

高重复频率 Q 开关主动锁模 Nd³⁺:YAG 激光器

聂朝江 叶家骏 黄洪亮

(上海科学技术大学)

凌君达

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

余冠河

(中国科技大学)

在单模光纤色散和非线性研究中,需要一台高重复频率微微秒级的 Nd³⁺:YAG 激光器。连续主动锁模激光器,虽能提供稳定的短脉冲序列,但脉冲功率太低。采用预激光锁模加 Q 开关,既可压缩脉冲宽度,又可提高脉冲功率,同时还提供了光纤色散研究所需要的高重复频率。

本文报导了预激光主动锁模和 Q 开关 Nd³⁺:YAG 激光器的研究结果:它在 1.064 μm 波长处,获得了重复频率 1kC,脉冲宽度 300ps,脉冲输出功率大于 5kW 的激光。

从稳态锁模的理论可知,在连续激光器主动锁模的同时,加上 Q 开关,虽然提高了脉冲功率,但也破坏了稳态锁模条件,使之变为瞬态锁模激光器,降低了激光输出的稳定性。我们采用预激光方法,克服了上述缺点。在激光锁模的同时,加上部分 Q 开关,在激光腔内保持一个小净增益,以便在加上完全 Q 开关之前,使瞬态锁模脉冲宽度接近稳态值。

根据预激光锁模理论,我们所研究的激光装置,由连续 Nd³⁺:YAG 激光器、声光锁模和声光 Q 开关三个部分组成。Nd³⁺:YAG 用两支氩灯泵浦,激光器输出为单横模,平均功率大于 0.5W,光束发散度 ≤ 1 mrad;声光锁模调制器用铌酸锂换能器和熔石英介质制成,调制频率 50MC,锁模电源频率稳定度为 10^{-9} 量级,稳态锁模脉冲宽度为 300 ps;声光 Q 开关调制器用同样的介质材料制成,调制频率为 40 兆周,频率稳定度为 10^{-8} 量级, Q 开关触发重复频率为 1kC,触发频率稳定度优于 10^{-8} , Q 开关脉冲包络宽度小于 1 μs 。在锁模的同时,加上 Q 开关,使激光器的脉冲功率提高约 10^3 倍。用高速 Si-APD 和带宽为 1GC 的示波器实时观测,瞬态锁模脉冲宽度接近稳态值。

利用我们研制的锁模和 Q 开关 Nd³⁺:YAG 激光器作为泵浦,用低损耗单模石英光纤作喇曼散射介质,在 1~1.5 μm 近红外区获得了五级受激喇曼散射,其峰值波长分别为 1.12 μm 、1.18 μm 、1.24 μm 、1.32 μm 、1.42 μm 。另外,在 1.064 μm 泵浦光的短波方向,我们还观测到两级反斯托克斯谱线。如激光器采用准连续泵浦,还可以作为激光核聚变的振荡器。