



国外古代失蜡铸造工艺研究综述

◆ 陈 刚 (北京科技大学冶金与材料史研究所)
◆ 渭 雄 (中国钱币博物馆)
◆ 梅 建 军 (北京科技大学冶金与材料史研究所)

摘 要: 本文根据国外有关失蜡工艺研究的文献,着重介绍了西方有关古代失蜡铸造的遗物(蜡模和外范)的出土与发现,以及有关失蜡工艺的起源和西方早期失蜡铸造的方法。

关键词: 冶铸史,失蜡工艺,蜡模,外范,古代铸造

Abstract Lost-wax is an important invention in the history of smelting and casting. Two major issues arise in the study of the early lost-wax casting technique: What features do lost-wax castings present technologically? What kind of archaeological evidence can be used for judging the employment of lost-wax casting technique? This article reviews relevant studies on lost-wax casting technique made by scholars abroad, especially on wax models and investment moulds in order to obtain some inspiration. It is hoped that this review will be of some help to promote the research on lost-wax casting technique in China.

Key words history of metallurgy, lost-wax casting technique, wax models, investment moulds

关于失蜡铸造工艺在中国的起源和早期发展,近年来在中国冶铸史界和文物考古界引起广泛的关注和争论。这场争论引出了两个问题:一是失蜡工艺铸造的器物究竟具有哪些技术特征?二是从考古学上讲,失蜡铸造到底会留下哪些物证有助于我们做出判断?有鉴于此,我们就查阅到的国外有关古代失蜡工艺的研究文献作一简要综述,以有助于目前国内有关失蜡工艺问题的学术讨论走向深入。

就现有的资料来看,国外学者对古代失蜡铸造工艺早有关注,但较系统的研究主要起自上世纪60~70年代。他们依据考古资料和实物遗存,在失蜡工艺的起源、失蜡铸造的遗物以及失蜡铸造的方法等方面都做了较为深入的研究。

一. 失蜡工艺的起源与发展

西方从事考古学和冶金考古的学者大都认为,失蜡工艺起源于公元前第4千纪的美索不达米亚。莫利(P. R. S. Moorey)认为最早的失蜡工艺铸造品是神和动物的雕像,起初是实心的,后来,为了节约金属,采用空芯铸造,并用支钉定位。做蜡模的材料

是蜂蜡。史密斯(Cyril S. Smith)与莫利持有相同看法,也认为失蜡工艺诞生于公元前4千纪左右的美索不达米亚。但他认为尚无确凿的证据表明使用何种模料,可能使用了蜂蜡和动物脂肪等原料,并指出,现代工业的精密熔模铸造即源自古代的失蜡工艺。

亨特(L. B. Hunt)对失蜡工艺的起源有其独到的认识,他认为失蜡工艺诞生于公元前4千纪中期的美索不达米亚,是早期宗教、原始艺术和冶金术相结合的产物。

泰勒(P. R. Taylor)对失蜡工艺6000多年的历史作了较为系统的梳理,并将失蜡铸造工艺的发展历程划分为:实芯小型器物铸造,空芯小型器物铸造,实芯和空芯大型器物分铸,大型器物整铸,一次性铸造和大批量铸造六个阶段。

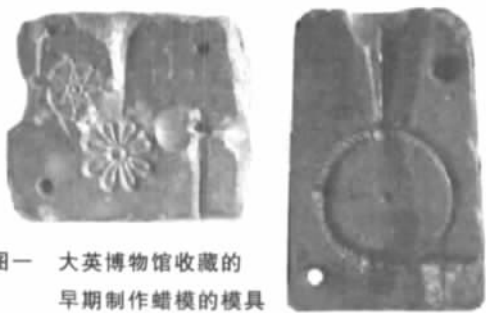
二. 失蜡铸造的方法与传播

早期的研究者如查尔斯·辛格(C. Singer)等在其主编的《技术史》第一卷中简要介绍了失蜡铸造的方法。亨特(L. B. Hunt)在失蜡铸造的方法上也有

较深入的研究,他不仅谈到了直接失蜡法和间接失蜡法,还谈到了这一工艺的发展和在地中海、爱琴海、近东、欧洲和西非的传播,以及铸接技术等问题。

梅耶维茨(Eva L. R. Meyerowitz)对非洲地区的失蜡工艺作了介绍。与其他研究者一样,他认为西非的失蜡铸造技术是由葡萄牙水手传入的,并指出欧洲与西非的失蜡铸造技术的不同之处在于,欧洲的铸工可以使用精巧的工具和采用科学的方法,可以使用凝胶和石膏来翻制多个蜡模,而西非的铸工的蜡模是一次制成的,在使用后就损坏了。实际上,梅耶维茨所述的只是,西非还在使用较古老的失蜡方法而已。

费恩伯格(Wilburt Feinberg)对失蜡铸造有专门的研究,他的专著《失蜡铸造》(Lost-Wax Casting)一书详细介绍了直接失蜡法和间接失蜡法的区别,对蜡模、外范和内芯的制作、金属的熔炼和浇铸以及铸件的铸后加工都有具体介绍。所谓直接失蜡法和间接失蜡法,是指蜡模的制作方法。直接制模法是通过手或其它工具,将蜡料制成与铸件相同的蜡模;间接制模法是通过模具来制作蜡模。直接制模法要求工匠有较高的技术水平,否则铸件的质量没法得到保证,然而手工直接制模的局限性,还在于其效率太低,无法达到大批量生产。在这方面,间接制模法颇具优势。间接制模法,工匠通常用石头、木头、黏土或其它可塑性的材料制作模具,然后将熔化的蜡倒入其中,得到蜡模。图一即是大英博物馆收藏的早期用于制作蜡模的模具。



图一 大英博物馆收藏的
早期制作蜡模的模具

三. 失蜡铸造的遗物

——失蜡工艺的考古学证据

图二和图三都是公认的早期失蜡铸件。众所周知,古美索不达米亚、古埃及、古希腊等地的铸件大多为失蜡工艺铸造,这一点已为人们普遍接受。然而,如何判断器物铸造方法,有何证据表明失蜡法在这些地区使用,是有关研究者必须考虑的问题。我们



图二 红铜失蜡铸件,出土于巴格达
(约公元前 2850 年)^①



图三 埃及金制实芯失蜡铸件
(约公元前十四世纪)^②

注意到,蜡模及其包覆材料(或称失蜡铸造的外范)是失蜡铸造必不可缺的,它们是失蜡铸造的直接证据。

1. 古代蜡模的发现与相关研究

制造蜡模是失蜡铸造过程中的一个重要环节,蜡的使用使工匠们可以随意塑造形态各异的蜡模,这为铸造器型复杂的器物提供了前提条件。然而,很多时候,蜡模在铸造过程中熔失了,很少能有完整的保存下来。如果有,则能作为直接证据证明失蜡法的使用。资料显示,早期的蜡模是由蜂蜡制做的。上世纪 70 年代诺波(Joseph Veach Noble)在美国的一家商铺中发现了古代遗存下来的古埃及的两个蜡模(图四和图五),他认为这些蜡模是作为青铜铸件的替代物用作木乃伊头部的仿制品,放入墓棺而保存了下来。这两个蜡模经分析完全由蜂蜡制成。据有关文献记载,在古埃及,人们已认识并使用蜂蜡了。当时,蜂蜡有多种用途,如用作黏结剂,用来固定假发上的卷发和辫子,也用于制作木乃伊,或涂刷于漆器



图四 埃及出土的蜡模^⑧



图五 蜡模的内部^⑧



图六 古希腊的蜡模(蜂蜡制造)^⑩



图七 Tell Edh-Dhiba'i 遗址出土的失蜡铸造外范^⑪

表面^⑨。由此来看,此蜡模确有可能是用来制造木乃伊的。

另外,亚历山大(Christine Alexander)介绍了美国大都会博物馆收藏的古希腊时期的蜡像(图六),其年代为

亚历山大大帝时期(公元前332~公元前323年),蜡的成分也为蜂蜡^⑩,与上述古埃及的蜡模相同。

古埃及和古希腊蜡模的发现为失蜡工艺在这两个地区的使用提供了直接的物证。

2. 失蜡铸造外范的发现与相关研究

众所周知,失蜡铸造的过程大致为:制作蜡模,用粘土等制作而成的泥料包裹于蜡模之上,烘干,蜡料熔化形成空腔,再将金属液注入,待金属液凝固后将外范除去,获取铸件。有时候,为了将蜡模和内芯、外范固定,还需要采用支钉加以固定。这里所指的外范是指包裹在蜡模外的由泥土和沙子等组成的混合物。因此,外范包含有许多失蜡铸造的信息,能为研究失蜡工艺提供重要线索。

戴维(Christopher J.



图八 美索不达米亚发现的大头针^⑫

Davey) 报道了伊拉克 Tell Edh-Dhiba'i 地区考古遗址出土的一件外范(图七),年代约公元前3千纪左右,可能是用于铸造大头针,因此外范铸出的“大头针”与美索不达米亚发现的早期大头针(图八)相似^⑪。

古希腊青铜器中有不少青铜人像,它们造型逼真、富有美感。在希腊 Agora 地区有一处铸造遗址,年代跨度为公元前6世纪至公元6世纪,马楚



图九 腿和脚的外范^⑬



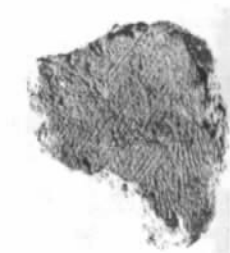
图一〇 浇口(左)和冒口(右)^⑬

(Carol C. Mattusch)对这一遗址出土的破碎的泥范作了专门研究,根据一些泥范的组合形状(图九)、浇口和冒口(图一〇)、泥范上的小孔(含锈蚀了的铁)(图一一)以及泥范内部的打磨痕迹(图一二)等信息,她将其断定为失蜡铸造的外范^⑬。

她还详细介绍了希腊科林斯(Corinth)地区古代铸造遗址出土的铸造遗物(表一),对外范碎片、青铜碎片和铁钉等遗物(1到6世纪)进行了



图一一 带有小孔的外范^⑬



图一二 外范残片的内部^⑬

表一 希腊科林斯(Corinth)铸造遗址出土的遗物^⑩

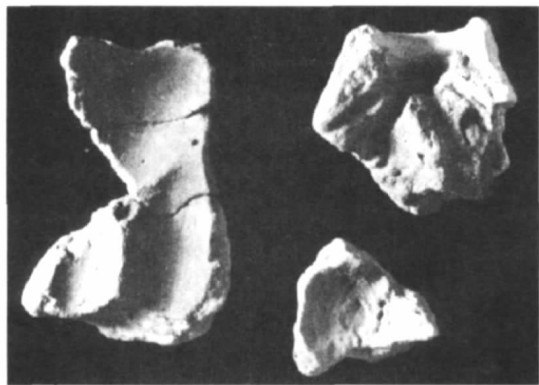
| 序号 | 名称 | 图片 | 描述 | 序号 | 名称 | 图片 | 描述 |
|----|------|---|---------------------------------|----|------|--|--------------------------------------|
| 1 | 浇口 |  | 两层泥料组成,有烧焦的痕迹,有残余的青铜粘于表面。 | 5 | 外范碎片 |  | 两层泥料组成;烧焦的内表面有裂缝;平滑弯曲的内表面的一边有明显的脊状物。 |
| 2 | 浇口 |  | 大部分外层泥遗失,分层不明显,内部是烧焦的。 | 6 | 外范碎片 |  | 内含稻草和毛发;内表面缺失;外范上有小孔,孔含有红色的成分。 |
| 3 | 外范碎片 |  | 两层浅黄色泥料组成;外层含有一些沙;内层的泥料较细,是烧焦的。 | 7 | 外范碎片 |  | 内表面烧焦;有残留的青铜;背部的指痕表明泥料是一层加到另一层上的。 |
| 4 | 外范碎片 |  | 两层泥料组成:外部粗糙而内层烧为红色;破碎的地方有残留的青铜。 | 8 | 铁钉 |  | 粗铁钉,锈蚀严重。 |
| | | | | 9 | 铁钉 |  | 两个大铁钉,轴是矩形的,针头是扁圆形的。 |

研究^⑪。

基于表一中实物的研究,马楚认为,此遗址当系失蜡铸造遗址。她指出浇口1和浇口2的作用是导引金属熔液,而内表面发黑和有青铜残留物说明了青铜液的流入。出土的外范由两层泥料组成,内层泥料精细,目的是为了和蜡模更好地粘结到一起,并使铸件外表细腻光滑,而外层泥料较粗糙,有的含有稻草和毛发,这是为了增加外范的强度。外范上有残留

