

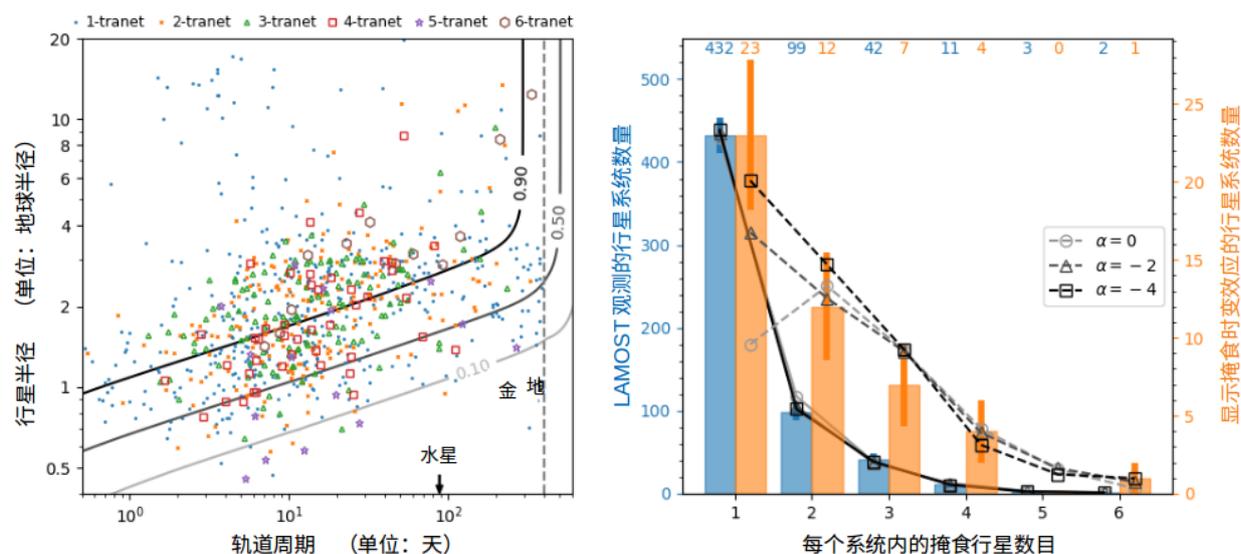
科研人员利用 LAMOST 数据理解类太阳系的行星系统普遍性

自2009年 Kepler 太空望远镜升空以来，人类已经发现了数千颗系外行星。令人意外的是，绝大多数这些系外行星与太阳系已知行星很不一样。这些系外行星大小介于地球和海王星之间，轨道周期一般在100天以内，而这些被称为“超级地球”的行星并不存在于我们太阳系。相比较而言，太阳系的八大行星要么太小，要么离主星太远。从“超级地球”的意义上讲，太阳系难道是行星系统里的一个另类？

近年来的多项研究似乎验证了这个假设，天文学家发现超过一半的类太阳恒星周围都存在至少一个“超级地球”。这就意味着，类似太阳系一样的行星系统属于少数群体。然而，这些研究中都有一个假设：它们假定多行星系统里面的行星轨道都是共面的。对太阳系和 Kepler 观测到的多个紧密系统（至少5个行星的系统）的分析表明，这一假设似乎是成立的。但是，Kepler 发现的绝大多数行星并不存在于紧密系统之中，所以轨道共面的假设并不一定成立。

近日，由加拿大理论天体物理研究所祝伟博士领导的科研团队利用国家天文台郭守敬望远镜（LAMOST）的观测数据研究了这一问题。他们发现，当系统内部行星数量较少时，轨道共面的假设确实是不成立的。以此为基础，研究团队重新估计了拥有“超级地球”的恒星比例，发现类似太阳系一样的不含“超级地球”的系统其实是占绝大多数的。相关研究论文发表于《天体物理学报》（2018, ApJ, 860, 101）。研究团队还包括加拿大多伦多大学的 Cristobal Petrovich 博士、武延庆教授，北京大学东苏勃研究员和南京大学谢基伟副教授。

LAMOST 作为目前世界上光谱获取能力最高的望远镜，至2017年底已经完成了对近6万颗位于开普勒天区的恒星光谱观测，得到了精确的恒星参数。研究团队从这些数据里提取出3万颗类太阳的恒星，其中589颗周围拥有共827颗掩食行星。研究团队按照掩食行星数量的不同对这些系统进行了划分，形成了如下图中蓝色所示的柱状图。研究团队还利用了一种叫做“掩食时变”（transit timing variation）的效应。按照开普勒第三定律，行星围绕主星运动存在一个固定周期，从而不同掩食事件之间的时间间隔应该是轨道周期的整数倍。但当系统内存在多个行星时，其他行星的引力效应可以扰动发生掩食的行星轨道，导致不同掩食事件之间的时差偏离轨道周期的整数倍。利用这一效应，人们可以知道同一系统内部是否还存在其他行星，尤其是与掩食行星轨道不共面的行星。研究团队找出了所有存在“掩食时变”效应的行星，然后同样按照系统里面掩食行星数量的不同进行了划分，形成如图中橙色所示的柱状图。



左图：LAMOST 已观测的827个系外行星的大小和轨道周期分布图。图中不同形状代表同一个行星系统内部的掩食行星 (tranet) 数量。三条曲线分布代表 Kepler 望远镜的90%、50%和10%的探测效率，虚线代表 Kepler 能看到的最远轨道周期 (400天)。太阳系的三个行星 (水星、金星、地球) 位置也在图中标出。

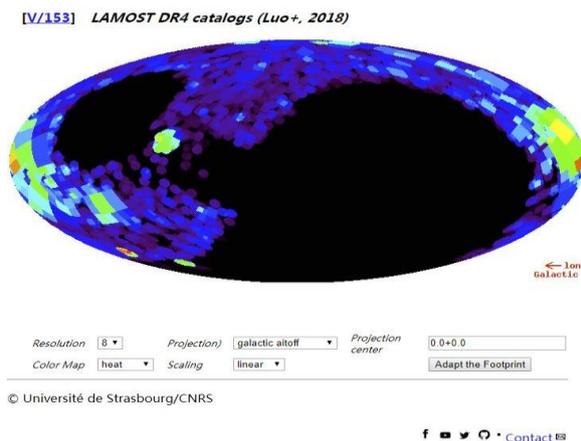
右图：根据系统内部的掩食行星数量以及有无掩食时变效应而生成的柱状图，以及基于不同模型重建的理论曲线。其中， $\alpha=0$ 代表的是多行星系统内各行星轨道共面的情形。该模型无法正确解释两个柱状图，因此可以被排除。

研究团队发现，在假定所有的多行星系统都是共面的情况下得到的理论曲线无法解释这些数据。为了更好地解释这些观测数据，研究团队发现越少行星的系统必须越“热”（也就是说，里面的各个行星轨道越不共面），而越多行星的系统必须越“冷”（里面的行星轨道越趋于共面）。这一发现和之前谢基伟等人利用 LAMOST 数据发现的 Kepler 系统离心率的规律也是相符的。既然多行星系统轨道共面的假设不再成立，之前人们基于此的统计结果也就被推翻。基于新的多行星系统的轨道分布规律，研究团队发现只有30%的类太阳恒星周围存在“超级地球”。也就是说，像太阳系一样不存在“超级地球”的恒星其实是占大多数的。研究团队还发现，平均每个 Kepler 探测到的行星系统在略大于一个地球年 (400天) 的范围内拥有三个“超级地球”，而我们太阳系正好也拥有水星、金星和地球三个个头相对较小的行星。目前还无法知晓这是一种巧合还是另有深意。

除少数特殊系统之外，绝大多数系外行星系统也如太阳系一样拥有多个行星。因此，对多行星系统内部结构的正确认识将对研究行星的形成和演化提供重要线索。以 Kepler 太空望远镜为代表，人类对系外行星的探索还在如火如荼地进行中，而像 LAMOST 一样的大型天文望远镜在此类研究中也将继续发挥重要作用。

LAMOST DR4 数据已收录到 CDS VizieR 系统

2018 年 9 月，LAMOST DR4 数据正式被法国斯特拉斯堡天文数据中心（CDS）的 VizieR 数据库系统收录，获得“V/153”的永久星表编号，同时同步到 VizieR 在英国、美国、日本、南非、印度、中国、加拿大的镜像系统。VizieR 数据库是天文学家最常使用的天文数据系统之一，目前已经收录的各类天文数据集达到 17811 个。



VizieR 系统为 LAMOST DR4 生成的巡天数据覆盖图

在 LAMOST 运行和发展中心、中国虚拟天文台（China-VO）、法国斯特拉斯堡天文数据中心的共同努力下，LAMOST DR1 数据（V/146）、LAMOST DR2 数据（V/149）和 LAMOST DR4 数据（V/153）都已完整地融入了 CDS VizieR 系统。星表（DR1、DR2、DR4）和光谱（DR1、DR2）数据均可按照国际虚拟天文台的标准接口和检索方式访问，并能方便地与其他数据交叉融合使用。

LAMOST 作为目前世界上最大的光谱巡天项目，其数据集被 VizieR 收录极大提高了光谱数据的使用率。随着公开数据的发布，国际天文科研人员使用 LAMOST 数据产出的科研论文越来越多。随着 LAMOST 巡天观测的进行，后续数据产品也将陆续集成到 VizieR 系统中。中国虚拟天文台正努力与国际各大天文数据中心合作，把国内的优秀观测数据向全世界开放共享。

国际交流与合作

中心观测运行部主任施建荣研究员及闫宏亮助理研究员受美国阿帕奇天文台 Mark Klaene 台长的邀请，于 2018 年 9 月 25 日至 10 月 9 日赴美参加“基于 SDSS 与 LAMOST 数据研究星团中的 non-LTE 元素丰度”的项目研究。

本项目利用 SDSS 的 APOGEE 数据和 LAMOST 中、低分辨率光谱数据，对银河系中大量星团成员星进行基于 non-LTE 的元素丰度分析，并由此对银河系的化学演化和并合历史做出严格约束。出访期间，施建荣等受邀参观了美国新墨西哥州州立大学和阿帕奇天文台，并与合作者们进行了深入交流探讨，在数据分析和数据分析方面取得了较大进展。



美国阿帕奇天文台斯隆数字巡天（SDSS）2.5 米望远镜。

观测运行部

2018年10月5日，LAMOST第七年正式巡天启动，继续采用中分辨率和低分辨率交替的光谱巡天模式。10月5日至10月31日，LAMOST共观测了79个天区。理论观测时间为270小时，实际观测时间为166.64小时（其中测试时间10小时），占理论观测时间的61.7%。受兴隆观测站天气原因*影响，共96.13小时未能观测，占理论观测时间的35.6%。

本月，望远镜仪器故障时间为7.23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

- ✓ 继续开展中分辨率巡天测试以及二维光谱数据的处理及结果分析工作；
- ✓ 配合技术维护与发展部开展望远镜调焦实验；10月份对光纤框架做了调整。
- ✓ 配合中国科技大学进行光纤定位实验。

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使用方面的问题；
- ✓ 不断完善中分辨率光谱数据的处理流程、数据库和参数测量方案。

技术维护与发展部工作情况

主动光学、MA机架跟踪电控等系统自检、维护；MA子镜干冰清洗；6块镀金实验镜清洗及反射率测量。

光谱仪日常维护、液氮灌注系统维护、光谱仪像质维护5区次，高色散杜瓦场镜更换；

完成日常制冷机组压缩机组、通风管道及控制柜的检查和数据记录；MA机架清洁；现场发电机房建设；温度传感器和巡测仪检查。

机电组配合MA镜面和机架清洗、激光引导星干燥剂更换、兴隆库房整理和固定资产清查、焦面门及液压站维护等相关工作。

主动光学智能控制器硬件制作；力促动器备件组件测试和夏季维护更换的力促动检修维护；实验室压电陶瓷光纤定位控制器控制程序编写测试。配合现场观测。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope

地址：北京市朝阳区大屯路甲20号 邮编：100012 电话：010-64888726 网站：<http://www.lamost.org>