

---

# 丝绸之路与早期铜铁技术的交流<sup>①</sup>

陈坤龙 梅建军 潜伟

---

内容提要: 本文根据中外考古学和金属史等领域近期的重要研究成果, 围绕铜、铁两种金属的生产和使用, 综述了不同历史时期沿史前丝绸之路金属技术的传播和交流。公元前 2000 年前后, 欧亚草原地带的青铜文化对铜和青铜技术在中国西北地区的出现和早期发展有着重要影响。其后, 中国西北和北方地区在中西互动的技术交流中持续发挥着桥梁作用, 铜鍱和铜镜的向西传播与此有关, 早期块炼铁技术在中国中原地区的出现也复如是。汉代张骞通西域, 丝绸之路开辟, 生铁原料和技术的西向传播, 对中亚地区钢铁技术的发展产生了积极影响。早期铜、铁技术的传播与交流表明: 文化与技术交流在不同的时期可能呈现完全不同的形式, 经由不同的交通路线和中介人群, 其影响所及的范围和深度也大为相异。中西互动源远流长, 对东西文明的演进有着深远的影响和推动。

关键词: 古代丝绸之路 冶金技术 中西交流 铜 铁 鍱铁

中图分类号: K871.3 文献标识码: A 文章编号: 1002—4743 (2018) 02—0127—11

DOI: 10.16363/j.cnki.xyyj.2018.02.012

1877 年, 德国地理学家李希霍芬 (Ferdinand von Richthofen) 的传世巨著《中国》( *China, Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien* ) 第一卷出版。他首次使用“丝绸之路”( *die Seidenstrasse* ) 来概括古罗马地理学家马利奴斯 (Marinus of Tyre) 笔下横跨欧亚的古老贸易路线。<sup>②</sup> 一百四十年之后的今天, “丝绸之路”已成为古代东西方文化交流的代名词, 为我们回望历史提供了独特路径, 并作为一种精神象征焕发出新的活力。

我们知道, 跨区域的文化技术交流是人类文明发展演进的重要动力, “互联互通”“全球化”并不是现代人的发明。远在张骞通西域之前, 沟通东西方古老文明的“史前丝绸之路”<sup>③</sup> 或“早

---

① 本研究得到国家社科基金重大项目“史前时期中西文化交流研究”(项目编号: 12&ZD151)、国家文物局文物保护科技优秀青年研究计划项目“基于原位分析的金属文物科学认知与保护关键技术研究”(项目编号: 2014220)、英国利韦休姆 (Leverhulme) 基金和英国科学院牛顿国际奖学金 (NF160456) 的资助。本文使用“丝绸之路”一词概指中国西北地区与中亚和欧亚草原地带的联系及交流路线, 涉及河西走廊及其与天山、阿尔泰山之间的联系通道以及联系西伯利亚的草原之路。

② Waugh, D. C., Richthofen's "Silk Roads": toward the Archaeology of a Concept. *The Silk Road*, 2007. 5 (1): 1-10.

③ Kuz'mina, E. E., *The Prehistory of the Silk Road*. 2008, Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

期丝绸之路”<sup>①</sup>就已存在，以彩陶为代表的早期中国文化因素，在5000年前已有西进影响至克什米尔地区的迹象，<sup>②</sup>而最早驯化于伊朗西南部扎格罗斯及周边地区的绵羊已引入中国的甘青地区。<sup>③</sup>随后的一千纪，牧业经济在广袤的欧亚草原上快速发展，马和马车的广泛应用大大增强了人群的移动能力，东起大兴安岭、西至多瑙河绵延近8000公里的“欧亚草原文化带”，成为东西方史前文化交流的“高速公路”<sup>④</sup>。距今4000年前后，西方麦类作物和东方粟黍类作物在中亚东部和中国西北地区交汇，<sup>⑤</sup>驯化于中亚草原的马在齐家文化遗址中出现，<sup>⑥</sup>土坯建筑、权杖头等东传进入河西走廊，<sup>⑦</sup>显示了中国西北地区在早期东西方文化交流中的重要地位。考古学上观察到的最早的东西方金属技术交流，就是在这样的时空和文化背景下出现的。

## 一、史前丝绸之路与西北地区的早期冶金

金属技术的发生和演进在早期文明史上是具有划时代意义的重大事件。对人类文明进程而言，金属的意义并不仅限于生产技术和经济发展，也体现在政治、宗教和礼仪等精神文化层面。简言之，金属技术的发展与人类物质和精神文明的演进密切相关。因此，早期金属技术研究一直颇受关注。

人类使用金属的历史或许可以追溯到万年以前。土耳其的卡育奴（Çayönü Tepesi）、阿斯科利（Aşıklı Höyük）等遗址已出土上百件用自然铜制作的小件器物，年代可早至公元前第9千纪末期。此后，自然铜器物在近东地区的新石器遗址中时有发现，分布的范围逐渐扩大。<sup>⑧</sup>公元前第6千纪早期，土耳其东部的加泰土丘（Çatal Höyük）和伊拉克北部的亚瑞姆（Yarim Tepe）遗址出现了迄今最早的人工冶炼金属制品，但其材质是铅而非铜。<sup>⑨</sup>公元前5000年前后，冶炼金属铜的证据在塞尔维亚的贝鲁沃德（Belovode）和伊朗东南部的塔里伊布里斯（Tal-i Iblis）遗

- 
- ① 王辉 《公元前1000年之前早期丝绸之路上的中国西北和欧亚草原及西方的文化交流》，《丝绸之路》，文物出版社，2014年，第71~79页。
  - ② 韩建业 《“彩陶之路”与早期中西文化交流》，《考古与文物》2013年第1期，第28~37页。
  - ③ 傅罗文，袁靖，李水城 《论中国甘青地区新石器时代家养动物的来源及特征》，《考古》2009年第5期，第80~86页。
  - ④ Chernykh, E., Formation of the Eurasian “Steppe Belt” of Stockbreeding Cultures: Viewed through the Prism of Archaeometallurgy and Radiocarbon Dating. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2008. 35 (3): 36-53.
  - ⑤ 董广辉，杨谊时，韩建业，王辉，陈发虎 《农作物传播视角下的欧亚大陆史前东西方文化交流》，《中国科学：地球科学》2017年第5期，第1~14页。
  - ⑥ 袁靖 《中国古代家养动物的动物考古学研究》，《第四纪研究》2010年第2期，第298~306页。
  - ⑦ 甘肃省文物考古研究所等 《甘肃张掖市西城驿遗址》，《考古》2014年第7期，第3~17页；李水城 《权杖头：古丝绸之路早期文化交流的重要见证》，《中国社会科学院古代文明研究中心通讯（四）》，2002年，第54~57页。
  - ⑧ Yalçın, Ü., Ancient Metallurgy in Anatolia, in *Ancient Mining in Turkey and Eastern Mediterranean*, Tagungsband International Symposium AMITEM 2008, Ü. Yalçın, H. Özbal, and G. Paşamehmetoğlu, Editors. 2008, Ankara: Atılım University. pp. 15-42.
  - ⑨ Muhly, J. D., The Beginnings of Metallurgy in the Old World, in *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, R. Maddin, Editor. 1988, Cambridge: The MIT Press. pp. 2-20.

址被发现,<sup>①</sup>冶铜生产所涉及的范围逐渐扩大至中欧、东南欧、西亚等地。<sup>②</sup>公元前第5千纪中叶,塞尔维亚的波罗契尼克(Pločnik)、格莫拉瓦(Gomolava)等遗址率先生产出锡青铜,<sup>③</sup>著名的“巴尔干—喀尔巴阡山冶金省”随即兴起,并将东欧草原地带囊括其中。<sup>④</sup>其后的三四千年里,伴随着冶金术的演进和传播,欧亚草原文化带形成,在史前东西文化交流的过程中扮演了至关重要的角色。

公元前2000年前后,正值欧亚青铜时代中期的“环黑海冶金省”崩解,晚期青铜时代“欧亚冶金省”形成,物质文化大范围整合和技术迅速传播是其重要特征。<sup>⑤</sup>与此同时,中国西北地区的早期冶金进入发展的关键时期,铜器在甘青地区的齐家文化、西城驿文化和四坝文化诸遗址以及新疆北部、哈密天山北路墓地、罗布泊地区的古墓沟和小河墓地等均得到使用,在某些遗址,铜器的数量还相当不少。近年来,在河西走廊地区,围绕早期采矿和冶金生产进行了多次田野调查,并对调查和发掘所取得的遗物进行了全面的科学分析和研究,结果表明,至迟在公元前第二千纪上半叶,河西走廊中部的黑水河流域已发展成为一个重要的冶金生产中心。<sup>⑥</sup>对比中国西北地区和欧亚草原地带的青铜时代文化,不难看出,二者在金属的使用方式、技术特点和器物种类上表现出比较强的相似性。由此可见,与欧亚草原早期青铜文化的密切联系,应是早期冶金在中国西北地区兴起和发展的重要因素。<sup>⑦</sup>

据不完全统计,中国西北地区目前出土的早期金属器已超过千件以上。不同考古学文化或遗址之间尽管存在一定差别,但铜器的种类却呈现相当的一致性,即以个人装饰物和工具为主,包括耳环、臂钏、手镯、管饰、泡、项饰、牌饰、刀、斧、锥等,也存在少量兵器和作为权力或身份象征的特殊器物。<sup>⑧</sup>这一类型学的特征与稍后中原地区以“在祀与戎”为核心、使用青铜礼制容器的传统明显有别,而与欧亚草原地带青铜文化的器物构成基本相同。<sup>⑨</sup>不少学者已经注意到齐家文化的直釜斧、扁马蹄口耳环、青海西宁沈那出土带钩铜矛、四坝文化的穿釜斧、环首刀、

- ① Radivojević, M., et al., On the Origins of Extractive Metallurgy: new Evidence from Europe. *Journal of Archaeological Science*, 2010. 37 (11): pp. 2775-2787; Frame, L., *Investigations at Tal-i Iblis: Evidence for Copper smelting during the Chalcolithic Period*. 2004, Massachusetts Institute of Technology.
- ② Roberts, B. W., C. P. Thornton, and V. C. Pigott, Development of metallurgy in Eurasia. *Antiquity*, 2009. 83 (322): 1012-1022.
- ③ Radivojević, M., et al., Tainted ores and the rise of tin bronzes in Eurasia, c. 6500 years ago. *Antiquity*, 2015. 87 (338): 1030-1045.
- ④ Chernykh, E., Formation of the Eurasian “Steppe Belt” of Stockbreeding Cultures: Viewed through the Prism of Archaeometallurgy and Radiocarbon Dating. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2008. 35 (3): 36-53.
- ⑤ Chernykh, E., The “Steppe Belt” of stockbreeding cultures in Eurasia during the Early Metal Age. *Trabajos de Prehistoria*, 2008. 65 (2): 73-93.
- ⑥ 甘肃省文物考古研究所等《甘肃张掖市西城驿遗址》,《考古》2014年第7期,第3~17页;梅建军《中国的早期铜器及其区域特征》,《中国史新论—古代文明的形成分册》,“中央研究院”,2016年,第61~109页;李延祥等《张掖西城驿遗址冶铸遗物研究》,《考古与文物》2015年第2期,第119~128页;陈国科等《张掖西城驿遗址出土铜器的初步研究》,《考古与文物》2015年第2期,第105~118页。
- ⑦ 梅建军(执笔):《中国早期冶金术研究的新进展》,《科技考古(III)》,科学出版社,2011年,第135~154页。
- ⑧ 李水城《西北与中原早期冶铜业的区域特征及交互作用》,《考古学报》2005年第3期,第239~275页。李水城,水涛《甘肃酒泉干骨崖墓地的发掘与收获》,《考古学报》2012年第3期,第351~367页。
- ⑨ Chernykh, E. N., *Ancient Metallurgy in the USSR: The Early Metal Age*. 1992, Cambridge: Cambridge University Press.

