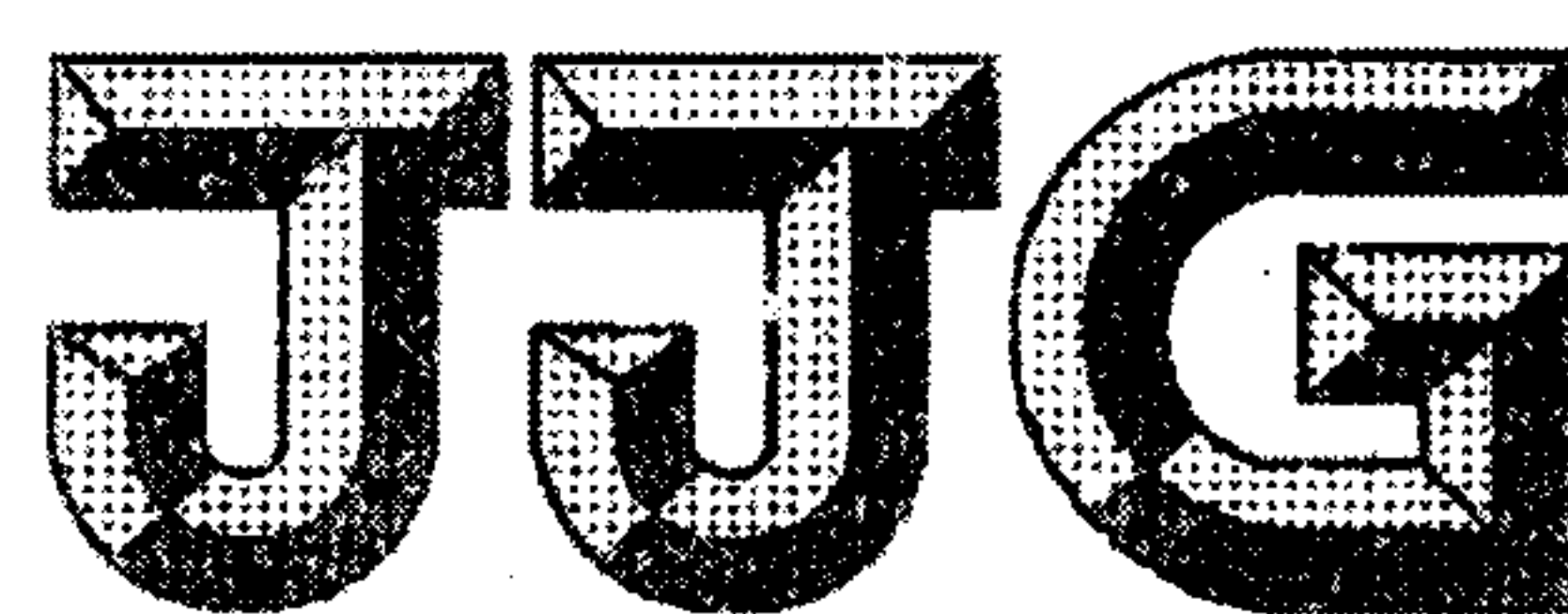




中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 161—2010

标准水银温度计

Standard Mercury-in-Glass Thermometers

2010—09—06 发布

2011—03—06 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

标准水银温度计检定规程

Verification Regulation of Standard

Mercury-in-Glass Thermometers

JJG 161—2010

代替 JJG 161—1994

JJG 128—2003

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2010 年 9 月 6 日批准，并自 2011 年 3 月 6 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：中国计量科学研究院

北京市计量检测科学研究院

云南省计量测试技术研究院

广东省计量科学研究院

参加起草单位：冀州市耀华器械仪表厂

本规程委托全国温度计量技术委员会负责解释

本规程起草人：

张 哲（中国计量科学研究院）

张 克（北京市计量检测科学研究院）

饶 杰（云南省计量测试技术研究院）

梁显有（广东省计量科学研究院）

参加起草人：

王 颖（北京市计量检测科学研究院）

冯玉玲（中国计量科学研究院）

徐彦发（冀州市耀华器械仪表厂）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(1)
5.1 示值修正值和零位	(1)
5.2 示值稳定性	(2)
5.3 毛细管均匀性和刻线等分均匀性允许误差	(2)
6 通用技术要求	(3)
6.1 玻璃	(3)
6.2 感温液和感温液柱	(3)
6.3 刻度与标识	(3)
6.4 标准水银温度计的几何尺寸	(3)
7 计量器具控制	(4)
7.1 检定条件	(4)
7.2 检定项目	(4)
7.3 检定方法	(5)
7.4 检定的数据计算	(6)
7.5 检定结果处理	(7)
附录 A 标准水银温度计后续检定记录参考格式	(8)
附录 B 标准水银温度计后续检定证书数据页参考格式	(9)
附录 C 标准水银温度计检定结果通知书数据页参考格式	(10)
附录 D 水银蒸发滴的连接方法	(11)
附录 E 水三相点的制备及使用方法	(12)

标准水银温度计检定规程

1 范围

本规程适用于测量范围为 $(-60 \sim 300)^\circ\text{C}$ ，分度值为 0.05°C 或 0.1°C 的标准水银（含汞基合金）温度计的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

JJG 160—2007 标准铂电阻温度计

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语

3.1 零位误差 zero point error

标准水银温度计处于 0°C 时的示值误差，简称零位。

3.2 示值修正值 correction of indication

实际温度值与温度计测量温度值的差值，即

示值修正值 = 实际温度值 - 温度计示值

3.3 温度波动性 thermostatic baths temperature volatility

恒温时恒温槽工作区域在一定时间间隔内，温度变化的范围。

3.4 温度均匀性 thermostatic baths temperature uniformity

恒温时恒温槽工作区域内最高温度与最低温度的差。

4 概述

标准水银温度计是利用水银（或汞基合金）在感温泡和毛细管内的热胀冷缩原理来测量温度的。标准水银温度计结构为棒式（含透明棒式）或内标式，主要用于检定工作用温度计，也可用于精密测温。

一套测量范围为 $(-60 \sim 300)^\circ\text{C}$ 的标准水银温度计应不少于七支。

原一等标准水银温度计及二等标准水银温度计分级取消，图 1 棒式温度计示意图合并为标准水银温度计。

5 计量性能要求

5.1 示值修正值和零位

首次检定和后续检定的标准水银温度计示值修正值、零位应符合表 1 的规定。

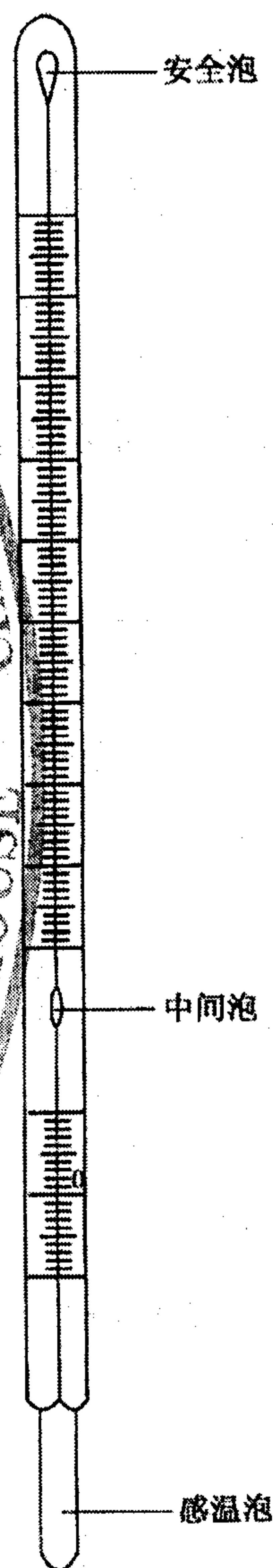


表 1 标准水银温度计示值修正值及零位允许范围

℃

测量范围	首次检定示值修正值及 零位允许范围	后续检定示值修正值及 零位允许范围
-60~0	±0.20	±0.25
-30~20	±0.15	±0.20
0~50	±0.15	±0.15
50~100	±0.15	±0.15
100~150	±0.20	±0.25
150~200	±0.20	±0.25
200~250	±0.25	±0.35
250~300	±0.25	±0.35

后续检定的标准水银温度计相邻两周期检定结果修正值之差的绝对值应符合表 2 的规定。

表 2 标准水银温度计相邻两周期检定结果的差值

℃

测量范围	相邻两周期检定结果的允许差值的绝对值 (扣除零位变化后的示值修正值)
-60℃~0℃	0.08
-30℃~20℃	0.06
0℃~100℃	0.05
100℃~200℃	0.07
200℃~300℃	0.10
零位	0.06

5.2 示值稳定性

标准水银温度计示值稳定性以零位上升值和低降值来考核,应符合表 3 的规定。

表 3 标准水银温度计示值稳定性

℃

上限温度	零位上升值应不超过	零位低降值应不超过
100	0.02	0.05
150, 200	0.03	0.10
250, 300	0.05	0.25

5.3 毛细管均匀性和刻线等分均匀性允许误差

首次检定的标准水银温度计应抽检两相邻检定点中间点,得到示值修正值的结果应符合表 1 的规定,并且与通过线性内插计算得到的示值修正值之差,应不超过 0.08℃。

6 通用技术要求

6.1 玻璃

6.1.1 标准水银温度计玻璃表面应光洁透明，应没有显见的弯曲现象，在刻度范围内应没有影响读数的缺陷。

6.1.2 标准水银温度计为棒式（含透明棒式）或内标式，非透明棒式温度计背面应熔入一条白色釉带。

6.1.3 毛细管孔径要均匀，毛细管与感温泡、中间泡、安全泡连接处应呈圆滑弧形，应没有颈缩现象。

6.2 感温液和感温液柱

6.2.1 水银和汞基合金液体应纯净，没有显见的杂质。汞基合金在测量范围内应不出现凝固现象。

6.2.2 标准水银温度计感温液的液柱，应没有不可修复的断节。

6.2.3 感温液面随温度变化，上升时应没有明显的停滞或跳跃现象；下降后在管壁上应不留有液痕。

6.3 刻度与标识

6.3.1 标准水银温度计刻线应与毛细管的中心线相垂直。正面观察非透明棒式标准水银温度计时全部刻线和温度数字应投影在釉带范围内，内标式标准水银温度计的毛细管应紧固在标尺板的中央位置。

6.3.2 玻璃棒、玻璃套管和标尺板上的数字、刻线应清晰完整，涂色应无脱落。分度值为 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的标准水银温度计应每隔 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 标注数字；分度值为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的标准水银温度计应每隔 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 标注数字。温度计上、下限以外和零位刻线两侧应有不少于 10 条的扩展刻线。

6.3.3 标准水银温度计应有以下标识：表示温度单位的符号“ $^{\circ}\text{C}$ ”、制造厂名或厂标、制造年月、编号等。

6.3.4 刻线应均匀，刻线宽度应不大于两相邻刻线间距的十分之一。

6.4 标准水银温度计的几何尺寸

6.4.1 标准水银温度计零位刻线与感温泡上端的距离应不小于 40 mm ；

6.4.2 标准水银温度计下限温度刻线与中间泡上端的距离应不小于 50 mm ；

6.4.3 标准水银温度计上限温度刻线与安全泡下端的距离应不小于 30 mm ；

6.4.4 测量下限温度低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的标准水银温度计，其下限温度刻线与感温泡上端的距离应不小于 90 mm ；

6.4.5 标准水银温度计全长： $(-30\sim 300)^{\circ}\text{C}$ 范围的每支温度计的长度应不超过 540 mm ； $(-60\sim 0)^{\circ}\text{C}$ 的温度计的长度应不超过 560 mm ；

6.4.6 新制棒式标准水银温度计外径 $(7\pm 0.5)\text{ mm}$ 。感温泡的外径应不大于温度计的棒体。

7 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定和后续检定。

7.1 检定条件

7.1.1 标准器及配套设备

标准器与配套设备见表 4。

表 4 标准器与配套设备

设备名称		技术指标		用 途
标准器		二等标准铂电阻温度计		检定用标准器
电测设备		相对误差 $\leq 3 \times 10^{-5}$		标准铂电阻温度计配套测温显示仪器
恒温槽	测量范围	温度均匀性	温度波动性 (10 分钟)	检定用配套设备
	-60℃~5℃	0.030℃	0.025℃	
	5℃~95℃		0.020℃	
	90℃~300℃		0.025℃	
水三相点瓶		扩展不确定度优于 0.001℃ ($k=2$)		检定标准水银温度计零位及测量标准铂电阻温度计水三相点电阻值
读数装置		放大倍数 5 倍以上，可调水平		读标准水银温度计示值
冰点器		—		检定标准水银温度计零位（可选）
制冰、碎冰装置 保温容器		—		制作冰点器或水三相点瓶保温

注：允许使用技术指标不低于表 4 的其他检定设备。

7.1.2 检定环境条件应符合相应检定设备的技术要求。

7.2 检定项目

温度计检定项目见表 5。

表 5 检定项目

检定项目	首次检定	后续检定
示值修正值	+	+
零位	+	+
示值稳定性	+	—
毛细管均匀性及刻度等分均匀性	+	—
玻璃	+	+
感温液和感温液柱	+	+
刻度与标识	+	—
几何尺寸	+	—

注：表中“+”表示应检项目，“—”表示不检项目。

7.3 检定方法

7.3.1 外观

用目测或长度量具检查标准水银温度计应符合本规程通用技术要求。温度计液柱有断节或有气泡时，按附录 D 方法修复。

7.3.2 示值稳定性检定

首次检定的标准水银温度计应进行示值稳定性的检查。示值稳定性是以零位上升值和零位低降值来测定的。上限温度不低于 100 °C 的标准水银温度计在首次检定时应进行此项检查，方法如下：

7.3.2.1 恒温槽升至上限温度时插入标准水银温度计，使温度计下限刻线处于液面位置，30 分钟后取出自然降至室温，检定零位 Z_1 。

7.3.2.2 恒温槽升至上限温度时插入标准水银温度计，使温度计下限刻线处于液面位置，24 小时后取出自然降至室温，检定零位 Z_2 。

7.3.2.3 恒温槽升至上限温度时插入标准水银温度计，使温度计下限刻线处于液面位置，10 分钟后关闭恒温槽的加热电源。当温度计指示降至高于下限温度刻线 2 °C 左右时，将温度计向下插入，使上限刻线处于恒温槽液面，随恒温槽自然冷却至室温附近时，取出并检定零位 Z_3 。

7.3.3 毛细管均匀性和刻线等分均匀性允许误差的检定

首次检定的标准水银温度计，应抽检两相邻规定检定点的中间点示值修正值，检定方法参见 7.3.5。

7.3.4 检定注意事项

7.3.4.1 标准铂电阻温度计插入恒温槽内的深度应不小于 250 mm，通过标准铂电阻温度计的电流应为 1 mA。必须经常测量标准铂电阻温度计在水三相点的电阻值 R_{tp} ，用新测得的 R_{tp} 计算实际温度。

7.3.4.2 检定温度点偏离环境温度较大时，标准水银温度计插入恒温槽前需要预热或预冷。

7.3.4.3 被检标准水银温度计要按全浸方式垂直插入恒温槽内，露出液柱长度不大于 15 个分度值，恒温槽温度稳定 10 分钟后方可读数。恒温槽温度偏离检定温度应控制在 0.2 °C 以内（以标准器为准），且测温介质液面应充满至槽盖表面。一个检定点读数完毕，槽温变化应不超过 0.02 °C。

7.3.5 示值修正值

示值修正值检定采用比较法。

7.3.5.1 检定顺序：以 0 °C 为界，分别向上限或下限方向逐点进行检定。

7.3.5.2 检定温度点：分度值为 0.05 °C 的标准水银温度计，检定间隔为 5 °C；分度值为 0.1 °C 的标准水银温度计，检定间隔为 10 °C。

7.3.5.3 用读数装置观测标准水银温度计的示值。读数前要调节好它的水平位置，确保视线与温度计刻线垂直。读数时只读取偏离检定名义温度的温度偏差，偏离一个分度值读数为 10，读数时应估读到分度值的十分之一，高于名义温度读数为正，低于名义温度读数为负，按标准→被检→被检→标准的读数顺序读取两个循环（共四组数据）。

7.3.6 零位

零位检定可采用定点法或比较法。

零位的检定可在恒温槽或冰点器中按比较法检定，也可以在水三相点瓶中测量。不同范围的标准水银温度计零位检定顺序见表6。水三相点制备及使用参见附录E。温度计垂直插入温场时，零位刻线高出冰面（或液面）不超过10个分度值，稳定后用读数装置读取两个循环共四组数据。

表6 不同测量范围标准水银温度计的零位检定顺序

测量范围	下限温度检定后	上限温度检定后	备 注
25 ℃~50 ℃	—	+	上限温度检定后的零位作为 该量程各检定点的零位
50 ℃~75 ℃	—	+	
75 ℃~100 ℃	—	+	
50 ℃~100 ℃	—	+	
100 ℃~150 ℃	+	+	
150 ℃~200 ℃	+	+	
200 ℃~250 ℃	+	+	
250 ℃~300 ℃	+	+	
注：表中“+”表示应检项目，“—”表示可不检项目。			

7.4 检定的数据计算

7.4.1 首次检定的数据计算

7.4.1.1 示值稳定性计算

按照7.3.2方法检定的标准水银温度计，计算零位上升值和零位低降值。零位上升值由 Z_2 减去 Z_1 得出；零位低降值由 Z_2 减去 Z_3 得出。计算结果应符合表3的规定。

7.4.1.2 毛细管均匀性和刻线等分均匀性允许误差的计算

抽检两相邻检定点的中间点的示值修正值，结果应符合表1的规定；该示值修正值与通过内插计算得出的中间点示值修正值之差，应符合5.3的规定。

7.4.2 后续检定的数据计算

7.4.2.1 标准铂电阻温度计实际温度偏差计算

标准铂电阻温度计测量的实际温度偏差 Δt_s 按式(1)计算：

$$\Delta t_s = t_s - t_n = \frac{W_t - W_{t_n}}{\left(\frac{dW_t}{dt}\right)_{t_n}} \quad (1)$$

式中： Δt_s ——标准器实际温度偏差，℃；

t_s ——标准器示值，℃；

t_n ——检定点名义温度，℃；

W_t ——标准铂电阻温度计在温度 t 时的电阻比 $\frac{R_t}{R_{tp}}$ ；

R_t ——标准铂电阻温度计在温度 t 时的电阻值；

R_{tp} ——标准铂电阻温度计在水三相点温度的电阻值；

$W_{t_n}, \left(\frac{dW_t}{dt}\right)_{t_n}$ ——由标准铂电阻温度计分度表给出的温度 t_n 对应的电阻比和电阻比变化率。

7.4.2.2 标准水银温度计示值修正值计算

被检标准水银温度计检定结果应给出示值修正值。示值修正值 x 按式 (2) 计算：

$$x = \Delta t_s - \Delta t_x \quad (2)$$

式中： x ——标准水银温度计示值修正值，℃；

Δt_x ——被检标准水银温度计温度偏差平均值，℃。

7.4.2.3 标准水银温度计零位计算

被检标准水银温度计在水三相点检定的零位 a_{01} 按式 (3) 计算：

$$a_{01} = a'_1 \times d - 0.01 \quad (3)$$

式中： a'_1 ——标准水银温度计在水三相点瓶中的刻线偏差读数，格；

d ——标准水银温度计分度值。

被检标准水银温度计在恒温槽或冰点器中检定的零位 a_{02} 按式 (4) 计算：

$$a_{02} = a'_2 \times d - \Delta t_s \quad (4)$$

式中： a'_2 ——标准水银温度计在 0℃ 附近的刻线偏差读数，格。

7.5 检定结果处理

7.5.1 经检定各项指标均符合要求的标准水银温度计为合格，有一项不符合的即为不合格。检定合格的发给检定证书，不合格的发给检定结果通知书，并注明不符合项。

7.5.2 检定证书中应给出被检标准水银温度计检定点的示值修正值及上下限温度后的零位。具体格式参见附录 B。给出位数修约到分度值的十分之一，末位数为分度值的整数倍。

7.5.3 标准水银温度计的检定周期应不超过 2 年。

7.5.4 送检温度计应带上周期检定证书。

附录 A

标准水银温度计后续检定记录参考格式

标准水银温度计检定记录

标准器：_____ 标准器证书编号：_____ 被检编号：_____

原始记录编号：_____ 测温范围：_____℃ 分度值：_____℃ 型号：_____式

制造厂：_____ 送检单位：_____

名义温度/℃								
测量次数	标准 /Ω	被检温度 偏差/℃	标准 /Ω	被检温度 偏差/℃	标准 /Ω	被检温度 偏差/℃	标准 /Ω	被检温度 偏差/℃
1								
2								
3								
4								
平均值								
温度偏差/℃								
示值修正值/℃								
证书给出值/℃								
备注								
名义温度/℃					零点位置			
测量次数	标准 /Ω	被检温度 偏差/℃	标准 /Ω	被检温度 偏差/℃	标准 /Ω	被检温度 偏差/℃	标准 /Ω	被检温度 偏差/℃
1								
2								
3								
4								
平均值								
温度偏差/℃								
示值修正值/℃					_____℃后		_____℃后	
证书给出值/℃								
备注								

检定依据：_____ 日期：_____

外观检查：_____ 环境温度：_____℃ 相对湿度：_____ %RH

结论：_____ 证书编号：_____ 检定者：_____ 复核者：_____

附录 B

标准水银温度计后续检定证书数据页参考格式

B.1 测量范围不包含 0 °C 的标准水银温度计举例

测量范围： $(150 \sim 200) ^\circ\text{C}$ 分度值： $0.1 ^\circ\text{C}$

名义温度 / $^\circ\text{C}$	150	160	170	180	190	200
示值修正值 / $^\circ\text{C}$	+0.01	-0.01	+0.06	+0.08	+0.04	+0.07

150 °C 检定后的零位为： $-0.09 ^\circ\text{C}$ ；200 °C 检定后的零位为： $-0.09 ^\circ\text{C}$ 。

(斜体为举例数据)

注：1. 检定方式：全浸；

2. 根据示值计算实际温度的公式：实际温度 = 温度计示值 + 示值修正值；

3. 下次送检请带此证书。

B.2 测温范围包含 0 °C 的标准水银温度计举例

测量范围： $(0 \sim 50) ^\circ\text{C}$ 分度值： $0.1 ^\circ\text{C}$

名义温度/ $^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50
示值修正值/ $^\circ\text{C}$	+0.01	+0.03	0.00	+0.01	+0.03	-0.01

(斜体为举例数据)

注：1. 检定方式：全浸；

2. 根据示值计算实际温度的公式：实际温度 = 温度计示值 + 示值修正值；

3. 下次送检请带此证书。

附录 C

标准水银温度计检定结果通知书数据页参考格式

C.1 测量范围不包含 0 °C 的标准水银温度计举例

测量范围：*(150~200)* °C 分度值：*0.1* °C

名义温度 /°C	150	160	170	180	190	200
示值修正值 /°C	<i>+0.01</i>	<i>-0.01</i>	<i>+0.06</i>	<i>+0.08</i>	<i>+0.04</i>	<i>+0.07</i>

150 °C 检定后的零位为：*-0.09* °C；200 °C 检定后的零位为：*-0.09* °C。

(斜体为举例数据)

注：被检标准水银温度计检定结果不合格；

不合格项：_____。

C.2 测温范围包含 0 °C 的标准水银温度计举例

测量范围：*(0~50)* °C 分度值：*0.1* °C

名义温度/°C	0	10	20	30	40	50
示值修正值/°C	<i>+0.01</i>	<i>+0.03</i>	<i>0.00</i>	<i>+0.01</i>	<i>+0.03</i>	<i>-0.01</i>

(斜体为举例数据)

