

赵伊君院士学术成就与贡献

高能激光技术团队^{1,2}¹国防科技大学前沿交叉学科学院,湖南长沙 410073;²国防科技大学南湖之光实验室,湖南长沙 410073

摘要 赵伊君院士长期从事物理力学、原子分子物理、高能激光技术与工程等领域研究,是我国高能激光技术与工程领域的开创者和奠基人之一,重启了我国高能激光工程研究计划,为我国高能激光技术跻身世界先进行列做出了重大贡献。本文重点介绍赵伊君院士自 20 世纪 60 年代以来的学术成就与贡献,以表达对赵伊君院士崇高的敬意和深深的怀念。

关键词 赵伊君; 高能激光; 物理力学; 原子分子物理

中图分类号 TN241; O369; O561; O562 **文献标志码** A

DOI: 10.3788/AOS231467

赵伊君院士 1930 年 11 月 26 日出生于北京市,1953 年 6 月毕业于北京大学物理系,曾在哈尔滨军事工程学院、长沙工学院、中国国防科技信息中心和国防科技大学等单位从事教学与科研工作,1997 年 10 月当选为中国工程院院士^[1]。

赵伊君院士一生胸怀献身国防、科技报国的理想,致力于国防科技基础研究、关键技术攻关和人才培养工作,在物理力学、原子分子物理、高能激光技术与工程等领域取得了杰出成就,尤其在高能激光技术与工程领域的成就最为卓越,是我国著名的激光技术专家、高能激光工程领域战略科学家,是我国高能激光技术与工程领域的开创者和奠基人之一。赵伊君院士一生成果丰硕,获国家科技进步一等奖 1 项、二等奖 2 项、三等奖 1 项,获部委级科技进步一等奖 3 项,出版学术专著 4 部,1996 年获光华科技基金一等奖,1999 年获全军第二届专业技术重大贡献奖,2010 年获何梁何利基金科学与技术进步奖。

1 研制中国核爆炸试验光辐射测量设备,解决利用光辐射估算核爆炸当量的难题

1961 年,哈尔滨军事工程学院成立原子工程系,为中国核武器事业培养亟需的科技人才,赵伊君作为年轻的教学骨干被选调到原子工程系核爆炸光辐射测试分析专业,任教学组组长,负责核爆炸火球产生的光辐射测试分析的教学与科研工作。1963 年,根据国防科委的指示,哈尔滨军事工程学院参与了原子弹试验的测试分析任务,赵伊君任光辐射光学测试组组长。赵伊君带领测试组从研究核爆炸光辐射理论入手,探讨了核火球中高温、高压气体的发光过程,基于强爆炸时空气中氧、氮分子反应动力学,定量描述了最小照度现象,补充了核爆炸的点爆炸理论,解决了利用光辐射

的当量估算难题,研制出“核爆炸光辐射最小照度到来时间测试仪”“磁带记录式核爆炸光冲量自记仪及标定设备”“核火球透明层高速摄影记录方法”等三种光辐射测试设备,于 1964 年和 1965 年参加了我国第一、第二次核试验,成功测量和记录了试验数据,为中国核爆炸测量做出了重要贡献。1978 年,参与核爆炸测量的三种光辐射测试设备均获湖南省科学大会奖。

2 发扬物理力学科学思想,从材料的原子分子物理出发研究激光与物质的相互作用,丰富了激光破坏机理理论

物理力学是钱学森先生在 20 世纪 50 年代初基于国内重大工程需求提出的新兴学科,其核心思想是从物质的微观结构和运动规律出发,研究和揭示物质的宏观性质和运动规律^[2]。为计算核爆炸火球中的高温、高压、发光过程,赵伊君在钱学森、周培源、程开甲等老一辈物理、力学专家的指导下,跨进了原子分子物理和物理力学研究领域。我国空爆核试验结束转为地下核试验后,赵伊君利用核爆炸光辐射测试分析的经验,开始探索激光与物质相互作用这一崭新的研究课题。

与核爆炸光辐射研究一样,激光效应研究也需要材料或介质在高温、高压下的物性参数。20 世纪 70 年代起,赵伊君创造性地将物理力学思想拓展到高能激光领域的破坏机理研究,并综合原子分子物理、统计力学、连续介质力学理论,在国内首次提出从原子分子微观结构出发,获取材料状态方程、热力学函数、辐射吸收系数等宏观特性数据的一系列物理力学方法,为支撑高能激光与物质相互作用形成体系化研究奠定了理论基础。他和同事们一起编制出辐射流体力学计算程序和原子 X_α 波函数计算程序,先后出版了《角动量与原子能量》《原子的 X_α 波函数》《原子结构的计算》3 部

专著^[3-5],用于分析激光辐照时的材料特性,这些著作还成为从事原子分子物理研究的科技人员和研究生的常用参考书。赵伊君在国内首次发现激光脉冲引起固体中热激波产生高压层裂、连续高能激光引起金属材料软化、激光烧蚀玻璃钢产生碳化等多种破坏方式,建立了理论模型,并进行了模拟计算和实验验证,揭示了相应破坏机理^[6-11]。相关成果推动了激光破坏机理研究从宏观向微观层次深入,丰富了激光破坏机理理论,为高能激光系统的性能指标设计,以及激光对靶材毁伤评估等提供了理论分析方法。

赵伊君院士一直关注物理力学的发展,于2015年系统梳理在求解气体动力学 Navier-Stokes 方程组时所需的状态方程、输运系数和不透明度的计算方法,整理完成学术专著《气体物理力学》^[12]。

3 以软破坏思想重启我国高能激光工程研究计划,开创了我国高能激光研究的新局面

1964年,根据毛泽东主席加强战略防御工作的指示,我国启动了相关研究项目,促进了高能激光技术快速发展^[13],但由于技术难度较大,未能实现预定目标,项目于1976年终止。改革开放之初,基于国防科技发展新趋势和国家安全需求,国家层面再次作出加强高能激光研究的重要指示,但由于没有可参考的成功经验和成熟概念,国内外对高能激光的应用前景尚存争议,直到1983年我国仍未再设置有关计划支持该方面的技术研究。

通过长期的激光破坏机理基础研究,赵伊君认识到激光毁伤金属靶材需要极高的能量密度,研制相应的高能激光系统难度极大、风险高。1984年,赵伊君在国内率先提出“软破坏”概念,即激光对光电系统的致盲作用,并预见这种“软破坏”将成为高能激光军事应用的重要方式之一,认为“软破坏”应该是我国高能激光系统研究初期的主要发展方向。他带领课题组开展激光对光电探测器实施毁伤的分析评估,科学论证了高能激光军事应用的可行性,提出“从软入手、先软后硬、由易到难、从低到高”这一比较符合科学规律和中国国情的高能激光技术发展思路。在赵伊君等的积极建议下,1985年国防科工委立项高能激光技术研究,由赵伊君任技术总负责人,开展以软破坏为主的技术和试验研究,由此重启了我国高能激光工程研究工作。后续实践证明,赵伊君带领团队走出的发展之路是一条少花钱、多办事、出成果、有成效的创新之路。

高能激光工程涉及多个学科领域,需要攻克众多关键技术,没有一个单位或部门能够独立完成。赵伊君向主管部门提出在全国范围内挑选有实力、有志向从事高能激光事业的专家和工程技术人员组成国家队,开展联合攻关的建议。在主管部门的支持下,赵伊君奔赴祖国各地,开展广泛的调研考察,牵头组建了一

支包括全国众多部门、众多研究所,由数百名科技人员组成的科研队伍。赵伊君带领团队进行了众多探索性研究,取得了多个国内第一的辉煌成绩,奠定了我国高能激光技术发展史上的多个里程碑。20世纪90年代末,赵伊君敏锐把握国家重大安全需求,推动了我国高能激光发展战略的历史性转折,促使我国走出了一条有别于国外的自主发展道路,开创了我国高能激光工程研究的新局面。

4 率先开展高能激光总体技术研究,推动高能气体激光快速发展,带动我国高能激光技术全面进步

高能激光系统是一个复杂系统,厘清综合性能和各技术单元之间的关系,优化技术体系和工程设计方案至关重要。为研制能用、好用的高能激光系统,赵伊君在国内率先开展高能激光总体技术研究,通过谋划发展战略、深化论证技术路线、进行系统模拟仿真、制定系统性能测试方案、开展综合验证试验等方法对系统技术体系和工程方案进行综合设计,权衡高能激光系统各单元遇到的科学技术问题,优化设计系统参数,提升高能激光系统的综合性能。

赵伊君深耕于高能激光总体技术研究,基于物理思维和哲学高度思考高能激光发展问题,关于我国高能激光的发展思路、方向、重点与路径,他提出了一整套新的思想,开拓了我国高能激光发展的道路。赵伊君理论功底深厚,在团队中他对高能激光系统和技术的理解最为深刻,很多先进的技术方案和解决问题的方法都是由他率先提出的。

选择什么样的技术路线是高能激光工程研究首先要思考的问题。20世纪70年代中后期,国内高能激光研究进入低潮,相关的单位把研发重点转向重复脉冲气体激光研究。赵伊君立足长期的基础研究,根据积累的冲击波层裂和烧蚀穿孔等破坏机理知识,认为应优先发展连续波气体激光,并最早在国内开辟了高能连续波气体激光技术方向。他和团队成员一起规划了高能气体激光技术在中国的发展路线图,提出了激光器设计新思路,带领团队在国内率先研制出高能激光工程样机,带动了我国高能激光技术的全面发展,大幅缩短了我国在这一领域与先进国家的差距。

5 积极推进团队建设,培养了一批优秀人才

赵伊君不仅牵头组建了一支我国高能激光工程科研攻关的国家队,还创建了国防科技大学高能激光技术研究团队。1987年,根据赵伊君的建议,国防科工委在国防科技大学成立光子对抗研究中心,以培养高能激光总体技术和破坏机理研究的高层次专业人才,该中心也成为高能激光技术研究团队稳步成长的依托平台。1993年,光子对抗研究中心开始招收军用光学

