

# 第二十五届全国激光学术会议

● 中国 · 天津 2023年4月7-10日

TIANJIN

会议手册





## 现代光学研究所简介



南开光院十（1919-2019）

南开大学现代光学研究所（简称光学所）于1984年由国家教委批准成立，定位于现代光学工程的高素质人才培养和前沿性科研创新基地，积极服务于环境、能源、通信和生命等领域重大应用需求。创始人母国光教授是中国科学院院士、第三世界科学院院士，曾担任南开大学校长、中国光学学会理事长、国际光学委员会副主席。本所是全国高校中最早具有光学和光学工程博士学位授予权的单位之一。光学工程是国家重点一级学科，是南开大学国家重点一级学科中唯一的工学类学科，依托本所建立了天津市微尺度光学信息技术科学重点实验室、天津市光电传感器与传感网络重点实验室、天津市太赫兹科技前沿中俄联合研究中心、天津市专业学位研究生生产教融合联合培养基地、南开大学航空航天联合研究中心等科研、教学平台。

光学所2016年迁入南开大学津南新校区。拥有在职教学与科研人员共42人，其中国务院学科评议组成员1名、Optica Fellow 1名、国家高端青年人才6人、全国科普先进个人1名、天津市高等学校教学名师1名、天津市高端人才7人，2人获得中国光学学会“王大珩光学奖-中青年科技人员光学奖”，12人获得中国仪器仪表学会“全国蒲青年学子奖”，5人入选南开大学“百名青年学科带头人”培养计划，拥有1个南开大学“百名青年学科带头人团队”、3个天津市高层次创新创业团队、1个天津市131创新型人才团队、1个天津市级教学团队；同时，聘任诺奖获得者等具有国际学术影响力杰出学者担任讲座教授。本所师资队伍是一支梯队合理、年轻有活力、富有潜力的科研创新团队，曾获得“天津市特等劳动模范先进集体”、“全国五一劳动奖章先进集体”、“天津市教育系统劳动竞赛示范集体”、“天津市全民科学素质工作先进集体”。

1984



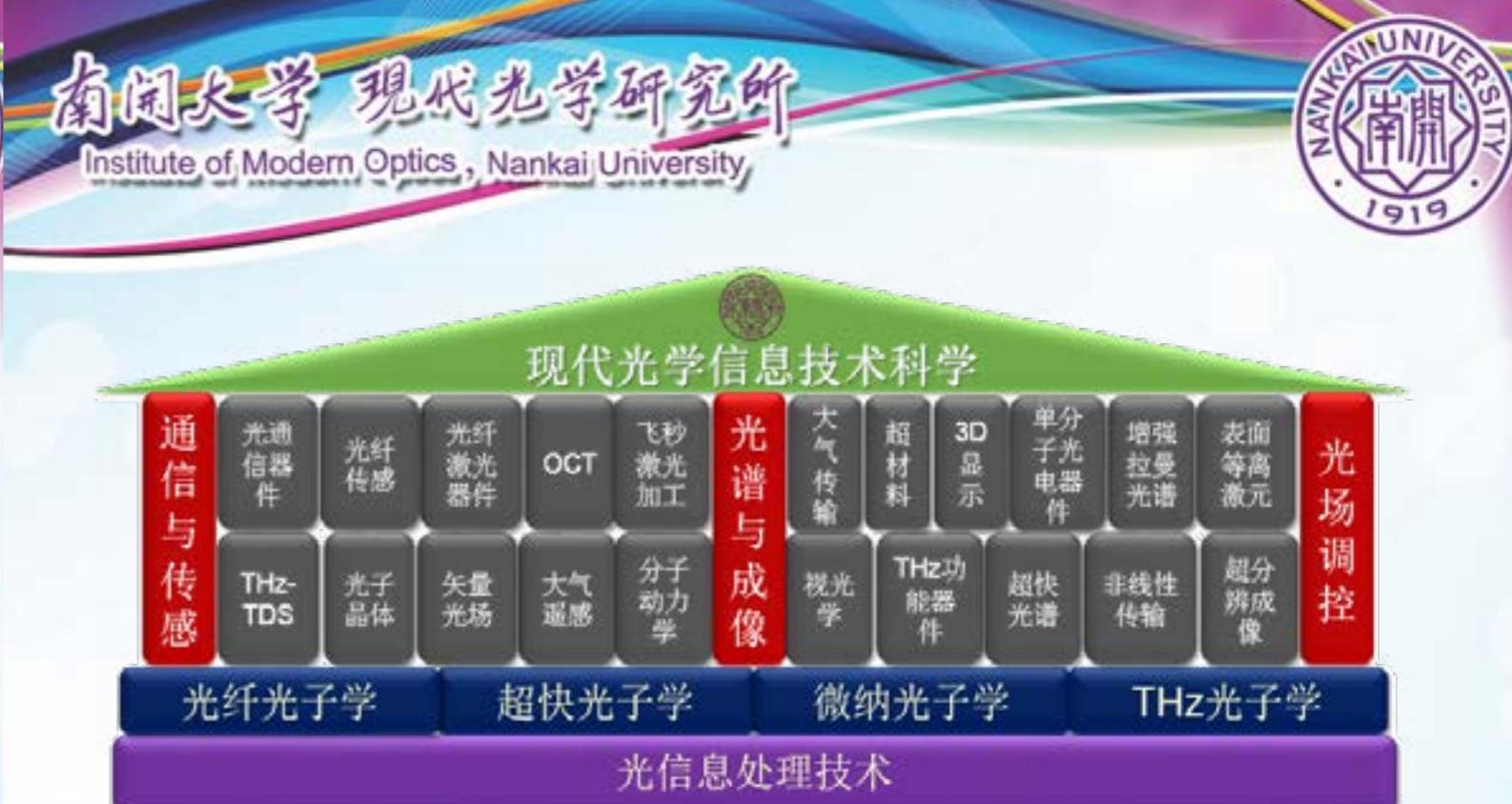
1998



2016



光学所建设目标是以南开大学在信息光学领域坚实基础为依托，聚焦于在飞秒超快、微纳尺度和THz频段下突破传统时空尺度极限的光学新技术和新方法，重点发展通信与传感器件、光谱与成像技术及光场调控方法等研究方向。推动基础科学的研究和交叉学科应用基础研究的跨越式发展。重视理工优势互补，注重科研成果转化，将本所建设成为国内领先、国际一流科研人才培养机构。



光学所承担了国家重点研发计划、国基金重点等各类项目约60项/年，平均到账科研经费超过3000万元/年。每年发表百篇左右学术论文，其中高水平论文（影响因子>3）超过2/3。我所曾获国家发明奖、国家自然科学奖、军队科学技术进步奖、教育部自然科学奖、教育部科学技术进步奖、天津市自然科学奖、天津市技术发明奖、天津市科学技术进步奖等30多项省部级以上科研奖励。

光学所积极推动成果应用，服务于航天工程、一带一路建设等重大需求。承担了“天宫一号”、“天宫二号”在轨有害气体检测装置、“北斗三号”激光放大器、“大气一号”探测卫星全链路光学仿真等科研项目。通过地校合作、科技援建等方式与三沙市政府等建立紧密科技合作关系。制定环境监测、岛礁防护、信息通讯等关键内容在内信息化建设规划。

光学所同时建设有光电子技术科学系，与天津大学合办有光电信息科学与工程本科专业，入选国家级一流本科专业建设点，每年招收本科生60多名。2018年获高等教育国家级教学成果二等奖，2021年南开大学教改项目《光学》教材修订再版。在国际光学工程学会（SPIE）大会上获得“SPIE光学科学与工程教育奖”，以表彰本所在光学、光子学及相关领域作出的贡献。光学所还拥有COS-SPIE-OSA（中国光学学会-国际光学工程学会-美国光学学会）联合学生分会，定期组织学生参加国内外重要学术活动。光学所至今培养本硕博毕业生2000多人，包括国家杰出青年基金获得者等国家高端人才十多位。近5年，在校生获得中国大学生自强之星标兵、全国高校“百名研究生党员标兵”、中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛金奖、全国大学生暑期社会实践优秀团队、天津市创新特等奖学金等国家和省部级荣誉20多次，获得南开大学周恩来奖学金7人次。

光学所拥有微纳光学加工平台、飞秒激光平台、非线性光学显微成像平台、材料光谱特性表征平台、光纤器件加工与测试平台等5个高水平开放研究平台，仪器总价值超1.5亿元；支撑超快光学与激光探测加工技术、微纳光学与分子光电器件、太赫兹器件与显微成像技术、显示成像与微光学功能器件、光纤光子学与光通信传感技术等5个团队开展创新研究。

地址：天津海河教育园区同砚路38号  
南开大学津南校区信息东楼  
邮编：300350  
邮箱：[imo@nankai.edu.cn](mailto:imo@nankai.edu.cn)  
网址：<http://imo.nankai.edu.cn>





## 目 录

组织机构	1
赞助商	2
会场地图	3
会议总日程	4
超快激光及关键器件推广论坛	5
开幕式及大会报告	6
会场一 超强、超快激光技术及太赫兹	7
日程表	7
摘要	10
会场二 先进激光材料及器件，非线性光学与量子光学	41
日程表	41
摘要	45
会场三 激光微纳技术，激光光场调控及应用	94
日程表	94
摘要	96
会场四 激光加工与制造技术，激光生物与激光医学	122
日程表	122
摘要	125
会场五 激光与物质相互作用，飞秒激光成丝，其他激光交叉领域	147
日程表	147
摘要	150
会场六 激光探测，通信及信息处理技术，激光光谱技术及应用， 激光成像技术及应用	181
日程表	181
摘要	184

# 组织机构

---

## 主办单位

中国光学学会激光专业委员会  
中国电子学会量子电子学与光电子学分会  
中国工程院信息与电子工程学部

## 承办单位

南开大学  
天津大学

## 协办单位

南开大学现代光学研究所  
天津大学精密仪器与光电子工程学院  
中国科学院上海光学精密机械研究所

## 大会名誉主席

周炳琨院士、杜祥琬院士、姚建铨院士、范滇元院士、周寿桓院士

## 大会主席

李儒新院士

## 大会副主席

许京军、陈念江、张小民、陆培祥、吕志伟、李小英、常胜江、史伟

## 大会组委会主席

刘伟伟、胡明列、冷雨欣

## 组委会秘书长

王志、田震、杜鹃

## 组织委员会

赵星、陈树琪、徐德刚、周田华、刘波、薄方、丁欣、邵宇川、魏朝阳、刘艳格、刘海涛、付学文、张林、程振洲、姚金平、田野、范飞、孙远、孙陆、於亮红、彭宇杰

## 赞助商

**YACT** 奕力科技

**Z&Z**

**诺派激光**  
NPI LASERS

**SUPERWAVE**

**OPCROWN**  
photonics

**卓镭激光**  
GRACE LASER

**DynaSense**  
北京鼎信优威光子科技有限公司

**LBTEK**  
麗邦光电

**VISIYUN**  
睿视兴科技

**海科思锐**  
HAKE SENSE

**EKSMA OPTICS**

**EKSPLA**

**Develop**  
拓展科技

**ADHC** 大恒光电  
Daheng Optics

**LASER SAFETY WORLD**  
激光安全世界

**Amplitude**

**科韵光电**

**TOPTICA PHOTONICS**

**PulsePower**  
脉动科技

**TOP Photonics** 拓普光研

**LIGHT-QUANTUM**  
光量科技

**LAIZE**  
北京莱泽光电技术有限公司

**CNI** 激光

**芯明天**  
COREMORROW

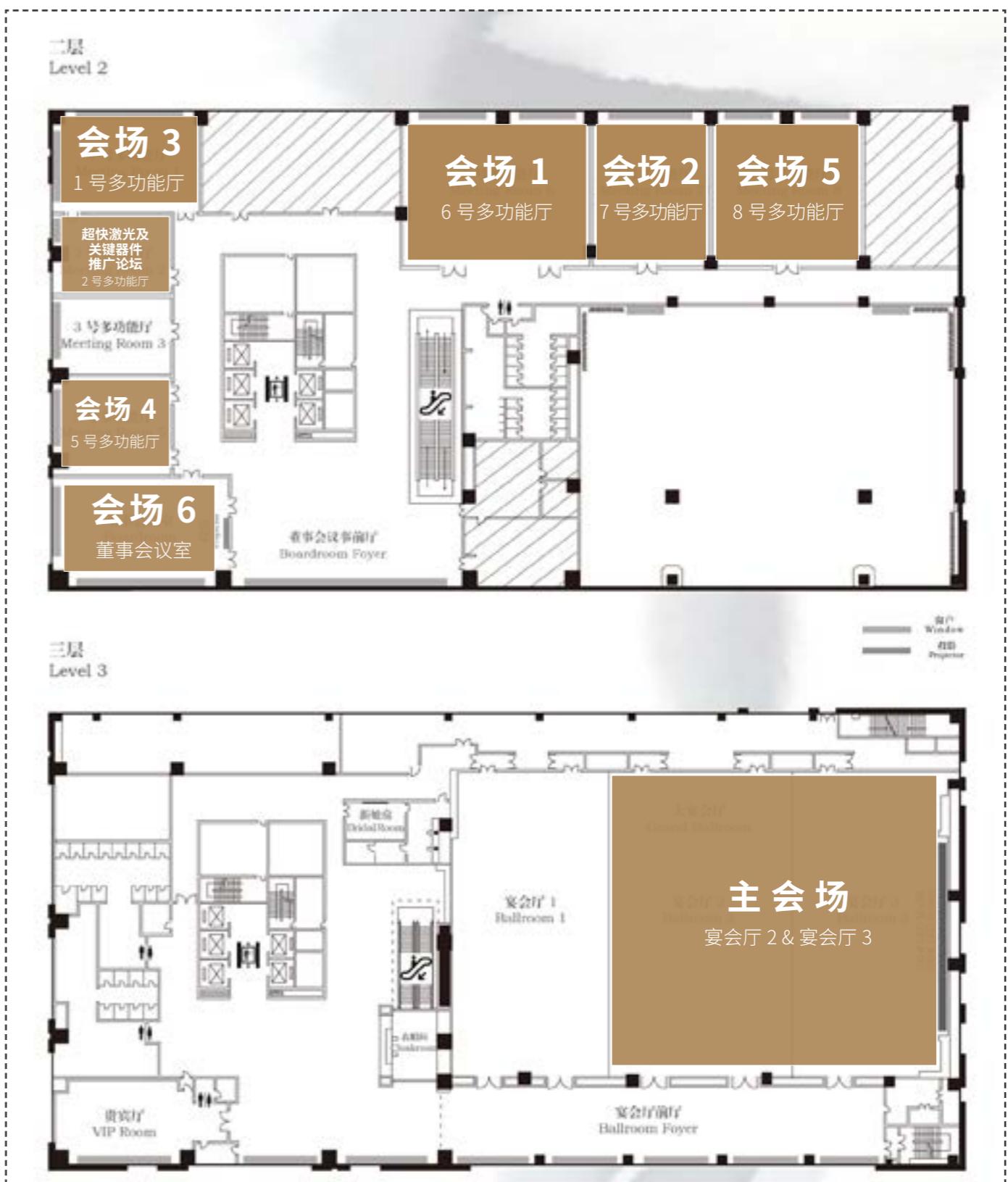
**LUSTER** 凌云光

**OYSL** 安扬激光

**DIENTECH**

**光子传感**  
Photon Sensing

**RUIK**



**会场一** 超强、超快激光技术及太赫兹

**会场三** 激光微纳技术，激光光场调控及应用

**会场五** 激光与物质相互作用，飞秒激光成丝，其他激光交叉领域

**会场二** 先进激光材料及器件，非线性光学与量子光学

**会场四** 激光加工与制造技术，激光生物与激光医学

**会场六** 激光探测，通信及信息处理技术，激光光谱技术及应用，激光成像技术及应用

## 会议总日程

日期	时间	事项	地点
4月7日	09:00-20:00	会议注册	酒店大堂
4月8日	08:00-18:00		
4月9日	08:00-18:00		
4月10日	08:00-10:00		
4月8日	08:45-09:05	大会开幕式	3楼大宴会厅 2&3
	09:05-12:00	大会报告	
	13:30-18:00	分会报告	2楼各会场
4月9日	08:30-12:00	大会报告	3楼大宴会厅
	13:30-17:00	分会报告	2楼各会场
	17:00-18:30	张贴报告	2楼休息区
	16:30-18:30	超快激光及关键器件推广论坛	2楼2号多功能厅
	18:30-20:00	欢迎晚宴	3楼大宴会厅 2&3
4月10日	09:00-12:30	分会报告	2楼各会场

## 第二十五届全国激光学术会议同期活动 超快激光及关键器件推广论坛

第二十五届全国激光学术会议将于2023年4月7-10日在天津举办，本次会议由南开大学与天津大学共同承办。本次会议同期将举办“超快激光及关键器件推广论坛”。

本论坛旨在为激光与光电子领域企业提供一个的展示新技术、新成果、新产品的重要渠道，深化激光产业届的交流与合作。同时，本次论坛的举办，将进一步的推进产学研的对接融合，推进我国激光产业蓬勃发展。

**论坛时间：**2023年4月9日 16:30-18:15

**论坛地点：**天津富力万达文华酒店 2楼 2号多功能厅

### 论坛日程

16:30-16:45	杭州奕力科技有限公司
16:45-17:00	成都贝瑞光电科技股份有限公司
17:00-17:15	南京诺派激光技术有限公司
17:15-17:30	北京莱泽光电技术有限公司
17:30-17:45	武汉安扬激光技术股份有限公司
17:45-18:00	杭州爱鸥光学科技有限公司
18:00-18:15	武汉长进激光技术有限公司

3 楼会议室：宴会厅 2 &amp; 宴会厅 3

开幕式及大会报告	
2023 年 4 月 8 日	
时间	报告人
主持人：刘伟伟，南开大学	
08:45-09:05	开幕式及合影
09:05-09:50	姚建铨，天津大学
09:50-10:20	茶歇
主持人：冷雨欣，中国科学院上海光学精密机械研究所	
10:20-11:05	陈志刚，南开大学
11:05-11:50	邱建荣，浙江大学
2023 年 4 月 9 日	
时间	报告人
主持人：胡明列，天津大学	
08:30-09:15	孙洪波，清华大学
09:15-10:00	冷雨欣，中国科学院上海光学精密机械研究所
10:00-10:30	茶歇
主持人：邱建荣，浙江大学	
10:30-11:15	肖云峰，北京大学
11:15-12:00	叶贤基，中山大学

2 楼会议室：6 号多功能厅

会场一：超强、超快激光技术及太赫兹	
2023 年 4 月 8 日	
时间	报告题目 / 报告人
主持人：王雨雷，河北工业大学	
13:30-14:00	<b>基于相干合成的高功率 mJ 飞秒光纤激光</b> 常国庆，中国科学院物理研究所
14:00-14:30	<b>基于光纤集成器件的超快激光器</b> 徐飞，南京大学
14:30-14:55	<b>九字腔锁模激光器的全参数域扫描技术</b> 王枫秋，南京大学
14:55-15:20	<b>高功率 Yb 全固态飞秒激光放大技术</b> 朱江峰，西安电子科技大学
15:20-15:40	茶歇
主持人：朱江峰，西安电子科技大学	
15:40-16:10	<b>高性能单频光纤激光器功率能量提升和非线性抑制的研究</b> 史伟，天津大学
16:10-16:35	<b>高平均功率高光束质量光纤激光发展</b> 周朴，国防科技大学
16:35-17:00	<b>基于受激布里渊散射的亚纳秒短脉冲激光技术</b> 王雨雷，河北工业大学
17:00-17:25	<b>窄线宽激光器技术及新进展</b> 朱涛，重庆大学
17:25-17:50	<b>1.7 μm 高能量飞秒脉冲光纤激光器研究</b> 罗智超，华南师范大学
17:50-18:15	<b>基于激光维持等离子体的高亮度深紫外光源</b> 余霞，北京航空航天大学
18:15-18:25	<b>Laser2022-0227-1</b> <b>1.7μm 波段超快掺铥光纤激光器中多孤子动力学研究</b> 吉钰博，深圳大学

2023 年 4 月 9 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：谷建强，天津大学		
13:30-14:00	<b>一种宽带可调谐的全光纤型中红外 DFG 光学频率梳</b> 毛庆和，中国科学院安徽光学精密机械研究所	20
14:00-14:25	<b>智能超快光纤激光器</b> 义理林，上海交通大学	21
14:25-14:50	<b>可见光光纤激光器研究进展</b> 罗正钱，厦门大学	22
14:50-15:15	<b>被动锁模激光器非平衡态动力学研究</b> 彭家晖，华中科技大学	23
15:15-15:35	茶歇	
主持人：余霞，北京航空航天大学		
15:35-16:00	<b>铌酸锂太赫兹强源及其应用</b> 吴晓君，北京航空航天大学	24
16:00-16:25	<b>中红外高功率超快光纤激光器研究</b> 郭春雨，深圳大学	33
16:25-16:50	<b>高精度太赫兹半导体激光光频梳</b> 黎华，中国科学院上海微系统与信息技术研究所	26
16:50-17:15	<b>飞秒激光激发液态水产生和探测太赫兹波的研究</b> 张亮亮，首都师范大学	27
17:15-17:40	<b>高性能、宽带太赫兹频域光谱技术的研究</b> 王与烨，天津大学	28
17:40-18:20	张贴报告	
18:30-20:00	晚宴	

2023 年 4 月 10 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：黎华，中国科学院上海微系统与信息技术研究所		
09:00-09:30	<b>固体产生高次谐波的自注入机制</b> 赵增秀，国防科技大学	29
09:30-09:55	<b>低相干激光驱动器及关键技术研究进展</b> 高妍琦，上海激光等离子体研究所	30
09:55-10:20	<b>超强激光脉冲压缩与时域参数单发测量</b> 刘军，张江实验室	31
10:20-10:40	茶歇	
主持人：高妍琦，上海激光等离子体研究所		
10:40-11:05	<b>上海 X 射线自由电子激光研制进展</b> 刘波，中国科学院上海应用物理研究所	32
11:05-11:30	<b>超表面辅助的光电导太赫兹源</b> 谷建强，天津大学	25
11:30-11:40	<b>Laser2022-0903-1 超快径向偏振光的高增益光参量放大</b> 钟亥哲，深圳大学	35
11:40-11:50	<b>Laser2022-0914-1 神光 II 全 OPCPA 飞秒拍瓦激光与相关技术</b> 谢兴龙，中国科学院上海光学精密机械研究所	36
11:50-12:00	<b>Laser2022-0228-1 基于多模干涉的 2 μm 掺铥多波长光纤激光器</b> 蒋锋，深圳大学	37
12:00-12:10	<b>Laser2022-1105-5 基于 Mamyshev 再生器结构的重频可调 1 μm 超快光纤激光器</b> 张奕，北京工业大学	38
12:10-12:20	<b>Laser2022-0923-7 基于渐变折射率多模光纤的超快光纤激光器中高能量脉冲的研究</b> 曾琼，深圳大学	39

## 基于相干合成的高功率 mJ 飞秒光纤激光

常国庆  
中科院物理所

**摘要：**很多科研工作需要中心波长可大范围调谐的高峰值功率飞秒激光。近几年，报告人致力于发展一种新型飞秒激光波长调谐技术：基于自相位调制光谱展宽的旁瓣滤波技术（SPM-enabled spectral selection），简称 SESS。SESS 主要利用依赖光纤中的自相位调制效应产生由分立旁瓣组成的展宽光谱，之后采用适当的滤光片来选择最左边或者最右边的光谱瓣，这样在时域上即可获得接近变换极限的飞秒脉冲。SESS 不仅可以产生调谐范围超过 400 nm 的飞秒脉冲，而且具有良好的脉冲能量和功率可扩展性，脉冲能量可超过 100 nJ，峰值功率超过 1 MW。本场报告主要介绍 SESS 的工作原理、最新进展以及 SESS 飞秒光源在中红外飞秒光梳和多光子生物医学成像两个领域的应用。

**个人简介：**中国科学院物理研究所百人计划研究员，2006 年于美国密西根大学获得博士学位。2012 年获聘德国亥姆霍兹研究员，在德国电子同步辐射国家实验室（DESY）创建了超快激光光学与相干显微技术课题组，担任课题组长（博士生导师），于 2016 年底获得永久职位。2012 年到 2017 年，任美国麻省理工学院电机工程系客座研究员。2019 年至今获聘美国马里兰大学巴尔的摩分校（UMBC）客座教授（Adjunct Professor）。现担任 *Optics Express*、*High Power Laser Science & Engineering*、*Applied Sciences*、《光子学报》、《光电产品与资讯》编委、担任《中国激光》杂志社青年编委。

## 基于光纤集成器件的超快激光器

徐飞  
南京大学

**摘要：**传统光纤器件在过去几十年内得到了十分广泛的应用，但随着应用场景的日趋丰富和性能指标的不断攀升，对于光纤器件的需求和要求越来越呈现出复杂化与极端化，因此，发展新材料、新效应、新机理和新方法来研制新型光纤器件有着重要的基础研究意义和明显的应用价值。我们的研究以超小尺寸多功能集成成为目标，从光纤端面 - 侧面 - 内部多空间维度出发，协同人工微纳结构及新型低维纳米材料的集成技术与方法，保持与传统光纤系统的兼容性的同时突破二氧化硅光纤内禀的几何结构与材料性能的限制，赋予光纤器件多样化功能。报告中我们将对近年来发展的光纤 - 低维材料加工集成技术，研制的若干多功能集成光纤器件，以及这些器件在超快激光中的应用探索进行介绍。

**个人简介：**徐飞，南京大学现代工程与应用科学学院教授。2004-2008 年就读于英国南安普顿大学光电子研究中心，获工学博士学位，Associate Editor of IEEE/OSA Journal of Light-wave Technology, Associate Editor of Optics & Laser Technology(Elsevier), Editor of Results in Optics(Elsevier)。2008 年底起受聘于南京大学，获得国家基金委“杰出青年基金”，“优秀青年基金”和教育部“新世纪人才计划”等资助。曾获 2020 年江苏省科学技术一等奖等。主要从事光纤激光与传感器，激光加工、医学成像与诊疗、高温成像与无损检测等相关领域的研究。

## 九字腔锁模激光器的全参数域扫描技术

王枫秋  
南京大学

**摘要：**超快激光器物理与工程应用是近年来学术界和工业界共同关心的话题，报告人将介绍课题组近年来在超快激光器核心锁模器件方面的研究结果和技术突破：主要包括红外 3-5 微米参数灵活可调的 SESAM 制备技术，无需低温生长的超快光开关材料制备，以及九字腔锁模激光器的全参数域扫描技术，其中重点介绍全参数域扫描技术揭示的崭新的锁模动力学和优化方法论。报告也将介绍近年来课题组利用超快光谱技术对过渡金属硫化物等二维材料及异质结构光学激发态弛豫过程的研究成果，并展示该类材料体系在宽波段高速光电探测器、光电 - 能谷器件等领域的新进展。

**个人简介：**王枫秋，南京大学电子科学与工程学院教授、博士生导师，OSA Senior Member。本科毕业于北京大学电子学系，2009 年获英国剑桥大学工程系博士学位。先后获得国家“青年海外高层次人才计划”，江苏省“杰出青年科学基金”资助。至今在包括 Nature Nanotechnology, Nature Communications, Appl. Phys. Lett., Opt. Lett. 等刊物发表论文 140 余篇，总引用逾 10000 次，其中 20 篇论文引用过百（Google Scholar 数据）。以课题负责人身份承担“纳米科技”“纳米前沿”国家重点研发计划课题 2 项，主持国家自然科学基金面上项目 2 项，主持 GF 项目 4 项。担任激光和光电子领域国际顶级会议 CLEO, CLEO-pacific rim, ACP 的程序委员会委员。在国际主流学术会议做邀请报告四十余次。研究成果先后四次被光电子行业主流杂志《LaserFocusWorld》亮点报道，一项成果入选“2017 中国光学十大进展”。

## 高功率 Yb 全固态飞秒激光放大技术

朱江峰  
西安电子科技大学

**摘要：**传统光纤器件在过去几十年内得到了十分广泛的应用，但随着应用场景的日趋丰富和性能指标的不断攀升，对于光纤器件的需求和要求越来越呈现出复杂化与极端化，因此，发展新材料、新效应、新机理和新方法来研制新型光纤器件有着重要的基础研究意义和明显的应用价值。我们的研究以超小尺寸多功能集成成为目标，从光纤端面 - 侧面 - 内部多空间维度出发，协同人工微纳结构及新型低维纳米材料的集成技术与方法，保持与传统光纤系统的兼容性的同时突破二氧化硅光纤内禀的几何结构与材料性能的限制，赋予光纤器件多样化功能。报告中我们将对近年来发展的光纤 - 低维材料加工集成技术，研制的若干多功能集成光纤器件，以及这些器件在超快激光中的应用探索进行介绍。

**个人简介：**西安电子科技大学教授，博士生导师。主要研究方向为超快超强激光技术及其应用。主持国家自然科学基金委、科技部、陕西省科技厅和西安市科技局等科研项目十多项。发表国内外学术论文 100 多篇，国内外学术会议邀请报告 20 余次，获中国发明专利 15 项，参与撰写学术专著三章。获北京市科学技术奖一项。2015 年被评为西安电子科技大学师德标兵，2021 年被评为西安电子科技大学优秀党员。中国激光杂志社青年编委，《Chinese Optics Letters》编委（2018-2021），《光学学报》激光光学栏目编辑，《应用光学》杂志青年编委，陕西省光学学会常务理事，西安市激光红外学会理事，中国光学学会高级会员。

## 高性能单频光纤激光器功率能量提升和非线性抑制的研究

史伟  
天津大学

**摘要：**单频光纤激光器以其超窄线宽、超低噪声等优异激光特性以及高系统集成度、便于维护等应用优势而得到广泛关注，已成为相干激光雷达、高分辨光谱分析以及海洋探测等领域重要的研究工具。近年来，本课题组在单频光纤激光领域取得了一系列重要的研究成果，实现了包括连续波单频全光纤激光器 703 W 的激光功率记录以及基于脉冲波形调制的单频纳秒脉冲光纤激光 mJ 级能量输出在内的多项研究突破。本报告将结合课题组在高性能单频光纤激光器领域所取得的一系列研究成果，阐述单频光纤激光在功率提升、噪声抑制、线宽压缩以及波长拓展等核心性能参数方面的研究进展，并展望该领域的前沿发展方向。

**个人简介：**天津大学精密仪器与光电子工程学院教授，博士生导师，国家特聘人才计划专家，美国光学学会 OPTICA (OSA) Fellow。主要从事光纤激光技术和太赫兹技术方面的研究。在高功率和窄线宽光纤激光器、基于非线性光学和光泵浦气体增益的 THz 波源以及新型固体激光器和光场调控方面取得一系列研究成果并推向产业化，研制的高性能光纤激光器已批量应用于工业领域。发表 SCI 期刊论文 200 余篇，Google Scholar 引用超过 5000 次，H 因子 36，入选 2021 年爱思唯尔中国高被引学者。担任中国光学工程学会常务理事、天津市激光技术学会理事长、OPTICA (OSA) 旗下核心期刊 Applied Optics 和 JOSAB 编辑，担任 CLEO、Photonics West、CLEO PR、ASSL 等国际顶会的 Committee Member / Session Chair。

## 高平均功率高光束质量光纤激光发展

周朴  
国防科技大学

**摘要：**本报告简要介绍我国高平均功率高光束质量光纤激光的发展现状，对比分析目前所处的技术水平，客观评述当前存在的短板弱项、技术瓶颈和发展挑战，提出相关建议。

**个人简介：**周朴，国防科技大学前沿交叉学科学院研究员、博士生导师，“王大珩光学奖中青年科技人员光学奖”获得者、全国优秀博士学位论文作者，第十二届全国青联委员，第十三届全国青联委员、常委，目前主要从事激光等领域的科研、教学、人才培养和战略研究等工作，在高功率光纤激光、高功率单频 / 窄线宽光纤激光、高功率特殊波长光纤激光、光束合成、级联泵浦、模式诊断等方面取得了创新成果，入选国家级人才计划科技创新领军人才和军队高层次科技创新人才工程等。

## 基于受激布里渊散射的亚纳秒短脉冲激光技术

王雨雷  
河北工业大学

## 窄线宽激光器技术及新进展

朱涛  
重庆大学光电工程学院

**摘要：**伴随激光科学及应用技术的深入研究，窄线宽激光器的综合参数正沿线宽超窄、时频超稳和任意可调的方向发展。立足激光腔内自发辐射与受激辐射的互作用原理，对激光腔的架构进行革新是目前实现窄线宽激光参数极致调控的重要研究思路之一。报告介绍了为抑制自发辐射对受激辐射能量的扰动，窄线宽激光自发明以来在架构上经历的三个阶段：主腔激光、固定外腔反馈激光和自适应分布反馈激光，最后适当展望了窄线宽激光器的发展前景和未来趋势。

**个人简介：**朱涛，重庆大学教授、博士生导师。现任光电技术及系统教育部重点实验室副主任。中国光学学会理事、中国光学工程学会理事。担任《IEEE Photonics Journal》、《Light: Advanced Manufacturing》、《光电工程》等期刊的副主编 / 编委。2008 年入选“教育部新世纪人才支持计划”，2014 年获“重庆杰出青年基金”，2018 年获“国家杰出青年基金”。发表学术论文 200 余篇，SCI 引用 5000 余次，授权中国发明专利 40 余项。基于自有核心技术研制的可控激光及测量系统已在石油石化储备油库及管道、航空航天、电网监测、国家煤炭等领域得到应用，部分成果已完成市场转化，服务于国家经济建设。

## 1.7 μm 高能量飞秒脉冲光纤激光器研究

罗智超

华南师范大学

**摘要：**超快光纤激光器无论对于基础科学研究还是工业应用都有重要的价值。近年来， $1.7 \mu\text{m}$  波段的超快脉冲激光光源因其特殊的光谱性质，在生物成像、激光医疗、聚合物焊接等领域有重要应用，是近年来激光技术领域的一个研究热点。本次报告将回顾  $1.7\mu\text{m}$  锁模脉冲光纤激光器的研究历程，并介绍我们课题组的研究成果。相关结果将有利于研究人员进一步研制和开发  $1.7 \mu\text{m}$  波段高能量飞秒脉冲光纤激光系统。

**个人简介：**罗智超，华南师范大学研究员 / 博士生导师。长期致力于光纤激光技术及应用方面的研究工作。迄今为止共发表学术论文 100 余篇，其中以第一作者或通讯作者身份发表 SCI 论文 70 余篇。研究成果受到了国内外同行的广泛关注，据 Google 学术统计，发表论文受到了国内外知名学者引用 6000 余次。主持（含完成）国家自然科学基金青年 / 面上项目、广东省自然科学杰出青年基金、广东省应用型科技研发专项等多项科研项目。担任《激光与光电子学进展》第九届编委会委员、《光学学报》专题编辑、“中国激光杂志社”首届“青年编委”和《红外与激光工程》期刊首届“青年编委”。

## 基于激光维持等离子体的高亮度深紫外光源

余霞

北京航空航天大学

**摘要：**基于激光维持等离子体的光源，具有高亮度和深紫外波长覆盖范围的特性。本报告从激光空间特性参数出发，分析不同激光聚焦 F 数对激光维持等离子体尺寸以及亮度的影响。基于程函方程，解析不同激光聚焦 F 数等离子体内激光传输路径与等离子体尺寸的关系，并提出一种通过改变激光聚集 F 数来提高激光维持等离子体亮度的方法。并从单路聚焦光束的程函方程出发，探究多路聚焦光束情况下，相关激光特性参数与激光维持等离子体尺寸以及亮度之间关系的内在机理。由低 F 数环形光束及交叉光束驱动的近对称高亮度紫外光源将可能简化后续光学系统的设计，如光学成像和光谱学。

**个人简介：**北京航空航天大学仪器科学与光电工程学院教授、博士生导师。2019 年入选国家高层次人才计划青年项目。本科和硕士获新加坡教育部全额奖学金就读于南洋理工大学电子与电气工程学院。2008 年至 2018 年，在新加坡科技研究局 A\*STAR 制造技术研究所精密测量组担任光学学术带头人，主持完成多项科研项目。2014 年，在科罗拉多大学博尔德分校 JILA 研究中心做访问教授。2016 年至 2019 年，先后兼职新加坡国立大学助理教授和副教授。获 2015A\*STAR 最佳导师奖、2017 新加坡工程学会最佳科研技术奖、2021 年中国激光杂志社播光人奖。主要从事光纤激光、激光等离子体、激光光谱生物探测等方面研究工作。现主持国家自然科学基金委面上项目、科技部重点研发计划政府间合作专项，任 IEEE 高级会员，《中国激光》编委，共发表 SCI 论文 90 余篇。

## 一种宽带可调谐的全光纤型中红外 DFG 光学频率梳

毛庆和  
中国科学院合肥物质科学研究院

**摘要：**高精度宽带中红外光学频率梳是激光精密测量重要光源，基于锁模光纤振荡器的差频产生（DFG）方案是产生这种相干激光源的主要方法之一。但是，由单模光纤色散非线性调控却难以获得大能量窄脉宽的双色基频脉冲，导致中红外光梳光谱覆盖范围较窄，输出功率较低。本报告将介绍一种宽带可调谐的全光纤型中红外 DFG 光学频率梳光源的设计和研制。通过设计自相似单模光纤放大和高非线性光纤拓谱链路，能产生高功率的 20fs 以下双色基频脉冲，经 GaSe 非线性晶体产生的中红外 DFG 光梳能在仅调节相位匹配角下实现 7.0-12.5μm 的光谱覆盖，100MHz 重频下平均输出功率达毫瓦量级。

**个人简介：**毛庆和，博士，博士生导师，中国科学院合肥物质科学研究院（安徽光机所）研究员。安徽省光子器件与材料重点实验室主任，中科院“百人计划”择优支持入选者，曾任安徽光机所副所长。中国光学学会光电专业委员会理事，安徽省光学学会常务理事。主要从事单纵模低噪声光纤激光、飞秒脉冲光纤激光、飞秒光纤激光频率梳及其精密光谱应用的研究，先后承担与参与国家自然科学基金、973 与 863 计划、中科院先导 B 等科研任务，在国内外期刊发表学术论文 150 余篇，SCI 引用千余次，发明专利和软件登记 10 余项。

## 智能超快光纤激光器

义理林  
上海交通大学

**摘要：**超快光纤激光器是一个十分复杂的非线性系统，系统内部控制参数众多，常常需要依靠丰富的实验经验和大量的人工调节来实现理想的脉冲状态输出。为了解决这一难题，智能超快光纤激光技术应运而生。智能超快光纤激光器基于人工智能和最优化算法，自动识别激光器输出脉冲质量，进而自动调控激光器的多个控制参数，快速调整激光器输出目标脉冲状态，具有耗时少、操控精度高、稳定性和重复性好的特点。本报告将从智能控制、智能建模和智能识别三个维度来介绍智能超快光纤激光器技术。

**个人简介：**义理林，上海交通大学特聘教授，电子信息与电气工程学院副院长，电子工程系主任，区域光纤通信网与新型光通信系统国家重点实验室副主任。主要从事智能光通信和智能光纤激光器方面的研究。在光电子领域知名期刊 *Light: Science & Applications*, *Optica* 等发表论文 100 余篇，其中邀请论文 7 篇，SCI 他引 800 余次。智能锁模激光器工作被美国光学学会杂志《Optics & Photonics News》评为 2019 年度全球光学进展，并入选 2019 中国光学十大进展。发表在 *Light: Science & Applications* 的论文入选封面论文，并被“News & Views”栏目专题评述。2 次在光通信旗舰会议 OFC/ECOC 做邀请报告，3 次在 OFC/ECOC 做 workshop 邀请报告，3 次在 OFC/ECOC 组织 workshop。担任 OFC TPC 成员（2017-2019, 2023-），担任 SCI 期刊《Optical Fiber Technology》编委。2020 年获批国家杰出青年科学基金项目资助。

## 可见光光纤激光器研究进展

罗正钱  
厦门大学

**摘要:** Fiber lasers with the advantages of compactness, low cost and high performance have been widely applied in the fields of material processing, medicine, energy industry, defense, and scientific research. At present, fiber lasers are mainly implemented by Er-, Yb-, or Tm-doped fibers, have a limited spectral operation at 1, 1.5, or 2  $\mu\text{m}$ . As some new applications are emerging, new-wavelength operation of fiber laser is urgently required, e.g. visible and mid-infrared regions. In this talk, we will focus on the recent progresses on visible-wavelength rare-earth-doped fiber lasers, mainly including: 1) high-power all-fiber visible lasers at red, green, yellow and blue wavelengths; 2) passively mode-locked visible fiber lasers from DSR, vortex to spatial-temporal mode-locking operations.

**个人简介:** 罗正钱 厦门大学教授、博导，国家优秀青年科学基金获得者，现任厦门大学电子工程系主任、福建省超快激光技术及应用重点实验室（创建）主任。2004 年本科毕业于哈尔滨工业大学，2009 年厦门大学和新加坡南洋理工大学联合培养博士，2010 年留校任教，2016-2017 年麻省理工学院 (MIT) 访问教授。2017 年获福建省杰出青年科学基金，2018 年入选福建省青年拔尖创新人才，2020 年获国家优秀青年科学基金。主要研究领域为超快激光技术及应用，主持包括国家自然科学基金重点项目 / 优青项目 / 重大研究计划培育项目、国家重点研发计划子课题、军委装备发展部预研基金、福建省自然科学基金重点项目等国家级 / 省部级课题以及华为 / 中航工业等企事业委托项目共 20 余项。研究成果以第一完成人获福建省自然科学奖二等奖、福建青年科技奖，入选爱思唯尔高被引科学家榜单，迄今发表学术论文 160 余篇 (SCI 120 余篇)，其中以第一 / 通讯作者在 *Nature Photonics*、*Light: Science & Applications*、*Laser & Photonics Reviews*、等光电子领域主流期刊发表 70 余篇，10 篇 ESI 高被引论文，论文总引用 5500 余次，单篇最高被引 500 余次，h 指数 34；担任 IEEE 高级会员、美国光学学会 OMEEx 专刊客座主编、中国激光杂志社青年常务编委、福建省光学学会副理事长。

## 被动锁模激光器非平衡态动力学研究

彭家晖  
华中科技大学

**摘要:** 飞秒激光极大拓展了现代科学的实验手段，目前已被广泛用于超快动态测量、精密光谱测量、微纳加工等一系列重要研究领域。被动锁模激光器是产生飞秒激光的基础，其腔内脉冲在锁模启动过程中会呈现出极其复杂多样的非平衡动态，研究这些动态过程对理解被动锁模的物理本质和优化锁模激光器意义重大。在这项工作中，我们通过时间拉伸色散傅里叶变换 (TS-DFT) 技术分别研究了基于半导体可饱和吸收镜、非线性放大环镜和克尔透镜的锁模激光器的启动过程，并发展出了一种基于 TS-DFT 的被动锁模非线性增益测量方法。测量结果显示，这三种激光器的锁模启动过程有着迥然不同的物理图像，对这些物理图像的进一步理解有助于设计出性能更好的锁模激光器。

**个人简介:** 彭家晖是华中大光学与电子信息学院教授，长期从事飞秒激光技术的研究，曾参与我国首套光参量啁啾脉冲放大 (OPCPA) 超短超强激光系统的研究，获 2004 年度国家科技进步一等奖、2003 年度上海市科技进步一等奖、2008 年度美国光学学会 Incubic/Milton Chang Student Travel Award 等奖项。主持或参与了国家重点研发计划项目、“十三五”装备预研共用技术、湖北省科技厅技术创新专项重大项目等多个项目，并在国际权威光学类学术专业期刊和国际会议发表论文数十篇，获国内专利和软件著作权 9 项，美国专利 1 项。

## 铌酸锂太赫兹强源及其应用

吴晓君  
北京航空航天大学

## 超表面辅助的光电导太赫兹源

谷建强  
天津大学

**摘要：**以光电导天线、半导体表面为代表的光电导太赫兹辐射源，在商业化太赫兹系统中得到了广泛应用，其具有对激光功率要求低、频谱较宽等优势，然而此类源较低的效率也成为其进一步推广的痛点。在本报告中，将展示近年来报告人课题组运用纳米、微米级亚波长人工微结构，来增强和调控光电导天线和半导体表面辐射太赫兹脉冲的相关进展。

**个人简介：**谷建强，天津大学教授。研究主要集中在基于超材料的太赫兹功能器件，例如负折射率超表面、PIT 慢光表面、主动调制器、隐身毯和超透镜。近年来，专注于消色差超透镜和超材料辅助的光电导天线的研究。作为负责人主持国家自然科学基金的优秀青年科学基金项目和国家重大科研仪器研制项目。入选天津市人才特支计划青年拔尖人才和天津市“131”创新型人才培养工程第一层次。

## 高精度太赫兹半导体激光光频梳

黎华

中国科学院上海微系统与信息技术研究所

**摘要:** 太赫兹 (THz) 波在成像、光谱检测、通信等领域具有重要应用。在过去几十年, THz 技术经历了快速发展, 如大功率光源、相干探测、近场空间高分辨技术等。但是, 到目前为止, THz 技术仍然有一些关键难点还没有解决, 如高精度光源、高速探测、片上集成等。THz 光频梳由一系列等间距、高稳定的频率线组成。由于其在频率和时间的高精度特征, THz 光频梳技术有望解决高精度 THz 光源、片上集成等问题。本报告将介绍研究团队在 THz 量子级联激光器 (QCL) 光频梳方面的研究进展, 重点介绍群速度色散调控和相位匹配在四波混频锁模方面的物理机制, THzQCL 主被动稳频技术以及 THz 双光梳应用。

**个人简介:** 黎华, 中科院上海微系统所研究员, 国家优秀青年科学基金获得者。2009 年毕业于中国科学院上海微系统与信息技术研究所, 获工学博士学位。2009 至 2015 年, 先后在德国慕尼黑工业大学肖特基研究所 (“洪堡学者”)、日本东京大学生产技术研究所 (日本学术振兴会 “JSPS” 博士后研究员)、法国巴黎七大材料与量子现象实验室 (博士后) 开展合作研究。于 2014 年 12 月加入中科院上海微系统所工作至今。从事太赫兹 (THz) 量子级联激光器 (QCL) 与光频梳研究, 发表 SCI 论文 70 余篇, 在国际会议做邀请报告 30 余次, 获授权中国发明专利 20 件。入选国家优青、上海市优秀学术带头人、上海市青年拔尖人才开发计划、中国科学院高层次人才计划等。曾获得上海市自然科学奖二等奖 (排名第三)、中国电子学会 “优秀科技工作者”、中国科学院院长优秀奖等。作为项目负责人, 主持基金委重点项目、中科院 “从 0 到 1” 原始创新项目、中科院仪器项目、JKW 项目等。

## 飞秒激光激发液态水产生和探测太赫兹波的研究

张亮亮

首都师范大学

**摘要:** 液态水对太赫兹波有强烈的吸收, 长期以来, 用液态水来产生或探测太赫兹波一直被认为是不可能的。我们通过实验表明, 液态水在飞秒激光激发下能够辐射太赫兹信号。与空气等离子体产生的太赫兹辐射相比, 液态水产生的太赫兹波振幅提高了近 100 倍。理论上提出了一个激光有质动力诱导电流模型来解释太赫兹辐射的产生机理。太赫兹波的产生和探测被认为是 “可逆” 的物理过程。鉴于此, 我们基于液态水中等离子体首次实现了太赫兹波的相干探测, 填补了液态介质在太赫兹波相干探测领域的空白。我们的工作为进一步发展宽带太赫兹波相干探测技术以及液态介质在太赫兹领域的应用开辟了新的思路。

**个人简介:** 张亮亮, 女, 1979 年生, 现任首都师范大学物理系教授, 博士生导师。研究方向为超强超宽谱太赫兹源、太赫兹波谱与成像技术。主持国家重大科学仪器设备开发专项、国家自然科学基金、863 课题等项目, 获批首届北京市杰出青年科学基金。获中国仪器仪表学会科技进步一等奖、教育部自然科学一等奖、全国百篇优秀博士论文、入选 “香江学者” 计划。以第一 / 通讯作者发表 Physical Review Letters 等重要期刊论文 100 余篇, 授权专利 26 项。担任 Journal of the Optical Society of America B 编委会委员。

## 高性能、宽带太赫兹频域光谱技术的研究

王与烨  
天津大学

**摘要：**太赫兹频域光谱 (THz-FDS) 技术是一种极具潜力的获取物质结构与组成信息的手段，其关键在于高性能、宽带太赫兹波产生技术与高灵敏度太赫兹探测技术。为了提高太赫兹辐射源的输出能量、拓展频率调谐范围，我们提出脉冲种子注入式太赫兹参量产生器，实现了 1.0-6.21 THz 频率范围内的太赫兹输出，最高输出能量为  $6.27\mu\text{J}$ 。同时，采用太赫兹参量上转换探测技术，实现了 0.9-1.83 THz、4.26-4.50 THz、4.80-4.92 THz 范围内的太赫兹波探测。在 4.85 THz 的最小探测能量为 2.35fJ，动态范围达 84dB。该研究实现了宽带高能量太赫兹波产生与高灵敏度太赫兹波探测，这对于推动高性能、宽带 THz-FDS 技术的发展具有重要意义。

**个人简介：**王与烨，女，天津大学精密仪器与光电子工程学院教授、博士生导师，日本理化研究所客座科学家，主要从事全固态激光器及非线性光学频率变换技术、太赫兹光子学辐射源及其生物医学光谱成像技术的研究。先后承担国家 973 项目课题、国家自然科学基金、国防科技创新特区项目、天津市基金等项目 18 项。已在 ASC Photonics、Photonics Research、Applied Physics Letters、Optics Letters 等国内外重要刊物发表论文 180 余篇，授权国家发明专利 8 项，合作编著中、英文专著各 4 本。入选天津市创新人才推进计划青年科技优秀人才。

## 固体产生高次谐波的自注入机制

赵增秀  
国防科技大学

**摘要：**We propose a novel approach based on the sub-cycle injection of carriers to extend the high-energy cut-off in solid-state high-harmonics. The behind mechanism is firstly examined by employing the standard single-cell semiconductor Bloch equation (SC-SBE) method for ZnO model crystal subjected to the intense mid-infrared laser field and extreme-ultraviolet pulse. Then, we use coupled solution of Maxwell propagation equation and SC-SBE (MP-SBE) to propagate the fundamental laser field through the sample, and find that the high-harmonics pulse train from the entrance section of the sample can inject photo-carriers to the conduction bands with attosecond timing, subsequently leading to a dramatic extension of high-energy cutoff in harmonics from the backside. We predict that for a peak intensity  $2\times 10^{11}\text{W/cm}^2$ , as a result of the self-seeding, the high-energy cutoff shifts from 20th order to around 50th order harmonics.

**个人简介：**赵增秀，2005 年获美国堪萨斯州立大学博士学位。目前任国防科技大学物理系教授，博士生导师。主要从事强激光脉冲与原子分子的相互作用研究，在原子分子的强场电离机制、高次谐波和太赫兹辐射机理与联合测量、超快多电子动力学和阿秒物理等开展了系列研究，在物理评论快报和自然通讯等发表论文 100 余篇，被引用 2600 余次。主持科技部重点研发计划课题、国家自然科学基金委重点项目、国家自然科学基金面上项目等多项。获湖南省自然科学一等奖、二等奖及军队科技进步二等奖和湖南省优秀研究生导师团队。

## 低相干激光驱动器及关键技术研究进展

高妍琦

中国工程物理研究院上海激光等离子体研究所

**摘要：**低相干激光驱动器是下一代激光聚变装置的有力竞争者，它有望克服目前高相干激光驱动装置在聚变点火方面面临的重重困难。本报告将从激光与靶相互作用过程中靶区焦斑分布的时空演化特性出发，首先给出低相干激光驱动器与现有高相干激光驱动器本质区别；之后分别讨论如何获得具备精密时间和光谱调控能力的低相干光源、如何实现低相干光的高效和大能量放大、如何实现低相干光的高效谐波转换以及低相干光束匀滑特性等。重点讨论上述过程中的原理和技术创新，分享关键技术进展。

**个人简介：**高妍琦，男，1983 年出生，研究员，博士生导师，主要从事激光聚变研究所需的激光驱动器系统及单元技术研究。近年来，带领团队聚焦导致国际激光聚变点火受阻的关键问题：激光高相干性导致的激光等离子体不稳定性恶化问题，大胆创新，提出了一种全新的驱动器技术路线——低相干激光驱动器。经过多年攻关，已取得了从低相干源的产生到束靶耦合的体系性技术突破，研制成功世界首台千焦级低相干激光驱动器——昆吾装置。目前已发表文章 50 余篇，授权发明专利 20 余项，相关研究成果多次在国内外重要学术会议中报告。

## 超强激光脉冲压缩与时域参数单发测量

刘军

张江实验室

**摘要：**超强激光可为人类在实验室创造出前所未有的极端物理条件，在真空极化、强场 QED 及实验室天体物理等前沿基础科学研究中有重要应用。这里将报告我们近年来围绕 PW 超强激光装置的迫切需要，在新型光栅压缩器、高对比度种子脉冲产生、对比度单发测量、以及脉冲形状宽度单发测量等多个方面的进展。包括，1) 基于光束匀滑提升输出峰值功率的系列（包括非对称四光栅和双光栅压缩）多步压缩新方法；2) 基于四波混频和光谱展宽滤波的高对比度种子激光产生新方法；3) 用于对比度单发测量的四阶相关仪及脉冲形状宽度单发测量的 TG-SRSI 测量仪的研究新进展。

**个人简介：**现为张江实验室研究员。2007 年在中科院上海光机所获理学博士学位；2007.3-2011.7 期间在日本电气通信大学先后任博士后和特任助理教授；2011.8-2022.4 在中科院上海光机所任研究员。曾获 2015 年上海市青年五四奖章，入选 2012 国家海外高层次人才计划。已发表 SCI 论文 >100 篇，已获授权 20 项国家发明专利。是基金委国家重大科研仪器研制项目和科技部国家重点研发计划项目的负责人，承担中科院装备研制项目、科技部 863 计划项目和中科院先导 B 子课题等重点项目，并参与上海浦东科创中心的 SEL-100PW 超强超短激光重大科学装置建设工作。目前主要研究方向有超强超快激光技术及其应用，先进光学成像及光学量检测技术研究。

## 上海 X 射线自由电子激光研制进展

刘波

中国科学院上海高等研究院

**摘要:** 上海有两台 X 射线波段的自由电子激光在建设和调试中，一台是基于 1.5 GeV 常温直线加速器的软 X 射线自由电子激光装置，其工作波长为 2-10 nm，光脉冲的最高重复频率为 50 Hz。该装置总长 532 m，建在地面上，现已完成装置建造、调束和调光。另一台是基于 8 GeV 超导直线加速器的高重频硬 X 射线自由电子激光装置，其最短工作波长为 0.05 nm，光脉冲的最高重复频率为 1 MHz。该装置总长 3.1 公里，建在地下 30 米的隧道中，现正在进行关键设备研制和工程建设实施，预计 2023 年初开始加速器设备安装，2025 年调试出光。本报告将简要介绍这两台 X 射线自由电子激光装置的建设历程和最新进展。

**个人简介:** 中国科学院上海高等研究院研究员，上海光源科学中心副主任。长期从事加速器物理与技术、自由电子激光物理与技术等领域的研究工作，先后参与北京正负电子对撞机改造工程、上海光源工程、上海软 X 射线自由电子激光装置、上海硬 X 射线自由电子激光装置等国家重大科技基础设施的建设；现任“上海软 X 射线自由电子激光用户装置”项目常务副经理、“活细胞结构与功能成像等线站工程”项目副经理、“上海硬 X 射线自由电子激光装置”项目总工程师。

## 中红外高功率超快光纤激光器研究

郭春雨

深圳大学

**摘要:** 中红外超快激光在分子光谱学、遥感、激光手术和材料加工等领域具有重要的应用价值。课题组开发了基于掺铒氟化物光纤的中红外被动锁模激光器、混合锁模激光器以及同步泵浦锁模激光器，进而结合氟化物光纤放大器构建了高功率中红外超快激光系统。提出了基于偏振控制的中红外超短脉冲光纤自压缩放大方案，建立了相关理论模型，进行了数值仿真和实验验证，后向泵浦下实现了 4.13 W 高平均功率，脉宽为 59 fs 的 2.8 μm 超短脉冲，对应脉冲能量 42.2 nJ，峰值功率 715 kW。提出基于光纤带内级联放大的改进型孤子自频移 (SSFS) 系统，将 SSFS 过程中常见的剩余泵浦光或二阶拉曼孤子循环再利用以放大主拉曼孤子，从而实现频移孤子输出功率、脉冲能量、光谱频移范围以及光谱纯度的提升。通过在以上 2.8 μm 高功率飞秒光纤激光器之后级联 Dy:ZBLAN 光纤实现了 3~3.8 μm 大范围波长可调谐纯孤子脉冲，突破了 3.6 μm 波长以上中红外瓦级飞秒超短脉冲的产生，3.8 μm 处脉宽为 252 fs，平均功率达到了 1.6 W，此工作为开发高功率波长大范围可调谐的超快纯孤子中红外激光源提供了一个有效的方案。

**个人简介:** 郭春雨，深圳大学教授，博导，中国光学工程学会高级会员。从事于近红外和中红外波段光纤激光器研究，主持多项国家级科研项目及产业化和横向课题；获得美国及中国发明专利授权 11 项；开发了多种类型的光纤激光器，其中“中红外高功率全光纤激光器”获得了中国国际高新技术成果交易会“优秀产品奖”，部分光纤激光器和超连续谱光源在中科院和企业进行应用推广，获得 2018 年度中国光学学会技术发明二等奖、2020 年度深圳市科技进步二等奖以及 2021 年度广东省科技进步一等奖。入选“广东省高等学校优秀青年教师培养计划”、“深圳大学优秀青年教师培养计划（荔园优青）”和深圳市高层次人才。

## 1.7 μm 波段超快掺铥光纤激光器中多孤子动力学研究

吉钰博、曾琼、杨亚涛、王振洪  
深圳大学

**摘要：**搭建了基于非线性偏振旋转的超快掺铥光纤激光器，首次在 1700 nm 波段实现了多孤子脉冲输出。首先，随着泵浦功率增加到 560 mW，并适当调节腔内偏振态，可以获得稳定的锁模脉冲，其中心波长、3 dB 带宽、重复频率分别为 1787.62 nm、5.63 nm、6.09 MHz。其次，当增加泵浦功率至 590 mW 时，观察到了包含 6 个脉冲的束缚态多孤子簇。而且，束缚态内部孤子之间的间距在几十 ps 范围变化，属于典型的疏松型束缚态孤子。最后，我们统计了不同泵浦功率下孤子簇内部的孤子数目，当泵浦功率从 590 mW 升到 900 mW 时，孤子簇内部的孤子数目从 6 增加到 27 个。研究这些束缚态多孤子的动力学过程，不仅可以加深对多孤子非线性动力学的理解，而且有助于优化 1.7 μm 超短脉冲激光器设计，从而促进其在超快光学、近距离遥感、生物学等领域的发展和应用。

**关键词：**掺铥光纤，光纤激光器，1.7 μm 波段，多孤子脉冲

**资助项目：**国家自然科学基金 (62005178)  
广东省自然科学基金 (2023A1515010093)

## 超快径向偏振光的高增益参量放大

钟亥哲  
深圳大学

**摘要：**径向偏振光具有轴对称的偏振结构，可在焦点附近产生极强的纵向电场，提供超强功率密度的环境条件，高强度的径向偏振光场对推进超快超强激光在强场物理等相关领域的应用有着重要应用前景。但是，钛宝石 (Ti:sapphire) 等宽带增益介质往往只能激发线偏振的受激辐射；光参量放大 (OPA) 更是对偏振敏感，从根本上限制了啁啾脉冲放大技术 (CPA) 在径向偏振光等矢量光场上的应用。针对径向偏振等矢量光场的超快放大难题，我们以一种对偏振不敏感的超快光参量放大构型（满足 II 类相位匹配且波长近简并），首次将光参量放大技术应用于径向偏振光，实现了对径向偏振光 >1000 倍的高增益光参量放大。该研究工作作为破解径向偏振光峰值功率的受限瓶颈提供了新的思路；在此基础上，构建径向偏振的光参量啁啾脉冲放大 (OPCPA) 系统，有望将径向偏振光的峰值光强提升至相对论强度。

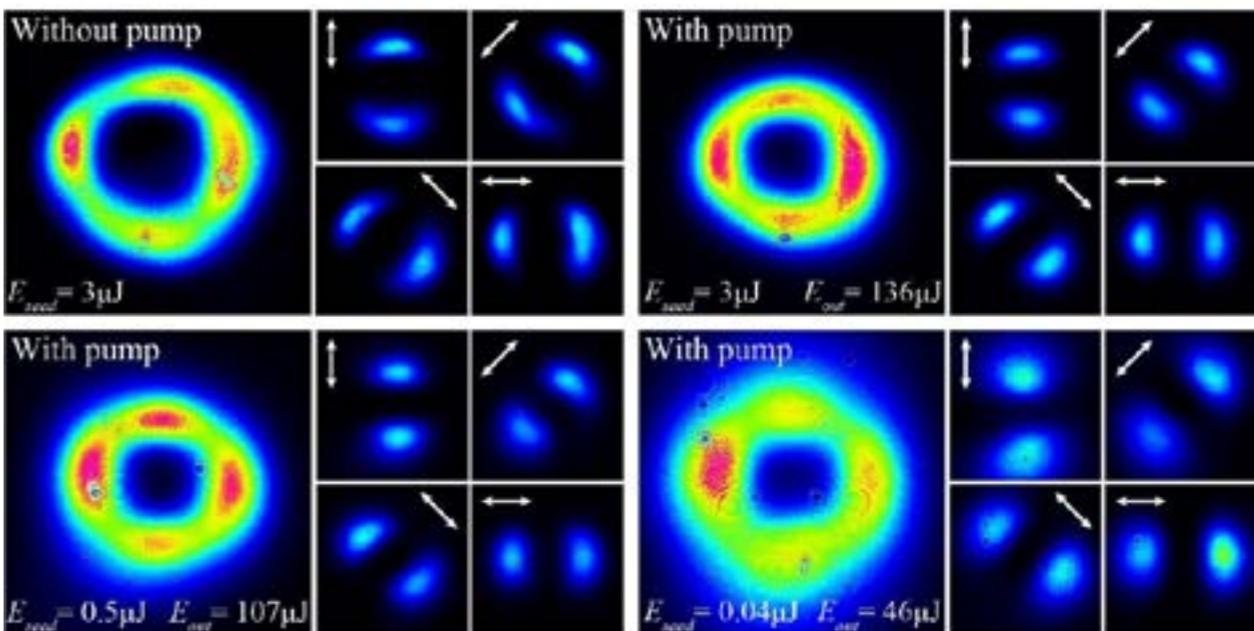


图 1. OPA 放大前后径向偏振光的斑轮廓。

**关键词：**径向偏振光；超强超短激光；光参量放大

## 神光 II 全 OPCPA 飞秒拍瓦激光与相关技术

谢兴龙、孙美智、杨庆伟、康俊、郭爱林、梁潇、朱海东、朱坪、朱健强  
高功率激光物理联合实验室  
中国科学院上海光学精密机械研究所

**摘要：**PW 级超强激光在高能量密度物理、强场物理、实验室天理物理、新型辐射源等方面具有不可替代的作用。啁啾脉冲光学参量放大技术是实现 PW 级脉冲输出的重要路线，有信噪比高、光束质量好、热效应小等诸多优点。神光 II 全 OPCPA 飞秒拍瓦激光激光 2017 年全面建成并投入物理实验，系统输出到靶能量 35 J，脉宽 21 飞秒（1.67 PW），与神光 II 纳秒激光系统同步打靶，可以提供多样化的物理实验方式。该系统实现了 OPCPA 联机运行 42% 的转换效率，输出能量稳定性达到 1.6% RMS，高性能全链路时空特性控制，实现了在线可连续精确调节的宽带激光色差预补偿，光学聚焦焦斑 4 微米，聚焦功率密度  $>1020 \text{ W/cm}^2$ ，靶上信噪比优于 1010，神光 II 全 OPCPA 飞秒数拍瓦激光系统目前已经与欧盟、以色列、九院十一所和北大等开展了一系列的合作物理实验，获得了一致好评。本报告将对本系统以及相关的关键技术进行介绍和交流。

## 基于多模干涉的 2 μm 掺铥多波长光纤激光器

蒋锋、曾琼、宋宇锋、杨亚涛、王振洪  
深圳大学

**摘要：**2 μm 波段光纤激光器在激光医疗、自由空间光通讯、中红外泵浦等领域具有广泛的应用前景。本文提出了一个以单模 - 多模 - 单模组合 (SMF-GIMF-SMF) 为核心结构的全光纤掺铥 (Tm) 锁模激光器，实现了 2 μm 波段多波长激光输出。SMF-GIMF-SMF 包含固有的滤波特性。通过激光器腔内多模干涉效应和偏振控制器 (PC) 旋转，可以稳定产生双波长甚至三、四波长输出，以及实现波长可调谐和可切换。因此，输出光谱中双波长的中心波长可从 1890.33 nm 调节到 1909.56 nm，1902.14 到 1917.83 nm，波长可切换至 1909.56 nm，1948.29 nm 处工作。跟其他研究相比，波长可调谐范围更宽，达到 15.69nm，且边模抑制比有 34.66 dB。此外，在光纤激光器多波长输出的同时，还能有锁模的现象。这些结果表明，全光纤 SMF-GIMF-SMF 结构是掺杂光纤激光器实现多波长输出的关键器件，可用于非线性显微镜、生物降解材料加工和太赫兹光谱分析。

**关键词：**2 μm，多波长，多模干涉，可调谐

## 基于 Mamyshev 再生器结构的重频可调 $1 \mu\text{m}$ 超快光纤激光器

张奕<sup>1</sup>、侯玉斌<sup>1\*</sup>、张倩<sup>1</sup>、宋伟华<sup>1</sup>、夏童<sup>1</sup>、王璞<sup>1</sup>

北京应用激光技术工程研究中心

1 北京工业大学材料与制造学部激光工程研究院

**摘要：**凭借峰值高，脉冲宽度窄等优势，超短脉冲激光器在激光加工、生物医疗、科学等领域具有广泛的应用前景。不同应用场景对于激光器的重复频率与脉冲宽度也有各自不同的要求<sup>[1]</sup>。作为主流的超短脉冲产生方式，被动锁模光纤激光器虽然可以实现最短飞秒量级的脉冲输出，但很难做到脉冲宽度和重频的灵活调节。基于增益开关技术的半导体激光器虽然可以实现重频的灵活调节，但是其输出的脉冲不具有可压缩性，脉宽最窄仅为十几皮秒，难以满足飞秒量级的应用需求<sup>[2]</sup>。近年来人们利用光纤的自相位调制效应的 Mamyshev 再生器，使得增益开关半导体激光器输出的脉冲产生可压缩的线性啁啾成分，最终获得重频可调的飞秒量级的脉冲输出<sup>[3-4]</sup>。

本文采用一台中心波长 1064 nm、光谱宽度 0.17 nm、重复频率 10 MHz、脉宽 55 ps 的增益开关半导体激光器作为信号激光，经多级光纤放大器之后脉冲峰值功率达到 200 W。借助光纤中的自相位调制效应，脉冲激光经过 500 m 长 1060 xp 光纤后的光谱展宽至 4 nm。该输出脉冲经透射式光栅对压缩后，脉宽压缩至 14 ps。后续我们将采用中心波长偏移的 CFBG 作为光谱滤波的器件，在滤除原信号激光、保留自相位调制产生的光谱同时，还可以对脉冲进行压缩，从而获得飞秒量级的重频可调的全光纤超快激光器。

**关键词：**光纤激光器，Mamyshev 再生器，自相位调制

### 参考文献：

- [1] K. Garasz, M. Tanski, M. Kocik, and et al. The Effect of Process Parameters in Femtosecond Laser Micromachining[J]. Bulg. J. Phys, 2016, 43: 110-120.
- [2] Lau K Y. Gain switching of semiconductor injection lasers [J]. Applied Physics Letters, 1988, 52(4): 257-259.
- [3] Fu W, Wright L G, Wise F W. High-power femtosecond pulses without a modelocked laser [J]. Optica, 2017, 4(7): 831-834.
- [4] Närhi M, Fedotov A, Aksanova K, et al. Design guidelines for ultrashort pulse generation by a Mamyshev regenerator[J]. Optics Express, 2021, 29(10): 15699-15710.

## 基于渐变折射率多模光纤的超快光纤激光器中高能量脉冲的研究

曾琼、蒋锋、刘启东、宋宇锋、王振洪

深圳大学

**摘要：**通过搭建基于单模光纤 - 渐变折射率多模光纤 - 单模光纤 (a single mode fiber-graded index multimode fiber-single mode fiber) 结构的超快光纤激光器，实现了高脉冲能量的超短脉冲输出。在实验中，通过适当调整偏振控制器，在泵浦功率为 55.5 mW 时获得了稳定的传统锁模脉冲，其中心波长、3 dB 带宽、重复频率和脉冲宽度分别为 1560.5 nm、4.98 nm、9.84 MHz 和 1.59 ps。而且，随着泵浦功率的逐渐增加，观察到了一种高能量的锁模脉冲输出，其在泵浦功率 215 mW 时的中心波长为 1558.6 nm、3dB 带宽为 3.31 nm、重复频率为 9.84 MHz 脉冲宽度为 1.16 ps。此外，当泵浦功率从 165 mW 升高到 665 mW 的过程中，这种锁模脉冲的平均输出功率从 6.01 mW 增加到 32.4 mW，对应的脉冲能量从 0.61 nJ 升高到了 3.29 nJ。此外，利用色散傅里叶变换技术研究了这种脉冲的实时光谱演化特性，研究表明这种脉冲是由强度随机分布的包络波峰组成的。这些结果不仅能够促进超快激光器的进一步研究和发展，而且对揭示超快光学中非线性孤子动力学过程有着重要的意义。

**关键词：**渐变折射率多模光纤，光纤激光器，超短脉冲，色散傅里叶变换

**资助项目：**国家自然科学基金 (62005178)

### 参考文献：

- 1. Opt. Express 26, 927-934 (2018).
- 2. Opt. Express 28, 39463-39474 (2020).
- 3. Opt. Express 30, 35911-35922 (2022).

稿件编号	标题 / 作者 / 单位
<b>1、超强超短激光技术 - 张贴报告</b>	
Laser2022-0311-1	<p><b>基于泵浦分束的色散可调大啁啾光纤激光器</b> 徐明航<sup>1</sup>; 刘昆<sup>1</sup>; 慈明儒<sup>1</sup>; 郭士慧<sup>1</sup>; 马榕<sup>1</sup>; 龙润泽<sup>1</sup>; 张大勇<sup>1*</sup>; 赵鸿<sup>1</sup> 1. 固体激光技术重点实验室</p>
Laser2022-0922-4	<p><b>基于 GT 镜色散补偿的光纤锁模激光器中光谱边带抑制的研究</b> 丰傲然<sup>1</sup>; 刘博文<sup>1*</sup>; 闫东钰<sup>2</sup>; 毕根毓<sup>3</sup>; 宋有建<sup>3</sup>; 胡明列<sup>3</sup> 1. 天津大学精密仪器与光电子工程学院超快激光实验室; 2. 天津职业技术师范大学电子工程学院, 光电检测与信息处理实验室; 3. 天津大学精密仪器与光电子工程学院超快激光研究室</p>
Laser2022-0922-6	<p><b>高重频 55 fs 克尔透镜锁模 Yb:YAG 碟片振荡器</b> 刘贺言<sup>1</sup>; 郝婧婕<sup>1</sup>; 陈红山<sup>1</sup>; 杨婷婷<sup>1</sup>; 刘鑫<sup>1</sup>; 张金伟<sup>1*</sup> 1. 华中科技大学</p>
Laser2022-0922-7	<p><b>100 W 超快碟片振荡器</b> 陈红山<sup>1</sup>; 张金伟<sup>1*</sup>; 刘贺言<sup>1</sup>; 刘洪宇<sup>1</sup> 1. 华中科技大学</p>
Laser2022-0923-2	<p><b>多状态可调谐超短脉冲光纤激光器</b> 邹媛<sup>1</sup>; 宋宇锋<sup>1*</sup> 1. 深圳大学电子与信息工程学院</p>
Laser2022-0923-6	<p><b>L 波段超快光纤激光器中类噪声脉动特性研究</b> 李梦媛<sup>1</sup>; 王振洪<sup>1</sup>; 刘军<sup>1*</sup> 1. 深圳大学</p>
Laser2022-1013-1	<p><b>基于铥钬共掺光纤饱和吸收体的单频 2.05 μm 环形腔光纤激光器</b> 张露<sup>1</sup>; 盛泉<sup>1*</sup>; 付士杰<sup>1</sup>; 史伟<sup>1*</sup>; 姚建铨<sup>1</sup> 1. 天津大学</p>

2 楼会议室：7号多功能厅

会场二：先进激光材料及器件，非线性光学与量子光学		
2023 年 4 月 8 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
	主持人：张杨，南开大学	
13:30-14:00	<b>体 Bragg 光栅制备技术及其应用研究</b> 袁孝，苏州大学	45
14:00-14:25	<b>短波中红外硅基波导光栅耦合技术</b> 程振洲，天津大学	46
14:25-14:50	<b>飞秒激光与晶体相互作用——太赫兹光芯片与过饱和掺杂硅光电探测器</b> 吴强，南开大学	47
14:50-15:15	<b>激光及太赫兹光声初探</b> 田震，天津大学	48
15:15-15:25	<b>Laser2022-0310-1</b> <b>基于 OH1 晶体的 1-3 THz 可调谐频率上转换太赫兹波探测</b> 郭全鑫，山东大学	65
15:25-15:35	<b>Laser2022-0310-2</b> <b>基于 RTP 晶体的毫瓦级太赫兹参量振荡器</b> 王泽城，山东大学	67
15:35-15:55	茶歇	
主持人：吴强，南开大学		
15:55-16:20	<b>基于宽禁带半导体氧化镓的紫外光电探测器</b> 张杨，南开大学	49
16:20-16:45	<b>半导体氧化镓纳米线薄膜材料制备及其紫外光传感性能研究</b> 陆文强，中国科学院重庆绿色智能技术研究院	50
16:45-17:10	<b>钙钛矿稳定性及发光性能调控</b> 杜鹃，国科大杭州高等研究院	51
17:10-17:35	<b>基于离子液体制备的钙钛矿薄膜的稳定性和激光特性研究</b> 张丁可，重庆师范大学	52

分会 II	17:35-17:45	<b>Laser2022-0307-2 钙钛矿 - 介孔玻璃复合材料的制备及其发光应用</b> 周奉献, 国科大杭州高等研究院; 中国科学院上海精密光学机械研究所	69
	17:45-17:55	<b>Laser2022-0919-1 紧凑型被动调 Q KTA/RTP 拉曼自倍频激光器</b> 毛文杰, 温州大学	71
	17:55-18:05	<b>Laser2022-1105-2 基于光固化纳米复合材料制备掺钕石英光纤</b> 柳锦铭, 北京工业大学	73
	18:05-18:15	<b>Laser2022-1015-2 利用铌酸锂晶体设计中红外波段单光子源和纠缠光源的研究</b> 金锐博, 武汉工程大学	74
	18:15-18:25	<b>Laser2022-0915-1 基于连续域束缚态的非线性光学超表面多路定向调控</b> 任群, 天津大学	75
<b>2023 年 4 月 9 日</b>			
时间	报告题目 / 报告人	页码	
主持人: 申恒, 山西大学			
13:30-14:00	<b>基于宽带压缩态光场的半设备无关量子随机数发生器</b> 贾晓军, 山西大学	53	
14:00-14:25	<b>基于真空光镊的精密测量</b> 孙方稳, 中国科学技术大学	54	
14:25-14:50	<b>题目待定</b> 秦冠仕, 吉林大学	55	
14:50-15:00	<b>Laser2022-0921-2 结合连续变量和离散变量技术的混合量子信息处理</b> 苏晓龙, 山西大学	77	
15:00-15:10	<b>Laser2022-0209-1 激光频率噪声的表征与反馈控制</b> 王雅君, 山西大学	78	

分会 III	15:10-15:20	<b>Laser2022-0214-1 基于氮化钛 / 碳化钛异质结微纳光纤的全光克尔开关</b> 刘启东, 深圳大学	80
	15:20-15:40	茶歇	
	主持人: 杜鹃, 国科大杭州高等研究院		
	15:40-16:05	<b>基于原子体系的量子精密测量</b> 申恒, 山西大学	56
	16:05-16:30	<b>大功率 9xxnm 半导体激光器芯片与模块</b> 杨国文, 度亘激光技术(苏州)有限公司	57
	16:30-16:55	<b>电子 - 声子耦合激光晶体及新波长激光研究</b> 于浩海, 山东大学	58
	16:55-17:20	<b>高功率衍射光栅研究进展</b> 晋云霞, 中国科学院上海光学精密机械研究所	59
	17:20-17:30	<b>Laser2022-0305-1 碳化硅色心量子传感</b> 王俊峰, 四川大学	81
	17:30-17:40	<b>Laser2022-0911-1 从二维到高维 Bell 无漏洞检验</b> 胡晓敏, 中国科学技术大学	82
	17:40-18:20	张贴报告	
<b>2023 年 4 月 10 日</b>			
时间	报告题目 / 报告人	页码	
主持人: 邢思达, 中国科学院上海光学精密机械研究所			
09:00-09:25	<b>基于 BaGa<sub>4</sub>Se<sub>7</sub> 晶体的高能量、宽调谐中红外辐射源的研究</b> 徐德刚, 天津大学	60	
09:25-09:50	<b>梯度掺杂激光陶瓷的设计与性能分析</b> 宋峰, 南开大学	61	

09:50-10:15	<b>题目待定</b> 程同蕾, 东北大学	62
10:15-10:35	茶歇	
主持人: 晋云霞, 中国科学院上海光学精密机械研究所		
10:35-11:00	<b>长期零载波 - 包络相位偏移的中红外光频梳</b> 邢思达, 中国科学院上海光学精密机械研究所	63
11:00-11:25	<b>深紫外固体激光及超快碟片振荡器驱动产生高功率太赫兹辐射</b> 玄洪文, 广东大湾区空天信息研究院	64
11:25-11:35	<i>Laser2022-0923-5</i> <b>激光基座晶体生长炉的研发及晶体光纤的生长研究</b> 武安华, 中国科学院上海硅酸盐研究所	84
11:35-11:45	<i>Laser2022-1015-1</i> <b>20 W 单频连续波 1178 nm 金刚石拉曼激光器研究</b> 杨学宗, 中国科学院大学杭州高等研究院	85
11:45-11:55	<i>Laser2022-1005-1</i> <b>量子相干效应引发 Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 中相干光电流的产生和调控</b> 何宇航, 天津大学	87
11:55-12:05	<i>Laser2022-1030-1</i> <b>熔融石英中受激布里渊散射的增益特性</b> 陈彬, 河北工业大学	89
12:05-12:15	<i>Laser2022-0921-6</i> <b>拓扑光波导中的拓扑边界态的传输调控</b> 张用友, 北京理工大学	91

## 体 Bragg 光栅制备技术及其应用研究

袁孝

苏州大学光电学院

**摘要:** 体 Bragg 光栅具有衍射效率高、扦入损耗小、光谱和角谱选择特性好、损伤阈值高等优点, 在激光技术、国防科技和工业领域等方面具有重要的应用前景。本文主要介绍光热折变 (PTR) 玻璃的光敏动力学过程, 讨论基于 PTR 玻璃的体 Bragg 光栅设计与制备技术和热定影特性等; 描述体 Bragg 光栅的参数评价如光谱选择、角谱选择、损伤等光学特性。在体 Bragg 光栅应用研究方面, 讨论利用透射型体 Bragg 光栅的角谱选择特性实现近场角选择滤波, 提升高功率激光系统的输出能力和光束控制特性; 利用反射型体 Bragg 光栅的光谱选择特性构建半导体激光外腔, 研究讨论半导体激光的输出光谱稳定与光谱窄化。以上研究在高能高功率激光领域具有重要的应用前景。

**个人简介:** 袁孝, 苏州大学光电科学与工程学院教授, 曾经在西北核技术研究院和华中科技大学工作, 中国光学学会激光专业委员会和光学材料专业委员会委员。近年来, 致力于光热敏材料、微纳光学器件、高功率激光技术、超短脉冲激光技术以及激光在透明材料中的加工技术研究。近年申请国家发明专利、美国专利和 PCB 专利近 20 件, 发表文章 140 余篇; 主持国家重大研究计划项目、国家重点研发专项、国防科技计划、国家 863 计划和国家自然科学基金等 40 余项。

## 短波中红外硅基波导光栅耦合技术

程振洲

天津大学

**摘要：**短波中红外（2-2.5 微米波段）硅光子学在光通信、测距、传感等方面极具应用前景。目前，多项目晶圆（Multi Project Wafer, MPW）工艺被广泛研究用于制备低成本、高集成度的硅基光电器件和片上光电集成系统，但是过去研究主要是面向通信波段（1.3 和 1.55 微米）和 2 微米以下波段开展。本报告将介绍课题组基于标准的 MPW 工艺开发短波中红外硅基波导亚波长光栅（Subwavelength Grating, SWG）耦合器的进展，主要包括：超薄光栅耦合器、高容差光栅耦合器、闪耀光栅耦合器等器件。研究对研发高质量、低成本、大面积集成的短波中红外硅基光电回路和芯片封装技术，推动中红外集成光学的发展具有积极的指导意义。

**个人简介：**程振洲，天津大学精仪学院教授，博导，IEEE/OSA/COS/CSOE 资深会员（Senior member）。南开大学物理学学士（2006），光学硕士（2009），香港中文大学电子工程系博士（2013）。2015-2018 年在东京大学任职助理教授；2018 年加入天津大学精仪学院任职教授。主持国家自然科学基金国际合作 / 面上 / 青年项目、日本学术振兴会（JSPS）科研费等项目。在 Nature Photonics 等光学期刊上发表 SCI 期刊论文 100 余篇，被引 3200 余次。曾获得全国大学生创新创业优秀指导教师奖（2021）、中国教育部高校科研优秀成果奖自然科学二等奖（2014）、香港科学会青年科学家奖（2013）、香港中文大学年青学者论文奖（2013）等。

## 飞秒激光与晶体相互作用—— 太赫兹光芯片与过饱和掺杂硅光电探测器

吴强

南开大学

**摘要：**我们的研究主要集中在飞秒激光与晶体材料的作用上，尤其注重对瞬态元激发的理解和应用，涉及超快光子学、太赫兹光学、光电材料与器件、微纳光子学、凝聚态物理等方面。我们既关心新的物理问题，发展新的理论与方程，又努力将我们的新发现推进到实际应用领域。

本报告主要介绍我们的两个研究内容：一是太赫兹受激声子极化激元的物理与应用；二是飞秒激光改性晶体的物理机理、材料制备及其器件应用。既有性能优异的过饱和掺杂硅光电探测器、铌酸锂片上集成 THz 二极管和传感器等应用研究，也有瞬态亚波长光学和光子学、非线性黄昆方程等一些新的理论工作。

**个人简介：**吴强，南开大学教授，物理“伯苓班”（国家拔尖人才培养计划）班导师，中国生物物理学会太赫兹生物物理分会委员、中国电子学会青年科学家俱乐部“太赫兹科学技术”专业委员会委员，天津市物理学会副秘书长、光电学会主任，中国激光杂志社青年编委，激光与光电子学进展编委，Scientific Reports 编委。2000 年毕业于南开大学物理科学学院，获得理学学士学位；2005 年毕业于南开大学物理科学学院凝聚态物理专业获得理学博士学位。2007 年 1 月至 2008 年 4 月先后在塔夫茨（Tufts）大学和麻省理工学院（MIT）做博士后研究工作。目前主要从事超快光子学、光电材料与器件方面的研究工作和教育教学的研究工作。在太赫兹受激声子极化激元、飞秒激光改性材料及器件方面有一系列的研究成果。

## 激光及太赫兹光声初探

田震  
天津大学

## 基于宽禁带半导体氧化镓的紫外光电探测器

张杨  
南开大学

**摘要:** 日盲紫外探测技术在国防预警、紫外通信、环境监测与电力工业等领域具有广泛应用。日盲紫外探测技术的核心是高灵敏度、低噪声的紫外探测器件。当前，高灵敏紫外探测多采用真空紫外光电倍增管(PMT)，但是这种传感器有着工作电压高(>kV)、体积大且笨重等缺点。氧化镓( $Ga_2O_3$ )是一种宽禁带的直接带隙半导体，具有击穿场强高，物理化学性质稳定等优点。基于  $Ga_2O_3$  异质结型的雪崩型日盲紫外探测器具有更高的响应度、灵敏度和增益。近年来，我们分别通过构建非晶  $Ga_2O_3$  和单极型  $Ga_2O_3$  异质结实现了超高灵敏度和增益的雪崩型紫外光电探测器。相关研究促进了基于宽禁带半导体  $Ga_2O_3$  的紫外光电探测器件研究与开发。

**个人简介:** 张杨研究员现任教于南开大学电子信息与光学工程学院现代光学研究所。2012年博士毕业于香港理工大学，后在德国莱布尼茨固体与材料研究所做洪堡学者，于2017年回国在南开大学任职。研究兴趣包括发光材料、铁电压电材料、宽禁带半导体、微纳光电器件等。相关代表性论文发表在 Nat. Commun., Adv. Mater., Angew. Chem. Int. Ed., Nano Lett., Nano Energy, Adv. Opt. Mater., Adv. Electron. Mater. 等期刊上。

## 基于宽禁带半导体氧化镓的紫外光电探测器

陆文强

中国科学院重庆绿色智能技术研究院

**摘要：**氧化镓纳米材料制备及其紫外光电传感性能研究属于第三代半导体材料的重要方向，其具有宽的禁带宽度带来优良的耐高压、高频等半导体器件性能。我们研究团队开发了基于硅基、氮化镓基、绝缘衬底的无催化剂制备氧化锌、自催化制备氧化镓纳米线薄膜制备技术，并实现横向纳米线网状阵列图样化方法，制备了高性能紫外光电响应器件，研究了基于氧化锌掺杂、氧化镓缠在纳米线薄膜的深紫外光传感性能。

**个人简介：**陆文强，男，博士，研究员、博导，中科院重庆绿色智能技术研究院微纳制造研究中心副主任，重庆大学兼职博导，入选 2021 年重庆英才创新创业领军人才，重庆市智能传感技术创新战略联盟秘书长。中国光学学会会员、IEEE 固体电路协会重庆分会主席，国家半导体照明工程协会紫外 LED 分会委员。1998 年和 2005 年获得南开大学本科和博士学位。目前主要研究第三代半导体金属氧化物纳米薄膜材料制备及光电传感方向。在 Nano Letters, Advanced Functional Materials, Nanoscale, ACS Applied materials interfaces, Applied Physics Letters 等国际刊物发表 SCI 论文 50 多篇，授权国家发明专利和实用新型专利等 20 多项。主持和承担科技部国家重点研发计划、国家自然科学基金项目、教育部留学基金项目、重庆市应用开发项目（重大）、中科院“西部之光”人才项目、重庆市自然基金项目、重庆市集成电路重大主题专项等多项科研项目。

## 钙钛矿稳定性及发光性能调控

杜鹃

国科大杭州高等研究院

**摘要：**作为新兴的激光增益介质，钙钛矿具有大吸收系数、低缺陷态密度、高荧光量子产率等优点，但也存在遇空气分解、在水和有机溶剂中溶解的问题，导致器件难以实用化。针对这些问题，我们提出并实现了通过配体调控、表面钝化等一系列同时增强钙钛矿发光和稳定性的方案。根据方法和发光材料的不同，改性后的激光材料受激发光阈值可下降到改性前阈值的 25~70%，光学净增益提升 30~50%，从而受激辐射的出光效率明显提高（最高可提升 388%）。此外，改性后的发光材料稳定性大幅度提升，比如通过配体调控改变键长增大结合能的方法改性后的钙钛矿量子点，在空气中静置 100 天也不会出现团聚等现象，依旧保持非常高效的发光。这些工作为发展亚波长尺度及更小尺寸的钙钛矿激光器件提供了材料基础。

**个人简介：**杜鹃，国科大杭州高等研究院教授、博士生导师，国家万人计划青年拔尖人才、中科院百人计划终期评估优秀获得者。长期从事功能材料机理研究及相应微纳器件发展的工作，主要运用超快激光光谱、太赫兹时域光谱和显微镜成像技术等研究功能材料内部物理化学前沿问题，结合材料制备、器件测试，实现对光电器件功能化的理解和应用，致力于相应的器件发展。近五年来，相关工作以通讯作者发表于 ACS Energy Letters、ACS Nano、Advanced Science、Nano Energy、Small、Advanced Optical Materials 等国际知名期刊，多篇工作入选封面文章、年度最佳论文、ESI 热点论文和高被引论文。

## 基于离子液体制备的钙钛矿薄膜的稳定性和激光特性研究

张丁可

中国科学院重庆绿色智能技术研究院

**摘要：**传统高质量的钙钛矿多晶薄膜的制备需要手套箱和反溶剂处理，但反溶剂工程具有繁琐过程和需要更高的操作技术和环境要求，导致钙钛矿薄膜的重现性差和缺陷密度高。此外，传统有机溶剂的高毒性和高沸点不仅会对生态环境造成危害，还会大大增加器件的制造成本，减缓其商业化的步伐。因此，开发低毒甚至无毒的溶剂体系用于钙钛矿薄膜的溶液处理是一个日益增长的需求。我们开发一种环保的离子液体乙酸甲基胺 (MAAc) 作为溶剂，不需要手套箱和反溶剂处理，在空气环境中通过一步旋涂法制备高质量的钙钛矿薄膜。利用MAAc的独特性能，薄膜平整、致密、结晶良好，PL 发射效率提高，在纳秒激光激发下表现出优异的 ASE 性能，最重要的是，基于离子液体制备的钙钛矿薄膜具有超强的抗老化稳定性、激光稳定性和湿度稳定性，在没有封装的情况下在空气条件下储存 1000 小时后仍有明显的 ASE，在高功率激光连续泵浦 210 分钟后没有明显的降解，即使在 95% 的高湿度下也能稳定地输出 ASE，显示出了稳定钙钛矿激光器的巨大潜力。

## 基于宽带压缩态光场的半设备无关量子随机数发生器

贾晓军

山西大学

**摘要：**随机数是模拟算法和密码学的基本组成部分，在计算机模拟和信息处理中发挥着重要作用。量子随机数的随机性源于量子现象内禀的不确定性，基于连续变量量子态测量可能是产生快速和高安全性的量子随机数最经济和常用的方法。根据量子资源的相干理论，量子随机数的产生对应于相干性的消耗。我们使用了一束 200 MHz 带宽的压缩光作为熵源，将半设备无关量子随机数的生成速率提高到了 580.7 Mbit/s。

**个人简介：**贾晓军，教授，博导。山西大学物理电子工程学院院长。2005 年山西大学光学专业博士毕业后留校工作。主要从事量子光学、量子信息等领域的基础与应用研究，在连续变量非经典光场的制备、操控及应用研究方面做出了系列有影响的研究工作，在《Science Advances》《Physical Review Letters》等期刊发表 SCI 论文 80 余篇。负责国家自然科学基金、国家重点研发计划等 20 余项课题，以第二完成人分别获得 2010 年和 2019 年度山西省自然科学奖一等奖一项。目前任《量子电子学报》执行副主编、《Journal of Optics》编委、《Chinese Physics Letters》等四刊联合青年编委、中国激光杂志社青年编委等。

## 基于真空光镊的精密测量

孙方稳  
中国科学技术大学

**摘要：**真空光镊体系能最大程度隔绝环境噪声对测量过程的干扰，能够实现接近海森堡理论极限灵敏度的物理量精密测量，同时也是研究微纳米热力学的研究平台。本报告将主要介绍真空光镊实验体系以及被悬浮微纳粒子运动状态的测量、控制以及在高精度质量测量方面的应用。实验上，基于对光悬浮颗粒运动状态的实时检测，并通过参数反馈控制，实现了运动状态的冷却、幅度锁定等操控，完成能量分布的任意控制。尤其是实现了超窄线宽声子激光态的制备， $Q$  值达  $2.88 \times 10^{10}$ ，为当前该体系的最高值。最后，基于该真空光镊体系，实现了亚皮米级位置测量和飞克量级质量测量，其测量结果的相对不确定度是当前相关测量体系所能获得的最好水平，并为与质量有关的力和加速度的精密测量打下了基础。

**个人简介：**孙方稳是中国科学技术大学物理学院教授。中国光学学会光学教育专委会副主任委员。2001 年和 2007 年在中国科大分别获得学士和博士学位。曾获得全国百篇优秀博士学位论文奖和中国光学学会王大珩青年科技人员光学奖，是基金委杰出青年、优秀青年基金及教育部青年长江学者获得者。一直从事量子光学和量子信息理论和实验的研究。在 Nature 子刊等刊物上以主要作者发表文章 100 余篇。主持来自科技部、基金委和中科院等部门的科研项目。

## 题目待定

秦冠仕  
吉林大学

## 基于原子体系的量子精密测量

申恒  
山西大学

**摘要：**量子精密测量旨在利用量子资源和效应实现超越经典方法的测量精度，并通过量子操控实现对磁场、惯性、重力、时间等物理量的超高精度测量与传感。基于原子系统的量子精密测量以其优异的性能展现了广阔的应用前景，其中作为重要技术之一的原子系综自旋压缩态制备被人们高度重视，被建议用来提高原子谱学，原子干涉仪以及原子钟这些基本参数测量的精度。报告中将介绍我们近期在室温原子体系中完成的一些工作，包括非厄米光学系统中的量子现象及非经典光场阵列产生，以及基于大规模自旋压缩态的量子增强磁场测量。另外，将简要介绍团队在利用自旋压缩实现量子增强原子光钟工作上的进展。

**个人简介：**申恒，山西大学量子光学与光量子器件国家重点实验室教授、博导，国家级青年人才、国家重点研发计划青年项目负责人。2008年毕业于南开大学光电子技术科学专业。2015年在丹麦哥本哈根大学尼尔斯玻尔研究所获得博士学位。之后在奥地利因斯布鲁克国家科学院量子信息与量子光学中心从事基于离子阵列的量子模拟与计算实验博士后研究，并于2017年获得英国皇家学会牛顿国际基金支持在牛津大学从事光力/原子混合系统的研究。以通信作者或第一作者在国际著名刊物发表多篇论文，包括 Nature、Nature Physics、Nature Communications 及 Phys. Rev. Lett. 等。研究方向包括量子模拟与计算、量子精密测量及新型量子材料等。

