

河北省地方计量技术规范

JJF(冀) 186—2021

氧化锌避雷器阻性电流测试仪校准规范

Calibration Specification for

Resistive Current Tester of Zinc Oxide Surge Arrester

2021-02-04 发布

2021-05-01 实施

河北省市场监督管理局 发布

氧化锌避雷器阻性

电流测试校准规范

Calibration Specification for Resistive
Current Tester of Zinc Oxide Surge Arrester

JJF (冀) 186—2021

归口单位：河北省市场监督管理局

起草单位：河北省计量检测技术中心

河北省计量监督检测研究院

本规范主要起草人：

王 茜（河北省计量检测技术中心）

贾祎冬（河北省计量监督检测研究院）

冯 雷（河北省计量检测技术中心）

李德亨（河北省计量监督检测研究院）

庞绍博（河北省计量见得技术中心）

目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
5.1 参比电压.....	2
5.2 全电流.....	2
5.3 阻性电流.....	2
5.4 容性电流.....	2
6 校准条件.....	3
6.1 环境条件.....	3
6.2 校准标准器和其他设备.....	3
7 校准项目和校准方法.....	3
7.1 校准项目.....	3
7.2 校准方法.....	4
8 校准结果的表述.....	5
9 复校时间间隔.....	6
附录 A 校准原始记录参考格式.....	7
附录 B 校准证书内页格式.....	8
附录 C 示值误差测量不确定度评定示例.....	9

引 言

本规范是依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》而制定的。

本规范为首次发布。

氧化锌避雷器阻性电流测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于阻性电流为(0.1~20) mA的氧化锌避雷器阻性电流测试仪(以下简称测试仪)的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件:

DL/T 987-2017 氧化锌避雷器阻性电流测试仪通用技术条件

DL/T 1694.5 高压测试仪仪器及设备校准规范第5部分:氧化锌避雷器阻性电流测试仪

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 参比电压 continuous operating voltage of arrester

通过电压互感器二次侧获取施加在避雷器端子间的运行电压。

3.2 全电流 total current

运行电压下通过避雷器的电流。

3.3 阻性电流 resistive component of current

全电流的阻性分量。

3.4 容性电流 capacitance component of current

全电流的容性分量。

4 概述

氧化锌避雷器阻性电流测试仪(以下简称测试仪)是测量氧化锌避雷器交流电气参数的专业测试仪器。测试仪测量电压互感器二次电压,并作为参比电压 U_x ,同时采用穿心式电流传感器测量流过氧化锌避雷器的全电流 I_x ,测试仪典型工作原理如图1所示。实现对氧化锌避雷器的交流参数如参比电压、全电流、阻性电流、容性电流等的测量功能。

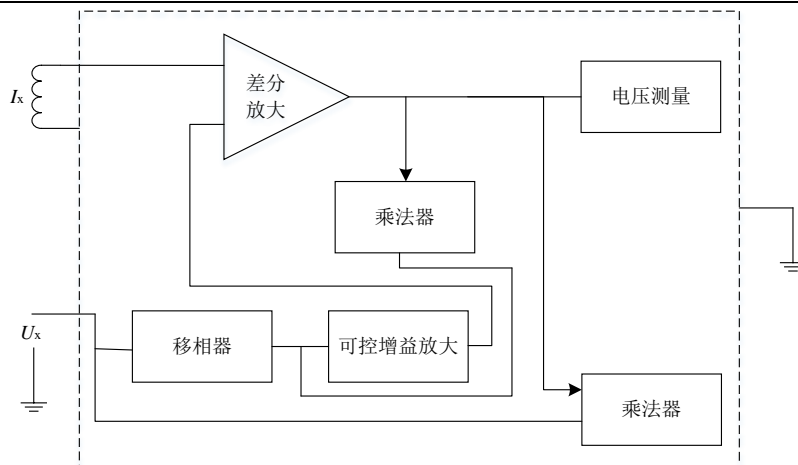


图1 测试仪典型工作原理图

图中： U_x ——参比电压； I_x ——全电流。

5 计量特性

5.1 测量范围

参比电压：(20~100) V；

全电流：(0.1~50) mA；

阻性电流：(0.1~20) mA；

容性电流：(0.1~20) mA。

5.2 最大允许误差

测试仪各项参数最大允许误差限值应不超表1给出的限值。

表1 测量参数最大允许误差限值

参数名称	最大允许误差限值
参考电压	$\pm (a\%U_x + bU_m)$
全电流	$\pm (c\%I_x + dI_m)$
阻性电流	$\pm (e\%I_{rx} + fI_{rm})$
容性电流	$\pm (g\%I_{cx} + hI_{cm})$

