# 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所液晶光学团队

## ——聚焦动态可重构智能液晶光子器件与系统的研究

中国科学院长春光学精密机械与物理研究所(以下简称长春光机所)液晶光学研究团队,其所从事的液晶材料、液晶光学及液晶器件研究是光学系统先进制造全国重点实验室的重要研究方向之一,现由实验室副主任、吉林省中青年科技创新领军人才穆全全研究员领衔,有研究人员13人,其中博导5人,硕导2人,中科院青年创新促进会会员3人、长春光机所人才2人。团队一直致力于液晶材料、液晶物理、光调控器件及其应用的研究,涵盖从基础到工程领域的全链条,在高速及高折射率液晶材料、液晶光控取向技术、特种液晶光调控器件、自适应光学技术、光学相控阵技术等方面取得了一系列重要研究成果。该团队已在APL、Optics Express,Optics Letters,Liquid Crystals等期刊发表SCI论文百余篇,申请发明专利数十项;相关研究成果于2013年获得吉林省技术发明一等奖、2017年获中国物理学会胡刚复物理奖、2019年获华为公司优秀合作项目奖、2021年获长春光机所优秀成果奖,培养毕业博士60余人,硕士20余人,其中博士论文获全国百篇优博论文提名奖1人次、中科院院长特别奖2人次、中科院百篇优秀博士学位论文奖2人次、国家奖学金和各类冠名奖学金10余人次。团队正在承担包括国家重点研发计划项目、国家自然科学重点基金项目、吉林省重大专项等在内的省部级以上研究任务10余项。

高分辨率的成像观测始终是天文学及其它领域追求的目标。对于空间目标探测等穿越大气层的成像过程而言,对大气畸变波前进行实时补偿校正的自适应光学技术研究就显得尤为重要。液晶波前校正技术利用液晶材料的电控相位调制特性,充分发挥了液晶器件高精度、低功耗、高空间分辨率的特点,在光学高分辨率成像领域具有重要的应用价值。团队针对液晶波前校正器响应速度慢的问题,从液晶材料设计与合成、液晶器件结构设计与工艺优化、驱动模式与控制策略优化等方面逐一突破,将700~950 nm工作波段的液晶校正器响应时间缩短到0.75 ms。针对液晶器件偏振依赖及色散等光能量损失问题,提出基于开环控制策略的自适应光学系统设计方法,从光学系统设计、控制矩阵测量、自动控制策略优化等核心问题入手,使系统校正速度相对传统串行控制提高约20%,提高了系统的校正能力和稳定性。如今,团队已实现了液晶自适应光学技术在可见光波段的实用化和工程化。该项技术还可以进一步拓展应用到包括光通信、生物医学成像及激光光束整形等研究领域。

光学相控阵是一种新型的非机械式光束扫描技术。其概念来源于传统的微波相控阵。其以激光为信息载体,因而不受传统无线电波的干扰。而且激光的波束窄,不易被侦察,具备良好的保密性。且具有尺寸小、质量轻、灵活性好、功耗低等优势。针对其核心元件——液晶偏振光栅,本团队突破了液晶偏振光栅设计与制备技术,发明了多种新型结构的液晶偏振光栅器件。系统研究了光栅组件的动态光调控行为与光传输模式,建立了大口径、小周期液晶偏振光栅曝光装置,可实现衍射效率优于99%、口径50 mm液晶偏振光栅组件的研制,并围绕光学相控阵在自由空间光通信、激光雷达等领域的应用开展系统级技术攻关。

得益于液晶材料与器件优良的空间可编程及可重构特性,近年来,为满足在高速光通信领域、高能激光领域、光量子操控、磁环境及航空航天等领域的应用需求,团队开展了特种液晶空间光调控器件、无磁液晶调制器、液晶超表面元件、可调谐液晶波导器件等方面的研究工作。针对器件能量效率、均匀性及相位调制深度的高精度要求,提升技术与工艺水平,实现了能量效率优于93%、均匀度优于1%的LCoS器件研制。团队先后与北京大学、复旦大学、中山大学、西安交通大学等高校开展合作研究,取得了一系列重要成果。

此外,团队也积极开展面向基础和前沿的“高性能光场调控与可重构智能光学表面”技术研究,努力将液晶光调控技术引入到更广阔的领域。