

* 成果与应用 *

上海光学精密机械研究所 在强光与信息光学领域取得重要进展

徐至展*

(上海光学精密机械研究所 上海 201800)

历经 30 余年建设,中国科学院上海光学精密机械研究所(以下简称上海光机所)已发展成为以现代光学为主导方向,以探索重大基础前沿,发展大型激光工程并开拓激光与光电子技术应用为重点,以高技术创新与应用基础研究为主的综合性科研基地型研究所。该所不仅建成了国内仅有、国际上也为数不多的系列大型高功率激光装置和用于激光分离同位素的激光与光学综合系统,而且在利用各种量级的强激光装置进行相关高技术与交叉学科领域的实验与理论研究方面、信息光学与量子光学方面,也取得了一系列重要创新成果,在新型高性能激光元器件、激光与光电子功能材料等的研制方面进入了国际先进行列。许多物理实验创新成果得到国际同行的高度评价与重点引用,标志着我国的强光科学技术研究已跻身于国际现代物理学乃至现代科学的最新前沿。

该所作为首批进入中国科学院知识创新工程试点的单位之一,进一步凝练并明确了科技创新目标。经过近年的努力,有效地提升了科技创新能力,不仅在现代光学重大基础研究领域取得了创造性的重大成果,而且在高技术应用与成果转化方面也取得了突破性进展。

1 强场超快激光研究取得突破性进展

超强超短激光科学是当前国际上现代光学乃至现代科学中非常重要的前沿研究领域。近年来,该所强光光学开放实验室在新一代小型化超强超短激光的研究中取得了一系列具有创新性的重大成果。在超短脉冲高功率激光创新技术研究方面,围绕新一代超短脉冲(ps,即 10^{-12} s至fs,即 10^{-15} s量级)高功率激光研究与发展中涉及到的尚未解决的关键技术问题,做了系统的发明创造,开发出在国际上具有创造性与实用性并具有自主知识产权的一系列相关技术。特别重要的是,该实验室在上述创新技术成果的基础上,进一步瞄准新一代小型化飞秒多太瓦级超强超短激光实验装置的研究和发展,成功地建立了当前我国最先进、达到国际一流水平的2.8TW(10^{12} W)/43fs级和5.4TW/46fs级小型化超强超短激光装置。5.4TW/46fs级激光装置输出能量大于250mJ,激光功率大于5.4TW,激光脉冲宽度小于50fs,重复频率每秒10次;整个装置稳定可靠,工作台面占地仅不到 10m^2 ,性能指标达到了国际一流水平。尤为重要的,

* 中国科学院院士,上海光学精密机械研究所所长
收稿日期:2000年10月13日

该激光系统还具有优良的光束质量,具备了提供 $10^{18} - 10^{19} \text{ W/cm}^2$ 量级的超高激光功率密度的强场超快极端条件的能力,是进行相对论性强场与物质相互作用前沿研究不可缺少的实验工具。该系统的成功建成,标志着该所创建国际一流超强超短激光科学实验研究基地的工作进入了新的发展阶段。

上述系列成果除了在国内外重要学术刊物和高水平学术会议上发表了一批论文外,还获得了国家和中国科学院的多项奖励,得到国际同行的高度评价和引用。仅在“超短脉冲高功率激光发展中的系列创新技术”项目研究中,就形成了 10 项专利技术。该项研究涉及光、机、电等多种学科与技术领域,是具有国际领先水平的综合性重大发明成果,不仅已成功应用于国际一流的新一代超强超短激光系统的建设,而且也广泛应用在我国其它多种类型重大激光装置或应用系统中,有力地促进了强光光学科学技术及相关领域的持续创新发展。该项研究成果获得 1998 年中国科学院技术发明奖一等奖和 1999 年国家技术发明奖二等奖。

在新一代小型化 2.8TW/43fs 级和 5.4TW/46fs 级超强超短激光的研究与发展过程中,也已形成 8 项专利技术,在国内外重要学术刊物上或高水平国际国内学术会议发表了 40 多篇论文(包括多次在重要国际学术会议上发表特邀报告论文)。取得的突破性成果已受到国际同行科学家的高度评价和重点引用。

1998 年 8 月,诺贝尔物理学奖获得者朱棣文教授访问该实验室时,仔细考察了 5.4TW/46fs 级小型化超强超短激光装置的演示运行,称赞该实验室即使在美国也称得上是一流的,并题词祝贺:“A wonderful laser facility! And best wishes for continued good work in this exciting area of research.”(这是一个非常好的激光装置!衷心祝愿在这一令人激动的研究领域继续做出好的工作)。

1999 年 7 月,在瑞士召开的国际超快光学会议(Ultrafast Optics 1999)上,国际著名的美国强场激光物理学家 C. Barty 在会议开幕式上作的大会主题报告中,评述当前全世界正在运行的小型化台式超强超短激光装置时,特别举出上海光机所的 5.4TW/46fs 级新一代小型化超强超短激光装置作为唯一的例子,当场展示了该装置的多张图片。这表明中国在国际超强超短激光科学技术领域已占有重要的一席之地。

2 超强超短激光新原理、新方法和小型化高重复率 X 射线激光研究获重要突破

基于啁啾脉冲放大(CPA)与光学参量放大(OPA)相结合的光学参量啁啾脉冲放大(OPCPA),充分发挥了 CPA 与 OPA 各自的优点,是国际上近年来提出的发展超强超短激光的全新概念。目前,只有极少数国外实验室开展过初步的预研,而且只停留在较低层次上。该所充分利用自行发展的小型化高功率强激光与国内已有的非线性晶体的传统优势与基础,近年部署进行 OPCPA 全新原理的验证工作,探索建成基于 OPCPA 原理的小型化 10TW(即“13号”)级和更高量级超强超短激光装置的全新科学技术途径。目前在 OPCPA 新原理验证的实验与理论研究方面及系列关键技术的攻关上,取得了突破性进展。

在实验研究方面,已完成 OPCPA 原理验证所需的 1.06 μm 波长飞秒激光脉冲种子源、种子脉冲无像差展宽器和高性噪比单脉冲选择器的研制工作,并在泵浦光信号光同步技术攻关方面取得创新突破,已经申请了多项发明专利。这些重大关键高新技术在国际上大都尚未解决或处于保密状态。另一方面,综合利用和发展了系列最新激光技术,建立了专门用于 OPCPA

泵浦源的小型化纳秒级倍频高功率强激光系统。该系统采用高效率的激光放大技术, 提高了激光放大效率和激光能源的利用率, 使仅占用 10m^2 光学防震台面的激光系统实现 $15\text{J}/500\text{ps}$, 532nm 倍频激光输出。在理论研究方面, 紧密配合 OPCPA 原理验证实验与 OPCPA 激光系统的总体物理设计, 开展解析研究与计算机模拟研究, 取得了重要创新成果。上述突破不仅为基于 OPCPA 的小型化 10TW 级超强超短激光装置的顺利建成奠定了基础, 而且也开拓了一条能突破 $10^{21}\text{W}/\text{cm}^2$ 光场条件的屏障的新途径, 从而在短时间内直接促使我国超强超短激光科学技术走向世界前列。

X 射线激光波段的开拓, 是当前国际激光科学研究的重大前沿领域之一。1984 年美国最早演示成功的波长约为 21nm 的软 X 射线激光是用当时世界最大的 NOVA 玻璃激光器输出约 $1\,000\text{J}$ 激光能量来驱动的。普通实验室并不具备这样的驱动条件, 因而人们一直努力提高软 X 射线激光的效率, 降低所需的驱动激光器能量, 企望获得小型化实用型 X 射线激光器。经过多年努力, 科学家已把驱动激光能量降低到 10J 以下。瞬态电子碰撞激发 X 射线激光方案被视为实现高强度、短脉冲的相干 X 射线光源的最佳途径之一, 但国外所有工作均是采用常规的横向泵浦方式, 意味着较低的泵浦效率, 难以把驱动激光能量降到 1J 以内。

上海光机所在多年理论和实验研究的基础上, 开展了小型化、高效率、高增益和高重复率 X 射线激光的系统研究, 近年首次提出了一种新的纵向泵浦瞬态电子碰撞激发 X 射线激光方案, 显著提高了泵浦效率, 保证了瞬态电子碰撞激发 X 射线激光方案所需的精确的行波激发。采用这个方案可以率先突破实验上增益饱和的 X 射线激光所需驱动激光能量大于 1J 的限制。最近, 该所又首次在实验中成功演示了这一新方案, 在驱动激光能量仅为 0.24J 时就获得了很强的 18.9nm 类镍钼离子 X 射线激光输出, 重复率为 10Hz , 这是国际 X 射线激光研究的重大突破。上述进展极大地推进了 X 射线激光的小型化和实用化进程, 引起了国际同行的高度重视。例如, 仅 2000 年, 上述研究成果就作为大会特邀报告, 三次在重要国际学术会议上宣读, 特别是今年 6 月在法国举行的在该领域具有权威性的第七届国际 X 射线激光会议上作大会特邀报告时, 得到国际同行的高度评价。

3 神光 ③装置全系统基频达标和首轮物理实验取得重要进展

神光 ③装置是在原神光 iv 装置基础上研制的我国又一台大型高功率激光聚变实验装置。额定总输出功率 $8 \times 10^{12}\text{W}$, 装置配备有物理实验靶场系统及全套激光参数诊断设备, 是世界上为数不多、国内迄今规模最大、输出功率最高的激光器系统。2000 年上半年, 全系统基频全部达标, 并成功地进行了首轮靶物理实验。

神光 ③装置的研制对实现我国惯性约束聚变能源研究的长远目标有重要意义, 而且也为神光高功率激光系列装置尤其是神光 ④装置的研究和发展提供了技术经验。

神光 ③装置由激光器系统、激光自动准直系统、激光靶场系统、激光参数测量诊断系统、激光储能供电系统、实验室精密装校与环境保障系统等数百台套激光单元和组件组成, 在空间上立体排布成 8 条激光放大链。每条激光放大链终端输出口径为 $\phi 240\text{mm}$ 。

在神光 ③装置改进达标过程中, 经过艰苦努力, 从前置级开始直到靶场, 对一路激光系统的全面技术改造达标后, 再推广到全系统八路中去。通过前置放大级、主放大级、光路自动准直系统和装置总体输出稳定性等四个方面的改造和提高, 解决了一系列关键技术问题, 包括我

国首创的同轴双程组合式片状放大器、整块大口径 KDP ⑦—⑧类匹配倍频系统、稳定的损耗调制式主振荡器、前级时空变换脉冲整形器、大角度入射 ICF 专用靶室、XRL 和状态方程研究多功能靶室、光路自动准直及监测系统、大功率开关电源及更高比能的小型化储能电容器、化学镀膜等,其中小圆屏调整机构、软边光栏技术、光路自动准直“动态阈值法”等具有独创性。

2000 年 2 月,神光 ⑥八路基频激光总体输出能量全面达标:脉宽 1ns,八束总能量大于 6 000J,最大每束 800J;脉宽 100ps,每束能量大于 100J;能量平衡 5%;光束质量优于 3.5 倍衍射极限;四束激光大能量穿 380 μ m 小孔,平均穿透率 85%;器件经几个月运行,未发现激光工作介质等有损伤。2000 年 4 月,神光 ⑥装置首轮物理实验获得重要进展:首轮实验首发激光发射获得 2×10^9 个中子产额;在以后的实验中,最高获得 3.9×10^9 个中子;整个实验工作状态稳定,多次重复,实验达到理论预估值上限,为国际同类装置最好水平。这次物理实验是对激光器件、理论、实验、诊断和制靶研究水平的综合检验,标志着我国激光核聚变研究总体水平跨上一个新的台阶。实验结果表明:神光 ⑥装置基频输出功率、光束质量和运行状态均已达到预期要求,比神光 iv 装置有显著提高。

近期,神光 ⑥三倍频技术攻关又获得新的进展,在输出基频 1.1GW/cm² 情况下,三倍频转换效率达到 50% 左右,同时对激光靶场三倍频系统进行了改造,为三倍频穿孔实验做了相应的准备。

4 高功率激光发展相关的关键支撑技术取得系列进展

“高功率激光发展相关的系列单元支撑技术”是以神光系列高功率激光装置的核心部件——大尺寸、高质量的大功率氙灯、磷酸盐激光玻璃和高强度激光薄膜为主要研究方向的重大创新项目,由专门成立的“高功率激光单元技术 R&D 中心”承担。该中心是国内唯一有能力独立完整地承担该系列支撑技术的研究开发单位。去年国家“863”计划相关主题专家组对该系列课题进行了阶段性验收,并给予了高度评价。

大功率氙灯要求在短时间(几百微秒)内,把高能量(可达十几万焦耳)输入灯内,在瞬时产生近万度高温等离子体,故对灯的结构、密封技术有十分严格的要求。氙灯制灯技术的创新性突破表现在:试制小批量 $\phi 37 \times 1\,400$ mm 大口径氙灯,合格率达到 97%;氙灯输出性能经过全面测试,灯头的耐压 ≥ 60 kV,爆炸能量符合设计值;获得 5 项发明和实用新型专利。专家组验收结论为:“课题组在氙灯结构和工艺、氙灯检测等方面都取得了实质性的进展,特别是在过渡玻璃内封接技术应用大口径掺铈石英氙灯的研制工作方面有自己的特色;在灯头耐压、电光转换效率、爆炸能量等氙灯的主要特性上已达到国外同类产品性能水平。”

该所是国内唯一的高质量大尺寸激光玻璃研究生产基地,同水平的生产基地在世界上也不多见。该项目在 40L 玻璃熔炼设备和工艺方面获得了创新性突破,熔制工艺试验结果表明:生产效率大大提高,一天至少可以生产两块神光 ⑧用玻璃;吸收损耗降低,400nm 光吸收 $< 0.25\text{cm}^{-1}$, 1 053nm 损耗在 0.08—0.16% cm^{-1} ;荧光寿命高达 340 μ s;所有玻璃都没有发现铂金颗粒;折射率在 ± 0.0005 范围波动。与代表世界最高水平的美国 NIF 装置的各项技术指标相比,该所生产的激光钕玻璃大多数参数优于 NIF 装置所提指标。验收结论是:“上海光机所在玻璃组成和工艺研究方面取得了重大进展,试生产的 N31 玻璃的各项技术指标达到并部分超过国外先进产品(LHG-8)水平”。该项目“大尺寸高质量磷酸盐激光玻璃”已被初评为 2000 年度上

海市科学技术进步奖一等奖。

该所是国内目前能够完整提供神光系列高功率激光系统各类大尺寸高强度激光薄膜的唯一单位。该研究领域中获得创新性进展体现在以下几个方面: 口径在 200mm 左右的反射膜的破坏阈值已经稳定达到 $20\text{J}/\text{cm}^2$ ($1.064\mu\text{m}$, 1ns); 破坏阈值大于 $25\text{J}/\text{cm}^2$ 的超高强度激光薄膜也已经做出了样品, 高反射膜的损伤阈值最高值已经达到了 $32.01\text{J}/\text{cm}^2$; 大尺寸反射膜的反射率已稳定达到 99.5% 以上; 口径为 $120\text{mm} \times 260\text{mm}$ 的偏振膜光学性能优良, P 分量透过率达 98% 以上, S 分量透过率小于 1%, 破坏阈值高达 $14\text{J}/\text{cm}^2$; 未经激光预处理的激光薄膜损伤阈值, 高于美国劳伦斯·利弗莫尔国家实验室公开报道的未经激光预处理的阈值。专家组的验收结论是“圆满完成了主题专家组下达的任务, 已经达到或超过原来预期的技术指标。”该项成果经上海科学技术情报研究所的查新证明: “该成果达到国际先进水平”。

上述结果充分表明, 该所研制的氙灯、磷酸盐激光玻璃和激光薄膜的主要性能达到或部分超过了国外先进水平。在为神光 Ⅲ 装置达标和稳定运转提供了核心部件的同时, 也完全满足了神光 Ⅳ 原型机的需要。该项目的系列新进展说明高功率激光发展相关的系列关键支撑技术, 在知识创新工程中已取得了重要进展; 而获得的具有自主知识产权的关键支撑技术的多项成果, 又为下一步神光 Ⅳ 激光装置的原型机的研制奠定了坚实基础。

5 成功拍摄具有亚微米分辨率的“水窗”波段软 X 射线全息图

1999 年, 中国科学院上海光机所强光光学开放实验室和中国科学技术大学合肥国家同步辐射实验室合作, 利用合肥同步辐射源, 在“水窗”波段 ($2.3\text{nm} - 4.4\text{nm}$) 软 X 射线区域成功地拍摄到具有亚微米分辨率的 X 射线全息图, 并用数字法重现, 获得了高质量的重现像, 横向分辨率达到 0.2 微米。该成果的取得标志着在这一领域我们已步入世界先进行列。

实验是在合肥国家同步辐射实验室显微成像站完成的。光源为一台 800MeV 电子储存环, 特征波长为 2.4nm 。由于同步辐射是连续光源, 采用一台由波带片及较大孔径的针孔组成的软 X 射线单色仪进行滤波。因此, 全息图是用部分相干光来记录的。以落在膜窗上的粉尘为实验样品, 附着粉尘颗粒的膜窗和记录介质光刻胶固定在同一样品架上, 全息图以同轴方式在真空中记录, 所用 X 射线波长为 2.3nm 。显影后的光刻胶上的全息图用原子力显微镜读出, 得到数字化的全息图以及重现像。

众所周知, X 射线波长远小于可见光, X 射线显微术可获得远高于光学显微镜的分辨率。X 射线的穿透性较强, 可对厚样品的内部结构进行无损检测, 这是其它显微术所不具备的。X 射线特殊的吸收特性还可用来分析样品中微量元素的分布, 特别是“水窗”波段的 X 射线对蛋白质和水的吸收相差近一个量级, 因而可对生物样品形成天然对比度增强机制。如使用脉冲 X 射线源(如 X 射线激光, 激光等离子体 X 射线源) 可对样品进行时间分辨成像。利用 X 射线的相干性(如波荡器辐射, X 射线激光等) 对样品进行全息成像, 可实现三维分辨。因此, 将“水窗”波段的软 X 射线与全息术结合起来, 将使人们有可能在细胞水平上看清生物分子的三维结构和化学反应的动力学过程, 这必将对现代生物学和遗传学等相关学科产生强大的推动力。

实际上, Baze 早在 1952 年就把全息术的思想推广到 X 射线领域。但此后长达 30 多年的时间里, 在实验上却没有取得大的进展, 这主要是因为缺少高亮度的 X 射线源。

早在 1997 年, 该所合作研究小组就在合肥同步辐射实验室成功拍摄出国内第一张生物样

品 X 射线全息图。近年,在软 X 射线全息成像研究中不断取得新进展:成像样品从金属网格到生物组织;成像环境从真空到大气;重构方法有光学重现和数字重现等。1999 年,又获得亚微米分辨率的 X 射线全息图及其重构像。

值得指出的是:该成果是在合肥第二代同步辐射源的弯曲磁铁上,利用部分相干光完成的。而迄今为止,世界上所有报道的具有亚微米分辨率的软 X 射线全息术,几乎都是在第三代同步辐射源 Wiggler 上取得的。上海光机所在这一技术上的突破,为今后采用超短脉冲 X 射线激光器作为光源的全息术奠定了基础,也将为探索生命科学、信息科学、材料科学的奥秘提供理想的探测工具。

6 可录 CD 光盘材料、母盘和生产工艺步入产业化

可录 CD 光盘(CD-R)是 CD 系列光盘的一种,具有数据可多次写入、可靠性高、保存寿命长、容量大和读出平台多、单位字节成本低等优点,在大容量数据和资料的分发交换、电子发行、文档的长期保存和多媒体节目制作中得到广泛应用,已经形成一个很大的高新技术产业。

在成功研制出一次写入光盘的基础上,该所开展了全面推进有关 CD-R 光盘工业生产及检测技术、关键原材料及其生产技术的研究开发工作。当时,CD-R 光盘的关键生产技术和原材料为发达国家少数几家大公司垄断,在我国尚属空白。

该所在实验室研制出实用 CD-R 光盘的基础上,立足于工业规模化生产,成功解决了关键技术和材料问题,使我国具备了独立开发、生产 CD-R 光盘及关键原材料的能力,特别是在光记录材料选择、光盘多层膜设计、光预刻槽参数设计、高性能光存储染料合成、激光光斑漂移测量法,提高光学仪器的稳定性和可靠性、光盘质量检测、CD-R 光盘生产总成品率等方面具有创新性。例如,自行设计开发了高性能花菁染料,采用该项目发明的专利技术合成关键中间体,产率高、成本低、污染少;通过特有专利技术控制光束漂移,将普通 CD 母盘刻录机升级为 CD-R 母盘刻录机,制出符合国际标准的母盘和压模,实现了 8 倍速刻录;根据薄膜光学原理推导出光盘反射率与薄膜光学常数(n, k)、薄膜厚度和盘基预刻槽参数的关系,定义出相容性因子 C ,对优化预刻槽参数和染料膜涂敷参数的设计起了指导作用;运用以上材料和技术在 CD-R 光盘生产线上经过仅一年多的试验,就使在线生产成品率达 90% 以上,生产的 CD-R 光盘可以 8 倍以上速度进行刻录。

研制的 CD-R 光盘、ATIP 测试仪、花菁光存储染料和 CD-R 母盘刻录设备及压模在我国均属首创。经科技成果查新和专家鉴定,填补了国内空白,项目整体水平达到国际先进。这项成果不仅使我国掌握了 CD-R 光盘的整套生产和开发技术及关键原材料生产技术,促进了光盘产业的技术改造和升级,还为开展下一代高密度多用途可录光盘 DVD-R 和更高密度光盘的研制与生产打下了坚实的技术基础。

与该项目有关的单元技术在深圳先科企业集团数字光盘公司得到了实际应用,生产总成品率现已达到 90% 以上,至今累计生产 450 万片,销售近 400 万片,新增利税 400 多万元,出口创汇 250 多万美元。该项目开发的染料性能/价格大大高于国外同类产品,2000 年 1 月成立了上海光盘专用染料公司,生产和销售光盘专用染料。该项目开发的 CD-R 母盘刻录技术已成功使山东淄博永宝镭射音像公司的普通 CD 刻录机增加了 CD-R 刻录功能,既能刻录普通 CD 母盘,也能刻录 CD-R 母盘。该成果荣获 1999 年度中国科学院科技进步奖二等奖,已被初

评为 2000 年度国家科技进步奖二等奖。

7 激光与光电子材料和器件取得若干新进展

信息产业无疑是主宰当今世界经济的支柱产业之一。而光电子材料和器件是信息光电产业极其重要的组成单元。该所研制的高温氧化物晶体是十分重要的激光与光电子功能材料,其主要性能已达到国际先进水平。激光与光电子材料研究与发展中心生长出国内最大的 $\phi 120 \times 80\text{mm}$ 蓝宝石晶体,世界上还只有美国晶体系统公司和该所能够生产。这种晶体已向美国 LIGO(激光引力波测量干涉仪)工程 and 我国氧-碘强激光工程提供使用。直径尺寸较小的 2—3 英寸蓝宝石晶体生产工艺已经完善、成熟,是光电子信息产业关键元件蓝绿光半导体激光器的衬底材料,有望形成规模产业。作为光纤通信无源器件,如光纤隔离器和环行器的关键材料,该所首次生长成功的高温相偏硼酸钡 $\alpha\text{-BBO}$ 新型人工双折射晶体和采用独特的专利技术生产成功的大尺寸钽酸钪 YVO_4 晶体,备受国内外客户注目,已开始出口美国,是该所成果转化与产业化重要的新增长点。

近年来,随着移动通信用户的增加及服务业务内容的扩大,对基站与基站之间信息传输容量的要求大大提高。在不宜或不能铺设光纤和使用微波的地方,在野外应急的场合都需要一种新的机动灵活的通信手段——大气激光通信。大气激光通信是近年该所与上海市长途电信局的合作研究开发项目。该项目选择近红外工作的半导体激光器为发射光源,具有调制速率高、价格低廉、使用方便、体积重量小等优点;选择 2Mbps 和 155Mbps 两种速率,前者与现有移动通信速率一致,后者与 SDH 速率衔接;工作距离 2 公里,基本适合于“最后 1 公里接入”的需要;采用通信标准接口,2M 器件为 HDB3 电接口,155M 器件为光缆接口;尽量采用市场成熟的元器件以及模块化结构。每台端机包括发射机、接收机。发射和接收的光学天线采用双镜筒系统。每台样机配备瞄准望远镜。该项目研制成功的 $4 \times 2\text{Mbps}$ 和 155Mbps 两种激光通信样机,正在向产业化方向发展。

知识创新工程试点工作为上海光机所注入了强大的活力,为其获取新的进步和更大的发展,特别是科技创新潜力的深层发掘,开拓了更加广阔的前景。近年,该所在基础学科前沿、高技术前沿探索和成果转化新增长点等方面进一步作出了纵深性部署。最近,又重点加强部署了信息光学领域的学科前沿与新增长点。通过所学术委员会组织专家评审、严格筛选,DWDM 宽带通信拉曼光纤激光器/放大器、微小全息体光栅波分复用器件、超大容量光盘存储介质与相关技术等六个项目首批入选。目前,这些项目的资源配备均已落实,并相继启动。这项工作是该所为迎接中国科学院知识创新工程试点工作转入全面推进阶段所进行的前瞻性部署之一,目标是瞄准国家重大需求,进一步发挥该所信息光学与光电子技术方面积聚的优势,在国民经济主流市场上,谋取自主知识产权并促进相关高技术产业的发展。