

中国铸造技术史

古代卷

主 编 田长浒 副主编 吴坤仪 张闻博

航空工业出版社

1995

图 2 古蜀人立像

商 四川广汉三星
堆出土



图 1 卧虎扁夔足鼎

商 江西新干出土





图3 史墙盘 西周 陕西扶风庄白村出土

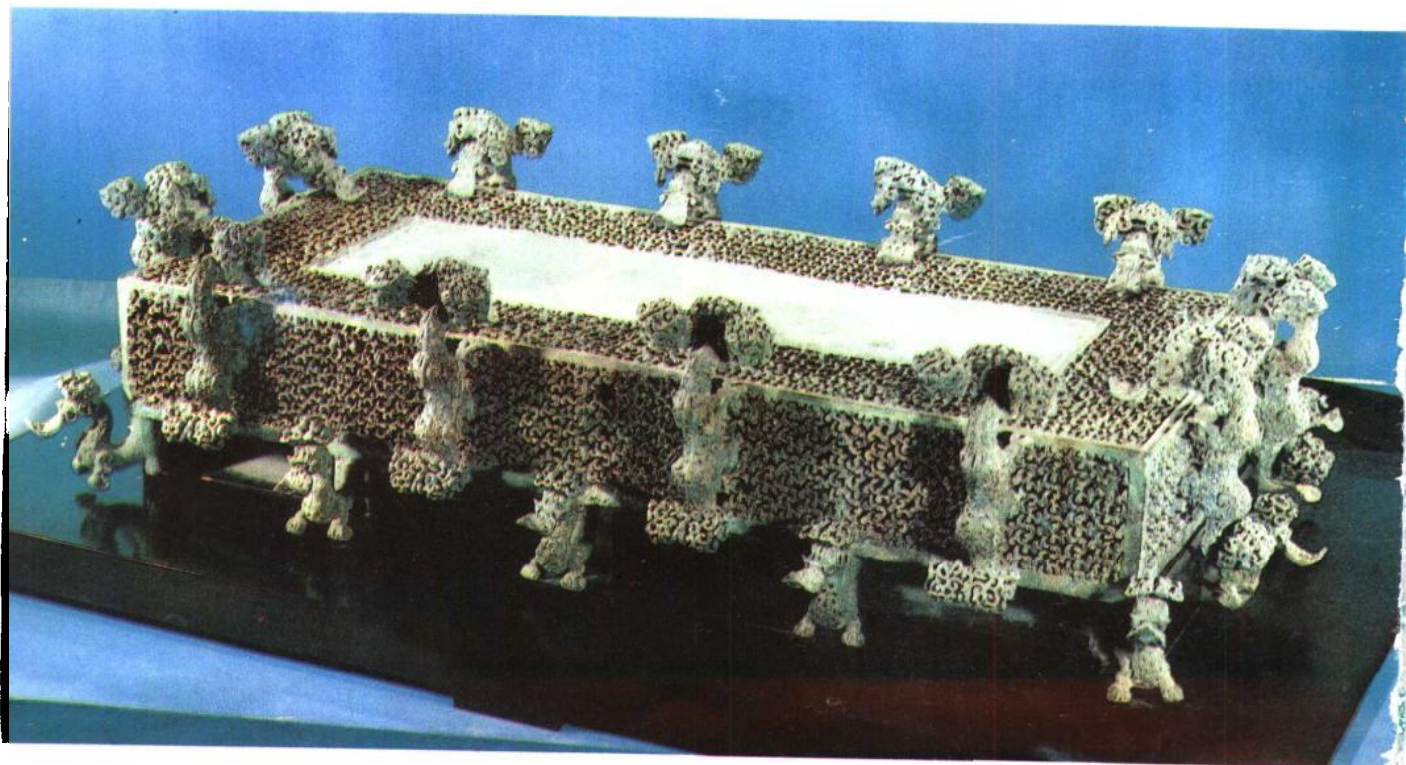


图4 青铜禁 春秋 河南浙川出土



图5 鸟形尊

春秋 山西太原出土



图6

错银铜双翼神兽

战国 河北平山
出土

图7 鎏金长信宫灯

西汉 河北满城出土

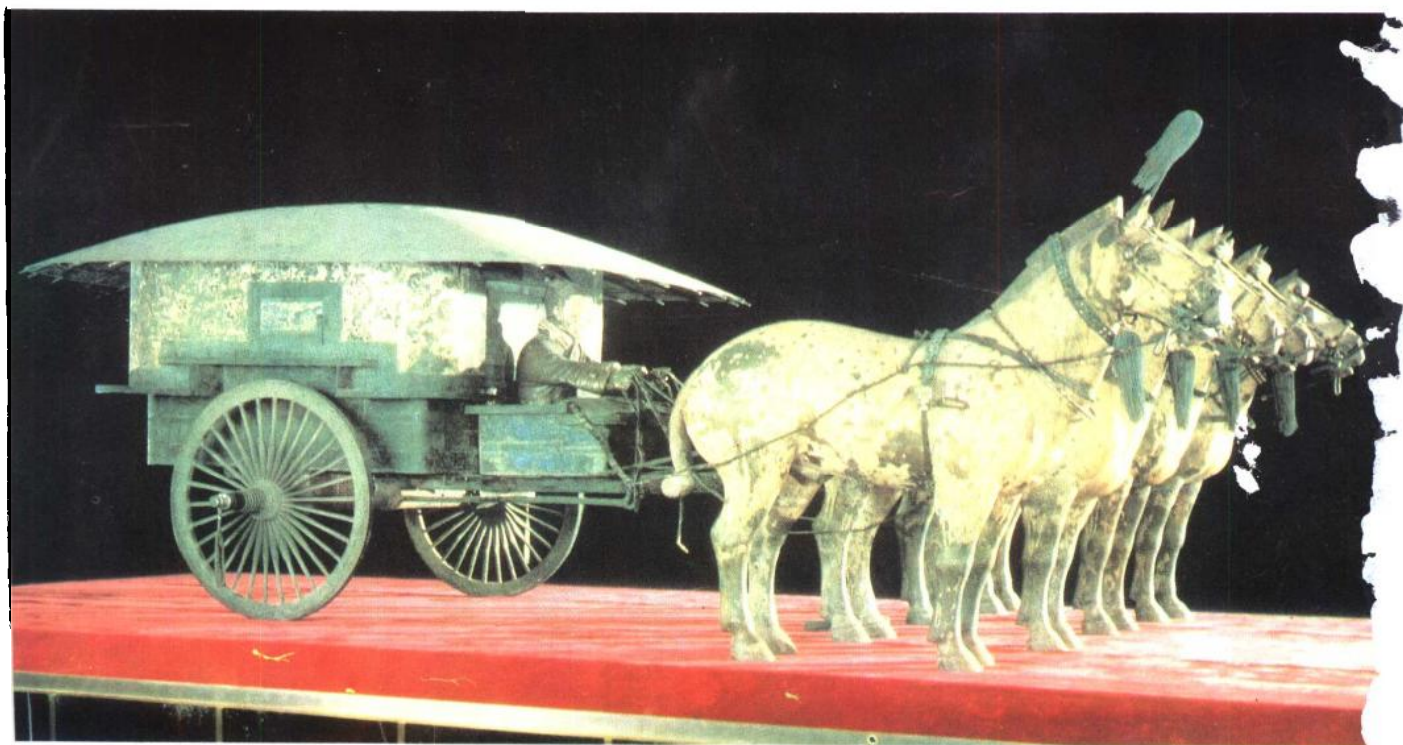


图8 铜车马 秦 陕西临潼秦陵出土



图1 铜方鼎
商 河南郑州出土



图2 铜刀 马家窑文化 甘肃东乡出土

图4 四羊尊 商 湖南宁乡出土

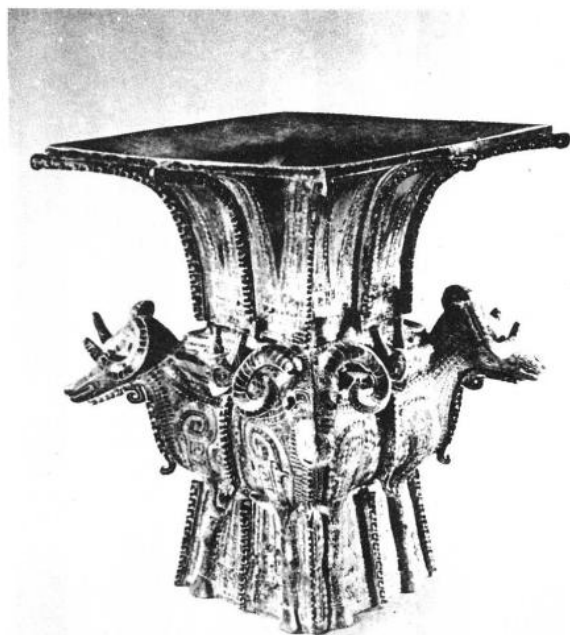


图3 妇好铜三联甗 商 河南安阳出土



图5 提梁卣 商 河北束鹿出土



图6 七牛铜贮贝器 西汉 云南晋宁出土



图7 蒲津渡遗址铁牛及铁人 唐 山西永济出土



图8 晋祠铁人
宋 山西太原晋祠

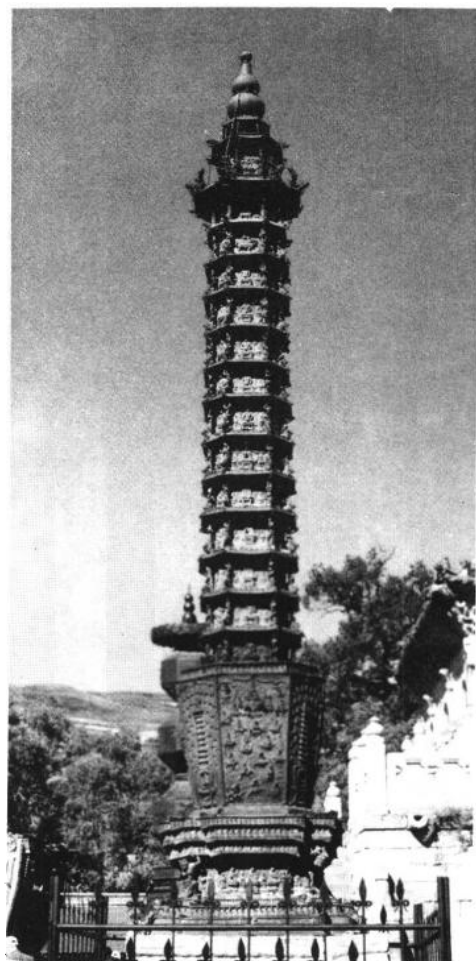


