

中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

中国科学院主管 中国科学报社出版 国内统一连续出版物号 CN 11-0084 代号 1-82



扫二维码 看科学报 扫二维码 看科学网

主办：中国科学院 中国工程院 国家自然科学基金委员会 中国科学技术协会

总第 8279 期 2023 年 6 月 8 日 星期四 今日 4 版

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>

科学网 www.sciencenet.cn

从银河系“挖出”第一代超大质量恒星遗迹

■本报记者 甘晓

“众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在，灯火阑珊处。”接受《中国科学报》采访时，中国科学院国家天文台天体元素丰度与星系化学演化团组首席研究员赵刚难掩内心喜悦，“天文学观测经常会给人们带来一些意想不到的惊喜，让人激动不已。”

这次，郭守敬望远镜(LAMOST)带给他和研究团队的惊喜是银河系考古的一项重磅发现——第一代超大质量恒星的化学遗迹。相关研究成果 6 月 7 日发表于《自然》。

寻找“活化石”

说到恒星，人们最熟悉的是太阳。太阳是一颗年轻的恒星，年龄约为 40 多亿年。而想要了解银河系和宇宙演化的历史，人们不得不追问：给宇宙带来第一缕曙光的古老恒星在哪里？它们的质量有多大，由什么物质构成？

作为终结黑暗时代的起始点，第一代恒星主导着早期宇宙演化历史，其身世之谜长期困扰着全世界的天文学家。

“宇宙大爆炸后，第一代大质量恒星形成超新星，把爆炸的产物——一些相对较重的金属元素喷射到星际介质中，形成下一代恒星，而第一代恒星形成之初只含有氢和氦元素。”论文第一作者、中国科学院国家天文台副研究员邢开帆告诉《中国科学报》，也就是说，恒星含有的金属元素（天文学中称氢和氦之外的所有元素为金属元素）越少，可能意味着它越古老。天文学家将金属含量较低的恒星称为“贫金属星”，它们是揭示第一代恒星演化历史的“活化石”。

长期以来，银河系考古领域一直致力于通过贫金属星研究第一代恒星。理论研究表明，根据第一代恒星不同的质量，其演化过程存在 3 种不同的模型，即中小质量恒星演化形成白矮星、“热核爆发”、大质量恒星中心“铁核坍缩爆发”以及超大质量恒星晚期氧硅核燃烧引起的“对不稳定超新星爆发”。

“前面两种模型对应的超新星都已观测到，但最后一种超新星，即‘对不稳定超新星’(PISN)，自 20 世纪 60 年代提出模型以来一直缺乏观测证据。”清华大学物理系教授王瑞锋表示。

基于“化学丰度”的反推

在最新发表的论文中，研究团队结合



第一代超大质量恒星演化成为“对不稳定超新星”的艺术图。中国科学院国家天文台供图

LAMOST 低分辨率光谱和日本昴星团望远镜高分辨率光谱数据发现了一颗“化学丰度极为特殊”的恒星(LAMOST J1010+2358)。

化学丰度指的是恒星中含有某一种化学元素的相对比例，恒星的化学丰度完整保留了孕育它的气体云的化学特征。因此，借助第二代恒星的化学丰度，可以反推出第一代恒星的演化历史。

邢开帆介绍，这颗特殊恒星具有目前已知最低的钠含量，其化学丰度显示出强烈的“奇偶效应”，即原子序数为奇数的元素含量远低于相邻的原子序数为偶数的元素含量。同时，这颗恒星基本不含铍、钡等中子俘获元素，可以推断其几乎没有受到中子俘获过程的影响。论文通讯作者赵刚长期从事天体丰度研究。他敏锐地意识到，这颗恒星很有可能与他们寻求已久的第一代超大质量恒星有关。回到理论模型中，研究人员发现，这颗恒星的化学丰度特征与 260 倍太阳质量的对不稳定超新星的理论计算结果高度吻合。

“这一发现首次从观测上证实第一代恒星的质量可以达到太阳质量的数百倍，同时首次证实了‘对不稳定超新星’的存在。”赵刚指出。美国哈佛大学天文系主任阿维·勒布曾提出：“发现对不稳定超新星的证据是贫金属星研究领域的‘圣杯’之一。”

五百万里挑一

在研究团队看来，这项重大科学突破离不

开团队长期以来建立的大规模贫金属星高分辨率光谱观测样本，同样离不开 LAMOST 千万量级的光谱数据。

LAMOST 是我国自主研制、世界上口径最大的光谱巡天望远镜。据中国科学院国家天文台 LAMOST 运行和发展中心常务副主任赵永恒介绍，截至 2023 年 4 月，LAMOST 发布的最新数据集包含光谱总数 2229 万余条，是目前国际上其他巡天望远镜发布光谱数之和的 2.9 倍。这让 LAMOST 成为世界上首个发布光谱数突破 2000 万的巡天项目。

最新发表的论文中，科研人员正是在 LAMOST “超级大”的数据中“挖呀挖”，找到了这颗“超级大”的第一代恒星。

邢开帆表示，研究人员首先从千万量级恒星光谱中，筛选出镁元素含量较低的一批恒星，再开展后续的高分辨光谱观测，并进行全面化学成分分析，以确定钠、硅、镍、铁等元素的丰度。“第一步确定约 500 万颗恒星的镁丰度，筛选出 5000 颗镁丰度较低的恒星，第二步再从这 5000 颗恒星中筛选出符合条件的恒星，最终锁定在这一颗上。”他说。

展望未来，研究团队期待利用 LAMOST 和中国空间站工程巡天望远镜发现更多化学丰度特殊的恒星，通过对第一代恒星遗迹的分析，进一步确定恒星初始质量函数，加深对银河系演化历史的理解。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06028-1>

刷新一箭多星纪录！力箭一号运载火箭二飞成功



力箭一号遥二运载火箭发射。

中国科学院力学研究所供图

本报讯(记者倪思洁)6月7日12时10分，由中国科学院力学研究所抓总、中宇航公司参与研制的力箭一号遥二运载火箭，在酒泉卫星发射中心成功发射。本次发射采用“一箭 26 星”方式，刷新了我国一箭多星最高纪录。

此次任务是力箭一号运载火箭的第二次飞行。作为我国当前最大的固体运载火箭，连续成功发射标志着力箭一号运载火箭技术状态的成熟和可靠性的不断提升，将加快我国商业运载火箭规模化发射步伐。

令人瞩目的是，力箭一号遥二运载火箭搭载了国家航天局官方 IP“航天小梦”、航天科工集团官方科普 IP 之一“万小户”、中宇航公司官方 IP“科科 keke”。此次品牌联名合作旨在鼓励广大科技工作者始终坚定科技报国志向，以科技创新筑牢强国之基。

力箭一号是我国当前最大的固体运载火箭，起飞重量 135 吨，起飞推力 200 吨，总长 30 米，芯级直径 2.65 米，500 公里太阳同步轨道运载能力 1500 公斤。2022 年 7 月 27 日，力箭一号运载火箭首次飞行任务取得圆满成功，突破了 6 项重大关键技术和 13 项国内首次使用的技术，丰富了我国固体运载火箭发射能力谱系，为我国运载火箭领域的技术变革作出了重要贡献。

据悉，执行此次任务的力箭一号遥二运载火箭是在广州南沙生产的首批火箭之一，采用先进的脉动式生产模式，已形成完备的生产制造服务体系，标志着正式迈入批量化生产、规模化运营、系列化发展的新阶段，可为国内外卫星用户提供高品质、低成本、快响应的定制化发射服务，进一步推动我国商业运载火箭规模化发射开启新篇章。

我国大科学装置又一关键设备性能实现国际领先

本报讯(记者倪思洁)6月5日，我国首台高品质因数 1.3GHz 超导加速模组通过专家评审。该模组是大科学装置的关键技术设备之一。专家组指出，该模组在国际上率先实现了中温退火高品质因数超导腔模组技术路线，具有完全自主知识产权，性能处于国际领先水平，使我国高品质因数超导加速器技术走在了国际前列。

目前，我国在建及规划中的多个重大科技基础设施，如上海硬 X 射线自由电子激光装置(SHINE)、深圳中能高重复频率 X 射线自由电子激光装置(SFEL)、未来高能环形正负电子对撞机(CEPC)等，都需要大量的高品质因数 1.3GHz 超导加速模组。

中国科学院高能物理研究所研究员潘卫民介绍，该模组是当前国际先进加速器技术竞争的制高点、我国和国际上多个大科学工程的关键核心技术，技术极为复杂、造价高昂，属于“要不来、买不来、讨不来”的技术。攻克这一关键技术并实现国产化，有助于我国在关键领域实现高水平科技自立自强，否则将造成加速器造价和运行费用的大幅上涨。

专家组评审认为，该模组的成功研制表明，中温退火工艺稳定可靠、易于实现，可作为未来高品质因数超导加速器的主要技术路线，为我国建设国际领先的连续波电子加速器完成了高品质因数超导腔及模组关键技术和样机验证，具有重大的实际意义和广阔的应用前景。专家组表示，该模组性能满足了大连先进光源(DALS)的超导加速模组设计要求，超过了美国直线相干光源二期项目(LCLS-II)及其能量升级项目(LCLS-II-HE)的超导加速模组设计指标(此为目前国际最高设计指标)，超导腔平均品质因数优于 LCLS-II-HE 的掺氮工艺批量超导加速模组性能。



1.3 GHz 9-cell 超导加速模组总装。中国科学院高能物理研究所供图

据悉，该项目由中国科学院高能物理研究所项目团队历时 3 年研制、总装、调试完成。继 2020 年在国际上首次改进中温退火工艺，并成功实现 1.3GHz 9-cell 超导腔的中温退火工艺之后，项目团队瞄准国际最高水平全力攻坚，实现了比掺氮工艺更为先进的中温退火高品质因数超导腔模组技术路线，创造了超导加速器品质因数的世界纪录，满足了我国相关大科学工程的迫切需求。

科学家首次在重离子碰撞实验中观测到超核集体运动

本报讯(见习记者叶满山)中国科学院近代物理研究所等机构科研人员参与 RHIC-STAR 国际合作实验研究，首次在重离子碰撞实验中观测到超核的集体运动。该成果为研究致密核物质环境中的超核-核子相互作用开启了一个新方向。相关成果近日发表于《物理评论快报》。

超子是包含奇异夸克(s)的重子，核子(质子和中子)的统称)中只包含上夸克(u)和下夸克(d)。超子和核子可以形成束缚态，称为“超核”。理论预言宇宙中的致密天体——中子星的内部存在超子。然而，超子的出现将软化核物质状态方程，这给理论上构建大质量中子星带来了挑战。这被称为中子星研究中的“超子谜题”。

通过实验测量致密核介质中的超子-核

子相互作用强度，是解开“超子谜题”的关键步骤，同时对理解强相互作用理论——量子色动力学具有重要意义。超核集体运动实验测量数据可用于提取致密核介质中的超子-核子相互作用，有可能解开“超子谜题”。

高能重离子碰撞是实验室产生和研究致密核物质性质的独特工具。重离子碰撞过程中，粒子由于致密核物质内部压强梯度会产生集体运动(集体流)，如直接流、椭圆流等。在实验中，科学家们已经观测到介子、重子、轻核的集体流。由于实验产生的超核非常稀有，此前超核集体流测量研究尚属空白。

研究人员基于美国布鲁克海文国家实验室的相对论重离子对撞机(RHIC)装置上的 STAR 实验 3GeV 金-金碰撞数据，重建得到约 8400 个超氦(由一个 Λ 超子、一个质子和

一个中子构成)和约 5200 个超氢-4(由一个 Λ 超子、一个质子和两个中子构成)。这是目前实验观测到的最大统计量的超核和超氢-4 数据样本。

研究团队首次实验观测到这些超核具有显著的直接流，同时还提取了超核和轻核直接流在中心快度区域的斜率。经过比较，研究人员发现轻核与超核的直接流斜率存在一个相似的质量标度律，这意味着超核和轻核在重离子碰撞中的产生都可以用“并和过程”解释。

该研究对于建立核核碰撞和决定致密星体内部结构的状态方程之间的联系具有重要意义。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.212301>

元宇宙“主动触觉”让所见即所触

本报讯(记者温才妃)西湖大学教授姜汉卿团队在国际上首次提出并开发了“高保真主动机械触觉交互系统”，为元宇宙带来了全新的触觉感知维度。相关研究成果日前发表于《自然-机器智能》。

为让元宇宙触手可及，过往研究者们尝试过多种解决方案，大多为通过振动或压力反馈创造“被动触觉”，包括常见的具有振动功能的手柄、可贴在皮肤上的振动马达、基于刚性连杆或绳索结构的电机驱动手部外骨骼等。此类“触觉”均是设备发出、给予用户触觉的交互体验。

姜汉卿创造了“主动触觉”这个新概念。不同于肩、胸、腰、背等人类身体通常接收“被动触觉”的部位，人的手和脚通常是通过主动触

摸感知物理世界的。研究团队选择从“机械触觉”，即刚度——物品的软硬触感入手，模拟手和脚主动触摸物体时的感觉。

他们研发了一套“高保真主动机械触觉交互系统”，利用不同材质、不同尺寸的折纸模块搭建了两种不同维度的交互装置：一种可引发局部触感的手持式装置，以及一种可以产生全身感应的脚踏式装置。在使用手持式交互装置时，用户可通过主动抓握，体验交互的不同物品的软硬程度；在使用脚踏式装置时，用户可通过主动踩踏，以全身运动的形式体验所处环境地面特性。

这种主动机械触觉的实现，源于硬件设备内部由曲面折纸结构在交互过程中由用户主动触发的被动变形。在电机的配合作用

下，曲面折纸结构能弯曲成不同角度，并产生不同大小的反力，从而给予用户手足不同的“弹性”反馈。

姜汉卿举例说，将两张薄薄的塑料片对折，呈 X 状穿插在一起，当纵向“上下”按压塑料片且力量、角度不一样时，手收到的“回弹”反馈的感知不一样。这种触觉的变化传递给大脑，大脑就会根据“软硬”作出判断。如果把手换成脚，大脑同样会根据脚所传递的刚度反馈，判定人是走在马路上、草地上，还是踩在冰上……由此，人们在元宇宙的虚拟世界中，可以完美实现“所见即所触，所处即所踏”。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s42256-023-00671-z>

2.2 万美元！坦桑尼亚“重金悬赏”顶刊论文



本报讯 坦桑尼亚科学家如果在国际知名期刊发表研究成果，就能得到政府奖励的 5000 万坦桑尼亚先令(约合 2.2 万美元)。

据《自然》报道，坦桑尼亚教育、科学与技术部的 Maulilio Kipanyula 表示，坦桑尼亚每年为上述奖励拨款 10 亿坦桑尼亚先令(约合 423575 美元)，旨在激励本国研究人员在“国际知名和声誉较高的期刊”上发表文章，以提高坦桑尼亚科学家和高校的全球排名。

Kipanyula 表示，坦桑尼亚正在效仿南非、爱尔兰、澳大利亚和巴基斯坦，为科研人员发表论文提供资金支持。

在 2022—2023 财政年度，研究人员可以申请自然科学、数学或医学类论文奖励之一。要想获得奖励资格，研究人员必须在领域内排名前 10% 的期刊(根据所选方向的期刊影响力来衡量)上发表论文。论文可以是原创研究、二次数据分析，也可以是系统综述、荟萃分析。

对于该奖励计划，一些人表示欢迎，认为这是科学家在一个资源有限的国家进行研究所急需的激励措施。在坦桑尼亚，大多数学者专注于教学，教授的平均月薪为 199 万坦桑尼亚先令(约合 844 美元)。但也有些人表示，这笔资金还可以被利用得更好。

2022 年，坦桑尼亚的研发支出约占本国国内生产总值的 0.5%。此外，该国 50% 以上研究支出依赖于外国援助。坦桑尼亚流行病学专家、英国牛津大学全球卫

生网络非洲区域经理 Frank Kagoro 说：“让一篇论文被高影响力期刊接收需要付出很多努力。这样的奖励可能会成为解决区域问题并促进科学发展的催化剂。”

然而，乌干达克雷雷大学的人权研究员 Haruna Kanaabi 认为，在知名期刊上发表论文的奖励，最有可能给那些已经在职业生涯中站稳脚跟的人。而政府更应该鼓励那些处于职业生涯早期阶段的人，不应该“只为站在高人的大庆祝”。

坦桑尼亚达累斯萨拉姆大学微生物学家 Aneth David 对此表示赞同。她同时指出，坦桑尼亚政府应减少官僚主义，让科研人员自由选择研究领域。

“过去几年，坦桑尼亚关于科学研究和学术交流的法律法规日益严格，扼杀了学术自由，这已经不是什么秘密了。”David 补充说，“如果科学家不能自由选择研究内容，不能根据科学原则而是按照政客的一时兴起作出选择，那么就不会有高质量论文发表在高水平期刊上。”(李木子)

科学网客户端全新上线



扫描二维码下载查看更多科技资讯