

鉴藏

丛书

NO.

17

东周青铜剑的铸制工艺

五彩缤纷的彩瓷

法国枫丹白露宫“中国馆”所藏圆明园文物

“青天歌”揭秘

兼论中国历史上的观音信仰

风物 清晖



欢迎订购2007年《鉴藏》丛书

鉴藏

艺术收藏的朋友

鉴藏

艺术收藏的朋友

鉴真赏粹 藏宝聚英

全新打造，全彩精印，全年
六本，每本26元，每套156元。

订阅电话：010—65124525

传真：010—65124393

邮编：100006

地址：北京市100006信

箱24分箱

百年普洱 雅宜書香



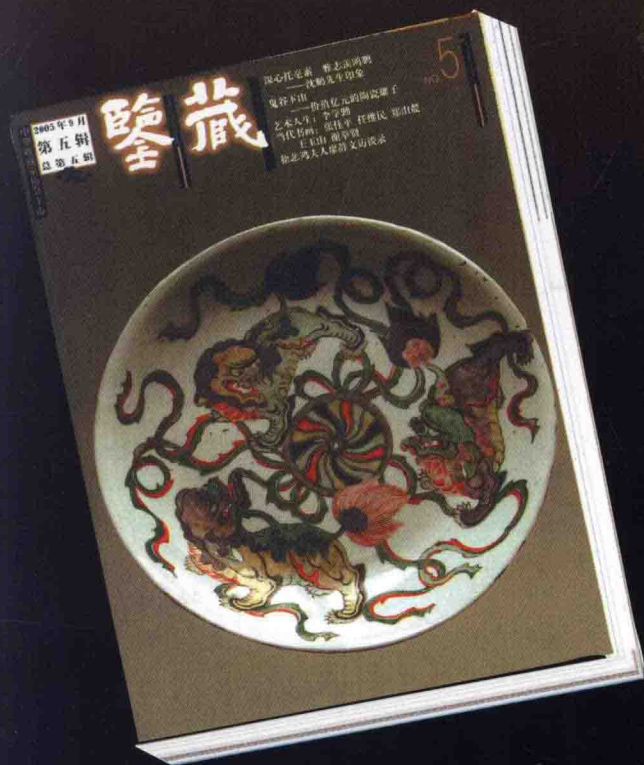
乾隆御用珍品 中华老字号
云南同庆号普洱茶即将落户京城

鉴藏



中华收藏家协会主办

(书画篇)



聚焦藏市热点
分析艺市走向
传播鉴藏知识
引导收藏时尚

希望通过我们的努力给您收藏**真珍赏乐**的惬意情怀。

全彩精印，内文每本120页，每本售价26元，全年6本，全年售价156元。

鉴藏

中华收藏家协会主办

鉴藏杂志社

17

第七辑

2007年9月

总第十七辑

★本书各大新华书店均有销售

未经书面许可，本辑图文不得以任何形式转载。
所有文章只代表作者本人观点。

主 编= 望 野

执行主编= 赖东平 程继云

副 主 编= 马 妍

责任编辑= 裘家康

审 校= 运 来

美 编= 陶 雷

图书在版编目(CIP)数据

风物清晖 / 望野主编—上海:上海锦绣文章出版社,
2007

ISBN 978-7-80685-803-5

I. 风… II. 望… III. 陶瓷—工艺美术—鉴赏—中国 IV. J527

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第106260号

北京代表处:

北京市100006信箱24分箱

邮编:100006

电话:010-65124525

传真:010-65124393

E-mail: jc_publication@126.com

第三年度理事单位:

乾龙(香港)拍卖有限公司

北京黄胄美术基金会

中世嘉禾投资管理有限公司

网络支持:汉龙网 www.hanaga.com

编辑:《鉴藏》丛书编辑部

出版:上海锦绣文章出版社

支持单位:上海《新闻晚报》

封面题字:文怀沙

定价:人民币26元

海外定价:12美元

承印:兰新雅彩印

如有发现质量问题

请与印厂联系:010-84290226 84255276

封面:彩绘合和二仙

封底:翡翠吊坠

目录

4 → 15 学术论坛

p4 东周青铜剑的铸制工艺

董亚巍 / 文

16 → 23 鉴藏天地

p16 五彩缤纷的彩瓷

俞丽云 / 文

p24 明初龙泉官窑标本整理简报

叶英挺 / 文

34 → 39 鉴藏心得

p34 关于文物鉴定和收藏现状的分析探讨

胡耀明 吴凌 / 文

40 → 43 鉴藏争鸣

p40 “青天歌” 揭迷

高子富 / 文

44 → 51 鉴藏研究

p44 与梦相随的艺术

中国古代的陶瓷枕

奉 炉 / 文

52 → 101 鉴藏故事

p52 法国枫丹白露宫

“中国馆”所藏圆明园文物

王冠英 / 文

p72 从流失海外部分观世音像谈起

兼论中国历史上的观世音信仰及观世
图象的演变

赵启斌 / 文

100 → 101 当代艺术家

p100 三田村 有纯 美的世界

漆艺家三田村 有纯作品

102 → 103 鉴藏欣赏

董亚巍

东周青铜剑的铸制工艺

1

青铜兵器，是春秋战国时期各诸侯国铸制数量最大的铜器，有镞、矛、戈等，青铜剑是其中一种。其它小体积兵器信息量相对小，剑的体积大，铸制工艺相对复杂，留下的信息量相对大。为便于理解，本文只对剑的铸制工艺留下的特征进行范铸逻辑性推理研究。

我们看见棱角分明的战国青铜剑都是成品，而制作这些剑的范铸工艺，早已随着战国时代的结束而离我们远去。一般素格素首的战国剑几何形状较为简单，两块范对合就可铸成，这似乎是多数研究者的观点，似乎未见对此提出异议。

剑的种类并非一样，目前出土的常规种类已不少，铸制各种剑的技术，更是工艺繁多。从目前已发表对铸剑工艺的研究看，只是作了一些科学检测，如化学成分分析，从而知道东周青铜剑大致的合金比例范围。作了一些金相分析，从而知道了剑合金的金相结构及机械性能。但是，这些分析属于微观，都是眼睛看不见的问题，这些问题的破解，并不能解释各种剑是如何制模、如何制范、怎样被铸制出来的。对于剑的范铸工艺研究，从制模、制范到铸制成整剑的模拟试验太少，即使作了铸剑实验，也不一定属于战国的范铸工艺。对战国铸剑工艺的具体操作所知太少，许多问题只能避而不谈。所以，目前对于春秋战国范铸铜剑的主流工艺研究，基本处在起始阶段，甚至对许多种剑的具体铸制工艺研究尚未涉及，体现在剑表面的许多问题，尚不能用科学语言进行解释。由于以上原因，这里只是将目前著者已知并看得见的现象，采用范铸逻辑进行推理式阐述。采用考古学中对剑体各部位的称谓用图1表示出来，以便于理解。

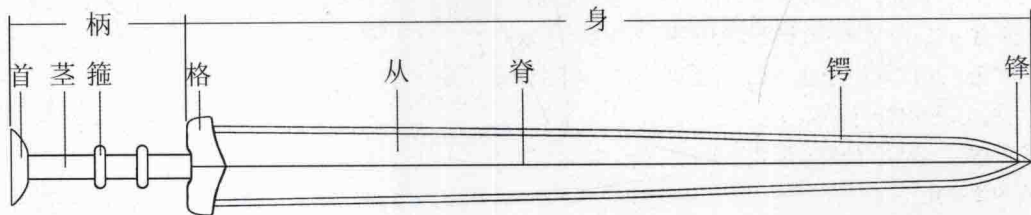


图1

第一节 青铜剑呈现的范铸特征

春秋以后的青铜剑，各地都有出土，特别是战国时期的军事要塞或重镇地区，出土量明显多。考古学中对各时期各种剑进行分型分式，从而排比出时代及文化属性。采用现代常规的铸造学原理，对战国铜剑进行铸制工艺的研究，不能解释铜剑上的一些现象。根据范铸逻辑推理，采用相适应的现代科技手段检测论证，可尽多得到解释。

图2为战国墓葬出土的越王卬北古剑²，藏安庆博物馆。此剑素格素首，具有两个纹饰箍。格及首的表面铸有凹铭文，铭文为一错金一错银间隔排列。从左下角X光片中显示的结构可以认定，此剑的首为分型铸造后再与茎焊接。通过调查发现，凡具有同心圆的首，多是采用了此剑的这种分铸铸接工艺，而此剑首

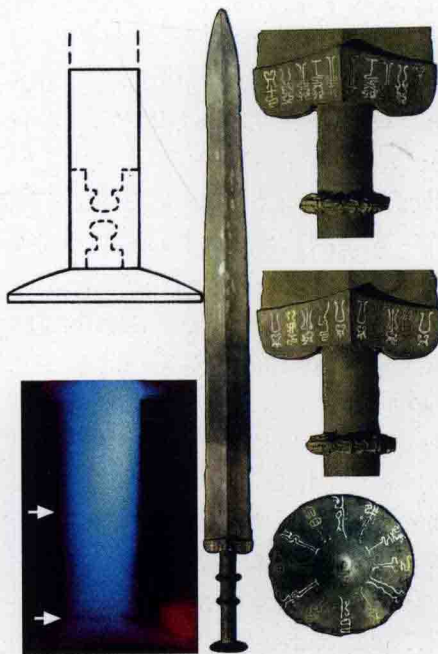


图2

1. 此文摘自董亚巍《范铸逻辑》第七章，待刊。
2. 黄光新《安庆王家山战国墓出土越王卬北古剑等器物》，《文物》2000年第8期。

并非同心圆，也采用了这一工艺，是因首上有铸铭及错金等特殊工艺。再观察其它有特殊工艺的首，凡见到的皆为分铸。当有了这一认识后，发现了许多分型铸造后与茎铸接的首。奇怪的是，有些剑是无任何特殊工艺的首，也常能在茎部见到铸接痕。普通剑首分铸后铸接，肯定有它必须铸接的原因，不会无故曾加没必要的工序。那么，先民为什么要铸接普通剑首？著者在相当长一时期内，无法解释这一现象。

图3为两把战国剑的茎部，上面绿色的为同一把剑茎部的两个角度，此剑是鄂州市博物馆的发掘品。宏观上可看到的现象是，在此剑的茎部中间，明显夹了一块铜板，在茎的后边，不但有子母扣式的接痕，还有一长方形的铆孔，末端缺首。下面灰色剑为宜城博物馆的发掘品，此剑亦缺首，其余部位完整。宏观上可看到的现象是，在茎部的断面上，外面包着里面的铜芯子，内外之间生长了一圈缘锈。在战国墓葬出土的剑中，常能见到缺首现象，在鄂州市战国墓葬出土约100把剑中，缺首者至少占15%以上。这一现象的出现，引起了著者的关注。以上两件无首的茎有个共同点，即其末端都有接首的结构。鄂博剑的长方孔及宜博剑的铜芯，都应与缺失的首有关。

过去认为，素格素首的普通青铜剑应是一次整铸而成，著者甚至发表过论文阐述整体铸剑的工艺。解释铸剑的工艺较简单，但铸出的只是毛坯，正如荀子在《强国》篇里对铸剑的描述那样：“…然而不剥脱，不砥厉，则不可以断绳…”，这里说得十分明白，刚铸出的只是个连绳子都割不断的毛坯，而我们见到的，却多是经过了机械加工棱角分明的剑。后逐渐认识到，只是一小部分剑采用了一次性整铸的铸造工艺，其余皆不是那么简单。这一认识经历了相当漫长的过程，往往是一个问题长期不能解释，但又涉及到另一个甚至几个问题，产生连锁反应后，才逐渐意识到对铸剑工艺的认识可能存在偏差，应展开深入地研究。

近年来，通过对大量出土青铜剑各部位特征的系统研究，从常规的铸造常识看，似乎较容易解释，但从范铸逻辑看，却发现有几个问题讲不通。直至将大多数问题得到合理解释后才意识到，长期以来，著者被相当数量战国剑表面的假象所迷惑。可以说，我们见到的战国剑，有相当数量不是一次性整铸的，至少是两次或三次甚至四次铸成。由于长期被假相迷惑，致使对战国剑的研究走了许多弯路。下面先分别说明六个难以解释的现象。

其一，为什么剑体上剑身与剑柄的颜色不同。在许许多多发掘出土及藏界的战国青铜剑表面，可以看到两种颜色（不含复合剑、全黑色剑及全绿色剑），从部颜色浅、格部至首部颜色深得发黑，这是多数剑的现象。如果大多数剑从格部至首部为分铸，采用了不同的含锡量，致使表面颜色不同，是合情合理的。但是，包括著者在内并无人认为多数战国剑是从格至首采用了分铸。既然整铸就应为同一合金，同一合金前提下，格至首部的颜色，与从部不应有如此大的差异。

其二，茎部的纹饰箍是如何制模制范的。如越王卅北古剑茎上两个纹饰箍一样，许多剑的茎部具有这样的纹饰箍。在这些剑的茎上，往往能看到顺着格两边有范痕通过两个纹饰箍直至首部。采用现代失蜡法技术铸造



