

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2020.03.08

基于弹性夹具的辐射温度计检定装置研究

蔡永洪, 梁满兵, 吴珍菊

(广州计量检测技术研究院, 广东 广州 510663)

摘要: 针对目前工作用辐射温度计检定工作存在的问题, 提出一种基于弹性夹具的高重复性准确度的辐射温度计检定装置。通过介绍装置结构和使用方法, 阐明利用弹性夹具固定被检温度计具有更高的灵活性和通用性, 以及“一副夹具安装一台被检, 共用一个检定台”方式具有更高的机械化程度和工作效率。通过检测和试验结果表明, 该装置重复性精度高。

关键词: 辐射温度计; 检定装置; 重复性精度; 弹性夹条

中图分类号: TB942; PB414.5

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2020)03-0035-03

Calibration Device of Radiation Thermometer Using Elastic Clamps

CAI Yonghong, LIANG Manbing, WU Zhenju

(Guangzhou Institute of Measuring and Test Technology, Guangzhou 510663, China)

Abstract: In view of the problems existing in the calibration of radiation thermometers, a high repeatability calibration device for radiation thermometers is proposed. By introducing the structure and the using method of the device, this paper expounds that it has higher flexibility and versatility to fix the thermometer to be tested by using elastic clamps, and that the way of “one thermometer with one set of clamp and one calibration bench to be shared” has higher mechanization degree and working efficiency. The test results show that the device has high repeatability.

Key words: radiation thermometer; calibration device; repeatability; elastic clamp

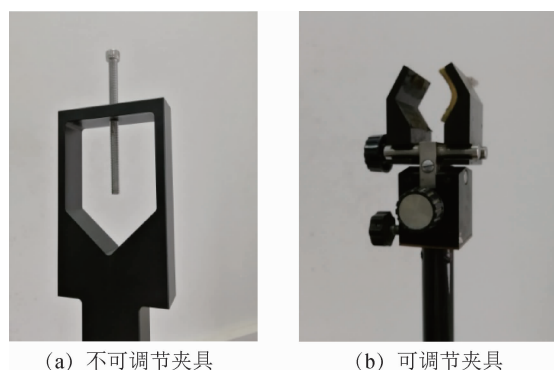
0 引言

辐射温度计是一种基于物体的热辐射特性与温度之间对应关系(黑体辐射定律)的非接触式测温仪表, 测量结果受被测对象发射率、中间介质和测量距离等因素影响^[1-4]。随着辐射温度计越来越广泛地应用于各行各业, 其测量结果的准确性对安全生产和质量控制愈发重要, 因此对辐射温度计的检定是十分必要且重要的。

1 辐射温度计检定现状

现行的辐射温度计检定依据是 JJG 856-2015《工作用辐射温度计检定规程》。该规程要求, 被检温度计安装在辐射源轴线方向特定距离处并瞄准辐射源中心, 参考和被检温度计应交替瞄准或以机械方式可重复地切换位置^[5]。目前, 大多数检定员都采用手持的方式实施检定操作, 即手握被检温度计, 通过手臂和手腕的运动来调整被检温度计的姿态, 在肉眼观察和主观判断下完成瞄准与测量。虽然手持方式十分灵活快捷, 但手持姿态难以重现, 主观判断的瞄准点和检定距离易引入较大的随机误差, 无法保证重复性准确度。

为此, 出现了使用夹具夹持被检温度计实施检定的方式。目前, 常见的两种用于夹持被检温度计的夹具如图 1 所示。通过将温度计光学测头放入夹具的安装部位以达到固定温度计的目的, 然后机械控制检定距离和瞄准中心, 从而提高重复性测量的精度。不可调节夹具如图 1(a)所示, 其结构简单, 安装温度计之后无法再进行方位调整; 可调节夹具如图 1(b)所示, 它能够进行高度和多个方位角度的调整。然而, 辐射温度计的外观形状多种多样、大小不一, 尤其表现在测头部分。若使用夹具 a 安装不同辐射温度计, 安装



(a) 不可调节夹具

(b) 可调节夹具

图 1 辐射温度计夹具

位置将直接影响瞄准位置,无法保证瞄准中心彼此相同;若使用夹具 b 安装时,由于多个方位需要分别调整,效率低下,而且在确定的瞄准方位之间无法进行切换,导致同一台辐射温度计在多温度点检定时方位无法保持一致。

2 高重复性准确度的夹具设计

虽然辐射温度计光学测头形状各不相同,但手把部位却因以方便抓握为功能目标而具有相同特点,即左右对称、大小以一只成年人的手可正常抓握为合适、外表面圆滑。因此,考虑设计一种模拟人手抓握的夹具,该夹具以夹持手把为特点,适配各种形状的辐射温度计。

现有夹具将夹持和瞄准分开操作,即先固定温度计,再逐步调整夹具的位置和姿态,达到中心对准的状态。为了提高瞄准效率,考虑将手持的灵活性和夹持的可重复性融合一体,即在夹持温度计的同时也进行瞄准,一边装夹、一边瞄准。

针对共用一个夹具时温度计需要频繁装卸的问题,可考虑一个夹具配一个温度计、共用一个检定台的方式,温度计与夹具整体从检定台上装上或者卸下,由于温度计在夹具上已固定姿态,而夹具在检定台上则通过定位销固定位置,从而确保温度计在重复装卸时不会改变瞄准位置和姿态,只需要在首次夹持时进行瞄准,后续进行其他检定点检定和重复性测量时都不需要瞄准了。

本文采用上述设计思想和解决方案,提出了一种高重复性精度的被检夹具设计方案^[6]。如图 2 所示,被检夹具主要由弹簧片、螺杆、夹杆、导杆、支柱、遮板等组成。使用时,将被检温度计的手把放置在弹簧片中间。旋动螺杆,左、右滑杆带动弹簧片向中间靠拢,将被检温度计夹持住。螺杆旋进越多,弹簧片变形越大,被检温度计夹持得就越牢固。

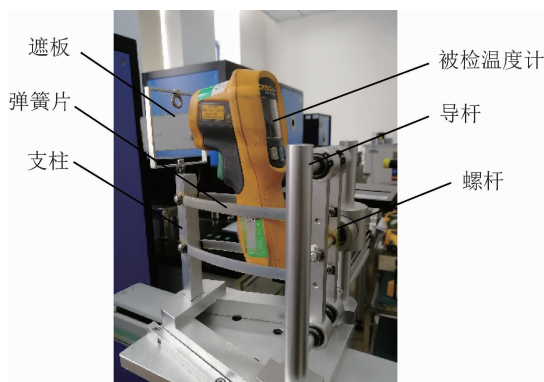


图 2 高重复性准确度夹具

该夹具利用弹性夹条夹持被检温度计,能适应各种形状的辐射温度计,提高温度计检定校准装置的适用范围,具有显著的通用性;利用人的手腕对被检温度计进行姿态调整,能够灵活、方便、快速地达到测量关于瞄准的要求,使检测操作更简单方便。

3 高重复性准确度的检定装置

3.1 检定装置结构

装置由被检夹具、标准夹具、横向导轨、纵向滑台、上位机、电控柜、支座、辐射源组成,如图 3 所示。被检夹具和标准夹具分别安装在横向导轨上的滑块上。其中,被检夹具与滑块使用滚珠弹簧销配合,能够方便快捷地安装和卸下。两个滑块分别安装了限位拉杆,当滑块正对辐射源空腔中心时,限位拉杆刚好达到极限位置。横向导轨安装在纵向滑台之上,能够在辐射源空腔中轴延长线方向上直线移动。上位机安装了检定程序软件,可设定检定参数并控制滑台运动。

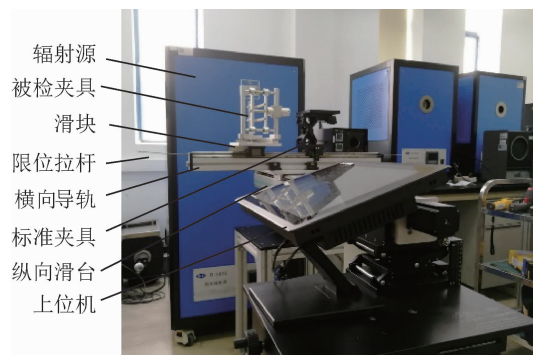


图 3 高重复性准确度辐射温度计检定装置

3.2 装置操作方法

高重复性精度辐射温度计检定装置的操作方法包括以下主要步骤^[7]:

1) 安装被检温度计

利用被检温度计射出的辅助瞄准激光,对准在辐射源旁边标记的炉腔中心参考点,同时旋紧夹具使被检温度计的瞄准姿态保持足够牢固。当需要检测多个温度计时,需要为每台被检温度计分配一幅夹具并安装好。

2) 炉腔温度测量

首先,使用参考温度计测量炉腔温度;然后,将安装被检夹具的滑块移至拉杆限位处,使被检温度计对准炉腔中心;接着,通过上位机控制滑台将被检温度计移向检定距离处;最后,按下测量键得到测量值,重复测量多次取平均值。同样地,换上其他被检温度计的夹具,完成所有被检温度计的测量。

3)其他温度点的检定
改变辐射源设定温度,重复步骤2)。

4 检定装置测试

在横向导轨上通过限位拉杆使夹具定位到辐射源炉腔中轴方向,其中标准夹具的重复定位误差不高于0.01 mm,被检夹具的重复定位误差不高于0.02 mm。

使用弹性夹条实现被检温度计的固定,这种夹持方式虽不如刚性连接方式牢固,时间长可能会有一定程度的松弛和失稳,但在正常的检定工作时间内,其牢固程度仍然足够,可保持被检温度计的姿态不发生改变。经过测试,被检温度计在1 m 检定距离处经过30 min 后,瞄准点偏移0.3 mm;经过60 min 后,瞄准点偏移0.5 mm。

检定装置使用步进电机控制检定距离,纵向滑台的示值误差如表1所示。

表1 纵向滑台示值误差 mm

检定距离	示值误差
0 ~ 200	+0.088
0 ~ 390	+0.146
0 ~ 500	+0.132
0 ~ 900	+0.833

现以3台工作用辐射温度计作为被检对象,使用高重复性精度检定装置(简称本装置)和手持检定(简称手持式)两种方式测量黑体炉(设定温度500℃,亮度温度为498.4℃),每隔1 min 测量一次,重复测量10次,测量数据如表2所示^[8]。

表2 不同测量方法的温度示值 ℃

序号	被检辐射温度计1		被检辐射温度计2		被检辐射温度计3	
	本装置	手持式	本装置	手持式	本装置	手持式
1	513.8	513.9	500.4	500.8	472.8	478.6
2	513.2	514.3	500.2	501.4	472.8	474.9
3	513.0	513.7	500.4	500.4	472.7	472.2
4	513.2	513.9	499.4	501.4	472.6	474.6
5	513.6	513.7	499.6	502.2	472.4	476.7
6	512.8	513.1	500.2	502.6	472.4	473.3
7	513.2	513.7	499.4	501.4	472.4	475.2
8	513.4	513.5	499.6	501.2	472.3	475.4
9	513.4	513.9	500.0	499.6	472.2	473.9
10	512.6	514.5	500.0	501.2	472.0	474.9
平均值	513.22	513.82	499.92	501.22	472.46	474.97
标准差	0.30	0.39	0.39	0.84	0.21	1.29

比较二者测量结果可知,使用本装置测量的结果重复性明显优于手持测量。

5 小结

综上,本文提出的高重复性辐射温度计检定装置具有如下特点:①使用可辨识的标记作为辐射源空腔中心点的外部瞄准点,客观又直观;②利用辐射温度计手握部位的形状大小随型号规格变化差异不大的特点进行设计,夹具具有显著的通用性;③利用2对弹簧片夹持被检温度计,能够灵活、方便、快速地调整被检温度计的姿态并保持稳固;④利用“一副夹具安装一台被检,共用一个检定台”的方式,在多温度点检定和重复性测量中,无需多次瞄准和重复安装,提高了检定工作的机械化程度和效率,以及重复性精度;⑤人机界面友好,采用程序控制,实现证书电子化和数据数字化。

参 考 文 献

[1] 廖盼盼, 张佳民. 红外测温精度的影响因素及补偿方法的研究[J]. 红外技术, 2017, 39(2): 173-177.
[2] 金辉, 王晓岚, 孙健. 红外测温仪测量准确度的影响因素分析及修正方法. 上海计量测试, 2019(5): 34-38.
[3] 张文, 杨兵, 郑祥, 等. 红外测温过程中测试距离对测温精度的影响分析[J]. 自动化与仪器仪表, 2018(7): 45-47.
[4] 叶子奎. 测量环境温度对辐射温度计量值的影响. 计测技术, 2017(S1): 108-110.
[5] 国家质量监督检验检疫总局. JJG 856-2015 工作用辐射温度计检定规程[S]. 北京: 中国质检出版社, 2015.
[6] 蔡永洪, 梁满兵, 吴珍菊. 辐射温度计检定校准装置: 中国, 201922249878. X[P]. 2019. 12. 16.
[7] 蔡永洪, 梁满兵, 吴珍菊. 辐射温度计检定校准装置及操作方法: 中国, 201911289492. X[P]. 2019. 12. 16.
[8] 梁满兵, 蔡永洪, 吴珍菊. 工作用辐射温度计检定装置自动瞄准系统的探讨[J]. 计量与测试技术, 2020, 47(1): 74-75, 78.

收稿日期: 2020-04-08; 修回日期: 2020-05-28
基金项目: 广州市质量技术监督局科技计划项目(2017kj06)

作者简介



蔡永洪(1978-), 男, 江西大余人, 高级工程师, 博士, 主要研究方向为计量检测技术。