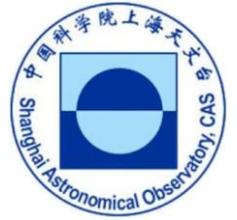




天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2022 年 12 月 31 日

第 34 期

总第 34 期

【科学观测动态】天马望远镜低频谱线搜寻：Ka 波段初步探索

低频射电谱线是研究生命前复杂有机分子的星际起源以及星际电离气体组成的重要窗口。然而，目前国际上仍无覆盖整个低频射电波段的谱线搜寻工作，对即将到来的 SKA 等大型设备引领的低频射电时代的研究准备尚不充分。在国内，天体化学领域更是处于起步阶段。为此，上海天文台科研团队计划利用天马 65 m 射电望远镜完成迄今为止首个低频波段（1~50 GHz）深度谱线搜寻。该团队已对猎户座 Orion KL 天体开展了 Q 波段先期观测，完成了迄今为止在该波段最大带宽（35~50 GHz）、最高灵敏度（mK 量级）的谱线搜寻工作。该工作探测到约 600 条发射线，并成功从中证认出 177 条射电复合线和 371 条分子谱线。这一工作表明了天马望远镜在探测弱线、开展大宽带谱线搜寻等方面具有强大能力。

该团队正将 Q 波段的谱线巡天工作扩展到 Ka/Ku/C 波段。其中，Ka 波段（26~35 GHz）是该团队优先观测的重点频段。长期以来，Ka 波段是谱线搜寻领域经常被忽视的一个频段（见表 1），远未被充分开发。在 Effelsberg 100 对 Orion KL 的 18~26 GHz 波段的搜寻结果中，约三分之二的谱线都是射电复合线。在天马对 Orion KL 的 Q 波段的搜寻结果中，约三分之二的谱线是复杂有机分子谱线。因此，有理由预期，Ka 波段的分子谱线的数目与射电复合线的数目相当，Ka 波段可以作为一个同时研究射电复合线与复杂有机分子谱线的重要频率窗口。

表 1 Orion KL 低频 (<50 GHz) 谱线搜寻统计

Frequency coverage ⁽¹⁾	Telescope	Spectral resolution	Sensitivity ⁽²⁾	Reference
17.9–26.2 GHz	Effelsberg 100 m	61 kHz (~0.7 km s ⁻¹)	5–22 mK	Gong et al. (2015)
26.1–35 GHz	TMRT 65 m	92 kHz (~0.9 km s ⁻¹)	1–3 mK	TMRT Ka Survey
34.25–50 GHz ⁽³⁾	Nobeyama 45 m	–	–	Ohishi et al. (1986)
34.8–50 GHz	TMRT 65 m	92 kHz (~0.65 km s ⁻¹)	1.5–5 mK ⁽⁴⁾	Liu et al. (2022)
41.5–50 GHz	DSS-54 34 m	180 kHz (~1.2 km s ⁻¹)	8–12 mK	Rizzo et al. (2017)

天马望远镜 Ka 波段（26~35 GHz）的观测已经基本完成，此观测达到了 1~3 mK 的谱线灵敏度，获得了该波段迄今为止首条 mK 量级灵敏度的全波段光谱（见图 1）。虽然 Ka 波段的频段宽度小于 Q 波段，但是在 Ka 波段探测到的谱线数（约 600 条）与 Q 波段相当，这得益于 Ka 波段观测有更长的积分时间与更高的谱线灵敏度。Ka 波段探测到的谱线中约 300 条被证认为射电复合线，符合预期。这些射电复合线包括 $\Delta n=20$ 的高阶射电复合线（见图 2），这可能是迄今探测到的最大 Δn 的射电复合线。另外约 300 条分子谱线，共证认出 44 种分子，包括 10 种在 Q 波段未曾探测到的分子品类，如 13CH3OH $v_{12}=1$, CH3180H, HDCO, CH3C3N 等（见图 3）。前人曾利用 ALMA 在 Orion KL 中搜寻过 CH3C3N，但并没有成功探测到。这表明了低频射电窗口在谱线搜寻方面的巨大优势与潜力。

天马望远镜对 Orion KL 在 Ku、C 波段的观测已经部分开展。在不同波段搜寻的数据分析工作仍在进行。

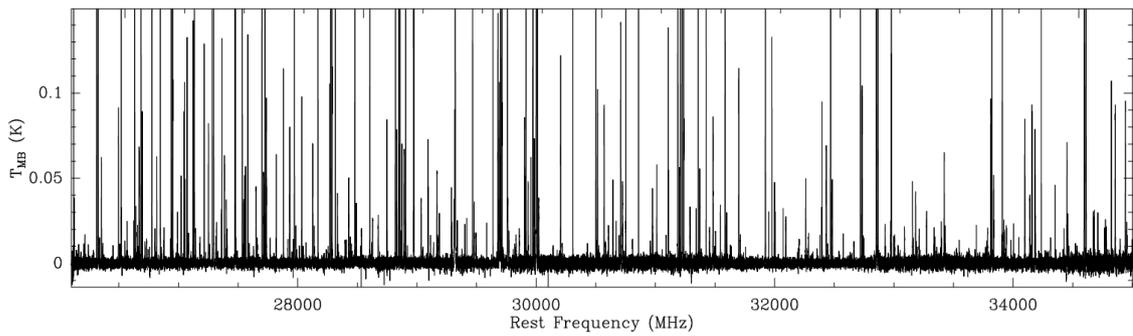


图1 天马望远镜获取的猎户座 Orion KL 在 Ka 波段的全波段谱线

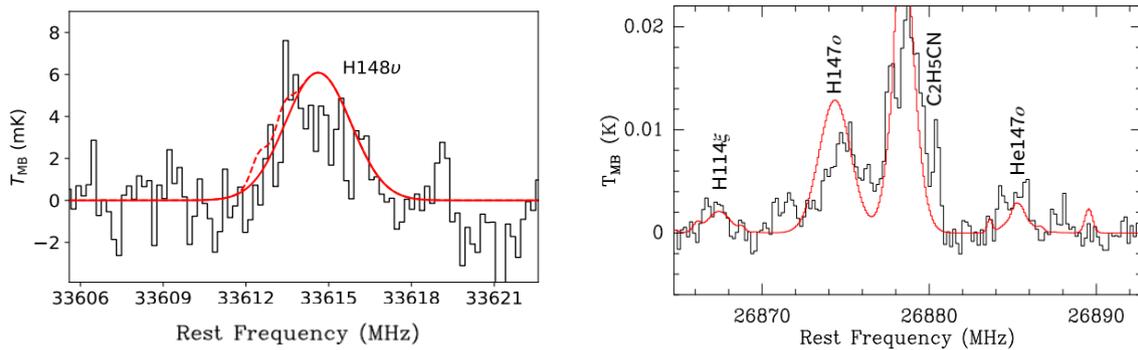


图2 Ka 波段探测到的高阶射电复合线

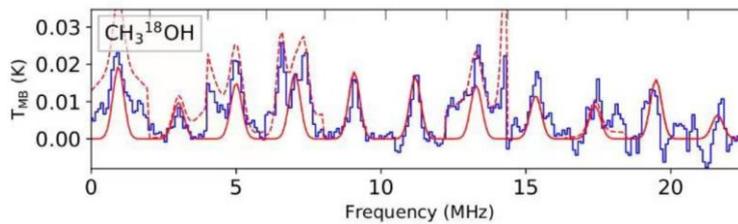


图3 Ka 波段探测到的高阶射电复合线

【学术活动】天马望远镜落成十周年暨大型射电望远镜科学技术研讨会

2022年11月25日至26日，中科院上海天文台主办了天马望远镜落成十周年暨大型射电望远镜科学技术研讨会。此次研讨会是上海天文台成立60周年暨建台150周年系列学术活动之一，采取线上和线下相结合的形式召开。来自国内各大学和科研机构的100余名专家学者参加了会议。32个学术报告详细介绍了大型射电望远镜科学研究和技术研发的最新进展，以及天马望远镜落成后的整十年间的运行成果。

上海天文台台长和天马望远镜首席科学家沈志强研究员作“天马望远镜十年”主题报告，详细介绍了天马望远镜的运维和科研成果。十年间，天马望远镜圆满完成了嫦娥三号、嫦娥四号、嫦娥五号和我国首次火星探测天问一号 VLBI 测定轨任务，为我国重大工程做出了关键贡献；同时，天马望远镜在黑洞成像、脉冲星和谱线观测研究中取得了一系列重要成果，如脉冲星监测样本突破350颗，探测到丰富的长碳链分子、高速红翼气体、新脉泽，完成了对猎户座 Orion KL 天体迄今为止最大带宽谱线巡天工作等。沈志强研究员表示，十年来，基于天马望远镜科学观测数据的论文超过270篇，观测时间三万多小时，天马望远镜已成为射电天文研究的观天利器。

来自全国各地的用户代表介绍了基于天马望远镜所取得的科研成果，以及天马望远镜在人才培养中所发挥的巨大作用。技术专家介绍了在天线、主动面、接收机等方面的最新技术进展和研发经验。其他与会学者还介绍了正在研发和推进中的大型射电望远镜，如新疆奇台 110 m 射电望远镜、云南景东 120 m 脉冲星射电望远镜等。此外，武向平院士所作的宇宙学新机遇报告也引发了与会者对射电天文未来发展的思索。大家纷纷表示，本次会议对今后的大型射电望远镜技术研发和科学应用均起到了良好促进作用。



图 4 现场参会人员合影（部分）



图 5 线上参会人员（部分）

【技术维护与发展】新建 40 m 射电望远镜进展

西藏日喀则观测站和吉林长白山观测站是探月工程四期 VLBI 测轨分系统的重要建设项目，是中国科学院“十四五”科教基础设施“自主先进空间基准平台”的重要组成部分，也是上海天文台“走出去”建设的首个野外台站。2022 年两站均克服疫情困难，取得良好进展。

日喀则站前期征地工作取得较好进展，完成了 10 多项增地相关批文，通过了节地评价评审和使用林地草地可研评审，目前在进行环评和农用地转建设用地手续。2022 年 5 月完成了现场打井取水，8 月初完成现场地质详细勘探，9 月完成了园区规划和观测楼设计，11 月下旬开始电力施工。现场气象站收集了一年以上气象数据，用于指导天线设计和施工规划。

长白山站 2022 年 1 月完成建设项目用地预审和选址意见书，2022 年 3 月完成项目立项备案，2022 年 7 月完成地质灾害、压覆重要矿产以及社会稳定性评估工作，2022 年 9 月获得国家林业和草原局项目使用林地许可，实现项目征地工作最为关键的里程碑。2022 年 8 月启动了外线高压电力线路工程，在天文台领导带领



图 6 日喀则站现场施工照片



图 7 长白山站现场施工照片

下，项目组成员多次亲临现场严把工程质量，从电缆、管线、环网柜、接续箱等主材检验，到开挖、铺设、穿管、回填等工艺把关，至2022年11月高质量完成了外线4.5千米地埋高压线路和通讯线路施工。

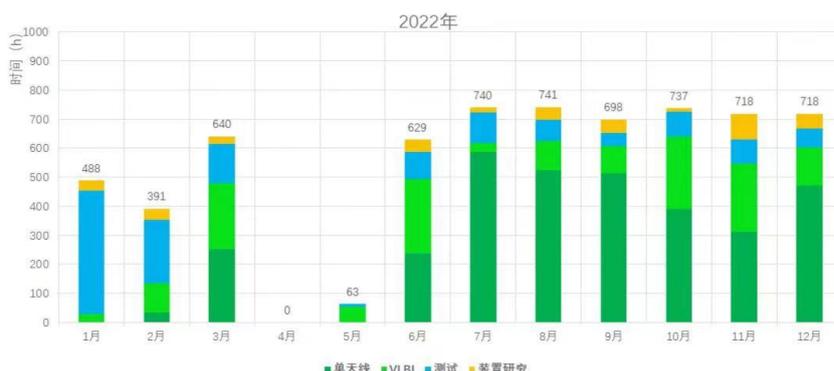
2023年两站计划主要包括三个方面工作：完成征地工作；园区土建施工全面展开；天线、接收机和VLBI系统设备等主要观测设备的研发。

【科学观测动态】疫情期间天马望远镜仍坚持运行

2022年12月初，上海疫情管控逐步放开。12月12日观测组出现了第一例感染人员，其他同事陆续出现症状，望远镜观测值班工作面临了巨大挑战，无法按照既定的计划进行。面对突如其来的考验，观测组为了保障值班不受影响，采取动态值班方式：谁没“阳”谁就先去现场值班，随着感染范围越来越大，只能由退完烧、症状轻的同志带病值班。观测组终于坚持到了最后一刻，确保了嫦娥四号、天问一号、东亚VLBI观测、谱线对外开放等，以及其他单天线观测任务的正常进行。

【观测运行动态】观测情况统计

2022年天马望远镜总运行时间为6563h，其中单天线观测为3320h，VLBI观测为1508h，各项测试1341h，天线维修保养394h。



【短讯】

- 2022年9—11月，对上海佘山25m射电望远镜进行了天线结构加固和表面防护。此次维保保证了25m天线结构的安全稳定，延长了其使用寿命。
- 2022年11月18日至26日，对天马望远镜天线进行了维保，完成了俯仰配重螺栓垫片更换、齿轮箱齿轮油更换、副面调整机构润滑脂检查等工作，为天马望远镜的稳定运行提供了保障。

**衷心祝愿：兔年大吉！
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：何雯婷 王彩虹

审核：刘庆会

签发：沈志强