

研究团队首次发现质量显著偏小的红巨星



近日，北京师范大学天文系毕少兰教授领导的研究团队与悉尼大学李亚光博士利用美国 Kepler 星震学数据，并结合 LAMOST 和 APOGEE 的光谱数据，首次发现了双星系统中部分物质已被转移的红巨星，它们比普通红巨星质量显著偏小。这一发现突破了传统方法的局限性，从观测角度首次获取了质量偏小的红巨星，为研究双星性质及恒星演化等课题提供了实质性的证据。该成果发表在国际知名天文期刊《自然·天文》上。

红巨星是恒星经历完漫长的青壮年时期（主序阶段）进入的一个短暂不稳定的老年阶段。之所以被称为红巨星，是因为这个时期的恒星体积巨大，极其明亮，外表呈现红色。处于双星系统中的红巨星膨胀时，一些物质可以达到伴星的引力范围内并被吸走，从而导致红巨星的部分物质被转移，质量变小。但是，经历部分物质转移的红巨星与普通的红巨星表面亮度和温度极其相似，传统的研究方法很难将它们区分开来。

研究人员使用 Kepler 的星震学（对恒星振动的研究）数据精确确定了红巨星的基本特性，包括演化阶段、质量和半径，并借助 LAMOST 和 APOGEE 数据对这些红巨星的元素丰度和视向速度进行了精确计算。最终，研究人员在 Kepler 望远镜观测的 7000 颗红巨星中，找到了 40 颗有异常特性的两类红巨星：一类质量偏低，另一类亮度较暗。

第一类质量较低的红巨星只有 0.5 倍至 0.7 倍太阳质量。一般质量偏小的红巨星年龄会更大，0.5 倍至 0.7 倍太阳质量的红巨星需要显著超过宇宙年龄的时间才能演化到当前阶段，这显然是不太可能的。因此它们必然通过其它方式经历过了质量损失。另一类亮度较暗的红巨星具有正常的质量，从 0.8 倍

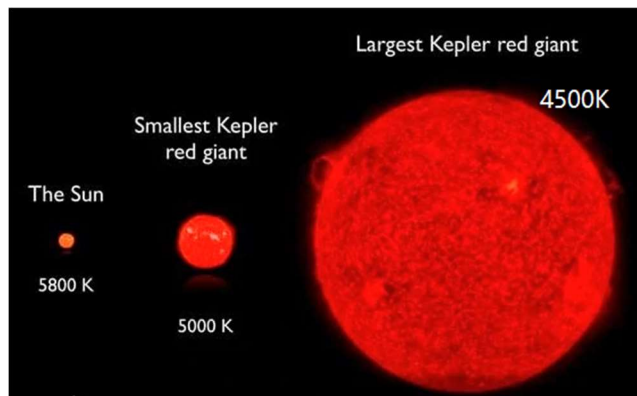


图1 红巨星示意图

到 2.0 倍太阳质量不等，但是它们与正常的红巨星相比，亮度显著不足，研究人员认为这是因为它们的核心质量偏小，从而提供了较少的核能源以支撑亮度。

文章链接：<https://www.nature.com/articles/s41550-022-01648-5>

LAMOST 助力揭示亚海王星的结构和演化规律

自上世纪 90 年代至今，人类发现的系外行星已超过 5000 颗，但令人惊讶的是，迄今为止发现的最丰富的行星类型既不是气态巨行星也不是岩石行星，而是我们太阳系中没有的，大小介于地球和海王星之间的行星。其中比地球略大（约 1-2 倍地球半径）的称为“超级地球”，而比海王星略小（约 2-4 倍地球半径）的称为“亚海王星”。这些行星的结构是怎样的呢？（见图 2）它们又是如何形成和演化的呢？近期，研究人员利用 LAMOST 结合国际上的盖亚（Gaia）和开普勒（Kepler）空间望远镜数据，得到了行星半径分布随宿主恒星年龄和金属丰度的演化规律，加深了对于亚海王星结构的认知，为理解亚海王星的形成和演化提供了新的线索。

近些年，随着系外行星大量被发现，对其大样本的统计表明行星出现率在行星大小为两个地球半径附近存在一个低谷，称为“行星半径谷”（见图 3）。这一发现，为揭示行星的内部结构提供了关

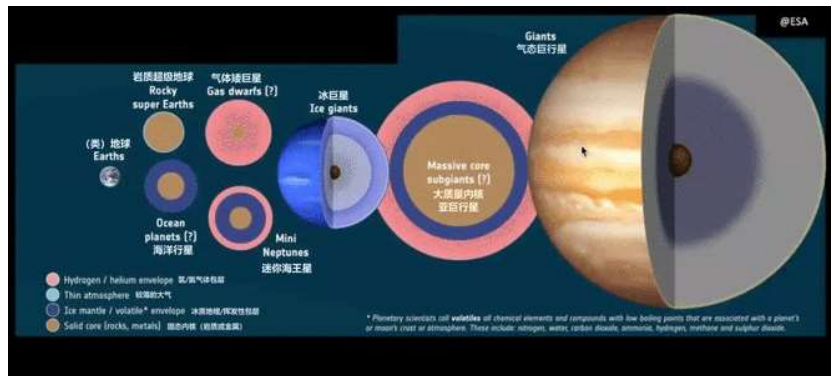


图 2: 不同类型行星的内部结构 (图片来自 ESA)

键的新线索和方向。目前一般认为半径谷左侧的超级地球是放大版的地球，在更大的石质内核外包裹着稀薄大气；但右侧亚海王星的结构尚不清楚。

关于这个行星半径谷的形成机制，目前提出的理论模型一般可分为两类（如图 2）：演化模型和原初形成模型。演化模型认为，亚海王星由石质内核和厚厚的气体包层组成。在外部恒星的辐射（称为光致蒸发）或者行星内核储存的热量（称为行星核热）的作用下，部分亚海王星的大气包层被剥离，仅留下了石质内核，也就是超级地球。而原初演化模型认为半径谷是行星形成的自然结果，如一些研究认为其两侧分别对应着成分不同的两类行星：致密石质超级地球和富水/冰的亚海王星（如表面被数百到数千公里的海洋覆盖的“海洋行星”）。

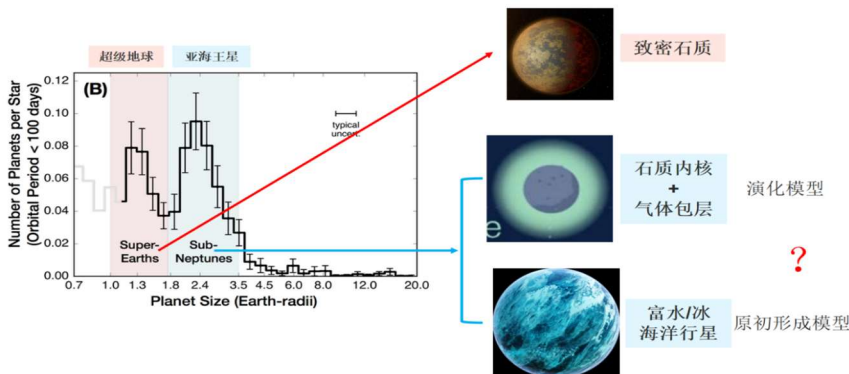


图 3: 行星“半径谷” (图片出自 Fulton et al. 2017) 及其形成模型示意图。

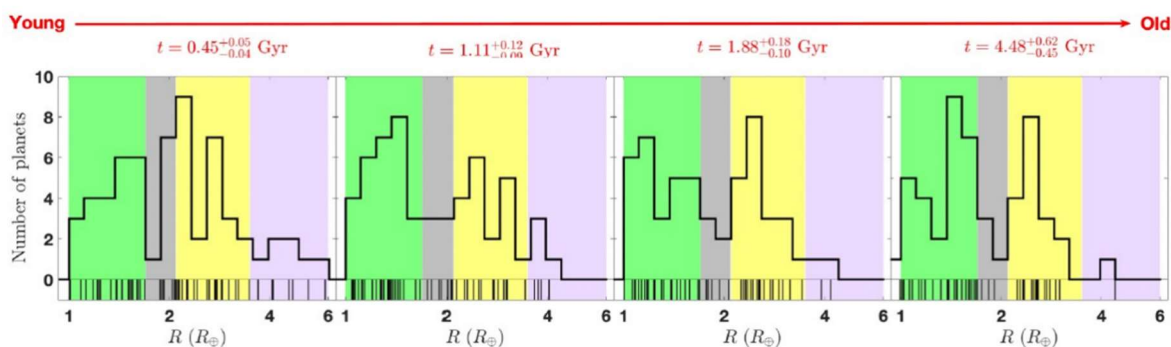


图4: 行星“半径谷”随年龄的演化。

研究团队还发现行星“半径谷”在恒星形成早期已初步形成,并随着年龄增大而越来越明显(见图4)。同时超级地球和亚海王星的数量比也越来越大,这也与演化理论的预期一致:部分亚海王星(气体矮巨星)被剥离大气,演变为超级地球。定量上看,行星半径在早期通过光致蒸发效应初步形成,后期在行星核热的作用下进一步加强。此外,研究发现亚海王星更倾向于出现在富铁和富镁/硅/钙的恒星周围,表明金属元素(铁、镁、硅、钙等)在亚海王星的形成中发挥了重要作用。

近期,这项由南京大学谢基伟教授领导的研究团队发现的新成果在国际知名天文期刊《天文学杂志》上发表,并被中国科学报报道。该文是“系外行星的空间分布和年龄演化”(Planets Across Space and Time, 英文简称为 PAST, 中文简称“穿越”)系列的第三篇文章,更多“穿越”系列的后续工作正在进行和准备中。

LAMOST 第十年第二批观测数据向国内发布

5月31日,郭守敬望远镜(LAMOST)第十年v0版本二批观测数据(Q2)已上线,可供国内天文学家和国际合作者使用。本次发布的数据产品是LAMOST在2022年1月1日到2022年3月31日之间获取,包括低分辨率光谱和中分辨率光谱两部分。其中低分辨率观测了205个天区,中分辨率共观测了150个天区。

国家天文科学数据中心为LAMOST DR10数据发布搭建了专门的下载平台,科学用户可登录<http://www.lamost.org/dr10/>数据发布网站获取更多信息,并进行数据查询和下载

分类	低分辨率数据	中分辨率非时域数据	中分辨率时域数据	Q2总数
发布光谱总数	345139	97212	754425	1196776
恒星参数	241258	55204	114590	411052

注:按规定,v0版中的中分辨数据暂且只对中分辨工作组成员测试使用。

观测运行部工作情况

5月, LAMOST 共观测了 70 个天区。理论观测时间为 248 小时, 实际观测时间为 144.8 小时, 占理论观测时间的 58.4%。受兴隆观测站天气原因*影响, 共 102.6 小时未能观测, 占理论观测时间的 41.4%。

本月, 望远镜仪器故障时间为 0.6 小时。
(天气原因*: 包括雨雪、大风、阴天、沙尘、多云等)

科学巡天部工作情况

- ✓ 更新和完善科学巡天的输入星表;
- ✓ 完成5月低分辨率和中分辨率2D光谱数据的处理和分析;
- ✓ 完成正式巡天日常观测计划的制定; 5月份实际观测计划执行情况如下: M: 6个, B: 12个, V: 17个, 中分辨率: 35个。共计70个天区。

(V为9m-14m 天区; B 为14m-16.8m天区; M 为16.8m-17.8m天区; F为17.8m-18.5m天区。)

数据处理部工作情况

- ✓ 跟踪 LAMOST 用户使用数据情况和数据发布网站的使用情况;
- ✓ 解决和回馈用户提出的数据方面的问题;
- ✓ 完成DR10 v0版本Q2数据的发布事宜;
- ✓ 完成5月份光谱数据的 1D 软件处理分析。

技术维护与发展部工作情况

主动光学、MA 机架跟踪电控系统自检和维护; MA、MB 子镜等镜面清洁及反射率测量工作。MA 镜罩轨道、镜室框架罩壳等日常清洁维护; 镀膜机维护和保养。MA 力促动器结构件维护和更换, 维修的力促动器线性测试; 焦面侧移和旋转复核, 导星相机调焦测试; 焦面姿态光学复核与调整等工作。光纤定位相机拍照测试。

光谱仪日常维护, CCD 控制器、像质自检维护; 16 台光谱仪中低色散观测模式切换及像质维护; 光纤定位维护, 更换新光纤定位主节点并测试; 光纤定位相机支架安装; 焦面通风窗漏光检修, 圆顶外墙油漆防水实验等; 配合巡天观测, 为夏季维护做准备工作。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope