
紫金山天文台等基于ALMA观测揭示原行星盘的旋涡结构

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3123.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！

紫金山天文台等基于ALMA观测揭示原行星盘的旋涡结构。2018年12月，The Astrophysical Journal (《天体物理学杂志》) 在线发表了中国科学院紫金山天文台研究员季江徽课题组与合作者的研究成果，该项研究基于行星与原行星盘中气体、尘埃的相互作用模型，利用Atacama Large Millimeter/submillimeter Array(ALMA)射电干涉阵的观测数据，揭示了原行星盘中存在旋涡结构的证据。

近年来，ALMA观测到大量存在明显的方位非对称性结构的原行星盘尘埃连续谱图像(如 IRS 48, HD 142527, MWC 758等)。目前认为这类非对称结构是由于原行星盘中通过大质量行星或盘粘滞的突降，令气体物质堆积，进而引发罗斯贝波不稳定性(Rossby wave instability)而在行星盘中产生反气旋的旋涡，导致尘埃粒子被困在极大压强区域，形成尘埃连续谱的亮包。这种旋涡结构被认为是星子产生的摇篮。

类地行星与巨行星的内核诞生于原行星盘中，而原行星盘中的固体物质从亚微米级的尘埃碰撞生长到原行星胚胎和星子涉及非常复杂的物理过程。通常原行星盘中主要成分为气体和尘埃，由于气体存在压力梯度，因此气体对尘埃存在阻尼作用，进而造成尘埃损失轨道角动量，导致尘埃粒子不断向内径向偏移。这并不利于尘埃粒子从微米级生长到厘米级至米级大小的星子，即为所谓的径向漂移障碍问题。另一方面，原行星盘中微米大小的尘埃通过布朗运动，在盘的垂直沉降、湍流混合及较差运动碰撞中可结合生长成厘米大小的尘埃。然而在这个碰撞结合的过程中，尘埃之间的相互碰撞未必能生长成更大的尘埃，相反有可能造成尘埃破碎成更小的粒子，这称为碎裂障碍问题。一般认为，原行星盘中由罗斯贝波不稳定性产生的旋涡结构能够克服这两个障碍，将尘埃困在旋涡中心，使其进一步生长成更大的尘埃甚至星子。但是目前旋涡结构还只是一种理论假说，尚未为观测所证实。

在该项研究中，科研人员通过大量的流体动力学模拟，尘埃辐射转移计算，ALMA数据图像处理，生成模拟的 ^{12}CO 气体分子的发射谱线，计算 ^{12}CO 分子的径向速度分布，确认了旋涡在原行星盘反气旋速度场的痕迹(图1-2)。这项研究对未来ALMA寻找原行星盘中的旋涡结构具有重要意义。

该项研究工作第一作者为紫金山天文台博士生黄平辉，合作者包括美国洛斯阿拉莫斯国家实验室研究员 Hui Li 课题组和美国莱斯大学博士 Andrea Isella 等，该工作得到国家自然科学基金(11773081, 11661161013)、中科院创新交叉团队、中科院行星科学重点实验室等的资助。

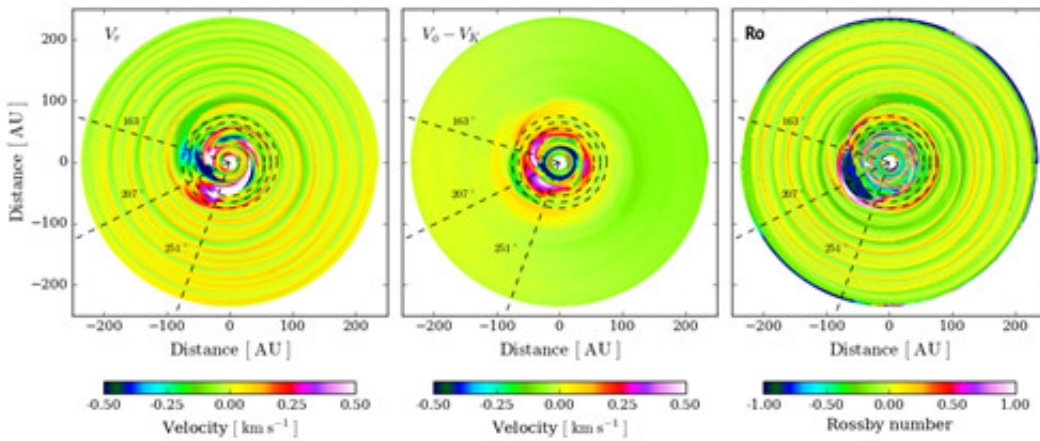


图1由罗斯贝波不稳定性产生的反气旋旋涡在原行星盘中产生了大约0.3 km/s和0.2 km/s的径向和横向的速度扰动，而该扰动可为ALMA的0.1 km/s的速度分辨率所分辨。

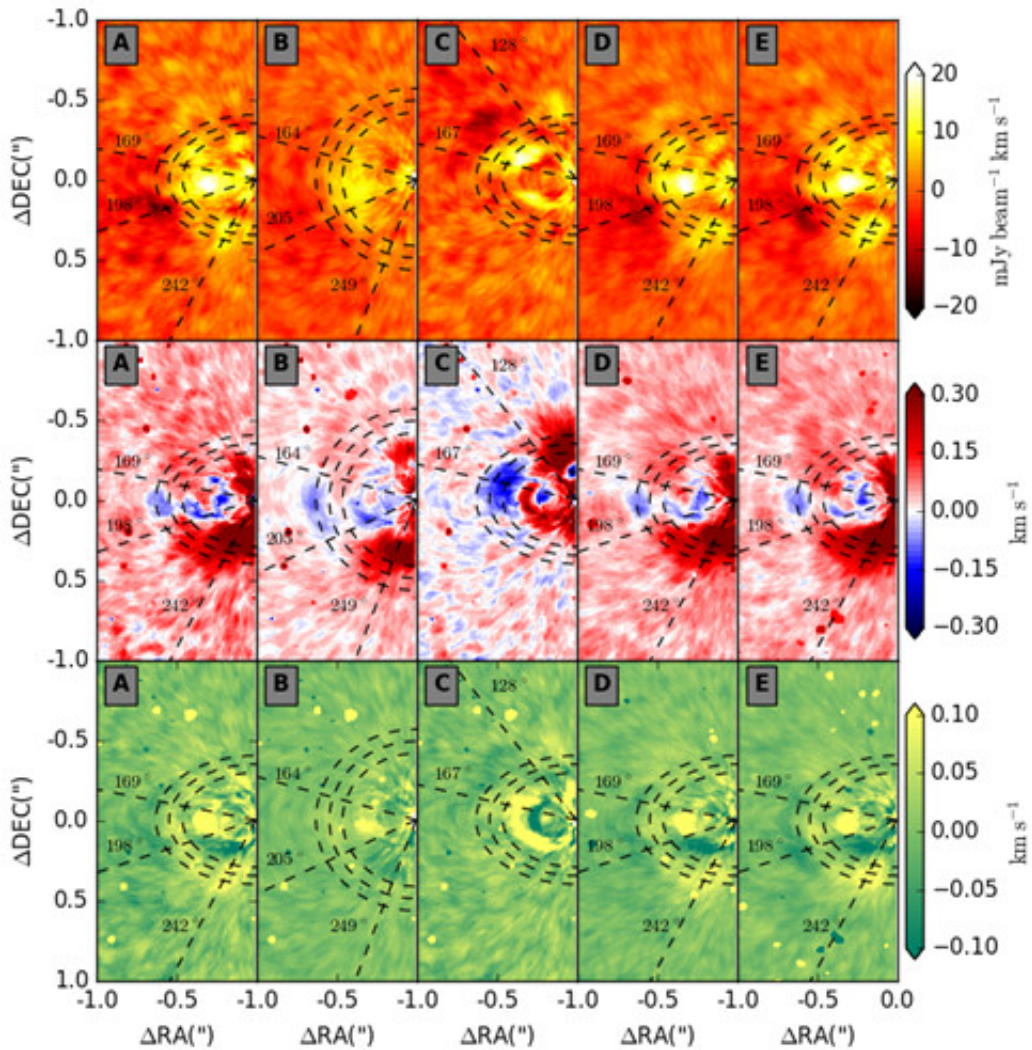


图2通过对比原行星盘中 ^{12}CO $J=3-2$ 光谱发射线强度分布、速度分布和速度弥散的红移和蓝移部分，证实了反气旋的旋涡结构可以通过ALMA观测进一步确认。

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](http://www.iikx.com)转发