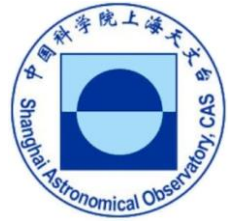




天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2018年12月31日

第19期

总第19期

【领导关怀】 全国政协副主席万钢调研天马望远镜

2018年7月4日，在全国政协副主席万钢的带领下，全国政协教科卫体委员会调研组来到上海天文台佘山科技园区，开展“强化基础研究，促进重大原始创新”实地考察。在调研期间，万钢一行实地参观了天马望远镜、观测楼总控制室等。上海天文台台长沈志强在现场对天马望远镜的建设历程、主要参数、技术难点、科学目标和工程应用等方面进行了重点介绍。



【科学观测动态】 天马望远镜圆满完成嫦娥四号探测器 VLBI 测轨任务

嫦娥四号探测器于2018年12月8日发射后，天马望远镜作为VLBI测轨分系统的主力台站，随即开展了每天的实时观测任务。在探测器月球背面着陆前的重大任务段，天马望远镜开展了实时观测，其中有15天时间采取了分时工作模式，分别对探测器和中继星开展测轨工作，累计观测时间超过300h，实现了设备零故障，运行零失误，充分发挥了天马望远镜口径大、灵敏度高的优势。

为助力嫦娥四号探测器任务圆满成功，在任务准备阶段，天马望远镜针对嫦娥四号任务进行了多项关键技术试验和设备保障工作：2017年4月，对S/X双频致冷接收机进行了改造，更新了S波段超导滤波器和X波段低温放大器，更换了制冷机和压缩机，并对氦气管路和冷水机

系统进行了维护保养；2017 年 10 月，成功地进行了天马望远镜与嫦娥四号着陆器正样的对接试验，验证了器地设备状态以及接口匹配性；2018 年 5—6 月，天马望远镜全程参与并顺利完成嫦娥四号中继星发射任务；2018 年 6—9 月，天马望远镜作为地面唯一设备，成功完成中继星天线的在轨标定工作；2018 年 8 月，进口氢原子钟投入使用，并经过测试验证后作为主用时频设备，参与正式任务；2018 年 11 月，完成了市电供电、柴油发电机和 UPS 设备的维护，开展了供电系统故障预案演练，完成了天马望远镜全部参试设备的巡检和入网评审。

在上海天文台和 VLBI 分系统总体带领下，天马望远镜科研团队共计 19 人（包括派驻 VLBI 总体组 1 人和 VLBI 中心 1 人）全程参与了嫦娥四号探测器实时任务，并先后三批次派遣观测工程师支援北京密云测站工作，充分发挥了团队的技术实力和工作作风。天马望远镜将继续高质量完成嫦娥四号的后续工作，并为嫦娥五号和后续的火星探测做好准备。

【科学观测动态】C 波段激发态 OH 脉泽搜寻工作

20 世纪 60 年代，羟基（OH）分子首次在星际介质中被探测到，基态 OH 天体脉泽也首次被探测到。类似于激光是在光学波段的一种受激发射，脉泽是在微波波段的一种受激发射。目前已经探测到的天体脉泽分子包括水、甲醇、氧化硅及其同位素、甲醛、氰化氢及其同位素等。OH 分子的结构简单，其脉泽具有多条谱线，其中波长在 L 波段（频率包括 1 612 MHz，1 665 MHz，1 667 MHz 和 1 720 MHz）的基态跃迁和波长在 C 波段（频率包括 4 660 MHz，4 750 MHz，4 765 MHz，6 016 MHz，6 030 MHz，6 035 MHz 和 6 049 MHz）的激发态跃迁最为普遍。OH 脉泽由于其具有线宽窄、流量强，以及在小尺度上具有成团成块性等特征，且普遍存在于宇宙的各类天体环境中，因此，可以用于示踪辐射源的物理性质和化学环境等。

国家授时中心乔海花助理研究员（兼任天马望远镜特聘青年研究员）等人利用天马望远镜，在 C 波段进行了激发态 OH 脉泽的搜寻。他们所搜寻的样本由约 200 个基态 OH 脉泽组成。他们还同时观测了 7 条激发态 OH 跃迁谱线、1 条甲醛跃迁谱线和 1 条甲醇跃迁谱线。结合基态 OH 脉泽，激发态 OH 脉泽可以被用来推测脉泽产生区域的物理条件，包括磁场和动力学场等信息，以研究不同跃迁 OH 脉泽的抽运机制。他们在大质量恒星形成区 W3(OH) 共探测到 5 条脉泽谱线，包括 4 条 OH 脉泽谱线和 1 条甲醇脉泽谱线。图 2 是在恒星形成区 W3(OH) 探测到的 4 765 MHz OH 脉泽谱线（图 2 是在恒星形成区 W3(OH) 探测到的 4 765 MHz OH 脉泽谱线）。

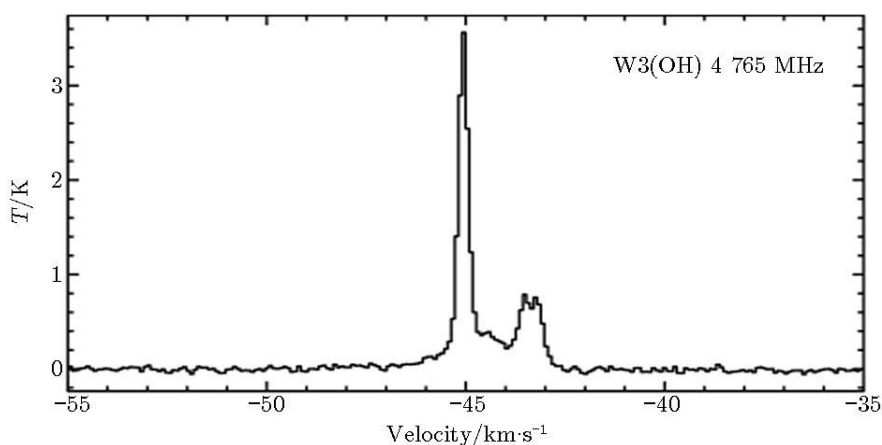
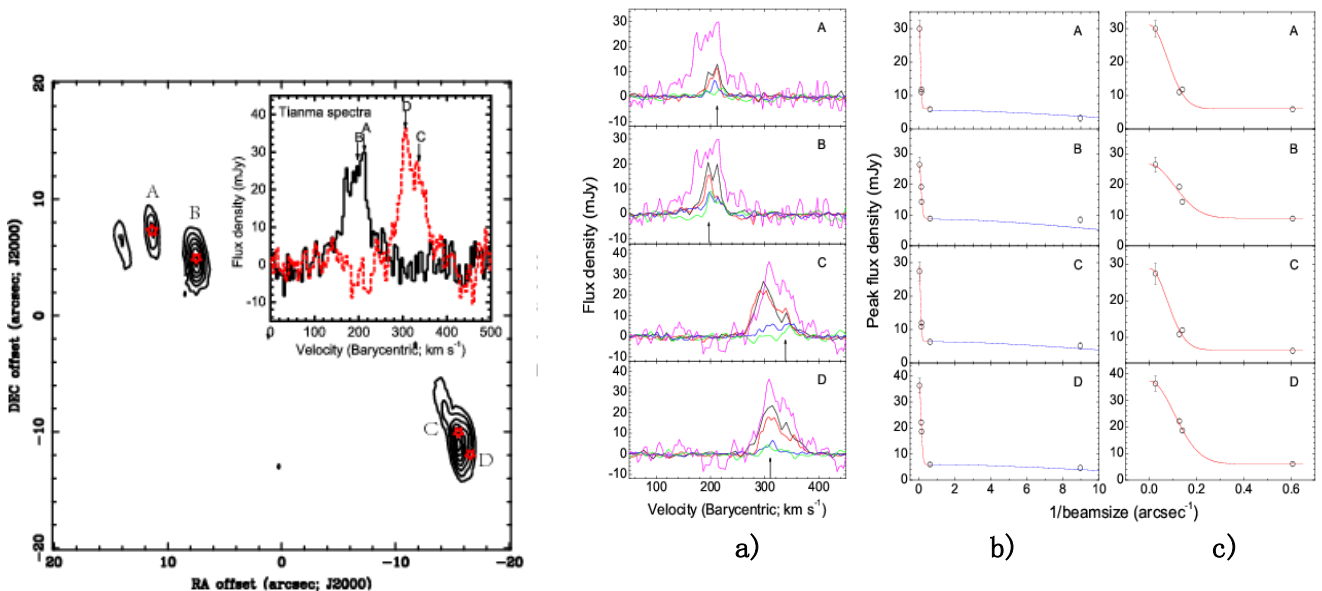


图 2 恒星形成区 W3(OH) 中的 4 765 MHz OH 脉泽谱线

【科学观测动态】天马望远镜在河外星系 36.2 GHz I 型甲醇脉泽研究方面的重要进展

甲醇脉泽在星际空间广泛存在，人们已在银河系中 1 000 余颗恒星的形成区探测到它们的辐射。根据理论预测，它们也应能在具有强恒星形成活动（如星暴）的河外星系中心区域被探测到。据近期国际观测研究，人们已经在大约 5 颗河外星系中探测到 36.2 GHz 跃迁频率上的 I 型甲醇辐射。由于该辐射具有窄的谱辐射特征，因此，理论上认为，它可能是脉泽辐射。但至今对其是否为脉泽辐射，仍缺乏最直接的观测证据。

天马望远镜是目前国际上为数不多的可开展 36.2 GHz I 型甲醇脉泽高灵敏度观测的望远镜。前期的测试工作已经表明，该望远镜在 Q 波段具有良好的观测性能，可开展该条甲醇线的观测。2018 年 1—2 月，广州大学和中国科学院上海天文台的合作研究小组利用天马望远镜，对星暴星系 NGC253 开展了该条甲醇线的观测，并成功地在该星系的两个区域（如图 4 中 A/B 和 C/D 位置）探测到 4 个甲醇辐射成分（A—D）。结合不同分辨率的 ATCA 和 JVL A 干涉阵的观测数据，研究小组分析了 4 个甲醇成分在不同分辨率下的流量变化，得到了甲醇成分辐射区大小。天马望远镜观测数据在此研究中提供了重要的零基线流量值，使得人们有机会一窥河外星系甲醇脉泽辐射成分的物理结构（见图 2）。研究结果表明，河外星系甲醇脉泽通常包括了物理尺度延展和致密的两种辐射成分：延展辐射成分的辐射尺度为 $6''$ ，对应的物理尺度为 100 pc；致密辐射成分的辐射尺度比延展的小近 2 个量级，只有 $0.05''$ ，对应的物理尺度为 1 pc。这种致密成分具有高的（远高于 5 000 K）亮温度。由于其具有如此高的亮温度，因此可以排除甲醇热辐射的可能，这为证实河外星系甲醇脉泽的存在提供了最为直接的观测证据。该研究结果已经发表在国际天文学核心期刊《天体物理杂志快报》（ApJL, 2018, 856: 35）上。



注：4 个脉泽成分（A—D）的空间分布由 ATCA 及 JVL A 干涉阵成图观测数据获得；4 个成分的谱轮廓图由天马望远镜观测获得，其谱分辨率为 3 km/s，噪声水平为 3 mJy。

图 3 星系 NGC253 36.2 GHz I 型甲醇脉泽的观测结果

注：a) 用不同空间分辨率观测得到的谱轮廓，其中洋红色谱轮廓为天马望远镜观测获得，其余由 ATCA 或 JVL A 观测给出。b) 峰值流量密度随观测望远镜（或阵列）波束倒数的变化，其中红线代表对延展成分的高斯拟合，拟合成分大小为 $6''$ ；蓝线代表对致密成分的高斯拟合，拟合成分大小为 $0.05''$ 。c) 对图 b) 延展成分高斯拟合的放大。天马望远镜观测提供了此研究中至关重要的零基线数据。

图 4 由天马望远镜、ATCA 和 JVL A 观测得到的 4 个 36.2 GHz 甲醇脉泽成分的谱轮廓和峰值流量密度

【技术维护与发展】完成对 Q 波段双波束低温接收机的维护保养

Q 波段双波束低温接收机自 2016 年 3 月安装于天马望远镜，并连续运行 2 年多时间后，真空杜瓦低温平台的物理温度出现了轻微的漂移。经过多次排查，未能对该故障进行定位，最后将 Q 波段低温接收机移至微波技术实验室进行全方面的故障确认。通过更换制冷机冷头和加固内部杜瓦连接处，最终实现了故障归零。目前，低温平台物理温度稳定，接收机 4 个通道的噪声温度均在 30~40 K。2018 年 10 月 8 日天马望远镜已恢复安装了该低温接收机，并于 10 月 23 日与韩国 KVN 进行了国际 VLBI 联测，成功获得相关条纹（如图 5 所示）。另外，Q 波段低温接收机在实验室维护保养期间，我们还对噪声源快速切换、低温放大器电压电流数据采集等硬件升级进行了方案论证和测试。

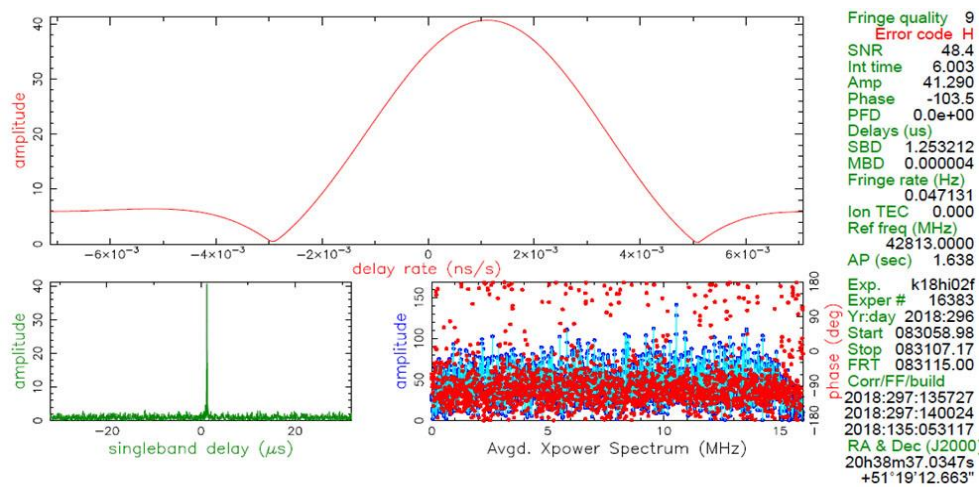


图 5 天马站与韩国 KVNYS 站的相关条纹

【技术维护与发展】完成对致冷系统的维护保养

2018 年 11 月 24 日—29 日，中国科学院上海天文台和合肥方汇低温技术有限公司对天马望远镜致冷系统进行了五年一次的大修维护保养，完成了馈源舱恒温空调 1#系统压缩机的更换，1#和 2#系统干燥过滤器、高低压开关、膨胀阀及毛细管的更换，重新进行保压，抽真空，加注制冷剂并制冷。此外，还对控制系统进行了除尘，对机械系统进行了防锈处理。另外，还检查了冷水系统的工作状态。经过 5 天的维护保养，目前系统工作状态良好。

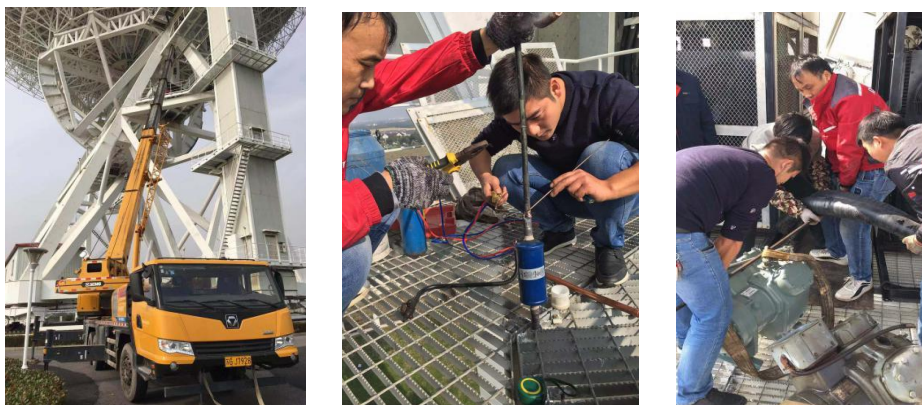


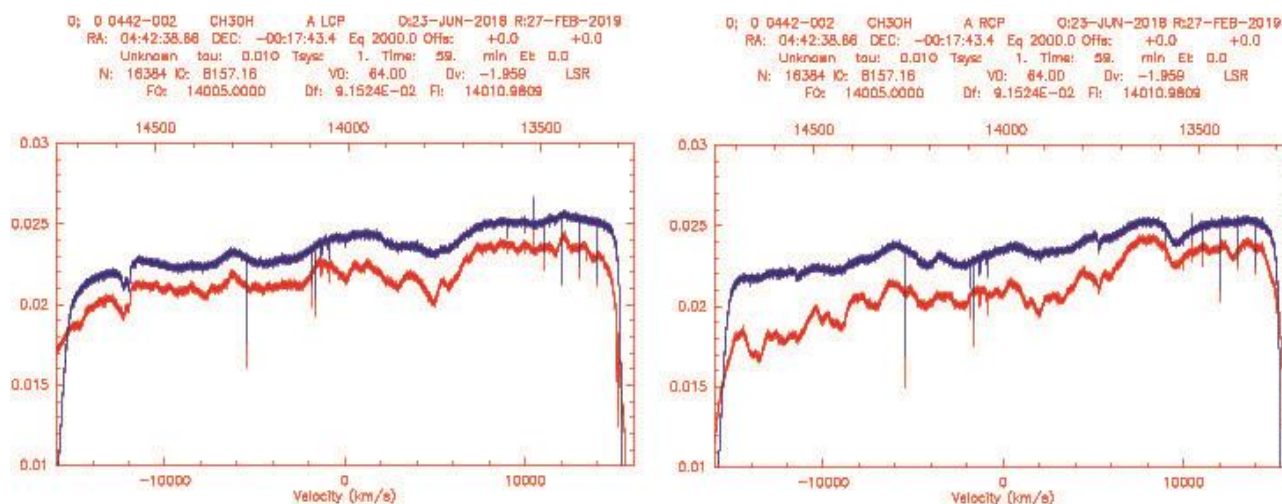
图 6 致冷系统的维护保养

【技术维护与发展】完成对谱线和脉冲星观测数字终端的升级

谱线和脉冲星观测数字终端(DIBAS)自2013年10月安装以来,已稳定运行了5年。在系统运行中我们发现:(1)存储服务器老化不稳定;(2)模拟中频放大器模块隔离不好,带来频率基线的问题。2018年10月对存储器进行了升级,扩充了一组容量为96TB的Lustre存储器,并使其与原有的存储器互为备份,以增加存储容量,提高存储安全性。对于模拟中频放大器,从2018年初开始讨论了新的设计指标和方案,并于年中安装了第一套模拟中频放大器,10月安装了第二和第三套。图7显示了新的模块内部实物图。该模块中,对一对双偏振输入信号采用了独立的处理链路,隔离度达到70dB以上(原模块为30dB)。安装后进行了测试,图8为新旧放大器SR频率基线比较图,该图显示了Ku波段上左右旋的观测结果,观测源为0442-002,观测频率为14.005GHz,带宽为1.5GHz,观测时间为59min。由图8可以看出,新的模块改善了频率基线。后续将继续研究终端的性能,改善频率基线,以便更好地服务于天文观测。



