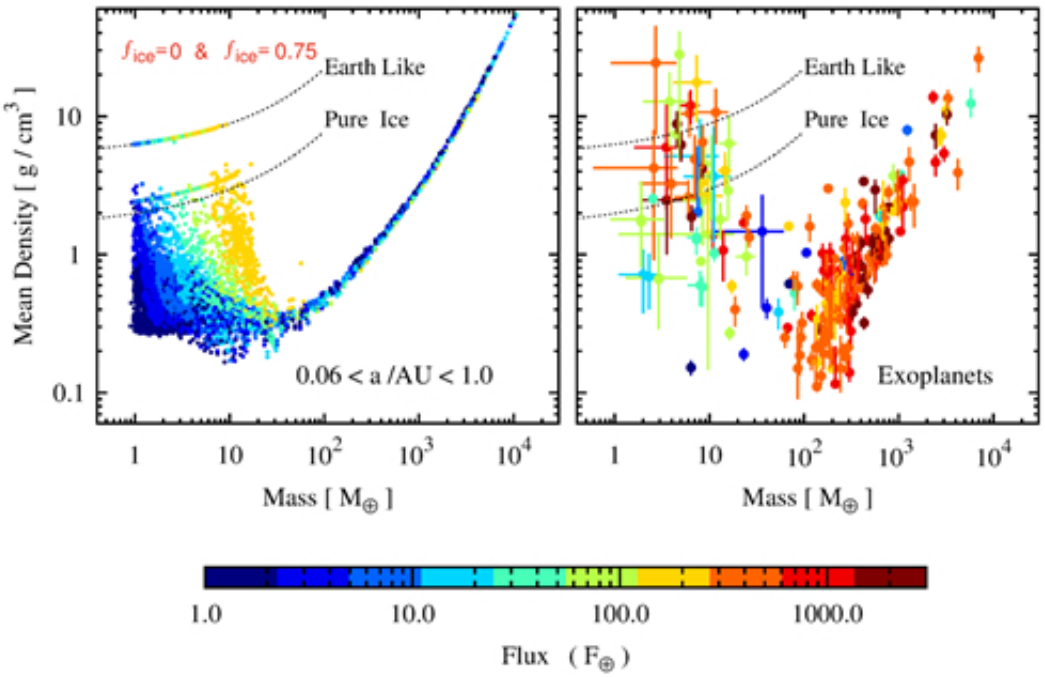
系外行星的成分研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院紫金山天文台

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/1484.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！



近日，中国科学院紫金山天文台等提出一个限定低质量系外行星物质成分的方法，揭示迄今已发现的低质量系外行星大多是类似地球的岩石行星，为系外行星宜居性研究提供了理论依据。

寻找类似地球的宜居行星一直以来是系外行星研究的前沿课题。随着观测技术的不断进步，天文学家目前已发现了近四千颗系外行星。这些系外行星样本一方面为研究和检验行星形成理论提供了宝贵的观测依据，另一方面还将有助于回答许多在行星科学中众多悬而未决的科学问题。比如，类似地球的宜居行星在宇宙中是否普遍存在?行星形成过程中的轨道迁移能否把大量的水带到宜居区?系外低质量行星能否像太阳系类地行星那样演化出次生大气层?回答这些问题，不仅需要获取大量的系外行星样本，还需要了解这些行星各自的物质成分信息。但受制于极为有限的观测精度，对于低质量系外行星来说，无论是地基还是空间探测，现在仍无法通过直接的光谱观测来分析其物质构成。目前可以取得的只是通过高精度的凌星观测估算出行星半径，进而结合视向速度观测获得行星质量。即便能够同时知晓系外行星的质量和半径，也很难确定其物质成分。

已有研究表明，系外行星的质量半径关系存在严重的简并关系，这就意味着整体物质成分差异很大的行星，可以通过不同的物质成分比例得到相同的行星质量和半径。 为了破除系外行星质量

半径关系上的简并关系，来自紫金山天文台和瑞士伯尔尼大学的科研人员，从长期演化的角度着手，分析观测到的系外行星的质量和半径，并把行星的中央恒星类型、行星系统的年龄与行星的轨道半长径等关键参数作为分析依据。通过模拟一个个类似月球大小的星子的吸积生长和热演化过程，研究人员可以定性地去除和物理模型相违背的行星物质成分组合。

例如，基于中央恒星的类型和行星轨道半长径这两个参数，可定量计算恒星辐射产生的大气逃逸速率，成功去除低质量系外行星大气层产生的简并度。进一步，结合系统年龄和行星的质量-平均密度关系，亦可部分消除岩石和水的简并度。 该研究首先模拟了十多万例行星在100亿年的时间内的形成和演化过程，得到了和真实观测到的系外行星样本相符的统计分布，验证了该方法所依赖的行星形成和演化理论。进一步模拟了两批具有不同行星含水量的算例，并把两个算例给出的行星族群在半径空间的分布和美国NASA的Kepler空间望远镜观测到的系外行星的半径分布相比较，发现Kepler所发现的行星的半径分布对应于行星内核不含水的情况。针对已获得较为精确的质量和半径数据的系外行星，研究人员计算了它们在各种极限初始条件和演化过程下得到的质量和半径，给出所对应的行星形成和演化历史，并最终限定出系外行星的整体物质组成。 行星的整体物质成分与行星形成和演化过程中的诸多因素密切相关。研究一颗系外行星的整体成分，不仅有助于推测其形成和演化的历史，还可以判断该行星是否适宜生命存在。

在不远的将来，TESS、CHEOPS、PLATO 2.0这三个空间项目将得到大量系外行星高精度的质量和半径信息。该项工作为后续系外行星样本物质成分甄别及系外行星的宜居性研究等提供了坚实基础。 相关研究成果发表在《天体物理学杂志》上，第一作者为紫金山天文台博士晋升，合作者为瑞士伯尔尼大学教授Christoph
Mordasini。该研究得到了国家自然科学基金委、中科院行星科学重点实验室等资助。
(来源：中国科学院紫金山天文台)

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