

红外热成像原理及在设备监测中的应用

黄 德 中

(绍兴文理学院机电系 浙江绍兴 312000)

一、红外热成像测温原理

红外热成像仪的光子探测器把来自需测设备表面的热辐射能转化为电子视频信号,经信号处理,送至显示器重放,转换为相应的可见图像,录像机对模拟信号记录并储存,然后进入计算机进行数据处理。扫描器所接收到的热辐射,除来自待测设备表面的热辐射外,还有其对周围环境的反射辐射及设备与扫描器之间的大气辐射,即接收到的总辐射由目标辐射、反射辐射、大气辐射三部分组成。辐射关系可由下式决定:

$$I = I_0 - (1 - \epsilon) I_{\text{amb}} - (1 - \tau) I_{\text{atm}}$$

式中: I_0 ——测出的设备热值 (IU); I_{amb} ——环境温度下被标定的热值 (IU); I_{atm} ——大气温度下被标定的热值 (IU); I ——设备温度下被标定的热值 (IU); τ ——大气透射率; ϵ ——设备表面发射率。

被标定的热值与相应的温度关系为:

$$I = R / (F \epsilon^{B/T} - 1)$$

式中: I ——温度 T 下被标定的热值; T ——绝对温度; R 、 B 、 F ——由光圈、滤光镜和扫描器类型的标定常数。

已知设备表面发射率,即可由上述两式计算出设备表面的 2 维温度场。

二、红外热成像在设备监测中的应用

1. 在钢套炉窑中的在线监测

回转窑及其他各种类型的钢套炉窑在我国工业领域有广泛的应用,是有色冶金、建材等行业不可缺少的设备。回转窑耐火砖脱落会导致炉窑钢套温度大幅度升高,进而产生局部变形,不仅会对窑体造成严重损害,而且还会造成较长时间的停窑维修,对生产与经济造成巨大影响。

利用红外热像仪能有效监测耐火砖脱落故障。当窑内耐火砖脱落后,炉外钢套是温度明显升高,通过红外在线监测系统,可以判断窑内耐火砖脱落部位及大小,及时维修,减少对窑体的损害。同时对窑体温度的监测,还可以了解窑内温度变化及由于工作人员非正常操作带来的损失。

红外监测系统如图 1 所示。扫描仪安装在全自

动平台上,通过平台转动即可对窑体进行全方位观测,扫描仪摄下的信号送到控制室内,经过仪器处理后可在电视屏幕上实时显示并记录。不同温度用不同颜色和亮度表示出来,当某部位耐火砖脱落,显示器相应位置会出现明亮的光斑,并算出温度,同时报警,以便及时维修。

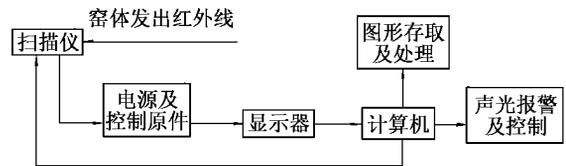


图 1 红外在线监测系统

2. 在石化装置中的在线监测

石化装置中裂解分馏塔底积焦是影响尤里卡装置长周期运行的关键,影响因素多,测试难度大。红外热像仪测试原理如图 2 所示。当塔内某部位沉积焦时,该处热阴增长,塔底外壁相应局部位置的热像图上即出现低温冷区,在显示器的浮雕图上便出现明显的显冷区(阴暗区),并可显示出温度,从而判断积焦的厚度和面积。

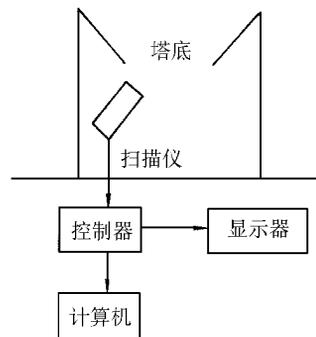


图 2 石化装置红外测试图

3. 在其他领域中的应用

红外在线监测,还可用于其他许多领域。

锅炉监测中应用。锅炉积焦会造成重大事故,而其他测试非常困难。锅炉积焦时,水冷壁温度下降,其相应炉壁上温度也下降,红外成像测温原理同炉窑监测原理。

显微技术的发展

李 琪

(保山师范高等专科学校 云南 678000)

1. 光学显微镜

大家知道,我们的眼睛看到了一个物体,是看到它发出或者反射的光并把光转变成信号,再由大脑把信号理解为相应的图像。然而,哪怕是最好的眼睛,也无法辨别比视网膜上感光细胞的间距还要小的物体。要想看到这样小的东西,就是靠显微技术,就是要靠放大镜或显微镜。

1590年,荷兰的眼镜制造者约翰尼斯兄弟把两片凸透镜放在一个管子中合用,从而得到了一个能把微小物体放大的光学仪器——显微镜。

说到显微镜,我们还必须提到一个人,他就是荷兰德尔夫特市的一个布店店员,名叫列文虎克。这人一生的癖好,就是磨制和玩赏玻璃透镜,并将其组成光学显微镜,用来看各式各样的细微东西。1665年,他第一次看到了血液里红色的红血球(直径约7微米)。1683年他模模糊糊地看了比红血球还要小的东西,后来人们认为他就是发现了细菌。

光学显微镜虽可观察到组成细胞的基本结构(如细胞质、细胞核、细胞膜等),却只能了解到它的一般情况。这是因为光学显微镜的分辨本领,也就是能够分清的两个细节之间的最短距离,受到了作为成像媒介的光线的限制,最高约为光线波长的一半。波长越短,能够看清的东西就越小。光学显微镜使用的是可见光,波长介于0.39—0.76微米(mm)之间。所以,光学显微镜的最高分辨本领约为200nm。人眼的分辨本领大致是0.1mm。因此,光学显微镜的有效放大倍数为 $0.1\text{mm}/200\text{nm}=500$ 倍左右。在实际使用时,为了操作上的方便,不应使眼睛

经常处于最高分辨而容易疲劳的状态。用分辨本领大致是0.1mm的肉眼来观察0.2—0.3mm的细节就毫不费力。因此,常把上面定义的有效放大倍数再提高2倍。认为光学显微镜的有效放大倍数约为1500倍,然而,世界是有限的,要研究更小的微观世界、研究细胞内的超微结构,光学显微镜就无能为力了。

列文虎克见过的细菌,大小约为1微米,差不多是光学显微镜所能看到的最小的东西。要想看到更小的东西,就需要更短的波长,或者要增加后面要提到的特殊设备。

除了X光和射线的波长很短之外,所有微观粒子都具有像光波一样的波动性,而且能够让波长很短。因此,电子显微镜应运而生。

2. 透射式电子显微镜(TEM)

1897年布劳恩发明了阴极射线管,尽管结构简单,但已是现代电子束管的雏形。同年汤姆孙测定了电子的荷质比,指出以前发现的阴极射线也是一种物质粒子流(现称电子流)。1926年布许发表了有关磁聚焦的论文,因此可以利用电子来成像(与光学透镜成像极为相似)。这样,就为发明电子显微镜作好了技术上和理论上的准备。

恩·鲁斯卡,1906年12月25日出生于德国的海德堡,1929年从事电子透镜的实验研究。1931年4~6月鲁斯卡和克诺尔采用二级磁透镜放大,获得了光阑孔的16倍放大像,制成了世人公认的第一台电子显微镜的最初雏型。当时得到的分辨率为40nm,获得了比光学显微镜清楚得多的大肠杆菌的

电气设备检测中的应用。电气设备的接点有故障时,温度升高,用红外仪可测出其过热点,从而判断某电气元件故障。利用红外热成像仪可用来检测开关柜、互感器、电缆头、电容器等电气设备的热故

障,及早消除事故隐患,确保安全生产。总之,利用红外热成像技术,可广泛用来检测设备故障而引起温度变化的领域,具有广泛的应用价值。