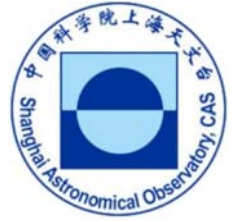




# 天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2016年3月31日

第9期

总第9期

## 【技术维护和发展】Q波段双波束低温接收机完成安装

经过近三年时间的技术攻关，天马望远镜项目组成功研制了国内首套 Q 波段双波束低温接收机。该接收机于 2016 年 3 月 11 日成功安装于天马望远镜，如图 1 所示。Q 波段双波束低温接收机工作频率为 35~50 GHz，相对带宽达到 35%，同时接收左旋圆极化和右旋圆极化信号，其中，馈源喇叭、圆波导噪声注入耦合器、90°移相器、正交模耦合器和低噪声放大器等器件实现整体制冷，工作于 20 K 低温平台，极大地提高了接收机的探测灵敏度。其中，馈源网络为项目组科研人员自主研发，其插入损耗低于 0.5 dB。噪声注入耦合器实现了圆波导注入方式，可以同时激励双波束左、右旋四个接收通道。经过测试，接收机噪声温度约为 40 K，达到国际先进水平，如图 2 所示。经实测，Q 波段两个波束在天空的间隔大约 100"，为 3~4 个波束宽度，达到设计指标；经过 Y 因子方法测量，四个接收通道系统噪声温度为 55~125 K，如图 3 所示，达到美国 GBT 110 米射电望远镜 Q 波段接收系统同等水平。GBT 射电望远镜 Q 波段接收系统噪声温度为 67~135 K。Q 波段双波束低温接收机成功安装调试之后，科研人员将开展谱线和脉泽等一系列天文观测研究和深空探测无线电科学研究。



图 1 Q 波段双波束低温接收机安装于天马望远镜

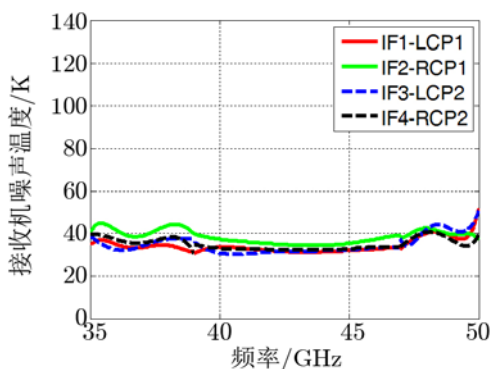


图 2 Q 波段接收机噪声温度

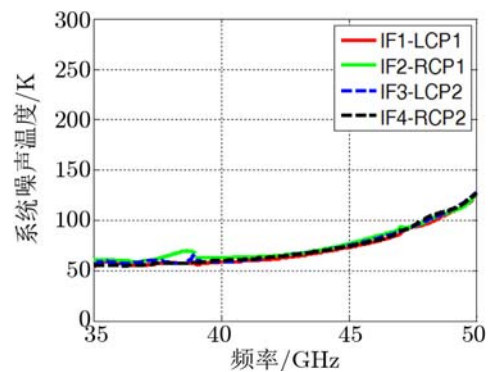


图 3 Q 波段系统噪声温度

## 【技术维护和发展】OTF 软件升级

2016 年 3 月 2 日谱线飞行扫描 (on the fly, OTF) 观测软件升级工作完成。此次升级主要增加了两个功

能：（1）对两组观测频率同时观测的功能；（2）在任意方向进行扫描的功能。升级后的 OTF 软件可提高某些谱线成图观测的效率，同时为将要开展的双波束成图观测奠定基础。升级后的 OTF 软件运行界面见图 4。

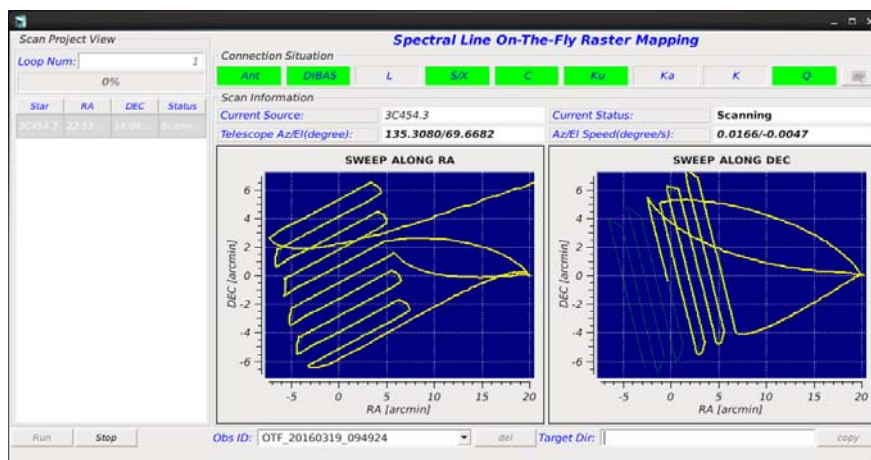


图 4 升级后的 OTF 软件运行界面

## 【技术维护和发展】天马望远镜天线轨道不平度对天线指向影响的研究进展

我们采用实验、仿真和理论相结合的方法分析了天线轨道面不平度引起的天线方位轴在东西和南北方向的误差。首先，通过线性插值水准仪测量的轨道不平度数据，提取某方位角对应的天线方位滚轮 6 支点的高程，然后将高程差作为约束边界条件施加到有限元模型上，最终仿真分析获得不同方位角下方位轴的倾斜量。同时，利用安装在天线座架上的电子倾斜仪对轨道面不平度进行测量，建立了倾斜仪  $x$  和  $y$  向输出数据与方位轴倾斜及对应方位角的关系模型，并经拟合计算得到方位轴的倾斜量随方位角的变化关系曲线。仿真和理论分析结果具有很好的一致性，轨道面不平度对指向精度的影响在  $\pm 4''$  内。这一结果为天线指向模型修正提供了依据。

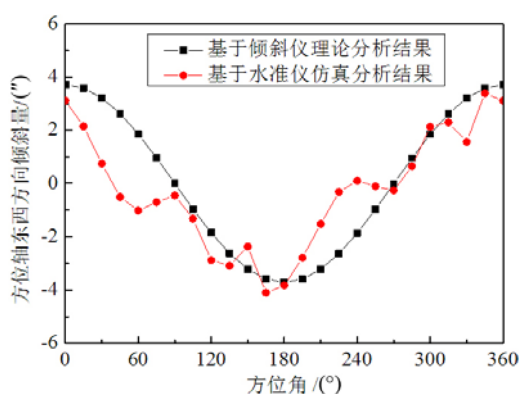


图5 方位轴在东西方向上的倾斜量随方位角的变化

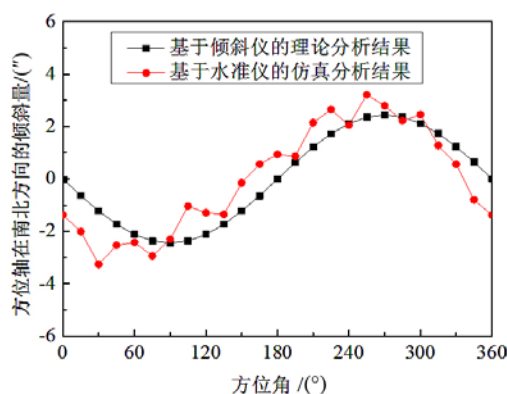


图6 方位轴在南北方向上的倾斜量随方位角的变化

## 【科学观测动态】天马望远镜对银心糖分子的成图观测

单糖分子  $C_nH_{2n}O_n$  ( $n \geq 2$ ) 是重要的复杂有机分子之一，根据碳原子个数  $n$  的不同，可分为乙糖、丙

糖、四糖、戊糖等，其中戊糖是核酸的构造单元之一。星际糖分子的观测对于生命起源的研究有着重要意义。2000年在 Sgr B2 中发现了具有两个碳原子的糖分子，即乙糖分子  $\text{CH}_2\text{OHCHO}$ 。这是目前为止在星际空间发现的唯一的一种糖分子。干涉仪观测表明， $\text{CH}_2\text{OHCHO}$  的空间分布似乎十分延展，可能大于  $1'$ ，但其

具体分布情况及形成机制都还不清楚。

2016年3月，我们用天马望远镜在 Ku 波段对 Sgr B2 中的  $\text{CH}_2\text{OHCHO}$  分子进行了成图观测，在采样间隔为  $1'$  的情况下，在 Sgr B2 周围的数个探测到了明显的发射谱线。图 7 展示了在 Sgr B2 (0, 0), Sgr B2 (0, 60), Sgr B2 (0, 120) 处观测到的谱线，其中 Sgr B2 (0, 0) 处的  $\text{CH}_2\text{OHCHO}$  分子的天线温度为 30 mK，与 GBT 的观测结果一致。目前这一观测仍在进行中。我们将利用这一数据研究糖分子与其可能的前身分子——甲醛的关系，探讨星际糖分子的形成机制。

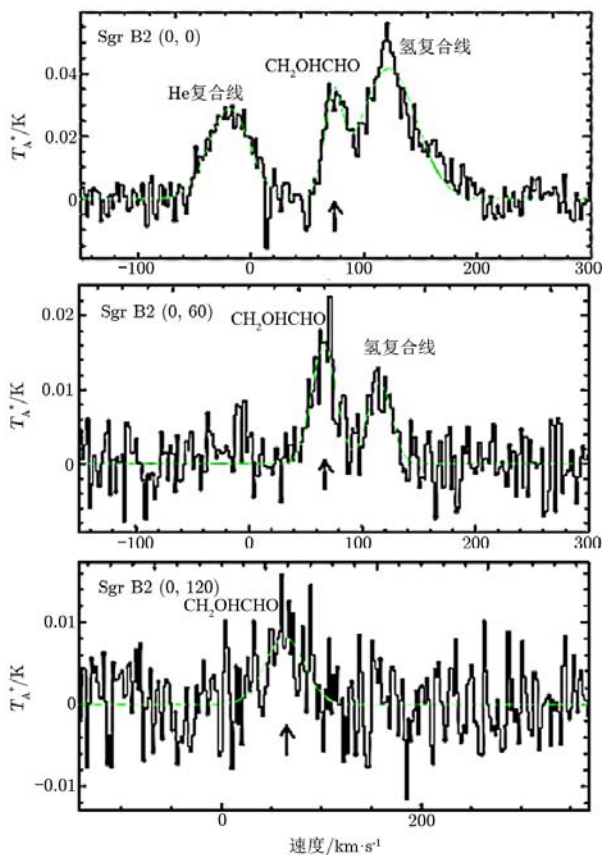


图 7 天马望远镜在 Sgr B2 的三个点上测到的谱线  
三个点与中心坐标的偏离分别为 (0, 0), (0, 60) 以及 (0, 120)，单位为角秒。绿色的线是高斯拟合的结果。

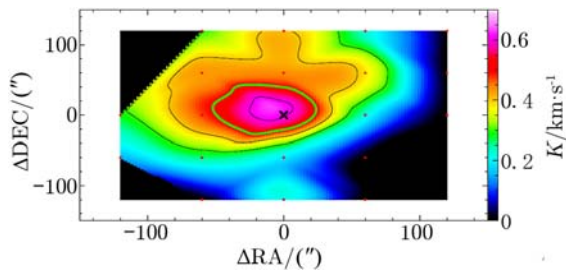


图 8 天马望远镜在 Ku 波段观测得到的糖分子  $\text{CH}_2\text{OHCHO}$  的积分流量的等强度图和灰度图  
等强度线代表峰值流量的 30%, 40%, 50%, 60%, 绿色的等强度线代表峰值流量的 50%, 峰值流量约为  $0.6 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ 。“x”标示了中心坐标，红色的点标示了采样点。

## 【科学观测动态】连续谱测量进展情况

2016年1月，在新疆天文台刘俊的协助下，天马望远镜进行连续谱试观测，采用 RA/DEC 方向的 Cross-Scan 扫描方式，DIBAS 记录数据，对 3C286, 3C48, 0925+504, 0951+699 等进行观测，初步验证了连续谱观测能力。2016年2月到3月，针对试观测发现的一些问题进行改进，初步完成整套连续谱观测控制软件的设计和实现，实现观测数据的实时处理和上传，并实现指向实时修正等功能。

## 【科学观测动态】彗星观测进展

彗星来自于太阳系边缘地区的奥尔特云。当彗星临近太阳时，在太阳的热辐射作用下，彗核表面的冰升华为气体，向外膨胀，带出的尘埃颗粒形成彗发和彗尾。彗核中的  $\text{H}_2\text{O}$  分子将被剥离 H，变成 OH，进而形成 H 及 OH 分子云。彗星于 45 亿年前与太阳系中的大行星一起形成，长期存在于远离太阳辐射的宇宙空



间。由于彗星所处宇宙空间温度极低，阳光作用微弱，因此彗星中可能保持有原始太阳星云物质，而这种物质在地球、大行星及卫星中是不能长期保存下来的。

研究彗星的化学成分对于认识太阳系的起源和演化以及行星的起源和演化很重要。来自遥远的距离太阳约  $1 \times 10^5$  AU 的奥尔特云区的彗星 C/2013 US10 Catalina，包含较为丰富的太阳系星云原始遗迹物质。由于其轨道离心率略大于 1，为双曲线轨道，该彗星本次远离太阳后就一去不复返了，属于机会观测。该彗星于 2015 年 11—12 月距离太阳约 0.8 AU 处飞掠太阳，距离地心约 1.7 AU 处临近地球。在太阳光的辐射作用

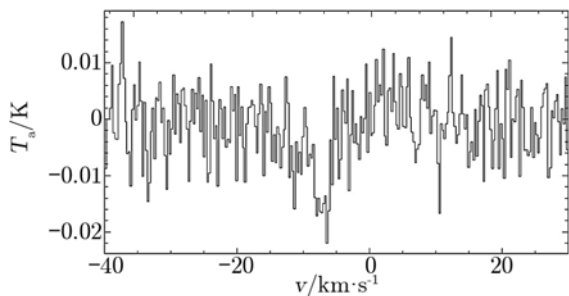


图 9 C/2013 US10 的 1 665 MHz OH 谱线#

下，彗星亮度达到 4.7 等。对此颗彗星的分子研究较少，特别是 OH 分子。由于 OH 分子在星际介质中广泛存在，因而对它的探索对于研究彗星本身的气体环境、运动学及天体化学方面都十分重要。为此通过天马望远镜在 2015 年 12 月 3 日、4 日两天对此颗彗星进行了共 14 h 的 L 波段(1.6 GHz)观测，首次成功发现并证实了该颗彗星中的 OH 分子辐射。

## 【科学观测动态】北京大学研究人员利用天马望远镜揭示脉冲星辐射机制

北京大学博士研究生卢吉光在其导师乔国俊教授的指导下，通过多波段观测数据对 PSR B1133+16 辐射机制开展研究。由于脉冲星流量随频率升高而迅速降低，因此高频观测对望远镜灵敏度提出了更高要求。然而，高频辐射更靠近脉冲星表面，观测其高频辐射对研究其辐射机制具有更重要意义。天马望远镜观测获得了迄今为止 PSR B1133+16 最高频(8 600 MHz)积分脉冲轮廓。结合其他望远镜低频观测数据，他们发现平方双曲正割函数更能拟合其桥辐射。他们计算了不同模型下粒子加速的洛伦兹因子，并提出其辐射很可能来自环区域，而非核区域。该研究成果发表于 2016 年 1 月份美国《天体物理学报》(ApJ)，来自于中国空间技术研究院、云南天文台、上海天文台、新疆天文台等单位的研究者参与了此项工作。

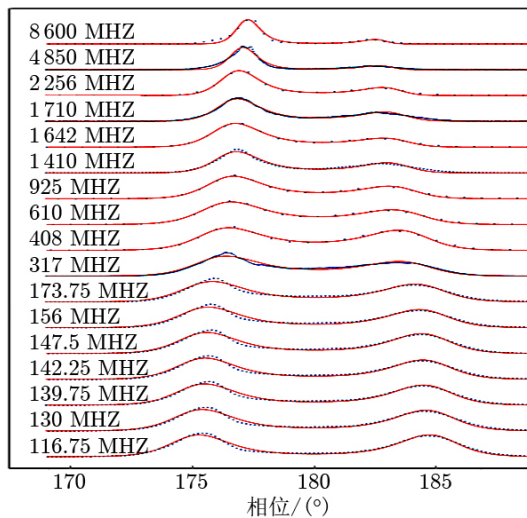


图 10 脉冲星 PSR B1133+16 多频积分轮廓

其中最高频率(8 600 MHz)数据由上海天马望远镜观测得到

## 【观测运行动态】观测情况统计

2016 年 1—3 月份天马望远镜总运行时间为 1 754 h，其中单天线观测 1 061 h，VLBI 观测 269 h，各项测试 278 h，天线维修保养 123 h，因各种原因取消的观测 23 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：刘庆会

签发：沈志强