

研究人员绘制出目前最精确的银河系旋转曲线

近日，中国科学院大学黄样博士等人所在的研究团队利用机器学习的方法，获得了我国郭守敬望远镜(LAMOST)和美国 APOGEE 巡天中超过 25 万颗亮红巨星的高精度距离(优于 15%)，并利用该样本精确测量了距离银河系中心 1.6 万光年至 8.1 万光年范围内的银河系旋转曲线，成为目前该范围内最精确的银河系旋转曲线。这为测量银河系总质量及太阳领域的暗物质密度等基本物理量提供了至关重要的约束，对搜寻暗物质粒子、理解暗物质在银河系中的分布意义重大。该成果发表在国际知名学术期刊《天体物理学报》(2023,ApJ,946,73)。

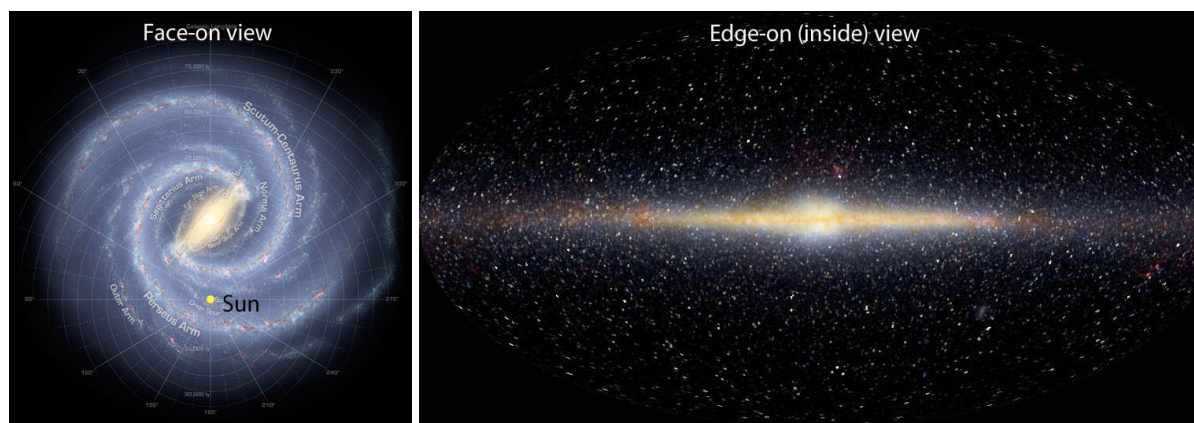


图 1 银河系的俯视(左)和侧视(右)示意图 (NASA/JPL)

精确测量银河系的旋转曲线是相当具有挑战性的工作，天文学家需要取得银河系中距离银心较远处的示踪天体的精确距离、自行和视向速度信息。中国科学院大学黄样等人从 LAMOST 和 APOGEE 光谱巡天中搜集了银河系中超过 25 万颗亮红巨星的光谱数据，这些光谱数据提供了精确的恒星大气参数、视线速度、化学元素丰度等参数信息。研究团队进一步利用欧空局 Gaia 卫星数据中的三角视差，利用贝叶斯方法估计出的距离信息作为训练样本，基于机器学习方法从光谱数据中得到了这 25 万余颗亮红巨星的分光距离。各种测试表明，这些距离的估算精度优于 10%-15%，这对精确测量银河系较远处的恒星距离意义重大 (Gaia 视差允许的有效测量距离仅 6 kpc 左右)。

基于该亮红巨星的大样本，研究团队从中遴选出大约 54000 颗具有视向速度、自行和分光距离的银河系薄盘恒星，利用金斯模型构建了距离银河系中心 1.6 万光年至 8.1 万光年范围内(5kpc-25kpc)的银河系旋转曲线，精度高达 1-3 km/s。

基于该旋转曲线，研究团队进一步构建了银河系的质量模型。在该模型中，研究人员估算出的银河系质量约为 8050 亿倍太阳质量 $((8.05 \pm 1.15) \times 10^{11} M_{\odot})$ ，太阳邻域的暗物质密度约为 $0.39 \pm 0.03 \text{ GeV cm}^{-3}$ 。

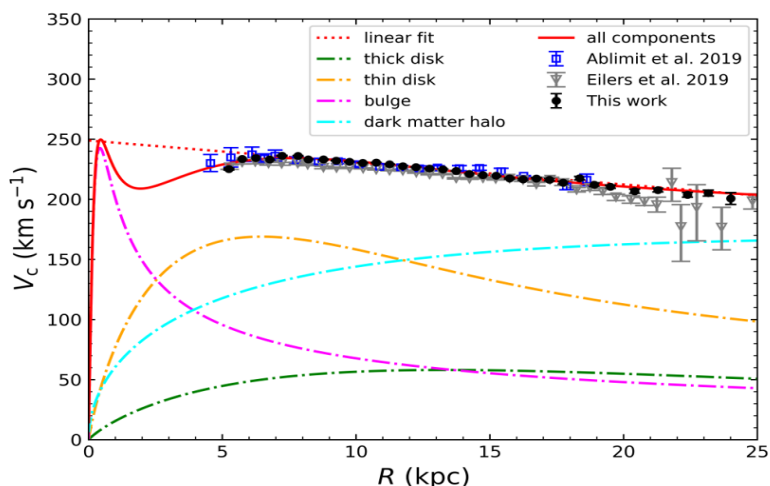


图 2 该工作测得的最新银河系旋转曲线（黑色实点）。红色实线表示质量模型对旋转曲线的最佳拟合，分别由核球（洋红色点虚线）、薄盘（金色点虚线）和厚盘（绿色点虚线）以及暗物质晕（青色点虚线）成份所贡献。蓝色方框和绿色倒三角分别代表 Eilers 和 Ablimit 等人 2019 年的测量结果。

