



用古 DNA 和基因组完成“庖丁解原牛”

■本报记者 严涛 通讯员 周天弘

作为国家肉牛牦牛产业技术体系肉牛种质资源评价岗位科学家,西北农林科技大学动物科技学院教授雷初朝过去 20 余年对全球不同牛种的遗传和基因进行了研究,人称“牛专家”。

近期,雷初朝等在东亚原牛研究方面取得新成果,首次揭示了已灭绝东亚原牛的演化历史及其对东亚家牛的遗传贡献。相关论文发表于《科学通报》(英文版)并被选为封面论文。

16 个遗骸证明东亚原牛的基因贡献

我国东北松花江流域曾出土数量巨大、种类丰富的人类和动物化石及遗骸,其中包括广泛分布的东亚原牛。但是,由于缺乏考古学证据及可靠的年代测定数据,人们对该流域的动物和人类演化知之甚少。

“说到东亚原牛,就不能不提在云南大学从事湖泊与气候变化、环境与动物群(包括人类)研究的张虎才教授。”雷初朝说。“我和张虎才的交流与合作始于 2005 年。他在修改我们的一篇文章时敏感地指出,DNA 数据与温度、降水具有很高的相关性,这启发我们将 DNA 数据与环境因子联系起来。随后的研究证明了我们早期发现并提出的中国黄牛基因与地理环境因子之间可能存在某种基因关联的推断,相关成果发表于《动物遗传学》杂志。”雷初朝告诉《中国科学报》。

2013 年,张虎才、雷初朝等联合分析了在东北出土的一例原牛下颚骨,发现具有人类管理痕迹的原牛的时代(10660 年前)早于学术界公认的普通牛驯化时间。张虎才和雷初朝认为,这是东亚特有的一种原牛,与其他地区的原牛差异较大,所以将其暂时命名为原牛中的“C 支系”,“C”代表中国。相关论文 2013 年发表于《自然-通讯》。两次成功合作为这项新成果奠定了基础。

家牛分为普通牛和瘤牛,包括中国黄牛在内的家牛都属于普通牛,而原牛被认为是所有普通牛和瘤牛的祖先,但并不是所有地方的原牛都可以被驯化为家牛。原牛驯化的遗传机制一直是个谜。

随着基因组技术的快速发展,雷初朝团队的研究方向逐渐由线粒体 DNA 转向基因组。在这个阶段,张虎才收集到了包括原牛在内的大量骨骼遗骸。二人继续合作并开启了一项新研究——用遗骸证明东亚原牛的基因贡献。

合作团队选择了张虎才收集的中国东北地区 59 个具有碳-14 测年的牛亚种动物遗骸,构建了该地区牛科动物约 4.3 万年前至 3600 年前的时间序列,并对松花江流域的 18 个牛亚种动物样本及 1 个至少可追溯至 6400 年前的青藏高原样本开展了遗传学分析。

“通过线粒体基因组和核基因组分析,我们鉴定出其 16 个样本为东亚原牛,3 个样本为草原野牛,首次揭示了东亚原牛与欧洲原牛、西亚原牛、非洲原牛的基因组遗传分化明显,并将这些东亚原牛命名为一个新的原牛亚种——张氏中华原牛。”张虎才告诉《中国科学报》。

同时,研究人员利用全球古代、现代家牛的基因组数据进行了联合分析,发现东亚原牛从 4000 年前便开始对东亚早期家牛和现代家牛有持续性的基因组贡献。这表明东亚原牛虽已灭绝,但在东亚家牛基因组中留下了深深的印记。

20 多年干成了 3 件“大事”

“研究人员也在研究世界其他地区原牛的遗传演化,但是在东亚原牛方面,我们的成果是目前最具系统性的,时间跨度和范围也是最

大的。”雷初朝说。

在这个团队中,“专业的人做专业的事”。比如,中国科学院昆明动物研究所研究员张晓明团队主要负责人类和动物的古 DNA 研究。“他们拥有国内最专业的古 DNA 实验室。我们这次研究对实验室要求很高,在研究过程中不能有任何污染,他们的实验室起了大作用。”雷初朝团队主要成员、西北农林科技大学动物科技学院副教授陈宁博说。

