

具有电光相位调制器和双染料盒的钕玻璃激光器

黎子源 李世忱 王连义

(天津大学精密仪器系)

为了获得稳定的微微秒脉冲,进行了以下新的工作:

- (1) 对于采用可饱和吸收体锁模的固体激光器提出了两次非线性吸收压缩脉宽的方法。理论计算表明,采用这种方法可稳定地获得脉宽小于可饱和吸收体弛豫时间的锁模脉冲。
 - (2) 在腔内插入一个电光相位调制器和两个弱光透过率不同的染料盒,实现了这一锁模方案。
 - (3) 研究了相位调制锁模激光器的瞬态运转特性,实现了可靠的脉冲预选。
- 激光器的实验是通过两个染料盒分别与前后反射镜成一体。其厚度分别为 $20\mu\text{m}$ 和 $30\mu\text{m}$ 。染料为五甲川,染料初始损耗分别为 0.05 和 0.25。电光相位调制器采用 $18\text{mm} \times 5\text{mm} \times 5\text{mm}$ X 切割 LiNbO_3 晶体。调制器驱动功率为 $0.5\text{W} \sim 10\text{W}$ 可调,频率为 200MC 。

理论计算通过确定光脉冲在线性放大阶段的脉宽 $\tau_p(t)$ 表达式

$$\tau_p(t) = \left[\frac{8 \ln 2}{\omega_m 4 \omega} \left(\frac{g}{\delta_c \cos \theta} \right)^{1/2} (1 + 4\eta^2)^{-3/4} \right]^{1/2} \times \left(\frac{\text{ch } 2\sigma t + \cos 2\Omega t}{\cos \psi \text{ sh } 2\sigma t - \sin \psi \sin 2\Omega t} \right) \quad (1)$$

线性放大阶段的持续时间 t_1

$$t_1 = \left\{ \frac{1}{\alpha_0} T \cdot T_p (W-1)^{-1/2} \ln [(P_0 X_0)^{-1} \left(\frac{T}{T_p} \sqrt{W-1} \right)^{1/2}] \right\}^{1/2} \quad (2)$$

光脉冲经历两次非线性放大后,脉宽近似为:

$$\tau_p = \tau_p(t_1) 2 \left(\frac{1}{X_1 X_2} \right)^{1/2} \left(\alpha_0 \sqrt{W-1} \frac{T}{T_p} \right)^{1/2} \left\{ \ln \frac{1}{P_0 X_1} \times \left(\frac{T}{T_p} \sqrt{W-1} \right)^{1/2} \ln \frac{1}{P_0 X_2} \left(\frac{T}{T_p} \sqrt{W-1} \right)^{1/2} \right\}^{1/4}$$

对于激光器实际工作条件,计算结果为: $t_1 = 31\mu\text{s}$, $\tau_p(t_1) = 15\text{ps}$, $\tau_p = 1\text{ps}$ 。

实验结果为:

- (1) 采用 TDF 测量,脉冲宽度为 1.5ps ,没有卫星脉冲出现。光谱测量谱宽为 14\AA 。
- (2) 两个染料盒的初始总透过率在 $80 \sim 85\%$ 为宜,初始透过率过高或过低,脉宽均有所增加。
- (3) 染料盒厚度越小,获得的光脉冲越短,同时对脉冲预选器的要求越高。分别采用 1mm 、 0.04mm 和 0.02mm 的染料盒,获得脉宽分别为 10ps 、 4ps 和 1.5ps 。
- (4) 对应一确定的工作条件,相位调制深度有一最佳值。