

中华人民共和国电力行业标准

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

General technical specifications for high voltage test equipments

Part 4: partial discharge detector

2004-03-09发布

2004-06-01实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言
1 范围
2 规范性引用文件
3 术语和定义
4 产品分类与型号
5 技术要求
6 试验方法
7 试验规则
8 标志、包装、运输

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认1999年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力[2000]22号）下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/TT846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布9个部分：

- 第1部分：高电压分压器测量系统；
- 第2部分：冲击电压测量系统；
- 第3部分：高压开关综合测试仪；
- 第4部分：局部放电测量仪；
- 第5部分：六氟化硫微量水分仪；
- 第6部分：六氟化硫气体检漏仪；
- 第7部分：绝缘油介电强度测试仪；
- 第8部分：有载分接开关测试仪；
- 第9部分：真空开关真空度测试仪。

本部分是DL/TT846《高电压测试仪器通用技术条件》的第4部分。

本部分在编写过程中，考虑了国内外局部放电测量仪的类型多种多样，规定了相应的技术条件和试验方法

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国高压电气安全标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：武汉高压研究所、山东电力研究院、扬州新亚高电压测试制备厂。

本部分起草人：罗先中、刘民、伍志荣、蔡崇积、陈宏元、聂德鑫。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

高电压测试设备通用技术条件

第4部分：局部放电测量仪

1 范围

DL/T 846的本部分规定了局部放电测量仪（符合GB/T 7354规定、采用脉冲电流法的局部放电测量仪器，有采用示波屏的模拟式和采用数字技术的数字式两种类型）的功能特性、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、储运方法。

本部分适用于局部放电测量仪的生产制造、检验、验收和使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过DL/T 846的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB 191 包装储运图示标志EQV ISO 780: 1997

GB 3100 国际单位制及其应用EQV ISO 1000: 1992

GB 3101 有关量、单位和符号的一般原则EQA ISO 31/0: 1992

GB/T 4793.1—1995 测量、控制和试验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求IDT ICE 61010-1: 1990

GB/T6593 电子测量仪器质量检验规则

GB/T 7354 局部放电测量

3 术语和定义

GB/T 7354确立的以及下列术语适用于DL/T846的本部分。

3.1

局部放电测量仪的脉冲响应 pulse response of partial discharge detector

局部放电测量仪的测量回路被注入校准脉冲信号时，其对应的脉冲输出显示。该显示可以是在有刻度的屏幕上显示的脉冲波高度，也可以是在其他指示装置上对应的读数。

3.2

校准脉冲发生器 **calibrated pulse generator**

能产生已知电荷 q_0 的短电流脉冲的脉冲发生器。

3.3

调谐电容 **C_r resonance capacitance C_r**

调谐型测量阻抗的输入端等效电容。当调谐电容值落在测量阻抗标称调谐电容范围内时，可以使测量灵敏度接近最高。

3.4

测量灵敏度 **q_s detectable sensitivity q_s**

局部放电测量仪对一定的测量回路，以一定的信噪比（通常取信噪比 $S/N=2$ ）所能测量到的最小视在电荷量。

3.5

双脉冲发生器 **twin-pulse generator**

可以产生时延可调节、幅值相同的双校准脉冲的脉冲发生器。

4 产品分类与型号

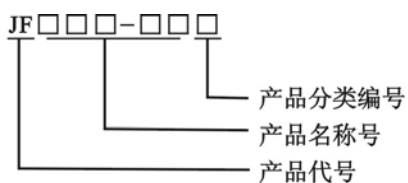
4.1 产品分类

产品分为两类：

a) 模拟式局中放电测理仪，其分类编号为“1”；

b) 数字式局中放电测理仪，其分类编号为“2”；

4.2 型号命名



注：产品分类编号见4.1

5 技术要求

5.1 一般要求

局部放电测理仪应按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

局部放电测量仪的额定使用条件如表1所示。在该条件下，局部放电测量仪应能正常工作。

表1 局部放电测量仪的额定使用条件

条件	范围
环境温度℃	5~40
相对湿度 %	不大于80
电源电压 V	220 (1±10%)
电源频率 Hz	50 (1±5%)

5.2 外观质量

局部放电测量仪机箱外壳应无明缺陷，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GB3100及GB3101的要求，印刷或刻字应清晰，且不易被擦掉。

应具有与机壳可靠连接的单独的接地端子。

5.3 示波屏显示特性

调节聚焦旋钮应能使示波屏上时基扫描线及脉冲信号清晰可辨。

调节亮度旋钮应能使示波屏上时基扫描线及脉冲信号有足够的亮度（在正常使用情况下易于观察）。

本条规定仅针对模拟式局部放电测量仪。

5.4 系统软件

系统软件应能正常启动，所有功能模块应能正确无误的运行，并符合产品说明书中的规定。

本条规定仅针对数字式局部放电测量仪。

5.5 频带与截止频率

局部放电测量仪的频带与截止频率和产品说明书中的规定值之间的误差 Δf 不应超过±10%。

5.6 视在电荷量q的测量基本误差

线性度误差 δ_1 应不大于 $\pm 10\%$ 。

对正负脉冲响应的不对称度误差 δ_s 应不大于 $\pm 10\%$ 。

量程换档误差 δ_r 应不大于 $\pm 10\%$ 。

低重复率脉冲响应误差 δ_d 应不大于 $\pm 10\%$ 。

5.7 脉冲分辨时间

局部放电测量仪的脉冲分辨时间不应超过 $100\mu\text{s}$ 。在有关技术文件中应提供此数据。

5.8 脉冲重复率 n

局部放电测量仪的脉冲重复率测量误差 δ_n 应不大于 $\pm 10\%$ 。

本条规定仅针对有此测量功能的局部放电测量仪。

5.9 测量灵敏度 q_s

局部放电测量仪的有关技术文件中应提供仪器自噪声水平及对特定试品电容量所能达到的测量灵敏度值。

5.10 测量阻抗

a) 技术文件中应标明其最大允许工作电流。测量阻抗在通以该电流时连续工作 1h 应无任何损坏。

b) 应有过电压保护装置，能承受雷电标准冲击电压 100V 而不损坏。

5.11 稳定性

局部放电测量仪连续工作 8h 后，注入恒定幅值的校准脉冲信号时，其脉冲响应值的变化应不超过 $\pm 3\%$ 。

5.12 校准脉冲发生器

a) 校准脉冲电压波形的上升时间 t_r 应不大于 $0.1\mu\text{s}$ ，下降时间应不小于 $100\mu\text{s}$ 。

b) 校准电荷量允许误差 δ_q 为 $\pm 10\%$ 。

c) 校准脉冲发生器的内阻应不大于 100Ω （对应 100pF 的校准电容）。

5.13 安全要求

a) 局部放电测量仪应满足 GB 4793.1—1995 规定中 I 类仪器的要求。

b) 局部放电测量仪的电源变压器一次侧与仪器主接地极间的绝缘电阻应不小于 $2\text{M}\Omega$ ，并能耐受 1.5kV 工频电压 1min ，不应飞弧和击穿。

5.14 机械强度

局部放电测量仪应具有足够的机械强度，应能承受跌落试验和冲击锤试验而

6 试验方法

6.1 试验的环境条件

参见表1所示局部放电测量仪的额定使用条件，同时应有良好电磁屏蔽环境。

6.2 外观质量的检验

用目测和手试法。试验结果应符合5.2的规定。

6.3 示波屏显示特性的检验

调整相应控制旋钮，用目测法检查。试验结果应符合5.3的规定。

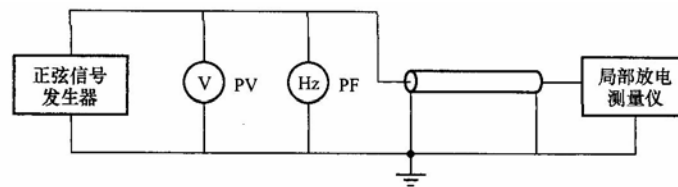
6.4 系统软件的检验

启动系统，调用所有功能模块运行，用目测法检查。试验结果应符合5.4的规定。

6.5 频带与截止频率的测试

6.5.1 频带测试接线图

频带测试接线如图1所示。



PV—高频电压表；PF—频率计

图1 局部放电测量仪频带测试接线图

6.5.2 测试步骤

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，在局部放电测量仪技术文件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 ，**以此为基准频率**。对于有中心频率示值的局部放电测量仪， f_c 的误差应满足5.5的要求。

调整频率为龙的正弦波的幅值，保证被测仪器的放大部分处于正常工作状态，记录仪器的显示读数，并以此作为归一化的基准。

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（对宽带仪器为-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。

计算上、下限截止频率的误差：

$$\Delta f = [(f - f_B) / f] \times 100\% \quad (1)$$

式中：

f ——被检仪器实测截止频率，Hz；

f_B ——被检仪器标称截止频率，Hz。

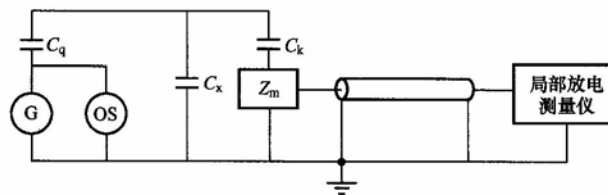
此项误差应符合5.5的规定。

对多频带局部放电测量仪的每一截止频率点都应进行测试。对中心频率可调的局部放电测量仪至少应在可调范围内的三点进行测试。

6.6 视在电荷量线性度误差的测试

6.6.1 测试接线图

测试接线图如图2。应按仪器生产厂提供的技术参数、结合 C_k 和 C_x 的值选择测量阻抗 Z_m 和校准电容 C_q 。



G—校准脉冲发生器或双脉冲发生器；OS—示波器； Z_m —测量阻抗

图2 局部放电测量仪线性度测试接线图

G—校准脉冲发生器或双脉冲发生器；OS—示波器； Z_m —测量阻抗

图2 局部放电测量仪线性度测试接线图

6.6.2 测试步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于待测档。

改变校准脉冲发生器输出电压幅值 U ，被测仪器的读数从20%升到满度值，按等间隔取5点记录 U 与读数 D_{pd} 。

按 $K_i = U \cdot C_q / D_{pd}$ 计算仪器每一刻度线的刻度因素 K_i 。

线性度误差：

$$\delta_{li} = [(K_m - K_i) / K_m] \times 100\% \quad (2)$$

式中：

K_m ——被检仪器标称刻度因素。

此项误差应符合5.6的规定。

局部放电测量仪的每档均应进行测试。

6.7 正负脉冲响应不对称度误差的测试

6.7.1 测试接线图

测试接线图如图 2所示。

6.7.2 测试步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于最高灵敏度档，使校准脉冲发生器输出正脉冲，改变输出电压幅值，使被测仪器的读数在满度值的50%附近，记下此时被测仪器的读数 D_+ 。再使校准脉冲发生器输出负脉冲并保持输出电压幅值与正脉冲时相同，记下此时被测仪器的读数 D_- 。

正负脉冲响应不对称度误差：

$$\delta_s = [(D_+ - D_-)/(D_+ + D_-)] \times 100\% \times x \quad (3)$$

此项误差应符合5.6的规定。

6.8 量程换档误差的测试

6.8.1 测试接线图

测试接线图如图2所示。

6.8.2 测试步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于最高灵敏度档。

改变校准脉冲发生器输出电压幅值，使被测仪器的读数在满度值附近，记下此时被测仪器的读数 D_{hi} 。

将量程开关向灵敏度较低方向变换一档，校准脉冲发生器输出电压幅值增大到A倍(A为换档倍率)，记下此时被测仪器的读数 D_{li} 。

量程换档误差：

$$\delta_r = [(D_{hi} - D_{li}) / D_{hi}] \times 100\% \quad (4)$$

此项误差应符合5.6的规定。

局部放电测量仪的每档均应进行测试。

6.9 低重复率脉冲响应误差的测试

6.9.1 测试接线图

测试接线图如图2所示。

6.9.2 测试步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于待测档。

调节校准脉冲发生器输出脉冲频率为 1kHz，改变输出电压幅值，使被测仪器的读数在满度值附近，记下此时被测仪器的读数 D_{1k} 。保持校准脉冲发生器输出电压幅值不变，降低输出脉冲频率至 50Hz，记下此时被测仪器的读数 D_{50} 。

低重复率脉冲响应误差：

$$\delta_d = [(D_{1k} - D_{50}) / D_{1k}] \times 100\% \quad (5)$$

此项误差应符合 5.6 的规定。

6.10 脉冲分辨时间的测试

6.10.1 测试接线图

测试接线图如图 2 所示。

6.10.2 测试步骤

被测局部放电测量仪放大器置于最宽频带，量程开关置于合适档。

双脉冲发生器脉冲时间间隔 Δt 置于 200 μ s，保持双脉冲发生器输出电压幅值不变，调节细调档使被测仪器的读数在满度值附近，记下此时被测仪器的读数 D 。

保持双脉冲发生器输出电压幅值不变，减小 Δt 寻找被测仪器的读数变化为 $D \pm 10\%$ 的点，此时的 Δt 即为被测局部放电测量仪的脉冲分辨时间。

测试结果应符合 5.7 的规定。

6.11 脉冲重复率的测试

6.11.1 测量接线图

测量接线图见图 2 所示。

6.11.2 测量步骤

改变校准脉冲发生器输出电压幅值，使被测仪器的读数在满度值附近，调节脉冲重复率，使被测仪器放电重复率指示读数在满度值附近，记下此时被测仪器重复率的读数 n_x 和实际的重复率 n 。

脉冲重复率的测量误差：

$$\delta_n = [(n - n_x) / n] \times 100\% \quad (6)$$

此项误差应符合 5.8 的规定。

6.12 测量灵敏度的测试

6.12.1 测量接线图

测量接线图见图2。

6.12.2 测量步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于最高灵敏度档，细调档置于增益最高位置，放大器频带置于最宽频带。改变校准脉冲发生器输出电压幅值，使待测仪器输出显示的脉冲高度为基线噪声的2倍。记下此时校准脉冲发生器的输出电压幅值 U_q 。

测量灵敏度： $q_s = U_q \cdot C_q$

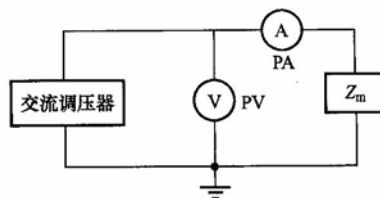
此项指标应符合5.9的规定。

局部放电测量仪的每一使用的测量阻抗都应测试。图2中的 C_k 、 C_x 、 C_q 应根据测量阻抗的不同而重新选择，测量回路应有良好屏蔽。

6.13 测量阻抗的测试

6.13.1 阻抗通流能力的测试

测试接线图见图3。调节交流调压器使通过测量阻抗的工频电流达到额定电流，并持续1h后应仍能正常工作，无异味、冒烟等异常现象。



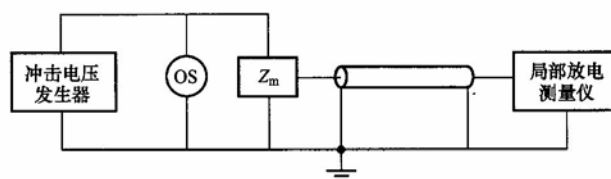
PV—交流电压表；PA—交流电流表；Z—测量阻抗

图3 测量阻抗通流能力测试接线图

6.13.2 测量阻抗过电压保护性能的测试

测试接线图见图4。

冲击电压发生器产生幅值为100V的雷电标准冲击电压一次，过10s后再加一次。之后，被测测量阻抗和局部放电测量仪都应能正常工作。



OS—示波器； Z_m —测量阻抗

图4 测量阻抗过电压保护性能测试接线图

OS—示波器；Z_m—测量阻抗

图4 测量阻抗过电压保护性能测试接线图

6.14 稳定性测试

测试接线图见图2。

将局部放电测量仪开机连续工作8h，注入恒定幅值的校准脉冲信号，记下其刚开机和连续工作8h后的脉冲响应值。

此项指标应符合5.11的规定。

6.15 校准脉冲发生器的测试

6.15.1 校准脉冲电压波形的测试

用频带不小于100MHz的示波器测量，其示波器输入阻抗应足够高（不小于10MΩ），并应测量校准脉冲发生器的校准电容前的电压波形。

由示波器上读取校准脉冲电压波形的上升时间 t_r （取10%至90%幅值的时间）和下降时间 t_f 。

此项指标应符合5.12的规定。

对校准脉冲发生器的每一个电压档都应测试其电压波形。

6.15.2 校准电荷量的测试

用频带不小于100MHz的示波器测量校准脉冲电压幅值，应测量校准脉冲发生器的校准电容前的电压幅值；用电容表或电容电桥测量校准电容值，应断开校准电容的所有外连接后再进行测量。由示波器上读取校准脉冲电压的幅值 C_q 。用电容表读取校准电容值 C_q 。

校准电荷量的测量误差：

$$\delta_q = [U \cdot C - U_q \cdot C_q] / (U \cdot C) \times 100\% \quad (7)$$

式中：

U——被检校准脉冲发生器标称电压幅值；

C——被检校准脉冲发生器标称电容值。

此项误差应符合5.12的规定。

对校准脉冲发生器的每一个电压档、电容档都应进行测试，并按式（7）计算校准电荷量的测量误差。

6.15.3 校准脉冲发生器内阻的测试

测试接线图见图5。

断开图5中开关S，将被检校准脉冲发生器输出脉冲通过电容C接到示波器输入端，读出示波器显示的电压波形的峰值 U_p 。将开关S合上，调节可变电阻器 R_w 使示波器显示的电压波形的峰值降为 $U_p/2$ ，则此时可变电阻器 R_w 的值即为校准脉冲发生器内阻值。

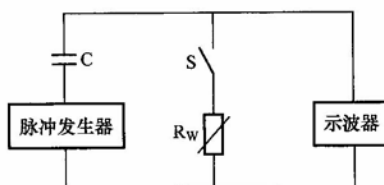


图5 校准脉冲发生器内阻测试接线图

此项误差应符合5.12的规定。

6.16 安全要求

6.16.1 绝缘电阻

用输出电压1000V的兆欧表，测试局部放电测量仪的主电源对接地端的绝缘电阻。此项指标应符合5.13的规定。

6.16.2 耐压测试

应参照GB4793.1的有关规定，施加1.5kV工频电压进行试验，试验结果应满足5.13 规定。

将局部放电测量仪放置在平整坚硬的平面上，以待测仪器的每一边为轴，把对应的一边抬高到距试验平面200mm的高度或成 30° 夹角（取较不严格的条件），然后让仪器自由跌落在试验平面上。每边一次，共做四次。试验结果应满足5.14 规定。

7 检验规则

7.1 型式试验

在下列情况下需进行型式试验：

- 新设计的仪器在产品鉴定投产前；
- 设计、工艺或主要元器件、材料的变更可能影响仪器性能时；
- 停产一年的仪器再次投入生产时；
- 连续生产的仪器每三年需进行一次；
- 法定产品质量监督部门认为需要时。

型式试验的项目和检验方法按表2的规定进行。

7.2 出厂例行试验

由局部放电测量仪的制造厂质检部]对生产的每一台仪器进行检验。

出厂例行试验的项目和检验方法按表2的规定进行。

7.3 合格判定

按GB/T6593的要求来进行合格判定。

表2 局部放电测量仪试验的项目和检验方法

序号	试验项目	本标准条款		型式试验	出厂例行试验
		技术要求	试验方法		
1	外观质量	5.2	6.2	√	√
2	示波屏显示特性	5.3	6.3	√	√
3	系统软件	5.4	6.4	√	√
4	频带与截止频率	5.5	6.5	√	√
5	测量基本误差	5.6	6.6~6.9	√	√
6	脉冲分辨时间	5.7	6.10	√	
7	脉冲重复率	5.8	6.11	√	
8	测量灵敏度	5.9	6.12	√	√
9	测量阻抗通流能力	5.10a)	6.13.1	√	√
10	测量阻抗过电压保护性能	5.10b)	6.13.2	√	
11	稳定性	5.11	6.14	√	√
12	校准脉冲发生器	5.12	6.15	√	√
13	安全要求	5.13	6.16	√	
14	机械强度	5.14	6.17	√	

8 标志、包装、储运

8.1 标志

局部放电测量仪醒目位置应标明以下内容：

- a) 产品名称、型号；
- b) 制造厂名称和地址；
- c) 出厂编号和生产日期。

8.2 包装

局部放电测量仪包装箱内应配件齐全，并附有下列文件：

- a) 产品合格证和出厂报告；
- b) 装箱交货清单；
- c) 使用说明书。

包装箱应符合防潮、防尘、防振的要求。

外包装箱上应有“小心轻放”、“怕湿”、“向上”等标志，标志应符合GB191的规定。

8.3 储运

运输储存过程中应置于干燥的车箱、仓库中，并注意防雨、防机械损伤。

存放产品的库房环境温度应为 $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度小于80%，应清洁，无酸碱等腐蚀性气体，无强烈的机械冲击和振动，产品应平放。