
研究利用反向喷流揭示3C 84黑洞近旁团块状气体结构特征

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40687.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！

研究利用反向喷流揭示3C 84黑洞近旁团块状气体结构特征。3C 84位于英仙座星系团中心，距地球约2.3亿光年，其中心有一个质量相当于10亿个太阳的超大质量黑洞。黑洞周围物质在强引力作用下形成旋转吸积盘，并向相反方向喷射出接近光速的等离子体流。其中，南向喷流朝向地球，辐射明亮而复杂；北向喷流背离地球，辐射较为暗弱。当反向喷流穿透黑洞周围气体时，沿途气体的密度和分布会在射电数据中留下印记。这一特性使暗弱的反向喷流成为探测黑洞近旁气体的背景光源，为亚秒差距尺度上观测核周吸收介质的团块性和时变特征提供了观测条件。

近日，中国科学院上海天文台研究团队依托甚长基线阵列（VLBA）在15GHz、43GHz长时标高分辨率观测资料，追踪3C 84中心黑洞周边极为暗弱的北向反向喷流，证实该喷流正穿过黑洞周围致密且非均匀的电离气体。

团队梳理了2009年至2024年间的VLBA观测数据，包括15GHz的43个历元和43GHz的129个历元，并在43GHz数据中对91个可靠历元进行反向喷流成分的运动学追踪。高动态范围图像显示，核心北侧约1.5毫角秒位置存在一处持续性发射空隙。经验证，该空隙并非观测灵敏度受限所致，而是反向喷流被环绕中心黑洞的尘埃环中的电离气体强烈吸收形成的观测特征。

双频谱指数分析证明，南向喷流热点C3在15GHz至43GHz之间始终保持光学薄的同步辐射谱，而北向反向喷流成分N1和N2呈现明显倒置的射电谱。这种频率依赖性并非由几何投影或多普勒效应造成，而是表征了反向喷流前方存在自由—自由吸收屏。定量估算表明，15GHz处的吸收光深，在N1中由约3.0降至约1.9，在N2中由约3.7降至约2.4。对沿途吸收气体的总量推算，在合理吸收路径长度下，电子数密度达每立方厘米1万至10万个，符合活动星系核的典型数值。

若遮挡气体为平滑轴对称结构，N1和N2在相近距离尺度上应呈现相似的吸收特征，但观测结果与之相悖。数据显示，N1的射电谱从强烈倒置逐步转为中等倒置，并伴随43GHz波段辐射亮度快速上升；N2整体吸收更强，亮度增强也更晚、更弱。这说明，反向喷流穿行的遮挡介质并非均匀气体，而是在喷流方向和垂直喷流方向上都不均匀的吸收体，揭示黑洞周围的尘埃环或其驱动的外流呈团块状或丝状分布结构。

研究利用南向喷流C3与北向反向喷流N1、N2的自行测量，约束了3C 84秒差距尺度喷流的几何参数。在双向喷流本征对称的假设条件下，喷流视线夹角约为20度，射电亮斑的图样速度约为0.45至0.52倍光速。研究指出，该速度表征是可追踪射电结构的运动，不等同于喷流等离子体本身的整体流速。研究还发现，反向喷流横向位置或存在7年至11年的缓慢调制信号，但当前观测时长

只覆盖约1.5个周期，目前仅作为候选信号，尚未确认为周期性时钟。

该研究表明3C 84的反向喷流不只是明亮南向喷流的暗弱对应物，而是解析核周环境的关键探针。反向喷流必须穿过黑洞附近的吸收介质才能被观测，由此可揭示亚秒差距尺度下喷流与致密气体的相互作用、周围介质准直效应及活动星系核核周结构的非均匀性。这些成果证明，长期、多频、高动态范围VLBI监测，使反向喷流成为活动星系核核周气体的“动态断层扫描”探针，也使3C 84成为研究喷流与黑洞近旁团块状气体相互作用的近邻标杆源。

相关成果发表在《天体物理学杂志》（The Astrophysical Journal）。研究工作得到科学技术部等的支持。

[论文链接](#)



艺术效果图：3C 84中心黑洞周围的团块状电离气体遮挡北向反向喷流；南向喷流更明亮，北向反向喷流可作为探测核周吸收介质的背景光源。

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/>

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