

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2189—2025

铂电阻温度计用精密测温仪校准规范

Calibration Specification for Precision Measuring Instruments
of Platinum Resistance Thermometers

2025-02-08 发布

2025-08-08 实施

国家市场监督管理总局 发布

铂电阻温度计用精密测温仪 校准规范

Calibration Specification for Precision
Measuring Instruments of
Platinum Resistance Thermometers

JJF 2189—2025

归口单位：全国温度计量技术委员会

主要起草单位：中国测试技术研究院

福建省计量科学研究院

中国计量科学研究院

参加起草单位：重庆市计量质量检测研究院

云南省计量测试技术研究院

本规范委托全国温度计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

赵 晶（中国测试技术研究院）
林 军（福建省计量科学研究院）
曾 颖（福建省计量科学研究院）
廖 艳（中国测试技术研究院）
邱 萍（中国计量科学研究院）

参加起草人：

张 雯（重庆市计量质量检测研究院）
许 澍（云南省计量测试技术研究院）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
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 校准项目与校准方法	(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 测温仪校准记录参考格式	(9)
附录 B 测温仪校准证书内页参考格式	(15)
附录 C 测温仪温度示值校准结果不确定度评定示例 (测温电桥法)	(17)
附录 D 测温仪电阻示值校准结果不确定度评定示例 (标准电阻法)	(20)
附录 E 标准铂电阻温度计校准用分度表 1 (R_{tp} 标称值为 $25\ \Omega$)	(23)
附录 F 标准铂电阻温度计校准用分度表 2 (R_{tp} 标称值为 $100\ \Omega$)	(24)
附录 G 标准铂电阻温度计校准用分度表 3 (R_{tp} 标称值为 $25\ \Omega$)	(25)
附录 H 标准铂电阻温度计校准用分度表 4 (R_{tp} 标称值为 $100\ \Omega$)	(26)
附录 J 测温电桥法标准温度值计算方法及示例	(27)
附录 K 标准电阻法标准温度值计算方法及示例	(28)

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编写的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

铂电阻温度计用精密测温仪校准规范

1 范围

本规范适用于 $(-196\sim 660)^{\circ}\text{C}$ 温度范围以内、使用标准铂电阻温度计内插算法的测温仪的校准。使用其他内插算法的电阻温度计的测温仪可参照本规范方法校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 160—2007 标准铂电阻温度计检定规程

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

铂电阻温度计用精密测温仪（以下简称为测温仪）是用于测量铂电阻温度计的电阻，依据标准铂电阻温度计内插算法直接显示温度的仪表，主要用于温度计量相关的检定、校准，也用于物理、化学、生物、医学等科学研究及工业生产中温度的高准确度测量。典型测温仪主要由恒流源模块、测量模块、信号处理模块和数据显示模块构成（见图 1），测温仪通常具有电流换向功能，并采用四线制接线方式，具有铂电阻温度计参数设置功能。

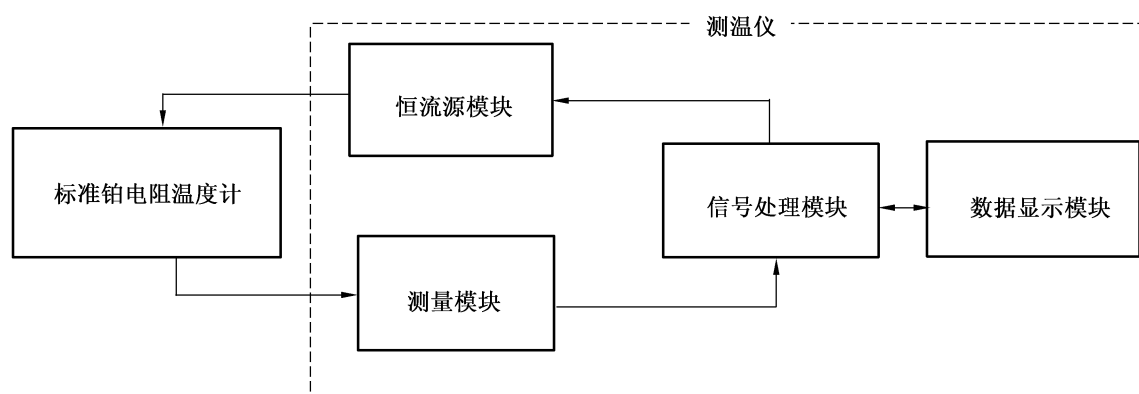


图 1 典型测温仪功能模块示意图

4 计量特性

计量特性见表 1。

表 1 测温仪典型技术指标

计量特性	温度	电阻
示值最大允许误差	$\pm (0.001 \sim 0.010) ^\circ\text{C}$	$\pm (0.0004\% \sim 0.004\%)$
示值分辨力	$0.001 ^\circ\text{C}$, $0.0001 ^\circ\text{C}$	0.0001Ω , 0.00001Ω
测量范围	$(-196 \sim 660) ^\circ\text{C}$	$(1 \sim 400) \Omega$

注：以上指标仅供参考，不用于符合性判定。

5 校准条件

5.1 环境条件

温度： $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 。

相对湿度：不大于 85%。

校准时的工作电源应满足测量标准器和被校测温仪的相关要求，周围应无电磁场干扰存在。

5.2 测量标准及其他设备

测温仪可采用测温电桥法或标准电阻法校准，表 2、表 3 给出了两种校准方法所需的测量标准及其他设备。可按校准方法从表 2 或表 3 选择所需的测量标准及其他设备。选用的原则：由测量标准及其他设备引入的扩展不确定度 $U(k=2)$ 应不大于被校测温仪最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。也可使用其他满足技术要求的测量标准和设备。

5.2.1 测温电桥法测量仪器

测温电桥法测量仪器见表 2。

表 2 测温电桥法测量仪器

序号	名称		技术要求		用途	备注
1	测温电桥	配内部参考电阻	测量范围	$(0.1\sim 400)\ \Omega$	作为标准表，用于校准温度示值最大允许误差 $\pm (0.003\sim 0.010)^{\circ}\text{C}$ 的测温仪	工作电流设定为 1 mA
			电阻测量不确定度	$U_{\text{rel}}=4\times 10^{-6}, k=2$		
		配外部参考电阻	测量范围	$(0.1\sim 400)\ \Omega$	作为标准表，用于校准温度示值最大允许误差 $\pm (0.001\sim 0.010)^{\circ}\text{C}$ 的测温仪	
			比例范围	1：1～10：1		
			比例测量不确定度	$U_{\text{rel}}=1\times 10^{-6}, k=2$		
2	标准电阻	标称值	25 Ω 或 100 Ω	与测温电桥配套使用	当使用配外部电阻的测温电桥时应配备	
		准确度等级或不确定度	一等标准 或 $U_{\text{rel}}=1.5\times 10^{-6}, k=2$ 及年变化不超过 $\pm 3\times 10^{-6}$			

表 2 (续)

序号	名称	技术要求		用途	备注
3	恒温装置	温度偏差	$\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$)	为标准电阻提供恒温环境	当使用配外部电阻的测温电桥时应配备
		温度均匀性	$0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$		
		温度波动性	$0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ (10 min)		
4	直流电阻箱	电阻范围	$(0.1\sim 400)\text{ }\Omega$	模拟标准铂电阻温度计的电阻	——
		准确度等级	0.02 级		
5	四线转换开关	接触电势	$0.4\text{ }\mu\text{V}$	校准用转换开关	——
6	连接导线	四芯屏蔽铜导线		校准连接用	——

5.2.2 标准电阻法测量仪器

标准电阻法测量仪器见表 3。

表 3 标准电阻法测量仪器

序号	名称	技术要求		用途	备注
1	标准电阻	标称值	$5\text{ }\Omega$ (或 $1\text{ }\Omega$)、 $10\text{ }\Omega$ 、 $25\text{ }\Omega$ 、 $50\text{ }\Omega$ 、 $80\text{ }\Omega$ (或 $100\text{ }\Omega$)、 $200\text{ }\Omega$ 、 $300\text{ }\Omega$ (或 $400\text{ }\Omega$)	为测温仪提供标准电阻值	可根据被校测温仪所需校准点选择或增加定值电阻或定值电阻箱
		准确度等级或不确定度	一等标准或 $U_{\text{rel}}=1.5\times 10^{-6}$, $k=2$ 及年变化不超过 $\pm 3\times 10^{-6}$		
2	恒温装置	温度偏差	$\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$)	为标准电阻提供恒温环境	恒温装置为恒温油槽或恒温空气箱
		温度均匀性	$0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$		
		温度波动性	$0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ (10 min)		
3	四线转换开关	接触电势	$0.4\text{ }\mu\text{V}$	校准用转换开关	选用
4	连接导线	四芯屏蔽铜导线		校准连接用	——

6 校准项目与校准方法

6.1 校准项目

温度示值误差或电阻示值误差，也可同时选择两项。

6.2 校准方法

6.2.1 外观及功能性检查

6.2.1.1 外观

- a) 外形结构应完好，不应有影响正常使用的缺陷。
- b) 产品名称、制造商、仪器型号和编号等应有明确标记。

6.2.1.2 功能性检查

对测温仪通电检查，其接线端钮、按键应无接触不良现象，测量功能、显示功能应正常，显示字符应完整。测温仪具有多个测量通道时，应对每个测量通道进行检查。

6.2.2 校准前准备

6.2.2.1 通电预热

校准前测温仪和测量标准应预热，预热时间按照设备使用说明书中的规定确定，无规定时不少于 30 min。

6.2.2.2 充电要求

电池供电的测温仪在校准前应保证电量充足，校准的测量过程中不应充电。

6.2.2.3 设置与调整

- a) 校准前先记录客户测温仪中的原有设置，校准后再恢复客户原有设置。
- b) 测温仪按照说明书要求选择传感器类型，并设置标准铂电阻温度计的相关参数：水三相点的电阻值 R_{tp} ，分度系数 (a_4, b_4) 、 (a_7, b_7, c_7) 参数见附录 E、附录 F。也可根据客户要求，依据 JJG 160—2007 5.4 选择设置为其他分温区的分度系数。
- c) 测温仪具有多个测量通道时，需对每个通道进行参数设置。
- d) 可选择工作电流的测温仪，工作电流设定为 1 mA。

注：

- 1 客户送校的测温仪有固定的配用标准铂电阻温度计时，可设置该标准铂电阻温度计的水三相点 R_{tp} 和分度系数。
- 2 当采用附录 E、附录 F 设置分度系数 (a_4, b_4) 或 (a_7, b_7, c_7) 等参数时，被校测温仪的温度示值应通过 6.2.6 的内部计算验证。

6.2.3 测温电桥法

6.2.3.1 校准点

测温仪校准点的选取应覆盖上、下限的温度或电阻校准点，一般不少于 5 个，也可根据客户要求选择校准点。

配水三相点 R_{tp} 标称值为 25 Ω 或 100 Ω 的标准铂电阻温度计，一般选择 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、整百度温度校准点对应的电阻校准点。

6.2.3.2 温度示值误差校准

a) 测温电桥法接线采用四线制连接，示意图如图 2。按照图 2 接线，直流电阻箱通过四线转换开关分别连接测温电桥和被校测温仪。

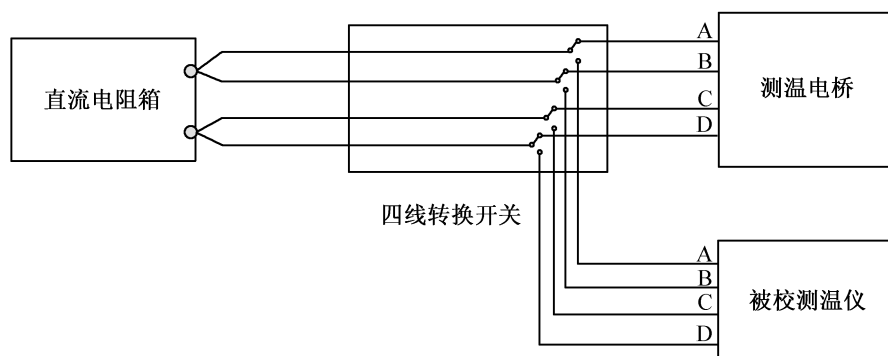


图2 测温电桥法接线示意图

- b) 根据 6.2.2.3 设置的标准铂电阻温度计参数查出各温度校准点的电阻值。
- c) 将直流电阻箱设置为所校温度点对应的电阻值。
- d) 将转换开关切换至测温电桥，测量直流电阻箱的电阻，读取测温电桥的电阻值作为标准值。
- e) 将转换开关切换至测温仪，读取测温仪的温度示值。
- f) 按照标准→被校→被校→标准的顺序分别读取标准值和被校测温仪的示值，进行两个循环，共 4 组读数。
- g) 测温电桥读取的标准值通过计算转换为标准温度值，计算方法及示例见附录 J，并按公式 (1) 计算温度示值误差：

$$\Delta t = \overline{t_d} - \overline{t_s} \quad (1)$$

式中：

Δt —— 温度示值误差，℃；

$\overline{t_d}$ —— 测温仪温度示值平均值，℃；

$\overline{t_s}$ —— 标准温度平均值，℃。

6.2.3.3 电阻示值误差

- a) 接线方法同 6.2.3.2 a)；
- b) 各温度校准点的电阻值查出方法同 6.2.3.2 b)；
- c) 将直流电阻箱设置为所校温度点对应的电阻值；
- d) 将转换开关切换至测温电桥，测量直流电阻箱的电阻，读取测温电桥的电阻值作为标准值；
- e) 将转换开关切换至测温仪，读取测温仪的电阻示值；
- f) 按照标准→被校→被校→标准的顺序分别读取标准值和被校测温仪的示值，进行两个循环的测量，共 4 组读数；
- g) 按公式 (2) 计算电阻示值误差：

$$\Delta R = \overline{R_d} - \overline{R_s} \quad (2)$$

式中：

ΔR —— 电阻示值误差，Ω；

$\overline{R_d}$ —— 测温仪电阻示值平均值，Ω；

$\overline{R_s}$ —— 标准电阻平均值，Ω。

6.2.4 标准电阻法

6.2.4.1 校准点

测温仪校准点的选取应覆盖上、下限的温度或电阻校准点，一般不少于 5 个，也可根据客户要求选择校准点。

配水三相点 R_{tp} 标称值为 25 Ω 的标准铂电阻温度计时，一般选择 5 Ω （或 1 Ω ）、10 Ω 、25 Ω 、50 Ω 、80 Ω （或 100 Ω ）电阻校准点对应的温度校准点；配水三相点 R_{tp} 标称值为 100 Ω 的标准铂电阻温度计时，一般选择 25 Ω 、50 Ω 、100 Ω 、200 Ω 、300 Ω （或 400 Ω ）电阻校准点对应的温度校准点。

6.2.4.2 电阻示值误差校准

a) 标准电阻法接线采用四线制连接，示意图如图 3 所示。

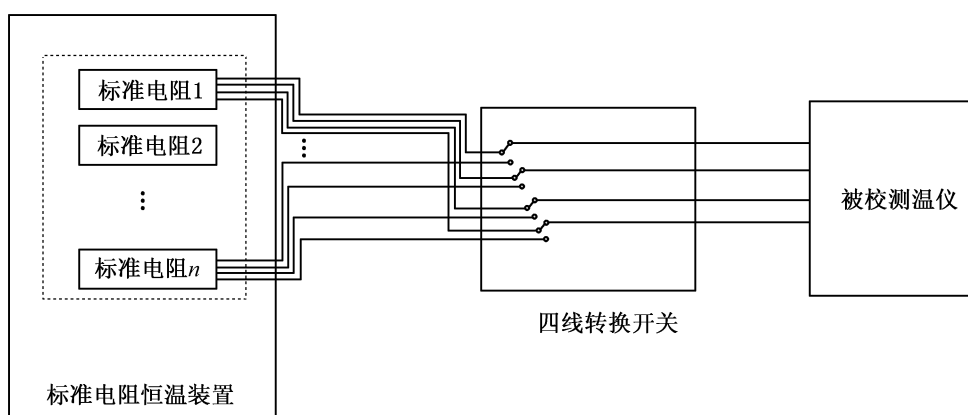


图 3 标准电阻法接线示意图

按照图 3 接线，标准电阻通过四线转换开关连接测温仪，也可采用四芯屏蔽铜导线直接连接测温仪。

b) 将标准电阻恒温装置稳定在 20 $^{\circ}\text{C}$ ，稳定后读取 4 次测温仪电阻示值，记录标准电阻的证书值作为标准电阻值。

c) 按公式（3）计算电阻示值误差：

$$\Delta R = \overline{R_d} - R_s \quad (3)$$

式中：

R_s ——标准电阻值， Ω 。

6.2.4.3 温度示值误差

a) 接线方法同 6.2.4.2 a)；

b) 将标准电阻恒温装置稳定在 20 $^{\circ}\text{C}$ ，稳定后读取 4 次测温仪温度示值，记录标准电阻证书值；

c) 记录的标准电阻证书值通过计算转换为标准温度值，计算方法及示例见附录 K，并按公式（4）计算温度示值误差：

$$\Delta t = \overline{t_d} - t_s \quad (4)$$

式中：

t_s ——标准温度值， $^{\circ}\text{C}$ 。

6.2.5 完成一个通道的所有校准点的校准后，再进行其他通道的校准。

6.2.6 测温仪温度示值内部计算验证

测温仪首次校准或设备修理后，采用附录 E、附录 F 设置分度系数（ a_4 、 b_4 ）或（ a_7 、 b_7 、 c_7 ）等参数进行温度示值误差校准时，应对测温仪温度示值内部计算进行验证。

a) 内部计算验证可以根据 6.2.3 或 6.2.4 的校准方法，与示值误差校准同时进行，将其选取的温度校准点和对应的电阻校准点作为验证点。验证时，在各校准点，分别按公式（1）和公式（2），或公式（4）和公式（3）计算测温仪温度示值误差和电阻示值误差，并将测温仪温度示值误差与电阻示值误差根据标准铂电阻温度计设置参数对应 dR/dt 计算的理论温度误差值相比较，其差值作为内部计算验证值。

b) 按公式（5）计算测温仪温度示值内部计算验证值。

$$\Delta t_v = \Delta t - \frac{\Delta R}{dR/dt} \quad (5)$$

式中：

Δt_v ——测温仪温度示值内部计算验证值，℃；

Δt ——各校准点的温度示值误差，℃；

ΔR ——各校准点的电阻示值误差，Ω；

dR/dt ——附录 E、附录 F 在各校准点的电阻对温度的变化率，Ω/℃。

c) 验证值的绝对值原则上应不超过测温仪最大允许误差绝对值的 1/2，否则测温仪可选择对电阻示值误差进行校准，或采用客户配用的标准铂电阻温度计设置相关参数进行温度示值误差校准，且该校准结果仅对校准时的设置值有效。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- 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或应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 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) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔由测温仪的使用情况、本身质量等诸多因素决定，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

建议测温仪的复校时间间隔为 1 年。

附录 A

测温仪校准记录参考格式

测温仪校准记录参考格式见表 A.1、表 A.2。

表 A.1 测温仪（测温电桥法）校准记录参考格式

记录编号				
证书编号				
委托单位				
仪器名称			制 造 厂	
型号规格			出厂编号	
测量仪器	名称		编 号	
	测量范围		准确度等级/ 最大允许误差/ 不确定度	
	证书编号		溯源机构及 有效期	
测量仪器	名称		编 号	
	测量范围		准确度等级/ 最大允许误差/ 不确定度	
	证书编号		溯源机构及 有效期	
技术依据				
校准地点				
环境温度	℃		相对湿度	%
外观及功能性检查				
设置参数类型	☐ 客户提供参数 ☐ 本规范附录参数 ☐ R_{tp} 标称值为 25 Ω ☐ R_{tp} 标称值为 100 Ω			
校准项目	☐ 温度示值误差 ☐ 电阻示值误差			

表 A.1（续）

温度校准点 ℃	电阻校准点 Ω	电阻箱设定值 Ω	次数	标准值		测温仪示值	
				Ω	℃	Ω	℃
			1				
			2				
			3				
			4				
			平均值				
温度校准点 ℃	电阻校准点 Ω	电阻箱设定值 Ω	次数	标准值		测温仪示值	
				Ω	℃	Ω	℃
			1				
			2				
			3				
			4				
			平均值				
温度校准点 ℃	电阻校准点 Ω	电阻箱设定值 Ω	次数	标准值		测温仪示值	
				Ω	℃	Ω	℃
			1				
			2				
			3				
			4				
			平均值				
温度校准点 ℃	电阻校准点 Ω	电阻箱设定值 Ω	次数	标准值		测温仪示值	
				Ω	℃	Ω	℃
			1				
			2				
			3				
			4				
			平均值				
温度校准点 ℃	电阻校准点 Ω	电阻箱设定值 Ω	次数	标准值		测温仪示值	
				Ω	℃	Ω	℃
			1				
			2				
			3				
			4				
			平均值				

表 A.1 (续)

