

# 湖北省地方计量技术规范

JJF (鄂) 39-2017

---

## 电流互感器现场校验仪校准规范

Calibration Specification of  
Current Transformers Field Calibrator

2017 - 12-04发布

2018 - 02 - 01实施

---

湖北省质量技术监督局 发布

# 电流互感器现场校验仪校准规范

Calibration Specification of  
Current Transformers Field Calibrator



JJF (鄂) 39-2017

---

本规范经国家湖北省质量技术监督局2017年12月04日批准，  
并自2018年02月01日起施行。

归 口 单 位 : 湖北省质量技术监督局

主要起草单位 : 国网湖北省电力公司计量中心

参加起草单位 : 湖北省计量测试技术研究院

武汉鼎成电力科技有限公司

本规范主要起草人：

郭 玥 （国网湖北省电力公司计量中心）  
郭 正 （国网湖北省电力公司计量中心）  
荣先金 （国网湖北省电力公司计量中心）

参加起草人：

李 帆 （国网湖北省电力公司计量中心）  
蔡文嘉 （国网湖北省电力公司计量中心）  
雷 鸣 （国网湖北省电力公司计量中心）  
刘 恒 （国网湖北省电力公司计量中心）  
王 华 （国网湖北省电力公司计量中心）  
吕馥香 （国网湖北省电力公司计量中心）  
田 天 （湖北省计量测试技术研究院）  
李 艳 （湖北省计量测试技术研究院）  
张孝利 （武汉鼎成电力科技有限公司）

## 目 录

目 录.....	IV
引 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	1
5.1 基本误差.....	1
5.2 变比示值误差.....	2
5.3 基本误差的重复性.....	2
6 校准条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 校准用主要设备.....	2
7 校准项目和校准方法.....	2
7.1 校准项目.....	2
7.2 校准方法.....	2
8 校准结果的表达.....	4
附录A 校准结果不确定度分析.....	5
附录B 校准原始记录格式.....	8
附录C 校准证书内页格式.....	10



## 引 言

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

# 电流互感器现场校验仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于采用励磁法、小电压法和负荷误差曲线外推法的电流互感器现场校验仪(以下简称校验仪)的校准。

## 2 规范性引用文件

JJG 169-2010 互感器校验仪检定规程

JJG 313- 测量用电流互感器检定规程

JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

以上文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本规范;凡是不注年份的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

## 3 术语

**励磁法:**通过在电流互感器的二次侧施加电压,测量一次电压输出值并计算出比值差补偿值等参数的方法,从而得出被测电流互感器的比值差和相位差。

**小电压法:**通过把电流互感器反过来当作电压互感器,在设备里用一个等变比的电压互感器互校,再根据电压互感器与电流互感器误差之间的补偿关系,换算成电流互感器的误差(比值差和相位差)。

**负荷误差曲线外推法:**根据电流互感器的工作原理,电流互感器二次带负荷时会在二次侧产生电压,该原理是电流互感器在小电流下使二次模拟出额定电流下的二次电压值,再通过小电流下计算的补偿关系换算成额定电流下的比值差和相位差。通过校验仪测量得出两组小电流以下额定负荷与电流的对应关系,算出互感器比值差,相位差补偿值,最后推算出100%和120%额定电流和相应负荷下的比值差和相位差。

## 4 概述

校验仪是用于现场校验电流互感器的测量仪器。校验仪工作原理,一般是基于励磁法、小电压法、或负荷误差曲线外推法,利用数字采样获取电气参量,采用数字滤波技术,并以高性能单片机作为数据处理的核心芯片,在现场高压侧断电的情况下,测量电流互感器的变比、比值差、相位差。

## 5 计量特性

### 5.1 基本误差

校验仪的准确度等级为0.05级或0.05S级,基本误差的同相分量误差不超过 $\pm 0.05\%$ ,正交分量误差不超过 $\pm 2'$ ;在1%额定电流点,基本误差的同相分量误差不超过 $\pm 0.1\%$ ,正交分量误差不超过 $\pm 4'$ 。

## 5.2 变比示值误差

变比示值误差以具体指什么相对误差表示，最大允许误差不超过 $\pm 0.5\%$ 。

## 5.3 基本误差的重复性

基本误差的重复性用实验标准差表征，不应超过校验仪允许误差限值的1/5。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

- 1) 环境温度：10℃~35℃。
- 2) 相对湿度：不大于 80%。
- 3) 无影响校验仪正常工作的外电磁场。

### 6.2 校准用主要设备

标准器应选用准确度等级为0.02级或以上，不带非线性补偿的标准电流互感器，其变比覆盖范围应满足校验仪的校准要求。标准电流互感器必须具备连续、有效的检定证书，且误差周期变化量应小于其误差限值的1/2。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

表1 校准项目一览表

序号	校准项目	校准方法条款
1	外观及通电检查	7.2.1
2	基本误差	7.2.3
3	变比示值误差	7.2.4
4	基本误差的重复性测量	7.2.5

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 外观及通电检查

- a) 被校校验仪外形结构完好，外露件等不应损坏或脱落，机壳、端钮等不应有影响正常工作的机械碰伤，按键无卡死或接触不良的现象；
- b) 被校校验仪产品名称、制造厂家、仪器型号和编号等均应有明确标记；
- c) 通电检查被校校验仪各测量功能应正常，小数点位置应正确，显示字符段应完整。

### 7.2.2 校准点的选择

校准点的选择应参照校验仪使用说明书中的技术指标, 兼顾大变比点和小变比点, 标准电流互感器的每一额定安匝原则上只选取一个变比; 基本误差和变比示值误差校准分别选取4~6个校准点, 重复性测量选取1个校准点。基本误差校准、变比示值误差校准、重复性测量的选点, 建议在100A/5A、300A/5A、600A/5A、800A/5A、1000A/5A、1200A/5A、1500A/5A、2000A/5A、2500A/5A、3000A/5A、4000A/5A、5000A/5A、10000A/5A中优先选取。

### 7.2.3 基本误差校准

校准接线图如图1所示。

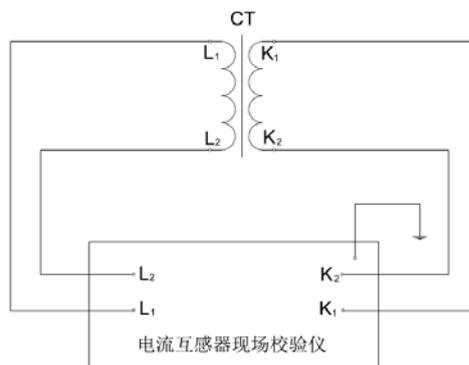


图1 校验仪校准接线图

将标准电流互感器作为校准对象, 后面全部替换, 校验仪按使用要求接线并开始测量, 从校验仪上读取电流互感器的比值差和相位差, 通过下式换算成校验仪的基本误差。

比值差  $f_x$ :

$$f_x = -f_0 + f_p \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$f_0$ —校验仪所测量得到的比值差, %;

$f_p$ —标准电流互感器在相应校准点的比值差, %;

$f_x$ —校验仪的比值差, %。

相位差  $\delta_x$ :

$$\delta_x = -\delta_0 + \delta_p \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\delta_0$ —校验仪所测量得到的相位差, ' ;

$\delta_p$ —标准电流互感器在相应校准点的相位差, ' ;

$\delta_x$ —校验仪的相位差, ' 。

### 7.2.4 变比示值误差校准

将标准电流互感器作为校准对象, 校验仪按使用要求接线并进行变比测试, 从校验仪上读取变比, 通过下式计算变比示值相对误差  $\varepsilon$ , 表示形式为:

$$\varepsilon = \frac{K_x - K_0}{K_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\varepsilon$ ---变比示值相对误差, %;

$K_x$ ---校验仪测量显示的变比;

$K_0$ ---互感器的标称变比。

### 7.2.5 基本误差的重复性测量

将标准电流互感器作为校准对象, 校验仪按使用要求接线并进行不少于5次的重复测量。在100%或5%额定电流点记录误差数据, 按下式计算实验标准差。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:  $r_i$ ---第*i*次测量时基本误差;

$\bar{r}$ ---各次基本误差  $r_i$  的平均值;

$n$ ---测量次数;

$s$ ---实验室标准差。

## 8 校准结果的表达

经校准的校验仪出具校准证书, 校准证书应包括以下信息:

- a) 标题: 校准证书;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点;
- d) 校准证书编号, 页码及总页数;
- e) 送校单位的名称和地址;
- f) 被校仪器名称、制造厂、型号规格及出厂编号;
- g) 进行校准的日期;
- h) 校准依据, 包括名称及代号;
- i) 校准所使用的计量标准及有效期;
- j) 校准时环境的描述;
- k) 校准项目的校准结果及其测量不确定度;
- l) 校准证书签发人的签名、核验人的签名、批准人的签名以及签发日期;
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明和未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的声明;
- n) 复校准周期建议为1年。

## 附录A

## 校准结果不确定度分析

## A.1 概述

## A.1.1 测量环境

环境温度：10℃～35℃，相对湿度：不大于80%。

## A.1.2 测量标准：

标准电流互感器，准确度等级为0.02级，测量范围（5-5000）A/5A，额定负荷5VA，功率因数1.0。

## A.1.3 被测对象

0.05级电流互感器现场校验仪。

## A.2 测量方法

标准电流互感器在600A/5A的变比的条件下，用校验仪进行测量。

## A.2.1 数学模型

$$\text{比值差 } f_x = -f_0 + f_p$$

式中：

$f_0$ —校验仪所测量得到的比值差，%；

$f_p$ —标准电流互感器在相应校准点的比值差，%；

$f_x$ —校验仪的比值差，%。

$$\text{相位差 } \delta_x = -\delta_0 + \delta_p$$

式中：

$\delta_0$ —校验仪所测量得到的相位差，'；

$\delta_p$ —标准电流互感器在相应校准点的相位差，'；

$\delta_x$ —校验仪的相位差，'。

$$\varepsilon = \frac{K_x - K_0}{K_0} \times 100\%$$

变比示值相对误差

式中：

$\varepsilon$ —变比示值相对误差，%；

$K_x$ —校验仪测量显示的变比；

$K_0$ —互感器的实际的变比。

## A.2.2 标准不确定度分量的评定

## A.2.2.1 重复性引入的不确定度

用标准电流互感器，在500A/5A档、100%额定电流点，在重复条件下进行10次独立误差测量和变比测量得到测量值（每次测量均重新接线），测量结果见表A.1。

## A.1 独立重复测量结果

次数	比值差 (%)	相位差 (′)	变比示值相对误差 (%)
1	-0.039	+0.59	-0.39
2	-0.037	+0.63	-0.43
3	-0.036	+0.49	-0.41
4	-0.038	+0.55	-0.42
5	-0.036	+0.71	-0.40
6	-0.037	+0.43	-0.44
7	-0.035	+0.65	-0.42
8	-0.039	+0.53	-0.43
9	-0.041	+0.53	-0.43
10	-0.042	+0.66	-0.40

根据公式

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}}$$

可得:  $u_1(f_x)=0.0023\%$ ,  $u_1(\delta_x)=0.09'$ ,  $u_1(\varepsilon)=0.016\%$ 。

## A.2.2.2 标准器引入比值差、相位差测量的不确定度

0.02级标准电流互感器在100%点处误差不大于0.02%，标准器引入的不确定度按均匀分布估计为：

$$u_2(f_x) = 0.02\% / \sqrt{3} = 0.012\% \quad u_2(\delta_x) = 0.6' / \sqrt{3} = 0.34'$$

## A.2.2.3 仪器测量引入变比示值相对误差测量的不确定度

校验仪变比示值误差以相对误差表示，最大允许误差不超过 $\pm 0.5\%$ ，按均匀分布估计为：

$$u_2(\varepsilon) = 0.5\% / \sqrt{3} = 0.28\%$$

## A.2.3 测量的不确定度汇总表

比值差、相位差和变比示值误差的不确定度分量分别见表A.2、表A.3、表A.4

## A.2 比值差不确定度分量

序号	来源	符号	$u_i$
1	重复性	$u_1(f_x)$	0.0023%
2	标准器	$u_2(f_x)$	0.012%

## A.3 相位差不确定度分量

序号	来源	符号	$u_i$
1	重复性	$u_1(\delta_x)$	0.09′
2	标准器	$u_2(\delta_x)$	0.34′

## A.4 变比示值误差的不确定度分量

序号	来源	符号	$u_i$
1	重复性	$u_1(\varepsilon)$	0.016%
2	标准器	$u_2(\varepsilon)$	0.28%

## A.2.4 合成标准不确定度

比值差:

$$\begin{aligned} u_{c1} &= \sqrt{u_1^2(f_x) + u_2^2(f_x)} \\ &= \sqrt{0.0023\%^2 + 0.012\%^2} \\ &= 0.012\% \end{aligned}$$

相位差:

$$\begin{aligned} u_{c2} &= \sqrt{u_1^2(\delta_x) + u_2^2(\delta_x)} \\ &= \sqrt{0.09'^2 + 0.34'^2} \\ &= 0.35' \end{aligned}$$

变比示值误差:

$$\begin{aligned} u_{c3} &= \sqrt{u_1^2(\varepsilon_x) + u_2^2(\varepsilon_x)} \\ &= \sqrt{0.016\%^2 + 0.28\%^2} \\ &= 0.28\% \end{aligned}$$

## A.2.5 扩展不确定度

在600A/5A档、100%额定电流时的扩展不确定度:

比值差:  $U=0.024\%$ ,  $k=2$ ; 相位差:  $U=0.70'$ ,  $k=2$ ; 变比示值误差  $U_{\text{rel}}=0.56\%$ ,  $k=2$ 。

## 附录B

## 校准原始记录格式

## 电流互感器现场校验仪原始记录

第 页 共 页

委托单位					记录编号	
样品	名称			型号规格		测量范围
	制造厂			出厂编号		准确度等级
标准器	名称	型号规格	出厂编号	证书号		准确度等级
技术依据					温度	℃
校准地点					相对湿度	%

## 校准结果

外观和通电检查：								
基本误差								
量限 (A/A)	误差	额定电流百分值					负荷及功率因素	测量不确定度
		1%	5%	20%	100%	120%		
	比值差 (%)						$\cos\varphi=$	
	相位差 (′)							
	比值差 (%)						$\cos\varphi=$	
	相位差 (′)							
	比值差 (%)						$\cos\varphi=$	
	相位差 (′)							
	比值差 (%)						$\cos\varphi=$	
	相位差 (′)							
	比值差 (%)						$\cos\varphi=$	
	相位差 (′)							

校准原始记录格式 (续)  
电流互感器现场校验仪原始记录

第    页    共    页

变比测量误差:					
标准值	显示值	测量不确定度	标准值	显示值	测量不确定度
重复性测量实验		变比:			
次数	实测值				
	比值差 (%)			相位差 ( ' )	
1					
2					
3					
4					
5					
S					
测量不确定度:					

## 附录C

## 校准证书内页格式

证书编号(Certificate No): 互Y字 第 \_\_\_\_\_ 号

## 校准结果

Results of Calibration

外观和通电检查:								
基本误差								
量限 (A/A)	误差	额定电流百分值					功率因 素	测量 不确定度
		1%	5%	20%	100%	120%		
	比值差 (%)						cosφ=	
	相位差 (′)							
	比值差 (%)						cosφ=	
	相位差 (′)							
	比值差 (%)						cosφ=	
	相位差 (′)							
	比值差 (%)						cosφ=	
	相位差 (′)							
	比值差 (%)						cosφ=	
	相位差 (′)							
	比值差 (%)						cosφ=	
	相位差 (′)							
变比测量误差:								
标准值	显示值	测量不确定度	标准值	显示值	测量不确定度			
重复性测量实验		变比:						
次数	实测值							
	比值差 (%)			相位差 (′)				
1								
2								
3								
4								
5								
S								
测量不确定度:								

第 页 共 页