研究生教育教学成果总结报告

成果名称	“产教学研用”协同，构建高层次太赫兹人才“3F”培养模式
成果完成人	张亮亮、张存林、沈京玲、杨哲、何敬锁、周庆莉、张振伟、苏波、陶宁、赵源萌、左剑
成果完成单位	首都师范大学

一、总体思路

高层次太赫兹人才是国家太赫兹科技发展的基石，研究生培养是其中的核心环节。首都师范大学太赫兹团队，在一线教学和科研指导中，深刻认识到培养人才具备专业实践能力和创新精神的重要性。但是，太赫兹科技作为国家前沿领域，没有成熟的培养模式，团队在研究生教学中面临如下问题：

(1) 研究生培养和教学战略前瞻性不足，难以及时掌握全球学科发展的最新动态，培养方案未能满足发展科技前沿和提高国际化视野的需求。

(2) 科教、产教脱节，科研思维训练在教学中的融入不充分，教学成果与产业界需求不匹配，前沿学科交叉培养的广度和深度不够，研究生难以获得科技发展所需的关键能力。

(3) 太赫兹领域的专业教材和参考书相对匮乏。

团队高度重视对研究生教育模式的创新。在中科院物理所杨国桢院士和太赫兹领域国际领军人物张希成教授的引领下，逐渐摸索出了“Frontier”前沿学科建设、“Full Chain”全链条综合发展、“Full Range”全方位协同培养的“3F”综合育人模式，既提升了学校研究生教育的质量和规模，又有效应对了当前国家对太赫兹人才教育面临的挑战和重大需求（图1）。



图 1 高层次太赫兹人才“3F”培养模式框架

“3F”综合育人模式的核心内容为国内、国外双大师把握行业科研和产业的发展趋势，团队导师注重发挥研究生在创新过程中的主体作用，一方面激励学生勇于探索太赫兹领域的国际前沿科研问题，另一方面指引学生解决太赫兹产业中的重大实践难题。同时，该模式在专业设置的顶层规划、国际化平台搭建、科研教育融合、产业教学协同、优质教材和专业书籍编写、交叉学科合作等多个维度、多个层面为研究生创新活动提供坚实保障。

创新模式取得了显著成效，本成果平均每年培养研究生 30 人，以第一作者在顶级期刊发表学术论文 200 余篇，以主要发明人年均申请国家发明专利 20 余项；作为创新主力军，在国家重大仪器专项、国家自然科学基金等 30 余个国家级科研项目中承担任务，展现出了卓越的科研能力和实践技能。研究生作为重要贡献者的科研成果获省部级/一级学会奖一等奖 2 项、三等奖 3 项，并在“青创北京”、“挑战杯”大学生创业计划竞赛、全国光电设计大赛等竞赛中屡创佳绩，

获奖 40 余项，代表性成果被中央电视台报道。1 位学生博士论文获得全国百篇优秀博士论文，10 余名学生获得北京市优博、中国仪器仪表学会优博、中国光学学会优博提名奖等，多人获得国家奖学金、王大珩光学奖、国内外学术会议优秀报告等奖项。部分学生获得海外名校奖学金、国家博新计划等继续深造。

由于具备坚实的实践技能，培养的研究生就业呈现供不应求的态势。毕业生作为技术负责人参与国家级重大领域工程研发，成为高校、中科院、航天科工等科研院所和企事业单位的中坚力量。一部分毕业生已成长为科研团队负责人，获批“青年托举计划”“国家杰青”等人才项目，一部分毕业生创办了高新技术企业，助力团队科技成果转化。

二、方法和创新

1、Frontier：国际化大师顶层设计，深入洞察和前瞻性布局

本成果依托首师大物理系太赫兹光电子学教育部重点实验室，是太赫兹领域国内第一个获批建设、开放的教育部重点实验室，是国家太赫兹研究的重要基地之一。实验室高度重视研究生的培养，为国家输出了大量高层次太赫兹人才（图 2）。

聘请杨国桢院士担任研究生培养指导委员会主任，由清华大学、北京理工大学等国内顶尖科研院所的十余名教授组成学术委员会，在国家级专家们的引领下，构建了太赫兹专业建设的顶层设计方案和综合育人平台。



图 2 太赫兹光电子学教育部重点实验室发展历程及北京市领导视察情况

聘请太赫兹领域最顶级专家，国际顶尖光学杂志主编张希成教授为国际指导委员会主任，通过师生互访、前沿讲座、项目合作等方式，打开了学生的国际化视野。鼓励研究生参加国际会议并宣讲科研成果，与国际光学工程协会（SPIE）、美国光学学会（OSA）联合成立 SPIE 和 OSA 学生学术社团，作为主办单位组织国际会议，扩大学术影响力。此外，还与法国波尔多大学、澳大利亚卧龙岗大学、俄罗斯圣光机大学等知名国际科研机构合作，邀请国外导师共同指导研究生开展科研工作（图 3）。



图 3 杨国桢院士任主任的太赫兹光电子学教育部重点实验室学术委员会，张希成教授任组长的国际专家委员会

2、Full-Chain: 强化科教、产教融合，“产教学研用”全链条培养

太赫兹团队是国内最早进行太赫兹研究的团队之一，承担国自然首个太赫兹重大项目、973 计划首个太赫兹课题等。2012 年，在十几位院士专家支持下，作为第一技术支撑单位承担了科技部重大仪器设备开发专项（总经费 1.4 亿），接力获批国家自然科学基金、国防科技创新等重点项目。在项目执行过程中，为研究生提供了很好的实践锻炼平台。作为研究生导师，团队成员非常注重自身科研水平的提高，先后荣获“北京市优秀教师”、“青年北京学者”、“北京市杰青”和“北京市科技新星”等荣誉称号，研究成果荣获“中国仪器仪表学会科学技术进步奖一等奖”及“教育部自然科学一等奖”等奖励。不仅彰显了导师团队较高的指导水平，也体现了团队与研究生共同成长、共促发展的积极态势。实验室每年筹措经费约 50 万元，保障研究生参加学术交流活动，了解前沿动态。

同时，太赫兹团队与多家企业建立紧密合作关系，建立校企合作基地，通过实施企业导师与学术导师相结合的双导师制度，构建校企合作人才培养共同体，实现产学研的深度融合。研究生深度参与需求和应用驱动的研发类项目，涉及故宫文物病害诊断、航空航天某重点型号无损检测等国家重大需求领域，在方案设计、技术探索、研发实践等仪器开发全过程承担攻艰任务。强化了学生理论与实践结合的能力，满足国家对太赫兹领域实践型人才的迫切需求，毕业生备受科研院所、企业等用人单位青睐。

3、Full Range: 多学科交叉、全方位协同育人

以太赫兹学科为特色的物理学一级博士点和专业硕士点为太赫兹高层次人才培养奠定制度基础。学科设置了非线性光学、通信原理、信号处理、电子技术等多门交叉课程，保障基础理论育人。与首师大交叉科学研究院联合承担国家级科研项目，太赫兹技术和应用数学相结合解决国家重大需求；协办全国太赫兹生物物理年会，辐射引领全国 40 余所高校教师参会。研究生充分参与并承担重要任务，保障了协同育人效果。

团队为研究生量身打造教材 10 本，包括 3 本英文教材，全面覆盖太赫兹专业的基础知识和最新研究成果。张存林教授主编“太赫兹科学与技术系列丛书”，由国防工业出版社出版，联合来自清华大学、中国科学院等机构的 50 多位顶级专家学者，沉淀多年积累成果及前沿知识，并为未来发展指明方向。部分教材被教育部重点高校选为太赫兹教学参考书目，全国太赫兹从业者获得高质量专业书籍（图 4）。



图 4 太赫兹团队编著的代表性教材和专著

团队与首师大交叉科学研究院联合承担国家级科研项目，将太赫兹技术和应用数学相结合解决国家重大需求；协办全国太赫兹生物物理年会，辐射引领全国 40 余所高校教师参会。研究生充分参与并承担重要任务，保障了协同育人效果。

