

中国科学院自然科学史研究所“十二五”规划项目、国家出版规划项目

殷墟出土青铜礼器 铸造工艺研究

刘煜 著

《科技知识的创造与传播研究丛书》罗桂环 主编



SPM

南方出版传媒
广东人民出版社

中国科学院自然科学史研究所“十二五”规划项目、国家出版规划项目

殷墟出土青铜礼器 铸造工艺研究

刘煜 著

《科技知识的创造与传播研究丛书》 罗桂环 主编



SPM

南方出版传媒
广东人民出版社
· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

殷墟出土青铜礼器铸造工艺研究 / 刘煜著. —广州: 广东人民出版社, 2019. 1

(科技知识的创造与传播研究丛书)

ISBN 978-7-218-12784-2

I. ①殷… II. ①刘… III. ①商代铜器—铸造—生产工艺—研究
IV. ①K876.414

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 081952 号

YINXU CHUTU QINGTONG LIQI ZHUZAO GONGYI YANJIU

殷墟出土青铜礼器铸造工艺研究

刘煜 著

版权所有 翻印必究

出版人: 肖风华

责任编辑: 伍茗欣 徐冉

封面设计: 李桢涛

责任技编: 周杰 吴彦斌

出版发行: 广东人民出版社

地址: 广州市大沙头四马路 10 号 (邮政编码: 510102)

电话: (020) 83798714 (总编室)

传真: (020) 83780199

网址: <http://www.gdpph.com>

印刷: 北京虎彩文化传播有限公司

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 27.5 插页: 4 字数: 300 千

版次: 2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

定价: 98.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与出版社 (020-83795749) 联系调换。

售书热线: (020) 83785240

总 序

中华民族在长期的文明发展进程中创造了特色鲜明的传统科学与技术，给后人留下了丰富的历史文化遗产。在探索自然和发展生产，以及卫生医药的实践活动中，中国的先民发展出自己“究天地万物”的策略和行为处世哲学，积累了大量的行之有效经验知识，为科学技术的进步做出了重要的贡献。中国人擅长从整体观的角度去认知世界，注重各种学问和现实生活的密切联系，关注社会的发展和未来。《大学》中提出“格物致知”获取相关知识，最终服务于“治国平天下”，是这种特色的具体体现。

20 世纪下半叶以来，政府对整理祖国的传统文化遗产的重视，极大地推进了中国科学技术史研究的进步。在其后的半个多世纪中，我国不但组建了科技史研究机构，高校还涌现了一批科技史系。这支生机勃勃的学术队伍，无论是对中国古代科学思想、技术发明，抑或是中国近现代科学技术的引进和发展，乃至西方科学技术发展史的研究都取得了举世瞩目的成就。

在中国古代科学技术史方面，他们沿用传统的史学方法，同时借鉴外国科技史学者的手段，通过爬梳钩沉古代的各类史料和考古资料，以及各种文物图像，以现代科学技术作为参照系，进行文献整理、解读、考证和分析。一方面整理古代的科学技术遗产，为今天科技发展的社会提供资料和借鉴，一方面构建中国传统科学技术的学科史。一时间，上庠名宿，颇有着力于其兴发者。陈桢对金鱼的出现和品种的形成；裴鉴等对传统中药的研究，竺可桢等对历史时期的物候和气候研究，席泽宗对古新星、超新星的研究，王振铎及其弟子等对古代发明和青铜编钟的复原研究等可谓蜚声中外。与此同时，

从20世纪90年代开始,中国科学史界举全国之力,组织了上百位专家,经过近20年的努力,编写了体现学界水平的26卷本《中国科学技术史》。不仅对前一阶段的研究做了很好的总结,而且也为其后的发展奠定了坚实的基础。另一方面,自改革开放以来,人们认识水平的提高和中外学术交流的迅速提升极大地促进了中国近现代科学技术史和西方科学技术史的研究,近年来也涌现了大量的研究专著。中国科学技术史研究正呈现出前所未有的繁荣景象。

随着研究的深入,以往那种“绍述前贤”的成就史和多少有些割裂固有学术脉络、比较初步的学科史和知识积累史的研究,已逐渐地不能满足社会大众的需求。史学讲究“取法先哲,不忘创新”。目前亟须根据中国传统文化和学科本身发展的内在逻辑,在继承严谨求真的史学传统的基础上,另辟蹊径,提出研究新纲领和学术新问题,从思想史、社会史和文化史的层面,研究中国科技史。摒除蹈袭依傍、拾人牙慧,要依靠新思想提出新观点,做出有创意的专题研究,探讨知识的创造与传播,更深刻地阐释科技与文明的进步关系,提高本学科的显示度。

