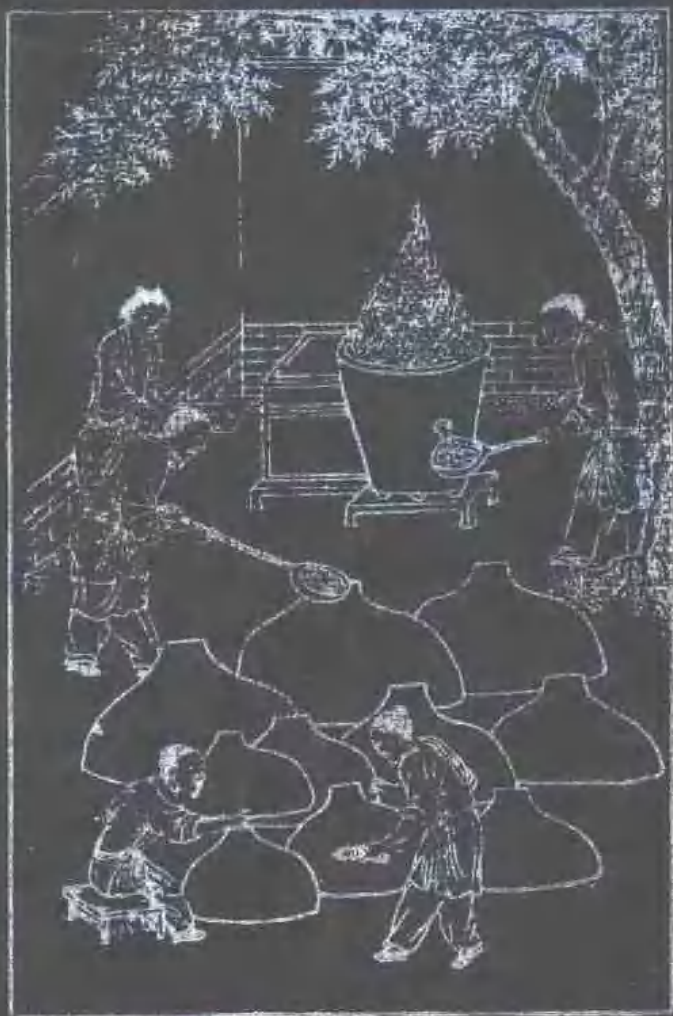


中原古代冶金技术研究

李京华 著



鑄銅

中州古籍出版社

中原古代冶金技术研究

李京华 著

中州古籍出版社

郑州·1994

**STUDIES OF METALLURGICAL TECHNIQUES
IN THE ANCIENT CENTRAL PLAINS**

Li Jinghua

Zhongzhou Publishing House
of Ancient Book
Zhengzhou • 1994

(豫)新登字 05 号

执行编辑: 方燕明 胡永庆

封面设计: 耀 中

中原古代冶金技术研究

李京华 著

责任编辑 张燕萍

中州古籍出版社出版发行 (郑州市农业路 73 号)

解放军测绘学院教学实习印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 16 印张 530 千字

1994 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—1000 册

ISBN7-5348-1070-1/I·481 定价 28.00 元

日本广岛大学名誉教授
炼炉与鼓风研究会会长
潮见 浩先生资助

序

人类的生产工具，不论是东方还是西方，从石器向青铜器，又从青铜器发展到铁器走过了一条共同道路。迄今，铁器占据了主要工具的地位，铁的产量也成为衡量一个国家工业能力的指标。铜和铁起源于何时何地，这个课题令我们深感兴趣，但在考古学方面还无确切证据。

在东亚早期铁器文化中，中国所起的作用是极其重要的。其独自的技术给于世界很大的影响。1949年中华人民共和国成立之后，通过全国范围的考古发掘和调查，有关中国初期铁器的文化研究取得了迅速发展。黄展岳《近年出土的战国两汉铁器》一文（《考古学报》1959年3期）也成为我研究中国初期铁器的出发点。此后，中国出土了大量的战国、两汉时期的铁器。在中国之外的国家，桥口达也《以中国（战国～汉代）铁器特别是铁制武器为中心》（《炼炉与鼓风研究》第17号，1973，Barnard, N., Sato, T., Metallurgical Remains of Ancient China. Nichiosha, TOkyo, 1975·潮见 浩编《东亚出土铁器地名表》I，广岛大学，1991）等试图将中国早期出土的金属汇集起来。

李京华先生的名字我最先是从《汉代铁农器铭文试释》（《考古》1974年1期）一文知道的。我的《东亚早期铁器文化》（吉川弘文馆，东京，1982年）中的制铁遗迹在铁器铭类和铁官（收入第一章第三节）的部分多仰仗李先生的研究业绩。我知道李先生参与调查河南省铁器主要遗址的还是这以后的事情。因为当时发表文章署名大多是单位的名字，而我们不知道文章作者的名字。

1992年8月，我应中国科学院的邀请访华，在河南省文物研究所第一次见到了李京华先生，并由他陪同参观了向往已久的郑州市古荥镇遗址。当时听李先生讲他打算出版其《中原文古代冶金技术研究》和《南阳汉代冶铁技术》两本著作，于是我决定资助他出版。因为我考虑，我们经常阅读中国的论文、发掘和调查考古报告等，出版这类著作，不仅对中国学者而且对关心中国早期金属文化的外国学者也会有很大参考作用。从我个人来讲，1993年3月我从广岛大学退休，值此机会资助尊敬的李京华先生的著作出版我感到高兴，也会成为我们的纪念。我衷心祝贺李京华先生这部著作的出版，并希望有很多人来读它。