三、推广应用效果

1、研究生创新潜能充分激发，科研佳绩不断涌现

近五年，太赫兹学科每年培养研究生 30 余人，年发表 SCI 论文 70 余篇，多位研究生以第一单位、第一作者身份在《Physics Review Letters》《Light: Science & Applications》等国际顶级期刊上发表重要成果，反映了学术实力和国际影响力，展示了研究生培养的学术前沿性（图 5）。

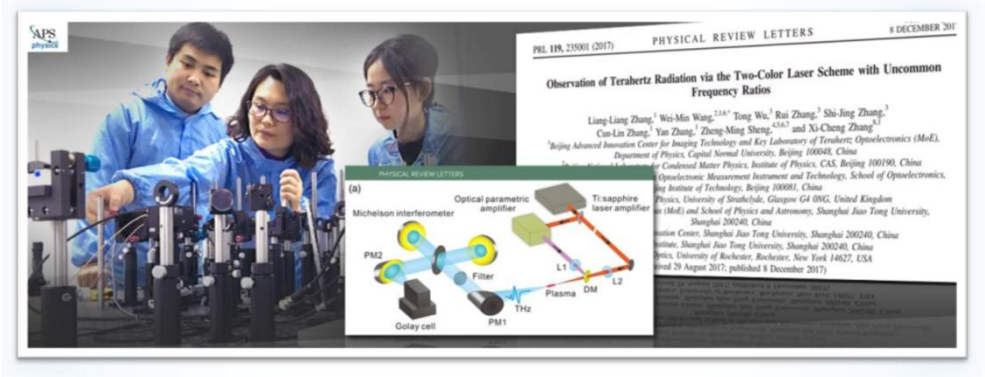


图 5 研究生吴同、赵航等在导师团队成员张亮亮教授的指导下取得重大科研进展，成果发表在物理学顶级期刊《Physics Review Letters》上

研究生深度参与“国家重大科学仪器设备开发专项”，研发出高性能光谱仪，直接销售额超 1 亿元，在此过程中，团队培养的研究生邓朝作为高级工程师发挥了关键作用。研究生在学术和企业导师带领下进行校企合作，瞄准国家卡脖子问题，注重产业和社会发展需求。例如，自主解决了长征五号液体火箭发动机检测难题，编制的检测标准写入长五制造工艺文件，获用户高度评价：“填补了生产工序检测技术空白，提高航天发射器可靠性，提升了国家战略安全能力”（图 6）。



图 6 首都师范大学作为第一完成单位，承担国家重大科学仪器设备开发项目，研究生实践和创新能力获得极大锻炼

研究生在项目参与过程中，显著提升了学术研究与实践应用能力，研究生作为主要发明人年均申请国家发明专利 20 余项，部分专利成果成功实现产业化转化，有效助力企业技术升级，充分体现了产学研协同创新育人的实践价值（图 7）。



图 7 导师指导研究生获得国家发明专利，完成科技成果转化，助力企业发展

在科研探索与产学研协同育人的实践过程中，研究生与导师团队通过深度合作实现双向成长，累计获得省部级以上科研奖励 10 项。研究生谭永、赵航等与团队导师张亮亮教授、团队负责人张存林教授共同获得 2022 中国光学十大进展提名奖（图 8）。



图 8 研究生深度参与的科研项目获奖，研究生谭永、赵航等与团队导师张亮亮教授、团队负责人张存林教授共同获得 2022 中国光学十大进展提名奖

2、以赛促创，国赛获奖，育人成果获央视聚焦

团队始终将研究生的创新能力和实践能力培养置于核心地位，积极鼓励并悉心指导学生参与各类高水平科技创新竞赛，以赛促学，以赛促创。在“挑战杯”、全国光电设计竞赛等重要比赛中，团队指导的研究生凭借扎实的理论功底和卓越的动手能力，斩获国家级和省部级一等奖、二等奖等核心奖项 40 多项(图 9)。



图 9 团队指导研究生多次获得全国重要竞赛一等奖、二等奖

这些成绩斐然的创新成果不仅在竞赛中脱颖而出，更吸引了国家级媒体的关注，**中央电视台（CCTV）曾对团队的育人成果与学生的竞赛表现进行过专题报道**，充分肯定了团队在培养拔尖创新人才方面取得的卓越成效与社会影响力（图 10）。



