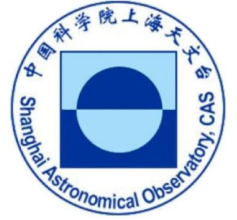




天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2019年12月31日

第23期

总第23期

【科学观测动态】天马望远镜助力欧洲 VLBI 网定位目前最近的重复快速射电暴

快速射电暴 (FRB) 是来自宇宙的一种短促而强烈的射电信号，分为重复性和非重复性两种。在已发现的上百个 FRB 中只有 4 个被定位到与宿主星系成协，其中仅有 1 个是重复射电暴。FRB 的来源是目前天文学领域研究的一大课题。荷兰科学家 Marcote 领衔的国际团队在国际顶级杂志 Nature 上发表了他们的最新发现，宣称他们通过 VLBI 技术精确定位了又一个重复射电暴 FRB18096. J0158+65，并认证其宿主星系是一个近邻旋涡星系。与之前定位到的重复射电暴 FRB121102 的宿主星系是非规则的矮星系不同，FRB18096. J0158+65 的宿主星系是一个恒星质量比前者大 100 倍的高金属度旋涡星系，距离我们约 150 Mpc，是目前已知的离我们最近，并有宿主星系的快速射电暴。这为后续多波段跟进观测研究其物理环境和宿主星系性质提供了便利。天马射电望远镜是欧洲 VLBI 网 (EVN) 的重要成员，参加了 2019 年 6 月 19 日 8 个主要 EVN 台站的联合观测，观测频率在 L 波段 (中心频率 1.7 GHz)，观测数据通过高速 e-VLBI 网络实时传输到位于荷兰的处理中心进行分析。研究人员通过对 4 次毫秒级重复射电暴信号的定位分析就获得了毫角秒量级的测量精度。天马望远镜的高灵敏度及其与欧洲台站组成的长基线在此次 FRB 精确定位中发挥了重要作用。

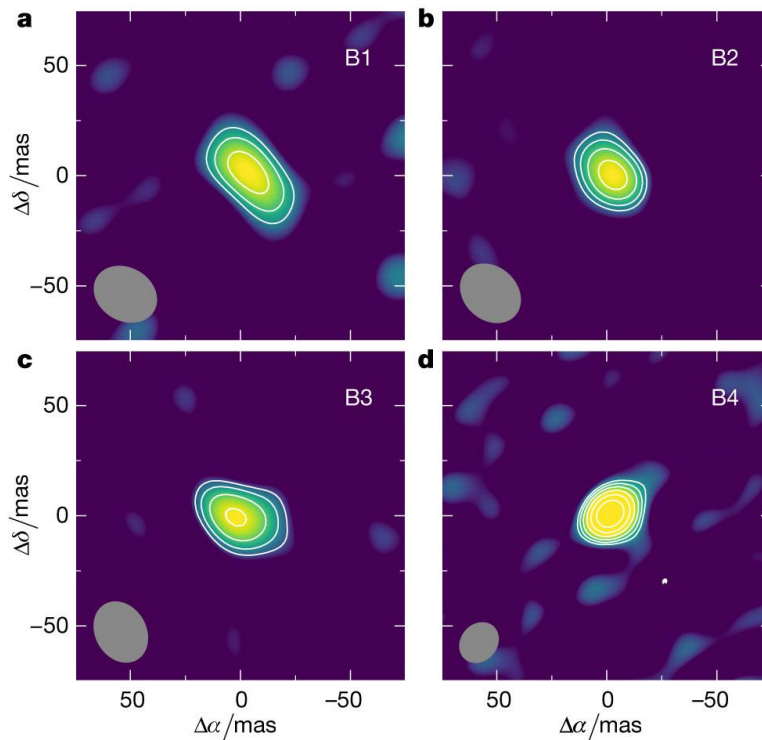


图 1 欧洲 VLBI 网 2019 年 6 月 19 日对 FRB18096. J0158+65 的 4 次快速射电暴的成图定位结果

【技术维护与发展】天马望远镜参加欧洲 VLBI 网 8 Gbit/s 测试获得条纹

2019 年 11 月 8 日，EVN 首次以每站 8 Gbit/s 的数据速率成功进行了测试观测，并使用双极化技术提供了 1 GHz 的带宽。

该测试是提高 EVN 灵敏度的重要一步。与此前 2 Gbit/s 的最大数据速率相比，这种新模式可能使 EVN 的连续性灵敏度提高 1 倍，尤其是在较高频率下。

参加该测试的台站包括德国 100 米射电望远镜、上海天马射电望远镜、昆明 40 米射电望远镜和瑞典 Onsala 20 米射电望远镜。这些台站对 X 波段的强校准源 31800 + 3848 进行了观测。天马望远镜采用 DBBC2 终端，将 1 GHz 双极化的观测带宽分为 32 个子带，并使每个子带具有 64 MHz 带宽。在观测期间，天马望远镜少量数据通过网络传输到 JIVE 并进行相关处理，获得准实时的处理结果反馈。通过前期充分的技术准备，天马望远镜在第一时间就获得了条纹，结果如图 2 所示。

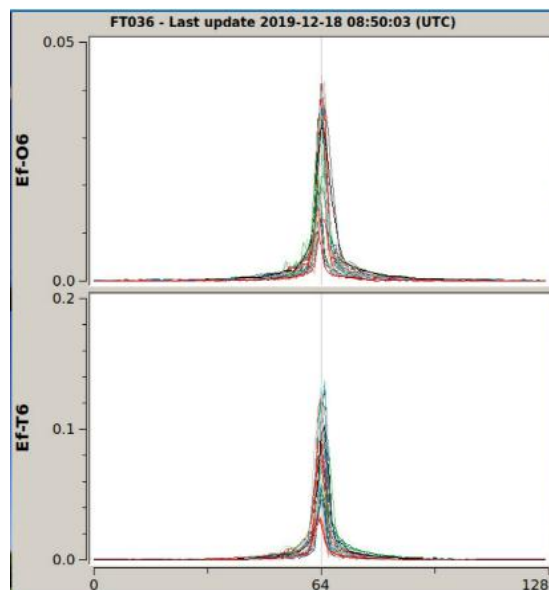


图 2 德国 Effelsberg (Ef)、瑞典 Onsala (O6) 和天马射电望远镜 (T6) 的条纹测试结果

【技术维护与发展】中国首套 K 波段 7 波束低温接收机的单波束通道调试

目前，国际上仅有美国绿岸望远镜 (Green Bank Telescope, GBT) 和意大利撒丁岛射电望远镜 (Sardinia Radio Telescope, SRT) 配置有 K 波段 7 波束低温接收机，其研制周期均为 5 年左右。天马望远镜项目组经过不到 2 年的技术攻关，于 2019 年 11 月成功完成中国首套 K 波段 7 波束低温接收机的单波束通道调试 (如图 3 所示)。K 波段 7 波束低温接收机的工作频率为 18.0~26.5 GHz，相对带宽达 38%，能同时接收左旋和右旋圆极化信号，其中馈源喇叭、圆波导噪声注入耦合器、差分移相器、正交模耦合器和低噪声放大器等器件均实现整体制冷，其工作温度为 20 K，这极大地提高了接收机的探测灵敏度。该馈源网络为天马望远镜项目组科研人员自主研制，其插入损耗低于 0.3 dB，噪声注入耦合器实现了圆波导注入方式，可以同时激励 7 波束左右旋 14 个接收通道。经过测试，K 波段 7 波束低温接收机的单波束



图 3 天马望远镜 K 波段 7 波束低温接收机

通道接收机的噪声温度约为 20 K，达到国际先进水平。

预计 2020 年 8 月 31 日前，天马望远镜项目组将完成 K 波段 7 波束低温接收机的 7 波束集成调试；2020 年 9 月 30 日前，完成 K 波段 7 波束低温接收机的上站安装；2020 年 12 月 31 日前，获得上站后的 K 波段 7 波束系统实测数据。K 波段 7 波束低温接收机成功安装调试之后，将成为上海天文台天马射电望远镜的重要观测设备，同时也将成为中国射电天文领域第一个 K 波段多波束巡天接收系统，这将对计划开展的银河系氨分子巡天观测和河外脉泽巡天观测具有重要的科学意义。

【技术维护与发展】完成天马射电望远镜安全隔离网闸的安装

除了进行科学观测，天马望远镜还同时承担了探月和深空探测 VLBI 测定轨任务。科学观测任务与国家重大工程任务交替运行，对天马望远镜的网络安全提出了很高的要求。项目组经过反复研究和测试，成功完成了网络安全升级，在保证网络安全的同时也实现了网络的正常使用。

天马望远镜台站与网络链接的设备超过 50 个，系统非常复杂。在设计的时候，我们选择了网闸作为隔离设备。该设备的特点是可弥补物理隔离卡和防火墙的不足。对网络的隔离是通过网闸隔离硬件实现两个网络在链路层断开，数据通过对隔离硬件上存储芯片的读写进行交换，从而提高了网络安全性。天马望远镜安装网闸后的网络结构如图 4 所示。这种设计结构对现有网络改动很小，完全不占用望远镜的运行时间。整个系统已经稳定运行了 6 个多月。

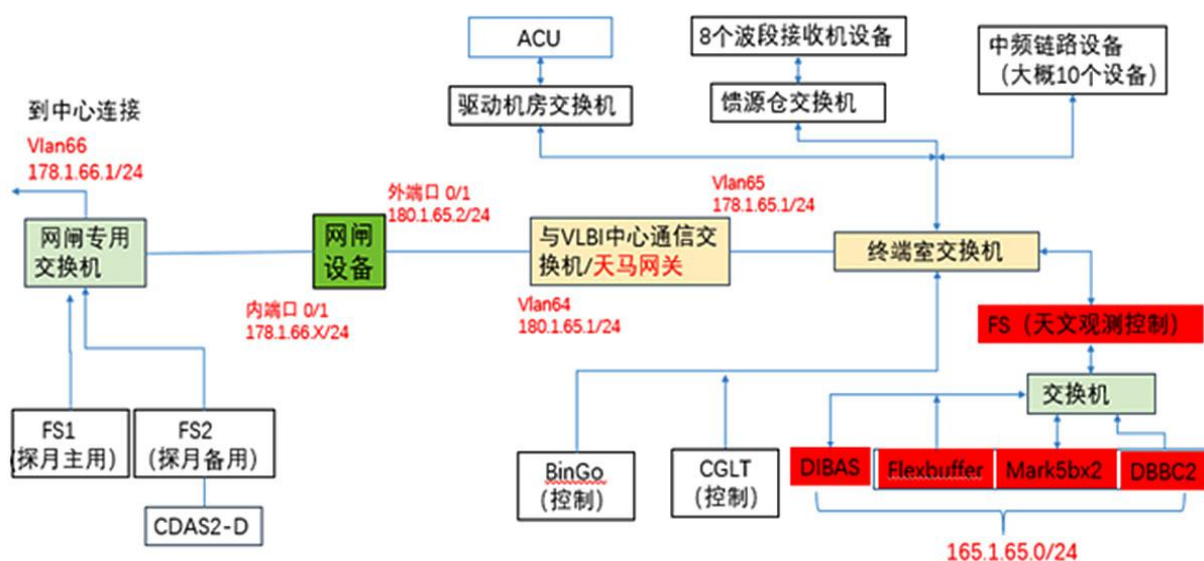


图 4 天马望远镜网络结构图

【科学观测动态】天马射电望远镜脉冲星计时观测取得新进展

天马射电望远镜脉冲星研究小组将单天线脉冲星计时观测与 VLBI 脉冲星测量有机结合，利用天马望远镜的时间跨度约为 4 a 的 S 波段和 C 波段脉冲星计时监测数据，精确测量了 16 颗脉冲星的周期和周期变化率等基本参数，进一步精确扣除了 Shklovsky 效应，并估算了脉冲星特征年龄。同时，他们还发现了脉冲星 B0154+61 的自转突变现象 (glitch)。与利用历史星表获得的结果相比，本研究获得了更加精确的突变时刻和突变幅度等信息，自转突变时刻差别达 13 d 之多 (见图 5)。该项研究为后续进一步认识脉冲星演化及其内部结构提供了重要资料。

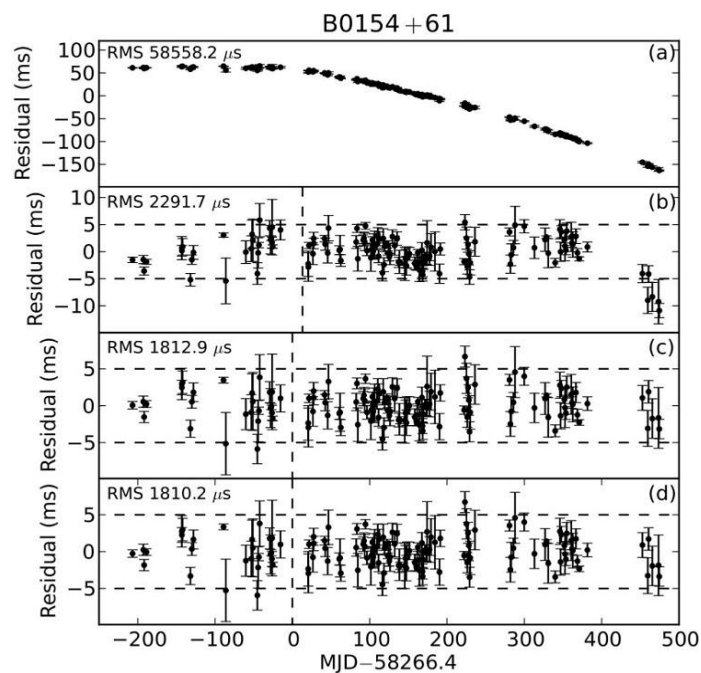


图5 脉冲星观测结果

【观测运行动态】观测情况统计

2019年天马望远镜总运行时间为6 819 h，其中，单天线观测2 820 h，VLBI观测1 891 h，各项测试1 255 h，天线维修保养853 h。

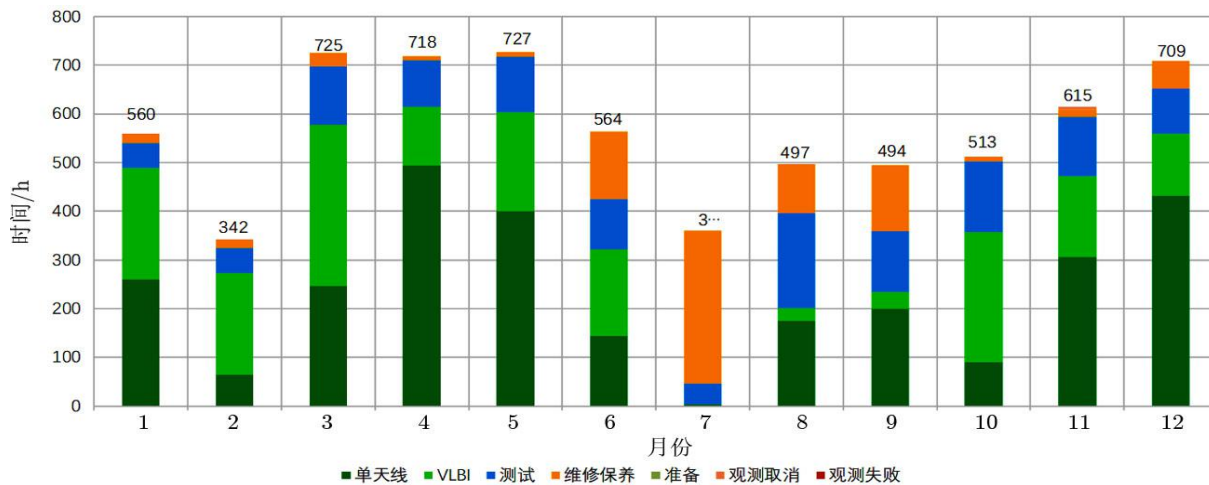


图6 天马望远镜2019年运行时间统计

**衷心祝愿：鼠年大吉！
万事如意！**

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