

系外行星超高对比度成像技术与观测取得突破性进展

系外行星成像团队成功研制出地基高对比度成像仪，先后多次与美国新墨西哥州 Apache Point 天文台 3.5 米 ARC 望远镜开展联合观测，观测到系外行星 κ And b 的清晰图像，仪器实测对比度在 0.5" 处达到 10^{-6} ，这是我国团队首次使用自主研发的高对比度成像仪器获取的系外行星图像。该团队利用 Gaia DR2 释放数据，在 23 个新的年轻共动星群中选出 1300 多颗恒星作为观测目标，这些目标尚未被国际系外行星成像计划所观测。为了观测上述目标，团队先后申请获得国际中等口径望远镜的时间。团队通过中国有偿使用望远镜 TAP 计划，申请和使用美国帕洛玛天文台 5.2 米海珥望远镜 2019 年度 4 个观测夜，对上述目标中的 30 颗左右的高优先观测目标进行了科学观测，探测发现 5 颗新的系外行星候选体（相关结果新闻形式发布在院网）。这是近年来天文学家首次通过中等口径望远镜直接成像探测到新的系外行星候选体，也进一步验证了该团队提出基于中等口径望远镜开展系外行星成像探测的可行性。同时，团队还申请获批位于西班牙 La Palma 岛的意大利 3.58 米 TNG 望远镜 4 个观测夜，并在 2019 年 7 月 19-22 日完成了系外行星高对比度成像仪与该望远镜的首次对接观测，并获批了该望远镜 2020 年度 3 个观测夜时间。

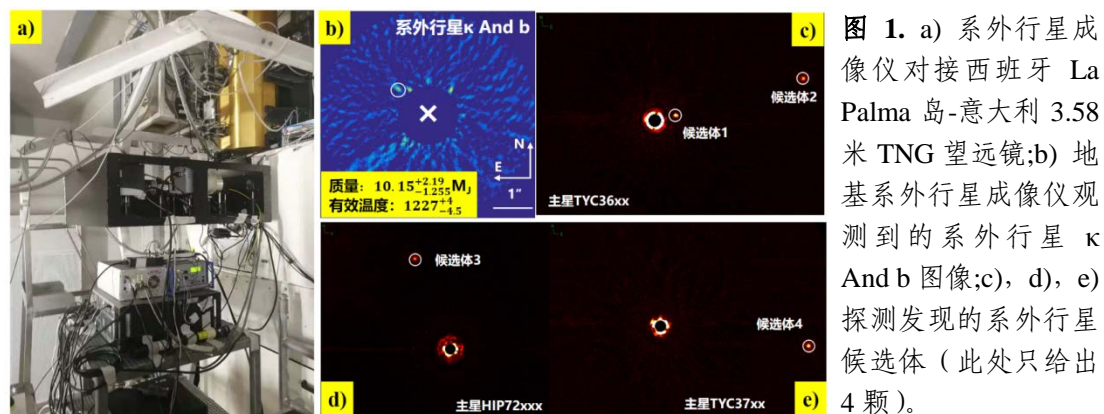


图 1. a) 系外行星成像仪对接西班牙 La Palma 岛-意大利 3.58 米 TNG 望远镜;b) 地基系外行星成像仪观测到的系外行星 κ And b 图像;c), d), e) 探测发现的系外行星候选体（此处只给出 4 颗）。

上述观测数据均采用了项目组提出的 IRS 高对比度图像处理新技术和 O-IRS 优化算法，使得位于恒星高噪声区域的行星图像信噪比显著提高。目前，美国、荷兰相关研究团队对该方法在提高系统成像对比度和图像信噪比方面给予了肯定，该方法也被应用于 LBT/SHARK 高对比度成像仪器观测数据处理中（Otten et al. 2017; Bowler 2016）。图 1 分别为该团队研制的系外行星成像仪用于 3.58 米

TNG 望远镜现场测试图片，观测到的 κ And b 系外行星和部分系外行星候选体图像。

团队还发展了空间超高对比度成像技术，系统实验对比度首次在大区域内达到 10^{-9} 。该技术能够在大区域内获得超高对比度成像，突破了现有空间超高对比度成像探测区域受限的问题，能够提升空间系外行星成像的探测效率。该研究由国家自然科学基金委重点基金项目资助，于 2019 年 12 月 18 日通过项目的结题验收评审。基于上述关键技术的突破性进展，团队建议的中国载人空间站多功能光学设施系外行星成像星冕仪项目，先后通过了科学和技术论证，于 2019 年 6 月获得批复立项，并在 10 月份通过方案设计评审。该仪器将成为首台成像探测围绕“类太阳”恒星的系外行星的空间载荷，用于研究包括“超级地球”在内的成熟的系外行星。图 2 分别为超高对比度星冕仪实验图像对比结果，中国载人航空气空间站、多功能光学设施示意图以及系外行星成像星冕仪的方案设计图，仪器目标成像对比度将首次突破 10^{-8} 。

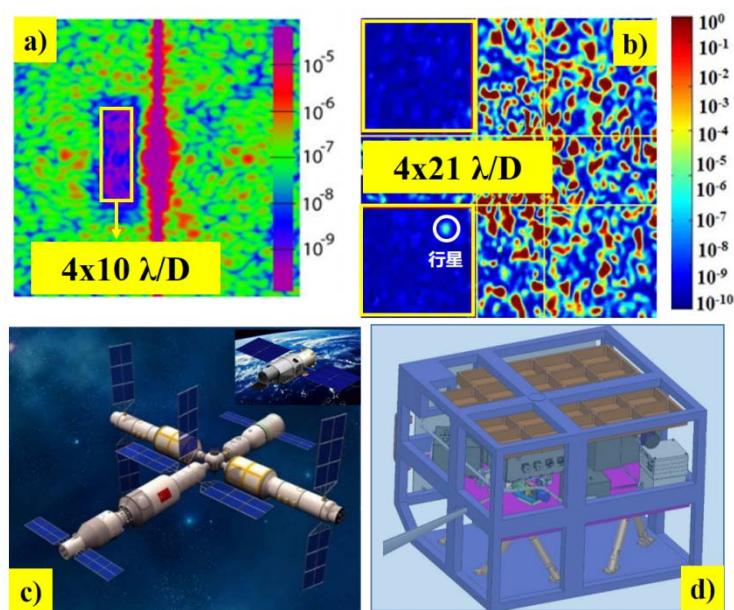


图 2. a) JPL 团队星冕仪实验 PSF 图像；b) 该团队星冕仪实验 PSF 图像；c) 中国载人空间站与多功能光学设施示意图；d) 系外行星成像星冕仪载荷方案设计图。

新闻链接：

1. Astronomers Discover Exoplanet Candidates through Middle-aperture Telescope:

http://english.cas.cn/newsroom/research_news/201904/t20190410_208114.shtml

2. 系外行星成像科学观测取得重要进展:

http://www.njb.cas.cn/kydt2016/zdtp/201904/t20190409_5272145.html