

用针孔扫描方法测定 He-Ne 激光束的发散角

由于 He-Ne 激光束具有方向性好的特点, 因此在实际应用中可以用发散度 $\theta_{(z)}$ 来衡量光的方向性。发散度可用下式表示:

$$\theta_{(z)} = \frac{dw(z)}{dz} \quad (1)$$

当 $z \gg \frac{\lambda}{\pi w_0^2}$ 时, 根据远场发散角的定义:

$$\theta_{(\infty)} \approx \frac{w(z)}{z} \quad (2)$$

那末究竟距离激光管多远才认为是远场呢?

根据高斯光束的传播规律, 只要使测量距离 z 大于 z^* 就可以认为是远场了^[1]。其中:

$$z^* \approx 7 \frac{\pi w_0^2}{\lambda} = 7z_r \quad (3)$$

式中 w_0 是高斯光束的腰。

测量装置采用针孔探测器扫描装置^[2]。可以用它快速记录激光束在远场 z 处的光强分布, 从光强分布可以计算出该处的光斑半径 $w(z)$, 再利用公式 (1)、(2) 可以计算出激光束的远场发散角。由于该装置每测量一次所花的时间小于 10 秒, 这样尽管由于激光器输出不稳定, 但它对测量的影响较小, 从而可以提高测量的精确度。下面是一次实际测量的结果:

技术参数: 腔长 258 毫米;

$$\text{反射镜} \begin{cases} R_1 = \infty (9 \text{ 层}) \\ R_2 = 1000 \text{ 毫米} (17 \text{ 层}) \end{cases}$$

输出模式经横向场分布方法鉴定是 TEM₀₀ 模, 测量的结果整理在表 1。

表 1 927 管输出光束的远场发散角

测量距离 z (米)	光斑半径 $w(z)$ (毫米)	$\theta_{(z)} \approx \frac{\Delta w(z)}{\Delta z}$ (毫弧度)	$\theta_{(z)} = \frac{w(z)}{z}$ (毫弧度)
3.50	2.58		0.737
4.00	2.93	0.68	0.733
4.50	3.26	0.70	0.724
5.00	3.63	0.73	0.726
5.50	3.99	0.73	0.726
6.00	4.36	0.73	0.727
8.00	5.85		0.731

从表 1 可以看出:

① 用公式 (1) 的近似式 $\left(\theta_{(z)} \approx \frac{\Delta w(z)}{\Delta z}\right)$ 测定的 $\theta_{(z)}$, 误差较大。而用公式 (2) 测量 $\theta_{(z)}$ 的误差较小, 可以达到相对误差在 1% 左右。

② 当测量距离 z 大于 4 米以后, $\theta_{(z)} \approx 0.73$ 毫弧度。

参 考 文 献

- [1] Suzuki Y., Tachibana A.; *Appl. Opt.*, 1977, **16**, No. 6, 1481.
 [2] 杨之昌; 《激光》, 1979, **6**, No. 8, 39.

(复旦大学物理系 杨之昌
1980 年 11 月 17 日收稿)

± 0.21 次/细胞; 对照组 99% 可信限为 5.59 ± 0.18 次/细胞 (与国内外学者在 BudR 浓度相同的条件下做的结果相近)。两组数据经卡方测验结果有非常显著的差异 ($P < 0.001$)。形成差异的原因, 初步认为: (1) 激光的发射光谱与 DNA 的吸收光谱相近时, 为 DNA 所吸收, 这种光化反应造成细胞遗传损伤和

非原位修复; (2) 在激光作用下, 可能使体内的过氧化氢酶活力增高或改变, 或形成酶的特异性化学反应等, 进一步导致激光工作者淋巴细胞姐妹染色单体互换率增高。并认为电磁辐射及化学药物对此结果的影响是极为次要的。

(广东职防院中心实验室 李金胜)