图 10 团队指导研究生参赛成果获央视报道

3、培养的研究生就业有位，事业有为，创业有成

实验室培养出直接满足国家急需的高端人才。例如实验室承担文物保护项目，合作单位故宫博物院在项目执行起始就要求参与项目的博士研究生毕业后去工作，真正实现根据用人单位的需求培养研究生。团队培养的众多优秀毕业生也已在国内多家知名企业、高校中成长为团队负责人（图 11）。

就业发展

实验室培养的优秀毕业生，在国外知名大学和企业任职，担任博导、企业技术骨干

姓名	工作单位	职称 职务	成果荣誉
陈允忠	丹麦技术大学	副教授	科研成果突出，受到丹麦皇室接见
骆智训	中科院化学所	研究员	国家自然科学基金委优秀青年科学基金资助
文锐	中科院化学所	研究员	国家自然科学基金委优秀青年科学基金资助
牛志强	南开大学	教授	国家自然科学基金委杰出青年科学基金资助
张亮亮	首都师范大学	研究员	北京市杰出青年
孙金海	航天科工集团二院太赫兹技术中心	高级工程师	
张艳东	雄安华讯方舟科技有限公司	副总经理 技术总监	
熊玮	深圳光启尖端有限责任公司	总体部总监 某专业总师	
邓朝	大恒新纪元科技股份有限公司	高级工程师	
王冬	汇睿光电技术有限公司	CEO	自主创业 国内太赫兹光学器件引领企业

图 11 团队培养的多位研究生成长为优秀团队负责人

赵航作为团队培养的优秀研究生代表，于 2024 年 7 月加入北京工业大学物理与光电工程学院，任副研究员、博士生导师，持续开展太赫兹技术领域的研究工作。其学术成就获得高度认可，先后入选北京工业大学高端人才队伍建设优秀人才计划和中国科协青年人才托举工程（图 12）。



图 12 优秀研究生代表成长为青年科技人才

此外，团队培养的研究生封建欣创立了北京远大恒通科技发展有限公司（图 13）。通过持续发展，该公司已获评“北京市高新技术

企业”和“中关村高新技术企业”，成为中国安全技术防范行业协会会员，并取得协会颁发的"安防工程企业资质证书"。目前，远大恒通不仅是首都师范大学的研究生培养实训基地，更于 2023 年被北京市经济技术开发区授予"人才联合培养基地"称号。这些成就充分体现了所培养研究生对北京地区太赫兹产业的推动作用，同时也实现了该教育模式对母校和团队的反哺，进一步促进了太赫兹专业研究生的培养。



图 13 优秀研究生代表创立科技公司，并且积极推进校企平台建设，“产教学研用”指导思想实践落地

总之，“产教学研用”全链条培养体系成果显著，有效促进了北京地区新质生产力的提升，且在多次实践中实现成功复制。

四、结语

首都师范大学物理系太赫兹团队历经二十余年的深耕细作，成功构建了独具特色的“3F”综合育人模式。这一模式强调大师对太赫兹科技领域的深刻洞察与前瞻布局，提前谋划、积极推进，形成了具有竞争优势的特色专业。紧密围绕国家和产业发展对太赫兹人才的需求，实施“产教学研用”一体化的全链条发展战略，从科研育人、实践育人、课程建设、交叉学科建设等多维度全方位打造创新育人平台。首

师大太赫兹学科始终致力于将专业特色优势转化为国家急需的人才优势，该育人模式培养的研究生在太赫兹基础科学研究、应用研究和仪器开发等多个关键领域取得了显著成绩，并获得了用人单位的高度评价，为我国在太赫兹领域的人才队伍建设做出了积极的贡献。

展望未来，物理系太赫兹团队将带着更加饱满的热情和更加扎实的工作态度，继续在科研与育人的道路上砥砺前行，为推动我国太赫兹事业的蓬勃发展贡献更多的智慧和力量。