## 大功率 9xxnm 半导体激光器芯片与模块

杨国文  
度亘激光技术（苏州）有限公司

**摘要：**高效率、高功率和高亮度 9xxnm 半导体激光芯片在工业加工、激光泵浦、光通讯及智能感知等领域具有广泛的应用前景。我们通过对芯片研制过程中芯片设计、高质量外延材料生长、精细化工艺制备、封装与可靠性系列关键技术的突破，成功实现了 9xxnm 高功率高效率多模单管激光芯片和单基横模激光芯片。915 nm、940 nm 和 976 nm 高功率器件输出功率根据不同发光宽度形成 12 W-40 W 的系列产品，电光转换效率高达 65-70%，主要应用于光纤激光器泵浦源。980 nm 单基横模芯片实现了 Kink-free 单模输出功率高达 1650 mW，最高热反转功率大于 2.4 W，在此基础上研制出 14 pin 蝶形封装模块，实现了单模光纤输出功率超过 1300 mW，是实现长距离光通讯掺铒光纤放大器 EDFA 的核心关键器件。

**个人简介：**杨国文博士，半导体光电子领域拥有 30 年的研究与产业化经验，专长于高功率半导体激光芯片的研究与开发，其中 10 年中国科学院的研究经历，15 年美国知名龙头企业康宁 Corning 公司和美国著名通讯公司 JDSU 的新产品开发经历。主要经历涉及芯片设计、外延生长、工艺制备、测试表征、可靠性验证体系以及器件失效分析等完整的半导体激光芯片产业链。主导完成了数十项极高挑战性的科研和新产品开发项目，取得了众多国际领先的成果。获得各类成果奖励与荣誉 30 余项，如教育部“首届全国优秀博士论文奖”，“中科院科技进步一等奖”、“总裁杰出成就奖”，“国家特聘专家”等，公开发表学术论文 80 余篇，授权发明专利 30 余件。

## 电子 - 声子耦合激光晶体及新波长激光研究

于浩海  
山东大学

## 高功率衍射光栅研究进展

晋云霞  
中国科学院上海光学精密机械研究所

## 基于 BaGa<sub>4</sub>Se<sub>7</sub> 晶体的高能量、宽调谐中红外辐射源的研究

徐德刚  
天津大学

**摘要：**中红外相干辐射源在光谱识别、气体检测、军事国防、生物医学等领域都具有广泛的应用，而高性能中红外辐射源的研制对于拓展其应用范围具有重要意义。基于频率变换技术的中红外辐射源具有宽带调谐、室温运转、结构紧凑等特点，非线性晶体是基于频率变换技术的辐射源的关键。BaGa<sub>4</sub>Se<sub>7</sub> 晶体具有宽带透光、高损伤阈值、宽带隙等特点，是目前极具潜力的一种中红外晶体。本文基于多种频率变换技术实现了中红外输出：基于双通泵浦结构的光参量振荡器实现了近红外到中红外的高效转换，在中波红外范围内实现了 3.1-4.9 μm 可调谐输出，3.9 μm 处最高输出 8.55 mJ/ 脉冲；在长波红外范围内实现了 8.0-14.0 μm 可调谐输出，11 μm 处最高输出 1.05 mJ/ 脉冲<sup>[1]</sup>；基于差频方法实现了 3.4-4.3 μm 范围内的平坦调谐输出，在 3.6 μm 处最高单脉冲能量达到 5.72 mJ<sup>[2]</sup>；基于自行搭建的高重频 Nd:YAG 激光器，在 3.4-4.7 μm 范围内实现了重复频率 250 Hz、最高功率 250 mW 的输出<sup>[3]</sup>。本项研究在中波 / 长波红外的宽带范围内实现了高能量可调谐输出，对于推动中红外辐射源在相关领域的应用具有重要意义。

**个人简介：**徐德刚，男，天津大学精密仪器与光电子工程学院院长聘教授，博士生导师，微光机电系统教育部重点实验室（B 类）（天津大学）主任，天津大学海洋科学与技术学院副院长，2013 年教育部新世纪优秀人才，天津市 131 创新型人才计划、天津市优秀教师、天津大学“北洋青年学者”。目前担任中国光学学会激光技术专委会常务委员，天津市光学学会常务理事，天津市激光学会副理事长，中国生物物理学会太赫兹生物物理分会理事、中国电子学会太赫兹委员会委员、国际在线杂志《Terahertz Science and Technology》编委会委员、《光子学报》《光电技术应用》《激光技术》编委、教育部学位与研究生教育发展中心学科和学位评审人以及 Optics Express, Advanced function material, IEEE PTL, Opt. Commu., Appl. Opt., Chin. Phys. Lett., Chin. Phys B . 物理学报等期刊的审稿人。多年来主要从事激光与光电子、太赫兹技术以及光纤传感技术研究工作，涉及激光与光电子技术、太赫兹光子学以及海洋传感技术应用等领域的科学研究工作；作为项目负责人获批国内首个太赫兹生物医学应用的国家重点研发计划，参与建设并担任了青岛海洋科学与技术国家实验室（筹）观测和探测联合实验室（天津大学）光纤技术 PI。主持军科委 173 项目、国家 973 计划、科技部“863”项目、科技创新特区项目、自然科学基金等项目 30 项。近年来在重要学术期刊和国际会议上发表论文 300 余篇，Web of science 数据库检索已被引用 2000 多次，H 因子 25，获批发明专利 12 项。获重庆市科技进步一等奖、浙江省高校优秀科研成果二等奖、浙江省科学技术二等奖。

## 梯度掺杂激光陶瓷的设计与性能分析

宋峰  
南开大学

## 题目待定

程同翥  
东北大学

## 长期零载波 - 包络相位偏移的中红外光频梳

邢思达  
中国科学院上海光学精密机械研究所

**摘要:** 多种重要分子的强共振频率位于  $2\text{~}25 \mu\text{m}$  波段，在包括大气遥感、化学、医疗等领域有潜在的应用价值。通过单周期光频梳内差频，能够合成载波包络 - 相位 (CEO) 偏移为零的中红外光频梳。该光频梳电场与同波段光频梳电场进行异步采样或与异波段电场进行光电采样，将光谱的吸收信息转换至射频波段。由于脉冲内差频通常需要倍频程同相位的泵浦光频梳，技术难度较大，且难以实现全光纤的泵浦光频梳方案。本次报告将回顾我们在不同波段的产生 100 MHz 至 1 GHz 重频少周期光纤光频梳泵浦的技术，并介绍我们的长期 ( $> 8 \text{ h}$ ) 保持零载波 - 包络相位偏移、可溯源至氢钟的中红外光频梳的最新结果。

**个人简介:** 邢思达研究员，博士学历，2013 年和 2015 年在麦吉尔 (McGill) 大学获得学士和硕士学位，2019 年在洛桑联邦理工 (EPFL) 大学获得博士学位。2019 至 2021 在美国国家标准与技术研究院 (NIST) 从事博士后研究，合作导师为 Scott Diddams 教授，期间在美国多个研究项目中做出了“关键 / 特殊贡献”。2022 年入职中科院上海光机所，从事光频梳的开发和应用研究工作。邢思达在 Nat. Photonics, LSA, Optica 等期刊发表多篇文章，于今年起担任国际激光与光电大会 (CLEO) 光学计量专题的学术委员会委员

## 深紫外固体激光及超快碟片振荡器驱动产生高功率太赫兹辐射

玄洪文  
广东大湾区空天信息研究院

## 基于 OH1 晶体的 1-3 THz 可调谐频率上转换太赫兹波探测

郭全鑫<sup>1</sup>、范书振<sup>1</sup>、张行愚<sup>2</sup>、陈晓寒<sup>2</sup>、刘兆军<sup>2</sup>、从振华<sup>2</sup>、王泽城<sup>1</sup>、明娜<sup>1</sup>、郭丽媛<sup>1</sup>、  
焦彬哲<sup>1</sup>、袁加生<sup>1</sup>、王开宇<sup>2</sup>、李永富<sup>1</sup>、赵显<sup>1</sup>

1 山东大学光学高等研究中心，激光与红外系统教育部重点实验室

2 山东大学信息科学与工程学院，山东省激光技术与应用重点实验室

**摘要：**基于非线性频率上转换的太赫兹波探测技术具有灵敏度高、响应速度快等优点，近年来得到了快速的发展。因具有较大的非线性极化系数、较低的太赫兹波吸收，4-(4-二甲基氨基苯乙烯基) 甲基吡啶对甲基苯磺酸盐 (4-dimethylamino-N-methyl-4-stilbazolium tosylate, DAST) 晶体作为非线性晶体在较宽的太赫兹频段上取得了较高的频率上转换探测效率 [1-2]。然而，对于 1 THz 附近的低频段，DAST 由于横向光学声子等的影响而效率有限，这严重影响了频率上转换技术在太赫兹光谱学、成像等方面的应用。在 0.1-3 THz 的低频段内，2-(3-(4-羟基苯乙烯基)-5,5-二甲基环己-2-烯亚基) 丙二腈 (2-(3-(4-hydroxystyryl)-5,5-dimethylcyclohex-2-enylidene)malononitrile, OH1) 晶体具有较大的二阶非线性系数，且相较于 DAST 有更小的吸收率，因此在理论上基于 OH1 晶体的频率上转换太赫兹探测在低频段具有更高的灵敏度 [3-4]。本文使用两束波长相近的近红外光在 OH1 晶体中的差频效应产生太赫兹波，通过聚对苯二甲酸乙二醇酯 (polyethylene terephthalate, PET) 材料对太赫兹波进行衰减，再利用太赫兹波与近红外光在 OH1 晶体中的差频效应产生频率上转换光，通过光栅系统分光后，上转换信号由雪崩光电二极管进行探测，实验装置示意图见于图 1。最终我们实现了 1-3 THz 的可调谐频率上转换探测，并于 1.9 THz 的最佳探测频率处实现了单脉冲能量为 0.455 fJ 的弱太赫兹波探测。

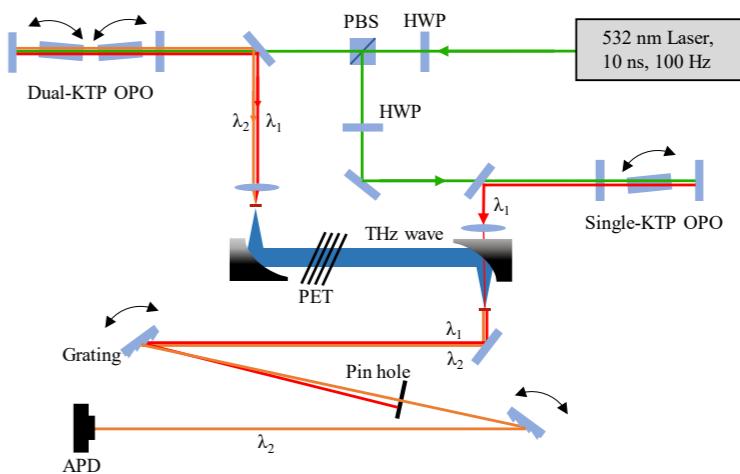


图 1 基于 OH1 晶体的频率上转换太赫兹波探测系统示意图

**关键词：**非线性光学；频率上转换；太赫兹波探测；有机非线性晶体

**资助项目:** 国家自然科学基金 (12074222)、山东省自然科学基金 (ZR2022MF323)、山东大学基本科研业务费 (2021JCG018), 山东大学自研自制仪器设备培育项目 (zy202004)

#### 参考文献:

1. H. Minamide, J. Zhang, R. X. Guo, K. Miyamoto, S. Ohno, and H. Ito, “High-sensitivity detection of terahertz waves using nonlinear up-conversion in an organic 4-dimethylamino-N-methyl-4-stilbazolium tosylate crystal,” *Appl. Phys. Lett.* **97**(12), 121106 (2010).
2. F. Qi, S. Z. Fan, T. Notake, K. Nawata, T. Matsukawa, Y. Takida, and H. Minamide, “10 aJ-level sensing of nanosecond pulse below 10 THz by frequency upconversion detection via DAST crystal: more than a 4 K bolometer,” *Opt. Lett.* **39**(5), 1294–1297 (2014).
3. F. D. J. Brunner, O. P. Kwon, S. J. Kwon, M. Jazbinsek, A. Schneider, and P. Gunter, “A hydrogen-bonded organic nonlinear optical crystal for high-efficiency terahertz generation and detection,” *Opt. Express* **16**(21), 16496-16508 (2008).
4. H. Uchida, R. Yamazaki, K. Oota, K. Okimura, T. Minami, K. Takeya, and K. Kawase, “Organic nonlinear optical single-crystalline thin film grown by vapor deposition for terahertz generation,” *Cryst. Growth Des.* **18**(7), 4029-4036 (2018).

## 基于 RTP 晶体的毫瓦级太赫兹参量振荡器

王泽城<sup>1</sup>、张行愚<sup>2\*</sup>、范书振<sup>1</sup>、陈晓寒<sup>2</sup>、刘兆军<sup>2</sup>、丛振华<sup>2</sup>、明娜<sup>1</sup>、郭全鑫<sup>1</sup>、郭丽媛<sup>1</sup>、焦彬哲<sup>1</sup>、袁加生<sup>1</sup>、王开宇<sup>2</sup>

1 山东大学激光与红外系统集成技术教育部重点实验室

2,\* 山东大学信息科学与工程学院

**摘要:** 太赫兹参量源<sup>[1]</sup>是一种基于受激电磁耦子散射的光学驱动太赫兹辐射源，它具有输出频率高、波长可调谐、可在室温下运转等优势。近年来，提升太赫兹参量源输出的平均功率和单脉冲能量是研究热点之一。2006 年太赫兹参量源的最高输出平均功率为 75 nW<sup>[2]</sup>，2008 年最高平均功率为 12 μW<sup>[3]</sup>，2017 年最高平均功率达到了 62.3 μW<sup>[4]</sup>，2018 年则达到了 124.7 μW<sup>[5]</sup>。2020 年，最高平均功率达到了 367 μW<sup>[6]</sup>。为了进一步提高太赫兹参量源的平均功率，本文设计搭建了基于 RbTiOPO<sub>4</sub> 晶体的内腔泵浦太赫兹参量振荡器，该装置采用 LD 侧面泵浦调 Q 激光器作为泵浦源。以内腔泵浦太赫兹参量振荡器的理论模型<sup>[7]</sup>为理论工具，在 RTP 晶体尺寸为 5×10×18 mm 的条件下，对基频光谐振腔与 Stokes 光谐振腔长度、基频光光束尺寸、Stokes 腔镜反射率、LD 泵浦功率、脉冲重复频率等一系列参数进行了优化，最终在基频光光束半径为 0.74 mm、脉冲重复频率 15.4 kHz 时，获得了频率为 3.92 THz，最高平均功率 0.91 mW 的太赫兹波输出。图 1 为该太赫兹参量振荡器的装置示意图，图 2(a) 和图 2(b) 分别为理论计算得到的不同基频光光束半径与不同脉冲重复率下 THz 波输出功率的变化曲线。

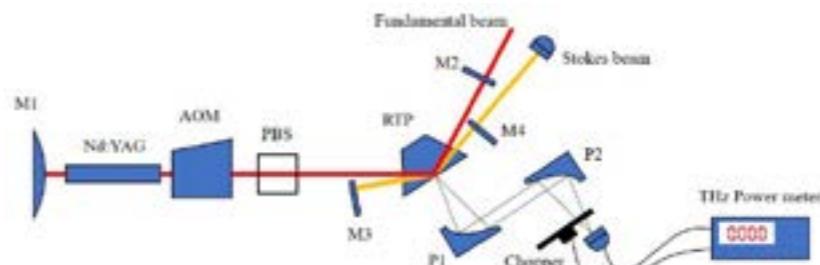


图 1 基于 RTP 晶体的内腔泵浦太赫兹参量振荡器的实验装置示意图

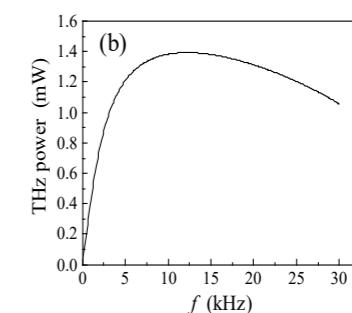
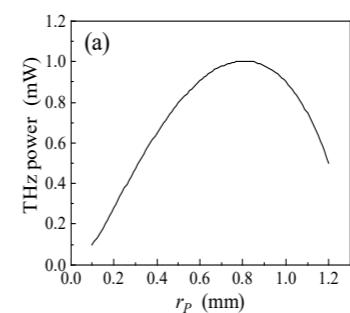


图 2 (a) THz 波平均功率随基频光半径的变化曲线 (b) THz 波平均功率随脉冲重复频率的变化曲线

**关键词：**太赫兹参量源，受激电磁耦子散射，磷酸钛氧铷晶体

**资助项目：**国家自然科学基金 (12074222)、山东省自然科学基金 (ZR2022MF323)、山东大学基本科研业务费 (2021JCG018)

### 参考文献：

- [1] K. Kawase, J. Shikata, and H. Ito, “Terahertz wave parametric source,” *J. Phys. D: Appl. Phys.* 35(3), R1-R14 (2002).
- [2] T. Edwards, D. Walsh, M. Spurr, C. Rae, and P. Browne, “Compact source of continuously and widely tunable terahertz radiation,” *Opt. Express* 14(4), 1582-1589 (2006).
- [3] D. Stothard, T. Edwards, D. Walsh, C. Thomson, C. Rae, M. Dunn, and P. Browne, “Line-narrowed, compact, and coherent source of widely tunable terahertz radiation,” *Appl. Phys. Lett.* 92(14), 141105 (2008).
- [4] A. Lee, D. Spence, and H. Pask, “Tunable THz polariton laser based on 1342 nm wavelength for enhanced terahertz wave extraction,” *Opt. Lett.* 42(14), 2691-2694 (2018).
- [5] T. Ortega, M. Pask, D. Spence, and A. Lee, “Tunable 3-6 THz polariton laser exceeding 0.1 mW average output power based on crystalline RbTiOPO<sub>4</sub>,” *IEEE J. Sel. Top. Quant.* 25(5), 5100806 (2018).
- [6] F. Gao, X. Zhang, Z. Cong, Z. Liu, X. Chen, Z. Qin, P. Wang, J. Xu, W. Wang, and S. Zhang, “High average power diode-side-pumped intracavity terahertz parametric source based on stimulated polariton scattering in RbTiOPO<sub>4</sub> crystal,” *IEEE Photonics J.* 12(2), 1400109 (2020).
- [7] P. Wang, X. Y. Zhang, Z. H. Cong, Z. J. Liu, X. H. Chen, Z. G. Qin, F. L. Gao, J. J. Xu, Z. C. Wang, and N. Ming, “Modeling of intracavity-pumped Q-switched terahertz parametric oscillator based on stimulated polariton scattering,” *Opt. Express* 20(5), 6966-6980 (2020).

## 钙钛矿 - 介孔玻璃复合材料的制备及其发光应用

周奉献<sup>1,2</sup>、胡智萍<sup>1</sup>、杜鹃<sup>1,2,\*</sup>、冯凯<sup>1,2</sup>、何进<sup>1,2,\*</sup>

1 国科大杭州高等研究院

2 中国科学院上海精密光学机械研究所

**摘要：**铅卤钙钛矿由于其优异的光学性能，被广泛应用于发光二极管、太阳能电池、光电探测、微纳激光等领域<sup>[1-6]</sup>。在本工作中，我们通过溶胶 - 凝胶法合成了孔径可调的无机介孔玻璃，并以介孔玻璃作为透明的限域基质，在介孔玻璃内部原位限域生长全无机钙钛矿量子点 ( $\text{CsPbX}_3$ )，以及在介孔玻璃表面诱导  $\text{CsPbBr}_3$  微米 / 纳米立方体的快速结晶。透明的介孔玻璃内部具有大小可调的纳米孔道 (2-10 nm)，可作为天然的“纳米反应器”，通过纳米空间限域效应实现钙钛矿量子点在介孔内的原位生长。并且，通过调节前驱体卤素组分，钙钛矿 - 介孔玻璃复合材料发光范围可覆盖可见光范围 (420-630 nm)。利用介孔玻璃大比表面积带来的强烈的自吸附效应，研制了一种快速响应和可重复使用的碘甲烷 ( $\text{CHI}_3$ ) 探测器，响应时间 < 2 s。另一方面，介孔玻璃表面的纳米多孔结构可为钙钛矿结晶提供了大量的形核位点，促进了钙钛矿在其表面的非均匀形核，同时介孔玻璃内部吸附的前驱体扩散到表面参与反应，最终在其表面超快 (~20 s) 生成  $\text{CsPbBr}_3$  微米 / 纳米立方体，通过前驱体浓度调节微米 / 纳米立方体尺寸范围 (400-700 nm)。最终基于合成的钙钛矿微 / 纳米立方体实现了低阈值的上转换激光。本文为新型的钙钛矿 - 介孔玻璃复合材料的合成及其在卤素探测器、微纳激光器中的应用提供了新的思路。

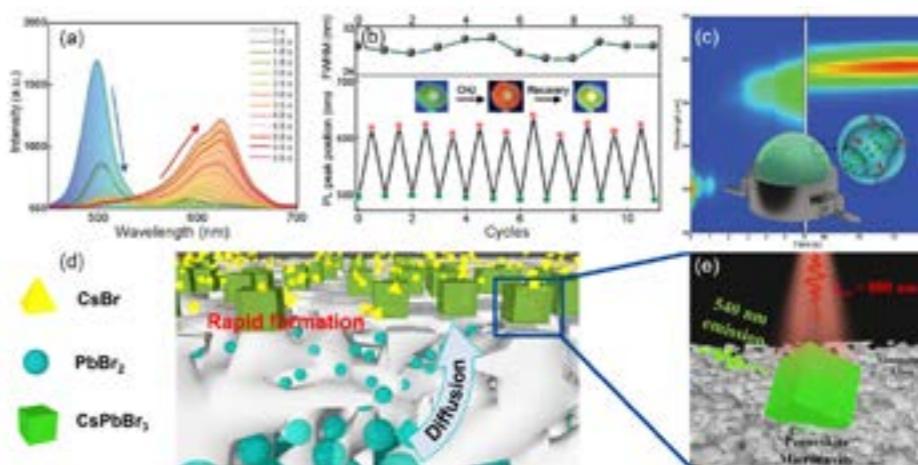


图 1 a) 基于钙钛矿 - 介孔玻璃的 LED 探测  $\text{CHI}_3$  的发射光谱随时间变化；b) LED 探测器的可循环性，11 个循环周期内的发射峰位置（下）和 FWHM（上）；c) 基于钙钛矿 - 介孔玻璃的 LED 探测  $\text{CHI}_3$  的示意图；d) 介孔玻璃表面诱导结晶形成钙钛矿微米 / 纳米立方体示意图；e) 基于钙钛矿微米 / 纳米立方体实现上转换激光示意图

**关键词：**纳米限域；介孔玻璃；钙钛矿；卤素检测；微纳激光器

**资助项目:** Shanghai Pilot Program for Basic Research (22JC1403200), National Natural Science Foundation of China (Nos.62205081, 61875211, 61925507, 61905264, 62005296, 92050203, 62105347), Chinese Academy of Sciences Interdisciplinary Innovation Team, Hangzhou Science and Technology Bureau of Zhejiang Provience (No. TD2020002) and the Research Funds of Hangzhou Institute for Advanced Study, UCAS (2022ZZ01001, 2022ZZ01005), the Shanghai Pujiang Talent Plan (2020PJD079).

**参考文献:**

- [1] Z. Duan, Y. Wang, G. Li, S. Wang, N. Yi, S. Liu, S. Xiao, Q. Song, *Laser Photonics Rev.* **2018**, 12, 1700234.
- [2] K. Wang, G. Li, S. Wang, S. Liu, W. Sun, C. Huang, Y. Wang, Q. Song, S. Xiao, *Adv. Mater.* **2018**, 30, 1801481.
- [3] N. Zhang, Y. Fan, K. Wang, Z. Gu, Y. Wang, L. Ge, S. Xiao, Q. Song, *Nat. Commun.* **2019**, 10, 1.
- [4] W. Sun, Y. Liu, G. Qu, Y. Fan, W. Dai, Y. Wang, Q. Song, J. Han, S. Xiao, *Nat. Commun.* **2020**, 11, 1.
- [5] M.I. Saidaminov, V. Adinolfi, R. Comin, A.L. Abdelhady, W. Peng, I. Dursun, M. Yuan, S. Hoogland, E.H. Sargent, O.M. Bakr, *Nat. Commun.* **2015**, 6, 1.
- [6] E. Tiguntseva, K. Koshelev, A. Furasova, P. Tonkaev, V. Mikhailovskii, E.V. Ushakova, D.G. Baranov, T. Shegai, A.A. Zakhidov, Y. Kivshar, *ACS Nano* **2020**, 14, 8149.

**紧凑型被动调 Q KTA/RTP 拉曼自倍频激光器**

齐子钦、毛文杰、朱小龙、陆欢洽、段延敏、朱海永 \*

温州大学微纳光电器件重点实验室

**摘要:** 受激拉曼散射具有灵活的波长转换特性而得到广泛关注，结合二阶非线性变频技术对基频光、各阶 Stokes 光的混频，可实现常用固体激光难以实现的可见波段激光的输出。目前钒酸盐、钨酸盐等晶体都被发现是优异的拉曼晶体，特别像砷酸钛氧钾 (KTA) 及同构体不但具有很高的二阶非线性光学系数，同时具有较强的拉曼增益，可同时用于拉曼和二阶非线性变频。

本论文对沿 x 轴切割的 KTA 及同构体磷酸钛氧铷 (RTP) 的拉曼光谱及相位匹配特性进行了测试及分析。表明 KTA 晶体的 671cm<sup>-1</sup> 和 RTP 晶体的 687cm<sup>-1</sup> 的一阶 Stokes 激光的倍频相位匹配角非常接近 x 轴，所以对应 x 轴切割的晶体有望实现高效的拉曼自倍频。进一步采用 Nd:YAG/Cr4+:YAG 键合晶体来产生脉冲基频激光，在腔内驱动 KTA/RTP 晶体来进行拉曼自倍频，成功实现了较强的黄光输出，输出功率和激光光谱如图 1 所示。由于实验装置中没有镀对黄光高反的膜系，所以图中测量的黄光只是 KTA/RTP 晶体单个方向倍频的功率。基于 KTA 晶体 671cm<sup>-1</sup> 频移拉曼自倍频获得了 240mW 输出功率的 573nm 激光输出，而 RTP 晶体除了 687cm<sup>-1</sup> 频移拉曼自倍频外，还测到了 259cm<sup>-1</sup> 频移的 Stokes 光倍频与和频的谱线，一定程度上导致了与 KTA 晶体拉曼自倍频输出特性上的差异。本论文将受激拉曼散射和二阶非线性变频效应在同一块 KTA/RTP 晶体中实现，及 Nd:YAG/Cr4+:YAG 键合晶体的使用，使得黄光激光器的结构小型化，更紧凑，可在激光医疗和显示等产业领域具有潜在的应用。

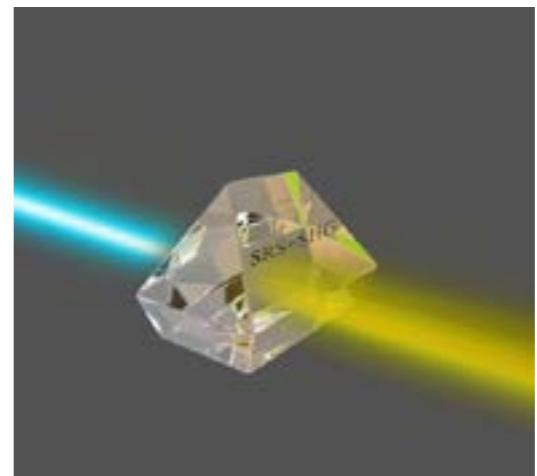


图 1 拉曼自倍频示意图及输出功率和谱线特性

**关键词：**拉曼激光、倍频、被动调 Q

**资助项目：**国家自然科学基金（62075167 和 62275200），温州市基础性科研项目  
(G20220014)

**参考文献：**

1. Y.Duan, J.Zhang, H.Zhu, et al. Compact passively Q-switched RbTiOPO4 cascaded Raman operation, *Optics Letters* 43, 4550-4553 (2018).
2. Z.Xie, S.Lou, Y.Duan, et al. Passively Q-Switched KTA Cascaded Raman Laser with 234 and 671 cm-1 Shifts, *Applied Sciences-Basel* 11, 6895 (2021).

## 基于光固化纳米复合材料制备掺钕石英光纤

柳锦铭<sup>1</sup>、郑保罗<sup>1</sup>、杨晶<sup>1</sup>、张鑫<sup>1</sup>、何蕙羽<sup>1</sup>、王璞<sup>1</sup>

北京应用激光技术工程研究中心

1 北京工业大学材料与制造学部激光工程研究院

**摘要：**得益于 Nd<sup>3+</sup> 独特的能级结构，掺 Nd<sup>3+</sup> 石英光纤作为 ~0.9 μm (Nd<sup>3+</sup>:  $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{9/2}$ ) 和 ~1 μm (Nd<sup>3+</sup>:  $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{11/2}$ ) 激光增益介质被广泛应用于光通信、遥感探测、生物医疗、材料加工<sup>[1,2]</sup> 等领域。目前，掺 Nd<sup>3+</sup> 光纤的研制主要采用气相沉积技术，这种技术普遍依赖昂贵的大型设备，并且难以在保持高均匀性的条件下实现 Nd<sup>3+</sup> 的高浓度掺杂。近年来，一些非 CVD 技术（如活性粉末烧结法<sup>[3]</sup>、溶胶凝胶法<sup>[4]</sup>、沸石法<sup>[5]</sup> 等）被广泛研究，但目前研制出的掺 Nd<sup>3+</sup> 石英光纤传输损耗普遍较高，难以满足实际应用需求。

在本工作中，我们研究了一种工艺简单、成本低廉的新型掺 Nd<sup>3+</sup> 石英光纤制备技术。以高固体填充量、流动性能良好的光固化纳米复合材料作为前驱体制备纳米多孔 SiO<sub>2</sub> 结构，结合溶液掺杂法研制出低羟基 (6.5 ppm)、元素分布均匀、Nd<sup>3+</sup> 掺杂浓度较高 (10200 ppm) 的光纤预制棒。根据 Beer-Lambert 定律及 Fuchbauer-Lademnburg 理论计算出所制备的掺 Nd<sup>3+</sup> 预制棒在 804 nm 处的吸收截面为 1.07 pm<sup>2</sup>，1.06 μm 处的发射截面为 1.78 pm<sup>2</sup>。在此基础上采用管棒法将掺 Nd<sup>3+</sup> 预制棒拉制成 6 μm/125 μm 单包层光纤 (NA 为 0.195)，利用此光纤作为增益介质搭建光纤激光器初步实现了 1.06 μm 激光输出，后续将优化光纤设计进一步实现 0.9 μm 激光输出。研究结果表明，采用基于光固化纳米复合材料的石英光纤制备技术研制的掺 Nd<sup>3+</sup> 石英光纤有望应用于光纤激光器之中。

**关键词：**掺钕，光固化，石英光纤，光纤激光

**参考文献：**

- [1] Dragic P D, Little L M, Papen G C. Fiber amplification in the 940-nm water vapor absorption band using the  $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{9/2}$  transition in Nd[J]. *IEEE Photonics Technology Letters*, 1997, 9(11): 1478-1480.
- [2] Le Corre K, Robin T, Cadier B, et al. Mode-locked all-PM Nd-doped fiber laser near 910 nm[J]. *Optics Letters*, 2021, 46(15): 3564-3567.
- [3] Leich M, Just F, Langner A, et al. Highly efficient Yb-doped silica fibers prepared by powder sinter technology[J]. *Optics letters*, 2011, 36(9): 1557-1559.
- [4] Strek W, Pawlik E, Dereń P, et al. Optical properties of Nd-doped silica fibers obtained by sol-gel method[J]. *Journal of alloys and compounds*, 2000, 300: 459-463.
- [5] Yamasaki Y, Kagebayashi Y, Hiraishi T, et al. 2.6-GHz fundamental repetition rate, Q-switched mode-locking Nd<sup>3+</sup>-doped single-mode silica fiber laser, fabricated by zeolite method[J]. *Optics Communications*, 2021, 497: 127151.

## 利用铌酸锂晶体设计中红外波段单光子源和纠缠光源的研究

杨子祥<sup>1</sup>、金锐博<sup>1</sup>

1 武汉工程大学 光学信息与模式识别湖北省重点实验室

**摘要：**中红外波段的量子光源在量子传感、量子成像和量子通信等许多应用中发挥着重要作用。然而，中红外波段仍然缺乏高质量的量子光源，包括单光子源和纠缠光源。我们在这个方向做了一系列的探索，包括：1. 利用周期极化的铌酸锂（PPLN）掺杂晶体通过自发参量下转换过程在中红外波段制备频谱不关联的双光子态。掺杂成份包括 MgO、ZnO 和 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，掺杂浓度变化范围为 0 ~ 7 mol%。计算结果表明，这些晶体在中红外波段满足三种群速度匹配 (GVM) 条件，在 GVM1、GVM2 和 GVM3 条件下，波长分别约为 2.5 μm、4.0 μm 和 3.2 μm，双光子的频域纯度分别约为 0.97、0.97 和 0.82。2. 使用元启发式算法优化极化铌酸锂晶体产生频域纯态，具体地，我们采用了粒子群优化算法来优化铌酸锂晶体极化周期的占空比。采用该方法制备的单光子源的频域纯度可以从 0.820 提高到 0.998，波长可调范围可以覆盖 3.0-4.0 μm。3. 采用域排列算法，通过优化铌酸锂晶体的极化序列，设计了 3.2 μm 波段的频域纯态单光子源，纯度高达 0.9999，4. 我们用域排列算法，设计了两种典型的纠缠态，即厄密 - 高斯 (Hermit-Gaussian) 态和梳状纠缠态。我们还计算了本方案中的光子对产生率，并估算了实际加工分辨率对结果的影响。本研究有望为中红外波段的量子传感、量子成像和量子通信等应用提供高质量的纯态单光子源和纠缠光源。

**关键词：**铌酸锂晶体；中红外波段；单光子源；纠缠光源

**资助项目：**国家自然科学基金 ( 批准号 : 12074299, 91836102, 11704290).

### 参考文献：

- [1] Bei Wei, Wu-Hao Cai, Chunling Ding, Guang-Wei Deng, Ryosuke Shimizu, Qiang Zhou, Rui-Bo Jin “Mid-infrared spectrally-uncorrelated biphotons generation from doped PPLN: a theoretical investigation” Optics Express 29(1), 256-271 (2021)
- [2] Wu-Hao Cai, Ying Tian, Shun Wang, Chenglong You, Qiang Zhou, Rui-Bo Jin “Optimized design of the lithium niobate for spectrally-pure-state generation at MIR wavelengths using metaheuristic algorithm” Advanced Quantum Technologies 2200028(2022)
- [3] Jin-Long Zhu, Wen-Xin Zhu, Xiao-Tao Shi, Chen-Tao Zhang, Xiangying Hao, Zi-Xiang Yang, and Rui-Bo Jin “Design of mid-infrared entangled photon sources using lithium niobate” J. Opt. Soc. Am. B 40(1), A9-A16 (2023)

[4] Rui-Bo Jin, Kurumi Tazawa, Naoto Asamura, Masahiro Yabuno, Shigehito Miki, Fumihiro China, Hirotaka Terai, Kaoru Minoshima, Ryosuke Shimizu, “Quantum optical synthesis in 2D time-frequency space” APL Photonics 6, 086104 (2021)

[5] 金锐博, 田颖, 中红外波段量子光源的研究进展 (特邀综述) , 安徽大学学报 第 45 卷第 5 期 ,10-19 (2021)

[6] 张晨涛, 石小涛, 朱文新, 朱金龙, 郝向英, 金锐博, “利用域排列算法设计铌酸锂晶体实现 3μm 中红外波段频域纯态单光子源” , 物理学报 2022 已接受

## 基于连续域束缚态驱动的多路定向型非线性复合超表面

任群<sup>1</sup>, 王秀宇<sup>1</sup>, 辛继红<sup>1</sup>, 王小曼<sup>1</sup>

1. 天津大学

**摘要:** 本工作提出一种同时具有抑制和增强现象的波长复用非线性等离子体混合超表面, 通过引入量子谐振子来直接操纵非线性光学响应的新机制。另外, 利用准连续域束缚态 (quasi-BIC) 和等离子体极化激元产生光学共振, 该提出的超表面结构可同时调谐多个非线性光学信号, 为复用型超表面提供了新思路。

### 1. 研究目的

非线性超表面是实现光信号处理功能多样性的一个有前景的研究方向。针对等离子体非线性超表面中巨大的固有辐射损耗、色散特性及较低的质量 (Q) 因子问题, 提出了一种等离子-MoS<sub>2</sub> 混合非线性超表面, 该超表面具有由可选抑制和增强等离子激元共振和 BIC 诱导的多个辐射通道, 可在多个波长窗口实现可选的高非线性转换效率。此外, 由于在通信波段可观察到比可见区域更强的饱和吸收增强, 还探索了通信波段中增强的非线性光通道。

### 2. 过程及方法

光学非线性通道主要发自两个来源: 第一个来源是受等离子体激发的表面等离激元极化增强作用。在饱和能级下, 线性场吸收越强, 非线性场就越强。除了场局域化, 另一个发生非线性的因素是打破对称性激发 BIC 从而带来共振。根据  $\chi^{(2)}$  和输入光  $E(\omega)$  来描述二次谐波  $E(2\omega)$ :  $E(2\omega) = \zeta \chi^{(2)} : E(\omega)E(\omega)$ , 由此可获得非线性增强量:

$$\eta = \int_V V E_x(\mathbf{r}) E_x(\mathbf{r}) d\mathbf{r}^3 / \left[ \int_V E_x(\mathbf{r}) d\mathbf{r}^3 \right]^2$$

此外, 通过 Heisenberg 方程和时域运动方程 (EOM) 同样可计算非线性与基频的关系:

$$\begin{aligned} & [i(\omega_2 - 2\omega) + \gamma_2] \tilde{a}_2 + i\chi^{(2)} \tilde{a}_1^2 = -i v_2 \tilde{\rho}_{0k} \\ & [i(\omega_{k0} - 2\omega) + \gamma_{k0}] \tilde{\rho}_{0k} = i v_2 \tilde{a}_2 (\tilde{\rho}_{kk} - \tilde{\rho}_{00}) \\ & \tilde{a}_2 = \frac{i\chi^{(2)}}{\frac{v_2^2 (\tilde{\rho}_{kk} - \tilde{\rho}_{00})}{i(\omega_{k0} - 2\omega) + \gamma_{k0}} - [i(\omega_2 - 2\omega) + \gamma_2]} \tilde{a}_1^2 \end{aligned}$$

### 3. 结论

二阶非线性效率增强可高达 10<sup>2</sup>, 非线性光谱表现出类似 Fano 行为——兼具增强和抑制现象, 简单可解释为基于 BIC 共振所激发的相消干涉效应, 该设计利于选择性筛选频段。

## 结合连续变量和离散变量技术的混合量子信息处理

苏晓龙

山西大学光电研究所, 量子光学与光量子器件国家重点实验室

**摘要:** 根据所采用的量子变量不同, 量子信息分为离散变量和连续变量两大类。基于光学体系的离散变量和连续变量量子信息各有优缺点, 并行发展。混合量子信息处理结合离散变量和连续变量的技术实现量子信息处理, 能够突破离散变量和连续变量量子信息各自的限制。我们在连续变量量子资源的基础上, 结合减光子技术, 开展混合量子信息处理。我们通过从压缩真空态中减光子实验制备了光学薛定谔猫态, 随后, 通过在线压缩操作实现了压缩猫态的制备和操控。近期, 我们基于远程分发的高斯纠缠态, 通过本地减光子操作, 实验实现了非高斯态和光学猫态的远程制备, 为远程量子信息处理提供了量子资源。此外, 我们提出了一种结合离散变量和连续变量量子密钥分发系统的混合量子密钥分发网络, 为实用化量子密钥分发网络提供了一种有效途径。

**关键词:** 压缩态, 减光子, 混合量子信息, 量子密钥分发

## 激光频率噪声的表征与反馈控制

王雅君<sup>1,2</sup>、李瑞鑫<sup>1</sup>、焦南婧<sup>1</sup>、安炳南<sup>1</sup>、郑耀辉<sup>1,2</sup>

1 山西大学, 光电研究所, 量子光学与量子光学器件国家重点实验室

2 山西大学, 极端光学协同创新中心

**摘要:** 光场频率可以携带更多的目标信息, 比如距离、速度、位置等, 使得激光频率表征在相干通信、高分辨率光谱、光学原子钟、引力波探测和量子态制备等方面有着广泛的应用。目前商用激光器虽然具有  $< 1 \text{ kHz}$  的线宽和较低的频率噪声, 但仍然不能满足一些高频率稳定性精密测量应用场合的要求, 因此需要发展精密的频率表征和噪声抑制技术。

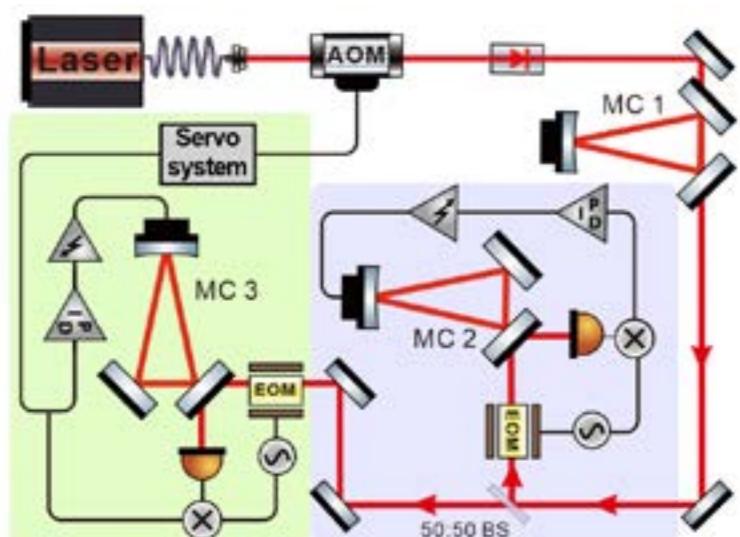


图 1 激光频率噪声的表征与反馈控制实验装置图

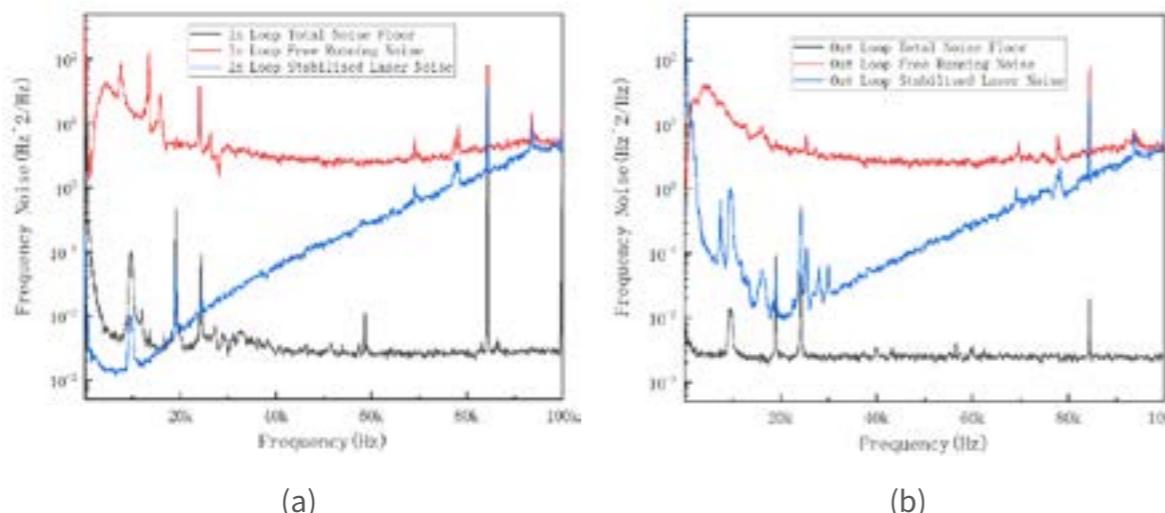


图 2 (a) 反馈控制内环噪声评估结果; (b) 反馈控制外环噪声评估结果

我们发展了光学谐振腔作为鉴频器提取频率噪声的高灵敏传感技术(如图 1 所示), 通过分析传感器本底噪声源, 建立了噪声表征的方法和模型, 提高了频率噪声提取的信噪比。在系统优化本底噪声后, 构建了以声光调制器为执行器件的高增益主动反馈控制环路, 首次实现了百 kHz 频率带宽内内环环路与外环环路抑制噪底相当的水平, 频率噪声抑制幅度最高接近 30 dB, 频率噪底降低至  $10^{-3} \text{ Hz}^2/\text{Hz}$ , 达到内环环路反馈控制上限, 如图 2 所示。该方法具有高灵敏、高稳定鉴频特性, 结合主动反馈控制技术, 具有普适性, 为高精度计量领域的发展提供了关键技术。

**关键词:** 频率噪声, 鉴频器, 主动反馈控制

**资助项目:** 国家重点研发计划(批准号: 2020YFC2200402)、国家自然科学基金(批准号: 62027821, 62225504, 11874250, 62035015)、山西省重点研发计划(批准号: 202102150101003)、山西省三晋学者特聘教授项目。

### 参考文献:

- [1] E.D.Black, "An introduction to Pound-Drever-Hall laser frequency stabilization," American Journal of Physics 69, 79-87 (2001).
- [2] A. Spencer, B. Barr, A. Bell, J. Briggs, A. Minty, B. Sorazu, J. Wright, and K. Strain, "Frequency noise stabilisation of a 1550 nm external cavity diode laser with hybrid feedback for next generation gravitational wave interferometry," Opt. Express 30, 22687 (2022).
- [3] N. Jiao, R. Li, Y. Wang, W. Zhang, C. Zhang, L. Tian, and Y. Zheng, "Laser phase noise suppression and quadratures noise intercoupling in a mode cleaner," Optics & Laser Technology 154, 108303 (2022).
- [4] P. Kwee, C. Bogan, K. Danzmann, M. Frede, H. Kim, P. King, J. Pöld, O. Puncken, R. L. Savage, F. Seifert, P. Wessels, L. Winkelmann, and B. Willke, "Stabilized high-power laser system for the gravitational wave detector advanced LIGO," Opt. Express 20, 10617 (2012)
- [5] C. Cahillane, G. L. Mansell, and D. Sigg, "Laser frequency noise in next generation gravitational-wave detectors," Opt. Express 29, 42144 (2021).

