

《自然》刊文,古DNA技术揭秘——

# 中国最大史前城址的人群来源与亲缘习俗

□ 科普时报记者 陈杰

在陕西北部黄土高原与毛乌素沙漠交汇处,坐落着距今4300年至3800年的石峁(mǎo)古城。作为中国已知规模最大的史前城址,其宏大城防、神秘祭祀遗迹与精美玉器,见证了它的辉煌,但其建造者身份与内部运作始终成谜。

为破解谜题,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所付巧妹团队与陕西省考古研究院/西北大学孙周勇团队,联合首都师范大学、中国社会科学院等单位,历时13年,首次利用古DNA技术对来自石峁遗址、周边遗址及晋南地区共169例古代人骨样本展开大规模、高分辨率的核基因组(真核生物细胞核所携带的全部遗传信息)研究,揭开了石峁人群来源与社会结构之谜。

利用古DNA揭示大型聚落的亲缘谱系和社会组织结构,已经成为古遗传学的最新前沿领域。联合团队对石峁古城这种具有超大规模、复杂多样人祭或人殉形式等级社会的研究,属世界首例。11月27日,相关研究成果《石峁古城古DNA揭秘新石器时代中国地区亲缘关系习俗》在线发表于《自然》杂志。

## 探源:古石峁人从何而来

石峁古城以皇城台为核心,与周边众多卫星聚落共同构成了一个面积达20余万平方公里的庞大聚落体系。如此宏大的文明创造者,究竟是谁的后裔?

此前的研究曾给出矛盾的线索:基于线粒体DNA的观点认为,石峁人源自本地更早的仰韶文化人群;对石峁下属聚落的研究则发现,他们与中原河南农业人群关系密切。

研究团队对覆盖石峁古城及周边及晋南多处聚落人群的144例核基因组分析研究发现,无论是石峁核心皇城台的最高等级人群,还是内城、外城的居



左图为石峁古城遗址,右图为古城石雕。(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所供图)

民,乃至周边卫星聚落的民众,都拥有高度一致的主体遗传成分,并与陕北本地的仰韶晚期人群一脉相承。

尽管陕北仰韶人群与同时期河南地区的农业人群在遗传上非常相似,但研究显示他们还拥有一支独特的、额外的祖先成分。这也暗示在更早的时期,可能有一支独特的古老人群融入了本地,共同构成了石峁先民的基因库。此外,研究人员还在少数石峁文化个体中,检测到了来自北方草原地区裕民成分相关人群和南方沿海稻作人群的遗传痕迹。

“显然,石峁社会在保持主体人群稳定的同时,也与南北方向的不同人群保持着零星但持续的交流。”中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员付巧妹说,这也证实了石峁文化是在本地深厚的根基上,不断吸收周边文化因素“多元交融”而形成。

## 定位:石峁城处在“交流中心”

考古发现,石峁古城的陶器风格与数百公里外晋南的陶寺文化惊人相似,青铜器等遗存也暗示着与欧亚草原的技术交流,甚至还有来自南方长江流域

的鳄鱼骨板。这些物质文化的交流,是否伴随着人群的迁徙与融合?

古基因组证据为解密提供了关键支撑。研究人员发现,在中原方向,与石峁同期且文化相近的晋南陶寺人群,遗传上与石峁同根同源,二者祖先均主要源自陕北仰韶人群;北方草原方向,裕民成分相关人群的基因并未大规模融入石峁主体人群,但仰韶晚期至龙山时代,石峁及相关遗址多次发现高比例甚至纯种裕民血统个体,印证陕北与北方草原存在长期、周期性小规模迁徙互动;南方沿海方向,石峁多个遗址的少数个体中,检测出10%~30%古南方稻作人群遗传成分,为史前南北交流及稻作人群基因北上,提供了关键证据。

“可见,石峁并非一个封闭的孤岛,而是一个以本地人群为‘主干’,同时与中原、草原、南方保持着多层次、多方向交流的开放系统。”付巧妹认为,这也生动展现了中华文明“多元一体”格局在史前时期的深刻实践。

## 解密:父系血缘构建的国度

石峁古城存在的各种残酷殉葬现象,明确显示石峁社会存在着森严的等级。

那么,这个等级社会是如何维系的呢?

研究人员通过对古城不同等级墓葬中古人DNA的精细分析发现,石峁城公共墓基仪式中多殉葬男性,高等级贵族墓则多见年轻女性殉人,殉人与墓主无直接近亲关系,暗示特定家族或社群被选为殉葬来源。石峁城的社会结构也呈现强烈父系血缘色彩,其跨越四代的家族谱系显示,家族核心与传承者为地位崇高的男性,配偶来自不同家族,符合“女性外婚”习俗。遗传证据则显示,父系Y染色体类型单一,母系线粒体类型多样,表明男性留居本族继承身份财产,女性自外族嫁入,这种父系继嗣与从夫居模式维系了阶层稳定与权力传承。

付巧妹说,借助遗传学的独特视角,团队成功描绘出一幅栩栩如生的远古人类社会图景。“4000年前的石峁城,是一个根植于本地、多元文化交融的早期国家,并以其严密的、以父系血缘为纽带的等级制度,维系着城邦运转。”

对石峁古城的“识骨寻根”,揭示了中国早期文明的新证据链,不仅为“中华文明探源工程”提供了至关重要的科学支撑,也让人们得以窥见4000年前祖先波澜壮阔的生存与奋斗史诗。

# 一个鲜活社会实体复现的背后

□ 尹传红

中国科学家团队开发出的古DNA关键技术,已在欧亚早期人类遗传特点、人群之间的基因交流和迁徙扩散历史等方面,接连取得多项国际重大研究发现。国家文物局11月27日发布的有关大规模古基因组研究揭秘石峁古城亲缘关系、重建中国最大史前城址社会结构的信息,便是这样一个重量级的科研成果。

此项开先河的研究,堪称目前全球最复杂的史前聚落社会遗传学分析。它将石峁从一个宏大的物质遗存复现为一个鲜活的社会实体,为理解早期国家的权力构架和社会组织模式,提供了前所未有的微观视角和社会组织范本。

考古学近年来呈现出持续升温的态势,其学术研究与科技俨然深度融合,且有越来越多的前沿科技“植入”。不过,要拿出货真价实的考古成果、做到真正意义上的“复现”,殊为不易。石

峁遗址研究之样本量级与分析深度能达到空前水平,实则受益于一开始就做好的“项目设计”,以及实验室里持续不断的技术创新。此项研究的领衔团队、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员付巧妹谈到,团队自2012年起就与石峁考古发掘实现了同步采集数据,持续性深挖数据,从而能够一步一个脚印,有针对性地破解我国早期社会结构。

具体而言,首先是构建一个科学的数据集,使其在时间和空间上都具有代表性,力争第一时间获取最新、最典型的样本。其次,注重数据质量的提升与深度挖掘,确保获得高分辨率的核基因组数据,借以开展科学的生物信息学分析。随后,通过自主编程的大数据建模,深度融合考古学数据,将遗传谱系和墓葬等级、空间布局、殉葬形式等一系列信息进行综合分析和交叉验证,最

终便能清晰地解读出石峁社会的亲缘纽带和权力结构。

这个足够综合与复杂的科学解答,显见具有跨学科特点,其相关研究论文11月27日发表于《自然》杂志,并受到重点推荐。此前不过十来天,11月14日出版的《科学》杂志载文介绍中国科学院昆明动物研究所王国栋团队领衔的国际研究项目,利用古基因图谱溯源近万年来家犬与人类存在的共迁徙历程,其学术领域已然横跨古基因组学、考古学、微生物组学与群体遗传学等学科。这些成果从宏大的文明迁徙史到微观的肠道菌群世界乃至基因组突变规律,揭示了家犬与人类深刻而复杂的协同演化,也映射出古代文明的互联互通。

同在11月14日,《细胞》杂志披露:科学家首次成功完成了对真猛犸象核糖核酸(RNA)的测序,打破了这种脆弱的遗传分子无法从极其久远的过去存

活至今的假设。在这头未成年猛犸象的肌肉中,研究人员还发现了代谢细胞应激的分子证据。RNA能够揭示某一特定时刻细胞中哪些基因是活跃的,以及细胞内的基因活动模式如何随时间变化。因此,古代的RNA能够让科学家了解灭绝物种的细胞状态。

曾经担任过中国科学院古脊椎动物与古人类研究所所长的古生物学家周忠和院士曾言:研究过去可以帮助我们更好地理解今天、启发未来。时代裹挟着我们着急向前冲,有时候我们确实需要停下脚步回看过去,再更好地思考未来。

我深以为然。



科学随想