

黄牛之路:从伏尔加河流域到黄河流域

杨益民

(中国科学院大学 人文学院, 北京 100049)

【摘要】黄牛是古代社会最重要的家畜之一,是史前物种全球化的主要实证。黄牛既能提供肉、皮和骨等初级产品,也能提供奶、畜力等次级产品。黄牛从西亚起源到传入中国开始大规模养殖经历了约六千年。根据国内外考古资料的梳理,黄牛到中国经历了两次传播,第一波传播在公元前四千纪晚期,从伏尔加河流域到达阿尔泰山脉地区,并零星传播到东北地区和甘青地区,但没在中国社会留下深刻的烙印;第二波传播在公元前三千纪晚期,黄牛从阿尔泰山脉地区传入新疆和黄河流域,让中国先民可以大规模开发之前难以利用的草地资源,提供了新的食物(热量)、手工业原料和动力来源,是中国历史上物质与能量利用形式的一次重大飞跃,引发了牧业革命,从而催化了当时陕北和晋南地区早期国家的诞生。在这些传播过程中,气候变化可能扮演了关键角色。

【关键词】黄牛之路;牧业革命;早期国家;气候变化

【中图分类号】S-09;K207 **【文献标志码】**A **【文章编号】**1000-4459(2024)01-0003-12

The Cattle Road: from the Volga Valley to the Yellow River Valley

YANG Yimin

(School of Humanities, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract: Cattle was one of the most important domestic animals since antiquity, serving as the solid evidence of the prehistoric species globalization. Cattle not only provided the primary products such as meat, hide and bones, but also offer the secondary products like milk and power. It spent about 6000 years for cattle from the domestication center in west Asia to China with large-scale breeding. Archaeological finding across Eurasia reveal two waves of cattle spread into China. The first wave happened in the late fourth millennium BCE, originating from the Volga Valley to the Altai Mountains, and then sporadically into northeast China and Gansu-Qinghai Region; however, this spread nearly had no impact on ancient China's societies. The second wave appeared in the late third millennium BCE, starting from the Altai Mountains to south Xinjiang and the Yellow River Valley. Subsequently, ancient Chinese began to raise cattle in large scale and further exploit the grasslands, which were previously difficultly exploited without domestic herbivorous animals. The cattle had provided new sources of food (heat), raw materials for handicraft industry and power, which marked a great leap in materials and energy utilization in China history, triggered a herding revolution that catalyzed the birth of early states in contemporary north Shaanxi province and south Shanxi province. During the spread progress, climate change might play a critical role.

Key words: the cattle road; herding revolution; early states; climate change

[收稿日期] 2022-03-19

[基金项目] 教育部人文社会科学研究规划基金项目“古代动物遗存的 ZooMS 数据库建设”(17YJAZH107); 国家自然科学基金“基于稳定同位素考古和植物考古的阿尔泰山青铜时代粟黍传播研究”(42220104001); 中央高校基本科研业务费专项资金

[作者简介] 杨益民(1977-),男,中国科学院大学人文学院教授,研究方向为科技考古。

旧石器时代末期,由于人口数量的增加,狩猎采集的经济形态已经不能满足先民的生存需求,从而引发了农业革命的爆发,自此人类社会逐渐依赖家养动物和栽培作物来满足生产生活的诸多需求。东亚和西亚地区是早期动植物的主要驯化中心之一,各自有独特的驯化物种,比如西亚的小麦、大麦、黄牛、绵羊和山羊等,东亚的水稻、小米和牦牛等。外来的驯化物种有时比本土的驯化物种具备某些特殊优势,从而促进本土社会的发展;因此,探究驯化物种的全球化对了解人类社会的过去、现在和未来非常重要。

在家养动物中,牛属(*Bos*)动物具有特别的意义,因为它们不仅能提供肉、皮和骨等初级产品,也能提供奶、畜力等次级产品,在古代社会的衣食住行中发挥着重要作用,是第一产业的主力,并为第二产业和第三产业提供原料和动力,在世界上很多地区仍是最重要的家畜;在旧大陆西侧的青铜时代早期甚至有次级产品革命,是当时城市化和复杂社会兴起的经济基础^①。牛属下有三种驯化动物,即普通牛(*Bos Taurus*)、瘤牛(*Bos indicus*)和牦牛(*Bos grunniens*);普通牛分布最为广泛,瘤牛多见于南亚等热带地区,牦牛主要生存在青藏高原等高寒地区。普通牛和瘤牛合称黄牛,本文中的黄牛仅指普通牛。

黄牛的野生祖本是原始牛(*Bos primigenius*),后者曾广泛分布在欧亚大陆^②。根据现代黄牛的线粒体DNA研究,黄牛起源于西亚地区,然后向欧洲、北非传播^③;动物考古研究则表明黄牛早期的人为管理和驯化发生在约一万年以前的西亚地区新月沃地^④,并可能和先民对奶的消费有关^⑤。研究黄牛的传播和利用,主要通过骨骼形态、死亡年龄结构、考古现象、古DNA、同位素和有机残留物分析等手段。近年来,在中国及欧亚草原地区有了若干新的黄牛遗存发现,同时考古学、年代学、古DNA和气候变化等方面的研究取得了较大进展,这为深入探讨黄牛如何传入中国、背后的驱动力以及对当时社会的影响奠定了重要基础。

一、黄牛在欧亚草原上的早期传播与气候变化

黄牛在西亚被驯化后,从母系角度看与野生原始牛的基因交流很少;因此就母系遗传的线粒体DNA而言,黄牛与原始牛具有不同的单倍体型。西亚、欧洲和非洲的黄牛线粒体DNA单倍体型是T、T1、T2和T3^⑥,东亚的部分黄牛还具备从单倍体型T3衍生出的T4类型^⑦。从线粒体DNA角度看,黄牛是单一起源,中国的黄牛源自西亚;黄牛从新月沃地向东传播到中亚,存在两条路线——南边从伊朗北境经过中亚干旱区的“绿洲之路”和北边经过欧亚草原的“草原之路”。

黄牛向东传播的南线“绿洲之路”是从伊朗高原到中亚干旱区。土库曼斯坦西南地区科佩特山脉(Kopet-Dag)的Jeitun文化和伊朗高原同时代的文化有着密切交流,在该文化的中晚期(约公元前5700

① Sherratt A. The secondary exploitation of animals in the Old World. *World archaeology*, 1983, 15(1): 90–104.

② Francis RC. *Domesticated Evolution in a Man-Made World*, New York: W. W. Norton & Company, 2015, 89.

③ Troy CS, MacHugh DE, Bailey JF, et al. Genetic evidence for Near-Eastern origins of European cattle. *Nature*, 2001, 410 (6832):1088–1091.

④ Zeder MA. Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2008, 105(33):11597–11604; Benjamin SA, Theo MK. Management and domestication of cattle (*Bos taurus*) in Neolithic Southwest Asia. *Animal Frontiers*, 2021, 11(3):10 – 19.

⑤ Curry A. Archaeology: the milk revolution. *Nature*, 2013, 500(7460): 20.

