

罕见两级四星系统首次“现身”

■本报记者 袁一雪

南京大学研究团队与国际合作者在 82 光年外的唧筒座天区发现了一个极其罕见的两级四星系统，这是相互环绕的一对超冷褐矮星与一对年轻红矮星。相关研究成果 8 月 19 日发表于英国《皇家天文学会月刊》。

这个名为 UPM J1040－3551 系统的发现，意味着天文学家对这些难以捉摸的天体，以及太阳附近恒星系统的多样化形成通道有了进一步的理解。

一个独特的恒星系统

南京大学天文与空间科学学院副教授张曾华带领国际团队，利用欧洲空间局“盖亚”(Gaia)天体测量卫星和美国国家航空航天局广域红外线巡天探测器(WISE)的观测数据，发现该系统天体具有相同的角速度，并进一步开展了全面的光谱观测和分析，识别出这个两级四星系统，将其命名为 UPM J1040－3551 AabBab。其中，Aab 指的是亮星对 Aa 和 Ab，Bab 指的是暗星对 Ba 和 Bb。

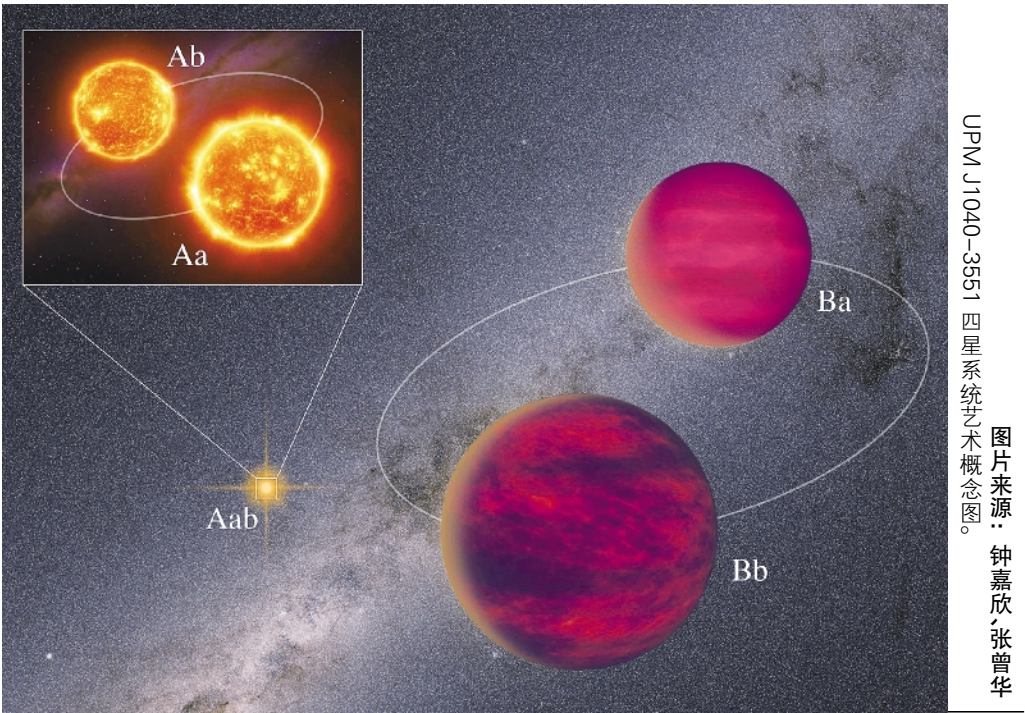
“这次发现的两级四星系统是两对天体各自以几十年的周期相互环绕。这两对天体也绕着一个共同的质心公转，周期超过 10 万年。”张曾华告诉《中国科学报》，“这次发现特别令人惊喜的是层级性，这是多星系统长期稳定运行的保障。”

这两对天体之间的距离达到 1656 个天文单位(AU，1AU 为 1.5 亿千米)。两对天体中的亮星对 UPM J1040－3551 Aab 由两颗质量相近的红矮星组成，目视星等为 14.6，在可见光波段的亮度大约是北极星的 10 万分之一；暗星对 UPM J1040－3551 Bab 由两颗温度低得多的褐矮星组成，几乎不发出可见光，Bab 在近红外波段的亮度大约是 Aab 对的 1/1000。如果要用肉眼观察这对恒星，需要将它们移至距离地球仅 1.5 光年的位置。

据张曾华介绍，亮星对最初因在 Gaia 多次观测中呈现光心的摆动而被怀疑是一对密近双星，并通过异常亮度得到证实——比同距离、同温度的单恒星亮约 0.7 星等，这是因为这对几乎等质量的双星产生了双倍的合并光度。同样，暗星对被确认是一对密近双褐矮星，因为其绝对星等比同光谱型的普通单褐矮星明显更亮。近红外光谱拟合分析也强有力地支持了这一结论，即双星模板比单星模板拟合的更好。

神秘的超冷天体

在此次研究中，巴西国家天体物理实验室的 Felipe Navarete 进行了关键的光谱观测，使得团队可以详细研究并刻画该系统的天体。利用美国国家光学红外天文研究实验室设置在智利



图片来源：钟嘉欣、张曾华

的南方天体物理研究望远镜(SOAR)，Navarete 获得了亮星对的光学光谱，同时还利用 SOAR 观测了暗星对的近红外光谱。

Navarete 指出：“由于褐矮星暗淡，这些观测具有挑战性，但 SOAR 的强大观测能力使我们能够获取了解这些天体性质所需的关键光谱数据。”

研究表明，亮星对的两颗恒星均为 M 型红矮星，温度约为 3200 开尔文，质量为太阳质量的 17%。暗星对包含了更加奇特天体，即温度分别为 820 开尔文和 690 开尔文的两颗褐矮星。“褐矮星是体积小、密度高的低质量天体，该系统中的褐矮星大小与木星相似，质量却是木星的 10 到 30 倍。事实上，在这个范围的低质量端，这些天体可以被视为‘行星质量’天体。”张曾华解释说。

“这是迄今发现的第一个由一对 T 型褐矮星围绕一对恒星运行的四星系统。”论文作者之一、西班牙天体生物学中心的 Maria-Cruz Gálvez-Ortiz 指出，“这一发现为研究这些神秘天体提供了一个独特的宇宙实验室。”

解决年龄－质量简并问题

褐矮星的质量介于恒星和行星之间——质量过大而不能被视为行星，但又像恒星那样维持氢聚变。与恒星不同，褐矮星形成后就开始

持续冷却，这会改变温度、光度和光谱特征等可观测的性质。

这种持续的变化过程给褐矮星研究带来了一个根本性的挑战，即“年龄－质量简并问题”。一颗具有特定温度的孤立褐矮星，既可能是更年轻、质量更小的天体，也可能是更古老、质量更大的天体。如果没有额外信息，天文学家无法区分这两种可能性。

“拥有宽距恒星伴星的褐矮星，年龄可以通过其伴星独立限定。它作为年龄基准，在打破年龄－质量简并方面具有宝贵价值。”论文作者之一、英国赫特福德郡大学的 Hugh Jones 解释说，“因此，此次发现的 UPMJ1040－3551 两级四星系统尤其宝贵，因为来自亮星对的 H-alpha 发射线表明该系统相对年轻，在 3 亿到 20 亿年之间。”

未来，研究团队将通过高分辨率成像技术分辨暗星对，从而精确测量其运动轨道和动力学质量。

“该系统为褐矮星科学研究带来了双重益处。”论文作者之一、美国加州大学圣迭戈分校的 Adam Burgasser 说，“如果我们能够分辨褐矮星双星并追踪轨道，那么它既可以作为校准低温大气模型的年龄基准，又可以作为检验演化模型的质量基准。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1093/mnras/stf895>

“化学剪刀”在常温下让塑料垃圾变燃油

本报讯(见习记者江庆龄)华东师范大学研究员张伟团队联合德国慕尼黑工业大学、美国太平洋西北国家实验室等的科研人员，首创室温催化转化技术，可在常温常压条件下将难降解混合塑料废弃物一步高效转化为高附加值燃油，为全球塑料污染治理提供了全新解决方案。相关研究成果近日发表于《科学》。

目前，我国废塑料存量突破 10 亿吨，年新增量逾 6000 万吨，废塑料治理形势十分严峻。从组分构成看，聚烯烃(PE、PP)占比 50%，聚氯乙烯(PVC)占比 10%，均具有巨大的回收利用潜力。然而，当前处理方式仍以填埋和焚烧为主，对生态和人体健康构成严重威胁。塑料“升级回收”技术通过化学转化将废塑料转化为高附加值产品，但含 PVC 混合废塑料的化学回收仍面临巨大技术挑战。

针对这一难题，研究团队提出“塑料催化裂解－烷基化耦合反应”的全新概念，并开发了一步法转化技术。在技术设计上，研究团队选择了价格低廉、活性高、腐蚀性低、操作安全

可靠的氯铝酸盐离子液体作为催化剂。

与传统高温裂解相比，新技术常温即可运行，安全环保，无有毒副产物，且将脱氯、裂解和烷基化三步反应整合为单一过程，流程大幅简化，能耗降低 70%以上。此外，这项技术也实现了资源协同利用，石化副产物可作为反应物参与反应，实现了废塑料资源的高效增值利用。实验数据显示，该技术可将混合废塑料一步转化为高标号汽油，碳原子利用率超过 95%。在产业应用上，该技术与现有炼化工艺高度兼容，能耗低、设备简便、转化效率高，特别适合依托现有炼化设施推广。

这项“分子炼油”技术不仅大幅提升了塑料回收的经济性，也建立了完整的资源循环利用链条，为全球塑料污染治理提供了切实可行的解决方案。未来，团队将进一步推动绿色催化技术产业化，同时利用人工智能开发更高效的催化体系，深入揭示塑料转化的原子级机理，并向全球推广。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adc7485>

研究发现地幔内残余块体聚焦地幔上涌

本报讯(记者朱汉斌)中国科学院院士、中国科学院广州地球化学研究所研究员徐义刚团队与合作者，发现地幔内残余块体对地幔上涌存在透镜式聚焦效应。相关成果近日发表于《自然－通讯》。

一般而言，在岩石圈伸展结束后的热沉降阶段，裂谷盆地会维持缓慢、平滑且相对持续地沉降，若无后续岩石圈改造作用叠加，盆地基底深度会趋近固定值。然而，在较薄陆缘岩石圈上狭长区域内会出现一类“异常”沉降现象，基底深度远超经典理论预测值。

研究团队发现，典型研究区正下方的深部地幔内，曾存在疑似下地幔上涌与地震波高速体共存的现象。此类高波速结构可能代表俯冲板块或拆沉岩石圈块体，统称“残余块体”。在此基础上，他们提出深部地幔上涌与残余块体相互作用导致浅表异常沉降的假设，并基于正演数值模拟与多学科观测联合约束的思路开展了探索性研究。

模拟结果显示，在长期大洋俯冲背景下，当 660 千米深处相变密度跳变≥7%且相变克拉贝龙斜率 >－2.8 MPa/K 时，上涌物质到

达岩石圈底部前，地表易出现几十米至 800 米深、1000 至 2000 千米宽的沉降区。该沉降区难以长久维持，上涌物质到达岩石圈底部后，地形会反转甚至恢复原状。若地幔上涌途中接近正在下沉的残余块体，地表沉降幅度会加强至千米级，沉降中心宽度会显著缩小至 200 千米左右。

上涌物质到达岩石圈底部后，仅会导致沉降区一侧地形反转，未受上涌托举影响的另一侧岩石圈可最终保留千米级低洼地形。下沉残余块体如同“放大镜”，将深部地幔上涌(柱)对地形的影响放大并聚焦到相对有限区域，导致狭长带内出现可维持的地表沉降。研究团队将此现象命名为残余块体对地幔上涌的透镜式聚焦效应。

研究还指出，在缺乏决定性地质学或地球物理学证据的研究区，下地幔低波速结构、上地幔高波速结构与浅表狭长地带内异常沉降现象共存，可能为指示深部地幔存在快速物质上涌或正在形成的地幔柱提供了判别依据。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-62987-1>

“AIRSAT-05 星 / 海哨二号”卫星发射成功

本报讯(记者高雅丽)记者从中国科学院空天信息创新研究院获悉，8 月 19 日 15 时 33 分，“AIRSAT-05 星 / 海哨二号”在酒泉卫星发射中心成功发射升空，并顺利进入预定轨道。

该卫星由中国科学院空天信息创新研究院、中科卫星科技集团有限公司、中国科学院微小卫星创新研究院、齐鲁空天信息研究院等单位联合研制，并得到了国家重大专项支持。

该卫星主载荷为 X 波段多极化合成孔径雷达，支持多种工作模式，成像最高分辨率优于 1 米，最大观测幅宽超 300 千米，并集成了智能化在轨处理模块，可实现高质量在轨雷达成像和冰、海信息智能提取。该卫星还可与地面移动载具实现星地信息的双向互联互通，大幅提升遥感卫星观测服务时效性。

据了解，该卫星纳入中科卫星科技集团有限公司建设的 AIRSAT 星座运行，将在海洋环境与安全、极地科考与航运、国土资源调查、灾害应急等应用领域发挥重要支撑作用。



卫星发射。酒泉卫星发射中心供图

最大天线在太空“绽放”



本报讯 由美国国家航空航天局(NASA)和印度空间研究组织(ISRO)合作研制的 NISAR 卫星于 7 月 30 日从印度东南海岸的萨迪什·达万航天中心发射升空。近日，NISAR 的一个直径 12 米的鼓形天线反射器，已在近地轨道成功展开。该反射器此前呈伞状收拢，直到支撑它的 9 米长吊杆成功部署并锁定到位。

NISAR 将追踪冰盖和冰川的运动，地震、火山和滑坡引起的地表形变，以及森林和湿地生态系统细微至 1 厘米的变化。它还将为灾害响应、基础设施监测和农业生产等领域的决策者提供帮助。

“NISAR 反射器的成功部署是一个重要里程碑。”NASA 地球科学部主任 Karen St. Germain 说，“从创新技术到研究与建模，再到提供科学数据以帮助决策，NISAR 收集的数据将对全球利益相关者改善基础设施、预防自然灾害及维护粮食安全产生重大影响。”

该任务搭载了 NASA 有史以来最精密的雷达系统，并首次结合了两种合成孔径雷达(SAR)系统，一个是能穿透云层和森林冠层的



第一批国家公园建设高水平科研监测体系

据新华社电 8 月 19 日在四川成都开幕的第三届国家公园论坛首次发布《中国国家公园发展报告》。报告显示，我国高质量推进国家公园建设和监管，建设起高水平科研监测体系，推动高新技术与国家公园生态保护、公众服务、智慧管理等领域的深度融合，为国家公园建设注入科技新动能。

报告指出，国家林业和草原局推动整合设立虎豹、大熊猫、长臂猿等旗舰物种国家保护研究中心，构建多层次科研平台，各国公园也逐步搭建起完整的科研平台。

大熊猫国家公园联合 40 余家科研院所、企业和社会组织，创立全国首个大熊猫学院，系统布局邛崃山、岷山、大相岭等国家长期科研基地。海南热带雨林国家公园依托海南国家公园研究院等科研机构，重点开展海南长臂猿种群拯救、栖息地保护及海南热带雨林优先物种保护等专项研究。

同时，各国公园强化高科技手段运用。比如东北虎豹国家公园建设“天空地”实时监测系统，实现了对东北虎、东北豹全天候全区动态监测。武夷山国家公园应用智慧管理平台，初步

实现访客活动、生态环境、世界遗产、森林防火等科学监测。

此外，各国公园还通过监测预警联动缓解人兽冲突。东北虎豹国家公园建设预警监测系统，建立人兽冲突预警平台，实施预警值班制度，重点区域 24 小时值班，发现大型动物靠近村屯、林场立即预警，信息直达一线。三江源国家公园实施相关防控措施，降低食肉动物捕食家畜和造成人身伤亡的风险，开展防护型网围栏及集装箱式防熊屋建设试点，构建人兽冲突防控体系。

(黄姝 康锦谦)