

研究人员利用 LAMOST 数据发现中子星候选体



近期，国家天文台袁海龙、王松副研究员等人利用 LAMOST 低分辨光谱，结合 Gaia EDR3 数据，兴隆 85 厘米望远镜多波段测光数据，以及加那列大型望远镜 GTC 的 HORuS 仪器拍摄的高分辨率光谱，发现了一个包含致密天体的双星系统。该系统由一个质量约为 1.7 倍太阳质量、半径约是 1.7 个太阳半径的晚 A 型主序恒星和一个质量约为 1.1-1.3 倍太阳质量可能为中子星的致密伴星组成。该发现是研究人员借助 LAMOST 数据优势在狩猎致密天体方面取得的又一项重要成果，也是 LAMOST 黑洞猎手计划中的一项进展。成果已发表在国际知名天文期刊《天体物理学报》(2022,ApJ,940,165)。

根据现有的恒星演化理论，大质量恒星演化的最终结果会是一颗黑洞或者中子星。理论预言银河系中可能存在上亿颗恒星级黑洞，但迄今为止，天文学家仅在银河系发现了约 20 颗恒星级黑洞，而且大都是通过黑洞吸积伴星气体所发出的 X 射线观测到的。然而实际上大部分包含黑洞或者中子星的双星系统都处于没有发出 X 射线的宁静状态。因此，通过监测视向速度得到不可见伴星的动力学质量被天文学家证实为一种有效且具有重要意义的方法。近年来的一些黑洞候选体发现工作 (Casares 等, 2014; Liu 等, 2019; Thompson 等, 2019; Rivinius 等, 2020; Jayasinghe 等 2021) 和中子星候选体发现工作 (Mazeh 等 2022; Yi 等, 2022) 都采用了这种方法。

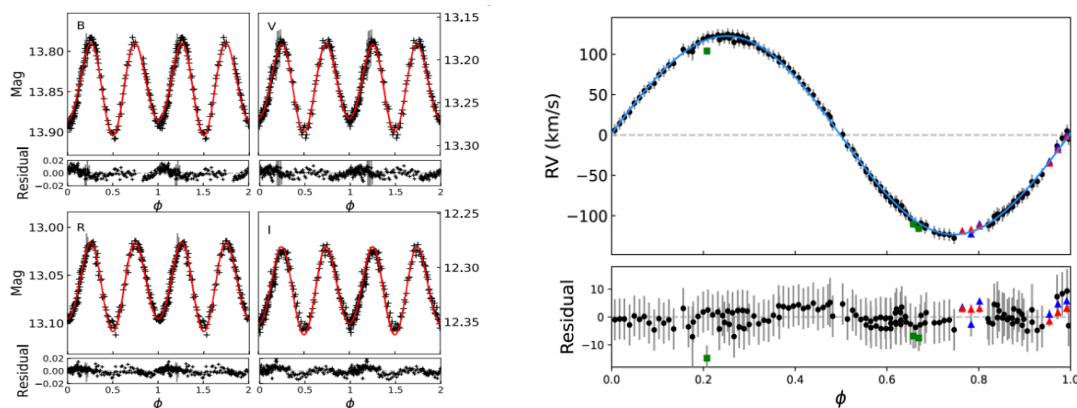


图 1 该双星系统的多波段光变曲线和视向速度曲线拟合

利用 LAMOST 的低分辨率时域巡天数据，研究团队对该双星系统进行了视向速度拟合，得到了速度半振幅和质量函数；利用多波段测光数据、Gaia 视差、消光和恒星演化模型，获取了该系统中非致密星的质量、半径和距离等信息；通过光变曲线建模和拟合，最终得到了不可见伴星的质量范围大概是 1.1-1.3 倍太阳质量。通过分析 GTC-HORuS 的高分辨光谱，并没有发现属

于伴星的吸收线成分，因此这颗伴星极有可能是致密天体。

研究发现该双星系统中可见恒星的填充度约为 70%，没有充满洛希瓣，时域光谱也没有发射线特征。此外，经多次观测，该系统并没有被发现已知的 X 射线波段和 UV 波段的信号；利用 WFC 设备在紫外波段也没有发现相关信号。因此可以推断该双星系统的致密伴星更大概率为一颗中子星。

LAMOST 的第二个五年巡天开展了更多的时域天区观测，这有助于发现更多包含致密天体的双星系统。根据邵勇和李向东老师 2019 年的理论估计 (Shao&Li,2019)，按 LAMOST 的观测模式，大约能够发现 100 个宁静态的黑洞双星系统。因此，更多有价值的双星系统正等待天文学家继续发现和挖掘。这些致密天体的发现为进一步研究恒星形成演化和中子星、黑洞的物理性质和形成理论奠定了基础。

文章链接: <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ac9c62>

科研人员基于 LAMOST 数据对 Ap 星的研究取得新进展

近期，北京大学的博士研究生史芳菲、张华伟研究员等人联合北京师范大学，国家天文台和南非西北大学的研究人员利用 LAMOST DR9 低分辨率光谱数据，结合 Gaia 卫星数据，发现了 2700 颗 A 型化学丰度特殊星 (Ap 星)，有效地扩充了现有 Ap 星的样本。Ap 星所具有的强磁场和慢速自转对恒星内部粒子扩散等物理过程有重要的影响，同时一部分 Ap 星还可能具有脉动现象，这对星震学的研究具有重要意义。该成果已被国际知名天文期刊《天体物理学报》(ApJ) 接收。

A 型化学丰度特殊星 (Ap 星) 是一类特殊的主序恒星，它们的化学丰度较为异常，光谱中某些特殊元素 (Mn、Si、Cr、Fe 等) 的吸收线非常强，且这类恒星大多为早 A 型星。恒星的 α 指数与光谱中 5200 Å 处的来自 Si、Cr 和 Fe 的吸收有关。对于 Ap 星，由于这些元素的增丰，导致光谱中 5200 Å 处的流量下降较多，从而使得这类恒星具有较大的 α 指数。本研究利用

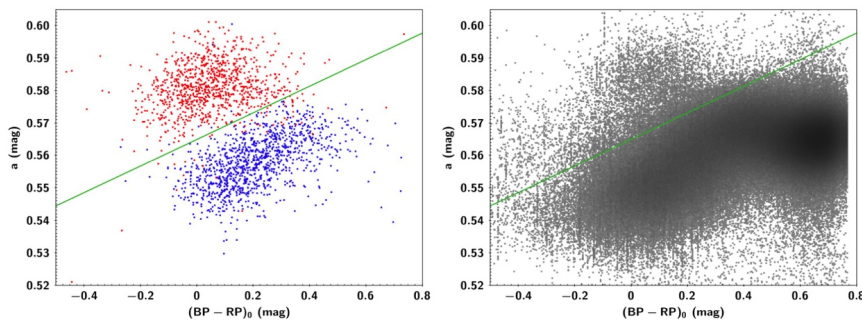


图 2 左图为已知的 Ap 星 (红色) 和无化学元素丰度异常的正常恒星 (蓝色) 在 $(BP-RP)_0$ - α 指数颜色图中分布，可以用绿色分界线区分 Ap 星。(已知 Ap 星的来源: Hümmerich 等人, 2020); 右图为 LAMOST DR9 数据中的恒星 $(BP-RP)_0$ - α 指数颜色图中分布，绿色分界线同左图。

已知的 1000 颗 Ap 星和 1000 颗无化学元素丰度异常的正常恒星，在 BP-RP 和 alpha 指数颜色图里确定了可以区分 Ap 星的分界线，并利用该分界线选出了可能的 Ap 星候选体。经过目视检查，最终确定了一个包含 2700 颗 Ap 星的大样本星表。

本研究还结合国家天文台向茂盛研究员的热星星表（向茂盛等人，2021）对这些 Ap 星的大气参数和动力学参数进行了统计学研究，发现这些星普遍具有较高的铁元素含量（ $[\text{Fe}/\text{H}]$ ）和硅元素含量（ $[\text{Si}/\text{H}]$ ），以及较低的自转速度，这完全符合 Ap 星的特征。同时还发现铁元素含量（ $[\text{Fe}/\text{H}]$ ）随着有效温度的降低而降低，这和前人的发现相一致，同时也说明本研究中的 Ap 星样本更偏向于筛选高温 Ap 星。

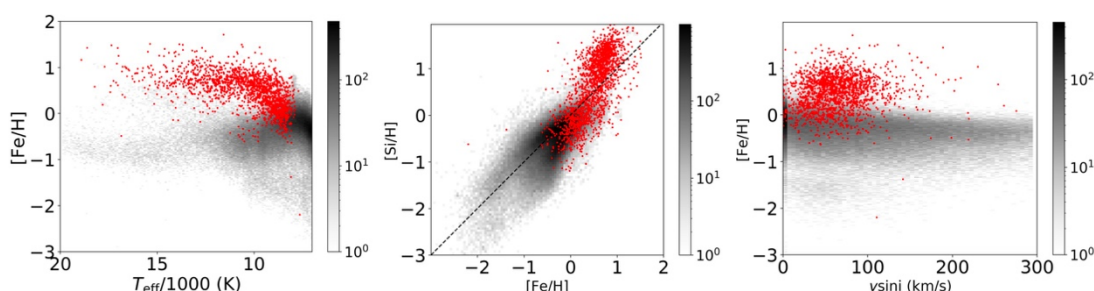


图 3 该成果中的 Ap 星（红色）和向茂盛等人（2021）星表中的热星（灰色）在 $T_{\text{eff}}-[\text{Fe}/\text{H}]$ （左图）、 $[\text{Fe}/\text{H}]-[\text{Si}/\text{H}]$ （中图）和 $\text{vsini}-[\text{Fe}/\text{H}]$ （右图）中的分布。

这样一个包含 2700 颗 Ap 星的大样本星表对研究这类特殊星的物理性质等相关问题具有重要的科学价值。

文章链接：<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022arXiv221202788S/abstract>

基于 LAMOST 数据的成果入选中央广播电视总台发布的 2022 年度国际十大科技新闻

2022 年岁末，中央广播电视总台联合科技部、中国科学院、中国工程院、中国科协、国防科技工业局共同评选并发布了“中央广播电视总台 2022 年度国内、国际十大科技新闻”，基于 LAMOST 数据的成果“中外天文学家绘制出银河系早期形成与演化图像”成功入选本年度国际十大科技新闻。央视科教频道于 12 月 25 日对入选的科技成果逐一盘点解读，引起广泛关注。



图 4 央视科教频道解读 LAMOST 入选成果

该成果是由国家天文台向茂盛研究员与德国马普天文研究所合作完成的一项天文领域的突破性工作。研究团队基于 LAMOST 和 Gaia 的巡天观测数据，获取了迄今最精确的 25 万恒星年龄信息，按照时间序列清晰还原了银河系幼年和青少年时期的形成与演化历史，改写了人们对银河系早期形成历史的认识。这一成果于 2022 年 3 月

24 日在国际科学期刊《自然》以封面文章形式发表。

观测运行部工作情况

12 月, LAMOST 共观测了 166 个天区。理论观测时间为 372 小时, 实际观测时间为 316.4 小时, 占理论观测时间的 85.1%。受兴隆观测站天气原因*影响, 共 54.6 小时未能观测, 占理论观测时间的 14.7%。

本月, 望远镜仪器故障时间为 1.0 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

- ✓ 按计划完成 12 月份观测数据的 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; 12 月份实际观测计划执行情况如下: M: 27 个, B: 30 个, V: 16 个, 中分辨率: 93, 共计 166 个。

(V 为 9m-14m 较亮天区; B 为 14m-16.8m 亮天区; 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;
- ✓ 按计划完成 12 月份观测数据的 1D 软件程序处理及分析任务;
- ✓ 解答用户反馈的数据方面的问题; 完成数据处理机房的维护。

技术维护与发展部工作情况

主动光学、MA 机架跟踪日常自检测试和维护; MA 和 MB 子镜测试片、6 块金基紫外增强型反射测试片反射率测试数据整理; 子镜日常巡检、圆顶温湿度等日常巡检和记录。

光谱仪日常自检、像质自检、效率复核和维护; 中低色散观测模式切换和像质; 光纤定位标准靶照相测量测试; 光纤定位单元走位测试。MA 镜室三脚支架、MA 镜罩支架等现场制作, 完成 MA 镜罩电动缸安装; MB 子镜机械手检查维护; 配合巡天观测。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope