



编者按

9月9日,《自然》同期发表两项关于丹尼索瓦人的研究成果。2019年,一场生态修复让一个古人类遗址——云南蝙蝠洞遗址浮出水面。之后,多支科研团队开展跨学科综合研究,不仅确认了发掘出的古人类牙齿化石为丹尼索瓦人所属,让丹尼索瓦人在中国西南腹地缺失的关键地理拼图得以补充,而且首次系统揭示了中国南方丹尼索瓦人的体质形态、技术行为与生存策略,重建了这一神秘人群在青藏高原东南缘的生存全景图。

蝙蝠洞意外发现,首次揭示中国南方丹尼索瓦人生存全景

■本报记者 冯丽妃 通讯员 刘晓倩

“以前,我们发现了一些零星的丹尼索瓦人化石,但要么缺少地层,要么没有文化遗存伴生,并不知道他们是怎么生活的。云南蝙蝠洞遗址的人类化石跟文化遗存直接关联在一起,除了确认丹尼索瓦人在东亚有较大的分布范围外,还能得知他们的生存环境、工具使用、狩猎策略、资源利用……”谈起关于丹尼索瓦人的最新研究成果,中国科学院院士、中国科学院青藏高原研究所(以下简称青藏高原所)研究员陈发虎说。

9月9日,在发表于《自然》的一项研究中,陈发虎领衔的古生态与人类适应团队联合云南省文物考古研究所、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所等单位科研人员,通过对云南蝙蝠洞遗址开展多学科综合研究,首次系统揭示了中国南方丹尼索瓦人的体质形态、技术行为与生存策略,重建了这一神秘人群在青藏高原东南缘的生存全景图,填补了东亚古人类演化研究中长期

悬置的空白。

抢救出来的宝藏

蝙蝠洞遗址位于青藏高原东南缘鹤庆盆地,海拔2370米,距离丽江机场仅半小时车程。它的发现,始于一场生态修复工程。

历史上,这里是一处规模宏大的石灰岩溶洞,因常年石灰开采,洞穴大部分本体已遭损毁。2019年,当地推进生态修复工程,施工人员偶然在碎石中发现了一些动物骨骼化石,随即上报至云南省文物考古研究所。

考古人员赶赴现场,发现除化石之外还有石器,一个险些被错过的古人类遗址就此浮出水面。当年6月,发掘工作紧急启动。

“这是一个意外发现的遗址。”论文第一作者、云南省文物考古研究所副研究员阮齐军说。

发掘工作最初由云南省文物考古研究所主导,2022年陈发虎团队与合作者

深度参与,开启多学科综合研究。这次发掘面积仅11平方米,研究团队特意保留部分地层待技术进步后继续研究。然而,就是这一小块发掘区域,出土了超过6万件动物化石、1300多件石制品,以及7件古人类化石——4枚牙齿、两片顶骨碎片、一段近端桡骨。

化石出土后,一系列问题接踵而至:这些化石的“主人”是谁?他们生活在什么样的环境中?怎么生活?研究团队用一场持续近4年的跨学科接力,回答了这些问题。

冰期生存“实录”

“这项成果是大规模国际多学科协作的产物,从地层年代学、孢粉古环境、动物考古、旧石器、古人类多个方向同步推进。”陈发虎介绍,研究汇集了中国、法国、西班牙、意大利、丹麦等国的顶尖学者。

通过系统考古发掘,研究团队揭示了蝙蝠洞遗址厚达6.6米的地层堆积,其中文化层厚2.3米,包含10个层位,时间跨度从19万年前延续至7万年前。他们将出土人类化石的第9层和第7层定位至16.7万年前至13.4万年前,对应寒冷的倒数第二次冰期。孢粉分析显示,当时的古人就类在以针叶林为主的森林-草原环境中繁衍生息。

通过古蛋白质组学检测,研究人员确定了7件古人类化石的身份信息——丹尼索瓦人。牙齿形态既有原始性状,又具备晚期人属衍生特征,和甘肃夏河白石崖溶洞标本既相似又存在差异,暗示丹尼索瓦人随时间、地理分布存在地域形态分化。研究团队据此提出,蝙蝠洞的丹尼索瓦人或许是龙人支系中有别于白石崖溶洞人群的一个新区域类型。

(下转第2版)



两颗古人类牙齿(①②)和3块新发现的丹尼索瓦人骨骼(③④⑤)。

古脊椎所供图

自西伯利亚丹尼索瓦洞发现丹尼索瓦人以来,我国北部的哈尔滨、东南部的台湾海峡及青藏高原的白石崖溶洞等地均鉴定出少量遗骸。但在西南腹地,相关化石记录却一直空白。

考虑到遗传学研究表明大洋洲现代人群中含有较高的丹尼索瓦人遗传成分,我国西南地区极有可能是丹尼索瓦人向东南亚及大洋洲扩散的关键枢纽。这一“缺环”的存在,成为学界亟待解开的谜题。

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所(以下简称古脊椎所)研究员付巧妹团队联合多家单位科研人员,采用创新方法成功“万里挑一”,首次从云南蝙蝠洞遗址6万余件碎骨中鉴定出3件古人类化石,其与另外两件该地发掘出的古人类牙齿化石均被鉴定为丹尼索瓦人所属。9月9日,相关研究成果发表于《自然》。

由此,丹尼索瓦人缺失的关键地理拼图得以补充。该研究加深了对中国中更新世晚期丹尼索瓦人遗传特征及演化历史的理解,更值得一提的是,研究中确认的全球首件丹尼索瓦人桡骨化石,为该人群形态表型研究提供了重要证据。

新方法助力“大海捞针”般筛选化石

云南蝙蝠洞遗址出土了6万多件碎骨,如何“大海捞针”般找出古人类化石?

质谱法动物种属鉴定(ZooMS)是一种取样微损、鉴定快速的考古学方法。在丹尼索瓦洞和白石崖溶洞等遗址的研究中,仅依靠ZooMS方法进行筛选,古人类化石的发现率往往低于0.1%。如果对6万件碎骨全部开展ZooMS分析,则成本高昂且效率低下。

因此,在ZooMS分析前,团队先进行了“形态学预筛”,仅选出22件“疑

似古人类”骨骼,再随机抽取54块非人骨进行ZooMS分析以验证可行性。

随后,团队对22件疑似人骨进行ZooMS分析,确认其中3件为人属来源,包括2件顶骨碎片和1件近端桡骨碎片,后者被确认为全球首件丹尼索瓦人桡骨化石。3件化石来自不同地层,年代介于16.7万年前至13.4万年前。

付巧妹说,“形态学预筛+ZooMS”的组合策略使古人类化石的筛选效率实现了数量级跃升,也为今后在同类大规模碎骨遗址中高效寻找古人类化石提供了方法范本。

在确认骨骼归属后,团队将该遗址出土的两颗古人类牙齿也纳入研究,对骨骼、牙本质和牙釉质等多组织开展了系统性多馏分蛋白质提取与分析。

“我们从5个样品中确定了6~16种内源性蛋白,覆盖1972至4076个氨基酸位点。”付巧妹介绍。此外,两颗牙齿的釉质中均鉴定出丰富的Y型胶原蛋白肽段,表明二者均属于男性个体。

多重分析证实丹尼索瓦人身份

在完成蛋白质组鉴定后,团队对5件化石的单氨基酸多态性位点进行了系统筛查。结果显示,所有样本均携带丹尼索瓦人特征性变异位点。

此外,团队还从两颗牙齿的釉质中鉴定出另外3个具有系统分类价值的变异位点,包括丹尼索瓦人群相关位点,现代人、尼安德特人和丹尼索瓦人共有的突变位点,以及与东亚中更新世直立人区分的位点。

据论文共同第一作者、古脊椎所副研究员饶慧芸介绍,在系统发育分析层面,基于每个样本内源蛋白的一致性序列分别构建的贝叶斯系统发育树显示,所有样本均与已知的丹尼索瓦人形成单系群,后验概率可达100%。

“分子证据与系统发育结果吻合,

文韬、冯英巧、刘桂华、刘雪雅、李志军、汪洋、沈泽花、张福锁、林茂、赵羲、侯光良、郭绍青、崔玉秋、章振乐、彭艳峰、斯郎平措等25名同志光荣入选。他们全面贯彻党的教育方针,落实立德树人根本任务,他们的先进事迹,集中展现了新时代人民教师的家国情怀与责任担当,生动诠释了“太阳底下最崇高的职业”的深刻内涵。

『万里挑一』化石新证 填补丹尼索瓦人扩散『缺环』

■本报见习记者 蒲雅杰

表明5件化石能够被可靠地归入丹尼索瓦人。”饶慧芸表示,蝙蝠洞成为除丹尼索瓦洞外,目前发现丹尼索瓦人骨种数最多的遗址。

空间上,此次云南蝙蝠洞的发现将丹尼索瓦人的地理分布版图从最北端的西伯利亚,一路延伸至中国西南腹地。其已知活动范围涵盖了西伯利亚和中国东北、青藏高原、台湾海峡、云贵高原。

同时,时间上,年代测定结果显示,这批丹尼索瓦人生存于海洋氧同位素第6期,正值全球冰期。“但云贵高原相对温暖的环境和充足的食物资源,可能为丹尼索瓦人群提供了优良狩猎场,使其顺利度过冰期。”论文共同第一作者、云南省文物考古研究所副研究员阮齐军说。

(下转第2版)

2026 世界顶尖科学家奖公布

本报讯(记者江庆龄)9月10日,2026世界顶尖科学家奖(以下简称顶科奖)获奖者名单在上海正式公布。这是顶科奖自2021年创设以来的第五次颁发,共有11位科学家获奖。

2026顶科奖下设3个子奖项,分别为“智能科学或数学奖”“生命科学或医学奖”“青年科学家奖”。

“智能科学或数学奖”授予美国杜克大学的英格丽·多贝西,表彰她在

应用调和和分析、小波理论与图像压缩领域的杰出贡献,以及在国际数学界的领导作用。“生命科学或医学奖”授予中国科学院上海有机化学研究所生物与化学交叉研究中心袁钧瑛、北京生命科学研究所王晓东、北京生命科学研究所邵峰、美国基因泰克公司维什瓦·迪克西特4人,表彰他们阐明多类程序性细胞死亡的分子通路,解析该通路对各类生理功能与疾病

发病机制的调控机制。

2026顶科奖首设“青年科学家奖”。德国马克斯·普朗克固体研究所拉斐尔·朱丽叶·克莱芒、复旦大学陈培宁、清华大学丁世谦、美国斯坦福大学吴佳俊、上海交通大学谢伟迪、美国约翰斯·霍普金斯大学庄梓铨获得该奖项。

2026顶科奖由上海世界顶尖科学家发展基金会发起并承办,红杉中国

独家奖金捐赠,上海临港科技创新发展基金会提供支持。

“智能科学或数学奖”“生命科学或医学奖”候选人不受年龄与国籍限制,单项奖金总额为1000万元,同一奖项若有多位获奖者,奖金由获奖者共享。“青年科学家奖”候选人年龄上限为40周岁,不限研究领域、国籍与性别,每年遴选6位获奖者,每人奖金100万元。

“中国天眼”绘就最大宇宙气体图谱

本报讯(记者甘晓)近日,“中国天眼”(FAST)在中性氢巡天领域取得重大突破,构建世界最大中性氢星系样本库,绘就最大宇宙气体图谱。9月8日,中国科学院国家天文台研究员姜鹏领衔的FAST中性氢巡天(FASHI)项目团队在《中国科学:物理学、力学、天文学》(英文版)上发表了这一研究成果。

138亿年前,宇宙大爆炸后温度逐渐降低,质子和电子稳定结合,形成了第一批中性氢原子。中性氢是宇宙中最古老、最基础的物质,相当于恒星的原材料、星系的“建筑材料”,也是记录宇宙从黑暗走向光明的历史档案。中性氢发出的21厘米辐射穿透力极强,

能穿越星际尘埃的层层遮挡,将宇宙深处最原始的气体信息传递到地球。FAST正是捕捉这一宇宙“信标”的最强利器。

2024年1月,FASHI首期数据发布41741个探测源,成为世界最大中性氢星系样本。这个数字让美国阿雷西博望远镜ALFALFA项目历时十余年积累创造的纪录成为历史。最新发布的FASHI第二期数据(FASHI DR2)显示,在两年的观测时间内,FASHI探测的河外中性氢源便从4万跃升至15.6万,是ALFALFA的5倍;覆盖天区从7600平方度增至19500平方度,占全天面积近一半;典型灵敏度比ALFALFA锐利约0.7倍。国际审稿人

评价其为“天文学界期待已久的里程碑式数据集”,并称其“无疑将成为行业内的标准参考文献”。

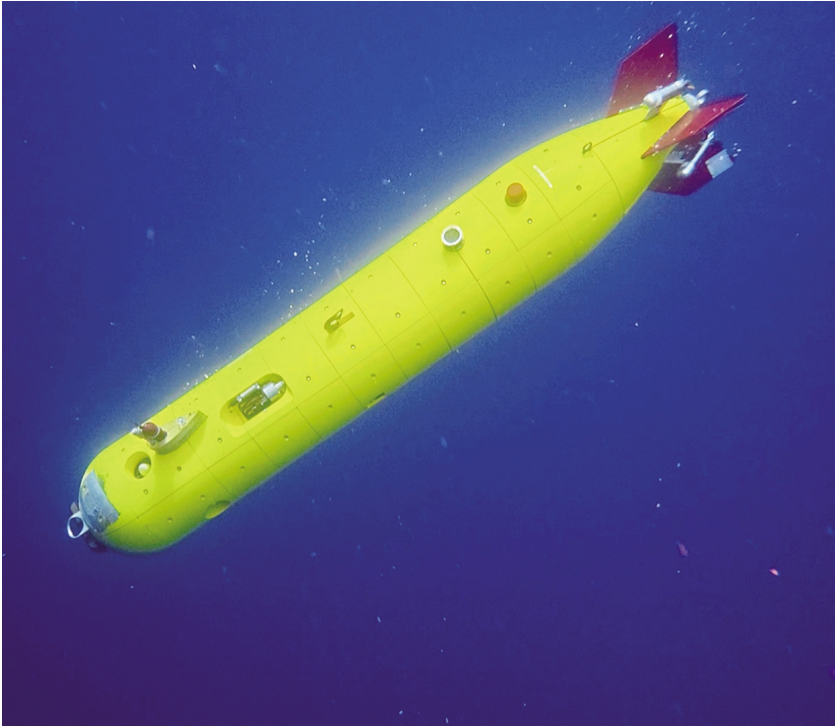
依托FASHI DR2巡天数据,团队将中性氢质量函数的可靠测量范围首次稳健拓展至约100万倍太阳质量,同时将邻近宇宙中性氢密度的统计精度锁定为0.6%。这是迄今人类对该物理量最精确的测量,为邻近宇宙气体含量研究树立了全新的精度标杆。

科研人员介绍,这15.6万个星系气体“身份证”,预计将在星系演化、宇宙学、大尺度结构、引力波与暂现源等多个天文学前沿领域发挥作用。同时,FASHI为下一代射电干涉阵巡天提供了重要的样本设计和系统比对基准。

数据发布后,其源表已面向全球公开,为未来更大规模的宇宙探索奠定了关键数据基础。

FASHI DR2的跨越式增长源于FAST在2020年8月至2025年7月长达5年的观测周期中始终保持卓越的灵敏度与稳定性,其19波束接收机与高效漂移扫描策略的配合,实现了巡天深度与广度的双重突破。该研究由中国科学院国家天文台、中国科学院上海天文台联合贵州射电天文台、中国科学院南天文中心、北京大学等国内多家单位共同完成。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1007/s11433-026-3072-1>



科研人员利用 AUV 在南海超深水区域完成搜寻任务

近日,广州海洋地质调查局自主式水下航行器(AUV)技术团队在南海中央海盆水深超4000米海域,成功执行深水搜寻任务,精准找到此前失联的海底科研设备,并在AUV声光协同探测技术应用方面取得新突破。

此次任务的成功,进一步验证了深海无人智能装备在超深水复杂环境下的作业能力,为深海资源勘探、水下应急救援等任务积累了宝贵经验,也为深海装备体系建设提供了重要技术支撑。图为AUV正在工作中。

本报记者 朱汉斌 通讯员宋来勇报道 广州海洋地质调查局供图 许石华/摄