## 基于氮化钛 / 碳化钛异质结微纳光纤的全光克尔开关

刘启东、王可、王振洪、宋宇峰  
深圳大学

**摘要：**随着通信容量和通信网络的发展，光纤通信对信号处理提出了更高的要求。为了克服电子瓶颈的限制，提出了全光信号处理的概念。利用氮化钛 / 碳化钛异质结微纳光纤优异的光学非线性效应，首次提出了一种基于氮化钛 / 碳化钛异质结微纳光纤的新型光克尔开关，该装置基于光克尔效应，利用强光改变光纤中弱光的偏振态，从而改变通过偏振器输出的信号光的强度。该装置如图一所示，其中泵浦光由一个可调谐激光器产生，经过一个掺铒光纤放大器放大后通过一个带通滤波器抑制放大器的放大自发辐射。本文通过调节泵浦光的功率大小，实现了 C 波段中对信号光的幅度调制，证实了该结构优异的非线性效应。当泵浦光功率为 200mW 时，信号光的最大消光比达到 27dB。该器件结构紧凑，具有与当前高速光纤通信网络集成的强大潜力，通过非线性效应为全光信号处理提供了可行的方法，在全光信号处理领域具有广阔的应用前景。

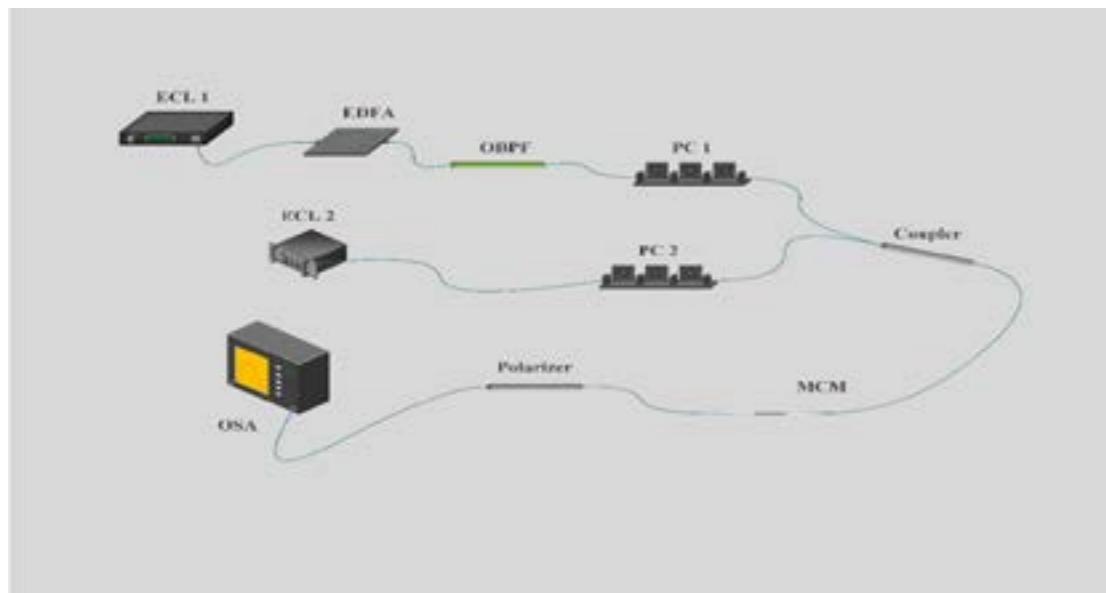


图 1 基于氮化钛 / 碳化钛异质结微纳光纤的全光克尔开关装置图

**关键词：**全光信号处理、克尔开关、微纳光纤

## 碳化硅色心量子传感

王俊峰  
四川大学物理学院

**摘要：**近年来，碳化硅色心由于其易于加工集成，优异的光学性质，长的自旋相干时间，吸引了人们越来越多的关注，它是当前固态量子信息领域的非常前沿方向之一。碳化硅色心具有以下优点：一、碳化硅是第三代半导体，有成熟的生长和微纳加工工艺，基于碳化硅色心的量子技术便于扩展。二、碳化硅色心波长处在近红外波段。三、自旋相干时间长。因此研究基于碳化硅色心的性质是非常重要的。本报告结合自己的工作，介绍碳化硅色心量子传感一些应用。主要分为三部分，第一部分介绍碳化硅色心的研究背景。第二部分介绍碳化硅色心磁场、电场、温度、应力、高压等几方面的量子传感应用。第三部分总结和展望碳化硅色心量子传感的未来的应用。

## 从二维到高 Bell 无漏洞检验

胡晓敏<sup>1,2</sup>

1 中科院量子信息重点实验室;

2 中国科学技术大学

**摘要:** Bell 不等式的违背展示了量子力学和经典实在论强烈的冲突, 无漏洞的 Bell 不等式的违背不仅能够加深我们对量子力学的认识, 并且是非常多设备无关量子信息任务的基础。经过多年的努力, 各国的科学家已经在光学系统<sup>[1,2]</sup>, nv 色心系统<sup>[3]</sup>, 原子系统<sup>[4]</sup>中是实现了无漏洞 Bell 测试, 并且将其应用到了设备无关的随机数发生器[5], 量子密钥分发<sup>[6,7]</sup>等任务中。然而现在所有的 Bell 无漏洞测试都集中在二维系统中实现 (qubit), 在高维系统 (qudit) 中还没有相关的实验研究。在自然界中大多数的粒子都处于多能级纠缠, 相对于二维纠缠, 高维纠缠在自然界中更为广泛的存在。于此同时相对于二维纠缠, 高维纠缠有很多优势: 更高的信道容量, 更强的噪音抵抗能力, Bell 不等式的违背量更大等。类似于二维 Bell 无漏洞测试, 高维的 Bell 测试也需要克服如下三个漏洞: 1、探测效率漏洞; 2、自由选择测量基漏洞; 3、类空间隔漏洞。其中第一个漏洞可以通过将探测效率提高到一个确定的阈值来避免。对于二维体系来说, 对称探测效率的情况下探测效率的阈值是 66.6%。值得关注的是, 在高维的情况下这个阈值会降低, 以我们实验为例, 在 4 维纠缠态的情况下, 探测效率的阈值会降低到 61.8%。这将增加无漏洞 Bell 测试或者设备无关任务的鲁棒性。我们发展出探测效率大于 71% 的四维纠缠源, 态制备的保真度达到 99.5%。我们使用这个纠缠源首次实现了高维的无探测效率漏洞的高维 Bell 不等式测试[8]。我们也利用商用多芯光纤对高维路径纠缠进行了 11km 的有效分发[9]。结合两种技术我们有望实现同时关闭三个漏洞的高维 Bell 测试。为性能更加优异的设备无关量子信息任务提供可行的技术路线。

**关键词:** 量子纠缠; 量子关联; Bell 不等式; 设备无关量子信息; 量子网络。

### 参考文献:

- [1] Marissa Giustina, et, al Significant-Loophole-Free Test of Bell's Theorem with Entangled Photons, PRL 115, 250401 (2015).
- [2] Lynden K. Shalm, et, al Strong Loophole-Free Test of Local Realism, PRL 115, 250402 (2015).
- [3] B. Hensen, H. Bernien, A. E. Dréau, A. Reiserer, N. Kalb, M. S. Blok, J. Ruitenberg, R. F. Vermeulen, R. N. Schouten, C. Abellán, et al., Nature 526, 682 (2015).
- [4] W. Rosenfeld, D. Burchardt, R. Garthoff, K. Redeker, N. Ortegel, M. Rau, and H. Weinfurter, Phys. Rev. Lett. 119, 010402 (2017).

- [5] Y. Liu, Q. Zhao, M.-H. Li, J.-Y. Guan, Y. Zhang, B. Bai, W. Zhang, W.-Z. Liu, C. Wu, X. Yuan, et al., Nature 562, 548 (2018).
- [6] D. P. Nadlinger, et al, Experimental quantum key distribution certified by Bell's theorem, Nature 607, 682–686 (2022)
- [7] Wei Zhang, et al, A device-independent quantum key distribution system for distant users, Nature 607, 687–691 (2022)
- [8] Xiao-Min Hu, Chao Zhang, Bi-Heng Liu, Yu Guo, Wen-Bo Xing, Cen-Xiao Huang, Yun-Feng Huang, Chuan-Feng Li, Guang-Can Guo, High-Dimensional Bell Test without Detection Loophole, PRL 129 (6), 060402(2022)
- [9] Xiao-Min Hu, Wen-Bo Xing, Bi-Heng Liu, De-Yong He, Huan Cao, Yu Guo, Chao Zhang, Hao Zhang, Yun-Feng Huang, Chuan-Feng Li, Guang-Can Guo, Efficient distribution of high-dimensional entanglement through 11 km fiber, Optica 7 (7), 738-743(2020)

## 激光基座晶体生长炉的研发及晶体光纤的生长研究

武安华<sup>1\*</sup>, 戴云<sup>1</sup>, 张中晗<sup>1</sup>, 苏良碧<sup>1</sup>, 余建军<sup>2</sup>, 丁雨憧<sup>2</sup>

1 中国科学院上海硅酸盐研究所

2 中国电子科技集团公司第二十六研究所

**摘要:** 激光单晶光纤能有效解决玻璃光纤激光器低损伤阈值、低热导率和严重的非线性效应，在高功率激光器领域有很强的应用潜力，代表着激光晶体的一个重要的研究方向。激光加热基座法采用激光加热、温度高，可以满足不同熔点晶体的需要且生长不需要坩埚，外界污染小，可生长直径细、掺杂浓度高的激光单晶光纤，在新材料探索、激光性能优化方面具有很大开发价值。

本文介绍了我们在激光加热基座晶体生长炉的设计，研制等一系列系统性的研究工作。研制出具有自主知识产权的基座加热法激光晶体光纤生长炉，能效解决了激光加热基座光纤炉因温度梯度大造成的问题，实现直径小于 200 μm 的晶体光纤的成功生长。

### 参考文献:

- [1] SOLEIMANI N, POTTING B, GEBREMICHAEL E, et al. Journal of Crystal Growth, 2014, 393: 18
- [2] Dawson J W, MESSERLY M J, BEACH R J, M.Y, et al. Optics Express, 2008, 16(17): 13240
- [3] WANG T, ZHANG J, ZHANG N, et at.. RSC Advances, 2019, 9: 22567.

## 20 W 单频连续波 1178 nm 金刚石拉曼激光器研究

孙玉祥<sup>1</sup>、杨学宗<sup>1\*</sup>、李牧野<sup>1</sup>、冯衍<sup>1</sup>

1 国科大杭州高等研究院

**摘要:** 1.2 μm 单频激光光源在激光遥感、生物医疗和激光通信等领域具有重要的研究和应用价值。由于 1.2 μm 波段缺乏高效增益介质，获得该波段高功率激光输出极具挑战性。受激拉曼散射是一种拓展激光波长的高效手段，有着输出波长灵活和自相位匹配等优点。单晶金刚石作为拉曼增益介质，具有拉曼增益系数大 (10 cm/GW)、拉曼频移宽 (1332.3 cm<sup>-1</sup>)、热导率高 (2200 W/m·K)、通光范围广 (>230 nm) 等优势，在高功率单频连续波拉曼激光方面已取得重要突破<sup>[1-3]</sup>。

基于单频金刚石拉曼激光技术及非线性纵模抑制技术，通过主动调控二次谐波晶体的相位匹配，在保证多纵模有效抑制情况下，减少二次谐波转化对基频光的损耗，可以实现高功率、单纵模基频拉曼光输出。采用 1018 nm 宽光谱的掺镱光纤激光器作为泵浦源，在简单的驻波谐振腔中实现单频 1178 nm 近红外光波段激光输出，图 1 为单频金刚石拉曼激光装置示意图<sup>[4]</sup>。在最高泵浦光功率 82 W 时，获得输出功率 20 W 的 1178 nm 单纵模拉曼激光输出，转化效率为 24%，斜率效率为 38%。图 2 为拉曼光、倍频光、残余泵浦光功率随二次谐波晶体温度的变化及拉曼光的纵模特性。最高 82 W 输出功率时的 1018 nm 泵浦光线宽为 11.6 GHz，20 W 拉曼光的中心波长为 1178.1 nm，单纵模拉曼光线宽为 67 MHz (F-P 扫描干涉仪分辨率极限)。因此，多纵模泵浦光到单纵模拉曼光的功率光谱密度增强因子超过 173。

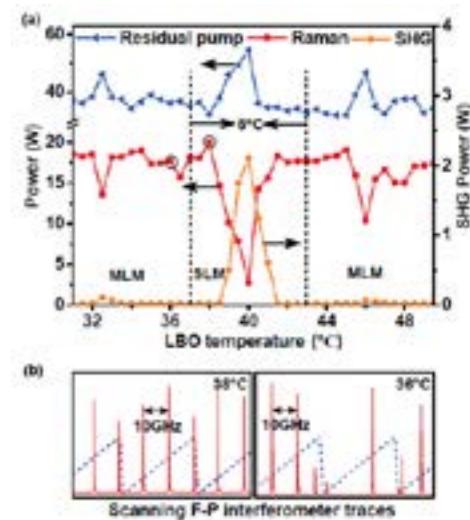
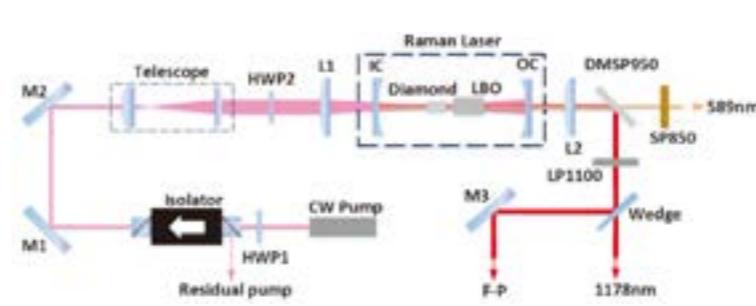


图 1. 单频 1178 nm 金刚石拉曼激光器结构示意图。图 2. (a) 倍频晶体温度调节过程中残余泵浦、拉曼光和倍频光功率变化；(b) 倍频晶体 38°C 和 36°C 下法布里 - 珀罗扫描干涉仪测量的单纵模和多纵模 Stokes 光信号图（蓝色虚线为内置扫描电压信号，红色实线为输出信号）。

该研究基于驻波腔金刚石拉曼方案，通过引入非线性纵模增益竞争，以技术成熟的掺镱光纤激光器作为泵浦源，获得了功率高达 20W 的 1178nm 单频激光输出。金刚石晶体具有超高的热导率和低热膨胀系数，高功率运行时，晶体热透镜效应较弱，因此金刚石拉曼激光技术为百瓦、千瓦级功率的单频激光器提供一种极具潜力的技术方案。

**关键词：**金刚石激光器、受激拉曼散射、单频激光器、二次谐波产生

**资助项目：**国家自然科学基金青年基金项目 (62005073)；河北省自然科学基金青年基金项目 (F2020202026)

#### 参考文献：

1. X. Yang, Z. Bai, D. Chen, W. Chen, Y. Feng, and R. P. Mildren, "Widely-tunable single-frequency diamond Raman laser," *Opt. Express* 29, 29449-29457 (2021).
2. X. Yang, O. Kitzler, D. J. Spence, R. J. Williams, Z. Bai, S. Sarang, L. Zhang, Y. Feng, and R. P. Mildren, "Single-frequency 620 nm diamond laser at high power, stabilized via harmonic self-suppression and spatial-hole-burning-free gain," *Opt. Lett.* 44, 839-842 (2019).
3. X. Yang, O. Kitzler, D. J. Spence, Z. Bai, Y. Feng, and R. P. Mildren, "Diamond sodium guide star laser," *Opt. Lett.* 45, 1898-1901 (2020).
4. Y. Sun, M. Li, R. P. Mildren, Z. Bai, H. Zhang, J. Lu, Y. Feng, and X. Yang, "High-power continuous-wave single-frequency diamond Raman laser at 1178 nm," *Applied Physics Letters* 121, 141104 (2022).

## 量子相干效应引发 $\text{Bi}_2\text{S}_3$ 中相干光电流的产生和调控

何宇航<sup>1</sup>、陈宇轩<sup>1</sup>、田震<sup>1†</sup>、戴建明<sup>1\*</sup>

1 天津大学太赫兹研究中心，天津大学精密仪器与光电子工程学院

**摘要：**量子相干效应是半导体中产生和控制超快光电流的有效方法，其原理是利用从同一价带到导带具有不同跃迁路径之间的量子相干导致半导体中载流子的不对称分布<sup>[1]</sup>。如图 1 (a) 所示，在本工作中，实验上利用共线相位补偿器 (In-line phase compensator)<sup>[2]</sup> 实现了基频光 (800 nm) 和倍频光 (400 nm) 的共线传输。利用上面获得的双色飞秒脉冲激光激发硫化铋 ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ) 薄膜材料，通过太赫兹 (THz) 时域光谱系统间接监测产生的光电流。如图 1 (b) 所示，在量子相干效应的作用下，硫化铋材料中实现了不对称的载流子分布，导致了相干注入光电流和相应的太赫兹波辐射产生<sup>[3]</sup>。此外，实验中太赫兹波电场强度与泵浦脉冲能量的依赖性结果表明，硫化铋材料中的太赫兹波辐射产生过程遵循三阶非线性光学过程并且可以通过四波混频理论来解释<sup>[4]</sup>。实验结果还表明，通过改变基频光和倍频光之间的相对相位可以实现对硫化铋材料中产生太赫兹波辐射的相干调控 (如图 1 (c) 所示)，即实现了对硫化铋材料中相干光电流的调控。因此，利用量子相干效应对硫化铋材料中相干光电流的研究不仅为中心对称材料中太赫兹波辐射的产生提供了有力的方法，而且为半导体材料中的全光调控开辟了一条新的途径，并将影响新型半导体光电器件的发展。

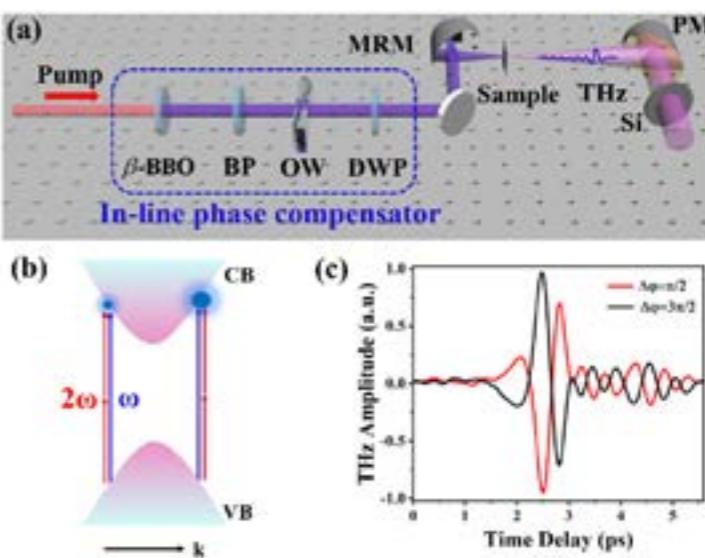


图 1. (a) 双色场激发  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  产生光电流的实验装置示意图，BP: 双折射晶体，OW: 光楔，DWP: 双波长波片；(b) 双色场激发半导体材料引发的量子相干效应机理图；(c) 在相对相位为  $\pi/2$  和  $3\pi/2$  时极性反向的太赫兹波波形。

**关键词：**量子相干效应，相干光电流，太赫兹波

资助项目：国家自然科学基金（No. 62075157, 61875151）及国家重点研发计划（No. 2017YFA0701000）

#### 参考文献：

- [1] R. Atanasov, A. Haché, J. L. P. Hughes, H. M. Van Driel, and J. E. Sipe, Phys. Rev. Lett. **76**, 1703 (1996).
- [2] J. Dai, N. Karpowicz, and X. C. Zhang, Phys Rev Lett **103**, 023001 (2009).
- [3] Y. He, Y. Chen, C. Lu, Y. Zhang, Z. Tian, X. Xu, and J. Dai, Opt Lett **47**, 1206 (2022).
- [4] J. M. Dai and X. C. Zhang, Opt Lett **39**, 777 (2014).

## 熔融石英中受激布里渊散射的增益特性

陈彬<sup>1</sup>、白振旭<sup>1</sup>、浑宣宁<sup>1</sup>、王建平<sup>1</sup>、吕志伟<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 河北工业大学

**摘要：**受激布里渊散射（SBS）<sup>[1]</sup>是一种有效改善高功率激光系统光束质量，提升脉冲峰值功率的可靠技术<sup>[2-5]</sup>，在生物力学成像、激光加工、激光传感、激光雷达等领域有着广泛的应用<sup>[6-8]</sup>。本报告从理论上和实验上研究了 SBS 在熔融二氧化硅中的能量反射率和脉宽压缩比与聚焦位置、泵浦能量、光束直径和焦距的关系。我们采用分布噪声模型和耦合波动方程来模拟不同增益特性下的反射能量和时间波形。建立了实验系统验证了数值模拟的准确性。结果表明，在相同的泵浦和聚焦参数下，由于聚焦位置的不同，SBS 阈值和能量反射率存在显著差异。增益特性的差异是 SBS 输出差异的决定性因素。通过优化实验设置提高增益强度，可以降低 SBS 阈值，提高能量反射率，生成不同特性的斯托克斯波形。该工作为利用短长度固态光学材料生成 SBS 铺平了道路，对于固体介质在高功率和片上激光系统等复杂场景中的应用和发展具有重要价值<sup>[9-12]</sup>。

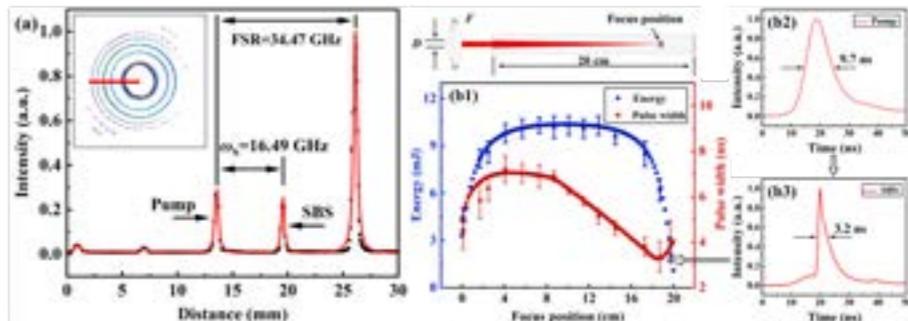


图 1 (a) SBS 频移，（插图：泵浦光与 SBS 的干涉图，计算间隔为内嵌红线位置），(b) 不同聚焦位置的输出能量和脉宽。

**关键词：**受激布里渊散射，固体介质，增益特性，聚焦参数，时域特性

**资助项目：**本研究得到国家自然科学基金(61927815)，河北工业大学学科交叉方向研究生培养专项(HEBUT-Y-XKJC-2021101)的资助。

#### 参考文献：

- [1] Maier M, Rother W, Kaiser W. Time - Resolved Measurements of Stimulated Brillouin Scattering[J]. Applied Physics Letters, 1967, 10(3): 80-82.
- [2] Hon D T. Pulse compression by stimulated Brillouin scattering[J]. Optics Letters, 1980, 5(12): 516-518.

- [3] Brignon A, Huignard J P. Phase conjugate laser optics[J]. 2004: 19-57.
- [4] Tsubakimoto K, Yoshida H, Miyanaga N. High-average-power green laser using Nd: YAG amplifier with stimulated Brillouin scattering phase-conjugate pulse-cleaning mirror[J]. Optics Express, 2016, 24(12): 12557-12564.
- [5] Liu Z, Fan R, Jin D, et al. Quarter acoustic period pulse compression using stimulated Brillouin scattering in PF-5060[J]. Optics Express, 2022, 30(8): 12586-12595.
- [6] Remer I, Shaashoua R, Shemesh N, et al. High-sensitivity and high-specificity biomechanical imaging by stimulated Brillouin scattering microscopy[J]. Nature Methods, 2020, 17(9): 913-916.
- [7] Wang Y, Cui C, Lu Z, et al. Beam spatial intensity modification based on stimulated Brillouin amplification[J]. Optics Express, 2022, 30(20): 35792-35806.
- [8] Shi J, Xu J, Guo Y, et al. Dependence of stimulated Brillouin scattering in water on temperature, pressure, and attenuation coefficient[J]. Physical Review Applied, 2021, 15(5): 054024.
- [9] Chen H, Bai Z, Yang X, et al. Enhanced stimulated Brillouin scattering utilizing Raman conversion in diamond[J]. Applied Physics Letters, 2022, 120(18): 181103.
- [10] Kim D G, Han S, Hwang J, et al. Universal light-guiding geometry for on-chip resonators having extremely high Q-factor[J]. Nature communications, 2020, 11(1): 1-7.
- [11] Botter R, Ye K, Klaver Y, et al. Guided-acoustic stimulated Brillouin scattering in silicon nitride photonic circuits[J]. Science advances, 2022, 8(40): eabq2196.
- [12] Chen B, Bai Z, Zhao G, et al. Compound cavity passively Q-switched single-longitudinal-mode diode-pumped laser[J]. Frontiers in Physics, 2022: 64.

## 拓扑光波导中的拓扑边界态的传输调控

张用友 \*

北京理工大学

**摘要：**作为数学概念，拓扑自被引入物理学中便受到极大关注，相继发展出拓扑电子学、拓扑光学、拓扑声学等。此中最受关注的现象之一当属拓扑边界态对系统局域扰动的免疫性，该现象可以用作无散射的拓扑波导。然而，正是这种拓扑边界态对局域扰动的免疫性让调控拓扑边界态的传输面临挑战。本报告将从拓扑的形成机制方面考虑，提出通过破坏保护拓扑的对称性的方案来调控拓扑边界态的传输。基于此思想，我们在拓扑光学系统中从理论上实现了拓扑保护的完美反射<sup>[1]</sup>、拓扑 Fano 共振线型<sup>[2]</sup>、拓扑保护的声学开关<sup>[3]</sup>、拓扑保护的诱导透明峰<sup>[4]</sup>、拓扑保护的外点<sup>[5]</sup>等。这些结果对实现拓扑光学的实际应用有较大的促进作用。下图左列展示了单模光学腔对拓扑边界态传输的调控，拓扑边界态透射谱在微腔的共振频率处被 100% 反射。右列给出了两个光学腔调控拓扑边界态传输的一个情况，当两个腔的模式频率不一致时，在其中间出现等诱导透明线型。

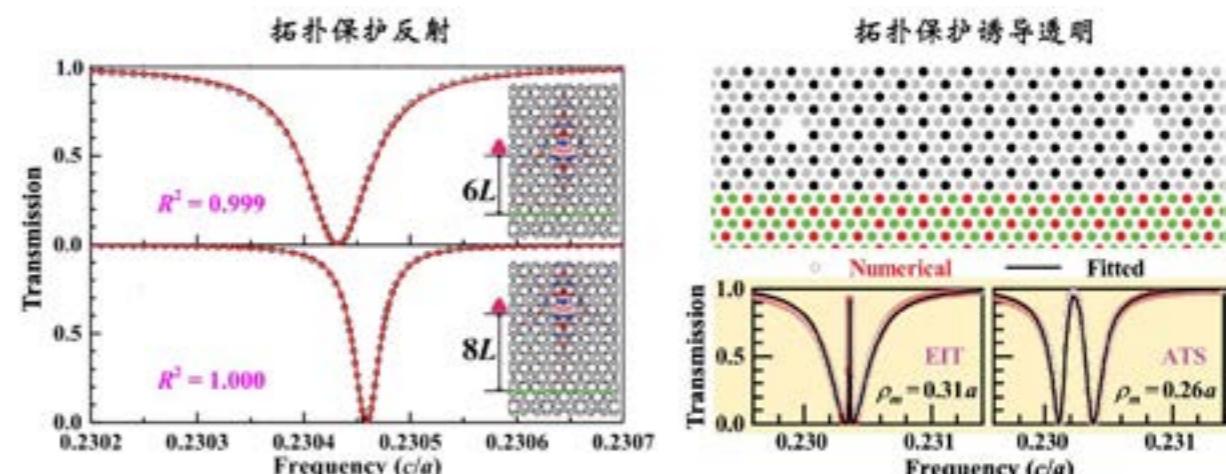


图 1：左列展示侧边光学微腔在其共振频率处对拓扑边界态传输的完美反射，右列表示当两个侧边腔模式频率不一致时在它们中间频率处出现诱导透明透射峰。

**关键词：**拓扑光学、拓扑边界态、拓扑波导、光学腔、调控

**资助项目：**国家自然科学基金 (11304015、12074037)

**参考文献:**

- [01]. Chang-Yin Ji, Gui-Bin Liu, Yongyou Zhang, Bingsuo Zou, and Yugui Yao. Phys. Rev. A **99**, 043801 (2019).
- [02]. Chang-Yin Ji, Yongyou Zhang, Bingsuo Zou, Yugui Yao. Phys. Rev. A **103**, 023512 (2021).
- [03]. Chang-Yin Ji, Yongyou Zhang, Yunhong Liao, Xiaoming Zhou, Jian-Hua Jiang, Bingsuo Zou, and Yugui Yao. Phys. Rev. Research **2**, 013131 (2020).
- [04]. Junhua Dong, Bingsuo Zou, Yongyou Zhang. Appl. Phys. Lett. **119**, 251101 (2021).
- [05]. Junhua Dong, Qingmei Hu, Chang-yin Ji, Bingsuo Zou, Yongyou Zhang. New J. Phys. **23**, 113025 (2021).

稿件编号	标题 / 作者 / 单位
<b>3、先进激光材料及器件 - 张贴报告</b>	
Laser2022-0922-8	<b>Dy<sup>3+</sup>-Tm<sup>3+</sup> 稀土共掺磷酸盐玻璃的发光特性研究</b> 张涛 <sup>1</sup> ; 王培安 <sup>1</sup> ; 崔彩霞 <sup>1*</sup> 1. 桂林电子科技大学
Laser2022-0923-10	<b>半导体激光外腔腔长对体 Bragg 光栅锁频特性的影响</b> 王伟康 <sup>1</sup> ; 罗薇 <sup>2</sup> ; 朱永刚 <sup>2</sup> ; 杨国文 <sup>2</sup> ; 袁孝 <sup>1,3*</sup> 1. 苏州大学光电科学与工程学院; 2. 度亘激光技术(苏州)有限公司; 3. 江苏省先进光学制造技术重点实验室与现代光学技术教育部重点实验室
Laser2022-1015-5	<b>基于二硒化铌的 1.5 μm 被动调 Q 光纤激光器</b> 郭伟钦 <sup>1*</sup> ; 肖晓晟 <sup>2</sup> ; 李星星 <sup>1</sup> ; 张玲 <sup>3</sup> 1. 五邑大学智能制造学部, 数字光芯片联合实验室, 广东江门 529020; 2. 北京邮电大学, 电子工程学院, 北京 100876; 3. 中国科学院半导体研究所, 中国科学院半导体材料科学重点实验室, 北京 100083
Laser2022-1105-3	<b>Yb<sup>3+</sup>/Ho<sup>3+</sup>/Tm<sup>3+</sup> 三掺杂 LiTaO<sub>3</sub> 多晶材料的上转换发光特性</b> 张涛 <sup>1</sup> ; 李振辉 <sup>1</sup> ; 崔彩霞 <sup>1*</sup> 1. 桂林电子科技大学
<b>5、非线性光学与量子光学 - 张贴报告</b>	
Laser2022-0924-1	<b>基于克尔材料的 MIM 波导结构的动态可调谐全光滤波器</b> 王冠 <sup>1</sup> ; 高亚臣 <sup>1*</sup> 1. 黑龙江大学
Laser2022-0924-2	<b>银纳米粒子掺杂的碳化钒纳米复合材料的非线性光学吸收</b> 刘佳 <sup>1</sup> ; 高亚臣 <sup>1*</sup> 1. 黑龙江大学
Laser2022-1014-5	<b>基于二氧化钒的超宽带太赫兹吸收器</b> 冯恒利 <sup>1</sup> ; 高扬 <sup>1*</sup> 1. 黑龙江大学电子工程学院
Laser2022-1015-3	<b>分数阶涡旋希尔伯特酒店的实验实现</b> 杨子祥 <sup>1</sup> 1. 武汉工程大学
Laser2022-1015-4	<b>基于空间 - 频率映射制备频域高维纠缠态</b> 杨子祥 <sup>1</sup> 1. 武汉工程大学
Laser2022-0328-1	<b>非线性偏振旋转锁模铥光纤激光器中台阶形脉冲的产生</b> 吴佟 <sup>1*</sup> 1. 中国电子科技集团公司第十一研究所

2 楼会议室：1 号多功能厅

**会场三：激光微纳技术，激光光场调控及应用**  
**2023 年 4 月 8 日**

时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：李峰，西安交通大学		
13:30-14:00	<b>低发散角光子晶体激光技术</b> 佟存柱，中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	96
14:00-14:25	<b>魔角纳米激光与转角纳腔</b> 马仁敏，北京大学	97
14:25-14:50	<b>模式可控的纳米线激光器</b> 甘雪涛，西北工业大学	98
14:50-15:00	<i>Laser2022-0913-1</i> <b>电注入亚波长光栅复合腔面发射激光器</b> 刘安金，中国科学院半导体研究所	108
15:00-15:10	<i>Laser2022-0921-3</i> <b>含时驱动光子波导阵列的拓扑物理</b> 程庆庆，上海理工大学	110
15:10-15:30	茶歇	

主持人：范飞，南开大学		
15:30-15:55	<b>钙钛矿量子点的激光与传感应用研究</b> 钟海政，北京理工大学	99
15:55-16:20	<b>基于微腔极化激元自旋轨道耦合的拓扑与非厄米现象</b> 李峰，西安交通大学	100
16:20-16:45	<b>光频磁谐振及应用</b> 徐毅，广东工业大学	101
16:45-17:10	<b>复杂结构光场的产生与模式识别</b> 付时尧，北京理工大学	102
17:10-17:20	<i>Laser2022-0308-2</i> <b>三自由度经典不可分离态光场的腔内调控</b> 张智超，北京理工大学	112
17:20-17:30	<i>Laser2022-0921-9</i> <b>受阻厄米高斯光束的自恢复及变换特性</b> 赵苏怡，北京理工大学	113

17:30-17:40	<i>Laser2022-0922-1</i> <b>基于介电超构透镜的光场偏振态纵向调控</b> 樊鑫豪，西北工业大学	115
-------------	--	-----

2023 年 4 月 9 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：杨原牧，清华大学		
13:30-14:00	<b>新型相干结构光场多维度联合调控</b> 蔡阳健，山东师范大学	103
14:00-14:25	<b>双折射管理孤子和多波长复合孤子</b> 毛东，西北工业大学	104
14:25-14:50	<b>飞秒光纤激光的多维度动力学研究</b> 韦小明，华南理工大学	105
14:50-15:15	<b>太赫兹磁光等离子体非互易传输器件</b> 范飞，南开大学	106
15:15-15:35	茶歇	

主持人：韦小明，华南理工大学		
15:35-16:00	<b>基于超构表面的多维光场感知</b> 杨原牧，清华大学	107
16:00-16:10	<i>Laser2022-0906-1</i> <b>单线圈光弹簧产生技术：具有宽拓扑荷宽度和可调中心拓扑荷</b> 林庆钢，深圳大学	117
16:10-16:20	<i>Laser2022-0923-4</i> <b>自动紧聚焦光束：有效增强纵向偏振场</b> 郭兆金，西北工业大学	118
16:20-16:30	<i>Laser2022-1028-1</i> <b>基于新型钙钛矿材料的光场调控太赫兹超表面研究</b> 李依凡，河北大学；天津大学	120
17:00-18:30	张贴报告	
18:30-20:00	晚宴	

## 低发散角光子晶体激光技术

佟存柱

中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

**摘要：**半导体激光自发明以来就具有发散角大、椭圆出光等缺点，低发散角、高光束质量、高功率半导体激光一直是发展的目标。本报告主要介绍了基于光子晶体波导调控半导体激光发散角的技术研究进展，包括一维光子晶体圆形光束激光器、双光束激光、二维光子晶体极低发散角面发射激光器等，并对技术发展趋势和面临的挑战做了总结。

**个人简介：**中科院长春光学精密机械与物理研究所研究员，国家杰出青年科学基金获得者，发光学及应用国家重点实验室常务副主任。曾先后在新加坡南洋理工大学和加拿大多伦多大学从事研究工作。目前主要从事半导体激光研究，包括高亮度半导体激光芯片、面发射激光器和碟片激光器。获吉林省技术发明奖一等奖、中国光学学会王大珩光学奖、中科院“百人计划”终期优秀奖，科研成果入选“2015 中国光学重要成果”。主持国家重点研发计划项目、自然基金重大项目课题、德国通快集团和华为公司委托项目等 20 项。发表学术论文 100 余篇，授权中国发明专利 32 项，美国专利 3 项。

## 魔角纳米激光与转角纳腔

马仁敏

中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

## 模式可控的纳米线激光器

甘雪涛  
西北工业大学

**摘要：**纳米线激光器结构紧凑、易于集成，且能耗超低，在片上通信，传感，检测等方面具有广泛的应用前景。在光通信领域中，激光器的输出模式非常重要，例如，设计窄线宽，单纵模输出激光器可以避免多频输出导致的脉冲展宽与信号串扰，提高通信带宽；设计不同横模输出的激光器，通过模式复用增加通信信道的数目，可以增加通信容量。然而，目前现有的纳米线激光器，为了提高其光学增益，往往具有较大的几何尺寸，使其模式控制受限。本报告介绍了本课题组在纳米线激光器模式控制方面的研究进展。我们结合数值模拟软件设计纳米线几何结构参数，通过金属有机化合物化学气相沉积，选区外延生长铟镓砷 / 砷化镓量子盘纳米线，实现了发光在近红外波段，单纵模输出的纳米线激光器。另外，通过控制选区外延生长中图形化衬底的图案，实现了横模可控、矢量发射的纳米线垂直腔面发射激光器。

**个人简介：**甘雪涛，男，西北工业大学教授、博士生导师、国家自然科学基金“优秀青年”项目获得者、陕西省科技新星，现任微电子学院党委书记、光场调控与信息感知工业和信息化重点实验室主任。主要从事微纳光子学、集成光电子器件等方面研究。发表 SCI 论文 130 余篇，其中第一和通信作者论文 60 余篇，包括 *Nature Photonics*、*Light Science & Applications* (4 篇)、*Optica*、*Advanced Materials*、*Advanced Functional Materials*、*Nano Letters* (3 篇)、*ACS Nano* (3 篇)、*Laser Photonics Reviews* (4 篇)、*ACS Photonics* (5 篇) 等，SCI 他引 3500 余次；授权美国发明专利 2 项，中国发明专利 6 项；撰写 2 本英文专著的各一章节。研究成果被 *Nature* 等期刊和科技媒体正面报道 30 余次。主持国家自然科学基金“优秀青年项目”、“新型光场调控物理及应用”重大研究计划 - 培育项目、“面上项目”、“青年项目”各 1 项。获陕西省高等学校科学技术一等奖（排名第一），入选爱思唯尔 2021 年度中国高被引学者。在国际国内学术会议作邀请报告 20 余次。兼任《Light: Advanced Manufacturing》期刊编委、《中国光学》《光子学报》《CPL》《CPB》《物理学报》《物理》青年编委、中国激光杂志社青年编委、全国专业标准化技术委员会委员、中国光学学会 - 光学全息与光信息处理专业委员会委员、陕西省光学学会理事、陕西省纳米科技学会理事。

## 钙钛矿量子点的激光与传感应用研究

钟海政  
北京理工大学

**摘要：**钙钛矿量子点是一类新型光学与光电子材料，具有发光性质优异容易集成等特点。特别是原位制备的钙钛矿量子点光学膜具有容易图案化和集成的特点，为很多光学应用提供了基于。我们通过钙钛矿量子点材料与光学结构结合，可以实现低阈值的窄发射。进一步与 DBR 反射腔结合实现了力学传感，与光纤结合实现了气体传感。本报告主要报告我们在材料制备和应用探索的一些进展

**个人简介：**钟海政，北京理工大学材料学院，教授、博导（材料科学与工程、光学工程），*The Journal of physical Chemistry Letters* 执行主编，主要从事量子点应用技术研究，在 *Nature Photonics*、*Nature Nanotechnology*、*Advanced Materials*、*Light Science & Applications* 等期刊上发表论文 200 余篇，所有论文 Google 引用 13000 余次，入选爱思唯尔 2020、2021 年中国高被引学者。申请中国专利 90 余项，授权国内发明专利 30 项，国外发明专利 9 项，为 3 本专著撰写章节，在包括美国 SID 显示年会、“欧洲显示 2015 年会”、日本显示年会、IEEE Photonics 2018 年会等重要国内外会议上做邀请报告 30 余次。2018 年获得北京市科学技术奖励二等奖（排名 2/10），2019 年获得日本 IDW 显示技术最佳论文奖。

## 基于微腔极化激元自旋轨道耦合的拓扑与非厄米现象

李峰  
西安交通大学

**摘要：**微腔激子极化激元 (exciton-polariton) 是一种半光半物质的准粒子，由光学微腔中的光子与腔内发光材料中的激子通过强耦合作用形成。高品质的法布里 - 珀罗 (Fabry-Perot) 光学微腔作为研究激子极化激元的重要实验平台，其各向异性的偏振劈裂特征形成了等效的光子规范场，产生了极化激元的自旋轨道耦合效应，开启了微腔自旋光子学 (spinoptronics) 的新领域。在本报告中，我将介绍包含偏振各向异性激子材料的微腔中的 TE-TM 劈裂、线性双折射以及宏观旋光性等效应共同构建的等效光子场，以及在此基础上观测到的非平庸拓扑能谷、极化激元能带上的非厄米奇异点、发散量子度规以及圆偏振极化激元激光等有趣现象。

**个人简介：**李峰，西安交通大学教授、博士生导师，西安交通大学电信学部宽禁带半导体与量子器件研究所副所长，2008 年至 2017 年先后在加拿大麦吉尔大学、法国国家科研中心、英国谢菲尔德大学学习和工作，入选国家级青年人才项目。主要研究方向为光学微腔及光学微纳结构中的光与物质相互作用、自旋轨道耦合、拓扑、量子效应及其应用等。在国际顶级期刊 Physical Review Letters, Nature Communications, ACS Nano, Optica 等发表学术论文多篇，主持国家自然科学基金项目两项，陕西省科技创新团队带头人。

## 光频磁谐振及应用

徐毅  
广东工业大学

**摘要：**亚波长尺寸光学结构可对光产生谐振散射效应，是光学天线的重要组分之一。其散射光的偏振特性、强度空间分布及光谱信息等多维光学响应与颗粒的尺寸、介电常数与磁导率相关。然而自然界材料在光频段的磁响应非常弱，常被其电响应掩盖。如能增强非磁性光学天线对光信号磁场分量的响应可为光场调控增加一个维度，具有重要的科学意义和应用价值。本报告将讨论如何提升非磁性光学天线的磁谐振响应，并通过谐振间的电磁耦合实现对光学结构时空色散的融合调谐，以期提升磁谐振的品质因子，并探讨其在光信号传输调控方面的潜在应用。

**个人简介：**徐毅，教授，博导，主要研究方向为光场调控技术及应用，在 Nature Photonics, Physical Review Letters, Nature Communications, Applied Physical Letters 和 Physical Review A/B/Applied 等光学权威期刊上发表学术论文 80 余篇，承担基金委优秀青年科学基金和“光场调控”重大研究计划培育项目等科研项目 10 余项。

## 复杂结构光场的产生与模式识别

付时尧  
北京理工大学

**摘要：**光束角动量调控是当前光学领域的研究前沿之一，通过对光束的自旋及轨道角动量调控可以获得具有各向异性偏振及波面分布的复杂结构光束，在光通信、激光加工、高分辨率成像、量子技术、光镊等领域有着广阔的应用前景。本报告主要聚焦本课题组在复杂结构光场的生成与模式识别方面的最新进展，主要介绍矢量涡旋光束激光器、结构光场多自由度协同调控、高维轨道角动量光梳、高维激光阵列光源等一系列复杂结构光场生成技术，单片光子轨道角动量分束器、通用光束轨道角动量谱测量、深度学习辅助光束轨道角动量谱测量等光束轨道角动量模式识别技术。最后，还将介绍我们在复杂结构光场的应用方面的研究进展。

**个人简介：**付时尧，北京理工大学副研究员、博士生导师。主要研究方向为激光光场调控技术、新型全固态激光器等。2019 年入选人力资源和社会保障部博士后创新人才支持计划，作为项目负责人主持国防基础科研计划、国家自然科学基金、博新计划、博士后科学基金面上（一等）资助等纵向科研项目，及横向项目若干。发表 SCI 收录论文 40 余篇，获授权国家发明专利 18 项，出版专著 1 部。曾获中国光学学会王大珩光学奖、中国电子学会优秀博士学位论文、工业和信息化部工信创新特等奖、第九批首都市民学习之星等。相关科研成果多次被人民网、中国青年报等主流媒体报道。现为中国光学学会高级会员、中国激光与光电子行业协会激光应用分会青年委员、《红外与激光工程》青年编委、北京光学学会委员、Frontiers in Physics 客座编辑，Nature Communications、Light: Science & Applications、PhotoniX、Photonics Research、Optics Letters 等多个学术期刊审稿人。

## 新型相干结构光场多维度联合调控

蔡阳健  
山东师范大学·物理与电子科学学院

**摘要：**随着人类对激光应用领域不断拓展，对不同激光性能及需求日益多样化，光场调控技术应运而生。除调控振幅、相位、偏振外，相干性作为光场空域调控的第四个自由度，近些年受到了广泛关注。光场相干性调控可引发一系列独特的物理效应，在自由空间光通信、经典光“鬼”成像、远场探测等领域发挥着重要作用。报告将基于相干结构调控原理，阐述各类型相干结构光场的产生机理，探究新型相干结构光场的传输演化特性，并结合共径干涉系统，阐述实现新型结构光场振幅、相位、偏振及相干结构多维度联合调控原理，最终基于新型相干结构光场调控技术实现信息加载。

**个人简介：**蔡阳健，男，1977 年 12 月出生，博士，山东师范大学物理与电子科学学院院长、教授、博士生导师、国家杰出青年科学基金获得者、美国光学学会会士、全国百篇优秀博士学位论文获得者、德国洪堡基金获得者。主持国家自然科学基金重大项目课题、国家自然科学基金重大研究计划重点项目等。发表学术论文 400 多篇，被引 14000 多次。担任十个国家内外期刊主编、副主编、专题编辑、编委。

## 双折射管理孤子和多波长复合孤子

毛东

西北工业大学物理科学与技术学院

**摘要:** 在正色散区, 因自相位调制效应的作用, 所得自相似脉冲和耗散孤子均具有巨大的线性啁啾, 脉冲宽度为数十至数百皮秒。因此, 在无色散补偿的情况下, 如何在正色散光纤激光器中产生近零啁啾脉冲是一个极具挑战的难题。另一方面, 由于群速度色散的影响, 脉冲传输速度与工作波长相关, 导致不同波段锁模脉冲在腔内独立演化并周期性地碰撞。因此, 如何在光纤激光器中产生多波长同步锁模孤子是超快激光领域的难点之一。针对上述问题:

(1) 提出了包含光纤双折射、色散、非线性效应的相位匹配理论, 在正色散光纤激光器中引入保偏光纤控制脉冲正交偏振分量的传输特性, 模拟发现并实验获得了近零啁啾的锁模脉冲, 将之命名为“双折射管理孤子”。(2) 在光纤谐振腔中引入周期性群延迟, 调控不同波段激光的有效光程, 获得了 2 至 5 个波长的复合孤子, 发现群延迟补偿和可饱和吸收效应导致多波长孤子的同步和重叠。

**个人简介:** 毛东, 男, 西北工业大学教授, 博导, 物理科学与技术学院副院长, 陕西省杰出青年科学基金获得者, 入选爱思唯尔 2020 年度中国高被引学者。从事光纤激光理论与技术方面研究。曾获中科院“优秀博士学位论文”奖、“中国百篇最具影响学术论文”奖等, 主持国家自然科学基金 4 项, 担任中国激光杂志社、COL、Ultrafast Science、Frontiers of Physics 青年编委。在 Nature Communications、Light: Science & Applications、Physical Review Applied、Small、Physical Review A、Applied Physics Letters、Optics Letters、Ultrafast Science, Nanoscale、Photonics Research 等期刊发表第一 / 通讯作者论文五十余篇, 相关论文共被引用 7400 余次。

