

# 湖北省地方计量技术规范

JJF (鄂) \*\*—20\*\*

## 绝缘子分布电压测试仪校准规范

Calibration Specification for Lightning Strike Counter Calibrators

(征求意见稿)

20\*\*-\*\*-\*\*发布

20\*\*-\*\*-\*\*实施

湖北省市场监督管理局发布



# 绝缘子分布电压测试仪校准规范

Calibration Specification for Lightning Strike  
Counter Calibrators

JJF（鄂）\*\*—20\*\*

归口单位：湖北省市场监督管理局

主要起草单位：湖北省计量测试技术研究院

参加起草单位：

本规范委托湖北省计量测试技术研究院负责解释



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 术语.....	(1)
3.1 绝缘子.....	(1)
3.2 绝缘子串.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
5.1 测量电压.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 校准用仪器设备.....	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 校准项目.....	(3)
7.2 校准前准备.....	(3)
7.3 校准方法.....	(4)
8 校准结果表达.....	(5)
9 复校时间间隔.....	(5)
附录 A 绝缘子分布电压测试仪校准原始记录参考格式.....	(6)
附录 B 绝缘子分布电压测试仪校准证书内页参考格式.....	(7)
附录 C 绝缘子分布电压测试仪测量电压测量不确定度评定示例.....	(8)

# 引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定评定与表示》等共同构成支撑校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。



