

红外测温仪

红外温度计又名红外测温仪。

红外线的发现

红外光也叫红外线，它是一位英国科学家发现的。1800 年，赫胥尔在研究太阳光时，让光通过棱镜分解为彩色光带，他用温度计去测量光带中不同颜色所含的热量。试验中，他偶然发现一个奇怪的现象：放在光带红光外的一支温度计，比室内其他温度的指示数值高。经过反复试验，这个所谓热量最多的高温区，总是位于光带最边缘处红光的外面。于是他宣布太阳发出的辐射中除可见光线外，还有一种人眼看不见的“热线”，这种人的肉眼看不见的“热线”位于红色光外侧，叫做红外线。（不过，要说明的是，事实上太阳发出的能量以波长 580nm 的绿光最强。）

红外线是一种电磁波，具有与无线电波及可见光一样的本质。红外线的波长在 $0.76\sim 100\mu\text{m}$ 之间，位于无线电波与可见光之间。任何物体，只要它的温度比零下 273 度高，就无一例外地发射出红外线。

红外测温仪的原理

在自然界中，一切温度高于绝对零度的物体都在不停地向周围空间发出红外辐射能量。物体的红外辐射能量的大小及其按波长的分布——与它的表面温度有着十分密切的关系。因此，通过对物体自身辐射的红外能量的测量，便能准确地测定它的表面温度，这就是红外辐射测温所依据的客观基础。

红外测温仪由光学系统、光电探测器、信号放大器及信号处理、显示输出等部分组成。光学系统汇聚其视场内的目标红外辐射能量，视场的大小由测温仪的光学零件及其位置确定。红外能量聚焦在光电探测器上并转变为相应的电信号。该信号经过放大器和信号处理电路，并按照仪器内存的算法和目标发射率校正后转变为被测目标的温度值。除此之外，还应考虑目标和测温仪所在的环境条件，如温度、气氛、污染和干扰等因素对性能指标的影响及修正方法。

黑体辐射定律

黑体是一种理想化的辐射体，它吸收所有波长的辐射能量，没有能量的反射和透过，其表面的发射率为 1。应该指出，自然界中并不存在真正的黑体，但是为了弄清和获得红外辐射分布规律，在理论研究中必须选择合适的模型，这就是普朗克提出的体腔辐射的量子化振子模型，从而导出了普朗克黑体辐射的定律，即以波长表示的黑体光谱辐射度，这是一切红外辐射理论的出发点，故称黑体辐射定律。

物体发射率对辐射测温的影响：自然界中存在的实际物体，几乎都不是黑体。所有实际物体的辐射量除依赖于辐射波长及物体的温度之外，还与构成物体的材料种类、制备方法、热过程以及表面状态和环境条件等因素有关。因此，为使黑体辐射定律适用于所有实际物体，必须引入一个与材料性质及表面状态有关的比例系数，即发射率。该系数表示实际物体的热辐射与黑体辐射的接近程度，其值在零和小于 1 的数值之间。根据辐射定律，只要知道了材料的发射率，就知道了任何物体的红外辐射特性。

影响发射率的主要因素：材料种类、表面粗糙度、理化结构和材料厚度等。

当用红外辐射测温仪测量目标的温度时首先要测量出目标在其波段范围内的红外辐射量，然后由测温仪计算出被测目标的温度。单色测温仪与波段内的辐射量成比例；双色测温仪与两个波段的辐射量之比成比例。

选择红外测温仪

可分为三个方面：

性能指标方面,如温度范围、光斑尺寸、工作波长、测量精度、响应时间等;环境和工作条件方面,如环境温度、窗口、显示和输出、保护附件等;其他选择方面,如使用方便、维修和校准性能以及价格等,也对测温仪的选择产生一定的影响。随着技术和不断发展,红外测温仪最佳设计和新进展为用户提供了各种功能和多用途的仪器,扩大了选择余地。

1 确定测温范围:

测温范围是测温仪最重要的一个性能指标。如 INFR(红外时代)、Raytek(雷泰)产品覆盖范围为-50℃+3000℃,但这不能由一种型号的红外测温仪来完成。每种型号的测温仪都有自己特定的测温范围。因此,用户的被测温度范围一定要考虑准确、周全,既不要过窄,也不要过宽。根据黑体辐射定律,在光谱的短波段由温度引起的辐射能量的变化将超过由发射率误差所引起的辐射能量的变化,因此,测温时应尽量选用短波较好。一般来说,测温范围越窄,监控温度的输出信号分辨率越高,精度可靠性容易解决。测温范围过宽,会降低测温精度。例如,如果被测目标温度为 1000℃,首先确定在线式还是便携式,如果是便携式。满足这一温度的型号很多,如 Ti315, Ti213 等。手持式红外测温仪

2 确定目标尺寸:

红外测温仪根据原理可分为单色测温仪和双色测温仪(辐射比色测温仪)。对于单色测温仪,在进行测温时,被测目标面积应充满测温仪视场。建议被测目标尺寸超过视场大小的 50% 为好。如果目标尺寸小于视场,背景辐射能量就会进入测温仪的视场干扰测温读数,造成误差。相反,如果目标大于测温仪的视场,测温仪就不会受到测量区域外面的背景影响。对于双色测温仪,其温度是由两个独立的波长带内辐射能量的比值来确定的。因此当被测目标很小,没有充满现场,测量通路上存在烟雾、尘埃、阻挡对辐射能量有衰减时,都不会对测量结果产生影响。甚至在能量衰减了 95% 的情况下,仍能保证要求的测温精度。对于目标细小,又处于运动或振动之中的目标;有时在视场内运动,或可能部分移出视场的目标,在此条件下,使用双色测温仪是最佳选择。如果测温仪和目标之间不可能直接瞄准,测量通道弯曲、狭小、受阻等情况下,双色光纤测温仪是最佳选择。这是由于其直径小,有柔性,可以在弯曲、阻挡和折叠的通道上传输光辐射能量,因此可以测量难以接近、条件恶劣或靠近电磁场的目标。

3 确定光学分辨率

光学分辨率由 D 与 S 之比确定,是测温仪到目标之间的距离 D 与测量光斑直径 S 之比。例如国产的手持式红外测温仪 Ti213,距离系数为 80:1,如果距目标 80 厘米远,那么测量范围的直径是 1 厘米。如果测温仪由于环境条件限制必须安装在远离目标之处,而又要测量小的目标,就应选择高光学分辨率的测温仪。光学分辨率越高,即增大 D:S 比值,测温仪的成本也越高。

4 确定波长范围:

目标材料的发射率和表面特性决定测温仪的光谱响应或波长。对于高反射率合金材料,有低的或变化的发射率。在高温区,测量金属材料的最佳波长是近红外,可选用 0.18-1.0μm 波长。其他温区可选用 1.6μm、2.2μm 和 3.9μm 波长。由于有些材料在一定波长是透明的,红外能量会穿透这些材料,对这种材料应选择特殊的波长。如测量玻璃内部温度选用 10μm、2.2μm 和 3.9μm(被测玻璃要很厚,否则会透过)波长;测量玻璃内部温度选用 5.0μm 波长;测低区选用 8-14μm 波长为宜;再如测量聚乙烯塑料薄膜选用 3.43μm 波长,聚酯类选用 4.3μm 或 7.9μm 波长。厚度超过 0.4mm 选用 8-14μm 波长;又如测火焰中的 CO₂ 用窄带 4.24-4.3μm 波长,测火焰中的 CO 用窄带 4.64μm 波长,测量火焰中的 NO₂ 用 4.47μm 波长。

5 确定响应时间:

响应时间表示红外测温仪对被测温度变化的反应速度,定义为到达最后读数的 95% 能量所需要时间,它与光电探测器、信号处理电路及显示系统的时间常数有关。新型红外测温仪响应时间可达 1ms。这要比接触式测温方法,快得多。如果目标的运动速度很快或测量快速

加热的目标时,要选用快速响应红外测温仪,否则达不到足够的信号响应,会降低测量精度。然而,并不是所有应用都要求快速响应的红外测温仪。对于静止的或目标热过程存在热惯性时,测温仪的响应时间就可以放宽要求了。因此,红外测温仪响应时间的选择要和被测目标的情况相适应。

6 信号处理功能:

鉴于离散过程(如零件生产)和连续过程不同,所以要求红外测温仪具有多信号处理功能(如峰值保持、谷值保持、平均值)可供选用,如测温传送带上的瓶子时,就要用峰值保持,其温度的输出信号传送至控制器内。否则测温仪读出瓶子之间的较低的温度值。若用峰值保持,设置测温仪响应时间稍长于瓶子之间的时间间隔,这样至少有一个瓶子总是处于测量之中。

7 环境条件考虑:

温仪所处的环境条件对测量结果有很大影响,应予考虑并适当解决,否则会影响测温精度甚至引起损坏。当环境温度高,存在灰尘、烟雾和蒸汽的条件下,可选用厂商提供的保护套、水冷却、空气冷却系统、空气吹扫器等附件。

这些附件可有效地解决环境影响并保护测温仪,实现准确测温。在确定附件时,应尽可能要求标准化服务,以降低安装成本。当在噪声、电磁场、震动或难以接近环境条件下,或其他恶劣条件下,烟雾、灰尘或其他颗粒降低测量能量信号时,光纤双色测温仪是最佳选择。在噪声、电磁场、震动和难以接近的环境条件下,或其他恶劣条件时,宜选择光纤双色测温仪。

在密封的或危险的材料应用中(如容器或真空箱),测温仪通过窗口进行观测。材料必须有足够的强度并能通过所用测温仪的工作波长范围。还要确定操作工是否也需要通过窗口进行观察,因此要选择合适的安装位置和窗口材料,避免相互影响。在低温测量应用中,通常用 Ge 或 Si 材料作为窗口,不透可见光,人眼不能通过窗口观察目标。如操作员需要通过窗口目标,应采用既透红外辐射又透过可见光的光学材料,如应采用既透红外辐射又透过可见光的光学材料,如 ZnSe 或 BaF₂ 等作为窗口材料。

当测温仪工作环境中存在易燃气体时,可选用本征安全型红外测温仪,从而在一定浓度的易燃气体环境中进行安全测量和监视。

在环境条件恶劣复杂的情况下,可以选择测温头和显示器分开的系统,以便于安装和配置。可选择与现行控制设备相匹配的信号输出形式。

红外测温仪的标定

红外测温仪必须经过标定才能使它正确地显示出被测目标的温度。如果所用的测温仪在使用中出现测温超差,则需退回厂家或维修中心重新标定。

红外测温仪的应用

红外测温技术在生产过程中,在产品质量控制和监测,设备在线故障诊断和安全保护以及节约能源等方面发挥了重要作用。近 20 年来,非接触红外测温仪在技术上得到迅速发展,性能不断完善,功能不断增强,品种不断增多,适用范围也不断扩大,市场占有率逐年增长。国产的品牌主要有 INFR(红外时代),光盛等,进口的有雷泰,欧普士等,国产的优势在与性价比高,相对进口的价格低,售后方便快捷。比起接触式测温方法,红外测温有着响应时间快、非接触、使用安全及使用寿命长等优点。非接触红外测温仪包括便携式、在线式和扫描式三大系列,并备有各种选件和计算机软件,每一系列中又有各种型号及规格。在不同规格的各种型号测温仪中,正确选择红外测温仪型号对用户来说是十分重要的。

红外测温仪使用时应注意哪些问题?

为了测温,将仪器对准要测的物体,按触发器在仪器的 LCD 上读出温度数据,保证安排好距离和光斑尺寸之比,和视场。

红外测温仪使用时应注意的问题：

- 1、只测量表面温度，红外测温仪不能测量内部温度。
- 2、不能透过玻璃进行测温，玻璃有很特殊的反射和透过特性，不允许精确红外温度读数。但可通过红外窗口测温。红外测温仪最好不用于光亮的或抛光的金属表面的测温（不锈钢、铝等）。
- 3、定位热点，要发现热点，仪器瞄准目标，然后在目标上作上下扫描运动,直至确定热点。
- 4、注意环境条件：蒸汽、尘土、烟雾等。它阻挡仪器的光学系统而影响精确测温。
- 5、环境温度，如果测温仪突然暴露在环境温差为 20℃或更高的情况下，允许仪器在 20 分钟内调节到新的环境温度。