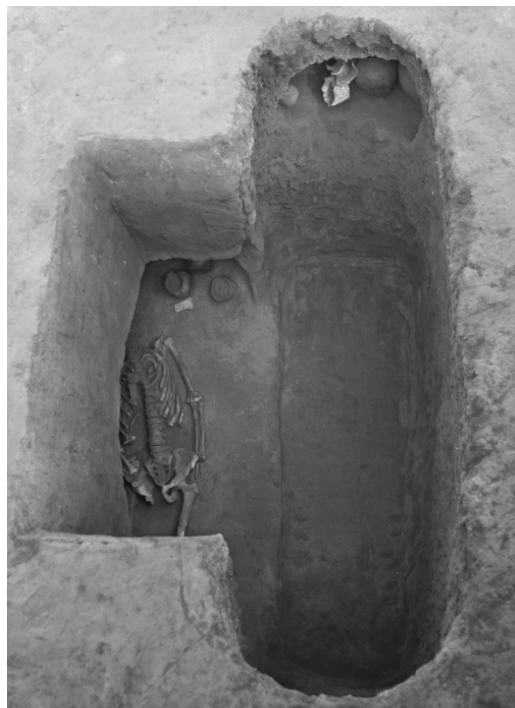


甘肃临潭磨沟寺洼文化墓葬出土铁器与中国冶铁技术起源*

陈建立(北京大学中国考古学研究中心 副教授)
毛瑞林(甘肃省文物考古研究所 副研究员)
王 辉(甘肃省文物考古研究所 研究员)
陈洪海(西北大学文化遗产与考古学研究中心 教授)
谢 焱(甘肃省文物考古研究所 馆 员)
钱耀鹏(西北大学文化遗产与考古学研究中心 教 授)

自 20 世纪 20 年代起,就已有学者对中国钢铁技术起源问题进行讨论,50 年代以后,随着考古工作的进展和对出土铁器及冶铁遗址的研究,已初步掌握了中国古代钢铁技术的起源、发展与传播等一系列问题的基本面貌。但是,对于冶铁技术起源的年代众说纷纭,有夏代及夏代以前起源、商代起源、西周和春秋起源等多种观点。另外对于冶铁技术究竟是从西方传入,还是本土起源,亦有不同看法。因此系统开展中国冶铁技术起源的年代等研究具有重要意义。

近年来,西北地区出土了相当数量的早期铁器,是研究冶铁技术起源的重要地区之一。特别是 2008 年以来甘肃省文物考古研究所和西北大学合作,对甘肃临潭陈旗磨沟遗址进行的考古发掘,发现有马家窑、齐家和寺洼文化的遗存,并分别在墓葬区的 M444 和 M633 出土铁条和铁锈块 2 件铁器,为研究中国冶铁技



图一 M444

* 本文得到中华文明探源工程、指南针计划、国家自然科学基金(批准号:51074010)和教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(10JJD770014)的资助。



图二
M444 出土陶器组合

术起源提供了新线索,本文为初步研究成果。

一 磨沟铁器的发现

磨沟遗址位于甘肃省临潭县陈旗乡磨沟村,地处洮河南岸的马蹄形山间台地。区域内发现有仰韶中晚期、马家窑、齐家和寺洼文化的遗存,出土数量众多的铜器、陶器以及不同

材质的装饰品等。2009年6月,在M444头龕右侧A5、A6陶双耳罐中间土中发现铁条1件(M444:A7),此墓未经扰动,确为埋藏时的随葬器物(封二:1;图一、二)。铁条出土时已断为两节,稍长的一段约长3.9、直径0.6厘米;稍短的一段呈弯曲状,长约3厘米(封二:2)。2009年8月在发掘M633时靠近墓底的填土中发现铁锈块1件,亦未有扰动痕迹,但锈蚀严重,本文未对其进行检测分析(封二:3;图三)。M633共出土4件陶器,均发现于头龕内,其中3件属齐家文化,分别为红陶双大耳罐、高领圆腹罐和豆,1件属寺洼文化,为灰陶罐(图四)。从陶器的组合和形制来看,此墓葬的年代应处于从齐家向寺洼文化的过渡阶段,早于M444的年代。

二 磨沟铁器的材质及年代判定

经X光照相,铁锈块(M633)锈蚀严重,已没有金属。铁条(M444:A7)的长段样品端部有



图三 M633



图四 M633 头龕

金属残留,在此端截取约3毫米长的样品制成金相试样后观察其显微组织并拍摄金相组织照片。铁条(M444:A7)的金相组织观察结果为,样品大部分为铁素体+珠光体组织,含碳量不均匀,低处基本不含碳,高处含碳量约为0.1%~0.3%,存在有磷偏析引起的带状组织,浮氏体和硅酸盐复相夹杂物和部分铁素体晶粒沿加工方向变形拉长(图五~八)。

用清华大学摩擦学国家重点实验室 FEI QVANTA400 型扫描电子显微镜及牛津公司生产的能谱分析仪(SEM-EDX)对抛光后样品的夹杂物进行元素组成分析。分析条件为加速电压 15KV,分析结果见表一,其中分析部位 1 为夹杂物的灰色基体,其余分析部位 2~8 处为不同夹杂物的亮处。扫描电镜能谱分析结果表明,夹杂物由浮氏体和铁硅酸盐组成(图九、一〇)。成分中含有铜等杂质,并且成分分布不均,为块炼铁的夹杂物元素组成特征。另对金属基体进行分析来检测到镍等陨铁特有的元素,由此结合金相组织观察结果可以判定,该件样品由块炼渗碳钢锻打而成,系人工冶铁制品。

为判定墓葬和铁器的绝对年代,本文选择两墓的墓主人骨和 M444 墓内出土铜斧釜内木炭等 3 件样品进行 AMS-¹⁴C 测年,该项工作在北京大学完成。在利用 ¹⁴C 浓度计算年代时,采用 ¹⁴C 的半衰期为 5568 年,1950 年为纪年起点,误差为 1 个标准差,本底采用 43000 年,树轮校正采用牛津大学 Oxcal v3.10 软件进行,测年结果见表二。结果表明,M444 的 2 件样品的 ¹⁴C 年代分别为距今 3090±30 和 3075±35 年,二

表一 铁器样品的夹杂物的成分分析

元素	分析部位(Wt %)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
O	22.2	17.2	6.7	16.8	16.6	15.6	16.0	16.1
Mg		0.6						
Al	0.6	1.0						
Si	35.8	3.7	0.5	0.7	0.5	0.6		0.5
Fe	42.0	74.9	91.5	82.5	82.8	83.2	84.0	83.4
Cu		1.6	1.3					

者在误差范围内一致,树轮校正年代为公元前 1430 至前 1260 年(2σ);M633 墓主人骨的 ¹⁴C 年代为距今 3145±45 年,树轮校正年代为公元前 1510 至前 1310 年。¹⁴C 测定的结果与两墓陶器所反映的年代相符,M633 年代较 M444 早,均为寺洼文化早期。因此,可将这两座出土铁器的墓葬的年代定为公元前 14 世纪左右。

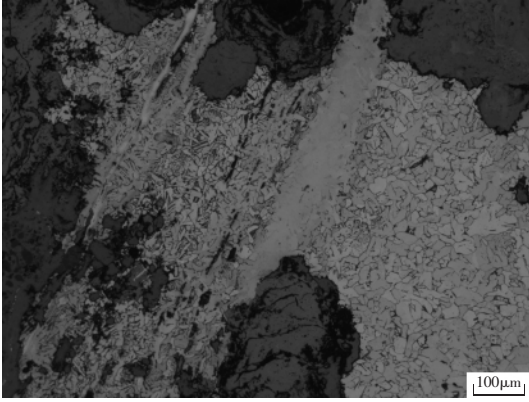
总之,根据铁条的金相组织、夹杂物元素组成特征以及墓葬年代的综合分析,可以判定铁条(M444:A7)为块炼渗碳钢锻打而成,系人工冶铁制品,年代为公元前 14 世纪左右。这 2 件铁器也是目前中国境内出土最早的人工冶铁证据,对于研究中国冶铁技术的起源具有重要意义。

三 中国冶铁技术起源新探

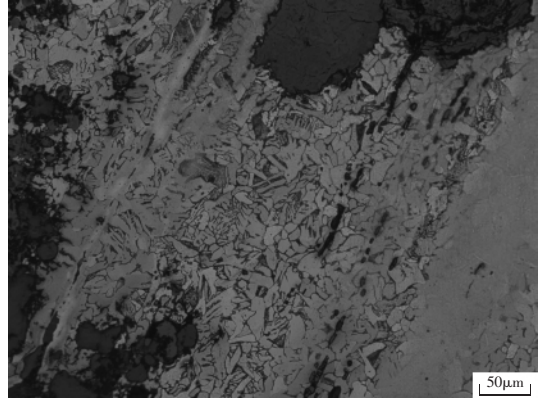
大约在公元前 6 至 4 千纪,西亚两河流域、地中海沿岸和古埃及就使用了陨铁,一部分为铜铁复合器^[1]。中国已在河北藁城台西村^[2]、平

表二 AMS-¹⁴C 测定结果

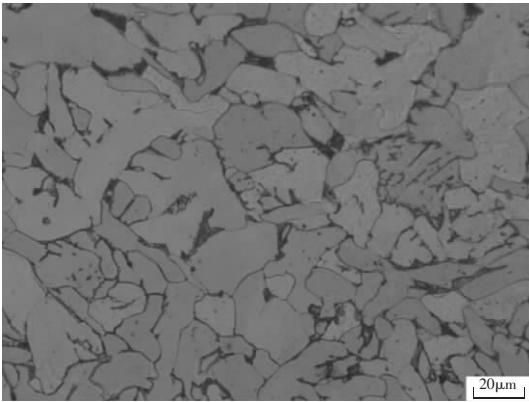
实验室编号	样品编号	样品	¹⁴ C 年代(BP)	树轮校正年代(BC)	
				1σ	
BA090624	M444:R2	人骨	3090 ± 30	1415(41.3%)1365 1350(26.9%)1315	1430(94.3%)1290 1280(1.1%)1270
BA090627	M444:B1	铜斧釜内木柄	3075 ± 35	1405(68.2%)1310	1430(95.4%)1260
BA110357	M633R1	人骨	3140 ± 45	1500(9.6%)1470 1460(58.6%)1380	1510(95.4%)1310



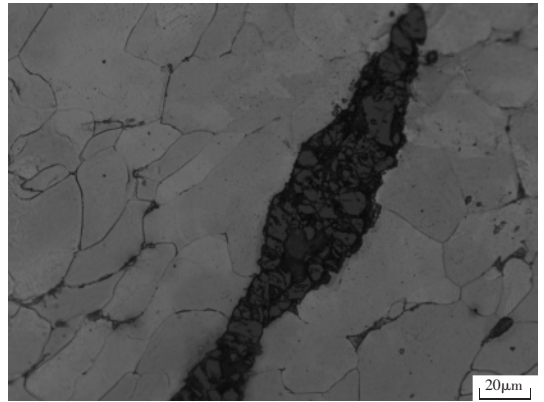
图五 铁条(M444:A7)的金相组织,显示组织不均匀,含碳量有高低,复相夹杂物变形拉长,有微量磷元素偏析形成的带状组织



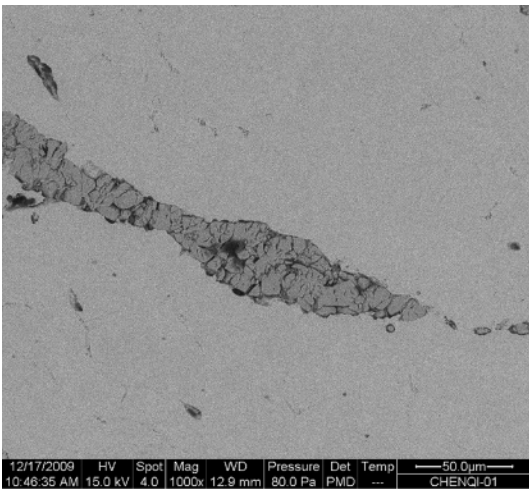
图六 铁条(M444:A7)的中心高碳部位,铁素体+珠光体组织,含碳量约0.2%~0.3%,边部含碳量较低



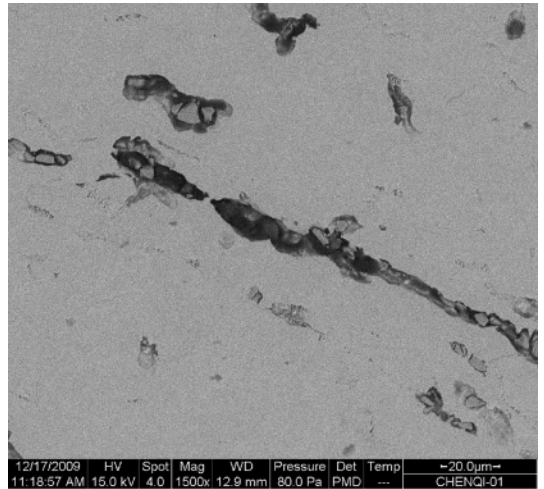
图七 铁条(M444:A7)边部的金相组织,铁素体及晶粒间少量珠光体组织,含碳量约为0.1%



图八 铁条(M444:A7)的金相组织,浮氏体和硅酸盐复相夹杂物和部分铁素体晶粒沿加工方向变形拉长



图九 铁条(M444:A7)夹杂物的背散电子像



图一〇 铁条(M444:A7)夹杂物的背散电子像

谷刘家河^[3]、河南三门峡虢国墓地^[4]和浚县辛村^[5]出土了7件商周时期(前14~前9世纪)铜和陨铁的复合器。从开始使用陨铁的时间和数量来看,中国使用陨铁的时间较晚,数量较少。根据目前的研究,尚不能揭示从使用陨铁转变到人工冶铁的技术细节,但磨沟铁器的发现将中国出现人工冶铁的时间提前到与开始使用陨铁的使用时间相当,这将为研究冶铁技术的起源提供一个非常好的线索。

西亚地区的冶铁技术起源研究较多^[6]。在公元前2500年左右的赫梯人墓葬中出土铜柄铁刃匕首,经检测为人工冶炼制品,说明当时在安纳托利亚地区已经开始人工冶铁,但这仅仅是偶然性的产物。公元前1500年以后,美索不达米亚、安纳托利亚和埃及出土的人工冶铁制品逐渐增多,说明人们对冶铁工艺已得到较深入的认识。著名的埃及图坦卡蒙墓中出土1件金柄铁剑,其年代为公元前1323年。此外,在乌加里特(Ugarit)发掘时,出土1件有莫尼普塔(Merneptah)法老名字的剑和1件黄金装饰的铁刃铜矛。文献中也有关于赫梯人与亚述人进行铁制品贸易的记载。在公元前1500至前1000年的500年间,冶铁技术通过欧洲、亚洲和北非的部分地区向外传播,由此西方学者也绘制出铁器和冶铁技术传播的路线图。就冶铁技术向东方的传播问题,R. F. Tylecote指出,冶铁技术自公元前800至前500年或更晚时由伊朗传播到印度和中国。

近年来,印度铁器的使用和冶铁技术的起源研究取得较大进展。在20世纪50年代,有学者认为印度约在公元前700至前600年开始使用铁器,并可能是由西方传来的^[7]。随着考古学、¹⁴C测年和考古冶金深入研究,近来已把这一年代大大提前,即至迟自公元前第2千纪早期,东Vindhya人已掌握铁的冶炼、制作和使用技术,在恒河平原中部地区已经开始使用铁;同时,新的证据也否定了冶铁技术起源与吠陀人的东进有关这一传统认识,并由此印证印度冶铁技术可能是独立起源的^[8]。但这一新认识是否正确仍需深入研究。

那么,中国冶铁技术是传入还是本土起源的呢?从考古资料上看,中国早期铁器主要出土于新疆、甘肃、青海、宁夏和陕西西部等西北地区,河南、陕西和山西交界地带的中原地区以及长江中下游的吴楚地区(即今天的湖南、湖北、江苏等地)。而根据出土铁器的年代和数量,又以西北和中原地区为早为多,本文根据这一现象,对西北和中原地区进行重点考察。

新疆早期铁器值得重视。陈戈指出新疆地区自公元前1000年左右进入早期铁器时代^[9]。唐际根认为中国境内人工冶铁最初始于新疆地区,时间约在公元前1000年以前(即中原地区的商末周初时期),约当公元前8世纪至前6世纪(即中原地区春秋时期),新疆地区铁器的使用已经较为普遍^[10]。刘学堂认为新疆在公元前2千纪与前1千纪之交进入了早期铁器时代,并很快普及^[11]。韩建业在对新疆青铜时代和早期铁器时代文化遗址进行分期和文化谱系研究的基础上,提出公元前2千纪末期新疆进入早期铁器时代偏早阶段,公元前1千纪中期进行早期铁器时代偏晚阶段^[12]。郭物在分析新疆古代墓葬和随葬品共存的铁器之后,指出新疆出土最早的铁器的年代约为公元前9世纪,并认为这些早期铁器可能来自伊朗的西北部,其时间在公元前10至前9世纪^[13]。然而新疆地区出土铁器小件器物较多,且锈蚀严重,仅有很少一部分进行了金相学研究。到目前为止,仅对伊犁地区、巴里坤东黑山遗址、焉不拉克墓地和克里雅河流域等地出土部分铁器进行过检测,年代较早者以块炼铁和块炼渗碳钢为主,年代为中原地区战国以后的少量样品为铸铁和铸铁脱碳钢制品,如在克里雅河流域的圆沙遗址发现的公元前2世纪铸铁锅,在巴里坤发现铸铁脱碳钢制品(图一一),说明至迟在公元前2世纪中原地区的铸铁技术已传入了新疆^[14]。通过对新疆早期铁器有关的¹⁴C年代测定数据进行系统梳理和选择新的样品进行测定,我们认为新疆最早使用铁器的年代定在公元前9世纪是比较合适的。但令人遗憾的是,与

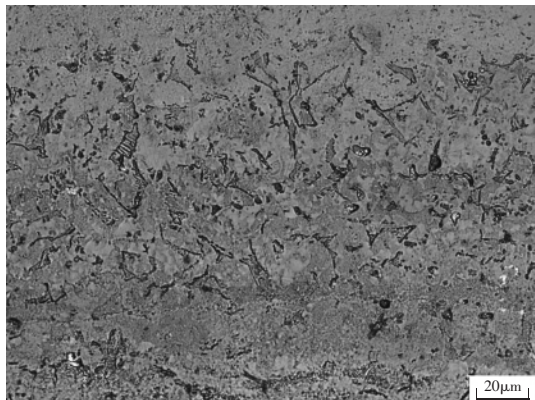
考古学文化的研究相比,冶金考古研究工作相对更少,因此尽早对新疆地区出土铁器的制作技术、年代序列、传播和交流等问题进行系统研究是十分必要的^[15]。

经统计,在甘肃、青海、宁夏和陕西西部等地出土早于公元前5世纪的早期铁器已有50多件,其中属于春秋时期的有青海湟源莫布拉出土铁刀1件、甘肃永昌三角城和蛤蟆墩出土铁器4件^[16]、灵台景家庄出土铜柄铁剑1件^[17]、礼县秦公墓地赵坪墓区2号贵族墓出土鎏金镂空铜柄铁剑1件及此墓南侧的1号车马坑中发现“锈蚀严重的铁制品”^[18]、陇县边家庄出土的1件铜柄铁剑^[19]和长武出土1件铁短剑^[20]等共10件,其余40余件样品的年代为春秋战国之际。赵化成根据这一地区出土铜器的研究,

认为这批铁器的年代需重新讨论,可能铁器的年代要比原先认识的偏晚。这批铁器中的一部分经过金相实验研究,结果表明,宁夏4件铜柄铁剑^[21]和宝鸡益门村2号墓出土金柄铁剑^[22],材质为块炼渗碳钢;灵台、天水等地出土春秋至汉代11件铁器样品,包括刀、剑、鼎、犁铧等,发现有生铁、铸铁脱碳钢制品等材质(图一二)^[23];甘肃河西走廊的沙井文化有块炼铁和铸铁并存的现象^[24],但关于沙井文化的年代尚有较多问题。

豫西晋南和关中东部地区早期铁器的集中出土是一重要现象。河南三门峡虢国墓地出土西周晚期至春秋早期3件陨铁制品和3件块炼铁制品^[25];山西天马一曲村遗址出土春秋早期偏晚不成器形的2件生铁残片及春秋中期的条形铁片^[26];自2005年开始陕西省考古研究所勘探和发掘的韩城梁带村两周时期墓葬,出土大量精美玉器、铜器和金器等,其中M27出土铁援铜戈和铁刃铜刀2件铁器,年代定为春秋早期偏晚,为研究中原地区冶铁技术起源提供了新资料^[27]。这2件样品经过金相组织观察和电子探针分析,可判定为人工冶铁制品,即两件器物的铁刃部位均采用块炼渗碳钢锻打而成(图一三)。对此墓中出土木炭和漆皮等进行AMS-¹⁴C年代测定,结果与考古学者推测的年代相符,为春秋早期^[28]。这2件铁器较河南三门峡虢国墓地出土铁器略晚,比天马一曲村出土铁器稍早。在晋、陕、豫交界地带出土数量较多的西周晚期至春秋早期中原地区最早铁器,并且陨铁、块炼铁和生铁制品几乎同时出现这一现象,可能反映了当时文化变化以及技术交流情况,而探寻这种变化的动因可能为解决中原地区冶铁技术起源提供帮助。

