

ICS 29.060.01

K 13

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10435—2004

电缆局部放电测试系统检定方法

Inspection methods for partial discharge testing system of electric cables

2004-03-12 发布

2004-08-01 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.....	III
1 范围.....	1
2 术语和定义.....	1
3 检定项目与技术要求.....	2
3.1 检定项目.....	2
3.2 技术要求.....	2
4 检定用器具.....	3
5 检定方法.....	3
5.1 一般检查.....	3
5.2 电缆局部放电试验装置电源的检查.....	3
5.3 试验电压输出指示值的校验.....	3
5.4 电缆局部放电试验装置的局部放电检测灵敏度的检查.....	4
5.5 电缆局部放电试验装置内部放电量校准器的检定.....	4
5.6 局部放电测试仪线性度的检查.....	5
5.7 局部放电测试系统衰减系数的检查.....	5
5.8 局部放电测试系统响应(或双脉冲曲线的绘制)的检查.....	5
6 检定结果及处理.....	5
图1 电缆局部放电测试系统示意图.....	1

前 言

本标准为首次制定。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：上海电缆研究所。

本标准主要起草人：祝兵、范洪欣、蔡建国、刘恩菊、方俊豪。

电缆局部放电测试系统检定方法

1 范围

本标准规定了电缆局部放电测试系统的检定项目与技术要求、检定用器具、检定方法和检定结果及处理。
本标准适用于电缆局部放电测试系统的检定。
本标准适用于新制造的、修理后的和使用中的电缆局部放电测试系统的检定。

2 术语和定义

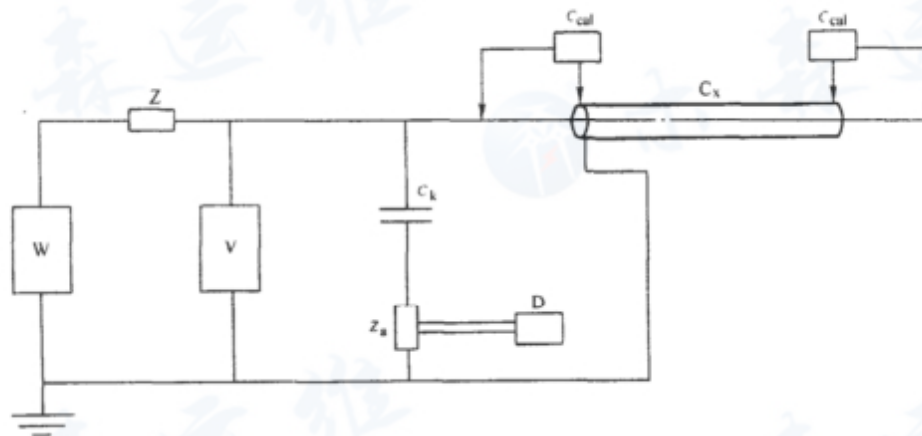
下列术语和定义适用于本标准。

2.1

电缆局部放电测试系统 *partial discharge testing system of electric cables*

适合电缆局部放电测试的整套的回路。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。

电缆局部放电测试系统如图 1 所示，但连接方式不仅限于图 1，也可采用其他可用于电缆局部放电测试系统的连接方式。



W—工频交流电源； V—高压电压表； Z—电感或滤波器；
Z_m—测量阻抗； D—检测仪器； C_k—耦合电容器；
C_x—电缆试样； C_{cal}—校准器注入电容。

图 1 电缆局部放电测试系统示意图

2.2

试验电源的容差 *tolerances of the test supply*

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。

2.3

校准脉冲的上升沿 *the rise edge of the calibration pulse*

校准脉冲的上升沿是一个视在时间参数，定义为校准脉冲前沿的 10% 和 90% 时刻之间的时间间隔 (T_r)。

2.4

校准脉冲的波尾 *the tail of the calibration pulse*

校准脉冲的波尾是一个视在时间参数，定义为校准脉冲大于 10% 的时间间隔 (T_c)。

2.5

局部放电测试系统的灵敏度 The sensitivity of test circuits and instruments for the testing system of partial discharges

局部放电测试系统的灵敏度是指存在背景干扰时最小可检测的脉冲放电量，其数值为背景干扰的2倍。

2.6

局部放电测试仪的线性度 The degree of linearity of instrument for the measuring of partial discharges

局部放电测试仪的线性度是指局部放电测试仪显示电荷与校准电荷的一致性程度。

2.7

局部放电测试仪的线性度误差 The linearity error of instruments for measuring of partial discharges

局部放电测试仪的线性度误差是指局部放电测试仪显示电荷与校准电荷之间的最大偏差，通常用百分比表示。

2.8

测量不确定度 uncertainty of a measurement

测量不确定度是表征合理地赋予被测量之值的分散性，与测量结果相联系的参数。

3 检定项目与技术要求

3.1 检定项目

- a) 试验装置的组成；
- b) 试验装置的试验电源；
- c) 试验装置试验电压输出指示值的示值误差；
- d) 试验装置局部放电的检测灵敏度；
- e) 试验装置的放电量校准器的电荷量及脉冲波形的检定；
- f) 局部放电测试仪的线性度检定；
- g) 局部放电测试系统衰减系数的检查；
- h) 局部放电测试系统响应(或双脉冲曲线的绘制)的检查。

3.2 技术要求

3.2.1 试验装置的组成

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、放电量校正器、局部放电测试仪等组成。必要时应有屏蔽实验室。局部放电测试仪必要时应有“零标”或“峰标”。

3.2.2 试验装置的试验电源

3.2.2.1 电缆局部放电试验装置的电源，应是无谐波和无干扰的 50Hz 正弦波形的电源。其频率为 (50 ± 1) Hz。

对于电源环境较差的实验室，应单独从电源变压器引一路专用电源，并经低压滤波后，再引入实验室。

3.2.2.2 电缆局部放电试验装置电源波形的峰值与有效值之比为 $\sqrt{2}$ ($1 \pm 5\%$)。

3.2.2.3 电缆局部放电试验装置试验电源的容差为 3%。

3.2.3 试验装置试验电压输出指示值的示值误差

电缆局部放电试验装置试验电压输出指示值的示值误差为 3%。

3.2.4 试验装置局部放电的检测灵敏度

电缆局部放电试验装置的局部放电检测灵敏度 q_{min} ，应优于 5pC。

3.2.5 试验装置放电量校准器的电荷量及脉冲波形

电缆局部放电试验装置的放电量校准器的注入电荷误差为 $-30\% \sim +10\%$ 。其校准脉冲的上升沿应不大于 $0.1\mu\text{s}$ ，其波尾不小于 $100\mu\text{s}$ ，校准脉冲的重复频率小于 5kHz 。

3.2.6 局部放电测试仪的线性度

局部放电测试仪的线性度误差应不大于 10% 。

4 检定用器具

- 高压千伏表： $(0 \sim 300)\text{kV}$ ，分度值为 0.1kV ，测量不确定度应不大于 1% ；
- 数字万用表：频率档为 $(0 \sim 20)\text{kHz}$ ，分度值为 0.1Hz ，测量不确定度应不大于 1% ；
- 电源波形分析仪：测量不确定度应不大于 1% ；
- 记忆示波器：频率响应不小于 100MHz ，灵敏度不低于 1mV/div ，测量不确定度不大于 1% ；
- 数字电容表：测量不确定度应不大于 1% ；
- 单脉冲校正发生器；
- 双脉冲校正发生器。

5 检定方法

5.1 一般检查

5.1.1 检查电缆用局部放电试验装置的组成，应符合3.2.1规定。

5.1.2 检查局部放电测试仪是否有“零标”或“峰标”，应符合3.2.1规定。当整个电缆局部放电测试系统的灵敏度，不加任何判别能满足3.2.4规定时，可没有“零标”或“峰标”。

5.2 电缆局部放电试验装置电源的检查

5.2.1 试验电源工作频率的检查

5.2.1.1 用电源波形分析仪来测量试验电源的工作频率。将高压千伏表的分压器接到高压电源输出端，把电源波形分析仪接到分压器的低压端，从电源波形分析仪上读数，应符合3.2.2.1规定。

5.2.1.2 用数字万用表的频率档，接到高压千伏表分压器的低压端，测量高压电源的频率，应符合3.2.2.1规定。

5.2.2 试验电源波形峰值系数的检查

5.2.2.1 用电源波形分析仪来测量试验电源波形峰值系数。将高压千伏表的分压器接到高压电源输出端，把电源波形分析仪接到分压器的低压端，在高压电源输出的 10% 、 20% 、 30% 、 70% 、 80% 、 90% 左右的这六个电压值，从电源波形分析仪上读数，应符合3.2.2.2规定。

5.2.2.2 也可用高压千伏表的分压器接到高压电源输出端，在高压电源输出的 10% 、 20% 、 30% 、 70% 、 80% 、 90% 左右的这六个电压值，用高压千伏表测量其真有效值和峰值。用下式计算试验电源波形峰值的系数 S ，并应符合3.2.2.2规定。

$$S = \frac{U_P}{U} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

S ——试验电源波形峰值的系数；

U_P ——高压千伏表测出的峰值，单位为 V ；

U ——高压千伏表测出的有效值，单位为 V 。

5.2.3 试验装置电源容差的检验

检查电缆用局部放电试验装置在其最高试验电压下的试验电源的容差，应符合3.2.2.3规定。

5.3 试验电压输出指示值的校验

将高压千伏表的分压器接到高压电源输出端。对指针式仪表，在指示仪表上带有数字分度线的电压

值,进行校验;对数字式仪表,在指示仪表上 $n \cdot 5\text{kV}$ ($n=1, 2, 3, \dots$) 左右的电压值,进行校验。对其误差用下式计算,并应符合 3.2.3 规定。

$$\delta = \frac{U' - U}{U} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- δ ——局部放电试验装置的试验电压输出指示误差, %;
- U' ——局部放电试验装置上指示仪表的读数,单位为 V;
- U ——高压千伏表的读数,单位为 V。

5.4 电缆局部放电试验装置的局部放电检测灵敏度的检查

5.4.1 根据电缆局部放电试验装置所测量的电缆的电压等级,对系统注入 10pC(或 20pC),调节局部放电测试仪的增益,使局部放电测试仪的放电量表指示为 10pC(或 20pC)。

5.4.2 接通系统电源,把按规定试验电压为系统最高检定电压且放电量不大于 1pC 的(70~100)m 电缆接到试验回路上,将电压升至电缆产品标准规定的试验电压,检查电缆局部放电试验装置的放电量。

5.4.3 局部放电试验装置检测灵敏度为

$$q_{\min} = 2kh_n \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- q_{\min} ——局部放电试验装置检测灵敏度(仪器能检出的最小放电量),单位为 pC;
- h_n ——背景噪声在示波器或放电量表上的读出值,单位为 mm;
- k ——标定系数,单位为 pC/mm。

$$k = q_{\text{cal}} / \alpha \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- q_{cal} ——校准电量,单位为 pC;
- α ——在系统注入校准电量后,示波器上的读出值,单位为 mm。

在任何情况下,局部放电试验装置检测灵敏度均应符合 3.2.4 规定。

5.5 电缆局部放电试验装置内部放电量校准器的检定

5.5.1 低压校准器的校验

5.5.1.1 打开放电量校正器的盖子,找出校正脉冲的输出端,用记忆示波器测量放电量校正器的脉冲幅值 ΔU 及校准脉冲的上升沿、波尾、校准脉冲的重复频率。

5.5.1.2 打开放电量校正器的盖子,找出校正脉冲的输出端与放电量校正器输出端之间的注入电容 C_{cal} ,用数字电容表测量注入电容 C_{cal} 。必要时,从校正器上取下注入电容 C_{cal} 测量。

5.5.2 高压校准器的校验

5.5.2.1 在局部放电测试仪上,找出校正脉冲的输出端,用记忆示波器测量放电量校正器的脉冲幅值 ΔU 及校准脉冲在 20pC 时的上升沿、波尾、校准脉冲的重复频率。

5.5.2.2 用数字电容表测量注入电容 C_{cal} 。

5.5.3 放电量校准器的注入电荷

电缆局部放电试验装置放电量校准器的注入电荷用下式计算:

$$q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta U \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- q_{cal} ——局部放电试验装置检测的灵敏度校准电量,单位为 pC;
- C_{cal} ——校正器的注入电容,单位为 pF;
- ΔU ——校准脉冲幅值,单位为 V。

电缆局部放电试验装置用放电量校准器的注入电荷误差、校准脉冲的上升沿、波尾及校准脉冲的重

复频率，应符合 3.2.5 规定。

5.6 局部放电测试仪线性度的检查

5.6.1 用单脉冲校正发生器的 20pC 档，对局部放电测试仪校准，然后再分别注入 10pC、4pC、2pC、1pC，检查局部放电测试仪的放电量表的指示值 q 。

5.6.2 用单脉冲校正发生器的 10pC 档，对局部放电测试仪校准，然后再分别注入 4pC、2pC、1pC，检查局部放电测试仪的放电量表的指示值 q 。

5.6.3 用下式计算局部放电测试仪的线性度，应符合 3.2.6。

$$f = \frac{q - q_{\text{cal}}}{q_{\text{cal}}} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

f ——局部放电测试仪的线性度，%；

q ——局部放电测试仪的放电量表的指示值，单位为 pC；

q_{cal} ——校准电量，单位为 pC。

5.7 局部放电测试系统衰减系数的检查

5.7.1 将成盘的长电缆接到局部放电试验装置上。

5.7.2 将单脉冲校正发生器的校准脉冲分别从电缆的两端注入，在靠近测量端注入时测得的读数为 α_1 ，从远离测量端注入时测得的读数为 α_2 ，则：

$\alpha_1 \leq \alpha_2$ 时， $F=1$ ；

$\alpha_1 > \alpha_2$ 时， $F = \sqrt{\alpha_1 / \alpha_2}$ 。

此时式 (3) 为：

$$q_{\text{min}} = 2kh_n F \quad (7)$$

式中：

q_{min} ——局部放电试验装置检测灵敏度(仪器能检出的最小放电量)，单位为 pC；

h_n ——在示波器或放电量表上的读出值，单位为 mm；

k ——标定系数，单位为 pC/mm。

F ——衰减修正系数。

5.8 局部放电测试系统响应(或双脉冲曲线的绘制)的检查

5.8.1 为防止因测试仪器的分辨能力不高，电缆内部发生局部放电时，放电脉冲发生叠加，造成显著的误差。应给出局部放电测试系统测量时电缆长度的禁区。

5.8.2 将电缆接入局部放电测试系统，在电缆的近端与地之间接入双脉冲校正发生器，将双脉冲的间隔从 0.2 μ s 到 100 μ s 逐步展开，对应地记录局部放电测试仪的放电量，即有如下关系：

$$A = f(\Delta t)$$

5.8.3 将 $\Delta t = 100\mu\text{s}$ 时定义为 A_{100} ，画出 $A/A_{100} - t$ 的函数曲线。 $A/A_{100} \leq 1.0$ 为负叠加区，所对应的电缆长度是禁区。

6 检定结果及处理

6.1 经检定合格的局部放电测试系统发给检定证书，不合格的发给检定结果通知书。

6.2 对按 5.7、5.8 所进行的检定项目，证书中只给出测试数据。

6.3 检定周期一般为一年。

中华人民共和国
机械行业标准
电缆局部放电测试系统检定方法
JB/T 10435—2004

*

机械工业出版社出版发行
北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037

*

开本890mm×1240mm 1/16·0.75印张·15千字

2004年8月第1版第1次印刷

定价：10.00元

*

书号：15111·7344

网址：<http://www.cmpbook.com>

编辑部电话：(010) 88379779

直销中心电话：(010) 88379693

封面无防伪标均为盗版

版权专有 侵权必究