## 飞秒光纤激光的多维度动力学研究

韦小明

华南理工大学

**摘要:** 飞秒激光是前沿科学研究的重要工具, 它能够在实验室环境中创造极端物理条件, 模拟自然界中跨尺度复杂物理现象, 为各类非线性问题研究提供了新思路。而且, 通过纵模和横模同时锁定, 多模锁模激光器能够输出具有复杂三维结构的飞秒激光, 不仅为大能量飞秒激光的产生提供新手段, 而且为多维度非线性动力学、光场调控等领域研究提供新平台。本报告将介绍本课题组在飞秒光纤激光动力学研究领域的研究进展。

**个人简介:** 韦小明, 华南理工大学物理与光电学院教授, 博士生导师, 第九届中国基础光学专业委员会成员, Opt. Express 客座编辑, Ultrafast Science 青年编委, 入选国家海外高层次青年人才。分别于 2009 和 2012 年在华南理工大学获得理学学士和理学硕士学位。2015 年在中国香港大学获得工学博士学位。先后在中国香港大学和美国加州理工学院从事博士后研究工作。曾获 2015 IEEE Graduate Student Fellowship、香港大学杰出助教等奖励。长期从事飞秒激光理论、技术与应用研究, 已在 Science Advances, Nature Communications, Light: Science & Applications, Applied Physics Letters, Optics Letters 等期刊, 以及 SPIE、CLEO、IPC 等国际会议上发表论文共计 100 余篇。申请美国发明专利 7 项、中国发明专利 50 余项。

## 太赫兹磁光等离子体非互易传输器件

范飞  
南开大学

**摘要：**报告介绍本团队在磁光等离子体方面的研究进展，主要包括：

1. 利用纵向磁化 InSb 与介质微结构构成磁光摩尔超表面，对 THz 波进行手性调控，同时打破时间反演对称和手性镜像对称性，实现 THz 宽带高隔离度传输；
2. 将横向磁化 InSb 与金属构成不对称磁等离子体波导，观察到其中的纵向光子自旋效应，通过温度和外磁场调控，实现对 THz 波宽带可调谐单向隔离传输。这些工作为发展高效 THz 隔离器和调制器等提供重要支撑。

**个人简介：**南开大学现代光学研究所教授 / 博士生导师，主要从事太赫兹微结构功能器件及其在太赫兹通信、光谱与传感领域的应用方面的原创性工作。以第一或通讯作者在 Adv. Opt. Mater., Photonics Res., Opt. Lett. 等光电一流学术期刊上发表论文 80 余篇。授权国家发明专利 9 项。主持和参与多项自然科学基金重点及面上项目、国家重点研发计划、973 等研究课题。入选天津市青年人才托举工程、天津市创新人才推进计划青年科技优秀人才、天津市“131”人才，获得中国仪器仪表学会金国藩青年学子奖、天津市自然科学二等奖等奖励。

## 基于超构表面的多维光场感知

杨原牧  
清华大学

## 电注入亚波长光栅复合腔面发射激光器

刘安金<sup>1</sup>

1 中国科学院半导体研究所

**摘要:** 垂直腔面发射激光器 (VCSEL) 具有圆形光束、低功耗、高速调制、易于二维阵列集成等优点，广泛应用于光互连、消费电子、3D 传感等领域<sup>[1]</sup>。传统 VCSEL 由上 / 下布拉格反射镜 (DBR) 构成垂直腔。为达到 99.5% 以上的反射率，需要 20 至 40 对 DBR，因此整个 DBR 的厚度可达数微米，对材料外延生长挑战极大。高折射率差亚波长光栅 (High-index-Contrast subwavelength Grating, HCG) ，厚度仅为百纳米量级，在很宽的波长范围内能达到近 100% 的反射率。国外同行采用 HCG 替代部分 DBR 构建 HCG-VCSEL，实现了 HCG-VCSEL 单模、单偏振输出<sup>[2,3]</sup>。

已报道的 HCG-VCSEL 中的 HCG 分为三类：氧化层上 HCG、单片集成 HCG、悬浮型 HCG。由于材料晶格不匹配，氧化层上 HCG 制作困难。单片集成 HCG 的高反射率带宽小，且制作容差小。大多数 HCG-VCSEL 中的 HCG 为悬浮型，具有高折射率差的同时可实现波长调谐。然而，悬浮型 HCG 的制作极具挑战。一方面，HCG 下面牺牲层材料的选择尤为重要。另一方面，在移除牺牲层后，需要采用临界点干燥工艺避免悬浮型 HCG 的坍塌，制作工艺复杂。

为此，我们报道了一种结构独特的 940 nm HCG-VCSEL。在器件制作过程中，通过定点引入 2 根纳米柱支撑悬浮型 HCG，避免 HCG 的坍塌。与之前报道的 HCG-VCSEL 相比，这种制作工艺非常简单，避免了临界点干燥工艺。基于这种独特的器件结构和简单的制作工艺，我们在国内率先实现了 HCG-VCSEL 室温连续电注入工作，阈值电流约为 0.65 mA，边模抑制比为 43.6 dB。进一步，我们提出了有效模式长度表征 HCG-VCSEL 中的模式限制，并理论预测了其动态性能。HCG-VCSEL 相比传统 VCSEL 具有更小的有效模式长度。具有  $\lambda/2$  的腔长、HCG 下空气层厚度为  $\lambda/4$  的 TM (横磁场) HCG-VCSEL 可实现  $1.38 \times (\lambda/n)$  的有效模式长度，其 -3 dB 带宽在 12mA 电流下可达 46.8 GHz，有望在 OOK 调制格式下实现 100Gbps 的速率<sup>[4-6]</sup>。

这种 HCG-VCSEL 具有独特优势，可以用于光互连、3D 传感、激光雷达、原子传感等领域。

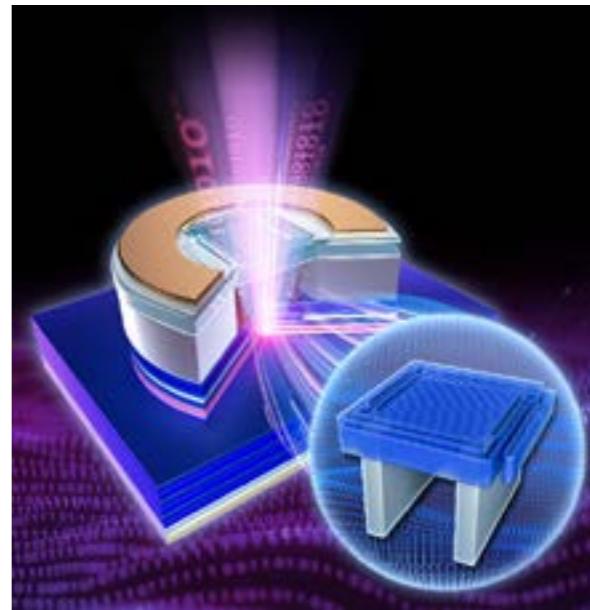


图 1 HCG-VCSEL 的结构示意图

**关键词:** 垂直腔面发射激光器，复合腔，亚波长光栅，电注入，单模

**资助项目:** 国家自然科学基金 (62075209, 62275243, 61675193)

### 参考文献:

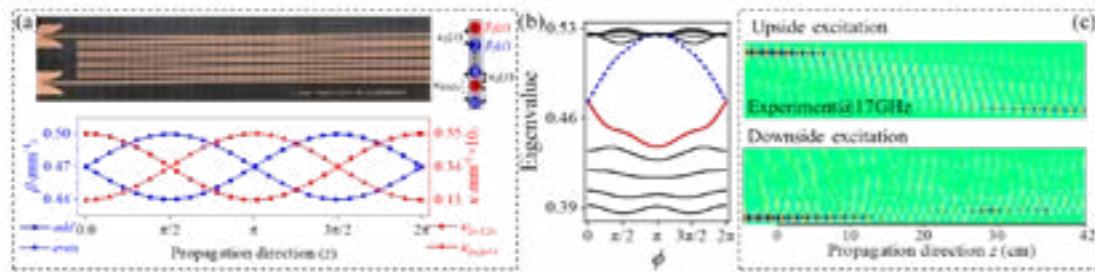
- [1] Anjin Liu et al., Photonics Res. 7, 121–136 (2019).
- [2] Michael C. Y. Huang et al., Nat. Photonics 2, 180–184 (2008).
- [3] Anjin Liu et al., Opt. Express 22, 11804–11811 (2014).
- [4] Jing Zhang, Chenxi Hao, Wanhua Zheng, Dieter Bimberg, and Anjin Liu, Photonics Res. 10, 1170–1176 (2022).
- [5] Chenxi Hao, Jing Zhang, Wanhua Zheng, and Anjin Liu, Opt. Express 30, 22074–22087 (2022).
- [6] Jing Zhang, Chenxi Hao, Wanhua Zheng, and Anjin Liu, IEEE Photon. J. 14, 2236307 (2022).

## 含时驱动光子波导阵列的拓扑物理

程庆庆<sup>1\*</sup>, 庄松林<sup>1</sup>

1 上海理工大学 光电与计算机工程学院

**摘要:** 由于光波在波导阵列中的傍轴亥姆霍兹方程与薛定谔方程具有相似的形式, 光波导阵列已经成为一个非常好的人工实验平台, 可以对众多量子效应进行模拟, 例如: 朗道 - 齐纳跃迁、安德森局域、拓扑边界态等。然而, 光在波导中的传播并不总是满足傍轴近似, 非傍轴光是普遍存在的, 例如: 非傍轴 Airy 光束、非傍轴自加速光束等。特别的是, 在微波波段, 拓扑光波导阵列将会引入非傍轴特性, 这使得其呈现出非对称的拓扑输运的奇异现象, 并引发了广泛关注。朗道 - 齐纳跃迁是指量子体系在含时哈密顿量的驱动下两种状态之间的跃迁过程, 其作为一种基本的动力学过程, 常常出现在各个物理领域。为了研究在拓扑光子体系中非傍轴、拓扑输运、朗道 - 齐纳跃迁三者之间的相互作用、及朗道 - 齐纳跃迁的发生机理, 我们利用著名的 Aubry-André-Harper (AAH) 模型, 采取理论解析和数值计算相结合的方法, 在微波波段设计出非傍轴拓扑波导阵列, 如图一所示。我们在理论上预测了非傍轴触发的朗道 - 齐纳跃迁过程并通过波导阵列进行了实验验证。在非傍轴效应的影响下, 该拓扑体系的能带结构发生了变化, 上半部分能带被拉伸, 而下半部分能带则被压缩。实验结果发现, 非傍轴效应导致缩小的带隙, 可以通过边界态激发来实现朗道 - 齐纳跃迁过程, 而由于非傍轴效应扩大的带隙, 则可通过边界态激发来实现拓扑输运过程。并且通过拓扑边界态的近似二能级系统, 对上述实验现象进行理论解释。另外我们发现, 非傍轴效应与系统的波导总数有关, 只有当波导总数较少时, 非傍轴效应才会带来明显的影响, 当波导总数逐渐增加, 其影响会逐渐减弱直至消失。从效果上来看, 微波拓扑光子体系中非傍轴触发的朗道 - 齐纳跃迁效应为新型宽带分束器的设计提供了参考, 具有一定的应用价值。另外, 我们的微波非傍轴研究方法可以延拓到其他物理体系, 应用于其他研究方向, 如机械振动、弹性波、电路和热传导等。最后, 希望我们的工作能够为拓扑器件的研究开辟更多的方向。



图一: AAH 模型波导阵列与微波电磁场的拓扑输运

### 参考文献:

- [1] An Xie et al., “Nonparaxiality-triggered Landau-Zener transition in spoof plasmonic waveguides,” arXiv:2205.03758.
- [2] Qingqing Cheng et al., “Asymmetric topological pumping in nonparaxial photonics,” Nat. Commun. 13, 249 (2022).
- [3] Qingqing Cheng et al., “Observation of Anomalous  $\pi$  Modes in Photonic Floquet Engineering,” Phys. Rev. Lett. 122, 173901 (2019).
- [4] Qingqing Cheng et al., “Topologically protected interface mode in plasmonic waveguide arrays,” Laser Photon. Rev. 9, 392 (2015).

## 三自由度经典不可分离态光场的腔内调控

张智超<sup>1,\*</sup>、海澜<sup>1</sup>、付时尧<sup>1,\*</sup>

1 北京理工大学 光电学院

**摘要:** 经典不可分离态 (classical non-separable state, CNSS) 光场是指由多个自由度耦合构造的光场, 因其具有和量子纠缠态相似的数学形式, 为许多量子过程的经典模拟提供了解决方案。目前以自旋角动量 (spin angular momentum, SAM) - 轨道角动量 (orbital angular momentum, OAM) 双自由度耦合形成的矢量涡旋光场较为常见, 但其维度较低, 仅可用来模拟量子纠缠 Bell 态, 在高维多体的量子过程模拟方面还存在局限。本报告将主要介绍本课题组在基于 OAM 的三自由度 CNSS 光场的腔内调控方面的研究进展。通过在激光腔内引入 SAM-OAM 耦合, 设计新型折叠腔结构, 实现 SAM、OAM 和波矢三自由度协同调控, 这三个自由度的本征态构成了一个完备的八维希尔伯特空间。通过进一步的参数控制, 在腔内构造出八个经典类 Greenberger-Horne-Zeilinger 态以模拟三体最大量子纠缠态。为了验证这种类纠缠态的保真度, 又提出了一种基于投影测量原理以及卷积神经网络 (CNN) 的态层析方法, 实现密度矩阵的重建, 测得的八个类 GHZ 态最大保真度可达 95.17%。这项工作为构造和验证高维、多自由度类量子纠缠态提供了一种直接、稳定、准确的方法, 为偏振测量、计算、通信等先进应用奠定了基础。

**关键词:** 轨道角动量, 多自由度腔内调控, 类 Greenberger-Horne-Zeilinger 态, 态层析

**资助项目:** 国家重点研发计划 (2022YFB3607700)、国家自然科学基金 (11834001, 61905012)、国防基础科研计划 (JCKY2020602C007)、北京市自然科学基金 (1232031)、中央高校基础科学研究专项资金 (2022CX11006)、博士后创新人才支持计划 (BX20190036) 资助。

## 受阻厄米高斯光束的自恢复及变换特性

赵苏怡<sup>1,2,3</sup>、张子龙<sup>1,2,3,\*</sup>、王鑫<sup>1,2,3</sup>、王昱琪<sup>1,2,3</sup>、赵长明<sup>1,2,3</sup>

1 北京理工大学 光电学院

2 光电成像技术与系统教育部重点实验室

3 信息光子技术工业与信息化部重点实验室

**摘要:** 激光束的自愈特性是指激光束在遇到障碍物阻挡后继续传输一段距离能够自我重建, 在激光通信<sup>[1]</sup>、量子纠缠传播<sup>[2]</sup>、微操纵<sup>[3]</sup>和光学成像<sup>[4]</sup>等领域有重要的价值。作为重要的一类传输不变的结构光束, 厄米高斯光束由于丰富的横向空间光强分布和更好的抗干扰传输特性, 近年来重新受到了更多关注<sup>[5][6]</sup>。本文从理论仿真和实验研究上分析了厄米高斯光束被不同面积和位置的障碍物遮挡后的自恢复及结构变换特性。通过笛卡尔坐标系下的一组完整正交基分解恢复光场进行模态含量分析, 并结合经典的光束干涉和衍射理论推导, 得出了一致的光束变换规律。发现部分受阻的厄米高斯光束将根据一对边缘光斑的间距大小变化, 在远场恢复原有光强结构或形成多级干涉光斑或保持剩余光场分布, 对应模态谱也有不同的变化特征。此外, 随着障碍物面积的增大, 光束传输至远场与原有的光强结构分布相似度逐渐降低, 原有模态成分逐渐减少。本文的分析不仅适用于其他类型的单模结构光束, 而且可扩展到复杂的多模组合光束, 将进一步推动结构激光束在相关领域的应用。

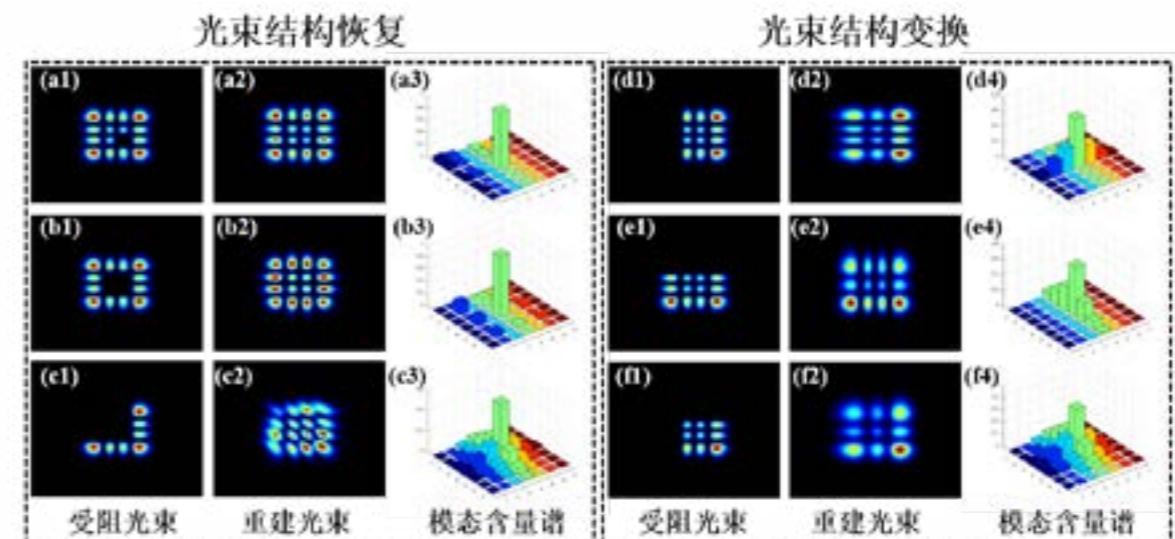


图 1 厄米高斯光束被不同障碍物遮挡后的光强分布及相应的模态分量谱

**关键词:** 厄米高斯光束; 自恢复; 模态分析; 干涉及衍射

**参考文献:**

- [1] J. Broky, G. A. Siviloglou, A. Dogariu, and D. N. Christodoulides, “Self-healing properties of optical Airy beams”, Opt. Express, vol. 16, no. 17, pp. 12880-12891, 2008.
- [2] M. McLaren, T. Mhlanga, M. J. Padgett, F. S. Roux, and A. Forbes, “Self-healing of quantum entanglement after an obstruction”, Nat. Commun., vol. 5, pp. 3248, 2014.
- [3] D. McGloin, V. Garcés-Chávez, and K. Dholakia, “Interfering Bessel beams for optical micromanipulation”, Opt. Lett., vol. 28, no. 8, pp. 657-659, 2008.
- [4] F. O. Fahrbach, and A. Rohrbach, “Propagation stability of self-reconstructing Bessel beams enables contrast-enhanced imaging in thick media”, Nat. Commun., vol. 3, pp. 632, 2012.
- [5] M. Soskind, and Y. G. Soskind, “Properties of propagation-invariant laser beams in the presence of obstructions”, SPIE., vol. 8130, pp. 81300S, 2011.
- [6] J. A. Ugalde-Ontiveros, A. Jaimes-Nájera, S. Luo, J. E. Gómez-Correa, J. Pu, and S. Chávez-Cerda, “What are the traveling waves composing the Hermite-Gauss beams that make them structured wavefields?”, Opt. Express, vol. 29, no. 18, pp. 29068, 2021.

**基于介电超构透镜的光场偏振态纵向调控**樊鑫豪<sup>1</sup>, 李鹏<sup>1</sup>, 赵建林<sup>1</sup>

1 光场调控和信息感知工业和信息化部重点实验室, 陕西省光信息技术重点实验室 西北工业大学 物理科学与技术学院

**摘要:** 超表面作为一种人工设计的二维阵列纳米结构, 能够在亚波长尺度上实现光场波前振幅、相位和偏振态的灵活调控, 为现代光学器件的平面化、小型化、集成化提供了全新的途径。随着光学成像、显示等应用的发展, 在可见光波段具有高工作效率的微型光学器件的需求日益凸显。独特的调控机理和灵活的设计方式使得超表面具有非常丰富的光场调控自由度, 因此受到研究者们的广泛关注。近年来, 由高折射率、低损耗电介质材料制备的光学超表面得到了极大地发展, 在消色差光学超透镜、偏振相关全息显示等方面展现出广泛的应用前景。本文中我们提出一种介电超构透镜, 由具有不同几何参数和旋转角度的矩形多晶硅纳米柱阵列构成<sup>[1, 2]</sup>, 其通过超表面几何相位和传输相位的联合调控设计而来, 因此能够在透射场对两正交偏振分量的轴向强度进行调控。当入射光场为圆偏振时, 能够实现正交偏振分量的振幅和相位的完全、独立调控, 同时因为能够有效地消除同偏振分量, 因此其在光场轴向调控方面展现出独特的优势<sup>[3, 4]</sup>。实验上, 通过该方法制备超构透镜, 不仅获得了两强度互补的正交偏振光场, 还实现了偏振态周期性振荡的无衍射光场。在本文基础上有望探索对自旋粒子的新型操控机制以及光学捕获应用。

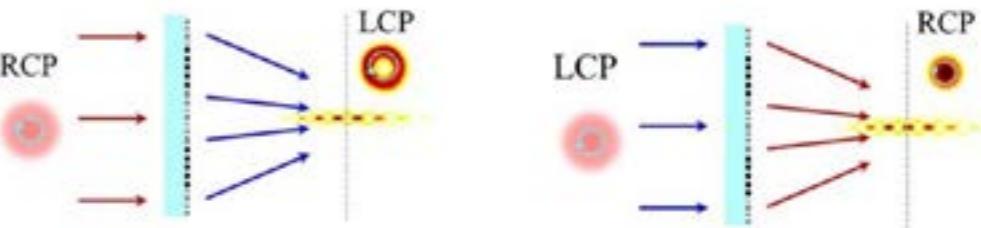


图 1. 超构透镜调制右、左旋圆偏振光示意图

**关键词:** 超构透镜, 振幅, 相位, 偏振态**资助项目:** 本工作受到国家自然科学基金(11634010, 91850118, 11774289)的资助。

**参考文献:**

- [1]. Guo X, Li P, Zhong J, et al. Tying Polarization-Switchable Optical Vortex Knots and Links via Holographic All-Dielectric Metasurfaces[J]. *Laser & Photonics Reviews*, 2020, 14 (3): 1900366.
- [2]. Guo X, Li P, Li B, et al. Visible frequency broadband dielectric metahologram by random Fourier phase-only encoding[J]. *Science China-Physics Mechanics & Astronomy*, 2021, 64 (1): 214211.
- [3]. Fan X, Li P, Guo X, et al. Axially tailored light field by means of a dielectric metalens[J]. *Physical Review Applied*, 2020, 14 (2): 024035.
- [4]. Li Y, Fan X, Guo X, et al. Metasurface for oscillatory spin splitting along the optical path[J]. *Photonics Research*, 2022, 10 (9): B7-B13.

**单线圈光弹簧产生技术：具有宽拓扑荷宽度和可调中心拓扑荷**林庆钢<sup>1</sup>、徐世祥<sup>1\*</sup>

1 深圳大学

**摘要：**单线圈光弹簧<sup>[1]</sup>是一种同时具有螺旋光强和相位分布的特殊光场，携带随频率连续线性变化的拓扑荷，可应用于光通信、粒子操纵、光与物质相互作用等领域。本文结合了脉冲前沿倾斜技术和逆对数极坐标变换系统，提出了一种新型的单线圈光弹簧产生技术。该技术将脉冲前沿倾斜的长条形脉冲入射到逆对数极坐标变换系统中，利用坐标变换关系使得长条形脉冲扭转为单线圈光弹簧输出。该技术产生的单线圈光弹簧具有可调节的中心拓扑荷，并且中心拓扑荷的变化不改变拓扑荷宽度。实验中利用该技术获得了中心拓扑荷在 [-11, 2] 内连续可调、拓扑荷宽度 11.5、旋转周期 2.15ps（大于脉宽 172fs）的逆时针匀速旋转的单线圈光弹簧。通过测量单线圈光弹簧在近场和焦点的时空强度分布，实验验证了单线圈光弹簧在传播过程中能够保持螺旋的时空强度结构以及恒定的旋转周期。

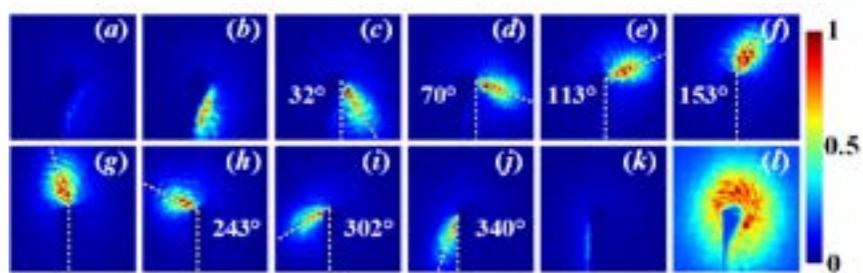


图 1 实验产生的单线圈光弹簧在不同时刻的强度分布 (a-k) 以及时域积分图像 (l)

**关键词：**光弹簧，脉冲前沿倾斜，逆对数坐标变换，拓扑荷

**资助项目：**国家自然科学基金 (92050203, 62075138, 12174264, 61827815, 12004261)；广东省自然科学基金 (2021A1515011909, 2022A1515011457)；深圳基础研究项目 (JCYJ20200109105606426, JCYJ20190808164007485, JCYJ20210324095213037, JCYJ20190808121817100, JCYJ20190808143419622, JCYJ20190808115601653)；深圳市重点技术项目 (JSGG20191231144201722, JSGG20211108092800001)。

**参考文献:**

1. G. Pariente and F. Quéré, “Spatio-temporal light springs: extended encoding of orbital angular momentum in ultrashort pulses,” *Opt. Lett.* 40, 2037-2040 (2015).

## 自动紧聚焦光束：有效增强纵向偏振场

郭兆金<sup>1</sup>、刘圣<sup>1</sup>、赵建林<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 光场调控和信息感知工业和信息化部重点实验室，陕西省光信息技术重点实验室 西北工业大学

**摘要：**会聚是提高激光功率密度最直接的方法，一般采用透镜对光束进行聚焦，但该方式有很多限制。一直以来，对光束能量会聚的研究具有巨大的科学兴趣。光束的能量密度在焦点前保持较低，而在焦点处能够突然增大，这类特性在激光医疗、光刻波导等领域发挥着重要的应用。

基于柱坐标系的亥姆霍兹方程求解非傍轴自加速光束<sup>[1, 2]</sup>，对于矢量解，TM 偏振由两个不同阶数的贝塞尔函数叠加表示，表现为偏振方向旋转，由于存在衍射，横向偏振不能完全转换为纵向偏振。这些偏振特性可以扩展到径向对称的情况，在此基础上提出了一类新的自动紧聚焦光束（TABs）<sup>[3]</sup>，该光束可以沿球面自动聚焦，并具有紧聚焦的特性。通过瑞利 - 索末菲矢量衍射理论模拟 TABs 的矢量传输过程。TABs 产生具有超衍射极限光束尺寸的纵向偏振场，表现出与高数值孔径透镜类似的聚焦特性。通过调控 TABs 的传输轨迹，理论上纵向场的最大转换效率高达 98.32%。同时也证明了强的纵向场可以增强圆偏振 TABs 聚焦过程中自旋角动量向轨道角动量的转换。

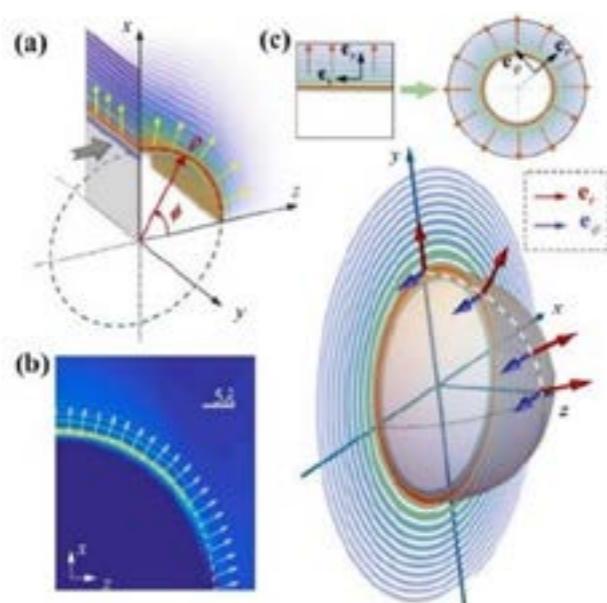


图 1. 非傍轴自弯曲及自动聚焦的贝塞尔光束

**关键词：**自动聚焦，聚焦，紧聚焦，紧聚焦，纵向偏振场

**资助项目：**本工作受到国家自然科学基金（12074312, 12174309, 12074313, 11634010）的资助。

### 参考文献：

- P. Zhang, Y. Hu, D. Cannan, A. Salandrino, T. Li, R. Morandotti, X. Zhang, and Z. Chen, “Generation of linear and nonlinear nonparaxial accelerating beams,” Opt. Lett. 37(14), 2820-2822 (2012).
- I. Kaminer, R. Bekenstein, J. Nemirovsky, and M. Segev, “Nondiffracting accelerating wave packets of Maxwell’s equations,” Phys. Rev. Lett. 108(16), 163901 (2012).
- S. Liu, Z. Guo, P. Li, B. Wei, and J. Zhao, “Tightly autofocusing beams: an effective enhancement of longitudinally polarized fields,” Opt. Lett. 45(2), 575-578 (2020).

## 基于新型钙钛矿材料的光场调控太赫兹超表面研究

李依凡<sup>1, 2\*</sup>、杨睿<sup>1</sup>、解佩翰<sup>1</sup>、杨贺<sup>1</sup>、娄存广<sup>1</sup>、刘秀玲<sup>1\*</sup>、姚建铨<sup>2</sup>

1 河北大学电子信息工程学院，河北省数字医疗工程重点实验室

2 天津大学精密仪器与光电子工程学院，激光与光电子研究所

**摘要：**近年来，太赫兹调控技术在探测、成像、无线网通信等领域展现出了良好的应用前景，受到国内外学者的重视。为实现高效太赫兹调控，迫切需要一种高效且成本低的材料。新型钙钛矿材料由于其优异的光电特性，已经成为高稳定光电器件最有前途的候选材料之一。同时，钙钛矿制备工艺简单，可大批量生产等优点，非常适合作为太赫兹超材料的活性材料，通过外部激励改变活性材料的属性，可灵活调控太赫兹波。因此，本文选择新型钙钛矿材料外加光场调控太赫兹，分析在光场作用前（绝缘态）和在光场作用后（金属态）两种状态对单元结构结构太赫兹宽波段下幅值和相位的影响。设计出光场灵活调控的钙钛矿基 1bit 太赫兹编码超表面结构，该结构由有机无机杂化钙钛矿 CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> (MAPbI<sub>3</sub>)、聚酰亚胺和铝构成。通过 CST 仿真结果显示，该超表面结构在光场的调控下能够实现宽谱 (0.1、1、2、6THz) 太赫兹波的 180 度相位差变化，经过超表面编码结构的设计，同一编码序列实现远场波束的变换。研究结果表明，基于光场操控钙钛矿材料的编码超表面为实现灵活的太赫兹波调控提供了新的思路，在太赫兹通信、安检、生物医学成像等方面具有巨大的应用潜力。

**关键词：**太赫兹，钙钛矿，光场调控，编码超表面

**资助项目：**河北省高层次人才科研启动项目 ,521100221083

稿件编号	标题 / 作者 / 单位
<b>4、激光光场调控及应用 - 张贴报告</b>	
Laser2022-0921-11	<b>基于面投影微立体技术的三维微阵列的宽带太赫兹主动调制器</b> 陈润 <sup>1</sup> ; 彭忠泽 <sup>1</sup> ; 张敏 <sup>1</sup> ; 王嘉彤 <sup>1</sup> ; 刘佳睿 <sup>1</sup> ; 陈俊展 <sup>1</sup> ; 宋琦 <sup>2*</sup> 1. 深圳大学 ;2. 聊城大学
Laser2022-0922-9	<b>利用腔内球差产生超高阶拉盖尔 - 高斯光束</b> 王爱华 <sup>1</sup> ; 盛泉 <sup>1*</sup> ; 耿婧旋 <sup>1</sup> ; 付士杰 <sup>1</sup> ; 史伟 <sup>1*</sup> ; 姚建铨 <sup>1</sup> 1. 天津大学
Laser2022-0927-1	<b>Controllable high-speed rotated femtosecond cylindrical vector beam based on optical heterodyne interference</b> 赵雨薇 <sup>1</sup> 1. 天津大学
Laser2022-1010-2	<b>基于石墨烯 -DBR 非对称结构的太赫兹传感特性研究</b> 蓝惠婷 <sup>1</sup> ; 苏红 <sup>1*</sup> 1. 深圳大学
Laser2022-1026-1	<b>色散调谐扫频光纤激光器的动力学研究</b> 李对对 <sup>1</sup> ; 尹国路 <sup>1*</sup> ; 朱涛 <sup>1</sup> 1. 重庆大学

2 楼会议室：5 号多功能厅

会场四：激光加工与制造技术，激光生物与激光医学		
2023 年 4 月 8 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：贺号，上海交通大学		
13:30-14:00	<b>题目待定</b> 曾晓雁，华中科技大学	125
14:00-14:30	<b>题目待定</b> 王璞，北京工业大学	126
14:30-15:00	<b>Laser nanoprinting for integrated photonic devices</b> 贾宝华，Royal Melbourne Institute of Technology, Australia	127
15:00-15:30	<b>超浸润表面的飞秒激光仿生微纳制造</b> 陈烽，西安交通大学	128
15:30-15:50	茶歇	
主持人：陈雪利，西安电子科技大学		
15:50-16:20	<b>基于自适应光学和多焦点结构光的大深度超分辨成像</b> 屈军乐，深圳大学	129
16:20-16:55	<b>活体非线性光学显微成像</b> 钱骏，浙江大学	130
16:55-17:20	<b>飞秒激光特异性调控钙离子通道及应用</b> 贺号，上海交通大学	131

2023 年 4 月 9 日		
主持人：石理平，西湖大学		
时间	报告题目 / 报告人	页码
13:30-14:00	<b>题目待定</b> 陈峰，山东大学	132
14:00-14:30	<b>题目待定</b> 陈岐岱，吉林大学	133
14:30-15:00	<b>光纤微结构器件及传感应用</b> 王义平，深圳大学	134
15:00-15:25	<b>多维信息复用</b> 李向平，暨南大学	136
15:25-15:45	茶歇	
主持人：张泽宇，国科大杭州高等研究院		
15:45-16:10	<b>超快激光自组织微纳加工：原理、技术和应用</b> 石理平，西湖大学	135
16:10-16:35	<b>单分子定位超分辨光学成像及应用</b> 潘雷霆，南开大学	139
16:35-17:00	<b>基于拉曼散射效应和投影断层策略的容积化学成像技术</b> 陈雪利，西安电子科技大学	137
17:00-18:30	张贴报告 / 茶歇	
18:30-20:00	晚宴	

2023 年 4 月 10 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：潘雷霆，南开大学		
09:00-09:30	<b>飞秒激光在眼科视觉矫正手术的最新应用</b> 王雁，天津眼科医院	138
09:30-09:55	<b>助力肿瘤研究的多光谱定量光声成像方法</b> 李娇，天津大学	140
09:55-10:05	<i>Laser2022-0217-2</i> <b>液相辅助飞秒激光切割硅晶圆的实验研究</b> 王成金，山东理工大学	141
10:05-10:15	<i>Laser2022-0729-1</i> <b>激光先进加工控制技术与前沿应用</b> 蒋明，华中科技大学	143
10:15-10:25	<i>Laser2022-0921-8</i> <b>飞秒激光改性碳化硅及其磨削的有限元研究</b> 陈沛，北京工业大学	144
10:25-10:45	茶歇	

**题目待定**

曾晓雁

华中科技大学

## 题目待定

王璞  
北京工业大学

## Laser nanoprinting for integrated photonic devices

贾宝华  
R M I T University

**摘要:** Nanoprinting using ultrafast laser is a highly versatile nanofabrication method with high resolution and high throughput compared to conventional semiconductor fabrication tools. It has been extensively used in diverse fields, becoming a key driving horse in nanomanufacturing space. In particular, the recent applications in integrated photonic devices fabrication has led to many advanced device architecture. In this talk, I will present our recent work on laser nanoprinting of integrated photonic devices in atomic thin materials, polymer, glass, ceramic and silicon materials. The single-step method produces nanostructures on diverse substrates with arbitrary surfaces, shapes, and sizes enabling various optoelectronic applications for ultrathin, light-weight and flexible photonic devices towards all-optical communications, microscopic imaging and energy storage applications.

**个人简介:** Baohua Jia joined RMIT in April 2022 as a full professor and Australian Research Council Future Fellow in School of Science. Before joining RMIT Baohua was the Founding Director of Centre for Translational Atomaterials at Swinburne University of Technology. Prof. Jia's research focuses on the fundamental light and nano-and atomaterial interactions. In particular her work on laser manipulation of two-dimensional materials has led to the design and fabrication of functional nanostructures and nanomaterials for effective harnessing and storage of clean energy from sunlight, purifying water and air for clean environment and imaging, spectroscopy and nanofabrication using ultrafast laser towards fast-speed all-optical communications and intelligent manufacturing. Prof. Jia has co-authored more than 230 scientific publications in highly ranked journals and prestigious international conferences. She has delivered more than 60 keynote/invited talks at prestigious international conferences and serves multiples professional committees. She has received numerous prizes and awards, including the ARC Future Fellow, DECRA and APD, Finalist for the Prime Minister's Science Awards, Young Tall Poppy Science Award, and L'Oréal Australia and New Zealand for Women in Science Fellowship et al.

## 超浸润表面的飞秒激光仿生微纳制造

陈烽  
西安交通大学

**摘要：**近年来，飞秒激光微加工的基础研究与应用技术发展迅速，超快激光加工工业应用越来越普及，相关的产业发展迅速，学术界的研究工作也越来越面向实际工程应用。针对不同工程应用中的特殊材料、所需的特殊结构和特定功能，我们近年来探索了一系列飞秒激光三维微纳制造的新方法，在硬脆性材料、复杂微细结构、仿生微纳结构等方面，先后实现了多种功能性器件与结构表面的飞秒激光微纳制造。在飞秒激光微加工的效率、精度和新的应用方向等方面也开展了一些系统的研究，本报告将介绍飞秒激光在超浸润表面制备的相关研究进展。

**个人简介：**陈烽，西安交通大学二级教授，陕西省信息光子技术重点实验室主任、教育部微纳制造与测试技术国际合作联合实验室副主任、西安市激光红外学会副理事长。任《Ultrafast Science》副主编，《Micromachine》、《光学学报》、《光子学报》等期刊编委等。主要研究方向包括：超快光子学、飞秒激光微纳制造等。获得 2013 年国家教育部自然科学二等奖；成果入选“2015 中国光学重要成果”、“2019 中国光学十大进展”，“2019 中国光学十大新闻”等。40 余次做国际会议大会报告和特邀报告。

## 基于自适应光学和多焦点结构光的大深度超分辨成像

屈军乐  
深圳大学

**摘要：**大深度、超分辨率成像技术可用于研究活体动物脑组织中突触、神经元和微血管的功能和结构，对神经科学研究和阿尔茨海默病等脑部疾病的早期诊断和治疗具有重要意义。为了解决多焦点结构光照明显微（MSIM）用于厚样品成像时低分辨率和小深度等瓶颈问题，我们发展了一种基于自适应光学的 MSIM（AO-MSIM）技术。采用空间光调制器生成多焦点激发点阵，通过堆叠光栅相位实现多焦点结构光照明扫描成像。基于检测到的波前信息，分别使用空间光调制器和变形镜来校正激发光路和发射光路的像差。利用像素重定位和反卷积图像重建算法，在 500 μm 的成像深度实现了 150 nm 的空间分辨，并实现了其在厚的脑组织样品成像中的应用。

**个人简介：**屈军乐，深圳大学特聘教授，国家杰青，SPIE Fellow。从事生物医学光学成像及光学诊疗技术研究，主持国家重点研发计划、973 课题，国家自然科学基金重大仪器、重点、重点国际合作、仪器专项等。发表 SCI 论文 400 余篇，获授权发明专利 40 余项，实现转让 / 授权使用 8 项。获 2014 中国光学重要成果、中国光学学会光学科技奖基础研究类二等奖等。入选广东省“特支计划”杰出人才，深圳市国家级领军人才，现任深圳大学生物医学光子学研究中心主任，深圳市光子学与生物光子学重点实验室主任，中国光学学会生物医学光子学专委会主任，Biomedical Optics Express 和 JIOHS 副主编，激光生物学报、Frontiers of Optoelectronics、中国激光和光学学报等期刊编委。

## 活体非线性光学显微成像

钱骏  
浙江大学光电学院

**摘要:** 近红外二区一般是指 900-1880nm 波段, 这个波段的光在生物组织中的散射较可见光、以及 760-900nm 的近红外一区光小, 是一个非常理想的光学组织窗口。基于近红外二区窗口激发的非线性光学显微术具有成像深度大、焦点外背景荧光 / 光漂白低、光学切片能力强等优势。在本课题组的工作中, 我们利用近红外二区光学组织窗口, 开展了高阶非线性光学(三光子荧光、三次谐波生成) 活体显微开颅 / 穿颅成像以及近红外二区激发、近红外二区发射的多光子荧光显微成像, 实现了活体动物的大脑观测。

**个人简介:** 钱骏, 浙江大学光电科学与工程学院教授 / 博士生导师, 教育部青年长江学者, 浙江省杰出青年科学基金获得者, 浙江省“新世纪 151 人才工程”第二层次培养人员。现任浙江大学先进光子学国际研究中心常务副主任, 现代光学仪器国家重点实验室主任助理, 浙江大学光学工程学科(A+)生物医学光子学技术创新团队负责人, 中国光学学会生物医学光子学专委会常务委员, 国家药监局生物医学光学重点实验室学术委员会委员等。

2004 年 6 月 /2009 年 9 月在浙江大学光电系获本科 / 博士学位, 2006 年至 2007 年在美国纽约州立大学布法罗分校“激光、光子学、生物光子学研究中心” P. N. Prasad 教授课题组学术访问。一直开展“近红外生物医学成像”的研究工作。共发表 SCI 论文 130 多篇。其中, 以第一 / 通讯作者在 Nature Communications、Light: Science & Applications、Advanced Materials、Advanced Functional Materials、ACS Nano、Advanced Science、Nano Today、Small Methods、Laser & Photonics Reviews、Optics Letters、Photonics Research 等期刊发表研究论文 80 余篇 (10 篇  $IF>20$ , 41 篇  $10<IF<20$ )。以第一 / 通讯作者在物理学顶级期刊 Physics Reports ( $IF=30.51$ ), Cell 子刊 Chem ( $IF=25.83$ ), Coord. Chem. Rev. ( $IF=24.83$ ) 发表长篇综述论文。被包括 Nat. Methods, Nat. Commun., Nat. Rev. Chem. 等在内的期刊 SCI 他引 5000 多次 (单篇最高他引近 400 次), H-index 为 46。获浙江省自然科学一等奖 1 项。一项工作入选“中国光学重要成果”。在国内外学术会议作大会 / 主题 / 邀请报告 40 余次。主持国家自然科学基金面上项目, 973 子课题, 国产高端光学成像仪器开发横向项目, 临床光学成像仪器开发项目等。

## 飞秒激光特异性调控钙离子通道及应用

贺号  
上海交通大学

**摘要:** 细胞分子的直接、精准调控, 是生命科学和医学基础研究的关键技术, 也是包括光学、生物学、医学等领域共同的重大需求与挑战之一。我们提出了飞秒激光精确调控细胞钙存储技术, 阐明了激光调控内质网钙存储的物理和生物机制, 实现了激光直接调控基因表达; 应用于离体和在体干细胞分化诱导。提出并实现了激光直接特异性调控细胞钙离子通道的方法, 阐明了这种全光学调控离子通道的分子机制, 为细胞 SOC 钙离子通道形成的分子机制提出了新理论, 在视觉皮层的神经信号调控上取得了进展。研发了飞秒激光对 ERK 等关键信号通路的直接调控方法; 实现了激光直接在体诱导干细胞分化、调控细胞干性等重要生物学应用, 开展了该技术在间质性肺病治疗的临床实验研究。

**个人简介:** 贺号, 上海交通大学生物医学工程学院教授, 博士生导师。2006 年本科毕业于中国科学技术大学少年班系, 2010 年博士毕业于香港中文大学电子工程系。2011-2014 年在天津大学精密仪器与光电子工程学院任副教授, 2014 年至今在上海交通大学生物医学工程学院历任长聘副教授、教授。一直研究光学生物调控的技术与机制, 集中于飞秒激光刺激调控细胞钙离子通道及其在生物医学领域应用的研究。主持国家自然科学基金优秀青年基金、重大计划等六项国自然项目, 以第一或通讯作者在 Nature photonics, Cell research, Cell reports 等期刊发表 SCI 论文 50 余篇。获 2012 年中国光学重要成果奖, 2020 年中国生物医学工程学会青年学者奖, 2021 年上海市 35 人科技引领计划等。

## 题目待定

陈峰  
山东大学

## 题目待定

陈岐岱  
吉林大学

## 光纤微结构器件及传感应用

王义平  
深圳大学

**摘要:** 本文报告了光纤微结构器件及其应用。利用飞秒激光、紫外激光、CO<sub>2</sub>激光、电弧放电等技术制备了新型光纤微结构器件，并研究其物理机理、传感特性及其在极端环境、航空航天、人工智能、生命健康等领域的应用。主要介绍并联 / 串联集成光纤光栅、蓝宝石光纤光栅、微纳光纤光栅、3D 打印空间光纤光栅、光纤微腔珐珀干涉仪、光纤端面气泡、光纤 WGM 谐振器新型光纤微结构器件的制备技术。详细介绍了这些光纤微结构器件在极端环境、生物医学、智能工程结构实时健康监测等领域的应用，尤其是在超高温、超高压等极端环境下利用蓝宝石光纤光栅实现航空发动机、高速飞行器等智能工程结构多物理场实时健康监测。

**个人简介:** 王义平 深圳大学物理与光电工程学院，特聘教授、国家杰青、万人领军、博导、光电子器件与系统教育部重点实验室主任、广东省光纤传感技术粤港联合研究中心主任。2012 年受聘深圳大学特聘教授，组建了光纤传感创新团队、广东省光纤传感技术粤港联合研究中心。研究团队成员 86 人，其中全职科研人员 18 人（国家级人才 3 人，教师 10 人）。研究方向：（1）微纳光子器件制备技术；（2）极端环境光纤传感技术；（3）生命健康光纤传感技术。获全国优秀博士学位论文奖、教育部自然科学一等奖（4/4）、深圳市自然科学一等奖（1/5）、四川省科学技术进步一等奖（4/4）等奖励。主持国家重点研发计划、国自然重点等科研及人才项目 32 项。发表 SCI 论文 352 篇（SCI 引用 7500 余次、H 指数：45），16 篇论文单篇 SCI 引用超过 100 次；授权发明专利 20 项；中国高被引学者和全球前 2% 顶尖科学家终身科学影响力排行榜。Applied Optics 编委、Photonic Sensors 编委、广东省光学学会副理事长。

