

天文学家发现婴儿时期“逃逸恒星”观测证据

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24784.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！

近日，中国科学院国家天文台、上海天文台，以及广州大学、厦门大学、北京大学和云南大学等，通过毫米波分子谱线观测及多波段比对研究，在近11邻恒星形成区G352.63-1.07中首次捕捉到极为年轻的大质量“逃逸恒星”，证实了分子云气体结构的引力塌缩可为“逃逸恒星”提供有效推动力。该成果为探究年轻恒星的扩散运动提供了典型案例和物理性质的定量测算。相关研究成果发表在《天体物理学报》（The Astrophysical Journal）上。

恒星在星际空间的扩散运动是影响星系演化的重要因素。欧洲空间局盖亚（Gaia）天文测量卫星对海量恒星样本进行了空间位置和运动学测量，特别是针对分子云周围的年轻恒星，对两者的形态和运动学特征开展了比对研究。结果显示，恒星与分子云在空间形态上密切相关，且分布更为弥散（图1a）。由于分子云是年轻恒星诞生和聚集的场所，两者的空间相关性意味着恒星在形成初期便开始扩散运动。理论研究表明，多星系统相互作用引发的弹射效应和分子云塌缩或碰撞等过程释放引力能产生的推力（图1b）是促成恒星扩散运动的可能机制。

在观测方面，对于扩散运动的最早期阶段，目前的证据较不充分。主要原因在于多数“婴儿恒星”都包裹在致密的气体核球（即原恒星云核）中，而这些云核深埋于厚重的分子云内部，因星光受到严重的尘埃遮挡，无法使用Gaia等设备测量运动趋势。与可见光波段相比，分子云在中红外到毫米波段较为透明，是探索其内部结构的理想窗口。随着毫米波天文学快速发展，天文学家对分子云核塌缩形成恒星的演化历史逐渐获得比较全面的认识。目前，关于“婴儿原恒星核”的研究，侧重于云核质量增长、物质喷发以及化学性质等方面，鲜有关于恒星核与周边物质结构的相对运动的准确测量。

近年来，高分辨率宽波段观测可覆盖大量不同类型的分子谱线，为有效解析原恒星运动提供了可能。作为其中的典型，上海天文台研究员

刘铁发起的ATOMS观测计划，使用阿塔卡马大型毫米波/亚毫米波天线阵列（ALMA），对银河系中的年轻恒星形成区开展了大样本深度光谱成像观测，并找到了数个具有极早期原恒星活动特征的区域。

ATOMS项目成员逐一分析了各目标区域的物理化学性质。在大质量原恒星核G352.63-1.07（图2a）中，该团队发现了较为特别的运动学特征。云核中心分子谱线具有两个明显不同的速度成分，包括视线方向系统速度分别为0千米/秒的“主成分”和-2.3千米/秒的“蓝移成分”（图2b）。常见的稠密气体探针 H^{13}CO^+

（碳13甲酰阳离子）、 CCH （乙炔基）、 H^{13}

CN （碳13氰化氢）均显示了云核中心的双速度成分。与之形成对比的是，在云核之外的其他位置，蓝移成分基本消失（图2b上）。为了排查蓝移成分的物理性质，该团队对比了每种分子谱线

在相应速度区间的辐射强度图像（图2

c-g）。图像显示： H^{13}CO^+

主成分具有延展的空间结构，主要示踪了整体纤维状云团；而蓝移成分完全集中于中心位置，与原恒星核的红外点源（图2a

）完全重合，特别是原恒星专属分子 CH_3

OH （甲醇）同样完全集中于中心位置（图2e）。这些运动学观测结果表明，中心原恒星核与周围云团之间存在明显的相对运动。

为了确认原恒星的运动，须排查另外两种可能性——恒星系统物质喷发造成的外向流以及不同稠密分子云团碰撞（它们是造成蓝移运动的可能原因）。科研团队检验后发现，原恒星仅触发了较弱的外向流，没有表现出碰撞相关的特征。团块间碰撞一般会在界面产生较为显著的相互作用特征，包括物质压缩和激波辐射等。而在中心云核位置，科研人员未发现相关特征。与之相反，作为主成分的纤维状云团（图2c-g中的绿色结构）在中心位置出现了明显的空缺特征（图2c），表明这里的物质出现了耗空。如果将云核组分叠加上去，空缺正好完全被填平，使得整个分子云在主轴方向的物质分

