

“十五”国家科技攻关计划重点项目  
“十一五”国家科技支撑计划重点项目

中华文明探源工程成果  
甲种二

# 中华文明探源工程文集

## 技术与经济卷（I）

科技部社会发展科技司 编  
国家文物局博物馆与社会文物司

科学出版社

“十五”国家科技攻关计划重点项目  
“十一五”国家科技支撑计划重点项目

中华文明探源工程成果  
甲种二

# 中华文明探源工程文集

## 技术与经济卷（I）

科技部社会发展科技司 编  
国家文物局博物馆与社会文物司

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本文集收集了自“中华文明探源工程”开始以来，已发表的与中华文明起源和形成相关的技术与经济状况的研究文章，内容涉及当时的农业、家畜、动物的DNA、人类食性、冶金、制陶、石器、玉器、冶炼和盐业遗址等。

本书适合考古学、历史学、科技考古、经济史的研究人员和相关专业的师生阅读、参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

中华文明探源工程文集·技术与经济卷·1 / 科技部社会发展科技司，国家文物局博物馆与社会文物司编。—北京：科学出版社，2009

ISBN 978-7-03-025680-5

I. 中… II. ①科…②国… III. ①文化史—中国—文集②技术史—中国—文集③经济史—中国—文集 IV. K203-53 N092-53 F129.53

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第172214号

---

责任编辑：宋小军 张亚娜 / 责任校对：鲁素

责任印制：赵德静 / 封面设计：张放

**科学出版社** 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

**中国科学院印刷厂** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2009年10月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2009年10月第一次印刷 印张：34 3/4 插页：4

印数：1—2 000 字数：805 000

**定价：158.00 元**

(如有印装质量问题，我社负责调换〈科印〉)

# 中华文明探源工程文集编辑委员会

(以姓氏笔画为序)

马燕合 王 巍 仇士华 田保国  
闫 金 孙淑云 李伯谦 李学勤  
吴小红 宋新潮 张 弛 张雪莲  
陈星灿 罗 静 周力平 赵 辉  
赵志军 袁 靖 莫多闻 夏正楷  
梅建军

## 序 言

中华民族的形成经历了漫长而又波澜壮阔的历史过程，中华文明在这一历史过程中孕育、诞生，并成为世界上几个最重要的历史悠久而又独具特色的原生文明之一。她汇聚各民族的优秀文化，逐渐成长、壮大，至今仍然生机勃勃，吐故纳新，是中华民族生生不息的精神源泉，也是中华民族实现伟大复兴的宝贵财富。

自 1899 年发现甲骨文以来，追寻中华文明起源的脚步就没有停止过。探寻中华文明的源头不但是中外学术界历久弥新的课题，更是每个中华儿女热切关注的焦点；不仅具有重大学术意义，对于弘扬中华民族优秀传统文化、振奋民族精神，维护民族团结和国家统一、构建和谐社会、促进社会可持续发展、实现中华民族的伟大复兴同样具有十分重要的意义。

中华文明起源于远古的史前时代，依托多种自然科学技术支撑的考古学自然成为探源的主要手段。经过历代考古学家，及其他人文科学家和自然科学家的努力，至 20 世纪末，中华文明探源工作取得了许多重要成果，但仍然存在大量有待解决的问题。长期以来，学术界对于中华文明何时形成、如何形成、早期中华文明的特点等一系列重要问题都远没有得出一致的认识。

因此，自 2001 年起，在党中央、国务院的关怀和领导下，在科技部和国家文物局等有关部委的组织实施下，开始了多学科联合攻关的“中华文明探源工程”，目的即是充分揭示早期中华文明的丰富内涵和辉煌成就，回答中华文明形成的时间、地域、过程、原因和机制等基本问题。在此基础上，扩展视野，探讨中华文明与周边地区文明化进程的互动关系，进而通过与世界其他古代文明的比较研究，总结早期中华文明的特点及其在人类文明发展史上的地位。至 2008 年底，已经实施了“中华文明探源工程预研究”、“中华文明探源工程（一）”和“中华文明探源工程（二）”三个阶段的研究，并将继续进行深入的研究。

本文集将就中华文明探源工程各个阶段部分成果进行汇编。它汇集了工程下设的年代、环境、技术与经济、精神与文化等各个课题的主要收获。

文集将按照论文、专著、报告、译著等不同体裁分设甲、乙、丙、丁种出版发行。这些成果汇编既是向所有关心中华文明起源的社会各界的汇报，也充分展示了整合自然科学和人文科学，解决中华文明起源这一重大学术问题的广阔前景。

中华文明探源是需要长期开展的重大学术课题，它本质上是一个学术问题，不应该也没有任何条框限制，相信只要坚持多学科结合，走实事求是、百花齐放、百家争鸣的学术道路，就一定会取得更多优秀成果，从而使得我们对于中华文明起源的认识更加接近历史的真实。

值此，向创造了不朽文明的中华民族先辈，向为了探求真理而奉献的科学工作者，致以崇高的敬意。

编者

# 目 录

序 言 .....	( i )
试论技术与经济发展状况与中华文明形成的关系 .....	袁 靖 ( 1 )
再论技术与经济发展状况与中华文明形成的关系 .....	袁 靖 ( 10 )
青海喇家遗址尝试性浮选的结果 .....	赵志军 ( 22 )
青海互助丰台卡约文化遗址浮选结果分析报告 .....	赵志军 ( 27 )
植物考古学的田野工作方法——浮选法 .....	赵志军 ( 38 )
周原遗址 (王家嘴地点) 尝试性浮选的结果及初步分析 .....	赵志军 徐良高 ( 51 )
两城镇与教场铺龙山时代农业生产特点的对比分析 .....	赵志军 ( 62 )
关于夏商周文明形成时期农业经济特点的一些思考 .....	赵志军 ( 69 )
有关农业起源和文明起源的植物考古学研究 .....	赵志军 ( 79 )
陶寺城址 2002 年度浮选结果及分析 .....	赵志军 何 骞 ( 92 )
登封王城岗浮选结果及分析 .....	赵志军 方燕明 ( 104 )
公元前 2500 ~ 公元前 1500 年中原地区农业经济研究 .....	赵志军 ( 123 )
灵宝西坡遗址动物骨骼的收集与整理 .....	马萧林 魏兴涛 ( 136 )
灵宝西坡遗址家猪的年龄结构及相关问题 .....	马萧林 ( 150 )
禹州瓦店遗址动物遗骸的鉴定和研究 .....	吕 鹏 ( 179 )
灵宝西坡遗址动物群及相关问题 .....	马萧林 ( 195 )
公元前 2500 ~ 公元前 1500 年中原地区动物考古学研究——以陶寺、王城岗、新砦 和二里头遗址为例 .....	袁 靖 黄蕴平 杨梦菲 杨 杰 吕 鹏 陶 洋 ( 215 )
灵宝西坡遗址的肉食消费模式——骨骼部位发现率、表面痕迹及破碎度 .....	马萧林 ( 237 )
论中国甘青地区新石器时代家养动物的来源及特征 .....	傅罗文 袁 靖 李水城 ( 262 )
陶寺和二里头遗址古绵羊线粒体 DNA 序列多态性分析 .....	蔡大伟 韩 璐 周 慧 朱 泓 ( 271 )

- 碳十三和氮十五分析与古代人类食物结构研究及其新进展 ..... 张雪莲 (277)
- 二里头遗址、陶寺遗址部分人骨碳十三、氮十五分析 .....  
 ..... 张雪莲 仇士华 薄官成 王金霞 钟建 (286)
- 河南新砦遗址人、猪食物结构与农业形态和家猪驯养的稳定同位素证据 .....  
 ...吴小红 肖怀德 魏彩云 潘岩 黄蕴平 赵春青 徐晓梅 Nives Ogrinc (295)
- 二里头采集青铜钺分析测试报告 ..... 梁宏刚 孙淑云 许宏 (305)
- 敖汉旗大甸子夏家店下层文化墓葬出土铜器初步研究 .....  
 ..... 李延祥 贾海新 朱延平 (311)
- 塞伊玛—图比诺现象和中国西北地区的早期青铜文化——兼评帕尔青格教授“塞  
 伊玛—图比诺现象和西伯利亚动物纹饰的起源”一文.....  
 ..... 梅建军 高滨秀 (317)
- 火烧沟四坝文化铜器定量分析及制作技术的研究 .....  
 ..... 孙淑云 潜伟 王辉 (331)
- 中国西北地区古代砷铜的研究 ..... 潜伟 孙淑云 (345)
- 垣曲商城出土含砷渣块研究 ..... 梁宏刚 李延祥 孙淑云 佟伟华 (355)
- 关于中国冶金起源及早期铜器研究的几个问题 ..... 梅建军 (360)
- 偃师二里头出土铜器的化学组成分析 .....  
 ..... 赵春燕 杜金鹏 许宏 陈国梁 孙淑云 梁宏刚 (372)
- 小河墓地出土三件铜片的初步分析 ..... 陈坤龙 凌勇 梅建军 伊弟利斯 (381)
- 二里头遗址出土冶铸遗物初步研究 ..... 李延祥 许宏 (389)
- 新疆哈密地区早期金属技术研究刍论 ..... 凌勇 梅建军 (413)
- 中国古代金属饰品的金相分析与文化阐释 ..... 章梅芳 孙淑云 韩汝珩 (422)
- 河南偃师二里头夏商陶器研究 ..... 陈尧成 张福康 张筱薇 郑光 (432)
- 夏商原始瓷和瓷釉起源研究 ..... 陈尧成 张筱薇 (439)
- 二里头遗址陶器样品中子活化分析与研究 ..... 王增林 许宏 (450)
- 河南偃师二里头遗址出土陶器的科技研究 .....  
 ..... 吴瑞 吴隽 李家治 邓泽群 许宏 (464)
- 公元前 2500 ~ 公元前 1500 年豫西晋南地区考古资料所反映的人类生产工具的  
 状况 ..... 王小庆 (483)
- 二里头文化玉工艺相关问题试释 ..... 邓聪 许宏 杜金鹏 (487)

---

中国的盐业考古及其潜力 .....	李水城 傅罗文 (504)
中坝遗址的盐业考古研究 .....	四川省文物考古研究院 北京大学考古文博学院 美国加州大学洛杉矶分校 中国科技大学科技史与 科技考古系 自贡市盐业历史博物馆 (514)
试论三峡盐资源对巴文化的重要作用 .....	程龙刚 (535)
后 记 .....	(542)

# 试论技术与经济发展状况 与中华文明形成的关系

袁 靖

(中国社会科学院考古研究所)

**内容摘要：**通过对公元前 2500 ~ 公元前 1500 年中原地区的农业经济形态和手工业经济技术的发展状况进行定性定量研究，比较科学地把握了当时农作物、家畜、青铜器、陶器、石器和玉器的状况。我们的研究填补了以往关于这方面研究的空白，以包括农业、手工业在内的一系列实证性资料，显示出中原地区整个经济形态出现了显著的变化和发展。我们可以大致认识到这个特定时空范围内的整个经济形态特征有别于同一地区公元前 2500 年之前的经济状况，同时在这个时间段里，公元前 1500 年以后商周时期经济基础的雏形基本形成。我们可以肯定这个技术与经济的变化和发展与文明演进的过程密切相关。

**关键词：**技术 经济 中国 文明起源

有关中华文明起源的研究最早可以追溯到 20 世纪 20 年代。多年来，围绕文明起源的研究大致包括考古遗址的调查、发掘与研究、中华文明起源理论和文明要素的探讨、地理及自然生态研究等，这些研究极大地推动了中华文明起源研究逐步走向深入<sup>[1]</sup>。

我们在这里要特别强调的是，上述的那些研究基本上没有涉及与中华文明起源相关的特定时空范围内的技术与经济的探讨。因此，我们对与中华文明起源相关的特定时空范围内的技术与经济方面的认识大致属于一个空白。我们知道，技术与经济是整个社会形态中不可缺少的一个重要方面。如何认识技术与经济在那个特定时空范围内的状况，如何认识它们在中华文明起源过程中的作用，是我们必须认真思考的重大问题。

此次我们专门组织力量，以河南登封王城岗遗址、新密新砦遗址、偃师二里头遗址、山西襄汾陶寺遗址出土的各类遗物为主，围绕农业、家畜、冶铸、制陶、石器和玉器制作等与技术 and 经济相关的领域开展研究，取得了一系列有价值的成果。这里首先简要概括我们的研究成果，然后进行综合探讨，并对今后的研究提出展望。

## 1 研究成果

赵志军在陶寺、新砦、二里头和王城岗等 4 处考古遗址现场共计采集浮选土样 380

份,经过系统浮选,获取数十万粒炭化的各类植物种子,通过在实验室的鉴定和量化分析。发现这一特定时空范围内的农业经济始终表现为以种植粟类作物为主的特点,即延续着中国北方旱作农业的传统。但是,在这一历史进程中也出现了一系列重大变化。如在龙山时代,这个地区的农业生产开始普遍出现稻谷,另外还发现了大豆。在二里头时期,小麦开始传入这个地区。在二里头时期到二里冈时期,稻谷继续保持一定的数量,但小麦的种植规模突然大幅度提升。可以说自二里头时期开始,这个地区已经建立起包括粟、黍、稻、麦、大豆在内的多品种农作物种植制度。实行多种农作物种植制度不仅可以提高农作物的总体产量,而且还能够减少单种粮食种植的危险系数,这是农业生产发展到一定水平的重要标志<sup>[2]</sup>。

袁靖、黄蕴平等通过对王城岗、新砦、陶寺、二里头等4个遗址出土的51712块动物骨骼进行定性定量分析,发现这一特定时空范围内获取肉食资源的方式继承了以前的传统,即以饲养家畜作为获取肉食资源的主要手段。但是,自龙山时期开始,各个遗址都在保持了全部哺乳动物中家猪数量最多这一传统的前提下,出现了黄牛和绵羊等新的家养动物。这些新的种类在龙山到二里头时期数量逐步增加,家猪的数量有所下降。黄牛、绵羊这些动物除了可以丰富当时人的肉食资源种类以外,在宗教祭祀方面也有其不可或缺的价值。这些动物到后来的商周时期更是成为等级的象征,分别在沟通不同身份的人与神、祖先的关系中发挥了重要的作用。可以说,从肉食资源到宗教行为,这个时间段里新出现的家养黄牛和绵羊都具有重要的意义。特别值得注意的是当时绵羊的出现相当突然,这可能与当时已经存在的东西方文化交流有关。因为此时出现的饲养黄牛和绵羊要比公元前8000年出现的家犬和公元前6200年出现的家猪晚数千年,为何直到公元前2500年以来才开始把黄牛和绵羊作为家畜饲养的动因,也是一个值得认真思考的问题<sup>[3]</sup>。

蔡大伟等对陶寺和二里头遗址出土的10个距今约4000年前的古绵羊进行了古DNA分析,获得其中9个个体的古DNA序列,通过变异位点分析和系统发育树分析,均显示出这些古代绵羊属于亚洲的A世系。与中国特有的地方品种如小尾寒羊、湖羊、蒙古羊、同羊有着共同的母系祖先,在遗传上有一定的继承关系<sup>[4]</sup>。

张雪莲等通过对陶寺、二里头遗址出土的44个人骨和猪骨标本进行碳、氮同位素分析,发现这二处遗址古代居民食物结构基本上是以C<sub>4</sub>类食物为主,即以粟和黍类为主要食物来源,但是陶寺遗址出土的人骨基本上都属于C<sub>4</sub>类食物,而二里头遗址出土的人骨中C<sub>3</sub>类食物也占有一定比例,这可能和当时这两个遗址的人食用的植物性食物不同有关,二里头遗址人骨中发现的C<sub>3</sub>类植物或许出自采集,抑或是种植,也可能两者皆有。陶寺和二里头遗址出土的猪骨标本显示出当时当地人与猪的植物性食物来源相近,反映出当时的农业发展程度已经能够支持家畜饲养所需要的食物消耗,C<sub>4</sub>类植物的栽培不仅养育了那里的人民,还成为家畜的主食<sup>[5]</sup>。

吴小红等通过对新砦遗址出土的 20 个人骨和猪骨标本进行研究,发现新砦遗址的居民同样是食用了粟和黍等以  $C_4$  类为主的食物,另外还食用了约 20% 的  $C_3$  类食物。结合对新砦遗址猪骨的  $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{15}N$  值的研究,他们推测新砦遗址在新砦期应该是一个农业与畜牧业共同发展繁荣的阶段。另外,吴小红曾对湖南省道县吊桶环遗址出土的野猪进行分析,发现其  $\delta^{15}N$  的平均值为 2.7‰,最高值没有超过 4‰,而新砦遗址猪骨的  $\delta^{15}N$  值平均值为 6.18‰,最低值为 4.5‰,新砦遗址猪骨的  $\delta^{15}N$  值与人骨的  $\delta^{15}N$  值出现显著的重叠,而且猪骨的  $\delta^{15}N$  值都超过了 4‰,新砦猪骨的  $\delta^{15}N$  值显示其食物中含有一定数量的动物性蛋白。只有在人工干预的情况下,这些高动物蛋白的食物才能进入猪的饮食当中。新砦遗址人骨和猪骨稳定同位素对比所揭示的规律,对于我们研究其他遗址猪或其他动物的驯养情况具有重要参考价值。由于自然环境中  $C_3$  植物的比例往往高于  $C_4$  植物,所以如果遗址所表现的农业特征以粟作农业为主的话,那么仅靠  $\delta^{13}C$  值就足以说明猪是否被人工驯养;如果遗址所表现的农业特征是以稻作农业为主的话,那么就要结合  $\delta^{15}N$  值的分布情况和其他信息来共同分析猪的驯养情况<sup>[6]</sup>。

李延祥等通过对二里头遗址各期铸铜遗物的研究,发现二里头遗址可能存在砷铜和锡(铅)青铜这样两种合金使用传统。前者向后者的转变大约发生在二里头文化二期,砷铜的使用和锡(铅)青铜的使用可能有相当长的共存时期,含砷的传统延续到锡(铅)的合金制品,即出现含砷的锡(铅)青铜。鉴于多次检测到含有银、铋、锑等元素高锡铅(砷)合金颗粒炉渣,推测配制锡(铅)青铜(可含砷)的锡料可能来源于铅锡合金(可含砷)。上述事实将二里头遗址合金配料来源引向一种锡铅(砷)共生的矿产资源,即原生的铅锡共生矿。铅锡共生的矿床通常伴生有砷、银、铋、锑,此类矿床的各个矿带可产出不同的矿石。如矿床中雄黄、雌黄、毒砂、砷黝铜矿等直接添加到熔铜过程中,即可获得砷铜。而矿床中的含锡铅砷矿石焙烧、冶炼可获得铅锡合金及黄渣等,与铜配合则能获得锡铅(砷)。冶炼技术的演进也可能导致不同的合金出现,在早期还原气氛较弱的条件下,即使有含锡铅砷的矿石加入到熔炼过程中,锡也难以被还原出来,而只能得到砷(铅)铜。因此从砷铜到锡铅(砷)青铜的转变可能是对同一矿床不同程度的开发和冶炼技术进步(还原气氛增强)共同作用的结果。铅锡砷可能来自同一矿床的推断,对于揭示二里头遗址青铜器的制作工艺特征及其演变过程,寻找其原料产地具有十分重要的价值<sup>[7]</sup>。

王增林等通过对二里头遗址出土的 72 件陶器样品的微量元素和痕量元素分析,结果,发现可以把这 72 件陶片样品分为 A、B、C 三组。A 组基本上是普通黏土所制陶器, B 组主要是白陶和灰陶制的酒器, C 组仅有一件灰陶爵。值得注意的是二里头遗址的陶制三足酒器经历了一个由红褐或灰褐陶向白陶、再到灰陶的发展过程。陶礼器的制作工艺逐步有别于日常所用的陶器。A 组有两件深腹罐,从制作风格上看明显属于山东岳石文化,但它们的微量元素和痕量元素显示出其与二里头遗址的陶器成分极为

相似,说明很有可能就是在二里头遗址制作的。由此可以肯定山东岳石文化的制陶工艺传到了二里头遗址。属于C组的灰陶爵的成分与这次分析的其他陶器具有相当明显的差异,可能是一件从别的地方传入的陶器。上述三组陶器之间的差异既反映出胎土的不同,用途的不同,也可能与当时存在的文化交流有关<sup>[8]</sup>。

吴瑞等通过对二里头遗址出土的54件陶器样品的研究,证实这批陶器为软陶,它们的制作原料为普通的黏土,也就是中原地区的黄土。二里头遗址陶器的烧制可能出现由分散到集中的过程。这批陶器与陈尧成等曾经研究过的二里头遗址出土的印纹软陶的化学组成相接近,而与其研究过的印纹硬陶的化学组成区别较大。对陶片的吸水率、显气孔率以及体积密度等材料性能分析的结果也是如此。经过对比,初步推测陈尧成等所研究的二里头印纹硬陶的产地很可能与上海马桥遗址及江西吴城遗址相关。二里头遗址部分陶器的表面非常光滑,有光泽,分析结果显示这一表面光滑层与陶胎的化学组成基本相似,说明陶器表面的光滑层是经过打磨处理得到的,而不是涂层。在1块陶片的内侧表面发现附着一层薄薄的白色颗粒,主要为富镁方解石颗粒及少量的石英颗粒。这一附着层是长时间沉积上去的。其成因有可能是该陶器曾用作盛水的容器,也有可能是作为盛放方解石的容器,还有一种可能是作为制盐之用,该附着层是制盐留下的残留物<sup>[9]</sup>。

王小庆通过对石器的研究,发现在公元前2500年之前的仰韶文化时期和龙山文化早期阶段,石器以斧、铤、锄、铲等为主,磨制石器中石斧的数量最多,通常占到出土磨制石器总数的30%~40%。此外在此阶段还存在有一定数量的打制的敲砸器、砍砸器等。而到公元前2500~公元前1500年的龙山文化晚期阶段和二里头文化时期,打制石器已十分少见,石斧、石铲等在全类生产工具中所占的比重下降,而石刀、石镰等收获工具在全类生产工具中的数量则占绝对优势。石刀、石镰等收获工具数量的大增表明了这一时期农业生产有了较大的发展<sup>[10]</sup>。

邓聪通过对玉器制作工艺的研究显示,二里头文化中闪石玉器开片是以片切割技术生产毛坯。玉器制作过程采用了琢制、锯切割、管钻穿孔和研磨抛光等技术体系。通过照相技术,确认了闪石玉圭和石钺上的装柄痕,为探索圭、钺的装柄方式提供了科学的证据。同时还确认了牙璋阑部的浅刻花纹是二里头文化玉器纹饰的一种特色。邓聪还对二里头文化绿松石嵌片、管、珠制作和使用历史作出初步复原,并对嵌片的制作、形式分类、拼合方式及对大型龙形器的工艺进行了研究。比较全面地复原了当时的制玉工艺<sup>[11]</sup>。

## 2 几点认识

综合以上八个方面的研究成果，参考以往考古学研究的收获，我们对整个课题提出如下几点总结性的认识。

### 2.1 公元前 2500 ~ 公元前 1500 年中原地区的经济形态发生了明显的变化

公元前 2500 ~ 公元前 1500 年中原地区经济形态的变化，以包括家畜饲养在内的农业经济最为明显。自龙山文化到二里头文化这个时间段里，中原地区在保持以粟类作物为代表的农业生产和以家猪为代表的家畜饲养的基础上，开始普遍出现水稻和饲养黄牛。同时，起源于西亚地区的小麦和绵羊也传入这个地区，由此逐步建立起多品种的农作物种植制度和多种类的家畜饲养方式。水稻、小麦、黄牛、绵羊等动植物在这个地区的出现不仅仅是简单的农作物品种或家养动物种类的增加，还应该伴随有特定的种植制度和饲养方法的传入，这些新的生产对象和生产技术的传入不仅加速了中原地区农业生产发展的步伐，而且还会对这个地区原有的农业生产结构产生深远的影响。在二里头文化向二里冈文化的演变过程中，小麦的种植规模突然大幅度提升，这个变化对后来中国北方旱作农业种植制度的根本性改变具有深远的影响。另外，对陶寺遗址和二里头遗址出土人骨和猪骨的食性分析也在一定程度上证实不同遗址和不同时期农业经济的发展变迁。

除农业经济以外，青铜器、陶器、石器和玉器制作等手工业经济的发展也是经济形态发生变化的重要特征。比如在龙山文化晚期首次出现复合范铸造的铜铃，在二里头文化里除发现容器、兵器等众多青铜器以外，还首次发现大型的青铜器铸造作坊，青铜器用多块内外范拼合铸造，出现包括砷铜和锡（铅）青铜在内的合金技术。这个时期的陶器以灰陶为主，还有白陶、黑陶及几何印纹硬陶、原始青瓷等，其烧制陶器的温度明显提高。陶器成型工艺采用手制、模制、轮制等多种方法，新出现的陶礼器做工精致，造型优美。作为当时主要生产工具的石器中，石斧、石铲等多功能生产工具的比重下降，打制石器减少，而石刀、石镰等专门农业生产工具的数量增加。玉器种类明显丰富，其加工方法表现为采用琢制、锯切割、管钻穿孔和研磨抛光等一系列比较先进的技术手段。

### 2.2 技术与经济发展状况与文明演进的关系密不可分

在公元前 2500 ~ 公元前 1500 年这个时间段里，中原地区逐步建立起多品种的农作物种植制度和多种类的家畜饲养方式，青铜冶炼技术、制陶技术、制玉技术显著提高，石器种类和以前相比明显进步，龙山文化出现夯土城墙、大型夯土建筑和可能与观象

授时相关的大型遗迹，二里头文化出现多个大型宫殿夯土基址等，这些因素都从物质的角度显示出当时的生产力已经达到相当高的水平，当时的粮食生产和家畜饲养也已经可以为从事其他生产行业的大量人员提供食物保障。而这一切恰恰处于文明演进的关键时期。尽管依据我们此次研究中获得的实证性资料，我们还不能肯定究竟是当时中原地区的技术与经济发展引起了上层建筑的变化，推动了文明的演进，出现国家。还是因为文明社会的形成、国家的出现带动了技术与经济的发展。但是我们至少可以肯定，当时技术与经济的发展在文明演进过程中发挥了举足轻重的作用。

另外，我们要强调的是一些在龙山文化开始出现的动物种类和人工制品在确立等级制度中扮演了重要角色。而等级制度的形成在文明演进中具有重要的意义。比如，猪在龙山文化以前一直是古代人类用来沟通自己与神、祖先关系的动物，在龙山文化及后来的社会发展过程中，黄牛和绵羊在这种宗教祭祀活动中也具备了不可或缺的价值。商代晚期甲骨文中提及的“太牢”和“少牢”等王和卿大夫在祭祀活动中必须使用的牛、羊和猪，自龙山文化的较晚阶段都已经存在了。特别需要指出的是后来牛、羊和猪等家养动物还被分出高下，成为等级的象征，在沟通不同身份的人与神、祖先的关系中分别发挥了重要的作用。二里头遗址中首次发现包括爵、斝、鼎等具有身份地位象征的青铜礼器，开始形成以青铜器为中心的礼器群。自龙山文化开始出现陶制的礼器。二里头遗址中首次出土的大型玉刀、玉璋的刃部大部分不见使用痕迹，这些可能是特定礼仪场合使用的仪仗。因此我们认为，农业和手工业的发展为等级制度的形成提供了一系列物质保障。

我们的研究还发现中原地区在技术与经济方面存在长距离交流的一些重要证据。例如，在龙山文化及其向二里头文化演变时期出现了小麦和绵羊，这些农作物和家畜最早的起源地是在西亚地区。通过对二里头遗址出土的陶器进行微量元素和痕量元素的分析，可以证明当时山东东部的文化因素传到了河南西部。这些交流和融合明显推动了中原地区技术、经济乃至社会和文化的发展。我们推测，地域相隔很远的文化之间的交流和融合及其不断增强的趋势，在中华文明的演进过程中也具有不可忽视的作用。

### 2.3 研究方法的创新

此次我们针对同一个时期、同一个地区多个遗址出土的相关遗物，从植物考古、动物考古、DNA 分析、食性分析、冶铸遗物分析、陶器成分、烧成温度分析、石器研究、玉器成分分析和制作工艺研究等 8 个领域开展合作研究，试图全面复原当时的技术与经济状况。从研究方法本身看，就是带有创新性质的探讨和集成。这 8 个领域之间的研究过程和研究结果都是互相联系，互相印证的。经过这样的研究，我们提出了一系列带有实证性的观点，填补了以往认识上的空白。我们的研究方法和成果都证明，围绕

考古学的总体目标, 加强自然科学相关学科与考古学的多学科结合, 开展综合研究是十分必要的。

蔡大伟等对陶寺和二里头遗址出土古代绵羊开展 DNA 研究, 这是中国首次对古代动物开展 DNA 研究<sup>[12]</sup>。以前吉林大学生命科学学院的周慧和边疆考古研究中心的朱泓合作开展古代人骨的 DNA 研究, 取得了不少成果<sup>[13]</sup>。此次把研究对象扩展到古代动物, 拓宽了研究领域的范围。尽管依据此次提取的这些数据, 我们尚不能做出过多的推测, 但是这个方法的建立和初步研究结果, 为我们以后深入开展古代家养动物的起源与发展过程研究奠定了基础, 其深远意义必定会在今后动物考古学的研究中逐步体现出来。

吴小红通过此次研究, 系统地归纳出用食性分析鉴别家猪和野猪的原理、方法和标准<sup>[14]</sup>。以前中国社会科学院考古研究所的蔡莲珍、仇士华、张雪莲在研究人骨食性的同时, 都对家猪进行过食性分析, 取得了可以相互印证的成果<sup>[15]</sup>。此次对用食性分析鉴别家猪和野猪的方法进行系统地归纳和完善, 对于动物考古学研究是十分必要的, 她可以进一步完善我们区分家猪和野猪的系列标准。另外, 她还具有启示的作用, 我们可以考虑如何拓展思路, 建立相应的区分家养的牛、羊和野生的牛、羊的食性标准。相信其深远意义同样会在今后动物考古学的研究中逐步体现出来。

### 3 总 结

综上所述, 通过对本课题涉及的 4 个遗址的研究, 我们首次对这个特定时空范围内的农业经济形态进行了定性定量的研究, 比较科学地把握了当时农作物种植和家畜饲养的发展状况。同时通过研究、归纳当时的手工业技术经济的发展状况, 对当时的青铜器、陶器、石器和玉器等也有了比较全面的认识。我们的研究填补了以往关于这方面研究的空白, 以包括农业、手工业在内的一系列实证性资料, 显示出中原地区整个经济形态在特定时间段里出现了显著的变化和发展。我们可以大致认识到, 这个特定时空范围内的整个经济形态特征有别于同一地区公元前 2500 年之前的经济状况, 同时在这个时间段里, 公元前 1500 年以后商周时期经济基础的雏形基本形成。我们可以肯定公元前 2500 ~ 公元前 1500 年这个时间段里技术、经济的变化和发展与文明演进的过程密切相关。

我们必须正视的是迄今为止, 对中原地区公元前 2500 ~ 公元前 1500 年这个时间段之前、之后及其他地区的各个时间段里的技术与经济发展状况都还没有开展过定性定量的研究。我们没有条件把中原地区特定时间段的技术与经济状况与其他时空范围内的技术与经济状况进行任何纵向和横向的比较研究。我们还不能通过比较, 在区别异同的过程中全面把握中原地区特定时空范围内的各种技术与经济现象所发挥的作用,

因此不能对这些技术与经济现象在文明演进过程中的作用给出结论性的解释。

有鉴于此,在本课题研究的基础上,今后应该进一步扩大研究的时空范围,对中原地区公元前 2500 ~ 公元前 1500 年这个时间段之前、之后的不同时期、黄河上游、下游地区、长江流域及其他地区不同时间段里的包括生产力发展状况、原料产地、显示等级制度的物质因素及文化交流现象等在内的技术与经济状况开展系统、全面地研究。通过对这一系列综合研究结果的分析,对于我们在全国范围内把握技术和经济发展状况及其与中华文明演进的关系无疑是十分必要的。

**致谢:**感谢中国社会科学院考古研究所、北京大学考古文博学院、河南省文物考古研究所、山西省文物考古研究所、郑州市文物考古研究所等考古研究和教学机构的领导和研究人员对我们研究的支持及为我们的研究提供了宝贵的资料,并和我们一起对研究结果进行认真的讨论。通过这样的合作研究,我们提出了关于技术和经济发展状况及其与中华文明演进关系的新认识,推动了以考古学研究为目的的多学科合作的进一步发展,为今后更加深入地研究奠定了很好的基础。

#### 注 释

- [ 1 ] 朱乃诚:《中国文明起源研究》,福建人民出版社,2006年。
- [ 2 ] 赵志军:《公元前 2500 年~公元前 1500 年中原地区农业经济研究》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编:《科技考古》第二辑,科学出版社,2007年。
- [ 3 ] 袁靖等:《公元前 2500 年~公元前 1500 年中原地区动物考古学研究——以陶寺、王城岗、新砦和二里头遗址为例》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编:《科技考古》第二辑,科学出版社,2007年。
- [ 4 ] 蔡大伟等:《陶寺和二里头遗址古绵羊线粒体 DNA 序列多态性分析》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编:《科技考古》第二辑,科学出版社,2007年。
- [ 5 ] 张雪莲等:《二里头遗址、陶寺遗址部分人骨碳十三、氮十五分析》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编:《科技考古》第二辑,科学出版社,2007年。
- [ 6 ] 吴小红等:《河南新砦遗址人、猪食物结构与农业形态和家猪驯养的稳定同位素证据》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编:《科技考古》第二辑,科学出版社,2007年。
- [ 7 ] 李延祥等:《二里头遗址出土冶铸遗物初步研究》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编:《科技考古》第二辑,科学出版社,2007年。
- [ 8 ] 王增林等:《二里头遗址陶器样品中子活化分析与研究》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编:《科技考古》第二辑,科学出版社,2007年。
- [ 9 ] 吴瑞等:《河南偃师二里头遗址出土陶器的科技研究》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编:《科技考古》第二辑,科学出版社,2007年。
- [ 10 ] 王小庆:《公元前 2500 ~ 公元前 1500 年豫西晋南地区考古资料所反映的人类生产工具的状况》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编:《科技考古》第二辑,科学出版社,2007年。
- [ 11 ] 邓聪等:《二里头文化玉工艺相关问题试释》,中国社会科学院考古研究所考古科技中心编: