2023

全国太赫兹生物物理年会

Annual National Conference on Terahertz Biophysics

会议手册及摘要集

Conference Handbook & Abstracts

中国·成都

2023年7月28日-30日

目录

会场图 1

参会须知 3

会务组联系人 4

会议概况 5

大会组织架构 7

会议日程 9

邀请报告摘要 26

口头报告摘要 137

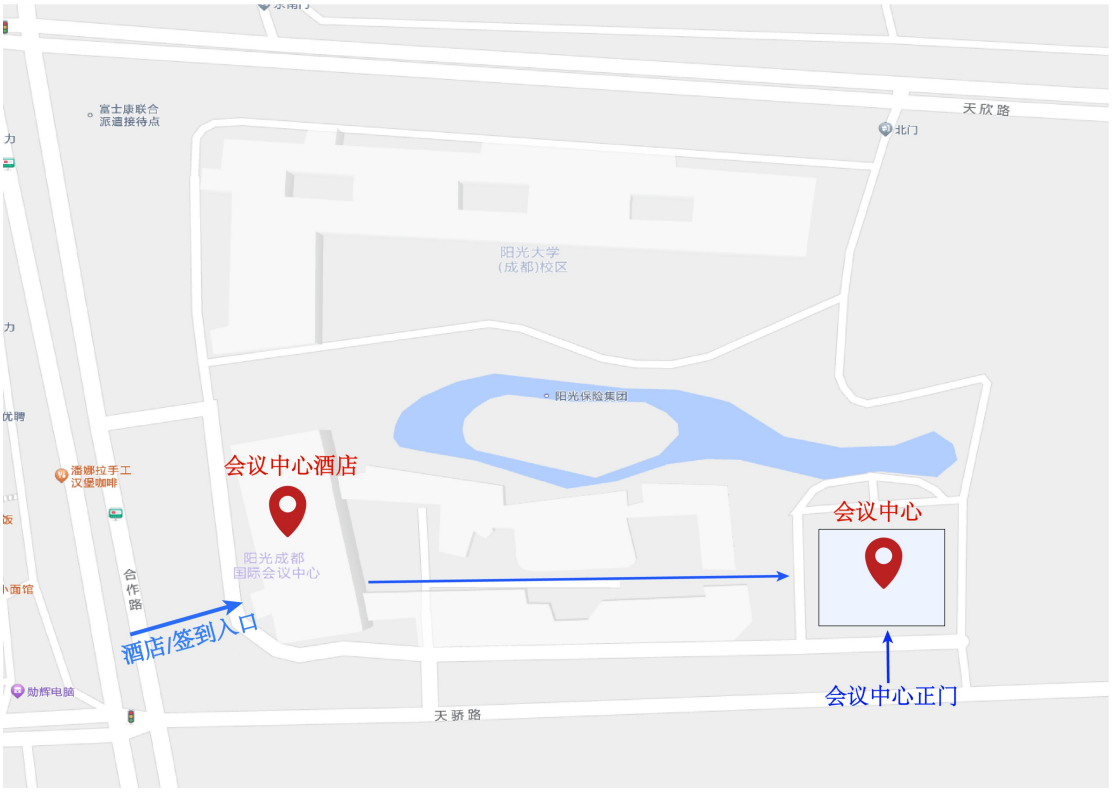
张贴报告摘要 178

参会人员名单 225

承办单位简介 233

展商简介 239

会场图

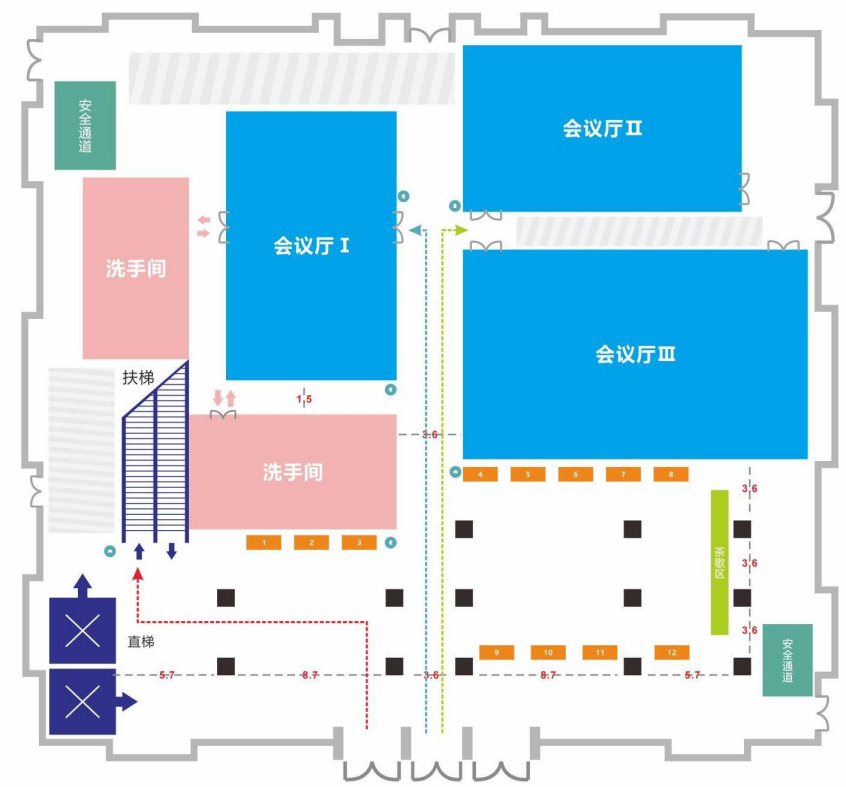


会场地图

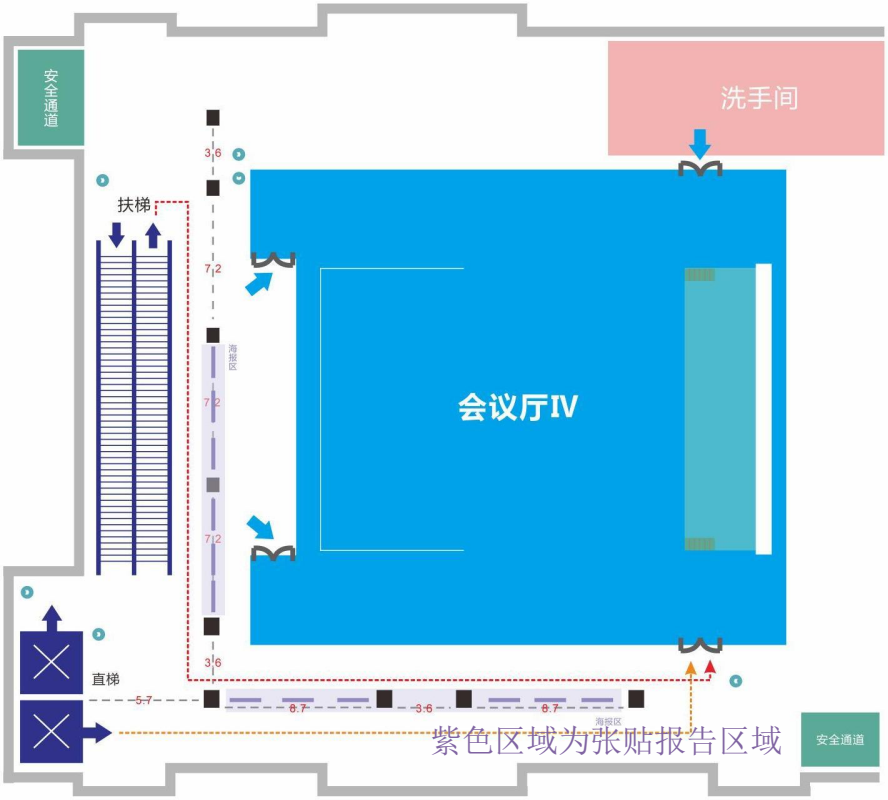
注：

1、7 月 28 日签到注册在会议中心酒店一楼大厅，7 月 29 日和 30 日签到注册在会议中心一楼服务台；

2、**会议中心酒店**的活动：第一天的签到注册、自助餐、晚宴、理事会议；**会议中心**的活动：开幕式、大会报告、分会场报告、张贴报告、茶歇、展商交流。



会议中心一楼



会议中心二楼

参会须知

参会要求

1. 请参会人员佩戴参会证，并按照会议日程准时参会；
2. 会议期间请将手机关闭或者调为静音模式，以保证会场秩序；
3. 本次会议为公开会议，请勿携带涉密信息参会；
4. 张贴报告请在 2023 年 07 月 29 日 09:00 前在指定位置找到自己的编号进行粘贴。

其他说明

酒店名称：阳光成都国际会议中心酒店；

参会地点：阳光成都国际会议中心 F1 和 F2；

就餐地点：阳光成都国际会议中心酒店一楼和二楼。

温馨提示

1. 会议期间天气较热，敬请做好防暑降温准备，注意气候变化；
2. 入住酒店后，请立即检查房间设备是否齐全、功能是否完好。如有问题，请及时联系酒店前台；
3. 进入酒店浴室请注意防滑，以免摔伤；
4. 如遇紧急情况，请听从工作人员安排；
5. 火灾时请勿使用电梯，应从酒店疏散图上就近的逃生通道撤离；
6. 会议期间如有医疗需要，请至酒店的医疗点寻求帮助；
7. 会议期间如有外出，请注意人身及财产安全；
8. 会议期间如有任何问题，请与会务组人员及时联系。

会务组联系人

会议注册和缴费：

龙静萍，电话：010-64889894，E-mail: longjingping@bsc.org.cn

会议报告：

赵仕杲，电话：19113960723，Email：edw@uestc.edu.cn

会议参展咨询：

岳同岩，电话：13501326256，E-mail: yuetongyan@bsc.org.cn

李文博，电话：15010670495，E-mail: 353046629@qq.com

刘维西，电话：15102807137，Email：nora.liu@uestc.edu.cn

会议概况

全国太赫兹生物物理年会已经在广州、天津、西安成功举办三次。为推动国内太赫兹科学技术的发展，促进学术交流，“2023 全国太赫兹生物物理年会”将于 2023 年 7 月 28 日-30 日在四川成都召开。本次大会将邀请知名院士、专家学者就太赫兹生物物理及相关领域的最新研究进展、前沿理论与技术作大会报告，组织专题分会交流，举办特色论坛等。诚邀全国高校、研究机构的科研工作者和研究生参加！

主办单位：中国生物物理学会太赫兹生物物理分会

承办单位：电子科技大学

中国科学院重庆绿色智能技术研究院

西安交通大学

西安理工大学

南京大学

天津大学四川创新研究院

上海理工大学

四川省人民医院

太赫兹生物物理学创新工作站

协办单位：北京远大恒通科技发展公司

上海纳诺巴伯公司

中电科思仪科技股份有限公司

中国工程物理研究院微系统与太赫兹研究中心

哈尔滨工业大学

中国电子学会青年科学家太赫兹专委会

会议主题：1. 太赫兹辐射源

（侯磊、刘峒威、王与烨、张亮亮、曹俊诚）

2. 太赫兹表征与探测

（常胜江、朱亦鸣、王日德、张彩虹、王军）

3. 太赫兹生物物理

（刘纯亮、王少萌、李阳梅、吴强、薄文斐）

4. 太赫兹生物医学

（孙怡雯、彭滟、吕军鸿、陈图南）

5. 太赫兹成像技术

（胡旻、王化斌、朱礼国、田震、张振伟）

6. 太赫兹生物效应

（卢晓云、赵黎、彭文毓、舒友生）

7. 太赫兹强场与光学

（吴晓君、徐德刚、祁峰、赵国忠）

8. 太赫兹科学技术发展与应用展望

（何明霞、俞俊生、于川、马建国）

报告须知：1. 邀请报告编号为“I”，报告时长为 20 分钟

2. 口头报告编号为“O”，报告时长为 15 分钟

3. 张贴报告编号为“P”，时间：7 月 29 日 09:00-18:30

大会组织架构

大会主席

刘国治 院士

大会共主席

王恩哥 院士

孙昌璞 院士

杨正林 院士

马余强 院士

特邀嘉宾

欧阳颀 院士

北京大学

魏于全 院士

四川大学

孙玲 处长

基金委信息学部信息一处

组织委员会主席

宫玉彬

组织委员会共主席

刘纯亮、金飚兵、施卫、何明霞、王化斌、成彬彬、封建欣、穆华仑

组织委员会委员

吕军鸿、赵黎、王化斌、马建国、张存林、曹俊诚、常胜江、封建欣、穆华仑、唐雨钊、舒友生、祁峰、朱礼国、景蔚萱、赵国忠、卢晓云、彭滟、吴晓君、朱亦鸣、侯磊、赵红卫、何江弘、丁洪斌、刘丕楠、张锦川、吴强、徐德刚、石艺尉、俞俊生、吴世有、李英伟、陈图南、于川、章文春、李文雪、李阳梅、罗治福、彭文毓、王军、田震、孙怡雯、杜诚然、王与烨、张晓玲、张彩虹、谷建强、范飞、王日德

组织委员会秘书长

胡旻、王少萌、易青颖、刘维西、赵仕杲

会议日程

大会总体日程

<table>
<tr><th colspan="2">7 月 28 日</th><th colspan="2">7 月 29 日</th><th colspan="2">7 月 30 日</th></tr>
<tr><td rowspan="9">13:00 - 22:00
会议签到
(阳光国际会议中心酒店大厅)

12:00 - 15:30
理事会议
(阳光国际会议中心酒店二楼)</td><td rowspan="9">09:00
-
18:30

张贴报告</td><td>08:10 - 09:00</td><td>开幕式及颁奖
(会议厅 IV)</td><td rowspan="5">08:00 - 12:20</td><td rowspan="5">分会场报告
(会议厅 IV-I)</td></tr>
<tr><td>09:00 - 10:10</td><td>大会报告
(会议厅 IV)</td></tr>
<tr><td>10:10 - 10:50</td><td>合影
(会场正门旁)</td></tr>
<tr><td>10:50 - 12:00</td><td>大会报告
(会议厅 IV)</td></tr>
<tr><td>12:00 - 13:30</td><td>午餐
（酒店一楼餐厅）</td><td>12:20 - 13:30</td><td>午餐
（酒店一楼餐厅）</td></tr>
<tr><td>13:30 - 18:30</td><td>分会场报告
(会议厅 IV-I)</td><td rowspan="2">13:30 - 17:05</td><td rowspan="2">分会场报告
(会议厅 IV-I)</td></tr>
<tr><td>17:40 - 18:30</td><td>圆桌会议（主题：太赫兹生物物理的现在及未来）
(会议厅 II)</td></tr>
<tr><td>18:30 - 21:00</td><td>晚宴
（酒店二楼）</td><td colspan="2">会议结束 返程</td></tr>
</table>

注：分会场报告开始和结束时间仅作参考，不同会场开始时间和结束时间存在差异，以详细分会场报告日程为准。

开幕式日程		
7 月 29 日上午	阳光（成都）国际会议中心 会议厅 IV	
时间	会议内容	主持人
08:10 - 08:30	暖场视频	
08:30 - 08:50	刘国治院士致辞	学会会长
	孙昌璞院士致辞	
	胡俊副校长致辞	
	孙玲处长致辞	
08:50 - 09:00	优秀研究生、优秀青年学者、优秀工作者颁奖	

大会报告日程			
时间	演讲人	主题	主持人
09:00 - 09:35	刘国治院士	大会报告	孙昌璞院士
09:35 - 10:10	魏于全院士	大会报告：生物技术药物与生物治疗的研究进展	
10:10 - 10:50	合影与茶歇		
10:50 - 11:25	杨正林院士	大会报告	马余强院士
11:25 - 12:00	仇成伟教授	大会报告：半金属中远红外光电探测器中的矢量和几何效应	宫玉彬教授

分会场报告日程

分会场 A1 太赫兹生物物理 1
7 月 29 日 13:30-16:05
地点：会议厅 IV

时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
13:30 - 13:50	I-A1-1	赵国忠	面向生化物检测的太赫兹传感技术研究进展	首都师范大学	刘纯亮 王少萌
13:50 - 14:10	I-A1-2	骞爱荣	抗体辅助的太赫兹非标技术在检测痕量病原微生物的应用	西北工业大学	
14:10 - 14:30	I-A1-3	薄文斐	太赫兹刺激下细胞三维有源电场的球坐标系数值求解研究	国防科技大学	
14:30 - 14:50	I-A1-4	葛宏义	基于太赫兹超材料传感器的真菌毒素检测方法研究	河南工业大学	
14:50 - 15:10	I-A1-5	巩辰	利用太赫兹时域光谱法探测琼脂糖凝胶中的蛋白质构象变化	北京远大恒通科技发展有限公司	
15:10 - 15:30	I-A1-6	闵力	太赫兹辐照抑制细胞铁死亡	首都医科大学附属北京友谊医院	
15:30 - 15:50	I-A1-7	王艳红	溶液中单分子太赫兹震动谱的光学检测	中北大学	
15:50- 16:05	O-A1-1	孙广成	用于传感检测的基于连续体束缚态的全硅太赫兹超表面	西安理工大学	
16:05 - 16:15	茶歇				
分会场 A2 太赫兹成像技术 1 7 月 29 日 16:15-18:30 地点：会议厅 IV					
16:15 - 16:35	I-A2-8	王化斌	太赫兹生物检测技术	中国科学院重庆绿色智能技术研究院	邱景辉 朱礼国
16:35 - 16:55	I-A2-9	胡旻	太赫兹超分辨成像成谱系统及生物医学应用	电子科技大学	
16:55 - 17:15	I-A2-10	张振伟	太赫兹波段材料介电常数自由空间测量及检测成像应用	首都师范大学	
17:15 - 17:35	I-A2-11	王可嘉	结构化波束在太赫兹成像与检测中的应用	华中科技大学	
17:35 - 17:55	I-A2-12	李欣幸	基于石英音叉型探针的亚太赫兹扫描近场光学显微镜	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	
17:55 - 18:15	I-A2-13	楚卫东	太赫兹自混合干涉谱成像技术	北京应用物理与计算数学研究所	
18:15 - 18:30	O-A2-2	王皓杰	基于核壳微球“太喷射”效应的太赫兹高分辨成像研究	西安电子科技大学	

分会场 B1 太赫兹表征与探测 1 7 月 29 日 13:30-16:05 地点：会议厅 III					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
13:30 - 13:50	I-B1-14	田震	应用于生物传感的太赫兹技术初探	天津大学	常胜江 朱亦鸣
13:50 - 14:10	I-B1-15	邓建钦	太赫兹电子学测试技术及在生物方面的测试验证与讨论	中电科思仪科技股份有限公司	
14:10 - 14:30	I-B1-16	朱锦锋	超表面多路复用技术的太赫兹痕量分子指纹检测研究	厦门大学	
14:30 - 14:50	I-B1-17	吴强	片上集成太赫兹的产生、传输、调控与探测	南开大学	
14:50 - 15:10	I-B1-18	王林	低维材料非平衡太赫兹探测	中国科学院上海技术物理研究所	
15:10 - 15:30	I-B1-19	孙怡雯	基于稀疏表示的太赫兹时域光谱分层检测算法	深圳大学	
15:30- 15:50	I-B1-20	杨玉平	基于 XRD-Raman-THz 多光谱技术表征热处理过程中的分子结构变化	中央民族大学	
15:50- 16:05	O-B1-3	侯智博	基于集成太赫兹回音壁模式谐振器的晶体水合物脱水传感	华中科技大学	
16:05 - 16:15	茶歇				
分会场 B2 太赫兹生物效应 1 7 月 29 日 16:15-18:15 地点：会议厅 III					
16:15 - 16:35	I-B2-21	宋波	生物内源光子与 THz 神经量子态	上海理工大学	卢晓云 赵黎
16:35 - 16:55	I-B2-22	娄菁	空间波耦合表面波实现太赫兹传感检测	军事科学院	
16:55 - 17:15	I-B2-23	吴开结	一种新型太赫兹光子驱动神经元的能量高效利用机制	军事科学院国防科技创新研究院	
17:15 - 17:35	I-B2-24	李英伟	太赫兹波通过调控神经元膜面积影响神经元动力学特性	燕山大学	
17:35 - 17:55	I-B2-25	王晓辉	太赫兹光调控神经精神活性相关典型受体的分子动力学模	中国科学院长春应用化学研究所	
17:55 - 18:15	I-B2-26	章文春	基于太赫兹波检测技术探究针刺镇痛机制	江西中医药大学	

分会场 C1 太赫兹辐射源 1 7 月 29 日 13:30-15:50 地点：会议厅 II					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
13:30 - 13:50	I-C1-27	施卫	含水生物分子及混合物的 THz 识别检测研究	西安理工大学	俞俊生 王与烨
13:50 - 14:10	I-C1-28	黎华	自参考太赫兹双光梳源	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	
14:10 - 14:30	I-C1-29	刘俊岐	高功率太赫兹量子级联激光器	中国科学院半导体研究所	
14:30 - 14:50	I-C1-30	徐刚毅	基于准连续域束缚态的太赫兹量子级联微激光器阵列	中国科学院上海技术物理研究所	
14:50 - 15:10	I-C1-31	解研	太赫兹量子级联激光器及自混合干涉测量的应用	清华大学	
15:10 - 15:30	I-C1-32	陈璐	基于界面二维电子气的纳米尺度超宽谱太赫兹源及其应用	南开大学	
15:30 - 15:50	I-C1-33	鲍庆嘉	基于太赫兹的动态核极化磁共振代谢成像研究	中国科学院精密测量科学与技术创新研究院	
15:50 - 16:00	茶歇				
分会场 C2 太赫兹科学技术发展与应用展望 1 7 月 29 日 16:00 -18:30 地点：会议厅 II					
16:00 - 16:20	I-C2-34	俞俊生	太赫兹脑功能成像课题介绍	北京邮电大学	何明霞 于川
16:20 - 16:40	I-C2-35	邬崇朝	基于高性能量子级联激光与传输波导的太赫兹生物医学传感	上海交通大学	
16:40 - 17:00	I-C2-36	李茜	太赫兹光谱技术在食药领域应用研究及推广	太赫兹科技应用（广东）有限公司	
17:00 - 17:20	I-C2-37	张峰	生命之光——从产生到应用	上海理工大学	
17:20 - 17:40	I-C2-38	张立娟	纳米气泡的特性及其应用	中国科学院上海高等研究院	
17:40 - 18:30	圆桌会议（主题：太赫兹生物物理的现在及未来）				

分会场 D1 太赫兹生物医学 1 7 月 29 日 13:30-15:25 地点：会议厅 I					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
13:30 - 13:50	I-D1-39	卢晓云	太赫兹生物效应：从生理到病理	西安交通大学	彭滟 孙怡雯
13:50 - 14:10	I-D1-40	阮存军	基于超材料的生物传感器及其对细胞检测的实验研究	北京航空航天大学	
14:10 - 14:30	I-D1-41	王玥	太赫兹超表面表面波共振特性与应用	西安理工大学	
14:30 - 14:50	I-D1-42	张新海	基于自旋电子学的太赫兹波产生与调控	南方科技大学	
14:50 - 15:10	I-D1-43	雷江涛	基于太赫兹超材料的β-淀粉样蛋白(Aβ)传感研究	南昌大学	
15:10 - 15:25	O-D1-4	韩路路	基于超材料的太赫兹贴壁活细胞生物传感器研究	北京航空航天大学	
15:25 - 15:35	茶歇				
分会场 D2 太赫兹强场与光学 1 7 月 29 日 15:35-18:20 地点：会议厅 I					
15:35 - 15:55	I-D2-44	李玉同	强激光驱动的强太赫兹辐射及其应用	中国科学院物理研究所	祁峰 徐德刚
15:55 - 16:15	I-D2-45	吴晓君	铌酸锂太赫兹强源	北京航空航天大学	
16:15 - 16:35	I-D2-46	张栋文	强太赫兹场的产生及其对高次谐波的调制	国防科技大学	
16:35 - 16:55	I-D2-47	温良恭	自旋太赫兹集成化器件及生物传感应用	北京航空航天大学	
16:55 - 17:15	I-D2-48	翟东为	光整流中基于晶体非线性共振法的太赫兹波增强产生研究	青岛大学	
17:15 - 17:35	I-D2-49	孔德鹏	太赫兹聚合物波导及器件研究	中国科学院西安光学精密机械研究所	
17:35 - 17:50	O-D2-5	卢瑶	基于受激声子极化激元的太赫兹非线性物理与应用	南开大学	
17:50 - 18:05	O-D2-6	张晓强	自旋太赫兹偏振编码系统	北京航空航天大学合肥创新研究院	
18:05 - 18:20	O-D2-7	张楠	时空色散补偿的双色场飞秒激光成丝辐射太赫兹波效率研究	南开大学	

分会场 A3 太赫兹生物医学 2 7 月 30 日 08:00-09:55 地点：会议厅 IV					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
08:00 - 08:20	I-A3-50	府伟灵	太赫兹技术的生物医学应用	陆军军医大学第一附属医院	吕军鸿 陈图南
08:20 - 08:40	I-A3-51	魏东山	IgG 蛋白构象变化热力学太赫兹光谱技术研究	中国科学院深圳先进技术研究院	
08:40 - 09:00	I-A3-52	王与烨	基于 THz-Raman 光谱的脑损伤快速识别技术研究	天津大学	
09:00 - 09:20	I-A3-53	张翼飞	基于超表面的特异性肿瘤组织和细胞检测	山东大学	
09:20 - 09:40	I-A3-54	李鼎	太赫兹生物效应的原理和应用	首都师范大学	
09:40 - 09:55	O-A3-8	穆宁	基于太赫兹超材料实现胶质瘤分子病理识别和药效检测	陆军军医大学第一附属医院	
09:55 - 10:05	茶歇				
分会场 A4 太赫兹生物医学 3 7 月 30 日 10:05-11:55 地点：会议厅 IV					
10:05 - 10:25	I-A4-55	赵红卫	基于上海同步辐射光源红外及太赫兹技术与应用	中国科学院上海高等研究院	彭滟 孙怡雯
10:25 - 10:45	I-A4-56	范姝婷	太赫兹生物传感	深圳大学	
10:45 - 11:05	I-A4-57	杨柯	MXene 镀层太赫兹超材料微流体传感器用于体外膜肺氧合（ECMO）装置中血栓实时监测的研究	中国人民解放军西部战区总医院	
11:05 - 11:25	I-A4-58	王鹏騛	基于太赫兹光谱的心血管药物硝苯地平集体振动模式解析	郑州大学	
11:25 - 11:40	O-A4-9	陈利刚	人参皂苷 Rg3 对体外胶质瘤细胞作用的太赫兹 ATR 光谱学研究	中国科学院重庆绿色智能技术研究院	
11:40 - 11:55	O-A4-10	王瑞多	高迁移率族蛋白 B1 的太赫兹光谱检测研究	中国科学院西安光学精密机械研究所	

分会场 B3 太赫兹表征与探测 2 7 月 30 日 08:00-10:20 地点：会议厅 III					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
08:00 - 08:20	I-B3-59	曾和平	高精度宽带太赫兹光梳光谱及应用研究	华东师范大学	张彩虹 王日德
08:20 - 08:40	I-B3-60	张明焜	溶液中生物样本的太赫兹波谱探测和特征解析	中国科学院重庆绿色智能技术研究院	
08:40 - 09:00	I-B3-61	赵陶	二维过渡金属碳化物和氮化物纳米薄膜超宽带太赫兹极限吸收	电子科技大学	
09:00 - 09:20	I-B3-62	郑小平	太赫兹痕量气体探测分析方法研究	清华大学	
09:20 - 09:40	I-B3-63	李吉宁	基于超表面的太赫兹生物传感研究	天津大学	
09:40 - 10:00	I-B3-64	丛龙庆	基于太赫兹超表面的混合 BIC	南方科技大学	
09:10 - 10:20	I-B3-109	范飞	太赫兹手性光谱与特异性传感生化表征	南开大学	
10:20 - 10:30	茶歇				
分会场 B4 太赫兹辐射源 2 7 月 30 日 10:30-12:25 地点：会议厅 III					
10:30 - 10:50	I-B4-65	刘頔威	频率可调谐连续波太赫兹回旋管研究进展	电子科技大学	侯磊 张亮亮
10:50 - 11:10	I-B4-66	韩小涛	面向前沿科学应用的回旋管大功率太赫兹波源	华中科技大学国家脉冲强磁场科学中心	
11:10- 11:30	I-B4-67	肖后秀	0.8 THz 二次谐波回旋管理论与实验研究	华中科技大学	
11:30- 11:50	I-B4-68	舒国响	高阶过模带状多注器件研究	深圳大学	
11:50- 12:10	I-B4-69	张平	基于表面等离子体波的太赫兹辐射源研究	电子科技大学	
12:10- 12:25	O-B4-11	姜芸青	基于塔姆等离耦合的高效自旋太赫兹源	北京航空航天大学	

分会场 C3 太赫兹成像技术 2 7 月 30 日 08:00-09:35 地点：会议厅 II					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
08:00 - 08:20	I-C3-70	邱景辉	高分辨率太赫兹成像探测技术	哈尔滨工业大学	田震 陈学权
08:20 - 08:40	I-C3-71	王天武	基于扫描探针的高时空分辨太赫兹成像技术	中国科学院空天信息创新研究院	
08:40 - 09:00	I-C3-72	王新柯	“不在近场下”的太赫兹近场显微技术	首都师范大学	
09:00 - 09:20	I-C3-73	张晓秋艳	太赫兹近场纳米成像与成谱	电子科技大学	
09:20 - 09:35	O-C3-12	佘荣斌	基于深度学习的太赫兹波计算鬼成像研究	中国科学院深圳先进技术研究院	
09:35 - 09:45	茶歇				
分会场 C4 太赫兹表征与探测 3 7 月 30 日 09:45-12:00 地点：会议厅 II					
09:45 - 10:05	I-C4-74	张彩虹	太赫兹光谱传感和成像的生物应用	南京大学	常胜江 王军
10:05 - 10:25	I-C4-75	王日德	基于太赫兹超构表面的炎症标志物痕量传感研究	军事科学院国防科技创新研究院	
10:25 - 10:45	I-C4-76	张留洋	基于深度对抗域适应的复合材料分层缺陷太赫兹检测	西安交通大学机械工程学院	
10:45 - 11:00	O-C4-13	梁晓林	太赫兹特征谱线精细化检测识别与应用验证	中电科思仪科技股份有限公司	
11:00 - 11:15	O-C4-14	李依凡	基于新型钙钛矿材料的高性能太赫兹探测器研究	河北大学	
11:15 - 11:30	O-C4-15	白鹏	半导体红外及 THz 光学频率上转换探测及成像	北京应用物理与计算数学研究所	
11:30 - 11:45	O-C4-16	孙柳	抗阿尔茨海默药物的太赫兹指纹光谱分析	天津大学	
11:45 - 12:00	O-C4-17	王俊喃	基于五能级里德堡原子探测太赫兹波的研究	西安理工大学	

分会场 D3 太赫兹生物效应 2 7 月 30 日 08:00-09:35 地点：会议厅 I					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
08:00 - 08:20	I-D3-77	何明霞	不同层面太赫兹生物辐射效应研究的初步认识	天津大学	舒友生 彭文毓
08:20 - 08:40	I-D3-78	吕军鸿	生命体系中低频太赫兹集体振动的探测与操纵	中国科学院上海高等研究院	
08:40 - 09:00	I-D3-79	王惠	太赫兹波对 vCA1 区谷氨酸能神经元的神经调控作用研究	军事医学研究院辐射医学研究所	
09:00 - 09:20	I-D3-80	宋字华	前扣带皮层小胶质细胞趋化因子 CXCL12 的上调介导糖尿病神经痛	军事科学院国防科技创新研究院	
09:20 - 09:35	O-D3-18	杨亚雄	Optical Modulation of Mammal Voltage-Gated Calcium Channel and Neuronal Excitation-Transcription Coupling by Terahertz Wave	北京航空航天大学	
09:35 - 09:45	茶歇				
分会场 D4 太赫兹生物物理 2 7 月 30 日 09:45-12:20 地点：会议厅 I					
09:45 - 10:05	I-D4-81	姜万顺	毫米波太赫兹材料电磁特性测试技术	中电科思仪科技股份有限公司	李阳梅 吴强
10:05 - 10:25	I-D4-82	向左鲜	太赫兹对离子跨膜输运过程影响的物理模型和数值模拟——基于量子力学的模型	国防科技创新研究院	
10:25 - 10:45	I-D4-83	梁冰洋	基于大功率行波管的太赫兹光声系统	西安科技大学/电子科技大学	
10:45 - 11:05	I-D4-84	孙岚	太赫兹波可通过改变染色质可及性抑制结直肠肿瘤细胞迁移和糖酵解	中国中医科学院针灸研究所	
11:05 - 11:20	O-D4-19	郭良浩	太赫兹光声信号产生的理论研究	电子科技大学	
11:20 - 11:35	O-D4-20	孙远昆	太赫兹波对神经细胞动作电位的影响	电子科技大学	
11:35 - 11:50	O-D4-21	王懿泽	探究特定频率太赫兹电场对 KcsA 通道的作用机理	西安交通大学	
11:50 - 12:05	O-D4-22	赵晓菲	太赫兹电磁场对 Kv1.2 钾离子通道稳定性影响的研究	西安交通大学	
12:05 - 12:20	O-D4-23	王凯程	基于太赫兹离子阱模型的太赫兹超辐射	电子科技大学	

分会场 A5 太赫兹成像技术 3 7 月 30 日 13:30-15:30 地点：会议厅 IV					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
13:30 - 13:50	I-A5-85	王宏达	三维超分辨荧光和形貌显微镜的研制	中国科学院长春应用化学研究所	王化斌 张振伟
13:50 - 14:10	I-A5-86	陈学权	基于频域映射的太赫兹数值超分辨成像算法	广东大湾区空天信息研究院	
14:10 - 14:30	I-A5-87	颜识涵	植株水分胁迫太赫兹波造影诊断技术研究	中国科学院重庆绿色智能技术研究院	
14:30 - 14:45	O-A5-24	薛凯亮	应用于层状结构的连续太赫兹检测成像方法研究	中北大学	
14:45 - 15:00	O-A5-25	邱付成	太赫兹纳米近场成像中的边缘效应研究	中国科学院重庆绿色智能技术研究院	
15:00 - 15:15	O-A5-26	郭缘森	基于同步辐射红外显微成像技术的脑胶质瘤组织检测	中国科学院重庆绿色智能技术研究院	
15:15 - 15:30	O-A5-27	张朴婧	金纳米双锥复合全光硅基太赫兹调制器	首都师范大学	
15:30 - 15:40	茶歇				
分会场 A6 太赫兹科学技术发展与应用展望 2 7 月 30 日 15:40-17:10 地点：会议厅 IV					
15:40 - 16:00	I-A6-88	邓海啸	原子无线传感与粒子加速器太赫兹源	中国科学院上海高等研究院	娄菁 乔智
16:00 - 16:20	I-A6-89	李宏义	组织液循环网络理论的验证和挑战	北京医院心内科	
16:20 - 16:40	I-A6-90	王伟俊	中物院红外-太赫兹自由电子激光及生物用户实验站建设计划	中国工程物理研究院应用电子学研究所	
16:40 - 16:55	O-A6-28	乔智	太赫兹脑机通信应用场景前瞻	联通（上海）产业互联网有限公司	
16:55 - 17:10	O-A6-29	袁苑	微结构聚合物光纤的太赫兹 OAM 光束传输特性研究	中国科学院西安光学精密机械研究所	

分会场 B5 太赫兹生物医学 4 7 月 30 日 13:30-14:55 地点：会议厅 III					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
13:30 - 13:50	I-B5-91	赵祥	基于智能水凝胶的太赫兹液相传感研究	陆军军医大学第一附属医院	吕军鸿 陈图南
13:50 - 14:10	I-B5-92	骆海明	Ultrasensitive detection of blood markers Aβ and phosphorylated tau in Alzheimer's disease	华中科技大学武汉光电国家研究中心	
14:10 - 14:25	O-B5-30	钟俊兰	太赫兹液芯环腔的微流传感技术	深圳大学 医学部	
14:25 - 14:40	O-B5-31	葛梅兰	脑胶质瘤生物标志物、细胞和组织的 Raman 光谱研究	天津大学	
14:40 - 14:55	O-B5-32	熊虹婷	强场太赫兹脉冲与牙科用复合树脂材料相互作用研究	北京航空航天大学	
14:55 - 15:05	茶歇				
分会场 B6 太赫兹表征与探测 4 7 月 30 日 15:05-17:05 地点：会议厅 III					
15:05- 15:25	I-B6-93	王军	室温红外-太赫兹探测技术及生物成像研究	电子科技大学	朱亦鸣 王日德
15:25 - 15:45	I-B6-94	杜少卿	太赫兹波诱导振子辅助隧穿过程的研究	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	
15:45- 16:05	I-B6-95	龚诚	太赫兹高灵敏超材料 MEMS 焦平面探测器及其成像应用	南开大学	
16:05 - 16:20	O-B6-33	武玉	核酸碱基及其水合物转换的弱相互作用机制研究	中国科学院上海应用物理研究所	
16:20 - 16:35	O-B6-34	张明浩	基于乙醇与盐水溶液对太赫兹波高灵敏探测的研究	首都师范大学	
16:35 - 16:50	O-B6-35	张凯旋	多维光电调控的二维量子材料太赫兹探测	东华大学	
16:50 - 17:05	O-B6-36	胡震	拓扑半金属非线性霍尔整流 THz 探测	中科院上海技术物理研究所	

分会场 C5 太赫兹生物效应 3 7 月 30 日 13:30-15:55 地点：会议厅 II					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
13:30 - 13:50	I-C5-96	龙建纲	0.1 THz 电磁波对线粒体膜结构和功能的作用及其机制	西安交通大学	卢晓云 赵黎
13:50 - 14:10	I-C5-97	彭滟	基于金属 Q-BIC 超表面的高 Q 共振及类谐振腔效应	上海理工大学	
14:10 - 14:30	I-C5-98	许德晖	太赫兹及等离子体在脊髓损伤修复中的作用研究	西安交通大学等离子体生物医学研究中心	
14:30 - 14:50	I-C5-99	张琦	CTFEL 高功率太赫兹辐照对小鼠局部皮肤组织响应及免疫调节作用	西安交通大学	
14:50 - 15:10	I-C5-100	林浩	太赫兹抑制脉络膜黑色素瘤的作用与机制	军事科学院国防科技创新院	
15:10 - 15:25	O-C5-37	王文霞	太赫兹辐射对神经细胞膜电位的影响	天津大学	
15:25 - 15:40	O-C5-38	王磊	阿尔茨海默症与太赫兹波的频率相关性研究	天津大学	
15:40 - 15:55	O-C5-39	张琴	太赫兹波干预 RNA 发卡的机械展开过程	电子科技大学	

分会场 D5 太赫兹辐射源 3 7 月 30 日 13:30-16:10 地点：会议厅 I					
时间	报告编号	报告人	题目	单位	主持人
13:30 - 13:50	I-D5-101	刘仿	小型化、集成化自由电子太赫兹辐射源	清华大学	刘頔威 侯磊
13:50 - 14:10	I-D5-102	刘文鑫	面向 DNP-NMR 的小型化太赫兹源研究	中国科学院空天信息创新研究院	
14:10 - 14:30	I-D5-103	王长	半导体太赫兹量子器件及其成像应用	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	
14:30 - 14:50	I-D5-104	张亮亮	液态水产生和探测太赫兹波的研究	首都师范大学	
14:50 - 15:10	I-D5-105	王维	用于动态核极化增强固体核磁共振波谱的太赫兹波传输系统	电子科技大学	
15:10 - 15:30	I-D5-106	赵其祥	连续调谐太赫兹回旋管非稳定振荡状态的研究	桂林电子科技大学	
15:30 - 15:50	I-D5-107	黄崟东	基于气体等离子体光丝的太赫兹波产生	国防科技创新研究院	
15:50 - 16:10	I-D5-108	许涌	自旋太赫兹源的辐射机制	北京航空航天大学	

张贴报告 7 月 29 日 09:00 - 18:30 地点：会场二楼走廊（会议厅 IV 旁）			
编号	报告人	题目	单位
P-1	王磊	太赫兹超表面中偏振依赖的奇异点传感	南京大学
P-2	卫妍玉	强太赫兹场致水溶液超快动力学	中国科学院物理研究所
P-3	吴若曦	中空飞秒激光束影响太赫兹波空间分布的研究	首都师范大学
P-4	吴晓博	衬底材料对光电导天线辐射太赫兹波特性的模拟分析	西安理工大学研究生院
P-5	肖丰	太赫兹近场技术对牙釉质脱矿的微观研究	电子科技大学
P-6	徐雪娇	基于拓扑光波导的太赫兹传感器	深圳大学
P-7	杨骐语	基于太赫兹时域光谱和机器学习的乳腺癌组织识别与分类	电子科技大学
P-8	尹浩玮	基于太赫兹近场显微镜的生物鉴定方法	电子科技大学
P-9	余道松	基于宽带电控空间光调制器的太赫兹压缩感知成像	深圳大学生物医学工程学院
P-10	张开庆	A Compact Accelerator-based Light Source for High-power, Full-bandwidth Tunable Coherent THz Generation	中国科学院上海高等研究院
P-11	张一帆	高次谐波太赫兹回旋管中的大回旋电子枪研究	电子科技大学
P-12	张玥	四频太赫兹超表面传感器研究	电子科技大学电子科学与工程学院
P-13	赵俣晗	基于微流控技术的太赫兹超表面生物传感芯片	首都师范大学
P-14	周奇	基于 GaN HEMT 混频器的太赫兹矢量探测	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所
P-15	周欣桥	电压门控钠离子通道选择性过滤区域谷氨酸的太赫兹光谱	电子科技大学电子科学与工程学院
P-16	陈伟	THz s-SNOM 成像技术在 Tau 391- 426 蛋白纤维化中的应用	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
P-17	陈文烁	全介质太赫兹超表面支持的连续域束缚态及其传感特性研究	西安理工大学
P-18	陈志超	基于跨层卷积神经网络的高度模糊太赫兹图像识别方法	安徽大学物质科学与信息技术研究院
P-19	丁文	外加太赫兹电磁场对 Kv1.2 钾通道离子传输特性的影响	西安交通大学电信学部电子科学与技术学院
P-20	冯禹铭	太赫兹时域椭圆偏振技术的研究	西安理工大学理学院

P-21	伏旭鹏	太赫兹时域光谱技术在危险品检测方面的应用研究	西北工业大学
P-22	付颖	基于太赫兹衰减全反射技术的脑脊液检测研究	重庆绿色智能技术研究院
P-23	高明鑫	交叉等离子体间的相互作用对太赫兹波的调制作用	国防科技大学
P-24	葛书岐	粗糙表面结构样品的太赫兹近场信号建模分析	中国科学院大学国家空间科学中心
P-25	龚立榕	用于离子通道太赫兹效应分析的仿生纳米通道制备与传输特性研究	西安交通大学电子科学与工程学院
P-26	郭文姣	太赫兹生物物理领域基础研究态势	中国科学院文献情报中心
P-27	郝伊宁	太赫兹共焦波导回旋行波管研究	电子科技大学
P-28	何琪慧	利用四能级 Rb 里德堡原子探测太赫兹波的研究	西安理工大学
P-29	姜梦杰	Fast Switching and Self-powered Effects in 2H-NbSe2 for High Efficiency Low-energy Photon Harvesting	东华大学
P-30	蒋彦	阳离子对水分子转动动力学影响的微观机理研究	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
P-31	李照宇	辉光放电太赫兹波探测器的电路优化设计研究	西安理工大学
P-32	连想	基于太赫兹反射式成像技术对肝癌组织成像	首都师范大学物理系
P-33	廖凤楚	太赫兹辐射鼠脑行为调控与机理研究	深圳大学
P-34	刘嘉腾	基于太赫兹时域光谱对青铜器锈蚀层成像	电子科技大学
P-35	罗帆	基于碳纳米管薄膜的角度可调谐 THz 超表面传感器	西安理工大学
P-36	梅志杰	基于三角形谐振腔的太赫兹拓扑光波导设计	深圳大学生物医学工程学院
P-37	宁辉	太赫兹波对突触结合蛋白结合钙离子的影响	电子科技大学
P-38	全柏霖	94GHz 扩展互作用交错放大器的研究	电子科技大学 电子科学与工程学院
P-39	佘硕铖	基于太赫兹时域光谱技术的铀酰离子与生物大分子结合的无标记探测	天津大学
P-40	宋博晨	用于传感检测的单壁碳纳米管薄膜太赫兹超表面	西安理工大学
P-41	孙传富	宽带太赫兹压缩感知成像系统	深圳大学生物医学工程学院
P-42	田达	太赫兹自旋源的电流调控	南京大学
P-43	王凯出	AlGaN/GaN HEMT 太赫兹外差探测器线阵列	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

邀请报告摘要

I-A1-1　面向生化物检测的太赫兹传感技术研究进展

赵国忠[1,2*]，舒敬懿[1,2]，刘靖宇[1,2]，孙然[2,3]，李文宇[1,2,4]

[1]首都师范大学物理系，北京 100048

[2]太赫兹光电子学教育部重点实验室，北京 100048

[3]中国电子科技集团第 12 研究所，北京 543213

[4]山西大同大学，微结构与固体物理研究所，大同

摘要：

本报告将介绍基于功能基元序构的太赫兹超表面设计、机理分析及其传感技术研究进展。首先介绍太赫兹超材料在太赫兹功能材料研究方面的重要意义和实际应用价值，其次介绍基于功能基元序构人工微结构超材料的发展现状，接着介绍太赫兹传感技术的研究意义和重要性，最后重点汇报我们在基于功能基元序构的太赫兹超表面设计、机理分析和传感技术研究方面的进展，探讨实现生化物高灵敏太赫兹传感技术的方法和路线，为开辟太赫兹传感技术提供参考。

关键词：生化物检测；太赫兹；超表面；传感；进展。

参考文献：

[1]B.Lin,D.Zhang,Y.Shen,Study on terahertz spectra analysis and recognition modeling of common agricultural diseases,Spectrochimica Acta Part A:Molecular and Biomolecular Spectroscopy,2020,243:118820.

[2]B.Han,Z.Han,J.Qin,et al.,A sensitive and selective terahertz sensor for the fingerprint detection of lactose,Talanta,2019,192:1－5.

[3]T.Suzuki,S.Kondoh,Negative refractive index metasurface in the 2.0-THz band,Optics Materials Express,2018,8(7):1916-1925.

报告人简介：

赵国忠，男，59 岁，博士，教授，博士生导师。近年来，一直从事太赫兹波谱、太赫兹成像和太赫兹功能材料与器件研究，先后主持过国家高技术发展计划（863）项目、国家自然科学基金和教育部与北京市各类项目 16 项，获得北京市中青年骨干教师称号，在太赫兹光电导天线、半导体表面辐射太赫兹波、偏振分辨的太赫兹探测、太赫兹时域光谱技术和被动太赫兹成像技术、太赫兹人体安全检测与图像处理等方面，开展了大量的系统性研究工作。特别是在太赫兹功能材料与器件研究方面，围绕太赫兹偏振器、太赫兹滤波器、太赫兹分束器、太赫兹透镜、太赫兹波前调制器件等应用方面，进行了系统、深入的基础理论研究和技术探索，针对这些技术所面临的挑战及可能改进的措施，发展了相关的研究方法和技术手段，为太赫兹技术发展做贡献。

通讯作者：赵国忠；Email：guozhong-zhao@cnu.edu.cn

基金：本工作得到国家重点研发计划项目（课题编号：）的支持。

I-A1-2　抗体辅助的太赫兹非标技术在检测痕量病原微生物的应用

王雪毫[1]，田野[1]，刘粉利[1]，伏旭鹏[1]，张福来[1]，黄林涛[1]，宋超君[1]，骞爱荣*

1 西北工业大学生命学院，西安市特种医学与健康工程重点实验室，空间生物科学与生物技术重点实验室，特种医学与健康系统工程研究中心，NPU-UAB 骨代谢联合实验室，陕西西安 710072

摘要：生物分子间和分子内的低频运动能级与太赫兹波谱能级相对应，因此可以用太赫兹检测生物分子和病原微生物[1]。虽然特定种类的细菌/病毒对应特定的太赫兹光谱信息[2]，然而在实际应用中检测特异性和灵敏度仍然难以满足需求。在本研究中，我们将太赫兹时域光谱技术与单克隆抗体（mAb）对生物分子特异性识别特性相结合，我们开发出一种抗体辅助的太赫兹非标技术，并将其应用到病原微生物检测中。运用该技术检测了复杂食品基质中的大肠杆菌 O157：H7（*E.coli O157：H7*）和腺病毒 AD（*Adenovirus*）。运用特异性识别大肠杆菌 O157：H7 的单克隆抗体将复杂食品基质中的大肠杆菌 O157：H7 进行富集，太赫兹辐射对 mAb 富集的大肠杆菌 O157：H7 数量十分灵敏。结果显示该技术在牛奶和蓝莓酱中检测大肠杆菌 O157：H7 的检测限度为 1.2×10^2 CFU/mL，其检测的灵敏度比酶联免疫法和免疫胶体金法高[3]，且检测特异性强，不受样品基质的影响。为了实现对腺病毒的痕量检测，采用抗体辅助的太赫兹非标技术检测 PBS 溶液中的腺病毒，结果显示检测限度为 700 ng/mL。将太赫兹技术与抗原抗体特异性结合的免疫太赫兹技术用于病原微生物侦检具有灵敏度高、检测快速和特异性强且无需特殊样品标记的优势，在食品安全、公共卫生和国家安全等领域具有广阔的应用前景。

关键词：太赫兹时域光谱技术；病原微生物；大肠杆菌 O157：H7；腺病毒；特异性识别。

参考文献：

[1]Wang Y,Qin B,Li Z,Li D,Hu F,Zhang H,Yu L.Analysis of reaction between vitamin B6 and bovine serum albumin based on a terahertz metamaterial sensor[J].Appl Opt,2022,20;61(27):7978-7984.

[2]Huang L,Li C,Li B,Liu M,Lian M,Yang S.Studies on qualitative and quantitative detection of trehalose purity by terahertz spectroscopy[J].Food Sci Nutr,2020,4,8(4):1828-1836.

[3]Lv X,Huang Y,Liu D,Liu C,Shan S,Li G,Duan M,Lai W.Multicolor and Ultrasensitive Enzyme-Linked Immunosorbent Assay Based on the Fluorescence Hybrid Chain Reaction for Simultaneous Detection of Pathogens[J].Journal of agricultural and food chemistry,2019,67(33):9390-9398.

报告人简介：

骞爱荣，女，博士，西北工业大学教授，博士生导师。2003 年在第四军医大学获得医学博士学位。现任西安市特种医学与健康工程重点实验室主任。主要从事太赫兹生物医学检测、人工智能与医学健康，骨代谢疾病发生机制及药物研发。主持国家自然科学基金 7 项，发表论文 200 余篇，其中 SCI 论文 150 余篇；获发明专利 20 余项；获陕西省科学技术一等奖 1 项；获“教育部新世纪人才”、“第九届陕西省青年科技奖”和“第二届西安青年科技人才奖”等荣誉称号。中国细胞生物学学会理事，中国宇航学会航天医学工程与空间生物学专业委员会委员，中华医学会航空航天分会委员，陕西省细胞生物学会副理事长。

***通讯作者：**qianair@nwpu.edu.cn

基金：中央高校业科研业务费专项资金资助 D5000230122

I-A1-3　太赫兹刺激下细胞三维有源电场的球坐标系数值求解研究

薄文斐[1*]，侯银涛[1]，刘强[1]，车嵘[1]，宫玉彬[2]

1 国防科技大学信息通信学院

2 电子科技大学电子科学与工程学院

摘要：细胞钠、钾、钙和氯离子等生命离子的电场对于细胞膜电位的形成以及膜蛋白生命功能的发挥起着至关重要的作用。太赫兹刺激能够引起细胞生物电场的变化，产生信息传递等[1-4]。生物电场可以采用求解无源方程或有源方程两种方法进行计算。求解无源方程能够模拟膜电位及其变化过程[5-7]，但是膜电位的求解依赖细胞膜表面电流连续性方程，存在对膜电容、电导等方程中的参数进行估计所带来的计算误差，并且无法模拟生命离子在细胞内以及细胞外溶液环境中运动、浓度分布对膜电位等的影响作用；在直角坐标系中求解有源方程对细胞生物电场进行计算时，会存在网格数量大（628849个网格）、精度低（3.35%）的数值求解问题[8,9]。本文在球坐标系下对有源方程进行了数值求解，对生物电场进行了仿真模拟，数值结果显示，在网格数仅为8192的情况下，细胞膜电位的计算误差在2.43%范围内，研究结果还显示出太赫兹刺激下膜电位随之的振动现象。该研究为信息传递机理的研究奠定基础。

关键词：太赫兹；细胞电场；麦克斯韦方程；球坐标系；信息传递

参考文献：

[1]ZHANG J,HE Y,LIANG S,et al.Non-invasive,opsin-free mid-infrared modulation activates cortical neurons and accelerates associative learning.Nature communications,2021,12(1):2730.

[2]LIU X,QIAO Z,CHAI Y,et al.Nonthermal and reversible control of neuronal signaling and behavior by midinfrared stimulation.Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,2021,118(10):

[3]XIANG Z,TANG C,CHANG C,et al.A new viewpoint and model of neural signal generation and transmission:Signal transmission on unmyelinated neurons.Nano Research,2020,14(3):590-600.

[4]WANG P,LOU J,FANG G,et al.Progress on Cutting-Edge Infrared-Terahertz Biophysics.IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques,2022,70(11):5117-40.

[5]BO W,CHE R,GUO L,et al.Numerical Simulation on Permeability Change in Cell Membrane by Terahertz Irradiation-Induced Hydrophilic Pores.International Conference on Infrared,Millimeter and Terahertz Waves.Chengdu,China;IEEE.2021.

[6]薄文斐,车嵘,张明洁,等。太赫兹单极性皮秒脉冲串作用下细胞膜亲水孔输运生命离子流的研究.真空电子技术,2022,4:12-21.

[7]KRASSOWSKA W,FILEV P D.Modeling electroporation in a single cell.Biophysical journal,2007,92(2):404-17.

[8]BO W,TANG J,MA J,et al.Numerical Study on Calcium Transport Through Voltage-Gated Calcium Channels in Response to Nanosecond Pulsed Electric Field.IEEE Transactions on Plasma Science,2018,46(7):2562-72.

[9]BO W,GUO L,YANG Y,et al.Numerical Study of Voltage-Gated Ca2+Transport Irradiated by Terahertz Electromagnetic Wave.IEEE Access,2020,8:10305-15.

通讯作者：薄文斐；Email：bowf@foxmail.com

基金：国家自然科学基金（基金号：T224100002 和 62201583）

报告人简介：

姓名：薄文斐；性别：男；年龄：31；职称：讲师；研究方向：太赫兹电磁场作用下神经细胞离子跨膜输运机理及其在脑机融合、类脑智能计算领域的应用；学术成果：建立了太赫兹辐照下神经细胞钙离子跨膜输运的细胞及分子层面的研究模型，研究发现了太赫兹辐照能够开启细胞膜压控钙离子通道、钙离子主动运输通道，这一过程中没有产生细胞膜穿孔，而且为非热效应的过程，研究成果在脑机融合及类脑智能计算等人工智能关键领域具有重要的科学和应用意义；Email：bowf@foxmail.com。

I-A1-4　基于太赫兹超材料传感器的真菌毒素检测方法研究

葛宏义[1,2]，季晓迪[1,2]，李丽[1,2]，蒋玉英[1,3*],孙振雨[1,2],郭春燕[1,2],补雨薇[1,2]

1 河南工业大学粮食信息处理与控制教育部重点实验室

2 河南工业大学信息科学与工程学院

3 河南工业大学人工智能与大数据学院

摘要：真菌毒素是真菌的代谢物，存在于食品供应的多个环节，严重威胁农产品及食品质量安全。真菌毒素种类极多，其中黄曲霉毒素毒性最强，被世界卫生组织列为 I 类致癌物质，短期大量摄入或长期低水平摄入，对人体生命健康及其他动物产生负面影响，因此对黄曲霉毒素检测方法研究备受关注。现有黄曲霉毒素检测手段精度高但操作复杂、破坏检测样品内部成分，难以满足对食品质量快速精准检测需求。太赫兹光谱技术具有响应速度快、检测流程简易、光谱分辨率高的特点，但自由空间传播的太赫兹波与样品之间相互作用较弱，难以实现痕量物质的检测。针对黄曲霉毒素检测灵敏度低的问题，设计一款高灵敏双频段太赫兹超材料吸收型传感器，在 0.7-2.5THz 工作频段内，产生两个近完美谐振，Q 值高于 32。采用光刻技术制备传感器，结合太赫兹时域光谱技术，构建基于双开口环型传感器的黄曲霉毒素种类及浓度识别光谱检测模型，根据谐振偏移量实现黄曲霉毒素定性和定量识别，实现了 ng 级的痕量物质检测，为快速高灵敏检测真菌毒素、农药残留等微量物质提供一种新方法。

关键词：太赫兹；超材料；传感器；太赫兹时域光谱技术；黄曲霉毒素。

报告人简介：

葛宏义，男，1983 年生，副教授，硕士生导师，研究兴趣为太赫兹光谱与成像技术、先进传感技术、智能信息处理与控制等，主持国家自然科学基金项目等国家级省部级项目 10 余项。在 Optics Express、IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology、FOOD CHEMISTRY 等国内外学术期刊和会议发表论文 50 余篇，其中 SCI 收录 26 篇；授权发明专利 7 项其中国际专利 2 项。Email：gehongyi2004@163.com

通讯作者：蒋玉英；Email：jiangyuying11@163.com
基金：国家自然科学基金（No.62271191，No.61975053）

I-A1-5　利用太赫兹时域光谱法探测琼脂糖凝胶中的蛋白质构象变化

连想[1]，巩辰[1,2*]，张亮亮[1,2]，王陆瑶[1]，张卓勇[1,2]，张存林[1,2]，金玉环[2]，封建欣[2]

1 首都师范大学

2 北京远大恒通科技发展有限公司

摘要：太赫兹（Terahertz，THz）时域光谱技术作为一种非侵入、非电离和无标记的光学频谱分析方法，具有解析分子间低频振动模式的独特优势，特别适用于生物分子的定量检测[1]。生物分子大多处于液相环境，繁琐的样本处理过程不仅严重限制检测方法的应用场景，更会影响其生物活性[2]。因此，开发一种可直接在液相环境下实现生理浓度生物分子特异性检测的方法对于太赫兹光谱技术在临床检测中的推广应用具有重要的现实意义。本研究以牛血清蛋白（BSA）为实验对象，将 BSA 蛋白制备成一定浓度的琼脂糖水凝胶，并通过太赫兹时域光谱测定了不同浓度盐溶液诱导下 BSA 蛋白构象变化。结果显示，当盐溶液浓度为 10%时，加入牛血清的盐溶液凝胶信号明显区别于纯盐溶液凝胶，而且峰值信号大于纯品盐溶液信号。这进一步说明了太赫兹探测方法在蛋白质构象变化探测的可行性。

关键词：太赫兹；水凝胶；牛血清蛋白；生物分子；蛋白构象

参考文献：

[1]Dhanjai,Ankita et.al.,Polymer hydrogel interfaces in electrochemical sensing strategies:A review[J].Trends in Analytical Chemistry.2019

[2]李利龙.蛋白质类有机化合物的太赫兹光谱分析[D].长沙理工大学,2014.

报告人简介：巩辰，男，32 岁，现任北京远大恒通科技发展有限公司科研经理。主要承担太赫兹光谱与无损检测设备的研发工作，并通过高分辨太赫兹光谱、成像技术为工业物件、检验检疫物件的三维结构、缺陷质量问题识别提供无损检测服务。参与多项国内外研究课题项目，发表多篇 SCI 论文并参与撰写 Advances in Nonlinear Photonics 等外文专著。联系邮箱：chen.gong@broadht.com.

通讯作者：巩辰；Email：chen.gong@broadht.com.

基金：中国国防科技创新特区项目 (20-163-02-ZT-008-009-01)

I-A1-6　太赫兹辐照抑制细胞铁死亡

李向冀[1]，李阳梅[2]，孙岚[2]，常超[2]*，闵力[1]*

1 消化健康全国重点实验室，国家消化系统疾病临床医学研究中心，首都医科大学附属北京友谊医院消化内科，北京市西城区永安路 95 号，100050

2 军事科学院国防科技创新研究院，太赫兹生物研究室，北京市丰台区东大街 53 号院，100171

摘要：铁死亡是一种铁依赖性的新型细胞程序性死亡方式，与阿兹海默症、炎症性肠病、肿瘤等多种疾病高度相关，也是近年来药物研发的重要靶点之一。本研究聚焦太赫兹干预细胞的铁离子转运过程，发现特定频段的太赫兹可显著抑制细胞铁死亡发生，这一非药物方式的铁死亡干预具有重大临床应用前景。首先我们通过分子动力学模拟发现，8.7μm 的太赫兹波具有较强的抑制转铁蛋白和 3 价铁离子结合的能力，而其他波长的太赫兹这一效应较弱。在此基础上我们构建体外生化反应体系，验证了 8.7μm 太赫兹波对铁转运蛋白和 3 价铁离子结合的抑制作用。进一步细胞实验研究显示该频段的太赫兹刺激可以抑制成纤维细胞和结直肠上皮细胞的铁死亡，脂质活性氧、脂质过氧化产物（丙二醛,MDA）、线粒体膜电位检测实验均证明了这一结论。综上所述，我们开发了一种非药物、非接触性抑制细胞铁死亡的新方式，其在多种疾病诊疗中具有重要潜力。

关键词：太赫兹；铁死亡；转铁蛋白；脂质过氧化；分子动力学模拟。

报告人简介：

闵力，男，32 岁，北京市青联委员（医药卫生界别），副教授，博士生导师，北京友谊医院科技处副处长，消化健康全国重点实验室 PI，国家消化疾病临床研究中心 PI；入选中国科协青托人才、北京市科技新星等人才计划；兼任 Military Med Res(IF=34.9)、View（IF=8.6）等 5 个高水平期刊青年编委/客座主编，Adv Mater（IF=32.1）等 9 个中科院 1 区期刊审稿人，以及国自然基金委函评专家、科技部项目评审专家等。长期致力于外泌体液体活检技术研发及其临床应用，实现了 15 分钟内的血浆外泌体快速、高效、高纯度分离，在国际上首次实现了基于外泌体的早期结直肠癌液体活检。以第一及通讯作者在 J Extracell Vesicles、Adv Sci、ACS nano、Research、eLife 等高水平期刊上发表 SCI 论文五十余篇；授权发明专利 7 项，获国际外泌体学会青年研究者奖、教育部课程思政教学名师/团队、北京市青年榜样奖章等多项荣誉。

通讯作者：
常超；Email：gwyzlzssb@pku.edu.cn
闵力；Email：minli@ccmu.edu.cn
基金：国家自然科学基金 [82073390, 81702314, 61905286]；北京市科技新星计划 [Z191100001119128]。

I-A1-7　溶液中单分子太赫兹震动谱的光学检测

王艳红[1,2*]，李香宇[1]，武京治[1,2*]

1 中北大学前沿交叉科学研究院，太原，030051

2 中北大学信息与通信工程学院，太原，030051

摘要：生物大分子如蛋白质、核酸和多糖等，在太赫兹波段内具有特定的振动模式。当分子的振动模式与太赫兹辐射的频率匹配时，分子可吸收或散射太赫兹电磁场，从而导致太赫兹特征峰的出现。然而，由于水分子对太赫兹波的吸收作用，使得溶液中生物分子太赫兹光谱的探测成为技术难点。

报告中，将介绍我们利用分子动力学仿真等方法，理论研究生物分子与水分子相互作用的微观机理，并与实验光谱结果进行对比，讨论水分子对生物分子太赫兹震动的影响。利用纳米光镊系统实现溶液中单分子捕获，通过调谐激光器产生太赫兹激励电磁场，实现对生物分子的共振激励，讨论生物分子太赫兹谱的光学探测方法。溶液中单生物分子的太赫兹谱光学检测方法，可减少水溶液对太赫兹谱的影响，定量测量单个生物分子的太赫兹震动特性，有望应用于生物医学和药物开发等多个领域。

关键词：太赫兹光谱；生物分子；纳米光镊。

参考文献：

[1]Wang Y et al, Nanoscale acoustic waves detection enhanced by edge plasmon mode resonance in nanoapertures, J. Opt. 24 095001, 2022

[2]Wang Y et al, Generating and detecting high-frequency liquid-based sound resonances with nanoplasmonics, Nano Lett. 19 7050–3, 2019

报告人简介：

王艳红，女，教授，主要研究方向包括太赫兹生物传感、纳米光学等。

通讯作者：王艳红；Email：amyw0919@163.com

武京治；Email: jingzhi.wu@outlook.com

基金：国防科技创新特区（批准号：02-ZT-008）资助的课题

I-A2-8　太赫兹生物检测技术

王化斌 [1,2,3*]

1 中国科学院重庆绿色智能技术研究院

2 中国科学院大学重庆学院

3 重庆市高分辨三维动态成像检测工程技术研究中心

摘要：太赫兹生物检测技术在生物医学领域表现出了良好的应用前景。近年来，本研究团队利用透射式太赫兹光谱及成像、太赫兹衰减全反射光谱、太赫兹直接近场（微米级分辨）以及太赫兹间接近场（纳米级分辨）光谱成像技术方法，在群体生物分子和细胞、单个生物分子和细胞、以及生物组织的太赫兹检测方面开展了研究工作，取得了一定的进展[1-4]。研究结果表明：（1）利用太赫兹技术可以在组织、细胞和生物大分子三种不同层次和不同的环境条件下开展检测研究，能够揭示一些重要的的生物信息；（2）太赫兹生物检测领域仍然面临着诸多关键科学和技术问题亟待解决，需要多学科交叉融合共同发展，这对进一步推动太赫兹技术在生物医学领域的应用范围和深度具有重大意义。

关键词：太赫兹光谱；太赫兹成像；生物；近场；衰减全反射

参考文献：

[1]Liao YS,Zhang MK,Tang MJ,Chen LG,Li XQ,Liu ZD,Wang HB.Label-free study on the effect of bioactive constituent on glioma cells in vitro using terahertz ATR spectroscopy.Biomed.Opt.Express 2022,13:2380

[2]Yang ZB,Tang DY,Hu J,Tang MJ,Zhang MK,Cui HL,Wang LH,Chang C,Fan CH,Li J,Wang HB.Near-field nanoscopic terahertz imaging of single proteins.Small 2021,17:2005814

[3]Li ZX,Yan SH,Zang ZY,Geng GS,Yang ZB,Li J,Wang LH,Yao CY,Cui HL,Chang C,Wang HB.Single cell imaging with near-field terahertz scanning microscopy.Cell Proliferat.2020,53:e12788

[4]Li DD,Yang ZB,Fu AL,Chen TN,Chen LG,Tang MJ,Zhang H,Mu N,Wang S,Liang GZ,Wang HB.Detecting melanoma with a terahertz spectroscopy imaging technique,Spectrochim.Acta Part A 2020,234:118229

报告人简介：王化斌，男，中国科学院重庆绿色智能技术研究院研究员，主要从事太赫兹光谱及成像研究，先后主持国家科技部重点研发计划课题、国家自然科学基金、中国科学院科研仪器研制等多个重要项目，在领域相关期刊发表 SCI 论文 80 余篇。Email:wanghuabin@cigit.ac.cn

I-A2-9　太赫兹超分辨成像成谱系统及生物医学应用

胡旻[1,2]，张晓秋艳[1,2]，许星星[1,2]，唐福[1,2]，宾泽川[1,2]，尹廷贵[1,2]，宫玉彬[1,2]

1 作者单位：电子科技大学电子科学与工程学院太赫兹科学技术研究中心

2 太赫兹技术教育部重点实验室

摘要：太赫兹是电磁频谱中的新频段，具有许多极具潜力的应用。太赫兹是生物医学研究的热点，但是受限于分辨率太赫兹在生物医学成像方面具有局限性。突破太赫兹的衍射极限是太赫兹发展的关键。本报告将重点讲述基于原子力显微镜的散射式太赫兹近场技术，该技术可以实现纳米级的空间分辨率。我们将重点报告该技术在太赫兹超分辨成像成谱方面的应用及其优势，我们还将展示多种自主研发的太赫兹近场成像成谱系统及其应用，并分析该方向的未来发展前景。

关键词：太赫兹；超分辨成像；近场波谱；细胞检测

报告人简介：

胡旻，男，42 岁，电子科技大学电子科学与工程学院教授，博士生导师，太赫兹技术教育部重点实验室副主任，入选天府青城科技菁英。长期致力于自由电子太赫兹辐射源、太赫兹等离子激元、THz s-SNOM 近场和太赫兹成像系统方面的研究。近年来先后主持和承担了包括科技部重点研发计划项目在内的多个国家级项目。在 Nature Photonics、Physical Review Letters,Carbon 等国内外学术期刊发表 SCI 论文 90 余篇，申请授权发明专利 30 项。通讯方式：hu_m@uestc.edu.cn

I-A2-10　太赫兹波段材料介电常数自由空间测量及检测成像应用

张振伟*，张存林

首都师范大学

摘要：材料基本介电常数的准确测量在检测成像、通讯传输、雷达感知、材料分析等领域非常重要。随着电子学与光子学共同向太赫兹频段快速发展，精确测量材料在太赫兹波段的复折射率参数，是合理开发与利用太赫兹技术的关键问题之一。在电子学领域，通常采用基于频域连续波信号的矢量网络分析系统（VNA）结合扩频模块进行测量，波段覆盖 MHz 到几 THz。在光子学领域,，基于自由空间法的 TDS 系统通常被用来测量 0.1 THz 以上材料的基本参数，可以覆盖到上百 THz。在重叠波段通过理论和实验的方式验证材料基本参数提取的一致性非常必要。基于建立相同参数准光学 TDS 和 QOVNA 系统，通过理论和实验验证了在光子学和电子学的重叠区域，不同技术路线的测量方法在相同测量条件下，获取趋于一致的测量结果，验证了结果的准确性只取决于物理模型、理论方法和测量条件的匹配，与信号类型和测量系统无关，有助于检测成像等应用结果的准确分析。

关键词：太赫兹；准光学测量；复折射率；检测与成像

报告人简介：

张振伟，男，（197704-），高级实验师，研究方向主要包括太赫兹波物理、波谱分析、检测成像、感测识别及其应用探索，发表署名论文 110 多篇，授权发明专利 5 项，出版专著 1 部。主持国家自然基金项目、部委项目、北京市科技项目、企业委托技术攻关项目 10 余项。获中国仪器仪表学会科技进步奖一等奖 1 项；中国中医药研究促进会科学技术进步奖三等奖 1 项，zhangzw_cnu@163.com。

通讯作者：张振伟；Email：zhangzw_cnu@163.com

基金：中关村概念验证项目(20210421079)；装备预研航天科技联合基金(6141B06100601)；国家自然科学基金委航天制造联合基金(U1837202)；国家自然科学基金重点项目(61935001)；国家重点研发计划(2020YFB2009303)

I-A2-11　结构化波束在太赫兹成像与检测中的应用

王可嘉

光电国家研究中心，未来技术学院，光学与电子信息学院，华中科技大学，

摘要：结构化波束指的是在任何自由度（比如偏振、振幅、分布等在时空中的分布）上进行剪裁或塑造的电磁波。本文主要研究了几种太赫兹结构化波束在成像和检测中的应用，其中包括基于梳状空频无衍射波束的叠层成像技术；基于超长无衍射波束、太赫兹光片和平顶波束的 CT 成像；基于无衍射波束的无透镜检偏臂的太赫兹椭偏检测技术。

关键词：结构化波束；太赫兹成像；叠层成像；CT 成像；椭偏仪

参考文献：

[1]Feidi Xiang,Defeng Liu,Long Xiao,Sishi Shen,Zhengang Yang,Jinsong Liu,and Kejia Wang.Generation of a meter-scale THz diffraction-free beam based on multiple cascaded lens-axicon doublets:detailed analysis and experimental demonstration.Optics Express,2020,28(24):36873-36883

[2]Feidi Xiang,Miao Yu,Mengting Zhang,Meiyao Han,Qian Huang,Zhengang Yang,Jinsong Liu,and Kejia Wang.Terahertz ptychography using a long-distance diffraction-free beam as the probe.Optics Letters,2022,47(2):238-241.

[3]Mengting Zhang,Wei Liu,Qian Huang,Meiyao Han,Feidi Xiang,Zhengang Yang,Jinsong Liu,and Kejia Wang.Optical element to generate zero-order quasi-Bessel beam with“focal length”.Optics Letters,2022,47(3):553-556

报告人简介：王可嘉，男，1978 年 5 月生，工学博士。华中科技大学光电国家研究中心激光与太赫兹功能实验室副教授。主要研究方向为太赫兹科学与技术，其中包括基于增材制造技术的太赫兹功能器件制备、太赫兹结构化波束、太赫兹气体光子学和太赫兹无损检测成像技术等领域。主持或参与 JKW173 项目、国家自然科学基金、863 基金、湖北省科技支撑计划等科技项目十几项，发表学术论文六十余篇，参与翻译出版《太赫兹辐射物理及应用》，参与编著《专业学位研究实验课程》教材，《应用光学》第 11 届编委会委员。wkjtode@sina.com

I-A2-12　基于石英音叉型探针的亚太赫兹扫描近场光学显微镜

李欣幸*，孙建东，靳琳，上官阳，秦华*

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

摘要：开发太赫兹近场扫描成像系统，突破衍射极限，实现太赫兹波段的超分辨检测，可满足电子信息、材料以及生物学等各学科日益增长的检测需求，对进一步提升各学科中的超微结构研究有着重要的意义。本文介绍了一种基于石英音叉探针的散射型太赫兹近场扫描光学显微镜的研制工作。该系统使用石英音叉驱动金属探针的方案替代了常用的悬臂型 AFM 探针，解决了在太赫兹/毫米波频段探针长度与入射光波长严重失配的问题，并通过零差探测技术实现了近场散射信号的提取。在 94 GHz 频点完成了对 2μm 周期的金属光栅的太赫兹近场扫描成像，成像分辨率优于 1μm（~λ/3000）[1]。音叉型探针可与各类探针灵活组合，在实现样品表面形貌扫描的同时可同步实现其他多物理量的扫描成像，后续也可继续探索音叉型探针在太赫兹近场光谱分析以及其他多物理量扫描探测系统中的应用。

关键词：太赫兹近场光学；石英音叉。

参考文献：

[1]Xinxing Li,Jiandong Sun,Lin Jin,Yang Shangguan,Kebei Chen,Hua Qin.Sub-terahertz scanning near-field optical microscope using a quartz tuning fork based probe,Optics Express.2023,31(12):19754-19765.

报告人简介：

李欣幸，男，38，高级工程师，太赫兹成像与系统集成，建设了多套太赫兹测试与应用系统，包括用于南极冰穹 A 的太赫兹傅里叶分光频谱仪，用于 AlGaN/GaN 太赫兹探测器测试分析的低温变温太赫兹光电测试系统和太赫兹傅里叶变换光谱仪，基于石英音叉探针的 W 波段散射型近场光学显微镜以及射频单电子晶体管扫描探针显微与示波系统，研究成果发表于 Nature Astronomy、Appl.Phys.Lett.Opt.Express 等期刊。xxli2010@sinano.ac.cn。

通讯作者：李欣幸，Email：xxli2010@sinano.ac.cn；秦华，Email：hqin2007@sinano.ac.cn

基金：国家自然科学基金（61927813, 61975227）

I-A2-13　太赫兹自混合干涉谱成像技术

楚卫东[1]，蔡家轩[1]，解研[2]，杨宁[1]，王迎新[2]，赵自然[2]

1 北京应用物理与计算数学研究所，北京，100094

2 清华大学，工程物理系，北京，100084

摘要：太赫兹量子级联激光器(THz-QCLs)是太赫兹波段唯一紧凑的高功率相干光源,基于 THz-QCLs 的自混合干涉技术是太赫兹波段为数不多的激光干涉手段,在这一技术中,THz-QCLs 既是光源,又是探测器与混频器,避开了太赫兹混频器、探测器的技术难点，因此，有系统简单，灵敏度高的优点。本团队是国内首家实现并开发太赫兹自混合干涉技术的团队，成功实现了太赫兹自混合干涉成像。近 1 年来，围绕着太赫兹自混合干涉实用化的目标，我们陆续开展了高温（液氮温度）太赫兹自混合干涉、大景深太赫兹自混合干涉成像以及太赫兹自混合干涉谱成像技术研究，取得了显著的成果。本报告将介绍太赫兹自混合干涉技术的基本原理、本团队发展的太赫兹自混合干涉技术以及最新研究成果。

关键词：量子级联激光器；自混合探测；相干成像；光谱测量

参考文献：

[1]蔡家轩,et al.太赫兹自混合干涉成像景深扩展技术.激光与光电子学进展,已录用

[2]蔡家轩,楚卫东.基于 THz-QCL 自混合干涉的运动传感.太赫兹科学与电子信息学报,2022,20(10):985-990.

报告人简介：

楚卫东，男，54，北京应用物理与计算数学研究所，研究员，主要从事微纳光电与太赫兹科学研究，学术成果形成百余篇学术论文发表在 Science Advances 等学术刊物上，chu_weidong@iapcm.ac.cn。

I-B1-14　应用于生物传感的太赫兹技术初探

田震 [1*]

1 天津大学精密仪器与光电子工程学院太赫兹波研究中心

摘要：太赫兹技术在生物传感领域具有很大的应用潜力，但是也存在一系列瓶颈问题。本文介绍本课题组近期提出的两种传感新技术：首先，提出了一种葡萄糖敏感水凝胶柔性太赫兹超材料生物传感器，实现了太赫兹超材料对水溶液中目标生物分子的透射式特异性检测；其次，提出并实现了一种用于富水样品检测的新型时域太赫兹光声检测技术。结合太赫兹和超声优点，该原理和技术既能反映太赫兹波段特征吸收，又能以超声波作为信息载体，突破样品厚度限制提高探测灵敏度和探测分辨率。该技术有潜力为太赫兹生物医学应用发展提供创新的理论支持和先进的成像技术手段。作者希望提出的以上两种太赫兹生物传感新手段能为太赫兹生物应用提供新的思路[1,2]。

关键词：生物；传感；太赫兹；

参考文献：

[1]Min Zhang,Shoujun Zhang et al.Flexible Specific Determination of Glucose in Solution,Blood Serum and Sweat using a Terahertz Hydrogel-Functionalized Metamaterial,revision with Advanced Materials Technologies.

[2]Liwen Jiang,Ke Zhang,Yixin Yao,Shuai Li,Jiao Li,Zhen Tian and Weili Zhang,Terahertz optoacoustic detection of aqueous salt solutions,iScience,2022,25(7):104668

[3]Jiao Li,Yixin Yao,Liwen Jiang,Shuai Li,Zhihao Yi,Xieyu Chen,Zhen Tian,and Weili Zhang,Time-domain terahertz optoacoustics:manipulable water sensing and dampening,Advanced Photonics,2021,3(2):026003.

报告人简介：

田震，教授，博士生导师。现任天津大学精密仪器与光电子工程学院副院长，天津大学光学工程学科负责人，天津大学佐治亚理工深圳学院 ECE 中方主任。担任中国仪器仪表学会图像科学与工程分会副理事长，天津市光学学会监事，中国超材料学会理事，太赫兹生物物理学会委员。承担过国家自然科学基金优秀青年科学基金及重点项目，天津市杰出青年科学基金等项目，曾获教育部自然科学一等奖。是 Chinese Optics Letters 期刊编委兼 topical editor，光学·精密工程期刊编委、中国光学期刊编委。担任 Advanced Materials、Small、Optics Letters 等十余种高水平期刊审稿人。主要研究方向为太赫兹光子学、微纳光子学、光声效应等。

通讯作者：田震；Email：tianzhen@tju.edu.cn

基金：国家自然科学基金（62235013），天津市杰出青年科学基金（20JCJQJC00190），深圳市重点基金（JCYJ20200109150212515），深圳市国际合作项目（GJHZ20210705142401004）

I-B1-15　太赫兹电子学测试技术及在生物方面的测试验证与讨论

邓建钦[1]

1 中电科思仪科技股份有限公司

摘要：报告重点分析了太赫兹应用技术研究对测试提出的需求，介绍了电子学太赫兹测试技术的发展现状，重点展示了在高效便捷测试、宽带测试方面的一些研究进展，给出了基于仪器平台围绕生物技术开展了的测试验证工作情况，分析了测试过程中的一些问题，和生物测试方面的一些思考。

关键词：太赫兹；测试；生物

报告人简介：

邓建钦，研究员，博士，中国电子科技集团有限公司首席专家，长期从事毫米波及太赫兹测试技术研究和测试仪器研制工作，主持完成重大专项、预研、型号等多项国家项目，成功开发系列毫米波及太赫兹测试仪器，获国家科技进步奖 1 项，省部级奖项 6 项，发表学术论文 20 余篇，申请国家发明专利 30 余项。

I-B1-16　超表面多路复用技术的太赫兹痕量分子指纹检测研究

谢奕浓[1]，朱锦锋[1*]

1 厦门大学电子科学与技术学院（国家示范性微电子学院）

摘要：超表面多路复用技术在太赫兹痕量分子指纹检测研究上具有很好的应用前景，引起了科研工作者的广泛关注。近年来已有利用介质超表面开展相关研究的理论工作报道[1]。然而，基于介质超表面的太赫兹痕量指纹检测仍面临两大挑战。首先，现有研究通常建立理想无耗介质模型进行讨论分析，缺少对应的实验验证工作，也忽略了实际测试过程中介质光学损耗所带来的影响。当超表面结构总厚度远大于痕量样品厚度时，介质损耗将强烈地干扰分子指纹信号。因此，当前迫切需要开展相应的实验研究工作。其次，与超薄的待测痕量样品相比，介质超表面通常具有相对可观的表面起伏度，这给样品装载均匀性带来极大的表面处理难题。为此，开发基于多路复用的平坦化介质超表面检测器件对于实现通用化太赫兹痕量分子指纹检测具有重要的科学意义。本报告将重点针对以上两个挑战进行论述。

关键词：太赫兹超表面；分子指纹传感；多路复用技术

参考文献：

[1]Liu XY,Chen W,Ma YJ,Xie YN,Zhou J,Zhu LG,Xu YD,and Zhu JF.Enhancing THz Fingerprint Detection on the Planar Surface of Inverted Dielectric Metagrating.Photonics Research.2022,10(12):2836-2845.

报告人简介：

朱锦锋，男，国际先进材料学会会士，厦门大学电磁声学研究院副院长、教授，福建省电磁波科学与探测高校重点实验室主任。研究方向：微纳光电技术、太赫兹检测、生物传感器与机器学习。学术成果：在 Nature Communications,Advanced Science,ACS Nano,Biosensors&Bioelectronics 等期刊发表学术论文 80 多篇。

Email:jfzhu@xmu.edu.cn。

通讯作者：朱锦锋；Email：jfzhu@xmu.edu.cn

基金：NSAF (U2130112, U1830116)；NSFC (62175205)

I-B1-17　片上集成太赫兹的产生、传输、调控与探测

吴强[1,2*]，卢瑶[1,2]，王日德[1,2]，许京军[1,2]

1 南开大学物理科学学院&泰达应用物理研究院弱光非线性光子学教育部重点实验室，天津 300457

2 南开大学深圳研究院，广东深圳 518083

摘要：片上集成是太赫兹走向实际应用的重要一环。利用“光学硅”——铌酸锂晶体作为基底材料，我们发展了太赫兹片上集成的产生、传输、调控、探测的基础理论，并研发了相关技术。我们将太赫兹波的产生、传输、调控、探测、与物质或微结构的相互作用都集成在几十微米厚的铌酸锂晶片上。这样形成的太赫兹光芯片是太赫兹波应用的一种有效方式。其中，太赫兹光芯片的探测技术是时空超分辨成像，空间分辨率是太赫兹波长的几十分之一，时间分辨率是电磁振荡周期的十分之一。[1,2]。

关键词：太赫兹光芯片，太赫兹片上集成，片上集成 TDS，时空超分辨成像

参考文献：

[1]Y.Lu,Q.Wu*,H.Xiong,S.Huang,C.Pan,B.Zhang,J.Qi,Z.Chen*,J.Xu*,“Observation of“Frozen-Phase”Propagation of THz Pulses in a Dispersive Optical System,”Laser&Photonics Reviews,2000591(2021).

[2]R.Wang,Q.Wu*,Y.Zhang,X.Xu,Q.Zhang,W.Zhao,B.Zhang,W.Cai*,J.Yao,and J.Xu*,Enhanced on-chip terahertz sensing with hybrid metasurface/lithium niobate structures,Applied Physics Letters 114,121102(2019).

报告人简介：

吴强，南开大学教授，博士生导师，中国感光学会光学精密成型委员会副主任，中国电子学会青年科学家俱乐部委员，中国生物物理学会太赫兹生物物理分会委员，天津市物理学会副秘书长、光电学会主任，南开大学光学与光子学创新团队主持人。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，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。wuqiang@nankai.edu.cn。

通讯作者：吴强；Email：wuqiang@nankai.edu.cn

基金：自然基金(11974192 and 62205158)；国际科技合作基地及 111 引智基地 (B23045)；　长江学者和创新团队发展计划资助(IRT_13R29)。

I-B1-18　低维材料非平衡太赫兹探测

王林

中科院上海技术物理研究所

摘要：太赫兹光电探测技术在空间天文、气象观测、空间防御等领域具有广阔前景，受限于高质量探测材料与光电原理，传统红外长波探测电荷分离机制存在多种暗电流噪声如隧穿、俄歇、复合等因素所造成的灵敏度和工作温度诸多问题，在满足战术泛在化应用需求中面临着挑战。近年来，研究者通过原子级材料有序构筑实现了对低维材料量子态对称操控，在多种体系下形成特定分布的狄拉克能态结构从而实现了传统狄拉克半金属所没有的结构、光电特征、促进宽带、量子态拓扑增强的新器件功能实现。本报告着重介绍太赫兹场作用下低维材料以其对称性诱导的非平衡光电行为，探讨量子态多重维度下实现太赫兹非线性光电转换的新可能，促进量子波函数几何和对称特征耦合的非平衡效应构筑新型微纳器件的新功能[1-3]。

关键词：低维材料；非平衡态；太赫兹探测；拓扑增强。

参考文献：

[1]Zhang L,Chen Z,Zhang K,et al.High-frequency rectifiers based on type-II Dirac fermions.Nature communications,2021,12(1):1584.

[2]Wang L,Han L,Guo W,et al.Hybrid Dirac semimetal-based photodetector with efficient low-energy photon harvesting.Light:Science&Applications,2022,11(1):53.

[3]Hu Z,Zhang L,Chakraborty A,et al.Terahertz Nonlinear Hall Rectifiers Based on Spin‐Polarized 1T‐CoTe2.Advanced Materials,2023:2209557.

报告人简介：

王林，38 岁，中国科学院上海技术物理研究所启明星研究员。长期致力于新型太赫兹探测材料、器件物理及工艺研究，相继提出基于 III-V 族、二维纳米异质太赫兹场耦合模型及特异量子效应的非线性光电转换机制，为室温超长波长探测提供了新的可能。近年来，以第一或通讯作者身份在 Adv.Mater.,Nat.Commun.,Sci.Adv.,Light:Sci.&Appl.,Nano Lett.,Adv.Funct.Mater.,Adv.Sci.,ACS Nano 等杂志上面发表学术论文 60 余篇，其中 IF>10 的顶级刊物 20 余篇，他引 1700 多次，h 因子 25。研究工作多次被 Nanotechweb.org、MaterialsViews China、太赫兹研发网等权威媒体作为“亮点”评述。近年来，围绕拓扑量子材料体系的新型太赫兹探测器做出来开创性工作，提出非对称散射、自旋散射等新型原理，其中拓扑量子态新型太赫兹探测论文被 Adv.Funct.Mater.、Small、《物理》等选为封面报道，受邀为 Advanced Materials Series,WILEY-Scrivener,USA 中《Advanced Thermoelectric Materials》专著撰写相关章节。在国内外学术会议作邀请报告 10 余次，担任欧洲研究委员会 ERC 评审专家、国际红外毫米波-太赫兹 IRMMW-2021、POEM 2022 等分论坛主席，是 AEMD 2022、NEFES2021 等多个学术会议 TPC 成员。

I-B1-19　基于稀疏表示的太赫兹时域光谱分层检测算法

刘猛，李腾，刘旭东，孙怡雯*

深圳大学医学部生物医学工程学院，广东深圳 518000

摘要太赫兹光谱检测技术作为一种非侵入、非接触的新型检测技术，在无损检测领域极具潜力[1]。在实际探测中，对于复杂的太赫兹回波信号，如色散回波和重叠回波，仅通过传统的处理方法（如直接法和反卷积法）难以满足对飞行时间的定位精度[2]。稀疏表示法作为一种太赫兹信号处理的新方法，具有良好的定位精度和抗噪性。本文提出基于最小绝对收缩和选择算子（Least Absolute Shrinkage and Selection Operator，LASSO）算法的稀疏表示法，从复杂的太赫兹回波信号中重建脉冲响应函数，并构建双过完备字典完成对太赫兹反射信号的色散补偿。针对重建脉冲响应函数幅值不准确的问题，提出幅值衰减系数修正脉冲响应函数幅值，可以有效提升时域峰-峰值的成像质量。通过数值计算和实验分析，验证了该方法的有效性。可以预期，基于 LASSO 算法的稀疏表示法能够为太赫兹无损检测中的信号处理提供了新的解决思路。

关键词：太赫兹无损检测；稀疏表示；脉冲响应函数；时间脉冲扩展。

参考文献：

[1]SAFIAN R,GHAZI G,MOHAMMADIAN N.Review of photomixing continuous-wave terahertz systems and current application trends in terahertz domain[J].Optical Engineering,2019,58(11).

[2]FLETCHER J R,SWIFT G P,DAI D,et al.Pulsed terahertz signal reconstruction[J].Journal of Applied Physics,2007,102(11).

报告人简介：

孙怡雯，女，博士，教授，博士生导师，主要从事太赫兹生物医学检测与成像方面的研究，E-mail：ywsun@szu.edu.cn

I-B1-20　基于 XRD-Raman-THz 多光谱技术表征热处理过程中的分子结构变化

赵蓉[1]，牛强[1]，杨梦涵[1]，杨玉平[1,2*]

1 中央民族大学理学院,北京 100081

2 光子系统工程软件教育部工程研究中心,北京 100081

摘要：对于分子结构相似的化合物或是化学成分复杂的混合物，以往以某种单一成分和单一检测技术作为其表征手段的传统光谱分析方法远远不能适应其检测需求。本报告综合利用 XRD（X 射线衍射）、Raman（拉曼）光谱、THz（太赫兹）三种光谱技术对不同煤化程度的煤样和不同含水量的水合药物开展了综合分析，并探索结构参数与成分参数之间的相关关系，以及随处理温度的演变过程。实验结果表明，相较于偏重于晶体结构的 XRD，以及通常用于测定分子骨架的拉曼光谱，太赫兹光谱不但具有单纯化合物的高度专属性和特异性，又具有混合体系的“宏观指纹特征”，可以鉴别混合物化学成分的多样性和复杂性，并用于表征煤等复杂物质的结构参数和化学成分具有优异的潜能。此外，太赫兹光谱在探究水合药物的脱水过程中，可以提供水分子与药物分子之间氢键所介导的不同分子间振动模式所蕴含的丰富结构信息，这对于制药科学与生物物理领域具有重要意义。

关键词：太赫兹光谱；X 射线衍射；拉曼光谱；煤；水合药物

报告人简介：

杨玉平，女，中央民族大学理学院教授，长期从事太赫兹光谱与成像方面的工作，发表 SCI 论文 100 余篇，申请软件著作权 4 项、授权专利 10 项，出版专著 1 部。先后主持国家重大仪器设备开发专项任务、国家自然科学基金项目、国家重点研发专项课题等项目 10 余项。担任 JOSA B 杂志栏目编辑、Frontiers in Physics 杂志专刊编辑，获得中国仪器仪表学会科技进步一等奖等奖项。

通讯作者：杨玉平；Email：ypyang@muc.edu.cn

基金：国家自然科学基金(批准号：62075248)、国家重点基础研究发展计划(批准号：2017YFB00405402, 2020YFB2009303), 中央民族大学专业学位硕士研究生实践创新项目（SJCX2023019）.

I-B2-21　生物内源光子与 THz 神经量子态

宋波

上海理工大学

摘要：生命系统，特别是神经系统，具有能量利用高效、低耗以及高选择性、高特异性等重要特征，其机理研究仍然有待重大突破。功能复杂的大脑为什么有如此低的功耗？为什么大脑需要睡眠？大脑中形成记忆、意识的最小单位、物质基础是什么？这些问题在现有的知识框架下还不能给出令人满意的回答。我们近期研究显示，生物能量货币 ATP 水解可以释放 34-THz 的中红外光子（即：高频太赫兹光子）。特征频率的高频太赫兹光子可以和神经共振相干耦合形成一种新的量子态，即：神经量子态。该量子态可以调制神经动作电位，进而影响动物的行为。此研究进展，有望推动对神经系统的理解，以及神经相关疾病治疗策略、类脑人工智能、化学/化工、材料/器件设计、能源存储/转化等领域内应用。

关键词：ATP 光子；THz 神经量子态；神经生物功能。

参考文献：

[1]Liu X,etc.Nonthermal and reversible control of neuronal signaling and behavior by midinfrared stimulation.P.Natl.Acad.Sci.U.S.A.2021,18:e2015685118.

[2]Li N,etc.Demonstration of biophoton-driven DNA replication via gold nanoparticle-distance modulated yield oscillation.Nano Res.2021,14:40–45.

[3]Song B,Shu Y.Cell vibron polariton resonantly self-confined in the myelin sheath of nerve.Nano Res.2020,13:38–44.

[4]Song B,Jiang L.The macroscopic quantum state of ion channels:A carrier of neural information.Sci.China Mater.2021,64:2572–2579.

报告人简介：

宋波，男，教授，博士导师，上海理工大学，光电信息与计算机工程学院。主要从事量子生物学、THz 光子-神经元耦合的量子效应。发现了 ATP 水解可以释放 THz 光子，提出了 THz 光子可以与神经相干耦合形成神经量子态，并且导致蛋白通道的超渗透行为，调制神经信号。

Email：bsong@usst.edu.cn

I-B2-22　空间波耦合表面波实现太赫兹传感检测

张泽琰[1]，娄菁[2]

2 军事科学院

摘要：在现有的利用超表面实现高灵敏传感的工作中，人们通常只考虑利用透射或反射式超表面结构，尽可能的提高入射波在二维超表面结构中的局域特性，以期将待检测物信息留在透射或反射谱中，如何进一步提升入射波在狭窄的二维结构中是研究的重要难点之一。另一方面，人们能够利用超表面将空间传播波转化为表面波，但现有工作更多聚焦于对表面波波前进行调控，而忽略了表面波的长程传播特性。若结合表面波的传播特性，将待检测物的信息在表面波的传播过程中进行时空间尺度的长程积累，则能够避免并且突破常规二维超表面对局域性质的要求和限制，从而实现高灵敏的物质检测与传感。

关键词：太赫兹；表面波；传感检测

报告人简介：

娄菁，男，28 岁，助理研究员，长期从事太赫兹科学与技术的相关工作，在微纳结构样品加工、太赫兹超表面设计、太赫兹生物传感检测、太赫兹波动态调制、太赫兹波散射特性调控、多场调控载流子效应等方面展开过系统的学习和研究。近三年在《PNAS》、《Advanced Materials》、《Small》、《Nano Research》等国际主流学术期刊发表论文 22 篇，其中以第一作者(含共同一作)发表论文 13 篇，包含 SCI 一区 TOP 论文 9 篇(封面论文 3 篇)。

loujing9486@163.com

I-B2-23　一种新型太赫兹光子驱动神经元的能量高效利用机制

吴开结[1*]，何元源[1,2]

[1]军事科学院国防科技创新研究院太赫兹生物物理创新工作站

[2]北京大学物理学院

摘要：为什么人类的大脑只占体重的 2%，却要消耗身体 20%的能量？最近科学家们发现很多生命活动存在特定的量子机制[1-4]。然而，目前仍然不知道大脑高效利用能量的光量子机制。在这项研究中，我们发现在 ATP 磷酸二酯键裂解过程中以特定频率(34.2 THz)发射的光子有效地驱动钠钾（Na^+/K^+）泵的激活开关，主要通过光子调节 ATP 结合口袋内的氢键网络。此外，实验也观察到了 Na^+/K^+泵的活性和神经元放电频率都被频率 34.2 THz 的太赫兹光子所增强。这些结果都支持神经元的能量利用是以光子形式进行的，并可能是解释人脑高效能量获取的一种关键生物物理机制。这里提出的太赫兹光子驱动神经能量机制将为生物能源利用和相关的神经科学研究开辟一条新的途径。

关键词：ATP 水解；太赫兹光子；钠钾泵；光子驱动；氢键网络

参考文献：

[1]Li,Q.,Orcutt,K.,Cook,R.L.et al.Single-photon absorption and emission from a natural photosynthetic complex.Nature(2023).

[2]Sánchez Muñoz,C.Schlawin,F.Photon correlation spectroscopy as a witness for quantum coherence.Phys.Rev.Lett.124,203601(2020).

[3]Arsenault,E.A.,Yoneda,Y.,Iwai,M.,Niyogi,K.K.&Fleming,G.R.Vibronic mixing enables ultrafast energy flow in light-harvesting complex II.Nat.Comm.11,1460(2020).

[4]Thyrhaug,E.,Tempelaar,R.,Alcocer,M.J.P.et al.Identification and characterization of diverse coherences in the Fenna–Matthews–Olson complex.Nature Chem 10,780–786(2018).

报告人简介：

吴开结，男，32 岁，博士后，研究方向：太赫兹生物物理。学术成果：在国际知名期刊上共发表 SCI 论文 10 余篇，其中以第一或共同一作身份发表 JCR 一区 Top 期刊 5 篇。主持国防创新特区创新工作站以及第 72 届博士后面上资助项目各一项。曾荣获 2020 年国防科技创新特区优秀工作者，2021 年中国生物物理学会太赫兹分会优秀论文奖。

Email：bickelwkj@163.com。

I-B2-24　太赫兹波通过调控神经元膜面积影响神经元动力学特性

马少卿[1]，龚士香[1]，路承彪[2]，李小俚[3*]，李英伟[1*]

1 燕山大学信息科学与工程学院，河北，秦皇岛 066004

2 新乡医学院基础医学院，河南，新乡 453003

3 北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室，北京 100875

摘要：太赫兹波可以增强神经元动作电位的发放和兴奋性突触传递[1]。但是尚不清楚神经元活动的增强与神经元结构变化之间的关系。基于此，体外培养 SD 大鼠原代皮层神经元，利用太赫兹波（0.138 THz，最大辐射功率 2 mW）短时间累计辐射（20 分钟/天，共 3 天）皮层神经元；记录皮层神经元胞体和突起膜面积的变化规律；构建两间室神经元模型[2]，将神经元胞体和突起的膜面积比作为太赫兹调控因子，分析神经元膜面积对神经元放电动力学特性的影响。结果表明，太赫兹辐射神经元后，神经元的膜面积发生变化，并且神经元的动作电位幅值和发放率改变。这些结果表明，太赫兹波可以通过调控神经元膜面积影响神经元放电动力学特性，并且有望发展为一种新型神经调控技术。

关键词：太赫兹波；神经元；膜面积；动力学特性。

参考文献：

[1]Wang Zhao,X.;Zhang,M.;Liu,Y.;Liu,H.;Ren,K.;Xue,Q.;et al.Terahertz exposure enhances neuronal synaptic transmission and oligodendrocyte differentiation in vitro.iScience 2021,24,103485.

[2]Paul F.Pinsky.;John Rinzel.Intrinsic and Network Rhythmogenesis in a Reduced Traub Model

[3]for CA3 Neurons.Journal of Computational Neuroseience1994,1,39-60.

报告人简介：

李英伟，男，博士、教授、博士生导师。主要从事脑成像与神经调控、生物信号处理、工业智能监测与诊断等方向的研究。近三年，主持国家自然科学基金等国家科研课题 4 项、河北省科研课题 2 项。已在国内外学术刊物及国际会议上共发表高质量研究论文 100 余篇，其中被 SCI 及 EI 检索 50 余篇；授权专利 21 项，软件著作权 13 项；出版著作 3 部；获石油和化学工业联合会科技进步一等奖和河北省科技进步二等奖各一项。Email：lyw@ysu.edu.cn

I-B2-25　太赫兹光调控神经精神活性相关典型受体的分子动力学模拟

张聪[1, 2]，黎名琦[1, 2]，王乙博[1]，王晓辉[1,2,*]

[1]中国科学院长春应用化学研究所，吉林省长春市，130022

[2]中国科学技术大学应用化学与工程学院，安徽省合肥市，230026

*Email:xiaohui.wang@ciac.ac.cn

太赫兹光是波长介于红外和微波之间的电磁波，具有组织穿透力，其光子能量对应于生物分子的化学键伸缩振动，是一种干预或治疗的新型神经调控技术，但其调控神经精神活性的机理不清楚。本报告以神经精神活性相关典型受体多巴胺转运蛋白（dopamine transporter，DAT）和五羟基色胺受体（5-hydroxytryptamine receptor，5-HTR）为模型代表，运用分子动力学模拟（molecular dynamics simulations）在原子层面阐明太赫兹光调控DAT和5-HTR与对应配体（DAT：多巴胺；5-HTR：LSD和psilocin）的分子识别，为理解太赫兹光调控神经精神活性和指导太赫兹光临床应用转化奠定理论基础。

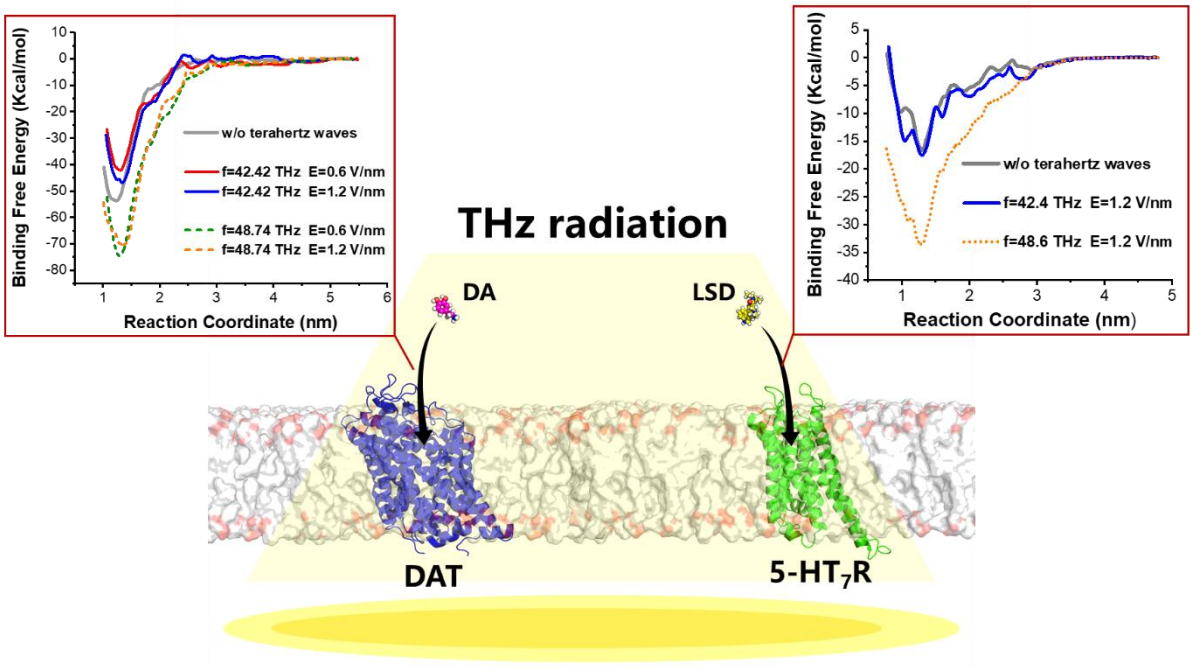


Fig.1 Terahertz electromagnetic wave regulates the molecular recognition of DAT and 5-HTR with the corresponding ligands

I-B2-26　基于太赫兹波检测技术探究针刺镇痛机制

刘建城，余乐天，张丁丁，蓝家兴，章文春*

江西中医药大学

摘要：目的：探究针刺人体合谷穴、足三里对面口部、腹部得气效应及太赫兹波的作用机制。方法：将 60 名在校大学生通过随机分组分为针刺穴位实验组和针刺非穴位对照组各 30 人，实验组针刺合谷穴、足三里穴，对照组针刺合谷旁非穴位区、足三里旁非穴位区。分别检测各组针刺后气感指数和针刺前后针刺部位、头面部颊车穴、腹部中脘穴的 0.9-3.6Thz 特征。结果：1.针刺合谷、足三里对面口部、腹部得气效应的影响结果：针刺穴位组针刺合谷穴后传感至中段（手臂）和远端（头面）有气感人数较针刺合谷旁非穴位区明显增多，且气感指数有显著性差异（P<0.05）；针刺足三里后中段（大腿）和远端（腹部）有气感人数较针刺足三里旁非穴位区明显增多，且气感指数有显著性差异（P<0.05）。2.针刺对人体太赫兹波特征的影响结果：针刺后局部穴位和非穴位区的太赫兹强度均加强，有显著性差异（P＜0.05）；针刺合谷对头面部颊车穴 3.11Thz 强度有加强，有显著性差异（P＜0.05）。针刺足三里和非穴位区对头面部、腹部太赫兹波影响差异不明显。结论：针刺局部组织后,可激发人体局部太赫兹波；针刺合谷穴后可影响头面部颊车穴太赫兹波,合谷穴对头面部镇痛效应的机制可能是通过调节人体太兹波而发挥的镇痛作用。

关键词：太赫兹波；针刺；镇痛；气感

报告人简介：章文春，男，59 岁，教授，研究方向：中医气学说，主持国家级课题 2 项，省部级课题 10 余项，在核心刊物上发表学术论文 40 余篇，立足于传统中医学理论体系，致力于探索中医“气”的现代科学实质，从人体生物场声光电磁的特征入手，阐释中医的奥秘，以促进中医的创新发展。主编国家“十三五”规划教材《中医养生康复学》、《中医气功学》、《中国传统康复技能》、《中医运动养生学》、《中医内证体察学》等；zhwenchun@163.com。

通讯作者：章文春；教授，Email：zhwenchun@163.com

基金：国家自然科学基金项目（No.81960827）

I-C1-27　含水生物分子及混合物的 THz 识别检测研究

施卫

西安理工大学理学院，陕西省超快光电技术与太赫兹科学重点实验室

摘要：实际生物医学样品除了含有维持生物活性的水以外，通常还混合了其他的有机分子，这些物质的 THz 吸收谱相互重叠，很难实现疾病标志物的定性定量检测，因此 THz 技术在实际医学诊断中还没有得到有效的应用。为了实现低浓度含水生物样品的 THz 高信噪比及高灵敏度检测，研制搭建了一套用于检测多样化样品的 THz-TDS 系统，该系统同时具备高低功率两个辐射源可瞬态切换、静态和瞬态两种探测模式，可组合三种检测模式满足多样化样品的精细化检测需求。此外，我们还设计了微流控样品池和衰减全反射（ATR）棱镜等 THz 检测器件，进一步提高了含水样品 THz 检测的灵敏度和信噪比（SNR），从而实现了对低浓度含水生物样品及混合物的高灵敏度 THz 检测，最低检测浓度可以达到 mmol 量级。

关键词：THz-TDS 系统；太赫兹衰减全反射；微流控样品池；含水生物样品

参考文献：

[1]Alfihed,S.,Holzman,J.F.,and Foulds,I.G.(2020).Developments in the integration and application of terahertz spectroscopy with microfluidics.Biosens.Bioelectron.165,112393.

[2]Shi,W.,Wang,Y.,Hou,L.,Ma,C.,Yang,L.,Dong,C.,et al.(2021).Detection of living cervical cancer cells by transient terahertz spectroscopy.J.Biophot.14(1),e202000237.

报告人简介：

施卫，男，教授，研究方向：超快光电技术及器件、太赫兹科学与技术，学术成果：先后主持国家自然科学基金重大仪器研制项目 1 项、国家自然科学基金重点项目 1 项、国家自然科学基金面上项目 5 项、中央军委项目国防科技创新项目 2 项。获得陕西省科学技术一等奖 1 项、二等奖 2 项，获得国家授权发明专利 10 项，美国专利 1 项。先后在国际著名期刊发表 SCI 论文近百篇。Email:swshi@mail.xaut.edu.cn

I-C1-28　自参考太赫兹双光梳源

黎华*

中国科学院上海微系统与信息技术研究所

摘要：双光梳由两个光频梳耦合而成，在光谱检测、测距、通信、成像等领域具有重要应用。通过多外差混频，双光梳系统可以将光波段的光谱信息实时下转换到微波段，从而利用成熟的微波技术进行检测。在本工作中，基于太赫兹（THz）量子级联激光器，实验研制的双光梳光源。采用自探测方法进行双光梳信号探测。并进一步提出了自参考新方法，将双光梳共有载波噪声完全消除，大幅提升了THz 双光梳光源的稳定度，双光梳线宽将至 14.8 kHz。

关键词：太赫兹；量子级联激光器；光频梳；双光梳

参考文献：

[1]Hua Li,Ziping Li,Wenjian Wan,Kang Zhou,Xiaoyu Liao,Chengjie Wang,J.C.Cao,and Heping Zeng,Toward Compact and Real-Time Terahertz Dual-Comb Spectroscopy Employing a Self-Detection Scheme,ACS Photonics 7,49(2020).

[2]Yiran Zhao,Ziping Li,Kang Zhou,Xiaoyu Liao,Wen Guan,Wenjian Wan,Sijia Yang,J.C.Cao,Dong Xu,Stefano Barbieri,and Hua Li,Active Stabilization of Terahertz Semiconductor Dual-Comb Laser Sources Employing a Phase Locking Technique,Laser&Photonics Reviews 15,2000498(2021).

[3]Ziping Li,Xuhong Ma,Kang Zhou,Binbin Liu,Chenjie Wang,Xiaoyu Liao,Wen Guan,Shumin Wu,Han Liu,Zhenzhen Zhang,J.C.Cao,Min Li,Ming Yan,Heping Zeng,and Hua Li,Terahertz Semiconductor Dual-Comb Sources with Relative Offset Frequency Cancellation,Laser&Photonics Reviews 17,2200418(2023).

报告人简介：

黎华，中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员，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，在 Laser&Photonics Reviews、Advanced Science、ACS Photonics 等期刊发表 SCI 论文 80 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 余件。入选国家优青、中科院稳定支持基础研究领域青年团队、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。

Email:hua.li@mail.sim.ac.cn

I-C1-29　高功率太赫兹量子级联激光器

刘俊岐，李伟江，马钰，许云飞

中国科学院半导体研究所，中国科学院大学

摘要：量子级联激光器（QCL）通过能带工程的方式将材料结构化，利用耦合量子阱中的子带间跃迁和电子再循环实现激光增益。在 THz 范围内，子带间增益主要受各种散射和吸收过程的影响，高功率、高工作温度、高单模特性一直是 THz QCL 的挑战，新的频段拓展也成为前沿课题。本报告主要介绍高功率 THz QCL 发展趋势，重点介绍中科院半导体所在高功率 THz QCL 研究方面的最新进展。

报告人简介：刘俊岐，男，中国科学院半导体研究所研究员、中国科学院大学岗位教授、博士生导师。IEEE 会员、中国光学会会员、中国电子学会太赫兹分会专家委员、中国光学工程学会委员。先后主持和承担国家自然科学基金、国家 863、国家 973、国家重大仪器专项、国家重点研发计划、中科院重大项目等重点项目 20 余项。从 2002 年至今，一直从事量子级联激光器、探测器及光子集成前沿和高技术研究。曾研制出亚洲第一支 GaAs 基中红外量子级联激光器；发展了表面等离子体分布反馈理论，研制出垂直面发射量子级联激光器，关键指标至今无人打破；研制出高功率太赫兹量子级联激光器成为继英国利兹大学之后国际第二个展示单管峰值功率突破 1W 的单位，实现太赫兹量子级联激光器频率完全覆盖 2.5~5.2 THz；研制出首支室温高速中红外量子级联激光器，完成首次跨海激光通信工程验证；突破近余辉带电子输运机制，研制出甚长波红外量子级联激光器。迄今发表学术论文 200 篇，获授权国家发明专利 40 余项。Email:jqliu@semi.ac.cn

I-C1-30　基于准连续域束缚态的太赫兹量子级联微激光器阵列

白弘宙[1]，臧善志[1]，谭诚[1]，王凯[1]，甘良华[1]，何力[1]，徐刚毅[1,2*]

1 红外成像材料与器件重点实验室，中国科学院上海技术物理研究所

2 物理与光电工程学院，中国科学院大学杭州高等研究院

摘要：太赫兹量子级联激光器（THz-QCL）是 2–5THz 频段极具竞争力的相干太赫兹源，目前已实现了近室温脉冲工作。然而由于激光器极高的功耗密度和较低的材料热导率，连续工作模式下 THz-QCL 的工作温度在过去许多年一直停滞在液氮温区，如何提升该激光器的连续工作温度是亟待突破的关键问题。从谐振腔的角度，解决该问题的关键是在不增加激光器阈值电流密度的前提下有效降低器件功耗并提升器件的传热效率。连续域束缚态（BIC）是一种特殊的电磁场模式，它存在于由辐射电磁场模式构成的连续带中，却具有近似完美的电磁场局域效应以及极高的品质因子。BIC 及其衍生的准连续域束缚态（Quasi-BIC）提供了一种新的途径以操控谐振腔内电磁场模式的品质因子、模式体积以及辐射效率等特性。我们构建了 THz-QCL 微激光器阵列并激发了 Quasi-BIC 态，同时获得较高的品质因子以及极低的模式体积，从而在不增加阈值电流密度的前提下极大地降低器件功耗。此外微激光器的离散分布显著提升了器件的传热效率。以上两方面的因素有效提高了激光器在连续模式下的工作温度。

关键词：太赫兹；量子级联激光器；连续域束缚态；微腔；激光器阵列。

报告人简介：徐刚毅，男，研究员，长期从事中远红外和太赫兹波段量子级联激光器的研究。

通讯作者：徐刚毅；Email：gangyi.xu@mail.sitp.ac.cn

I-C1-31　太赫兹量子级联激光器及自混合干涉测量的应用

解研[1*]，王迎新[1]，杨宁[2]，楚卫东[2]

1 清华大学工程物理系

2 北京应用物理与计算数学研究所

摘要：在 1 THz 以上的高频段，太赫兹量子级联激光器（THz-QCLs）是重要的紧凑型固态高功率相干源。基于半导体超晶格子带间增益和共振隧穿的 THz-QCLs 具有体积小、可连续波工作、响应速度快、激射频率可设计（大约在 1~5THz 的范围内）等优异的特性。近年来，THz-QCLs 的器件性能提升很快，其低温脉冲功率已超过 1 W，连续波功率超过百毫瓦量级[1]；最高工作温度已达 250K[2]。随着光源性能的提升，基于 THz-QCLs 的太赫兹成像、频谱分析等应用技术也取得了显著的进展。近年来，本团队与合作单位开展了 THz-QCL 器件性能和相关应用技术研究。这里，主要介绍本团队发展的 THz-QCLs 自混合干涉动力学普适理论方法、宽谱 THz-QCLs 的基本特性及其在固体混合物谱识别方面的应用。

关键词：量子级联激光器；自混合干涉；相干成像；光谱测量

参考文献：

[1]Li L.H,Chen L.,Freeman J.R.,Salih M.,Dean P.,Davies A.G.and Linfield E.H..Multi-Watt high-power THz frequency quantum cascade lasers.ELECTRONICS LETTERS 2017,53(12):799-800.

[2]Khalatpour A.,Paulsen A.K.,Deimert C.,Wasilewski Z.R.,and Hu Q.High-power portable terahertz laser systems.Nature Photonics 2021,15:16-21.

报告人简介：

解研，女，42，工程师，研究方向：太赫兹量子级联激光器及相关应用，Email：xie_yan@tsinghua.edu.cn。

通讯作者：解研，Email：xie_yan@tsinghua.edu.cn
基金：U1730246

I-C1-32　基于界面二维电子气的纳米尺度超宽谱太赫兹源及其应用

陈璐 [1*]

1 南开大学物理科学学院，天津市南开区卫津路 94 号，300071

摘要：太赫兹波段被广泛的应用于分子旋转、晶格振动、自由电子迁移、高速无线通讯等领域的研究，具有重要的科研和应用价值。然而太赫兹技术目前仍受到太赫兹辐射源可覆盖带宽、可调性以及空间分辨率的制约。为突破上述瓶颈，我们利用导电原子力显微镜直写技术在铝酸镧/钛酸锶(LaAlO3/SrTiO3)界面定义的导电纳米结构，结合飞秒脉冲整形技术，实现了可在超宽带宽(>100 THz)内连续可调的、超衍射极限(空间分辨率可达 10 nm)的窄带太赫兹辐射的产生及探测，揭示了直流偏置场介导二阶非线性产生太赫兹辐射的理论机理，并展示了利用这种新型太赫兹源可实现对单个金纳米棒以及单层石墨烯的探测与调控。这种基于界面二维电子气的纳米尺度超宽谱太赫兹源为研究单个纳米颗粒、生物大分子以及包括二维材料在内的其他纳米尺度的样品提供了全新的途径。

关键词：太赫兹源及探测器；宽谱太赫兹；纳米空间分辨率；单个纳米颗粒检测。

参考文献：

[1]Chen L,Sutton E,Lee H,Lee J-W,Li J,Eom C-B,Irvin P,Levy J.Over 100-THz bandwidth selective difference frequency generation at LaAlO3/SrTiO3 nanojunctions.Light:Science&Applications.2019,8:24.

[2]Jnawali G,Chen L,Huang M,Lee H,Ryu S,Podkaminer JP,Eom C-B,Irvin P,Levy J.Photoconductive response of a single Au nanorod coupled to LaAlO3/SrTiO3 nanowires.Applied Physics Letters.2015,106(21):211101.

[3]Sheridan E,Chen L,Li J,Guo Q,Hao S,Yu M,Eom K-T,Lee H,Lee J-W,Eom C-B,Irvin P,Levy J. Gate-tunable optical nonlinearities and extinction in graphene/LaAlO3/SrTiO3 nanostructures.Nano Letters.2020,20(10):6966-6973.

报告人简介：陈璐，女，34 岁，副教授，长期从事光电场的超精细调控、光与物质相互作用等方面的理论和实验研究，在光场四维时空整形、二维电子气纳米尺度可重构操控、新型太赫兹源及探测器等方面取得了若干具有独创性的研究成果，近年来在 Science Advances、Physical Review Letters、Light:Science&Application、Advanced Materials、Optica 等知名国际期刊发表研究论文，并多次受邀在国际学术会议上做邀请报告。Email:lchen@nankai.edu.cn。

通讯作者：陈璐；Email：lchen@nankai.edu.cn

基金：Office of Naval Research(N00014-16-1-3152)

I-C1-33 基于太赫兹的动态核极化磁共振代谢成像研究

鲍庆嘉[1]，冯继文[1]，周欣[1,2]，刘朝阳[1,2*]，刘买利[1,2*]

(1.中国科学院精密测量科学与技术创新研究院波谱与原子分子物理国家重点实验室，武汉，430071；2.中国科学院大学，北京，100049；3.威兹曼研究所，特拉维夫，76000，以色列)

摘要：代谢性疾病严重威胁着人类的健康，几乎所有的健康失衡与疾病发生都体现在代谢网络的动态性变化中。在活体原位的条件下研究分子代谢动态变化及其可视化是代谢性疾病研究最为重要的内容之一，具有广泛的医学应用前景。探针分子的杂核（^{13}C，^{31}P 等）MRI 是获取活体组织代谢和微环境性质的重要手段。然而，受低灵敏度制约，杂核（非质子）成像异常困难。因此，提高磁共振信号强度是杂核 MRI 领域的核心问题。通过微波/太赫兹波操控的电子-核极化转移技术是增强 NMR 信号的一条重要途径。然而，室温下的增强通常只发生在低磁场状态（<2T,微波范围），而在高磁场（>3.5T,太赫兹范围）下失效，限制了该技术的应用和发展，造成近 50 年的停滞(极化转移增强概念始于 1953 年)。近年来，太赫兹增强在高场固体磁共振和成像两方面都取得了重大突破。特别是，Ardenkjaer-Larsen 等[2]在 2003 年通过低温（1.2K）固体太赫兹增强和其后的快速溶解得到了超自旋极化的小分子溶液，获得了超过 10000 倍的 ^{13}C 信号增强（相对于室温热平衡）。由于该方法可以用来增强重要生物/药物小分子 ^{13}C（或 ^{31}P 等）磁共振成像信号，使得探针分子及其代谢分子的 ^{13}C（^{31}P）磁共振分子影像成为可能，具有重要的基础研究意义和广阔的应用市场。

以太赫兹杂核磁共振信号增强原理为基础，从自主研发高性能太赫兹行波管放大器和太赫兹-射频双共振探头这两个关键卡脖子高频部件着手，研制一台具有自主知识产权的低温太赫兹-射频双共振装置，突破国外技术封锁和产品禁运。上述装置所涉及的主要部件和软件以自主研制和研发为主。利用该装置增强杂核(^{13}C 或 ^{31}P)磁共振信号两个以上数量级，从而突破杂核成像异常困难瓶颈，促进杂核磁共振成像技术的发展。具体到本年度的目标是：完成 5T 磁场下常温太赫兹-射频（电子-核）双共振装置的研制，实现室温 ^{13}C NMR 信号大于 10 倍增强。

关键词太赫兹磁共振代谢磁共振

参考文献：

[1]W.Overhauser.Polarization of nuclei in metals.Phys.Rev.1953,92:411-415

[2]Jan H.ArdenkjærLarsen,Fridlund B,Gram A,et al.Increase in signal-to-noise ratio of>10,000 times in liquid-state NMR[J].Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,2003,100(18):10158-63.

通讯作者：刘朝阳；Email：chyliu@apm.ac.cn

报告人简介：

鲍庆嘉，中科院精密测量科学与技术创新研究院研究员，博导。入选基金委海外优青，中科院百人计划，武汉市产业领军人才，长期从事高场磁共振仪器研制及磁共振脉冲序列开发工作。长期从事高场磁共振仪器研制及磁共振脉冲序列开发工作。在磁共振仪器技术研究方面，作为技术骨干参与“十一五”国家科技支撑计划项目，国家强磁场基础设施项目等国家重大工程和科研项目，参与完成国内首台高场磁共振波谱仪的研制及产业化，以第一作者在磁共振等专业杂志 JMR 上发表多篇仪器研制相关论文，获得多项发明专利授权，相应成果已成功转化应用。在高场 DNP 磁共振成像研究方面，开展的超快高灵敏磁共振成像脉冲序列及重建技术，可以克服常规磁共振方法受到磁场不均匀性影响及运动伪影的影响，目前已在扩散张量成像、胎儿功能成像及多种杂核 DNP 磁共振波谱成像（MRSI）取得应用，以第一或通讯作者在磁共振医学杂志 MRM 及 NMR in Biomedicine 发表多篇 MRI 方法与技术相关论文。

I-C2-34　太赫兹脑功能成像课题介绍

俞俊生、陈天洋（北京邮电大学）

张利剑（北京机械研究所）

王晋辉（中科院大学）

摘要：太赫兹脑功能成像课题主要围绕人体头部在毫米波太赫兹频段下电磁辐射特性测量成像技术展开科学研究。脑内神经细胞时刻进行电学活动，因此脑周围具有电磁场并向外辐射电磁波，目前人体头部的毫米波/太赫兹波尚未进行有效的测量，探索开发测量分析人体头部电磁波系统是一个亟须解决的问题，这将推动脑功能成像及活动规律的研究。本课题的具体研究包括：通过近场扫描和三反射镜式紧缩场的两种电磁特性参数测量技术无损采集人体头部的毫米波/太赫兹波信号；分析采集的电磁波的时空变化获得不同脑功能的动态规律及其神经网络机制，反演出人体头部自身的介质、几何等属性；并对采集的电磁辐射信号进行成像处理，获得直观的人体头部电磁辐射图像。由于毫米波/太赫兹波的独特性，将有利于理解新型脑功能工作机理，推动毫米波/太赫兹探测技术在生物医学的应用。

I-C2-35　基于高性能量子级联激光与传输波导的太赫兹生物医学传感

邬崇朝 [1]*

1 上海交通大学，上海，中国，200240

*czwu@sjtu.edu.cn

摘要：

太赫兹量子级联激光具有体积小、电泵浦、紧凑相干、可连续波工作、轻便与易集成等优点，是目前输出功率最高的固态半导体太赫兹源。本报告将对双金属波导太赫兹量子级联激光在窄光束、频率可调谐和高功率输出以及柔性、可拉伸、可弯曲波导低损耗、单模传输太赫兹量子级联激光的研究进行详细介绍。此外，高性能量子级联激光与传输波导可构建多分子太赫兹生物医学传感平台。

关键词：太赫兹量子级联激光；太赫兹传输波导；太赫兹生物医学传感

报告人简介：

邬崇朝，男，博士，上海交通大学副教授，博士生导师。主要研究领域包括太赫兹量子级联激光、太赫兹生物医学传感与成像技术等，研究工作发表在 Nature,Nature Communications,Optica,Nanophotonics,APL Photonics,Optics Express 等学术期刊上，在 CLEO,IEEE Photonics Conference,SPIE Photonics West，IQCLSW 等学术会议上做口头报告，担任 Photonics Insights 青年编辑委员会委员，Nature Publishing Group,Optica Publishing Group,IEEE 等旗下期刊审稿人。邬崇朝于复旦大学获得学士学位，于美国 Lehigh University 获得博士学位，随后加入美国哥伦比亚大学从事 Postdoctoral Research Scientist 以及 Associate Research Scientist 的工作。

I-C2-36　太赫兹光谱技术在食药领域应用研究及推广

李茜 [1*]

太赫兹科技应用（广东）有限公司

摘要：（1）药品道地性、真伪鉴别技术：太赫兹波对药物成分拥有指纹谱，同时借助相关算法（例如主成分分析法、支持向量机）可以根据物质的太赫兹吸收系数谱/折射率谱等对物质分类，据此可实现名贵中药真伪、道地性的快速判定。（2）食品药品溯源技术及体系构建：基于“高分辨太赫兹光谱+太赫兹光谱数据库+互联网”三元融合的大数据风险溯源技术，通过集成现代分子生物学、智能感官及现代组学等方法，收录、检索和管理食药成分的太赫兹特征指纹图谱，研究并挖掘太赫兹光谱的特征参数，分析不同食药样本的太赫兹光谱特征吸收峰峰位与强度的相对应关系，着重解决食品药品溯源在源头管控、生产流通、整改回溯等方面存在的难点问题。（3）中药制剂的在线质量控制研究：由于水分子的强极性，太赫兹波对水、结晶水、水蒸气均有指纹特征吸收峰。结晶水合物的脱水过程中，太赫兹脉冲光谱可直接探测结晶水合物中的化学键，并对不同含量结晶水的原材料进行区分。

关键字：药品道地性、真伪鉴别、食品药品溯源、体系构建、在线质量控制

参考文献：

[1]余静孝，韦庆益，罗洁，李茜，蒲洪彬，结合 SG-LDA-SVC 的太赫兹时域光谱快速无损鉴别陈皮产地的方法研究.《现代农业装备》|2022 年第 4 期|16-21|共 7 页

报告人简介：

李茜，女，43，太赫兹光谱技术在食药领域应用研究，主导编写团体标准，首次发布 7 项依托太赫兹光谱技术进行食药检测的团体标准（T/GDGAA 004-2022 太赫兹量子指纹中药质量控制分析系统、T/GDGAA 011-2022 陈皮产地检测方法、T/GDGAA 012-2022 陈皮生产年份检测方法等），率先引进太赫兹光谱关键性技术作为食药检测领域的新工具，开辟了检测行业服务新赛道。

Email：liqian@cctgds.com

通讯作者：李茜；Email：liqian@cctgds.com

I-C2-37　生命之光——从产生到应用

李娜[1]，顾凯淏[1]，钟成建[1]，赵欣敏[1]，郭俊[2]，王莉萍[2]*，张峰[2]*

[1]上海理工大学光电信息与计算机工程学院

[2]国科温州研究院（温州生物材料与工程研究所）

摘要：作为生命的基本组成及组装分子，氨基酸的吸收和发射均处于紫外光区域，通过其编码的多肽[1]与其它生色团分子的共组装，可将生命结构的发射光调节到可见至近红外区域——如荧光蛋白质。目前，光遗传学技术可在分子水平上实现对生物行为的人为操控，比如让去头苍蝇再次振动翅膀。生命反应的低耗、高效特点[2]促使我们重新思考光在生命中的重要作用[3]。近年来，我们研究组通过光学微腔[4]或者太赫兹激光[5]与生命分子间的共振强耦合作用，实现了对一些典型生命反应的量子调控，为量子生物学的研究提供了新思路。在这个报告中，我们将深入探讨生命产生光的分子机制，及其在能量代谢与量子调控方面的作用及可能应用。同时，我们也希望通过这次汇报交流寻找对此研究方向感兴趣的博士毕业生，申请我们课题组的博士后资助。

关键词：共振强耦合；生命反应；光学微腔；太赫兹激光；量子生物调控

参考文献：

[1]J.Guo,R.Zhao,F.Gao,X.Li,L.Wang,F.Zhang,*ACS Macro Lett* 2022,*11*,875-881.
[2]F.Zhang,B.Song,L.Jiang,*Nano Res.*2021,*14*,4367-4369.
[3]N.Li,D.L.Peng,X.J.Zhang,Y.S.Shu,F.Zhang,L.Jiang,B.Song,*Nano Res.*2021,*14*,40-45.
[4]C.Zhong,S.Hou,X.Zhao,J.Bai,Z.Wang,F.Gao,J.Guo,F.Zhang,*ACS photonics* 2023,*10*,1618-1623.
[5]N.Li,F.Zhang,*ACS applied materials&interfaces* 2023,*15*,8224-8231.

报告人简介：

张峰，男，45 岁，博士毕业于中科院上海应用物理所；曾在德国慕尼黑大学、马尔堡大学、美国华盛顿大学、UCSD 等进行博士后训练和交流访问；目前任上海理工大学光电信息与计算机学院光学工程专业教授，兼国科温州研究院（温州生物材料与工程研究所）客座 PI；研究方向为生物光子学；主持过多项国家自然科学基金，并参与了国家重点研发计划与重大专项的研究团队，发表 100 多篇 SCI 论文，授权多项发明专利，曾获得过省级杰青和领军人才。

Email：fzhang@usst.edu.cn。

I-C2-38　纳米气泡的特性及其应用

张立娟[1]，胡钧[2*]

1 中国科学院上海高等研究院上海光源中心

2 上海大学

摘要：纳米气泡是近二十年来新兴的研究领域，因其独特的物理和生物学特性，已经在水环境治理、盐碱地改良、土壤修复、高效输运、表面绿色清洗、矿物浮选、农业种植、水产养殖、生命健康等诸多领域表现突出。本报告将主要介绍纳米气泡的基本特性，如超高稳定性[1]、内部高密度[2]、高的传质效率、界面 zeta 电位高和大的表面接触角以及特殊的生物学效应。接下来将简要介绍纳米气泡在水处理、农业种植、工业浮选、表面清洗、医学诊断和养生健康等方面的重要应用以及国内近几年该领域的快速发展概况和未来展望。

关键词：纳米气泡；同步辐射技术；生物学效应；养生健康。

参考文献：

[1]Lou ST,Ouyang ZQ,Zhang Y,Li XJ,Hu J,Li MQ,Yang FJ,Nanobubbles on solid surface imaged by atomic force microscopy.J.Vac.Sci.Technol.B 2000,18(5):2573-2575.

[2]Zhou LM,Wang XY,Shin HJ,Wang J,Tai RZ,Zhang XH,Fang HP,Xiao W,Wang L,Wang CL,Gao XY,Hu J,Zhang LJ,Ultrahigh Density of Gas Molecules Confined in Surface Nanobubbles in Ambient Water.J.Am.Chem.Soc.2020,142(12):5583-5593.

报告人简介：

张立娟研究员，中国科学院上海高等研究院。现任中国颗粒学会常务理事、上海市生物物理学会理事、中国颗粒学会微纳气泡专委会秘书长和全国微细气泡技术标准化技术委员会副秘书长。主要研究方向是基于第三代先进同步辐射技术和纳米成像技术研究纳米气泡的物理性质及其在环境、生物等方面的重要应用。已发表 SCI 论文超过 100 篇，其中以第一或通讯作者在 J.Am.Chem.Soc.,Nanoscale 和 ACS Appl.Mater.Interfaces 等发表纳米气泡相关论文 70 余篇。zhanglijuan@sari.ac.cn

通讯作者：胡钧；Email：hujun@sinap.ac.cn

基金：国家自然基金面上项目(12274427)

I-D1-39　太赫兹生物效应：从生理到病理

卢晓云*，张琦，尚森，李旭，高菲

西安交通大学，生命科学与技术学院，线粒体生物医学研究所西安 710049

摘要：太赫兹所具有的生物效应在生物医学中的应用潜力是一个备受关注的领域[1]，课题组前期在分子和细胞层面开展的太赫兹效应研究结果的提示，推动我们进一步开展了太赫兹对正常生理和炎症应激状态下细胞及动物的作用效果研究。本研究以 II 型胶原蛋白诱导的类风湿关节炎动物模型（CIA 小鼠）和 LPS 刺激炎症响应的皮肤角质细胞（Hacat 细胞系）为研究对象，探索了 0.1 THz 在细胞和动物水平上产生的抗炎效果及其机制。研究发现，太赫兹辐射在缓解 CIA 小鼠的关节炎症状的同时，明显降低小鼠全身炎症反应水平，脾脏 CD4+T 细胞比例明显降低。白细胞转录组序列分析显示包括 T 细胞激活、淋巴细胞增殖、白细胞介导的免疫调控及细胞黏附等多个参与免疫调节的通路受到显著影响，提示 THz 辐照能够产生显著的免疫调控作用。在此基础上，我们以 THz 首先作用的皮肤组织为研究靶点，进一步探索了其可能的作用机制。在 LPS 刺激引起 Hacat 细胞炎症反应的条件下，我们发现 THz 辐照能够显著降低细胞内炎症小体的激活和包括 PGE2 在内的多种免疫活性调节物质的产生。这些结果也提示，太赫兹辐射可能通过作用于皮肤局部，引起局部组织产生和释放的免疫调节信号改变，进而减轻机体的全身过度免疫应激，维持机体的免疫耐受。这些结果为丰富太赫兹的全身系统性生物效应，特别是对免疫系统的在体效应提供了新的有力证据。

关键词：0.1 THz 太赫兹；CIA 小鼠；Hacat 细胞；免疫调节。

参考文献：

[1]Markelz,A.G.and D.M.Mittleman,Perspective on Terahertz Applications in Bioscience and Biotechnology.ACS Photonics,2022.9(4):p.1117-1126.

报告人简介：卢晓云，女，45，教授，研究方向：应用分子生物技术及电磁生物学，承担国家级科研项目 8 项，发表学术论文 50 余篇，邮箱：luxy05@xjtu.edu.cn

通讯作者：卢晓云；Email：luxy05@xjtu.edu.cn

基金：国防科技创新特区项目，国家自然科学基金委员会-中国工程物理研究院联合基金（批准号：U2030105）

I-D1-40　基于超材料的生物传感器及其对细胞检测的实验研究

陈康龙[1]，韩路路[1]，阮存军[1,2*]

1 北京航空航天大学电子信息工程学院

2 北京航空航天大学电子信息工程学院微波感知与安防应用北京市重点实验室

摘要：基于超材料的生物传感器可将诸如细胞、蛋白质等生物分子携带的生物信息转化为可读信息，为生物分析和疾病诊断提供了新的技术平台[1],[2]。在现有的生物细胞传感器报道中，一般将细胞贴壁培养在超材料传感器上此种方法前期培养时间长，筛选成本较高，并且测试时难以保证细胞活性[3]–[5]。本文综述课题组近期研究工作，从三个方面进行了高灵敏生物传感器进行了设计与探究：（1）细胞溶液滴于超材料表面，而后烘干进行检测，此方法可快速有效的对生物细胞进行检测，但所检测结果生物意义不足；（2）设计超材料与微腔结合的生物传感器，实现对细胞溶液的检测，此方法能够快速并且抱持细胞活性状态下进行检测，可用于手术中肿瘤细胞边缘快速检测；（3）将微腔与超材料结构集成，将细胞贴壁培养在微腔壁上，方便筛选细胞和节约成本，该方法细胞最接近与动物体内细胞状态，可以用于疾病的早期诊断。

参考文献：

[1] J.Lou *et al.*,“Calibration-free,high-precision,and robust terahertz ultrafast metasurfaces for monitoring gastric cancers,”Proc.Natl.Acad.Sci.,vol.119,no.43,p.e2209218119,Oct.2022,doi:10.1073/pnas.2209218119.

[2] Y.Jiao et al.,“Photoactive terahertz metasurfaces for ultrafast switchable sensing of colorectal cells,”Mater.Horiz.,vol.9,no.12,pp.2984–2992,2022,doi:10.1039/D2MH00787H.

[3] Z.Zhang et al.,“Sensitive detection of cancer cell apoptosis based on the non-bianisotropic metamaterials biosensors in terahertz frequency,”Opt.Mater.Express,vol.8,no.3,p.659,Mar.2018,doi:10.1364/OME.8.000659.

[4] C.Zhang et al.,“Label-free measurements on cell apoptosis using a terahertz metamaterial-based biosensor,”Appl.Phys.Lett.,vol.108,no.24,p.241105,Jun.2016,doi:10.1063/1.4954015.

[5] X.Yan et al.,“The terahertz electromagnetically induced transparency-like metamaterials for sensitive biosensors in the detection of cancer cells,”Biosens.Bioelectron.,vol.126,pp.485–492,Feb.2019,doi:10.1016/j.bios.2018.11.014.

报告人简介：

阮存军，男，48，教授，长期从事新型毫米波和太赫兹功率器件及其应用系统研究工作，方向涵盖集成微波电子学、集成微纳真空电子学、太赫兹电子学、大功率毫米波和太赫兹器件及其应用系统等方面研究工作。主持自然科学基金重点、优青、面上，以及预研、基础科研、中科院重大仪器项目等 20 余项，在相关领域国际期刊和会议上发表论文 200 余篇，授权发明专利 20 余项。邮箱：ruancunjun@buaa.edu.cn

通讯作者：阮存军；Email:ruancunjun@buaa.edu.cn

I-D1-41　太赫兹超表面表面波共振特性与应用

王玥*，崔子健，张晓菊，张向，孙广成

陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室，西安理工大学，西安，陕西

摘要：太赫兹波由于其宽频带、低光子能量和指纹特征，在无线通信、医疗和生物传感和基础研究等领域有着广泛的应用。然而小型化、便携式光电功能器件的缺乏阻碍了太赫兹技术的发展。超表面由于其独特的电磁波响应与调控能力，为太赫兹功能器件的实现带来新的机遇。在目前开展的超材料中，全硅超材料器件不仅价格低廉，损耗低，性能稳定，加工工艺成熟，而且在生物化学检测过程中可以重复使用，稳定性更好，这大大节约了成本。本研究提出了基于半导体全硅超材料的太赫兹吸收器，通过设计，可以实现从单带、双带到多带以及宽带吸收，同时，可以实现光可调功能。进一步，设计的器件可实现对最低1 ppt浓度待测物的检测。证实了提出的太赫兹全硅超材料在生化传感中有潜在的应用价值。

关键词：太赫兹；超表面；传感

参考文献：

[1]Cui Z J，Wang Y,Shi Y Q,et al.Significant sensing performance of all-dielectric terahertz metasurface chip for bacillus thuringinesis Cry1Ac protein,Photonics Research，2022,10(3):740-746.

[2]Wang Y,Cui Z J,Zhang X J,et al.Excitation of surface plasmon resonance on Multi-walled carbon nanotube metasurfaces for pesticide sensors.ACS Applied Materials and Interfaces,2020,12(46):52082-52088.

报告人简介：王玥，男，教授/博导，陕西省高校青年太赫兹微纳材料、器件物理与应用创新团队负责人。主要从事太赫兹波段碳纳米材料光子学、人工超材料功能器件物理及其在生物化学物质传感领域应用等研究工作。承担国家自然科学基金面上项目、陕西省自然基金重点项目等多个项目。发表被 SCI 检索论文 60 余篇（其中 4 篇为封面/封底论文，ESI 高被引 1 篇）；获得省自然科学二等奖 1 项；国家发明专利 12 项。《太赫兹科学与电子信息学报》青年编委，中国生物物理学会太赫兹分会会员、中国电子学会太赫兹分会委员会会员、美国 OSA、ACS 会员。

通讯作者：王玥；Email：wangyue2017@xaut.edu.cn

基金：陕西省高校青年创新团队项目（21JP084），国家自然科学基金（61975163），陕西省自然科学重点基金（2020JZ-48）

I-D1-42　基于自旋电子学的太赫兹波产生与调控

张新海

南方科技大学电子与电气工程系

摘要：近年来，磁性材料以及重金属材料中的自旋极化电流-电荷流转化也已被用于产生高强度宽频谱且易调制的太赫兹波辐射。这种基于自旋电子学的太赫兹辐射为太赫兹波的产生提供了一种新的方法。同时，研究材料的太赫兹辐射特性为研究材料中自旋极化电流的产生、输运、自旋极化电流-电荷流转化、反常霍尔效应等基本物理过程提供了一个有效的手段。我们将介绍讨论利用磁性材料薄膜结构太赫兹波的产生与调控的新进展以及我们最新的研究结果

关键词：磁性材料；自选极化电流；电荷电流；反常霍尔效应；太赫兹辐射。

报告人简介：

张新海 2021 年从新加坡国立大学获得博士学位。曾在新加坡材料研究院从事科研工作，历任博士后、科学家、高级科学家。2013 年加入南方科技大学，现为电子与电气工程系教授。主要研究方向包括太赫兹波的产生、调控及应用、超快光纤激光技术及应用，以及新型光电材料。

Email:zhangxh@sustech.edu.cn

I-D1-43　基于太赫兹超材料的β-淀粉样蛋白(Aβ)传感研究

雷江涛[1],邓晓华[1]

1 南昌大学空间科学与技术研究院

摘要：太赫兹超材料传感是一门结合太赫兹技术和超材料的新型交叉技术，其通过增强局域电磁谐振，可以实现不同目标物的超痕量检测。β-淀粉样蛋白（Aβ）是阿尔茨海默病（俗称老年痴呆症）病理的主要生物标志物，其聚集是导致病发的主要原因之一。Aβ定量和聚集的检测有助于相应疾病的诊断、筛查。太赫兹超材料传感的无标、无损快速检测可能成为另外一种弥补传统传感方法不足的新型技术手段。在此，我们设计并制备两种新型的高灵敏太赫兹超材料传感芯片。太赫兹金属-石墨烯杂化超材料芯片可通过将费米能级与移动的 Rabi 分裂峰连接起来，成功地监测 $A\beta_{16-22}$ 多肽的聚集过程。[1] 基于环偶极子共振的太极环微环超材料的高灵敏度和偏振无关特性可有效地实现 Aβ蛋白浓度的大范围定量检测。[2]这两种新型简单、无标签、高灵敏度太赫兹传感器有望应用于阿尔茨海默病的检测。

关键词：太赫兹超材料；生物传感；蛋白质聚集；Aβ；分子动力学模拟；

参考文献：

[1]Ling Xu,Jianwei Xu,Wencan Liu,Dongdong Lin,Jiangtao Lei*,Binbin Zhou,Yun Shen*,Xiaohua Deng.Terahertz metal-graphene hybrid metamaterial for monitoring aggregation of Aβ16-22 peptides,***Sensors and Actuators B:Chemical,***2022,367(15),132016.