这篇序文我请1992年与我一道访华的中国科学院国际合作局邱华盛处长翻译成中文，在此谨表示感谢。

广岛大学名誉教授
炼炉与鼓风研究会会长

潮见 浩

1994年1月20日

目 录

序	潮见 浩
河南冶金考古的发现与研究	(1)
关于中原地区早期冶铜技术及相关问题的几点看法	(16)
中国早期冶铜技术初探	(20)
早期冶铜技术与铜农具	(26)
钟鐸钟隧新考	(33)
包山楚墓青銅器制造技术的初步考察	(39)
南越王墓出土金属器制造技术试析	(44)
浙川春秋楚墓铜禁失蜡铸造法的工艺探讨	(48)
古代西平冶铁遗址再探讨	(53)
河南汉代冶铁技术初探	(57)
汉代洛都畿郡的冶铁高技术	(74)
汉代南阳郡铁工业的历史地位和作用	(77)
巩县铁生沟汉代冶铸遗址再探讨	(81)
从南阳宛城遗址出土汉代犁铧模和铸范看犁铧的铸造工艺过程	(101)
秦汉铁范铸造工艺探讨	(107)
试论汉魏锤范铸造及相关问题	(120)
河南古代铁农具	(122)
沧州铁狮的铸造工艺	(135)
古代烘范工艺	(138)
古代熔炉起源和演变	(144)
从战国铜器铸范铭文探讨韩国冶铸业管理机构与职官	(153)
汉代铁农器铭文试释	(158)
试谈汉代陶釜上的铁官铭文	(166)
《云南矿厂工器图略》中的矿冶机构与职官	(174)
战国和汉代球墨可锻铸铁	(178)
两千年前有球状石墨的铸铁	(181)
中国古代球墨可锻铸铁研究	(186)
中国秦汉冶铁技术与周围地区的关系	(190)
试谈日本九州早期铁器来源问题	(205)
科技考古促进金属考古学飞速发展	(211)
钧瓷彩釉渊源试探	(214)
试论钧、汝色釉起源于古代金属彩色渣	(217)
编后记	

Contents

Preface (by Shiomi Hiroshi)

Archaeological Discoveries and Researches on Metallurgy in Henan	(1)
Some Views on Early Bronze Working Techniques in the Central Plains and Related Problems	(16)
A Preliminary Study of Early Bronze Working Techniques in China	(20)
Early Bronze Working Techniques and Bronze Farm Tools	(26)
A New Study of the Bell Stroke—zones <i>Zhong Mo</i> 钟搏 and <i>Zhong Sui</i> 钟隧	(33)
On the Making Techniques of the Metal Objects from Chu Tombs at Baoshan	(39)
A Technological study of the Metal Objects from the Nanyue King's Tomb	(44)
A Technological study of the Cire—perdue—cast Members of the Bronze Altar from a Chu Tomb of the Spring and Autumn Period at Xichuan	(48)
Restudy of the Ancient Iron Making Site at Xiping	(53)
The Iron and Steel Making Techniques of the Han Dynasty in Henan	(57)
Iron and Steel Making Techniques in the Han Capital Luoyang and Its Vicinity	(74)
Historical Position and Role of Iron Industry in Nanyang Prefecture of the Han Period	(77)
Restudy of the Han Smelting and Casting Site at Tieshenggou, Gongxian County	(81)
Ancient Casting Process of the Ploughshare in the Light of the Ploughshare Models and Moulds from the Site of Wancheng, Nanyang	(101)
A Study of the Qin and Han Casting Techniques With Iron Moulds	(107)
On the Casting of Hammer Moulds in the Han and Wei Periods and Related Problems	(120)
Ancient Iron Farm Tools in Henan	(122)
Casting Techniques of the Iron Lion from Cangzhou	(135)
Ancient Techniques of Mould Baking	(138)
Origin and Evolution of the Ancient Smelting Furnace	(144)
Han State Administrative Organs and Officials in Charge of Smelting and Casting Industry in the Light of the Inscriptions on Bronze—casting Moulds of the Warring States Period	(153)
A Decipherment of the Inscriptions on Han Iron Farm Tools	(158)
A Study of the Inscriptions on Administrative Organs in Charge of Iron Industry on Pottery <i>Fu</i> —cauldrons of the Han Period	(166)
The Names of Administrative Organs and Officials in Charge of Iron Industry in <i>A Concise Album of Mining and Smelting Implements Discovered in Yunnan</i>	(174)
Malleable Nodular Cast Iron in the Warring States and Han Periods	(178)
Nodular Cast Iron Produced Two Millennia Ago in China	(181)
A Study of Malleable Nodular Cast Iron in Ancient China	(186)
Relationship between the Iron and Steel Making Techniques in Qin and Han China and Those in Surrounding Regions	(190)
On the Source of Early Iron Implements of Kyushu, Japan	(205)
Rapid Development of Metallurgical Archaeology Promoted by the Application of Science and Techniques in Archaeology	(211)
On the Origin of the Coloured Glazes of Jun Ware	(214)
On the Coloured Glazes of Jun and Ru Wares as Originating from Coloured slag in Ancient Metal Working	(217)

Afterword

插图目录

- 图一 早期冶铜遗物出土地点分布图 (21)
- 图二 早期铜器发展示意图 (24)
- 图三 商代前期的铜农、工具及兵器 (28)
- 图四 郑州商代前期铜农、工具陶范 (28)
- 图五 商代后期铜铎、钺 (29)
- 图六 安阳商代后期的铜铲、斨 (30)
- 图七 《考工记图》中的钟图 (33)
- 图八 鬼氏为钟命名图 (34)
- 图九 《钟磬钟隧考》中的钟图 (34)
- 图一〇 锉磨后的隧部 (34)
- 图一一 铜斧泥芯、芯撑及其铸痕 (35)
- 图一二 泥芯上的芯撑 (36)
- 图一三 钟内芯撑槽 (36)
- 图一四 信阳楚墓编钟芯撑误差示意图 (36)
- 图一五 编钟各部位名称 (37)
- 图一六 铜器分铸、铸接及结构示意图 (40)
- 图一七 铜器套铸、铸焊、浇口示意图 (41)
- 图一八 铜鼎铸造工艺示意图 (45)
- 图一九 中原汉代釜底范和浇口示意图 (46)
- 图二〇 圈足器浇口位置对比示意图 (47)
- 图二一 铜禁、附兽分解图 (48)
- 图二二 铜禁禁体分解图 (49)
- 图二三 铜禁花纹及附兽结构示意图 (50)
- 图二四 河南已发现的汉代冶铁遗址示意图 (59)
- 图二五 古荥一号高炉炉前坑内的大积铁 (60)
- 图二六 古荥一号高炉复原图 (61)
- 图二七 南阳北关瓦房庄汉代熔炉复原图 (64)
- 图二八 南阳北关瓦房庄泥型铸造铁铎范的工艺过程示意图 (66)
- 图二九 车舌范铸造工艺图 (67)
- 图三〇 车舌范铸造工艺图 (68)
- 图三一 瓦房庄 19 号炒钢炉平、剖面图 (71)
- 图三二 南阳郡铁器外调分布示意图 (79)
- 图三三 铁生沟汉代冶铁遗址位置图 (82)
- 图三四 铁生沟汉代冶铁遗址平面图 (82、83)
- 图三五 炉 4 (T20, 圆炼炉) 平、剖面图 (84)
- 图三六 T12 平面图 (85)
- 图三七 脱碳炉 (T12 炉 11) 平、剖面图 (86)
- 图三八 T2 平面图 (88)
- 图三九 房基 1 和排窑 (5—9) 平、剖面图 (90)
- 图四〇 陶罐口沿陶文拓片 (90)
- 图四一 铁生沟冶铁遗址出土铁器 (92)

