



失蜡工艺的起源与失蜡铸造的工艺特征

——兼谈失蜡工艺问题研究的进展与意义

◆ 周卫荣 (中国钱币博物馆)

摘要:本文从失蜡技术的思想起源与工艺起源入手,结合大量商周青铜器与中西方古代失蜡铸件工艺特征的观察对比,指出:失蜡工艺根植于古代两河流域的苏美尔文明,主要是应铸造人(神)和动物像等的需求而诞生的一种技术工艺。失蜡铸造最根本的特性是软模,因此,铸件具有可扭曲性,可以不在一个分型面上自如地曲张。失蜡铸件的工艺特征是:轮廓和纹饰常常不挺、不锋,不鲜明,无力度;地张平而不坦,棱脊线 and 无纹光面都会出现断断续续的凹凸状。过去,人们把“器物不好脱模”当作失蜡铸造的判据来运用是片面的、不正确的,也是不可行的;把春秋战国时期青铜器上的透空装饰件鉴定为失蜡铸件更是错误的。

关键词:失蜡工艺,青铜器,软模,曾侯乙尊盘,楚王盂

Abstract Based on the studies on the origins of idea and techniques of lost-wax casting and observations on the ancient Chinese bronzes and definite lost-wax castings from the overseas and China, the author pointed out his own idea on ancient lost-wax casting as follows.

(1) Lost-wax casting technique was invented by Sumerian in Mesopotamia mainly to cast small human and animal figures (statuettes).

(2) The essential characteristics of lost-wax casting technique are from the soft model. The castings are with flexibility. We usually can find that the outlines of the lost-wax castings are not trenchant and accidented.

(3) It's wrong that before people consider 'easy or not to take off mould from its model' as the criterion to distinguish between lost-wax casting and piece-mould casting. It's misunderstood to determine the three-dimensional decorations on Chinese bronzes in the Spring and Autumn and the Warring States Periods as lost-wax castings.

Key words :

自从笔者与董亚巍、万全文、王昌燧三位先生共同发表了《中国青铜时代不存在失蜡法铸造工艺》(《江汉考古》2006年第2期)和《失蜡工艺不是中国青铜时代的选择》(《中国文物报》2006年7月21日)的文章后,在学术界产生了广泛的反响,有赞同的,有反对的,有褒扬的,也有贬损的。这些都是寻常事,学术的生命力就在于探索与争鸣。然而,静观文博、考古和科技史界,经过这一段时间的争论,有关问题非但没趋于清晰,似乎反而更加混沌,甚至给

人以一头雾水的感觉。究其原因有种种,但不了解失蜡工艺的起源和失蜡铸造的工艺特征当是其中的两个重要因素,为此,笔者将近年来有关研究、学习的一些体会与感悟写出来,同时也阐述一下这一问题研究的进展与意义,以与关心这一问题的同仁共探索。

一. 失蜡工艺的起源与早期失蜡铸造

1. 失蜡工艺的起源

失蜡工艺(Lost Wax Casting, cire perdue)或者

说包覆铸造 (investment casting) 起源于人类最早的文明——两河流域的苏美尔文明,它是冶金术与原始艺术和原始宗教相结合的产物。

人类早期的文明,几乎总是伴随着艺术与宗教,实际上这也就是人类的精神生活所在。苏美尔人的宗教是一个多神的世界,有天神、地神、日神、月神、风神、雷神、灌溉之神、运河之神等等,以及上百种的小神,每个城市还有自己的神和神学,甚至每个人都尊奉一位属于他自己的神。

早期的苏美尔人用石料雕刻供奉之神的像和奉献的人和动物,制陶技术发展起来后也用粘土制做。后来,人们改用了蜡制。为什么改用蜡制?为了避免奉献人像被敌人所利用——施以巫术诅咒。公元前第4千纪中期的两河流域,正处于城邦间征战不断的时期,神像给敌人施以巫术是非常可怕的事。改用蜡制后,当敌人进攻,城市陷落时,用火一烧即可销毁。上述这些非常重要,它告诉了我们失蜡工艺的思想起源和技术起源,一种偶然寄于必然中的东西。再往后,当陶工、金属工与蜡像结合,闪光的思想诞生:用蜂蜡雕刻成模子,覆以粘土,加热焙烧使粘土硬化同时融出蜡,然后用形成的空型浇铸出原先雕成的蜡样物——失蜡工艺由此诞生!当然,实际上这是一个逐步认识、发现的过程。这也告诉我们,为什么西方世界的雕刻艺术会如此发达,且其雕塑的人物、动物造型会那么的惟妙惟肖^[1],而失蜡工艺诞生在西方世界,则有其深刻的社会背景和思想、文化的渊源(见图一;封三,图一,羊头权杖(3200BC)1961年死海西岸朱迪亚沙漠 Nahal Mishmar 出土;封三,图二, 濮阿比女王战车上的吉祥物——野驴(2600BC)大英博物馆藏,美索不达米亚乌尔地区王