专业光子对抗方向的博士研究生,实现了本硕博人才培养的全覆盖,也为高水平科技创新团队建设提供了人才源泉。2012年,光子对抗中心经过多年发展壮大,成长为国防科技大学高能激光技术研究所,重点开展激光与物质相互作用、高能激光光源、光束控制等研究,成为国防科技大学光学工程学科建设的重要支撑力量。赵伊君创建的高能激光技术研究团队不断成长壮大,先后入选教育部创新团队、科技部创新人才推进计划重点领域创新团队等多个国家级创新团队,获军队创新群体奖,成为我国高能激光技术创新发展的主力军。

作为一位学为人师、行为世范的教育家,赵伊君院士十分注重培养学生夯实四个方面的知识根基:一是深厚扎实的理论基础。他经常结合自己多次转换专业方向的经历,谆谆教导学生“基本理论是在瞬息万变的军事技术研究领域站稳脚跟、有所创造的立身之本”。二是关注前沿的学术习惯。他带研究生,一个学生一套教法,但有一个环节是相同的,那就是要求学生必须学会查阅国外文献资料、跟踪学术最新动态。三是挑战权威的勇气和底气。他经常说“在我这里,即使是最愚蠢的问题,都是受欢迎的”,特别喜欢敢于发表不同意见、敢于与他“叫板”的学生。有时候,为了培养学生的质疑精神,他故意出错,考验学生敢不敢质疑他。四是真刀真枪的科研实践。他鼓励学生参与重大科研课题,从研究生学位论文选题开始,就明确必须结合科研任务进行研究。

在近 70 年的教学生涯中,赵伊君治学严谨、作风正派,以深厚的理论功底、渊博的学识、敏锐的学术洞察力和创新精神培养了一批批科技人才。他指导的研究生中,已有 1 人当选中国工程院院士,多人担任国防科研重大项目的总设计师、副总设计师。

6 结 语

赵伊君院士是一位有大情怀的科学家,自觉把个人理想融入国家发展和国防科技建设,为了国家利益,他在学术生涯中十多次转换专业和研究方向,在开创高能激光事业时,他已年过半百,在物理力学、原子分子物理研究领域已经颇有建树,面对新的研究方向,他勇于挑战、敢为人先,不仅推动了我国高能激光工程研究的重启,还带领团队取得多项突破性成果,奠定了我

国高能激光工程领域发展的多个里程碑,开创了一条我国高能激光工程自主发展的新道路,培养了一批高能激光领域的科技人才,为我国高能激光技术跻身世界先进行列做出了重大贡献。

赵伊君院士是国防科技大学光学工程学科的主要开创人之一。在 20 世纪 60 年代,他带领团队开展核爆炸试验光辐射测量研究,促使了哈尔滨军事工程学院光学研究从几何光学、波动光学向现代光学的转变。自 20 世纪 70 年代起,赵伊君组织科研团队开展激光技术研究和教学工作,在激光与物质相互作用、激光破坏机理、气体激光、系统技术等方面做出了开创性贡献。赵伊君带领高能激光技术团队度过了最初的艰难岁月,逐渐成长为国家级创新团队和国防科技大学光学工程学科的重要支撑力量,为学校光学工程学科发展做出了重要贡献。

赵伊君院士为国防科技事业不懈奋斗的人生历程,献身国防、敢为人先的科学精神,在物理力学、原子分子物理、高能激光技术与工程等研究领域取得的学术成就,值得我们永远铭记和敬仰,我们将继续弘扬他的科学事业,传承他的科学精神。

参 考 文 献

- [1] 赵可,熊杏林,李希娟.赵伊君传[M].长沙:国防科技大学出版社,2018.
- [2] 周益春.物理力学前沿:卷II[M].北京:科学出版社,2018.
- [3] 赵伊君,张志杰.角动量与原子能量[M].北京:科学出版社,1982.
- [4] 张志杰,赵伊君.原子的 X_{α} 波函数[M].北京:原子能出版社,1983.
- [5] 赵伊君,张志杰.原子结构的计算[M].北京:科学出版社,1987.
- [6] 赵伊君,张志杰.高能激光辐照固体材料时热激波效应的计算[J].工学学报,1979,1(3):71-85.
- [7] 赵伊君.强激光脉冲辐照金属材料时产生高压效应效应的估算[J].工学学报,1979,1(3):27-51.
- [8] 赵伊君.强激光脉冲引起的层裂破坏[J].工学学报,1979,1(3):87-92.
- [9] 赵伊君.破坏效应研究中的原子分子物理问题[J].国防科技大学学报,1984,6(4):55-63.
- [10] 赵伊君.激光与金属相互作用时涉及的原子分子物理问题[J].物理学进展,1989,9(4):429-450.
- [11] 赵伊君.激光与材料相互作用研究中的气体物理学[J].力学进展,1991,21(1):6-22.
- [12] 赵伊君,姜宗福,华卫红,等.气体物理力学[M].北京:科学出版社,2015.
- [13] 干福熹.回顾中国激光的诞生和早期发展[J].中国激光,2010,37(9):2183-2187.