

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG ××××—××××

数字比较式电流互感器校验仪

Current Transformer Test Set of Digital Comparison

(征求意见稿)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

国家市场监督管理总局 发布

数字比较式电流互感器校验仪

Current Transformer Test Set of Digital Comparison

JJG XXXX-XX

归口单位：全国电磁计量技术委员会高压计量分技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本规程委托全国电磁计量技术委员会高压计量分技术委员会负责解释。

本规程主要起草人：

参加起草人：

目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
4 概述.....	2
5 计量性能要求.....	3
5.1 准确度等级.....	3
5.2 基本误差.....	3
5.3 测量重复性.....	3
5.4 输入阻抗.....	3
5.5 短时稳定性.....	4
5.6 周期稳定性.....	4
6 通用技术要求.....	4
6.1 接地和绝缘.....	4
6.2 输入端子和标志.....	4
6.3 极性.....	4
7 计量器具控制.....	4
7.1 检定条件.....	4
7.2 计量标准器及配套设备.....	5
7.3 检定项目.....	5
7.4 检定方法.....	6
7.5 检定结果的处理.....	10
7.6 检定周期.....	10
附录 A 检定原始记录格式.....	16
附录 B 检定证书/检定结果通知书内页格式.....	16
附录 C 检定证书/检定结果通知书检定结果格式.....	22

引言

本规程依据国家计量技术规范 JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》、JJF 1002-2010 《国家计量检定规程编写规则》及 JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》编写。

本规程为首次发布。

数字比较式电流互感器校验仪

1 范围

本规程适用于工作额定电流为 5A、1A 的正弦基波电流、正弦半波电流和谐波电流的数字比较式电流互感器校验仪（以下简称校验仪）的首次检定、后续检定和使用中的检查。

本规程不适用于电子式互感器校验仪和直流互感器校验仪的检定。

2 引用文件

本规程引用了下列文件：

JJG 169 互感器校验仪检定规程

JJG 313 测量用电流互感器检定规程

JJG 1021 电力互感器检定规程

JJG 1176-2021 谐波电流互感器检定规程

JJG **** 测量用互感器检定规程 第 9 部分：抗直流电流互感器

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

JJG 169、JJG 313、JJG 1021、JJG 1176 界定的以及下列术语和定义适用于本规程。

3.1 数字比较法 digital comparison method

误差测量装置通过同步采样，将被检互感器及标准互感器的二次电流分别转换成数字信号，采用数字信号处理方法分别得到两个电流的幅值和相位，进而比较计算出被检互感器误差的方法。

