

双折射调谐器调谐灵敏度的分析

李国华 李 艺 宋连科

(曲阜师范大学激光研究所, 273165)

提要: 本文分析得出双折射调谐器的光轴与表面的夹角(E)直接影响调谐器的调谐灵敏度。灵敏区域的 E 为 $30^\circ \sim 35^\circ$ 。

关键词 双折射调谐器, 灵敏度

Tuning sensitivity of birefringent filters

Li Guohua, Li Yi, Song Lianke

(Laser Research Institute, Qufu Normal University, Qufu)

Abstract: A careful analysis about the angle between the optical surface and the optical axis of the crystal birefringent filters used in CW dye lasers tells us that when the angle is about $30 \sim 35^\circ$, the tuning sensitivity of the filter gets to its maximum.

Key words: birefringent filter, sensitivity

石英晶体双折射调谐器是染料激光器的频率选择元件,其晶体光轴与表面的夹角 E ,是影响调节灵敏度的关键因素。 E 最佳时,可在较小的调谐角 ΔA 内得到较大的波长覆盖。

E 角的取值范围,除 $E=0$ 为一特殊角度外,还有一特殊角度未见讨论。晶片以 Brewster 角置于光路中,以使晶片绕其表面法线转动形成调谐。当 E 取某值,可能在某调节角 A 处,使得晶体内折射光线与光轴方向一致。此时,任何波长皆满足 $\delta(o) - \delta(e) = 0$,失去了对波长的选择作用,这是设计调谐器时应避免的。由 Brewster 条件,简单计算为: $E \approx 57^\circ$ 。此种状态,可视为 E 角之设计值的上限。

在 $0 \sim 57^\circ$ 范围内选择最佳 E 角。决定调谐器调谐关系的主要公式有

$$I = A_0^2 \left\{ 1 - \sin^2 2A \sin^2 \frac{\delta}{2} \right\} \quad (1)$$

$$\delta = \frac{2\pi h(n_e - n_o)}{\lambda \sin \theta} \{ 1 - (\cos \theta \cos E \cos A + \sin \theta \sin E)^2 \} \quad (2)$$

式中, I 为调谐形状曲线, δ 为 o 、 e 两光在晶片产生的位相差。入射面与光轴在表面投影的夹角即调谐角 A , 当 $A=45^\circ$ 时, I 呈最佳干涉状态。所以, 将 $A=45^\circ$ 定为调谐角的零点, 减小调谐角, 即是使 A 角不过分偏离此值, (1) 式呈较佳干涉, 以保证激光器的输出质量。从 (1) 式, 输出极大时有 $\delta = 2m\pi$, $m=1, 2, \dots$, 于是 (2) 式变为

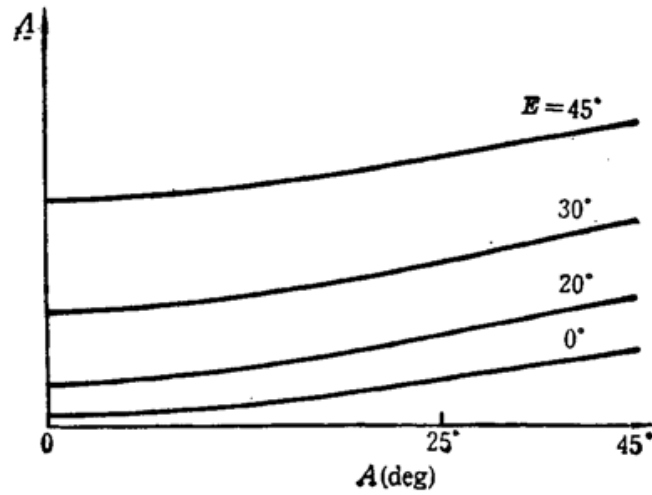


Fig. 1

$$\lambda = \frac{h(n_e - n_o)}{m \sin \theta} \{1 - (\cos \theta \cos E \cos A + \sin \theta \sin E)^2\}$$

可改写成

$$\Delta = \frac{m\lambda}{h(n_e - n_o)} = \frac{1}{\sin \theta} \{1 - (\cos \theta \cos E \cos A + \sin \theta \sin E)^2\} \quad (3)$$

上式中,因双折射率($n_e - n_o$)在 400~1000 nm 上变化不超过 0.001,暂可作常数看待。对不同 E 角,作 Δ - A 图如图 1。因调谐关系 A 角相对 45° 对称,故仅将 $A = 0 \sim 45^\circ$ 示出。可看出, E 角取值约为 30° 时, $\Delta(45^\circ) - \Delta(25^\circ)$ 取最大值,这说明, $E \approx 30^\circ$ 为最灵敏 E 角。

将 E 角定在 30° , 我们很容易地设计出了调谐角 $\Delta A \leq 20^\circ$, 波长覆盖为 400~800 nm 的调谐器。波长覆盖宽,调谐质量高,且使用方便。