

二里头文化至殷墟文化时期 青铜器鋳的铸造技术及其发展

张昌平(武汉大学历史学院 教授)

器鋳是指容器腹部一侧半环状突起供单手握持的部分。青铜器鋳最早随着二里头文化青铜容器而出现,殷墟文化时期直至西周早期,青铜礼器以酒器居多,爵、斝、角、盃等带有单鋳的青铜器占有相当的数量。因此,从二里头文化到西周早期^[1]的青铜容器中,带鋳的造型显得特别而突出。

在商周青铜器的范铸技术中,外范是器体赖以成形的核心,也是器表装饰依赖的载体。而器鋳、耳等附件由于垂直突起于器壁,需要在外范之外另设芯、范或采取其他方式如铸接等加以处理,因此制作鋳、耳等附件均会增加铸型技术的难度和工序。二里头文化爵、斝等带有器鋳,加之这些带鋳的器类几乎都是三足器,器形复杂,这意味着在青铜容器生产之初,就面临如何处理复杂范型的技术问题^[2]。这一点与陶器发明时器形简单的情形不同,它缘于青铜爵、斝作为礼器的性质。

鋳作为单体附件位于器体一侧,其技术处理方式不同于簋、鬲之类的双耳。即便在带鋳器类如爵、斝这两种最具代表性的器物中,由于器形的差别,制鋳的技术也有明显不同。特

别是在青铜器重视装饰的发展阶段,鋳的结构更加复杂多样。这些背景暗示,鋳的铸造工艺及其发展也应该比较复杂。因此,通过器鋳的制作技术,可以考察其与器形、装饰和器体铸造技术等方面的相互影响,考察这些要素在青铜礼器的社会背景下的变化。

斝晚出于爵且数量较少,但斝体为规整的圆形,铸型与鼎等三足圆体的容器有近似的特征及发展轨迹^[3],比如器体的分型面都是由腹及足纵向设在三足的中央,三个纹饰单元相应位于三足之间。斝的器鋳铸造痕迹大多较清晰,并且斝及其鋳的铸型已有学者进行探讨^[4],因此系统梳理斝鋳有较好的客观条件。同时,先讨论斝鋳,对爵鋳铸造技术的理解也有所助益。

二里头文化末期才出现少量的斝,其形制特征与其后二里岗文化早期的弧腹斝类似,且一般都保留有较多的铸造痕迹。二里头文化和二里岗文化早期斝多在三足外或者对应于足外的腰部纹带处见有范缝,其例见《全集》1.13、15~18(图一)^[5]。据此,此阶段斝的铸型比较明



图一 上海博物馆藏乳丁纹鬲(《全集》1.17)



图二 上海博物馆藏乳丁纹鬲局部(《全集》1.17)



图三 盘龙城李家嘴 M2 : 10 鬲



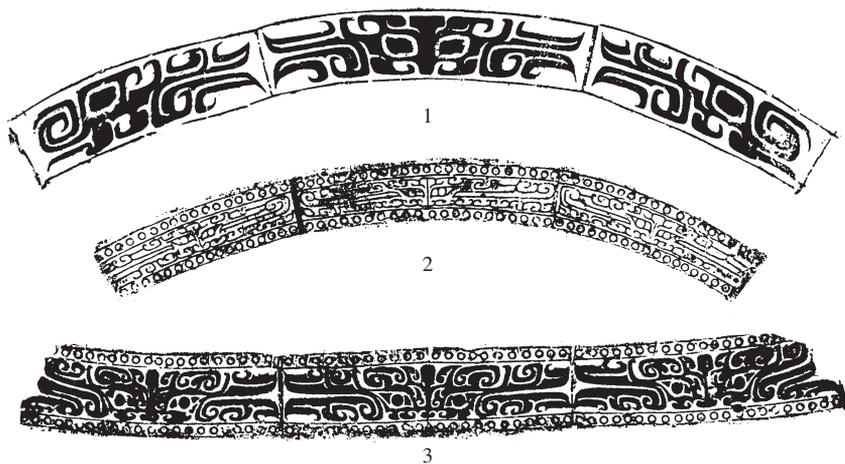
图四 盘龙城李家嘴 M2 : 10 鬲局部

确:三块外范以三足中央为分型面,由口部向下兜底^[6]。由于罍鍔在位置上对应于一足,故也处于两块外范的分型面,因此罍的鍔面中央往往也有一条纵向的范缝。在鍔对应的腹壁上,一般都可见两条范缝,并在鍔上下两端之间形成长方形区域。罍腹若有纹饰,会在此中断(图二)。这些现象说明在罍鍔之下设有独立的鍔芯——这是浑铸的器鍔及器耳最为常见的铸型设计,我们暂称之为A型鍔。独立鍔芯的固定,应该是通过芯两侧与之相邻的两块外范来完成。鍔芯在鍔下与鍔同宽,使鍔在芯范的一侧作凹槽状。二里头至二里岗文化罍鍔凹槽两侧常见的突起毛刺,是由鍔芯与其相邻的外范分型所形成的。此类罍鍔的平面形状,也因为处于两块外范之间而作上下等宽的长条形,并成为此后多数罍鍔的基本形状。

二里岗文化晚期罍的器形及铸型技术较此前并无革命性的变化(图三)^[7],但此时青铜器装饰获得很大发展并与鍔的制作产生关联。这一时期罍最为流行兽面纹,在上腹一周3个纹饰单元中,鍔侧的两个纹饰单元被鍔芯打断(图四),这两个单元的长度要略窄于罍正面的单元。因此,罍腹正面较长的纹饰单元装饰一组兽面纹,而在鍔两侧稍窄的单元各装饰一组长躯的夔纹(图五:1)^[8],这样的两组夔纹若以鍔为中心,也可视为由此展开的兽面纹。这样的纹饰结构是二里岗文化晚期兽面纹罍最为常见的选择,在其时的爵上也作相同的布置

(图一七)。中商文化时期及其后,罍腹一周纹带越来越多地装饰三组兽面纹——虽然鍔侧的两组兽面纹幅面仍然较窄。在此以后,又进一步在腹部上下两周各安排三组兽面纹,如郑州商城C8:豫0895罍、二里岗商墓C1M出土罍^[9]和盘龙城杨家湾M11:31罍(图五:2,3)^[10]等。在罍的两周兽面纹装饰中,下腹的兽面纹可能有阳线或宽带的不同,但上腹的兽面纹则往往是阳线状。我们知道,阳线纹饰是在范上直接制作的,技术难度较低。罍上腹纹带穿过器鍔而装饰阳线兽面纹,暗示器鍔的处理可能会局限纹饰的制作。

中商文化至殷墟文化早期罍在整体上继承了二里岗文化晚期的形制,但围绕鍔的芯范处理出现了两种新的方式,这里暂称B、C型鍔。B型鍔将鍔芯各一半自带在鍔侧的外范上,故其分型面设在鍔的中央,这样在鍔处的腹壁及鍔内外两面都只有一条范缝,如殷墟小屯M232:R2039罍(《全集》3.36)(图六、七)^[11]。此型鍔也有保留此前独立鍔芯的做法,相应地会在鍔处的腹壁形成三条平行的范缝,如殷墟小屯M388:R2046罍^[12]。李济、万家宝在殷墟12件罍中观察到7件罍鍔类似B型鍔,这足以说明其流行的程度^[13]。虽然小屯M232:R2039罍鍔处的腹壁留白,不过B型鍔的芯与外范相连,腹部的纹饰是可以延续到鍔处腹壁的,例如小屯M388出土兽面纹罍(《全集》3.37)。这样不让纹饰中断的处理方式,还有类似的C型



图五 盘龙城青铜器纹饰拓片

1.李家嘴 M2:19

兽面纹罍腹部

2.杨家湾 M11:31

兽面纹罍上腹

3.杨家湾 M11:31

兽面纹罍下腹



图六 殷墟小屯 M232 : R2039 鬲(《全集》3.36)



图七 殷墟小屯 M232 : R2039 鬲局部



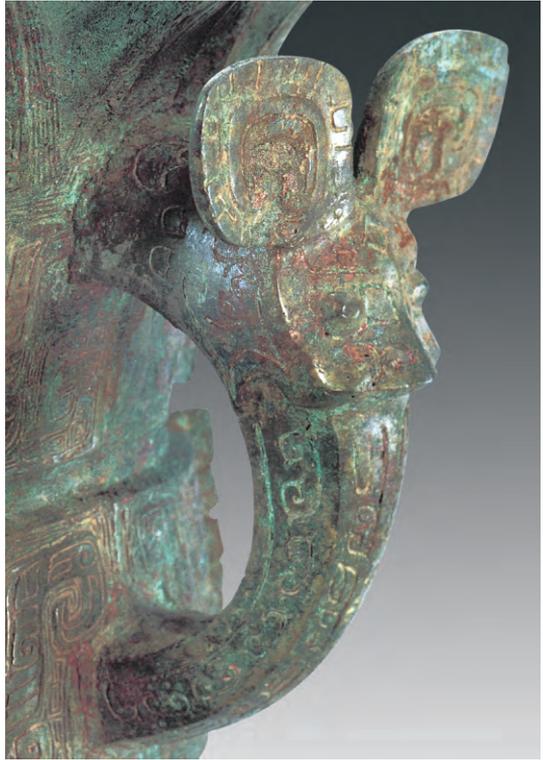
图八 上海博物馆藏兽面纹鬲(《全集》1.96)



图九 上海博物馆藏兽面纹鬲局部(《全集》1.96)



图一〇 殷墟妇好墓 M5 : 860 盃(《全集》3.40)



图一一 殷墟妇好墓 M5 : 860 盃局部(《全集》3.41)



图一二 殷墟武官北地 M1 出土兽面纹盃(《全集》3.47)



图一三 殷墟武官北地 M1 出土兽面纹盃局部(《全集》3.47)



图一四 二里头遗址出土铜爵(《全集》1.6)



图一五 二里头遗址出土铜爵局部(《全集》1.6)

鬲。C型鬲下的腹壁只有一条范缝,但在鬲内面不见范缝,其可能的做法是在鬲下设一横截面为三角形的芯范,例如郑州白家庄鬲(《全集》1.95)、上海博物馆收藏的三件兽面纹鬲^[14](图八、九)。B、C两型鬲都可将纹饰伸入到鬲下的腹壁,这样,鬲侧的两个纹带相邻,腹壁不再

留白,鬲腹的装饰效果大大加强,鬲腹三组兽面纹的长度和构图也实现等同。

从以妇好墓为标志的殷墟文化晚期开始,青铜器的装饰性进一步被强调,扉棱及半浮雕等多层次装饰使青铜器显得华丽而繁缛。为了适应青铜器装饰精细而立体的取向,这一时期的青铜器多使用复杂化的铸型技术^[15]。例如,圆鬲一周使用6块而不是此前的3块外范,方鬲使用8块外范,这可以从圆鬲常常在鬲之外有5条扉棱、方鬲在鬲之外有7条扉棱得到验证^[16]。繁缛的装饰需求也在鬲鬲上有明确的体现,一



图一六 盘龙城李家嘴 M1:16 爵



图一七 盘龙城李家嘴 M1:16 爵局部



图一八 盘龙城 P: 033 爵



图一九 盘龙城 P: 033 爵局部



图二〇 殷墟孝民屯 M1572 出土铜爵(《全集》3.14)



图二一 殷墟孝民屯 M1572 出土铜爵局部(《全集》3.14)



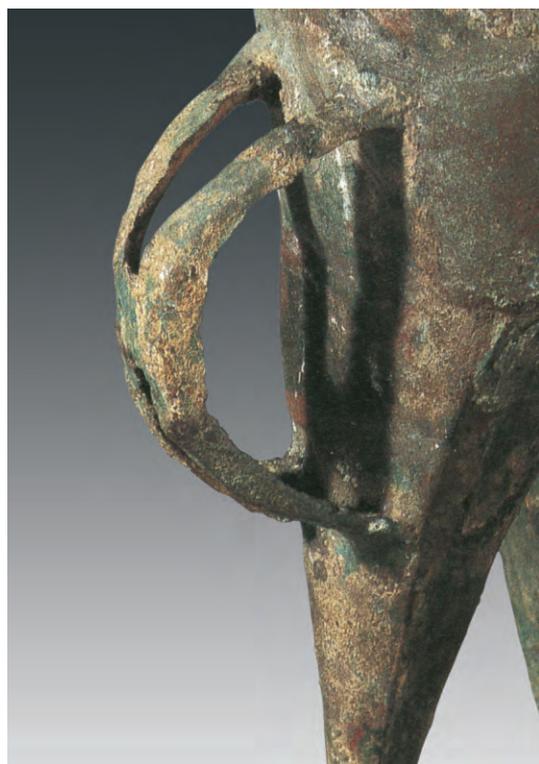
图二二 盘龙城李家嘴 M2: 20 盃



图二三 盘龙城李家嘴 M2: 20 盃局部



图二四 二里头遗址出土铜盃(《全集》1.19)



图二五 二里头遗址出土铜盃局部(《全集》1.19)



图二六 盘龙城杨家湾 M17 出土铜觚形器



图二七 盘龙城杨家湾 M17 出土铜觚形器局部

些等级较高的罍在罍顶装饰高浮雕的兽首,这使罍难以与器体浑铸,于是产生了我们称为D型的罍:一般是先铸器体并在腹部罍处预留两个凸榫,再在凸榫处后铸铸接罍。由于铸器时没有罍的羁绊,此型罍下腹壁的纹饰自然是连续的。这类罍往往器形高大,器罍对应处的腹壁纹饰不中断,因而与其他位置完全协调一致。妇好墓出土的12件罍,除了一件盆形罍之外,其他的束腰深腹圆罍器表都装饰有半浮雕兽面纹,罍罍均采用D型方式后铸铸接(图一〇、一一)(《全集》3.40~41)。方罍的社会等级较高,装饰豪华,罍罍也像豪华型圆罍一样多为后铸铸接。此外,在殷墟文化的周边地区,那些复杂造型的罍罍是透过腹壁以铆接的方式后铸铸接的,如岐山贺家村 M1 出土鸟柱罍(《全集》4.59)、美国弗利尔美术馆藏鸟柱罍等^[17]。铆接后铸的技术较为原始,盘龙城出土的若干罍罍的补铸,就是以这种方式处理的。有学者认为,铆接后铸应该是南方青铜器的技术特征^[18]。

殷墟文化晚期另一个与制罍相关的因素是铭文的制作。这一时期铭文多是徽识类短铭,一般通过独立的铭文范制作^[19]。罍的铭文可利用罍下独立的芯范来制作,因此铭文常被安排在罍罍处的腹壁。

基于上述装饰和铭文背景,殷墟文化晚期对罍罍的技术处理大体有如下三种方式。一是



图二八 盘龙城杨家湾 M17 出土铜觚形器局部

浑铸鬲，独立设长方形鬲芯。这是继承了二里头文化以来 A 型鬲的铸型，鬲处的腹壁因为芯范而留下两条范缝并形成无纹饰的长方形区域，鬲内侧作中部下凹的槽状，显示其包夹芯范的状态，如《全集》3.43 兽面纹鬲。如有铭文，多铸于长方形鬲芯的腹壁处，也有铸于器腹内壁者。此类鬲往往属于装饰不甚豪华者，除见于一般的束腰深腹鬲之外，分裆鬲形鬲也多采用这种铸型。后者腹部饰双线人字形纹，较为清素，鬲均为浑铸，如《全集》3.52~53 鬲。二是浑铸鬲，自带半芯。这是承袭此前阶段的 C 型铸型，纹带伸入鬲下腹壁，范缝往往被遮掩，如《全集》3.47~49 鬲（图一二、一三）。如有铭文，多铸于器腹内底。三是分铸鬲，铸型如前所述。此类鬲如有铭文，均铸于器内壁。

总的看来，从二里岗文化至殷墟文化晚期，鬲的数量一直少于爵，但鬲更多见于较高等级的青铜器群中，因此鬲的装饰性较爵更强，这使得鬲的制作技术也较爵更具多样性。而在多样的技术选择中，鬲顶有无高浮雕兽首是是否选择分铸鬲技术的关键因素。

二

爵是二里头文化时期最早出现、数量最多的青铜容器，也是其后直至西周早期最常见的带鬲容器。对爵鬲的处理，体现了早期合范技术的高度。

二里头文化时期的爵目前已发现近 20 件，复杂的器形一般只在流与尾的两端可见铸造痕迹，加之爵为扁体的特殊器形，其铸型工艺在学界有不同的认识。分歧中的一个焦点，就涉及鬲的处理方式。由于爵腹为扁体，合理的分范方式是顺延流、尾两分外范。但为了处理爵鬲，理论上还可能以鬲为中心，再左右分范。因此就此时期爵腹部而言，可能存在二分外范和三分外范的不同。学者们认为，二分外范方案是外范由口过足，鬲处设芯范，足间设底范；三分外范方案是外范由口过足，鬲处的两块外范自带芯范，足间设底范^[20]。此外，关于爵的铸型还有是否水平分范的争议。

