

马背上的基因革命：驱动骑乘文明的“密码”

■本报记者 李晨 见习记者 赵婉婷

你可能想不到，与人类腰椎间盘突出密切相关的一个同源基因，在马匹的骑乘革命中发挥了关键作用。

在人类文明进程中，马匹的驯化无疑是一场改变世界的革命。从驰骋沙场的战马到贯通南北的驿马，马背承载了整个人类社会的变迁。大约 5000 年前，究竟是什么让野性难驯的原始马变成了人类最忠实的伙伴？马匹的驯化如何重塑了人类历史？如今，中法科学家团队揭开了这个困扰科学界已久的谜题的关键一环。

近日,《科学》发表了这项法国图卢兹人类生物与基因组学中心博士后刘雪雪、研究员 Ludovic Orlando 与中国农业科学院北京畜牧兽医研究所研究员蒋琳合作研究的成果，揭示了促成人类骑乘革命的关键突变 GSDMC 基因。《科学》同期发表了英国伦敦玛丽女王大学教授 Laurent Frantz 的评论：这项研究利用古 DNA 分析和小鼠模型实验相结合的方法，为野马转变为可骑乘动物的生物学变化提供了新证据。这一发现揭示了人类如何通过定向遗传选择“设计”出适应骑乘的马匹，为理解动物驯化与人类历史的协同演化提供了重要参考。

破译古基因组“天书”：这一基因如何被“选中”

2014 年，当硕士研究生刘雪雪开启科研生涯时，她选择了一个当时在中国略显“冷门”的方向——马匹遗传学研究。“我们实验室主要做羊的研究。”刘雪雪回忆，她虽然对马不是特别了解，但觉得挺有趣。而导师蒋琳看到了这个领域的研究潜力：“其实那时候我们是有很多马的研究积累的，只是没有人专门研究这个方向。如果我们团队当时完全不做马的研究了，就少了一个重要畜种，是不完整的。”实际上，当时国外研究马的团队非常多。“各大课题组都在做，我看到了明显的差距。”蒋琳说。2021 年，刘雪雪注意到 Orlando 团队发表在《自然》的一篇论文，通过对比驯化前后的古代马基因组，发现了两个有趣的突变位点，“其



新疆昭苏县湿地公园内，一群伊犁马在奔腾。
袁曦 / 摄

中一个基因 GSDMC 已知与人类腰椎间盘突出有关”。刘雪雪和当时的博士生导师蒋琳讨论了这篇论文，“我们当时就推测，它会不会也与马的背部发育有关”。这个大胆的假设成为整个研究的起点。研究团队决定深入探究 GSDMC 基因在马匹驯化中的作用，看它是否与人类的“骑乘变革”有关。要验证这个假设，需要强大的数据支持和创新的研究方法。这时，蒋琳团队开始和 Orlando 团队合作，刘雪雪则在欧盟玛丽·居里学者人才计划支持下前往法国开始这项研究。Orlando 团队过去 10 年积累了全球 537 个古代马匹的基因组数据，时间跨度从 5 万年前到 38 年前，地理范围横跨欧亚大陆。“这些古代基因组是非常珍贵的样本，能够反映几万年甚至几十万年前的马及其祖先的生活状态。”刘雪雪说，这项研究的关键创新在于开发了一种新的算法模型，能够分析不同时间点基因突变频率的变化，从而计算出基因选择的强度和方向。研究结果令人震惊。GSDMC 基因在约 4750 年前开始受到强烈选择，到约 4150 年前已经达到很高频率。而这个时间恰好是历史上马匹被人类驯化的时间。“选择系数高达 9.84%，这是一个非常高的强度。作为对比，人类乳糖不耐受相关基因的选择系数大约只有 2%到 6%。GSDMC 的高强度选

择发生在一段很短的时间内，之后就固定下来并达到平衡。”蒋琳解释说，越是重要的位点，对生产越有意义，对动物本身的生存适应和人类后续利用的重要性状就越有利，正向选择的强度也就越强。“背部脊柱是躯体关键组成部位，因为它必须既承载重量，又要具有灵活性以实现高效运动。”Orlando 说，“我们在一个可能影响脊柱结构发育的基因中看到如此强烈的选择信号，这并不令人意外。”

多重验证：“小鼠运动场”与马保种场

发现基因突变与驯化时间吻合是一回事，证明这些突变确实影响马的身体结构则是另一项挑战。由于在马身上进行基因编辑实验既昂贵又耗时，几乎是不可能的“任务”，研究团队便选择小鼠作为模型动物。这成为项目中最艰难的部分之一。蒋琳回忆道：“我的硕士生贾垚甄都快崩溃了，有时候一天有十几个小时都待在动物房里做实验。”贾垚甄在团队的指导下，尝试了各种方法测试小鼠的运动能力和负重能力，包括跑道测试等，但都没有发现实验小鼠和正常小鼠有什么明显差异。直到他们尝试了“转棒实验”，才取得突破。“转棒实验就是让小鼠在一个旋转的棒子上保持平衡。”蒋琳说，“它需要四肢协调运动才能保持平衡。”结果发现，基因敲除小鼠能够待很长时间，而对照小鼠很快就会掉下来。更令人惊讶的是，即使增加转速或在小鼠尾部挂上相当于体重 10%的重量（模拟骑手的负重），基因敲除小鼠仍然表现优异。这些实验证明，GSDMC 基因的缺失确实增强了小鼠的肌肉力量、运动协调能力和负重能力。进一步研究发现，基因敲除小鼠脊柱结构也发生了变化，变得更加平直。这一发现与传统的育马智慧不谋而合。“我们会选育背部比较平直的马，其负重能力和奔跑能力更好。”蒋琳说，“历史上选育马都不喜欢背部塌陷或有明显弯曲的个体。”（下转第 2 版）

国科大举行 2025 级新生开学典礼

本报讯(记者张晴丹)近日,中国科学院大学(以下简称国科大)2025 级新生开学典礼在雁栖湖校区举行。中国科学院院长、党组书记侯建国,中国科学院副院长、国科大党委书记、校长周琪,中国科学院党组成员、秘书长孙晓明,北京市委教育工作委员会副书记、北京市教育委员会主任李奕,北京市怀柔区委书记、怀柔科学城党工委书记张强等出席,国科大党委常务副书记、副校长王艳芬主持。开学典礼现场,侯建国为国科大首届“立德树人大奖”获奖教师代表颁奖。“立德树人大奖”是国科大教育教学工作最高荣誉奖项,吕才典、李永舫、李家春、吴一戎、陈润生、郑阳恒、郑度、秦大河、郭田德、席南华等 10 位导师获奖。周琪发表题为“铭记历史开创未来”的致辞。他以 70 年前正式颁布《中国科学院研究生暂行条例》为例,介绍了中国科学院科教融合的育人传统,以及国科大正在探索的自主人才培养模式;以 60 年前科学家建议开展人造卫星研制和世界上首次成功人工合成牛胰岛素为例,讲述了钱学森、赵九章等老科学家集智攻关、科技报国的精神传承;以 50 年前中国科学院与德国马普学会签署合作协议为例,强调国际交流的本质是人与

我国液氢制取装备核心设备试运行

本报讯(记者倪思洁)记者日前从中国科学院理化技术研究所获悉,该所低温科学与技术国家重点实验室低温工程与系统应用研究中心研制的 5 吨 / 天液氢制取装备的核心设备,已在安徽省阜阳市民用液氢工厂示范运行 168 小时以上。经第三方测试,装备液化能力达到 5.27 吨 / 天,生产每千克液氢能耗为 11.8 千瓦时,有效保障了国家重点研发计划项目的总体目标。液氢制取是液氢产业链发展的首要环节。氢气液化需要将氢气冷却到 -253℃的极低温度,用高效绝热低温容器存储,面临研制难度大、液化过程对效率要求高等难题和挑战。项目负责人、中国科学院理化技术研究所研究员谢秀娟介绍,经过 4 年技术攻关,研究团队突破了 5 吨 / 天液氢制取装备的关键核心技术,如大规模高效氢气液化工艺流程设计与优化、正仲氢转化及换热一体化、重载氢气透平膨胀机以及集成与调控等,可有效支撑更大规模的 10 吨 / 天至 30 吨 / 天液氢



高速重载氢气透平膨胀机。
中国科学院理化技术研究所供图

化器研制。此次研制的高速重载氢气透平膨胀机最高绝热效率达 83.52%,高效正仲氢转化及换热一体化换热器最高换热效能达 96.77%。液氢制取装备系统集成与调控工艺包具有自主知识产权,实现了关键技术和核心设备自主可控发展。

超强台风“桦加沙”威力为何如此大？

■本报记者 刁雯蕙 朱汉斌 高雅丽

9 月 24 日 17 时前后，今年第 18 号台风“桦加沙”的中心在广东省阳江市海陵岛沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 13 级（40 米 / 秒，台风级），中心最低气压 955 百帕。“桦加沙”于 9 月 18 日晚 8 时在菲律宾以东洋面生成，于 9 月 21 日上午加强为超强台风，后达到 17 级以上（62 米 / 秒）的巅峰强度。气象专家表示，“桦加沙”“个头”大、强度高、大风极端性强。“桦加沙”的威力到底有多大？背后的形成与驱动因素有哪些？对于超强台风，我们的预报能力如何？为此，《中国科学报》邀请多位专家进行了深入解读。

“出身”好、“营养”好、耗散小

《中国科学报》：“桦加沙”有什么特点？中国科学院南海海洋研究所热带海洋环境实验室主任、研究员王春在：“桦加沙”属于超强台风级，具有中心最低气压极低、最大风速极大、风圈半径广的特点，且能量密度高度集中。可能对广东沿海构成严重威胁，必须高度重视此次“桦加沙”带来的影响。《中国科学报》：为何“桦加沙”的强度如此强？中央气象台首席预报员王海平：一是海温高，经过整个夏季的加热，秋季海洋表层温度高，为台风发展提供了充足能量；二是垂直风切变弱，有利于台风维持紧密结构并增强；三是水汽输送充沛，西南季风和副热带高压南侧的东南气流带来了大量暖湿水汽；四是“桦加沙”可能与冷空气相互作用，秋季台风后期若与南下冷空气相遇，会加剧暖湿空气抬升，导致更强降水。中国科学院深圳先进技术研究院研究员李晴岚：“桦加沙”最不寻常的地方就是它“出身”好、“营养”好、耗散小，各方面条件都非常有利于台风的发展。在登陆广东以前，基本没有遇到陆地高山的阻挡，台风能量损耗很小。台风中心经过巴士海峡时，尽管外围擦过菲律宾宾岛，但强度只减小了一点点。《中国科学报》：近年来广东经历的台风呈现哪些新特征？是否与全球变暖有关？李晴岚：以往台风在近海的时候，由于海陆下垫面变化、陆地摩擦，台风都会迅速衰减。而近年来，台风在近海衰减速度有变小趋势，台风快速增强趋势明显。我们的研究也表明，沿海登陆的台风强度呈现增强趋势。王春在：近年来广东经历的台风呈现“数量减少、强度增强”的趋势，是全球变暖背景下，大规模环流调整与海洋能量增加共同作用的结果。未来的防灾减灾工作必须适应这一新情况，将防御重点从应对“常态化台风”转向应对“极端化台风”，加强应对极端风力、极端降

我国成功发射吉利星座 06 组卫星

9 月 24 日 15 时 56 分，我国太原卫星发射中心在山东日照附近海域使用捷龙三号运载火箭，将吉利星座 06 组卫星发射升空，卫星顺利进入预定轨道，发射任务获得圆满成功。这次任务还搭载发射了北大时空星 01 试验星。
图片来源：视觉中国

中国科学院院士席南华：顶刊崇拜正在阻碍中国科研创新

■本报记者 孙滔

“工作的价值并不取决于你的论文发表在哪个期刊上。”近日，面对《中国科学报》记者关于国内追捧顶刊风气的提问，中国科学院院士、数学家席南华的回答掷地有声。他指出，当前国内学术界在追求顶刊文章的过程中，忽视了科研工作的本质价值，在某些情况下，过于依赖这样的学术指标，反而阻碍了科学研究的健康发展。

顶刊崇拜为何盛行

席南华强调，科研工作的真正价值，应由学术贡献来衡量，而非发表平台。他说，“很多非常有名的研究，如菲尔兹奖得主约翰·格里格斯·汤普森的研究，主要发表在较为普通的杂志上，苏联的许多重要数学成果也并未在顶级期刊上发表。”汤普森与数学家瓦尔特·法伊特合作证明

的法伊特－汤普森定理长达 255 页，发表于《太平洋数学期刊》，后者并不在数学领域的四大顶刊之列。席南华认为，“唯顶刊论”盛行的根源，既与当前科研评价体系的导向有关，也与部分研究者缺乏学术自信与自尊有关。发表于顶刊虽能证明论文有一定质量并获同行认可，是学术界的荣誉，但过度追捧，使其沦为“表面化”和“指标化”的工具，背离了科研本质。席南华坦言，在过去的特定时期，追求顶刊曾对我国科技发展有一定推动作用，但如今负面影响愈发突出——以期刊等级评判科研优劣的做法，既造成了学术“内卷”，也阻碍了科研创新，与当前我国科技发展需求严重不符。改革科研评价体系：从数学学科出发在批判“唯顶刊论”之余，席南华聚焦于改

革路路径，尤其从数学学科的实践出发，提出了破局思路。他强调，“唯顶刊论”的现状，绝非单个学者或学院的孤军奋战所能改变。不过，改变正在发生。席南华分享了近期的一个积极案例：今年 3 月，针对国家自然科学基金委在数学项目申报中要求标注“第一作者”和“通讯作者”的问题，国家自然科学基金委数理科学部专家咨询委员会提出了修改意见。他说，在数学领域，这种作者标注文化并不普遍，强制要求会带来不必要的困扰。经过沟通，国家自然科学基金委最终采纳了这一意见，修改了相关规定。除了推动具体政策调整，席南华还透露，中国数学界正在撰写一份白皮书，旨在全面系统揭示我国数学发展中的不利因素，包括不合理的评价体系与人事部门的规定。“改变这个局面还是要靠学术组织的力量，通过我们学术界的努力一步步实现。”他说。

雨和复合型灾害的能力。现有技术对极端台风预报能力有限《中国科学报》科学支撑在防台减灾决策中如何发挥作用？李晴岚：科学支撑的核心在于提升预报精度。如果低估台风灾害，会造成巨大的生命财产损失；如果高估，又会过度防御，造成无谓损失。只有准确预报出风雨、风暴潮的强度和发生时间，才能为政府的科学决策提供有力支撑。而预报精度的提升，依赖于数值模式、卫星遥感、海洋观测、资料同化技术和人工智能技术的共同发展。《中国科学报》：目前台风预报主要依赖哪些技术？对“桦加沙”这类超强台风的预报难度大不大？李晴岚：传统台风预报主要依赖数值模式，而准确的初始场是数值模式准确预报的关键，初始场的构建需要精准的监测数据支持。目前，在远海区域，台风监测主要依靠卫星遥感、海洋浮标观测；在近海，则可利用更精准的雷达和地面观测站数据。随着台风观测数据的不断积累和科研人员经验的增长，统计方法、统计－动力方法也逐渐成为台风预报的重要技术手段。近年来，随着人工智能技术的飞速发展，大数据分析和机器学习技术开始在台风预报领域发挥重要作用，为提高预报的精度和效率提供了新途径。对“桦加沙”这类超强台风的预报难度较大，主要因为超强台风的数量相对较少，相关数据积累有限，难以形成全面且精准的预报模型。同时，超强台风的不确定因素较多，其发展过程中环境垂直风切变变化迅速，这给准确预报带来了挑战。此外，目前对台风内部结构演变的机理尚未完全掌握，还需要进一步深化研究，以提升超强台风的预报能力。《中国科学报》：台风预报面临哪些技术挑战？应该如何提升预报精度？王春在：目前，精准预报台风的技术挑战主要包括：对台风快速增强的过程及结构变化的捕捉能力不强；对大气－海洋－海洋之间作用的耦合机制阐释不足，导致台风强度和风雨的预测出现偏差；西北太平洋的观测资料相对匮乏等。未来，可以发展更高分辨率、全耦合的模型，以更精细地解析台风内核结构；融合卫星散射计、雷达、无人船、浮标等多种平台的观测数据，优化初始场；结合人工智能技术，改进对台风快速增强的概率判断、结构预报和模型偏差修订；建立更强大的集合预报业务系统，改进扰动方法与后处理技术，为极端情景提供更可靠的预测指导。