布更加连续稳定，说明云核应是分子

云内部的物质组分。 H^{13}CO^+

谱线沿着分子云主轴的强度分布（图2h），更清楚地体现了这一特征。在这种情形下，两者相对运动在很大程度上表明，云核只能处于脱离分子云主轴的逃逸过程中。

对于中心云核的逃逸，根据它的移动速度（-2.3 千米/秒）和云核中心偏离主轴的位移量（0.025 光年），研究可推算

出逃逸事件发生在距今约3500年前，而相

应动能高达 10^{45}

尔格。计算表明，大质量恒星的外流、分子云的初始动能或磁场能均不足以推动整个云核的运动，而分子云塌缩期间的引力能剧烈释放，是唯一合理的已知能源机制。这使得G352.63-1.07成为恒星形成区中最年轻的能量爆发事件之一，总能量仅次于猎户座分子云中心区域的塌缩-爆发事件。相比于该爆发，G352.63-1.07中心区域的恒星形成活动更为丰富。

国家天文台星际介质组博士研究生

任致远介绍，“本次研究发现的‘逃逸恒星’虽然速度远低于某些多星系统产生的‘高速弹射星’，但与Gaia天文卫星给出的年轻恒星平均扩散速率相当。这表明分子云塌缩产生的推力应当是年轻恒星逃逸扩散的主要机制。G352.63-1.07区域有许多相关的有趣性质，包括多星相互作用以及外围气体高速膨胀等，将在后续工作中开展更多分析。”

国家天文台星际介质组首席科学家

李菡提出，恒星是遍布宇宙中的巨大核聚变装置，本次发现处于襁褓中的逃逸恒星，揭示了恒星在形成极早期阶段的运动趋势，对于猎户座分子云等近邻活跃恒星形成区域的研究具有典型意义，即丰富了恒星起源的图景，并提出了一系列新的挑战。

上海天文台研究员

刘铁表示，“ATOMS项目及后随的观测项目（QUARKS）主要利用阿塔卡马毫米波/亚毫米波阵列望远镜（ALMA）在3毫米和1.3毫米波段对银道面140余大质量恒星形成区进行高分辨率、高灵敏度的连续谱及谱线观测，旨在通过一系列高分辨率统计性研究工作揭示大质量恒星的形成机制。来自中国大陆、台湾地区以及来自美国、日本、韩国、法国、芬兰、澳大利亚、智利、匈牙利和印度等科研单位的100余名合作者参与该项目。本研究对婴儿时期的原恒星运动首次给出了较

为可靠的测量，为剖析恒星诞生之后的运动轨迹以及与周围介质的相互作用提供了很好的出发点。

广州大学教授

陈曦致力于探究大质量恒星核的塌缩吸积过程，他展望道，“分子云核塌缩形成大质量恒星，是天体物理中能量释放最为剧烈、物理条件最为极端的现象之一。本研究表明，云核塌缩不但决定着恒星本身的吸积过程，还与它们星际扩散运动密切相关，这体现了原恒星云团引力过程的极端复杂性，还有大量未知现象等待着我们开展更为系统性、长期性的研究。”

研究工作得到国家自然科学基金基础科学中心项目的支持。

[论文链接](#)

图1. 恒星扩散运动观测特征及可能机制示意图。（a）猎户座分子云Orion A（灰度图像）和周围的年轻恒星空间分布（紫色点），绿色实线标记了分子云的主轴方向。该图显示了年轻恒星集中在主轴方向，但横向分布更为延展，说明它们可能正在向两侧运动。（b）理论预计的云核扩散运动三个阶段：阶段[i]：致密云核在分子云内部形成；阶段[ii]：由于某种能量释放和加速过程，云核获得了侧向运动速度；阶段[iii]：云核完全脱离诞生区域，同时原恒星外包层逐渐消散，成为光学波段可见的主序恒星。

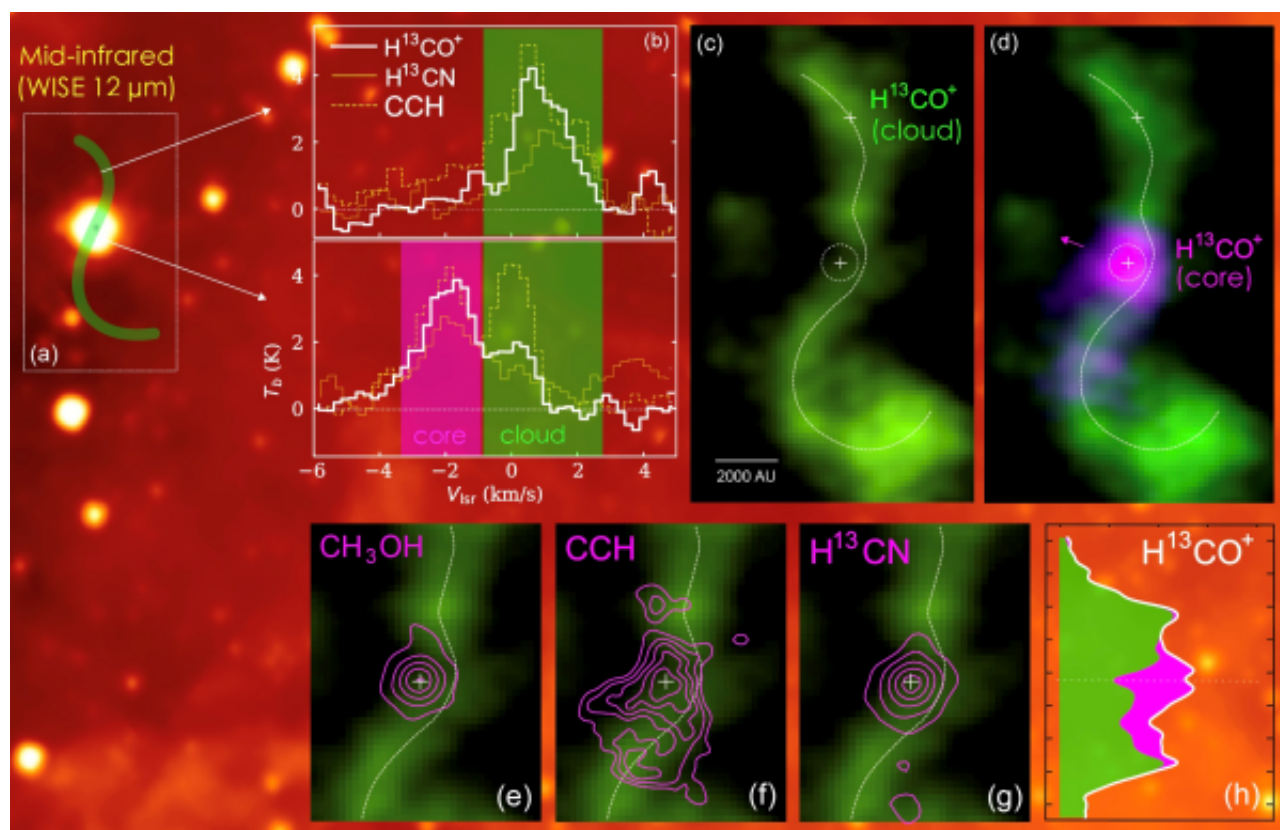


图2. 这组图展示了大质量原恒星核G352.63-1.07中的中心原恒星核与分子云团的相对运动。(a) WISE天文卫星(广域红外巡天探测器)12微米中红外图像,虚线圈出的部分为本次研究稠密分子云团所在区域。中心明亮点源显示了原恒星云核所在位置。(b) 云核以及周边位置的三种分子光谱。紫色和绿色阴影区域分别标记了蓝移成分(云核)和主成分(云核所在的纤维状云团)所对应的主要速度范围。(c-d) 两者对应速度范围的 H^{13}CO^+ 分子谱线积分强度图像。加号为光谱测量位置。虚线和圆圈分别标记了分子云主轴和云核中心附近的范围,箭头标记了云核在天空平面的运动方向。(e-g) 另外三种稠密分子谱线所对应的蓝移成分强度分布(每张小图中的等高线);背景绿色图像均为 H^{13}CO^+ 主成分。(h) H^{13}CO^+ 分子谱线两个速度成分沿着分子云主轴的切片辐射强度分布。白色实线为两者的总和;图像显示了主成分在云核中心强度减弱所形成的间隙。

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/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发