



# 中华人民共和国工业和信息化部 机械计量技术规范

JJF（机械） xxxx—2023

## 互感器开路电压峰值测试仪校准规范

（送审稿）

Calibration specification of open circuit voltage tester of  
transformers

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

# 互感器开路电压峰值测试 仪校准规范

Calibration specification of open  
circuit voltage tester of transformers

JJF（机械）XXXX—2023

归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：甘肃电器科学研究院

参与起草单位：甘肃省张掖光明源电力设计有限公司

本规范条文由全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

孙文宝：[甘肃电器科学研究院]

尹 静：[甘肃电器科学研究院]

燕 琦：[甘肃电器科学研究院]

参加起草人：

葛 永：[甘肃省张掖光明源电力设计有限公司]

张 权：[机械工业第二十九计量测试中心站（天水）]

杨佳旭：[机械工业第二十九计量测试中心站（天水）]

马 敏：[机械工业第二十九计量测试中心站（天水）]

目录

引言.....III

1 范围..... 1

2 引用文献..... 1

3 术语和计量单位..... 1

4 概述..... 1

5 计量特性..... 2

6 校准条件..... 3

7 校准项目和校准方法..... 3

8 校准结果表达..... 5

9 复校时间间隔..... 6

附录 A 互感器开路电压峰值测试仪电压测量不确定度评定示例 ..... 7

附录 B 校准原始记录格式 ..... 11

附录 C 校准证书内页格式..... 12

## 引言

互感器是电力系统中的关键元件，其性能直接影响到电力系统的稳定运行。根据规定，电流互感器的出厂试验，必须做绕组匝间绝缘试验。该试验是检测电流互感器开路电压峰值，以及电流互感器二次电流。通过制定校准规范，可以确保互感器开路电压峰值测试仪的准确性和可靠性，为电力系统的安全运行提供有力保障。

本规范依据 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《测量不确定度评定与表示》编制。

本校准规范为首次发布。

# 互感器开路电压峰值测试仪校准规范

## 1 范围

适用于 10kV 及以下电流互感器匝间过电压用开路电压峰值测试仪的校准。

## 2 引用文献

本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》

GB/T 20840.1-2014 《互感器 第 1 部分通用技术要求》

GB/T 20840.2-2014 《互感器 第 2 部分电流互感器的补充技术要求》

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(包括所有的修改版)适用于本规范。

## 3 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本规范。

### 3.1 电流互感器 Current transtormer

在正常使用条件下,其二次电流与一次电流实际成正比、且在联结方法正确时其相位差接近于零的互感器。

### 3.2 工频峰值电压 Peak power frequency voltage

电流互感器二次开路后产生的电压峰值。

### 3.3 开路电压 Open-circuit voltage

电流互感器二次侧开路时所产生的电压。

### 3.4 二次电流 Secondary current

电流互感器二次绕组输出电流。

### 3.5 分压器 Voltage divider

由高压臂和低压臂组成的转换装置，输入电压加到整个装置上，而输出电压则取自低压臂。

## 4 概述

电流互感器是电力系统中的关键元件，其性能直接影响到电力系统的稳定运行。因为电流互感器的二次绕组匝数相当多，要求能承受很高的电压而不被击穿。根据规定，

电流互感器的出厂试验，必须做绕组匝间绝缘试验。进行该项试验需要互感器开路电压峰值测试仪，它是检测电流互感器开路电压峰值的专用设备，可测量工频峰值电压以及电流互感器二次电流。计量方法是使用工频电压源提供电压，标准分压器测量电压和被校测试仪的读数计算开路电压误差；使用工频电流源提供电流，通过数字电流表测量和被校测试仪读出电流计算电流误差。

互感器开路电压峰值测试仪原理图（如图 1 所示）。

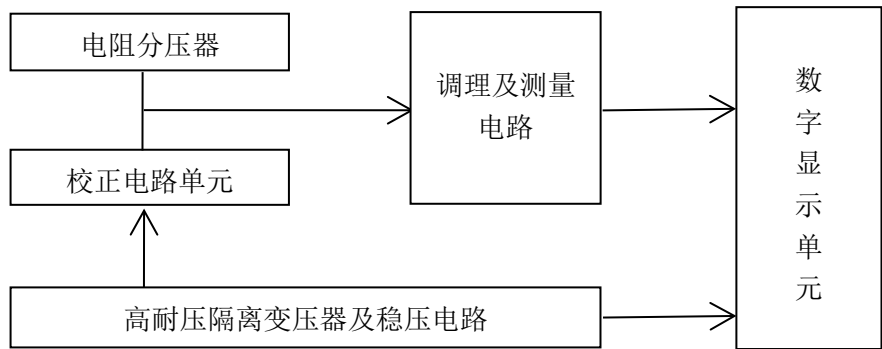


图 1 互感器开路电压峰值测试仪原理图

## 5 计量特性

### 5.1 二次电流基本误差

互感器开路电压峰值测试仪二次电流测量的基本误差表达式为公式（1）。

$$r_I = \frac{I_X - I_S}{I_S} \times 100\% \quad \dots\dots \quad (1)$$

式中：  $r_I$  ——被校直流电流测量系统相对误差；

$I_S$  ——标准测量系统的测量实际值，A；

$I_X$  ——被校测量系统的测量示值，A。

测量系统测得的电流值最大允许误差一般不超过  $\pm 3\%$

### 5.2 工频峰值电压基本误差

互感器开路电压峰值测试仪工频峰值电压测量的基本误差表达式为公式（2）。

$$r_U = \frac{U_X - U_S}{U_S} \times 100\% \quad \dots\dots \quad (2)$$

式中：  $r_U$  ——被校开路电压峰值测试仪电压相对误差；

$U_s$ ——标准测量系统的测量实际值，V；

$U_x$ ——被校测量系统的测量示值，V。

测量系统测得的电压值最大允许误差一般不超过±1.5%。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（0~40）℃；

6.1.2 环境湿度：≤80%RH；

6.1.3 电源电压：220（1±10%）V；

6.1.4 电源频率：50（1±5%）Hz；

6.1.5 测量场所应环境清洁，无腐蚀介质，无明显机械振动，无环境电磁干扰。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 测量标准及辅助设备的要求

测量标准的总不确定度应小于被校设备相应测量参数最大允许误差绝对值的 1/3，测量范围应覆盖试验仪各功能的输出范围。根据采用的校准方法，推荐选择以下测量标准及其他设备，如表 1 所示。

表 1 测量标准及其他设备

序号	仪器设备名称	技术要求	用途	备注
1	标准分压器	标准器的总不确定度小于被校系统相应测量参数最大允许误差绝对值的 1/3。	用于测量互感器二次工频峰值电压	
2	示波器/峰值电压表		读取标准分压器的测量数值	
3	数字多用表		测量互感器二次电流	
4	电流源	/	提供一次电流	

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

序号	校准项目	计量特性条款	校准方法条款
1	工频峰值电压	5.1	7.2.2
2	二次电流	5.2	7.2.3

7.2 校准方法

7.2.1 外观及性能检查

检查仪器的外观结构应完好。各端子标志清晰明确，外露件不应有松动和机械损伤。组件外壳上应标明其名称、生产厂家、型号、编号等信息。通电后，测试仪各种功能应正常，各开关和按键应能正常工作。

7.2.2 工频峰值电压校准

互感器开路电压峰值测试仪电压基本误差校准接线图如图 2 所示，此方法适用于配备标准分压器与示波器/峰值电压表组成的校准系统，可以直接采集数据与被校测试仪的工频电压峰值电压进行比较。

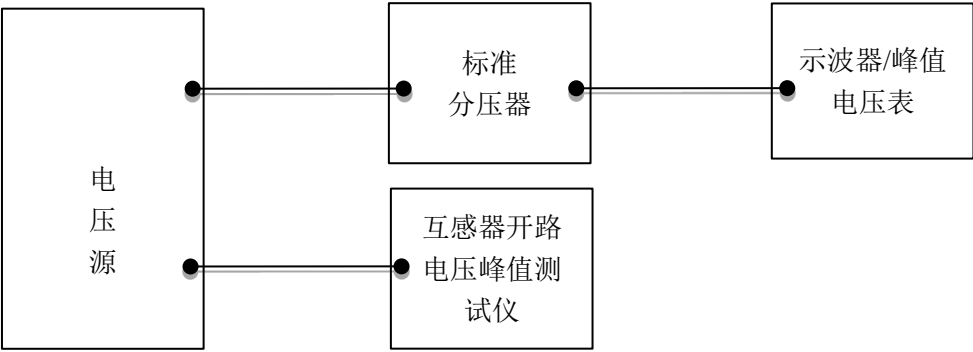


图2 工频峰值电压校准接线示意图

将标准分压器的信号用同轴电缆接入示波器，调节标准测量系统和被校测量系统至合适的测量状态，操作电压源进行升压，同时读取标准测量系统的实际值  $U_s$  和被校系统测量的示值  $U_x$ ，则被校测试仪工频电压峰值的基本误差按公式（2）计算

$$r_U = \frac{U_x - U_s}{U_s} \times 100\% \quad \dots\dots \quad (2)$$

校准工频峰值电压时，通常校准点应包括但不限于被校仪器额定电压的  $U_{\min}$ ， $U_{20\%}$ ， $U_{50\%}$ ， $U_{80\%}$ ， $U_{\max}$  电压点，在校准测量范围的最小和最大值之间直接与标准测量系统比对来确定基本误差。

7.2.3 二次电流基本误差

校准互感器开路电压峰值测试仪电流基本误差的接线图如图3所示，适用于使用数字多用表直接读取电流数值的校准方法，可以直接采集数据与被校测试仪的二次电流进行直接比较。

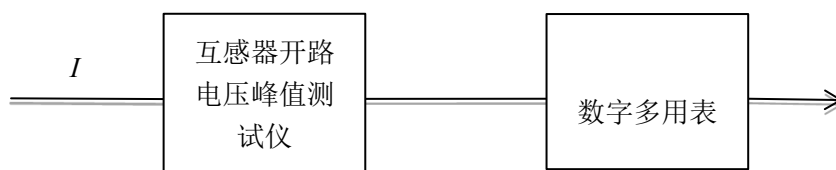


图3 二次电流校准接线示意图

将互感器开路电压峰值测试仪二次电流测量档位与数字多用表同时串联接入电流源中，调节标准测量系统和被校测量系统至合适的测量状态，操作电流源进行升流，同时读取数字多用表的实际值 $I_S$ 和被校测试仪的示值 $I_X$ ，则被校测试仪二次电流的基本误差按公式（1）计算

$$r_I = \frac{I_X - I_S}{I_S} \times 100\% \quad \dots\dots \quad (1)$$

校准工频峰值电压时，通常校准点应包括但不限于被校仪器额定电流的  $I_{\min}$ ， $I_{20\%}$ ， $I_{50\%}$ ， $I_{80\%}$ ， $I_{\max}$  电流点，在校准测量范围的最小和最大值之间直接与数字多用表比对来确定基本误差。

## 8 校准结果表达

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) 校准证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及编号；
- 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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

n) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

## 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。  
互感器开路电压峰值测试仪在修理或调整后，应经校准才能使用。

## 附录 A

## 互感器开路电压峰值测试仪电压测量不确定度评定示例

## A.1 测量条件

A.1.1 环境条件：温度：20.4℃，湿度：35.7%RH。

A.1.2 计量标准：分压器（0.2 级）及数字示波器（电压幅值精度±1%）。

A.1.3 被测对象：互感器开路电压峰值测试仪工频峰值电压。

## A.2 测量模型

$$\Delta U = U_x - U_n$$

式中：

$\Delta U$ ——被校测试仪工频峰值电压的示值误差；

$U_x$ ——被校测试仪工频峰值电压的示值；

$U_n$ ——标准测量系统的示值。

A.3 标准不确定度  $u$  的评定

A.3.1 标准系统示值误差测量重复性引入的标准不确定度  $u_1$ 。

考虑到在重复性条件下所得的测量列的分散性包含了人员对被测模拟指示的读数偏移造成被检系统测量电压不稳定和环境对测量造成的不确定度，故不另外分析。采用

A.3.2 所列系统对其 3000V 点，连续独立测量 10 次，得数据如下：（单位：V）

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
被测	3054	3043	3052	3061	3046	3044	3040	3047	3035	3047

根据贝塞尔公式计算单次测量结果的标准偏差为

$$S_u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 7.44\text{V}$$

故由测量重复性引入的不确定度分量为：

$$u_1 = \frac{S_u}{3000\text{V}} = 7.44 \div 3000 = 2.5 \times 10^{-3}$$

A.3.3 由标准装置中数字示波器引入的电压幅值不确定性引入的不确定度分量  $u_2$ ，该分量符合均匀分布，引入的标准不确定度为：

$$u_2 = 1\% / \sqrt{3} = 5.8 \times 10^{-3}$$

A.3.4 由标准装置中分压器引入的不确定度分量  $u_3$ ，分压器精度为 0.2 级，该分量符合均匀分布，引入的标准不确定度为：

$$u_3 = 0.002 / \sqrt{3} = 1.2 \times 10^{-3}$$

#### A.4 合成标准不确定度 $u_c$ 的评定

根据以上分析，可列出合成标准不确定度分  $u_c$  为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 6.4 \times 10^{-3}$$

#### A.5 扩展不确定度 $U$

取包含因子  $k = 2$ ，则相对扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = 2u_c = 1.3 \times 10^{-2}。$$

#### A.6 测量不确定度的报告与表示

互感器开路电压峰值测试仪在 3kV 测量点时的测量结果相对扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = 1.3 \times 10^{-2} \quad (k=2)$$

## 互感器开路电压峰值测试仪二次电流测量不确定度评定示例

### A.2 测量条件

A.2.1 环境条件：温度：21.2℃，湿度：41.2%RH。

A.2.2 计量标准：数字多用表，准确度：0.10%读数 + 0.041%量程。

A.2.3 被测对象：互感器开路电压峰值测试仪二次电流。

### A.2 测量模型

$$\Delta I = I_x - I_n$$

式中：

$\Delta I$ ——被校测试仪二次电流的示值误差；

$I_x$ ——被校测试仪二次电流的示值；

$I_n$ ——标准测量系统的示值。

### A.3 标准不确定度 $u$ 的评定

A.3.1 标准示值误差测量重复性引入的标准不确定度  $u_1$ 。

考虑到在重复性条件下所得的测量列的分散性包含了人员对被测模拟指示的读数偏移造成被检系统测量电压不稳定和环境对测量造成的不确定度，故不另外分析。采用

A.3.2 所列系统对其 3A 点，连续独立测量 10 次，得数据如下：（单位：A）

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
被测	3.012	3.019	3.016	3.012	3.016	3.012	3.005	3.020	3.001	3.011

根据贝塞尔公式计算单次测量结果的标准偏差为

$$S_u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.0059 \text{ A}$$

故由测量重复性引入的不确定度分量为：

$$u_1 = \frac{S_u}{3A} = 0.00589 \div 3 = 2.0 \times 10^{-3}$$

A.3.3 标准装置经校准判定合格，由标准装置数字多用表引入的电流准确度（0.10%读数 + 0.041%量程）为不确定度分量  $u_2$ ，该分量符合均匀分布，引入的标准不确定度为：

$$u_2 = 0.141\% / \sqrt{3} = 0.8 \times 10^{-3}$$

**A.4 合成标准不确定度  $u_c$  的评定**

根据以上分析,可列出合成标准不确定度分  $u_c$  为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 2.2 \times 10^{-3}。$$

**A.5 扩展不确定度  $U$** 

取包含因子  $k=2$ ,则相对扩展不确定度为:

$$U_{\text{rel}} = 2u_c = 4.4 \times 10^{-3}。$$

**A.6 测量不确定度的报告与表示**

互感器开路电压峰值测试仪在 3A 测量点时的测量结果相对扩展不确定度为:

$$U_{\text{rel}} = 4.4 \times 10^{-3} \quad (k=2)$$

附录 B

校准原始记录格式

样品编号\_\_\_\_\_

送校单位\_\_\_\_\_单位地址\_\_\_\_\_

样品名称\_\_\_\_\_型号规格\_\_\_\_\_出厂编号\_\_\_\_\_

制造厂商\_\_\_\_\_精度等级\_\_\_\_\_测量范围\_\_\_\_\_

标准器名称\_\_\_\_\_设备型号\_\_\_\_\_设备编号\_\_\_\_\_

测量范围\_\_\_\_\_精度/准确度/不确定度\_\_\_\_\_

证书号及溯源机构\_\_\_\_\_有效期至\_\_\_\_\_

校准地点\_\_\_\_\_环境温度\_\_\_\_\_℃，湿度：\_\_\_\_\_％RH

校准依据\_\_\_\_\_

一、外观、显示能力及通电检查：

二、工频峰值电压基本误差：

示值（kV）	标准值（kV）	误差（％）	不确定度 $U_{rel}$ （ $k=2$ ）

三、二次电流示值误差：

示值（A）	标准值（A）	误差（％）	不确定度 $U_{rel}$ （ $k=2$ ）

以下空白

校准员：                    核验员：                    校准日期：  年  月  日

附录 C

校准证书内页格式

证书编号：XXXXXXXX

本次校准依据的技术文件（代号、名称）					
本次校准所使用的主要校准计量器具					
名称	型号/编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	溯源机构及证书编号	有效期至
校准地点：					
环境温度：		相对湿度：		其 它：	
其它说明：					
校准数据/结果					
数据结果请见下页					

注：1 本校准结果,仅对受校样品的本次校准有效；  
Its Effect That The Result Of This Report Only To The Sample(S) Calibrated  
2 未经本院许可，不得部分复印本证书。  
This Certificate Cannot Be Partly Copied If Not Allowed By GEARIM  
3 证书有效性声明：封面加盖红色校准专用章  
Certificate validity statement: cover with red calibration seal

校准数据/结果

证书编号：XXXXXXXX

一、外观及性能检查			
二、工频峰值电压基本误差			
示值（kV）	标准值（kV）	误差（%）	不确定度 $U_{rel}$ （ $k=2$ ）
三、二次电流示值误差			
示值（A）	标准值（A）	误差（%）	不确定度 $U_{rel}$ （ $k=2$ ）

以下空白