⑥ 同③。

⑦ Mannen H, Kohno M, Nagata Y, et al. Independent mitochondrial origin and historical genetic differentiation in North Eastern Asian cattle. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2004, 32(2): 539–544.

年)开始出现黄牛^①;距今约公元前3500年,黄牛传播到塔吉克斯坦西天山地区的Sarazm遗址^②。

黄牛向东传播的北线“草原之路”是从高加索山脉以北的东欧大草原(Pontic – Caspian steppe)出发经欧亚草原到南西伯利亚的阿尔泰山脉北部区域。黄牛很早就和先民从新月沃地出发,越过高加索山脉,到达北边的东欧大草原;约公元前5000年的伏尔加河下游地区Khvalinskiy文化开始出现黄牛^③,同时代的伏尔加河上游地区Samara文化第二期也有黄牛^④。此后,生活在东欧大草原的人群,直到颜那亚文化(Yamnaya culture,也称为原始印欧人)时期(公元前3300—2600年)^⑤,才沿着欧亚草原向东迁徙,到达南西伯利亚的阿尔泰-萨彦区,并形成阿凡纳谢沃文化(Afanasievo culture),它在阿尔泰山地区的年代分布范围为公元前3300—2900年^⑥。古基因组分析表明颜那亚先民和阿凡纳谢沃先民几乎没有差异^⑦,而阿凡纳谢沃先民牙结石的蛋白质组学分析检测到牛奶的消费,与阿凡纳谢沃文化进入蒙古地区基本同步^⑧,这说明黄牛伴随阿凡纳谢沃先民从东欧大草原向东迁徙。

无论是“草原之路”还是“绿洲之路”,这些先民都携带了小麦、绵羊和黄牛,具备农牧人群的特征。对比北线和南线的传播,速度上有明显差异。南线“绿洲之路”,从土库曼斯坦的Jeitun遗址到塔吉克斯坦的Sarazm遗址,直线距离800公里左右,但黄牛传播用时超过2000年。北线“草原之路”,东欧大草原到阿尔泰山地区,路程超过了2000公里。考虑到颜那亚文化和阿凡纳谢沃文化二者的文化上限都在公元前3300年左右,而两者之间的草原地带也没有类似考古学文化遗存的发现,再参考清朝乾隆时期卫拉特蒙古土尔扈特部从东欧大草原的伏尔加河下游区域东归到伊犁河谷仅需5个月;那么阿凡纳谢沃人在黄牛和轮式交通工具的辅助下有可能在10年甚至更短时间之内完成了这次长途迁徙,速度至少达200公里/年。

“草原之路”与“绿洲之路”的文化传播速度差异这么大,而且前者也远高于颜那亚人在欧洲的西向迁徙速度(平均4.2公里/年,置信区间3.5~5.2公里/年)^⑨,这与自然环境密切相关。南线的“绿洲之路”是中亚干旱区,存在大片沙漠,如土库曼斯坦境内的卡拉库姆沙漠,不利于农牧人群的快速迁徙。北线是较为平坦的草原,有利于使用黄牛和轮式交通工具的农牧人群快速移动。在北线的出发地东欧大草原,从Khvalinskiy文化到颜那亚文化,即公元前5000年到公元前3300年,中间隔了1500年以上,当地的农牧人群都很少向外迁徙,这应是农牧文化发展之初的东欧大草原具备较大的生态容量,人口数量没有

① Bendrey R. Some like it hot: environmental determinism and the pastoral economies of the later prehistoric Eurasian steppe. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 2011, 1: 8.

② Spengler RN, Willcox G. Archaeobotanical results from Sarazm, Tajikistan, an Early Bronze Age Settlement on the edge: Agriculture and exchange. *Environmental Archaeology*, 2013, 18(3): 211–221.

③ Alexander V, Pavel K, Marianna K. The origin of farming in the Lower Volga Region. *Documenta Praehistorica*, 2015, 42: 67–75.

④ Morgunova NL. Pottery from the Volga area in the Samara and South Urals region from Eneolithic to Early Bronze Age. *Documenta Praehistorica*, 2015, 42: 311–319.

⑤ Morgunova NL, Khokhlova OS. Chronology and Periodization of the Pit-Grave Culture in the Region Between the Volga and Ural Rivers Based on Radiocarbon Dating and Paleopedological Research. *Radiocarbon*, 2013, 55(3): 1286–1296.

⑥ Hermes TR, Tishkin AA, Kosintsev PA, et al. Mitochondrial DNA of domesticated sheep confirms pastoralist component of Afanasievo subsistence economy in the Altai Mountains (3300 – 2900 cal BC). *Archaeological Research in Asia*, 2020, 24: 100232.

⑦ Allentoft ME, Sikora M, Sjogren KG, et al. Population genomics of Bronze Age Eurasia. *Nature*, 2015, 522(7555): 167–172.

⑧ Wilkin S, Miller AV, Taylor WTT, et al. Dairy pastoralism sustained eastern Eurasian steppe populations for 5,000 years. *Nature Ecology & Evolution*, 2020, 4(3): 346–355.

⑨ Racimo F, Woodbridge J, Fyfe RM, et al. The spatiotemporal spread of human migrations during the European Holocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2020, 117(16): 8989–9000.

达到生态容量上限时缺乏向外迁徙的动力。南线出发地伊朗高原北缘的人群早在公元前5000年就开始向外迁徙,这可能和绿洲容易到达人口压力上限有关。公元前4千纪末,生活在东欧大草原的颜那亚人突然向外迁徙,不仅走向东方,也走向西方,而这和当时的气候变化密切相关。

在东欧大草原,由于气候向干旱趋势发展,黄牛饲养从Samara文化的定居畜牧模式向瑞品文化(Repino,公元前4000—3400年)的放牧模式发展^①。公元前四千纪下半叶进入气候波动剧烈期,小高加索山脉上亚美尼亚Zarishat地点泥炭沼泽的孢粉分析和碳屑分析表明,距今5300—4900年是一个干燥期^②;俄罗斯高加索西部地区Khuko湖沉积物的孢粉分析表明,距今5500—3500年是冷期^③;罗马尼亚黑海西岸喀尔巴阡山东部地区Mocearu湖沉积物的孢粉分析也表明,距今5300—5000年温度明显下降^④;俄罗斯乌拉尔山脉南部Kinderlinskaya洞石笋的高分辨率氧同位素分析表明,距今5600—5100年是降温期^⑤。这些黑海周边地区的记录都反映了距今5200年左右的全球性降温事件(5.2 ka 气候事件,ka为1千年)^⑥,在此时期,北高加索地区和东欧大草原的气候变冷变干,草原的生态容量下降,人口压力上升,人地关系趋向紧张,这应该是颜那亚人向外迁徙的驱动力之一。

