

ZGQTSDCYZGY
ZGQTSDCYZGY

中国
青铜时代
采冶铸

中国
青铜时代
采冶铸
工艺



■ 刘诗中 编著 江西科学技术出版社

中国青铜时代采冶铸工艺

刘诗 中编 著

江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国青铜时代采冶铸工艺/刘诗中

—江西南昌:江西科学技术出版社

ISBN 7-5390-1226-9

I. 中国青铜时代采冶铸工艺

II. 刘诗中

III. 冶金工业

IV. TF·1

国际互联网(Internet)地址:

HTTP://WWW.NCU.EDU.CN:800/

中国青铜时代采冶铸工艺

刘诗中 编著

出版 发行	江西科学技术出版社
社址	南昌市新魏路17号
	邮编:330002 电话:(0791)8513294 8513098
印刷	南昌市东城印刷厂
经销	各地新华书店
开本	850mm×1168mm 1/32
字数	18万
印张	7.5
版次	1997年12月第1版 1997年12月第1次印刷
书号	ISBN 7-5390-1226-9/TF·1
定价	15.00元

(赣科版图书凡属印装错误,可向出版社发行部或承印厂调换)

前 言

中国是世界上历史悠久的文明古国之一。伟大的中华民族在数千年的漫长跋涉中,以中国人的灵性智慧创造了光辉灿烂的古代文化,青铜文化便是中国古代文化的重要组成部分。

中国自新石器文化晚期开始,就逐渐产生并形成了一定规模的采矿、冶炼、铸造铜金属的工艺。中国历史上的青铜时代,即夏商周三代,已经把铜器的制造运用于生产和生活领域,使社会面貌发生了质的变化。商周时期已具有技术先进、规模宏大的采矿、冶炼、铸造业。迄今发现的商周青铜器数以十万计,其中有不少是举世无双的艺术珍品。庞大的司母戊大鼎,一件就重达 875 公斤,经分析研究,它是由上百人配合同时浇铸而成;精细复杂的曾侯乙编钟架青铜基座,显示了高度的铸造技巧;吴越青铜剑、秦代戈矛,采用了先进的表面渗透技术,在地下埋藏几千年仍然锋利如初并不锈蚀。这些无数令人叹为观止的奇迹,向世人骄傲地展示了中国古代冶铸业的辉煌成就。

中国的青铜文化,是中国人民智慧的结晶,也是祖先留给后人的珍贵财富,历史文献记载表明,中国对青铜器的发现和研究,由来已久。

早在西汉时代,古文献中就记载了有关商周青铜器出土的情况,《史记》、《汉书》、《后汉书》有若干发现铜鼎的记载。宋代在中国

青铜发现和研究史上占有重要地位,主要指在金石学范畴内的青铜器及其铭文的研究。宋元祐七年(公元1092年)吕大临作《考古图》,这是流传下来的著录青铜器的最早的一部书。嘉祐年间刘敞亦将收集到的青铜器汇集成《先秦古器记》一书。宣和年间(公元1120~1125年),王黼等奉敕撰成《宣和博古图》。清代以铜器图形为主,以考释文字为辅的大型图录《西清古鉴》、《宁寿古鉴》、《西清续鉴》等也先后问世。

近代对青铜器研究比较注重金文的考释,例如孙诒让的《古籀拾遗》、《古籀余论》、《名原》等著作。王国维的《观堂集林》一书则重点研究了青铜器的形态特征。现代学者容庚编的《金文编》更是研究金文的一部重要工具书。《商周彝器通考》则是研究中国古代青铜器的一部重要参考书。现代对青铜器研究颇有建树的是郭沫若,他先后发表了《中国古代社会研究》、《青铜时代》等著作,他将每个时期的青铜器变化与相应的历史背景联系起来,说明变化的原因,寻找历史发展的轨迹。

新中国成立以后,随着国家经济建设的发展,文物考古事业也得到了大发展。著名的青铜器群不断发现,为研究中国古代青铜器增加了丰富资料。学者们运用青铜器材料,在对古代政治、经济、军事、文化、科技,以及古代生产力和生产关系、经济基础和上层建筑等方面的研究上,都取得了可喜的成果。

20世纪70年代大冶铜绿山古矿冶遗址的发现,更促进了对中国青铜器内涵的全面研究。一批从事自然科学史研究的学者和考古学者相结合,把自然科学中的采矿学、冶金学、化学、物理学、光学、声学等学科的基本原理和检测方法运用到这一领域,为研究青铜时代的采矿、冶炼、铸造技术作出了重要贡献,使中国的冶金

考古学与世界冶金考古研究处于同一轨道。

本人在中国南方从事先秦考古工作 20 余年,80 年代末又得以主持发掘中国目前所知最早的采铜遗址,即瑞昌商周铜矿。从那时起开始收集整理研究中国青铜时代采冶铸技术资料;以后,由于工作关系,先后与中国科学院自然科学史研究所、中国科技大学、北京科技大学以及考古界的同仁接触,坚定了撰写此书的信心,时过七载,终于草成《中国青铜时代采冶铸工艺》。

在本书出版之际,我特别感谢那些在我学习中国采冶铸史过程中给予帮助和指教的先生们。没有他们所做的大量深入细致的研究工作,我是不可能完成此书的撰写工作的。我还要对大力支持本书出版的江西科技出版社的领导和编辑先生表示深深的敬意。

由于本人学识浅薄,错误在所难免。凡疏漏之处敬请读者指正。

作者

一九九五年二月



作者简介

刘诗中 1950年10月生于江西吉安，北京大学历史系考古专业毕业，江西省文物考古研究所副研究员、副所长。从事文物考古工作二十余年，先后主持了瑞昌铜岭铜矿等多项重大考古发掘和研究，在海内外发表过数十篇文物考古报告和论文。

1994/3

目 录

前言	(1)
概述	(1)
第一节 先秦时期铜业.....	(1)
(●)新石器时代铜件.....	(1)
(二)夏文化铜器.....	(4)
(三)商周铜业.....	(5)
第二节 先秦时代铜金属文化特征.....	(7)
第一章 采矿技术	(16)
第一节 铜矿地质特征	(16)
(一)铜矿成因	(16)
(二)开采的主要铜矿物	(19)
第二节 有关采矿文献	(26)
(一)字源与矿物	(26)
(二)采铜历史记载	(28)
(三)地名中有关“铜”字记载	(30)
第三节 找矿方法	(31)
(一)矿物的指示植物	(31)
(二)矿物颜色找矿	(33)
(三)矿物共生指示找矿	(34)

第四节	探矿方法	(35)
第五节	矿床开拓法	(37)
(一)	露天开采	(37)
(二)	地下开采	(38)
(三)	选矿方法	(65)
第二章	冶炼技术	(72)
第一节	氧化铜的冶炼	(72)
(一)	早期炼炉	(72)
(二)	晚期炼炉	(74)
第二节	硫化铜的冶炼	(84)
(一)	文献中有关硫化铜冶炼记载	(85)
(二)	考古发现中的冰铜锭	(87)
第三节	铜料去向追踪	(89)
(一)	铅同位素显示矿源法	(89)
(二)	商周铜料基地	(93)
第三章	铸造技术	(101)
第一节	有关铸造文献	(101)
第二节	熔铜设备	(104)
(一)	土壁熔炉	(104)
(二)	陶壳式炉	(106)
(三)	将军盔炉	(107)
第三节	青铜合金	(108)
(一)	商周青铜器合金配制	(108)
(二)	“六齐”合金成分	(113)
第四节	铸器模范	(117)

(一)石范·····	(117)
(二)陶范·····	(119)
(三)铜范·····	(127)
第五节 铸造方法·····	(129)
(一)浑铸法·····	(129)
(二)分铸法·····	(130)
(三)叠铸·····	(144)
(四)铸焊·····	(145)
(五)失蜡法·····	(147)
第六节 装饰工艺·····	(154)
(一)镀膜工艺·····	(154)
(二)鎏金工艺·····	(156)
(三)镶嵌工艺·····	(159)
(四)刻线工艺·····	(163)
附录一 商周矿冶遗址·····	(170)
附录二 商周铸铜作坊遗址·····	(178)
附录三 商周重要铜器群·····	(184)
附录四 商周铜器典型器形与花纹·····	(203)

概 述

第一节 先秦时期铜业

铜,系一种有色金属,由于自然界存在着天然铜块,它们以自然元素状态产生。与自然铜共生的赤铜矿、孔雀石等矿物,色泽艳丽。铜的熔点较低,因而成为最早被人类发现和利用的金属。

《汉书·律历志》载:“铜为物之至精,不为燥湿寒暑变其节,不为风雨暴露改其形。”铜的稳定性早为人类所认识。

人类一开始是利用自然界存在的天然铜,然后发明了从矿石冶炼出铜的技术。首先用的是未掺入其他金属的纯铜,通称红铜;经过长期实践,才知道在铜中加入一定比例的锡能提高其硬度,降低熔点,这种含锡的铜锡合金,表色青灰,俗称青铜。

(一)新石器时代铜件

考古发掘最早的铜件,是1973年在陕西临潼姜寨仰韶文化遗址中出土的两件铜片。一件残成半圆形,含铜66.54%,含锌25.56%;另一件由铜片卷成管状,含铜69%,含锌31%,从成份上

属于铜锌合金的黄铜①。这两件铜片出自一期文化层中，为仰韶文化中典型的半坡类型，碳十四测定年代距今约 5970 年左右。仰韶文化是分布在黄河中游的新石器晚期遗存，其年代约为公元前 4840 年至公元前 4085 年之间。

目前发现年代最早的青铜器，是在甘肃东乡林马家窑遗址出土的青铜刀，单范铸成，年代是公元前 3000 年；甘肃永登连成蒋家坪马厂文化遗址的残铜刀，年代是公元前 2300 年至公元前 2000 年间②。这表明在公元前 3000 年至公元前 2300 年间，分布在中国黄河上游的马家窑文化就有了用范模制成的青铜器皿。

龙山文化主要分布在黄河中下游一带，是继仰韶文化之后而兴起的一种遗存，碳十四年代约为公元前 2400 年至公元前 1700 年间。较早的有山东胶县、牟平遗址出土的小型青铜锥和黄铜锥。属于龙山晚期的有河南登封王城岗的龙山灰坑中出土的一件铜片，被认为是铜鬻腹与袋足的残片，据金相观察，含锡量大于 7%，无疑属于青铜。山西襄汾陶寺 3296 号墓出土的铜铃较为典型，含铜量 97.8%，合范铸造③，碳十四年代为公元前 1600±75 年。河南临汝煤山二期的龙山文化层中出土了两件坩埚残片，据化验分析含铜量 95%，均属于红铜的范畴④。

齐家文化的分布范围比黄河上游其他诸远古文化都要广泛，它东起泾水、渭河流域，西至湟水流域，南达白龙江流域，北入内蒙古阿拉善左旗附近，碳十四测定其绝对年代是在公元前 2050 年至公元前 1915 年间。齐家文化遗存近 400 处，其中甘肃永靖大河庄、秦魏家、广河齐家坪、武威皇娘娘台、青海贵南尕马台等地发现齐家文化时代的铜器近 50 件。齐家文化的铜器主要是小件器物，包括工具和装饰品两类。工具有刀、锥、凿、斧等，其中刀作长条形，形

状不固定,一般只有明显的脊背和刀口,可嵌入木柄使用,锥、凿形制简单。齐家坪出土的双耳釜斧,形制较进步。装饰品有指环、佩饰和镜等。齐家文化的铜器成分较为复杂,其中以红铜为主,有高达 96.89% 的红铜,也有低于 5% 的铅锡青铜。以尕马台铜镜的含锡量最高,达 10%^⑤。从制作工艺上看,冷锻和铸造并存,保留了一定的原始性。从整体上看似尚未进入青铜器时代,或属于早期青铜时代。铜工具的使用,使生产力有了新的提高,冶铜业的出现应是齐家文化的一项成就。

甘肃玉门清泉火烧沟遗址清理墓葬 312 座,其中有 106 座墓出土铜器,占 $\frac{1}{3}$ 强,墓葬年代在公元前 1600 年至公元前 1400 年间,有斧、斨、凿、匕首等 200 余件。青铜工具和装饰品较多,常见的有铜刀,并有铜镰和铸斨的石范,这是甘肃发现早期铜器最多的一个地点。用同位素源 X 射线荧光仪对其中的 45 件铜器进行鉴定,鉴定结果表明青铜器占多数,含锡或铅的青铜器 33 件,而红铜仅 13 件。石范的发现,表明当地已进行成批量器物生产。火烧沟类型文化相当于齐家文化后期,最晚是在公元前 1600 年,已属青铜文化。

夏家店下层文化有相当广阔的区域,分布在内蒙、辽宁和河北的部分地区,北边越过西喇木伦河,南边越过拒子河,以及自辽河以西包括京津在内的燕山南北一带。碳十四测定年代约在公元前 1700 年至公元前 1200 年间。出土的铜耳环,形制颇具特色,应是夏家店下层文化自身的产品。赤峰四分地遗址出土刻有合范符号的铸铜小陶范^⑥。唐山雹神庙附近发现 6 件石器,其中有 5 件是铸铜兵器的石范,种类有斧、刀、矛范,均系合范,石质较软,石范背面磨制光滑,底端刻有两范结合的记号^⑦。

(二)夏文化铜器

夏代是中国历史上有纪年的第一个奴隶制国家。夏人活动地区主要在豫西伊洛河流域,以及山西南部 and 冀、鲁、豫三省交汇地区。传说禹铸九鼎,用铜工具开凿龙门,疏通河道。一般认为,有两个区域应特别予以重视,一个是河南西部的洛阳平源和颍水上游的登封、禹县一带;一个是山西南部的汾水下游地区。因为传说中夏代的都邑和一些重要历史事件大多同这两个地区有关。

山西夏县东下冯遗址和河南登封王城岗均系夏文化的重要地点^{⑧⑨}。王城岗属夏代前期,出有铜鬻类容器残片,属青铜材质。东下冯出有铜凿、铜镞和铸铤的石范。铜镞的出现是一个重要标志,表明冶铸业已经确立,能提供较大量的金属原料,用以铸造消耗量大的矢镞。

至于二里头文化的归宿,学术界未取得一致意见。或把二里头文化归入商代早期;或把二里头文化一二期作为“夏文化”,而把三四期归于早商;也有学者把二里头文化全部作“夏文化”。二里头文化一二期中罕见青铜器,只有少量的小件工具和坩埚、铜渣等,三四期青铜器种类和数量增多,应一并归入早商阶段为妥。

山东牟平照格庄出土的铜器,经鉴定为青铜^⑩。泗水尹家城出土14件铜器,计有刀、锥、环和铜片^⑪,最高含锡达15.1%。可见相当于夏阶段的岳石文化的冶铜工艺已有相当的高度。

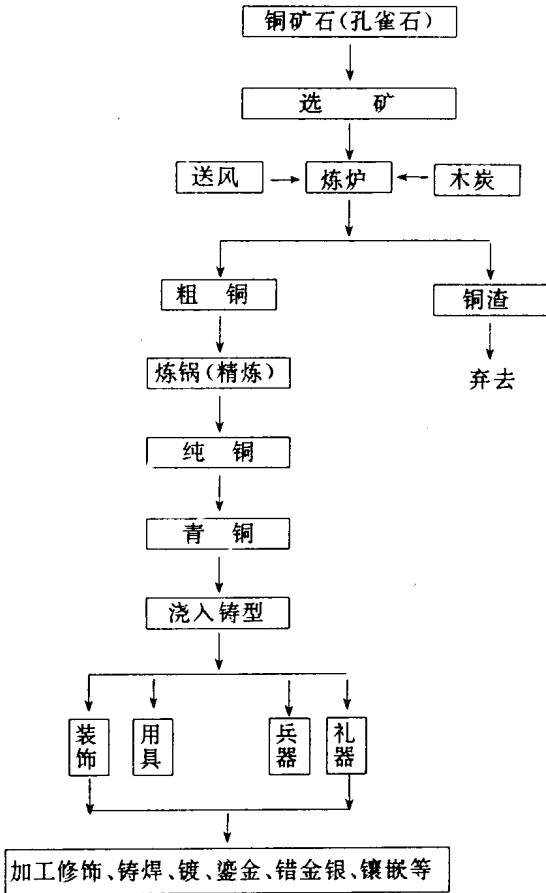
(三)商周铜业

商周是中国青铜器的鼎盛时期,从出土大批商周铸造铜器包括生产工具(斧、铤、钻、刀、削、锯、锥等)、农具(锄、犁、铲、镬、镰)、武器(戈、矛、剑、镞等)以及大量的礼器、车马器和生活用具上看,在铜的冶铸技术上达到了当时世界的高峰。河南偃师二里头出土了近30件商代早期(公元前16世纪)的锡青铜器。河南郑州出土的商代中期的两件大方鼎,分别重达64.2公斤和82.3公斤,高约1米,后者含锡3.5%,含铅17%。河南安阳出土的司母戊鼎,是世界上已出土的最大古青铜器,反映了在商代后期中国青铜铸造的卓越技术和宏大规模。

商代从配料、熔炼、造型一直到雕刻、浇注、修整(见下图)有一整套铸铜技术工艺,不仅能铸出“四羊尊”龙和羊分铸的精巧铸件,也能铸重达875公斤的“司母戊”这样的大型铸件。这些铸件说明在商代已采用由多块型芯组装的复合型、分范分铸等先进工艺,能组织群体进行协作生产。这个时代的典型铸件以钟、鼎等礼器,爵、尊等酒器为代表。铸件的特征是体型深厚,纹饰繁多,器具端正规范,神秘而森严,象征着奴隶主贵族至高无上的权威。

进入周朝以后,铸件的特征是体型由深厚转到轻薄,纹饰较少,逐渐趋于写实。

春秋战国时期,青铜铸件在体型上已是精巧玲珑。这时期利用泥范铸成的编钟,是声学、律学上的光辉创造,显示了青铜铸造工艺的卓越成就。湖北随县曾侯乙墓(约公元前430年间)出土青铜器4000余件,总重达10吨,其中错金铭文的编钟多达64枚,每种



殷商青铜器制造流程图

两音。另有楚王赠送的重达 135 公斤的铸钟,同时还出土了两只重 320 公斤的大缶,在工艺上更趋先进。采用精密的失蜡法工艺铸造的尊和盘,体现了更为先进的铸造工艺,给中国青铜时代画上了一个完整的句号。

第二节 先秦时代铜金属文化特征

人类最初发现的金属是从天然铜金属开始的,人们把绿色的孔雀石,蓝色的蓝铜矿用木炭还原炼出了铜,这是人类使用铜的开始。伊朗西部的艾利库什(Alī Kōsh)地区发现了公元前 7 千纪用天然铜片卷成的铜珠。在伊朗中部纳马克湖南部泰佩锡业勒克(Tepe Sīak)发现了公元前 5 千纪的铜针,在克尔曼(Kerman)之间的叶海亚(Yahya)地区发现了公元前 5 千纪后期天然铜制的铜器^⑫。由于原始铜的还原温度高,铸造性能及机械性能都不好,因而得不到广泛应用。当人们偶然把锡矿石和铜矿石一起熔炼,得到了铜和锡的合金——青铜后,它的铸造性能和机械性能就大大加强了。

人类冶铜技术发源于西亚,最早开采铜矿的地点在西奈山(Mounsīnai)等地方。“Copper”(铜)则是由拉丁文“Cuprum”演变而来,而“Cuprum”则是当时盛产铜矿的一个岛名。

矿石炼铜是人类文化发展的重要里程碑。最先使用的是氧化铜矿,将孔雀石等氧化矿石与木炭混合加热还原得到金属铜,已知最早的人工冶炼的铜器出于伊朗叶海亚地区(约公元前 3800 年),含有少量砷(0.3%~3.7%),其中有的经过铸造、加工和退火。与