

## 45° LiNbO<sub>3</sub> 调 Q 激光器的辐射动力学

中国科技大学 李福利

45° LiNbO<sub>3</sub> Q 开关,既有电光效应,又有倍频效应。Q 开关的倍频效应对基波是一种非线性损耗,可使基波脉冲变宽、功率降低。由于 LiNbO<sub>3</sub> 的温度、成分等因素可使倍频的匹配因子发生很大变化,因此可引起基波与倍频巨脉冲性能的很大变化。

LiNbO<sub>3</sub> 作为电光晶体,沿  $x$  轴加电压,  $z$  方向通光,求出了近轴调制时的感应折射率及程差。

LiNbO<sub>3</sub> 作为倍频晶体,基波与谐波光子数之间的关系为  $\Phi(2\omega) = K_{sH} \Phi(\omega)^2$ , 在 c. g. s 单位制中

$$K_{sH} = \frac{64h\pi^2 d_r^2 l_c^2 \omega^3}{n_L^2 n_c(2\omega) n_c^2(\omega) c_0 L} \left( \frac{\sin x}{x} \right)^2, \quad (1)$$

$$x = \frac{\omega l_c}{c_0} [n_c^{(e)}(2\omega) - n_c^{(o)}(\omega)] \quad (2)$$

在(1)式和(2)式中,  $l_c$  是倍频作用长度,  $d_r$  是等效非线性系数,  $n_L$  是激光棒的折射率,  $n_c$  是 LiNbO<sub>3</sub> 的折射率,  $L$  是腔长,  $c_0$  是光速。

O 光振荡时,  $d_r = d_{15} = d_{31}$ , O 光和 e 光都振荡时,  $d_r(O+e) \approx 0$ , 也只考虑  $O+O \rightarrow e$ 。

O 光振荡的调 Q 激光器速率方程是

$$\frac{dn}{dt} = -Bn\phi \quad (3)$$

$$\frac{d\phi}{dt} = Bn\phi - \alpha\phi - k\phi^2 \quad (4)$$

其中  $B = N_0 \sigma c l / L$ ,  $k = N_0 K_{sH}$ , 其余符号含义同一般文献。

将倍频效应作为微扰,可求出峰值光子数

$$\phi_m = \frac{-\beta - \sqrt{\beta^2 - 4\xi\varepsilon}}{2\xi} \quad (5)$$

对于典型情况,  $R=8\%$ ,  $L=50$  厘米,  $\gamma_i=0.15$ ,  $\frac{n_i}{n_e}=2$ , 则  $\xi = -5.295 \times 10^2 \frac{k^3}{B^3}$ ,  $\beta = 20.13 \frac{k^2}{B^2} - 1$ ,  $\varepsilon = 1.367 \times 10^{-3} - 9.52 \times 10^{-2} \frac{k}{B}$ 。按(5)式计算的值与计算机解基本一样。

类似地可写出 O 光和 e 光都振荡的方程。

计算表明:(1)O 光振荡时,当  $k$  较大时,基波脉冲变宽,峰值降低 4~5 倍,脉冲建立时间变短。(2)O 光和 e 光都振荡时,由于 O 光的倍频损耗大,而 e 光倍频损耗小,当  $k$  较大时, e 光峰值变大, O 光峰值降低,但是, O 光和 e 光总输出功率最多降低 1/3 左右。

在应用中必须注意 LiNbO<sub>3</sub> 的温度、成分引起的输出不稳定性以及倍频光引起的光损伤。

对于利用 45° LiNbO<sub>3</sub> 的腔内倍频激光器,应注意最佳耦合条件为  $\hat{R}_2 = [KP_\omega + \sqrt{\hat{R}_2}]^2$ , 其中  $\hat{R}_2$  是无倍频损耗时的最佳反射率,  $P_\omega$  是基波功率。