

湖北省地方计量技术规范

JJF (鄂) **—20**

雷击计数器校验仪校准规范

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

雷击计数器校验仪校准规范

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：国网湖北省电力有限公司营销服务中心（计量中心）

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：

李艳 （湖北计量测试技术研究院）

田天 （湖北计量测试技术研究院）

陈媛媛 （湖北计量测试技术研究院）

严伟 （湖北计量测试技术研究院）

参加起草人：

郭玥 （国网湖北省电力有限公司营销服务中心（计量中心））

郭正 （国网湖北省电力有限公司营销服务中心（计量中心））

何媛 （湖北计量测试技术研究院）

张琼月 （湖北计量测试技术研究院）

目录

引言	III
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语	1
3.1 雷击计数器	1
3.2 开路电压	1
4 概述	1
5 计量特性	2
5.1 开路峰值电压	2
5.2 工频电流	3
6 校准条件	3
6.1 环境条件	3
6.2 校准用仪器设备	3
7 校准项目和校准方法	4
7.1 校准项目	4
7.2 校准前准备	4
7.3 校准方法	4
8 校准结果表达	5
9 复校时间间隔	6
附录 A 校准原始记录格式	7
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	9

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。

本规范主要参考 GB/T 33588.6—2020《雷电防护系统部件 (LPSC) 第 6 部分：雷击计数器(LSC)的要求》、GB/T 17626.5—2019《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌 (冲击) 抗扰度试验》等编制而成。

本规范为首次发布。

雷击计数器校验仪校准规范

1 范围

本规范适用于雷击计数器校验仪、雷电计数器校验仪、避雷器放电计数器校验仪（以下简称计数器校验仪）等校验雷击计数器的仪器的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 33588.6-2020 《雷电防护系统部件（LPSC）第 6 部分：雷击计数器(LSC)的要求》

GB/T 17626.5-2019 《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。

3 术语

3.1 雷击计数器 lightning strike counter（LSC）

根据导体中流过的电流来记录雷击次数的设备。[GB/T 33588.6-2020，术语和定义 3.1]

3.2 开路电压 open circuit voltage（OCV）

计数器校验仪不接负载时的输出电压。

4 概述

计数器校验仪，是校验雷击计数器的一种仪器。计数器校验仪通过输出模拟雷电冲击高压，施加于雷击计数器，从而产生雷击冲击电流，使雷击计数器的动作，人工记录雷击计数器工作次数，从而校验雷击计数器动作的可靠性。

目前计数器校验仪其设计原理有如图 1、图 2 所示。其硬件上主要由供电单元、高压源、充电电阻、储能电容器、按键操作单元等组成。具有工频电流校验功能的计

数器校验仪还由工频逆变单元、工频升压变压器、电流调整单元等部分组成。

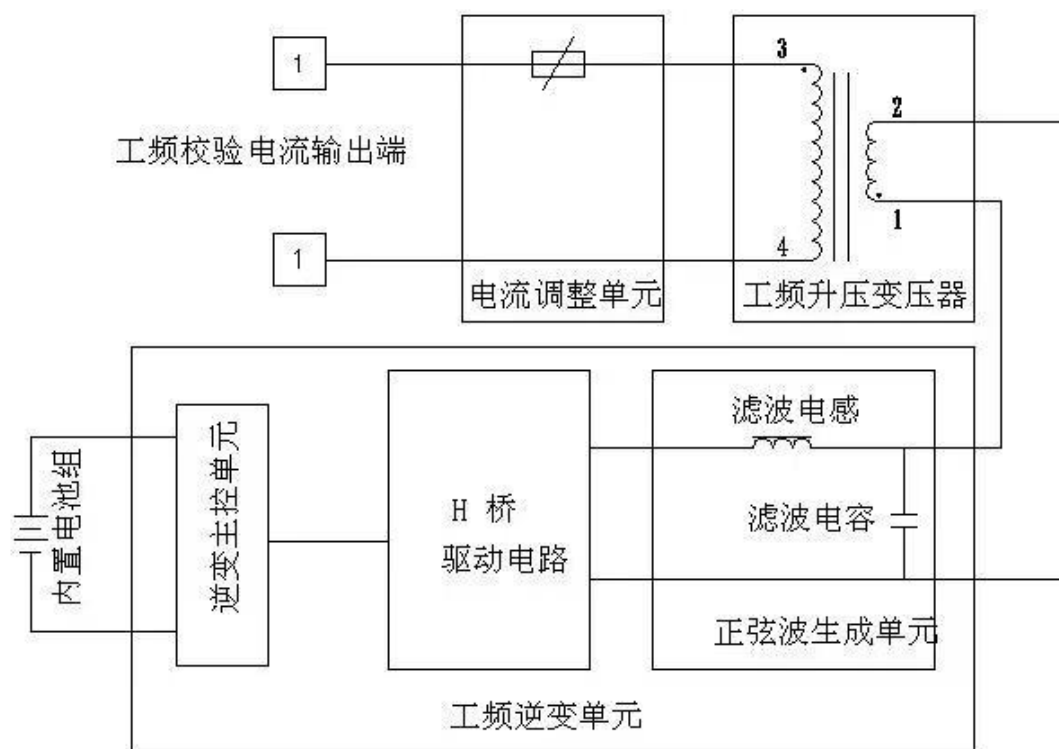


图1 动作次数校验单元电路原理示意图

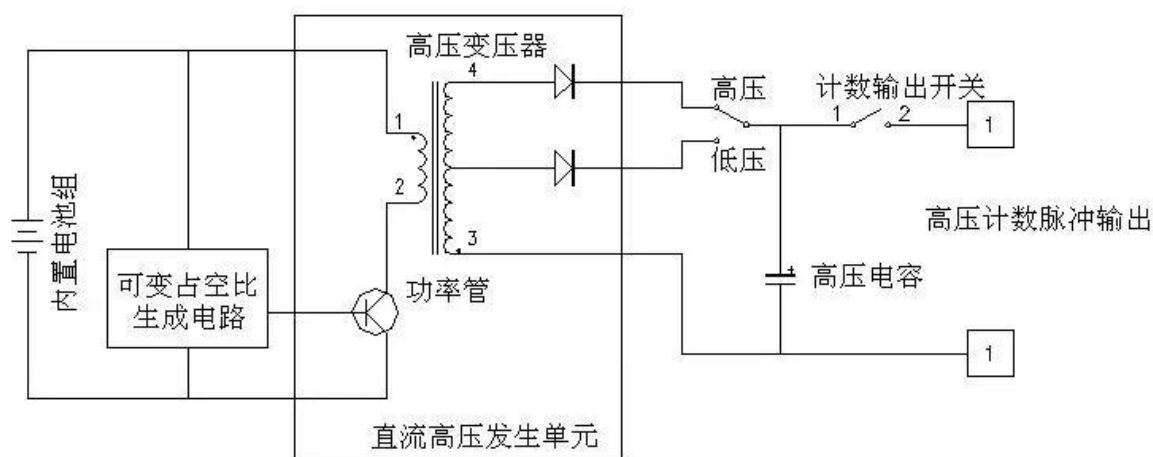


图2 工频电流校验单元电路原理示意图

5 计量特性

5.1 开路电压峰值

电压输出范围：（100～5000）V

最大允许误差：±10%

5.2 工频电流

电流输出范围：（0.2～50）mA

最大允许误差：±（1% I_x +b% I_m ）

式中 I_x —被测量的读数值、 I_m —被测量的量程值、b—与量程值有关的误差系数

6 校准条件

6.1 环境条件

- a) 环境温度：（23±5）℃；
- b) 环境湿度：（35%～80%）RH；
- c) 电源电压及频率：（220±11）V，（50±1）Hz
- d) 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 校准时所需的标准器：

a) 数字存储示波器

带宽不小于 100MHz；

幅度测量最大允许误差：±2%；

时基最大允许误差：±1×10⁻⁴。

b) 高压探头

电压测量范围：（0.01～5000）V；

高压探头带宽不小于 2MHz；

直流衰减比不小于 100:1，最大允许误差：±2%；

c) 交流电流测量标准仪器

电流测量范围：（0.1～100）mA；

电流频率测量范围：（40～60）Hz；

电流最大允许误差：0.3%。

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	开路电压峰值	7.3.3
2	工频电流 ^①	7.3.4
注：①仅在计数器校验仪有工频电流输出功能时，校准该项目。		

7.2 校准前准备

7.2.1 校准装置对应功能的最大允许误差绝对值（或不确定度）应不大于被校计数器校验仪相应功能最大允许误差绝对值（或不确定度）的 1/3。

7.2.2 被校计数器校验仪应放置平稳，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 外观及通电检查

a) 被校计数器校验仪外形结构应完好，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。被校计数器校验仪应设有接地端子，并表明接地符号。

b) 被校计数器校验仪上产品名称、制造厂家、型号和编号等均应有明确标记；

c) 通电校查被校计数器校验仪能正常工作；

7.3.2 校准点的选取

校准开路电压峰值时，当被校计数器校验仪开路电压为可选固定值时，所有固定值均为必检点；当被校计数器校验仪开路电压为非固定值时，根据按照国标 GB/T 17626.5-2019 中表 3 校准点可选取 0.5kV、1.0kV、2.0kV、4.0kV，并且量程上限为必检点，在量程范围内共选取 3-5 个点。

校准工频电流时, 根据 JJF1284-2011, 基本量程内均匀选择 5 个校准点, 非基本量程选取至少 3 个点。

注: 校准点可按客户需求确定。

7.3.3 开路电压峰值的示值误差

按 GB/T 17626.5-2019 中 6.2.3 的方法, 如图 3 连接, 根据校准点设定被校计数器校验仪的输出值, 调节数字存储示波器使一个完整的脉冲波形于屏幕中央显示, 并分别记录被校计数器校验仪显示值 (或标称值) 和示波器峰值显示值。

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

式中

ΔV ——计数器校验仪示值误差, V;

V_x ——被校计数器校验仪显示值 (或标称值), V;

V_s ——示波器显示值, V;

K ——直流衰减比。

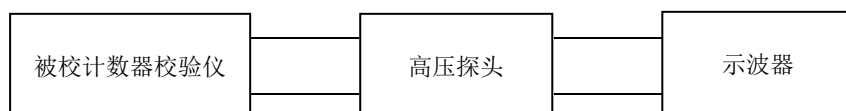


图 3 开路峰值电压校准接线示意图

7.3.4 工频电流的示值误差

按图 4 连接, 根据校准点设定被校计数器校验仪的输出值, 采用直接比较测量法, 用交流电流测量标准仪器 (简称标准器) 的交流电流功能测出计数器校验仪的输出实测值 I_s 。

$$\Delta I = I_x - I_s \quad (2)$$

式中

ΔI ——被校计数器校验仪示值误差, mA;

I_x ——被校计数器校验仪显示值, mA;

I_s ——标准器显示值, mA;

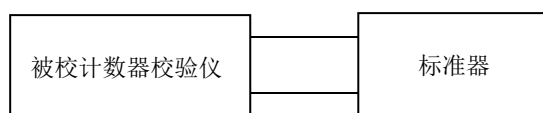


图 4 工频电流校准接线示意图

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) 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, 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) 校准证书或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、测量不确定度评定实例见附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A 校准原始记录格式

雷击计数器校验仪校准原始记录

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. 开路峰值电压测量:					
被校显示值 (或被校标称值)		实测值		示值误差	
				测量不确定度 (U_{rel} , $k=2$)	
2. 工频电流测量:					
被校显示值 (或被校标称值)		实测值		示值误差	
				测量不确定度 (U , $k=2$)	
试验地点		校准日期		校准员	
温度/湿度		建议再校日期		核验员	

共 1 页 第 1 页

附录 B 校准证书内页格式

雷击计数器校验仪证书内页格式

1. 开路电压峰值测量:			
被校显示值 (或被校标称值)	实测值	示值误差	测量不确定度 (U_{rel} , $k=2$)
2. 工频电流测量:			
被校显示值 (或被校标称值)	实测值	示值误差	测量不确定度 (U , $k=2$)

附录 C 测量不确定度评定实例

雷击计数器校验仪开路电压峰值测量不确定评定实例

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：雷击计数器校验仪。

C.1.3 标准器：数字示波器、高压探头。

表 C.1 计量标准器

设备名称	测量范围	准确度等级/测量不确定度
数字示波器	频率:DC~1GHz 电压:(0.001~100)V	电压 MPE:±1.5%
高压探头	电压:(0.01~10)kV 直流衰减比 1000:1 带宽:DC~75MHz	直流衰减比: MPE:±2%

C.1.4 测量方法：直接测量法。用数字示波器和高压探头直接测量被校计数器校验仪的开路峰值电压值。

C.2 测量模型

根据测量方法，被校计数器校验仪的开路电压峰值的示值误差表达式为：

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

式中：

ΔV ——开路电压峰值示值误差，V；

V_x ——被校标称值，V；

V_s ——数字示波器读数值，V；

K ——直流衰减比。

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：

$$u_c^2(\Delta V) = c_1^2 u^2(V_x)^2 + c_2^2 u^2(V_s)^2 + c_3^2 u^2(K)^2$$

其中灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta V}{\partial V_x} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta V}{\partial V_s} = -K \quad c_3 = \frac{\partial \Delta V}{\partial K} = -V_s$$

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：数字示波器最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u(V_s)$ ；
- 3) B类分量：高压探头直流衰减比引入的标准不确定度分量 $u(K)$ ；
- 4) 非重复性的修正系数、示波器直流垂直精度、测量系统的-3dB 带宽度等影响量引入的不确定分量忽略不计；
- 5) 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

下面以开路峰值电压 1600V 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。被校计数器校验仪输出 10 次 1600V 电压，用数字存储示波器及高压探头进行 10 次等精度测量，测量结果如表 2 所示。

表 C.2 开路电压峰值测量重复性数据

测量次数 n	实测值/V
1	1598
2	1579
3	1589
4	1598
5	1599
6	1578
7	1579
8	1588
9	1602
10	1592

平均值	1590.2
$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$	9.1

根据表 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：

$$s(V_x) = 9.1V$$

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：

$$u(V_x) = s(V_x) = 9.1V$$

因被校计数器校验仪开路电压峰值为标称值，因此不单独考虑分辨力影响。

C. 5.2 数字示波器最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u(V_s)$

不考虑数字示波器本地噪声、采样率等因素影响，数字示波器的最大允许误差为 $\pm 1.5\%$ ，设为均匀分布，取其半宽 a 为 1.5% ，包含因子 k 为 $\sqrt{3}$ 则：

$$u(V_s) = \frac{a \times V_s}{k} = 0.0139V$$

C. 5.3 高压探头直流衰减比引入的标准不确定度分量 $u(K)$

依据高压探头上级溯源证书，其直流衰减比 K 的最大允许误差为 $\pm 3\%$ ，设为均匀分布，取其半宽 b 为 2% ，包含因子 k 为 $\sqrt{3}$ 则：

$$u(K) = \frac{b \times K}{k} = 11.5$$

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	9.1V
$u(V_s)$	数字示波器最大允许误差	B	均匀	0.0139V
$u(K)$	高压探头直流衰减比不确定度	B	均匀	11.5

C. 5.4 合成标准不确定度

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

$$u_c = \sqrt{u(V_x)^2 + K^2 u(V_s)^2 + V_s^2 u(K)^2} \approx 24.8V$$

C.5.5 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，开路峰值电压的扩展测量不确定度为：

$$U_c = k u_c = 50V$$

相对不确定度为：

$$U_{rel} \approx 3\%$$

C.5.6 开路电压峰值不确定度结果表示

开路电压峰值 1600V 的扩展测量不确定度为 $U_{rel} = 3\%$ ， $k = 2$