# 绝缘子分布电压测试仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于电压（1～50）kV，50Hz 的绝缘子分布电压测试仪的交流高电压的校准，也适用于具有相同原理的仪表的校准。

## 2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 2900.8 电工术语 绝缘子分布电压（EQV IEC 60471）

DL/T 487-2000 330 kV 及 500 kV 交流架空送电线路绝缘子分布电压串的分布电压

DL/T 596-2015 电力设备预防性试验规程

DL/T 626-2015 劣化盘形悬式绝缘子分布电压检测规程

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 术语

### 3.1 绝缘子 Insulator

安装在不同电位的导体或导体与接地构件之间，能够耐受电压和机械应力作用的器件。

### 3.2 绝缘子串 Insulator string

两个或多个绝缘子分布电压元件组合在一起，柔性悬挂导线的组件。

## 4 概述

绝缘子分布电压测试仪是一种测量绝缘子串在系统运行电压下每一片绝缘子所承受到的电压值的试验装置。使用时将绝缘子分布电压测试仪的两个探测器探头与被

测绝缘子两端的金属部分紧密贴合在一起，手持终端的读数就是测得的电压值。

目前绝缘子分布电压测试仪设计原理如图 1 所示。其硬件上主要由探测器探头、高压电阻、整流二极管、电容、手持终端单元等组成。

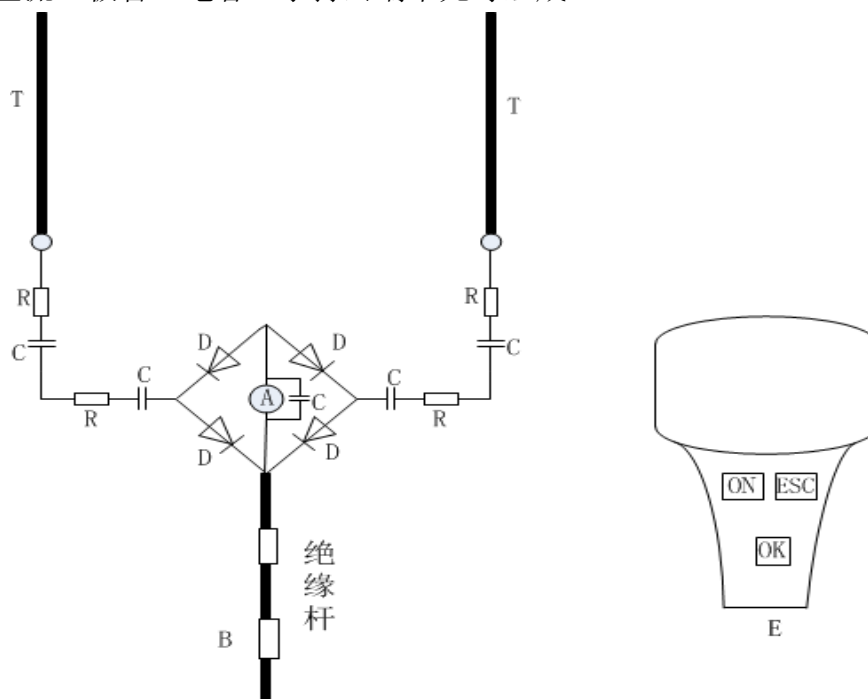


图 1 绝缘子分布电压测试仪原理图

A—检流计；T—探头；B—探测器；C—高压电容；R—高压电阻；D—整流二极管；E—手持终端

## 5 计量特性

### 5.1 测量电压

测量电压范围：（1~50）kV

最大允许相对误差：±5%

注：以上指标不适用于合格性判别，仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

a) 环境温度：（25±5）℃

b) 环境湿度：（35%~80%）RH

c) 周围无强电磁场干扰及无影响校准系统正常工作的机械振动

## 6.2 校准用仪器设备

6.2.1 校准装置对应功能的最大允许误差绝对值（或不确定度）应不大于被校绝缘子分布电压测试仪相应功能最大允许误差绝对值（或不确定度）的 1/3。

6.2.2 校准时所需的标准器：

a) 标准分压器

电压测量范围：不小于 50 kV

最大允许相对误差：不低于  $\pm 0.5\%$

b) 数字多用表

电压测量范围：ACV 10 mV~750 V

最大允许误差： $\pm (0.05\% \times \text{读数} + 0.02\% \times \text{量程})$

6.2.3 校准时所需的辅助设备：

a) 交流高压电源

提供交流电压范围：不小于 50 kV

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校准项目一览表

序号	项目名称	校准方法的条款号
1	测量电压	7.3.3

### 7.2 校准前准备

#### 7.2.1 外观及通电检查

a) 绝缘子分布电压测试仪外形结构应完好，外露件等不应损坏或脱落，机壳、端钮等不应有影响正常使用的机械碰伤，按键无卡死或接触不良的现象。

b) 手持终端应显示正常，无影响读数的缺陷；

c) 绝缘子分布电压测试仪上产品名称、制造厂家、型号和编号等均应有明确标

记;

d) 开机检查绝缘子分布电压测试仪的探测器与手持终端能正常联机工作。

7.2.2 被校绝缘子分布电压测试仪应放置平稳, 周围环境应清洁无明显震动, 无强磁场和强电场。

### 7.3 校准方法

#### 7.3.1 测量电压直接比较法

校准测量电压时, 在量程范围内均匀选取 4~8 个点, 测量电压有效值可选取 10 kV、20 kV、30 kV、40 kV、50 kV, 且应覆盖量程值 (接近量程值)。

按图 2 连接, 根据校准点设定交流高压电源的输出值, 并分别记录被校绝缘子分布电压测试仪手持终端的显示值和标准分压器的二次显示仪表的读数值。

$$\Delta V = V_x - V_s \quad (1)$$

式中:

$\Delta V$  ——绝缘子分布电压测试仪示值误差, kV

$V_x$  ——被校绝缘子分布电压测试仪显示值, kV

$V_s$  ——标准分压器的二次显示仪表的读数值, kV

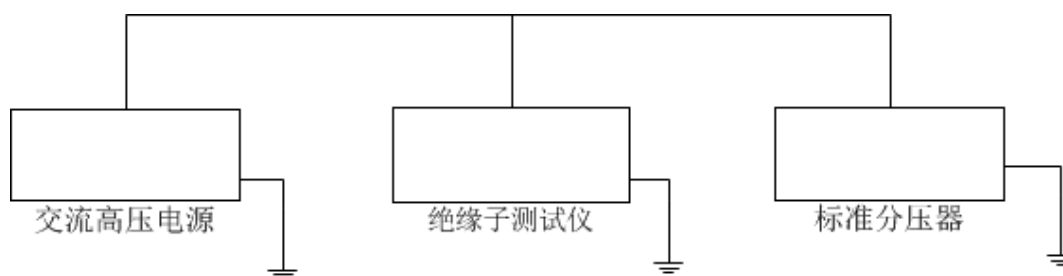


图 2 测量电压直接比较法校准接线示意图

以上校准方法也可采用满足不确定度要求的其他仪器。

## 8 校准结果表达

校准后, 出具校准证书。校准结果应在校准证书上反映, 校准证书应至少包括以下信息:

a) 标题, 如“校准证书”;

- b) 校准实验室的名称和地址;
- 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) 被校设备的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期;
- h) 如果与校准结果的有效应用有关时, 应对被校设备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) 校准证书或校准报告签发人的签名或等效标识;
- 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。

推荐校准原始记录参考格式见附录 A, 校准证书内页参考格式见附录 B、测量不确定度评定示例见附录 C。

## 9 复校时间间隔

绝缘子分布电压测试仪的复校时间间隔一般建议为一年。由于复校时间间隔的长短取决于仪器的使用保养情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素, 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。

## 附录 A

## 绝缘子分布电压测试仪校准原始记录参考格式

委托方					
样品名称		样品型号			
样品制造厂商		样品出厂编号			
技术依据					
标准器名称					
标准器型号					
标准器出厂编号					
标准器证书号					
标准器有效期					
标准器状况					
标准器测量范围					
标准器不确定度/准确度等级、最大允许误差					
1. 测量电压:					
实际标准值 $V_s$ (kV)	被校显示值 $V_x$ (kV)	示值误差 $\Delta V$ (kV)	测量不确定度 $U_{rel} (k=2)$		
校准地点		校准员		校准日期	
温度/湿度		核验员			

## 附录 B

## 绝缘子分布电压测试仪校准证书内页参考格式

1. 测量电压：			
实际标准值 $V_s$ (kV)	被校显示值 $V_x$ (kV)	示值误差 $\Delta V$ (kV)	测量不确定度 $U_{rel} (k=2)$

## 附录 C

## 绝缘子分布电压测试仪开路电压测量不确定评定示例

## C.1 概述

C.1.1 环境条件：环境温度：22.3 ℃；相对湿度：65%

C.1.2 被测对象：绝缘子分布电压测试仪

C.1.3 标准器：标准分压器，数字多用表

辅助设备：交流高压电源

表 C.1 计量标准器

设备名称	测量范围	最大允许误差
标准分压器	频率：50Hz 电压：(1~50)kV	电压 MPE：±0.1%
数字多用表	ACV：10mV~750V	ACV：±(0.05%×读数+0.02%×量程)

C.1.4 测量方法：测量电压直接比较法。交流高压电源提供交流高压，用标准分压器和被校绝缘子分布电压测试仪同时测量高压有效值，数字多用表的读数为标准分压器的测量标准值，手持终端的读数为被校绝缘子分布电压测试仪的测量值。

## C.2 测量模型

根据测量方法，被校绝缘子分布电压测试仪的测量电压有效值的示值误差表达式为：

$$\Delta V = V_x - V_s$$

式中：

$\Delta V$  ——绝缘子分布电压测试仪示值误差，kV

$V_x$  ——被校绝缘子分布电压测试仪显示值，kV

$V_s$  ——标准分压器的二次显示仪表的读数值，kV

## C.3 不确定度传播率

由于各分量相互独立，则合成标准不确定度  $u_c(\Delta V)$  为：

$$u_c^2(\Delta V) = c_1^2 u^2(V_x)^2 + c_2^2 u^2(V_s)^2$$



其中灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial \Delta V}{\partial V_x} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta V}{\partial V_s} = 1$$

#### C.4 标准不确定度分量来源

1) A 类分量: 测量重复性引入的标准不确定度分量  $u(V_x)$

2) B 类分量: 标准分压器最大允许误差引入的标准不确定度分量  $u(V_s)$

数字多用表最大允许误差引入的标准不确定度分量  $u(V_b)$

3) 环境条件影响、电源稳定度影响量引入的不确定度分量忽略不计。

#### C.5 测量不确定度评估

下面以测量电压有效值 10 kV 测量点为例子进行其测量不确定度分析。

##### C.5.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(V_x)$

测量重复性引入的标准不确定度分量按 A 类评定。交流高压电源输出 10 次 10 kV, 被校绝缘子分布电压测试仪测量 10 次 10 kV 电压, 同时用标准分压器进行 10 次测量, 测量结果如表 C.2 所示。

表 C.2 测量电压有效值测量重复性数据

测量次数 n	被校绝缘子 分布电压测 试仪读数 值/kV	标准分压器 实测值/kV	测量次数 n	被校绝缘子 分布电压测 试仪读数 值/kV	标准分压器 实测值/kV
1	10.05	10.00	6	10.04	10.00
2	10.04	10.00	7	10.05	10.00
3	10.03	10.00	8	10.04	10.00
4	10.05	10.00	9	10.03	10.00
5	10.05	10.00	10	10.05	10.00
平均值			10.043 kV		
$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$			8.233×10 <sup>-3</sup> kV		

根据表 C.2 中的数据, 由贝塞尔公式计算出电压实测读数变化的实验标准差:

$$s(V_x) = 8.233 \times 10^{-3} \text{ kV}$$

校准时取单次测量结果, 由测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u(V_x) = s(V_x) = 8.233 \times 10^{-3} \text{ kV}$$

因被校绝缘子分布电压测试仪测量电压有效值为读数值，因此不单独考虑分辨力影响。

#### C. 5. 2 标准分压器最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u(V_s)$

标准分压器的最大允许误差为  $\pm 0.1\%$ ，设为均匀分布，取其半宽  $a$  为  $0.1\%$ ，包含因子  $k$  为  $\sqrt{3}$ ，标准分压器的设定值为  $10.00 \text{ kV}$ ，则：

$$u(V_s) = \frac{a \times V_s}{k} = 0.006 \text{ kV}$$

#### C. 5. 3 数字多用表最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u(V_b)$

数字多用表作为标准分压器的二次显示仪表，标准分压器的分压比为  $1000:1$ ，因此在此在设定值为  $10 \text{ kV}$  时，数字多用表在校准过程中用的是  $20 \text{ V}$  量程，读数值为  $10 \text{ V}$ ，其最大允许误差为  $\pm 0.009 \text{ V}$ ，设为均匀分布，取其半宽  $a$  为  $0.009 \text{ V}$ ，则包含因子  $k$  为  $\sqrt{3}$ ，则：

$$u(V_b) = \frac{a}{k} \times 1000 = 0.0052 \text{ kV}$$

#### C. 5. 4 不确定度分量汇总表

各不确定度分量汇总表如下所示。

表 C. 3 不确定度分量汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	分类	分布	分量值
$u(V_x)$	测量重复性引入	A	正态	$8.233 \times 10^{-3} \text{ kV}$
$u(V_s)$	标准分压器最大允许误差	B	均匀	$0.006 \text{ kV}$
$u(V_b)$	数字多用表最大允许误差	B	均匀	$0.0052 \text{ kV}$

#### C. 5. 5 合成标准不确定度

$u(V_s)$ 、 $u(V_x)$ 、 $u(V_b)$  独立不相关，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u(V_x)^2 + u(V_s)^2 + u(V_b)^2} \approx 0.0115 \text{ kV}$$

### C.6 扩展不确定度

取包含因子  $k = 2$ ，测量电压的扩展测量不确定度为：

$$U = k u_c = 0.023 \text{ kV}$$

相对扩展不确定度为：  $U_{\text{rel}} = 0.0023 \times 100\% = 0.23\%$

### C.7 测量电压不确定度结果表示

测量电压有效值 10 kV 的扩展测量不确定度为  $U_{\text{rel}} = 0.23\%$ ，  $k = 2$

---