

研究人员利用 LAMOST 数据揭示 GSE 矮星系对银河系恒星晕结构的影响

近期, 国家天文台博士生吴文博、赵刚研究员和薛香香研究员等人利用我国郭守敬望远镜 (LAMOST) 巡天光谱数据, 揭示了约 110 亿年前银河系经历的 GSE (Gaia-Sausage-Enceladus) 主并合事件对银河系恒星晕整体结构的影响。通过分析银晕中 K 巨星的运动学参数和空间分布, 研究人员发现银河系恒星晕呈现出内扁外圆的“洋葱”结构, 而此次 GSE 主并合事件可能对银河系恒星晕的结构产生了很大影响, 导致银河系恒星晕的整体结构演化成了一个更圆的球形“洋葱”结构。该成果为银晕绘制了更清晰的画像, 也为进一步研究银晕结构及形成演化等问题提供了重要的观测依据。该研究成果发表在国际著名天文期刊《天文学报》(Astronomical Journal) 上。

在银河系的形成历史中, 矮星系并合事件起着重要的作用, 这些携带着大量恒星和暗物质的矮星系不仅加速着银河系的质量生长, 同时也影响着银河系恒星结构的形成。近年来, 随着我国 LAMOST、欧空局的 Gaia 卫星和美国 APOGEE 等大型巡天项目的开展, 天文学家发现约十亿年前某个大质量的矮星系曾掉落到银河系中, 并在强大的银河系引力作用下被撕成碎片, 这个矮星系被天文学家命名为恩塞拉都斯 (Enceladus)。由于来自该星系的恒星在速度空间上呈现出独特的香肠结构, 该矮星系又被命名为盖亚香肠结构 (Gaia-Sausage), 也就是著名的 GSE (Gaia-Sausage-Enceladus)。

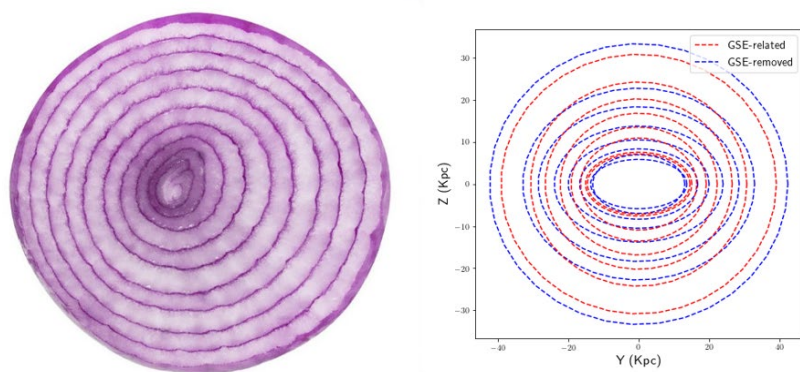


图 1: 左图展现的是洋葱的横截面图, 右图展示了两类恒星晕的密度轮廓。可以看到这两类恒星晕都具备内扁外圆的洋葱状结构, 然而 GSE 相关的恒星晕在密度轮廓上呈现一个更圆的“洋葱”形状。

基于 LAMOST 光谱数据, 研究人员通过分析银晕恒星的运动学参数和化学丰度, 发现银河系恒星晕中一半以上的恒星可能都起源于 GSE。就像两种颜料混合会产生新的颜色, 当前的银河系恒星晕可以说是起源于 GSE 的恒星和非 GSE 的恒星组合在一起的。为了揭示 GSE 对银河

系恒星晕总体结构的影响，研究人员将恒星晕分成两个部分，一部分是起源于并合事件 GSE 的恒星晕，另一部分则是由其它银晕恒星组成的非 GSE 恒星晕。研究人员发现两类恒星晕的密度轮廓都呈现出内扁外圆的洋葱结构。相比之下，非 GSE 的恒星晕形状更加扁平，GSE 恒星晕则呈现出更圆的“洋葱”形状。这表明 GSE 并合事件可能导致银河系恒星晕演化成了一个更圆的球状，看上去像一个圆圆的洋葱。除了观测证据，研究人员同时在 TNG50 宇宙学数值模拟中的类银河系模拟中也发现了类似的结果。

该结果是研究人员利用 LAMOST 光谱巡天数据在银河系结构研究领域取得的一项重要进展，它进一步揭示了银河系恒星晕的整体结构并加深了人们对恒星晕形成和演化的理解。在过去，天文学家们只能依赖于较少的银晕恒星样本来研究银河系恒星晕的整体面貌。如今，Gaia、LAMOST 和 APOGEE 等各类大型巡天项目的观测数据大大扩充了银河系的恒星样本，使得研究人员可以描绘出更加精细的银河系画卷。

文章链接: <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-3881/ac746e>

科研人员揭示反银心方向星流子结构起源的新证据

近期，山东大学威海校区石维彬等人与中科院国家天文台研究人员合作，利用 LAMOST 巡天光谱数据，结合美国 SDSS 的光谱数据，揭示了银河系反银心方向的三角座-仙女座星流（TriAnd）起源于银盘。这为证实银河系反银心子结构并不是被银河系吸积的矮星系遗迹，而是来自银盘一部分的结论增添了新证据。研究中还揭示了银河系麒麟环星流（MRi）和反银心星流（the Anti-Center Stream, ACS）的起源相关性。该成果为天文学家揭示银河系结构起源及形成演化等问题提供了新的观测证据，发表在国际知名天文期刊《天体物理学报》上 (ApJ, 2022, 933, 151)。

星流是银河系中一种显著存在的子结构，它们是银河系附近的矮星系或球状星团受到银河系强大的潮汐力被瓦解后而留存的痕迹。TriAnd 星流、MRi 星流和 ACS 星流都是银河系反银心方向上非常显著的星流结构。其中 TriAnd 星流是处于反银心区域银盘南侧的结构，距离太阳中心约 5.6 万光年；MRi 星流是一个环形子结构，距离银河系中心约 5.7 万光年。有意思的是 ACS 子结构在几何空间上与 MRi 非常靠近。

研究团队为了揭示 TriAnd 星流的起源以及 MRi 星流和 ACS 星流是否具有“血缘关系”开展了研究，利用 LAMOST 数据中的 K 巨星、M 巨星大样本优势，结合 SDSS 的光谱数据，并与 Gaia 数据进行交叉匹配获得了这些恒星的运动信息，最终筛选出了三个星流子结构的成员星，

其中包括 128 颗 TriAnd 成员星, 132 颗 MRi 成员星和 32 颗 ACS 成员星。

研究人员对银河系子结构 TriAnd 星流的成员星进行分析, 发现 TriAnd 星流在银盘南侧银经约为 133° 的区域存在一个突起的子结构, 整个星流正在逐渐远离太阳运动。更重要的是该星流的成员星化学元素含量(金属丰度)基本上与银河系厚盘中恒星的金属丰度保持一致, 而比它本身所处的银晕位置的恒星金属丰度更加富有。这表明 TriAnd 星流很可能起源于银河系厚盘, 而随着成员星的不断迁徙运动, TriAnd 星流到达了目前观测到的银晕位置。这与李静等人(2021)、Hayes 等人(2018)揭示的 TriAnd 星流是银盘延展的说法是一致的。

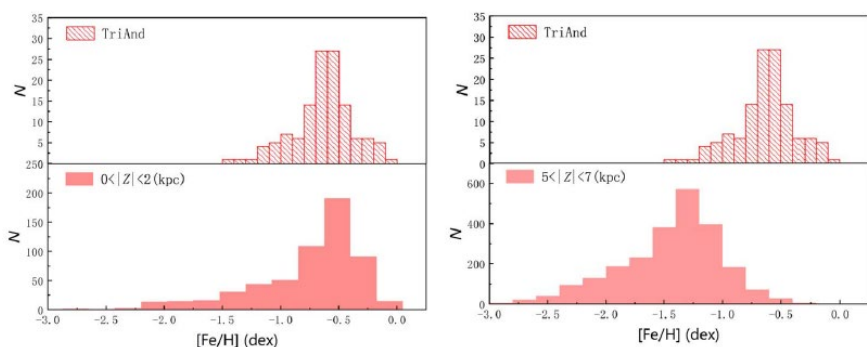


图 2: 三角座-仙女座星流恒星的金属丰度与银盘、银晕恒星的金属丰度对比图。

接着, 研究人员对 MRi 和 ACS 两个相邻星流结构的成员星速度和自行信息进行研究, 发现 ACS 星流和 MRi 星流在空间上是同向运动的, 而且两个结构的轨道很接近。ACS 星流和 MRi 星流成员星的能量和角动量分布形成了线性关系, 这表明两个星流具有明显的相关性。更巧合的是, MRi 星流成员星的平均金属丰度与 ACS 星流的平均金属丰度非常接近 ($[\text{Fe}/\text{H}] = -0.58\text{dex}$)。因此研究人员推断 MRi 星流和 ACS 星流可能有着共同的起源, 或者 ACS 星流本身就属于 MRi 星流的一部分。

在该项研究成果中, 研究团队还发现银河系中非常著名的人马矮星系星流在经过 MRi 星流子结构所处区域时, 由于受到了外部影响, 星流的部分成员星的运动方向发生了改变, 形成了一个突起。经分析, 研究人员推断这种现象可能是银盘的影响导致了人马座星流部分成员星运动方向发现了偏转。

该成果清晰地揭示了反银心方向三个星流 (TriAnd、MRi 和 ACS) 子结构的特性。LAMOST-SDSS 数据中的巨星大样本, 为银河系子结构的起源和形成演化等问题的研究提供了新证据。

不久的将来, LAMOST 光谱数据的积累以及中国空间望远镜 (CSST) 的升空运行, 将会极大地推动银河系结构和形成演化问题的研究, 为更加深入地理解银河系结构与形成演化历史提供广阔的科学前景。

文章链接: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022ApJ...933..151Z/abstract>

观测运行部工作情况

- ✓ CCD 集群硬件设备工作环境的配置和测试，以及软件的安装和调试；
- ✓ 完成 LAMOST 大屏幕工作站的软硬件维护和小圆顶气象站环境参数的标定；
- ✓ LAMOST 导星相机的维护和软件升级。

科学巡天部工作情况

- ✓ 更新和完善科学巡天的输入星表；
- ✓ 完成光纤定位检测系统的相机安装与调试。
- ✓ 完成参考光纤的安装调试，以及光纤定位的闭环测试。

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；
- ✓ 解答用户反馈的数据方面的问题；完成数据处理机房的暑期硬件维护；
- ✓ 准备 DR8 v2 版本数据的国际发布事宜。

技术维护与发展部工作情况

MA 子镜支撑测试和镜面安装，完成 18 块 MA 子镜总成单元的吊装；完成 MA 位移促动器安装和接线，更换 93 套力促动器，完成 1 块 MA 子镜铧钢胶接（共计 6 块）；完成 10 块 MB 子镜的新位移促动器安装及测试，开展干冰清洗镜面实验。

完成 11 台光谱仪的光栅快速切换调试；完成 4 号光谱仪的光纤卡子端面胶结并检查、狭缝的安装和调试等工作；恢复 32 台 CCD 控制器的运行和像质检测；完成高分辨率光谱仪通光检查和光路复核、杜瓦抽真空、像质调试，并恢复观测。

更换 1000 个光纤定位单元，光纤新控制电源和控制网络调试；焦面安装参考光纤并完成测量和调试，开展光纤定位相机拍照测试；完成 UPS 更换及维护工作；完成其它日常维护工作。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope