



# 中国冶炼技术本土起源：从长江中游 冶炼遗存直接证据谈起（一）

◆ 郭静云

◆ 邱诗莹

(中正大学历史系)

◆ 范梓浩

◆ 郭立新

(中山大学人类学系)

◆ 陶 洋

(湖北省文物考古研究所)

**摘 要：**中国青铜技术西来的说法仍有许多难以自圆其说的疑问，包括传入路线不明、技术发展脉络不同、青铜器的器型和制造方式不同等等。本文认为中国青铜技术并非接受外传，而是本土自行发展，其源头在长江中游地区。长江中游具备矿物易得和陶窑技术先进两项优势，且其国家社会已经足够发达和复杂，足以供养工匠，并形成对金属器的需求。尽管目前学界普遍将长江中游大溪文化、屈家岭文化、石家河文化乃至后石家河文化都归类为“新石器时代”，因此发掘时并不留意与青铜技术相关的遗迹遗物，留下的资料稀少零散，但是通过仔细梳理考古资料，我们发现长江中游地区公元前第四千纪和公元前第三千纪的诸多遗址，如龙嘴、屈家岭、一百三十亩、石家河、殷戴家湾、金鸡岭，以及幕阜山区的诸多遗址等，其实均已经发现铜块、青铜工具、红铜及青铜炼渣、冶炼工具和设施、相关废品等直接证据，并先后出现过普通圆型炉、竖穴式圆型炉、长型横穴式炉，长条型龙窑式炼铜炉以及用炼缸进行冶炼和熔铜的坑式冶铸工作坊，并且其冶炼活动深入其精神文化中，影响整个社会。这说明，长江中游经历了漫长的认识铜料并探索冶炼的过程；此时，周围地区并没有别的掌握青铜技术的文明，因此长江中游冶炼技术无疑是本土起源的。

**关键词：**中国冶炼起源；古冶金考古学；长江中游；早期冶铸技术；炼炉遗迹

## 一、前言

### （一）对当前冶铜起源研究及其内在矛盾的检视

#### 1、西来说产生的背景

从安阳殷墟发掘以来，学界对中国上古青铜文化的探讨，主要集中于黄河流域的遗址，如二里头、二里岗、殷墟等，以这些遗址作为中国上古青铜文化的代表。顺着这个观点思考，目前学界的主流观点认

为，上述黄河流域遗址是中国青铜文化发展的中心，因此，厘清其技术的来源，便可以确知中国青铜文化的来源。上述遗址的青铜技术已经很成熟，却没有发现早期冶炼的遗存，况且黄河流域并无易采的矿脉，不可能自生发展出青铜文化，因此，黄河流域青铜技术由外地传入，近来逐渐成为共识。这基本上是很难反驳的事实，但关键在于，青铜技术来到黄河地区的方向、原本创造和传承的族群，以及创造者的文

化属性。这些问题并未获得充分答案,相关研究仍存在着很多矛盾。

20 世纪世界较流行的观点为中国青铜技术深受西方文化影响。此观点有几种依据。如经常有提及,由于中亚的米努斯基地地区蕴藏丰富矿产并靠近中国西北,因此会有文化传播关系;而且,目前中国西北区域出土了一些时代相对早、技术不成熟的红铜、砷铜与青铜器<sup>①</sup>,学界对其可能的矿源有所判断<sup>②</sup>。在这些资料下,探究中国青铜技术源头的焦点,逐渐聚焦于新疆、甘肃、陕北等西部地区<sup>③</sup>。近来,随着西城驿遗址资料的公布<sup>④</sup>,黄河流域青铜技术经由西方“史前丝路”传来,中国上古冶金技术起源于西方的“西来说”成为主流观点<sup>⑤</sup>。

## 2、西来说关于原创地的疑问

至于青铜技术源于西方何处,仍有包括中亚和北亚地区阿凡纳谢沃文化(Afanasievo Culture)、奥库涅夫文化(Okunev Culture)、安德罗诺沃文化(Andronovo Culture)等不同说法<sup>⑥</sup>。但是这些说法均有很多缺环,比如说,因为在新疆地区迄今没有发现早于公元前 2000 年的铜器或炼铜依据,所以西方技术经新疆地区传入中国的论点缺乏证据;同时因为缺乏蒙古国地区的资料,冶炼技术经过蒙古草原的路线传入中国的说法也难以成立<sup>⑦</sup>。此外,亦有学者认为,考古资料无法显示中亚炼铜文化进入中国的现象。比如说,虽然有一种常见的论点认为,阿凡纳谢沃文化为中国青铜技术的源头,但是中国考古资料并没有显示阿凡纳谢沃文化的影响,因此相关讨论缺乏实际证据<sup>⑧</sup>。

又如探讨黄河上游齐家文化时(据碳十四校正数据年代范围为 2300-1500 BCE,核心年代范围为 2200-1750 BCE)<sup>⑨</sup>,可以发现其铜器的成分和技术与草原耶路宁文化(Elunino Culture)以及塞伊玛-图尔宾诺遗址(Seima-Turbino complex)有可比性;但是,耶路宁文化的年代,根据碳十四校正数据大范围为公元前 2000-1600 BCE,核心范围则在公元前 1800-1600 BCE<sup>⑩</sup>,明显比齐家文化的年代晚。河西走廊西城驿遗址用碳化粟种测年结果,冶炼活动最密集遗存的年代是公元前 2200-1800 BCE<sup>⑪</sup>;黄河中游发现红铜器的陶寺遗址的年代为公元前 2300-1850 BCE。都早于南西伯利亚的早期冶炼遗存。

## 3、合金技术发展之别

就合金成分而言,中亚以西地区的合金技术发展规律如下:早期以砷铜与锌铜为主,晚期以锡铜为主。而就华北地区出土青铜器来看,合金技术的发展情况却正好相反。齐家文化金属器比例最高的为纯

铜,此外有少量经鉴定为锡铅铜、铅铜和锡铜。而时代更晚的四坝文化(1800-1500 BCE),除了纯铜及锡铜之外,另出现了 17 件砷铜、9 件锡砷铜和 1 件砷锡铅铜<sup>⑫</sup>;但是我们无法肯定,这些器物中的砷料是有意加入于合金中,还是铜料中混杂的成分。同一群学者一方面承认,砷的出现乃因甘肃省的铜矿含砷,只能算是杂质<sup>⑬</sup>;另一方面却又假设,四坝文化有砷铜合金技术<sup>⑭</sup>。我们倾向于赞成第一种论点,原因是在四坝文化遗址所出土的 10 件铜锡合金的器物中,砷无疑为杂质(在这方面学者们看法无二),所以合理判断,在 17 件少量含砷的铜器中,砷料也是铜矿的杂质成分而已。此外,在四坝文化遗址中出土了 33 件纯铜的器物,因此就比例而言,四坝文化与齐家文化情况一致,以纯铜器物为主。

黄河中游陶寺遗址的铜器中也含有一点砷,但学界普遍认为这不是人工砷铜合金,而是自然铜料中含有的砷,只能算是杂质<sup>⑮</sup>。对这种含砷铜器来源的看法,由于邻近陶寺遗址的中条山矿脉为砷黝铜矿(Tennantite  $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ )<sup>⑯</sup>,因此有些学者提出黄河流域的青铜技术为独立起源的假说,并认为其矿源就位于中条山<sup>⑰</sup>。但这种说法亦有不合理之处,因为中条山的矿脉较深,不易发现而取得,需要专业的地下井巷结构出现后,人们才可以采得矿石。青铜技术最初发明之时,毫无采矿经验和技术的古人不可能使用这种矿源,甚至难以发现此矿脉的存在。世界历史中,冶炼技术原生区域的开采条件,都不会像中条山矿脉那么困难<sup>⑱</sup>。

不过在中国境内含砷的铜矿并不罕见,如长江中下游安徽地区的铜矿也含有少量砷,矿脉裸露于地表上,易于发现和开采,此处早期开采遗址可溯源至公元前第 18-16 世纪,附近也发现有阜南台家寺商时期遗址<sup>⑲</sup>,以及北阴阳营上层早商时期遗址(公元前 18-14 世纪)<sup>⑳</sup>。长江中游早商青铜器也测到有一点点作为杂质的砷,在硫化铜矿中(copper sulphides),含有砷成分的矿物并不罕见<sup>㉑</sup>。

中国东北地区内蒙古林西铜矿冶遗址的研究结果表明,这里曾对铜、锡、砷共生的硫化矿进行过大规模的开采,矿石经过焙烧直接还原生成了铜锡砷合金<sup>㉒</sup>。林西大井矿发现殷商时期开采的古矿遗址<sup>㉓</sup>。就此判断,在这些矿冶遗址周围分布的夏家店下层文化(核心年代为公元前 1800-1400 BCE)出土的铜器,其矿源就源于本地,而且,夏家店下层文化的影响零星见于整个华北地区<sup>㉔</sup>。

总体来说,公元前第二千纪广泛存在着铜器的流动,同时应该也有矿料贸易,所以,对于当时含砷

料的铜矿来源,难以提出可靠的观点。重点是,即使检测出砷,但因为砷是作为杂质存在,而不能以此证明公元前第二千纪华北地区的铜器技术是传自中亚或北亚地区,这原本就是两种互不相干的问题。

中国由人工有意制造出来的砷铜合金,最早见于西元前第一千纪的新疆地区。此时在西亚、中亚和北亚地区老的砷铜技术已逐渐被锡铜合金所取代,而黄河流域、长江流域稳定用锡铜(或锡铅铜)技术,并无砷铜。但是新疆却反而出现砷铜合金,而且其砷料为合金成分而不是铜矿的杂质。从西亚和中亚地区的发展脉络来看,新疆地区回到落后技术的现象,表面上令费解<sup>⑤</sup>。此疑问基于两种认识:第一,人们先发明砷铜,后发明锡铜;第二,将新疆视为与黄河流域交往一直很密切的区域。但实际上,第一,黄河流域及长江流域并没有经历从砷铜到锡铜的发展历程,其合金技术自始至终皆以锡铅铜为主流;第二,新疆地区族群与黄河流域诸国的交流并非那么频繁和直接。因此,上述的讨论基础并不存在。我们认同新疆青铜技术有可能源自中亚的观点,所以新疆作为中亚的边缘区,在中亚地区已几乎放弃老技术时,边缘地区反而继续在用。新疆地区或许有时候也会与中国西北甘青陕地区交换器物,但总体来说,该地区与中国其它区域的青铜器相比,确实有其特殊性。所以,就砷铜而言,中国并没有形成制造砷铜的传统,不像西方是从纯铜锻造伊始,经由砷铜技术之后才发明锡铜技术。中国青铜技术是先有纯铜,但从发明合金技术伊始,就以锡和铅为主要合金成分。

尽管新疆之外中国各地成熟青铜器技术均一致,但西北地区与中亚、北亚铜器技术却有一种相似之处,即二者技术来源都并非纯粹单一,而是复杂多元,包括不同的矿源、合金、制造方法等。代表黄河中游地区的二里头遗址也同样表现出青铜器来源多元的特点。二里头二、三期(1700—1550 BCE)发现一件纯红铜残片、两件锡铅青铜(包括残片,但其中铅的成分很低)、一件砷铜锥(砷含量为4.47%),这种情况说明铜器来源复杂。然而从二里头遗址第四期起至二里岗文化(黄河中游郑州—偃师地区,1550—1300 BCE),冶金技术及矿料来源开始与同时期的江汉地区盘龙城遗址一致,自此以来,黄河流域青铜文化才真正步入兴盛时期<sup>⑥</sup>。

也就是说,如果我们只观察黄河流域地区,我们会发现公元前第二千纪前半叶只有简单初步的纯铜技术,但从公元前第二千纪中期起,锡铅铜合金技术才迅速发展和兴盛起来。这种情况容易使学者得出中国所吸收的青铜技术是来自外地的结论,因为只

有通过模仿和借鉴,才能在短时间内迅速掌握高超的青铜冶铸技术,从而快速迈入成熟又发达的青铜文明<sup>⑦</sup>。但这种看法的重点在于将黄河地区等同于中国,将黄河流域没有原创的青铜技术的说法等同于或放大为中国没有原创的青铜技术。黄河流域确实没有原创的冶炼技术,但是中国地区并不只有黄河流域和华北地区。

若从黄河流域和华北以外的地区找寻青铜技术来源,我们认为目前最缺乏关注,而实际上最需要关注的,就是中国南方长江流域的出土资料。首先,长江中游发现中国境内最早的国家体系,年代相当于西亚苏美;第二,长江中游矿源丰富,很难想象发达的国家对其周遭矿源无所知悉。第三,长江中游的武汉盘龙城遗址(二期至六期为早商时期,约公元前18—14世纪)所出青铜器都属于铜铅锡合金,且其三元合金比例与同时代二里头、二里岗和其它遗址所出铜器相比较,成份更为稳定,且按其比例制造的青铜器,硬度和抗拉度宜于制造锋刃器<sup>⑧</sup>。安阳殷墟出土的冶炼和铸造场所的资料表明,时代比盘龙城更晚的殷墟,其铜铅锡合金配比反而不如时代早的武汉盘龙城稳定。殷墟孝民屯铸铜遗址的炼渣,虽然有铜锡铅三元合金的痕迹,但却以铜铅和铜铅砷合金为多,此应指涉锡料不足的情况<sup>⑨</sup>。这些证据使我们考虑,铜锡铅三元合金技术似为长江中游的“专利”。这些问题都值得关注及详细研究。

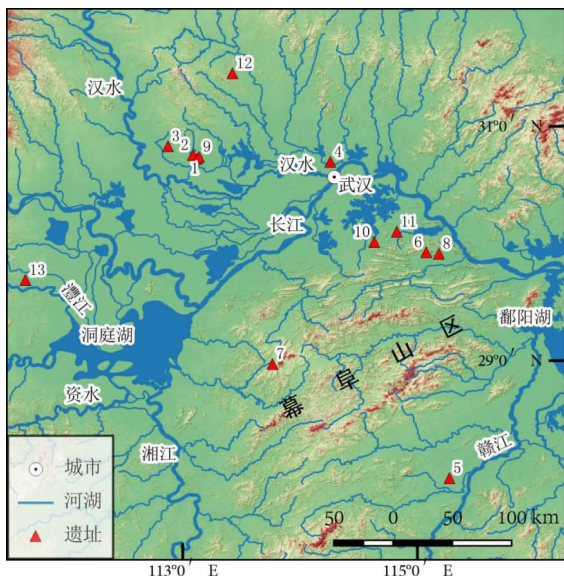
#### 4、青铜器种类以及熔炼和铸造方法之别

除了合金技术发展脉络与西方不同之外,中国主流制造的青铜器与西亚完全不同。首先,商文明通用的炼铜工具是炼缸(smelting vat,也称为“大口缸”),这种特殊技术源自长江中游,而未见于中国之外的青铜文化中<sup>⑩</sup>。次之,中国的青铜容器成为主要礼器和文化指标,成为所谓夏商周文明的“标牌”,其余地区的青铜器反而以兵器和装饰品为主<sup>⑪</sup>。况且,因为以铸造大型豪华容器为目标,而采用的陶质合范铸造技术,也成为中国青铜文明的独有特点。况且已有学者发现,南方铸工在早商时期发明的铸铆式后铸工艺,并没有被殷墟铸工学会<sup>⑫</sup>。

#### (二)长江中游说的形成背景

由于中国青铜技术的独特性,部分学者始终认为,或许其并非由外地传入,而是本土起源<sup>⑬</sup>,但是在溯源研究中,均遇到绝境。我们认为,这都是“黄河流域中心观”所导致的结果。在这种观念支配下,古中国文明几乎同等于黄河文明,受此种观念之束缚,学者们过往很少关注长江流域早期文化进程,或者下意识地认为南方青铜技术及相关文化均源自北方<sup>⑭</sup>,





图一 长江中游主要早期采铜区和遗址分布

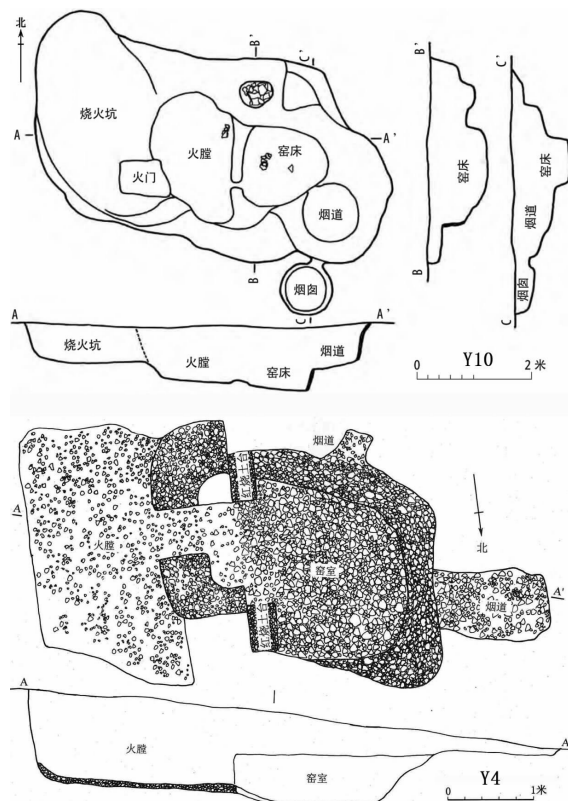
- 1.龙嘴 2.石家河 3.屈家岭 4.盘龙城 5.吴城  
6.大路铺 7.童家 8.法雨寺 9.殷戴家湾 10.香炉山  
11.上罗村 12.金鸡岭 13.城头山 14.一百三十亩

因此极少思考中国青铜技术源自长江流域的可能性。

不过，还是有学者提出中国青铜文化是在长江流域原生创造的观点。如郭沫若在1945年就已提出，商文明青铜文化可能起源于南方：“因为古来相传江南是金锡的名产地，而南方的发掘先例向来是很少的。或许是南方低湿，古器不容易保存的原故吧？”<sup>⑤</sup>

其实客观地看，中国南方的两湖江西一带，在先天上具有矿产的优势，实际上也发现了许多古矿井遗址，年代不晚于公元前第二千纪早期。因此，也有学者注意到长江中游早期冶炼技术遗存。如提出商代的南方中国或许亦有其独特技术，而和北方相互交流技术<sup>⑥</sup>。中国境内有些学者注意到长江中游公元前第四千纪末屈家岭文化或已对铜料有所认识<sup>⑦</sup>。近年来有少数考古学家在长江中游矿区进行发掘，且针对南方地区零星发现的铜器与矿冶遗址的蛛丝马迹，试图建构南方冶金技术起源的脉络，而不是简单地认为“自北方传来”<sup>⑧</sup>，包括少量以盘龙城资料为基础的研究，研究南方早商时期的冶炼技术<sup>⑨</sup>。另有些学者则从更多元的角度论证了黄河中游的青铜文化源于长江中游<sup>⑩</sup>。这些研究成果初步揭示，长江中游地区的冶炼技术有着鲜明的自身特色，在相应的社会文化条件和自然资源方面具备显著优势，起源的时代也很早。是故，在探索中国青铜冶炼技术及其文化来源时，学界应进一步关注长江中游地区（图一）。

金属冶炼技术起源需具备两项必要条件：陶瓷



图二城头山城横穴窑平面和剖面图

Y10 大溪二期；Y4 大溪三期

技术发达及活动区域内有铜矿存在，在长江中游地区，均可发现满足此两项条件的证据。就制陶技术发展来说，长江中游大溪文化的制陶技术获得突破，并快速从手制、慢轮修整发展到快轮制陶<sup>⑪</sup>；大溪二期（约4200BCE）已可见成熟的陶窑技术<sup>⑫</sup>，配合不同的目的能稳定控制并维持需要的温度。例如，洞庭平原澧县城头山遗址所发现的属于大溪二、三期的窑场，规模大，长期使用，而且分别使用不同的陶窑烧制不同的器物（图二）；除陶窑外，相关配套设施也齐全，包含和泥坑、水坑、工棚、装烧操作平台等<sup>⑬</sup>，这些均表明，此时烧窑技术已趋于高度专业化。当时创造了很多新颖且独特的器形，如鼎、豆等几种器形后来广泛传播到广大中国区域。长江中游的人们在距今8000多年前（彭头山文化晚期和皂市下层文化）已用赤铁矿（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）制造红衣陶（hematite engobe），用白膏泥（kaolinite）制造白陶和白瓷陶；距今7000年前（汤家岗文化）在原始陶窑内开始搭配氧化及还原的气氛制造酱黑陶，又作外红内黑陶等；到了大溪时期，他们还发明了胎质密度特高的泥质黑陶，以及泥质红陶及彩陶。为制造优美的彩陶器，陶工们到周围的山区寻找矿物颜料。

就矿源来说，围绕长江中游平原的山脉蕴含丰富矿物，包括赤铁矿、孔雀石铜矿、绿松石、石英、长

石等等,在鄂湘赣三省交界的幕阜山地区也有铅矿和锡矿。这些矿床多有裸露于地表者,易被人发现和利用,采集及开采条件都不难。

从上可见,长江中游地区自大溪文化以来,已全面具备发现金属材料及发明冶炼技术的条件,并且,该地区社会、文化与技术自旧石器末期以来,长期一脉相承地发展(除了长江中游以外,目前资料只有在古埃及才显示类似自旧石器末期以来一脉相承不间断的发展情况)。这使得一些学者开始考虑中国青铜文明源自长江中游的可能性。但是因为20世纪中国考古一向重视黄河流域的发掘和研究,长江流域考古资料非常稀少,研究也不充分。纵然如此,长江中游地区几十年来的考古发掘,还是累积了不少直接的证据,迄今已基本可解答郭沫若在几十年前所提出的疑问。

总体来看,考古学家迄今已在油子岭文化(3800—3450BCE)<sup>④</sup>遗址中,发现有意从山上带到平原的铜矿石,并从间接资料可以判断长江中游对铜料的认识可能溯源于大溪文化(4400—3500 BCE,分为一至四期)。屈家岭文化(3600—2900BCE,分为早期3600—3300 BCE和晚期3300—2900BCE)已见有小型的红铜产品,而石家河文化(3100—2300BCE,大致可分为早期3100—2700 BCE、中期2800—2500 BCE和晚期2500—2300 BCE)及后石家河文化(2300—1800BCE,可分为前期约2300—2000和后期2000—1800 BCE)<sup>⑤</sup>已发现铅铜和锡铅铜合金产品,以及冶炼和开采的遗迹(见下文)。从这些证据可知,长江流域认识青铜的时间远早于中国西北地区所见,并且可初步证明,商周青铜器铸造技术并非西来,而可直接上溯至长江中游的屈家岭文化和石家河文化,并且可能滥觞于大溪文化。

### (三) 研究基础

本研究缘于田野调查以及对考古报告的重新梳理和研究。我们在湖南、湖北、江西三省文物考古单位的支持下,数次进行田野调查,并实地甄别相关资料。此外,我们团队成员多次参与相关遗址的发掘,亲自发现过且首次认出长江中游早期冶炼遗迹。因此以下研究成果,一方面基于对近60多年来,零星考古发现进行系统梳理,重新认识已发表的资料;同时也依靠在笔者田野调查与发掘中获得的经验、认识和启发。

在我们着手此项研究的过程中,最感困难的是人们多年来习惯地以“新石器文化”来定义长江中游地区发掘的自大溪至后石家河文化的所有遗址。虽然早已在该地区发现群城和国家结构,但却仍然没

有脱离旧的思维方式的局限,因此在发掘的时候并不注意细小石头之类的遗物。冶炼废料一般只是些无固定形状的绿灰色、黑色、灰红色的细小石头或砂砾,因为其外形像一般性的自然物,很容易被当成普通自然物而跟泥土一起丢掉。直到最近考古界在发掘时,才开始稍微留意到那些在文化层中出土的绿色石头,但也很少检测其成分,只是偶尔纪录为孔雀石而已(但是,大部分此类遗存依然没有被记录在正式发表的报告中)。在长江中游地区温热潮湿的酸性土壤环境中,泥土中的小型铜器很难保存,更难以被发现;同时因预设为“新石器文化”遗存,而无法理解发掘中偶尔出土的小型铜器残件,所以通常不敢如实地加以记录。

另外,对有可能与冶炼有关的烧土和灰烬遗迹的关注和认识也很不足,经常在现场没有及时注意到一些重要的细节,事后很难单纯从考古发掘报告的一般性描述中加以了解。考古遗址中,出现烧土的原因有很多,虽然冶炼废料可以说是直接无疑的证据,但由于相关认识和经验不足,不能准确区分出那些与冶炼有关的细小石头和烧土,而经常被当成一般的石头和烧土进行处理,未被详细记录,更谈不上取样分析。这种情况迫使我们只能根据极少数曾记录出土过铜渣的烧土遗迹的情况,来判断那些并无直接记录的烧土灰烬坑的性质。

以上种种情况,使我们在重新梳理考古报告时发现,很多细节和鉴定资料极为缺乏,导致本来应该很容易得出的认识,变成需要搜集和梳理大量间接而零散证据的考古侦探工作,也极大地增加了本研究的难度。

尽管如此,我们详细研究资料后发现,在汉代以来的帝国史观及近现代人的误认和偏见中,长江中游地区这一原生而发达的古老青铜文明差一点从世界历史中被湮没了。这对于人类历史而言,实在是相当重大的损失。本文拟从冶炼技术的角度复原这一上古文明的发展历程,并用考古证据说明,长江中游地区的青铜技术发端于公元前第5千纪,一脉相承到商周,因此这不仅是长江流域的地区史,更关乎着对世界重大历史的认识。

虽然从上述基本原则来评估,长江中游矿源丰富而且澧阳平原和与其相连的洞庭平原在公元前第5千纪末期已具备相关烧窑和其他技术,可以相当容易地发展冶炼;但是因为时代越早,冶炼活动越少,再加上资料纪录的不完整性,导致我们很难有直接的证据,难用简单明了的方式叙述,而是需要运用多重相关证据,并以迂回曲折、反复检索、多方比较、

形成证据链的方式,加以表达和论证。从方法上说,我们首先需要从已发现直接证据的汉北地区屈家岭及石家河文化遗址说起,待对该区域冶炼技术的相关知识累积后,才能再检视和了解洞庭地区和大溪文化遗址中与冶炼有关的线索和证据。

因为直接资料零碎而不足,也缺乏前人研究基础,作为一种肇端性的工作,我们的研究或有不精确的推理和错误解读,但这是一个新领域的起步研究难免之事。

## 二、长江中游公元前第四~三千纪 遗址中发现铜料的意义

### (一)天门龙嘴城址出土氧化铜料标本的意义

长江中游地区的上古文化对铜矿的认识很早,盖因长江中游定居的社会生活依其原生的稻作技术<sup>⑥</sup>,从全新世初期以来稳定地进步及扩展,文化未曾中断,数千年来代代相承,是以当地居民对定居的环境和资源非常熟悉。区域西部山脉有易采的铜矿,而东部的幕阜山,铜矿资源丰富,此地为蕴藏多种金属的矿带,有众多能让人们轻易观察和采集的地表裸露矿。

但是,由于考古界直到最近都很少注意到长江中游地区早期文明与冶炼技术的发展,而使此地早期人们有意识地采集铜料的证据较为零碎,更因为先验地贴上“新石器文化”的标签,使迄今注意和发现并在发掘报告中加以记录的相关资料极少。在此情况下,仍然还是可以发现,油子岭、屈家岭文化人们有意将产于山区的铜矿石(孔雀石)带到100—300公里外的平原遗址。比如,在湖北天门龙嘴城址中期探沟内发现了铜料,报告称之为“孔雀石”(标本LZ TG2⑤:24,图三),根据碳十四测年数据,年代范围落在3430—3400 cal BCE<sup>⑦</sup>,相当于油子岭与屈家岭文化的交接。

为什么孔雀石的发现一定与炼铜有关?这与长江中游矿脉所产孔雀石的属性有关。由于本地孔雀石成分中缺钙,虽然色彩艳丽却质地松软,不适合用来雕刻或作装饰品。龙嘴遗址所在之地的周围直线距离20—200公里内有矿脉,水路便利。平原地区的人想方设法取得这些不能雕刻加工、没有其它用处的石头,明显是因为早已认识到,它们可以炼成铜,并重视此用途。

孔雀石在早期炼铜技术发展过程中具有关键作用。铜矿有很多种,大体分为氧化铜(oxidized ore,其中孔雀石冶炼价值最高)与硫化铜(sulphidic ore,指数种含硫磺的化学式)两大类,加工提炼的难易程度

大不相同。总体来说,冶炼硫化铜比冶炼氧化铜容易一些,产量也高;冶炼孔雀石既需要高温,亦需要控制氧气,这一矛盾造成很多困难;至于冶炼硫化铜矿,在1100—1200℃高温容易发生化学反应,飞出硫气而获得纯铜<sup>⑧</sup>。但是冶炼硫化铜需要具备以下两种条件:第一,硫化铜矿料很少露出在地表上,只有当人们对铜料已熟悉,专门开设矿井去开采时才有可能接触到这种矿石;第二,需要较成熟的炼炉,一方面保持高温,另一方面要特别考虑排除硫气的烟道。而孔雀石色如孔雀羽毛般鲜艳翠绿,埋藏不深,多出露于地表上,容易引起人的注意而使人采集。况且,像幕阜山地区一些矿源品质较纯的孔雀石的提炼相对容易,不需要达到铜熔点那么高的温度,只要在密封还原的坩锅或窑里,在还原气氛中燃烧孔雀石就可以获得纯铜,随即可锻造成器,亦可再经火炼,熔为铜液后铸造铜器。虽然产量不如用硫化铜,但便于最初发明炼铜的情况。所以,若在不位于原矿区的遗址中发现孔雀石,应可作为直接的冶铜证据之一。

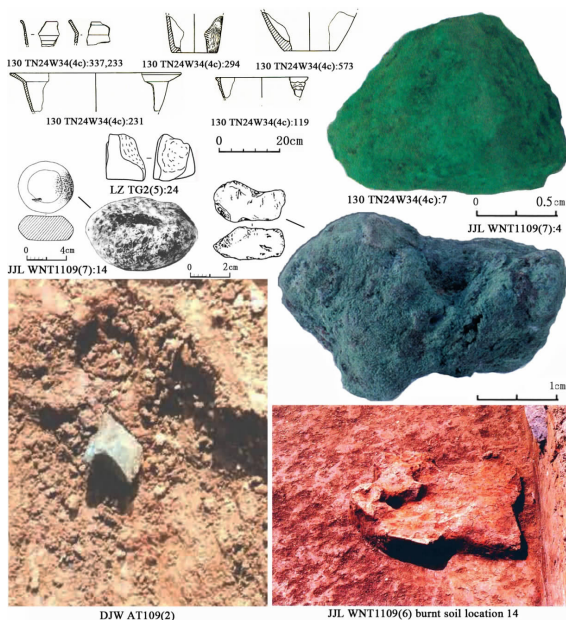
中国学者经常将达到1083.4℃铜熔点温度作为炼铜的前提条件,以此为标准来评估冶炼起源的问题。但是1083.4℃的温度条件是针对熔化铜液而言,这实际上只是发明铜铸造技术所需要的温度,而并不代表从原矿冶炼的温度,有些铜矿耐火,需要1200℃以上的温度才能提炼出铜,有些铜矿则不然,比如,从孔雀石中用还原法提炼红铜所需温度就比较低。还原法炼铜的关键在于,需要在氧气不足的条件下燃烧木炭,使得炉内形成一氧化碳(CO),这样孔雀石(碱式碳酸铜,  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ , malachite)在一氧化碳的环境内产生化学反应,其公式如下:  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 2\text{CO} \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 。换言之,如果在还原气氛中灼烧孔雀石,就可以获得纯铜,此外还会产生水与二氧化碳。实验表明,当温度达到710℃时,窑内一氧化碳最为稳定,此时可以较为稳定而连续地发生还原反应,提炼出红铜<sup>⑨</sup>。之后,红铜的加工处理,温度范围可以更大。红铜只需要650℃以上温度就会变软,在650℃—1000℃温度范围内都可以热锻。如果温度低于650℃,也可用冷锻的方式制造小型器物。

龙嘴遗址出土铜料的TG2⑤富含烧土颗粒和草木灰<sup>⑩</sup>,很像是冶炼的火炉所留下来的遗迹。可惜,该探沟没有被仔细记录,导致外人难以了解该冶炼遗迹的性质。

另外,虽然龙嘴的报告将其命名为“孔雀石”,但观察出土背景,我们认为这未必就一定是原生矿料



(original ore)。就化学成份而言,孔雀石属氧化矿料,自然界在潮湿的环境中由铜金属与氧气、二氧化碳缓慢反应而形成这种矿石。所以,如果一块纯铜几千年保存在长江中游那么潮湿的环境里,缓慢吸收水、氧化及与二氧化碳产生化学反应,很容易再次形成孔雀石次生矿(secondary ore)。这个问题在冶金考古学中(archaeometallurgy)早已被提出,不仅是理论,实际发掘也有发现,小铜块或铜渣若长期被埋藏在文化层中,可能重新变成为孔雀石;与作为原生矿脉出现的孔雀石相比较,这种次生孔雀石的化学成份可能更纯,杂质较低;不过,有些矿区原生的孔雀石也很纯,杂质物很低<sup>⑤</sup>。幕阜山孔雀石恰好是这种含杂质物不高的矿物。所以判断的主要标准还是出土背景以及文化中孔雀石是否有冶炼之外的作用。前文已说明,幕阜山的孔雀石易碎,不能雕刻用作装饰品或者其他作用,而且龙嘴出土所谓“孔雀石”的地方共出有烧土和灰烬,因此从这两个指标来思考,这很难是原生的孔雀石。



图三 长江中游屈家岭文化晚期及石家河文化早期地层中出土的铜块及出土背景

龙嘴遗址出土铜块:LZ TG2⑤:24。一百三十亩遗址发掘单位 TN24W34 出 4c 标本 7 铜块,1.5x1.0 厘米;炼缸残片:标本 377,残高 7.6 厘米;标本 233,残高 7.2 厘米;标本 231,口沿部,口径 53.6 厘米、残高 12 厘米;

标本 119,口沿部,口径 30.2 厘米;标本 294,底部,底径 14.6 厘米、残高 11.5 厘米;标本 573,底部,底径 16.4 厘米、残高 12.5 厘米;金鸡岭遗址:WNT1109⑦:4,铜渣,3.6 厘米;WNT1109⑦:14,石饼砧,直径 5.6 厘米、厚 2.5 厘米,重 133 克;WNT1109 烧土遗迹 14;

邓家湾 AT109②,出土铜块及烧土背景。

进一步来说,这块器物的化学式也不一定是碱式碳酸铜(孔雀石)。比如说,早期冶炼经常会留下氧化铜(黑铜 CuO, tenorite)或氧化亚铜(赤铜 Cu<sub>2</sub>O, cuprite)等废料,尤其氧化亚铜是在技术不成熟的情况下冶炼失败的常见产物。这种废料若埋藏在潮湿环境里,吸收环境中的水,其外观也会变得像孔雀石。

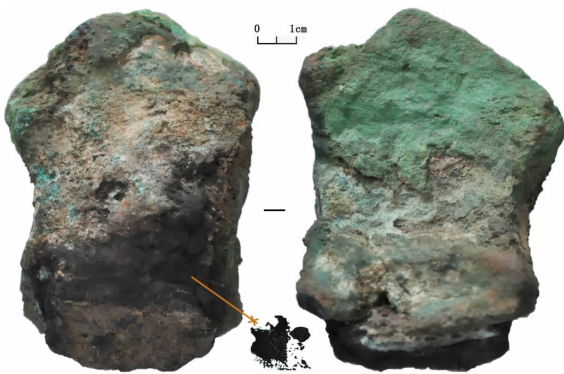
所以,要分辨出土物是因杂质成份(impurity)高而未被冶炼的孔雀石原矿,或者是冶炼后留下的赤铜废料,或者是冶炼好的铜块(小铜器)被通体锈蚀后的碎块,只有经过化学微观分析(microanalysis)才能判断。遗憾的是,迄今在长江中游出土的此类标本极少有经过化学微观分析。长江中游发现的铜块铜料一般情况是,大部分这类标本并未公布,偶尔写进报告里,也概被指称为“孔雀石”或“铜矿石”。实际上,这些判断基本上都值得怀疑。这类标本的出土地点均伴出大量灰烬和烧土堆积,似乎为冶炼遗迹。由此,笔者更倾向于认为这些所谓的“孔雀石”标本实际上是古人曾经冶炼出来的铜,这或者是氧化、锈蚀的金属铜(oxidized cooper,其中有一些可能重新变成次生孔雀石),或者是被丢弃的冶炼废料(slag)。

## (二) 初步认识荆门屈家岭遗址出土的铜器和冶炼活动的遗存

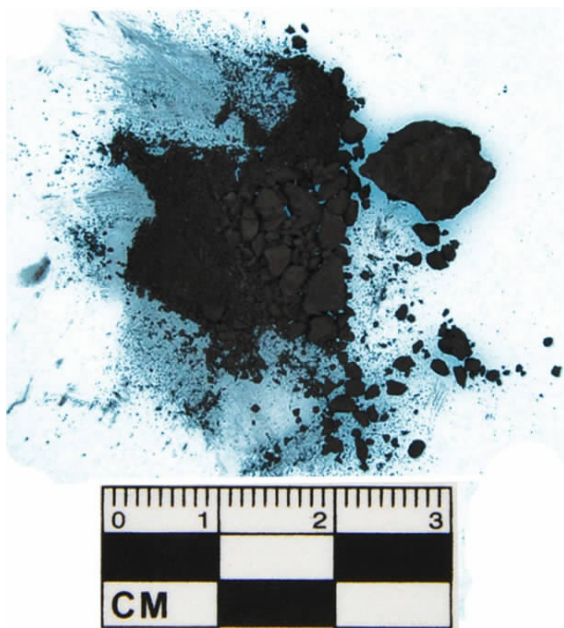
### 1、可能发现最早的锡铜

2015 年以来,湖北省文物考古研究所对屈家岭遗址进行了第四次考古发掘,在石家河文化地层中发现几个铜块。其中有几件密集出土于一个探方的第 16-10 层,属于石家河文化早中期的地层中。出土标本大小不一,几件小块形状不明,但 2016HQQTN26W41⑩:3 标本可以看出有似小斧或小铲的弧形刃部。2016HQQTN26W41⑩:5 标本形状较完整,似一件铜铈(图四)。铜器出土时的保存情况很不良,全身布满很厚的锈,局部已变成黑铜粉(粉状的氧化铜)。对粉状的氧化铜进行 X 射线荧光仪分析,在不同的粉粒中,铜(Cu)的成分到达 92.75~99.20%。除了铜之外,某些部位锰(Mn)和铝(Al)成分亦到达约 2%,这应是从环境里吸收的杂质;铁(Fe)的成分约 0.3-0.4%,其也属于土中所含的赤铁。此外,值得特别注意的是,所有的测量中,都包含有 0.6-1%的锡(Sn)(图四)。因为锡不会生锈,所以青铜器粉化的部位里,锡料的比例只会很低。由于锡不会出现在自然铜料中,也不会从泥土中吸收,所以应该考虑这是人工有意加进的合金成份。

TN26W41 第 11 层有一个稻谷碳样测试年代,数据为公元前 2631-2474 年(2016HQQTN26W41⑩)。



图四 屈家岭遗址出土的铜铸  
长 9.1 厘米、宽 6.3 厘米、厚 2.5 厘米；重 247 克  
(2016HQQTN25W41 ⑬:5)



铜锈标本(粉状的氧化铜)

依据层位关系、共出的陶片,以及文化整体发展情况评估,青铜铸的绝对年代为公元前 2500 年左右,其它 TN26W41 铜块的年代范围可能落在公元前 2900 年-2400 年之间。

之前锡铅铜三元合金铜片曾出土自湖北省阳新县大路铺遗址的石家河文化晚期的地层中(03ET2307⑦:13)<sup>⑧</sup>。另外,1981 年-1982 年的考古试掘已表明,湖北省通城县尧家岭遗址是石家河、后石家河时期的专业化冶炼遗址之一<sup>⑨</sup>。我们在 2017 年 9 月对尧家岭遗址进行调查时,了解到附近有古代曾被开采过的锡矿。因此,笔者认为,该遗址可能已经是专业化开采锡料的主要据点之一。我们 2017 年的调查也补证,从剖面层位关系判断,该遗址年代跨度可能从石家河文化至后石家河文化,且在后石家河文化时期这里曾是一座城。我们从剖面上的文化层的中上部采取碳化样本,经检测其日历年代范围

为距今 4200 年—4000 年。而屈家岭出土的标本亦使我们进一步推论,长江中游可能已经在公元前第三千纪中段就已自行发明了锡铜合金。这比原来所知道鄂东南的资料,时代还早数百年。这在世界历史中也属于早期摸索锡铜合金的年代。

## 2、发掘背景和冶炼活动的年代问题

屈家岭遗址 1950 年代曾进行两次发掘,由于发现很发达的聚落,当时发掘者误以为该遗址的年代只比商周略早一些,没想到其文化年代居然可以早到公元前第 4 千纪。1950 年代发掘内容分为“屈家岭文化早期”、“屈家岭文化晚期早段”和“屈家岭文化晚期晚段”,绝对年代未测定<sup>⑩</sup>。之后,1989 年第三次发掘的面积很少,但测了两个碳十四标本,其中一个为  $3760 \pm 175$  cal BC (BK2398),出自该遗址的最早地层,简报称为“前屈家岭文化”或后来改名为“油子岭文化”,大致相当于该遗址的绝对年代上限,也相当于前述龙嘴遗址的年代上限。另一个数据为  $3601 \pm 169$  cal BC (BK2397),碳样取自第三次发掘区域的晚期地层,与 1950 年代发掘对照,应归类于屈家岭文化早期后段<sup>⑪</sup>。依此屈家岭文化起源应不晚于公元前 3600 年,而 1950 年代两次发掘所定为“早期”的年代大致应在 3750—3450 cal BC (包含所谓“油子岭文化”),而“晚期早段”大致在 3500—3300 cal BC,至于“晚期晚段”可能相当于前述龙嘴遗址晚期前段,即 3300—3100 cal BC。在晚期早段的地层中,在 500 多平方米范围内发现有很厚的烧土面,体积约 200 立方米左右,但并没有柱洞痕迹;晚期后段烧土面积虽然没有那么大,但也普遍出现。虽然发掘者推论这可能是建筑遗迹,但是,由于并没有发现柱洞痕迹,所以仍有很多不明之处。

第四次发掘的年代范围大体落于公元前 3800 年—公元前 2400 年内,屈家岭遗址的油子岭和屈家岭文化时期发现了很多烧土遗迹,其中包括疑似建筑和陶窑遗迹需进一步研究才能判明其功用与性质。或许可以考虑,疑似小陶窑的遗迹不一定是陶窑功能,而部分是炼炉遗迹,因为大溪文化所发明的烧制黑陶的陶窑,完全可以用于从孔雀石中还原铜。

资料表明,在屈家岭遗址,石家河文化早期地层所见冶炼遗存,其技术已相当成熟,说明这并不是冶炼活动的最初源头,还需要更进一步分析该遗址更早地层的遗迹、遗物,是否也有与冶炼相关,且代表更加原始的技术。

此外,出土铜器粉化的黑铜锈样,足以提醒我们,更早的小型铜器恐怕全身都已锈成黑铜(CuO)的粉末(图四),将来在发掘中需要在土中加倍仔细,



才有可能寻找到此类遗物。

### (三) 京山一百三十亩遗址所出铜块、炼缸和技术进步

荆门京山屈家岭管理区一百三十亩遗址出土了铜块(TN24W34:7)(图三),被发掘者视为屈家岭晚期的资料,没有<sup>④</sup>对年代数据,只能判断为公元前第四千纪末期至第三千纪早期。

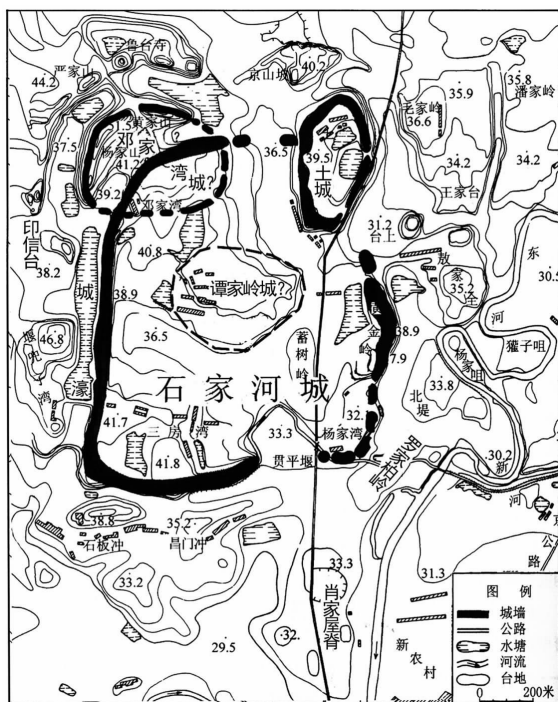
此铜块未做成分分析,外表满是绿色铜锈<sup>⑤</sup>。陈树祥和龚长根推论这不是铜块“而仍为一块体积较小的孔雀石”<sup>⑥</sup>。但是,只有少数含铜量极高的孔雀石才会形成全面的铜锈,因此笔者认为发掘者定义为铜块是准确的,或者是氧化的金属铜块,或者是冶炼废料。

遗址中冶炼设施不明。但经查报告,一百三十亩遗址出土所谓“铜矿石”的文化层,多含灰烬、碳末,且经多次高温烧烤,变成坚硬的黑色,里面富含烧土粒;周围出土的陶片也多见厚重质地的夹粗砂陶片,发掘者从中复原出几件炼缸(smelting vats)的碎片<sup>⑦</sup>(或谓之 vats furance, 图三)。鄂州博物馆的试验表明,使用这种炼缸,在20分钟内可以还原而熔化2—4公斤铜料<sup>⑧</sup>。炼缸的出现标志着这时已不再处于简单地运用还原法炼铜并锻造铜器的早期阶段,而是已进化到用炼缸熔化铜液和铸造的阶段。这种用炼缸冶炼的技术从屈家岭文化晚期一直延续到商周<sup>⑨</sup>。所以一百三十亩遗址的考古现场显示出的,不仅是原始冶炼遗迹,而且可以说该遗址的冶炼技术跃升到较为高级的新阶段。

### (四) 天门石家河城址:青铜技术与文化中心

很多件在发掘报告中被称为“孔雀石”的资料来自石家河古城遗址。根据考古勘探,以石家河城为中心的整个遗址,聚落面积约10平方公里。石家河遗址最早在油子岭文化时期被开拓,此地建有不同规模、不同时期的几座城。其中规模最大的城被命名为石家河城,其城墙内面积约1.2平方公里,兴建于屈家岭文化末期至石家河文化中晚期(约公元前3100—2400年)<sup>⑩</sup>,之后城的结构似乎有变化,但并没有毁灭,至公元前第三千纪晚期,城内城外仍有许多人活动或居住;之后才逐渐被废弃(图五)。

在石家河遗址范围内,邓家湾、罗家柏岭、肖家屋脊和印信台四个地点,都曾发现过原生或次生的“孔雀石”、炼渣以及小铜器残片,并且除了纯铜炼渣之外,还发现有青铜炼渣和小型工具。石家河遗址的范围之外,也有几处发现炼铜遗迹和遗物。虽然笔者根据间接证据推论,石家河遗址自屈家岭文化以来已出现冶炼活动,但目前所记录的直接资料都属于



图五 天门石家河遗址分布区

(摘自《时空之旅》,第135页)

石家河文化,因此本文先有直接证据的资料谈起。

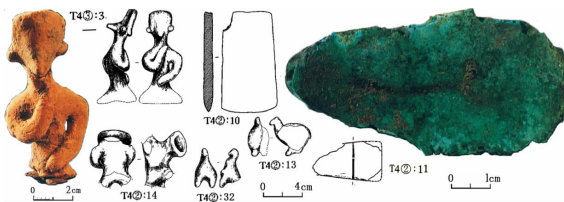
#### 1、西北古城区邓家湾:冶铸青铜工具的遗存

石家河城内西北角的邓家湾面积约6万平方米,该地发现多处社会共同祭礼活动的遗迹。在石家河大城尚未建成时,这里可能曾经作过有独立城墙的庙权中心<sup>⑪</sup>。在石家河大城修建之后,这里依然是重要的祭祀场所。

#### (1) 青铜炼渣和器物的发现

邓家湾发掘报告指出,在石家河文化地层中发现很多所谓“孔雀石碎块”,最大块直径为2—3cm,“表面看起来似炼铜渣”。虽然从文字叙述来看,似乎出土不少炼渣,但只具体记录了三件所谓的“孔雀石”;此三件虽记录了发现地点,但却未公布照片和尺寸的资料。第一件发现在开口于AT8<sup>⑫</sup>层、属石家河文化早期的灰坑(ashpit)H30(图六);第二件发现在层位和年代不明的探方(exploration pit)AT203:35;第三件发现在开口于T8<sup>⑬</sup>层、属石家河文化中期的灰坑H116中(图六)。前两件附有简略的成份鉴定报告。

此外,发掘报告里有一件所谓“孔雀石”的照片,其出土地点的记录是AT109<sup>⑭</sup>(图三);从照片上可看到铜块(器物残块或铜渣)出土的情况,周围似乎有很多烧土颗粒和灰色的灰烬,但报告中该出土单位除了这幅照片外,完全没有任何关于该出土单位的资料,甚至其位置也不明。



图七 邓家湾 T4②、③出土遗物

T4②:11,青铜刀,残长6.6厘米、残宽3.7厘米、厚0.27厘米;T4③:3,陶偶,残高8.6厘米;T4②:14,背物陶偶,残高5.8厘米;T4②:13,陶小鸡,残高3.9厘米;T4②:32,陶短尾鸟,残高4厘米;T4②:10,石铲,长10.2厘米、宽4.4厘米、厚0.8厘米。

邓家湾发现的小铜器也只记录了一件,在探方T4出土青铜刀的残片(T4②:11,图七),经过检测属含铅的青铜器,并且从表面来看,这不是锻造出来的,而是铸造的青铜刀,其金属成分分析报告只记录了铅同位素<sup>③</sup>。

可见,报告虽然提到地层有很多小铜块(我们也曾亲眼观察过石家河城祭坛上常见绿色的小型块状物),但很可惜都没有进一步测验和研究。虽然在发掘报告中具体提到上述五个例子,但相关资讯都不成系统,出土背景也不明。

关于探方AT203的发掘情况,发掘报告中没有描述,只知道其位于发掘区的南部。成分鉴定报告描述AT203:35样本为:“绿色铜渣状矿物”,又称为“孔雀石”。对此,陈树祥和龚长根已提出质疑:“铜绿山出土的孔雀石经检测含铜量不超过57%,邓家湾遗址发掘探方AT203出土的一块孔雀石(AT203:35)经检验,相对含铜量达67.77%,实属罕见。”<sup>④</sup>确实如此,不仅是铜绿山,在其他地方也一样,含铜57%已是天然孔雀石含铜量的上限标准。从鉴定报告来看,AT203:35一件除了含有67.77%的铜(Cu)之外,另有较多铁(Fe)、硅(Si)、铝(Al)以及少量锌(Zn)、铅(Pb)和硫(S)等。这种成份结构似乎属于冶炼青铜的炉渣。其中,锌和铅应该是炉渣中的合金成分。硅和铝是组成炉壁、炼缸或陶范的主要材料,铁或为未熔化的矿料,或者也是炉(缸)壁或范的泥土成分。这种成分结构可以参照阳新大路铺专业冶炼遗址来说明其原本意义。大路铺炉壁的主要成分恰好是硅、铝和铁,炉渣成分也含有这三种,再加上矿料的元素<sup>⑤</sup>。殷墟出土的冶炼用陶质工具的成分亦如此<sup>⑥</sup>。根据长江流域的冶炼技术,“炉壁”的定义较模糊,因为固定的炼炉或炼缸的材质一致,差异在于固定的炉壁含硅的比例高于炼缸,但是鉴定报告并未提供具体成分所占比例数据。因此这有可能是炼缸壁上的炼渣,而不是类似于大路铺炼炉的炉渣。至于

硫的成分,其出现可能指涉着矿料并不全是孔雀石,而包含硫化铜。

根据化学反应和冶炼试验,如果在孔雀石中加次生的硫化铜(如铜蓝Covellite)一起冶炼,因硫与氧发生反应,两种矿物较容易还原成铜<sup>⑦</sup>。幕阜山除了孔雀石之外,铜蓝石(CuS或Cu<sub>2</sub>S)、黄铜矿(chalcopyrite CuFeS<sub>2</sub>)、铜斑铜(Bornite Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>)等都一起出现,因此可以考虑石家河人已经尝试用不同的矿物冶炼,而注意到矿物搭配的良好效果。不过以上所说,只是我们根据“鉴定报告”不精确描述的文字来推测而已,尚不足以构成严谨的论述。

出土另一块铜料的灰坑H30属石家河文化早期,位于邓家湾发掘区的西北部探方AT8-AT7交界处,我们考证后认为,这里是屈家岭时期核心冶炼区域的西边(此问题将另文展开讨论)。鉴定报告描述H30出土的标本为“绿色铜块状孔雀石”,但含铜量很高,比AT203还高(未提供具体数据)。除铜之外,也包含铁、硅、铝、锌和硫。因为含铜更多,又是“块状形式”,或许可以考虑这是铸造过程中的废品,被剔除而弃置一旁;或者是含有一块未熔化矿料的炉渣;或者是通体锈蚀的器物碎块。

邓家湾报告里存在着很多内在的矛盾,如孙淑云做的鉴定报告一方面依照肉眼观察将标本描述为“绿色铜渣状矿物”和“绿色铜块状孔雀石”,同时却否定前者为铜渣,后者为铜块,所以,这一鉴定结论就好像明明看到是炼渣和铜块却不敢相信亲眼所见,自相矛盾<sup>⑧</sup>。

## (2) 冶铸废物堆积坑

H30形状为不规整的圆型,最长径2.86m,深度0.8m,由于发掘时只清理了一半,所以文字描述也不甚清晰。不过,还是可以知道,坑里堆积分三层,每一层土都含有黑色灰烬,出土的陶片有多种,其中包含粗厚炼缸片以及小型坩锅,报告只复原和公布了三件小型坩锅(图六)<sup>⑨</sup>。总体感觉H30内的堆积应该都是废弃物,其中也包括用坏了的冶炼工具、碳末和废料。比如说,反复使用炼缸来冶炼时,会将木炭和矿石投入炼缸灼烧,而燃烧的灰烬,则弃于垃圾坑,多次使用的炼缸损坏后,也丢于坑中,壁上或灰烬中偶尔会有小型碎渣或未反应的矿料碎块。同时,炼铜废料的出现另使我们思考,在H30成为垃圾堆积坑之前,这里原本就可能是进行冶炼或浇铸的地方;坑中的层位应该也显示出不同时期丢弃冶炼垃圾的情况,每层的堆积物基本上一致:灰烬、烧土块及陶片。

在H30北边,还有一个结构相同的H48,二者开口地层一样,不过H48略宽略深一些,约4m宽,

1.2m 深,坑内堆积一样,同样包含三层富含烧土、灰烬、草木灰、碳末的黑灰土;堆积物中也有小型坩锅等。可惜只清理了四分之一。这种尺寸较大、形状不明的灰坑,从出土铜料与大量灰烬、烧土、坩锅、炼缸片等判断其性质,也应该是石家河早期与冶炼有关的遗存(图六)。

(3)冶铸作坊废弃时的祭礼:石家河文化冶铸场所的复原问题

邓家湾发掘区的东区灰坑 H63 的性质也类似于冶铸场所,坑口直径为 2.4~4.4m,坑深为 0.5m,西边有二层台结构,坑内填黑色土,含较多烧土块和碳末,坑内陶片包含炼缸、坩锅,并有很多陶塑动物等祭祀品,时代为石家河中期。

我们或许可以推测,此处曾经有冶铸场所,留下烧土、碳末和缸片等与冶炼有关的遗存;最后 H63 成为埋葬祭祀品的地方,埋藏的陶塑并没有火烧痕迹,说明两种堆积有先后关系。这种将冶炼工具与祭祀品混在一起的现场表明,埋藏陶塑的祭祀行为是 H63 的最后使用阶段。至于 H63 的使用方法,目前我们资料不足,只能提出一些推测:或许石家河人为考虑聚落安全,把有些冶铸场所设置在土坑中,在坑的底部摆炼缸,坑的西壁台阶有可能是专门安排用于工匠下上的(图六)。石家河遗址有不少灰烬烧土坑在一边安排斜坡或台阶,其用途从来没有被研究。另外,石家河城内的许多冶炼废物堆积之上,有祭祀品的遗存。这都是我们需要考虑的规律。

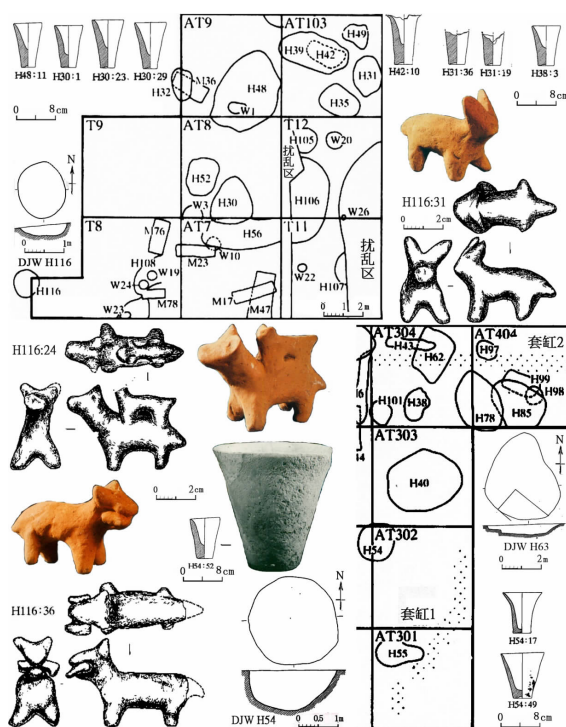
在大路铺等专业性的铜矿业遗址的烧坑遗迹中,从未发现与冶炼无关的堆积,更加没有祭品堆积。而在石家河城内的冶炼活动却与祭祀有关连,或许可以推断,石家河城内的炼炉或冶铸场所在使用一段时间之后,在废弃时会举行社会共同的祭祀仪式,再进行回填。因此,虽然坑中有繁复烧炭的痕迹,上面却都会堆积很多与冶炼无关且没烧过的较精致的器物。

#### (4)圆型及竖穴式炼炉遗迹

关于 H116 灰坑中的遗物,发掘者叙述有发现铜渣<sup>⑥</sup>。虽然鉴定报告写未发现炼渣,但是鉴定报告并不包括 H116 出土的铜渣,所以鉴定报告有关邓家湾“未发现炼渣”的结论并不是依靠全部资料得出来的。石家河遗址中既发现有青铜合金块,亦发现用青铜合金铸法制造的青铜工具,所以发现青铜炼渣是很自然的事情,这进一步证明,石家河文化早已从铜石并用时期发展到成熟的青铜文化。

H116 位于 H30 之西南,在其以东约 10 米处,比其早几百年的屈家岭文化时期该处曾应是冶炼中

心。H116 灰坑的性质与 H30 等灰坑的性质不同,其结构很规整,东、北、南之壁都较陡,西壁较缓,地表有小斜坡,坑口径 1.2~1.45 米,深度 0.3 米。坑内土夹灰色灰烬,但除了炼渣之外,没有记录与冶炼相关器物的复原,反而记录发现各种零碎陶片和陶塑,与 H63 一样似乎属于一种祭祀场所,而且,虽然有灰烬和炼渣,但里边出土的祭品并没有被烧过,这应该也显示早晚不同时期的不同用途。从一般性合理判断,炼渣很难被视为祭品,应该代表埋藏陶塑之前 H116 的用途,而埋藏陶塑代表结束使用 H116 的祭礼活



图六 邓家湾报告有纪录出土炼渣的遗迹

相关探方平面图;H116 炼炉:平剖面图,直径 1.2~1.4 米,深度 0.3 米;H116:24 陶塑狗,通长 6.1 厘米、通高 4.5 厘米;H116:36 含物狗,残通 6 厘米、通高 4.5 厘米;H116:31 陶塑兔子,通长 5.1 厘米、通高 4.3 厘米;

H30 出土的小坩锅:H30:1,口径 5.6 厘米、底径 3 厘米、高 8.4 厘米;H30:23,口径 6.2 厘米、底径 2.8 厘米、高 9.8 厘米;H30:29,口径 6.4 厘米、底径 2.8 厘米、高 9.4 厘米;H54:平剖面图,直径 2.2 米、深度 1 米;H54:52 坩锅,口径 6 厘米、底径 3 厘米、高 8 厘米;

H54:49 坩锅,口径 8.8 厘米、底径 3.8 厘米、高 9.2 厘米;

H54:17 坩锅,口径 8 厘米、底径 3.6 厘米、高 8.2 厘米;H63 平剖面图。H42:10 坩锅,底径 3.8 厘米、残高 10 厘米;H38:3 坩锅,口径 5.6 厘米、底径 3.2 厘米、高 8.2 厘米;H48:11 坩锅,口径 5.6 厘米、底径 2.8 厘米、高 9 厘米;H31:36 坩锅,底径 3.2 厘米、残高 7.2 厘米;

H31:19 坩锅,底径 3.2 厘米、残高 6.4 厘米。



动。

根据形状和堆积的情况我们推论,H116 原本可能是圆型炼炉。我们的根据如下:首先,其形状规整,应为人工开挖而成,虽然发现炼渣,但没有发现炼缸碎片,也不像冶炼过程的垃圾坑。其次,坑的尺寸不大,不像是使用炼缸的冶炼场所,但符合土坑炼炉大小;鼓风足以保持高温,同时从鼓风口到放铜料的位置的距离,足以形成一氧化碳,以保持还原气氛。若说人们从冶炼场所特地把炼渣带到这里放置,这样做不合情理。因此 H116 本身可能就是炼炉。石家河人应该同时有多种冶炼、浇铸设施,以配合不同原料和目的,用略不同的技术提取铜,多样的技术背后,均有累积很多经验的历史。土坑式炼炉技术应该早于炼缸的发明,但是炼缸发明后仍继续使用及发展土坑炼炉技术,是因为这种炉有自己的特殊功能,如为提炼硫化铜,带有设计好的烟道的土坑炉就有一定的优势。换言之,我们认为,H116 可能原本是圆型炼炉,废弃后,用陶塑等举行祭祀活动而后掩埋。H116 出土的陶塑显示炼炉废弃年代大致相当于石家河文化中后期(图六)。

发掘区还有几个灰坑与 H116 相似,如 H69 等。可惜都没有经过详细发掘。石家河早期的 H54<sup>①</sup>与 H116 结构接近,也像是人工挖的圆型炉,壁的一边呈直,一边倾斜;但尺寸大,深度 1 米,直径 2.2 米。H54 位于发掘区南部,附近有石家河早期祭祀中心,包含典型套缸遗迹<sup>②</sup>。H54 坑内土色深灰且富含草木灰、烧土粒,坑里发现几件小坩锅,器壁多细孔,内夹碳粒。从坑内的遗存来看,H54 像冶炼遗迹,但其尺寸有点大,若作为土坑式炼炉使用,在那么大的空间内很难到达高温。也许可以考虑其内部曾分隔为不同功能区,其中具体灼烧碳还原铜或熔铜之处只占某一个部分,但是这种内部结构没有保存下来。其实,这种较深的圆型竖穴炉在幕阜山专业采冶区也多见,从石家河以来至商周时期都有发现,结构基本不变。商周时期的炉子保存较好,可以大致复原内部结构<sup>③</sup>,功能包含熔铜及铸造。而石家河时期的这种遗迹都被上层遗迹打破,大多遭到破坏,原来的内部结构不清楚,具体功能待研究。

(未完待续)

注释:

①a 甘肃省博物馆:《武威皇娘娘台遗址发掘报告》,《考古学报》1960 年第 2 期;b 中科院考古所甘肃工作队:《甘肃永靖大何庄遗址发掘报告》,《考古学报》1974 年第 2 期;c 中科院考古所甘肃工作队:《甘肃永靖秦魏家齐家文化墓地》,《考古学报》1975 年第 2 期;d 甘肃省博物馆:《武

威皇娘娘台遗址第四次发掘》,《考古学报》1978 年第 4 期;e 韩汝汾、柯俊:《姜寨第一期文化出土黄铜制品的鉴定报告》,《姜寨:新石器时代遗址发掘报告》,第 544-548 页,文物出版社,1988 年;f、Kwang-tzuu Chen, Fredrik T. Hiebert, 1995, The Late Prehistory of Xinjiang in Relation to It's Neighbors. Journal of World Prehistory, Vol. 9, No. 2, pp. 269-272; Colin Renfrew, Paul Bahn, 2014, The Cambridge World Prehistory, Volume 2, Cambridge Press, pp. 1639-1641.

