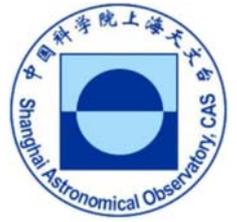




# 天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2015 年 12 月 30 日

第 8 期

总第 8 期

## 【科学观测动态】天马望远镜成功获得 43 GHz VLBI 观测干涉条纹

2015 年 12 月 7 日北京时间 09:05 起，天马望远镜与由韩国 3 台站 VLBI 网 (KVN) 和日本 4 台站 VERA 组成的 KaVA 联合开展的 43 GHz VLBI 观测 (代码 k15tj02d) 获得成功。天马望远镜使用常温 Q 波段接收机 (图 1)，数据采集终端为 DBBC2，数据记录速率为 1 Gbit/s (16 个通道，16 MHz，2 bit)。上海天文台 DiFX 处理机和韩日硬件相关处理机分别进行了条纹搜索相关处理，均获得干涉条纹。图 2 和图 3 所示为 DiFX 的条纹搜索结果。

作为目前国内 VLBI 台站中唯一具备 43 GHz (7 mm) 观测能力的射电望远镜，天马望远镜首次参与 43 GHz 联测即获得成功，表明天马望远镜整个系统的性能符合预期，其大口径天线的优势明显，具备了参加高频长毫米波 VLBI 观测的能力，提升了中国 VLBI 观测的能力。



图 1 常温 Q 波段接收机

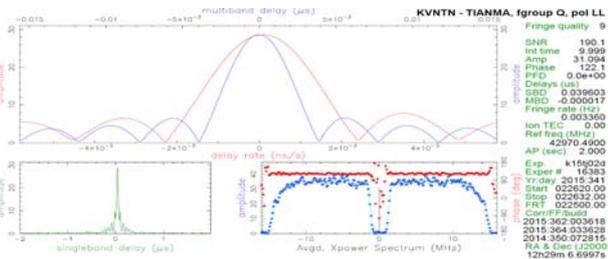


图 2 KVN(TN)-Tianma 干涉条纹

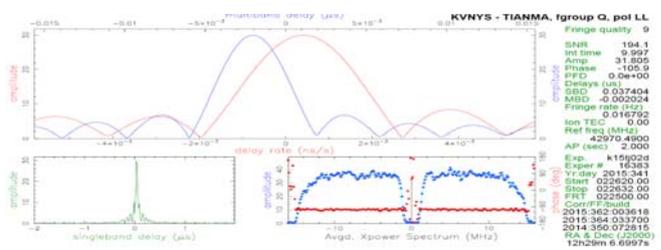


图 3 KVN(YS)-Tianma 干涉条纹

## 【科学观测动态】《中国科学报》报道天马望远镜脉冲星研究成果

天马望远镜对银心磁星 J1745-2900 在 X 波段进行监测研究，成功捕捉到其射电爆发。根据观测结果，得到了该磁星积分轮廓以及流量随相位和时间的变化情况，发现其积分轮廓和流量均表现出剧烈变化，其中流量变化幅度可达 10 倍以上。同时，还发现每次观测中该磁星辐射也表现出非常短时限的单脉冲爆发现象。为深入了解该磁星单个脉冲特性，研究人员对脉冲宽度和峰值又进行量化分析，并发现了由银心周围星际介质闪烁引起的脉冲“拖尾”。该项观测研究表明磁星辐射的多变性和复杂性，对揭示磁星辐射机制，探测银心黑洞周围物理环境均具有重要意义。研究论文在 2015 年

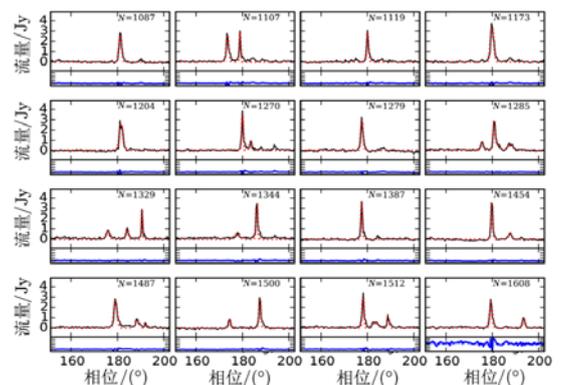


图 4 磁星 J1745-2900 单脉冲爆发轮廓以及散射“拖尾”情况图

10日正式刊发在美国《天体物理学报》上。2015年12月29日《中国科学报》头版报道上述研究成果。除了本观测之外，仅有美国100m口径的绿岸望远镜（Green Bank Telescope, GBT）对该重要天体成功进行了单脉冲水平观测。

## 【科学观测动态】谱线观测进展

谱线观测技术研究方面，目前对后端DIBAS的双IF（2个1.25GHz）宽带进行相关测试，测试结果显示可实现对2个1.25GHz带宽内最多达16个谱窗口的同时观测。该升级于2016年1月起用于科学观测。

科学研究方面，目前已开展多个谱线科学课题的观测，涉及的谱线观测模式包括单点On-Off及OTF成像观测，观测波段主要集中于C波段与X波段，科学目标从彗星、恒星形成到河外星系的有机分子（如长碳链分子）、射电复合线、星际脉泽及河外星系超脉泽等。这些观测课题的PI来自于国内多家研究机构，包括上海天文台、国家天文台、新疆天文台、北京大学和南京大学等。

这些观测都获得成功，并取得了预期的结果。如对河外星系甲醇超脉泽的搜寻工作，已经在河外星系中探测到了6.7GHz II型甲醇超脉泽可能的信号。该工作的重要意义在于：一方面有望首次在河外星系中探测到6.7GHz甲醇超脉泽的辐射，进而表明，如羟基脉泽及水脉泽一样，甲醇脉泽不仅能在银河系中广泛存在，在河外星系中也可能存在；另一方面该脉泽可能成为继羟基脉泽和水超脉泽的另一个研究星系恒星形成活动及AGN反馈过程的新工具。天马望远镜搜寻的灵敏度较之以往提高了近一个量级，展现了其优越的观测性能，也表明天马望远镜可在河外星系的脉泽及分子谱线观测领域开展相关研究工作。

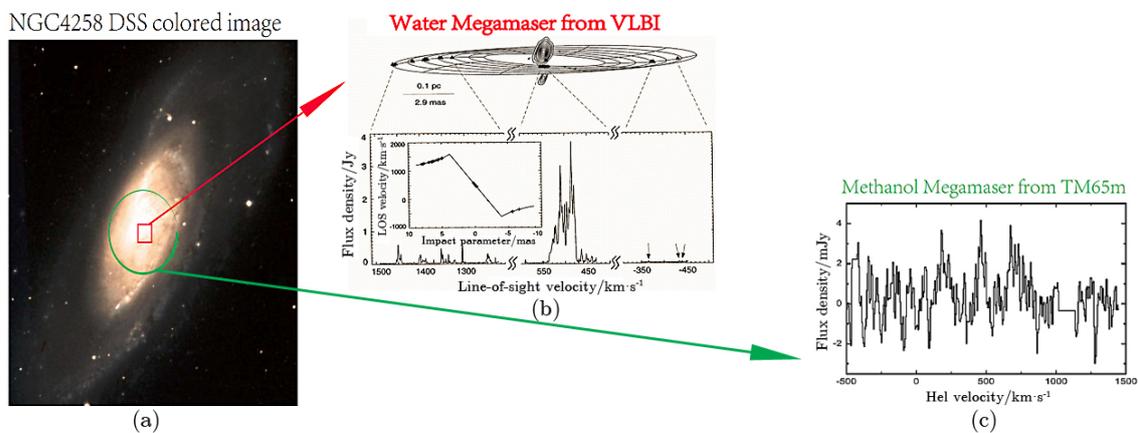


图 5：NGC4258 中 6.7GHz II 型甲醇超脉泽的观测

图 a：NGC4258 DSS 三色图。图 b：对应于 NGC4258 水超脉泽（静止频率 22 GHz）VLBI 观测结果，其辐射区域来源于星系核心。该结果示踪了吸积盘，脉泽斑间最大速度间隔达近  $10^3$  km/s；图 c 对应于天马望远镜探测到的 6.7 GHz II 型甲醇超脉泽的疑似信号（探测的辐射来源于由绿色圆圈代表的望远镜波束（图 a）所覆盖的区域。），

## 【技术维护和发展】K 波段双波束致冷接收机研究进展

目前，K 波段双波束致冷接收机进入整机组装和测试阶段。截至 2015 年 12 月底，已经完成的工作有：真空杜瓦组装、空载真空与低温测试、常温变频电路组装与测试、馈源方向图测量和天线安装结构设计。下一阶段工作内容有：低温波导器件组装、安装结构件加工和实验室整机测试。



图 6 实验室内的 K 波段双波束致冷接收机

## 【技术维护和发展】天线测试进展

近期，项目组人员在 Ka 波段对天马望远镜进行了性能测试。Ka 波段本振频率为 26 GHz，射频段为 30 ~34 GHz。采用射电源 DR21 对 Ka 波段 31.1 GHz 上 100 MHz 带宽进行了测试，得到了 DR21 在 30~34 GHz 上的流量，绝对误差为 $\pm 3\%$  ( $1\sigma$ )。测量过程中望远镜副面随动。在大气吸收修正情况下，测量得到的天线效率(Efficiency)、系统噪声温度 ( $T_{\text{sys}}$ )、SEFD (系统等效流量密度) 和 DPFU (单位流量天线温度) 见下图，天线效率在最佳俯仰角 50 度上为 40%，并且高仰角比低仰角恶化严重，俯仰 40 度-60 度之间时 SEFD 为 200 Jy 左右。为了验证测试过程中指向的情况，把测试过程中的指向扫描和跟踪时的功率记录每隔  $10^\circ$  抽取了出来，可以看到从  $13\sim 78^\circ$  上指向良好，误差估计在  $5''$  左右。

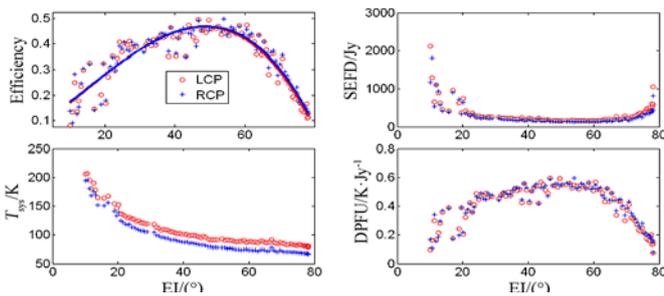


图 7 Ka 波段性能测试 (效率曲线大气已经修正)

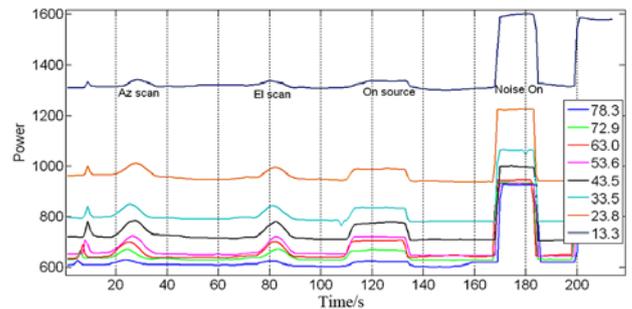


图 8 不同俯仰角上天线指向情况#

## 【技术维护和发展】倾斜仪在天线结构测量上的进展

自高精度电子倾斜仪安装在天马望远镜上以来，分别在望远镜两侧俯仰轴承旁位置对天线方位轨道不平度、轨道面（方位轴）倾斜度、俯仰转动对座架影响以及座架受环境温度的影响进行了多次测试和分析，获得了天线运转时的座架和轨道不平度变化的实测数据。所测数据经处理后，可用于对天线指向精度的分析和提高。

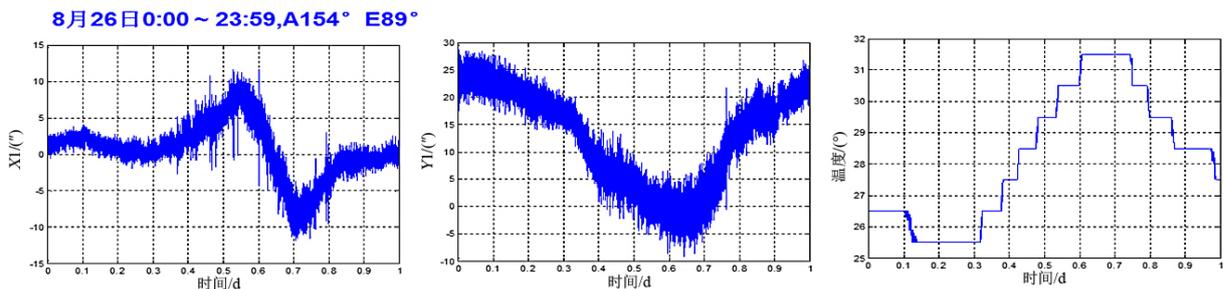


图 9 倾斜仪在 1 天 24 小时天线停止时 X1Y1 测量值

## 【观测运行动态】天马望远镜参加 2015 年 IVS 观测

天马望远镜的一个科学应用是高精度 VLBI 天体测量。采用测地与天体测量 VLBI 观测手段，天马望远镜可用于台站坐标测量、天球参考架加密和射电-光学参考架的连接。参加的台站最好能分布全球，以增加基线长度。观测模式采用 S/X 双频，以消除电离层的影响。通过多次观测以提高测量精度。2015 年天马望远

镜参加了 5 次 IVS 组织的国际 VLBI 观测，如表 1 所示，主要用于天球参考架观测，在弱射电源的高精度天体测量中发挥了重要作用，同时兼顾了台站坐标测量的需要。根据已有观测数据，在全球参考框架中解算获得

**表 1 天马望远镜 2015 年参加的 IVS 观测统计**

观测日期	观测代码	观测时长 (h)	观测速率 (Mbit/s)	观测目的
2015-05-17	aov003	24	256	天球参考架加密
2015-06-24	rd1504	24	512	射电-光学参考架连接
2015-07-14	crf89	12	256	天球参考架常规监测
2015-09-29	crf90	16	128	天球参考架常规监测
2015-10-07	rd1508	24	512	射电-光学参考架连接

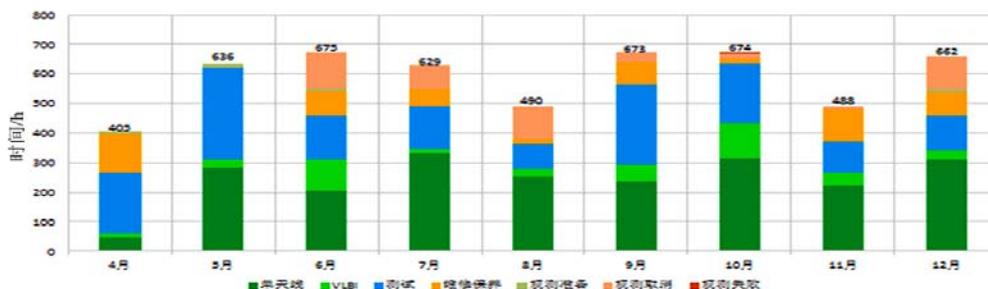
最新台站坐标测量结果如表 2 所示，位置测量精度已达 1~2 cm，速度测量精度仍需进一步提高。

**表 2 天马望远镜的最新站坐标测量结果（历元：2014.0）**

坐标轴	位置分量 (mm)	位置精度 (mm)	速度分量 (mm/a)	速度精度 (mm/a)
X	-2 826 708 649.89	7.305	-31.42	5.600
Y	4 679 237 081.85	11.773	-17.47	7.517
Z	3 274 667 547.20	8.408	-16.80	6.114

## 【观测运行动态】2015 年观测情况统计

2015 年 1—3 月份天马望远镜天线系统进行了维修与保养。4—12 月份望远镜总运行时间为 4 804 h，其中单天线观测 2 202 h，VLBI 观测 442 h，各项测试 1 580 h，天线维修保养 580 h。



**图 10 2015 年 4—12 月份天马望远镜观测时间统计**

## 【国际合作】第四届中美射电天文科学与技术研讨会顺利召开

2015 年 10 月 14—16 日，第四届中美射电天文科学与技术研讨会在中国科学院上海天文台举行，此次会议的主题是下一代射电望远镜的科学和技术驱动。来自美国国立射电天文台、普林斯顿大学、西弗吉尼亚大学、加州理工学院、杨百翰大学、丹尼森大学、新墨西哥大学的共 19 名专家以及国内各天文研究所和大学的学者、研究生共 100 余人参加了会议。

本次研讨会安排了 42 场报告，基本覆盖了目前运行中、在建及其计划中的中美大型射电天文观测设备，以及相关的科学研究等内容，会议特别安排了脉冲星、中性氢、太阳射电、VLBI、脉泽以及射电天文技术和设备等 6 个分会场进行分组讨论，此外还张贴了 15 幅海报。本次会议为来自中美两国的射电天文相关的科研人员提供了一个相互交流的平台。双方通过听取报告分享最新信息，并希望进一步加强合作，促进射电天文的发展。

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