



# 中国激光

## ZHONGGUO JIGUANG

(月刊, 1974年9月创刊)

第46卷 第10期 (总第514期) 2019年10月10日

主管单位 中国科学院

主办单位 中国科学院上海光学精密机械研究所

中国光学学会

主编 李儒新

出版单位《中国激光》杂志社有限公司

(上海市嘉定区清河路390号, 邮编 201800)

电 话 021-69917051

电子邮箱 cjl@siom.ac.cn

网 址 <http://cjl.opticsjournal.net>

印 刷 上海贝叶图书有限公司

发行范围 公开

国内发行 中国邮政集团公司上海市分公司

国内订阅 中国邮政集团公司

国外发行 中国国际图书贸易集团有限公司

国内邮发代号 4-201



EI核心期刊

SCOPUS、CA、INSPEC、AJ、CSCD等收录

中国百强报刊

百种中国杰出学术期刊

中国精品科技期刊

中国国际影响力优秀学术期刊

华东地区优秀期刊

中文核心期刊

中国科技核心期刊



《中国激光》杂志社  
官方微博



《中国激光》  
官方网站



责任编辑: 宋梅梅 (021-69917051)

广 告: 高福海 (021-69918011)

发 行: 陈 青 (021-69918691)

中国标准连续出版物号: ISSN 0258 - 7025  
CN 31 - 1339/TN

定价: 200 元/册



# 《中国激光》第九届编委会

(2019-2021)

荣誉主编

周炳琨

主 编

李儒新

执行主编

钟敏霖

副 主 编

陈卫标 张宽收

编 委 (按姓氏拼音排序)

蔡阳健	曹俊诚	陈宏伟	程 亚
邓海啸	顾冬冬	郭 霞	胡丽丽
胡明列	胡以华	姜会林	姜 澜
黎大兵	李剑峰	李新阳	林学春
柳 强	刘伟伟	毛庆和	梅雪松
司徒国海	唐 淳	唐 明	王华明
王建宇	王 璞	吴长锋	吴 东
徐淮良	徐现刚	杨 平	杨永强
曾晓雁	张小民	张镇西	郑庆东
周 朴	周维民	朱 海	

# 中国激光

第 46 卷 第 10 期 2019 年 10 月  
(总第 514 期)

## 目 次

### · 综述 ·

飞秒激光直写技术制备功能化微流控芯片研究进展 ..... 史杨, 许兵, 吴东, 等 1000001

### · 激光器件与激光物理 ·

高功率光纤激光热光效应及模式不稳定阈值特性研究(封面文章) ..... 李学文, 于春雷, 沈辉, 等 1001001

窄光束、高功率、频率可调谐的 THz 量子级联激光器 ..... 邬崇朝 1001002

共振增强单色高次谐波产生 ..... 汪丽, 薛金星, 曾志男, 等 1001003

锁波长 914 nm 半导体激光器共振抽运 Nd:YVO<sub>4</sub>/LBO 声光调 Q 绿光激光器 ..... 李斌, 孙冰, 苗银萍 1001004