“十二五”时期,自然科学史研究所遵循上述学术理念,在中国科学院的支持下组织一批专家学者,有针对性地选取一批学术问题,虽然表面上看学科差别比较大,涵盖的范围很广,但都着力于阐述科学技术的知识如何产生和发展,传播的方式与社会的相互作用;提供科技研究、引进得失的典型范例、经验教训,以及众多科学家从事科研所用的方法和必备的素质等等,以开创交相映发、融会贯通的新局面。经过大家数年来的努力,最终完成了这十多本的《科技知识的创造与传播研究丛书》,希望它们能从新的视角给读者带来不一样的阅读感受和新的启迪,为后人提供借鉴,为协调科学技术和社会文化的发展贡献自己的力量。其中既有对以前探索较少的考古天文学和数学早期源流的探索,也有对栽培作物起源和传播的系统考察,以及相关农业技术传播的考据;既有传统青铜技术的细致考源,也有对近代西学东渐的探究。不仅有对社会文化与科技互动的审视,也有许多实地和实物的考察,研究无疑比以前有新的视角和较大的深化。希望读者能看到一些视野更加宽阔的研究和突破。

学术有赖踵事增华,事业要靠薪火相传。我们深知目前的研究还有较浓

的自由探索特色，研究队伍的水平也参差不齐，探索的领域不够全面。疏漏和谬误之处，尚祈方家指正。今后我们将开展更多的新专题研究，进行更全面深入而有意义的探索。

罗桂环

2017 年 7 月

序 殷墟青铜器技术研究的新篇章

华觉明

中国曾经历了一个辉煌的“青铜时代”，青铜冶铸技术在其间的重要性是没有任何一个其他的古代文明可以比拟的。使用“块范法”铸造青铜礼器是中国先秦时代金属技术极为突出的特点，是中国古代先民们伟大的发明创造。我在主编《中国三十大发明》的时候，也指出青铜冶铸术是中国古代最重要的发明之一。

克利尔曾说过：“即使把美国和欧洲第一流的匠师集合到一起，并采用现代的科学技术，也很难做得比商周青铜器更好。”在很长的一段时间内，人们对于商周青铜器是如何制作的这一问题，研究并不充分。一方面是因为材料的局限，另一方面是因为方法的局限。近些年来，我很欣慰地看到，随着现代考古学的发展，大量的商周时期冶铸遗址的发现，以及各种新技术手段的使用，使得这方面的研究有了巨大的进步，而刘煜和合作者对殷墟青铜礼器铸造技术的研究，无疑是其中非常突出的。

研究商周青铜器铸造技术应以陶范铸造为基点，因为它不但是商周青铜器铸造工艺的主流，而且无论铜范、铁范以至失蜡法都是从陶范铸造中产生的，不理解陶范铸造就无法了解其他铸造方法的由来和发展。而青铜礼器系列于殷墟时期达到了一个高峰，这个高峰是随着该时期青铜冶铸业的兴盛、陶范铸造技术臻于成熟而出现的。因此，殷墟时期是研究陶范铸造技术的关键。由此上溯早商下探西周以至战国，整个商周时期青铜冶铸技术的发展就有了头绪。

作为晚商都城的安阳殷墟遗址，不仅是中国现代考古学的发祥地，更是

具有国际影响力的著名遗址。迄今已有逾 2000 件青铜礼器出土，传出这里的青铜器遍布世界各大博物馆，更有多个大型的铸铜遗址，包括近年来极其引人注目的孝民屯铸铜遗址和孝民屯东南地铸铜遗址的发现，出土数十万块陶范等铸造遗物及反映生产流程、布局、组织的遗迹现象，是研究中国古代青铜器陶范铸造技术的不二之选。但迄今为止，对殷墟青铜器技术研究专论的缺乏，是与殷墟在中原地区文明格局中的地位、殷墟青铜器制作技术在中国金属史中的地位不相称的。刘煜研究专著的出版，填补了这一空白。

书中完整地复原了殷墟青铜礼器铸造的工艺流程，指出这一时期青铜器陶范铸造技术非常复杂，是制陶和铸铜两种技术体系的完美配合，其中造型材料的选择和制备，铸型的设计、制作、干燥、装配，合金的熔炼及配制、铸后加工等等环节，无不凝结着先民令人惊叹的创造力，复杂的器物背后体现出“化整为零、执简驭繁”的技术思想。

除此而外，技术的传播过程更值得深思。青铜礼器以陶寺铜铃为滥觞，从二里头三期开始成组出现，经二里冈期而至殷墟时期，分布范围渐趋辽阔，北达辽宁，东抵山东，西南及于四川，西北到达鄂尔多斯高原，南至广东。在晚商时期，有老牛坡、灵石、山西石楼、益都苏埠屯、前掌大、新干大洋洲、广汉三星堆等殷墟以外商代青铜器大量出土。这些青铜礼器或表现出与殷墟青铜礼器较为近似的形态，或与之有较大的区别。陶范铸造技术创造和发展的过程，也是技术的交流传播和交互影响的过程，如何梳理，是一个更为复杂的问题，但也是无法回避的问题。

技术从稚拙走向成熟不是一蹴而就的，每一项工艺措施的改进和新技术的出现和应用，都与当时的社会状况、社会需求有着内在的联系，更不能忽视文化之间的交流和相互影响，殷墟青铜礼器冶铸技术的发展也不例外。书中指出，在这个承传有序的序列里，如果说二里头时期奠定了青铜器陶范铸造的方向，商代二里冈期构建了青铜器铸造技术的大体框架，那么殷墟时期就是将这一工艺传统进一步发展和推向成熟的阶段，这是一个创造和继承的过程。殷墟青铜器复杂多变的造型和繁丽多彩的装饰所体现的高超的铸造工艺，并不是简单地线性传承的结果，而有赖于商代中后期的技术传播和文化交流。来自其他地区的某些要素，激发了制作者的灵感和创造性，以变换和

融合的面貌出现在青铜礼器的制作中，并由于拥有卓越技能的工匠们世守其业，保证了技艺的传承。

殷墟冶铸业的组织管理，是一个特别重要的问题，本书进行了可贵的探讨，但是仍旧有大量猜测的部分。也许这一问题的解决，需要日后更多新的发现和更深入的工作。此外，晚商时期殷墟之外不同地区有大量青铜器出土，最近也有不少铸铜遗址发现，它们与殷墟青铜器制作技术的异同，不同地区冶铸业的关联究竟如何，关于这些方面着墨太少，不能不说是一个遗憾。

2006 年刘煜博士毕业，现在已经过去了 12 年，这些年她和合作者的工作大大丰富了本书的内容，我认为这本书掀开了殷墟青铜器制作和生产研究的新篇章，我愿意推荐此书。

是为序。

目 录

MULU

绪论 / 001

第一章 研究的历史 / 005

第一节 传世和发掘的殷墟青铜礼器 / 005

第二节 殷墟青铜礼器的技术研究 / 012

第三节 与技术问题有关的考古学研究 / 026

第四节 殷墟冶铸遗址及其相关研究 / 034

第二章 范铸工艺流程及铸型材料 / 042

第一节 范铸工艺流程 / 042

第二节 造型材料的选择和制备 / 043

第三章 铸型的制作工艺 / 072

第一节 模的制作 / 072

第二节 范的制作 / 080

第三节 芯的制作 / 095

第四节 铭文的做法 / 101

第五节 铸型的干燥、焙烧和装配 / 109

第四章 熔化、浇注和铸后加工 / 117

第一节 熔铜器具 / 117

第二节 鼓风 / 139

第三节 合金的生产 / 147

第四节 浇注 / 156

第五节 铸后加工 / 158

第五章 殷墟青铜礼器的铸型设计 / 163

第一节 资料来源与研究方法 / 163

第二节 典型器物的铸型设计 / 177

第三节 铸型设计的规范化 / 213

第六章 殷墟青铜礼器的连接技术 / 238

第一节 分铸法的应用实例 / 238

第二节 分铸法（铸接）的分类 / 254

第三节 特殊的连接方式 / 264

第四节 连接技术的演进 / 270

第七章 殷墟青铜礼器的芯撑技术 / 274

第一节 泥芯撑的使用 / 275

第二节 金属芯撑的使用 / 287

第八章 殷墟青铜礼器的合金配制 / 313

第一节 殷墟青铜礼器的化学成分分析 / 314

第二节 殷墟青铜礼器的合金配制 / 328

第九章 殷墟青铜礼器铸造工艺的技术来源 / 339

第一节 青铜礼器铸造技术的发端 / 339

第二节 商代早中期青铜礼器的铸造工艺 / 356

第三节 盘龙城青铜礼器的铸造工艺 / 364

第四节 殷墟青铜礼器铸造工艺的技术来源 / 375

第十章 关于殷墟冶铸业的工匠身份、组织管理和祭祀礼仪的初步探讨 / 388

第一节 工匠的身份与地位和殷墟冶铸业的组织管理 / 388

第二节 冶铸业的祭祀与占卜 / 403

结 语 / 409

主要参考文献 / 412

后 记 / 420

绪论

历史的复杂和吊诡就在于它往往包含多个指向不同路径的事件和要素，看起来杂乱无章，处处歧路丛生。某种意义上，我们所有试图解释真相的努力，都可能包含言不及义或者过度阐释的双重危险。因此，一方面，我们需要拨繁去冗，透过纷繁复杂的表象，提炼最最核心的要素；另一方面，需要特别小心地从细节分析入手，穷尽所有已知的材料，才有可能发现隐藏在表象下面的事物之间内在和本质的联系。

中国曾经历了一个辉煌的“青铜时代”，青铜冶铸技术在其间的重要性是任何一个其他的古代文明无可比拟的。要理解中国文明的创生和源起，青铜器是无法绕过的关键语汇。《左传·成公三年》所言“国之大事，在祀与戎”，其最直接的物化形式就是青铜礼器和兵器。

阮元曾说，“器者，所以藏礼，故孔子曰：‘唯器与名不可以假人’。先王之制器也，齐其度量，同其文字，别其尊卑，用之于朝覲燕享，则见天子之尊，锡（赐）命之宠，虽有强国，不敢问鼎之轻重焉。用之于祭祀饮射，则见德功之美，勋赏之名，孝子孝孙，永享其祖考而宝用之焉”。^① 这里所说的“器”，是专指青铜礼器，又称“彝器”，它不仅体现着当时最先进的生产技术水平，而且还表征着社会阶层与等级尊卑，是商周时期礼乐制度的物质载体。

先秦的青铜礼器，由于其承载着政治和宗教功能，因此直接影响着重大

① [清]阮元：《商周铜器说》上篇，见《积古斋钟鼎彝器款识》，商务印书馆1937年版。

的国事。一个国家毁灭另一个国家的时候，是要“毁其宗庙，迁其重器”的。《左传·宣公三年》，楚子问鼎之大小轻重，王孙满对曰：“……昔夏之方有德也，远方图物，贡金九牧，铸鼎象物，百物而为之备，使民知神奸。……桀有昏德，鼎迁于商，载祀六百。商纣暴虐，鼎迁于周……”它既是技术的也是艺术的，既是物质的又是精神的。它记录着技术发生发展的历程，也书写着政治、宗教和礼仪的变化。

对于曾长期居于中国考古学中心地位的殷墟而言，它的地位是其他遗址难以企及的。这不仅由于它是第一个被科学发掘的遗址，培养了中国第一代考古学家和其后几代考古人，又是世界文化遗产。更重要的是，它的考古发现确凿无疑地使商代成为信史。中国考古学研究科学方法的建立，青铜器、甲骨文等分支学科的发展都与这里密切相关。殷墟时期，不仅青铜器的数量、种类都比以往大大增加，而且奠定了青铜器陶范铸造的基本方法和技艺，对后代的金属技术影响深远。

从1928年对安阳殷墟进行科学发掘以来，八十多年间重大的发现层出不穷，有数以千计的青铜礼器出土，重要的研究文章很多，但主要集中在对青铜礼器的种类、器形、纹饰、铭文以及组合的变化研究上，侧重于分期断代和艺术风格的讨论，对技术的关注较少。以技术研究为主题的论文，涉及了合金成分、成形方式、铸型工艺、纹饰和铭文的做法、芯撑等辅助工艺的应用、制范的材料选择和处理工艺等各个方面，取得了许多重要的成果。但是，从近年的考古发现和相关研究来看，这些研究因材料和视野的局限仍有不够准确和全面之处，很多技术生产的细节，比如铸型的设计、铸后加工的细节、纹饰和铭文的做法、芯撑等辅助工艺的应用等，殷墟青铜礼器制作的技术发展历程，它的技术源流和演进的方向，都有待深入研究。

近年来，殷墟重要的考古发现不断涌现，洹北商城的发现改变了传统上对商史的一些看法；孝民屯大型冶铸遗址的发掘，为探讨殷墟青铜器的制作技术和冶铸业的发展补充了大量以往稀缺的材料；M54 贵族墓、黑河路小墓群等青铜器群的出土，提供了更多可供研究的资料。这些发现，大大拓展了人们对殷墟青铜礼器认识的深度和广度，为打破以往的某些成说，解释某些长久困惑学界的问题以及了解铸造工艺的细节都提供了更大的可能性。而迄

今为止，缺乏一部对殷墟青铜礼器制作技术研究的专论，这是与殷墟在中原地区文明格局中的地位 and 殷墟青铜器制作技术在中国金属史中的地位是不相称的。因此，有必要对以往殷墟青铜礼器的技术研究进行汇总和梳理，在全面占有资料的基础上对一些问题进行比较深入的探讨，并对殷墟青铜礼器制作技术在早期中国金属技术史上所处的位置给予一个客观的评价，厘清中国古代青铜技术体系形成的脉络。

本书的工作主要包括两个方面，一是整理和汇总全部殷墟出土青铜礼器的资料，总结、梳理以往的研究，深入研究一手出土材料，特别是新材料，点面结合，在宏观把握的基础上突出重点，力求在现有资料的基础上勾勒出殷墟青铜礼器制作技术较为清晰的轮廓。

另一个方面是探讨殷墟青铜礼器制作工艺的技术来源。殷墟时期出土的青铜礼器的数量之众、种类之博、工艺之精，远远超越早中商阶段，以至于不断有考古学家和艺术史家指出在商代早中期的二里冈阶段与殷墟之间存在缺环，并试图寻找中间的过渡阶段，从而给出一个从二里冈时期到典型的殷墟风格青铜礼器的清晰的变化轨迹。艺术的精进是伴随着铸造技术的进步而来的。然而，这些技术进步是否是完全内生的中原传统直线发展进化的结果，值得深思。

近年来，随着中原以外商代遗址、墓葬以及青铜器的大量发现，关于青铜礼器的“区域风格”的研究以及安阳与周边地区的“双向交流”甚至“多向交流”的探讨日渐升温。但是，迄今为止，并没有人深入地从技术的角度上探讨过这种交流和影响。因此，通过对殷墟以及所有早于殷墟时期的青铜礼器铸造工艺的对比研究，我们试图回答这样两个问题：殷墟青铜礼器的铸造技术到底来自哪里？在商代的都城从郑州辗转迁移到安阳之后，它是怎样承继了二里冈时期铸造技术的成就，在与外界交流的过程中融合先进的技术要素，在相对安定的长时段内充分发展进步，并有所创新，终于攀至青铜时代的鼎盛期？研究这两个问题，不仅可以厘清中国古代金属技术的发展脉络，更有助于阐明殷墟青铜礼器的技术成就在中国古代金属技术史中的地位和作用。

基于物质材料本身的分析、讨论和言说，是技术史内史研究的传统路数，

但是，这种研究不能是冰冷的解剖式的。比如，在当时的社会现实中，社会需求在怎样的程度上影响了技术变迁，这种问题是无法规避的。然而，在现有不完备的材料的基础上尝试着提出假说，需要格外谨慎。不同领域考古学研究之间的不平衡，使得每一个尝试提出新说的人都感到底气不足。尽管如此，回顾以往的研究，我们仍可以看到，这是一条由谬误累积而成的通往真知的必由之路。

第一章 研究的历史

所有的研究都应该是对前人工作的总结、梳理、继承和超越。作为青铜器研究的重点，殷墟青铜礼器有明确出土地点的逾千件，流散在外的也不在少数，相关的研究文献很多，对文献和前人、近人研究的回顾，正是新的研究的起点^①。

张光直说，三代研究是不分学科的。对殷墟青铜礼器的技术研究，应建立在两方面研究的基础上：一是其本身的考古学、艺术史研究，另一就是对有关冶铸遗址及遗物的分析。前者能够提供殷墟青铜礼器在历史图景中的位置，而后者与青铜礼器的生产技术和工艺过程直接相关。

第一节 传世和发掘的殷墟青铜礼器

殷墟是商代晚期的都城所在地，位于河南安阳西北郊，以小屯村和侯家庄为中心，其范围约三十平方千米，洹河从其间穿过。据古文献记载，这里是盘庚至帝辛时期的都城，商亡后沦为废墟。殷墟一词两见于《史记》，一是《宋微子世家》：“箕子朝周，过故殷墟”；一是《项羽本纪》：“洹水南，殷墟上”。

殷墟青铜礼器应包括殷墟出土的在礼仪活动中使用的所有青铜器。本文则以狭义上的礼器即容器类器物为主要研究对象。1928年以前出土的商代铜

^① 本章的部分内容曾发表，参见刘煜：《殷墟青铜礼器铸造工艺研究综论》，《华夏考古》2009年第1期。