

研究人员利用 LAMOST-Gaia 数据发现包含致密天体的宽距双星系统

近期，中国科学院国家天文台银河系三维结构研究团组博士生赵欣林、王松副研究员等人通过 LAMOST DR9 和 Gaia DR3 数据发现了三个包含白矮星或者中子星的宽距双星系统。该成果是研究人员基于 LAMOST 高精度的视向速度数据和 Gaia 的天体测量数据在搜寻致密天体方面取得的又一项重要进展，该研究成果已被国际天文期刊《天体物理学报》(ApJ) 接收。

致密天体是白矮星、中子星和黑洞的统称。致密天体的搜寻和研究对进一步理解恒星的演化过程、检验超新星的爆炸模型以及致密天体的物理性质具有重要意义。致密天体搜寻的主要方法大致可分为五类：探测来自致密天体周围吸积盘的 X 射线；探测致密天体合并时产生的引力波；探测来自背景恒星的流量增强（微引力透镜）；恒星的视向速度监测；恒星的天体位置测量。与传统的 X 射线方法相比，视向速度监测的优势是可以被用来发现处于非相互作用双星系统的致密天体。

赵欣林和王松等人利用 LAMOST DR9 和 Gaia DR3 数据发现的三个包含白矮星或者中子星的双星系统都是宽距双星系统。宽距双星的长轨道周期意味着可能存在一个较大质量的致密天体，但也可能导致研究人员无法从有限的光谱观测中测量出视向速度的变化，然而 LAMOST 和 Gaia 数据的结合能够帮助研究人员在一定程度上克服上述困难。研究团队首先从 Gaia DR3 的双星星表中筛选出谱线为单线特征，并且有多次 LAMOST 观测的双星系统。LAMOST 提供的视向速度可用于对系统开普勒轨道进行解轨，同时也能用于检验 Gaia DR3 所给出的轨道解。最终，基于以上数据，研究团队筛选出了三个包含白矮星、中子星的双星系统。

研究团队最新发现的这三个包含致密天体的双星系统分别被命名为 G4031、G3431、G8441，经研究分析发现：

G4031 是一个轨道周期约为 140 天的双星系统。其可见星是一颗质量约为 1.5 倍太阳质量的 G 型主序星（图 1），伴星为一颗最小质量约为 0.8 倍太阳质量的致密天体。

G3431 的轨道周期约为 120 天，可见星是一颗 G 型的主序星（图 1），不可见星是一个最小质量约为 1.3 倍太阳质量的白矮星或者中子星。

G8441 的轨道周期约为 47 天，其光变曲线（图 2）表明它的可见星是一颗壳层被剥离的巨星。在考虑了物质交换之后，其可见星的质量约为 0.28 倍太阳质量。研究团队认为，该可见星

的质量和轨道周期都表明可见星的氢壳层不久会被完全剥离，并且最终将会演化成一颗极低质量的白矮星。通过光变曲线拟合，研究团队获知这个可见星的伴星是一颗质量在 1.1 到 1.5 倍太阳质量的致密天体，可能是一颗白矮星或者中子星，也有一定概率为一颗 F 型主序星。

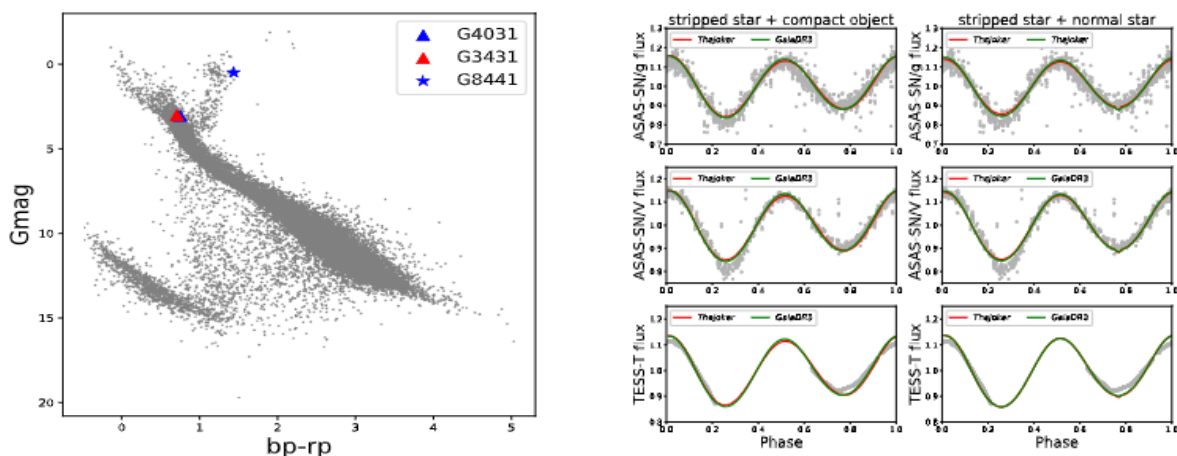


图 1 三个系统的可见星在赫罗图上的位置。图 2 G8441 的光变曲线以及最佳拟合的结果图，其中左列为巨星与致密星系统的模型拟合，右列为巨星与普通恒星的模型拟合。

通过结合 LAMOST 高精度的视向速度和 Gaia 的天体测量数据，越来越多的致密天体将会被发现，特别是处于宽距双星系统的致密天体。这些搜寻工作将有助于研究人员建立更完备的致密天体质量分布函数，并有助于解决中子星最大质量、黑洞最小质量以及质量间隙等致密天体的基本问题。论文链接：<https://arxiv.org/abs/2308.03255>

研究人员利用 LAMOST 数据揭示银河系尘埃性质分布



近日，北京师范大学天文系、天文与天体物理前沿科学研究所的博士生张若羿和苑海波副教授，与云南大学陈丙秋副教授合作绘制了一份目前分辨率最高的银河系尘埃性质分布图。该工作利用 LAMOST 数百万颗恒星，基于精确测量的多波段消光得到了追踪星际尘埃性质的关键参量，这为理解不同星际环境中尘埃的特性及其演化提供了新的视角，为实现精确的消光校正也具有重要意义。目前该成果已在国际天文期刊《天体物理学报增刊》（2023,ApJS,269,6）发表。

消光规律，又称消光曲线，是尘埃消光随波长变化的函数，而总的消光量和选择性消光量之间的比值 R_v 是反映星际尘埃性质的关键参量，它既在很大程度上决定了消光曲线的形状，又反映着尘埃的颗粒大小、化学组成等性质。目前的研究表明， R_v 越大，尘埃颗粒的平均尺寸越大，消光曲线的总体斜率越平，越接近灰消光；反之， R_v 越小，则消光曲线越陡峭，其随波长的变化也更加剧烈。

在 2010 年之前，能够精确测量 R_v 的恒星只有几百颗。近年来 Schlafly 等人基于大视场光

谱巡天的工作将这类恒星的数目扩大到了数万颗，并揭示出 R_v 与远红外 SED 的形状密切相关，而且大多与星际介质的密度无关。然而，现有的研究依然是有限的，因为它们的消光曲线测量对不同环境的取样非常稀少，这使观测到的消光变化依然难以与物理机制之间建立联系。

研究人员开发了一种基于恒星理论光谱和 Fitzpatrick 等人 (1999) 的消光曲线的正向建模方法，在考虑了恒星光谱能量分布和消光对于色余比的综合影响后，测量了约 300 万颗 LAMOST 恒星的 R_v 值，绘制了迄今分辨率最高的覆盖银盘与银晕天区的二维 R_v 分布图 (图 3)。

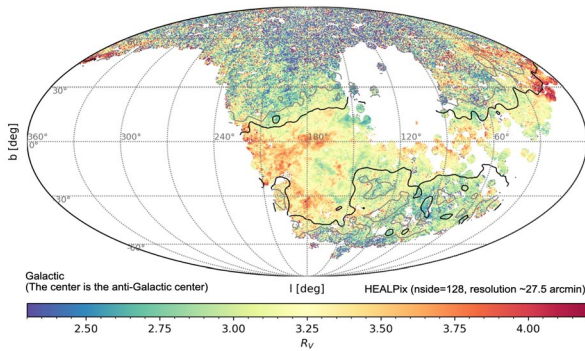


图 3 R_v 的二维空间分布图。颜色代表每个方向的 R_v 中值。空白区域表示缺乏足够的恒星。黑色和灰色轮廓线分别表示消光值为 0.1 和 0.05 的区域的分界线。

研究者发现 R_v 的总体分布很好地符合高斯分布，其均值为 3.25，标准差为 0.25。银盘内 R_v 的空间变化印证了此前已经发现的跨越千秒差距的大尺度结构，同时最新揭示了单个分子云内的小尺度结构。 R_v 在数值上的变化范围也很广，分布在 2.5 到 4 之间。研究人员还发现分子云内部的 R_v 值低于其周边区域 (图 4)。在具有不同 R_v 均值的分子云内这一规律都十分明显，这

表明分子云在尘埃颗粒的化学和尺寸演化过程中起着至关重要的作用。

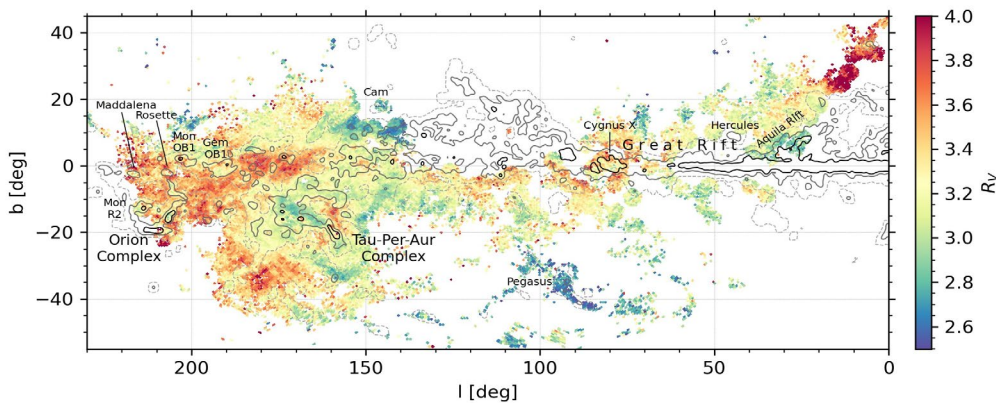


图 4 银盘可靠方向上的 R_v 图，每个方向的 R_v 中值用彩色点表示。灰色等值线显示的是 Planck 等 (2016) 经过平滑处理后的 CO 图，用于示踪分子云，随着强度的增加，等值线变得越来越粗 (从灰色虚线到黑色实线)。白色区域为未观测到或不可靠的区域。

研究人员还发现当消光 $E(B-V)$ 处于 0.1 星等到 1.25 星等范围内时， R_v 在很大程度上与 $E(B-V)$ 无关。值得注意的是，该研究并不涉及具有更大消光的分子云核心区域。此外，他们还研究了 R_v 与其它星际参数 (如尘埃温度、尘埃发射谱指数、中性氢柱密度、分子氢柱密度以及它们的比值，气尘比) 之间的相关性，发现这些关系随消光大小的变化而变化，这为研究不同星际环境中尘埃的不同特性提供了新的认识，也为实现精确的消光校正奠定了基础。

观测运行部工作情况

10月，LAMOST共观测了107个天区。理论观测时间为310小时，实际观测时间为178小时，占理论观测时间的57.4%。受兴隆观测站天气原因*影响，共118.1小时未能观测，占理论观测时间的38.1%。望远镜仪器故障时间为13.9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

- ✓ 二维光谱数据处理分析软件的运行和维护；
- ✓ 完成正式巡天日常观测计划的制定，10月实际观测计划执行情况如下：
低分辨率非时域天区：22个VB天区；
17个BM天区；低分辨率时域天区：9个BM天区；中分辨率天区：51个；测试天区：8个；共计107个。

（VB代表10m-14m及部分14m-15m的较亮天区；
BM代表14m-17.8m的天区。）

数据处理部工作情况

- ✓ 一维光谱数据处理分析软件的运行和维护；
- ✓ 持续改进数据质量控制，建立数据质量回溯应用系统，并优化数据处理和发布流程；
- ✓ 凝练个人专长和研究方向，为LAMOST建制化研究提供依据。

技术维护与发展部工作情况

主动光学和MA机架跟踪电控系统日常自检测试和维护；MA子镜和MB子镜测试片、子镜镜面和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清洁维护等；镀膜超净间悬臂吊、电动葫芦等镀膜设施大维保。

拆卸、吊装3块MB子镜并调试；完成3块MB子镜的脱膜和重新镀膜；MB子镜的位移促动器维护，位移促动器居中测试；边缘位移传感器测试等；

光谱仪日常自检和像质维护；更换两块蓝区CCD控制器和电源；离子泵和半导体维护；16台光谱仪低、中色散切换和调整等工作。

光纤定位单元控制电源维护；光纤单元闭环定位系统恢复并测试；更换50根光纤单元，光纤闭环走位系统功能测试并分析测试数据；修改光纤闭环相机参考光纤程序算法并测试；现场设施的维护及配合巡天观测。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope