

# 如何正确选择红外测温仪

杜文军,王中扬,黄强,付小渝

(煤炭科学研究总院 重庆分院,重庆 400037)

**摘要:**介绍了红外测温仪的工作原理,以及从测量范围、目标尺寸、光学分辨率、波长范围、响应时间、信号处理、环境条件、操作使用等各方面选择红外测温仪的方法。

**关键词:**红外;测温仪;选择;方法

中图分类号:TH765.2

文献标识码:C

文章编号:1008-4495(2002)03-0048-02

20世纪60年代以来,由于红外探测器件、光学技术、干涉滤光片、集成电路、微电子计算机信号处理技术的迅速发展,大大促进了各种光谱带通用红外辐射测温仪的发展及性能的提高。新型仪器的出现和品种的不断扩大大,为工业生产过程、产品质量的提高、节能及安全生产提供了有力的手段。

近20年来,又出现了双色测温仪、光纤测温仪、扫描测温仪、成像测温仪等满足各种需要的辐射测温仪,为广大用户提供了多种选择。

## 1 红外测温仪工作原理

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、显示输出信号等组成。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。红外能量聚集在光电探测器上并转变为相应的电信号,经过放大器和信号处理电路,并按照仪器内部的算法和目标发射率矫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、湿度、污染和干扰等因素对性能指标的影响和修正方法。

## 2 如何正确选择红外测温仪

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。

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。要从不同规格的各种型号测温仪中选择红外测温仪,应注意如下几个方面:

(1) 首先要将测量要求和所要解决的问题弄清,如被测目标温度,被测目标大小,测量距离,被测目标材料,目标所处环境,响应速度要求,测量精度要求,以及用便携式还是在线式等;

(2) 测量要求和所要解决的问题与现有各种型号的测温仪进行对比,选择出能够满足上述要求的仪器型号;

(3) 在众多能满足要求的型号中,选择出性能、功能和价格方面的最佳搭配。

### 2.1 确定测温范围

测温范围是测温仪最重要的一个性能指标。每种型号的测温仪都有自己特定的测温范围。因此,被测温度范围一定要考虑准确、周全,既不要过窄,又不要过宽。

一般而言,测温范围越窄,监控温度的输出信号分辨率越高,精度相应提高。如果需要监视升温和降温过程,就需要选择测温范围较宽的红外测温仪,但这样的仪器动态范围大,为仪器制造增加了难度,所以成本高。从技术的角度看,测温范围过宽,会降低精度,特别是低端测温精度得不到保证,因此,不是测温范围越宽越好。

### 2.2 确定目标尺寸

红外测温仪可分为亮度测温仪和辐射比测温仪。亮度测温仪在进行测温时,被测目标面积应充满测温仪的视场。建议被测目标尺寸超过视场50%为好。如果目标尺寸小于视场,背景辐射就会进入测温仪的视场,干扰测温读数,增加误差。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。为了瞄准测量目标,在测温仪内部配置光学瞄准或激光瞄准。

双色测温仪,其温度是由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时,不充

满视场,测量通路上存在的烟雾、尘埃、阻挡对辐射能量有衰减时,不会对测量结果产生影响。甚至在能量衰减95%的情况下,仍能够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,或可能移出视场,则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、窄小、受阻的情况下,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、阻挡和折迭的通道上传输光辐射能量,可以测量难以接近、条件恶劣或靠近电磁场的目标。

### 2.3 确定光学分辨率

光学分辨率由 $D:S$ 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。以YORK红外测温仪为例,目前其 $D:S$ 的范围从2:1(低光学分辨率)到高于300:1(高光学分辨率)。选择 $D:S$ 取决于被测目标尺寸和测温仪到目标的距离。如果测温仪由于环境条件的限制必须安装远离目标,而又能测量小的目标,就应该选择高光学分辨率的测温仪。光学分辨率越高,即 $D:S$ 比值越大,接收的能量就少,只有增大接收口径,这样测温仪的成本也越高。

### 2.4 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。对于高反射率的合金材料,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 $0.18\sim 1.0\mu\text{m}$ 。其他温区可选用 $1.6, 2.2, 3.9\mu\text{m}$ 。由于有些材料在一定波长上是透明的,对这种材料应该选择特殊的波长。如测量玻璃内部温度选用 $1.0, 2.2, 3.9\mu\text{m}$ (被测玻璃要很厚,否则会穿透),测玻璃表面温度选用 $5.0\mu\text{m}$ ;测低温区选用 $8\sim 14\mu\text{m}$ 为宜。如测量聚乙烯塑料薄膜选用 $3.43\mu\text{m}$ ,聚酯类选用 $4.3\mu\text{m}$ 或 $7.9\mu\text{m}$ 。厚度超过 $0.4\text{mm}$ 选用 $8\sim 14\mu\text{m}$ 。如测火焰中的 $\text{CO}_2$ 用窄带 $4.24\sim 4.3\mu\text{m}$ ,测火焰中的 $\text{CO}$ 用窄带 $4.64\mu\text{m}$ ,测火焰中的 $\text{NO}_2$ 用 $4.47\mu\text{m}$ 。

### 2.5 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%所需时间,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。YORK新型红外测温仪响应时间可达 $1\text{ms}$ ,比接触式测温方法快得多。响应时间主要根据目标的运动速度和目标的温度变化速度确定,当测量运动或快速加温的目标时,要选用快速响应红外测温仪。对于静止的或目标热过程存在热惯性时,或现有控制设备的速度受到限制时,测温仪的响应时间就可

以放宽要求。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。

### 2.6 信号处理功能

测量离散过程(如零件生产)和连续过程不同,要求红外测温仪有信号处理功能(如峰值保持、谷值保持、平均值)。如测量传送带上的玻璃瓶时,就要用峰值保持,其温度输出传送至控制器内。如不用峰值保持,测温仪读出瓶子之间的时间的较低温度值,只有提高处理温度才能响应。若用峰值保持,设置测温仪的响应时间稍长于瓶子之间的时间间隔,这样一来,至少有一个瓶子总是处在测量之中。

### 2.7 考虑环境条件

测温仪所处的环境条件对测量结果有很大影响,应考虑并适当解决。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罩、水冷却、空气冷却系统、空气吹扫器等选件。这些选件可有效地保护测温仪,并实现准确测温。在确定选件时,应尽可能要求要标准化服务,以降低安装成本。当烟雾、灰尘或其他颗粒降低测量信号时,双色测温仪是最佳选择。在噪声、电磁场、振动或难以接近的条件下,或其他恶劣条件时,光纤双色测温仪是最佳选择。

在密封的或危险的材料中(如容器或真空箱),测温仪通过窗口进行观测。窗口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,还要确定操作手是否也需要通过窗口进行观察。在低温中,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观察目标,应采用既透红外辐射又透过可见光的光学材料,如ZnSe或Baf<sub>2</sub>等作为窗口材料。

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

### 2.8 操作使用

红外测温仪应该是直观的,操作简单,易于用户操作人员使用。在环境条件恶劣复杂的情况下,可选择测温头和监视器分开的系统,以便于安装和配置。

## 3 结语

从以上分析可以看出,正确选择红外测温仪要从测量范围、目标尺寸、光学分辨率、波长范围、响应时间、信号处理、环境条件、操作使用等几个方面综合分析,以最佳的性能价格比,满足现场实际测量的要求。

(责任编辑:吕晋英)