研究揭示热木星周围超短周期行星形成新机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/32455.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！

研究揭示热木星周围超短周期行星形成新机制。

中国科学院紫金山天文台领衔的研究团队，揭示了热木星周围的超短周期行星伴星的形成机制，并利用该模型探讨WASP-47系统中行星的形成演化历史，发现巨行星扰动、轨道共振俘获与恒星潮汐效应的协同作用是这一特殊构型形成的关键驱动要素。

WASP-47系统是同时拥有热木星、内侧超短周期行星及外侧低质量行星的行星系统。传统的行星形成理论认为，热木星通常通过高偏心率迁移机制形成，同时这一剧烈过程会清除内侧物质，因此热木星在行星系统中通常是独立存在的。然而，WASP-47系统的紧凑多行星结构对这一形成理论提出了挑战。

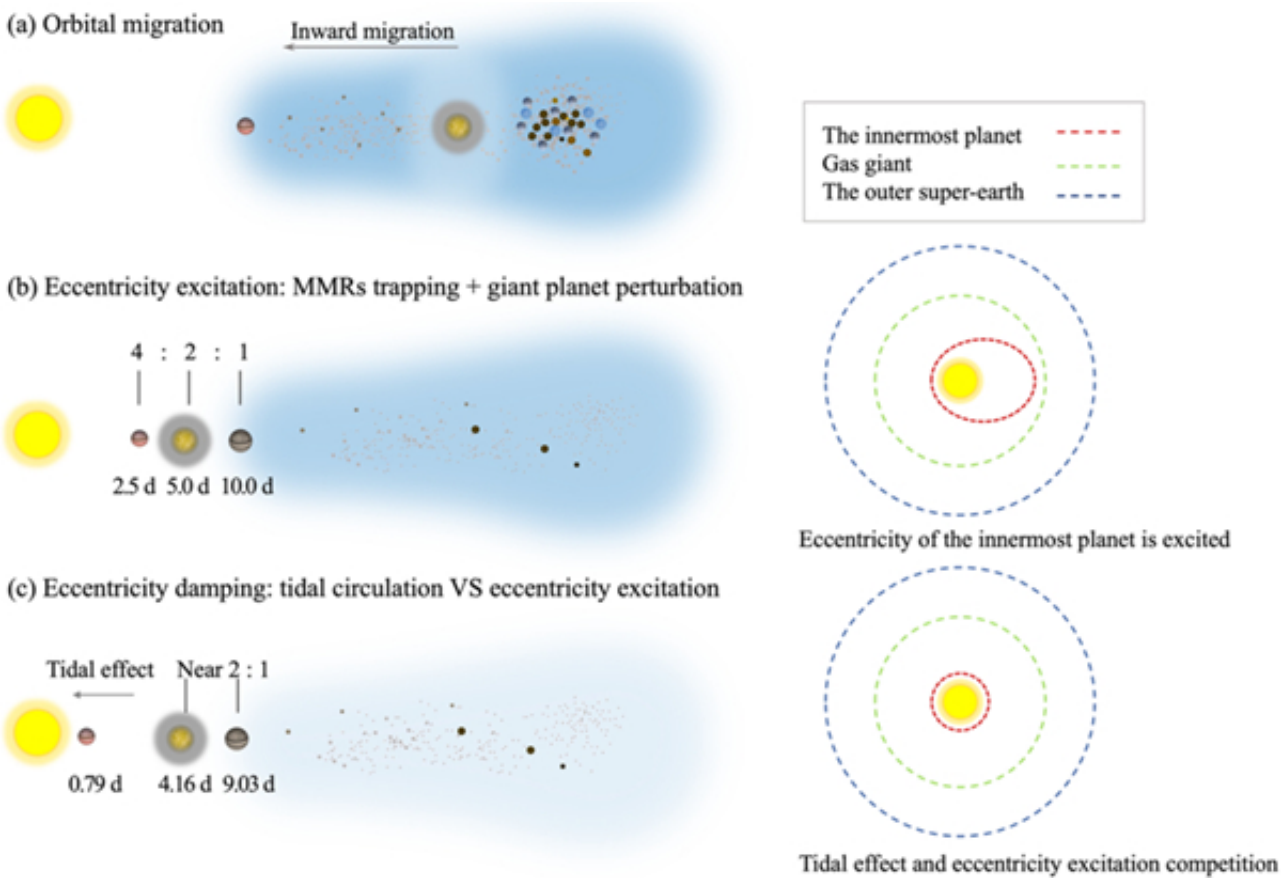
基于WASP-47系统的构型特征，该研究提出了全新的形成机制。研究发现，系统中行星经历三个动力学演化阶段。一是平均运动共振捕获。行星在原行星盘中经历轨道迁移时被锁定在平运动共振中，WASP-47系统中3颗行星被俘获在4:2:1共振中。二是行星偏心率的激发。平运动共振的俘获与外侧热木星的引力摄动同时激发内侧行星偏心率至约0.5。三是恒星潮汐效应。由于行星迁移到距离中心天体小于10天的轨道周期处，恒星的潮汐作用非常重要，导致内侧行星的轨道被圆化同时驱动轨道内迁，形成超短周期行星。

研究发现，在形成过程中，热木星的引力摄动和共振俘获对偏心率的激发与恒星潮汐对偏心率的抑制之间的博弈，导致最内侧行星的偏心率经历多次激发和被抑制的过程，最内侧行星的轨道则发生大幅内迁，从而形成目前观测到的超短周期行星。基于这一模型，研究通过数值模拟还原了WASP-47系统中行星的演化过程，获得的系统构型与观测结果之间的差异小于4%，并预测该类构型的形成概率约为8.4%±2.4%。内侧行星能否形成超短周期行星取决于其潮汐耗散因子。该因子处于[1,10]范围内时，形成超短周期行星的概率更高，说明该类超短周期行星与地球的结构和组成接近。

上述研究揭示了热木星周围超短周期行星的形成机制，表明部分热木星可通过更加平和的轨道迁移形成，且与温木星的形成过程更相似而非传统认为的剧烈过程。这为探讨热木星与温木星的演化关联提供了线索，预测了类似于WASP-47系统的出现率，为未来观测提供了理论依据。

近日。相关研究成果发表在《天体物理学杂志快报》（*The Astrophysical Journal Letters*）上。研究工作得到国家自然科学基金和中国科学院战略性先导科技专项（B类）等的支持。

论文链接



WASP-47系统中行星的形成过程示意图

研究团队单位：紫金山天文台

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转发