

研究人员利用 LAMOST-Gaia 巡天数据精确测量银河系质量



作为银河系的基本物理参数之一，银河系的质量对理解银河系乃至本星系群的动力学至关重要。精确测量银河系质量也是检验冷暗物质宇宙学模型在小尺度上适用性的关键。但是，受观测的限制，国际上至今对银河系质量的估计依然存在很大的不确定性。

近日，由三峡大学天文与空间科学研究中心、中国科学院国家天文台、澳大利亚斯温伯恩理工大学以及上海交通大学等单位组成的国际研究团队利用我国郭守敬望远镜（LAMOST）的海量光谱以及欧空局盖亚（Gaia）卫星的高精度自行数据，精确测量出银河系的质量约为 5500 亿倍太阳质量。该结果相比国际其它团队测量的平均值（约 1 万亿倍太阳质量）缩小了近一半，精度提高了近一倍。相关成果发表在英国《皇家天文学会月刊》（2022, MNRAS, 516, 731B）。这是该团队近年来开展系列相关研究工作的第三项成果。

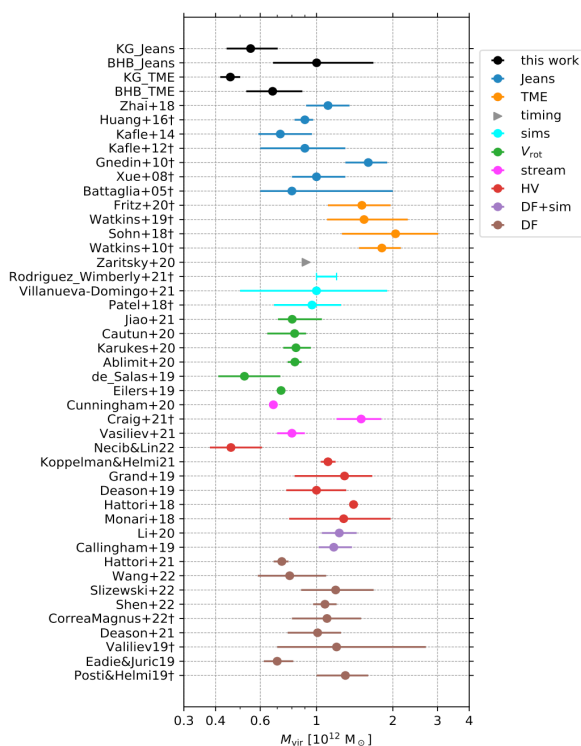


图 1 国际上各个工作组测量出的银河系质量（以往天文学家测量结果的平均值大约为 1 万亿倍太阳质量）

相对国际其它团队的研究，LAMOST 提供的大样本光谱数据是该研究成果的主要优势之一。研究团队从 LAMOST 光谱数据中精选出 1 万多颗“均匀”（即剔除了星流等子结构）的银晕恒星。该样本不仅数量多、覆盖范围大（20 万光年范围），而且还拥有每颗星的三维位置、三维速度以及金属丰度。这为团队围绕银晕开展系列具有国际竞争力的研究奠定了坚实的数据基础。利用该样本，三峡大学 Sarah 副教授等人 2019 年首次测量了银河系恒星晕的各向异性参数（Sarah et al. 2019, AJ, 157, 104）；2021 年，研究团队进一步揭示了各向异性参数与恒星金属丰度及年龄的相关性（Sarah et al. 2021, ApJ, 919, 66）。作为银晕系列研究的第三项成果，该团队使用三维球对称金斯方程（3D Spherical Jeans Equation）和示踪质量估计法（Tracer Mass Estimator, TME）两种方法测得了一致的银河系质量。

早在 2008 年，国家天文台的薛香香博士（该系列工作的主要负责人之一）等人测量出银河

系的质量大约为 1 万亿倍太阳质量，比以往天文学家们测定的结果“瘦”一半。2016 年，北京大学黄样博士和刘晓为教授从 LAMOST 观测数据中遴选出 16000 多颗位于银河系外盘的红团簇巨星样本，并从美国 SDSS 数据中筛选出主要分布于银晕中的约 6000 颗 K 巨星样本。绘制出了当时最精确的银河系自转曲线，在此基础上最终测量出的银河系质量约为 9 千亿倍太阳质量。而此次 Sarah 副教授和薛香香等人的最新测量结果表明，银河系可能比之前认为的还要再“苗条”一半。这意味着银河系中不发光但产生引力的暗物质比原先估计的要少得多。

5500 亿倍太阳质量的银河体重进一步支持了马克斯·普朗克天文所所长汉斯-瓦尔特·里克斯的猜想：“较小的银河系质量也意味着银河系迫使卫星星系围绕其旋转的能力较小，故大、小麦哲伦星云可能并非银河系的卫星星系，而仅仅是目前刚好在银河系附近的‘匆匆过客’。”

LAMOST 在测量银河系质量的系列工作中发挥了重要的大样本光谱数据优势。近年来，LAMOST 助力全球天文学家不断揭示银河系奥秘，在获取更精确的银河系基本物理参量以及银河系结构和形成演化等方面已经并正在取得一系列举世瞩目的突破性成果。

该成果先后被科技日报、中国科学报、《环球科学》要闻等媒体报道，受到国内外天文界广泛关注。论文链接：<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022MNRAS.516..731B>

研究人员利用 LAMOST 数据发现包含致密天体的双星系统

近期，国家天文台博士生李雪、王松副研究员等人利用 LAMOST DR9 针对 K2 四个天区的巡天数据，发现了三个包含中子星或白矮星的双星系统。该成果是研究人员借助 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。该成果发表在《天体物理学报》(2022, ApJ, 938, 78)。

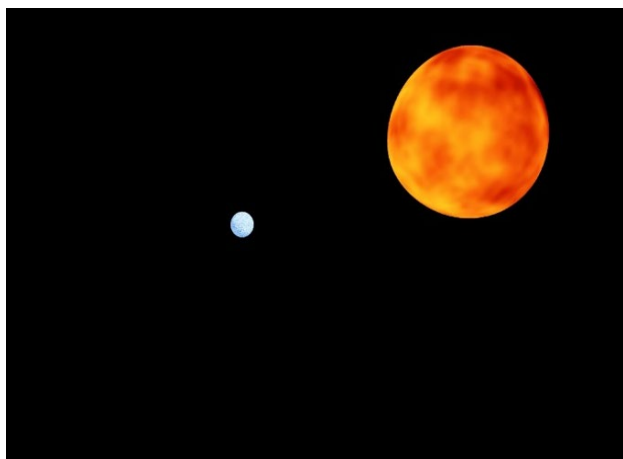
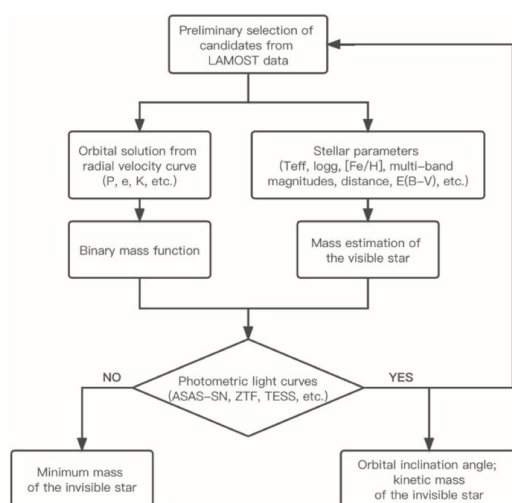


图 2 包含致密天体的双星系统示意图 (图源: Yituan)

LAMOST 的时域巡天数据可以提供高精度的视向速度。利用光谱视向速度来寻找致密天体，已经被证明是一种可靠的新方法。致密天体是恒星演化到晚期的产物，即白矮星、中子星和黑洞的统称。近年来，天文学家已经通过视向速度变化的方法发现了多个黑洞和中子星系统。2019 年刘继峰等人利用 LAMOST 光谱视向速度变化方法，在光学波段发现了

大质量恒星级黑洞 LB-1；2022 年伊团等人基于 LAMOST 数据发现了一颗宁静态中子星。致密天体的搜寻对于理解恒星演化、致密天体的物理性质以及银河系结构等具有重要意义。研究团队首先从 LAMOST 中选择视向速度变化明显，并且光谱为单线的源。然后通过 The Joker 拟合视向速度，得出轨道解（例如周期 P 、偏心率 e 和半振幅 K 等），利用轨道参数计算出质量函数。同时，根据 LAMOST 提供的恒星参数计算出可见星的演化质量和引力质量。最后，结合轨道参数计算出不可见星的质量。选源的流程图如下图。



最终研究团队发现了三个单线光谱双星：

第一个双星系统 G6084 的轨道周期为 7.03 天，双星中可见星质量为 1.18 倍太阳质量，不可见星最小质量为 0.94 倍太阳质量。

第二个双星系统 G6081 的轨道周期为 0.79 天，可见星质量为 0.83 倍太阳质量，不可见星最小质量为 0.76 倍太阳质量。

第三个双星系统 G6405 的轨道周期为 6.43 天，可见星质量为 1 倍太阳质量，不可见星最小质量为 0.81 倍太阳质量。

这些双星系统的可见星都没有填满它们的洛希瓣。由于测光数据质量不理想，团队没有对这些双星系统的倾角进行约束。此外，研究团队对这三个源进行了光谱分解，并没有发现其它的吸收光谱成分。经分析，研究人员认为这三个双星系统中不可见星应该是宁静态的中子星或者白矮星。

除了这四个 K2 天区外，2020 年以来，LAMOST 还对另外四个 K2 天区进行了时域巡天。随着 LAMOST 时域巡天数据的不断积累，研究团队还会发现更多包含致密天体的双星系统，这将帮助我们更好地理解大质量恒星的后期演化等相关问题。

文章链接：<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ac8f29>

观测运行部工作情况

10 月，LAMOST 共观测了 74 个天区。理论观测时间为 253 小时，实际观测时间为 136.6 小时，占理论观测时间的 54.0%。受兴隆观测站天气原因*影响，共 114.1 小时未能观测，占理论观测时间的 45.1 %。

本月，望远镜仪器故障时间为 2.4 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 10 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；10 月份实际观测计划执行情况如下：M: 12 个， B: 10 个， V: 14 个， 中分辨率：38， 共计 74 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。)

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 10 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；完成数据处理机房硬件维护。

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、子镜镜面、6 块金基紫外增强型反射测试片的清洁维护及反射率测量；MA 镜罩轨道及镜室框架罩壳清洁维护；子镜日常巡检、圆顶温湿度等日常巡检和记录；位移促动器更换及子镜姿态调整；导星 CCD 框架测试；MA 和 MB 桁架、像旋钢带码清洁维护等。

光谱仪日常自检、像质自检、效率复核和维护；光谱仪相关设备仪器检查和维护；中低色散观测模式切换和像质维护；光谱仪自动切换系统检测；1、2 号光谱仪准直镜更换及维护；光纤定位标准靶测试及光纤定位相机畸变检测；MA 制冷机组日常检查和维护等相关工作；配合巡天观测。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope