

上可观察到制作镜范纹饰时留下的同心圆状或放射状的设计线,尤以一些草叶纹镜范以及草叶纹铜镜和星云纹铜镜上较为多见,这些亦都可说明问题。(图一〇)最后,不论是整个齐故城,还是闾家寨秦汉铸镜作坊遗址,所出同类镜背范中未见到有型腔大小和纹饰完全一样或大致相同的,即所谓的“同模范”,也一定程度上否定了模印纹饰的存在。要说明的是,由于焙烧后的镜范虽整体较硬,但范体本身实际较软,且有一定韧性,加上含有蜂蜡的涂层,因此在型腔面上刻制纹饰和铭文,并不像想象的那样困难。

在刻制纹饰前可能先要设计并用笔绘出图案,而图案的设计和绘制,需要掌握一定的几何知识和原理并借助一些必要的辅助工具,即便是技艺精湛的制镜工匠,亦不例外。有学者通过研究汉代铜镜纹饰,指出圆规、尺子等制图工具在当时的使用已比较普及和成熟^[19]。观察齐故城汉代镜范以及临淄地区出土的汉代铜镜,可得出相同的看法。就齐故城目前出土较多的蟠螭纹、四乳弦纹和草叶纹镜背范而言,其上面不仅常见同心弦纹,而且乳钉、连弧纹、方框纹、草叶纹、花苞纹等主要纹饰的布局也都很有规律,完全是按等分线、交差线等几何原理设计和规划的。可以肯定,没有一定的几何知识和圆规、尺子等机械制图工具,仅靠手工是不可能完成如此复杂而规整的图案设计的。不同类别的镜背范,其纹饰虽各有特点,但可以确定,几乎所有镜范纹饰的最初设计和规划,都是以钮坑为中心向外划同心圆和等分的放射线。放射线大多按4或其倍数等分,也有少数按3等奇数等分的。这些同心圆和放射线将镜面分为若干单元,并形成若干交叉点。以此为基础,再按纹饰种类,进行更细致的布局和设计,最终绘制出美观而对称性很强的纹饰。一般来说,乳钉、连弧纹等常见装饰都是根据放射线和同心圆的交叉点来确定的,草叶纹和花叶纹镜范上的柿蒂、方形铭文框以及一些花苞、草叶的设计也大多如此。蟠螭纹和龙纹等镜范上常见涡卷纹、折线纹等细密地纹,从线条走向看,都是以对称的主纹为基础,再根据剩余空

间的大小和形状设计的。草叶纹和花叶纹镜范上多刻有铭文,铭文一般都为反字,铸造后便为正字。不过,在临淄地区出土的铜镜上也偶见有反字的^[20],说明在镜范铭文制作过程中,有时也会因为疏忽或其他缘故刻成正字的。就所铸铜镜的铭文排列方向而言,以右旋读的居多,同时也有少数左旋读的。这些其实都表明,镜范上的铭文与纹饰一样,主要也是刻制的。

镜背范纹饰刻制好以后,对制作过程中发生的崩裂、损坏等,需进行修补。齐故城出土的镜范特别是镜背范中,有不少可观察到带修补痕迹,多数应当是使用特别是浇铸过程中损坏的,但也不排除有些是制作过程出现的问题。修补完以后,还要施加很薄的涂层并烘烤。至此,镜背范制作基本完成。

镜面范的制作相对简单,只要保证正面平整并凿刻和研磨出一个弧形短浇道即可。但是要制作合格的范面,也并非易事,除了堆筑镜面范的木板面要光滑平整外,还要对泥坯和焙烧过的范体进行反复修整和打磨。从目前出土的大量镜面范看,大部分正面都几乎呈水平状,只有少数中部略有下凹,但凹曲度都极低,与出土的所谓“凸面镜”对应不上。这进一步证明了过去关于汉代凸面镜成因的判断,即汉代凸面镜的形成与镜范无关或关系不大,其应是铸造过程中或“淬火”等热处理过程中由一些特殊的物理因素导致的^[21]。

综上所述,镜范的制作程序可简单归纳为:备料→制坯→晾干→刮削和修整→焙烧→修整和打磨→制作浇道、排气道和型腔→施加涂层→烘烤涂层面→刻制镜背范纹饰→施加涂层→烘烤涂层面。

三 镜范的使用

根据齐故城发现的镜面范和镜背范,可知汉代临淄铜镜铸造采用了双合范的技术。由于镜面范正面只有位于顶部居中的短浇道,其余皆为平面,因此浇铸时只要将形状、大小相同的镜面范

和镜背范对齐扣合即可。从出土的镜范看,亦未见有为合范而设计的榫卯或其他对齐标记。关于合范后的固定措施,因镜范外表未发现绳索捆绑痕迹,本身也无用于捆绑的结构,故推测使用了某种专门的夹具,并利用砂坑等设施来安放镜范。在阌家寨秦汉铸镜作坊遗址的发掘中,曾清理出一处铸镜坑(ZK1)遗迹。铸镜坑的东部有一小的砂坑,并发现红烧土面等遗迹。小砂坑平面呈椭圆形,东西长0.42米,南北宽0.25米,深约0.2米,坑内砂子颜色泛灰,显得较脏,经检测内含磷、铜、铅、氯、锌、溴等熔炼过程中容易挥发的元素^[22]。根据多方面分析,我们判断该小砂坑应当是铸镜时用于安放镜范的设施,而其旁边的红烧土面很可能与熔铜的炉子或坩埚有关。浇铸前,将镜面范和镜背范扣合,然后用夹具固定并按一定的角度安放于砂坑之中,待旁侧熔炉或坩埚中铜料熔化后,将铜液直接浇注入镜范的浇口中,完成铜镜浇铸。

日本学者三船温尚认为,合范浇铸铜镜时,镜范型腔内会产生气体,为防止气体聚集于纹饰处而影响铸造效果,合范要向镜背范一侧倾斜,倾斜的角度约为70度。另外,将镜背范和镜面范的浇口做成不同形状,是为了便于辨识,避免浇铸时将二者上下颠倒^[23]。这一看法是很有道理的。但除此之外,我们认为,浇铸时将镜范倾斜一定角度,可能还有控制铜液流速的目的。由于铜镜为圆饼状结构,且中部很薄,因此浇铸过程中对充型和金属凝固的快慢有很高的要求,铜液进入型腔过快或过慢可能都不利于铜镜的铸造。另外,从镜背范和镜面范的结构差异看,也应向镜背范一侧倾斜。因为只有把镜背范置于下方,铜液浇注后才可沿浇道顺利流入型腔,从而完成浇铸;反之,由于镜面范浇道很短(实际上只有浇口部分),且无型腔,铜液浇注后将很难沿镜背范的浇道迅速进入型腔,而且此时铜液受重力影响,还容易流入合范的缝隙中。

浇铸前,一般都需要在镜范正面涂抹炭灰或油脂一类的物质作为脱范剂,以保证浇铸后铜镜能够顺利与镜范脱离,且尽量不损伤镜范表面及

范体。很多镜范的型腔、浇道和排气道位置表面均呈黑色,有些还向外蔓延至分型面上(图二),从形状和分布看,显然是浇铸时脱范剂接触高温所致。由于浇铸时铜液可能会沿合范缝隙溢出型腔以及浇道和排气道,所以脱范剂的涂抹应覆盖整个镜范的正面。关于脱范剂具体为何种物质,目前尚不清楚,但从其遇高温变黑的特性看,含碳量应当较高。出土镜范中,也发现少数正面和断面无明显黑色层的,过去多认为其未经浇铸使用。但仔细观察,这些镜范中有些在型腔或浇道和排气道的局部,仍会残留少许黑色或黑褐色层,可判断也是浇铸使用过的。日本学者三船温尚推断,将使用过的镜范放入火中重新渗碳焙烧或烘烤,之前浇铸形成的黑色会还原为红褐色或其他颜色。而由于镜范可能会多次施加新的涂层并焙烧、烘烤,另外在浇铸前可能也会对镜范进行烘烤预热,所以仅从镜范表面及断面有无黑色层分布,是不能准确判断其使用情况的。

齐故城出土的汉代镜范是否可以多次浇铸使用,过去曾有争论。随着考古发现的增多以及研究的深入,我们对该问题也有了新的认识。现在基本可以确定,这些镜范是可以多次浇铸使用的,而且当时的铸镜工匠也是这样使用镜范的。首先,如上所述,在齐故城出土的汉代镜范的断面上,除了常见的呈渗透状的黑色层外,有时在镜范正面涂层与黑色渗透层之间,还可观察到均匀分布的浅灰、红褐等其他颜色的层,说明镜范表面可能多次受高温影响,即可能存在多次浇铸及多次烘烤。其次,除了肉眼观察外,我们还开展多学科合作,对部分镜范标本的胎体截面进行了电镜扫描观察,发现型腔面有清晰的白亮色的分层现象,经能谱分析确定其中含有很高成分的铅。这些富铅层的厚度一般在10微米上下,其形成显然与铜镜铸造有关,因为铅是以独立相存在于青铜合金中的,且比重较大、熔点较低,所以在浇铸过程中很容易渗透并残留于镜范型腔表面。在其中一件镜背范的型腔表面上,可观察到4层这样的富铅层,表明该范至少浇铸过4次^[24]。层数的增加,亦说明镜范浇铸使用后,会不断再



图一一 齐故城出土镜范上的修补和改制痕

1. 蟠螭纹镜背范 (LQKB II H5 : 38) 2. 蟠螭纹镜背范 (LQKB II H5 : 60) 3. 蟠螭纹镜背范 (LQKB II T3897② : 1)

次涂抹新的涂层及脱范剂。

镜范的多次使用,还表现在镜范的修补以及改制再利用上。在对齐故城出土镜范的整理和观察中,我们常发现镜范型腔及浇道和排气道上有修补痕迹,另外还有一些镜范改制的现象。由于这些修补和改制多发生在镜范浇铸使用之后,因此可视为镜范能够反复多次浇铸使用的重要证据。很显然,如果镜范使用一次后就废弃,是没有必要进行修补的,也不会出现改制的情况。关于镜范的修补和改制,发现较多,这里试举三例,均出自阡家寨秦汉铸镜作坊遗址。蟠螭纹镜背范 (LQKB II H5 : 38),残存镜范右上部,浇道右侧壁破损,用黄褐色细泥修补,修补的细泥覆盖原先的浇道面及其上黑色覆层。(图一一:1) 蟠螭纹镜背范 (LQKB II H5 : 60),残存镜范下半部,分型面表层剥落并有打磨痕迹,部分残损处可见明显修补痕迹。修补材料为一种细泥,但烘烤火候很低,仍呈泥土状,灰褐色,与之前范体差异较大。三弦钮,钮坑明显系用黄褐色细泥重新修补而成。(图一一:2) 蟠螭纹镜背范 (LQKB II T3897② : 1),残存镜范左上部,分型面靠近镜缘处有一条圆弧形凹线向上延伸至浇道处,与镜缘略错位,内填黄泥,黄泥下可见黑色薄层,推测该范为改制范,即工匠将之前的镜背范正面磨平然后重新制作型腔等结构,圆弧形凹线处为之前镜范的镜缘位置,因较深而残留下来。(图一一:3)

在阡家寨秦汉铸镜作坊遗址的发掘过程中,我们还注意到,出土的镜范基本上没有完整的,大都为残块。这似乎也暗示,当时的镜范是可以多次浇铸使用的。就是说,这些镜范虽然出现局部残损,但只要没有整体破裂,便可以不断修补再用,有些型腔破损严重的,还可以磨平再改制为其他镜范使用。只有当这些镜范整体破裂或无法再修补和改制时,才被工匠废弃。从遗址的发掘看,当时在作坊周围有一些用于丢弃生产废料的垃圾坑,其中出有大量镜范残块。这些原生堆积中的镜范残块应是镜范在作坊中的最后形态。

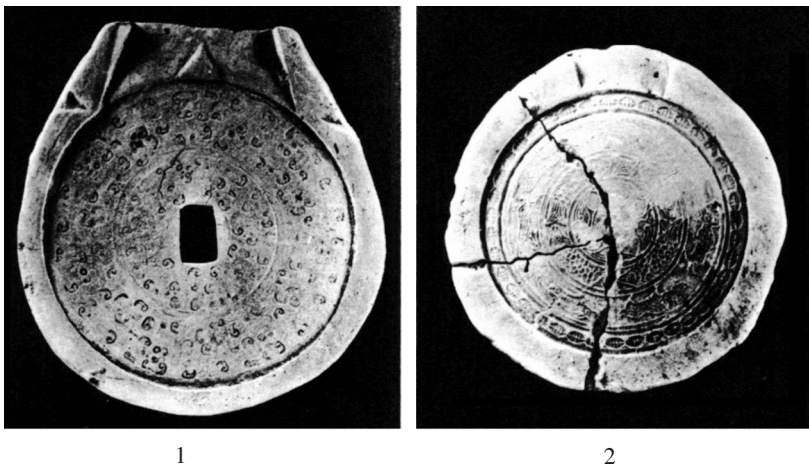
关于每个镜范特别是镜背范的具体使用次数,目前还很难确定。如果考虑到镜范破损后的不断修补和改制,其使用次数问题则更为复杂。但无论如何,临淄齐故城出土的汉代镜范从材质到结构设计和制法等方面的改进,都与能够多次浇铸使用这个目的有很大的关系,甚至可以说就是为这个目的服务的。一面铜镜的制造,除了原料的开采、冶炼和运输外,镜范的制作无疑是最为复杂也是耗时最长的环节,所以实现镜范的多次反复使用,对提高铜镜生产效率来说,意义是不言而喻的。当然,既然一范可以多铸,那么就应当存在所谓的“同范镜”。而从现已发表的资料看,各地尤其是临淄地区出土的汉代铜镜中,尚未见到可以确定的同范镜。这是今后相关考古工作及铜镜研究中一个值得注意的问题。

四 齐故城镜范反映的汉代铸镜技术

迄今为止,临淄齐故城出土的镜范多属西汉遗物。而如上所述,从文献记载看,西汉至王莽时期的临淄,是全国最发达的工商业大都市之一,人口规模、经济地位甚至不亚于都城长安。因此,临淄作为重要的铜镜铸造中心之一,可能主要是在西汉时期。那么,按照当时临淄的经济地位尤其是工商业的影响力来分析,

其铸镜技术在全国手工业特别是铜镜生产领域无疑是有一定代表性的。所以,通过齐故城出土汉代镜范及相关遗存的研究,很大程度上可一窥汉代特别是西汉时铜镜铸造技术的特征及发展趋势。

汉代临淄铜镜采用陶质双合范铸造,铸范由镜背范和镜面范构成。双合范铸造工艺并无特别之处,在古代金属器的铸造中曾广泛使用。不过,为了获得质地良好的铜镜产品,更为了提高产量和效率,西汉时临淄的制镜工匠在镜范的设计和制作上下了很大的功夫,使得其性能较之先秦镜范及其他陶范都有了巨大的飞跃。目前已发现先秦时期镜范的地点主要有两处,分别为山西侯马晋国手工业遗址和河北易县燕下都遗址。燕下都采集山字纹镜范残块1件,年代当在战国时期,简报未对其进行文字描述,仅示拓本^[25],材质及具体形制和结构等都不是很清楚。侯马晋国手工业遗址出土有4件镜背范,其中一件出自春秋晚期的灰坑,另三件出自战国早期的房址^[26]。这四件镜背范均未经浇铸,有一件上部残缺,其余皆大体完整。三件完整者中,有一件无钮坑,还有一件既无钮坑亦无浇道,怀疑是半成品。(图一二)侯马东周镜范的特点表现为:器身较薄,背面或平或鼓;上部只有浇道而无排气道;浇道很短,且尺寸悬殊、形制各异;钮坑处为长方形或近圆形对穿孔洞,推测与镜钮的特殊铸造



图一二 侯马晋国手工业遗址出土东周镜范

1. II T36H85 : 1 2. II T31F13 : 16

方法有关;有的正面设有榫卯结构;纹饰制作方法不详,但战国早期房址出土的三件镜背范型腔大小相近,纹饰也几无二致,推测极有可能为同模印制而成;镜范原材料报告未做专门介绍,只说遗址所出陶范内含细砂较多,主要由土和砂构成,有的可能还掺入少量植物物质。镜范烧成温度亦不清楚,报告说多数陶范火候较低,但经初步检测,有的可达600℃以上。由于未经浇铸,镜范的具体使用情况不详。那么,与侯马东周镜范相比,可以清楚地看出临淄齐故城汉代镜范的特点特别是其技术优势。

其一,临淄齐故城汉代镜范虽为陶质,且表面特别是正面非常平整光滑,但范体内却密布大量孔隙,故密度很低,手感较轻。此种材质与先秦时期常见的各种陶范明显有别,其优点是大幅增加了镜范的透气性和抗迅速膨胀的强度,从而不仅有利于铸造过程中的排气和充型,而且使镜范不易破裂和损坏,可以反复多次使用。此外,齐故城汉代镜范由于烧制火候高达950℃以上而整体硬度较强,同时因范体内含有大量孔隙以及细砂灰等物质,故而又相对柔软并带有韧性。这一特性既保证了镜范的结实耐用,又让工匠容易对其进行磨、锯、锉、刻等塑形操作,还使镜范的不断修补甚至改制成为可能。齐故城汉代镜范这种特殊材质的形成,显然不是偶然形成的,它应当是铸铜工匠们在长期实践中不断摸索逐步获

得的技术,目的既是要增强镜范的铸造性能,同时也是要提高其制作和使用效率。就此技术本身而言,关键还是镜范原料的选择和配比,其中在制范原料中加入大量稻壳灰是最为重要的一个因素。如上所述,镜范中孔隙以及镜范特殊地质的形成,主因就是稻壳灰的孱入。值得一提的是,在“临淄齐故城冶铸遗存考古发掘与研究”项目实施过程中,我们对闾家寨冶铸遗址出土的植物遗存进行了浮选和研究,其中便发现了稻米遗存^[27]。不过,其数量极少,很难判断是否为本地种植。那么,如果齐地西汉或更早的战国时期不种植水稻,齐故城汉代镜范中的大量稻壳灰来自何处,当时工匠又是怎么想到将稻壳灰孱入镜范的,或者这一技术究竟是怎样起源的,将是值得深思的问题。不论如何,具有优异性能的新材料的发明和应用,是技术革新的重要体现,也为相关工艺技术的创新提供了条件。

其二,临淄齐故城汉代镜范在形制、结构的设计上更为科学、合理。镜背范正面上部设有浇道和排气道,浇道较长且形状规范,都是上窄下宽,底部和两侧坡度也很合适,与侯马东周镜范不设排气道且浇道较短、形状不规范等特征明显不同。这样的设计使浇铸过程中铜液的流淌更为迅速、平稳,排气和充型更为顺畅,另外脱范也相对容易,可尽量减少对镜范的损伤。齐故城出土的汉代镜范正面不见侯马镜范上的榫卯结构,说明二者合范方式不同,但另一方面也显示齐故城的镜范在使用上可以更为灵活。侯马东周镜范有些无钮坑,而以穿孔替代,意味着镜钮的铸造方法有别于齐故城的汉代镜范,后者均带钮坑。另外,齐故城镜范钮坑侧面一般不见安放钮孔内范的凹面或孔洞。此做法可能是为了避免浇铸和脱范时对钮坑的损坏,但需要铸镜工匠有更娴熟的技巧。较之侯马东周镜范,临淄齐故城汉代镜范的范体明显要厚实很多,同样是直径10余厘米的镜范,前者厚约一两厘米,后者一般都在3厘米以上,四五厘米的也较多见。范体加厚,除了不易破裂和耐用外,可能还考虑到在正面完全破损后可打磨掉再重新改制利用,并且不止一次。

种种这些设计,显然一方面是为了铸造出更好的铜镜产品,另一方面也是希望能够尽可能地保护镜范,以达到多次反复使用的目的。

其三,临淄齐故城汉代镜范的制作工艺更为先进。由于镜范纹饰以及浇道、排气道和型腔等内凹结构多非模制而成,所以在制坯、晾干和焙烧阶段,齐故城汉代镜范的制作应当要简单很多。此外,按照一定的规范,并借助于工具,在硬度和柔韧性兼具的范体上挖刻浇道、排气道及型腔,也相对容易。镜背范纹饰的刻制或稍有难度,但对于专业工匠来说,依靠自身技艺及专门的工具,完成这样的任务可能亦只是驾轻就熟的事情。相比而言,模印纹饰看似简单、快速,但因为增加了制坯阶段的工作难度,且实际上并不好操作,故总体效率未必高于刻制纹饰。从效果看,模印出的纹饰一般较为呆滞,并容易出现模糊、晦涩的现象,这一点也是不能和刻制纹饰相比的。毫无疑问,刻制工艺能够制作更为精致、生动的纹饰,从而保证铜镜的质量,同时也可充分发挥工匠的艺术创造力。齐故城出土的汉代镜范较东周镜范及其他的先秦陶范火候更高,正面还施加了光滑、细腻的涂层,这些也都需要更为先进或全新的工艺技术来完成。所以,从各方面看,汉代临淄镜范的制作工艺较先秦是显著进步了,由此带来的结果便是生产效率和铜镜产品质量两方面的提高。

通过上述比较分析和临淄齐故城出土汉代镜范技术特点的总结可以看出,到了西汉时期,铜镜铸造技术的核心所在——镜范的制作有了巨大的改进和显而易见的革新。同时值得注意的是,与侯马东周镜范那种不规范、不统一的情况不同,临淄齐故城出土的汉代镜范虽然类型多样,但材质、形制、结构和工艺等基本相同,各部位尺寸比例的设置也接近一致。由此可知,西汉时期临淄的铜镜铸造技术在各方面都已逐步形成了较为统一的标准和规范。这里还要强调的是,临淄齐故城汉代镜范制作技术的进步,不仅提高了镜范的铸造性能和铸造质量,还大幅提高了镜范的寿命和使用效率。可以认为,所有这些都标志着中

国古代陶范铸镜工艺技术的全面成熟^[28]。

古代铜镜铸造技术的研究, 范畴自然不止镜范的制作和使用, 铜镜的金属配比、熔铜设施和方法、浇注过程、铸后加工(包括物理整形、镜面及纹饰的磨光和抛光、热处理等)也都值得深入考察与探究。当然, 这些方面工作的开展, 需要研究方法的不断改进, 特别是各种现代科技手段的介入, 同时也有待更多的考古发现及实物资料的获取。但无论如何, 就汉代尤其是西汉来说, 从镜范的制作和使用上确实可以看到当时铸镜技术的快速发展。临淄齐故城汉代镜范制作技术及镜范性能的提升, 大大提高了铜镜生产的效率, 同时也为工匠们的艺术创造以及铜镜纹饰类型的增多创造了条件。两汉时期, 中国古代铜镜进入第一个发展高峰, 铜镜不仅制作精良, 而且产量大增, 成为普通社会阶层也可使用的日常用具。从背景来看, 当时制镜技术的进步显然是其重要条件之一, 而在这当中, 镜范制作技术的改进和镜范使用效率的提高无疑又是最为关键的环节。

最后要说明的是, 由于不同时代、不同地区生产的铜镜, 不仅类型和风格有别, 而且所使用的工艺技术可能也会存在一定的差异, 因此我们关注、研究古代铜镜的铸造技术, 不单纯是要揭示这些技术本身的特点以及隐藏于其中的某些奥秘, 还希望以此为基础, 进一步从技术传承和创新以及技术交流与传播的角度, 来研究古代铜镜的发展演变、探讨不同地区间的文化交流、人群移动和贸易往来等问题, 并观察生产技术的发展 and 传播对人类社会的影响。总之, 将铸镜技术的研究与类型学以及铜镜艺术风格等方面的研究相结合, 无疑会大大拓宽我们的视野和思路, 从而把古代铜镜的研究推向更广阔、更深入的境界。

[1] 主要发现及研究成果多收入白云翔, [日]清水康二主编. 山东省临淄齐国故城汉代镜范的考古学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2007; 白云翔. 汉代临淄铜镜制造业的考古学研究 [M] // 探古求原——考古杂志社成立十周年纪念学术文集. 北京: 科学出版社, 2007.

- [2] 中国社会科学院考古研究所, 山东省文物考古研究所, 临淄区文物局. 山东临淄齐故城秦汉铸镜作坊遗址的发掘 [J]. 考古, 2014 (6).
- [3] 杨勇. 汉代铜镜铸造工艺技术略说 [N]. 中国文物报, 2014-12-5 (6).
- [4] 白云翔. 临淄齐故城秦汉铸镜业考古进展及手工业考古的审视 [M] // 新世纪的中国考古学 (续)——王仲殊先生九十华诞纪念论文集. 北京: 科学出版社, 2015.
- [5] 白云翔, 张光明. 山东临淄齐国故城汉代镜范的发现与研究 [J]. 考古, 2005 (12); 白云翔. 临淄齐国故城汉代镜范及相关问题研究 [M] // 山东省临淄齐国故城汉代镜范的考古学研究, 北京: 科学出版社, 2007; 魏成敏, 董雪. 临淄齐国故城的汉代镜范与山东地区的汉代铜镜 [M] // 山东省临淄齐国故城汉代镜范的考古学研究. 北京: 科学出版社, 2007.
- [6] [日] 関野雄. 齐都臨淄の調査. 中国考古学研究 [M]. 东京: 日本東洋文化研究所, 1942: 241-294.
- [7] 张爱云, 杨淑香, 刘琦飞. 山东淄博市临淄齐国故城发现汉代镜范 [J]. 考古, 1998 (9); 张龙海. 临淄齐国故城大城内又出土汉代镜范 [M] // 临淄拾贝. 淄博: 淄博市新闻出版局. 2001: 118; 中国社会科学院考古研究所, 山东省文物考古研究所. 山东临淄齐国故城内汉代铸镜作坊址的调查 [J]. 考古, 2004 (4); 王会田. 临淄齐国故城陶家寨铸镜作坊遗址调查 [M] // 山东省临淄齐国故城汉代镜范的考古学研究. 北京: 科学出版社, 2007.
- [8] 白云翔. 西汉时期日光大明草叶纹镜及其铸范的考察 [J]. 考古, 1999 (4); 白云翔. 山东省臨淄齊國故城出土の前漢鏡範とその問題について [J]. (日本) 古代学研究, 2000 (149); 白云翔, 张光明. 山东临淄齐国故城汉代镜范的发现与研究 [J]. 考古, 2005 (12); 刘煜, 赵志军, 白云翔, 张光明. 山东临淄齐国故城出土汉代镜范的科学分析 [J]. 考古, 2005 (12).
- [9] 白云翔, [日] 清水康二主编. 山东省临淄齐国故城出土镜范的考古学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [10] 中国社会科学院考古研究所, 山东省文物考古研究所, 临淄区文物局. 山东临淄齐故城秦汉铸镜作坊遗址的发掘 [J]. 考古, 2014 (6).
- [11] [14] 刘煜, 赵志军, 白云翔, 张光明. 山东临淄齐国故城汉代镜范的科学分析 [J]. 考古, 2005 (12).
- [12] 荆志淳, 白云翔. 临淄出土西汉草叶纹镜范的材料学研究 (提交于2012年9月“东亚青铜冶铸业国际论坛会议”论文).
- [13] 相关检测和分析工作由北京大学考古文博学院崔剑锋

- 和上海博物馆廉海萍完成,检测和分析报告待刊。
- [15] [23] [日] 三船温尚.从临淄齐国故城汉代镜范和日本收藏的草叶纹镜范考察铜镜制作技术 [M] //山东省临淄齐国故城汉代镜范的考古学研究.北京:科学出版社,2007.
- [16] 日本学者三船温尚曾对日本所藏的四件草叶纹镜范进行过考察,亦指出其“均为软性,”特别是用小刀采集有邻馆范上的胎土作为检测样品时,“给人以迄今未有过的亚黏土的感觉”,“具有非常容易刮削但不会崩裂的特征”。[日] 三船温尚.从临淄齐国故城汉代镜范和日本收藏的草叶纹镜范考察铜镜制作技术 [M] //山东省临淄齐国故城汉代镜范的考古学研究.北京:科学出版社,2007.
- [17] 检测工作由中国科学院大学人文学院考古学与人类学系罗武干、朱剑完成,检测报告待刊。
- [18] 白云翔.临淄齐国故城汉代镜范及相关问题研究 [M] //山东省临淄齐国故城汉代镜范的考古学研究.北京:科学出版社,2007;杨勇.汉代铜镜铸造工艺技术略说 [N] //中国文物报,2014-12-5 (6) .
- [19] 董亚巍,郭永和.从汉代铜镜纹饰看圆规在制图中的应用 [J] .江汉考古,2003 (4) .
- [20] 如临淄范家墓地新村工地M126出土的一面西汉草叶纹

铜镜,上有“见日之光天下大阳”八字铭文,其中“见”“光”二字均为反字。淄博市临淄区文物管理局编.山东临淄战国汉代墓葬与出土铜镜研究 [M] .北京:文物出版社,2017:378.

- [21] 白云翔.临淄齐国故城汉代镜范及相关问题研究 [M] //山东省临淄齐国故城汉代镜范的考古学研究.北京:科学出版社,2007.
- [22] 赵春燕.临淄齐故城阚家寨秦汉铸镜作坊遗址砂样的检测与分析 [J] .考古,2014 (6) .
- [24] 检测和分析工作由北京大学考古文博学院崔剑锋完成,检测和分析报告待刊。
- [25] 中国历史博物馆考古组.燕下都城址调查报告 [J] .考古,1962 (1) .
- [26] 山西省考古研究所.侯马铸铜遗址 [M] .北京:文物出版社,1993.
- [27] 相关检测和分析工作由山东大学文化遗产研究院陈香和中国社会科学院考古研究所赵志军等完成,检测和分析报告待刊。
- [28] 白云翔.试论东亚古代铜镜铸造技术的两个传统 [J] .考古,2010 (2) .

(责任编辑:黄林纳)

《大众考古》2019.12 总第078期

目 录

卷首语

考古学成就建立在科学的方法论体系之上

考古快照

湖南津市庙耳岗

河南偃师商城囤仓遗址

河南洛阳西工区纱厂路西汉大墓

特别策划

再现辉煌 隋唐长安城遗址考古精粹

文 图/ 龚国强

帝都复苏 隋唐长安城遗址考古成果摘要

文 图/ 张全民 辛龙 郭永洪

唐长安城里坊内的公共活动空间 文 图/ 王永娇

隋唐长安城规划布局的地势因素 文 图/ 李春林

隋唐长安城遗址的空间展示体系

文 图/ 王璐 岳圆 邱玮

隋唐长安城遗址的保护管理 文 图/ 师文博

面向大众 传播价值 走向未来 从大明宫看国家考古遗址公园价值阐释体系的发展 文 图/ 张璠

霜刀齐发,蚁众冰消 大唐陌刀风采拾零

文 图/ 崔春鹏

考古笔记

辽宁庙后山与金牛山遗址考察采样记 文 图/ 解 浩