棱镜式激光陀螺光胶表面残余应力影响 ..... 刘健宁, 翁浚, 鲁政, 等 1001005

基于半导体激光器的 780 nm 高光谱分辨率激光雷达系统设计 ..... 宋跃辉, 周煜东, 汪丽, 等 1001006

氙灯抽运液冷叠片式重复频率钕玻璃放大器研制 ..... 王冰艳, 李养帅, 张攀政, 等 1001007

3.5 μm 双波长泵浦 Er:ZBLAN 光纤激光器数值模拟 ..... 朱昆鹏, 沈炎龙, 陶蒙蒙, 等 1001008

大功率半导体激光器封装热应力研究 ..... 袁庆贺, 井红旗, 仲莉, 等 1001009

### · 激光制造 ·

激光快速加工梯度润湿性表面的实验研究 ..... 叶云霞, 刘远方, 杜婷婷, 等 1002001

热处理对选区激光熔化 CoCrW 合金组织及显微硬度的影响 ..... 尹燕, 康平, 肖梦智, 等 1002002

固溶时效处理对激光 3D 打印 TC4 合金组织与性能的影响 ..... 王文博, 马瑞鑫, 井志成, 等 1002003

三光束光内送丝激光熔覆温度场仿真分析与工艺优化 ..... 张吉平, 石世宏, 蒋伟伟, 等 1002004

选区激光熔化成形 4Cr5MoSiV1 钢回火处理后显微组织和力学性能 ..... 陈帅, 陶凤和, 贾长治 1002005

高功率绿光飞秒激光诱导产生钛表面周期性微结构 ..... 秦晓阳, 黄婷, 肖荣诗 1002006

异种铝合金激光诱导电弧拼焊接头塌陷研究 ..... 宋刚, 符成学, 于培妮, 等 1002007

基于非接触测量的搭接激光焊缝表面质量评估 ..... 叶结和, 刘勇, 徐国成, 等 1002008

小模数齿轮齿面双道激光熔覆工艺 ..... 刘干成, 黄博 1002009

超高速激光熔覆与常规激光熔覆 431 不锈钢涂层微观组织和耐蚀性的对比 ..... 李俐群, 申发明, 周远东, 等 1002010

多次激光修复对 ZTC4 钛合金组织与硬度的影响	潘博, 黄怡晨, 李俐群, 等	1002011
HT250 灰铸铁纳秒脉冲激光除漆工艺研究	郭召恒, 周建忠, 孟宪凯, 等	1002012
飞秒激光直写铜微电极研究	廖嘉宁, 王欣达, 周兴汶, 等	1002013
贝氏体钢激光电弧复合焊接接头疲劳裂纹扩展	韩晓辉, 雷正, 李仁东, 等	1002014
<b>· 材料与薄膜 ·</b>		
脉冲激光沉积法制备低阻掺镓氧化锌薄膜及其光电性能	莫观孔, 刘家辉, 邹卓良, 等	1003001
高压下 Cr <sup>2+</sup> :ZnSe 的光学和力学性能	邓丽娟, 冯国英, 张弘, 等	1003002
<b>· 测量与计量 ·</b>		
环形子孔径扫描锥形镜面形检测方法研究	严焱, 唐锋, 王向朝, 等	1004001
基于激光测距的激光扫描投影系统标定技术研究	侯茂盛, 刘继强, 刘大礼, 等	1004002
基于离散粒子群抖动优化的高质量三维形貌测量	蔡宁, 陈浙泊, 林斌, 等	1004003
基于误差解耦的星敏感器热漂移标定系统研究	高婧婧, 毕勇, 李金鹏, 等	1004004
光刻机扫描狭缝刀口半影宽度测量技术	刘志帆, 陈明, 步扬, 等	1004005
基于光纤环的混沌光时域反射仪动态范围增大	胡志宏, 赵彤, 贺培鑫, 等	1004006
<b>· 光纤光学与光通信 ·</b>		
光纤周界防区入侵事件的模式识别研究	陈沛超, 游赐天, 丁攀峰	1006001
<b>· 全息与信息处理 ·</b>		
基于卷积神经网络的端到端多光谱图像压缩方法	孔繁锵, 周永波, 沈秋, 等	1009001
基于自适应联合双边滤波的深度图像空洞填充与优化算法	王得成, 陈向宁, 易辉, 等	1009002
<b>· 遥感与传感器 ·</b>		
基于深度学习的脉冲激光测距回波时刻解算方法	胡善江, 贺岩, 俞家勇, 等	1010001
多角度偏振成像仪温度校正方法	涂碧海, 洪津, 姚萍萍, 等	1010002
光纤电流传感器环路增益在线监测及控制技术	于佳, 王夏霄, 张春熹, 等	1010003
聚氨酯端面拉伸式光纤激光水听器的声压灵敏度频响特性	唐波, 孟荻, 黄俊斌	1010004
<b>· 光谱学 ·</b>		
CNTs/AgNPs 复合结构的微流控表面增强拉曼散射实验	张晓蕾, 张洁, 朱永	1011001

本刊电子版彩色效果请详见中国光学期刊网 [www.opticsjournal.net](http://www.opticsjournal.net)

# Chinese Journal of Lasers

Vol.46, No.10 (Series No.514) October 2019

## CONTENTS

### • Reviews •

- Research Progress on Fabrication of Functional Microfluidic Chips Using Femtosecond Laser Direct Writing Technology ..... *Shi Yang, Xu Bing, Wu Dong, et al.* 1000001

### • Laser Devices and Laser Physics •

- Thermo-Optic Effect and Mode Instability Threshold Characteristics of High-Power Fiber Laser (**Cover Paper**) ..... *Li Xuewen, Yu Chunlei, Shen Hui, et al.* 1001001
- Terahertz Quantum Cascade Lasers with Narrow Beam, High Output Power, and Frequency Tunability ..... *Wu Chongzhao* 1001002
- Generation of Resonantly Enhanced Monochromatic High-Order Harmonics ..... *Wang Li, Xue Jinxing, Zeng Zhinan, et al.* 1001003
- Wavelength-Locked 914-nm Laser Diode in-Band Pumped Nd:YVO<sub>4</sub>/LBO Acousto-Optic Q-Switched Green Laser ..... *Li Bin, Sun Bing, Miao Yiping* 1001004
- Influence of Residual Stress on Surface of Optical Cement in Prism Laser Gyroscope ..... *Liu Jianning, Weng Jun, Lu Zheng, et al.* 1001005
- Design of 780-nm High Spectral Resolution Lidar Based on Laser Diode ..... *Song Yuehui, Zhou Yudong, Wang Li, et al.* 1001006
- Nd:Glass Amplifier with Repetition Rate Fabricated by Flash-Lamp Pumping and Liquid Cooling Method ..... *Wang Bingyan, Li Yangshuai, Zhang Panzheng, et al.* 1001007
- Numerical Simulation of 3.5 μm Dual-Wavelength Pumped Er:ZBLAN Fiber Lasers ..... *Luan Kunpeng, Shen Yanlong, Tao Mengmeng, et al.* 1001008
- Thermal Stress in High-Power Semiconductor Laser Packaging ..... *Yuan Qinghe, Jing Hongqi, Zhong Li, et al.* 1001009

### • Laser Manufacturing •

- Experimental Study on Gradient Wettable Surface Fabricated by Laser Rapid Processing ..... *Ye Yunxia, Liu Yuanfang, Du Tingting, et al.* 1002001
- Effect of Heat Treatment on Microstructure and Microhardness of CoCrW Alloys Processed by Selective Laser Melting ..... *Yin Yan, Kang Ping, Xiao Mengzhi, et al.* 1002002
- Effect of Solution-Aging Treatment on Microstructure and Properties of TC4 Fabricated by Laser Three-Dimensional Printing ..... *Wang Wenbo, Ma Ruixin, Jing Zhicheng, et al.* 1002003
- Simulation Analysis of Temperature Field and Process Optimization of Laser Cladding Based on Internal Wire Feeding of Three Beams ..... *Zhang Jiping, Shi Shihong, Jiang Weiwei, et al.* 1002004
- Microstructure and Mechanical Properties of 4Cr5MoSiV1 Steel Fabricated via Selective Laser Melting Post Tempering ..... *Chen Shuai, Tao Fenghe, Jia Changzhi* 1002005
- Periodic Microstructure on Ti Surface Induced by High-Power Green Femtosecond Laser ..... *Qin Xiaoyang, Huang Ting, Xiao Rongshi* 1002006
- Joints Collapse of Dissimilar Aluminum Alloys During Laser-Induced Arc Welding ..... *Song Gang, Fu Chengxue, Yu Peini, et al.* 1002007
- Evaluation of Surface Quality of Lap Laser Weld Joints Based on Noncontact Measurement ..... *Ye Jiehe, Liu Yong, Xu Guocheng, et al.* 1002008

Double-Pass Laser Cladding Process for Small-Modulus Gear-Tooth Surface .....	<i>Liu Gancheng, Huang Bo</i>	1002009
Comparison of Microstructure and Corrosion Resistance of 431 Stainless Steel Coatings Prepared by Extreme High-Speed Laser Cladding and Conventional Laser Cladding .....	<i>Li Liqun, Shen Faming, Zhou Yuandong, et al.</i>	1002010
Effects of Multiple Laser Repairs on Microstructure and Hardness of ZTC4 Titanium Alloy .....	<i>Pan Bo, Huang Yichen, Li Liqun, et al.</i>	1002011
Nanosecond-Pulsed-Laser Paint Stripping of HT250 Gray Cast Iron .....	<i>Guo Zhaocheng, Zhou Jianzhong, Meng Xiankai, et al.</i>	1002012
Femtosecond Laser Direct Writing of Copper Microelectrodes .....	<i>Liao Jianing, Wang Xinda, Zhou Xingwen, et al.</i>	1002013
Fatigue Crack Propagation of Laser Arc Hybrid Welded Joint of Bainitic Steel .....	<i>Han Xiaohui, Lei Zheng, Li Rendong, et al.</i>	1002014

