



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 74—2005

工业过程测量记录仪

Recorders for Industrial - Process Measurement

2005 - 12 - 20 发布

2006 - 06 - 20 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

本规程主要起草人：

朱家良 （上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

凌彦萃 （上海市计量测试技术研究院）

吴韬元 （上海市计量测试技术研究院）

工业过程测量记录仪 检定规程

**Verification Regulation of the Recorders
for Industrial – Process Measurement**

JJG 74—2005
代替 **JJG 74—1992**
JJG 706—1990

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2005 年 12 月 20 日批准，并自 2006 年 6 月 20 日起施行。

归口单位：全国温度计量技术委员会

起草单位：上海市计量测试技术研究院

本规程委托全国温度计量技术委员会负责解释

目 录

| | |
|---------------------------------|--------|
| 1 范围 | (1) |
| 2 引用文献 | (1) |
| 3 概述 | (1) |
| 3.1 用途 | (1) |
| 3.2 分类 | (1) |
| 3.3 原理 | (1) |
| 4 计量性能要求 | (2) |
| 4.1 指示基本误差 | (2) |
| 4.2 记录基本误差 | (2) |
| 4.3 回差 | (2) |
| 4.4 重复性 | (3) |
| 4.5 阶跃响应时间 (行程时间) | (3) |
| 4.6 设定点误差 | (3) |
| 4.7 切换差 | (3) |
| 4.8 稳定性 | (3) |
| 5 通用技术要求 | (4) |
| 5.1 外观 | (4) |
| 5.2 记录质量 | (4) |
| 5.3 绝缘电阻 | (5) |
| 5.4 绝缘强度 | (5) |
| 6 计量器具控制 | (5) |
| 6.1 检定条件 | (5) |
| 6.2 检定项目 | (7) |
| 6.3 检定方法 | (7) |
| 6.4 检定结果的处理 | (13) |
| 6.5 检定周期 | (13) |
| 附录 A 关于采用热电偶仪表校准仪和测量接线端子处温度法的检定 | (14) |
| 附录 B 自动平衡式记录仪设定点误差和切换差的技术要求 | (15) |
| 附录 C 检定记录格式 | (16) |
| 附录 D 检定证书、检定结果通知书 (内页) 格式 | (19) |
| 附录 E 不确定度分析实例 | (20) |
| 附录 F 有关数字指示 (记录) 仪表准确度等级的表示 | (23) |

工业过程测量记录仪检定规程

1 范围

本规程适用于配热电偶或热电阻以测量温度，以及以直流电压、电流和电阻作为模拟电信号输入，反映其他物理、化学量的工业过程测量记录仪的首次检定、后续检定和使用中检验。

工业过程测量记录仪（以下简称仪表）包括自动电位差计、自动平衡电桥、函数记录仪以及数字模拟指示相结合的混合式记录仪、无纸记录仪。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

JIG 617—1996《数字温度指示调节仪检定规程》

JIG 951—2000《模拟式温度指示调节仪检定规程》

GB/T 3386—1988《工业过程测量和控制系统用电动和气动模拟记录仪和指示仪性能评定方法》

引用时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

3.1 用途

该仪表是一种用于指示和记录（存储）温度、压力、真空、流量、物位、氧量、碳量等工业过程量值的仪表。当传感器或变送器把上述被测量转换成仪表可以接受的电量（如电压、电流和电阻量）后，仪表即可通过对电量的测量来间接反应其他相关量。同样，仪表也可直接测量和记录电阻、直流电流和电压等量值。

3.2 分类

a) 按结构原理：可分为自动平衡式（如自动电位差计和自动平衡电桥）和直接驱动式（如线性刻度的记录仪和无纸记录仪）。

b) 按显示方式：可分为模拟、数字两种。模拟指示（包括指针指示和棒柱、光柱指示），模拟记录（包括划线记录和打点记录）；数字指示，数字记录。一台记录仪可以是两种方式的混合。

c) 按记录手段：可分为有纸和无纸两种。

d) 按记录通道：可分为单通道（单笔）和多通道（多笔、打点仪表）两种。

e) 按附带功能：可分为单显示和带位式调节等控制作用。

3.3 原理

3.3.1 自动平衡式记录仪

自动平衡式记录仪工作原理框图如图 1 所示，是一个由测量电路、检零放大器、伺服电机、指示记录机构和划线电阻组成的闭环控制系统。具有位式控制作用的记录仪还

包括设定机构和比较机构，比较机构将指示值与设定值进行比较，产生位式控制信号。此类仪表指示和记录标尺，按有些物理量（如温度，以下同）分度时为非线性标尺，其指针的位移量与输入的电信号呈线性关系。

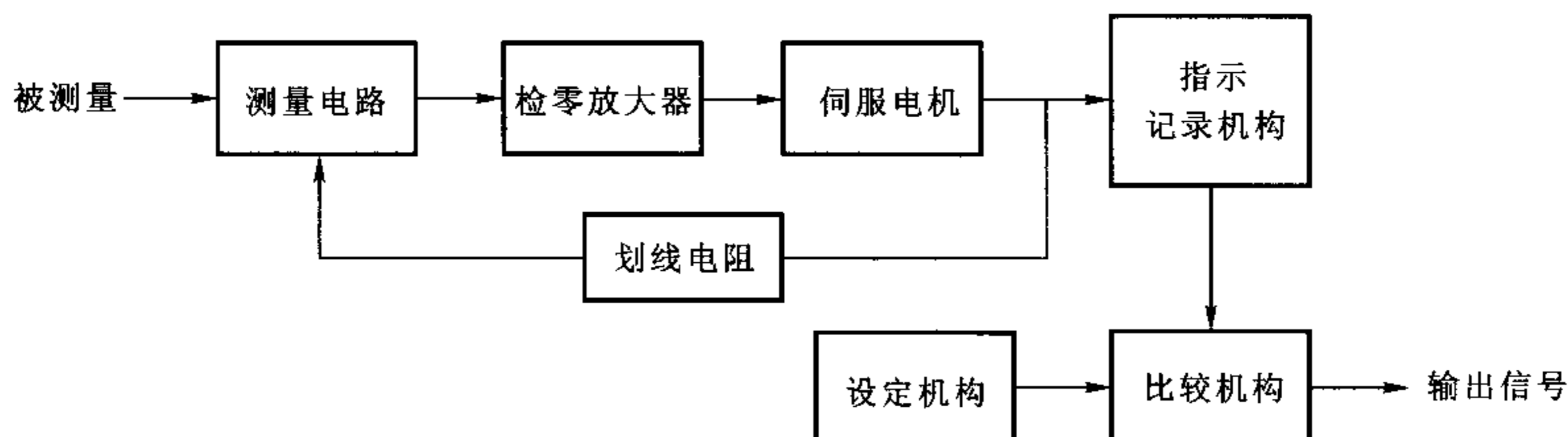


图1 自动平衡式记录仪工作原理框图

3.3.2 直接驱动式记录仪

直接驱动式记录仪工作原理框图如图2所示，是一个借助于微处理器组成的开环控制系统。它通常由测量及电平放大单元、A/D转换及信号处理单元和驱动显示及记录（存储）单元三部分组成。具有位式控制作用的记录仪还包括设定单元、比较单元和输出单元。比较单元将输入信号与设定值进行比较，由输出单元产生位式控制信号。直接驱动式记录仪的A/D转换及信号处理单元具有非线性校正的功能。因此，指示和记录标尺按温度分度时为线性标尺，其指针的位移量与输入的温度信号呈线性关系。

