



吉林省地方计量技术规范

JJF(吉)141—2024

电火花检漏仪校准规范

Calibration Specification for Electric spark Leak Detector

2024-10-20 发布

2025-01-01 实施

吉林省市场监督管理厅 发布

电火花检漏仪校准规范

Calibration Specification for
Electric spark Leak Detector

JJF (吉) 141-2024

归口单位：吉林省市场监督管理厅

主要起草单位：长春市计量检定测试技术研究院

本规范由长春市计量检定测试技术研究院负责解释

本规范主要起草人：

王 影 （长春市计量检定测试技术研究院）

高晓波 （长春市计量检定测试技术研究院）

王 磊 （长春市计量检定测试技术研究院）

马 欣 （长春市计量检定测试技术研究院）

参加起草人：

张 健 （长春市计量检定测试技术研究院）

徐炜炜 （长春市计量检定测试技术研究院）

李洪宝 （长春市计量检定测试技术研究院）

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	(2)
4.2 脉冲电压稳定度	(2)
4.3 放电距离	(2)
4.4 绝缘电阻	(2)
4.5 工频耐压	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 校准用仪器设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 校准项目	(3)
6.2 校准方法	(3)
7 校准结果表达	(5)
8 复校时间间隔	(5)
附录 A 校准原记录格式.....	(6)
附录 B 校准证书内页格式	(8)
附录 C 测量不确定度评定实例	(10)

引 言

本规范按照 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制。JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》和 GB4793.1《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》共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

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 35kV 及以下的数字式脉冲电火花检漏仪的校准工作（以下简称检漏仪）。

2 引用文件

JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》

JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》

JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》

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》

使用本规范时，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 概述

检漏仪主要用来检测金属基材上的厚的非导电基体是否存在针孔、裂纹、砂眼等缺陷的仪器。它通过对非导体基体表面加一定幅值的脉冲高压，金属表面绝缘防腐层过薄、漏金属及漏电微孔处的电阻值和气隙密度都很小，当有高压经过时就形成气隙击穿而产生火花放电，给报警电路产生一个脉冲信号，报警器发出声光报警，从而达到检测防腐层检漏目的。其工作原理图如图 1 所示：

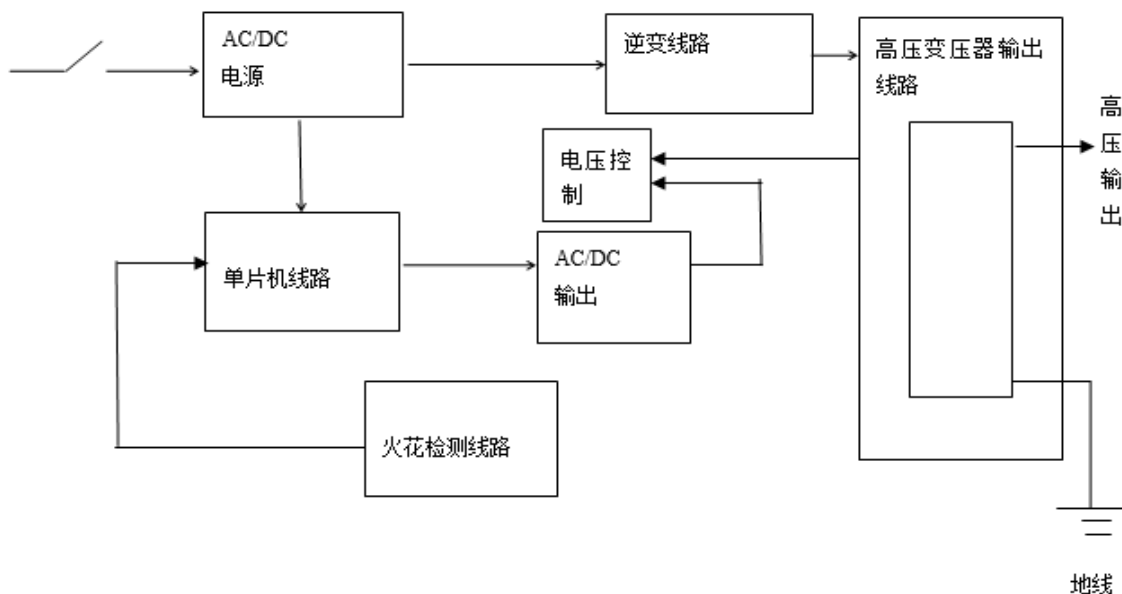


图 1 检漏仪工作原理图

4 计量特性

4.1 脉冲电压

脉冲电压示值误差用相对误差表示,应符合仪器说明书中的要求。

4.2 脉冲电压稳定度

在 1min 内,脉冲电压输出值最大变化量不大于该测量点最大允许误差绝对值的 1/5。

4.3 放电距离

选定 5kV 点及量程上限值点,进行放电距离试验,5kV 点的放电报警距离应不小于 1mm,量程上限值为 30kV 点的放电报警距离应不小于 10mm。

4.4 绝缘电阻

在电源输入端与机壳及地之间施加直流 500V 试验电压,其绝缘电阻值应不小于 20M Ω ,连接高压发生器后,高压输出端和机壳与地之间绝缘电阻值应不低于 100 M Ω 。

4.5 工频耐压

检漏仪处于非工作状态,电源开关置于接通位置,电源输入端与外壳间施加 50Hz, 1.5kV 的电压历时 1min 不应出现飞弧现象。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度: (20 \pm 5) $^{\circ}$ C; 相对湿度: \leq 75%;

电源电压: 变化不超过电源额定电压的 \pm 10%;

频率: (50 \pm 0.5) Hz。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 脉冲电压校准装置

选用满足测量范围的数字示波器作为主标准器(由数字示波器及高压探头组成),其垂直电压最大允许误差应不超过被校检漏仪输出电压示值的最大允许误差的 1/3,带宽不小于 100MHz,分压探棒变比应为 1000:1,带宽不低于 75MHz,阻抗不小于 100M Ω ,峰值电压量程应覆盖(0~35) kV。

5.2.2 耐电压测试仪

耐电压测试仪输出电压为 1.5kV,准确度等级为 5.0 级。

5.2.3 绝缘电阻表

绝缘电阻表测试电压为 500V,准确度等级为 10.0 级。

5.2.4 电子秒表

电子秒表的测量范围为 (0~3600)s, 最大允许误差为 ± 0.10 s。

5.2.5 量块

标准量块选择 1mm 及 10mm 量块, 准确度等级不低于 4 等。

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 校准项目

检漏仪校准项目见表 1

表 1 校准项目一览表

序号	校准项目
1	外观及通电检查
2	脉冲电压示值误差
3	脉冲电压稳定度
4	放电距离
5	绝缘电阻
6	工频耐压

6.2 校准方法

6.2.1 外观及通电检查

6.2.1.1 外观

检漏仪应外观完好, 具有产品名称、型号、出厂编号、生产厂家等标识。

6.2.1.2 通电检查

开机预热后, 检漏仪显示装置应清晰完整、无缺字少字现象。

6.2.2 脉冲电压示值误差的校准

在其电压量程的 20%~100% 范围内均匀选取 5 个点进行校准, 也可根据用户的要求确定校准点。采用直接测量法, 将数字示波器与高压探头相连接, 将检漏仪的高端与高压探头的高端相连接, 检漏仪与高压探头的低端连接后接地。接线方式如图 2 所示, 设置数字示波器的量程及变比, 调节检漏仪输出脉冲电压, 确保显示幅度值占到显示页面的 80% 以上, 同时读取数字示波器所测量的电压峰值。

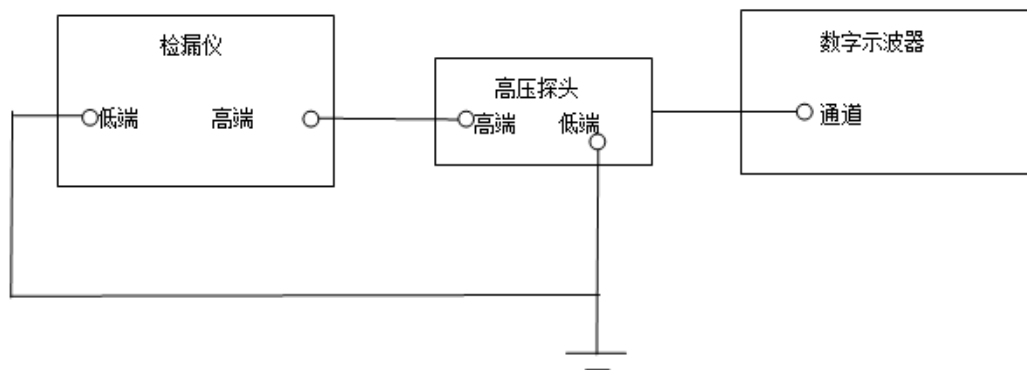


图2 检漏仪脉冲高压校准接线方式图

检漏仪的输出电压示值误差以相对误差形式表示，见公式 (1)：

$$\delta = \left(\frac{U_x - U_N}{U_N} \right) \times 100\% \quad (1)$$

式中： δ —检漏仪脉冲输出电压的相对误差，%；

U_x —检漏仪电压输出示值，kV；

U_N —数字示波器测得的实际值，kV。

6.2.3 脉冲电压输出稳定度

选取客户常用的脉冲电压点进行稳定度的校准，校准连线如图2所示，在1min内，每隔10s读取并记录7个数据，选取此数据中的最大值与最小值，按照公式(2)进行计算。

$$D = \left(\frac{U_{\max} - U_{\min}}{\bar{U}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

式中： D —检漏仪脉冲输出稳定度，%；

U_{\max} —在1min时间内，数字示波器测得值的最大测量值，kV；

U_{\min} —在1min时间内，数字示波器测得值的最小测量值，kV；

\bar{U} —在1min时间内，被校点的平均测量值，kV。

6.2.4 放电距离

将高压发生器和接地线夹接入检漏仪的相应端子，并与高压输出端处于同一水平直线，用1mm和10mm标准量块，分别与高压发生器的探刷顶部紧密接触，标记标准量块外侧与探刷顶部距离。移走标准试块，开通检漏仪，调节输出相应的脉冲电压值，接地线夹夹住检漏仪备用金属连接杆，将金属连接杆顶端沿水平直线缓慢接近标记点，观察在靠近标记点处是否出现放电及报警现象。

6.2.5 绝缘电阻

检漏仪的绝缘性能应符合4.4的要求。

6.2.6 工频耐压试验

检漏仪的工频耐压试验应符合 4.5 的要求。

7 校准结果的表达

经校准的检漏仪出具校准证书，校准证书至少应包含以下足够的信息：

- 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（如果不在实验室内校准）；
- d) 证书的唯一性标识（如证书编号），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称及地址；
- 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) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- n) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准原始记录格式见附录 A，校准证书内页格式见附录 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

检漏仪的复校时间间隔可根据具体情况确定，一般不超过 1 年。

附录 A

校准原始记录格式

电火花检漏仪校准记录格式 (参考)

记录编号: _____ 证书编号: _____

委托单位名称: _____

委托单位地址: _____

计量器具名称: _____

型号/规格: _____ 编 号: _____

制 造 厂: _____

技术依据: _____ 校准日期: _____

环境温度: _____ °C 相对湿度: _____ %

校准员: _____ 核验员: _____

校准所使用的主要计量标准器具:

名称及编号	测量范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	检定/校准单位 及证书号	有效期至

校准项目：

一、外观及通电检查：							
二、脉冲电压输出基本误差：							
量程 (kV)	输出示值 (kV)	标准值 (kV)	相对扩展不确定度 (U_{rel} $k=2$)				
三、脉冲电压输出稳定度：1min							
测量次数	1	2	3	4	5	6	7
测量值 (kV)							
$U_{max} =$ _____ kV		$U_{min} =$ _____ kV			$D =$ _____ %		
四、放电距离：							
检漏仪输出值 (kV)		标记点 (mm)			是否存在放电或报警现象		
五、绝缘电阻：							
六、工频耐压：							

附录 B

校准证书内容及内页格式

B.1 校准证书应至少包括以下信息：

- 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（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如证书编号），每页及总页数的标识；
- e) 受校单位的名称和地址；
- f) 被校参数的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期或校准证书的生效日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- i) 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) 校准员及核验员的签名；
- m) 校准证书批准人的签名。

B.2 电火花检漏仪校准证书内页 (参考)

一、外观及通电检查:			
二、脉冲电压输出基本误差:			
量程 (kV)	输出示值 (kV)	标准值 (kV)	相对扩展不确定度 (U_{rel} , $k=2$)
三、脉冲电压输出稳定 度: 1min	$D=$ _____°		
四、放电距离:			
检漏仪输出值 (kV)	标记点 (mm)		是否存在放电及报警现象
五、绝缘电阻:			
六、工频耐压:			

附录 C

电火花检漏仪测量不确定度的评定实例

C.1 校准方法

采用示波器+高压探测棒直接测量被校检漏仪，在被校检漏仪上输出电压示值，在示波器上读取电压实际值。

C.2 数学模型

C.2.1 建立测量模型如下：

$$\delta = \left(\frac{U_X - U_N}{U_N} \right) \times 100\%$$

式中： δ —检漏仪脉冲输出电压的相对误差，%；

U_X —检漏仪电压输出示值，kV；

U_N —数字示波器测得的实际值，kV。

C.2.2 合成标准不确定度计算公式：

$$u_c^2(\delta) = c^2(U_X)u^2(U_X) + c^2(U_N)u^2(U_N)$$

式中灵敏系数：

$$c(U_X) = \frac{\partial \delta}{\partial U_X} = \frac{1}{U_N}$$

$$c(U_N) = \frac{\partial \delta}{\partial U_N} = -\frac{U_X}{U_N^2}$$

C.3 标准不确定度分量

C.3.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u_1 C.3.2 由被校表分辨力引入的不确定度分量 u_2 C.3.3 由标准数字示波器的最大允许误差引入的不确定度分量 u_3

其他不确定度的来源可以忽略不计。

C.4 标准不确定度的 A 类评定

C.4.1 测量重复性引入的不确定度 (u_1) 评定

对于选定点进行 10 次重复测量，检漏仪的示值见表 C.1：

表 C.1 测量重复性观测列

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 (kV)	20.05	20.02	20.03	20.08	20.06	20.08	20.12	20.06	20.13	20.15

单次测量实验标准差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_x - \bar{U}_x)^2}{n-1}} = 0.043 \text{ kV}$$

单次测量标准不确定度： $u_1 = 0.043\text{kV}$

C.4.2 由被校表的分辨力引入的不确定度 (u_2) 评定

被校表的分辨力为 0.1 kV，则：

$$u_2 = \frac{0.1\text{kV}}{2\sqrt{3}} = 0.029\text{kV}$$

由于重复性引入的标准不确定度大于分辨力引入的标准不确定度，为了避免重复计算，只考虑重复性引入的标准不确定度。

C.5 标准不确定度的 B 类评定

C.5.1 由标准数字示波器引入的不确定度 (u_3) 评定

标准数字示波器的最大允许误差为 $\pm 0.4\%$ ，在 20 kV 点的绝对误差为 $\pm 0.08\text{kV}$ ，则半宽 $a=0.08\text{kV}$ ，在区间范围内可以认为均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，故：

$$u_3 = \frac{0.08\text{kV}}{\sqrt{3}} = 0.046\text{kV}$$

C.6 标准不确定度一览表

表 C.2 标准不确定度分量一览表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度分量	灵敏系数	相对标准不确定度分量
		$u(x_i)$	c_i	$ c_i u(x_i)$
u_1	重复性	0.043kV	0.0499	0.22%
u_3	标准器	0.046 kV	0.0498	0.23%

C.7 合成标准不确定度

由于各标准不确定度分量不相关，则：

$$u_c = \sqrt{c(U_X)^2 u_1^2 + c(U_N)^2 u_3^2} = \sqrt{(0.22\%)^2 + (0.23\%)^2} = 0.32\%$$

C.8 相对扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则

$$U_{\text{rel}} = k \times u_c = 2 \times 0.32\% = 0.7\%$$

吉林省地方计量技术规范

电火花检漏仪校准规范

JJF(吉) 141—2024

吉林省市场监督管理厅发布

*

版权所有 不得翻印

297 mm×210 mm A4 纸

2024年10月第1版 2024年10月第1次印刷