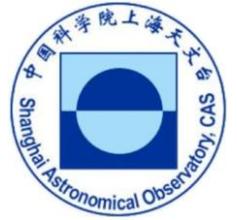




天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2019年3月31日

第20期

总第20期

【科学观测动态】FAST 与天马望远镜首次成功获得 VLBI 干涉条纹

2019年1月24日，500 m口径球面射电望远镜（FAST）与天马望远镜（Tianma65m）首次成功实现联合观测，获得甚长基线干涉测量（VLBI）干涉条纹。

国家天文台 FAST 团队与上海天文台 VLBI 团队合作（见图 1），利用 FAST 与天马望远镜进行了条纹干涉实验，对致密射电源 3C454.3 进行了联合观测，并利用上海天文台处理机对观测数据进行了条纹搜索，结果如图 2 所示。随着调试工作的开展，FAST 性能日趋完善。首条 VLBI 干涉条纹的获得，标志着 FAST 具备了参加 VLBI 网联合观测的能力。

FAST 是世界上最大的单口径射电望远镜，而天马望远镜则是中国最大的全可动射电望远镜，两台望远镜联合观测成功意义重大，有望把中国 VLBI 网在 L 波段的灵敏度提升至世界领先水平，有助于科学家们开展高灵敏度、高分辨率的射电天文观测。



图 1 现场工作人员照片

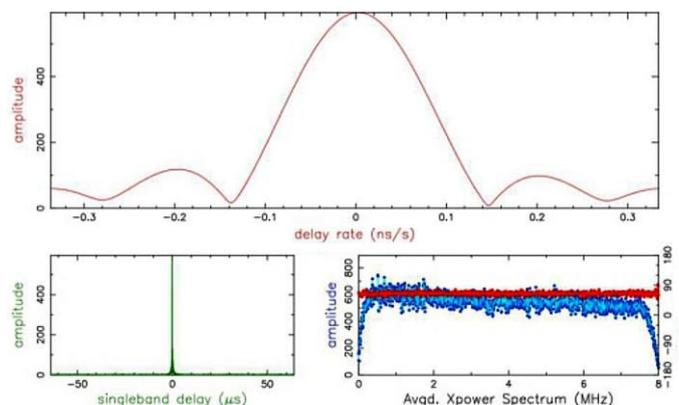


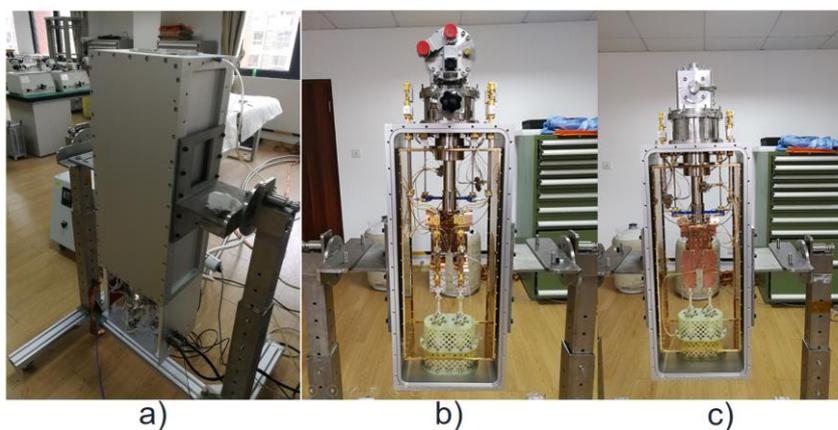
图 2 FAST - Tianma65m VLBI 干涉条纹

【技术维护与发展】Ka 波段宽频双波束致冷接收机投入运行

在中国科学院天文专项和国家自然科学基金委重大项目的共同支持下，上海天文台天马望远镜接收机工作组经过三年时间的技术攻关，自主研发了中国首套 Ka 全波段覆盖的双波束致冷接收机（见图 3 和图 4），并于 2018 年 12 月 6 日通过了科学院组织的天文专项结题验收，2019 年 1 月 26 日成功安装于天马望远镜。

Ka 波段宽频双波束致冷接收机的主要技术特点在于：1）宽频带。该致冷接收机采用 26~

40 GHz 天空覆盖频率，WR28 标准波导全频段，相对带宽达到 42%。2) 高灵敏度。采用了整体致冷技术，包括馈源、极化器、前置低噪声放大器等核心微波器件，优化布局在 20 K 低温平台，并配置了低损耗大气窗口、真空窗口和红外滤波窗口，最终实现前置低噪声放大器工作环境温度低于 10 K，接收机整体等效噪声温度小于 20 K（噪声系数约为 0.3 dB）的技术指标。3) 双波束双圆极化。自主研发了与 65 m 天线光路匹配的高性能波纹喇叭馈源、90° 波导移相器和正交模耦合器等核心无源器件，全频带圆极化轴比好于 1 dB，双馈源平行放置且中心距离仅为 72 mm，对应的双波束间距为 90°（约为 2.6 个波束宽度），保证了每个波束的接收效率和旁瓣抑制。双波束双圆极化共计 4 路 2~16 GHz 宽带中频输出，采用了小型化和轻量化设计，整机重量为 82 kg。Ka 波段宽频双波束致冷接收机完成天线安装后，开展了一系列系统测试和试观测，各项指标与功能符合设计预期。结合先期投入使用的 Ku 波段（12~18 GHz）、K 波段（18~26.5 GHz）和 Q 波段（35~50 GHz）三台接收机，Ka 波段宽频双波束致冷接收机的投入运行将为实现天马望远镜 12~50 GHz 的连续频谱覆盖，从而为进一步开展相关科学观测和工程应用提供有力支持。



注：a) 外部整体；b) 内部前视；c) 内部后视。

图 3 Ka 波段宽频双波束致冷接收机照片（全局与内部）

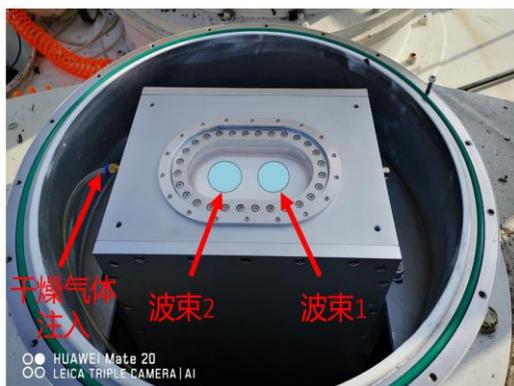


图 4 Ka 波段接收机照片（顶部视角）

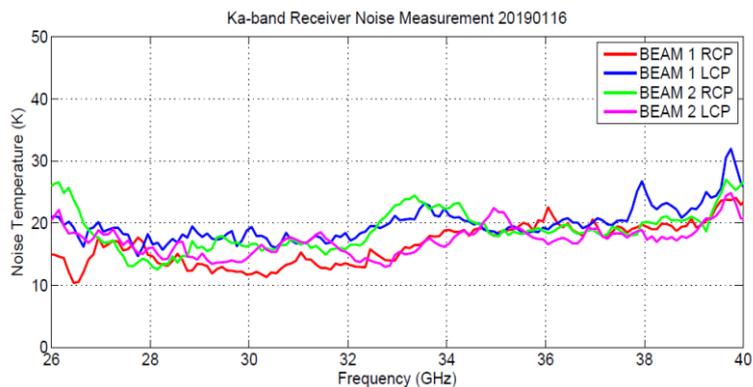


图 5 Ka 波段接收机噪声温度测量结果

【技术维护与发展】Ka 波段宽频双波束致冷接收机调试进展

2019 年 3 月开始，我们对天马望远镜上的 Ka 宽频双波束致冷接收机进行了调试。在 30 GHz 频率上，采用波束 1 进行了副面调整模型测试和建模。 Z 向模型：从 10° 俯仰到 80° 俯仰， Z 向调整量约 25 mm，参数拟合误差好于 0.7 mm。 Y 向模型：在整个俯仰上， Y 调整范围达到 50 mm，参数拟合误差好于 0.8 mm。波束 2 采用相同的副面调整模型。随后进行了指向建模测试，模型误差见图 6，其中，方位误差为 $4.3''$ ，俯仰误差为 $5.7''$ 。目前模型参数已经加载到天马望远镜控制程序中。波束 2 采用方位固定偏置 $-91/\cos EI$ ($''$) 的方式，经验证合理可行，已经可以进行试观测。后续将进行详细的性能测试。

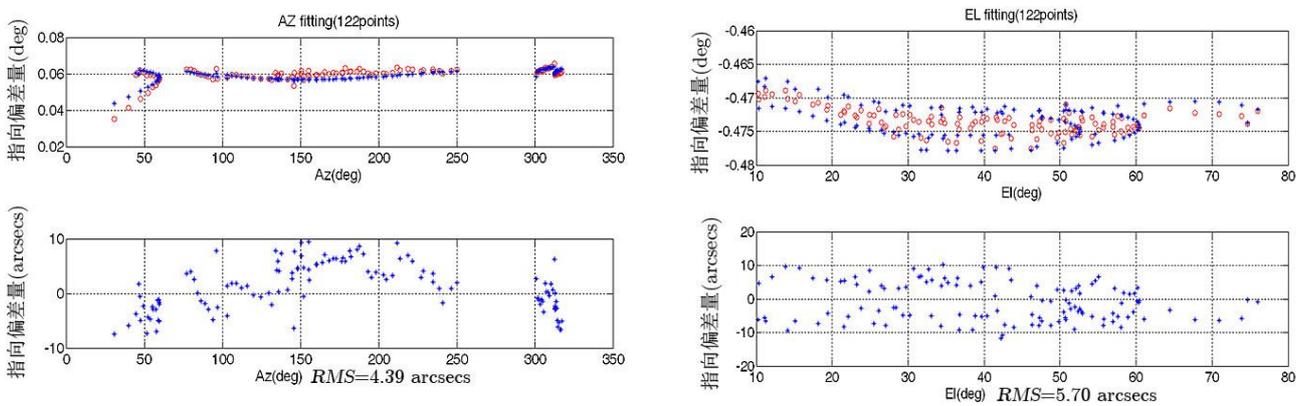


图 6 Ka 波段指向模型（上）和指向误差（下）测量结果

【技术维护与发展】主反射面快速面型测量进展

基于 Q 波段双波束接收系统，对天马望远镜的主反射面形变进行快速修正。目前已完成望远镜控制软件 and 数据处理软件的实现。控制软件实现三次 OTF 扫描，包括副反射面 1 次聚焦和 2 次离焦，获得部分天线方向图。数据处理软件将测量数据合成为完整的天线方向图。测试结果如图 7 所示。

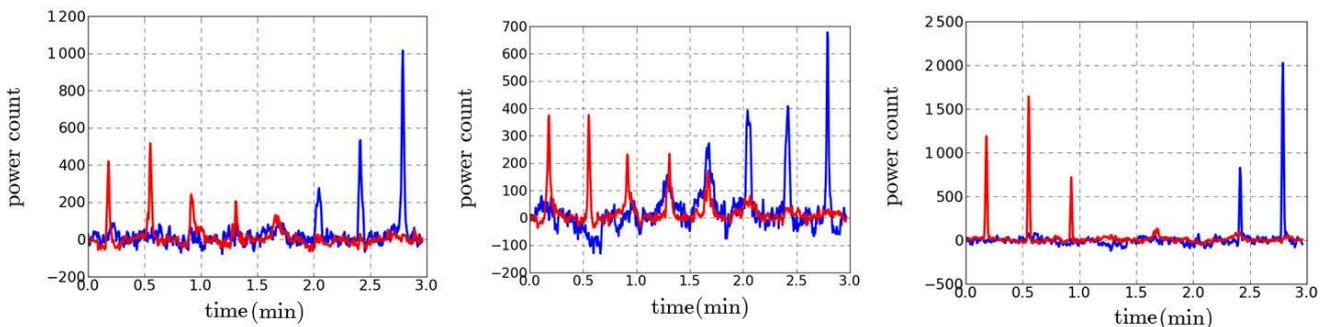


图 7 离焦（左和中）和聚焦（右）的天线方向图测量结果

【学术活动】基金委重大项目“基于天马望远镜的恒星形成与星际介质研究”中期研讨会在广州顺利召开

2019年1月17—19日，基金委重大项目“基于天马望远镜的恒星形成与星际介质研究”中期研讨会在广州顺利召开。来自广州大学、中国科学院上海天文台、国家天文台、紫金山天文台、国家授时中心、南京大学、中国科学技术大学、天津师范大学、荷兰阿姆斯特丹大学（University of Amsterdam）等共10多个单位的50多位专家学者和研究生参加了会议，中科院前沿科学与教育局数理化学处副处长毛羽丰和国家自然科学基金委天文处项目主任刘强出席了会议。本次会议由中国科学院上海天文台主办，广州大学物理与电子工程学院承办。

基金委重大项目“基于天马望远镜的恒星形成与星际介质研究”自2016年立项以来，已取得一系列重要成果，整体进展情况良好。本次会议共组织了20多篇会议报告，围绕项目已有成果及下一步研究计划进行了充分的交流和讨论。会议还特邀了国内相关研究领域专家对项目的整体实施情况及后续的研究工作做指导。与会专家充分肯定了项目组已取得的研究成果，均表示十分欣慰地看到在重大项目的支持下，短短几年内天马望远镜能够良好运行并已做出了出色的研究工作。同时，专家对项目如何更好地实施提出了宝贵意见。此次会议为项目后期阶段的顺利开展奠定了基础。



【观测运行动态】观测情况统计

2019年1—3月份天线总运行时间为1 627 h，其中单天线观测573 h，VLBI观测766 h，各项测试223 h，天线维修保养65 h。

中国科学院上海天文台

[网址] <http://shao.ac.cn/>

[地址] 上海市徐汇区南丹路80号

[邮政编码] 200030

编辑：赵玲丽 何雯婷 王彩虹

审核：刘庆会

签发：沈志强