

# 声光调制器和锁模激光器的腔倒空

杜 惊 雷

**摘要:** 在本文中,我们描述了声光调制器及实现锁模激光器腔倒空的原理和方法,分析并测量了激光腔倒空的输出特性,对实验结果做出了解释。

## 一、引 言

1963年, A·A·VuyIsteke<sup>[1]</sup>提出了腔倒空技术,并认为采用该技术可望获得输出能量较高、脉宽为纳秒量级的激光脉冲,其后,许多人在这方面做了研究,用电光和声光调制器实现了激光腔倒空<sup>[2]</sup>,并同锁模技术结合起来以获得输出峰值能量很高的ps光脉冲。目前,国内同步泵浦染料激光器的腔倒空效果还不十分理想,氩离子锁模激光腔倒空尚属空白。

## 二、原理和实验

腔倒空技术是一种谐振腔储能调Q技术,即谐振腔由全反镜组成,当腔内形成足够强的激光时,由声光调制器使激光偏出腔外,完成激光的腔倒空。倒空输出光强由下式给出:

$$I(t) = I_0(t) 2\eta(1-\eta)(1+\cos 2\Omega t) \quad (1)$$

这里 $I_0(t)$ 为腔内光强, $\eta$ 为声光调制器的衍射效率, $\Omega$ 为超声角频率。

对于锁模激光的腔倒空,要求锁模脉冲的峰值恰好与倒空输出光强最大时同步,因此要求声光调制器的频率与锁模激光器的锁模调制器的角频率满足:

$$n + \frac{1}{2} = \Omega / \omega \quad (2)$$

$n$ 为正整数, $\Omega$ , $\omega$ 为声光调制器及锁模器的角频率。

声光调制器是一种利用声光相互作用产生布拉格衍射而对光进行调制的器件。由于器件工作于腔内,故而采用光学损耗较小的熔石英做为声光相互作用介质。调制器的换能片采用氧化锌或铌酸锂。实验发现,由于铌酸锂有较大的机电耦合系数,以其为换能片的声光调制器衍射效率较高。我们实验采用 $36^\circ$ Y切铌酸锂为389.5MHz的声光调制器的换能片,将该声光调制器用于同步泵浦染料激光的腔倒空,效果良好。

实验采用长春光机所生产的氩离子激光器,该激光器腔长1.828m,锁模后输出脉宽约300PS,重复频率82MHz。尤其对同步泵浦的染料激光器实现腔倒空时,依据(2)式可知当选 $n=9$ 时,声光调制器的工作频率应为389.5MHz。

对氩离子锁模激光器的腔倒空,由于受条件的限制,我们腔倒空时的激光腔长,选为原

激光器腔长的两倍。这时如我们把锁模器看成一个快门，则相当于每隔 $L/C$ 段时间快门打开一次，此时腔内存在着两个光脉冲相对传播，锁模结果只能使 $\nu_0 + 2n\Delta\nu$ 的纵模实现锁相，故锁模效果变差<sup>[3]</sup>。这里 $L$ 是腔长， $C$ 是光速， $\nu_0$ 光纵模的中心频率， $n$ 为正整数， $\Delta\nu = \frac{2L}{C}$ 是纵模间的频率间隔。实验证明锁模是不完全的。

我们采用快速响应示波器，条纹相机，功率计等对倒空后的激光进行了测量，目前结果尚在整理中，从已测知的数据来看，重新经过改进的声光调制器提高了同步泵浦染料激光的倒空效率，效果显著。倒空后输出脉宽有所增加，我们以为这是由于加入腔内声光调制器后带来的色散及频率啁啾所造成的。锁模氩离子激光腔倒空后，大大地提高了输出脉冲的峰值功率，进一步实验，应使腔长和锁模器的工作频率匹配，以期获得更好效果。总之，腔倒空性能取决于声光调制器，对其设计及使用我们做了有益的探讨。

### 参 考 文 献

- [1] A. A. Vuylsteke, J. Appl. phys., 1963, 34, 1615
- [2] D. Maydan, J. Appl. phys., 1970, 41, 1552
- [3] 徐荣甫等，激光器件与技术教程，北京工学院，1986

## Acousto-optic Modulator and Cavity Dumping of Mode-locked Laser

Du Jinglei

### Abstract

In this paper, we describe principles and methods to realize cavity dumping of a mode-locked laser with acousto-optic modulator, analyse and measure the output characteristics of cavity dumping of laser, and explain the results of experiment.