注 1: U_x —— 参考电压测量示值, U_m —— 参考电压示值量程满度值; I_x —— 全电流测量示值, I_m —— 全电流示值量程满度值; I_{rx} —— 阻性电流测量示值, I_{rm} —— 阻性电流示值量程满度值; I_{cx} —— 容性电流测量示值, I_{cm} —— 容性电流示值量程满度值。

注 2: a、c、e、g是与示值读数相关的系数, b、d、f、h是与量程相关的系数。

注 3: b应不大于1/4a, 且a+b之和应不大于准确度等级对应的数值; d应不大于1/4c, 且c+d之和应不大于准确度等级对应的数值; f应不大于1/4e, 且e+f之和应不大于准确度等级对应的数值; h应不大于1/4g, 且g+h之和应不大于准确度等级对应的数值。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度与湿度

环境温度：(20±5)℃。

相对湿度：不大于80%。

6.1.2 供电电源

电源电压：(220±22)V。

电源频率：(50±0.5)Hz。

6.1.3 其他

周围无影响校准正常工作的机械振动。

6.2 校准标准器及其它设备

6.2.1 校准装置测量范围应满足被校测试仪的测量范围，扩展不确定度应不大于被校测试仪最大允许误差绝对值的1/3。

6.2.2 校准装置的稳定性不应影响被校测试仪读数的可靠性，校准装置输出应连续可调或外加设备可调。

6.2.3 绝缘电阻表测量电压为500V,准确度等级不低于10级。

6.2.4 耐电压测试仪输出电压不小于2000V,准确度等级不低于5级。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表2。

表2 校准项目一览表

序号	校准项目	校准方法条款	校准
1	参比电压	7.2.2	+
2	全电流	7.2.3	+
3	阻性电流	7.2.4	+
4	容性电流	7.2.5	+
5	绝缘电阻	7.2.6	-
6	介电强度	7.2.7	-

注：1.表中“+”表示必须校准，“-”表示在首次校准时进行。

7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

测试仪表面无划伤、裂纹和变形现象；各按键及开关操作灵活无卡涩；显示器显示清晰，无缺陷；铭牌标识清晰完整；仪器应具有可靠的接地端子。

7.2.2 参比电压

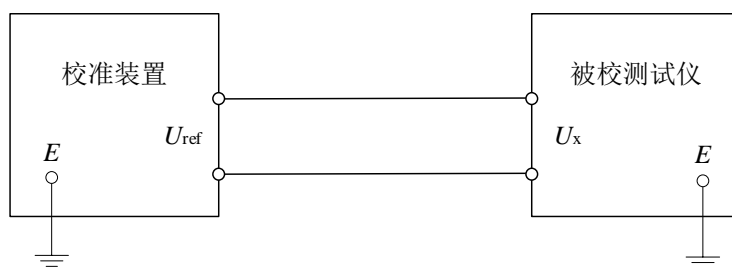


图2 参比电压示值误差接线示意图

图中：

U_{ref} —— 校准装置标准参比电压输出端；

U_x —— 被校测试仪参比电压测量端；

E —— 接地端。

按图2接线，校准装置的电流输出设置为零，标准电压分别设置为被校测试仪测量上限的20%、40%、60%、80%、100%，输出电压，记录被校测试仪参比电压示值。

被校测试仪的参比电压测量相对示值误差按式（1）计算。

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

式中：

γ —— 相对示值误差，%；

U_x —— 被校测试仪的测量值，V；

U_N —— 校准装置的标准值，V。

7.2.3 全电流

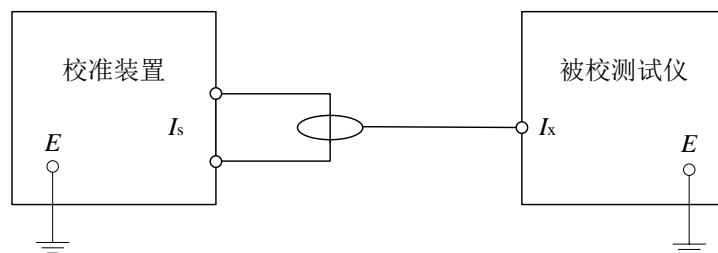


图3 全电流示值误差接线示意图

图中:

I_s —— 校准装置标准电流回路;

I_x —— 被校测试仪电流测量端;

E —— 接地端。

接线方式(见图3)。校准点的选取不少于五个点(分别为被校测试仪的全电流测量上限的20%、40%、60%、80%、100%),被校测试仪的全电流相对示值误差按式(2)计算。

$$\gamma_I = \frac{I_x - I_N}{I_N} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

γ_I —— 相对示值误差, %;

I_x —— 被校测试仪的测量值, A;

I_N —— 校准装置的标准值, A。

7.2.4 阻性电流

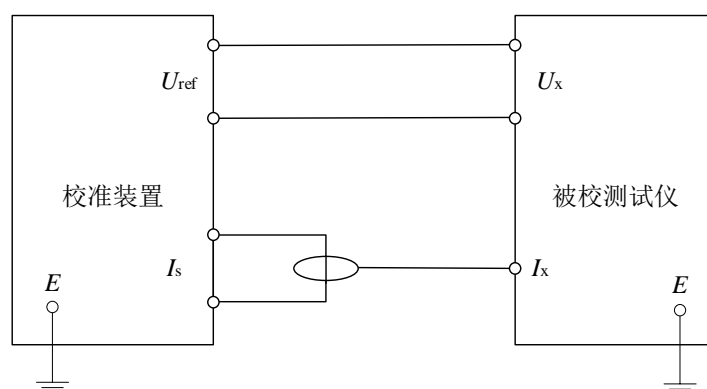


图4 阻性(容性)电流示值误差接线示意图

图中:

U_{ref} —— 校准装置标准参比电压输出端;

U_x —— 被校测试仪参比电压测量端;

I_s —— 校准装置标准电流回路;

I_x —— 被校测试仪电流测量端;

E —— 接地端。

接线方式(见图4)。校准装置的参比电压输出设置为被校测试仪参比电压上限的1/2,校准装置的容性电流 I_c 输出设置为被校测试仪全电流上限的1/2。在给定容性电流下,改变

校准装置的阻性电流输出分别为被校测试仪阻性电流测量上限值的20%、40%、60%、80%、100%，被校测试仪的阻性电流相对示值误差按式（3）计算。

$$\gamma_{Ir} = \frac{I_{rx} - I_{rN}}{I_{rN}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

γ_{Ir} ——相对示值误差，%；

I_{rx} ——被校测试仪的测量值，A；

I_{rN} ——校准装置的标准值，A。

7.2.5 容性电流

接线方式（见图4）。校准装置的参比电压输出设置为被校测试仪参比电压上限的1/2，校准装置的阻性电流 I_r 输出设置为被校测试仪阻性电流上限的1/2。在给定阻性电流下，改变校准装置的容性电流输出分别为被校测试仪容性电流测量上限值的20%、40%、60%、80%、100%，被校测试仪的容性电流相对示值误差按式（4）计算。

$$\gamma_{Ic} = \frac{I_{cx} - I_{cN}}{I_{cN}} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

γ_{Ic} ——相对示值误差，%；

I_{cx} ——被校测试仪的测量值，A；

I_{cN} ——校准装置的标准值，A。

7.2.6 绝缘电阻

用测量电压为500V的绝缘电阻表，测量电源输入端对机壳的绝缘电阻，测量结果应大于20M Ω 。

7.2.7 介电强度

在测试仪的电源输入端与外壳之间施加工频电压1500V,历时1min,应无击穿或飞弧现象。

8 校准结果的表述

8.1 校准数据处理

校准结果的数据应先计算后修约，修约应遵循四舍五入及偶数法则，保留的有效位数使末位数与测量结果不确定度的有效位数相一致。

8.2 校准证书

校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
- 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应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用计量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及测量不确定度的说明；
- 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。

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

氧化锌避雷器阻性电流测试仪校准原始记录参考格式

送校单位：

地址：

仪器名称				制造厂	
证书编号			型号/规格	出厂编号	
校准装置	名称	编号	型号/规格	不确定度或准确度等级或最大允许误差	
环境条件		温度 °C；	相对湿度 %	校准地点	
校准技术依据		JJF (冀) ××××-201×《氧化锌避雷器阻性电流测试仪校准规范》			
校准项目及校准结果					
1. 外观检查：					
2. 绝缘电阻测量：					
3. 介电强度试验：					
4. 参比电压					
标准值	显示值	相对测量误差	扩展不确定度 U_r		
5. 全电流					
标准值	显示值	相对测量误差	扩展不确定度 U_r		
6. 阻性电流					
标准值	显示值	相对测量误差	扩展不确定度 U_r		

(续)

标准值	显示值	相对测量误差	扩展不确定度 U_r
7. 容性电流:			
标准值	显示值	相对测量误差	扩展不确定度 U_r

校准员:

核验员:

校准日期: 年 月 日

附录 B

氧化锌避雷器阻性电流测试仪校准证书内页格式

校准结果		
1. 外观检查:		
2. 绝缘电阻测量:		
3. 介电强度试验:		
4. 参比电压		
标准值 (V)	显示值	扩展不确定度 U_r ($k=2$)
5. 全电流		
标准值 (mA)	显示值	扩展不确定度 U_r ($k=2$)
6. 阻性电流		
标准值 (mA)	显示值	扩展不确定度 U_r ($k=2$)
7. 容性电流		
标准值 (mA)	显示值	扩展不确定度 U_r ($k=2$)

附录 C

氧化锌避雷器阻性电流测试仪阻性电流示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量方法

依据 JJF (冀) ×××-×××× 氧化锌避雷器阻性电流测试仪校准规范, 对氧化锌避雷器阻性电流测试仪测量结果进行不确定度评定。

C.1.2 环境条件

温度: 20°C, 湿度: 65%RH。

C.1.3 测量标准

YHX-JZ 氧化锌避雷器测试仪校验装置, 准确度等级 0.2 级。

C.2 测量模型

C.2.1 测试仪阻性电流的示值误差测量模型为:

$$\Delta = I_x - I_N$$

式中:

Δ ——阻性电流示值误差, mA;

I_x ——被校测试仪的阻性电流显示值, mA;

I_N ——校准装置的阻性电流标准值, mA。

C.2.2 方差和灵敏系数

$$u_c^2(\Delta I) = c_1 u^2(I_x) + c_2 u^2(I_N)$$

式中, 灵敏系数 $c_1 = \frac{\partial(\Delta I)}{\partial(I_x)} = 1$, $c_2 = \frac{\partial(\Delta I)}{\partial(I_N)} = -1$

C.3 测量不确定度的分量评定

选取阻性电流为 10mA 时, 对被校准测试仪展开不确定评定。

C.3.1 由氧化锌避雷器测试仪校准装置阻性电流值误差引入的不确定度分量 $u(I_{01})$ 。

校准装置在 10mA 点的最大允许误差为 $\pm 0.2\% \times 10\text{mA}$, 则其不确定度区间半宽为 0.02mA, 按均匀分布计算。

$$u(I_{01}) = \frac{0.02\text{mA}}{\sqrt{3}} \approx 0.012\text{mA}$$

C.3.2 由被校测试仪测量重复性引入的不确定分量 $u(I_{x1})$ 。

对被校测试仪 10mA 点进行 10 次反复测量数据如下:

在相同条件下，校准点重复测量 10 次，测量数据见表 C.1:

表 C.1 校准数据

标称值 (mA)	校准数据 (mA)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	10.042	10.046	10.055	10.048	10.045	10.041	10.039	10.045	10.046	10.048

$$\bar{x} \approx 10.0455 \text{ mA}$$

根据实验标准偏差计算公式:

$$u(I_{x1}) = s(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2} \approx 0.004 \text{ mA}$$

C.4 合成标准不确定度计算

C.4.1 输出量标准不确定度一览表

表 C.2 主要标准不确定度分量汇总表

序号	标准不确定度分量	标准不确定度分类	标准不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量 (mA)
1	$u(I_{01})$	B	标准器准确度	均匀	0.012
2	$u(I_{x1})$	A	重复性	正态	0.004

经过分析不确定度的来源，其各分量互为独立量，则合成标准不确定度 u_c :

$$u_c = \sqrt{u(I_{01})^2 + u(I_{x1})^2} \approx 0.013 \text{ mA}$$

C.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为:

$$U = u_c \cdot k = 0.013 \times 2 \approx 0.026 \text{ mA}, \quad k=2$$

相对扩展不确定度:

$$U_{\text{rel}} = 0.026/10 \times 100\% = 0.26\% \approx 0.3\%, \quad k=2$$