

中华科技之光丛书

刘玉瑛



中华五千年 科技瑰宝故事

纺织冶金篇
下

中华科技之先丛书

中华五千年科技瑰宝故事

——纺织冶金篇（下）

刘玉璞

北京科学技术出版社

前 言

中国的纺织、冶金有着辉煌过去。正像人们所说：“当黄河长江已经哺育出绚丽的纺织花朵，浇淬出锐利的宝剑的时候，泰晤士、莱茵和密西西比河上的居民，还裹着树叶、拿着石制的武器在漫漫的原始森林里徘徊”。这话听起来似乎有夜郎自大的嫌疑，但历史的发展却的确是如此。不管是丝绸的发明，还是生铁的冶炼；也不论是缣丝的织就，还是青铜大鼎的铸造，桩桩成就，件件成果，都是我们中华民族的祖先最早的创造。为了使同学们能够了解我们伟大祖国这段光辉灿烂的纺织、冶金历史，激发大家的爱国热情和学习的积极性，我撰写了这本书，并且以故事的形式，将这两门古老学科的累累硕果奉献给大家。

我深知，以自己那绵薄的学识，肯定不足以表现它们的辉煌，甚至还可能由于自己的疏

忽,而使所述的内容出现错误。如果真是这样,希望读者能够谅解,并指出其不足,谢谢!

本书在撰写出版的过程中,得到北京汇力科技文化研究所所长李琪先生的大力支持和靳军女士的热心帮助,在此谨向他们表示诚挚的谢意!我还参阅了有关方面的论著,限于篇幅恕不一一列举,仅向论著作者致谢!

刘玉瑛

1995年7月于中央党校

目 录

-
- 悠久而先进的青铜铸造技术
——六齐·司母戊大方鼎 (1)
- 卓越的冶铁技术成就
——生铁·可锻铸铁·沧州铁狮 (12)
- 古代最先进的制钢技术
——灌钢与蔡母怀文 (20)
- 古老的炼钢方法
——百炼钢 (26)
- 新兴的固体渗碳制钢工艺
——干将、莫邪宝剑 (33)
- 铜铸的“国宝”
——青铜大鼎·铜狮子 (46)
- 漏沙不漏米的宝锅
——潭柘寺大铜锅 (53)
- 声传百里的钟王
——永乐大钟 (59)
- 嵌钢工艺的结晶
——张小泉剪刀 (71)

青铜器家族中的照容饰面物

——铜镜 (77)

长于兵器铸造的专家

——龚振麟与他的铁模铸造法 (87)

灿烂的科技之星

——中华纺织、冶金之最 (93)

悠久而先进的青铜铸造技术

——六齐·司母戊大方鼎

在我国，青铜的冶炼和铸造有着悠久的历史。相传，夏朝的大禹就曾用青铜铸造过9个大鼎，来象征他统治的九州。商周春秋之际，青铜器的冶铸业则进入了鼎盛阶段。因此，后人便将夏朝至春秋这一千六百多年的时间，称为“青铜时代”。

青铜是相对红铜来说的。红铜是纯铜，而青铜则是铜、锡、铅等元素的合金。与纯铜相比，青铜的熔点较低，硬度较高，因而，具有较好的铸造性能和机械性能。为什么把铜、锡、铅的合金称为“青铜”呢？这是由于它以铜为主，而且合金的颜色发青绿色，所以，人们就称这种合金为“青铜”。

青铜作为金属材料出现以后，就逐渐渗透到了社会生活的各个角落。先是铸造出生产工具和手工业工具，如耒、耜、铲、锄、斧、斤、凿、钻、刀等；接着又铸造出兵器，如戈、戟、矛、铍、钺、剑等；再后来便铸造出礼器，如鼎、鬲、豆、盂、爵、觚、壶、尊、觥、勺等。除此之外，各阶段还铸造有生活用具、车马器、乐器等。

青铜冶铸业是从石器加工和制陶业中产生、发展起来的。大概是有一天，先人们出去寻找能够加工成工具的石料，突然，他们发现了自然铜和铜矿石。有着丰富制陶经验的先人们便根据制陶经验，冶炼起铜来。最早是冶炼红铜，铸红铜器。距今四千多年前的齐家文化和龙山遗址中，就已发现有红铜器。慢慢地，先人们感觉到，红铜的硬度太低，制造出的工具很不经使唤。他们便试着改进冶炼的方法。经过多年的摸索、实践、总结，先人们终于找到了改进铜器质量的好方法。这就是在铜中加进锡、铅等元素，制成青铜。

这青铜是怎样冶炼的呢？最初的时候是用铜矿石加锡矿石或铅矿石，或者由含多种元素的铜矿石来冶炼；然后，又发展为先炼出铜，再加锡矿石、铅矿石一起冶炼；最后，则发展到先分别炼出铜、锡、铅，或者是铜锡合金然后再按一定的比例混合在一起冶炼。这种按比例混合冶炼的方法，标志着铜冶炼技术达到了很高的水平。它可以使青铜成分较为稳定，并且可以按不同器物的要求改变成分的比例，从而造出更好更适用的青铜器物来。成书于春秋战国的《考工记》，便对工匠们在长期的冶炼实践中，逐渐认识到的合金的成分、性能和用途之间的关系，作了全面的总结，并提出了著名的“六齐”规律。“六齐”就是“六剂”，也就是六种合金配方。书中说：

“金有六齐。六分其金而锡居一，谓之钟鼎之齐。

五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐。四分其金而锡居一，谓之戈戟之齐；三分其金而锡居一，谓之大刃之齐。五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐。金、锡半，谓之鉴燧之齐。”

这段话的意思是说：有六种合金配方。铸造钟、鼎的合金配方是铜六分，锡一分；铸造斧、斤的合金配方是铜五分，锡一分；铸造戈、戟的合金配方是铜四分，锡一分；铸造大刃的合金配方是铜三分，锡一分；铸造削、杀、矢的合金配方是铜五分，锡二分；铸造鉴、燧的合金配方是铜锡各半。

根据《考工记》的记载，我们可给出铜、锡百分比计算范围的一览表：

合金名称	铜和锡之比	含铜量(%)	含锡量(%)
钟、鼎之齐	5 : 1—6 : 1	83.3—86	16.7—14
斧、斤之齐	4 : 1—5 : 1	80—83	20—17
戈、戟之齐	3 : 1—4 : 1	75—80	25—20
大刃之齐	2 : 1—3 : 1	66.7—75	33.3—25
削、杀、矢之齐	3 : 2—5 : 2	60—71	40—29
鉴、燧之齐	1 : 1	50	50

《考工记》关于合金配方的记述，基本上正确地反

映了合金配比规律，这是世界上最早的合金配比的经验性科学总结。

先进的合金配方，为优质的青铜器物制造，奠定了坚实的基础，作出了有力的保障。名闻世界的“司母戊”大方鼎和“曾侯乙编钟”，便代表了青铜时代的青铜冶铸技术水平。

司母戊大方鼎是在河南安阳发掘出来的。关于它的出土，还有一段插曲：

1939年3月的一天夜晚，位于河南安阳武官村的吴氏故园中，人影憧憧，还不时有灯光闪过。只听有人用很低但又很有力的声音说：“大家再加把劲，马上就要挖出来了！”这些人在干什么呢？原来，三天前，有人说在这里发现了个大宝贝，于是，便找了几十个人来帮忙挖掘。因为当时正是中华民族灾难深重的年代，日本侵略军随时都有可能进村骚扰，所以，村民们不敢白天挖掘，只得晚上悄悄地干。这已经是第三天夜晚了。

铁锹声又响了一阵，人们终于看清楚了，他们挖的宝贝是一个青铜大方鼎。这么大的东西往哪里放呢？村民们都觉得很难办。一位年长的老者说：“我看这样吧，咱们先用柴草盖起来，谁也不要走漏风声，等找到合适的地方再把它转移走。”

事情就这样定了。谁知，消息还是传了出去。日本侵略军的头目听说武官村挖到了宝贝，忙把村长叫了

去,让他赶紧把宝贝给送去。村长一去日本军营,村民们便知大事不好,立即聚集到一块商量对策。最后大家一致决定,把大方鼎再埋入地下。并表示,即使脑袋掉了,也不能让大方鼎落到敌人手里。结果,敌人使尽了毒招,也没有找到大方鼎。

大方鼎一直在地下埋着,直到日本帝国主义投降后,人们才在1946年6月,把它重新挖了出来。因大方鼎的内壁上铸有“司母戊”三个字,所以人们就称它为“司母戊大方鼎”。

学者们考证,“司母戊”的司字,意思是“祭祀”。“司母戊”连在一起,便是“祭祀名字叫做戊的母亲”的意思。长期以来,学术界一直认为,第二十八代商王武乙的妻子叫做“戊”,因此,这大方鼎是武乙的儿子文丁为祭祀母亲“戊”铸造的。近年来,有的学者又通过对安阳殷墟妇好墓出土的文物以及“后母辛”铭文的研究,提出了新的看法。他们认为第二十三代商王武丁的妻子也叫做“戊”,因此,这个大鼎应该是武丁的儿子祖康制造的。这一观点的提出,使这司母戊大方鼎的铸造时间整整提前了一百年。

不管是文丁所铸也好,还是祖康所造也罢,司母戊大方鼎作为商代晚期的青铜器则是无疑的。它通高133厘米,长110厘米,宽79厘米,重达875公斤,是我国现存的最大青铜器,也是世界罕见的青铜器精品。

从上面我们所提到的数字可以看出，司母戊大方鼎不仅个大，斤两也重。很显然，当时铸造它绝对不是一件容易的事。

青铜器的铸造过程本来就很难，铸造这么个大鼎，更是难上加难。铸青铜器，首先要制作泥范，这泥范就像现在的石膏模。泥范又分内范和外范，熔化的铜汁浇注在内范与外范之间的空隙中，待冷却后，拆毁内范、外范，经磨光修整，便铸造出了所需的青铜器。如果想要花纹，把花纹雕刻在外范上就行。这是铸造一般小件青铜器的方法，而要铸造司母戊大方鼎这一庞然大物，则必须采用多个泥范分别铸造的工艺。人们从大方鼎身上的铸痕中看到，铸大方鼎时，鼎身的每一边都用了八块外范，鼎足则用了三块外范，即使是鼎耳，也是单独作范，铸成后另外焊接上去的。如此多的外范，竟铸得如此严丝合缝，不能不让人称奇。

另据推算，铸造司母戊大方鼎，至少要熔化一千公斤铜、锡、铅等各种金属原料，而当时的坩埚，一般只能盛 12.5 公斤的溶液。因此，铸鼎时，要用七八十个坩埚同时熔铜。这样一来，就得有几百人密切协作才行。你可以想象得出，当时的场面会是多么紧张、多么的盛大。

司母戊大方鼎是祭祀的礼器，用来盛装煮熟的猪、羊一类的祭祀食物。然而，它又是一件不可多得的艺术佳作。你看，它那粗壮挺拔的四足，雄立地面；它



的耳部对称的两虎，张口卷尾，口中衔一人头；它那饕餮(tāo tiè)主体纹饰，栩栩如生。这般般种种，种种般般让人感到神秘、威严，受到强烈的震撼。你不得不惊叹先人们那巨大的创造力。

在青铜器世界里，能与司母戊大方鼎相媲美的，还有举世罕见的曾侯乙编钟。

曾侯乙编钟是1978年夏季在湖北随县擂鼓墩战国早期的一座墓葬中出土的。因墓室的主人是曾侯乙，人们便用这一称呼为编钟命了名。

编钟由64件青铜钟组成，按照大小、音质不同和演奏的需要，分三层悬挂在13米长、2.7米高的钟架上。上层是19个“钮钟”，中层和下层是45个“甬(yǒng)钟”。在下面一层甬钟的正中央，另挂有一件“鎛(bó)钟”。这鎛钟是楚惠王五十六年(公元前433年)由楚惠王赠给曾侯乙的，不在整套编钟之列。

为什么楚惠王赠送的鎛钟要悬挂在下层中央的显著位置呢？原来，曾国是包围在楚国中部的一个姬姓侯国，早在春秋中期，曾国就成了楚国的附庸。曾国奉楚国为宗主，累世不渝。这鎛钟悬挂在正中显著位置，显然是很具象征意义的，表示曾国对楚国的臣服，对楚惠王的尊重和拥戴。

编钟都铸有错金篆体铭文，共计二千八百余字。除“曾侯乙作”四个字相同外，每件钟上的铭文都各不相同。钮钟铸有不同音律和音阶的名称；甬钟刻不同

音阶名称，并记有曾国与楚国、齐国、晋国等地的音律、音阶名称的对应关系。只要按标音位置敲击，就能发出合乎一定音阶的乐音。

曾侯乙编钟的发现，是我国音乐史上的一件大事，它显示出了我国古代高超的音乐水平。西方乐器中的钟，只能发一个乐音，而曾侯乙编钟的每件钟，都能发两个乐音。全套编钟的音域也非常宽广，从最低音到最高音跨越了5个八度，仅比现代钢琴在两端各少一个八度。而音序的排列，竟与现代钢琴完全相同。以前，人们一直认为，中国民族传统音乐是五声音阶，而七声音阶是后来从西方传入的。现在，曾侯乙编钟却告诉我们，在它的中心音域约占3个八度的范围内，12个半音齐备，“而全部音域中的基本骨干音则是五声、六声以及七声的音阶结构，可以旋宫转调”。

曾侯乙编钟在音乐史上的重要价值，是毋庸置疑的，但这种重要价值的创造，还当归功于中国那炉火纯青的青铜冶炼铸造技术。在64件编钟中，最大的一件甬钟高153.4厘米，重203.6公斤。铸造这样大件的甬钟，没有足够大的熔炉、足够高的炉温、足够强的鼓风能力等，是根本铸造不出来的。而且编钟的优美音质和准确音阶，也是与青铜的纯度和铸造工艺的高超水平分不开的。

曾侯乙编钟代表了战国早期青铜冶炼铸造技术的最高水平，但自它以后，青铜文化便开始慢慢走下

坡路。待到汉代，青铜器或演变成日常用品，或演变成纯粹的工艺品。尽管如此，它仍然显示着我国古代冶炼铸造技术的超世界水准。

文章写到这里似乎该结束了，但我突然感到有几点需要向同学们交待一下：

一是“钮钟”、“甬钟”、“鎛钟”的区别在哪里？为什么要叫“编钟”呢？

我们现在一般所说的“钟”，都是挂在墙上，或放在桌子上的计时的器具，但我们文章里所说的“钟”，却是用青铜制成的打击乐器。它悬挂在架子上，用小木槌叩击发音。这种打击乐器根据不同的形制可分为三类：钮钟、鎛钟和甬钟。钮钟钟顶的柄是半圆的钮形，钟上呈弧形，可以垂直悬挂叩击；鎛钟钟顶的柄为扁环钮形或伏兽钮形，钟口呈平口状，也可垂直悬挂叩击；甬钟钟顶的柄为筒状，钟口呈弧形，只能侧挂叩击。单个的钟是不能称为“编钟”的，只有若干个钟按音乐原理的次序组合悬挂时，才能叫“编钟”。我国在西周中期就开始有“编钟”了，由十几个大小相次的钟组成。后来，编钟的件数便不断增加。像我们介绍的曾侯乙编钟已达64件。

二是“司母戊大方鼎”和“曾侯乙编钟”现珍藏在何处？

司母戊大方鼎现珍藏在中国历史博物馆，曾侯乙编钟现存湖北博物馆。同学们如果有机会，亲眼去看

一看,肯定会获益匪浅。若是你再能有幸欣赏到这套编钟的演奏,那可是锦上添花的美事呀!意大利的歌王帕瓦罗蒂便是这幸运的一位。他在欣赏编钟的演奏时,神情专注极了,完全为那优美、恢宏的音乐陶醉了。当演出结束后,他情不自禁地站起来,高举双手连声欢呼:“真是太美妙了!好极了!”其实不独帕瓦罗蒂,每个欣赏到这编钟演奏的人,都会有同感!