

# 江苏省地方计量技术规范

JJF（苏）284—2024

## 电火花检漏仪校准规范

Calibration Specification for Electric Spark Leak Detector

2024-09-26 发布

2024-12-01 实施

江苏省市场监督管理局 发布

# 电火花检漏仪校准规范

Calibration specification for

Electric spark leak detector

JJF(苏)284 — 2024

本规范经江苏省市场监督管理局 2024 年 09 月 26 日批准，并自 2024 年 12 月 01 日起施行。

归口单位：江苏省市场监督管理局

主要起草单位：泰州市计量测试院

参加起草单位：南京市计量监督检测院

海安迪斯凯瑞探测仪器有限公司

本规范委托江苏省电磁计量专业技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

张跃进（泰州市计量测试院）

张 卫（南京市计量监督检测院）

李 波（泰州市计量测试院）

**参加起草人：**苏亚东（海安迪斯凯瑞探测仪器有限公司）

陈 年（泰州市计量测试院）

# 目 录

引言 .....	(II)
1 范围 .....	(1)
2 引用文献 .....	(1)
3 概述 .....	(1)
4 计量特性 .....	(1)
4.1 外观 .....	(1)
4.2 校准参数技术要求 .....	(2)
5 校准条件 .....	(2)
5.1 环境条件 .....	(2)
5.2 供电条件及安全防护 .....	(3)
5.3 标准器及其它设备 .....	(3)
6 校准项目和校准方法 .....	(3)
6.1 外观检查 .....	(3)
6.2 安全检查 .....	(3)
6.3 电压输出误差 .....	(3)
6.4 电压输出稳定度 .....	(5)
6.5 放电距离 .....	(5)
7 校准结果表达 .....	(7)
8 复校时间间隔 .....	(7)
附录 A 电火花检漏仪记录参考格式 .....	(8)
附录 B 校准证书内页参考格式 .....	(9)
附录 C 电火花检漏仪校准结果不确定度分析 .....	(11)

# 引 言

本规范依据国家计量技术规范 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次发布。

# 电火花检漏仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于最高输出电压峰值不大于 35 kV 的指针式和数字式电火花检漏仪(以下简称检漏仪)的校准。

## 2 引用文献

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1071 国家计量校准规范编写规则

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

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

使用本规范时, 应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

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

电火花检漏仪主要用于检测导电基体(如金属)上非导电涂层上的裂纹、针孔及其他缺陷和损伤, 如被测对象的防腐层质量(防腐材料是否存在气泡或漏点), 工作时, 检漏仪低端通常与被检对象金属端连接, 根据非导电涂层厚度调节输出直流或脉冲电压, 由高压发生器输出, 匀速刷过非导电涂层, 根据有无报警情况, 判断是否存在损伤或漏点。

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器等几部分组成, 电源提供工作电压, 调节电压调制电路旋钮, 通过高压发生器产生(0~35) kV 连续直流或脉冲高压信号, 并在显示器中显示输出电压值。

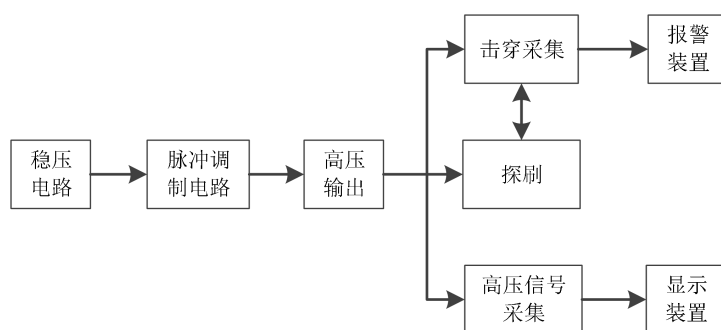


图 1 检漏仪工作原理框图

## 4 计量特性

### 4.1 外观

4.1.1 电火花检漏仪应具有产品名称及型号、制造厂名或商标、出厂编号。

4.1.2 表面不应有影响使用和校准的明显缺陷，各种显示应清晰完整。

4.1.3 各功能键应有明显的标识，按键灵活可靠。

4.1.4 开机预热后，指针式检漏仪指针应稳定，且在其量程范围内无卡顿现象；数字式检漏仪显示功能应清晰完整。检漏仪高压发生器输出端与低端短接，通电后应能够报警（报警指示灯亮并发出蜂鸣）。

### 4.2 校准参数技术要求

4.2.1 电压输出稳定度：在规定时间间隔（1min）内，电压输出直流值或峰值的变化量不大于该测量点最大允许示值误差的 1/5。

4.2.2 电压输出误差：±5%，或符合仪器说明书中的要求。

4.2.3 放电距离：至少选定 5 kV 点及量程上限点进行放电距离试验，且 5 kV 时放电报警距离不小于 1mm。当量程上限为 30 kV 时，放电距离不小于 10mm。当量程上限不为 30 kV 以及校准其他电压值放电距离时，应符合仪器说明书中对应值的放电距离要求。

4.2.4 绝缘电阻：在 500 V 电压下，检漏仪电源输入端对机壳绝缘电阻不低于 10 MΩ，连接高压发生器后，高压输出端和机壳及地之间绝缘电阻不低于 100 MΩ。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

温度：(10~30)℃。

相对湿度：不大于 70%RH。

其它条件：周围无强烈振动；无强电磁场干扰；远离热源，避免有害气体腐蚀。

### 5.2 供电条件及安全防护

电压：(220±22)V。

频率：(50±0.5)Hz。

应配备保障校准人员安全的绝缘橡胶垫、手套和良好的接地线。

### 5.3 标准器及其它设备

5.3.1 数字直流电压表, 输入阻抗大于等于  $100\text{ M}\Omega$ , 允许误差 $\pm 1\%$ , 或其他准确度相当的直流电压表, 电压量程应覆盖  $(0\sim 35)\text{ kV}$ 。

5.3.2 数字示波器, 带宽不小于  $100\text{ MHz}$ 。

5.3.3 高压衰减探头, 变比应为  $1000:1$ , 带宽不低于  $30\text{ MHz}$ , 阻抗不小于  $100\text{ M}\Omega$ , 峰值电压量程应覆盖  $(0\sim 35)\text{ kV}$ , 允许误差 $\pm 1\%$ 。

5.3.4 电子秒表, 分辨力  $0.01\text{ s}$ 。

5.3.5 绝缘电阻表, 电压  $500\text{ V}$ , 量程  $500\text{ M}\Omega$ , 准确度等级不低于 10 级。

5.3.6 放电专用夹具, 放电距离  $0.5\text{ mm}\sim 20\text{ mm}$  可调; 分辨力不低于  $0.02\text{ mm}$ , 允许误差 $\pm 0.05\text{ mm}$ 。

5.3.7 标准量块,  $1\text{ mm}\sim 10\text{ mm}$ ; 不低于 5 等。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 外观检查

检漏仪的外观应符合 4.1 要求。

### 6.2 安全检查

6.2.1 检漏仪电极对地绝缘应采用高电阻材料, 该材料应不吸湿、不漏电起痕, 易清洗, 并能长时间承受  $3000\text{ V}$  电压。

6.2.2 通电预热后, 检漏仪的通电性能应符合 4.1.2 要求。

6.2.3 检漏仪的绝缘性能应符合 4.2.4 要求。

### 6.3 电压输出误差

#### 6.3.1 校准点的选择

对于指针式检漏仪, 应对所有带数字分度值的点进行校准; 对于数字式检漏仪, 应在其量程的 10%到量程上限内均匀选取不少于 5 个点进行校准; 当需要校准由特殊技术要求所规定的其他电压值时, 应增加相应的校准点。

对于多量程的检漏仪, 应选用一个常用的量程作为基本量程, 选取点同上。其他量程选取量程的 10%的值、量程中间值、量程上限值 3 个点进行校准。

#### 6.3.2 脉冲电压校准

脉冲式电火花检漏仪采用数字示波器和高压衰减探头进行校准。调整数字示波器的垂直和水平量程, 打开电火花检漏仪高压探棒的开关, 调节主机, 使其达到需要的被校



准电压值，记录下数字示波器的最大电压。线路如图 2 所示。

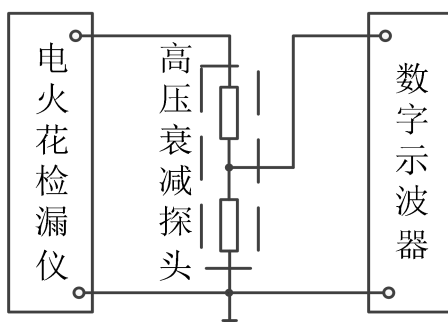


图 2 脉冲式电火花检漏仪输出峰值电压测量电路

### 6.3.3 直流电压校准

直流电火花检漏仪采用数字直流电压表进行校准。选择数字直流电压表合适量程，打开电火花检漏仪高压探棒的开关，调节主机，使其达到需要的被校准电压值，记录下直流数字电压表电压值。线路图如图 3 所示。

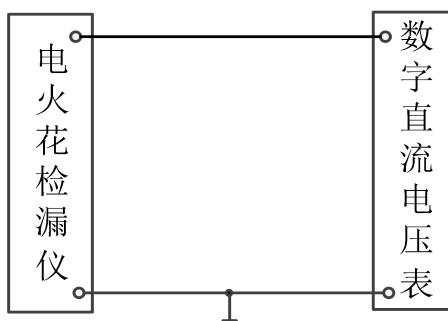


图 3 直流电火花检漏仪输出电压测量电路

### 6.3.4 电压输出误差计算

电火花检漏仪输出峰值电压（或直流电压）示值误差用公式（1）表示：

$$\delta = \frac{U_x - U_0}{U_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\delta$  ——输出峰值电压（直流电压）相对误差；

$U_x$  ——输出峰值电压（直流电压）示值，kV；

$U_0$  ——校准装置读数值，kV。

#### 6.4 电压输出稳定度

选取客户常用的电压点进行稳定度的校准，校准线路与电压校准电路相同，在 1min 内，读取并记录相同时间间隔的 6 个数据，选取此组数据中的最大值和最小值，按照公式（2）

计算稳定度，结果应符合 4.2.1 要求。

$$\Delta = U_{\max} - U_{\min} \quad (2)$$

$\Delta$  ——检漏仪输出电压稳定度，kV；

$U_{\max}$  ——在 1min 时间内，对被校对象的同一测量值，数据的最大值，kV；

$U_{\min}$  ——在 1min 时间内，对被校对象的同一测量值，数据的最小值，kV。

#### 6.5 放电距离

##### 6.5.1 放电专用夹具自校

在对检漏仪进行放电距离试验前对放电专用夹具进行校准。用 1 mm ~ 10 mm 标准量块，分别放入图 4 放电专用夹具 ③、④ 不锈钢放电极板之间，调节⑤ 放电距离调节装置使量块与电极板紧密接触，记录⑥ 读数标尺（游标卡尺原理）数值，1 mm 时记录点为  $L_1$ ，10 mm 时为  $L_{10}$ ，其他距离 X 点记录为  $L_x$ 。校准完成后移走标准试块。

其他距离点可用公式 3 计算并验证。

$$L_x = L_{10} - 10 \text{ mm} + X \quad (3)$$

$L_x$  ——距离为 X 时读数标尺示值，mm；

$L_{10}$  ——距离为 10 mm 时读数标尺示值，mm；

X ——设定点距离，mm。

##### 6.5.2 放电距离判定

放电点为 5 kV 时，调节⑤放电距离调节装置使读数标尺至  $L_1$  数值，检漏仪接地线夹夹住⑧地线接线端，接通检漏仪电源，调节输出电压 5 kV，将高压探刷接触⑦高压接线端，观察是否出现放电及报警现象。

放电点为 30 kV 时，调节⑤放电距离调节装置使读数标尺至  $L_{10}$  数值，同理重复以上步骤，观察是否在  $L_{10}$  处出现脉冲电压放电及报警现象。

放电点为其他值时,调节⑤放电距离调节装置使读数标尺至  $L_x$ ,同理重复以上步骤,观察是否在  $L_x$  处出现脉冲电压放电及报警现象。

### 6.5.3 放电距离校准

在进行 6.5.2 放电距离判定时如出现放电及报警则调节⑤放电距离调节装置依次增加距离 0.1 mm,重复 6.5.2 步骤,直到不产生放电及报警为止,记录产生放电及报警的最后一个距离数值;如不出现放电及报警则调节⑤放电距离调节装置依次减少距离 0.1 mm,重复 6.5.2 步骤,直到产生放电及报警为止,记录产生放电及报警的距离数值。

