

神光高功率激光实验装置

综述及基本情况

设施概述

“神光 II”设施由“神光 II”八路装置、多功能激光系统和驱动器升级装置组成，可以实现纳秒万焦耳、皮秒千焦耳等多种脉冲输出。设施作为激光驱动器发展和核物理研究的核心支撑平台，满足了指令性用户在设施上开展惯性约束聚变（ICF）、高能量密度物理和新型材料机理等学科方面的研究需求，取得了若干具有标志性的重要实验结果，在出色完成各类研究课题任务的同时，也为国家培养了相关物理研究队伍。此外，该设施也是国内



神光高功率激光实验装置

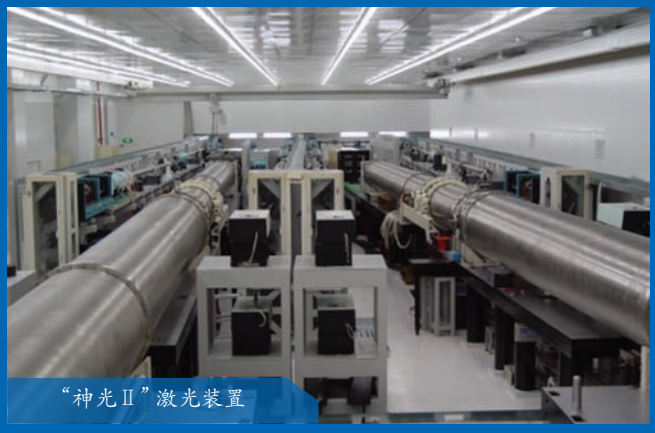
唯一对外开放的高功率激光开放共享实验平台。利用该设施输出的多样性加强开放，在高能量密度物理、天体物理、生物医学治疗及材料研究等前沿基础领域中吸引了国内外相关研究机构前来该设施开展高水平的物理工作，极大地提升了用户的科研能力，有力地支持了中欧、中美等国际合作项目的发展。依托该设施的研制与稳定运行，中科院上海光机所高功率激光物理联合实验室先后发展了集成前端、再生放大、时空整形技术、焦斑控制、大口径磁光隔离及放大技术、三倍频及综合测试技术、啁啾脉冲放大技术，带动了国内大口径钕玻璃及晶体生长和加工等技术发展，为国内高功率激光驱动器支撑体系的建设作出重要的贡献。

总体科学目标与研究方向

“神光 II”设施作为国内激光聚变研究发展的重要支撑平台，面向国家对聚变物理、国防应用和聚变能源等重大战略需求，发展激光驱动器应用基础、关键技术、系统集成，以及高能量密度物理的创新与探索性研究，从事激光驱动器装置研发及高效、高质量维护运行，开展国际合作与学术交流以及人才培养，坚持自主创新与可持续性发展，引领我国激光驱动器科学发展与技术进步，打造具备国际影响力的激光技术研发中心。

研究进展与成果

我国首台千焦耳量级大型高功率激光装置


“神光Ⅱ”激光装置

惯性约束聚变在国防安全和高能量密度物理等方面有重要应用，是世界大国竞相部署的战略方向。早在20世纪60年代，中国科学院和中国工程物理研究院积极合作，先后研制发展了“神光”系列高功率激光装置，为我国激光惯性约束聚变研究可持续发展作出了杰出贡献。

根据国家战略需求，1994年5月“神光Ⅱ”装置研制工程启动，采用了自主研发的最先进的激光技术，于2000年建成“神光Ⅱ”装置并投入运行实验，在此基础上又进一步完成了“神光Ⅱ”装置的精密化改进。“神光Ⅱ”装置采用了创造性的先进总体设计思想，经过设计参数优化和更新、单元技术创新和总体创新集成，装置总体技术水平已达到并局部优于当时国际上正在运行的一流同类装置的先进水平。“神光Ⅱ”装置是我国首台千焦耳量级的大型高功率激光装置，是当时我国规模最大、国际上为数不多的高性能高功率固体激光装置，为我国国防科研、高温稠密等离子体基础研究和X光激光研究的发展作出了重要贡献。该装置发展成为我国首个激光惯性约束聚变五位一体实验平台，获得2005年度国家科技进步奖二等奖。

国内唯一探针光系统——“神光Ⅱ”多功能高能激光系统

2003年，为满足聚变物理实验对探针光束的灵活性需求，同时满足状态方程实验对更高输出能量的需求，联合实验室又研制了“神光Ⅱ”多功能高能激光系统（第九路）。自2005年运行以来，“神光Ⅱ”第九路长期保持高性能稳定运行，提供物理实验6 000余发次，平均成功率高达90%以上。“神光Ⅱ”第九路是目前我国唯一可为物理实验提供探针光的高能激光装置，而且还是继美国之后国际上第二个成功研制的多功能探针光。

“十五”以来，“神光Ⅱ”第九路单独或与“神光Ⅱ”高功率激光装置组合，开展了各类精密物理实验，为我国重大国防军工科研事业作出了重要贡献；还为基础物理研究提供了具有国际影响力的实验平台，为内爆过程状态方程、流体力学等聚变物理关键过程提供了关键分解实验，所获得的关键数据为核爆过程数值模拟提供了重要参考，研究成果直接促进了重大专项的立项，获得2013年度国家科技进步奖二等奖。


“神光Ⅱ”多功能高能激光系统（第九路）

我国首个快点火实验平台——“神光 II”升级装置

“十二五”期间，在国家重大专项、“863”计划、中国科学院和中国工程物理研究院的支持下，实验室承建了“神光 II”升级激光装置研制。该装置的纳秒系统是专项资助下我国首台开展惯性约束聚变物理实验的高性能激光装置，从总体技术上验证了基于大口径电光开关的四程放大总体构型，为我国点火装置总体设计奠定了坚实的技术基础；皮秒拍瓦系统是我国首台、国际上为数不多的开展快点火研究的激光装置。

目前，升级装置单束基频能量密度和光束质量已达到美国国家点火设施（NIF）水平，单束皮秒激光系统采用国产压缩光栅，在千焦耳/皮秒下实现了信噪比大于 10^8 的高能输出。

“神光 II”升级工程是我国首个建成的快点火物理实验平台。在集成实验中，实现了超过 40 倍的中子增益，最高中子产额为 9×10^5，比美国 OMEGA 装置相同实验的中子增益高一个量级。获得了能量大于 56 MeV 的质子束流，在同等规模装置中达到国际最高水平。



“神光 II”升级装置

“神光 II”系列激光装置综合实验平台——国防安全和前沿基础创新性研究

联合室在稳定运行的“神光 II”激光装置和“神光 II”多功能高能激光系统，以及研制完成的“神光 II”升级激光装置基础上，进一步构建了纳秒、皮秒和飞秒多档脉冲输出的综合装置，10 余年来提供了各类物理实验 8 000 余发次，是当前和今后更长时间内我国开展惯性约束聚变和前沿基础研究的核心实验装置。基于该实验平台，我国实验室天体物理研究团队取得了有重要国际影响力的创新成果；美国、日本、韩国等国际用户对装置的高光束质量和可靠稳定性给予了高度评价。