[2]Wencan Liu,Xinwei Zhou,Shucai Zou,Zhengguang Hu,Yun Shen,Mengqiang Cai,Dongdong Lin,Jia Zhou,Xiaohua Deng,Tianjing Guo*,Jiangtao Lei*.High-sensitivity polarizationindependent terahertz Taichi-like micro-ring sensors based on toroidal dipole resonance for concentration detection of A protein,***Nanophotonics***,2023,12(6):1177-1187.

报告人简介：雷江涛，复旦大学博士，助理研究员，研究生导师。研究方向：计算物理生物学、太赫兹超材料生物传感。主要利用分子动力学模拟，太赫兹技术和传统实验手段相结合的方法，研究蛋白质错误折叠导致的聚集现象。学术成果：主持国家自然科学基金 1 项，发表 SCI 论文二十余篇；**Email:**jiangtaolei@ncu.edu.cn。

I-D2-44　强激光驱动的强太赫兹辐射及其应用

李玉同 1*

1 中国科学院物理研究所

摘要：大能量高峰值功率太赫兹辐射源对于太赫兹科学研究和应用非常重要。最近，利用强激光和等离子体相互作用产生太赫兹辐射的研究引起了人们的关注。我们对强激光-固体靶相互作用产生太赫兹辐射的新途径进行了探索。发现强激光可以在固体薄膜靶中产生大量高能电子，当电子从靶背面逃逸到真空时，通过渡越辐射和鞘层辐射，可以激发了高强度太赫兹辐射。利用 Vulcan 超强皮秒激光装置，实验上获得了能量高达 200 mJ 的强太赫兹脉冲，这是迄今为止在实验室中获得的最高太赫兹能量。利用物理所的飞秒激光装置，也获得了峰值功率超过 GW 的强太赫兹源。利用该源，我们已经初步开展了强太赫兹场和物质非线性相互作用研究，包括太赫兹调控生物蛋白动力学、激发声子等。

关键词：强激光和等离子体相互作用；强太赫兹辐源；生物蛋白动力学调控

参考文献：

[1]Guo-Qian Liao,Hao Liu,Graeme G.Scott,Yi-Hang Zhang,Bao-Jun Zhu,Zhe Zhang,Yu-Tong Li,Chris Armstrong,Egle Zemaityte,Philip Bradford,Dean R.Rusby,David Neely,†Peter G.Huggard,Paul McKenna,Ceri M.Brenner,Nigel C.Woolsey,Wei-Min Wang,Zheng-Ming Sheng,and Jie Zhang,Towards Terawatt-Scale Spectrally Tunable Terahertz Pulses via Relativistic Laser-Foil Interactions,Physical Review X 10,031062(2020).

[2]Guoqian Liao,Yutong Li,Hao Liu,Graeme G.Scott,David Neely,Yihang Zhang,Baojun Zhu,Zhe Zhang,Chris Armstrong,Egle Zemaityte,Philip Bradford,Peter G.Huggard,Dean R.Rusby,Paul McKenna,Ceri M.Brenner,Nigel C.Woolsey,Weimin Wang,Zhengming Sheng,and Jie Zhang,Multimillijoule coherent terahertz bursts from picosecond laser-irradiated metal foils,PNAS 116,3994(2019).

[3]G-Q.Liao,Y.-T.Li,Y.-H.Zhang,H.Liu,X.-L.Ge,S.Yang,W.-Q.Wei,X.-H.Yuan,Y.-Q.Deng,B.-J.Zhu,Z.Zhang,W.-M.Wang,Z.-M.Sheng,L.-M.Chen,X.Lu,J.-L.Ma,X.Wang,and J.Zhang,Demonstration of coherent terahertz transition radiation from relativistic laser-solid interactions,Phys.Rev.Lett.116,205003(2016).

报告人简介：

李玉同，男，中国科学院物理研究所研究员，从事激光和物质相互作用研究。Email:ytli@iphy.ac.cn。

I-D2-45　铌酸锂太赫兹强源

吴晓君*

北京航空航天大学电子信息工程学院

摘要：

强场太赫兹电磁波在物态调控、电子加速、生物医疗等领域已展现出重要应用价值，但阻碍其应用的关键在于缺乏高效率、高光束质量、高稳定性的强辐射源。铌酸锂材料拥有非线性系数高、晶体尺寸大、破坏阈值高等优点，但采用现有的超强超短钛宝石飞秒激光器泵浦铌酸锂晶体高效率产生强场太赫兹辐射，至少需要克服三大难题和挑战：折射率差引起的相位不匹配，脉冲太短导致的效率低，泵浦能量太高引起的非线性效应等。本报告将针对超强超短钛宝石激光泵浦大尺寸铌酸锂晶体产生超强太赫兹辐射的上述难题，讲述铌酸锂太赫兹强源近半个世界的发展历程，重点介绍近十年的蓬勃发展，以及获得的重要突破。

关键词：强场太赫兹；铌酸锂；强源

参考文献：

[1]Xiaojun Wu,*Deyin Kong,Sibo Hao,Yushan Zeng,Xieqiu Yu,Baolong Zhang,Mingcong Dai,Shaojie Liu,Jiaqi Wang,Zejun Ren,Sai Chen,Jianhua Sang,Kang Wang,Dongdong Zhang,Zhongkai Liu,Jiayan Gui,Xiaojun Yang,Yi Xu,Yuxin Leng,Yutong Li,Liwei Song,*Ye Tian,*and Ruxin Li,Generation of 13.9-mJ Terahertz Radiation from Lithium Niobate Materials,Adv.Mater.2023,2208947.

[2]Baolong Zhang,Zhenzhe Ma,Jinglong Ma,Xiaojun Wu,*Chen Ouyang,Deyin Kong,Tianshu Hong,Xuan Wang,Peidi Yang,Liming Chen,Yutong Li,*and Jie Zhang,1.4-mJ High Energy Terahertz Radiation from Lithium Niobates,Laser Photonics Rev.2021,15,2000295.

报告人简介：吴晓君，女，北京航空航天大学电子信息工程学院教授、博导，主要从事太赫兹强源、器件及系统应用方面研究。入选国家高层次青年人才计划，曾获国际红外毫米波太赫兹学会首个 Zhenyi Wang 奖、第一届 Ultrafast Science 全球女科学家奖、第一届中国科技青年论坛一等奖和总论坛科技新星奖等。以第一或通讯作者身份在 Nature 子刊和 Advanced Materials 等国际知名期刊发表 SCI 论文 59 篇，获中国专利 20 余项，在本领域重要国际学术会议上做主旨和特邀报告累计 40 余次。Email:xiaojunwu@buaa.edu.cn。

通讯作者：吴晓君；Email：xiaojunwu@buaa.edu.cn

基金：National Natural Science Foundation of China (92250307)

I-D2-46　强太赫兹场的产生及其对高次谐波的调制

孙旭，吴海忠，孟从森，王小伟，吕治辉，赵晶，周兆妍，张栋文*，赵增秀*

国防科技大学理学院物理系

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[1,2]。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 10MV/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。我们用强场太赫兹波调制 MgO 晶体中高次谐波的产生过程，观察到强太赫兹诱导的偶次谐波的产生以及谐波方位角依赖关系的变化。

关键词：强场太赫兹；拍瓦；单发太赫兹；高次谐波。

参考文献：

[1]孙旭，吴海忠，张栋文，吕治辉，刘东晓，范伟，周维民，谷渝秋，赵增秀，袁建民.温稠密金的太赫兹时域光谱实验.中国激光，2023,50（17）：230791.

[2]Sha Li,Yaguo Tang,Lisa Ortmann1,Bradford K.Talbert,Cosmin I.Blaga,Yu Hang Lai,Zhou Wang,Yang Cheng,Fengyuan Yang,Alexandra S.Landsman,Pierre Agostini&Louis F.DiMauro.High-order harmonic generation from a thin film crystal perturbed by a quasi-static terahertz field.Nature Communications,2023,14:2603.

报告人简介：

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。

通讯作者：张栋文；Email：dwzhang@nudt.edu.cn

I-D2-47　自旋太赫兹集成化器件及生物传感应用

孙统[1]，白中扬[2]，温良恭[1*]

1 北京航空航天大学集成电路科学与工程学院

2 北京航空航天大学电子信息工程学院

摘要：太赫兹技术在超大容量数据传输、短距超高速通信系统、物质检测、生物信息传感等领域具有重要的研究价值。自旋太赫兹是近年来新兴的太赫兹技术之一，由于超宽带、低成本、易集成的优势，在片上太赫兹集成化应用中前景广阔。自旋太赫兹集成化器件对于实现生物传感过程的可调控，集成化，无标记检测极具优势，是痕量、高灵敏度的生物传感的有效方案之一。本报告展示了集成化的自旋太赫兹器件的几类方案，包括类 EIT 效应的集成自旋超材料发射源[1]、自旋源-液晶-超材料器件[2]、共面传输的自旋超材料器件[3]等，分别阐述发射机理，调制效果和具体应用。通过将自旋异质结、超材料与其他主动调制手段结合，在源端对太赫兹光谱特性等实现灵活调控，展现出微型化、集成化的发射调控一体化的功能。基于上述一类器件，在小泵浦量的激励下实现对生物材料的原位近场检测，探测最大频移量可达 168 GHz[4]，展示了自旋太赫兹在微量生物传感方面的重要应用，本文概述的微型化的自旋太赫兹生物传感器件将为实现高灵敏度、高集成度、多功能、易调控的新型太赫兹器件打下良好的理论和实验基础。有助于太赫兹生物传感技术与自旋太赫兹调控技术进一步突破发展。

关键词：太赫兹；自旋太赫兹源；集成化器件；太赫兹生物传感；超材料

参考文献：

[1]Liu Y,Bai Z,Xu Y,et al.Generation of tailored terahertz waves from monolithic integrated metamaterials onto spintronic terahertz emitters[J].Nanotechnology,2020,32(10):105201.

[2]Sun Y,Xu Y,Li H,et al.Flexible Control of Broadband Polarization in a Spintronic Terahertz Emitter Integrated with Liquid Crystal and Metasurface[J].ACS applied materials&interfaces,2022,14(28):32646-32656.

[3]Sun T,Bai Z,Li Z,et al.Generation of Tunable Terahertz Waves from Tailored Versatile Spintronic Meta-Antenna Arrays[J].ACS Applied Materials&Interfaces,2023,15(19):23888-23898.

[4]Bai Z,Liu Y,Kong R,et al.Near-field terahertz sensing of HeLa cells and Pseudomonas based on monolithic integrated metamaterials with a spintronic terahertz emitter[J].ACS applied materials&interfaces,2020,12(32):35895-35902.

报告人简介：温良恭，男，41 岁，副教授/博导，研究方向包括太赫兹高频器件，先导微纳工艺、太赫兹生物传感等。发表国际期刊及会议论文 50 余篇，包括 ACS Applied Materials&Interafaces,Applied Physics Letters，Sensors 等，主持多项省部级课题，参与国家重大专项，省重大专项和核高基分课题。申请相关发明专利 15 余项，有 7 项已获中国发明专利授权。Email:wenlg@buaa.edu.cn

通讯作者：温良恭；Email：wenlg@buaa.edu.cn

基金：广东省基础与应用基础研究基金项目(2021B1515120012)；青岛市科技惠民示范专项 (23-2-8-smjk-3-nsh)；山东省重点研发计划(2022ZDPT01)；

I-D2-48 光整流中基于晶体非线性共振法的太赫兹波增强产生研究

翟东为[1,2*],Emilie HERAULT[2],Frederic GARET[2],Jean-Louis COUTAZ[2]

1．青岛大学，物理科学学院

2．IMEP-LAHC,University Savoie Mont Blanc,France

摘要：在光整流法产生太赫兹波的过程中，从泵浦光到太赫兹波的转化效率主要由相位匹配度、晶体非线性系数大小、以及传输波在晶体中的吸收损耗来决定[1]。在研究二次谐波的产生、克尔效应及电光效应时，半导体在其禁带附近普遍会发生非线性极化率增强的现象[2]。但是在光整流法产生太赫兹波过程中，半导体禁带附近的光生载流子会吸收太赫兹波。因此本工作中，我们研究了光整流中通过晶体非线性共振效应增强太赫兹波发射的可能性。实验中，飞秒激光以正入射角度激发非线性晶体ZnTe[3],KTP[4],GaSe[5],通过光整流法产生太赫兹波，其中飞秒激光的波长从红外到紫外连续可调。当泵浦光的光子能量匹配非线性晶体的禁带宽度时，我们观察到超强太赫兹波发射现象。然后随着泵浦光光子能量的提高，太赫兹波发射强度快速下降。通过结合非线性介质模型和波的传输理论分析实验结果得到，瞬时的超强太赫兹波发射是由于晶体非线性共振激发引起的，而随后大量自由载流子的吸收效应导致太赫兹波的发射降低。除此之外，当泵浦光的光子能量匹配 KTP 晶体的 1/2 禁带宽度时，我们观察到由于双光子激发引起的太赫兹波发射增强现象。

关键词：太赫兹波源；光整流；非线性晶体；非线性共振

参考文献：

[1]A.Schneider,M.Neis,and P.Günter,“Generation of terahertz pulses through optical rectification in organic DAST crystals:theory and experiment,”J.Opt.Soc.Amer.B 23,1822(2006).

[2]C.Y.Fong and Y.R.Shen,“Theoretical studies on the dispersion of the nonlinear optical susceptibilities in GaAs,InAs,and InSb,”Phys.Rev.B 12,2325(1975).

[3]D.Zhai,E.Hérault,F.Garet,J.-L.Coutaz,“Terahertz Generation from ZnTe Optically Pumped Above and Below the Bandgap“,Optics Express,29,11,pp.17491-17498(2021).

[4]Dongwei Zhai,Emilie Hérault,Frédéric Garet,Valdas Pasiskevicius,Fredrik Laurell,and Jean-Louis Coutaz"Two-Photon-Absorption Enhanced Terahertz Generation from KTP Optically Pumped in the Visible-to-UV Range",Optics Express,2021,29,23,PP.37683-37694(2021).

[5]D.Zhai,E.Hérault,F.Garet,J.-L.Coutaz,C-L.Pan"THz generation in GaSe crystals pumped with laser photon energy below and around the bandgap",Appl.Phys.Lett.122,011103(2023).

报告人简介：

翟东为，男，31，讲师，太赫兹光谱学，以第一作者发表 SCI 论文 5 篇，参加国际会议 10 次，其中口头报告 6 次，主题邀请报告 1 次。

I-D2-49　太赫兹聚合物波导及器件研究

孔德鹏 [1*]

1 中国科学院西安光学精密机械研究所，瞬态光学与光子技术国家重点实验室，西安 710119

摘要：过去的十年太赫兹（THz）技术取得了长足进步，从而使太赫兹技术在下一代通信、生物成像、质量监测等领域应用潜力巨大。而太赫兹波导、透镜、波片等功能无源器件在各种太赫兹系统中是不可或缺的。高品质太赫兹波导的研制使轻量化、小型化太赫兹系统成为可能，是推动太赫兹技术发展的关键。此外，太赫兹透镜的高指向性会补偿 THz 波的高路径损耗；太赫兹频段的圆偏振转换器件可防止发射和接收端间的不对准引起的性能下降。

基于此，我们针对制约太赫兹波导推广应用的瓶颈问题，展开聚合物太赫兹波导的结构提出、设计、制备研究。通过探索全新波导结构、深挖低吸收聚合物材料、革新制备工艺，研制出了 3 mm 外径的高柔性聚合物太赫兹波导，传输损耗低至 2.78 dB/m@140 GHz；此外，实现了太赫兹波导的高精度、连续制备。与已报道的太赫兹波导相比[1-3]，所研制的太赫兹波导有损耗低、柔性高、可接触、可批量生产的特点，可用于数据中心的路由集群互联、天地一体化通信、太赫兹片上集成、太赫兹生物医学检测等多种场景中。此外，针对 THz 波段偏振器件昂贵、易损坏的现状，基于圆偏振具有抑制多径干扰和无偏振对准损失的优点，对低成本 THz 偏振片、四分之一波片展开了研究，所研制的偏振片消光比达 30.68 dB@140 GHz。

关键词：太赫兹波；聚合物光纤；太赫兹偏振器件；结构设计与制备

参考文献：

[1]Yang J,Zhao JY,Gong C,Tian HL,Sun L,Chen P,Lin L,Liu WW.3D printed low-loss THz waveguide based on Kagome photonic crystal structure.Optics Express,2016,24(20):22454-22460.

[2]Nallappan K,Cao Y,Xu GF,Guerboukha H,Nerguizian C,Skorobogatiy M.Dispersion-limited versus power-limited terahertz communication links using solid core subwavelength dielectric fibers.Photonics Research.2020,8(11):1757-1775.

[3]Xu GF,Nallappan K,Cao Y,Skorobogatiy M.Infinity additive manufacturing of continuous microstructured fiber links for THz communications.Scientific Reports.2022,12(1):1-13.

报告人简介：

孔德鹏（1982-），男，汉族。博士，研究员，博士生导师，中国科学院西安光机所瞬态光学与光子技术国家重点实验室光子功能材料与器件研究室副主任，特种聚合物光纤方向学科带头人。中国生物物理学会太赫兹生物物理分会首届委员，中科院青促会会员，美国光学学会（OSA）会员，中国光学学会高级会员。长期致力于特种聚合物光纤和光纤器件方面的研究，主要包含聚合物太赫兹波导纤维、聚合物传像光纤、聚合物光纤面板、聚合物闪烁材料等。在 Optics Letters、Journal of Lightwave Technology、Applied Materials Today、ACS Applied Nano Materials 等 SCI 期刊上发表论文 30 余篇。主持 JKW“H863”计划项目、国家自然科学基金等国家项目、西部之光“西部青年学者”项目、华为公司技术开发项目等，并为中国工程物理研究院、中国空气动力研究与发展中心、中国核动力研究设计院等的多项国家任务提供关键技术支撑。2019 年度被评为 JKW“H863”计划某主题组优秀青年。

研究方向：特种聚合物光纤及器件 E-mail：kongdp@opt.ac.cn

通讯作者：孔德鹏；Email：kongdp@opt.ac.cn
基金：国家自然科学基金（11474351，62071465，11504416，12204530）；陕西省重点研发计划（2021GY-048）；中科院“西部之光”西部青年学者计划（XAB2021YN11）；西安市科学技术协会青年人才提升项目（095920201317）

I-A3-50　太赫兹技术的生物医学应用

府伟灵*

陆军军医大学第一附属医院检验科

摘要：太赫兹（THz）技术是一种以无标记、非接触、非电离方式获取生物分子间弱相互作用模式的“图谱合一”检测新技术，是当今物理学和生物医学交叉的前沿热点，已经被用于包括核酸、蛋白质、细胞、细菌和组织等多个层次的生物医学研究中[1,2]。我们通过 THz 衰减全反射技术、微纳流道技术、THz 超材料技术及水凝胶液相薄膜传感等技术，突破了水环境强吸收对 THz 波液相检测的干扰[3]；成功解决了制约 THz 波生物医学应用的“水敏感性”、“灵敏度”、“特异性”等技术瓶颈；在离体活细胞 THz 波液相传感检测关键技术、细胞 THz 衰减全反射检测技术、THz--流式细胞检测技术及平台搭建等方面实现了技术突破；创建了多项 THz 波生物医学应用的创新理论、技术和方法[4]。成功实现了包括适配体，核酸分子，外泌体，脂蛋白等生物分子的液相传感及高灵敏度探测；成功构建了活细胞的 THz 液相传感技术，有效提取液相下活细胞的 THz 响应特征，实现了离体细胞的定量检测、细胞通透性变化、细胞凋亡及活生理状态无标记检测，初步实现了乳腺癌与神经胶质瘤的太赫兹波谱特征研究。

关键词：太赫兹；活细胞；无标记分析；生物传感。

参考文献：

[1]Yang X,Yang K,Luo Y,Fu W:Terahertz spectroscopy for bacterial detection:opportunities and challenges.Applied Microbiology and Biotechnology 2016,100(12):5289-5299.

[2]Tian H,Huang G,Xie F,Fu W,and,Yang X:THz biosensing applications for clinical laboratories:Bottlenecks and strategies.TrAC Trends in Analytical Chemistry 2023,163:117057.

[3]Zhou J,Zhao X,Huang G,Yang X,Zhang Y,Zhan X,Tian H,Xiong Y,Wang Y,Fu W:Molecule-Specific Terahertz Biosensors Based on an Aptamer Hydrogel-Functionalized Metamaterial for Sensitive Assays in Aqueous Environments.ACS Sensors 2021,6(5):1884-1890.

[4]Yang K,Li J,Lamy de la Chapelle M,Huang G,Wang Y,Zhang J,Xu D,Yao J,Yang X,Fu W:A terahertz metamaterial biosensor for sensitive detection of microRNAs based on gold-nanoparticles and strand displacement amplification.Biosensors and Bioelectronics 2021,175:112874.

报告人简介：

府伟灵，教授、主任医师，国务院政府特殊津贴获得者、国家“973”计划项目首席科学家。担任全军检验医学专业委员会主任委员、《中华检验医学杂志》副总编、《Biosensors&Bioelectronics》杂志特邀编委等学术职务。先后主持包括国家“973”计划项目、国家仪器重大专项等 30 余项高显示度国家/军队课题；发表 SCI 论文 100 余篇；获授权国际、国家发明专利 80 余件。以第一完成人获国家科技进步奖二等奖 1 项，军队科技进步奖一等奖 2 项，“吴阶平医学研究奖和保罗•杨森药学研究奖”1 项等 49 项各类科技奖励及荣誉。Email:fwl@tmmu.edu.cn。

I-A3-51　IgG 蛋白构象变化热力学太赫兹光谱技术研究

魏东山[1,2*]，常天英[1]，汪岳峰[1]，崔洪亮[1]

1 中国科学院深圳先进技术研究院光电技术研究中心

2 东莞理工学院电子工程与智能化学院

摘要：许多生物分子在实现其生物功能前都发生构象变化，构象变化对生物分子结构和功能有重要影响；准确测定构象转变热力学，不仅可以识别和鉴定生物分子种类，也可以预测生物分子的结构稳定性和活性，这对于药物设计、分子反应、酶催化等领域的研究具有重要意义。本工作首先对温度诱导的 IgG 蛋白溶液构象变化开展快速、灵敏的太赫兹光谱检测；其次，考虑到 IgG 蛋白溶液对太赫兹波的吸收特性，根据溶液中三元太赫兹吸收模型（即生物溶液的太赫兹吸收等于溶质吸收、本体水吸收和溶剂化吸收之和）[1]，从不同温度、不同浓度下生物分子溶液太赫兹光谱数据中提炼出溶剂化水太赫兹吸收系数；然后，结合生物分子构象变化平衡常数和范特霍夫方程，以溶剂化水的太赫兹吸收系数为观测量，对 IgG 蛋白构象变化过程中的热力学参量进行探测与详细分析，阐明利用太赫兹光谱技术开展热力学研究的物理机制[2]，从而发展一种准确、快速、无标记探测生物分子构象变化热力学的新方法。

关键词：太赫兹光谱；IgG 蛋白；构象变化；热力学；吸收系数

参考文献：

[1]M.Heyden,E.Bründermann,U.Heugen,G.Niehues,D.Leitner,M.Havenith,Long-Range Influence of Carbohydrates on the Solvation Dynamics of Water Answers from Terahertz Absorption Measurements and Molecular Modeling Simulations,Journal of the American Chemical Society.2008,130:5773-5779

[2]F.Böhm,G.Schwaab,M.Havenith,Mapping Hydration Water around Alcohol Chains by THz Calorimetry,Angewandte Chemie International Edition.2017,56:9981-9985.

报告人简介：魏东山，男，43 岁，博士，研究员。主要从事太赫兹技术与光学传感技术在生物医学、材料科学、半导体等领域的应用研究。近年来主持国家科技部“十三五”重点研发专项课题、国家自然科学基金、教育部留学基金、中科院“西部之光”计划、广东省基础与应用基础等竞争性科研项目多项。发表 SCI 论文 100 余篇，授权国家发明专利 20 余件。Email:ds.wei@siat.ac.cn

I-A3-52　基于 THz-Raman 光谱的脑损伤快速识别技术研究

王与烨[1,2,3*]，葛梅兰[1,2,3]，李海滨[1,2,3]，徐德刚[1,2,3]，姚建铨[1,2,3]

1 天津大学精密仪器与光电子工程学院，天津，300072

2 天津大学光电子信息技术教育部重点实验室，天津，300072

3 天津大学微光机电系统技术教育部重点实验室，天津，300072

摘要：脑损伤是一种对人体健康危害极大的神经系统疾病。现有临床检测手段对不同程度脑损伤识别难度较大，对治疗和预后造成了极大挑战[1]。太赫兹波能够反映物质中分子非对称性振动/转动和极性基团振动/转动引起的偶极矩变化，具有无标记、指纹谱等优势，在生物医学检测领域具有极大的发展潜力。拉曼光谱可对分子对称性振动/转动和非极性基团振动/转动导致分子形变引起的极化率进行表征，能够反映物质化学和结构信息，且对水含量不敏感，具有原位无标记测量等优势。因此，太赫兹光谱与拉曼光谱联用有望实现不同程度脑创伤的高灵敏度识别。本文基于 THz 光谱与低波数拉曼光谱对不同程度冲击性脑创伤大鼠的血清进行了研究，分析了轻度和中度创伤后 72 内血清的 THz 光谱与 Raman 光谱特征变化规律。并采用光谱融合技术，将血清的 THz 光谱与 Raman 光谱进行数据融合和特征融合，不同程度脑损伤分类准确度达到 1.29%。该研究结果为脑损伤的快速、高灵敏和无标记诊断提供一种新型的方法。

关键词：太赫兹光谱；拉曼光谱；血清；脑损伤；无标记。

参考文献：

[1]Mullins RJ,Injuries from explosions:physics,biophysics,pathology,and required research focus.The Journal of trauma.2009,66(5):1468-1477.

报告人简介：

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，日本理化学研究所客座科学家，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等项目 20 余项。已在 ACS Photonics、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 10 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。邮箱：yuyewang@tju.edu.cn

通讯作者：王与烨：Email: yuyewang@tju.edu.cn

基金：国家自然基金（U22A20353, 62175182, 62275193，U22A20123）

I-A3-53　基于超表面的特异性肿瘤组织和细胞检测

李珂[1]，夏宇[1]，苏绚涛[1]，宋爱民[1]，张翼飞[1*]

山东大学微电子学院

摘要：脑胶质瘤和卵巢癌都是恶性肿瘤，具有很强的侵入性和异质性，严重威胁着患者的生命。近年来，基于超表面的快速、无标记、无损的癌症频谱检测技术受到世界范围内广泛关注。然而，频谱检测技术普遍存在特异性差的难题需要解决。我们基于 ELC 超材料和人工表面等离激元超材料分别对脑胶质瘤细胞和卵巢癌组织进行了特异性检测。前者采用了大有效面积的超表面设计，通过标定脑胶质瘤活细胞和凋亡细胞不同的频谱特性，实现了对脑胶质瘤细胞在不同药物处理下的增殖和凋亡效应的特异性检测；后者基于高品质因子的人工表面等离激元超材料，通过不同的频移特性区分正常卵巢组织和癌变组织，利用损耗特性特异性区分浆液性卵巢癌和显性卵巢癌组织。以上工作为基于超表面的特异性癌症检测提供了一种新思路。

关键词：超材料；特异性检测；脑胶质瘤细胞；卵巢癌切片。

参考文献：

[1]Wang QT,Li K,Chi HZ,Fan Y,Li BY,Zhao RR,Guo QD,Qi YH,Wang WH,Shi YP,Liu H,Song AM,Xue H*,Li G*,Zhang YF*，Label-free Distinguish Proliferative and Apoptotic Responses of Glioma Cells with Terahertz Metamaterials,*Sens.Actuator B Chem.*,2023,389:133887.

[2]Zhang YF*,Xia Y,Ling HT,Zhang JH,Li K,Yuan CZ,Ma HL,Huang Q,Wang QP,Su XT*,Label-free diagnosis of ovarian cancer using spoof surface plasmon polariton resonant biosensor,*Sens.Actuators B Chem.*,2022,352:130996.

报告人简介：

张翼飞，山东大学微电子学院副教授，博导，青年学者未来计划，山东大学纳电子工程与技术研究中心副主任。他博士毕业于美国特拉华大学，硕士和本科毕业于北京理工大学，主要从事太赫兹和毫米波异质集成电路与器件、动态调控超材料与表面等离激元及其生物探测应用的研究。迄今为止在所在领域核心期刊 *Nanophotonics*、*Sens.Actuator B Chem.*、*IEEE T-MTT*、*IEEE MWCL* 等杂志发表 SCI 论文 40 余篇，主持国家级和省部级项目多项。

通讯作者：张翼飞；Email：yifeizhang@sdu.edu.cn

基金：国家重点研发计划（2022YFA1400025），山东省重点研发计划（2019JZZY020109）

I-A3-54　太赫兹生物效应的原理和应用

李鼎[1]，张岩[1*]

1 首都师范大学物理系

摘要：太赫兹技术在过去数十年间发展迅速。作为一种强大的生物大分子表征工具，太赫兹光谱和成像技术展现了其在诊断医学和临床医学中的广阔前景。通过太赫兹光谱系统可以对生物样本的特定成分进行定量分析，类似地，太赫兹成像系统可以探测样品中待测成分的空间分布。本文以太赫兹光学系统的类型为索引综述了太赫兹诊断医学方面一些有代表性的研究,并从生物个体、组织、细胞到生物大分子的层面介绍了一些太赫兹生物效应的研究。尽管太赫兹临床医学领域仍处于尝试和初步探索的阶段，但有很多具有巨大的潜力的开创性研究，如太赫兹辅助靶向药物跨膜运输和太赫兹癌细胞DNA 去甲基等。最后总结太赫兹生物效应的研究现状，对该领域的重点方向和可能的突破点进行分析展望。

关键词：太赫兹；太赫兹诊断医学；太赫兹生物效应。

报告人简介：

李鼎，男，26 岁，毕业于首都师范大学物理系，英国南安普顿大学物理与天文学院国家公派留学博士生。研究方向为太赫兹成像技术、光学超表面。

Email:lidingcnu@163.com

通讯作者：张岩；Email：yzhang@cnu.edu.cn

基金：科技部国家重点研发计划(2019YFC1711905)资助项目

I-A4-55　基于上海同步辐射光源红外及太赫兹技术与应用

赵红卫*，武玉，吉特，王杰，朱化春，彭蔚蔚，陈敏

中国科学院上海高等研究院

摘要：基于同步辐射的红外光具有光源尺寸小、高准直性和高亮度等特点[1-3]。上海同步辐射光源新建成的红外谱学显微 BL06B 实验线站，光谱范围 10 cm^{-1}-10000 cm^{-1}，涵盖近红外-中红外-太赫兹远红外区域。实验线站具备不同频率区域的透射、反射和衰减全反射等多模式谱学与成像探测功能，可获得固/液/气不同状态样品的分子振动信息，可有效揭示糖类、氨基酸与蛋白质、核酸等生物分子结构及分子间相互作用。红外显微谱学是红外光谱学与显微技术的结合，探测样品微小区域的化学结构和不同组分空间分布，可用于生物组织样品的无标记检测。为满足生物微量样品检测需求、突破常规红外检测手段空间分辨率受衍射极限的限制，通过扫描近场显微红外技术，实现纳米空间分辨的红外谱学与成像灵敏探测。这些振动光谱技术在生物分子、组织、细胞、神经元、膜表界面以及超材料微结构等领域研究中有重要的应用。

关键词：上海光源同步辐射；红外光束线站；光谱与成像；太赫兹；结构与相互作用。

参考文献：

[1]Khatib O,Bechtel H.A,Martin M.C,Raschke M.B,Carr G.L.Far infrared synchrotron near-field nanoimaging and nanospectroscopy.Acs Photonics.2018,5(7):2773-2779.

[2]Liu GZ,Chang C,Qiao Z,Wu KJ,Zhu Z,Cui GQ,Peng WY,Tang YZ,et al.Myelin sheath as a dielectric waveguide for signal propagation in the mid-infrared to terahertz spectral range.Adv Funct Mater.2018,1807862.

[3]鲁瑶,彭蔚蔚,吉特等.基于红外纳米谱学技术的人类头发黑素体研究.2022,45(4):040101-1-8.

报告人简介：赵红卫，女，副研究员，研究方向主要为光与物质相互作用、太赫兹技术与应用、红外谱学与成像。

Email：zhaohw@sari.ac.cn

通讯作者：赵红卫；Email：zhaohw@sari.ac.cn

基金：自然科学基金 No. 62075225.

I-A4-56　太赫兹生物传感

范姝婷*，卢韶华，赵晶晶，钱正芳

广东省，深圳市，南山区，南海大道 3688 号，深圳大学，物理与光电工程学院，518060

摘要：太赫兹光谱作为一种无创、非标记性的检测技术，在生物传感领域显示出巨大的潜力。然而，由于水的大量吸收，太赫兹频率下直接在水环境中进行生物分子的传感仍然具有挑战性。有研究显示，生物分子与其周围的水分子网络相互作用，将导致其周围水壳层内的水分子具有不同的太赫兹吸收系数[1,2]。我们利用一种双六边形非对称开口环的超材料结构[3]，以肾上腺素为目标分子，在低浓度下实现了高灵敏的太赫兹传感，检测最低浓度达到 30μM，在 600 μM 浓度内线性拟合 R^2=0.81。在继续增加目标分子浓度时，我们发现传感器上待测物的吸收系数发生了非线性变化，这可能与研究报道的“水壳层重叠”理论相关。另外，本报告还将探索生物分子特异性识别技术在太赫兹波段的适用性，包括分子印迹、Crispr 等。

关键词：太赫兹时域光谱技术；生物传感；超材料；特异性识别

参考文献：

[1]Schmidt D A,Birer O,Funkner S,Born B P,Havenith M.Rattling in the cage:ions as probes of sub-picosecond water network dynamics[J].Journal of the American Chemical Society,2009,131(51):18512-7.

[2]Bye J W,Meliga S,Ferachou D,Cinque G,Zeitler J A,Falconer R J.Analysis of the Hydration Water around Bovine Serum Albumin Using Terahertz Coherent Synchrotron Radiation[J].Journal of Physical Chemistry A,2014,118(1):83-8.

[3]Lu S,Zhao J,Zhou D,Huang J,Sun Y,Sun Y,Qian Z,Fan S.Enhanced sensitivity of dilute aqueous adrenaline solution with an asymmetric hexagonal ring structure in the terahertz frequencies[J].Optics express,2022,30(8):12268-77.

报告人简介：

范姝婷，女，33 岁，深圳大学助理教授，研究方向为太赫兹技术及其生物医学应用。在 SCI 期刊发表学术文章 30 余篇，多次在国际会议上作邀请报告。谷歌学术总引用量 1500 余次，i10 指数 19。担任 APL Photonics 杂志顾问编委。Email:shutingfan@szu.edu.cn。

通讯作者：范姝婷；Email：shutingfan@szu.edu.cn

基金：国家自然科学基金委青年项目（61805150），广东省自然科学基金面上项目（2021A1515012296）

I-A4-57 MXene 镀层太赫兹超材料微流体传感器用于体外膜肺氧合（ECMO）装置中血栓实时监测的研究

杨柯[1,2*]，黄虹皓[1,2]，辛梅[2]，周一[1,2*]

1 中国人民解放军西部战区总医院

2 西南交通大学医学院

摘要：一种简单、实时、长期的体外膜肺氧合（ECMO）血栓监测装置对减少患者并发症和临床诊治复杂性具有重要意义。尽管传统血栓检测方法的临床价值已经得到了很好的证明，但这些方法受到基于间隔的测量模式和与 ECMO 装置集成困难的限制[1,2]。为此，我们提出了一种使用基于 MXene 镀层超材料结构的太赫兹微流体生物传感器进行实时血栓监测的新策略。我们通过实验和模拟研究了 MXene 电导率对太赫兹超材料信号响应的影响，首次阐明了其用于生物传感原理。通过将先进的 MXene 材料引入太赫兹超材料微流体系统，可以有效提高血液传感性能，确保血液相容性。基于这种新型元件，将该传感器以支持循环模式耦合在在 ECMO 装置中，可以很好地绘制血栓形成的整个过程。通过测试接受 ECMO 治疗患者的临床血液样本，太赫兹传感器在获取凝血激活时间、血栓形成时间和血栓形成率方面与传统血栓弹力图方法表现出强正相关（R^2=0.979、0.943 和 0.975）。这些发现表明，MXene 镀层太赫兹超材料微流体传感器具有实时监测、实施简单、易于集成的优点，是一个很有前途的早期预警和长期 ECMO 血栓监测平台。

关键词：太赫兹超材料、MXene、微流体、血栓、体外膜肺氧合

参考文献：

[1]Nunez,J.I.,et al.,Bleeding and thrombotic events in adults supported with venovenous extracorporeal membrane oxygenation:an ELSO registry analysis.Intensive Care Medicine,2022.48(2):p.213-224.

[2]Willers,A.,et al.,New trends,advantages and disadvantages in anticoagulation and coating methods used in extracorporeal life support devices.Membranes,2021.11(8):p.617.

报告人简介：

杨柯，男，31 岁，西部战区总医院心胸外科主治医师，硕士研究生导师，中国生物医学工程学会体外循环分会青年委员，四川省体外循环与转化医学专委会常务委员，联勤保障中心青年新苗人才，四川省科技创新苗子工程培养对象，军队优秀专业技术人才岗位津贴获得者。长期从事包括太赫兹光谱在内的各类光学传感器的设计构建和在军事医学以及生物医学领域的应用研究工作，近 5 年来以课题负责人身份承担包括国家自然科学基金在内的重要课题 5 项，发表 SCI 收录论文 14 篇，其中以第一或通讯作者身份在 Biosensors&Bioelectronics、Analytical Chemistry 等一区期刊上发表了 SCI 论文 2 篇，单篇最高 12.618。获批国家发明专利 12 项，其中以第一完成人身份获批 5 项，获批实用新型专利 4 项，其中以第一完成人身份获批 2 项。主编 6 万字以上中文专著 2 部，参编 10 万字以上英文专著 1 部，中文专著 3 部。Email：yangke0119@163.com

通讯作者：杨柯；Email：yangke0119@163.com

基金：国家自然科学基金青年项目（82102506），四川省自然科学基金青年项目（2023NSFSC1477）

I-A4-58 基于太赫兹光谱的心血管药物硝苯地平集体振动模式解析

王鹏驍[1*]，张雨曼[1]，赵俊彤[1]，闫玉岳[2]，刘立媛[2]，赵红卫[3]，何明霞[2]

1 郑州大学电气与信息工程学院，郑州，450001

2 天津大学精密仪器与光电子工程学院，天津，300072

3 中国科学院上海高等研究院，上海，201210

摘要：心血管疾病已成为威胁人类健康最严重的疾病之一，这使得心血管药物研发受到了极大关注。其中，硝苯地平（NFD）是钙离子通道阻断剂（CCB）家族中的重要成员，在分子结构上具有二氢吡啶（DHP）环的共性特征，但其与靶点的结合机制仍然是一个悬而未决的问题。尽管多种分析技术已被用于硝苯地平的结构表征，但仍然缺少对其集体振动行为的认识。因此在本项工作中，我们使用太赫兹(THz)光谱来研究硝苯地平的光谱指纹，并定量评估温度引起的特征频率偏移。结合量子化学计算方法，建立太赫兹指纹与集体振动模式的对应关系。其中，DHP 的集体振动模式主要分布在 2.5THz 以下，这为理解刚性 DHP 环的行为提供了补充信息，而甲基的旋转和硝基苯基的摇摆振动则广泛分布在 1.0-4.0 THz 范围内，这有助于 NFD 与目标分子之间的空间识别。从本工作可以说明，太赫兹光谱适用于表征 DHP 的集体振动模式，并能够从非共价相互作用角度阐明药物-靶点分子的结合行为，有望成为一种用于构象分析和药物开发的非侵入性检测技术[1,2]。

关键词：心血管药物；太赫兹光谱；量子化学计算；集体振动模式；二氢吡啶环

参考文献：

[1]Wang P,Zhao J,Zhang Y,et al.The fingerprints of nifedipine/isonicotinamide cocrystal polymorph studied by terahertz time-domain spectroscopy[J].International Journal of Pharmaceutics,2022,620:121759.

[2]Wang P,Zhang Y,Zhao J,et al.The collective vibrational modes of dihydropyridine in nifedipine studied by terahertz spectroscopy[J].Spectrochimica Acta Part A:Molecular and Biomolecular Spectroscopy,2023,292:122404.

报告人简介：王鹏驍，男，31 岁，郑州大学电气与信息工程学院讲师，硕士生导师，主要开展太赫兹光谱技术的生物医学检测和传感研究。2020 年毕业于天津大学精密仪器与光电子工程学院，获工学博士学位。曾赴德国波鸿鲁尔大学 Martina Havenith 教授课题组、英国剑桥大学 Axel Zeitler 教授课题组联合培养，发表 SCI/EI 收录的学术论文 10 余篇，主持和参加国家级、省部级科研项目 4 项。Email：iepfwang@zzu.edu.cn。

通讯作者：王鹏驍；Email：iepfwang@zzu.edu.cn。

基金：河南省重点研发与推广专项（科技攻关）（No. 212102310054）；精密测试技术及仪器国家重点实验室（天津大学）开放课题（No. pilab2101）。

I-B3-59　高精度宽带太赫兹光梳光谱及应用研究

曾和平

华东师范大学精密光谱科学与技术国家重点实验室，上海 200062

摘要：光学频率梳技术因其有极高的测量精度从根本上改变了频率计量和高分辨率光谱学研究的现状，极大提升待测光谱的分辨精度。将光梳精密控制拓展至太赫兹波段，实现宽带太赫兹光梳光谱的产生及高精度探测，为基于太赫兹频率梳的精密计量提供了新方法。然而，两个完全稳定的激光梳激发的太赫兹双光梳由于残余时序抖动而光谱性能严重退化。我们提出了一种噪声免疫的自适应时钟补偿新方法[1]，以实现对残余时序抖动引起的太赫兹光谱性能退化的有效抑制。通过引入两个窄线宽连续激光与飞秒光拍频，消除飞秒光源的相位波动，提取激光时序抖动作为自适应采样时钟信号，主动抵消太赫兹双光梳取样的时序抖动，极大提升太赫兹双光梳相干性，实现约 7 万个太赫兹脉冲连续采集以及多次取样平均，最终得到模式分辨的太赫兹频率梳，太赫兹光谱分辨精度为 66.14 MHz，梳齿线宽窄至 1.9 kHz，分数精度为 1.7×10^{-9}。并基于此开展太赫兹飞行时间测距及材料特性研究工作[2]。该宽带、模式分辨太赫兹梳状谱为太赫兹频率计量、多普勒极限光谱测量、分子旋转跃迁定量分析以及气体传感等应用提供了技术支撑。

关键词：太赫兹频率梳；飞秒光梳；太赫兹光谱。

参考文献：

[1]Y.Xia,M.Li,Z.Liu,D.Liu,Song.Bai,M.He,X.Shen,K.Yang,S.Yuan,M.Yan,K.Huang,H.Zeng,Optics and Laser Technology(2023).

[2]M.Li,Z.Liu.Y Xia,M.He,K.Yang,S.Yuan,M.Yan,K.Huang,H.Zeng.Terahertz Time-of-Flight Ranging with Adaptive Clock Asynchronous Optical Sampling,Sensors **23**,715(2023).

报告人简介：

曾和平,华东师范大学教授。2000 年入选教育部长江特聘教授，2006 年获基金委杰出青年科学基金，先后负责“分子精密光谱与精密测量”国家基金委创新群体、教育部长江学者创新团队、科技部重大科学仪器、国家重点研发计划等项目。2016 年当选 OSA Fellow，2021 年获中国物理学会萨本栋应用物理奖等。长期从事精密光谱与量子探测方面的教学与科研：实验与理论揭示了超快激光锁模启动与控制的基本物理过程；发展出飞秒光频梳在复杂环境干扰下的长稳控制方法，研制成高精度光梳光谱仪及太赫兹光梳谱仪。Email：hpzeng@phy.ecnu.edu.cn。

I-B3-60　溶液中生物样本的太赫兹波谱探测和特征解析

张明焜[1,*]，汤明杰[1]，蒋彦[1]，付颖[1]，石俊英[1]，廖云生[1]，王化斌[1,*]

1 重庆市高分辨三维动态成像检测工程技术研究中心，中国科学院重庆绿色智能技术研究院

摘要：太赫兹技术具有检测生物体指纹信号的潜能[1]。然而，水对太赫兹波的强吸收以及生物分子与水分子的相互作用，是活性生物样本太赫兹波谱探测和解析的公认难题。针对上述挑战，我们在水环境中太赫兹信号的高灵敏探测和生物样本的太赫兹特征解析方面做了相关工作。首先，开发了衰减全反射-微流控探测技术[2]：实现了液相样本太赫兹波谱的高灵敏、高精度和微量探测。该技术已广泛应用于生物分子溶液、活细胞、动物体液的太赫兹检测研究中，已成功检出单碱基突变的寡核苷酸、氨基酸的手性，药物刺激下的细胞活性变化等[3]。其次，我们运用分子动力学结合准谐振估计和时间关联函数等模型[4]，研究了生物分子溶液太赫兹波谱的理论计算方法。基于溶液的介电弛豫特征，研究了离子、生物分子溶质对周围水分子转动弛豫的影响；并初步厘清了生物分子结构、理化性质影响溶液太赫兹介电谱的机制和规律[5]。上述工作为水环境中蛋白质等生物样本的太赫兹信号探测和特征解析提供了有效方法。

关键词：太赫兹波与物质相互作用，衰减全反射-微流控，分子动力学，生物分子，细胞

参考文献：

[1]Yang ZB,Tang DY,Hu J,Tang MJ,Zhang MK,Cui HL,Wang LH,Chang C,Fan CH,Li J,Wang HB.*Small* 2021,17(3),2005814

[2]Fu Y,Chen TA,Chen LG,Guo YS,Yang ZB,Mu N,Feng H,Zhang MK,Wang HB.*Front.Bioeng.Biotech.*,2023,11:1143443

[3]Liao,YS,Zhang,MK,Tang,MJ,Chen LG,Li XQ,Liu ZD,Wang,HB.*Biomed.Opt.Express*,2022,13(4):2380

[4]Zhang MK,Chen SB,Hu JR,Ding QH,Li LD,Lv SQ,Long M.*Nanoscale*,2021,13(12):5923

[5]Ling DX,Zhang MK,Song JX,Wei DS.*Polymers*,2019,11(2):385

报告人简介：张明焜，男，1986 年生，副研究员。主要从事太赫兹生物探测和解析，分子动力学模拟的研究。主持国家自然科学基金、重庆市自然科学基金、重庆市技术创新与应用示范项目等。以第一或通讯作者在 Nanoscale、Front.Bioeng.Biotech.等期刊发表论文 10 余篇，以第一发明人授权中国发明专利 3 项。入选中国科学院青年创新促进会人才计划。

通讯作者：张明焜；Email：zhangmk@cigit.ac.cn

基金：中国科学院青年创新促进会(2022390)，国家重点研发计划（2021YFA1301503），国家自然科学基金（62175238）

I-B3-61 二维过渡金属碳化物和氮化物纳米薄膜超宽带太赫兹极限吸收

赵陶[1*]，万胡杰[1]，丁天朋[1]，胡旻[1]，肖旭[1]

1 电子科技大学

摘要：宽带和高效的太赫兹吸收薄膜对高性能的太赫兹探测器至关重要，是下一代无线通信、天文学、安全检查、医疗成像等领域所极需的。最近的研究报道了一系列可增强太赫兹波吸收的二维材料，如石墨烯、过渡金属硫化物和拓扑绝缘体等。然而，要在整个超宽的太赫兹频段实现薄膜本征的吸收极限(50%)仍然具有挑战性。我们研究发现仅 10.2nm 厚(~λ/30000)的 Ti3C2Tx MXene 自组装薄膜可以在整个 0.5-10 THz 波段达到本征的薄层吸收极限。这种有趣的现象归因于 Ti3C2Tx MXenes 中高自由电子浓度 (~10^{21} cm^{-3})、短的弛豫时间(~10 fs)和独特的片内和片间(跳跃)电子传输特性。该极限吸收的现象需采用交流阻抗匹配理论来解释，而不是经典的直流阻抗匹配。这些发现将推动基于 MXene 的宽带太赫兹技术的研究和发展，为开发紧凑的、超宽带的太赫兹光电子或光热电器件提供了一种新的途径。

关键词：MXene；超宽带太赫兹吸收；太赫兹探测。

参考文献：

[1]P.H.Pham et al.,Broadband impedance match to two-dimensional materials in the terahertz domain. Nature Communications.8,2233(2017).

[2]T.Zhao,P.Xie,H.Wan,T.Ding,M.Liu,J.Xie,E.Li,X.Chen,T.Wang,Q.Zhang,Y.Wei,Y. Gong,Q.Wen,M.Hu,C-W.Qiu,X.Xiao.Ultrathin MXene assemblies approach the intrinsic absorption limit in the 0.5–10 THz band.Nature Photonics 2023,doi:10.1038/s41566-023-01197-x

报告人简介：赵陶，男，35 岁，电子科技大学副教授，主要研究方向为太赫兹低维材料物理与器件。发表论文 50 余篇，以第一或通讯作者在 Nature Photonics,Photonics Research,Applied Physics Letters,等国际著名期刊上发表学术论文十余篇。多次受邀参加国内外会议作邀请或口头报告。主持国家重点研发项目、国家自然科学基金青年基金项目、四川省自然科学面上项目和中央高校基金等项目，作为骨干参与国家自然科学基础科学中心项目、国家重点研发计划项目、国家重点基础研究计划等多个国家重大重点项目。

通讯作者：赵陶；Email：forzhaotao@uestc.edu.cn.

基金：(国家重点研发计划 2020YFA0714001；四川省自然基金面上项目 2022NSFSC0514).

I-B3-62　太赫兹痕量气体探测分析方法研究

郑小平*，王浩然，李佳，张德鉴，邓晓娇

自动化系，清华大学，北京，中国

摘要：针对痕量化学品组分和浓度的非接触探测难题，搭建了基于固态倍频技术和外差探测技术的气体探测太赫兹光谱系统，实现了 100 kHz 光谱分辨率。提出了基于混合电流的 BE 漏波天线辐射模型，解释了 TM/TE 电流耦合特性及其对笔形波束辐射现象的贡献，实现了对经典理论体系的突破与修正。提出了基于漏波天线的气体分布检测系统，实现了张角为 16° 的锥形空间范围内精确气体分布检测。提出了基于碰撞展宽的太赫兹光谱分析方法，从气体固有物理特性的角度探索痕量气体的成分识别和浓度分析，实现了乙腈气体的探测下限为 1.4ppm。提出了一种针对太赫兹波段的 Herriott 型多通池设计方法，设计了面向 260-400 GHz 频段的多通池，最长光程高达 6 m，进一步提升了气体探测灵敏度。

关键字：太赫兹，痕量探测，光谱分析

报告人简介：郑小平，男，1970 年生，重庆人；现为清华大学自动化系长聘教授、检测与电子技术研究所所长、化学品探测技术研究中心主任；教育部“长江学者”特聘教授、国家杰出青年科学基金获得者、973 首席科学家，以第一完成人获国家科学技术进步奖二等奖、教育部自然科学奖一等奖、教育部科技进步奖一等奖和中国石油和化学工业联合会科技进步奖一等奖。目前主要从事大气化学品的太赫兹探测技术与仪器研究，主要讲授《太赫兹技术概论》本科生课程和《太赫兹探测与成像技术》研究生课程。

I-B3-63　基于超表面的太赫兹生物传感研究

李吉宁[1*]，杨翔[2]，徐德刚[1]，府伟灵[2]

1 天津大学精密仪器与光电子工程学院，天津，300072

2 中国人民解放军陆军军医大学，重庆，400023

摘要：近年来，由于太赫兹（THz）波的分子指纹谱和非接触无损检测特性，太赫兹光谱、成像等技术已在生物医学检测等领域成为研究热点。但由于目前太赫兹检测系统的分辨率、信噪比、稳定性等问题，还无法良好的实现对微量生物分子的检测。电磁超表面是指在二维平面上具有亚波长周期或非周期阵列结构的人工电磁材料，通过设计合适的结构尺寸，能够与太赫兹波产生较强烈的相互作用，从而在结构表面激发强局域电磁场振荡。这种局域电磁场对近场范围内介电环境的变化十分敏感，因此非常适合利用其对微量的生物分子实现传感检测。本论文针对抗抑郁症药物和疾病标记物氨基酸的微量检测需求，提出了一种基于超表面谐振峰-峰值振幅传感的新方法，设计并测试了两种基于等离子诱导透明结构的石墨烯杂化超表面，实现了对抗抑郁药物去甲替林和疾病标记物氨基酸的高灵敏度和分子官能团的特异性检测。此外，通过 DNA 片段与纳米颗粒的特殊组合，以及利用石墨烯与生物分子之间的相互作用，实现了微量 miRNA 的高灵敏度传感检测，大大增强了太赫兹超表面生物传感器的灵敏度，为各种疾病的诊断提供了新的方法。

关键词：超材料；超表面；太赫兹；太赫兹器件；生物传感。

参考文献：

[1Xu W,Xie L,Ying Y.Mechanisms and applications of terahertz metamaterial sensing:a review.Nanoscale,2017,9(37):13864-13878.

[2]Xu W,Xie L,Zhu J,et al.Terahertz biosensing with a graphene-metamaterial heterostructure platform.Carbon,2019,141:247-252.

[3]Hou X,Chen X,Li T,et al.Highly sensitive terahertz metamaterial biosensor for bovine serum albumin(BSA)detection[J].Optical Materials Express,2021,11(7):2268.

[4]Sun K,Li JN,Ge L,Zhong K,Wang YY,Xu DG,Yang X,Fu WL,Yao JQ.Graphene-enhanced hybrid terahertz metasurface sensor for ultrasensitive nortriptyline sensing and detection.Opt.Express,2022,30(20):35749-35758.

[5]Li JN,Sun K,He W,Chen K,Ge L,Zhong K,Wang YY,Xu DG,Yao JQ.THz plasmon-induced transparency metasurfaces based on metal-graphene hybrid structure for high-sensitive amino acid disease-marker biosensing.Results Phys.,2022,33:105183.

[6]Yang K,Li JN,Chapelle ML,Huang GR,Wang YX,Zhang JB,Xu DG,Yao JQ,Yang X,Fu WL.A terahertz metamaterial biosensor for sensitive detection of microRNAs based on gold-nanoparticles and strand displacement amplification.Biosens.Bioelectron.,2021,175:112874.

报告人简介：

李吉宁，男，38，副教授，太赫兹超材料及功能器件。近年来负责或参与相关国家 973 项目、重点研发项目、国家自然科学基金重点项目以及国家军工等各级项目 20 余项，以第一或通讯作者在《Biomaterials》,《Biosensors and Bioelectronics》,《Carbon》,《Applied Physics Letters》，《Nanoscale》，《Optics Express》等国际高水平期刊发表论文 30 余篇，论文他因 300 余次。jiningli@tju.edu.cn。

I-B3-64　基于太赫兹超表面的混合 BIC

丛龙庆 [1*]

1 南方科技大学工学院电子与电气工程系，广东深圳 518055

摘要：BIC 在增强光与物质相互作用方面展现了极佳的应用价值，在非线性光学、生物传感、超快光开关等领域都报道了极佳的应用性能。在超表面中应用 BIC 最常用的思路是破坏阵列所有微结构单元的对称性，从而可以将完全束缚的模式泄露而向自由空间辐射，形成品质因数（Q）任意可调的准 BIC 谐振模式。这种对称保护 BIC 模式的 Q 与阵列微结构对称破缺之间具备明确的负二次定量关系，因此 Q 对结构参数的扰动相对较敏感，导致实际加工的样品 Q 值往往比理论低很多。报告将介绍一种混合 BIC 模式，通过降低整个微结构阵列的准 BIC 谐振辐射密度，提升太赫兹超表面准 BIC 模式的整体 Q 值，从而提升其稳定性，降低加工缺陷带来的影响。该方法比常用的均匀 BIC 阵列 Q 值提升 14.6 倍以上。通过分析混合 BIC 阵列在倒易空间的模式特性，我们可以定性、定量地理解实验观测的光谱属性。

关键词：BIC；太赫兹；超表面；品质因数

参考文献：

[1]J.Fan,Z.Li,Z.Xue,H.Xing,D.Lu,G.Xu,J.Gu,J.Han,L.Cong."Hybrid bound states in the continuum in terahertz metasurfaces".Opto-Electronic Science,2,230006,2023.

报告人简介：

丛龙庆，南方科技大学电子系副教授、研究员、博士生导师，入选国家青年特聘专家，主要研究方向是太赫兹光子学、超材料、光子晶体等。已在 Nature Communications 等期刊发表论文 46 篇，其中 JCR 一区论文 37 篇，4 篇论文入选 ESI 高被引论文，被引用 5300 余次，h-index 为 36；担任 Science Advances,Light:Science&Applications 等 40 余种知名期刊的审稿人；担任 Science 合作期刊 Ultrafast Science 青年编委、中国激光杂志社青年编委，全球光电大会（OGC2021,2022）分会主席，IEEE 资深会员，深圳市青年五四奖章获得者。

Email:conglq@sustech.edu.cn

通讯作者：丛龙庆；Email：conglq@sustech.edu.cn

基金：国家自然科学基金面上项目 62175099

I-B4-65　频率可调谐连续波太赫兹回旋管研究进展

刘頔威[1,2*]，王维[1,2]，宋韬[1,2]

1 电子科技大学，电子科学与工程学院

2 电子科技大学，太赫兹技术教育部重点实验室

摘要：频率连续可调太赫兹回旋管在太赫兹驱动动态核极化核磁共振波谱、电子顺磁共振等诸多领域有重要的应用前景。论文对近年来团队研制的频率可调谐太赫兹回旋管及相关的应用进行了总结。包括工作在基波状态下的 140GHz、250GHz、263GHz 和 330GHz 太赫兹回旋管，工作在二次谐波的 460GHz、500GHz、527GHz 和 660GHz 的太赫兹回旋管，以及频率连续可调的太赫兹回旋管在增强核磁共振波谱系统中的应用。

关键词：太赫兹；回旋管；频率可调谐；动态核极化；核磁共振。

参考文献：

[1]Liu Diwei,Song Tao,Hu Qiao,Zhang Yanqing,Zhang Chen,Wang Wei,and Hu Min.Detailed investigations on a multi-section cavity for a continuously frequency-tunable gyrotron,IEEE Transactions on Electron Devices,Vol.66,No.6,pp.2746-2751,2019.

[2]Song Tao,Huang Jie,Zhang Chen,Liang Peisheng,Qi Xu,Ran Da,Yan Zheng,Wu Zhenhua,Zhang Kaichun,Zhao Tao,Hu Min,Wei Yanyu,Gong Yubin,Wang Wei,Liu Diwei.Experimental Investigations on Effects of Operation Parameters on a 263 GHz Gyrotron,IEEE Transactions on Electron Devices,online,2022.

报告人简介：

刘頔威，男，电子科技大学电子科学与工程学院研究员，博士生导师，太赫兹技术教育部重点实验室常务副主任。本硕博均毕业于电子科技大学。研究领域包括大功率太赫兹辐射源、太赫兹输准光技术及太赫兹生物医学应用，主持了国家重点研发计划、JKW 创新特区和预研等项目，作为主研参与了包括自然科学基金基础科学中心、国家 973 计划等重大重点项目。在包括 IEEE EDL、IEEE TED 和 IEEE TPS 在内的国内外刊物上发表 SCI 论文 60 余篇。应邀在 IRMMW-THz 等国际国内会议做特邀报告等 60 余次。获得中国发明专利授权 10 余项，获得四川省科技发明奖一项。

通讯作者：刘頔威；Email：dwliu@uestc.edu.cn

基金：该论文得到了国家重点研发计划(2017YFA0701000)；国家自然科学基金(61988102, 61921002, 62071108)；四川省自然科学基金(2022NSFSC0513、2022NSFSC0514)和中央高校基础业务费(ZYGX2020ZB008 、ZYGX2021J011)的资助。

I-B4-66　面向前沿科学应用的回旋管大功率太赫兹波源

韩小涛*，肖后秀，陈贤飞

华中科技大学武汉国家脉冲强磁场科学中心

摘要：太赫兹辐射具有高时空分辨、有机分子特征谱等特异性，在高灵敏度解析生物大分子结构、物质相变与量子状态调控等前沿科学研究领域具有巨大的应用价值。其中，对于动态核极化增强型核磁共振（DNP-NMR）、电子自旋共振（ESR）等前沿高端谱仪装置而言，太赫兹波源功率和频率的提高对于提升谱仪的分辨率、信噪比等性能十分关键。然而，传统慢波器件和量子级联激光器在向太赫兹频段过度的过程中面临慢波结构缩小和量子能量降低等瓶颈，使得其在太赫兹频段内功率往往不超过十瓦[1]。基于电子回旋脉塞原理的回旋管快波器件具有频率高、功率大的优点[2]，可为突破相关研究和应用瓶颈提供必要的技术支撑。目前国家脉冲强磁场科学中心正在发展面向 DNP-NMR、ESR 等前沿科学应用的回旋管大功率太赫兹波源，自主研发了太赫兹回旋管理论设计与分析平台，并建成了包含 30 T 脉冲磁体、15 T 超导磁体的太赫兹回旋管综合实验研究平台，初步实现了频率 260.2~797.6 GHz、功率 100W 以上的太赫兹辐射[3]。未来强磁场二期将会建设太赫兹谱实验测试系统，包含回旋管太赫兹波源、DNP-NMR、ESR 等三个实验站，预期将研制 1THz/10ms 平顶脉冲强磁场回旋管以及 140GHz、400GHz 等系列连续波回旋管，并将其应用于 DNP-NMR、ESR 谱仪装置，开展生物大分子结构解析等科学研究。

关键词：太赫兹回旋管；动态核极化增强型核磁共振；电子自旋共振。

参考文献：

[1]Paoloni C,Gamzina D,Letizia R,et al.Millimeter wave traveling wave tubes for the 21st Century.Journal of Electromagnetic Waves and Applications,2021,35(5):567-603.

[2]Chu K R.The electron cyclotron maser.Rev.Mod.Phys.,2004,76(2):52.

[3]Xiao H,Huang Y,Han X,et al.Development and Initial Experimental Results of a Terahertz Pulsed Field Gyrotron in the WHMFC.IEEE Transactions on Electron Devices,2022,69(9):5242-5247.

报告人简介：

韩小涛，男，49 岁，教授，长期从事强磁场时空调控技术及其应用研究，主持研制了放电拓扑动态重构、高精度时序可调的脉冲强磁场装置中央控制系统，居国际同类设施领先水平；研发了多种类型高稳定度平顶脉冲强磁场技术，在国际上首次实现平顶强磁场下的 NMR 和 I-V 等测量；主持国家重点研发计划大科学装置前沿研究重点专项、国家自然科学基金区域创新发展联合基金重点项目、湖北省重点研发计划项目等多项纵向课题，xthan@hust.edu.cn。

I-B4-67　0.8 THz 二次谐波回旋管理论与实验研究

肖后秀*，陈贤飞，韩小涛

华中科技大学武汉国家脉冲强磁场科学中心

摘要：回旋管是基于电子回旋脉塞原理的快波真空电子器件[1]，其利用回旋电子与谐振腔内快波的高效互作用来工作，可在太赫兹频段内实现百~千瓦级高功率电磁波辐射。太赫兹频段的回旋管对磁场强度要求较高，1THz 需要约 37T 强磁场，超过了现有商用超导磁场（通常低于 20T），往往需要采用谐波工作方式来降低工作磁场需求。目前，武汉国家脉冲强磁场中心设计并研制了一支 800 GHz 二次谐波回旋管，并建成了包含 15 T 超导磁体、电源系统、中央控制系统、太赫兹波测量系统等的回旋管综合实验研究平台[2]。实验结果表明，在 14.85T 磁场和 20kV/0.6A 的电子注驱动下，二次谐波 $TE_{8,5}$ 工作模式能够稳定起振。基于外差混频法和热电功率探测器成功测得回旋管输出频率为 799.6 GHz、功率为 150 W。该回旋管能够较好的满足动态核极化增强型核磁共振（DNP-NMR）和电子自旋共振（ESR）等应用对大功率太赫兹波源需求。

关键词：太赫兹回旋管；二次谐波；强磁场。

参考文献：

[1]Chu K R.The electron cyclotron maser.Rev.Mod.Phys.,2004,76(2):52.

[2]Xiao H,Huang Y,Han X,et al.Development and Initial Experimental Results of a Terahertz Pulsed Field Gyrotron in the WHMFC.IEEE Transactions on Electron Devices,2022,69(9):5242-5247.

报告人简介：

肖后秀，男，42 岁，副教授，研究方向为大功率太赫兹技术、脉冲强磁场技术及应用，强磁场装置二期升级项目太赫兹谱实验测试系统负责人。提出了基于大功率半导体开关旁路技术实现高稳定度平顶脉冲磁体方法，成功实现了 25T/200 ms 平顶脉冲磁场，磁场稳定度达到 0.01%；成功研制了脉冲磁体/超导磁体 800GH 二次谐波回旋管太赫兹源，成功实现了 229~803GHz 的太赫兹辐射，800GHz 输出功率达 150W，主持/参与国家自然科学基金、国家重点研发计划课题等项目 10 余项，xiaohouxiu@mail.hust.edu.cn。

I-B4-68　高阶过模带状多注器件研究

舒国响[1]，谢新纶[1]，潘华兴[1]，唐佳伟[1]，马少辰[1]，林举健[1]，林广新[1]，李琪[1]，廖家财[1]，尹华碧[1]，何文龙[1*]

1 射频异质异构集成全国重点实验室，电子与信息工程学院，微电子研究院，深圳大学

摘要：真空电子太赫兹辐射源由于具有大功率、高效率等优点，在高精度雷达、电子对抗、卫星通讯等领域具有巨大的前景[1]。相比于传统基模带状单注器件，高阶过模带状多注器件融合了高阶过模慢波结构和带状多电子注的技术优势，具有结构尺寸大、输出功率大等优点。然而高阶模功率耦合、低阶模抑制及稳定注波互作用、带状双注的产生与传输等关键科学与技术问题制约着该类管型的发展。围绕上述问题，对高阶过模带状多注器件的高阶模慢波结构、高阶模功率耦合器、带状双注电子枪、均匀场聚焦系统、注波互作用系统等展开了研究。基于上述思路，分别对带状多注行波管和返波管进行了优化设计。所设计的行波管在 50 GHz(230.0–280.0 GHz)内输出功率>332.0 W，增益为 30.2 dB。所设计的返波管在 12.8 GHz(224.0-236.8 GHz)可调谐频带内输出功率>150.0 W。

关键词：真空电子太赫兹辐射源；高阶过模慢波结构；带状多注；行波管；返波管

参考文献：

[1]Y.Gong,Q.Zhou,M.Hu,et al.Some advances in theory and experiment of high-frequency vacuum electron devices in China,IEEE Trans.Plasma Sci.,2019,47(5):1971-1990.

报告人简介：

舒国响，男，34，特聘研究员，助理教授，留学博士生导师，IEEE Senior Member，《真空电子技术》青年编委，Micromachines/Electronics 客座编辑，深圳市海外高层次人才，深圳市孔雀计划团队核心成员。从事大功率毫米波太赫兹电子器件研究。主持科研项目 11 项，含国家级 3 项，经费累计 572 万元，参与国家级重点/重大项目 3 项。在 IEEE TMTT/EDL/TED/TST、APL、OE 等期刊发表 SCI/EI 论文 100 余篇，含 IEEE Trans.35 篇。授权中国/国防发明专利 7 项。在 PIERS、中国微波周等学术会议作邀请报告 7 次，分会主席 4 次，TPC member 3 次。报告人邮箱：gxshu@szu.edu.cn。

通讯作者：何文龙；Email：wenlong.he@szu.edu.cn

基金：广东省基础与应用基础研究基金(2021A1515011242,2022A1515011480)

I-B4-69　基于表面等离子体波的太赫兹辐射源研究

张平*，杨友峰，郭宏阳，杨生鹏，王少萌，宫玉彬

电子科学与工程学院电子科技大学

摘要：表面等离子体振动产生的电荷密度波，沿着金属和介质的界面传播，形成表面等离子体波。表面等离子体波具有强局域性、特性与微纳结构表面强相关等特点，一直是光学、材料科学、生物科学等领域研究的焦点[1]。当前利用等离子体波可以发展光源、太赫兹源。为了让等离子体波能工作在太赫兹波段，我们主要采用了两种方式，一种是利用亚波长结构可以支持很强的仿表面等离子体波的特性，通过改变亚波长周期结构的周期使等离子体波位于太赫兹波段[2,3]；另一种方法是采用二维电子气[4]，二维电子气的等离子体波刚好可以覆盖太赫兹波段。在这些辐射源的研究中，克服等离子体波的损耗是实现等离子体波放大的关键。通常薄膜材料相较于块材料，表面等离子体波具有更长的寿命。我们从亚波长周期结构的仿表面等离子体波、半导体异质结中的等离子体波出发，研究了表面等离子体波放大的条件，以及局域场转化为辐射场的方式，发展了相应的太赫兹辐射源，以满足小型化、片上可集成的需求。

关键词：表面等离子体波；二维电子气；太赫兹辐射；半导体异质结。

参考文献：

[1]Barnes WL，Dereux A and Ebbesen TW,Surface plasmon subwavelength optics,Nature,424(14),2003.

[2]Liu S,Zhang P,Liu W,Gong S,Zhang Y,and Hu M， Surface Polariton Cherenkov Light Radiation Source,Phys.Rev.Lett.,109,153902，2012.

[3]Zhang P,et al.,The Transformation from Surface Wave into Radiation Wave Using Composite Subwavelength Holes Array,Advanced Photonics Research,3,2100358,2022.

[4]Guo HY,Zhang P,Yang SP,Wang SM and Gong YB,Numerical study on THz radiation of two-dimensional plasmon resonance of GaN HEMT array,Chin.Phys.B,32,040701,2023.

报告人简介：

张平，男，2007 在电子科技大学获得学士学位，2013 在电子科技大学获得博士学位。2013 年 7 月留校任教，2016 年 8 月起担任副教授。2016.11－2017.12 美国加州大学洛杉矶分校（UCLA），访问学者。承担国家自然科学基金青年基金项目，面上基金项目，参与国家自然科学基金重点基金等，并承担多项省部级科研基金项目。在 Phys.Rev.Lett.，Appl.Phys.Lett.，Opt.Express，J.Phys.D:Appl.Phys.等学术期刊发表论文三十余篇。邮箱，zhangping@uestc.edu.cn

通讯作者：张平；Email：zhangping@uestc.edu.cn

基金：国家自然科学基金，No.62171098, 92163204 and 61921002.

I-C3-70　高分辨率太赫兹成像探测技术

王楠楠，邱景辉，程亚运*

哈尔滨工业大学

摘要：可见光成像解决看得清问题，红外成像解决看得见问题，太赫兹成像解决看得透问题。在分辨率方面太赫兹成像需要进一步提高，包括空间分辨率和亮温分辨率，因此高灵敏度辐射计技术是太赫兹成像探测的核心技术之一，辐射计是一个高灵敏度、非线性、能量识别接收机。辐射计作为一种无源遥感探测核心部件，正是根据自然界中所有高于绝对零度的物体都会辐射电磁波的原理而研制的。辐射计的接收信号功率 Psi 远小于辐射计的等效输入噪声功率 Pni，辐射计是一种高灵敏度接收机，输入信噪比 SNR 远小于 1，这似乎与传统的无线电接收机的理论相矛盾，但是辐射计确实具有这样的能力，为此本文分析了辐射计低输入信噪比接收的物理特征和统计学理论，辐射计的输入信号与辐射计的等效输入噪声具有相同的统计学特性，在辐射计输入端输入信号与等效输入噪声具有功率叠加性，在辐射计输出端具有功率谱统计均值和数学期望的叠加性，据此探讨了辐射计高灵敏度的特性，提出了噪声波和载波扩频的概念，给出椭球反射面聚焦获得高空间分辨率的方法，探讨了提高太赫兹成像高分辨率的技术途径。

关键词：太赫兹；高分辨率；辐射计；椭球天线；

报告人简介：

邱景辉，男，63 岁，哈尔滨工业大学博士，教授，博导，乌克兰技术科学院外籍院士。主要研究方向为毫米波太赫兹成像探测技术、新体制射频隐身技术、天线理论及小型化技术、毫米波太赫兹电路与系统。获得国家科技进步二等奖 1 项、国防科技进步一等奖 1 项，省部级二等奖 3 项、三等奖 3 项。111 引智基地负责人。自然科学基金重点项目群重点项目负责人，以及多项国防和民用项目负责人。发表论文 150 余篇，专著 2 部，专利 30 余项。

qiujh@hit.edu.cn

通讯作者：程亚运；Email：chengyy@hit.edu.cn

I-C3-71　基于扫描探针的高时空分辨太赫兹成像技术

王天武 [1,2*]

1 广东大湾区空天信息研究院，广州 510700

2 中国科学院空天信息创新研究院，北京 100094

摘要：太赫兹位于微波与远红外之间，已经成为物理学、材料学、生物医学等交叉学科发展的全新认知手段。本次报告将介绍课题组研制的一系列高水平太赫兹实验研究平台，包括泵浦探测系统、超宽带（1-30THz）太赫兹时域波谱系统、近场成像系统等，以及在二维材料研究方面取得的成果等，同时围绕高时空分辨太赫兹扫描隧道显微镜技术研究进展进行汇报，包括宽带太赫兹载波包络相位控制器的研制，以及近期在太赫兹近场波形原位探测上取得的成果。

关键词：太赫兹时域波谱技术；近场成像；太赫兹脉冲包络控制器；太赫兹扫描隧道显微镜。

参考文献：

[1]Li Tong,Quan Baogang,Fang Guangyou,Wang Tianwu.Flexible THz Carrier-Envelope Phase Shifter Based on Metamaterials.Adv.Optical Mater.2022,2200541.

报告人简介：

王天武，男，39 岁，研究员，主要研究方向包括超快太赫兹纳米成像技术、新型低维材料载流子超快动力学、太赫兹产生与探测等，在 ACS NANO、Advanced Optical Materials、Photonics Research、Nature Photonics 等期刊发表高水平论文 30 余篇；主持国家科技部重点研发计划课题、国家基金委面上项目等多项，Email：wangtw@aircas.ac.cn。

I-C3-72 “不在近场下”的太赫兹近场显微技术

王新柯[1]，张岩[1,2*]

1 首都师范大学物理系，超材料与器件北京市重点实验室

摘要：随着太赫兹成像技术已经在众多基础研究和工业领域得到了重要应用，如何提高空间分辨率成为了发展太赫兹成像的关键因素。当前主流的太赫兹近场成像，都需要将太赫兹辐射源、探测器或调制器置于太赫兹波的近场区域，此测量模式难免对于样品的选择提出了一定的限制，极有可能导致样品形态发生改变以及光学器件被污染。本工作中，创新性地将一对垂直传播的飞秒激光分别进行聚焦，将空气电离形成气体等离子体，两个垂直重叠的等离子体就形成了“十字灯丝”。将一束太赫兹光束引入“十字灯丝”的中心区域，对太赫兹光束的强度进行调制。通过采用双调制技术，排它性地提取了仅由“十字灯丝”中心区域调制的太赫兹信号。由于激光诱导气体等离子体的直径一般都在几十微米尺度，因此采用这种技术为入射的太赫兹光束打开了一个尺度为几十微米的动态孔径。当将“十字灯丝”足够地接近待测样品表面时，就可以对样品的太赫兹近场信号进行测量。这里，由于两束激光是掠入射过样品表面，所产生的等离子体并没有直接照射样品，因此“十字灯丝”对于样品的损害被降到了最低。这个技术的特别之处在于，整个系统中没有任何实际的光学器件去靠近样品，却最终提取到了太赫兹近场信号，所以称之为“不在近场下”的太赫兹近场显微技术[1]。

关键词：太赫兹；近场探测；十字灯丝；动态孔径。

参考文献：

[1]Wang XK,Ye JS,Sun WF,Han P,Hou L,Zhang Y.Terahertz near-field microscopy based on an air-plasma dynamic aperture.Light:Science&Applications.2022,11:129.

报告人简介：

王新柯，男，41，教授，太赫兹成像技术、太赫兹超材料器件，以责任作者在 Light:Science&Applications、Advanced Optical Materials、Optics Letters、Optics Express、Applied Physics Letters 等期刊发表论文 30 余篇，获批国家级、北京市级科研项目 6 项，获批国家发明专利 3 项、国际发明专利 1 项，获科研奖项 2 项，wxk82721@cnu.edu.cn。

I-C3-73　太赫兹近场纳米成像与成谱

张晓秋艳[1,2]，许星星[1,2]，张天宇[1,2]，胡旻[1,2*]

1 电子科技大学电子科学与工程学院太赫兹中心，四川成都 610054

2 太赫兹技术教育部重点实验室，成都 610054

摘要：太赫兹散射型扫描近场光学显微镜（s-SNOM）通过突破传统成像衍射极限，实现了纳米级空间分辨率，并能够同时研究样品在太赫兹频段的光学特性[1]。宽频太赫兹 s-SNOM 主要是由太赫兹时域光谱（THz-TDS）与原子力显微镜（AFM）结合而成的成像系统[2]。在实验中，通过将脉冲太赫兹波聚焦在 AFM 的探针尖端和样品表面，并根据探针的抖动频率解调远场信号，可以获得更纯净的近场信号。THz s-SNOM 这种先进技术为探索微观和纳米尺度下的生物、化学和材料现象提供了前所未有的机会。然而，从太赫兹频率范围内，由于 THz s-SNOM 探针的共振引起了强烈的干扰，从样品中提取固有共振谱信息的研究依旧面临着重大挑战。与红外和可见光波段相比，探针的近场共振在太赫兹范围内被放大，从而严重阻碍了太赫兹纳米光谱的观测。本研究通过利用太赫兹探针共振消除时域显微镜（PRE-TDM）取得了重大突破：首次观测到太赫兹频段纳米尺度下光与物质相互作用的固有共振。值得注意的是，我们成功地分离了天然材料的固有分子共振和超材料的结构共振，并克服了探针共振造成的严重干扰。我们利用这种方法在纳米尺度空间分辨率下识别具有不同共振的物质，并通过实空间成像分析超材料中的波导模式局域共振。PRE-TDM 的实施为无散射太赫兹近场纳米光谱学提供了全新的可能性，同时也为太赫兹近场纳米显微镜在纳米尺度上探索各种材料的光谱特性铺平了道路。

关键词：太赫兹近场；纳米频谱；纳米成像

参考文献：

[1]K.Moon,H.Park,J.Kim,Y.Do,S.Lee,G.Lee,H.Kang,H.Han.Subsurface Nanoimaging by Broadband Terahertz Pulse Near-Field Microscopy.Nano Letters 2015,15:549-552.

[2]Y.-C.Yong,Y.-Z.Wang,J.-J.Zhong.Nano-spectroscopic imaging of proteins with near-field scanning optical microscopy(NSOM).Current Opinion in Biotechnology 2018,54:106-113.

报告人简介：

张晓秋艳，女，28，博士后

研究方向：自由电子太赫兹辐射源；THz s-SNOM 生物近场研究。

学术成果：在期刊 Carbon、photonic research 发表多篇文论。多次参加国际学术会议，在红外毫米波会议发表报告 4 次，电磁兼容会议口头报告 1 次。国内太赫兹年会口头报告 3 次。Email：zhang_xqy@uestc.edu.cn

I-C4-74　太赫兹光谱传感和成像的生物应用

张彩虹*，杨圣新，张伟，吴敬波，范克彬，陈健，吴培亨

南京大学电子科学与工程学院超导电子学研究所

摘要：太赫兹传感和成像技术在物质鉴别、国防安全、雷达成像、生物医学等领域具有广泛的应用前景。本文介绍了一种快速太赫兹光谱技术，并在此基础上改进时域检测方法，以适用高 Q 值的高灵敏传感和高分辨成像。该方法的成像速度最高可达 20fps（在 512x1024 像素下），一次成像的视野范围最大可达到 5mm 左右，分辨率可达到 λ/12 左右。我们在信息检测、传感和生物组织癌变检测等方面进行了研究，探索了其在材料器件表征、芯片传感和生物检测等领域的应用。

关键词：太赫兹光谱；太赫兹传感；高分辨成像

报告人简介：

张彩虹，女，教授，博导，国家优青获得者，主要研究方向为太赫兹科学与技术。在 Nature physics,Advanced Optical Material,Applied Physics Letter,Physics Review Applied,Optics Letter 等期刊发表 SCI 论文 60 多篇。多次受邀在国内外学术会议上做邀请报告。担任中国生物物理学会太赫兹生物物理分会委员、中国电子学会太赫兹青年专委会委员、全国超导标准化技术委员会委员、中国仪器仪表协会光学分会理事、中国光学学会工程光学专委会委员等，积极推动学术发展和服务社会工作。主持和参与了国家自然科学基金委优秀青年、面上、青年、重点基金，以及国防创新特区项目等多项科研项目。email:chzhang@nju.edu.cn.名，性别，年龄，职称，研究方向，学术成果，Email。

通讯作者：张彩虹；Email：chzhang@nju.edu.cn

基金：国家重点研发计划 (2021YFB2800701), 国家自然科学基金 (NSFC) (62222106, 61871212, 62071217, 62027807, 92163216, 62288101, 62171216), 和中央高校基本科研业务费。

I-C4-75　基于太赫兹超构表面的炎症标志物痕量传感研究

王日德[1]，黄陆军[2]，娄菁[1]，张晓宝[1]，杨霄[1]，常超[1,*]

1 军事科学院国防科技创新研究院

2 华东师范大学物理与电子科学学院

摘要：探测和监测生物分子的能力对于我们理解生理和病理过程至关重要。生物传感器能够分辨各种样品中的生物分子，是医疗诊断、安全和工业应用不可或缺的工具。可靠、快速和高度敏感的疾病指标检测对于及时和具体的诊断和治疗至关重要。需要提出即时检测 POCT 设备非常适合现场环境中的健康监测和生物安全应用。这些设备不仅便携、低成本，且能够快速检测众多生物标记物，如蛋白质、抗体、核酸等。为了进一步丰富设备的丰富性，基于微纳结构的局域表面等离子体共振的太赫兹等离子体生物传感器近年来一直备受关注，由于在太赫兹光谱学、生物医学成像和诊断、传感、安全检测等方面的广泛应用。针对上述的实际医学需求，我们提出了基于连续域束缚态法诺共振的超灵敏太赫兹传感生物元器件，可以分辨超低浓度的炎性介质溶液。该方法为疾病诊断提供了一种快速、非破坏性的传感方法。结构的单元元素由三个长度可调的天线周期性排列组成。通过激发太赫兹赝局域表面等离子体共振以及在对称结构中引入非对称微扰，实现近场强耦合并激发法诺准连续域束缚态共振，显著提高了光与分析物的相互作用。这种法诺共振是由泄漏的电偶极子模式和环形偶极模式干涉形成，束缚态环形偶极模式是由亚衍射周期系统支撑的对称保护束缚态。系统灵敏度可以达到 674 GHz/RIU。在临床上与脓毒症相关的炎症标记物允许在~1 pM 痕量浓度时进行分辨。通过控制几何不对称程度，受连续域束缚态激发的启发，为设计和制定满足需求的法诺共振的线宽和品质因子提供了一个重要而简单的工具。该方法能够普适的拓展到不同光学区域实现不同生物传感器的能力。这些结果为实现低浓度溶液的无损和非接触定量检测提供了新的可能性，为疾病预防和诊断提供了一种有用的传感方法。

关键词：太赫兹；超灵敏生物传感器；痕量无标记检测；炎症标志物；连续体束缚态。

参考文献：

[1]Wang,Ride;Xu,Lei;Huang,Lujun;Zhang,Xiaobao;Ruan,Hao;Yang,Xiao;Lou,Jing;Chang,Chao;Du,Xiaohui,Ultrasensitive Terahertz Biodetection Enabled by Quasi-BIC-Based Metasensors.Small 2023,e2301165.

[2]Ride.Wang,Lei.Xu,Jiayi.Wang,Lang.Sun,Yanan.Jiao,Yuan.Meng,Shuo.Chen,Chao.Chang,and Chunhai.Fan,"Electric Fano resonance-based terahertz metasensors,"Nanoscale 13,18467-18472(2021).

[3]Lang.Sun,Lei.Xu,Jiayi.Wang,Yanan.Jiao,Zhaofu.Ma,Zenghong.Ma,Chao.Chang*,Xiao.Yang and Ride.Wang*,"Pixelated frequency-agile metasurface for broadband terahertz molecular fingerprint sensing,"Nanoscale 14,9681-9685(2022).

报告人简介：

王日德，男，30 岁，助理研究院，军事科学院国防科技创新研究院，博士毕业于南开大学物理科学学院。科研方向主要围绕基于超构表面的太赫兹生物医学方面的应用研究以及太赫兹人工超构材料功能器件研究。主持国防科技创新特区项目 3 项，参与国家自然科学基金项目 2 项。以第一/通讯作者在 Light Science&Application，Small，ACS Photonics(封面)，Nanoscale(封面)，Applied Physics Letters，Optics Express 等杂志发表 SCI 论文 20 余篇，申请国家发明专利 10 余项。Email：wangride@mail.nankai.edu.cn。

[1]**通讯作者：王日德**：王日德：wangride@mail.nankai.edu.cn

I-C4-76　基于深度对抗域适应的复合材料分层缺陷太赫兹检测

连光辉[1]，徐亚飞[1]，王星雨[1]，王蓉[1]，田诺曼[1]，张留洋[1*]

[1]西安交通大学机械工程学院

摘要：复合材料凭借其优异性能，在航空航天等领域获得广泛应用[1]。相比金属材料，复合材料对无损检测技术具有更苛刻、更有针对性的要求。数据驱动的太赫兹无损检测技术在识别复合材料损伤方面展现出了巨大潜力。然而多数此前的数据驱动方法依赖于足够多具有标记的损伤数据，且假设训练数据（源域）和测试数据（目标域）符合相似的分布[2]。但实际测试环境下由于待测材料、测试环境等条件的不同，太赫兹信号会产生较大的差异，导致模型在目标域上性能下降。因此，提出了一个基于深度领域适应的复合材料太赫兹检测技术，对不同测试条件下的复合材料分层缺陷进行定位与成像。具体而言，首先对收集的太赫兹信号进行预处理，初步降低目标域和源域数据分布间的距离，再通过深度对抗域适应进一步压缩数据分布距离。实验证明，提出的方法与传统的深度学习模型相比，在不同太赫兹数据集上具有更好的泛化性能、较高的缺陷识别精度和成像分辨率，对太赫兹无损检测技术在实际工业场景中的应用具有重要的指导意义。

关键词：太赫兹检测；复合材料缺陷；深度迁移学习；对抗域适应

参考文献：

[1]Peiyu Wang,Zhencheng Li,Licheng Zhou,Yongmao Pei,Microwave nondestructive detection and quantitative evaluation of kissing defects in GFRP laminates[J],Composites Science and Technology,2018,162:117-122.

[2]Yafei Xu,Hongkuan Zhou,Yuqing Cui,Xingyu Wang,D.S.Citrin,Liuyang Zhang,Ruqiang Yan,Xuefeng Chen,Full scale promoted convolution neural network for intelligent terahertz 3D characterization of GFRP delamination[J],Composites Part B:Engineering,2022,242:110022.

报告人简介：

连光辉，男，24 岁，西安交通大学机械工程学院硕士在读。2021 年获得吉林大学生物与农业工程学院学士学位。研究方向：基于深度迁移学习的复合材料太赫兹检测技术。学术成果：发表 SCI 论文 1 篇，获得授权发明专利两项。Email:lianguanghui@stu.xjtu.edu.cn。

通讯作者：张留洋；Email：liuyangzhang@xjtu.edu.cn

基金：国家自然科学基金 52175115

I-D3-77　不同层面太赫兹生物辐射效应研究的初步认识

何明霞*，王磊，赵晋武

天津大学精密仪器与光电子工程学院

摘要：太赫兹生物辐射效应研究是太赫兹科学在生物医学领域中非常重要的研究方向，部分新颖的研究成果受到众多学术人员的关注。大量生物大分子的转动、集体振动和弱相互作用的能级间距处于太赫兹频带范围，因此推断太赫兹波可以与生物大分子的弱相互作用网络产生共振效应从而影响生物大分子的结构和功能。值得注意的是，太赫兹辐射参数（包括辐射频率、辐射时间等）与生物样品类型（包括不同的分子、细胞和动物等）是生物效应研究中两个最关键的因素，因此本报告总结并归纳了团队多年来以不同的生物体系结合多种辐射条件所获得的研究成果，对太赫兹生物效应研究的方法论和科学观进行了初步探索。

生命过程离不开特定结构的生物分子，生物分子之间有序的生化反应是一切生命过程的基础，以生化反应过程为研究对象，是太赫兹生物效应研究的最简化模型。我们总结了团队近年来太赫兹波对蛋白质分子影响的研究工作，认为太赫兹生物效应的本质是太赫兹波影响了生化反应发生的概率。

细胞是生物体最基本的结构单位与功能单位，能通过对细胞中生物过程的影响推测动物体的变化。我们对眼部细胞进行长时间太赫兹辐照，利用对差异基因表达变化的检测与信息学分析研究了太赫兹辐射影响基因表达的能量累积效应。我们通过归纳细胞学实验结果，认为能量累计效应的本质来源于活细胞稳态维持所必须的弛豫过程。

以动物体系为实验对象能够研究多种细胞在太赫兹辐射后的综合效应，比细胞实验结果更真实反映活体生物的功能变化。我们利用新西兰兔、小鼠等常规动物结合视觉电生理检测，初步探索了活体动物对太赫兹波的响应问题。我们认为，活体动物的宏观效应来自于生物体内微观效应的级联放大。

关键词：太赫兹波；辐射效应；方法论；多层面。

报告人简介：

何明霞，女，博士，天津大学教授、博导，毕业于天津大学精密仪器与光电子工程学院，曾留学意大利和美国。2004年作为访问学者加入被誉为“太赫兹时域光谱技术之父”的Daniel Grischkowsky教授在美国俄克拉荷马州立大学创建的“超快光子学”实验室，与国际著名太赫兹领域专家张伟力教授合作。十几年来，何明霞教授致力于太赫兹科学技术的研究、应用与教学。主持承担了国家科技部重大仪器专项子课题、国家创新重大项目子课题、天津市科技重点等多项，累计研究经费千万元。分别开展了癌症组织的太赫兹成像、太赫兹应用于生物深层信息探测的新方法、太赫兹生物效应等前沿基层研究和应用于材料的厚度和材料内部缺陷等无损检测的太赫兹技术实用化研究，获批多项发明专利。已招生和培养研究生近50名，发表论文80余篇。是天津大学“太赫兹光子学”研究团队的核心成员和最初的创建者。何明霞教授是“中国生物物理学会·太赫兹生物物理分会”的创建者之一和分会首届副会长兼任秘书长。同时现任中国光学学会光电技术专业委员会委员、中国仪器仪表学会图像科学与工程分会秘书长。
联系方式：hhmmxx@tju.edu.cn。

通讯作者：何明霞；Email：hhmmxx@tju.edu.cn

I-D3-78　生命体系中低频太赫兹集体振动的探测与操纵

张广旭[1]，吕军鸿[1,2*]

1 中国科学院上海高等研究院

2 滨州医学院

摘要：生命体系的动力学特征涉及大范围的时间尺度，其中皮秒量级的运动对应太赫兹频率，包括生物大分子的低频振动模式和水分子的氢键网络动力学，它们被认为与许多关键的生命活动有关，并受到分子间相互作用等环境因素影响。太赫兹光谱技术的发展提供了直接访问这些运动的工具，但相关的探测工作仍然面临一些亟待解决的技术挑战，特别是生物环境中大量的溶剂水会产生强烈的信号干扰，限制了对生化相关扰动引起的精细动力学变化的表征。我们课题组近期围绕低频太赫兹频率振动是否/如何决定生命的功能状态这一基本的前沿科学问题，综合利用多学科手段，在生物大分子、人工细胞和活细胞三种层次开展研究，开展了对多个生命体系的低频太赫兹集体振动特征的探测与扰动操纵研究。

关键词：生物体系；太赫兹频率；集体振动；探测；操纵

参考文献：

[1]Guangxu Zhang#,Chao Tang#,Lexin Pan,Junhong Lü.Low-frequency collective motion of DNA-binding domain defines p53 function.Proteins,2022,90(3):881-888.

[2]Guangxu Zhang,Yadi Wang,Jiang.Qian,Yue Wang,Xueling Li,Junhong Lü.Terahertz refractive phenotype of living cells.Front Bioeng Biotechnol.2023,10:1105249.

[3]Chao Tang,Yadi Wang,Jie Cheng,Chao Chang,Jun Hu,Junhong Lü.Probing terahertz dynamics of multidomain protein in cell-like confinement.Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc.2022,275:121173.

[4]Chao Tang,Jing Yang,Yadi Wang,Jie Cheng,Xueling Li,Chao Chang,Jun Hu,Junhong Lü.Integrating terahertz metamaterial with water nanodroplets for ultrasensitive detection of soluble amyloid b aggregates in liquids.Sensors&Actuators:B.Chemical.2021,329:129113.

[5]Jing Yang,Chao Tang,Yadi Wang,Chao Chang,Jianbing Zhang,Jun Hu,Junhong Lü.The Terahertz Dynamics Interfaces to Ion-lipid Interaction Confined in Phospholipid Reverse Micelles.Chemical Communication.2019,55(100):15141-15144.

报告人简介：

吕军鸿，男，研究员，博士生导师。主要从事太赫兹生物学研究.lvjunhong@jnl.ac.cn

I-D3-79　太赫兹波对 vCA1 区谷氨酸能神经元的神经调控作用研究

王惠[1]，宋乐泉[1]，何智威[1]，赵黎[1]，彭瑞云[1*]

1 军事科学院军事医学研究院辐射医学研究所

摘要：【目的与意义】脑是太赫兹波的敏感靶器官之一，太赫兹波暴露后小鼠认知功能改变，腹侧海马 CA1 区是小鼠工作记忆、识别记忆等的关键脑区，关于太赫兹波对 vCA1 区影响尚未见报道，本研究可为揭示 THz 波的神经生物学效应，为后续的神经调控研究开辟新思路。【材料方法】采用 vHPC 离体脑片模型，随机分为 Control 和 Terahertz 组，采用 0.152THz，辐射时间为 60min，暴露过程中监测温度变化。于辐射后即刻检测各项指标，采用离体脑片 LTP 检测突触可塑性，膜片钳检测动作电位、自发放电、突触后电流、NMDAR 和 AMPAR 电流，高密度微电极阵列检测同步放电活动，免疫荧光染色检测神经活性变化。【实验结果】①0.152THz 暴露 60min，温升为 0.753℃。②vCA3-CA1 突触可塑性增强，fEPSP 斜率增加（P＜0.0001）。③vCA1 神经元的诱发动作电位改变：动作电位发放数增加（P＜0.05），单动作电位的基强度电流和阈值降低（P＜0.05）。④vCA1 神经元自发放电活动增强，表现为胞外自发放电频率增加（P＜0.05）。⑤vCA1 神经元兴奋性突触传递改变：sEPSC、mEPSC、sIPSC 和 mIPSC 频率增加（P＜0.05），振幅无明显变化。⑥vCA1 区神经元同步放电发放频率与 Spike 占比增加（P＜0.05）。⑦vCA1 区神经活性增强，表现为 c-Fos 阳性细胞数增加。【结论】0.152THz/60min 太赫兹波辐射可通过非热效应调控 vCA1 区神经电活动和神经活性。

关键词：太赫兹波；海马；腹侧 CA1；神经调控；自发放电

报告人简介：王惠，女，35 岁，副研究员，电磁辐射致认知改变效应与机制，先后以第一负责人/共同负责人承担国家和军队等科研项目 9 项，专/分题负责科研项目 5 项；以第一/通讯作者发表 SCI 论文 17 篇；授权国家发明等专利 10 项；获体视学会科技进步一等奖 1 项；负责神经电生理平台的构建，包含膜片钳系统、LTP 记录系统、离体多通道电生理、活体显微钙成像记录、离体钙成像及光遗传等。Email：wanghui597bj@163.com。

通讯作者：彭瑞云；Email：ruiyunpeng18@163.com

基金：国家自然科学基金联合项目（U2130104）

I-D3-80 前扣带皮层小胶质细胞趋化因子 CXCL12 的上调介导糖尿病神经痛

宋字华[1]，宋相杰[1]，王炜[2*]，张智[1*]，陶文娟[3*]
1 中国科学技术大学
2 中国科学技术大学第一附属医院
3 安徽医科大学

摘要：糖尿病患者经常经历神经病理性疼痛，目前缺乏有效的治疗方法。糖尿病疼痛的潜在机制尚不清楚。众所周知，前扣带皮层（ACC）参与处理和转换来自内部和外部感觉刺激的疼痛信息。越来越多的证据表明，中枢神经系统中小胶质细胞的功能障碍导致了许多疾病，包括慢性疼痛。在本研究中，我们在注射链脲佐菌素（STZ）建立的小鼠糖尿病模型中研究了小胶质细胞趋化因子 CXCL12 及其神经元受体 CXCR4 在糖尿病疼痛发展中的作用。通过 von Frey 试验中的左后爪疼痛阈值来评估疼痛敏感性。应用免疫组织化学和三维重建相结合的方法检测 ACC 中的小胶质细胞。通过全细胞记录、在体电生理和光纤光度记录检测 ACC 中谷氨酸能神经元（ACC^{Glu}）的活性。我们发现 ACC 中的小胶质细胞在 STZ 注射后第 7 周被显著激活，小胶质细胞 CXCL12 表达上调，导致 ACC^{Glu} 过度活跃和疼痛致敏。通过输注米诺环素对 ACC 中小胶质细胞进行药理学抑制，或在 ACC 注射 AMD3100 对 CXCR4 进行阻断，预防了 STZ 小鼠 ACC^{Glu} 的过度活跃，显著减轻糖尿病痛。此外，输注米诺环素对小胶质细胞的抑制显著降低了 STZ 诱导的小胶质细胞 CXCL12 的上调。这项研究表明，小胶质细胞介导的 ACC^{Glu} 活动通过 CXCL12/CXCR4 信号驱动糖尿病疼痛的发展，从而揭示了治疗糖尿病疼痛的可行治疗靶点，为太赫兹波干预疼痛提供可行性依据。

关键词：糖尿病神经痛；前扣带回皮层；小胶质细胞；小胶质细胞-神经元交互作用；CXCL12/CXCR4 信号

参考文献：

[1]Feldman EL,Nave KA,Jensen TS,Bennett DLH.New horizons in diabetic neuropathy:mechanisms,bioenergetics,and pain.Neuron.2017;93:1296–313.

[2]Miron VE,Priller J.Investigating microglia in health and disease:challenges and opportunities.Trends Immunol.2020;41:785–93.

[3]Cserép C,Pósfai B,Lénárt N,Fekete R,LászlóZI,Lele Z,et al.Microglia monitor and protect neuronal function through specialized somatic purinergic junctions.Science.2020;367:528–37.

报告人简介：

宋字华，女；年龄：29 岁；职称：中级；研究方向：太赫兹神经生物

学术成果：

1.**Zi-hua Song**[1],Xiang-Jie Song[1],et al.Up-regulation of microglial chemokine CXCL12 in anterior cingulate cortex mediates neuropathic pain in diabetic mice,Acta Pharmacologica Sinica,2023,0:1-13.

2.Ting-ting Pan[1],Wei Gao[1],**Zi-hua Song**[1],et al.Glutamatergic neurons and myeloid cells in the anterior cingulate cortex mediate secondary hyperalgesia in chronic joint inflammatory pain,Brain Behavior and Immunity,2021,101:62-77.

3.Tingting Sun[1];**Zihua Song**[1];Yanghua Tian[1],et al.Basolateral amygdala input to the medial prefrontal cortex controls obsessive-compulsive disorder-like checking behavior,Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,2019,116(9):3799-3804.

Email：zihuasong@126.com

通讯作者：陶文娟；Email：wjtao01@ahmu.edu.cn

基金：国家自然科学基金（基金号：32025017, 32121002, 81971264, and 32271176）

I-D4-81　毫米波太赫兹材料电磁特性测试技术

姜万顺*

中电科思仪科技股份有限公司

摘要：面向雷达、遥感、电子通信等领域材料精准测试的应用需求，重点分析了材料测试面临的重大挑战，介绍了毫米波太赫兹材料测试方法及方法适应性，系统地介绍了同轴传输线法、弓型框法、自由空间法等经典高精度材料测试方法原理及测试精度等；总结了材料测试的发展方向，并提出了未来发展意见和建议。

关键词：太赫兹；材料测试；高精度。

参考文献：

[1]Kemp,I.,et al.Sub-mm wave imaging techniques for non-destructive aerospace materials evaluation.in Proceedings of the IEEE 2009 National Aerospace&Electronics Conference(NAECON).2009.

[2]Krügener,K.,et al.THz time domain spectroscopy:Non-destructive evaluation of material detachments from exposed natural stone and ceramic objects.in 2017 42nd International Conference on Infrared,Millimeter,and Terahertz Waves(IRMMW-THz).2017.

[3]Nezadal,M.,J.Adametz,and L.P.Schmidt.Wideband imaging systems in the mm-Wave and THz range for security and nondestructive testing.in 2014 XXXIth URSI General Assembly and Scientific Symposium(URSI GASS).2014.

[4]Schecklman,S.,G.P.Kniffin,and L.M.Zurk.Terahertz Non-destructive Evaluation of Textile Ropes and Slings.in 2014 International Symposium on Optomechatronic Technologies.2014.

报告人简介：

姜万顺，男，57 岁，中电科思仪科技股份有限公司首席科学家，研究员级高级工程师，享受国务院政府特殊津贴专家，安徽省战略性新兴产业技术领军人才，从事微波毫米波太赫兹测试技术研究，在微波毫米波太赫兹多功能组件研究方面做出了多项开创性工作，先后主持 XXX 工程、GF 创新特区重点项目、自然基金委重大仪器专项等重大项目，先后获得信息产业部“先进工作者”、“神舟”六号载人航天先进个人，“安徽省学术和技术带头人”、“全国五一劳动奖章”等荣誉称号；获得国家科技进步二等奖、国防科技进步二等奖、中国电子科技集团公司科学技术二等奖等奖励，发表 SCI 论文 30 余篇，授权发明专利 30 余项，jiangwanshun@ceyear.com。

I-D4-82 太赫兹对离子跨膜输运过程影响的物理模型和数值模拟——基于量子力学的模型

向左鲜[1]，刘国治[1*]，常超[1*]

1 国防科技创新研究院

摘要:离子跨膜输运过程在神经信号产生和传输过程中扮演了非常重要的角色，由于离子通道的本振频率以及离子通道中处于束缚态的离子的本征频率在太赫兹量级，因此，当合适频率的太赫兹电磁场作用于离子通道时，会产生共振效应，对离子跨膜输运过程产生影响。目前，最常用的研究离子跨膜输运的理论研究方法是基于分子动力学模拟，然而，由于离子通道的尺寸和离子的德布罗意波长相当，我们认为，当离子在离子通道内运动时，其量子力学效应是不能忽略的。我们基于量子力学理论，建立了太赫兹对离子跨膜输运过程影响的物理模型，并完成了数值计算的算法设计并进行了数值模拟，研究了太赫兹电磁场影响离子跨膜输运过程的机理，并分析了离子跨膜输运过程影响较大的几个特征频率。

关键词：离子通道；太赫兹；量子力学；离子跨膜输运

报告人简介：

向左鲜，2008 年考入清华大学工程物理系，2012 年毕业，同年 8 月于清华大学工程物理系攻读博士学位，导师为刘国治院士，2018 年博士毕业。博士毕业后入职军事科学院国防科技创新研究院，任助理研究员，研究方向为太赫兹生物物理，重点研究生物体太赫兹电磁场的产生机理、太赫兹与生物体相互作用机理等问题，在 Science Bulletin 等期刊上，发表了一系列的论文，建立了一套神经高频信息产生和传输的物理模型。

通讯作者：Chang Chao；Email：changc@xjtu.edu.cn

I-D4-83 基于大功率行波管的太赫兹光声系统

梁冰洋[1,2*]，王少萌[2]，巩华荣[2]，段康鹏[2]，雷岳明[2]，王战亮[2]，杨生鹏[2]，周远国[1]，宫玉彬[2,3]

1 西安科技大学，信息与通信工程学院
2 电子科技大学，微波电真空器件国家级重点实验室
3 电子科技大学长三角研究院(衢州)

摘要：太赫兹波相较于光波具有更强的颅骨穿透能力，且呈现出对水分子敏感及非极性分子具有较强的穿透深度，因此太赫兹光声成像有望实现对颅脑的功能性成像，且成像出与水分子敏感的一些疾病特征。利用电子激光器产生的太赫兹脉冲，具有脉冲宽度小的优势，但存在能量低及泵浦光同步问题。因此我们利用大功率行波管，搭建了 W 波段的太赫兹光声成像系统：该系统分别由高功率太赫兹发射系统及超声信号接收系统组成。太赫兹发射系统由振荡器发射基频信号，采用 6 倍的倍频器产生太赫兹波；之后信号经行波管放大器放大，在 0.094THz 下，行波管发射脉宽 50us 时最大输出功率可达 120W；0.1THz 下，最大输出功率可达 42W；行波管输出能量再经由喇叭天线发射，为了提升能量密度，天线后放置聚焦透镜。超声信号接收系统则由超声探头、信号放大器及信号采集卡与显示系统组成。

关键词：太赫兹光声；太赫兹光声多物理机制；光声颅脑成像。

参考文献：

[1]Ichikawa,Natsumi,and Yasuaki Monnai."Detection of sub-terahertz photoacoustic effect for non-contact material sensing."Measurement:Sensors 18(2021):100239.

[2]Liang,B.,Wang S.,Shen F.,Liu Q.H.,Gong.Yu.,and Yao.J."Acoustic impact of the human skull on transcranial photoacoustic imaging."Biomedical optics express 12.3(2021):1512-1528.

报告人简介：

梁冰洋，男，讲师，光声成像，电磁反演成像，电磁积分计算。于 2014-2019 年在厦门大学电磁声学研究院从事电磁计算、反演成像相关理论学习，并与 2017 年作为公派留学联合培养在 Duke 大学光声实验室交流学习，2019 年在电子科技大学博士后研究。在 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing，Biomedical Optics Express，Journal of Biophotonics，Physical review,NDT and E International 等期刊发表 SCI 论文十余篇。

通讯作者：梁冰洋；Email：funnybingx@163.com

资助基金：中国博士后基金(2022M720664)，国家自然科学基金(92163204,61921002,61988102)，电子科技大学长三角研究院(衢州)(2022D007)。

I-D4-84 太赫兹波可通过改变染色质可及性抑制结直肠肿瘤细胞迁移和糖酵解

孙岚[1,2]，李阳梅[2]，俞云[2]，王培亮[2]，吴开结[2]，闵力[3]*，常超[2]*

1 中国中医科学院针灸研究所，针灸机能研究室，北京市东城区东直门内南小街 16 号，100700

2 军事科学院国防科技创新研究院，太赫兹生物物理研究室，北京市丰台区东大街 53 号院，100171

3 消化健康全国重点实验室，国家消化系统疾病临床医学研究中心，首都医科大学附属北京友谊医院消化内科，北京市西城区永安路 95 号，100050

摘要：高转移和代谢紊乱是肿瘤细胞的主要特征，也是肿瘤治疗中潜在的药物作用靶点。然而，相应的药物干预不可避免地诱导髓细胞抑制和胃肠道毒性。课题组研究工作首次发现，非药物的太赫兹（Terahertz，Thz）干预技术，显示出对结直肠肿瘤细胞的长期抑制。首先，我们通过分子动力学模拟揭示了特定频率为 83 太赫兹波的光辐射显著增加了 DNA 与组蛋白之间的结合亲和力，为基于太赫兹波调制(THz wave Modulation，THM)的肿瘤细胞干预提供了理论可能性。进一步的，细胞功能检测表明低功率 83 太赫兹波可以成功地抑制肿瘤细胞迁移，减少其糖酵解水平。其次，转录组及染色质转座酶可及性实验表明，低功率 83THz THM 抑制糖酵解和迁移相关基因可能是通过降低某些基因位点的染色质可及性有关。此外，在转移性异种移植小鼠模型中，经脾注射的 83THz 处理后的 HCT-116 细胞，结果发现肝转移程度显著下降，相关研究数据初步在动物实验中验证了 THM 对肿瘤细胞迁移的抑制作用。这项工作从表观遗传角度揭示了 THM 对肿瘤细胞的调控效应，为 THM 作为肿瘤的创新治疗应用提供了理论基础。

关键词：太赫兹；糖酵解；细胞迁移；结直肠癌。

报告人简介：

孙岚，女，31 岁，医学硕士，心理学博士，中国中医科学院助理研究员，中国研究型医院学会生物治疗专业委员会委员。长期从事医学、生理心理学及生物电磁信息领域相关研究，尤其在应激相关脑机制及干预领域进行了系统性探索。近 5 年来，以负责人身份主持国防科技创新特区等国家级项目三项。在 ACS Nano,Cell Commun Signal,Brain Res Bull 等期刊发表 15 篇学术论文，并以第一/通讯作者在 Research，Nano research 发表论文 7 篇，并在多个中科院二区及以上学术期刊担任审稿人。

通讯作者

常超；Email：gwyzlzssb@pku.edu.cn

闵力；Email：minli@ccmu.edu.cn

基金：国家自然科学基金 [82073390, 81702314, 61905286]；国防科技创新特区项目；中国博士后基金[2020M673689], 北京市科技新星计划 [Z191100001119128]。

I-A5-85　三维超分辨荧光和形貌显微镜的研制

王宏达[1,*]，刘勇[1]，邵丽娜[1]，蔡明军[1]，高婧[1]，石岩[1]
[1]中国科学院长春应用化学研究所，吉林长春，130022

摘要：细胞膜结构是基础和前沿的重要科学问题[1]，现有仪器手段已不能满足对细胞膜结构的深入解析，急需开发先进的超高分辨荧光和形貌成像仪器。超分辨荧光显微镜（STORM）突破了光学显微镜的衍射极限（分辨率达 10nm），为在单分子水平揭示生命现象提供了关键技术手段；但 STORM 在三维形貌成像和 Z 轴分辨率方面还有明显不足。原子力显微镜（AFM）是一种高空间分辨率的形貌成像技术（侧向分辨率为几纳米，Z 轴分辨率达 0.1nm），并能进行力学研究；但 AFM 也有难以提供分子种类信息和扫描区域小等缺点。根据 STORM 和 AFM 各自存在的优缺点，我们研发一种新型的三维超分辨荧光和形貌显微镜（3D-SRFTM），实现超高分辨的荧光和形貌成像[2]。该仪器具有纳米级的超高荧光分辨率、高分辨三维形貌成像、多种单分子同时定位成像等功能，可对细胞膜结构进行高分辨结构研究，并可以推广到生物、化学、材料等研究领域。同时，我们自主研发全电动显微镜主机，为多种高端荧光显微镜国产化提供平台支撑。

关键词：超分辨显微镜；原子力显微镜；高端荧光显微镜；国产化

参考文献：

[1]Shan Y,Wang H,Chem.Soc.Rev.2015,44:3617.
[2]Zhou L,Gao J,Wang H,Shi Y,Xu H,Yan Q,Jing Y,Jiang J,Cai M,Wang H,Nanoscale 2020,12:9950.

报告人简介：

王宏达，中国科学院长春应用化学研究所研究员，“国家杰出青年基金”、科技部重点研发计划首席科学家。长期从事单分子生物物理方面的研究工作，提出新的红细胞膜结构模型和有核组织细胞膜结构模型；自主研发形貌超分辨荧光显微镜等技术，并形成产品转化。在Chemical Society Reviews、Nature Communications、PNAS、Cell Research、JACS、Nano Letters等杂志发表论文120余篇。应邀担任中国化学会生物物理化学专业委员会副主任委员、中国生物物理学会理事等。(email：hdwang@ciac.ac.cn)

I-A5-86　基于频域映射的太赫兹数值超分辨成像算法

朱婷[1]，方广有[1]，陈学权[1*]

1 广东大湾区空天信息研究院，广州，510700，中国

摘要：由于衍射极限限制，低频段太赫兹（<1 THz）的图像空间分辨率在毫米量级，难以满足许多生物医学应用对空间信息解析的需求。多种近场技术虽可突破衍射极限[1],[2]，获得微米至纳米级的空间分辨率，其通常对样本表面光洁度与平整度等有较严苛要求，且成像速度、信噪比与视场等也常受到限制。因此，太赫兹生物医学领域仍缺乏能有效平衡成像分辨率与普适性的超分辨技术。我们在此提出一种基于频率映射的纯数值超分辨算法。该算法利用太赫兹时域光谱系统的超宽带相干电场特性，建立高低频图像间的复数映射矩阵，对低频段的图像进行高分辨率重构。我们对标准金属分辨率板与树叶分别进行了太赫兹成像扫描与算法处理。实验结果证明，该方法可将低频太赫兹图像分辨率提升超过 6 倍，且图像频谱与理论值高度匹配，验证了图像重构的准确性。

关键词：太赫兹成像，生物医学应用，超分辨，数据处理

参考文献：

[1]A.J.L.Adam,“Review of near-field Terahertz measurement methods and their applications:How to achieve sub-wavelength resolution at THz frequencies,”*J.Infrared,Millimeter,Terahertz Waves*,vol.32,no.8–9,pp.976–1019,2011,doi:10.1007/s10762-011-9809-2.

[2]L.E.Barr *et al.*,“Super-resolution imaging for sub-IR frequencies based on total internal reflection,”*Optica*,vol.8,no.1,p.88,2021,doi:10.1364/optica.408678.

报告人简介：陈学权，男，中国科学院“百人计划”创新研究员。2018 年获得香港中文大学博士学位，2018-2021 年在香港中文大学担任博士后研究员并获得影响力博士后奖。主要研究方向包括太赫兹功能性器件、系统、算法与生物医学应用等。在 Nature Photonics,Nature Communications 等国际知名期刊发表论文 23 篇，长期担任 Nature Communications 等期刊的审稿人。

通讯作者：陈学权；Email：chenxq@aircas.ac.cn

基金：国家基金委：太赫兹基础科学中心(61988102)，广东省重点研发项目：太赫兹医学成像（2019B090917007），广东省科技计划项目：大湾区研究院建设（2019B090909011）

I-A5-87　植株水分胁迫太赫兹波造影诊断技术研究

颜识涵

中国科学院重庆绿色智能技术研究院

摘要：植株水状态为适应不断变化的环境而发生变化，在分析抗逆性和评估胁迫水平方面显示出特殊的科学和实际应用价值。太赫兹波具有天然的水敏感性，可以对植物进行非破坏性检测，提供了一个无中断的视角来监测植物在水分胁迫下的行为。利用远场太赫兹时域光谱检测技术，基于有效介质理论，建立了植物叶片固、液成分时空异质性太赫兹光谱成像方法，能定量叶片中自由水和结合水[1,2]；结合近场超分辨太赫兹成像技术，检测典型植株细胞水分变化模型，探讨了叶片太赫兹光谱变化特征的生物学含义[3,4]；通过太赫兹技术无标记观察叶片中自由水和结合水的含量变化，构建了冷冻害水分胁迫状态太赫兹评估分析方法[5]。这些研究有望加深人们对水状态与环境胁迫相互作用的认识，助力水胁迫早期诊断，服务精准农业。

关键词：太赫兹；光谱成像；水；植物生理；诊断技术

参考文献：

[1]Song Z,Yan S,Zang Z,Fu Y,Wei D,Cui H-L,et al.Temporal and Spatial Variability of Water Status in Plant Leaves by Terahertz Imaging.IEEE Trans Terahertz Sci Technol.2018,8(5):520-527.

[2]Zang Z,Li Z,Lu X,Liang J,Wang J,Cui H-L,et al.Terahertz spectroscopy for quantification of free water and bound water in leaf.Comput Electron.Agr.2021,191:106515.

[3]Li Z,Yan S,Zang Z,Geng G,Yang Z,Li J,et al.Single cell imaging with near-field terahertz scanning microscopy.Cell Prolif.2020,53(4):e12788.

[4]Li Z,Zang Z,Wang J,Lu X,Yang Z,Wang H,et al.In Situ Cell Detection Using Terahertz Near-Field Microscopy.IEEE Trans Terahertz Sci Technol.2022,12(5):457-463.

[5]Zang Z,Li Z,Wang J,Lu X,Lyu Q,Tang M,et al.Terahertz spectroscopic monitoring and analysis of citrus leaf water status under low temperature stress.Plant Physiol.Biochem.2023,194:52-59.

报告人简介：

颜识涵，男，37，副研究员，报告人工作单位中国科学院重庆绿色智能技术研究院，近年来一直从事太赫兹光谱成像生物检测应用方面的研究。在高分辨太赫兹光谱成像技术开发、生物分子构象太赫兹光谱检测及应用、组织水状态太赫兹光谱检测及应用等方面取得了若干创新成果，为开发基于太赫兹光谱的新型检测方法提供了技术基础。近 5 年总计发表 SCI 论文近 40 篇。获得发明专利授权 7 项。Email:yanshihan@cigit.ac.cn。

I-A6-88　原子无线传感与粒子加速器太赫兹源

张开庆[1]，王杰[1]，冯冽[1]，邓海啸[1*]

1 中国科学院上海高等研究院

摘要：太赫兹波具有高穿透、低损伤和高分辨等优点，因此无论在前沿科学领域还是在工业和国家重大战略需求方面，太赫兹都有着广泛的应用前景。电子加速器可以提供高性能太赫兹源的解决方案，尤其是基于同步辐射光源和自由电子激光等大科学装置可以提供高脉冲强度、兆赫兹重频、超快的太赫兹辐射源。太赫兹探测一直是领域内的研究热点和难点。原子无线传感是一个新兴的量子探测技术，其通过电磁场对原子的调控可以灵敏、高效、快速地感知电磁场的信息，因此原子无线传感在微波探测、太赫兹成像等方面得到了广泛的关注。本文重点介绍上海光源科学中心在基于电子加速器的强场太赫兹源方面的长期工作积累，包括基于超短电子束团和密度调制的电子束团产生超快和频率可调谐太赫兹辐射的研究，以及在原子无线传感技术方面的性能提升思路，探讨原子无线传感技术与电子加速器太赫兹源结合的可行性以及相关进展。

关键词：太赫兹；粒子加速器；原子传感；反馈成像；

报告人简介：

邓海啸，男，1983 年 10 月出生，中国科学院上海高等研究院研究员，长期从事自由电子激光研究，先后担任上海软 X 射线自由电子激光和硬 X 射线自由电子激光装置分总体负责人；先后入选中国青年科技奖、中国科学院青年科学家奖、上海青年科技英才；先后主持国家杰出青年科学基金、国家基金委重点项目、国家重点研发计划、中科院稳定支持基础研究青年团队等多个项目。

denghx@sari.ac.cn

通讯作者：邓海啸；Email：denghx@sari.ac.cn
基金：the CAS Project for Young Scientists in Basic Research (YSBR-042)

I-A6-89　组织液循环网络理论的验证和挑战

李宏义北京医院心内科

摘要：自 1628 年 Willian Harvey 论证了血液循环，1896 年提出 Starling 假说以来，传统生理学认为动物和人体内的细胞外液包括两种，一是在脉管系统中快速流动的血液和淋巴液，二是循环中的血浆在毛细血管水平进入组织间隙并在细胞外基质（简称基质）孔隙中流动的组织液。组织液的流动也包含两种，一是围绕细胞的扩散，二是在特定组织或器官内的小血管周围间隙等部位中的局部流动。经过近 20 年的探索，我们研究组发现了人体和动物体内的大血管外膜、皮肤、神经和筋膜等结缔组织中存在着更加复杂的组织液流动网络，并揭示了其中血管外膜组织液流动网络的生理性调控机制。这些新的发现给出了系统性体液循环的新图像：除了在细胞周围扩散，组织液还能够在心跳和呼吸等反复连续运动的驱动下在“基质-膜通道（interstitial matrix-membranes channel）”网络系统中流动而形成遍布全身的“组织液循环网络”，与血液循环和淋巴系统一起实现体液调节、维持内环境的稳态等功能，具有重大的生物学和医学研究价值。

关键词：血管外膜，组织液，结缔组织，穴位，经络。

参考文献：

[1]Li H,Yang C,Yin Y,et al.An extravascular fluid transport system based on structural framework of fibrous connective tissues in human body[J].Cell proliferation,2019,52(5):e12667.

[2]Li H,Yin Y,Yang C,et al.Active interfacial dynamic transport of fluid in a network of fibrous connective tissues throughout the whole body[J].Cell Proliferation,2020,53(2):e12760.

[3]Hongyi LI,You LYU,Xiaoliang CHEN,et al.Layers of interstitial fluid flow along a“slit-shaped”vascular adventitia[J].Journal of Zhejiang University-SCIENCE B(Biomedicine&Biotechnology),2021,22(8):647-663.

报告人简介：

李宏义，男，主任医师，教授，博士导师，内科学心血管病。研究方向：在 10 余年的原创探索性研究基础上，围绕“全身纤维结缔组织网络中的主动界面液体流动现象”，提出了“组织液循环网络学说”，积极探索与此相关的病生理机制、诊断和治疗新方法。学术成果：1，发现穴位-组织液循环网络的人体解剖学结构，2，提出组织液循环网络学说。Email：leehongyi@bjhmoh.cn

I-A6-90　中物院红外-太赫兹自由电子激光及生物用户实验站建设计划

王伟俊，吴岱，黎明，李鹏，周奎

（中国工程物理研究院应用电子学研究所，四川绵阳 621900）

摘要：随着太赫兹技术的发展，太赫兹在生物医学、安检、通讯等各个领域得到迅速发展，展示了诱人的应用前景。受限于早期太赫兹源功率低、频谱范围窄、光斑小等因素，太赫兹波段的生物物理研究主要集中在生物分子TDS光谱特征研究及部分分子细胞层面的效应研究上，仍十分缺乏宽频谱可调范围、高功率、大光斑的红外太赫兹源。中物院应用电子学研究所计划在建设完成的国内首台基于超导加速器的太赫兹自由电子激光（CAEP　THz　FEL,CTFEL）基础上，将CTFEL升级改造成为一台红外太赫兹自由电子激光装置，电子束能量由CTFEL的8MeV升级到50MeV，FEL最大宏脉冲功率100W，频谱覆盖范围0.1~125THz，装置建成后，将成为频率覆盖范围和输出功率世界一流的长波长FEL用户装置。同时，装置将建设生物医学用户实验站，通过拓展频谱范围和建设跨学科实验室，将为红外太赫兹光在生物学方面的成像、光谱、辐照、神经功能解读与干预、肿瘤消融等研究提供大功率、频谱覆盖范围宽且可调的先进光源，主要研究细胞在太赫兹辐照下的结构、功能变化和各种生命活动规律，探索其中的机制和应用。

关键词：自由电子激光；红外太赫兹；用户实验站

I-B5-91　基于智能水凝胶的太赫兹液相传感研究

赵祥*

陆军军医大学第一附属医院肿瘤科

摘要：受限于水分子对太赫兹（THz）波的强烈吸收，现有 THz 生物传感策略大多通过样本干燥处理或用低 THz 吸收介质置换等方式降低背景干扰，但繁琐的样本处理过程会损害靶分子的生物活性和分布均一性[1,2]。因此，亟需开发一种可直接在液相环境下实现生理浓度生物分子特异性检测的 THz 传感技术。智能水凝胶是一种三维网状交联聚合物，可通过修饰特异识别元件实现靶分子的特异性响应。鉴于智能水凝胶具备靶分子诱导的水化状态改变特性，通过 THz 光谱技术灵敏探测靶分子诱发的凝胶网络水化状态改变，有望实现溶液环境中靶分子的特异性检测[3]。我们首先利用 THz 衰减全反射技术获取了葡萄糖响应的智能水凝胶的 THz 波谱特征。通过建立二元吸收模型，证实 THz 吸收强度差异主要源于智能水凝胶的水含量变化。初步验证了整合智能水凝胶的 THz 光谱技术可实现生物分子的液相、灵敏（最低检测限 17.72 mg/dL）、特异（干扰度<5%）传感。为进一步提高传感性能，我们构建了基于智能水凝胶功能化 THz 超材料的液相传感芯片。通过超材料表面局域增强电场灵敏感知凝血酶诱导的智能水凝胶水化状态改变，其最低检测限为 0.21 pM。该 THz 液相传感芯片在临床血清样本中同样表现出优异的传感性能，为 THz 液相传感策略开发提供了一条切实可行的途径。

关键词：智能水凝胶；太赫兹；液相传感；超材料。

参考文献：

[1]Seo M,Park H-R.Terahertz Biochemical Molecule-Specific Sensors.Advanced Optical Materials.2020,8(3):1900662.

[2]Yang K,Li J,Lamy de la Chapelle M,Huang G,Wang Y,Zhang J,Xu D,Yao J,Yang X,Fu W.A terahertz metamaterial biosensor for sensitive detection of microRNAs based on gold-nanoparticles and strand displacement amplification.Biosensors and Bioelectronics.2021,175:112874.

[3]Elsherif M,Hassan MU,Yetisen AK,Butt H.Glucose Sensing with Phenylboronic Acid Functionalized Hydrogel-Based Optical Diffusers.ACS Nano.2018,12(3):2283-2291.

报告人简介：

赵祥，男，31 岁，医学博士、副教授、副主任医师，硕士研究生导师，主要研究方向包括：太赫兹生物传感技术、新型外泌体液体活检技术。入选陆军军医大学红医人才库，主持国家自然科学基金、军队和省部级等各类课题 7 项，累计获批经费近 200 万元；以第一或通讯作者在 *ACS sensors*、*Analytical Chemistry* 等期刊发表 SCI 论文 9 篇，以第一完成人授权发明专利 4 项、实用新型专利 3 项。Email:zhaoxiang@tmmu.edu.cn。

I-B5-92 Ultrasensitive detection of blood markers Aβand phosphorylated tau in Alzheimer's disease

骆海明*[1]，张立定[1]，胡顺[1]

[1]武汉光电国家研究中心,华中科技大学,武汉 430074,中国

*邮箱:hemluo@hust.edu.cn
Tel:027-87792033

Abstract： Phosphorylation of tau at Ser(396,404)(p-tau^{396,404})is one of the earliest phosphorylation events,and plasma p-tau^{396,404} level appears to be a potentially promising biomarker of Alzheimer's disease(AD).The low abundance and easy degradation of p-tau in the plasma make the lateral flow assay(LFA)a suitable choice for point-of-care detection of plasma p-tau^{396,404} levels.Herein,based on our screening of a pair of p-tau^{396,404}-specific antibodies,we developed a colorimetric and surface-enhanced Raman scattering(SERS)dual-readout LFA for the rapid,highly sensitive,and robust detection of plasma p-tau^{396,404} levels.This LFA realized a detection limit of 60 pg/mL by the naked eye or 3.8 pg/mL by SERS without cross-reacting with other tau species.More importantly,LFA rapidly and accurately differentiated AD patients from healthy controls,suggesting that it has the potential for clinical point-of-care application in AD diagnosis.This dual-readout LFA has the advantages of simple operation,rapid,and ultra-sensitive detection,providing a new way for early AD diagnosis and intervention,especially in primary and community AD screening.

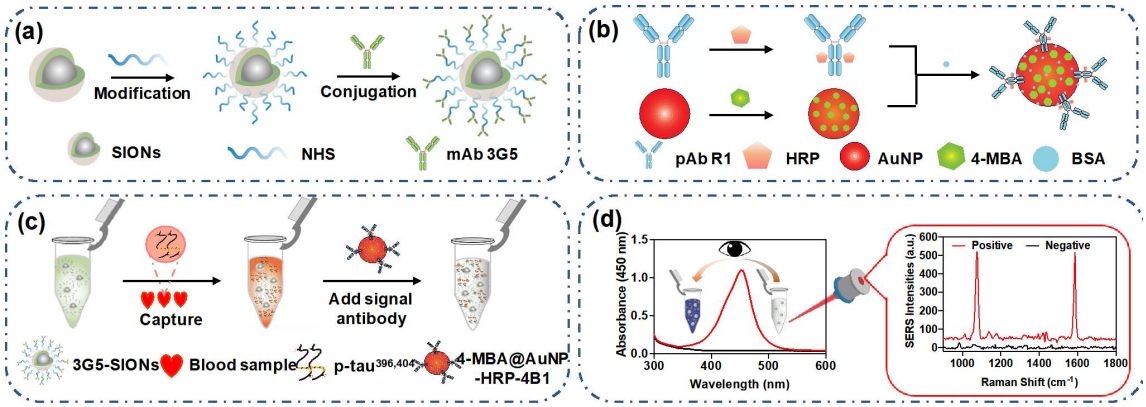


Fig.1 Flow chart for the preparation of dual-mode immunosensors.Schematic representation of the synthesis and functionalization of 3G5-SIONs(a)and 4-MBA@AuNP-HRP-R1(b).(c)Schematic diagram of the immunosensor detection principle.(d)Analysis of results based on colorimetric and SERS modes.

Keywords： Alzheimer's disease;Magnetic nanoparticles;Phosphorylation-selective antibody;Surface-enhanced Raman scattering;p-tau(396,404)

I-B6-93　室温红外-太赫兹探测技术及生物成像研究

韩嘉悦[1]，韩超[1]，苟君[1,2]，王军[1,2*]

1 电子科技大学光电科学与工程学院，四川成都 610054

2 电子科技大学电子薄膜与集成器件国家重点实验室，四川成都 610054

摘要：长波红外波段位于太赫兹频谱的高频段，目前基于长波红外成像器件已广泛用于军民领域，而拓展至太赫兹波段的焦平面探测技术有待深入研究。该报告简要介绍了太赫兹焦平面探测器的发展，重点说明了本单位在结构设计、关键技术与研制进展情况介绍[1]，研制出小型化的太赫兹焦平面相机，并尝试用于生物检测成像。此外在生物检测方面，简单介绍了石墨烯与有机异质结相复合的红外探测器探索研究工作，获得了近红外波段高增益快响应的红外探测器实现非接触心跳信号检测[2]，进一步将高响应探测结构结合高效率发光单元构筑红外上转换器件，实现了生物样品的近红外穿透成像实验[3]。

关键词：太赫兹焦平面探测器；近红外探测器；热敏微桥；异质结；上转换成像

参考文献：

[1]王军，蒋亚东*，室温微测辐射热计太赫兹探测阵列技术研究进展，红外与激光工程，2019 Vol.48 No.1,0102001（特邀综述）

[2]Z.He,J.Han,X.Du,L.Cao,J.Wang,*C.Zheng,H.Lin,and S.Tao*,Advanced Functional Materials,31(2021)2103988

[3]X.Du,J.Han,Z.He,C.Han,X.Wang,J.Wang*,Y.Jiang,S.Tao*,Advanced Materials,33(2021)2102812

报告人简介：

王军，男，电子科技大学教授、博士生导师。主要从事室温红外与太赫兹探测技术研究，承担完成国家重大专项、863、军科委、自然科学基金等项目。在 Advanced Materials、Light Science&Application、ACS Nano、AFM 等期刊发表 SCI 论文 100 余篇，授权国家发明专利 60 余项。任《功能材料与器件学报》、《红外与激光工程》、《Infomat》等期刊编委或青年编委。Email:wjun@uestc.edu.cn

I-B6-94　太赫兹波诱导振子辅助隧穿过程的研究

杜少卿 [1,2]

1 中国科学院上海微系统与信息技术研究所

2 东京大学生产技术研究所

摘要：在极限尺度上研究物质结构、分子激发态、反应动力学行为等多维度的内禀属性已成为太赫兹纳米科学发展的热门话题。凭借太赫兹单电子隧道光谱法，已经实现了对单个富勒烯分子、单个内嵌铈原子、单个内嵌水分子的太赫兹光谱检测，获取了个体分子及原子的振动或转动模式[1-3]。与传统的吸收光谱法不同的是，太赫兹单电子隧道光谱法通过直接探测流过分子的电流变化来表征其能级之间的跃迁。本报告将以内嵌金属富勒烯单分子晶体管为例，通过一系列光电流光谱实验，系统阐明太赫兹单电子隧道光谱法检测的微观物理过程[1,2]，即太赫兹波诱导振子辅助隧穿的过程。

关键词：太赫兹单分子光谱；太赫兹单电子隧道光谱法；单分子晶体管；振子辅助隧穿；亚纳米间隙。

参考文献：

[1]S.Q.Du*,K.Yoshida,Y.Zhang,I.Hamada,and K.Hirakawa*,“Terahertz dynamics of electron-vibron coupling in single molecules with tunable electrostatic potential”,*Nature Photonics* **12**,608–612(2018).

[2]S.Q.Du*,Y.Zhang,K.Yoshida,K.Hirakawa*,“Ultrafast rattling motion of a single atom in a fullerene cage sensed by terahertz spectroscopy”,*Applied Physics Express* **13**,105002(2020).

[3]S.Q.Du*,Y.Hashikawa,H.Ito,K.Hashimoto,Y.Murata,Y.Hirayama,and K.Hirakawa*,“Inelastic electron transport and ortho-para fluctuation of water molecule in $H_2O@C_{60}$ single molecule transistors”,*Nano Letters* **21**,10346–10353(2021).

报告人简介：

杜少卿，男，35 岁，中国科学院上海微系统与信息技术研究所青年研究员，日本东京大学生产技术研究所合作研究员，入选上海市领军人才（青年）、中国科学院率先行动“引才计划”。致力于太赫兹单分子光谱研究，聚焦太赫兹波与物质的相互作用，亟待在亚纳米尺度下观察并阐明新的物理现象。基于太赫兹单电子隧道光谱法，已率先实现了单分子水平的太赫兹光谱检测，并系统地阐明了单分子振动与太赫兹光子和隧穿电子间的关联性。

Email:sqdu@mail.sim.ac.cn

I-B6-95　太赫兹高灵敏超材料 MEMS 焦平面探测器及其成像应用

龚诚*，林列，刘伟伟

南开大学现代光学研究所

摘要：提出了一种基于叠层芯片的太赫兹高灵敏超材料 MEMS 焦平面探测器。不同于传统的将太赫兹辐射转化为电学信号的电学读出式焦平面探测器，该探测器通过超材料完美吸收结构将太赫兹辐射转化为 MEMS（Micro-Electro-Mechanical System）的机械偏转并利用光学方法并行读出。相当于将对太赫兹波的探测转化为了可见光的探测，极大地简化了设计。为了实现高灵敏探测，我们提出叠层超材料完美吸收结构设计方案，通过上芯片（电谐振结构）和下芯片（磁谐振腔）的堆叠保证所设计的探测器在完美吸收的情况下，比传统超材料吸收体的厚度减少 50 倍，突破了厚度设计极限。仿真和实验结果表明在 0.22THz 处该探测器的吸收率高达 99%，且响应时间为 20ms。在灵敏度方面，这款探测器噪声等效功率（NEP:Noise Equivalent Power）为 $4\times10^{-13}W/Hz^{1/2}$。基于该高灵敏探测器，我们进行了成像方面的应用，并对其未来的发展进行了展望。

关键词：超材料；太赫兹；MEMS；焦平面；成像。

报告人简介：

龚诚，男，39 岁，副教授，研究方向为：红外太赫兹成像及超材料技术。学术成果：提出了基于叠层芯片的高灵敏超材料 MEMS 焦平面探测器和太赫兹波导超分辨成像系统，在国内外高水平期刊上发表论文 30 余篇。邮箱:gongcheng@nankai.edu.cn。

通讯作者：龚诚；Email：gongcheng@nankai.edu.cn
基金：国家自然科学基金

I-C5-96　0.1 THz 电磁波对线粒体膜结构和功能的作用及其机制

雷梦瑶[1]，鲁卓阳[1]，龙建纲[1]

1 西安交通大学，生命科学与技术学院，线粒体生物医学研究所

摘要：线粒体作为细胞有氧呼吸的主要场所，线粒体膜是质子梯度及代谢功能的重要保障。太赫兹电磁波所产生的细胞膜生物学效应已有研究，但对线粒体膜结构是否存在效应缺乏研究依据。

本研究聚焦于太赫兹电磁波的线粒体生物学效应，探索 0.1 THz 电磁波对线粒体膜结构和功能的影响。研究表明，0.1 THz 电磁波辐照后，神经细胞线粒体运动百分比下降，突起部位逆轴向运动速度减缓，而线粒体的分裂融合未见改变。同时，辐照可致线粒体直径增大，降低线粒体膜上的超级复合物组装水平。我们进而建立脂质体模型模拟线粒体膜结构，实验结果表明，辐照后脂质体的直径有显著增大。本研究证明 0.1 THz 电磁波辐照对线粒体的动态变化、膜结构和功能存在显著影响，可能通过改变膜脂质分布调节线粒体膜结构，进而影响线粒体功能。

关键词：太赫兹电磁波、线粒体、膜结构、功能、生物学效应

参考文献：

[1]Palalle G.Tharushi Perera,et al.PC 12 Pheochromocytoma Cell Response to Super High Frequency Terahertz Radiation from Synchrotron Source.[J]Cancers,2019,11(1):162-179.

[2]T.A.Zapara,et al.Effect of antioxidants on the interaction of terahertz(submillimeter)laser radiation and neuronal membrane.[J]Journal of Surface Investigation,2015,9(5):869-871.

[3]Erling Hu,Qi Zhang,et al.Continuous wave irradiation at 0.1 terahertz facilitates transmembrane transport of small molecules.[J]iScience,2022,25(3):103966.

报告人简介：龙建纲，男，西安交通大学生命科学与技术学院，教授。主要研究领域：围绕衰老及衰老相关疾病发生、发展中线粒体代谢与退变的基本科学问题，致力于探索线粒体稳态调节规律，发展针对重大慢病防治的线粒体营养素与药物。在 J.Neuroscience,Age 等国际国内期刊发表论文 140 余篇。编著国内第一部线粒体医学领域专著《线粒体医学与健康》（刘健康、王学敏主编，龙建纲、缪明永副主编，2012，科学出版社），国家出版基金资助丛书《线粒体生物医学》（共 10 部，刘健康总主编，龙建纲副总主编，2022，西安交大出版社）。入选陕西省“三秦学者”创新团队学术带头人（2021），青年骨干教师（2011），教育部新世纪优秀人才（2012），获陕西省高等院校科技一等奖 1 项（2012），陕西省科技二等奖 1 项（2015）。兼任陕西省食品科学学会副理事长，陕西省生物化学与分子生物学会理事，陕西省细胞生物学会常务理事。Antioxidants 编委。

雷梦瑶，女，24，西安交通大学生命科学与技术学院，硕士研究生，研究方向为太赫兹生物学效应、线粒体生物医学，Email：1440166602@qq.com.

I-C5-97　基于金属 Q-BIC 超表面的高 Q 共振及类谐振腔效应

刘炳伟，彭滟*

*py@usst.edu.cn

光电信息与计算机工程学院，上海理工大学，上海，200093，中国

摘要:理想连续体束缚态(BIC)因其具有无限的寿命以及辐射 Q 因子，在光开关、非线性、通信以及传感和成像上具有独特的吸引力。在超表面中可观察到的远场准连续体束缚态(Q-BIC)，也为开发太赫兹波段内具有超高品质因数的超表面传感器以及实现面内强光-物质作用区域的可控增幅提供了一个可行平台。在这里，我们通过在金属超表面结构中引入非对称度来操纵电四极子与磁偶极子的干涉耦合，从而激发了高达 503 的超高品质谐振(Q-BIC)，并诱导了独特的“类谐振腔效应”的产生，同时我们观察到超表面约束的电磁能量与有效传感面积分别实现了约 400%与 3300%的巨幅增加。仿真模拟与实验表明，该 Q-BIC 超表面的折射率灵敏度高达 420 GHz/RIU，对痕量同型半胱氨酸分子的直接检测极限为 12.5 pmol/μL，其性能提升了约 40 倍。我们的工作可用于指导开发化学与生物医学检测领域内的系列超灵敏传感器，并为实现快速、精确、无损的痕量分子传感提供了一条新的途径。

关键词：准连续体束缚态，太赫兹，传感器，痕量分析

参考文献：

[1]Bingwei Liu,Yan Peng,*,Zuanming Jin,Xu Wu,Hongyu Gu,Dongshan Wei*,Yiming Zhu*,Songlin Zhuang， Terahertz ultrasensitive biosensor based on wide-area and intense light-matter interaction supported by QBIC，Chemical Engineering Journal,462,142347(2023).

[2]Yan Peng,Chenjun Shi,Yiming Zhu,Min Gu and Songlin Zhuang,Terahertz spectroscopy in biomedical field:a review on signal-to-noise ratio improvement,PhotoniX 1,12(2020).

