



安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 95—2020

电缆局部放电测试系统校准规范

Calibration Specification for Partial Discharge Testing

System of Electric Cables

2020-05-19 发布

2020-06-20 实施

安徽省市场监督管理局 发布

电缆局部放电测试系统 校准规范

Calibration Specification for
Partial Discharge Testing System
of Electric Cables

JJF (皖) 95-2020

归口单位：安徽省市场监督管理局

主要起草单位：安徽省计量科学研究院

本规范委托安徽省计量科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

吴安平（安徽省计量科学研究院）

张 杰（安徽省计量科学研究院）

韦邦跃（安徽省计量科学研究院）

李保文（安徽省计量科学研究院）

参加起草人：

王 亮（安徽省计量科学研究院）

汪树青（安徽省计量科学研究院）

目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
3.1 术语.....	1
3.2 计量单位.....	2
4 概述.....	2
5 计量特性.....	3
5.1 试验电源.....	3
5.2 试验电压.....	3
5.3 测量灵敏度.....	3
5.4 局部放电校准器.....	3
5.5 视在电荷量幅值.....	4
5.6 脉冲分辨时间.....	4
6 校准条件.....	4
6.1 环境条件.....	4
6.2 测量标准及其它设备.....	4
7 校准项目和校准方法.....	5
7.1 校准项目.....	5
7.2 校准方法.....	5
8 校准结果表达.....	9
9 复校时间间隔.....	10
附录 A.....	11
附录 B.....	13
附录 C.....	15
附录 D.....	17

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度的评定与表示》编制而成。

本规范为首次发布。

电缆局部放电测试系统校准规范

1 范围

本规范适用于 0~150kV 电缆局部放电测试系统的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 1115-2015 局部放电校准器

JJF 1616-2017 脉冲电流法局部放电测试仪校准规范

GB/T 7354-2018 高压试验技术 局部放电测量

JB/T 10435-2004 电缆局部放电测试系统校准方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 电缆局部放电测试系统 partial discharge testing system of electric cables [JB/T 10435-2004，定义 2.1]

适合电缆局部放电测试的整套回路。测试系统通常是由试验装置和被试品（电缆）组成的，包括从电网引出的电源开始到用以指示放电量的局部放电测试仪之间的任何回路，以及影响其回路的任何部件。

3.1.2 试验电源的容差 tolerances of the test supply [JB/T 10435-2004，定义 2.2]

当高压试验电源在其试验电压下，试验电压持续 300s 时，规定值和实际值之间允许的差别。

3.1.3 视在电荷量 apparent charge [JJF1616-2017，定义 3.4]

局部放电测试仪的视在电荷等于在规定的试验回路中，如果在非常短的时间内对试品两端注入使测量仪器上所得的读数与局放电流脉冲本身相同的电荷。

3.1.4 校准脉冲发生器 calibrated pulse generator [JJF1616-2017，定义 3.3]

由电压幅值为 U_0 的脉冲电压发生器和注入电容 C_0 配合组成,能产生已知电荷量 q_0 的脉冲电流发生器。

3.1.5 测量灵敏度 detectable sensitivity [JJF1616-2017, 定义 3.7]

局部放电测试仪在接有试品、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视在电荷量。

3.1.6 双脉冲发生器 double pulse generator [JJF1616-2017, 定义 3.9]

可产生并注入局部放电测试仪两个相同的响应脉冲,它们之间的时延 Δt 是可以调节的,调节时延 Δt 可观察两脉冲的交叠状况。

3.1.7 脉冲分辨时间 pulse resolution time [JJF1616-2017, 定义 3.5]

两个持续时间极短、波形和极性相同、电荷量相等的相继输入脉冲之间的最短间隔,在这一时间间隔中脉冲响应幅值的变化不大于单个脉冲幅值的 10%。

脉冲分辨时间一般与测量系统的带宽 Δf 成反比,也是系统分辨连续局放现象能力的表征。

3.2 计量单位

3.2.1 电压的单位及符号

计量单位: 千伏, 符号: kV。

3.2.2 电荷量的单位及符号

计量单位: 皮库, 符号: pC。

3.2.3 频率单位及符号

计量单位: 赫兹, 符号: Hz。

4 概述

电缆局部放电测试系统是适合电缆局部放电测试的整套回路。测试系统通常是由试验装置和被试品(电缆)组成的,包括从电网引出的电源开始到用以指示放电量的局部放电测试仪之间的任何回路,以及影响其回路的任何部件。电缆局部放电试验装置至少应由高压电源、高压电压表、测量回路、局部放电校准器、局部放电测试仪等组成。必要时应有屏蔽实验室。

