

浙江激光应用

【C3】162期

2023年7月15日

专栏 (7) [总129期]

出版机构 Publisher
星球国际资讯集团
(Global Star International Information Group)

激光制造网
laserfair.com
激光行业一站式综合门户
One-Stop Service in Laser Industry

主办单位 Host
浙江工业大学激光先进制造研究院
浙江省高端激光制造装备协同创新中心
广东省光学学会激光加工专业委员会
交流单位 Supporting Group
杭州博华激光技术有限公司
瑞安市博业激光应用技术有限公司
浙江华镭激光科技有限公司



欢迎关注
激光制造网 Laserfair.com
更多详情请您来了解

中国执行机构 China Operator
广东星之球激光科技有限公司
(Guangdong XZQ Laser Technology Co., Ltd.)

官方网站 Official Web
www.laserfair.com

广东省激光行业协会
Guangdong Laser Industry Association

Deutsche Messe
HALL 10.000 XZQ

2024 激光技术在3C电子行业应用大会

2024年6月19-21日 深圳会展中心（宝安新馆）

www.alat.com.cn

华工科技党委委员华工激光精密事业群总经理王建刚一行莅临浙江工业大学激光先进制造研究院考察交流

近日，华工科技党委委员华工激光精密事业群总经理王建刚、精密系统事业群汽车电子及新能源事业部总经理杨田、精密系统事业群PCB微电子事业部总经理王莉、副总经理陈竣一行莅临浙江工业大学激光先进制造研究院考察交流。研究院院长姚建华教授陪同考察。

姚建华对王建刚一行的到来表示热烈欢迎，并陪同参观实验室，介绍了研究院的技术优势、科研平台建设以及发展历程，展示了研究院近年来取得的科研成果以及正在推进中的实验项目。

座谈会上，姚建华首先向王建刚赠送了研究院最新出版的三部专著。姚建华表示希望双方以本次交流为契机，发挥各自优势，在科学研究、学生培养、科创平台实体化运作等方面开展全方位、多领域、深层次的合作，开启校企携手共进的新篇章。



实验室参观

王建刚对研究院在科学研究及成果转化方面取得的成绩表示了充分肯定，同研究院技术人员就技术细节和应用领域进行了深入交流，他表示希望今后双方在人才培养、技术创新、成果转化、平台建设、技术产业化等方面进一步加深交流与合作。

华工激光是中国激光工业化应用的开创者、引



专著赠送



实验室合影

领者，全球领先的激光装备及智能制造方案提供商，高科技上市公司华工科技产业股份有限公司（股票代码：000988）的核心子公司。华工激光把握工业制造领域转型升级的重大需求，以技术创新为驱动，以智能互联为纽带，为智能制造提供整体解决方案。凭借前瞻性的研发、全产业链的优势和庞大的全球服务网络，华工激光帮助行业客户在激光加工领域不断突破，保障生产中无后顾之忧。

华工激光精密系统事业群专注精密激光应用方向，研发及生产基地位于中国武汉光谷科学城黄金十字轴中心，制造总面积约100000m²。从核心部件、激光光源、激光智能装备、量测到自动化产线、智慧工厂全产业链布局。集研发设计、工艺开发、生产制造为一体。公司产品及解决方案广泛应用于国民经济重要领域，覆盖半导体、脆性材料、电子电路、3C电子、汽车电子、新能源、医疗、快速消费品等众多行业。

国科大杭高院：单模保偏光纤输出的高功率单频掺铒光纤放大器

单频掺铒光纤激光

掺铒光纤激光发射波长位于大气透射窗口和人眼安全波段，作为最早被发明的光纤激光之一，已经广泛应用于光纤通信领域。近年来，光纤集成器件日益成熟，掺铒光纤激光输出功率已经突破百瓦量级。随着激光相干探测、激光关联成像、激光冷却等领域的发展，对掺铒光纤激光的输出特性要求也越来越高。不仅要求其具有较高的输出功率，还要求其噪声低、线宽窄。这也反过来促进了高功率低噪声单频掺铒光纤放大器的发展。

上世纪90年代，单频掺铒光纤激光已被发明。经过三十年的发展，全光纤结构的单频掺铒光纤放大器刚刚突破100W。而相比之下，全光纤结构的单频掺铒光纤放大器早已实现了700W输出。究其原因，主要是因为铒离子对二极管泵浦光（9xx nm）吸收较少，高浓度掺杂时出现铒离子团簇影响了效率。通过铒离子吸收泵浦光，向铒离子交叉弛豫传递能量的铒离子共掺方法是解决以上问题的主要方法。但此方法中，由于铒-铒离子能量传递速率有限，当泵浦功率提升时，泵浦能量无法有效传递至铒离子，导致铒离子能量堆积，放大自发辐射（amplified spontaneous emission, ASE）产生寄生振荡。从而限制掺铒光纤激光的功率提升。

相比较常规二极管泵浦方式，1480 nm 同带泵浦方案优势在于跳过铒离子传递能量过程，从根本上避免1 μm ASE的产生。同时单模光纤中较高的泵浦功率密度可以获得较高的转换效率，从而降低了对增益光纤长度的要求，提高了系统的受激布里渊散射（stimulated

Brillouin scattering, SBS）阈值。

同带泵浦高功率单频掺铒光纤放大器

近日，国科大杭州高等研究院物理与光电工程学院与上海光机所合作，用纤芯同带泵浦掺铒光纤方式，获得了功率高达59.1 W，效率高达90%的单频1560 nm激光输出，同时兼各线偏振、基模等特点。其利用磷光纤中拉曼效应，从1064 nm 常规波长经两次拉曼频移至1480 nm，1480 nm 激光再通过纤芯泵浦掺铒光纤，放大单频1560 nm 激光。仔细研究了泵浦方向对输出激光的影响，发现泵浦方向对线宽以及10 MHz 以内的相对强度噪声均无影响。但在前向泵浦时，输出光谱具有明显的光谱基座，是由于泵浦激光与信号光之间的相位调制引起的基座展宽，而在后向泵浦时这种展宽被抑制。这也是首次观察到并研究了这种基座展宽现象。

成果发表在 High Power Laser Science and Engineering 2023 年第 1 期的文章 (Xin Cheng, Zhiquan Lin, Xuezhong Yang, Shuizhen Cui, Xin Zeng, Huawei Jiang, Yan Feng. High-power 1560 nm single-frequency erbium fiber amplifier core-pumped at 1480 nm[J]. High Power Laser Science and Engineering, 2023, 11(1): 010000e3)

该单频光纤放大器的结构如图1所示，1560 nm 单频种子源，经过预放大器后输出4.1 W注入主放大器。主放大器采用自制的1480 nm 拉曼激光作为同带泵浦源，泵浦激光与信号光经过波分复用器（wavelength

division multiplexer, WDM）耦合进铒共掺光纤，WDM 1、2 分别实现前向泵浦和后向泵浦方式。

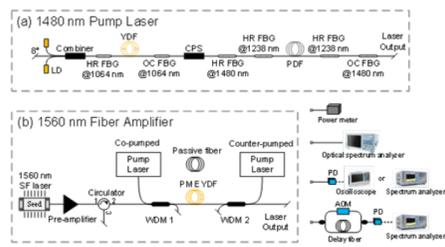


图1 单频光纤放大器结构以及测试系统

前向泵浦时，输出激光的光谱及线宽如图2所示，光谱基座呈现明显的抬升趋势，-60 dB 光谱宽度从4.3 W 功率的0.34 nm 增加至59.1 W 的4.94 nm。最大功率下，光谱基座距离信号光峰宽仅34.9 dB。而在延时自外差拍频结果中并未观察到线宽展宽现象。此种展宽源自泵浦激光对信号光的交叉相位调制（cross-phase modulation, XPM）。

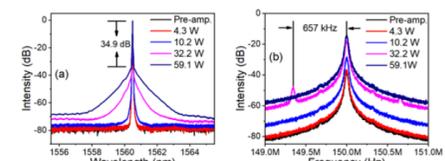


图2 前向泵浦结构中 (a) 输出光谱和 (b) 拍频线宽

后向泵浦时，输出激光的光谱及线宽如图3所示，泵浦激光与信号光的走离效应（walk-effect）抑制了其XPM，输出光谱没有任何展宽。

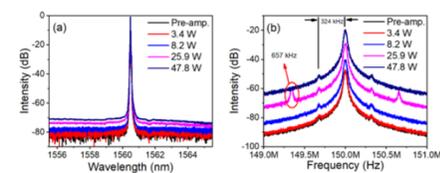


图3 后向泵浦结构中 (a) 输出光谱和 (b) 拍频线宽

相对强度噪声结果如图4所示，相同泵浦功率下，输出激光的噪声保持一致；不同泵浦功率下，由于泵浦激光噪声不同，输出激光存在明显差异。之前的研究结果表明，包层泵浦的1.5 μm 单频放大器输出激光噪声，相对于泵浦噪声有“低通”趋势。而在这里，发现在纤芯泵浦时，泵浦激光的噪声影响信号激光在100 Hz-10 MHz 全频段范围内的噪声。

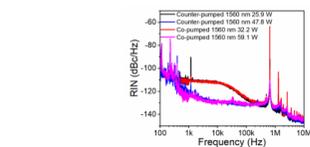


图4 相同泵浦功率，不同泵浦方式下，输出激光相对强度噪声对比

总结与展望

该研究结果对高功率单频稀土离子掺杂光纤放大器，特别是同带泵浦光纤放大器具有指导意义。一方面，同带泵浦更容易获得高功率。另一方面，为了获得低噪声单频激光器输出，优化泵浦激光器噪声尤为重要。

该研究获得了国家重点研发计划和国家自然科学基金支持。（来源：激光评论）

“激光红”入选全省高校校企地党建联建典型案例

近日，浙江省教育厅公布全省高校校企地党建联建典型案例遴选结果，温州大学机电工程学院激光红党支部《激光红校企地党建，助推区域产业共富》成功入选，成为入选的100个案例之一。

100个典型案例！高校党建联建典型案例	党建联建
温州大学	温州大学机电工程学院激光红党支部

激光红党支部深入贯彻“四个面向”和“两个健康”，深化“党建引领、人才互动、科创联动”理念，构建“党

建+科研+产业”协同工作机制，建立“研究院联动、企业联合、政府对接”产业链接型模式，把党支部建在产业上，党员冲锋在企业技术创新第一线，通过党建与人才、党建与技术和党建与生产的“三融党建”，促进党建与业务工作相融相促。目前，“激光红”形成了“以激光基地为主阵地、激光研究院为主战场”的“一体两翼”发展格局，并先后获批国家级国合基地，省协同创新中心、省双创示范基地等10余个省部级科研平台和中国产学研合作创新奖；已累计与180余家企业建立紧密合作关系，招引孵化企业20余家，服务金额达5000余万元，为地方产业升级转型和创新发展提供强大的智力支持；助力企业骨干申请重大科技攻关项目10余项、

专利20余件；培养学生获得各级各类竞赛奖项100余项与企业联合培养研究生20余名。



校企党建共创活动

“激光红”将充分发挥典型案例的示范引领作用，持续推进校企地党建联建，推动党建与产业链、人才链、



激光红科技服务先锋队走进生产一线

创新链有效融合，努力在落实立德树人根本任务、建设高水平大学、破解“卡脖子”难题、推动区域经济高质量发展等方面取得实实在在的成效，充分发挥服务地方经济社会的责任担当，推进校企地协同育人、产教融合，助力浙江“两个先行”。（来源：温州大学机电工程学院）