温度校准点 ℃	电阻校准点 Ω	电阻箱设定值 Ω	次数	标准值		测温仪示值	
				Ω	℃	Ω	℃
			1				
			2				
			3				
			4				
			平均值				
校准点		温度示值误差 ℃	不确定度 ($k=2$) ℃	电阻 示值误差 Ω	不确定度 ($k=2$) Ω	□测温仪温度示值 内部计算验证	
℃	Ω					验证值 ℃	验证结果
备注	1 测温仪送校时的原有参数：						
	2 校准时设置的标准铂电阻温度计参数为： (参数应说明不同分温区的分度系数)						
	3 测温仪温度示值内部计算验证结果是验证值的绝对值与测温仪最大允许误差绝对值的比值，内部计算验证结果的适用性说明：						
	a) 验证结果 $\leq 1/2$ ，客户使用测温仪时需输入配用的标准铂电阻温度计相关参数；						
	b) 验证结果 $> 1/2$ ，测温仪可选择进行电阻示值误差校准，或采用设置客户配用的标准铂电阻温度计相关参数进行温度示值误差校准，且该校准结果仅对校准时的设置值有效。						
校准员				核验员			
接收日期	年 月 日			校准日期	年 月 日		

表 A.2 测温仪（标准电阻法）校准记录参考格式

记录编号						
证书编号						
委托单位						
仪器名称			制 造 厂			
型号规格			出厂编号			
测量仪器	名称		编 号			
	测量范围		准确度等级/ 最大允许误差/ 不确定度			
	证书编号		溯源机构及 有效期			
测量仪器	名称		编 号			
	测量范围		准确度等级/ 最大允许误差/ 不确定度			
	证书编号		溯源机构及 有效期			
技术依据						
校准地点						
环境温度	℃		相对湿度	%		
外观及功能性检查						
设置参数类型	☐ 客户提供参数 ☐ 本规范附录参数 ☐ R_{tp} 标称值为 25 Ω ☐ R_{tp} 标称值为 100 Ω					
校准项目	☐ 电阻示值误差 ☐ 温度示值误差					
电阻校准点 Ω	温度校准点 ℃	次数	标准电阻值		测温仪示值	
			Ω	℃	Ω	℃
		1				
		2				
		3				
		4				
		平均值				

表 A.2（续）

电阻校准点 Ω	温度校准点 $^{\circ}\text{C}$	次数	标准电阻值		测温仪示值	
			Ω	$^{\circ}\text{C}$	Ω	$^{\circ}\text{C}$
		1				
		2				
		3				
		4				
		平均值				
电阻校准点 Ω	温度校准点 $^{\circ}\text{C}$	次数	标准电阻值		测温仪示值	
			Ω	$^{\circ}\text{C}$	Ω	$^{\circ}\text{C}$
		1				
		2				
		3				
		4				
		平均值				
电阻校准点 Ω	温度校准点 $^{\circ}\text{C}$	次数	标准电阻值		测温仪示值	
			Ω	$^{\circ}\text{C}$	Ω	$^{\circ}\text{C}$
		1				
		2				
		3				
		4				
		平均值				
电阻校准点 Ω	温度校准点 $^{\circ}\text{C}$	次数	标准电阻值		测温仪示值	
			Ω	$^{\circ}\text{C}$	Ω	$^{\circ}\text{C}$
		1				
		2				
		3				
		4				
		平均值				

表 A.2 (续)

校准点		电阻示值误差 Ω	不确定度 ($k=2$) $^{\circ}\text{C}$	温度 示值误差 $^{\circ}\text{C}$	不确定度 ($k=2$) Ω	☐ 测温仪温度示值 内部计算验证	
Ω	$^{\circ}\text{C}$					验证值 $^{\circ}\text{C}$	验证结果
备注	1 测温仪送校时的原有参数： 2 校准时设置的标准铂电阻温度计参数为： (参数应说明不同分温区的分度系数) 3 测温仪温度示值内部计算验证结果是验证值的绝对值与测温仪最大允许误差绝对值的比值，内部计算验证结果的适用性说明： a) 验证结果 $\leq 1/2$ ，客户使用测温仪时需输入配用的标准铂电阻温度计相关参数； b) 验证结果 $> 1/2$ ，测温仪可选择进行电阻示值误差校准，或采用设置客户配用的标准铂电阻温度计相关参数进行温度示值误差校准，且该校准结果仅对校准时的设置值有效。						
校准员				核验员			
接收日期	年 月 日			校准日期	年 月 日		

附录 B

测温仪校准证书内页参考格式

B.1 测温仪（测温电桥法）校准证书内页参考格式

校准结果

- 1 外观及功能性检查结果：
- 2 设置参数（客户提供参数或本规范附录参数）；
- 3 温度示值误差校准结果：

温度校准点 ℃	标准温度平均值 ℃	测温仪温度示值 平均值 ℃	温度示值误差 ℃	不确定度 ($k=2$) ℃

4 电阻示值误差校准结果：

电阻校准点 Ω	标准电阻平均值 Ω	测温仪电阻示值 平均值 Ω	电阻示值误差 Ω	不确定度 ($k=2$) Ω

5 测温仪温度示值内部计算验证结果：

注：

- 1 校准时设置的标准铂电阻温度计参数为：（参数应说明不同分温区的分度系数）；
- 2 测温仪温度示值内部计算验证结果是验证值的绝对值与测温仪最大允许误差绝对值的比值，（验证值：被校测温仪温度示值误差与其电阻示值误差计算的理论温度误差的差值）
内部计算验证适用性说明：
 - a) 验证结果 $\leq 1/2$ ，客户使用测温仪时需输入配用的标准铂电阻温度计相关参数；
 - b) 验证结果 $> 1/2$ ，测温仪可对电阻示值误差进行校准，或采用设置客户配用的标准铂电阻温度计相关参数进行温度示值误差校准，且该校准结果仅对校准时的设置值有效。

B.2 测温仪（标准电阻法）校准证书内页参考格式

校准结果

- 1 外观及功能性检查结果：
- 2 设置参数（客户提供参数或本规范附录参数）；
- 3 电阻示值误差校准结果：

电阻校准点 Ω	标准电阻值 Ω	测温仪电阻示值 平均值 Ω	电阻示值误差 Ω	不确定度 ($k=2$) $^{\circ}\text{C}$

- 4 温度示值误差校准结果：

温度校准点 $^{\circ}\text{C}$	标准温度值 $^{\circ}\text{C}$	测温仪温度示值 平均值 $^{\circ}\text{C}$	温度示值误差 $^{\circ}\text{C}$	不确定度 ($k=2$) $^{\circ}\text{C}$

- 5 测温仪温度示值内部计算验证结果：

注：

- 1 校准时设置的标准铂电阻温度计参数为：（参数应说明不同分温区的分度系数）；
- 2 测温仪温度示值内部计算验证结果是验证值的绝对值与测温仪最大允许误差绝对值的比值，（验证值：被校测温仪温度示值误差与其电阻示值误差计算的理论温度误差的差值）

内部计算验证适用性说明：

- a) 验证结果 $\leq 1/2$ ，客户使用测温仪时需输入配用的标准铂电阻温度计相关参数；
- b) 验证结果 $> 1/2$ ，测温仪可对电阻示值误差进行校准，或采用设置客户配用的标准铂电阻温度计相关参数进行温度示值误差校准，且该校准结果仅对校准时的设置值有效。

附录 C

测温仪温度示值校准结果不确定度评定示例（测温电桥法）

C.1 被校对象

以测量范围为 $(-196\sim 660)^{\circ}\text{C}$ ，分辨力为 0.001°C ，最大允许误差为 $\pm 0.010^{\circ}\text{C}$ (0°C 时)， $\pm 0.034^{\circ}\text{C}$ (660°C 时) 的测温仪为被校对象，温度示值误差技术指标基于理想电阻给出。以校准 0°C 的温度示值误差为例进行校准不确定度的评定。

C.2 测量标准及其他设备

测温电桥：测量范围为 $0.1\ \Omega\sim 1\ \text{k}\Omega$ ，电阻测量不确定度（测温电桥配内部电阻）为 $U_{\text{rel}}=4\times 10^{-6}$ ， $k=2$ 。

直流电阻箱：测量范围为 $0.1\ \Omega\sim 10\ \text{k}\Omega$ ，准确度等级为 0.02 级。

四线转换开关：接触电势不大于 $0.4\ \mu\text{V}$ 。

C.3 测量方法

采用测温电桥法，按照 6.2.3.2 温度示值误差校准方法，根据设置的标准铂电阻温度计参数查出温度校准点 0°C 的电阻值，将直流电阻箱设置为所校温度点对应的电阻值，将转换开关切换至测温电桥，测温电桥测量直流电阻箱的电阻，测得的电阻值采用计算的方法转换为标准温度值，将转换开关切换至测温仪，读取测温仪的温度示值，并计算温度示值误差。

C.4 测量模型

$$\Delta t = \overline{t_d} - \overline{t_s} \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δt ——温度示值误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\overline{t_d}$ ——测温仪温度示值平均值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\overline{t_s}$ ——标准温度平均值， $^{\circ}\text{C}$ 。

测量模型 (C.1) 中，当各输入量的不确定度间不相关时，合成标准不确定度计算公式为 (C.2)：

$$u_c(\Delta t) = \sqrt{c_1^2 u^2(\overline{t_d}) + c_2^2 u^2(\overline{t_s})} \quad (\text{C.2})$$

式中灵敏系数： $c_1 = \frac{\partial \Delta t}{\partial \overline{t_d}} = 1$ ， $c_2 = \frac{\partial \Delta t}{\partial \overline{t_s}} = -1$ 。

C.5 标准不确定度的评定

不确定度主要来源有：测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\overline{t_d})$ ，测温仪示值分辨力引入的标准不确定度 $u_2(\overline{t_d})$ ，测温仪温度示值内部计算引入的标准不确定度 $u_3(\overline{t_d})$ ，测温电桥引入的标准不确定度 $u_1(\overline{t_s})$ ，四线转换开关引入的标准不确定度 $u_2(\overline{t_s})$ ，直流电阻箱的短期稳定性引入的标准不确定度 $u_3(\overline{t_s})$ 。

C.5.1 输入量 $\overline{t_d}$ 的标准不确定度 $u(\overline{t_d})$ 的评定C.5.1.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\overline{t_d})$

采用 C.3 测量方法对被校测温仪在 0℃ 进行 10 次校准全过程试验, 得到测量结果: 0.001℃、0.002℃、0.001℃、0.001℃、0.001℃、0.001℃、0.000℃、0.001℃、0.000℃、0.001℃。

测量结果的实验标准差为:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta t_i - \Delta \overline{t_d})^2}{10 - 1}} \quad (\text{C.3})$$

则 $u_1(\overline{t_d}) = s = 0.000\,57\,^{\circ}\text{C}$ 。

C.5.1.2 测温仪示值分辨力引入的标准不确定度 $u_2(\overline{t_d})$

仪表示值分辨力为 0.001℃, 区间半宽度 a 为 0.000 5℃, 按均匀分布处理, 取 $k = \sqrt{3}$, 则

$$u_2(\overline{t_d}) = \frac{0.000\,5\,^{\circ}\text{C}}{\sqrt{3}} \approx 0.000\,29\,^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.4})$$

C.5.1.3 测温仪温度示值内部计算引入的标准不确定度 $u_3(\overline{t_d})$

校准时, 采用设置标准铂电阻温度计的相关参数, 水三相点的电阻值 R_{tp} 和分度系数的方法模拟标准铂电阻温度计电阻和温度的对应关系, 测量测温仪温度示值的校准方法。由于测温仪标准铂电阻温度计输入相关参数不同, 温度示值内部计算对测量结果的影响, 根据实验数据不大于 0.5 mK, 区间半宽度 a 为 0.5 mK, 按均匀分布处理, 取 $k = \sqrt{3}$, 则

$$u_3(\overline{t_d}) = \frac{0.000\,5\,^{\circ}\text{C}}{\sqrt{3}} \approx 0.000\,29\,^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.5})$$

C.5.2 输入量 $\overline{t_s}$ 的标准不确定度 $u(\overline{t_s})$ 的评定C.5.2.1 测温电桥引入的标准不确定度 $u_1(\overline{t_s})$

根据测温电桥的证书, 测温电桥配内部电阻的测量不确定度: $U_{\text{rel}} = 4 \times 10^{-6}$, $k = 2$ 。测温电桥电阻测量转换为温度的不确定度, 通过公式 (C.6) 计算得出:

$$U(t_s) = \frac{R_s \times U_{\text{rel}}}{R_{tp} \times (dW/dt)_t} \quad (\text{C.6})$$

式中:

$U(t_s)$ ——测温电桥电阻测量转换为温度的不确定度,℃;

R_s ——测温电桥的电阻测量值,Ω;

$(dW/dt)_t$ ——标准铂电阻温度计的电阻比值随温度的变化率,℃⁻¹。

校准 0℃ 时, 测温电桥引入的标准不确定度, 通过公式 (C.7) 计算得出:

$$u_1(\overline{t_s}) = \frac{U(t_s)}{k} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 25.000\,0\,\Omega}{25.001\,0\,\Omega \times 0.003\,988\,^{\circ}\text{C}^{-1} \times 2} \approx 0.000\,5\,(^{\circ}\text{C}) \quad (\text{C.7})$$

C.5.2.2 四线转换开关引入的标准不确定度 $u_2(\overline{t_s})$

四线转换开关接触电势不大于 $0.4 \mu\text{V}$ ，通过的工作电流为 1 mA ，由于测温仪具有电路换向功能，可消除接触热电势，并采用四线连接，接触电势不会对测量结果产生影响。因此，四线转换开关引入的不确定度忽略不计。

校准不带换向功能的测温仪，使用四线转换开关时，接触电势影响量在不确定度评定时不能忽略。

C.5.2.3 直流电阻箱的短期稳定性引入的不确定度 $u_3(\overline{t_s})$

校准时，直流电阻箱分别与测量电桥和被校测温仪连接进行实时测量，测量过程中在 0°C 校准点时，直流电阻箱的短期稳定性小于 0.5 mK ，区间半宽度 a 为 0.5 mK ，按均匀分布处理，取 $k=\sqrt{3}$ ，则

$$u_3(\overline{t_s}) = \frac{0.0005^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \approx 0.00029^\circ\text{C} \quad (\text{C.8})$$

C.6 合成标准不确定度计算

标准不确定度汇总见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度汇总表

输入量标准不确定度	标准不确定度来源	标准不确定度值 $^\circ\text{C}$	灵敏系数	输出量标准不确定度分量/ $^\circ\text{C}$
$u(\overline{t_d})$	测量重复性	0.00057	1	0.00057
	测温仪示值分辨力	0.00029		0.00029
	测温仪温度示值内部计算	0.00029		0.00029
$u(\overline{t_s})$	测温电桥	0.0005	-1	0.0005
	四线转换开关	0.00000		0.00000
	直流电阻箱短期稳定性	0.00029		0.00029

表 C.1 中的各不确定度分量互不相关，温度示值误差的合成标准不确定度

$$u_c(\Delta t) = \sqrt{c_1^2 u^2(\overline{t_d}) + c_2^2 u^2(\overline{t_s})} \quad (\text{C.9})$$

$$\begin{aligned} \text{则 } u_c(\Delta t) &= \sqrt{0.000057^2 + 0.000029^2 + 0.00029^2 + 0.0005^2 + 0.00029^2}^\circ\text{C} \\ &= 0.0009^\circ\text{C}。 \end{aligned}$$

C.7 扩展不确定度计算

$$U = k \times u_c(\Delta t) \quad (\text{C.10})$$

取包含因子 $k=2$ ，则 $U=0.0018^\circ\text{C}$ 。

附录 D

测温仪电阻示值校准结果不确定度评定示例（标准电阻法）

D.1 被校对象

以测量范围为 $(-196 \sim 660)^\circ\text{C}$ ，分辨力为 $0.000\,1\,\Omega$ ，最大允许误差为 $\pm 0.004\%$ 的测温仪为被校对象。以校准 $25\,\Omega$ 的电阻示值误差为例进行标准不确定度的评定。

D.2 测量标准及其他设备

标准电阻：标称值 $25\,\Omega$ ，不确定度 $U_{\text{rel}} = 1.5 \times 10^{-6}$ ， $k = 3$ ，年变化不大于 $\pm 3 \times 10^{-6}$ 。

标准电阻恒温装置：温度偏差为 $\pm 0.1\,^\circ\text{C}$ ($20\,^\circ\text{C}$)，温度均匀性为 $\leq 0.1\,^\circ\text{C}$ ，温度波动性为 $\leq 0.05\,^\circ\text{C}$ ($10\,\text{min}$)。

D.3 测量方法

按照 6.2.4.2 电阻示值误差校准方法，将标准电阻恒温装置稳定在 $20\,^\circ\text{C}$ ，稳定后，读取 4 次测温仪电阻示值，记录标准电阻的证书值作为标准电阻值，并计算电阻示值误差。

D.4 测量模型

$$\Delta R = \overline{R_d} - R_s \quad (\text{D.1})$$

式中：

ΔR —— 电阻示值误差， Ω ；

$\overline{R_d}$ —— 测温仪电阻示值平均值， Ω ；

R_s —— 标准电阻值， Ω 。

测量模型 (D.1) 中，当各输入量的不确定度间不相关时，合成标准不确定度计算公式为 (D.2)：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u^2(\overline{R_d}) + c_2^2 u^2(R_s)} \quad (\text{D.2})$$

式中灵敏系数： $c_1 = \frac{\partial \Delta R}{\partial \overline{R_d}} = 1$ ， $c_2 = \frac{\partial \Delta R}{\partial R_s} = -1$ 。

D.5 标准不确定度分量的评定

不确定度主要来源有：测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\overline{R_d})$ ，测温仪的示值分辨力引入的标准不确定度 $u_2(\overline{R_d})$ ，标准电阻溯源引入的标准不确定度 $u_1(R_s)$ ，标准电阻稳定性引入的标准不确定度 $u_2(R_s)$ ，标准电阻恒温装置温度偏离 $20\,^\circ\text{C}$ 引入的标准不确定度 $u_3(R_s)$ ，四线转换开关引入的标准不确定度 $u_4(R_s)$ 。

D.5.1 输入量 $\overline{R_d}$ 的标准不确定度 $u(\overline{R_d})$ 的评定D.5.1.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\overline{R_d})$

采用 D.3 的测量方法在 $25\,\Omega$ 对被校测温仪进行 10 次校准全过程试验，得到测量结果：

0.000 3 Ω 、0.000 4 Ω 、0.000 3 Ω 、0.000 3 Ω 、0.000 4 Ω 、0.000 3 Ω 、0.000 4 Ω 、

0.000 3 Ω 、0.000 3 Ω 、0.000 3 Ω 。

测量结果的实验标准差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta R_i - \Delta \bar{R}_i)^2}{10 - 1}} \quad (\text{D. 3})$$

则 $u_1(\bar{R}_d) = s = 4.83 \times 10^{-5} \Omega$ 。

D.5.1.2 测温仪示值分辨力引入的标准不确定度 $u_2(\bar{R}_d)$

仪表分辨力为 0.000 1 Ω ，区间半宽度 a 为 0.000 05 Ω ，按均匀分布处理，取 $k = \sqrt{3}$ ，则

$$u_2(\bar{R}_d) = \frac{0.000\ 05\ \Omega}{\sqrt{3}} \approx 2.89 \times 10^{-5} \Omega \quad (\text{D. 4})$$

D.5.2 输入量 R_s 的标准不确定度 $u(R_s)$ 的评定

D.5.2.1 标准电阻溯源引入标准不确定度 $u_1(R_s)$

根据标准电阻的证书，标准电阻 20 $^{\circ}\text{C}$ 的示值检定结果的不确定度 $U_{\text{rel}} = 1.5 \times 10^{-6}$ ， $k = 3$ 。标准电阻溯源引入的标准不确定度，通过公式 (D.5) 计算得出：

$$u_1(R_s) = \frac{R_s \times U_{\text{rel}}}{k} \quad (\text{D. 5})$$

校准 25 Ω 时，标准电阻证书值为 25.000 01 Ω ，则

$$u_1(R_s) = \frac{25.000\ 01\ \Omega \times 1.5 \times 10^{-6}}{3} \approx 1.25 \times 10^{-5} \Omega \quad (\text{D. 6})$$

D.5.2.2 标准电阻稳定性引入的标准不确定度 $u_2(R_s)$

标准电阻年变化不大于 $\pm 3 \times 10^{-6}$ ，按均匀分布处理，取 $k = \sqrt{3}$ ，则标准电阻稳定性引入的标准不确定度为：

$$u_2(R_s) = \frac{25.000\ 01\ \Omega \times 3 \times 10^{-6}}{\sqrt{3}} \approx 4.33 \times 10^{-5} \Omega \quad (\text{D. 7})$$

D.5.2.3 标准电阻恒温装置温度偏离 20 $^{\circ}\text{C}$ 引入的标准不确定度 $u_3(R_s)$

标准电阻恒温装置的温度偏差： $\pm 0.1\ ^{\circ}\text{C}$ (20 $^{\circ}\text{C}$)，温度均匀性： $\leq 0.1\ ^{\circ}\text{C}$ ，温度波动性： $\leq 0.05\ ^{\circ}\text{C}$ (10 min)。由于标准电阻温度系数 $\leq 10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，因此恒温装置温度偏离 20 $^{\circ}\text{C}$ 引入的 25 Ω 标准电阻的电阻最大变化为： $5.0 \times 10^{-5} \Omega$ 。按均匀分布处理，区间半宽度 a 为 $2.5 \times 10^{-5} \Omega$ ，取 $k = \sqrt{3}$ ，则标准电阻恒温装置温度偏离 20 $^{\circ}\text{C}$ 引入的标准不确定度为：

$$u_3(R_s) = \frac{2.5 \times 10^{-5} \Omega}{\sqrt{3}} \approx 1.44 \times 10^{-5} \Omega \quad (\text{D. 8})$$

D.5.2.4 四线转换开关引入的标准不确定度 $u_4(R_s)$

四线转换开关接触电势不大于 0.4 μV ，通过的工作电流为 1 mA，由于测温仪具有电路换向功能，可消除接触热电势，并采用四线连接，接触电势不会对测量结果产生影响。因此，四线转换开关引入的不确定度忽略不计。

校准不带换向功能的测温仪，使用四线转换开关时，接触电势影响量在不确定度评定时不能忽略。

D.6 合成标准不确定度计算

标准不确定度汇总见表 D.1。

表 D.1 标准不确定度汇总表

输入量标准不确定度	标准不确定度来源	标准不确定度值 ($\times 10^{-5}$) / Ω	灵敏系数	输出量标准不确定度分量 ($\times 10^{-5}$) / Ω
$u(\overline{R_d})$	测量重复性	4.83	1	4.83
	测温仪示值分辨力	2.89		2.89
$u(R_s)$	标准电阻溯源	1.25	-1	1.25
	标准电阻稳定性	4.33		4.33
	标准电阻恒温装置 温度偏离 20 °C 值	1.44		1.44
	四线转换开关	0.00		0.00

表 D.1 中的各不确定度分量互不相关，电阻示值误差的合成标准不确定度

$$u_c(\Delta R) = \sqrt{c_1^2 u^2(\overline{R_d}) + c_2^2 u^2(R_s)} \quad (\text{D.9})$$

$$\text{则 } u_c(\Delta R) = \sqrt{(4.83 \times 10^{-5})^2 + (2.89 \times 10^{-5})^2 + (1.25 \times 10^{-5})^2 + (4.33 \times 10^{-5})^2 + (1.44 \times 10^{-5})^2} \Omega = 7.35 \times 10^{-5} \Omega$$

D.7 扩展不确定度计算

$$U = k \times u_c \quad (\text{D.10})$$

取包含因子 $k=2$ ，则：

$$U = 1.5 \times 10^{-4} \Omega \quad (\text{D.11})$$

附录 E

标准铂电阻温度计校准用分度表 1 (R_{tp} 标称值为 25 Ω)

$$R_{tp}=25.001\,0\,\Omega$$

$$a_4=-0.000\,169\,82, b_4=0.000\,023\,73$$

$$a_7=-0.000\,212\,27, b_7=-0.000\,012\,44, c_7=0.000\,002\,82$$

$t/^{\circ}\text{C}$	$W(t)$	$dW/dt/^{\circ}\text{C}^{-1}$	$R(t)/\Omega$	$dR/dt(\Omega/^{\circ}\text{C})$
−196	0.187 176 72	0.004 323 24	4.679 61	0.108 09
−194	0.195 831 35	0.004 330 96	4.895 98	0.108 28
−193	0.200 163 83	0.004 333 91	5.004 30	0.108 35
−192	0.204 498 98	0.004 336 31	5.112 68	0.108 41
−190	0.213 175 24	0.004 339 63	5.329 59	0.108 50
−150	0.385 412 85	0.004 249 17	9.635 71	0.106 23
−147	0.398 146 82	0.004 240 17	9.954 07	0.106 01
−146	0.402 385 51	0.004 237 21	10.060 04	0.105 93
−145	0.406 621 25	0.004 234 28	10.165 94	0.105 86
−100	0.594 614 66	0.004 129 20	14.865 96	0.103 23
−50	0.799 021 36	0.004 050 98	19.976 33	0.101 28
0	0.999 960 12	0.003 987 69	25.000 00	0.099 70
50	1.197 828 08	0.003 927 17	29.946 90	0.098 18
100	1.392 687 71	0.003 867 31	34.818 59	0.096 69
150	1.584 567 31	0.003 807 96	39.615 77	0.095 20
200	1.773 492 98	0.003 749 15	44.339 10	0.093 73
250	1.959 491 35	0.003 690 86	48.989 24	0.092 28
260	1.996 341 92	0.003 679 26	49.910 54	0.091 99
261	2.000 020 60	0.003 678 10	50.002 51	0.091 96
262	2.003 698 11	0.003 676 94	50.094 46	0.091 93
300	2.142 585 71	0.003 632 96	53.566 79	0.090 83
350	2.322 790 07	0.003 575 21	58.072 07	0.089 38
400	2.500 104 19	0.003 517 30	62.505 10	0.087 94
450	2.674 511 50	0.003 458 89	66.865 46	0.086 48
500	2.845 980 44	0.003 399 73	71.152 36	0.085 00
550	3.014 469 06	0.003 339 66	75.364 74	0.083 49
600	3.179 931 94	0.003 278 71	79.501 48	0.081 97
660	3.374 436 86	0.003 204 65	84.364 30	0.080 12
注：分度表仅用于校准测温仪时的参数设置。				

附录 F

标准铂电阻温度计校准用分度表 2 (R_{tp} 标称值为 100 Ω)

$$R_{tp}=100.004\ 0\ \Omega$$

$$a_4=-0.000\ 169\ 82, b_4=0.000\ 023\ 73$$

$$a_7=-0.000\ 212\ 27, b_7=-0.000\ 012\ 44, c_7=0.000\ 002\ 82$$

$t/^{\circ}\text{C}$	$W(t)$	$dW/dt/^{\circ}\text{C}^{-1}$	$R(t)/\Omega$	$dR/dt(\Omega/^{\circ}\text{C})$
−196	0.187 176 72	0.004 323 24	18.718 42	0.432 34
−190	0.213 175 24	0.004 339 63	21.318 38	0.433 98
−150	0.385 412 85	0.004 249 17	38.542 83	0.424 93
−122	0.503 293 26	0.004 174 39	50.331 34	0.417 46
−123	0.499 117 71	0.004 176 70	49.913 77	0.417 69
−124	0.494 939 84	0.004 179 04	49.495 96	0.417 92
−100	0.594 614 66	0.004 129 20	59.463 84	0.412 94
−50	0.799 021 36	0.004 050 98	79.905 33	0.405 11
0	0.999 960 12	0.003 987 69	100.000 01	0.398 79
50	1.197 828 08	0.003 927 17	119.787 60	0.392 73
100	1.392 687 71	0.003 867 31	139.274 34	0.386 75
150	1.584 567 31	0.003 807 96	158.463 07	0.380 81
200	1.773 492 98	0.003 749 15	177.356 39	0.374 93
250	1.959 491 35	0.003 690 86	195.956 97	0.369 10
260	1.996 341 92	0.003 679 26	199.642 18	0.367 94
261	2.000 020 60	0.003 678 10	200.010 06	0.367 82
262	2.003 698 11	0.003 676 94	200.377 83	0.367 71
300	2.142 585 71	0.003 632 96	214.267 14	0.363 31
350	2.322 790 07	0.003 575 21	232.288 30	0.357 54
400	2.500 104 19	0.003 517 30	250.020 42	0.351 74
450	2.674 511 50	0.003 458 89	267.461 85	0.345 90
500	2.845 980 44	0.003 399 73	284.609 43	0.339 99
544	2.994 409 30	0.003 346 92	299.452 91	0.334 71
545	2.997 755 61	0.003 345 71	299.787 55	0.334 58
546	3.001 100 72	0.003 344 50	300.122 08	0.334 46
550	3.014 469 06	0.003 339 66	301.458 96	0.333 98
600	3.179 931 94	0.003 278 71	318.005 91	0.327 88
660	3.374 436 86	0.003 204 65	337.457 18	0.320 48
注：分度表仅用于校准测温仪时的参数设置。				

附录 G

标准铂电阻温度计校准用分度表 3 (R_{tp} 标称值为 25 Ω)

$R_{tp}=25.001\ 0\ \Omega$
 $a_8=-0.000\ 216\ 21$, $b_8=-0.000\ 005\ 51$

$t/^{\circ}\text{C}$	$W(t)$	$\text{d}W/\text{d}t/^{\circ}\text{C}^{-1}$	$R(t)/\Omega$	$\text{d}R/\text{d}t(\Omega/^{\circ}\text{C})$
0	0.999 960 12	0.003 987 68	25.000 00	0.099 70
50	1.197 827 55	0.003 927 16	29.946 89	0.098 18
100	1.392 687 06	0.003 867 31	34.818 57	0.096 69
150	1.584 566 82	0.003 807 97	39.615 75	0.095 20
200	1.773 492 77	0.003 749 16	44.339 09	0.093 73
250	1.959 491 46	0.003 690 87	48.989 25	0.092 28
300	2.142 586 06	0.003 632 97	53.566 79	0.090 83
350	2.322 790 47	0.003 575 21	58.072 08	0.089 38
400	2.500 104 36	0.003 517 29	62.505 11	0.087 94
420	2.570 217 39	0.003 494 00	64.258 00	0.087 35
注：分度表仅用于校准测温仪时的参数设置。				

附录 H

标准铂电阻温度计校准用分度表 4 (R_{tp} 标称值为 100 Ω)

$$R_{tp}=100.004\ 0\ \Omega$$

$$a_8=-0.000\ 216\ 21,\ b_8=-0.000\ 005\ 51$$

$t/^{\circ}\text{C}$	$W(t)$	$dW/dt/^{\circ}\text{C}^{-1}$	$R(t)/\Omega$	$dR/dt(\Omega/^{\circ}\text{C})$
0	0.999 960 12	0.003 987 68	100.000 01	0.398 78
50	1.197 827 55	0.003 927 16	119.787 55	0.392 73
100	1.392 687 06	0.003 867 31	139.274 28	0.386 75
150	1.584 566 82	0.003 807 97	158.463 02	0.380 81
200	1.773 492 77	0.003 749 16	177.356 37	0.374 93
250	1.959 491 46	0.003 690 87	195.956 98	0.369 10
300	2.142 586 06	0.003 632 97	214.267 18	0.363 31
350	2.322 790 47	0.003 575 21	232.288 34	0.357 54
400	2.500 104 36	0.003 517 29	250.020 44	0.351 74
420	2.570 217 39	0.003 494 00	257.032 02	0.349 41
注：分度表仅用于校准测温仪时的参数设置。				

附录 J

测温电桥法标准温度值计算方法及示例

J.1 计算方法

采用测温电桥法校准时，测温电桥测量直流电阻箱的电阻，读取的电阻值按公式 (J.1) 计算转换为标准温度值：

$$t_s = t + \frac{R_s(t) - R(t)}{dR/dt} \quad (\text{J.1})$$

式中：

t —— 温度校准点，℃；

$R_s(t)$ —— 测温电桥电阻测量值，Ω；

$R(t)$ —— 温度为 t ℃ 时，标准铂电阻温度计分度表的标称电阻值，Ω；

dR/dt —— 温度为 t ℃ 时，标准铂电阻温度计分度表的电阻对温度的变化率，Ω/℃。

J.2 计算示例

校准配水三相点 R_{tp} 标称值为 25 Ω 的标准铂电阻温度计的测温仪时，采用附录 E 设置标准铂电阻温度计参数时，以温度校准点 0℃ 为例，测温电桥电阻测量值 $R_s(t)_{t=0} = 25.000\ 52\ \Omega$ ，从附录 E 的标准铂电阻温度计分度表 1 查出：0℃ 时 $R(t)_{t=0}$ 为 25.000 00 Ω， $(dR/dt)_{t=0}$ 为 0.099 70 Ω/℃，计算如式 (J.2)：

$$t_s = 0 + \frac{25.000\ 52\ \Omega - 25.000\ 00\ \Omega}{0.099\ 70\ \Omega/^\circ\text{C}} = 0.005\ 2\ ^\circ\text{C} \quad (\text{J.2})$$

测温电桥法标准温度值为 0.005 2℃。

附录 K

标准电阻法标准温度值计算方法及示例

K.1 计算方法

采用标准电阻法校准时，标准电阻的证书值按公式（K.1）计算转换标准温度值：

$$t_s = t + \frac{R_s(t) - R(t)}{dR/dt} \quad (\text{K.1})$$

式中：

t —— 温度校准点，℃；

$R_s(t)$ —— 标准电阻证书值，Ω；

$R(t)$ —— 温度为 t ℃ 时，标准铂电阻温度计分度表的标称电阻值，Ω；

dR/dt —— 温度为 t ℃ 时，标准铂电阻温度计分度表的电阻对温度的变化率，Ω/℃。

K.2 计算示例

校准配水三相点 R_{tp} 标称值为 25 Ω 的标准铂电阻温度计的测温仪时，采用附录 E 设置标准铂电阻温度计参数时，以温度校准点 0 ℃ 为例，标准电阻证书值 $R_s(t) = 25.000\,01\, \Omega$ ，从附录 E 的标准铂电阻温度计分度表 1 查出：0 ℃ 时 $R(t)_{t=0}$ 为 25.000 00 Ω， $(dR/dt)_{t=0}$ 为 0.099 70 Ω/℃，计算如式（K.2）：

$$t_s = 0 + \frac{25.000\,01\, \Omega - 25.000\,00\, \Omega}{0.099\,70\, \Omega/^\circ\text{C}} = 0.000\,1\, ^\circ\text{C} \quad (\text{K.2})$$

标准电阻法标准温度值为 0.000 1 ℃。