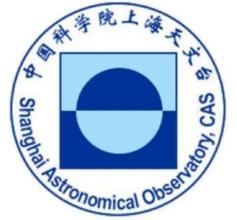




天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2020年6月30日

第25期

总第25期

【科学观测动态】参加火星探测器 MEX 的 VLBI 观测，为天问一号做好准备

2020年6月8日和28日，为了验证火星探测器 VLBI 测量能力，天马望远镜和上海25米、乌鲁木齐26米、北京50米及昆明40米望远镜，一起参加了欧洲火星探测器 MEX 的 VLBI 观测，并在上海 VLBI 中心进行了数据处理。通过这些观测，我们积累了火星探测器 VLBI 观测和数据处理经验，验证了 VLBI 分系统执行火星探测器 VLBI 测量的能力，为执行我国首次火星探测任务天问一号 VLBI 测定轨打下了良好基础。

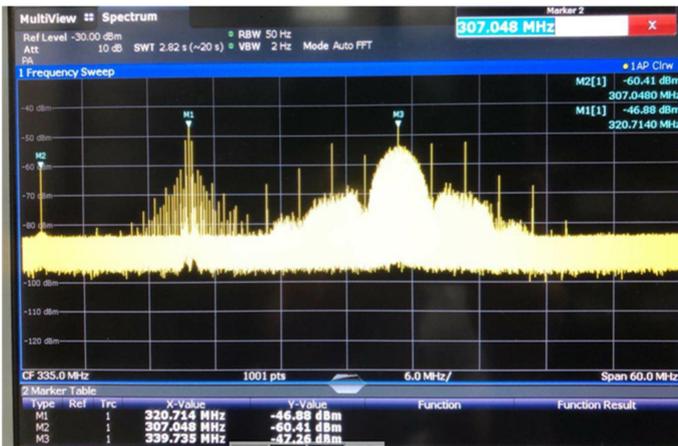


图1 2020年6月28日天马望远镜接收到的火星探测器信号频谱

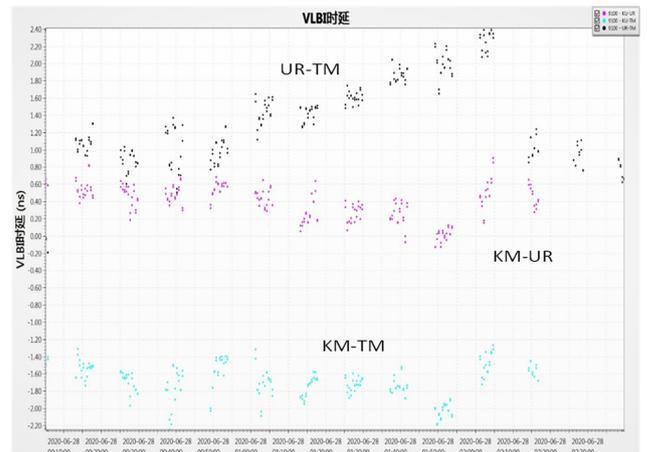
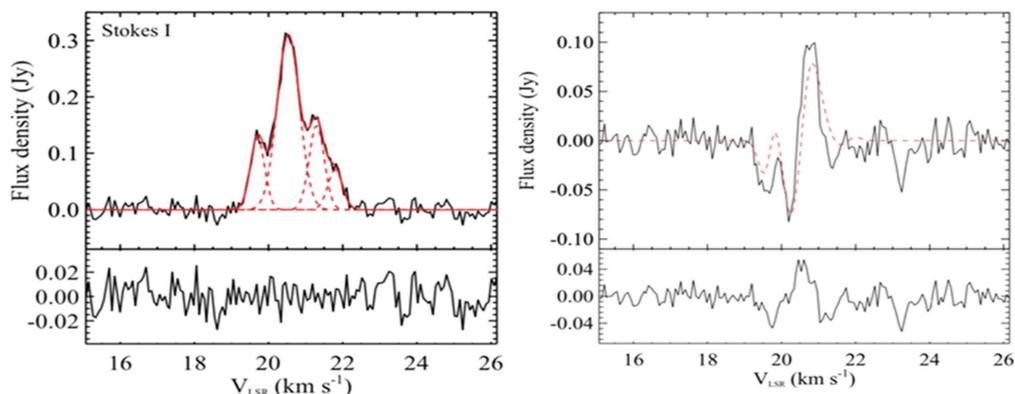


图2 天马、昆明、乌鲁木齐三条基线 VLBI 时延的测量值和预报值的差

【科学观测动态】年轻行星状星云 K3-35 的磁场测量进展

在小或中等质量恒星的演化晚期，典型形态为球状的拱星包层，它会演化成具有高度不对称形态的行星状星云。这一天体物理过程至今仍然没有被很好地解释，磁场通常被认为在这一过程中起到了一定的作用。然而，对于行星状星云中磁场的观测信息非常匮乏。脉泽塞曼效应的偏振观测是探测这类天体中磁场的主要手段。目前只有在4个行星状星云中被探测到过塞曼效应，并且都是通过OH分子基态的脉泽谱线（1.6~1.7 GHz）完成的。国家天文台的侯立刚和高旭阳在利用天马望远镜对年轻行星状星云 K3-35 的观测中，探测到了一个新的OH激发态 6.035 GHz 脉泽的发射线成分，圆偏振度在50%以上，并对应于 Stokes V 谱上一个清晰的S曲线特征（见图3）。这些观测特征可由塞曼效应进行解释，并可估算得到磁场强度为 4.5 ± 0.4 mG。这很可能是首次在年轻行星状星云中探测到激发态OH脉泽的塞曼效应。

本研究成果已发表于 MNRAS 期刊 (<https://academic.oup.com/mnras/article/495/4/4326/5848206>)。



注：左图为0H 激发态 6.035 GHz 的 Stokes I 谱；右图为其 Stokes V 的谱。拟合结果如红色虚线所示。拟合残差显示在每张图的下半部分。

图3 利用天马望远镜对行星状星云 K3-35 的观测结果

【科学观测动态】大质量恒星形成区甲醇脉泽的搜寻

证认大质量恒星形成区样本是研究大质量恒星形成至关重要的一步。我们于 2015 年 9 月至 2018 年 1 月使用天马望远镜进行了银河系内甲醇脉泽的巡天工作，利用 position switching (PS) 以及 on-the-fly (OTF) 的观测模式进行研究，样本是基于一定的颜色星等判据从 WISE 样本中选出的 3 348 个源。共探测到 236 个甲醇脉泽源，其中 35 个源是被新探测到的。所有甲醇脉泽探测源坐标分布与 LSR 速度的关系图结果，与旋臂和分子云所在位置是一致的。我们还总结了一个迄今最为完备的含有 1 085 个 6.7 GHz 甲醇脉泽源的星表。相关研究成果发表在 ApJ (杨楷等, 2017, 846: 160) 和 ApJS (杨楷等, 2019, 241: 18)。

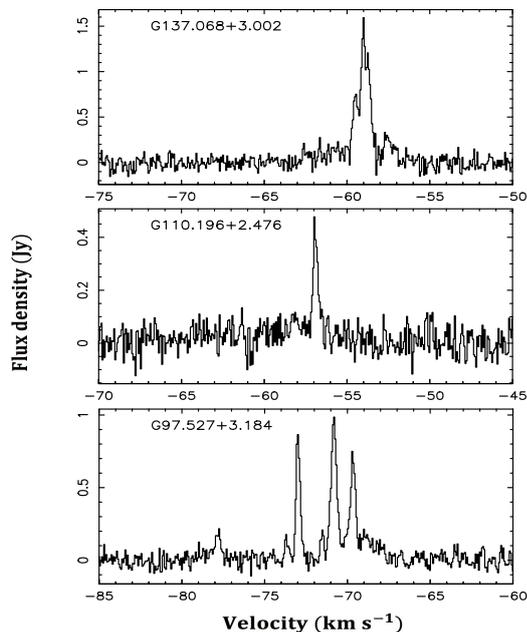


图4 低银纬巡天 3 个新探测源 6.7 GHz 甲醇脉泽谱线

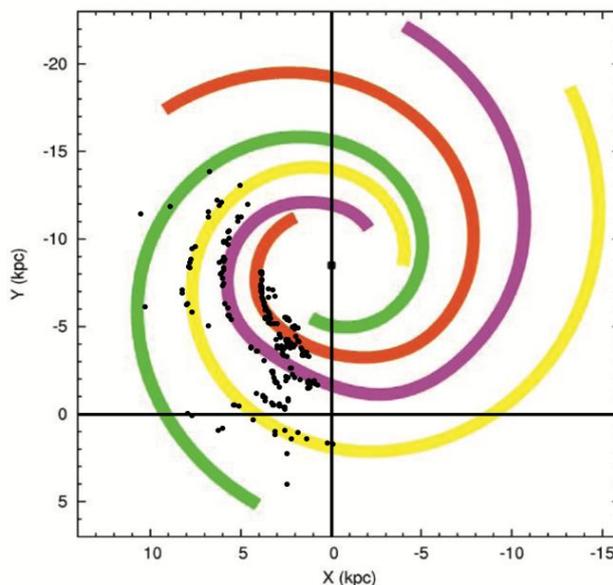


图5 探测源与银河系悬臂的关系

【技术维护与发展】氢原子钟房高精密恒温恒湿空调系统完成升级改造

2020 年 4 月，南京博森科技有限公司对天马望远镜观测楼一楼氢钟屏蔽房内的旧空调系统进行了升级改造：钟房内部敷设保温材料和外部装饰，更换原有照明灯具为 led 照明，顶部送风方式更改为孔板送风方式，加设恒湿功能等。新空调系统具备远程监控一键启动功能。压缩机一开一备。新空调系统运行稳定，温湿度均满足设计要求，此次改造于 2020 年 4 月 23 日通过验收。新空调系统运行两个月以来，温度控制精度达 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，优于指标 (见图 6)。此外，安徽万瑞冷电科技有限公司完成 8 套致冷氢气管路系统的管道除

锈、气体纯化、电气维护等年度维保工作；常州市贝乐机电有限公司对原冷水系统供回水管道进行了改造升级；佘山当地公司配合项目组对天线整个配电系统进行电缆更换、开关升级改造等；重新部署的观测室控制台，使观测室焕然一新。



图6 升级后的钟房及钟房温湿度监控系统

【技术维护与发展】VLBI 基带数据高速记录系统的研制进展

为了大幅度提高现有 VLBI 网的观测灵敏度，天马望远镜团队积极研制宽带 VLBI 系统，计划将现有观测带宽提高到 4 GHz，总的 VLBI 基带数据率达到 32 Gbps。4 GHz 宽带的 VLBI 观测能够使现有的 VLB 成图灵敏度提高 4 倍，接近并达到 1 uJy/beam。前所未有的成图灵敏度，进而能使天文学家对各种射电极弱源或极弱成分（约大于 10 uJy/beam）开展 UV 平面全覆盖的 VLBI 天文观测研究。

目前国际上主流的记录系统是美国的 Mark6 系统，它具有 16 Gbps 持续记录速度。欧洲的 Flexbuff 系统，总的来说没有现成的单机设备具有 32 Gbps 记录性能。2019 年初，天马望远镜项目组开始研制高速记录系统，经过一年多的研发，目前已经研制出原型样机，如图 7 所示。



图7 VLBI 基带数据高速记录系统样机

整个硬件系统由 4 个托架硬盘构成(后续计划扩展到 8 个硬盘架)，每个硬盘组对应一个专用的磁盘模组，目前总的最大记录速率为 16 Gbps。所有的硬件都是商用产品，采用 2 个 raid 卡与硬盘托架连接，4 个万兆网卡连接终端系统。此系统的软件采用 C++ 语言编写，多线程同步技术。数据读取线程从 10 G 网卡接收数据，然后将数据以块的形式放入环形缓冲区，根据写入数据块的大小和磁盘数目，启动 N 个进程，每个进程负责写入指定的磁盘，每个数据块有唯一的编号，这样就实现了数据并行写入多个磁盘的效果，基本实现了写入数据的线性加速。

经过数据记录测试：采用 DBBC3 终端作为数据源，生成 16 Gbps 的数据流，然后链接记录仪，持续记录 20 s，数据记录结果如图 8 显示，记录速度基本稳定在 16 Gbps 左右，达到了设计的要求。天马望远镜团队的后续工作计划将扩展磁盘数量，提高 raid 卡的性能，优化软件，逐步实现 32 Gbps 的数据持续记录能力。

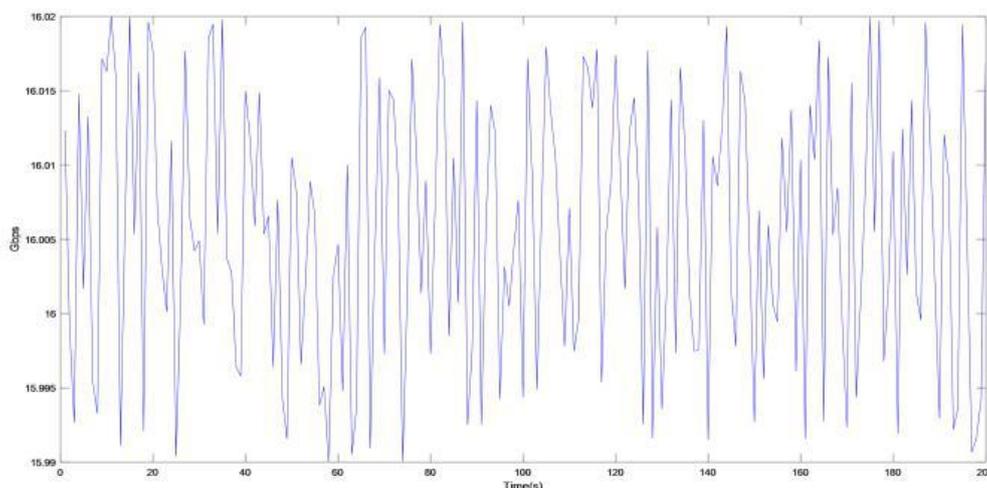


图8 数据记录结果

【技术维护与发展】天马望远镜安装水汽辐射计

2020年5月初，天马望远镜安装了水汽辐射计。该水汽辐射计是一款基于大气微波遥感技术的被动的高灵敏度的气象观测设备，能够全天候连续观测0~10千米垂直高度内的对流层与边界层内的湿度和温度垂直廓线、液态水廓线、干湿延迟以及综合水汽含量（IWV）和液态水路径（LWP）含量。天顶方向观测与边界层多角度扫描模式联合使用，实现稳定的边界层逆温扫描，可达到25~40 m的垂直分辨率。该系统具备高度自动化，软件数据分析和图形显示功能，可实现无障碍局域网实时数据传输，支持多终端、实时、连续检测、处理和提供大气边界层与对流层的温度、湿度、液态水廓线和干湿延迟等信息，并且气象要素到大气延迟的转换系数可调。其具有根据文件索引跟踪指定探测器，并观测此路径方向上中性大气干延迟、湿延迟和总延迟的能力。

毫米波、亚毫米波射电天文观测在现代天文学发展中起着重要的作用。这一频段内丰富的分子谱线发射，使得毫米波、亚毫米波观测在恒星、原始行星系统形成、星系的形成和演化、活动星系核等各类天体的观测研究中都有重要作用。地球大气中的水汽对毫米波段的辐射具有很强的吸收，这一影响通常用大气不透明度来衡量，大气不透明度指标是评价天文台址是否优良的一个重要依据。为了得到精确的天文观测数据，必须用水汽辐射计进行大气不透明度的测量，实时获取不透明度数据，准确地修正大气吸收效应。

水汽辐射计是测量大气不透明度的主要手段之一，通过测得大气辐射亮温，可实时监测路径的大气积分水汽含量和路径液态水总量，得到大气的不透明度，从而可以更好地校准天文观测数据。

该设备的安装，提高了天马望远镜执行深空探测 VLBI 测定轨和射电天文观测研究的能力。



图9 天马望远镜园区安装的水汽辐射计

【观测运行动态】观测情况统计

2020年4—6月，天马望远镜总运行时间为1 272.5 h，其中单天线观测219 h，VLBI观测151.5 h，各项维护及测试902 h。

【短讯】

继2020年3月27日天马望远镜顶升方案通过评审后，经过现场施工，于5月30日顺利完成顶升力的逐级卸载、俯仰轴的焊接和螺栓更换。望远镜运行至今，螺栓完好；俯仰轴转动正常，未发生响声；天线指向正常。

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：何雯婷 王彩虹

审核：刘庆会

签发：沈志强