图一 铜质山羊(3500BC)

牛津大学 Ashmolean 博物馆收藏美索不达米亚乌鲁克时期的失蜡铸件

墓出土)。笔者认为,异常发达的艺术与技术,必有异常深刻的思想文化支撑,为其提供思想的源泉与发展的动力。中国为什么会有异常发达的青铜陶范铸造技术,也在于此。

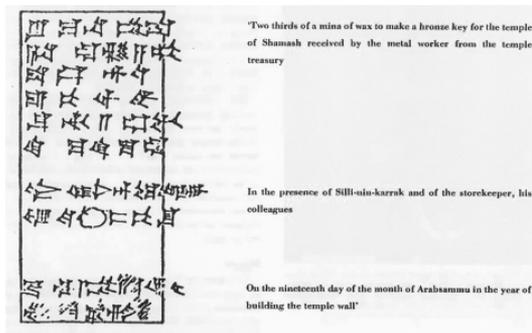
2. 早期失蜡工艺的传播

苏美尔人的技术思想通过贸易从美索不达米亚传遍四方。向北,失蜡工艺首先传至

为苏美尔人提供原料铜和金的安纳托利亚(今土耳其小亚细亚半岛)继而在公元前2300年左右越过黑海传到高加索。向东,大约在公元前2400年传入巴基斯坦印度河西北部流域;向西失蜡铸造到达爱琴海南部的基克拉迪群岛,并在公元前第3千纪随安纳托利亚移民带到克里特岛,在爱琴海南部的塞洛斯(Syros)和纳克索斯(Naxos)岛都有失蜡铸造的实物出土,年代约公元前2300年。至第2千纪中期,失蜡工艺在爱琴海地区已非常流行,希腊本岛,克里特,塞浦路斯发现许多多样例,大多是人和动物像,有青铜铸造的,也有金铸的。往南,大约在公元前2200年左右传入埃及。

3. 失蜡铸造的文字记载与早期失蜡铸造

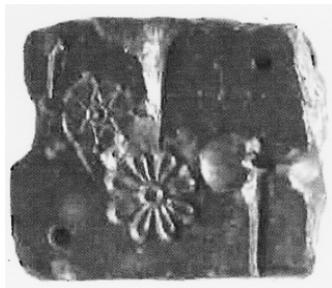
至汉穆拉比时期,失蜡铸造已有文字记载,图二即是出自 Sippar 巴比伦城的公元前1789年关于失



图二 1789BC 的失蜡工艺记载

蜡铸造的楔形文字,上面写道:“two thirds of a mina of wax to make a bronze key for the temple of Shamash received by the metal worker from the temple treasure”(为沙玛什神庙做一把青铜钥匙,金属工匠已从神庙府库中领取2/3 mina的蜡。)

早期的失蜡铸造是实心的,当然铸件的分量较重,如果是用金铸,也非常昂贵。至公元前第2千纪中期,近东发展出了空心浇铸技术,并逐步向希腊,埃特鲁斯坎等地传播。做法是:先用粘土做芯,烧硬,再覆盖一层与期望的器壁等厚的蜡并雕刻成型,然后再覆盖粘土,焙烧硬化同时流出蜡,最后将熔化的金属注入空腔。为了保证芯在正确的位置,要用支钉固定,支钉要插过粘土层。一般铸后会清理掉泥芯,但也有保留下来的。后来,又发展出了间接失蜡铸造,即先用石料或木材做模,然后用粘土翻范,再在范腔内刷上一定厚度的蜡(图三)。间接铸造的优点是适合于批量生产和大型铸件。事实上,直至今日还用来制造金、铜像和复制青铜文物。



图三 大英博物馆藏石模
(1700年BC)

