

研究人员首次探测到银河系棒共振的化学和运动学信号



近日，北京师范大学孙伟祥博士、姜碧沄教授和云南大学刘晓为教授等人的研究团队利用 LAMOST 和 APOGEE 巡天所提供的 17 万余颗红团簇星的大样本，结合 Gaia 巡天所提供的天测数据，首次在较大的银河系空间范围内，捕捉到银河系棒共振的化学和运动学信号，弥补了以往使用银河系子结构捕捉银河系棒共振信号的诸多不足，这对于我们进一步约束银河系棒的基本属性具有重要意义。该成果发表在国际天文学术期刊《天体物理学报通信》(Sun, et al. 2024, ApJL, 965, L9)。

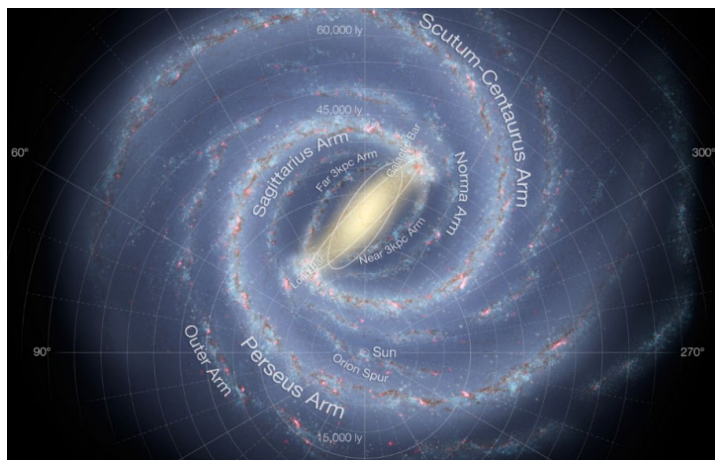


图 1. 银河系的俯视图。(图片来自 R.Hurt)。

银河系被认为是一个棒旋星系，内部存在一个旋转的棒或旋转的四极棒，探测银河系棒的共振信号对于约束银河系棒的基本属性（例如：其质量、长度以及是否存在两个棒等）至关重要，然而以往对于银河系棒共振信号的探测仅局限于太阳领域特殊的局部运动学子结构，这在一定程度上导致我们难以判断这些特殊的局部运动学子结构是否由棒的共振形成。因此，有必要构建较大银盘区域上普遍存在的属性以探测银河系棒的共振信号，从而有助于我们进一步约束银河系棒的基本性质。

理论而言，无论银河系存在一个旋转棒还是旋转的四极棒，银河系棒的共振信号都应该存在于较大银盘区域内的化学和运动学特征之中。北京师范大学孙伟祥博士等人使用 LAMOST-APOGEE 红团簇星样本，首次在较大的银盘区域内捕捉由银河系棒的共振所引起的厚盘（年老）和薄盘（年轻）星族的化学和运动学属性随银河系半径的周期性变化行为。

通过对化学属性的测量，他们发现 LAMOST-APOGEE 红团簇星的垂向金属丰度梯度随银河系半径变化的关系在扣除整体趋势后（见图 2），其薄盘和厚盘的剩余垂向金属丰度梯度随半径 R 的变化均存在显著的周期性震荡行为。

通过对运动学属性的测量，他们发现 LAMOST-APOGEE 红团簇星的速度椭圆倾角 α 服从 $\alpha = \alpha_0 \arctan(Z/R)$ 关系，并且还发现薄盘和厚盘的 α_0 随半径 R 的变化也均存在显著的周期性震荡行为（见图 2）。孙伟祥博士等人认为薄盘（年老）和厚盘（年轻）星族的垂向金属丰度梯度在扣除整体趋势后的梯度和 α_0 随银河系半径 R 的周期性震荡行为分别是银河系棒共振的化学和运动学信号，并且对它们与半径 R 之间的关系进行了周期性拟合，发现薄盘和厚盘的拟合结果显示明显不同的波函数形式，表明了这两个星族存在明显不同的共振模式，这意味着银河系两个棒的存在。

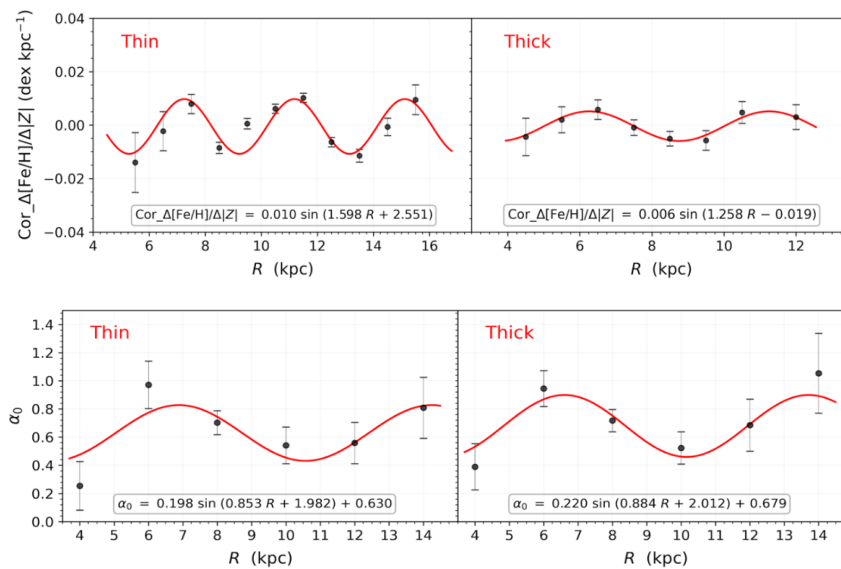


图 2. 上图所示为该工作所测的薄盘和厚盘的垂向金属丰度梯度在扣除整体趋势后的梯度作为银河系半径 R 的函数（黑色点）。下图所示为该工作所测薄盘和厚盘的 α_0 作为 R 的函数关系（黑色点）。图中的红色曲线均表示使用正弦函数对数据点拟合所得到的最佳拟合曲线。

该成果实现了从化学和运动学属性上对银河系棒共振信号的探测，为进一步研究银河系棒的属性奠定了基础。论文链接：<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ad3554>

基于 LAMOST 巡天数据的恒星年龄测量新方法

近期，意大利帕多瓦大学王海峰等人采用梯度提升决策树新算法 (GBDT) 估计了 LAMOST 红巨星 (RGB) 恒星的年龄，测试了该新方法的可行性。与疏散星团的年龄相比，最终测量的年龄精度约为 15%-30%，年老恒星系统误差约为 1-2 Gyr。

银河系是研究星系考古学的独特实验室，天文学家可以利用多维信息来研究恒星星族的性质及其历史。恒星表面的化学元素丰度可以为恒星诞生时的银河系环境提供化石证据，恒星年龄更有助于追溯银河系的历史。大样本恒星年龄的准确估计对于全面了解银河系中不同恒星星族的

结构、运动学和动力学至关重要，测量大样本恒星年龄一直是恒星和银河系领域的热点问题。所以该团队一方面充分利用所有的公开数据，另一方面基于新方法提升对恒星参数的准确度、精度和系统误差的认识。

在 PLATO 巡天到来之前，红巨星在星震学和光谱学的共同约束下的年龄测量主要适用于某些区域的特定样本，例如：Kepler、CoRoT、K2 或 TESS 连续观测天区。因此，像 APOGEE、GALAH 或 LAMOST 这样的大规模光谱巡天，致力于为银河系考古学研究提供基于光谱数据的大样本年龄估计，一般使用星震学小样本作为基准数据。

在机器学习方面，可以依靠一个具有高质量恒星参数的训练集，然后将该工具应用于巡天数据中以预测大样本恒星的年龄。2022 年，该团队使用基于星震学数据分析后的恒星年龄作为训练样本，采用随机森林（RF）新方法和凸包算法来预测红巨星 RGB 和红团簇星 RCG 的质量，以及红团簇星 RCG 的年龄。

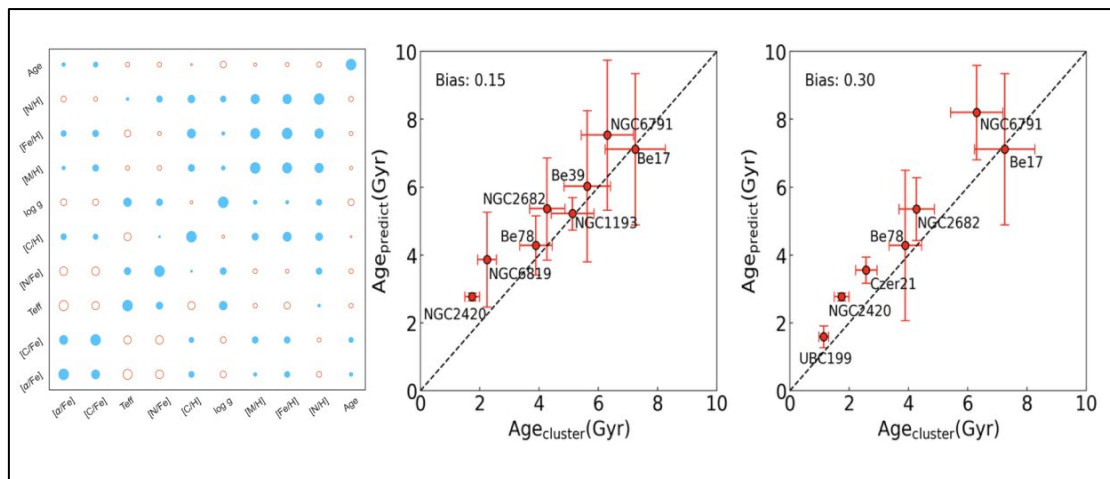


图 3 左图为该工作中所使用的高分辨率星震学样本的元素丰度与恒星年龄的相关性分析，右图为该工作所得到的恒星样本与疏散星团年龄的比较。

在该项工作中，研究团队将重整化思路和机器学习相结合，在 LAMOST 前期星表基础上，对不同恒星参数做了权重和相关性的全新分析，测试集结果的误差约为 11%。该团队克服并解决了方法测试过程中的过拟合问题，进一步探讨了系统误差，结果显示年老恒星系统误差约为 1-2 Gyr，而系统误差来源可能是由于恒星自转、质量损失、微观湍流等物理过程造成。此外，该团队还对元素丰度及其它它们与年龄的物理相关性做了讨论分析，对样本在银河系外盘的分布做了初步分析，并展望了恒星年龄的科学应用前景。

审稿人评价“这是一篇对恒星年龄测量方法经过深入比较分析的文章”，文章上线后也很快得到该领域国际资深团队 APO-K2 系列文章的关注。

文章链接：<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023arXiv231017196W/abstract>

观测运行部工作情况

4月，LAMOST共观测了63个天区。理论观测时间为270小时，实际观测时间为120.8小时，占理论观测时间的44.7%。受兴隆观测站天气原因*影响，共149.2小时未能观测，占理论观测时间的55.3%。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

- ✓ 二维光谱数据处理分析软件的运行和维护；
- ✓ 光纤定位闭环系统的功能测试，技术指标已达到项目要求，准备项目验收；
- ✓ 完成正式巡天日常观测计划的制定，4月实际观测计划执行情况如下：
低分辨率非时域天区：9个VB天区；13个BM天区；中分辨率天区：41个；共计63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；
- ✓ LAMOST人工智能建制化研究的组织及智能问答系统的v0版测试；
- ✓ 根据用户需求，准备研发在线分析工具。

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子镜测试片反射率测量、子镜镜面清洗；6块金基紫外增强型反射测试片的清洁维护和反射率测量；MA镜罩轨道及镜室框架清洁维护；子镜日常巡检、镀膜机维护保养等。

MA力促动器维修和电控线性测试；波前传感器电源控制箱及光源灯座等检查维护。完成三块MB子镜(5、6、8号)及其位移促动器拆装，并完成光学调整及主动光学调试；拆下镜室的镜面分离、脱膜并重新镀膜，镜室清洗。导星CCD封窗、焦面钢带码清洁维护。

光谱仪日常自检和像质维护；16台光谱仪中低色散切换和调整，像质维护并自检测试等。32台相机连拍测试，光纤卡子胶接并检查胶接光纤端面等。

光纤定位单元系统日常维护，7台光纤定位相机焦距日常检查及其它现场设施维护。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope