



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1171—2007

温度巡回检测仪校准规范

Calibration Specification for
Temperature Itinerant Detecting Instrument

2007-02-28 发布

2007-08-28 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

温度巡回检测仪校准规范

Calibration Specification for

Temperature Itinerant Detecting Instrument

JJF 1171—2007
代替 JJG 718—1991

本规范经国家质量监督检验检疫总局 2007 年 2 月 28 日批准，并自 2007 年 8 月 28 日起施行。

归口单位：全国温度计量技术委员会

主要起草单位：山东省计量科学研究院

中国测试技术研究院

参加起草单位：西安西航天鼎电子仪器有限公司

泰安磐然测控科技有限公司

北京康斯特科技有限责任公司

本规范由全国温度计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

孙淑兰（山东省计量科学研究院）

魏寿芳（中国测试技术研究院）

韦 靖（山东省计量科学研究院）

付志勇（中国测试技术研究院）

参加起草人：

胡学柳（西安西航天鼎电子仪器有限公司）

徐 军（泰安磐然测控科技有限公司）

何 欣（北京康斯特科技有限责任公司）

郑钟辉（西安西航天鼎电子仪器有限公司）

目 录

| | |
|-------------------|-----|
| 1 范围 | (1) |
| 2 引用文献 | (1) |
| 3 概述 | (1) |
| 4 计量特性 | (1) |
| 4.1 功能性检查 | (1) |
| 4.2 安全性能检查 | (2) |
| 4.3 测量误差 | (2) |
| 5 校准条件 | (3) |
| 5.1 校准条件 | (3) |
| 5.2 环境条件 | (3) |
| 6 校准方法 | (3) |
| 6.1 外观检查 | (3) |
| 6.2 显示功能的检查 | (3) |
| 6.3 巡检周期的检查 | (4) |
| 6.4 绝缘电阻的检查 | (4) |
| 6.5 绝缘强度的检查 | (4) |
| 6.6 测量误差校准 | (4) |
| 7 校准结果的表达 | (5) |
| 8 复校时间间隔 | (5) |
| 附录 A 原始记录格式 | (6) |
| 附录 B 校准证书内页格式 | (7) |
| 附录 C 测量结果不确定度分析实例 | (8) |

温度巡回检测仪校准规范

1 范围

本规范适用于以热电偶、热电阻、半导体电阻为温度传感器（以下简称传感器），测量范围为（-60~+300）℃的温度巡回检测仪（以下简称巡检仪）的校准。

2 引用文献

JJG 617—1996 《数字温度指示调节仪检定规程》
 GB/T 13639—1992 《工业过程测量和控制系统用模拟输入数字式指示仪》
 使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

巡检仪由测量显示仪表和一组传感器组成。其典型结构如图1所示。

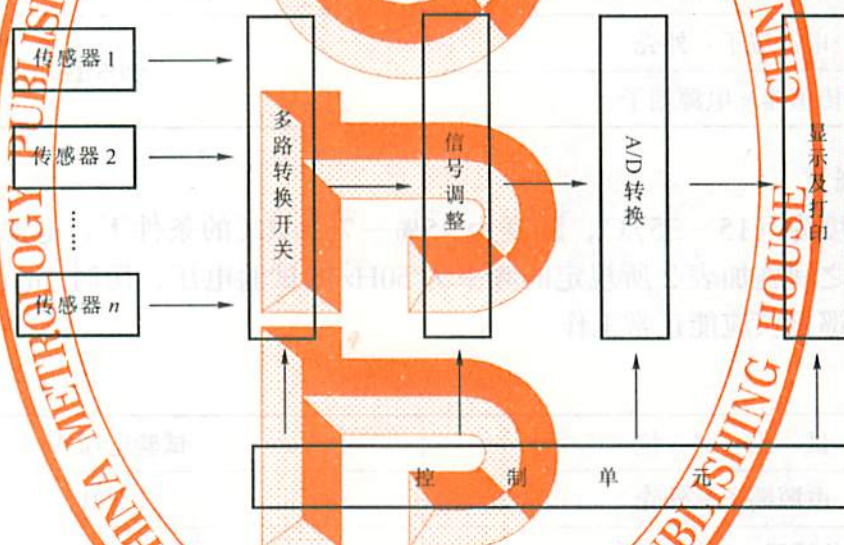


图1 巡检仪典型结构图

4 计量特性

4.1 功能性检查

4.1.1 外观

巡检仪的外形结构应完好，说明功能的文字符号、标志、图形、数字和物理量代号等应符合相应的标准，并应清晰、端正。巡检仪表面不应有明显的凹痕、外伤、裂缝和变形等现象，金属件不应有锈蚀及其他机械损伤。巡检仪各部位开关、按键操作应灵活可靠。巡检仪传感器的金属（或塑料）封装必须密封良好，引线接插件必须接触良好。传感器所使用的保护管及引线应能承受相应的使用温度。

4.1.2 显示功能

巡检仪显示功能的检查，应在电源接通情况下进行，其显示数字及图像应清晰、无叠字。亮度应均匀，不应有缺笔画或无测量单位等现象，小数点和状态显示应正确。

具有负温度测量范围的巡检仪，当显示 0℃ 以下温度时，巡检仪应显示“-”的极性符号；当超出测量范围或传感器发生故障时，应显示过载的符号及相应的通道号，如有报警装置，应同时发出报警信号。

4.1.3 巡检周期

巡检仪在各通道满足测量误差要求的前提下，从第一通道巡检到最后一个通道所使用的时间为一个巡检周期。巡检周期应符合巡检仪说明书上给出的指标要求。

4.1.4 具有打印功能的巡检仪，不能有错打、漏打或打印不清等现象。

4.2 安全性能检查

4.2.1 绝缘电阻

在环境温度为 (15~35)℃，湿度为 45%~75% RH 的条件下，巡检仪电源端子-外壳、传感器-电源端子之间的绝缘电阻应符合表 1 的要求。

表 1 各端子间绝缘电阻技术要求

| 试 验 部 位 | 技 术 要 求 |
|----------|---------|
| 电源端子-外壳 | ≥20MΩ |
| 传感器-电源端子 | |

4.2.2 绝缘强度

在环境温度为 (15~35)℃，湿度为 45%~75% RH 的条件下，电源端子-外壳、传感器-电源之间施加表 2 所规定的频率为 50Hz 的试验电压，历时 1min，应无击穿、电晕和火花，巡检仪应能正常工作。

表 2 试验电压

| 试 验 部 位 | 试验电压/V |
|----------|--------|
| 电源端子-外壳 | 1 500 |
| 传感器-电源端子 | 1 000 |

4.3 测量误差

巡检仪各通道的示值与实际温度的差值为巡检仪测量误差。用下列两种形式之一表示。

4.3.1 以与被测量值有关的量程和量化单位表示：

$$\Delta_{\max} = \pm (a \% FS + bd)$$

式中： Δ_{\max} ——最大允许测量误差，℃；

a ——巡检仪准确度等级；

FS——巡检仪的量程，℃；

b ——在数字化过程中产生的量化误差，一般为 1；

d ——输出信息末位 1 个字所表示的值，℃。

4.3.2 直接以被测量值表示：

$$\Delta_{\max} = \pm K$$

式中：K——允许的测量误差限，℃。

5 校准条件

5.1 校准条件

5.1.1 校准用标准器，见表3。

表3 校准用标准器

| 序号 | 标准器名称 | 测量范围 | 技术性能 | 用途 | 备注 |
|----|---------|-------------|------|-----|-------------------------|
| 1 | 标准水银温度计 | (-30~+300)℃ | 二等 | 标准器 | 也可以使用准确度等级不低于上述要求的其他标准器 |
| 2 | 标准汞基温度计 | (-60~0)℃ | 二等 | | |

5.1.2 校准用配套设备，见表4。

表4 配套设备

| 序号 | 技术性能 名称 | 测量范围 | 工作区域 水平温差 | 工作区域 最大温差 | 温度波动度 | 用途 |
|----|------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| 1 | 恒温油槽 | (95~300)℃ | 0.04℃ | 0.08℃ | ±0.05℃/10min | 温度源 |
| 2 | 恒温水槽 | 室温~95℃ | 0.02℃ | 0.04℃ | ±0.05℃/10min | |
| 3 | 酒精低温槽 | -80℃~室温 | 0.05℃ | 0.10℃ | ±0.05℃/10min | |
| 4 | 冰点器 | — | | | | 测量零点 |
| 5 | 读数望远镜 | 放大倍数5倍以上 | | | | 读数装置 |
| 6 | 兆欧表 | 额定电压为500V，10.0级 | | | | 测量绝缘电阻 |
| 7 | 耐电压试验仪 | 输出电压大于1500V，功率不低于0.25kW | | | | 测量绝缘强度 |
| 8 | 秒表 | 最小分度值不大于0.1s | | | | 测量巡检周期 |

5.2 环境条件

校准时环境条件为(20±5)℃，湿度为45%~75%RH。

电源电压变化不超过额定电压的±1%，电源频率变化不超过额定频率的±1%。

6 校准方法

6.1 外观检查

巡检仪的外观用目测法检查。

6.2 显示功能的检查

接通巡检仪电源，检查各部位开关，按键操作应灵活、可靠，在规定的状态下应具有相应的功能。

将巡检仪传感器由室温直接插入低于零度的恒温槽中，此时应明显地观察到巡检仪示值由室温变化到负温度值，并显示“-”的极性符号及相应的通道号和温度值。再将巡检仪传感器插入超上限温度中，巡检仪应明显地显示出过载的符号及相应通道号。当断开任意一通道传感器时，巡检仪应发出报警信号。此项可在所有通道内任选一通道作单点考核，也可与测量误差同时进行。

6.3 巡检周期的检查

巡检仪的巡检周期，可在测量范围内的任意温度下进行。巡检仪在正常的巡回检测状态下，当显示第一通道号及相应的温度值时，同时启动秒表，直到显示最后一通道号及相应的温度值时停止计时。试验重复测量2次，取2次测量的平均值作为巡检仪的巡检周期。

6.4 绝缘电阻的检查

巡检仪的绝缘电阻用额定电压500V的兆欧表检查。检查时，切断外部电源，并将巡检仪电源开关置于接通位置，然后按表1规定的部位进行测量。

6.5 绝缘强度的检查

检查时，将巡检仪与外部电源切断，并将巡检仪电源开关置于接通位置，按表2规定的部位和试验电压进行测量。测量时耐电压试验仪试验电压由零逐步平稳地上升到规定值，并保持1min，最后使试验电压平稳地下降为零。

6.6 测量误差校准

6.6.1 预热、预调

接通巡检仪电源，预热30min，具有零点（或下限值）、量程可调的巡检仪，在校准前按说明书要求调整各通道的零点（或下限值）及量程。在校准过程中，不得进行调整。

6.6.2 校准点选择

巡检仪测量误差的校准点应均匀地分布在整个测量范围的整度点上，包括零点和上、下限值在内，不得少于5个点。

在特殊情况下，可根据用户要求选择校准点，但不得少于3个校准点。

6.6.3 校准顺序

先校准零点，再分别向上限值或下限值逐点进行校准。

6.6.4 零点的校准

零点示值的校准应在冰点器中进行，将巡检仪传感器插入冰点器中，待示值稳定后即可读数。

6.6.5 其他各温度点的校准

其他各温度点的校准均在恒温槽中进行。将巡检仪传感器放置在玻璃试管中，玻璃试管的内径应与传感器直径和宽度相适应。校准时，将装入传感器的玻璃管插入介质中，插入深度不少于300mm。为了消除玻璃试管内空气的对流，需用棉花塞紧管口。将恒温槽温度恒定在被校准点上，温度偏离校准点不得超过 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ （以标准器示值为准），稳定20min后，开始读数，其读数顺序如下：

标准→被校1→被校2→……→被校n→标准

标准→被校 1→被校 2→……→被校 n →标准

读数时，令巡检仪在所有通道巡回检测两个周期（即测量每个通道的显示值不少于两次），并记录或打印各通道显示的温度值，取各通道两次读数的平均值与实际温度的差值来确定该校准点的测量误差。两次读数的时间间隔要大于或等于被校巡检仪的巡检周期。读数过程中槽温应恒定或缓慢、均匀地上升，整个读数过程中槽温变化不得超过 0.5°C （若在读数过程中槽温变化超过 0.5°C ，则应对该巡检仪在温度点重新进行校准）。用同样的方法依次校准其他各点。

用恒温水槽或酒精低温槽校准时，对密封良好的传感器可不用玻璃试管，将传感器固定后直接插入槽内校准，插入深度不应少于 300mm 。

6.6.6 实际温度与测量误差的计算

实际温度用下式计算：

$$t_f = t_v + x$$

式中： t_f ——实际温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

\bar{t}_v ——标准器四次读数的平均值， $^{\circ}\text{C}$ ；

x ——标准器在校准温度点的修正值， $^{\circ}\text{C}$ 。

巡检仪测量误差的计算公式如下：

$$\Delta t_i = t_i - t_f$$

式中： Δt_i ——被检巡检仪某一通道的测量误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_i ——被检巡检仪某一通道的测量平均值， $^{\circ}\text{C}$ 。

