

# 王化斌:挑战光学成像的“真空地带”

本报记者 肖成秋



大多数人对电磁波谱中的X射线、紫外线、可见光、红外线和微波都会有或多或少的了解。大家可能知道X射线穿透力强,可以被用来进行胸透检测,紫外线可以被用来杀菌。太阳光、灯光、烛光属于可见光范畴,可以被用来照明或取暖;红外线可以被用来测量体温;微波可以被用来加热食物或进行通信。但是,相信很多人对电磁波谱中的另外一种重要的电磁波即太赫兹波或太赫兹光知之甚少。

“随着科技的发展,人类对电磁波谱的认识越来越深入。通过研究,科学家们发现在红外线和微波之间,还存在一种神奇的电磁波——太赫兹波,它是一种看不见的光波。”中国科学院重庆绿色智能技术研究院超分辨光学研究中心主任王化斌向记者介绍道。

## 不甘于平凡沉迷科学研究

2000年6月,王化斌从享有粮食界“黄埔军校”美誉的河南工业大学毕业,作为优秀毕业生的他进入到新加坡一中国合资的食品龙头企业“青岛星华粮油食品股份有限公司”,负责食品品质检测与控制方面的技术工作。入职一段时间之后,这个看似稳定而舒适的工作却让王化斌觉得有些乏味。对世界充满好奇心的他,每天面对重复而机械的工作,心生焦虑。他坦言:“不喜欢把时间花在一些按部就班的事情上。”

希望改变一成不变的生活状态、渴望进步的王化斌,在经过深思熟虑之后,决定辞掉工作,考研究生继续深造。经过3个月的准备,王化斌参加了2001年初的研究生入学考试,并以优异的成绩考取母校攻读硕士学位。2004年6月完成硕士学业后,他接着考取了中国科学院上海应用物理研究所攻读博士学位,从此踏上了生物物理交叉的研究之路。

出于对科研的喜爱和执着,在导师的指导下,王化斌基于原子力显微镜开展DNA单分子的机械力学和流体力学性质方面研究。这段时间,他对DNA有了深入了解。据王化斌介绍,在实验中,通常会设计很多具有不同性质的基底来制备DNA单分子样品。在一次用石墨烯作为基底的实验中,王化斌发现DNA在石墨烯表面会形成一种有序结构,这种结构与石墨烯原子晶格排布一致。这一发现,让他和导师很是惊喜。为了验证实验的准确性和解释实验现象,王化斌每天不是泡在实验室,就是在查阅文献或进行理论计算,最终得出:在流场的作用下,DNA分子可以通过与石墨烯的疏水相互作用形成有序结构。他将研究工作整理成文,陆续在美国物理学会旗下的Journal of Vacuum Science and Technology B(2008)和美国化学会旗下的Langmuir(2010)发表。他的研究工作不仅澄清了当时国际上“石墨烯表面是否存在DNA分子有序结构”的争议问题,而且也利用DNA分子研究固液界面分子扩散提供了新方法。基于读博期间的工作,王化斌先后发表SCI论文16篇,由于表现优异,2008年3月毕业后,他



## 人物介绍

王化斌,博士,研究员/教授,博士生导师,中国科学院重庆绿色智能技术研究院超分辨光学研究中心主任、重庆市高分辨三维动态成像检测工程技术研究中心主任、重庆市青年科技领军人才协会会员。中国科学院重庆绿色智能技术研究院学术委员会委员,中国生物物理学会太赫兹生物物理分会副秘书长,中国光学工程学会太赫兹科学与技术专委会委员,国家科技部及基金委项目评审专家以及JACS、Small、ACS Photonics、Nano Research等国际著名期刊审稿人。

2015年入选中国科学院“西部青年学者(重点)”人才计划;曾获第8届国际太赫兹波与超快激光研讨会(2016年)“最佳会议论文奖”,重庆市“高层次人才”(2016年)、重庆市留学人员创新创业优秀人才(2017年)、首批“重庆英才·名家名师”(2019年)和全国“太赫兹生物物理优秀工作者”(2021年)等荣誉称号。近五年主持国家科技部重点研发专项课题(2项)、中国科学院“核心关键技术攻关”项目、国家自然科学基金(2项)等10余项竞争性科研项目。长期从事光谱及成像研究,尤其是太赫兹设备研制和应用方面的工作,已在PNAS、Small、ACS Applied Materials & Interfaces、Advanced Optical Materials等期刊发表论文80余篇。

即受邀到墨尔本大学化学系开展研究工作。

## 以基础研究为基石 挑战国际难题

2014年2月,王化斌被引进到中国科学院重庆绿色智能技术研究院,专门从事太赫兹生物物理方面的前沿研究。满怀抱负的他希望做一些具有国际挑战性的研究,他觉得中国科学院就

和医学领域的重要研究方向。由于生物分子存在个异性,对大量生物分子检测获取平均统计信息的传统方法难以精确揭示生物分子自身特性或生物分子之间的相互作用,因此单分子探测技术应运而生。不幸的是,利用现有的单分子探测技术很难揭示生物分子在皮秒至纳秒尺度上的信息,而这些信息对认识生物分子及其相互作用又是非常至关重要的。从理论上讲,发展单分子太赫兹检测技术有望在无标记、不影响

子级平整、超强太赫兹反射能力、可物理性吸附生物大分子、容易制备。探针则需要有良好的太赫兹增强效应和恰当的曲率半径。在没有相关资料可作参考,整个实验面临止步不前的情况下,王化斌陷入了思索。有一天,他突然从博士期间在原子力显微镜方面的工作得到了启发,他想:是否可以用一些特别的基底,结合性能优良的探针来实现对单个生物大分子的太赫兹探测?通过大量实验、理论计算以及对方案的不断优化,在王化斌及其团队的努力下,最终采用石墨烯做基底,结合优化的铂纳米探针,在国际上率先实现了单个生物大分子的太赫兹成像检测,相关工作以封面文章刊登在领域著名期刊《Small》。经过这件事,王化斌总结道:“科学研究并非一蹴而就,知识是可以融会贯通的,处处留心皆学问;经验和知识经过深入思考和合理移植,可以带来巨大的创新。”据王化斌介绍,除了单个生物大分子之外,他和团队还开发出了另一项超分辨太赫兹成像技术,并在国际上率先实现了单细胞的太赫兹成像检测。王化斌在相关领域的工作得到同行的广泛认可,他本人曾被评为中国太赫兹生物物理“优秀工作者”,并被遴选为中国生物物理学会太赫兹生物物理分会副秘书长;他指导的学生有1人获得该领域国际优秀论奖、2人获得本领域国内优秀论奖。

太赫兹应用前景范围非常广泛。在工业方面,利用太赫兹技术可以在半导体不受污染和损伤的情况下准确检测其内部缺陷;在日常生活中,太赫兹安检既安全又高效;此外,太赫兹技术在通信、天文、反恐等领域均具有良好的应用前景。王化斌说:“由于人体可以发射太赫兹波,因而科学界也称它为‘生命之光’。对太赫兹的研究,可加深和拓展人们对物理学、化学、天文学、信息科学和生命科学中一些基本科学问题的认识。在未来,我们团队将致力于进一步提升和优化设备的性能和稳定性,用我们的设备和技术解决太赫兹领域的一些重要科学问题。”

身为重庆市青年科技领军人才协会会员的他表示,协会的成立给大家提供了非常方便的交流机会。希望协会在2022年举办更多的学术活动,使各科技工作者能有更多的交流机会,以便大家共同努力推动科研成果产出和转化,为重庆的科技发展做出应有的贡献。



▼王化斌(左七)和团队成员一起。

受访者供图

是要做一些最重要而又最难做的课题。回到国内当天,他就开始着手准备相关研究。

太赫兹波是电磁波谱中介于红外线和微波之间的一个“真空地带”,频率为0.1-10THz(1THz=1×10<sup>12</sup>Hz),是目前电磁波谱中唯一没有真正被人类充分认识和应用的波段,被称为“改变未来世界的十大技术”之一。“从科学认知的角度来讲,对太赫兹的研究是非常有必要的。”王化斌说,“研究发现,这个波段的性质是其他波段不具备的。例如,在检测物质时,不管是半导体还是生物样品,利用太赫兹波都可提供其他波段无法提供的信息,而这些信息往往十分重要。”

近年来,生物分子检测是生命科学

生物分子活性的情况下直接获得生物分子在皮秒至纳秒尺度上的信息。一时间,单个生物大分子的太赫兹超分辨探测成为了国际上一个极具挑战性热点问题。王化斌以“四个面向”为科技创新的方向,把目光聚焦到单个生物分子的超分辨太赫兹检测,带领团队开始了数年如一日之攻坚之旅。

## 突破技术瓶颈引领世界前沿

由于单个生物大分子的太赫兹信号极弱,并且非常小(几个纳米),因而实现对其进行太赫兹探测的首要条件是找到合适的分子承载基底和成像探针。理想的基底需要满足四个条件:原