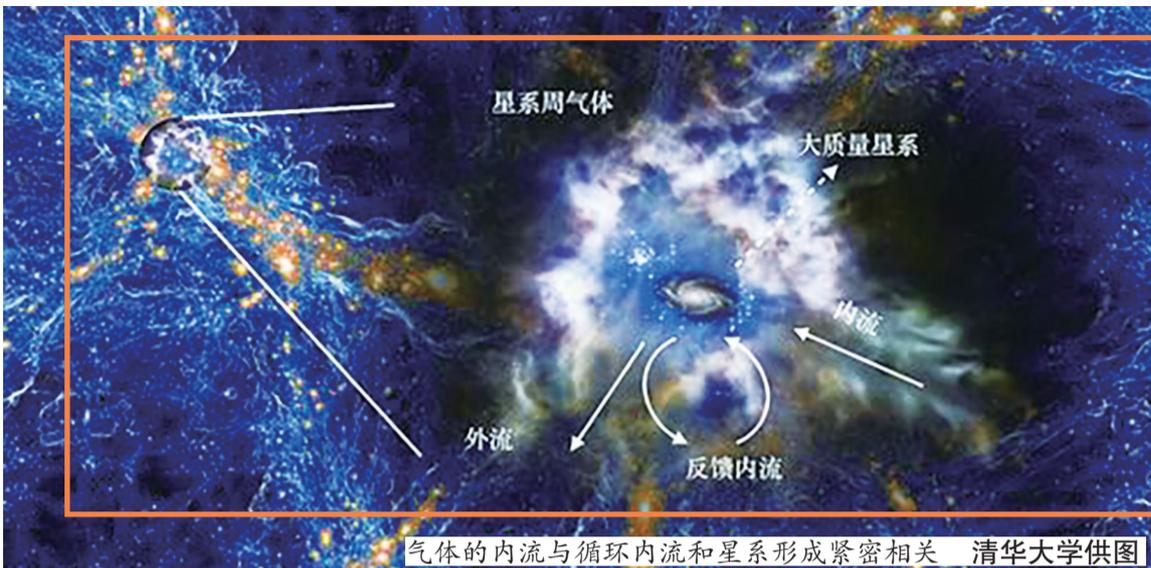


宇宙尺度上演“化作春泥更护花”

新发现揭示大质量星系形成关键



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

夜空中，最引人注目的便是横亘天际的银河。地球乃至太阳系也是庞大银河系中的沧海一粟。然而，像银河系这样的大质量星系是如何形成并演化的，其中的大质量星体又是如何诞生的，科学界至今也没能作出很好的解释。

清华大学天文系团队近日通过全波段数据，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，迈出了理解星系“生态系统”及星系演化的重要一步。相关研究成果在线发表于《科学》。

传统理论与观察相悖

一提到星系，人们往往首先想到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幅度空间，从而形成一个“宇宙生态系统”。

2021年美国公布的未来十年天体物理规划中，“宇宙生态系统”被列为需要解决的重要问题之一。其中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，导致物质在坍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。”在接受记者采访时，清华大学天文系副教授蔡峥表示。

然而，这一理论与最新观测是相悖的，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。

掉头“返回”的气流

早在2017年，蔡峥团队发现了一个110亿光年外的星系。该星系的尺度虽不足10万光

年，但在其周围150万光年范围内却探测到了大量气体。

“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困惑。他们发现，在至少100千秒差距（天文学度量单位，1千秒差距约为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。

“如果将太阳系周边比作一座繁华的都市，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）分布密度是差不多的，这显然让人难以理解。”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，团队成员进行了大量思考和求证，在此过程中，清华大学天文系副教授许丹丹的一番话给了蔡峥很大的启发。

“假设星系内部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，以一定的角动量往里流，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的共同作用下，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，一幅宏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，3个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200万光年的巨大循环。

“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’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。

蔡峥告诉记者，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，并详细探究星系如何演化至今。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作用。（据《中国科学报》陈彬）

新研究：冰河时期人类曾从中国北部沿海地区迁徙到美洲

美国《细胞报告》杂志日前发布的一项新研究显示，通过线粒体DNA（脱氧核糖核酸）样本研究，研究人员确定了两次发生在冰河时期的迁徙事件，在这两次事件中，来自今天中国北部沿海地区的早期人群沿着太平洋海岸迁徙到美洲。这为了解美洲原住民祖先起源增加了新的线索。

以往研究表明，美洲原住民祖先起源于亚洲，最有可能来自亚洲东部，他们通过当时的白令陆桥以及内陆无冰走廊到达美洲。但近来一些遗传学、地质学和考古学证据显示，欧亚大陆多个地区曾出现过人口迁徙到美洲大陆的情况。

研究论文第一作者、中国科学院昆明动物研究所副研究员李玉春表示：“除了先前描述的

西伯利亚、澳大利亚—美拉尼西亚和东南亚的祖先来源外，我们发现中国北部沿海地区人口也对美洲原住民的基因库有贡献。”

中科院昆明动物研究所等机构的研究人员搜寻了来自欧亚大陆的超过10万份现代人DNA样本及超过1.5万份古代人DNA样本，利用线粒体DNA追踪方法，最终确定了有216名现代人以及39名古代人的线粒体DNA属于一支古代的遗传谱系。这一谱系可能证实旧石器时代的东亚人群与智利、秘鲁和美国加利福尼亚州等地的早期人群存在关联。

通过比较这些样本的累积基因突变、地理位置，并通过放射性碳技术测定年代，研究人员得

以追踪到这一谱系的分支路径，确定了两次从今天中国北部沿海地区到达美洲的迁徙事件。研究人员认为，第一次迁徙发生在距今26000年至19500年的末次盛冰期，当时冰盖覆盖面积最大，中国北方地区条件可能不适宜人类居住。第二次发生在距今19000年至11500年的冰消期，可能由于气候条件改善，人口数量迅速增加，推动了这一地区人口向其他地区迁徙。

这一发现为解开美洲原住民起源之谜提供了新的线索。研究人员称，下一步他们将收集和调查更多来自欧亚大陆的遗传谱系，为破解谜团找出更多线索。

（据新华社 谭晶晶）