

天文学家关于“最后秒差距问题”的研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25255.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！

由中国科学院上海天文台牵头的国际科研团队，通过分析自1978年至2022年的射电和高能X射线观测数据，发现了M81星系中心黑洞喷流存在短周期摆动和长达数百年的进动，并在射电和高能波段同时出现周期性光变。这为M81星系中央可能存在一个相距大约0.02秒差距（对应轨道周期30年左右）的超大质量双黑洞候选体提供了观测证据。该成果为寻找单个纳赫兹引力波源和解决长期困扰星

系并合领域的悖论——

“最后秒差距问题”提供了重要参考。11月29

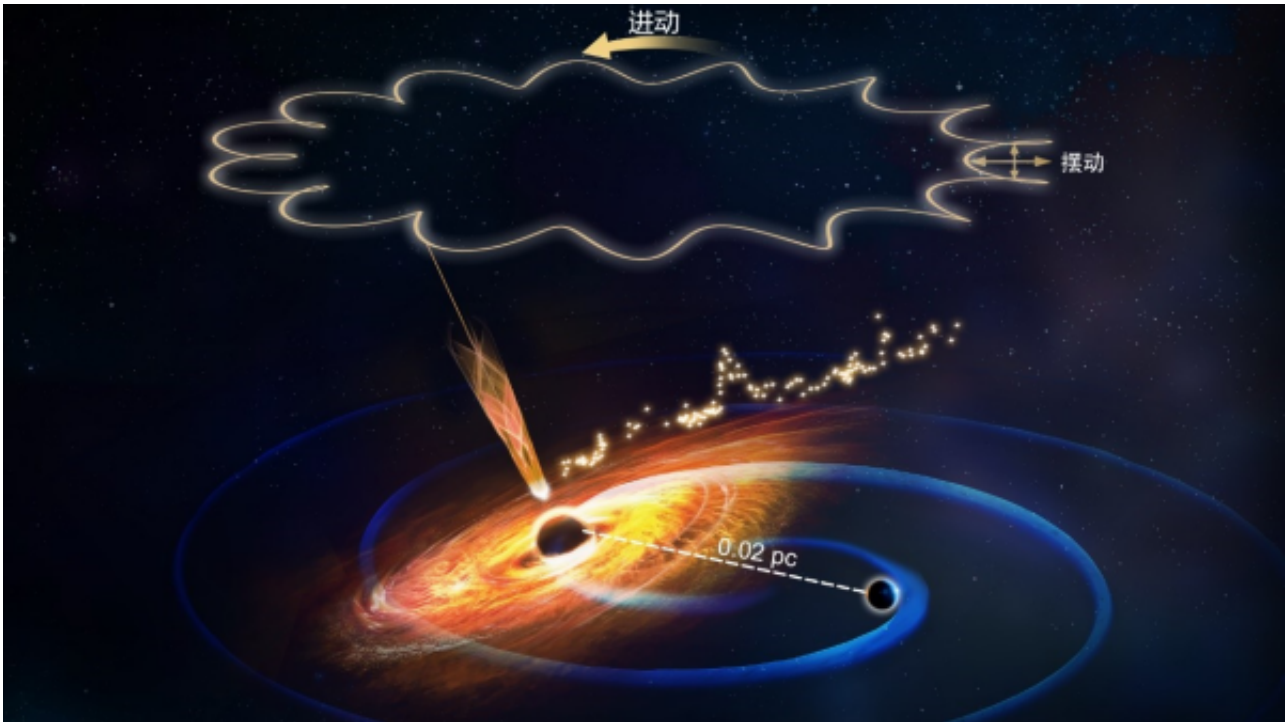
日，相关研究成果发表在《天体物理学杂志》（*The Astrophysical Journal*）上。

亚秒差距尺度的超大质量双黑洞因距离地球非常遥远，加之双黑洞系统的质量差异和吸积性质，天文学家很难直接观测分辨出两个黑洞。为探究“最后秒差距问题”，该团队通过利用甚长基线干涉测量（VLBI）的超高分辨率观测数据发现M81喷流方位角存在一定周期的变化规律，并追溯和重新分析了来自美国甚大阵（VLA）、美国甚长基线干涉测量阵（VLBA），以及VLBA分别联合欧洲VLBI网（EVN）、德国Effelsberg 100米射电望远镜、美国Green Bank 110米射电望远镜、上海65米天马望远镜及25米佘山射电望远镜等望远镜和观测阵列的长达40多年的射电波段观测数据。研究发现，M81喷流方位角的变化规律不同于单个旋转黑洞常有的冷泽-提尔苓进动（Lense-Thirring precession），而是类似于陀螺仪绕中心轴旋转时表现出的短周期章动和长周期进动（图1）。这种现象与小黑洞对主黑洞吸积盘施加作用力矩，使得垂直于吸积盘的喷流轴发生多重振荡，对应产生每个轨道周期两次摆动和长周期进动吻合。

该研究还监测到M81的多波段周期光变，并检测到喷流中0.1倍光速的离散喷流成分，进一步排除了LT进动的可能性。研究结合多个空间高能X射线望远镜自1978年至2022年的观测数据分析结果发现，1978年至今M81已出现三次明显的多波段爆发，且爆发的时间间隔与喷流的摆动周期几乎一致。这与理论数值模拟结果（小黑洞轨道面和主黑洞吸积盘不共面情形下，小黑洞每运转一周产生两次主黑洞吸积盘吸积率增强的爆发现象，图2B和C）相符。根据开普勒第三定律，轨道半径与黑洞质量和轨道周期存在对应关系。研究结合黑洞质量和轨道周期，确定这是一个相距0.02 pc的双黑洞系统，其系统对应的引力波频率是2纳赫兹，且引力波应变远低于目前脉冲星计时阵的探测灵敏度。该双黑洞之间的0.02pc距离预示它已非常接近引力波辐射主导的阶段。这在一定程度上表明星系并合的时标不需要哈勃宇宙学时间，为回答“最后秒差距问题”提供了重要样本。

研究工作得到国家重点研发计划和国家自然科学基金等的资助，并获得上海天马望远镜等全球各射电望远镜及阵列、空间高能X射线望远镜的支持。

[论文链接](#)



近邻星系M81的亚秒差距超大质量双黑洞系统概念示意图

M81的VLBI观测结果和多波段光变曲线。(A) 喷流方位角(绿点)变化和双黑洞模型拟合(红色曲线)结果,蓝色曲线表示喷流与视线方向的夹角。根据双黑洞模型,喷流方位角呈现短周期摆动(图中正弦变化)和长周期进动(长趋势项)。(B) 射电光变曲线。(C) X射线光变曲线,射电和X射线光变曲线表明M81在近40多年经历了3次主要的多波段同时爆发。由双黑洞理论模拟,轨道面与吸积盘不共面场景下每个轨道周期会有两次爆发,得到双黑洞轨道周期约为30年。(D) 不同时期的VLBI图像,显示喷流轴(绿色)绕参考轴(红色)来回摆动。

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