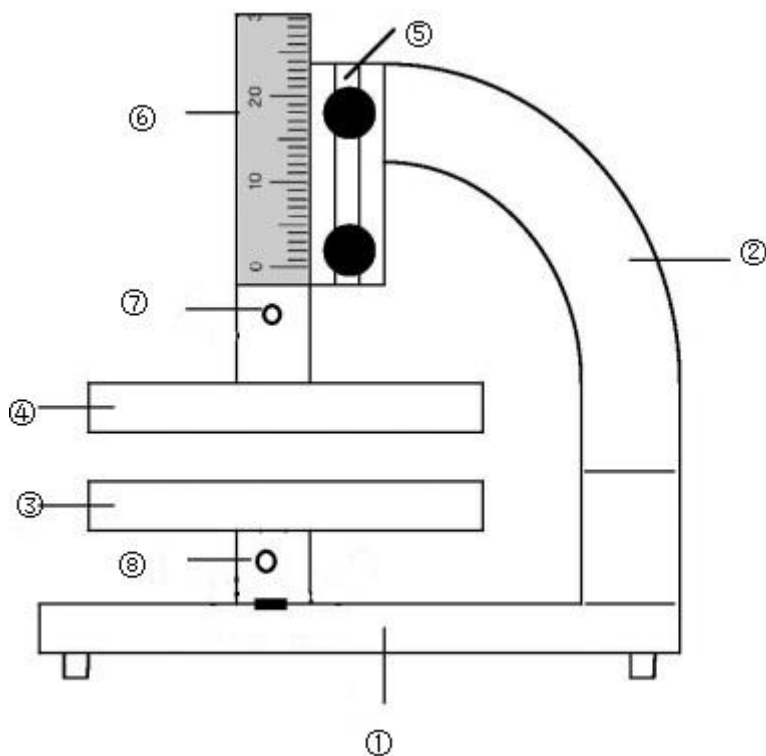


图 4 放电专用夹具

- ①底座
- ②绝缘连接装置兼把手
- ③、④ 不锈钢放电极板
- ⑤ 放电距离调节装置
- ⑥ 读数标尺（游标卡尺原理）
- ⑦高压接线端
- ⑧ 地线接线端

## 7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反应，校准证书应至少包括以下信息：

- 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) 进行校准的日期和签发日期，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。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议为 1 年。

## 附录 A

## 电火花检漏仪记录参考格式

单位名称		地 址	
仪器名称		型号规格	
制 造 厂		出厂编号	

一、外观检查和功能检查：

二、绝缘电阻：

三、试验电压 (kV)：

标称值							
实测值							
相对误差 (%)							
测量结果的不确定度 ( $k=2$ )							

四、试验电压稳定度 (kV)：

标称值	实测 1	实测 2	实测 3	实测 4	实测 5	实测 6	稳定度

五、放电距离

标称试验电压 (kV)							
放电距离 (mm)							
测量结果的不确定度 (mm, $k=2$ )							

附录 B

校准证书内页参考格式

校准证书内页格式（第 2 页）

证书编号 XXXXXX-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 他		
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	检定/校准证书 编号	证书有效期至

- 注：
- 1. XXXXX 仅对加盖“XXXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
  - 2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
  - 3. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

## 校准证书校准结果页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

## 校 准 结 果

一、外观检查和功能检查：

二、绝缘电阻：

三、试验电压 (kV)：

标称值							
实测值							
相对误差 (%)							
测量结果的不确定度 ( $k=2$ )							

四、试验电压稳定度 (V)：

标称值	实测最大值	实测最小值	稳定度

五、放电距离

标称试验电压 (V)							
放电距离 (mm)							
测量结果的不确定度 (mm, $k=2$ )							

## 附录 C

## 电火花检漏仪校准结果不确定度分析

## 1、电火花检漏仪脉冲电压校准结果不确定度分析

## C1.1 测量方法

用高压分压器和示波器按规范中试验电压方法测量一电火花检漏仪

## C1.2 测量模型

$$\Delta U = U - U_0$$

式中： $\Delta U$  ——电压测量误差，V；

$U$  ——试验仪电压标称值，V；

$U_0$  ——试验仪电压实测值，V。

## C1.3 方差和灵敏系数

$$u_c^2 = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot u_{x_i}^2$$

## C1.4 不确定度分量评定

C1.4.1 用分压器对被测试验仪 10 kV 电压档重复测量 10 次，根据贝塞尔公式计算实验标准偏差  $s(u)$ 。

重复性试验记录及不确定度  $u_1$

序号 i	测量值/kV	序号 i	测量值/kV
1	9.94	6	9.89
2	9.92	7	9.93
3	9.92	8	9.92
4	9.90	9	9.90
5	9.92	10	9.94

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2}{n(n-1)}} = 5 \text{ (V)}$$



C1.4.2 示波器分辨力 10 V，引入不确定度分量  $u_2=5/\sqrt{3}=3$  (V)

可见重复性分量大于被检分辨力分量，应保留重复性分量  $u_1$ ，舍去被检分辨力分量  $u_2$ 。

C1.4.3 由标准装置引入的不确定度

标准装置的最大允许误差为 1.5% (高压探头+示波器)

故  $u_3=1.5\% \times 10000/\sqrt{3}=87$  (V)

C1.4.4 不确定度分量一览表

标准不确定度 $u_i$	不确定度来源	标准不确定度 (V)	灵敏系数 $c_i$	$ c_i u(x_i)$ (V)
$u_1$	测量重复性	5	1	5
$u_3$	标准装置	87	-1	87

C1.5 合成标准不确定度

由于  $u_1$ 、 $u_3$  之间，彼此独立不相关，所以合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_3^2 u_3^2} = 87.2 \text{ (V)}$$

C1.6 扩展不确定度

取  $k=2$  则扩展不确定度

$$U = u_c \times k = 87.2 \times 2 \approx 175 \text{ (V)}, \quad k=2$$

$$U_{\text{rel}}=1.8\%, \quad k=2$$

## 2、电火花检漏仪放电距离校准结果不确定度分析

### C2.1 测量方法

用放电专用夹具按规范中放电距离试验方法测量一电火花检漏仪 30 kV 电压点放电。

### C2.2 测量模型

$$L = L_X$$

式中：\$L\$ ——放电距离，mm；

\$L\_X\$ ——修正后的放电读数装置示值，mm。

### C2.3 方差和灵敏系数

$$u_c^2 = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot u_{x_i}^2$$

### C2.4 不确定度分量评定

C2.4.1 用放电专用夹具对被测试验仪 30 kV 电压重复测量放电距离 10 次，根据贝塞尔公式计算实验标准偏差 \$s(u)\$

重复性试验记录及不确定度 \$u\_1\$

序号 i	测量值/mm	序号 i	测量值/mm
1	10.8	6	10.8
2	10.7	7	10.8
3	10.7	8	10.7
4	10.8	9	10.9
5	10.9	10	10.8

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2}{n(n-1)}} = 0.074 \text{ (mm)}$$

C2.4.2 校准时专用检具读数调节步进值 0.1 mm，引入不确定度分量

$$u_2 = 0.05 / \sqrt{3} = 0.029 \text{ (mm)}$$

可见重复性分量大于步进值分量，应保留重复性分量 $u_1$ ，舍去步进值分量 $u_2$ 。

#### C2.4.3 由读数装置引入的不确定度

读数装置的最大允许误差为 $\pm 0.05 \text{ mm}$ （游标卡尺技术参数）

故  $u_3 = 0.05/\sqrt{3} = 0.029 \text{ (mm)}$

#### C2.4.4 由放电极板平行度引入的不确定度

根据加工精度估算放电极板平行度引入的不确定度 $u_4 = 0.03 \text{ (mm)}$

#### C2.4.5 不确定度分量一览表

标准不确定度 $u_i$	不确定度来源	标准不确定度 (mm)	灵敏系数 $c_i$	$ c_i u(x_i) \text{ (mm)}$
$u_1$	测量重复性	0.074	1	0.074
$u_3$	读数装置	0.029	1	0.029
$u_4$	放电极板	0.03	1	0.03

#### C2.5 合成标准不确定度

由于 $u_1$ 、 $u_3$ 、 $u_4$ 之间，彼此独立不相关，所以合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_3^2 u_3^2 + c_4^2 u_4^2} = 0.085 \text{ (mm)}$$

#### C2.6 扩展不确定度

取 $k = 2$ 则扩展不确定度

$$U = u_c \times k = 0.085 \times 2 \approx 0.2 \text{ (mm)}, \quad k = 2$$

江苏省地方计量技术规范  
**电火花检漏仪校准规范**  
JJF(苏)284—2024  
江苏省市场监督管理局发布

\*

江苏省计量协会印刷  
版权所有不得翻印

\*

开本 880 mm×1230 mm 16 开本  
2024 年 12 月 印刷