②a 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 年第 3 期;b、Barnard, N. (1993). Thoughts on the emergence of metallurgy in pre-Shang and early Shang China, and a technical appraisal of relevant bronze artifacts of the time. Bulletin of the Metals Museum, 19, 3-48; c 王志俊:《中国早期铜器的起源及发展》,《文博》1996 年第 6 期;d 易德生:《商周青铜矿料开发及其与商周文明的关系研究》,《武汉大学博士学位论文》,2011 年 5 月;e、Shanjia Zhanga, Yishi Yanga, Michael J. Storozumb, Haiming Lia, Yifu Cuia, Guanghui Donga, 2017. Copper smelting and sediment pollution in Bronze Age China: A case study in the Hexi corridor, Northwest China. Catena, Vol.156, pp.92-101.

③如 a 孙淑云、韩汝汾:《甘肃早期铜器的发现与冶炼、制造技术的研究》,《文物》1997 年第 7 期;b、Jianjun Mei. Copper and Bronze Metallurgy in Late Prehistoric Xinjiang: Its Cultural Context and Relationship with Neighbouring Regions. BAR International Series 865. Oxford: Archaeopress, 2000; c 梅建军、刘国瑞、常喜恩:《新疆东部地区出土早期铜器的初步分析和研究》,《西域研究》2002 年第 1 期;d 孙淑云、潜伟、王辉:《火烧沟四坝文化铜器成分分析及制作技术的研究》,《文物》2003 年第 8 期;e 李水城:《西北及中原早期冶铜业的区域特征和交互作用》,《考古学报》2005 年第 1 期。

④甘肃省文物考古研究所、北京科技大学冶金与材料史研究所、中国社会科学院考古研究所、西北大学文化遗产学院:《甘肃张掖市西城驿遗址》,《考古》2014 年第 7 期。

⑤Ho, Ping-ti, 1961. Some Problems of Shang Culture and Institutions: A Review Article. Pacific Affairs Vol. 34, No. 3, pp. 292-293; Pope, Gettens, Cahill and Barnard, 1969, The Freer Chinese Bronzes, vol. II, Technical Studies, Smithsonian Publication, Washington, pp.11, 16; Bunker, E. C., 1988. Lost wax and lost textile: an unusual ancient technique for casting gold belt plaques. In: Maddin, R. (Ed.), The Beginning of the Use of Metals and Alloys. MIT Press, Massachusetts, pp. 222-227; 安志敏,《试论中国的早期铜器》,《考古》1993 年第 12 期,第 1117 页; Fitzgerald-Huber, L.G., 1995. Qijia and Erlitou: the question of contacts with distant cultures. Early China 20, 17-67; Linduff, K.M., Han,

Rubin, Sun, Shuyun (eds.), 2000. The Beginnings of Metallurgy in China. The Edwin Mellen Press, Lewiston; Mei Jianjun, 2003, Cultural Interaction between China and Central Asia during the Bronze Age, Proceedings of the British Academy, Volume 121, pp. 28-33; Linduff, K.M. (Ed.), 2004, Metallurgy in Ancient Eastern Eurasia from the Urals to the Yellow River. The Edwin Mellen Press, Lewiston; Mei, Jianjun. 2009a. Early metallurgy in China: some challenging issues in current studies. In Jianjun Mei and Thilo Rehren (eds.). Metallurgy and Civilisation: Eurasia and Beyond. London: Archetype Publication, 2009, pp. 9-16; 梅建军:《中国早期冶金术研究的新进展》,中国社会科学院考古研究所科技考古中心编:《科技考古》(第三辑),第135—154页,科学出版社,2011年;Mei, Jianjun, Xu, Jianwei, Chen, Kunlong, Shen, Lu, Wang, Hui, 2012. Recent Research on Early Bronze Metallurgy in Northwest China. In Paul Jett (ed.), Scientific Research on Ancient Asian Metallurgy. Washington: Freer Gallery of Arts. 2012, pp.37—46; J. Rawson, 2017. Shima and Erlitou: new perspectives on the origins of the bronze industry in central China. Antiquity, vol. 91, p.355.

⑥ Mei Jianjun, Colin Shel, 1999. The existence of Andronovo cultural influence in Xinjiang during the 2nd millennium BC. Antiquity, vol.73 (281), pp.571—578; Nissim Amzallag, 2009, From Metallurgy to Bronze Age Civilizations: The Synthetic Theory. American Journal of Archaeology, pp.508—510; Kathryn M. Linduff, Jianjun Mei, 2009. Metallurgy in Ancient Eastern Asia: Retrospect and Prospects. World Prehistory, 2009 (22), pp.268—279; B. Епимахов, Ж.В. Марченко. Радиоуглеродная хронология культур эпохи бронзы Урала и Юга Западной Сибири: принципы и подходы, достижения и проблемы. Вестник НГУ, 2014 (3), сс. 136—167; Stanislav Grigoriev, 2015. Metallurgical production in northern Eurasia in the Bronze Age, Archaeopress publishing LTD, p.22.

⑦ Grigoriev, Stanislav 2015. Metallurgical production in northern Eurasia in the Bronze Age, p.554.

⑧ Ковалев, А. А. 2004. Древнейшая миграция из Загроса в Китай и проблема прародины тохаров. А.А. Ковалев (ред). Археолог: детектив и мыслитель: сб. ст., посвященный 77-летию Льва Самойловича Клейна. СПб.: СПбГУ, 2004, сс.249—292.

⑨ 齐家文化的年代系笔者依目前已发表的碳十四数据进行校正得到。参见 a 中国社会科学院考古研究所:《中国考古学中碳十四年代数据集 1965—1991》,文物出版社,1991年;b 张雪莲、叶茂林、仇士华、钟建:《民和喇家遗址碳十四测年及初步分析》,《考古》2014年第11期。

⑩ Черных, Е. Н., Кузьминых, С. В. Древняя металлургия Северной Евразии. Москва: Наука, 1989;

Grigoriev, Stanislav 2015. Metallurgical production in northern Eurasia in the Bronze Age, pp.480, 554.

⑪a 甘肃省文物考古研究所、北京科技大学冶金与材料史研究所、中国社会科学院考古研究所、西北大学文化遗产学院:《甘肃张掖市西城驿遗址 2010 年发掘简报》,《考古》2015 年第 10 期;b 李延祥、陈国科、潜伟、王辉:《张掖西城驿遗址冶铸遗物研究》,《考古与文物》2015 年第 2 期。

⑫ 孙淑云、韩汝玢:《甘肃早期铜器的发现与冶炼、制造技术的研究》,《文物》1997 年第 7 期。

⑬ Linduff K.M., Mei J., 2008. Metallurgy in Ancient Eastern Asia: How is it Studied? Where is the Field Headed Modeling Early Metallurgy: Old and New World Perspectives. SAA: Vancouver, p.8.

⑭ Linduff K.M., Mei J. Metallurgy in Ancient Eastern Asia: Retrospect and Prospects, p.217.

⑮ 何弩:《山西襄汾陶寺遗址铜器群及其相关问题初探》,北京大学震旦古代文明研究中心编:《古代文明研究通讯》,总 51 期,第 23—38 页,2011 年。

⑯ 郭静云:《夏商周:从神话到史实》,第 128 页,上海古籍出版社,2013 年。

⑰a 佟伟华:《垣曲商城与中条山铜矿资源》,《考古学研究(九)》,第 346—361 页,文物出版社,2012 年;b 崔剑锋、佟伟华、吴小红:《垣曲商城出土部分铜炼渣及铜器铅同位素比值分析研究》,《文物》2012 年第 7 期;c 申斌:《商代科学技术的精华》,见胡厚宣主编:《全国商史学术讨论会论文集》,《殷都学刊》增刊,1985 年。

⑱ 详见 Amzallag N. 2009 From Metallurgy to Bronze Age Civilizations The Synthetic Theory; 郭静云:《夏商周:从神话到史实》,第 128 页,上海古籍出版社,2013 年。

⑲ 武汉大学历史学院考古系、安徽省文物考古研究所:《安徽阜南县台家寺遗址发掘简报》,《考古》2018 年第 6 期。

⑳ 秦颖、王昌燧、张国茂、杨立新、汪景辉:《皖南古铜矿冶炼产物的运输路线》,《文物》2002 年第 5 期。

㉑ 郭静云:《夏商周:从神话到史实》,第 129、144 页,上海古籍出版社,2013 年。

㉒a 李延祥、韩汝玢:《林西县大井古铜矿冶遗址冶炼技术研究》,《自然科学史研究》1990 年第 2 期;b 潜伟、孙淑云、韩汝玢:《古代铜研究综述》,《文物保护与考古科学》2000 年第 2 期。

㉓a 辽宁省博物馆文物工作队:《辽宁林西县大井古铜 1976 年试掘简报》,《文物资料丛刊》1983 年第 7 期;b 王刚:《林西县大井古铜矿遗址》,《内蒙古文物考古》1994 年第 1 期。

㉔ 郭静云:《夏商周:从神话到史实》,第 143—145 页,第 163—164 页,上海古籍出版社,2013 年。

㉕ Grigoriev, Stanislav 2015. Metallurgical production in northern Eurasia in the Bronze Age, p. 556.

②⑥a 李清临、朱君孝:《二里头文化研究的新视角——从青铜器的铅同位素比值看二里头四期的文化性质》,《江汉考古》2007年第4期;b 郭静云:《夏商周:从神话到史实》,第82、145页,上海古籍出版社,2013年;c 邱诗莹:《浅论盘龙城灰垆沟遗迹》,《南方文物》2016年第4期。

②⑦ Roberts B., 2009. Origins, transmission and traditions: analyzing early metal in Western Europe. Metals and societies (ed. Kienlin T.L., Roberts B.W.). Bonn: Habelt, pp.129-142; Grigoriev, Stanislav 2015. Metallurgical production in northern Eurasia in the Bronze Age, p. 556.

②⑧湖北省文物考古研究所:《盘龙城——一九六三年~一九九四年考古发掘报告》,第530、532页,文物出版社,2001年。

②⑨a 中国社会科学院考古研究所安阳工作队:《2000—2001年安阳孝民屯东南地殷代铸铜遗址发掘报告》,《考古学报》2006年第3期;b 殷墟孝民屯考古队:《河南安阳市孝民屯商代铸铜遗址2003~2004年的发掘》,《考古》2007年第1期;c 王学荣、何毓灵:《安阳殷墟孝民屯遗址的考古新发现及相关认识》,《考古》2007年第1期;d 李永迪、岳占伟、刘煜:《从孝民屯东南地出土陶范谈对殷墟青铜器的几点新认识》,《考古》2007年第3期;e 赵春燕:《安阳殷墟出土青铜器的化学成分分析与研究》,《考古学集刊》(第15集),第530、532页,文物出版社,2004年;f 周文丽、刘煜、岳占伟:《安阳殷墟孝民屯出土两类熔铜器具的科学研究》,《南方文物》2015年第1期。

③⑩a 徐劲松、李桃元、胡莎可:《从模拟试验看商周时期大口陶缸的性质及用途》,《考古》2005年第4期;b 邱诗莹:《汉北青铜文化之兴起:从石家河到盘龙城》,第124—129页,中正大学硕士学位论文,2015年;c 郭静云:《天神与天地之道》,第661—662页,上海古籍出版社,2016年;d 郭静云、郭立新、范梓浩主编:《考古侦探》,上册,第377—400页;下册,第118—122页,(新竹)交通大学出版社,2018年;e 郭立新、郭静云、范梓浩主编:《时空之旅:文明摇篮追踪》,第177—178、287—290页,上海文化出版社,2017年。

③⑪王建平、王志强、胥谓:《关于中国早期冶铜术起源的探讨》,《中原文化研究》2014年第2期。

③⑫苏荣誉:《安阳殷墟青铜技术渊源的商代南方因素》,《泉屋透赏:泉屋博古馆青铜器透射扫描解析》,第352—386页,科学出版社,2015年。

③⑬如 Barnard, N., 1983. Further evidence to support the hypothesis of indigenous origins of metallurgy in ancient China. In: Keightley, D.N. (ed.). The Origins of Chinese Civilization. University of California Press, Los Angeles, pp. 237-277; Ko, Tsun, 1987. The development of metal technology in ancient China. In: Chen, C.Y. (ed.). Science and Technology in Chinese Civilization. World Scientific Publishing Co., Singapore, pp. 225-243;

③⑭a 张玉石:《中国南方青铜器及中原商王朝与南方的

关系》,《南方文物》1994年第2期;b 陈朝云:《商周中原文化对长江流域古代社会文明化进程的影响》,《学术月刊》2006年第38卷7月号;c 吴志刚:《吴城文化与周公南征》,《四川文物》2009年第3期;d Mei, Jianjun, 2009b. Early metallurgy and socio-cultural complexity: archaeological discoveries in Northwest China. In: Hanks, B., Linduff, K. (eds.), Mounments, Metals and Mobility: Trajectories of Social Complexity in the Late Prehistoric Eurasian Steppe. Cambridge University Press, Cambridge, pp.215-232; e 豆海峰:《长江中游地区商代文化研究》,吉林大学博士论文,2011年;f 张海、陈建立:《史前青铜冶铸业与中原早期国家形成的关系》,《中原文物》2013年第1期;g, Chang, Kwang-Chih, 1964, Prehistoric and Early Historic Culture Horizons and Traditions in South China. Current Anthropology, Vol. 5, No. 5, pp.370.

③⑮郭沫若:《十批判书》,第7页,东方出版社,1996年。

③⑯台北故宫博物院编辑委员会:《中国艺术文物讨论会论文集/器物(上)》,第209—255页,(台北)台北故宫博物院,1992年6月。

③⑰a 严文明:《中国史前文化的统一性与多样性》,《文物》1987年第3期;b 张绪球:《屈家岭文化》,第16—17页,文物出版社,2004年;c 郭静云:《夏商周:从神话到史实》,第48—49页,上海古籍出版社,2013年。

③⑱a 陈树祥:《黄石地区古铜矿采冶肇始及相关问题探析》,《湖北理工学院学报(人文社会科学版)》,2012年第5期;b 陈树祥:《大冶铜绿山古铜矿始采年代及相关问题研究》2014年第2期;c 陈树祥、龚长根:《湖北新石器时代遗址出土铜矿石与冶炼遗物初析——以鄂东南和鄂中地区为中心》,《湖北理工学院学报(人文社会科学版)》2015年第5期;d 陈树祥:《关于早期铜矿业探索如何深化的思考——以鄂东南及铜绿山古铜矿遗址考古为例》,《南方文物》2016年第1期。

③⑲a 徐劲松、李桃元、胡莎可:《从模拟试验看商周时期大口陶缸的性质及用途》,《考古》2005年第4期;b 邱诗莹:《浅论盘龙城灰垆沟遗迹》,《南方文物》2016年第4期。

③⑳郭静云:《夏商周——从神话到史实》,第60—87页,上海古籍出版社,2013年;b 郭静云:《天神与天地之道》,第191—245页,上海古籍出版社,2016年;c 郭立新、郭静云:《盘龙城国家的兴衰暨同时代的历史地图——考古年代学的探索》,《盘龙城与长江文明国际学术研讨会论文集》,第211—241页,科学出版社,2016年。

㉑李文杰:《试谈快轮所制陶器的识别——从大溪文化晚期轮制陶器谈起》,《文物》1988年第10期。

㉒湖南省博物馆:《安乡划城岗新石器时代遗址》,《考古学报》1983年第4期。

㉓湖南省文物考古研究所:《澧县城头山遗址——新石器遗址发掘报告》,第257—264页,文物出版社,2007年。



⑭a 郭伟民:《新石器时代澧阳平原与汉东地区的文化和社会》,第31页,文物出版社,2010年;b 范梓浩:《从泥质黑陶遗存看两湖地区新石器时代晚期文化格局的转换》,《湖南大学学报》2017年第5期。

⑮各文化的绝对年代系笔者以碳十四数据计算得出。

⑯郭静云、郭立新:《论稻作萌生与成熟的时空问题》,《中国农史》2014年第5—6期。

⑰a 湖北省文物考古研究所、天门市博物馆编著,《天门龙嘴》,第305页,科学出版社,2015年;b 陈树祥、连红主编:《铜绿山考古印象》,第23页,文物出版社2018年。

⑱ Grigoriev, Stanislav 2015. Metallurgical production in northern Eurasia in the Bronze Age, pp.4-5, 38-40.

⑲ Charles J.A. The Coming of Copper and Copper - Base Alloys and Iron: A Metallurgical Sequence. The Coming of the Age of Iron. Yale University Press. New Haven, London, 1980, pp.151-182.

⑳湖北省文物考古研究所、天门市博物馆编著:《天门龙嘴》,第14、305、329—330页,科学出版社,2015年。

㉑ Stanislav Grigoriev. Metallurgical Production in Northern Eurasia in the Bronze Age. Oxford: Archaeopress Publishing, 2015, p.8.

㉒湖北省文物考古研究所、湖北省黄石市博物馆、湖北省阳新县博物馆:《阳新大路铺》,第862页,文物出版社,2013年。

㉓武汉大学历史系考古专业、咸宁地区博物馆、通城县文化馆、李龙章、彭明祺、向绪成、王然:《湖北通城尧家林遗址的试掘》,《江汉考古》1983年第3期。根据本地人说明“尧家林”名称是因为地方口音而被误录,这小地名准确谓尧家岭。

㉔中国科学院考古研究所编著:《京山屈家岭》,科学出版社,1965年。

㉕屈家岭考古发掘队:《屈家岭遗址第三次发掘》,《考古学报》1992年第1期。

㉖荆门市文物考古研究所,《荆门市屈家岭一百三十亩遗址试掘简报》,《江汉考古》2008年6月(增刊),第74—75页、彩版一:6。

㉗陈树祥、龚长根:《湖北新石器时代遗址出土铜矿石与冶炼遗物初析——以鄂东南和鄂中地区为中心》,《湖北理工学院学报(人文社会科学版)》2015年第5期。

㉘荆门市文物考古研究所:《荆门市屈家岭一百三十亩遗址试掘简报》,《江汉考古》2008年6月(增刊)。

㉙徐劲松、李桃元、胡莎可:《从模拟试验看商周时期大口陶缸的性质与用途》,《考古》2005年第4期。

㉚a 邱诗莹:《浅谈盘龙城灰垆沟遗迹》,《南方文物》2016年第4期;b 郭静云、郭立新、范梓浩主编:《考古侦探》,上册,第377—380页,(新竹)交通大学出版社,2018年;c 郭立新、郭静云、范梓浩主编:《时空之旅:文明摇篮追踪》,第177—178、287—290页,上海文化出版社,2017年。

㉛a 湖北省文物考古研究所、北京大学考古学系石家河考古队、湖北省荆州博物馆编著:《邓家湾——天门石家河考古发掘报告之二》,第14—17页,文物出版社,2003年;b 郭立新、郭静云:《中国时代最早城市体系研究》,《南方文物》2019年第1期。

㉜a 郭静云、郭立新、范梓浩主编:《考古侦探》,第289—290页,(新竹)交通大学出版社,2018年;b 郭立新、郭静云、范梓浩主编:《时空之旅:文明摇篮追踪》,第134—136页,上海文化出版社,2017年;c 郭立新、郭静云:《长江中游大溪至石家河城址结构研究》。

㉝石龙过江水库指挥部文物工作队:《湖北京山、天门考古发掘简报》(油印本),第19—20页,1955年。

㉞陈树祥、龚长根:《湖北新石器时代遗址出土铜矿石与冶炼遗物初析——以鄂东南和鄂中地区为中心》,《湖北理工学院学报(人文社会科学版)》2015年第5期。

㉟湖北省文物考古研究所、湖北省黄石市博物馆、湖北省阳新县博物馆:《阳新大路铺》,第864、866页,文物出版社,2013年。

㊱周文丽、刘煜、岳占伟:《安阳殷墟孝民屯出土两类熔铜器具的科学研究》,《南方文物》2015年第1期。

㊲ Grigoriev, Stanislav 2015. Metallurgical production in northern Eurasia in the Bronze Age, p.39.

㊳孙淑云:《邓家湾遗址铜矿渣检验报告》,《邓家湾——天门石家河考古发掘报告之二》,第303页,文物出版社,2003年。

㊴湖北省文物考古研究所、北京大学考古学系石家河考古队、湖北省荆州博物馆编著:《邓家湾——天门石家河考古发掘报告之二》,第138、147—148、243、303页、彩版三〇:1,文物出版社,2003年。

㊵湖北省文物考古研究所、北京大学考古学系石家河考古队、湖北省荆州博物馆编著:《邓家湾——天门石家河考古发掘报告之二》,第138、144—145页,文物出版社,2003年。

㊶湖北省文物考古研究所、北京大学考古学系石家河考古队、湖北省荆州博物馆编著:《邓家湾——天门石家河考古发掘报告之二》,第138、145—146页,文物出版社,2003年。

㊷a 郭立新:《解读邓家湾》,《江汉考古》,2009年第3期;b 郭静云、郭立新、范梓浩主编:《考古侦探》,上册,第316—317页,(新竹)交通大学出版社,2018年;c 郭立新、郭静云、范梓浩主编:《时空之旅:文明摇篮追踪》,第147—150页,上海文化出版社,2017年。

㊸a 陈树祥、龚长根:《湖北新石器时代遗址出土铜矿石与冶炼遗物初析——以鄂东南和鄂中地区为中心》,《湖北理工学院学报(人文社会科学版)》2015年第5期;b 周文丽、刘煜、岳占伟:《安阳殷墟孝民屯出土两类熔铜器具的科学研究》,《南方文物》2015年第1期。

(责任编辑:周广明)