天马望远镜为Orion KL“体检”报告发布

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20811.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

天马望远镜为Orion KL“体检”报告发布

。中国科学院上海天文台研究团队利用65米口径的天马射电望远镜对猎户座Orion KL天体完成了迄今为止最大带宽(15 GHz)、最高灵敏度(mK量级)的Q波段谱线巡天工作，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。在天马望远镜探测到的53个分子品种中，21种是前人对Orion KL的Q波段搜寻工作中未曾探测到的。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的强大能力。相关研究成果已于近日发表在《天体物理学报增刊》(ApJS)上。

恒星(如太阳)在形成过程中会合成与生命起源息息相关的复杂有机分子。对典型的恒星形成场所(分子云核)进行宽频谱线搜寻是全面了解它们的物理和化学性质、探究复杂有机分子特别是与生命起源有关的生命前大分子星际起源的最有效途径。宽频谱线观测研究就像是对目标天体进行“体检”，通过分析探测到的各类谱线信息，天文学家可以测量天体的“体温”、“体重”、“身体”中各种微量元素的含量，并诊断天体的“年龄”以及各种“身体机能”的活跃程度。

猎户座克莱因曼-洛星云(Orion KL)是距地球最近(约1300光年)的形成大质量恒星的分子云核，具有最强的毫米波和亚毫米波分子谱线辐射。Orion KL是一个与电离氢区(M42)具有相互作用的分子云核，由外部冷环境成分(<50 K)、致密脊(~100 K)、热核(~200 K)和强激波区域(>500 K)组成。这些区域具有不同的化学特征，在不同波段都贡献了丰富的谱线，因此，Orion KL是非常适合于天文学家开展宽频带分子谱线巡天的研究对象。然而，此前对Orion KL的谱线搜寻工作大都是在短毫米波、亚毫米波或者更高频率的远红外波段，而在35-50 GHz频率范围的Q波段或者更低的频段，相关谱线搜寻工作还非常缺乏。

事实上，相比于高频波段，频率较低的Q波段在搜寻分子新跃迁、高阶复合线、新分子品种等方面具有独特的优势。由于复杂有机分子具有较大的转动惯量，在Q波段通常体现为丰富的转动跃迁。这些跃迁线的能级虽然一般较低，但相比于高频跃迁线更容易被激发，不同跃迁线的混叠效应也没有在亚毫米波段那么严重，更有利于复杂有机分子谱线的证认。此外，在Q波段还能探测到众多的射电复合线。然而，长期以来，由于缺乏可在Q波段系统地进行谱线观测的大型设备，上述优势并没有被充分利用。

天马望远镜是目前亚洲口径最大的全可动射电望远镜，其配备的L、S/X、C、Ku、K、Ka、Q接收机可覆盖1-50 GHz。由上海天文台自主开发的Q波段接收机是进行谱线观测最为灵敏的接收机之一。得益于天马望远镜配备的主动面系统和副面调整机构，Q波段接收效率在不同仰角基本保

持恒定。天马望远镜配备的DIBAS后端可同时处理3
GHz带宽的左右旋频谱信号，非常适用于宽波段谱线搜寻。

利用天马望远镜，研究人员对Orion KL在Q波段进行了全方位“ 体检 ”，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。经过化学模型分析，研究人员将这371条分子谱线归类为53个分子品种，并系统测量了Orion
KL“ 体内 ”这些“ 微量元素 ”的含量。研究人员表示，天马望远镜对Orion KL的谱线搜寻探测到了远超前人工作的谱线数量(图1)，其中三分之二左右数目的谱线是前人没有探测到的。这就像是对天体进行“ 体检 ”，天马望远镜这样的大口径望远镜的优势是可以把“ 体检 ”做得更加细致。

当一个电子被一个离子重新俘获到基态以外的能级上，再向下跃迁所形成的谱线叫做复合线。观测射电波段的复合线可以帮助测量天体内部电离气体的电子温度及密度。该搜寻工作探测到了177条射电复合线，其中包含了H135π和C81γ等高阶复合线，是目前在Q波段探测到的Δn最大的高阶复合线，表明Orion KL内部的大质量恒星具有强大的电离周围气体的能力。此外，研究人员还探测到了NH3(15,15)和(16,16)，这是首次在Orion KL中探测到上能级温度高于2000
K的氨分子反演跃迁的发射线，证明Orion KL区域存在极高温(>1000 K)分子气体。研究人员还探测到大量的复杂有机分子(如甲酰胺、甲酸甲酯、乙基氰、二甲醚、乙醇、丙酮等)，这些复杂有机分子是形成更复杂的生命前分子的基石。通过对比德国科隆大学CDMS团组最新的实验室谱线参数，研究人员首次在Q波段探测并证认出处于振动激发态的乙基氰发射线(图2)，这表明了实验室工作与天文观测相结合对证认新分子谱线的重要性。丙酮被广泛应用于炸药、塑料、橡胶、纤维、制革、油脂、喷漆等行业中。通过谱线叠加(stacking)技术，该研究首次在Q波段明确无误地探测到了Orion KL的丙酮的发射线。此外，研究人员还发现不同品种分子的发射谱线的速度-线宽分布主要集中在三个区域(图3)，分别对应于Orion KL的不同空间成分。这表明Orion KL不同区域的分子丰度存在很大差异，就像人体中不同部位中的各种“ 微量元素 ”的含量也不一样。其中，含有醛基的分子与氧硫化合物一般具有线宽大于15公里每秒的发射成分，表明这两类分子的丰度很可能在激波区域得到增强。

接下来，该团队将利用天马望远镜对Orion KL进行更深度的谱线搜寻，以期达到亚mK水平的灵敏度，并把频率覆盖拓展到整个Q波段和Ka波段的26 – 50 GHz范围。该团队还计划对一批更大的典型恒星形成区样本在Q波段与Ka波段进行深度谱线搜寻(噪声水平<5 mK)，研究不同物理条件、不同演化阶段的目标源化学成分的异同以及物理条件和化学对分子合成的影响。这些系统的谱线搜寻将提供前所未有的Q/Ka波段典型源谱线库，有助于对新分子尤其是生命前大分子的搜索。

论文链接
研究团队单位：上海天文台

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发