

静态消光比测试仪的改进

李孝伟 李美英

(冶金部有色金属研究院)

消光比是衡量晶体光学均匀性的一个重要指标,在实际测定时,常采用 He-Ne 激光管作光源。但未稳频的激光光源,其强度是不稳定的,给测试结果带来了误差。最近,我们参照一般静态消光比测试装置,增加了一个补偿光路,基本上消除了光源的影响,取得比较满意的效果。

图 1 为仪器光路的原理图。右端输出的激光作为测试光源,左端透出的较弱的激光作为补偿光。用经过挑选的、对称性好的一对硅光电池分别接收其光强,在检流计 G 中进行比较。

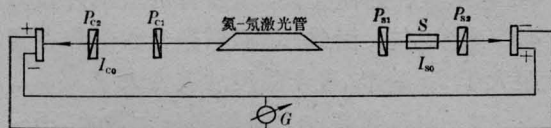


图 1

测量分两步进行,首先使补偿光路中的偏光镜 (P_c) 光轴平行(即 $P_{c1} \parallel P_{c2}$)。将试样 S 按一定要求置于右边测量光路中,调节 P_{s2} 使检流计 G 指零,两路光输出平衡,根据马吕斯定律有:

$$\begin{aligned} I_{c0} &= I_{s0} \cos^2 \alpha \\ \frac{I_{c0}}{I_{s0}} &= \cos^2 \alpha \end{aligned} \quad (1)$$

I_{c0} ——补偿偏振光的最大强度(即透过起偏镜 P_{c1} 的偏振光强度);

I_{s0} ——透过试样 S 的偏振光强度(沿 P_{s1} 方向);

α —— P_{s1} 与 P_{s2} 的夹角。

第二步,调节 P_{s2} 使光输出最小,设为 $I_{s\min}$ (可通过同时调节 P_{c2} 和观察检流计的偏转方向找到这个最小输出点);同时调节 P_{c2} 使补偿光输出强度和 $I_{s\min}$ 相等,检流计指零,则有:

$$\begin{aligned} I_{s\min} &= I'_{c0} \cos^2 \beta \\ \frac{I_{s\min}}{I'_{c0}} &= \cos^2 \beta \end{aligned} \quad (2)$$

I'_{c0} ——此次测量时的补偿偏光最大强度(由于前后两次测量时激光强度有变化,所以 $I'_{c0} \neq I_{c0}$);

β —— P_{c1} 与 P_{c2} 的夹角。

将(1) × (2)得:

$$\frac{I_{s\min} I_{c0}}{I_{s0} I'_{c0}} = \cos^2 \alpha \cos^2 \beta \quad (3)$$

因为激光强度是变化的,所以第二次测得的 $I_{s\min}$ 并不等于在第一次测量时的光强下的消光值 $I_{s0\min}$ 。如果激光管左边输出的光强 ($I_{左}$) 与右边输出端输出的光强 ($I_{右}$) 能保持一定的比例关系,即 $\frac{I_{左}}{I_{右}} = k$ 在一定范围内为常数,同时由于两个通光路上都是线性元件,则有等式

$$\frac{I'_{c0}}{I_{c0}} = \frac{I_{s\min}}{I_{s0\min}} \text{ 成立}$$

这样就可求出第一次测量的光强下的消光值 I_{s0min} :

$$I_{s0min} = \frac{I_{c0} I_{smin}}{I'_{c0}}$$

代入(3)式得:

$$\frac{I_{s0min}}{I_{s0}} = \cos^2 \alpha \cos^2 \beta$$

即消光比

$$R = \frac{1}{\cos^2 \alpha \cos^2 \beta} \quad (4)$$

我们实验中使用的是清华大学生生产的单模稳频氦-氖激光管(作普通激光管用),经实验证明,激光输出在很大范围内变化时(考虑激发电流), k 都能保持不变。实际使用时激光强度的波动不是很大的,所以 k 认为是常数还是合理的。

这个方法由于不需校准光电的输出与光强之间的关系,同时检流计仅作指零用,所以也不需考虑其指示的线性,因而对提高测量精度也是有利的。

另外,如果采用硅光电池作为光接收元件(在我们的仪器中是采用对称的硅光电池2CR61),则宜选取其短路电流来指示光强。这是因为测量消光比的光斑总是有一定大小的。测量结果应该是这个光照截面内的平均值。如果选取开路电压作指示的话,则由于开路电压仅与光强有关(近似指数关系),而

与光照面积无关,所以不能反映这个平均情况。而短路电流是既与光强有关,又与光照面积有关的,所以它能实现这个要求。该仪器里,由于两个硅光电池是互相串联的(其等效线路示于图2),所以在光照平衡时,都是处于理想的短路状态(此时 $V_{AB}=0$)。

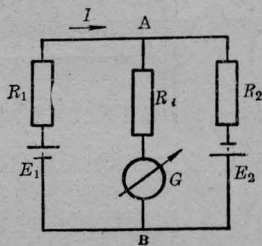


图 2

R —在一定光照情况下硅光电池的内阻
 R_i —检流计内阻

设硅光电池完全对称,则 $R_1=R_2=R(I)$,光强的微小变化,流过检流计的电流为:

$$i = \frac{\Delta E(I)}{2R_i + R(I)}$$

可见采用低阻检流计可以提高灵敏度。

这种方法由于是在光路上进行补偿,而激光管的光输出强度,特别是频率仍然是变化的,所以,对于需要激光频率稳定的测量来说,如双折射率梯度的测量等,与没有进行补偿的效果是一样的。

激光大功率计量标准的研制

中国计量科学研究院光学室

激光技术的发展,特别是连续激光输出功率的日益增大,从几十瓦到上千瓦的各种连续激光器,广泛应用在工业、农业、医疗、军事和科学研究,因此,建立测试大功率标准,统一全国量值已成为急待解决的问题。

流水式功率计测量范围大,承受功率高,

重复性和稳定性好,线性范围广,准确度也较高,因此国内外广泛用来测试大功率连续激光。

一、原理和装置

流水功率计的原理示意图如图1所示。