



# 天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2016年6月30日

第10期

总第10期

## 【科学观测动态】天马望远镜团组发现一个富含长碳链分子的云核

天马望远镜研究团组利用天马望远镜对巨蛇座区域内南侧 (Serpens South) 的一个云核进行了碳链分子的搜寻，并在其中探测到了丰富的碳链分子，包括  $C_3S$ 、 $HC_5N$ 、 $HC_7N$ 、 $HC_9N$ 、 $C_6H$ 、 $C_8H$ ，以及  $HC_3N$  和它的同位素分子  $H^{13}CCCN$ 、 $HC^{13}CCN$  和  $HCC^{13}CN$ 。相关研究成果以“TMRT Observations of Carbon-chain molecules in Serpens South 1A”为题，于2016年6月21日在《天体物理学报》(Astrophysical Journal)上发表。论文链接：<http://dx.doi.org/10.3847/0004-637X/824/2/136>。关于该工作的早期介绍可参见《天马行空录》2015年6月30日第6期。

得益于天马望远镜的高灵敏度和速度分辨本领，共有9条跃迁线首次在星际空间被探测到(图1)，如  $HC_5N$   $J=13-12$   $F=12-11$  和  $F=14-13$ ， $H^{13}CCCN$   $J=2-1$   $F=1-0$  和  $F=1-1$ ， $HC^{13}CCN$   $J=2-1$   $F=2-2$ ， $F=1-0$  和  $F=1-1$ ， $HCC^{13}CN$   $J=2-1$   $F=1-0$  和  $F=1-1$ ；有2条精细结构线首次被分解开，包括  $HC_5N$   $J=6-5$   $F=5-4$  和  $H^{13}CCCN$   $J=2-1$   $F=2-1$ 。研究团组将探测结果与 TMC-1 和 Lupus-1A 的碳链分子柱密度和丰度进行比较，发现三个分子云中的长链碳分子可能具有相似的形成机制(图2)。

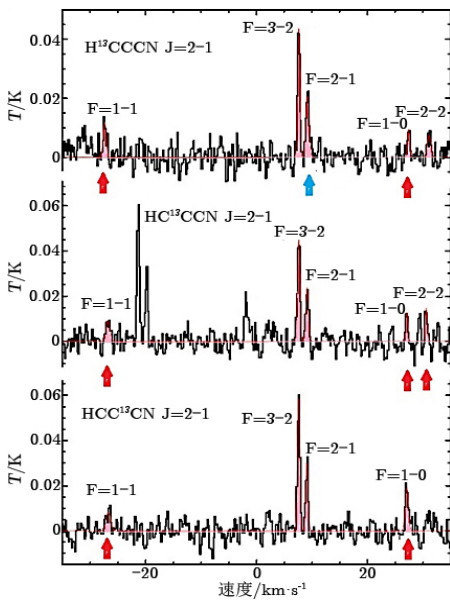


图1  $HC_5N$  的  $^{13}C$  同位素分子的精细结构线  
红色箭头标示的是天马望远镜新探测到的跃迁线，蓝色箭头标示的是新分解开的成分。

天马研究团组发现，Serpens South 1A 中碳链分子的柱密度约为  $10^{12} \sim 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ ，与 TMC-1 和 Lupus-1A 相当。因此，同 Lupus-1A 一样，这个源也属于类 TMC-1 分子云，Serpens South 也成为 Taurus 和 Lupus 外第三个探测到长碳链分子  $HC_9N$  和  $C_8H$  的分子云复合体。

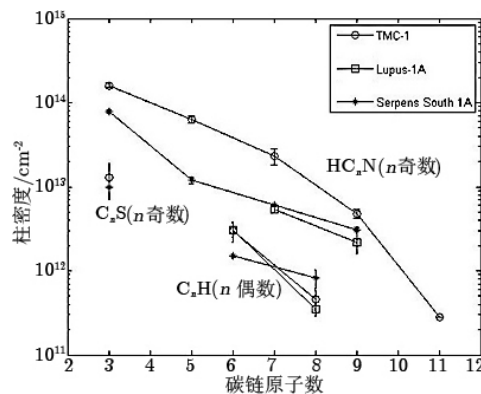


图2 Serpens South 1A 与 TMC-1 及 Lupus-1A 中碳链分子丰度的比较

## 【新闻动态】探月工程总设计师吴伟仁一行赴上海天文台调研

2016年5月11日下午，探月工程总设计师吴伟仁一行赴上海天文台调研嫦娥四号任务工作进展。国防

科工局探月与航天工程中心二期工程总体部副部长王倩、中科院月球与深空探测总体部副主任邹永廖、上海天文台副台长陶隽等陪同调研。

吴总一行兴致勃勃地参观了天马望远镜和佘山科技园区 VLBI 中心，听取了上海天文台嫦娥四号任务的工作汇报，为上海天文台近年来取得的成就和迅速发展感到高兴。基于甚长基线干涉测量的导航定位的  $\Delta$ DOR 技术和同波束干涉测量技术在嫦娥二号、嫦娥三号工程中的成功应用，大大提高了测控精度，为探月工程作出了突出贡献，对此吴总给予了充分的肯定。

嫦娥四号任务承载着许多新的尝试，既光荣又艰巨。吴总希望在论证中要充分考虑到任务的复杂性，保证主体任务，充分发挥潜力，紧密结合中国航天领域一体二翼发展新思路，争取技术创新，为空间应用和空间科学发展作出更大的贡献。

## 【新闻动态】上海天文台参加 2016 年度中科院公众科学日和上海市科技活动周系列活动

2016 年 5 月 14 日，中国科学院公众科学日和上海市科技活动周正式拉开帷幕。此次开放活动吸引了一大批市民。通过科普宣传片和工作人员的讲解，参观者了解了天马望远镜的建设过程、技术难点以及承担的科研任务，并纷纷就一些感兴趣的话题与科研人员进行沟通交流。现场充满了良好的科普氛围。

上海天文台多年来坚持参加公众科学日活动，开展了一系列精彩的实地参观、科普讲座、互动交流等活动，引导社会公众从科学角度了解中国天文事业的发展，激发公众学习科学知识、参与科学讨论的热情，提升全民科学素质。此次活动得到了上海市科委、中科院科学传播局、上海市空间导航与定位技术重点实验室和上海天文博物馆的大力支持。

## 【科学观测动态】天马望远镜在 EVN 观测中成为参考天线

2016 年 2 月 18 日，总部设在荷兰的致力于天体物理学研究的欧洲 VLBI 网 (European VLBI Network, EVN) 开始了 2016 年度的第一个观测季。为确保观测数据的有效性和可靠性，EVN 通常需在常规观测正式开始前组织各参与台站进行条纹检测试验。本次 C 波段 (4~8 GHz) 条纹检测中，天马望远镜 (代号 T6) 凭借其大口径和高灵敏度，从而易于捕获到微弱射电源信号的性能优势，首次被 EVN 选作参考天线，与同时参与观测的其它台站进行准实时数据相关处理，在各条基线上成功获得了清晰的干涉条纹。详细的条纹检测结果可参见 [http://www.evlbi.org/tog/ftp\\_fringes/N16C1/index.html](http://www.evlbi.org/tog/ftp_fringes/N16C1/index.html)。

2016 年 5 月 26 日，在 EVN 开展的本年度第二个观测季中，天马望远镜 (代号 T6) 再次凭借其优势，被选作 L 波段 (1~2 GHz) 条纹检测的参考天线，与同时参与观测的其它 13 个台站进行了准实时数据相关处理，在各条基线上成功获得了清晰的干涉条纹。详细的条纹检测结果可参见 [http://www.evlbi.org/tog/ftp\\_fringes/N16L2/scan14b/index.html](http://www.evlbi.org/tog/ftp_fringes/N16L2/scan14b/index.html)。

天马望远镜作为参考天线参与国际 VLBI 观测，标志着天马望远镜的综合性能已得到国际同行的认可，同时也大大提升了天马望远镜，乃至中国射电天文观测的国际影响力。

## 【科学观测动态】天马望远镜 Q 波段指向测试进展

天马望远镜 Q 波段接收机是双波束馈源设计，指向模型分为两个单波束独立观测模式和双波束同时观测模式，一共三种工作模式。单波束独立观测模式主要用于单点源的观测和 OTF 观测，双波束同时观测模式主要应用于星团或展源的观测。

指向建模过程中，科研人员通过控制 Q 波段主用波束对强射电源作扫描检测，并通过检测功率最大值方式，获得各个单点位置的指向偏差。在获得各点偏差后，采用模型拟合得到的方位和俯仰拟合残差分别为 3.38"和 5"。图 3 给出了俯仰拟合误差情况，图中横轴是俯仰角，纵轴是拟合偏差角度。图 4 给出了方位、俯仰拟合偏差的综合分布情况，图中横轴是方位偏差，纵轴是俯仰偏差。163 个点的拟合偏差均方根值为 6.03"。

在得到指向拟合模型后，加载该模型到天线控制计算机，在夜晚进行盲指误差测试。盲指的方位和俯仰组合分布随机，检测结果为方位和俯仰的偏差为 3"~4"，偶尔有 7"左右的偏差。测试过程中分别采用了连续谱源和谱线源。在此基础上，如果开启指向快视模式（实时指向检测和修正），可以获得更高的指向精度。结果表明，目前的指向模型已能满足单波束的 Q 波段观测对指向的要求。

下一步，科研人员将对另一个波束进行调整，使天马望远镜具备双波束工作能力；对指向检测中各个设备的时间进行同步，确定各个设备数据的延时量，并进行补偿，确保数据记录的同步性；统一天线副面和指向模型，引入天线主动面指向修正项，进行建模和实测。

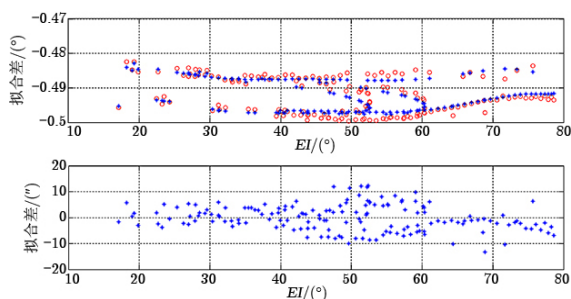


图 3 俯仰模型拟合误差分布

上图：实测点（红色圈）和拟合点（蓝色星）；下图：实测与拟合的残差

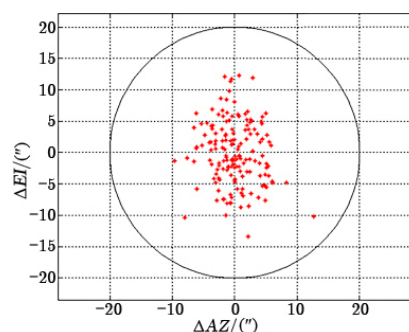


图 4 方位俯仰综合误差分布

## 【科学观测动态】天马望远镜脉冲星到达时间观测系统的建设

脉冲星到达时间观测是最常规、最重要的观测之一。该观测对深入了解中子星内部结构、精确测定中子星质量、高精度探测引力波等基础研究课题具有重要意义。此外，该类观测还对脉冲星深空自主导航、时间基准建立等应用类课题具有重要价值。经过不断努力和长期调试，已逐步建立起天马望远镜脉冲星到达时间检测系统。图 5 为天马望远镜对一颗毫秒脉冲星 J1713+0747 在 4.8 GHz 的观测结果，其中横坐标是相对儒略日 MJD 与 57 979.7 的偏差。该观测到达时间拟合精度达 9.087 μs。后续，我们将升级时频系统，进一步提高脉冲星到达时间监测精度。

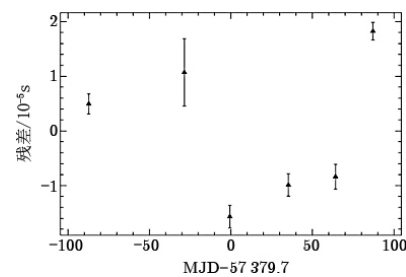


图 5 天马望远镜对 J1713+0747 的观测结果

## 【技术维护和发展】天马望远镜双波束 K 波段致冷接收机完成安装调试

经过约三年时间的技术攻关，天马望远镜研究团组成功研制了 K 波段双波束致冷接收机，并于 2016 年 5 月 2 日将改接收机成功安装于天马望远镜(如图 6 所示)。K 波段双波束致冷接收机工作频率为 18~26.5 GHz，相对带宽达到 38%，能同时接收左旋圆极化和右旋圆极化信号，其中馈源喇叭、90° 移相器、正交模耦合器和噪声注入耦合器工作在 60 K 温区，低噪声放大器工作在 15 K 低温区。经过测试，接收机噪声温度为 15~30 K，如图 7 所示。经实测，K 波段两个波束在天空的间隔大约为 140"；经过 Y 因子方法测量，四个接收通道系统噪声温度为 40~80 K。K 波段双波束低温接收机成功安装调试之后，科研人员将开展一系列天文观测科学研究。

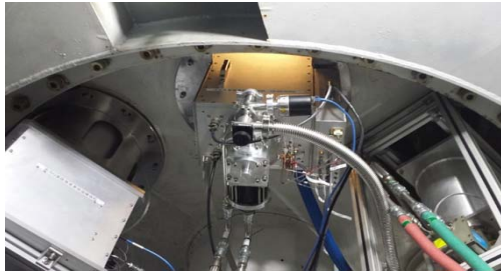


图6 安装于天马望远镜的K波段双波束致冷接收机

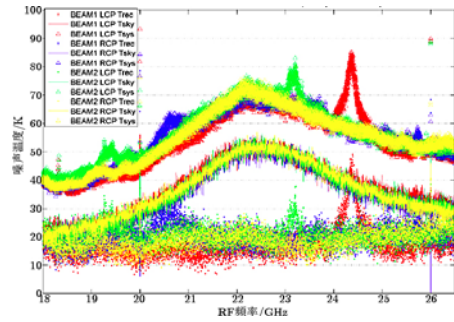


图7 K波段接收机噪声温度(下)及系统噪声温度(上)

## 【技术维护和发展】天马望远镜维修和保养

2016年4月28日—5月23日，上海天文台配合中国电子科技集团公司第五十四研究所和上海交通大学对天马望远镜进行了维修和保养工作，包括天线结构补漆、轨道罩尼龙轮更换、主反射面面板固定螺栓紧固、副面动平台开口和接缝密封、中心枢轴处拖链更换及增加转接箱、方位和俯仰码盘维保和测试以及主动面系统的促动器的更换等(图8)。此次维修和保养工作增加了天线结构的安全性和稳定性。紧固主反射面板固定螺栓后，通过全息测量法调整促动器，天线主反射面在俯仰角 $52^\circ$ 时的型面精度当前达到0.25 mm，俯仰码盘的指示灯显示为蓝或绿的健康状态，保证了指向的稳定性。

2016年6月20日，天线出现俯仰无法驱动问题，并且在试图驱动时出现减速箱晃动现象。经排查发现，此为俯仰驱动结构3号电机的测速码盘故障所致。在6月23日更换了新的测速电机后，天线恢复正常。此外，进行了俯仰挂轮与大齿轮干涉部位的打磨修复工作，以保证俯仰结构以健康状态工作。

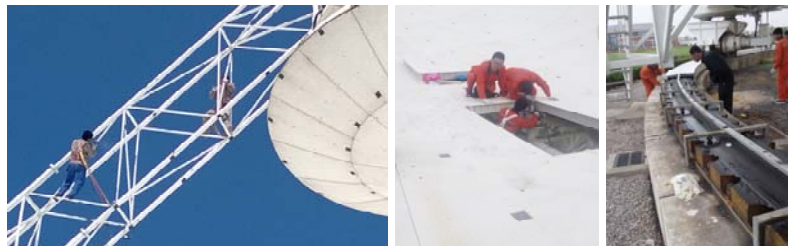


图8 天线结构补漆、主动面促动器更换、轨道罩尼龙轮更换

## 【技术维护和发展】天马望远镜连续谱观测系统研发进展

连续谱辐射在射电天文中非常普遍。相对于分立谱，射电连续谱辐射在频率上具有连续性。连续谱观测是研究活动星系核、超新星遗迹等天体的辐射机制、星系中恒星形成以及银河系内星际介质的重要手段。目前天马望远镜团队已完成连续谱观测系统的研发。该系统具有分布式和可扩展性体系结构，采用C++和Python语言实现，支持全自动化的连续谱观测，可实现连续谱观测数据的实时记录、处理和上传，并可实现指向的实时修正。经过测试观测，该系统运行稳定，定标准确。科研人员将利用此系统开展一系列连续谱相关的天文研究。

## 【观测运行动态】观测情况统计

2016年4—6月，天马望远镜总运行时间为1 631 h，其中单天线观测577 h，VLBI观测126 h，各项测试512 h，天线维修保养416 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 王彩虹 何雯婷

审核：刘庆会

签发：沈志强