注：被检标准水银温度计检定结果不合格；

不合格项：_____。

附录 D

水银蒸发滴的连接方法

D.1 分离滚动法

该法适合于连接冷凝在中间泡上部呈雾状的水银蒸发滴，连接方法如下：用手轻弹震动处在中间泡下端部的水银液面，使其分离出一微小的水银珠。将标准水银温度计倒置，并轻轻震动，使水银珠移到中间泡上部有水银蒸发雾滴处。然后，一只手握住温度计的下部，使中间泡的上部在另一只手的掌心部轻轻敲动，每敲动一次要使温度计旋转一个角度，这样，便使分离出的水银珠在有水银蒸发雾滴处滚动。要随时用放大镜观察，直到全部蒸发雾滴与小水银珠合为一体为止。然后，对感温泡稍加温热，使中间泡下端的液面稍有增大，此时可手握温度计的感温泡轻轻震动，使水银珠下移与主体相连接。

D.2 分离热中间泡法

该法适用于连接毛细管内的水银蒸发滴。首先按照上述的方法，分离出一小水银珠，然后手握温度计的头部使其垂直倒立，在桌面上轻轻震动，使小水银珠堵塞在中间泡上顶端的毛细管。此时可用酒精灯烘烤中间泡，使其内充气体膨胀，这样，水银珠被推动，在毛细管内形成小水银柱向上移动，便可与毛细管内的水银蒸发滴连接上。然后将温度计放置在室温下冷却，使水银柱下移到中间泡上端，若不能形成小水银珠，可用冰冷却中间泡；也可用酒精灯烘烤安全泡，这样就可形成小水银珠，经过震动后便可使其与水银主体相连接。

附录 E

水三相点的制备及使用方法

E.1 水三相点瓶的冻制步骤

(1) 水三相点冻制前, 先将它放在一个装有碎冰的保温容器中预冷 (1~2) 小时, 使其温度降到接近 0 °C。

(2) 用酒精将温度计插管内部冲洗干净, 为能较好的进行热交换, 可滴几滴无水乙醇, 然后在管内加进液氮 (或干冰), 使水三相点瓶插管周围冻结成一层厚度约为 10 mm 的均匀冰套。冻制时, 要注意水三相点瓶内的水不能与瓶外壁冻结, 冻制过程中要不时轻轻晃动水三相点瓶, 使瓶内水的表面不易结成冰层, 以防水三相点瓶冻裂。轻晃并能在管内上方形成冰套, 使产生气固相交界面。

(3) 在冰套形成后, 为使水三相点瓶中紧贴着插管表面的冰融化一层, 形成一个冰水交界面, 可将自来水注入水三相点瓶插管中, 即可使冰套自由转动, 这称为内融。

(4) 将插管中水倒掉, 换入预冷好的干净水, 最后将水三相点瓶保存在保温容器中即可。

水三相点瓶冻制好后的几个小时内, 由于冰结晶的生长或结晶应变, 测得的水三相点温度偏低, 大约经过 24 小时后才能逐渐稳定, 方可使用。

E.2 水三相点瓶使用方法

水三相点瓶使用前应先检查内部冰套是否能自由转动。通常从保温容器中取出水三相点瓶时内部冰套不会转动, 这时可用自来水对瓶的外表冲一下, 如还不转动可将一根玻璃棒插入温度计插管中并很快取出, 以促使冰套内融而松动。使用时, 水三相点瓶中心插管内的水应与其冰套等高。温度计应预冷 (5~10) 分钟后再插入水三相点瓶中, 并保证不带入冰屑, 标准铂电阻温度计预冷后应插入水三相点瓶插管底部。标准水银温度计预冷后, 垂直插入插管中, 使零刻线稍高于瓶内冰面, 并固定。如用冰瓶保存水三相点瓶时, 可用碎冰包围至水三相点瓶颈, 在水银刻线附近开窗口, 并放冷光源灯, 以便读数。约 10 分钟后在达到热平衡后才能开始测量。

中华人民共和国
国家计量检定规程

标准水银温度计

JJG 161—2010

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17千字

2010年10月第1版 2010年10月第1次印刷

印数1—1 000

统一书号 155026—2538 定价:24.00元