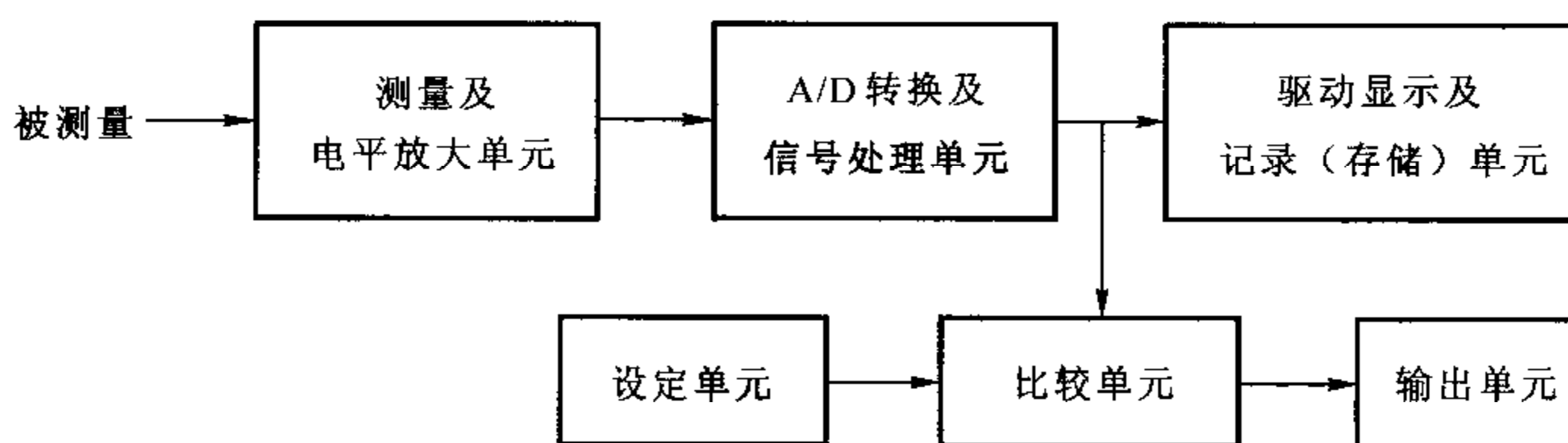


图2 直接驱动式记录仪工作原理框图

4 计量性能要求

4.1 指示基本误差

仪表的指示基本误差按准确度等级划分，应不超过表1规定。混合式记录仪和无纸记录仪的数字指示准确度等级和模拟指示准确度等级应分别表述。

4.2 记录基本误差

仪表的记录基本误差按准确度等级划分，应不超过表1规定。

4.3 回差

表 1 仪表准确度等级与最大允许误差

| 准确度等级 | 最大允许误差/%FS | | | |
|-------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | 模拟指示 | 模拟记录 | 数字指示 | 数字记录 |
| 0.1 | - | - | ± 0.1 | ± 0.1 |
| 0.2 | ± 0.2 | ± 1.0 | ± 0.2 | ± 0.2 |
| 0.5 | ± 0.5 | ± 1.0 | ± 0.5 | ± 0.5 |
| 1.0 | ± 1.0 | ± 1.5 | ± 1.0 | ± 1.0 |

注：
 1. FS 为仪表的量程。当仪表的标尺为线性标尺时，FS 的单位为标尺标记的计量单位；当仪表的标尺为非线性标尺时，FS 的单位为仪表输入信号的计量单位（如 mV, Ω ）。
 2. 有关数字指示（记录）仪表准确度等级的表示见附录 F。

模拟指示和模拟记录的仪表有回差的要求。

4.3.1 首次检定的模拟记录仪表

指示回差：应不大于模拟指示最大允许误差绝对值的 1/2。其中量程小于 5mV 的自动电位差计，1.0 级的允许增加 $1.0\mu\text{V}$ ，优于 1.0 级的允许增加 $0.5\mu\text{V}$ 。

记录回差：应不大于模拟指示最大允许误差的绝对值。

4.3.2 后续检定的模拟记录仪表

指示回差应不超过模拟指示最大允许误差绝对值的 80%。

记录回差应不超过模拟记录最大允许误差绝对值的 80%。

4.4 重复性

仪表的指示（记录）重复性应不超过指示（记录）最大允许误差绝对值的 1/3。

4.5 阶跃响应时间（行程时间）

模拟指示或记录的仪表，指示或记录的行程时间应不超过制造厂规定的额定行程时间。

数字指示或记录的仪表，其阶跃响应时间应不超过制造厂规定的要求。

4.6 设定点误差

设定点误差的技术要求一般与 4.1 中指示基本误差的要求相同。

模拟指示或记录的仪表，当设定方式与指示、记录标尺有关时（如自动平衡式记录仪），设定点误差与标尺的长度有关（见附录 B），设定点误差的技术要求见表 2。

4.7 切换差

切换差固定的仪表，其切换差一般不超过设定点误差的绝对值。

模拟指示或记录的仪表，当设定方式与指示、记录标尺有关时（如自动平衡式记录仪），切换差与标尺的长度、回程误差大小有关（见附录 B），切换差的技术要求见表 2。

切换差可调的仪表，切换差应符合制造厂规定的要求。

4.8 稳定性

仪表经 24h 连续运行后，各部件、机械装置均不得发生任何故障。且指示基本误

差、回差、设定点误差和切换差仍符合 4.1、4.3、4.6 和 4.7 的要求。

表 2 自动平衡式仪表设定点误差、切换差的技术指标与设定方式一览表

| 准确度等级 | | 0.5 | 1.0 | |
|---------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 基本误差 | 指示 | $\pm 0.5\% \text{ FS}$ | $\pm 1.0\% \text{ FS}$ | |
| | 记录 | $\pm 1.0\% \text{ FS}$ | $\pm 1.5\% \text{ FS}$ | |
| 回差 | 指示 | $0.25\% \text{ FS}$ | $0.5\% \text{ FS}$ | |
| | 记录 | $0.5\% \text{ FS}$ | $1.0\% \text{ FS}$ | |
| 按指示标尺设定 | 标尺长度 $> 140\text{mm}$ | 设定点误差 | $\pm 0.5\% \text{ FS}$ | $\pm 1.0\% \text{ FS}$ |
| | | 切换差 | $0.5\% \text{ FS}$ | $1.0\% \text{ FS}$ |
| | 标尺长度 $\leq 140\text{mm}$ | 设定点误差 | $\pm 1.0\% \text{ FS}$ | $\pm 2.0\% \text{ FS}$ |
| | | 切换差 | $0.75\% \text{ FS}$ | $1.5\% \text{ FS}$ |
| 按记录标尺设定 | 标尺长度 $> 140\text{mm}$ | 设定点误差 | $\pm 1.0\% \text{ FS}$ | $\pm 1.5\% \text{ FS}$ |
| | | 切换差 | $1.0\% \text{ FS}$ | $2.0\% \text{ FS}$ |
| | 标尺长度 $\leq 140\text{mm}$ | 设定点误差 | $\pm 2.0\% \text{ FS}$ | $\pm 3.0\% \text{ FS}$ |
| | | 切换差 | $1.5\% \text{ FS}$ | $3.0\% \text{ FS}$ |

5 通用技术要求

5.1 外观

- a) 仪表门玻璃不应有影响读数的缺陷。
- b) 仪表内部应整洁，零部件应完整，安装应正确牢固。
- c) 仪表的指示标尺或铭牌上应有制造计量器具许可证标志及编号，应注明仪表的准确度等级（数字指示和模拟指示的应分开表述）、计量单位符号。用于测量温度的仪表还应注明分度号，多通道、多量程的仪表应有相应的技术说明书。
- d) 仪表应注明制造厂名称或商标、型号、规程、出厂编号、制造年月。
- e) 仪表的标尺、接线端子铭牌上的文字、数字与符号应鲜明、清晰、不应玷污和残缺。数字指示的仪表不应有缺笔画现象。
- f) 新出厂的仪表外部和零部件表面不应有明显的锈蚀和伤痕；后续检定的仪表其外观不应有影响计量性能的缺陷。

5.2 记录质量

5.2.1 模拟记录的仪表

运行时记录的曲线应符合下列要求：

- a) 记录纸上线条宽度不大于 0.6mm ，圆形印点直径不大于 1.0mm 。
- b) 记录纸上打印印点的分散度不应超过标尺长度的 0.5% 。
- c) 不应有断线、漏打、乱打和打点不清。

- d) 不应有记录纸脱出、歪斜、褶皱或扯破。
- e) 记录纸停止运行时，不应造成记录墨水的渗漏而使记录纸大片玷污。
- f) 输入通道编号与记录纸上打印印点颜色、点型或号码应一致。

5.2.2 数字记录的仪表

运行时记录的数字应符合下列要求：

- a) 数字记录不应有缺笔画现象。

b) 具有存储功能的仪表，存储的内容（包括时间、数值和计量单位等）应与输入的信息一致。

5.3 绝缘电阻

在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $45\% \sim 75\%$ 时，仪表输入、输出、电源和接地（外壳）端子相互之间的绝缘电阻应不小于 $20\text{M}\Omega$ 。

5.4 绝缘强度

在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $45\% \sim 75\%$ 时，仪表输入、输出、电源和接地（外壳）端子相互之间施加表 3 所规定的频率 50Hz 的试验电压，历时 1min 应无击穿和飞弧现象。

表 3 试验电压

| 仪表端子标称电压/V | 试验电压/V |
|--------------------|--------|
| $0 < U < 60$ | 500 |
| $60 \leq U < 130$ | 1000 |
| $130 \leq U < 250$ | 1500 |

6 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检验。

6.1 检定条件

6.1.1 检定设备

检定时所需的标准仪器及配套设备按被检仪表的类型可从表 4 中参考选择。选用的原则为：检定时，由标准仪器及配套设备引入的扩展不确定度 U ($k=2$) 应不大于被检仪表最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。

6.1.2 环境条件

环境温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ （ 0.1 级~ 0.2 级仪表）； $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ （ 0.5 级~ 1.0 级仪表）。

相对湿度： $45\% \sim 75\%$ 。

6.1.3 供电条件

- a) 电源电压变化不超过额定电压的 $\pm 1\%$ 。
- b) 电源频率变化不超过额定频率的 $\pm 1\%$ （必要时）。
- c) 谐波失真不超过 $\pm 5\%$ （必要时）。

注：仪表如需在现场检定，而现场的环境条件和供电条件不符合上述要求时，则必须经不确定

度评定。只有在新的条件下，检定时标准器及配套设备引入的扩展不确定度 U 应不大于被检仪表允许误差绝对值的 $1/3$ ，方可进行现场检定。

表 4 标准仪器及配套设备

| 序号 | 仪器设备名称 | 技术要求 | 用途 | 备注 |
|----|--------------------------------|--|------------------------------|--|
| 1 | 直流低电势电位差计 或标准直流电压源 | 0.05 级, 0.02 级 | 检定热电偶输入或 电压输入的仪表 | |
| 2 | 直流电阻箱 | 0.01 级, 0.02 级 | 检定热电阻输入或 电阻输入的仪表 | |
| 3 | 标准直流电流源 | 不低于 0.05 级 | 检定直流电流输入 的仪表 | |
| 4 | 标准电阻 | 不低于 0.01 级 1 Ω , 10 Ω , 100 Ω | 与数字电压表配合 检定直流电流输入的 仪表 | |
| 5 | 直流电流发生器 | (0 ~ 30) mA 连续可调 稳定性和调节细度以不影 响标准器读数为限 | 直流电流输入仪表 的信号源 | |
| 6 | 补偿导线和 0 $^{\circ}\text{C}$ 恒温器 | 补偿导线应与输入热电偶 分度号相配, 并经检定具有 20 $^{\circ}\text{C}$ 的修正值 0 $^{\circ}\text{C}$ 恒温器的温度偏差 不超过 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ | 检定具有参考端温 度自动补偿仪表的专 用连线 | 0 $^{\circ}\text{C}$ 恒 温器可用冰点 槽代替 |
| 7 | 数字温度计或水银温度计 | 0 $^{\circ}\text{C}$ ~ 50 $^{\circ}\text{C}$ 允差 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ | 测量仪表接线端子 的温度 | 测量接线 端子处温度 法时用 |
| 8 | 专用连接导线 | 其阻值应符合制造厂说明 书的要求, 偏差不大于 0.05 Ω , 线间之差应不超过 仪表指示允许误差的 $1/10$ | 直流电阻箱与仪表 之间的连接导线 | 应按测量 范围内 $\frac{dR}{dt}$ 最小的换算 成电阻值 |
| 9 | 秒表 | 分辨力 0.1s, 误差不超过 $\pm 1\text{s/d}$ | 测量阶跃响应时间 (行程时间) | 行程时间 小于 1s 的 仪表宜用超 低频信号发 生器 |
| 10 | 超低频信号发生器 | 方波的半周期为 0.05s ~ 20s | | |
| 11 | 绝缘电阻表 | 直流电压 500V, 10 级 | 检定仪表绝缘电阻 | |

表 4 (续)

| 序号 | 仪器设备名称 | 技术要求 | 用途 | 备注 |
|----|----------|---|-------------------------------|----|
| 12 | 耐电压试验仪 | 输出电压: 交流 0V ~ 1500V 输出功率: 不低于 0.25kW | 检定仪表绝缘强度 | |
| 13 | 交流稳压源 | 220V, 50Hz, 稳定度 1%, 功率不低于 1kW | 仪表的交流供电电源 | |
| 14 | 记录仪运行试验仪 | 周期不大于 1h 的正弦波 或三角波 | 单通道和划线记录 仪表稳定性和记录质 量试验用 | |
| 15 | 多点信号发生器 | 6 点, 12 点 | 多通道和打点记录 仪表稳定性和记录质 量试验用 | |

6.2 检定项目

仪表首次检定、后续检定和使用中检验的检定项目见表 5。

表 5 检定项目

| 检定项目 | 首次检定 | 后续检定 | 使用中检验 |
|-------------------|------|-------|-------|
| 4.1 指示基本误差 | + | + | + |
| 4.2 记录基本误差 | + | + | + |
| 4.3 回差 | + | + | - |
| 4.4 重复性 | + | * | - |
| 4.5 阶跃响应时间 (行程时间) | + | + | - |
| 4.6 设定点误差 | + | + | + |
| 4.7 切换差 | + | + | - |
| 4.8 稳定性 | + | - | - |
| 5.1 外观 | + | + | + |
| 5.2 记录质量 | + | - | - |
| 5.3 绝缘电阻 | + | + | - |
| 5.4 绝缘强度 | + | - , * | - |

注：“+”表示应检定，“-”表示可不检定，“*”表示必要时检定或修理后的仪表应检定。

6.3 检定方法

6.3.1 计量性能要求中各项目检定前的准备工作

6.3.1.1 按规定接线

a) 热电偶输入的仪表，具有参考端温度自动补偿时，应采用补偿导线法检定。按图 3 接线。

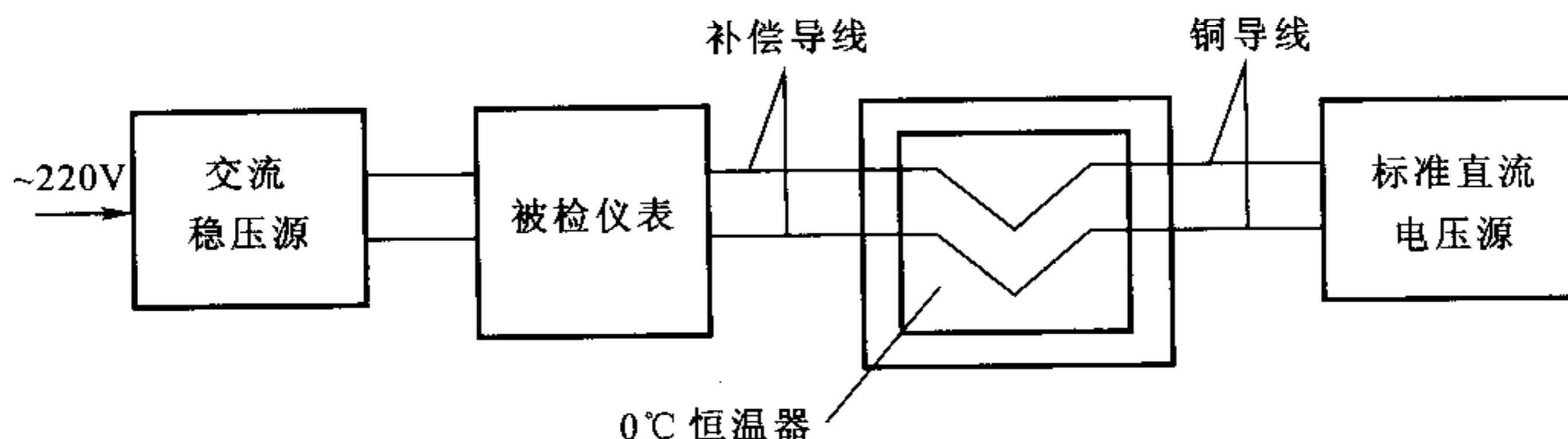


图 3 补偿导线法检定接线示意

注：关于用热电偶仪表校准仪作为标准器进行检定和采用测量接线端子处温度法的检定方法和注意事项见附录 A。有疑义和在仲裁检定时，必须采用图 3 的补偿导线法。

b) 热电偶输入的仪表，不具有参考端温度自动补偿时（包括直流电压输入的仪表），检定时可按图 4 接线。

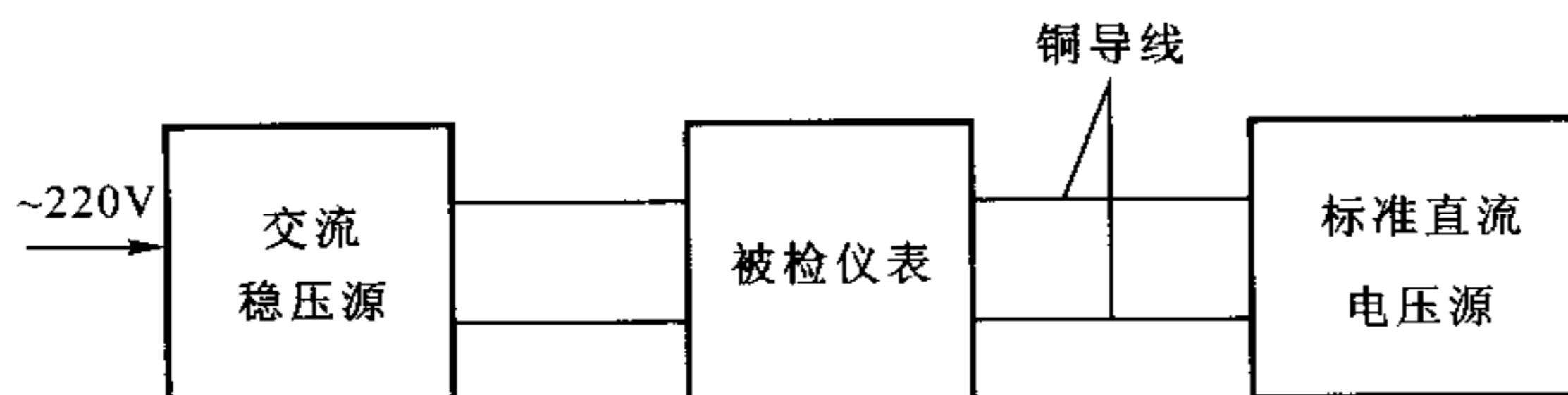


图 4 热电偶输入的仪表，不具有参考端温度自动补偿时的检定接线示意

c) 直流电流输入的仪表，检定时可按图 5 接线。输入直流电流的大小还可以通过数字电压表测量回路中标准电阻的端电压获得。



图 5 输入信号为直流电流仪表的检定接线示意

d) 热电阻输入的仪表，检定时可按图 6 接线。

6.3.1.2 通电预热

预热时间按制造厂说明书中的规定进行，一般为 15min；具有参考端温度自动补偿的仪表为 30min，并要求在检定期间 30min 内环境温度变化不大于 0.5℃。

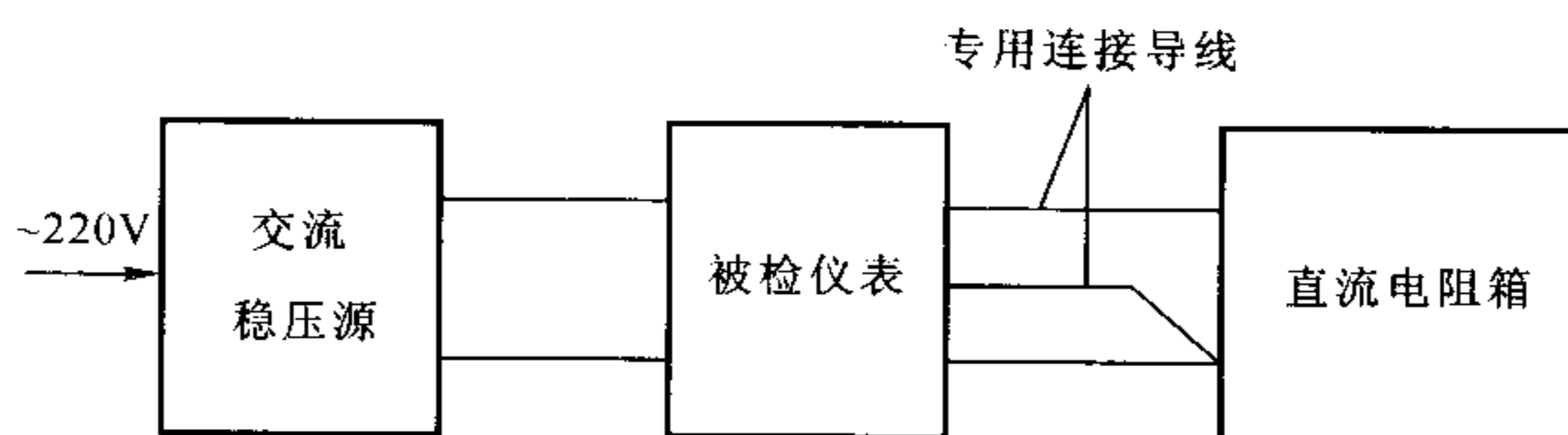


图6 输入信号为电阻的仪表检定接线示意

6.3.1.3 检定点的选择

检定点应包括上、下限值在内不少于5个点。数字指示的仪表，检定点应为整百度或整十度；模拟指示的仪表，检定点应在标尺有数码的标记上（即主刻度）。

6.3.1.4 下限值和量程调整

下限值和量程可调的仪表，在检定前应作调整。但检定中不允许再作调整。

6.3.1.5 对标尺和调整灵敏度及阻尼（有些模拟指示的仪表）

划线或打点记录仪表，指示标尺与记录标尺的下限值或上限值不一致时，检定前允许调整；指示指针应能越过仪表标尺上、下限值标记到达限位位置，如不符合要求也应予以调整。

通过调整放大器的灵敏度和阻尼调整器，使仪表的动态特性处在临界状态附近（即不能有拖笔和摆动超过三个“半周期”的现象）。

6.3.2 指示基本误差的检定

6.3.2.1 模拟指示的仪表

检定时，指示值从下限值开始，用增加输入信号的办法，使指示指针依次缓慢地停在各被检点标尺标记上直至上限值，分别读取标准器示值；然后，减小输入信号依次进行下行程的检定直至下限值（上行程时下限值不检，下行程时上限值不检）。后续检定的仪表可如此进行一个循环的检定。如对检定结果产生疑义或仲裁检定时，须进行上下行程三个循环的测量，取三个测量循环中误差最大的作为该仪表的检定结果。并应进行重复性计算。

注：

1. 划线记录仪表指示基本误差的检定应在记录状态下进行。
2. 多指针仪表应逐针进行检定，不检定的指针应处于不影响读数的位置上。
3. 打点记录仪表指示基本误差的检定应在记录机构停止状态下进行。可以任选一通道检定，检定完毕后，还应对其余通道在50%的检定点上进行复检。
4. 混合式仪表中棒柱（或光柱）指示部分可不进行示值误差的检定；单纯棒柱（或光柱）指示和记录的仪表可按JJG951—2000中6.3.1.1的方法和要求进行检定。

仪表基本误差（包括模拟指示和记录），非线性标尺的仪表按公式（1）计算，线性标尺的仪表按公式（2）计算：

$$\Delta_A = A_d - (A_s + e) \quad (1)$$

$$\Delta_V = V_d - (V_s + e/S_i) \quad (2)$$

式中： Δ_A ——非线性标尺的仪表，上(下)行程时的指示或记录基本误差，采用仪表输入信号的计量单位；

Δ_V ——线性标尺的仪表，上(下)行程时的指示或记录基本误差，采用仪表标尺标记的计量单位；

A_d ——仪表被检点标尺标记对应的标称电量值；

A_s ——上(下)行程时标准器示值(电量值)；

e ——检定热电偶输入类仪表(具有参考端温度自动补偿)时，所用补偿导线20℃时的修正值，检定其他输入类仪表时 e 取0；

V_d ——仪表被检点标尺标记的量值；

V_s ——标准器示值(如标准器示值为电量值时，应将其换算成仪表标尺计量单位所对应的量值)；

S_i —— $S_i = \left[\frac{dA}{dV} \right]_{V_i}$ ，各检定点上电量相对于其他相关量(如℃)的变化率。

6.3.2.2 数字指示的仪表

按 JJG617—1996 中输入被检点标称电量值的方法进行检定。后续检定的仪表可只进行一个循环的检定。如对检定结果产生疑义或仲裁检定时，应按寻找转换点法进行检定。

多通道、多量程的仪表，可以在同一输入类型通道中任选一个通道进行检定，检定完毕后，还应对其余通道的上限值、下限值进行复检。当通道间的信号转换完全是通过扫描开关完成的，可以将输入同铭端分别短接后进行检定，否则不能短接。

6.3.2.3 误差计算过程中数据处理原则

误差计算过程中小数点后保留的位数应以舍入误差小于仪表最大允许误差的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ 为限(相当于比最大允许误差多取一位小数)。判断仪表是否合格应以舍入以后的数据为准。数字指示和记录的仪表，在检定结果的处理中应将误差的末位修约到与仪表的显示分辨力保持一致，并以修约后的数据判断仪表是否合格。

6.3.3 记录基本误差的检定

6.3.3.1 模拟记录的仪表

a) 划线记录仪表。检定应在有数字的记录标尺刻线上进行，走纸速度可任意选择，方法同 6.3.2.1。多笔仪表应逐笔进行检定，不在检定的记录笔应处于不影响读数的位置上。

b) 打点记录仪表。检定时，走纸速度可任意选择；有多种打印速度的仪表，应在最快和最慢两种打印速度下分别进行检定。按规定接线时，首先将所有输入端的同铭端短接，然后分别输入各被检点的信号，待所有印点打印四个循环后找出偏离被检点最远印点的通道；通过改变输入信号的办法使该通道的印点落在被检点的标尺标记上，读取标准器示值。在各检定点上只进行一次检定。

6.3.3.2 数字记录的仪表

按 JJG617—1996 中输入被检点标称电量值的方法进行检定。后续检定的仪表可只

进行一个循环的检定。如对检定结果产生疑义或仲裁检定时，须进行上下行程三个循环的测量，取三个测量循环中误差最大的作为该仪表的检定结果。并应进行重复性计算。

多通道、多量程的仪表，可以在同一输入类型通道中任选一个通道进行检定，检定完毕后，还应对其余通道的上限值、下限值进行复检。当通道间的信号转换完全是通过扫描开关完成的，可以将输入同铭端分别短接后进行检定，否则不能短接。

6.3.4 回差的检定

模拟指示和记录的仪表在基本误差的检定过程中已包含了回差的检定。回差的计算为：同一测量循环中上、下行程标准器示值之差，用绝对值表示。多测量循环时取其最大值。

线性标尺的仪表还须将电量值换算成仪表标尺标记计量单位的量值。

打点记录仪表不进行回差的检定。

6.3.5 重复性

按 6.3.2.1 的方法进行上、下行程三个循环的测量。以同一行程的最大差值计算仪表的重复性。

6.3.6 阶跃响应时间（行程时间）的检定

在上、下行程各取三次测量的平均值作为每个方向上的阶跃响应时间（行程时间）。

6.3.6.1 数字指示和记录的仪表

检定时，不考虑测量范围内的极性改变。将相当于 10% FS 和 90% FS 的输入信号交替地阶跃施加到输入端子上。改变交替周期，观察仪表显示（和记录）的阶跃响应的过程，读取响应量不衰减的最小周期。此周期应不大于仪表的阶跃响应时间。

6.3.6.2 模拟指示和记录的仪表

a) 80%行程的检定：分别输入信号使仪表指针处于标尺 10%（上行程时）和标尺 90%（下行程时）的初始位置上。然后，阶跃增加（上行程时）和阶跃减少（下行程时）输入量程 80% 的阶跃信号，同时启动秒表。当仪表指针到达稳定值（其允差为量程的 1%）时停止秒表，其间隔时间即为上（下）行程时间。

b) 10%行程的检定：额定行程时间不大于 1s 的仪表还须进行 10% 阶跃信号的检定。方法为：使走纸速度不低于 10mm/s，分别输入信号使仪表指针处于标尺 5%、45%、85% 左右（上行程时）和 95%、55%、15% 左右（下行程时）的初始位置上。然后，阶跃增加（上行程时）或阶跃减少（下行程时）输入电量程 10% 的阶跃信号，从运行的记录纸上读出阶跃时间。其值应不大于 1/4 额定行程时间。

注：如果仪表的走纸速度低于 10mm/s，阶跃信号可以由超低频信号发生器产生。改变发生器的频率，观察仪表指针阶跃响应的过程，读取响应量不衰减的最小周期。此周期应不大于 1/4 额定行程时间。

6.3.7 设定点误差的检定

a) 检定应在测量范围的 10%、50% 和 90% 附近的设定点上进行。设定点应调整在整百度或整十度（数字仪表）和标尺有数码的标记上（模拟仪表）。

b) 划线记录仪表应在记录状态下进行检定；打点记录仪表应在记录机构停止状态下进行检定。

c) 从下限值开始逐渐增加输入信号,使指示值接近设定点,当继电器动作、输出状态发生变化,此时测得的输入信号值即为上切换值 A_1 ;继续增加输入信号,使指示值超越设定点,然后逐渐减小输入信号,使指示值接近设定点,当继电器恢复动作、输出状态发生变化,此时测得的输入信号值即为下切换值 A_2 。如此进行一个循环的检定。当有疑义时应进行三个循环的检定,按三次读数的平均值计算设定点误差。

d) 位式控制用于报警作用的仪表,上限报警点只要测得上切换值 A_1 ,下限报警点只要测得下切换值 A_2 。

e) 设定点误差按公式 (3) 或公式 (4) 计算。

$$\Delta A_{sw} = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} + e \right) - A_{sp} \quad (3)$$

$$\Delta V_{sw} = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} + e - A_{sp} \right) / S_i \quad (4)$$

式中: ΔA_{sw} ——用仪表输入信号的计量单位表示的设定点误差;

ΔV_{sw} ——用仪表标尺标记的计量单位表示的设定点误差;

A_1, A_2 ——分别为上、下切换值 (电量值);

A_{sp} ——仪表设定值对应的标称电量值;

S_i —— $S_i = \left[\frac{dA}{dV} \right]_{V_i}$, 各设定点上电量相对于其他相关量 (如 $^{\circ}\text{C}$) 的变化率。

注: 设定值指示与设定机构无直接联系的仪表不进行设定点误差的检定, 只作切换差的检定。

6.3.8 切换差的检定

仪表切换差的检定与设定点误差检定同时进行,按公式 (5) 计算切换差。线性标尺的仪表还须将电量值换算成相应的其他有关量值 (除以 S_i 来完成)。

$$\Delta A_{sw} = |A_1 - A_2| \quad (5)$$

6.3.9 稳定性的检定和记录质量的检查

6.3.9.1 模拟指示和记录的仪表

将划线记录仪表输入端接到周期为 1h 以上的记录仪运行试验仪上,打点记录仪表输入端接到多点信号发生器上。调节上述仪器,使仪表指针在不小于标尺长度的 50% 范围内运行 24h。试验时仪表的走纸速度一般为 20mm/h。

运行后,按 5.2 的要求检查记录质量,并在标尺的上、下限及中点附近标尺标记上进行指示基本误差和回差的复检;在中点附近标尺标记上进行设定点误差和切换差的复检。

6.3.9.2 数字指示和记录的仪表

将仪表各输入端施加 50% 以上的信号,通电运行 24h。运行后,按 5.2 的要求检查记录质量,并在测量范围的上、下限及 50% FS 附近进行指示基本误差和回差的复检;在 50% FS 附近上进行设定点误差和切换差的复检。

6.3.10 外观检查

用目力观测和通电检查,应符合 5.1 的要求。

6.3.11 绝缘电阻的检定

在切断电源的情况下将电源开关置接通位置；将输入、输出、电源端子分别短接，按 5.3 的规定用绝缘电阻表进行测量，测量时应稳定 5s 后读数。

6.3.12 绝缘强度的检定

在切断电源的情况下将电源开关置接通位置；将输入、输出、电源端子分别短接，按 5.4 的规定用耐电压测试仪进行测量。测量时试验电压应从零开始增加，在 5s ~ 10s 内平滑均匀地升压到规定值，维持 1min。然后，平滑均匀地降低电压至零，切断试验电压。

注：为保护仪表试验时不被击穿，试验时可使用具有报警电流设定的耐电压测试仪。设定值一般为 10mA（特殊要求除外）。使用该仪器时，以是否报警作为判断绝缘强度合格与否的依据。

6.4 检定结果的处理

按本规程要求检定合格的仪表，出具检定证书；检定不合格的仪表，出具检定结果通知书，并注明不合格项目。

6.5 检定周期

仪表的检定周期可根据使用环境条件、频繁程度和重要性来确定。一般不超过 1 年。

附录 A

关于采用热电偶仪表校准仪和测量接线端子处温度法的检定

A1 采用热电偶仪表校准仪的检定

热电偶仪表校准仪是一种根据各类热电偶的分度号按温度值直接输出电势值的仪表，并具有冷端温度自动补偿功能。此类仪表经校准后通常可以检定具有参考端温度自动补偿的仪表。检定时校准仪的输入阻抗相对于被检仪表的输出阻抗应足够小，否则将产生较大的测量误差。接线方法如图 A1 所示。

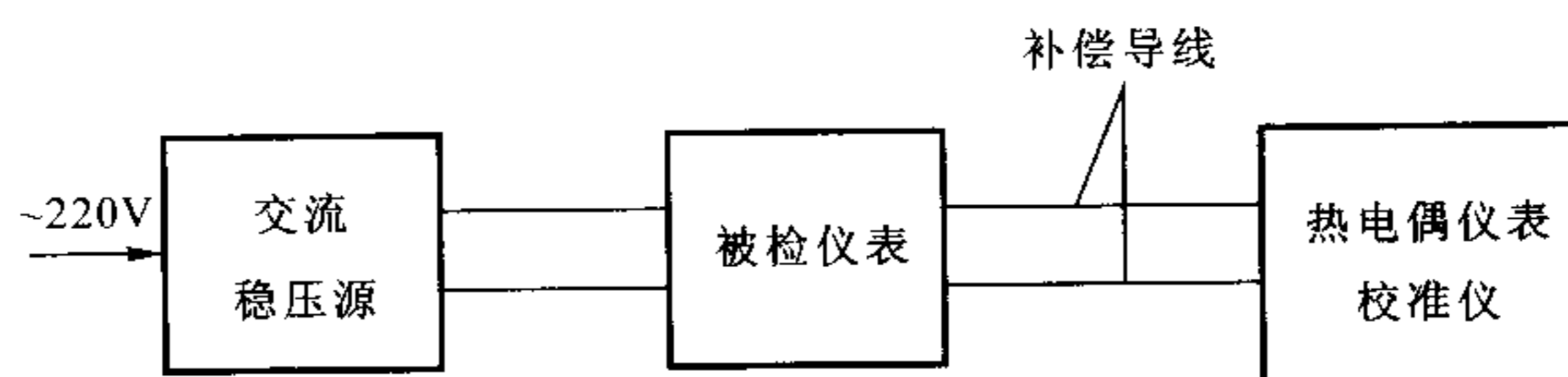


图 A1 热电偶输入的仪表，具有参考端温度自动补偿时的检定接线示意

其中连接导线应为与热电偶分度号相配的补偿导线。并按 6.3.2 中的方法进行检定。

计算基本误差的公式为

$$\Delta_v = V_d - V_s \quad (\text{A1})$$

A2 测量接线端子处温度法的检定

对具有参考端温度自动补偿的仪表，在保证正确掌握水银温度计测量方法的前提下（测量误差小于被检仪表允许误差的 1/10），可以对 1.0 级及以下的模拟指示、记录仪表用测量接线端子处温度法进行检定。

检定方法：按图 4 接线。检定前应测出接线端子处温度，然后按 6.3.2 中的方法进行检定。检定结束后再测一次接线端子处温度，取前后两次温度的平均值作为计算基本误差时的接线端子处温度 t_c 。前后两次温度之差不应大于仪表允差的 1/5。

检定下限值时，必须将输入信号反接到仪表输入端，使指示指针与下限刻度线重合，读取标准器示值（此值为负值）。

打点记录仪表按 6.3.2.1 进行记录基本误差检定时，给仪表输入的电压值应是被检点的标称电量值减去接线端子处温度 t_c 所对应的电势值。

计算基本误差时仍按式 (1) 或式 (2) 计算。此时 e 为 t_c 所对应的电势值。

附录 B

自动平衡式记录仪设定点误差和切换差的技术要求

自动平衡式记录仪的设定点误差和切换差与设定方式有关。其技术要求如下：

B1 设定点误差

B1.1 以指示标尺作为设定标尺的仪表

- a) 标尺长度大于 140mm 时，设定点误差应不大于允许的指示基本误差。
- b) 标尺长度小于和等于 140mm 时，设定点误差应不大于允许指示基本误差的 2 倍。

B1.2 以记录标尺作为设定标尺的仪表

- a) 标尺长度大于 140mm 时，设定点误差应不大于允许的记录基本误差。
- b) 标尺长度小于和等于 140mm 时，设定点误差应不大于允许记录基本误差的 2 倍。

B1.3 输入电量程小于 5mV 或额定行程时间不大于 1s 的仪表

1.0 级及优于 1.0 级的仪表，均按 1.0 级的仪表确定其允许设定点误差。

B2 切换差

B2.1 以指示标尺作为设定标尺的仪表

- a) 标尺长度大于 140mm 时，切换差应不大于指示回程误差的 2 倍。
- b) 标尺长度小于和等于 140mm 时，切换差应不大于指示回程误差的 3 倍。

B2.2 以记录标尺作为设定标尺的仪表

- a) 标尺长度大于 140mm 时，切换差应不大于记录回程误差的 2 倍。
- b) 标尺长度小于和等于 140mm 时，切换差应不大于记录回程误差的 3 倍。

B2.3 输入电量程小于 5mV 或额定行程时间不大于 1s 的仪表

1.0 级及优于 1.0 级的仪表，均按 1.0 级的仪表确定其允许切换差。

附录 C

检定记录格式

工业过程测量记录仪检定记录

送检单位：_____ 型号名称：_____ 出厂编号：_____

分度号：_____ 测量范围：_____ 准确度等级：_____

设定标尺长度：_____ 制造单位：_____

标准器名称及编号：_____

室温：_____℃ 相对湿度：_____ %RH

1 模拟指示、记录部分

| 项目 | 被检点 | | 标准器示值 () | | 基本误差 () | 回程误差 () |
|------|----------|-------------|-----------|-----|----------|----------|
| | 仪表示值 () | 对应标称电量值 () | 上行程 | 下行程 | | |
| 指示部分 | | | - | | | |
| | | | - | | | |
| | | | - | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 记录部分 | | | - | | | |
| | | | - | | | |
| | | | - | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

2 数字指示、记录部分

| 项目 | 标准器示值 () | 对应的物理量值 () | 仪表示值 () | | 基本误差 () | |
|------|--------------|----------------|----------|-----|-------------|--|
| | | | 上行程 | 下行程 | | |
| 指示部分 | | | - | | | |
| | | | - | | | |
| | | | - | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | - | |
| | | | | | - | |
| | | | | | - | |
| 记录部分 | | | - | | | |
| | | | - | | | |
| | | | - | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | - | |
| | | | | | - | |
| | | | | | - | |

3 位式控制部分

| 设定值 | | 切换值 () | | | 设定点误差 () | 切换差 () |
|-----|--------------|---------|-------|-----------------------|----------------|---------------|
| ℃ | A_{sp} () | A_1 | A_2 | $A_m = (A_1 + A_2)/2$ | $A_m - A_{sp}$ | $ A_1 - A_2 $ |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

4 检定结果

| 检定项目 | | 允许值 | 实际最大值 |
|------------------|-------|------------------|-------|
| 外观 | | | |
| 绝缘电阻 | 输入—外壳 | $\geq 20M\Omega$ | |
| | 输入—电源 | $\geq 20M\Omega$ | |
| | 电源—外壳 | $\geq 20M\Omega$ | |
| | 输出—外壳 | $\geq 20M\Omega$ | |
| | 输出—电源 | $\geq 20M\Omega$ | |
| | 输出—输入 | $\geq 20M\Omega$ | |
| 绝缘强度 | 输入—外壳 | | |
| | 输入—电源 | | |
| | 电源—外壳 | | |
| | 输出—外壳 | | |
| | 输出—电源 | | |
| | 输出—输入 | | |
| 阶跃响应时间 (行程时间) | 数字 | | |
| | 模拟 | | |
| 指示基本误差 | 数字 | | |
| | 模拟 | | |
| 记录基本误差 | 数字 | | |
| | 模拟 | | |
| 回差 | 模拟指示 | | |
| | 模拟记录 | | |
| 重复性 | | | |
| 设定点误差 | | | |
| 切换差 | | | |
| 记录质量 | | | |
| 稳定性 | | | |
| 结论 | | | |

检定员：_____ 核验员：_____ 检定日期：_____

附录 D

检定证书、检定结果通知书（内页）格式

D1 检定证书内页格式

检定结果

1 测量范围

2 检定环境

温度：_____℃ 相对湿度：_____ %RH

3 检定结果

| 检定项目 | | 允许值 | 实际最大值 |
|------------------|-------|--------|-------|
| 外观 | | | |
| 绝缘电阻 | 输入—外壳 | > 20MΩ | |
| | 输入—电源 | > 20MΩ | |
| | 电源—外壳 | > 20MΩ | |
| | 输出—外壳 | > 20MΩ | |
| | 输出—电源 | > 20MΩ | |
| | 输出—输入 | > 20MΩ | |
| 绝缘强度 | 输入—外壳 | | |
| | 输入—电源 | | |
| | 电源—外壳 | | |
| | 输出—外壳 | | |
| | 输出—电源 | | |
| | 输出—输入 | | |
| 阶跃响应时间 (行程时间) | 数字 | | |
| | 模拟 | | |
| 指示基本误差 | 数字 | | |
| | 模拟 | | |
| 记录基本误差 | 数字 | | |
| | 模拟 | | |
| 回差 | 模拟指示 | | |
| | 模拟记录 | | |
| 重复性 | | | |
| 设定点误差 | | | |
| 切换差 | | | |
| 记录质量 | | | |
| 稳定性 | | | |
| 结论 | | | |

D2 检定结果通知书内页格式

格式同 D1，另要求指出不合格项。

附录 E

不确定度分析实例

规程中要求检定时选用的标准器，包括整个检定设备引入的扩展不确定度 U ($k = 2$) 应不超过被检仪表最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。如何按规程的要求选择标准器，现以准确度较高的仪表为例进行分析，并进行测量不确定度评定。

E1 被检仪表

被检仪表为 0.5 级配热电偶 (K 分度) 数字记录仪表，有参考端温度自动补偿。测量范围： $0^{\circ}\text{C} \sim 1200^{\circ}\text{C}$ ，分辨力 1°C ，允差 $\pm 6^{\circ}\text{C}$ 。

E2 标准器

检定用标准器用 2553 标准直流电压电流发生器作为测量标准。其 100mV 输出挡的允许误差限为 $\pm (0.02\% \text{ 读数} + 0.01\text{mV})$ 。对应于测量范围的最大允许误差 (折算成温度后) 见表 E1。

表 E1 2553 标准直流电压电流发生器毫伏输出的技术指标

| TC 类型 | 输出信号范围 $t/^{\circ}\text{C}$ | 最大允许误差 $\Delta/^{\circ}\text{C}$ |
|-------|-----------------------------|----------------------------------|
| K | $0 \leq t < 600$ | ± 0.3 |
| | $600 \leq t < 1000$ | ± 0.4 |
| | $1000 \leq t \leq 1200$ | ± 0.5 |

检定时用补偿导线和冰瓶作为连接导线，用输入被检点标称电量值法进行检定。检定点为 0, 300, 600, 900, 1200 $^{\circ}\text{C}$ 。

E3 数学模型

检定时，测量误差的数学模型为：

$$\Delta_V = V_d - \left(V_s + \frac{e}{S_i} \right) \quad (\text{E1})$$

E4 输入量的标准不确定度

E4.1 输入量 V_d 的标准不确定度 $u(V_d)$

V_d 的不确定度来源主要为仪表的分辨力和测量重复性。

a) 由仪表的分辨力导致的标准不确定度 $u(V_{d1})$ 可以采用 B 类方法进行评定。其误差区间半宽 a 为仪表分辨力的 $1/2$ 。

$a = 0.5^{\circ}\text{C}$ ，按均匀分布考虑，因此 $u(V_{d1}) = a/\sqrt{3} = 0.29^{\circ}\text{C}$ 。

b) 测量重复性导致的标准不确定度 $u(V_{d2})$ 采用 A 类方法进行评定。各检定点最大的单次实验标准偏差为 $S_{\max} = 0.41^{\circ}\text{C}$ 。

c) 由于 V_{d1} 和 V_{d2} 彼此相互独立，因此

$$u(V_d) = \sqrt{u(V_{d1})^2 + u(V_{d2})^2} = \sqrt{0.29^2 + 0.41^2} = 0.50^{\circ}\text{C} \quad (\text{E2})$$

E4.2 输入量 V_s 的标准不确定度 $u(V_s)$

输入量 V_s 的不确定度主要来源于 2553 标准直流电压电流发生器的输出误差。因环境温度引入的不确定度可以忽略不计。

$u(V_s)$ 可以采用 B 类方法进行评定：表 E1 给出的标准器最大允差，按均匀分布考虑。本例仪表各检定点的 $u(V_s)$ 分别为 0.17, 0.17, 0.23, 0.23, 0.29℃。

E4.3 输入量 e 的标准不确定度 $u(e)$

输入量 e 的不确定度的主要来源为补偿导线修正值和冰瓶导致的不确定度。均可以采用 B 类方法进行评定。

a) 补偿导线导致的标准不确定度 $u(e_1)$ ：修正值 e (20℃时) 经校准的扩展不确定度为 $U_{95} = 3.28\mu\text{V}$ ，包含因子 $k_{95} = 2.01$ 。则 $u(e_1) = 3.28/2.01 = 1.63\mu\text{V}$ 。

b) 冰瓶导致的标准不确定度 $u(e_2)$ ：冰瓶的最大允许误差为 $\pm 0.08\text{℃}$ ，相当于 $\pm 3.12\mu\text{V}$ (对于 K 分度热电偶)，按均匀分布考虑。因此， $u(e_2) = 1.80\mu\text{V}$ 。

c) 标准不确定度 $u(e)$ 的计算：由于 e_1 和 e_2 彼此相互独立，因此

$$u(e) = \sqrt{u(e_1)^2 + u(e_2)^2} = \sqrt{1.63^2 + 1.80^2} = 2.43\mu\text{V} \quad (\text{E3})$$

各检定点的 S_i 为： $S_0 = 39.5\mu\text{V}/\text{℃}$ ， $S_{300} = 41.5\mu\text{V}/\text{℃}$ ， $S_{600} = 42.5\mu\text{V}/\text{℃}$ ， $S_{900} = 40.0\mu\text{V}/\text{℃}$ ， $S_{1200} = 36.5\mu\text{V}/\text{℃}$ 。其不确定度可以忽略不计。

E5 合成标准不确定度

E5.1 灵敏系数

数学模型 $\Delta_V = V_d - V_s - (e/S_i)$ 的灵敏系数：

$$c_1 = \partial\Delta_V/\partial V_d = 1 \quad c_2 = \partial\Delta_V/\partial V_s = -1 \quad c_3 = \partial\Delta_V/\partial e = -1/S_i$$

E5.2 标准不确定度汇总

输入量的标准不确定度汇总见表 E2。

表 E2 仪表各检定点标准不确定度汇总

| 标准不确定度 $u(x_i)$ | 不确定度来源 | 标准不确定度值 | 灵敏系数 c_i | $ c_i u(x_i)$ /℃ |
|--------------------|-----------------|---------|--------------------|----------------------|
| $u(V_d)$ | | | 1 | 0.50 |
| $u(V_{dl})$ | 分辨力 | 0.29℃ | | |
| $u(V_{dx})$ | 测量重复性 | 0.41℃ | | |
| $u(V_s)$ | 525A 以毫伏信号输出的误差 | 0.17℃ | -1 | 0.17 |
| | | 0.17℃ | | 0.17 |
| | | 0.23℃ | | 0.23 |
| | | 0.23℃ | | 0.23 |
| | | 0.29℃ | | 0.29 |
| $u(e)$ | 补偿导线及冰瓶 | 2.43μV | $-1/S_i$ (℃/μV) | 0.06 |
| | | | | 0.06 |
| | | | | 0.06 |
| | | | | 0.06 |
| | | | | 0.06 |

E5.3 合成标准不确定度的计算

输入量 V_d 、 V_s 及 e 相互间彼此独立,所以合成标准不确定度为

$$u_c(\Delta_t) = \sqrt{c_1^2 u^2(V_d) + c_2^2 u^2(V_s) + c_3^2 u^2(e)} \quad (\text{E4})$$

各检定点的合成标准不确定度为

$$u_c(\Delta_0) = u_c(\Delta_{300}) = 0.5^\circ\text{C}$$

$$u_c(\Delta_{600}) = u_c(\Delta_{900}) = u_c(\Delta_{1100}) = 0.6^\circ\text{C}$$

E6 扩展不确定度的评定

取 $k = 2$, 扩展不确定度 $U = 2u_c(\Delta_V)$

经计算和修约,五个检定点测量结果的扩展不确定度为 $U = 1.0^\circ\text{C} \sim 1.2^\circ\text{C}$ 。

E7 结论

从标准器和配套设备的选择的合理性而言,可以从表 E2 中看出:测量中由标准器和配套设备引入的不确定度(不包括被检仪表的分辨力和测量重复性), $k = 2$ 时, $U = 0.4^\circ\text{C} \sim 0.6^\circ\text{C}$, 只占被检仪表允许误差的 $1/15 \sim 1/10$ 。因此,标准器和配套设备的选择符合要求。

附录 F

有关数字指示(记录)仪表准确度等级的表示

仪表的最大允许误差与其准确度等级是密切相关的。数字指示(记录)仪表最大允许误差的表述方法有三种,相应的准确度等级表示如下。

数字指示(记录)仪表的最大允许误差的三种表述方法:

$$\textcircled{1} \Delta = \pm a \% \text{FS}$$

$$\textcircled{2} \Delta = \pm (a \% \text{FS} + b)$$

$$\textcircled{3} \Delta = \pm N$$

式中: Δ ——最大允许误差;

a ——准确度等级;

FS——仪表量程;

b ——仪表分辨力;

N ——直接用物理量表述的最大允许误差。

第一种表述方法的仪表准确度等级以 a 表示。

第二种表述方法的仪表准确度等级以 $\left(a + \frac{100b}{\text{FS}}\right)$ 表示,并在 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 中选取。当仪表的量化误差与其他因素引起的综合误差相比可略去时(一般取 $a \% \text{FS} \geq 10b$),可简化为 a 表示。

第三种表述方法的仪表不用准确度等级表示。

中华人民共和国
国家计量检定规程
工业过程测量记录仪
JJG 74—2005
国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版
北京和平里西街甲2号
邮政编码 100013
电话 (010) 64275360
<http://www.zgjl.com.cn>
北京市迪鑫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
版权所有 不得翻印

*

880 mm × 1230 mm 16开本 印张 1.75 字数 33千字
2006年5月第1版 2006年5月第1次印刷
印数 1—1 000