#### • Materials and Thin Films •

Preparation of Low-Resistivity GZO Thin Films Using Pulsed Laser Deposition and Investigation of Optoelectronic Properties .....	<i>Mo Guankong, Liu Jiahui, Zou Zhuoliang, et al.</i>	1003001
--	---	---------

Optical and Mechanical Properties of Cr <sup>2+</sup> :ZnSe Under High Pressure .....	<i>Deng Lijuan, Feng Guoying, Zhang Hong, et al.</i>	1003002
---	--	---------

#### • Measurement and Metrology •

Measuring Axicon Surface By Using Annular Sub-Aperture Scanning Method .....	<i>Yan Yan, Tang Feng, Wang Xiangzhao, et al.</i>	1004001
Research on Calibration Technology of Laser Scanning Projection System Based on Laser Ranging .....	<i>Hou Maosheng, Liu Jiqiang, Liu Dali, et al.</i>	1004002

High-Quality Three-Dimensional Shape Measurement Based on Binary Particle Swarm Dithering Optimization .....	<i>Cai Ning, Chen Zhebo, Lin Bin, et al.</i>	1004003
--	--	---------

Research on Calibration System of Star Sensor Thermal Drift Based on Error Decoupling .....	<i>Gao Jingjing, Bi Yong, Li Jinpeng, et al.</i>	1004004
---	--	---------

Blade Edge's Penumbra Measurement for Scanning Slit of Lithographic Tools .....	<i>Liu Zhifan, Chen Ming, Bu Yang, et al.</i>	1004005
---	---	---------

Improving Dynamic Range of Chaos Optical Time Domain Reflectometry Using Fiber Ring .....	<i>Hu Zhihong, Zhao Tong, He Peixin, et al.</i>	1004006
---	---	---------

#### • Fiber Optics and Optical Communications •

Pattern Recognition of Intrusion Events in Perimeter Defense Areas of Optical Fiber ...	<i>Chen Peichao, You Citian, Ding Panfeng</i>	1006001
---	---	---------

#### • Holography and Information Processing •

End-to-End Multispectral Image Compression Using Convolutional Neural Network .....	<i>Kong Fanqiang, Zhou Yongbo, Shen Qiu, et al.</i>	1009001
---	---	---------

Hole Filling and Optimization Algorithm for Depth Images Based on Adaptive Joint Bilateral Filtering .....	<i>Wang Decheng, Chen Xiangning, Yi Hui, et al.</i>	1009002
--	---	---------

#### • Remote Sensing and Sensor •

Method for Solving Echo Time of Pulse Laser Ranging Based on Deep Learning .....	<i>Hu Shanjiang, He Yan, Yu Jiayong, et al.</i>	1010001
--	---	---------

Temperature-Correction Method for Directional Polarimetric Camera .....	<i>Tu Bihai, Hong Jin, Yao Pingping, et al.</i>	1010002
---	---	---------

Online Monitoring and Controlling Technique of Loop Gain of Fiber Optic Current Sensors .....	<i>Yu Jia, Wang Xiaoxiao, Zhang Chunxi, et al.</i>	1010003
---	--	---------

Sound Pressure Sensitivity Frequency Response of Polyurethane End Surface Pulling Fiber Laser Hydrophone .....	<i>Tang Bo, Meng Di, Huang Junbin</i>	1010004
--	---------------------------------------	---------

#### • Spectroscopy •

Microfluidic Surface-Enhanced Raman Scattering Experiment Using CNTs/AgNPs Composite Structure .....	<i>Zhang Xiaolei, Zhang Jie, Zhu Yong</i>	1011001
--	---	---------