电缆局部放电测试系统常见的组成如图 1 所示,但连接方式不仅限于图 1,也可采用其它可用于电缆局部放电测试系统的连接方式。

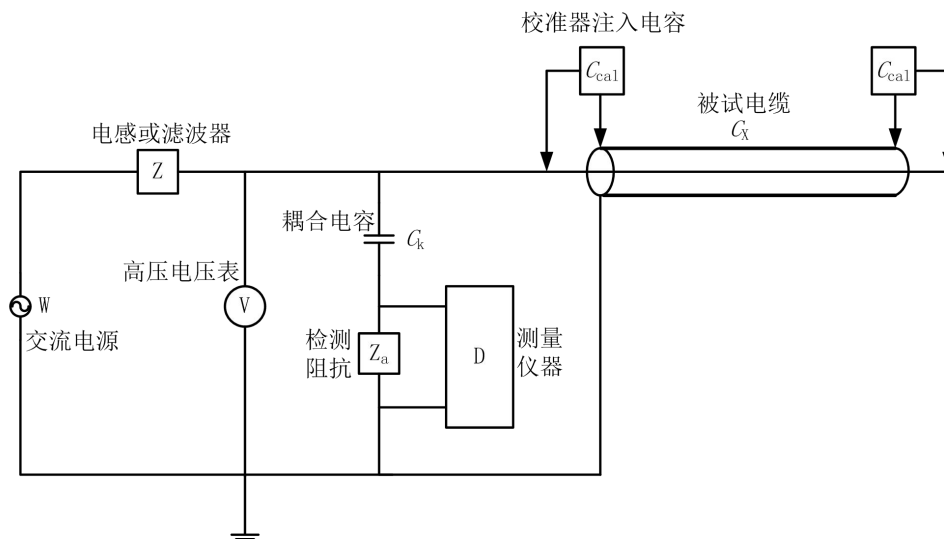


图 1 电缆局部放电测试系统示意图

5 计量特性

5.1 试验电源

5.1.1 电源频率

电缆局部放电试验装置的试验电源，应是无明显谐波和干扰的频率为 50Hz 的交流电源，其频率最大允许误差为 $\pm 1\text{Hz}$ 。

5.1.2 峰值系数

电缆局部放电试验装置的电源的峰值与有效值之比应为 $\sqrt{2}$ ，最大允许误差为 $\pm 5\%$ 。

5.1.3 容差

电缆局部放电试验装置的电源容差一般不超过 $\pm 3\%$ 。

5.2 试验电压

电缆局部放电试验装置的试验电压输出值的最大允许误差为 $\pm 3\%$ 。

5.3 测量灵敏度

电缆局部放电试验装置的测量灵敏度应小于 5pC 。

5.4 局部放电校准器

5.4.1 电荷量

电荷量的最大允许误差按局部放电校准器的准确度等级划分，如表 1。

表 1 局部放电校准器输出电荷量要求

准确度等级	最大允许误差
5 级	$\pm 5\%$ (当测量值大于等于 20pC 时) $\pm 1\text{pC}$ (当测量值小于 20pC 时)
10 级	$\pm 10\%$ (当测量值大于等于 20pC 时) $\pm 2\text{pC}$ (当测量值小于 20pC 时)

5.4.2 脉冲波形

局部放电校准器输出的脉冲波形参数（定义见附录 A）应满足表 2 规定。

表 2 局部放电校准器输出脉冲波形参数指标要求

准确度等级	底宽 t_h	时间间隔 $T^\text{①}$	畸变量
5 级/10 级	$< 100\text{ns}$	$> 100\mu\text{s}$	$\leq 30\%$
注：①此指标仅针对阶跃电压为矩形脉冲序列的方式，时间 T 值指连续两个不同极性脉冲之间的时间。若送检时标明校准器应用于下限频率 f_1 低于 100kHz 的测量系统时，则该项指标应大于 $1/f_1$ 。			

5.4.3 重复频率

局部放电校准器输出脉冲的重复频率应小于 5kHz。

5.5 视在电荷量幅值

模拟式局部放电测试仪在全部量程内的视在电荷量幅值误差一般不超过 $\pm 10\%$ 。

数字式局部放电测试仪在全部量程内的视在电荷量幅值误差一般不超过 $\pm 5\%$ 。

5.6 脉冲分辨时间

脉冲分辨率时间一般不超过 100 μs 。

注：以上条款不作为合格性判断依据，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（15~30）℃；

6.1.2 相对湿度：（20~80）%；

6.1.3 电源电压及频率：(220 \pm 22)V，(50 \pm 2)Hz；

6.1.4 周围无影响正常校准工作的机械振动和电磁场干扰；

6.1.5 开机预热：预热时间一般不少于 15min，若产品说明书有明确规定，按厂家规定预热时间进行。

6.2 测量标准及其它设备

测量标准及其它设备见表 3。

表 3 测量标准及其它设备

设备名称	测量范围	参考指标
交流分压器	0~150kV	最大允许误差: $\pm 1\%$
数字多用表	0~20kHz	频率最大允许误差: $\pm 0.1\%$
电源波形分析仪	0~400V	电压最大允许误差: $\pm 0.5\%$ 峰值系数最大允许误差: $\pm 2\%$
示波器	带宽: 300MHz 采样率: 不小于 2.5GS/s 具有积分测量功能	扫描时间最大允许误差: $\pm 0.5\%$ 垂直幅度最大允许误差: $\pm 2\%$
校准脉冲发生器	电荷量: 0.2pC~50nC	电荷量: 小于 50pC 时最大允许误差: $\pm 0.3\text{pC}$, 大于等于 50pC 时最大允许误差: $\pm 2\%$ 上升时间: 不超过 60ns
双脉冲发生器	双脉冲时延: 1 μs ~250 μs	/
负载电阻	阻值: 1 Ω ~1000 Ω , 包含 50 Ω 和 100 Ω 带宽: DC~100MHz	阻值最大允许误差: $\pm 0.5\%$

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目如表 4 所示。

表 4 校准项目

序号	校准项目	校准方法
1	试验电源	7.2.1
2	试验电压	7.2.2
3	视在电荷量幅值	7.2.3
4	测量灵敏度	7.2.4
5	脉冲分辨时间	7.2.5
6	局部放电校准器	7.2.6

7.2 校准方法

7.2.1 试验电源

7.2.1.1 电源频率

将分压器高端接到高压电源输出端, 将电源波形分析仪接到分压器的低压端, 如

图 2 所示。

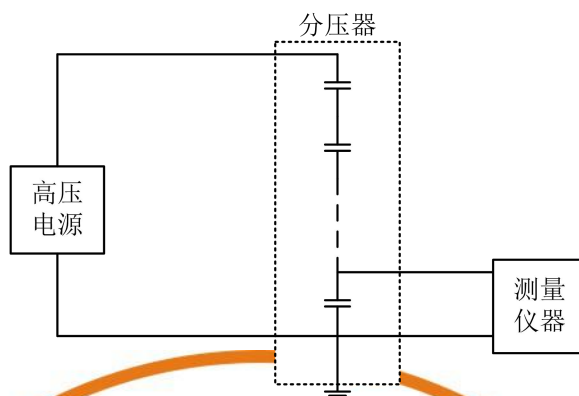


图 2 试验电源校准连接图

电源波形分析仪置于频率测量状态，确认各部分连接状态后，启动试验装置，读取并记录电源波形分析仪的频率值。也可以将数字多用表接到分压器的低压端，数字多用表置频率档，确认连接后，启动试验装置，读取并记录数字多用表测得的频率值。频率测量误差按式（1）计算：

$$\delta_f = f_0 - f \quad (1)$$

式中：

δ_f ——电源频率误差，Hz；

f_0 ——试验电源工作频率标称值，Hz；

f ——频率实际测量值，Hz。

7.2.1.2 电源波形峰值系数

按图 2 连接方式连接被校高压电源、分压器和电源波形分析仪，启动高压输出，稳定后，读取并记录电源波形分析仪所测量到的峰值系数值。应分别在试验装置额定电压输出的 10%、20%、30%、70%、80%、90% 情况下测量峰值系数。也可以将分压器的低压端接入数字多用表，读取电压峰值和有效值，通过计算获得峰值系数。峰值系数按式（2）计算，峰值系数误差按式（3）计算：

$$S = \frac{U_P}{U} \quad (2)$$

式中：

S ——试验电源波形峰值系数；

U_P ——电压峰值实测值，V；

U ——电压有效值实测值, V。

$$\gamma_S = \frac{\sqrt{2} - S}{S} \quad (3)$$

式中:

γ_S ——试验电源波形峰值系数误差。

7.2.1.3 试验装置电源容差

按图 2 连接方式连接被校高压电源、分压器和电源波形分析仪。设置试验装置电压为额定电压值, 启动电缆局部放电试验装置, 持续时间 300s, 观察并记录试验电源的容差。

7.2.2 试验电压

按图 2 连接方式连接被校高压电源与分压器, 将数字多用表接到分压器的低压端并置于交流档位。设置输出电压值后启动高压输出, 读取并记录实测值。对于高压指示是指针式仪表的测量系统, 试验电压校准点应按照指示仪表带有数字的分度线所指示值逐个进行校准。对于高压显示是数字式仪表的测量装置, 试验电压校准点应在局放系统额定试验电压内均匀选取, 通常选取不少于 5 个电压值进行校准。试验电压的误差按式 (4) 计算:

$$\gamma_U = \frac{U_0 - U}{U} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

γ_U ——局部放电试验装置的试验电压输出误差, %;

U_0 ——局部放电试验装置的显示值或指示值, kV;

U ——测量结果, kV。

7.2.3 视在电荷量幅值

将成盘的电缆接入局部放电试验装置, 被校局部放电测试仪量程置于待测档, 将校准脉冲发生器接入电缆近端, 必要时断开系统高压校正电容。改变校准脉冲发生器输出的电荷量, 使被校局部放电测试仪的读数升到满度值, 并以此作为局部放电基准。降低校准脉冲发生器的电荷量输出值, 记录 80%、60%、40%、20% 时局部放电测试仪的显示值。应至少选择一个常用档位进行视在电荷量幅值校准, 测量误差按式 (5) 计算:

$$\gamma_x = \frac{k_x - k_N}{k_N} \times 100\% \quad (5)$$

式中:

γ_x ——局部放电测试仪视在电荷量的幅值测量误差, %;

k_x ——被校局部放电测试仪读数值, pC;

k_N ——标准刻度因数, pC。

7.2.4 测量灵敏度

将成盘的电缆接入局部放电试验装置, 根据电缆的试验电压等级要求, 对系统注入 10pC (或 20pC) 放电量, 调节局部放电测试仪的增益, 使局部放电测试仪的放电量显示为 10pC (或 20pC)。被校局部放电测试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的电荷量输出, 使得被校局部放电测试仪输出显示的脉冲高度为基线噪声的两倍, 读取并记录此时的校准脉冲发生器的输出电荷量值 S_q 。

如果校准脉冲发生器采用阶跃电压发生器和标准电容箱组成, 应选择合适的标准电容并改变阶跃电压发生器的输出电压幅值使得被校局部放电测试仪输出显示的脉冲高度为基线噪声的两倍。记下此时阶跃电压发生器的输出电压幅值 U_q 及标准电容值 C_q 。测量灵敏度 S_q 按式 (6) 计算:

$$S_q = U_q \times C_q \quad (6)$$

式中:

S_q ——被校局部测试系统灵敏度, pC;

U_q ——阶跃电压发生器电压幅值, V;

C_q ——标准电容, pF。

7.2.5 脉冲分辨时间

将局部放电测试仪的放大器置于最宽频带, 量程开关置于合适档。双脉冲发生器接入电缆近端后时间间隔 Δt 置于 200 μ s, 保持双脉冲发生器输出电压幅值不变, 调节局部放电测试仪的增益, 使读数在满度值的 70% 左右, 记下此时的读数 D 。保持双脉冲发生器输出电压不变, 减小 Δt 寻找被校准局部放电测试仪的读数变为 $D(1 \pm 10)\%$

的点, 此时的 Δt 即为被校准局部放电测试仪的脉冲分辨时间。

7.2.6 局部放电校准器

7.2.6.1 局部放电校准器的输出电荷量

对 5 级和 10 级局部放电校准器输出电荷量利用示波器逐点进行校准。对于高压校准器部分, 应选择阶跃电压经高压校正电容后产生脉冲的输出端口进行校准。

按图 3 所示, 将被校局部放电校准器输出电荷量与校准脉冲发生器产生的电荷量注入相同的测量系统进行测量比较。示波器测量阻抗置于 $1M\Omega$, 被校局部放电校准器的电荷量注入此测量系统, 利用示波器的积分测量功能测量出电压波形积分值。断开被校局部放电校准器, 将校准脉冲发生器接入系统, 调节校准脉冲发生器的电荷量输出使得电压波形积分值与前一次测量值一致。读取并记录此时校准脉冲发生器的电荷量读数作为电荷量的校准结果。校准时负载电阻值宜在 $50\Omega\sim 200\Omega$ 之间选择。

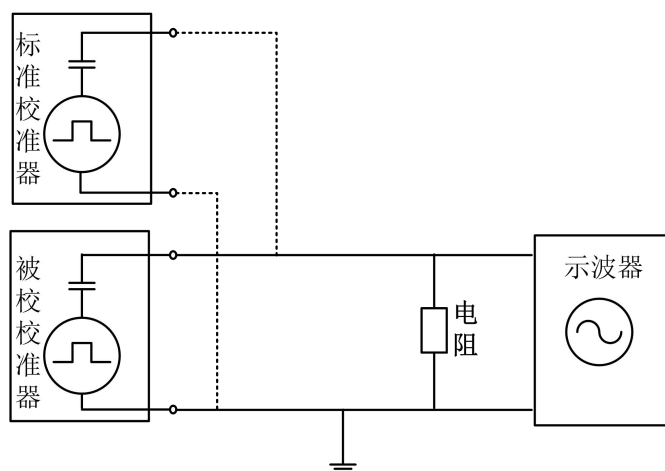


图 3 比较测量法接线图

7.2.6.2 按附录 A 脉冲波形参数定义及校准方法, 对局部放电校准器输出波形参数及畸变量进行测量, 此项测量值应符合 5.4.2 规定, 并记录结论。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反应, 校准证书至少应包含以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点 (如果与实验室的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;

- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

脉冲波形参数定义及校准方法

A.1 校准连接图

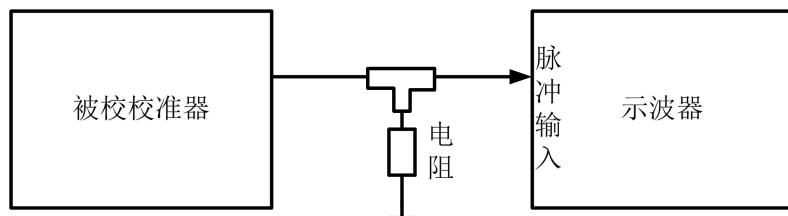


图 A.1 校准器输出脉冲波形参数校准连接图

按图 A.1 连接被校校准器、高频负载电阻和示波器。负载电阻阻值为 50Ω ，示波器输入阻抗设置 $1M\Omega$ 。设置校准器输出频率置最小档，调节示波器使被校校准器输出脉冲清晰、稳定的显示在屏幕上。

A.2 校准方法

图 A.2 所示为校准器输出脉冲波形实例，结合该图说明畸变量和时间量的定义及校准方法。

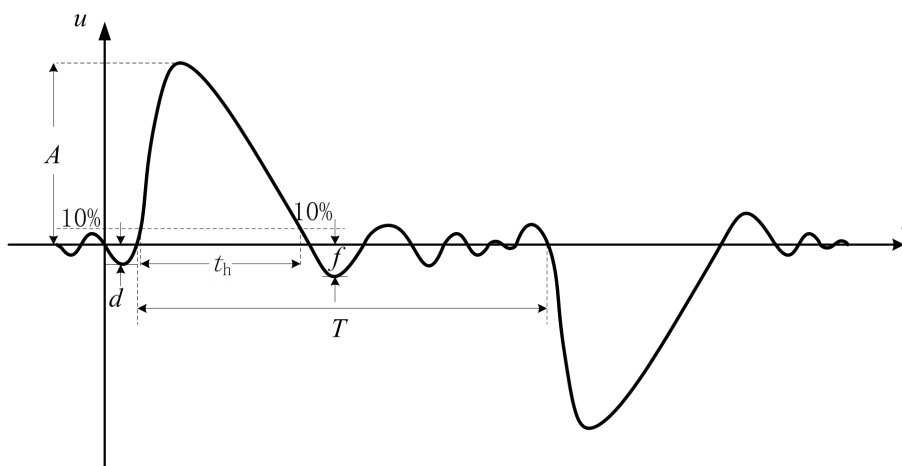


图 A.2 底宽、畸变量和时间间隔的定义

A : 脉冲峰值;

t_h : 底宽, 指在脉冲 10% 峰值处的时间间隔, ns;

