



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1107—2003

测量人体温度的红外温度计校准规范

*Calibration Specification of Infrared Thermometers
for Measurement of Human Temperature*

2003 - 06 - 19 发布

2003 - 06 - 29 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

测量人体温度的红外温度计 校准规范

**Calibration Specification of
Infrared Thermometers for Measurement
of Human Temperature**

JJF 1107—2003

本规范经国家质量监督检验检疫总局 2003 年 06 月 19 日批准，并自 2003 年 06 月 29 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

本规范委托归口单位负责解释

本规范主要起草人：

原遵东 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

范 铠 （上海工业自动化仪表研究所）

吴建英 （上海市计量测试技术研究院）

刘 芊 （北京市计量科学研究所）

孙学明 （深圳市计量质量检测研究院）

柏成玉 （中国计量科学研究院）

张金涛 （中国计量科学研究院）

邢 波 （中国计量科学研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(2)
4 概述	(2)
5 计量特性	(2)
5.1 显示温度范围	(2)
5.2 最大允许误差	(2)
5.3 环境条件	(2)
5.4 显示和界面	(2)
5.5 探头保护罩	(3)
5.6 温度计标识和用户手册	(3)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 标准及其他设备	(4)
7 校准项目和校准方法	(4)
7.1 校准项目	(4)
7.2 校准方法	(5)
8 校准结果表达	(6)
9 复校时间间隔	(7)
附录 A 红外温度计校准不确定度评定	(8)

测量人体温度的红外温度计校准规范

1 范围

本规范适用于测量人体温度的红外温度计和红外人体表面温度快速筛检仪的校准。

2 引用文献

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1007—1987 温度计量名词术语（试行）

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

GB/T—19146—2003 红外人体表面温度快速筛检仪通用技术条件

EN 12470—5: 2003 (E) Clinical thermometers - Part 5: Performance of infrared ear thermometers (with maximum device)

ASTM E 1965—98 Standard Specification for Infrared Thermometers for Intermittent Determination of Patient Temperature

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 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 校准模式（直接测量模式）

用于红外温度计测量或校准的显示模式。显示未经任何修正的温度，即对黑体温度的测量结果。

3.1.2 估算模式

用于红外温度计测量的显示模式。显示对环境温度变化、发射率、被测体位等因素修正后的估算温度。

3.1.3 实验室误差

一定环境温、湿度条件下，用黑体校准红外温度计所测得的未经任何修正的温度与黑体温度的差。

3.1.4 红外温度计

利用被测对象与探测器间的红外辐射交换测量温度的仪器。

红外耳温计——利用耳道和鼓膜与探测器间的红外辐射交换测量体温的仪器。

红外体表温度计——利用皮肤与探测器间的红外辐射交换和适当的发射率修正测量皮肤温度的仪器。

3.1.5 红外人体表面温度快速筛检仪（简称红外筛检仪）

利用红外测温技术对人体表面温度进行快速测量，当被测人体表面温度达到或超过预设警示温度值时进行警示的筛检仪器，以下简称红外筛检仪。

3.1.6 视场

被测对象与红外温度计探头有辐射交换的那部分表面。

3.1.7 人体温度

人体温度，分为体温和体表温度。体温指肺部动脉、食道末端、膀胱、耳道、口腔、直肠或腋下温度。体表温度指皮肤表面温度。

3.1.8 探头

温度计接收红外辐射的部分，含光学系统和探测器。

3.1.9 探头保护罩

在使用红外温度计时，隔离探头与被测对象，以达到卫生要求的保护罩。

3.1.10 警示温度值

红外筛检仪预设警示温度点所对应的黑体温度值。

3.1.11 警示温度测量误差

在预设警示温度点，红外筛检仪使用修正值的测量值与黑体温度的差值。

3.2 计量单位

温度的单位采用摄氏度，符号为℃。

4 概述

测量人体温度的红外温度计是利用探头和被测对象之间辐射交换测量人体温度的仪器。包括为测量人体温度设计的红外温度计以及红外筛检仪。

红外温度计和红外筛检仪由光学系统、探测器、电子测量部分及机械装置组成。

红外温度计可分为：红外耳温计和红外体表温度计。红外温度计的估算模式可能将直接测量的辐射温度经适当修正，转换为体表温度或/并将被测部位温度转换为其他身体部位的估算温度。

5 计量特性

5.1 显示温度范围

在任何一个显示模式下，红外温度计的显示温度范围应涵盖表1中规定的范围。

5.2 最大允许误差

在产品标称的使用环境条件下（见5.3）和规定的显示温度范围内，红外温度计的实验室误差和红外筛检仪的警示温度测量误差应不大于表1中最大允许误差规定值的绝对值。

5.3 环境条件

使红外温度计满足5.2所规定的实验室误差要求的允许使用环境范围应涵盖表1中的规定。

5.4 显示和界面

5.4.1 分辨力

显示分辨力符合表1的规定。

5.4.2 显示模式

5.4.2.1 红外温度计应指明当前设定模式。

表 1 红外温度计和红外筛检仪的计量性能要求

温度计类型	显示温度范围 /℃	分辨力 /℃	最大允许误差 /℃	使用环境条件	
				环境温度 /℃	环境湿度 /(%RH)
红外耳温计	35.0 ~ 42.0	≤0.1	±0.3 (<36.0)	16 ~ 35	≤85
			±0.2 (36.0 ~ 39.0)		
			±0.3 (>39.0)		
红外体表温度计	22.0 ~ 40.0	≤0.1	±0.3		
红外筛检仪		≤0.2	±0.4 (在警示点温度)	16 ~ 32	20 ~ 80

5.4.2.2 校准模式

使用者可以通过仪器设定直接进入或通过修正方法推算校准模式下的示值。

5.4.2.3 估算模式

对于有估算模式的温度计，应显著标明与示值对应的身体部位。

5.5 探头保护罩

如果制造商要求使用保护罩来卫生隔离被测对象和探头，探头保护罩的使用不得使

5.2 定义的实验室误差超出规定范围。

5.6 温度计标识和用户手册

5.6.1 温度计应清楚标明其温度单位。

5.6.2 红外温度计外壳或/和外包装应明确标识商标名称或仪器类型、型号、生产商或分销商名称、批次号或生产序列号。

5.6.3 红外温度计应指明测量示值对应的身体部位。对于单一无估算模式的非临床诊断用红外温度计，此标识是可选项。

注：所有标识应在长期使用和清洁中不至于损坏。

5.6.4 红外温度计用户手册应包括但不限于以下内容：

显示温度范围、最大允许误差、显示温度对应的身体部位、使用和保存的温、湿度范围、型式批准号或制造计量器具许可证编号。

具有估算模式的红外温度计，应指明估算温度示值对应的身体部位（如口腔、直肠等），并列出自校准模式示值到各估算模式示值的计算方法或对照表。

同时具有校准模式和估算模式的温度计，应说明切换到校准模式的方法。

6 校准条件

6.1 环境条件

校准实验室环境温湿度应满足 18℃ ~ 28℃、(30 ~ 70)% RH 和校准设备的使用环境

条件要求。

注：现场校准应注明环境条件，校准环境应无强环境辐射、无强空气对流。

6.2 标准及其他设备

6.2.1 黑体辐射源

黑体辐射源的温度范围应满足被校温度计的校准要求。

黑体空腔的口径应能满足被校温度计要求。

黑体空腔有效发射率应为被校温度计视场区域的有效发射率平均值。

黑体空腔的有效发射率、控温稳定度的推荐要求见表 2。

表 2 黑体辐射源的技术要求

温度计类型	空腔有效发射率	控温稳定度 ($^{\circ}\text{C}/10\text{min}$)	辐射温度不确定度 ($k=2$)
红外耳温计*	≥ 0.998	≤ 0.02	不大于被校温度计最大允许 误差绝对值的 1/3
红外体表温度计	≥ 0.997	≤ 0.02	
红外人体表面温度 快速筛检仪	≥ 0.997	≤ 0.1	

注：* 红外耳温计校准用黑体腔体开口前端不应露出腔体金属部分。腔口直径应足够小，一般为 6mm~10mm，以保证红外温度计的探头保护罩（如果使用）与腔体开口紧密接触。红外耳温计的探头前端应与腔体开口平齐或伸入腔口不超过 2mm。黑体开口的形状和尺寸应根据被检仪器要求设计。开口或辅助工具的设计应使得插入红外耳温计探头时能准确定位。

黑体空腔壁面温度通常采用接触温度计测量，如铂电阻温度计或玻璃液体温度计（配相应电测或观测设备）。

黑体温度应使用控温温度下的辐射温度。

黑体辐射源辐射温度的不确定度推荐满足表 2 的要求。

6.2.2 测量被校温度计模拟量输出的电测仪器（如果需要）。

6.2.3 校准温度计所需支架。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

7.1.1 外观检查

红外温度计和红外筛检仪应外观完好，各使用功能正常，探头应清洁。使用电池供电的，电池供电不足时，应有电压过低提示功能。

7.1.2 实验室误差

红外温度计应在指定的黑体温度和实验室环境温湿度条件下进行示值校准。可根据用户要求选择黑体温度。新制造的温度计可在实验室环境条件下测定实验室误差是否符合最大允许误差的要求。

用户无特别要求的，只对校准模式进行示值校准或实验室误差测定。无校准模式的应按照制造商用户手册提供的信息通过修正方法推算校准模式下的示值。

7.1.3 警示温度测量误差

红外筛检仪在预设警示温度点附近寻找警示温度值，确定警示温度测量误差。

7.2 校准方法

校准方法见表 3。

表 3 黑体设定温度

温度计类型	黑体设定温度 $t_s/^\circ\text{C}$
红外耳温计	35.5 ± 0.2 , 37 ± 0.2 , 41 ± 0.2
红外体表温度计	$(23 \pm 0.5, 30 \pm 0.5, 38 \pm 0.5)$ 或 $(30 \pm 0.5, 34 \pm 0.5, 38 \pm 0.5)$
红外人体表面温度快速筛检仪	预设警示温度点附近

7.2.1 红外温度计

7.2.1.1 分别在表 3 规定的黑体设定温度下重复测量黑体温度。可只选择表 3 中的部分黑体设定温度或根据用户要求选择黑体设定温度。

7.2.1.2 测试前，红外温度计应该在测试温、湿度条件下稳定至少 30min 或者更长（如果制造商规定）。

7.2.1.3 在每个黑体设定温度对黑体进行不少于 4 次的测量读数。应配探头保护罩的红外温度计，应按照用户手册的要求使用，并使之保持清洁、完整。根据用户手册推荐的方法确定温度测量数据的获取方式和速率。

7.2.1.4 应遵照制造商推荐的方法将估算模式（如果有）下的温度读数转换为校准模式下的温度读数 $t_{i,j}$ 。制造商应该提供转换方法，并在使用及维修手册里给出。

7.2.1.5 对示值校准，在各黑体名义设定温度 t_{s_i} 下测量并记录被校红外温度计示值 $t_{i,j}$ 和黑体温度 t_{BB_i} ，计算与第 i 个黑体名义设定温度 t_{s_i} 对应的被校红外温度计示值修正值 Δt_i 和多次测量的重复性 R_i 。

$$\Delta t_i = t_{\text{BB}_i} - \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 t_{i,j}, j = 1, 2, 3, 4$$

其中， $t_{i,j}$ 是被校温度计在校准模式下测量黑体温度 t_{BB_i} 时的第 j 个温度读数； j 表示读数的顺序。多次测量的重复性以极差 R_i 表示：

$$R_i = \text{Max}(t_{i,j}) - \text{Min}(t_{i,j}), j = 1, 2, 3, 4$$

其中， $\text{Max}(t_{i,j})$ ， $\text{Min}(t_{i,j})$ 分别为 $j = 1, 2, 3, 4$ 时 $t_{i,j}$ 的最大值和最小值。

7.2.1.6 对实验室误差测定，在每个黑体名义设定温度 t_{s_i} 下测量并记录被校红外温度计 $t_{i,j}$ 和黑体温度（黑体溯源到辐射温度的应转为辐射温度） t_{BB_i} ，确定各次测量的实验室误差。实验室误差 $e_{i,j}$ 定义为

$$e_{i,j} = |t_{i,j} - t_{\text{BB}_i}|, j = 1, 2, 3, 4$$

其中， t_{BB_i} 是黑体温度； $t_{i,j}$ 是被校温度计在校准模式下测量黑体温度 t_{BB_i} 时的第 j 个温度

读数； j 表示读数的顺序。

在各黑体温度 $t_{\text{BB}i}$ ，所有实验室误差的最大值应符合 5.2 的要求。

7.2.2 红外筛检仪

7.2.2.1 按用户手册规定的时间对红外筛检仪预热。

7.2.2.2 按用户手册规定测量距离或实际应用的测量距离瞄准黑体靶面。黑体靶面直径应满足红外筛检仪测量目标的要求。

7.2.2.3 将黑体设定温度设为比预设警示温度点略低（约 1°C ）。黑体温度稳定后，若红外筛检仪报警，则黑体设定温度应适当降低（例如 0.5°C ），直至无报警发生。

7.2.2.4 以 0.1°C 为步进值升高黑体设定温度。黑体温度稳定后，若红外筛检仪未报警，则黑体设定温度应再升高 0.1°C ，直至报警发生。

7.2.2.5 将挡光板置于黑体与红外筛检仪之间，待报警消除 10s 后快速移开挡光板。

7.2.2.6 若红外筛检仪报警，重复执行 7.2.2.5，共 4 次；4 次当中任一次若无报警，返回执行 7.2.2.4。

7.2.2.7 以 4 次都报警的最低黑体温度为红外筛检仪的警示温度。警示温度测量误差 Δ 按下式计算：

$$\Delta = X + \Delta T - X_s$$

其中， X 是预设警示温度点； ΔT 是红外筛检仪用户手册要求的警示温度修正值； X_s 是黑体温度。校准结果中应注明红外筛检仪使用的警示温度修正值和红外筛检仪发射率修正设定值。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书或校准报告上反映。红外温度计的校准结果包含黑体温度、对应的被校温度计示值修正值及示值重复性或黑体温度和对应的被校温度计最大实验室误差；红外筛检仪的校准结果包含警示温度设定点和警示温度测量误差。校准结果应包含校准不确定度。现场校准应注明“现场校准”及环境条件。

校准证书或报告应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的惟一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称（和地址）；
- f) 被校温度计的名称、型号、产品编号和制造商；
- g) 进行校准的日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- 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) 校准结果及其不确定度的说明；

- m) 校准证书或校准报告签发人、校准人、核验人的签名以及签发日期；
- 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。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年，使用特别频繁时应适当缩短。

附录 A

红外温度计校准不确定度评定

测量人体温度的红外温度计采用标准器——黑体辐射源对其校准模式下的示值进行校准。

A.1 黑体辐射源

校准红外温度计使用的黑体辐射源由具有一定开口、壁面温度已知、内表层发射率高的等温空腔构成。黑体空腔的辐射特性取决于空腔的封闭性、腔壁温度的均匀性和内表层材料的辐射特性。

由于部分红外温度计探头视场角很大（例如，部分红外耳温计探头视场角接近半球），因此黑体空腔应保证在红外温度计视场区域内，其温度不均匀性和有效发射率特性满足校准要求。

常见的温度均匀的黑体空腔有：

- (1) 置于温度均匀的恒温水槽内的薄壁空腔；
- (2) 热管空腔；
- (3) 热设计良好的其他空腔。

由于水槽温度空间均匀度较好、测量方便，水槽方案在常温黑体辐射源中应用较多。当黑体空腔有效发射率接近 1 时，黑体辐射温度可采用铂电阻温度计或水银温度计等测量腔壁温度或与腔壁温度相近区域的温度近似。

铂电阻可采用标准铂电阻温度计或其他测量不确定度满足测量需求的精密铂电阻。

黑体辐射源的辐射温度应最终溯源到 ITS—1990 温度基准。

A.2 红外温度计校准不确定度评定

红外温度计校准的数学模型为

$$\Delta t_i = t_{\text{BB}i} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_{i,j}, n = 4$$

其中， Δt_i 为红外温度计示值的修正值； $t_{i,j}$ 为红外温度计校准模式下的示值； $t_{\text{BB}i}$ 为黑体辐射温度。

对红外温度计校准的不确定度有贡献的主要因素有：

(1) 辐射温度的不确定度

- ① 黑体辐射源在接触温度计控温温度下辐射温度校准的不确定度。
- ② 校准周期内辐射温度的不稳定性。
- ③ 环境温度差异对复现控温温度的影响：

红外温度计校准与黑体辐射源校准实验使用相同电测仪表测量黑体空腔壁面温度时，为电测仪表受环境温度差异对复现控温温度的影响；与黑体辐射源校准实验使用不同电测仪表时，为接触温度计电测仪表的准确度对复现控温温度的影响。

④ 控温稳定性。

⑤ 黑体空腔辐射温度不均匀性：

黑体辐射源在不同的红外温度计视场区域内空腔壁面温度和有效发射率不均匀性的综合影响。

(2) 红外温度计引入的不确定度

①示值重复性。

②分辨力。

具体不确定度评定步骤参见国家计量技术规范 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》。

A.3 红外耳温计校准不确定度评定实例

依据本规范用有效发射率大于 0.999 黑体辐射源对显示分辨力为 0.1℃ 的红外耳温计在 37℃ 校准，环境温度 22℃，黑体辐射源控温温度测量值直接从控温器读取。

A.3.1 标准不确定度评定

a) 黑体辐射源校准不确定度 u_1

取自黑体辐射源校准证书。扩展不确定度 $U = 0.04^\circ\text{C}$ ， $k = 2$ 。 $u_1 = 0.02^\circ\text{C}$ 。

b) 校准周期内辐射温度的长期不稳定性引入的不确定度 u_2

黑体辐射源最近两次校准证书中辐射温度之差的绝对值为 0.02℃。按均匀分布评定， $u_2 = (0.02/\sqrt{3})^\circ\text{C}$ 。

c) 环境温度差异对复现控温温度的影响 u_3

黑体辐射源校准环境温度 20℃，红外温度计校准环境温度 22℃。红外温度计校准与黑体辐射源校准实验都使用黑体辐射源控温器测温示值确定复现空腔壁面温度。控温器温度测量示值受环境温度变化影响不超过 0.03℃/10℃，故环境温度差异为 2℃时，控温器温度测量示值变化不超过 0.006℃。按均匀分布评定， $u_3 = (0.006/\sqrt{3})^\circ\text{C}$ 。

d) 控温短期稳定性的影响 u_4

黑体辐射源控温稳定度 0.01℃/10min，按均匀分布评定， $u_4 = (0.01/\sqrt{3})^\circ\text{C}$ 。

e) 黑体空腔辐射温度不均匀性的影响 u_5

黑体空腔辐射温度不均匀性 0.02℃，按均匀分布评定， $u_5 = (0.02/\sqrt{3})^\circ\text{C}$ 。

f) 红外温度计测量重复性 u_6

重复性实验 4 次测量最大差值为 0.1℃，平均值的标准偏差 $u_6 = 0.1/C/\sqrt{4} = 0.024^\circ\text{C}$ 。其中当测量次数为 4 时极差系数 $C = 2.06$ 。

g) 红外温度计分辨力的影响 u_7

按均匀分布评定， $u_7 = (0.1/2/\sqrt{3})^\circ\text{C}$ 。

A.3.2 合成标准不确定度

以上分量相互独立，计算修正值的合成标准不确定度 u_c ：

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^7 u_i^2} = 0.048^\circ\text{C}$$

其中前 5 项合成后为黑体辐射温度的标准不确定度，0.03℃。

A.3.3 扩展不确定度评定

表 A1-1 校准不确定度分量表

不确定度分量	评定类别	标准不确定度分量符号	扩展不确定度或极限误差半宽/℃	分布估计	包含因子 k	灵敏系数	标准不确定度分量值 /℃
黑体辐射源校准	B	u_1	0.04	正态	2	1	0.02
辐射温度的长期不稳定性	B	u_2	0.03	均匀	$\sqrt{3}$	1	0.017
环境温度差异	B	u_3	0.006	均匀	$\sqrt{3}$	1	0.003
控温短期稳定性	B	u_4	0.01	均匀	$\sqrt{3}$	1	0.006
辐射温度不均匀性	B	u_5	0.02	均匀	$\sqrt{3}$	1	0.012
红外温度计测量重复性	A	u_6	0.1	正态	2.06	1	0.024
红外温度计分辨力	B	u_7	0.05	均匀	$\sqrt{3}$	1	0.03

取包含因子 $k = 2$ ，修正值的扩展不确定度 $U = k \cdot u_c = 0.1^\circ\text{C}$ 。

黑体辐射温度的扩展不确定度为 0.06°C 。