



要闻

科研进展

通知公告

工作动态

媒体聚焦

科技动态

专家视野

区域新貌

首页 > 科研进展

【SHAO科普在线】谁动了恒星宝宝的餐盘？天文学家寻找幕后主使

文章来源：上海天文台 | 发布时间：2022-05-30 | 【打印】 【关闭】

吸积盘——恒星宝宝的餐盘

在恒星形成过程中，环绕着新生恒星的周围会产生吸积盘。这个吸积盘，也被称为“原恒星盘”，是恒星形成过程中的关键一环。新生恒星通过吸积盘持续地从环境中聚集气体，逐渐长大。因此，吸积盘是名副其实的“餐盘”，把发育所需的养分不断地传递给恒星宝宝。

我们的太阳是一颗普通的恒星。对于类似太阳的恒星的形成过程，天文学家们已经积累了数十年的研究，对它们的吸积盘比较了解。而银河系里有些大块头的恒星，体重是太阳的几十倍，他们远比太阳慷慨，可以通过剧烈的辐射、星风和超新星爆发等反馈作用，改变银河系内星际介质的物理和化学性质，影响整个星系的演化。这些大块头恒星在诞生之初，是怎么“进食”的？是否也有吸积盘作为它们的餐盘？这些问题都还没有明确的答案。

直接成像银河系中心区域的大块头恒星宝宝的餐盘

银河系的中心距离我们的2.6万光年，这里最著名的天体当属超大质量黑洞Sgr A*，最近中国科学院上海天文台的天文学家们就深度参与事件视界望远镜合作组，为它拍了一张“证件照”[1]。此外，这里还有稠密的氢分子气体，它们为总质量达数千万倍太阳质量的恒星形成提供了丰富的原材料。相比太阳系这样安静的星系边缘，银河系中心是个疯狂吵闹又奇异的闹市区。例如，来自Sgr A*和周围星团的辐射沙作用让气体无法安定下来，而始终处于混乱的状态[2]。在这种状态下，气体难以孕育新的恒星。不过，此前天文学家在这里意外地发现了一大批恒星宝宝在吃地地足后的“饱嗝”——几十个隐晦的外流[3]。这意味着，在银河系中心的热闹环境下，恒星宝宝们依然能茁壮成长。

其中一个名为Sgr C-C4P2的恒星宝宝引起了天文学家的注意。先前的观测提供了其周围存在吸积盘的模糊迹象，但是需要更高的精度进一步确认。对此，上海天文台自行副研究员带领一个国际团队，利用阿塔卡马大型毫米/亚毫米波阵列（Atacama Large Millimeter/submillimeter Array，简称ALMA，图1-3）实现了40毫角秒的分辨率。在40毫角秒这样高的分辨率下的观测精度，就好比我们在上海，却能清楚地看到北京的一颗足球。

果然，在提高分辨率之后，该团队看到了一个大号吸积盘，它的半径是地球到太阳的距离的2000倍。通过研究吸积盘转动的速度，团队推算了盘中心恒星的质量，发现它是个32倍太阳质量的大块头。

这是目前发现的质量最大的存在吸积盘的新生恒星之一，更是人们首次对银河系中心区域的原恒星盘的直接成像。他们发现，这个大块头恒星和太阳这样的普通恒星一样，是通过吸积盘“进食”的。



图1，海拔5000米的ALMA阵列和控制室，周边的银白色镜面是ALMA阵列中的12米口径望远镜，正中间比较密集阵列是由7米口径望远镜组成的子阵列，右侧建筑物是控制室。图片提供：自行



图2，ALMA阵列中的一面12米口径望远镜，底座上可以看到它的编号OV21。最近ALMA面向大众为所有天文爱好者征集名字，这面天线取名“Sairi”，在阿塔卡马当地昆兹（Kunza）语中指“雨”。（详情可见<https://www.almaobservatory.org/en/almanames/10th-anniversary-of-the-first-alma-image/>）图片提供：自行



图3，由12面7米口径望远镜组成的子阵列，底座上可以看到它们以CM开头的编号。图片提供：自行

重现观测现场：谁动了恒星宝宝的餐盘？

通常，吸积盘应当是一个对称的面盘。然而，出乎意料的是，新发现的这个吸积盘里有一对明显的旋臂结构（图4）。如果吸积盘自身不稳定，是有可能在引力作用下主动碎裂成这种旋臂结构的。但是自行所带领的团队发现，这个吸积盘处在一个很稳定的状态，不会轻易碎裂。

团队成员们决定为恒星宝宝找出弄乱餐盘的主使。既然吸积盘不可能主动碎裂，那么另一种可能是，它被一个外部的天体扰动了。在这个吸积盘附近，他们恰好发现了一个3倍太阳质量的天体。这个天体可以称作淘气鬼A，它存在极大的嫌疑，把恒星的吸积盘搅出了旋臂。

团队成员们进行了两步推理：首先，他们通过推算公式，检查了淘气鬼A飞掠过吸积盘的几十种可能的轨迹。结果表明，其中只有一种轨迹可以明显地扰动吸积盘。接着，为了进一步验证这个可能性，他们利用上海天文台的高性能超级计算机，模拟了淘气鬼A在过去几万年的飞行轨迹，重现了它的“作案现场”（图5）。在模拟中，淘气鬼A在1万2千年前飞过了吸积盘边缘，扰动了盘上的气体并扬长而去，而盘上的旋臂就此浮现，与现在观测到的旋臂形状吻合。他们据此确认，淘气鬼A就是扰动吸积盘的幕后主使。

另一个吸积盘被外部天体扰动的迹象，是恒星宝宝出现了进食不规律的现象。这种对吸积盘的扰动可能打乱恒星宝宝的进食节奏，让它阶段性地暴饮暴食，也就是沿着吸积盘落入新生恒星的物质突然增多。这会导致新生恒星的外流也出现相应的增长，像是打了一个大大的饱嗝。在先前的各种观测中，这个大块头恒星宝宝确实表现出了这种活跃的吸积和外流现象。不过，要想确认这些现象是一直如此，还是受到某些扰动后突然活跃，则需要对这个恒星宝宝进行长期监测。该团队计划使用上海天文台的天文望远镜观测恒星宝宝周围的气体，持续监测它的成长发育。

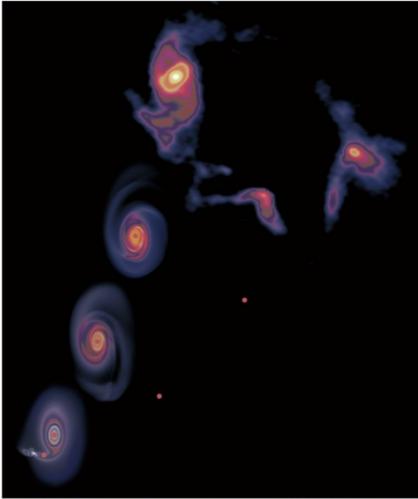


图4，从左下开端的三副图来自数值模拟，分别是飞掠刚发生、发生后4000年、发生后8000年的状态。右上带有旋臂的吸积盘以及旁边的两个天体来自实际的ALMA观测，对应飞掠发生后约12000年的状态。

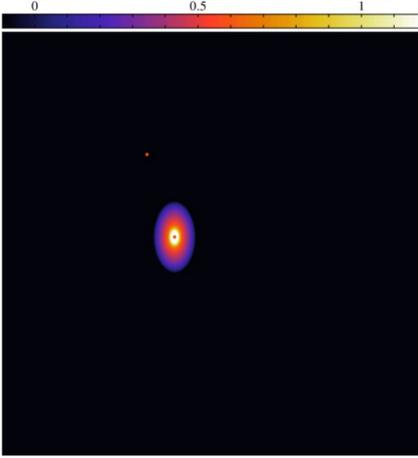


图5，数值模拟中淘气鬼A天体（红点）飞掠过吸积盘，扰动出旋臂的过程。颜色的明暗代表吸积盘上的气体面密度。

大小恒星的童年经历大同小异

恒星周围的吸积盘被外部飞掠而过的天体扰动，并不是大块头恒星的特例。实际上，对于像太阳这样的小质量恒星，天文学家们已经发现类似的案例。

这项对大块头恒星的发现证实，与太阳这类小质量恒星类似，大块头恒星宝宝同样以吸积盘作为餐盘，进食也可能被外部天体所扰动，造成餐盘变形、进食节奏被扰乱。也就是说，大小恒星的早期形成过程可以经历同样的吸积盘、飞掠扰动等过程，有类似的“童年经历”。自行解释称：“尽管质量有大小之分，但是恒星形成过程中的一些物理机制是统一的。这为解决大质量恒星形成之谜提供了重要线索。”

该研究发现的这个大号吸积盘是了解大块头恒星发育过程的绝佳样本；在更高分辨率的观测下，甚至有可能看到吸积盘中央的空腔、旋臂中埋藏的伴星等有趣的细节，有助于理解大块头恒星的发育前景、它周围伴星的成长过程等问题。对此，自行展望：“我们已经提交了新的ALMA观测申请，希望把分辨率再提高三倍，推到ALMA望远镜的极限，看清这个吸积盘里隐藏的细节。”

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41550-022-01681-4>

参考文献

- <https://mp.weixin.qq.com/s/8XA4x-2qzci-Dt4vQNNRQg>
- <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020ApJ...897..89L/abstract>
- <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021ApJ...909.177L/abstract>