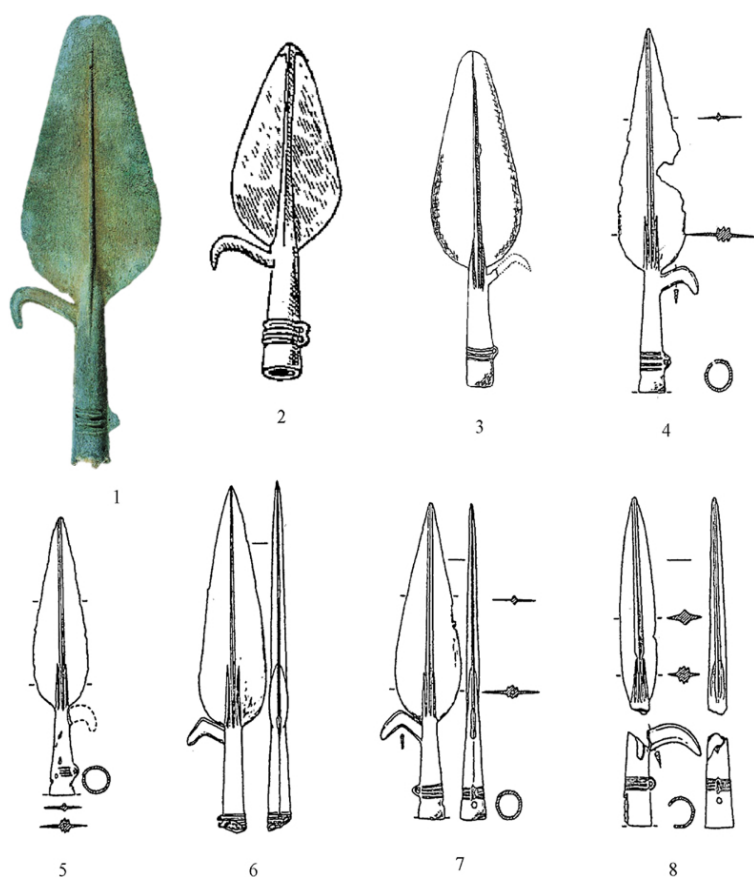


图1 中国和南西伯利亚地区出土带钩铜矛<sup>①</sup>

1. 青海沈那遗址出土; 2. 陕西省历史博物馆藏品; 3. 山西省博物馆藏品;  
4~8. 南西伯利亚地区出土(比例尺不同)

喇叭口耳环及联珠饰等器物,与同时期欧亚草原地带安德罗诺沃文化共同体(Andronovo Complex)和塞伊玛—图宾诺现象(Seima-Turbino phenomenon)的青铜器物类同,其中带钩铜矛(图1)、喇叭口耳环等是欧亚草原青铜文化的典型器物。<sup>②</sup>

在铜器的材质方面,中国西北地区出土的铜器主要包括红铜、锡青铜和砷铜等,<sup>③</sup>与欧亚草原地区的青铜文化也存在很多可比之处。在此阶段,欧亚草原的铜器材质以合金为主,但红铜仍继续使用,大致以乌拉尔山一线为界,乌拉尔山及其以西地区以砷铜为主,而在其东部地区则主要为锡青铜。<sup>④</sup>同时应该指出,中国西北地区与欧亚草原文化的联系是在不同时期、通过多种途径建立的,是一种间接的、非连续的

过程;中国西北地区出土的早期铜器显示出多种草原文化因素共存的复杂现象,通过某种文化的单独影响或整体输入是无法解释的。与此同时,中国西北地区的某些早期铜器,如几何纹铜镜、镂空牌饰等也开始显示出一定的独特性,展现出根植于本地社会文化需求的区域技术创新,也是其早期冶金发展兴盛的重要基础。<sup>⑤</sup>甘肃河西走廊黑水河流域采铜和炼铜遗址的发现,正显示了该区域本土化冶铜中心的形成和发展。这一本土化的技术生长趋势对中国西北、北方和中原

① 梅建军《中国的早期铜器及其区域特征》,《中国史新论—古代文明的形成分册》,“中央研究院”,2016年,第61~109页,图5。  
② 李水城,水涛《甘肃酒泉干骨崖墓地的发掘与收获》,《考古学报》2012年第3期,第351~367页; Fitzgerald-Huber, L. G., Qijia and Erlitou: The question of contacts with distant cultures. *Early China*, 1995. 20: p. 17-67; 梅建军(执笔):《中国早期冶金术研究的新进展》,第135~154页。  
③ 梅建军(执笔):《中国早期冶金术研究的新进展》,第135~154页; 潜伟《新疆哈密地区史前时期铜器及其与邻近地区文化的关系》,知识产权出版社,2006年。  
④ Chernykh, E. N., *Ancient Metallurgy in the USSE: The Early Metal Age*. 1992, Cambridge: Cambridge University Press.  
⑤ 梅建军,高滨秀《塞伊玛—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,第53~56页。

地区早期冶金业的兴起和发展有着深远的影响。

中国西北地区冶金生产中心的形成和发展，在中国早期冶金发展史上具有重要意义；以石峁遗址、朱开沟文化、夏家店下层文化等为代表的北方地带，与西北地区存在密切的关系，并作为区域互动中的重要环节，在早期冶金术的发展和传播中做出了重要贡献。<sup>①</sup> 但不同时期技术传播、交流的机制和具体路线，尚有待深入研究。二里头文化时期，随着青铜合金、组合陶范和礼器传统的革命性的融合，中原地区的中心地位迅速得以确立，开启了中国古代冶金技术发展的新篇章。

## 二、三代时期西北方向的青铜技术交流

二里头文化时期，中国青铜时代金属技术的主要特征（即以青铜礼器和兵器为主要器类、铜锡铅合金体系为主要材质、组合陶范铸造为主要成型工艺）已基本确立，区别于草原传统的所谓“华夏风格”得以形成，并对包括西北方向在内的周边地区开始施加影响，史前丝绸之路上金属技术的交流进入了东西互动的新模式。

二里头遗址的环首刀、镶嵌绿松石牌饰等器物可能与西北或北方的影响有关。<sup>②</sup> 关于组合陶范铸造技术在二里头遗址的最早出现，多数学者倾向于在中原地区已有的陶器系统和礼制观念中寻求器物原型和社会驱动的依据，认为是早已存在的礼仪传统与新近引入的青铜材料、工艺的结合所导致的技术和社会礼仪的创新。<sup>③</sup> 在技术层面，有学者试图从欧亚草原的铸造技术和锻造礼器的影响来解释，或可备一说。<sup>④</sup> 但关于如何实现从双合范向组合范铸的突破性转变，却仍缺少令人信服的分析。

在此之后，以中国西北或北方地区为中转站，欧亚草原与中原地区长期存在着间接的技术交流。卡约文化铜器中的管銎钺、管銎斧、竖銎斧等与欧亚草原同类器物非常相似；安阳殷墟遗址出土的几何纹铜镜与青海尕马台遗址出土的铜镜在风格上如出一辙，类似的背带几何纹饰的铜镜

- 
- ① 梅建军 《中国西北在冶铸术传播中的中介地位》，《中国社会科学报》2013年1月4日 A06版；Mei, J., Y. Yu, K. Chen, and L. Wang, 2017, The Appropriation of Early Bronze Technology in China, in *Appropriating Innovations*, 231-240, *Entangled Knowledge in Eurasia, 5000-1500 BCE*, Oxbow Books. pp. 231-240.
- ② 林沅 《夏代的中国北方系青铜器》，《边疆考古研究（1）》，2002年，第14~25页；刘学堂，李文瑛 《中国早期青铜文化的起源及其相关问题新探》，《藏学学刊（III）》，2007年，第1~63页；陈小三 《试论镶嵌绿松石牌饰的起源》，《考古与文物》2013年第5期，第91~100页。
- ③ Jianjun Mei. Early Metallurgy and Socio-Cultural Complexity: Archaeological Discoveries in Northwest China. In Bryan K Hanks and Katheryn M Linduff (eds.). *Social Complexity in Prehistoric Eurasia*, Cambridge: Cambridge University Press, 2009: 215-232.
- ④ 梅建军，高滨秀 《塞伊玛—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，第53~56页；黄铭崇 《迈向重器时代——铸铜技术的输入与中国青铜技术的形成》，《“中央研究院”历史语言研究所集刊》，2014年，第575~678页；Bagley, R. W., *Shang Ritual Bronzes in the Arthur M. Sackler Collections*. Vol. 1. 1987: Arthur M. Sackler Foundation.

在新疆哈密天山北路墓地也有发现;<sup>①</sup>而兽首刀、管釜斧等则体现出了北方青铜文化的特点。<sup>②</sup>与此同时,具有中原风格的青铜器在西北地区的遗址中也开始出现。青海西宁卡约文化古城台遗址出土的二里岗文化风格的铜鬲<sup>③</sup>,甘肃永靖张家咀遗址出土的铜容器残片<sup>④</sup>,直内戈、三角援戈等兵器在寺洼文化的岷县占旗、庄浪徐家碾、合水九站等遗址均有所发现。<sup>⑤</sup>甘肃临夏莲花台征集得到的铜罐,具有辛店文化类似陶器的典型特征,经鉴定为锡青铜材质,显示当地或许已掌握铸造铜容器的技术。<sup>⑥</sup>岷县占旗遗址出土的铜器已呈现铜锡铅三元合金为主导的材质特征,与中原地区青铜合金技术的影响关系密切。<sup>⑦</sup>近期,有学者研究指出,中原含铅铜合金的技术特点的影响甚至达到外贝加尔和南西伯利亚地区。<sup>⑧</sup>

西周早中期,在甘肃灵台白草坡、陕西周原、山西翼城大河口等墓地出土的青铜器上开始出现镀锡技术;春秋战国时期,镀锡制品的分布范围已向南延伸到四川、重庆、云南等地。镀锡技术在欧洲的出现可以早至公元前第2千纪,稍晚时期在地中海沿岸、欧亚草原也有发现。中国出现镀锡制品最早区域是西北的陕甘宁地区,其后的分布区域与所谓“半月形文化传播带”关系密切。<sup>⑨</sup>商代晚期至西周早期,以锻造器物为主要成型工艺的片状器物也开始出现,如安阳殷墟花园庄M54出土夔纹圆盘<sup>⑩</sup>、宝鸡石鼓山M1出土青铜铠甲等<sup>⑪</sup>,有别于商周铜器的范铸技术传统。西周中晚期至春秋时期,锻造制作片状器物以铜鬲、马冑等为代表,在陕西沔西张家坡、陕西梁带村、山西翼城大河口、上马墓地、河南三门峡上村岭等遗址均有发现。中国早期镀锡和锻造器物的特点和分布范围,均显示出与西方金属技术文化因素的种种联系。

背面具钮的圆形铜镜常被认为是东方传统,与西亚、埃及、希腊等常见的圆形具柄镜形成对照。<sup>⑫</sup>包括新疆在内的西北地区在中国早期铜镜起源问题的研究中颇受关注,在学界有过较多讨

- ① 梅建军 《关于新疆出土早期铜镜研究的几个问题》,《吐鲁番学研究:第二届吐鲁番学国际学术研讨会论文集》,上海辞书出版社,2006年,第246~251页。
- ② 林沅 《商文化青铜器与北方地区青铜器关系之再研究》,《考古学文化论集(一)》,文物出版社,1987年,第129~155页。
- ③ 赵生琛 《青海西宁发现卡约文化铜鬲》,《考古》1985年第7期,第635页。
- ④ 谢端琚 《甘肃永靖张家咀与姬家川遗址的发掘》,《考古学报》1980年第2期,第187~220页。
- ⑤ 甘肃省文物考古研究所 《甘肃岷县占旗寺洼文化遗址发掘简报》,《考古与文物》2012年第4期,第35~47页;中国社会科学院考古研究所 《徐家碾寺洼文化墓地》,科学出版社,2006年;王占奎,水涛 《甘肃合水九站遗址发掘报告》,《考古学研究(三)》,科学出版社,2006年,第300~477页。
- ⑥ 石龙,李成瑞 《甘肃临夏莲花台发现辛店文化遗物》,《文物》1984年第9期,第94~95页。
- ⑦ 王璐等 《甘肃岷县占旗遗址出土寺洼文化铜器的初步科学分析》,《西域研究》2016年第4期,第90~100页。
- ⑧ Hsu, Y.-K., et al., Tracing the Flows of Copper and Copper Alloys in the Early Iron Age Societies of the Eastern Eurasian Steppe. *Antiquity*, 2016. 90 (350): 357-375.
- ⑨ 陈建立等 《西周时期周原地区的周原出土周原镀锡技术及文化意义》,《南方文物》2016年第1期,第102~108页。
- ⑩ 刘煜,何毓灵,徐广德 《M54出土青铜器的金相分析》,《安阳殷墟花园庄东地商代墓葬》,科学出版社,2007年,第297~301页。
- ⑪ 陈坤龙等 《陕西宝鸡石鼓山新出西周铜甲的初步科学分析》,《文物》2015年第4期,第68~75页。
- ⑫ 刘一曼,孔祥星 《中国早期铜镜的区系及源流》,《苏秉琦与当代中国考古学》,科学出版社,2001年,第569~584页。

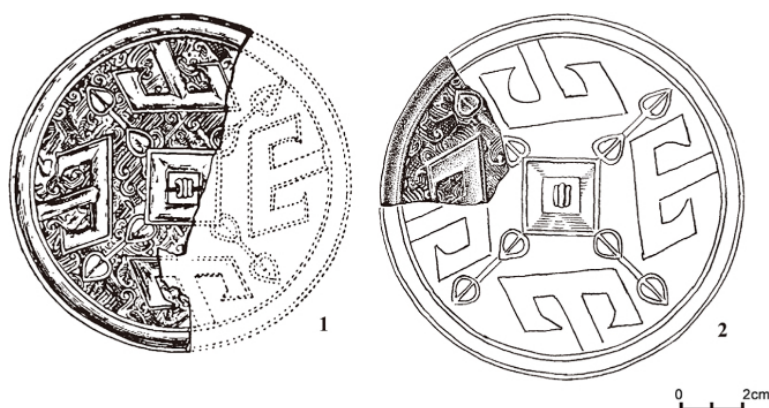


图2 阿尔泰地区出土中国铜镜<sup>①</sup>

1. 巴泽雷克 No. 6; 2. 菲尔索沃 XIV

山字纹铜镜，年代约在公元前4世纪末期（图2）<sup>③</sup>，随着丝绸之路的全面贯通，西汉王朝中央作坊生产的汉式铜镜在西亚和欧亚地带广为流传，成为中西文化交流的重要物证。<sup>④</sup>

论。有研究认为青海贵南尕马台、新疆哈密天山北路墓地出土的具钮纹饰镜是此类铜镜最早的实物例证，反映了西北地区吸收了欧亚草原金属镜传统而产生的技术创新。<sup>②</sup> 战国时期，铜镜铸造融入中原范铸青铜工艺体系，并反向传播至西域、欧亚草原和中亚地区，高锡低铅铜合金的使用是其重要的技术特征。阿尔泰地区的巴泽雷克、菲尔索沃墓葬曾出土

### 三、冶铁技术起源与生铁技术传播

讨论中国古代的冶铁技术，首先要厘清古代两种不同的钢铁技术体系：块炼铁和生铁，两者从冶炼方法、铁料处理乃至使用方式都存在很大区别。块炼铁（bloomery iron）是在较低温度下（约900~1100℃）冶炼还原铁矿石得到的，冶炼炉的形式多种多样，冶炼产品是固态熟铁与炉渣的混合物即所谓的海绵铁（bloom），再经锻打排渣以及渗碳等处理方能得到性能合适的钢铁材料；在此过程中铁基本上不经历熔化过程，主要成型工艺为锻打。生铁（或称铸铁，cast iron）由竖炉冶炼，是在较高温度下（1200℃以上）还原冶炼得到的铁，因其吸收碳而导致熔点降低，得以熔化形成液态生铁，从而可与炉渣分离，故其产品是含碳量较高的铁，也即生铁。生铁可以直接铸造成器，也可经固态脱碳、柔化和炒炼等处理得到性能各异的钢铁材料，从而制成各种器具。<sup>⑤</sup> 块炼铁技术出现较早，在旧大陆的大部分地区得到过广泛利用；生铁技术在公元14世纪之前仅在中国或其周边区域内被用于规模化生产，是中国古代的重要发明创造。

在人类早期历史上，天然铁（主要是陨铁）曾被很多地区的先民所使用，各地的时间不尽

- ① Тишкин, А. А., Китайские зеркала из памятников ранних кочевников Алтая. *Россия и АТР*, 2006 (4): 111-115, Figure 1.
- ② 梅建军 《关于新疆出土早期铜镜研究的几个问题》，《吐鲁番学研究：第二届吐鲁番学国际学术研讨会论文集》，2006年，第246~251页；Mei, J., Qijia and Seima-Turbino: the Question of Early Contacts between Northwest China and the Eurasian Steppe. *Bulletin-Museum of Far Eastern Antiquities*, 2005 (75): 31-54.
- ③ Н. 提什金, А. 谢列金 《金属镜阿尔泰古代和中世纪的资料》，文物出版社，2012年；Тишкин, А. А., Китайские зеркала из памятников ранних кочевников Алтая. *Россия и АТР*, 2006 (4): 111-115.
- ④ 白云翔 《汉式铜镜在中亚的发现及其认识》，《文物》2010年第1期，第78~86页；Zhangsun, Y. Z., et al., Lead Isotope Analyses Revealed the Key Role of Chang'an in the Mirror Production and Distribution Network during the Han Dynasty. *Archaeometry*, 2017. 59 (4): 685-713.
- ⑤ 孙淑云, 李延祥 《中国古代冶金技术专论》，科学出版社，2003年。



相同。公元前第3千纪，陨铁已在西亚和古埃及等地得到使用；<sup>①</sup> 欧亚草原地带的竖穴墓文化、洞室墓文化和阿凡纳谢沃文化也出土有陨铁制品。<sup>②</sup> 我国商代中期遗址河北藁城台西、北京平谷刘家河出土的铁刃铜钺，出自浚县的两件铁刃铜器，经鉴定均为陨铁。<sup>③</sup> 这些早期铁器的出现，或许反映当时的人们对铁的性质已有所了解并加以利用，但与有意识地从矿石冶炼出铁不可等同。事实上，没有证据显示陨铁的使用和人工冶铁的产生之间有必然联系。

赫梯人（Hittite）常被认为是块炼铁技术的发明者。较早的文献中，曾有不少出土于青铜时代地层的铁器被作为人工冶铁制品，<sup>④</sup> 但近期的研究显示，这些铁制品性质的认定基本都存在争议。<sup>⑤</sup> 近期有学者认为印度冶铁技术在公元前第2千纪早期起源于文底耶山（Vindhyas）东部的恒河平原地带，<sup>⑥</sup> 但其测年结果与类型学判断结果差距较大而受到质疑，<sup>⑦</sup> 关于印度冶铁独立起源的说法需持谨慎态度。<sup>⑧</sup> 约公元前1500年前后，在安纳托利亚地区开始出现比较明确的人工冶铁制品；<sup>⑨</sup> 稍晚时期，地中海沿岸地区陆续掌握冶铁技术，外高加索地区的遗址开始出现铁器；<sup>⑩</sup> 公元前第1千纪前半叶，多数欧亚大陆早期文明已进入铁器时代。<sup>⑪</sup>

我国较早的人工冶铁器物多见于西北地区。甘肃临潭磨沟遗址出土铁器年代约公元前14世纪，其中铁条（M444：A7）经分析为块炼渗碳钢制品，是中国目前所见最早的人工冶铁制

- 
- ① Yalçın, Ü. , Early Iron Metallurgy in Anatolia. *Anatolian Studies* , 1999. 49: 177-187; Waldbaum, J. C. , The Coming of Iron in the Eastern Mediterranean, in *Archaeometallurgy of the Asian Old World* , V. C. Pigott, Editor. 1999, Philadelphia: The University of Pennsylvania. pp. 27-58. Rehren, Th. , et al. , 5000 Years Old Egyptian Iron Beads Made from Hammered Meteoritic Iron. *Journal of Archaeological Science* , 2013. 40 ( 12) : 4785-4792.
- ② Koryakova, L. and A. Epimakhov, *The Urals and Western Siberia in the Bronze and Iron Ages*. 2007, Cambridge: Cambridge University Press.
- ③ 李众 《关于藁城商代铜钺铁刃的分析》，《考古学报》1976年第2期，第17~34页；张先得，张先禄 《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，第66~71页；Gettens, R. J. , R. S. Clarke Jr, and W. T. Chase, Two early Chinese Bronze Weapons with Meteoritic Iron Blades. *Freer Gallery of Art Occasional Paper* , 1971.
- ④ Waldbaum, J. C. , The first Archaeological Appearance of Iron and the Transition to the Iron Age , in *The Coming of the Age of Iron* , T. A. Wertime and J. D. Muhly , Editors. 1980, New Haven: Yale University Press. pp. 69-98.
- ⑤ Yalçın, Ü. , Early Iron Metallurgy in Anatolia. *Anatolian Studies* , 1999. 49: 177-187; Waldbaum, J. C. , The Coming of Iron in the Eastern Mediterranean, in *Archaeometallurgy of the Asian Old World* , V. C. Pigott, Editor. 1999. Philadelphia: The University of Pennsylvania: pp. 27-58.
- ⑥ Tewari, R. , The Origins of Iron Working in India: New Evidence from the Central Ganga Plain and the Eastern Vindhya. *Antiquity* , 2003. 77 ( 297) : 536-544; Tewari, R. , Updates on the Antiquity of Iron in South Asia. *Man and Environment* , 2010. 35 ( 2) : 81-97.
- ⑦ Barba, F. , Early Iron Age in India. *Annali dell'Università Degli Studi di Napoli "L'Orientale"* . *Rivista del Dipartimento di Studi Asiatici e del Dipartimento di Studi e Ricerche su Africa e Paesi Arabi* , 2005. 65: 141-159.
- ⑧ Srinivasan, S. , Indian Iron and Steel , with Special Reference to Southern India , in *The World of Iron* , J. Humphris and T. Rehren, Editors. 2013, Archetype Publications: Oxford. pp. 83-90.
- ⑨ Muhly, J. D. , et al. , Iron in Anatolia and the Nature of the Hittite Iron Industry. *Anatolian Studies* , 1985. 35: 67-84.
- ⑩ Yalçın, Ü. , Early Iron Metallurgy in Anatolia. *Anatolian Studies* , 1999. 49: 177-187.
- ⑪ Tylecote, R. F. , *A History of Metallurgy*. 1992. London: Institute of Materials.



品<sup>①</sup>。在新疆哈密地区的焉布拉克、鄯善洋海、和静察吾乎沟口、轮台群巴克等地墓葬发现有较多的早期铁器，有研究认为新疆在公元前1千纪之前已出现人工冶铁，<sup>②</sup> 近期较为详细的年代学研究将此时间定在公元前9~前8世纪左右；<sup>③</sup> 此阶段新疆铁器的生产以块炼渗碳钢体系为主。<sup>④</sup> 新疆地区早期冶铁技术的出现，应该与伊朗、中亚等地的影响有关。<sup>⑤</sup> 在中原地区，三门峡虢国墓地出土多件铜铁复合器，年代约公元前9~前8世纪，块炼铁与陨铁同时存在；<sup>⑥</sup> 韩城梁带村芮国墓地出土春秋早期（约公元前8~前6世纪）两件铁刃铜器，铁质部分经检测为块炼渗碳钢；<sup>⑦</sup> 山西天马一曲村墓地出土春秋中期铁条，经检测为块炼铁制成。<sup>⑧</sup> 整体而言，此阶段铁器多见于西北地区，材质多为块炼铁或块炼渗碳钢，西北地区在块炼铁技术的传播中再次扮演了重要角色。

山西天马一曲村墓地出土2件残铁器，年代约当公元前8~前7世纪，经分析材质均为过共晶白口铁，是目前中国最早的铸铁件；公元前5世纪之前，在河南、山西、湖北、湖南等地均出土有铸铁制品，部分器物已显示退火、脱碳处理的迹象，生铁冶炼逐步成为铁料的主要来源。<sup>⑨</sup> 公元前4世纪，“炒钢”技术出现，使得较大规模获取熟铁制品成为可能；至西汉中期，钢铁材料的种类不断增多，铸造、锻造、热处理技术逐步成熟，形成了以生铁冶炼为基础的中国古代钢铁技术体系，为中华文明的延续和发展昌盛提供了重要的物质基础。早期块炼铁的使用对生铁技术的出现应该有所影响，但生铁冶炼技术更可能是渊源于青铜时代形成的铜合金冶炼与铸造技术体系，中国本土的技术传统和生业经济基础，使得技术创造和普及成为可能。考察中国古代生铁技术体系形成，技术与社会的互动关系应给予充分重视。

生铁技术在中原形成以后即传播至丝绸之路上的许多地区。《汉书·西域传》记载，“自宛以西至安息国……其地皆无丝漆，不知铸铁器。及汉使亡卒降，教铸作它兵器”。考古资料显示，在新疆的克里雅河流域圆沙古城、鄯善苏贝希、巴里坤东黑沟等遗址出土的战国秦汉时期的

- 
- ① 陈建立等 《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》，《文物》2012年第8期，第45~53。
- ② 唐际根 《中国冶铁术的起源问题》，《考古》1993年第6期，第536~545页；陈戈 《察吾乎沟口文化的类型划分和分期问题》，《考古与文物》2001年第5期，第30~39页；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，第53~82页。
- ③ 陈建立 《中国古代金属冶铸文明新探》，科学出版社，2014年，第206~221页。
- ④ Qian, W. and G. Chen. The Iron Artifacts Unearthed from Yanbulake Cemetery and the Beginning Use of Iron in China. in *BUMA-V: Fifth International Conference on the Beginnings of the Use of Metals and Alloys*. 2002. Gyeongju, Korea: The Korea Institute of Metals and Materials. pp. 189-193.
- ⑤ Guo, W. , From Western Asia to the Tianshan Mountains: On the Early Iron Artefacts found in Xinjiang, in *Metal-lurgy and Civilisation: Eurasia and Beyond*, J. Mei and T. Rehren, Editors. 2009, London: Archetype Publications. pp. 107-115.
- ⑥ 韩汝玢, 姜涛, 王保林 《虢国墓出土铁刃铜器的鉴定与研究》，《三门峡虢国墓》，文物出版社，1999年，第559~573页；Chen, K. , Y. Wang, Y. Liu, J. Mei, and T. Jiang, 2017, Meteoritic Origin and Manufacturing Process of Iron Blades in two Bronze Age Bimetallic Objects from China, *Journal of Cultural Heritage*. Online.
- ⑦ 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：技术科学》2009年第9期，第1574~1581页。
- ⑧ 韩汝玢, 柯俊 《中国科学技术史·矿冶卷》，科学出版社，2007年，第377~378页。
- ⑨ 韩汝玢, 柯俊 《中国科学技术史·矿冶卷》，第364、384~385页。

铁器中，已出现生铁脱碳制品。<sup>①</sup>

鍍是商周时期北方民族受中原青铜容器铸造影响下而产生的，早期均为铜质，其在欧亚草原各族群中传播、沿用达千年，成为游牧民族重要的文化构成。<sup>②</sup> 新疆新源县近期出土铸铁鍍显示，新疆的古代居民在公元前第一千纪后期可能已掌握生铁技术，并用于铸造具有其自身文化传统风格的器物（图3，1）<sup>③</sup>。至迟在两汉之际，铸铁制品及其生产技术已传播至蒙古高原和欧亚草原的许多地区（图3，2、3）<sup>④</sup>。

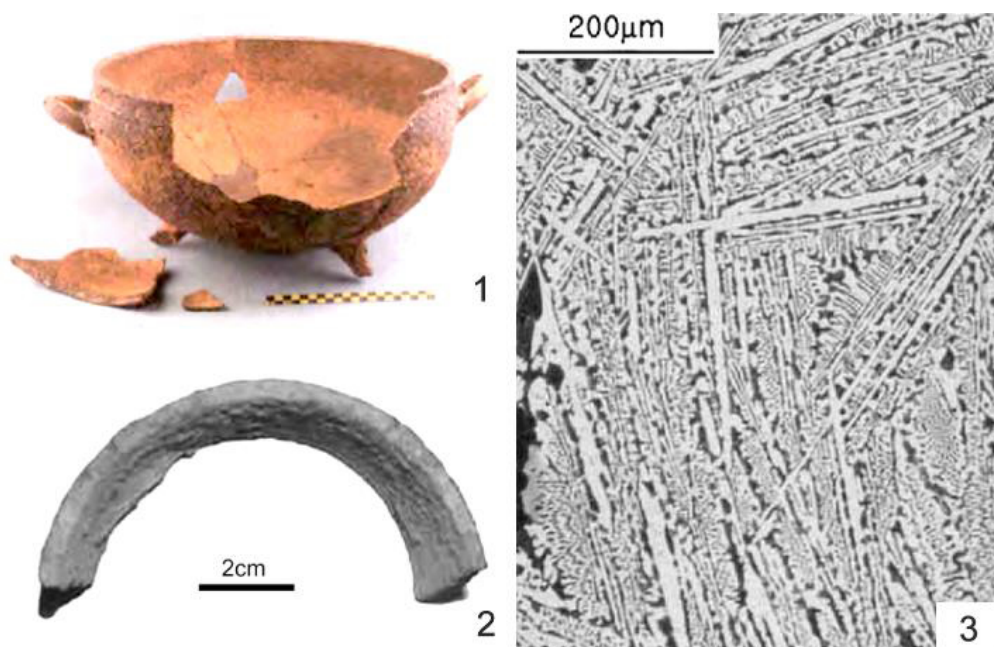


图3 新疆与蒙古高原出土早期生铁制品<sup>⑤</sup>

1. 新源县出土战国晚期铁鍍；2、3. 蒙古 Batsumber 出土车轂及其金相组织

在中国古文献中，“鍍铁”作为一种外来的高质量钢铁制品屡屡出现。唐人元稹有诗云“金刚锥透玉，鍍铁剑吹毛”，以赞美鍍铁剑的锋利。据研究，鍍铁即坩埚钢，在古代主要有两种生产工艺，即流行于印度和斯里兰卡的“乌兹钢”和中亚地区的“布拉特钢”。乌兹钢的基本工艺

① Qian, W. and G. Chen. The Iron Artifacts Unearthed from Yanbulake Cemetery and the Beginning Use of Iron in China. in *BUMA-V: Fifth International Conference on the Beginnings of the Use of Metals and Alloys*. 2002. Gyeongju, Korea: The Korea Institute of Metals and Materials. pp. 189-193; 陈建立等 《新疆巴里坤东黑沟遗址出土铁器研究》，《文物》2013 第 10 期，第 77~84 页；潜伟，孙淑云，伊弟利斯 《新疆克里雅河流域出土金属遗物的冶金学研究》，《西域研究》2000 年第 4 期，第 1~11 页。

② 郭物 《第二群青铜（铁）鍍研究》，《考古学报》，2007 年第 1 期，第 61~96 页。

③ 尚玉平，黄奋 《新源出土战国时期铁鍍的保护修复》，《新疆文物》2017 第 1 期，第 101~103 页。

④ Gelegdorj, E., et al., Transitions in Cast Iron Technology of the Nomads in Mongolia. *Journal of Archaeological Science*, 2007. 34 (8): 1187-1196.

⑤ 尚玉平，黄奋 《新源出土战国时期铁鍍的保护修复》，《新疆文物》2017 第 1 期，第 101~103 页，图 1；Gelegdorj, E., et al., Transitions in Cast Iron Technology of the Nomads in Mongolia. *Journal of Archaeological Science*, 2007. 34 (8): 1187-1196, Figure 2b, 3a.

是在相对还原气氛下熔化块炼铁渗碳，而中亚地区坩埚钢的工艺则可能包括多种形式，其中就包括混合生铁和熟铁冶炼的混熔技术，这与中国古代“生熟杂糅”制作钢铁的技术思想一脉相承，中国古代生铁冶炼与“和”的技术思想在其中贡献了自己的力量。新疆地区很早就成为同时接触到块炼铁与生铁技术的地区，在探讨共熔冶炼坩埚钢技术的起源研究中具有重要地位。<sup>①</sup> 有意思的是，虽然有学者认为部分中亚坩埚钢的技术性质是熟铁渗碳工艺，但同样将新疆视作其可能的起源地。<sup>②</sup>

#### 四、结语

由以上综述可知，早期铜和铁的技术在中国西北地区的出现和演进与史前和古代丝绸之路上的东西文化技术交流关系密切。这种文化与技术交流在不同的时期可能呈现完全不同的形式，经由不同的交通路线和中介人群，其影响所及的范围和深度也大为相异。不过，已有的考古证据已清晰地揭示出，就铜和铁这两种金属在中国中原地区的早期出现和使用而言，史前和古代丝绸之路作为连接东西方文明的桥梁所起到的作用无疑是巨大而深远的。相信未来的考古发现还将揭示更多的证据，来展现史前和古代丝绸之路在连接东西方文明、并推动其交流、互动和发展上的巨大贡献。

(作者单位: 陈坤龙 北京科技大学科技史与文化遗产研究院;  
梅建军 北京科技大学科技史与文化遗产研究院,  
英国李约瑟研究所;  
潜伟 北京科技大学科技史与文化遗产研究院)  
责任编辑: 王文洲  
责任校对: 陈霞

① 潜伟 《“锻铁”新考》，《自然科学史研究》2007年第2期，第165~191页。

② Rehren, Th. and O. Papakhrstu, Cutting Edge Technology: the Ferghana Process of Medieval Crucible Steel Smelting. *Metalla*, 2000. 7: 55-69.

phase.

**Keywords:** Jierzankale tombs; Zoroastrianism; black and white stone bar; fire altar; Barsam; dzi bead; celestial burial

#### A Brief Discussion of Qiuci Music and Versification

Pan Tao ( 108)

**Abstract:** The present article focuses on the name of seven tones in Qiuci music recorded in Sui Shu. Different from the previous researches on these names , this article utilises the Tocharian materials ( Tocharische Sprachreste edited by Sieg and Siegling) , the Sanskrit texts and the relevant ancient Chinese sources , and launches a philological and linguistic exploration of the possible underlying words , either Tocharian or Sanskrit , which is ultimately on the basis of their Middle Chinese pronunciation reconstructed for the names recorded in Sui Shu. The postulated Tocharian notes are then compared with their Indian counterparts in the classical Indian music , which are well documented in the famous musicological and theatric work Nāṭyaśāstra , the Kuḍimiyāmalai inscription and Saṅgītaratnākara. Afterwards the names appearing before the Tocharian verses are given a new explanation based on a study of three interesting melodies recorded in a Dunhuang document.

**Keywords:** Qiuci; Tocharian; seven tones; key of melody; Sui Shu

#### Evolvement of Min Zu ( Nationality) and Other Notions in Xinjiang during the Republican Period in the Perspective of the Other

Cheng Xiangli ( 119)

#### Silk Road and the Exchange of Early Bronze and Iron Techniques

Chen Kunlong , Mei Jianjun , Qian Wei ( 127)

**Abstract:** Based on the major research results in archaeology and metallurgy history and focusing on the production and usage of bronze and iron , this article provides an overview of the spread and exchange of metal technology along the prehistoric Silk Road in different phases. The bronze culture of the Eurasian Steppes had a major impact on the arise and early development of bronze and bronze technique in North-west China around 2000BC. Then , the northwestern and northern regions of China continually played the role of a bridge in the technological exchange between China and the West. The westward spread of bronze Fu ( cauldron) and mirror were related to this and so was the emergence of early technique of iron-making with lump ore in the Central Plains of China. Zhang Qian's diplomatic mission to the Western Regions , the opening up of the Silk Road and the westward spread of the raw material and technique of pig iron all exerted positive influences on the development of steel and iron technology in the Central Asia. The spread and exchange of early bronze and iron technology reveal that the cultural and technological exchanges in different time might appear in completely different forms , pass through different routes and be transferred by different peoples , and so were the scope and depth of its influence. With a long history , the interaction between China and the West has had a profound impact on the evolution of Eastern and Western civilizations.

**Keywords:** ancient Silk Road; metallurgy; exchange between China and the West; bronze; iron; wrought iron

#### Mountaintop Remains of the Bronze Age by the Bortala River Valley , Xinjiang

Cong Dexin , Jia Weiming , Jiao Xiaobing , Alison Betts , Paula N Doumani Dupuy ( 138)

**Abstract:** In the Bortala River valley in Xinjiang since 2010 , archaeological surveys have revealed a number of remains of the Bronze Age hilltop sites , accompanied with protective constructions such as stone walls. This phenomenon has not been found in the eastern part of the Eurasian steppe. Preliminary studies have found that these hilltop constructions are actually related each other , forming a group of defensive watchtower to protect local herders from possible invaders. This evidence reflects the development of social complexity in the early 20th to 15th century BC. It also plays an important role in understanding the social development of local nomadic society.

**Keywords:** Bortala River valley; Bronze Age; Hilltop construction; watchtower; Social Complexity

#### A Summary of the Symposium on the Western Regions' Frontier Command:

Pioneering of the Silk Road during the Han and Tang Dynasties

Chen Ling ( 146)

• 150 •