

中国
传统
工艺
全集

总主编
路甬祥

金属工艺

本卷主编 谭德睿 孙淑云



中国传统工艺全集

总主编 路甬祥

金属工艺

本卷主编 谭德睿 孙淑云



大象出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属工艺/谭德睿,孙淑云主编. —郑州:大象出版社,
2007.9

(中国传统工艺全集/路甬祥主编)

ISBN 978-7-5347-3322-2

I. 金… II. ①谭…②孙… III. 金属加工—技术史—中
国 IV. TG-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 155713 号

中国传统工艺全集·金属工艺

总主编 路甬祥

本卷主编 谭德睿 孙淑云

特约编辑 顾青

责任编辑 宋海波 侯耀宗

责任校对 新志平

书籍设计 王翠云

出版发行 大象出版社

社址 郑州市经七路 25 号 邮政编码 450002

电话 0371—65726194(发行部)

0371—63863572(总编室)

网址 www.daxiang.cn

制版印刷 河南第一新华印刷厂

版次 2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

开本 890×1240 1/16

印张 18.5

定价 295.00 元

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

印厂地址 郑州市经五路 12 号

邮政编码 450002 电话 (0371)65957860-351

《中国传统工艺全集》学术顾问

王元化 王世襄 马承源 李学勤 钟敬文
张文彬 席泽宗 雷天觉 钱临照

《中国传统工艺全集》编撰委员会

主 编 路甬祥

副 主 编 华觉明 谭德睿 王渝生 田自秉 周常林

编 委 (按姓氏笔画为序)

丁安伟 王渝生 冯立升 冯宋明 田小杭
田自秉 乔十光 朱 冰 刘诗中 华觉明
朱新轩 杨永善 李小娟 李苍彦 李亚娜
李昌鸿 陈增弼 汤兆基 苏荣誉 张秉伦
张柏春 周宝中 周常林 周嘉华 祝大震
钱小萍 唐克美 耿相新 路甬祥 廉海萍
谭德睿

《中国传统工艺全集》编撰委员会办公室

主 任 苏荣誉

副 主 任 李小娟 廉海萍

《中国传统工艺全集·金属工艺》

编委会名单

顾 问 (以姓氏笔画为序)

马承源 阮崇武 柯 俊

编 委 (以姓氏笔画为序)

王大道 孙淑云 华觉明 李秀辉 李延祥 路雨祥

苏荣誉 杨军昌 周卫荣 韩汝玢 廉海萍 谭德睿

特约撰稿人 (以姓氏笔画为序)

王克智 李克敏 吴来明 张励民 张 黄 杨绍华 赵国钧

贺晋霞 曾锦湖 董亚巍

本卷主编 谭德睿 孙淑云

副 主 编 廉海萍

主 审 华觉明

总序

张其成

中国的传统工艺源远流长，种类繁多，技艺精湛，科学技术和文化内涵极为丰富，其影响遍及社会生活的各个方面。所有传世和出土的人工制作的文物几乎都出自传统工艺，据此，在一定程度上可以说，中国古代灿烂多彩的物质文明是由众多传统工艺所创造的。即此一端，可见传统工艺对于民族和社会的发展曾起过何等重大的历史作用。

传统工艺的现代价值同样不容忽视。作为中华民族固有文化重要组成部分的传统工艺，既是弥足珍贵的科学遗产，又是技术基因的载体。古老的用作艺术铸件的失蜡法，经过现代科学技术的改造，跃变成为先进的、规模宏大的精密铸造行业，这是人们所熟知的科学技术史上推陈出新、古为今用的范例。许多传统工艺(诸如宣纸、紫砂、景泰蓝、铜钹制作等)至今仍在生产中应用，且因其自身工艺特点和文化特质而难以为现代技术所替代。随着我国现代化建设的进展、人们物质生活和精神生活水准的提高，对传统工艺制品的需求将不断增长。传统工艺定将在社会经济文化发展、提高国民素质、美化人民生活、对外贸易、国际文化交流方面进一步发挥作用，满足各阶层的多层次需要，从而显现其科学价值、文化价值和经济价值。

所有文明国度都十分珍视自己的文化史、科学史、艺术史和工艺史。在现代化进程中，如何保护包括传统工艺在内的民族文化，是一个带有普遍性的问题。在我国，传统工艺的保护和继承发扬同样面临严峻的挑战；在改革开放的形势下，又有再度焕发青春的大好机遇。基于这种情况，我们把传统工艺的文献资料整理、考订、实地考察、模拟实验等研究成果的编撰、出版视作我国科学文化事业的一项基础性建设，既具有存亡续绝的抢救性质，又可对弘扬民族文化、进行爱国主义教育、实现传统工艺的现代价值起到积极的推动作用，在学术

层面上，对科学技术史、人类学、民俗学等相关学科也有重要意义。

鉴于我国目前尚无传统工艺的系列著作，中国科学院在“九五”规划中，特将《中国传统技术综合研究》列为重大科学研究项目。《中国传统工艺全集》则是这一项目的两个子课题之一。

本课题系由我院自然科学史研究所主持，中国科学技术史学会传统工艺研究会和上海分会协助，首批共13卷，包括陶瓷、丝绸织染、酿造、金属工艺、传统机械调查研究、漆艺、雕塑、造纸与印刷、金银细金工艺和景泰蓝、中药炮制、文物修复和辨伪、历代工艺名家和民间手工艺等分卷。为保证编撰质量，特聘一批著名学者为顾问，从全国范围延请多年从事传统工艺研究、有较深学术造诣和丰富实践经验的专家学者和工程技术人员，担任各分卷的主编、副主编、编委和特约撰稿人，预期在世纪交替之际完成此项工作。

由于传统工艺各分支学科的研究基础和具体条件不尽相同，本书现有的卷目设置和所涵盖的工艺类目与内容是存在欠缺之处的。我们希望在《全集》首批各卷推出之后，在各有关部门的支持下，继续予以充实、完善，俾能名实相符，也希望读者和学界同仁对已出的各分卷给予批评指教，容我们在修订再版时补正。

本书在立项和编撰过程中，得到院内外众多单位和专家学者的大力支持，大象出版社慨允承担出版任务并予资助，在此谨致谢忱。

2004年8月

目 录

第一章 概论

- 第一节 中国古代金属技术历史分期 (3)
- 第二节 先秦时期青铜技术 (4)
- 第三节 早期铁器时代(春秋战国之交——西汉中期)的金属技术 (15)
- 第四节 完全铁器时代(西汉后期——魏晋南北朝)的金属技术 (17)
- 第五节 金属技术全面发展和定型时代(隋唐——明代中叶) (19)
- 第六节 传统金属技术缓慢发展时代(明代中叶——1840年) (29)

第二章 冶金术

- 第一节 炼铜 (39)
- 第二节 铅和银的冶炼 (47)
- 第三节 采金 (51)
- 第四节 坩埚炼铁 (57)
- 第五节 炒炼熟铁 (63)
- 第六节 炼锡 (66)
- 第七节 炼汞 (70)
- 第八节 炼锌 (75)
- 第九节 黄铜 (81)
- 第十节 镍白铜 (91)

第三章 铸造

- 第一节 商周青铜农具及其铸作 (97)
- 第二节 战国和汉魏时期的铁范铸造 (104)
- 第三节 古代叠铸及佛山传统叠铸 (109)

第四节	编钟和梵钟的铸造	(117)
第五节	铸镜	(136)
第六节	钱币	(141)
第七节	铸像	(149)
第八节	铸锅	(160)
第九节	阳城犁镜	(168)
第十节	龚振麟和《铸炮铁模图说》	(175)
第十一节	大型铸件	(179)
第十二节	特殊铸件	(185)