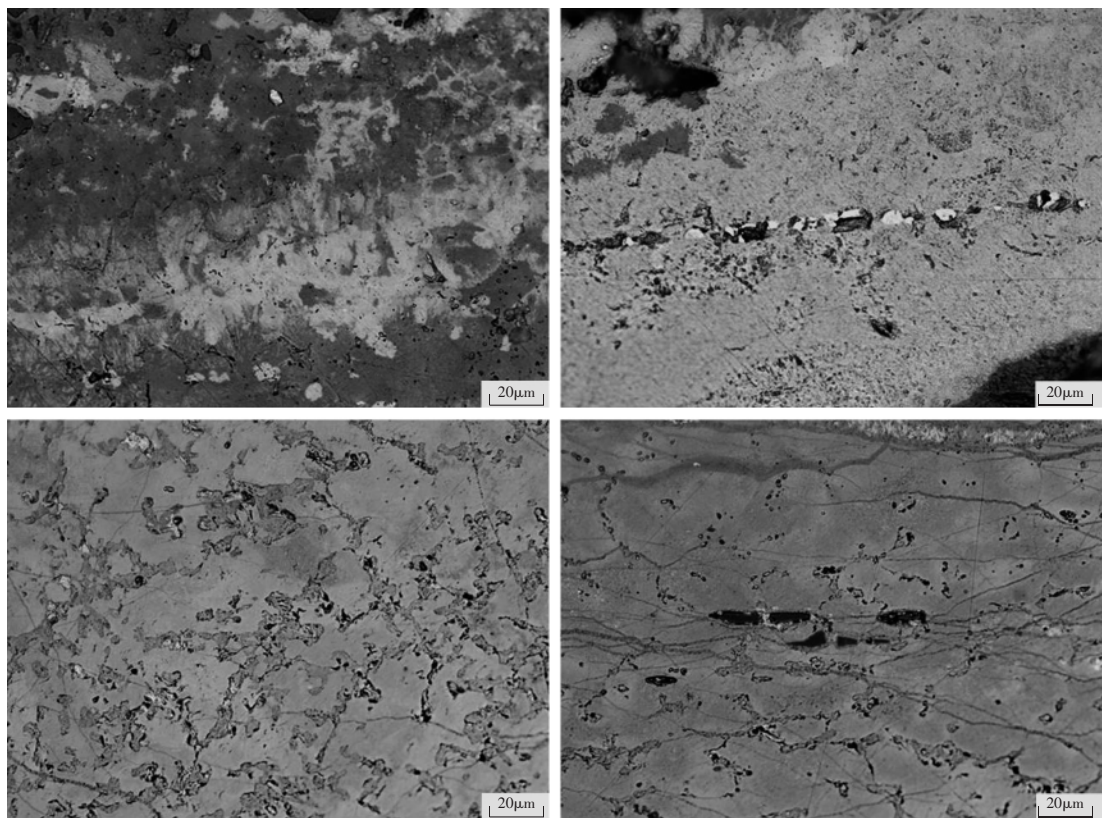
这些已发现的中国早期铁器的年代可比较确切地追溯到公元前9世纪,从这点上看,中国铁器的使用时间确实比中亚或西亚要晚,有学者根据文化、技术等方面传播因素,认为中国铁器和冶铁技术源自西方是可以理解的。而陈旗磨沟公元前14世纪人工冶铁制品的出土,



图一一 新疆巴里坤遗址出土战国晚期至汉代残铁块锈蚀中铁素体+珠光体组织痕迹,为铸铁脱碳钢制品



图一二 甘肃礼县出土春秋时期铁鼎的金相组织照片



图一三 陕西韩城梁带村铁刃铜刀(上)、戈(下)之铁刃部分的金相组织

把中国人工冶铁制品的开始使用时间提前了约 500 年,与河北藁城铁刃铜钺这一陨铁制品的年代相当,亦与西亚地区有意进行冶铁活动的年代相当或略晚。因此,需要在更加广阔的考古背景下进行更加深入的研究,重新思考中国冶铁技术起源这一重大问题。

陈旗磨沟遗址出土数量众多的齐家文化和寺洼时期的铜器。而齐家文化是迄今为止集中出土早期铜器的考古学文化中年代最早的,是早期铜器数量与种类显著增加的时期,对研究中国冶金起源与早期发展意义重大^[29]。安志敏^[30]、胡柏(Louisa G. Fitzgerald-Huber)^[31]、孙淑云^[32]、梅建军^[33]等学者已对齐家文化铜器、冶铜技术的起源及其外来影响进行过深入讨论。但就像齐家文化中是否存在“土生土长”的冶金技术或冶金技术创新难以判定一样,如何判断陈旗磨沟铁器的性质也是困难的。

如果陈旗磨沟铁器是自西方传来的话,也

就意味着可能会有更多的早期铁器在这一地区、河西走廊和新疆出土,然而由于考古资料的不可预知性,这种研究工作只能寄希望于更多考古资料的发现与再发掘。如果陈旗磨沟铁器是本土制作的,那么应该具备相应的技术条件,而根据墓地出土铜器的检测分析来看,冶铁技术的出现亦有可能。所以铁器起源的研究不能仅仅看单件器物的出土,更应注意其文化背景及文化交流等情况。

韩建业指出,在新疆青铜时代考古学文化表现为西强东弱,影响和传播的大方向也是由西而东,由北而南;早期铁器时代偏早阶段文化格局显然转变为东强西弱,影响和传播的大方向变为从东到西,由北至南;至于早期铁器时代偏晚阶段,汉文化、匈奴文化的影响日益加强,并最终与新疆土著文化融为一体^[34],这一文化现象是否与铁器的传播与交流有一定联系值得探讨。赵化成发现公元前 5 世纪中叶以

前中国人工铁器多出土于包括新疆在内的中原地区偏西地区^[35],这是一个值得注意的现象,但因资料的缺乏以及冶金考古研究的相对滞后,所以关于西亚冶铁技术向新疆的传播以及新疆、甘青和中原地区早期铁器的交流与互动问题,应是将来的研究重点。

关于中国冶铁技术的起源,首先需要说明的是中国古代其实有两种冶铁技术体系,一种是块炼铁和块炼渗碳钢体系,一种是生铁和生铁制钢体系,二者既有一定联系,又有一定区别。目前看来,中原地区出现铁器的时间晚于西北地区,中国出现铁器的时间晚于西亚地区,生铁冶炼和生铁制钢体系也晚于块炼铁体系。但中国古代生铁技术体系的特色十分明显,不可否认的具有独立起源的技术与社会基础。而陈旗磨沟公元前14世纪块炼铁(渗碳钢)制品的出土,为我们思考中国块炼铁技术的起源提出新的问题,是冶炼技术偶发性的产物,还是成熟阶段的产品;是本地独立生产的,还是自其他地区输入的;是使用工具,还是装饰性器具。种种迹象表明,中原地区的块炼铁技术源自中亚和西亚地区的可能性是存在的,而新疆和甘青地区可能是这一通道,但随着文化交流和汉文化的西进,生铁制品或生铁冶炼技术传播到甘肃、新疆的证据也是明显的。所以,中国关于冶铁技术起源和交流问题的研究任重而道远。

附记:北京科技大学韩汝玢、梅建军教授,北京大学李水城、吴小红教授和潘岩工程师给予大力支持与帮助,在此表示感谢。

- [1] Tylecote R. F.. A History of Metallurgy (2nd Edition). London: The Metals Society. 1992.
- [2] 李众《关于藁城商代铜钺铁刃的分析》,《考古学报》,1976年第2期。
- [3] 张先得、张先祿《北京平谷刘家河商代铜钺铁刃的分析鉴定》,《文物》,1990年第7期。
- [4] 韩汝玢等《虢国墓出土铁刃铜器的鉴定与研究》,河南省文物考古研究所等《三门峡虢国墓》,第

559~573页,文物出版社,1999年。

- [5] Gettens, R.J., Clarke, R.S. and Chase, W.T.. Two Early Chinese Bronze Weapons with Meteoritic Iron Blade. *Occasional Papers*, Vol.4, No.1, Freer Gallery of Art, Washington, D.C., 1971.
- [6] 同[1]。
- [7] Gordon, D.H.. The Early Use of Metals in India and Pakistan, *Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, Vol.80, No.1/2, 1950:55-78.
- [8] Chakrabarti, D.K.. The Early Use of Iron in India. Oxford: Oxford University Press, 1992:10-12; Rakesh Tewari. The origins of iron-working in India: new evidence from the Central Ganga Plain and the Eastern Vindhya. *Antiquity*, 2003, 77 (297): 536-545; Vibha Tripathi. History of Iron Technology in India (From Beginning to Pre-modern Times). New Delhi: Rupa Co. 2008: 20-70.
- [9] 陈戈《新疆察吾乎沟口文化略论》,《考古与文物》1993年第5期。
- [10] 唐际根《中国冶铁术的起源》,《考古》1993年第6期。
- [11] 刘学堂《中国冶铁术的起源》,《中国文物报》2004年4月2日。
- [12] 韩建业《新疆的青铜时代和早期铁器时代文化》,文物出版社,2007年。
- [13] Guo Wu. From western Asia to the Tianshan Mountains; On the early iron artefacts found in Xinjiang. in Jianjun Mei and Thilo Rehren eds. *Metallurgy and Civilisation: Eurasia and Beyond. Proceedings of the Sixth International Conference on the Beginnings of the Use of Metals and Alloys (BUMA VI)*, London: Archetype Publications, 2009: 107-115.
- [14] 陈建立等《新疆伊犁地区早期铁器的制作技术及年代问题》,待刊。陈建立等《哈密巴里坤东黑沟遗址出土铁器的制作技术及年代测定》,待刊。Qian Wei, Chen Ge. The Iron Artifacts Unearthed from Yanbulake Cemetery and the Beginning Use of Iron in China. In Gyu-Ho Kim, Kyung-Woo Yi and Hyung-Tai Kang eds. *Proceedings of the Fifth International Conference on the Beginnings of the Use of Metals and Alloys*, Seoul: The Korea Institute of Metals and Materials, 2002: 189-196.
- [15] 韩汝玢《中国早期铁器(公元前5世纪以前)的金相学研究》,《文物》1998年第2期;白云翔

- 《先秦两汉铁器的考古学研究》，科学出版社，2005年。
- [16] 甘肃文物考古研究所《永昌三角城与蛤蟆墩沙井文化遗存》，《考古学报》1990年第2期。
- [17] 刘得祯《甘肃灵台县景家庄春秋墓》，《考古》1981年第4期。
- [18] 礼县博物馆等《秦西垂陵区》，第23页，文物出版社，2004年。
- [19] 张天恩《秦器三论》，《文物》1993年第10期。
- [20] 袁仲一《从考古资料看秦文化的发展和主要成就》，《文博》1990年第5期。
- [21] 韩汝玢《中国早期铁器（公元前5世纪以前）的金相学研究》，《文物》1998年第2期。
- [22] 白崇斌《宝鸡市益门村M2出土春秋铁剑残块分析鉴定报告》，《文物》1994年第9期。
- [23] 陈建立、马清林《甘肃出土早期铁器的金相组织及AMS-¹⁴C年代测定》，《文物科技研究》第六辑，科学出版社，2009年。
- [24] Qian Wei, Chen Ge. The Iron Artifacts Unearthed from Yanbulake Cemetery and the Beginning Use of Iron in China. In Gyu-Ho Kim, Kyung-Woo Yi and Hyung-Tai Kang eds. *Proceedings of the Fifth International Conference on the Beginnings of the Use of Metals and Alloys*, Seoul: The Korea Institute of Metals and Materials, 2002: 189-196.
- [25] 同[4]。
- [26] 韩汝玢《天马—一曲村遗址出土铁器的鉴定》，北京大学考古系商周组等《天马—一曲村1980~1989》，第1178~1180页，科学出版社，2000年。
- [27] 陕西省考古研究院等《陕西韩城梁带村遗址M27发掘简报》，《考古与文物》2007年第6期。
- [28] 陈建立等《梁带村遗址M27出土铜铁复合器的制作技术》，《中国科学(E辑:技术科学)》2009年第9期。
- [29] 严文明《论中国的铜石并用时代》，《史前研究》1984年第1期；James D. Muhly. The Beginnings of Metallurgy in the Old World. *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*. Cambridge: MIT Press, 1988: 2-20.
- [30] 安志敏《试论中国的早期铜器》，《考古》1993年第12期。
- [31] Louisa G. Fitzgerald-Huber. Qijia and Erlitou: The Question of Contacts with Distant Cultures [J]. *Early China*. 1995(20): 17-67.
- [32] 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。
- [33] Jianjun Mei. *Copper and Bronze Metallurgy in Late Prehistoric Xinjiang: Its Cultural Context and Relationship with Neighbouring Regions*. Oxford: Archaeopress. 2000: 62-63; Jianjun Mei. Cultural Interaction between China and Central Asia during the Bronze Age. *Proceedings of the British Academy*. 2003(121): 1-39; Jianjun Mei. Qijia and Seima-Turbino: The Question of Early Contacts between Northwest China and the Eurasian Steppe. *Bulletin of the Museum of Far Eastern Antiquities*. 2003(75): 31-54; 梅建军、高滨秀《赛伊玛—图比诺现象和中国西北地区的早期青铜文化》，《新疆文物》2003年第1期。
- [34] 同[12]。
- [35] 赵化成《公元前5世纪中叶以前中国人工铁器的发现及其相关问题》，西北大学文博学院《考古文物研究——纪念西北大学考古专业成立四十周年文集（1956~1996）》，第289~300页，三秦出版社，1996年。

(责任编辑: 李缙云)

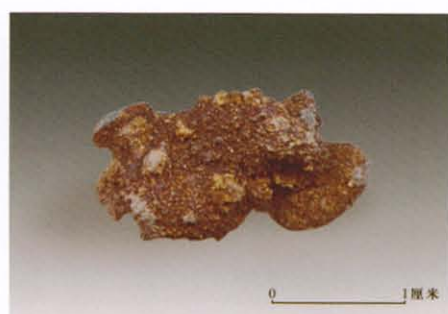
甘肃临潭磨沟寺洼文化墓葬出土铁器



1. M444 头瓮及铁条出土位置



2. 铁条 (M444 : A7)



3. 铁锈块 (M633)