T : 脉冲时间间隔, 指连续两个脉冲初始部分过零处的时间间隔, μs ;

d : 脉冲上升时间前, 波形的一个下降失真, mV;

f : 脉冲衰减越过基线后波形的最大失真, mV。

A.2.1 调节示波器，使被测信号幅度占屏幕有效工作面的 80%左右；调节示波器扫描速度，使屏幕显示一个完整周期的波形序列。

A.2.2 按图 A.2 要求。读取最大值 A 作为脉冲峰值，测量 10 次，用贝塞尔公式计算试验标准差，以代表脉冲峰值的变化量。

A.2.3 按图 A.2 要求，读取失真值 d 和 f ，按式 (A.1) 和式 (A.2) 分别计算畸变量：预冲 S_d 及后过冲 S_f 。

预冲：

$$S_d = \frac{d}{A} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

后过冲：

$$S_f = \frac{f}{A} \times 100\% \quad (\text{A.2})$$

A.2.4 按图 A.2 要求，读取脉冲在 10%峰值处上升和下降部分的时间间隔，作为底宽 t_h 的测量结果。若局部放电校准器不同电荷量输出脉冲对应底宽的测量值不同，而且其脉冲波形的畸变量都符合 5.4.2 的规定，则以最小值的电荷量所对应的底宽测量值作为该校准器底宽的测量结果。

A.2.5 调节示波器时基和采样率，在屏幕中显示两个周期脉冲信号。此时脉冲呈细线状，按图 A.2 要求，读取连续两个不同极性脉冲之间的时间间隔，作为脉冲时间间隔 T 的测量结果。

附录 B

电缆局部放电测试系统校准原始记录格式

校准证书号: _____

共 _____ 页 第 _____ 页

送校单位: _____ 仪器名称: _____ 出厂编号: _____

生产厂家: _____ 型号规格: _____ 准 确 度: _____

被校仪器状态(完好“√”): _____ 校 准 前: _____ 校 准 后: _____

校准依据: _____ 环境条件: 温度: _____ °C 相对湿度: _____ %

标准器名称	型号规格	准确度	出厂编号	有效期	备注

表 B.1 试验电源

试验电源频率						
标称频率				实测频率		
电源波形峰值系数						
输出电压	额定电压 U_T					
	10%	20%	30%	70%	80%	90%
峰值系数						
试验电源容差						
试验电压（kV）				容差		

表 B.2 试验电压

显示值 (kV)	实测值 (kV)	显示值 (kV)	实测值 (kV)

表 B.3 视在电荷量幅值

档位	视在电荷量百分数%					视在电荷量
	20	40	60	80	100	

表 B.4 局部放电校准器校准电荷量 (pC)

标称值	实测值	标称值	实测值

表 B.5 局部放电校准器波形参数

项目	波形参数	指标要求	实测值
校准器脉冲波形	t_h (ns)		
	t_d (μs)		
	振荡量 (%)		

表 B.6 测量灵敏度及脉冲分辨时间

脉冲分辨时间	测量灵敏度 S_q

测量不确定度: _____ 校准地点: 本实验室 ☐ 现场 ☐

校 准 员: _____ 核 验 员: _____ 校准日期: _____ 年 ____ 月 ____ 日

附录 C

电缆局部放电测试系统校准证书内页格式

1 试验电源

试验电源频率						
标称频率		实测频率			测量不确定度	
电源波形峰值系数						
输出电压	额定电压 U_T					
	10%	20%	30%	70%	80%	90%
峰值系数						
测量不确定度:						
试验电源容差						
试验电压 (kV)				容差		

2 试验电压

显示值 (kV)	实测值 (kV)	显示值 (kV)	实测值 (kV)
测量不确定度:			

3 视在电荷量幅值

档位	视在电荷量百分数%					视在电荷量
	20	40	60	80	100	
测量不确定度:						

4 局部放电校准器校准电荷量 (pC)

标称值	实测值	标称值	实测值
测量不确定度:			

5 局部放电校准器波形参数

项目	波形参数	指标要求	实测值
校准器脉冲波形	t_h (ns)		
	t_d (μs)		
	畸变量 (%)		

6 测量灵敏度

$$S_q =$$

7 脉冲分辨时间

$$\Delta t =$$

敬告:

1. 被校准仪器修理后, 应立即进行校准。
2. 在使用过程中, 如对被校准仪器的技术指标产生怀疑, 请重新校准。

附录 D

不确定度评定示例

本附录对电缆局部放电系统的部分校准结果进行了不确定度评定。根据各个校准项目的不同，应分别讨论不确定度的评定计算方法。

D.1 视在电荷量幅值测量不确定度评定

依据 JJF1059.1-2012《测量不确定度的评定与表示》中规定的方法，对视在电荷量误差进行测量结果的不确定度评定。

D.1.1 测量模型

$$\gamma_x = \frac{k_x - k_N}{k_N} \times 100\%$$

式中：

γ_x ——局部放电测试仪视在电荷量的幅值测量误差，%；

k_x ——被校局部放电测试仪读数，pC；

k_N ——标准刻度因数，pC。

D.1.2 计算各分量标准不确定度

根据实际的校准环境，在局部放电测试仪视在电荷量的幅值测量中，影响测量结果的不确定度来源主要有以下几个因素：

- (1) 由重复测量引入的校准结果的不确定分量。
- (2) 由校准脉冲发生器视在电荷量幅值误差引入的不确定度分量；
- (3) 由被校局部放电测试系统视在电荷量幅值误差引入的不确定度分量；

D.1.2.1 由重复测量引入的校准结果的不确定分量 $u(\gamma_{k_1})$ ；

重复测量引入的校准结果的不确定分量用测量结果的实验标准差表示，假设为 0.2%，则

$$u(\gamma_{k_1}) = \frac{s(k_i)}{\sqrt{n}} = 0.2\%$$

式中：

$s(k_i)$ ——多次测量结果的实验标准差；

n ——重复测量次数， $n \geq 6$ 。

D.1.2.2 由校准脉冲发生器视在电荷量幅值误差引入的不确定分量 $u(\gamma_{k_2})$;

校准脉冲发生器经过校准, 假设其包含因子 $k=2$ 给出的视在电荷量幅值误差扩展不确定度为 $U(k_2) = 1.0\%$, 则由校准脉冲发生器视在电荷量幅值误差引入的测量不确定度为:

$$u(\gamma_{k_2}) = \frac{U(k_2)}{k} = \frac{1.0\%}{2} = 0.5\%$$

D.1.2.3 由被校局部放电测试系统测量分辨力引入的不确定分量 $u(\gamma_{k_3})$;

假设被校局部放电测试系统示值在 0~100pC 分辨力为 0.1pC, 则 100pC 点的不确定度区间半宽为 0.05pC, 服从均匀分布, 则由测量分辨力引入的测量不确定度分量为:

$$u(\gamma_{k_3}) = \frac{U(k_3)}{\sqrt{3}} = \frac{5.0\%}{\sqrt{3}} = 2.89\%$$

D.1.2.4 合成标准不确定度;

各测量不确定度的分量独立不相关, 则被校局部放电测试系统视在电荷量幅值测量误差的合成标准不确定度 $u_c(\gamma_k)$ 为:

$$u_c(\gamma_k) = \sqrt{u(\gamma_{k_1})^2 + u(\gamma_{k_2})^2 + u(\gamma_{k_3})^2} \approx 2.94\%$$

D.1.2.5 扩展不确定度;

被校局部放电测试系统视在电荷量幅值测量误差校准的扩展不确定度 $U(\gamma_k)$ 为:

$$U(\gamma_k) = k \times u_c(\gamma_k)$$

式中:

k ——包含因子。

假设 $k=2$, 则被校局部放电测试系统视在电荷量幅值误差校准的扩展不确定度 $U(\gamma_k)$ 为:

$$U(\gamma_k) = 2 \times 2.94\% = 6\%$$