的青铜,内表面有烧焦的痕迹,这表明这些外范在铸造时使用过了。外范碎片(序号6)上有小孔,孔内有红色的残留物,应该是铁锈,是锈蚀的铁钉遗留下来的。铁钉(序号8、9)锈蚀严重,它们的作用是穿过小孔固定外范和蜡模。

费蕾(S. S. Frere)对英国 Essex 的 Gestingthorpe 遗址出土的一些泥范碎片(2世纪或3世纪)作了研究,认为这些碎片是失蜡铸造遗留下来的,其上没有



图一三 Gestingthorpe 遗址出土的铸造小雕像的外范¹⁹



图一四 浇口外范¹⁹

范铸的痕迹。这些泥范由两层泥料组成,内层泥料比较细腻,外层泥料比较粗糙。范上也有小孔,很可能是支钉孔¹⁹。从图一三和图一四中我们可以了解一些外范碎片的信息。

四. 结 语

综上所述,就国外研究的资料来看,多数学者认为失蜡工艺起源于古代美索不达米亚。从器物本身来看,美索不达米亚、古埃及、古希腊的金属铸件被普遍认为是失蜡铸造的产物。就考古证据而言,国外一些铸造遗址出土的泥范都是失蜡铸造的外范,这从另一方面佐证了失蜡法在这些地区的使用。从文献记载来看,业已发现的最早的关于失蜡铸造的记载是出土于古巴比伦斯巴达城用楔形文字书写的泥板,具体记载了铸造一把钥匙需要多少蜡。在我国,青铜时代陶范工艺铸造使用的泥范和泥模在河南安阳、郑州、洛阳,陕西周原、西安,山西侯马、曲村,宁夏固原等地都有大量出土,但尚未见失蜡铸造使用的蜡模和外范出土。这或许是今后中国早期失蜡工艺研究应该予以关注的一个问题。

参考文献:

P. R. S. Moorey. *Materials and Manufacture in Ancient Mesopotamia: The Evidence of Archaeology and Art*. Oxford: BAR International Series 237, 1985, 41.

Cyril Stanley Smith. *A Search for Structure: Selected Essays on Science, Art, and History*. Cambridge: The MIT Press, 1981, 135-136.

L. B. Hunt. *The Long History of Lost Wax Casting*, *Gold Bulletin*. 1980, 13(2): 66-79.

P. R. Taylor. *Lost Wax Casting - A Short Illustrated Review*. *Metals and Materials*, 1986, 1(2): 705-710.

查尔斯·辛格等著,王前,孙希忠主译:《技术史·第一卷》,上海科学教育出版社,2004年。

Eva L. R. Meyerowitz. *Ancient Nigerian Bronzes-I*, *The Burlington Magazine of Connoisseur*. 1941, 462 (79): 88-93.

Wilburt Feinberg. *Lost-wax Casting: A Practitioner's Manual*. London: Intermediate Technology Publications, 1983.

Joseph Veach Noble. *The Wax of the Lost Wax Process*, *American Journal of Archaeology*. 1975, 10 (4) 368-370.

A. Lucas, J. R. Harris. *Ancient Egyptian Materials and Industries*. New York: Dover Publications, 1999, 336-337.

Christine Alexander. *Greek Accessions A Bronze Griffin a Terracotta Vase a Wax Head The Metropolitan Museum of Art Bulletin*. 1941, 10 (6): 205.

⑪ Christopher J. Davey. *Tell Edh-Dhiba'i and the Southern Eastern Metalworking Tradition*. In Robert Maddin (ed.). *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*. Cambridge: The MIT Press, 1988, 65, 66.

⑫ 吴欣著:《美索不达米亚:一个文明的历程》,文物出版社,2006年。

⑬ 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: 27-28, 29, 32, 33.

⑭ Carol C. Mattusch. *Corinthian Metalworking: The Gymnasium Bronze Foundry*, *Hesperia*. 1991, 3 (60): 383-389, 392-395.

⑮ S. S. Frere. *Mould for Bronze Statuette from Gestingthorpe*, *Essex, Britannia*. 1970, 1: 266-267.

(责任编辑:周广明)