

研究人员利用 LAMOST 发现类太阳恒星普遍可以产生锂元素

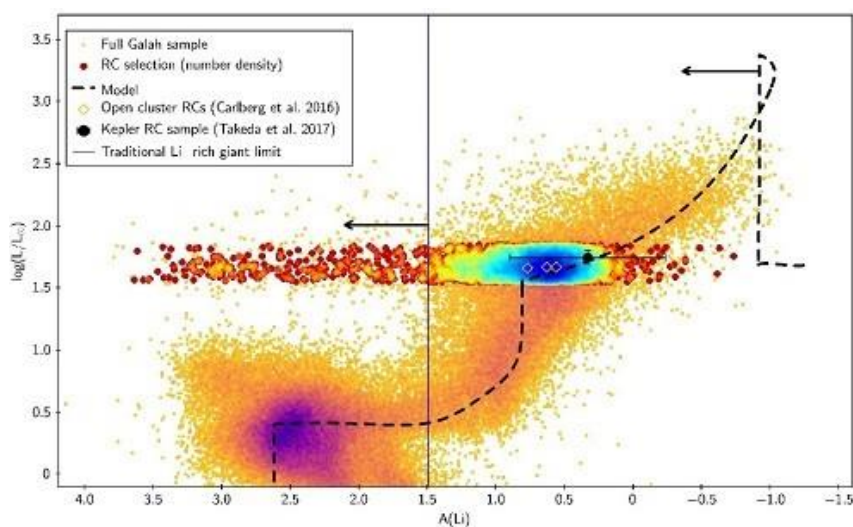
近期,中国科学院国家天文台赵刚研究员和 Kumar 博士领导的国际团队,利用我国重大科技基础设施郭守敬望远镜(LAMOST)光谱数据及国际银河考古项目(GALAH)巡天数据发现类太阳恒星经过氦闪后普遍可以产生锂元素。2020 年 7 月 6 日,该研究成果发表在国际著名天文期刊《自然·天文》(Nature Astronomy)。

锂通常用于现代通讯设备和运输行业。手机、平板电脑、电动汽车等都使用锂电池供电。此外,锂元素还被大量应用于航空航天、国防军工等领域。锂元素从何而来?绝大多数锂的起源可以追溯到同一个事件,那就是大约 138 亿年前发生的宇宙大爆炸,也就是宇宙的起源。锂是目前已知的在宇宙早期大爆炸中最早产生的三种元素之一。一直以来,锂元素是连接宇宙大爆炸、星际物质和恒星的关键元素,对锂元素的研究是宇宙和恒星演化的重要课题。

研究人员普遍认为锂元素将会在恒星中逐渐消失,这是由于锂在恒星内部相对较低的温度下(250 万度)参与核反应,再经过与外部大气的混合,最初的锂就会在恒星生命周期中消失。例如太阳和地球的组成元素高度相似,且被认为几乎同时形成,但太阳中的锂含量却比地球中的锂含量低了 100 倍。随着观测技术的进步,人们陆续发现,部分类太阳恒星(在银河系中大约占 1/100)大气中的锂含量非常高,在某些情况下,甚至比理论模型预测高出 10 万倍。到底什么原因导致了类太阳恒星中锂含量异常升高?这个问题在过去 40 年里一直困扰着研究人员。

借助 GALAH、LAMOST 和 GAIA 巡天数据,研究团队发现了类太阳恒星经过氦闪后普遍可以产生锂元素,解开了上述谜团。论文第一作者 Kumar 博士说:研究团队系统地研究了晚期类太阳恒星中锂丰度异常升高的现象。发现类太阳恒星经过氦闪后锂丰度异常升高的现象极为普遍。氦闪是类太阳恒星演化过程中一个标志性事件,在恒星演化晚期,其核心不断积累氦元素,并导致温度和压力持续上升。这个巨大的氦核最终被点燃,发生剧烈失控地核燃烧,就像在恒星内部引爆了一颗氦原子弹,几分钟内释放出相当于整个银河系的能量。理论模型预测经历此阶段的恒星锂含量应该非常低,但实际上,观测却发现这些恒星的锂含量平均高出理论预测值的 200 多倍,这表明类太阳恒星通过氦闪产生了新的锂元素。由于氦闪是类太阳恒星演化过程中必然会经历的过程,因此类太阳恒星经过氦闪后普遍会产生锂元素。LAMOST 数据在鉴别氦闪恒星的过程中发挥了重要作用。

该研究还提出了一个新的标准来鉴别被称为富锂巨星的天体,照此标准,人们在过去 40 年间所发现的富锂巨星可能只是宇宙中的冰山一角。



图中显示了恒星中锂元素从主序经过红巨星、氦闪(红巨星上端)到红团簇的氦核燃烧阶段的演化。虚线为模型预测。红色符号带代表红团簇星的氦核燃烧阶段。

据研究团队负责人、论文共同通讯作者赵刚研究员介绍,对我们而言,下一步研究的关键是了解锂在氦闪和混合机制之间的核聚变,这里依然包含着很多未解之谜。

文章链接: <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1139-7>

LAMOST M 型亚矮星成果获美国天文学会期刊专访

近日,张硕、罗阿理等人“利用 LAMOST 数据证认出 2971 颗 M 型亚矮星”的成果获得美国天文学会期刊(AAS Journals)的专访。这是继天文学家在 SDSS 数据中系统搜寻 M 亚矮星工作后的另一个大样本。与前者不同, LAMOST 的样本主要集中在银盘区域。这两个互为补充的样本为研究 M 型亚矮星和 M 型贫金属矮星的物理机制提供了有力的支持。

美国天文学会期刊学科主编 Frank Timmes 教授就该成果邀请并视频采访了论文通讯作者、LAMOST 数据处理部主任罗阿理研究员。在 30 分钟的采访过程中,罗阿理介绍了该成果的主要内容,阐释了 M 型亚矮星新的分类标准、以及在 LAMOST DR4 中证认出 2971 颗 M 型亚矮星的过程,并对这个样本的特点和怎样从美国天文学会期刊库获取该样本的数据进行了讲解。采访最后还对后续的大气参数测量及结合 GAIA 的运动学分析等工作做了简要介绍。

美国天文学会期刊筛选出近几年来较为创新的发现及比较经典的工作,或文章发表当年引用率较高的研究成果进行专访。这是 LAMOST 首个接受美国天文学会期刊专访的成果,此次专访体现了 LAMOST 在国际天文界的影响力和广泛关注度。

视频链接: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLFhVT3VzlwKrArGdcNhtSCF4NbDBd6K5>

文章链接: <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4365/aafb32>

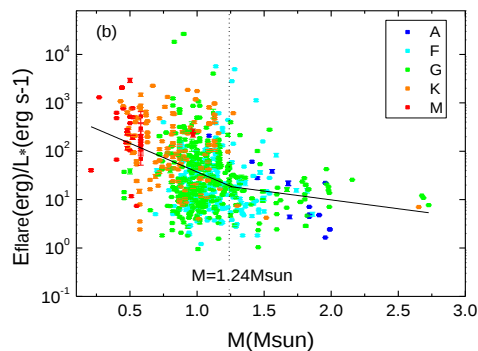
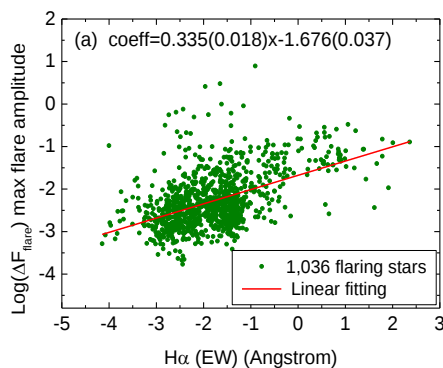
研究人员利用 LAMOST 光谱和 Kepler 测光数据研究恒星磁活动性质

近期，贵州大学张立云教授、国家天文台施建荣研究员、美国巴特勒大学韩先明教授和云南大学王海峰博士后等合作利用 LAMOST 中分辨率时域光谱和 Kepler 测光数据，对恒星的磁活动进行了系统研究，确定了它们的色球活动强度和演化情况。该研究成果发表在国际著名天文期刊英国《皇家天文学会月刊》(2020,MNRAS,495,1252)。

银河系中存在大量变星，如类太阳恒星、天琴座变星等。天文学家通常利用国内外的测光数据和光谱数据，确定恒星物理参数、挖掘新的活动变星、发现特殊类型变星等前沿课题。然而，大样本的天文数据则可以进一步助力天文学家更加全面地掌握和理解银河系中变星的物理性质，从而统计大样本变星规律及其在银河系中的分布情况。LAMOST 已发布了超千万的低分辨率光谱数据和 388 万中分辨率光谱数据，其中 LAMOST 中分辨率光谱数据为更加精确地研究大样本恒星的物理参数和色球活动提供了宝贵的数据资源，特别是 LAMOST 中分辨率时域光谱为细致研究变星的磁活动演化规律提供了重要机遇。

LAMOST 中分辨率光谱的分辨率为 7500，其光谱红端恰好包含研究磁活动的重要色球活动指标—H alpha 谱线。张立云等人计算了 200 万条光谱的色球活动强度，发现 2115 颗恒星的 8816 条光谱中具有明显的发射线，其中 1521 颗恒星的 H alpha 的等值宽度存在短时标（20 分钟左右）和长时标（年）的演化。

张立云等人把 LAMOST 中分辨率光谱数据与 Kepler 测光数据进行了交叉认证，获得了 4 万颗恒星的光变曲线，并且在 1036 颗恒星中发现了 2132 次耀发事件，同时计算了其耀发的持续时间、能量和振幅。最后统计了 LAMOST 色球活动强度与耀发强度之间的相关性。最终分析发现恒星色球活动越强其耀发能量越大；恒星质量越小其对应的恒星耀发相对强度越强的规律。



左图显示了 LAMOST 中色散光谱恒星 H alpha 强度与 Kepler 耀发振幅之间的关系，发现色球活动越强其耀发强度越大；右图显示了不同光谱型恒星的耀发能量与质量之间的关系。

文章链接: <https://academic.oup.com/mnras/article/495/1/1252/5842107>

观测运行部工作情况

- ✓ 新相机控制器的安装和测试工作, 标定圆顶气象站的温湿度传感器。
- ✓ 导星硬件的维护, 控制软件的更新和维护;
- ✓ 观测楼内部网络优化部署, 核心交换机维护等工作。

科学巡天部工作情况

- ✓ 开展 LAMOST 光纤照相检测实验, 并对实验数据进行分析验证。
- ✓ 完善低分辨率和中分辨率数据处理的 2D 软件。

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 正式巡天第八年 v0 版本光谱数据的在线发布, 完成新版本数据处理软件的升级评审;
- ✓ 对数据处理机房进行硬件维护。

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; 完成 20 块 MA 子镜拆卸、拆卸子镜镀膜前和镀膜后的因钢垫检查、已完成 8 块 MA 子镜因钢垫胶接; 完成 20 块 MA 镜面分离、20 块 MA 子镜脱膜、完成 19 块 MA 子镜重新镀膜; 20 套 MA 镜室机械结构件清洁维护、20 块代子镜安装、680 套力促动器线性测试、74 套力促动器更换、20 块 MA 子镜总成线性测试、2 块 MA 子镜的安装和初调工作; 完成全部 MB 子镜位移促动器居中测试, 32 块 MB 子镜位移促动器的安装; 完成全部 MA 子镜位移促动器的拆卸和居中测试。

光谱仪日常维护, 液氮灌注、CCD 控制器、像质自检维护; 拆除旧的液氮系统, 光谱仪控制箱和 CCD 控制器的线路整理和重新排布;

出射端面指向复核调整、红区像质调整、光纤编号及复核, 将整机更换 10 号光谱仪的 250 根光纤; 完成 16 台光谱仪控制箱的现场更换、性能测试、现场测试报告整理及验收准备; 4 楼新冷水机安装和调试, 散热管路改造; 光谱仪 CCD 控制器 UPS 更新维护, CCD 水冷机清洁保养、水循环系统维护; 完成光纤定位单元维护, 光纤单元定标等夏季维护工作。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope