

研究人员基于 LAMOST 数据构建目前最大的早型星星表

北京大学博士生孙唯佳、段晓苇与国家天文台邓李才研究员、澳大利亚麦考瑞大学 Richard de Grijs 教授、北京师范大学博士后章博、国家天文台刘超研究员合作，基于 LAMOST 中分辨率光谱，构建了目前最大的早型星星表，首次给出了大样本 A 型星星表。并且利用支持向量回归方法构建的恒星参数机器 (Stellar Label Machine, SLAM)，精确计算了包括自转速度在内的 4 万颗早型星的恒星参数，为进一步认识早型星及研究其自转特征提供了丰富可靠的数据资源。该项成果已被国际著名天文期刊《天体物理学报增刊》(The Astrophysical Journal Supplement Series) 接收。

早型星是一类光谱型为 O、B、A 或早 F、温度高、质量大的明亮恒星。与质量较小的晚型矮星相比，它们的寿命较短，数量较少。作为大质量恒星，它们促进了宇宙的化学富集和再电离，这使它们成为宿主星系演化的重要贡献者。它们是各种类型超新星的起源，也可能是伽马暴的来源。大多数早型星比太阳类型和低质量恒星有着明显更高的自转速度，这是由于它们的初始角动量更高，到零年龄主序(ZAMS)的收缩时间尺度更短，缺乏深对流包层，以及强磁场(化学性质特殊的恒星除外)。所以，分析早型星的自转特征无疑是解读相关物理问题的关键一环，而精确的恒星参数则是理解早型星及其自转现象的重要信息，因此获取早型星参数的大数据样本具有非凡的科学价值。



图1 早型星的示意图

在这一背景下，本文作者团队通过 LAMOST DR7 中分辨率光谱的线指数来筛选早型星候选体，给出了目前最大样本的早型星星表和第一个大样本 A 型星星表，并检验了该星表的可靠性。另外，作者利用 SLAM 方法给出了 40034 颗早型星的自转速度、温度、表面重力、化学丰度等恒星参数。在正常信噪比 ($\text{SNR} \sim 60$) 时，SLAM 计算出的恒星有效温度、表面重力、整体金属丰度、自转

速度的精度分别达到 75 K、0.06 dex、0.05 dex 和 3.5 km/s。

审稿人对这篇文章给予了高度评价：“这是一篇振奋人心的成果，作者发布的约 4 万颗中等质量恒星的星表和参数将成为未来研究中极受欢迎的数据资源。”

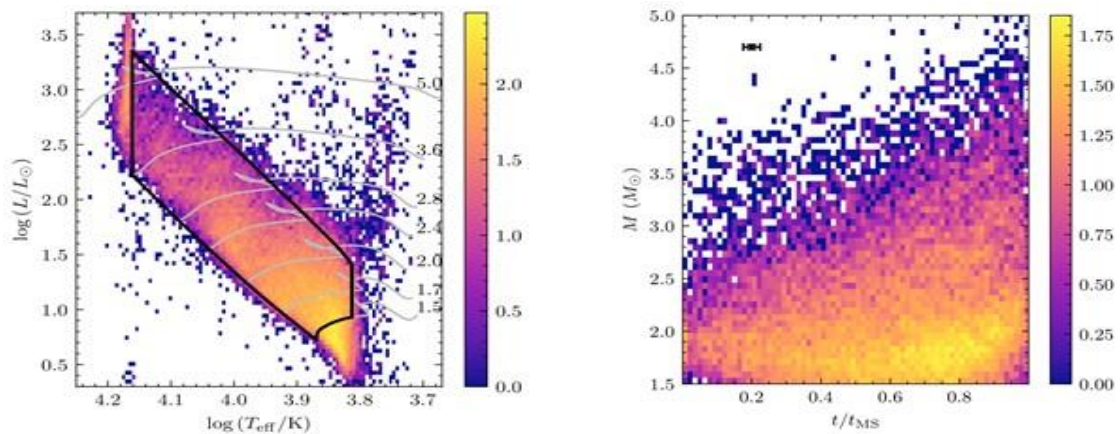


图2：左图为筛选出的早型星在赫罗图中的分布，右图为星表中早型星质量与年龄的关系图。

该成果不仅证明了构建的最大早型星星表的可靠性，同时也证明了 LAMOST 中分辨率光谱具备精确确定恒星投影自转速度的能力，这为解决早型星角动量的起源和特征等基本问题奠定了基础。该成果第一时间在央视《朝闻天下》栏目播出，引起国内外天文界的广泛关注。基于该星表，该研究团队继续开展了恒星自转方面的研究，具体进展见下文。

天文学家使用 LAMOST 数据研究恒星自转分布规律

北京大学孙唯佳、段晓菁与国家天文台邓李才研究员、澳大利亚麦考瑞大学 Richard de Grijs 教授合作，基于 LAMOST 中分辨率光谱构建了目前最大样本早型星星表并获得了早型星的恒星参数，基于该星表及参数信息，研究团队得出了早型星自转的分布规律。恒星旋转速度的分布情况是研究恒星族群形成和演化过程的重要探针，对于我们理解恒星角动量的起源和演化至关重要。该项成果已被国际著名天文期刊《天体物理学报》(The Astrophysical Journal) 接收。

恒星自转几乎影响着恒星演化的每一个阶段。它在动力驱动的磁活动、恒星风、表面丰度、化学元素含量、内部结构和外部结构中发挥着关键作用。我们对恒星自转模型和观测结果之间关系的认识在过去几十年里有了很大进步，但仍然存在一些局限性。主序星的旋转速度随质量变化趋势在 1.2 倍太阳质量左右急剧下降，大质量恒星的平均旋转速度为每秒数百千米，而小质量恒星的平均旋转速度为每秒几千米。这主要是因为大质量恒星缺乏深对流包层或强磁场，以至于无法有效地减速。目前许多恒星自转速度的分布特征都没有得到合理的解释，因此，获取更多的观测结果开展更多相关的分析研究是十分必要和迫切的。

本文作者团队通过 LAMOST DR7 中分辨率光谱给出了目前最大样本的早型星星表和第一个大样本 A 型星星表，并测定了星表中早型星的各项恒星参数，基于以上数据，研究团队接着对

恒星自转规律进行了一系列研究。作者通过对误差分布的修正和投影效应的修正，估计了恒星赤道位置的旋转速度分布。通过对早型星样本研究发现，恒星赤道旋转速度分布明显地依赖于恒星质量。质量小于 2.5 倍太阳质量的恒星自转速度呈单峰分布，峰值速度随质量增大而增大。对于更大质量的恒星(大于 2.5 倍太阳质量)，出现了由慢自转和快自转两支恒星组成的双峰旋转分布。对于质量大于 3 倍太阳质量的恒星，两分支之间的间隙变得明显。并首次发现贫金属星 ($[M/H] < -0.2 \text{dex}$) 只存在一个慢自转子分支，而富金属星 ($[M/H] > 0.2 \text{dex}$) 明显存在两个分支。这种差异可能是由于在贫金属子样品中出现了异常高的自旋下降速度和部分强磁场。

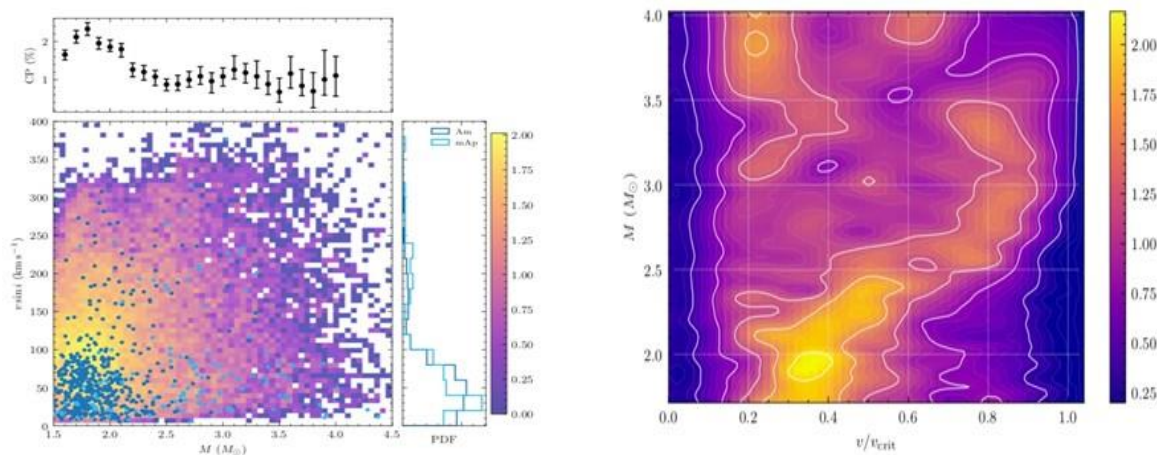


图 2: 左图为化学奇异星 (CP 星) 自转速度与恒星质量间的关系图。蓝色和青蓝色的圆点分别代表不同种类的化学奇异星。右边的附图为此两种星的自转速度分布。上面的附图显示不同质量的恒星以及 CP 星在其中的数量比例。右图为自转速率的分布与恒星质量的关系图。

该成果是研究团队探索恒星自转系列论文中的第二篇。审稿人对这篇成果同样给予了高度评价：“这是一篇优秀的论文，它取得了许多非常有趣的结果，这些结果对于研究恒星自转具有一定的影响力。”



LAMOST 数据分析与发布系统获北京市科技进步二等奖



近期,2020 年度北京市科学技术进步奖评选结果揭晓。由中国科学院国家天文台依托 LAMOST 运行项目申报的“海量天体光谱数据分析与产品发布系统的研制与应用”项目荣获北京市科学技术进步二等奖。

截至目前, LAMOST 项目作为我国首个天文类的重大科技基础设施, 其海量天体光谱数据分析与产品发布系统已面向全球正式发布 1135 万条的光谱数据产品。基于 LAMOST 光谱数据产品已产生了一系列丰硕的、有影响力的原创性科学成果, 为刷新人类对银河系乃至整个宇宙的认知奠定了基础。

观测运行部工作情况

10月，LAMOST共观测了38个天区。理论观测时间为114.5小时，实际观测时间为69.1小时，占理论观测时间的60.3%。受兴隆观测站天气原因*影响，共44.7小时未能观测，占理论观测时间的39.0%。

本月，望远镜仪器故障时间为0.8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10月份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；10月份实际观测计划执行情况如下：M：5个，B：0个，V：0个，中分辨率：33个。共计38个。

（V为9m-14m亮天区；B为14m-16.8m较亮天区；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

- ✓ 完成10月份光谱数据的1D软件处理分析。
- ✓ 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。

技术维护与发展部工作情况

MA、MB子镜清洁及反射率测量；6块金基紫外增强测试镜片清洁维护及镜面反射率测试；MA镜罩轨道、镜室框架罩壳等日常清洁维护；子镜日常巡检、圆顶温湿度仪等日常巡检和记录；焦面光纤端面日常检查；MA高度轴过中天实验装置现场安装和测试。

MAS-H波前传感器软件升级和调试，运行测试工作正常；导星相机调焦测试，完成光纤框架扫描测试，夏季维护圆满结束，望远镜恢复正常观测。

光谱仪日常自检，中分辨率光谱仪定标灯测试；更换3套光纤定位主节点和电源；光谱仪效率复核，16台光谱仪低、中色散观测模式切换及像质维护，进行中分辨率巡天观测。

完成制冷机组、除湿机等现场设施运行、检查、维护和日常安全巡视；MA力促动器结构件维护和更换；MB镜室铟钢垫片加工及现场供电设施维护等工作，配合巡天观测。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope