

## 天文学家利用 LAMOST 发现新的系外行星族群-热海星

近期，北京大学科维理天文与天体物理研究所的东苏勃和南京大学天文与空间学院的谢基伟领导的科研团队利用 LAMOST 数据，发现了一类新的太阳系外行星族群——热海星（Hoptunes）。相关研究论文于 2018 年 1 月 9 日在《美国科学院院刊》（PNAS）发表，并被选为当期杂志封面的研究亮点文章之一。东苏勃和谢基伟是该论文的共同第一作者和共同通讯作者。研究团队还包括南京大学周济林，犹他大学郑政以及国家天文台罗阿理。

自从 1995 年第一颗系外行星飞马座 51 b 发现以来，对太阳系外行星的探索一直是国际上一个重要的热点前沿方向。飞马座 51 b 的发现是天文学史上的一个里程碑，开辟了人类视野，揭示了一类非常特殊的系外行星族群的存在。这类行星被称作热木星，它们大小与太阳系中的木星相当，但表面温度很高。之后二十多年来，人们发现了上百个热木星并对它们进行了大量的研究，但是其形成和起源却仍是一个谜。热木星是一类稀有的、来自“富裕”家庭的“独生子女”。这些是热木星的标志性特征，蕴含着其形成和起源的重要线索。



图 1 为热海星想象图。该图示意了新发现的“热海星”族群中的一员（右下方），以及第一个发现的系外行星族群“热木星”的一员（左下方）与背景里开普勒卫星发现的多姿多样的行星系统。（北京天文馆马劲编绘合成）

在过去几年，美国国家航空航天局（NASA）的开普勒（Kepler）卫星通过凌星法寻找系外行星取得了巨大的成功，探测到了几千颗系外行星，为解决热木星起源之谜带来了契机。研究这个问题的关键一步是确定这些行星系统的基本性质，如行星的半径和宿主恒星的金属丰度等，而这些属性的测定则需要对恒星进行光谱观测。由于开普勒卫星搜寻的目标多达二十万颗恒星，需要光谱获取率极高的观测，绝大多数望远镜难以胜任，只能望洋兴叹。

LAMOST 作为世界上光谱获取能力最高的望远镜，在系外行星科学的研究中独树一帜。近几年来，LAMOST 在开普勒天区观测了数万颗恒星（其中包括上千颗行星的宿主恒星）的光谱。通过比较论证，研究团队发现 LAMOST 光谱对恒星基本属性的测量结果非常可靠，达到相当高的精度。高精度的 LAMOST 恒星数据结合 Kepler 精确的时序测光数据可以带来对包括行星半径等关键属性的高精度测量，使得对成百上千的系外行星进行准确分类和系统研究成为可能。

利用 LAMOST 的精确恒星参数，研究团队研究了不同金属丰度情况下行星的轨道周期和行星半径的分布（图 2），发现在金属丰度低的情况下 ( $[Fe/H] < -0.1$ )，几乎所有的行星都分布在图 2 中的右下区域。随着金属丰度的增加，其他区域逐渐出现行星；在这些新出现的行星中就有热木星（如图 2 中绿线以上区域，即行星半径大于 10 倍地球半径）。除此之外，他们还惊奇地发现随着金属丰度的升高，在图 2 粉色框中也出现了一些其他行星。这些行星几乎和热木星“相伴”出现，而且与热木星一样也大多为“孤独”的单凌星系统。研究团队称这类新的行星族为热海星（Hoptune）。热海星的平均大小与海王星类似，约 4 倍地球半径，但其大小分布却比较广泛，小至 2 倍地球半径，大到 6 倍地球半径。它们的物理结构是否都与太阳系中的海王星一致尚不明确，故不称之为热海王星（hot Neptune）。

通过分析 LAMOST 数据，研究团队终于给热木星找到了和它们一样“富贵”和“孤独”的表弟表妹——热海星。与热木星类似，也只有大约 1% 的恒星附近存在热海星。将来通过对含热海星的恒星系统进行高精度视向速度观测，我们可以测量热海星的质量，从而进一步研究它们的结构和组成。

二十年来，人们对热木星的形成和演化机制提出了多种理论，热海星的发现为揭开热木星和其他短周期行星起源这个重大谜题提供了关键的新线索和崭新的研究方向。

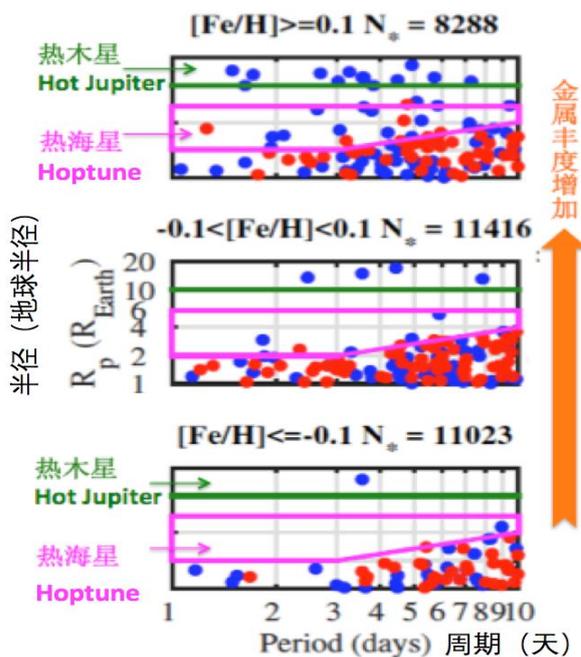


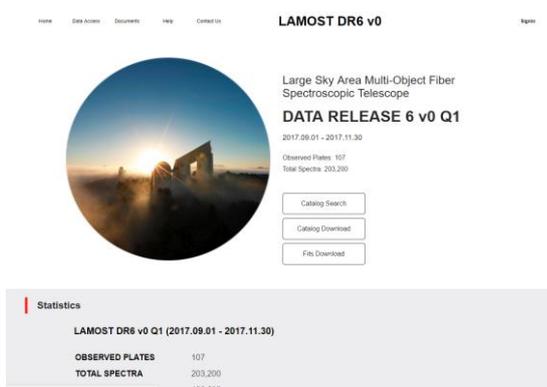
图 2 为热海星的发现。不同金属丰度 ( $[Fe/H]$ ) 下的行星轨道周期 (Period) 和行星半径 ( $R_p$ ) 的分布。从下至上，金属丰度增加。蓝色的点表示单凌星系统（系统中只发现这颗行星），红色的是多凌星系统。热木星的区域是在绿色横线的上端。粉色线段围成的就是热海星区域。

LAMOST 观测提供精确的宿主恒星半径和金属丰度。恒星半径进而用于确定行星的半径（开普勒卫星测光观测只能给出行星和恒星的半径比）。

## LAMOST 第六年巡天第一批数据发布

在完成五年的一期正式巡天之后，2017年9月，LAMOST 开启了中、低分辨率光谱巡天交替进行的观测模式，即亮月夜进行中分辨光谱巡天测试观测，暗夜继续开展低分辨光谱巡天，在一期巡天的基础上，低分辨率巡天继续按观测计划执行以获取更为完备的天区覆盖范围。本次发布只包括第六年巡天第一批低分辨率光谱数据，中分辨率光谱测试数据暂不发布。

1月中旬，LAMOST 第六年巡天第一批数据产品(DR6 Q1)V0版本已在数据发布平台上线。国内天文学家和国际合作者可访问如下链接 <http://dr6.lamost.org/> 获取权限后下载并使用该批数据产品。



### LAMOST 第六年低分辨率巡天第一批数据发布界面

截止到2018年1月15日，LAMOST 低分辨率巡天第六年第一批（2017年9月19日至2017年11月30日）光谱数据的处理、分析和光谱质量检查工作已全部完成。这三个月来共观测了107个天区，发布光谱数共计203,200条，其中高质量光谱数（信噪比大于10）共计186,192条，其中恒星光谱186,032条，星系光谱3,939条，类星体光谱2,548条。同时，分别对第一批光谱数据中的A、F、

G、K型恒星做了参数测量，得到133,932恒星参数。



## 学术活动



1月14日-15日，LAMOST 运行和发展中心常务副主任赵永恒研究员、中心数据处理部主任罗阿理研究员及中心工作人员张健楠、孔啸、郇科飞等人前往天津参加了河北工业大学电子信息工程学院举办的“深度学习及大数据论坛”。

山东大学威海校区、汕头大学、华南师范大学、太原科技大学等兄弟单位的20多位活跃在天文光谱分析及大数据研究的科研人员参加了此次会议。本次研讨会围绕LAMOST巡天进展、光谱数据处理分析、LAMOST数据产品以及深度学习在LAMOST光谱数据中的应用等内容展开讨论，旨在更深入地理解大样本数据，更好地处理和分析LAMOST数据，为大数据科学提供较好的应用范例。



深度学习及大数据论坛现场

## 观测运行部

1月，LAMOST共观测了131个天区。理论观测时间为372小时，实际观测时间为230.7小时（其中测试时间15.5小时：大月夜测试12.5小时，望远镜测试3小时），占理论观测时间的62.0%。受兴隆观测站天气原因\*影响，共140.5小时未能观测，占理论观测时间的37.7%。

本月，望远镜仪器故障时间为0.8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；
- ✓ 按计划完成1月份低分辨率观测数据的2D软件程序处理及分析任务；
- ✓ 完成正式巡天日常观测计划的制定；1月份实际观测计划执行情况如下：M：27，B：30个，V：74个，共计131个。

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

- ✓ 利用新光纤定位相机开展了光纤定位检测实验。

## 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方面的问题；
- ✓ 按计划完成1月份观测数据的1D软件程序处理及分析任务，完成DR6 v0版本第一批数据产品的发布工作；
- ✓ 完善LAMOST的中分辨率观测数据的制定处理流程、数据库和参数测量方案。

## 技术维护与发展部工作情况

例行主动光学、机架跟踪电控自检和日常维护；完成MA、MB子镜干冰清洗、水洗日常维护，镀金膜测试片清洗及效率监测等。

完成光谱仪日常维护、液氮灌注系统维护、CCD控制器及光谱仪像质维护。中、低色散光谱巡天切换观测及像质维护；完成新增两根焦面光纤的安装、定标和测试，并开展光纤单元测试装置的稳定性实验及数据处理；

将高分辨率光谱仪运抵兴隆现场安装，完成相应的光学调试；现场遮光罩的运行测试、增布伴热带、齿轮更换、漏光处理、自准直测试等；配合现场观测等。



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>