

研究人员在 LAMOST 时域巡天中狩猎致密天体

近期，国家天文台研究人员单素素博士等人联合北京师范大学、曼彻斯特大学的研究人员利用 LAMOST 时域巡天数据开展黑洞和中子星等致密天体的搜寻计划，发现了一个特殊的单线光谱双星系统 LTD064402+245919。该双星系统由一颗亚巨星和一颗“看不见”的天体组成。这是继 2019 年刘继峰等人利用新方法证认一颗平静态的恒星级黑洞之后，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，这也是 LAMOST 黑洞猎手计划中的一项重要进展。该成果已被国际知名天文期刊《天体物理学报》（2021,ApJ,923,226）发表。

黑洞神秘诡谲，人类对其知之甚少。传统上恒星级黑洞的发现大多基于 X 射线暂现源。目前，观测上已经确认的恒星级黑洞约 20 个，候选体约 100 个。而恒星演化理论预言银河系内应该有上亿颗黑洞。而在黑洞双星系统中，能够发出 X 射线辐射的只占很小一部分。如何找到新的方法，去发现数量巨大、没有 X 射线辐射的黑洞，成为了天文学界近年来的研究热点和难点。2019 年刘继峰等人利用 LAMOST 光谱视向速度变化方法，在光学波段证认了大质量恒星级黑洞 LB-1，为恒星级黑洞的发现提供了新的手段。新的观测方式有望揭示黑洞的新特征，为解开恒星级黑洞样本缺失的谜团提供了可能。



图 1 黑洞想象图（来源：U WARWICK/M GARLICK）

利用光谱视向速度从单线光谱双星中来证认恒星级黑洞，打破了依赖于 X 射线搜寻黑洞的观测限制。因此该方法对于搜寻那些双星系统中 X 射线平静态的黑洞是非常有效的。结合光谱视向速度监测和时域测光数据联合限制的双星参数信息可以判定，如果双星系统含有一个比较大质量的不可见质量天体，那该系统很可能含有一个致密天体候选体。如果不可见天体质量

大于三个太阳质量，则很有可能是黑洞候选体。

研究人员独立开发了全链条软件来搜寻和解析单线光谱双星系统的物理参数，并在 LAMOST 数据中发现了一颗特殊的单线光谱双星系统（LTD064402+245919）。通过研究其光变曲线发现该系统为密接双星，且周期较长，为 14.5 天。可见星的质量约为 2.77 个太阳质量，半径为 15.5 个太阳半径，有效温度约为 4500K。研究人员利用视向速度曲线和光变曲线联合限制

了质量方程（图 2），得到该双星系统中的不可见星与可见星的质量比为 0.73，在不限制未知星种类时，这个神秘天体的质量约为 2.02 个太阳质量。研究人员对该系统的光谱进行了分光处理，蒙特卡罗模拟表明，随着 LAMOST 观测时间的积累，信噪比提高三倍，将可进一步辨认这个不可见天体的类型。

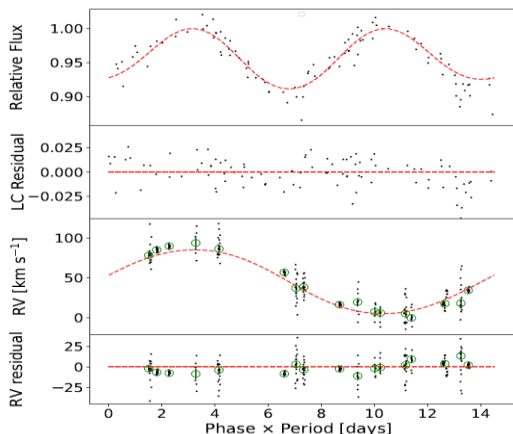


图 2 视向速度曲线和光变曲线联合限制双星系统

单线光谱双星 LTD064402+245919 的系统研究是利用 LAMOST 光学波段时域数据搜寻致密天体（黑洞，中子星等）的创新探索。随着 LAMOST 海量时域光谱数据的积累，结合本工作开发的搜寻证认致密天体的软件工具，有望发现更多的致密天体候选体，为进一步研究黑洞、中子星等致密天体的性质和起源奠定了基础。

LAMOST 工作人员获中国天文学会第八届黄授书奖

近日，中国天文学会 2021 年学术年会在南充西华师范大学举行。中国天文学会在会上公布了第八届黄授书奖的获奖人。北京大学田晖教授、LAMOST 运行和发展中心观测运行部副主任闫宏亮副研究员共同获得了第八届黄授书奖。黄授书奖是为纪念世界著名天体物理学家黄授书先生、鼓励和表彰取得突出研究成果的年轻天文学家而设立，获奖成果需在国内完成。该奖项每两年颁发一次，每次获奖者不超过两人。

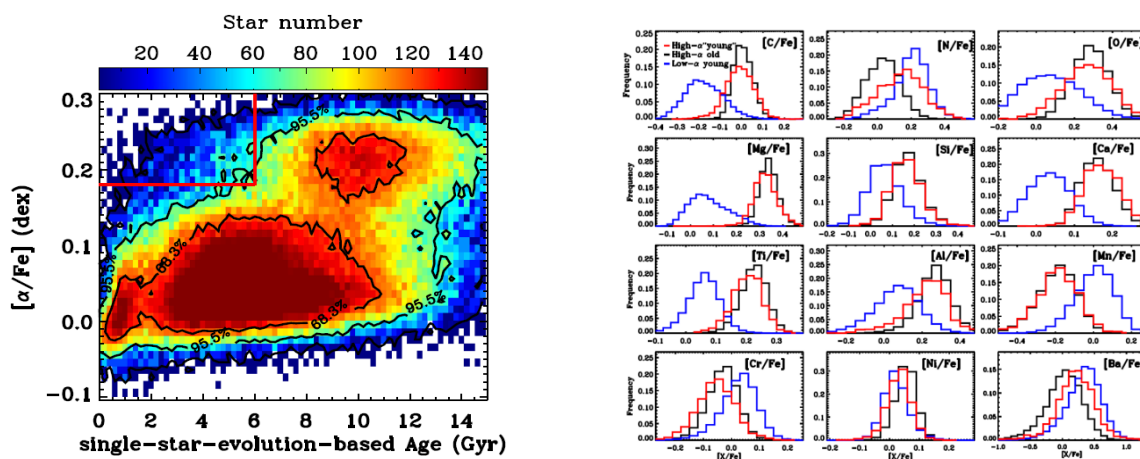
闫宏亮副研究员主要从事恒星元素丰度方向的研究，并由于其对锂丰度特殊恒星的研究而获奖。恒星表面锂元素丰度的异常，是恒星内部热核反应与物质输运过程相互交叉的结果，是近年来天体物理研究中的一个重要热点问题。闫宏亮利用我国 LAMOST 和美国 APF 望远镜数据，发现了一颗迄今为止锂丰度最高的巨星，其表面锂丰度是普通巨星的 3000 倍，突破了传统锂增丰理论所给出的丰度上限。他与团队将光谱学与星震学研究结果相结合，发现富锂巨星绝大部分是红团簇星，而非通常所认为的红巨星，并发现红团簇星的锂丰度高于红巨星。利用 LAMOST，他和团队还发现了超过 1 万颗富锂巨星，是以往所有发现数目总和的 4 倍。这些成果得到国际同行的高度关注与广泛引用。

在中国天文学会 2021 年学术年会开幕式上，中国天文学会理事长景益鹏院士为获奖者颁奖。受组委会邀请，闫宏亮作“旧谜题的新答案——关于富锂巨星我们都知道些什么”的大会特邀报告，介绍近年来 LAMOST 在锂超丰恒星和锂演化方面的成果，并讨论了关于恒星中锂增丰机制等前沿问题。

富含 alpha 元素的“年轻”恒星形成机制问题研究

近期，北京大学博士研究生张萌、张华伟研究员、德国马普天文研究所向茂盛博士等使用 LAMOST 光谱数据的红巨星样本，筛选出 1000 余颗富含 alpha 元素的“年轻”恒星，并对这些恒星的形成机制进行了深入分析和研究，结果表明这些富 alpha 元素的“年轻”恒星可能起源于双星演化，这使得人们对此类特殊恒星的形成有了更进一步的认识。该成果发表在国际知名天文学术期刊《天体物理学报》(2021, ApJ, 922, 145)。

作为银河系的主体，银盘通常被分为两种成分：一是年轻的薄盘恒星，alpha 元素丰度较低；二是相对年老的厚盘恒星，具有较高的 alpha 元素丰度。近年来一些研究工作却发现了一些富含 alpha 元素的“年轻”恒星，这与银河系化学演化模型的预言不一致，因此这类特殊恒星的形成机制一直困扰着天文学家。



左图的红色方框内为选取的富 alpha 元素“年轻”恒星，右图为不同类恒星的多种元素丰度比较。

研究人员利用 LAMOST 红巨星样本中提供的多种元素丰度和年龄信息筛选出了 1000 余颗富 alpha 元素的“年轻”恒星。经统计分析发现，这类恒星的运动学参数以及 alpha 元素、铁族元素等丰度的分布与富含 alpha 元素的年老厚盘恒星一致，但样本中的部分恒星具有很高的碳元素和钡元素含量，这意味着此类恒星可能从伴星中获得了富含碳和钡元素的物质。这样的研究结果支持富 alpha 元素的“年轻”恒星来源于双星演化的理论模型，因为吸积物质，恒星的质量增大，而基于单星演化模型的年龄确定方法使得这类恒星被错误地认为是年轻的恒星。

该成果利用具有丰富信息的 LAMOST 红巨星大样本优势，开展了千余颗富含 alpha 元素“年轻”恒星的统计分析研究，为此类恒星一直悬而未决的形成机制问题做出了推动性的工作，具有重要的科学意义。

观测运行部工作情况

12月，LAMOST 共观测了 149 个天区。理论观测时间为 372 小时，实际观测时间为 272.8 小时，占理论观测时间的 73.3%。受兴隆观测站天气原因*影响，共 93.3 小时未能观测，占理论观测时间的 25.1%。

本月，望远镜仪器故障时间为 5.9 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12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；12月份实际观测计划执行情况如下：M：26个，B：17个，V：27个，中分辨率：79个，共计 149 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；
- ✓ 解决和回馈用户提出的数据方面的问题；
- ✓ 完成 12 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 子镜清洁及反射率测量；6 块金基紫外增强型反射镜清洗、清洗前后反射率测量；MA 镜罩轨道、镜室框架罩壳等日常清洁维护；MAS-H 定位、标准光源、棱镜清洁等维护；焦面姿态、像场旋转零位复核和调整，完成测试数据的更新；

光谱仪日常维护、CCD 控制器、像质自检维护；测量后续计划更换的 6 台光谱仪光纤长度；水冷机管路检查维护；光纤定位相机安装支架调整，更换相机镜头，现场开展三台相机的矫正测试；光谱仪中低色散观测模式切换，像质调试；中分辨率定标灯谱线测试；焦面光纤定位主节点控制器更换，光纤定位系统维护和持续监测；MA 力促动器结构件维护和更换，对维修后的力促动器进行线性测试；配合现场观测。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope