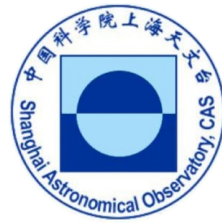




# 天马行空录



主办单位：中国科学院上海天文台

2020年3月31日

第24期

总第24期

## 【科学观测动态】众志成城，抗击疫情——抗疫情抓科研 筑堡垒当先锋

一场突如其来的新冠疫情打乱了大多数人的步伐。在响应国家号召，尽量在家办公的同时，天马望远镜的同志们已经按照观测任务安排提前开始了勤勤恳恳的现场值班工作。

天马测站 2020 年 1 月 30 日开始执行嫦娥四号任务。二月中旬天马测站欧洲网及东亚 VLBI 网联测。为了不影响联测任务，天马测站提前做好观测值班任务，恢复正常观测值班。在恢复观测的第一天，夏博对天马望远镜系统进行了系统巡检，从天线伺服机房、压缩机房、馈源舱、冷水机房到观测控制室、观测设备间，来来回回检查了很多遍，及时发现了潜在的问题，恢复了正常的观测。所谓巾帼不让须眉，天马测站的两女同志，江永琛和孙云霞积极参与观测值班，尤其是夜班观测，保证了天马望远镜的高效运行。孙云霞的孩子正在上小学，当时学校还未开学，大部分都是在线授课。她们家又是双职工。虽然台里允许家里有学生的职工可以弹性复工，但她还是克服了这些困难，积极的投入到一线观测值班，保障了望远镜的正常运行。观测工程师们和观测助手们辛苦值班，完成超过 300 h 的 VLBI 国际联测。为了保证观测正常进行，研发和运行骨干们每周五利用 ZOOM 会议的形式，讨论每周望远镜运行的问题和解决方案，并汇报各个部分的工作进展情况，大大提高了疫情期间的观测运行和工作的效率。

为了保证佘山园区的安全，党员同志们还积极参与值班。每天早上协助门卫对进入园区的工作人员进行例行询问、体温测量、信息登记，确保园区的安全，为园区的正常运行贡献着自己的一份绵薄力量。

在这场没有硝烟的战争中我们已经迎来了胜利，祖国加油！

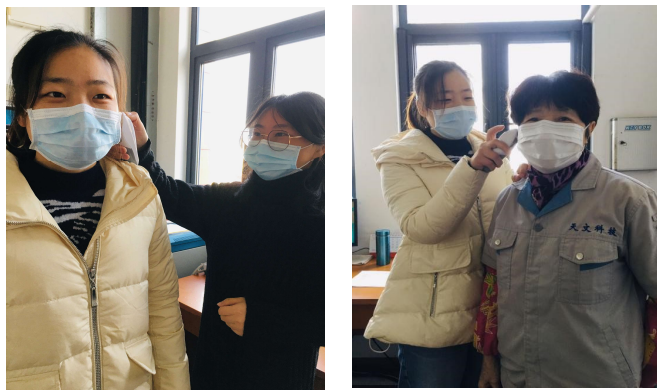


图1 观测的同时不忘做好防疫测量

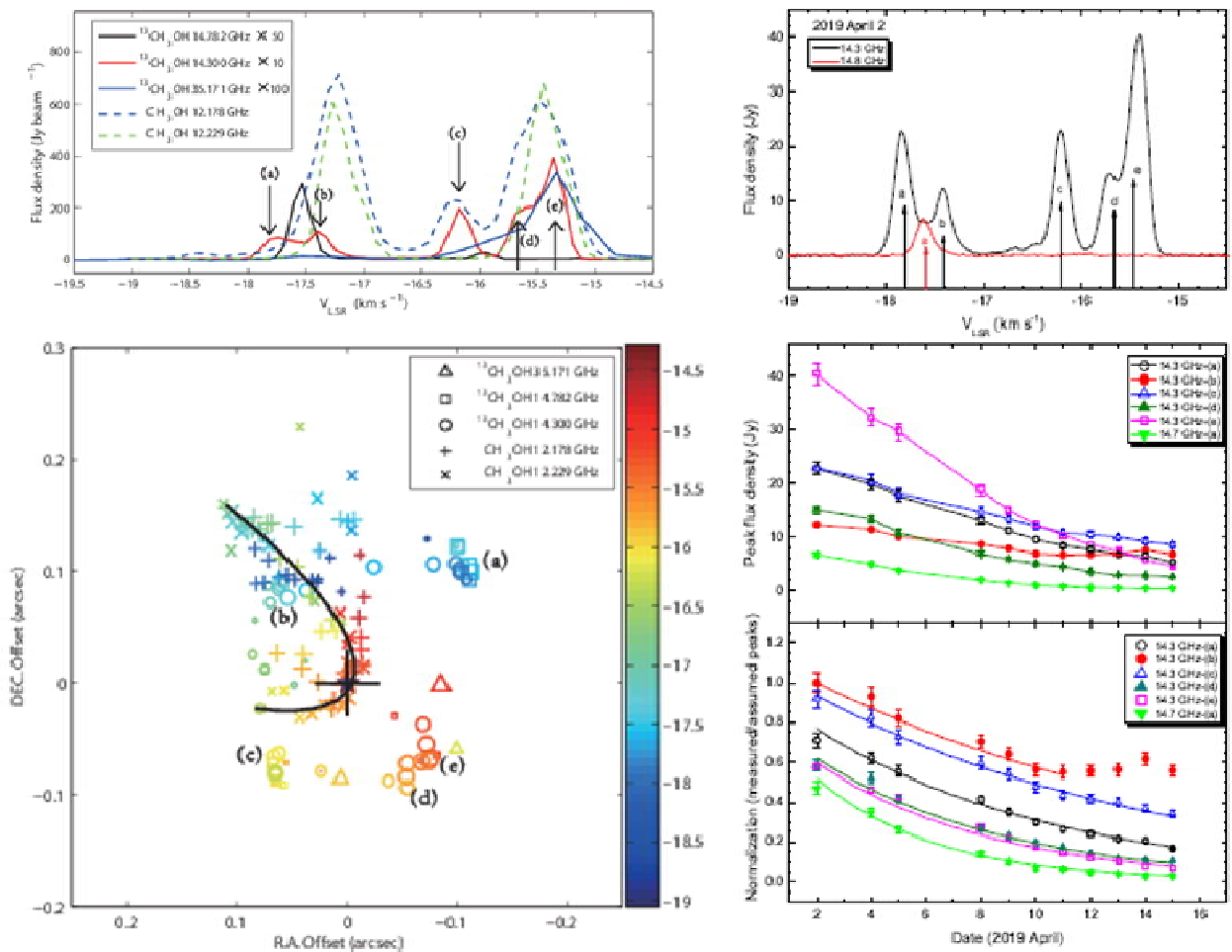
## 【科学观测动态】天马望远镜发现新种类分子脉泽

天体脉泽是示踪小尺度、高密度天文环境最有效的探针。自分子天文学诞生以来，截至目前发现具有脉泽辐射的分子种类只有约 10 种。星际介质中是否存在其它种类的分子脉泽辐射自然成为极为有趣的研究课题。寻找和发现新种类的分子脉泽现象，对探索其所在区域（特别是大质量恒星形成区）特殊的物理条件（如高温、高密等）以及理解脉泽辐射理论都具有重要意义。

最近，广州大学陈曦教授及上海天文台沈志强研究员、李斌研究员的合作研究团队，利用天马望远镜开展新种类分子脉泽观测搜寻工作，并于 2019 年 3 月 16 日在一颗大质量恒星形成区 G358.93-0.03 中首次探测到星际空间的甲醇同位素 ( $^{13}\text{CH}_3\text{OH}$ ) 分子脉泽辐射（跃迁频率为 14.300 GHz 和 14.782 GHz）。为了进一步研究其脉泽辐射性质，该研究团队利用 VLA DDT 时间开展了准同时观测，观测结果显示这些甲醇同位素脉泽

空间分布明显不同于甲醇脉泽的，它们可能示踪了密度及温度更高的年轻星吸积盘上的区域（如图 2 左所示）。而天马监测表明，这些新发现的脉泽具有异常快速的光变（如图 2 右所示；在短短 1 个月时间内从爆发、极大到消失不见），因而其跃迁应该是在非稳定态下进行的（通常达到稳定平衡需要大于几百天）。这些新脉泽的发现表明该源具有异常特殊的物理环境，很可能对应了大质量恒星形成过程的特殊阶段，如由引力不稳定导致的星周盘碎裂产生的吸积爆发现象，该现象将导致年轻恒星的红外光度迅速上升，从而有效地激发出强的、新的脉泽辐射。

该工作已经被发表在天文学国际核心期刊《天体物理杂志-快报》上（ApJL, 2020, 890: L22）。基于这些新的发现，研究人员认为新分子脉泽的研究将开启探索大质量恒星形成的新窗口。天马望远镜将在该领域的探索中做出更重要贡献。



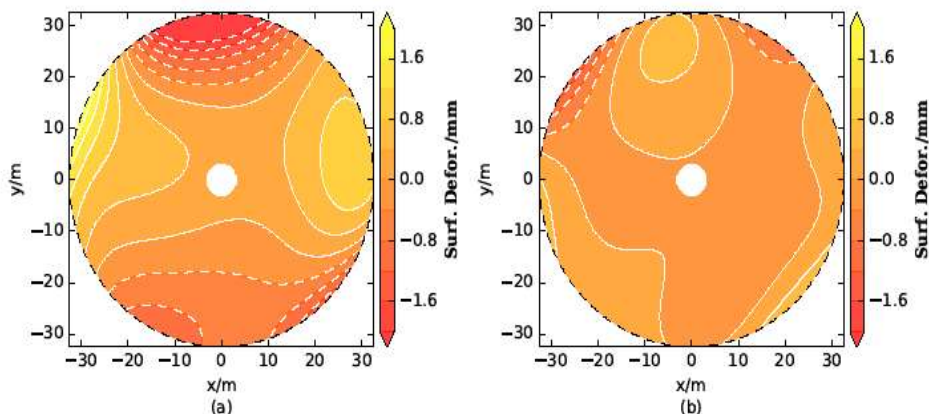
注：图左为 VLA 观测到的甲醇与甲醇同位素脉泽谱轮廓（上）及空间分布（下），甲醇同位素脉泽展现了完全不同于甲醇脉泽的空间分布；图右为天马望远镜观测获得的甲醇同位素脉泽不同成分的辐射衰变曲线，衰变时标非常短暂（半衰期只有 10 d）。

图 2 大质量恒星形成区 G358. 93-0. 03 中甲醇及甲醇同位素脉泽

## 【技术维护与发展】基于双波束的大型射电望远镜面形快速测量的研究进展

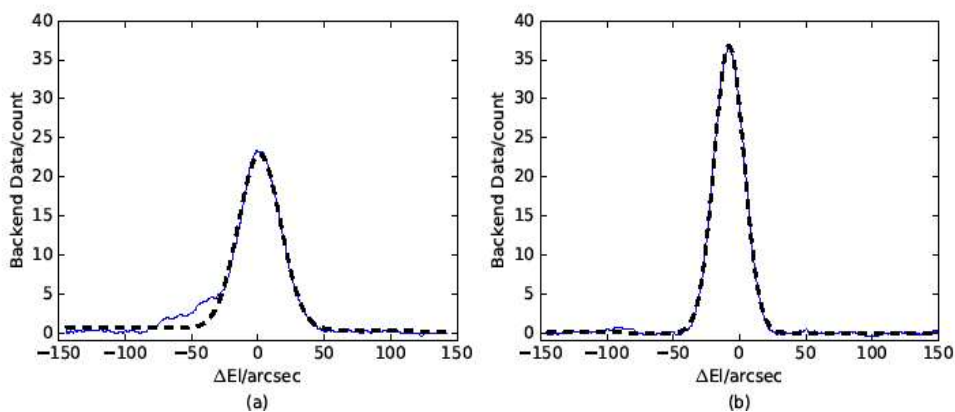
大口径射电望远镜的主反射面受重力、热等因素的影响会发生大尺度形变。主动反射面是补偿大尺度形变保证望远镜性能最有效的手段。对大尺度形变的快速测量是主动反射面高效率工作的核心问题。之前测量一次耗时约为 18 min，耗时较多。我们提出一种基于双波束的相位恢复法。此方法基于双波束的天线方向图具有相似性和重叠性的特点，在保证测量信噪比的同时，通过减少扫描区域，来缩短测量时间。过程如下：

首先测量两个波束的一组部分聚焦和两组部分离焦天线方向图，再通过最小二乘数据处理即可得到大尺度形变。对天马望远镜进行重力和热形变的实测表明，本方法可在 8 min 内测量得到不同情况下的主反射面面形，测量精度可达 55  $\mu\text{m}$ 。采用此方法有效地改善了望远镜波束，提高了望远镜效率。此方法可应用于其他具有多波束接受系统的大型射电望远镜，具有广泛的应用前景。



注：观测时，望远镜和太阳之间的方位夹角为  $197^\circ$ 。(a) 主反射面背面被太阳照射时的温度形变测量结果，照明加权 RMS 为 479  $\mu\text{m}$ ；(b) 形变调整后的形变残差，照明加权 RMS 为 136  $\mu\text{m}$ 。

图 3 热形变测量的闭环检测



注：(a) 热形变修正前的波束；(b) 热形变修正后的波束。

图 4 主反射面背面被太阳照射时，热形变修正前后的波束

## 【技术维护与发展】宽带谱线终端研制进展

为提高谱线观测带宽，项目组进行了谱线终端的研制工作，主要有四部分工作：数据采集硬件平台、FPGA 谱线观测模式开发、终端控制软件以及数据处理和记录软件。数据采集硬件平台包含 ADC/FPGA 板卡、频率综合器、模拟放大器等部件，放置于 1U 的机箱内，如图 5 所示。它将 2 GHz 带宽的模拟信号采样数字化，在 FPGA 内进行处理后，以万兆以太网将数据发送出去。该硬件平台的研制和调试工作基本完成，后续将继续优化各模块的布局；经过多次测试，ADC 性能稳定。对于 FPGA 的观测模式开发，将设计宽带模式和窄带高分辨率模式，如图 6 所示，目前 5 种宽带模式已设计完成，正在进行性能测试。终端控制主要通过千兆以太网进行，在数据采集硬件平台中内置 Arm 处理器，移植了嵌入式 Linux 操作系统，完成了底层驱动的设计，正在进行应用控制软件的开发，FPGA 加载和时间同步功能已完成开发。数据处理和记录软件将采用 CPU 和 GPU 相结合的办法。对于宽带模式，该软件接收万兆发送的数据按照 SDFITS 格式进行记录；对于窄带高分

分辨率模式，该软件接收数据后使用 GPU 进行积分功率谱的计算。目前数据接收和 SDFITS 编制功能已完成。预计 2020 年底完成谱线终端的研制工作，届时将极大的扩展谱线观测带宽，并且支持多波束的观测。



图 5 数据采集硬件平台

Mode	nwin	Bandwidth(MHz)	Channels	Resolution(KHz)	Center LO(MHz)
Mode1	1	2048	2048	1000	1024
Mode2	1	2048	16484	125	1024
Mode3	1	2048	32768	62.5	1024
Mode4	1	2048	65536	31.25	1024
Mode5	1	2048	131072	15.625	1024
Mode6	1	256	65536	3.91	1024
Mode7	1	128	65536	1.95	1024
Mode8	1	32	65536	0.488	Tunable
Mode9	1	16	262144	0.061	Tunable
Mode10	8	16	32768	0.488	Tunable

图 6 FPGA 的谱线工作模式

## 【技术维护与发展】天马望远镜顶升方案通过评审

2020 年 3 月 27 日，中国电科 54 所组织召开了上海 65 米射电天文望远镜维修方案视频评审会。会议由哈尔滨工业大学、同济大学、河北科技大学、燕山大学、中国能源建设集团天津电力建设有限公司、中国科学院上海天文台、烟台开发区蓝鲸金属修复有限公司等单位的代表组成评审组。会议听取了中国电科 54 所作的上海 65 米射电天文望远镜顶升方案设计报告、上海 65 米射电天文望远镜力学分析报告和上海 65 米射电天文望远镜俯仰轴焊接施工方案等汇报。评审组一致同意上海 65 米射电望远镜俯仰轴维修方案通过评审，可以开始下一阶段工作。后续进一步完善和细化以下几方面内容：液压加载、卸载和锁紧方案及测量监测方案；加卸载过程仿真分析，给出各施工步骤的控制数据；施工过程的安全防护措施；焊接工艺方案并完成焊接工艺评定，关注焊接过程对俯仰轴、相邻高强螺栓等零部件的热影响。

## 【观测运行动态】观测情况统计

2020 年 1—3 月，天马望远镜总运行时间为 1 331 h，其中单天线观测 658 h，VLBI 观测 431.5 h，各项测试 241.5 h。

## 【短讯】

上海天文台 VLBI 测轨分系统团队获得“探月工程嫦娥四号任务突出贡献单位”，天马望远镜团队的王锦清研究员获得“探月工程嫦娥四号任务突出贡献者”称号。

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