

他们用基因组解码藏羚羊“生死曲线”

■本报记者 李媛

在青藏高原，藏羚羊以矫健的身姿穿越万年风雪，它们是高原旗舰物种，也是地球上最神秘的长距离迁徙物种之一。这一顽强物种曾在冰期严寒中挣扎求生，也曾因人类盗猎濒临灭绝，在数万年时光里反复经历种群崩溃与重生。

近日，一项发表于《中国科学：生命科学》的研究，首次发布藏羚羊大规模种群基因组数据，以高精度基因组测序与群体历史模拟，揭开了这一珍稀物种在气候变化与人类活动双重影响下，数万年“崩溃-恢复”交替循环的演化密码。

“从冰期挣扎到人类庇护，从濒临灭绝到种群复苏，藏羚羊的万年生死轮回，既是生命顽强的见证，也是人与自然关系的缩影。”论文通讯作者、陕西省动物研究所研究员吴晓民告诉《中国科学报》，这项基因组研究不仅揭示了藏羚羊的演化历史，也为今后青藏高原的生态保护提供了基础数据支撑。

颠覆性发现： 藏羚羊属于单一遗传种群

青藏高原作为全球气候变化的敏感区与生物演化的天然实验室，晚更新世以来的冰期-间冰期旋回，以冰盖扩张、气温剧变深刻塑造了高原物种的演化轨迹。进入人类世后，人类活动强度空前提升，气候波动与人为干扰叠加，让广布型、长距离迁徙的野生动物面临更严峻的生存挑战。

藏羚羊曾广泛分布于高原全境，其漫长的演化史与复杂的种群波动，始终是全球动物保护与演化生物学领域关注的焦点。长期以来，学术界对气候变化与人类活动共同驱动藏羚羊种群兴衰，缺乏直接、系统的基因组证据，诸多关键历史节点模糊不清。

“过去我们靠脚印、望远镜、红外相机，看它们‘过得怎么样’。但要回答它们‘从哪里来、经历过什么’，必须靠基因组。”吴晓民说。

此次，吴晓民团队与云南大学研究员于黎团队合作开展研究，跨越西藏、青海、新疆三大藏羚羊核心分布区，首次获取覆盖三大地理种群、85个个体的全基因组测序数据。这是全球迄今规模最大、覆盖最完整的藏羚羊基因组数据集。基于高精度基因组数据，团队开展了系统的种群遗传结构与演化动态分析，获得了颠覆性的科学发现——基因组证据明确显示，青藏高原所有藏羚羊属于单一遗传种群，不同地理种群间存在极强的基因交流，不存在显著遗传分化。

“这一结论完美印证了藏羚羊标志性的季节性迁徙繁殖行为。每年夏季，雌性藏羚羊跨越数百公里前往固定产崽地，部分母羊与幼崽不会返回越冬地，而是在新栖息地定居。这种独特的生存策略，让藏羚羊种群始终保持高效、持续的基因交流，避免了遗传隔离，为种群恢复保留了核心活力。”陕西省动物



▲团队对因自然打斗而亡的藏羚羊进行采样。
▶吴晓民(右一)团队在野外工作。

吴晓民供图



物研究所研究员张洪峰说。

这一发现直接指明，藏羚羊必须作为统一保护单元实施全域协同保护，碎片化管理将严重威胁其长期生存。

更令人震撼的是，研究团队通过群体历史模拟，精准还原了藏羚羊数万年的种群兴衰曲线，证实藏羚羊在演化历程中，至少经历了5次由气候与人类活动主导的大崩溃与大恢复，书写了一部惊心动魄的生命史诗。

生态位模拟锁定藏羚羊“庇护所”

吴晓民介绍，在远古时期，藏羚羊的命运由气候主宰。末次冰期的严寒让藏羚羊种群大幅下降，末次盛冰期更是遭遇严重种群瓶颈，险些消失在冰河之中。冰期结束后，随着气候回暖，藏羚羊种群逐步恢复，在高原重新繁衍壮大。

进入人类世，人类活动成为主导藏羚羊命运的核心力量。约6000年前至4000年前的新石器时期，史前人类过度狩猎，让藏羚羊种群遭遇第一次人为导致的急剧缩减；约2400年前，高原先民从狩猎经济转向农牧混合经济，藏羚羊面对的捕猎压力大幅降低，其种群迎来复苏扩张；15世纪初，藏传佛教文化在青藏高原广泛传播，抑制了对野生动物的滥捕滥杀，藏羚羊种群再次迎来扩张期。

近代以来，藏羚羊的命运跌宕起伏。20世纪50至90年代，受非法盗猎影响，藏羚羊遭遇最剧烈的种群崩溃，数量跌至历史谷底；2000年以后，我国全面加强执法保护，建立自然保护区、打击盗猎产业链，藏羚羊迎来历史性恢复，种群数量持续回升，从濒危边缘被拉回安全地带，成为全

球生物多样性保护的典范。

研究团队还通过生态位模拟，锁定了藏羚羊的生命庇护所——青藏高原北部的可可西里、羌塘高原等区域。在数万年气候波动与人类活动干扰中，这些地方始终保持生态稳定，是藏羚羊长期、稳定的核心避难所，也是未来保护的关键区域。

这项研究，首次厘清了气候变化与人类活动对藏羚羊种群动态的交互作用，用基因组数据实证了人类活动从史前到现代对珍稀野生动物的深远影响。“它不仅为藏羚羊精细化保护提供了科学指南，更为青藏高原其他特有物种的保护、濒危野生动物演化历史解析，提供了可复制、可推广的研究范式。”吴晓民表示。

研究同时证明，高密度群体基因组数据与群体历史模拟相结合，能够精准捕捉到数十年尺度的近期种群波动，为濒危物种保护提供了全新技术路径。

无人区艰难采集样本

作为一名长期扎根青藏高原的野生动物研究者，吴晓民与藏羚羊打交道已逾二十年。从早期的人工野外追踪到后来的卫星定位监测，再到如今的基因组解码，他见证了这一物种从濒危边缘逐步回归的过程，也亲历了研究手段从“看得见”到“读得懂”的飞跃。

吴晓民回忆，基因组的研究已持续十余年，团队长期在青藏高原腹地开展野外工作，克服了高原反应频发、样本获取困难、种群识别难度大、监测手段有限等一系列现实难题。

近年来，他们联合国内其他团队，启动

了藏羚羊的基因组学研究。“历经3年系统采样与样本筛选，最终完成了85个有效样本的测序分析。”吴晓民向《中国科学报》介绍，所有样本均采集自自然死亡的藏羚羊个体，且科研活动多在高原无人区进行，极端气候与艰苦环境贯穿始终，增加了工作的复杂性与难度。

令吴晓民印象深刻的是2020年的一次经历。当时团队正在西藏那曲市尼玛县荣玛乡开展工作，突遇6.6级地震，营地距离震中仅20公里。团队成员在荒无人烟的高原上经历十余小时后才与外界取得联系，并得以脱险。

另一次平常的科考途中，团队外出采样，帐篷内存放的肉类被棕熊闯入偷食。“这类突发事件并不少见，但棕熊的闯入还是让我们心有余悸。”吴晓民回忆道。

近年来，随着科技手段日益多元，研究方向不断拓展，团队在野外开展考察的频率也越来越高。“藏羚羊研究不断涌现新问题，一些长期未能探明的现象也需要持续的现场跟踪。单靠远程监测难以全面掌握它们的行为规律、种群动态及活动细节，现场科考始终是研究的核心和基础。”吴晓民表示。

目前，团队已与西北工业大学太阳能无人团队展开合作，利用无人机技术开展藏羚羊数量调查与栖息地监测。下一步，团队计划持续采集不同地点、种群、年龄和性别的藏羚羊样本，进一步完善其基因组学研究。同时，还将参与青藏高原国家公园创建过程中的基础支撑工作，为公园规划与建设提供科学数据支撑。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1007/s11427-025-3180-4>



藏羚羊种群迁徙。

国内首个「科研版龙虾」上线

本报讯(记者赵广立)3月16日，国内首个科研领域专属 ScienceClaw(“科研版龙虾”)发布上线。该智能体由中国科学院自动化研究所(以下简称自动化所)孵化的科创企业“中科紫东太初”打造。

开发团队围绕科研工作的实际操作需求，计划将 ScienceClaw 打造成一套轻量化、高效化的操作功能体系，旨在简化科研过程中的繁琐操作，让科研人员通过简单配置即可实现多维度任务管理，从而将更多精力聚焦于核心科研工作。

据自动化所研究员、中科紫东太初董事长王金桥介绍，ScienceClaw 聚焦科研核心学科与关键应用场景，无需额外定制即可满足不同科研方向的基础需求。在药物研发与生物发现、天文学与空间科学、地球与环境科学、化学与材料科学等八大领域学科，ScienceClaw 覆盖科学文献理解、科学计算、数据处理、报告生成、实验分析等科研场景，可实现从前期研究到后期成果输出的一站式支撑。

ScienceClaw 内置了1900+科研专属工具及技能，包括数据检索、公式计算、图表生成、文献分析等多类科研操作，可满足不同科研环节的工具需求；同时，所有工具与技能均完成场景化适配，调用流程简单，大幅提升了平台部署速度与科研任务执行效率。

“ScienceClaw 打造了丰富的科研工具与技能矩阵，将各学科、各场景的通用科研操作沉淀为开箱即用的专业工具与技能，无需科研人员自行开发或配置，真正实现一键调用、高效执行。”王金桥说，ScienceClaw 致力于成为“为科研而生的专家级个人助手”，让科研人员告别“重复造轮子”。

你的睡眠还好吗？

■本报记者 张楠

的人，老年痴呆发生率更高，就是因为大脑的废物没有被及时清除。睡醒后神清气爽，不光是身体上觉得轻松，大脑也是轻松的。”

快动眼睡眠是大脑“长智慧”的时刻。对于学习，快动眼睡眠至关重要，白天学到的信息，要在这个阶段被存储为长期记忆。“很多人说‘白天想什么，晚上梦什么’，其实就是大脑在整合信息。”而深睡眠则帮助巩固运动技能，比如白天学习了打网球、骑车，这些动作记忆需要在深睡眠中固定。

失眠背后的情绪与习惯

习听的门诊室就像人间剧场，上演着各种与失眠相关的故事。睡不着的原因千奇百怪，折射出的是社会万象、心理问题和家庭矛盾。

习听说，一位患者曾因亲子关系陷入绝境。他事业有成，却因对女儿的过度要求导致亲子关系跌入冰点。他认为女儿应该好好学习、上大学，但女儿不听。两人对抗到最后，孩子开始自残，他则一度陷入深深的自责和困惑。

习听没有急着开药，而是建议患者读《庄子·逍遥游》。“起初他是不屑的。”习听说，但这位患者再来时，脸上第一次有了笑容，说“终于知道怎么去觉察自己的情绪了，现在感觉特别轻松，能睡好觉了”。

还有一位患者，晚上只要接到一位亲人的电话就会失眠。“因为这位亲属是个很焦虑的人，情绪通过电波‘传递’过来了，挂了电话，患者就再也睡不着了。”习听建议，这样的通话可以在白天进行，晚上一定要做安静、美好的事，“把一天最美好的心情留在睡觉前，你的睡眠里都会是美梦”。

“情绪和失眠互为因果。”习听强调，长期失眠一定伴随情绪问题，可能是诱因，也可能是结果。她在门诊开具调整情绪药物的比例高达99%。“很多人一生都在被情绪牵着走，却从未真正觉察。情绪的重要性，怎么强调都不为过。”

除了情绪，日常习惯也悄悄影响着睡眠质量。做梦。很多人因“多梦”来门诊。习听指出，做梦是正常的。每个睡眠周期结束时，有的人会短暂醒来，如果正好在快动眼睡眠期，就会记住梦，有时能记住4-6个梦。但如果做梦多且第二天感觉很累，说明“觉醒阈值过低”，睡眠结构不合理，修复不够好，可能需要药物调整。

咖啡和茶。“最好在下午2点前喝。”习听建议。咖啡因会竞争性抑制腺苷受体，而腺苷正是让人产生困意的物质。“下午2点后还喝，晚上积累的腺苷起不到促进睡眠的作用。有人晚上睡不好，白天靠咖啡‘续命’，成了恶性循环。”习听说。

午睡。睡午觉一定不能超过半小时。“白天睡觉超过半小时，可能进入深睡眠，大脑废物被清除一部分，晚上入睡的动力就会不足。”我国有些地区的人午睡长达两小时，相当于睡了一个完整的周期，晚上的睡眠周期被“抢走”。

运动。“下午运动最好，6点前可以剧烈一些，6点到8点就不要太剧烈了。”习听特别提到夜跑和晚上“撸铁”，“很多失眠的人反馈，过晚进行剧烈锻炼就容易失眠”。

智能手表。习听指出，用智能手表监测睡眠可以，但如果每天焦虑“为什么少睡了几分钟”，上床就想着“要完成任务”，就不建议戴了。电子产品。习听建议，晚上10点后不再碰手

机，并且电子产品不放卧室。

从儿童发育到更年期隐患

阻塞性睡眠呼吸暂停(OSAS)是一种容易被忽视的疾病。习听解释，这和人颅骨结构有关，脸小、下颌短的人容易得这种病，因为舌头位置偏后，躺着时会堵住咽腔。

习听指出，儿童要特别注意。“下颌问题可以去口腔科咨询，通过矫正刺激骨头生长。这不仅关乎相貌，更关乎老了以后会不会出现OSAS。”

此外，“腺样体面容”很多人都有所了解，但腺样体不光影响面容，还影响夜间睡眠。因此，儿童如果出现扁扁桃体和腺样体持续肿大，习听建议尽快干预、处理，否则会导致夜间缺氧，影响大脑发育，造成不可逆的损害。

更年期女性同样需要关注。“雌孕激素水平下降后，肌肉松弛，更年期之后的女性要特别关注是否出现OSAS，危害很大。”习听说，成年人如果存在该问题，可在睡眠时佩戴呼吸机或通过手术将影响降到最低。

关于调整生物钟，习听有自己的方法。她建议病人“晚上闹钟”，以提醒入睡。而早上最好自然醒，争取不被闹钟突然叫醒。

同时，白天要多晒太阳，促进维生素D合成，提高免疫力。“我在门诊说得特别多的一句话就是，白天晒太阳了吗，有没有到户外逛逛。如果在晒不够，可以考虑补充维生素D，但最好是户外晒太阳。”

最后，习听强调，睡眠是值得重视的事情，但也不要为之焦虑，否则反而影响睡眠。只要醒来之后神清气爽，那就是好的睡眠。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1021/jasms.5c00373>