3.2 数字比较式电流互感器校验仪 current transformer test set of digital comparison

采用数字比较法原理测量电流互感器的比值差和相位差的装置。

3.3 比值差示值误差 indication error of ratio difference

被检校验仪显示的比值差与对应输入的比值差标准值（参考值）之间的差值。校验仪比值差示值误差按公式（1）计算。

$$\Delta f = f_x - f_0 \quad (1)$$

式中：

Δf ——被检校验仪的比值差示值误差，%；

f_x ——被检校验仪的比值差示值，%；

f_0 ——对应输入的比值差标准值（参考值），%。

3.4 相位差示值误差 indication error of phase error

被检校验仪显示的相位差与对应输入的相位差标准值（参考值）之间的差值。校验仪相位差示值误差按公式（2）计算。

$$\Delta \delta = \delta_x - \delta_0 \quad (2)$$

式中：

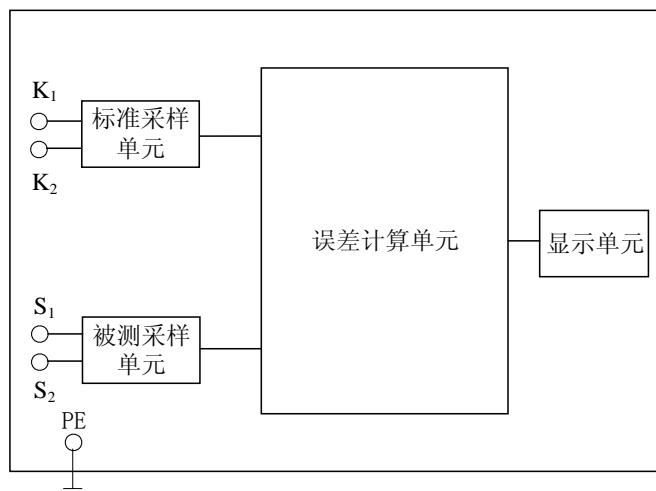
$\Delta \delta$ ——被检校验仪的相位差示值误差，'；

δ_x ——被检校验仪的相位差示值，'；

δ_0 ——对应输入的相位差标准值（参考值），'。

4 概述

数字比较式电流互感器校验仪由标准采样单元、被测采样单元、误差计算单元和显示单元组成。标准采样单元和被测采样单元分别对两路模拟电流信号进行采样，校验仪同时将采样的二次电流信号折算为一次电流信号，通过计算得到被测电流互感器的比值差和相位差。校验仪结构原理见图 1。校验仪可以用于测量电流互感器包括抗直流电流互感器和谐波电流互感器的基本误差。



说明：K₁、K₂——标准采样单元端子；S₁、S₂——被测采样单元端子；PE——设备接地端子。

图 1 数字比较式电流互感器校验仪结构原理图

5 计量性能要求

5.1 准确度等级

校验仪的准确度分为 0.02 级、0.05 级。

5.2 基本误差

在 7.1 规定的检定条件下，校验仪在正弦基波电流和正弦半波电流下示值误差不得超出表 1 给定的限值范围，校验仪在谐波电流下的示值误差不得超出表 2 给定的限值范围，实际误差曲线不得超出误差限值连线所形成的折线范围，校验仪误差应使用极坐标方式表示。

表 1 校验仪在正弦基波电流和正弦半波电流下基本误差限

准确度等级	电流波形	电流百分数 (%)	1	5	20	100	120
0.05 级	正弦基波	比值差示值误差 (%)	±0.1	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05
		相位差示值误差 (′)	±4	±2	±2	±2	±2
	正弦半波	比值差示值误差 (%)	/	±0.2	±0.2	±0.2	±0.2
		相位差示值误差 (′)	/	±10	±10	±10	±10
0.02 级	正弦基波	比值差示值误差 (%)	±0.04	±0.02	±0.02	±0.02	±0.02
		相位差示值误差 (′)	±1.2	±0.6	±0.6	±0.6	±0.6
	正弦半波	比值差示值误差 (%)	/	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1
		相位差示值误差 (′)	/	±5	±5	±5	±5

表 2 校验仪在谐波电流下基本误差限

谐波次数	谐波电流占额定电流百分数	准确度等级			
		0.02 级		0.05 级	
		比值差示值误差限 (%)	相位差示值误差限 (′)	比值差示值误差限 (%)	相位差示值误差限 (′)
2~13	10%	±0.6	±36	±1.5	/
	20%	±0.4	±24	±1.0	60
14~50	10%	±1.2	±72	±3	/

注 1：谐波误差试验时， $I_n = I_2 \times K$ ，式中 I_n 为输入谐波电流有效值， I_2 为额定二次电流值， K 为谐波电流占额定电流百分数。

注 2：谐波次数在基波频率 50 Hz 下定义，额定电流为基波额定电流。

5.4 输入阻抗

校验仪标准采样单元端子和被测采样单元端子的输入阻抗 5A 档应不大于 0.02Ω 、1A 档应不大于 0.1Ω ，输入阻抗应计入标准电流互感器和被检电流互感器的二次负荷。

5.5 测量重复性

n 次误差测量值的算术平均值的实验标准偏差 $s(\bar{x})$ ，不大于校验仪基本误差限值绝对值的 $1/10$ 。

5.6 短时稳定性

在被检校验仪测量范围内单个测量点进行连续测试，测试间隔为 20s，测试点数不少于 10 次，所得误差值最大值与最小值之差应不大于其基本误差限值的 $1/2$ 。

5.7 周期稳定性

校验仪在接续的两次检定中，其误差的变化不得超过基本误差限值的 $2/3$ 。

6 通用技术要求

6.1 接地和绝缘

校验仪应有接地端子，其金属外壳应与接地端子可靠连接。

校验仪的测量回路与接地端子之间，电源端子与接地端子之间的绝缘电阻应不小于 $20\text{ M}\Omega$ ，工频耐受电压应不小于 1.5 kV ，持续时间为 1 min 。

6.2 输入端子和标志

标准采样单元端子标志为 K_1-K_2 ；被测采样单元端子标志为 S_1-S_2 。未按本规程标志的校验仪，在说明书中应给出仪器输入端子与规定端子标志的对应关系。

6.3 极性

校验仪的极性应与端子标志一致。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 环境条件

校验仪的检定环境条件应满足以下要求：

——环境温度范围为 $(20\pm 5)\text{ }^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 75% ；

——因外界电磁干扰引起的误差应不大于被检校验仪误差限值的 $1/10$ 。

7.1.2 电源

——电源电压为 $(220\pm 20)\text{ V}$ ；

- 电源频率为 (50 ± 0.5) Hz;
- 电压波形畸变系数不大于 5%。

7.2 计量标准器及配套设备

7.2.1 标准器

标准器应使用标准电流源或者互感器校验仪整体检定装置（以下简称整检装置），标准器应至少具有两路电流输出端子。

标准器在检定环境条件下的实际误差不超过被检校验仪基本误差限值的 $1/3$ 。

标准器比值差的显示分辨力应不低于 0.001% ，相位差的显示分辨力应不低于 $0.01'$ 。在检定周期内，标准器的误差变化，应不大于其误差限值的 $1/3$ 。

7.2.2 绝缘电阻表

绝缘电阻表的额定电压为直流 500 V，准确度等级不低于 10 级。

7.2.3 耐压测试仪

耐压测试仪准确度等级不低于 5 级，高压输出端短路电流不小于 0.5 A。

7.2.4 数字多用表

数字多用表的工频交流、直流测量位数不低于 6 位半。

7.3 检定项目

校验仪的检定项目按表 3 规定。

表 3 校验仪检定项目

检定项目	检定类别		
	首次检定	后续检定	使用中检查
外观及标志检查	+	+	+
绝缘电阻测量	+	+	—
工频耐压试验	+	—	—
极性检查	+	—	—
基本误差测量	+	+	+
输入阻抗测量	+	+	+
测量重复性试验	+	+	+
短时稳定性试验	+	—	—
周期稳定性试验	—	+	+

注：表中符号“+”表示必检项目，符号“—”表示可不检项目。

7.4 检定方法

7.4.1 外观及标志检查

外观检查用目测方法进行，检查校验仪的外观是否完好，标识是否清晰，接线端子是否松动、是否有明显的功能标志。

7.4.2 绝缘电阻测量

将校验仪电流测量回路的输入端子短接后用绝缘电阻表测量输入端子对地绝缘电阻，将电源插座的相线与零线短接后使用绝缘电阻表测量电源插座对地绝缘电阻。

7.4.3 工频耐压试验

将校验仪电流测量回路的输入端子短接进行测量回路耐压试验，将电源插座的相线与零线短接进行电源端子耐压试验，使耐压测试仪输出电压至 1.5 kV，并保持 1 min，试验过程中应无击穿或闪络等破坏性放电现象产生。

7.4.4 极性检查

按照校验仪的输入端子标志完成误差测量接线后，在电流输入回路施加不大于 5 % 额定正弦基波电流检查极性。

7.4.5 误差测量

7.4.5.1 一般要求

按照 7.2 规定选用计量标准器及配套设备，并使用本规程规定的检定线路测量误差。校验仪测量点按表 4 选取，校验仪的额定标准电流和额定被测电流应为 5 A/5 A、1 A/1 A、5 A/1 A、1 A/5 A，可以按校验仪实际的量程增加和减少额定标准电流、额定被测电流及其测量点。

表 4 测量点选取

正弦基波电流测量点					
电流百分数(%)	1	5	20	100	120
正弦半波电流测量点					
电流百分数(%)	/	5	20	100	120
谐波电流测量点					
谐波次数	2~13		14~50		
谐波电流占额定电流百分数(%)	10	20	10		
注：各次谐波的选取应参考 JJG 1176-2021，7.4.5。					