图9 铜宝塔 明 山西五台山



图10 铁炮 清 南京博物院



图 11 鸟形陶模
战国 山西侯马出土

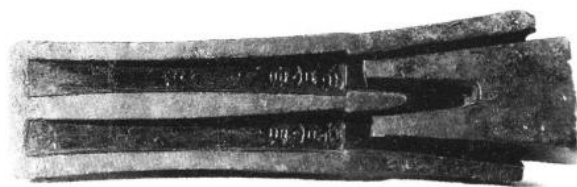


图 12 双凿铁范
战国 河北兴隆出土

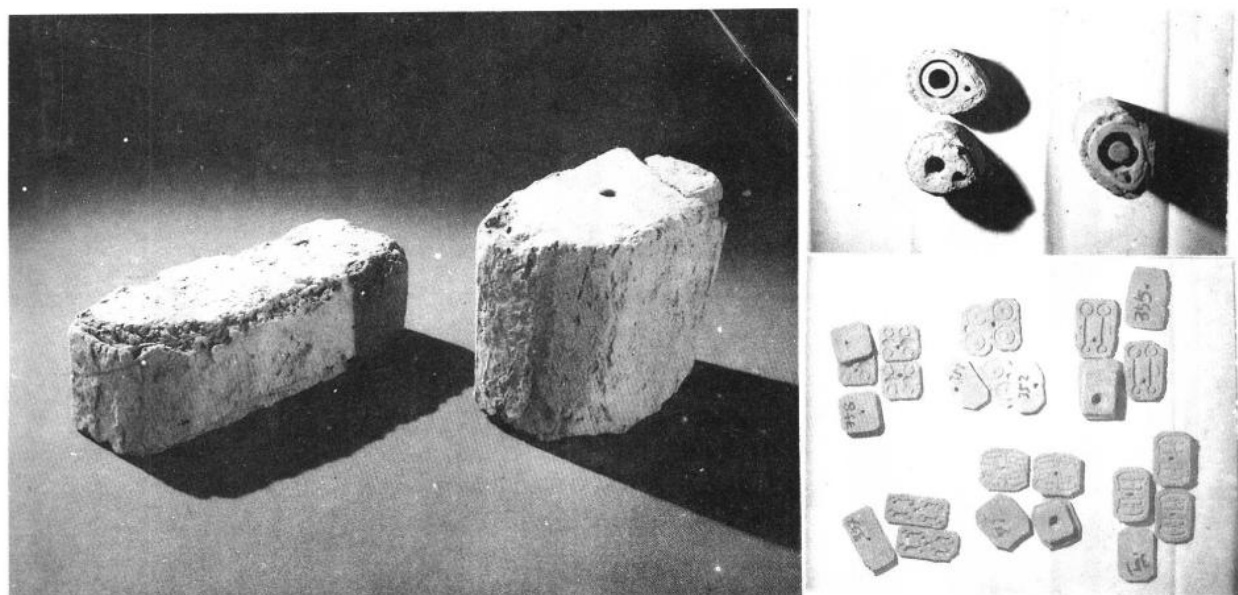


图 13 叠铸范及范片 汉 河南温县出土

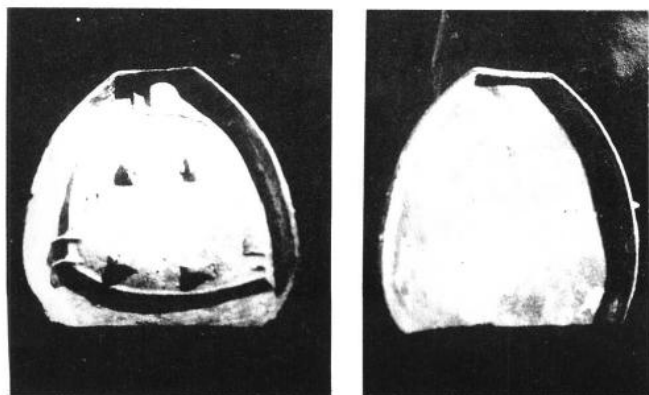


图 14 铜犁镜模
元 河南荥阳出土

《中国铸造技术史》（古代卷）

编委会组成名单

顾问：荣 科 周尧和 徐人瑞 韩丙告

编委：田长浒 张闻博 吴坤仪 凌业勤 谭德睿

肖柯则 卢少忱 苗长兴 黄 龙 梁义田

唐玉林 王 勇 胡起萱 高绍君 曾光廷

序

《中国铸造技术史》(古代卷)的正式出版,是中国铸造界的一件大事,也是我国老一辈铸造专家学者的夙愿。

铸造,是机械制造的基础,它是制造机器零件坯件的一种重要方法。尽管其他一些坯件制造方法发展也很快,如锻压、焊接、粉末冶金、塑性成型等,但以铸造技术来生产坯件在机械制造中仍占主要地位。一般来说,它要占坯件工业产值的60%以上;如以重量计,铸件在机械制造中,要占40%~80%,甚至有的达90%,可见它在国民经济中所占的地位。

铸造,是一门既年青又古老的技术。说它年青,是因为出现了许多新的铸造方法、新的铸造合金和新的铸造设备,而且把电子计算机引入到铸造行业中进行工艺辅助设计、铸件凝固过程和充型过程的数值模拟,机械手、机器人在铸造中也得到应用。说它古老,可以追溯到我国新石器时代晚期,也就是距今五千余年。那时,母系氏族社会进一步发展,除了黄河中游的仰韶文化以外,还有黄河上游的马家窑文化、黄河下游的大汶口文化以及长江中下游的大溪文化、青莲岗文化等都相继达到较繁荣的时期。在这些地区相继发现一些铸造的器件:在甘肃马家窑发现有距今近五千年的青铜刀,在甘肃武威皇娘娘台发现有距今四千多年的红铜铜刀和铜锥,在山东胶县发现有距今四千年左右的含锌黄铜锥。因此,中国铸造技术是起源于五千多年前的新石器时代晚期,可以说中国五千年的铸造发展史是中国五千年文明史的一个重要组成部分。

可以这样总结中国古代铸造技术的发展:上下五千年,铸造珍品美不胜收,铸造技术精益求精。在浩如烟海的铸造珍品和精湛的铸造技艺中,仅举出一些有代表性的铸件和技术,就可以想见中国古代铸造技术的伟大成就。

大型铸件。青铜铸件有商殷时期重达875公斤的“司母戊方鼎”,北宋时期四川峨眉山万年寺内的62吨重的“普贤骑象”、明朝永乐年间铸造的无与伦比的46吨重的“永乐大钟”,铸铁件有五代后周铸造的40吨重的“沧州铁狮”、宋朝嘉祐年间铸造的重达53吨、高22米的“当阳铁塔”等。

精密铸件。中国古代精密铸件以战国时期的湖北随县曾侯乙的“尊盘”为代表,其技术难度即或以现代技术水平来衡量也是很高的。再如西汉的“鎏金长信宫灯”、明浑仪、简仪、乾隆朝钟等均是用失蜡法铸造的享有盛誉的精密铸件。

高技术铸件。湖北随县出土的一套曾侯乙编钟被誉为世界奇迹。全套64支,总重5吨多,铸造精美,是集造型工艺、合金设计、音乐理论成果之大成。这套编钟气势磅礴、纹饰精细、形态美观,敲击演奏铿锵悦耳、深沉浑厚、乐音和谐、扣人心弦。

我国古代有不少特殊的铸造技术,比如西汉时铸造的“透光镜”,青铜喷水鱼洗,皆有其奥妙所在。还有不少至今都令人引为自豪的:如铸铜件的表面鎏金技术、青铜宝剑的防锈方法、失蜡法的精密铸造、可锻铸铁技术,等等。

中国古代的铸造业是五千年文明社会的重要支柱产业,为中国社会的发展做出了重要贡献,同时也为世界的文明和技术进步贡献了一份力量。比如英国按奥斯丁专利制成的

宁式离心涡轮发动机涡轮部件导向叶片和燃油喷嘴,就是在失蜡铸造的启发下研究成功的。中国早在春秋战国之际就有了可锻铸铁的生产技术,西方在公元1670~1722年才发明了“欧法”的白心可锻铸铁,公元1826年才发明了“美法”黑心可锻铸铁。中国古代铸铁的生产技术要比欧洲早一千多年。

本书由我国从事中国铸造技术史研究的专家教授撰写,田长浒教授主编。这本内容丰富、图文并茂的《中国铸造技术史》(古代卷)得以出版,是值得庆贺的。这本书对我国广大铸造工作者来说是进行爱国主义和传统文化教育的好教材;对青年学生和青年工人更是一份珍贵的“爱我中华”,热爱本专业的好资料;对海外的同行专家学者也是一本宣传中国古代铸造技艺的好文献。我相信本书汇集的这些光辉历史成就将增加我们的民族自豪感。作为炎黄子孙,我们必须尊重自己的历史,尊重自己的文化。光辉灿烂的古代铸造成就,将激励我们继承先驱者的创新精神,谱写我国铸造技术史的新篇章。

周尧和

1993年12月

(周尧和是中国科学院院士、国际铸造学会执行委员、
中国铸造学会常务理事和西北工业大学教授)

前 言

中国古代铸造技术史是中国古代人民认识自然和改造自然的历史,是中国也是人类文明史的一个重要组成部分。中国古代人民在长期的生产实践中,不断地积累铸造生产经验,不断地创新,就形成了一套完整的中国古代铸造技术。这种铸造生产经验和劳动技能的积累过程,生产工具和劳动资料的不断改进和创新过程,就是中国五千年铸造技术的发展过程。

中国古代技术的特点是带有明显的实用性。在相当长的时期内,中国的实用科学技术一直处于世界领先地位,发展很快,而成果也十分丰富。由于注重生产实践和直接经验,着意于工艺过程、工艺方法和实际操作的效益,而很少系统地从理论上分析、探讨,以原理、定律从定量关系上表达自然规律,就决定了它能比较直接地、有效地推动当时生产力的发展,而不可能取得科学理论上的重大进展和突破。因此中国铸造发展的历史,是工艺性很强的技术发展的历史。中国铸造技术上下五千年,各个时代都有其代表作,如商周的鼎,春秋的壶和剑,战国的尊盘和编钟,秦的铜车马,汉的鎏金马和“透光镜”,魏晋南北朝的可锻铸铁,唐的法门寺鎏金铜器,五代后周的沧州铁狮,宋的青铜普贤骑象和当阳铁塔,明的永乐大钟和宣德炉,清的乾隆金编钟。这些技艺高超、造型奇特的铸造珍品,代表着中国五千年铸造技术的水平。

总结中国铸造技术五千年的发展进程,就需了解历史,熟悉技术发展史,熟悉铸造专业的历史,热爱铸造专业。本书编写的目的在于树立民族自信心和民族自豪感,在总结技术史的基础上继承我们先辈丰富的技术遗产,以达到“温故而知新”、“古为今用”的目的。本书既是历史,又不同于一般的历史,它是技术史,所以不完全按照历史的分期断代习惯,而是以具体的技术的论述对象,描绘它的萌生、成熟和发展,故而整个内容分为五章:第一章为通论,是以历史顺序为线索,总结每一历史时期铸造技术的发展、成就和代表铸件。这一章自成体系,可供本专业读者通读,也可作为非本专业读者熟悉技术史之用;第二章和第三章分别介绍中国古代青铜和生铁的冶铸技术;第四章介绍中国古代铸造的铸造方法;第五章是各种典型铸件的铸造技术。通过这五章的论述,就比较完整地把中国古代的各种合金的熔炼方法、各种造型技术、各种典型铸件展示在读者面前了。

我们集中了一批从事中国铸造技术史研究的专家、教授和学者,写出了这本内容丰富、图文并茂的铸造技术史。各章的撰稿人员是:第一章,中国铸造技术史通论,田长浒;第二章,中国古代青铜铸造技术,吴坤仪、李秀辉;第三章,中国古代生铁冶铸技术,苗长兴、张闻博;第四章,中国古代铸造方法,张闻博、谭德睿、黄龙、苗长兴;第五章,典型铸件的铸造技术,肖柯则、凌业勤、吴坤仪、孙淑云、韩丙告、刘真、侯介仁、杨青、梁义田、马颖、苏荣誉、张闻博。

为了更好地对外交流,宣传中华悠久的历史 and 灿烂文化,介绍中国古代铸造的伟大成就,拟就本书内容另印一英文摘要小册子。参加翻译工作的有:张闻博、卢少忱、杨庆瑞、曾光廷、何兆武、王仲英、华越峨等同志。

《中国铸造技术史》(古代卷)属集体创作,除了上述辛勤笔耕的撰稿、翻译同志们外,还有不少的同志和朋友给予了极大的支持与帮助,在此一并致谢。由于本书的篇幅有限,我们的水平不高,挂一漏万之处在所难免,不妥之处也一定不少,我们诚恳地希望国内外读者给予指教,并期待提出宝贵意见。

编委会
1994年春

目 录

第一章 通论	(1)
第一节 铸造技术的起源.....	(1)
第二节 夏时期的铸造技术.....	(5)
第三节 商周时期的铸造技术.....	(9)
第四节 春秋战国至封建社会初期的铸造技术.....	(13)
第五节 封建社会中晚期的铸造技术.....	(18)
第二章 中国古代青铜铸造技术	(23)
第一节 青铜铸造技术的起源.....	(23)
第二节 商中期铸铜技术.....	(31)
第三节 商晚期铸铜技术.....	(37)
第四节 西周时期铸铜技术.....	(55)
第五节 春秋战国时期铸铜技术.....	(59)
第六节 铸铜器物表面装饰技术.....	(72)
第三章 中国古代生铁冶铸技术	(79)
第一节 概述.....	(79)
第二节 古代铸造用炉及鼓风.....	(91)
第三节 古代铸铁的柔化技术.....	(106)
第四节 古代铁制品的强化技术.....	(116)
第五节 古代铸铁技术的发展.....	(119)
第六节 古代冶铁的管理机构.....	(124)
第四章 中国古代铸造方法	(127)
第一节 泥范和陶范.....	(127)
第二节 铜范和铁范.....	(130)
第三节 失蜡法.....	(132)
第四节 叠铸.....	(150)
第五节 生产工具的铸造.....	(153)
第六节 兵器的制造.....	(159)
第七节 生活用具的铸造.....	(164)
第八节 铁材的铸造.....	(166)
第五章 中国古代典型铸件的铸造	(168)
第一节 大型铸件.....	(169)
第二节 薄壁铸件.....	(185)
第三节 精密铸件.....	(196)
第四节 奇特的铸件.....	(204)
第五节 著名铸件.....	(217)
附录 中国早期文化分期、分区及其发展序列表	(234)

第一章 通 论

第一节 铸造技术的起源

人类在长期的生产实践中，不断地积累生产经验和劳动技能，又不断地运用这些经验技能改进劳动工具，又经过不断改进和创新，创造出某种技术，而由这种或这些技术的演化，又形成了另外一些技术。铸造，就是在运用制造石器陶器技术基础上发展起来的技术。

一、劳动创造工具

人类在长期发展的过程中，运用脑和手进行劳动，而劳动创造了工具。人类会创造工具、使用工具，就拉开了进入文明社会历史长河的大帷幕。人类最初使用的能源和材料是火和石头，以石器为主要劳动工具，这个时期称之为“石器时代”，是人类的最初阶段。从人类出现一直到能制造和使用金属，共经历了二三百万年。“石器时代”又可分旧石器时代、中石器时代和新石器时代。“新石器时代”技术上的突破是可以对石器进行加工，并开始烧制陶器。因此出现了人类社会的第一产业——农业和畜牧业。旧石器时代的石器仅仅经过粗加工打制而成的；中石器时代的石器加工则比较精细，适宜于渔猎经济；新石器时代的加工更为精致，石器经过磨制和钻孔，便于捕猎、割取兽肉和刮剥兽皮，人类最原始的食物和衣服在劳动创造出工具下就诞生了。

在距今一万至四五千年之际，我们的先民把材料的范围从石器再进一步扩大到骨头。这些石器和骨器，有了固定的形状，而且功能也稳定了。比如石器就有了斧、凿、锯、镰、锄、耜、磬等工具；也有了刀、矛、箭头等兵器；骨器也有刀、铲、耜、锯、匕、矛、箭头以及鱼钩、鱼叉等。这个时期，材料进一步扩大，还出现了玉斧、玉铲、蚌刀、蚌锯。在“新石器时代”，上述的这些工具和兵器、用具都比较精细了。

但天然材料，其功能毕竟有限，性能也不能适应社会发展的要求、火的使用，为解决这一问题，提供了新的途径。“北京猿人”遗址有大量的灰烬堆积，说明那时人类广泛能用火，而人工取火应该是在新石器时代晚期。中国古代有燧人氏“钻木取火”的记述，《庄子·外物》记有：“木与木相摩则燃”之说。火的使用，是人类一大发明，火给人们以光明和温暖，火使人类改变了“茹毛饮血”的状况而使社会步入文明，实现了人类技术史上第一次的能量转换，即由互相摩擦的机械能转换成热能。这是人类首次认识能源、转换能源并掌握了能源，也就增强了人类改造自然的力量，促使了烧制陶器、铸造金属等技术的形成。从技术上说，旧石器时代对石器只能简单地打制加工，而新石器时代则对石器采用了磨制技术，并把材料从石块扩大到骨、蚌、玉，甚至利用火而烧制成了陶器。

二、仰韶文化和彩陶艺术

劳动工具形成了新的生产力，生产的提高，使社会结构有了新的变化，人类逐渐增

多，活动范围不断扩大。在中华大地上，从中原到东北、江南、西南、西北均发现有新石器时代晚期的文化遗址，距今五六千年的仰韶文化最具代表性。

1921年在河南渑池仰韶村发现画有红黑色花纹的彩陶片与磨制石器共存，考古学家把这类文化称之为“仰韶文化”。这类文化的分布区域很广，遍及黄河中上游，如：陕西西安的半坡村遗址、甘肃临洮的马家窑遗址、河南陕县的庙底沟遗址、河南安阳的大司空村遗址等处。这类属新石器时代晚期的“彩陶文化”，至今发现有一千余处，其中又以西安的半坡村遗址最为典型。发掘出的丰富物质文化资料，说明在生产、生活、社会组织、各种器物等，都完整地体现了当时母系氏族社会高度发展的特点。工具的改进，促使农业工具和狩猎器具有了新的突破，从而提高了生产力。在该遗址中发现的石斧、石刀，有些已经过磨光和钻孔光滑锐利而安装牢靠，其他如石锄和石镰、石铤、石凿、石铲、石刮削器则对农业生产更是起到重大作用。骨制的骨锥、骨鱼叉、骨鱼钩、骨针、骨铲和骨刀较之石制更为精细。仰韶文化的社会虽仍处于原始社会的性质，可是它已是原始社会的晚期，处于瓦解阶段从而转向父系家族构成的氏族社会了。

新石器时代晚期，仰韶文化的彩陶艺术逐渐形成了独特的艺术风格，不但影响了后世的陶瓷艺术，也深深地影响了青铜文化。其发展过程大致经历了初期、中期和后期三个阶段。

初期，是彩陶的产生和形成阶段，出土的彩陶较少，大多为残片。此期的特点是具有原始性，品物多为碗、钵之类的，为黑色或红色单彩，其花纹是在碗、钵口沿内外绘成一圈红色宽带纹。仰韶文化早期彩陶具有简朴、粗犷的艺术风格，格调古朴，形制单纯。

中期的彩陶数量渐渐增多，色彩已向多种色彩发展，器形也多样化，有钵、碗、盆、罐、壶等，用色多为黑色或棕色单彩，也有一些黑、红、棕、红彩兼用的。其花纹出现了钩叶纹、花卉纹、月亮纹、网格纹、圆点纹等。中期的彩陶具有造型优美、装饰精巧、绘纹多样、色彩鲜明的艺术风格。

后期的彩陶有了很大的发展，品种更加多样化，绘彩陶器多为细泥红陶，用色一般为黑、红、棕色，盛行白色彩陶。花纹已发展成天文图案、几何图案、动植物图案等，以几何图案为多。仰韶文化后期的彩陶具有色彩鲜艳、结构严谨、线条规整、布局合理的特点。

彩陶的艺术风格，随时间的推移而不断变化。仰韶文化初期的彩陶简朴、稚拙，更多地呈现其原始性；而中期的彩陶，具有凝练、刚健之格调，呈现出成熟性；后期的彩陶，具有清秀、大方的特色，更多地呈现其庄严性。这些风格对“青铜时代”的青铜器在艺术和技术上的影响很大，这在后来的青铜器上都不同程度地体现出来了。

三、制陶技术的成熟和铸造技术的萌生

陶器是指粘土成型，在较低的炉温（700~800℃）下焙烧而成的无釉的（以后有釉）的器物，音哑，不透明，能吸水。根据粘土所含成分的不同，坯体呈白、青、褐、棕等颜色。

陶器是源于天然容器。石器时代，先民们由于生活上的需要，应用各种容器，比如植物中的瓠，既可在鲜嫩时作食物用，又可以在枯老时以其坚硬外壳作容器用。在浙江河姆渡遗址（距今约七千年）的第四层曾发现有瓠皮的存在，在一些古文献中也有此类的记载。如“七月食瓜、八月断壶”（《诗·幽风·七月》），文献中所说的壶即瓠（葫芦）。又有