

热辐射红外测温仪测温影响因素分析

安 壮, 张 凤

(大连科技学院, 辽宁 大连 116019)

摘 要 热辐射红外测温仪是一种能够非接触、实时测量物体表面温度的先进技术工具。它通过测量物体辐射出的红外辐射, 从而确定物体的表面温度。解决热辐射红外测温仪的测温误差问题具有重要的实际意义。本文将对其存在的影响因素进行分析, 探索解决方法, 以期为提高热辐射红外测温仪的测温精度和准确性提供借鉴, 为实际应用中的温度控制和监测带来更加准确和可靠的数据支持。

关键词 热辐射红外测温仪; 测温影响因素; 温度补偿算法

基金项目: 2024年大学生创新创业训练项目: 热辐射红外测温装置的制作和研究(项目编号: 183)。

中图分类号: TH81

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)04-0118-03

与接触式测温仪器相比, 热辐射红外测温仪具有操作简便、测量速度快、精度高、无损伤等优点, 广泛应用于工业、医疗等领域。在生产领域, 热辐射红外测温仪被广泛应用于各种工艺过程中的温度测量, 解决热辐射红外测温仪的测温误差问题具有重要的实际意义。本文针对热辐射红外测温仪测温影响因素展开了研究和分析。通过综合比较不同因素对测温精度的影响, 得出了一些结论。环境温度、湿度和气压是影响测温精度的重要因素。目标物表面的发射率和反射率、目标物形状和尺寸也会对测温精度产生一定的影响。测温仪本身的特性, 如波长范围、响应时间和检测距离等, 也会对测温结果产生影响。

1 热辐射红外测温仪测温的意义

1. 解决热辐射红外测温仪的测温误差问题具有重要的实际意义。热辐射红外测温仪的测温误差直接影响到生产制造与工业生产中的温度控制和监测, 特别是在高温环境和特殊工况下, 准确的温度测量对于保证生产质量和安全至关重要。通过减少测温误差, 可以提高产品质量, 降低生产成本, 提高生产效率。

2. 解决热辐射红外测温仪的测温误差问题可以推动红外测温技术的发展, 进一步拓宽其应用范围。随着科学技术的不断进步和工业生产的发展, 对精确、快速、非接触式温度测量的需求不断增加。通过解决热辐射红外测温仪的测温误差问题, 可以提高其表现和可靠性, 进一步推动红外测温技术在医疗、环境监测、建筑、能源等领域的应用。

3. 解决热辐射红外测温仪的测温误差问题可以提

高工程和安全防护领域的精确度和可靠性。在一些特殊环境下, 例如高温工况、爆炸性气体环境等, 准确的温度测量对于工程设计和安全防护具有重要意义。通过减少热辐射红外测温仪的测温误差, 可以提高工程设计的准确度, 降低安全风险, 保护人员和装置的安全^[1]。

2 热辐射红外测温仪的工作原理

2.1 红外辐射测温原理

红外辐射测温是利用物体发射的红外辐射能量与其温度之间的关系来进行测量的一种技术方法。物体的温度越高, 它发射的红外辐射能量就越大。这是因为所有物体都会以辐射的形式释放能量, 包括可见光和红外光。而红外光波长较长, 不可见于肉眼, 但可通过红外传感器来进行检测。当前常用的红外辐射波段主要分为近红外、中红外和远红外三个波段。

近红外波段的波长范围为0.76~2.5微米, 其优点是可以利用偏振滤光片来消除反射干扰, 然而, 近红外波段的能量较低, 只适用于测量高温动态物体的温度。中红外波段的波长范围为2.5~25微米, 这是很多红外热成像仪普遍采用的波段, 因为它的辐射能量较高, 可以较好地保证测温的准确性。而远红外波段的波长范围为25~1000微米, 这一波段的红外辐射能量较低, 多用于红外辐射测温仪的表面温度测量。

红外辐射测温的传感器原理主要使用了热电偶、热电阻、热敏电阻和非接触式红外辐射测温传感器等。其中, 热电偶和热电阻的工作原理是基于热敏效应, 即根据物体的温度与材料的电阻或电势差之间的关系

来测量红外辐射能量。而热敏电阻则是根据热电阻的原理进行设计的,可以根据材料的电阻变化来判断物体的温度^[2]。

2.2 红外测温仪的工作原理

红外测温仪是一种非接触式的温度测量设备,它可以通过测量物体发出的红外辐射来获取物体的温度。热辐射红外测温仪是一种常见的红外测温仪,其工作原理可以简述为:利用物体的热辐射能对红外传感器进行非接触测温,然后将红外信号转化为温度值。

红外测温仪主要由红外传感器、光学系统和信号处理单元组成。其中,红外传感器是红外测温仪的核心部分,它用于接受物体发出的红外辐射能,并将其转化为电信号。根据不同的应用场景,常见的红外传感器包括热电偶型、热电阻型和半导体型。

热电偶型红外传感器基于热电偶效应工作,其工作原理是当物体发出红外辐射时,红外传感器感受到的辐射能会使两个热电偶产生温差,从而产生电势差。通过测量这个电势差,可以计算出物体的温度。

热电阻型红外传感器则基于热电阻效应工作,其工作原理是利用物体的热辐射将热量传递给一个热电阻,在热量的作用下,热电阻的电阻值会发生变化。通过测量热电阻的电阻值的变化,可以得到物体的温度^[3]。

3 热辐射红外测温仪测温的影响因素

3.1 环境温度的影响

热辐射红外测温仪是一种利用物体自身的辐射能量来测量其表面温度的设备。在测温过程中,环境温度是一个不可忽视的因素,它对传感器的温度测量准确性有着重要的影响。

环境温度会对传感器本身的温度产生影响。传感器是热辐射红外测温仪中最关键的部分,它用于感知物体发出的红外辐射,并将其转化为电信号进行处理。由于环境温度的存在,传感器的温度不可避免地会受到环境的影响,从而造成温度测量的误差。若环境温度过高,传感器温度会上升,导致测温数值偏高;反之,若环境温度过低,传感器温度则会下降,使得测温数值偏低。因此,环境温度与传感器温度的变化密切相关,需要通过温度补偿来降低环境的影响。

显而易见地,环境温度对物体的表面温度也会有一定的影响。在物体表面散发的红外辐射中,包含了物体本身的辐射能量和环境温度的影响。由于环境温度的存在,物体表面的红外辐射会受到环境温度的干扰,导致温度测量的不准确。这是因为热辐射红外测

温仪所测量的是物体表面的有效温度,而有效温度受到环境温度的影响较大。因此,为了准确测量物体的表面温度,必须通过环境温度的补偿,将环境温度的影响排除在外,以确保测温结果的准确性。

环境温度对热辐射红外测温仪的温度测量具有重要影响。为了提高温度测量的准确性,需要根据环境温度对传感器温度的影响进行相应的温度补偿。只有在对环境温度进行准确的补偿和校准的情况下,热辐射红外测温仪才能够获取到更准确的温度数据,从而满足各种使用场景下的需求。因此,在实际应用中,重要性给予环境温度的考虑以及正确使用温度补偿技术是不可或缺的。

3.2 被测物体表面特性的影响

被测物体的表面特性是影响热辐射红外测温仪测温的重要因素之一。不同的物体表面特性对红外辐射的吸收和反射有着明显的差异,导致了测温误差的出现。

被测物体的表面颜色对红外辐射的吸收和反射有着显著的影响。黑色物体对红外辐射的吸收能力较强,能够迅速吸收热量,并且以红外辐射的形式释放出去。而相比之下,白色物体对红外辐射的吸收能力较弱,更多的是将红外辐射反射出去。因此,在测量黑色物体时,测温仪会准确地获取物体的表面温度;而对于白色物体,测温误差会相对较大^[4]。

总的来说,被测物体的表面特性对热辐射红外测温的影响是不可忽视的。不同的表面特性会导致红外辐射的吸收和反射差异,进而引起测温误差的产生。为了提高测温的准确性,我们在使用热辐射红外测温仪时,需要针对被测物体的表面特性进行合理的选择和处理,以减小测温误差的产生。同时,对于测温误差的来源,我们也应该加强对热辐射红外测温仪工作原理和表面特性的研究,以提高测温的精确度和可靠性。

4 热辐射红外测温仪测温误差分析

4.1 基于环境温度的补偿算法

基于环境温度的补偿算法是热辐射红外测温仪中常用的一种算法,它通过测量环境温度并根据测得的环境温度值进行相应的温度补偿,来减小测温误差。这种算法的优点在于简单易行,可以通过热敏电阻等传感器直接测量环境温度,并将测得的环境温度值传给温度测量系统进行补偿。这样一来,不仅可以消除由于环境温度变化引起的温度测量误差,还能提高测温仪的稳定性和准确度。

基于环境温度的补偿算法还存在一些局限性。由

于环境温度的测量可能受到测温仪自身温度分布的影响,因此,当测温仪自身温度不均匀时,基于环境温度的补偿算法可能会引入一定的误差。同时,由于环境温度的测量需要时间和能源,对于一些需要快速响应和节能的应用场景来说,基于环境温度的补偿算法可能不太适用^[5]。

基于环境温度的补偿算法是一种简单且有效的温度补偿方法,可以在一定程度上减小热辐射红外测温仪的测温误差。然而,它也存在一些局限性和不足之处,需要在实际应用中合理选择和改进。未来,我们可以考虑引入其它影响因素并建立更加准确的温度补偿模型,以提高测温仪的测量精度和稳定性。

4.2 表面辐射率补偿算法

表面辐射率补偿算法是热辐射红外测温仪中一个重要的环节。通过对表面辐射率的精确补偿,可以降低温度测量的误差,提高测温仪的准确性。目前市面上存在多种不同的表面辐射率补偿算法,每种算法都有其独特的优缺点。

我们来看一种常用的基于固定辐射率的补偿算法。这种算法假设目标物体的表面辐射率是恒定的,通常设置为0.95,然后通过对比测温仪的读数进行修正,以减小误差。这种算法的优点是简单易懂,容易实现。然而,由于目标物体的表面辐射率往往并非恒定不变,特别是对于具有复杂表面特征的物体来说,使用固定辐射率进行补偿可能会导致较大的误差^[6]。

另一种常见的表面辐射率补偿算法是基于反射率的补偿方法。该算法通过对目标物体表面的反射率进行估算,利用反射率和辐射率之间的关系来进行补偿。相比于固定辐射率算法,基于反射率的补偿算法能够更准确地估计目标物体的辐射率,从而降低了测温误差。然而,这种算法要求用户对目标物体的表面特征进行详细的了解,如反射率的变化范围、表面材质的差异等,有一定的难度和复杂度。

4.3 斯忒藩-波尔兹曼定律

斯忒藩-波尔兹曼定律:绝对黑体的总辐射除以射度与黑体温度的四次方成正比。在单位时间内,其单位面积辐射的辐射能量E为: $E_{Tb}=\sigma T^4$ 。式中,T为物体的绝对温度(K); σ 为斯忒藩-玻耳兹曼常数, $\sigma=5.67\times 10^{-8}W/(m^2\cdot K^4)$ 。

5 基于热辐射特性与能量

1. 了解了物体的辐射面、辐射体温度对物体辐射能力大小的影响和对波长的影响,学会了依据斯忒藩-

波尔兹曼定律、维恩位移定律,可以研究不同辐射特性分别与温度、波长有关。

2. 绝对的黑体总辐射出射度与温度成正比,即温度越大,物体辐射的能量越大;在一定温度下,黑体辐射光谱中最强辐射的波长与黑体绝对温度成反比,表明物体的温度越高,放射能量最大值的波长越短。凡是高温物体,其放射能量最大值的波长多为短波,凡是低温物体,其放射的能量最大值的波多为长波^[7]。

6 结语

热辐射红外测温仪是一种应用广泛、非接触式的测温技术,能够通过测量物体发射的红外辐射来获取物体的表面温度。红外测温仪主要由红外传感器、光学系统和信号处理单元组成,其中红外传感器是核心部件。热辐射红外测温仪的测温原理和组成部分决定了其在温度测量中的重要性和广泛应用。热辐射红外测温仪在工业、医疗、安全防护等领域有着广泛的应用。解决测温误差问题,提高测温精度和准确性,对于保证生产质量、提高生产效率、推动红外测温技术发展具有重要意义。在未来的研究中,可以进一步探索和不断改进不同的测温误差补偿算法,以适应不同应用场景的需求,提高热辐射红外测温仪的性能和可靠性。

参考文献:

- [1] 张永良,李大为,张富余,等.工业热处理炉炉温均匀性测试新技术的应用研究[J].机械研究与应用,2022(12):120-123.
- [2] 吴鹏浩,钱国明.激光光斑在动态位移测量中的应用研究[J].电子设计工程,2023(07):132-136.
- [3] 沈洁.基于红外技术的工业窑炉池壁冷却风控制[J].玻璃,2022(06):29-34.
- [4] 马旻昱,刘亮亮,李体军,等.高离化磁控溅射技术及其工业应用[J].中国表面工程,2022(06):116-144.
- [5] 卢明辉,丁雷,颜学俊,等.激光超声技术在工业检测中的应用与展望[J].振动·测试与诊断,2021(08):631-643,826.
- [6] 石长华.基于物联网技术的非接触式陶瓷炉高温工业炉监测系统的设计[J].电子元器件与信息技术,2021(10):49-50.
- [7] 孙文财,胡旭歌,杨志发,等.基于红外及可见光图像融合的道路目标检测优化方法[J].吉林大学学报(工学版),2023(10):1-8.