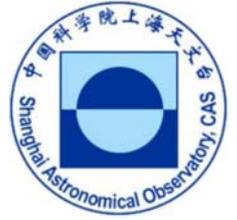




# 天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2017年12月31日

第16期

总第16期

## 【技术维护与发展】天马望远镜通过总体验收

2017年10月27日，中国科学院发展规划局会同前沿科学与教育局、重大科技任务局、科技促进发展局、条件保障与财务局、人事局，在上海组织完成“上海65米射电望远镜系统研制项目”总体验收。中国科学院副秘书长汪克强出席会议并作讲话。由顾逸东院士任组长，段宝岩院士、魏子卿院士等12位领域专家和管理专家组成的总体验收专家组，实地考察了望远镜现场，听取了项目实施整体情况报告以及分项验收意见。经质询讨论，专家组一致同意项目通过总体验收。

总体验收专家组认为，项目高质量地完成了各项研制任务，达到了立项目标。完成了嫦娥二号扩展任务、嫦娥三号任务以及探月三期再入返回飞行试验器的VLBI测定轨任务，在国家相关重大任务中发挥了关键作用。开展了单天线观测模式的脉冲星、分子谱线、连续谱等天文观测研究，作为国际VLBI网的重要观测站成功开展了国内外的VLBI联测，取得了重要的射电天文观测成果。更为关键的是，项目实施过程中锻造了一支具有射电天文研究、设备研制、天线运行管理能力的优秀队伍。项目研制完成和运行后，望远镜综合性能指标在同类型望远镜中位列世界前三名，大幅提升了中国射电天文观测能力和执行国家任务的能力。



图1 天马望远镜总体验收会现场



图2 天马望远镜总体验收会集体照

汪克强在讲话中首先代表中科院向承担和参与项目研制建设的上海天文台以及有关单位的科研人员、工程技术人员表示热烈的祝贺和崇高的敬意，对大家在项目研制和建设过程中付出的辛勤努力和做出的重要贡献表示衷心的感谢。关于下一步工作的建议，汪克强提出了四点要求：第一，上海天文台要认真研究、积极采纳各位专家在验收工作中提出的意见建议，进一步做好项目验收后的各项工作，向党和国家交上一份令人满意的答卷；第二，要把工作重点从望远镜的研制建设转向进一步加强设施管理、提高设施性能和开放运行的效率，促进重大成果产出；第三，上海天文台要针对天文观测设施的规律和特点，分别建设好科学家队伍、设施运行维护技术队伍和管理服务保障队伍，充分调动各方面人才的积极性，促进人才队伍的协同发展；最后，上海天文台要结合这次验收，进一步加强科学传播和科学普及工作，既注重宣传项目建设的成就和设施开放运行的情况，宣传重要的科研进展和重大成果，也要注重宣传项目建设过程中我们的科学家、工程技术人员的优良作风，并在后续持续加强重大成果的宣传和有关的科普工作。

中国科学院发展规划局、前沿科学与教育局、重大科技任务局、科技促进发展局、条件保障与财务局、人事局等有关领导和部门负责人, 天马望远镜参研单位负责人、上海天文台台领导、名誉台长叶叔华院士以及天马望远镜项目组人员参加了验收会议。

## 【科学观测动态】天马望远镜探测到星际空间最强甲醛分子脉泽辐射

天马望远镜探测到截至目前最强的来自甲醛分子的脉泽辐射, 其辐射强度比以前探测到的 9 个甲醛分子脉泽中最强的 (约 2 Jy, 出现在恒星形成区 NGC7538) 高了一个量级, 改变了人们对甲醛脉泽辐射的认识。该工作已经发表在《天体物理杂志快报》上 (ApJL, 2017, 851: L3)。该工作从观测 (2017 年 9 月) 到接收 (2017 年 11 月) 发表, 历时不到两个月, 其重要性可见一斑。

羟基、甲醇、水和一氧化硅等分子脉泽在银河系内恒星形成区或主序后星拱星包层中的分布广泛, 而之前探测到的银河系内甲醛分子脉泽源只有 9 个, 它们都来自于大质量恒星形成区, 辐射频率在 4.8 GHz。由于探测到的甲醛脉泽源数目少, 甲醛脉泽的搜寻是目前射电天文的一个重要观测课题。如此低的探测率可能与苛刻的甲醛脉泽激发条件有关, 而且在恒星形成过程中, 满足激发条件的时标又十分短暂, 这都使甲醛脉泽成为研究恒星形成过程某一特殊阶段的重要工具, 因此对甲醛脉泽激发机制的研究十分重要。

目前关于甲醛脉泽的激发机制仍不清楚。早期研究提出了一些理论模型, 如强的致密 HII 区射电连续辐射背景可以为甲醛脉泽抽运 (即上下能级粒子数反转) 提供必要的能量。但观测表明, 除了 NGC7538 中呈现非常致密的 HII 区 ( $EM > 10^8 \text{ pc} \cdot \text{cm}^{-6}$ ), 其他的甲醛脉泽源通常不具有这样致密的 HII 区环境, 这意味着这种辐射抽运机制很难用于解释绝大部分甲醛脉泽辐射。另外有研究提出, 甲醛脉泽可能是由碰撞抽运引起的, 即膨胀 HII 区与星周星际介质碰撞产生的激波提供脉泽抽运所需能量。最近天马团队依据 NGC7538 中甲醛脉泽的光变特性 (如图 3) 提出, 甲醛脉泽是在更快速的激波环境下激发的, 其速度高达 80 km/s 以上 (MNRAS, 2017, 466: 4364)。

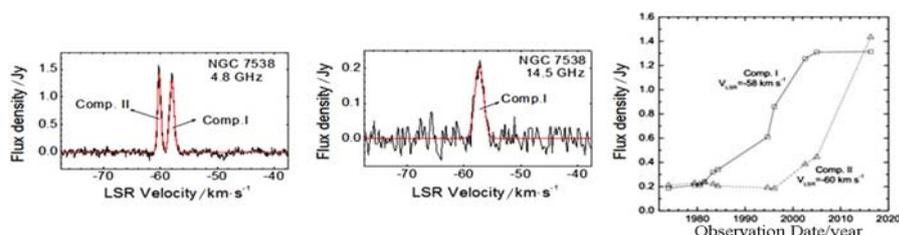


图 3 天马望远镜测得的 NGC7538 甲醛分子脉泽辐射及光变

NGC7538 的 4.8 GHz 甲醛脉泽辐射 (左图) 及 14.5 GHz 甲醛辐射 (中图), 两个辐射成分用 Comp. I 及 Comp. II 标出, 红色线代表对辐射成分的高斯拟合。右图: NGC7538 的 4.8 GHz 甲醛脉泽光变曲线, 其中天马望远镜数据对应于最后一个历年 (2016 年 4 月), 其他数据来源于早期发表的文献。可以看出, 两个脉泽辐射成分遵循相似的光变规律, 但 Comp. II 相比于 Comp. I 有约 14 a 的延迟, 预示高速激波 (大于 80 m/s) 正从 Comp. I 向 Comp. II 传递。

基于此, 该研究团队利用天马望远镜对一些典型的具有高速外流或喷流的大质量恒星形成区开展了甲醛脉泽的搜寻工作。该巡天观测成功地在—个恒星形成区 (G339.88-1.26) 探测到了截至目前最强 (约 19 Jy) 的甲醛分子脉泽辐射 (如图 4)。特别值得一提的是, 该源对天马望远镜的地平高度只有  $12^\circ$ 。正是借助先进的主反射面主动调整系统, 天马望远镜对此低俯仰源的观测实现了天线效率达 60% 的最佳观测效果。

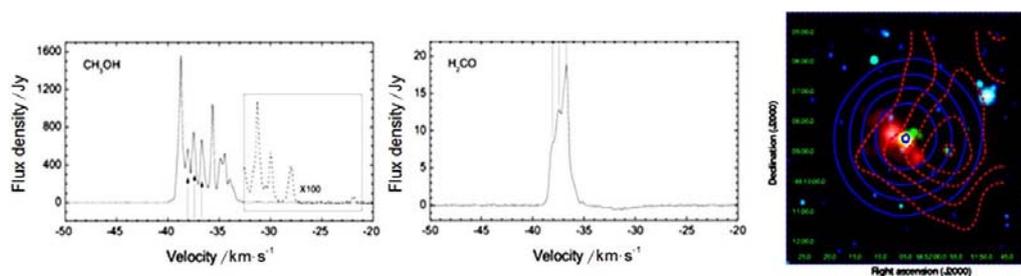


图 4 利用上海天马望远镜在恒星形成区 G339.88-1.26 探测到的截至目前最强甲醛脉泽

该源中 6.7 GHz 甲醇脉泽 (左图) 与甲醛脉泽 (中图) 谱轮廓比较。右图: 天马望远镜 OTF 成图观测结果, 其中蓝色实线为甲醛脉泽辐射, 红色虚线为甲醛吸收, 背景为 WISE 3.4  $\mu\text{m}$  (蓝色)、4.6  $\mu\text{m}$  (绿色) 和 12  $\mu\text{m}$  (红色) 的三色图。

## 【技术维护与发展】倾斜仪补偿天线座架热变形测试情况

近期，项目组采用倾斜仪补偿天线座架热变形造成的俯仰指向偏差，其具体的测试方法如下：采用方位和俯仰轨迹相同的两个强源，一个在白天观测，一个在夜晚观测。在晴朗的白天和晚上进行连续观测，并对上述两个源采用射电扫描法检测指向偏差，同时记录倾斜仪的读数。在获得数据后，把射电法获得的指向偏差减去倾斜仪的数值。由于指向模型采用夜晚的测试数据建立，因此差后剩余量就是轨道不平度函数和少部分指向检测误差。如果两个剩余量一致，就说明在动态观测过程中，白天天线座架热变形导致的指向偏差被倾斜仪有效补偿了，同时说明白天的座架热变形是导致指向偏差的主导因素。图 5 给出了 3C84（晚上源）和 DR21（白天源）两个轨迹相同的源。从指向结果看，DR21 由于受座架温度效应影响指向偏差非常严重，尤其是在高俯仰上。与此同时，倾斜仪的读数同样反映了这个变化过程。对两源分别采用倾斜仪补偿后的结果见图 6。可以看出，通过倾斜仪补偿后得到的白天和晚上的轨道不平度趋势完全一致。同时发现，白天时候由于风、温度等环境因素的作用，指向的随机检测误差明显大于夜晚。后续我们将采用更多的数据样本，在更大的天区范围内验证倾斜仪补偿白天观测时的俯仰指向偏差的有效性。

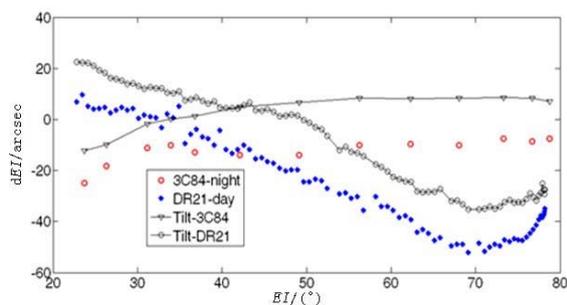


图 5 白天和夜晚轨迹相同的两个源指向偏差和倾斜仪跟踪结果

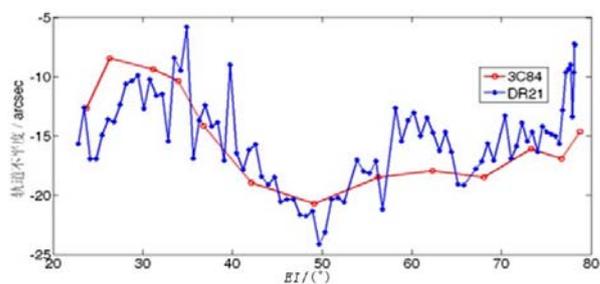


图 6 轨道不平度

## 【技术维护与发展】天马望远镜 VLBI 观测情况

天马望远镜参加的 e-VLBI 观测任务如下：2017 年 9 月 9 日，C 波段，代码为 RM013；9 月 20 日，C 波段，代码为 EL058D；10 月 10 日，C 波段，代码为 RS081C；11 月 14 日，C 波段，代码为 FR042。观测速率为 1 Gbit/s，全部观测均获得实时条纹。

2017 年 9 月 26 日，天马望远镜参加了 IVS 组织的 RD1709 的观测任务。

2017 年 10 月 19 日—11 月 9 日，天马望远镜参加了 EVN 第三个观测季观测。本次观测分别在 L 波段、C 波段以及 S/X 波段条纹检测中获得条纹。所有观测总的的数据量约为 38 TB，其中约有 1/3 的数据通过网络直接传输给荷兰 JIVE 相关处理机中心，另外 2/3 的数据将通过数据硬盘寄送到 JIVE 进行相关处理。

## 【新闻动态】天马望远镜观测申请再次正式发布

继 2015 年及 2016 年发布观测申请后，2017 年 10 月 25 日，上海天文台再次正式向国内研究人员征集天马望远镜观测申请。本次开放的观测时间覆盖 2018 年 2 月 1 日至 7 月 30 日，观测频段包括 L (1.25~1.75 GHz), S (2.2~2.4 GHz)/X (8.2~9.0 GHz), C (4~8 GHz) 和 Ku (12.0~18.2 GHz) 波段，其中 Ku 波段的系统噪声温度根据天气条件约为 40~80 K，其他频段的系统噪声温度约为 30 K。采用 DIABS 记录终端。

此次观测申请的截止时间为 2017 年 12 月 1 日 17:00（北京时间），具体信息见上海天文台网址：[http://www.shao.ac.cn/xwzx/tzzn/201710/t20171025\\_4877837.html](http://www.shao.ac.cn/xwzx/tzzn/201710/t20171025_4877837.html)

目前共收到 27 份申请书，分别来自国内多个天文单位(国家天文台、紫金山天文台、新疆天文台、云南天文台、北京大学、云南大学以及上海天文台)。我们邀请了国内的相关专家进行书面评审，近期将给出最终结

果，并对获批的观测申请安排天马望远镜观测时间。

## 【科学观测动态】天马射电望远镜成功证认 FAST 新发现的脉冲星

2017 年 10 月 10 日，中国科学院国家天文台举行新闻发布会，公布世界最大单口径射电望远镜——500 米口径球面射电望远镜 FAST 的首批科研成果，宣布新发现 6 颗脉冲星。2017 年 10 月 12 日，我们利用上海天马望远镜对新发布的脉冲星进行观测，成功探测到 FAST 新发现脉冲星 J1945+1211，其积分轮廓如图所示。该观测的波段为 S 波段（频率为 2.3 GHz），观测积分时间为 1 h。根据观测结果，估计该脉冲星平均流量仅约为 0.2 mJy。

与 FAST 的 0.5 GHz 观测频率相比，天马望远镜进一步提供了该脉冲星相对高频的辐射信息。对该脉冲星的成功探测表明天马望远镜具有对 FAST 新发现的脉冲星候选体进行认证以及后续监测的能力。

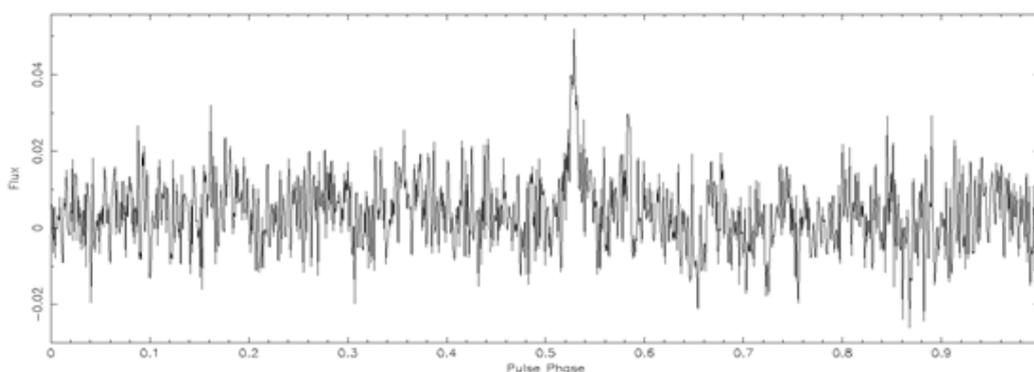


图 7 天马望远镜脉冲星 J1945+1211 观测结果

## 【观测运行动态】观测情况统计

2017 年天马望远镜总运行时间为 8 317 h，其中单天线观测 4 136 h，VLBI 观测 1 258 h，各项测试 2 183 h，天线维修保养 639 h，其他时间为 101 h。

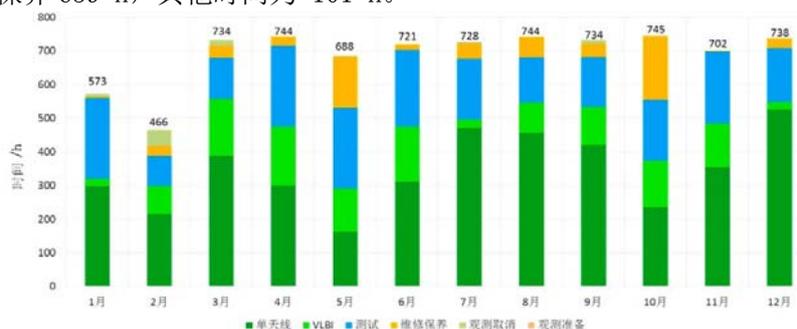


图 8 天马望远镜 2017 年运行时间统计

衷心祝愿：狗年大吉！  
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