7 校准结果的表达

经校准的巡检仪发给校准证书，证书中应给出以下信息：证书的唯一性标识；送校单位的名称和地址；巡检仪的描述和明确标识；校准依据的技术规范的标识；各校准点的测量误差与测量结果的不确定度，还应包括校准环境的描述以及本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明等信息。

8 复校时间间隔

巡检仪的复校时间间隔可根据具体情况由用户确定，建议复校时间间隔最长不超过 1 年。

附录 A

原始记录格式

送校单位：

地址：

| | | | | | | | |
|-------------|-----------|-------------------|----|------|---|----|-----------|
| 仪器名称 | | | | 证书编号 | | | |
| 制造厂 | | 型号 | | 出厂编号 | | | |
| 标准器名称 | | 标准器编号 | | 有效期至 | | | |
| 测量范围 | | 不确定度 (或 准确度等级) | | | | | |
| 校准依据 | | | | 温度 | ℃ | 湿度 | %RH |
| 校准日期 | 年 | 月 | 日 | 有效期至 | 年 | 月 | 日 |
| 周期 校准点/℃ | 标准温度计示值/℃ | 被检巡检仪各通道示值/℃ | | | | | 标准温度计示值/℃ |
| | | 1# | 2# | 3# | … | n# | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | | |
| 修正值 | | | | | | | |
| 实际值 | | | | | | | |
| 巡检仪测量误差/℃ | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | | |
| 修正值 | | | | | | | |
| 实际值 | | | | | | | |
| 巡检仪测量误差/℃ | | | | | | | |
| 外观 | | 显示功能 | | 巡检周期 | | | |
| 绝缘电阻 | | | | 绝缘强度 | | | |
| 校准员 | | 核验员 | | 结论 | | | |

附录 B

校准证书内页格式

证书编号：

校准所使用的主要测量设备：

| 标准器名称 | 标准器编号 | 测量范围 | 不确定度或准确度等级或最大允许误差 | 检/校证书有效期至 |
|-------|-------|------|-------------------|-----------|
| | | | | |

校准的环境条件

温度：

℃

湿度：

%RH

测量结果的不确定度：

校准结果

1. 测量误差

| 测量误差 通道号 校准点 / °C | 测量误差/°C | | | |
|-------------------------|---------|----|-----|----|
| | 1# | 2# | ... | n# |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

2. 外观检查

3. 显示功能检查

4. 巡检周期检查

5. 绝缘电阻检查

6. 绝缘强度检查

注：第2~6条应填写检查结果是否符合规范相关条款的要求。

附录 C

测量结果不确定度分析实例

C.1 测量方法

本方法适用于二等标准水银温度计校准温度巡回检测仪测量结果的不确定度分析(以分辨力为 0.1°C 的温度巡回检测仪第 i 个通道在温度校准点 200°C 的测量结果为例)。

C.2 数学模型

式中: Δt_i ——被检巡检仪某一通道的测量误差, $^{\circ}\text{C}$;

t_i ——被检巡检仪某一通道的测量平均值, $^{\circ}\text{C}$ 。

\bar{t}_v ——标准器四次读数的平均值, $^{\circ}\text{C}$;

x ——二等标准水银温度计的修正值, $^{\circ}\text{C}$ 。

C.3 根据数学模型列出各个不确定度分量的来源

标准装置在测量各点温度时的不确定度来源见表 C.1。

表 C.1 标准装置在测量各点温度时的不确定度来源

| 输入量 | 序号 | 不确定度来源 |
|-------------------|-------------|--------------------------------|
| $t_i - \bar{t}_v$ | $u(x_{11})$ | 测量重复性(包含了巡检仪自身的短期不稳定性和恒温槽的波动度) |
| | $u(x_{12})$ | 温场不均匀性 |
| | $u(x_{13})$ | 分辨力引入 |
| x | $u(x_2)$ | 标准器引入 |

C.4 评定各输入量的标准不确定度 $u(x_i)$ C.4.1 计算不确定度分量 $u(x_1)$ C.4.1.1 计算重复测量引入的不确定度分量 $u(x_{11})$

选三支足够稳定的温度巡回检测仪(编号为 1, 2, 3)作为被测对象, 在一周时间内在 200°C 重复测量, 各得到 10 个观测值(标准读数和被检读数之间的差值), 见表 C.2。

表 C.2 重复测量得到的观测值(以分辨力 0.1°C 为例)/ $^{\circ}\text{C}$

| 读数次数 | 200 | | |
|------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 0.3 | 0.5 | 0.3 |
| 2 | 0.3 | 0.6 | 0.3 |
| 3 | 0.4 | 0.5 | 0.4 |

表 C.2 (续)

/℃

| 读数次数 | 200 | | |
|--|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 0.4 | 0.6 | 0.2 |
| 5 | 0.3 | 0.5 | 0.3 |
| 6 | 0.4 | 0.6 | 0.4 |
| 7 | 0.4 | 0.7 | 0.3 |
| 8 | 0.5 | 0.6 | 0.4 |
| 9 | 0.4 | 0.7 | 0.3 |
| 10 | 0.4 | 0.6 | 0.4 |
| $s_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{9}}$ | 0.063 | 0.074 | 0.067 |

合并以上样本偏差得到：

$$s_p = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 s_k^2} = 0.068^\circ\text{C}$$

$$\nu_1 = 27$$

获得了各点的合并样本偏差 s_p 以后，所建立的标准装置在实际测量中对被测量进行 2 次重复测量，以 2 次测量的平均值作为测量结果，所以

$$u(x_{11}) = 0.068/\sqrt{2} = 0.048^\circ\text{C}$$

$$\nu(x_{11}) = 27$$

C.4.1.2 温场不均匀性引入的不确定度分量 $u(x_{12})$

恒温油槽工作区域最大温差不超过 0.01°C ，按均匀分布：

$$u(x_{12}) = 0.01/\sqrt{3} = 0.0058^\circ\text{C}$$

不可靠程度为 10%，则自由度：

$$\nu(x_{12}) = \frac{1}{2 \times (10\%)^2} = 50$$

C.4.1.3 分辨力引入的标准不确定度分量 $u(x_{13})$

仪表分辨力引入的误差区间的半宽为分辨力的 1/2，取均匀分布（分辨力为 0.1°C ）：

$$u(x_{13}) = \frac{0.1}{2 \times \sqrt{3}} = 0.029^\circ\text{C}$$

不可靠程度为 10%，则自由度：

$$\nu(x_{13}) = \frac{1}{2 \times (10\%)^2} = 50$$

$$u(x_1) = \sqrt{u^2(x_{11}) + u^2(x_{12}) + u^2(x_{13})} = \sqrt{0.048^2 + 0.0058^2 + 0.029^2} = 0.056^\circ\text{C}$$

$$\nu(x_1) = \frac{u^4(x_1)}{\frac{u^4(x_{11})}{\nu(x_{11})} + \frac{u^4(x_{12})}{\nu(x_{12})} + \frac{u^4(x_{13})}{\nu(x_{13})}} = \frac{0.056^4}{\frac{0.048^4}{27} + \frac{0.0058^4}{50} + \frac{0.029^4}{50}} = 48$$

C.4.2 计算不确定度分量 $u(x_2)$

二等标准水银温度计在 200℃ 的修正值引入的不确定度:

$$u(x_2) = 0.014^\circ\text{C}$$

自由度:

$$\nu(x_2) = 50$$

C.5 计算合成标准不确定度 $u_c(y)$ 和有效自由度 ν_{eff}

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta t_i)}{\partial(t_i - t_v)} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta t_i}{\partial x} = -1$$

$$\begin{aligned} u_c(y) &= \sqrt{u_1^2(y) + u_2^2(y)} = \sqrt{c_1^2 u^2(x_1) + c_2^2 u^2(x_2)} \\ &= \sqrt{1^2 (0.056)^2 + (-1)^2 (0.014)^2} = 0.058^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(y)}{\frac{u_1^4(y)}{\nu(x_1)} + \frac{u_2^4(y)}{\nu(x_2)}} = \frac{0.058^4}{\frac{0.056^4}{48} + \frac{(-0.014)^4}{50}} = 54$$

C.6 计算扩展不确定度 U_{95}

查 t 分布表, 得包含因子:

$$k_p = t_{95}(54) = 2.005$$

温度巡回检测仪在 200℃ 的测量结果不确定度:

$$U_{95} = 2.005 \times u_c(y) = 2.005 \times 0.058 = 0.12^\circ\text{C}$$

$$\nu_{\text{eff}} = 54$$

中华人民共和国
国家计量技术规范
温度巡回检测仪校准规范
JJF 1171—2007
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 字数14千字
2007年4月第1版 2007年4月第1次印刷
印数1—2 000
统一书号 155026—2242 定价：18.00元