



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1472—2014

过程仪表校验仪校准规范

Calibration Specification for Process Calibrators

2014-08-01 发布

2014-11-01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布



过程仪表校验仪校准规范

Calibration Specification

for Process Calibrators

JJF 1472—2014

归口单位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：河南省计量科学研究院

参加起草单位：上海市计量测试技术研究院

贵州省计量测试院

长沙天恒测控技术有限公司

北京康斯特仪表科技股份有限公司

本规范主要起草人：

陈清平（河南省计量科学研究院）

宁 亮（河南省计量科学研究院）

司延召（河南省计量科学研究院）

茅晓晨（上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

龙 波（贵州省计量测试院）

周新华（长沙天恒测控技术有限公司）

何 欣（北京康斯特仪表科技股份有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 输出/测量范围及误差限	(2)
4.2 直流电流输出的负载特性	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 测量标准及其他设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 校准项目	(3)
6.2 校准方法	(4)
7 校准结果表达	(7)
8 复校时间间隔	(8)
附录 A 测量不确定度评定示例 (一)	(9)
附录 B 测量不确定度评定示例 (二)	(12)
附录 C 校准原始记录格式	(15)
附录 D 校准证书内页格式 (第 2 页)	(18)
附录 E 校准证书校准结果页格式 (第 3 页)	(19)
附录 F 基本误差表达式	(22)
附录 G 热电阻的微分电阻和热电偶的塞贝克系数	(23)

引 言

本规范依据国家计量技术规范 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次制定。



过程仪表校验仪校准规范

1 范围

本规范适用于具有输出直流电压、直流电流、直流电阻、频率、热电偶模拟信号、热电阻模拟信号功能，以及同时具有测量交直流电压、交直流电流、直流电阻、频率、热电偶信号、热电阻信号功能的过程仪表校验仪的校准。也适用于具有部分以上测量和输出功能的过程仪表校验仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1309—2011 温度校准仪校准规范

GB/T 13978—2008 数字多用表

GB/T 15637—2012 数字多用表校准仪通用规范

GB/T 16839.1—1997 热电偶 第1部分：分度表

JB/T 8622—1997 工业铂热电阻技术条件及分度表

JB/T 8623—1997 工业铜热电阻技术条件及分度表

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 概述

过程仪表是工业生产过程中用于监视、测量及控制现场设备或系统工作运行状况的仪表。过程仪表校验仪主要用于过程仪表的校准，其主要特点是同时具有独立的电信号测量单元和电信号输出单元，部分过程仪表校验仪并可根据需要将一些测量或输出的电信号以本身的物理量的形式显示（如温度、压力等）。

过程仪表校验仪（以下简称“校验仪”）是以中央控制单元为核心的数字式校准仪表，其原理框图如图1所示。



图1 过程仪表校验仪原理框图

4 计量特性

4.1 输出/测量范围及误差限

校验仪电压、电流、电阻、频率的误差表达式按附录 F.1 给出, 其中 $(a+b)$ 一般取 1×10^n , 2×10^n , 5×10^n (其中 n 取整数), 其取值范围如表 1 所示。

校验仪热电偶、热电阻的误差表达式按附录 F.2 给出, 其最大允许误差绝对值一般不小于表 2 所示误差限的绝对值。

表 1 校验仪的电压、电流、电阻、频率输出/测量范围及 $(a+b)$ 的取值范围

功能	输出		测量	
	范围	$(a+b)$ 取值范围	范围	$(a+b)$ 取值范围
直流电压	$\pm 100 \text{ V}$	0.01~0.5	$\pm 300 \text{ V}$	0.01~0.5
直流电流	$\pm 100 \text{ mA}$	0.01~0.5	$\pm 100 \text{ mA}$	0.01~0.5
交流电压	/	/	10 mV~300 V	0.05~1.0
交流电流	/	/	(0.1~200) mA	0.05~1.0
电阻	(0~10) k Ω	0.01~0.5	(0~100) k Ω	0.01~0.5
频率	1 Hz~50 kHz	0.005~0.1	1 Hz~500 kHz	0.005~0.1

表 2 校验仪的热电偶、热电阻模拟输出/测量范围及误差限

功能	输出		测量	
	范围	误差限	范围	误差限
热电偶	(-250~1 800) $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	(-250~1 800) $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
热电阻	(-200~850) $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$	(-200~850) $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$

注: 表中热电偶和热电阻的模拟输出/测量误差限为校验仪所有热电偶和热电阻型号中最优指标。

4.2 直流电流输出的负载特性

校验仪直流电流输出时, 所加负载从空载到满载时, 电流输出值的相对变化量应满足其说明书要求。若说明书无要求, 校验仪输出直流电流 20 mA 时, 负载从 0 Ω 加至 1 k Ω , 电流值的相对变化量应不大于其最大允许误差的 1/5。

注: 以上指标不是用于合格性判别, 仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度: $(20 \pm 2) ^{\circ}\text{C}$; 相对湿度: 45%~75%。

电源电压: 交流 $(220 \pm 11) \text{ V}$; 电源频率: $(50 \pm 0.5) \text{ Hz}$ 。

周围环境无影响仪器正常工作的机械振动和电磁场干扰。

5.2 测量标准及其他设备

选用的原则为: 校准时由标准器、辅助设备及环境条件所引起的扩展不确定度

($k=2$) 不大于校验仪最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。标准器的测量/输出范围应能分别覆盖校验仪的输出/测量范围。

校准时所需的标准器及配套设备按校验仪的类型可从表 3 中选择。

表 3 标准器及配套设备

序号	仪器设备名称	用途
1	数字多用表	校准校验仪的输出功能：直流电压、直流电流、直流电阻、模拟热电阻、模拟热电偶、直流电流输出的负载特性
2	频率计	校准校验仪的频率输出及测量功能
3	温度校准仪	校准热电阻、热电偶模拟输出及测量功能
4	多功能校准源	校准校验仪的测量功能：交直流电压、交直流电流、直流电阻、热电阻、热电偶、频率
5	标准电阻箱	校准直流电阻、热电阻测量功能
		校准直流电流输出负载特性
6	直流低电势电位差计	校准热电偶测量功能
7	专用连接导线	电阻、热电阻测量功能（三线制）校准。要求三根导线电阻之差应尽可能小，在阻值无明确规定时，可在同一根铜导线上等长度（通常不超过 1 m）截取三段作为连接导线

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校验仪的校准项目如表 4 所示。

表 4 校准项目

序号	校准项目
1	直流电压输出功能
2	直流电流输出功能
3	频率输出功能
4	电阻输出功能
5	热电阻模拟输出功能
6	热电偶模拟输出功能
7	直流电压测量功能
8	交流电压测量功能
9	直流电流测量功能
10	交流电流测量功能

表 4 (续)

序号	校准项目
11	电阻测量功能
12	热电阻测量功能
13	热电偶测量功能
14	频率测量功能
15	直流电流输出的负载特性

6.2 校准方法

6.2.1 校准前的准备

校验仪在校准前按说明书要求的预热时间进行预热。

6.2.2 校准点的选择

校准点的选择应按量程均匀分布,一般应不少于3个点,包括上限值、下限值和量程50%附近。对于校验仪的交流测量功能,其频率点的选择一般应包括上、下限频率并覆盖所有频率段,每个频率段至少选择一个频率点。对于委托者有要求的可按委托者要求选择校准点。

6.2.3 直流电压、直流电流、频率输出功能

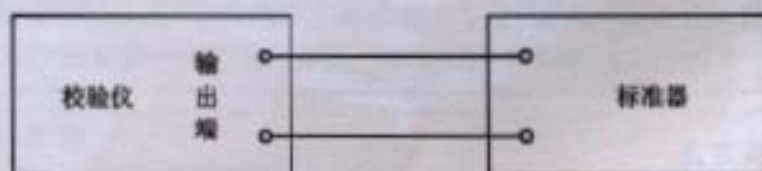


图 2 校验仪直流电压、直流电流、频率输出校准连接图

按图2连接仪器,将校验仪设置为直流电压、直流电流或频率输出功能,标准器置于相应功能,设置校验仪输出各校准点,分别读取标准器和校验仪的读数,按式(1)计算误差:

$$\Delta = A_x - A_0 \quad (1)$$

式中:

Δ ——校验仪的绝对误差, V 或 mA、Hz、 Ω 、 $^{\circ}\text{C}$;

A_x ——校验仪的显示值, V 或 mA、Hz、 Ω 、 $^{\circ}\text{C}$;

A_0 ——标准器的读数值, V 或 mA、Hz、 Ω 、 $^{\circ}\text{C}$ 。

6.2.4 电阻输出、热电阻模拟输出功能

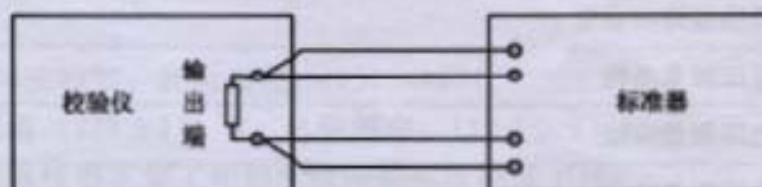


图 3 校验仪电阻两端输出、热电阻两端模拟输出校准连接图

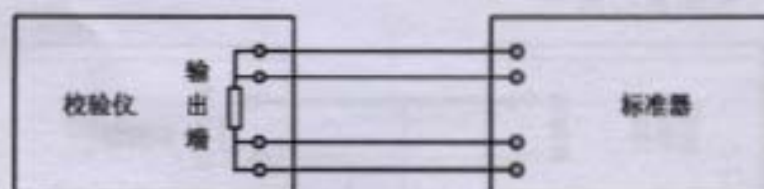


图4 校验仪电阻四端输出、热电阻四端模拟输出校准连接图

根据校验仪输出方式选择图3或图4所示的相应连接方式（应优先选用四端输出）。

电阻输出功能校准时，标准器置于四线电阻测量功能，设置校验仪输出各校准点，分别读取标准器和校验仪的读数，按式（1）计算误差。

热电阻模拟输出功能校准时，根据委托者的要求将校验仪设置为某型号的热电阻模拟输出功能，标准器置于四线测量功能，设置校验仪模拟输出各校准温度值，分别读取标准器和校验仪的读数。若标准器的读数显示为温度值，按式（1）计算误差；若标准器的读数显示为电量值，按式（2）计算误差。

$$\Delta = (A_{xx} - A_0) / S_i \quad (2)$$

式中：

A_{xx} ——校验仪显示的各温度值对应的标称电量值， Ω 或 mV ；

S_i ——各被校温度点的微分电阻或塞贝克系数（见附录G）， $\Omega/^\circ\text{C}$ 或 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 。

6.2.5 热电偶模拟输出功能

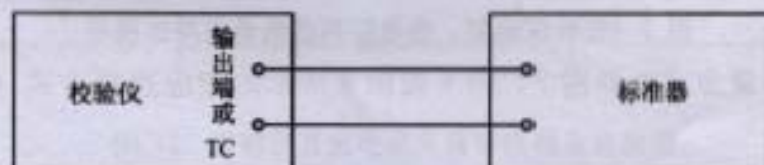


图5 校验仪热电偶模拟输出校准连接图

按图5用铜导线连接仪器，将校验仪（无参考端温度自动补偿功能）设置为热电偶模拟输出功能，并根据委托者的要求确定热电偶型号，设置校验仪模拟输出各校准温度值，分别读取标准器和校验仪的读数，若标准器的读数显示为温度值，按式（1）计算误差；若标准器的读数显示为电量值，按式（2）计算误差。

6.2.6 直流电压、交流电压、直流电流、交流电流测量功能

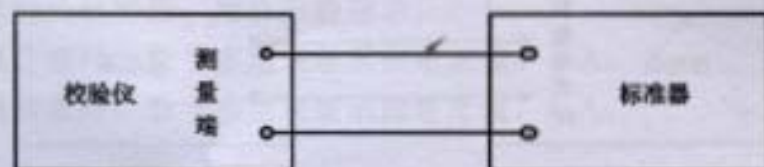


图6 校验仪直流电压、交流电压、直流电流、交流电流测量校准连接图

按图6连接仪器，根据不同的校准需求，将校验仪设置为直流电压或交流电压、直流电流、交流电流测量功能，调节标准器输出相应校准值，分别读取标准器和校验仪的读数，按式（1）计算误差。

6.2.7 电阻、热电阻测量功能

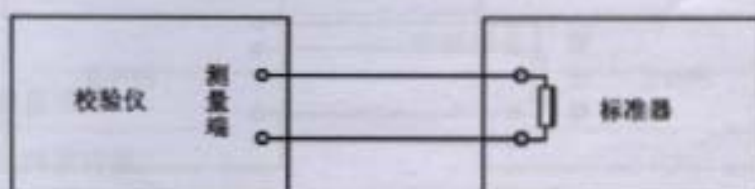


图7 校验仪电阻、热电阻二线测量校准连接图

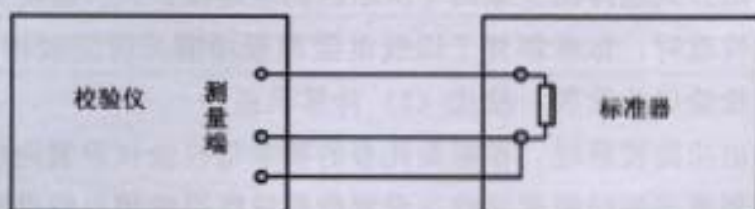


图8 校验仪电阻、热电阻三线测量校准连接图

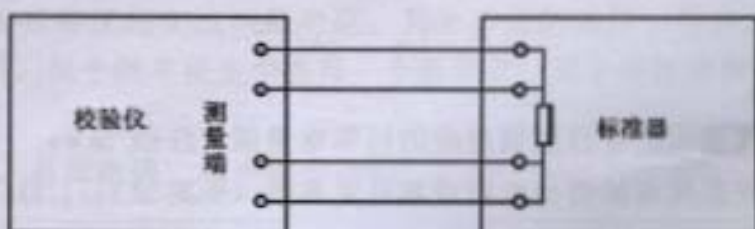


图9 校验仪电阻、热电阻四线测量校准连接图

根据校验仪测量方式选择图7、图8或图9所示的相应连接方式（应优先选用四线测量）。

电阻测量功能校准时，调节标准器输出各校准值，分别读取标准器和校验仪的读数，按式（1）计算误差。

热电阻测量功能校准时，根据委托者要求将校验仪设置为某型号的热电阻测量功能，调节标准器输出各校准温度值或对应的电量值，读取校验仪的读数，按式（1）计算误差。

6.2.8 热电偶测量功能

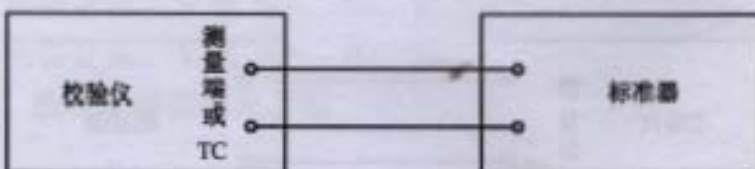


图10 校验仪热电偶测量校准连接图

按图10用铜导线连接仪器，将校验仪（无参考端温度自动补偿功能）设置为热电偶测量功能，并根据委托者的要求确定热电偶型号，调节标准器输出各校准温度值或对应的电量值，读取校验仪的读数，按式（1）计算误差。

6.2.9 频率测量功能

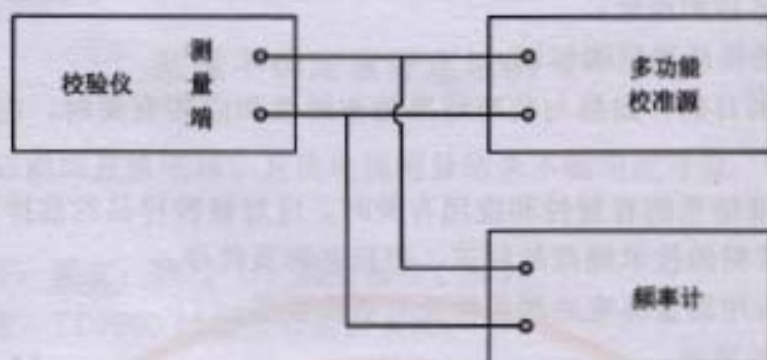


图 11 校验仪频率测量校准连接图

按图 11 连接仪器，将校验仪设置为频率测量功能，多功能校准源置于交流电压输出功能，频率计置于频率测量功能。调节多功能校准源的输出频率，使频率计和校验仪的频率测量部分同时开始测量。分别读取频率计和校验仪的读数，按式 (1) 计算误差。如果多功能校准源输出频率的最大允许误差满足校准要求，可直接用多功能校准源作为标准器。

6.2.10 直流电流输出的负载特性

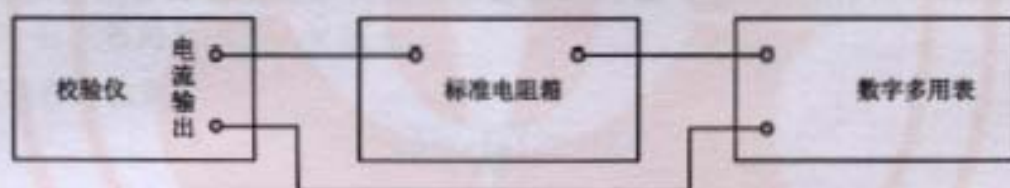


图 12 校验仪直流电流负载特性检查连接图

按图 12 连接仪器，标准直流电阻箱设置在最低阻值 ($0\ \Omega$ 附近)，校验仪置于直流电流输出功能，数字多用表置于直流电流测量功能，根据说明书要求或在 $20\ \text{mA}$ 电流输出值附近，调节直流标准电阻箱从最低阻值开始，递增电阻值，直到要求的电阻值，读取数字多用表的示值。按式 (3) 计算校验仪的负载特性。

$$\delta = \frac{I_0 - I_m}{I_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

δ ——校验仪的负载特性，用百分数表示；

I_0 ——校验仪空载时，数字多用表显示的电流值， mA ；

I_m ——校验仪满载时，数字多用表显示的电流值， mA 。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书（报告）上反映，校准证书（报告）应至少包括以下信息：

- 标题，如“校准证书”；
- 实验室名称和地址；
- 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

- d) 证书或报告的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 委托者的名称和地址;
- 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) 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) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- o) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的声明。

校准原始记录格式见附录 C, 校准证书 (报告) 内页格式见附录 D、附录 E。

8 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

测量不确定度评定示例（一）

校验仪测量功能的直流电压、直流电流测量结果不确定度评定

A.1 测量方法

A.1.1 环境条件：温度：20.2℃；相对湿度：50%。

A.1.2 测量标准：TD7600 过程信号测试系统。

A.1.3 被测对象：校验仪 const316。

A.1.4 测量过程：将校验仪设置为测量状态，分别测量以下校准点：直流电压 10 V、直流电流 20 mA。

A.2 测量模型

$$\Delta = A_x - A_0$$

式中：

Δ ——校验仪测量示值误差，V 或 mA；

A_x ——校验仪的显示值，V 或 mA；

A_0 ——标准器的显示值，V 或 mA。

A.3 方差和灵敏系数

$$u_x^2 = c_1^2 u_x^2 + c_2^2 u_0^2$$

灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial A_x} = 1, c_2 = \frac{\partial \Delta}{\partial A_0} = -1$$

A.4 标准不确定度分量的评定

A.4.1 由校验仪引入的标准不确定度分量 u_x

A.4.1.1 由校验仪的测量重复性引入的标准不确定度分量 u_{x1}

将校验仪设置为测量状态，在重复性条件下测量直流电压 10 V、直流电流 20 mA 点，重复测量 10 次，得到的数据如表 A.1 所示。

表 A.1 测量重复性及其引入的标准不确定度分量

测量次数 n	测量结果	
	直流电压 10 V	直流电流 20 mA
1	10.000 4	20.000 6
2	10.000 3	20.000 5
3	10.000 4	20.000 4
4	10.000 2	20.000 4
5	10.000 2	20.000 4
6	10.000 1	20.000 3

表 A.1 (续)

测量次数 n	测量结果	
	直流电压 10 V	直流电流 20 mA
7	10.000 3	20.000 2
8	10.000 3	20.000 2
9	10.000 3	20.000 2
10	10.000 1	20.000 1
标准偏差 s	0.107 mV	0.157 μ A
u_{x1}	0.107 mV	0.157 μ A

按照贝塞尔公式计算出 s ：

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

由于在实际工作中取单次测量结果作为最终结果，故标准不确定度分量 u_{x1} 为：

$$u_{x1} = s \text{ (见表 A.1)}$$

A.4.1.2 由校验仪的分辨力引入的标准不确定度分量 u_{x2}

校验仪分别在直流电压 10 V、直流电流 20 mA 时的分辨力如表 A.2 所示，设读数变化区间的半宽 a 为分辨力的一半，其概率分布为均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则其标准不确定度分量 $u_{x2}=a/k$ (见表 A.2)。

表 A.2 校验仪的分辨力及由其引入的标准不确定度分量

功能及校准点	分辨力	半宽 a	标准不确定度分量 u_{x2}
直流电压 10 V	0.1 mV	0.05 mV	0.029 mV
直流电流 20 mA	0.1 μ A	0.05 μ A	0.029 μ A

因为由重复性带来的不确定度分量中包含有分辨力的影响，为了避免重复，由校验仪引入的不确定度分量 u_x 取 u_{x1} 和 u_{x2} 两者中较大者，见表 A.3。

A.4.2 测量用标准器的示值误差引入的标准不确定度分量 u_0

在测量直流电压、直流电流时，标准器 TD7600 过程信号测试系统在各点的最大允许误差分别为：

$$\text{直流电压 10 V: } \pm (20 \times 10^{-6} \times 10 \text{ V} + 0.2 \text{ mV}) = \pm 0.4 \text{ mV}$$

$$\text{直流电流 20 mA: } \pm (30 \times 10^{-6} \times 20 \text{ mA} + 0.5 \mu\text{A}) = \pm 1.1 \mu\text{A}$$

以上各参数均属于均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则由标准器示值误差引入的标准不确定度分量 u_0 见表 A.3。

表 A.3 标准不确定度分量汇总

标准不确定度 u_i	不确定度来源	标准不确定度值		灵敏系数 c_i	不确定度分量 $ c_i u_i$
u_x	测量结果的重复性 或校验仪的分辨力	直流电压 10 V	0.107 mV	1	0.107 mV
		直流电流 20 mA	0.157 μ A		0.157 μ A
u_0	标准器的示值误差	直流电压 10 V	0.23 mV	-1	0.23 mV
		直流电流 20 mA	0.635 μ A		0.635 μ A

A.5 合成标准不确定度

各功能校准点的不确定度分量一览表见表 A.3, 各不确定度分量彼此独立互不相关, 则各校准点的合成标准不确定度 $u_c = \sqrt{c_1^2 u_x^2 + c_0^2 u_0^2}$, 计算结果见表 A.4。

A.6 扩展不确定度

取 $k=2$, 则 $U=k \cdot u_c$, 各校准点的扩展不确定度见表 A.4。

表 A.4 各校准点的扩展不确定度

校准点	合成标准不确定度 u_c	包含因子 k	扩展不确定度 U
直流电压 10 V	0.254 mV	2	0.000 5 V
直流电流 20 mA	0.654 μ A	2	0.001 3 mA

附录 B

测量不确定度评定示例（二）

校验仪输出功能的直流电压、直流电流测量结果不确定度评定

B.1 测量方法

B.1.1 环境条件：温度：20.2℃，相对湿度：50%。

B.1.2 测量标准：TD7600 过程信号测试系统。

B.1.3 被测对象：校验仪 const316。

B.1.4 测量过程：将校验仪设置为输出状态，分别测量以下校准点：直流电压 10 V、直流电流 20 mA。

B.2 测量模型

$$\Delta = A_x - A_0$$

式中：

Δ ——校验仪输出示值误差，V 或 mA；

A_x ——校验仪的显示值，V 或 mA；

A_0 ——标准器的显示值，V 或 mA。

B.3 方差和灵敏系数

$$u_c^2 = c_1^2 u_x^2 + c_2^2 u_0^2$$

灵敏系数 $c_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial A_x} = 1, c_2 = \frac{\partial \Delta}{\partial A_0} = -1$

B.4 标准不确定度分量的评定

B.4.1 由校验仪引入的标准不确定度分量 u_x

B.4.1.1 由校验仪的分辨力引入的标准不确定度分量 u_{x1}

校验仪分别在直流电压 10 V、直流电流 20 mA 时的分辨力如表 B.1 所示，设读数变化区间的半宽 a 为分辨力的一半，其概率分布为均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则其标准不确定度分量 $u_{x1} = a/k$ （见表 B.1）。

表 B.1 校验仪的分辨力及由其引入的标准不确定度分量

功能及校准点	分辨力	半宽 a	标准不确定度分量 u_{x1}
直流电压 10 V	0.1 mV	0.05 mV	0.029 mV
直流电流 20 mA	1 μ A	0.5 μ A	0.29 μ A

B.4.1.2 由校验仪的测量重复性引入的标准不确定度分量 u_{x2}

将校验仪设置为输出状态，在重复性条件下分别校准其直流电压 10 V、直流电流 20 mA 点，得到的数据见表 B.2。

表 B.2 测量重复性及其引入的标准不确定度分量

测量次数 n	测量结果	
	直流电压 10 V	直流电流 20 mA
1	9.998 8	19.998 8
2	9.998 8	19.998 8
3	9.998 8	19.998 8
4	9.998 8	19.998 8
5	9.998 8	19.998 9
6	9.998 8	19.998 9
7	9.998 9	19.998 8
8	9.998 9	19.998 8
9	9.998 8	19.998 9
10	9.998 9	19.998 8
标准偏差 s	0.048 mV	0.042 μ A
$s_{x,2}$	0.048 mV	0.042 μ A

按照贝塞尔公式计算出 s ：

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

由于在实际工作中取单次测量结果作为最终结果，故标准不确定度分量 $u_{x,2} = s$ （见表 B.2）。因为由重复性带来的不确定度分量中包含有分辨力的影响，为了避免重复，由校验仪引入的不确定度分量 u_x 取 $u_{x,1}$ 和 $u_{x,2}$ 两者中较大者，见表 B.3。

B.4.2 由测量用标准器的示值误差引入的标准不确定度分量 u_0

在测量直流电压、直流电流时，标准器 TD7600 过程信号测试系统在各点的最大允许误差分别为：

直流电压 10 V： $\pm (30 \times 10^{-6} \times 10 \text{ V} + 0.2 \text{ mV}) = \pm 0.5 \text{ mV}$

直流电流 20 mA： $\pm (50 \times 10^{-6} \times 20 \text{ mA} + 0.5 \text{ } \mu\text{A}) = \pm 1.5 \text{ } \mu\text{A}$

以上各参数均属于均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则由标准器的示值误差引入的标准不确定度分量 u_0 分别为 0.289 mV、0.866 μ A，见表 B.3。

表 B.3 标准不确定度分量汇总

标准不确定度 u_i	不确定度来源	标准不确定度值		灵敏系数 c_i	不确定度分量 $ c_i u_i$
u_x	校验仪	直流电压 10 V	0.048 mV	1	0.048 mV
		直流电流 20 mA	0.29 μ A		0.29 μ A
u_0	标准器	直流电压 10 V	0.289 mV	-1	0.289 mV
		直流电流 20 mA	0.866 μ A		0.866 μ A

B.5 合成标准不确定度

各校准点的不确定度分量一览表如表 B.3 所示。各不确定度分量彼此独立互不相关, 则各校准点的合成标准不确定度 $u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2}$, 计算结果见表 B.4。

B.6 扩展不确定度

取 $k=2$, 则 $U=k \cdot u_c$, 各校准点的扩展不确定度见表 B.4。

表 B.4 各校准点的扩展不确定度

校准点	合成标准不确定度 u_c	包含因子 k	扩展不确定度 U
直流电压 10 V	0.293 mV	2	0.000 6 V
直流电流 20 mA	0.913 μ A	2	0.001 8 mA

附录 C

校准原始记录格式

第 页 共 页

委托单位:		校准证书编号:	
委托单位地址:		校准依据:	
仪器名称:	型号规格:	出厂编号:	
制造单位:		仪器状况:	
校准地点:		环境温度: ℃	相对湿度: %

校准用主要计量标准器具

名称	型号规格	不确定度或准确度等级或 最大允许误差	出厂编号	证书编号	有效期

1. 直流电压输出功能的校准:

量程	输出值	实测值	基本误差	不确定度

2. 直流电流输出功能的校准:

量程	输出值	实测值	基本误差	不确定度

3. 频率输出功能的校准:

量程	输出值	实测值	基本误差	不确定度

4. 电阻输出功能的校准:

量程	输出值	实测值	基本误差	不确定度

5. 热电阻模拟输出功能的校准:

量程	输出值	实测值	基本误差	不确定度

6. 热电偶模拟输出功能的校准:

量程	输出值	实测值	基本误差	不确定度

7. 直流电压测量功能的校准:

量程	标准值	显示值	基本误差	不确定度

8. 交流电压测量功能的校准:

量程	标准值	显示值	基本误差	不确定度

9. 直流电流测量功能的校准:

量程	标准值	显示值	基本误差	不确定度

10. 交流电流测量功能的校准:

量程	标准值	显示值	基本误差	不确定度

11. 电阻测量功能的校准:

量程	标准值	显示值	基本误差	不确定度

12. 热电阻测量功能的校准:

量程	标准值	显示值	基本误差	不确定度

13. 热电偶测量功能的校准:

量程	标准值	显示值	基本误差	不确定度

14. 频率测量功能的校准:

量程	标准值	显示值	基本误差	不确定度

15. 直流电流输出功能的负载特性检查:

负载	电流值	负载特性
空载		
满载		

校准人员: _____ 核验人员: _____ 校准日期: _____ 年 月 日

附录 D

校准证书内页格式 (第 2 页)

证书编号 XXXXXXX-XXXXX

[illegible]

生1

1. ×××××仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
3. 未经实验室书面批准,不得翻印证书。

附录 E

校准证书校准结果页格式 (第 3 页)

证书编号 ××××××-××××

校 准 结 果

一、直流电压输出功能

量程	输出值	实测值	不确定度

二、直流电流输出功能

量程	输出值	实测值	不确定度

三、频率输出功能

量程	输出值	实测值	不确定度

四、电阻输出功能

量程	输出值	实测值	不确定度

五、热电阻模拟输出功能

量程	输出值	实测值	不确定度

证书编号 ××××××-××××

校准结果

六、热电偶模拟输出功能

量程	输出值	实测值	不确定度

七、直流电压测量功能

量程	输出值	实测值	不确定度

八、交流电压测量功能

量程	输出值	实测值	不确定度

九、直流电流测量功能

量程	输出值	实测值	不确定度

十、交流电流测量功能

量程	输出值	实测值	不确定度

十一、电阻测量功能

量程	输出值	实测值	不确定度

证书编号 ××××××-××××

校准结果

十二、热电阻测量功能

量程	输出值	实测值	不确定度

十三、热电偶测量功能

量程	输出值	实测值	不确定度

十四、频率测量功能

量程	输出值	实测值	不确定度

十五、直流电流输出的负载特性

校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF 1059.1 的要求。

敬告：

1. 被校准仪器修理后，应立即进行校准。
2. 在使用过程中，如对被校准仪器的技术指标产生怀疑，请重新校准。
3. 根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下____个月校准一次。