报告人简介：

彭滟，(1982-)：女，博导，教授。获国家“万人科技领军”、国家优秀青年自然科学基金，上海市“东方学者”等人才称号。科研方面目前主要围绕太赫兹波的产生调控及其在生物医学方面的应用研究展开。目前作为第一负责人承担了国家重点研发计划“重大科学仪器设备开发”重点专项、科技部国家重点研发计划、科技部国家重大基础研究项目 973 计划、两项国家重大仪器专项和国家自然基金(国际合作&面上&青年)等多项国家级及省部级项目。现今共发表国际 SCI 论文百余篇，申请发明专利三十余项，32 项已授权，国际 PCT 专利(美国)5 项。荣获 2022 年教育部技术发明奖一等奖、2020 年上海市技术发明一等奖和 2020 中国发明创新奖金奖。py@usst.edu.cn

I-C5-98　太赫兹及等离子体在脊髓损伤修复中的作用研究

刘蓉[1]，祁苗[1]，田苗[1]，李兵[1]，张怀延[1]，许德晖[1,2*]

1 西安交通大学生命学院

2 西安交通大学电气学院

摘要：脊柱损伤早期的急救非常重要，损伤极早期通过太赫兹电磁场刺激神经修复，并联合等离子体抗菌及减轻炎症反应以抑制神经损伤的继发性损害，以期达到极大改善神经损伤修复的效果，保存受伤人员的身体机能。本研究明确了太赫兹联合等离子体刺激对神经修复的作用，可促进神经突起生长。进一步分析太赫兹和等离子体促进神经修复的转录调控通路，发现 IL-17 和精氨酸等转录调控在促进神经修复过程中可能起重要作用。同时太赫兹联合处理后，炎性因子表达下降，可缓解神经的炎性二次损害。在小鼠脊髓损伤动物模型上进行太赫兹刺激及等离子体处理后，发现可以促进神经修复作用，肢体运动等功能较快恢复。同时也研究了太赫兹刺激对行为学的影响。本研究为极早期的神经损伤人员进行太赫兹和等离子体联合刺激来促进神经修复提供理论基础和实验支撑。

关键词：太赫兹；等离子体；脊髓损伤；神经刺激；炎症；行为学

参考文献：

[1]Dehui Xu,Rong Liu,Bing Li,Huaiyan Zhang,Yanjie Yang.Effect and mechanism of terahertz irradiation in repairing spinal cord injury in mice.Gene,2023,869:147218.

[2]Miao Qi,Rong Liu,Bing Li,Shuai Wang,Runze Fan,Xinyi Zhao,Dehui Xu.Behavioral Effect of Terahertz Waves in C57BL/6 Mice.Biosensors,2022,12,79.

报告人简介：

许德晖，男，西安交通大学电气学院副教授，博导。主要从事大气压冷等离子体生物医学应用，太赫兹生物医学应用等。主持国家自然科学基金，国防重点研发专项等项目 10 余项，累计发表 SCI 论文 50 余篇，授权中国发明专利 7 项，国内外会议做邀请报告 20 余次，指导学生获得省优秀硕士毕业生，国家奖学金等。获科技部主办“全国颠覆性技术创新大赛”优秀奖。

通讯作者：许德晖；Email：dehuixu@mail.xjtu.edu.cn

基金：国防创新特区重点研发计划专项

I-C5-99 CTFEL 高功率太赫兹辐照对小鼠局部皮肤组织响应及免疫调节作用

张琦[1]，尚森[1]，李旭[1]，张鹏[2]，吴岱[2]，卢晓云[1*]

1 西安交通大学生命科学与技术学院

2 中国工程物理研究院应用电子学研究所

摘要：近年来，太赫兹（THz）辐射在生物医学应用中显示出巨大的潜力，基于 THz 有限的穿透能力，皮肤组织作为首先响应 THz 辐照的组织，其产生的生物效应也备受关注[1,2]。本研究以正常小鼠为研究对象，借助 CTFEL 高功率 THz 源（中心频率 3THz，宏脉冲功率 5W）平台，探索了 CTFEL 高功率 THz 辐照对小鼠辐照局部皮肤组织的影响及对次级淋巴器官的免疫调节作用。研究发现，经 3THz 辐照小鼠腹部 8 天后，辐照部位皮肤组织出现表皮增厚及炎性细胞数量增多，皮肤表皮层及真皮层亚细胞结构改变，包括线粒体肿胀及自噬小体的出现，说明该辐照条件对皮肤可能存在一定程度的损伤。此外，我们发现，3THz 辐照引起辐照部位皮肤组织固有免疫细胞的活化和迁移，皮肤组织中活化迁移的树突状细胞（DC）及肥大细胞（MC）标记物表达水平明显增加。同时，引流淋巴结组织中活化迁移的 DC 及 MC 标记物表达水平也明显增加，说明局部皮肤组织响应 THz 辐照产生了全身的免疫调节作用。进一步，我们发现，皮肤组织 PAFR 及下游效应蛋白 RANKL 及 COX-2 蛋白表达水平显著升高，这可能是皮肤组织固有免疫细胞活化的原因之一。这些结果说明，3THz 辐照能够引起小鼠皮肤部分固有免疫细胞的活化及迁移，并对次级淋巴器官产生非直接、长距离的免疫调节作用。

关键词：CTFEL 高功率太赫兹；皮肤；免疫；淋巴结。

参考文献：

[1]Nikitkina AI,Bikmulina PY,Gafarova ER,Kosheleva NV,Efremov YM,Bezrukov EA,Butnaru DV,Dolganova IN,Chernomyrdin NV,Cherkasova OP,Gavdush AA,Timashev PS.Terahertz radiation and the skin:a review.J Biomed Opt.2021 Feb;26(4):043005.

[2]You B,Chen CY,Yu CP,Wang PH,Lu JY.Frequency-dependent skin penetration depth of terahertz radiation determined by water sorption-desorption.Opt Express.2018 Sep 3;26(18):22709-22721.

报告人简介：张琦，女，28 岁，西安交通大学博士研究生在读，研究方向为太赫兹辐射的皮肤响应及免疫调节作用，目前参与发表学术论文 6 篇，其中第一作者发表 sci 论文 2 篇，发表中文核心期刊论文 1 篇。Email：qqqizhang609408@126.com。

通讯作者：卢晓云；Email：luxy05@mail.xjtu.edu.cn

基金：国家自然科学基金委员会-中国工程物理研究院联合基金（批准号：U2030105）

I-C5-100　太赫兹抑制脉络膜黑色素瘤的作用与机制

林浩[1,2]，常超[2*]，王宁利[1*]

1 首都医科大学附属北京同仁医院

2 军事科学院国防创新研究院

摘要：目的探讨太赫兹对脉络膜黑色素瘤(CM)细胞增殖活性和迁移、侵袭能力的影响，并探索其作用机制。**方法**选取人 CM 细胞系 C918、OCM-1，根据红外吸收谱，选择 48THz 的特异性吸收波长，给予不同时间的辐照。分别通过高通量测序，筛选辐照前后差异基因，并通过 GO、KEGG 库进行细胞功能和通路分析；通过 CCK-8 分析各组细胞的增殖活性；通过 Annexin/PI 分析细胞凋亡；通过 Transwell 检测 CM 细胞迁移能力；通过转染建立稳定表达 GFP 的 OCM-1 细胞系，通过 3D 建模和裸鼠成瘤实验，检测细胞的侵袭力。**结果**辐照组与对照组差异表达基因共 173 项，覆盖糖代谢、脂代谢、细胞增殖以及黑色素形成等多个细胞通路。0.35mW 48THz 辐照时间依赖性地降低 C918、OCM-1 细胞增殖活性(P<0.05)；给予辐照后即刻，辐照组表达早期凋亡标志因子 Annexin 显著高于对照组(P<0.05)；与对照组相比，辐照组 C918、OCM-1 细胞迁移活性显著降低(P<0.05)；脉络膜 3D 模型中，辐照组 OCM-1 细胞侵袭活性显著增加(P>0.05)；48THz 可显著降低裸鼠体内肿瘤质量(P>0.05)。**结论** 48THz 辐照可特异性抑制细胞增殖活性，削弱细胞的迁移和侵袭能力，其机制可能与抑制细胞内功能物质代谢有关。

关键词：太赫兹；眼部肿瘤；脉络膜黑色素瘤

报告人简介：

林浩，女，28，眼科医生，北京同仁医院眼科学博士，从事太赫兹对视觉系统的作用机制的研究。目前依托首都医科大学以及太赫兹生物物理学创新工作站，通过多种生物手段，揭示对太赫兹在视觉系统多种肿瘤疾病中的作用及其调控机制；同时，将太赫兹检测技术应用于眼部微量液体疾病相关因子的检测和临床应用。电子邮件：yankelinhao@126.com。

通讯作者：王宁利；Email：wningli@vip.163.com
基金：太赫兹对视觉系统的作用机制及应用研究（20-163-02-ZT-008-005-01）

I-D5-101　小型化、集成化自由电子太赫兹辐射源

刘仿

清华大学电子工程系

摘要：自由电子与微纳结构相互作用可以产生多种有趣的辐射现象，为突破传统自由电子太赫兹辐射源提供了可能。本研究工作提出并实现了预群聚电子诱导的受激相干 Smith-Purcell 辐射，实验观测到~300 GHz 的高阶倍频相干 SPR，最窄辐射线宽小于 1 kHz；基于太赫兹波段双曲超材料中的切伦科夫辐射，实现了频率大于 1THz 的集成的自由电子太赫兹辐射芯片。

I-D5-102　面向 DNP-NMR 的小型化太赫兹源研究

刘文鑫[1, 2*]，赵可东[2]，靳职昊[1]，张志强[1]，张兆传[1]
1 中国科学院空天信息创新研究院
2 中国科学院大学电子电气与通信工程学院
3 北京航空航天大学

摘要：相比于传统固体核磁共振技术，DNP-NMR 可以显著提高检测灵敏度，并可得到更加详细的结构信息[1]。在生物膜蛋白、纳米材料、生物学研究，药物活性成分等方面发挥重大作用[2]。目前 DNP-NMR 波谱仪主要是基于高频率太赫兹回旋管[3]，研制难度较大，本文设计面向 DNP-NMR 的太赫兹 EIK。研究内容主要包括高效率高频系统结构设计、高性能微细强流电子光学系统设计两个方面。首先，提出“预群聚”腔体高频结构，实现更强相干辐射，提高注-波互作用效率显著增加输出功率；并进行高透过率输能窗的研究。其次，研制新型稀土-钨合金混合基阴极，大幅度延长阴极使用寿命；进行大压缩比电子光学系统的一体化设计研究，设计更接近实际情况下的电子光学系统；通过收集极碳纳米粒子覆膜与水冷设计，有效降低收集极温度。所设计研制的太赫兹 EIK 应用于 DNP-NMR，可以显著提高 NMR 检测灵敏度，有效缩短 NMR 实验时间，实现 DNP-NMR 的太赫兹源的国产化、小型化替代。

关键词：DNP-NMR；太赫兹；EIK；高效率；电子光学系统

参考文献：

[1]Song Tao,Wang Wei,Liu Diwei,et al.Terahertz cyclotron for dynamic nuclear polarization NMR[J].Chinese Journal of Lasers,2019.DOI:CNKI:SUN:JJZZ.0.2019-06-002.

[2]Li Zhiliang,Feng Jinjun,et al.Research and development of Terahertz cyclotron and dynamic nuclear polarization NMR[J].Chinese Journal of Vacuum Science and Technology,2015(6):8.

[3]Torrezan A C,Shapiro M A,Sirigiri J R,et al.10.6:operation of a tunable second-harmonic 330GHz CW gyrotron[C]// 2010 IVEC,May18-20,2010,Monterey,CA,USA.New York.

报告人简介：刘文鑫：博士生导师、中国科学院空天信息创新研究院研究员、中国科学院大学教授、IET Fellow、IEEE 高级会员。主要从事毫米波太赫兹真空电子辐射源的研究。近年来，研究成果获“军队科学技术进步二等奖”2 项（1 项排名第一）、“中国科学院杰出科技成就奖”2 项（并列第 4）等，在 IEEE Electron Device Letters 和国际真空电子学会议(IVEC)等期刊和顶级会议上发表 SCI 收录 30 余篇。Email：lwenxin@mail.ie.ac.cn。

通讯作者：刘文鑫；Email：lwenxin@mail.ie.ac.cn
国家自然科学基金联合基金重点项目（U22A2020）：(太赫兹辐射源研究)

I-D5-103　半导体太赫兹量子器件及其成像应用

王长[1*]，谭智勇[1]，冯伟[2]，曹俊诚[1]

1 中国科学院上海微系统与信息技术研究所集成电路材料全国重点实验室

2 江苏大学物理与电子工程学院

摘要：太赫兹（THz）技术在生物医学成像和光谱检测等领域具有重要应用前景，是理论和实验研究的热点。基于量子阱子带间跃迁机制发展的 THz 量子级联激光器（QCL）和量子阱探测器（QWP）成为 THz 技术应用的关键器件。通常基于 GaAs/AlGaAs 材料体系制备，THz QCL 的激射频率和 THz QWP 的峰值探测频率可通过调节量子阱和势垒的宽度、掺杂浓度等来实现，具有能量转换效率高、易集成等优点。课题组长期致力于高效 THz QCL 和 THz QWP 的研究工作，开发了器件动态特性模拟方法，研究了光注入和光反馈下 THz 量子级联激光器（QCL）的动态输出性质[1]，研制了大功率和低发散角的 THz QCL，开发了 THz 近场成像技术[2,3]，为 THz 技术在生物医学领域的应用奠定了基础。

关键词：太赫兹；量子级联激光器；量子阱探测器；近场成像。

参考文献：

[1]S.T.Wei,M.Liu,W.Feng,C.Wang,and J.C.Cao,Transient nonlinear dynamics in electrically modulated quantum cascade laser with optical injection,Journal of Physics B 56,125401(2023).

[2]F.C.Qiu,G.J.You,Z.Y.Tan,W.J.Wan,C.Wang,X.Liu,X.Z.Chen,R.Liu,H.Tao,Z.L.Fu,H.Li,and J.C.Cao,A terahertz near-field nanoscopy revealing edge fringes with a fast and highly sensitive quantum-well photodetector,iScience 25(7),104637(2022).

[3]Zhiyong Tan,Wenjian Wan,Chang Wang,Juncheng Cao,Subwavelength resolved real-time imaging based on a compact and simplified system,Chinese Optics Letters 20(9),091101(2022).

报告人简介：王长，男，博士，研究员。主要从事太赫兹器件及成像研究。主持国家重点研发计划、国家 863 计划、国家自然科学基金、上海市科技创新行动计划等科研课题 10 余项。在国内外学术刊物发表论文 60 余篇，申请专利 22 项。

通讯作者：王长，cwang@mail.sim.ac.cn

基金：国家自然科学基金(批准号：61927813，61975225)、上海市科学技术委员会（批准号：21DZ1101102）资助项目.

I-D5-104　液态水产生和探测太赫兹波的研究

张亮亮[1*]，张明浩[1]，张存林[1]

1 首都师范大学物理系太赫兹光电子学教育部重点实验室，北京，100048

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，液态水线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[1]。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[2]。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。

关键词：液态水；液体等离子体；太赫兹波；相干探测

参考文献：

[1]Liangliang Zhang,Weimin Wang*,Tong Wu,Shijia Feng,Kai Kang,Cunlin Zhang,Yan Zhang,Yutong Li,Zhengming Sheng*,and Xicheng Zhang,“Strong terahertz radiation from a liquid-water line,”Physical Review Applied 12,014005(2019).

[2]Yong Tan,Hang Zhao,Weimin Wang*,Rui Zhang,Yuejin Zhao*,Cunlin Zhang,Xicheng Zhang,and Liangliang Zhang*,“Water-Based Coherent Detection of Broadband Terahertz Pulses,”Physical Review Letters 128,093902(2022).

报告人简介：张亮亮，研究员，研究方向为新型太赫兹源和光谱技术。主持过国家重大科学仪器设备开发专项、国防科技创新特区项目、国家自然科学基金等。获批北京市杰出青年基金，入选青年北京学者。获得中国仪器仪表学会科技进步一等奖（2/15）、教育部自然科学一等奖（4/7）、全国百篇优博等奖励。通讯或第一作者发表论文 78 篇，包括 2 篇 Physical Review Letters 和 Light：Science and Applications 等领域顶刊。在领域国际顶级会议作全体大会、主题和邀请报告 30 余次。

通讯作者：张亮亮；Email：liangliang_zhang@cnu.edu.cn
基金：国家自然科学基金（12074272）

I-D5-105　用于动态核极化增强固体核磁共振波谱的太赫兹波传输系统

王维[1,2*]，张澳歌[1,2]，宋韬[1,2]，姚纳[1,2,3]，焦蛟[1,2,3]，刘頔威[1,2]

1 电子科技大学电子科学与工程学院太赫兹研究中心,四川省成都市,610054

2 太赫兹技术教育部重点实验室,四川省成都市,610054

3 电子科技大学航空航天学院,四川省成都市,610054

摘要：以核磁共振原理作为基础的固体核磁共振波谱技术可用于化合物识别、多种材料分子结构的检测及动力学研究等，对自然科学研究有着深远的影响，在物理、化学和材料科学等众多领域显示出广阔的应用前景[1]。动态核极化通过利用太赫兹波照射样品将电子的极化转移到核自旋，使得核磁共振波谱的灵敏度提高到 100 倍以上，能够实现更快的数据采集，是核磁共振波谱学中进一步提高其灵敏度、缩短实验时间的重要手段[2]。具有大功率、高效率、频率可连续调节的连续波工作特点的太赫兹回旋管是目前最可能用于动态核极化增强核磁共振波谱系统的太赫兹辐射源，可以通过调节驱动电磁波工作频率的方式代替磁场调节，最大限度提高动态核极化核磁共振波谱的灵敏度。太赫兹回旋管通常采用高阶模式工作以提高腔体功率容量、减小欧姆损耗，这种高阶模式不便于远距离传输和直接利用，需要采用由模式变换器和波纹波导组成的传输系统将高阶模式转换为准高斯波束后传输到波谱仪中。为了最大限度地提高由太赫兹回旋管驱动的动态核极化增强固体核磁共振波谱的灵敏度，太赫兹波传输系统作为连接回旋管和波谱仪的关键部件需要进行合理设计和实验测试。

关键词：动态核极化增强固体核磁共振；太赫兹；回旋管；传输系统

参考文献：

[1]A.S.Thankamony,J.J.Wittmann,M.Kaushik,and B.Corzilius,Dynamic nuclear polarization for sensitivity enhancement in modern solid-state NMR,Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy,vol.130-131,pp.120-195,November,2017.

[2]E.A.Nanni,A.B.Barnes,R.G.Griffin,and R.J.Temkin,THz Dynamic Nuclear Polarization NMR,IEEE Transactions on terahertz science and technology,vol.1,no.1,pp.145-163,September,2011.

报告人简介：

王维，男，35 岁，副研究员，研究方向为高功率太赫兹辐射源及元器件、动态核极化增强核磁共振，Email：dawei@uesetc.edu.cn。

I-D5-106　连续调谐太赫兹回旋管非稳定振荡状态的研究

赵其祥[1*]，雷朝军[2]，吕游[1]

1 桂林电子科技大学，桂林广西 541004

2 中国人民警察大学廊坊河北 065000

摘要：回旋管作为唯一可以产生 DNP-NMR（Dynamic Nuclear Polarization-Nuclear Magnetic Resonance）实验所必须的高功率太赫兹波的器件，成为近几年来太赫兹回旋管研究的热点[1-2]。但是，回旋管在参数调节过程中会出现稳定状态（stationary oscillation）和非稳定振荡状态（non-stationary oscillation）。由于非稳定振荡状态输出功率不稳定和频谱多样性，不利于连续调谐回旋管在 DNP-NMR 实验的应用，因此对连续调谐回旋管非稳定状态注-波互作用进行研究很有必要。建立时域多模多频自洽非线性理论模型对连续调谐回旋管非稳定振荡状态注-波互作用过程进行研究，分析多种因素如磁场、电流、欧姆损耗等对非稳定振荡状态区域和工作条件的影响。针对 263GHz，$TE_{5,2}$连续调谐回旋管的研究，结果表明：非稳定振荡状态处于软起振区（soft-excitation），随着工作电流的逐步增加，连续调谐回旋管先进入稳定状态，然后进入非稳定振荡状态区域，最后又回到不同的稳定状态，而且低电流时非稳定状态场幅值随时间呈周期变化，频谱有多个频率点，而高电流时非稳定状态场幅值随时间呈类周期变化或随机振荡，其频谱近似连续，同时在不同条件下非稳定振荡状态的分布和工作条件不同，最后发现欧姆损耗的存在也会影响非稳定振荡器状态区域分布。

关键词：太赫兹；回旋管；非稳定工作状态；连续调谐。

参考文献：

[1] Nanni E A,Barnes A B,Griffin R G et al.THz Dynamic Nuclear Polarization NMR[J].IEEE Trans THz Sci Techn,2011,1(1):145-163.

[2] Griffin R G,Prisner T F.High field dynamic nuclear polarization — the renaissance[J].Phys Chem Chem Phys,2010,12(22):5737-5740.

报告人简介：

赵其祥，男，35 岁，副教授，主要从事太赫兹辐射源、太赫兹超材料、太赫兹传感器等方向研究，发表了 SCI 学术论文 20 余篇，主持国家自然科学基金青年项目 1 项，“十四五”装发预研课题 1 项，省部级课题多项，Email：zxqi@guet.edu.cn。

通讯作者：赵其祥；Email：zxqi@guet.edu.cn
基金：国家自然科学基金资助项目(62001131)

I-D5-107　基于气体等离子体光丝的太赫兹波产生

黄鉴东[1*]，常超[1,2*]

1 国防科技创新研究院太赫兹生物物理学创新工作站，北京，100071

E-mail:yindonghuang@nudt.edu.cn

2 北京大学物理学院，北京，100871

E-mail:gwyzlzssb@pku.edu.cn

摘要：当飞秒激光在空气中聚焦，场强达到 10^{13}-10^{14} W/cm^2 时，可以电离产生气体等离子体。气体等离子体是一种方便的台式源，可用于产生宽带和相干的太赫兹（THz）波辐射。这里报告了我们最近使用激光诱导气体等离子体产生和调制太赫兹发射的结果[1-5]。事实上，激光诱导的空气等离子体充满了稠密的带电电子和离子，其等离子体频率大致位于太赫兹频段，集体运动的阻尼是电子和离子之间的碰撞所导致。我们的结果强调了在太赫兹波产生过程中激光啁啾的重要性，并证明了通过入射激光脉冲的啁啾来调制太赫兹产量和光谱的可能性[1]。同时，当使用两个时间上重叠的空间上交叉的空气等离子体时，我们实现了太赫兹波的 7 倍的增强[2]。此外，在极性和非极性分子中发现了太赫兹波的谐振吸收，这源于电离电子和剩余离子之间的空间分离作用[3-4]。

关键词：基于等离子体的太赫兹技术；飞秒光丝；太赫兹波产生

参考文献：

[1]X.Xu,Y.Huang,Z.Zhang,et al.,Laser-Chirp Controlled Terahertz Wave Generation from Air Plasma.Chin.Phys.Lett.40,045201(2023).

[2]M.Gao,X.Xu,J.Lou,et al.,Enhanced and frequency-selectable terahertz emission from two crossed air-plasmas.Phys.Rev.Reseach.(2023).

[3]Y.Huang,Z.Xiang,X.Xu,et al.Localized plasma assisted rotational transitions in the terahertz region.Phys.Rev.A 103,033109(2021).

[4]Z.Zheng,Y.Huang,Q.Guo,et al.Filament characterization via resonance absorption of terahertz wave.Phys.Plasmas 24,103303(2017).

[5]M.Gao,X.Xu,J.Lou,et al.,Terahertz wave generation from crossing air-plasmas.2022 47th International Conference on Infrared,Millimeter and Terahertz Waves(IRMMW-THz).

报告人简介：

黄鉴东，男，35 岁，副研究员，主要研究方向包含：超快光与物质相互作用，超快太赫兹波产生与调控。研究成果包括：太赫兹波与高次谐波辐射同步调控、基于等离子体与太赫兹波相互作用的表征与探测、基于超表面结构设计的超快太赫兹调控等一系列工作。作为第一/通讯作者在 PRL、Small、Ultrafast Sci.、AdOM、JMCC、PRResearch、PRA 等领域内知名期刊发表论文十余篇，授权国家发明专利十余项。获评湖南省优秀博士毕业论文，创新特区主题优秀科技工作者。为 APS、RSC、IOP、Elsevier 等出版社期刊审稿人。曾受邀在国际等离子体科学会议（ICOPS）、国际红外亚毫米波太赫兹会议（IRMMW-THz）、自科基金委青年科学家论坛、全国太赫兹生物物理会议、全国物理年会秋季会议、亚太等离子体与太赫兹国际会议等国内外相关领域会议作报告。作为项目负责人承担国家及省部级项目 5 项。

I-D5-108　自旋太赫兹源的辐射机制

许涌 [1,2,]

1 北京航空航天大学合肥创新研究院，安徽合肥 230000

2 北京航空航天大学集成电路科学与工程学院，北京 100083

摘要：近年来基于自旋电子薄膜的超宽带高性能太赫兹源受到广泛关注。对于常见的自旋电子太赫兹源，太赫兹发射源于三种机制：超快去磁引起的磁偶极辐射、自旋电荷转换引起的瞬态电流辐射和反常霍尔效应[1]。轨道电子学的最新进展揭示了利用轨道电流作为信息载体的可能性[2]。我们发现飞秒激光脉冲可以在部分铁磁层中产生轨道电流的超快脉冲。研究证明，通过将这种轨道电流脉冲注入非磁性金属，可以感应出瞬态电荷电流并发射太赫兹电磁脉冲，其中非磁性金属层实现了轨道电流到电荷流的转换。光诱导轨道电流的产生和转换的发现为开发未来的自旋电子太赫兹器件开辟了一条新的途径。

关键词：自旋电子学；太赫兹辐射源；超快磁学轨道效应。

参考文献：

[1]Y.Liu,H.Cheng,Y.Xu,P.Vallobra,S.Eimer,X.Zhang,X.Wu,T.Nie,and W.ZHAO,Separation of Emission Mechanisms in Spintronic Terahertz Emitters,Phys.Rev.B 104,064419(2021).

[2]Y.Xu,F.Zhang,Y.Liu,R.Xu,Y.Jiang,H.Cheng,A.Fert,and W.Zhao,Inverse Orbital Hall Effect Discovered from Light-Induced Terahertz Emission,arXiv:2208.01866.

报告人简介：

许涌，男，35，副教授，研究方向：研究方向为自旋电子学和超快磁学，近年来在国际重要 SCI 期刊 Phys.Rev.B，ACS Appl.Mater.Inter.,Appl.Phys.Lett.等发表学术论文二十余篇，主持了国家自然科学基金青年项目，

Email:yongxu@buaa.edu.cn。

口头报告摘要

O-A1-1　用于传感检测的基于连续体束缚态的全硅太赫兹超表面

孙广成，王玥*，崔子健，张晓菊，张向

陕西省超快光电技术与太赫兹科学重点实验室，西安理工大学，西安，陕西

摘要：光学连续束缚态 (BIC) 是频率位于光锥以上、衍射极限以下但不向外辐射的特殊电磁本征态，具有无限的 Q 因子和零共振线宽，为实现超高 Q 共振提供了全新途径[1,2]。低损耗、高折射率介质共振器丰富的多极子共振特性能够量身定制共振模式的场增强和空间局域化，从而显著改变了准 BIC 模式的表面灵敏度。本文研究了 C_{4v} 光子晶格的全硅十字椭圆柱阵列，太赫兹超表面的两个最低 TM 能带支持对称保护 BIC 和偶然 BIC。通过打破超表面的面内旋转和反演对称性，对称保护 BIC 转变为双准 BIC，并且在 TM_2 能带上的高对称点Γ上激发两个扩展 BIC。扩展 BIC1 是由于 TM_1 和 TM_2 模式之间强耦合而形成 F-W 型 BIC，而扩展 BIC2 是由于超表面与空气交界面处不同辐射通道相干相消而形成的单共振参量 BIC。拓扑荷计算证明了所有的 BIC 都受到拓扑涡旋保护。多极子分解表明 BIC 模式 1 由磁四极子激发，BIC 模式 2 由环偶极子支配。环偶极子独特的强电磁场约束和对周围环境折射率敏感的特性，实现了太赫兹频段下的超灵敏生化传感。

关键词：连续体束缚态；太赫兹；硅；超表面；拓扑荷

参考文献：

[1]Wang W, Srivastava Y K. Tan T C, Wang Z, Singh R. Brillouin zone folding driven bound states in the continuum. NAT COMMUN. 2023, 14(1), 2811.

[2]Wang P, He F, Liu J, Shu F, Fang B, Lang T, Hong Z. Ultra-high-Q resonances in terahertz all-silicon metasurfaces based on bound states in the continuum. PHOTONICS RES. 2022, 10(12), 2743-2750.

报告人简介：孙广成，男，1990 年生，西安理工大学博士生在读，主要从事基于连续体束缚态的全介质太赫兹超表面、光子晶体传感器件的设计及表征、低维材料自然双曲特性及表面波调控的研究，国内外期刊及会议上发表 4 篇，参与国家自然科学基金项目，陕西省高校青年创新团队，761670102@qq.com。

通讯作者：王玥；Email：wangyue2017@xaut.edu.cn

基金：陕西高校青年创新团队(21JP084)，国家自然科学基金(61975163)，陕西省自然科学基金(2020JZ-48)，

O-A2-2　基于核壳微球“太喷射”效应的太赫兹高分辨成像研究

王皓杰，韩一平*

西安电子科技大学物理学院，西安，710071

摘要：太赫兹（THz）成像技术是生物学、医学和无损检测领域的前沿技术。然而，由于其波长较长，分辨率比传统光学成像低得多，一般只有几百微米，这限制了其进一步发展和应用[1]。通过利用具有适当折射率的介质结构产生的“太喷射”效应，可以将太赫兹波调制为亚波长尺寸的光场，突破衍射极限并实现高通量、超宽谱的远场太赫兹高分辨成像[2]。在光学波段，具有核壳结构的微球已被证明能够产生超长光子纳米射流[3]。在太赫兹波段，模拟结果表明壳层的存在对于描述太喷射射流性质的重要特征(如强度、焦距、工作距离和半高宽)有显著影响。此外，我们通过改变核壳微球中壳层和核层的相对尺寸、折射率分布等参数，成功获得了优于 0.4λ的亚波长空间分辨率的长太喷射射流。值得注意的是，相较于单个微球，不同结构的核壳微球显著扩大了太喷射射流强度、焦距、工作距离以及半高宽的变化范围，从而展示了其在太赫兹成像与探测领域中的广泛应用潜力。

关键词：核壳微球；长太喷射射流；高分辨；太赫兹成像。

参考文献：

[1]Zhao JY, Chu W, Guo LJ, et al. Terahertz imaging with sub-wavelength resolution by femtosecond laser filament in air. Scientific reports, 2014, 4(1): 1-7.

[2]Ma XM, Jiang ZC, Qu QS, et al. Research advances of high-resolution THz imaging based on terajet effect. Opto-Electronic Engineering, 2020, 47(5): 190590-1-190590-10.

[3]Shen YC, Wang LV, Shen JT. Ultralong photonic nanojet formed by a two-layer dielectric microsphere. Optics Letters, 2014, 39(14): 4120-4123.

报告人简介：

王皓杰，男，23 岁，硕士研究生在读，研究方向：涡旋光通信及太赫兹高分辨成像研究。学术成果：以第一作者发表 SCI 检索论文 1 篇。Email: haojiewang@stu.xidian.edu.cn

通讯作者：韩一平；Email: yphan@xidian.edu.cn

基金：国家重点研发计划

O-B1-3　基于集成太赫兹回音壁模式谐振器的晶体水合物脱水传感

侯智博[1]，袁世兴[1]，才家华[2]，陈燎[1]，吴晓君[2]，张新亮[1*]

1 华中科技大学，武汉光电国家研究中心，武汉 430074

2 北京航空航天大学，电子信息工程学院，北京 100191

摘要：

水分子在水合物的水合和脱水过程中起着非常重要的作用，可能导致水合物呈现出不用的物理和化学性质，影响其在实际应用中的性能[1,2]。然而，目前仍然缺乏能够对水合物中的水分子进行快速、灵敏传感的小型集成传感器。在这里，我们基于 CMOS 兼容技术在硅材料上制造了一种 Q 值为 3305，谐振频率为 410.497 GHz 的集成太赫兹回音壁模式谐振器（THz-WGMR），通过该器件实现了五水硫酸铜晶体（$CuSO_4·5H_2O$）中结晶水分子的高灵敏度传感。使用该传感器成功区分了具有不同结晶水分子的 $CuSO_4·xH_2O$ （x=5,3,1），并表征了 $CuSO_4·5H_2O$ 到三水硫酸铜晶体（$CuSO_4·3H_2O$）的动态脱水过程。我们相信，我们提出的具有高灵敏物质区分能力的 THz-WGMR 传感器可以为研究物质之间的转化提供一个通用和集成的平台，并促进水合/结晶水相关的生物化学研究。

关键词：硅；太赫兹；回音壁模式；结晶水；传感。

参考文献：

[1]Soda, G.; Chiba, T. Deuteron Magnetic Resonance Study of Cupric Sulfate Pentahydrate. J. Chem. Phys. 1969, 50, 439–455.

[2]de Castelnuovo, S.; Harness, J.B.; McColm, I.J. The Role of Liquid Water in Crystalline Hydrate Dehydration: Copper sulphate pentahydrate. J. Therm. Anal. Calorim. 2001, 63, 233–247.

报告人简介：

侯智博，男，25 岁，目前为华中科技大学武汉光电国家研究中心的在读博士生，导师是张新亮教授。研究方向主要为硅基集成器件，太赫兹传感应用研究，太赫兹陶瓷器件等。目前在 Nature Communications，Sensors，OECC 等期刊与会议上发表过论文，联系方式 zbhou@hust.edu.cn。

通讯作者：张新亮；Email：xlzhang@hust.edu.cn

基金：国家自然科学基金资助项目：61927817、62000590、61735006、61631166003、61675081、61505060

O-D1-4　基于超材料的太赫兹贴壁活细胞生物传感器研究

韩路路[1]，陈康龙[1]，阮存军[1,2*]

1 北京航空航天大学电子信息工程学院，北京，100191

2 北京航空航天大学微波感知与安防应用北京市重点实验室，北京，100191

摘要：胶质母细胞瘤是最常见的恶性脑和其他中枢神经系统肿瘤之一[1-2]，发病率为 10 万分之 3.21。在诊断后的第一年，约有 40%的患者能够存活，第二年为 17%左右，生存率较低。因此，脑胶质瘤细胞的早期预防、检测和治疗也越来越受到科研人员的关注。

目前基于超材料的生物传感器通常是将细胞贴壁培养在超材料表面[3-4]，测试时细胞直接裸露在空气中，该检测方法所检测的细胞失去活性，检测结果失去生物意义。本报告通过设计制作超材料与石英玻璃组合的液体微腔实现超灵敏活细胞检测，进行脑胶质瘤细胞与神经元细胞的鉴别。实验中测试细胞为贴壁形式，细胞生存环境更贴近细胞在体内状态。该传感器理论计算灵敏度可达 280 GHz/RIU（RIU，折射率单位）。实验所使用的细胞是在石英玻璃上培养的浓度为~5200 cells/cm^2 贴壁细胞，实际太赫兹测试光斑（直径：~5mm）下的细胞数量~1020 个细胞。实验结果表明：脑胶质瘤与神经元细胞谐振曲线之间的频率偏移可达 24 GHz，谐振特征峰测量误差约为 6.7%。此实验能够进行太赫兹无标记活细胞检测，对脑胶质瘤早期筛查具有重要意义。

关键词：太赫兹；脑胶质瘤；神经元细胞；活细胞；细胞检测。

参考文献：

[1]Holland E C. Glioblastoma multiforme: the terminator[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2000, 97(12): 6242-6244.

[2]Alifieris C, Trafalis D T. Glioblastoma multiforme: Pathogenesis and treatment[J]. Pharmacology & therapeutics, 2015, 152: 63-82.

[3]Zhang Z, Ding H, et al. Sensitive detection of cancer cell apoptosis based on the non-bianisotropic metamaterials biosensors in terahertz frequency[J]. Optical Materials Express, 2018, 8(3): 659-667.

[4]Yan X, Yang M, Zhang Z, et al. The terahertz electromagnetically induced transparency-like metamaterials for sensitive biosensors in the detection of cancer cells[J]. Biosensors and Bioelectronics, 2019, 126: 485-492.

报告人简介：

韩路路，女，1995 年 5 月出生，北京航空航天大学电子信息工程学院在读博士研究生。目前的研究方向主要围绕微波及太赫兹超材料等器件的研究工作，发表 SCI 收录论文 1 篇，获授权发明专利 1 项，Email：hanlulu@buaa.edu.cn。

通讯作者：阮存军；Email：ruancunjun@buaa.edu.cn

O-D2-5　基于受激声子极化激元的太赫兹非线性物理与应用

卢瑶[1,2,*]，吴强[1,2.*]，陈璐[1,2]，齐继伟[1,2]，许京军[1,2]

1 南开大学物理科学学院，天津 300071

2 南开大学泰达应用物理研究院，天津 300457

摘要： 作为未来信息产业、空间技术、医学影像、光谱技术发展的重要载体之一，太赫兹科学与技术受到了前所未有的关注。太赫兹波与晶体中受激声子极化激元的结合，既是凝聚态物理领域“元激发”这一概念的发展要求，也是太赫兹非线性物理和技术未来发展的重要一支。利用受激声子极化激元打破传统物理上的玻恩-奥本海默近似，实现一种全新的光与物质相互作用机制，将声子极化激元这一原本只影响材料光谱和热容的元激发变成了真正能参与光与物质相互作用的受激声子极化激元[1]。它可以通过改变光与物质相互作用过程，提高非线性极化率，使得非线性在弱场下依然可以得到提升[2]。相应地，这一物理机制还允许采用受激声子极化激元实现对材料的全方位调控：既包含对晶体材料在高频段（可见和近红外）的光学性质的调控，也包含对材料光热、光力、发光、畴结构等性质的调控，是未来研究介电材料、新型半导体材料中声子和声子极化激元作用的重要一环，对于未来受激声子极化激元的研究和应用、离子晶体材料性质调控、太赫兹物理与技术、自旋量子比特的光调控等领域发展具有特别的意义。

关键词：声子极化激元；太赫兹物理；非线性；元激发；光与物质相互作用

参考文献：

[1]Lu Y, Wu Q, Xiong H, et al. Light–matter interaction beyond Born–Oppenheimer approximation mediated by stimulated phonon polaritons. Commun Phys. 2022, 5(1): 299.

[2]Lu Y, Zhang Q, Wu Q, Liu X, Chen Z, Xu J. Giant enhancement of THz-frequency optical nonlinearity by phonon polariton in ionic crystals. Nat Commun. 2021, 12(1): 3183.

报告人简介：

卢瑶，男，30 岁，南开大学助理研究员，主要从事受激声子极化激元与太赫兹物理相关研究，主要包括太赫兹波的产生、传输与控制，太赫兹非线性物理，超短太赫兹脉冲与波导、微腔、超表面等微结构的作用等。目前在 Nature Communications, Laser & Photonics Reviews 等学术期刊上发表论文 20 余篇，工作入选 2021 年度中国光学十大进展（基础研究类）以及 2022 年度美国光学学会年度光学进展，并主持和参与多个科研项目。

Email：yaolu@nankai.edu.cn

通讯作者 Email：卢瑶 yaolu@nankai.edu.cn；吴强 wuqiang@nankai.edu.cn

基金：国家自然科学基金（62205158）等

O-D2-6　自旋太赫兹偏振编码系统

李红庆[1]，姜芸青[2]，张晓强[2*]，张帆，许涌，赵巍胜

1 湘潭大学，湖南 湘潭 411105；

2 北京航天航空大学合肥创新研究院，合肥 100191

摘要：太赫兹波作为一种重要的电磁波，在无线通信和成像传感技术中得到越来越多的应用[1-3]。本文提出了一种可编程偏振自旋太赫兹源，其中包含一个三层异质结构 W/CoFeB/Pt 的自旋太赫兹发射源、两对正交排列的电磁线圈和一个微控制器单元[4]。微控制器单元提供频率和幅度可控交流脉冲信号，其最大频率设置可为 100 kHz，通过对微控制单元编码切换两对电磁线圈的通电状态，以控制太赫兹波的正交线偏振态[5]。可编程偏振自旋太赫兹源不仅可以产生宽频带(0.5-4 THz)的太赫兹波，而且可通过不同编码序列灵活切换所产生的太赫兹波的正交线偏振态。同时，为了实现数字编码与太赫兹偏振信息的相互转换，本文通过仿真和实验设计了最佳匹配(栅宽、栅间距均为 10 μm)的线栅型太赫兹偏振分束器，其消光比可达 43 dB。太赫兹偏振分束器作为一种解码器，可以精确地将太赫兹横向电(TE)和横向磁(TM)模式分束到两个太赫兹探测器。最后，将可编程偏振自旋太赫兹源、太赫兹偏振分束器以及两个太赫兹探测器组合在一起，构建了自旋太赫兹偏振的编码解码原型系统。在原型系统中验证了高速、准确的信息发送和接收。我们相信，我们的工作可以进一步推动太赫兹应用于多路复用通信以及全息成像等领域，并促进了太赫兹偏振技术的发展。

关键词：可编程偏振自旋太赫兹源；电磁线圈；太赫兹偏振分束器；太赫兹偏振编码

参考文献：

[1]Jiang YQ, Li HQ, Zhang XQ, Zhang F, Xu Y, Xiao YG, Liu FG, Wang AT, Zhan QW, Zhao WS. Promoting spintronic terahertz radiation via Tamm plasmon coupling, Photon. Res. 11(6), 1057-1066 (2023).

[2]Zhang XQ, Jiang YQ, Xu Y, Liu FG, Rui GH, Wang AT, Zhao WS. Unidirectional spintronic terahertz emitters with high efficiency, Opt. Lett. 47(24), 6381-6384 (2022).

[3]Liu YS, Cheng HY, Xu Y, Vallobra P, Eimer S, Zhang XQ, Wu XJ, Nie TX, Zhao WS, Separation of emission mechanisms in spintronic terahertz emitters, Phy. Rev. B, 104, 064419 (2021).

[4]Li HQ, Jing YQ, Zhang XQ, Zhang F, XiaoYG, Tang MH, Xu Y, Liu FG, Zhao WS. Spintronic terahertz polarization programmable system for information encoding, Opt. Laser Technol, 167, 109717 (2023).

[5]Jiang YQ, Zhang XQ, Liu YS, Vallobra P, Eimer S, Zhang F, Du YC, Liu FG, Xu Y, Zhao WS. Spintronic Terahertz Emitter with Integrated Electromagnetic Control, Chin. Opt. Lett., 20(4): 043201 (2022).

报告人简介：

张晓强，男，35 岁，北京航空航天大学合肥创新研究院特聘副研究员。2016 年博士毕业于中国科学技术大学物理学院。近些年来主要从事超快光学调控自旋电子、自旋太赫兹的产生与发射、矢量涡旋光束的产生与应用等研究。以第一/通信作者在 Photonics Research、Aplied Physics Letters、Optical Letters 等期刊发表论文 20 余篇，第一发明人申请/授权发明专利 20 余项。联系邮箱 xqzhang@buaa.edu.cn。

O-D2-7　时空色散补偿的双色场飞秒激光成丝辐射太赫兹波效率研究

张楠，余志强，刘伟伟*

南开大学，现代光学研究所，天津，300350

摘要：太赫兹(THz)科学与技术，因其在安检成像、医学诊断、军事、通讯、物理天文等领域展示出的巨大应用潜力，在过去 20 年中得到了各国科研工作者的高度关注。而高功率宽带 THz 辐射源的研究进展直接决定了 THz 波在上述领域的应用前景。在众多的 THz 辐射源中，基于飞秒激光成丝的 THz 辐射源具有宽带高强度和没有损伤阈值限制的优点。基于双色场飞秒激光成丝产生 THz 辐射的方案具有比单色场飞秒激光成丝辐射 THz 更高的能量转换效率。在该方案中，成丝辐射 THz 的强度、带宽、偏振等特性会受到包括双色场的时间延迟、色散、偏振、波长、空间走离以及气体环境等在内的众多参数的影响。只有实现对上述参数的有效调控，才能获得高效的 THz 辐射源。

本文使用单脉冲能量为 6 mJ 的飞秒激光脉冲通过β-BBO 倍频产生双色光场，通过倾斜α-硼酸钡(α-BBO)晶体实现了双色激光脉冲在空间和时间上的精确重叠，并利用双色波片保证了双色激光具有相同偏振，在氩气中成丝辐射的太赫兹脉冲最大能量达到 21 μJ，THz 转换效率达到 0.35%。该项研究工作实现了双色场成丝辐射 THz 能量转换效率的突破，对于高强度 THz 源的研究以及探索强太赫兹辐射与材料的相互作用具有重要意义。

关键词：飞秒激光；双色场；光丝；高效太赫兹波产生。

报告人简介：

张楠，男，副研究员，飞秒激光技术及应用，主要从事超短脉冲激光电离/烧蚀动力学,飞秒激光非线性光学，飞秒激光微纳加工以及光谱检测技术的研究。现已在 Physical Review Letters、Opto-electronic Advances、Nanophotonics、Optics Letters、Optics Express 等期刊上发表文章 70 余篇，Email：zhangn@nankai.edu.cn。

通讯作者：刘伟伟；Email：liuweiwei@nankai.edu.cn
基金：国家自然科学基金(12061131010, 12074198)

O-A3-8　基于太赫兹超材料实现胶质瘤分子病理识别和药效检测

穆宁[1#]，张迟犇[2#]，朱卫仁*，陈图南*

1 陆军军医大学第一附属医院神经外科，重庆，400038

2 上海交通大学，上海，200030

摘要： 早期准确识别胶质瘤亚型可辅助外科医生确定手术策略和治疗方案。然而，现有的检测方法往往面临速度慢、成本高、灵敏度低等挑战，大大降低了诊断的有效性。与传统检测方法相比，超材料作为一种具有超常物理性质的人工复合结构,能够呈现局域电场增强效应,对外部环境变化非常敏感,因此,非常适合应用在高灵敏生物传感领域。本研究基于环偶超构表面设计了一种高灵敏性生物传感器，并进一步应用于胶质瘤亚型细胞的检测和细胞活性实验监测。一、通过 CST 仿真及多级散射能量理论证实该超构单元工作在环偶极子模式，且具备较窄谐振透射谱和高 Q 特性，利用后续的传感研究。二、利用课题组已有两种分型的细胞进行传感性能验证，显示随着胶质瘤细胞浓度的增加，太赫兹透射谱（共振频率和振幅）均发生变化。且同一浓度不同亚型的胶质瘤细胞的二维曲线完全分离，说明该超材料可以辅助亚型细胞识别。此外，选用未经药物处理和经过药物处理引起细胞活性变化的的胶质瘤细胞作为待测物进行对比研究，结果表明，随着药物浓度从 12 μM 增加到 20 μM 24h，频率从 183.1 GHz 增加到 76.2 GHz，，这说明通过谱分析方法可以实时地对化疗药物作用程度，表现效果做出定量评估。即传感器表面构建的环偶极子可表征细胞的介电特性（折射率 n，损耗 tanδ）变化引起的谐振谱差异（频率移动，幅值变化）。因此，所提出的超构生物传感器在胶质瘤药理学分析中展现出重要的应用潜力，同时也为获得实时和低成本的细胞检测提供了新的方案。

关键词：胶质瘤；分子病理；超材料；药效分析。

参考文献：

[1]Zhang, C., et al., *Terahertz toroidal metasurface biosensor for sensitive distinction of lung cancer cells.* Nanophotonics, 2021. **11**(1): p. 101-109..

报告人简介：

穆宁，女，33 岁，助理研究员，太赫兹肿瘤诊断，主持重庆市自然基金面上课题 1 项，以第一作者在太赫兹生物医学领域发表 SCI 文章 3 篇，授权国家发明专利 1 项，muning109@163.com。

O-A4-9　人参皂苷 Rg3 对体外胶质瘤细胞作用的太赫兹 ATR 光谱学研究

陈利刚[1]，廖云生[1]，张明焜[1]，王化斌[1*]

1 中国科学院重庆绿色智能技术研究院

摘要：监测药物对细胞的作用是发现/筛选新药或探索药物作用过程潜在生物学机制的关键步骤。太赫兹时域衰减全反射（THz TD-ATR）作为一种可适用于溶液样品研究的无标记、非电离、快速检测技术在生物医学研究中受到广泛关注。我们使用该技术评估中药活性成分人参皂苷 Rg3（G-Rg3）对活胶质瘤细胞的影响。当 G-Rg3 浓度在 0～50 μM 范围内作用 24 小时后，人胶质瘤细胞（U87）培养液中 THz 吸收系数随药物浓度的增加而增加。我们认为这种变化是由 G-Rg3 使细胞状态恶化引起的，并用常规细胞活力检测试剂盒测定的细胞生长抑制率和用荧光显微镜观察到的细胞形态变化验证了这一观点。这些结果说明了使用 THz TD-ATR 光谱检测 G-Rg3 在体外对胶质瘤细胞作用的有效性。因此，该技术为评估生物活性成分对细胞的疗效或帮助筛选细胞靶向药物开辟了一条新的途径。

关键词：太赫兹；蛋白质；自组装结构；单分子成像。

报告人简介：

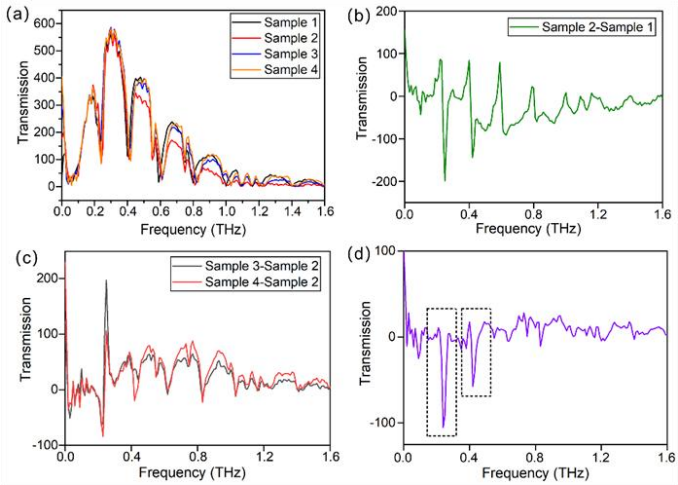
陈利刚，男，31 岁，助理研究员，主要从事太赫兹生物光谱探测及成像方面的研究工作。以第一作者发表 SCI 论文 4 篇（包括 J. Phys. Chem. Lett.等），以共同一作发表 SCI 论文 3 篇（包括 J. Agric. Food. Chem.等）。主持重庆市博后特别资助项目一项，参与科技部重点研发项目、基金委面上项目、地方科研项目等多项。Email: chenligang@cigit.ac.cn。

通讯作者：王化斌；Email：wanghuabin@cigit.ac.cn
基金：科技部重点研发计划（2021YFA1301503），国家自然科学基金（62175238）。

O-A4-10　高迁移率族蛋白 B1 的太赫兹光谱检测研究

王瑞多[1]，孔德鹏[1,*]，贺正权[1]，袁丽娟[2]，包国强[2*]
1 中国科学院西安光学精密机械研究所，光子功能材料与器件研究室，陕西西安，710119
2 第四军医大学唐都医院，普通外科，陕西西安，710038

摘要：研究表明，高迁移率组蛋白 B1(high mobility group box-1, HMGB-1)与创伤浓度症、炎症风暴、肝癌等多种疾病密切相关，可作为早期标志物进行诊断[1-3]。将 4 个硅片作为传输波导，在硅片表面将氧化石墨烯（GO）分散液定容滴涂在硅片表面，通过 EDC/NHS 活化 GO 表面的羧基官能团，随后将 4 个硅片依次滴入空白样本，HMGB-1 特异性抗体（Anti-HMGB-1），Anti-HMGB-1 与低浓度 HMGB-1 的蛋白分散液，Anti-HMGB-1 及高浓度 HMGB-1 的蛋白分散液，在太赫兹时域光谱系统中分别检测 4 个硅片样本的反射式特征谱。每个样本的检测结果取 10 次测试光谱进行平均，再分别进行傅里叶变换得到如图（a）所示的频域特征频。通过硅片 1 与硅片 2 样本的做差消背景，可以得到图（b）的 Anti-HMGB-1 的太赫兹特征吸收光谱。硅片 3 和 4 分别与硅片 2 做差消背景可以得到图（c）所示的低浓度和高浓度 HMGB-1 蛋白分散液的太赫兹特征光谱。将低浓度和高浓度特征频做差得到图（d）所示的特征谱，得到显著共振峰表征出 HMGB-1 随浓度差异的共振特征频率。



关键词：高迁移率族蛋白 B1；太赫兹时域光谱；特征吸收光谱；生物传感。

参考文献：

[1]Chen, R., R. Kang, and D. Tang. The mechanism of HMGB1 secretion and release. Exp Mol Med 2022, 54(2): 91-102.
[2]Street, M. E. HMGB1: A Possible Crucial Therapeutic Target for COVID-19? Horm Res Paediatr. 2020, 93(2):73-75.
[3]Yang, H., H. Wang, and U. Andersson. Targeting Inflammation Driven by HMGB1. Front Immunol 2020, 11:484..

报告人简介：

王瑞多，男，30 岁，助理研究员/博士后，主要从事表面功能化波导的红外&太赫兹生物化学光谱检测技术研究，博士毕业于中国科学院大学光学专业，围绕光栅、法布里-泊罗干涉腔、聚合物微结构光纤、级联干涉结构等光纤波导，开发出针对 HMGB-1，肝素钠，硫酸鱼精蛋白，胆固醇等多项检测需求牵引的表面功能化方法，在中红外及太赫兹波段研发出多项共性生化检测技术。已参与及正在参与研究的科研项目包括科技部国际合作项目、国家自然科学基金重点项目、青年项目、国防创新特区 JKW 项目等。在 Analytica Chimica ACTA, Analyst, Photonics Research 等期刊上发表 SCI 论文 23 篇，其中以第一作者/通信作者发表 16 篇。Email：wangruiduo@opt.ac.cn。

通讯作者：孔德鹏；Email：kongdp@opt.ac.cn; 包国强：Email: guoqiang@fmmu.edu.cn

O-B4-11　基于塔姆等离耦合的高效自旋太赫兹源

姜芸青[1,2]，张晓强[1,2,*]，许涌[1,2]，赵巍胜[1,2]

1 北京航空航天大学集成电路科学与工程学院，北京 100083；

2 北京航空航天大学合肥创新研究院，安徽 合肥 230000；

摘要：太赫兹波由于其高信息载量、低光子能量及谱指纹特性等优势，在基础科学及商业化等领域都有着巨大的应用潜力。基于超快自旋动力学的自旋太赫兹辐射源由于其超宽带、低成本、高稳定性等优势成为太赫兹波辐射源的重要研究方向之一[1]。目前自旋太赫兹辐射源依旧存在太赫兹波辐射效率不高的问题。在本文中，基于塔姆等离子体耦合理论，研究了铁磁/金属薄膜的自旋太赫兹辐射源与光子晶体相结合的塔姆等离子体耦合高效自旋太赫兹源[2]。通过理论模型仿真表明，塔姆等离子体耦合自旋太赫兹源通过提高光-自旋转换效率，可将泵浦光利用率从 36.8％增加到 94.3％。依据仿真结果我们制备了该结构，实验结果表明，塔姆等离子体耦合自旋太赫兹源将自旋太赫兹辐射强度增强了 264%。此外，该新型自旋太赫兹源的窄带共振耦合特性同时具备过滤泵浦光和高效传输太赫兹波（约为 96%）的特点。研究结果还表明，该结构在泵浦光的不同偏振模式下以及斜入射情况下都具有较高的太赫兹产生效率。该结构制备工艺简单且对直接在辐射源处的调控结构兼容性更高，为提升自旋太赫兹源辐射效率提供了可行性和新视角。

关键词：自旋电子学；太赫兹辐射源；塔姆等离子体耦合；铁磁薄膜

参考文献：

[1]Xu, Y.;Zhang, F.;Zhang, X.-Q.;Du, Y.-C.;Zhao, H.-H.;Nie, T.-X.;Wu, X.-J.; Zhao, W.-S. Research advances in spintronic terahertz sources. Acta Physica Sinica 2020, 69.

[2]Jiang, Y.;Li, H.;Zhang, X.;Zhang, F.;Xu, Y.;Xiao, Y.;Liu, F.;Wang, A.;Zhan, Q.; Zhao, W. Promoting spintronic terahertz radiation via Tamm plasmon coupling. Photonics Research 2023, 11.

报告人简介：

姜芸青，女，29 岁，博士研究生，研究方向涉及自旋电子学与超快光学，目前已在 Photonics Research 和 Optics and laser Technology 等杂志发表自旋太赫兹发射及应用相关论文。

Email：yunqingjiang@buaa.edu.cn。

O-C3-12　基于深度学习的太赫兹波计算鬼成像研究

佘荣斌[1]，鲁远甫[1*]，李光元[1*]

1 中国科学院深圳先进技术研究院

摘要：太赫兹成像技术以其优异性被广泛应用于生物医疗、无损检测、安防等领域。不同于传统的单点扫描技术，太赫兹波计算鬼成像技术使用一系列空间编码模式照射物体，利用单点探测器记录每个编码模式下的太赫兹强度，最后使用重建算法实现太赫兹图像重建[1, 2]。虽然该方法有效降低了系统复杂度和成本，但是成像效率并不高，成像质量与成像时间存在矛盾。近年来，深度学习发展如火如荼，针对太赫兹波计算鬼成像中的成像质量和成像时间的矛盾问题，我们课题组分别提出了两种深度学习网络，旨在提升太赫兹成像的效率。我们提出的残差双路密集网络学习太赫兹高质量图像和欠采样退化图像的映射关系，从而在确保图像质量的前提下，缩短成像时间，实验结果表明压缩比在 10% 的情况下，图像质量达到约 20 dB；其次，我们提出基于物理信息增强网络的计算鬼成像网络，将太赫兹图像编码、解码以及增强融合进一个网络进行学习，从而获得鲁棒性和泛化性更加优异的网络，实验结果表明该方法能有效兼顾成像质量和成像时间，在保证成像质量的前提下，压缩比缩减到 3.125%。利用深度学习提升太赫兹成像效率旨在推动了其在癌症诊断、生命健康和智慧医疗中的实时应用。

关键词：深度学习；计算鬼成像；成像效率。

参考文献：

[1] Zanotto L, Piccoli R, Dong J L, et al. Single-pixel terahertz imaging: a review [J]. Opto-Electronic Advances, 2020, 3(9): 200012.

[2] 陈思潮, 杜良辉, 朱礼国. 太赫兹波计算鬼成像：原理和展望 [J]. 光电工程, 2020, 47(5): 200024.

报告人简介：

佘荣斌，男，1991 年，中国科学院深圳先进技术研究院助理研究员，主要的研究方向为太赫兹时域光谱技术、太赫兹调制技术以及太赫兹成像技术，累计发表论文 11 篇，其中 SCI 文章 7 篇，参与撰写专利 30 余项，授权 17 项，累计转化金额超过 50 万，Email：rb.she@siat.ac.cn。

通讯作者：鲁远甫，Email：yf.lu@siat.ac.cn；李光元，gy.li@siat.ac.cn。

基金：国家自然科学基金（62105354），SIAT 优秀青年创新基金。

O-C4-13　太赫兹特征谱线精细化检测识别与应用验证

梁晓林*

中电科思仪科技股份有限公司

摘要：针对生物分子、生物组织、毒品、有毒有害气体等物质组成成分分析及陶瓷材料、复合材料、隔热材料、含能材料、半导体材料等新材料性能测试与质量评价的应用需求，开展太赫兹特征谱线精细化检测识别技术研究，先后突破了超宽带太赫兹信号高效发生、超宽带太赫兹信号高灵敏度探测、低损耗超宽带太赫兹信号高效传输、太赫兹特征谱线检测识别、太赫兹特征参数精准测试等关键技术，研制出首套基于电子学的太赫兹特征谱线精密分析仪，具备太赫兹反射谱与透射谱一体化测试、太赫兹特征谱线精细化检测识别、太赫兹特征参数精准测试、物质组成成分定性分析等功能，工作频率覆盖 0.11THz-1.1THz，特征谱线检测分辨率≤100Hz，动态范围≥60dB，特征参数测试精度≤±4%，特征参数测试范围 1-31，样品厚度 0.1mm-20mm，有效解决了非金属材料太赫兹特征参数一体化精准测试及极为相似物质特别是同分异构体类物质定性定量分析难题，为探索非金属材料与太赫兹波的相互作用机理提供先进测试仪器。

关键词：太赫兹；特征谱线；特征参数；精细化；电子学。

参考文献：

[1]X Zhan, S Yang and G Huang, Streptavidin-functionalized terahertz metamaterials for attomolar exosomal microRNA assay in pancreatic cancer based on duplex-specific nuclease-triggered rolling circle amplification, Biosensors and Bioelectronics, 2021, 188, 113314

[2]M Konnikova, et al, Malignant and benign thyroid nodule differentiation through the analysis of blood plasma with terahertz spectroscopy, Biomedical Optics Express, 2021, 12 (2): 1020-1035

报告人简介：

梁晓林，男，35，博士，高级工程师，长期从事太赫兹物质测试测量技术研究；先后主持或参与 XXX 工程、工信部重大专项、GF 创新特区重点项目、青岛市高端仪器仪表研发平台等项目 8 项；研制出太赫兹特征谱线精密分析仪、太赫兹缺陷检测分析仪等太赫兹物质测试测量仪器；先后获得山东省科技进步二等奖、青岛市西海岸新区第四批紧缺人才等奖励；作为核心骨干先后获得“中央企业青年文明号”、“中国电科十大科技进展”等团队奖励；担任 IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT、《电讯技术》等期刊审稿人，已发表 SCI 检索论文 20 余篇，申请发明专利 20 余项，授权 10 余项，xiaolin87liang@163.com。

O-C4-14　基于新型钙钛矿材料的高性能太赫兹探测器研究

李依凡[1,2*]，解佩翰[1]，杨睿[1]，杨贺[1]，娄存广[1]，刘秀玲[1]，姚建铨[2]

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，保定 071000

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，天津 300072

摘要：太赫兹探测器作为 5G/6G 通信、目标探测成像、遥感等系统的核心器件，其性能决定了太赫兹系统的应用场景。然而，现有太赫兹探测技术存在功能单一、响应速度慢、探测灵敏度低等问题。因此，迫切需要研制多维度、高灵敏、响应快速的太赫兹探测器。近年来，随着微纳加工技术发展，手性超表面的出现为构建小型化、集成化、高性能的偏振光电探测器提供了新的途径。此外，基于热电原理的探测器探测频段较宽，且能在室温下达到高速、高灵敏探测。研究表明钙钛矿材料具有低热导率、高电导率，是一种实现太赫兹偏振探测的理想热电材料。本文提出利用钙钛矿热电效应实现宽带太赫兹波段的探测，与石墨烯型太赫兹探测器相比实现了响应度 10 倍的提升、响应速度可达到 ns 量级。通过设计手性超表面钙钛矿阵列结构，得到太赫兹波段左旋偏振光（LCP）和右旋偏振光（RCP）的偏振吸收光谱特性，获得全斯托克斯偏振探测信号。为高性能太赫兹探测器发展提供理论和技术支撑。

关键词：太赫兹；探测器；新型钙钛矿；超表面；全斯托克斯

报告人简介：

李依凡，女，博士，校聘副教授，中国科协“青年人才托举工程”入选者。2021 年博士毕业于天津大学，师从姚建铨院士。研究方向为太赫兹新型微纳光电材料与器件、光调控脑神经研究。相关研究成果发表在 Nano Letters, Photonics Research,Journal of Materials Chemistry C, Nanoscal, Advanced Optical Materials, Applied Physics Letter 等期刊上，共计发表论文达 30 余篇。Email: yifanli@tju.edu.cn。

通讯作者：李依凡；Email：yifanli@tju.edu.cn

基金：中国科协青年人才托举工程项目 （2022QNRC001）；国家重点研发计划（2022YFA1203502）；河北大学人才引进/人才培养项目（521100221083）

O-C4-15　半导体红外及 THz 光学频率上转换探测及成像

白鹏[1]，杨宁[1]，楚卫东[1*]，赵自然[2*]

1 北京应用物理与计算数学研究所

2 清华大学 工程物理系

摘要：半导体红外及 THz 光学频率上转换探测成像主要依赖的是基于半导体探测器-发光二极管（PD-LED）上转换器件的一种间接探测和成像技术[1]。该技术在上世纪六十年代首次被提出，并于九十年代至本世纪前十年取得了巨大的进步和发展。半导体上转换技术的核心为由探测器与发光二极管(PD-LED)集成的上转换器件。红外信号和图像首先被上转换器件转换为近红外信号或者图像，再利用成熟的商用 CCD 或者 CMOS 器件实现间接探测或者成像。由于上转换能量来源于外部施加的电场，所以 PD-LED 上转换属于外场上转换范畴。本文将综合分析半导体光学频率上转换技术原理，并详述近年来半导体上转换技术在近红外、中红外及太赫兹成像方面取得的成就，然后给出我们团队最近在超宽谱量子棘轮太赫兹上转换研究方面的最新进展[2][3]。

关键词：半导体；频率上转换；太赫兹成像；量子棘轮；宽谱上转换

参考文献：

[1]Y. Yang, et al. "Semiconductor infrared up-conversion devices." Progress in quantum electronics 35.4 (2011): 77-108.

[2]Peng Bai, et al. "Broadband THz to NIR up-converter for photon-type THz imaging." Nature communications 10.1 (2019): 3513.

[3]Peng Bai, et al. "Broadband and photovoltaic THz/IR response in the GaAs-based ratchet photodetector." Science Advances 8.21 (2022): eabn2031.

报告人简介：

白鹏，31 岁，性别男，北京应用物理与计算数学研究所特聘副研究员，2020 年博士毕业于上海交通大学凝聚态物理专业，主要研究方向为太赫兹量子器件物理和半导体红外光电子器件物理。截至目前，以第一作者身份在 Nature Communications，Science Advances，Applied Physics Letters 等期刊发表论文 9 篇。Email: bai_peng@iapcm.ac.cn.

通讯作者：楚卫东；Email：chu_weidong@iapcm.ac.cn

通讯作者：赵自然；Email：zhaozr@mail.tsinghua.edu.cn

基金：自然科学基金项目（12104061, 12074249, 61927813, U1730246, 11834011, 62004209）

O-C4-16　抗阿尔茨海默药物的太赫兹指纹光谱分析

孙柳，王磊， 王文霞，何明霞*

天津大学 精密仪器与光电子工程学院

摘要：随着人口老龄化问题的加剧，我国已成为了 AD 患者数最多的国家，目前对于 AD 并无可靠的治疗手段，只能依靠药物缓解病情的恶化[1]，因此抗 AD 药物的开发和质量检测成为了 AD 研究领域的重要议题。在我们的工作中，我们选择了典型的抗 AD 药物——盐酸多奈哌齐作为研究对象，测试了其太赫兹频段的指纹谱。采用了第一性原理对盐酸多奈哌齐的晶体模型进行了优化和振动分析，明确了盐酸多奈哌齐晶体在太赫兹波段的吸收峰的形成机理。分析表明，盐酸多奈哌齐在太赫兹波段的振动主要由分子内部基团的集体振动引起，低频段复杂的振动模式或许和的其作用受体——乙酰胆碱酯酶的分子识别过程相关[2]。随后我们进一步构建了适用于盐酸多奈哌齐的机器学习和深度学习模型，对不同含量的药物样品进行了定量的预测，准确率在 98%以上。这项工作从定性和定量两个方面综合阐述了太赫兹技术在药物研究领域的重大应用前景，为 AD 药物的快速、无损检测提供了一种新的方法和思路。

关键词：阿尔茨海默症；盐酸多奈哌齐；太赫兹光谱；第一性原理；机器学习。

参考文献：

[1]郝博济. 阿尔茨海默症治疗药物的研发现状和发展趋势. 医学研究杂志. 2012, 41(10): 9-12.

[2] Cheng C, Zhu Z, Li S, Ren G, Zhang J, Cong H, Peng Y, Han J, Chang C, Zhao H. Broadband terahertz recognizing conformational characteristics of a significant neurotransmitter γ-aminobutyric acid. RSC advances. 2019. 9(35): 20240-20247.

报告人简介：

孙柳，女，29 岁，天津大学一年级博士研究生，研究方向：主要为太赫兹波辐射生物效应（特别是太赫兹波对神经元细胞的影响）和太赫兹波时域光谱成像的检测。学术成果：硕士期间发表 SCI 论文 2 篇，目前再投 SCI 论文 1 篇。Emil：13103249606@163.com。

通讯作者：何明霞；Email：hhmmxx@tju.edu.cn

O-C4-17　基于五能级里德堡原子探测太赫兹波的研究

王俊喃[1,2]，何琪慧[1,2]，侯磊[1,2*]

1 陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室

2 西安理工大学

摘要：近年来，随着太赫兹（terahertz，THz）科学技术在安检、生物医学、物质无损检测等领域的快速发展[1]，对 THz 波探测技术也提出了更高的要求。由于里德堡（Rydberg）原子具有极大的极化率和电偶极矩，对外电场十分敏感[2]，因此，本文通过理论计算研究了一种基于 Rydberg 原子量子相干效应的高灵敏度 THz 波探测技术。首先，利用波长分别为 852nm、1470nm 和 806nm 的 probe 激光、dressing 激光、Rydberg 激光将铯原子由基态激发至 $19P_{3/2}$ 态，由于处于 Rydberg 态的原子寿命长，因此对 probe 光吸收减少，透射增强，从而展现出电磁诱导透明（Electromagnetically Induced Transparency，EIT）现象，之后，当有频率为 0.17THz 的 THz 电场作用时，EIT 单峰出现 Autler-Townes（AT）分裂，且分裂间隔与所施加的 THz 电场强度成线性关系，据此可以实现 THz 电场的高灵敏度测量。本文通过数值求解 Lindblad 主方程，探究了 probe 激光、dressing 激光、Rydberg 激光和 THz 波的拉比频率与温度对蒸气室中铯原子 EIT-AT 光谱的影响，同时计算了基于 Rydberg 原子探测 THz 波的检测灵敏度并分析了温度和蒸气室尺寸对灵敏度的影响。基于 Rydberg 原子的量子相干效应可实现 THz 波的高灵敏度探测，因此对 THz 科学技术的发展起到重大的推动作用。本文对利用 Rydberg 原子的 THz 波探测研究提供了理论依据和实验指导。

关键词：里德堡原子；电磁诱导透明；太赫兹波，Autler-Townes 分裂

参考文献：

[1]Dhillon S S, Vitiello M S, Linfield E H, et al. The 2017 terahertz science and technology roadmap[J]. Journal of Physics D: Applied Physics, 2017,50(4):043001.

[2]Sedlacek J A, Schwettmann A, Kübler H, et al. Microwave electrometry with Rydberg atoms in a vapour cell using bright atomic resonances[J]. Nature Physics, 2012,8(11):819-824.

报告人简介：王俊喃(1997-)，男，在读博士研究生，主要研究方向为基于里德堡原子的太赫兹波探测。Email: 695751436@qq.com.

通讯作者：侯磊；Email：houleixaut@126.com

基金：国家自然科学基金资助项目(62075179)；陕西省教育厅基金重点项目(22JS026)

O-D3-18 Optical Modulation of Mammal Voltage-Gated Calcium Channel and Neuronal Excitation-Transcription Coupling by Terahertz Wave

孙远昆[1]，王少萌[1]，宫玉彬[1*]，杨亚雄[2*]

1 电子科技大学

2 北京航空航天大学生物与医学工程学院

Abstract: Voltage-gated calcium channels (VGCC, Ca_V) are the prominent signaling hubs that mediate multiple functions as diverse as the cardiac excitability, synaptic plasticity, gene transcription and neuronal development. Countless drugs targeting Ca_V channels are developed for the basic researches and clinical treatments of various heart diseases and brain diseases. But chemical drugs suffer from the low spatiotemporal resolution of channel modulation. Here we demonstrate that the 7 μm (42.55 THz) terahertz wave, which resonates with the stretching mode of -COO^- group in the selectivity filter of $Ca_V1.2$, rapidly and reversibly promotes the calcium influx both in HEK293 cells expressing recombinant $Ca_V1.2$ and in cultured cortical neurons containing endogenous Ca_V channels. Moreover, 7 μm terahertz irradiation effectively drives the neuronal excitation-transcription coupling both *in vitro* and *in vivo*. Such optical initiation of gene transcription could be shut down upon pharmacological inhibition of Ca_V1 channels. In addition, the temperature elevation caused by optical stimuli is less than 1 degree Celsius, principally ruling out the possibility of thermal effect. All above evidences support that 7 μm terahertz wave drives the neuronal excitation-transcription coupling by directly activating the Ca_V1 channels. The 7 μm terahertz wave also presents the potentials in promoting neuronal neurite growth and slows down the progression of neurodegenerative diseases, highlighting the promising therapeutics in Ca_V-related diseases.

关键词: Voltage-gated calcium channel; calcium signaling; terahertz; neuron; excitation-transcription coupling.

报告人简介：杨亚雄，男，33 岁，北京航空航天大学生物与医学工程学院副教授。主要研究方向包括：（1）分子神经科学——钙通道/钙信号与神经功能调控；（2）力生物学——分子及细胞水平的力-钙转导及调控。相关研究内容以第一或通讯作者身份在《Nature Communications》、《Cell Discovery》、《eLife》等杂志发表。主持国自然、科技委、北自然等多项基金，课题组欢迎对本组研究内容感兴趣的学生报考硕/博研究生，欢迎博士后加入。Email: yangyaxiong@buaa.edu.cn，个人主页：https://shi.buaa.edu.cn/yangyaxiong/zh_CN/index.htm。

通讯作者：杨亚雄；Email：yangyaxiong@buaa.edu.cn； 宫玉彬 ybgong@uestc.edu.cn

基金：NSFC 32271015; Fundamental Research Funds for the Central Universities YWF-21-BJ-J-1150

O-D4-19　太赫兹光声信号产生的理论研究

郭良浩[1]，王凯程[1]，张琴[1]，宁辉[1]，王少萌[1]，宫玉彬[1*]

1 电子科技大学，电子科学与工程学院，成都，610054

摘要：近年来太赫兹技术在生物医学领域展现出广阔的应用价值。一方面，基于太赫兹非热效应，太赫兹无损检测技术可以为无机和生物材料的组成、结构和动力学提供独特的见解。结合太赫兹光谱技术，通过施加特定频率的太赫兹刺激来影响关键基团的特定位点的振动模态[1-3]，亦可影响相应的化学反应过程，在疾病治疗以及生命医学研究中占据一席之位。而另一方面，由于水对太赫兹波的强吸收特性限制了太赫兹波在深层次成像领域的研究，使得太赫兹热效应的研究鲜有报道。近年来，随着强场太赫兹辐射源的出现，基于太赫兹波的热效应，使得超短太赫兹脉冲在太赫兹光致声成像、光声驱动等领域受到了越来越多的关注。有别于传统的光声的激发，由于太赫兹波对水分子敏感等独特的性质，使得以水为代表的极性环境可以快速吸收太赫兹波而产生的热，对于超短脉冲的太赫兹波而言，满足热约束和压力约束条件，因此瞬时的温升以及热膨胀可以产生高频的超声信号。理论研究表明，具有单脉冲能量在 mJ 量级的太赫兹脉冲，在水中可以产生 MPa 量级的瞬时声压，通过调节脉冲宽度，可以实现不同频率的超声信号的产生。由于不同生物组织的含水量的不同以及对太赫兹波的特征吸收峰的差异，使得太赫兹光声效应在未来光声成像以及疾病的靶向治疗等领域具有广阔的研究价值及应用前景。

关键词： 太赫兹，超短脉冲，光声效应

参考文献：

[1]Wu, Kaijie, et al. Terahertz wave accelerates DNA unwinding: A molecular dynamics simulation study[J]. The Journal of Physical Chemistry Letters, 2020, 11(17): 7002-7008.

[2]Xiang, Z., Tang, C., Chang, C., & Liu, G. A new viewpoint and model of neural signal generation and transmission: Signal transmission on unmyelinated neurons[J]. Nano Research, 2021, 14: 590-600.

[3]Li Y, Chang C, Zhu Z, et al. Terahertz wave enhances permeability of the voltage-gated calcium channel[J]. Journal of the American Chemical Society, 2021, 143: 4311-4318, 2021.

报告人简介：

郭良浩，男，28，电子科技大学电子科学与工程学院博士在读，主要研究方向为太赫兹生物电磁效应。

Email：glh9412@163.com

通讯作者：宫玉彬： ybgong@uestc.edu.cn

基金：国家自然科学自然基金 T2241002，32000914，61921002），电子科技大学医工交叉联合基金（项目批准号：ZYGX2021YGLH004，ZYGX2021YGLH018）

O-D4-20　太赫兹波对神经细胞动作电位的影响

孙远昆[1,2]，王少萌[1]，宫玉彬[1*]

1 电子科技大学电子科学与工程学院

2 军事科学院国防科技创新研究院

摘要：太赫兹波的频率对应于 DNA、RNA 和蛋白质等生物功能分子的构象振荡范围，其量子能量与氢键和范德华力等分子间相互作用的能量一致。作用于生物分子和生物分子内部的太赫兹波可能具有非线性共振，导致其构象和功能发生剧烈变化，从而对生物系统产生非热效应[1-2]。此前，由于缺乏合适的太赫兹源，太赫兹与生物大分子相互作用的研究一直停留在模拟阶段。最近，真空电子设备源的研发在提高具有强太赫兹和近太赫兹相干辐射（CW 或平均和脉冲）的真空电子设备（VED）源的能力方面取得了令人难以置信的成功[3]。我们可以设计一系列关于太赫兹生物效应的实验。先前的研究表明，太赫兹波与细胞内移动离子之间的相互作用主要是电的。太赫兹波可以影响膜蛋白的功能并调节生理过程。研究发现，太赫兹波可以与某些离子通道蛋白组形成共振，从而影响离子通过的速率，进而影响生物体的记忆、感知等功能[4-6]。我们通过模拟发现 53.7THz 波可以促进钾离子的流动，并且我们可以通过实验观察到 53.7THZ 波（对应 5.6μm）可以使神经元去极化，无论有没有 THz，神经元对外部刺激的反应都会不同。太赫兹波加速钾离子流动应该会导致超极化，但实验中出现了相反的现象。我们推测钾离子流的加速会影响其他通道的开放，从而导致去极化。

关键词：太赫兹波；共振；膜电位；离子通道

参考文献：

[1]Zhu Z, Cheng C, Chang C, Ren G, Zhang J and Peng Y, et al. Characteristic fingerprint spectrum of neurotransmitter norepinephrine with broadband terahertz time-domain spectroscopy . Analyst. 2019, 144(8):2504-2510.

[2]Li N, Peng D L, Zhang X J, Shu Y S, Zhang F and Jiang L, et al. Demonstration of biophoton-driven DNA replication via gold nanoparticle-distance modulated yield oscillation. Nano Res. 2021,14:40-45

[3]Booske J H , Dobbs R J , Joye C D , Kory CL, Neil GR and Park GS, et al. Vacuum Electronic High Power Terahertz Sources. IEEE Transactions on Terahertz Science & Technology.2011,1(1):54-75.

[4]Bo W F, Guo L H, Yang Y, Ma J L, Wang K C and Tang J C, et al. Numerical Study of Voltage-Gated Ca2+ Transport Irradiated by Terahertz Electromagnetic Wave. IEEE Access. 2020,8:10305-10315.

[5]Yangmei Li, Chao Chang, Zhi Zhu, Lan Sun, and Chunhai Fan. Terahertz Wave Enhances Permeability of the Voltage-Gated Calcium Channel. Journal of the American Chemical Society. 2021,143(11): 4311-4318.

[6]Liu X , Qiao Z , Chai Y , et al. Nonthermal and reversible control of neuronal signaling and behavior by midinfrared stimulation. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2021, 118(10).

通讯作者：宫玉彬；ybgong@uestc.edu.cn

基金：国家自然科学自然基金（项目批准号：T2241002，32000914，61921002），电子科技大学医工交叉联合基金（项目批准号：ZYGX2021YGLH004，ZYGX2021YGLH018）

报告人简介：

孙远昆，男，28，电子科技大学电子科学与工程学院在读博士，主要研究方向为太赫兹波对离子通道的影响、中红外量子级联激光器的模拟、中红外痕量气体检测等。本科就读于重庆大学光电工程学院，硕士就读于重庆大学光电工程学院，硕士期间在中国工程物理研究院流体物理研究所李泽仁/朱礼国团队联合培养。Email：syk1309@std.uestc.edu.cn。个人主页：https://www.researchgate.net/profile/Yuankun-Sun。

O-D4-21　探究特定频率太赫兹电场增强 KcsA 通道通量的机理研究

王懿泽[1]，王洪广[1*]，刘纯亮[1]，丁文[1]，赵晓菲[1]，李永东[1]

1 西安交通大学电子物理与器件教育部重点实验室，电子科学与工程学院

摘要：离子转运分子参与了许多生理和病理过程，被认为是癌症治疗的潜在靶点。在离子转运分子大家族中，钾离子通道作为表面表达蛋白，在许多肿瘤类型中表现出最高的可变性和最频繁的表达变化[1]。探索钾离子通道中 K^+渗透的关键在于保守序列 TVGYG，该序列在所有钾离子通道的选择性滤光器（SF）区都是普遍存在的[2]。我们通过恒定电场法和离子不平衡法的分子动力学联合模拟发现，在 KcsA 通道中特定频率太赫兹电磁波(51.87 THz)的帮助下，K^+通量显著增加。该频率在 SF 区-C=O 基团的红外光谱中具有最强的吸波峰。为了进一步探究特定频率的太赫兹电场对 KcsA 通道通量影响的内在机理，我们通过改变外加电场的方向（XOZ 平面）发现，离子通量随着电场与 Z 轴之间夹角的增大而减小。因此，我们进一步分析了不同方向特定频率的太赫兹电场下，钾离子与通道 SF 的关键性位点间的库伦势的变化。

关键词：KcsA 通道；离子非平衡；恒定电场；库伦势；特定频率。

参考文献：

[1]Prevarskaya, N.; Skryma, R.; and Shuba. Y. 2018. Ion channels in cancer: Are cancer hallmarks oncochannelopathies? Physiol. Rev. 98 (2), 559-621.

[2]MacKinnon, R. Potassium Channels and the Atomic Basis of Selective Ion Conduction (Nobel Lecture). Angew. Chem. Int. Ed. 2004, 43, 4265–4277

报告人简介：

王懿泽，女，26 岁，博士研究生，太赫兹生物效应，wangyize@stu.xjtu.edu.cn。

学术成果：

[1] Wang Y, Wang H, Ding W, et al. Regulation of Ion Permeation of the KcsA Channel by Applied Midinfrared Field [J]. International journal of molecular sciences, 2022, 24(1).

通讯作者：王洪广；Email：wanghg@xjtu.edu.cn

O-D4-22　太赫兹电磁场对 Kv1.2 钾离子通道稳定性影响的研究

赵晓菲，丁文，王洪广，王懿泽，刘彦江，刘纯亮*

西安交通大学电子物理与器件教育部重点实验室，西安 710049

摘要：选择性过滤器（SF）是钾离子通道的关键性结构，其运动、结构状态对钾离子的跨膜运输起着重要影响，一直以来是离子通道研究的重点内容。本研究，通过计算 Kv1.2 电压门控钾离子通道的 SF 羰基振动功率谱发现，SF 中羰基振动功率谱第一主峰集中在 51.8THz 附近，难以区分各个位点羰基与太赫兹电场共振对 SF 结构以及钾离子运动的影响。而在 30-40THz 的第二主峰处，SF 中 5 个羰基振动频率产生了明显的分离，374-378 号氨基酸羰基的第二振动峰分别为：36.75THz、37.68THz、36.75THz、38.2THz、37.06THz。对 Kv1.2 钾离子通道施加以上频率的太赫兹电场进行分子动力学模拟发现：施加 37.06THz（378 羰基第二主峰频率）的太赫兹电场会稳定通道结构，提升离子通量；施加 36.75THz（376、374 羰基第二主峰频率），38.2THz（375 羰基第二主峰频率）的太赫兹电场会破坏 SF 稳定性，增大 SF 中 376GLY 氨基酸骨架翻转概率。其中，频率为 36.75THz 的电场影响最为明显，与无外加场时相比：376GLY 骨架二面角扭转概率提升 33%；SF 的 RMSD 平均值增加 23%；离子通量降低 20%。分析发现，376GLY 处于钾离子跨膜运动的核心位置，其形成的 S_2 位点，钾离子占有度最高，平均寄居时间最长，因此对离子通道稳定性与通透性具有关键作用；且其柔性最大，容易受到外环境的影响。通透事件发生时 376 骨架二面角集中在-100°~-135°，二面角偏离该范围时，几乎没有通透事件发生。376 骨架二面角的扭转，会影响 SF 其它氨基酸的运动，使得 SF 形成收缩状态，限制 SF 中钾离子运动，阻碍新钾离子进入 SF，从而降低离子通量。36.75THz 的电场与该羰基振动频率匹配，可以与其发生共振，增大其扭转概率。该研究表明，可以通过太赫兹电场对 SF 通道结构进行调控而影响离子通道功能。我们认为本研究的结果有两方面意义。一是表明，太赫兹电场可以抑制离子流，治疗钾离子通道过度表达相关疾病。另一方面，提醒我们在太赫兹技术的应用中应该对工程频率的选择极其谨慎，以防对人体产生不良影响。

关键词：电压门控钾离子通道；选择性过滤器；太赫兹电磁场；共振；结构稳定性。

报告人简介：

赵晓菲，女，25，博士研究生，太赫兹生物物理，Zhaoxiaofei@stu.xjtu.edu.cn。

通讯作者：刘纯亮；Email：chlliu@mail.xjtu.edu.cn

O-D4-23　基于太赫兹离子阱模型的太赫兹超辐射

王凯程[1]，王少萌[1]，宫玉彬[1]
1 电子科技大学电子科学与工程学院

摘要：近期一项研究构建了一种描述钾通道选择过滤器部分钾离子笼状结构的太赫兹（THz）离子阱模型，氨基酸残基的空间钳制作用可能促使钾离子在振动能级上展现量子化特性[1]。并且，具有与振动能级差相当能量的光子的频率处于 THz 频段，所以选择过滤器中的钾离子可能与 THz 波产生共振相互作用[1]。因此，本研究在 THz 离子阱模型的基础上，探究大量离子通道的聚集所可能产生的一种集体量子效应，即超辐射效应。郎飞结中钾通道的密度远高于胞体，大约是其十倍[2]。此外，郎飞结的长度在微米级别，远小于 THz 离子阱的辐射波长，满足超辐射的空间分布要求。于是郎飞结为超辐射提供了结构基础。基于 Dicke 超辐射理论和马尔可夫过程的蒙特卡洛模拟，THz 超辐射的脉冲宽度大约在毫秒级，与动作电位尖峰的持续时间相近。这种相关性可能启发我们设计特定的量子网络来模拟动作电位的发射模式。以毫秒级尖峰呈现的 THz 超辐射形成自然的“量子尖峰”，可能启发人工尖峰量子神经元的理论和实验[3-5]。

关键词：太赫兹；超辐射；郎飞结；钾通道。

参考文献：

[1] WANG K C, WANG S M, YANG L X, et al. THz trapped ion model and THz spectroscopy detection of potassium channels [J]. Nano Res, 2022, 15(4): 3825-33.

[2] COHEN C C, POPOVIC M A, KLOOSTER J, et al. Saltatory conduction along myelinated axons involves a periaxonal nanocircuit [J]. Cell, 2020, 180(2): 311-22. e15.

[3] CHENG R, GOTETI U S, HAMILTON M C. Spiking neuron circuits using superconducting quantum phase-slip junctions [J]. Journal of Applied Physics, 2018, 124(15).

[4] KRISTENSEN L B, DEGROOTE M, WITTEK P, et al. An artificial spiking quantum neuron [J]. npj Quantum Information, 2021, 7(1): 59.

[5] SUN Y, ZENG Y, ZHANG T. Quantum superposition inspired spiking neural network [J]. iScience, 2021, 24(8): 102880.

报告人简介：

王凯程，男，电子科技大学电子科学与工程学院在读博士生，主要研究方向为太赫兹生物效应及太赫兹生物物理，Email：kaicheng_wang@std.uestc.edu.cn。

基金：这项工作得到了国家自然科学基金（T2241002 、32000914 和 61921002）与电子科技大学医工交叉联合基金（ZYGX2021YGLH004 和 ZYGX2021YGLH018）的支持。

O-A5-24　应用于层状结构的连续太赫兹检测成像方法研究

薛凯亮，陈友兴*，王召巴，张文娜

中北大学信息与通信工程学院

摘要：陶瓷基复合材料以其高硬度、耐高温、耐腐蚀等优点常被用作航空航天领域的热防护结构，厚度可达 30mm 左右，通过粘接剂依此与胶层、绝热隔离垫、胶层、冷结构组成。非接触式的连续太赫兹检测技术集成度高、耗时短、鲁棒性强在复合材料无损检测中效果显著。然而，受聚焦透镜特性的影响，缺陷定量分析是连续太赫兹无损检测的难点。一方面，透镜焦距越短，空间分辨率越好但损失了深度分辨率；另一方面，透镜焦距越长，深度分辨率越好但损失了空间分辨率。另外，为了保证定位精度，常把试件上表面作为焦平面进行检测，这样一来会导致焦深范围外的能量发生非线性断崖式下降并严重影响着成像质量。本文结合数学形态学和阈值分割方法，提出了一种应用于防热瓦结构的缺陷提取与定量分析方法。首先构建多方向结构元素感知缺陷与背景杂波的差异，根据差异特征建立多向形态滤波器提取缺陷边缘并削弱杂波，然后利用改进的 Otus 方法进行阈值分割，采用总体均值熵来估计最佳阈值得到最终图像。通过对比实验与评价，所提方法在极低信噪比图像边缘提取中优于其他方法，在防热瓦结构脱粘检测中区域误差控制在 10.17%~11.27%左右，为太赫兹检测技术在层状结构检测的定量分析提供了新的方法和思路。

关键词：连续调频波；太赫兹无损检测；形态滤波；边缘提取

报告人简介：

薛凯亮，男，26 岁，博士生在读，研究方向为太赫兹检测技术、信息探测与信号处理。

通讯作者：陈友兴，教授，博士生导师，主要从事自动检测技术、信号与信息处理、成像与重建技术等方面的研究；Email：chenyouxing@nuc.edu.cn

基金：山西省自然科学基金(20210302124189、202203021221118)。

O-A5-25　太赫兹纳米近场成像中的边缘效应研究

邱付成[1*]，王长[2]，谭智勇[2]，曹俊诚[2]，王化斌[1]

1 中国科学院重庆绿色智能技术研究院，重庆　400714

2 中国科学院上海微系统与信息技术研究所，上海　200050

摘要：太赫兹散射式扫描近场光学显微成像（s-SNOM）是一种能够实现纳米级空间分辨率的近场探测技术，已逐渐成为研究纳米尺度下半导体、等离子体、介电系统以及生物的有力工具[1-3]。本文针对太赫兹近场图像中出现的边缘效应，模拟分析了边缘处太赫兹探针的近场耦合问题，揭示了样品边界太赫兹电场的物理机理，为太赫兹 s-SNOM 技术在生物医学及材料表征领域的应用提供科学基础。

关键词：太赫兹近场成像；复杂结构边界；探针耦合增强；近场理论模拟

参考文献：

[1]T. Cocker, V. Jelic, R. Hillenbrand, F. Hegmann, Nanoscale terahertz scanning probe microscopy, Nature Photonics, 15 (2021) 558-569.

[2]S. Chen, A. Bylinkin, Z. Wang, M. Schnell, G. Chandan, P. Li, A. Nikitin, S. Law, R. Hillenbrand, Real-space nanoimaging of THz polaritons in the topological insulator Bi2Se3, Nat Commun, 13 (2022) 1374.

[3]Z. Yang, D. Tang, J. Hu, M. Tang, M. Zhang, H.L Cui, L. Wang, C. Chang, C. Fan, J. Li, H. Wang, Near-Field Nanoscopic Terahertz Imaging of Single Proteins, Small, 17 (2021) e2005814.

报告人简介：

邱付成，男，32，助理研究员，太赫兹纳米超分辨成像及其应用研究。

学术成果：

[1]F. Qiu, G. You, Z. Tan, W. Wan, C. Wang, X. Liu, X. Chen, R. Liu, H. Tao, Z. Fu, H. Li, J. Cao, A terahertz near-field nanoscopy revealing edge fringes with a fast and highly sensitive quantum-well photodetector, iScience, 25 (2022) 104637.

[2]F. Qiu, Z. Tan, C. Wang, Z. Fu, W. Wan, J. Cao, Terahertz optical scanning imaging of motionless polyurethane insulation materials, Electronics Letters, 55 (2019) 1053-1055.

[3]F. Qiu, Y. Fu, C. Wang, Z. Tan, Z. Fu, W. Wan, J. Cao, Fast terahertz reflective confocal scanning imaging with a quantum cascade laser and a photodetector, Applied Physics B, 125 (2019).

通讯作者：邱付成；Email：qiufucheng@cigit.ac.cn

基金：国家重点研发计划（2017YFF0106302），国家自然科学基金，重庆市自然科学基金。

O-A5-26　基于同步辐射红外显微成像技术的脑胶质瘤组织检测

郭缘森，王化斌*

中国科学院重庆绿色智能技术研究院，重庆，400714

摘要：脑胶质瘤是致死致残率最高的神经系统肿瘤，严重威胁公众健康和影响国民经济，已成为全球关注的焦点[1, 2]。早期准确诊断胶质瘤是目前有效防治胶质瘤的重要前提条件。传统的计算机断层扫描[3]、磁共振[4]、荧光成像[5]、正电子发射断层扫描[6]及病理学检查[7]等技术大多依赖外源性物质（如造影剂、荧光分子或放射性化学物质等），在很大程度上限制了我们对脑胶质瘤的精确诊断及其发病机制的全面认识，因而亟需发展新的脑胶质瘤检测技术。在此，我们提出将基于同步辐射的傅里叶变换红外（synchrotron radiation-based Fourier transform infrared, SR-FTIR）显微技术用于检测胶质瘤组织，获得了脑胶质瘤组织的生化成分信息，结合机器学习算法，实现了脑胶质瘤组织的准确诊断。SR-FTIR 技术具有无标记和指纹谱特征，可同时提供样品的空间和化学信息，在脑胶质瘤的数字化和智能化诊断中展示出良好的应用潜力。

关键词：同步辐射红外；胶质瘤诊断；组织切片；光谱成像；机器学习算法。

参考文献：

[1]Weller M, Wick W, Aldape K, Brada M, Berger M, Pfister SM, Nishikawa R, Rosenthal M, Wen PY, Stupp R, Reifenberger G. Glioma. Nat Rev Dis Primers, 2015, 1: 15017.

[2]Molinaro AM, Taylor JW, Wiencke JK, Wrensch MR. Genetic and molecular epidemiology of adult diffuse glioma. Nat Rev Neurol, 2019, 15: 405–417.

[3]Ellika SK, Jain R, Patel SC, Scarpace L, Schultz LR, Rock JP, Mikkelsen T. Role of perfusion CT in glioma grading and comparison with conventional MR imaging features. Am J Neuroradiol. 2016, 28(32): 6872-6879.

[4]Laprie A, Pirzkall A, Haas-Kogan DA, Cha S, Banerjee A, Le TP, Lu Y, Nelson S, McKnight TR. Longitudinal multivoxel MR spectroscopy study of pediatric diffuse brainstem gliomas treated with radiotherapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2005, 62(1): 20-31.

[5]Jia XH, Fan KL, Zhang RF, Zhang D, Zhang JJ, Gao Y, Zhang T, Li WJ, Li JL, Yan XY, Tian J. Precise visual distinction of brain glioma from normal tissues via targeted photoacoustic and fluorescence navigation. Nanomed-Nanotechnol, 2020, 27: 102204.

[6]Kim, S, Chung JK, Im SH, Jeong JM, Lee DS, Kim DG, Jung HW, Lee MC. ^{11}C-methionine PET as a prognostic marker in patients with glioma: comparison with ^{18}F-FDG PET. Eur J Nucl Med Mol I. 2005, 32: 52-59.

[7]Dunbar E, Yachnis AT. Glioma diagnosis: immunohistochemistry and beyond. Adv Anat Pathol, 2010, 17(3):187-201.

报告人简介： 郭缘森，男，27 岁，博士研究生，研究方向是生物材料的先进光学检测。

Email: guoyuansen@cigit.ac.cn

通讯作者：王化斌；Email：wanghuabin@cigit.ac.cn

基金：国家自然科学基金（U1932132）。

O-A5-27　金纳米双锥复合全光硅基太赫兹调制器

张朴婧[1]，周庆莉[1*]，张存林[1]

1 首都师范大学物理系，太赫兹光电子学教育部重点实验室，北京 10048

摘要：金纳米双锥可通过改变长径比灵活调谐至近红外波段的等离子体特性，其尖端的强局域场增强可进一步提高界面的光耦合，有助于全光太赫兹器件的调制性能提升。我们研究了具有不同结构化表面的 3 种金纳米双锥复合结构的太赫兹调制器，并证明金纳米双锥的加入可有效提高器件的调制特性。将金纳米双锥与裸硅基、硅纳米线形成不同结构表面的调制器，不仅证明了其可增强光调制且调制增强效应与表面结构密切相关。进而将金纳米双锥集成在硅基超材料，实现了一个数量级的超高调制增强，极大地降低了光调控的功耗。进一步构建了基于金纳米双锥硅基超材料复合结构的空间光调制器，演示了光学控制下的多参数成像，在更低的功耗需求下实现更高调制的增强，解决了太赫兹调制器性能单一的限制，为太赫兹器件研发和成像等应用提供了新的思路。基于耦合洛伦兹模型的理论计算表明，金纳米双锥的无损耗及其可极大提高光耦合的优良特性。我们的工作从仿真模拟、实验测试、理论计算多角度证实了金纳米双锥在太赫兹波段的潜在应用价值，为构建低能耗高性能的太赫兹复合调制器件及成像元器件开辟了一条新途径，很大程度上拓展了金纳米双锥这类功能纳米材料的应用领域[1]。

关键词：调制增强；太赫兹调制器；金纳米双锥；复合结构

参考文献：

[1]Zhang PL, Hao X, Zhou QL, She GW, Shi WS, Zhang LL, Zhang CL. “Ultrahigh Modulation Enhancement in All-Optical Si-Based THz Modulators Integrated with Gold Nanobipyramids." Nano Letters 22.4 (2022): 1541-1548.

报告人简介：

张朴婧，女，25 岁，首都师范大学物理系 2021 级光学专业的博士生，研究方向为基于功能性纳米材料的高性能太赫兹器件，目前公开专利 6 项，已授权 1 项，共发表文章 15 篇，有 6 篇期刊文章，其中以第一作者的身份发表在纳米领域的顶级期刊《纳米快报》（Nano Letters 22, 1541, 2022 IF：11.189）；7 篇国际会议论文和 2 篇国内会议论文，曾获得第五届全国太赫兹科学技术与应用学术交流会优秀论文三等奖。Email：pujzhang@163.com.

O-A6-28　太赫兹脑机通信应用场景前瞻

孙盛婷，施金金，高莹，吕亚平，孙浩铭，何佩苑，乔智
联通（上海）产业互联网有限公司，China Unicom (Shanghai) Industrial Internet Co.,Ltd.

摘要:脑机接口（Brain-computer interface, BCI）是通过实现脑与设备之间的直接通信从而建立脑机之间不依赖于外周神经和肌肉的交互通道。通过脑机接口可以实现脑对外部设备的直接控制，也可以通过脑直接接收外部设备的信号反馈，从而增强脑能力。为了避免脑机接口造成组织损伤，非侵入式脑机接口是目前重点的发展方向。太赫兹波由于其穿透强性、光子能量低、超大带宽高速率通信等特性，是实现非入侵式脑机接口的潜力频段。

研究表明频率为 53.6 THz 的太赫兹波能够非侵入、非热、可逆的调节神经元动作电位发放频率和波形。53.6 THz 通过影响神经元钾通道内负责钾离子选择性的功能域上富集的羰基（-C=O），使得通道对钾离子的通透性提高，增加了钾电流。增加的钾电流使得神经元动作电位的波形变得狭窄，使神经细胞对弱刺激响应更弱，对强刺激的反应更强，即太赫兹波对神经元表现出增益调控（Gain modulation）。表明太赫兹波可以作为一种新型的神经调控手段，在脑功能调控和脑疾病治疗等临床场景具有潜在应用价值。此外，基于太赫兹的脑机通信技术，结合电磁脑机超表面、健康监测可穿戴或者植入式物联网设备，未来将会对医疗康复、教育等领域带来变革。

O-A6-29　微结构聚合物光纤的太赫兹 OAM 光束传输特性研究

袁苑[1]，孔德鹏[1*]，王丽莉[1]，贺正权[1]

1 中国科学院西安光学精密机械研究所，瞬态光学与光子技术国家重点实验室，西安 710119

摘要：“移动互联→万物互联→万物智联”的时代发展必然路径对通信容量提出了更高的要求。后 5G 技术及未来的 6G 技术，引入了具有更高带宽的太赫兹（THz）频段以实现更高的数据速率[1]；此外，具有特殊螺旋相位波前结构和光子轨道角动量（OAM）的涡旋光束，可作为新物理维度实现信息传输方式的革命性突破[2]。太赫兹涡旋光束[3]作为这两种路径的有效结合，具有更大的带宽和空间维度，有望在未来通信技术中极大地提高容量和频谱效率。

实现 THz OAM 光束通信链路的关键技术之一即为光束的高品质传输与互联。基于此，我们提出了以聚合物为基材的单环芯涡旋光纤、多环芯涡旋光纤，用于 THz 频段的 OAM 模式传输。单环芯涡旋光纤在 0.6~1.25 THz 可稳定传输 66 个 OAM 模式，模式纯度>97.06%，本征串扰<-15.32 dB，且在保证大的近简并矢量模间有效折射率差（$>2.197\times10^{-3}$）的同时有效抑制了径向高阶模。在此基础上引入多芯设计的多环芯涡旋光纤可在 0.6~1.5 THz 支持 132 个 OAM 模式稳定传输，0.7~1.5 THz 支持 178 个 OAM 模式稳定传输，且在工作频段内具有近零平坦色散曲线（最优为-0.2708±0.0919 ps/THz/cm）、最大模场面积达 7.61×10^{6} μm^2。通过进一步增加环芯数量，光纤可引导更多的 THz OAM 模式，即提供更多的信道。所提出的太赫兹涡旋光纤有望解决超大容量太赫兹系统中柔性轻量化互联的技术难题。

关键词：太赫兹波；轨道角动量；涡旋光束；聚合物波导；微结构光纤

参考文献：

[1]He M, Chen Z, Zeng J, et al. Design, fabrication, and characterization of a single-polarization single-mode flexible hollow waveguide for low loss millimeter wave propagation. Optics Express. 2022, 30(6): 10178-10186.

[2]Bozinovic N, Yue Y, Ren Y, et al. Terabit-scale orbital angular momentum mode division multiplexing in fibers. Science. 2013, 340(6140): 1545-1548.

[3]Yang H, Zheng S, He W, et al. Terahertz orbital angular momentum: Generation, detection and communication. China Communications. 2021, 18(5): 131-152.

报告人简介：

袁苑（1993- ），女，博士，中国科学院西安光学精密机械研究所特别研究助理。主持国家自然科学基金青年基金项目、中国科学院特别研究助理资助项目等科研项目，主要从事轨道角动量波导、太赫兹波导、特种聚合物光纤与器件等方面的研究。

E-mail：yuanyuan2015@opt.cn

通讯作者：孔德鹏；Email：kongdp@opt.ac.cn

基金：国家自然科学基金（12204530, 11474351, 62071465, 11504416）；陕西省重点研发计划（2021GY-048）；中科院“西部之光” 西部青年学者计划（XAB2021YN11）；西安市科学技术协会青年人才提升项目（095920201317）

O-B5-30　液芯环腔太赫兹微流传感技术

钟俊兰，刘旭东，孙怡雯*

(深圳大学 医学部生物医学工程学院，深圳 518060)

摘要：太赫兹（Terahertz, THz）光谱技术具有无标记和非电离的检测优点，在生物分子检测领域具有巨大的应用潜力，但是水分子对太赫兹波的强烈吸收会干扰信号的传播和探测，限制了其在蛋白质液相传感中的应用[1-2]。本文提出一种液芯环腔太赫兹微流传感技术用于生物蛋白分子的高灵敏探测方法，构建了基于 SiO_2 的液芯光学环形谐振器（Liquid-Core Optical Ring-Resonator, LCORR）结构，使用有限元方法对 LCORR 的太赫兹回音壁模式的光学特性和传感能力进行了数值研究。针对不同的环腔直径、环腔厚度和通道宽度确定了模式特征。在半径大于 4 mm 和环腔厚度大于 0.2 mm 时，Q 值最高为 4500。同时研究了在半径为 6 mm 和环腔壁厚为 0.1 mm 时，不同的 LOCRR 样品通道宽度对检测灵敏度的影响。根据优化的 LCORR 结构验证了其在 THz 波段的蛋白质传感检测能力，折射率灵敏度为 150 GHz/RIU。该工作为太赫兹生物检测技术提供了高灵敏度、高选择性的传感解决方案。

关键词：太赫兹；回音壁模式；液芯环腔谐振器；生物传感器。

参考文献：

[1]Zeng Q, Liu W, Lin S, Chen Z, Zeng L, Hu F. Aptamer HB5 modified terahertz metasurface biosensor used for specific detection of HER2. Sens. Actuators B Chem. 2022, 355, 131337.

[2]Wang H, Zheng F, Xu Y, Mauk MG, Qiu X, Tian Z, & Zhang L. Recent progress in terahertz biosensors based on artificial electromagnetic subwavelength structure. Trends Analyt Chem. 2022, 116888.

报告人简介：

钟俊兰，女，32 岁，副研究员，主要研究方向微腔 WGM 微流传感、太赫兹光谱检测、生物信号实时监测等技术。在国际权威学术期刊上发表论文 18 篇，Email: zhongjunlanz@email.szu.edu.cn

通讯作者：孙怡雯；Email：ywsun@szu.edu.cn

基金：National Natural Science Foundation of China [grant numbers 61975135, 61805148], International Cooperation and Exchanges NSFC [grant number 61911530218], Special Projects in Key Areas of Guangdong Province [grant number 2022ZDZX2053] and Natural Science Foundation of Guangdong Province [grant number 2019A1515010869], Guangdong Medical Science and Technology Research Fund [grant number A2020401]

O-B5-31 脑胶质瘤生物标志物、细胞和组织的 Raman 光谱研究

葛梅兰[1,2]，王与烨[1,2*]，李海滨[1,2]，徐德刚[1,2]

1 天津大学精密仪器与光电子工程学院，天津，300072

2 天津大学光电子信息技术教育部重点实验室，天津，300072

摘要：脑胶质瘤是一种常见的原发性恶性脑肿瘤，具有较差的预后和生存率[1-2]。生物标志物作为一种新兴的胶质瘤诊断方法，已经得到了国内外研究者关注。目前针对生物标志物的检测方法具有时间长，价格昂贵等缺点。拉曼光谱是一种激发谱，能够反映物质的化学和结构信息，具有指纹谱、无标记、原位检测等优势，已经被广泛用于制药、化工、食品安全等领域。进一步，由于拉曼光谱对水含量不敏感，因为其在生物医学领域具有优势。本文首先研究了基质金属蛋白酶（MMP-2）以及γ-aminobutyric acid 两种生物标志物的拉曼光谱特性，着重分析了固态和液体状态下两种标志物低频特性。结果表明：不同状态下生物标志物的拉曼光谱特性不同，主要表现在 0-700cm^{-1} 低波数范围内。同时，随着液态γ-aminobutyric acid 浓度增加，受水合作用影响，在 300-800cm^{-1} 范围内拉曼光谱呈现出不同于朗伯比尔定量的异常现象。除此之外，基于拉曼光谱技术，研究了 MMP-2 以及γ-aminobutyric acid 两种生物标志物在胶质瘤组织和细胞的表达。通过对比标志物、胶质瘤细胞以及胶质瘤组织特征峰来源，从分子角度分析了胶质瘤的形成机理。该研究结果有望为分析脑胶质瘤形成机理提供了一种无标记、高灵敏的方法。

关键词：拉曼光谱；脑胶质瘤；组织；细胞；生物标志物。

参考文献：

[1]Van Meir EG, Hadjipanayis CG, Norden AD, Shu HK, Wen PY, Olson JJ. Exciting new advances in neuro-oncology: the avenue to a cure for malignant glioma. CA Cancer J. Clin. 2010, 60(3), 166–193.

[2]Ostrom QT, Bauchet L, Davis FG, Deltour I, Fisher JL, Langer CE, Pekmezci M, Schwartzbaum JA, Turner MC, Walsh KM, Wrensch MR, Barnholtz-Sloan JS, The epidemiology of glioma in adults: a “state of the science” review, Neuro-oncol. 2014, 16(7), 896–913.

报告人简介：

葛梅兰，女，博士生研究生，就读于天津大学精密仪器与光电子工程学光电子与光子学技术专业，导师为王与烨教授。主要从事太赫兹波谱成像技术以及拉曼光谱技术研究，博士期间已在 Biomedical Optics Express 等期刊发表多篇 SCI 学术论文。Email:meilange@tju.edu.cn

通讯作者：王与烨：Email: yuyewang@tju.edu.cn

基金：国家自然基金（U22A20353, 62175182, 62275193，U22A20123）

O-B5-32　强场太赫兹脉冲与牙科用复合树脂材料相互作用研究

熊虹婷，吴晓君*

北京航空航天大学电子信息工程学院

摘要：

太赫兹波因其光子能量低、非电离辐射、特征指纹光谱，以及对应生物大分子的振动与转动频率等优点，在生物医疗检测中具有重要的应用价值。然而，受限于高效率、高光束质量、高稳定性的太赫兹强源的缺乏，早期在生物检测领域中的研究重点主要集中在太赫兹光谱及成像技术检测癌症边界[1]、确定烧伤程度[2]及龋齿早筛等[3]。随着太赫兹强源的发展，如何利用强场太赫兹电磁波研究其与生物材料相互作用机理成为当前研究热点。本报告将介绍太赫兹强源与龋齿修复用复合树脂材料相互作用方面的研究，发现了太赫兹强电磁脉冲可以增加复合树脂材料的固化硬度，固化时需要的能量密度远低于光固化灯的能量且不会对牙医眼睛造成损伤，检测了复合树脂固化后前后表面硬化程度的均匀性，为后续进一步基于强场太赫兹脉冲在生物领域应用的偏振调控以及与物质相互作用研究奠定了一定的基础。

关键词：强场太赫兹脉冲；复合树脂；固化程度；

参考文献：

[1]Zaytsev KI, Kudrin KG, Karasik VE, Reshetov IV, Yurchenko SO. *In vivo* terahertz spectroscopy of pigmentary skin nevi: Pilot study of non-invasive early diagnosis of dysplasia. Applied Physics Letters, 2015, 106, 053702.

[2]Yang XY, Li M, Peng Q, Huang J, Liu LF, Li P, Shu CG, Hu X, Fang J, Ye F, Zhu WP*. Label-free detection of living cervical cells based on microfluidic device with terahertz spectroscopy. Journal of biophotonics. 2022, 15: e202100241.

[3]Cai JH, Guang MK, Zhou JP, Qu YX, Xu HJ, Sun YM, Xiong HT, Liu SJ, Chen XH, Jin JQ, Wu XJ*. Dental Caries Diagnosis using Terahertz Spectroscopy and Birefringence. Biomedical Optics Express. 2022, 30(8): 13134-13147.

报告人简介：熊虹婷，女，29，博士研究生，研究方向为强场太赫兹生物学，共发表论文 8 篇，在国内外会议做口头报告或海报展示 3 次，公开发明专利 2 项，其中 1 项已授权。Email: hongtingxiong@buaa.edu.cn。

通讯作者：吴晓君：Email：xiaojunwu@buaa.edu.cn

基金：National Natural Science Foundation of China (92250307)

O-B6-33　核酸碱基及其水合物转换的弱相互作用机制研究

武玉[1,2]，王杰[2]，吉特[2]，朱化春[2]，陈敏[2]，赵红卫[2*]

1 中国科学院上海应用物理研究所

2 中国科学院上海高等研究院

摘要：自组装在生命体系中普遍存在，水在参与和驱动自组装过程中发挥关键作用[1,2]。自组装主要通过氢键等弱相互作用进行，揭示其中微观机制对于理解生物分子发挥生物学功能具有重要的科学意义。本文依托上海同步辐射光源 BL06B 红外线站，结合 DFT 理论计算，对胞嘧啶及其水合物的转换循环过程进行中红外光谱与成像以及太赫兹光谱研究。结果表明水溶液环境会影响胞嘧啶分子的振动行为，水分子诱导的胞嘧啶自组装从无序到有序，研究揭示了胞嘧啶-水氢键网络环境的变化，表明水对特定吸收峰的作用方式有差异，在特定频率可能有增强作用。通过温度效应研究获得了胞嘧啶及其水合物的超低温特性及水合物在高温下的脱水动力学特性，发现胞嘧啶及其水合物不同比例混合会造成特征峰的异常变化，对水合物脱水微观界面进行了纳米红外光谱与成像实验用于佐证。研究结果将有助于加深核酸生物纳米结构的认识和应用。

关键词：胞嘧啶；胞嘧啶水合物；振动光谱；弱相互作用；自组装。

参考文献：

[1]Shan, Y., et al. Measurement and Correlation of Solubility Data for Cytosine in Fourteen Pure Solvents from 288.15 to 328.15 K. Journal of Chemical and Engineering Data. 2022, 67(10): 3299-3309.

[2]Xie, L., et al. Local Chiral Inversion of Thymine Dimers by Manipulating Single Water Molecules. Journal of the American Chemical Society. 2022, 144(11): 5023-5028.

报告人简介：

武玉，男，26 岁，博士研究生，研究方向为生物化学和纳米材料的太赫兹技术表征与探测、光与物质相互作用微观机制、红外谱学与显微成像。Email：wuyu@sinap.ac.cn。

通讯作者：赵红卫；Email：zhaohw@sari.ac.cn

基金：自然科学基金 No. 62075225.

O-B6-34　基于乙醇与盐水溶液对太赫兹波高灵敏探测的研究

张明浩[1]，肖文[1]，张存林[1]，张亮亮[1*]

1 首都师范大学物理系，太赫兹光电子学重点实验室，北京，100048，中国

摘要

近期，新提出的一种基于水的太赫兹（THz）相干检测方案[1]，克服了固体和气体方案中的带宽限制和高激光功率需求。而盐水溶液的使用进一步增强了探测灵敏度[2]。

本文主要介绍了使用乙醇的高效 THz 相干检测方法，其性能优于水，并采用四波混频机制进行工作[3]。研究表明，乙醇具有较大的三阶非线性系数和较低的电离势，使其始终表现出显著更高的检测灵敏度。通过改变控制二次谐波（CSH）光束的偏振，可以灵活地在相干、非相干或混合检测模式之间切换。此外，在乙醇-水混合物中，不同浓度的情况下，THz 相干检测信号可以分解为纯乙醇和纯水的线性叠加，表明乙醇和水分子在检测过程中发挥协同作用。这项研究提供了一种有效的方法，显著提高液体相干检测方案的灵敏度，并为研究溶质-溶剂分子相互作用提供了新的研究视角。

关键词：太赫兹波；相干探测；液态水；等离子体；乙醇

参考文献：

[1]Tan, Y.; Zhao, H.; Wang, W.-M.; Zhang, R.; Zhao, Y.-J.; Zhang, C.-L.; Zhang, X.-C.; Zhang, L.-L. Water-Based Coherent Detection of Broadband Terahertz Pulses. Phys. Rev. Lett. 2022, 128 (9), 093902.

[2]Zhang, M.-H.; Xiao, W.; Wang, W.-M.; Zhang, R.; Zhang, C.-L.; Zhang, X.-C.; Zhang, L.-L. Highly Sensitive Detection of Broadband Terahertz Waves Using Aqueous Salt Solutions. Opt. Express 2022, 30 (21), 39142.

[3]Xiao, W.; Zhang, M.; Zhang, R.; Zhang, C.; Zhang, L. Highly Efficient Coherent Detection of Terahertz Pulses Based on Ethanol. Appl. Phys. Lett. 2023, 122 (6), 061105.

报告人简介：

张明浩，女，26 岁，首都师范大学物理系光学在读博士研究生，主要研究方向是太赫兹波的产生与探测。截至目前，以第一作者身份在 Optics Express，Applied Physics Letters 等期刊发表论文 3 篇。Email：zmhzyj@163.com。

通讯作者：张亮亮；Email：liangliang_zhang@cnu.edu.com

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

O-B6-35 多维光电调控的二维量子材料太赫兹探测

张凯旋[1,2]，王林[1,2*]

1 东华大学

2 中科院上海技术物理研究所

摘要： 近年来，二维量子材料[1,2]（如石墨烯、黑磷和二维拓扑半金属等）的独特结构和物理性质为太赫兹技术的发展开辟了新的路径，并有望突破传统材料的瓶颈。本文主要围绕金属微结构和微纳天线集成高质量生长的二维量子材料，提高太赫兹光电探测器的灵敏度和响应速度。从理论和实验上对狄拉克半金属拓扑增强光响应、非对称金属接触、范德华异质结构筑等角度研究太赫兹探测器件与机理，并为实现室温低功耗太赫兹光电探测提供了新思路。第二类狄拉克半金属具有沿某些动量方向高度倾斜的狄拉克锥，对应于太赫兹频段的低能电子态，因此是研究太赫兹光电子器件应用的理想选择[3,4]。然而，由于拓扑半金属范德华键掺杂困难，导致狄拉克态本征行为抑制，限制了光电性能提升。我们发现了NiTeSe材料中II型狄拉克费米子的存在，并且存在具有强自旋极化的拓扑表面态。与$PtTe_2$ (0.8eV)，$PdTe_2$ (0.6eV), $PtSe_2$ (1.2eV) 相比，NiTeSe（-0.23eV）的狄拉克点更靠近费米能级，更易于狄拉克电子激发。基于此，我们通过微纳天线有效耦合太赫兹辐射，实现了超灵敏 THz 探测。进一步利用二维材料垂直堆叠无晶格失配的优势，结合两种狄拉克半金属材料石墨烯和 NiTeSe 构成范德华异质结，探测器的响应率高达 1.22 A /W，响应时间为 0.6 μs，噪声等效功率为 18 pW /$Hz^{0.5}$。

关键词：二维量子材料；太赫兹探测；微纳天线；异质结。

参考文献：

[1] Chang, T. R.; Xu, S.; Sanchez, D.; Tsai, W. F.; Huang, S. M.; Chang, G.; Type-II Symmetry-Protected Topological Dirac Semimetals. Phys. Rev. Lett. 2017, 119(2): 026404.

[2] Liu, J.; Xia, F.; Xiao, D.; Garcia de Abajo; F. J.; & Sun, D. Semimetals for high-performance photodetection. Nat. Mater. 2020, 19(8): 830-837.

[3] Gao, Y.; Kaushik, S.; Philip E. J.; Li Z.; Qin Y.; Liu, Y. P.; Qi J.; Chiral terahertz wave emission from the Weyl semimetal TaAs. Nat. Commun. 2020, 11(1), 1-10.

[4] Sun, D.; Aivazian, G.; Jones, A. M.; Ross, J. S.; Yao, W.; Cobden, D.; Ultrafast hot-carrier-dominated photocurrent in graphene. Nat. Nanotechnol. 2012, 7(2), 114-118.

报告人简介：张凯旋，男，27 岁，东华大学博士研究生，聚焦低维材料高性能红外-太赫兹光电探测器及其成像研究。近五年，以第一作者身份在 SCI 刊物发表论文 6 篇（一区 2 篇，二区 3 篇，三区 1 篇）其中包括 Small (IF>15)、InfoMat (IF>25)、Nano Express (1 篇)、Infrared Physics & Technology (3 篇)；以参与作者身份在 SCI 刊物发表论文 8 篇。邮箱：Zhangkaixuan@mail.dhu.edu.cn

O-B6-36　拓扑半金属非线性霍尔整流 THz 探测

胡震，王林*，陈效双*

中科院上海技术物理研究所

摘要：近年来，太赫兹技术在自动驾驶、生物医学、空间遥感、信息通讯等领域有着广泛的应用，而基于成熟的微波电子学和光电二极管等技术，在太赫兹波段下，如何实现室温快速高灵敏探测器仍然是一个巨大的亟需解决的难题。随着凝聚态物理与材料科学的融合发展，物质拓扑态的发现，拓扑量子材料体系以其奇异的物理特性为操纵提升非平凡带拓扑相关的光电器件性能提供了巨大的平台。其中零磁场非线性霍尔效应(NLHE)现象更是较为新奇，它是指横向电流与输入电压固有的二次关系，它表明了反转对称破缺晶体的拓扑性质。尽管过去对 Weyl 半金属材料体系中利用 Berry 曲率偶极子诱导的 NLHE 进行了几项研究，但仅限于极低的驱动频率和低温下通过整流实现的直流电转换[1,2]。在本研究中，我们在时间反演对称的II型 Dirac 半金属 $CoTe_2$ 中观测到二阶 NLHE。这是由破缺反演对称表面上无序诱导的外在贡献和室温太赫兹整流决定，无需半导体结或偏置电压。实验表明，在室温太赫兹场条件下，可获得 0.1 A W^{-1} 以上的显著光响应，响应时间约为 710 ns，平均噪声等效功率低至 1 pW $Hz^{-1/2}$。研究结果为强自旋轨道耦合和反转对称破缺系统中 NLHE 诱导的非线性整流获取低能光子开辟了一条新途径，有望在红外/太赫兹光子领域产生重要影响 [3]。

关键词：非线性霍尔效应；太赫兹整流；第二类 Dirac 半金属。

参考文献：

[1]Ma Q, Xu S Y, Shen H, et al. Observation of the nonlinear Hall effect under time-reversal-symmetric conditions. Nature, 2019, 565(7739): 337-342.

[2]Kang K, Li T, Sohn E, et al. Nonlinear anomalous Hall effect in few-layer WTe2. Nature materials, 2019, 18(4): 324-328.

[3]Hu Z, Zhang L, Chakraborty A, et al. Terahertz Nonlinear Hall Rectifiers Based on Spin‐Polarized 1T‐CoTe2[J]. Advanced Materials, 2023: 2209557.

报告人简介：

胡震，男，25 岁，中科院上海技术物理研究所在读博士研究生，主要研究方向是基于新型拓扑材料的太赫兹探测设计与研究，email: huzhen@mail.sitp.ac.cn.

O-C5-37　太赫兹辐射对神经细胞膜电位的影响

王文霞[1,2]，赵晋武[1,2]，何明霞[1,2*]

1 天津大学 精密仪器与光电子工程学院

2 天津大学 精密测试技术及仪器国家重点实验室

摘要：

电磁辐射生物效应研究是评估电磁辐射潜在健康危害的有效方式之一。膜电位是反应细胞功能和生理状态的重要指标，能调控细胞分裂、分化及其相关基因转录过程，对细胞乃至整个生物系统都有重要意义。神经细胞具有感受刺激和传导兴奋的功能，且神经系统对电磁波辐射非常敏感[1]。目前已经有许多有关电磁波对神经细胞影响的研究报道，微波辐射、脉冲红外光、极低频电磁场等外加辐射会对膜电位、离子通道电流等生物电信号产生直接作用[2]。考虑到太赫兹辐射强吸收、低能性，以及与生物分子振动的匹配性等特征，本文认为研究太赫兹频段的辐射对神经细胞的生物效应具有十分重要的现实意义。实验采用体外培养视网膜神经节细胞（661W）作为实验对象，使用太赫兹量子级联激光器（THz-QCL，4.3 THz）作为高功率单频辐射源光源进行辐射实验，对贴壁培养的 661W 细胞分别辐照 30 min 和 60 min，使用 JC-1 荧光探针对细胞线粒体膜电位进行测量，实验结果表明太赫兹辐照并不会造成线粒体膜电位的下降。为进一步探究辐射参数与神经细胞的生物效应，将对细胞膜电位和 Ca^{+}、Na^{+}、K^{+}等离子浓度进行检测，为太赫兹辐照对生物的安全性提供数据和理论支持。

关键词：太赫兹辐射；生物效应；神经细胞；膜电位

参考文献：

[1]Lundholm IV, Rodilla H, Wahlgren WY, et al. Terahertz radiation induces non-thermal structural changes associated with Fröhlich condensation in a protein crystal[J]. Structural Dynamics. 2015, 2(5): 054702.

[2]Kaplan S, Deniz OG, Önger ME, et al. Electromagnetic field and brain development[J], Journal of Chemical Neuroanatomy, 2016, 75, 52-61.

报告人简介：王文霞，男，31 岁，天津大学博士在读，主要从事太赫兹辐射生物效应研究，太赫兹光谱技术对蛋白质类有机化合物检测研究。2020 年取得石河子大学硕士学位，期间主要从事近红外/高光谱农产品品质的无损检测研究。目前发表 SCI 学术论文 1 篇。Email: wwx_0817@163.com

通讯作者：何明霞；Email：hhmmxx@tju.edu.cn

基金：国家自然科学基金（61675151）

O-C5-38 阿尔茨海默症与太赫兹波的频率相关性研究

王磊[1]，孙柳[1]，程园园[2]，王银松[2*] 何明霞[1*]

1 天津大学 精密仪器与光电子工程学院

2 天津医科大学 药学院

摘要：随着世界人口老龄化问题的加剧，阿尔茨海默症（AD）的发病人数逐年上升。由于电磁波的应用和普及，电磁辐射与 AD 发病之间的相关性也越来越引起人们的重视。太赫兹波作为一种新兴的非电离辐射，其生物安全性一直是人们关注的热点问题。由于太赫兹光子能量恰好与生物分子的转动能级、次级键的振动能级相匹配，因此，太赫兹波可能影响生物分子的弱相互作用网络，从而实现对生化过程的干预[1,2]。本课题组通过太赫兹波对阿尔茨海默症相关的β-淀粉样蛋白（Aβ）聚集过程的干预和分子动力学模拟，也验证了这一理论[3]。我们分别采用 3.1 THz 和 4.3 THz 两个频段的太赫兹辐射源，发现了 3.1 THz 的辐射可以促进 Aβ单体的成核聚集过程，但随着聚集程度的加剧，促进作用逐渐减弱，在 Aβ的纤维聚集阶段后期则对其表现出抑制作用；而 4.3 THz 的太赫兹波则对 Aβ聚集无显著的影响。随后我们进一步进行了细胞层面的实验，发现 3.1 THz 辐射下，AD 细胞的死亡情况基本符合 Aβ聚集性的变化；而 4.3 THz 辐射下 Aβ的聚集性虽然无显著变化，但 AD 细胞仍表现出显著高于对照组的死亡率。我们的研究工作表明，两种不同频率的太赫兹波均会对 AD 的发展产生一定的影响，但影响机理与辐射频率相关。

关键词：阿尔茨海默症；太赫兹波；频率；Aβ；分子动力学。

参考文献：

[1]Li Y, Chang C, Zhu Z, Sun L, Fan C. Terahertz Wave Enhances Permeability of the Voltage-Gated Calcium Channel. J. Am. Chem. Soc. 2021, 143: 4311−4318.

[2]Zhang X, He M, Chen Y, Li C, Zhao J, Wang P, Peng X. Non-thermal effects of 0.1 THz radiation on intestinal alkaline phosphatase activity and conformation. Chinese Physics B. 2019, 28(12): 128702.

[3]Wang L, Cheng Y, Wang W, Zhao J, Wang Y, Zhang X, Wang M, Shan T, He M. Effects of Terahertz Radiation on the Aggregation of Alzheimer's Aβ42 Peptide. Int. J. Mol. Sci. 2023, 24: 5039.

报告人简介：

王磊，男，28 岁，天津大学在读博士生，主要研究方向为太赫兹波生物效应和太赫兹光谱检测，目前以第一作者在 International Journal of Molecular Sciences 期刊上发表学术论文一篇。联系方式：wonglei@tju.edu.cn。

通讯作者：何明霞；Email：hhmmxx@tju.edu.cn
通讯作者：王银松；Email：wangyinsong@tmu.edu.cn

O-C5-39 太赫兹波干预 RNA 发卡的机械展开过程

张琴[1]，杨利霞[2]，王少萌[1*]，宫玉彬[1*]

1 电子科技大学电子科学与工程学院
2 电子科技大学物理学院

摘要：遗传信息的复制、转录和翻译等过程都依赖于核酸链的配对与分离，包括氢键在 内的分子间相互作用主导了这些动态过程。现有研究表明太赫兹(THz) 波能够影响核 酸分子的弱相互作用，但其动态过程作用的机制仍不明确[1, 2]。本文采用拉伸动力学 (SMD) 模拟研究了 THz 波对一种微管相关蛋白(MAPT) 的前体 mRNA 的调节发卡 (WT-30nt) 及其突变体的机械展开过程的动态影响。调节发夹的稳定性会间接影响 MAPT 重复结构域(3R：4R) 的比例，而这个比例失衡与一些神经退行性疾病(如阿尔 兹海默症、痴呆) 相关[3]。SMD 模拟结果表明，THz 波既能够加速 WT-30nt 在起始展开 阶段双螺旋解旋；也能够显著增强与 WT-30nt 结构类似的 RNA 在展开过程的结构稳定 性;还能够显著降低 WT-30nt 机械展开的拉力。此外，THz 波的极化方向也会影响 RNA 展开的方式和轨迹。总之，THz 波对 RNA 动态展开过程有频率选择性和不同的影响， 这为 THz 波应用于治疗相关疾病和干预涉及核酸动态解旋的复制、转录等基因表达过 程具有重要的价值和意义。

关键词：拉伸动力学(SMD)；RNA 机械展开；THz 波；频率选择性

参考文献：

[1]GRESCHNER A A, ROPAGNOL X, KORT M, et al. Room-temperature and selective triggering of supramolecular DNA assembly/disassembly by nonionizing radiation [J]. Journal of the American Chemical Society, 2019, 141(8): 3456-69.

[2]SENSALE S, PENG Z, CHANG H-C. Acceleration of DNA melting kinetics using alternating electric fields [J]. The Journal of chemical physics, 2018, 149(8): 085102.

[3]YOUNG J J, LAVAKUMAR M, TAMPI D, et al. Frontotemporal dementia: latest evidence and clinical implications [J]. Therapeutic advances in psychopharmacology, 2018, 8(1): 33-48.

报告人简介：张琴，女，电子科技大学电子科学与工程学院在读博士生，主要研究方向为太赫兹生 物效应及太赫兹生物物理，202111022406@std.uestc.edu.cn。

通讯作者：王少萌；Email ：wangsm@uestc.edu.cn

国家自然科学基金(T2241002 、32000914 和 61921002) 与电子科技大学医工交叉联合基金 (ZYGX2021YGLH004 和 ZYGX2021YGLH018) 的支持

张贴报告摘要

P-1　太赫兹超表面中偏振依赖的奇异点传感

王磊[1]，田达[1]，李桐[1]，张彩虹[1,2*]，吴敬波[1,2]，范克彬[1,2]，金飚兵[1,2]，陈健[1,2]，
吴培亨[1,2]
1 南京大学电子科学与工程学院，超导电子学研究所，南京 210023；
2 紫金山实验室，南京 211111

摘要： 在非厄密系统中本征值与本征态同时简并的点称之为奇异点（Exceptional Points，EP），在EP点附近的系统已经被证明对环境的扰动有着高度的敏感性[1]。尽管在太赫兹超表面已经观测到EP点的存在[2]，但由于其结构的手性需要通过对传输矩阵进行表征，这无疑会增大需要测量的次数，提高了引入误差的风险。这里我们提出了一种由两条不等长金属条组成的二能级非厄密太赫兹超表面，改变其中一个金属条的长短影响其对应谐振的损耗，从而成功的在太赫兹波段直接实现参数空间中共振频率与损耗的简并（对应黎曼面的交叉），得到了一种偏振依赖的EP点。同时灵敏度分析表明，在低扰动的情境下，EP点传感灵敏度是传统超表面传感的2倍。我们的方法为实现太赫兹高灵敏度传感提供了一条新的思路。

关键词：非厄密；太赫兹超表面；奇异点；传感。

参考文献：

[1]Park JH，Ndao A, Cai W, Hsu L，Kodigala A, Lepetit T，Lo YH，Kanté B.　Symmetry-breaking-induced plasmonic exceptional points and nanoscale sensing. Nat. Phys. 2020, 16: 462–468.
[2]Lawrence M, Xu NN, Zhang XQ, Cong LQ, Han JG, Zhang WL, Zhang S. Manifestation of PT symmetry breaking in polarization space with terahertz metasurfaces. Phys. Rev. Lett. 2014, 113(9): 093901.

报告人简介：

王磊，男，26，博士研究生，太赫兹超材料，602022230037@smail.nju.edu.cn

通讯作者：张彩虹；E-mail：chzhang@nju.edu.cn
基金：国家重点基础研究发展计划（批准号：2017YFA0700202，2021YFB2800701）、国家自然科学基金(批准号：62222106，61871212，92163216，62071217，62027807，62288101）和中央高校基本科研业务费专项资金资助

P-2　强太赫兹场致水溶液超快动力学

卫妍玉[1,2]，陈浩[1,2]，雷弘毅[1,2]，廖国前[1,2,3*]，李玉同[1,2,3*]

1 中国科学院物理研究所北京凝聚态物理国家研究中心，北京 100190；

2 中国科学院大学物理科学学院，北京 100049；

3 松山湖材料实验室，东莞 523808；

摘要：室温下的液态水内部表现出超快的分子运动与复杂的动力学行为模式。分子之间由氢键连接，而氢键的特征能量和运动本征频率刚好落在太赫兹波段。强场太赫兹辐射是研究和调控水分子超快动力学的重要工具。我们利用中国科学院物理研究所自行研制搭建的、基于超快超强激光泵浦的强场太赫兹辐射源平台，采用单发太赫兹非线性谱学系统，研究了强场太赫兹脉冲与自由流动的水膜相互作用。实验结果表明，随着泵浦太赫兹场强的提升，水在太赫兹波段的介电性质发生了明显的变化并表现出了较好的规律性。基于 Drude-Lorentz 理论和 Clausius-Mossotti 关系，利用强太赫兹场致水分子动力学结合局域溶剂化电子等模型很好地解释了实验现象。太赫兹泵浦-太赫兹探针技术为揭示液态水分子超快动力学提供了新的思路。

关键词：太赫兹；液态水；超快动力学，溶剂化电子。

报告人简介：

卫妍玉，女，24 岁，中国科学院物理研究所硕士研究生在读，导师为廖国前特聘研究员，研究方向为超短超强激光驱动的强太赫兹辐射源、强场太赫兹辐射与物质相互作用过程中的超快动力学等， 邮箱为 yanyuwei@iphy.ac.cn。

通讯作者：廖国前，Email：gqliao@iphy.ac.cn；李玉同，Email：ytli@iphy.ac.cn；
基金：国家自然科学基金(12122415，12175306，92050106，11827807 和 92250307)、国家重点研发计划（2021YFA1601700 和 2021YFA1400204）、中科院稳定支持基础研究领域青年团队计划（YSBR-059）

P-3　中空飞秒激光束影响太赫兹波空间分布的研究

吴若曦[1]，赵海旭[1]，张亮亮[1*]

1 首都师范大学物理系，太赫兹光电子学重点实验室，北京 100048，中国

摘要：随着太赫兹技术迅猛发展，有一种重要的太赫兹源是由空气等离子体辐射出的。但空气等离子体产生的太赫兹波有一个明显的缺陷，即太赫兹波分布不均匀，呈中空分布[1-3]。修补空气等离子体产生太赫兹波的缺陷，对产生方向性更好的，能量更集中的太赫兹源有着重要的作用。我们通过实验证实了一种可以有效填补该缺陷的方法，通过调控双色飞秒激光束在空间中的分布，即在光路中加挡板或小孔，来调节空气等离子体光丝的密度及结构，进而调制出射太赫兹波的空间分布。这种方法不仅有效改善了空气太赫兹源分布不均匀的缺陷，而且将会在提高太赫兹源的应用领域方面有着重要价值。

关键词：太赫兹波；等离子体；四波混频。

参考文献：

[1]Sun-Goo Lee; Eui Su Lee; Tae-In Jeon; Chul-Sik Kee. Properties of defected one-dimensional terahertz plasmonic crystal films in a metal air-gap waveguide[J].Journal of Applied Physics,2011,110(9):093101.

[2]Tsuneyuki Ozaki. Generation of Intense Terahertz Radiation from Air Plasma and Nonlinear Terahertz Spectroscopy.148

[3]Xiao-Yu Peng; Chun Li; Min Chen; Toma Toncian; Ralph Jung; Oswald Willi; Yu-Tong Li; Wei-Min Wang; Shou-Jun Wang; Feng Liu. Strong terahertz radiation from air plasmas generated by an aperture-limited Gaussian pump laser beam[J].Applied physics letters,2009,94(10):101502-1-101502-3.

报告人简介：

吴若曦，女，1999 年生，首都师范大学物理系硕士研究生，光学专业，主要研究方向为激光分布调制太赫兹波。

Email：Ruoxiwu@126.com。

P-4 衬底材料对光电导天线辐射太赫兹波特性的模拟分析

吴晓博[1,2]，杨磊[1,2]，侯磊[1,2*]

1 陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室

2 西安理工大学

摘要：超快激光技术的迅速发展为太赫兹脉冲产生提供了稳定可靠的激发光源，使太赫兹辐射的产生和应用得到巨大发展[1]。在产生太赫兹波的众多方法中，光电导天线是应用最广泛的一种太赫兹辐射源[2,3]，其中大孔径光电导天线通过增加激光照射尺寸使其产生更强的太赫兹波[4]。天线的工作效率主要由衬底材料的载流子寿命、载流子迁移率、电阻率和热效应特性决定。本研究首先回顾了光电导天线衬底材料从第二代到第三代半导体的发展历史，然后在光饱和情况下利用电流瞬冲模型模拟了所选取的 LT-GaAs, SI-GaAs, GaN, ZnSe 以及 SiC 材料的远场时域波形以及频域波形，虽然此时 GaAs 材料的远场场强较其他材料更有优势，但由于第三代材料具有更高的击穿场强所以在高压情况下可以产生更高的信号强度。由于半导体材料的制备工艺不同，在模拟中的表现也不同，因此还对具有不同特征的的 GaN, ZnSe 以及 SiC 材料进行仿真模拟，观察时域和频域波形，分析得出更适合用于制作天线衬底的材料型号。

关键词：太赫兹辐射；光电导天线；电流瞬冲模型；第三代半导体

参考文献：

[1]Kawano Y. Terahertz waves: a tool for condensed matter, the life sciences and astronomy. Contemporary Physics. 2013, 54(3): 143–165.

[2]Auston D H, Cheung K P, Smith P R. Picosecond photoconducting Hertzian dipoles. 1984.

[3]Darrow J T, Zhang X-C, Auston D H, Morse J D. Saturation properties of large-aperture photoconducting antennas. IEEE Journal of Quantum Electronics. 1992, 28(6): 1607–1616.

[4]Zhang T-Y, Cao J-C. Study of the surface and far fields of terahertz radiation generated by large-aperture photoconductive antennas[J]. Chinese Physics, 2004, 13: 1742–1746.

报告人简介：吴晓博，男，24 岁，硕士在读，主要研究方向为光电导天线产生太赫兹的模拟工作，从传统算法出发，对光电导天线产生太赫兹信号进行模拟研究分析，使用多物理模拟软件对光电导天线中的纳米等离子结构等进行仿真研究工作，Email:1543206870@qq.com。

通讯作者：侯磊；Email：houleixaut@126.com

基金：国家自然科学基金资助项目(62075179)；陕西省教育厅基金重点项目(22JS026，22JS027)

P-5　太赫兹近场技术对牙釉质脱矿的微观研究

肖丰[1,2]，张晓秋艳[1,2]，许星星[1,2]，程立[3]，张雨寒[3]，胡涛[3]，胡旻[1,2*]

1 电子科技大学，电子科学与工程学院，太赫兹中心，成都，610054

2 太赫兹技术教育部重点实验室，成都，610054

3 四川大学，华西口腔医院，口腔疾病国家重点实验室，国家口腔疾病临床研究中心，成都，610041

摘要：龋齿是发生在牙齿硬组织中的慢性传染病。在龋齿的早期，牙釉质会发生脱矿，表现为矿物质的流失，导致牙釉质的基本结构和牙釉质成分发生变化[1]。牙釉质早期脱矿一直是牙医关注的问题，但由于缺乏合适的检测方法，从微观角度揭示牙釉质脱矿的本质一直具有挑战性。太赫兹技术以其非破坏性和非电离特性，在生物医学成像中提供了很多应用[2]。在这项研究中，我们使用连续波太赫兹近场扫描显微镜技术对脱矿后的牙釉质进行近场成像，从微观角度揭示了牙釉质脱矿的机制。脱矿的本质包括晶体的解离和重塑以及矿物离子的转移。正常的牙釉质由称为釉柱的柱状结构组成。当脱矿发生时，釉柱结构被破坏，表面形成空腔；同时外部物质，如酸性物质渗入牙釉质时，大量外源氢离子渗入导致牙釉质前沿的矿物溶解。这一过程导致矿物质的大量损失，主要表现为钙和磷酸盐离子向外扩散和运输。矿物质的流失改变了牙釉质的组成，而太赫兹近场成像对样品的介电特性很敏感，这种矿物质损失会导致近场成像近场信号幅度明显降低，因此可以用太赫兹近场技术对脱矿微观机理进行研究。

关键词：太赫兹；牙釉质脱矿；近场扫描显微镜。

参考文献：

[1]. M.K. Pugach, J. Strother, C.L. Darling, D. Fried, S.A. Gansky, S.J. Marshall and G.W. Marshall, “Dentin caries zones: mineral, structure, and properties,” Journal of Dental Research,88(1) (2009) 71-6.

[2]. Zhiyao Yan, Liguo Zhu, Kun Meng, Wanxia Huang and Qiwu Shi, “THz medical imaging: from in vitro to in vivo,” Trends in Biotechnology, July 2022, Vol. 40, No. 7.

报告人简介：肖丰，男，27 岁，目前电子科技大学博士在读，主要从事太赫兹生物成像，如龋齿成像及早期脱矿检测与微观特性研究，血液中红细胞浓度太赫兹检测方法，乳腺癌成像识别等方面研究。在国际会议上发表论文一篇，目前 SCI 待发表论文一篇。Email：532265821@qq.com

通讯作者：胡旻；Email：hu_m@uestc.edu.cn

基金：本论文由国家重点研发计划（编号： 2017YFA0701000, 2020YFA0714001）、国家自然科学基金（编号 61988102, 61921002 和 62071108）、四川省自然科学基金（编号 2022NSFSC0513,2022NSFSC0514）和中央高校基金（编号 ZYGX2020ZB007,ZYGX2020J003）共同资助。

P-6　基于拓扑光波导的太赫兹传感器

徐雪娇，梅志杰，谢青轩，徐卓成，刘旭东，孙怡雯*

深圳大学医学部生物医学工程学院，广东省深圳市

通讯方式：ywsun@szu.edu.cn

摘要： 太赫兹（THz）波具有光子能量低、光谱信息丰富、无损、无标记[1]等独特特性，超灵敏的太赫兹传感器在医学研究、临床诊断、安全检查等领域都是必不可少的，近年来，利用太赫兹波进行微量物质检测受到了很大的关注。硅基太赫兹拓扑光子晶体波导具有鲁棒性强、光场局域性强、集成度高等优势，且已经被证明具有高效的太赫兹波传输能力和可调控特性[2]。本研究设计了一种基于拓扑光子晶体波导的太赫兹传感器，用于检测不同折射率的液体，并采用时域有限差分（FDTD）方法对其进行仿真分析。仿真结果表明，传输的太赫兹波对波导线缺陷结构表面附近液体的折射率很敏感，0.12μL 酒精和水的传输损耗差异为 16.7dB，这表明所提出的基于太赫兹拓扑光子晶体波导的传感器未来具有在微量检测、单细胞分析和分选等方面应用的潜力。

关键词：太赫兹；拓扑光波导；传感器；生物医学

参考文献：

[1]WILMINK G J, GRUNDT J E. Invited Review Article: Current State of Research on Biological Effects of Terahertz Radiation[J/OL]. Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, 2011, 32(10): 1074-1122.

[2]LIU X, HUANG J, CHEN H, at al. Terahertz topological photonic waveguide switch for on-chip communication[J/OL]. Photonics Research, 2022, 10(4): 1090.

报告人简介：

徐雪娇，女，23，深圳大学生物医学工程学院生物医学工程专业 2021 级硕士研究生在读，主要研究方向为太赫兹拓扑光子器件及其传感应用。Email：2110246115@email.szu.edu.cn。

通讯作者：孙怡雯；Email：ywsun@szu.edu.cn

基金：National Natural Science Foundation of China [grant numbers 61975135, 61805148], International Cooperation and Exchanges NSFC [grant number 61911530218], Shenzhen International Scientific and Technological Cooperation Project [grant number GJHZ20190822095407131] and Natural Science Foundation of Guangdong Province [grant number 2019A1515010869], Guangdong Medical Science and Technology Research Fund [grant number A2020401]

P-7　基于太赫兹时域光谱和机器学习的乳腺癌组织识别与分类

杨骐语[1,2]，廖琪[1,2]，胡旻[1,2*]，刘瑜妍[3]

1 电子科技大学，电子科学与工程学院，太赫兹中心

2 太赫兹技术教育部重点实验室

3 四川省人民医院超声科

摘要：乳腺癌的发病率逐年上升，已跃居女性恶性肿瘤的首位。大部分乳腺癌早期患者需要经过大约半年的化疗后才能做出下一步治疗计划，但是在这期间患者不仅遭受病痛折磨还增加了死亡的风险。若在化疗前预测出患者的化疗效果，便能够提前选择有效的治疗方案来增加患者康复的可能性。

本研究使用太赫兹时域光谱仪对乳腺癌患者在化疗前期所做的穿刺活检组织进行实验测量。完成了组织的太赫兹光谱成像，分析了化疗效果不同的两类组织的波谱，对比计算了不同类组织的折射率和吸收系数，提出将组织的太赫兹时域光谱与机器学习相结合的方法，以此来实现对患者化疗效果的预测。研究中所使用的机器学习方法是主成分分析（PCA）结合支持向量机（SVM）。在随机选取 SVM 的训练集和测试集时，仅利用 401 个样本数据便能实现平均分类准确率在 90%以上；在对不同患者的组织分类预测时，17 名患者的准确率在 63%以上，其中 8 位患者的分类准确率在 90%以上。结果表明，太赫兹时域光谱结合机器学习能够对乳腺癌组织进行分类，从而实现对不同患者化疗效果的预测，体现了本研究在今后临床乳腺肿瘤检查中具有巨大的应用潜力。

关键词：乳腺癌，太赫兹时域光谱，机器学习，主成分分析，支持向量机

报告人简介：杨骐语，男，22 岁，电子科技大学电子科学与工程学院电子科学与技术专业在读研究生，本科阶段获全国大学生数学竞赛四川省一等奖，目前研究生一年级，研究方向：太赫兹时域光谱结合机器学习在中药材以及生物医学方面的应用，Email：2258572806@qq.com

通讯作者：胡旻；Email：hu_m@uestc.edu.cn

基金：本论文由国家重点研发计划（编号： 2017YFA0701000, 2020YFA0714001）、国家自然科学基金（编号 61988102, 61921002 和 62071108）、四川省自然科学基金（编号 2022NSFSC0513,2022NSFSC0514）和中央高校基金（编号 ZYGX2020ZB007,ZYGX2020J003）共同资助。

P-8　基于太赫兹近场显微镜的生物鉴定方法

尹浩玮[1,2]，张晓秋艳[1,2]，周杰[3]，赵祥[3]，胡旻[1,2*]

1 电子科技大学，电子科学与工程学院，太赫兹中心

2 太赫兹技术教育部重点实验室

3 陆军军医大学第一附属医院检验科

摘要：本研究介绍了一种基于太赫兹近场显微镜的生物鉴定方法，该方法通过将原子力显微镜（AFM）的力学表征与太赫兹近场成像相结合，实现了对生物细胞的高分辨率成像和力学性质的表征。首先，我们研究了太赫兹近场显微镜的工作原理。太赫兹近场显微镜利用扫描探针在样品表面扫描，获取样品的太赫兹波信号。与传统的太赫兹显微镜相比，太赫兹近场显微镜能够获得更高的空间分辨率，从而实现对生物细胞的高分辨率成像。其次，我们研究了 AFM 对生物细胞的力学表征。AFM 利用探针的力学感知器件，可以测量生物细胞的力学特性，如弹性模量、硬度和粘度等。这些力学性质与生物细胞的结构和功能密切相关，通过测量和分析这些参数，可以获取有关生物细胞的重要信息。最后，我们实现了将 AFM 的力学表征与太赫兹近场成像相结合的方法在生物鉴定中的应用。通过在太赫兹近场显微镜上安装 AFM 探针，可以实现对生物细胞的同时力学和形态特征的测量。这种综合性的测量方法为生物鉴定提供了更为全面和准确的信息，有助于鉴别不同类型的细胞、病原体和组织。

综上所述，该方法的发展有望在生物医学研究、病理学诊断和药物筛选等领域发挥重要作用。然而，尽管该方法具有巨大的潜力，仍然需要进一步的研究和优化，以实现更高的空间分辨率和更精确的力学测量，从而推动其在生物鉴定中的广泛应用。

关键词：细胞膜太赫兹近场显微镜，生物鉴定，原子力显微镜，力学表征，近场成像，弹性模量

参考文献：Li D, Li J, Hu J, et al. Nanomechanical Profiling of Aβ42 Oligomer-Induced Biological Changes in Single Hippocampus Neurons[J]. ACS nano, 2023, 17(6): 5517-5527.

报告人简介：尹浩玮，男，23 岁，电子科技大学电子科学与工程学院电子科学与技术专业在读研究生，本科阶段获国家励志奖学金多次，目前研究生一年级，研究方向：太赫兹成像技术在生物领域的应用研究，Email：18651898268@163.com

通讯作者：胡旻；Email：hu_m@uestc.edu.cn

基金：本论文由国家重点研发计划（编号： 2017YFA0701000, 2020YFA0714001）、国家自然科学基金（编号 61988102, 61921002 和 62071108）、四川省自然科学基金（编号 2022NSFSC0513,2022NSFSC0514）和中央高校基金（编号 ZYGX2020ZB007,ZYGX2020J003）共同资助。

P-9　基于宽带电控空间光调制器的太赫兹压缩感知成像

马文静，林子博，孙传富，余道松，刘旭东，孙怡雯*

深圳大学医学部生物医学工程学院，广东省深圳市

通讯方式：ywsun@szu.edu.cn

摘要：太赫兹成像是太赫兹研究的一个重要分支，在无损检测、安检和生物医学等领域有重要应用[1,2]。基于焦平面阵列式太赫兹成像受到探测器制备成本高，技术难度大等限制，无法投入实际使用。与阵列成像技术相比，基于压缩感知的太赫兹单像素成像技术，在一定程度上可以缓解太赫兹成像成本高的问题，而实现这一技术的关键器件是太赫兹空间光调制器。目前用于太赫兹压缩感知成像的空间光调制器大多基于超材料结构，仅能实现窄带调制，浪费了太赫兹丰富的带宽资源。为解决上述问题，我们设计了一种基于肖特基二极管结构的电控的宽带(0.2~1.4THz)太赫兹空间光调制器，通过施加 5V 反向偏置电压，可以调整衬底层中的载流子浓度，从而能改变太赫兹波的透射率，并基于太赫兹时域光谱系统搭建了太赫兹单像素成像系统，成功重建了成像样品的厚度信息。

关键词：太赫兹；空间光调制器；压缩感知成像

参考文献：

[1]E. Castro-Camus, M. Koch, and D. M. Mittleman. Recent advances in terahertz imaging: 1999 to 2021. Applied Physics B, 2021, 128(1).

[2]H. Guerboukha, K. Nallappan, and M. Skorobogatiy. Toward real-time terahertz imaging. Toward real-time terahertz imaging, 2018, 10(4)

报告人简介：

马文静，女，24，深圳大学生物医学工程学院生物医学工程专业 2022 级硕士研究生在读，主要研究方向为太赫兹成像。Email：2332157965@qq.com。

通讯作者：孙怡雯；Email：ywsun@szu.edu.cn

基金： National Natural Science Foundation of China [grant numbers 61975135, 61805148], International Cooperation and Exchanges NSFC [grant number 61911530218], Shenzhen International Scientific and Technological Cooperation Project [grant number GJHZ20190822095407131] and Natural Science Foundation of Guangdong Province [grant number 2019A1515010869], Guangdong Medical Science and Technology Research Fund [grant number A2020401]

P-10 A compact accelerator-based light source for high-power, full-bandwidth tunable coherent THz generation

康尹[1]，张开庆[1,2*]，冯超[2*]

1 Shanghai Institute of Applied Physics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800, China;

2 Shanghai Advanced Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201210, China

摘要： Terahertz (THz) radiation sources are increasingly significant for many scientific frontiers, while the generation of THz radiation with high-power at wide-tunable frequencies is still a limitation for most existing methods. In this paper, a compact accelerator-based light source is proposed to produce coherent THz radiation with high pulse energy and tunable frequency from 0.1 THz to 100 THz. By using a frequency beating laser modulated electron beam, intense coherent THz ra-diation can be generated through either undulators or magnetic dipole. Theoretical analysis and numerical simulations demonstrate that the proposed technique can generate narrow-bandwidth THz radiation with a pulse energy up to 6.3 millijoule (mJ). The output frequency can be easily tuned by adjusting parameters of the seed laser. The proposed technique will open up new op-portunities for THz spectroscopic and time-resolved experiments.

关键词： coherent THz; frequency beating; wide-tunable THz frequency; Free electron laser; coherent synchrotron radiation.

报告人简介：

张开庆，性别：男，年龄：32，职称：副研究员，研究方向：自由电子激光物理与技术，太赫兹辐射原理与关键技术，原子无线传感，Email：zhangkq@sari.ac.cn。

P-11 高次谐波太赫兹回旋管中的大回旋电子枪研究

张一帆，宋韬，王维，刘頔威*
电子科技大学
电子科学与工程学院

摘要： 大轨道回旋管相比小轨道回旋管有模式竞争和磁场方面的优势，而高质量的绕 轴电子束是驱动高次谐波大回旋管的必要条件， 本文设计出了能在 12T 磁场下，用于 1Thz 高次谐波回旋管的电子枪。 本文从磁场拟合的优化这一部分开始，减小可能影响 仿真的误差， 在进行了初始参数的设置后，使用多目标优化算法对电子枪的结构进行 优化以改善电子枪的质量参数， 优化后的电子枪可以产生电压为 79kv、电流为 1.6 A、横纵速度比约为 1.28 的绕轴电子束。横向速度离散小于 5%，导向中心半径为 0.037mm，在 CST 电磁仿真软件完成设计后，使用 MAGIC 软件对其进行验证。

关键词： 大回旋电子枪；速度离散； 横纵速度比

参考文献：

[1] 武新慧,大回旋电子束形成技术及其应用研究[D]. 电子科技大学,2013.

[2] Chao-Hai Du, Fan-Hong Li, Zi-Wen Zhang, Si-Qi Li, Yu Zhu, Pu-Kun Liu, Qi-Li Huang, Guo-Wu Ma, Hong-Ge Ma, "Development of a Terahertz Harmonic Gyrotron", 2023 24th International Vacuum Electronics Conference (IVEC), pp. 1-3, 2023.

报告人简介：

张一帆，男，年龄 25，目前电子科技大学研究生在读，研究方向是物理电子学太赫兹回旋管

Email:2463677318@qq.com。

通讯作者： 刘頔威；Email ：dwliu@uestc.edu.cn

基金： 该论文得到了国家重点研发计划(2017YFA0701000)；国家自然科学基金(61988102, 61921002, 62071108)；四川省自然科学基金(2022NSFSC0513)和中央高校基础业务费(ZYGX2020ZB008 、ZYGX2021J011)的资助。

P-12　四频太赫兹超表面传感器研究

张玥，王少萌*，宫玉彬

电子科技大学电子科学与工程学院

摘要：由于太赫兹波对生物大分子特殊的指纹效应，使其在无标记快速生物检测方面具有广阔的发展前景[1]。但很多超材料太赫兹传感器在 0.1~3.0THz 只有单一共振模式，在实际检测中存在一定局限性[2]。本论文提出了一款基于“IE”结构的四频率太赫兹超表面传感器，该传感器的每个单元包含两个厚度为 0.05μm 的有一定间距的“I”“E”型子结构。在 0.3~2.8THz 频段内产生四个谐振峰（中心频率分别为 $f_1=0.62$ THz，$f_2=1.08$ THz，$f_3=1.83$ THz，$f_4=2.61$ THz），通过仿真分析研究了多谐振频率产生的机理并研究了“I”“E”型子结构的参数对传感器性能的影响,利用数值模拟对结构进行了优化，相应频率的传感器品质因数可达 23.7、26.3、59.6、70.5。然后在传感器表面放置了一层厚度一定、折射率可变的待测模拟物，在分析物厚度为 12μm，折射率可变范围在 1.0~1.8 的情况下，通过 MATLAB 拟合可得到该传感器在四个频率处的传感灵敏度为 107.9，205.8，301 和 572.3 GHz/RIU，可以实现对微量样品的检测，且可利用多谐振峰检测混合样品。此外，设计的传感器在 15°入射角偏差和 20°偏振角偏差内具有良好的稳定性，在由光学邻近效应导致的 1μm 加工误差内具有鲁棒性。高品质因数与高灵敏度以及四波段谐振的特性使得该传感器在无标记微量生物检测方面具有很高的应用价值。

关键词：超材料；太赫兹传感器；高灵敏度；生物检测

参考文献：

[1]Li L, Ge H, Jiang Y, et al. A Four-Band Terahertz Metamaterial Sensor Based on Symmetric E-Shaped Structure. Coatings. 2022;12(11):1694.

[2]段露. 基于超材料的高灵敏太赫兹生物传感器的研究[D].电子科技大学,2017.

报告人简介：

张玥，男，23 岁，电子科技大学电子科学与工程学院硕士在读，主要研究方向为高性能太赫兹传感器及其应用，Email:yue_zhang1331@163.com。

P-13　基于微流控技术的太赫兹超表面生物传感芯片

赵俣晗，侯泽宇，闫冰鑫，苏波*，张存林

首都师范大学物理系，太赫兹光电子学教育部重点实验室，太赫兹波谱与成像北京市重点实验室，北京成像理论与技术高精尖创新中心，北京 100048

摘要：本文提出并实现了一种基于微流控技术的太赫兹生物传感芯片，在探测区域沉积一层锁闩型金属超表面，使其能够在 0.6 THz 处产生与极化无关的共振吸收峰。考虑到生物传感对于培养液流动性的要求，采用自进样设备向芯片内连续、匀速地泵入含有待测物的培养液。通过实验和仿真对比了不同液体厚度的传感效果，当液体厚度为 45 μm 时，芯片的传感效果最佳。利用此芯片成功地对两种常见的致病菌：沙门氏菌(SE)与大肠杆菌(EC)进行生物传感检测，发现可对不同浓度的样品进行区分。此外，还对脑胶质瘤细胞进行了传感实验，对恶性程度不同的胶质瘤细胞而言，其共振吸收峰随着浓度的变化出现不同程度的频移，可作为区分的依据。本研究为制备高灵敏度、可用于快速检测的微流控太赫兹超表面生物传感器开辟了新途径。

关键词：太赫兹；微流控技术；超表面；生物传感；自进样

参考文献：

[1]Yeo L Y, Chang H C, Chan P P Y, et al. Microfluidic devices for bio-applications. Small, 2011, 7(1): 12-48.

[2]Hu X, Xu G, Wen L, et al. Metamaterial absorber integrated microfluidic terahertz sensors. Laser & Photonics Reviews, 2016, 10(6): 962-969.

[3]George P A, Hui W, Rana F, et al. Microfluidic devices for terahertz spectroscopy of biomolecules. Optics Express, 2008, 16(3): 1577-1582.

[4]Xu J, Liao D, Gupta M, et al. Terahertz Microfluidic Sensing with Dual‐Torus Toroidal Metasurfaces. Advanced Optical Materials, 2021, 9(15): 2100024.

报告人简介：赵俣晗，男，23 岁，首都师范大学物理系光学专业在读研究生，研究方向为太赫兹超表面调制及微流控传感，主要研究电磁增强超表面、偏振转换超表面、ITO 产生太赫兹、微流控集成芯片以及生物细胞传感，学术成果暂无。Email: class4_t@163.com

通讯作者：苏波；Email：subo75@cnu.edu.cn

基金：国家重点研发计划(2021YFB3200100)、国家自然科学基金(61575131)、北京市自然科学基金(4232066)

P-14 基于 GaN HEMT 混频器的太赫兹矢量探测

太赫兹的幅度、相位等参量中可携带丰富的波与物质相互作用信息， 同时， 趋于紧凑小型化的各类太赫兹系统也亟需配套的的辐射场表征技术， 例如太赫兹 波导喇叭天线与片上天线等。太赫兹波的矢量探测对于研究精细的太赫兹波谱、 获取空间太赫兹辐射的分布特征具有显著价值。

本报告中介绍了一种基于氮化镓高电子迁移率晶体管(GaN HEMT)的矢量测 试系统,配合后端的中频信号调理和采集、处理链路， 可对空间中太赫兹波的多 维信息 (频率、幅度和相位) 进行同步解调和读出。对矢量系统中的射频信号调 制后采用数字锁相读出实现了更高的 I/Q 测量信噪比， 提升了测量精度及时间稳 定性。基于该系统开展了 WR2.8 波导喇叭天线的出射场矢量分布测试， 并对树叶 样品进行了透射扫描成像。

P-15 电压门控钠离子通道选择性过滤区域谷氨酸的太赫兹光谱

周欣桥，宁辉，郭良浩，张琴，王凯程，孙远昆，王少萌，宫玉彬*

电子科技大学，电子科学与工程学院，微波电真空国家级重点实验室

摘要：介导电信号传导的电压门控离子通道（VGICs）所具有的不同功能，是细胞实现各种生理功能和过程的基础，对控制生理功能的实现具有重要意义。电压门控钠离子通道（Na_v）启动动作电位，具有快速激活性、Na^+选择性和药物敏感性的性质，其中 Na^+选择性与选择性过滤区（SF）有关。研究表明，谷氨酸（Glu）177 侧链形成的高场强位点上可以容纳部分水合的 Na+离子，是离子选择性的关键决定因素。本文利用分子动力学（MD）模拟方法，选择原核细胞中 Na_v 结构，建立 0.16 mol/L NaCl 溶液中的结构模型。模拟得到选择性过滤区 SF 内谷氨酸的吸收光谱，并通过红外光谱仪进行对比测试；通过可视化分子动力学软件（VMD）计算得到了$-COO^-$的吸收光谱；最终得到谷氨酸与$-COO^-$在太赫兹频段下的特征吸收频率。本工作有助于我们更好地研究通道中无机离子的传输机制，为遗传性癫痫、心律失常等疾病的治疗提供参考。

关键词：电压门控钠离子通道；谷氨酸；分子动力学；太赫兹吸收谱。

参考文献：

[1]Payandeh F, Scheuer T, Zheng N, Catterall WA. The crystal structure of a voltage-gated sodium channel. Nature. 2011, 475: 353–358.

[2]Movasaghi Z, Rehman S, Rehman IU. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy of Biological Tissues. Applied Spectroscopy Reviews. 2008, 43(2): 134-179.

[3]Yangmei Li, Chao Chang, Zhi Zhu, Lan Sun, and Chunhai Fan. Journal of the American Chemical Society. 2021, 143 (11): 4311-4318.

报告人简介：

周欣桥，女，23 岁，电子科技大学电子科学与工程学院在读研究生，太赫兹生物效应，太赫兹生物物理。

Email:244028120@qq.com。

通讯作者：宫玉彬；Email：ybgong@uestc.edu.cn

基金：国家自然科学自然基金 T2241002，32000914，61921002）资助，电子科技大学医工交叉联合基金（项目批准号：ZYGX2021YGLH004，ZYGX2021YGLH018）资助。

P-16　THz s-SNOM 成像技术在 Tau 391- 426 蛋白纤维化中的应用

陈伟[1,2]，陈云昊[1,2]，陈利刚[1,2]，王亮[1,2]，王化斌[1,2*]

1 中国科学院重庆绿色智能技术研究院，重庆 400714;

2 中国科学院大学重庆学院，重庆 400714;

摘要： 微管结合蛋白 Tau 是一种本质上紊乱的蛋白，因为具有高电荷和亲水性，使其具有可溶性高和稳定性好的特点，但在病理条件下，Tau 可以组装成淀粉样原纤维，其错误折叠所形成的神经原纤维缠结是阿尔茨海默病的主要病理特征之一[1-2]。然而，患者体内 Tau 蛋白纤维化的触发因素和驱动力尚不清楚，因此，阐明 Tau 蛋白空间构象错误折叠的机制对于揭示阿尔茨海默病的发病机理至关重要。在体外，肝素诱导组装的 Tau 纤维被认为是一种很好的纤维模型而被广泛研究[2]。为了模拟患者体内 Tau 蛋白的纤维化，本研究在体外利用肝素成功诱导了 2N4R 亚型 Tau 的 C 端截断序列 Tau 391-426 的组装，并利用一种基于原子力显微镜和太赫兹时域光谱系统相结合的散射式太赫兹近场扫描显微镜（THz s- SNOM）首次实现了单个纤维的高分辨太赫兹成像。大量学者的研究表明，Tau 的微管结合区域 R1- R4 即 Tau 244- 369 是 Tau 纤维化的核心序列[2]。但本研究发现：在聚阴离子肝素的诱导下 C 端 Tau 391- 426 序列也可以组装成纤维，C 端核心的发现为 Tau 纤维化机制的研究提供了新思路。同时，基于 THz s- SNOM 的成像技术能够较快速的得到纤维的形貌和光谱信息，其在生物检测领域具有一定的应用潜力。

关键词：太赫兹近场成像；阿尔兹海默症；神经原纤维缠结；Tau 蛋白；自组装。

参考文献：

[1]Seidler PM, Boyer DR, Rodriguez JA, Sawaya MR. Structure-based inhibitors of tau aggregation. Nat Chem. 2018, 10(2): 170-176.

[2]Limorenko G, Lashuel HA. Revisiting the grammar of Tau aggregation and pathology formation: how new insights from brain pathology are shaping how we study and target Tauopathies. Chem Soc Rev. 2022, 51: 513-565.

报告人简介：

陈伟，男，29 岁，博士研究生在读，主要从事单分子的太赫兹光谱检测分析，chenwei@cigit.ac.cn。

通讯作者：王化斌；Email：wanghuabin@cigit.ac.cn

基金：国家重点研发计划（2021YFA1301503, 单分子检测分析技术）；国家自然科学基金（62175238, 单个生物大分子的太赫兹光谱成像研究）

P-17　全介质太赫兹超表面支持的连续域束缚态及其传感特性研究

陈文烁，王玥*，崔子健，孙广成，张向

陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室，西安理工大学，西安，陕西 710048

摘要：太赫兹频段具有丰富的指纹谱特性，在生物化学传感检测领域具有十分广阔的应用前景。作为一种可有效局域化增强太赫兹波的方法，超表面上束缚的局域场可增强太赫兹-待测物之间的相互作用，有助于实现太赫兹波段的痕量物质检测。其中，基于连续域束缚态（BIC）的超表面器件由于其高 Q 值特性可用来提高传感检测灵敏度。然而，基于金属材料的超表面由于其不可避免的欧姆损耗，限制了 Q 值的进一步提升。为此，本文提出了一种基于低损耗硅材料的全介质太赫兹超表面器件，该器件可通过改变太赫兹波入射角度或旋转单元结构打破 C_{4v} 对称性，将对称保护型 BIC 转化为具有高 Q 值的 quasi-BIC 共振。在不同偏振方向入射下，可产生多个具有高 Q 值的共振峰。此外，我们还验证了不同 quasi-BIC 共振的传感性能。当待测物的折射率增大时，quasi-BIC 共振峰均发生了明显的红移，最高灵敏度达到 365.34 GHz/RIU，品质因数 7624.83 RIU^{-1}。

关键词：太赫兹波传感；全介质超表面；连续域中的束缚态

参考文献：

[1]J. Li, J. Li, C. Zheng, Z. Yue, S. Wang, M. Li, H. Zhao, Y. Zhang, J. Yao, Free switch between bound states in the continuum (BIC) and quasi-BIC supported by graphene-metal terahertz metasurfaces, Carbon 182: 506–515.

[2]N. Papasimakis, V.A. Fedotov, V. Savinov, T.A. Raybould, N.I. Zheludev, Electromagnetic toroidal excitations in matter and free space, Nature Mater. 15(3): 263–271.

报告人简介：

陈文烁，男，22 岁，西安理工大学硕士研究生在读，主要从事超表面传感器件设计、太赫兹功能器件物理与技术方向研究，cwsxut819@163.com。

通讯作者：王玥；Email：wangyue2017@xaut.edu.cn

基金：国家自然科学基金(62275215, 61975163)，陕西省自然科学基金(2020JZ-48)，陕西高校青年创新团队(21JP084)

P-18　基于跨层卷积神经网络的高度模糊太赫兹图像识别方法

陈志超[1,3]，王翠珍[2]，邹志勇[2,*]，冯家璇[1]，江凤婷[2]，刘海庆[3]，揭银先[3].

1 安徽大学物质科学与信息技术研究院，合肥 230601

2 合肥综合性国家科学中心能源研究院，合肥 23003

3 中国科学院等离子体物理研究所，合肥 230031

摘要： 太赫兹成像技术已逐步应用于空间通信、雷达探测、航空航天和生物医学等领域[1-4]。然而，太赫兹图像仍然存在许多热点问题，如色调单一、纹理特征模糊、图像分辨率差、数据量少等，严重影响了太赫兹图像技术在许多领域的应用和普及。传统的卷积神经网络(CNN)是一种有效的图像识别方法，但由于太赫兹图像与传统光学图像的巨大差异，限制了其在高模糊太赫兹图像识别中的应用。本文提出了一种利用改进的跨层 CNN 模型对不同清晰度的太赫兹图像进行识别的方法，提高了模糊太赫兹图像的识别率。与仅使用清晰图像数据集相比，使用不同的清晰度数据集可以将模糊图像识别的准确率从约 32%提高到 90%。同时，改进的跨层细胞神经网络对高模糊图像的识别准确率比传统细胞神经网络提高了约 5%，使神经网络具有更高的识别能力。通过构建不同清晰度的数据集，结合跨层 CNN，可以有效地识别各种类型的模糊太赫兹成像数据。为提高太赫兹成像的识别精度和实际场景下的应用鲁棒性提供了一种新的方法。

本文的主要贡献为：

1)建立了跨层 CNN 模型，通过设置合适的卷积层结构，并在低层和高层之间建立一个可学习的连接通道来重用图像的边缘信息，从而提高了模型的模糊图像识别能力。

2)为了对高模糊图像进行识别，构建了多能量衰减数据集。使用不同的成像光功率来采集数据，相同的样本数据在不同的光功率之间会具有相同的特征，甚至是模糊的图像。这种数据集构建方法使 CNN 在处理清晰图像和模糊图像时达到了更高的精度

关键词：太赫兹成像;图像处理算法;人工智能;计算机视觉;

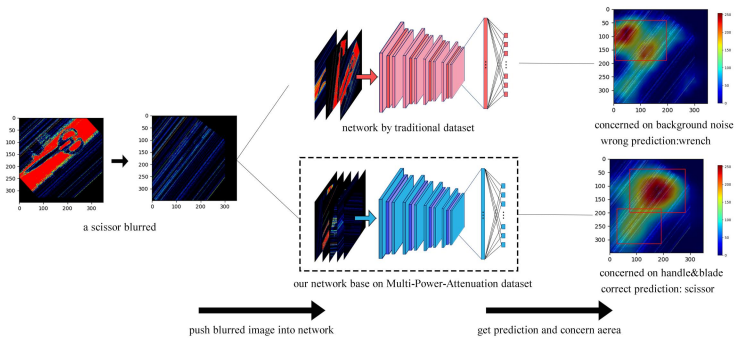


图 1　利用多功率衰减数据集进行跨层 CNN 训练，可以找出肉眼看不到的极度模糊的剪刀

通讯作者：邹志勇；Email：zyzou@ie.ah.cn

基金：合肥综合性国家科学中心能源研究院 No. 21KZS205;国家自然科学基金 No.12127809

参考文献：

[1]Y. Jiang, H. Ge, F. Lian, Y. Zhang, and S. Xia, “Early detection of germinated wheat grains using terahertz image and chemometrics,” Sci. Rep. 6(1), 21299 (2016).

[2]Y. Jiang, H. Ge, and Y. Zhang, “Quantitative analysis of wheat maltose by combined terahertz spectroscopy and imaging based on Boosting ensemble learning,” Food Chem. 307, 125533 (2020).

[3]Y. Shen, Y. Yin, B. Li, C. Zhao, and G. Li, “Detection of impurities in wheat using terahertz spectral imaging and convolutional neural networks,” Comput Electron Agric. 181, 105931 (2021).

[4]S. J. Oh, Y. M. Huh, J. S. Suh, J. Choi, S. Haam, and J. H. Son, “Cancer diagnosis by terahertz molecular imaging technique. Journal of Infrared,” J. Infrared, Millimeter, Terahertz Waves 33(1), 74–81 (2012).

报告人简介：

陈志超，男，24 岁，研究生在读，研究方向为太赫兹成像， Email：zhichao.chen@ipp.ac.cn。

P-19　外加太赫兹电磁场对 Kv1.2 钾通道离子传输特性的影响

丁文[1]，赵晓菲[1]，王洪广[1]，王懿泽[1]，刘彦江[1]，龚立榕[1]，林殊[1]，刘纯亮[1*]，李永东[1*]

1 西安交通大学电子物理与器件教育部重点实验室，电子与信息学部电子科学与工程学院，陕西西安，710049

摘要：本文通过分子动力学模拟研究了不同频率的外部太赫兹电磁场对 Kv1.2 电压门控钾通道离子传输特性的影响。研究发现，当外部太赫兹场分别为 4 THz、10 THz、15 THz、20 THz 时，虽然与离子通道选择性过滤器(SF) 的结合位点(保守序列 T-G-V-G 氨基酸残基的-C=O 基团)没有产生强烈共振，但是这些外加太赫兹电场影响了 SF 区入口处 374THR 侧链上的羟基(结合位点 S4)与水分子之间氢键的稳定性，从而改变了离子的传输模式，对 kv1.2 离子通道的离子渗透率产生明显的影响。模拟结果显示：与没有外加电场相比，当外加电场频率为 15THz 时， 374THR 侧链上的羟基与水分子之间氢键寿命减少了 29%，“soft knock on”离子传输模式比例降低了 46.9%，离子通道的离子通量提高了 67.7%。本研究说明离子通道存在两种传输模式，而且相对于“direct knock on”渗透模式，“soft nock on”是一种较慢的渗透模式。外加太赫兹电磁场可以影响两种离子传输模式的比例，进而影响离子通道的渗透率。本研究为探索太赫兹电磁场与离子通道的相互作用机制提供了新的视角。

关键词：Kv1.2 离子通道；离子传输机理；氢键寿命；太赫兹电场；

参考文献：

[1]Simone, F.; Carmen, D. Atypical mechanism of conduction in potassium channels. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 2009, 106, 16074 – 16077.

[2]Hummer, G. Potassium ions line up. Science 2014, 346, 303.

[3]Kopec, W.; Kopfer, D.A.; Vickery, O.N.; Bondarenko, A.S.; Jansen, T.L.C.; de Groot, B.L.; Zachariae, U. Direct knock-on of desolvated ions governs strict ion selectivity in K+ channels. Nat. Chem. 2018, 10, 813 – 820.

[4]Köpfer, D.A.; Song, C.; Gruene, T.; Sheldrick, G.M.; Zachariae, U.; de Groot, B.L. Ion permeation in K+ channels occurs by direct Coulomb knock-on. Science 2014, 346, 352 – 355.

报告人简介：

丁文，女，55，副教授，太赫兹生物物理，dingwen@mail.xjtu.edu.cn

通讯作者： 刘纯亮：Email：chlliu@mail.xjtu.edu.cn
李永东：Email：leyond@mail.xjtu.edu.cn

P-20　太赫兹时域椭圆偏振技术的研究

冯禹铭，杨磊 [1,2]，侯磊 [1,2*]

1 陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室

2 西安理工大学

摘要：太赫兹时域光谱技术是可同时获得与材料相互作用后太赫兹波的振幅和相 位信息从而实现对材料特性进行表征的技术。椭圆偏振技术是一种利用材料对光 的偏振敏感特性而实现对材料特性的自参考表征技术。自参考是指利用通过样品 的太赫兹脉冲的两个正交偏振电场来提取样品的光学参数，而不需要额外的参考 信号，从而避免了样品和参考之间相对位置变化而产生的误差。透射式太赫兹时 域光谱系统因高吸收类材料和趋肤效应而受限，在反射式系统中因样品和参考之间相对位置的误差而受限。太赫兹时域椭圆偏振技术可以克服上述不足，可用于 对高吸收类样品的光学特性的准确表征，但难点在于对太赫兹波偏振的精确操控， 故需要校准处理。本工作是在自行搭建的太赫兹时域椭圆偏振系统上，对“干涉 理论校准法”、“旋转分析仪多角度校准法”、“旋转元件回归校准法”进行研究， 对比分析了三种校准算法的优劣，并利用太赫兹时域椭圆偏振技术对多层类高吸 收性样品进行表征，提升了检测的精度。

关键词：太赫兹时域椭圆偏振技术；反射式；校准算法；样品检测。

参考文献：

[1]Z. Mazaheri, C. Koral, and A. Andreone, “Accurate THz ellipsometry using calibration in time domain,” Sci. Rep. 12, 7342 (2022).

[2]X. Chen, E. P. Parrott, Z. Huang, H.-P. Chan, and E. Pickwell MacPherson, “Robust and accurate terahertz time-domain spectroscopic ellipsometry,” Photon. Res. 6, 768 – 775 (2018).

[3]M.Neshat and N. Armitage, “Terahertz time-domain spectroscopic ellipsometry: instrumentation and calibration,” Opt. Express 20, 29063 – 29075 (2012).

[4]Zahra Mazaheri, Can Koral, Antonello Andreone, and Antigone Marino, "Terahertz time-domain ellipsometry: tutorial," J. Opt. Soc. Am. A 39, 1420- 1433 (2022)

[5]Chen X, Pickwell-MacPherson E. Tutorial: An introduction to terahertz time-domain spectroscopic ellipsometry[J]. APL Photonics, 2022.

通讯作者 ：侯磊； Email:houleixaut@126.com

基金： 国家自然科学基金资助项目(62075179)； 陕西省教育厅基金重点项目(22JS026，22JS027)

P-21　太赫兹时域光谱技术在危险品检测方面的应用研究

伏旭鹏[1]，张福来[1]，王雪毫[1]，黄林涛[1]，骞爱荣[1*]，田野[1*]

1 西北工业大学生命学院，西安市特种医学与健康工程重点实验室，空间生物科学与生物技术重点实验室，特种医学与健康系统工程研究中心，NPU-UAB 骨代谢联合实验室，陕西西安 710072

摘要：危险品包括爆炸物、乙醇和可燃油等。传统的危险品检测方法有红外成像仪、X 射线探测器以及 CT 探测器等，以上方法具有对危险品的检测种类有限，X 射线具有强辐射对人体有害等缺点。基于太赫兹的强吸收性，可以将太赫兹时域管够技术（THz-TDS）运用到危险品的检测识别领域中[1]。本研究以甲醇、无水乙醇、不同浓度的甲醇水溶液和乙醇水溶液以及不同种类的汽油为实验材料，研究太赫兹时域光谱技术（THZ-TDS）对危险品检测的灵敏度。结果显示在 0~1THz 范围内太赫兹对甲醇的吸收系数比乙醇高，原因可能是乙醇的极性比甲醇的极性低。进一步，我们制备了纯样本和样本与水的体积比为 2:1、1:1 和 1:2 的不同浓度的甲醇水溶液和乙醇水溶液。结果发现，在 0~1THz 范围内显示浓度占比越大的危险品样本对太赫兹的吸收系数越低，原因可能是不同浓度样本中水的占比不同导致。运用太赫兹时域光谱技术在检测 90#、93#和 97#汽油结果发现不同种类的汽油在 0.25~1THz 的吸收系数不同，原因可能是汽油中的烃类含量和添加剂的不同导致。在本研究中太赫兹时域光谱技术可以快速、准确检测不同种类的危险品，可广泛应用于地铁、铁路和机场等公共场所的安检领域。

关键词：太赫兹时域光谱技术；危险品；无水乙醇；甲醇；汽油。

参考文献：

[1]Zhao H, Tan Y, Zhang R, Zhao Y, Zhang C, Zhang XC, Zhang L. Molecular dynamic investigation of ethanol-water mixture by terahertz-induced Kerr effect[J]. Opt Express. 2021, 25; 29 (22): 36379-36388.Huang L, Li C, Li B, Liu M, Lian M, Yang S. Studies on qualitative and quantitative detection of trehalose purity by terahertz spectroscopy[J]. Food Sci Nutr, 2020,4, 8(4): 1828-1836.

报告人简介：

伏旭鹏，男，22 岁，学生，研究方向太赫兹时域光谱技术对危险品检测识别的研究，

Email：fxp@mail.nwpu.edu.cn。

田野，女，博士，副教授，硕士生导师，现主要从事航天医学、骨生物学与生物药学和太赫兹时域光谱技术相关研究工作。发表研究 SCI 论文 30 余篇，编写专著一部；主持中国博士后科学基金、陕西省重点研发计划、国家自然科学基金青年项目及西北工业大学校内基金若干项。

通讯作者：tianye@nwpu.edu.cn；qianair@nwpu.edu.cn

基金：中央高校业科研业务费专项资金资助 D5000230122

P-22　基于太赫兹衰减全反射技术的脑脊液检测研究

付颖[1,2]，穆宁[3]，张明焜[1,2]，陈利刚[1,2]，郭缘森[1,2]，陈图南[3*]，王化斌[1,2*]

1 中国科学院重庆绿色智能技术研究院，重庆 400714

2 中国科学院大学重庆学院，重庆 400714

3 第三军医大学西南医院神经外科神经创伤重点实验室，重庆 400038

摘要：现有的太赫兹（THz）衰减全反射技术拥有倏逝波高灵敏度探测的优势，对脑脊液的检测具有良好的应用前景。然而相关技术仍然处于发展初期，存在对样品需求量大，测试过程中样品溶剂容易挥发而导致实验准确度低；分析理论模型缺乏系统性；对参数的解释匮乏等问题。针对该类问题，本文设计并加工了聚二甲基硅氧烷微流道芯片，形成了 THz 衰减全反射微流道系统，确立了参数提取的单/双界面层模型的临界高度为 210 μm；基于上述系统和理论模型对远交群大鼠脑出血后不同时间点（1、3、7 和 14 天）的脑脊液样品进行检测，发现 THz 吸收系数先下降而后逐渐恢复到正常水平；进一步的，探索了脑脊液中氯化钠、D-葡萄糖和转铁蛋白对 THz 参数的影响，提示了糖和蛋白质的增加是造成 THz 吸收系数下降的主要原因之一；另外，对脑脊液中的标志物蛋白免疫球蛋白 G 和乳酸脱氢酶溶液分别进行了检测研究，并进一步基于二元德拜模型分析了样品弛豫特性，发现蛋白的慢弛豫时间随蛋白浓度的增加而变大。这些研究成果有力推动了 THz 衰减全反射技术的发展，将有效促进 THz 技术在生物溶液检测领域的基础和应用研究[1-3]。

关键词：太赫兹；衰减全反射；微流道；脑出血；脑脊液

参考文献：

[1]Wang Y, Wang G, Xu D, Jiang B, Ge M, Wu L, Yang C, Mu N, Wang S, Chang C, Chen T, Feng H, Yao J. Terahertz spectroscopic diagnosis of early blast-induced traumatic brain injury in rats. Biomed. Opt. Express, 2020, 11(8): 4085-4098

[2]Liu H, Wang Y, Xu D, Wu L, Yan C, Yan D, Tang L, He Y, Feng H, Yao J. High-sensitivity attenuated total internal reflection continuous-wave terahertz imaging. J. Phys. D: Appl. Phys. 2017, 50: 375103.

[3]Zhang J, Liu L, Chen Y, Wang B, Ouyang C, Tian Z, Gu J, Zhang X, He M, Han J, Zhang W. Water dynamics in the hydration shell of amphiphilic macromolecules. J. Phys. Chem. B, 2019, 123(13): 2971-2977.

报告人简介：

付颖，中国科学院大学重庆绿色智能技术研究院，学生

通讯作者：陈图南；Email：ctn@tmmu.edu.cn. 王化斌；Email：wanghuabin@cigit.ac.cn.

基金：科技部重点研发计划（2021YFA1301503），国家自然科学基金（62175238）

P-23　交叉等离子体间的相互作用对太赫兹波的调制作用

高明鑫[1,2]，徐行[2]，娄菁[2]，冯逸飞[2]，赵增秀[1*]，黄崟东[2*]

1 国防科技大学物理系

2 国防科技创新研究院太赫兹生物物理实验室

摘要：飞秒激光诱导的空气等离子体是一种通过电离空气分子辐射高强度太赫兹波的辐射源。长期以来，由于缺乏有效的增强手段与调频方法阻碍了其广泛的应用。其产生过程中涉及到分子的电离，因此太赫兹波对光脉冲的空间形状以及形成的光丝都十分敏感[1]。我们通过实验表明，利用两路交叉的双色空气等离子体可以显著增强太赫兹波强度，或者使太赫兹波几乎消失[2]。同时，我们观测并重建了太赫兹振幅的干涉光谱，通过对两路光丝间时间延迟的选择，可以输出不同中心频率的窄带宽太赫兹辐射。此外，我们改变其中一路飞秒激光脉冲从双色（800nm+400nm）变为单色（800nm），却没有在太赫兹光谱中观测到干涉条纹，这表明单色灯丝与双色灯丝辐射的太赫兹波有很大不同。通过改变时间延迟，可以发现等离子体对太赫兹波的共振吸收[3,4]。我们的工作为进一步发展强太赫兹源开辟了新的思路，为调控太赫兹波提供了一种不同寻常的方法，并有望加深我们对其超快动力学的理解。

关键词：空气等离子体；双色光丝；太赫兹波调制；基于等离子体的太赫兹辐射源

参考文献：

[1]Liu K, Koulouklidis AD, Papazoglou DG, et al. Enhanced terahertz wave emission from air-plasma tailored by abruptly autofocusing laser beams. Optica. 2016, 3(6): 605-608.

[2]Gao MX, Xu X, Lou J, et al. Enhanced and frequency-selectable terahertz emission from two crossed air-plasmas. Physical Review Research. 2023, 5:023091.

[3]Zheng ZG, Huang YD, Guo Q, et al. Filament characterization via resonance absorption of terahertz wave. Physics of Plasmas. 2017, 24(10).

[4]Huang YD, Xiang ZX, Xu X, et al. Localized-plasma-assisted rotational transitions in the terahertz region. Physical Review A. 2021. 103: 033109.

报告人简介：高明鑫，男，25 周岁，现就读于国防科技大学物理系，博士。研究方向为超快激光与物质相互作用，太赫兹物理学，gaomx@nudt.edu.cn。

通讯作者：黄崟东；Email：yindonghuang@nudt.edu.cn 赵增秀；Email：zhaozengxiu@nudt.edu.cn

基金：国家自然科学基金（No. 12174449）

P-24 粗糙表面结构样品的太赫兹近场信号建模分析

葛书岐[1,2]，彭召敏[1,2]，张德海[1*]

1 国家空间科学中心微波遥感技术重点实验室

2 中国科学院大学中国北京

摘要： 近 20 年，太赫兹散射式近场光学成像技术(s-SNOM)凭借其超高分辨率在半导体[1]，生物[2]以及纳米材料[3]等方面都有了广泛的应用。同时太赫兹近场成像中针尖与样品的相互作用也得到了广泛的研究[4]，但是大多模型均采用表面光滑的样品，忽略了样品在制备以及实验过程可能受到污染而造成粗糙表面。本文结合电偶极子模型以及有限元积分方法，建立了一个三维仿真模型。这使我们在样品内部性质不变的前提下能够探索不同粗糙程度样品表面的效果。我们提取和分析了一阶、二阶和三阶散射信号，发现高阶信号可以有效地减轻表面粗糙度对整体散射响应的影响。我们的发现为太赫兹近场成像中样品形态和散射信号之间的相互作用提供了有价值的见解。这项研究有助于理解样品表面粗糙度也会引起散射信号的变化，在未来可以帮助区分 s-SNOM 扫描过程中散射信号变化的原因。

关键词：太赫兹近场成像技术；散射式扫描近场光学显微镜；太赫兹近场成像三维仿真。

参考文献：

[1]Wiecha, M.M., R. Kapoor, and H.G. Roskos, Terahertz scattering-type near-field microscopy quantitatively determines the conductivity and charge carrier density of optically doped and impurity-doped silicon. APL Photonics, 2021. 6(12).

[2]Yang, Z., et al., Near-Field Nanoscopic Terahertz Imaging of Single Proteins. Small, 2021. 17(3): p. e2005814.

[3]Thomas, L., et al., Imaging of THz Photonic Modes by Scattering Scanning Near-Field Optical Microscopy. ACS Appl Mater Interfaces, 2022. 14(28): p. 32608-32617.

[4]Dapolito, M., et al., Scattering-type scanning near-field optical microscopy with Akiyama piezo-probes. Applied Physics Letters, 2022. 120(1).

报告人简介：

葛书岐，女，24，博士研究生，太赫兹近场成像技术，geshuqi20@mails.ucas.ac.cn。

通讯作者：张德海；Email：zhangdehai@mirslab.cn

基金：无

P-25 用于离子通道太赫兹效应分析的仿生纳米通道制备与传输特性研究

龚立榕[1]，丁文[1]，王洪广[1]， 刘纯亮[1]，李永东[1*]

1 西安交通大学电子物理与器件教育部重点实验室，陕西西安，710049

摘要：生物离子通道具有离子选择、离子门控和离子整流等特性[1]，从而实现细胞与外界物质的物质交换与传递，在细胞生命活动中起到重要作用[2]，但通道性能受环境因素影响显著，仿生纳米通道在环境因素影响条件下研究离子在通道内部的传输特性，被广泛应用于离子筛分、生物检测、能量转换等方向[3]。本文通过二次阳极氧化的方法制备了具有阵列多孔基本结构的氧化铝纳米通道，对通道结构进行调控，研究了对称和非对称结构通道在不同溶液浓度、PH 值条件下 Na^+，K^+离子的传输行为。使用羟基化、羧基化、氨基硅烷化等方法对通道进行等特定的官能化修饰，通过引入不同的官能团改变通道的荷电性质，进一步研究荷电性质对离子传输行为的影响。对通道施加低频外部太赫兹电磁场，研究外加太赫兹电磁场对羟基、羧基等官能团和内部化学键的影响从而改变内部电荷变化引起离子传输特性改变的作用机理，与太赫兹电磁场对生物离子通道中特定位点作用从而对 Na^+，K^+离子传输行为的影响进行对比[4]。

关键词：仿生纳米通道；官能化修饰；离子传输；太赫兹电磁场

参考文献：

[1]Zakoh H H. Adaptive evolution of voltage-gated sodium channels: The first 800 million years [J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2012, 109: 10619-25.

[2]Aqyist J, Luzhkov V. Ion permeation mechanism of the potassium channel [J]. Nature, 2000, 404(6780): 881-4.

[3]Hao J L, Wang W J, Zhao J W, et al. Construction and application of bioinspired nanochannels based on two-dimensional materials [J]. Chin Chem Lett, 2022, 33(5): 2291-300.

[4]Wang Y Z, Wang H G, Ding W, et al. Regulation of Ion Permeation of the KcsA Channel by Applied Midinfrared Field [J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(1): 12.

报告人简介：

龚立榕，男，26，博士研究生，研究方向为仿生纳米通道和太赫兹生物效应。Email:gonglr@stu.xjtu.edu.cn

通讯作者：李永东；Email：leyond@xjtu.edu.cn

P-26　太赫兹生物物理领域基础研究态势

郭文姣*

中国科学院文献情报中心

摘要：利用自然科学引文索引数据库（Science Citation Index Expanded，SCIE）检索太赫兹生物物理领域期刊论文，通过分析论文的发表趋势、发表国家、发表机构、发表期刊及资助机构等字段，揭示该领域基础研究发展趋势、主要国家研究实力、重点研究机构、研究热点演变、基金项目资助情况及主要期刊发表情况等方面的信息。结果显示，太赫兹生物物理领域发表论文数量和论文被引次数持续增长，截止检索时间 2023 年 6 月 15 日，该领域共发表论文 9595 篇，共被引用 266928 次，篇均被引频次为 27.8 次。该领域论文研究方向主要包括无线技术，激光科学，二维材料，物理化学，离子、分子和复杂液体，纳米颗粒，光电子与工程，半导体物理，超导科学，天文学与天体物理学，药物递送化学等。该领域论文发表数量较多的国家有中国、美国、德国、日本、英国等，发表论文数量较多的机构包括中国科学院、俄罗斯科学院、法国国家科学研究中心、法国研究型大学联盟、剑桥大学、美国能源部、美国加州大学系统、英国 N8 大学联盟、中国电子科技大学、德国马普学会等，论文数量较多的基金资助机构包括中国国家自然科学基金、美国国家科学基金会、日本文部科学省、英国科研创新办公室等。

关键词：太赫兹；生物物理；文献情报分析；研究态势

参考文献：

[1] The 2017 terahertz science and technology roadmap[J].Journal of Physics D Applied Physics, 2017, 50(4):043001.DOI:10.1088/1361-6463/50/4/043001.

[2] Tan, XX, Gao, MX, Chang, C. A new means of energy supply driven by terahertz photons recovers related neural activity. SCIENCE, 2023, 26(2): 1-11.

报告人简介：

郭文姣，女，35，副研究馆员，生命健康领域学科情报，guowj@mail.las.ac.cn。

P-27　太赫兹共焦波导回旋行波管研究

郝伊宁，王维*，宋韬，刘峁威

电子科技大学

电子科学与工程学院

摘要：本文基于几何光学中高斯波束变换理论以及 ABCD 定律，对规则反射镜面进行了结构设计，将共焦波导 TE_{06} 模变换为准高斯光束；基于模型参数，设计相应的共焦波导准光模式变换器结构。在 220GHz 下，实现准光模式变换器最终横向输出准高斯波束，能量转换效率达到 85.37%，对应的模式变换损耗约为 1.58dB。

关键词：准光模式变换器；回旋管；高斯波束

参考文献：

[1]关晓通.太赫兹准光电子回旋脉塞研究[D].成都:电子科技大学,2018,129-157.

[2]胡鹏. 0.14THz 共焦波导回旋行波管研究[D].成都:中国工程物理研究院,2013,112-114

[3]Colin D. Joye .A novel wideband 140 GHz gyrotron amplifier[J]. 2009：102-113

报告人简介：

郝伊宁，男，年龄 24，目前电子科技大学研究生在读，研究方向是物理电子学太赫兹回旋管，Email：ynhao1@163.com。

通讯作者：王维；Email：dawei@uestc.edu.cn

基金：该论文得到了国家重点研发计划(2017YFA0701000)；国家自然科学基金(61988102, 61921002, 62071108)；四川省自然科学基金(2022NSFSC0513)和中央高校基础业务费(ZYGX2020ZB008、ZYGX2021J011)的资助。

P-28 利用四能级 Rb 里德堡原子探测太赫兹波的研究

何琪慧[1,2]，侯磊[1,2*]，王俊喃[1,2]

1 陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室

2 西安理工大学

摘要： 近年来，太赫兹（THz）技术被广泛应用于无损检测、安全检查、生物医学、空间探测等领域，而缺少高灵敏的室温太赫兹探测器仍然是限制 THz 技术应用的主要因素之一。里德堡原子具有极大的极化率和电偶极矩且对外电场十分敏感，因此可被用于对 THz 波的高灵敏度探测[1]。里德堡原子与 THz 场之间的相互作用会导致里德堡原子能级产生 Autler-Townes（AT）分裂，通过电磁感应透明（EIT）光谱可以观察到 AT 分裂，根据分裂值与所施加 THz 场强的关系实现对 THz 电场的定量探测[2]。本文建立了 Rb 蒸汽原子的里德堡原子四能级探测系统模型，探测频率为 0.17THz，通过求解 Lindblad 主方程获得探测光透射 EIT 光谱的数值解，仿真结果表明，在 EIT 光谱中，AT 分裂间距与所施加的 THz 电场强度成正比，详细分析了一种基于里德伯量子态的太赫兹波电场绝对强度探测技术。还研究了不同参数条件下（THz 电场拉比频率、耦合光拉比频率、激光束腰半径、激光功率、气室温度）EIT 信号的变化规律。这对基于里德堡原子的高灵敏度太赫兹 THz 探测技术的应用具有重要参考价值。

关键词：里德堡原子；电磁诱导透明；太赫兹波，Autler-Townes 分裂

参考文献：

[1]ANDERSON D A, MILLER S A, RAITHEL G, et al. Optical measurements of strong microwave fields with Rydberg atoms in a vapor cell[J]. Physical Review Applied, 2016, 5(3): 034003.

[2]Sedlacek, J., Schwettmann, A., Kübler, H. et al. Microwave electrometry with Rydberg atoms in a vapour cell using bright atomic resonances. Nature Phys 8, 819–824 (2012).

报告人简介：

何琪慧，女，24，在读硕士研究生，主要研究方向为基于里德堡原子的太赫兹波探测，heqihui241159@163.com。

通讯作者：侯磊；Email：houleixaut@126.com

基金：国家自然科学基金资助项目(62075179)；陕西省教育厅基金重点项目(22JS026)

P-29 Fast Switching and Self-powered Effects in 2H-$NbSe_2$ for High Efficiency Low-energy Photon Harvesting

Mengjie Jiang[1, 2*], Huaizhong Xing[1] and Lin Wang[2]

1 Department of Optoelectronic Science and Engineering, State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, DongHua University, Shanghai 201620, China.

2 State Key Laboratory for Infrared Physics, Shanghai Institute of Technical Physics, Chinese Academy of Sciences, 500 Yu-tain Road, Shanghai 200083, China

Abstract:

Photodetectors, play a pivotal role in a plethora of modern optoelectronic technologies in our daily life, depend on different light-induced effect in transforming electromagnetic radiation to electrical signal, has expand its usage in both spectral range, compactness and low power-consumption. The conventional photoelectric mechanism of high-energy radiation (ultraviolet, visible and near-infrared band) that a photon excites an electron across the bandgap between the valence and conduction bands (photon energy $\hbar\omega > E_g$), separating by the semiconductor junction or bias to produce photocurrent. However, at longer wavelength band, this mechanism is inhibited largely by the lack of efficient charge separation in materials with suitable bandgap and low dark-current to match with the low photon-energy and high signal-to-noise ratio. Despite the promising application prospects ranging from security to medicine within terahertz technology, sensitive, high-speed, and broadband detectors operate at room temperature are very challenging.[1-4] Since the terahertz photon energy (0.1-10 THz, 41-0.41 meV) is orders of magnitude lower than the room-temperature thermal energy, it fails to achieve uncooled interband, extrinsic or intersubband transitions at υ<10 THz.[5-7] The available commercially thermal-type terahertz detectors, such as Golay cell, thermocouple, pyroelectric and bolometric detectors, are unable to achieve a reasonable trade-off between high sensitivity, fast operating time, and operation temperature.[8-10] The rectification-type detectors Schottky barrier detectors (SBD) is the most sensitive uncooled terahertz detectors reported to date, while it suffers considerable drawbacks imposed by the complex fabrication processes and the performance of the SBD seem hardly further improved beyond the electric cutoff frequency.[11]

In the last decade, a great deal of efforts have been devoted to the exploration of novel materials, advanced device structure as well as alternative mechanisms in the fields of terahertz detection.[12-13] Graphene and two-dimensional (2D) transition metal dichalcogenides (TMDs) have attracted significant interest from both the scientific and technology communities due to their extraordinary electrical and optical characteristics.[14-15] Van der Waals interfaces leveraged on both the atomically layer stacking and different electronic structures, have been extensively studied in driving the novel concept of optoelectronics, opening up a novel pathway to reshape band structure and electron transport characteristics.[16-19] As a member of TMDs material, the layered $NbSe_2$ hosts a classical hexagonal (2H) phase, and the gapless nature of 2H-$NbSe_2$ enables the broadband capability down to the far-infrared/THz region.[20-22] In particular, $NbSe_2$ has attracted extensive attention as a patent system to study fundamental physics due to the coexistence of superconductivity and charge

density wave (CDW).[23] Alternatively, the emergence of strong correlated physical phenomena under light field, allows for the efficient exploration of novel functionalities and devices for addressing application-oriented issues. The device constructed by mechanical exfoliation of micro-scale $NbSe_2$ nanosheets achieves sensitive detection of 1550 nm pulsed illumination at the range of 350 mK-5 K.[24] The ultraviolet (UV) photodetectors arrays based on high-quality $NbSe_2$ nanosheet arrays are synthesized by chemical vapor deposition (CVD), which shows high sensitivity and external quantum efficiency.[25-26] Combining multiple photoresponse mechanisms, the homogeneous $NbSe_2$ nanosheets achieve 42.3A/W photoresponse at visible wavelength.[27]

In this work, we report at the first time the planar device derived from $NbSe_2$ and $NbSe_2$-graphene van der Waals structure in along with log-periodic antenna, which shows superior performance in terms of high sensitivity, excellent ambient stability, and fast response at the millimeter and terahertz wavelength regime (from 0.04 to 0.3 THz) at room temperature. Our results portray the direct photodetection abilities driven by strong THz absorption of $NbSe_2$ and different charge-separation mechanisms depending on device structures and material parameters. Our work provides a novel strategy to achieve efficient photoelectric conversion of metallic 2H-TMDC, allowing for realistic exploitation of large-area, fast imaging, promising superb impacts on THz photonics.

Keywords: terahertz detectors, two-dimensional material $NbSe_2$, Van der Waals heterostructure, versatile detection mechanisms.

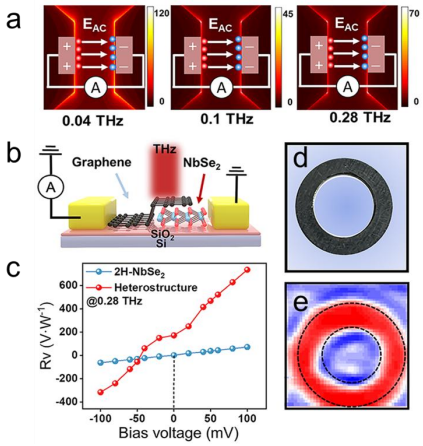


Figure 1. (a) The simulation results at the channel; (b) Schematic of the $NbSe_2$-graphene-based THz detector; Comparison of the voltage responsivity for $NbSe_2$ and heterostructure at 0.28 THz, respectively; (d)-(e) The optical pictures and transmission imaging of metal rings at 0.28 THz.

References

[1] X. Wang, Y. Cui, T. Li, M. Lei, J. Li, Z. Wei, Advanced Optical Materials 2018, 7.

[2] U. Sassi, R. Parret, S. Nanot, M. Bruna, S. Borini, D. De Fazio, Z. Zhao, E. Lidorikis, F. H. Koppens, A. C. Ferrari, A. Colli, Nat Commun 2017, 8, 14311.

[3] D. Dragoman, M. Dragoman, Progress in Quantum Electronics 2004, 28, 1.

[4] G. P. Williams, Reports on Progress in Physics 2006, 69, 301.

[5] D. Suzuki, S. Oda, Y. Kawano, Nature Photonics 2016, 10, 809.
[6] S. Koenig, D. Lopez-Diaz, J. Antes, F. Boes, R. Henneberger, A. Leuther, A. Tessmann, R. Schmogrow, D. Hillerkuss, R. Palmer, T. Zwick, C. Koos, W. Freude, O. Ambacher, J. Leuthold, I. Kallfass, Nature Photonics 2013, 7, 977.
[7] A. G. Davies, A. D. Burnett, W. Fan, E. H. Linfield, J. E. Cunningham, Materials Today 2008, 11, 18.
[8] G. G. Paschos, T. C. H. Liew, Z. Hatzopoulos, A. V. Kavokin, P. G. Savvidis, G. Deligeorgis, Scientific Reports 2018, 8.
[9] D. Klocke, A. Schmitz, H. Soltner, H. Bousack, H. Schmitz, Beilstein Journal of Nanotechnology 2011, 2, 186.
[10] T. F. Zhang, Z. P. Li, J. Z. Wang, W. Y. Kong, G. A. Wu, Y. Z. Zheng, Y. W. Zhao, E. X. Yao, N. X. Zhuang, L. B. Luo, Scientific Reports 2016, 6.
[11] M. Sakhno, A. Golenkov, F. Sizov, Journal of Applied Physics 2013, 114.
[12] Q. Qiu, Z. Huang, Adv Mater 2021, 33, e2008126.
[13] F. Bonaccorso, L. Colombo, G. Yu, M. Stoller, V. Tozzini, A. C. Ferrari, R. S. Ruoff, V. Pellegrini, Science 2015, 347, 1246501.
[14] A. K. Geim, Science 2009, 324, 1530.
[15] K. S. Novoselov, A. Mishchenko, A. Carvalho, A. H. Castro Neto, Science 2016, 353, aac9439.
[16] G. Su, V. G. Hadjiev, P. E. Loya, J. Zhang, S. Lei, S. Maharjan, P. Dong, M. A. P, J. Lou, H. Peng, Nano Lett 2015, 15, 506.
[17] Q. Wang, Q. Zhang, X. Zhao, Y. J. Zheng, J. Wang, X. Luo, J. Dan, R. Zhu, Q. Liang, L. Zhang, P. K. J. Wong, X. He, Y. L. Huang, X. Wang, S. J. Pennycook, G. Eda, A. T. S. Wee, Nano Lett 2019, 19, 5595.
[18] E. Singh, P. Singh, K. S. Kim, G. Y. Yeom, H. S. Nalwa, ACS Appl Mater Interfaces 2019, 11, 11061.
[19] D. Thangaraju, R. Marnadu, V. Santhana, A. Durairajan, P. Kathirvel, J. Chandrasekaran, S. Jayakumar, M. A. Valente, D. C. Greenidge, CrystEngComm 2020, 22, 525.
[20] Y. C. Zou, Z. G. Chen, E. Zhang, F. Xiu, S. Matsumura, L. Yang, M. Hong, J. Zou, Nanoscale 2017, 9, 16591.
[21] M. Chhowalla, H. S. Shin, G. Eda, L. J. Li, K. P. Loh, H. Zhang, Nat Chem 2013, 5, 263.
[22] S. Onishi, M. M. Ugeda, Y. Zhang, Y. Chen, C. Ojeda-Aristizabal, H. Ryu, S. K. Mo, Z. Hussain, Z. X. Shen, M. F. Crommie, A. Zettl, physica status solidi (b) 2016, 253, 2396.
[23] C. S. Lian, C. Si, W. Duan, Nano Lett 2018, 18, 2924.
[24] G. J. Orchin, D. De Fazio, A. Di Bernardo, M. Hamer, D. Yoon, A. R. Cadore, I. Goykhman, K. Watanabe, T. Taniguchi, J. W. A. Robinson, R. V. Gorbachev, A. C. Ferrari, R. H. Hadfield, Applied Physics Letters 2019, 114.
[25] X. Hu, E. Xu, S. Xiang, Z. Chen, X. Zhou, N. Wang, H. Guo, L. Ruan, Y. Hu, C. Li, D. Liang, Y. Jiang, G. Li, CrystEngComm 2020, 22, 5710.
[26] J. Li, W. Ma, L. Jiang, N. Yao, J. Deng, Q. Qiu, Y. Shi, W. Zhou, Z. Huang, ACS Appl Mater Interfaces 2022, 14, 14331.
[27] Y. Jin, Z. Ji, F. Gu, B. Xie, R. Zhang, J. Wu, X. Cai, Applied Physics Letters 2021, 119.

Corresponding Author: Mengjie Jiang: Email：mengjiejiang@mail.dhu.edu.cn
Foundation: Central Universities (No. 2232022A-11), the Zhijiang Lab (No. 2021MB0AB01), and the Shanghai Natural Science Foundation Project (No. 21ZR1402200, 21ZR1473800).

P-30　阳离子对水分子转动动力学影响的微观机理研究

蒋彦[1]，张明焜[1*]，王化斌[1*]

1 中国科学院重庆绿色智能技术研究院，重庆 400714

摘要：阳离子对水分子转动动力学影响的微观机理仍然存在不足。这里，我们通过分子动力学模拟研究了氯化镁和氯化铯溶液中水分子的转动动力学。应用扩展跳跃模型，我们分别研究了溶液中阳离子第一水壳层内和离子第一水壳层外的水分子的跳跃转动和框架转动过程。结果表明，对于镁离子第一水壳层内水分子的跳跃转动过程，由于镁离子与初态氢键受体位置改变造成的水分子转动迟滞效应不能忽略，而在铯离子情形下，该迟滞效应很小可以忽略不计。处于离子第一水壳层以外的水分子的框架转动主要由跳跃转动时间和氢键切换过程中的跳跃距离决定，但对于阳离子第一水壳层以内的水分子，除了以上两个影响因素，它们的框架转动时间还被氢键连接数量和阳离子施加的取向限制所影响。铯离子对其第一水壳层水分子取向的限制很弱，但镁离子对其第一水壳层施加了很强的取向限制作用，并且该限制作用随着氯化镁浓度增加而变强，这是由于随着氯化镁浓度变大，镁离子的第一水壳层之间发生耦合。

关键词：水分子转动动力学，阳离子水化，离子特异性

参考文献：

[1]Laage, D.; Hynes, J. T., On the Molecular Mechanism of Water Reorientation. Journal of Physical Chemistry B 2008, 112 (45), 14230-14242.

[2]Laage, D.; Stirnemann, G.; Sterpone, F.; Rey, R.; Hynes, J. T., Reorientation and Allied Dynamics in Water and Aqueous Solutions. Annual Review of Physical Chemistry 2011, 62, 395-416.

[3]Stirnemann, G.; Wernersson, E.; Jungwirth, P.; Laage, D., Mechanisms of Acceleration and Retardation of Water Dynamics by Ions. Journal of the American Chemical Society 2013, 135 (32), 11824-11831.

报告人简介：蒋彦，男，30 岁，学生，太赫兹生物学效应的分子动力学模拟，jiangyan@cigit.ac.cn

通讯作者：王化斌；Email：wanghuabin@cigit.ac.cn

P-31 辉光放电太赫兹波探测器的电路优化设计研究

李照宇[1,2]，侯磊[1,2*]

1 陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室

2 西安理工大学

摘要：基于辉光放电产生的等离子体探测太赫兹（THz）波的辉光电探测器（GDD）具有较快的响应速度、较小的 NEP（Noise Equivalent Power），并且能够在室温下工作，是一种具有发展前景的新型 THz 探测器[1] 。使用 GDD 探测太赫兹波时，电路中存在两个未解决的问题：（1）探测器内气体发生辉光放电时，探测器的供电电源的开启和关断瞬间的电压波动会对锁相放大器造成损坏；（2）由于 GDD 输出的探测信号电压比气体放电电压小 2-3 个数量级，因此放电电压的微小波动会对探测信号造成很大的干扰[2] 。综上，本文对 GDD 的探测电路进行了优化，设计了无源滤波器，从而解决了气体放电管在开启、关断和正常工作过程中存在的电流过冲和电压不稳定的问题，同时，设计了四级滤波器，抑制了气体放电管在工作过程中产生的低频直流分量的扰动，并且，对探测器输出的毫伏量级的 THz 电压信号进行放大，滤除了非信号频率之外的噪声，最后，纠正了信号经过三级滤波器之后产生的相位移动。本文所提出的优化方案，提高了 THz 波探测系统的安全性，并且将探测信噪比提升了 33dB。本文工作提升了 GDD 的探测性能，为进一步研制 GDD 探测器阵列奠定了基础，并对 GDD 的广泛应用具有推动作用。

关键词：辉光放电探测器；等离子体；太赫兹波；滤波器

参考文献：

[1] Abramovich,N. S. Kopeika,D. Rozban,等.Inexpensive detector for terahertz imaging[J].[2023-06-28].

[2] Hou,L,Park,et al.Terahertz Wave Imaging System Based on Glow Discharge Detector[J].IEEE journal of selected topics in quantum electronics: A publication of the IEEE Lasers and Electro-optics Society, 2011, 17(1):177-182.

报告人简介：

李照宇，男，24，在读硕士研究生，主要研究方向为电子科学与技术，lzyihaou@163.com。

通讯作者：侯磊；Email：houleixaut@126.com

基金：国家自然科学基金资助项目(62075179)；陕西省教育厅基金重点项目(22JS026)

P-32　基于太赫兹反射式成像技术对肝癌组织成像

连想[1]，时骥[2]，李康锐[3]，胡煜成[2]，张亮亮[1*]

1 首都师范大学物理系，太赫兹光电子学重点实验室，北京，100048，中国

2 首都师范大学交叉科学研究院，北京，100048，中国

3 首都师范大学数学科学学院，北京，100048，中国

摘要：肝癌在我国的恶性肿瘤致死率中占据第二位[1]，影像学是诊断早期肝癌的尤 为重要的检测手段，是治疗前期诊断癌症的主要方式。在疾病的早期，快速无损检测中具有先天的优势和巨大的潜力[2]。

太赫兹波所具有的无损性以及大量生物分子在太赫兹频段的指纹特性，使其在医学成像领域有着良好的应用前景。反射式太赫兹时域光谱技术具有检测速度快、分辨率高、信噪比高与物理机制明确等优点，因此本研究利用反射式 THz-TDS 技术，对肝癌及癌旁组织进行检测，并对其光学常数进行比对分析。太赫兹波所具有的无损性以及大量生物分子在该频段的指纹特性，使其在医学成像领域有着良好的应用前景[3]。

关键词：太赫兹成像；肝癌组织；THz-TDS

参考文献：

[1]谢莹,王佳佳,王莹,曲英敏.基于不同培养基底的肝癌细胞成像及力学特性分析[J].长春理工大学学报(自然科学版),2019,42(06):93-97

[2]严芷瑶,黄婉霞,黄青青等.太赫兹医学成像研究进展[J].光电工程,2020,47(05):79-89.

[3]范丽洁. 太赫兹技术在医药领域的应用研究[D].北京交通大学,2015.

报告人简介：

连想，女，24 岁，首都师范大学物理系光学在读研究生，主要研究方向是太赫兹时域光谱探测。

通讯作者：张亮亮；Email：liangliang_zhang@cnu.edu.com

P-33　太赫兹辐射小鼠行为调控与机理研究

廖凤楚，方杰，邓豪，刘旭东，孙怡雯*

深圳大学医学部生物医学工程学院，广东省深圳市

摘要：由于基于生物电基础的神经系统功能性活动更容易受到太赫兹波的外源刺激，太赫兹辐射目前已被证明可对神经系统产生重要的影响，包括神经细胞膜结构、基因表达、细胞因子水平以及胶质细胞的分化能力等[1]。但太赫兹波辐射对于个体效应的探索研究较少，且由于太赫兹波参数以及受辐射的实验对象等条件的不同，引发的生物学效应也存在差异。本研究利用 TeraSense 的太赫兹连续波辐射源 (100 GHz，88 mW) 对三月龄雌性 balb/c 成年小鼠进行 14 天全脑辐照，每天 20 min。在辐照前一天和辐照 14 天结束后使用埋珠、旷场、强迫游泳等行为学实验对小鼠焦虑样行为和抑郁程度进行测试[2]，并在辐照同期记录小鼠头皮的温度变化。实验发现太赫兹波辐照具有增强小鼠抗焦虑抗抑郁能力的可能性。在全脑辐照 14 天后，使用多通道电生理采集系统和急性微阵列电极记录麻醉状态下小鼠辐照过程前额叶皮层 M2 区和海马 CA1 区的脑电信号。通过对脑电信号滤波和去除工频干扰预处理，对鼠脑局部场电位进行特征提取，并分析了不同节律波在事件前后的波形和能量变化，用于进一步探索太赫兹波干预小鼠行为学的调控机制。

关键词：太赫兹；生物效应；行为学；神经电生理；抑郁

参考文献：

[1]Zhang Jun,Li Song,Le Weidong. Advances of terahertz technology in neuroscience: Current status and a future perspective[J]. iScience,2021,24(12).

[2]Qi Miao,Liu Rong,Li Bing,Wang Shuai,Fan Runze,Zhao Xinyi,Xu Dehui. Behavioral Effect of Terahertz Waves in C57BL/6 Mice[J]. Biosensors,2022,12(2).

报告人简介：廖凤楚，女，24，硕士研究生，太赫兹生物效应，2110246023@email.szu.edu.cn。

通讯作者：孙怡雯；Email：ywsun@szu.edu.cn

基金：National Natural Science Foundation of China [grant numbers 61975135, 61805148], International Cooperation and Exchanges NSFC [grant number 61911530218], Shenzhen International Scientific and Technological Cooperation Project [grant number GJHZ20190822095407131] and Natural Science Foundation of Guangdong Province [grant number 2019A1515010869], Guangdong Medical Science and Technology Research Fund [grant number A2020401]

P-34 基于太赫兹时域光谱对青铜器锈蚀层成像

刘嘉腾[1,2]，张迁[1,2]，王嘉堃[3]，张晖[3],胡旻[1,2*]

1 电子科技大学，电子科学与工程学院，太赫兹中心

2 太赫兹技术教育部重点实验室

3 浙江大学，艺术与考古学院

摘要： 太赫兹波在非极性材料界面发生透射和反射，并在金属类极性材料界面处发生反射，该性能特点较好满足了青铜器腐蚀结构无损检测中对锈蚀层的识别和成像的技术需求。因此，本工作利用太赫兹时域光谱（THz-TDS），对文物的形状和内部结构进行成像分析，为文物保护提供了多元化手段。

本文以太赫兹时域光谱技术为中心，依靠太赫兹波本身的优势和特性，对THz-TDS在文物层析成像的应用展开了研究和讨论。利用太赫兹时域光谱反射系统作为硬件平台，通过去噪、解析和超分辨等算法解决了在实际研究中遇到的一些问题，完成了对它们的太赫兹反射层析成像。从仿真模拟开始验证了太赫兹用于青铜器锈蚀厚度和成分检测的可行性；接着利用太赫兹时域光谱反射系统测量了模拟青铜器的腐蚀样品，解决了锈层厚度较薄引起的脉冲叠加等问题，实现了锈层的厚度分布和锈蚀成分检测；最后，对广汉三星堆的青铜器文物进行了检测，对锈蚀层进行了三维成像，实现了对青铜器锈层的无损检测。通过此次研究，表明太赫兹时域光谱在青铜器无损检测方面可以起到很大作用。在进行其他具有破坏性的成分分析手段之前，能够对锈蚀层和下方金属体进行初步检测是相当有意义的。

关键词： 太赫兹时域光谱；青铜器锈蚀；无损检测

参考文献：

[1] CACCIARI I, AGRESTI J, SIANO S. Combined THz and LIPS analysis of corroded archaeological bronzes [J]. Microchemical Journal, 2016, 126: 76-82.

报告人简介：

刘嘉腾，男，22 岁，硕士研究生，研究方向为太赫兹无损检测技术，liu_jt00@163.com

通讯作者： 胡旻；Email：hu_m@uestc.edu.cn

基金： 本论文由国家重点研发计划（编号： 2017YFA0701000, 2020YFA0714001）、国家自然科学基金（编号 61988102, 61921002 和 62071108）、四川省自然科学基金（编号 2022NSFSC0513,2022NSFSC0514）和中央高校基金（编号 ZYGX2020ZB007,ZYGX2020J003）共同资助。

P-35 基于碳纳米管薄膜的角度可调谐 THz 超表面传感器

罗帆，王玥*，张向，崔子健

陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室，西安理工大学，西安，陕西 710048

摘要：碳纳米管薄膜具有优异的电学、光学、机械和热性能，以及良好的改性能力和生物相容性，在纳米技术、环境传感和生物化学等领域展现出广阔的应用前景，并为太赫兹(THz)器件的制备与发展提供了新的机会[1,2]。本研究基于单壁碳纳米管薄膜，提出了一种基于亚波长周期性对称工字型结构，可实现从单谐振状态共振到双谐振状态的动态可调谐的新型 THz 超表面。仿真结果表明，当入射 THz 波的偏振角度由 0° 切换到 45° 时，超表面的共振频率可由 1.08 THz 的单带共振模式切换为频率分别为 1.08 THz 和 0.48 THz 双带共振。所提出的这种基于碳纳米管薄膜的新型 THz 超表面具有结构简单、易于制造的优点。此外，单带/双带共振可调谐的特性在 THz 传感器、调制器以及滤波器等领域具有广阔的应用前景。

关键词：碳纳米管薄膜；超表面；太赫兹波

参考文献：

[1]Wang Y, Cui Z, Zhang X, Zhang X, Zhu Y, Chen S, Hu H. Excitation of Surface Plasmon Resonance on Multiwalled Carbon Nanotube Metasurfaces for Pesticide Sensors. ACS Appl. Mater. Interfaces 2020,12(46): 52082-52088.

[2]Wang Y, Zhang X, Zhang X, Zhou T, Cui Z. A novel terahertz metasurface based on a single-walled carbon nanotube film for sensing application. J. Mater. Chem. A 2022,10(4): 1780-1787.

报告人简介：

罗帆，女，22，在读硕士研究生，主要研究方向为碳纳米管超材料和传感，LFXAUT1 @163.com。

通讯作者：王玥；Email：wangyue2017@xaut.edu.cn

基金：国家自然科学基金(61975163)，陕西省自然科学基金(2020JZ-48)，陕西高校青年创新团队(21JP084)

P-36 基于三角形谐振腔的太赫兹拓扑光波导设计

梅志杰，徐雪娇，谢青轩，刘旭东，孙怡雯*

深圳大学医学部生物医学工程学院，广东省深圳市

摘要：拓扑光子晶体(TPCs)的出现为实现低损耗、高速率数据传输和片上集成化的光通信提供了一种新方向而受到广泛关注[1]。与传统光波导相比，谷赝自旋的存在使得 TPCs 波导具有更低的传输损耗，对角度、缺陷及杂质免疫等鲁棒性[2]。本文设计并通过实验展示了一种基于量子谷霍尔效应(QVHE)的三角形谐振腔太赫兹(THz)拓扑光波导，最小晶格由两个三角形空气孔构成，通过改变晶格大小，打破空间反演对称性，获得一定频率范围的光子带隙。本文只考虑横向电(TE)模式，仿真结果表明，该波导器件具有 263~283GHz 的光子禁带，此频率范围内 THz 波的传播被禁止。所提出的三角形谐振腔结构的透射光谱具有多个谐振峰，实验测试与仿真符合较好，在特殊频率（Freq=283GHz）可实现高质量因子$Q \approx 3.4 \times 10^3$谐振。整体结构基于高阻硅平台（相对介电常数为 11.7）设计制造，高阻硅损耗低、折射率大，器件体积小易于 CMOS 集成。本文提出的高 Q 谐振腔拓扑光波导设计在片上集成光学平台及高灵敏生物光子传感领域拥有巨大潜力。

关键词：太赫兹；拓扑光波导；量子谷霍尔效应；三角形谐振腔；生物光子传感。

参考文献：

[1]Kumar A, Gupta M, Pitchappa P, et al. Phototunable chip-scale topological photonics: 160 Gbps waveguide and demultiplexer for THz 6G communication [J]. Nat Commun, 2022, 13(1): 5404.

[2]Liu X, Huang J, Chen H, et al. Terahertz topological photonic waveguide switch for on-chip communication [J]. Photonics Research, 2022, 24(10).

报告人简介：

梅志杰，男，24 岁，在读硕士研究生，研究方向为拓扑光子晶体传感，2110246029@email.szu.edu.cn。

通讯作者：孙怡雯；Email：ywsun@szu.edu.cn

基金：National Natural Science Foundation of China [grant numbers 61975135, 61805148], International Cooperation and Exchanges NSFC [grant number 61911530218], Shenzhen International Scientific and Technological Cooperation Project [grant number GJHZ20190822095407131] and Natural Science Foundation of Guangdong Province [grant number 2019A1515010869], Guangdong Medical Science and Technology Research Fund [grant number A2020401]

P-37　太赫兹波对突触结合蛋白结合钙离子的影响

宁辉，王凯程，张琴，郭良浩，周欣桥，王少萌，宫玉彬*

电子科技大学 电子科学与工程学院 微波电真空器件国家级重点实验室

摘要： 膜外的钙离子经由钙离子通道进入膜内，作为细胞的信使，钙离子几乎影响到了细胞生命的方方面面[1]。突触结合蛋白通过与钙离子结合感受钙离子浓度，从而调控神经递质的胞吐作用，神经递质释放到突触间隙，作用到突触后膜的特异性受体，从而完成一次突触间信息传递[2]。2020 年，Marija 等人报道了突触结合蛋白的晶体结构，给出了钙离子结合位点的位置[3]。本文基于分子动力学模拟方法，计算了俘获钙离子的特征集团 COO^-的红外光谱，寻找能够与基团作用的特异性频率，并且进一步考察特征频率太赫兹波对钙离子结合的影响。模拟结果显示，45.1 THz 频率的电磁波可影响钙离子与突触结合蛋白的结合，进而潜在的影响神经递质的胞吐过程。此研究有利于推动太赫兹电磁生物效应的研究，对寻找特征频率的太赫兹波，治疗阿尔茨海默症等神经退行性疾病，具有潜在的指导意义。

关键词：太赫兹波；红外光谱；分子动力学模拟

参考文献：

[1]Clapham D E. Calcium signaling[J]. Cell, 1995, 80(2): 259-268.

[2]Fernández-Chacón R, Königstorfer A, Gerber S H, et al. Synaptotagmin I functions as a calcium regulator of release probability[J]. Nature, 2001, 410(6824): 41-49.

[3]Vrljic M, Strop P, Ernst J A, et al. Molecular mechanism of the synaptotagmin–SNARE interaction in Ca2+-triggered vesicle fusion[J]. Nature structural & molecular biology, 2010, 17(3): 325-331.

报告人简介：

宁辉，24 岁，电子科技大学在读博士，研究方向为太赫兹电磁生物效应与太赫兹生物物理。近年来在 IVEC、太赫兹生物物理年会、物理学报等会议与期刊发表论文。

Email：hui_ning@std.uestc.edu.cn

通讯作者：宫玉彬；Email：ybgong@uestc.edu.cn

基金：本项目得到国家自然科学自然基金 T2241002，32000914，61921002），电子科技大学医工交叉联合基金（项目批准号：ZYGX2021YGLH004，ZYGX2021YGLH018）

P-38　94GHz 扩展互作用交错放大器的研究

全柏霖[1]，董洋，郭靖宇，王少萌*，宫玉彬

电子科技大学电子科学与工程学院

摘要：扩展互作用放大器是一款具有高增益、高功率，且可以小型化的功率源，因此一直是真空电子器件的研究重点。本文在交错双栅结构的基础上[1]提出一种交错扩展互作用放大器，将扩展互作用放大器（EIA）的光栅部分进行交错连通。拟定工作电压为 21 kV，工作频率为 94GHz，由电子注与波的同步条件[2]可计算出周期长度为 0.89 mm。设计一个腔体有 7 个周期，选择 2π模作为工作模式，用 CST 进行本征模仿真（Eigenmode Solver），R/Q 为 489.79 Ω。通过耦合孔对信号进行输入输出，外接 BJ1400 标准矩形波导[3]。对耦合孔的结构进行扫参调整，外部品质因素 Q_e 优化为 792.87。进行时域仿真（Time Domain Solver），在背景材料为无氧铜（$\sigma=2.2\times 10^7\ S/m$），频率 94.06 GHz 的条件下，$S_{11}$ 为-19.5 dB，群时延$\tau=14.57\ ns$。本设计有一个高频信号输入腔，一个能量提取腔，利用三个中间腔来提高增益和群聚。最后采用 PIC（Particle in cell）进行了驻波互作用仿真研究，互作用电路的电子注通道的横截面积为 1.04 mm×0.55 mm，设置工作电流为 1 A，电子发射面横截面积为 0.94mm×0.44mm，均匀聚焦磁场幅值为 0.5 T。输入端口馈入 20 mW 的正弦射频信号时，输出功率稳定在 428.49 W，增益为 41.97 dB。后续将着力解决传输带宽对扩展互作用交错放大器带宽的限制。

关键词：毫米波；2π模；扩展互作用放大器；交错光栅

参考文献：

[1]王海龙, 石先宝, 等, "W 波段阶梯型交错双栅慢波结构行波管的研究", 红外与毫米波学报, vol.第 37 卷第 6 期, pp.784-789, 12.2018.

[2]师凝洁，大功率太赫兹行波管的理论与实验研究，博士学位论文，电子科技大学，2022

[3]陈冬瑞，140GHz 扩展互作用放大器仿真研究，硕士学位论文，电子科技大学，2022

报告人简介：

全柏霖，男，24 岁，电子科技大学电子科学与工程学院硕士在读，主要研究方向为驻波与行波的混合互作用结合的功率器件，Email:bolinquan1999@163.com

P-39　基于太赫兹时域光谱技术的铀酰离子与生物大分子结合的无标记探测

佘硕铖[1,2]，赵晋武[1,2]，何明霞[1,2*]

1 天津大学 精密仪器与光电子工程学院

2 天津大学 精密测试技术及仪器国家重点实验室

摘要：为了发现一种以高效、微量、无标记的生物大分子与铀结合的检测技术，对结构优化后的生物大分子进行鉴定与筛选，以提高从海水中提取铀的效率的需求。本文利用 THz-TDS 技术检测分析了 4 种生物大分子（DSUP、BSA、DNAzyme、PolysaF）在不同溶液浓度下与硝酸双氧铀的结合反应[1]。在对浓度梯度下的 4 种纯生物大分子溶液的 THz 吸收系数进行分析后，实验现象表明由于生物大分子周围水化层的存在，吸收系数随浓度的变化呈现先增后减的非线性变化趋势。而加入硝酸双氧铀配比溶液后，对比去离子水与 4 种纯生物大分子溶液对 THz 的吸收强度，可以发现以去离子水的吸收系数为界限，未与铀酰离子相互作用前，生物大分子溶液的吸收系数是显著高于去离子水的，而与铀酰离子相互作用后正好相反。分析表明造成此现象的原因是：铀酰离子与生物大分子的结合削弱了水化层的形成，进而降低了溶液的吸收系数。因此，去离子水的吸收系数可以作为判定生物大分子是否与铀酰离子结合的指标。本文为监测水化层特性的变化和检测生物大分子是否与铀酰离子结合提供了一种新的方法。

关键词：THz-TDS；吸收系数；水化层；结合

参考文献：

[1]Li M, Chang T, Wei D, et al. Label-free detection of anti-estrogen receptor alpha and its binding with estrogen receptor peptide alpha by terahertz spectroscopy[J]. Rsc Advances, 2017, 7:24338-24344.

报告人简介：

佘硕铖，男，28 岁，天津大学在读一年级博士研究生，硕士期间的研究方向为通过仿真软件 COMSOL Multiphysics 设计基于 Fano 共振的高性能折射率传感器，博士期间主要研究方向为太赫兹超表面生物传感技术，博士迄今为止暂无相关成果发布。联系方式为 syc951011@tju.edu.cn。

通讯作者：何明霞；Email：hhmmxx@tju.edu.cn

基金：国家自然科学基金项目（61675151，12174284），海南省科技重大专项（ZDKJ2019013）资助

P-40　用于传感检测的单壁碳纳米管薄膜太赫兹超表面

宋博晨，王玥*，张晓菊，张向，孙广成

陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室，西安理工大学，西安，陕西 710048

摘要：单壁碳纳米管在太赫兹波段具有优异的光电响应。本文从实验测得的透射谱中分别提取出了单壁碳纳米管薄膜的电导率、介电常数以及折射率，并利用德鲁德-洛伦兹公式对实验结果进行拟合，证明了实验结果与理论结果的高度一致性。基于单壁碳纳米管薄膜的各项参数，提出了一种基于单壁碳纳米管薄膜的太赫兹超表面。结果表明，在太赫兹波的激发下，所提出的超表面器件能够产生局域场增强效果。此外，我们研究了结构参数对透射谱的影响，发现改变圆环的外径和改变圆环间距分别会对两个共振峰产生不同程度的影响。并分析了单壁碳纳米管薄膜超表面的传感性能，通过改变待测物的折射率，共振峰发生有规律的频移。最后，通过理论计算拟合了频移与待测物折射率之间的关系，并比较了不同衬底对该超表面传感性能的影响。

关键词：碳纳米管；太赫兹；超表面；传感

参考文献：

[1]Wang Y, Zhang X, Zhou T, Cui Z. A novel terahertz metasurface based on a single-walled carbon nanotube film for sensing application, J. Mater. Chem. A. 2022, 10(4):1780-1787.

[2]Wang Y, Suo J, Wang H, Wang D, Wei L. Preparation and reinforcement performance of RGO-CNTs-SiO2 three-phase filler for rubber composites, Compos. Sci. Technol. 2022,228(6):109633.

[3]Wang G, Zhu F, Lang T, Liu J, Hong Z. All-metal terahertz metamaterial biosensor for protein detection, Nanoscale Res. Lett. 2021, 16(1):109.

报告人简介：宋博晨，男，1999 年生，西安理工大学硕士生在读，主要从事碳纳米管薄膜的制备和基于碳纳米管薄膜的太赫兹超表面的设计与研究。1143405483@qq.com。

通讯作者：王玥；Email：wangyue2017@xaut.edu.cn

基金：陕西高校青年创新团队(21JP084)，国家自然科学基金(61975163)，陕西省自然科学基金(2020JZ-48)，

P-41　宽带太赫兹压缩感知成像系统

余道松，孙传富，马文静，林子博，刘旭东，孙怡雯*

深圳大学医学部生物医学工程学院，广东省深圳市

摘要：太赫兹成像是太赫兹的重要研究方向，现有的太赫兹成像系统都存在一些不足，如：太赫兹时域光谱成像系统基于机械扫描方式，成像速度慢；焦平面阵列成像系统结构复杂，价格昂贵等。压缩感知算法的提出，为实现低成本、多像素、快速成像提供了可能，但目前已提出的电控太赫兹压缩感知成像系统大多基于可控超材料结构，仅能实现窄带成像，浪费了太赫兹丰富的带宽资源。针对上述问题，我们设计并制造了一种基于肖特基二极管结构的 10×10 的太赫兹电控空间光调制器，每个像素点可以通过施加 5V 反向偏置电压独立控制，并基于该调制器搭建了太赫兹压缩感知透射成像系统。实验结果证明，搭建的压缩感知成像系统可以实现在 0.2~1.4THz 范围内成像，在带宽上优于目前主流的超材料窄带成像系统，未来可以应用于太赫兹多光谱成像。

关键词：太赫兹；压缩感知成像；空间光调制器。

报告人简介：

余道松，男，25 岁，在读硕士研究生，主要研究领域为太赫兹压缩感知成像，Email：1169733850@qq.com。

通讯作者：孙怡雯；Email：ywsun@szu.edu.cn

基金：National Natural Science Foundation of China [grant numbers 61975135, 61805148], International Cooperation and Exchanges NSFC [grant number 61911530218],Shenzhen International Scientific and Technological Cooperation Project [grant number GJHZ20190822095407131] and Natural Science Foundation of Guangdong Province [grant number 2019A1515010869], Guangdong Medical Science and Technology Research Fund [grant number A2020401]

P-42　太赫兹自旋源的电流调控

田达[1]，邱红松[1]，王磊[1]，李桐[1]，张彩虹[1,2*]，吴敬波[1,2]，范克彬[1,2]，金飚兵[1,2]，陈健[1,2]，
吴培亨[1,2]
1 南京大学电子科学与工程学院，超导电子学研究所，南京 210093；
2 紫金山实验室，南京 211111

摘要：太赫兹（terahertz, THz）是指频率在 0.1 至 10THz 之间的电磁波。THz 技术在雷达、实时生物检测等领域具有广泛应用[1]。而 THz 源历来是 THz 技术发展的瓶颈。在 2016 年，THz 自旋源（Spintronics THz emitter, STE）被提出[2]。伴随 STE 的发展，许多研究通过优化 STE 的材料、参数等方法来提高 THz 辐射的振幅和带宽[3]。电流具有能够精确控制等特性，可以用来实现可调设备。但直接在 STE 上施加电流的影响，目前还未见报道。在我们的研究中，我们观测到 STE 产生 THz 幅度随着施加电流的变化而变化，且变化趋势具有保持特性。通过讨论 STE 中铁磁层磁化强度与电流热效应的关系，我们得到外加电流使得 STE 产生 THz 信号变化的理论解释。该工作为 THz 自旋电子学源的理论分析以及后续优化提供了参考。

关键词：太赫兹；自旋电子学；电流调控；

参考文献：

[1]Tonouchi, M., Cutting-edge terahertz technology. Nature Photonics, 2007. 1(2): p. 97-105.
[2]Seifert, T., et al., Efficient metallic spintronic emitters of ultrabroadband terahertz radiation. Nature Photonics, 2016. 10(7): p. 483-488.
[3]Papaioannou, E.T. and R. Beigang, THz spintronic emitters: a review on achievements and future challenges. Nanophotonics, 2021. 10(4): p. 1243-1257.

报告人简介：

田达，男，24 岁，硕士研究生，太赫兹自旋电子学，mg21230004@smail.nju.edu.cn

通讯作者：张彩虹；E-mail：chzhang@nju.edu.cn
基金：国家重点基础研究发展计划（批准号：2017YFA0700202，2021YFB2800701）、国家自然科学基金(批准号：62222106，61871212，92163216，62071217，62027807，62288101）和中央高校基本科研业务费专项资金资助

P-43 AlGaN/GaN HEMT 太赫兹外差探测器线阵列

摘要：太赫兹波的阵列探测对于表征太赫兹波的来波方向进而在雷达系统中实现多目标定位、 在通信系统中实现定向接收信息具有重要意义。在阵列探测系统中，外差混频器阵列作为系 统前端的核心器件，其对整个系统的噪声特性及可探测距离等指标起到决定性作用。

针对以上太赫兹波阵列探测的需求及基于天线耦合的 AlGaN/GaN 高电子迁移率晶体管 (HEMT) 易于阵列化的优势，我们研究了一种基于 AlGaN/GaN HEMT 的高灵敏度太赫兹探 测器线阵列，其中心响应频率为 237GHz ，阵元间距为 3mm ，并且在该阵列中实现了混频器 与中频信号低噪声放大器的片外集成。

该基于 AlGaN/GaN HEMT 的高灵敏度太赫兹探测器线阵列室温最佳工作点下各通道的 NEP 均在-125.19d Bm/ Hz 左右。通过使用该阵列，我们成功设计了多波束接收系统，实现了 - 15° 至+15° 方向的波束扫描。后续将减小阵列阵元间距，提高探测器灵敏度，进而实现更 大视场角更远探测距离的多波束接收系统。

参会人员名单

序号	姓名	邮箱	工作单位
1	白鹏	baipeng@alumni.sjtu.edu.cn	北京应用物理与计算数学研究所
2	薄文斐	bowf@foxmail.com	国防科技大学
3	鲍庆嘉	qingjia.bao@apm.ac.cn	中国科学院精密测量科学与技术创新研究院
4	蔡家轩	caijiaxuan20@gscaep.ac.cn	北京应用物理与计算数学研究所
5	曹雨齐	yuqicao@zju.edu.cn	浙江大学
6	曾和平	minli_1220@163.com	华东师范大学
7	查小文	2357511034@qq.com	五邑大学
8	陈刚	549565297@qq.com	信息中心
9	陈金禹	1225629354@qq.com	首都师范大学
10	陈康龙	BY1802105@buaa.edu.cn	北京航空航天大学
11	陈利刚	chenligang@cigit.ac.cn	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
12	陈璐	lchen@nankai.edu.cn	南开大学
13	陈伟	chenwei@cigit.ac.cn	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
14	陈伟琪	1165149971@qq.com	江西中医药大学
15	陈文烁	cwsxut819@163.com	西安理工大学
16	陈学权	chenxq@aircas.ac.cn	广东大湾区空天信息研究院
17	陈英	yingchen@ccsu.edu.cn	长沙学院
18	陈志超	zhichao.chen@ipp.ac.cn	安徽大学物质科学与信息技术研究院
19	程立	24925685@qq.com	四川大学华西口腔医院
20	程梦柔	1298749404@qq.com	江西中医药大学
21	楚卫东	chu_weidong@iapcm.ac.cn	北京应用物理与计算数学研究所
22	丛龙庆	conglq@sustech.edu.cn	南方科技大学
23	邓海啸	denghx@sari.ac.cn	中国科学院上海高等研究院
24	邓豪	2210247028@email.szu.edu.cn	深圳大学
25	邓建钦	jianqin_deng@126.com	中电科思仪科技股份有限公司
26	翟东为	zdw1129984238@163.com	青岛大学
27	翟永贵	zhaiyg@xjtu.edu.cn	西安交通大学
28	丁文	dingwen@mail.xjtu.edu.cn	西安交通大学
29	窦文安	alicia_xx@163.com	广州市亿福迪医疗科技有限公司
30	杜少卿	sqdu@mail.sim.ac.cn	中国科学院上海微系统与信息技术研究所
31	范飞	fanfei@nankai.edu.cn	南开大学
32	范姝婷	shutingfan@szu.edu.cn	深圳大学
33	方兴	xingfang@zju.edu.cn	浙江大学
34	封建欣	windyfeng66@163.com	北京远大恒通科技发展有限公司
35	冯逸飞	349463987@qq.com	国防科技创新研究院
36	冯禹铭	1648791703@qq.ccm	西安理工大学
37	伏旭鹏	fxp@mail.nwpu.edu.cn	西北工业大学
38	府伟灵	fwl@tmmu.edu.cn	陆军军医大学第一附属医院
39	付颖	fuying@cigit.ac.cn	重庆绿色智能技术研究院
40	高菲	1379923942@qq.com	西安交通大学
41	高明鑫	gaomx2022@163.com	国防科技大学
42	高睦志	gao.muzhi@upc.edu.cn	中国石油大学（华东）
43	葛宏义	gehongyi@haut.edu.cn	河南工业大学
44	葛梅兰	meilange@tju.edu.cn	天津大学
45	葛书岐	geshuqi20@mails.ucas.ac.cn	中国科学院大学国家空间科学中心

46	龚诚	gongcheng@nankai.edu.cn	南开大学
47	龚立榕	gonglr@stu.xjtu.edu.cn	西安交通大学
48	巩辰	chen.gong@broadht.com	北京远大恒通科技发展有限公司
49	顾培培	peipei@toptera.com	安徽太测临峰光电科技股份有限公司
50	管珊珊	guanshanshan@jlenu.edu.cn	吉林工程技术师范学院
51	郭俊	guojun-nbm@wiucas.ac.cn	国科温州研究院
52	郭良浩	glh9412@163.com	电子科技大学
53	郭文姣	guowj@mail.las.ac.cn	中国科学院文献情报中心
54	郭缘森	guoyuansen@cigit.ac.cn	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
55	韩路路	hanlulu@buaa.edu.cn	北京航空航天大学
56	韩小涛	xthan@hust.edu.cn	华中科技大学国家脉冲强磁场科学中心
57	郝伊宁	ynhao1@163.com	电子科技大学
58	何俊乐	hejunle@qq.com	天津大学四川创新研究院
59	何明霞	hhmmxx@tju.edu.cn	天津大学
60	何琪慧	heqihui241159@163.com	西安理工大学
61	洪子杰	781164787@qq.com	江西中医药大学
62	侯磊	houleixaut@126.com	西安理工大学
63	侯攀登	howa2d@tju.edu.cn	天津大学
64	侯智博	zbhou@hust.edu.cn	华中科技大学
65	胡辉	fourneyron@126.com	西安理工大学
66	胡钧	hujun@sinap.ac.cn	中国科学院上海高等研究院
67	胡旻	hu_m@uestc.edu.cn	电子科技大学
68	胡震	huzhen@mail.sitp.ac.cn	中科院上海技术物理研究所
69	黄虹皓	740701778@qq.com	中国人民解放军西部战区总医院
70	黄俊溢	1599051552@qq.com	天津大学四川创新研究院
71	黄林涛	1175800128@qq.com	西北工业大学
72	黄异	737802921@qq.com	福州大学
73	黄鉴东	yindonghuang@nudt.edu.cn	国防科技创新研究院
74	姜大伟	jiangdawei1125@163.com	中国石油大学（华东）
75	姜梦杰	mengjiejiang@mail.dhu.edu.cn	东华大学
76	姜万顺	jiangwanshun@ceyear.com	中电科思仪科技股份有限公司
77	姜芸青	yunqingjiang@buaa.edu.cn	北京航空航天大学
78	蒋彦	jiangyan@cigit.ac.cn	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
79	解研	xie_yan@mail.tsinghua.edu.cn	清华大学
80	康尹	kangyin@sinap.ac.cn	中国科学院上海应用物理研究所
81	孔德鹏	kongdp@opt.ac.cn	中国科学院西安光学精密机械研究所
82	蓝家兴	1329543600@qq.com	江西中医药大学
83	雷江涛	jiangtaolei@ncu.edu.cn	南昌大学空间科学与技术研究院
84	雷梦瑶	1440166602@qq.com	西安交通大学
85	黎华	hua.li@mail.sim.ac.cn	中国科学院上海微系统与信息技术研究所
86	李贝	li510718991@163.com	北京医院
87	李蓓	lizhoubai0901@163.com	天津大学
88	李宾	libin@sari.ac.cn	中国科学院上海高等研究院
89	李丹丹	1689882308@qq.com	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
90	李鼎	lidingcnu@163.com	首都师范大学
91	李国良	lgl389202@live.com	天津大学四川创新研究院
92	李宏义	leehongyi@bjhmoh.cn	北京医院

93	李吉宁	jiningli@tju.edu.cn	天津大学
94	李茜	denghong@cctgds.com	太赫兹科技应用（广东）有限公司
95	李甜甜	leetiant@126.com	北京医院老年医学
96	李桐	502022230004@smail.nju.edu.cn	南京大学
97	李文卿	liwenqing4737@bjhmoh.cn	北京医院
98	李昕桦	xinhua_li@mail.tsinghua.edu.cn	清华大学
99	李欣幸	xxli2010@sinano.ac.cn	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所
100	李阳梅	sunberry1211@hotmail.com	国防科技创新研究院
101	李依凡	liyifan_an@163.com	河北大学
102	李熠豪	li-yh20@mails.tsinghua.edu.cn	清华大学
103	李英伟	lyw@ysu.edu.cn	燕山大学
104	李玉同	ytli@iphy.ac.cn	中国科学院物理研究所
105	李照宇	lzyihaou@163.com	西安理工大学
106	李喆一	1900332986@qq.com	哈尔滨工业大学
107	连光辉	lianguanghui@stu.xjtu.edu.cn	西安交通大学
108	连想	2210602041@cnu.edu.cn	首都师范大学
109	练家圻	221180047@st.usst.edu.cn	上海理工大学
110	梁冰洋	funnybingx@163.com	西安科技大学/电子科技大学
111	梁晓林	xiaolin87liang@163.com	中电科思仪科技股份有限公司
112	廖凤楚	1017875474@qq.com	深圳大学
113	林浩	yankelinhao@126.com	军事科学院国防科技创新研究院
114	林婷	linting@siom.ac.cn	中国科学院上海光学精密机械研究所
115	林子博	1274496225@qq.com	深圳大学
116	刘琛杰	202111022435@std.uestc.edu.cn	电子科技大学
117	刘纯亮	chlliu@mail.xjtu.edu.cn	西安交通大学
118	刘頔威	dwliu@uestc.edu.cn	电子科技大学
119	刘锋	951237162@qq.com	江西中医药大学
120	刘嘉腾	1169337698@qq.com	电子科技大学
121	刘建城	395239122@qq.com	江西中医药大学
122	刘俊岐	jqliu@semi.ac.cn	中国科学院半导体研究所
123	刘立媛	lyliuma@tju.edu.cn	天津大学
124	刘盼	1514142560@qq.com	军事科学院国防科技创新研究院
125	刘文鑫	lwenxin@mail.ie.ac.cn	中国科学院空天信息创新研究院
126	刘彦江	asejet@163.com	西安交通大学
127	刘瑜妍	daffodillyy@163.com	四川省人民医院
128	刘云汉	1039438929@qq.com	西安理工大学
129	龙建纲	jglong@xjtu.edu.cn	西安交通大学
130	娄菁	loujing9486@163.com	军事科学院
131	卢晓云	luxy05@xjtu.edu.cn	西安交通大学
132	卢瑶	yaolu@nankai.edu.cn	南开大学
133	鲁卓阳	luzhuoyang@xjtu.edu.cn	西安交通大学
134	罗帆	LFXAUT1@163.com	西安理工大学
135	罗俊	milton-lj@hotmail.com	四川省人民医院
136	骆海明	hemluo@hust.edu.cn	华中科技大学武汉光电国家研究中心
137	吕军鸿	jh_lv@msn.com	中国科学院上海高等研究院

138	马慧芳	mahuif@126.com	山东科技大学
139	马少卿	msq@stumail.ysu.edu.cn	燕山大学
140	马文静	2332157965@qq.com	深圳大学
141	马宇迪	1623779576@qq.com	北京远大恒通科技发展有限公司
142	梅志杰	2649522878@qq.com	深圳大学
143	闵力	minli@ccmu.edu.cn	首都医科大学附属北京友谊医院
144	穆宁	muning109@163.com	陆军军医大学第一附属医院
145	穆启元	muqiyuan2017@opt.ac.cn	中国科学院西安光学精密机械研究所
146	宁辉	1014238107@qq.com	电子科技大学
147	彭文毓	1104119453@qq.com	空军军医大学
148	彭滟	py@usst.edu.cn	上海理工大学
149	骞爱荣	Qianair@nwpu.edu.cn	西北工业大学
150	乔智	361906316@qq.com	西安交通大学
151	邱付成	qiufucheng@cigit.ac.cn	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
152	邱景辉	qiujh@hit.edu.cn	哈尔滨工业大学
153	全柏霖	bolinquan1999@163.com	电子科技大学
154	任冠华	rengh@tju.edu.cn	华北电力大学（保定）
155	阮存军	ruancunjun@buaa.edu.cn	北京航空航天大学
156	阮浩	rh06293055@163.com	军事科学院国防科技创新研究院
157	邵文祥	380995391@qq.com	江西中医药大学
158	佘荣斌	rb.she@siat.ac.cn	中国科学院深圳先进技术研究院
159	佘硕铖	syc951011@tju.edu.cn	天津大学
160	施卫	swshi@mail.xaut.edu.cn	西安理工大学
161	舒国响	gxshu@szu.edu.cn	深圳大学
162	宋波	bsong@usst.edu.cn	上海理工大学
163	宋博晨	1143405483@qq.com	西安理工大学
164	宋玲毓	songlingyulqy@163.com	军事科学院国防科技创新研究院
165	宋宇华	szh2016@mail.ustc.edu.cn	军事科学院国防科技创新研究院
166	苏波	subo75@cnu.edu.cn	首都师范大学
167	孙传富	chuanfusun52@gmail.com	深圳大学
168	孙东云	1196541437@qq.com	首都师范大学
169	孙广成	761670102@qq.com	西安理工大学
170	孙岚	sunlan462@163.com	中国中医科学院针灸研究所
171	孙柳	13103249606@163.com	天津大学
172	孙怡雯	ywsun@szu.edu.cn	深圳大学
173	孙宇	2211110507@stu.pku.edu.cn	北京大学第三医院
174	孙远昆	syk1309@std.uestc.edu.cn	电子科技大学
175	汤明杰	mjtang@cigit.ac.cn	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
176	唐雨钊	tangyuzhao@sari.ac.cn	中国科学院上海高等研究院
177	田春连	33572291@qq.com	广州市亿福迪医疗科技有限公司
178	田达	mg21230004@smail.nju.edu.cn	南京大学
179	田皓霖	1340472909@qq.com	北京远大恒通科技发展有限公司
180	田少勇	525295700@qq.com	北京远大恒通科技发展有限公司
181	田野	tianye@nwpu.edu.cn	西北工业大学
182	田震	tianzhen@tju.edu.cn	天津大学
183	王斌	wangbin2015@upc.edu.cn	中国石油大学（华东）
184	王国庆	2468288867@qq.com	中国石油大学（华东）

185	王浩然	whrzdh@mail.tsinghua.edu.cn	清华大学
186	王皓杰	22201215117@stu.xidian.edu.cn	西安电子科技大学
187	王宏达	hdwang@ciac.ac.cn	中国科学院长春应用化学研究所
188	王洪广	wanghg@xjtu.edu.cn	西安交通大学
189	王化斌	wanghuabin2000@hotmail.com	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
190	王惠	wanghui597bj@163.com	军事医学研究院辐射医学研究所
191	王杰	jwang14@fudan.edu.cn	中国科学院上海高等研究院
192	王军	wjun@uestc.edu.cn	电子科技大学
193	王俊喃	695751436@qq.com	西安理工大学
194	王凯程	18603192956@163.com	电子科技大学
195	王凯出	904248916@qq.com	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所
196	王可嘉	wkjtode@sina.com	华中科技大学
197	王磊	602022230037@smail.nju.edu.cn	南京大学
198	王磊	wonglei@tju.edu.cn	天津大学
199	王莉萍	lpwang-wiucas@ucas.ac.cn	中国科学院大学温州研究院
200	王林	wanglin@mail.sitp.ac.cn	中科院上海技术物理研究所
201	王明聪	mingcong.wang@gbu.edu.cn	大湾区大学（筹）
202	王鹏騛	iepfwang@zzu.edu.cn	郑州大学
203	王日德	wangride@mail.nankai.edu.cn	军事科学院国防科技创新研究院
204	王瑞多	295688507@qq.com	中国科学院西安光学精密机械研究所
205	王少萌	wangsm@uestc.edu.cn	电子科技大学
206	王天武	wangtw@aircas.ac.cn	中国科学院空天信息创新研究院
207	王维	dawei@uestc.edu.cn	电子科技大学
208	王伟俊	1143616516@qq.com	中国工程物理研究院应用电子学研究所
209	王文霞	wwx_0817@163.com	天津大学
210	王晓辉	xiaohui.wang@ciac.ac.cn	中国科学院长春应用化学研究所
211	王新柯	wxk82721@cnu.edu.cn	首都师范大学
212	王雪毫	wxuehao@mail.nwpu.edu.cn	西北工业大学
213	王亚迪	dwangjs@163.com	滨州医学院
214	王艳红	amyw0919@163.com	中北大学
215	王懿泽	wangyize@stu.xjtu.edu.cn	西安交通大学
216	王与烨	yuyewang@tju.edu.cn	天津大学
217	王宇皓	1693553194@qq.com	江西中医药大学
218	王玥	wangyue2017@xaut.edu.cn	西安理工大学
219	王长	cwang@mail.sim.ac.cn	中国科学院上海微系统与信息技术研究所
220	卫妍玉	yanyuwei@iphy.ac.cn	中国科学院物理研究所
221	魏东山	ds.wei@siat.ac.cn	中国科学院深圳先进技术研究院
222	温良恭	Wen_Paper@126.com	北京航空航天大学
223	邬崇朝	czwu@sjtu.edu.cn	上海交通大学
224	吴开结	bickelwkj@163.com	军事科学院国防科技创新研究院
225	吴强	wuqiang@nankai.edu.cn	南开大学
226	吴若曦	Ruoxiwu@126.com	首都师范大学
227	吴晓博	1543206870@qq.com	西安理工大学
228	吴晓君	xiaojunwu@buaa.edu.cn	北京航空航天大学
229	吴颖辉	1510982644@qq.com	深圳大学
230	武京治	jingzhi.wu@outlook.com	中北大学

231	武玉	wuyu@sinap.ac.cn	中国科学院上海应用物理研究所
232	向左鲜	xiangzx08@163.com	国防科技创新研究院
233	肖丰	532265821@qq.com	电子科技大学
234	肖后秀	xiaohouxiu@mail.hust.edu.cn	华中科技大学
235	肖彤	xiaotong3326@163.com	中科院生物物理研究所
236	谢青轩	PuzzleCrab@outlook.com	深圳大学
237	熊虹婷	hongtingxiong@buaa.edu.cn	北京航空航天大学
238	熊婷	599085705@qq.com	江西中医药大学
239	徐德刚	XUDEGANG@TJU.EDU.CN	天津大学
240	徐进卓	jzxu@fudan.edu.cn	深圳大学
241	徐雪娇	2110246115@email.szu.edu.cn	深圳大学
242	徐卓成	634875416@qq.com	深圳大学
243	许德晖	dehuixu@mail.xjtu.edu.cn	西安交通大学
244	许涌	yongxu@buaa.edu.cn	北京航空航天大学
245	薛凯亮	xuekailiang123@163.com	中北大学
246	颜识涵	yanshihan@cigit.ac.cn	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
247	杨柯	yangke0119@163.com	中国人民解放军西部战区总医院
248	杨磊	youngxaut@163.com	西安理工大学
249	杨骐语	2258572806@qq.com	电子科技大学
250	杨晴	happyyangqing@163.com	北京航空航天大学
251	杨亚雄	yangyaxiong@buaa.edu.cn	北京航空航天大学
252	杨玉平	ypyang@muc.edu.cn	中央民族大学
253	杨忠波	yangzhongbo@cigit.ac.cn	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
254	叶晨嘉	852703580@qq.com	江西中医药大学
255	尹浩玮	18651898268@163.com	电子科技大学
256	余道松	1169733850@qq.com	深圳大学
257	余乐天	243839105@qq.com	江西中医药大学
258	俞文杰	yuwj@sari.ac.cn	中国科学院上海高等研究院
259	袁苑	yyuan516@163.com	中国科学院西安光学精密机械研究所
260	苑朦	meng.yuan@broadht.com	北京远大恒通科技发展有限公司
261	岳同岩	yuetongyan1106@163.com	中国生物物理学会
262	云昊	yun.hao@broadht.com	北京远大恒通科技发展有限公司
263	张彩虹	chzhang@nju.edu.cn	南京大学
264	张存林	cunlin_zhang@cnu.edu.cn	首都师范大学
265	张丁丁	1415904250@qq.com	江西中医药大学
266	张栋文	dwzhang@nudt.edu.cn	国防科技大学
267	张峰	fzhang@usst.edu.cn	上海理工大学
268	张开庆	zhangkq@sari.ac.cn	中国科学院上海高等研究院
269	张凯旋	zhangkxiaun@mail.dhu.edu.cn	东华大学
270	张力波	zhanglibo@ucas.ac.cn	中国科学院上海技术物理研究所
271	张立娟	zhanglijuan@sari.ac.cn	中国科学院上海高等研究院
272	张亮亮	zhlliang@126.com	首都师范大学
273	张留洋	liuyangzhang@xjtu.edu.cn	西安交通大学
274	张明浩	zmhzyj@163.com	首都师范大学
275	张明焜	zhangmk@cigit.ac.cn	中国科学院重庆绿色智能技术研究院
276	张楠	zhangn@nankai.edu.cn	南开大学
277	张平	zhangping@uestc.edu.cn	电子科技大学

278	张朴婧	pujzhang@163.com	首都师范大学
279	张琦	645748669@qq.com	西安交通大学
280	张琴	1054210855@qq.com	电子科技大学
281	张霆嵘	ztr018@stu.xjtu.edu.cn	西安交通大学
282	张晓玲	934940857@qq.com	军事科学院国防科技创新研究院
283	张晓强	xqzhang@buaa.edu.cn	北京航空航天大学合肥创新研究院
284	张晓秋艳	zxqyyyyyy@163.com	电子科技大学
285	张新海	zhangxh@sustech.edu.cn	南方科技大学
286	张璇如	zhangxru@seu.edu.cn	东南大学
287	张也	2022207279@tju.edu.cn	天津大学四川创新研究院
288	张一帆	2463677318@qq.com	电子科技大学
289	张翼飞	yifeizhang@sdu.edu.cn	山东大学
290	张玥	2267361331@qq.com	电子科技大学
291	张泽琰	zhangzy001013@163.com	军事科学院国防科技创新研究院
292	张振伟	zhangzw_cnu@163.com	首都师范大学
293	章文春	zhwenchun@163.com	江西中医药大学
294	赵国忠	guozhong-zhao@126.com	首都师范大学
295	赵红卫	zhaohw@sari.ac.cn	中国科学院上海高等研究院
296	赵建平	15950996380@163.com	北京医院
297	赵黎	lillyliz@163.com	军事科学院军事医学研究院
298	赵其祥	zxqi1105@163.com	桂林电子科技大学
299	赵仕杲	3156558784@qq.com	电子科技大学
300	赵思成	mickey2022@stu.xjtu.edu.cn	西安交通大学
301	赵陶	forzhaotao@uestc.edu.cn	电子科技大学
302	赵祥	zhaoxiang@tmmu.edu.cn	陆军军医大学第一附属医院
303	赵晓菲	17766589344@163.com	西安交通大学
304	赵欣敏	xmzhao@usst.edu.cn	上海理工大学
305	赵俣晗	class4_t@163.com	首都师范大学
306	郑成勇	41831483@qq.com	五邑大学
307	郑广	mzheng88@foxmail.com	江汉大学
308	钟慧	zhonghui@siom.ac.cn	中国科学院上海光学精密机械研究所
309	钟俊兰	zhongjunlan@email.szu.edu.cn	深圳大学
310	钟原	zhongy20@mails.tsinghua.edu.cn	清华大学
311	周斌	zhou-b21@mails.tsinghua.edu.cn	清华大学
312	周奇	qzhou2020@sinano.ac.cn	中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所
313	周欣桥	244028120@qq.com	电子科技大学
314	周一	1447307474@qq.com	西南交通大学
315	周远	zhouyuan304@163.com	长沙学院
316	朱锦锋	nanoantenna@hotmail.com	厦门大学
317	朱亦鸣	ymzhu@usst.edu.cn	上海理工大学

承办单位简介

中国科学院重庆绿色智能技术研究院

中国科学院重庆绿色智能技术研究院（以下简称“重庆研究院”）是中国科学院、原国务院三峡办、重庆市人民政府三方共建的中国科学院在渝唯一直属科研机构。重庆研究院以长江上游生态屏障安全和成渝双城经济圈产业升级发展等重大需求为牵引，发挥在生态环境、智能制造、信息技术领域的多学科交叉优势，为实现国家战略发挥着重要科技支撑作用。重庆研究院下设电子信息技术研究所、智能制造技术研究所、三峡生态环境研究所、生物医药与健康研究所等 4 个研究所；具有光学工程、材料科学与工程、计算机科学与技术、环境科学与工程 4 个博士专业学位授予点，光学工程、材料科学与工程、计算机科学与技术、环境科学与工程、生态学 5 个硕士专业学位授予点；现有全职岗位职工 350 余人（具有海外留学或工作经历员工 100 余名），各类研究生 500 余人；拥有院士 1 人、国务院政府特殊津贴专家 5 人、国家杰出青年科学基金获得者 1 人、国家中青年科技领军人才 2 人、国家优秀青年基金获得者 2 人。

太赫兹生物检测是重庆研究院的一个重要研究方向。重庆研究院专门设立了超分辨光学研究中心，聚焦太赫兹超分辨检测领域中存在的关键科学与核心技术问题，研制相关“卡脖子”核心部件和仪器设备，建立以太赫兹技术为核心、多种技术融合、特色鲜明的智能化超分辨光学探测平台，为先进制造、精准医学和智慧环境等领域提供新的技术方法。研究中心现有核心科研骨干 11 名，博士/硕士研究生 20 余名。科研骨干主要来自美国、英国、澳大利亚和国内著名科研院所，具有光学、物理、化学、计算机、电子、材料和生命科学等研究背景。研究中心建有三百多平方米的现代化办公室和八百多平方米的专用实验室，包括仪器系统研发室、太赫兹超分辨成像实验室、激光共聚焦拉曼检测室、光纤传感实验室、光谱与光谱成像检测实验室、动物房、细胞房、生物/化学样品制备间、电生理实验室等。近年来，超分辨光学研究中心先后在生物组织、单细胞和单个生物大分子的太赫兹超分辨光谱成像检测领域取得重要国际性突破，在 ACS Nano、 Small、Bioelectronics and Biosensors 等领域期刊发表科技论文 100 余篇，拥有授权发明专利 20 余项，承担国家重点研发计划课题（4 项）、国家自然科学基金项目（10 余项）、中国科学院仪器研制项目等重要科研任务 30 余项，经费累计 4000 余万元。超分辨光学研究中心诚邀海内外具有光学、图像分析、机械、神经科学、材料、生物等实验及理论研究背景的优秀博士加入！

上海理工大学太赫兹技术创新研究院简介

上海理工大学太赫兹技术创新研究院在庄松林院士的支持下于2008年从零的基础上开始组建，在科技部重点研发计划、国家973计划、国家863计划、国家自然科学基金等项目的支持下，以实用化的高灵敏痕量太赫兹检测技术为研究方向，以满足国家痕量有机物安全检测的重大需求为牵引，着重解决了太赫兹有机痕量检测中的辐射源性能弱、整机稳定性差、能量无法聚焦、痕量样品无法检测等共性关键科学问题，实现了太赫兹有机痕量检测技术中的核心关键元器件及整机全国产化。同时服务国家重大需求，在中草药检测、血液中痕量物质检测、原油溯源等领域得到应用，并得到应用单位认可。在新原理，新结构，新系统、新应用方面取得了多项成果，累计授权发明专利70余项，其中PCT专利5项，转让或授权使用发明专利13项，转让经费超3000万元。

近年来研究院在SCI杂志发表论文超300篇(一区论文50余篇),发表在包括:Nature Materials，Light Sci. & Appl.，PhotoniX, Laser Photon. Rev.，J. Phys. Chem. Lett.等优秀期刊上，8篇论文入选高被引ESI论文。在“太赫兹表面等离子体”方面的相关研究成果，被上海交通大学“高校学科发展与评价研究中心”评为“国际先进特色研究方向”的第一层次（论文总量和高被引论文数均为世界第一）（根据Elsevier数据库）。主持国家级和省部级项目八十余项，包括科技部重点研发计划、国家自然科学基金基础科学中心、优秀青年基金、重点项目和面上项目等。

研究院先后获批国家“太赫兹精准生物医学技术”学科创新引智基地（111计划）（2018年），“省部共建太赫兹波谱与影像技术协同创新中心”（2019年）和“国家基础科学中心-太赫兹科学技术前沿”（2020年共建），上海市太赫兹技术创新国际联合实验室（2017年）。获得“教育部技术发明一等奖”、“上海市技术发明一等奖”、 “上海市青年科技杰出贡献奖”、“上海市自然科学奖二等奖”、 “中国航天科技集团科学技术发明奖二等奖”、“日内瓦国际发明奖金奖”、“中国发明协会发明创新奖一等奖”、“中国专利优秀奖”等各类学会奖项总计二十余项。

研究院拥有一支高水平的研究队伍，包括中国工程院院士、卓越青年基金、中组部“万人计划”、百千万人才工程、国家优秀青年基金、青年长江学者等国家级人才，以及上海市领军人才、拔尖人才、青年科技启明星等省部级人才。研究院以先进仪器设备为支撑，一流高端人才为核心，活跃的学术氛围为特色，在太赫兹辐射源、太赫兹功能器件以及太赫兹波谱和成像系统及其应用等方面做出了众多原创性工作，培养了大批优秀人才，积极推动科研成果产业化，服务社会、服务经济建设，为增强我国相关学科的国际竞争力和实现可持续发展做出贡献。

西安交通大学 电子物理与器件教育重点实验室

1987 年，原国家计委批准在西安交通大学建设电子物理与器件国家专项实验室，1992 年 12 月建成并通过国家验收。1993 年 12 月原国家教委批准该实验室为第一批国家教委部门开放研究实验室，并面向国内外开放。1999 年 9 月教育部批准该实验室为第一批教育部重点实验室。实验室现任主任为王宏兴教授，学术委员会主任为中国科学院院士侯洵教授。

实验室主要依托“物理电子学”二级学科，是“电子科学与技术博士后科研流动站”成员单位，建有“中科院半导体所－西安交通大学信息功能材料与器件联合实验室”、“彩虹集团公司西安交通大学显示器件研究中心”以及“爱发科集团西安交通大学联合实验室”。

根据学科领域国际发展趋势、国家科技发展方向、国家电子信息产业及国防安全重大需求，实验室在超快光子学与信息光电子技术、宽禁带半导体材料与器件以及微波太赫兹器件和微纳加工与检测技术三个方面开展应用基础和技术开发研究。

实验室现有固定研究人员 79 人，其中教授和研究员 35 人，副教授 32 人，高级工程师 5 人。实验室现有面积 21000 平方米，其中，超净实验室 9000 平方米，实验室现有各种仪器设备 2100 多台套，总价值 1.01 亿元。40 万元以上的大型设备 51 台套，包括：半导体材料与器件测试系统，半导体芯片工艺加工系统，能带和器件光电热仿真模拟系统，单晶金刚石工艺研制平台、飞秒激光微纳加工动力学、激光诱导纳米功能结构电子调控、超分辨近场纳米加工平台系统，半导体器件纳米工艺和封装技术等设备、系统和平台。同时，在本评估期内自主研制了“微区飞秒时间分辨瞬态吸收和超快荧光光谱显微成像系统”、“复杂微细结构激光加工装备”、“金刚石半导体 n 型高效掺杂微波等离子体 CVD”等 3 套重大仪器。各大型实验系统、测试平台有专门实验技术队伍管理，保证良好的运行与使用。实验室定期对旧设备进行维护和软件更新，保证其正常运行。在现有设备的基础上结合国际科研技术发展趋势，积极整合和改造。实验室完成拥有自主知识产权的 20 套新型微波等离子体 CVD 系统，全固态量子器件物理原理实验系统，高时空分辨瞬态吸收与超快荧光光谱测量系统，飞秒激光微纳加工系统，二次电子发射测量平台、真空放电腔、微波源、矢量网络分析仪参数化脉冲激励系统及放电等离子体调控系统等。为取得科研成果提供了重要支持。

实验室在“七．五”期间，承担了国家重点科技攻关项目“高分辨率彩色显示管的研制”，成功研制开发出 14 英寸 720×515 点高分辨率彩色显示管和 20 英寸 1024×768 点高分辨率彩色显示管，填补了国内空白。在“八．五”期间，承担了国家重点科技攻关项目“高清晰度彩色显像管的研制”，成功研制开发出 25 英寸 700 线改进清晰度彩色显象管，研究成果已应用于企业的新产品开发。在“九．五”期间，承担了国家重点科技攻关项目“彩色等离子体显示器件的设计及实用化关键技术的研究”，在国内率先研制成功 21 英寸全色等离子体平板显示器件。在国内率先开展单晶金刚石研究，开展光量子信息处理单元器件研究。在原子体系中实现了具有宇称-时间反演对称的光晶格，构建了光子拓扑绝缘体的创新性理论，解决了制约高精度激光诊断、高性能可调谐光隔离器、高速光信息处理元件的重大科学问题。掌握 2 英寸单晶金刚石衬底的小批量量产工艺和高质量本征单晶金刚石外延生长的核心技术，在太阳能电池、钙钛矿发光二极管及其量子点方向取得重要进展，其中实现锡基钙钛矿太阳能电池 9.61%的光电转换效率，为同期国际最高纪录。针对“束-场非线性强耦合”下的特殊需求，开展微波传输线击穿敏感区域计算模型和复杂结构器件击穿过程三维数值模拟研究，打破国际垄断，服务国防重大需求，研制的模型和软件已成功应用于器件研制单位。近年来，实验室相继承担包括国家重大科学仪器专项等国家级、省部级和企业合作科研项目 300 余项，在国内外重要刊物发表学术论文 600 余篇，获国家级、省部级科技进步奖 10 余项，授权中国发明专利 110 余项。

西安理工大学简介

西安理工大学是中央与地方共建，陕西省重点建设的高水平大学，是国家中西部高等教育振兴计划——中西部高校基础能力建设工程实施院校，陕西省“国内一流大学建设高校”。2020 年 7 月，学校成为工信部、陕西省共建高校。现有 15 个博士学位授权一级学科，2 个博士专业学位授权点，27 个硕士学位授权一级学科，13 个硕士专业学位授权点，覆盖全部本科专业。现有 1 个国家一级重点学科（涵盖 5 个二级学科），21 个陕西省重点学科，12 个陕西省优势学科。工程学学科、材料科学学科、环境/生态学学科位列 ESI 全球学科排名前 1%，其中工程学进入 ESI 全球排名 3‰、材料科学进入 ESI 全面排名 5‰。在“2021 软科世界大学学术排名”中，学校位列世界高校 601-700 位，全国高校 89-106 位。

学校成立“谢赫特曼诺奖新材料研究院”，建设院士工作室 13 个。有双聘院士 4 人、外籍院士 1 人。入选国家级人才 18 人，全国高校黄大年式教师团队 1 个。国家杰出青年科学基金、国家优秀青年科学基金、中国青年科技奖获得者 6 人，“百千万人才工程”国家级人选 4 人，教育部“新世纪优秀人才支持计划”8 人，中科院“百人计划”3 人。有全国优秀教师、全国先进工作者 6 人，享受国务院政府特殊津贴专家 8 人。入选陕西省高层次人才计划 45 人、“特支计划”15 人、“三秦学者”创新团队 2 个、高校“青年杰出人才”支持计划 21 人。国务院学位委员会学科评议组成员 1 人，教育部高等学校专业教学指导委员会委员 7 人，省部级有突出贡献的专家、劳动模范、先进工作者、优秀教师、教学名师、师德标兵等 40 多人。

学校建有 9 个博士后科研流动站，设有 43 个国家及省部级重点科研基地。近年来，学校科研成果先后获省部级及以上科研奖励 224 项，其中国家级奖 5 项，本校作为首席科学家单位承担 973 项目、国家重大专项课题、重大仪器专项等国家重大重点项目 60 项，获批国家自然科学基金项目 808 项，获批国家社会科学基金项目 50 项，获国家发明专利授权 2375 件，获国际发明专利授权 20 件，科研经费到款 28.41 亿元。

其中，在太赫兹生物领域，我校拥有“陕西省超快光电与太赫兹科学重点实验室”，该实验室以满足国家和陕西省发展超快光电技术和太赫兹科学与技术的重大战略需求为目标，凝聚高端人才，建立高水平科学研究平台，开展超快光电技术与器件、超快脉冲功率技术和太赫兹科学与技术中的关键科学和技术问题的研究，使陕西省在这些领域的基础研究达到国内一流和国际先进水平。近年，在国内外著名期刊发表 SCI 检索论文 300 多篇，授权国家发明专利近 50 项，获陕西省科学技术二等奖 2 项，承担国家重大科研仪器研制专项、国家自然科学基金重点项目、国家 973 计划等国家级项目 45 项。所研制的器件已在国内外多家科研院所得到应用，在国防建设、国家大科学工程及前沿科学领域发挥出独特的不可替代的作用。本实验室为陕西省发展超快光电技术和太赫兹科学与技术提供坚实的科学与技术基础及人才支撑。

展商简介

远大恒通
BROADHT

公司简介

北京远大恒通科技发展有限公司成立于2014年，注册资本1176.47万元，位于北京经济技术开发区汇龙森科技园，是一家面向航空航天、国防军工、科研院所服务的国家高新技术企业。响应国家科技强国的发展战略，与首都师范大学太赫兹光电子学教育部重点实验室深度合作，致力于发展以太赫兹与红外热波为核心技术的智能检测装备产品研发和市场应用，为行业客户提供全光谱无损检测新技术综合解决方案。

经过八年多的发展，远大恒通获得了国家高新技术企业、创新型中小企业、科技型中小企业、中关村高新技术企业、ISO9001质量管理体系认证，JG二级保密资质，安防二级资质等证书，拥有发明专利、实用新型等知识产权50多项。

远眺大千世界
恒心通达未来

公司主要产品包括太赫兹时域光谱系统、太赫兹航材无损检测系统、太赫兹智慧安检系统、红外热波无损检测系统、全光谱综合无损检测方案等。配合硬件产品，公司相继开发了多套软件产品，包络TDSIS太赫兹光谱成像管理平台，TDSIS-3D三维太赫兹成像软件、ISCP智慧安检通道管理平台、TDAP太赫兹数据库分析软件等。

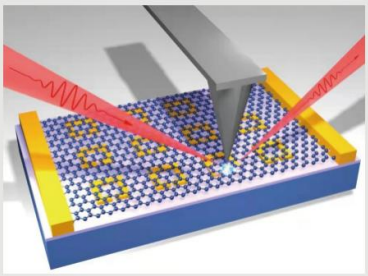
电话：010-59755386
邮箱：zhb@broadht.com
地址：北京经济技术开发区科创十四街99号2号楼401

见微知著 NanoVision Tech

纳米分辨太赫兹显微光谱系统

50 nm Space Resolution Microscope for Terahertz

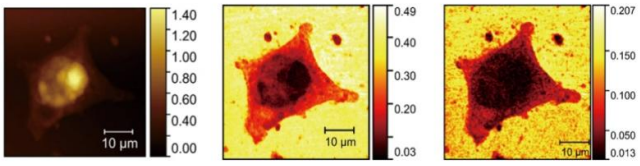
见微知著公司推出的nanoTHz纳米分辨太赫兹显微光谱系统，采用全新光路设计，可以有效提取探针针尖散射的太赫兹近场信号，在获得50nm超高空间分辨率的同时保持极高的信噪比，测试性能比肩世界同类型产品。



- 优于50nm的空间分辨率
- 可使用商业化AFM探针，成像时间短，方便取样
- 近场成像单次测量尺寸：10*10*15mm
- 适配THz-TDS，固态源，返波管，矢网等太赫兹源

医学观测

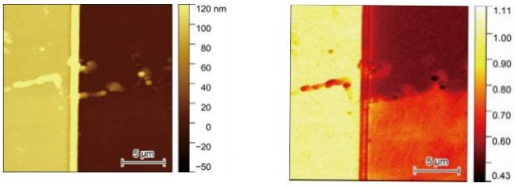
医学仪器：作为荧光等检测仪器的替代。



神经细胞近场成像

材料分析

科研仪器：太赫兹材料特性分析。



石墨烯分层测量图

科研型金属有机化合物化学气相沉积系统（MOCVD）

见微知著 NanoVision Tech

18011408771 info@ssc.ac.cn www.jwzzsci.com

四川省成都市高新区天府五街200号菁蓉汇5B2层

太赫兹时域光谱 与 三维层析成像系统

中国工程物理研究院博士定向委培单位 / 中国工程物理研究院第一研究所实践基地 / 博士后工作站

基于科技结合美学的创新理念，达成功能与美观于一身的最高境界

模块化设计 + 积木式结构，高度优化的频谱算法，智慧易操作的数据界面

全行业大数据沉淀，应用范围涵盖广泛

代表了时域光谱与三维层析成像的智造趋势

呈现完美的太赫兹科技应用体验

携手生态合作伙伴，共同迈向智慧太赫兹时代

咨询热线

4000665996 / 0532-58628088

Ceyear 思仪

有思想 会思考的仪器

50GHz~750GHz 太赫兹测试解决方案

THz信号发生系统
Thz Signal Generation System
（输出功率≥ - 23dBm）

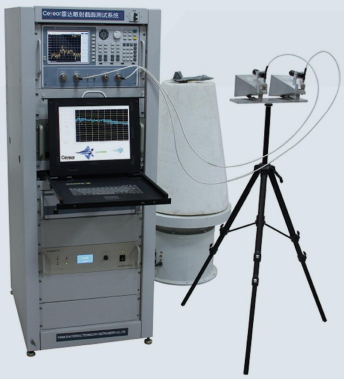
THz矢量网络分析系统
THz Vector Network Analyzer System
（动态范围≥80dB）

THz功率计
THz Power Meter
（测量灵敏度≤-40dBm）

THz频谱分析系统
THz Spectrum Analyzer System
（频谱测量灵敏度≤-130dBm/Hz）

THz天线测试系统
THz Antenna Test System

THz材料测试系统
THz Material Test System



THz RCS测试系统
THz RCS Test System

产品线经理 产品线市场经理

产品线经理：贾定宏 /176 8582 4353
产品线市场经理：熊为华 /185 5552 5819
网址：www.ceyear.com

CETC 中电科思仪科技股份有限公司
CEYEAR TECHNOLOGIES CO., LTD

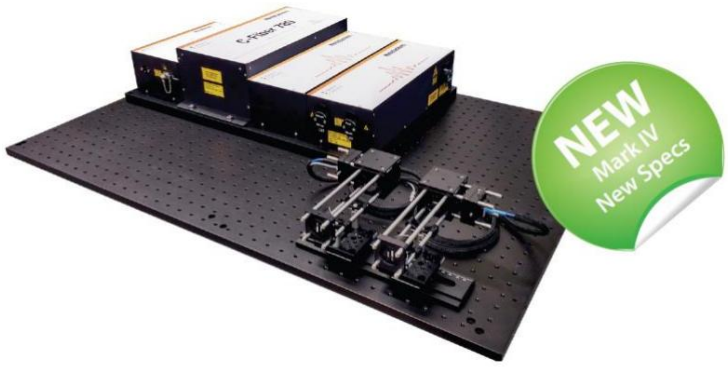
MenloSystems

Precision in photonics
Together we shape light

TeraSmart 紧凑型太赫兹时域光谱仪

- 光谱范围 >6 THz
- 动态范围 >100 dB
- 扫描范围 >850 ps
- 可扩展至多通道
- 可定制天线长度

TeraK15 可扩展的太赫兹时域光谱平台



- 光谱范围 >6 THz
- 动态范围 >100 dB
- 额外的780 nm 输出
- 扫描范围最大至 1600 ps
- 可同步至外部参考
- 可用于太赫兹泵浦探测

上海门洛量子科技有限公司
chinasales@menlosystems.com
www.menlosystems.com
021-60711678

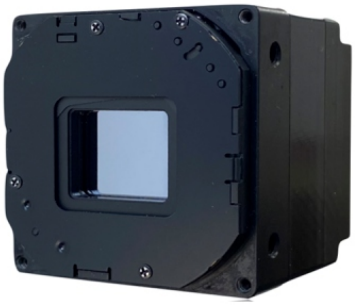
天津大学 四川创新研究院
Sichuan Innovation Research Institute of Tianjin University

天津大学四川创新研究院简介

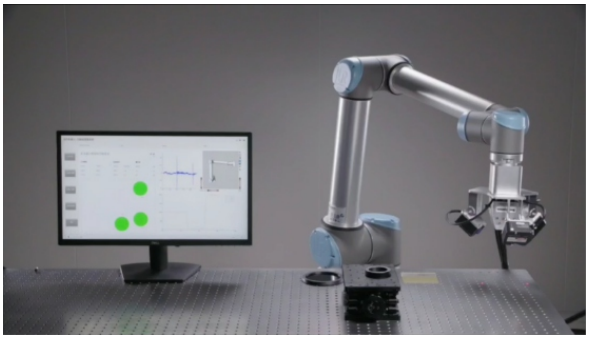
为落实《四川省人民政府 - 天津大学战略合作协议书》和四川天府新区管委会签订的《关于共建天津大学四川创新研究院的投资服务协议》，2020年11月9日，天津大学四川创新研究院（简称：天川院），落户科学城兴隆湖畔，是天津大学在中西部地区建立的第一所具有独立法人资格的校地合作异地研究院。

天川院围绕数字信息应用技术，以天津大学精密仪器与光电子工程学院为核心，按照“7+4+1”的规划模型，两年来建成并有团队具体项目入驻的7个中心（6个技术研发中心及1个应用服务中心）；4个公共技术服务平台；1个孵化基金。

TL-TC160S2
高灵敏度国产化太赫兹相机



TL-TC640M2
高灵敏度国产化太赫兹相机



基于太赫兹时域光谱技术的
多层非极性复合材料检测系统

天津大学四川创新研究院
地　址：四川省成都市天府新经济产业园B6号楼13层
E-mail：tjdxsccxyjy@163.com

扫一扫了解详情

2023

全国太赫兹生物物理年会

Annual National Conference on Terahertz Biophysics