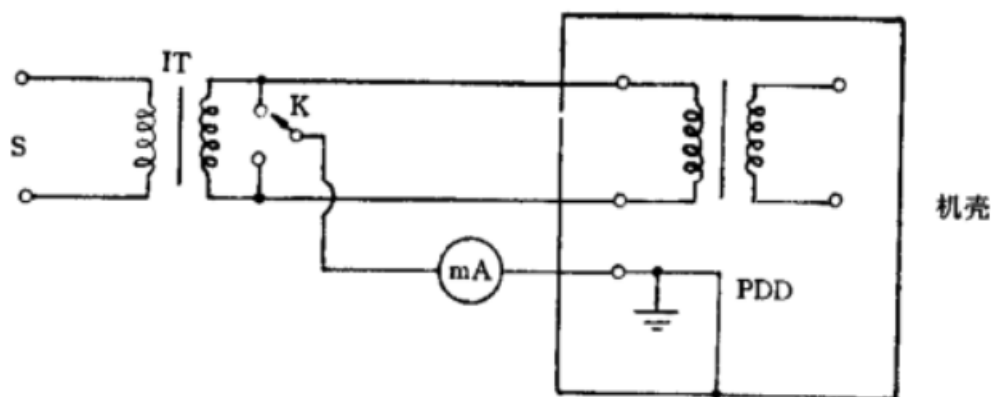


图 5 泄漏电流试验接线图

S——电源,经自耦变压器调节电压; IT——隔离变压器; K——转换开关;
mA——毫安表,标称内阻 2 k Ω ,准确度 1.0 级; PDD——被试局放仪。

5.15.2 将局放仪置于绝缘台面上,局放仪须通过隔离变压器 GB 供电,用 1.1 倍额定供电电压工作,直到温度趋于平衡,然后藉开关 K 依次测量局放仪电源插头每一极与可触及金属零件(包括机壳、接地端子)之间的泄漏电流值,应满足第 4.11.4 条要求。

5.16 防潮试验

局放仪在试验前将盖板及可以用手拆除的电气部件拆下,与主机一起进行试验。测量阻抗 Z_0 也应一起试验。

局放仪放入潮湿箱前,应使仪器加热到 $t^{\circ}\text{C} \sim t + 4^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内(t 为 $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$)。通常在受潮处理之前,将仪器升温到 40°C ,在此温度下至少保温 4 h。

潮湿试验时,箱内空气相对湿度保持在 91%~95%,箱内各处空气的温度保持在 $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$,仪器在箱内保持 48 h,箱内空气应流通,并且不允许凝露水滴落在仪器上。

潮湿试验后,将拆卸的零件重新装配后,立即进行按第 5.17 条规定的绝缘电阻及耐压试验。

5.17 绝缘电阻及耐电压试验

5.17.1 绝缘电阻试验

a. 绝缘电阻试验按图 6 接线

500 V 兆欧表的误差应不大于 $\pm 10\%$ 。

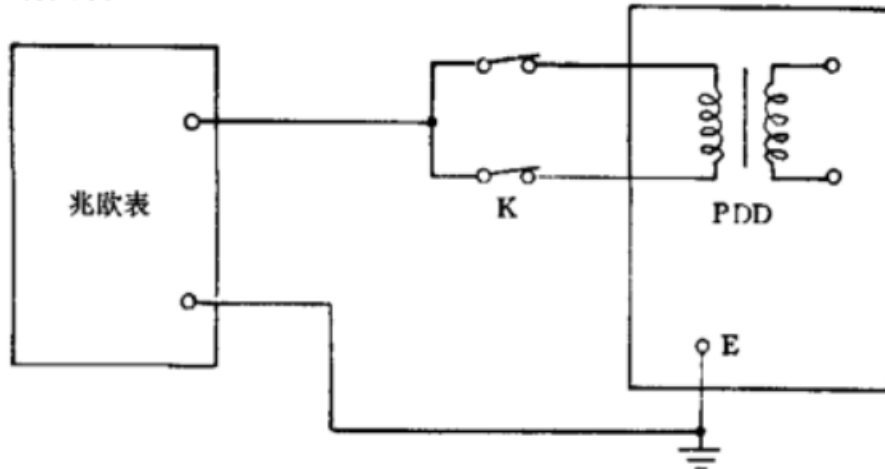


图 6 绝缘电阻试验接线图

PDD—被试局放仪； K—局放仪电源开关； E—局放仪接地端子。

b. 试验时，被试局放仪的电源开关 K 应接通，但电源插头应脱离工作电源，兆欧表另一端接局放仪接地端子 E。

c. 绝缘电阻试验结果应满足第 4.11.6.1 条。

5.17.2 耐受电压试验

a. 紧接着 5.17.1 条试验后进行。

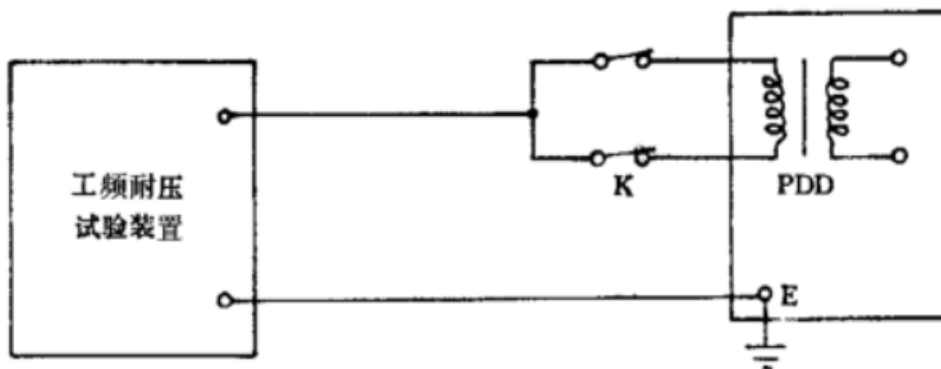


图 7 耐受电压试验接线图

PDD—被试局放仪； K—局放仪电源开关； E—局放仪接地端子。

工频耐压试验装置的最高试验电压不低于 2000 V(有效值)，输出电流不小于 10 mA，其波形失真度不大于 5%，其电压与电流的测量误差不大于 3%。

b. 试验时，被试局放仪的电源开关 K 应接通，但电源插头应脱离工作电源。被试局放仪机壳接地。

c. 试验时，试验电压渐渐升至 1500 V，保持 1 min，试验中不允许发生闪络或击穿，然后平稳地将电压降至零。试验时，如有因电场可能受损的半导体器件，型式试验时可以开路、短路或以模拟物代替。出厂试验时，如电路中有此类器件，则试验电压应降至 1000 V。

d. 耐受电压试验结果应符合第 4.11.6.2 条。

5.18 接地装置检查

用目测法检查，可触及金属零件(机壳)与接地端子间的电阻测量可用下法进行：

通以交流 10 A 电流，测量电阻两端的电压降，应不大于 5 V。

检查结果应符合第 4.11.7 条。

5.19 内部结构及电路联接的检查

用目测或手试法进行。
检查结果应符合第 4.11.8 条。

5.20 电源联接检查

用目测，手试及量具检查。
检查结果应符合第 4.11.9 条。

5.21 机械强度试验

用目测，手试及以下方法进行试验。

5.21.1 跌落试验

将局放仪按正常使用位置，放置在平整坚硬的水泥地面或钢板面上。以受试局放仪底面的每一个边为轴，把对应的一边抬高到与试验表面的距离 h 为 50 mm 或使底面与试验表面形成 30° 夹角(可选用其中条件较不严酷的一种)，如图 8 所示。

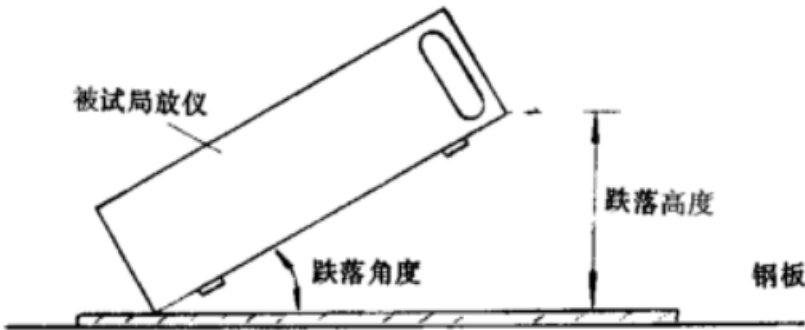


图 8 跌落试验示意图

然后，将仪器自由跌落在试验表面上。
以仪器底面的四条底边为轴，各经受一次跌落，共四次。
试验结果应符合第 4.12 条。

5.21.2 冲击锤试验

将局放仪固定在刚性支架上，用 GB 4793 中第 11.4 条规定图 7 规定的以弹簧控制的冲击锤打击三次，冲击锤应作用在那些因破损而可能使带电件暴露的任何外部零件上，包括观察窗、轴柄、旋钮等。冲击锤头部应垂直接触部件表面，局放仪的示波管表面与玻璃窗不经受此试验。
试验结果应符合第 4.12 条。

6 检验规则

局放仪的试验分为出厂试验及型式试验。

6.1 出厂试验

由制造厂质量检验部门对生产的每一台仪器都进行检验，订货方可派代表参加。
试验的项目及顺序如表 7 所示

表 7

序 号	项 目	内 容
1	外观检查	外形、面板、转动机构、表面处理等
2	性能检查	示波显示特性
3	性能检查	频带及截止频率

续表 7

序 号	项 目	内 容
4	性能检查	视在电荷 q 测量的基本误差
5	性能检查	脉冲分辨时间 ¹⁾
6	性能检查	重复率 n
7	性能检查	检测灵敏度 q_s
8	性能检查	绝缘电阻
9	性能检查	耐受电压试验

注：1)脉冲分辨时间试验可至测试条件具备时列入出厂试验项目。

6.2 型式试验

6.2.1 在下列情况下需进行型式试验

- a. 新设计的局放仪在样品试制完成后；
- b. 设计、工艺或主要元器件、材料的变更可能影响到性能时；
- c. 不经常生产的仪器再次投入生产时；
- d. 连续生产的仪器每年至少进行一次。

6.2.2 型式试验由制造厂质量检验部门按本标准及产品技术条件的全部技术要求进行试验。

6.2.3 型式试验的顺序：先检查外观质量，然后作局放仪的各项基本电气性能试验，再作局放仪安全性能的检查，最后作机械强度检查，大体上可按第 5.3 条至第 5.21 条的顺序进行。

6.2.4 型式试验的样品应从经出厂试验合格的一批仪器中任意抽取一台进行试验，试验过程中如出现不合格项目时，应对样品进行分析，找出原因，在采取措施消除故障后，从该项起继续进行试验。同时并从同一批仪器中再抽取一台，对不合格的项目进行单项复测，如复测结果合格，则应确认型式试验合格。如复测结果不合格，则认为型式试验不合格。在整个试验过程中，只允许样品出现两次由于出故障而不合格进行单项复测。

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 局放仪应标明以下内容：

- a. 产品名称；
- b. 产品型号；
- c. 制造厂名或商标；
- d. 出厂编号或生产日期。

7.2 出厂时每台局放仪应附有下列文件：

- a. 产品合格证或交货试验报告；
- b. 装箱交货清单；
- c. 使用说明书。

使用说明书应包括：主要技术条件、仪器基本原理、仪器操作步骤、维护要点、安全注意事项及电原理图等内容。

7.3 包装、运输及贮存应符合有关规定。

8 保修期限与附件、备件

8.1 局放仪自交货日起算一年内，由于制造质量原因引起损坏或不能正常工作时，制造厂应免费为用户修理。

8.2 局放仪交货时应同时提供使主机能正常使用的必要附件(如连接电缆)及维修检查必不可少的专用

附件(如引伸印刷板、引伸线等)。

8.3 局放仪交货时应提供必要的备件(如电源熔丝)。

附加说明：

本标准由上海电动工具研究所提出并归口。

本标准由上海电动工具研究所负责起草，西安交通大学、国家高电压计量站参加起草。

主要起草人龚义华、程正禹。

参加起草人邱昌容、黄盛洁、胡瑞华、毛鑫珠。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
局 部 放 电 检 测 仪
JB/T 7088 - 1993

*

机械科学研究院出版发行
机械科学研究院印刷
(北京首体南路2号 邮编 100044)

*

开本 880×1230 1/16 印张 X/X 字数 XXX,XXX
19XX 年 XX 月第 X 版 19XX 年 XX 月第 X 印刷
印数 1 - XXX 定价 XXX.XX 元
编号 XX - XXX

机械工业标准服务网：<http://www.JB.ac.cn>