

利用无布氏窗 He-Ne 激光器获得 光强稳定的线偏光的实验研究

张敬斌 赵明山 李国华

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

摘要: 利用 OE 双输出棱镜, 定出了无布氏窗 He-Ne 激光器输出的两互相垂直的线偏光的方位角, 当起偏镜透偏方向与两线偏光成 45° 角时, 即可获得光强稳定度与总光强相近的线偏光, 方法简便, 易行, 值得参考。

关键词: 偏振光 光强稳定性

Experiment study of a linearly polarized laser beam of stable intensity by using He-Ne gas laser without Brewster windows

Zhang Jingbin, Zhao Mingshan, Li Guohua

(Laser Institute, Qufu Normal University)

Abstract: In the experiment study, a bioutput OE prism is used to determine the directions of two perpendicular linear polarized laser beams from a He-Ne laser without Brewster windows. The results show that the intensity stability of the linear polarized laser beam can be much similar to the intensity stability of total laser beam if the prism is at an angle about 45° with two perpendicular linear polarized laser beams. In practical applications, the method is convenient, feasible, and worth considering.

Key words: polarized light intensity stability

一、引言

众所周知, He-Ne 激光器交替产生线偏振方向相互垂直的连续纵模^[1], 在无布氏窗 He-Ne 激光器输出光路上放置一起偏镜, 即可获取线偏光。但是由于“热胀冷缩”效应, 激光腔长随温度变化而伸缩, 进而引起位于多普勒线宽内纵模频率漂移, 导致其输出线偏光的强度发生变化^[2]。因而利用起偏镜获得的线偏光是不稳定的, 呈起伏态, 起伏值有时可达平均光强的 30%~40%, 为得到稳定的线偏光, 必须设法克服此光强起伏。我们在实验中确定出 He-Ne 激光器输出的两线偏光方位角, 旋转起偏镜, 可对获得的线偏光光强进行调制, 通过选取最佳

角度,从而达到稳定线偏光光强的目的。

二、实验方案

He-Ne 激光器产生偏振方向相互垂直的纵模,纵模的偏振方向分别沿 π 和 σ 方向。图 1 为开机 1h 后得到的 π 方向及 σ 方向的光强随时间变化曲线。

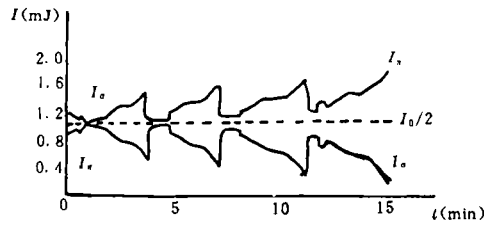


Fig. 1 The variation curves of the intensity of two perpendicular linearly polarized laser beam I_π and I_σ

由图 1 可看出 π 及 σ 两垂直线偏光光强

I_π, I_σ 分别是时间的函数,且两光强之和几乎固定不变,两线偏光光强分别表示为^[1]:

$$I_\pi = I_0/2 + f(t) \tag{1}$$

$$I_\sigma = I_0/2 - f(t) \tag{2}$$

式中, $f(t)$ 是时间函数,且 I_π, I_σ 满足关系式

$$I_\pi + I_\sigma = I_0 \tag{3}$$

设起偏镜透偏方向与 π 方向的夹角为 θ , 则通过起偏镜获得的线偏光光强可表示为:

$$\begin{aligned} I &= I_\pi \cos^2 \theta + I_\sigma \sin^2 \theta \\ &= I_0/2 + f(t) \cos^2 \theta \end{aligned} \tag{4}$$

由(4)式可知,线偏光光强受调制函数 $f(t)$ 的制约而产生起伏,因此若想获得稳定的线偏光则必须设法消除调制函数的影响,很明显,当 θ 角为 45° 时,由(4)式可得 $I = I_0/2$, 即线偏光光强为激光器输出总光强的一半,且线偏光几乎可达到激光器固有的功率稳定度。

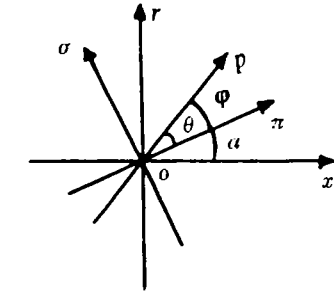


Fig. 2 The referent coordinate system and the direction of polarization vector

由以上分析可知,在起偏镜透偏方向已知的前提下,如何确定出 π 方向(或 σ 方向)就成为问题的关键。首先建立一空间坐标系如图 2 所示。

设 P 方向及 π 方向与 x 轴夹角分别为 φ 和 α , 则(4)式改写为:

$$I_P = I_0/2 + f(t) \cos 2(\varphi - \alpha) \tag{5}$$

参考坐标系选定后, α 角固定不变,通过旋转起偏镜,可使 φ 角变化,若定出 α 角,则可知 π 及 σ 的方位,为此我们取 $\varphi_1 = 0^\circ, \varphi_2 = 45^\circ$, 分别代入(5)式得:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_0/2 + f(t) \cos 2(\varphi_1 - \alpha) \\ &= I_0/2 + f(t) \cos 2\alpha \end{aligned} \tag{6}$$

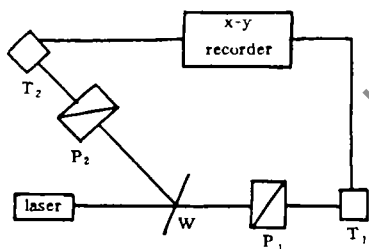
$$\begin{aligned} I_2 &= I_0/2 + f(t) \cos 2(\varphi_2 - \alpha) \\ &= I_0/2 - f(t) \sin 2\alpha \end{aligned} \tag{7}$$

两式联立得出如下关系式

$$I_2 = -I_1 \text{tg} 2\alpha + I_0/2(1 + \text{tg} 2\alpha) \tag{8}$$

Fig. 3 The relationship of beam intensity I_1 and I_2 split by W

由(8)式可知:如果能同时测出 I_1, I_2 随时间变化曲线,则两者关系曲线应为直线且其斜率为 $\text{tg} 2\alpha$, 由此可求出 α 角大小。测量 $I_2 - I_1$ 关系曲线的实验装置如图 3 所示。图中, P_1, P_2 是性能相同的起偏



版权所有 © 《激光技术》编辑部