

10 T. Han, S. S. Park, K. Kim *et al.*. CO₂ laser welding characteristics of 800 MPa class TRIP steel [J]. *ISIJ International*, 2005, **45**(1): 60~65

11 Jeng-Ywan Jeng, Tzuoh-Fei Mau, Shyue-Ming Leu. Prediction of laser butt joint welding parameters using back propagation and learning vector quantization networks[J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 2000, **99**(1-3): 207~218

12 D. T. Lewellyn, D. J. Hillis. Dual phase steels[J]. *Ironmak Steelmak*, 1996, **23**(6): 471~478

13 Tang Di, Mi Zhenli, Chen Yulai. Technology and research and development of advanced automobile steel abroad[J]. *Iron and*

Steel, 2005, **40**(6): 1~5

唐 获, 米振莉, 陈雨来. 国外新型汽车用钢的技术要求及研究开发现状[J]. *钢铁*, 2005, **40**(6): 1~5

14 Li Yaling, Huang Jian, Gao Zhiguo *et al.*. Structure and properties of high power laser welding of high strength steel B450LAD for vehicles[J]. *Chinese J. Lasers*, 2008, **35**(12): 2047~2051

李亚玲, 黄 坚, 高志国 等. 高功率激光焊接汽车用高强度钢 B450LAD 组织与性能 [J]. *中国激光*, 2008, **35**(12): 2047~2051

高脉冲能量、纳秒级石墨烯被动锁模掺铒光纤激光器

高能量、纳秒脉冲光纤激光器在远距离传感、抽运光源和材料加工等领域具有广泛的应用。利用长腔结构的锁模光纤激光器是获得高脉冲能量、低重复频率激光脉冲的有效方法之一。石墨烯作为新型激光锁模器件,具有价格低廉、制备简单以及光谱响应范围宽等优点,成为脉冲激光器研究领域的热点之一。北京工业大学高功率光纤激光课题组构建了基于长腔结构的石墨烯被动锁模、纳秒级掺铒光纤激光器,该激光器产生了稳定的脉冲输出,并获得了 66 nJ 的高脉冲能量。

石墨烯被动锁模掺铒光纤激光器采用了环形腔结构,如图 1 所示。主要包括 3 m 长的单包层掺铒光纤和约 870 m 长的 SMF28 单模光纤,总腔长约为 881 m。石墨烯可饱和吸收体通过沉积石墨烯-聚乙烯醇(PVA)溶液的方法得到。当抽运功率为 44 mW 时,产生了稳定的重复频率为 227 kHz 的锁模脉冲。当抽运功率增加到 110 mW 时,获得最高输出功率为 15 mW,相应的单脉冲能量为 66 nJ,峰值功率为 4.13 W,脉冲宽度为 16 ns,3dB 光谱带宽为 0.76 nm,如图 2,3 所示。此类高脉冲能量、纳秒级光纤激光器作为种子源,通过单级或多级放大可达到

几十瓦的输出功率,因而具有广阔的应用前景。

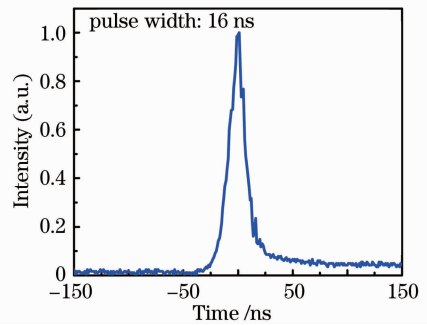


图 2 锁模光纤激光器输出脉冲宽度

Fig. 2 Pulse duration of the mode-locked fiber laser

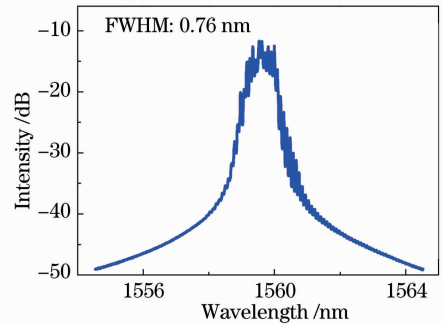


图 3 锁模光纤激光器输出光谱

Fig. 3 Optical spectrum of the mode-locked fiber laser

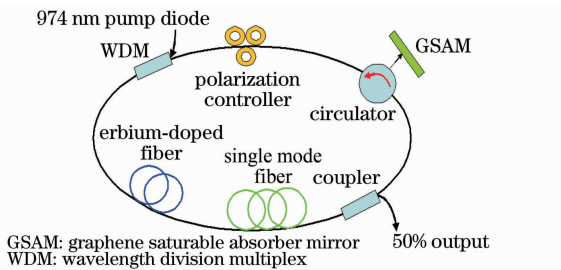


图 1 锁模激光器示意图

Fig1 Setup diagram of the mode-locked fiber laser

徐 佳¹ 吴思达² 刘 江¹
杨全红² 王 璞¹

¹北京工业大学激光工程研究院
国家产学研激光技术中心, 北京 100124
²天津大学化工学院, 天津 300072

收稿日期: 2011-04-21; 收到修改稿日期: 2011-04-26