另一方面,尽管农牧人群(Sarazm文化)在距今约5500年已经在塔吉克斯坦的西天山地区出现,但并没有繁盛起来,并进入中国境内。吉尔吉斯斯坦费尔干纳盆地东缘Talisman洞石笋的高分辨率氧同位素记录表明,中亚地区距今5820—5180年期间存在超级干旱事件,这应该制约了当时绿洲文化的发展;在这个超级干旱期,西风带的北移使得中亚干旱区北方的欧亚草原地区湿润程度增加,草原扩大,从而为拥有黄牛和轮式交通工具的农牧人群创造了一个迁徙的快速通道^⑦。颜那亚人从里海北岸的东欧大草原向东迁徙面临的选择是,北上走草原,南下走沙漠,显然更容易选择前者。

二、黄牛在中国境内的第一波传播及影响

中国境内目前最早的家养黄牛遗存发现于东北地区的吉林省大安市后套木嘎遗址,出土黄牛骨头的线粒体DNA单倍体型为T3,与东亚原始牛的线粒体DNA单倍体型C有着明显差异,该牛骨的直接碳14测年为距今5500—5300年^⑧。这个黄牛的年代下限是距今5300年,而携带黄牛来到东亚的阿凡纳谢

① Morgunova NL, Khokhlova OS. Development of ancient cultures and paleoenvironment during the Eneolithic Period and the Early Bronze Age in the Southern Cis-Urals steppe (Russia). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2020, 12 (10): 1–15.

② Joannin S, Ali AA, Ollivier V, et al. Vegetation, fire and climate history of the Lesser Caucasus: A new Holocene record from Zarishat fen (Armenia). *Journal of Quaternary Science*, 2014, 29(1): 70–82.

③ Grachev AM, Novenko EY, Grabenko EA, et al. The Holocene paleoenvironmental history of Western Caucasus (Russia) reconstructed by multi-proxy analysis of the continuous sediment sequence from Lake Khuko. *The Holocene*, 2021, 31(3): 368–379.

④ Ramos-Roman MJ, Seppä H, Magyari E, et al. Multi-proxy approach to reconstruct Middle and Late Holocene paleoenvironment and climate in the eastern Carpathians. *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 2020: 13592.

⑤ Baker JL, Lachniet MS, Chervyatsova, et al. Holocene warming in western continental Eurasia driven by glacial retreat and greenhouse forcing. *Nature Geoscience*, 2017, 10(6): 430–435.

⑥ Roland T, Daley T, Caseldine C, et al. The 5.2 ka climate event: Evidence from stable isotope and multi-proxy palaeoecological peatland records in Ireland. *Quaternary Science Reviews*, 2015, 124: 209–223; Staubwasser M, Weiss H. Holocene climate and cultural evolution in late prehistoric – early historic West Asia. *Quaternary Research*, 2006, 66(3): 372–387.

⑦ Tan LC, Dong GH, An ZS, et al. Megadrought and cultural exchange along the proto-silk road. *Science Bulletin*, 2021, 66 (6): 603–611.

⑧ Cai DW, Zhang N, Zhu S, et al. Ancient DNA reveals evidence of abundant aurochs (*Bos primigenius*) in Neolithic North-east China. *Journal of Archaeological Science*, 2018, 98: 72–80.

沃文化,其年代上限是公元前3300年;这说明应该在公元前3300年左右,黄牛到达了东北地区。后套木嘎遗址到阿凡纳谢沃文化所在的阿尔泰山地区,直线距离超过了2500公里,这个传播速度足以和黄牛从北高加索地区到阿尔泰山脉地区的传播媲美。

此外,在甘青地区的礼县西山遗址、武山县傅家门遗址、天水市师赵村遗址和西山坪遗址等地也发现经过形态学鉴定的黄牛骨头,时代为距今5500—5000年^①;但由于没有开展骨头的直接测年和古DNA分析,今后需要更多的研究来提供例证。距今5000年左右,新疆在阿凡纳谢沃文化区以外的区域目前尚未发现和黄牛有关的遗存;因此,黄牛很可能是通过蒙古传入我国的其他区域。传播路线推测至少有两条,一条路线是穿越蒙古高原向东翻越大兴安岭到达后套木嘎遗址,路程超过2500公里;结合阿尔泰山脉和甘青地区之间的戈壁、沙漠和水系分布等地理条件,另一条路线可能是沿着阿尔泰山脉南下,经过额济纳河(黑河),到达河西走廊中部,再往东到达相关遗址,路程超过2000公里。

黄牛自身并不会远途迁徙,必然是受到人类驱赶才能进行长途跋涉。目前,阿凡纳谢沃文化的遗存中还没有发现来自东北地区和甘青地区的考古学文化因素,阿凡纳谢沃人古基因组中也没有发现和当时的东亚人群进行了基因交流。然而,这一时期,有些域外的文化因素出现在东北和甘青地区。权杖头是西亚地区权力、地位的重要象征器物之一,在距今6000—5000年间传入中亚;中国最早的权杖头发现于距今5500—5000年的甘肃西和县宁家庄遗址和秦安大地湾遗址^②,以及距今5000年的东北赤峰地区红山文化晚期到小河沿文化时期的遗址^③。在彩陶纹饰方面,辽西地区红山文化出土距今5000余年的陶器上有菱形方格纹,可能来自中亚^④;青海民和阳洼坡遗址出土的一件彩陶盆(距今约5500年),上面的菱形纹也可能从中亚彩陶上的纹饰传播而来^⑤。鉴于此,很可能是阿凡纳谢沃先民携带黄牛到达东北和甘青地区。

这是黄牛在中国的第一波传播,尽管当时中国的农业社会缺乏驯化的大牲口,但黄牛的引入并没有给上述地区的人类社会带来显著的影响,只是昙花一现。在随后的千年,中国境内很少有黄牛遗存的报道^⑥。另一方面,自然地层中的小荚孢腔菌属粪生菌孢数量能反映大型食草动物的数量变化,山西公海高山湖泊沉积物中的粪生菌孢数量在距今5700—5500年间开始小幅上升,研究者认为是中国先民放牧活动的兴起^⑦;但根据动物考古资料,不应是饲养家养大型食草动物的结果,更可能的原因是当时北方地区由于气候变冷变干造成草原面积扩大后导致野生大型食草动物数量增加;距今5500—4200年间,粪生菌孢数量总体保持在较低的水平,这也说明包括黄牛在内的大型食草动物并没有被大规模蓄养。尽管如此,这条“黄牛之路”的建立依然为其他物种的传播开辟了通道。

小米起源于中国北方,研究其传播可以通过植物考古、人或动物的骨骼同位素,以及有机残留物分

① 吕鹏:《试论中国家养黄牛的起源》,《2007年中国郑州动物考古国际学术研讨会》,2012年,第152—176页。

② 杨琳、井中伟:《中国古代权杖头渊源与演变研究》,《考古与文物》2017年第3期。

③ 李水城:《赤峰及周边地区考古所见权杖头及潜在意义源》,《第五届红山文化高峰论坛论文集》,2010年8月,第7—12页;田广林、刘安然、周海军:《关于那斯台遗址出土棍棒头性质的再讨论》,《辽宁师范大学学报(社会科学版)》2017年第3期。

④ 吴限:《答案写在红山文化陶器上》,《辽宁日报》2021年10月8日第6版。

⑤ 韩建业:《马家窑文化半山期锯齿纹彩陶溯源》,《考古与文物》2018年第2期。

⑥ Lu P, Brunson K, Yuan J, et al. Zooarchaeological and Genetic Evidence for the Origins of Domestic Cattle in Ancient China. *Asian Perspectives*, 2017, 56(1): 92—120; Dong GH, Du L, Wei W. The impact of early trans-Eurasian exchange on animal utilization in northern China during 5000 - 2500 BP. *The Holocene*, 2021, 31(2): 294—301; 袁靖:《中国新石器时代至青铜时代生业研究》,复旦大学出版社,2019年。

⑦ Huang X, Zhang J, Ren L, et al. Intensification and Driving Forces of Pastoralism in Northern China 5.7 ka Ago. *Geo - physical Research Letters*, 2021, 48(7): e2020GL092288.

析等手段。植物考古研究表明,距今约4800年小米已传播到河西走廊中段的高苜蓿地遗址^①。哈萨克斯坦境内Dali遗址通过出土人骨同位素分析识别出公元前2700年左右的小米种植^②。新疆阿勒泰地区哈巴河县阿依托汗一号墓群阿凡那谢沃文化墓葬(公元前2836—2490年)出土的人骨同位素表明,食谱中出现了小米食物或以小米(副)产品为食的动物^③。而此时河西走廊西段和新疆大部分地区尚未发现与小米相关的遗存和农业社会;因此小米的西向传播可能沿着黄牛的东向传播路线逆向而行,在百年之内从河西走廊中段北上走额济纳河,通过阿尔泰山脉到达北疆的阿勒泰地区,再向哈萨克斯坦传播,路程超过2500公里^④。小米自身不会远途迁徙,必然是人类携带它们跨越千山万水。在小米早期西传的公元前三千纪早期,阿凡纳谢沃文化区仍然没有甘青地区考古学文化和人群的印记;因此,很可能是一支阿凡纳谢沃人的“探险队”到达了河西走廊,生活了一段时间,再把小米种子带回了阿尔泰山脉北部地区;阿尔泰山脉的早期小米传播研究今后需要更多关注。尽管小米在公元前三千纪早期已经传播到中亚,但是小米的大规模种植至少要在二千年之后^⑤。

三、黄牛在中国境内的第二波传播与4.2 ka气候事件

黄牛第一波传播之后,时隔千年,在公元前三千纪下半叶中国境内再次出现黄牛的踪影。距今4500—4000年间黄牛遗存主要出土于黄河上游和中游地区,如甘肃师赵村遗址和武威磨嘴子遗址、宁夏彭阳县打石沟遗址、陕北庙梁遗址、寨峁梁遗址和石峁遗址、河南柘城县山台寺遗址、河南平粮台遗址、山东潍坊鲁家口遗址等^⑥。对这些黄牛骨头或出土地层的含碳样品开展了碳14测年分析,但碳14年代在树木年轮曲线上进行校正后得到的日历年代是一个年代区间,存在一定的重叠范围,从而难以判断相对早晚。

然而,内蒙古戈壁以南、阴山以北的漠南地区及阴山以南的永兴店文化、老虎山文化,它们比陕北地区出土黄牛遗存的遗址文化层更早,但目前还没有黄牛遗存的报道。河套地区最早黄牛遗存出现在鄂尔多斯市朱开沟遗址第一期^⑦,朱开沟文化年代上限在公元前2100年^⑧,晚于南边陕北地区最早黄牛遗存;而朱开沟遗址剖面的粪生菌孢分析也表明距今4000年以后才有牧业^⑨。因此,黄牛通过河套地

① Dong GH, Yang YS, Liu X., *et al.*, Prehistoric trans-continental cultural exchange in the Hexi Corridor, northwest China. *The Holocene*, 2018, 28(4): 621–628.

② Hermes TR, Frachetti MD, Doumani D, *et al.* Early integration of pastoralism and millet cultivation in Bronze Age Eurasia. *Proceedings of the Royal Society B*, 2019, 286(1910): 20191273.

③ Qu YT, Hu XW, Wang TT, *et al.* Early interaction of agro-pastoralism in Eurasia: New evidence from millet-based foods consumption of Afanasyevo humans in the southern Altai Mountains, Xinjiang, China. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2020, 12(8): 1–11.

④ Yang YM. Dairying transformed Mongolia. *Nature Ecology & Evolution*, 2020, 4(3): 288–289.

⑤ 董广辉、杨谊时、韩建业等:《农作物传播视角下的欧亚大陆史前东西方文化交流》,《中国科学:地球科学》2017年第5期。

⑥ Lu P, Brunson K, Yuan J, *et al.* Zooarchaeological and Genetic Evidence for the Origins of Domestic Cattle in Ancient China. *Asian Perspectives*, 2017, 56(1): 92–120; 吕鹏、袁靖:《交流与转化——黄河上游地区先秦时期生业方式初探(上篇)》,《南方文物》2018年第2期;蔡大伟、张乃凡、朱存世等:《宁夏新石器时代晚期至春秋战国时期黄牛的分子考古学研究》,《边疆考古研究》2018年第1期;胡松梅、杨瞳、杨苗苗等:《陕北靖边庙梁遗址动物遗存研究兼论中国牧业的形成》,《第四纪研究》2022年第1期。

⑦ 黄蕴平:《内蒙古朱开沟遗址兽骨的鉴定与研究》,《考古学报》第1996年第4期。

⑧ 魏坚、冯宝:《试论朱开沟文化》,《考古学报》2020年第4期。

⑨ Zhang YP, Zhang Y, Hu SM, *et al.* Pastoralism and Millet Cultivation During the Bronze Age in the Temperate Steppe Region of Northern China. *Frontiers in Earth Science*, 2021, 9: 1–15.

区正北方向的蒙古高原区域传入黄河中游地区的可能性较低,更可能从黄河上游地区向下游地区传播,这个推论需要今后更多的工作加以验证。

在新疆地区,目前最早的黄牛遗存发现于南疆小河文化(距今3900—3500年)的古墓沟墓地和小河墓地,前者出土了液体牛奶制品遗留在草篓中的奶垢^①,后者出土了牛角、牛胶和奶酪等^②。在小河文化之前,南疆没有发现新石器时代文化,因此小河文化的源头一般认为来自塔里木盆地以外。阿尔泰山地区的阿凡纳谢沃文化末期,出现了切木尔切克文化(公元前2700—1800年)^③,后者影响范围达到了天山北麓,比如东天山北麓奇台、木垒和吉木萨尔等地区出土的尖底陶罐,以及哈密天山北路墓地出土公元前2千纪初的彩绘圈底陶罐^④,中天山乌鲁木齐萨恩萨依墓地早期墓葬出土了与切木尔切克文化相似的陶器和石容器^⑤。根据尖帽、尖底草篓和尖底陶器等方面的相似性,小河文化被认为是切木尔切克文化南下塔里木盆地而形成^⑥。切木尔切克文化先民与阿凡纳谢沃文化先民在基因组成上存在差异,前者是欧亚大陆西部人群和亚洲北部人群的混血^⑦。虽然小河先民的古基因组研究发现一些早期个体来自一个隔绝的群体^⑧,然而其他个体的线粒体DNA分析表明,小河文化部分早期先民是欧亚大陆东方人群和西方人群的混血,可能来自青铜时代的南西伯利亚地区^⑨,线粒体基因组的研究结果亦如此^⑩。与小河文化同时期的哈密天山北路文化先民,线粒体DNA分析也表明,部分具有欧亚大陆西方血统的人也可能来自南西伯利亚地区^⑪。