除零点误差外，每个测量点还应从表5中正弦基波电流、正弦半波电流、谐波电流下

各选取至少1组比值差的和相位差的组合进行检定。

表 5 比值差和相位差的误差点选取

正弦基波电流比值差 (%)		正弦基波电流相位差 (′)	
-1.0	-0.5	-60	-20
+1.0	+0.5	+60	+20
正弦半波电流比值差		正弦半波电流相位差	
-10.0	-2.0	-600	-200
+10.0	+2.0	+600	+200
谐波电流比值差		谐波电流相位差	
-10.0	-6.0	-600	-360
+10.0	+6.0	+600	+360

7.4.5.2 检定线路

7.4.5.2.1 使用标准电流源的检定线路

使用两台联机工作的标准电流源作为标准器进行检定的原理线路见图 2。连接标准电流源的电流输出端子 S_{01} - S_{X1} 与校验仪的标准采样单元端子 S_1 - S_2 ，连接标准电流源的电流输出端子 S_{02} - S_{X2} 与校验仪的被测采样单元端子 K_1 - K_2 ，并按要求接地。根据选取的测量点及其比值差和相位差误差点，调节标准电流源输出相应幅值和相位的电流信号 I 和电流信号 $(I+\Delta I)$ ，分别记录标准电流源的标准值及校验仪的示值，并根据公式 (1) 及公式 (2) 计算示值误差。

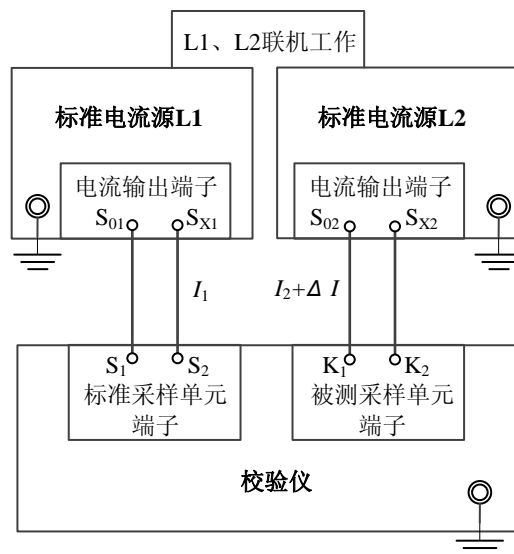


图 2 用标准电流源检定校验仪误差的线路

7.4.5.2.2 使用整检装置的检定线路

使用整检装置作为标准器进行检定的原理线路见图 3。连接整检装置的电流输出端子 S_{01} - S_{X1} 与校验仪的标准采样单元端子 S_1 - S_2 ，连接整检装置的电流输出端子 S_{02} - S_{X2} 与校验仪的被测采样单元端子 K_1 - K_2 ，并按要求接地。根据选取测量点，以标准电流为参考设置整检装置的比值差和相位差后输出电流，分别记录整检装置的标准值及校验仪的示值，并根据公式（1）及公式（2）计算示值误差。