图7 模拟中频放大器实物图



注: a)左旋结果; b)右旋结果。蓝线为新模块的结果,红线为旧模块的结果。

图8 新旧放大器模块频率基线的比较

【科学观测动态】EVN 观测进展

2018年6月中旬,天马站对数字终端DBBC2进行了升级,启用了两路Fila10G输出,其中一路连接到e-VLBI交换机,用于2Gbit/s数据传输,另外一路与Flexbuff直连。数据发送给Flexbuff,记录在本地磁盘阵列上,以存储VLBI观测数据。

经过测试,Fila10G可以直接与JIVE进行数据传输。目前,我们正在解决国内的网络协议问题。

Flexbuff磁盘阵列服务器将替代原有的Mark5B+,用于VLBI数据的记录和存储。目前,已完成该存储设备的安装和测试,并计划把它用到2019年年初的EVN观测中。

为了使用DBBC2的Fila10G和Flexbuff,fs控制计算机已升级到了fs-9.11.19版本。



磁盘阵列由30块8 T硬盘组成，总容量达240 T。

图9 Flexbuff 磁盘阵列服务器

【观测运行动态】观测情况统计

2018 年天马望远镜总运行时间为 7 300 h，其中单天线观测时间为 3 720 h，VLBI 观测时间为 1 880 h，各项测试时间为 1 147 h，维修保养时间为 408 h，其他时间为 145 h。

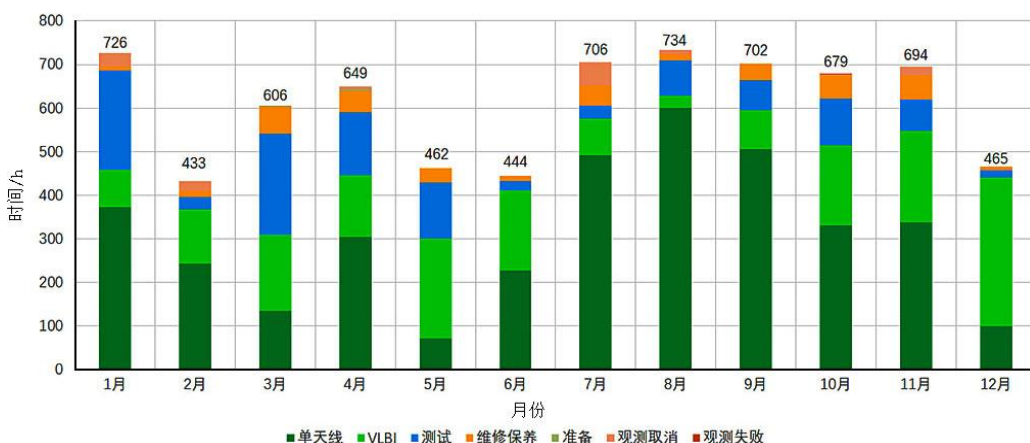


图10 2018 年度天马望远镜运行时间统计图

【简讯】

(1) 2018 年 5 月 21 日—6 月 21 日，天马站执行了嫦娥四号中继星的 VLBI 测轨任务。7—9 月，天马站参加了嫦娥四号中继星常规观测任务约 25 次。

(2) 在科技部组织的大型仪器开放共享评价考核中，由于天马望远镜等大型仪器设备运行使用效率高，对外开放共享成效明显，上海天文台获评“优秀”。

(3) 包括天马望远镜在内的系列大型天文观测设施入选“中科院改革开放 40 年 40 项标志性重大科技成果”。

衷心祝愿：

猪年大吉！

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