第四章 锻造

第一节	剪刀	(203)
第二节	响铜器	(216)
第三节	锤锻造像	(220)
第四节	金箔	(224)
第五节	锡箔	(229)
第六节	铁画	(235)

第五章 特种工艺

第一节	钎焊	(241)
第二节	鍍金	(243)
第三节	擦渗富锡	(246)
第四节	膏剂扩散富锡	(253)
第五节	擦生	(256)
第六节	斑铜	(258)
第七节	乌铜走银	(262)
第八节	个旧锡金属工艺	(264)

附录

索引	(271)
英文目录	(277)
英文摘要	(279)
后记	(280)

第一章 概论

第一节 中国古代金属技术历史分期

按华觉明的分期,中国古代金属技术的历史进程,可分为萌生期、铜石并用时代、青铜时代和铁器时代四个发展阶段^[1]。根据考古资料分析,这个分期是符合实际情况的。

按现有考古资料所得,最早的出土金属器物为原始黄铜片、管,出土于距今约6700年前新石器晚期的陕西临潼姜寨仰韶文化早期遗址^[2]。从仰韶文化早期至龙山文化早期,跨越了约2500年,其间还发现了附着铜渣的坩埚、形制简单的红铜环、青铜刀等具有早期技术特征的器物^[3],表明先人已开始用矿石炼铜,是为萌生期。

铜石并用时代始于龙山文化时期,约为公元前第三千纪,时代跨度包含黄河上、中、下游的龙山文化、红山文化和齐家文化,已开始人工冶炼红铜、锡青铜、铅锡青铜和原始黄铜,铸、锻和热处理(退火)等金属工艺已开始应用。制作的器物为小型斧、刀等生产工具和铃、指环等小件饰物。生产工具开始缓慢从非金属器向金属器转变,意味着中国逐渐向文明社会过渡。

青铜时代开始的标志,应是出现了专门的金属手工业生产部门——青铜器冶铸作坊,并已具备相当的技术水平,确实对中国青铜技术传统具有奠基性的作用。地处黄河中、下游的河南偃师二里头出土的一批器壁均匀的爵、鼎、鬲等青铜礼器和形状准确的青铜工具和兵器,以及相关的坩埚残壁和陶范^[4],标志着二里头文化时期中国已进入青铜时代。

关于青铜时代的分期,郭沫若、陈梦家、郭宝钧、马承源、华觉明等依据不同出发点,虽有不同分期方法^[5],然而商晚期至西周早期为青铜时代鼎盛时期,则为各家所公认。

就先秦时期青铜技术发展进程而言,笔者将中国青铜技术分为萌生期(前30世纪~前16世纪)、育成期(前16世纪~前13世纪,即商早、中期)、鼎盛期(前13世纪~前10世纪,即商晚期——西周早期)、转变期(前10世纪~前6世纪,即西周中、晚期——春秋早、中期)和更新期(前6世纪~前221,即春秋中、晚期——战国时期)等五个阶段。其中萌生期的前期为铜石并用的龙山文化时期,盖因铜石并用时期开始孕育着青铜时代的诞生,直至萌生期后期,终于诞生了对中国青铜技术具有奠基性作用的二里头冶铸技术。五个阶段并非青铜时代分期,它的时间跨度超过了青铜时代。

根据迄今为止的考古资料,中国冶铁术产生在西周晚期,在此之前已用锻造的陨铁制作兵器的刃部,表明先人对铁的使用性能和铁加热可锻已有认识,为人工冶铁的发明奠定了基础。大致在春秋晚期或稍早时期,也即青铜技术发展到更新期时期,中国发明了冶炼生铁技术,用于铸造生产工具和兵器,此时中国进入铁器时代。

铁器时代可分为早期铁器时代(春秋战国之交——西汉中期)、完全的铁器时代(西汉后期——魏晋南北朝时期)、金属技术全面发展和定型时代(隋唐——明代中叶)和传统金属技术缓慢发展时代(明代中叶——1840)^[6]。

注释:

[1]华觉明:《中国古代金属技术——铜和铁造就的文明》,2页,大象出版社,1999年。

[2] 巩启明：《姜寨遗址考古发掘的主要收获及其意义》，载《人文杂志》，1981年第4期，119~125页。

[3] 甘肃省博物馆：《甘肃省文物考古工作三十年》，载《文物考古工作三十年》，文物出版社，1979年，142页。

[4] 中国科学院考古研究所二里头工作队：《偃师二里头遗址新发现的铜器和玉器》，载《考古》，1976年第4期，260~261页。中国科学院考古研究所二里头工作队：《河南偃师二里头遗址三、八区发掘简报》，载《考古》，1975年第5期，304页。

[5] 郭沫若：《青铜时代·青铜器时代》，208页，群益出版社，1946年。陈梦家：《海外中国铜器图录》，第1集，上册，57页，科学出版社，1954年。郭宝钧：《商周青铜器群综合研究》，124页，北京，文物出版社，1981年。马承源：《中国青铜器》，411~451页，上海古籍出版社，1988年。华觉明：《中国古代铸造史发展概述》，载《机械工艺》，1980年第1期，4~7页。

[6] 华觉明：《中国古代金属技术——铜和铁造就的文明》，5~8页，大象出版社，1999年。

第二节 先秦时期青铜技术^[1]

萌生期从龙山文化时期至二里头文化时期。这一时期标志青铜技术已具备相当水平的当属二里头文化遗址出土的青铜器。这批青铜器器壁匀薄(图1-1)，从技术上不仅反映出当时陶范铸造的制范和合范技术已颇为准确娴熟，更反映出陶范料配方及防止和减少陶范变形的措施已相当合理。这个时期奠定了中国青铜时代青铜器形成以铸造为主的技术路线。“……从整个青铜时代考察，早在二里头文化时期已基本确定的范料配方及其处理制作技术，确实已为青铜时代高度发达的青铜技术奠定了技术基础。”^[2]



图1-1 乳钉纹爵 锡青铜, 通高22.5cm, 壁厚仅约1mm, 河南偃师二里头文化遗址出土



图1-2 兽面纹牌饰 锡青铜, 镶嵌绿松石, 长14.2cm, 河南偃师二里头文化遗址出土

二里头文化遗址还出土了用绿松石镶嵌的华丽的青铜牌饰(图1-2)，开创了我国金属器物装饰材料 and 装饰技术多样化的先河。

二里头文化遗址所出器物，与《墨子·耕柱篇》“昔者夏后开。使蜚廉折金于山川，而陶铸之于昆吾”的记载相一致，大约在公元前16世纪。

育成期出现了分铸技术，为利用陶范铸造技术制作复杂器形提供了有效的手段，此法从商代早中期开始一直沿用到如今的传统泥型铸造工艺(图1-3)。

鼎盛期则是陶范铸造中浑铸法、复合陶范法、分铸法和铸接法等技艺熟练而被高超应用的高峰期，创造出大量器形复杂、纹饰精致的铸件(图1-4, 1-5)。商代中晚期还出现运用可燃烧成灰的材料，例如绳索等作为模型，制整体外范后烧去可燃烧材料即可浇注金属液，制成无范线构件的“焚失法”铸造工艺(参见本书失蜡铸造节)，为失蜡法的发明奠定了工艺基础。

商晚期已出现制金箔技术。四川广汉三星堆青铜器上出现了包金、贴金装饰(图1-6)。

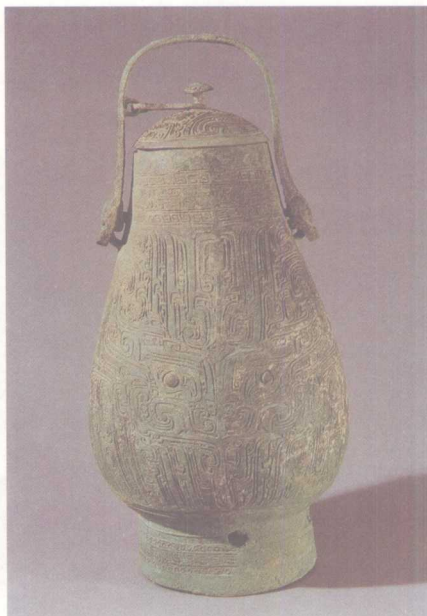


图1-3 兽面纹壶 锡青铜,高50cm,口径12cm,商中期。提梁及环链分铸而成,不能拆卸

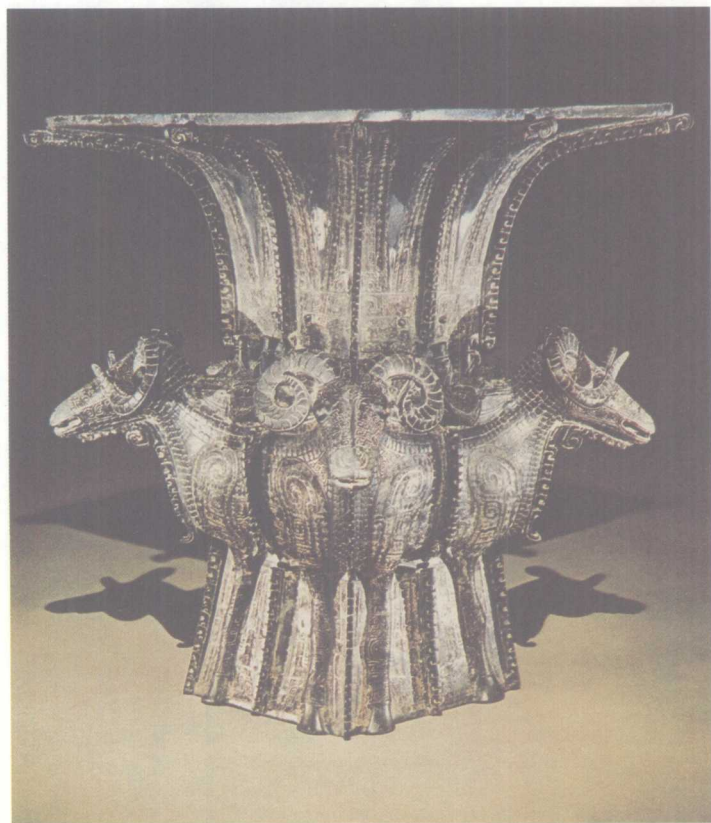


图1-4 四羊方尊 锡青铜,高58.3cm,商晚期。羊角呈螺旋状,器身体体满饰精细纹饰,是分铸法陶范铸造杰作



a 四羊方尊局部



b 四羊方尊纹饰

鼎盛期已有相当大规模的铸造作坊。河南安阳苗圃北地商晚期殷墟铸造作坊遗址，占地面积达1万多平方米，出土大量陶范、铜渣和熔炉残迹。安阳还出土了重达875千克的司母戊方鼎，是商代青铜器中最重者(图1-7)。殷墟甲骨文有“左工”、“右工”、“百工”等，表明商晚期已有专管手工业的职官，手工业生产有了专业分工。西周建国后，在周王朝的两个政治经济中心——西安近郊的丰镐和地处洛阳的成周，都有王室自己的铸造作坊。洛阳北窑西周早期铸造遗址面积达14万平方米。

西周建国后比较重视技术。周公令杀违禁饮酒者，惟手工业者违禁可不杀。周武王克商，收留了商的手工业奴隶，分封土地时也分手工业奴隶给诸侯。这些世代相传的手工业奴隶，必然沿袭商代的冶铸技术，使商代的陶范铸造技术影响到整个西周时期。

《考工记》记载，周代手工业分工很细，六种工艺分为30个工种。六种工艺之一为攻金之工(金工)。攻金之工分为筑氏(作高锡青铜器，例如削、杀矢、鉴、燧等)、冶氏(作低锡青铜器，例如鼎、斧、斤等)、凫氏(作钟、搏等乐器)、栗氏(作量器)、段氏(作农具、钱币等)和桃氏(作刀、剑等)，可见分工已相当专业。由于分工细致专业，促成西周早期青铜技术



图1-5 兽面纹觥 锡青铜，通高22.9cm，西周早期。器身多处有难以分范的附饰，纹饰精致，也是分铸法陶范铸造代表作品

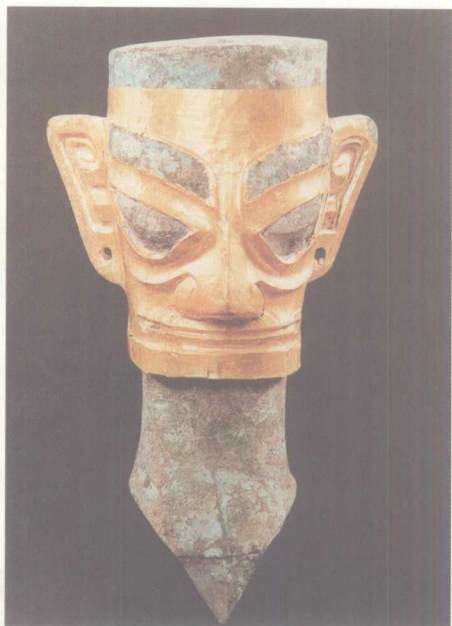


图1-6 金面罩人头像 锡青铜贴金，通高41cm，四川广汉三星堆出土，据传金箔用土漆调和石灰作粘合剂贴于头像上

术继承了商晚期纹饰精致缜密、器形复杂的优良传统。

西周自昭王开始，国力由盛转衰，各王只能处于守成的局面。这种局面，在青铜技术上也有所反映，青铜器形由复杂变为质朴，纹饰由精致转向粗放，铸造技艺显得粗疏。这一时期钟的设计制作是一大进步，尽管西周中晚期的编钟音准较差，但继双音钟出现之后，双音钟按音列高低成编而组成编钟的设计已见端倪。此为转变期。

春秋中晚期至战国时期是更新期。古老的奴隶制度逐渐瓦解，新兴的地主阶级出现和兴起，铁器开始普遍使用，牛耕得到推广，社会生产力获得迅速发展，各诸侯国出现的变法运动、文化学术领域出现的“百家争鸣”局面，导致文化科学空前繁荣。以青铜生产工具作为标志的漫长的青铜时代，虽因铁制工具的逐渐推广使用而告结束，然而青铜礼器等艺术铸造业反而因诸侯各国贵族以及新兴地主阶级的需要而注入了新的生命力。

这一时期出现了记述先秦多种器物设计和制作经验的重要著作《考工记》，其中“天有时，地有气，材有美，工有巧，合此四者然后可以为良”的观点，把季节、环境、材料、技艺作为优秀器物设计和制作的必备条件，是极有见地的。书中根据不同使用要求而记述的六种铜锡合金配方，即著名的“金有六齐”之说，是世界上首次关于合金配方的记载。书中还有熔铸锡青铜时根据火焰颜色确定火候的经验记录，绘



图1-7 司母戊方鼎 锡青铜，通高133cm，口长116cm，宽79cm，重875kg，传1939年河南安阳出土

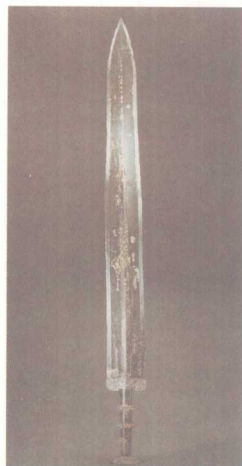


图1-8 越王州句复合剑 锡青铜,剑脊与剑从含锡量有别,分两次铸造而成,使之既坚韧又锋利

图阐述了甬钟等青铜器物各部位的名称和尺度比值,还有“攻金之工”(金工)及其工种的记述。这是中国科技史中最早的一部科技百科全书。

著名哲学思想著作《荀子》中谈及获得优质铸件必须“刑范正,金锡美,工冶巧,火齐得”,确实是精辟的总结。《吕氏春秋》中谈及“金柔锡柔,合二柔以为刚”,是关于锡青铜中铜和锡的功用的规律性认识。基于这种认识铸造出了青铜复合剑。这种剑脊含锡量较低、剑从含锡量较高、分铸而成刚柔相济(图1-8),成为当时冠绝列国的先进兵器。

这个时期各诸侯国多有自己的官营和私营冶铸业,从而有了各自独特的技术特长和特产。《考工记》载:“郑之刀,宋之斤,鲁之削,吴粤(越)之剑,迁乎其地而弗能为良。”考古发掘证实,晋、豫、辽、川、鄂、湘、苏、浙、冀、内蒙古、鲁、赣、云等省都有各自的特产。部分器物已铸上作者的姓名,例如安徽寿县出土的楚王“盦感鼎”,铸有工师史秦及工佐秦恂等字样。

春秋战国时期的冶铸遗址已发现多处,其中最著名者当推山西侯马晋国都城冶铸遗址,这里出土了数以万计的陶模、陶范以及与制范、精整和熔炼有关的原辅材料和工具、坩埚等。其中的陶范纹饰细如发丝,有的陶模雕塑精致(图1-9,1-10)。为适应规模化生产,部分礼器的附件(例如鼎耳)已规范化并有贮备,出现了母模化整为零的分块模法等新技术,陶范的配料和处理及其性能是青铜时代各铸造遗址中最合理、性能最优越的^[3]。



图1-9 陶模 山西侯马晋国铸铜遗址出土,7.2cm x6.5cm



图1-10 编钟鼓部范 山西侯马晋国铸铜遗址出土,9cm x8.5cm

战国时期64件曾侯乙编钟的出土,代表了中国古代声学、乐律学和金属工艺学的空前成就,编钟和钟筍铜套、虺座满饰繁缛华丽或高浮雕的纹饰,钟体有精致的错金铭文2800余字。编钟音律准确,每件钟可击出相差三度的两个乐音,总音域包括五个八度,可旋宫转调,音域宽广,音色优美,被国际音乐史学者誉为“世界第八大奇迹”(图1-11)。