- 图四二 铁生沟“河三”作坊生产工艺流程图 (98)
- 图四三 犁铧上内模文字 (101)
- 图四四 犁铧模、范造型及铸造工艺 (102、103)
- 图四五 合模铸范、合范铸铧示意图 (104)
- 图四六 犁铧下外模上的文字 (105)
- 图四七 铧范上内模制作工艺 (109)
- 图四八 铧范上外模制作工艺 (110)
- 图四九 犁铧上模与上范的套合关系 (111)
- 图五〇 铧范下内模制作工艺 (111)
- 图五一 铧范下外模制作工艺 (112)
- 图五二 犁铧下模与下范的套合关系 (112)
- 图五三 犁铧芯模制作工艺 (113)
- 图五四 犁铧芯模套合关系 (113)
- 图五五 犁铧范套合关系 (114)
- 图五六 古荥犁模与耜模 (115)
- 图五七 山东莱芜铁铧范 (115)
- 图五八 范的套合与夹具 (116)
- 图五九 渑池板材范的倾斜浇注 (116)
- 图六〇 铁耜、铲、锄、斧装柄方式示意图 (130)
- 图六一 铁钁、钁、锄装柄方式示意图 (131)
- 图六二 铁耘犁、耕犁安装方式示意图 (132)
- 图六三 铁锄、铧、斧装柄方式示意图 (133)
- 图六四 铁狮体内凸筋分布示意图 (135)
- 图六五 铁狮颈部铁条分布示意图 (136)
- 图六六 铁狮铸造“明浇式”示意图 (136)
- 图六七 范的烘烤规范 (139)
- 图六八 泥范烘窑温区示意图 (139)
- 图六九 南阳瓦房庄烘范窑复原图 (140)
- 图七〇 辽宁宁城王莽钱范窑复原图 (141)
- 图七一 登封阳城出土的铸范及其装配 (142)
- 图七二 郑州商代熔炉与鼓风示意图 (145)
- 图七三 吹管鼓风图 (146)
- 图七四 春秋熔炉、鼓风示意图 (147)
- 图七五 战国厚壁泥质熔炉 (148)
- 图七六 战国砂质炉圈结构复原图 (149)
- 图七七 战国综合材料熔炉 (150)
- 图七八 南阳汉代人排鼓风机械示意图 (150)
- 图七九 近代鼓风风箱示意图 (151)
- 图八〇 汉代铁农器及其铸范上的铭文 (160)
- 图八一 登封出土“河三”陶灶平面拓片 (167)
- 图八二 登封出土“河三”陶灶拓片 (168)
- 图八三 巩县出土“河一”陶灶(巩灶1)平面拓片 (169)
- 图八四 巩县出土“河一”陶灶(巩灶1)拓片 (170)
- 图八五 巩县出土“河三”陶灶(巩灶3)平面拓片 (171)
- 图八六 巩县出土“河三”陶灶(巩灶3)拓片 (171)

- 图八七 巩县出土“河三”陶灶（巩灶4）平面拓片（172）
图八八 汉代陶灶、陶釜上的陶文（172）
图八九 汉代铁镬（182）
图九〇 中国早期铁器出现地区示意图（191）
图九一 战国三角形条材范（192）
图九二 战国方形条材范、汉代方形条材范及锻制品（193）
图九三 圆形铁条及锻制品（194）
图九四 铁板材锻制品（195）
图九五 战国和汉代板材范、铁板材及余料块（196）
图九六 板材范及铁板材（197）
图九七 铁板材锻制的工具（198）
图九八 铁板材锻制的工具（199）
图九九 汉代铁器外调与传播示意图（200）
图一〇〇 日本出土的铁斧（206）
图一〇一 赤井手33号居住址（铁器作坊遗迹）出土的铁原料、半成品（207）
图一〇二 赤井手遗址出土的铁原料、半成品（208）
图一〇三 可能为铁原料、半成品的相关资料（209）
图一〇四 郑韩故城条材（312号）（209）

河南冶金考古的发现与研究

河南省龍山文化遺址及びその後の各文化時期の出土された金屬鑄物の遺物が非常に豊富である。各類の金屬物と鑄物の遺物の研究によって、龍山文化の中晩期は銅器時代の早期であると認められた。龍山文化の銅鈴と鬻形状の器具の鑄造技術によって、その時鑄器を鑄造する事ができるはずである。中國の銅器の起源は多元性であるはずと認められた。商代の冶銅遺址の銅工具の生産量は全部の銅器の60%ぐらいを占めていた。つなぎあわせる方法で大型の鑄物を鑄造した。商代は大型と小型との二種類の熔解爐があつた。西周になって、大、中、小の三種類の熔解爐に發展し、そして、何回も繰り返して使用出来るようになった。禮器範(禮儀で使われる器具の鑄型)は表面の材料(精料)と裏面の材料(粗料)の複合材料を使用した。大型熔解爐は側から風を吹くもので、小型熔解爐は上から風を吹くものであつた。春秋時期の熔解爐は二段階のと三段階の分けられていた。始めて疊鑄範を發現して、鑄という物の生産量は高いと物語った。多くの劍範と帶鉤範はそれらの型工芸技術を人に知らせた。東周の墓葬された青銅器は破られて、銅禁失蠟燭鑄造法と銅鼎の綜合鑄造法及び鑄はめる銅器の飾り模様の工芸技術が知られた。東周から漢魏につけての冶鐵と鐵器即ち商周はうん隕鐵を鍛制した後、春秋の末と韓國の始めに鐵工具を鑄造して、やきさぐし、碳素を除去した。戰國中后期では各種類の造型技術、熔鐵爐と送風設備、やきもどしと碳素を除去する技術が基本のに定型化になった。鐵を細くなった物と鐵板は大量に鑄造し用いた。漢代の鐵器と冶鐵は古築というところから日産量は約1トン鐵ができた。最大の熔解爐が發現された。たくさんの熔解爐は高温を耐える黒色材料を用いた。鞏縣というところのやきさぐしと碳素を除去する熔解爐は一番科學のである。鐵範は各「大鐵官作坊」で広く用いられた。南陽というところで熱風を送る熔解爐が創造された。一番速く發現されたのは「雙堆疊鑄」である。それから「炒鋼」は多くの仕事場で生産され、官營の仕事場は順序に整理番號を付けて管理するてとを實行していた。各大鐵官の鐵器は大量に鐵の作れないところと新郡(新しく作った地方)地區へ運んで、そして海外に傳えた。魏晉南北朝の冶鐵は軍隊に管理され、軍隊の印を鑄入れた。鐵範の鑄造の品種類は漢代よりもっと多かつた。六角釘とその規格との差は0.5センチぐらいであつた。それに、挾鋼という切削道具と技術が出現した。唐、宋から明、清にかけての鐵、銀、金などの礦石冶煉遺址を調べた。

河南地处中原，自夏至宋的三千多年间，多为中国政治、军事、经济、文化和科技的中心，这是古代发展冶金业的政治和经济基础；河南的太行山、崤山、熊耳山、外方山、伏牛山、桐柏山和大别山诸山脉，蕴藏着较丰富的铁、铜、金、银等金属矿（表一），以及丰富的林炭燃料资源，这是古代发展冶金业的物质条件。所以在河南境内发现有色金属遗物、金属器物窖藏、矿冶遗址45处，经过发掘的26处（表二）；发现铁金属矿冶遗址61处，经过发掘的14处（表三）。

铜、铁、金、银、铅、锌、锡等金属，是人类赖以发展生产、发展经济、美化自身及环境的重要物质，尤其铜、铁二金属的使用被考古学家称作人类发展的里程碑。金、银是人类发展交换的重要媒介。

人们根据丹麦考古学家C.J. 汤姆森，以生产工具的材质确定的石器时代、铜器时代、铁器时代的理论，推论人类冶炼了铜并制造铜工具，而铜工具把人类从野蛮时代推进到文明时代；人类冶炼了铁并制造了铁工具，而铁工具把人类由奴隶社会的茅屋中，推进到瓦宇砖壁玉阶的封建社会的殿堂里。但铜和铁在人类发展中前期，铜和铁冶炼的自身技术及在社会发展所起的具体作用如何？早在50年代以前，因为材料的缺乏而只能推论，甚至对中国有无以铜工具为代表的铜器时代，战国时代冶铁技术与铁工具是否推动经济大发展都提出了怀疑。

河南古代金属文物与遗址,做过较多的调查、发掘和科学分析与研究,尤其对采矿、冶炼和铸造技术做了较多的研究,这些工作回答了上述问题,解决了一些学术问题,也提出一些新问题。我们今天讨论古代冶金生产技术及金属生产工具对经济发展的作用,就可以应用科学的语言、分析数据、具体工艺技术来论述,这就是河南 40 年冶金考古的辉煌成就。

一、冶 铜 遗 存

河南的铜金属文物十分丰富,冶铜历史悠久,技术精湛而系统。为研究铜器起源,铜工具在社会发展所起的作用以及兵器、乐器、生活用具等等,都提供了实物证据。

(一) 龙山文化冶铜 遗物

河南龙山文化中期,有四个遗址出土了铜器和冶铜遗物,如郑州牛砦^①和临汝煤山^②的熔铜炉壁残块、淮阳平粮台^③和登封王城岗^④的铜器残块。另外,在山东胶县龙山文化遗址出土铜锥^⑤、山西陶寺龙山文化遗址出土铜铃^⑥,这些发现说明龙山文化冶铜遗物的出现不是偶然现象。学术界对上述发现做了探讨和分析研究,获得若干认识如下:

1. 众多的龙山文化中晚期遗址出土铜器和熔铜物品,因此可将龙山文化中晚期从新石器时代晚期划分出来,作为铜器时代的早期。

2. 两个熔炉残块均出在平原地区而非山间矿区,说明此时的冶铜技术已发展到冶炼在山区、熔铸在平原或重要居住区的分工阶段,而不是冶熔同处的最原始阶段。以此而论,铜器的起源当更早些。

3. 煤山遗址的熔炉中有六层炉衬熔液,表明熔炉已发展到多次维修、熔炼的新阶段,并非一次性熔炼的原始阶段。

4. 登封王城岗第四期铜鬲残片,是器形复杂的薄壁容器(0.2—0.3 厘米),铸造它需解决范芯的退让性而特制芯子;严格的合范榫卯设施和范芯准确的定位套合;需热范浇注并产生了烘范技术与设备。铸造鬲形器和铃形器,无疑是较进步的技术而不是原始技术。用此技术铸造铲、钺之类的工具毫无问题。

5. 经成分分析,汝州市是单生铜矿地,所以临汝煤山遗址熔炼的是红铜。登封的铜矿为铜铁硫化矿,如黄铜矿和斑铜矿,虽然没有发现古代使用硫化矿冶炼青铜,然而王城岗文化四期的鬲形器则是铅锡青铜。由此得知,在单生矿区冶炼的是红铜,在共生矿区冶炼的是青铜。河南和全国其它地区一样,属于多种矿类地区,是多种铜金属起源的。只是随着使用的需要,才会到商周之际专门冶炼以青铜为主的铜金属器具。

(二) 二里头文化冶铜遗物

偃师二里头遗址,在一、二期发现有铜刀^⑦,三、四期^⑧和尸乡沟的早商城冶铜遗址^⑨中出上有熔炉残块、泥范、炼渣和浇口铜等熔铸遗物较多,显示出熔炼和铸造技术的新水平。铜器数量猛增,尤其铜爵和镶嵌绿松石的铜牌,其铸造技术更有新发展。铜工具的情况尚期待报告的发表。

(三) 郑州商城冶铜遗址

郑州商城是商代的一代帝都,在南、北关外各建有铸铜作坊^⑩,通过考古发掘工作,解决了许多学术问题。

南关外铸铜遗址,于 1954 年秋至 1955 春进行发掘,面积 8000 平方米,发掘 1370 平方米。分下、上两层。上层的遗迹有铸造场地 10 处,窖穴 17 个,穴中出有陶范、铜渣、熔炉残块等。烘范窑 1 座,残存椭圆形窑底,周壁烘成红色,部分呈蓝灰色,与范色相同,窑内有烘烤时的木炭粉、红烧土块、泡沫状的飘浮渣等。从烘范窑体积看可以烘烤杜岭和食品厂出土的方鼎和大圆鼎等大中型铜器铸范。遗物有铜矿石 1 块、熔炉(又名坩埚)残块,熔炉分三种:一是以陶大口尊为外壳的大口尊熔炉;二是以陶缸为外壳的缸熔炉,残高 29.6、口径 27.8、底径 14.7、厚 1.6 厘米;三是泥条堆筑的泥质熔炉,底径 30—36、壁厚 6.1—7.6 厘米,炉壁分为三层,由外向里是草泥层(1—2 厘米)、草泥条筑层(4.5—5 厘米)和炉衬层(0.6 厘米)。前两种是小型熔炉,用于铸造小型铜器,后一种是中大型熔炉,用以铸造中大型铜器。有的炼渣中还有未熔融的铜铤和铜刀残块,说明有利用旧器或铸坏的残品作为铸铜原料使用的。陶范是作坊的重要用具,范的品种有钺、锥、斧、凿、镞、刀、戈、犁、爵、觚、鬲、盂、鼎、盆、环、簪等。对工具范的材料做了考察和分析,以石英、长石、角闪岩、辉石、砂粒和粘土为原料,角棱状可能为人工粉碎和筛选的砂粒,钺范砂粒度一般为 0.2—0.3 毫米,少数较大的有 7—8 毫米,但镞范砂的粒度 2—5 毫米,钺范芯含砂

较多。生产工具范 61 块,其中饅范多达 45 块。范的套合是靠特制的子母,其中容器范 21 块。除上述铸造遗物外,还有铜饅 2、爵、觥 14、刀 1、钩 2、簪 1 等铜器。下层的遗迹仅有害穴 11 个,形状同上层。遗物中熔铸物是铜矿石,与上层相同的熔炉残块,炼渣(含赤铜矿、孔雀石等)、木炭屑,陶范 50 块,亦为砂和粘土的混合料,范含砂和植物粉末较多,具有良好的透气性。陶范中以工具范为最多,饅范 30,器形与上层相同。容器范 5 块,有鬲、罍、爵、花纹范等。南关外上下二层的生产工具范为数最多,说明铸铜产品是以工具为主的(表四)。

紫荆山铸铜遗址,1955—1956 年春发掘。地面被建筑覆盖故面积不详,发掘 800 平方米。经发掘这里是商代二里岗上层铸铜遗址。遗迹有房基 6 座,均套间房。房内有铜渣、范块和铜锈面。在 C15F15 的隔墙门处,堆一叠 19 件刀范,有的 2 范套合。从铜锈面等情况看,有的房间可能是铸造小型铜器的场所。还有不少室内外铸造场地,都有铜锈面和圆形凹窝。窖穴 7 个,其中填埋有铜块、范块,锈上、磨石等。遗物有铜矿石 40 余块(约 2 公斤)、内夹有绿色铜粒、白色的石英粒和红色的铁粒,铁粒多而铜粒次之,石英粒更少。铅 4 块,乳白色而质软,似为薄胎铅器底。熔炉残块均为尊、缸壳炉。炼渣多为与木炭混合的漂浮渣。陶范 70 余块,其中看出器形的刀范 19、饅范 13、车轴头范 2、花纹范 8,从种类看以工具范为数较多。铜器中有钺 1、饅 4、钩 1、针形器 1、簪 4、铜条 8。

在郑州商城西墙外和东南角墙外的 2 个窖藏中,出土一批重要青铜器^①,其中具有铸造技术特点的是大方鼎、大圆鼎和提梁壶,大方鼎是采用“拼铸法”铸造的,这是铸大件的新技术;大圆鼎是采用多块范分段套合的浑铸法铸造的,这是浑铸技术的新发展;提梁壶的梁和鼻是采用分铸法铸造的,是最早创造的铸活动部件并连接壶体的新技术。

总之,郑州商代铸铜遗址的研究表明:(1)在一代的帝都作坊中,产品重点是工农具,是用铜具发展生产的实证。(2)工具范制作坚密和烘烤温度甚高,使其成为多次浇铸的硬型,可以连续而批量的生产工具。(3)从大型烘范窑、中大型泥质熔炉和大型铜器中知道,中商已能成功铸造大型铜礼器,给晚商“司母戊”大方鼎铸造奠定了技术基础。(4)为求铸出复杂容器的精密花纹,对陶范的材料进行分别配制,外范采用细砂细泥料,芯子采用粗砂加植物粉末料,增强透气性和退让性。(5)小型熔炉熔铸小型铸件,中大型熔炉熔铸大中型铸件。(6)小型饅采用一范多腔的范具,一范至少可铸 7 件,为东周卧式叠铸创造了技术条件。(7)发展了浑铸法,创造了分铸法。

(四) 安阳殷墟铸铜遗址

安阳殷墟是商代晚期重要帝都,铜器的用量和铜器的精良都超过郑州商城,在这里共设苗圃、孝民屯、薛家庄和豫北纱厂 4 个铸铜作坊^②,比郑州商城多设 2 个。其中苗圃作坊规模较大而其它作坊规模较小,前者主要铸造铜礼器,而后者主要是铸造工具与兵器,看来各作坊似有分工。苗圃遗址是 1959—1960 年初由中国科学院考古研究所发掘的,在此之前的 1957 年,河南省文物工作队在薛家庄铸铜遗址进行过试掘。总面积有 1 万平方米以上,发掘 1125 平方米。发现的遗迹有大型房基 1 座,单间小房多座,大间房 2 座(长 8.1—8.2,南北宽 3.6—4 米)。在其它单间房里堆放有许多陶范。还有浇铸时铜液的浇道槽一段和淘洗沉淀范泥的沉淀坑等。

发现的遗物中熔炉残块甚多,壁厚 4—5 厘米,据弧度推算,炉径 83 厘米,炉衬被熔流。有的是草拌泥条盘筑而成。从直径看应是大型熔炉,陶范和陶模共发现 3835 块,外范占有 73.8%、内范(范芯)占有 26%、陶模最少。外范 2820 块、器形有觥、觚、罍、爵、鼎、簋、戈等,但戈范最少。重要的是—块长达 1.2 米的方形范,有可能是铸造类似“司母戊”鼎大型铜器的范。范的外表面不匀整,留有手指印痕,范腔侧边制有扣合用的三角形子、母榫,范料含细砂或蚌粉,质地细腻纯净,烘成红、灰色。可以复原的器范有:爵范 16 块为一套、觥范 3 块为一套、戈范 2 块为一套。范芯 1003 块,有的范芯内有小夯窝痕迹,如 1 件爵芯的断面有 7 个小夯窝,直径 0.7 厘米,说明这类范芯是在芯模内制作的。陶模仅 7 块,认出器形有鼎、觚、卣、盘、器盖等,模的榫卯和棱角是另外捏好附加的,模的质料也较细腻,多呈砖红色,为氧化焰烘烤。模表有粗状和纤细两种纹饰,可能是遗址出的 16 厘米长、一端锐尖一端平刃的三棱铜刻具和锥形的骨具刻制的。该遗址的发掘解决以下几个问题:(1)纠正了用“将军盔”形陶器作坩埚冶炼铜液的错误,(2)发现了大型熔炉炉壁、1.2 米大型方范,使“司母戊”鼎大型重器铸造在熔铸技术上得到了解决。(3)多处作坊各有分工,铸造不同铜器有专业分工的趋势。

(五) 洛阳西周铸铜遗址

洛阳是西周设置的重要铸铜基地之一。遗址位于洛阳火车站正北200米,西北与北窑庞家沟西周墓地相毗邻,遗址面积10余万平方米^①。1973—1975年进行全面钻探,1975—1979年共发掘2500平方米。共有3层文化,上层是唐宋时代;中层是西周二期,下层是西周一期。遗迹有柱基遗存25个;地下水管1条,发掘长5.5米;路土面3处。灰坑分圆袋形、椭圆形、长条形、不规则形四种,灰坑中填较多的炉壁残块、范块和陶片等;烘范窑,有瓢形和中字形两种,从其烧色看与外范色相近;烧窑2座,窑膛近方形,内壁烧结成流状,外壁烧成红色。

遗物较丰富,西周两期都有陶鬲、簋、盘,一期还有罐、尊、甗、甑、水管,二期又有豆、盆、瓮等。熔炉残块数以千计,多属于炉体部位,根据炉体弧度推算其炉径一般在0.9—1.1米左右,最小者0.5—0.6米,最大者1.6—1.7米,可知分大、中、小三种炉子,中等炉子直径已超过安阳殷墟,由此可知西周以大中型炉子熔铸大中型铜器的数量,应远远超过商代晚期,这是熔铸技术的一大进步。熔炉的材料和建造,均系采用加砂草拌泥条盘筑而成,泥条宽3—4、厚3—4厘米。内面均为烧流面,烧流层厚1.5厘米,有的附有木炭和铜粒。H276:2的一块的外附糊一层3.5—4.5厘米厚的草泥,炉体总厚6.5—7.5厘米,内径0.88、外径1.53—1.63米,上缘有子母口,以便上下炉圈的套接,下缘有风口3处,风口的位置各为90°度角,风口径13—14厘米,风口外有加固风口的泥圈,宽4、厚1厘米。说明大型炉是多处鼓风的。在T8⑤发现炉缸残块,炉底呈锅底状,红色,内表附0.5厘米的两层炉衬层,说明曾大修过一次。

铸模与铸范,为数达万块,可以辨出器形和具有清晰花纹者有500余块。范料均是筛选细土细砂磨合而成,制成后烘烤。铸模质料坚硬而成为硬型,多呈青灰色。铸范的外范分两层,内层即是铸面(面料、精料),厚1厘米左右,质细青灰色;外层即是范背(背料、粗料),厚4厘米左右,质粗松并含大粒度的砂,灰红色。范芯较松软,红色或青灰色。就器形看以礼器范居多,车马器和兵器范较少见。礼器中有鼎、簋、鬲、尊、爵、觚、觶、罍和钟等,车马器范类有辖、轂、銑铃、泡饰等,兵器类有戈和铍等。范的榫卯多是三角形和子母口扣范。圆鼎是先铸鼎足,而后鼎足镶在外范中铸鼎体,共计7块外范。方鼎范由6块组成,在分型面上刻有合范符号。簋范的耳和腹相连,仍用浑铸法铸造。鬲范在对称两分型面镶有套合提梁圆形钮,亦是浑铸法铸造。尊范残块保存有扉棱,棱角度有90°和45°两种,推断此器由8块合成铸造。爵范、有各部位的范块,综合观察是由10块范组合铸造的。此外还有辖、銑铃柄、节约和兽头的铸模,戈范为明器铸范。铍残范有两排范腔,以其范宽推知,一范可铸8—10件铍。

洛阳西周冶铸技术,较其殷商有以下新发展:(1)大中型熔炉为数较多,尤其出现了大型熔炉,说明西周青铜器的型体向大中型发展。(2)铸范分为面料(精料)和背料(粗料),粗料保证了范的强度,而精料的应用使西周青铜器的花纹向多层纤细而精美化发展。(3)遗址面积之大,可能工具、礼器、兵器的生产统一管理而内部分工的生产新模式。(4)熔炉鼓风口的发现,大型熔炉的鼓风结构,由顶吹式发展到炉体下部侧吹,这是鼓风技术的重大进步,为后代熔炉向大型发展打下技术基础。

(六) 新郑春秋冶铜遗址

新郑县的吴楼和梳妆台两处冶铜遗址,前者位于小城以外大城以内,以铸造生产工具、兵器和货币等,后者位于小城之中。以铸造铜礼器和车马器为主。

梳妆台遗址^②,位于今县城西北边梳妆台顶部,发掘400平方米。1976年发掘出铸造工作面,灰坑等遗迹,出土的遗物有泥质熔炉残块,铜礼器花纹碎范块、礼器附件的小范块、泥质三角形支垫等物。礼器附件小范块的出土,使我们知道分铸法先铸附件的具体工艺技术。

吴楼遗址^③,位于今县城东2.5公里吴楼村东北地,北临郑韩故城北城墙。遗址面积7.5万平方米,发掘766平方米。1973年发掘出遗迹有铸造工作面、房基、灰坑、盆坑等。出土遗物较丰富,有大、中、小三种熔炉壁残块,小型熔炉可以复原,有2节熔炉和3节炉两种。铸范中主要是工具范,及兵器范、带钩范和货币范。工具范中在河南首次发现卧式叠铸的镈范,但浇口尚未统一,只是节减了平面范和浇铸场地。布币范成套而完好,是韩国首次发现。带钩有模有范可以知道它的全部制范工艺。剑范中尤以剑床(卫手)工艺最系统,从模到范的一套制作工艺。

上述两遗址的发掘和研究,可以看出韩国春秋时期铸造技术的一些新收获:(1)熔炉分三种,尤其中小

型熔炉分节制作,熔铜时是炉子,浇注时去掉炉圈(口圈和腹圈)即是浇包,简化浇注程序。(2)具体了解礼器附件(小件)铸造工艺,丰富了先铸附件的分铸法内容。(3)带钩由制作骨模、陶模到翻制泥范等关键环节都有,呈现了带钩的造型和铸造系统工艺。(4)剑以单独制模翻范,告诉我们剑的铸范是整体设计和分三段制作,最后套接装配而一次铸造的过程。(5)钺的铸造采用先进铸造方法——卧式叠铸,这说明钺是社会需用量很多的工具,给社会提供较多的钺,满足经济发展的需要。鉴于浇口未能统一,说明此先进技术处于初期阶段。

(七) 东周青铜器铸造技术

河南东周青铜器,出土量较多的有固始侯古堆墓葬^⑧、淅川县下寺楚墓的三次发掘品^⑨。东周青铜器的铸造,是高度发达的分铸法产品,所以容易被下陷的墓葬填土压破,铸造的特点和分铸法的缺陷,基本全部暴露出来。在修复之前笔者多次考察铸造工艺技术,确认东周青铜礼器的分铸技术发展到了顶峰,同时又大大发展了铸接和焊接技术。所谓高度发展的分铸技术,就是首先进行周密而科学地整体设计,而后化整为零分块制模翻范,块范合并、先铸附件后铸整体。不能一次铸上的附件,采取铸接和焊接。这种整体铸造、铸接和焊接,即是现今所说的组装。这种高度发达的分铸技术,铸出极为精美和极为复杂的艺术品,并能提高工作效率铸出更多而相同的青铜艺术品。

淅川铜禁是最复杂的艺术品铸件^⑩,是用失蜡和分铸两技术制成的。附件的兽头装饰和禁体是失蜡法铸造,兽头、兽身和舌等是范铸法铸成。附兽和兽足与禁体的整合,则是采用焊接法组装的。

大型列鼎亦是艺术精品之一。附兽的头饰是失蜡法铸件,其它均为范铸法。口沿和腰箍都是分六节铸造,在铸整体时套铸为一体。鼎的附兽有两种,一是在鼎体附兽处铸有长方形铸接孔,将附兽足部的孔对准铸接孔,从孔中浇铜铸接;二是在鼎体附兽处铸有蘑菇状榫头,兽足的空窝注入低温金属液后,对在榫头上使其凝固接牢。鼎足亦是采用榫头焊接法。

青铜铸镶红铜花纹。红铜花纹是事先铸成的部件,花纹的内面和周边均有铸痕,它的底面大于正面使周边的底边大于正面而周边,红铜花纹镶铸到铜器主体表面之后不易脱落。为控制铜器体的壁厚均匀,在红铜花纹的底面铸有枣核形和方形支钉,在合范时红铜红花的正面与外范接触,支钉与范芯表面接触,浇铸之后将红铜铸花纹镶在青铜器体内。经过打磨使青铜表面的青色与红色花纹相映,分外绚丽精美。

二、冶 铁 遗 存

河南冶铁业,既起始较早而又历代连续;既具有早晚连续性而又冶、铸、锻造等工艺齐全。经对其较广泛和深入的科学分析研究,取得许多重要研究成果。

西周晚期到春秋早期之间,曾在墓葬中出土多件玉柄铁剑、铁刃铜钺和铜援铁刃的戈等陨铁制品^⑪,说明此时不仅认识了铁,而且锻制了铁刃具。

春秋末战国早期的遗址中,出土了铁铲和铁钺(又名铸)、铁带钩、铜环铁削等铁器,经分析研究是生铁热处理制品。这一分析得知,战国早期已经掌握液态冶炼生铁、液态铸造、退火热处理一整套批量生产铁器的先进冶铸技术,而且把铁器由兵器扩大到农业和手工业领域,大大促进战国时代的工农业和军事的发展。

(一) 战国中晚期的冶铁遗址

战国中晚期的冶铁技术和规模,出现了空前的大发展。以登封县告成冶铁遗址和新郑仓城冶铁遗址为最好。

1. 登封告成冶铁遗址 遗址位于告城镇东关外,亦即东周阳城南关外,面积2.3万平方米^⑫。1977年至1978年发掘,发掘面积400平方米。分战国早期、战国晚期和汉代期。

战国早期遗迹与遗物:遗迹仅有灰坑和水井。灰坑22个,水井2眼。遗物有:(1)熔炉残块,有草泥条筑薄壁炉型、草泥堆筑的厚壁炉和砂质条筑炉壁等。这种单一材料的炉壁,前者是借用熔铜炉化铁,后两种是经改良的炉子。最后改良的炉子是复合材料的炉子,由里及外是细砂质炉衬层、粗砂质炉圈层、泥质砖层和草泥外壳层。从炉子的部位看,由上而下是炉口、炉腹、炉缸、炉基等。可以看出由利用熔铜炉到改良成熔铁炉的演变过程。(2)鼓风管残块,有泥质和陶管组成,直角形,根据风管表面熔融状况的研究,应是直角顶吹式鼓风设备。(3)铸模与铸范,在铸模中有钺芯模、铸芯模,可以看出钺芯由模到范芯的制作工艺

过程与演变过程。铸范计有镗范、锄范、镰范、戈范、削范、匕首范、板材范和条材范、容器范、带钩范等。从上述铸范造型技术看,第一是已发展到高速制范的技术水平,铸造铁器的效率较高,能够满足当时工农业对铁器的大量需求。在赵国和燕国使用最先进的铁范生产之际,而韩国仍用泥范铸造。第二是板材和条材的大量铸造,脱碳后成钢或可锻铸铁的材料,供较多不产铁的地方加工铁器,使铸铁脱碳技术优势得到充分发挥。(4)铁器的种类有镗、锄、削等,器形与同类范腔相同。陶量上印有“阳城”、“公”、“品”陶文。

战国晚期遗迹与遗物:遗迹种类较多:(1)烘范窑1座,形如烧陶窑,附近有碎范块,烘变形的范块和铸范加固草泥块。(2)退火脱碳炉3个,其中2个残存局部底和抽风井,1个仅残存抽风井的中下部,底部有0.25—0.6米厚的白色柴草灰和黑色小炭粒,抽风洞和抽风井的周边均为氧化焰烧的砖红色。(3)盆池2个,把陶盆埋在地下而成,用以盛水。(4)灰坑19个。在遗物中有:(1)熔炉壁残块,除早期单一材料的炉壁外,大多是复合材料炉壁残块。较早期的复合材料炉壁更为完善,由里及外是炉衬层,砂质炉圈层,泥质或加砂的砖层,薄弧形砖和草泥壳层,换算炉内径0.89—1.44米,在炉口和炉基处的两层材料间,夹以铁板似起加固作用。(2)鼓风管残块较早期为多,形式同前。(3)铸模与铸范,铸模中有铸制镗金属模具的设计模,使我们能够具体知道模具的高效率的制作工艺程序。镗芯和斧芯模种类多达五种,使我们从中知道范芯的制作,由技术简单而到基本完备的演变过程,达到较高的制范工效。带钩模的制作,已能制出具有互换特点的叠铸范,用一个模翻出的范,可以任意扣合成套并扣合严密,翻范效率极高,一次浇铸40件,较单合范工效提高一倍。板材范和条材范数量和规格较前增多,它既表明退火脱碳材料的使用量显著扩大,同时又说明利用多种规格材料制作多种锻造产品,是铸铁脱碳材料又有新发展。(4)铁器有镗、锄、铲、凿、削、刀、条材、板材等,在锄中多数是梯形板状,其中1件有特制的方形柄孔,这是仅见的一种锄具。在条材和板材中经分析是铸铁脱碳的材质,可以直接锻打所需的铁器。

2. 新郑仓城冶铁遗址 遗址位于新郑县城东南仓城村南,4万平方米^①。试掘出的遗迹有退火脱碳炉基及抽风井,炉基径1.7米,2个抽风井在炉东北和西北,井深5.4米。烘范窑1座,仅存窑室的底部,形如陶窑。遗物中主要是熔炉壁残块、铸范和铁器等。(1)炉壁结构与登封同,但炉壁夹的是瓦片而不是铁片,最为重要的是炉外制有架设鼓风管的砖柱,增强风管在鼓风过程中的稳固性。(2)铸范种类有镗、锄、镰、铲、铍(斧)、凿、削、刀、剑、戈、带钩和条材范。(3)铁器有镗、锄、铲、铍(斧)、刀、削、凿、镰、锥和条材与板材,其中1件板材分析是我国最早的球墨可锻铸铁。说明不少条材和板材已进行过退火脱碳处理。

3. 古西平冶铁遗址 古西平冶铁遗址群分布在今西平县酒店乡,今舞钢市中部地带^②,已经发现的有酒店乡的杨庄遗址、赵庄遗址、铁炉后村遗址,舞钢市的许沟遗址、沟头赵遗址、翟庄遗址、圪垯赵遗址、尖山铁矿遗址、铁山庙遗址,上述遗址均分布有大量的铁渣、炉壁残块,少量的矿石块,陶瓦片多是战国到汉代的。赵庄遗址的炼炉保存尚好,从炉壁的筑炉材料看,在战国晚期已应用羰基炭的黑色耐火材料了。《太康地记》中说:“故天下之剑戟韩为众,一曰棠溪、二曰墨阳、三曰合伯、四曰邓师、五曰宛冯、六曰龙泉、七曰太阿、八曰莫邪、九曰干将。”经考证,除四、五、七剑不在古西平外,其余六剑均产自古西平遗址群。杨庄、赵庄和铁炉后村三遗址位于棠溪河两岸,应是棠溪剑的制造地。许庄和沟头赵位于谢古洞大型居住遗址地南北,从谢古洞遗物的丰富和面积之大看,与战国时郡邑规模相当,合伯旧址在此可能性较大,所以两处遗址有可能是合伯、干将和莫邪剑的制造地。翟庄位于龙泉水中游的北岸,用龙泉水淬火极便,所以应是龙泉剑的制造地。铁山庙遗址,因铁山是露头矿、山体黑色、有可能是冥山、墨阳二剑的制造地。如果加上新郑、登封遗址、以及上述的邓师、宛冯和太阿在内,韩国共有兵器作坊14处以上。考古工作成果证明,文献记载韩国兵器之多并不是文学艺术的夸张。

此外鹤壁市故县“行谷城”冶铁遗址、辉县市共城冶铁遗址、淇县卫国城内冶铁遗址,也做了发掘和采集。尤其鹤壁故县冶铁遗址出土的“行谷城”陶量陶文,推知故县的原名应是“行谷城”。

总之,战国冶铁的研究,取得的成果较多:(1)熔铁炉是由熔铜炉多次改良为较为完善的熔铁炉;(2)泥范的制作,创造了高效率翻范技术,为战国中晚期工农业提供较充足的工具和农具,基本满足经济发展的需要,说明铸造技术的科学水平较高;(3)鼓风管支柱的发现,有利于科学的复原鼓风机械的具体结构;(4)把我国球墨可锻铸铁史提前到战国;(5)战国创造的圆形脱碳炉,可能不尽科学,所以到汉代不予沿用;(6)条材和板材铸造有较大的发展,不仅是铸铁材料的广泛应用,而且也大大发展了锻造技术;(7)铸范的