

贵州省地方计量技术规范

JJF (黔) XX-2024

脉冲式电火花检漏仪校准规范

Calibration Specification for Pulsed EDM Leak
Detector

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局 发布

脉冲式电火花检漏仪校准规范

Calibration Specification

for Pulsed EDM Leak Detector

JJF (黔) XX-2024

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

参加起草单位：

本规范委托贵州省计量测试院负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
4.1 脉冲电压输出稳定度.....	(2)
4.2 脉冲电压示值误差.....	(2)
4.3 放电距离.....	(2)
5 校准条件.....	(2)
5.1 环境条件.....	(2)
5.2 测量标准及配套设备.....	(2)
5.3 其他条件.....	(2)
6 校准项目和校准方法.....	(3)
6.1 校准前检查.....	(3)
6.2 脉冲电压输出稳定度.....	(3)
6.3 脉冲电压示值误差.....	(3)
6.4 放电距离.....	(4)
7 校准结果的表达.....	(4)
8 复校时间间隔.....	(5)
附录 A 校准原始记录 (推荐) 格式样式	(6)
附录 B 校准证书内页 (推荐) 格式样式.....	(7)
附录 C 脉冲式电火花检漏仪示值误差测量不确定度评定示例.....	(8)

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范参考了 JJF 1001 - 2011《通用计量术语及定义》、GB 4793.1-2007《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第一部分 通用要求》的部分内容，并结合我国目前脉冲式电火花检漏仪实际生产和使用情况，对其具体技术指标和校准方法进行了规定和解释。

本规范为首次发布。

脉冲式电火花检漏仪校准规范

1 范围

本规范适用于输出电压范围为 30kV 及以下的脉冲式电火花检漏仪（以下简称检漏仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1-2012 测量不确定与表示

GB 4793.1-2007 测量、控制和实验用电气设备的安全要求 第一部分 通用要求

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；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 概述

检漏仪主要用于检测导电基体（如金属）上非导电涂层中的针孔、裂纹及其他损伤和缺陷。它通过对导电基体上非导电涂层表面加一定幅值的脉冲高压，当脉冲高压经过时，如有非导电涂层损伤或缺陷，会形成气隙击穿而产生火花放电，同时经报警电路送出脉冲信号，使报警器发出声音或光电报警，从而达到涂层质量检测的目的。

检漏仪由稳压电路、脉冲调制电路、升压整流电路和高压发生电路等几部分组成如图 1 所示，高压发生器输出（0~30）kV 内连续可调的脉冲电压幅值可在显示器中显示，其原理图如 1 所示。

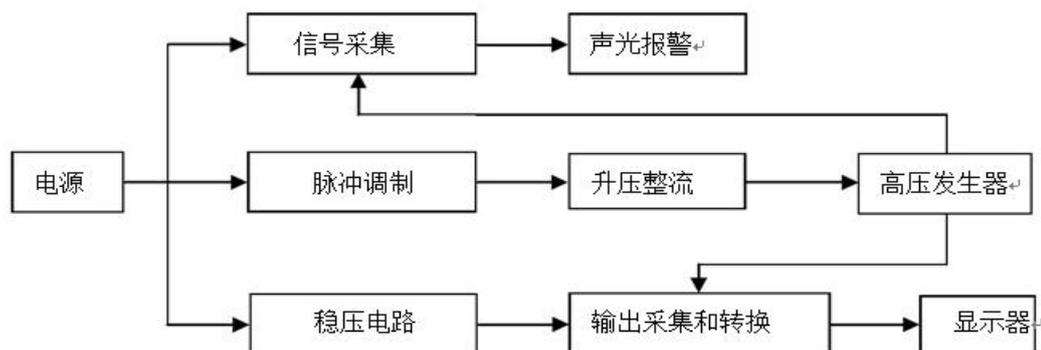


图 1 脉冲式电火花检漏仪原理框图

4 计量特性

4.1 脉冲电压示值误差

数字式检漏仪示值误差用相对误差表示，指针式检漏仪示值误差用引用误差表示。

4.2 脉冲电压输出稳定度

在规定时间内（如 1min），脉冲电压输出最大变化量与设定值的百分比。

4.3 放电距离

检漏仪高压输出端与接地线裸露点间的电火花产生距离。输出电压取 20% 和 100% 量程上限分别进行测试。

5 校准条件

5.1 环境条件

- a) 环境温度：（5~35）℃；
- b) 相对湿度：（45~75）%；
- c) 供电电源：电压（220±11）V，频率（50±0.5）Hz；
- d) 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

5.2 测量标准及配套设备

5.2.1 测量标准

选用满足测量范围的带存储功能的数字示波器作为主标准器,其电压垂直测量最大允许误差应不超过 $\pm 1\%$,带宽不小于 100MHz。校准装置的扩展不确定度($k=2$)应小于检漏仪电压示值最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。

5.2.2 配套设备

各配套设备及其技术要求如表 1 所示。

表 1 配套设备及其技术要求

配套设备名称	规格 /量程	技术要求
高压探头	衰减比 1000:1, 峰值电压量程大于 30kV; 带宽不小于 75MHz, 阻抗不小于 $100M\Omega$	衰减比 MPE: $\pm 1\%$
游标卡尺	(0~125) mm	MPE: ± 0.03 mm
绝缘电阻表	500V	不低于 10 级
耐电压测试仪	5kV	不低于 5 级

5.3 其他条件

校准检漏仪时,操作人员应佩戴绝缘手套,实验室应配备接地线,校准场所应铺设绝缘胶垫,应配备避免外界干扰的隔离措施。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准前检查

- a) 通电检查开机预热后,指针式检漏仪指针应稳定,无阻滞现象,数字式检漏仪显示应清晰完整;
- b) 声光报警功能检查检漏仪按照说明书进行声音报警或光电报警功能检查。

6.2 绝缘电阻

检漏仪电源输入端与机壳施加 500V 试验电压,其绝缘电阻不低于 $10M\Omega$, ; 连

接高压发生器后，高压输出端及地之间绝缘电阻不低于 $100\text{M}\Omega$ 。

6.3 工频耐压试验

检漏仪的所有测量线路与参考试验“地”之间，施加 1.5Kvde 工频电压历时 1min ，不应出现击穿或飞狐现象。

6.4 脉冲电压输出稳定度

通常选取检漏仪量程上限的 50% 点（也可根据用户要求选取）进行实验，如图 2 所示接线，在 1min 内，读取并记录示波器相同时间间隔的 10 次峰值电压测量值，按式（1）计算输出稳定度：

$$\Delta U = U_{\max} - U_{\min}$$

ΔU ----检漏仪脉冲输出电压稳定度的示值误差小值，kV；

U_{\max} ----在 1min 时间内， 10 次测量值中的最大值，kV；

U_{\min} ----在 1min 时间内， 10 次测量值中的最小值，kV；

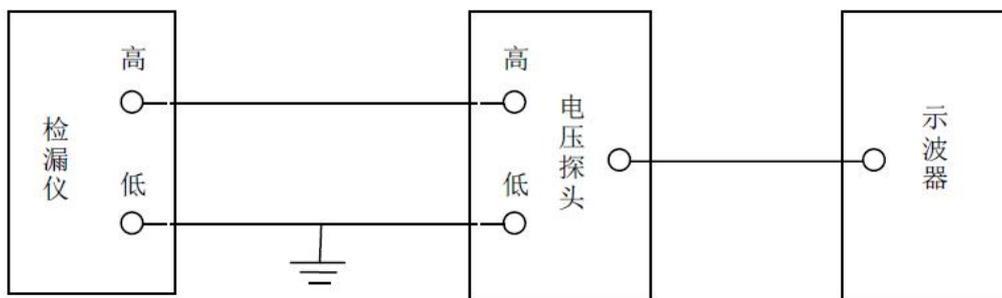


图 2 校准示意图

6.5 脉冲电压示值误差

多量程检漏仪一般选取误差限最小的量程为基本量程，其他量程为非基本量程。

指针式检漏仪应对基本量程的所有带数字分度值的点进行校准，非基本量程只校准上限分度线。

数字式检漏仪应在基本量程范围内均匀选取不少于 5 个点，非基本量程选取量程的两端和中间值作为校准点，也可根据用户要求选取基本量程、校准点等。如

图 2 接线,调节检漏仪输出脉冲电压,同时读取并记录示波器所测量电压的峰值。

脉冲电压示值绝对误差 Δ (kV) :

$$\Delta = U_x - kU_0$$

式中: U_x ——检漏仪脉冲电压示值, kV;

k ——高压探头衰减比;

U_0 ——示波器测得的电压值, V。

指针式检漏仪示值误差用引用误差 γ_1 表示:

$$\gamma_1 = \frac{\Delta}{U_s} \times 100\%$$

式中:

U_s ——指针式检漏仪量程上限值, kV;

数字式检漏仪示值误差用引用误差 γ_2 表示:

$$\gamma_2 = \frac{\Delta}{kU_0} \times 100\%$$

式中:

k ——电压探头衰减比;

U_0 ——示波器测得的电压值, V。

6.6 放电距离

将检漏仪接地线与检漏仪的金属连接杆连接,并与高压输出端处于同一水平直线,标记距高压输出端特定距离(一般为 1mm 和 10mm)的位置,开启检漏仪,按 4.5 设定脉冲电压输出值,然后将金属连接杆缓慢移向标记点,观察是否出现放电及声光报警现象,有放电及声光报警现象符合要求,无放电及声光报警现象不符合要求。

7 校准结果的表达

经校准的仪器出具校准证书，校准证书应包括以下信息：

- a) 标题，如“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) 证书或报告的唯一性标识（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；
- h) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 如果与校准结果的有效性和应用相关时，应对校准过程中被校对象的设置和操作进行说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明
- n) 校准证书和校准报告签发人的签名、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，不得部分复制证书或报告的声明。

校准原始记录格式见附录 A，校准证书（报告）内页格式见附录 B，校准结果的测量不确定度评定示例见附录 C。

8 复校时间间隔

复校间隔时间的长短是由设备的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所

决定, 用户可以根据实际使用情况确定复校时间间隔。建议检漏仪校准时间间隔为一年。

附录 A

校准原始记录 (推荐) 格式样式

脉冲式电火花检漏仪校准原始记录

第 页 共 页

委托单位		原始记录编号	
仪器名称		型号规格	
出厂编号		制造单位	
校准地点		校准依据	
环境温度	℃	相对湿度	%

校准用计量标准

名 称	型号规格	出厂编号	准确度等级/不确定度 /最大允许误差	证书编号	有效期

1.1 校准前检查: 符合要求 不符合要求1.2 绝缘电阻: 符合要求 不符合要求 1.3 工频耐压试验: 符合要求 不符合要求

2. 脉冲电压输出稳定度(%) 设定值: kV

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 (kV)										
U_{\max} :				U_{\min} :				Δ :		

3. 脉冲电压示值误差:

量程	检漏仪电压示值 (kV)	实测值(kV)	示值误差 γ (%)
基本量程			
非基本量程			

4、放电距离:

检漏仪输出电压示值(kV)	标记点	是否存在放电及报警现象

测量结果的不确定度:

校准:

核验:

校准日期:

附录 B

校准证书内容及内页格式 (参考) 格式

证书编号 XXXXXXX-XXXX

校准机构授权说明：				
校准环境条件及地点：				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 它		
校准所依据的技术文件 (代号、名称)：				
校准所使用的主要测量标准：				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

证书编号 XXXXXXX-XXXX

校准结果

1.1 校准前检查：

1.2 绝缘电阻：

1.3 工频耐压试验：

2、脉冲电压输出稳定度：

3 脉冲电压示值误差：

量程	检漏仪电压示值 (kV)	实测值(kV)	示值误差 γ (%)
基本量程			
非基本量程			

4. 放电距离：

检漏仪输出电压示值(kV)	标记点	是否存在放电及报警现象

以下空白

说明：

根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下_____个月校准一次。

声明：

1. 仅对加盖“XXXXX 校准专用章”的完整证书负责。

2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。

附录 C 脉冲式电火花检漏仪示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

环境条件：温度：22.0℃，相对湿度：46%；

测量标准：数字示波器、电压探头；

被测对象：脉冲式电火花检漏仪；

测量方法：以脉冲式电火花检漏仪为例，采用直接测量法，用脉冲式电火花检漏仪输出 10kV 电压，用数字示波器记录被校脉冲式电火花检漏仪示值，计算示值误差。

C.2 测量模型

$$\Delta = U_x - kU_0$$

式中： Δ ——脉冲电压示值绝对误差，（kV）；

U_x ——检漏仪脉冲电压示值，kV；

k ——电压探头衰减比；

U_0 ——数字示波器测得的实际电压值，V。

C.3 标准不确定评定

C.3.1 由重复性测量引入的不确定 u_1

采用 A 类方法评定。调节检漏仪输出电压至 10kV，记录测量标准的电压值，重复测次数 $n=10$ 次。测量结果分别为（kV）：+0.78、+0.78、+0.65、+0.65、+0.69、+0.65、+0.65、+0.78、+0.69、+0.69。

用单次测量结果的实验标准偏差表征测量的重复性，则有 $S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2} = 0.080\text{kV}$ ，则测量重复性引入的不确定度 $u_1 = S = 0.057\text{kV}$

C.3.2 测量标准引入的不确定度分量 u_2

C.3.2.1 数字示波器垂直测量最大允许误差引入的不确定度分量 u_0

采用 B 类方法评定, 数字示波器垂直测量最大允许误差为 $\pm 1\%$, 其变化区间的半宽 a 为 1%。按均匀分布, 取区间半宽, 则

$$u_0 = \frac{a}{\sqrt{3}} \times U_{\text{测}} = \frac{1\%}{\sqrt{3}} \times U_{\text{测}} = 0.0058U_{\text{测}} \text{ (V)}$$

C.3.2.2 衰减探棒衰减误差引入的不确定度分量 u_k

采用 B 类方法评定, 分压探头衰减比最大允许误差为 $\pm 1\%$, 其变化区间的半宽 a 为 1%。

按均匀分布, 取区间半宽, 则

$$u_0 \frac{a}{\sqrt{3}} \times 1000 = \frac{1\%}{\sqrt{3}} \times 1000 = 5.8$$

C.3.2.3 测量标准引入的合成不确定度 u_2

在 10kV 校准点 ($U_{\text{测}}=10\text{V}$) 处得到由测量标准引入的不确定度分量

$$\begin{aligned} u_2 &= \sqrt{(-k)^2 u_0^2 + (-U_{\text{测}})^2 u_k^2} \\ &= \sqrt{(-1000)^2 (0.0058U_{\text{测}})^2 + (-U_{\text{测}})^2 5.8^2} \\ &= 0.082(\text{kV}) \end{aligned}$$

C.4 标准不确定度分量一览表, 见表 4

不确定度类型	不确定度来源	灵敏系数	不确定度分量
A	测量重复性引入的不确定度 u_1	1	0.057kV
B	测量标准引入的不确定度 u_2	1	0.082kV

C.5 合成标准不确定度:

以上各项标准不确定度分量是互不相关的, 所以合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} = 0.099(\text{kV})$$

C.6 扩展不确定度

校准脉冲式电火花检漏仪 10kV 示值误差的测量不确定度为:

$$U_r = \frac{U}{10\text{kV}} \times 100\% = 0.2\%$$

备注：其他参量校准结果不确定度可参考本评定示例进行。