

简讯

两路飞秒光纤放大器相干偏振合成系统

飞秒光纤激光在社会生产、基础科学研究等领域有广泛的应用前景。然而,受限于光纤内的非线性效应、光纤损伤、模式不稳定性等因素,单路功率或能量提升空间有限。近年来,飞秒光纤激光相干合成技术成为国际上的研究热点,特别是国际相干快印网络(ICAN)项目的支持和推动,相关研究如火如荼,各种合成技术不断涌现。目前,德国耶拿弗里德里希·席勒大学基于相干偏振的合成技术已实现平均功率为530 W的飞秒激光输出,国内尚未出现相关实验报道。

最近,国防科学技术大学光电科学与工程学院创新性地提出了全光纤自适应光程差控制方法,成功实现了两路飞秒光纤放大器相干偏振合成,系统结构如图1(a)所示。该系统主体结构包括:种子振荡器、单模光纤脉冲展宽器、全光纤保偏预放大器、平行配置的两个全光纤保偏放大链路、偏振合成系统、主动控制系统(包括锁相系统与自适应光程差控制系统)以及脉冲压缩器。该系统通过有效的色散与非线性相移管理、光程差控制以及相位锁定,实现了两路飞秒光纤激光的高效率相干合成。合成的最高平均功率为6.4 W,合成效率为96%。图1(b)为实现最高合成功率时的锁相效果,当主动控制系统启动时,相位噪声得到有效抑制。图1(c)为实现最高合成功率时单路以及合成的光谱,合成光谱的3 dB带宽约为9 nm。合成后约70%激光注入脉冲压缩器,压缩后平均功率为3.6 W,压缩效率为76.6%。压缩后单路以及合成的脉冲自相关信号如图1(d)所示,合成的自相关信号半峰全宽为720 fs,实际脉冲宽度估算为467 fs(假定脉冲为双曲正割型)。计算表明脉冲能量为45 nJ(重复频率为80 MHz),峰值功率为96 kW。该系统运行稳定,有望进一步向多链路、高功率拓展。

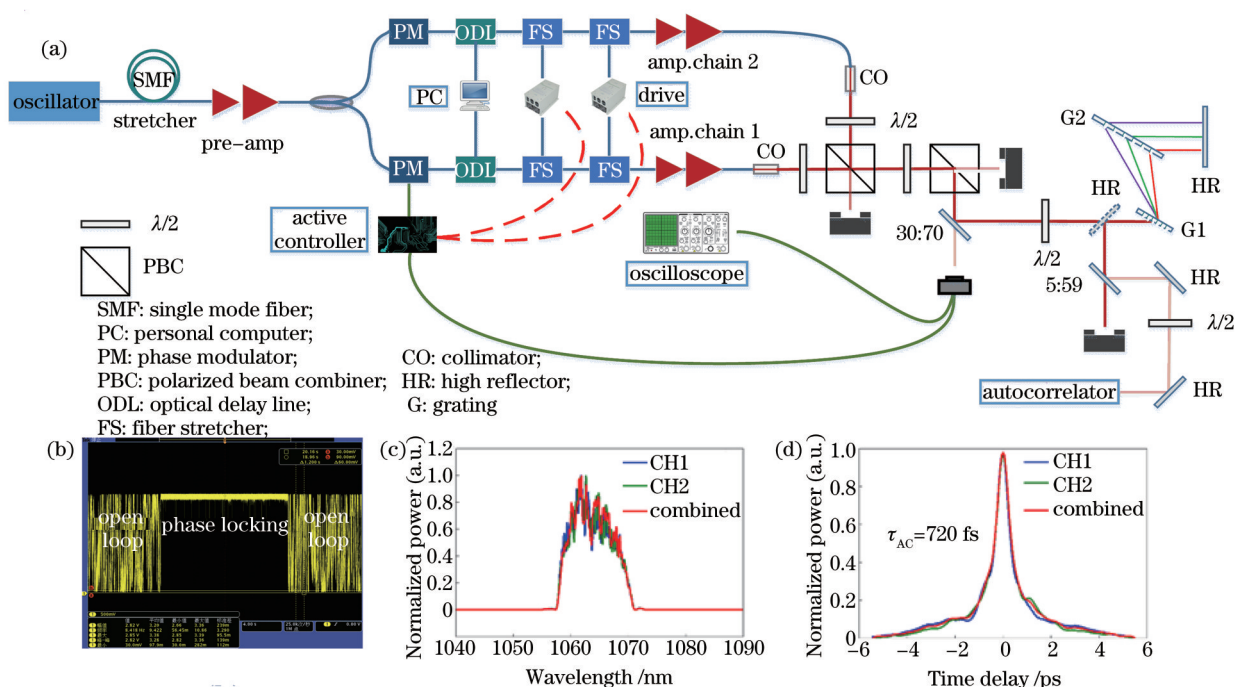


图1 (a) 实验方案示意图; (b) 最高平均功率时的锁相过程(开环与闭环); (c) 最高平均功率时的单路与合成光谱; (d) 最高平均功率时的压缩后单路与合成飞秒脉冲的自相关迹

Fig.1 (a) Scheme of the experimental setup; (b) phase locking process (open loop and closed loop) at the maximum average power; (c) measured optical spectra at the maximum average power; (d) autocorrelation traces of single channel and combined femtosecond pulses at the maximum average power

于海龙 罗 亿 张志新 王小林* 粟荣涛 张汉伟 马阎星 周 朴 许晓军 陈金宝

国防科学技术大学光电科学与工程学院, 湖南 长沙 410073

*E-mail: chinawxllin@163.com

收稿日期: 2015-12-28; 收到修改稿日期: 2016-02-22

0419001-1