## 超快激光自组织微纳加工：原理、技术和应用

石理平  
西湖大学

**摘要:** 脉冲激光为人们在加工领域开辟了新篇章。激光具有强度高、相干性和方向性好等优点，在材料加工领域具有加工精度高、操作简单、加工速度快等优势，所以很快在加工工业得到广泛的应用。特别是飞秒脉冲激光出现以来，由于其具有超快时间和超高峰值功率等许多新奇特性，它能将能量快速、准确的集中在作用区域，实现对几乎所有材料的非热熔性冷处理，获得传统激光加工无法比拟的高精度、低损伤等优势。飞秒激光这些独特优势使得它在材料的微细加工、微纳结构制作、光子器件、高密度存储、医疗和生物工程方面得到广泛的应用。作为超快激光微纳加工的代表性技术之一，激光诱导表面自组织周期性纳米结构 (LIPSS) 具有加工技术简单灵活、材料适用性广、加工速度快、成本低等优势。本报告将回顾 LIPSS 的历史背景和基本原理、介绍当前面临的主要问题和我们的主要解决方案，以及展望其下一步发展前景。

**个人简介:** 石理平，浙江省特聘专家，2009 年本科毕业于上海市华东师大物理系；2014 年博士毕业于华东师大精密光谱国家重点实验室；2014.06-2014.08 在澳大利亚国立大学物理系任访问学者，2014.09-2018.12 于德国莱布尼兹大学量子光学研究所，从事博士后研究；2019.01-2020.06 任职于德国 PhoenixD 精英集群；2020.09 至今就职于西湖大学工学院仇旻实验室。近年来聚焦超快非线性纳米光子学和超快激光微纳加工方向的实验与理论研究方法。

## 多维信息复用

李向平

暨南大学光子技术研究院

**摘要：**光信息技术是大数据时代重要的技术手段之一。尤其基于光波的多维物理参量的信息复用技术，为大容量信息处理、通讯及存储提供了优异的技术平台。本文中我们报道了多维光信息存储的最新进展，尤其基于光场轨道角动量的 6 维复用技术。此外，具有准粒子特性的拓扑纳米磁畴壁结构的磁斯格明子，由于具有较好的稳定性和新奇的动力学特性，被广泛认为是高密度信息存储的良好载体。通过超表面等新颖光场调控方式可以在焦场空间产生具有拓扑矢量场结构的光学斯格明子。我们研究光学斯格明子的构建以及空间拓扑稳定特性研究，并将光学斯格明子应用于多维信息复用。

**个人简介：**李向平，暨南大学光子技术研究院副院长、教授。2009 年获斯威本科技大学光学博士学位。2011 及 2014 年分别荣获澳大利亚研究委员会 APD fellowship 及 DECRA Fellowship。2013 年荣获维多利亚州政府 Victoria Fellowship. 2015 年入选青年千人计划，受聘暨南大学光子技术研究所，同年荣获基金委优青人才计划资助。主要研究领域包括纳米光学、超构表面、超分辨及多维光存储技术等。在 Science, Nature Photonics, Nature Nanotechnology, Nature Communications, Light Science & Applications, Nano Letters 等国际期刊发表论文超过 120 篇

## 基于拉曼散射效应和投影断层策略的容积化学成像技术

陈雪利

西安电子科技大学

**摘要：**快速和定量的容积成像已被证明在三维复杂系统的研究中具有重要意义，包括在细胞生物学、肿瘤研究、神经科学研究、药代动力学研究、传统医学等方面发挥了具有重要价值。将投影断层策略与拉曼光谱成像技术相融合，发展基于拉曼散射效应和投影断层策略的容积化学成像技术，可实现对大体积复杂系统高速、无标记的高分辨率容积成像。首先，将投影断层策略与受激拉曼显微术融合，发展了基于贝塞光的受激拉曼投影断层成像技术，实现对三维体积样本的高速、高分辨率、无标记定量显微成像；其次，将投影断层策略与宽场拉曼光谱成像技术融合，发展了双模态拉曼 - 光学投影断层成像技术，实现对毫米级尺度三维样本的高分辨率、无标记定量显微成像。

**个人简介：**陈雪利，西安电子科技大学华山学者“特聘教授”、博士生导师，生物医学工程学科方向负责人、生物医学光子学与分子影像研究室负责人，西安市跨尺度生命信息智能感知与调控重点实验室主任，入选国家级青年人才、陕西省杰青、陕西省“特支计划”青年拔尖人才、陕西省青年科技新星等，兼任光子学报首届青年编委、陕西省生物医学工程学会理事、中国光学学会生物医学光子学专委会委员、中国图学学会医学影像与设备专委会委员、中国医药生物技术协会造影技术分会委员等。近年来主要从事生物医学光子学与分子影像新技术及应用研究，主持国家重点研发计划课题、国科金重大科研仪器研制项目子课题、国科金面上项目、霍英东青年教师基金、陕西省杰青等项目 10 余项。近五年以第一或通讯作者在 Nat Commun、Photonics Res. 等发表 SCI 论文 30 余篇，英文专著章节 2 篇；授权美国专利 2 项，中国发明专利 16 项，应用转化 6 项；以第一完成人荣获陕西省自然科学二等奖和陕西高校科学技术一等奖。

## 飞秒激光在眼科视觉矫正手术的最新应用

王雁  
天津眼科医院

## 单分子定位超分辨光学成像及应用

潘雷霆  
南开大学

**摘要：**生命科学的发展离不开物理科学技术的进步，尤其对生命活动的基本单元—细胞的研究更是离不开纳微尺度光学成像技术的进步。本世纪初诞生超分辨光学成像技术更是突破衍射极限，使得成像横向分辨率从 200 纳米提高至数纳米，极大地增强了人们研究亚细胞结构与交互关系的能力，使得深入理解细胞内复杂的生命现象与过程成为可能。本报告将介绍单分子定位超分辨光学成像技术原理及其在生命科学上的应用。报告人聚焦细胞骨架等细胞生命科学前沿热点科学问题，自主搭建和发展单分子定位超分辨光学成像系统，以新的方法在纳米尺度的亚细胞水平展开细胞结构与功能研究。

**个人简介：**潘雷霆，南开大学物理科学学院教授、博导，药物化学生物学国家重点实验室兼聘教授。中国光学学会生物医学光子学专业委员会副秘书长，中国微循环学会血液治疗专业委员会常委，中国激光杂志社“生物医学光子学”子刊青年编委。主要从事基于纳微光学技术的细胞成像与操控研究。2016 年入选天津市“131”创新型人才培养工程，2019 年入选“南开大学百名青年学科带头人培养计划”。以第一或者通讯作者在 Advanced Science、Cell Reports、Biophysical Journal 等杂志发表 SCI/EI 收录论文 30 余篇，授权发明专利 1 项。作为主持人承担国家自然科学基金项目 4 项、天津市自然科学基金 1 项等。

## 助力肿瘤研究的多光谱定量光声成像方法

李娇  
天津大学

**摘要：**在肿瘤成像研究中，多光谱光声成像技术能够通过内源性和外源性造影剂，实现恶性肿瘤特征参数异质性高分辨成像。但是，目前光声肿瘤成像技术仍有许多局限性：整体固态肿瘤成像的高分辨率限制；深度组织光声成像的定量性限制；可见光和近红外光谱中无标记成像反应癌症标志特征种类有限。因此，我们介绍了一系列多光谱定量光声成像方法，实现整体固态肿瘤高分辨成像，定量地重建深部组织的光吸收或血氧饱和度信息，并提出太赫兹光声技术探索新型癌症标志成像。这些方法有望用于预临床肿瘤学研究，促进肿瘤血管生成和肿瘤微环境的量化分析以及肿瘤治疗策略评估和优化。

**个人简介：**李娇，天津大学精密仪器与光电子工程学院副教授，博士导师，主要研究领域涉及光学 / 光声测量及成像系统、先进成像理论及医学应用研究等，在 Light: Science & Applications, Optica, Advanced Photonics 等国内外著名学术期刊发表论文 40 余篇，主持国家自然科学基金项目 3 项，天津市自然科学基金 1 项。担任 Light: Science & Applications, Optics Letters, Photoacoustics 等国际著名期刊活跃审稿人。曾在德国慕尼黑工业大学和加利福尼亚大学洛杉矶分校进行访学。

## 液相辅助飞秒激光切割硅晶圆的实验研究

王成金<sup>1</sup>、王志文<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 山东理工大学

**摘要：**液相辅助飞秒激光加工固体材料有着许多优点和潜在的应用价值<sup>[1]</sup>。液体作为辅助介质可以有效的冷却样品表面和去除烧蚀碎屑，从而得到热损伤少、干净光滑的表面<sup>[2]</sup>，但研究发现气泡行为对液相辅助切割质量具有十分显著的影响<sup>[3]</sup>。本文利用飞秒激光在水下对硅晶圆进行激光切割，对比了空气和水下激光切割产生的切槽。应用 CCD 相机和 ICCD 相机记录液体中的持续性气泡和空化气泡。研究了三种焦点位置（正离焦、工件表面、负离焦）下持续性气泡对激光切割硅晶圆的影响，通过不同焦点位置下空化气泡演化规律，获得空化气泡与持续性气泡之间的联系。实验结果表明，水下激光加工的切槽表面干净光滑，几乎没有沉积颗粒，但液体中加工产生的持续性气泡对入射激光脉冲具有屏蔽效果。通过改变焦点位置，发现激光负离焦加工时可以降低持续性气泡对激光脉冲的干扰（图 1）。持续性气泡是空化气泡破溃后的产物<sup>[4]</sup>，负离焦下产生的空化气泡尺寸大、寿命长，而产生的持续性气泡尺寸大、数量少。另外，激光负离焦加工产生的气泡大多沿切槽向尾部移动，得到的切槽表面质量好（图 2），深宽比大，材料去除率高。气泡行为是影响水下激光切割的主要原因，改变气泡行为对切槽表面有着显著的影响。

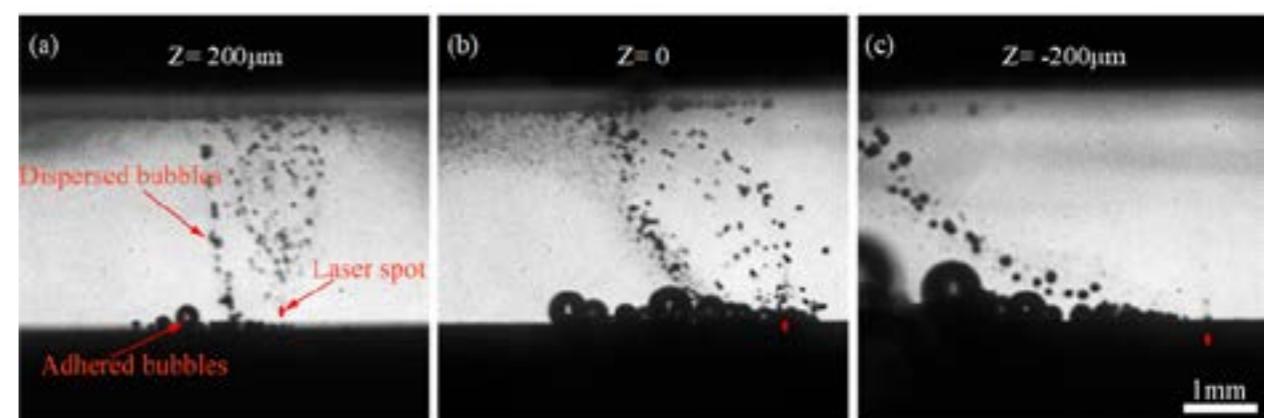


图 1 不同焦点位置产生的持续性气泡的侧视图。(a) 200 μm; (b) 0 μm; (c) -200 μm

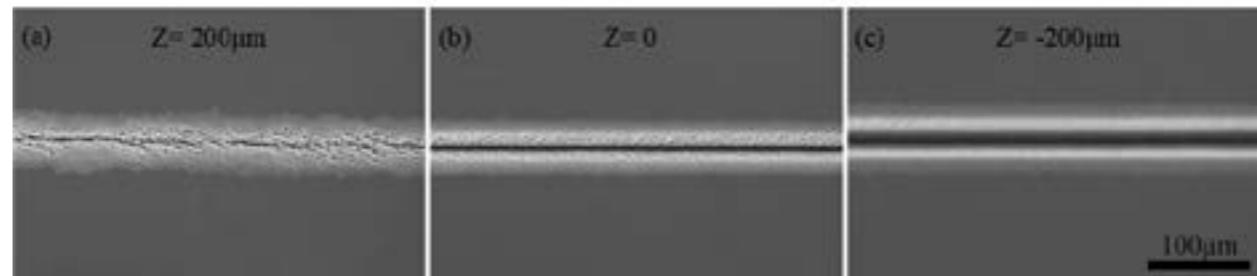


图 2 不同焦点位置激光加工微槽的表面形貌。(a) 200 μm; (b) 0 μm; (c) -200 μm

**关键词:** 飞秒激光切割; 单晶硅; 气泡行为; 持续性气泡; 空化气泡

**资助项目:** 国家重点研发计划项目 [2022YFE0199100]、山东省 STS-ME 创新能力提升项目 [2022TSGC1169]、山东省自然科学基金项目 [ZR2022ZD07]、山东省精密制造与非传统加工重点实验室资助。

**参考文献:**

- [1] Liu H, Chen F, Wang X, et al. Influence of liquid environments on femtosecond laser ablation of silicon[J]. Thin Solid Films, 2010, 518(18): 5188-5194.
- [2] Tian W, Wang Z, Wang C, et al. Effects of bubble behaviors in femtosecond laser machining of silicon wafer in liquids[J]. Journal of Manufacturing Processes, 2022, 83: 502-511.
- [3] Zheng Q, Fan Z, Jiang G, et al. Mechanism and morphology control of underwater femtosecond laser microgrooving of silicon carbide ceramics[J]. Optics express, 2019, 27(19): 26264-26280.
- [4] Kalus M R, Bärsch N, Streubel R, et al. How persistent microbubbles shield nanoparticle productivity in laser synthesis of colloids—quantification of their volume, dwell dynamics, and gas composition[J]. Physical Chemistry Chemical Physics, 2017, 19(10): 7112-7123.

## 激光先进加工控制技术与前沿应用

蒋明<sup>1</sup>

1 华中科技大学武汉光电国家研究中心

**摘要:** 激光先进加工系统常常集成多轴运动机构、光学振镜扫描机构和多种传感器，通过 CAM 软件进行激光束空间位置和物理参量的精准协同控制，实现激光精密刻蚀、切割、打孔、淬火等先进加工工艺，因此激光先进加工控制技术是融合光、机、电、软及工艺物理的多学科交叉基础前沿技术，具有重要研究价值和实际意义。本文聚焦于作者长期开展的激光先进加工控制技术核心算法及其应用研究，首先分析激光飞行加工控制原理和控制模型算法，介绍其在激光在线飞行标刻和激光铁轨飞行淬火上的前沿应用；随后分析激光三维加工控制技术的需求和发展动态，详细介绍基于五轴机床的大型跨尺度激光三维曲面刻蚀系统硬件结构和 CAM 软件功能设计，以及在尖端装备领域的前沿应用和最新发展。

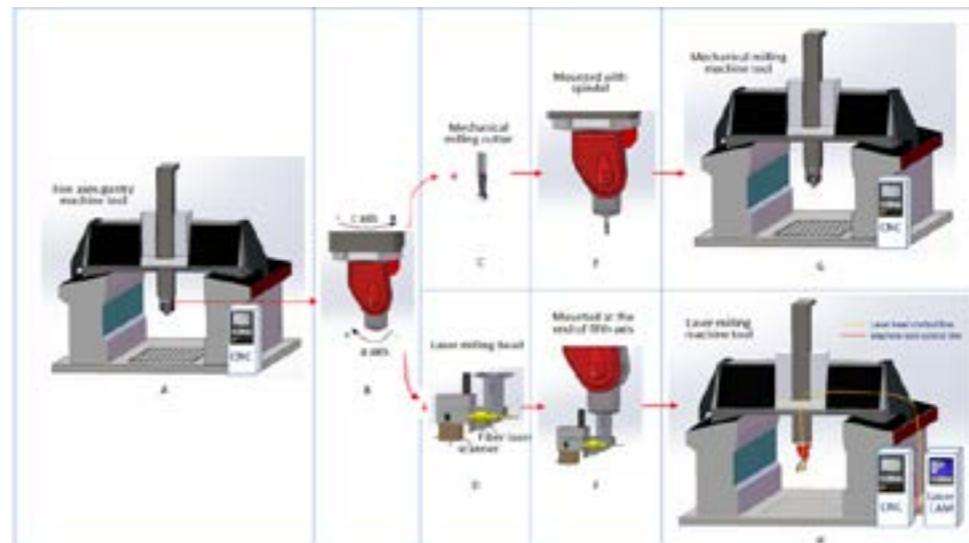


图 1 基于五轴机床的大型跨尺度激光三维曲面刻蚀系统

**关键词:** 激光加工，振镜扫描，多轴机床，计算机控制

**资助项目:** 航天科技基金，基础加强计划技术领域基金

## 飞秒激光改性碳化硅及其磨削的有限元研究

陈沛<sup>1</sup>、迟壮壮<sup>1</sup>、秦飞<sup>1</sup>

1 北京市朝阳区平乐园 100 号北京工业大学

**摘要:** 碳化硅(SiC)由于其优越的综合性能,是最有前途的第三代半导体材料之一<sup>[1-3]</sup>。然而,由于碳化硅基板具有较高的硬度和化学稳定性,对其进行高效的磨削加工仍是一个难题<sup>[4]</sup>。本文采用飞秒激光辐照 4H-SiC 晶圆,以提高后续磨削加工的效率。如图 1 所示,首先通过飞秒激光辐照 4H-SiC 表面对其进行表面改性得到激光诱导的周期性表面结构;然后分别对改性前后的 4H-SiC 表面进行纳米压痕实验,对比两表面硬度和弹性模量等力学性能;最后利用有限元软件 ABAQUS 建立了激光改性后 SiC 衬底的有限元模型,选用 ABAQUS 中的脆性开裂模型来描述 4H-SiC 材料的动态响应<sup>[5]</sup>。通过改变划痕的进给速度和切削深度等磨削参数对改性表面的单磨粒磨削过程进行了模拟,探讨了改性前后磨削参数对磨削去除以及磨削力的影响。纳米压痕实验结果表明,改性层的表面硬度和弹性模量大大降低,而且随着深度的增加硬度激光改性对 SiC 衬底的影响越来越小;有限元分析结果表明,进给速度对改性层去除效率影响不大,磨削力平均值随进给速度的增大而减小。磨削力的平均值随切削深度的增加变化不大,但磨削力的振幅随切削深度的增加而增大。综上所述,采用飞秒激光对碳化硅衬底改性使其表面发生软化,大大提高了磨削时材料的去除效率,且降低了磨削力,延长了刀具的使用寿命。

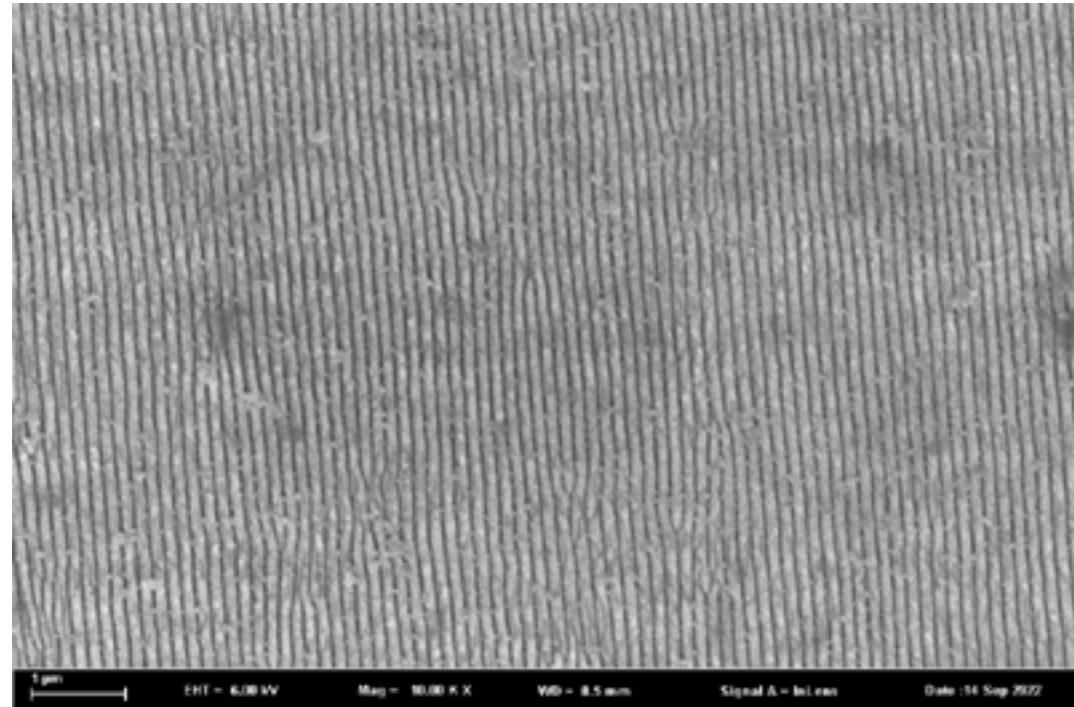


图 1 飞秒激光诱导的周期性表面结构

**关键词:** 飞秒激光; 碳化硅; 激光改性; 有限元; 磨削力; 材料去除

**资助项目:** 北京市自然科学基金面上项目

### 参考文献:

- [1] A.M. Mezzasalma, G. Mondio, T. Serafino, F. Caridi, L. Torrisi, Electronic properties of thin films of laser-ablated Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, *Appl. Surf. Sci.* 255 (2009) 4123–4128. M  linon, P., et al. “Playing with carbon and silicon at the nanoscale.” *Nature materials* 6.7 (2007): 479.
- [2] T.K. Doi, K. Seshimo, T. Yamazaki, M. Ohtsubo, D. Ichikawa, T. Miyashita, M. Takagi, T. Saeki, H. Aida, Smart polishing of hard-to-machine materials with an innovative dilatancy pad under high-pressure, high-speed, immersed condition, *ECS J. Solid State Sc* 5 (2016) 598–607.
- [3] L. Zhang, H. Deng, Highly efficient and damage-free polishing of GaN (0001) by electrochemical etching-enhanced CMP process, *Appl. Surf. Sci.* 514 (2020) 145957.
- [4] C. Li, I.B. Bhat, R. Wang, J. Seiler, *J. Electron. Mater.* 33, 481 (2004)
- [5] Wang C, Chen J, Fang Q, et al. Study on brittle material removal in the grinding process utilizing theoretical analysis and numerical simulation[J]. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2016, 87(9): 2603-2614.

稿件编号	标题 / 作者 / 单位
<b>7、激光加工与制造技术 - 张贴报告</b>	
Laser2022-0921-4	<p><b>从阿秒光脉冲到介质的能量转移的含时密度泛函理论研究</b>            王锋<sup>1*</sup>; 王巍<sup>2</sup>; 庞素娜<sup>1</sup>; 张小琴<sup>3</sup>            1. 北京理工大学 物理学院 ;2. 北京理工大学 ;3. 浙江工商大学 信息与            电子工程学院</p>
Laser2022-0328-1	<p><b>飞秒矢量激光加工 4H-SiC 的高质量微纳米结</b>            董兵            天津大学</p>

会场五

2 楼会议室：8 号多功能厅

<b>会场五：激光与物质相互作用，飞秒激光成丝，其他激光交叉领域</b>		
<b>2023 年 4 月 8 日</b>		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：李璞，广东工业大学		
13:30-14:00	<b>随机光纤激光器研究进展</b> 饶云江，电子科技大学	150
14:00-14:25	<b>太赫兹界面非线性光谱学</b> 田传山，复旦大学	151
14:25-14:50	<b>超低阈值片上长波长中红外参量转换</b> 梁厚昆，四川大学	152
14:50-15:15	<b>题目待定</b> 陈燕萍，上海交通大学	155
15:15-15:35	茶歇	
主持人：梁厚昆，四川大学		
15:35-16:00	<b>题目待定</b> 刘彤宇，中国电子科技集团公司第 53 研究所	153
16:00-16:25	<b>激光混沌熵源：物理随机数发生器</b> 李璞，广东工业大学	154
16:25-16:35	<b>Laser2022-0303-1</b> <b>级联式编码器 - 解码器网络在低照度环境下的三维重建</b> 邓玉林，山东理工大学	167
16:35-16:45	<b>Laser2022-0831-1</b> <b>高功率激光打靶激励电磁脉冲的机理与分类</b> 孟萃，清华大学	168
16:45-16:55	<b>Laser2022-0923-16</b> <b>高功率飞秒涡旋超连续辐射的产生研究</b> 奚婷婷，中国科学院大学	170
16:55-17:05	<b>Laser2022-1105-6</b> <b>棒状 YAG 晶体中镱离子浓度对无热激光器性能影响的初步研究</b> 钟标，华东师范大学	171

会场五

2023 年 4 月 9 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：王铁军，中国科学院上海光学精密机械研究所		
13:30-14:00	<b>飞秒激光在燃烧科学中的新应用：激光点火和燃烧诊断</b> 徐淮良，吉林大学	156
14:00-14:25	<b>阿秒激光和阿秒时域双缝干涉</b> 兰鹏飞，华中科技大学	157
14:25-14:50	<b>分子指纹光谱的快速高灵敏测量技术研究</b> 闫明，华东师范大学	158
14:50-15:15	<b>10 MV/cm 强太赫兹场产生及其表征</b> 张栋文，国防科技大学	159
15:15-15:35	茶歇	
主持人：闫明，华东师范大学		
15:35-16:00	<b>飞秒激光成丝控制研究</b> 郝作强，山东师范大学	160
16:00-16:25	<b>飞秒激光人工影响天气新技术</b> 王铁军，中国科学院上海光学精密机械研究所	161
16:25-16:50	<b>4D 超快电子显微镜</b> 付学文，南开大学	162
16:50-17:00	<i>Laser2022-0921-7</i> <b>Influence of exciton diffusion coefficient on lifetime in perovskite crystals</b> 苏国栋，南开大学	173
17:00-17:10	<i>Laser2022-0923-13</i> <b>高能激光试验机建设特点和关键技术分析</b> 杜梓冰，中国飞行试验研究院	174
17:20-18:30	张贴报告 / 茶歇	
18:30-20:00	晚宴	

2023 年 4 月 10 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：孙陆，南开大学		
09:00-09:25	<b>空气激光——大气诊断的远程探针</b> 姚金平，中国科学院上海光学精密机械研究所	163
09:25-09:50	<b>新型亚波长钙钛矿单模激光性能研究</b> 刘征征，中国科学院上海光学精密机械研究所	164
09:50-10:15	<b>基于飞秒激光的燃烧诊断技术</b> 丁鹏基，兰州大学	165
10:15-10:35	茶歇	
主持人：刘征征，中国科学院上海光学精密机械研究所		
10:35-11:00	<b>基于飞秒激光成丝的大气遥感技术</b> 孙陆，南开大学	166
11:00-11:10	<i>Laser2022-0923-3</i> <b>激光剥蚀熔石英损伤增长动力学过程</b> 吕涛，中国地质大学（武汉）	175
11:10-11:20	<i>Laser2022-1004-1</i> <b>激光电离液态水产生的侧向太赫兹辐射</b> 陈宇轩，天津大学	176
11:20-11:30	<i>Laser2022-1105-1</i> <b>嵌套管空芯反谐振光纤与单模光纤低损耗耦合分析</b> 万双琴，北京工业大学	178

## 随机光纤激光器研究进展

饶云江  
电子科技大学

## 太赫兹界面非线性光谱学

田传山  
复旦大学

## 超低阈值片上长波长中红外参量转换

梁厚昆  
四川大学

**摘要:** 集成芯片的中红外激光源在化学和生物分子传感、红外光谱和通信等方面具有关键的作用。本文首先采用 ZnGeP<sub>2</sub> 晶体波导平台，实现了低阈值、高效率的芯片集成双折射相位匹配光参量相互作用宽带中红外激光器。光参量产生的泵浦阈值能量仅为 ~0.38 nJ。在耦合输入脉冲能量为 1.8 nJ 的情况下，获得了 5 ~ 10.5 μm 的倍频跨度谱和 60 dB/cm 的不饱和参量增益。将泵浦能量增加到 ~4 nJ，可观察到 ~74 dB/cm 的饱和参量增益。

**个人简介:** 梁厚昆，新加坡南洋理工大学光电工程学士（2007 年）、光电工程博士（2011 年）。2011 年至 2014 年，在新加坡制造科学研究院任副研究员，2014 年至 2016 年，在麻省理工学院做博士后研究。2016 年至 2019 年新加坡制造科学研究院任研究员，项目 PI，于 2019 年 11 月至今回到四川大学任教授。从事中红外高能量超短脉冲激光器、中红外光学参量啁啾脉冲放大、和非线性光学等专业的研究工作。

## 题目待定

刘彤宇  
中国电子科技集团公司第 53 研究所

## 激光混沌熵源：物理随机数发生器

李璞  
广东工业大学 & 太原理工大学

**摘要：**物理随机数在密码学、通信及国家安全等领域具有重要应用价值。传统的物理随机数发生器受限于熵源（如热噪声等）带宽的限制，码率仅处于 Mb/s 量级。近年来，激光混沌由于其高带宽、大幅度、易集成等特性，获得了相关研究学者的极大关注，被广泛应用于高速物理随机数的产生。然而，需要指出的是，已见报道的随机数方案，但多数为离线证明，并非实际实现。针对高速物理随机数实时产生这一技术难题，将激光混沌产生技术与电子信号处理技术和光子信号处理相结合，发明了快速物理随机数产生的系列专利技术，并研发出最快实时码率达 10 Gb/s 量级的物理随机数发生器，将现有加密设备的速率提高了两到三个数量级。

**个人简介：**教授、博导，山西省优秀青年基金获得者、山西省优青青年学术带头人、山西省国防科技创新团队带头人。兼任中国电子学会混沌专委会委员、山西省军民通用标准委员会委员、国际光学混沌领域知名期刊 NOLTA 副编辑。主要致力于混沌激光的产生及应用研究，发展了多种宽带激光的产生、控制新方法。尤其是，用混沌信号作为新型物理熵源，融合光电 / 全光信号处理手段，开发出快速物理随机数产生系列创新技术，研制出实时码率达 10 Gb/s 的物理随机数发生器，将现有加密设备的实时速率提高了 2~3 个数量级。承担国家自然科学基金 4 项、“十三五”国家密码发展基金 1 项及其它省部级项目 10 余项，发表 SCI 论文 50 余篇，授权美国 / 中国发明专利 20 余项，国际会议邀请报告 5 次，相关成果获中国专利优秀奖 1 项、教育部技术发明二等奖 1 项、山西省科技奖 3 项。

## 题目待定

陈燕萍  
上海交通大学

## 飞秒激光在燃烧科学中的新应用：激光点火和燃烧诊断

徐淮良  
吉林大学

**摘要：**贫燃混合物燃烧具有高能量转化效率、低污染物排放等特点，是国际上高效、绿色燃烧领域的一个研究热点。激光点火拥有点火位置可调、点火时间和能量可控、无电极以及采用非侵入式结构等优势，近年来引起人们广泛关注，被认为是未来发动机燃烧领域的重点发展方向之一。本报告将介绍我们近期有关飞秒激光贫燃气体点火和燃烧诊断方面的研究工作。首先，我们利用飞秒激光非线性传输形成的光丝在甲烷 / 空气预混合层流气流中实现了高可靠性、超低最小点火能量的新型激光点火技术，打破了人们公认的超短激光因能量沉积率低、诱导等离子体温度低而不适用于激光点火的传统认知。随后，将介绍我们利用飞秒激光成丝实现燃烧中间产物超快动力学诊断方面的部分研究工作。

**个人简介：**吉林大学教授、博士生导师，国家杰出青年科学基金获得者、国家万人计划科技创新领军人才。主要从事超快激光非线性光谱学和包括激光烧蚀、激光改性、激光取向、激光离化和解离等在内的激光与物质相互作用研究，在 Phy. Rev. Lett. 等期刊上发表 SCI 收录论文 190 余篇，在 World Scientific 出版社发表合撰著作《Fundamentals of Laser Optoelectronics》(2nd Edition)，在 Springer 系列丛书《Progress in Ultrafast Intense Laser Science》上发表 5 章节，在 Laser & Photon. Rev. 等期刊上发表综述论文 10 余篇，在国际会议上作大会报告 / 邀请报告 60 余次。2018 年获日本东京大学 Zasshikai Lectureship 奖。目前担任吉林大学研究生院副院长兼研究生培养办公室主任，吉林省光学学会副理事长、激光专业委员会主任委员，吉林省物理学会理事。

## 阿秒激光和阿秒时域双缝干涉

兰鹏飞  
华中科技大学

**摘要：**超快时间分辨的测量可以揭示物理过程的演化规律，对理解微观世界至关重要。随着激光技术的发展，激光的脉宽不断减小，时间分辨率也随之提高。目前，最短的激光脉冲已经达到 43 阿秒，这为测量物质内部电子的动力学行为提供了前所未有的工具。本报告将介绍我们在线偏振孤立阿秒脉冲产生和椭偏率控制方面的进展。同时，我们提出了全光 FROG 方法对阿秒激光的时间和空间特性进行了表征。另外，我们利用阿秒脉冲构建了时域的“双缝”，并观测到双缝干涉条纹。利用时域双缝干涉，我们实时测量了激光脉冲的波形和原子内电子跃迁超快过程。

**个人简介：**兰鹏飞，华中科技大学教授、博导。主要从事飞秒、阿秒超快激光与应用的研究，在 Physical Review Letters、Nature Communication、Physical Review A/Optics Express/Optics Letter 等国际权威期刊发表论文 100 余篇。获得饶毓泰基础光学优秀奖和日本激光学会年度业绩奖，获得杰出青年基金、“万人计划”青年拔尖等人才项目。目前，担任中国激光杂志社和《Ultrafast Science》青年编委。

## 分子指纹光谱的快速高灵敏测量技术研究

闫明  
华东师范大学

**摘要:** 分子指纹特征谱线的快速高分辨测量在分子动力学、化学反应、生物成像及环境监测等邻域具有重要应用。然而分子光谱技术长期面临着宽带光场测量与超灵敏探测等难题。光学频率梳(光梳)是一种高亮度的宽带相干光源,其兼具时间与频谱的高分辨特性,进而引发了分子光谱测量邻域的技术革命。报告将首先介绍基于双光梳相干拉曼光谱测量与成像技术,并结合表面等离子体共振增强机制与高速调频电光梳光源,实现超灵敏分子相干拉曼光谱的高速测量,成谱速率可达 1 MHz。此外,报告将探讨基于光腔力共振增强的双光梳分子光谱测量新方法,通过纳米薄膜与分子振动共振的方式,实现高灵敏度的气体分子检测。

**个人简介:** 闫明,华东师范大学研究员,博士生导师。2012 年于华东师范大学获博士学位,曾被德国 Max Planck Society 授予 Theodor Hänsch Fellowship,被德国马普协会评为优秀青年研究员。2017 年入职华东师范大学。研究方向为精密光谱测量与成像,主要聚焦高分辨分子指纹光谱与红外光频梳光源。先后入选上海市“浦江人才计划”、上海市海外高层次人才引进计划;2020 年获批国家自然科学基金委优秀青年项目。

## 10 MV/cm 强太赫兹场产生及其表征

张栋文  
国防科技大学

**摘要:** 强太赫兹场在物质调控、生物医学等领域具有重要应用前景。超强飞秒激光装置不仅能够产生强太赫兹电场,而且通过强太赫兹场泵浦——光学探测实验,发现和调控极端非平衡新物态。我们利用 SILEX-II 拍瓦激光装置,在铌酸锂晶体中获得了能量大于 1mJ, 峰值电场强度大于 10 MV/cm 的太赫兹脉冲,并首次在拍瓦激光装置上利用太赫兹单发探测系统获得太赫兹脉冲的波形。实验验证了拍瓦激光器产生太赫兹强场的可行性,为在 SILEX-II 拍瓦激光装置上开展极端非线性太赫兹物理奠定了基础。

**个人简介:** 张栋文,男,国防科技大学物理系教授,主要从事强激光场下的原子分子研究工作。提出了同时测量高次谐波和太赫兹光谱(HATS)的实验方法,使太赫兹时域光谱技术成为强场物理研究的新工具;用单发太赫兹时域光谱技术测量了温稠密金在太赫兹波段的电导率,实现了太赫兹对极端物态过程的诊断。主持国家自然科学基金等项目 10 余项,发表论文 30 余篇,获得湖南省自然科学一等奖 1 项,军队科技进步二等奖 2 项。

## 飞秒激光成丝控制研究

郝作强

山东师范大学

**摘要：**高功率超快激光脉冲在光学介质中传输时，在克尔自聚焦和等离子体散焦等非线性效应的共同作用下，会形成传输距离远远超过其瑞利距离，直径和激光光强基本维持不变的丝状等离子体，这种现象称为激光成丝。飞秒激光成丝领域经历了二十多年的发展，已经在白光激光雷达、激光引雷、激光诱导雨雪形成、激光成丝微加工、超短脉冲产生以及太赫兹辐射等众多领域得到了广泛应用。近年来，我们对飞秒激光在光学介质中的非线性成丝过程进行了一系列研究。本报告重点介绍利用激光脉冲整形技术、使用光阑、微透镜阵列、平顶光束、利用高斯及涡旋光束干涉、光束偏振等方法实现的激光成丝控制（成丝起点、强度、长度、分布以及旋转等）的研究进展。

**个人简介：**郝作强，2001 年毕业于山东师范大学，获物理学学士学位；2007 年毕业于中科院物理研究所获得光学博士学位；2007-2011 年先后于法国里昂第一大学和德国柏林自由大学进行博士后及洪堡学者研究；2011 年进入长春理工大学工作，入选吉林省高层次创新创业人才引进计划，荣获吉林省第三批拔尖创新人才称号；2018 年入选山东省泰山学者青年专家计划，并于 2019 年进入山东师范大学工作，现为物理与电子科学学院教授，博士生导师。主要从事超短超强激光脉冲的成丝非线性光学及其应用基础研究，近年来主持了国家自然科学基金面上项目 4 项、战略支援部队预研项目 1 项，以及教育部博士点基金、吉林省科技厅以及济南市引进创新团队等若干科研项目，与合作者在著名学术期刊上发表论文百余篇，获授权国家发明专利 4 项。

## 飞秒激光人工影响天气新技术

王铁军

中国科学院上海光学精密机械研究所

**摘要：**飞秒强激光技术的飞速发展，开辟了飞秒激光大气应用新方向，为激光人工干预天气应用提供了前所未有的机遇。在本报告中，从飞秒激光人工影响天气原理基础—飞秒激光大气传输自聚焦电离成丝出发，结合团队在该领域的研究进展，首先介绍飞秒激光大气成丝产生机理、调控和测量的技术和相关新现象、新规律，然后简要回顾一下飞秒激光人工增雨、人工引雷相关的基础研究进展。飞秒激光人工影响天气作为一种新技术，给我们提供新的机遇。与此同时，从基础科学和技术问题研究迈向外场应用，仍有许多挑战问题有待攻关，期待与大家共同探讨，推动飞秒激光人工影响天气技术的创新发展。

**个人简介：**强场激光物理国家重点实验室研究员，博士生导师，2007 年吉林大学博士毕业，2007-2013 年先后在德国马普量光所、加拿大拉瓦尔大学从事博士后研究，2013 年到上海光机所工作，长期从事超快强激光大气非线性传输及应用研究，已经发表学术论文 90 余篇，申请和授权发明专利 7 项，国际会议邀请报告 20 余次，相关研究工作获得美国《Laser Focus World》、德国《Technology Review》、中科院院网 Research News 等国内外学术期刊、媒体等重点关注、报道等 10 余次。任 SCI 期刊 Photonics 的 Guest Editor、Topical Advisory Panel Members，先后获得中国科学院高端人才引进计划、上海市“浦江人才计划”、The 1st ISUILS Award for Young Researchers、全国优秀博士学位论文提名等。

## 4D 超快电子显微镜

付学文  
南开大学

**摘要：**4D 超快电子显微镜结合了飞秒激光的超快时间分辨率和电子显微镜的超高空间分辨率，可以在超高的时间和空间尺度直接观察物质的结构相变、形貌变化、载流子相互作用等瞬态动力学过程，已逐渐成为物理、化学、材料和生物等多学科研究领域重要的动力学研究手段 [1]。本报告将首先简单介绍四维超快电子显微镜技术的发展历程和研究现状。随后，将重点介绍我们近年来在发展新型原位 4D 超快电子显微镜技术及其应用方面做的两项工作：1) 将自行研制的超薄液体池器件与自主搭建的 4D 超快电子显微镜进行结合发展了原位液相 4D 超快电子显微技术，并在纳秒与纳米时空尺度研究揭示了水溶液中纳米金颗粒在飞秒脉冲激光作用下的超快动力学行为；2) 基于自由光子和高能电子的量子调制作用，发展了双色光子调制的近场光学超快电子显微镜技术，通过该技术将超快电镜的时间分辨率提升了一个数量级，并在飞秒与纳米尺度揭示了表面等离激元的传播动力学过程以及单个 Mott 绝缘体纳米线在绝缘体-金属相变过程中的电荷动力学过程，揭示了电荷动力学在 Mott 相变中的关键作用。最后将对 4D 超快电子显微镜的技术发展方向和应用前景进行展望。

**个人简介：**付学文，男，南开大学物理科学学院教授，博士生导师，国家“四青”人才，国家重点研发计划青年首席科学家，天津市杰出青年基金获得者，南开大学“百青”人才，主持国家重点研发计划青年项目、国家重大科研仪器研制项目等多个科研项目，获 2021 年度强国青年科学家提名。于 2020 年牵头建立了南开大学超快电子显微镜实验室。长期从事 4D 超快电子显微镜技术开发及纳米尺度非平衡态超快动力学研究。主要研究兴趣是发展新型原位 4D 超快电子显微镜、超快阴极荧光等超高时空分辨电子成像与探测技术，用于研究低维及量子功能材料中的结构、载流子及自旋等的非平衡态超快动力学过程。在 *Science*、*Science Advances*、*Nature Communications* 等期刊发表学术论文 50 余篇，获技术发明专利 2 项。参与研究成果入选美国 2019 R&D 100 科技发明奖和美国 2020 今日显微技术创新奖。所发表工作多次被 *Science*、*Phys.org*、*Physicsworld*、*Nanotechweb*、*Advances in Engineering* 等科学媒体选为研究亮点进行报道。

## 空气激光——大气诊断的远程探针

姚金平  
中国科学院上海光学精密机械研究所

**摘要：**超强超短激光技术日新月异的发展为远程光学遥感提供了有力工具，这一方面得益于高能量飞秒激光脉冲在大气中远距离自导传输产生光丝的能力；另一方面，飞秒激光成丝诱导的一系列次级辐射源，如超连续白光、空气激光、分子荧光等，为大气遥感提供了天然的远程“探针”。因此，基于超快激光的光学遥感技术在过去二十余年来备受瞩目。特别是近年来，空气激光的发现与广泛研究为超快光学遥感注入了新的活力。空气激光，以无处不在的大气为增益介质，以飞秒激光成丝产生的低温等离子体通道——“飞秒光丝”为载体，并具有强度高、光谱窄、空间指向性好、与泵浦光束天然重合、无腔放大等优点。这些独特的优势为高灵敏、多组分大气检测提供了新思路。本报告将介绍空气激光辅助的相干拉曼光谱技术，并展示该技术在温室气体高灵敏度检测和同位素分析方面的应用。

**个人简介：**姚金平，中科院上海光机所研究员、博士生导师，国家“优青”获得者，上海市优秀学术带头人。主要从事强场超快光学和非线性光谱技术研究，主持国家与省部级项目 8 项，在 *PRL*、*Nature Commun.*、*Science Bulletin* 等期刊上发表第一 / 通讯作者论文 39 篇，撰写《Air Lasing》英文论著章节；研究成果入选“中国光学重要成果”、“饶毓泰基础光学奖”、封面文章；担任《中国激光》编委、*Ultrafast Science* 青年编委等。

## 新型亚波长钙钛矿单模激光性能研究

刘征征

中国科学院上海光学精密机械研究所

**摘要：**微纳光源在光电子集成、传感和光通信等领域发挥着重要的作用。新兴的金属卤化物钙钛矿纳米材料，具有高增益、低缺陷密度、窄发射峰、高荧光量子产率等优点，是未来集成光电子学等领域的高性能微纳激光器件理想增益介质之一。围绕激光小型化，我们对基于微纳尺度的钙钛矿微结构进行了相关激光研究。通过优化结构，制备了三维尺寸均小于波长的钙钛矿纳米块，微米级尺寸的二维钙钛矿微片及深亚波长厚度 (~50 nm) 的准二维钙钛矿薄膜，对其光增益机理及发光特性进行了深入分析，实现了高性能单模激光输出。这些结果将有望进一步推动微型激光光源的小型化和光电子器件集成化发展。

**个人简介：**刘征征，中国科学院上海光学精密机械研究所副研究员。主要研究领域微纳激光器件及超快激光光谱研究。ACS Nano、Advanced Photonics、Photonics Research、Small 等高水平期刊发表 SCI 论文 40 余篇，单篇最高被引 120 余次。先后获得中科院院长优秀奖、王大珩光学奖、全国光学优秀博士学位论文提名奖等。主持国家自然科学基金青年项目、上海市“超级博士后”激励计划、中国博士后科学基金面上资助等项目。

## 基于飞秒激光的燃烧诊断技术

丁鹏基

兰州大学核科学与技术学院

**摘要：**燃烧化学反应机理的物理模型验证、高效率低排放内燃机和高超音速航空发动机的研制都需要先进的光学诊断技术对温度、压强、元素浓度等关键物理量进行精确测量。目前的燃烧诊断技术，比如激光诱导荧光 (LIF)、拉曼散射 (Raman scattering) 和激光诱导光栅散射 (LIGS) 等，大多数使用纳秒激光作为激发光源，同时飞秒激光由于其更强的脉冲峰值功率和更短的脉冲持续时间越来越多地被应用到燃烧和化学反应流体诊断领域，表现出更为优异的测量准确度和精度。在报告中，本人将主要报告基于飞秒脉冲激光的二维 LIF 成像、反斯托克斯拉曼散射 (CARS)、LIGS 和背向激射 (Backward Lasing Technique) 等技术的基础研究以及它们在燃烧化学反应流体诊断中的实际应用。

**个人简介：**丁鹏基博士，兰州大学核科学与技术学院青年研究员，博士生导师，主要从事超快光学的基础和应用研究，包括飞秒激光诱导等离子体通道、背向激射效应、基于超快激光的非线性光学诊断技术及超快光学在核技术中的应用等方向。在 Phys. Rev. Lett., Phys. Rev. A, Opt. Lett. 等国际学术期刊发表 SCI 论文 30 余篇，参与撰写论著 2 个章节，在国际学术会议上发表口头报告 20 余次。

## 基于飞秒激光成丝的大气遥感技术

孙陆  
南开大学

**摘要：**飞秒激光成丝具有长距离稳定传输的特性，同时由于其成丝传输高强度的钳制光强注意电离激发各种分子，产生指纹性荧光信号，有望成为新的大气多组分遥感方法。报告主要对课题组使用飞秒激光成丝技术产生的气体分子荧光信号特性和大气多组分检测的研究成果做简要汇报。目前实验室通过成丝调控、荧光收集和软件分析结合的方案，实现了 100m 远 70ppm 的检测极限。

**个人简介：**孙陆，南开大学现代光学研究所副教授，博士毕业于瑞典皇家工学院，研究课题包括分子的新型光谱检测和分析技术，使用荧光光谱和太赫兹时域光谱技术对大气污染物和药物分子进行光谱研究并对其结构和物理性质进行机理。已经在 *J.Phys.Chem.Lett.*, *Sci.Total Environ.* 等国际高水平期刊发表论文一作或通讯作者文章 10 余篇，其他合作文章发表于 *Nat. Comm.*, *ACS NANO* 等期刊，参与课题组成果获得天津市科技进步一等奖、天津市技术发明二等奖。

## 级联式编码器 - 解码器网络在低照度环境下的三维重建

邓玉林<sup>1</sup>、尹丽菊<sup>\*1</sup>  
1 山东理工大学

**摘要：**在 lux 甚至更低的低照度环境下实现目标的三维重建是军事、航空航天等相关领域的迫切要求。然而，在光子如此匮乏的环境中仅靠现有成像设备难以捕获充足的三维信息，因此在该环境下完成三维重建任务具有极大的挑战性。基于该现实情况，本文中提出了一个封装非局部神经网络注意力模块的级联式编码器 - 解码器网络，该编码器 - 解码器网络采用了从粗到细的两阶段组合训练方式。将残差网络作为编码器对图像进行多层语义聚合后，利用数据各部分的特征相似性，通过非局部神经网络注意力模块分配权重，然后根据图像与三维模型已训练的映射关系，推理出目标的全局拓扑结构。在解码器末端，采用迭代最近点算法拼接多角度重构模型，进而完成目标的全方位、高质量三维重建。由于目前缺乏低照度环境下的图像数据集，本文利用硅光电倍增管在 lux 环境中进行光子计数图像收集并整理为 3LNet-12 数据集；同时考虑到由于大气散射加剧等因素造成部分光子计数图像质量无法得到保证，因此本文伴随着提出了一种过滤该数据集的分析方法。在实验中，本文所提出的方法不仅取得了优于目前先进方法的结果，而且在重建模型的质量上也具有竞争力。

**关键词：**三维重建，计算机立体视觉，神经网络，低照度成像

**资助项目：**国家自然科学基金 (62101310)  
山东省自然科学基金 (ZR2020MF127)

## 高功率激光打靶激励电磁脉冲的机理与分类

徐志谦<sup>1,2</sup>, 张茂兴<sup>1,2</sup>, 孟萃<sup>1,2</sup>

1 清华大学工程物理系  
2 粒子技术与辐射成像教育部重点实验室

**摘要:** 激光惯性约束核聚变是国际核物理重要的前沿研究领域之一。激光打靶伴随着强电磁辐射, 对测试设备和信号产生干扰, 甚至会损坏诊断设备。研究激光装置中的电磁脉冲问题, 有助于深入理解激光等离子体相互作用物理规律, 也为惯性约束聚变物理实验诊断和电磁防护提供输入源项。

激光打靶过程中有大量超热电子、X 射线等粒子产生, 同时激励复杂电磁环境。本团队根据产生机理不同, 对激光打靶产生的电磁脉冲进行了系统的分类, 并对各类电磁脉冲物理机理进行了理论模拟、实验测量研究。

本团队对靶室房间(含靶室)内电磁脉冲进行的分类如图 1 所示。激光 - 靶作用产生的逃逸超热电子会激励电磁脉冲, 我们称之为 Electron-EMP。打靶产生的 X 射线与靶室内设备相互作用产生光电子, 也会激励电磁脉冲: 当 X 射线作用于腔体, 如果 X 射线源在腔体(靶室)内, 则在腔体外部激励源区电磁脉冲 (Source-Region Electromagnetic Pulse, SREMP) ; 如果 X 射线源在腔体(如屏蔽壳等)外, 将在腔体外激励外部系统电磁脉冲 (External System-Generated Electromagnetic Pulse, External SGEMP) , 同时在腔体内激励腔体系统电磁脉冲 (Cavity SGEMP) 。当 X 射线作用于线缆, 将在线缆芯线产生耦合电流, 称为线缆系统电磁脉冲 (Cable SGEMP) 。本团队分别编制了计算软件开展计算, 研制了电磁场测量系统开展了实验测量, 比对结果较好。

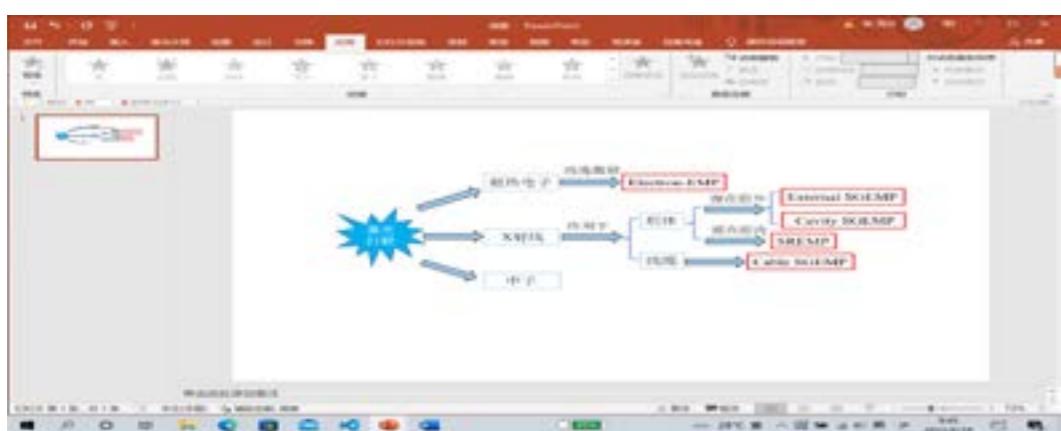


图 1 靶室内电磁脉冲分类

**关键词:** 激光惯性约束聚变, 电磁脉冲, 机理, 分类

**资助项目:** 国家惯约专项

**参考文献:**

- [1] BROWN JR C, BOND E, CLANCY T, et al. Assessment and mitigation of electromagnetic pulse (EMP) impacts at short-pulse laser facilities; proceedings of the Journal of Physics: Conference Series, F, 2010 [C]. IOP Publishing.
- [2] CONSOLI F, TIKHONCHUK V T, BARDON M, et al. Laser produced electromagnetic pulses: generation, detection and mitigation [J]. High Power Laser Science and Engineering, 2020, 8(
- [3] EDER D, THROOP A, BROWN JR C, et al.: Lawrence Livermore National Lab.(LLNL), Livermore, CA (United States), 2009.
- [4] BROWN JR C, THROOP A, EDER D, et al. Electromagnetic pulses at short-pulse laser facilities; proceedings of the Journal of Physics: Conference Series, F, 2008 [C]. IOP Publishing.
- [5] POYÉ A, HULIN S, BAILLY-GRANDVAUX M, et al. Physics of giant electromagnetic pulse generation in short-pulse laser experiments [J]. Physical Review E, 2015, 91(4): 043106.
- [6] CONSOLI F, DE ANGELIS R, DE MARCO M, et al. EMP characterization at PALS on solid-target experiments [J]. Plasma Physics and Controlled Fusion, 2018, 60(10): 105006.
- [7] MEAD M J, NEELY D, GAUOIN J, et al. Electromagnetic pulse generation within a petawatt laser target chamber [J]. Review of scientific instruments, 2004, 75(10): 4225-7.
- [8] ROBINSON T, CONSOLI F, GILTRAP S, et al. Low-noise time-resolved optical sensing of electromagnetic pulses from petawatt laser-matter interactions [J]. Scientific reports, 2017, 7(1): 1-12.
- [9] 金晗冰. 强激光 - 靶作用激励电磁脉冲粒子模拟研究 [D]; 清华大学, 2018.
- [10] DUBOIS J-L, LUBRANO-LAVADERCI F, RAFFESTIN D, et al. Target charging in short-pulse-laser-plasma experiments [J]. Physical Review E, 2014, 89(1): 013102.
- [11] RĄCZKA P, DUBOIS J, HULIN S, et al. Strong electromagnetic pulses generated in high-intensity laser-matter interactions; proceedings of the Journal of Physics: Conference Series, F, 2018 [C]. IOP Publishing.

## 高功率飞秒涡旋超连续辐射的产生研究

奚婷婷<sup>1</sup>、徐立桐<sup>1</sup>、李东伟<sup>2</sup>、郝作强<sup>2</sup>

1 中国科学院大学 2 山东师范大学

**摘要：**阿秒涡旋光能够为超快科学探测提供重要的独特光源，但由于高功率少周期涡旋光源的缺乏，至今没有单个阿秒涡旋光产生的报道。要获得高功率少周期涡旋光，首先要获得高功率飞秒涡旋超连续辐射。然而，由四波混频的方法或者通过超宽带液晶空间光调制器将涡旋相位引入到高斯超连续辐射等方法只能获得较低功率的涡旋超连续辐射。当高功率的飞秒激光在克尔介质中传输时，伴随成丝过程也会产生超连续辐射。但由于初始扰动产生的多丝间是非相干的，细丝的相位分布会破坏涡旋的相位结构，所以也无法产生高功率涡旋超连续辐射光。我们利用高功率涡旋飞秒激光经过一组熔融石英薄片进行非线性传输，通过合理选取熔融石英片的厚度以及间隔，既保证激光脉冲可以产生足够的光谱展宽，又可抑制多丝产生和介质损伤，同时还保证激光光强分布的均匀性在薄片间隔内得以恢复，最终实现了具有涡旋结构的高功率超连续辐射输出。我们计算了拓扑荷数分别为 1 和 2 的高功率涡旋飞秒激光在多薄片中的传输过程，获得了光谱覆盖 500nm 到 1200nm 范围的高功率涡旋超连续辐射，阐明了自相位调制和自陡峭效应对于产生超连续涡旋光的作用机理，为产生高功率涡旋超连续辐射提供了一个简单有效的方法。

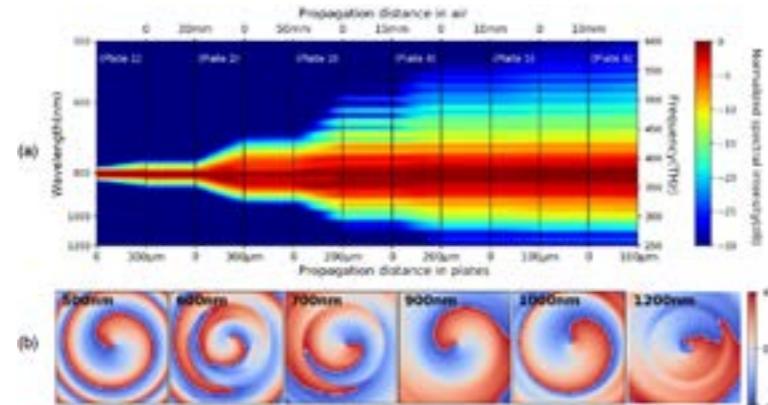


图 1 (a) 不同传输位置的光谱展宽；(b) 从最后一个波片后出射的不同光谱成分的相位分布。

**关键词：**涡旋激光；涡旋超连续辐射；固体薄片组

**资助项目：**国家自然科学基金 (11874056, 12074228)

### 参考文献：

- [1] Litong Xu, Dongwei Li, Junwei Chang, Deming Li, Tingting Xi, and Zuoqiang Hao, "Powerful supercontinuum vortices generated by femtosecond vortex beams with thin plates," *Photonics Research*, 10, 802-809 (2022).

## 棒状 YAG 晶体中镱离子浓度对无热激光器性能影响的初步研究

钟标 \*，雷永清，王朝玉，徐家金，张子恒、印建平

华东师范大学

**摘要：**激光器增益介质的发热问题是阻碍激光器性能进一步提升的关键问题之一 [1-4]。利用反斯托克斯荧光制冷可以抵消激光增益介质在激光器运行过程中产生的热量，从而实现激光器的无热运转 [1,2,4-8]。增益介质的无热运转可以避免由于发热导致对激光模式，相干性以及功率的不利影响。Yb: YAG 晶体是一种广泛使用的激光增益介质，具有优异的激光特性 [6,7]，我们研究发现该基质材料还具有良好的激光冷却特性，因此该晶体材料可用于无热激光的增益介质 [9-11]。我们对不同掺杂浓度的棒状 Yb: YAG 晶体开展了激光冷却特性方面的研究，并获得了最佳掺杂浓度的激光冷却 Yb: YAG 晶体。此外，我们还对 7.5%Yb: YAG 晶体开展无热激光性能的研究，我们发现对于几何形状为棒状的 7.5%Yb: YAG 晶体的光光效率 ~3%，几乎无法实现无热激光的运转。掺杂浓度小于 7.5% 的棒状的 Yb: YAG 晶体更适合实现无热激光的运转。

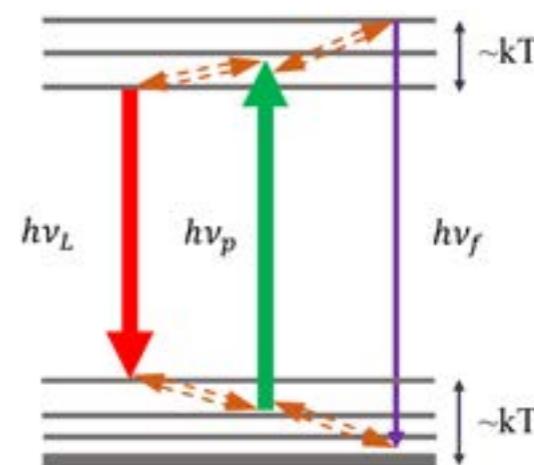


图 1 无热激光原理图

**关键词：**反斯托克斯荧光制冷，激光冷却，无热激光，辐射平衡激光，Yb:YAG 晶体

**资助项目：**国家自然科学基金青年项目 11604100，中国博士后基金特别资助项目 2016T90346，国家自然科学基金重点项目 11834003

**参考文献:**

- [1] S. R. Bowman, IEEE J. Quantum Electron. 35, 115 (1999).
- [2] M. Sheik-Bahae and Z. Yang, IEEE J. Quantum Electron. 56, 1 (2020).
- [3] J. M. Knall, M. Engholm, T. Boilard, M. Bernier, and M. J. F. Digonnet, Physical Review Letters 127, 013903 (2021).
- [4] J. Knall, M. Engholm, T. Boilard, M. Bernier, P. B. Vigneron, N. Yu, P. D. Dragic, J. Ballato, and M. J. F. Digonnet, Optica 8, 830 (2021).
- [5] G. Nemova and R. Kashyap, Optics Communications 319, 100 (2014).
- [6] S. R. Bowman and C. E. Mungan, Selecting materials for radiation balanced lasers, 2000.
- [7] Z. Yang, J. Meng, A. R. Albrecht, and M. Sheik-Bahae, Opt. Express 27, 1392 (2019).
- [8] S. R. Bowman, S. P. O' Connor, and S. Biswal, IEEE J. Quantum Electron. 41, 1510 (2005).
- [9] B. Zhong, Y. Lei, X. Duan, T. Yang, and J. Yin, Appl. Phys. Lett. 118, 131104 (2021).
- [10] R. Epstein, J. Brown, B. Edwards, and A. Gibbs, J. Appl. Phys. 90, 4815 (2001).
- [11] E. S. de Lima Filho, G. Nemova, S. Loranger, and R. Kashyap, Opt. Express 21, 24711 (2013).

## Influence of exciton diffusion coefficient on lifetime in perovskite crystals

Guodong Su<sup>1</sup>, Chongyun Jiang<sup>1\*</sup>, Hui Ma<sup>2\*</sup>.

<sup>1</sup> School of Electronic Information and Optical Engineering, Nankai University

<sup>2</sup> School of Physical Science and Technology, Tianjin University of Technology

**Abstract:** Perovskite materials have gained rapid progress in optoelectronic applications due to their long exciton diffusion length, high exciton lifetime, and large mobility. The exciton lifetime shows an exciton-exciton annihilation effect under different laser powers which makes the exciton lifetime decrease. By studying the exciton lifetime on the diffusion path of CsPbBr<sub>3</sub>@Cs<sub>4</sub>PbBr<sub>6</sub> inorganic perovskite crystals and using simulations to achieve the numerical resolution of the lifetime, diffusion coefficient and annihilation coefficient, we found that the exciton diffusion coefficient has a much higher effect on the exciton lifetime than the exciton-exciton annihilation effect.

### References:

- [1] Shaw PE, Ruseckas A, Samuel IDW. Exciton Diffusion Measurements in Poly(3-hexylthiophene).Advanced Materials 2008, **20**(18): 3516-3520.
- [2] Huang L, Krauss TD. Quantized bimolecular auger recombination of excitons in single-walled carbon nanotubes. Phys Rev Lett 2006, **96**(5): 057407.
- [3] Mouri S, Miyauchi Y, Toh M, Zhao W, Eda G, Matsuda K. Nonlinear photoluminescence in atomically thin layered WSe<sub>2</sub> arising from diffusion-assisted exciton-exciton annihilation. Physical Review B 2014, **90**(15).

## 高能激光试验机建设特点和关键技术分析

杜梓冰<sup>1</sup>, 李晓明<sup>2</sup>

1 中国飞行试验研究院  
2 杂航空系统仿真重点实验室

**摘要:** 为推动机载高能激光武器的发展,首先研究了试验机在航空科技领域的作用和地位,并以美国典型试验机进行说明;然后分析了美国、前苏联和以色列机载高能激光武器试验机建设特点,最后提出了机载高能激光武器试验机建设过程中关键技术识别、技术成熟度分析、试验机设计技术、试验机改装技术和测试记录技术是 5 大关键领域,需要重点关注和突破。

**关键词:** 机载高能激光武器; 试验机设计; 试验机改装; 测试记录

## 激光剥蚀熔石英损伤增长动力学过程

吕涛<sup>1</sup>, 蒋勇<sup>2</sup>

1 中国地质大学自动化学院  
2 西南科技大学理学院

**摘要:** 强激光对熔石英的损伤增长行为会严重影响高功率激光系统稳定性及使用寿命。强激光脉冲剥蚀时通常会伴随等离子体膨胀和高压冲击波产生及传播,剥蚀粒子特征与激光加载反射冲击波动力学特性逻辑相关并直接影响激光微区化学分析的准确度。利用高时空分辨率泵浦 - 探测阴影成像术准确记录高能量纳秒激光脉冲剥蚀熔石英前后表面冲击波及其诱导喷射动态变化进程。当激光穿过前表面聚焦于后表面时,在其前表面形成不等间距的同心环,而体内还有激光成丝损伤微通道且伴随成丝冲击波,且主要损伤点随时间延迟逐渐右移,前后经历单丝、双丝及长丝历程。研究冲击波动力学及其与剥蚀粒子类型的因果关系,记录了激光诱导熔石英成丝动态损伤特征,揭示激光加载反射冲击波在激光剥蚀进程中的作用,丰富激光剥蚀靶材物理化学机理,为激光微区化学分析技术和研制高功率激光系统提供理论和实践支持。

## 激光电离液态水产生的侧向太赫兹辐射

陈宇轩、何宇航、田震<sup>†</sup>、戴建明<sup>\*</sup>

1 天津大学

**摘要：**近年来，多种液体尤其是液态水<sup>1</sup>，被开发为基于等离子体的宽带太赫兹源。液态水中产生太赫兹波的内在机理是激光有质动力诱导的偶极子辐射，其偶极矩沿激光传播方向。根据这一机理，其侧向辐射的太赫兹波相对正向辐射更强，因而对侧向辐射太赫兹波的研究将有利于进一步提高液体等离子体中产生太赫兹波的强度。

用于研究侧向辐射太赫兹波的实验装置如图 1a 所示。激光在水线中产生等离子体，产生的太赫兹波由抛物面镜（PM1）收集并准直，通过硅片（Si）滤波后由电光采样（EOS）探测，整个收集 / 探测系统可绕水柱旋转。当激光焦点位于水线中心时，太赫兹波的辐射方向图受水线影响引起的变形最小。实验结果如图 1b 所示，侧向辐射明显强于正向（0°附近），最强太赫兹辐射角位于 120~150°之间。在 90° 探测角下（侧向），优化水线与激光焦点的相对位置，得到的最高太赫兹波场强约为在 0°（正向）优化时的二倍，如图 1c 所示。当水线沿 x 轴水平移动时，太赫兹波峰值电场出现了反常的“双峰”趋势，如图 1d 所示。由于在 -x 方向收集太赫兹波，位置 A 处产生的太赫兹波在水中的光程较短，受到吸收较小，但其峰值电场却小于位置 B 处。这一现象可归结于水线的柱面对位置 A 和 B 处产生太赫兹波的折射造成发散和汇聚作用<sup>2</sup>。

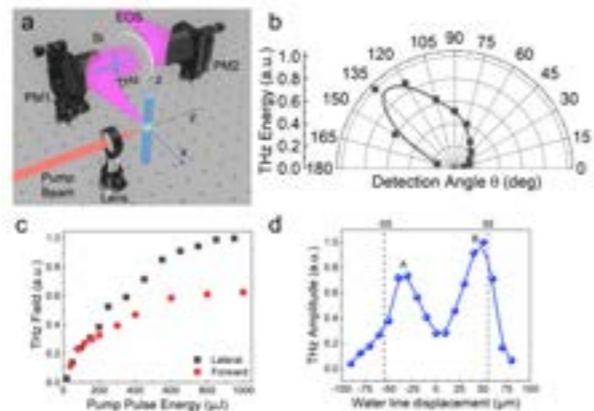


图 1. a: 实验装置图, b: 太赫兹波辐射方向图, c: 侧向和正向辐射的太赫兹波泵浦能量依赖性, d: 太赫兹峰值电场随水线在 x 轴上位置的变化。

**关键词：**太赫兹波，等离子体，液态水，激光

**资助项目：**国家自然科学基金 (No. 61875151, 62075157), 国家重点研发计划 (No. 2017YFA0701000)

### 参考文献：

- Q. Jin, E. Yiwen, K. Williams, J. M. Dai, and X. C. Zhang, *Appl. Phys. Lett.* **111** (7), 071103 (2017).
- Yuxuan Chen, Yuhang He, Zhen Tian, and Jianming Dai, *Appl. Phys. Lett.* **120** (4), 041101 (2022).

## 嵌套管空芯反谐振光纤与单模光纤低损耗耦合分析

万双琴<sup>1</sup>, 张鑫<sup>1</sup>, 姚静远<sup>1</sup>, 金宇龙<sup>1</sup>, 王璞<sup>1\*</sup>

北京应用激光技术工程研究中心

1 北京工业大学材料与制造学部激光工程研究院

**摘要:** 空芯光纤 (HCF) 打破传统石英实芯光纤全反射导光机制, 通过微结构将光限制在空气中进行传输<sup>[1-3]</sup>, 在近二十年来的发展中极具吸引力。迄今为止, 嵌套管结构的空芯反谐振光纤最低传输损耗可低至 0.174 dB/km<sup>[4]</sup>, 与石英光纤损耗特性相媲美, 在光纤通信、光纤传感等领域具有巨大的应用潜力。然而空芯光纤与普通光纤结构和导光机制的差异使得空芯光纤的实际应用存在插入损耗高等问题, 为更大程度应用空芯光纤, 需要针对不同光纤, 选用合适的模场匹配方法满足实际应用需求<sup>[5-7]</sup>。

在本工作中, 我们探究了 SMF28 与嵌套管空芯反谐振光纤的耦合方案, 借助 Rsoft 仿真模拟软件, 研究了耦合损耗随渐变折射率光纤长度变化关系。考虑到 SMF28 与嵌套管空芯反谐振光纤的模场大小相差三倍以上, 直接相连损耗大至 5 dB。为降低耦合损耗, 我们选用渐变折射率光纤作为 SMF28 与嵌套管空芯反谐振光纤的模场适配器。通过 Rsoft 仿真计算, 得到针对纤芯直径为 35.8 μm 的嵌套管空芯反谐振光纤, 通过 GRIN50 渐变折射率光纤, 可实现 SMF28 与此款光纤间 0.31 dB 的耦合损耗。实验中, 我们使用 230 m 长嵌套管空芯反谐振光纤, 通过电弧放电的方式, 实现了 SMF28- 嵌套管空芯反谐振光纤 - SMF28 平均熔接损耗 1 dB, 其熔接损耗有望通过采取冷接方式进一步降低。

**关键词:** 嵌套管空芯反谐振光纤; 渐变折射率光纤; rsoft 仿真模拟; 耦合损耗

### 参考文献

- [1] Cregan R F, Mangan B J, Knight J C, et al. Single-mode photonic band gap guidance of light in air[J]. science, 1999, 285(5433): 1537-1539.
- [2] Russell P. Photonic crystal fibers[J]. science, 2003, 299(5605): 358-362.
- [3] Yu F, Knight J C. Negative curvature hollow-core optical fiber[J]. IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron, 2016, 22(2): 146-155.
- [4] Jasion G T, Sakr H, Hayes J R, et al. 0.174 dB/km hollow core double nested antiresonant nodeless fiber (DNANF)[C]//2022 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC). IEEE, 2022: 1-3.

- [5] Wang C, Yu R, Debord B, et al. Ultralow-loss fusion splicing between negative curvature hollow-core fibers and conventional SMFs with a reverse-tapering method[J]. Optics Express, 2021, 29(14): 22470-22478.

- [6] Huang W, Cui Y, Li X, et al. Low-loss coupling from single-mode solid-core fibers to anti-resonant hollow-core fibers by fiber tapering technique[J]. Optics express, 2019, 27(26): 37111-37121.

- [7] Suslov D, Komanec M, Numkam Fokoua E R, et al. Low loss and high performance interconnection between standard single-mode fiber and antiresonant hollow-core fiber[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 1-9.

稿件编号	标题 / 作者 / 单位
<b>11、激光与物质相互作用 - 张贴报告</b>	
Laser2022-0211-1	<b>甲胺铅溴晶体粉末温度依赖的光致发光特性</b> 于海龙 <sup>1</sup> 1. 黑龙江大学
Laser2022-0923-18	<b>端面泵浦 Tm:YLF 激光晶体的热效应仿真分析</b> 余洋 <sup>1,2</sup> ; 高春清 <sup>1,2*</sup> 1. 北京理工大学; 2. 光电成像技术与系统教育部重点实验室
Laser2022-1009-1	<b>基于物理信息神经网络的麦克斯韦方程组求解</b> 朱子桐 <sup>1</sup> ; 李仁先 <sup>1*</sup> ; 张晓艳 <sup>1</sup> ; 唐欢 <sup>1</sup> ; 杨柳 <sup>1</sup> 1. 西安电子科技大学
Laser2022-1106-1	<b>Fully deterministic analysis on photonic whispering-gallery modes of irregular polygonal microcavities</b> 罗筱璇 <sup>1</sup> 1. 西安交通大学
Laser2022-0327-1	<b>基于双色镜光谱合成 9.6 kW 合成光源</b> 孙儒峰 <sup>1*</sup> 1. 中国电子科技集团公司第十一研究所

2 楼会议室：董事会议室

<b>会场六：激光探测，通信及信息处理技术，激光光谱技术及应用，激光成像技术及应用</b>		
<b>2023 年 4 月 8 日</b>		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：宋有建，天津大学		
13:30-14:00	<b>基于深度学习的光学轨道角动量精准识别及其光通信应用</b> 陈险峰，上海交通大学	184
14:00-14:30	<b>机载三维激光测风雷达技术研究</b> 周鼎富，西南技术物理研究所	185
14:30-14:55	<b>单光子成像与传感技术</b> 徐飞虎，中国科学技术大学	186
14:55-15:20	<b>应用于冬季运动项目中的激光雷达三维感知技术</b> 张海洋，北京理工大学	187
15:20-15:40	茶歇	
主持人：张海洋，北京理工大学		
15:40-16:10	<b>人眼安全单频激光器及其激光雷达应用</b> 高春清，北京理工大学	188
16:10-16:35	<b>激光移除空间碎片与防御小行星研究进展与展望</b> 龚自正，中国空间技术研究院 511 所	189
16:35-17:00	<b>量子噪声极限的飞秒激光定时控制</b> 宋有建，天津大学	190
17:00-17:10	<b>Laser2022-1014-4</b> <b>硅 - 氮化硅三维集成大带宽光学相控阵激光扫描器</b> 许维翰，上海交通大学	212
17:10-17:20	<b>Laser2022-0923-12</b> <b>基于神经网络的动态厚散射介质快速成像研究</b> 白静洁，苏州大学	210
17:20-17:30	<b>Laser2022-0926-1</b> <b>1550nm 可搬运超稳激光器</b> 许冠军，中科院国家授时中心	201

2023 年 4 月 9 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：梅亮，大连理工大学		
13:30-14:00	<b>题目待定</b> 朱礼国，中国工程物理研究院	192
14:00-14:30	<b>高空间分辨高灵敏度的中红外可调谐光参量放大成像技术研究</b> 徐世祥，深圳大学	193
14:30-15:55	<b>基于石英音叉探测的激光光谱技术</b> 马欲飞，哈尔滨工业大学	194
15:55-15:20	<b>题目待定</b> 庞盟，中国科学院上海光学精密机械研究所	195
15:20-15:40	茶歇	
主持人：庞盟，中国科学院上海光学精密机械研究所		
15:40-16:05	<b>基于高功率半导体激光器的大气环境激光遥感技术</b> 梅亮，大连理工大学	196
16:05-16:30	<b>布里渊散射在水体环境参量遥感上的应用</b> 张睿哲，北京空间机电研究所	197
16:30-16:40	<b>Laser2022-0224-1</b> <b>α-FAPbI<sub>3</sub> 中极化子构建过程的实时观测</b> 岳星宇，中国科学院上海光学精密机械研究；国科大杭州高等研究院；中国科学院大学	203
16:40-16:50	<b>Laser2022-0308-1</b> <b>面向星地激光通信的神经网络大气相干长度预测</b> 李浪，北京理工大学	204
16:50-17:00	<b>Laser2022-0723-1</b> <b>基于神经网络辅助热像法的激光光斑测量</b> 方波浪，西北核技术研究所	205
17:00-17:10	<b>Laser2022-0922-10</b> <b>基于深度学习的三次谐波细胞图像分割</b> 薄启宇，南开大学	206
17:10-18:30	张贴报告 / 茶歇	
18:30-20:00	晚宴	

2023 年 4 月 10 日		
时间	报告题目 / 报告人	页码
主持人：张睿哲，北京空间机电研究所		
09:00-09:30	<b>低维半导体材料与微纳光腔共振耦合的超快光谱研究</b> 江天，国防科技大学	198
09:30-09:55	<b>次表层水下剖面遥感探测技术</b> 孙倩，北京空间机电研究所	199
09:55-10:20	<b>新型太阳能电池太赫兹动力学研究</b> 张泽宇，国科大杭州高等研究院	191
10:20-10:40	茶歇	
主持人：齐鹏飞，南开大学		
10:40-11:05	<b>二维激子长程传输调控及超快动力学</b> 齐鹏飞，南开大学	200
11:05-11:15	<b>Laser2022-0922-5</b> <b>退行性外周神经髓鞘的非标记三次谐波成像</b> 张志清，南开大学	208
11:15-11:25	<b>Laser2022-1008-1</b> <b>应用双光梳实时修正折射率的水下测距</b> 赵海涵，天津大学	211
11:25-11:35	<b>Laser2022-1104-1</b> <b>基于液态水相干探测宽带太赫兹波的研究</b> 张明浩，首都师范大学	214
11:35-11:45	<b>Laser2022-1121-1</b> <b>基于双光梳的实时测距测速系统</b> 石浩男，天津大学	215

## 基于深度学习的光学轨道角动量精准识别及其光通信应用

陈险峰

上海交通大学

**摘要：**从光学轨道角动量（OAM）被发现至今的三十余年里，具有特殊结构和性质的涡旋光束在光学微操、经典光通信、量子纠缠、传感检测等诸多领域展现出巨大的应用价值。特别地，由于 OAM 可以有无限多的模式数，可以大幅度提升光通信信道的容量，受到了广大研究者和业界的关注。在产生高质量的涡旋光束的同时，如何以高光学效率、高准确度、低光路复杂性测量涡旋光束所携带 OAM 的拓扑荷数，成为对该光束操控和信息获取非常重要的问题。同时，以神经网络算法为基础的深度学习理论在学术界与工业界均取得了显著的成果，深度学习在光学成像、光学信号复原方面的结合大大拓宽了该技术在光学领域的应用范围和重要性。报告将基于深度学习理念，研究其在测量 OAM 拓扑荷数和提升自由空间光通信容量的应用价值和意义。

**个人简介：**上海交通大学特聘教授，国家杰出青年基金获得者，国家“万人计划”领军人才，科技部中青年科技创新领军人才，上海市优秀学术带头人，享受政府特殊津贴。国家 ×× 光电子专业组成员，中国光学学会基础光学委员会副主任。2010 年获得亚太物理协会联合会杨振宁奖。担任 Journal of Nonlinear Optical Physics & Materials 主编等。研究成果在在 Nature、Nature Photonics、Science Advances、Physical Review Letters 等本领域国际重要 SCI 刊物上发表论文 400 余篇。发表的 SCI 论文被引用 5000 余次。主要研究方向为非线性光学、集成光电子学、光场调控、光量子信息和生物光子学等。

## 机载三维激光测风雷达技术研究

周鼎富

西南技术物理研究所

## 单光子成像与传感技术

徐飞虎

中国科学技术大学

**摘要:** 单光子成像技术具有超高灵敏度和皮秒时间分辨率，在弱光信号感知与探测、远距离三维成像和传感、极限环境成像等方面具有重要科学意义和广泛的应用价值与前景。我将介绍我们团队发展的高效率单光子成像系统、少光子计算成像算法和多光子纠缠系统，及其在远距离三维成像、非视域成像、量子成像与传感等领域的应用。

**个人简介:** 徐飞虎，多伦多大学博士、麻省理工学院博士后，中国科大教授。入选教育部长江学者、35 岁以下科技创新 35 人、国家创新人才计划青年项目。主要研究方向包括量子网络、单光子成像等量子信息科学。担任 npj Quantum Information 副主编、国际量子密码大会程序主席。获科学探索奖、英国物理协会 NJP 青年科学家奖、全球华人物理学会杰出论文奖等。

## 应用于冬季运动项目中的激光雷达三维感知技术

张海洋

北京理工大学光电学院

**摘要:** 2022 北京冬奥会推动了我国冰雪相关专业体育科研、场馆建设、大众健身等产业的快速发展。激光雷达凭借其高分辨率、抗干扰能力强等特点，在滑雪场三维重建、数字孪生、运动信息感知等领域得到广泛应用。依托科技部重点研发计划“科技冬奥”专项，基于高精度激光雷达系统，实现了对北京冬奥会高山滑雪、短道速滑等多个场馆的数字化重建、赛道高精度参数提取、运动员运动信息三维感知。突破了基于优化 SAC-IA 的配准算法改进、基于 CSF 的雪道 DSM 提取、基于三角网格中心投影与圆形区域最大坡度的厚度、坡度计算等多项关键技术，研制了“冬季项目运动信息采集与分析”系统，在滑雪场高标准建设，运动员高水平训练等诸多方面发挥着重要作用，助力我国冬奥健儿取得佳绩。

**个人简介:** 北京理工大学光电学院副教授，博士生导师。长期从事新型激光器、激光探测与成像、激光雷达三维数据处理、激光雷达与微波雷达交叉领域的研究，发展新的激光探测、成像体制，并以此为手段解决空间目标识别、“低慢小”目标预警成像、三维空间人体识别与定位等技术难题，并取得了诸多标志性成果。发表学术论文 60 余篇，其中 SCI 收录论文 20 余篇，申请专利 14 项，授权 8 项。主持和参加了科技部重点研发计划课题、国家自然科学基金、预研项目等多项国家重点项目 20 余项。提出了激光双 / 多脉冲相干体制以及基于该体制的微多普勒检测方法等，为国家在典型目标特征探测识别相关领域缩短与国外研究水平的差距做出了重要的贡献。作为唯一作者和第二作者编写了《图像传输光网络教程》、《激光原理与技术实验》两本教材。

## 人眼安全单频激光器及其激光雷达应用

高春清  
北京理工大学

**摘要：**全固态单频激光器具有单纵模输出、线宽窄、相干长度长、光束质量好、功率和频率稳定性高等优点，在许多领域有重要的应用价值，例如可作为测风激光雷达和差分吸收激光雷达的光源，用于大气风场探测、温室气体测量、环境监测和国防等领域；作为超高精度和超高灵敏度探测的光源，用于光纤传感、海洋通信和监测等领域。本报告重点介绍了我们近年来在 1.6 微米波段人眼安全波段全固态单频激光技术方面的研究进展，以及在人眼安全相干激光测风雷达中的应用。

**个人简介：**高春清，北京理工大学教授 / 博导，光学工程一级国家重点学科责任教授。主要研究新型激光器件与技术、光场调控技术等。作为负责人主持国家自然科学基金重大科研仪器项目 / 重点项目、科技部重点研发课题、国防重点项目等 20 余项，发表论文 260 余篇，获得发明专利授权 30 项，出版著作 3 部，获得部级科技奖 2 项，是教育部新世纪优秀人才和中国电子学会优博论文导师。兼任中国电子学会光电子与量子电子学分会副主任委员，中国光学学会光电专业委员会常委、激光专委会委员等，是固体激光技术国防科技重点实验室、光子测控技术教育部重点实验室等的学术委员会委员，《光子学报》、《红外与激光工程》、《激光与红外》等刊物编委。

## 激光移除空间碎片与防御小行星研究进展与展望

龚自正  
中国空间技术研究院 511 所

**摘要：**空间碎片移除和近地小行星防御是全世界面临的重大挑战。在众多移除与防御技术中，天基激光烧蚀驱动是一种高效、低成本技术，特别是针对移除海量的、尺寸在 1-10cm 的危险碎片更具有独特优势。

报告介绍了国内在激光移除空间碎片与防御小行星研究的若干进展，包括：（1）激光辐照下不同材质、不同几何形状、多种运动姿态的空间碎片的冲量耦合规律；（2）激光烧蚀驱动下空间碎片的动力学行为规律；（3）天基激光驱动空间碎片变轨模型与移除策略；（4）激光驱动移除碎片全过程、全要素进行时仿真的模拟程序；（5）针对 LEO 空间碎片进行天基激光移除的新的可行方案；（6）激光烧蚀驱动小行星运动规律；（7）激光阵列防御小行星系统方案。对比、评述了国际有关研究，提出了后续研究重点。

**个人简介：**龚自正，博士，中国空间技术研究院（五院）总环部（511 所）研究员、博士生导师、总师，五院首席研究员，中国航天科技集团学术技术带头人。长期从事空间碎片防护和清除、小行星防御、超高速碰撞动力学等研究。现任国际机构间空间碎片协调委员会（IADC）防护专家组主席，国际宇航大会（IAC）空间碎片防护论坛主席。国防科工局空间碎片与小行星防御领域专家组首席专家、国家小行星撞击风险应对中长期发展规划在轨处置专家组组长等。

中国力学学会爆炸力学专委会委员、中国物理学会高压物理专委会委员、中国化学会高压化学专委会委员、中国宇航学会空间太阳能电站专委会委员、中国地球物理学会流体地球科学专委会副主任等多个专委会副主任 / 委员，《空间碎片研究》主编及十多个期刊编委。

## 量子噪声极限的飞秒激光定时控制

宋有建  
天津大学

**摘要：**飞秒激光的电场与脉冲时序的高精度定时控制具有重要的基础研究价值，同时极具挑战性。报告介绍本课题组在这一领域的 2 项进展。

- 发展了一项载波 - 包络偏移相位 (CEP) 的控制技术，有效地提升了自参考干涉仪的散粒噪声极限的信噪比，在 CEP 锁相的实验中，实现了  $<6$  阿秒 ( $\text{as}, 10^{-18}\text{s}$ ) 载波 - 包络相对抖动，刷新了超短脉冲的光场控制精度记录。
- 开展了飞秒激光器产生的束缚态光孤子（孤子分子）的定时测量与控制的研究。发现了一种超稳孤子分子，孤子脉冲之间的定时抖动仅为  $12\text{as}$ ，来源于时间探针的散粒噪声；实现了对振动态孤子分子的非线性控制，使其振动频率与外部驱动同步。

**个人简介：**宋有建，天津大学精密仪器与光电子工程学院，英才副教授，美国光学学会 (OPTICA)、IEEE 高级会员，国际激光与电光会议 (CLEO) 程序委员会委员，《纳米技术与精密工程》青年编委。主要从事光纤飞秒激光、光学频率梳技术及其在精密测量领域的应用研究，将光纤飞秒激光器的量子极限的时间抖动降低至一百阿秒的水平，面向长基线测量等前沿应用开展了基于飞秒激光的高精度绝对测距装置的开发。主持国家自然科学基金项目 4 项、国家 863 计划课题 1 项，以第一、通信作者在 Optica、Photonics Research、Optics Letters 等权威光学期刊发表学术论文 30 余篇，2 篇入选封面文章，研究工作多次被高亮报道。

## 新型太阳能电池太赫兹动力学研究

张泽宇  
中国科学院大学杭州高等研究院

**摘要：**钙钛矿、硒化锑由于具有超高的光电转换效率、较低的成本、柔性和低毒性等特点有望成为新一代太阳能电池模组的主要吸收层材料。然而这些材料在光电转换过程中热载流子输运动力学过程存在诸多争议和难题，对诸如极化子的形成、热载流子提取、自限域效应等等超快过程的深入理解会对基于此类材料的高效光电转换器件的效率提升具有重要参考价值。本报告将介绍课题组在钙钛矿太阳能电池、硒化锑太阳能电池的时间分辨太赫兹光谱动力学研究进展，并介绍纳米尺度下超快电荷转移引起太赫兹发射光谱学在太阳能电池中的应用。

**个人简介：**张泽宇，国科大杭州高等研究院物理与光电工程学院副研究员。研究方向为时间分辨光谱、太赫兹光谱学在低维光电材料中的应用。在 ACS Energy Letters、Journal of Energy Chemistry、Journal of Physical Chemistry Letter、Science Advances、ACS Nano 等期刊发表论文 40 余篇，作为项目负责人主持国家自然科学基金重大研发计划重点支持项目、国家自然科学基金青年项目。

## 题目待定

朱礼国  
中国工程物理研究院

## 高空间分辨高灵敏度的中红外可调谐光参量放大成像技术研究

徐世祥  
深圳大学

**摘要：**汇报一种高分辨、高灵敏度边缘增强中红外成像技术。以飞秒激光脉冲泵浦获得高参量放大增益和宽空间带宽，且通过波长转换将中红外的照明信号转换到可见光波段，实现中红外照明、可见光探测，以提高空间分辨和探测灵敏度。另外，结合傅里叶谱光参量放大成像特点，采用涡旋脉冲泵浦抑制背底噪声，实现边缘细节增强，提高成像对比度和信噪比。实验以 35 飞秒钛宝石激光为光源，以超连续谱为参量放大信号，实现 2.0~3.0 微米中红外可调谐激光输出。以此中红外光为照明信号，用 400 nm 涡旋飞秒脉冲泵浦 1mm 厚  $\beta$ -BBO 晶体，得到 462~500 nm 的闲频光成像。配上 15 倍的显微物镜，像空间分辨率达 114 lp/mm。成像检测灵敏度可达光子分辨量级。

**个人简介：**深圳大学教授 / 博导，深圳大学优秀学者，中国光学学会激光专业委员会委员。曾为高速摄影专业委员会委员，广东省光学学会理事，深圳市民盟高教委委员。1999 年至 2004 年间曾留学法国、德国以及美国等著名大学和研究机构。2004 年底回国迄今主持国家自然科学基金重点、面上项目 4 项，省部级、深圳市重点项目 15 项。作为研究骨干参与国家自然科学基金仪器专项 2 项、国家自然科学基金重大项目 1 项等。获 2006 年上海市浦江人才计划资助。多次参与国家科技部重点研发项目会评，是国家自然科学基金重点、面上、青年优青等项目评审专家。研究兴趣包括超快激光光学、超快成像、太赫兹脉冲产生和检测技术以及矢量光场操控等。已在 *Laser and Photonics Reviews*、*Advance Photonics*、*Nanoscale*、*Advance Materials*、*Photonic Research*、*Optics Letters* 等国内外著名刊物发表科技论文 150 余篇，获授权国家发明专利 30 余项。参与我国光学巨著《光学手册》的编写。是深圳市固星激光有限公司的责任股东。

## 基于石英音叉探测的激光光谱技术

马欲飞

哈尔滨工业大学

**摘要：**电子钟表中用作频率标准的石英振荡器去除外壳便是通常使用的石英音叉。石英音叉具有价格低廉、体积小、品质因数高等优点。作为探测器，石英音叉广泛应用在各种探测中，如原子力显微镜探针、近场扫描光学显微镜、力传感、交变梯度磁强计、磁力显微镜和气体传感等。在本报告中，将聚焦于基于石英音叉探测的激光光谱气体传感技术，具体将利用石英音叉的压电效应和光致热弹效应，用以测量待测气体的浓度。报告中将介绍本课题组近年来的研究成果。

**个人简介：**哈尔滨工业大学航天学院教授，国家优秀青年基金获得者、黑龙江省首批优秀青年基金获得者、哈尔滨工业大学青年拔尖人才、哈尔滨工业大学青年科学家工作室学术带头人、爱思唯尔中国高被引学者。从事激光传感、激光技术研究，主持国家载人航天、军科委基础加强计划、国家自然科学基金、华为公司委托项目等。担任国际知名 SCI 期刊 Elsevier《Photoacoustics》、《Optics Express》、SPIE《Optical Engineering》、Wiley《Microwave and Optical Technology Letters》、《Chinese Optics Letters》、《Sensors》、《Applied Sciences》、《Frontiers in Physics》等副主编 / 编辑。以第一作者 / 通讯作者发表 1 区论文 60 余篇，获军队科技进步二等奖、教育部学术新人奖、美国光学学会 Incubic/Milton Chang Travel Grant 等多项奖励。

## 题目待定

庞盟

中国科学院上海光学精密机械研究所

## 基于高功率半导体激光器的大气环境激光遥感技术

梅亮  
大连理工大学

**摘要：**大气激光雷达技术已广泛应用于大气环境监测领域，现有探测方法主要是基于飞行时间原理的脉冲式激光雷达技术。基于沙氏成像原理而发展起来的沙氏激光雷达可采用高功率半导体激光器作为光源以及图像传感器作为探测器，因而具备近距离探测盲区小、结构紧凑、低维护、高性价比等特色和优势。本报告将重点探讨新一代沙氏大气激光雷达系统设计与实现、高精度大气退偏振比探测、边界层高度探测及深度学习反演算法、大气污染源扫描探测及反演、NO<sub>2</sub> 污染气体遥感探测等方面的最新研究进展，并对未来的发展方向进行展望。

**个人简介：**教授，博导，入选“国家高层次人才特殊支持计划”青年拔尖人才、辽宁省百千万人才工程、大连市青年科技之星等。主要从事激光光谱、激光雷达、光电传感技术及其应用研究，担任中国光学学会激光光谱专委会委员、中国环境科学学会环境信息系统与遥感专业委员会委员、国际 SCI 期刊客座编辑、光学学报青年编委等。在国内外学术会议上做特邀及口头报告等 30 余次，并主办第五届全国激光光谱技术学术论坛。近年来，在 *Laser and Photonics Review*, *OL/OE*, *APL* 等国际著名光学类期刊及会议上发表学术论文 90 余篇，申请及授权发明专利近 20 项、软件著作权 2 项。主持中组部青年拔尖人才项目、国家重点研发计划、国家自然科学基金面上 / 青年基金等。研究的扫描式沙氏大气激光雷达在 30 余个省市环保部门应用，实现成果转化及产业化应用，并获中国光学工程学会技术发明二等奖。

## 布里渊散射在水体环境参量遥感上的应用

张睿哲  
北京空间机电研究所

**摘要：**分析激光在水体中产生的布里渊散射信号，能够以具备垂直分辨能力的方式获取水体多种环境参量，进而服务于海洋物理和海洋生态研究中的多种科学需求。布里渊散射的能量特征和光谱特征服务于不同的测量目标。其能量特征与弹性散射信号的同步探测，可用于水体光学参数（漫射衰减系数、后向散射系数等）的解算。其光谱特征（频移量、谱线宽度）则与水的热力学性质具有紧密的联系，可用于反演水体的声速、温度、盐度等物理信息。报告介绍布里渊散射反演多种环境参数的基本原理，分析适用于相关探测目标的仪器方案，并对该研究方向的若干关键问题进行分析展望。

**个人简介：**张睿哲，男，现在北京空间机电研究所攻读博士学位，2021 年毕业于华中科技大学电子信息与通信学院，获硕士学位。主要研究方向为海洋激光雷达遥感技术，目前工作重点是水体布里渊散射光谱探测在水体环境参量中的应用。

## 低维半导体材料与微纳光腔共振耦合的超快光谱研究

江天  
国防科技大学

## 次表层水下剖面遥感探测技术

孙倩  
北京空间机电研究所

**摘要：**激光作为唯一穿水的非声遥感探测技术，在水下目标以及海洋剖面科学探测方面潜力巨大。面临信息采集难与信息反演难两大挑战，一方面受限于能量口径积现实，一方面由于水体中散射信号源多，如何从体制与技术。面向天基高效率、高精度、多要素探测任务需求带来的探测体制瓶颈问题、大口径接收、高效率激光发射、高精度解算等难点。本报告面向次表层剖面探测需求，分析现有激光探测技术的瓶颈问题以及未来发展趋势，提出新型激光能谱复用探测技术技术，通过新型超轻量化光学系统设计、激光散射信号高效率探测与解算等实现天基平台探测系统解决方案，为次表层水下剖面遥感探测技术的星载应用提供思路。

**个人简介：**孙倩，高级工程师，北京空间技术研究所研发中心副主任，兼海洋遥感探测新技术领域带头人。长期从事前沿光学遥感新技术、前沿海洋观测技术及应用研究，现担任民用航天技术预先研究“海洋剖面光学观测载荷技术”技术负责人，负责载荷技术指标设计与论证。

“十三五”先后研制了两型激光水下测深雷达突破了大动态高灵敏光电探测、复杂背景下微弱激光信号提取等关键技术，在国家浅海综合试验场首次组织并完成多平台、多手段、空地海协同水下地形探测，实现真实海况水下地形高精度、高密度测绘。先后主持及参与了地导专项重点研发计划、广西科技重大专项、航天系统部专用技术、总装预研基金等 10 余项，发表学术论文 10 数篇，获国家授权发明专利 10 余项。

## 二维激子长程传输调控及超快动力学

齐鹏飞

南开大学现代光学研究所

**摘要：**激子作为类氢玻色型准粒子，是连接光子和电子的桥梁。与光电子器件相比，激子器件在功耗、处理速度以及集成化方面具有独特优势。二维材料由于量子限域效应，介电屏蔽作用减弱，激子束缚能大，为室温激子器件开发提供理想平台。然而受激子寿命短以及迁移率低等因素限制，二维激子长程传输及其超快动力学调控成为了激子器件化领域亟需解决的关键问题。针对上述问题，采用高灵敏光谱成像技术以及飞秒泵浦探测技术，探究单层过渡金属硫化物半导体中晶界对二维激子长程传输及其超快动力学调控，澄清声子散射和激子局域化等制约二维激子扩散长度的物理机制，为低功耗高速集成的室温激子型功能器件发展奠定基础。

**个人简介：**齐鹏飞，南开大学电子信息与光学工程学院副研究员。主要从事超快激光与物质相互作用、低维量子体系超快动力学与器件研究。在 Light: Science & Application、eLight、ACS Nano 等学术期刊发表 SCI 论文 30 余篇，其中第一 / 通讯作者 16 篇。主持国家自然科学基金青年基金、中国博士后科学基金面上项目等。

## 1550 nm 可搬运超稳激光器

许冠军<sup>1</sup>、焦东东<sup>1</sup>、张林波<sup>1</sup>、高静<sup>1</sup>、刘涛<sup>1</sup>

1 中科院国家授时中心

**摘要：**可搬运超稳激光，是引力波观测、引力红移测量、相对论检验和高精密光谱测量等基础领域至关重要的科学工具，同时也在导航、激光陀螺和激光测距等工业领域有着重要应用。随着诸如“十三五”国家重大科技基础设施“高精度地基授时系统”项目、空间引力波探测、新一代导航系统、空间光钟、地球重力场恢复与气候实验等地面运输和空间应用相关科学技术的发展，传统地面实验室型超稳激光已经难以满足上述重要科学工程建设要求。在这一背景下，研制高性能、可搬运的超稳激光具有显著科学价值和现实意义。本文对 1 550 nm 可搬运超稳激光系统进行了研究。对 5 cm 长的立方光学参考腔进行了振动敏感度优化，最终实测实现 10-11/g 量级。完成了光学参考腔的自研，测得其精细度为 280000。开展超稳激光系统集成设计并做抗振性能实测。实现的整机重量约为 30 kg，三维尺寸约为 360 mm × 380 mm × 300 mm，达到美国同类产品相当水平。整机千公里运输振动测试结果表明：超稳激光系统振动前后线宽均小于 1 Hz，频率稳定度为 10-15@1 s 量级，满足可搬运要求。

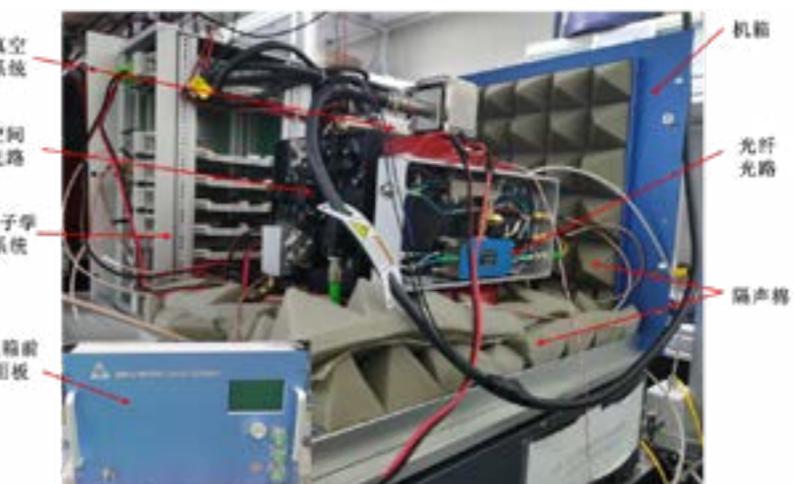


图 1 可搬运超稳激光器整机实物图

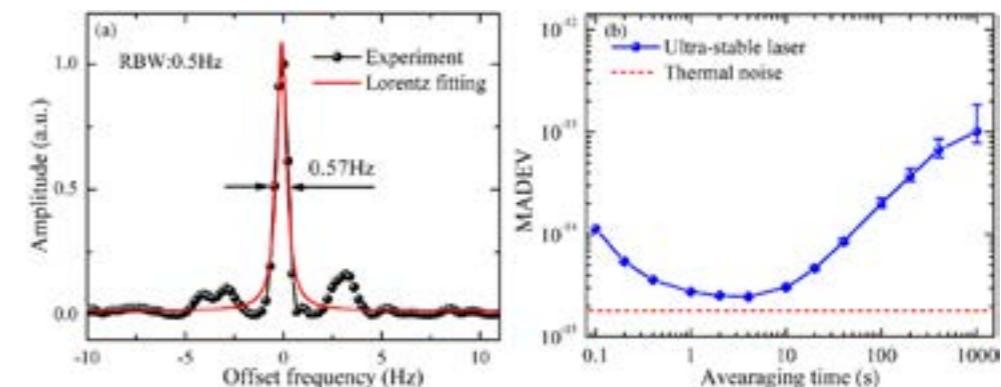


图 2 超稳激光振动后性能。其中，(a) 线宽；(b) 频率稳定度

**关键词:** 光学参考腔, 超稳激光器, 可搬运, 振动, 自动锁频

**资助项目:** 国家自然科学基金(编号: 12103059)、中国科学院青年创新促进会人才项目(编号: 2020404)、“十三五”国家重大科技基础设施“高精度地基授时系统”项目(编号: 2017-000052-73-01-002401)和载人航天工程空间应用系统应用项目“高精度时频科学实验系统”(编号: TGMTYY11SP)资助

#### 参考文献:

- [1] S. Webster, and P. Gill. Force-insensitive optical cavity[J]. Optics Letters, 2011, 36(18): 3572.
- [2] S. Häfner, S. Herbers, S. Vogt, C. Lisdat, and U. Sterr. Transportable interrogation laser system with an instability of  $\text{mod } \delta\gamma = 3 \times 10 - 16$ [J]. Optics Express, 2020, 28(11): 16407-16416.
- [3] Q. Chen, A. Nevsky, M. Cardace, S. Schiller, T. Legero, S. Häfner, A. Uhde, and U. Sterr. A compact, robust, and transportable ultra-stable laser with a fractional frequency instability of  $1 \times 10 - 15$ [J]. Review of Scientific Instruments, 2014, 85: 113107.

## **$\alpha\text{-FAPbI}_3$ 中极化子构建过程的实时观测**

岳星宇<sup>1,2,3</sup>、汪春麟<sup>1,3,4</sup>、张博<sup>5</sup>、张泽宇<sup>1,2,3</sup>、熊壮<sup>5</sup>、  
祖新之<sup>1,2,3</sup>、刘征征<sup>1,2,3</sup>、胡志萍<sup>2</sup>、George Omololu Odunmbaku<sup>5</sup>、  
郑玉杰<sup>5</sup>、孙宽<sup>5</sup>、杜鹃<sup>1,2,3</sup>

1 中国科学院上海光学精密机械研究所 2 中国科学院大学杭州高等研究院  
3 中国科学院大学 4 上海科技大学 5 重庆大学

**摘要:** 极化子的形成, 即载流子与晶格之间的强耦合过程, 被认为对杂化有机 - 无机卤化物钙钛矿的光电性能起着至关重要的作用。然而, 在几百飞秒的时间尺度上的直接观察极化子动态形成过程仍然是一个技术挑战。在这里, 通过太赫兹发射光谱, 我们演示了  $\alpha\text{-FAPbI}_3$  薄膜中极化子形成过程的实时观测。用非谐波耦合发射模型解释了两种不同模式的极化子共振: 在  $\sim 1\text{ THz}$  处的 P1 峰与无机亚晶格振动模式有关, 在  $\sim 0.4\text{ THz}$  处的 P2 峰与  $\text{FA}^+$  阳离子旋转模式有关。此外, 通过将热载流子泵入更高的次导带, P2 可以进一步的选择性激发增强。我们的结果不仅实时观测了有机物杂化钙钛矿中的极化子形成过程, 而且还证明了一种新的 A 位阳离子相关极化子模式, 这为太赫兹发射光谱成为研究钙钛矿极化子形成动力学的有力工具打开了一扇门。

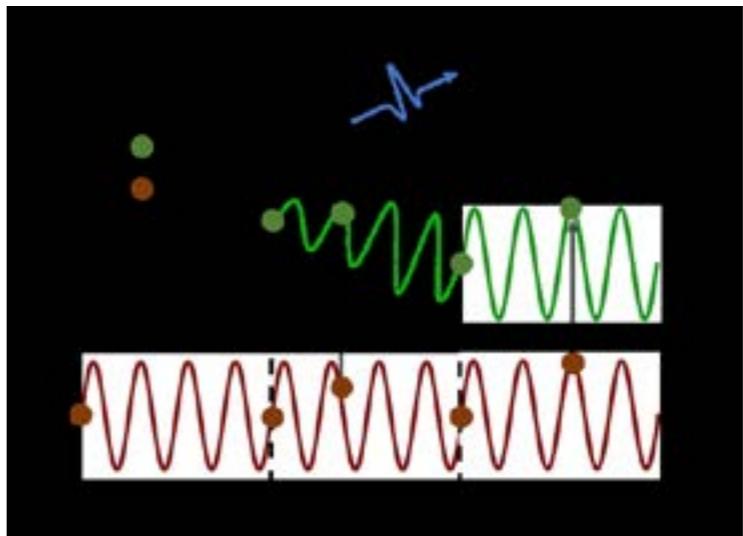


图 1 极化子形成过程辐射太赫兹的示意图

**关键词:** 太赫兹, 极化子, 有机无机杂化钙钛矿

**资助项目:** 国家自然科学基金(No. 92050203, 61905264, 61925507, 61875211, 61674023, 62005296, 12004057, 62105347), 国家重点研发计划(2022YFA1604403), 中科院跨学科创新团队, 浙江省杭州市科技局(No. 92050203, 61905264, 61925507, 61875211)。上海市基础研究试点项目(22JC1403200);

## 面向用于星地激光通信的神经网络大气相干长度预测

李浪<sup>1\*</sup>、郭盈池<sup>1</sup>、高春清<sup>1</sup>、付时尧<sup>1\*</sup>

1 北京理工大学光电学院

**摘要：**随着对卫星通信容量和数据传输速率的要求不断提高，微波通信在信道容量、传输效率、安全性能、频谱资源等方面已不再满足需求。而激光通信由于信道容量高、传输效率优、安全性能好、频谱资源丰富，是一种很有前景的自由空间通信技术。但是激光通信易受大气湍流影响，导致光束漂移、波前畸变，进而在接收端造成误码，现有技术难以保证接收可靠性。大气相干长度 ( $r_0$ ) 是湍流强度最相关的特征之一，本工作通过差分像视宁度监视仪 (DIMM) 与中尺度气象模式 (WRF) 获取北京密云大气相干长度数据，分析其自相关性并补充了缺失值。通过使用基于长短期记忆网络 (LSTM) 的序列到序列 (Seq2seq) 模型学习大气相干长度时间序列上下文信息，实现大气相干长度 2 小时预测，具有高精度低时延的优势，并使用和极端梯度提升 (XGboost) 模型实现了 48 小时提升了 WRF 预报 48 小时内大气相干长度数据精度大气相干长度预测。该工作为星地激光通信信道选择提供参考，有效避免了资源浪费。

**关键词：**大气相干长度，星地激光通信，机器学习，深度学习，预测

**资助项目：**国家自然科学基金 (11834001, 61905012)、北京市自然科学基金 (1232031)、中央高校基础科学研究专项资金 (2022CX11006)

## 基于神经网络辅助热像法的激光光斑测量

方波浪

西北核技术研究所

**摘要：**激光光斑测量在激光参数测试评估、激光加工、光束整形等方面具有重要用途。热像法是一种很有前景的激光光斑测量技术。在热像法中，通常采用一个薄金属板作为吸收体，激光辐照至金属板表面引起表面温升，通过热像仪测量温升获得入射激光功率密度分布。热像法具有的优势包括：宽光谱响应、可测大口径光斑、耐受功率密度较高、空间分辨率高等。然而，由于热积累的原因，热像法无法测量连续波激光器。本报告旨在开发一种新的神经网络辅助热成像方法来克服上述局限性。该方法采用与传统热像法相同的测量装置，区别是采用了一种新的基于神经网络的数据处理算法求解热传导逆问题。采用全连接神经网络作为热传导问题的替代模型，而后利用该替代模型获得热流密度分布。与传统的物理信息神经网络不同的是，热传导方程仅在预测时使用，在训练时未使用。具体实现过程为：首先利用两幅连续温度图像训练全连接神经网络，使得神经网络能够实现时间空间自变量到温度场的映射。该全连接神经网络包含 3 个隐藏层，每一层包含 20 个神经元。网络先后采用 Adam 和 LBFGS 方法优化。然后基于训练后的神经网络，根据薄板热传导控制方程采用自动微分法计算热流密度。为了验证该方法，测量了 1064 nm 激光器。结果显示：该方法可对光束的分布进行较好的预测；半径的不确定度为 ~3%；功率误差在 9% 以内。本报告提出了一种基于神经网络辅助热像法，有望实现一种通用的激光光斑测量方法。

## 基于深度学习的三次谐波细胞图像分割

薄启宇<sup>1</sup>、王湘晖<sup>1</sup>、Yuanyuan Ma<sup>2</sup>、Marie L. Groot<sup>2</sup>、张志清<sup>1,\*</sup>

1 南开大学，现代光学研究所

2 Vrije Universiteit Amsterdam, LaserLab Amsterdam, Department of Physics and Astronomy, Faculty of Sciences, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands

**摘要：**三次谐波 (THG) 显微成像是一种依赖于强脉冲光与样品之间的三倍频效应的非线性光学成像技术。在生物组织中，THG 信号主要来源于细胞中的脂质分子，其成像速度近乎实时且无需标记，在活细胞的观测和肿瘤的临床可视化上有着广阔的应用前景，如人脑胶质瘤组织成像<sup>[1]</sup> 和成骨不全 (OI) 检测<sup>[2]</sup>。OI 是一种罕见的遗传性骨脆性疾病，表现为不同程度的肢体畸形和牙本质发育不全等，约 80% 的典型 OI 患者体内有编码 I 型胶原的基因突变，导致成纤维细胞分泌的胶原纤维的结构或者质量缺陷<sup>[3]</sup>。从患者皮肤提取和培养成纤维细胞，观测其生长过程和生成胶原纤维的过程，将能给 OI 疾病的研究带来重要启示。此前的研究表明，THG 是观测成纤维细胞生长的理想工具<sup>[2]</sup>，而细胞的数量是刻画成纤维细胞生长的重要参数，然而如何从成纤维细胞的 THG 图像中提取出细胞数量是一个尚未解决且重要的问题。为此，我们计划通过使用 U-Net 深度学习模型，以人为标记的细胞图像为基准，实现对 THG 图像中成纤维细胞数量的提取（如图 1）。

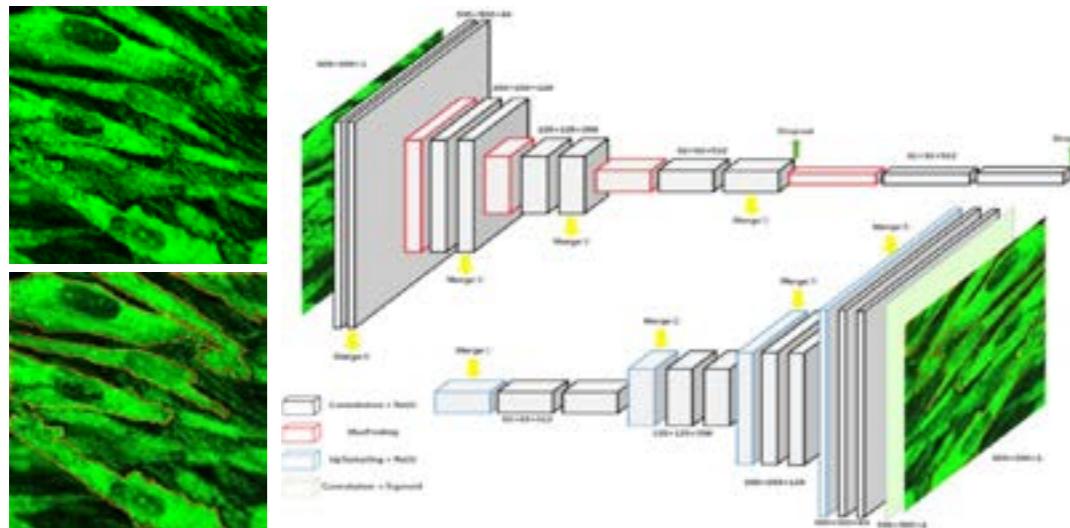


图 1 左上图为 IO 病人成纤维细胞的 THG 图像，左下图为细胞的人工标记；右图为所使用的 U-net 模型架构示意图。

**关键词：**三次谐波显微成像；成骨不全疾病；成纤维细胞；深度学习；细胞分割。

### 参考文献：

- [1] Zhiqing Zhang, L. M. G. van Huizen, M. L. Groot , et al. Quantitative Third Harmonic Generation Microscopy for Assessment of Glioma in Human Brain Tissue. Advanced Science. 2019;6(11). doi:10.1002/advs.201900163
- [2] Yuanyuan Ma, Jasmijn M. Rootlieb, Lisanne E. Wisse, et al. Label-free higher harmonic generation microscopy for real time visualization of Osteogenesis Imperfecta 3D fibroblasts culture. Unconventional Optical Imaging III. SPIE, 2022: PC1213614.
- [3] Schindeler A, Lee LR, O’ Donohue AK, Ginn SL, Munns CF. Curative Cell and Gene Therapy for Osteogenesis Imperfecta. Journal of Bone and Mineral Research. 2022;37(5):826. doi:10.1002/jbmr.4549

## 退行性外周神经髓鞘的非标记三次谐波成像

张志清<sup>1</sup>、Pieter Vanden Berghe<sup>2</sup>

1 南开大学，电子信息与光学工程学院，现代光学研究所

2KU Leuven, Translational Research Center for Gastrointestinal Disorders (TARGID), Laboratory for Enteric Neuroscience (LENS)

**摘要：**髓鞘是一层围绕神经细胞轴突的富含脂质的物质。它在保护轴突的同时，具有绝缘并提高神经冲动传导速度的作用，对于轴突的长期存活至关重要。髓鞘在外周神经系统 (PNS) 中由施万细胞组成，外周髓鞘的退化与许多神经系统疾病有关，例如运动神经元疾病肌萎缩侧索硬化症 (ALS)。目前髓鞘退化程度的检查主要依靠免疫染色，这不仅耗时费力且不能在体内应用。一种无需标记且对髓鞘敏感的成像技术将能解决这些问题，从而能极大地促进对髓鞘退行性疾病的研究。

谐波 (THG) 显微成像是一种重要的无标记非线性光学成像技术，THG 信号的产生主要依赖于强脉冲光照射介质所产生的三倍频效应。由于脂质分子是 THG 信号的主要来源，THG 是髓鞘成像的理想技术。此前，THG 已应用于正常的 PNS 坐骨神经组织成像<sup>[1]</sup>。我们曾将 THG 应用于人脑胶质瘤组织的成像，揭示了脑胶质瘤的典型病理特征，例如细胞增生<sup>[2]</sup>。在此，我们进一步将 THG 成像应用于刻画小鼠 ALS SOD1 突变体坐骨神经的退行性。研究表明，在正常的坐骨神经中，髓鞘产生平行而连续的 THG 信号，而在 ALS 坐骨神经中，THG 信号变得微弱，形成模糊的流状和卵圆形结构以及明亮的滴状结构 (如图 1)。后续将进一步研究髓鞘随着小鼠年龄退行的情况。

### 参考文献:

- [1] Lim H, et al.(2014) Label-free imaging of Schwann cell myelination by third harmonic generation microscopy. PNAS 111(50):18025-18030.
- [2] Zhang Z, et al. (2019) Quantitative Third Harmonic Generation Microscopy for Assessment of Glioma in Human Brain Tissue. Advanced Science 6(11):1900163.

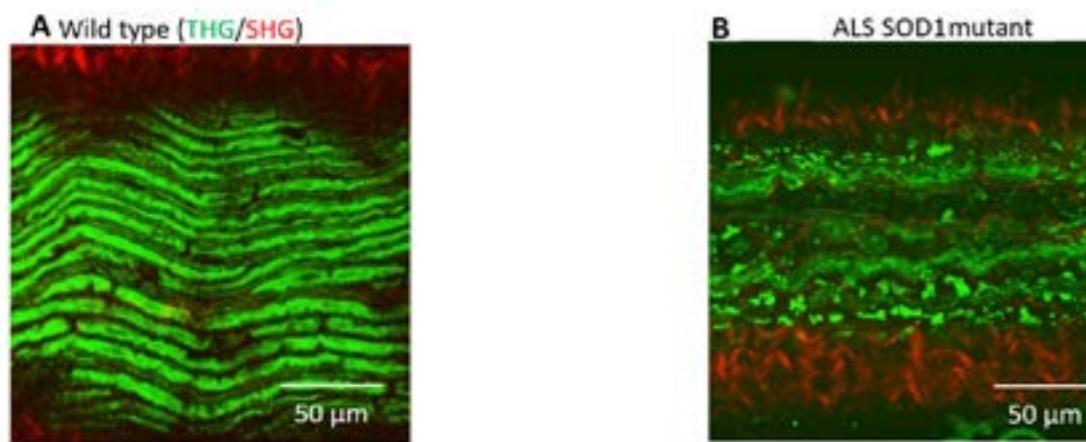


图 1：正常和 ALS-SOD1 坐骨神经的三 / 二次谐波成像数据。

**关键词：**肌萎缩侧索硬化症、三次谐波成像、髓鞘退行、坐骨神经、SOD1 突变体。

## 基于神经网络的动态厚散射介质快速成像研究

白静洁<sup>1</sup>、袁孝<sup>1,2</sup>、张翔<sup>1,2\*</sup>

1 苏州大学光电科学与工程学院

2 江苏省先进光学制造技术重点实验室与现代光学技术教育部重点实验室

**摘要：**光经过散射介质时，目标图像经过多次散射，在探测面上形成杂乱无章的散斑图像。随着应用场景日渐复杂，当光经过烟雾等动态厚散射介质时，由于动态厚散射介质随时间的动态变化和记忆效应的限制，常用的波前整形和散斑相关等传统散射成像技术无法快速有效地实现图像恢复。本研究基于 Ghost 模块<sup>[1]</sup> 构建了一种神经网络模型，该模型能够通过简单的操作获得许多能够充分揭示内在特征的信息重影，从而实现特征冗余。研究了 1 m 厚度不同浓度下的动态散射介质的散斑图像复原效果，采用峰值信噪比 PSNR 和结构相似度 SSIM 两种指标，对比分析了该神经网络模型与传统的卷积神经网络和深度可分离卷积神经网络的图像恢复差异。实验结果表明，在不同浓度的动态厚散射介质条件下，本文提出的神经网络恢复 100 张散斑图像所耗费的时间比传统卷积神经网络快 0.6 秒；在成像质量上，该神经网络模型相比于传统卷积神经网络和深度可分离卷积神经网络，峰值信噪比 PSNR 分别提升了 3 % 和 5 %，结构相似度 SSIM 分别提升了 0.3 % 和 1 %。

**关键词：**深度学习；散射成像；动态散射介质

### 参考文献：

- [1] Han K, Wang Y, Tian Q, et al. GhostNet: More Features from Cheap Operations[C]. 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). IEEE, 2020.

## 应用双光梳实时修正折射率的水下测距

赵海涵<sup>1</sup>、石浩男<sup>1</sup>

1 天津大学

**摘要：**在海洋探测中，水下探测技术作为人们认识海洋、了解海洋、经略海洋的最直接手段之一，其在海洋资源勘探、水下定位和搜救、水产养殖等多个领域内都具有巨大应用潜力<sup>[1-3]</sup>。而水下测距作为海洋探测技术中最重要也是最具潜力的关键性技术之一，如何高精度、高质量、准确地获得水下距离，这对水下探测技术来说至关重要。同时，随着信息化技术的不断变革，无论是水下探测，亦或是海洋计量、导航控制等，都对水下测距提出了更高的要求。

随着海洋科学技术的发展，水下测距已被广泛应用于水下遥感、探测和导航。在本文中，我们提出了一种利用双光梳获得高精度、高采样率水下绝对距离的方法。同时，针对水下光学传输时水体群折射率的问题，在测量方案中我们还实现了对水体折射率的实时修正，这在一定程度上完善了水下测量的机制。实验结果表明，在水下 3.5 m 的测量范围内，与参考值相比，其误差在 2 μm 左右。因此，依据飞秒光频梳计量探测的优越性以及借助双光梳测距的高精度和 kHz 量级的采样率等特性，将双光梳引入水下测量中，可有效提升水下测量方法的感知能力和测量精度，从而兼具溯源性和精细化探测能力，为水下探测技术提供新思想、新路径<sup>[4-6]</sup>。

**关键词：**双光梳，水下测距，群折射率，光学频率梳

**资助项目：**国家自然科学基金 (62075162 62001329), 天津自然科学基金 (19JCQNJC01700)

### 参考文献：

- [1] Xu X, Cui Y, Jiang Y. Development of marine engineering equipment manufacturing industry: a forecasting study through online data [J]. Journal of Coastal Research, 2020, 106(sp1): 677-681.  
[2] Dhia B B, Nazarov S A, Taskinen J. Underwater topography invisible for surface waves at given frequencies [J]. Wave Motion, 2015, 57: 129-142.  
[3] Ford J. Aquatic robots for search and rescue [J]. The Engineer, 2016, 297(7877): 12-12.  
[4] Coddington I, Newbury N, Swann W. Dual-comb spectroscopy [J]. Optica, 2016, 3(4):414-426.  
[5] Zhu Z B, Wu G H. Dual-Comb Ranging [J]. Engineering, 2018, 4(6):772-778.  
[6] Joo K-N, Kim S-W. Absolute distance measurement by dispersive interferometry using a femtosecond pulse laser [J]. Optics Express, 2006, 14(13):5954-5960.

## 硅 - 氮化硅三维集成大带宽光学相控阵激光扫描器

许维翰<sup>1</sup>、原旗旗<sup>1</sup>、王晓峰<sup>2</sup>、陆梁军<sup>1,2,\*</sup>、周林杰<sup>1,2</sup>、陈建平<sup>1,2</sup>

1 上海交通大学

2 上海交大平湖智能光电研究院

**摘要：**硅 - 氮化硅三维集成平台<sup>[1]</sup>能够实现硅与氮化硅材料的优势互补：即，允许设计者在系统中灵活地部署高折射率差、光场调控手段丰富的硅基器件，功率容限大、工艺鲁棒性好、波长透明度高的氮化硅器件，与同时利用两种材料的多层复合器件。在该集成平台上设计光学相控阵<sup>[2]</sup>——使用氮化硅波导与功分器件进行功率分束，使用阵列化的硅基光电子器件实现波前调控，使用多层端面耦合器、倏逝波层间耦合器与硅 - 氮化硅多层光栅进行芯片内或者芯片与自由空间之间的耦合——有助于移除集成光路中的功率瓶颈、降低波束成形与波束旋转的驱动功耗、综合优化插入损耗、版图面积以及收发孔径在内的系统性能，最终实现面向激光雷达应用的全固态激光扫描器。秉承上述的设计思想，充分挖掘三维集成平台的设计潜力，我们设计实现了一型大规模光学相控阵波束扫描芯片，借助大带宽的氮化硅多模干涉仪、紧凑型硅基欧拉弯曲与折叠式版图布局，优化所有通道的硅 - 氮化硅波导几何长度，严格确保了功率分束到光栅发射之间的 256 个波导通道具有相等的光程，其中，硅基器件仅以波导形式用于功率分束后的热光移相与几何长度补偿，最大程度地保持了系统的光学带宽。所设计的系统波长透明范围超过 200 纳米；进一步借助硅波导较高的群折射率，设计实现了扫描效率为  $0.168^\circ/\text{nm}$  的硅 - 氮化硅多层光栅；由上海交大平湖智能光电研究院管壳封装后，在实验中采用 1550nm 处波束成形的驱动电压，使用 180 纳米的波长调谐实现了 30 度的波长扫描。其中，扫描范围内波束质量一致性高：旁瓣抑制比的 3dB 带宽达到 150 纳米，相控阵扫描方向 ( $\psi$ ) 波束发散角为  $0.047^\circ \sim 0.062^\circ$ ，波长扫描方向波束发散角为  $0.028^\circ \sim 0.038^\circ$ 。该工作刷新了硅 - 氮化硅三维集成平台上光学相控阵波长扫描方向有效视场范围的记录，验证了集成平台与所采用的设计手段有助于大规模片上系统中通道间光程差的设计与保持。

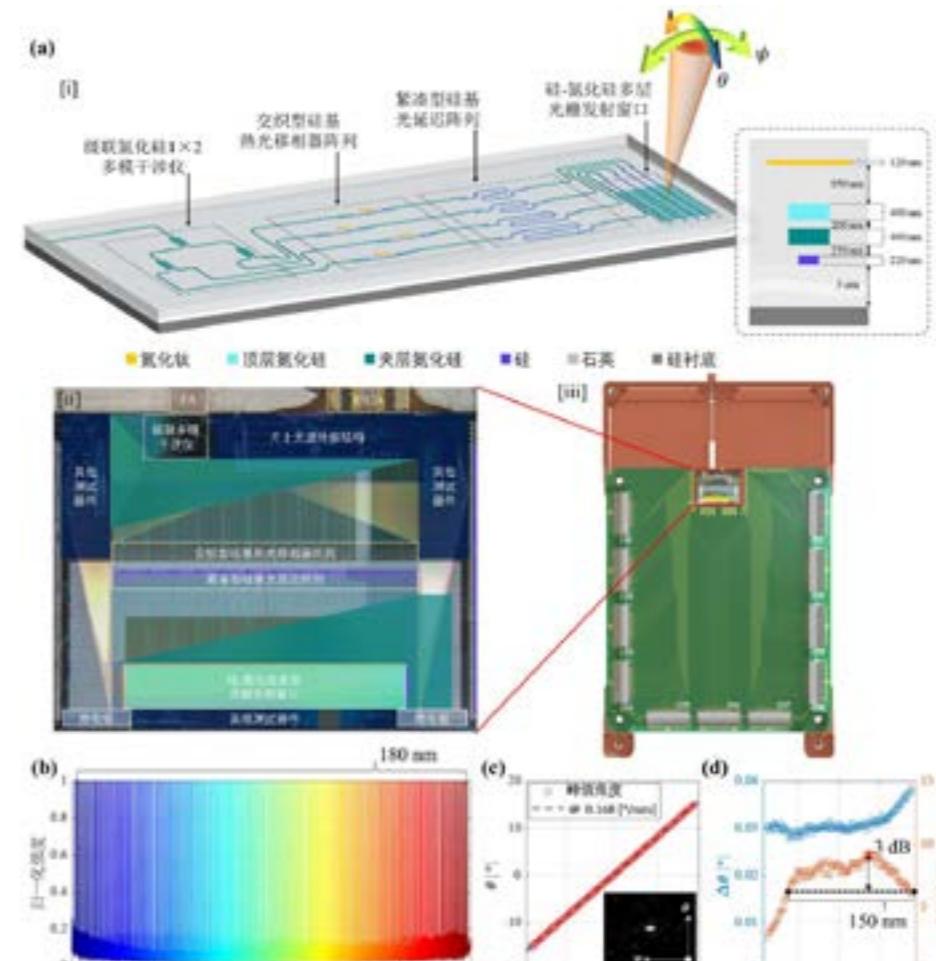


图 1 (a) 芯片系统 [i] 示意图, [ii] 光端封装后的显微照片, [iii] 光电管壳封装渲染图; (b) 1460~1640 nm 波长扫描过程中远场在波长扫描轴的强度分布; (c) 波长扫描峰值角度的线性拟合, 插入图为波束远场强度分布的红外照片; (d) 波长扫描过程中以波束发散角  $\Delta\theta$  与旁瓣抑制比为对象的波束质量表征。

**关键词：**激光雷达、硅基光电子、光学相控阵

**资助项目：**国家重点研发计划 (2019YFB2203200), 国家自然科学基金 (NSFC) (62090052, 62135010, 62075128) 以及平湖市科技局重大科技计划项目 (GX202002).

### 参考文献：

- [1] W. D. Sacher et al., “Tri-layer silicon nitride-on-silicon photonic platform for ultra-low-loss crossings and interlayer transitions,” Optics express, vol. 25, no. 25, pp. 30862-30875, 2017.
- [2] L. Lu, W. Xu, L. Zhou, L. Jiao, and J. Chen, “Chip-scale silicon-based hybrid-integrated lidar system,” ed: US Patent App. 17/170,715, 2021.

## 基于液态水相干探测宽带太赫兹波的研究

张明浩<sup>1</sup>、肖文<sup>1</sup>，张存林<sup>1</sup>，张亮亮<sup>1\*</sup>

1 首都师范大学物理系，太赫兹光电子学重点实验室

**摘要：**太赫兹时域光谱技术作为一项新兴技术，在空间探测、医学成像、安全检测、宽带通信等领域具有广阔的应用前景<sup>[1-2]</sup>。基于固体的电光取样探测、光电导天线探测<sup>[3]</sup>和基于气体的四波混频效应是目前太赫兹波相干探测的主要方法。但晶体生长缓慢，且检测带宽有限，而气体相干探测则需要较高的激光脉冲能量<sup>[4]</sup>。直到最近，谭永等人通过四波混频的物理机制，首次实现了基于液态水对宽带太赫兹波的相干探测，突破了传统的基于固体探测技术中频谱受限的瓶颈，并且探测所需激光能量远低于气体<sup>[5]</sup>。这让我们看到了液态水作为一种可调谐且经济实用的检测物质的巨大潜力。尽管如此，人们对液态水中等离子体性质的理解远不如气体介质中透彻。因此，我们对这种基于液态水的太赫兹波相干探测方案进行了进一步研究。在我们的研究中，该方案的灵敏度比基于空气的方法高 1 个数量级，并且证实了该方案的检测性能取决于 BBO 产生的受控二次谐波和太赫兹波的电场强度和偏振方向。我们的结果为太赫兹波检测的优化和灵敏检测提供了直接途径，同时能进一步推动液态介质在太赫兹波相干探测领域的发展。

**关键词：**太赫兹波，相干探测，液态水，等离子体

**资助项目：**国家自然科学基金委员会，面上项目，12074272，液态水探测太赫兹波的机理和特性研究。

### 参考文献：

- [1] H. Hoshina, A. Hayashi, N. Miyoshi, F. Miyamaru, and C. Otani. Terahertz pulsed imaging of frozen biological tissues, *Appl. Phys. Lett.* 2009, 94, 123901.
- [2] K. K. Wu, C. Qi, Z. Zhu, C. Wang, B. Song, and C. Chang. Terahertz wave accelerates DNA unwinding: A molecular dynamics simulation study, *J. Phys. Chem.* 2020, 11, 7002.
- [3] P. R. Smith, D. H. Auston, and M. C. Nuss. Subpicosecond photoconductive dipole antennas, *IEEE J. Quantum Electron.* 1988, 24, 255.
- [4] Tan Y, Zhao H, Wang W M, Rui Zhang, Yue-Jin Zhao, Cun-Lin Zhang, Xi-Cheng Zhang, and Liang-Liang Zhang. Water-Based Coherent Detection of Broadband Terahertz Pulses[J]. *Physical Review Letters.* 2022, 128(9): 093902.

## 基于双光梳的实时测距测速系统

石浩男<sup>1</sup>、赵海涵<sup>1</sup>

1 天津大学

**摘要：**距离测量是几何测量学中的关键性基础技术之一，激光测距仪在天体测量、军事探测、装备制造等领域具有重要的应用<sup>[1]</sup>。在此基础上，通过对动态物体的快速测量，搭载高速信号处理器，能够实时获取目标的动态位置，实现动态距离测量。双光梳作为一种新兴的激光探测技术，以其优异的综合性能，能够实现高精度、高测速的绝对距离测量<sup>[2]</sup>。同时配合现场可编程逻辑门阵列（FPGA）进行实时解算，从而有效地提升探测效率，进一步满足高精度测量的工程化应用需求，为测量系统的研究发展提供重要的技术储备。

本文基于高精度测量的应用需求，提出了一种双光梳实时测距测速方法及其系统实现。该系统充分结合了双光梳高精度快速的特点和 FPGA 的并行运算模式，在测量过程实现实时信号处理，平衡了测距测速系统精度与速度的关系。其中，基于希尔伯特变换的峰值提取算法和倒置存储器寻址算法有效地提高了距离解算的效率，为实时信号处理提供了高效的工作模式。实验结果表明，绝对距离测量结果的数据更新率为 2 kHz，在 5 m 范围内测距误差优于 150 μm。同时，动态距离测量结果的数据更新率为 2 Hz，在 0.5 m/s 的范围内误差优于 170 μm/s。

**关键词：**双光梳，动态距离测量，实时信号处理，现场可编程逻辑门阵列（FPGA），峰值提取

**资助项目：**国家自然科学基金 (62075162 62001329), 天津自然科学基金 (19JCQNJC01700)

### 参考文献：

- [1] Zhu Z, Wu G. Dual-Comb Ranging [J]. *Engineering*, 2018, 4(6): 772-778.
- [2] Coddington I, Swann W C, Nenadovic L, et al. Rapid and precise absolute distance measurements at long range [J]. *Nature Photonics*, 2009, 3(6): 351-356.

稿件编号	标题 / 作者 / 单位
<b>6、激光探测、通信及信息处理技术 - 张贴报告</b>	
Laser2022-0216-1	<b>飞秒激光成丝诱导超声信号的重频依赖特性</b> 薛嘉云 <sup>1</sup> 1. 南开大学
Laser2022-0615-1	<b>基于稀土发光材料的红外激光探测研究与应用</b> 郑岩 <sup>1</sup> ; 郭素文 <sup>1</sup> ; 周金水 <sup>2</sup> ; 边静宇 <sup>2</sup> 1. 上海洞舟实业有限公司; 2. 上海科润光电技术有限公司
Laser2022-0922-3	<b>基于单 / 双边带电光调制技术的 FMCW 激光测距系统</b> 张儒鹏 <sup>1</sup> ; 姜鹏 <sup>2</sup> 1. 哈尔滨工业大学; 2. 复杂系统控制与智能协同技术重点实验室
Laser2022-0923-14	<b>基于相干多普勒激光雷达生命体征探测的部分光纤结构研究</b> 祁玉娇 <sup>1*</sup> 1. 北京理工大学
Laser2022-0923-19	<b>前向风场探测相干激光雷达及盲区标定实验研究</b> 张旭 <sup>1</sup> ; 王凯鑫 <sup>1</sup> ; 林志锋 <sup>1</sup> ; 周逸伦 <sup>1</sup> ; 李刚毅 <sup>1</sup> ; 高春清 <sup>1</sup> 1. 北京理工大学
Laser2022-0923-20	<b>人眼安全远程相干激光测风雷达研究</b> 王凯鑫 <sup>1</sup> ; 张旭 <sup>1</sup> ; 林志锋 <sup>1</sup> ; 余洋 <sup>1</sup> ; 高春清 <sup>1*</sup> 1. 北京理工大学
<b>9、激光光谱技术及应用 - 张贴报告</b>	
Laser2022-0217-1	<b>反射式飞秒激光成丝系统中的像散补偿</b> 郭杰伟 <sup>1</sup> ; 刘伟伟 <sup>1</sup> 1. 南开大学现代光学研究所
<b>10、激光成像技术及应用 - 张贴报告</b>	
Laser2022-0307-1	<b>散射探针太赫兹近场成像全波数值模拟</b> 张泽亮 <sup>1</sup> 1. 南开大学现代光学研究所
Laser2022-0921-5	<b>激光雷达距离像超分辨重构方法研究</b> 刘迪 <sup>1</sup> ; 孙剑锋 <sup>1</sup> ; 姜鹏 <sup>2</sup> ; 韩孟孟 <sup>2</sup> ; 任君 <sup>2</sup> 1. 哈尔滨工业大学 光电子技术研究所可调谐激光技术国家级重点实验室; 2. 北京机电工程研究所 复杂系统控制与智能协同技术重点实验室

# Amplitude

## 最全面最先进的 飞秒与纳秒 激光器系列

钛宝石方案: 从太瓦到几拍瓦级大型超大型激光器

Arco: # 钛宝石 # 放大器 # 超强飞秒激光

核心参数: 从单个脉冲到10k赫兹可选, 可选CEP

Pulsar PW: # 超高峰值功率 # 超短脉冲 # 稳定可靠 # 脉宽小于20飞秒

Acro和Pulsar PW激光的主要应用包括:

- 高次谐波
- 阿秒物理
- 光谱学
- 激光成丝
- 激光尾场加速
- 太赫兹
- 等离子体物理
- 粒子产生和加速、X射线成像
- 质子治疗



Arco

欢迎扫码关注  
Amplitude微信公众号



高能量纳秒激光器

全新Elite系列: # 创新#性能完善 # 性价比高

核心参数: 单光束可达100 J @ 1053 nm & 75 J @ 527 nm

Premiumlite系列: # 高重频 # 超高能量

# Amplitude自主研发水冷碟片式放大器技术

核心参数: # 输出高达千焦 # 平均功率可至750W

Elite与Premiumlite激光器的主要应用:

- 拍瓦级大型激光系统泵浦源
- 激光动态冲击压缩
- 激光损伤阈值计量学(红外, 绿光)
- 高能前沿科学
- 激光驱动冲击应用等

可选功能: # 衰减器 # 光谱平滑装置



Elite



Premiumlite

高重频Yb系列激光器: HHG源, 高通量、高光子能量效率高

Tanger与Tangerine系列: # 可定制的FemtoBurst™功能 # FemtoTrig™模块

# SuperSync

核心参数: 平均功率高达300W, 脉宽可压缩至15飞秒, 可选CEP

主要应用:

- 微加工
- 超快光谱学
- 高次谐波生成
- 阿秒物理等



Tangor 300

高能量Yb系列激光器: 从几毫焦到几百毫焦输出的工业级Yb激光器

Magma系列: # 高能量 # 超快激光 # 全面可定制化参数

核心参数: 输出可高达500毫焦, 脉宽可低至500飞秒, 重频可达几千赫兹

主要应用: - 太赫兹波生产 - 逆康普顿散射

- 成丝
- 光电阴极



Magma

# 1mJ 400fs

FemtoYL<sup>2</sup>-100飞秒光纤激光器快速更新迭代  
可以达到单脉冲1mJ 400fs输出！



**欢迎咨询**

[sales@yslphotonics.com](mailto:sales@yslphotonics.com)  
027-87204039

助力中国 **光技术领域** 的科技水平提升  
助力国家 **重大科技项目**  
助力 **产业化发展**

光纤激光 光纤传感 科学通信 数据通信 电信通信

>>> 光纤激光 光纤熔接处理 微波光子 量子信息 集成光子  
光纤传感 800G 硅光集成 微纳光学 全光交换



凌云光技术股份有限公司



北京市海淀区翠湖南环路  
13号院7号楼知理理性大厦



400 829 1996



[sales-wave@lusterinc.com](mailto:sales-wave@lusterinc.com)



[www.lusterinc.com](http://www.lusterinc.com)



诺派激光  
NPI LASERS

Rainbow 全波段超快激光器



OPPO 宽谱可调谐激光器 (ps/cw)



PowerWave 2微米连续激光器



# 超快光纤激光器 可调谐光纤激光器

诺派激光

Tel:025-84985077

E-mail:sales@npilasers.com





## 会议专题

超强超短激光技术

微纳激光技术

先进激光材料及器件

激光光场调控及应用

非线性光学与量子光学

激光探测、通信及信息处理技术

激光加工与制造技术

激光生物与激光医学

激光光谱技术及应用

激光成像技术及应用

激光与物质相互作用

其它激光交叉领域