从历史渊源可知,失蜡工艺是作为雕塑艺术的支撑技术而产生的,其主要的功用就是铸造神像、人像及各类动物,当然也用于铸造一些实用器具、装饰品等。几千来,西

方古代文明地区用失蜡工艺铸造的铜(金)像无数,但诸如我国春秋战国时期所谓的“繁复透空”样铸件却鲜见。

二. 失蜡铸造的工艺特征与曾侯乙尊盘的复制

1. 失蜡铸造的工艺特征

目前,持中国青铜时代存在失蜡铸造观点的人,基本上都以器物(或附件)“太复杂,不好脱模”,作为判断失蜡铸造的依据。太复杂,不好脱模,看似一个理由,也容易让人理解和接受,但实质上具有很高的不确定性,不是一个有效的判据,因为,好不好脱模,是因人而异的,不同的人因其对古代范铸工艺研究和认识的程度的不同,往往会做出不同的判断;即使是同一个人,也会随其认识程度的改变而改变。事实上,有的专家的论著中,就业已出土的青铜器而言,认定为失蜡铸造的器物只有为数不多的几件^⑩,而有的研究者则鉴定出几十上百件器物采用了失蜡铸造^⑪。如此,在科技史界、文物博物馆界及考古界势必造成混乱。笔者最近参观了一些国内的大型展览,发现,即便是一些文化程度很高的讲解员(大学历史专业或考古专业老师担当的志愿者讲解员),讲解具体的青铜器铸造工艺时,也是说法不一,莫衷一是。有的把曾侯乙墓出土的编钟钟筍铜套、建鼓座,上海博物馆藏的吴王夫差盃的提梁,河北平山中山王墓出土的龙凤方案、双翼神兽、连盏烛台,甚至河北满城汉墓出土的长信宫灯等,都讲解为失蜡铸造。问其依据是什么?答曰:“太复杂,无法脱模,只有采用失蜡法铸造。再如,河南叶县许公宁墓出土的器物,有人鉴定出了3件失蜡铸造器物,也有人只认为一件脱落的蟠虺纹附件属失蜡铸造。”

之所以出现目前青铜器失蜡铸造判断方面的乱象,根本问题在于人们并没有弄清楚失蜡铸件到底具有什么样的工艺特征。

笔者认为,失蜡铸造最根本的特点是软模,而陶范铸造是硬模,这是两者的根本区别所在,其必然要反映到铸件的表形上来。

根据笔者多年来的研究、观察,失蜡工艺铸造的铸件具有如下工艺特征:

(1)可扭曲性。由于蜡模是软模,可以扭曲,尤其是直接失蜡法,制模时,可以根据需要自由地扭曲、伸展,因此,铸件可以不在一个分型面上自如地曲张(图四)。

(2)柔性。软模具有柔性,可以铸出飘逸、流畅的流线型铸件。封三,图三和封三,图四;是首都博物馆藏的唐代佛像,笔者与大都会博物馆的Donna Strahan女士对实物作过仔细的研究,确认是失蜡工艺铸造^⑫。其充分展现了失蜡铸件的柔美、舒展的特点。



图四 阿拉贾许于克的铜制品
(2400—2200 BC)
藏安卡拉考古博物馆

(3)软模出软型。软模必然会显现软型特征,轮廓和纹饰不挺、不锋,不鲜明,无力度,地张平而不坦,无纹部位常常光而不平整,棱脊线和面都会出现断断续续的凹凸状。封三,图六,也是首都博物馆馆藏的唐代失蜡铸造佛像,上述失蜡铸造的软模特征在其表形上显现得淋漓尽致。

2. 关于曾侯乙尊盘的失蜡工艺复制品

前些年,湖北省随州市广电局的黄金洲先生用现代失蜡工艺复制了曾侯乙尊盘,这本是很平常的事,因为,现代失蜡工艺从技术上讲可以复制任何形式的器物。然而,有人却用其来证明曾侯乙尊盘就是用失蜡工艺铸造的。这显然是不对的。

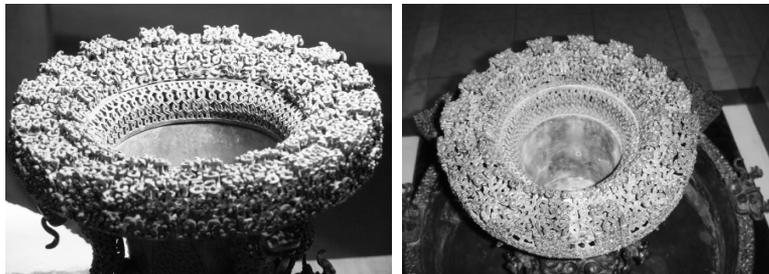
首先,黄金洲先生复制曾侯乙尊盘用的是现代失蜡技术,而非传统意义上的失蜡工艺,更不是古代的失蜡铸造。模料用的是石蜡和硬脂酸,而非传统的蜂蜡或蜂蜡牛油;造型用的是石膏而非泥料,翻模用的是硅橡胶(RTV2),不是传统的石膏,更不是古代的泥料,最后的浇铸,也不是单铸透空纹饰部分,而是整器整体浇铸^⑬。

可见,区别是很大的。熟悉熔模铸造的人都知道,许多现代失蜡工艺可为的古代失蜡铸造是不可为的,这也就是为什么西方古代数千年失蜡铸造的

历史中不见繁复透空饰件的原因所在。

其次,即便是有人拥有高超的技艺,能用传统的失蜡技术做出尊盘,那也不能用来说明,曾侯乙尊盘是用失蜡工艺铸造的。道理很简单,商代的许多青铜器都能用翻砂工艺铸造,你能就此说明商代就有翻砂工艺吗?

其实,曾侯乙尊盘与其失蜡工艺复制品在外观特征上也有许多显著的不同的。在此仅举三处作一对照(见图五~图七)。



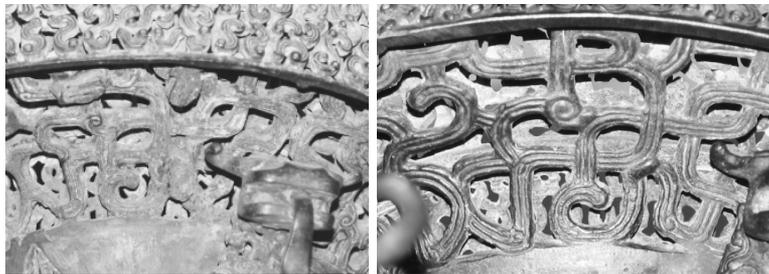
图五 曾侯乙尊与其复制品的俯视对照

(左/原物)硬模力度,透空纹饰四分之一单元有基准面;(右/复制品)软模形态,纹饰多向伸展,无基准面



图六 曾侯乙盘龙附饰与其复制品对照

(左)硬型有基准面且见铸接痕;(右)软模形态,地张凹凸凸,轮廓线断断续续,无基准面。



图七 尊口下层纹饰对照

(左)轮廓线清晰、平顺有力度;(右)轮廓线断断续续,凹凸凸凸,软型特征明显

三. 失蜡工艺问题研究的瓶颈与突破

中国青铜器时代不可能诞生失蜡工艺,原本是一个理论命题,是笔者在系统研究了“黄铜的使用

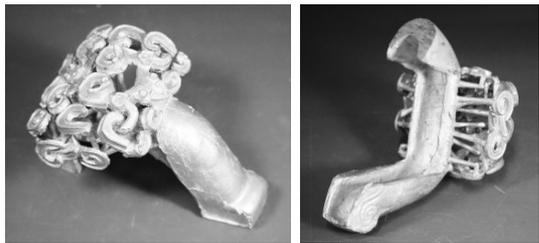
与炼锌术的发明”、“叠铸的起源与发展”、“翻砂工艺的发明”以及“中国青铜范铸技术的发展与演变”之后,对中国古代技术发展史作了一些理论性的归纳,得出“没有需求就没有发明,任何技术的产生必须完成必要的技术积累过程”的结论之后的一个推论^[2]。之后,我们四位作者合作研究了大量青铜器实物,并从各自的领域得出了一致的结论^[3]。其实,单就这一论断而言,其不仅可从技术史的层面感受得到,从其他方面也能感受得到。如,从中国古代青

铜器器型的发展脉络(尤其是楚式青铜器附饰的演变)来看,所谓繁复透空的纹饰是逐步发展起来的,如果仔细观察、系统梳理,不难发现,这类纹饰是由浅到高,由简单到复杂,逐步形成的。既然简单一些的纹饰能用范铸,也有一致的认同,复杂一些的纹饰就非要跳出原有技术体系,改用失蜡工艺吗?

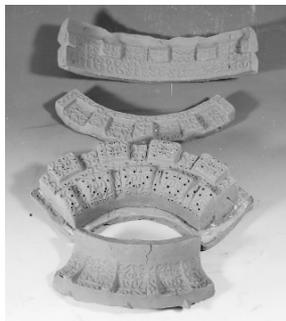
但是,当初我们对这一时期透空纹饰的制做技术提出“焊接”的解释,现在看来确实证据不足^[4]。正如王金潮先生指出的那样,“对镂空纹饰的工艺解释是‘采用分铸和焊接工艺’,而此种解释因条件的限制,并未通过科学的复原试验或相应焊接工艺检测来证实,仅建立在对表面痕迹的推测上”^[5]。实事求是地说,这不能说不是一个缺憾,尤其是在李元芝等对河南叶县许公宁墓出土的透空蟠虺纹饰件公布了CT扫描结果后^[6],使得我们对失蜡工艺问题的研究似乎产生了瓶颈,形成一个症结,一个容易遭受质疑的症结^[5]。

可喜的是,几乎与此同时,王金潮先生凭借其四十余年的范铸实践经验,用传统范铸工艺成功设计并铸造出了叶县许公宁墓出土的透空蟠虺纹饰件^[7](图八)。紧接着,他又按传统范铸工艺的技法设计出了曾侯乙尊上最繁复的透空纹饰的模、范和芯,并成功进行了浇铸实验^[8](图九)。

王金潮设计的实验的工艺特色,或者说其设计



图八 王金潮范铸法铸造的叶县许公宁透空蟠虺纹饰件



图九 王金潮设计的曾侯乙尊口四分之一纹饰的模范芯

思想的过人之处,是把透空附饰的外表面纹饰充分设计在外范上,把内在连接的铜梗巧妙地设计在泥芯上。这种设计思想,正是春秋战国时期青铜器(尤其是楚器)铸造工艺的一大特色^⑩,而我们在文章中指出的,“尊盘”透空纹饰花纹单元具有单盒范特征,正好证明了王金潮设计思路的正确性:即把单元花纹设计在外范上,而主体泥芯实际上起着单元花纹的底范的作用^⑪(封三,图七)。

坦率地说,如果在王金潮的范铸实验之前,由于一般人难以想象出曾侯乙尊盘透空纹饰之类的饰件的模范关系,因此,此类饰件是否曾采用失蜡工艺铸造还有商榷的余地的话,那么,在此之后,这一问题实际上是毋须再争议了。一个用沿用已久的范铸体系(这一工艺体系至战国初已沿用、发展了一千多年)能铸造的器物,为什么不用既有的工艺,而非要另求他法呢?何况失蜡工艺本身也是一套完整复杂的技术体系!若真要提出其它工艺来解释,必须拿出过硬的证据。

论述到此,我们不妨再来重温一下,当年中国机械工程学会对曾侯乙尊盘铸造工艺的鉴定意见:

“随县曾侯墓出土的青铜尊、青铜盘,造型端庄优美,纹饰精巧复杂,尤以口沿附饰的蟠虺云彩透空花纹,盘旋重迭,于繁复中见条理,有极高的技艺水平,是现已出土的青铜器中最复杂、精美的珍品。”

“战国早期,青铜器的发展已十分成熟,泥型铸造工艺达到很高水平,尊、盘本体铸造使用了当时精湛的泥型技艺,而对泥型不能制造的附饰透空云纹则采用了熔模铸造。”

“盘旋重迭的云纹,其内表面用多条铜梗连接,梗面光滑,截面略呈圆形,连接处接口适中,接面圆滑。铜梗形状弯曲,既起到各云纹支撑连接作用,亦为云纹艺术形像增色,更重要的是它构成了熔模铸造的浇铸系统。”

“云纹向外表面,花纹纤细,以局部表面而论,虽亦可用泥型形成,但尊、盘附饰的上表面呈凸凹状,其交界边缘且有个别铜梗盘旋,泥型无法形成。而附饰四角接缝近似于蜡模熔接痕迹,没有泥型分型面特征。内部梗枝既为熔模,则与之连接的云纹若非同样工艺,不能形成如此光滑匀称之接面。”

“据此,我们认为青铜尊、盘之附饰透空花纹系由熔模铸造法成形。”^⑫

《鉴定意见》首先肯定曾侯乙墓出土的尊盘是青铜器中最复杂、精美的珍品,尊、盘本体铸造使用了当时精湛的泥型技艺,而认为“附饰透空云纹”泥型不能制造。理由是:“表面呈凸凹状”,且“其交界边缘且有个别铜梗盘旋”,所以“泥型无法形成”;并把铜梗直接解释为“熔模铸造的浇铸系统”。可见,当年的鉴定会,把尊盘的透空纹饰鉴定为熔模铸造,并不是有直接支持熔模铸造的证据,还是因为觉得形态复杂而已。其实,当年的鉴定会上并不是没有异议,人们在盘的附饰边棱上还是发现有“合范的铸缝”,但当时有人坚持解释为“蜡模焊接形成的接痕”^⑬,真不知这一解释的依据何在?

纽约大都会博物馆馆藏的“楚王孟”(封三,图八)华觉明先生曾定为“已知中国最早的失蜡铸件”,我们不妨也来看看其鉴定依据。

“孟足的铸造有其特色。它通体镂空,两侧纹饰有钩状三维空间干扰,无法脱模。而在足的正中分界处,又有明显的范缝存在。尽管这样的器形仍能用陶范辅以某种技法(可卸式模、型腔加工或加设泥芯)来得到。但,对于小尺度和小批量制作的器件来说,毕竟是增加了难度和过于繁琐。在已能纯熟使用失蜡法的情况下,很难想象会采取这样的做法。为此,我们认为器足是用失蜡法铸造的。”

“纽形饰O3的结构……金相检测也证实其为铸造成型。据此,可以排除使用其他成型工艺的可能性,确认其为整体性铸而成。如此高度的编织型透空纹饰,在很小尺度内三维空间干扰密集,又是一次铸就,自然采用失蜡法不能成功。构成蜡模的兽头、蛇尾等元件规格一致,尺寸相同,应是用模具制作的。”^⑭

可见,华先生鉴定“楚王孟”的纽形饰和足为失蜡铸造也无直接的证据,所依据的还是太复杂,“有

空间干扰,无法脱模”。另外,在这里我们还可以看到,华觉明先生实际上是看到了孟足“有明显的范缝存在”,也认为“这样的器形仍能用陶范辅以某种技法得到”,就是因为其认定了春秋时期已有成熟的失蜡铸造,并想多找出些例子,所以就硬要往失蜡工艺上解释。这有多遗憾!可见,冶铸史研究还是应讲一点理念、思想和方法论的,空谈所谓的“规范”、“学风”是无意义的^③。

诚然,以往的研究者就中国古代青铜器铸造工艺的研究做了不少工作,有的也成绩斐然,但其中不少工作局限于就器物论器物,就技术论技术,并没有着力去摸索青铜范铸的工艺思想及其逻辑体系,更没有形成理论,这样就很容易受到现代铸造技术的干扰。而之所以出现把复杂的透空部件都解释为失蜡铸造,是因为人们对在外范上做纹饰还认识得不够深入,更没有认识到盘曲的铜梗可以通过泥芯来实现。

简而言之,没有能解开具有繁复透空特色青铜器的“模·范·芯”关系,系误判为失蜡铸造的根本所在。

四. 失蜡工艺特征与青铜器鉴定

近年来,随着高仿青铜器的出现,青铜器的真伪鉴定变得越来越难,笔者在研究失蜡工艺问题过程中发现,绝大多数的高仿青铜器皆采用失蜡工艺铸造,在确信中国青铜时代不存在失蜡工艺之后,我们鉴定高仿青铜器就有了理论根据,即只要发现器物有失蜡铸造的工艺特征,即可判断此物系贗品。本文限于篇幅,在此仅举一例。

封三,图五为类似湖北黄陂盘龙城的铜觚,看似深坑锈,且已锈蚀出豁口,给人以真器的印象。我们熟悉了失蜡铸造的工艺特征之后,细察器物,发现其底部纹饰区,每条纹饰皆凹凸凹凸不平整,不存在基准分型面,当系失蜡铸造的贗品。

后记:学术研究呼唤理性的争鸣

“失蜡工艺问题”纯粹是一个学术议题,也是从事科技史研究的人士应当正视的问题,因为这一问题已经存在近30年了,而且在科技史和文物考古界有着广泛的影响。我们提出这一问题,就是希望通过严肃认真的探讨,还历史以本来面目,同时推动科技史和科技考古事业的发展。

(1) 现代失蜡铸造用的是石蜡和硬脂酸等工业材料,强度要远高于古代的蜂蜡或蜂蜡牛油混合物;现代失蜡铸造蜡模外不是做外范,而是逐层挂砂做“壳”,制壳过程中,蜡模承受的压力要远远小于稀泥制做的外范。如果有人能用传统的蜂蜡制成“尊”口

沿透空纹饰四分之一尺寸的蜡模,能否承受泥质外范?

(2) 对“尊”口蜡模的制做,解释为“用模具成批制作蜡质元件,在模具中按预定图案组合,然后逐层连接蜡梗和蜡条使成整体”^④,这些分明皆是基于现代失蜡工艺的技法,却硬要强加于春秋战国的古人,或解释为“贴蜡法”工艺,并试图来解释明摆着的“范线”^⑤。业内人士皆知,所谓“贴蜡法”或者说“贴蜡片法”乃是近现代复制青铜器的技法,怎就用到战国初的“尊盘”上去了呢?

(3) 一篇《中西方失蜡法之异同——兼评先秦“不存在失蜡法”一说的谬误》^⑥,所谓“失蜡法之异同”一点内容没谈出来(仍以近代民间失蜡技法误导)^⑦,笔者以为学术问题应学术对待,希望大家在探讨学术问题时,用严肃的态度,开放的襟怀,平和的心态来商榷、争鸣。

参考文献:

[1] 雕刻家一词当初本义就是‘使人生存的人’,参阅《艺术的故事》[英]贡布里希著,范景中译,林夕校,58页,三联书店,1999。

[2] 三年前,笔者之所以提出“失蜡工艺”问题,也是有感于冶铸史界的研究长期等同于冶金考古,只重视考古实物及其检测、分析,不重视“史”的研究。

[3] a.董亚巍执笔:《中国青铜时代不存在失蜡法铸造工艺》,《江汉考古》2006年第2期。b.周卫荣执笔:《失蜡工艺不是中国青铜时代的选择》,《中国文物报》2006年7月21日。

[4] “焊接”的解释是董亚巍先生察看了尊盘后提出来的,我本人在不久后就提出了异议,一直与董先生有争论,并在《技术史的理论与实践》(《南方文物》2008年第3期)一文中作了说明。

[5] 但是,范缝的发现是实实在在的,尤其是指出具有单盒范特征,这一点具有重要意义。

注释:

参见 T. Jacobsen: The Treasures of Darkness: A History of Mesopotamian Religion, New Haven: Yale University Press, 1976。

H. Frankfort, The Birth of Civilization in the Near East, Garden City, Doubleday, New York, 1956。

又[美]斯塔夫里阿诺斯著,吴象婴、梁赤民译:《全球通史》(L.S.Stavrianos, Sglobal History——The World To 1500, by Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1982);第118~125页,上海社会科学院出版社1999年。

L.B. Hunt, *The Long History of Lost Wax Casting*, *Gold Bulletin*, Vol.13, No.2 (1980 Apr.); T. Jacobsen: *The Treasures of Darkness: A History of Mesopotamian Religion*, New Haven: Yale University Press, 1976。

P. R. S, Moorey. *Materials and Manufacture in Ancient Mesopotamia*. Oxford:B.A.R, 1985, 41; L. B. Hunt, *The Long History of Lost Wax Casting*, *Gold Bulletin*, Vol.13, No.2 (1980 Apr.)。

a.周卫荣、董亚巍、万全文、王昌燧:《失蜡工艺不是中国青铜时代的选择》《中国文物报》2006年7月21日。b.周卫荣:《技术史的理论与实践——技术发展与社会需求》,《南方文物》2008年第3期。

Sir Mortimer Wheeler, *The Indus Civilisation*, London, 1968, pp.90~92.

R.A. Higgins, *Greek and Roman Jewellery*, London, 1961, pp.52~53.

参见 Sir Leonard Woolley, 'Alalakh (Tell Atchana)', London, 1955.

L.B. Hunt, *The Long History of Lost Wax Casting*, *Gold Bulletin*, Vol.13, No.2 (1980 Apr.)。

引自 L.B. Hunt, *The Long History of Lost Wax Casting*, *Gold Bulletin*, Vol.13, No.2 (1980 Apr.)

参考 L.B. Hunt, *The Long History of Lost Wax Casting*, *Gold Bulletin*, Vol.13, No.2 (1980 Apr.)和 P. R. S, Moorey. *Materials and Manufacture in Ancient Mesopotamia*. Oxford:B.A.R, 1985。

⑪ 华觉明:《中国古代金属技术——铜和铁造就的文明》第164~181页,大象出版社,1999年。

⑫ 谭德睿:《灿烂的中国古代失蜡铸造》,上海科学技术文献出版社,1989年。

⑬ Donna Strahan 女士是纽约大都会博物馆金属文物保护与工艺研究方面的专家,她对我们提出的失蜡工艺问题非常感兴趣,2007年5月和2008年9月专程来中国考察、研究中国古代的失蜡铸造问题,她认为中国古代铸造工艺系范铸体系,并认为大都会博物馆藏的“楚王孟”不属于失蜡铸造,对此,将会有专文发表。

⑭ 黄金洲:《复制制曾侯乙尊盘的研究试验报告》,《文物修复研究》(第4辑)第1~6页,民族出版社,2007年。

⑮、⑰ 王金潮:《泥范法复原许公宁透空蟠虺纹青铜饰件研究》,《鉴藏》丛书(第18辑),第50~53页,上海锦绣文章出版社。

⑯ 李元芝、张方涛、谭德睿、华觉明、张明悟:

《许公宁透空蟠虺纹青铜饰件——先秦失蜡法之一器例》,《中原文物》2007年第1期。

⑱ 王金潮的工作已在2008年安徽铜陵“第三届青铜文明与科技考古国际学术会议”上报告。

⑲ 类似风格的器物或饰件,在春秋战国时期楚国的青铜器中随处可见,如透空香薰、曾侯乙编钟架的铜套等等。

⑳ 周卫荣、董亚巍、万全文、王昌燧:《再论“失蜡工艺不是中国青铜时代的选择”》,《南方文物》2007年第2期,图二。

㉑ a.华觉明、贾云福:《曾侯乙尊、盘和失蜡法的起源》,《自然科学史研究》第2卷第4期;b.又华觉明:《中国古代金属技术——铜和铁造就的文明》第174页,大象出版社,1999年。

㉒ 华觉明、贾云福:《曾侯乙尊、盘和失蜡法的起源》,《自然科学史研究》,第2卷第4期。

㉓ 华觉明、肖惠芳:《楚王孟——已知中国最早的失蜡铸件兼论失蜡法及其工艺演变》,《青铜文化研究》(第四辑)第80页,黄山书社,2005年。

㉔、㉗ 华觉明:《中西方失蜡法之异同——兼评先秦“不存在失蜡法”一说的谬误》,“第三届青铜文明与科技考古国际会议”论文,2008年9月23~27日,安徽铜陵。

㉕ 华觉明,《中国古代金属技术——铜和铁造就的文明》第173页,大象出版社,1999年。

㉖ 谭德睿:《浅议古代失蜡铸件的辨认》,《青铜文化研究》(第5辑)第118~124页,黄山书社,2007年。

㉘ 其实,有关西方早期失蜡铸造的遗址、遗物和铸造方法方面的文献有许多,如, P. R. S, Moorey. *Materials and Manufacture in Ancient Mesopotamia*. Oxford:B.A.R, 1985; A. Lucas, J. R. Harris. *Ancient Egyptian Materials and Industries: the Archaeological evidence*. New York: Dover Publications, 1999, 336~337; Carol C. Mattusch. *An Athenian Foundry The Production of Bronze Statuary in Greece during the 4th Century B.C.* *Bulletin of the Metals Museum*. 1989(14): 27~33; Carol C. Mattusch. *Corinthian Metalworking: The Gymnasium Bronze Foundry*. *Hesperia*. 1991, 3(60): 383~389, 392~395; Christopher J. Davey. *Tell Edh-Dhiba'i and the Southern Eastern Metalworking Tradition*. *Papers from the Second International Conference on the Beginning of the Use of Metals and Alloys*, Zhengzhou, China, 21~26 October, 1986。

(责任编辑:周广明)

失蜡工艺的起源与失蜡铸造的工艺特征



图一



图二



图三



图四



图五



图六



图七



图八

(周卫荣 供稿)