校准员：

核验员：

附录 F

基本误差表达式

F.1 电压、电流、电阻、频率的基本误差表达式

F.1.1 用绝对误差表示:

$$\Delta = \pm (a\%A + b\%A_m), \quad \text{且一般 } a \geq 4b \quad (\text{F.1})$$

式中:

Δ ——校验仪的示值误差;

A ——校验仪的测量值/输出值;

A_m ——校验仪所校量程的量程值;

a ——与测量值/输出值有关的误差系数;

b ——与量程值有关的误差系数。

F.1.2 用相对误差表示:

$$r = \pm \left[a\% + b\% \frac{A_m}{A} \right] \quad (\text{F.2})$$

F.1.3 用引用误差表示:

$$r = \pm \left[a\% \frac{A}{A_m} + b\% \right] \quad (\text{F.3})$$

F.2 热电阻、热电偶的基本误差表达式

$$\Delta = \pm M \quad (\text{F.4})$$

式中:

M ——校验仪的热电阻、热电偶误差值。

附录 G

热电阻的微分电阻和热电偶的塞贝克系数

G.1 热电阻的微分电阻

温度/℃	微分电阻/($\Omega/^\circ\text{C}$)	
	Pt100	Cu100
-200	0.432	—
-150	0.417	—
-100	0.405	—
-50	0.397	0.432
0	0.391	0.429
50	0.385	0.428
100	0.379	0.428
150	0.374	0.431
200	0.368	—
250	0.362	—
300	0.356	—
350	0.350	—
400	0.345	—
450	0.339	—
500	0.333	—
600	0.322	—
700	0.310	—
800	0.298	—
850	0.293	—

注：微分电阻 dR/dt 根据 JB/T 8622—1997、JB/T 8623—1997 中相关公式导出。

G.2 热电偶的塞贝克系数

温度/℃	塞贝克系数/ ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)							
	S	R	B	K	N	E	J	T
-250	—	—	—	—	—	—	—	6.34
-200	—	—	—	—	—	—	—	15.74
-150	—	—	—	—	—	36.23	33.13	22.32
-100	—	—	—	30.49	20.92	45.17	41.09	28.39
-50	—	—	—	35.80	24.34	52.82	46.62	33.89
0	5.40	5.29	-0.25	39.45	26.16	58.67	50.38	38.75
10	5.65	5.56	-0.13	39.91	26.26	59.57	50.97	39.47
20	5.88	5.82	-0.01	40.33	26.60	60.49	51.50	40.27
30	6.10	6.06	0.10	40.69	26.97	61.41	51.33	41.11
40	6.31	6.30	0.22	41.00	27.34	62.33	52.44	41.96
50	6.50	6.52	0.33	41.25	27.72	63.24	52.85	42.82
100	7.34	7.48	0.90	41.37	29.64	67.52	54.36	46.78
200	8.46	8.84	1.99	39.97	32.99	74.03	55.51	53.15
300	9.13	9.74	3.05	41.45	35.42	77.91	55.35	58.09
400	9.57	10.37	4.06	42.24	37.13	80.06	55.15	61.80
500	9.90	10.89	5.04	42.63	38.27	80.93	55.99	—
600	10.21	11.36	5.96	42.51	38.96	80.66	58.49	—
700	10.53	11.83	6.81	41.90	39.26	79.65	62.15	—
800	10.87	12.31	7.64	41.00	39.29	78.43	64.63	—
900	11.21	12.79	8.41	40.00	39.04	76.83	62.44	—
1 000	11.54	13.23	9.12	38.98	38.61	75.16	59.26	—
1 200	12.03	13.92	10.36	36.49	37.19	—	57.24	—
1 300	12.13	14.08	10.87	34.93	36.01	—	—	—
1 400	12.13	14.13	11.28	—	—	—	—	—
1 600	11.85	13.88	11.69	—	—	—	—	—
1 800	—	—	11.48	—	—	—	—	—

注：塞贝克系数 dE/dr 根据 GB/T 16839.1—1997 中相关公式导出。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 技 术 规 范
过 程 仪 表 校 验 仪 校 准 规 范

JJF 1472—2014

国家质量监督检验检疫总局发布

中国质检出版社出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)

北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

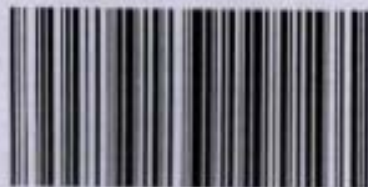
开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 48 千字
2014 年 11 月第一版 2014 年 11 月第一次印刷

书号: 155026·J-2951 定价 30.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107



JJF 1472-2014