

## 国际团队发现宇宙中金属含量最低的球状星团遗迹



近期，国际顶级学术期刊《自然》杂志发表了一项重要成果，法国斯特拉斯堡天文台 Nicolas Martin 领导的国际研究小组在银河系内发现了一个金属元素含量（金属丰度）极低的星流，其金属含量仅为太阳的 2500 分之一，它是迄今发现的金属丰度最低的球状星团瓦解留下的遗迹，该项工作基于郭守敬望远镜（LAMOST）、盖亚卫星（Gaia）、夏威夷的加法夏望远镜（CFHT）、双子座北望远镜（Gemini North）及拉帕尔马加那利大望远镜（GTC）观测数据完成的。LAMOST 光谱数据为该贫金属星团的确定奠定了基础。

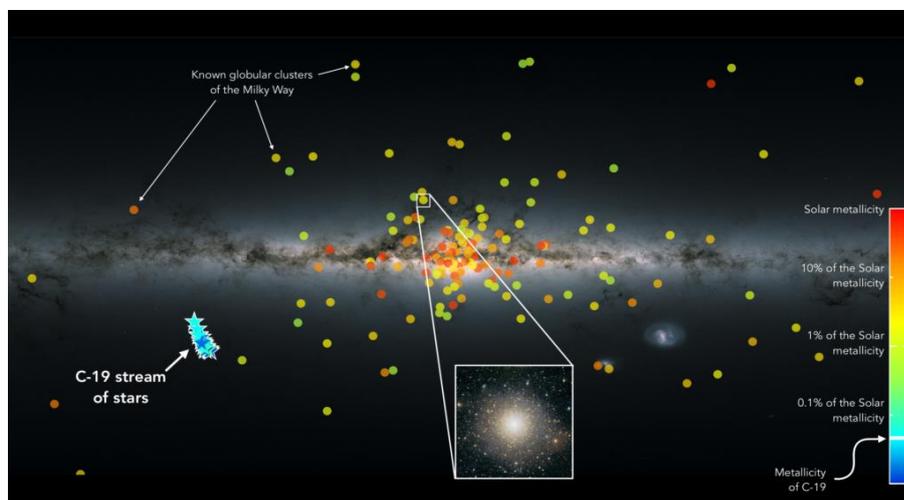


图 1：银河系球状星团分布图，背景为盖亚卫星获得的银河系全景图。符号的颜色代表它们的“金属丰度”，对应于它们相对于太阳的金属元素含量。C-19 星流的恒星用星号表示。（图片来源：N. Martin & 斯特拉斯堡天文台；CFHT 望远镜/Coelum；ESA/Gaia/DPAC）

天文学家们将氢和氦以外的所有化学元素都称为金属，并以“金属丰度”来量化金属元素的含量。在太阳中，氢和氦占了总质量的 98.5%，而其他所有金属元素的总和才占 1.5%。恒星通过内部的核反应产生一系列金属元素，并在生命接近尾声时通过星风或超新星爆发等方式将内部物质抛射到星际空间。在一代又一代的恒星诞生和演化过程中，星际气体的金属元素含量逐渐升高。由于恒星诞生于星际气体，恒星的金属元素含量就反应了其诞生的时间。

星团通常是由数千到数百万颗恒星组成的天体，其中的恒星具有近似相同的年龄和金属丰度。球状星团是一类外观呈球形的星团，其中的恒星在引力作用下团结更为紧密。银河系球状星团普遍年老且金属丰度较低，之前的研究表明球状星团的金属元素含量似乎存在一个下限，约为太阳的金属元素含量的 0.3%，金属丰度更低的球状星团一直没有观测到。这令天文学家非常不解，一些理论认为金属丰度更低的球状星团目前已经全部消失，而另一些理论甚至假设它们根本无法形成。

一直以来，天文学家都致力于在银河系及其它星系里寻找并研究最古老的恒星，也就是银河系考古，从而沿着时间轴追溯窥探星系形成之初的样子，并尝试再现早期宇宙的故事。

我们周围的绝大多数恒星都是在银河系中形成的，就像太阳一样。而银河系的一小部分恒星则是通过银河系吞并较小的星系时带来的外来移民，它们更倾向于处在银河系的外围区域，当小星系被银河系吸积之后，就将它们的恒星和星团贡献给了银河系。但由于潮汐的作用，进入银河系的有些星团在绕银河系运转时一直在散落恒星，便在天空中留下了“星流”。虽然星流中的恒星不再像星团恒星那样紧密团结在一起，但他们仍然保持着协同运动的特征，这个线索可以使天文学家通过分析恒星运动数据将它们识别出来。

研究人员利用盖亚空间望远镜（Gaia）收集的恒星位置和运动的详细数据，并采用一种新颖的算法将协同运动的恒星群分离出来。其中一个被称为“C-19”的新候选星流被发现。并借助夏威夷的 CFHT 望远镜的 Pristine 巡天项目数据，研究团队发现，C-19 包含的恒星具有极低的金属元素含量。具体的金属元素含量还需要精度更高的光谱观测数据来确认。幸运的是，C-19 的成员星中，有一颗恰好是被 LAMOST 观测过的，LAMOST（4 米口径）高精度的光谱数据显示这颗星的金属丰度约为太阳的 2500 分之一（-3.38dex）。这个数值挑战了传统认知中银河系球状星团的金属丰度下限。这为研究团队继续开展后续研究提供了重要的参考价值。

接着，研究团队利用夏威夷 8.1 米双子座北望远镜（Gemini North）测量了 C-19 星流中 3 颗成员星的金属丰度，并利用 10.4 米拉帕尔马加那利大望远镜（GTC）后续光谱观测测量了其中 6 颗成员星的金属丰度。结果进一步证实了该星流的恒星金属元素含量普遍异常低，平均值只有太阳金属元素含量的 2500 分之一，远低于宇宙中其它已知的任何结构。此外，金属丰度的弥散很小（95%的可能在 0.18dex 以内），加之有明显的钠元素丰度弥散，这些都是典型球状星团的特征，于是研究人员推断，C-19 星流是银河系内球状星团瓦解形成的遗迹，并且这个球状星团一定是在宇宙初期就形成的。

C-19 星流的宿主天体是迄今观测发现的金属丰度最低的球状星团，比已有球状星团的金属丰度最低值还小了一个数量级。该星流对于早期宇宙中恒星和球状星团的研究是一个突破性的发现。寻找 C-19 更多的成员星和测量其多种元素丰度的研究工作正在陆续开展中。远古时期的遗迹为我们了解宇宙非常早期的恒星形成以及星系的形成与演化都具有非凡的科学意义。

该成果的研究团队包含了来自法国、加拿大、意大利、中国等 18 个单位的 26 名研究人员，其中曾是 LAMOST 特聘青年研究员的袁珍作为唯一来自中国的成员，深度参与了这个系列的工作。论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41586-021-04162-2>

## LAMOST 第十年第一批观测数据向国内发布

2月下旬，郭守敬望远镜（LAMOST）第十年 v0 版本第一批观测数据（Q1）已上线，可供国内天文学家和国际合作者使用。本次发布的数据产品是 LAMOST 在 2021 年 10 月 22 日到 2021 年 12 月 31 日之间获取，包括低分辨率光谱和中分辨率光谱两部分。其中低分辨率观测了 99 个天区，中分辨率共观测了 181 个天区。

国家天文科学数据中心为 LAMOST DR10 数据发布搭建了专门的下载平台，科学用户可登录 <http://www.lamost.org/dr10/> 数据发布网站获取更多信息，并进行数据查询和下载。

具体的发布数据信息如下：

分类	低分辨率数据	中分辨率非时域数据	中分辨率时域数据	DR10 v0 Q1 总数
发布光谱总数	87632	186645	548488	822765
恒星参数	59563	97752	85694	243009

按照 LAMOST 科学委员会对数据发布时间节点的规定，LAMOST 正式巡天第十年 v1 版本光谱数据（DR10 数据集）计划于 2023 年 3 月对国内天文学家和国际合作者发布。

注：按规定，v0 版中的中分辨数据暂且只对中分辨工作组成员测试使用。

## 加强值班值守 护航虎年春节

紫气东来气象新，万紫千红又一春。2月1日，在举国欢庆万家团圆中我们迎来了虎年的春节。同往年一样，春节期间，LAMOST 一如既往遨游星海苍穹，从未半点懈怠。而守护 LAMOST 的则是这样一批舍小家为大家跨年夜仍坚守岗位的“牧星人”。他们用行动诠释了责任，以奉献书写了担当，点亮一路星光，只为 LAMOST 生龙活虎迎接新的一年。



图2 春节值班人员

春节期间，在天文值班闫宏亮和技术值班胡守伟的带领下，李晓飞、李泽负责春节期间的主动电控与望远镜控制，曹子皇负责技术支持工作、司志育负责波前检测、向铭负责导星具体工作。他们无怨无悔在各自的工作岗位上一丝不苟地值守护航，确保每一台仪器各项性能指标正常运作，绝不丢掉每一分钟弥足珍贵的观测时间。从除夕夜至大年初六，LAMOST 共观测了 34 个天区，圆满完成春节期间的观测任务。经年，几度寒风酷暑，披星戴月，LAMOST 工作人员踔厉奋发，笃行不怠，守护一方星空，铸成 LAMOST 最别致的风景。

## 观测运行部工作情况

2月，LAMOST 共观测了 143 个天区。理论观测时间为 336 小时，实际观测时间为 255.3 小时，占理论观测时间的 76%。受兴隆观测站天气原因\*影响，共 78.7 小时未能观测，占理论观测时间的 23.4%。

本月，望远镜仪器故障时间为 1.9 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2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；2月份实际观测计划执行情况如下：**M**: 14个，**B**: 29个，**V**: 28个，中分辨率：72个。共计143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；
- ✓ 完成DR8 v1.1版本数据的更新发布事宜，完成DR10 v0版本Q1数据的发布事宜；
- ✓ 完成2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，MA 镜罩轨道、镜室框架罩壳等日常清洁维护。MA 力促动器结构件维护和更换，位移促动器更换并进行调整；9 套自研位移促动器运行监测；CCD 相机循环泵检查和维护；位移传感器实验室通电测试。

光谱仪日常维护，CCD 控制器、像质自检维护；16 台光谱仪中低色散观测模式切换及像质维护；完成 9、10、14 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；15 号和 16 号光谱仪快速切换导轨安装。光纤定位相机拍照测试；中分辨率定标灯测试；风屏和小圆顶维护。配合现场观测。



LAMOST 运行和发展中心

Center for Operation and Development of LAMOST Telescope