LAMOST 简报

LAMOST 运行和发展中心　　第 1 期　　2022 年 1 月 31 日

天文学家精确刻画巨星中锂元素的演化图像

近日，国家天文台 LAMOST 特聘青年研究员张敬华博士与施建荣研究员、星云计划研究员闫宏亮、悉尼大学博士生李亚光等人合作，基于国家重大科技基础设施 LAMOST 中、低分辨率光谱数据和美国 *Kepler* 空间望远镜星震数据，对 1848 颗巨星的锂元素含量（锂丰度）进行统计，成功捕捉到恒星在氦闪前后这一关键阶段锂丰度所经历的变化，构建了锂元素在巨星中的演化图像。这是天文学家首次对大批量已知演化阶段的巨星进行锂丰度研究，相关工作发表在国际知名天文期刊《天体物理学报通讯》（2021,ApJL,919,L3）。

锂元素是一种充满现代感的化学元素，但实际上却几乎和宇宙一样古老。它在宇宙诞生后的 20 分钟内就出现了，广泛存在于恒星以及星际介质中。因此，分析恒星表面的锂元素在不同演化阶段的丰度分布不仅能够揭示恒星内部结构和经历的物理过程，更是追溯整个银河系化学演化甚至宇宙核合成理论的手段。

如同人类一样，恒星也有各自的“寿命”。当类太阳恒星步入“晚年”，到达红巨星分支阶段之时，维持恒星产能的是处于氦核外围的氢壳层燃烧。此时的恒星体积变大，比主序阶段巨大的多，就像发福了一样，因此被称为巨星。随着恒星的继续演化，处于中心的氦核终将被“点火”，并在几分钟内发生剧烈失控式地燃烧，这个现象也被形象地称为“氦闪”。对于小质量恒星而言，如果说氦闪之前它们拥有氢核“心脏”的话，那么氦闪之后，它们的“心脏”就换成了氦核。对于有稳定的氦核燃烧的恒星也被称为红团簇星。

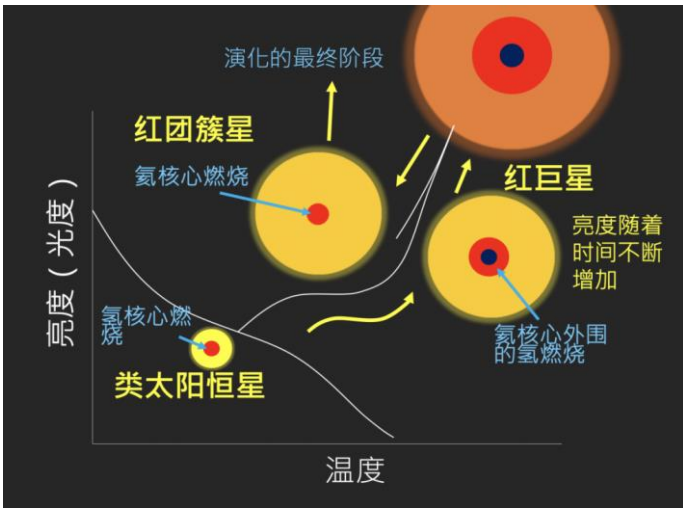

图 1. 小质量恒星演化轨迹。

虽然红团簇星要比红巨星年老将近百万年，但是两类恒星在温度和光度方面相差无几，利用传统方式很难区分。不过，因为拥有不同的“心脏”，它们震动的频率不尽相同。借助 *Kepler* 望远镜采集的恒星震动信号，天文学家给数万颗恒星做了“心电图”，以此来确定恒星所处的演化阶段。不仅如此，恒星的震动信息还能帮助天文学家对恒星的质量和半径进行精确

估算。借助这一新型手段，张敬华等人通过对 LAMOST DR7 中、低分辨率光谱所测量的恒星锂丰度样本和 Kepler、K2 视场中已明确演化阶段的巨星进行交叉，并结合星震学参数估算了样本的质量和半径，最终绘制出了锂元素随着这批“老年”恒星的演化图像。

利用该演化图像，研究人员发现红巨星的锂丰度会呈现出和理论模型一致的自然衰减趋势，但是红团簇星却并未显示出类似的特性。这样的差异恰好反映了两类恒星内部结构的区别。此外，对于质量不超过两个太阳的巨星，那些刚刚完成氦闪进入稳定氦核燃烧阶段的红团簇星要比即将产生氦闪现象的红巨星表面锂丰度高出 4 倍左右！此观测结果与之前天文学家提出的“氦闪可引起红团簇星内部锂元素再生”的理论是相吻合的，这也是研究人员首次从观测角度得到与该理论相关的直接证据。研究人员还发现对于那些锂元素含量异常高，甚至超过原初锂丰度（宇宙大爆炸模型预测值）的红团簇星，氦闪理论似乎很难解释红团簇星中如此高的锂含量，除非在氦闪过程中有其它未知的物理机制。该成果为研究恒星锂丰度演化及揭示恒星内部结构和经历的物理过程提供了重要的参考依据。

LAMOST 运行和发展中心荣获国家天文台优秀科研单元和先进质量管理部门

1 月 25 日，中国科学院国家天文台召开了 2021 年度工作总结表彰会，会议传达了中国科学院 2022 年度工作会议精神，总结了国家天文台 2021 年度取得的工作业绩，部署了 2022 年度计划开展的重点工作。总结会表彰了国家天文台 2021 年度的先进集体和个人，LAMOST 运行和发展中心荣获国家天文台 2021 年度“优秀科研单元”及“先进质量管理部门”，这两份殊荣饱含了国家天文台对 LAMOST 运行和发展中心在过去一年工作业绩的肯定和鼓励，也凝聚了中心全体工作人员勠力同心、锐意进取、踔厉奋发的智慧与汗水。

截止目前，LAMOST 已获得两千万条天体光谱，数据处理和发布系统高效稳定运行，科学产出进入爆发期，特别是对富锂巨星的系列研究已处于国际领先水平，LAMOST 高水平的运行培养出一批优秀的实测和理论天体物理科研工作者，为我国在相关领域跻身世界前列做出了重要贡献。旧岁已展千重锦，新年再攀百尺杆，LAMOST 全体工作人员将精益求精、履践致远，脚踏实地奋力绘制 LAMOST 更美好的未来画卷。

天文学家基于 LAMOST 数据构建 4500 余颗 OB 星参数星表

近日，云南天文台博士生郭彦君等人与北京师范大学和国家天文台的科研人员合作，基于 LAMOST 低分辨率和中分辨率巡天数据，并利用支持向量回归方法构建的恒星参数机器（Stellar Label Machine，SLAM），精确给出了 4500 多颗 OB 型星的有效温度、表面重力加速度、金属丰度和投影自转速度等非常重要的参数信息。该成果为研究早型星及其演化规律提供了丰富可靠的数据资源，近期已在国际著名天文期刊《天体物理学报增刊》（2021,ApJS,257,54）发表。

早型星主要由 O、B 型星组成。它们质量大、温度高，主要通过紫外辐射、星风损失和超新星爆炸等方式，对宇宙中的星际介质、元素增丰和恒星形成等产生重要影响。早型星演化末期可能会形成中子星、黑洞等极端致密天体；早型星双星被认为是双黑洞、双中子星等强引力波源的前身星系统。研究早型星的有效温度、表面重力加速度、金属丰度和投影自转速度等恒星参数，对于理解大质量恒星的演化至关重要。

早型星由于本身温度高、核反应剧烈、寿命很短，导致我们能观测到的样本一直偏少。迄今为止，对这些恒星的参数估计仅限于小规模的光谱观测，而没有采用全面和一致的方法对早型星的参数进行大样本估计，LAMOST 以其大规模光谱巡天的优势在这方面做出了出色的工作。

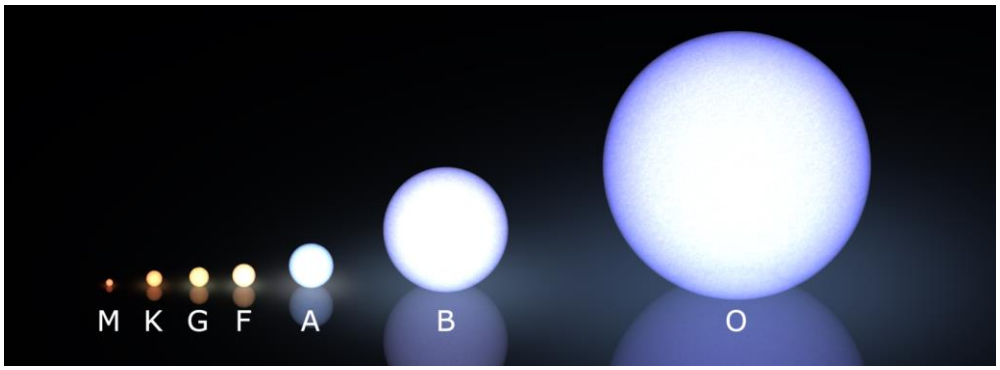

图 1　OB 型大质量恒星的示意图

该成果使用了 TLUSTY 大气模型，采用了章博博士、刘超研究员等人提出的 SLAM 算法（Zhang 等人 2020），给出了 4500 多颗 LAMOST 观测的 OB 早型星的有效温度、表面重力加速度、金属丰度和投影自转速度星表（如图 2）。通过将 SLAM 的预测值和高分辨率观测给出的实际参数进行比较，该成果获取的 LAMOST 低分辨 OB 星样本的有效温度、表面重力加速度和投影自转速度的平均不确定度分别为：1642K，0.25dex，42 km/s；中分辨率 OB 星样本的有效温度、表面重力加速度和投影自转速度的平均不确定度分别为：2185K，0.29 dex，11 km/s。这样一个具有极高一致性的大规模早型星参数星表，将有助于天文学家进一步研究大质量恒星的物理性质和演化路径，具有非常重要的科学价值。郭彦君等人基于该参数星表数据还开展了早型星双星性质的研究工作，目前已被 RAA 期刊接收。

观测运行部工作情况

1 月，LAMOST 共观测了 127 个天区。理论观测时间为 372 小时，实际观测时间为 229 小时，占理论观测时间的 61.6%。受兴隆观测站天气原因*影响，共 140.2 小时未能观测，占理论观测时间的 37.7%。

本月，望远镜仪器故障时间为 2.5 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1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；1 月份实际观测计划执行情况如下：M：24个，B：26个，V：14个，中分辨率：63个。共计127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DR9 v1版本数据的国内发布事宜；
- ✓ 完成 1 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、MB 子镜清洁及反射率测量；6 块金基紫外增强型反射镜清洗、清洗前后反射率测量，4000 根光纤头和光纤端面清洁维护；MA 镜罩轨道、镜室框架罩壳等日常清洁维护。

焦面夏克哈特曼波前传感器 CCD 相机更换、安装和调试，位移传感器实验室通电测试，MA 力促动器结构件维护和更换，维修的力促动器线性测试。

光谱仪日常维护，CCD 控制器、像质自检维护；16 台光谱仪低中色散观测模式切换及像质维护；完成 11 号光谱仪快速切换导轨现场安装、电控测试，实现快速切换功能；12 号和 13 号光谱仪快速切换导轨安装。小圆顶控制维护、MA 风屏系统调试、制冷通风机组温度传感器安装；完成 20 套定标灯支架的制作和安装；配合现场观测。

LAMOST 运行和发展中心
Center for Operation and Development of LAMOST Telescope

编辑：李 双　　审核：赵永恒　　签发：刘继峰