尽管已经做过多次大规模研究,但这样的大范围分析对雷初朝团队来说也是第一次。由于原牛的古 DNA 序列都比较短,团队 5 个人花了一年时间才完成所有的数据拼接和分析。

此时,雷初朝团队积累的全球各种牛的基因组数据库发挥了重要作用。“得益于团队这些年的积累,在这个牛这个亚种中,我们拥有大量的基因组和线粒体 DNA 数据,包括黄牛、水牛、牦牛以及一些野牛。在这次研究中,我们庞大的基因组数据库起到了很大作用。”雷初朝说。

除了积累数据库,雷初朝觉得,20 多年来,团队还干成了 3 件“大事”。

一是研究清楚了我国黄牛的遗传多样性、起源演化情况,以及历史上的迁徙路线。二是研究清楚了中国瘤牛和印巴瘤牛的起源关系,发现中国瘤牛是印巴瘤牛迁徙到中国南方后形成的,但中国瘤牛又有自己复杂的遗传多样性。三是为更精确分类中国牛提供了科学依据。目前牛品种志上把中国所有的地方黄牛都归为普通牛,而忽略了南方瘤牛这一重要独立分支。雷初朝认为这是需要修订的,团队已经初步搞清了南方瘤牛的品种名录。

保护中国地方黄牛种质资源

雷初朝与牛结缘于 1997 年。当时他硕士毕业留校任教,“偶尔做一些牛的染色体核型分析工作”。1998 年读博以后,雷初朝正式开始牛的遗传基因研究,跟随导师利用线粒体 DNA 测序方法研究黄牛的母系遗传。

“当时流行的方法是把线粒体 DNA 提取出来再用限制性内切酶‘切’,而且要有突变位点才能‘切’,实验精度有限。”雷初朝说,于是他改用 PCR 扩增的方法,将线粒体 DNA 的 D-loop 区扩增后再测序,使实验精度提高了很多。

雷初朝在博士论文中用这种方法采样分析了黄牛、水牛、牦牛和驴的线粒体 DNA。由于当时经费少,为了节约成本,实验的总体样本数偏少,每个品种只做了 3 个个体。即便是这样,雷初朝的博士毕业论文还是获得了极高的评价。答辩时,一位教授点评说:“你这篇论文的水平,可以同时让 3 位博士毕业!”

随着基因组技术的快速发展,2015 年起,雷初朝转向用基因组方法研究中国牛的遗传多样性与起源演化。

支撑雷初朝和团队走下去的,是一个更为宏大的“远景目标”。

“中国地方黄牛有很好的‘风味’。但现在中国牛肉‘优质不优价’,饲养地方黄牛的老百姓越来越少,很多人养殖的都是国外引进品种,从种质资源安全角度看,这是有隐患的。”雷初朝说,通过研究把中国地方黄牛的品牌做起来,是他和团队今后的发展方向。

陈宁博表示,团队的研究旨在保护中国地方黄牛种质资源,挖掘其优异的遗传性状,为利用分子育种技术选育生长快、肉质好、抗病力强的肉牛新品种打下基础,这也是做遗传资源研究的意义所在。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.scib.2024.09.016>

新技术同步分离油水乳液简单高效

本报讯(记者崔雪芹 通讯员查蒙)浙江大学教授徐志康,研究员杨皓程、张超等组成的研究团队突破传统膜分离范式,提出了一种基于亲水膜/疏水膜组成的限域空间狭缝新概念与原型器件,发展了一类简单且高效的油水乳液同步分离技术,成功实现了 97% 的油回收和 75% 的水回收。相关研究成果近日发表于《科学》。

石油、冶金、食品、制药等工业生产过程中会产生大量的含油废水。其中,乳化剂稳定的油水乳液在后续处理时最为棘手。如何高效、同步回收稳定乳液中的油和水,成为分离科学与技术领域近百年来的亟待攻克的一大难题。

油水乳液主要分为水包油和水包水两种类型,要将油水乳液中的油相和水相同步高效分离尤为困难。迄今较为成熟的油水乳液分离技术通常只能分离出乳液中的部分油相或部分水

相,剩余废液仍需进一步处理或被直接排放,距离实现“零液排放”与资源全回收的可持续发展目标仍有很大距离。

徐志康团队通过分离膜表面工程技术研发了一系列超亲水的分离膜材料,可从水包油乳液中选择性分离水相。同时,他们研发出一种表面性质迥异、一面亲水一面疏水的“两面神”非对称多孔膜,能够实现水包油乳液中分散油滴的捕获与分离。

然而,上述研究仍只能实现油水乳液中单一组分的分离。可否用一张亲水膜和一张疏水膜组成双向油水分离系统,实现水、油同步分离?

通过大量实验,团队发现,在亲水膜和疏水膜共同组成的狭缝空间中分离水包油乳液,当狭缝宽度较大时,亲水膜和疏水膜之间互不干

涉,分离效率低。但当狭缝宽度逐步缩小至 4 毫米时,水、油回收效率发生了质的飞跃。疏水侧的油回收率从 5% 大幅提升至 97%,亲水侧的水回收率从 19% 提高至 75%。

团队进一步探究狭缝的作用机理发现,随着亲水膜和疏水膜间距不断缩小,狭缝的“挤压”作用在乳滴破乳分离中发挥了关键作用。

此外,亲水膜与疏水膜各自的分离过程存在一种“正向反馈机制”:亲水膜移除水导致乳液浓度增加,促进了乳滴的碰撞、聚并和破乳,提升了油的渗透通量。与此同时,油的持续移除有助于降低膜表面的乳液浓度,减轻了浓差极化现象对亲水膜渗透通量的抑制作用。得益于这种反馈机制,油水同步分离效率大幅提升。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/science.adq6329>

新方法助力跨能量尺度原子核结构研究

本报讯(见习记者江庆龄)中国科学院院士、复旦大学教授马余刚团队和美国纽约州立大学石溪分校教授贾江涌团队合作,在 RHIC-STAR 国际合作组首次基于高能重离子碰撞方法成像原子核结构。相关研究成果近日发表于《自然》。《自然》同期对该文进行亮点介绍和重点推介。

自卢瑟福 1911 年根据 α 粒子对原子散射实验建立原子核式结构以来,原子核的几何学形状、核内蕴含的基本相互作用力与动力学对称性一直是原子核有限多体量子系统及其强作用统计物理研究的前沿课题之一。

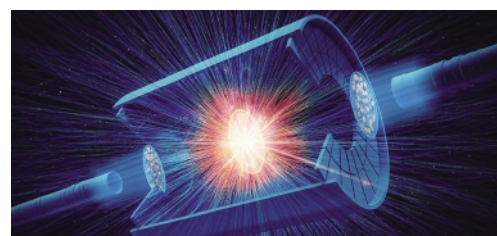
研究人员将两束重离子加速至接近光速并发生对撞,从而产生退禁闭的夸克胶子等离子体(QGP)。普遍认为,QGP 是对应于宇宙大爆炸后几个微秒的存在形态,QGP 流体经过膨胀冷却和强子化后,产生大量末态强子。末态强子的动量空间多粒子关联与碰撞初始原子核的形状及核子的多体关联整体相关。这一过程类似高速摄

像机的快门拍照,能够实现逆向瞬成像原子核形状。

研究团队以接近球形的金核-金核碰撞为基准,对原子核结构特征进行精准成像,定量提取了轴核-轴核碰撞中轴-238 原子核的四极轴对称形变和三轴形变结构信息。

结果显示,在相对论能量下,原子核会发生洛伦兹收缩,相互作用持续时间为皮秒尺度(约 10^{-24} 秒),远低于实验室系下原子核量子涨落的时间尺度(约 10^{-23} 秒)。具有奇特结构的原子核在极端中心对撞区间会呈现不同的碰撞构型,这将影响初态能量沉积以及能量密度分布在 QGP 几何空间中的各向异性分布。

研究团队同时探索了末态强子的集体流等 3 种不同的软探针观测量,并比较了两种不同的流体动力学模型,精确约束并定量提取了轴-238 原子核的四极轴对称形变和轴对称破缺三轴形变的大小。研究团队发现,轴-238 原



RHIC-STAR 上轴-238 原子核碰撞示意图。研究团队供图

子核基态具有较大的椭球形轴对称四极形变,与传统的低能实验测量和理论研究基本一致,为成像原子核结构提供了一种新方法。此外,研究团队还证实了轴-238 具有微小的轴对称破缺三轴形变自由度。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08097-2>

一箭 15 星! 力箭一号遥五运载火箭发射成功

11 月 11 日 12 时 03 分,力箭一号遥五运载火箭在东风商业航天创新试验区发射升空,将搭载的试验二十六号 A、B、C 星,吉林一号高分 05B 星、平台 02A03 星,云遥一号 31 星~36 星,西光壹号 04 星、05 星,阿曼智能遥感卫星一号,天雁 24 星共 15 颗卫星顺利送入预定轨道,飞行试验任务获得圆满成功。

图片来源:视觉中国



以科技创新保障能源安全,加快能源转型

■杨雷

11 月 8 日,第十四届全国人民代表大会常务委员第二十二次会议通过了《中华人民共和国能源法》(以下简称能源法),这是我国首部基础性、统领性的能源领域法。能源法的第六章是能源科技创新,专门为能源科技创新指明方向、提出要求,凸显了科技创新在能源发展中的重要支撑作用,鼓舞了广大能源科技工作者的士气。

强调能源科技创新

能源发展正从资源依赖转向技术驱动。工业革命以来,煤炭、石油、天然气等化石能源的开发和利用,支撑了人类快速进入工业文明时代,使生产力得以大幅度提高。在这个过程中,能源科技发挥了巨大的支撑作用,使能源效率越来越高、能源资源储量不断增长。

技术成为资源的一个典型案例是美国页岩油气革命。水平井和水力压裂技术使原来的非可开发资源页岩油气变成了可规模化商业开发的资源,大大提高了可开发的油气储量,石油、天然气“越采越多”,打破了资源峰值的约束。随着页岩油气革命的成功,短短几年时间,美国超过沙特阿拉伯和俄罗斯,成为世界上最大的油气生产国,从最大的油气进口国变为最大的净出口

国,实现了梦寐以求的“能源独立”,改变了全球能源贸易的流向,也在很大程度上改变了全球地缘政治格局。

上述案例展现了能源科技在传统资源开发中的巨大作用,是技术本身驱动了能源资源的增加。油气是这样,可再生能源更是这样。地球上大部分地方都有风、光、生物质等可再生能源,只要有合适、便宜的技术,这些可再生能源就可以规模化应用。

在能源法制定过程中,曾有专家认为,能源科技创新在能源开发利用的整个过程中都有体现,可以融入其他章节,不必单独成章。然而经过反复讨论,正是认识到科技创新本身是不断增长的能源资源的来源,大家最终达成共识,保留了这一章节。

这凸显了无论当下还是未来,能源科技创新在保障能源安全、推动能源转型中都将发挥基础性作用,科学技术本身就是最大的资源。

能源低碳转型更需要技术创新的力量

能源法对能源的低碳转型提出了明确要求。全球约八成的二氧化碳排放来自化石能源燃烧,根据联合国政府间气候变化专门委员会

的计算结果,以当前的速度,人类要把升温控制在 1.5℃ 范围内,化石能源的排放预计仅有十几年时间。

低碳转型正在成为全球共识。近几年,全球主要经济体纷纷提出本世纪中叶实现碳中和目标,《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会更进一步提出,要开启结束化石能源时代的进程。能源法明确提出,“推进非化石能源安全可靠有序替代化石能源”,“国务院能源主管部门会同国务院有关部门制定非化石能源开发利用中长期发展目标,按年度监测非化石能源开发利用情况,并向社会公布”。

当前,全球一次能源结构中约 80% 是化石能源,未来要实现碳中和,多家权威机构评估认为一次能源中需要 80% 以上来自非化石能源,可以说是翻天覆地的变化。在这个过程中,需要依靠科技创新的力量,推动新能源技术快速发展,加快可再生能源对化石能源的替代。

科技创新日新月异,我们有理由对新能源的发展充满信心。过去 10 年来,光伏的单位成本降低了 90% 以上,风电、储能、电动汽车等均实现了单位成本的大幅降低,数字技术成本降低了几个数量级。

(下转第 2 版)

紧缩政策导致阿根廷科研人才流失



■ 本 报 讯 由于总统哈维尔·米莱实施的财政紧缩政策,阿根廷科学界正在经历 20 年来首次大规模的人才流失和资金削减。研究人员担心,这将导致更多阿根廷科学家到国外寻找工作。

据《科学》报道,伊比利亚-美洲科学与技术创新中心(CICTI)近日发布的一份报告显示,自 2023 年 12 月米莱上任以来,该国主要的科学机构——国家科学技术研究委员会(CONICET)已经流失了约 1000 名员工,占员工总数的 9%。

上月底,CICTI 发布的另一份报告称,政府在研究上的总支出同期下降了 31%,降至约 12 亿美元。

这些消息让许多研究人员士气低落。阿根廷国家农业技术研究所(INTA)的免疫学家 Alejandra Capozzo 说,这“正在摧毁国家的科学活动,我们正在失去那些很难恢复的资本”。由于缺乏资金,Capozzo 已经解散了自己的实验室。

米莱上任时曾承诺通过大幅削减政府开支重塑阿根廷陷入困境的经济。他还表示希望重组在他看来“没有生产力”的 CONICET,甚至关闭它。

目前,米莱政府还没有走到那一步。但报告指出,通过裁员和出台措施激励研究人员退休,在过去的 10 个月里,CONICET 的员工人数从大约 11800 人减少到 10750 人,其中包括 598 名在职科学家和 457 名处于职业生涯早期的科学家。CICTI 称,就阿根廷公共资助科学部门而

言,整体就业人数下降了 3.6%,从 2023 年 12 月的 75051 人下降到今年 9 月的 72355 人。裁员的机构包括阿根廷国家工业技术研究所、科学技术秘书处和国家原子能委员会(CNEA)。

拥有 6900 名员工的阿根廷第二大科学机构——INTA 是唯一一个增加员工的机构。但阿根廷圣马丁国立大学的物理学家 Diego Hurtado 说,与这种增长相伴的是一项收购计划,导致大约 250 多名有经验的科研人员离职。“这造成了内部人才流失。”他说。

就业形势促使许多年轻研究人员到国外寻找工作。上个月,量子计算专家 Alejandro Diaz-Caro 在失去资助后离开了阿根廷奎尔梅斯国立大学,在法国洛林大学找到了一个临时职位。Diaz-Caro 于 2014 年从法国回到阿根廷,这归功于当时一个旨在振兴科学界的政府倡议。现在 Diaz-Caro 表示,他不确定最终将去哪里,但“不会再回到阿根廷”。

CNEA 电磁学和人工智能专家 Luis Moyano 也离开了。在国外待了近 20 年后,他于 2019 年回国,并加入了著名的巴尔塞罗研究所。但现在,支出冻结和工资下降导致他和其他 60 多名研究人员辞职。Moyano 现在在西班牙,还没有找到工作。“目前还不清楚我能否继续从事科学工作。”他说,他不会回阿根廷,因为“政府似乎决心降低大部分科学活动的价值”。

许多研究人员预计,这种人才外流还会继续。阿根廷布宜诺斯艾利斯大学的微生物学家 Jorge Gelfner 表示,他所在的系大约有 60 名科学家,其中 40% 正打算移民。与此同时,CONICET 的就业申请减少了 30%,表明该机构难以吸引新人才。Gelfner 说,政府的政策相当于“灭绝科学”,“我们面临着全行业的毁灭性后果”。

(文乐乐)