对爵鬲的观察并与鬲鬲比较，当有助于讨论上述问题。二里头文化爵鬲一般有如下可能与技术相关的器形特征：鬲正视作亚腰形，不同于鬲鬲的长条形；鬲的上下两端一般各有三角形或长条形镂空，为鬲鬲所无（图一四、一五）（《全集》1.6）。这些镂空一般内侧稍大，可知其在内侧设泥芯撑与外范间隔；在与鬲对应的腹壁，往往光素无痕，不见鬲鬲那样的长条形芯范痕迹；爵鬲的表面，也一概没有鬲鬲中央那样的一条合范范缝。上述现象说明，二里头文化时期爵鬲的铸型与鬲不同。鬲外中央无范缝，说明爵鬲处未曾像鬲鬲那样是合范所在，爵腹在鬲的一侧应该只有一块外范。爵鬲的亚腰形是在鬲越突起的位置越窄，考虑到爵无独立芯范的情况，推测爵鬲是以鬲芯为复合范^[21]嵌入带芯盒的外范，该芯盒的底部渐窄，合乎鬲的亚腰形。鬲芯的定位，则是在其上下两端设三角形泥芯撑间隔外范。上海博物馆收藏的乳丁纹管流爵^[22]，乳丁纹在鬲处的腹壁连续而不中断，说明鬲处既未分外范也不设芯范。此外，由于大多数爵由腹至足的过渡光滑自然，说明腹与足之间一般不曾水平分范^[23]。

进入二里岗文化晚期，爵的形制发生了明显的变化，比如器身较为矮粗，流与尾变短。器形的这些变化更加适合制范等工序，同时也会导致铸型的一些发展。此时期爵的一些铸造痕迹明显，如流、尾对应的腹壁范缝明确，说明腹部二分外范的做法得以延续。足外中央范缝和器底的 Y 形范缝俱见，可知底范有三块并且是由底部伸出外包三足，因此两块腹范与三块底范之间必须有水平分范来过渡。涉及爵鬲的制作上，鬲还是作传统的亚腰形，大部分爵鬲的外侧中央仍然没有像鬲那样的纵向范缝，如《全集》1.61~74 爵均是如此，说明爵鬲处依然没有对开的外范。不过，此时的爵在与鬲对应的腹壁，或可见长方形的鬲芯痕迹，如《全集》1.73~75 爵，或为类似的情形在两个夔纹之间的留白，如《全集》1.64~65 爵及盘龙城李家嘴 M1: 16 爵（图一六、一七），这说明爵已普遍采取了像鬲那样独立鬲芯的设计。同时，像二里

头文化爵那样采取芯盒制鑿的方式仍有保留,如上海博物馆收藏的兽面纹爵(《全集》1.78)^[24]、盘龙城采集的P:033爵(图一八、一九)。这种爵鑿处的腹壁所装饰的纹饰整体性强,不会是分范或芯范所在。

二里岗文化晚期的爵,横截面愈来愈向接近圆形发展,这一方面说明受到了以圆体为主流的其他礼器的影响,同时也暗示爵鑿处有了像斝那样对开的外范。这样明确的例子,是上海博物馆收藏的兽面纹爵,其鑿外侧中央明显可见一条范缝(《全集》1.77)。至迟在殷墟文化晚期,在爵鑿处分范已经像斝一样通行。由于殷墟孝民屯遗址陶范的大量出土,过去许多在青铜器上难以观察到的合范情况得以揭示。根据学者对爵范的观察,爵“上段垂直分为4崩”范,“鑿范是和腹部范制作在一起的,由自带泥芯形成鑿部空腔”^[25]。爵腹四块外范,是如前所述像斝一样复杂化范型的运用,即在原来的流与尾处二分外范之外,在流与尾之间也有分范。这是爵的铸型在二里岗文化晚期后的一个明确的变化,在这种铸型之下爵的横截面最终稳定为圆形。此时爵的四分外范位置之一是在爵鑿的中央,因此殷墟文化晚期的爵鑿已经普遍变为长条形(图二〇、二一)(《全集》3.14)。但在爵的实物中,鑿中央并未见合范形成的范缝,卡尔贝克(Karlbeck)推测这种情况可能是由于在合范过程中对这些位置的分范范线进行过遮掩处理^[26]。

殷墟文化晚期爵的器形少有变化,铸型相当稳定,爵鑿的制作也近乎程式化。侧视为半环形的爵鑿设在长卵形腹的一侧,一般为浑铸。鑿顶常设半浮雕兽首,但往往不如斝鑿那样夸张,鑿顶兽首一般不像斝那样采用全雕式的复杂设计,因此爵鑿往往无须分铸^[27]。鑿内侧的芯范在腹壁形成长方形区域,如有铭文,则设置在此区域,其道理与斝相同。

爵流、尾相对的器形使其具有双耳簋那样的特质:外范数为偶数,与之相对应,爵的一周纹饰只有两组^[28]。二里岗文化时期,爵鑿一侧展开为两个夔纹(图一七);殷墟文化时期一般都

饰两组兽面纹,在鑿的一侧,兽面纹的中轴正在器鑿处。纹饰的这种演变说明,展开的两个夔纹就应该是表达一组兽面纹。

爵的器形没有斝那么规整,但其铸型特别是鑿的制作方式却不及斝那么多变,这缘于爵的器形变化较小,装饰性也不及斝。在器鑿方面,爵鑿形体较小,鑿顶兽首简素,技术处理方式相应较为单一。

三

爵鑿与斝鑿铸型技术形态表明,由于在器形上的差异,两类器物在处理器鑿时的技术线路基本不同,而技术上的区别又进一步导致各自铭文、装饰的处理方式有异。可见,器形对范型技术的变化起着主导作用。

爵鑿与斝鑿的不同,大体上代表了一般器鑿的两个不同系统。角、盃、壘等器,鑿的制作技术基本上分别接近于爵鑿或斝鑿。例如角除口部之外在形制上与爵基本相同,角鑿的形制、技术处理方式,也都像爵一样。二里头文化时期的角形器(《全集》1.11~12),鑿也作亚腰形,鑿对应的腹壁都没有斝那样的长条形芯范痕迹,可见角鑿也像爵一样在鑿侧的外范中以芯盒方式处理。角采用爵的技术方式一直延续到殷墟文化晚期,其时角较为多见,角鑿形制与爵相同,鑿处的腹壁也常常有长条形芯范痕迹,其内一般铸有短铭。而盃则因为体形像斝一样较高,盃鑿及其铸造工艺也类似于斝。二里岗文化时期的盃鑿为长条形,中央有一条纵向的范缝,鑿对应的腹壁有长方形芯范痕迹,技术特征与斝鑿相同。不过此时期的盘龙城李家嘴M2:20盃在顶部封口处设有水平分范,平直的鑿顶正位于顶范的分型面(图二二、二三)。可见,其时盃鑿的范型包括两块外范、一块顶范和一块鑿芯范,结构颇为复杂。殷墟文化晚期的盃也与同时期的斝一样使用相同的方式处理鑿,例如,类似分裆鬲形斝的妇好盃也是浑铸器鑿(《全集》3.139),铭文设在鑿处的腹壁。除了爵之外,这是妇好墓中不多见的浑铸器鑿的情况。装饰豪华的盃如日本根津美术馆收藏

的三件方盃(《全集》3.141~143),鬲均为分铸,其铭文安置在不间断的纹饰区,情形较为特殊。总体而言,殷墟文化晚期器鬲的技术处理方式,应该是优先选择浑铸,只有在鬲首装饰复杂难以浑铸时,才作分铸处理。例如觥、斝均为高等级器类,器鬲多装饰有高浮雕兽首,因此分铸的情况较多。妇好墓出土三对觥(《全集》3.149~153),鬲均为后铸铸接。皿方斝的鬲除了饰有高浮雕兽首之外^[29],鬲体横截面近方形,三面饰勾云纹,鬲系先铸,似乎具有南方青铜器的技术特征^[30]。

在爵鬲与斝鬲的不同技术系统中,当然也会发生相互交错的技术选择。斝类器比较多见来自爵的铸型的影响,二里头遗址84YLVIM9:1斝(《全集》1.14),在与鬲垂直的腹部两侧可见两条范缝,此斝的范型为两块外范,并延伸至足底,腹下与三足之间设一底范。此斝鬲为亚腰形,其上无对开范缝,与鬲对应的腹壁也无芯范痕迹,可知鬲的范型也与爵一致。类似斝借用爵的铸型技术还见于盘龙城王家嘴H7:1斝^[31]。二里头遗址出土的唯一一件铜盃(图二四、二五)(《全集》1.19),其鬲也未遵循斝鬲的铸型,而是像爵鬲一样作亚腰形,设三角形镂孔,腹壁不见鬲芯痕迹。该盃鬲两侧的腹与足可见范缝,可知一块外范覆盖包括鬲的器腹。前述盃鬲一般采用斝鬲的铸型,但此处的处理显然与爵鬲相同。二里头文化时期,爵为青铜礼器的主要类别,斝类器的铸型受其影响。但爵的形制特殊,其器体与鬲的铸型也较为特殊,从二里岗文化时期开始越来越多地向着斝的技术方向也就是一般的圆体器的技术方向发展。例如爵鬲芯的设置、鬲顶兽首的设置以及鬲处成为外范分型面所在等,都是趋向于斝鬲的技术方式。这些交互现象说明,早期铸型技术并不十分稳定,而技术方式在运用时又具有多样的选择性。

在鬲的技术方式中,鬲顶的兽首是影响殷墟文化时期器鬲特别是斝鬲的重要因素。盘龙城杨家湾M17是盘龙城遗址最晚阶段的墓葬,该墓出土的一件带鬲觥形器^[32],鬲顶设置兽首

(图二六),这是迄今年代明确的最早的鬲顶兽首。此觥形器鬲内、外两侧的中央以及鬲所对应的腹壁,都只有一条范缝(图二七),属于前述斝的B型鬲铸型。值得注意的是,鬲顶兽首与鬲的扁平程度一致,鬲内面的范缝由鬲延续至兽首,说明兽首与鬲体浑铸。但鬲外面中央的范缝并未向上延续至兽首处(图二八),又暗示兽首是独立制范的,应该是采取复合范技术,即在兽首处单独嵌入一块活块范制作的。看来,兽首设置之初,就是以难度更高、更为复杂的技术方式来获取装饰效果。这也是青铜时代早期的一个技术倾向,体现了礼器在社会生产中的重要地位。

四

综前,二里头文化至殷墟文化时期青铜器鬲的铸造技术,体现了块范法铸造工艺适合处理复杂的几何体器形、便于装饰发展的特点。在技术的实际运用中,器形是决定技术选择的首要因素,但同时技术也会服从于装饰的需求,甚至从二里岗文化时期开始,装饰成为影响器鬲铸造技术发展更为主要的因素。器形、装饰以及对于青铜礼器的社会需求,推动着技术的发展,并成为中国青铜时代早期青铜器发展的原动力。

西周时期,爵、斝等酒器的数量大幅下降,带鬲器的数量大减,器鬲的工艺技术则基本稳定不变。西周晚期及其后,青铜礼器从形制到技术都开始走向简化。这一时期较为多见的匜、盃之鬲,开始采取分铸技术,自此,分铸、焊接成为青铜时代晚期包括器鬲在内的附件制作技术的主流,并在春秋中期之后成为绝对主导性的技术潮流。晚期青铜器制作工序增多、技术趋简,与夏商时期器鬲等附件以浑铸为主的选择完全不同。这种不同,又是青铜礼器不为社会所重的直接反映。

附记:周亚为笔者观摩上海博物馆藏青铜器提供了帮助,文中盘龙城青铜器均为郝勤建拍摄,在此一并致谢。

- [1] 本文按照如下几个阶段阐述中国早期青铜时代：二里头文化至二里岗文化早期、二里岗文化晚期、中商文化至殷墟文化早期、殷墟文化晚期(始自妇好墓)至西周早期。参见孙华《中国青铜文化体系的几个问题》，《考古学研究》(五)，科学出版社，2003年。
- [2] 张昌平《也论二里头青铜器的生产技术》，《夏商都邑与文化(二)——“纪念二里头遗址发现55周年学术研讨会”论文集》，中国社会科学出版社，2014年。
- [3] 张昌平等《二里岗文化至殷墟文化时期青铜器范型技术的发展》，《考古》2010年第8期。
- [4] 李济、万家保《殷墟出土青铜器形器之研究》，第14~17页，(台北)“中央研究院”历史语言研究所，1968年。
- [5] 中国青铜器全集编辑委员会《中国青铜器全集》第1~4卷，文物出版社，1996、1997、1997、1998年。简称《全集》。
- [6] 苏荣誉等《中国上古金属技术》，第98页，山东科学技术出版社，1995年。
- [7] 除杨家湾 M17 出土觚形器外，文中盘龙城青铜器可参看湖北省文物考古研究所《盘龙城——1963~1994年考古发掘报告》，文物出版社，2001年。
- [8] 湖北省文物考古研究所《盘龙城——1963~1994年考古发掘报告》，图一〇八，文物出版社，2001年。
- [9] 河南省文物考古研究所《郑州商城——1953~1985年考古发掘报告》，图五四三、五四四、五四五，文物出版社，2001年。
- [10] 同[8]，图二〇五。
- [11] 同[4]，器鬲细节参见图版壹捌：3。
- [12] 同[4]，图版壹玖：1。
- [13] 同[4]，第14~15页。
- [14] 陈佩芬《夏商周青铜器研究·夏商篇》036.1~3，上海古籍出版社，2004年。其中036.1又见于《全集》1.96。
- [15] 同[3]。
- [16] 殷墟文化晚期青铜器扉棱处一般为分型面所在。Robert W. Bagley, “Shang Ritual Bronzes: Casting Technique and Vessel Design”, *Archives of Asian Art*, vol.43, 1990, pp.6~20.
- [17] John Alexander Pope, et al., *The Freer Chinese Bronzes*, Volume I, Catalogue, No.21, Washington D.C., Smithsonian Institution, 1967. 美国弗利尔美术馆藏鸟柱鬲具有明显的地方性，应出自殷墟文化区以外地区。
- [18] 苏荣誉《岐山出土商凤柱鬲的铸造工艺分析及其相关问题的探讨》，《两周封国论衡——陕西韩城出土芮国文物暨周代封国考古学研究国际学术研讨会论文集》，上海古籍出版社，2014年。
- [19] Noel Barnard, *Bronze Casting and Bronze Alloys in Ancient China*, Australian National University, 1961, pp.157~161; 张昌平《商周青铜器铭文的若干制作方式——以曾国青铜器材料为基础》，《文物》2010年第8期。
- [20] 学者们对不同的方案认识较为复杂，相关讨论参见[日]难波純子《初現期の青銅彝器》，《史林》七十二卷二号，1989年；同[6]，第97页；李京华《〈偃师二里头〉有关铸铜技术的探讨——兼谈报告存在的几点问题》，《中原文物》2004年第3期；宫本一夫、白雲翔《中国初期青銅器文化の研究》，第23~26页，(日本)九州大学出版会，2009年。
- [21] 过去所知复合范是晚至殷墟文化时期才出现的合范技术。参见刘煜等《殷墟出土青铜礼器铸型的制作工艺》，《考古》2008年第12期。
- [22] 同[14]，第8~9页。
- [23] 当然，二里头文化时期爵也应该出现水平分范技术，传世爵中见有这样的铸造现象。参见[2]。
- [24] 此爵腹壁纹饰不中断更明确的图片，参见[14]，第61页。
- [25] 岳占伟等《殷墟青铜器的铸型分范技术研究》，《殷墟新出土青铜器》，云南人民出版社，2008年。
- [26] O. Karlbeck, “Anyang Moulds”, *Bulletin of the Museum of Far Eastern Antiquities*, No.7, Stockholm, 1935, pp.39~60.
- [27] 爵鬲的兽首均与鬲一同制范，其中少数采用复合范的方式。同[25]。
- [28] 一般圆体器如无耳簋为三分外范三组纹饰，而双耳簋等双耳器则为偶数外范两组纹饰。参见张昌平等《论商周时期青铜簋的铸型技术》，《考古》2012年第10期。
- [29] 湖南省博物馆等《酌彼金罍——皿方罍与湖南出土青铜器精粹》，第25~34页，上海书画出版社，2015年。
- [30] 张昌平《关于皿方罍》，《南方文物》2014年第2期。
- [31] 胡家喜等《盘龙城遗址青铜器铸造工艺探讨》，《盘龙城——1963~1994年考古发掘报告》附录七，文物出版社，2001年。
- [32] 张昌平《湖北黄陂盘龙城遗址又获重大发现》，《中国文物报》2016年4月8日。

(责任编辑:周艳明)