

论中国冶铜术的起源及早期冶铜术¹

苏荣誉

目录

- 一、中国冶铜术发生的文化背景
 - 1、旧石器时代的物质文化特征
 - 2、旧石器时代向新石器时代的过渡
 - 3、新石器时代的物质文化概述
- 二、陶与冶
 - 1、中国新石器时代陶器概述
 - 2、陶与冶
 - 3、陶与铸
- 三、矿与冶
 - 1、早期采矿活动
 - 2、采玉
 - 3、关于绿松石
- 四、早期铜器及冶铜遗物
 - 1、早期铜器及冶铸遗物的发现
 - 2、关于原始黄铜
 - 3、关于原始青铜
 - 4、关于早期红铜
- 五、中国冶铜术的起源与铜石并用时期
 - 1、文献记载与传说
 - 2、有关中国冶铜术起源的若干问题
 - 3、关于铜石并用时期

在人类历史上，冶铜术的发生是具有重大意义的事件，是人类文明的里程碑。鉴于中国青铜文化及铜器铸作具有自身的特色，自成体系，探讨中国冶铜术的起源及铜石并用时代的金属技术，对于阐述中华文明的形成及其在世界文明史上的地位和作用，是有重要学术价值的。

中国冶铜术的起始时间，一直为历史学界、考古学界和科技史界所关注，长期以来众说纷纭，原因在于占有材料、研究角度和方法的不同。兹将主要观点罗列如下：

- A. “中国至少在公元前 7200 年就使用金属工具了”；²
- B. “中国冶铜术发生于仰韶文化早期之前”；³
- C. “中国青铜器的起源，应在 6000 多年前”；⁴
- D. “仰韶时代已掌握了冶炼、浇铸铜器的技术”；⁵
- E. “我国冶铜的起源阶段，应在龙山文化的早期或仰韶文化的中晚期”；⁶

¹ 此篇节自《中国上古金属技术》的第一章，1995年由山东科学技术出版社出版。十多年来，新的发现和研究对其中的某些看法已有补充和少量修正，而某些概念，如“青铜时代”、“铜石并用时代”等，自己通过对考古学的学习，有点新的认识。此篇收入本集只做篇幅删节，未做内容修改。当然，近十年的有关考古新发现与研究未能补充。

² 赵恩语。华夏何时开始使用金属。安徽史学，1989(2)：11页。

³ 苏荣誉。从技术成因探讨中国冶铜术的起源。大自然探索，1991(3)：116页。

⁴ 唐兰。中国青铜器的起源与发展。故宫博物院院刊，1979(1)：4页。

⁵ 张忠培。中国早期铜器的发现与研究。中国北方考古文集，文物出版社，1990，237页。

⁶ 李京华。关于中原地区早期冶铜技术及相关问题的几点看法。文物，1985(12)：78页。

F. “始用铜器时代，五帝之初，即西元前十六七世纪”；⁷

G. “我国古代开始出现铜器的年代，应该早于齐家文化时期”。“我国在公元前 3000-前 2300 年间已开始出现青铜器物”；⁸

H. “无疑在公元前第二千纪前，中国还没有冶铜术”；⁹

I. “中国知道铜大约在公元前 2500 年”；¹⁰

J. 冶金工业在公元前第二千纪就出现于中国和外贝加尔地区；¹¹

K. 中国最早使用的金属是青铜，青铜在公元前 18-前 17 世纪出现于中；¹²

关于中国冶铜术的由来，也有许多不同的论点。总括为二，一类认为中国冶铜术传自外地，如：

a. W. Fairbank 认为殷代青铜冶炼的质优与精细，很可能归因于外来的刺激；¹³

b. M. Loehr 提出中国新石器时代农夫从外部接受了金属铸造技及其某些新的青铜兵器形式，并将这种技术用以仿造他们习见的石器形式上。¹⁴

持外来说的学者，以持西来说最具代表性（北来说与之相差不远），力主此说者有 E. Laufer、¹⁵ K. Creel¹⁶和 H. Frankford，¹⁷他们认为中国青铜技术传自中亚。这种观点曾长期居统治地位。

另一些学者则认为中国冶铜术发生于本土。力主此说者有 N. Barnard、¹⁸张光直（K. C. Chang）、¹⁹华觉明等。²⁰这一观点新近得到了更多学者的认同。

本章将依据古代文献，特别是近些年的田野考古成果，从探讨冶铜术的技术要素入手，对冶铜术在中国的起源作一论述，并对早期冶铜术做一探讨。

一、中国冶铜术发生的文化背景

冶铜术的发生是人类从蒙昧步入文明的一个标志。作为一种社会现象，它具有深远的文化背景，是一定历史阶段的产物；作为一种发明，它植根于多重技术条件和积累，代表着该时期的重大技术突破。科学的起源必须到早期人们的种种遗迹中去寻找。²¹讨论冶铜术的起源离不开它赖以发生的文化背景和技术条件。众所周知，一定规模的找矿、采矿活动，以及后续的铜的冶炼、铸造等生产工序，都具有很强的综合性，须在一定的农业、手工业生产水平和生产组织、社会分工的基础上方能进行。就技术条件而言，铜矿的寻找、采掘、选取和冶炼及铜器的制作，需要对岩石、矿藏、金属及其冶炼加工等多种知识的掌握，需要木工、泥工、陶工、铸工等多种工艺的协作，需要竹、木、石、陶等多种工具的配合。所有这些都绝非凭空而来，而是通过漫长的历史时期逐步积累而得来的。为此，我们有必要首先对石器时代的物质文化作一考察。

1、旧石器时代的物质文化特征

⁷ 章鸿钊. 中国铜器铁器时代沿革考. 石雅(再刊本), 1927, 429 页.

⁸ 北京钢铁学院冶金史组. 中国早期铜器的初步研究. 考古学报, 1981(3): 294、287 页.

⁹ R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Metals Society, London, 1976, P25.

¹⁰ L. Aitchison, A History of Metals, vol. 1, Macdonald & Erans Ltd., London, 1960, P91.

¹¹ C. B. 谢基廖夫. 中国的新石器时代与青铜时代. 苏联考古学, 1960(4): 264 页. 转引自注 5.

¹² A. 几杰列维扬科, 远东青铜时代问题. 吕强译自: 苏联科学院西伯利亚分院通报, 1969(6). 北方文物, 1985(1): 108 页,

¹³ W. Fairbank, Adventum in Retrieval, Harvard University Press, Combridge, 1972, P187-189.

¹⁴ M. Loehr, Chinese Bronze Age Weapons, The Wernet Jannings' Collection in the Chinese National Palace Museum, Peking, University Of Michigan, Ann Arbor, 1956, P32.

¹⁵ E. Laufer, The Beginning of North and South in China, Pacific Affairs, vol. 1, 1934, P307.

¹⁶ K. G. Greel, Studies in Early Chinese Bronze, Baltimore, American Council of Learned Society, 1937, P16.

¹⁷ H. Frankford, The Birth of Civilization in Near East, Bloomington, 1951.

¹⁸ N. Barnard, Origins of Bronze Casting in Ancient China, N. Barnard & Sato Tamotsu, Metallurgical Remains of Ancient China, Nichiosha, Tokyo, 1975, P12-16.

¹⁹ K. C. Chang, The Archaeology of Ancient China, New Haven, 1968, P239.

²⁰ 华觉明. 论中国冶金术的起源. 自然科学史研究, 1991, 10(4): 369 页. 苏荣誉. 从技术成因探讨中国冶铜术的起源. 大自然探索, 1991(3): 116 页.

²¹ W. C. 丹皮尔. 科学史及其与哲学和宗教的关系. 李珩译, 商务印书馆, 1975, 30.

贾兰坡将北方旧石器文化分为匭河-丁村和周口店第一地点-丁村两个系统。前者的基本特征是利用宽大石片制造大砍砸器和大三棱尖状器等，小型石器不多，类型简单。主要分布于晋、陕、豫三省交界地区，包括旧石器早期的蓝田公王岭和陈家窝、山西芮城匭河、河南三门峡水沟和会兴沟，旧石器中期的山西襄汾丁村和河南灵宝孟村等遗址，晚期的面貌尚不清楚。后者的基本特征是利用小石片制造的细小石器，且比例大、种类多，分布也较广。包括河北、山西、陕西的北部和宁夏、内蒙古、辽宁的南部。属于旧石器早期的有：北京周口店第一地点、辽宁营口金牛山下层和本溪庙后山等；属旧石器中期的有：山西阳高许家窑、辽宁喀左鸽子洞和海城仙人洞等；属旧石器晚期的有：山西朔县峙峪、河北阳原虎头梁、内蒙古伊盟萨拉乌苏河等遗址。在这一系统中，石器逐渐细化，终于过渡到真正的细石器。旧石器时代晚期，这两个系统趋于一致，细石器成为共同的特征。²²

这种特征是与技术的进步及复合工具的流行相关联的，刮削器与雕刻器、箭镞、标枪头等都可以做得很细小。

南方旧石器遗址广布于四川、云南、贵州、广西、湖北、安徽和江苏诸省，石器常用锤击法打制，器形多不规则。其谱系的划分尚待来日更多的资料。

这南北两大系统间的交流与沟通早已有之，他们的趋同形成了中国旧石器文化的特征：

- A. 石片石器远多于砾石石器或石核石器；
- B. 各类石器的加工往往是单面的；
- C. 石器类型始终以刮削器和尖状器为主，未曾有过以砍砸器为主的时期。

这三点特征既是表现了旧石器文化的统一性的一面，也是区别于世界其他地区旧石器文化的基本内容。²³可以说，中国青铜文化的统一性及其与世界其他地区的古文明之判然有别，是早自旧石器时代即见其端倪的。

2、旧石器时代向新石器时代的过渡

严文明根据各石器文化的传统以及与之相关的地理条件，归纳出中国旧石器文化在一万二千年前，开始向新石器文化过渡的三条途径：

A. 长江与珠江流域、东南沿海和云贵高原，个别石器开始磨光，相当一部分人仍居山洞、河滨或海岸，以狩猎和采集为生，学会了制陶和养猪，但尚无农业，另一部分人则走入河滨或平原沼地，学会种植水稻，逐步形成了一个以稻作农业为特色的文化区；

B. 黄土高原、华北平原、山东平原和东北平原南部，在新石器早期后段，已有较发达的旱地农业、家畜饲养业和制陶业，某些遗址细石器还相当多，以狩猎和采集为主；

C 东北北部、蒙新高原和青藏高原，均属细石器文化，有些地区可能发展了养畜业，以细石器为主，陶器和磨制石器未得到发展。²⁴

3、新石器时代的物质文化概述

新石器时代文化类型与分期见表 1。

²² 贾兰坡，盖培，尤玉柱. 山西峙峪旧石器时代遗址发掘报告. 考古学报，1972(1)：54 页.

²³ 严文明. 中国史前文化的统一性与多样性. 文物，1987(3)：42 页.

²⁴ 同上.

表 1—2

中国新石器文化谱系

距今年代	文化分期	旱地农业经济文化区				稻作农业经济文化区				狩猎采集经济文化区		
		山东文化区	燕辽文化区	江浙文化区	长江中游区	闽台区	粤桂区	云贵区	东北区	蒙新区	青藏区	
9000	新石器时代早期				仙人洞遗址		甌皮岩下层					
		老官台文化	磁山文化		城背溪文化		甌皮岩上层					
8000	新石器时代早期			北辛文化	兴隆洼文化	河姆渡文化						
7000	新石器时代中期					马家浜文化	大溪文化		金兰寺下层			
		仰韶文化		大汶口文化	红山文化	崧泽文化						
6000	新石器时代中期					屈家岭文化						
5000	新石器时代晚期	马家窑文化										
4000	铜石并用时期	齐家文化				良渚文化	石家河文化		石峡文化	白羊村遗址		
			中原龙山文化	龙山文化	小沿河文化							

引自《文物》1997年第3期,44页。

新石器时代早期

新石器时代早期遗址基本上发现于华南，主要有江西万年仙人洞、广西桂林甌皮岩和南宁豹子头、广东英德青塘等遗址。年代在公元前 6500 之前。石器多系打制，且以单面加工为主，磨制石器既有通体磨光亦有局部磨光，骨角器已臻发达，蚌器与牙器开始出现。陶器已较普遍，但质地粗糙。经济生活仍以狩猎与采集为主，饲养业已萌生。这些遗址已较发达，还不是新石器时代的初始状态。因之，中国的新石器革命（Neolithic revolution）发生于何时，如何发生，怎样从渔猎采集经过“富裕的食物采集”，²⁵完成向农业文化的过渡，都是尚待回答的问题。

新石器时代中期

近 30 年来，关于新石器时代中期文化已得到一系列重要考古成果。在长城一带，有辽宁沈阳新乐下层遗址，兴隆洼文化（辽宁喀左）；在黄河流域，有大地湾一期文化（甘肃秦安），北首岭下层文化（陕西宝鸡），老官台文化（陕西华县），裴李岗文化（河南新郑），滋山文化（河北武安）；长江流域有城背溪文化（湖北宜都），河姆渡早期文化（浙江余姚）。关于这一时期的文化划分与命名分歧较多，可统而称之为前仰韶文化。其年代为公元前 6500-前 4500 年，各地区略有出入。

新石器时代中期，磨制石器比例增大，制作渐精，且具专业化倾向。有了整套的农业工具，如翻地用的舌形石铲和骨耜、收割用的石镰或石刀、加工粮食的石磨盘和石磨棒等。陶器以片筑法为主，稍施装饰。彩陶开始萌生。

这一时期的经济形态可分三类：一是长江流域的稻作农业区，以浙江余姚河姆渡遗址为代表，稻谷遗存非常丰富，在 400m² 的范围内，稻谷和稻草构成了一个厚 20-30cm 的堆积层，最厚处超过 1m，估算稻谷总量在 50000kg 之上，²⁶属栽培稻的籼亚种晚稻型。²⁷在长江中、下游地区，东南沿海的广东、福建、台湾诸地，乃至汉水与黄淮地区，已有数十例稻作遗物被发现，时属公元前第 6 千纪者已非个别现象。²⁸二是黄河流域的旱地农业区，粟和黍两种作物已得到广泛栽培，它与养畜业一起成为这一地

²⁵ 张光直. 中国东南海岸的“富裕的食物采集文化”. 上海博物馆集刊第 4 辑, 1987: 143-149 页。

²⁶ 浙江省文物管理委员会, 浙江省博物馆. 河姆渡遗址第一期发掘报告. 考古学报, 1978(1): 39-93 页; 河姆渡遗址考古队河姆渡遗址第二期发掘的主要收获. 文物, 1980(5): 1-11 页。

²⁷ 浙江省博物馆自然组. 河姆渡遗址动植物遗存的鉴定研究. 考古学报, 1978(1): 103 页。

²⁸ 陈文华. 中国稻作的起源和东传日本的路线. 文物, 1989(10): 24-36 页。

区的生业基础。最具代表性的是河北武安磁山遗址。在这个遗址中发现了 300 多个长方形窖穴，其中有 80 多个尚存有粮食，²⁹估算其原有储量在 50000kg 以上。³⁰三是辽河流域，目前尚未见大规模发掘的报道，石器以细石器和打制石器为主，磨制石器较少，虽已出现农业，但仍以家畜饲养和狩猎为主。

关于这一阶段的房屋建筑，以河姆渡遗址最具代表性。它的木工工艺极其发达，出土了数千件建筑木构件。一些构件以榫卯联结，既有防止构件脱位的燕尾榫和带销钉孔的榫，还有两侧刳出规整的企口的木板，用以拼接形成大的平面。

河姆渡遗址的早期建筑遗迹主要是栽桩架板的干阑式建筑，以桩木为基础，上架大、小梁（龙骨）以承接板，构成架空的建筑基座，上面再立桩、架梁、盖顶，形成高于地面的干阑式房屋。如第四层的房屋，呈西北—东南走向，有相互平行的四排桩木，长度在 23m 以上，进深约 7m，东北一边还有宽约 1.3m 的前廊过道。在第二层中发现了一口木构浅水井，井口边长 2m，每边靠坑壁向下打进几十根排桩，内由榫卯套接的方木框支撑。排桩上平卧 16 根长圆木，构成内井口的框架。上有井亭。

这一阶段的艺术已较发达。在河姆渡遗址中，雕刻、捏塑的陶、骨、木、象牙等艺术品为数不少，象牙雕刻相当精致。³¹河南舞阳贾湖的裴李岗文化遗址出土的骨笛，已有五个音节，为长期艺术实践的产物。³²辽宁沈阳新乐下层出土的煤玉雕³³，也是富有特色的艺术珍品。

新石器时代晚期

属于这一时期的遗址现已发现数千处之多，经正式发掘的达数百处。其中最重要的有：分布于黄河中下游的仰韶文化、马家窑文化和大汶口文化；辽河流域的红山文化；长江中下游的大溪文化、马家浜文化与崧泽文化。同一文化又可分为若干类型，其年代在公元前 5000-前 2700 年之间，虽然各个文化区的内涵有一定的差异，发展也不平衡，物质文化的水平是大体相当的，且具有共同的特征。

A. 社会组织

仰韶文化处于母系氏族社会的晚期。私有制开始出现。有初步的社会分工。大汶口文化已开始向父系氏族社会过渡。

B. 经济状况

仰韶文化具有比较发达的磨制石器，包括斧、锛、凿、铲、镞等，也有琢制的磨盘和打制的爪镰等。农业是主要经济部门，种植粟、黍和蔬菜；饲养业已较发达，大量养猪，也畜养狗、羊、鸡等；渔猎仍占相当比重。³⁴已有原始的纺织、缝纫技术。大汶口文化有相当发达的骨雕和牙雕，山东泰安大汶口墓地出土的嵌绿松石透雕骨杯堪为代表；玉器的加工已达相当进步的程度。半地穴式房屋的构筑具有多种型式。

C. 艺术

陕西宝鸡北首岭遗址出土的船形壶和“水鸟衔鱼图”（图 1）、河南临汝阎村出土的“鹳鱼石斧图”（图 2），可以作为仰韶文化绘画艺术的代表。³⁵

²⁹ 邯郸市文物保管所，邯郸地区磁山考古队短训班。河北磁山新石器遗址试掘。考古，1977(6)：361-372 页。

³⁰ 佟伟华。磁山遗址的原始农业遗存及其相关问题。农业考古，1984(1)：194~207 页。

³¹ 浙江省文物管理委员会，浙江省博物馆。河姆渡遗址第一期发掘报告。考古学报，1978(10)：39-93 页。

³² 河南省文物研究所。河南舞阳贾湖新石器时代遗址第二至六次发掘简报。文物，1989(1)：12。黄翔鹏。舞阳贾湖骨笛的测音研究。文物，1989(1)：15-17 页。

³³ 沈阳市文物管理办公室。沈阳新乐遗址试掘报告。考古学报，1978(4)：457 页。

³⁴ 石兴邦。中国新石器时代考古文化体系及其有关问题。见：黄盛璋编。亚洲文明论丛。四川人民出版社，1986，42 页。

³⁵ 严文明。鹳鱼石斧图跋。仰韶文化研究。文物出版社，1989，303-307 页。

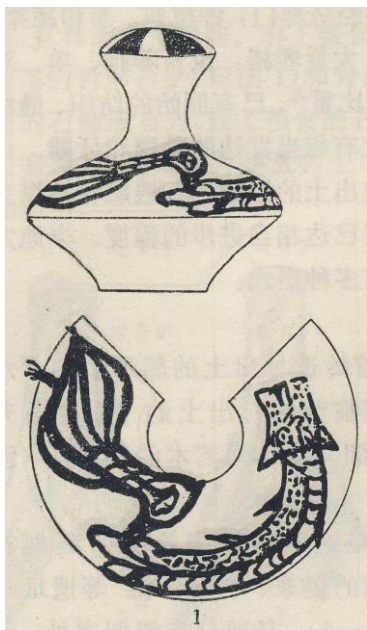


图1 水鸟衔鱼图

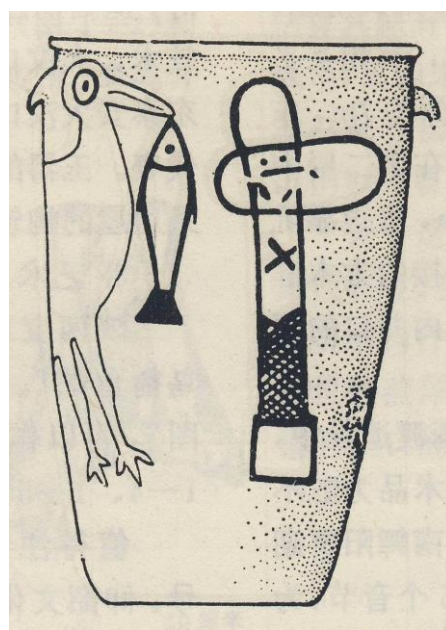


图2 鹤鱼石斧图

值得注意的是这一时期陶器上的刻划符号。仰韶文化所属的姜寨、半坡、马厂等遗址均有这种刻划，且部分有相似之处。而大汶口文化一些遗址如山东莒县陵阳河、大朱村等地出土的陶文，曾引发许多讨论。这些陶文有较明确的演变关系，已可以释读。³⁶

值得注意的还有红山文化的新发现。其中，以辽西大凌河的建平东山嘴和牛河梁最为重要。据杨虎的研究，红山文化有如下几点可以引起重视：

大量祭祀用陶器、成组精美玉器和泥塑神像群的出土，反映出当时不仅有一般意义上的手工业与农业的分工，而且可能存在某种高层次的专业组织。如果说筒形器等陶器尚可分别由不同氏族部落集中工匠成批制作，那么像牛河梁女神庙种类繁多、形态各异、造型准确生动的泥塑神像，则绝不是随便哪一个氏族、部落都能制作的，而应属于一个更大的社会集团的专业队伍，以高级技工为骨干，按照一定的构思所创作。

坛、庙、冢的筑造规模大，水平高。建筑物呈对称分布，主、次相配；大面积建筑中，主体突出。如牛河梁女神庙与周围积石冢群之配置。女神庙顶盖、墙体用木架草筋，内外敷泥筑成，并压光施彩，可以说达到了半地穴式建筑的高峰。另外，牛河梁积石冢群和“平台”围墙的营建，反映出大面积砌石建筑技术得到了一定提高。不论大面积的总体规划，还是一组建筑的布局，都必须依照一定的思想意识而设计，建筑如此巨大、复杂的工程，以及工程的维护、改建，都必须有统一的指挥，严密的组织，而且要以高级工匠为骨干进行施工。

牛河梁积石冢群附近未见聚落遗址，表明积石冢与聚落遗址相隔一定距离。一座冢、一处冢地 and 一群冢地应分别属于不同层次的社会组织。

牛河梁、东山嘴中心性祭祀地点的出现，证明红山文化生产力日益发展，部落联系紧密，范围拓宽，祭祀活动规模日趋扩大，形式逐渐复杂。到了红山文化晚期，社会发生了剧变，祭祀活动急剧发展，产生了建造中心性祭祀地点的需求和条件。应是这一较大地区内最高层次的社会组织建造了牛河梁庙与冢有机统一的宏大建筑群。牛河梁-东山嘴地区是红山文化晚期最重要的一个中心地区。

祭祀中心的建立、管理，大规模祭祀活动的进行，必然大大提高神职领袖人物的地位，他们不断扩大影响，加强权势，成为促进社会结构和性质变化的重要因素。各类工匠，特别是与祭祀活动有关的工匠队伍，在社会发展中的地位和作用也不可忽视。由于神职常由社会组织首领执掌，作用尤为显

³⁶ 王树明. 谈陵阳河与大朱村出土的陶尊“文字”. 见: 山东省齐鲁考古丛刊编辑部编. 山东史前文化论文集. 齐鲁书社 1986. 249~308 页. 李学勤. 论新出大汶口文化陶器符号. 文物, 1987(12): 75-80 页.

著。³⁷

可以说，在中国新石器时代晚期文化中，红山文化具有一定的代表性，闪烁着中华文化的曙光。冶铜术就是在这样的文化背景下萌发的。

二、陶与冶

陶器作为新石器时代最基本的、最广泛的遗物，极富于变化，文化内涵也最为丰富。形制独特、功用各异，衍变有序的陶器及其组合，诸如鼎、鬲、鬻、尖底瓶、高柄杯等，形成了中国新石器文化的特色，有别于世界其他地区。更为重要的是，这些陶器无论其原料制备、制作方法，还是形态结构、装饰花纹，都极大地影响、启迪了铜器制作。也许更正确地说，在中国，铜器是从陶器中产生的，在陶器的制作中，孕育着铜器的铸作。正是新石器时代的陶器及其制作工艺，培植并奠定了中国青铜器制作的特点和传统，使得中国青铜器从器形、纹饰、铭记，到铸作工艺，都富有自己的特色而明显区别于其他古文明。中国青铜文化的这一深厚背景，正是探讨中国冶铜术起源的一个重要环节。

1、中国新石器时代陶器概述

制陶术的发生是人类历史上的重大的事件，是从采集渔猎经济发展到农业经济的重要标志。L. H. 摩尔根认为：“制陶术的发明或制陶业的流行为划分蒙昧社会同野蛮社会的界线”，并同意“简单的技术必定先达到相当进步的水平，然后才会制造陶器。”³⁸中国的制陶技术产生于何时，还有赖于未来的考古发掘。目前尚未发现那种以草或树枝为模，敷泥后，焚去可燃部分而形成的早期陶器。³⁹迄今所知，中国最早的陶器出土于江西万年仙人洞遗址下层，年代约为公元前九千纪。⁴⁰时代与之相当的广西桂林甑皮岩早期遗址、南宁豹子头遗址也有为数不少的陶片出土。⁴¹据说江苏溧水神仙洞遗址中，也出土了距今一万年左右的陶片。⁴²

万年仙人洞遗址的陶片主要为夹砂红陶，少数为夹砂灰陶，都羸和有大小不等的石英粒（大者约10mm），饰以绳纹，胎质粗糙，火候较低，这是迄今所知几个新石器时代早期遗址出土陶器的共同特征。⁴³值得指出的是，就陶器本身而言，羸有石英粒和饰以绳纹间以其他纹饰，表明这些陶片并非制陶开始阶段的遗存。最初的陶器必定还要更早一些。

新石器时代中期的制陶术，南方以河姆渡遗址下层为代表，其特征是：以羸和大量稻壳和植物杆茎的夹炭黑陶为主，多采用贴塑法，火候较低，质地较粗疏。⁴⁴北方的北辛遗址，早期陶器以泥质陶为主，陶质较硬，多为素面。⁴⁵磁山和裴李岗陶器以夹砂陶为主，多素面，约1/3有纹饰，多饰以绳纹，亦有原始彩陶。⁴⁶秦安大地湾遗址的陶器质地以夹细砂陶为主，不少陶身拍印细绳纹，有少量原始彩陶出现。⁴⁷这些特点在老官台文化、北首岭下层文化和李家村文化都有类同的表现。

特别值得重视的是桐乡罗家角马家浜文化早期遗址出土的白陶器，质地细腻、烧成温度较高，具有流畅的浅浮雕纹饰。⁴⁸这种白陶代表了中国新石器时代中期制陶工艺水平。

³⁷ 杨虎. 关于红山文化的几个问题. 庆祝苏秉琦考古五十五年论文集. 文物出版社, 1989, 216~226 页.

³⁸ L. H. 摩尔根著, 杨东莼, 马雍, 马巨译. 古代社会. 商务印书馆, 1983, 10、12 页.

³⁹ L. 琼斯. 南方印第安人的古代文物. 转引自: L. H. 摩尔根. 古代社会. 16-17 页.

⁴⁰ 江西省博物馆. 江西万年大源仙人洞洞穴遗址第二次发掘报告. 文物, 1976(12): 35 页; 江西万年大源仙人洞洞穴遗址试掘. 考古学报, 1963(1): 27 页. 其 14C 数据有二(均未校正): 公元前 6875: 1: 240, 公元前 8920: 1: 240.

⁴¹ 广西壮族自治区文物工作队, 桂林市革命委员会文物管理委员会. 广西桂林甑皮岩洞穴遗址的试掘. 考古, 1976(3): 175 页; 广西壮族自治区文物考古训练班, 广西壮族自治区文物工作队. 广西南宁地区新石器时代贝丘遗址. 考古, 1975(5): 295~301 页.

⁴² 孙淼. 我国的陶器起源于何时. 文物天地, 1985(1): 55 页.

⁴³ 中国社会科学院考古研究所. 新中国的考古发现和研究, 文物出版社, 1984, 139、168.

⁴⁴ 牟永抗. 关于我国新石器时代制陶术的若干问题. 见: 苏秉琦主编. 考古学文化论集(2). 文物出版社, 1989, 1-6 页.

⁴⁵ 中国社会科学院考古研究所山东队, 山东滕县博物馆. 山东滕县北辛遗址发掘报告. 考古学报, 1984(2): 159 页.

⁴⁶ 安志敏. 裴李岗, 磁山和仰韶——试论中原新石器文化的渊源及发展. 考古, 1979(4): 336 页.

⁴⁷ 甘肃省博物馆, 秦安县文化馆大地湾发掘小组. 甘肃秦安大地湾新石器时代早期遗存. 文物, 1981(4): 1-7 页.

⁴⁸ 罗家角考古队. 桐乡罗家角遗址发掘报告. 浙江省文物考古所学刊, L 文物出版社, 1981, 1-42 页.

新石器时代晚期的制陶术，有了普遍的发展。仰韶文化精彩纷呈的彩陶，是这一时期装饰艺术的精华，大汶口文化的典型陶器是觚形杯、蛋壳黑陶高柄杯和蛋壳黑陶鬶，它们都有较明确的演变序列，⁴⁹并在龙山文化时期又有新的发展（图2）。大汶口文化中期也有白陶出现（图3）。⁵⁰



图2 山东龙山文化蛋壳黑陶

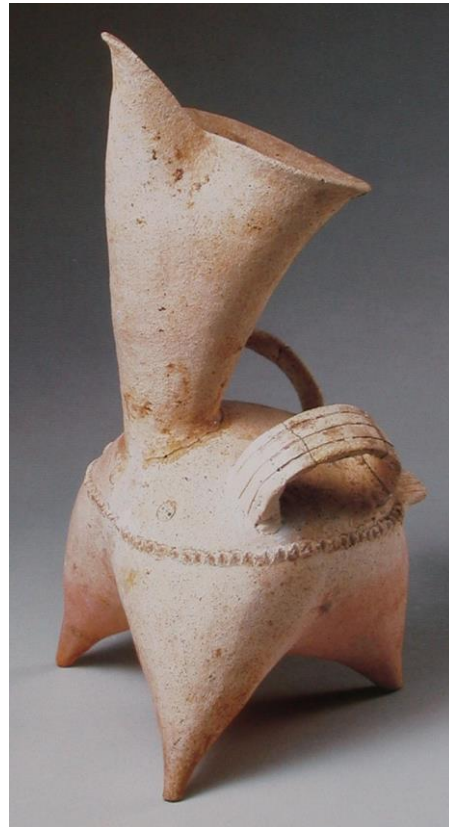


图3 山东大汶口文化白陶鬶

大溪文化以红陶为大宗，“外红内黑”的陶器为数不少。⁵¹中期出现了薄胎彩陶（厚度 1-1.5mm）和浅浮雕式印纹白陶。⁵²

中国新石器时代制陶工艺的发达，奠定了青铜文化的基础及其独特性和先进性，也许正是由于陶器制作的发达，抑制了中国玻璃工艺的发展；正是由于火候的娴熟掌握，遂有利于金属铸造工艺的成长，并抑制了锻造工艺的发展。

2、陶与冶

冶金术和制陶术有着内在的联系，世界各地的古文明都是如此。对于中国古文明来说，制陶术和青铜冶铸术，更有着多重的关系。

中国古文献中，常常将“陶冶”、“陶铸”并提。如：

“以粟易械者不如厉陶冶；陶冶亦以其械器易粟，岂以为厉农夫哉？”（《孟子·滕文公上》）

“是以尘垢秕糠，将尤陶铸尧舜者也。”（《庄子·逍遥游》）

“夏后开使蜚廉折金于山川，而陶铸之于昆吾。”（《墨子·耕柱》）

⁴⁹ 山东省文物管理处，济南市博物馆，大汶口——新石器时代墓葬发掘报告，文物出版社，1974，329-384页，昌潍地区文物管理组，诸城县博物馆，山东诸城呈子遗址发掘报告，考古学报，1980(3)：329-385页；临沂文物组，山东临沂大范庄新石器时代墓葬的发掘，考古，1975(1)，13-22页。

⁵⁰ 中国硅酸盐学会，中国陶瓷史，文物出版社，1982，48-49页。

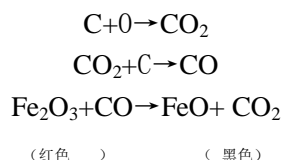
⁵¹ 李文杰，黄素英，大溪文化的制陶工艺，见：田昌五，石兴邦主编，中国原始文化收集——纪念尹达80诞辰，文物出版社，1989，406-427页。

⁵² 湖南省博物馆，湖南林乡县汤永岗新石器时代遗址，考古，1982(4)：345，349页，中国社会科学院考古研究所湖北工作队，湖北枝江县关庙山新石器时代遗址发掘简报，考古，1981(4)：289-297页；湖北关庙山遗址第二次发掘，考古，1983(1)：17429页。

在古人心目中，陶和冶，陶和铸，是紧密相关而不分的。这一点，并不难于理解。因为，冶金术所赖以发生的三个技术要素：还原性气氛、高温、矿石，其中的前两个要素就是由制陶术直接提供的。

还原性气氛的获得与控制

金属元素主要以氧化物、硫化物或盐、碱类化合物的状态赋存于矿石之中，除氧化物外，其他矿石都可以通过焙烧使之变成金属氧化物。而冶金过程也就是将金属从其氧化物中还原出来的过程。而这一反应只能在还原气氛中进行。因此，还原性气氛的获得与控制便成为冶金术发生之一要素。灰陶和黑陶是还原性气氛获得的示踪物，在还原气氛中，红色的三氧化二铁（ Fe_2O_3 ）被一氧化碳（ CO ）还原成黑色的氧化铁（ FeO ）。



陶器中的 Fe^{2+} 量与 Fe^{3+} 量的比值称作还原比值 K

$$K = \frac{A \text{Fe}^{2+}}{A \text{Fe}^{3+}}$$

K 的数值大小反映着陶器的烧制的气氛，当 $K > 1$ 时，陶窑中为还原性气氛， Fe^{3+} 被还原成 Fe^{2+} ，含黑色的四氧化三铁（ Fe_3O_4 ）增多，陶器呈灰色或黑灰色； $K < 1$ 时，陶窑中为氧化性气氛， Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} ，红色的三氧化二铁（ Fe_2O_3 ）量增大，陶器呈红色或橙黄色。

新石器时代早期的广西南宁豹子头遗址已有炭陶，但为数尚少，桂林甑皮岩遗址的灰陶比重增大，⁵³而江西万年仙人洞遗址中几乎没有灰陶。

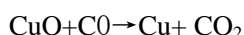
新石器时代中期的裴李岗遗址灰陶只占少数，如 T 305，泥质灰陶仅占 2.76%。⁵⁴北辛遗址的夹砂质与泥质灰陶和灰黑陶都属少数。⁵⁵老官台遗址中，黑陶比重较大，约占 1/3。⁵⁶这一比例与罗家角第四层接近（36.47%）。⁵⁷

新石器时代晚期，在黄河流域，灰陶与黑陶的比例呈增加趋势。尤以仰韶文化、大汶口文化为显著。例如陕西临潼姜寨遗址，第 I、II 期文化中，灰黑陶甚少，III 期增多，到第 V 期便以之为主。⁵⁸山西芮城西王村仰韶文化遗址早期红陶占 87.63%，灰陶占 12.37%，未发现黑陶；晚期红陶占 84.02%，灰陶占 15.69%，黑陶占 0.29%。⁵⁹

灰陶和黑陶的比例越来越大，也许是时尚使然，然而，这种趋势的技术内涵则是新石器时代晚期的陶窑还原性气氛的控制已能得心应手，特别是在大汶口文化及其后续的龙山文化的薄胎高足黑陶杯等珍品的烧造中（图 2）。

高温技术

从化学观点看，冶铜属于还原反应，即将铜从其氧化物中还原出来的过程。



但从冶金动力学的观点看，对还原反应的速度有一定要求，即冶金反应是宏观的而不是微观的。实际的过程是产生了金属块粒而不只是若干金属原子。实现这一过程的主要途径是使这一还原反应在高温下进行。

⁵³ 广西壮族自治区文物考古训练班，广西壮族自治区文物工作队。广西南宁地区新石器时代贝丘遗址。考古，1975(5)：295-301 页。广西壮族自治区文物工作队，桂林市革命委员会文物管理委员会。广西桂林甑皮岩洞穴遗址的试掘。考古，1976(3)：175-179 页。

⁵⁴ 中国社会科学院考古研究所河南一队。1979 年裴李岗遗址发掘报告。考古学报，1984(1)：23-51 页。

⁵⁵ 吴汝祚。北辛遗址与北辛文化。中国考古学研究——夏鼐先生考古 50 周年纪念文集。文物出版社，1986，11 页。

⁵⁶ 张忠培。关于老官台文化的几个问题。中国北方考古文集。文物出版社，1990，3 页。

⁵⁷ 罗家角考古队。桐乡罗家角遗址发掘报告。浙江省文物考古所学刊，1981，8 页。

⁵⁸ 半坡博物馆，陕西省考古研究所，临潼县博物馆。姜寨——新石器时代遗址发掘报告。文物出版社，341-345 页。

⁵⁹ 中国科学院考古研究所山西工作队。山西芮城东王村和西王村遗址的发掘。考古学报，1973(1)：61-62 页。

然而，获得高温和控制高温的技术，当移植自制陶术。

人类初始制陶或许出于偶然，但这种偶然的发现一旦与农业社会的需要相协同，便得到了长足的发展。早期烧造陶器没有陶窑，如同云南少数民族当代所用的那种“堆烧法”，费时靡物，既无法控制升温速度，也无法提高烧成温度，⁶⁰未达到粘土烧结点而没能玻璃化，质地松软，成色也不一。

陶窑的出现是制陶技术的一大突破。早期掘地为穴，以穴为窑，有横穴与竖穴之分，前者较为原始。初期的横穴窑的燃烧室（火膛）和窑室，可能还有火道大体在同一水平面上，如新郑裴李岗和陕县三里桥发现的陶窑。⁶¹后来，窑室渐渐升高，火焰通过倾斜的火道进入窑室，如宝鸡北首岭早期 Y1 的窑室微有升高，⁶²而临潼姜寨一期的 Y1，火道已呈 35° 倾斜。⁶³竖穴窑窑室在火膛之上，火膛上小下大呈袋形，往往有数股火道与窑室相通，更进步者火焰通过倾斜的火道进入窑室。火道股数也是由少增多，火道数量和火眼数量也是这一变化规律。西安半坡的竖穴窑只有一两条火道，代表了早期形式，而邹县野店的大汶口文化陶窑有五条火道，既有横穴窑的长筒状火膛，又有竖穴窑的垂直火道，颇能体现横穴窑向竖穴窑的过渡。⁶⁴这种变化的代表当推陕县庙底沟所出陶窑（图 4），在面积不足 0.7m² 的窑床上，设有宽约 70mm 的火道 8 条，其上设出火孔 25 个，凡远离燃烧室的出火孔均较大。燃烧室已伸入窑室之下，有利于提供热量。⁶⁵可见，新石器时代陶窑结构的变化围绕着提高窑温和均匀性。在新石器时代晚期，窑顶已为封闭式，利用保持窑温和控制空气进入，可能在陶坯烧成末期，封闭烟囱并渗水入窑，以更好生成还原性气氛。

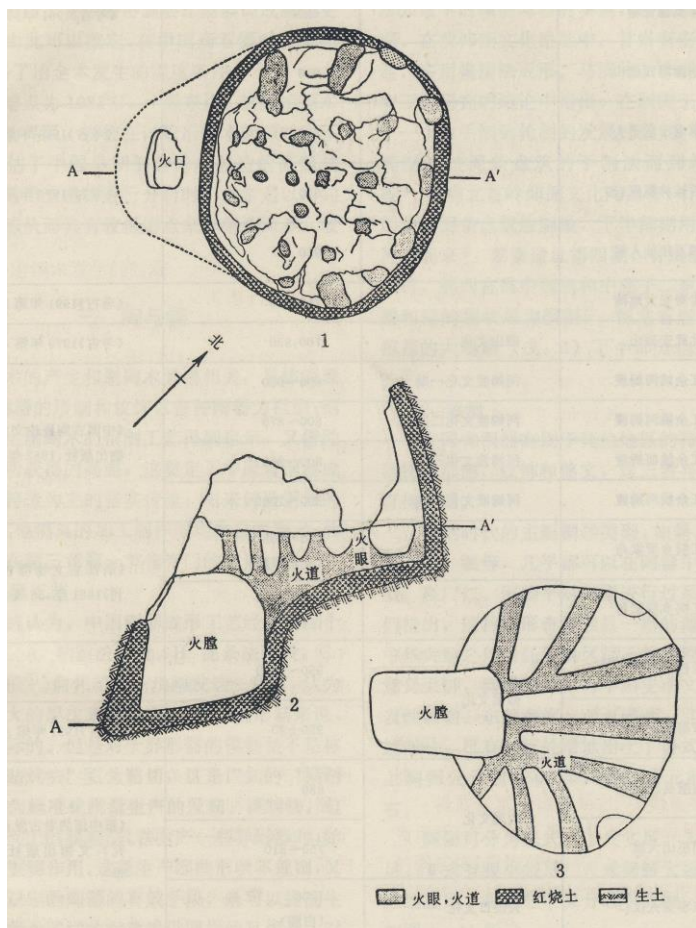


图 4 陕县庙底沟文化陶窑

⁶⁰ 刘可栋. 试论我国古代的馒头窑. 见: 中国硅酸盐学会编. 中国古陶瓷论文集. 文物出版社, 1982, 174 页.

⁶¹ 中国科学院考古研究所. 庙底沟与三里桥. 科学出版社, 1959, 86 页.

⁶² 中国社会科学院考古研究所. 宝鸡北首岭. 文物出版社, 1983, 29 页.

⁶³ 张忠培. 关于老官台文化的几个问题. 中国北方考古文集. 文物出版社, 1990, 48 页.

⁶⁴ 山东省博物馆, 山东省文物考古研究所. 邹县野店. 文物出版社, 1985, 12-13 页. 中国科学院考古研究所, 陕西省西安半坡博物馆. 西安半坡——原始氏族公社聚落遗址. 文物出版社, 1963, 159 页.

⁶⁵ 中国科学院考古研究所山西工作队. 山西芮城东王村和西王村遗址的发掘. 考古学报, 1973(1): 18-21 页.

表 2 中国史前陶器烧成温度

遗址		文化类型	烧成温度	参考文献
新石器时代早期	广东英德青塘		680	《考古》1961年第11期
	广东南海西樵山		930	
	广西南宁豹子头		800	《考古》1975年第5期
	广西桂林甑皮岩		680	《考古》1976年第3期
	江西万年仙人洞		920	
新石器时代中期	甘肃秦安大地湾		750±20	《考古》1991年第4期
	河北武安磁山	磁山文化	700-930	《中国古陶瓷论文集》，文物出版社，1982年，6页
	浙江余姚河姆渡	河姆渡文化一期	800-930	《中国古陶瓷论文集》文物出版社，1982年，6页
	浙江余姚河姆渡	河姆渡文化二期	800-870	
	浙江余姚河姆渡	河姆渡文化三期	800-850	
	浙江余姚河姆渡	河姆渡文化四期	900-1000	
新石器时代晚期	浙江桐乡罗家角		850-900（夹炭黑陶）	《浙江省文物考古所学刊》1981年，56页
	浙江桐乡罗家角		950-1000（白陶）	
	陕西西安半坡	仰韶文化	950-1050	
	甘肃秦安大地湾		950±20	《考古》1991年第3期
	湖南澧县三元宫	大溪文化	880	《新中国的考古发现和研究》，文物出版社，1985年
	四川巫山大溪		750-810	
	山东秦安大汶口	大汶口文化	1200（白陶）	
	甘肃陇西关儿下	仰韶文化 庙底沟类型	1000±209 黑彩白陶	《考古》1991年第3期
	甘肃武当胜利坪	马家窑文化 石岭下类型	1020±20 白彩橙陶	
	甘肃灵台桥村	马家窑文化	1000 黑色橙泥陶	

需要说明的是，这些数据只是对为数有限的出土陶器测定和估算所得，并非各时期各地区陶器的最高烧成温度，实际获得的最高烧成温度有可能更高一些。这些数据所表明的只是陶器的烧成温度而不是窑温。实际的窑温要比陶器烧成温度更高一些。由此可以推定，在中国新石器时代中晚期，已具备了冶金术发生的温度条件。

铜的熔点为 1083℃，一般来讲，这是冶铜术得以发生的界限。以往在讨论冶铜术起源时，不少学者低估了中国早期制陶术所创造的高温技术。就在对出土遗物进行分析时，也常是以用共生矿石冶炼从而具有较低熔点来作猜测而步入别途。

3、陶与铸

铸铜术的产生和制陶术紧密相关，具体表现在：许多铜器的形制和纹饰以各种陶器为祖型；铜器的成形由制陶术的模制工艺得到启示，又借助于制陶术所获得的高温，这奠定了中国青铜器成型工艺以铸造为主的坚实传统；用来铸造铜器的范、模和其他模具的加工制作亦均来自制陶术。

成形工艺

牟永抗认为，中国陶器成形工艺经历了三个发展阶段。A. 贴塑法阶段，B. 泥条法阶段，C 轮制法阶段。⁶⁶俞伟超进一步阐发这一观点，认为贴塑法从大的层次来划分，尤其对于圆形器来说，是切合

⁶⁶ 牟永抗. 关于我国新石器时代制陶术的若干问题. 见：苏秉琦主编. 考古学文化论集(2) 文物出版社，1989，1-9 页。

实际的。但是对于异形器的模制是不是称为“泥片贴筑法”更为贴切，这是广义的“模制法”，⁶⁷当为标准化批量生产的发轫。模制法，包括严格意义上的模制法，在生产一些异形器时，始终发挥着重要作用。这是生产那些形状不规则，又长期相对稳定的陶器的有效手段，既可以提高生产率，又能为同样的对象提供同样的日用品。对于这一技术的发展，却不应忽视。陶器的模制技术传统，诱导了中国青铜器制作的一大特色——铸造为主。

中国何时模制陶器，目前还不能明确。迄今所知最早的模制陶器的实例，当在新石器时代中期，在前仰韶文化遗址中。甘肃秦安大地湾的陶器，多用模塑法成形。马清林、李现在对甘肃古陶工艺研究的结论中指出，在制陶工艺中，经历了一个由手制到轮制的发展过程，由早期的贴塑、模制经过泥条盘筑的手制法而到轮修轮制过程。⁶⁸宝鸡北首岭仰韶文化陶器中，有的陶瓶上半部分用泥条盘筑法制做，下半部则用模制，最后再接起来。⁶⁹姜寨遗址第四期，有模制陶器。⁷⁰据分析，鄂西宜昌中堡岛和中庙子二里头时代的陶盃和鬻的袋状足为模制。⁷¹河北省唐山小官庄石棺墓的大鬻罐（戊:1）下半部分也是模制成形的。⁷²

形制

中国青铜器有别于其他地区的特征有三，即器物的形制、纹饰和铭文，这三者与陶器都有着直接关系。

青铜时代的主要铜器类型，如鼎、鬲、斝、爵、簋、盃、觚等，几乎都可以在陶器中找出它的祖型。高广仁、邵望平对陶鬻进行过系统研究。他们指出，这种造形奇特独具一格的薄胎状器，在中华大地之外的任何地区都不曾发现过。从这一意义上讲，陶鬻可以作为中国史前文化的一种代表性器物。东起海滨，西至陕西，北自辽东，南越南岭，已有上百处遗址出土了各式陶鬻，早可上溯到公元前 3500 年，晚迄公元前 1500 年左右。山东日照两城镇龙山文化遗址所出者，⁷³在山东章丘城子崖、⁷⁴茌平尚庄⁷⁵等地也有发现，它们有翘起的流，袋足上常饰以弦纹，与《西清古鉴》著录的一件铜鬻极相似（图 5），后者应是前者的仿制品。⁷⁶

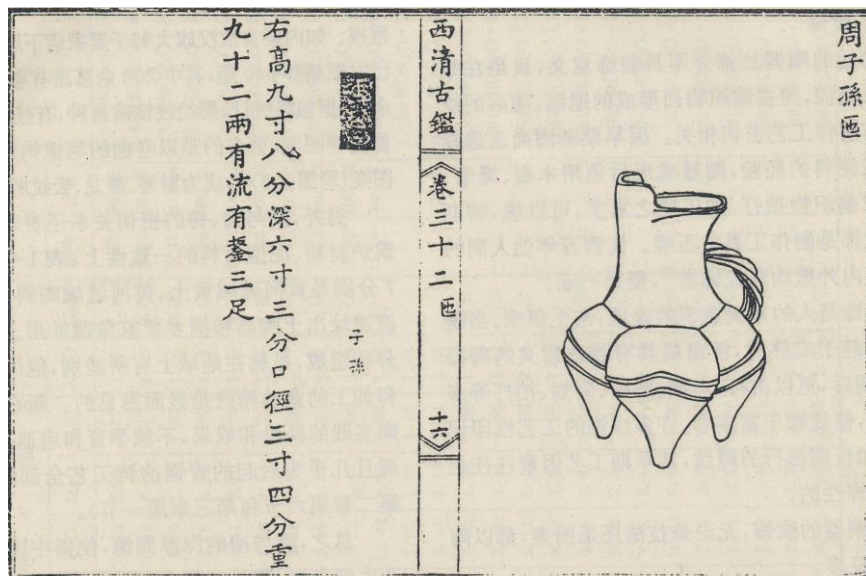


图 5 《西清古鉴》著录的铜鬻

⁶⁷ 俞伟超. 中国早期的“模制法”制陶术. 文物与考古论集. 文物出版社, 1986, 228-238 页.

⁶⁸ 马清林, 李现. 甘肃古代各文化时期制陶工艺研究. 考古, 1991(3): 267、270 页.

⁶⁹ 中国社会科学院考古研究所. 宝鸡北首岭. 文物出版社, 1983, 31 页.

⁷⁰ 西安半坡博物馆, 临潼县文化馆. 临潼姜寨遗址第四至第十一次发掘纪要. 考古与文物, 1980(3): 1-13 页.

⁷¹ 高应勋. 鄂西夏商时期文化遗存试析. 文物, 1992(3): 61 页.

⁷² 安志敏. 唐山石棺墓及其相关的遗物. 考古学报, 7 册, 1954, 79 页.

⁷³ 山东省文物管理处. 日照县两城镇等七个遗址初步勘查. 文物参考资料, 1955(12): 20-41 页.

⁷⁴ 梁思永. 城子崖. 中国考古报告集第一种. 1934.

⁷⁵ 山东省博物馆, 聊城地区文化局, 茌平县文化馆. 山东茌平县尚庄遗址第一次发掘简报. 文物. 1978(4): 35-45 页.

⁷⁶ 高广仁, 邵望平. 史前陶鬻初论. 考古学报, 1981(4): 445-446, 449 页.

盃具管状流，是鬯的一个亚类。杜金鹏研究了封顶盃后指出：“早期封顶铜盃的形制和纹饰，无一例外地仿自封顶陶盃。目前所见二里头文化和二里岗下层文化封顶铜盃的形制，均与二里头文化晚期封顶陶盃基本相同，而其流行的弦纹和 L 三角纹，则是二里头文化封顶陶盃上的常见纹饰；封顶铜盃起源于封顶陶盃，并最终取代了封顶陶盃；封顶铜盃曾把从封顶陶盃那里承袭的许多细部特征保持了相当长的时间，只是在封顶陶盃完全消失后，才迅速地摆脱其影响，走向一个新的发展阶段”。而“河南境内的龙山文化陶盃可能是大汶口文化陶鬯传入后，在当地的一种变体发展。”⁷⁷

还须看到，在青铜时代包括其较早阶段，陶器的形态又转而模仿铜器。高广仁、邵望平认为，河南偃师二里头出土的 VD 型陶鬯，“可能受到青铜器造型的影响，属于青铜时代的产物”。⁷⁸上海马桥第四层出土的 VD 型陶盃也是如此。⁷⁹湖北郟县大寺的 VD 型陶盃，“可能是模仿金属器作成的。”⁸⁰V 式鬯具有明显的仿铜器风格。⁸¹河南偃师二里头特别轻薄与光润的陶盃，可能是仿封顶铜盃的结果。至于青铜礼器大量出现以后，仿铜器成为陶器的一种主要风格。这一逆向影响，也正反映了中国“陶”、“铸”关系的紧密。

纹饰

初始的陶器纹饰并不具一定装饰意义，只是在编织物上糊泥，焚去编织物而形成的遗痕。随后的纹饰亦与制作工艺密切相关。因早期制陶尚乏选择和加工泥料的经验，陶器成形后须用木棍、绳索、蔓藤或编织物拍打、加压使之紧实，可以说，初期陶器纹饰是制作工具的压痕。江西万年仙人洞的陶器有内外壁均现纹饰者，⁸²便是一证。

装饰是人的审美意识的表现，与生俱来。当制陶技术趋于成熟时，便出现具有装饰意义的陶器纹饰。嗣后，更以击打、点戳、彩绘、刻划、拍打等多种手段，使纹饰丰富多彩。许多纹饰的工艺性印记很深，如长期流行的绳纹，其早期工艺因素往往是先于装饰性的。

青铜器的纹饰，无论是技法还是图案，都以陶器承袭良多。

青铜器纹饰中常见的云雷纹，可能就源自山东泰安大汶口的彩陶缶（图 6）和彩陶豆上的云雷纹。

83

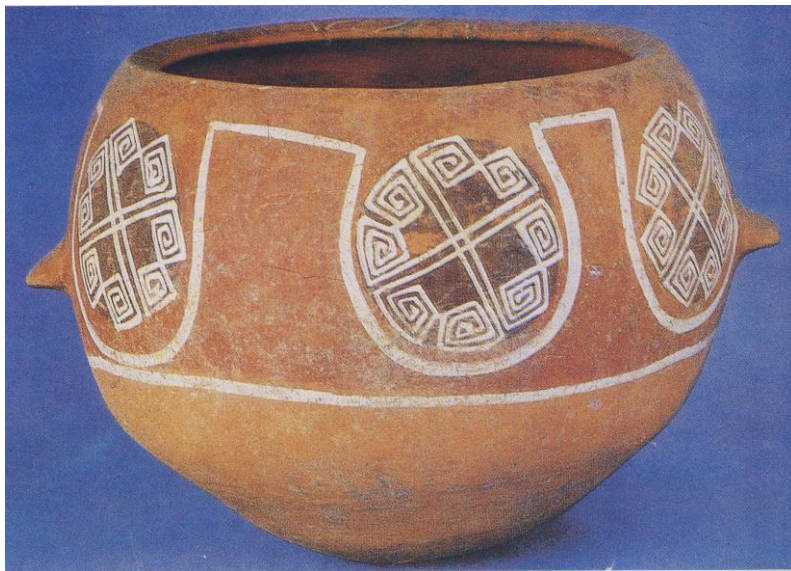


图 6 大汶口文化彩陶缶

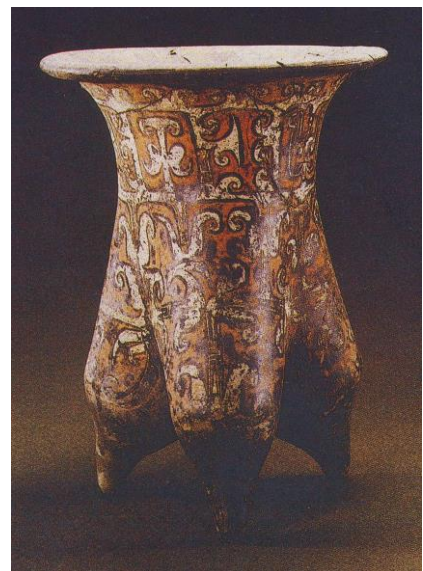


图 7 夏家店下层文化彩陶

⁷⁷ 杜金鹏. 封顶盃研究. 考古学报, 1992(1): 24、21 页.

⁷⁸ 高广仁, 邵望平. 史前陶鬯初论. 考古学报, 1981(4): 445-46, 449 页.

⁷⁹ 上海市文物管理委员会. 上海马桥遗址第一、二次发掘. 考古学报, 1978(1): 109-136 页.

⁸⁰ 长办文物考古队直属工作队. 1958-1961 年湖北郟县和均县发掘简报. 考古, 1961(10): 519 页.

⁸¹ 杜金鹏. 封口盃研究. 考古学报, 1992(1): 24 页. 另参见①.

⁸² 江西省文物管理委员会. 江西万年大源仙人洞洞穴遗址试掘. 考古学报, 1963(1): 1-16 页.

⁸³ 杨子范. 山东史前陶器图录. 齐鲁书社, 1985, 9 页.

河南陕县七里铺遗址中曾发现过彩绘的云纹陶片,⁸⁴当是青铜器云纹的祖型。山西襄汾陶寺遗址陶器上有保存完好的彩绘二方连续图案和动物形象的纹饰。当与青铜器的动物图案有关。⁸⁵早期封顶铜盃完全秉承了封顶陶盃顶部的人面装饰,二里岗铜盃的纹饰这一艺构思,直接承自二里头陶盃。⁸⁶夏家店下层文化出土的彩绘彩陶也很值得重视。如内蒙古敖汉旗大甸子夏家店下层文化墓地,已发掘墓葬 640 座,其中 200 余墓出有彩绘彩陶 400 余件,据粗略统计,彩绘纹饰逾百种,有些类似蛇、鸟、饕餮等图案,更多的是以卷曲的笔道构成各式单元图案(图 7),⁸⁷成为饕餮、夔龙、云纹的母型。

另外,陶与冶、铸的密切关系还表现在陶料与筑炉材料、泥型材料的一致性上。表 3 是黄河流域陶器的成分和组成,虽然在地域上有所差别,但泥料的选择和加工是显而易见的。新石器时代制陶实践的经验 and 成果,不独孕育和启迪了冶铜术,而且几乎为后起的青铜冶铸工艺全部继承。

表 3 黄河流域史前陶器成分

名称	出土地点	文化	化学组成(%)										分子式	
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	Mg	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	烧失		总量
夹砂红陶	西安半坡	仰韶文化	64.66	17.35	6.52	0.77	2.39	3.35	3.35	1.26	0.09		99.96	0.755ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.138RO ₂
夹砂灰陶	西安半坡	仰韶文化	65.23	16.16	5.38	0.91	2.77	1.61	3.52	2.20	0.12	2.33	100.00	0.853ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.697RO ₂
红陶	西安半坡	仰韶文化	67.08	16.07	6.40	0.80	1.67	1.75	3.00	1.04	0.09	1.47	100.25	0.607ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.684RO ₂
陶坯	澠池仰韶	仰韶文化	66.5	16.56	6.24	0.88	2.28	2.28	2.98	0.69	0.06	1.43	99.90	0.691ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.385RO ₂
红陶	洛阳	仰韶文化	60.22	17.07	6.99	0.79	1.02	2.57	3.21	1.14	0.03	6.72	99.76	0.639ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 4.782RO ₂
淡黄陶	澠池仰韶	仰韶文化	67	14.8	6.88	0.8	1.6	1.3	2.8	1.0		1.8	99.9	0.431ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.599RO ₂
黄陶	甘肃	仰韶文化	57.8	14.5	8.1	0.7	9.2	2.9	3.4	1.0		2.4	100.00	1.493ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.020RO ₂
薄胎黑陶	甘肃	仰韶文化	51	14.9	8.8	1.1	15.1	4.0	2.0	1.5		1.4	99.8	2.053ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 4.277RO ₂
薄胎黑陶	日照两城镇	龙山文化	16.11	18.26	4.89	0.81	2.70	1.34	1.55	2.42	0.11	6.97	100.7	0.597ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 4.886RO ₂
黑陶	章丘城子崖	龙山文化	63.57	15.2	5.99	0.92	2.65	2.43	2.77	1.62	0.07	5.39	100.61	0.879ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.728RO ₂
夹砂红陶	安阳后岗	龙山文化	67.98	13.97	6.13	0.79	2.34	2.38	2.73	1.35	0.05	1.52	99.24	0.868ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 6.493RO ₂
灰陶	长安客省庄	龙山文化	64.9	16.31	6.96	1.17	2.92	2.79	3.01	1.81	0.14		100.00	0.896ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.368RO ₂
灰红陶	澠池仰韶	龙山文化	67.1	16.61	6.23	0.89	2.01	2.33	2.79	1.30	0.04	1.95	101.25	0.716ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.575RO ₂
红陶	澠池仰韶	龙山文化	67.72	17.30	6.22	0.90	1.48	2.37	2.79	0.76	0.07	1.78	101.39	1.016ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.898RO ₂
彩陶	长安客省庄	龙山文化	66.21	15.49	5.77	0.77	1.85	2.39	3.24	2.45	0.08	1.08	100.31	1.016ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.898RO ₂
夹砂灰陶	临洮辛店	马家窑文化	54.92	17.47	6.17	0.75	9.28	3.18	3.59	0.69	0.23	3.39	99.65	1.414ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 4.387RO ₂
红陶	辉县琉璃阁	殷代(早期)	66.26	17.89	5.74	1.04	2.25	1.79	2.41	0.89		1.50	99.75	0.575ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.182RO ₂
红陶	郑州二里岗	殷代(早期)	59.26	16.22	6.34	1.72	5.49	2.66	2.75	1.71	0.07	3.97	100.02	1.126ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 4.784RO ₂
灰陶	安阳五道沟	殷代(晚期)	65.41	17.16	5.91	0.84	2.35	2.21	2.92	1.65	0.05	2.06	100.56	0.751ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.342RO ₂
红陶	安阳五道沟	殷代(晚期)	66.39	17.09	5.82	0.87	2.11	2.28	2.49	1.29	0.13	1.83	100.30	0.175ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 3.559RO ₂
白陶	安阳四盘磨	殷代(晚期)	66.85	16.56	6.01	0.91	1.91	1.98	2.62	1.48	0.01	2.36	100.64	0.673ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 5.608RO ₂
薄胎白陶	安阳	殷代(晚期)	49.14	41.21	1.72	3.34	0.60	0.82	0.74	0.17	0.03	1.88	99.65	0.109ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 2.073RO ₂
灰红陶块	章丘城子崖	龙山文化	63.03	29.51	1.59	1.47	0.74	0.82	1.48	0.18	0.03	1.45	100.30	0.715ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 3.559RO ₂
釉陶胎	长安客省庄	西周	63.31	18.45	5.26	1.00	1.59	1.95	3.44	1.46		2.20	99.94	0.616ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 4.784RO ₂
釉陶胎	侯马	东周(战国)	78.81	14.15	1.97	1.25	1.00	1.13	1.36	0.55	0.04		100.48	0.463ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 8.772RO ₂
釉陶胎	郑州二里岗	殷代	76.38	14.91	2.27	0.91	0.67	1.18	2.06	0.79	0.09		99.32	0.479ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 7.704RO ₂
釉陶胎	长安张家坡	西周	72.36	19.32	1.64	0.83	1.03	0.45	3.75	1.04	0.07		100.42	0.435ROR ₂ O • R ₂ O ₃ • 6.068RO ₂

⁸⁴ 黄河水库考古工作队河南分队. 河南陕县七里铺商代遗址发掘. 考古学报, 1960(1): 25-49 页.

⁸⁵ 黄石林. 再论夏文化问题——关于陶寺龙山文化的探讨. 见: 田昌五编. 华夏文明第 1 集, 北京大学出版社, 1987, 77-105.

⁸⁶ 杜金鹏. 封顶盃研究. 考古学报, 1992(1): 23-24 页.

⁸⁷ 刘观民, 徐光冀. 夏家店下层文化彩纹饰. 庆祝苏秉琦考古五十五年论文集, 文物出版社, 1989, 227-236 页.

釉陶胎	长安张家坡	西周	75.46	17.55	1.48	1.13	0.41	0.95	2.75	0.23	0.03		99.99	0.350ROR ₂ O · R ₂ O ₃ · 6.988RO ₂
	长安张家坡	西周	76.16	14.40	2.88	1.59	1.21	0.47	2.86	0.65	0.05		100.27	0.449ROR ₂ O · R ₂ O ₃ · 7.590RO ₂

资料来源：《中国故陶瓷论文集》，282-283 页。

总之，陶与冶的深厚渊源，使得中国冶金术从产生到发展，都从制陶术得到发展，形成了自己的传统。

从冶铜术发生的背景看，中国制陶术在新石器时代中期之末，约在纪元前第六至第五千纪，就已为冶铜术的发生准备了较为充分的技术条件。

三、矿与冶

除自然铜外，铜以其氧化物或盐的形式赋存，谓之铜矿。对铜矿的认识与开采是冶铜术发生的首要条件。这些条件的具备也经历了一个漫长的过程。

1、早期采矿活动

在旧石器时代制作石器的石料，用以装饰的彩石和颜料都由采集而来，是为采矿的滥觞，姑称“采集式采矿”。距今约两万年的北京周口店山顶洞人，已从相当远的地方采回赤铁矿，粉碎后作为颜料，将装饰品涂成红色，或者撒在尸首旁边。⁸⁸

内蒙古呼和浩特市东郊发现的两处旧石器制造场，是开采燧石并制作石器的早期遗存，调查表明，这些石料是从原生岩层经人工开采的燧石。仅大窑村南山一处，面积就达 200 万 m²，⁸⁹已具相当规模。对石质的性质已有较深认识。⁹⁰

中石器时代末期或新石器时代早期，以陕西大荔沙苑遗址较富代表性，细石器原料多用燧石、石英砂化粉沙岩、玛瑙、蛋白石、碧玉和淡色矽质砾石等”。⁹¹山西怀仁鹅毛口石器制造场则以凝灰岩为主，占 80% 以上，其次为煌斑岩。⁹²山西襄汾大窰堆山石器制造场延续的时间较长，遗存面积 150000m²，最大堆积厚度达 4m。⁹³

广东南海石樵山石器制造场的延续时间也较长，石质主要为霏细石和硅质岩，在云路村发现了七个洞穴。最大的滴水岩，纵深 37m，洞壁上到处遗留有火烧和剥离石块的痕迹，说明这些洞穴是人工采石开拓而成。⁹⁴采矿活动已由简单的采集进入采掘阶段。

新石器时代随着农业经济的巩固和成长，氏族部落的聚集和壮大，各种生产活动在深度和广度上都有了较大的发展。

新石器时代中期出现的彩陶，几乎都是用的矿物颜料。红色主要由含 a-Fe₂O₃ 的矿物组成，a-Fe₂O₃ 是显色剂，红彩中无锰；黑彩的主要成分是锰铁矿，Fe₃O₄ 是重要成分；白彩主要是石灰石（CaCO₃）。此外，红彩颜料还有朱砂（HgS），白彩还有方解石与硬石膏的混合物、高岭土等。⁹⁵江苏邳县大墩子青莲岗文化遗址就曾出土过五块绘制彩陶用的颜料，⁹⁶甘肃兰州白沟坪马厂期窑场出土有研磨颜料的石板 and 配色的陶碟，碟的分格中配有紫红色颜料，当为描绘彩陶的工具⁹⁷所有这些矿物在新石器时代晚期

⁸⁸ 贾兰坡，黄慰文。周口店发掘记。天津科学技术出版社，1984，62 页。

⁸⁹ 内蒙古博物馆，内蒙古文物工作队。呼和浩特市东郊旧石器时代石器制造场发掘报告。文物，1977(5)：7-14 页；呼和浩特市东郊大窑文化的石器工艺。中国考古学会第一次年会论文集，文物出版社，1980，1-13 页。

⁹⁰ 胡松梅。略谈我国旧石器时代石器原料的选择与岩性的关系。考古与文物，1992(2)：40-45 页。

⁹¹ 安志敏，吴汝祚。陕西朝邑大荔沙苑地区的石器时代遗存。考古学报，1957(3)：1-12 页。

⁹² 贾兰坡，尤玉柱。山西怀仁鹅毛口石器制造场遗址。考古学报，1973(2)：13-26 页。

⁹³ 陶富海。山西襄汾大窰堆山发现新石器时代石磬坯。考古，1988(12)：1137 页。

⁹⁴ 黄慰文，李春初，王鸿寿等。广东南海县石樵山遗址的复查。考古，1979(4)：289-299 页。

⁹⁵ 甘肃省博物馆文物工作队。甘肃秦安大地湾第九区发掘简报。文物，1983(11)：1-14 页；刘观民，徐光冀。夏家店下层文化彩绘纹饰。庆祝苏秉琦考古五十五年论文集。文物出版社，1989，227 页。

⁹⁶ 南京博物院。江苏邳县四户镇大墩子遗址探掘报告。考古学报，1964(2)：9-56 页。

⁹⁷ 甘肃省文物管理委员会。兰州新石器时代的文化遗存。考古学报，1957(1)：1-8 页。

都仍广泛使用。无疑，先民对包括铜矿石在内的各种矿物的识别和采掘，为后来采矿业的产生与发展，起了很重要的作用。

2、采玉

探究新石器时代的采矿活动，玉和绿松石、孔雀石是很重要的线索。

迄今所知，中国最早的玉器出自陕西大荔沙苑遗址，系碧玉所制。⁹⁸次则为河南舞阳贾湖裴李岗文化遗址出土的两枚绿松石珠（M16:3、M16:10），皆绿白色，圆饼形，直径10mm。1973年，浙江余姚河姆渡第四层中，出土了一批玉器，有玉块、玉管、玉珠和形器等类。⁹⁹与之时代相近的浙江桐乡罗家角遗址，出土了一件玉坠饰和一件玉管。¹⁰⁰

近年来的田野考古表明，中国东部新石器时代晚期有着发达的玉器文化内涵。

在东南地区的马家浜-崧泽-良渚文化序列中，玉器品种逐渐增多，数量逐渐增大，工艺亦日趋精进。

马家浜文化遗址出土玉器有浙江嘉兴的两件玉玦，¹⁰¹上海青浦崧泽遗址下层出土一件乳白色碧玉玦，¹⁰²江苏常州圩墩遗址中、下层出土玉块，玉管各一件，¹⁰³江苏吴县草鞋山遗址的八、九层出有玦、环和镯类玉器多件。¹⁰⁴崧泽文化的玉器明显增多，青浦崧泽出土灿碧玉璜18件、璧2件、玦3件和镯1件。¹⁰⁵以玉玦为主是这一时期的特点。

良渚文化以大量丰富多彩的玉器著称，而且往往成批出土。1977年，江苏吴县张陵山遗址良渚文化早期墓葬M05和M02出土有琮、璧、管、珠、斧等玉器36件，M04有玉器20余件。¹⁰⁶时代与之相若的安徽潜山薛家岗遗址第三期，出土了大批琮、璜、斧、镯、环等玉器；¹⁰⁷江苏武进寺墩遗址，出土了排列整齐的珠、管、坠等玉器，为成组挂饰；¹⁰⁸上海福泉山出土琮、璧、珠管、斧、坠、带钩、杖饰等玉器百余件，¹⁰⁹蔚为大观。良渚文化遗址中，玉器最丰富的当数浙江余杭反山墓地和瑶山墓地，数以千计的玉器出土于彼。¹¹⁰其中除琮、璧、镯、纺轮等少数器种外，可分为组装件、穿缀件和镶嵌件三类。组装件是用几种不同的玉部件，安柄组装成一件器物，如玉钺是由龠、钺、鏃三个部件组装而成；穿缀件是以贯穿或缝缀等形式，串多件于一体；镶嵌件是将细小的玉粒及握手、圈足之属嵌于他器之上。反山和瑶山玉器有20余种，琮、璧、钺较为显要，而琮又是体积最大、琢制最精的上品，每件上都琢有神人兽面像，精细者如髻结，以阴线刻为主，浅浮雕、半圆雕和透雕相结合，纹呈三重，¹¹¹为良渚玉器中的极品，表现出良渚文化琢玉工艺炉火纯青、出神入化（图8）。

⁹⁸ 河南省文物研究所. 舞阳贾湖遗址的试掘. 华夏考古, 1988(2): 11页.

⁹⁹ 浙江省文物管理委员会, 浙江省博物馆. 河姆渡遗址第一期发掘报告. 考古学报, 1978(1): 39-93页.

¹⁰⁰ 罗家角考古队. 桐乡罗家角遗址发掘报告. 浙江省文物考古所学刊1, 1981, 7页.

¹⁰¹ 浙江省文物管理委员会. 浙江嘉兴马家浜新石器时代遗址的发掘. 文物, 1961(7): 345页.

¹⁰² 上海市文物保管委员会, 崧泽——新石器时代遗址发掘报告. 文物出版社, 1987, 26页.

¹⁰³ 吴苏. 圩墩新石器时代遗址发掘简报. 考古, 1978(4): 223页.

¹⁰⁴ 南京博物院. 江苏吴县草鞋山遗址. 文物资料丛刊3, 1980, 5页.

¹⁰⁵ 上海市文物保管委员会, 崧泽——新石器时代遗址发掘报告. 文物出版社, 1987, 35-37页.

¹⁰⁶ 南京博物院. 江苏吴县张陵山遗址发掘简报. 文物资料丛刊6, 1982, 28-30页.

¹⁰⁷ 安徽省文物工作队. 潜山薛家岗新石器时代遗址. 考古学报, 1982(3): 283页.

¹⁰⁸ 南京博物院. 江苏武进寺墩遗址的试掘. 考古, 1981(3): 193页.

¹⁰⁹ 上海市文物保管委员会. 上海福泉山良渚文化墓葬. 文物, 1984(2): 1-5页.

¹¹⁰ 浙江省文物考古研究所反山考古队. 浙江余杭反山良渚文化墓地发掘简报. 文物, 1988(1): 1-31页; 浙江省文物考古研究所. 余杭瑶山良渚文化祭坛遗址发掘简报. 文物, 1988(1): 32-51页.

¹¹¹ 浙江省文物考古研究所. 浙江省新近十年的考古工作. 文物考古工作十年(1979-1989). 文物出版社, 1990, 118-119页.



图 8 浙江良渚文化玉器

需要指出的是，南方的石峡文化与良渚文化具有许多共同点，玉器的形制和组合颇相雷同，说明石峡文化同样具有悠久而发达的治玉传统。¹¹²

东部的青莲岗、大汶口文化，玉器制作也较发达。1959年发掘的山东泰安大汶口遗址，出有环、璜、管、坠、斧等玉器数十件，绿松石制品亦不在少数，并用以镶嵌骨筒和象牙筒。¹¹³苏北早于青莲岗的灌云县大伊山遗址，出土的玉制品较少，仅1件青灰色玉珠和2件绿松石坠饰，¹¹⁴时代稍晚的新沂花厅墓地出土了15件（组）玉器和绿松石制品，包括成串的饰品，M4、M16、M18、M20都出土玉器二三十件，玉质多为软玉。¹¹⁵

东北辽河流域的新石器时代晚期玉器亦鼎盛一时，尤以红山文化为著（图9、图10）。辽宁阜新胡头沟红山文化墓地，就出有双联和三联玉璧、勾云形玉佩、玉鱼、玉龟、玉鸟和管、珠、环等大批玉器，其中一件玉棒残长达290mm。¹¹⁶与东南地区不同的是红山文化玉器以动物形象居多，特别是玉猪形龙的出现很值得重视。内蒙古翁牛特旗三星他拉出土的玉龙，高达260mm，¹¹⁷形象生动，与青莲岗、大汶口文化相似的是玉器常与绿松石制品共出。绿松石制品如辽宁喀左东山嘴遗址出土的鸮，¹¹⁸颇具代表性。



图 9 兴隆洼文化玉玦



图 10 红山文化玉龙

¹¹² 广东省博物馆，曲江县文化局石峡发掘组。广东曲江石峡墓葬发掘简报。文物，1978(7)：1-15页。

¹¹³ 山东省文物管理处，济南市博物馆。大汶口——新石器时代墓葬发掘报告。文物出版社，1974，96-102页。

¹¹⁴ 南京博物院，连云港市博物馆，灌云县博物馆。江苏灌云大伊山遗址1986年的发掘。文物，1991(7)：16页。

¹¹⁵ 南京博物院。1987年江苏新沂花厅遗址的发掘。文物，1990(2)：1-26页。

¹¹⁶ 方殿春，刘葆华。辽宁阜新县胡头沟红山文化玉器墓的发现。文物，1984(6)：1-5页；辽宁省文物考古研究所。辽宁牛河梁红山文化“女神庙”与积石冢群发掘简报。文物，1986(8)：1-17页。

¹¹⁷ 翁牛特旗文化馆。内蒙古翁牛特旗三星他拉村发现玉龙。文物，1984(6)：6页。

¹¹⁸ 郭大顺，张克举。辽宁省喀左县东山嘴红山文化建筑群遗址发掘简报。文物，1984(11)：1-11页。

长江中游的大溪文化，也富于玉器遗存，早期墓葬出有玉坠饰和玉玦，晚期墓出有璜、璧和镯等之类玉器。¹¹⁹

和东方、南方相比，黄河流域新石器时代文化的玉器相对要少得多。如陕西临潼姜寨仰韶文化遗址一期只出土绿松石坠饰四件，第四期只出土白色玉圭一件，第二、三、五期均未见有玉器出土。¹²⁰此外，河南郑州大河村龙山文化早期遗址有玉璜、环和玉坠饰，¹²¹马家窑文化早期遗址中也出有绿松石制品，¹²²直到龙山文化晚期的山西襄汾陶寺遗址和夏文化的河南偃师二里头遗址，才有较多的玉器出土，绿松石制品数量也增多（图 11）。¹²³



图 11 早期绿松石制品

（左上：马家窑文化； 右上：大溪文化； 下：红山文化）

玉器在中国古代文化中占有重要地位，对玉器的重视，亦颇具特色。关于这一问题的讨论，固非

¹¹⁹ 四川省博物馆. 巫山大溪遗址第三次发掘. 考古学报, 1981(4): 461-490 页.

¹²⁰ 半坡博物馆, 陕西省考古研究所, 临潼县博物馆. 姜寨——新石器时代遗址发掘报告. 文物出版社, 1988, 147、316 页.

¹²¹ 郑州市博物馆. 郑州大河村遗址发掘报告. 考古学报, 1979(1): 301 页.

¹²² 甘肃省博物馆文物工作队. 兰州马家窑和马厂类型墓葬清理简报. 文物, 1975(6): 76-84 页, 青海省考古队. 青海民和核桃庄马家窑类型第一号墓. 文物, 1979(9): 29-32 页.

¹²³ 中国社会科学院考古研究所山西工作队, 临汾地区文化局. 山西襄汾陶寺遗址发掘简报. 考古, 1980(1): 18-31 页; 中国科学院考古研究所洛阳发掘队. 河南偃师二里头遗址发掘简报. 考古, 1965(5): 222 页.

本书主旨，我们关心的是，新石器时代大量玉器、绿松石制品的原料是来自何方。

本世纪初，章鸿钊曾探究过这一问题但不得其解。他说：“中国自昔以玉多称，其产玉之地，略而弗详，求之载籍，又若独钟于西方焉。”¹²⁴李约瑟认为中国的玉多来自新疆。他指出：“经过一番深入的讨论以后，现在大家都同意新疆的和田和叶尔羌地区的山上和河中，是2000年前主要的也许是唯一的产玉中心。”¹²⁵

在现代矿物学中，玉是一个通称性名词，它包括多种性质坚韧、结构致密、色泽自白晰至暗绿的矿物，如钙镁硅酸盐类的阳起石（actinolite, $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$ ）和透闪石（grammatite, $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$ ）。分软玉与硬玉两种，又以软玉（nephrite）为主，视为真玉。有些类似于软玉的矿石，如鲍文玉（bowenite，又名蛇纹石玉 serpentine jade）和糟化石（sanssurite）在工艺上也称为玉。

考古学界对玉的命名时有混乱，未达到规范化程度。将一些具备玉的部分特征的矿石也称为玉，如蛇纹石（serpentine）、符山石（vesuvianite）、水绿榴石（nydrossular）等。同例，将黑色叶腊石称“黑玉”，假蓝宝石称“青玉”，纯白大理石称“白玉”等。由于迄今经过科学鉴定的古玉尚少，这些称谓上的混乱，为探讨古代玉料的产地带来了不便。对江苏吴县草鞋山和张陵山、武进寺墩出土的部分玉器的检测，表明其质地多系透闪石-阳起石软玉。¹²⁶

各地出土的玉器不一定从当地取材，这个问题需通过大量的科学检测，结合地质资料才便于回答，但不能排除长距离交换得来的可能性。章鸿钊早就注意到这一点，他说：“夫玉之为物虽微，使能即而详焉，则凡民族之所往还，与文化之所递嬗，皆得于征之。”¹²⁷以新疆玉矿为例，传说黄帝之时即已开采。¹²⁸

3、关于绿松石

早期绿松石的来源问题较玉料更突出。

现代矿物学中的绿松石族，包括绿松石（Turquoise, $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）和磷铜铁矿（Chalcosiderite, $\text{CuFe}_6(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）两种，均为次生矿。前者产于浅成矿床中，为富铝岩石的蚀变产物；后者主要产于金属矿床的铁帽中，较为少见。

夏湘蓉认为，中国古代绿松石的来源有两处，一是今伊朗北部所产回回甸子（中国古称绿松石为甸子），二是鄂西北地区（包括郧西、郧县、竹山诸地），所产称“襄阳甸子”，或称“荆州石”。色泽以天蓝为主，兼有蓝绿、深绿、淡绿诸品。

值得重视的是绿松石酷似硅孔雀石（Chrysocolla, $\text{CuSiO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ），仅从外表很难区别。不同之处是前者硬度为5-6，而后者仅2-4。中国古代称硅孔雀石为“碧钿”、“碧钿石”、“碧甸子”或“碧填子”，如“兴安（今陕西安康）碧钿”、“洵阳碧钿石”、“会川（今四川会理）碧甸子”和“安宁（今云南安宁）碧填子田”。¹²⁹因之，中国新石器时代考古发掘中定名为绿松石制品的，有多少是属于硅孔雀石，很值得探讨。

还需指出，硅孔雀石与孔雀石（malachite, $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ）极相像，考古发掘中时有混淆，如云南江川李家山古墓群出土数万枚所谓的“绿松石珠”，后经鉴定，证实为孔雀石。¹³⁰

硅孔雀石和孔雀石不仅相像，且往往共生。二者均为含铜矿物，硅孔雀石含铜量为33.1%，孔雀

¹²⁴ 章鸿钊. 石雅. 再刊本, 1927, 113 页.

¹²⁵ J. Needham, *Science and Civilisation in China*, vol. III, Cambridge, 1971, P665.

¹²⁶ 郑健. 吴县张陵山东山遗址出土玉器鉴定报告. 文物, 1986(10): 39-41 页; 闻广. 苏南新石器时代玉器的考古地质学研究. 文物, 1986(10): 42-49 页.

¹²⁷ 章鸿钊. 石雅. 再刊本, 1927, 117 页

¹²⁸ 《山海经·西山经》：“黄帝取密山之玉荣，而投之中山之阳。”据考，密山为密尔岱山，位于今新疆皮山县，见：夏湘蓉，李仲均，王根元. 中国古代矿业开发史. 地质出版社，1980，423 页.

¹²⁹ 夏湘蓉，李仲均，王元根. 中国古代矿业开发史. 地质出版社，1980，437-440 页.

¹³⁰ 云南省博物馆. 云南江川李家山古墓群发掘报告. 考古学报, 1975(2): 97-155 页; 云南省博物馆文物工作队. 云南楚雄县万家坝古墓群发掘简报. 文物, 1978(10): 1-18 页.

石的含铜量为 57.4%。实际上，绿松石也是一种含铜矿物，含铜量为 7.8%，磷铁铜矿的含铜量较低，为 6.4%。因之，新石器时代开采所谓绿松石的过程（包括硅孔雀石和孔雀石），也就是铜矿的开采过程。

R. F. Tylecote 认为，中亚的 Anatolia 冶铜术的发生得之于陶器上加施铜釉，¹³¹中国新石器时代似乎没有把铜矿物用作釉料。看来，中国冶铜术的发生，有可能来自对含铜较高的矿物，如孔雀石、硅孔雀石或绿松石的火试。

古代鉴别玉质优劣的一种办法就火试。《淮南子·俶真训》载：“钟山之玉，饮以炉炭，三日三夜，而色泽不变。”直至唐代仍沿用此法，白居易《放言》中就有“试玉要烧三日满”的说法。江苏吴县草鞋山 M198 出土的一件蛇纹石玉管（M198:20），表面已粉化，经科学分析，曾经火试，¹³²估计加热温度为 1000℃。若这种火试施之于孔雀石和硅孔雀石，甚至绿松石，长时间在还原性气氛中高温火试，就有可能还原出金属铜。

关于早期采矿活动所达水平的另一个例证是在辽宁沈阳新乐新石器中期遗址中，出土了一大批煤玉（又称煤精），雕成的装饰品。经分析鉴定，所用原料系出自今抚顺煤矿西露天的本层煤。¹³³表明该时期已能识别和使用煤炭，而其开拓掘进也已达相当深度。

四、早期铜器及冶铜遗物

早期铜制品及炼炉、炼渣、铸范、矿石等相关遗物，是探讨冶铜术起源及其初期发展的重要实物资料。

1、早期铜器及冶铸遗物的发现

迄今在中国发现年代最早的冶铜遗物是临潼姜寨出土的黄铜制品，时属仰韶文化早期。在建平牛梁河红山文化遗址、东乡林家和永登蒋家坪马家窑文化遗址中，也发现了铜器和冶铜遗物，年代都在仰韶文化范围内。为便于论述，统名之仰韶文化时期铜器及炼铜遗物（表 4）。

表 4 仰韶文化时期冶金遗物 [年代为公元前年，形状尺寸单位为 mm，成分为重量百分比]

遗物	出土地	文化性质	年代	材质	形状与尺寸	成分	分析方法	成形方法	资料
铜片 T74F29:15	陕西临潼姜寨	仰韶文化 半坡类型	4675 ±135	原始 黄铜	半圆形Φ48 厚 1	Cu66.54, Zn25.56, Sn0.87, Pb5.92, Fe1.11	电子显微镜能谱和 X 射线衍射、金相分析	铸造	①
铜管 T259③:39	陕西临潼姜寨	仰韶文化 半坡类型	4675 ±135	原始 黄铜	已压缩Φ< 4 残长 50	Cu69, Zn32, S0.5-0.6, Fe0.5		卷制	①
铜环 牛 II 24:M1	辽宁建平牛梁河	红山文化	约 3200	红铜					②
坩埚	辽宁建平牛梁河	红山文化	约 3200						②
铜刀 T42 ③	甘肃东乡林家	马家窑文化	约 3000	原始 黄铜		大量 Cu、Sn 少量 Fe、Ag	激光光谱		③

¹³¹ R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Metals Society, London, 1976, P5.

¹³² 郑健. 江苏吴县新石器时代遗址出土的古玉研究. 考古学集刊 3, 1983, 220-221 页.

¹³³ 沈阳市文物管理办公室. 沈阳新乐遗址试掘报告. 考古学报, 1978(4): 457 页; 辽宁省煤田地质勘探公司科学技术研究所. 沈阳市新乐遗址煤制品和产地探讨. 考古, 1979(1): 79-81 页.

F20:18									
炼渣	山西榆次源 涡镇	类仰韶文化义 井类型	约 3000			Cu47.67, Si26.81, Ca12.39, Fe8.00			④
铜刀 75×5T47③	甘肃永登蒋 家坪	马家窑文化马 厂类型	2330- 2550	原始 青铜		大量 Cu、Sn 少量 Fe	激光光谱		

- ① 半坡博物馆, 陕西省考古研究所, 临潼县博物馆, 姜寨——新石器时代遗址发掘报告。文物出版社, 1988, 148 页。
- ② 辽宁省文物考古研究所。辽宁近十年来文物考古新发现, 见: 文物考古工作三十年(1949-1979), 文物出版社, 1990, 61 页。
- ③ 甘肃省博物馆。甘肃省文物考古工作三十年。见: 文物考古工作三十年(1949-1979), 文物出版社, 1979, 141 页; 北京钢铁学院冶金史组, 中国早期铜器的初步研究。考古学报, 1981 年(3): 296 页
- ④ 和岛诚一, 山西省河东平野及太原盆地北半部史学的调查概要。人类学杂志 1943,58(4), 转自严文明。论中国的铜石并用时代。史前研究, 1984(1): 37 页; 安志敏。中国早期铜器的几个问题。考古学报, 1981(3): 272 页。

表 5 是龙山文化和岳石文化铜器及冶铸遗物, 表 6 是齐家文化铜器, 这两组铜器虽然时代相近, 但后者相对集中, 无论是文化内涵还是对后来的影响不尽相同。表 7 是夏纪年内周边地区铜器和冶铸遗物, 主要属夏家店下层文化。

表 5 龙山文化和岳石文化铜器及冶铸遗物 [年代为公元前年, 形状尺寸单位为 mm, 成分为重量百分比]

遗物	出土地	文化性质	年代	尺寸	材质与成分	分析方法	成形方法	资料	备注
渣 CH15	河南淮阳平粮台	龙山文化	2405±175	13×8×8				①	
炉壁	河南郑州牛砦村							②	
坍塌 H28	河南临汝煤山		2205±120					③	
坍塌 H40								③	
铜片 H617:14	河南登封王城岗		1900	57×65×3~2	> 7Sn, 较高 Pb	金相, 射线扫描	铸造	④	图片 7~9
铜片	河南郑州董砦							⑤	
铜片	山东诸城呈子		龙山时代					⑥	呈子曾发现炼渣和铜绿
铜锥 T110 ②:11	山东胶县三里河		早于 2030±100	残长 31	粗端 23.4Zn, .35Sn, .585Fe, 2.53Pb 细端 26.4Zn, .36Sn, .177Fe	电子探针微区	铸造 铸造	⑦	
铜锥 T2 ②:1			早于 2630±100	残长 34	粗端 22.8Zn, 1.6-2.15Sn, 2.74Pb 细端 20.2Zn, .212Sn, 3.73-4.26Pb			⑦	
铜片	山东长岛北长山岛店子							⑥	
铜锥	山东栖霞杨家圈						⑥		
渣	山东日照安尧						⑥		

铜 锥 79SM2T1 1	山东牟平照格 庄	岳 石 文化	夏纪年时期 夏纪年时期		大量 Cu, 中量 Sn, 少 量 Fe, Ag, Cr	激光光谱		⑥	微量 Pb
铜 锥 H37:29								⑥	
铜 镞 T219 ⑦:30	山东泗水尹家 城			长 63				⑧	图片 11 下左 1
铜 刀 79H5:2				长 56	45Cu, 40Sn, 4Pb, 6Si, 3Ca, 1Ag	激光光谱		⑧	
铜 刀 T198 ⑦:5		岳 石 文化	约 夏 纪 年 时 期	残 61×19×3		激光光谱	先铸后锻	⑧	铜刀只出土 5 把, 图片 11 下 左 3
铜 刀 T221 ⑦:21				残 79×20×2	91Cu, 5.47Sn, 1.13Pb	原子吸收光谱	铸, 刃经锻	⑧	
铜 刀 T222 ⑦:45				53×6.5×1	48Cu, 39Sn, 5Pb, 4Si, 1Ca	激光光谱	铸后锻	⑧	
铜 锥 T268 ⑦:4				长 61	64Cu, 7Sn, 25Pb, 1Fe, 2Ca	激光光谱	铸局部锻	⑧	
铜 锥 T258 ⑦:7				残长 34			铸造	⑧	
铜 环 T216 ⑦:27				Φ 约 74×4× 1	91Cu, 3Sn 2Pb, 1Fe, 2Si	激光光谱	铸造	⑧	
铜 片 T211 ⑦ D:16					89Cu, 1.89Sn, 1.28Pb	原子吸收光谱	铸造	⑧	
铜 片 H479:1					73Cu, 3Sn, 8Pb, 3Fe, Si, 2Al	激光光谱	铸造	⑧	
铜 刀 H524:6	河南洛阳东干 沟	二 里 头 文 化		长 62, 背厚 2	青铜		铸造	⑨	
铜 刀 T505(4):4				残长 55, 宽 20, 厚 2	青铜		铸造	⑨	
铜 钻 H561:1				长 50, 顶宽 11, 厚 3	青铜		铸造	⑨	
残铜器 H517:1				长 43, 顶宽 17, 厚 2	青铜		铸造	⑨	
铜 刀 T23(148): 214	安徽含山大城 墩			刃长 38, 柄长 30	青铜	金相, 扫描电镜	铸造	⑩	
铜 铃 M3296:1	山西襄汾陶寺	龙 山 文化	2085	高 27.5, 口宽 63	97.86Cu, 1.54Pb, 0.16Zn		铸造	⑪	

- ① 河南省文物研究所,口地区文化局文物科.南淮阳平粮台龙山文化城址试掘简报.物, 1983 (3): 31 页.
- ② 张忠培.国早期铜器的发现与研究.国北方考古文集.物出版社, 1990, 232 页.
- ③ 中国社会科学院考古研究所河南二对.南临汝煤山遗址发掘报告.古学报, 1982 (4): 474 页.
- ④ 河南省文物研究所, 中国历史博物馆考古部.封王城岗遗址的发掘.物, 1983 (3): 13 页. 北京科技大学冶金史研究室.封王城岗龙山文化四期出土的铜器 WT196H617:14 残片检验报告.见:南省文物研究所, 中国历史博物馆考古部.封王城岗与阳城.物出版社, 1992, 327-328 页.
- ⑤ 李京华.于中原地区早期冶铜技术及相关问题的几点看法.物, 1985 (12): 75 页.
- ⑥ 严文明.中国的铜石并用时代.前研究.984 (1): 36-44 页.
- ⑦ 中国社会科学院考古研究所.胶县三里河.物出版社, 1988,21、196-199 页.
- ⑧ 山东大学历史系考古专业教研室.泗水尹家城.物出版社, 202-204.北京科技大学冶金史研究室.山东泗水尹家城遗址出土岳石文化青铜器鉴定报告.见:泗水尹家城.附录二, 353-359 页.
- ⑨ 中国社会科学院考古研究所.洛阳发掘报告—1955-1960 年洛阳涧滨考古发掘资料.北京燕山出版社, 1989, 58 页.
- ⑩ 张敬国.山大城墩遗址第四次发掘的主要收获.文物研究 (4) .1988, 108 页.有关检测结果将另行发表.
- ⑪ 中国社会科学院考古研究所山西工作队, 临汾地区文化局.山西襄汾陶寺遗址首次发现铜器.考古, 1984 (12): 1068-1071 页.

表 6 齐家文化铜器 [年代为公元前年, 形状尺寸单位为 mm, 成分为重量百分比]

器物	出土地	尺寸	材质与成分	检测方法	成形方法	资料来源	备注	
铜刀 AT5:249	甘肃 武威 威皇 皇娘 娘娘 台		大量 Pb , < .03, .1-3Sn, .01Sb, .03Ni	光谱	铸造	①	99.63-99.87Cu	
铜钻 T17:5		长 180			铸造	①		
铜钻 T18:6		残长 67			锻造	①		
铜锥 T6:3H6							①	
铜锥 TB1							①	
铜锥 H9:3							①	
铜锥 T10:3							①	
铜锥 T13:1				大量 Cu,Pb < .03, 0.1Sn	光谱		①	估 99.87Cu
铜锥 T17:4		长 78					①	已变形
铜锥 T14:8							①	
铜钻 T4:17		长 52					①	
铜钻 T3:7		长 70				锻造	①	
铜刀 T17:5		115×30				锻造	①	
铜刀 T18:6		残 60×39				锻造	①	
铜锥		长 38				锻造	①	1957-1959 年出土 铜锥 12 件, 余 7 件 未见诸报导
铜锥		长 120				锻造	①	
铜锥		残长 50				锻造	①	
铜锥		长 102				锻造	①	
铜锥		长 90				锻造	①	
铜凿 (T19:2)		长 70				锻造	①	
铜环 (T18:2)	Φ20				卷制	①		
条形器 (H9:3)	残 67×20					①		
铜匕 TF:7	甘肃永靖大河庄	长 125, 厚约 2				②		
铜片 T30:27	甘肃永靖大河庄		96.96Cu,.02Sn、Pb、Tr	湿法		②		
铜斧 H72:1	甘肃永靖秦魏家	残 40×42	大量 Cu、少量 Pb、微量 Sb	激光 光谱		③		
铜锥 T6:2		长 82	大量 Cu、中量 Pb、Sn	激光 光谱		③		
铜环 M70:2						锤锻	③	
铜环 M99:6				95Cu、5Pb	不详	锤锻	③	

铜饰 H4:1		残长 25				③	
铜饰 M19:6		残长 26				③	
(尖)G3T30 ②:27			大量 Cu,少量 Sn、Pb	激光 光谱		③	
铜斧	甘肃广河齐家坪	150×40×31				④	
铜镜 M41		Φ60				④	
铜刀	甘肃广河西坪	长 183				⑤	
铜指环	青海贵南尕马台					⑥	
铜泡						⑥	
铜镜 M25		Φ90×3	约 90Cu,10Sn	中子 活化		⑥	

- ① 甘肃省博物馆.武威皇娘娘台遗址发掘报告.考古学报, 1960 (2):53-70 页; 武威皇娘娘台遗址第四次发掘, 考古学报, 1978 (4):453-437 页。
- ② 中国科学院考古研究所甘肃工作队.甘肃永靖大河庄遗址法学报告.考古学报, 1974 (2):53-54 页。
- ③ 中国科学院考古研究所甘肃工作队.甘肃永靖秦魏家齐家文化墓地.考古学报, 1975 (2):74、84 页;北京钢铁学院冶金史组.中国早期铜器的初步研究.考古学报, 1981 (3):296、298 页。
- ④ 安志敏.中国早期铜器的几个问题.考古学报, 1981 (3):277-278 页。
- ⑤ 严文明.论中国的铜石并用时代.史前研究, 1984 (1):39 页。
- ⑥ 青海省文物管理考古队.青海省文物考古工作三十年.见文物考古工作三十年 (1949-1979), 文物出版社, 1979, 162 页; 李虎侯.齐家文化铜镜的非破坏的非破坏性鉴定.考古, 1980 (4):365-368 页。

表 7 夏纪年内周边地区出土铜器和铸铸遗物 [年代为公元前年, 形状尺寸单位为 mm, 成分为重量百分比]

遗物	出土地	文化性质	年代	尺寸	材质与成分	分析方法	成形方法	资料	备注		
铜耳环 J1:1	河北唐山小官庄	夏家店下层文化	约当夏纪年时期	19×12×8	92Cu,7Sn			①	扫描电镜少量 S、Pb		
铜刀 T2④	天津蓟县张家园								②		
铜镞 T2④									②		
铜耳环 F4									②		
铜刀	北京昌平雪山								③		
铜镞									③		
铜耳环 M2:1	北京房山琉璃河								④		
铜指环 M2:2									④		
铜镞	河北大厂大坨头								⑤		
石斧范	河北唐山雹神庙					136×67×22	片麻岩			①	
石刀范						223×62×20				①	两件 1 副
石矛范甲						141×73×32				①	范腔严重侵蚀
石矛范乙						146×71×27				①	
铜刀 T1:29	内蒙宁城小榆树林子									⑥	
铜屑 (4 粒)	内蒙赤峰夏家店			最大者直径 5				⑦	出土于Ⅲ地第四层, 层位号⑥		
渣								⑦			
铜器	内蒙敖汉旗大甸子							⑧			
泥范	内蒙赤峰四分地			34×71×27	泥质灰陶			⑨			
铜锥	内蒙依金霍洛旗朱开沟	客省庄文化	龙山文化至商纪年					⑩			
铜镞	西藏拉萨曲贡	文化	夏纪年时期		83.67Cu12.51 Sn	湿法	铸造	⑪			

铜牌 T10 ②:335	河北唐山大城山				99.33Cu	湿法	锤锻	⑫	
铜牌 T10 ②:339					99.97Cu,0.17 Sn	湿法	锤锻	⑫	

- ① 安志敏. 唐山石棺墓及其有关遗物. 考古学报, 1954(7):81; 中国早期铜器的几个问题. 考古学报, 1981(3):275页。
- ② 天津市文物管理处. 天津蓟县张家园遗址试掘简报. 文物资料丛刊 1, 1977:167-168页。
- ③ 严文明. 论中国的铜石并用时代. 史前研究, 1984(1), 42-43页。
- ④ 琉璃河考古工作队. 北京琉璃河夏家店下层文化墓葬. 考古, 1976(1):60页。
- ⑤ 天津市文化局考古发掘队. 河北大厂回族自治县大沱头遗址发掘简报. 考古, 。
- ⑥ 内蒙古自治区文物工作队. 内蒙古宁城县小榆树林子遗址试掘报告. 考古, 1965(12):620-621页。
- ⑦ 中国科学院考古研究所内蒙古发掘队. 内蒙古赤峰药王山、夏家店遗址试掘简报. 考古, 1961(2):80页; 赤峰药王山、夏家店遗址试掘报告. 考古学报, 1974(1):127页。
- ⑧ 张忠培. 中国早期铜器的发现与研究. 见:中国北方考古文集. 文物出版社, 1990, 236页。
- ⑨ 辽宁省博物馆, 昭乌达盟文物工作站, 赤峰县文化馆. 内蒙古赤峰县四分地东山咀遗址试掘简报. 考古, 1983(5):428页。
- ⑩ 西藏高原考古重大进展——拉萨曲贡遗址出土早期青铜器. 中国文物报, 1992, 1.26, 第一版。
- ⑪ 内蒙古文物工作队, 内蒙古博物馆. 内蒙古文物考古工作三十年. 见:文物考古工作三十年(1949-1979). 文物出版社, 1979, 71页。
- ⑫ 河北省文物管理委员会. 河北唐山市大城山遗址发掘报告. 考古学报, 1959(3):33页。

表 8 是夏县东下冯遗址铜器和铸铜遗物。这批遗物时间跨度较大，多属二里头文化，但相对原始，具有典型的铜石并用时期文化性质，因而也在这一节里论述。

表 8 夏县东下冯遗址铜器和铸铜遗物 [年代为公元前年，形状尺寸单位为 mm，成分为重量百分比]

遗物	其别	尺寸	材质	分析方法	备注
铜凿 H9:17	III	110×13×8	红铜	高频火花摄谱， 金相	
石斧范 H501:1 之 1/4	III	136×74	片麻岩		
石斧范 H501:1 之 2/4	III	长 138	片麻岩		另 2 斧范不明， 未计入
石范 H15:27	III	残长 100	片麻岩		
石范 T5513:4:4	III		片麻岩		
铜凿 T4423:3C:12	IV	长 75			
铜刀 T1022:4:19	IV	长 123			
石范 T5501:3D:18	IV	残 80×60×20	滑石化片麻岩		疑为凿范
铜镞 T4423:3C:12	IV	长 68			
铜镞 T1022:4:19	IV	残长 66	78.59Cu、14.13Sn、4.46Pb、0.26Zn	湿法分析	
铜镞 H20:9	IV		85.57Cu、9.14Sn、2Pb、0.32Zn		1 镞不明，未计
铜镞 H531:1	III	长 59			
铜镞 F597:17	III	长 76			
铜镞 T4619:3E:3	III	残长 53			
铜镞 H525:14	III	残长 54			
铜刀 T4424:3B:17	V	长 162			
铜刀 J2:14	V	残长 122			
铜刀 H38:1	V	残长 138			另 1 刀不明，未 计入
斧范 T4424:3B:33	V	残 185×72× 35	千枚岩		2 范本为一套
T4425:3B:9	V	残长 95			
石范 T5512:3C:1	V	残 81×80×16	片麻岩		镞，凿、铸共用

					一范
铜镞 T4451:3B:20	V	长 83			
铜镞 T2106:3:1	V	长 60			
铜镞 T1012:3:14	V	长 76	Sn > 6, 有 Pb	高频火花摄谱, 金相	
铜镞 T5507:3C:4	V	残长 60			
铜镞 T5522:3C:23	V	残长 41			
铜镞 T4455:3B:27	V	长 76			另 4 镞不明, 未 计入
渣	V				计 5 块
残铜器 H104:1	V		Sn、Pb 中等含量	高频火花摄谱, 金相	
铜刀 H35:1	VI	长 35			
铜镞 T5515:3B:13	VI	长 82			
铜镞 T5531:3A:4	VI	长 61			
铜爵 M4:1	VI	高 12, 流尾长 14			另一铜镞不明, 未计入

东下冯遗址的年代在公元前 1900-前 1500 年之间, 相当于夏纪年和商早期。

资料来源: 中国社会科学院考古研究所, 中国历史博物馆, 山西省考古研究所。夏县东下冯. 文物出版社, 1988, 74-76、78~79、121-122、166-167、245-246 页。

图 12 是早期铜器及冶铸遗物的分布。很明显, 这些遗物主要分布于黄河流域及古长城-黄河地带。拉萨曲贡新发现的铜镞, 从地域方面推测, 似与其他遗物关系不大, 当属特别的文化系统。含山大城墩遗址出土的青铜刀, 是目前南方发现年代最早的遗物, 属龙山文化晚期。值得重视的是, 长江南岸尚未见早于商代冶铜遗物的报告, 因此, 立足于黄河流域来探讨中国冶铜术的起源问题理所当然。

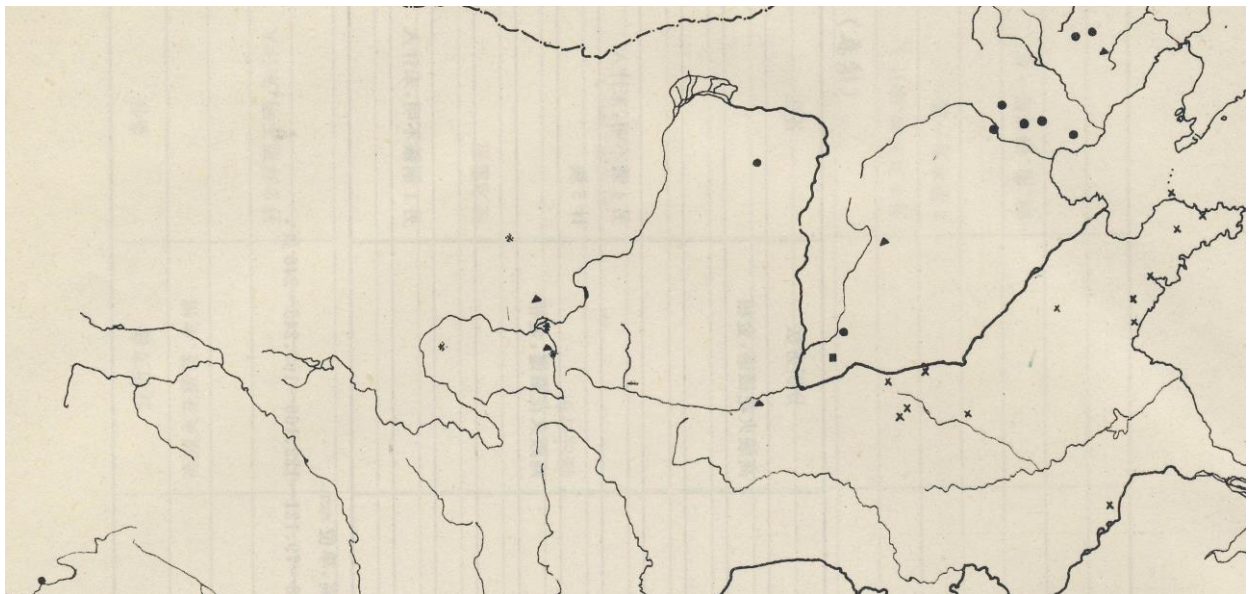


图 9 中国早期冶金遗物分布图

需要说明的是, 由于社会发展的不平衡, 各地区进入铜石并用时期和进入青铜时代的绝对年代是很不相同的。这里所说的早期铜器和冶铜遗物是泛指新石器时代晚期亦即冶铜术的萌生期。另外, 夏家店下层文化的年代相当于夏纪年时期, 就其发展阶段来说, 是处于铜石并用时期或开始进入青铜时代, 而同时的中原地区的二里头文化已进入青铜时代。又如山西夏县东下冯遗址也属二里头文化类型,

虽其时代较偃师二里头遗址为晚，亦有铜礼器出土，但多数仍是刀、凿、斧和镞之类小件器，技术上表现出开始进入青铜时代的特征，仍暂列为冶铜早期遗存以示区别。

从分布地域上看，中国早期铜器及冶铜遗物基本上分布于黄河流域，南不过长江，北未逾古长城，西至河西走廊，东抵渤海、黄海。这种现象也许是展示了中国冶铜术在萌生时期和草创阶段所处地域及其分布态势，但也不能排斥是由于各地区考古发掘工作发展不平衡所形成的。例如安徽含山大城墩出土的相当于二里头文化早期的青铜刀和西藏曲贡所出的青铜镞，都是以前难以想象的。

还须注意的是，这些铜器中，除伴有冶铸遗物或从形制上可以判定为当地所制作的外，有些器物有可能是由其他地区制作，再辗转传布到出土地区的。N. Barnard 曾就甘肃东乡林家出土的马家窑文化时期青铜刀提出疑问。他指出，这件铜刀属于孤证，未伴有炼渣、炼炉、铸范等冶铸遗物，由刀背铸造披缝看，属合范铸造，工艺已较进步（原报告误认为由单面范铸造），因而有可能是外来之物。¹³⁴他的意见是值得重视的。

中国早期铜器既有原始黄铜、原始青铜，也有原始红铜（以至天然铜），多种材质并用。既有铸造，也有压力加工成形，多种成形工艺并存。这是人类各地早期冶金的特点。也正是这种多样性，为各地金属技术形成不同的工艺传统提供了选择和契机。现对中国早期铜器分材质予以论述。

2、关于原始黄铜

中国目前所知最早的铜制品属于锌黄铜材质，即陕西临潼姜寨仰韶文化半坡类型第一期遗址中发现的铜片和铜管。铜片(T74F29:15)出自 74 探方 29 号房址的第三地层中，已残成半圆形，直径约 48mm，厚约 1mm；一面较光滑，另一面较粗糙，表层均有细裂纹，边缘有粗锉痕，局部凹陷（图 13）。铜管（T259③:34）出自第 259 探方的第三地层，已被压扁，残长约 50mm，直径约 40mm（图 14）。韩汝玢、柯俊对铜片进行了金相分析，认为“不同部分晶间组分稍有不同。图中基体为带轻微树枝状晶偏析的 Cu-Zn α 相，晶粒尺寸为 20-40 μ m，晶界处为含锡较高的 δ 相或 ($\alpha+\delta$) 相共析相，含锌量与基体相同或稍低，此外，尚有弥散的纯铅颗粒。……没有孪晶，系铸造组织。”“铜片中除铜、锌、锡外，尚含有铅、铁、硫。铅除在弥散状的金属颗粒外，还与硫形成硫化铅，它在金相组织的明场照片中为黑色。”他们又对第二相各部位用能谱仪进行定性分析，得到各元素特征 X 射线相对计数，见表 9。

表 9 姜寨黄铜片各相的 X 元素射线计数（以铜为 10000 计）

编号		1	2	3	4	5
部位		晶内	晶界附近	晶间亮相	晶界发亮相	晶界亮相
元素特征 X 射线计数	Si	690	695	—	—	—
	S	—	—	1845	5200	15260
	Sn	1093	3513	2710	3453	2160
	Fe	765	645	3042	1529	—
	Cu	10000	10000	10000	10000	10000
	Zn	4100	3257	4382	4247	4790
	Pb	—	—	4107	4359	3621
组分		Cu-Zn-Sn	当 Sn Cu-Zn	Cu-Zn-Sn 及 Pbs,不同含硫量		

引自《姜寨》附录六，545 页。

¹³⁴ N. Barnard, Sato Tamotsu, Metallurgical Remains of Ancient China, Nichiosha, Tokyo, 1975, P11.



图 13 临潼姜寨出土黄铜片



图 14 临潼姜寨黄铜管

上表给出了各部位的相组成，编号 3-5 中铜、锌、锡与基体基本相同，来自基体，其余含硫化铅的体积用定量金相估计占 5% 左右。按硫化铅密度 7.59、黄铜密度 8.5 估算，硫化铅约为 6%，铅含量为 5.2%，硫 0.8%。铁在晶内或晶界处形成铜铁混合物，在组织中有少量含铁相。铁在 850℃ 的铜中的溶解度为 1% 左右，故估计铁含量为 1%。

用扫描电子显微镜能谱分析仪检测铜片截面组织的成分，得到表 10。

表 10 姜寨黄铜片扫描电子显微镜能谱定量分析

检测部位	元素 (%重量)				
	Cu	Zn	Sn	Pb	Fe
截面平均成分	66.54	25.56	0.87	5.92	1.11
晶界第二相	61.07	21.62	17.32	—	—
另一处晶界第二相	63.64	20.23	14.48	—	1.65

引自《姜寨》附录六，545 页。

“据此，估算成分与扫描电子显微镜能谱分析 结果基本一致。”“铜片一角有成分偏析点，经鉴定含较高的锡、铁、铅。”

关于铜管，“经检测为含锌 32%、含铜 69% 的黄铜，是由窄黄铜片卷成，含锌约 0.5%，硫为 0.5%-0.6%，不含铅和锡。”

“根据以上检验结果，铜片为含铅及少量锡的黄铜铸造而成的圆片。管状物为黄铜片卷成。铜片材料杂质较多，可以用含铅锌矿的铜矿石，在较低温度（950-1000℃）下冶炼获得，再经重熔，在单面范中铸成圆片”。¹³⁵

关于姜寨铜片的确凿性和年代及其学术价值，在考古界曾存在不同意见。安志敏认为，这一遗物“在地层和时代上有疑问”。¹³⁶张忠培则认为，这一发现的“年代难以置疑”。¹³⁷严文明指出，没有根据对铜片出土地层表示怀疑。¹³⁸1986 年，华觉明特意走访了原发掘者巩启明，详细询问了铜片出土经过及地层关系，确认铜片的发掘是合乎科学要求的，所处地层是确定无疑的。¹³⁹据此，认为姜寨原始黄铜片和铜管的发现，表明早在公元前第五千纪之中，在中国中原地区已有冶金术的萌生，并已具有铸造和压力加工两种工艺并存的雏形。这在考古学和冶金史上是有重要意义的。

¹³⁵ 韩汝玢，柯俊．姜寨第一期文化出土黄铜制品的鉴定报告．见：半坡博物馆，陕西省考古研究所，临潼县博物馆．姜寨——新石器时代遗址发掘报告．文物出版社，1988，544-548 页．

¹³⁶ 安志敏．中国早期铜器的几个问题．考古学报，1981(3)：270 页．

¹³⁷ 张忠培．中国早期铜器的发现与研究，见：中国北方考古文集．文物出版社，1990，236 页．

¹³⁸ 严文明．论中国的铜石并用时代．史前研究，1984(1)：36 页．

¹³⁹ 巩启明．姜寨遗址考古发掘的主要收获及其意义．人文杂志，1981(4)：124-125 页．

1974年，在山东胶县三里河大汶口一龙山文化遗址龙山文化地层中，发现了两截黄铜锥（T110②:11、T21②:1）。铜锥（T110②:11）两头残缺，锥头和锥杆相接处稍粗，锥头的一侧向下倾斜，逐渐呈尖锥状，残长31mm；铜锥（T21②:1）亦两端残缺，长34mm（图15）。¹⁴⁰

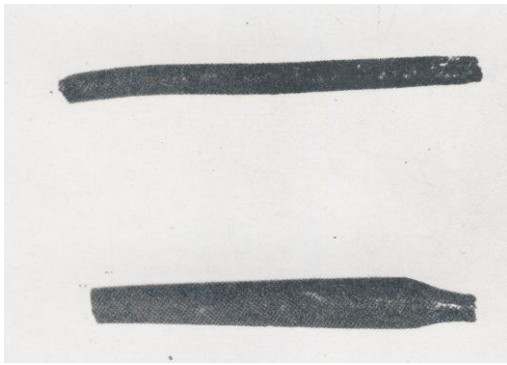


图15 胶县三里河出土黄铜锥

中国冶金史编写组曾对这两段铜锥用电子探针作微区分析，每段两端各测4-5个点，取平均值如下（表11）。

表11 胶县三里河黄铜锥电子探针微区分析 (%)

成分		锌 Zn	铁 Fe	锡 Sn	铅 Pb	硫 S	硅 Si
炉次	T21②:1 A端	26.4	未测	0.36	1.77	未测	0.043-0.095
	B端	23.4	0.585	0.35	2.53	0.053	未测
	a端	20.2	0.93	1.6-2.15	2.73-4.26	0.14-0.43	未测
	b端	22.8	未测	2.12	2.74	未测	0.053-0.1

资料来源：《胶县三里河》附录五，199页。

同时，也进行了金相分析，结论如下：

第一，由表11可知，两根铜锥的四个端面成分同，均是含铅黄铜，与其他早期铜器的成分有很大差异。

第二，锡、铅、硫的成分有偏析。含铅量高时，硫也略高；反之亦然。细段铜锥含锌量略高，但与粗段铜锥含锌量接近。两段铜锥的铁、硅含量近似。

第三，铜锥系铸造而成，成分偏析较大，组织不均匀。金相观察：基体为a相，并有蓝灰色的δ相及黑色的PbS。¹⁴¹

以上两例原始黄铜遗物是迄今所知世界上年代最早黄铜制品。黄铜冶炼有很大难度，因为现代锌黄铜是由锌与铜熔炼而成的合金。锌的熔点为420℃，沸点950℃。从锌矿中还原金属锌，需要1000℃以上的高温，已高于其沸点，金属锌则已成为气态。在早期冶炼条件下，锌蒸气很快被氧化，很难获得金属锌。中国大约在明嘉靖年间才炼得金属锌，英国炼得金属锌是在1738年。¹⁴²所以一些学者就此提出了疑问。¹⁴³

事实上，原始黄铜在其他地域的早期遗物也有例可援。在近东，巴勒斯坦的Semitic III期（公元前1400-前1200），其黄铜制品含锌量最高达23.4%。R. J. Forbes认为，“这大概是在化铜时偶然引入了

¹⁴⁰ 中国社会科学院考古研究所. 胶县三里河. 文物出版社, 1988, 21页.

¹⁴¹ 中国冶金史编写组. 三里河遗址龙山文化铜器鉴定报告. 见: 中国社会科学院考古研究所. 胶县三里河附录五. 文物出版社, 1988, 196-199页.

¹⁴² 周卫荣. 中国古代用锌历史新探. 自然科学史研究, 1991, 10(3); R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Society of Metals, London, 1976.

¹⁴³ 安志敏. 中国早期铜器的几个问题. 考古学报, 1981(3): 272页.

一种杂质，因为在罗马时期之前，在巴勒斯坦其它地区并未发现过黄铜。”¹⁴⁴公元前第一千纪初，塞浦路斯也能炼制黄铜。罗马帝国的奥古斯丁（Augustean）时代最早的黄铜币含锌 17.3%，后渐有增加并大规模生产（公元前 20 年）。此后，法国也出现了黄铜制品。

18 世纪之前，金属锌都是偶然获得的，因为赖以收取金属锌蒸气的蒸馏法在十八世纪才出现。

既然古代无法炼得金属锌与铜合成锌黄铜，那么，生产黄铜的途径只有用锌矿石与铜合炼。这种黄铜，有西方学者称之为“countrefey”。

R. J. Forboes 指出，十七世纪的 Kircher 认为用含有足够的锌的锌-铜共生矿可以炼得黄铜。这一说法尽管后来常被重复，然对现代冶金学来说是可能的，但在古代，这种巧妙的工艺是否被施行过则是大可怀疑的。E. O. von Lippmann 反对 Sebelien 与 Witter 提出的西班牙的一些共生矿可以炼得黄铜的观点，认为这种含大量锌的矿石极为罕见，目前尚不知道何处赋存有能炼制黄铜的大矿床。¹⁴⁵

R. J. Forbes 指出：如果将磨细的菱锌矿或别的锌矿与木炭、铜以混合状置于炼炉或坩埚之中，加热炼得的锌则与铜形成合金，生成金黄色的低锌黄铜，加热这种混合物甚至不必达到铜的熔点，在 800℃ 的温度下，锌就会慢慢扩散（diffuse）到铜中生成黄铜。这种方法早在十七世纪时，曾由 Biringuccio 提及。Forbes 称之为“渗合工艺”（cementation）。¹⁴⁶

“渗合工艺”往往被误认为是大约在 1509 年由 Nürnberg 的 Erasmus Ebner 发明的，事实上它的出现要早得多。十一世纪时，Theophilus 在描述如何用坩埚冶炼合于铸造要求的黄铜时，曾准确地记载了这一工艺。在波斯 Avicenna，渗合法是生产黄铜的标准方法。¹⁴⁷

中国商周青铜器的含锌量都不高，现知含锌最高的是江苏高淳东坝出土的青铜簋，含锌 2.49%（能谱分析），¹⁴⁸美国弗里尔艺术馆(Freer Gallery of Art)度藏的一件方鼎，含锌 2.4%。¹⁴⁹这与埃及、高加索、葡萄牙等地出土的青铜器含锌量较为一致（分别为 1.5%、2%、3%）。¹⁵⁰可视为铜矿中杂有锌所造成的。因此，在仰韶文化和龙山文化遗址中出土含锌 20% 以上的原始黄铜制品，确实值得认真讨论。

为此，北京钢铁学院冶金史组进行了用锌矿石和铜矿石直接冶炼黄铜的试验研究，并做了多次冶炼实验，结果见表 12。

表 12 冶炼黄铜实验结果

炉号	原料	炉壁	还原温度 (℃)	保温时间	平均成分 (%)		备注
					Zn	Pb	
1	化学纯	锻工加热炉	950	30 分	34.3	—	坩埚里焦炭取出出炉
2	化学纯	锻工加热炉	950	15 小时	5.7	—	坩埚埋入焦炭中随炉冷却出炉
3	化学纯	炭管炉	950	20	15.6	—	与大气通
4	化学纯	炭管炉	1000-1100	20	12.8	—	1200℃ 曾保温 5 分钟后出炉
5	混合矿	炭管炉	950	30	4.09	0.098	与大气通
6	混合矿	炭管炉	1000	20	15.50	1.12	1300℃ 保温 5 分钟后出炉
7	混合矿	炭管炉	920	30	6.33	0.23	造渣后 1200℃ 保温 10 分钟再降到 1000℃ 出炉
8	混合矿	炭管炉	950	30	11.70	0.21	造渣后 1200℃ 保温 10 分钟再降到 1000℃ 出炉
9	混合矿	炭管炉	980	30	13.77	0.17	造渣后 1200℃ 保温 10 分钟再降到 1000℃ 出炉
10	混合矿	炭管炉	1050	30	18.08	0.16	造渣后 1200℃ 保温 10 分钟再降到 1000℃ 出炉

引自：考古学报，1981（3）：292 页。

¹⁴⁴ R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, V01. VIII, E. J. Brill, Leiden, 1971, P267-285.

¹⁴⁵ 转引自 R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, vol. VIII, E. J. Brill, Leiden, 1971, P273.

¹⁴⁶ R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, vol. VIII, E. J. Brill, Leiden, 1971, P273.

¹⁴⁷ R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, vol. VIII, E. J. Brill, Leiden, 1971, P273-274.

¹⁴⁸ 曾琳，夏锋，肖梦龙等. 苏南地区古代青铜器合金成分的测定. 文物, 1990(9): 39-43 页.

¹⁴⁹ R. J. Gettens, *The Freer Chinese Bronzes*, Volume II, Technical Studies, Freer Gallery of Art, Oriental Studies NO. 7, Washington D.C., 1969, P241.

¹⁵⁰ R. F. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, Vol. VIII, E. J. Brill, Leiden, 1971, P273.

1-4 炉的用料为化学纯 ZnO 和 Cu₂O, Cu:Zn=1:1, 采用石墨坩埚熔炼;

5-10 炉的用料为湖北大冶铜绿山所出孔雀石和云南会泽者海的含铅菱锌矿, 配料比和熔炼设备同上。

采用化学纯料炼得的黄铜, 含锌最高者为 34.3% (炉 1), 最低者 5.7% (炉 2); 采用混合矿炼得的黄铜, 含锌最高者为 18.08% (炉 10), 最低者为 4.09% (炉 5)。

特别值得重视的是, 还曾使用山东栖霞的铜锌共生矿做过两次实验, 炼得的黄铜成分为: Cu40%-50%, Pb34%-40%, Zn2%-2.5%。冶炼试验用的矿石成分见表 13¹⁵¹:

表 13 冶炼黄铜实验用矿石化学成分

矿石产地	种类	化学成分 (重量百分比)					
		Cu	Zn	Pb	Fe	SiO ₂	CaO
湖北大冶铜绿山古矿冶遗址 6 号炉旁出土	孔雀石	53.52	未测	未测	0.70	3.52	4.3
湖北大冶铜绿山铜矿 ¹⁵¹	孔雀石	55	未测	未测	未测	2.14	未测
云南会泽者海铅锌矿	菱锌矿	0.039	46.06	0.28	2.08	25.86	0.17
山东栖霞铜矿	铜铅锌矿	13.30	3.60	23.80	13.60	11.36	<0.50

引自: 考古学报, 1981 (3): 293 页。

由以上试验, 可以提如下三个问题:

A. 由锌-铜共生矿可直接炼得黄铜, 黄铜的含锌量取决于共生矿中锌的品位高低和赋存状态及冶炼方法, 并受其他杂质严重影响。但不能获得高锌黄铜 (暂认为 $> 5\%$);

B. 试炼得到高锌黄铜的原料配比为 Cu:Zn=1:1, 将大冶铜绿山孔雀石与会泽者海铅锌矿配合后, Cu:Zn=27.5:23.03, 这样的铜锌共生矿如 R.J.Forbes 和 E. O. Lippmann 所说, 是世所罕有的;

C. 采用低品位铜锌共生矿试炼 (如栖霞铜铅锌矿, Cu13.03%, Zn3.6%), 只能得到低锌黄铜 (Zn2%-2.5%)。亦与上文所引述 R. J. Forbes 的观点相一致。

这样看来, 中国早期的高锌黄铜可能是用“渗合工艺”而不是用铜锌混合矿炼得的。

以临潼姜寨黄铜制品为例, 存在着以下几种可能性:

- 自然黄铜, 并经重熔和浇铸;¹⁵²
- 由自然铜与锌矿以“渗合工艺”合炼成原始黄铜, 再行熔铸;
- 人工冶炼铜与锌矿以“渗合工艺”合炼成原始黄铜, 再行熔铸。

因为天然黄铜极为罕见, a 的可能性极小而 b、c 两者可能性最大。

目前还不能排斥采用人工冶炼所得金属铜与锌矿“渗合”熔铸的可能性, 如是这样, 中国冶炼术的起源还可追溯到更早时期。即使如上述 b, 即系自然铜与锌矿炼得, 也是标准式的冶金过程。因此, 将中国冶金术的起源上溯到仰韶文化早期当无问题。

需要说明的是, 无论是临潼姜寨还是胶县三里河的黄铜制品, 都有其偶发性。就冶炼工艺来说, 在原始的技术条件和认识水平下, 是不可能得到发展的。

3、关于原始青铜

早期的原始青铜是如何冶炼得到的, 早就引起考古学家和冶金史家的关注。

H. H. Coghlan 指出, 许多史前青铜器含锡在 0.1-3%。他称之为“偶然得到的青铜器”(accidental bronzes), 认为这些青铜器是碰巧由含锡的铜矿石炼得的。¹⁵³Dono Tsurumatsu 所分析的大量青铜兵器

¹⁵¹ 北京钢铁学院冶金史组. 中国早期铜器的初步研究. 考古学报, 1981(3): 291-293 页。

¹⁵² 外高加索和南乌拉尔金矿产地, 曾发现过含锌 32%-35%的天然黄铜。见 М. И. Новгородова, А. И. Целин, М. Г. Дмтриева, Цинкпестая Разновидность Самородной Медн, медн, Всес, Минер, Общества, 108(2), 1979, P215.

¹⁵³ H. H. Coghlan, Notes On Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World, Oxford, 1951, P53.

基本上都属此类。¹⁵⁴

A. Lucas 提出获得原始青铜的四种可能的途径：a. 将金属铜和金属锡合熔；b. 将铜矿和金属锡合熔；c. 熔炼锡铜共生矿（黄锡矿）；d. 熔炼天然或人工混合的铜矿和锡矿。前面两种方法的前提是人们在发明冶铜术之前已能识别和获得锡。第三种方法由于黄锡矿极为罕见，可能性也很小。所以，他认定早期的青铜是用铜与锡的氧化矿或碳酸盐混合炼成的。¹⁵⁵

R. J. Forbes 在讨论青铜的起源时，提出了两种可能的途径：a. 在许多沙积矿床和洪积矿床中，水锡（stream tin）与金伴生；b. 在个别地区，如 Cornwall、Tillek、Bohemia 和中国，山锡（veintin）与铜矿共生。前者反映了采锡与采金的关系，后者曾被许多学者认为导致了原始青铜的获得。但这种情形极小可能出现。他认为，青铜与锡的起源似乎与混合矿无关。¹⁵⁶

T. A. Rickard 根据 W. Gowland 的模拟实验，同意 A. Lucas 的观点。Gowland 在地面挖了一个洞，将含锡 20% 的锡石（ SnO_2 ）和含铜 30% 的孔雀石（ $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ ）混合，与木炭相间逐层铺放于洞内，然后点火、鼓风，结果炼得了含锡 22% 的青铜。T. T. Read 也肯定了这一观点。¹⁵⁷

迄今所知中国最早的青铜器是甘肃东乡林家马家窑文化地层中发现的一把青铜刀。刀背略呈弓形，圆头，柄部甚短，系用双面范铸成（图 16）。据中国科学院地质矿物研究所采用激光光谱分析，其中铜和锡均为大量，另有少量银、铁等杂质。



图 13 甘肃东乡林家出土马家窑文化青铜刀

这件青铜器自然引起了学术界的关注，安志敏认为，它的年代在马厂类型晚期（公元前 2680-前 2355）。¹⁵⁸如前文所及，N. Barnard 也怀疑它可能来自于别处。¹⁵⁹而严文明认为：“现知在甘肃有丰富的铜矿，有些矿石中偶尔也有含有少量锡石即氧化锡，用木炭加温即可还原。所以林家青铜刀子的出现，可能与当地矿产资源的条件有关，不一定是有意地冶炼青铜合金的结果。”¹⁶⁰

需要指出的是，有关的发掘报告和原始考古资料至今仍未发表，同出的铜器碎块也未作检测。因此，这件铜刀的来历和技术细节仍有待进一步探讨。

4、关于早期红铜

人类最先识别和利用的金属铜是天然生成的自然铜。目前所知世界上最早的自然铜出自伊拉克北部的 Zawi Chemi，属中石器时代末期或新石器时代初期，其“ ^{14}C 年代为公元前 9217 土 300 和 8935 土 300。”¹⁶¹

早期的铜制品多数应是用自然铜制作的，小件铜器可仅凭锻打成形，大件铜器如锤、斧之类，则要将自然铜熔化后进行浇铸。只是当其他合金元素增多时，才能判别其为人工炼得的铜。¹⁶²

T. A. Rickard 指出，自然铜在自然界的赋存要比通常人们所想的远为丰富，¹⁶³因之，早期自然铜制

¹⁵⁴ Dono Tsurumatsu, The Chemical Investigation of the Ancient Metallic Culture in Orient, Journal of the Faculty of Science, Imperial University of Tokyo, Section 1, Part 6, 1937, P287-327.

¹⁵⁵ A. Lucas, Ancient Egyptian Materials and Industries, 4th edition, London, 1962, P218.

¹⁵⁶ R. J. Forbes, Studies in Ancient Technology, Vol. IX, E. J. Brill, Leiden, 1972, P153.

¹⁵⁷ T. T. Read, Metallurgical Fallacies in Archaeological Literature, America, Journal of Archaeology, Vol. 38, 1934, P385.

¹⁵⁸ 安志敏. 中国早期铜器的几个问题. 考古学报, 1981(3): 272-273 页.

¹⁵⁹ N. Barnard, Sato Tamotsu, Metallurgical Remains of Ancient China, Nichosha, Tokyo, 1975, P11.

¹⁶⁰ 严文明. 论中国的铜石并用时代. 史前研究, 1984(1): 37 页.

¹⁶¹ 严文明. 论中国的铜石并用时代. 史前研究, 1984(1): 37 页.

¹⁶² R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Metals Society, London, 1976, P5.

¹⁶³ T. A. Rickard, The Early Use of Metals, Journal of the Institute of Metals, vol. 43, 1935, P304.

品几乎在所有重要文明地域都有发现。¹⁶⁴T. A. Wertime 曾注意到公元前第六千纪到公元前第五千纪在土耳其的 Catal Hüyük、叙利亚的 Chagar Bazar 和伊朗的 Sialk 地区发现的自然铜制品，认为自然铜在原生和次生的铜矿床中都有赋存。¹⁶⁵

自然铜大都比较细小，常呈细片状和树枝状。¹⁶⁶像美国密执安北部 Keweenaw Peninsula 地区重达数吨的天然铜并不很多。¹⁶⁷大冶铜绿山发现的自然铜块为数不少（图 17）。据说云南地区也曾发现重达吨余的天然铜。



图 14 湖北大冶铜绿山自然铜

R. F. Tylecote 通过对早期铜制品的检测和研究，得到如下程式：

自然铜→锻制自然铜→熔铸自然铜……→人工炼铜。¹⁶⁸

这一程式基本上是技术发展进程的概括，亦与目前发现的早期铜遗物相吻合。即冶铜术是在加工自然铜的基础上得以发生的。

关于冶铜术的发生，历来众说纷纭。T. T. Read 认为铜的冶炼始于早期人们试图熔化自然铜，而自然铜上又常粘附有铜矿物。¹⁶⁹他的这一观点很难令人置信。R. F. Tylecote 认为铜的冶炼可能于偶然得之，也可能是有意识地在陶窑中进行试验而获得的。¹⁷⁰他的见解看来较为切合实际。中国亦不例外。

就中国来说，除早期黄铜制品外，西北地区的齐家文化，中原地区的龙山文化以至二里头文化，华北地区的夏家店下层文化均有原始青铜（锡青铜、铅青铜、铅锡青铜）和红铜制品出现，成为平行和交叉发展的两条线索。

中国的多数铜矿都发现有自然铜。大冶铜绿山古矿井的发掘，证实了“当时主要开采对象应是自

¹⁶⁴ C. S. Smith, Materials and Development of Civilization and Science, Sciencce, vol. 148, 1965, P908f.

¹⁶⁵ T. A. Wertime, Man's First Encounters with Metallurgy, Science, vol. 146, 1964, P1258.

¹⁶⁶ R. J. Forbes, Extracting, Smelting and Alloying, History of Technology, C. Singer, A. R. Hall and E. J. Holmyard ed. History of Technology, Vol. 1, Oxford, 1954, P585.

¹⁶⁷ F. W. Clark, The Data of Geochemistry, U. S. Geological Survey, Bulletin 770, Washington D.C., 1925, P672.

¹⁶⁸ R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Metals Society, London, 1976, P5.

¹⁶⁹ T. T. Read, Metallurgical Fallacies in Archaeological Literature, America, Journal of Archaeology, vol. 38, 1934, P22.

¹⁷⁰ T. A. Wertime, Man's First Encounters with Metallurgy, Science, vol. 146, 1964, P1258.

然铜和孔雀石两种主要含铜矿物。”¹⁷¹甘肃的武威、张掖、酒泉之南尸…。“祁连山北麓各沟谷之砂砾层，含有大块自然铜，普通皆长三寸、宽二寸。所见之最大者，长一尺余、宽六寸、厚三寸，皆无棱角”。¹⁷²夏湘蓉等据以推断“齐家文化遗址和墓地中出土的红铜器，无疑都是用自然铜制成的。”¹⁷³

鉴于甘肃发现的自然铜块未见详尽的检验报告，迄今为止，齐家文化所出红铜器也未曾作过全分析，这一结论仍有待进一步证实。有必要对锻制的红铜器作细致的金相分析，鉴别其是否具有自然铜特有的那种不均匀性：某些晶粒很大，而另一些则含有小角状晶体，或者在晶粒的隙缝中沉积着杂质（如方解石）。¹⁷⁴至于自然铜的化学成分，则基本上反映了它所由生成的矿床情况。

中国红铜制品起于何时，目前尚不得知。辽宁建平牛河梁红山文化遗址出土的铜环，年代约为公元前 3200，据说经检测为红铜质。¹⁷⁵同一遗址出有大量坩埚片，¹⁷⁶表明这件铜环有可能是人工冶炼的铜制品。

1942 年山西榆次源涡镇出土的铜渣是粘附在一陶质坩埚片上的。¹⁷⁷严文明指出：“源涡镇遗址的文化性质和太原义井遗址基本一致，是仰韶文化晚期分布于晋中地区的一种地方类型，年代当在公元前 3000 年左右。”¹⁷⁸

经分析，铜渣的化学成分为：Cu47.67%，Si26.81%，Ca12.39%，Fe8.00%。¹⁷⁹这个结果过于简率，只列出铜、硅、钙、铁四种成分，有无锰、镁、铝、钠等元素不得而知。同时，在渣中硅、铁、钙是以氧化物和硅酸铁盐的形式出现亦不清楚，而上述分析的成分总和已达 94.87%，换算成氧化物和盐类，显有问题，除非铜以颗粒状混合于其中。由于未作相分析，是否存在炼铜渣中通常具有的铁硅酸盐也是疑问。尽管如此，这一发现作为早期炼铜（可能性更大的倒是熔铜）的线索仍是值得重视的。

R. F. Tylecote 指出，在整个冶铜史上，铜炼渣的成分总是比较一致的，其主要组分为铁橄榄石（ $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ）和或多或少的氧化铝与氧化钙。含铜量一般较低，为 2%-4%，通常还要更低。¹⁸⁰以塞浦路斯早期炼铜渣为例，21 个样品含铜分别为：痕量 2 例，0.55%-2.97% 15 例，CuO0.29%-0.95% 4 例。¹⁸¹

炼铜渣的主要成分是硅酸铁，含铁量高，非铁金属较少。反之，熔铜渣含非铁金属和灰分较多，含铁量低，Tylecote 称之为坩埚渣（crusible slags），并分两类：

a. 坩埚内渣，由熔体中的铜和铁的氧化物与坩埚组成物（主要是 SiO_2 ）反应生成，它是一种复杂的硅酸盐，但渣中也可能含铁，因为当铜料重熔并与其他硅酸盐结合时，造渣的硅酸铁夹杂会漂浮出来（坩埚壁上也可能粘附有残留的金属）；

b. 坩埚外渣，附在坩埚外壁，由灰分和坩埚组成物反应生成，在熔化或浇注过程中，添加的金属氧化物会溢出来，有时使渣的性质发生变化。¹⁸²

很明显，源涡镇所出的铜渣多半是熔渣而非炼渣。其化学成分与以色列 Abu Matar 的熔渣极为相近。属于 Tylecote 所说的坩埚外渣。

至于齐家文化、龙山文化和夏家店下层文化所出的红铜器件，鉴于其年代较晚，其中大多数应是人工炼制的铜经加工而得到的（尽管仍待进一步的分析检测予以验证）。

¹⁷¹ 铜绿山考古发掘队。湖北铜绿山春秋战国古矿井遗址发掘简报。文物，1975(12)：10 页。

¹⁷² 甘肃矿业公司甘肃矿产测勘总队。甘肃矿地质产调查报告书。1943，74-75 页。见：夏湘蓉，李仲均，王根元。中国古代矿业开发史。地质出版社，1980，244 页。

¹⁷³ 夏湘蓉，李仲均，王根元。中国古代矿业开发史。地质出版社，1980，243 页。

¹⁷⁴ 在天然铜的检测方法上，R. Maddin 等作了成功的尝试。参阅 R. Maddin, T. S. Wheeler and J. D. Muhly Distinguishing Artifacts Made Of Native Copper, Journal of Archaeological Science, 1980, NO. 7, P211-225.

¹⁷⁵ 引自中国文明起源研讨会上孙守道 1991 年 11 月 27 日发言，北京。

¹⁷⁶ 辽宁省文物考古研究所。辽宁近十年来文物考古新发现。文物考古工作十年(1979-1989)。文物出版社，1990，61 页。

¹⁷⁷ 和岛诚一。山西省河東平野及び太原盆地北半部にける 先史学の调查概要。人类学杂志，1943，58(4)。见：安志敏。中国早期铜器的几个问题。考古学报，1981(3)：272 页。

¹⁷⁸ 严文明。论中国的铜石并用时代。史前研究，1984(1)：37 页。

¹⁷⁹ 和岛诚一，山西省源涡镇遗址出土的铜渣について，资源科学研究所汇报，第 58-59 号，1962，150-161 页。

¹⁸⁰ R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Metals Society, London, 1976, P5, P16.

¹⁸¹ G. Constantinou, Geological Features and Ancient Exploration of the Cupriferous Sulphide Orebodies of Cyprus, Early Metallurgy in Cyprus, 4000-500B. C. J. D. Muhly, R. Maddin and V. Karageorghis ed. Nicosia, 1982, P20.

¹⁸² R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Metals Society, London, 1976, P19, P21.

五、中国冶铜术的起源与铜石并用时期

冶铜术的发生是一个极为复杂的文化现象和技术现象。冶铜术发生于发达的新石器文化的沃野，在多种技术进步的培养下发展成熟，并非无本之术，无源之水。这些关系在后来的史料中尚有不少线索可供寻绎。根据对中国冶铜术发生的文化背景和陶冶、矿冶关系及早期冶铜遗物的分析，结合历史文献，可更具体地探索中国冶铜术发生时限、发生地及独立性等问题。

冶铜术的发生与发展，标志着人类开始进入铜石并用时期。对早期冶铜与铜器制作技术的分析研究，对于理解冶铜术的发生具有重要作用。青铜时代的到来是铜石并用时期社会与技术发展的必然结果，也是铜石并用时期的结束。在中国青铜时代，青铜文化及冶铸技术均富有自身特点而与其他地或有显著区别，然而这些技术特征早就孕育在铜石并用时期之中乃至更早。为了探讨中国青铜技术的统一性，应对中国铜石并用时期向青铜时代的过渡进行讨论。应该说，中国进入青铜时代的一个重要标志是青铜礼器的出现。

1、文献记载与传说

中国古代有丰富的文献记载和传说，由于年代久远和辗转相传，其中确杂有许多夸张、附会、不尽可信的成分。但是，对文献记载和传说采取轻视的态度，甚至一概斥之为子虚乌有，是有悖于科学的。许多历史事实是以一种隐晦曲折的方式反映于史籍之中，循着这些蛛丝马迹，结合考古发掘和实物分析予以寻绎，常能给人们以重要的启示。大量史实表明，文献记载往往滞后于历史的实际，因此对文献记载和传说中的史料须予以应有的重视。

古代史籍中关于用铜的记载，最早可追溯到传说中的黄帝时代，略举数端如下：

“昔黄帝以其缓急作五声以政五钟。”（《管子·五行》）

“黄帝又命伶伦与荣将铸十二钟以和五音。”（《吕氏春秋·古乐篇》）

“黄帝作宝鼎三，象天、地、人。”（《史记·封禅书》）

“黄帝采首阳山铜，铸鼎于荆山下。”

“帝采首阳山铜铸剑，以天文古字铭之。”（《史记·黄帝本纪》）

“蚩尤以金为兵。兵有五，一弓二殳三矛四戈五戟。”（《世本·作篇》）

“葛庐之山发而出水，金从之，蚩尤受而制之，以为剑钺矛戟，是岁相兼者诸侯九；雍狐之山发而出水，金从之，蚩尤受而制之，以为雍狐之戟芮戈，是岁相兼者诸侯十二。”（《管子·地数》）

“造冶者，蚩尤也。”（《尸子》卷下）

年代晚于黄帝时代的记载有：

“禹穴之时，以铜为兵，以凿伊阙，通龙门。”（《越绝书》卷11）

“昔夏之方有德也，远方图物，贡金九牧，铸鼎象物。”（《左传·宣公三年》）

“禹收九牧之金，铸九鼎。”（《史记·封禅书》）

“淮海惟扬州，彭蠡既猪，厥贡惟金三品。”（《尚书·禹贡》）

“荆及衡阳惟荆州，江汉朝宗于海，厥贡羽毛齿革，惟金三品。”（《尚书·禹贡》）

“夏后开（启）使蜚廉折金子山川，而陶铸之于昆吾。”（《墨·耕柱》）

虽然这些文献并没有载述冶铜术起始年代，但有关黄帝部落（代表炎黄集团）和蚩尤部落（代表东夷集团，一说与苗蛮集团有关）已能采铜、铸铜和用铜作兵器的记载，参照上文各表所列早期铜器资料，表明大约在公元前第四千纪末至公元前第3千纪中期，亦即氏族社会晚期，冶铜术已有一定的发展。《禹贡》关于夏纪元时期各地区（九牧）给中原地区提供铜料的记载，参照近年来湖北、江西、安徽、江苏等地（均属古荆州、扬州地望）早期矿冶遗址的发现，也应是言之有据的。

2、有关中国冶铜术起源的若干问题

从以上各节的讨论，可以得到一些基本的看法，即：A. 中国新石器时代中、晚期之交，即大约公元前5000年或稍后时期，已具有冶铜术发生的技术条件；B. 已知最早的铜制品发现在仰韶文化半坡类型遗址中（约公元前4500），属高锌黄铜；C. 红山文化遗址所出铜环可能是已知最早的人工冶炼的红铜制品（约公元前3200）；D. 已知最早的青铜制品出现在马家窑文化遗址中（约公元前3000），属锡青铜；E. 古代文献中所载用铜最早时间为黄帝时期，约公元前第四千纪。基于上述要点，下文将探

讨和中国冶铜术起源有关的若干问题。

冶铜术发生的时限

鉴于天然黄铜极为罕见，又考虑到姜寨黄铜片具有铸态组织，系熔铸成形，看来，它更可能是用自然铜（或人工冶炼铜）和锌矿石合炼而成，这和该时期已具备的技术条件是吻合的。应该说，这是目前所知中国最早的冶金活动的产物。

从红山文化遗址出土的大量坩埚片来看，冶铜的生产活动可能已具一定规模和持续时间，再联系到同地区所出铜环、榆次源涡镇熔铜渣、东乡林家铜刀等早期遗物及表 4-表 8 所列的早期铜器，可以认为冶铜术萌生于仰韶文化早期，时断时续出现于仰韶文化中、晚期。其间有许多缺环或旋生旋灭，到新石器时代晚期的龙山文化时期，才渐具延续性，得到持续发展，逐渐趋于成形。也就是说，中国冶铜术可能是多次发生的。

冶铜术发生地蠡测

冶铜术的发生，从自然条件来说，首先得有铜矿的赋存。地质矿产调查和勘探表明，中国的铜产地主要分布于以下三处，即西起荆楚平原、东迄宁镇地区的长江中下游成矿带；位于山西省南部的中条山成矿带；西南地区的川滇成矿带。

在这三大成矿带中，长江中下游地区和中条山区最有可能成为冶铜术的早期发祥地。这是因为从文化背景和技术积累来说，这两个地区都有相当发达的新石器文化，又有丰富的铜矿资源。中条山区地处仰韶文化腹地，这一地区的前仰韶文化也较发达。长江中下游地区则有发达的大溪文化与马家浜文化。

再从文献记载和考古发掘的实证资料来看，中条山区自古是中国的著名铜产地，战国时代的著作《山海经》记鼓鑿山出铜，即在今山西垣曲县境内。1952 年于该县桐木沟、南和沟一带发现古矿坑，至今仍为中国重要铜矿区。¹⁸³1960-1961 年，安志敏、陈存洗考察了位于中条山北麓、黄河支流涑水河上游的山西运城洞沟东汉采铜遗址，共发现古矿坑 7 处，采集到铁锤、铁钎等采矿工具和铜锭一件。矿坑附近的崖壁上镌刻有东汉光和二年（179）和中平二年（185）的题记。这一遗址即位于垣曲县西南约 70km 处。¹⁸⁴

长江中下游为以产铜著称的古荆州和古扬州地区，早自《禹贡》即见于记载。对于《禹贡》的成书年代及其记述的真实性，学术界曾有过争论。多数学者认为它是战国时期的著作，其中也包含有西周时期的史料。近年来，湖北、江西、安徽、江苏多处重要古矿冶遗址的发现和研究，¹⁸⁵不但证实《禹贡》的记载是可信的，而且这一地区先民的实际采铜炼铜活动要比文献记载丰富得多，也早得多。它的延续时间很长，史籍所载汉代唯一的铜官即设在安徽铜陵，汉唐时期著名的丹阳铜即出自皖南铜矿区。现在，这一地区仍是中国最为重要的铜产地。

需要着重指出的是，中国铜矿资源的分布相当广泛。许多地区都赋存有小而分散，但品位较高的铜矿体（俗称“鸡窝矿”）。这些矿体也就为各地区铜矿的早期开采和冶铜术的发生提供了必要条件，虽然从几率上说，未必能像那些大矿区那样提供的条件充分。诸如红山文化所在的辽西地区，夏家店下层文化所在的燕山地区，以及龙山文化所在的胶东、豫西和秦岭山区，都已查明确有铜矿或含铜共

¹⁸³ 周卫健，卢本珊，华觉明. 瑞昌铜岭古矿冶遗址的断代及其科学价值. 江西文物, 1990(3): 17 页, 安志敏, 陈存洗. 山西运城洞沟的东汉铜矿和题记. 考古, 1962(10): 519-522 页.

¹⁸⁴ 周卫健，卢本珊，华觉明. 瑞昌铜岭古矿冶遗址的断代及其科学价值. 江西文物, 1990(3): 17 页, 安志敏, 陈存洗. 山西运城洞沟的东汉铜矿和题记. 考古, 1962(10): 519-522 页.

¹⁸⁵ 铜绿山考古队. 湖北铜绿山春秋战国古矿井遗址发掘简报. 文物, 1975(2): 1-12 页; 中国社会科学院考古研究所铜绿山工作队. 湖北铜绿山东周古矿冶遗址发掘. 考古, 1981(1): 19-23 页. 湖北铜绿山古铜矿再次发掘——东周炼铜炉的发掘和炼钢模拟试验. 考古, 1982(1): 18~22 页; 黄石市博物馆湖北铜绿山春秋时期炼钢遗址发掘简报. 文物, 1981(8): 30~39 页; 夏鼐, 殷玮璋. 湖北铜绿山古铜矿. 考古学报, 1982(1): 1-14 页; 杨立新. 皖南古代铜矿初步考察与研究. 文物研究, 1988(3): 181-190 页. 刘平生. 南陵大工山古矿冶遗址群江木冲冶炼场调查. 文物研究, 1988(3): 191-201 页; 港下古铜矿遗址发掘小组. 湖北港下古铜矿遗址发掘简报. 考古, 1988(1): 30~42 页; 江西省文物考古研究所铜岭遗址发掘队. 江西瑞昌铜岭商周冶遗址第一期发掘简报; 江西文物, 1990(3): 1-12 页; 周卫健, 卢本珊, 华觉明. 瑞昌铜岭古矿冶遗址的断代及其科学价值. 江西文物, 1990(3): 13-23 页, 南京市博物馆, 南京博物院, 南京九华山铜矿. 南京九华山古铜矿遗址调查报告. 文物, 1991(5): 66-77 页.

生矿以至铅矿，少数地区还发现有锡矿资源。如林西大井古铜矿至迟在西周已规模开采。¹⁸⁶殷墟所在地河南安阳的铜矿，¹⁸⁷不仅在史籍早有记载，并且至今仍在开采，而历史上以制陶、铸铜著称的昆吾之墟（河南濮阳），也正位于这一地区，它们也有可能成为冶铜术的发祥地，或者是冶铜术较早发达的地区。

和中国冶铜术的多次发生相一致，中国冶铜术可能有多个发生地。姜寨发现的黄铜制品与牛河梁发现的红铜制品、东乡林家发现的青铜制品（源涡镇不详），分别是铜合金中三个系列的代表，而且分布在中国中原、东北、西北这三个辽阔的地域。姜寨黄铜是迄今所知最早的黄铜制品，除其后约 2000 年的山东胶县三里河龙山文化地层中出土一黄铜锥外，别无他例。中国早期铜器这种各具特点的现象，当为中国冶铜术可能发生多次、可能具有多个发生地的佐证。

关于冶铜术的发生方式

中国冶铜术是在新石器时代制陶工艺积累的还原性气氛中和高温条件下，将在采玉琢玉实践中获得的铜矿石（通常为孔雀石）进行偶然性的冶炼而得以发生的。而这三种条件在这一过程的有机结合则赖于对玉的火试。即：对孔雀石之类的含铜矿物在还原性气氛中高温火试，当是中国冶铜术发生的一条重要途经。特别是为了提高火试温度可能采用的在类似坩埚中进行鼓风，对阐述冶铜术的发生更为重要线索。

另外，姜寨黄铜制品有可能是自然铜与锌矿石“渗合”而成。如确是如此，向前追溯，仰韶先民可能已了解这类原始的冶铜过程，如此的“渗合”是合金化过程。向后推论，这种“渗合”工艺使他们得以掌握和巩固红铜或青铜的炼制技术。看来，与“渗合”工艺相关联的冶铜术，则是探讨中国冶铜术发生的一条重要线索。

关于冶铜术发生的独立性问题

和中国文明起源问题相关联，关于中国冶铜术的渊源也有多种不同的看法。最为典型的是中国冶铜术西来说。¹⁸⁸持此说者，认为中国彩陶文化晚于西亚，中国青铜器的出现也晚于西亚，故而简单地推论中国彩陶来自于彼，中国冶铜术亦来自于彼。还有一些学者，出自同一观念，持中国冶铜术北来说。

中国彩陶和冶铜术外来说的理论背景是文化单一起源论和欧洲中心论，其前提是现代考古学在中国尚处于初始阶段。随着中国考古学的深入，事实证明中国彩陶具有独立的起源，并非源于西亚和西北利亚地区。¹⁸⁹值得重视的是，前仰韶文化内容的不断丰富，却证实中国彩陶早于外域而不是相反。目前还没有多少事实证明中国新石器时代某些文化因素来自外域或受到外地文化的较大影响。

提出所谓中国冶铜术外来说的背景与彩陶文化相类，早年许多学者为殷墟出土的大量精美的青铜器所震惊。由于尚未认识到早于殷墟的青铜器，使之显得十分突兀，于是，中国青铜文化外来说亦纷纭一时。随着中国田野考古在深度上和广度上的开拓，先后发现了早于殷墟的二里岗、二里头期青铜器，发现了许多龙山文化时期的铜遗物，而仰韶文化期铜器的发现也已不是偶然现象。所有这些，都反映出中国青铜器具有明确的发展阶段和清楚的源流继承关系。中国青铜技术应是自成其系统的。

在以上各节的讨论中，得知中国冶铜术是在石器时代长时间的文化环境的发展和技术的积累中发生的，新石器时代的制陶和采矿技术对中国冶铜术的发生具有莫大的影响。中国冶铜术可能发生于早期对玉的“火试”，另外，姜寨黄铜的突出特殊性，也当是这种影响的结果。非但如此，这一影响一直持续到青铜时代冶铸工艺传统的建立与巩固。所有这些，都表明中国冶铜术有可能具有独立的起源，并可能同时或稍有先后地多次发生于中国腹地，进而波及至边远地区。这一论点不仅与早期一些学者

¹⁸⁶ 辽宁省博物馆文物工作队。概述辽宁省考古新收获，见：文物考古工作三十年(1949-1979)，文物出版社，1979，90 页。

¹⁸⁷ 石璋如据地方志和矿业志资料，划出以安阳为中心 200km 内的铜矿，山东有 1 处(济南)、河南有 3 处(鲁山、禹县、登封)、山西有 7 处(垣曲、闻喜、夏县、绛县、曲沃、翼城、太原)，但哪些在殷代已被开采，却未说明。见：石璋如。殷代的铸铜工艺。中央研究院历史语言研究所集刊，1955，26：102-103 页。

¹⁸⁸ 参见本文开头及华觉明。论中国冶金术的起源。自然科学史研究 1991，10(4)：366-368 页；R. F. Tylecote, A History of Metallurgy, The Metals Society, London, P11. 谢. 列. 瓦西列耶夫著，郝镇华等译。中国文明的起源问题。文物出版社，297-308 页。

¹⁸⁹ 严文明。略论仰韶文化的起源和发展阶段。仰韶文化研究。文物出版社，122-165 页。

所持中国青铜器当地起源说相一致，也与新近的研究相吻合。¹⁹⁰

当然，不容忽视的是，从中国目前发现的早期铜制品看，在仰韶文化半坡类型早期与红山文化晚期、仰韶文化义井类型、马家窑文化马家窑类型之间，还有不少缺环，在原始黄铜与红铜、原始青铜诸材质之间的联系还无法建立，原始黄铜制品和原始青铜制品都还较为孤立，皆未发现相关的冶铸遗物。所有这些，都还罩在扑朔迷离的帷幕之后。

另外，由于对新石器时代中国与域外的交流的研究十分贫乏，尚未有针对性的田野发掘工作规模展开，迄今为止，人们对这一交流的内容和方式都相当无知。诸如中国青铜时代晚期的青铜器曾受外来影响、¹⁹¹姜寨黄铜制品的极其偶然一样，中国早期冶铜工艺受到外来影响的可能性并非绝然没有。本文提出的中国冶铜术可能是多次在不同地域发生的这一论点，外来因素在某一次或某一地或以技术传播、或以实物诱导、或以人为引进，或在炼炉形式、或在鼓风方式、或在矿料配比等某些方面发生影响的可能性不能断然排除。

应该看到，在中国发现的一万余处新石器时代遗址中，进行过科学发掘的仅数百个，进行过大面积整体发掘的则了无几。毫无疑问，大量的富有价值的线索和事实还沉睡于地下，而其中许多材料正可以填补空白、连接缺环、证佚援孤，我们翘首以待未来的田野工作来揭开这一扑朔迷离的迷雾，同时，本文的诸多论点亦有赖于此予以证实和修正。

3、关于铜石并用时期

现代考古学揭示：世界上主要文明地域，在新石器时代晚期，存在着一个由石器时代向青铜器时代过渡的铜石并用时期。一般认为这一时期始于冶铜术的发生，终于青铜时代的到来。在中国，约当仰韶文化晚期至龙山文化时期。因为铜石并用时期的冶铜铸铜技术与冶铜术起源紧密相关，下启较为发达的青铜冶铸技术，故而很有讨论的必要。

铜石并用时期的文化背景

一般来说，铜石并用时期始于冶铜术的发生。由于中国冶铜术的发生时限尚未成定论，特别是对冶铜术的传播、继承关系还十分模糊，因而，笼统地说，中国铜石并用时期大约始于仰韶文化晚期，包括龙山文化中、早期。

所谓龙山文化时期，也是一个笼统的名词。它得名于1928年首次在山东章丘龙山镇城子崖的发掘，一度曾用之以代表仰韶文化后以黑陶为主的文化。但后来的考古发掘使中国考古学家越来越认识到不同地域文化所具有的差异性，将城子崖代表的文化称为“典型龙山文化”或“山东龙山文化”，系由大汶口文化发展而来。¹⁹²

和典型龙山文化时间相应、文化性质相近的，在中原，称之为河南龙山文化，又因分布在不同地域的差异，可分为王湾类型、后冈类型、王油坊类型、三里桥类型和下王岗类型。在关中，则称之为陕西龙山文化，因初发现于长安客省庄，又称为客省庄二期文化。五十年代在河南陕县庙底沟进行了大规模发掘，发现了河南龙山文化早期的所谓庙底沟二期文化，是仰韶文化向河南龙山文化的过渡。¹⁹³1978年开始发掘的山西襄汾陶寺遗址，兼具河南龙山文化和陕西龙山文化特征，¹⁹⁴暂称之为龙山文化陶寺类型。黄河上游的齐家文化晚于中原龙山文化，但文化性质相类。

在长江流域，湖北的屈家岭文化和湖熟地区的良诸文化乃至稍早的马家浜晚期文化，也可划入龙山文化的时代范畴。

毫无疑问，龙山文化分布之广、类型之复杂、内涵之丰富都远胜于仰韶文化。现沿用杨锡璋的论述对其社会文化状况作一总结：

¹⁹⁰ N. Barnard, *Bronze Casting and Bronze Alloys in Ancient China*, The Australian National University and Monumenta Serica, 1961, P57. K. C. Chang, *The Archaeology of Ancient China*, New Haven, 1968, P239. Cheng Te-kün, *Archaeology in China*, vol. 2; *Shang China*, Cambridge, 1960, P161-162. N. Barnard, Sato Tamotsu, *Metallurgical Remains of Ancient China*, Nichiosha, Tokyo, 1975, P1-16. 华觉明. 论中国冶金术的起源. 自然科学史研究, 1991, 10(4): 364-369页。

¹⁹¹ 一个明显的例证是云南晋宁地区出土的动物形牌饰，据考其中相当大一部分系由中亚地区的斯基泰文化直接传入的。参见张增祺. 云南青铜时代的“动物纹”牌饰及北方草原文化遗物. 考古, 1987(9): 808-820页。

¹⁹² 安志敏. 试论黄河流域新石器时代文化. 考古, 1959年(10). 见：中国新石器时代论集. 文物出版社, 1982, 62-63页。

¹⁹³ 中国科学院考古研究所. 庙底沟与三里桥. 科学出版社, 1959.

¹⁹⁴ 中国社会科学院考古研究所山西工作队, 临汾地区文化局. 山西襄汾陶寺遗址发掘简报, 考古, 1980(1) 18-31页。

龙山文化阶段，无论农业生产或畜牧业生产都有了较大的发展。制陶业中轮制的推广及陶窑结构的改进，提高了劳动生产率。农、牧及制陶业的发达，促进了劳动分工，提高了生产力，出现了更多的剩余产品。由于男子在生产部门中起主导作用，社会地位得以提高，导致了母权制的覆灭和父权制的建立。婚姻关系上出现了一夫一妻制。

私有财产的增多，出现了奴隶和自由民，出现了贫富和阶段。这一点在氏族墓地中反映得很清楚。遗址中卜骨的存在，可能表明这时已有在社会上占有特殊地位的专职巫师。

私有制和阶级的产生，阶级斗争的尖锐化、掠夺战争的盛行，氏族制度已走向它的死亡阶段，这时的社会已踏上了文明的门槛了。登封王城冈和淮阳平粮台城堡的出现，是这一阶段激烈的阶级斗争的反映。其社会性质大致处于氏族社会的末期，相当于军事民主制阶段，它已站在文明的大门口了。¹⁹⁵

这段总结性文字几乎适合于龙山时期每一种或每一类型的文化，可见，这时期的物质文化及其所蕴含的精神文化具有相当高的统一性，或者说存在一个统一的“场”。¹⁹⁶这个“场”就是中国新石器时代文化的特色和物质文化背景。很明显，龙山时代是中国文明的大门，也许由之步入青铜时代便完成了对这一门槛的跨越。

中国青铜时代开始的标志

从金属技术的发展看，青铜时代应是能熟练冶炼和熔制青铜合金，并以铸造工艺使之成形。因之，青铜时代开始的标志当不是青铜器的出现。青铜时代由铜石并用时代发展而来，它的开始便是铜石并用时代的结束。因之，青铜和红铜并行了相当长的一段时期。中国日前所知最早的青铜器是甘肃东乡林家出土的马家窑文化青铜刀，而红铜器自红山文化中出现一直沿用到今天。现在甚至无法按照早期铜制品中青铜所占的比例多寡来判别何时进入青铜时代，因为目前所获取的资料远不能反映真实情况，何况对早期器物并未全部进行检测。

可见，讨论青铜时代的开始并非易事，西方往往是以青铜兵器和工具的较多使用为标志的。但中国自有特点，直至发达的殷商文明中，石、骨、蚌类农具、工具仍占相当大的比例，与龙山文化情形大体一致，¹⁹⁷似乎这一问题中国自有特色。

不容忽视的是，中国青铜时代青铜器地位最高者、形最复杂者、纹饰最富丽诡秘者是青铜礼器。这一时期，大量的青铜材料和极其耗费时日的工艺，以及高度（也许是最高）的智慧都用于制作青铜礼器，而工艺上形成了坚实的泥范铸造传统。因之，青铜礼器和分范合铸成形二者的结合，是中国青铜器的特点和传统，不同于其他地域的铜器，二者的交汇，应是中国进入青铜时代的标志。

迄今为止，中国时代最早的形体完整的青铜容器出土于河南偃师二里头遗址，虽简朴无饰，但造型优美，结构匀称、厚薄均匀，显然不是青铜器的初期形态。何况这些器物尚不能代表当时工艺的最高水平。

值得重视的是河南登封王城冈龙山文化第四期出土的一件青铜容器残片（H617:14），宽约 65mm，高约 57mm，厚约 2mm。残片表面平整，左端残留有一段铸造披缝，据分析，这一铜片可能是铜鬶的腹部和足上部残片，材质为铅-锡青铜，同出的木炭的 ¹⁴C 的年代约为公元前 1900 年（经树轮校正）。¹⁹⁸

中国最早的铜礼器是 1983 年山西襄汾陶寺遗址 M3296 出土的铜铃。该铃出土于墓主股骨与趾骨之间，素面、截面呈合瓦形。埋葬时可能以织物包裹。口宽 63mm，通高 27.5mm，壁厚 2.8mm，顶有钻孔。经测定，其成分为铜 97.86%，铅 1.54%，锌 0.16%，年代约为公元前 2085 年。¹⁹⁹

另一个值得重视的线索是《西清古鉴》所著录的所谓“周子孙匝”，实为铜鬶（图 5），有上仰的流，有绳状的鬶，有 3 只肥大的袋足，袋足上部饰 2 周弦纹。这件鬶颇为特殊，亦未见类似的器物流传于世或出土。然而，它与大汶口—龙山文化中出土的陶鬶具有血缘关系，显系陶鬶的仿制品。²⁰⁰

陶鬶出现于大汶口文化中期，袋足陶鬶出现于大汶口文化晚期。在龙山文化时期，就出现了上仰

¹⁹⁵ 中国社会科学院考古研究所. 新中国的考古发现和研究. 文物出版社, 1984, 85 页.

¹⁹⁶ 龙山文化已具有某种场的概念引自李学勤的说法.

¹⁹⁷ 佟柱臣. 二里头文化和商周时代金属器代替石骨蚌器的过程. 中原文物, 1983(2): 1-14 页.

¹⁹⁸ 河南省文物研究所, 中国历史博物馆考古部. 登封王城岗遗址的发掘. 文物, 1983(3): 13 页.

¹⁹⁹ 中国社会科学院考古研究所山西工作队, 临汾地区文化局. 山西襄汾陶寺遗址首次发现铜器. 考古, 1984(12): 1068-1071 页.

²⁰⁰ 康捷. 关于唐山大城山遗址文化性质的讨论. 考古, 1960(6): 21-23 页.

流、绳状鬲和肥大的袋足，袋足上往往饰以凸弦的陶鬲，与《西清古鉴》著录的铜鬲如出一辙。显然，龙山文化这类陶鬲便是铜鬲的祖型。这类陶鬲存在于公元前 2600-前 2100 年，那么，铜鬲的铸造年代应不晚于公元前 2100 年，且出自山东龙山文化。邵望平据以推断：山东龙山文化已有了青铜冶铸业，已进入了青铜时代。²⁰¹

虽然还未知铜鬲的材质，但邵望平的推论颇有见地，当然，它有待于未来的田野考古予以证实。需要指出的是，《西清古鉴》著录的铜鬲，无论是造型还是它本身具有的工艺复杂程度，都赖于长时间的积累。应有充分理由期待来日发现较之更原始、更稚拙的青铜容器。也惟有如此，才能与二里头遗址所反映的夏代比较发达的青铜文化相衔接。

诸种迹象表明，至迟在龙山时代晚期，大约公元前 2200 年前后，中国已进入青铜时代。也就是说，传说中的禹铸九鼎是夏代具有的较为发达的青铜工艺技术的体现，其渊源在于龙山时代。

和这一时代相应的，还有发达的良渚文化和石峡文化。二者具有以玉为礼的传统，玉礼器的琢制工艺致于空前，具备了冶铜术发生和发展的条件，故有良渚文化和石峡文化已进入青铜时代的推论²⁰²虽合乎逻辑，然未有实物，未便探讨。而马家窑文化-齐家文化的面貌已基本廓清，不见青铜礼器，尚未进入青铜时代。当然，也不排除齐家文化和马家窑文化的冶铜术受外地很大的影响，形成了不同于黄河中游的传统。

中国地域辽阔，幅员广大，各地区的文化和技术的发展很不平衡，进入青铜时代的早晚自难划一。有些地域在早期某一阶段文化与工艺均较发达，发明了冶铜术，但由于种种原因并未使之在这一地域得以持续发展。有些地区从其他地域获得了冶铜术或铜器，同样没有得到发展。这种不平衡性在中国始终存在。史前时代，只有黄河中下游地区，冶铜术才得到持续发展。

中国铜石并用时期冶铜及铜加工技术

毋庸讳言，关于中国铜石并用时代的工艺技术的研究相当薄弱，仅只能勾勒出它的要点如下：

- A. 器物多为饰品和小型工具、用具；
- B. 锤锻成形比重大，铸造成形者随着时间的推移而增多；
- C. 红铜材质为主，虽早期就有青铜材质，但一直较少；
- D. 坩埚在当时几乎是唯一的冶炼和熔炼工具，并且在这一时期，两种工序已可独立进行；
- E. 无论是铜器的类型、形制还是冶铸技术的发展变化均极缓慢。

²⁰¹ 邵望平. 铜鬲的启示. 文物, 1980(2): 86-89 页.

²⁰² 佟柱臣. 中国新石器时代文化的多中心发展论和发展不平衡论——论中国新石器时代文化发展的规律和中国文明的起源; 中国东北地区和新石器时代考古论集. 文物出版社, 1989, 243 页.