

《自然科学史研究》第32卷第3期(2013年):347—359

Studies in the History of Natural Sciences Vol. 32 No. 3(2013)

技术史的研究方法

——以失蜡法学案为例

华觉明

(中国科学院自然科学史研究所,北京 100190)

摘要 以失蜡法学案为例,强调在技术史研究中,要读文献,看实物,做必要的检测,团队构成要符合研究题目的要求。科技史研究需要耐心,需要知识积累。撰写文章要慎重,符合学术规范。

关键词 失蜡法 学案 技术史 研究方法

中图分类号 N092

文献标识码 A **文章编号** 1000-1224(2013)03-0347-13

今天讲技术史的研究方法。在座的不都是研究技术史的,但各门学科是相通的,技术史的研究方法和科学史的研究方法有共性,也许对各位会有一些启发,不妨姑妄听之。

技术史的研究方法涉及很广,我今天只是举一个例子来说明技术史该怎么研究、不该怎么研究(图1)。举例总是有局限性的,要更全面地了解技术史的研究方法,请参阅陈久金先生主编的《中国科技史研究方法》一书。



图1 华觉明

1 失蜡法曾是商周青铜器铸造长期悬而未决的重大论题之一

所谓失蜡法,首先须用蜡作成和铸件同样形状的蜡模,在蜡模外涂敷耐火材料制成铸型;烘干后,把蜡化掉,里面形成空腔;再经焙烧,把铜水浇进去就得到铸件。简单地说,就是这么一回事,但做起来很复杂。

作者简介: 华觉明,1933年生,江苏无锡人氏,1958年毕业于清华大学机械系。1967年,中国科学院自然科学史研究所矿冶史研究生结业。1978年起,历任该所助理研究员、副研究员、研究员、副所长,1993年离休。曾任清华大学科技暨古文献研究所所长,中华和钟总设计师。现任中国传统工艺研究会顾问,国家文物局文物科技专家组成员,国家非物质文化遗产专家委员会成员,清华大学、中国科技大学、北京航空航天大学、同济大学兼任教授。1956年起从事技术史研究,主要领域为商周青铜冶铸术、古代钢铁冶炼加工技术、机械史和技术哲学,近年复致力于传统工艺研究和保护。撰有专著8种,论文百余篇。代表作有《中国冶铸史论集》(1986)、《中国上古金属技术》(合著,1995)、《中华科技五千年》(主编,1998)、《中国古代金属技术》(1999)、《中国科学技术史·机械卷》(主编,2001)。浙川楚墓编钟研究复制获机械工业部二等奖(1983),曾侯乙编钟研究复制获文化部一等奖(1984),《民间技艺》(主编)获新闻出版署“三个一百”奖(2008),还获得其他多种奖项。

失蜡法是冶铸史上的一项重大发明,美国学者 Simpson 甚至把它与火和枪的发明相提并论。第二次世界大战期间,美国人用现代技术改造传统失蜡法,铸造喷气式飞机所用涡轮发动机的叶片。二战以后,这种工艺发展为熔模精密铸造,形成重要的产业,每年有几千亿的产值。这样,学术界和技术界就更对失蜡法感兴趣了。

伊朗、美索不达米亚、埃及、印度等文明古国于公元前第三千纪中晚期已用失蜡法铸造小件饰物。中国有没有失蜡法,什么时候用了失蜡法?这曾是长期没弄清楚的问题。这件事对中国冶铸史和商周青铜器研究显得非常重要,因为它直接关系到:商周铜器是怎么做出来的?究竟有没有用过失蜡法?应用的范围有多大?这方面有过许多争论。Yetts 认为有些早期陶器是作为失蜡法的模具使用的。Simpson 认为 Freer Gallery 所藏中国商周铜器大都是用失蜡法铸造的。Maryon 和 Plenderleith 也持这种观点。Aitchison 则认为先秦乐钟都是失蜡铸件。20 世纪 50 年代起有一些科学家介入这个讨论,经过实地考察,证明他们当初的判断都是错误的。譬如,张子高先生认为著名的四羊尊是典型的失蜡铸件。仔细的考察表明,这件器物尽管工序相当复杂,但并不是失蜡法铸成的。

在 50 年代末和 60 年代,人们期待着日后的考古发掘能找到某种实证来解决这个问题。

2 曾候乙尊盘、淅川铜禁、铜盞和楚王盞的发现和鉴别

曾候乙尊盘极为精美,是公认的商周青铜器珍品中的珍品(图 2)。1978 年发掘了曾候乙墓,湖北省博物馆邀我去考察该墓出土的铜器。对尊盘作了研究后,我认为它是典型的失蜡铸件。当时年纪轻,也就 40 多岁,觉得这么重大的问题由我个人来判定不太合适。为此,建议湖北省博物馆请中国铸造界的专家们来共同鉴定。中国铸造学会很重视这件事,理事长、副理事长、正副秘书长全来了。全国精密铸造的顶级专家包括后来成为工程院院士的张立同讲师,一共来了 30 多位。还请了国家文物局顾问谢辰生先生。我在会议之初向专家们介绍了情况,谈了我的看法。之后的讨论我没有参加,由这些专家们独立得出结论比较好。两天之后,专家们得出了一致的结论,认为尊盘的顶饰是熔模铸造的。

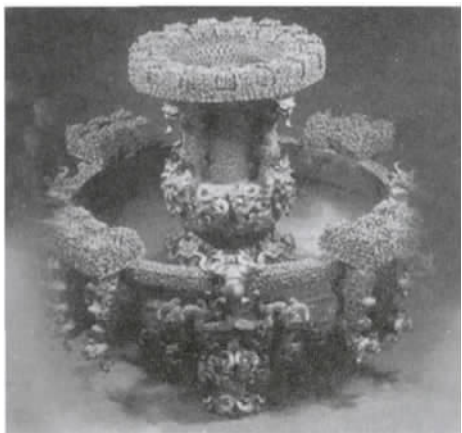


图 2 曾候乙尊盘(战国初,湖北随县出土)

这个鉴定意见,在当时是比较轰动的,因为这是第一次由众多专家对国宝级文物作正式的科学鉴定,确认它是中国先秦时期的失蜡铸件。

和曾候乙尊盘出土同一时期,1979 年河南淅川楚墓出土了几件失蜡铸件,其中最大也是最重要的一件是铜禁(图 3)。所谓“禁”是指台座,用来放置礼器。这一件器物长达 1 米多,非常华丽精致,是楚国令尹的陪葬品,出土时已经碎成好多片,之后用了两年时间才修复。因为碎成了很多片,内部结构看得非常清楚。当时我和李京华先生经过考察,确认它是失蜡铸件,同墓出土的失蜡铸件还有铜盞和壶冠残片。之后经谭德睿先生鉴定,湖南

长沙的愠儿盞也是失蜡法铸造的。

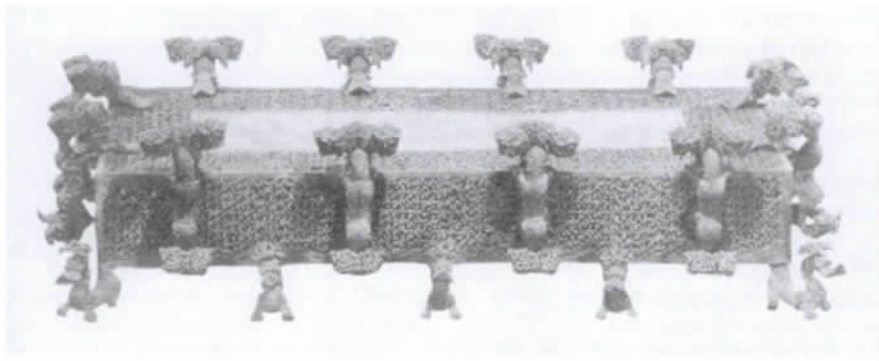


图3 铜禁(春秋中晚期,河南浙川出土)

纽约大都会博物馆收藏了一件楚王盞(图4)。1992年纽约的拍卖行在拍品目录中公布了这件器物,李学勤先生认为它是失蜡法做的,但未予定论。1994年,纽约大都会博物馆东亚部的屈志仁主任邀我去鉴定。这件铜器是怎么来到大都会博物馆的呢?那是一对老夫妇退休后,愿意买件好东西送给博物馆作纪念,委托屈先生帮他们物色。当时拍卖行不识货,把它当成一件普通的青铜器以很低的价格出手了。后来我去作鉴定,这件铜器铸作年代是明确的,是迄今为止发现的最早的失蜡铸件而且是王室重器。原先只知道底部有铭文,我们拍了X光片得知盖上也



图4 楚王盞(春秋中晚期,现藏纽约大都会博物馆)

得知盖上也

有铭文并且跟底部的完全一样。经过鉴定,文物的真实价值得到确认,博物馆方面很高兴。

现在回过来讲为什么说曾侯乙铜尊的顶饰是用失蜡法铸造的?这一纹饰非常细小和精致,花纹之间的距离不到两毫米。那么密集的纹饰根本不可能用普通的方法制作,想用陶范拼合起来铸造是不可能的。经过仔细的观察,没有任何迹象表明它是铸接的、锻接的或焊接的。而且这些纹饰带有空间干扰。比如说做一个模子,外面包了黏土,要能够把范块取出来才行。假如有一个横向的钩子,范块就取不出来,这叫做空间干扰。

简单的空间干扰,也许可以用其他技法来解决,但如尊盘顶饰这么复杂细小的立体结构,是不可能用其他方法来解决的。因此,当时我和其他铸造专家一致认为,只有用熔模铸造才能做出来,其他办法是不行的。那为什么定它为失蜡法呢?因为古今中外熔模铸造绝大部分是用蜡做模料的。现在当然有很多新的材质可用,例如水银、工业尿素等等,只要能够熔化、能够去掉都可以。上古时期世界上的失模法可谓形形色色,有用木料做模的,有用昆虫做模的,也有用绳索做模的。最后,各种材质作比较,古今中外不约而同地都是用蜡做模料。

说浙川铜禁用了失蜡法,也是同样的道理。我是指这件器物的主体。它从浇冒系统

到最外面的纹饰分成 5 个层次,而且风格和尊盘是同样的。楚王盞器盖上面的纽也非常复杂,而且比铜禁、尊盘更早,纹饰的风格更原始(图 5)。

对于传统拨蜡法,我们也作了调查研究。20 世纪 60 年代,出土文物中还不知道有没有失蜡铸件。我当时是研究生,选传统失蜡法为论文题目。古代的找不到,先找现存传统工艺。就是说先了解一下,还有没有这种传统失蜡法存在? 1965 年的秋天,我花了三个月的时间在北京到处寻访。后来在微电机厂找到了门殿普师傅。门师傅早年是搞佛作的。50 年代初期,他们还曾用传统失蜡法为印度作了 500 尊佛像。后来这个行业逐步衰落了。门师傅虽有好手艺,情势所迫只好改行做别的工种。我们辗转找到了他,在北京美术公司的铸造车间请他做一尊佛像,我和王安才跟他学,用的是“古铜张”传人刘俊声师傅提供的一件北魏风格的自在观音像,整个工艺过程从头到尾做了一遍。他用的泥料里面要加纸纤维。买几张高丽纸,把它绞碎,取出来放在平板上,用细铁条抽上一天,实际是用水把纸里面的胶质泡掉,用机械的办法把纸纤维分离出来,然后把这些纸纤维掺到黏土里面。为什么这样做呢?加了纸纤维的造型材料不容易裂,而且收缩率会降低。铸型经烘干,纸纤维被烧掉,形成空隙,质地就比较疏松,容易透气,也容易清理。办法很原始,但有它的道理。



图 5 楚王盞盖纽



图 6 自在观音铜像(复制件)

我们跟门师傅学了三个月,把这尊佛像给做出来了(图 6),铜的成分、耐火材料的物理化学性能都做了检测。但是有些工艺的奥秘,到现在仍不清楚。铜像做好以后要抛光,抛光后要作色。当时找到两位师傅,是哥儿俩。作色的时候不让看,据说是用几味中药熬成汤,把佛像放在里面煮,就成了金色的,非常漂亮。我感觉它的表层是胶质的,曾请一位工程师做模拟实验,但没做成。这件铜佛保存了十几年,颜色一直很好,后来北京机械研究院要复制,借去翻模,表面那一层给剥离掉了,很可惜。

传统拨蜡法的调查,对我们有非常大的启发。古代技术虽见于文献,但文献记载很简单。通过向老师傅学习,就弄清楚了许多工艺细节。

通过这样的学习,我们发现中国传统失蜡法和欧洲的失蜡法有很大区别。希腊、罗马的失蜡法,多是作成模子后,把蜡浇进去做成蜡模,然后雕刻细部。中国的传统失蜡法不一样,蜡料是用一种特殊的技法做成的,可塑性很强,就跟陶土一样,非常柔软,可以随手拧成麻花状。因此,中国古代叫拨蜡法,蜡模是拨塑而成的。刚才你们看到的楚王盞,花

纹非常随意,可以看出是用手工做成很细的蜡条再成形的。这就为我们后来判断出土的有关文物打下了基础。

下面讲鄂尔多斯的失蜡失织法。在中国鄂尔多斯地区,先秦时期有一些牌饰,它们的背面有织物的痕迹。经美国学者埃玛·邦克等研究和复制,证明它们是用蜡片做模,模背贴织物以加强刚度,然后把织物和蜡烧掉再铸成铜牌饰,所以称作失蜡失织法。

澳大利亚的巴纳博士早在 20 世纪 80 年代后期就发现,有一些提梁卣的提梁无范缝而有绳痕。他认为提梁是用绳子做模的,可见中国的失蜡法有一个长期的发展过程。其实国外也是这样。例如拉丁美洲早期也用绳子做模,还有用昆虫尸体做模的,最后才定下来用蜡做模。看来中国可能从商代晚期就有这种失蜡法,发展成失蜡法有一个过程。后来,我和其他一些学者还研究了汉代、南北朝、唐代、明清的失蜡铸件,这就不详细讲了。

3 某些学者对先秦失蜡法的全盘否定是毫无根据的

1979 年以后,20 多年间,国内外普遍接受了我们的判断,认为先秦时期失蜡法是中国青铜冶铸业的一项重大技术成就。然而,2006 年春,王昌燧、周卫荣、董亚巍和万全文这几位先生接连在《江汉考古》等报刊发表文章提出质疑,《科学时报》还刊登了王昌燧先生的一篇答记者问。到了 5 月份,他们又特地在北京召开了一个古代冶金的研讨会,会议的重点就是全盘否定先秦失蜡法。之后《长江日报》、《楚天都市报》、武汉市的晚报接连有记者刊出相同的报道。他们的论点有这么几个:

- (1) 中国青铜时代不存在失蜡法铸造工艺,压根儿就没有失蜡法铸造的器例;
- (2) 当时不具备失蜡法工艺产生的技术基础和社会需要;
- (3) 西方有雕塑艺术的传统,所以很早发展了失蜡法工艺体系,而这种工艺不可能在中国的范铸工艺体系中产生;
- (4) 牛油、羊油不大可能在云南温暖气候中成型;
- (5) 中国是大陆文化,西方是海洋文化,因此失蜡法只能在西方产生,而不可能在中国产生,等等。

我们认为,这几位先生对先秦失蜡法的全盘否定毫无根据。他们把蜡模的范痕和焊痕误认作了铸痕和焊痕。尊盘和铜禁怎么作的呢?他们认为是分别铸出纹饰和铜梗,再用铜焊把纹饰和铜梗焊在一起的。但他们提不出任何根据,说不出用的是什么焊料和怎么焊的。在座的可能不了解具体的工艺细节。传统的焊接是怎么做的?铜焊、银焊先要把焊料放上,把待焊接的工件连同焊料放到炉子里,在 800 度到 900 度的高温下加温,让二者焊接在一起。那么复杂和密集的纹饰,如果一个一个地焊是要变形的,也不可能反复放到炉子里面烧,现在都办不到。古代确有铜焊,但和现在的焊接概念是不一样的。古代铜焊是把铜水浇到模子里,冷却后使工件联接到一起,也许可称作铸焊。至于王、周等先生声称的那种铜焊,至今在先秦铜器中还没发现过。

所谓的先秦时期不具备失蜡法的技术基础和社会需要,雕塑艺术是西方的传统,海洋文化才能产生失蜡工艺云云。我想,只要是稍稍了解技术史和艺术史的人都是无法苟同的。春秋中晚期到战国时期青铜器制作的新趋向是要追求更复杂和立体化的纹饰,这就

是当时的社会需要。正是出于这种社会需求,失蜡法才应运而生。怎么能说那个时候就没有这样的社会需求也没有这样的技术基础呢?这些说法是完全站不住的。

所谓雕塑艺术是西方的传统,这种看法很荒唐。中国的雕塑艺术起源很早,传承有绪,成就辉煌,自成一格,并不是西方才有雕塑艺术的传统。至于说海洋文化才能产生失蜡法,那更是无稽之谈,没有任何道理。

有人还说云南气候温暖不可能采用失蜡法,这真是不知从何说起了。《天工开物》明确记载了用牛油和蜡配制蜡料的配方。我们 20 世纪 70 年代在广东佛山找到了唐煊老师傅。他就是用类似于《天工开物》所记载的传统拔蜡法做铜像的,广东比云南气候更温暖。李晓岑先生最近在云南找到一位藏族师傅,他的蜡模是用羊油和蜂蜡配制的。明明书上有记载,而且还有人这么在做,却视而不见,置若罔闻,这算怎么回事呢?

河南叶县新发现的早期失蜡铸件也很重要。王、周等先生在北京开古代冶金研讨会时,请李学勤先生主持会议。李先生当时在会上就说,河南叶县有这个发现,你们是不是去看看?李先生心里是有数的。他的意思是说,你们应当去看看这件器物,看了以后才能说先秦时代有没有失蜡法。2006 年 5 月这几位先生去看了,却至今没有提出对这件器物的看法,更没有发表文章。事情很巧,5 月份郑州有一个全国精密铸造的会,我和谭德睿先生去参加了。会后,我们去了叶县。谭先生先前看过那件器物,我没有看过。这件器物很小,我们能不能做些检测甚至复制出来呢?

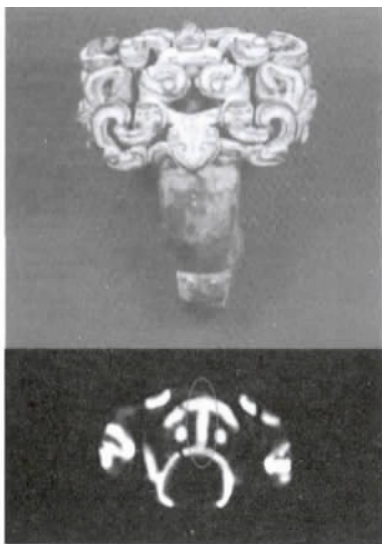


图7 许公宁透空饰件(上)与 CT 断层扫描图像(下)(春秋中晚期,河南叶县出土)

我们到叶县比王、周等先生晚了三、四天。仔细看了这件许公宁墓出土的透空蟠虺纹青铜饰件,确认它是典型的失蜡铸件(图7),整个纹饰的做法和风格,都和曾侯乙尊盘附饰一脉相承。我们就建议要检测这件器物,因为现在的技术条件比先前好多了。以前没有更好的手段来检测这么复杂的器件,现在有工业 CT,它比医用的 CT 能量更大,可以对青铜材质作断层扫描。全国有一家做得很好,就是北京的航空材料研究院,原来的 621 所。我们就和 621 所联系,请他们帮忙,一起去的是叶县文化局的李元芝所长、张方涛主任、我和张明悟,研究院很配合。

现在就请大家看这个图(图7),扫描部位是中间的这个柱。检测结果表明,它是整体铸造的。假如是焊接的,必然会有焊缝和界面。假如是铸接的,也会有界面和接缝。但是都没有,很明显它是整体铸造的,在当时技术条件下只能是用失蜡法。

在器物中部也做了横截面的扫描,显现了纹饰的分布和风格。它的纹饰是对称的,符合中国的审美观念。还做了金相和光谱等等。用这些更加确凿的证据,确证它是失蜡法的铸件。在检测的当时,我们就想最好把它按原来的工艺复制出来。为此,我请了一位中国工艺美术大师,北京的殷秀云女士。我和她比较熟,早在 1979 年,她就曾帮我绘制曾侯

乙编钟和尊盘的线图。复原试验是在杭州一家工厂做的，那里有一位工艺师许国平是美术学院毕业的，会雕塑。我们请这两位到叶县，照着器物拨塑蜡模。用什么原料、蜡料怎么配，都是我告诉他们的。蜡料配出来后，很细致地做了几套蜡模，两个人做了半个月。然后回到浙江厂里，按照几种传统泥料配方制备造型材料，最后铸成 8 件复制件（图 8）。我到杭州去看了一下，大体是成功的。这件器物的检测结果在《中原文物》和《中国文物报》发了文章，关于复制试验也即将发文章。

学术争论是常事，一件事情尽管许多人认为是这样的，却有人提出质疑，这很正常。但是 2006 年春天发生的这件事在文物考古界引起了诧异。一开始有些人觉得奇怪，原本认为尊盘、铜禁都是失蜡法做的，现在说不是，那肯定有什么重大的新发现吧。我们开始并没想公开予以批驳。作为学术讨论，好多事情随着时间的流逝自然会明朗。所以当时没有说话，让大家自己判断。后来这个事情有了影响，有些报纸报道了，文物考古界也有很多人不解，究竟这是怎么回事呢？湖北省博物馆要到北京办展览，把尊盘也带来了，但万全文参与质疑文章的署名，提出要改尊盘的展出说明。那么，尊盘原来的展出说明是改还是不改呢？

在这种情况下，文物考古界有的老前辈，原国家文物局顾问谢辰生先生先前参加了尊盘的鉴定会，知道这件事的全过程：会上怎么讨论的？最后是怎么定下来的？与会的都是国内铸造界的权威人士，铸造学会理事长荣科先生是在中国最早搞喷气发动机叶片的。还有一位当时还是大学讲师的张立同女士。后来她做了无余量失蜡叶片，铸后不经过任何加工就可以安装使用。因为这样一些重大成就，她成为中国工程院的院士。

这样，在一些前辈的敦促下，我和谭德睿先生合写了一篇文章，就是刊登在《中国文物报》上的《中国失蜡法的研究、鉴定、著述记略》一文。这篇文章没有正面批驳王、周等先生，只是把国内外学者历年来做的有关工作和写的论文列了个单子，读者们读了这些论文后自会得出自己的结论。当然，这篇文章也同时表明了我们的观点，确认失蜡法是先秦铸师创造的有自己特色的重大技术成就。奥运期间要办一个中国文物展，青铜冶铸是其中的一个重要部分，失蜡法也属于展出内容。经过研究，并没有采取王、周等先生的说法，曾侯乙尊盘在北京展出时，原先的说明并没有改。

这就是用蜡模复制的蟠虺纹失蜡铸件，它为这一学案提供了一个有力的判据。下一步我们还要做一些工作。当年技术手段不齐全，现在可以做一次复查。曾侯乙尊盘名气太大了，这样只有一件的国宝是不准出国的。20 多年来，有很多单位想复制尊盘。就我知道，四川有一家复制得比较成功，用的是现代熔模铸造工艺。



图 8 许公宁透空饰件的复制件

4 历史是怎样被误判的

几位先生在文章里很武断地说，把尊盘、铜禁等定为失蜡铸件是“历史的误判”。其

实,他们对先秦失蜡法的全盘否定才真正是对历史的误判。这种误判是怎么产生的呢?我认为有几点原因:

第一,不通读已有的文献。这本是科技史研究的一个基本常识,你要研究这个问题,那么关于这个问题的前人、今人所有的著作、文章你都得读过。这是最基本的要求,要不你怎么在前人的基础上创新或者予以反驳?前人写的东西你没有看过或者没有读懂,是不可能做好研究工作的。这是起码的学术规范。但是他们或者是没有看过,或者是看过了但没看懂或当作没看过。比如说失蜡法的起源,说是突然出现了几件失蜡铸件,这怎么可能呢?但是,明明先前的几位先生的文章里都说了,失蜡法是从焚失法等等逐步发展过来的。这些文章他们可能没有看过,也可能看过却置若罔闻。可见,至少在文献上工夫没有下够。

另如楚王盞的论文,我是1994年写的,因为种种原因没有发。过了这么些年,我认为发不发的事可以自行决定了,所以就发在《青铜文化研究》上面,时间是2005年。2005年才发的文章,这几位先生应该看得到。如果看到文章,却当作没有看见,仍旧说先秦时期没有失蜡法的器例,这就太离谱了。

另外,浙川铜禁那么大一件器物,5、6个人花了两年时间才把它复原了。河南博物馆原馆长任常中先生和王长青老师傅还一起写过文章。复原时没有发现任何焊接或铸接的痕迹,文章里说的很清楚。当然,你可以怀疑他们说的不对。但这几位先生到河南博物院看浙川铜禁,几位当年复原铜禁的师傅就在院里,却不问问人家。发掘浙川铜禁的赵世纲先生就在河南省文物考古所,也不找他作些调查,就下了结论,这是很令人吃惊的。

第二,没有遍览实物。很多文章提到这一件是失蜡法或那一件是失蜡法,包括纽约大都会博物馆的楚王盞,这一件他们肯定没有看过。没有看过就说它不是失蜡法作的。天下没有这个理吧?就算我说的不对,你也得看一看。看都没有看过,就说不是,请问能这样做学问吗?

我们到河南博物院看浙川铜禁,保管部和陈列部的两位主任、原来的馆长陪我们一起看,讲了一些情况。他们说那几位先生来看过铜禁。铜禁是镇院之宝,放在玻璃柜里面不让拿出来看。他们只看了看外形,没看到器内典型的失蜡法浇注系统。绕场一周拍了几张照片,就说这不是失蜡法做的,这未免太轻率了。

例如,铜禁一侧有一条纹路,这纹路实际上是蜡模拼焊的痕迹。几位先生硬说那就是焊接的痕迹,却拿不出任何根据。那一次我和谭先生看这几件文物,找原来的发掘者赵世纲先生,原先和我一起鉴定铜禁的李京华先生,前馆长任常中先生,还有王长青师傅的三位徒弟一起座谈。我们得知了更确凿的证据,例如究竟有没有焊接和铸接的痕迹,当时是怎么复原的,等等。赵先生还把他手头保留的几件残件拿出来让大家看,很清楚,根本没有丝毫焊接的痕迹。这些都可以用仪器检测的,你不好好看实物,怎么就能下结论呢?

第三,没有做任何科学检测。只用数码相机拍了一些照片,那能解决问题吗?几位先生之中有搞科技考古的。现在技术手段这么发达,总得做一些检测吧。你说有焊缝,你得鉴定一下那个焊缝用的是什么焊料?有没有过渡层?这是起码的常识。不作任何鉴定就发表那么武断的结论,这是违背学术界常规的。

还有一个原因,这些文章是四位先生联名发表的。但这个团队的结构有缺陷,都不懂

现代失蜡法,更不懂传统的失蜡法。他们不去请教行家和亲手发掘、修复的人,就得出极其武断、毫不靠谱的所谓结论。

历史就是这么被误判了。所有这些作为都远离了学界公认的学术规范。要做研究工作,你就得读文献,看实物,做必要的检测,团队构成要符合研究题目的要求。做学问是不能炒作的。发表文章是给大家看的,赞同也好、反对也好,要让别人发表意见,自己不要炒、不要标榜。文章3月份发表,5月份到北京开研讨会,紧接着这个报那个报发新闻、见记者。这不是学者该做的事,不符合学者的行为规范。这样做学问,不出根本性的错误才怪了。

5 失蜡法学案说明了什么?

把这叫做学案,是指学术上的一个争论。学术争议是有好处的。在某种意义上,错误的一方也为推动研究的进一步深入做出了贡献,为什么?

1979年鉴别曾侯乙尊盘时不具备现在这样的技术条件,也没有钱。请铸造学会几十位专家来开会,是武汉机械研究所拿出了一万元钱才开成的。当时缺乏条件,留下一些遗憾。现在有人提出质疑,从某一个角度来说是有根据的,因为没有更确凿的证据证明是失蜡法做的。几位先生提出这个问题是有贡献的,这促使我们作进一步的研究,更细致地做检测甚至复原,这个工作就做得更深入了。学术争论应当采取宽容的态度,得承认争论双方都对研究进展做出了贡献。

失蜡法学案的出现是有深层原因的。中国现在处于社会转型阶段,社会上充斥着浮躁轻慢之风。这种情况不可避免地要反映到学术界里面来。失蜡法学案在20世纪30年代不可能发生,在50年代也不可能发生。为什么现在发生了?这是因为“大跃进”、“文化大革命”把所有合乎道理、应当遵从的规矩和规范都破坏了。这种消极影响到现在还存在,加上社会转型的冲击,于是就会发生这样的事情。

有些学者不是老老实实做学问,而是急功近利。一些报刊、记者追求轰动效应,只要能吸引眼球、能增加销量就敢登,对于严肃的学术讨论和学术批评反不感兴趣,更不愿意否定自己。炒作不当了,不对头了,也不肯更正。有些人的学风和报风就恶劣到这种程度。

这种种情况应当引起我们的警觉。当然,我们也相信,凡是虚假的东西、不正确的东西,都是站不住脚的,毋须过分担忧。

我认为在学术界,科学院还是比较干净的,但不可讳言也有这种浮躁现象。我今天讲的意思是说,在座的各位年纪还轻,将来大部分人可能不会搞科技史,也许到社会上做别的事,少数人愿意清苦一点,对学问有兴趣,可能留下来做一点研究工作。无论如何,有一句话希望做学问的人知道,就是元史大家韩儒林先生说的“板凳要坐十年冷,文章不写半句空。”这句话很经典,有人写文章作了考证。这个话怎么来的呢?是韩先生来北京出差时和范文澜先生促膝谈心。两个人谈了一下午,谈的是该怎么做学问。韩先生回到南京大学觉得这番谈话很有意思,就写下了这么两句话,之后就传出去了。许多人以为是范先生说的,实际是韩先生说的。

科技史研究需要积累。研究物理学、数学有可能20多岁就出名,就得诺贝尔奖。研究科技史可能要到四、五十岁才能有大的成就。假如要搞科技史,你就得准备坐冷板凳,写文章得谨慎,不要写空头文章、经不起推敲的文章。假如觉得科技史太冷清,挣钱也少,可以不干。今天讲失蜡法这件事,相信对大家都有好处。好处在哪里?就是必须老老实实做学问。将来如果不搞科技史,做买卖也好,当官也好,都得老老实实。做人做事都得老老实实。我就讲这些,谢谢大家!

6 答疑

主持人:谢谢华老师!华老师讲座的结尾用了“板凳要坐十年冷,文章不写半句空”。前些天,董光璧先生说:宁肯十年不发表文章,也不要发表破文章。由此可以看出前辈专家是如何治学的。华先生介绍了他自己的研究方法,供我们学习借鉴。这个关于学案的讲座给我们刚刚做学问的年轻人也敲响了警钟。我们可以看出,将来应该怎么做学问。

现在有些年轻人不愿意辛苦做学问,希望很快出成果,很少做艰苦的工作。华先生是一位成功的学者,但仍然跟师傅学习,把整个工艺过程总结出来。下面请大家提问题。

提问1:西方有些学者研究文化的起源,认为中国有很多都是外面来的。中外之间有没有这样的关系?

华觉明(以下简称“华”):西方的失蜡法比中国要早近千年,但是目前还没有什么确证说是从他们那里来的。原来有一种说法,认为云南的失蜡法有可能是从东南亚传来的,但是也没有什么证据,只是从时间早晚判断的。我觉得至少从目前所知道的情况来看,我们的失蜡法有自己的特点:(一)蜡料的配方和蜡模的成型与西方有很大区别,而且似乎一开始就是这样。(二)所做的器物不一样,风格不一样。中国早期的失蜡铸件都是礼器而且是礼器上的配件,既复杂又精致,纹样都是中国独特的风格。西方失蜡法多用来做人像,做得很好。我觉得中国的失蜡法至少部分技法有原创性。这并不稀奇。拉丁美洲也有失蜡法,跟欧洲没有关系。

提问2:我提的问题比较大。您跟历史学界、文物考古界、工艺美术界合作比较多。能不能从这种合作中来看科技史的学科跟那三个领域的关系?

华:作为科技史研究尤其是技术史研究,应该多跟其他学科接触,这很重要。技术史跟科学史有一些不同,技术史似乎跟社会的联系更直接一些。我的导师王振铎先生是国家文物局的大专家。他是文物考古界的。我最初研究失蜡法得到了他的启发。他说,你要做失蜡法,该在北京跑一跑。北京有很多源出宫廷的佛作艺人,你去找一找他们。

我开始研究青铜器也是王先生介绍我去找夏鼐先生。技术史研究必须和实物联系起来。那么,就要和考古界联系,也要和工艺美术界联系。我最初是研究古代钢铁技术的,也得和文物界联系。当初就找了夏鼐先生,他让他的研究生黄展岳先生帮我调铁器作分析,各地博物馆提供了许多试样。这些实际工作离不开文物考古界的合作。我做实证性工作得到许多人的帮助,我们的工作也对考古界有帮助。我最初研究钢铁技术,之后研究青铜冶铸技术,近些年又研究传统手工技艺,这就和文物考古界、国家文物局、文化部、工艺美术界都有了联系。

提问 3: 蜡模里面有很多缝隙, 泥料是怎么填到缝隙里面的?

华: 必须通过复制才能知道这些细节。泥料是用毛笔蘸着涂到蜡模上, 有时得想办法吹进去。这就是我们做复原实验的好处。不通过复原, 有许多事情就不知道。

提问 4: 是固体的还是液体的?

华: 是流态的, 要先弄稀。

提问 5: 干了以后呢?

华: 里面不能有孔洞, 不能有气泡, 传统的做法是一层一层地涂挂, 先用毛笔蘸泥浆在表面涂一层, 稍微干一点再涂, 涂好几次。涂的过程中要稍稍敲打, 把气泡赶出去, 这些都是很细致的工作。

提问 6: 用失蜡法做出来的这些东西, 出土的时间跟地理的分布有没有什么规律? 是不是哪个地方早? 哪个地方晚?

华: 这个问题问得很好。目前已发现和已经鉴定确认是失蜡法铸件的, 绝大部分在楚国境内。铜禁是楚国的, 刚才讲的许公宁饰件和楚文化有密切的关系。许公宁墓出土的文物有一半以上明显具有楚国的风格, 也有一些是中原的风格。失蜡法很可能最先在楚国推广使用。屈原《楚辞》里面提到用蜂蜜做食品。日本人先前有文章说中国早年没有失蜡法, 因为直到魏晋南北朝文献才记载有蜂蜜。我后来写文章反驳, 引用《楚辞》等早期文献证明中国早就利用蜂蜜了。美国宾夕法尼亚大学的 Piggot 博士说我讲得对, 难道春秋战国时期蜜蜂就不飞到中国来吗? 后来我还得到一个有力的证明, 在曾侯乙墓出土的一件乐器的簧片上发现有蜡。簧片很薄, 要调整它的频率, 可以加一点蜡。这是黄翔鹏先生告诉我的。他说战国肯定已经用蜡。

提问 7: 你刚才说中国失蜡法和西方有一些不同的地方, 举了一个例子, 现在云南德钦还有用羊油做模的。云南属于藏区, 和印度的失蜡法有什么联系? 他们和中原地区的技术又有什么区别?

华: 这个问题提得很好。西藏跟印度、尼泊尔有联系。历史上也有记载, 西藏的很多铜佛是尼泊尔进来的, 有些是尼泊尔工匠做的。所以一般认为, 西藏有些工艺和尼泊尔有关。但中原对西藏的影响也很大, 文成公主入藏时就带去很多工匠。缅甸有失蜡法, 做法和中国不完全一样。印度的失蜡法很早, 比中国要早。但后来印度请中国人做佛像, 也许中国的技术更高一些或者价格更便宜。要弄清楚技术之间的传播关系是一件很难的事, 最好少下判断而是提出可能性。这样会妥当一些。

提问 8: 您讲过多重证据法和多学科协同的研究方法。有人对失蜡法做了误判, 可能正是因为缺少直接调查和亲身的经历。这正是您做了而他们没做的工作。比如, 乾嘉学派的戴震、程瑶田等人虽然考证很精微, 但是对具体的工艺缺乏调查了解, 恰恰也是犯了这么个错误。

华: 技术史研究是一件非常实际的工作。刚才讲乾嘉学派对文献考据得很细致, 但缺乏具体的实际知识、第一线的知识。举一个例子, 比如编钟, 好多钮钟上面有长方形的小孔。以前所有学者包括清朝的学者, 都认为钮钟上的孔洞是用来调音的。实际上根本不是。这些孔是怎么形成的呢? 钟是空的, 里面要有泥芯。泥芯和外面的范合拢时要定位, 不能偏, 也不能挨着。因此, 古人就在泥芯上做出一些长方形的凸起, 跟外面的范挨着留

出中间的空腔,铸后就成为孔洞。一直到 50 年代,王世襄先生仍认为信阳出的一套纽钟有调音孔。其实,这些孔洞的位置正好说明安装时有误差,因此有的孔透,有的孔没有透。所以,研究技术史一定要深入实际,要向民间学习。当然科技史的各个分支学科有很大的不同,不能照套。

提问 9: 您曾在文章中对双音青铜编钟用了“复兴”和“创新”的提法。我对您所提“创新”的理解是,用现代科技手段和方法进行设计,使这种器物 and 传统的器物一致,甚至达到更好的效果。不知我的理解是否准确? 您说的这种创新指的是什么? 对于像大风车的调查,是不是也有必要在有条件的时候做类似的创新?

华: 这种事情很难一概而论。编钟当然很重要,现在已做了几百套编钟,无论是国内或海外华乐团都有编钟。但是很遗憾,许多厂家为了赚钱还是照老的套路来做,没有多少创新。其实按现在的科学技术水平,如果做进一步的研究,材质方面可以改变,设计方面可以用有限元的方法;怎么敲、怎么编曲也都可以创新,但是很少有人这么做。个别人做了,限于条件也不太深入。传统的编钟不是没有缺点,有时候音响并不好。尤其是高音钟,如果作些改进可以达到更好的音响效果。我们做中华和钟的时候,时间太紧,要求 10 个月拿出来,不可能做基础研究,只是把钟梁的文饰改了改,这只是一形式上的改进。传统技术绝大部分很难再有大的发展。当然也不能完全排除有的传统技术能有改进和创新。但是,做起来很难,得有经费,而给经费的单位往往不一定对这些感兴趣。

提问 10: 您刚才说,研究技术史一定要向民间学习。但我们这个时代,没有像您那时候容易找到民间艺人。我们现在做这方面的研究,您有什么好的建议? 或者有什么好的方法解决这个问题。

华: 你说的对。比如失蜡法,北京就没有了。我们当时找到的就两位师傅,其中一位 80 多岁了,有点糊涂了。后来在广东佛山找到一位,在苏州找到一位,最近又在云南找到一位,很稀有了。现在找艺人有点困难,但不是没有希望。目前国家在加强非物质文化遗产的保护,进入传统手工艺保护名录的第一批有 89 项,其中有些我们先前不熟悉。并不是像人们想象的那样,传统工艺全没有了。

举几个例子。比如铎钹,中国的大铎直径有一米多,是进入交响乐团的唯一中国乐器。最近我们发现山西长子、山东淄博有锻制铜铎的作坊。山西长子是 9 家农户联手办的一个作坊,完全用传统工艺操作,有的是非常珍贵的。一般人认为青铜是不能淬火的,其实不然。青铜淬火以后并不裂,而是韧性更好了,可以锻打和调音。

一般人的印象里活字印刷早就没有了。但浙江瑞安还保存着这一技艺,用来印家谱。民间工艺的生命力是很强的,不像有些人想象的都没有了。又如夹缬,在木板上面雕花,把布夹起来印染,在唐朝很普遍,现在已很少了。但有一位女记者张琴,作了五年之久的调查,收集了约一万块花板。有些艺人也还在。边远地区如云南、西藏保存着很多原生态的工艺,如果不去调查、不去研究,很快就要消失。青藏铁路开通以后,西藏的现代化进程肯定要加快。

我们现在只能是尽量做一点调查研究。有的民间技艺可能找不到了。

提问 11: 科学史所有没有必要建一个实验室,把这些工艺都学一学?

华: 如果你当院长就可以。我们这个所在科学院的地位并不很高。科学院主要是研

究高精尖。建一个实验室要几百万,要有合适的人来运作。现在许多单位有成套的检测设备,可以通过合作来解决这个问题。我刚才讲了,研究科技史就得坐冷板凳。我们呼吁了多少年要重视传统工艺,但没有人理。现在文化部抓非物质文化遗产的保护,我们的境遇比先前好了一点。其实西方也是这样。欧洲在工业化和现代化的过程中,好多传统工艺都丢了,有的就是靠自身的生命力维持下来的。法国有一个做皮鞋的马萨罗家族,完全用手工,一双皮鞋要卖 3000 美元,供不应求。那是靠自身的生命力和敬业活过来了。

主持人:各位同学还有没有其他的问题?如果没有问题,我们就再次感谢华先生!

续记 据知 2010 年上海世博会期间,曾侯乙铜尊应邀参与了展出。世博会闭幕后,由大众汽车厂为铜尊作了 CT 检测,除前已判定的 4 个部件由铜焊连接外,未发现顶饰有任何焊接、铸接和锻接的痕迹,其为失蜡法整体铸造无疑。检测结果待发表。——华觉明 2013 年 7 月

Research Methods of History of Technology: Taking Lost-Wax Process for Example

HUA Jueming

(*Institute for the History of Natural Sciences, CAS, Beijing 100190, China*)

Abstract This article took Lost-Wax Process as an example to argue that in the research of history of technology, it is important to read literature, to see the genuine object of study, to carry out necessary testing as well as to assemble a research team that meets the requirements of research topics. The study of the history of science and technology requires patience and knowledge accumulation. Article-writing requires prudence and accordance with academic standards.

Keywords Lost-Wax Process, case study, history of technology, research methods