南京天光所提出基于光学等厚干涉的拼接镜面边缘传感器新方案

作者：writer 来源：中国科学院

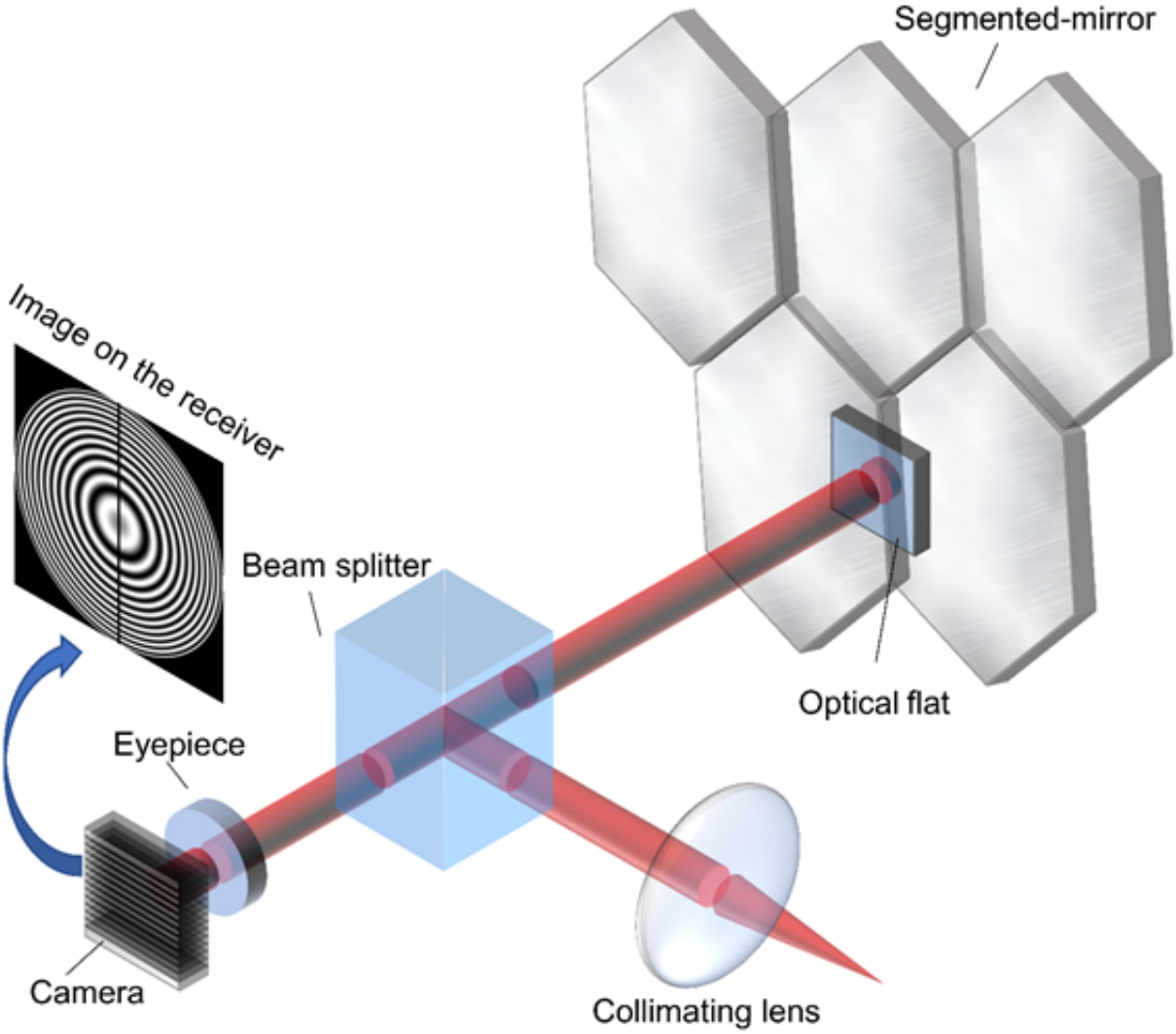
本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/14412.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

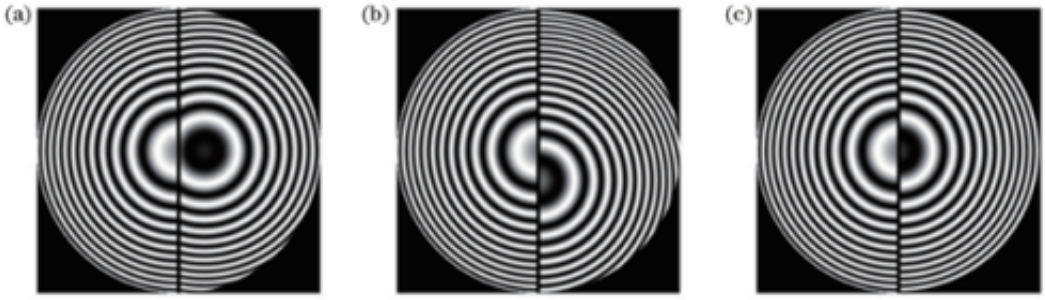
近期，中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所副研究员左恒团队提出了一种基于光学等厚干涉原理的拼接共相边缘检测方法。该方法可以从原理上避免温漂、时漂及电噪声等误差干扰，并可以简化拼接共相过程，实时获得相邻子镜间的绝对位姿误差。相关研究成果作为封面文章发表在《光学学报》上。

建造更大口径的天文光学望远镜是天文光学技术的重点研究方向。然而，随着镜面尺寸增大，会带来制造、加工、装调等技术方面的难题。主动光学拼接镜面技术是突破传统单镜面光学望远镜口径限制的有效方法：将大镜面采用大量小镜面拼接而成，可解决制造上的技术难题，且节约成本。对于大口径拼接镜面天文望远镜来说，只有实现子镜拼接共相，才能真正发挥其高分辨性能和效率的最大威力，达到衍射极限性能。共相的精度取决于边缘传感器的测量精度。边缘传感器位于相邻拼接子镜边缘，可精确测量子镜间的相对刚体自由度的位姿状态误差。目前，世界上的大型拼接镜面望远镜几乎均采用基于电学原理的边缘传感器。这类电学传感器安装于子镜背面，一般只能进行相对测量，需要辅助设备对其进行一定周期频率的精确标定；存在的温漂/时漂，极难改善，在实际应用中也很难彻底消除。

南京天光所科研团队提出基于光学等厚干涉原理的拼接镜面边缘传感器新方案。基于等厚干涉原理，通过探测器上得到的等厚干涉条纹，即可得知相邻子镜的姿态，具有精度高、原理简单、易于装调、工作稳定、无温漂时漂、适用于野外恶劣环境下使用等优点（具体原理示意图如下）。



基于等厚干涉原理的拼接镜面边缘误差检测结构示意图



两子镜存在相对误差时的光强分布条纹。（a）x轴倾斜误差；（b）y轴倾斜误差；（c）平移误差

研究人员通过仿真模拟验证了该方案的可行性，优化了同心圆识别算法，可以实现高精度的同心圆提取，保证对误差进行实时监测。仿真结果显示：理论测量精度可以达到倾斜误差0.02、平移误差20nm，可以满足大口径拼接镜面望远镜的共相检测需求。

本方案的优势包括：简化了拼接共相过程，可实时得到相邻子镜位姿之间的绝对误差，无须单独进行额外的定标；利用相邻子镜的条纹差异信息来反演相邻子镜的绝对位姿误差，可避免传感器安装支架和系统的重力变形、热变形及安装误差带来的影响；系统设计不基于电学原理，不易受温漂和时漂的影响，避免了电噪声的干扰；原理简单，结构紧凑，方便在镜面上进行大规模部署。

目前，科研团队针对图像处理方法展开了深入研究，将在郭守敬望远镜（LAMOST）上进行实地测试和应用。该方法有望攻克拼接共相中的高精度位姿检测等关键科学难题，在高精尖测量领域具有广阔的应用前景。研究工作得到国家自然科学基金天文联合基金重点项目、国家自然科学基金、中科院青年创新促进会等的资助。

论文链接

研究团队单位：国家天文台南京天文光学技术研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发