



双色测温仪工作原理及其应用

张德欣 林瑶 □

摘要: 在许多工业领域,非接触式测温仪已成为厂家改进产品质量的重要工具。非接触式测温仪无需接触被测物体,只测量其在 $0.7\sim 1.4\mu\text{m}$ 电磁频谱区域发出的红外辐射。由于这种这一特性,非接触式测温仪通常被用于测量运动的、不可接近的或一接触就会损坏的物体,也可用于温度极高的物体的测温。Raytek 双色测温仪是一种高速、高效、耐用的新一代智能红外测温仪。在极其恶劣的环境中,如空气中有烟雾、灰尘、蒸汽和颗粒,以及目标不充满视场的情况下,双色测温仪均能保证精确的温度测量。特别是在接收能量衰减的情况下,双色测温仪仍能保持高精度。因此, Raytek 双色测温仪具有极广泛的应用前景。
关键词: 测温仪、温度、红外、非接触

一、工作原理

双色红外测温仪

由光学系统、分色片或滤光片、红外探测器、信号处理器以及显示输出部分组成。如图 1 所示。

红外辐射能量被透镜接收并聚焦在双波段滤光片红外探测器上,滤光片将红外辐射能分成两个波段,波长范围为 $0.75\sim 1.1\mu\text{m}$ 和 $0.95\sim 1.1\mu\text{m}$ 。通过每个滤光片的红外辐射被两个独立的红外探测器接收并转换成电信号,然后经过信号处理器计算两个信号的比值及环境温度补偿后给出测温数据并显示输出。

双色测温仪是测量物体在两个不同光谱范围发出的辐亮度,并将这两个辐亮度

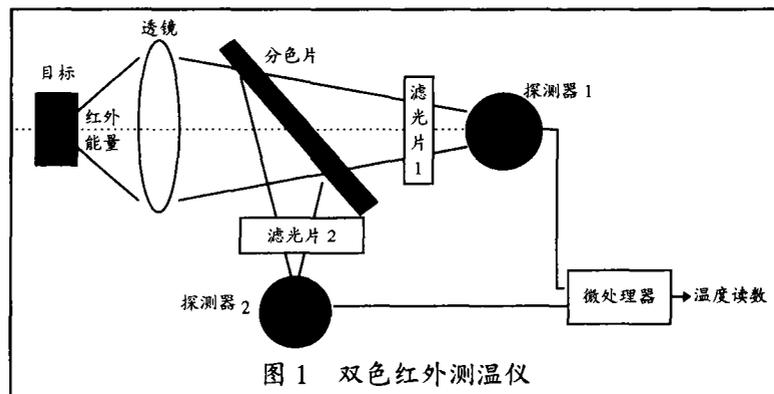


图 1 双色红外测温仪



之比换算成物体的温度。因此，在原理上根本不同于单色测温仪。双色测温仪的关键在于两个波段的选择。选择原则为：两个波段的信号比值对温度的变化敏感，当温度有较小变化时，两个波段内信号的比值仍然较大，这样就会使仪器有较大的温度分辨率。Raytek 双色测温仪采用 Si 探测器，其光谱灵敏度随波长超过 1.1 μm 而迅速下降。因此，长波限选在 1.1 μm 最为有利。短波为 0.5 μm ，波长短于 0.5 μm 时，目标发射出的能量很少。

Raytek 双色测温仪采用高速数字信号处理，双向 RS485 通讯，可远程设置参数。

二、特点及性能

Raytek 双色测温仪的特点是在恶劣条件下提供准确的温度。双色测温仪采用两个波段信号的比值计算目标的温度而不是用绝对值。双色测温仪的基本方程为：

$$T = \frac{B}{A + \log(e_1/e_2) - \log(E_1/E_2)}$$

式中，T—目标的温度

e_1 —第一波段内目标的发射率

e_2 —第二波段内目标的发射率

E_1 —第一波段内目标的能量

E_2 —第二波段内目标的能量

A、B—标定常数

上述方程中的两个比值 e_1/e_2 和 E_1/E_2 ，对了解双色测温仪的优越性是很重要的。

e_1/e_2 是两个波段内目标发射率的比值，称之为双色测温仪的坡度。发射率不随波长变化的目标称为灰体，对这类目标，发射率的比值为 1，其对数值为零。这就表明不调节坡度就能精确地测量灰体的温

度。有些目标的发射率随波长变化，称之为非灰体，其发射率比值将偏离 1。当测量这些非灰体时，只要正确设置双色测温仪的坡度，就能保证精确。另有一些目标发射率取决于波长和温度，也称为非灰体。此时，发射率比值随温度而变化，由于双色测温仪所选的两个波长非常接近，适当设定坡度值就能得到极好的测温效果。

第二个比值 E_1/E_2 是两个探测器信号的比值，探测器信号正比于所接收到的目标的红外辐射。对于单色测温仪，如果目标未充满仪器视场，接收到的能量就会发生变化。因此，对于单色测温仪，要保证测温精度，目标必须充满仪器的视场。然而，有很多应用并不满足这个条件，致使测温误差较大。

对于双色测温仪，如果目标不充满视场，达到每个探测器的能量也有变化。但是，仪器接收能量的变化对每个探测器是相同的，这表明能量的比值是相同的。因此，目标不需要充满双色测温仪的视场就能保证精确测温。由于大气条件，如灰尘、

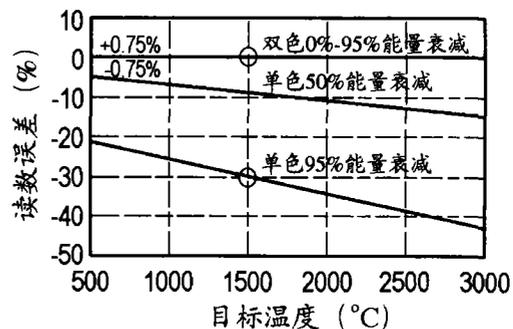


图 2 双色测温仪在能量衰减 95%的情况下可保证测量精度，而单色测温仪测量误差为 30%



烟雾、粒子的存在，使仪器接收的能量受到衰减时，双色测温仪仍能准确测温，因为衰减在两个波段内是相同的。如图 2 所示，如果目标温度为 1500℃，双色测温仪在接收的能量衰减 95% 的情况下，测量精度仍能保持在±0.75%，而单色测温仪在同样情况下测温，会导致 30% 的误差，即测得结果为 1050℃。

三、主要技术指标

Raytek 测温仪发展更新十分迅速，新一代智能红外测温仪的马拉松系列测温仪包括：MR1S（双色）、MR1F（双色光纤）、MA1S/MA2S（单色）。其中 MR1S 双色测温仪的技术指标为：

- 测温范围： A 600~1400℃
B 700~1800℃
C 1000~3000℃
- 精度： ±0.75%（满量程）
- 响应时间： 10ms（95%能量响应）
- 输出： 4~20mA、RS485、继电器
(同时、报警)
- 光谱响应： 0.75~1.1μs
0.95~1.1μs
- 坡度（双色）： 0.85~1.150（步长 0.001）
- 发射率（单色）： 0.10~1.0（步长 0.01）
- 电源： 24VDC，500mA
- 信号处理： 峰值保持、平均值
- 环境温度： 无冷却： 0~50℃
带保护套： 0~315℃
水冷却： 0~175℃
空气冷却： 0~120℃
- 带工具软件

四、应用

由于双色测温仪受阻挡和能量衰减的

影响比单色测温仪小，因此，在单色测温仪不能保证测温精度的许多应用中，采用双色测温仪是非常理想的。在下述条件下，用双色测温仪是最佳的解决方案。

- ①大气中有灰尘、烟雾、蒸汽和粒子；
- ②窗口和透镜不清洁；
- ③仪器视场局部受阻或遮挡；
- ④目标不充满视场；
- ⑤运动或振动的物体。

一些应用领域中双色测温仪的解决办法

工业/应用	现场情况
线材的加工	目标跳动、运动，目标不充满视场
钢材的加工	目标在视场内运动，有烟雾
倾倒玻璃	目标不充满视场，并在现场内运动
感应加热	目标不充满视场，并在视场内运动
金属热处理	视场局部受遮挡，目标高热或运动
窑/炉	目标高热，运动，有烟雾
铸造	目标运动，有烟雾

Raytek 双色测温仪在中国已逐步开发使用并受到厂家信任。例如，某型钢厂在型钢轧制过程中，对温度有严格要求，温度太低，造成型钢质量问题，温度太高，不仅影响质量，而且造成能源严重浪费。由于型材在加工过程中经常变动，再加上型钢在走线槽内走动时产生跳动，导致测温不准。该厂 96 年购得 Raytek MR1SB 型双色测温仪后，即使型钢尺寸变化或跳动，也不影响温度测量。它最大的好处是可精确测量不充满测量视场的运动物体和目标，确保了产品质量。

作者简介

张德欣：电子部 11 所红外部

林 瑶：雷泰(中国)公司 (010-64370284)

读者服务卡编号 011 □