恒星形成初期的动力学机制研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/41381.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！

恒星形成初期的动力学机制研究获进展

。恒星诞生于分子云内部致密的气体纤维结构中，纤维的碎裂、坍缩与物质吸积过程，是当代天体物理领域的核心研究课题。长期以来，学界关于纤维结构的形成机制存在超音速湍流主导与引力主导两种主流理论。由于缺乏针对亚秒差距（小于1秒差距）的系统性动力学统计研究，两大理论模型始终难以得到充分检验。

近日，中国科学院上海天文台联合国内外科研团队，依托阿塔卡玛毫米波/亚毫米波阵列（ALMA）开展的ATOMS巡天项目数据，揭示了在临近恒星诞生的亚秒差距超临界气体纤维内部，湍流仍可能是支配气体运动与结构演化的核心力量。这一成果为解析恒星形成初期的动力学机制提供了关键观测证据。

团队利用ALMA开展的ATOMS巡天项目观测采集的分子谱线数据，对146个银河系活跃大质量恒星形成区开展深度分析。该分子谱线光学薄，可精准刻画致密气体的运动学特征。研究借助CRISPy算法，在位三维空间中识别出837个速度连续气体纤维，其中214个纤维长宽比大于5，长度分布在0.02秒至1.6秒差距之间，中位长度为0.23秒差距。统计结果显示，样本中823个约98%的纤维线密度超过临界值，属于引力束缚的超临界纤维。

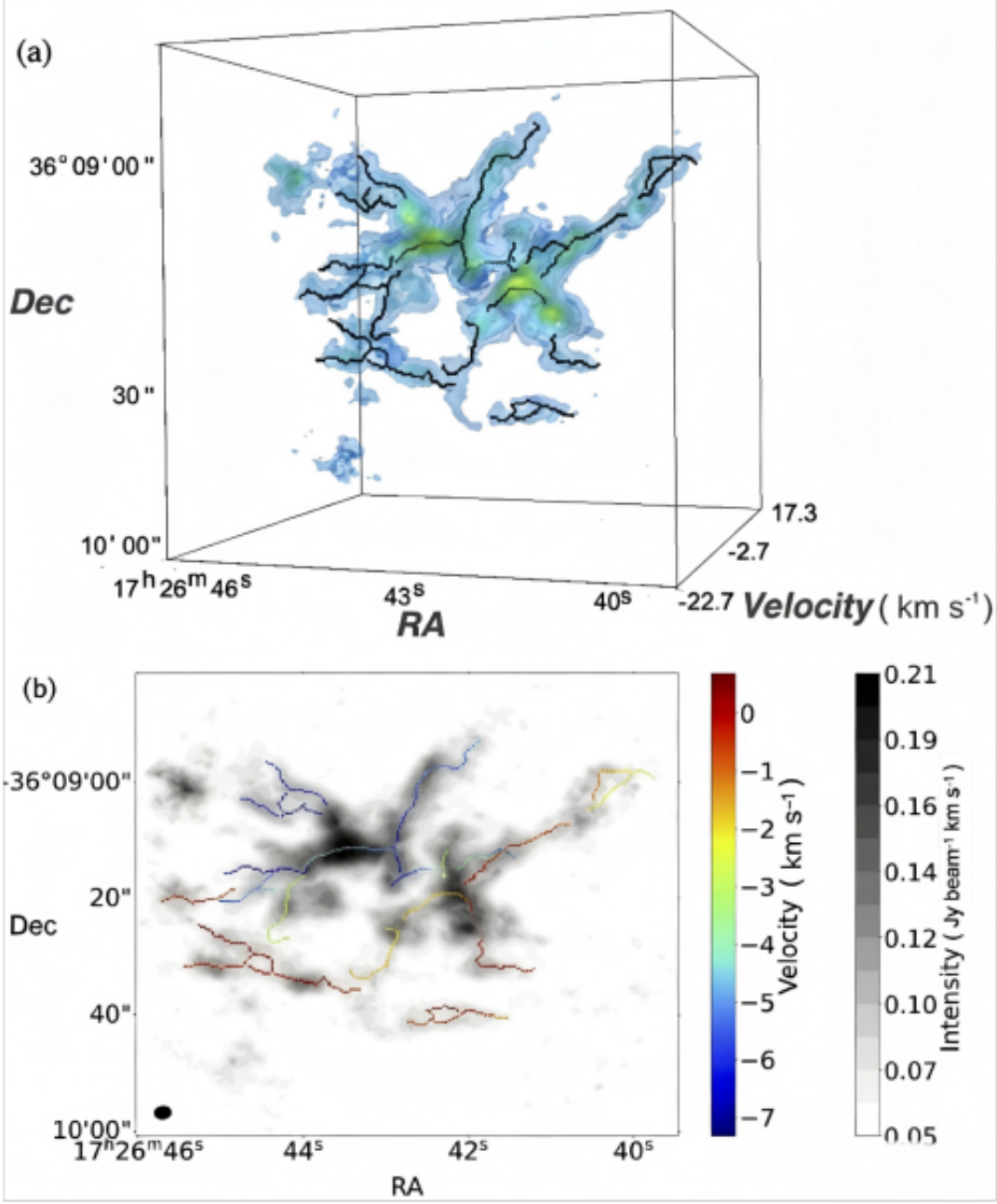
团队创新性采用矢量场分解技术，逐像素解析纤维内部速度梯度、强度梯度与引力场的分布规律，并将各类梯度拆解为平行、垂直于纤维主轴的两个正交分量，以此区分沿纤维的径向运动与横向运动。观测数据显示，纤维内部平行方向与垂直方向的局部速度梯度数值高度接近，密度梯度与引力场均偏向垂直于纤维主轴的方向，但速度梯度的空间取向呈完全随机分布。这表明气体并非仅沿纤维径向运动，横向运动同样不可忽视，速度梯度与气体面密度、局部引力加速度之间均无明显关联，进一步排除了局部引力主导气体运动的可能性。

团队将观测结果与随机驱动的超音速磁流体力学湍流数值模拟进行对比。模拟生成的合成观测数据，在速度梯度分布、运动模式等核心特征上与实际观测高度吻合，证明了纤维内部无序的气体运动源于各向同性湍流。模拟与观测的细微差异，源于活动剧烈的大质量恒星形成区湍流强度远超模拟中近邻小质量恒星形成区，加之磁场环境、气体密度也存在差异。这一结果为后续优化模拟模型指明了方向。

这项成果挑战了引力主导分子云小尺度结构形成的传统观点，为调和湍流模型与引力模型的争议提供了新视角。未来研究将结合更多高精度数值模拟与多波段观测，进一步探究湍流、引力、磁场的耦合关系，深化对恒星形成全过程的认知。

相关研究成果发表在《中国科学：物理学 力学 天文学》（*SCIENCE CHINA Physics, Mechanics Astronomy*）上。研究工作项得到科学技术部、国家自然科学基金委员会等的支持。

论文链接



上图：利用CRISPy算法在位置-位置-速度三维空间证认的气体纤维结构。下图：气体纤维结构在天空平面的投影

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