

## 2025 年度中国光学学会科技创新奖简介

项目名称：面向手术导航的高精度全视场光学融合定位关键技术及应用

获奖类别：科技进步奖

获奖等级：一等奖

主要完成单位：北京理工大学、北理工郑州智能科技研究院、艾瑞迈迪医疗科技公司

主要完成人：杨健，林毓聪，王媛媛，王涌天，肖德强，邵龙，付天宇，高雪

学科分类：生物医学工程

推荐单位：北京理工大学

项目简介：

微创手术是现代外科医学的重要发展方向，手术量逐年攀升，但仍面临对医生经验依赖强、临床操作差异性大等挑战，亟需提升微创手术的精准性与同质化水平。手术导航通过多模态信息实时融合，引导医生精准实施微创操作，是实现精准、安全微创手术的关键支撑技术。然而，现有手术导航系统仍面临三大核心难题：一是术中器械易受遮挡，手术路径依赖经验判断；二是器械-影像-患者之间缺乏动态关联，操作空间依赖医生主观构建；三是深部组织无法直观可视，关键操作高度依赖术者经验。因此，实现定位精准化、感知全面化和显示透视化，成为突破现有临床瓶颈的重要方向。

项目团队历经十余年持续攻关，围绕“面向手术导航的高精度全视场光学融合定位关键技术”，针对上述关键难题开展系统性创新研究，构建了具有完全自主知识产权的一体化光学定位导航技术体系，取得以下主要创新成果：

(1) 提出了双目高精标定全域联合定位方法，突破了复杂手术场景下大视场稳定高精度标定瓶颈，大幅提升了定位精度，显著增强了手术导航的精准性。

(2) 提出了实时三维重建时空协同感知方法，解决了一体化定位重建的国际性难题，大幅提升了配准速度，显著增强了手术导航的实时性与工作效率。

(3) 提出了多源信息融合增强现实引导方法，突破了精确融合显示关键技术瓶颈，大幅提升了皮下组织透视感知能力，显著增强了手术导航的安全性。

基于上述创新成果，项目团队构建了全视场光学融合定位导航平台，研制出定位重建协同感知的光学核心部件，高精度标定专用器械工装和支持虚实融合显示的智能导航软件。平台具备定位-重建一体化、器械遮挡自动感知等特色功能，

整体性能指标全面超越同类进口产品，支撑了头颈外科、经皮穿刺、关节置换等多类微创手术导航机器人系统的研制与应用转化。成果转化获批国家三类医疗器械注册证 6 项，荣获日内瓦国际发明展金奖、北京市首台套重大技术装备等多个重要奖项。

项目成果在高校、企业及医疗机构广泛应用，支撑了数十个医疗器械创新产品研发。研制的头颈外科手术导航系统在北京同仁等多家医院应用，显著降低了手术准备时间和严重并发症发生率；经皮穿刺手术导航系统在北京协和等多家医院应用，显著提升了单次消融成功率和完全消融率；关节置换手术导航系统在上海九院等多家医院应用，大幅降低了术前规划时间和术后翻修率。取得了显著的经济与社会效益，有力推动了我国高端医疗装备的自主化与产业化进程。

综上所述，本项目面向国家重大临床需求，构建了全视场光学融合定位导航平台，引领了手术导航领域的技术发展方向，产品资质完备，实现了成果的规模化应用，为我国精准微创手术导航技术迈入世界领先行列作出了重要贡献。