出自春秋战国时期或在这个时期得到发展的金属成形工艺和金属表面装饰工艺层出不穷,现分述如下。

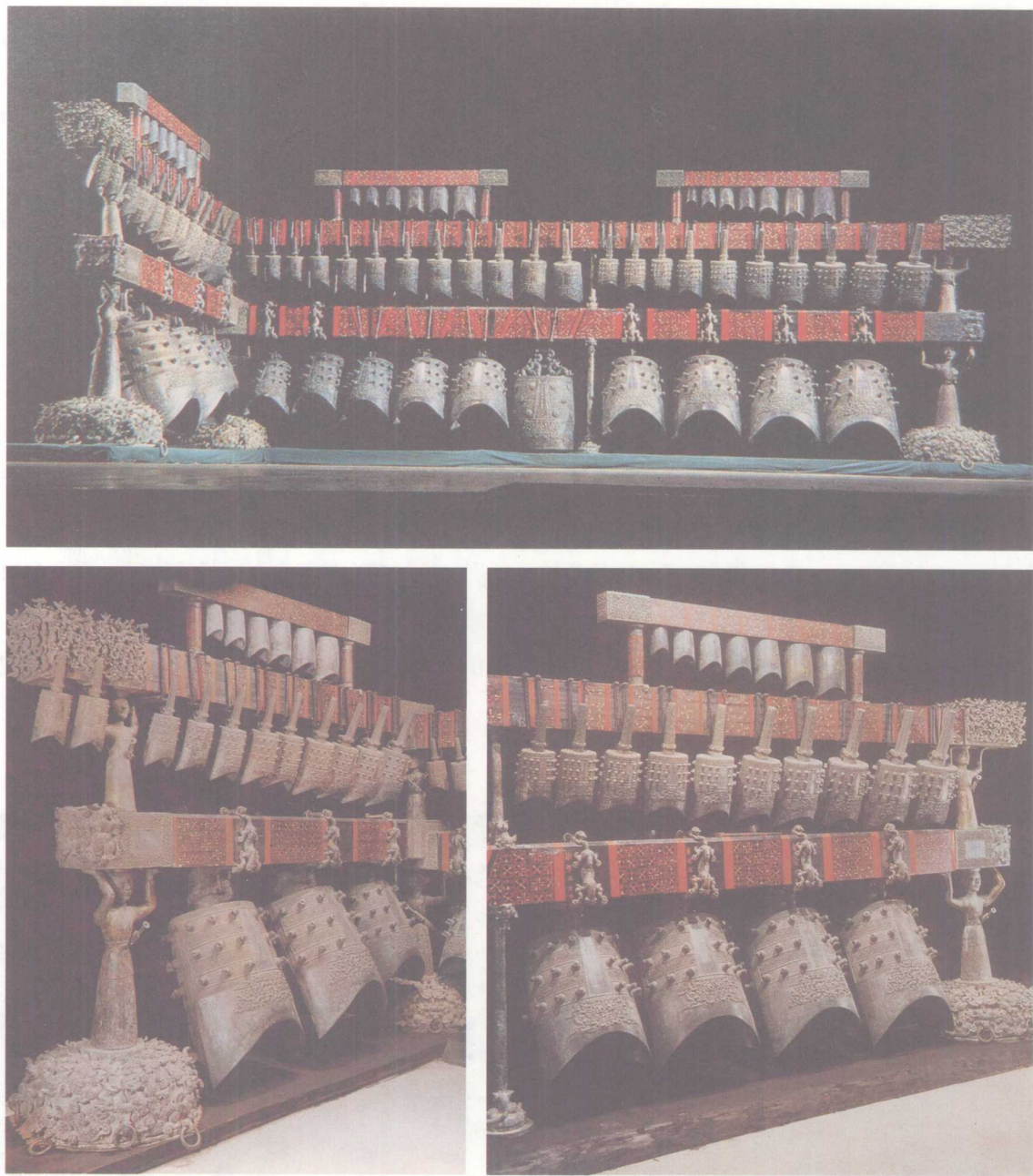


图1-11 曾侯乙编钟 锡青铜,共64件,另加楚王铸1件,连同铜筍、铜虬共重5t,湖北随县出土,战国早期

一、更新期的青铜成形工艺

除继承陶范铸造的浑铸法、分铸法、铸接法、串铸法和复合陶范法等技术之外,又出现了一系列崭新的铸造技术:

(一)失蜡铸造

由于这一时期艺术作品流行重叠缠绕、立体穿插等富于浪漫主义的装饰设计,再用组合块范法的陶范铸造已难以成形,于是在继承商代已发明的焚失法铸造工艺原理的基础上,寻找到运用蜂蜡、松香、油脂等制造蜡模,从而创造了失蜡铸造法。

目前发现最早的失蜡铸件为公元前570年(春秋中期)楚国铸造的偃儿盞,其后是河南浙川楚墓出土的铜禁和王子午鼎。云南江川李家山滇族墓葬出土的透雕祭祀铜扣饰以及浙江绍兴出土的伎乐铜房屋模型,