

---

# 研究揭示系外类地行星大气离子逃逸长期演化趋势

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37156.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！*

## 研究揭示系外类地行星大气离子逃逸长期演化趋势

太阳系外类地行星在长期剧烈恒星活动中能否保留大气层，是评估其宜居性的关键。M型红矮星周围的岩石行星因长期暴露于强恒星风和高能辐射，大气演化机制尚不明确。美国开普勒望远镜发现的Kepler-1649系统（含两颗地球大小行星：Kepler-1649 b位于宜居带内侧，c位于宜居带内）围绕M5V型恒星运行，为研究此类行星在极端环境中的大气演化提供了理想平台。

近日，中国科学院国家空间科学中心，联合美国波士顿大学以及国内外科研机构的学者，针对Kepler-1649 b和c与恒星风相互作用，构建了多成分的磁流体动力学（MS-MHD）模型，并借助这一模型模拟了Kepler-1649 b和c在0.8至4.0Gyr时间跨度内，由恒星风和极紫外辐射驱动的大气离子逃逸过程。研究团队引入了恒星自转制动模型计算时变恒星风参数，并基于M型红矮星观测校准的极紫外辐射演化，实现了对该系统大气离子侵蚀过程的长期定量预测。

研究发现，两颗行星的离子逃逸率随恒星年龄呈现系统性衰减，并通过非参数LOWESS回归捕捉到这一趋势。在4.0Gyr时，总体逃逸率较早期降低2至3个数量级，氧原子离子 $O^+$ 贡献了逃逸总量的98.3%至99.9%。研究同时发现，行星轨道距离对长期剥蚀效率产生非单调影响。在0.8Gyr时，行星b的 $O^+$ 逃逸率达 $4.47 \times 10^{27} s^{-1}$ ，为行星c的3.79倍；在4.0Gyr时，行星b的逃逸率降至 $2.22 \times 10^{24} s^{-1}$ ，比行星c低39.5倍。

这一反转现象源于恒星风快速磁声马赫数随年龄下降至1附近或以下，导致恒星—行星相互作用进入亚磁声速区，形成类似木卫三磁层嵌入木星等离子体流的阿尔芬翼结构，这抑制了大气剥离效率。尽管早期经历剧烈侵蚀，但累积计算表明两颗行星在0.8Gyr至4.0Gyr期间分别损失约0.32bar和0.16bar的 $CO_2$ 当量大气，仍可能保留浓厚大气层。

相关研究成果发表在《天体物理学杂志快报》（The Astrophysical Journal Letters）上。研究工作得到国家留学基金委员会和中国科学院等的支持。

[论文链接](#)

---

研究团队单位：国家空间科学中心

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