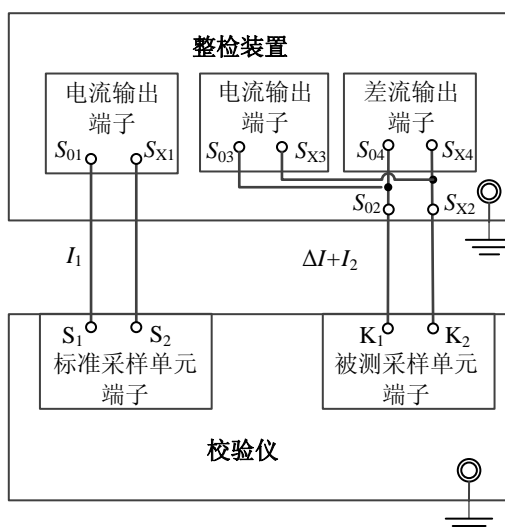


图 3 用整体检定装置检定校验仪误差的线路

注 1：当电流百分数小于 5%且标准电流源准确度不满足检定要求时，推荐使用整检装置进行检定。

注 2：整检装置的误差应用极坐标方式表示。

7.4.6 输入阻抗测量

校验仪输入阻抗测量线路如图 4 所示，使用数字多用表分别测量校验仪的标准采样单元端子、被测采样单元端子的回路电流和端子电压，通过欧姆定律计算其输入阻抗。

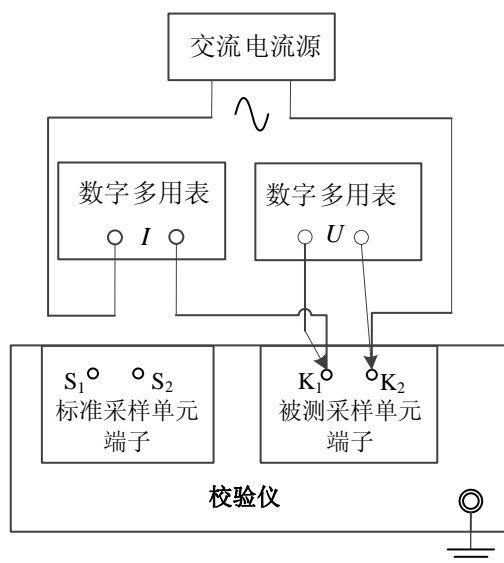


图 4 校验仪输入阻抗测量线路

7.4.7 测量重复性

选择最小测量点和额定测量点进行重复性试验，测量重复性试验与比值差示值误差、相位差示值误差试验可同时进行，计算出连续 n 次误差测量值的算术平均值的实验标准偏差。误差测量值的算术平均值 \bar{x} 的实验标准偏差计算方法见公式 (3)。

$$s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (n \geq 10) \quad (3)$$

式中：

x_i ——第 i 次误差测量值；

n ——测量次数。

注：只对正弦基波电流和正弦半波电流下误差进行测量重复性试验。

7.4.8 短时稳定性

选择最小测量点和额定测量点进行短时稳定性试验。在同一测量点对误差每隔 20 秒连续读数不少于 10 次，得出被检校验仪误差的最大值和最小值，计算所得误差值最大值与最小值之差。

注：只对正弦基波电流和正弦半波电流下误差进行短时稳定性试验。

7.4.9 周期稳定性

校验仪的周期稳定性取上次检定结果与当前检定结果，分别计算两次检定结果中比值差的差值和相位差的差值。

7.5 检定结果的处理

7.5.1 检定的原始数据记录应至少包括附录 A 检定原始记录格式中的内容。原始记录应至少保存两个检定周期。

7.5.2 按表 5 所列项目全部检定合格，出具检定证书，检定不合格的出具检定结果通知书，并注明不合格项目，检定证书/检定结果通知书内页格式和检定结果格式见附录 B 和附录 C。

7.6 检定周期

校验仪的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A 检定原始记录格式

互感器校验仪基本信息					
委托单位		地址			
仪器名称		型号/规格			
生产厂家		出厂编号			
测量范围		准确度等级			
额定频率					
检定时使用的标准器					
标准器名称		型号/规格			
标准证书号		有效期至			
不确定度/准确度等级/最大允许误差		标准测量范围			
检定依据		检定地点			
环境温度	℃	湿度	%RH	检定日期	
检定结果					
外观和通电检查		绝缘电阻			
工频耐压		误差试验			
极性和输入阻抗检查	/	测量重复性试验			
短时稳定性试验		周期稳定性试验			

工 频 误 差 数 据 表						
标准 5(1)A 被检 5(1)A	标准示值		被检示值		示值误差	
	$f_0 (\times 10^{-4})$	$\delta_0 (')$	$f_x (\times 10^{-4})$	$\delta_x (')$	$\Delta f (\times 10^{-4})$	$\Delta \delta (')$
1% I_n						
5% I_n						
20% I_n						
100% I_n						
120% I_n						

半波误差数据表						
标准 5(1)A 被检 5(1)A	标准示值		被检示值		示值误差	
	$f_0 (\times 10^{-4})$	$\delta_0 (')$	$f_x (\times 10^{-4})$	$\delta_x (')$	$\Delta f (\times 10^{-4})$	$\Delta \delta (')$
5% I_n						
20% I_n						
100% I_n						
120% I_n						

N 次谐波误差数据表						
标准 5(1)A 被检 5(1)A	标准示值		被检示值		示值误差	
	$f_0 (\times 10^{-4})$	$\delta_0 (')$	$f_x (\times 10^{-4})$	$\delta_x (')$	$\Delta f (\times 10^{-4})$	$\Delta \delta (')$
10% I_n						
20% I_n						

误差数据表		
互感器校验仪测量点的短时稳定性:		
测量点		
最大值与最小值之差	比值差示值误差 ($\times 10^{-4}$)	
	相位差示值误差 (')	
互感器校验仪测量点的测量重复性:		
测量点		
实验标准偏差	比值差示值误差 ($\times 10^{-4}$)	
	相位差示值误差 (')	

附录 B 检定证书/检定结果通知书内页格式

B.1 检定证书

证书编号 XXXXXX-XXXX

<检定机构授权说明>				
检定环境条件及地点:				
温 度		°C	地 点	
相对湿度		%	其 它	
检定所依据的技术文件（代号、名称）:				
检定所使用的主要测量标准:				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

注：

1. XXXXXX 仅对加盖“XXXXXX 检定专用章”的完整证书负责。
2. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

误差数据

互感器校验仪各测量点的检定结果见下表

标准 5(1)A 被检 5(1)A	标准示值		被检示值		示值误差	
	$f_0 (\times 10^{-4})$	$\delta_0 (')$	$f_x (\times 10^{-4})$	$f_x (\times 10^{-4})$	$f_x (\times 10^{-4})$	$f_x (\times 10^{-4})$
1% I_n						
5% I_n						
20% I_n						
100% I_n						
120% I_n						
下降至 100% I_n						
下降至 20% I_n						
下降至 5% I_n						
下降至 1% I_n						

证书编号 XXXXXX-XXXX

互感器校验仪测量点的短时稳定性:			
测量点			
最大值与最小 值之差	比值差示值误差 ($\times 10^{-4}$)		
	相位差示值误差 (')		
互感器校验仪测量点的测量重复性:			
测量点			
实验标准偏差	比值差示值误差 ($\times 10^{-4}$)		
	相位差示值误差 (')		
<p>敬告:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 被检定仪器修理后, 应立即进行检定。 2. 在使用过程中, 如对被检定仪器的技术指标产生怀疑, 请重新检定。 			

检定:

记录:

校核:

B. 2 检定结果通知书

证书编号 XXXXXX-XXXX

<检定机构授权说明>				
检定环境条件及地点：				
温 度		℃	地 点	
相对湿度		%	其 它	
检定所依据的技术文件（代号、名称）：				
检定所使用的主要测量标准：				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)
检定结果的不合格项：				

注：

3. XXXXX 仅对加盖“XXXXX 检定专用章”的完整证书负责。
4. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

误差数据

互感器校验仪各测量点的检定结果见下表

标准 5(1)A 被检 5(1)A	标准示值		被检示值		示值误差	
	$f_0 (\times 10^{-4})$	$\delta_0 (')$	$f_x (\times 10^{-4})$	$\delta_x (')$	$f_x (\times 10^{-4})$	$\delta_x (')$
1% I_n						
5% I_n						
20% I_n						
100% I_n						
120% I_n						
下降至 100% I_n						
下降至 20% I_n						
下降至 5% I_n						
下降至 1% I_n						

互感器校验仪测量点的短时稳定性:				
测量点				
最大值与最小 值之差	比值差示值误差 ($\times 10^{-4}$)			
	相位差示值误差 (')			
互感器校验仪测量点的测量重复性:				
测量点				
实验标准偏差	比值差示值误差 ($\times 10^{-4}$)			
	相位差示值误差 (')			
<p>敬告:</p> <p>1. 被检仪器修理后, 应立即进行检定。</p> <p>2. 在使用过程中, 如对被检仪器的技术指标产生怀疑, 请重新检定。</p>				

检定:

记录:

校核:

附录 C 检定证书/检定结果通知书检定结果格式

C.1 检定证书

证书编号 ×××---×××

检 定 结 果

被检项目及检定结果

以下空白

C.2 检定结果通知书

证书编号 ×××---×××

检 定 结 果

被检项目及检定结果

附加说明

说明检定结果不合格项

以下空白

第 X 页 共 X 页