不仅仅是南疆和东天山地区的最早黄牛遗存晚于黄河流域,而且河西走廊西部最早的农业社会——四坝文化(距今3900—3400年),也晚于甘青地区公元前三千纪晚期再次出现的黄牛遗存;因此,黄牛应该不是通过新疆的东天山地区和河西走廊西部传入黄河上游地区。仔细观察卫星影像,额济纳河尾闾——居延泽到阿尔泰山脉南部地区的最近距离是200公里左右,两者之间有水系分布;哈密巴里坤草原到阿尔泰山脉南部余脉的阿吉博格多山最近距离在150公里左右,两者之间也有水系分布。显然

- ① Xie MS, Shevchenko A, Wang B, *et al.* Identification of a dairy product in the grass woven basket from Gumugou Cemetery (3800 BP, northwestern China). *Quaternary International*, 2016, 426: 158–165.
- ② Rao HY, Yang YM, Abuduresule, I, *et al.* Proteomic identification of adhesive on a bone sculpture-inlaid wooden artifact from the Xiaohu Cemetery, Xinjiang, China. *Journal of Archaeological Science*, 2015, 53: 148–155; Yang YM, Shevchenko A, Knaust A, *et al.* Proteomics evidence for kefir dairy in Early Bronze Age China. *Journal of Archaeological Science*, 2014, 45: 178–186; Zhang F, Ning C, Scott A, *et al.* The genomic origins of the Bronze Age Tarim Basin mummies. *Nature*, 2021, 599(7884): 256–261.
- ③ 丛德新、贾伟明:《切木尔切克墓地及其早期遗存的初步分析》,吉林大学边疆考古研究中心编:《庆祝张忠培先生八十寿论文集》,科学出版社,2014年,第275–308页。
- ④ 郭物:《从畜牧-农耕社会到草原行国和绿洲城郭国家》,《新疆史前晚期社会的考古学研究》,上海古籍出版社,2012年。
- ⑤ 阮秋荣、托乎提·吐拉洪、胡兴军等:《新疆乌鲁木齐萨恩萨依墓地发掘简报》,《文物》2012年第5期。
- ⑥ 林梅村:《吐火罗人的起源与迁徙》,《西域研究》2003年第3期。
- ⑦ Wang W, Ding M, Gardner JD, *et al.* Ancient Xinjiang mitogenomes reveal intense admixture with high genetic diversity. *Science Advances*, 2021, 7(14): eabd6690.
- ⑧ Zhang F, Ning C, Scott A, *et al.* The genomic origins of the Bronze Age Tarim Basin mummies. *Nature*, 2021, 599(7884): 256–261.
- ⑨ Li C, Li H, Cui YQ, *et al.* Evidence that a West–East admixed population lived in the Tarim Basin as early as the early Bronze Age. *BMC Biology*, 2010, 8(1): 15.
- ⑩ Wang W, Ding M, Gardner JD, *et al.* Ancient Xinjiang mitogenomes reveal intense admixture with high genetic diversity. *Science Advances*, 2021, 7(14): eabd6690.
- ⑪ 同③; Gao SZ, Zhang Y, Wei D, *et al.* Ancient DNA reveals a migration of the ancient Di-qiang populations into Xinjiang as early as the early Bronze Age. *American Journal of Physical Anthropology*, 2015, 157(1): 71–80.

从阿尔泰山脉南部地区去巴里坤草原或额济纳河流域并没有难以逾越的地理障碍。同时,这一时期黄河流域和新疆地区的黄牛 DNA 分析都说明它们是外来物种^①。

基于以上分析,黄牛于公元前三千纪晚期在中国的第二波传播可能仍然以阿尔泰山脉为出发地,然后在南部余脉分为东西两路。西路向西可能沿着阿尔泰山脉南边的北塔山南下,经大红柳峡乡到达哈密的东天山北麓,再沿中天山北麓迁徙到塔里木盆地,这条路线涉及人群的迁徙和融合;东路可能仍然是沿着阿尔泰山脉南下,经过额济纳河,到达河西走廊中部,再往东传播,进入甘肃东部、青海、宁夏、陕北地区、晋南和中原。黄牛第二波传播期间,在额济纳河流域、河西走廊东部、黄河上游和中游地区,尽管有不少来自西亚、中亚的文化因素,如青铜器、彩陶上的纹饰等^②,但这些区域至今还没有欧亚大陆西方人群特征的古 DNA 和体质人类学报道;因此,东路传播可能并没有大规模来自阿尔泰山脉地区的人群迁徙到河西走廊及更远的地区,阿尔泰山脉地区的农牧人群和额济纳河流域的农业人群发生接触之后,有了物种、技术和艺术的交流,然后农业人群再将其扩散。

黄牛第二波传播的同时,冶金活动也主要发生在河西走廊和离黄河干流不远的遗址。河西走廊最早的冶铜活动发生在河西走廊中部黑河流域的马厂文化晚期(距今 4200—4000 年),如酒泉照壁滩、高苜蓿地、西城驿等遗址出土了冶铜相关的遗物^③,西城驿遗址文化层沉积物的元素分析也指示了这一时期冶铜活动的开展^④。石峁遗址的青铜器也基本在同时代出现^⑤。考虑到同时期的漠南地区、阴山以南及黄河以北的河套地区也没发现冶金活动,因此这种冶炼技术的传播更可能仍然是从黄河上游地区向下游地区传播;而且也可能是欧亚草原地区通过额济纳河通道先到达黄河上游地区^⑥。

公元前三千纪末期是黄牛和青铜技术传入黄河上游地区的一个关键时间点。此时的阿尔泰山脉地区存在塞伊玛-图尔宾诺跨文化现象(Seima-Turbino phenomenon)(公元前 2200—1900 年)^⑦,青铜技术在中国的传播被认为与该文化现象的扩张,压迫切木尔切克文化,从阿尔泰山脉地区南下密切相关^⑧。而塞伊玛-图尔宾诺跨文化现象的快速传播,尤其是特色青铜器物(如倒钩铜矛)的扩散,与距今 4200 年前的气候事件(4.2 ka 气候事件)密切相关^⑨。

4.2 ka 气候事件是一次全球性气候急剧变化事件,标志着全新世大暖期的结束和全新世晚期的开始,一般认为起止时间为距今 4300—3900 年,在各地表现不一^⑩;在此期间,以秦岭-长江下游为界,北

① 陈宁博、雷朝朝:《从 DNA 角度认识中国黄牛的起源和利用历史》,《第四纪研究》2022 年第 1 期;蔡大伟、胡松梅、孙玮璐等:《陕西石峁遗址后阳湾地点出土黄牛的古 DNA 分析》,《考古与文物》2016 年第 4 期。

② Jaang L. The landscape of China's participation in the Bronze Age Eurasian network. *Journal of World Prehistory*, 2015, 28(3): 179–213.

③ 陈国科:《西城驿——齐家冶金共同体——河西走廊地区早期冶金人群及相关问题初探》,《考古与文物》2017 年第 5 期。

④ 陈国科、杨谊时、张山佳等:《张掖西城驿遗址新石器时代晚期—青铜时代人类冶金活动的元素地球化学记录》,《人类学学报》2021 年第 1 期。

⑤ 赵景辉、高奇发:石峁遗址现石模具 中国青铜技术或源于欧亚草原 <https://xian.qq.com/a/20160829/007325.htm>。

⑥ Jaang L. The landscape of China's participation in the Bronze Age Eurasian network. *Journal of World Prehistory*, 2015, 28(3): 179–213.

⑦ Marchenko ZV, Svyatko SV, Molodin VI, et al. Radiocarbon Chronology of Complexes With Seima-Turbino Type Objects (Bronze Age) in Southwestern Siberia. 2017, *Radiocarbon*, 59(5): 1381–1397.

⑧ 林梅村:《塞伊玛-图尔宾诺文化与史前丝绸之路》,《文物》2015 年第 10 期。

⑨ Nichols J. The Origin and Dispersal of Uralic: Distributional Typological View. *Annual Review of Linguistics*, 2021, 7(1): 351–369.

⑩ Walker M, Head MJ, Lowe J, et al. Subdividing the Holocene Series/Epoch: formalization of stages/ages and subseries/subepochs, and designation of GSSPs and auxiliary stratotypes. *Journal of Quaternary Science*, 2019, 34(3): 173–186.

方变干,南方变湿^①。在阿尔泰山脉地区的草原地带(塞伊玛-图尔宾诺跨文化现象的发源地),湖泊沉积物的分析表明,距今4300—3700年之间降雨减少,距今4200年之后的炭屑记录反映人类活动减少^②。新疆阿尔泰山脉地区通天洞遗址在距今4000年后人类活动消失,可能是4.2 ka气候事件引发的干旱迫使先民外迁^③。新疆博斯腾湖盘星藻在距今4200—4100年间浓度减少,指示气候变冷,可能触发了阿尔泰山脉地区史前人群向南迁徙^④。

综合以上分析,4.2 ka气候事件导致阿尔泰山脉地区塞伊玛-图尔宾诺跨文化现象起源地的人群四处扩散,其中一支压迫切木尔切克文化南下,然后在阿尔泰山南部余脉分为东西两路,西路通过东天山大约在距今3900年到达塔里木盆地塔克拉玛干沙漠的深处,在此过程中黄牛、绵羊和青铜技术基本同步传播;东路通过额济纳河通道大约在距今4200年到达黄河上游的甘青地区。西路到达塔里木盆地深处比东路到达黄河流域晚了300年以上,这可能是西路经过沙漠,环境艰苦,因而迁徙速度较慢。东西二路的外迁农牧人群也命运迥异。塔里木盆地尽管当时也有土著人群,但他们是人口稀少的狩猎采集人群,外来的农牧人群是强势文化,因此可以共存并看到外来人群的体质特征。东路进入黄河流域,面临的是人口较多、生产力相对发达的农业人群,犹如石沉大海,不见踪影,只有一些文化现象见证交流的存在。第二波黄牛传播,速度极快,短期内就席卷甘青地区齐家文化、宁夏客省庄二期文化、陕北石峁文化、内蒙古朱开沟文化、晋南陶寺文化、中原龙山文化晚期等黄河上游和中游地区的若干遗址,以及西辽河流域的夏家店下层文化,与第一次传播的速度可以媲美,但在后续影响上却大相径庭。

四、黄牛在中国第二波传播的影响:牧业革命

4.2 ka气候事件产生了世界范围的冲击;古代埃及、美索不达米亚及印度河谷文明的消亡,以及中国长江中游石家河文化、长江下游良渚文化、黄河下游山东龙山文化、内蒙古中南部老虎山文化的式微,都与之相关^⑤。然而在陕北地区,尽管4.2 ka事件导致植被类型从典型草原演变为荒漠草原^⑥,但是考古学文化并没有因为环境恶化而步入低谷,当地石峁文化(距今4300—3800年)的先民反而在距今4200年左右修建当时国内最大的城市——石峁^⑦,大步迈向早期国家。同时代晋南地区的陶寺文化(距今4300—3900年)也没有走入低谷,反而演变为早期国家^⑧。

陕北地区的生业经济在公元前三千纪发生了显著变化。尽管陕北地区的人类社会在此期间一直以

- ① Zhang H, Cheng H, Cai Y, *et al.* Hydroclimatic variations in southeastern China during the 4.2 ka event reflected by stalagmite records. *Climate of the Past*, 2018, 14(11): 1805–1817.
- ② Natalia R, Sergey K, Michał S, *et al.* Postglacial history of the Steppe Altai: Climate, fire and plant diversity. *Quaternary Science Reviews*, 2020, 249:106616.
- ③ Zhou XY, Yu JJ, Spengler RN, *et al.* 5,200-year-old cereal grains from the eastern Altai Mountains redate the trans-Eurasian crop exchange. *Nature Plants*, 2020, 6(2): 78–87.
- ④ Huang XZ, Xiang L, Lei G, *et al.* Sedimentary Pediastrum record of middle - late Holocene temperature change and its impacts on early human culture in the desert-oasis area of northwestern China. *Quaternary Science Reviews*, 2021, 265: 107054.
- ⑤ 方修琦、孙宁:《降温事件:4.3kaBP 岱海老虎山文化中断的可能原因》,《人文地理》1998年第1期;Ran M, Chen L. The 4.2 ka BP climatic event and its cultural responses. *Quaternary International*, 2019, 521: 158–167; Renfrew C, Liu B. The emergence of complex society in China: the case of Liangzhu. *Antiquity*, 2018, 92(364): 975–990.
- ⑥ 张贵林、周新野、赵克良等:《沙漠/黄土过渡带 6 ka BP 以来气候环境变化及其对人类活动的影响》,《第四纪研究》2018年第38期。
- ⑦ 邵晶:《试论石峁城址的年代及修建过程》,《考古与文物》2016年第4期。
- ⑧ 何弩:《陶寺文化谱系研究综述》,《考古学集刊》,2006年,第151–177页。

粟作农业为主^①,但动物资源的获取发生了较大变化。距今5000—4500年期间,以养猪和狩猎为主;距今约4300年期间,以牛羊放牧为特征的牧业开始出现,之后牛羊比例急剧上升,家猪和野生动物的比例急剧下降,牧业成为主流^②。显然,在面临4.2 ka气候事件的冲击时,陕北先民借助牧业实现了社会大发展,将石峁遗址建设为当时中国北方地区的宗教和政治中心^③。

在食物生产方面,利用黄牛、绵羊等外来的家养食草动物,中国先民建立了一条新的生产型食物链,从而可以大规模开发之前难以深度利用的草地资源,提供了更多的食物剩余,是能量转换和利用的一次大变革,缓解了日趋紧张的人地关系。牧业不仅提供初级产品(一次性产品),如肉、骨骼与脂肪等,也能提供次级产品(可以反复利用的产品),如奶、毛或畜力等;尤其是奶的大规模开发,可以在不屠宰动物的情景下为先民持续提供蛋白质、糖类和脂肪等营养物质,这标志着动物利用方式的重大变化^④。动物考古表明,牧业兴起后,甘青地区、黄土高原、西辽河流域等北方地区先民肉食的主要来源迅速由野生动物转为牛羊等食草动物^⑤。动物的死亡年龄结构分析表明,饲养家羊在石峁文化中存在获取奶的现象^⑥,我们对陶器的脂肪酸分析也表明陕北寨梁遗址先民有消费牛(羊)奶的现象。在食物结构方面,陕西、山西等地古代人骨胶原原碳同位素的历时性统计分析表明,在距今4500—4000年之间存在一个碳同位素值达到峰值然后下降的拐点,研究者认为可能是麦类作物引入的结果^⑦;然而,植物浮选的结果表明,这个时期该区域麦类作物的发现极少甚至没有^⑧;因此,结合动物考古的资料,碳同位素值的拐点更可能是因为先民消费了以C3植物为食的牛羊肉。更多的肉、奶等蛋白质摄入,将改善营养状况,增强先民体质;因此,牧业增强了先民的生存优势,提升了人类社会的韧性,从而更好地应对和适应气候恶化。

在手工业中的加工业,牧业方面提供了更多的原料,比如皮革业和骨器制造业;我们通过ZooMS分析(基于质谱的动物考古学)鉴定石峁遗址骨制口簪的原料为黄牛骨;陶寺遗址大部分骨器的原料是绵

- ① 高升、孙周勇、邵晶等:《陕西榆林寨梁遗址浮选结果及分析》,《农业考古》2016年第3期; Bao Y, Zhou XY, Liu H, *et al.* Evolution of prehistoric dryland agriculture in the arid and semi-arid transition zone in northern China. *PLOS ONE*, 2018, 13(8): e0198750.
- ② 胡松梅、杨苗苗、孙周勇等:《2012—2013年度陕西神木石峁遗址出土动物遗存研究》,《考古与文物》2016年第4期;孙永刚、常经宇:《陕北地区仰韶时代晚期至龙山时代生业方式分析》,《辽宁师范大学学报(社会科学版)》2018年第41期;郭小宁:《陕北地区龙山晚期的生业方式——以木柱柱梁、神圪塔梁遗址的植物、动物遗存为例》,《农业考古》2017年第3期;胡松梅:《全球视野下中国北方农牧交错带的形成——以榆林地区公元前3千纪动物考古研究为例》,《光明日报》2020年7月29日第16版;常经宇:《陕西榆林地区新石器时代晚期动物资源的获取和利用》,《考古》2021年第8期;胡松梅、杨瞳、杨苗苗等:《陕北靖边庙梁遗址动物遗存研究兼论中国牧业的形成》,《第四纪研究》2022年第1期。
- ③ Sun ZY, Shao J, Liu L, *et al.* The first Neolithic urban center on China's north Loess Plateau: The rise and fall of Shimao. *Archaeological Research in Asia*, 2018, 14: 33–45.
- ④ Greenfield HJ. The Secondary Products Revolution: the past, the present and the future. *World Archaeology*, 2010, 42(1): 29–54.
- ⑤ Shi T. Understanding the transition to agropastoralism in North China: Archaeobotanical and zooarchaeological evidence. *Archaeological Research in Asia*, 2022, 29: 100345.
- ⑥ 杨苗苗、胡松梅、郭小宁等:《陕西省神木县木柱柱梁遗址羊骨研究》,《农业考古》2017年第3期。
- ⑦ Cheung C, Zhang H, Hepburn JC, *et al.* Stable isotope and dental caries data reveal abrupt changes in subsistence economy in ancient China in response to global climate change. *PLoS One*, 2019, 14(7): e218943.
- ⑧ 赵志军:《新石器时代植物考古与农业起源研究》,《中国农史》2020年第3期; Sheng P, Shang, X, Zhou XY, *et al.* Feeding Shimao: Archaeobotanical and Isotopic Investigation into Early Urbanism (4200–3000 BP) on the Northern Loess Plateau, China. *Environmental Archaeology*, 2021, online.

羊或黄牛骨头^①。在石峁文化和陶寺文化晚期存在获取羊毛的现象^②,毛纺业已经兴起。显然,加工业规模得以扩大。

在运输业、采矿业、青铜冶铸业和建筑业方面,黄牛具有驮畜或役畜的负重或拉车功能,可以提高手工业产品(如食品、食盐和陶器等)、矿石、燃料和建筑材料的运输效率。在黄牛引入之前,中国先民缺乏驯化的大牲口以供驱使;黄牛的引入,让先民的动力选择主要由人力转向畜力。中国最早的“中轴建城”城址——河南淮阳平粮台遗址出土了中国最早的双轮车辙遗迹(不晚于距今4200年)^③,可能牛车已投入使用^④;陶寺文化早期的黄牛,可能是为了牵引力^⑤。鉴于黄牛的广泛发现,石峁文化和陶寺文化也可能有牛车,但相应遗存未保存下来或尚未被发现。值得注意的是,黄牛引入后,石峁遗址中兴建了皇城台,陶寺遗址中期阶段修建了280万平方米的大城,这种大型建设工程必然会利用黄牛的负重功能,提高工作效率。动力的升级无疑会便利人员的流动和资源的流通。

鉴于上述优势,距今4300年以来,以黄牛、绵羊为代表的外来家养食草动物在北方地区家养动物中的比例占据主流^⑥。在中原地区的核心区域,4200年以前基本没有黄牛,之后黄牛数量迅速上升^⑦。山西公海高山湖泊沉积物中的粪生菌孢数量在距今4200—4000年间急剧上升,凸显了先民牧业大发展的情形^⑧。此时,新石器时代晚期的核心文化区域,如长江中下游、黄河下游、关中地区,出现了文化衰落^⑨;而北方地区出现了早期国家,以及遗址数量的跃升^⑩;考古遗址碳14测年数据的总和概率分布曲线(SPD)能反映人口数量的变化,过去2万年的SPD曲线显示,胡焕庸线以西的地区人口数量在距今4200—3800年之间呈上升趋势,而胡焕庸线以东的地区人口数量在距今4200—3800年之间呈下降趋势^⑪;而胡焕庸线以西多为干旱半干旱区,人口数量能在此期间上升,牧业的兴起和发展厥功至伟。在这个过程中,黄河流域家猪的母系有效群体也在扩增^⑫,说明牧业的引入并没有导致北方地区家猪养殖活动的衰

① Brunson K, He N, Dai X. Sheep, Cattle, and Specialization: New Zooarchaeological Perspectives on the Taosi Longshan. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2016, 26(3): 460–475.

② 李志鹏、K.B.、戴玲玲:《中原地区新石器时代到青铜时代早期羊毛开发的动物考古学研究》,《第四纪研究》2014年第1期;杨苗苗、胡松梅、郭小宁等:《陕西省神木县木柱柱梁遗址羊骨研究》,《农业考古》2017年第3期。

③ 秦岭、曹艳朋:《中轴对称 布局方正 规划严整——河南淮阳平粮台龙山城址发掘取得重要收获》,《中国文物报》2020年3月6日第8版。

④ 吕鹏:《动物考古学视野下的牛与中国古代文明的形成和发展》http://cah.cssn.cn/kygl/xscg/202102/t20210219_5312267.shtml, 2021年2月19日。

⑤ 博凯龄:《中国新石器时代晚期动物利用的变化个案探究——山西省龙山时代晚期陶寺遗址的动物研究》,《三代考古》2011年第1期。

⑥ Dong GH, Du L, Wei W. The impact of early trans-Eurasian exchange on animal utilization in northern China during 5000 – 2500 BP. *The Holocene*, 2021, 31(2): 294–301; Shi T. Understanding the transition to agropastoralism in North China: Archaeobotanical and zooarchaeological evidence. *Archaeological Research in Asia*, 2022, 29: 100345.

⑦ Yuan J, Roderick C, Lorenzo C, et al. Subsistence and persistence: agriculture in the Central Plains of China through the Neolithic to Bronze Age transition. *Antiquity*, 2020, 94(376): 900–915.

⑧ Huang X, Zhang J, Ren L, et al. Intensification and Driving Forces of Pastoralism in Northern China 5.7 ka Ago, *Geophysical Research Letters*, 2021, 48(7): e2020GL092288.

⑨ 张弛:《龙山—二里头——中国史前文化格局的改变与青铜时代全球化的形成》,《文物》2017年第6期。

⑩ Wagner M, Tarasov P, Hosner D, et al. Mapping of the spatial and temporal distribution of archaeological sites of northern China during the Neolithic and Bronze Age. *Quaternary International*, 2013, 290–291: 344–357.

⑪ Zhang JP, Huan X., Lü HY, et al. Crossing of the Hu line by Neolithic population in response to seesaw precipitation changes in China. *Science Bulletin*, 2022, 67: 844–852.

⑫ Zhang M, Liu Y, Li Z, et al. Ancient DNA reveals the maternal genetic history of East Asian domestic pigs. *Journal of Genetics and Genomics*, 2022, 49: 537–546.

退,家猪只是处于次要地位。人类活动的增加,也反映在黄海南部沉积物中,烟炱碳/黑碳比例从距今4000年开始指示人类排放的烟炱碳超过自然排放的烟炱碳^①。

显然,以黄牛、绵羊等食草动物为主的牧业在当时北方先民环境适应策略、社会复杂化方面扮演了关键角色,助力先民克服了4.2 ka气候事件带来的生存危机。尽管当时粟作农业仍然是生业经济的主体,但考虑到石峁文化和陶寺文化的冶金业并不发达对农业基本没影响,而牧业能提供更多的剩余产品,扩大加工业的规模,提升运输业、建筑业、采矿业和制造业的工作效率,刺激了生产力大发展和生产关系的调整,促进人口增长、货物交流,增强不同地域的政治经济联系,加剧家庭/组织间的财富不平等、社会分工和分层,从而降低了当时人类社会进入早期国家的门槛。黄牛是如此之重要,这可能是黄牛在第二波传播中很快成为祭祀用牲的原因,为了进一步强化神权或王权的地位。

这场牧业大发展将先民之前难以利用的野草资源,转换为可以便利开发的牛羊产品,提供了新的食物(热量)、手工业原料和动力来源,提升了太阳能的利用范围和效率,是中国古代社会物质转换与能量利用的一次飞跃,足以称之为牧业革命。公元前4千纪的次级产品革命促进了近东地区和欧洲的城市化和复杂社会的兴起^②,而公元前3千纪晚期的牧业革命是中国早期国家诞生的催化剂,二者珠辉玉映。牧业革命是中国青铜时代文明发展和国家形成的重要前提之一,对牧业在黄河流域的传播、利用和影响还有广阔的学术空间,亟需深入开展动物考古、动物DNA、沉积物DNA、环境考古、牙结石和陶器有机残留物分析等方面的研究,多角度揭示黄牛与中国先民的互动关系。

结 语

起源于西亚新月沃地的黄牛,随着人群的迁徙逐步向外扩散。黄牛从东欧大草原的伏尔加河流域到黄河流域的传播路线可以称之为“黄牛之路”,其在中国经历了两波传播。第一波在公元前四千纪晚期,从北高加索地区伏尔加河流域的颜那亚文化沿着欧亚草原向东传播,在阿尔泰山脉地区形成阿凡纳谢沃文化,黄牛也随之而来,并零星传播到东北地区和甘青地区,但此后千年没发现相关遗存,在中国社会没有留下深刻的烙印;第二波传播在公元前三千纪晚期,黄牛从阿尔泰山脉地区传入南疆和黄河流域,让中国先民可以大规模开发之前难以利用的草地资源,提供了新的食物(热量)、手工业原料和动力来源,是中国历史上物质与能量利用形式的一次重大飞跃,为当时陕北和晋南地区早期国家的出现创造了条件。这两波传播,可能分别与5.2 ka和4.2 ka气候事件密切相关。

黄牛在中国的两波传播,都涉及阿尔泰山脉地区与甘青地区之间的联系,目前两个区域之间的地带出土的黄牛骨头遗存甚少;一个可能的原因是大量的碎骨由于太破碎而失去了形态学的鉴定特征,这可以对碎骨开展ZooMS分析,从而高通量、低成本地鉴定其种属。另一方面,对陶器残留物开展脂质分析和蛋白质组学分析,也可能获得黄牛肉、奶的信息,为黄牛的传播提供生物分子证据。牧业在公元前三千纪晚期于中国北方兴起后,牛羊的各种产品得到了广泛开发,当时的社会同步发生了深刻的变革;这个历程与万年前的农业革命、公元前四千纪近东和欧洲地区的次级产品革命完全可以媲美,可以称之为牧业革命;其内涵和后续影响尚需多学科合作进行深入发掘。

(责任编辑:徐定懿、黎海明)

① Sun X, Hu L, Hu B, *et al.* Remarkable signals of the ancient Chinese civilization since the Early Bronze Age in the marine environment. *Science of The Total Environment*, 2022, 804: 150209.

② Sherratt A. The secondary exploitation of animals in the Old World. *World archaeology*, 1983, 15(1): 90-104; Greenfield HJ. The Secondary Products Revolution: the past, the present and the future. *World Archaeology*, 2010, 42(1): 29-54.