清华大学首次对星系循环内流进行详细成像

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/23073.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！

清华大学首次对星系循环内流进行详细成像。

夜空中，最引人注目的便是横亘天际的银河。我们的地球以及太阳系也是庞大银河系中的沧海一粟。然而，对于如银河系这样的大质量星系如何形成与演化，其中的大质量星体又是如何诞生?目前的科学界并没有作出很好的解释。

日前，清华大学天文系团队通过全波段数据，直接探测到早期宇宙中星系周围气体进入星系的详细过程，证实了重元素丰度较高的循环内流是驱动星系恒星形成的关键，这迈出了理解星系生态系统及星系演化的重要一步。

5月5日，相关研究成果以长文形式在线发表于《科学》。

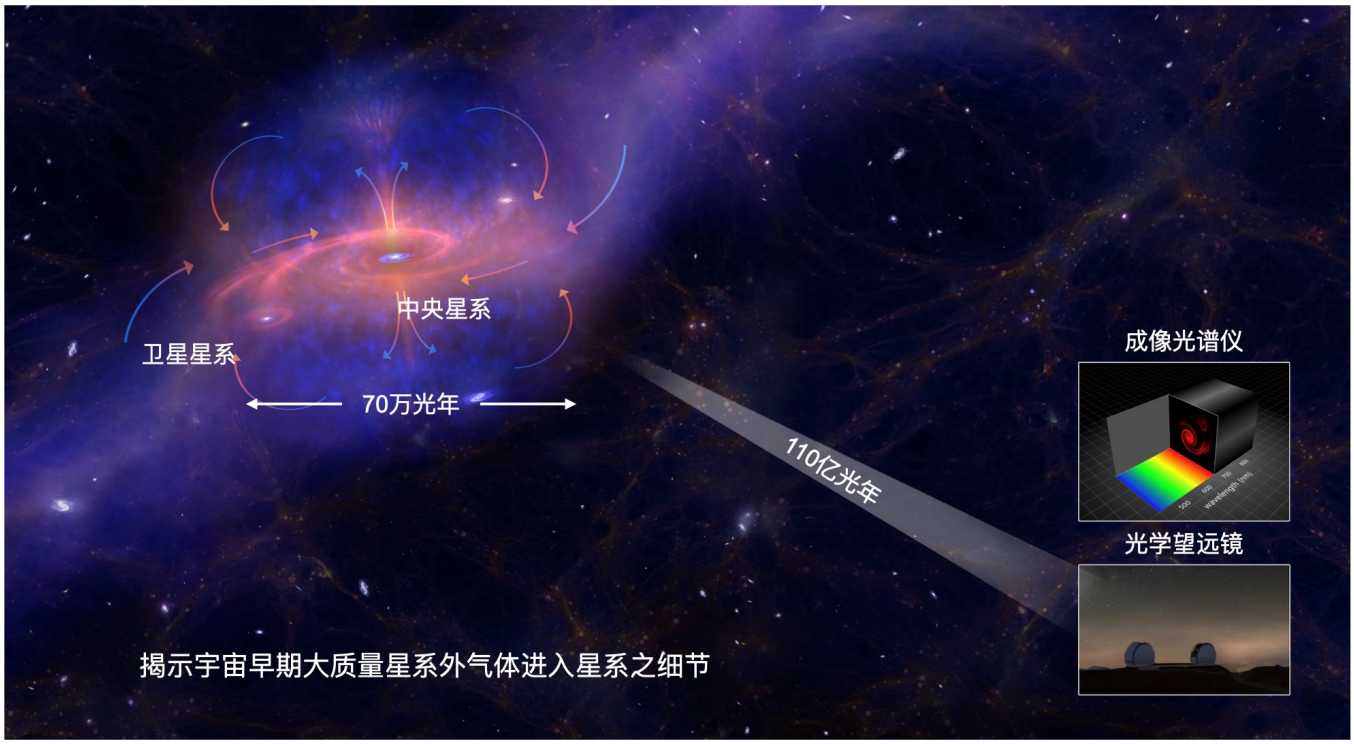
传统理论与观察相悖

一提到星系，人们首先想到往往的是一个在宇宙真空中不停旋转的大圆盘，但随着近年来科学界对星系认知的突飞猛进，人们发现很多星系是生长在一个气体环境中的——星系周围存在着庞大的暗物质晕，其中富含各种各样的气体。星系不停地从周围获得气体，并形成流向星系的内流。同时，星系中心的巨型黑洞又将巨量的引力势能转化为光能，将星系内部的气体推到大尺度空间，从而形成一个宇宙生态系统(cosmic ecosystem)。

2021年美国公布的未来十年天体物理规划中，宇宙生态系统被列为了需要解决的重要问题之一。这其中的一个关键问题便是解释大质量星系形成演化的机制。

传统理论认为，大质量星系由于具有巨大的引力势能，导致物质在塌缩过程中被激波加热，使流入星系的气体产生很高的温度，并无法有效冷却，从而不能顺利聚在一起形成恒星。受访时，清华大学天文系教授蔡峥表示。

然而，这一理论与最新的观测是相悖的，因为人们已经在非常早期的宇宙中发现有的大质量星系内部正在剧烈地形成恒星。这意味着人们还没有充分理解气体流入星系的详细过程，流入的气体驱动恒星形成的过程也没有被揭示。蔡峥说。



气体进入星系细节 清华大学供图

掉头返回的气流

蔡峥团队对于相关问题的探究已经持续多年。这一过程中，他们于2017年发现了一颗110亿光年外的星系，该星系的尺度虽不足十万光年，但蔡峥团队却在星系周围150万光年范围内探测到了大量气体。

这些气体的密度很大，以至于可以发出一定亮度的光，这就给我们的观测提供了很大便利。蔡峥团队利用先进的成像光谱仪，成功探测到了该星系周围气体的氢元素以及多种重元素辐射，并进一步估计出重元素的大尺度空间分布。

然而，根据这一结果形成的图像却令团队成员感到很困惑——他们发现，在至少100千秒差距(天文学度量单位,1千个秒差距约为3260光年)的范围内，该区域的重元素分布丰度与太阳周边的重元素分布丰度大体相当。

打个比方，如果将太阳系周边比作一座繁华都市的话，我们探测的区域就是西部荒凉的无人区。但探测结果显示，这两个地区的商店(重元素)分布密度是差不多了，这显然令人很难理解。蔡峥说。

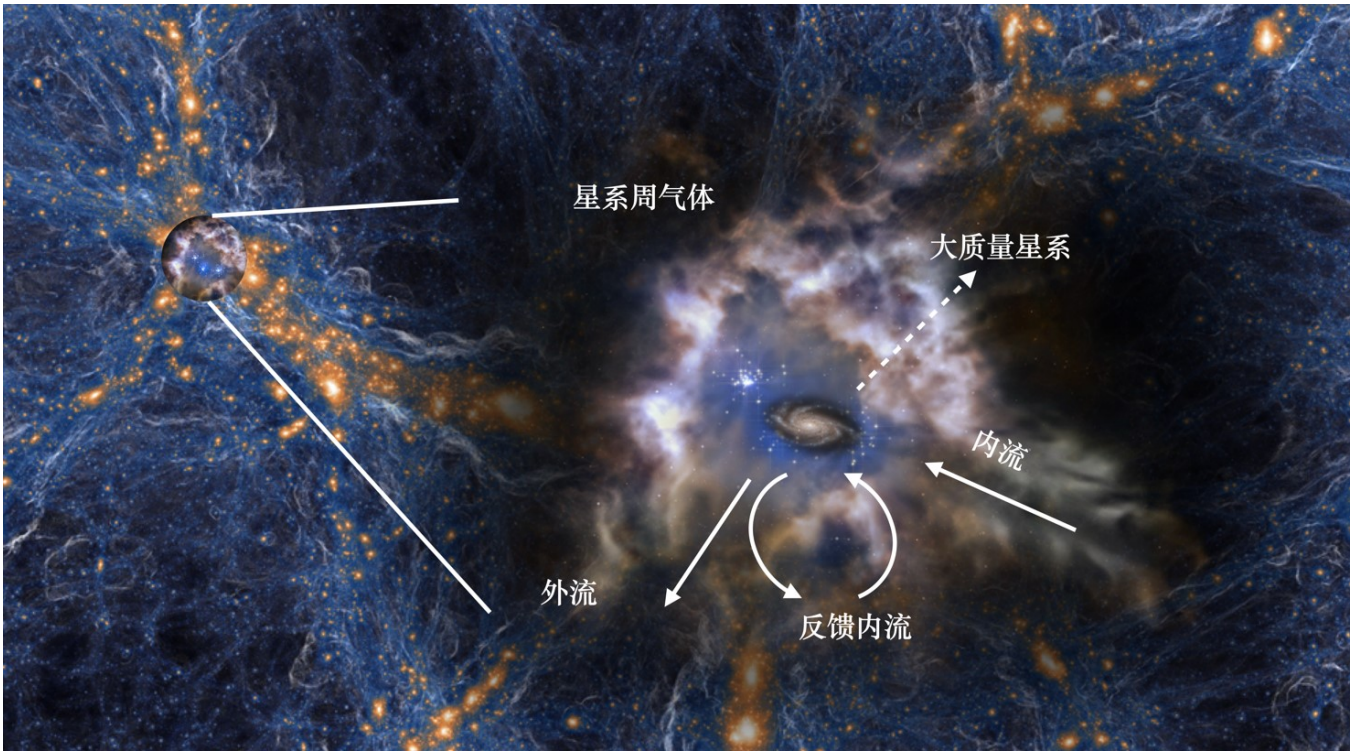
面对这样一张重元素分布图，研究团队首先将可能的成因解释为星系内部重元素的大量喷发，但这种解释并不能与实际观测到的星系物质的动力学现象相吻合。对此，团队成员经过了大量思考和求证，在此过程中，清华大学天文系教授许丹丹的一番话给了蔡峥很大的启发。

如果假设星系内布富含重元素的气体被推离星系后并不是一直往外，而是掉头，以一定的角动量向里流，应该能解释你们看到的动力学现象。许丹丹说。

通过进一步的光谱和数值模拟分析，研究团队发现，这些富含重元素的电离气体极可能是早先被星系中心的活动星系核喷射到星系周围，通过复合辐射、禁戒跃迁辐射等过程冷却下来，在引力和环境角动量共同作用下，重新回流入星系，形成循环冷气体流。这一模式与团队实际观测到的动力学现象完美契合。

首次清晰呈现的图景

通过对观测到的气体动力学进行建模，一副雄伟的宇宙图景呈现在团队成员面前——星系通过光压，不断将气体推向周围的暗物质晕。与此同时，三条如银河系悬臂一样，但比银河系悬臂大得多、分布在暗物质晕中的巨型悬臂结构以一定的角度和角动量通向星系内部，大量的气体由此流向星系，从而形成一个跨度达两百万光年的巨大循环。



气体的内流与循环内流和星系形成紧密相关 清华大学供图

这一发现为星系如何与大尺度环境进行物质交换提供了清晰的图景，表明‘循环气体流’(recycling inflow)是驱动早期宇宙大质量星系形成的重要机制。蔡峥说，该发现也进一步解释了早期星系中大质量星体的形成原因。

他解释说，正是由于从星系中被推出又返回星系的气体中含有大量重元素物质，这些物质相较于轻元素更容易冷却，因此才大大提升了星系内部的恒星形成效率。

星系中心黑洞把被重元素增丰的气体推向暗物质晕，后者如像泥土一样，又把那些施肥的气体反馈给星系，滋养出一颗颗新的恒星。这是一幅在宇宙尺度上上演的‘落红不是无情物，化作春泥更护花’。蔡峥说，这一过程以前只出现在宇宙学的数字模拟中，但并没有引起人们的注意。此次是他们首次通过观测把该图景清晰地展现出来。

蔡峥表示，此次研究成果只是针对一个大质量星系。今后，他们可以针对更多不同质量、不同环境的大质量星系进行成像，并详细理解星系如何演化至今。同时，目前人们对星系的研究与宇宙学研究是相互联系的，此项研究对于人们深入研究诸如暗物质暗能量等宇宙学难题也会起到一定的作用。(来源：中国科学报 陈彬)

相关论文信息：https://www.science.org/doi/10.1126/science.abj9192

作者：蔡峥等 来源：《科学》

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