审稿人对该成果给予了高度评价：“这是目前对银河系旋转曲线最好的测量。”该成果第一时间被央视客户端、中央广播电视总台中国之声、科技日报、光明网等媒体宣传报道，引起广泛关注。

LAMOST-ET 项目协同研究讨论会在京召开

4 月 6 日至 7 日，郭守敬望远镜（LAMOST）与我国地球 2.0（ET）项目的协同研讨会在中国科学院国家天文台召开。来自国家天文台、上海天文台、清华大学、北京大学、北京师范大学、南京大学以及美国麻省理工学院、德国马普学会太阳系研究所、瑞典斯德哥尔摩大学和英国赫特福德大学等 20 余家国内外科研机构和大学的 90 余名代表参加了此次研讨会。

本次研讨会内容丰富，精彩纷呈，共设置了 31 个主题学术报告，包含 ET 项目介绍、LAMOST 进展介绍、LAMOST-Kepler 系列项目以及 LAMOST-ET 项目协同下的系外行星、恒星活动性、星震学、双星和变星、银河系演化等前沿领域的科学研究等 12 个部分的会议内容。

会上，ET 项目负责人、上海天文台葛健研究员详细介绍了 ET 项目的科学目标、总体方案和最新进展。ET 项目是由我国上海天文台发起，是国际上首个将凌星和微引力透镜两种系外行星探测方法集成在一起的空间光学望远镜卫星系统。目前正处于立项筹备之中。相比于国际上的 Kepler 和 TESS 等系外行星太空巡天“前辈”，其探测深度和清晰度将得到极大提升。ET 的

核心科学目标是在银河系中寻找到目前尚未发现的“地球 2.0”，充分认识类地行星的特征和形成演化机制。

LAMOST 运行和发展中心观测运行部主任施建荣研究员，介绍了 LAMOST 光谱巡天的主要观测流程和观测效率。LAMOST 作为目前国际上光谱获取量最多的巡天望远镜，在其第一期和第二期光谱巡天中对美国 Kepler 项目的系外行星巡天天区进行了观测，并获取了数十万的恒星光谱。国内外天文学家利用这些数据在系外行星、恒星物理及银河系演化等多个领域取得了一系列丰硕的研究成果。



图 3 部分参会人员合影

研讨会上，参会人员在交流 LAMOST 前两期巡天相关观测经验和观测效率的基础上，就 LAMOST 与 ET 项目协同研究的科学意义、可行性、最佳方案等方面进行了深入探讨并提出了一些前瞻性的合作建议。

LAMOST-ET 项目的协同合作将标志着我国天文界可以利用自己的地基和空间设备来推动系外行星的探测之路，以构建中国系外行星研究领域发展的新格局。

国际合作交流

3 月 29 日，在“一带一路”国际科学组织联盟(ANSO)访问学者计划项目的支持下，英国赫特福德大学 Hugh Richard Arthur Jones 教授应中心副主任罗阿理研究员的邀请，访问 LAMOST 运行和发展中心，开展“基于 LAMOST 的小质量恒星与褐矮星的物理性质研究与测量”课题的合作研究。该课题是由国家天文台承担的 ANSO 访问学者计划项目的子课题之一。

ANSO 访问学者计划项目是依托国家天文台运行的国家重大科技基础设施 LAMOST 和 FAST，围绕两大设施的主要科学领域和科学目标开展国际交流和研究工作。Hugh Jones 教授拥有丰富的测光以及光谱数据处理和分析经验，在小质量恒星和褐矮星的研究领域从事科学研究 30 余年，他带领的团队在小质量恒星与褐矮星及系外行星方面取得了丰硕的成果。Hugh Jones 教授共计在 LAMOST 运行和发展中心访问 4 个月，预期将对 LAMOST 现有的 M 型光谱进行性质研究，并选出其中可能的双星、褐矮星和射电噪星等特殊天体。

观测运行部工作情况

4月, LAMOST 共观测了 36 个天区。理论观测时间为 270 小时, 实际观测时间为 85.8 小时, 占理论观测时间的 31.8%。受兴隆观测站天气原因*影响, 尤其是沙尘天气增多, 共 184.2 小时未能观测, 占理论观测时间的 68.2%。

本月, 望远镜仪器故障时间为 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

- ✓ 更新和完善科学巡天的输入星表;
- ✓ 完成4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; 4月份实际观测计划执行情况如下: M: 0个, B: 5个, V: 10个, 中分辨率: 21个。共计36个天区。

(V为9m-14m 天区; B 为14m-16.8m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;
- ✓ 准备LAMOST DR11 v0版本第二批光谱数据的发布;
- ✓ 完成4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 和 MB 子镜测试片、子镜镜面、6 块金基紫外增强反射实验镜片清洁维护及反射率测量; 光纤端面质量检查和 4000 根光纤单元清洁维护等。子镜日常巡检和夏季镀膜维护准备。

光谱仪日常自检、像质自检、效率复核和维护; 完成光纤胶接准备, 检查维护 16 台光谱仪漏光问题; 更换 9 号光谱仪的蓝端杜瓦; 更换前照灯。光纤定位单元维护, 故障单元复元和屏蔽; 更换主节点, 修改主节点程序并调试, 新节点功能测试; 光纤闭环程序修改和测试, 闭环相机调焦、对星测试及数据处理分析;

制冷机组、通风机组日常检查和维护; MA 力促动器维修、测试等; MB 子镜机械手现场运行测试, 顺利试拆、安装 29 号位 MB 子镜等; 配合现场观测。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope