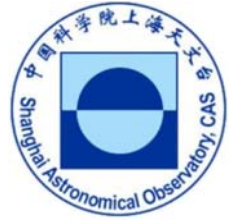




# 天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2015 年 9 月 30 日

第 7 期

总第 7 期

## 【科学观测动态】天马望远镜参与新地平线飞行器的跟踪探测

经历 9 年的历程，新地平线飞行器于 2015 年 7 月抵达冥王星系统(图 1)，并于 7 月 14 日飞掠冥王星，近点时刻为 11:47 (UTC)，距离冥王星约 12 000 km。在冥王星引力范围内，飞行器的运动主要受到冥王星系统的引力影响。图 2 给出了飞掠前后飞行器所受天体引力的变化，期间通过无线电跟踪观测可以确定冥王星的质量。

在新地平线飞行器飞掠冥王星期间，天马望远镜参与了跟踪，并利用无线电科学记录设备记录了单程多普勒数据。图 3 给出了天马望远镜多普勒观测精度随高度角的变化，从图中可以看到天马站在高仰角时观测精度稳定在 24 mHz 左右，对应单程速度测量精度约为 0.8 mm/s。目前数据处理已经完成力学模型确认和相关参数的标校。

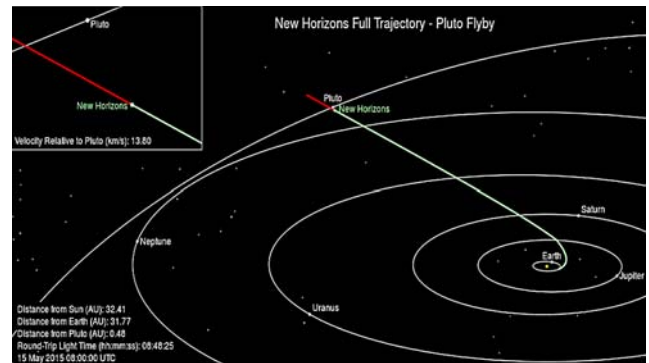


图 1 飞行器飞掠期间的轨道构型

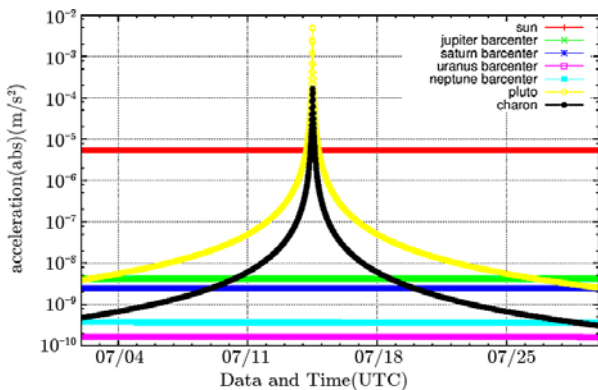


图 2 飞掠前后飞行器所受大天体引力以及冥王星系统引力的变化

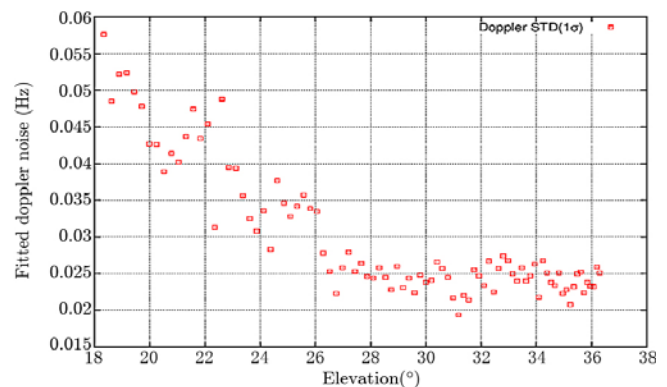


图 3 2015 年 7 月 13 日天马站多普勒观测精度随高度角的变化

## 【科学观测动态】天马望远镜对银心磁星 J1745-2900 观测研究进展

磁星是宇宙空间中一类具有极强磁场(典型值为  $10^{11}$  他)的致密天体。该类天体具有较强的 X 射线甚至  $\gamma$  射线辐射，磁能是其能量来源。在已发现的 29 颗磁星及其候选体中，仅四颗具有类似脉冲星的射电脉冲辐射，其中包括 2013 年新发现的 J1745-2900。它是目前已知的距离银心黑洞最近的脉冲星，二者投影距仅

0.097 pc。对其研究不仅可揭示磁星自身物理，而且对探测银心黑洞周围环境以及黑洞吸积具有重要意义。我台闫振副研究员、沈志强研究员及合作者利用天马望远镜在 X 波段 (8.6 GHz) 对其进行卓有特色的观测研究，在 2014 年 6 月 28 日 (儒略日 56 836) 成功捕捉到其射电爆发 (见图 4)。该研究充分发挥了天马望远镜的灵敏度优势，在 1913 个单脉冲数据中成功探测到 53 个明亮脉冲辐射。对这些明亮脉冲进行量化发现，尽管其峰值能量非常高，但脉冲非常“尖锐”，总能量不高。分析表明，脉冲宽度和峰值能量之间没有明显相关性 (见图 5)，因而其和“巨脉冲”有很大不同。统计结果表明，明亮脉冲峰值能量服从高斯分布。对观测结果进行傅里叶分析，未发现其子脉冲具有漂移现象。该论文已被美国天体物理学报 (ApJ) 正式接收。除了本观测之外，仅有美国 100 m 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。

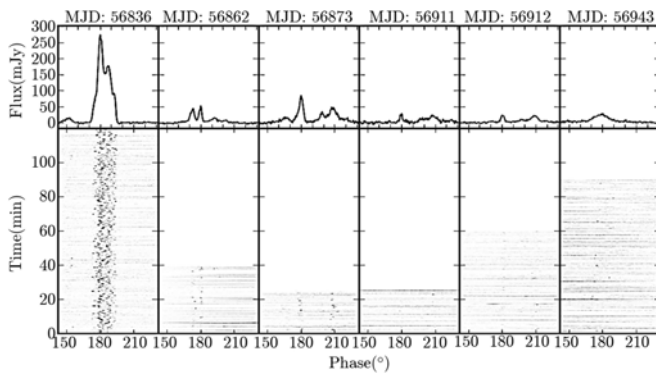


图 4 J1745-2900 积分轮廓、相位-时间灰度图

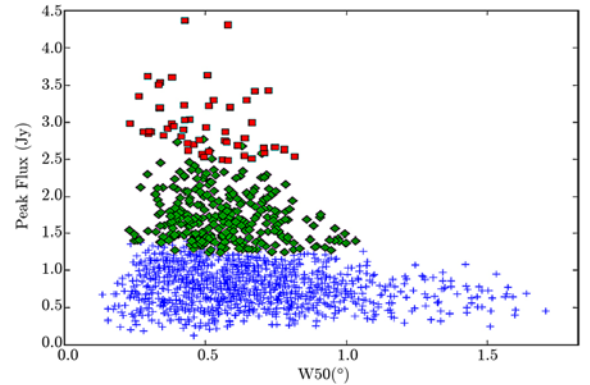


图 5 脉冲半高全宽和峰值能量关系图

## 【科学观测动态】天马望远镜射电复合线巡天试观测

射电复合线示踪了星系内的电离气体。与已有丰富观测数据的原子气体 (如 HI) 和分子气体 (如 CO) 相比，对银河系内的电离气体成分的系统高质量巡天数据仍然非常缺乏。国家天文台侯立刚等利用天马望远镜新近建立的飞行扫描 (on-the-fly, OTF) 观测模式，在 C 波段对一个约  $1^\circ \times 2^\circ$  的小天区测试了宽频带射电复合线巡天观测，得到了较好的观测结果：同时探测到了 H96  $\alpha$ -101  $\alpha$  共 6 条射电复合线 (见图 6)；此外，也得到了 6.7 GHz 甲醇脉泽的成图观测结果 (见图 7)。

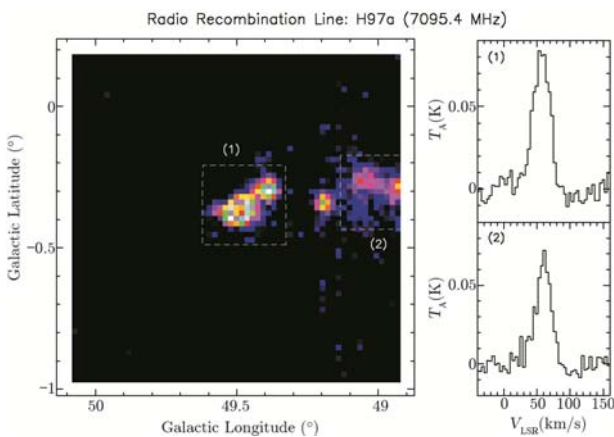


图 6 射电复合线 H97  $\alpha$  OTF 观测数据的初步处理结果

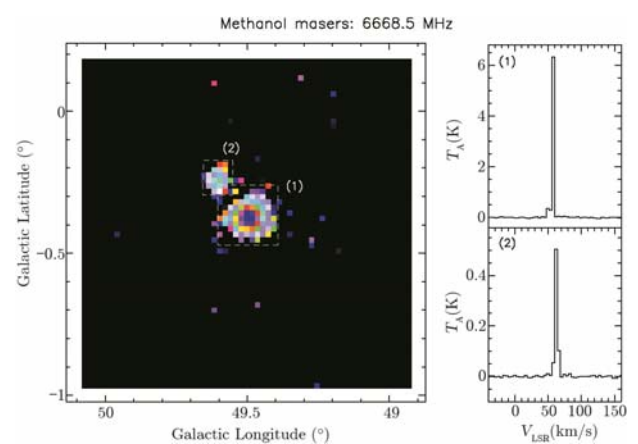


图 7 6.7 GHz 甲醇脉泽 OTF 观测数据的初步处理结果

## 【技术维护和发展】无线电干扰监测平台

天马望远镜无线电干扰监测平台可以对站址周边存在的和潜在的有害无线电干扰进行常年监测，分析有害干扰的强度、来源、动向，作为申请无线电保护或升级改造接收系统的判据，为下一步开展大口径望远镜无线电干扰消减技术研究做准备。

目前天马望远镜无线电干扰监测平台已经建成(见图 8)并投入常规运转(见图 9)，设备性能符合国际电联 ITU-RA769-2 号文件中关于射电天文站址无线电干扰测量的技术要求。根据连续谱、谱线以及 VLBI 等科学观测的不同保护门限值，该检测平台对天马望远镜站址实时监测数据中出现的有害干扰进行判定、分析和统计，保证了天马望远镜的正常运行。该平台主要性能指标：频率范围 1.12—12.4 GHz，系统噪声小于 300 kdB，具备预扫描、精细扫描、背景噪声扫描等多种工作模式，可以进行全方位视野的水平 and 垂直两个方向连续测量，最高方位转速  $12^\circ/s$ ，最高极化转速  $12^\circ/s$ ，采用国际通用标准化数据格式和统计方式。



图 8 主要部件安装实物图

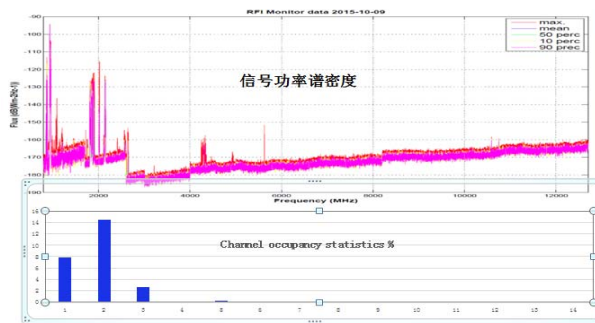


图 9 天马望远镜站址无线电环境监测结果 (0.8—12.4 GHz)

## 【技术维护和发展】天线测试进展

近期项目组人员对天马望远镜的 Ku 波段和 Ka 波段进行了系统噪声温度、效率等性能测试，发现在最佳俯仰角  $52^\circ$  上效率可达 40% 左右，而高低俯仰角上效率下降明显，这是主面重力变形导致。采用余山 25 米射电望远镜做参考天线，强射电源作为测量目标，对天马望远镜在各个俯仰角上的重力变形进行了实际测试。结果表明，主面重力变形在  $20^\circ \sim 70^\circ$  范围内与仿真数据符合良好，而高低仰角上实际偏差比仿真要大一倍左右。同时在  $52^\circ$  最佳俯仰角上我们采用卫星进行了一轮主动面调整测试，使得面板精度从 0.58 mm 提高到了约 0.4 mm (见图 10，扫描数：65，口径分辨率：1 m，面形误差 RMS：0.32 mm)。同时开展了离焦全息测量 (OOF) 工作，分别在 Ku 波段和 Ka 波段进行了测试，面形情况在低俯仰上与仿真结果一致。此外还进行了倾斜仪和结构温度场测试，并开始着手构建环境模型对指向的影响

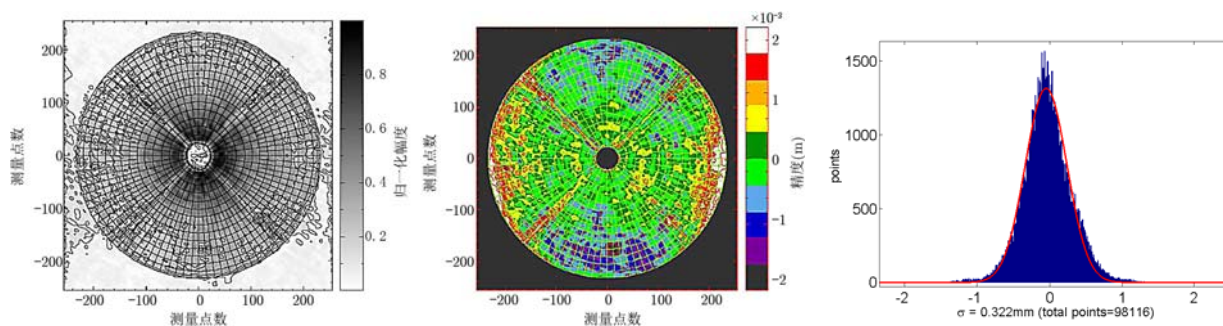


图 10 天线面能量分布 (左)，面形误差 (中)，以及面精度统计 (右)

## 【技术维护和发展】 天线控制系统进展

天马望远镜控制软件已经正式运行一年多，实现了常规脉冲星、谱线、VLBI 等观测运行。软件系统由多个独立的软件组成，具有单天线观测(脉冲星、谱线、连续谱)、VLBI 观测、射电望远镜性能测量和设备的状态监视功能。软件采用了分布式设计方法，支持多用户远程控制、监视采用跨平台语言开发，保证了客户端可以运行在多种平台。软件分为五个主要的部分(如图 11)，分别是 MC(Monitor Control)、AIOS(Astronomy Integrate Observe System)、VIOS(VLBI Integrate Observe System)、CGLT(Client Graphic Library Tools)、AWS(Alarm and Web Service)。MC 运行在服务器的后端，由一组独立的软件 Archivist(记录设备状态数据为 FITS 格式)、Manager(管理器)、Sampler(采样器)、Coordinator(协同器)、Transporter、Accessor 等组成，它们运行在 Linux 或者 Unix 系统下，采用了中间件技术(RPC、消息中间件)支持多客户端连接访问，为上层客户端提供服务支持，收集设备的实时数据和状态。AIOS 用于天文学家进行单天线观测，由脉冲星观测组件、谱线观测组件、连续谱观测组件、脚本管理组件、运行管理组件、快速成图等组件组成，由天文学家通过 AIOS 定制脚本，软件通过解析脚本自动化进行观测，实现科学思想到科学数据处理透明化。

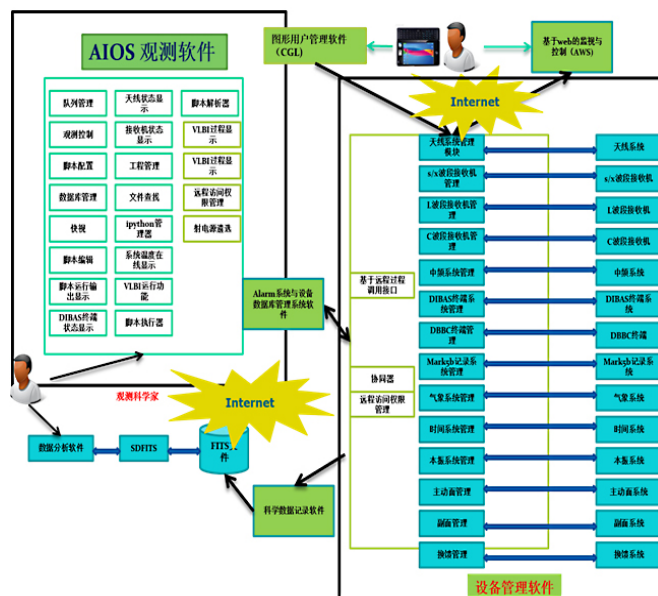


图 11 控制系统软件框架图

## 【观测运行动态】 天线俯仰机构故障通过归零评审

2014 年 9 月份开始，天马望远镜天线系统俯仰驱动机构断断续续出现异响。经中国电子科技集团公司第五十四研究所联系维修后于 2015 年 3 月 28 日天马望远镜恢复运转，天线齿隙、径跳和端跳等的测量结果均满足要求(具体详见第五期天马行空录)。2015 年 7 月 24 日，中国科学院上海天文台在上海组织召开了“天马望远镜天线系统俯仰驱动机构故障归零评审会”。参加会议的有洛阳 LYC 轴承有限公司、石家庄市科翼减速器有限公司、中国电子科技集团公司第五十四研究所等单位。俯仰驱动机构完成了修复工作，对润滑、密封、防雨等进行了改进，并对天线其它转动部位进行了举一反三检查和维护工作。天线维修后运行三个多月，工作状态良好。评审组一致同意天马望远镜天线系统俯仰驱动机构故障归零工作通过评审。

## 【观测运行动态】 观测情况统计

2015 年 7—9 月份天线总运行时间为 1792 h，其中单天线观测 819 h，VLBI 观测 102 h，各项测试 493 h，天线维修保养 160 h 及各种原因的观测取消 218 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 何雯婷 王彩虹

审核：朱洁 刘庆会 安涛

签发：沈志强