

---

# 紫金山天文台等揭示红矮星周围类地行星的逆向自转机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24760.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！**

近期，中国科学院紫金山天文台季江徽课题组与合作者，揭示了围绕红矮星运行的类地行星逆向自转成因，评估了密近双星系统中类地行星自转轴翻转概率。该研究为探讨类地行星演化及宜居性提供了新的理论依据。相关研究成果发表在《天体物理学报》（The Astrophysics Journal）上。

行星自转轴倾角  $i_p$  是指行星赤道面与公转轨道面的夹角。在太阳系中，天王星的自转轴几乎躺在轨道平面上，倾角约为  $98^\circ$ ，而金星则是逆向自转，其自转轴倾角为  $177^\circ$ 。这些行星的高自转轴倾角为探索太阳系演化历史提供了关键线索，并有助于探究行星物理特性与气候长期演变。类似地，可推测已发现的5500余颗系外行星亦可呈现复杂多样的自转状态。那么，它们是否会发生逆向自转？行星自转轴翻转的演化机制又是如何？

本研究基于长期摄动与潮汐演化综合模型，利用数值模拟来研究系外行星自转轴倾角的长期演化。该工作针对红矮星周围的类地行星，在广泛的参数空间中研究了Eccentric Kozai - Lidov (EKL)

$i_p$ 存在两种演化情形。第一种情况：潮汐时标与长期共振时标比值  $t < 100$  时， $i_p$  最大值随  $t$  增大而增大，但不超过  $90^\circ$ （图1a-d）。第二种情况：当  $t > 100$  时， $i_p$  会经历超过  $90^\circ$  的翻转，随后进入在  $40^\circ$  和  $60^\circ$  之间振荡的准平衡态（图1e-h）。

研究表明，在双星摄动作用下，红矮星周围的类地行星发生自转轴翻转概率普遍较大，且行星自转轴倾角随轨道半长径比值的增大而增大。研究针对伴星轨道半长径小于45 au的密近双星系统，通过在轨道半长径的参数空间模拟发现：行星质量越大，其自转轴发生翻转的概率越大，且发生逆向自转的概率可达72%（图2）。

科研人员将理论模型应用于三颗双星系统中的行星——HD 42936 b、GJ 86 Ab和 Boot Ab，探索其自转轴倾角演化规律。HD 42936的两颗恒星距离最近，仅有1.2 au，目前发现一颗行星HD 42936 b。当行星初始轨道倾角满足  $40^\circ < i_p < 140^\circ$  时，HD 42936 b将在长期共振作用下与主星碰撞或被伴星散射出系统，而在其余条件下的行星自转倾角最高被激发至  $80^\circ$ ，因此该行星不会经历逆向自转。热木星GJ 86 Ab则会经历第二种演化情况，即自转轴发生翻转并维持“头朝下”状态运行。将来通过高精度的光谱测量可获得系外行星的自转倾角，

同时结合上述理论与数值研究，有望更深入地研究类地行星的逆向自转机理，进而揭示系外行星形成与演化的丰富物理图景。

本研究选取的GJ 86是“[近邻宜居行星巡天计划](#)”（Closeby Habitable Exoplanet Survey, CHES）候选观测目标之一。“近邻宜居行星巡天计划”拟采用空间微角秒级别的高精度相对天体测量方法，观测太阳系近邻（10 pc内）100颗类日恒星，探测宜居带类地行星，普查宜居行星的数目、真实质量和三维轨道等信息。

研究工作得到中国科学院战略性先导科技专项（B类）和国家自然科学基金重点项目等的支持。该研究由紫金山天文台、中山大学、加拿大维多利亚大学合作完成。

### [论文链接](#)

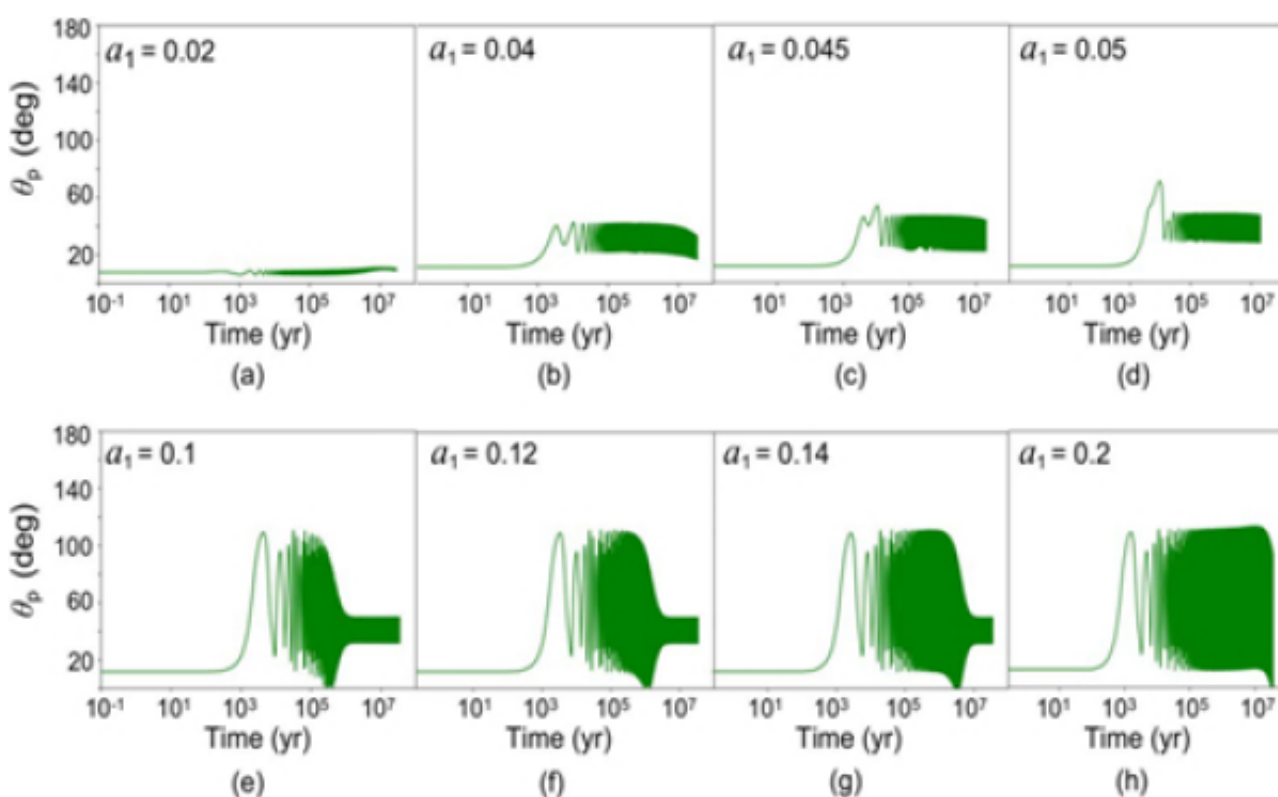


图1. 类地行星自转轴倾角演化

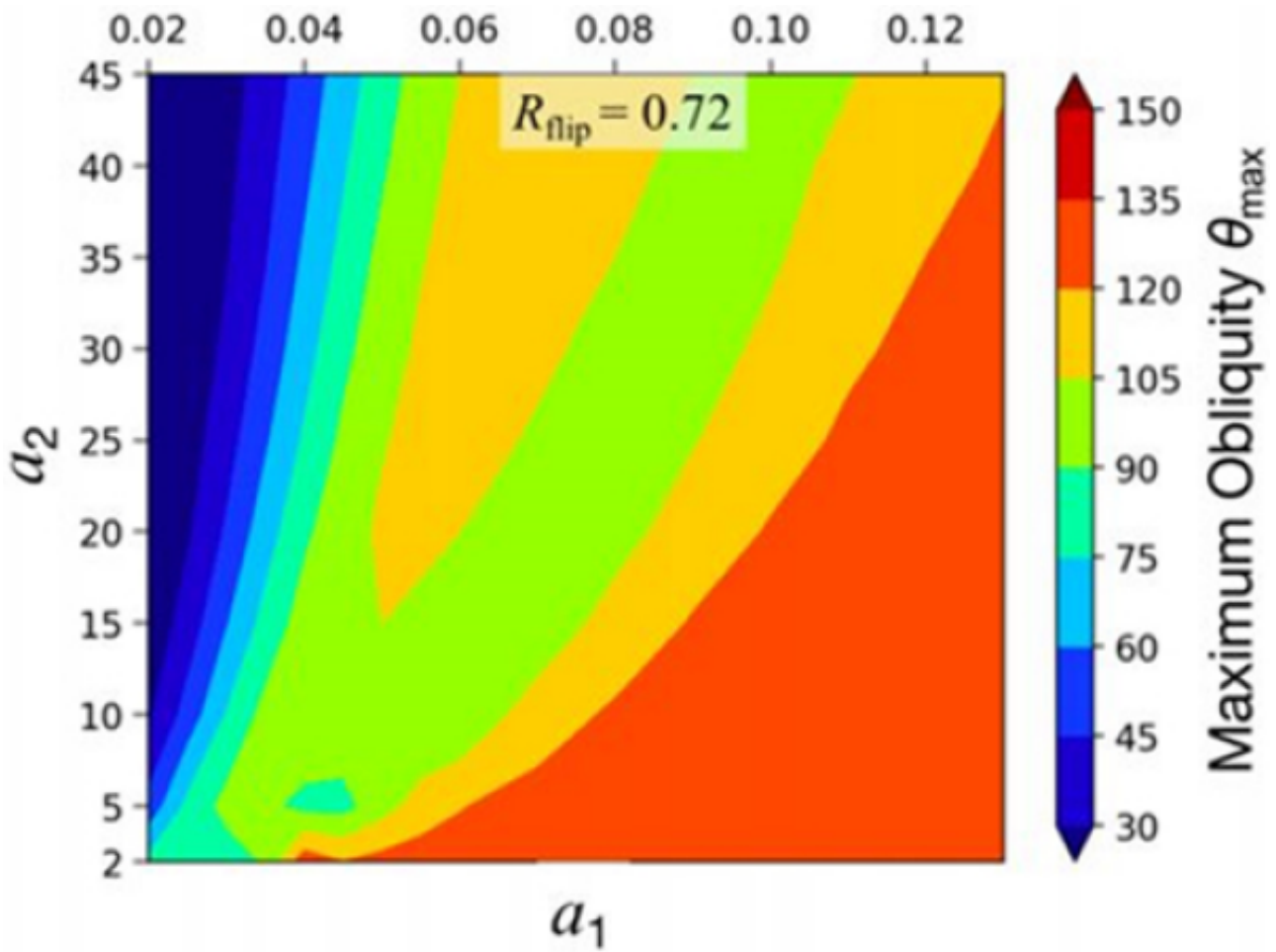


图2. 地球质量的类地行星的自转轴翻转概率

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](http://www.iikx.com)转发