

**JJF**(有色金属) XXXX─XXXX

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

发 布

中华人民共和国工业和信息化部

脉冲电火花检漏仪校准规范

Calibration Specification for Electric Spark Leak Detector

（讨论稿）



脉冲电火花检漏仪校准规范

Calibration Specification for Electric Spark Leak Detector

**JJF（有色金属）XXXX—XXXX**

归 口 单 位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

参加起草单位：

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

**参加起草人：**

目 录

1范围 1

2引用文件 1

3概述 1

4计量特性 1

4.1脉冲电压输出示值误差 1

4.2脉冲电压输出稳定度 1

4.3放电距离 1

5 校准条件 1

5.1 环境条件 1

5.2 测量标准及其他设备 2

6 校准项目和校准方法 2

6.1 校准前检查 2

6.1.1外观检查 2

6.1.2通电检查 2

6.1.3绝缘电阻 2

6.1.4工频耐压试验 2

6.2 脉冲电压输出示值误差 2

6.3脉冲电压输出稳定度 3

6.4放电距离 4

7 校准结果表达 4

8 复校时间间隔 5

附录A 6

附录B 7

附录C 8

引 言

本规范是以JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》编制。

本规范是以GB4793.1-2007 《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》、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》、GB/T 16927.2-2013 《高压电实验技术》、GB/T 19285-2014 《埋地钢制管道腐蚀防护工程检验》为基础，共同构成支撑对该校准规范的制定工作。

本规范为首次发布。

**电火花检漏仪校准规范**

1范围

本规范适用于输出电压为30kV及以下的用于检测导电基材上非导电涂层缺陷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

本规范无引用文件。

3概述

检漏仪是用来检测金属基材上的非导电涂层是否存在针孔，裂纹及其他损伤和缺陷的仪器。使用时，该仪器一头接地，另一头是高压探头，仪器通过高压探头发出高压电，当探头经过有缺陷的涂层表面时，仪器会自动声光报警。

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及部分组成，由电源提供工作电压，通过高压发生器产生（0~30）kV连续脉冲高压信号，并在显示器中显示输出脉冲电压值。

4计量特性

## 4.1脉冲电压输出示值误差

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。最大允许误差范围为±5%~±10%

## 4.2脉冲电压输出稳定度

在1min内，脉冲电压输出值最大变化量与设定值的百分比不大于该测量点最大允许误差的1/5。

## 4.3放电距离

选定 5kV 点及量程上限点，进行放电距离试验，且 5kV 时放电报警距离不小于 1mm，当量程上限为 30kV 时，放电距离不小于 10mm，当量程上限为其他值时，应符合仪器说明书中对应值的放电距离要求。

5 校准条件

## 5.1 环境条件

校准时的环境条件应满足以下要求：

1. 环境温度：20℃±5℃；
2. 相对湿度：≤80%；
3. 电源电压：220V±22V；
4. 电源频率：50Hz±0.5Hz；
5. 应配备保障校准人员安全的绝缘胶垫、绝缘手套和良好的接地

## 5.2 测量标准及其他设备

表1校准设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 仪器设备名称 | 技术要求 |
| 1 | 数字存储示波器 | 电压垂直测量功能最大允许误差应不超过±1%；带宽不小于100MHz。 |
| 2 | 电压探头 | 变比应为 1000:1，电压量程应覆盖（0~30）kV；带宽不低于 75MHz，阻抗不小于 100MΩ。 |
| 3 | 数显卡尺 | （0~200mm）；MPE：±0.03mm |
| 4 | 耐电压测试仪 | 5kV，不低于5级。 |
| 5 | 绝缘电阻表 | 500V，不低于10级。 |

6 校准项目和校准方法

## 6.1 校准前检查

## 6.1.1外观检查

检漏仪应具有型号、出厂编号、制造厂家等标识，各按键或旋钮应灵活可靠。

## 6.1.2通电检查

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。

## 6.1.3绝缘电阻

在 500V 电压下，检漏仪电源输入端对机壳绝缘电阻不低于 10MΩ，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 100MΩ。

## 6.1.4工频耐压试验

对检漏仪电源输入端与机壳施加 1.5kV 的工频电压，历时 1min，无击穿或飞弧现象。

## 6.2 脉冲电压输出示值误差

对于指针式检漏仪，对所有带数字分度值的点进行校准；对于数字式检漏仪，在其量程的20%到量程上限内均匀选取不少于5个点进行校准。对于多量程的检漏仪，应选用一个常用量程作为基本量程，校准点选取同上；其他量程为非基本量程，选取其两端和中间值作为校准点。

如图1方式接线，调节检漏仪脉冲电压输出值，同时从示波器上读取并记录所测量电压的峰值。



图1 仪器连接方式图

数字式检漏仪脉冲电压输出示值误差按照公式（1）计算：

$δ\_{V1}=\frac{V\_{x}−k∙V\_{N1}}{V\_{N1}}×100\%$ （1）

式中：

$δ\_{V1}$——检漏仪输出脉冲电压的相对误差，%；

$V\_{x}$——数字式检漏仪的输出示值，kV；

$V\_{N1}$——示波器测量的标准值，kV;

*k*——电压探头变比。

指针式检漏仪脉冲电压输出示值误差按照公式（2）计算：

$δ\_{V2}=\frac{V\_{y}−k∙V\_{N2}}{V\_{m}}×100\%$ （2）

式中：

$δ\_{V2}$——检漏仪输出脉冲电压的相对误差，%；

$V\_{y}$——指针式检漏仪的输出示值，kV；

$V\_{N2}$——示波器测量的标准值，kV;

$V\_{m}$——指针式检漏仪量程上限值，kV；

*k*——电压探头变比。

## 6.3脉冲电压输出稳定度

选取检漏仪基本量程上限的50%点进行试验，接线方式与6.2相同，在1min内，读取并记录相同时间间隔的10个峰值电压值，选取此组数据中的最大值和最小值，按照公式（3）计算稳定度。

 $s=\frac{U\_{max}−U\_{min}}{U\_{x}}$ （3）

式中：

$∆$——检漏仪输出脉冲电压稳定度的示值误差，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;

$U\_{x}$——检漏仪设定输出值，kV。

## 6.4放电距离

在对检漏仪进行放电距离试验时，将检漏仪接地线与检漏仪金属连接杆连接，确保与高压输出端在同一个水平直线上，使用数显卡尺标记出特定距离（量程上限5kV 时放电距离试验取1mm；量程上限30kV 时，放电距离试验取 10mm）。开启检漏仪，设定脉冲电压输出值，将金属连接杆缓慢向标记处移动，观察移动到标记点处或移动过程中是否出现放电及报警现象。无放电及报警现象则不合符要求。

7 校准结果表达

经校准后出具校准证书，校准证书由封面和校准数据内页组成，封面由校准机构确定统一格式，校准数据按照附件B要求，并可根据检漏仪的情况进行填写。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) 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) 校准结果及测量不确定度的说明；

l) 对校准规范的偏离的说明；

m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；

n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

o) 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

建议检漏仪校准时间间隔为1年；当使用频率较高时，建议用户缩短为半年。

附录A

 校准原始记录参考格式

送校单位： 地址： 校准地点：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 仪器名称 |  | 证书编号 |  |
| 制造厂 |  | 型号 |  | 出厂编号 |  |
| 标准器名称 |  | 标准器证书号 |  | 有效期至 |  |
| 测量范围 |  | 不确定度 |  |
| 校准依据 |  | 温度 |  | 湿度 |  |
| 校准日期 | 年 月 日 |

校准内容

一、外观及通电检查： 二、绝缘电阻： 三、工频耐压试验：

四、脉冲电压输出示值误差：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检漏仪的示值U（kV） | 标准值U（kV） | 示值误差（%） |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

五、脉冲电压输出稳定度：1min内

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值（kV） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Umax= ; Umin= ; $s$=

六、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 |
|  |  |  |
|  |  |  |

七、测量结果的不确定度：

附录B

校准证书内页参考格式

一、外观及通电检查：

二、绝缘电阻：

三、工频耐压试验：

四、脉冲电压输出误差：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检漏仪的示值U（kV） | 标准值U（kV） | 相对误差（%） |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

五、脉冲电压输出稳定度：1min内，$∆$=

六、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 |
|  |  |  |
|  |  |  |

七、测量结果的不确定度：

——以下空白——

附录C

检漏仪脉冲输出电压示值误差测量不确定度评定

C.1概述

本附录以检漏仪脉冲输出电压示值误差为示例，对其进行测量不确定度评定。其他校准项目可参照本附录作类似评定。

C.1.1 测量依据

依据电火花检漏仪校准规范。

C.1.2 被校对象

选用量程上限为5kV的检漏仪。

C.1.3 测量方法及主要设备

采用直接测量法，使用电压探头配合示波器进行10次重复测量。

C.2 测量模型及不确定度来源分析

C.2.1 测量模型

$∆=V\_{x}−k∙V\_{0}$ （C.1）

式中：

$∆$——检漏仪脉冲电压示值绝对误差，kV；

$V\_{x}$——检漏仪脉冲电压示值，kV；

$k$——电压探头变比；

$V\_{0}$——数字示波器测得的实际电压值，V。

C.2.2测量结果不确定度主要来源分析

（1）测量重复性引入的不确定度*u*1

（2）测量标准引入的不确定度分量*u*2

C.3检漏仪脉冲电压示值误差测量不确定度评定

C3.1测量重复性引入的标准不确定度分量*u*1

设置检漏仪输出电压至5kV，记录测量标准的电压值，重复测量次数n=10。结果见表C.1由贝塞尔公式计算其标准差*s*，属A类不确定度分量。

表C.1 测量结果

|  |  |
| --- | --- |
| 校准点/kV | 测量结果/kV |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值/kV |
| 10.0kV | 10.86 | 10.64 | 10.67 | 10.81 | 10.69 | 10.83 | 10.67 | 10.83 | 10.84 | 10.67 | 10.80 |
| $$∆$$ | -0.86 | -0.64 | -0.67 | -0.81 | -0.69 | -0.83 | -0.67 | -0.83 | -0.84 | -0.67 | -0.8 |

其单次测量结果的试验标准差：

$s（x\_{i}）=\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{n}\left(x\_{i}−\overline{x}\right)^{2}}{n−1}}=0.089kV$ （C.2）

式中：

$x\_{i}$——第*i*次测量值，kV；

$\overline{x}$——n次测量结果平均值，kV；

采用单次测量结果的标准差作为重复性引入的不确定度分量，则：

*u*1=*s*=0.089kV （C.3）

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*21

数字示波器垂直测量最大允许误差为±1%，按均匀分布，则：

$u\_{21}=\frac{a}{\sqrt{3}}∙V\_{测量值}=\frac{1\%}{\sqrt{3}}∙\frac{10kV}{1000}=$0.058V （C.4）

C.3.2.2电压探头衰减误差引入的不确定度分量*u*22

电压探头衰减比最大允许误差为±1%，按均匀分布，则：

$u\_{22}=\frac{a}{\sqrt{3}}∙k=\frac{1\%}{\sqrt{3}}∙1000=$5.8 （C.5）

C.3.2.3测量标准引入的合成不确定度*u*2

选取校准点为10kV，通过电压探头将检漏仪输出电压降压为10V。在该校准点处由标准器引入的测量不确定度分量为：

$u\_{2}=\sqrt{k^{2}∙u\_{21}^{2}+V\_{测量值}∙u\_{22}^{2}}=$0.082kV （C.6）

C3.3各输入量引入的标准不确定度汇总

各输入量引入的标准不确定度汇总见表C.2。

表C.2不确定度汇总

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 不确定度分量 |
| $$u\_{1}$$ | 测量重复性引入的标准不确定度分量 | $$0.089kV$$ |
| $$u\_{2}$$ | 测量标准引入的不确定度分量 | 0.082V |

C.3.4合成标准不确定度

$u\_{1}$、$u\_{2}$相互独立，所以合成标准不确定度为：

$u\_{c}=\sqrt{u\_{1}^{2}+u\_{2}^{2}}=$0.12kV （C.7）

C.3.5扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则检漏仪脉冲输出电压示值误差的扩展不确定度：

$$U=k∙u\_{c}=0.24kV$$