

汉代叠铸法铸钱工艺研究

廉海萍,丁忠明,周 祥,徐惠康

(上海博物馆,上海 200003)

摘要: 叠铸工艺在汉初的半两钱、王莽时期和东汉的钱币铸造中得到应用,成为东汉至母钱翻砂法铸钱出现之前的一种主要铸钱方法。对叠铸法铸钱的相关遗物进行了分类统计,其中发现最多的是金属制范盒,其次是在烘范窑内出土的叠铸范。采用X射线荧光光谱仪对9件汉代货泉叠铸金属制范盒进行了成分分析。分析结果表明,合金成分为以铜、锡、铅三元素为主。锡含量集中在4%~6%之间,锡的成分是有固定的配比,表明王莽时期货泉叠铸金属制范盒的制作应该是由中央政府统一管理;铅的含量在6%~12%区间内。这种铜、锡、铅的成分配比保证了金属制范盒具有一定的强度、硬度和耐磨性,并使文字和轮廓清晰。通过对叠铸法铸钱过程的模拟试验,探讨了叠铸法在西汉早期被用于铸钱后,却未能在西汉中晚期上林三官铸钱中得到发展的主要原因:叠铸法的生产效率不能与金属范铸造相比,叠铸法不能满足中央政权统一大批量、快速、低成本铸钱的需求。叠铸法铸钱能够保证所铸造钱币的质量,王莽时期对钱币质量的要求是叠铸法在王莽时期重新得到应用和发展的原因。与平板范竖式浇铸铸钱工艺中陶范铸钱相比,叠铸法具有很高的生产效率和较低的生产成本,是一种先进的生产技术。

关键词: 汉代;叠铸;金属制范盒;化学成分;铸钱工艺

中图分类号: K875.6 **文献标识码:** A

0 引言

叠铸是用金属制范盒反复翻制出多件泥范,将泥范叠合起来,组装成套,外用草拌泥加固,从共用的浇口杯和直浇道中注入金属液,一次浇注就能得到数十至数百件钱币的一种铸钱工艺。在汉初的半两钱、王莽时期和东汉的钱币铸造中得到应用,成为东汉至母钱翻砂法铸钱出现之前的一种主要铸钱方法。

叠铸范有单面范和双面范两种。单面范,一面有型腔,另一面为素面。两汉时期的叠铸范现所见皆为单面范。半两是一种平背钱,钱背没有内外郭,铸造时没有与背范组合的问题,所以,叠铸陶范素面的一面即可作为另一件叠铸范的背范,半两金属制范盒不需要型腔的对称设置和合范定位的榫卯设置。五铢、大泉五十、货泉等金属制范盒中的钱币型腔往往同时具有钱币的正、反两面,设计为沿中轴线左右的高度对称,这样用一件范盒制作出来的叠铸范亦为单面范,使用时只需将有型腔的一面两两合起就可组成一组的钱范。因此,制作五铢、大泉五十和货泉等这样的叠铸范要比制作半两叠铸范复杂,技术要求也高。

双面范是指一片范的正、背面都有型腔的铸范,型腔沿中轴线对称,使用时只需将双面范的正面和另一双面范的背面组合、并以此叠加起来就可组成一组钱范,这样,就可以节约一半的范片和制范时间,具有更高的生产效率和更低的成本。所以,双面范在技术上比单面范更进了一步。南北朝时期的叠铸范多采用这种双面范,表明叠铸技术在当时得到了新的发展。

1974年河南温县烘范窑内东汉时期的500多套叠铸范被发现,其中300多套基本上完整,主要用于铸造车马器,为研究汉代叠铸技术提供了丰富的资料,极大地促进了叠铸工艺的研究,文献[1]通过这些叠铸范的分析与研究,对叠铸法进行了详尽的工艺分析。韩士元在“新莽时代的铸币工艺探讨”一文中将叠铸陶范称为“花树型”,并对叠铸法铸钱的工艺进行了讨论^[2],其过程为:制作木模型、制作铸造金属型范的陶范、金属型范、制作叠层浇铸的陶范、焙烧陶范和浇铸。文中所称的“金属型范”即为本文中的“金属制范盒”。这些研究揭开了叠铸法铸钱的工艺过程。

在对叠铸法工艺研究的基础上,首先根据叠铸

收稿日期:2008-10-20

基金项目:国家文物局文物科学和技术研究课题(2003018)

作者简介:廉海萍(1965—),女,上海博物馆文物保护与考古科学实验室,研究馆员,E-mail:haipinglian@hotmail.com

法铸钱的工艺过程对汉代相关遗物进行了分类统计,以了解叠铸法在汉代的发展;采用 X 射线荧光光谱仪首次对金属制范盒进行了成分分析,以了解金属制范盒的性能;并通过对叠铸法铸钱过程的模拟试验,探讨了叠铸法在西汉早期被用于铸钱后,却未能在西汉中-晚期中林三官铸钱中得到发展的原因。

1 汉代叠铸法铸钱遗物概况

汉代叠铸法铸钱的相关遗物可分成四类:铸造金属制范盒的陶范,金属制范盒,叠铸范,叠铸法铸钱的浇道。其中发现最多的是金属制范盒,其次是在烘范窑内出土的叠铸范。

1.1 铸造金属制范盒的陶范

铸造金属制范盒的陶范分为陶面范和陶背范两类,3 件陶面范分别出土于西安市北郊和好汉庙,1 件是大泉五十阴文陶范,2 件是货泉阴文陶范,皆残片,见图 1^[3];3 件陶背范分别出土于陕西户县钟官铸钱遗址和好汉庙铸钱遗址,见图 2^{[3]270[4]}。由此可知金属制范盒的铸造是由 2 块陶范组成铸型,分型面设在金属制范盒边框的顶部,浇口设在金属制范盒边框的侧边,设一个浇口,未设冒口。上海博物馆收藏的一件大泉五十金属制范盒(图 3),还残留着浇道和分型面上的披缝,可以相互佐证金属制范盒的铸造工艺。



图 1 西安市北郊和好汉庙出土的铸造金属制范盒的陶面范^[3]
1. 西安市北郊出土; 2. 西安市好汉庙出土; 3. 西安市好汉庙出土

Fig.1 Clay molds for casting metal models for making stack – casting clay molds

1. One unearthed from the north suburb of Xi'an; 2. One unearthed from the mint site in the Haohan temple of Xi'an, Shaanxi province;
3. One unearthed from the mint site in the Haohan temple of Xi'an, Shaanxi province

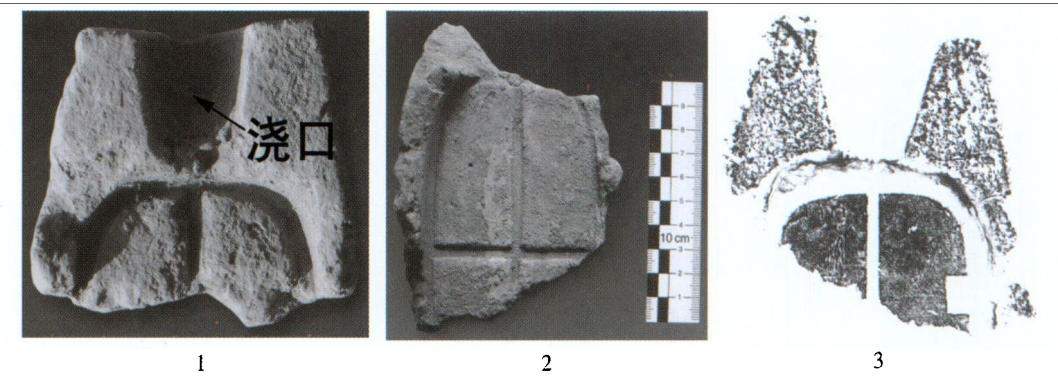


图 2 陕西户县钟官铸钱遗址和好汉庙出土的铸造金属制范盒的陶背范^{[3]270[4]}
1. 户县钟官铸钱遗址,标本 HX002; 2. 户县钟官铸钱遗址,标本 292; 3. 西安好汉庙遗址

Fig.2 Clay molds for casting metal models for making stack – casting clay molds

1. One (HX002) unearthed from the mint site of Hu county, Shaanxi province; 2. One (292) unearthed from the mint site of Hu county, Shaanxi province; 3. One unearthed from the mint site in the Haohan temple of Xi'an, Shaanxi province

1.2 金属制范盒

汉代的金属制范盒发现和出土的都较多,主要可分为西汉早-中期的半两、王莽时期的大泉五十、货泉、货布等和东汉时期的五铢,以王莽时期的金属

制范盒数量最多。西汉早期的榆荚半两制范盒以圆盘形为主,直浇道居中,钱币模型呈环状分布在直浇道的周围(图 4(1、2))^[5];西汉中期的四铢半两制范盒有盘形也有长方形,盘形的制范盒继承了榆荚

半两的形制,长方形的制范盒已改变了环状分布的特征,钱币模型呈两行分布在浇道的两侧,不论是盘形还是长方形,每片陶范上铸钱的数量都减少(图4(3,4))^[5];王莽时期的大泉五十、货泉、货布等金属制范盒以长方形的形制为主,按每片陶范铸钱的数量分为一范4件、6件、8件、10件钱模等,以货泉为例,其形制见图5^{[3]259[6]},对《新莽钱范》^{[3]256-264}一书中货泉金属制范盒统计表明以一范6件的金属制范盒为主(表1);东汉时期的五铢金属制范盒沿袭了王莽时期的形制。

根据已发现的金属制范盒,可知叠铸工艺在汉代的发展:在西汉早期已被使用在榆荚半两的铸造上,西汉中期的四铢半两承继了叠铸法的铸钱工艺;西汉中-晚期,未发现叠铸法用于铸造郡国五铢和三官五铢,铸钱以平板范工艺中一金属面范与陶背范合范铸钱为主;在王莽早期叠铸法重新被用于铸钱,与金属范铸钱同时并存,王莽晚期,叠铸法又取代金属范成为铸钱的主要方法;东汉时期,承袭了王莽晚期的叠铸法铸钱工艺。



图3 上海博物馆收藏大泉五十金属制范盒
Fig.3 A metal model for making stack – casting clay molds, Shanghai Museum

表1 《新莽钱范》一书中货泉金属制范盒统计
Table 1 A list of metal models of Huo Quan coins for making stack – casting clay molds in the book Coin Molds in the Xin Dynasty

	一范 4件	一范 6件	一范 8件	一范 10件	一范 18件
数量	3	7	2	1	1
所占比例/%	21	50	14	7	7

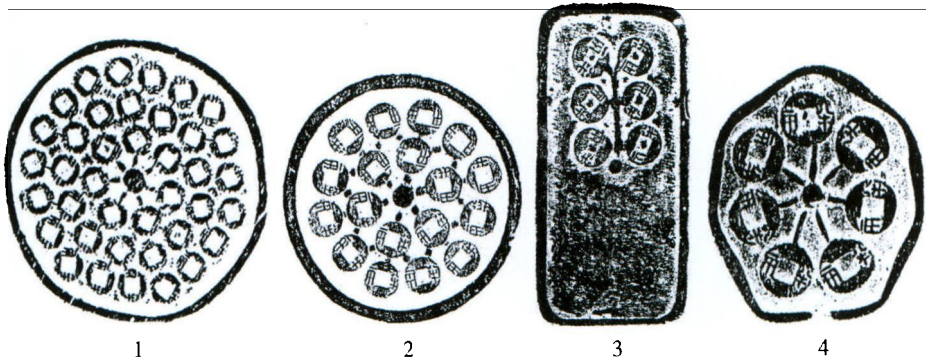


图4 西汉半两金属制范盒^[5]
1. 《小校经阁金文》卷十四“汉榆荚半两泉范二”; 2. 榆荚半两,《簠斋吉金录》“范七”; 3. 四铢半两,《小校经阁金文》卷十四图;
4. 四铢半两,《小校经阁金文》卷十四图

Fig.4 Metal models for making stack – casting clay molds

1. One of Yu Jia Bang Liang coins from the book Xiao Jiao Jin Ge Jin Wen, Vol. 14; 2. One of Yu Jia Bang Liang coins from the book Fu Zhai Ji Jin Lu; 3. One of Si Zhu Bang Liang coins from the book Xiao Jiao Jin Ge Jin Wen, Vol. 14; 4. One of Si Zhu Bang Liang coins from the book Xiao Jiao Jin Ge Jin Wen, Vol. 14

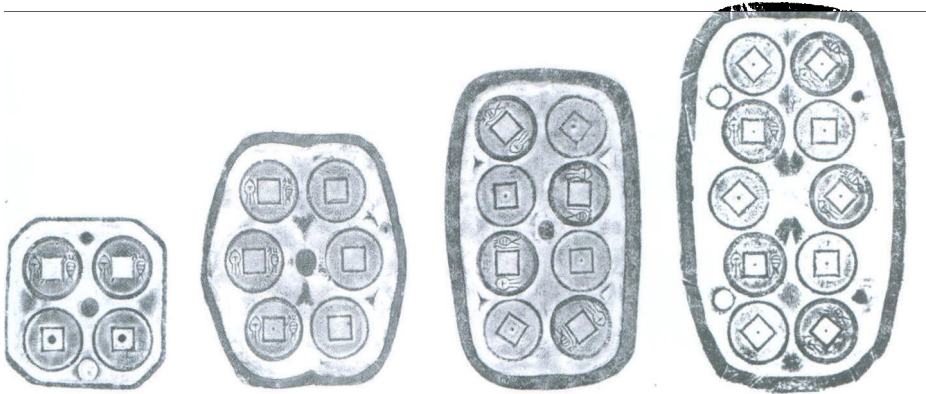


图5 货泉金属制范盒^{[3]259[6]}
Fig.5 Metal models of Huo Quan coins for making stack – casting clay molds

1.3 叠铸范

出土大量铸钱叠铸陶范的有 2 处:西安北郊郭家村^[7]和三九村^[8],两地相距不远。陶范都是用于铸造“大泉五十”钱币的,皆出土于烘范窑内。

1958 年 4 月西安北郊郭家村发现新莽时期烘范窑,窑室中出土了多套叠铸范,其中完整的大泉五十钱范有 5 套,高达 39cm,由 23 组、46 片范叠合组成,每组 8 枚型腔,一套可铸 184 枚钱币;一至六层近于完整的有 365 个,保留着钱的轮廓的残片有千余块(图 6)。

1986 年 8 月西安北郊三九村共计出土了 46 套叠铸范,有每组 6 枚型腔和 8 枚型腔两种(图 7),其中完整的一套 6 枚型腔的叠铸范高 36cm,单片的陶范厚 0.7cm,2 片陶范组合后厚 1.4cm,据此推测该套陶范由 25 组、50 片陶范叠合组成,可铸钱 150 枚(6 个型腔/组×25 组),因此,三九村出土的 46 套

叠铸范推测总计可铸钱 4600 多枚。

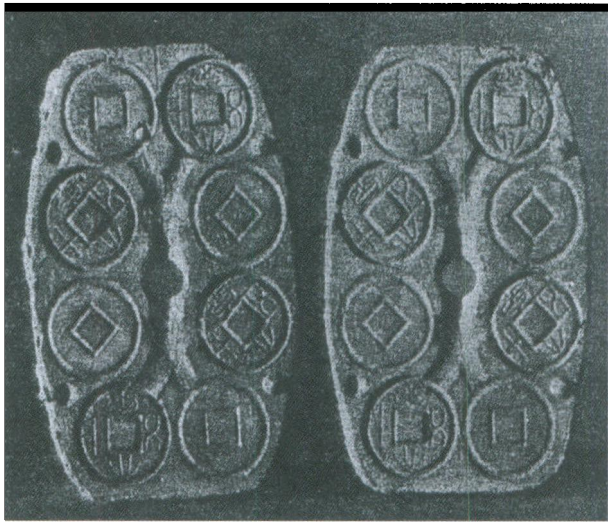


图 6 西安北郊郭家村出土单片的叠铸范^[7]

Fig.6 A unit of stack – casting clay molds unearthed from the Guojia village, the north suburb of Xi'an, Shaanxi province



图 7 西安北郊三九村出土成套的叠铸陶范和单片的叠铸范^[8]

Fig.7 Sets and units of stack – casting clay molds unearthed from the Sanjiu village, the north suburb of Xi'an, Shaanxi province

1.4 叠铸法铸钱的浇道

目前发现的叠铸法铸钱的浇道有户县汉钟官铸钱遗址发现的以叠铸法铸造半两钱币的浇道^[4]彩版四十一、西汉建章宫遗址发现的叠铸法铸钱的浇道^[9]和陕西耀县与五铢叠铸范同时发现的叠铸法铸钱的浇道^{[9]237}。上海博物馆收藏了 1 件以叠铸法铸造半两钱币的浇道(图 8),从残留的浇道可以看出,每层铸钱 10 枚,型腔的设置与图 4(3)四铢半两金属制范盒相似。

根据以上出土的文物可知叠铸法铸钱的过程为(图 9):1. 以陶范铸造法铸造金属制范盒,铸型由 2 块陶范组成,设一个浇口,未设冒口;2. 用金属制范盒制作叠铸陶范;3. 陶范叠合成套,上设浇口杯,外糊草拌泥固定;4. 陶范入窑内焙烧,出窑后浇注金属液,得到带浇道的钱币。



图 8 上海博物馆收藏的以叠铸法铸造半两钱币的浇道

Fig.8 A metal remain of pouring system for stack – casting of Bangliang coins. Shanghai Museum



图9 叠铸法铸钱过程的相关文物
1. 制作陶范; 2. 铸造金属制范盒; 3. 叠铸陶范; 4. 陶范组合成套; 5. 铸钱

Fig. 9 The objects of the stack – casting for casting metal coins

1. Making a mode; Copying two clay molds from the model; 2. Casting a metal model; 3. Making a piece clay mold from the metal model; 4. Assembling the clay molds; 5. Casting metal coins

2 金属制范盒的成分分析

金属制范盒的成分分析是在上海博物馆馆藏参考品中挑选出表面腐蚀较轻的金属制范盒,在背面或侧面轻轻打磨去表面腐蚀层,进行基体成分分析。课题组获准了对9件货泉金属制范盒的分析,由于其中2件锈蚀较重,所以只对7件藏品进行了局部表面除锈处理,在能量色散荧光光谱仪下进行了成分检测,结果见表2,成分分布图见图10。分析结果表明这7件制范盒的成分是以铜、锡、铅三元素为主,另含少量的杂质元素;锡的含量变化不大,集中在4%~6%区间之内,平均值为4.9%,锡的成分有固定的配比,表明王莽时期货泉叠铸金属制范盒的制作应该是由中央政府统一管理;铅的含量分布在三个区域:10%~12%、7%~8%和6%,平均值为9%。5%含量的锡能够增强铜的强度、硬度和耐磨性,较高的铅含量能够增加青铜在铸造成形时的流动性,提高青铜的致密度,有利于得到文字和轮廓都

较清晰的金属制范盒。
因此,金属制范盒的成分是按一定的比例配置铜、锡、铅的含量,使其具有一定的强度、硬度和耐磨性,并保持文字和轮廓清晰。

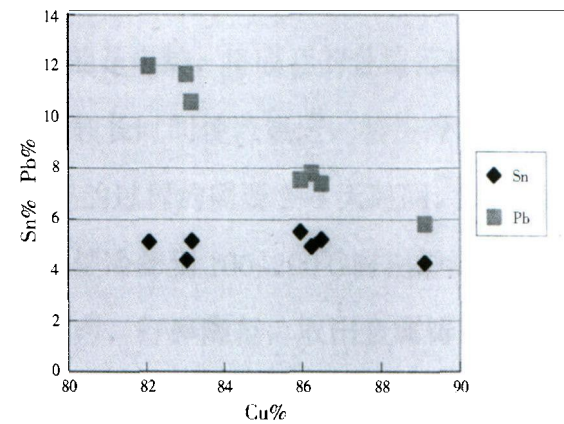


图10 货泉金属制范盒成分分布图
Fig. 10 The copper, tin and lead content distribution diagram of the metal models for making stack – casting clay molds

表2 用XRF分析检测货泉叠铸制范盒的基体成分

Table 2 The composition of metal models for making stack – casting clay molds by using XRF (%)

藏品号	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	Sb
70961	83.06	4.41	11.68	0.04	0.14	0.11	0.57
70962	86.49	5.2	7.4	0.04	0.17	0.12	0.59
70963	83.19	5.15	10.58	0.004	0.36	0.11	0.62
70964	89.11	4.29	5.82	0.01	0.17	0.11	0.49
70965	82.09	5.11	11.98	0.01	0.2	0.07	0.54
70966	86.24	4.93	7.8	0.02	0.4	0.11	0.5
70974	85.96	5.51	7.54	0.07	0.11	0.1	0.71
平均值	85.16	4.94	8.97	0.03	0.22	0.10	0.57

3 叠铸法铸钱的模拟试验

课题组以上海博物馆收藏的一件大泉五十金属制范盒(图 11)为基础,在实验室内对叠铸法的铸钱工艺进行模拟试验。过程如下(图 12):

1) 用金属制范盒制作泥范。制范时,将金属制范盒置于平板上,盒内洒石粉或草木灰作脱模剂,切割下一块与制范盒内尺寸相当的泥片,放入制范盒内,用力按压泥料;继续加泥料至高出制范盒,舂紧,缓慢阴干至泥范具有一定的干强度后,刮平制范盒上的泥片,翻转脱模,泥范上已复印出钱模型腔与浇道;以同样的工序重复制作多片泥范,范片两两组装,叠合,制作浇口杯,再糊上草拌泥即成为成套铸范。

由于泥料在金属制范盒内需要一个缓慢干燥收缩的过程,才能从金属制范盒内取出,模拟试验中制作一片叠铸泥范约需要 7~8 个小时,试验中同时采用相同的 2 个金属制范盒同时制作叠铸泥范,以 20 片 10 组叠合成一套,时间约需要 70 个小时,如果按郭家村出土的一套大泉五十叠铸范由 46 片 23 组叠铸范计,需要约 160 小时。如果为了提高生产效率,同时采用 4 个金属制范盒,一套叠铸范的制作时间可缩短为 80 小时。因此,完成一套叠铸范的制作,需要较长时间,这是由陶范铸造的特点所决定的。

2) 叠铸范的焙烧和浇注。完成组装的叠铸范还需继续阴干数天后入窑焙烧。温县烘范窑保存较

完好,由火膛、窑室和烟囱组成,是一种结构简单的地坑式烘烤炉。模拟试验中采用的是电炉,将成套的叠铸范放入炉内,逐段加热保温,直至升温到 850℃,保温较长时间使范烘透,缓慢冷却后即可出窑浇注。阴干的过程需要约 10 天,烘范的过程约需要 2~3 天时间。经充分焙烧的陶范即可出炉浇铸钱币,一般地,随炉冷却到 100~200℃时出炉浇注。

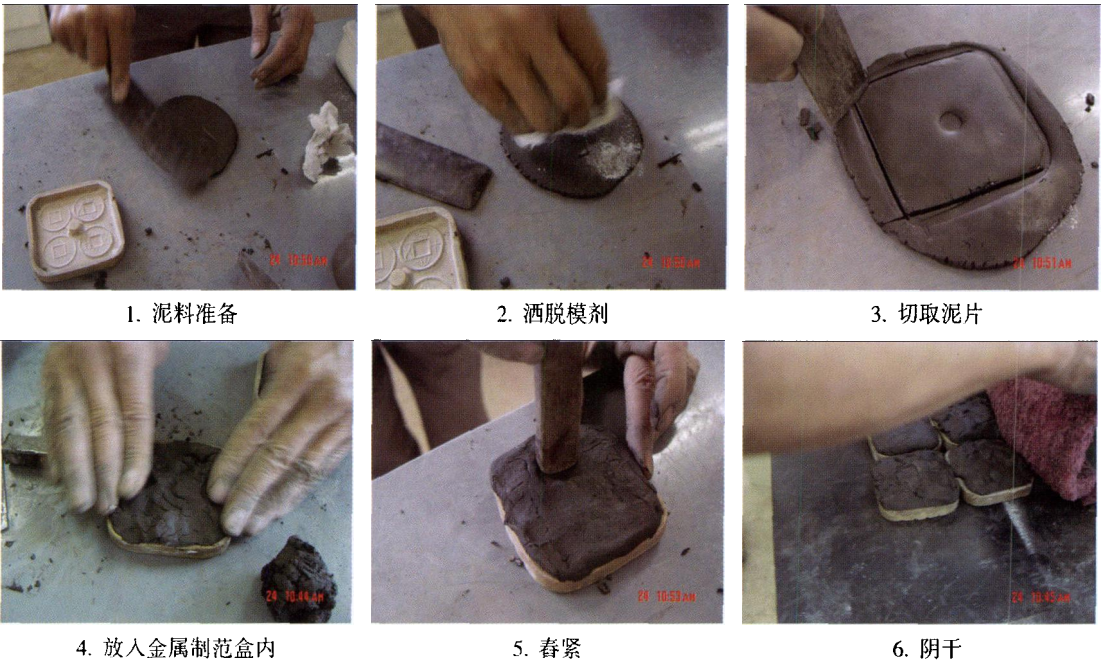
待高温铜液冷却凝固后,打碎陶范,取出金属铸型,逐个摘取下铜钱,打磨铜钱侧面的浇口残茬,清理毛边,完成钱币的铸造。

因此,叠铸法铸钱的整个过程从制作叠铸泥范开始到完成叠铸范的浇注,整个过程约需要 16 天,一次浇铸可得到钱币 40 枚。



图 11 上海博物馆收藏的大泉五十金属制范盒

Fig.11 A metal model of Da Quan Wu Shi coins for making stack-casting clay molds. Shanghai Museum





7. 脱模

8. 合范

9. 组装

10. 焙烧与浇注

11. 浇注后的范

12. 叠铸铸件

图 12 叠铸法铸钱的模拟试验过程

Fig. 12 The stack – casting simulated experiment process for casting metal coins

4 讨 论

叠铸工艺一直被认为是一种高效率的生产方式,用金属制范盒反复制作泥范,将泥范叠合成套,每套叠铸范可铸造钱币数十到数百枚,比上林三官铸钱作坊中金属范一次铸钱在 60 枚左右的数量有了很大提高。但是,生产效率并不是仅仅比较一次浇铸可得到多少枚钱币,而应该是在相同时间内铸钱的数量。在课题组进行了叠铸法铸钱的模拟试验后,2 件金属制范盒同时翻制叠铸范,制作一套 20 片 10 组叠铸范需要约 16 天,一次浇铸可铸造 40 枚钱币;而金属范铸钱时,铜范在铸钱后数秒即可打开铸型取出钱币,铁范在铸钱后约 15 秒即可打开铸型取出钱币,金属范冷却数分钟之后就可进行第二次浇铸,以每 10 分钟间隔浇铸一次计算,1 天 24 小时 1 件 58 枚型腔的金属范可铸钱约 8300 枚,金属范铸造的生产效率是远远高于叠铸工艺的,是所有汉代铸钱工艺中生产效率最高的工艺,叠铸工艺的高效率是与陶范铸造单件青铜器相比较而言的。

《汉书食货志》卷二十四载:“自孝武元狩五年,(公元前 118 年)三官初铸五铢钱,至平帝元始年中

(公元 1~5 年),成钱二百八十亿万余云……”。上林三官的铸钱数量巨大,平均每年铸钱约 2 亿 3 千万枚,平均每天铸钱数量在 6 万 3 千枚,而要完成如此产量,满足社会经济发展对钱币的需求量,只有采用金属范铸钱的工艺。所以,这也就是上林三官铸钱为何采用金属范铸钱工艺作为铸钱作坊中几乎是唯一的一种铸钱工艺的原因所在。

那么为何王莽时期在沿用金属范铸钱时,叠铸工艺有逐渐取代金属范铸钱工艺的趋势呢?首先,王莽时期铸钱有“不惜铜,不爱工”的文献记载。通过叠铸的模拟试验,可知叠铸范的制作过程需要一个较长的时间,这与“不爱工”的记载是相吻合。其次,由于金属范的高热传导率,金属范铸造易造成冷隔、缩孔、缩松等铸造缺陷,铸造工艺要求极高;而陶范铸造由于有较好的保温性能,金属液在铸型中在较长的时间内仍保持流动性,可以克服金属范铸造的缺陷,这也正是王莽时期所铸造的钱币质量多优于其它朝代的根本原因。

5 结 论

通过以上的研究和讨论,对叠铸工艺可以得出

以下结论:

1) 汉代叠铸法铸钱的相关遗物有四类:铸造金属制范盒的陶范、金属制范盒、叠铸范和叠铸法铸钱的浇道。发现最多的是金属制范盒,其次是在烘范窑内出土的叠铸范。金属制范盒是以陶范铸造法铸造,铸型由 2 块陶范组成,在金属制范盒的侧面设一个浇口,未设冒口。

2) 制作叠铸泥范的金属制范盒的合金成分以铜、锡、铅三元素为主,锡含量集中在 4% ~ 6% 之间,锡的成分有固定的配比,表明王莽时期货泉叠铸金属制范盒的制作应该是由中央政府统一管理;铅的含量在 6% ~ 12% 区间内,这种铜、锡、铅的成分配比保证了金属制范盒具有一定的强度、硬度和耐磨性,并使文字和轮廓清晰。

3) 叠铸法的生产效率不能与金属范铸造相比,不能满足西汉中-晚期中央政权统一大批量、快速、低成本铸钱的需求,这是叠铸法在西汉早期被用于铸钱后,却未能在西汉中-晚期上林三官铸钱中得到发展的主要原因。叠铸法铸钱能够保证所铸造钱币的质量,王莽时期对钱币质量的要求是叠铸法在王莽时期重新得到应用和发展的原因。与平板范竖式浇铸铸钱工艺中陶范铸钱相比,叠铸法具有很高的生产效率和较低的生产成本,是一种先进的生产技术。

参考文献:

[1] 河南省博物馆,中国冶金史编写组. 汉代叠铸——温县烘范窑的发掘与研究[M]. 北京:文物出版社,1978.
The Henan Province Museum, The Edit Group of the Metallurgy History in China. The stack - casting of the Han Dynasty, excavation and study on the kiln used to bake clay molds in the Wen county [M]. Beijing: Cultural Relics Publishing House, 1978.

[2] 韩士元. 新莽时代的钱币工艺探讨[J]. 考古, 1965, (5): 243 - 251.

HAN Shi - yuan. Discussing on the mint techniques of the Xin dynasty [J]. Archaeology, 1965, (5): 243 - 251.

[3] 陕西省钱币学会,西安钱币学会. 新莽钱范[M]. 西安:三秦出版社,1996:91,255.
The Shaanxi Branch of the Chinese Coin Association, The Xi'an Branch of the Chinese Coin Association. Coin molds in the Xin dynasty [M]. Xi'an: San Qin Publication Company, 1996:91,255.

[4] 姜宝莲,秦建明主编. 汉钟官铸钱遗址[M]. 北京:科学出版社,2004:彩版三十四.
JIANG Bao - lian, QIN Jian - ming. The mint site of Zhongguan in the Han dynasty [M]. Beijing: Science Press, 2004, Colorplate 34.

[5] 蒋若是. 秦汉半两钱范断代研究[J]. 中国钱币, 1989, (4): 3 - 15.
JIANG Ruo - shi. Dating on the coins of the Qin and Han Dynasties [J]. China Num, 1989, (4): 3 - 15.

[6] 上海博物馆青铜器研究部编. 上海博物馆藏钱币——钱范[M]. 上海:上海书画出版社,1994:241,272,275.
The Ancient Bronze Research Department of Shanghai Museum. The molds and models for casting metal coins in the Shanghai Museum [M]. Shanghai: Shanghai Painting and Calligraphy Press, 1994: 241, 272, 275.

[7] 陕西省博物馆. 西安北郊新莽钱范窑址清理简报[J]. 文物, 1959, (11): 12 - 13.
The Shaanxi Province Museum. The brief report on the kiln used to bake clay molds for casting metal coins at the north suburb of Xi'an [J]. Cult Relics, 1959, (11): 12 - 13.

[8] 马骥,陈安利. 西安北郊发现莽新“大泉五十”钱范窑[J]. 文博, 1987, (2): 28 - 29.
MA Ji, CHEN An - li. The kiln used to bake clay molds for casting Da Quan Wu Shi coins at the north suburb of Xi'an [J]. Relics Museol, 1987, (2): 28 - 29.

[9] 陕西省钱币学会编著. 秦汉钱范[M]. 西安:三秦出版社,1992: 118.
The Shaanxi Branch of the Chinese Coin Association. Coin molds in the Qin and Han Dynasties [M]. Xi'an: San Qin Publication Company, 1992: 118.

Study on the stack - casting techniques for casting coins of the Han Dynasty in China

LIAN Hai - ping, DING Zhong - ming, ZHOU Xiang, XU Hui - kang
(Shanghai Museum, Shanghai 200003, China)

Abstract: The stack - casting was used for casting the Banliang coins of the early Western Han Dynasty (206B. C. - A. D. 8) and the bronze coins of the Xin Empire (A. D. 9 - 23) and the Eastern Han Dynasty (A. D. 23 - 220). It was a main technique for casting bronze coins from the Eastern Han to the time that the sand - mold casting was used. Some Banliang coins of the early Western Han Dynasty and Sizhubanliang coins of the middle Western Han Dynasty were also cast by the stack - casting. But Wuzhu coins were not found to be cast by the stack - casting technique from the middle to late Western Han. The stack - casting were re - used in the early Xin Empire, the metal

mold casting was still used in the mints at the same time. It became a main technique in the mints from the late Xin Empire to the Eastern Han Dynasty.

The excavations related to the stack – casting for coins could be separated into four groups according to the casting process. There were the clay molds for metal models, the metal models for clay molds, the clay molds for bronze coins and the metal remain of pouring system. Most of them are the metal models and stack – casting clay molds. The stack – casting steps in Han Dynasty were as follows. First, a two – part clay mold was made in order to cast a metal model. Second, a metal model was cast. Third, lots of pieces clay molds were made from the metal model. Each two – part clay mold was a set and about twenties sets were a unit with one pour. After the molds were baked, the molten bronze was poured into the mold’s cavity to form bronze coins.

Nine metal models of the Xin Empire were analyzed by the X – ray fluorescence instrument. The results show that copper, tin and lead are the main elements. The tin contents concentrate between 4% – 6% . It indicated that the central government controlled the metal model casting. The lead contents change from 6% to 12% . It could insure clear inscriptions and outline of a bronze model. This kind of alloy composition could keep a model with a certain strength, hardness, and wear resistance.

After some simulated experiment, the production efficiency of stack – casting was much lower than the metal – mold casting was found. This was why the stack – casting was used in the early Western Han Dynasty by the central government and states, but not in the middle and late Western Han Dynasty. In the middle and late Western Han Dynasty, only the central government could cast coins, the whole country need large quantities of numbers of coins. The metal – mold casting could meet the requirement of rapidness and lower cost. Until to Xin Empire, the high quality of coin became the most important, the stack – casting was reused.

Key words: Han Dynasty; Stack – casting; Bronze – model; Composition; Coin – minting techniques
(责任编辑 顾 雯)