图3

图1 考古学中剑体各部位称谓

图2 越王卅北古剑

图3 两把战国剑颈部

图4 假设用轮子横向磨削这种剑体的设想图

图5 假设剑体整铸后纵向磨削加工的工艺分析设想图

图6 中间凸出为尖状,造成下面内角的角度小于90度

这种纹饰箍没有问题,但从整铸的模范关系而论,纹饰箍上的一周纹饰细而外凸,其余部位凹进,翻范容易脱模难,翻好的范难以从模上顺利脱出。

其三,格部与从部接合部位的清角是如何产生的。凡表面经过加工的青铜剑,其格部与剑身接合部位的内角较为尖锐,现代机械将这种性质的角称之为清角。大多数剑的从部自格至锋有三条线,都呈现了棱角分明的加工态。棱角分明体现在两个面的从与镞(刃)的分界线上,这两条线一直通到锋,两从中间的脊线也一样,在两从上难以看到磨痕。如果采用手工打磨,棱角都会被磨秃。靠手工不会达到棱角分明的效果,说明大多数剑经过了铸后的机械加工。这种加工态一直到格下的拐角,但不论采用手工打磨还是采用机械加工,也不论机械加工是横向还是纵向,格部与从部接合部位的内角,皆不可能被加工出清角。著者曾采用范铸技术铸制过许多青铜剑,因是整体铸造,铸后格部与从部接合部位的内角始终达不到清角,或呈现钝角,或因格与从的厚度差别大而出现内角凝固时收缩成凹槽。

其四,茎上的铆钉起什么作用。在一些剑的茎部,可看到明显的铆钉,如湖北望山一号墓出土的越王勾践剑就是一例。勾践剑的铆钉是在靠近首的茎部,而有些剑的铆钉却在靠近格的茎部。从剑的结构而言,有同心圆的首多是与茎铸接的,既然铸接,再上铆钉起什么作用不得而知。格与从多为整铸,那么,整铸的茎上靠近格部的铆钉就更无法解释其作用。既然存在铆钉,必然有其存在的必要性,这一问题,长期以来得不到解释。

其五,剑脊的凸线是怎样加工出来的。有相当一部分剑的脊部凸起一条直线从格下至剑锋,其剖面如同切开的一个很小的半球。图4为假设用轮子横向磨削这种剑体的设想图,很明显,横向磨削行不通,轮子必然会将脊部凸起的线磨平,况且轮子的直径与剑宽的比例应远比图中轮子大。通过设想图可知,铸剑后横向加工后,是不会留下我们看到脊部凸起一条半圆直线的剑。

其六,棱角分明的镞部是怎样磨制出来的。多数剑的镞与从接合部位,在剑身两个面会出现从格至锋棱角分明的四条线,很少看见线条有弯曲现象。铸后靠手工打磨,难以达到如此规整的程度,应当是采用了某种类似砂轮的机械设备磨削而成。图5是假设剑体整铸后纵向磨削加工的工艺分析设想图,从图中可知,凡一次性铸有格的剑,不论是宽格、窄格或纹饰格,既使将轮子的磨削面制成弧形,都会由于格与从之间有内角,且格高于从,致使轮子不可能磨到格与从的内角处。在这三种格中窄格一般较直,宽格及纹饰格都存在弧形,不但顺着从的表面有弧形,格的立面亦呈弧形,显得中间宽两边窄,甚至有许多剑从刃口看,格的中间朝剑身方向上翘,如图6所示,中间凸出为尖状,造成下面内角的角度小于90度。如越王勾践剑等一些铭文剑、纹饰格剑及一些宽格剑等,其格部中间多属于这种上翘向剑从方向的格。这样的几何形状,即使将磨轮转90度横向加工,也不可能磨得出小于90度的清角。

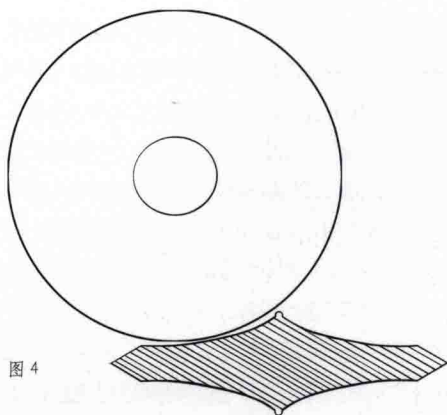


图4

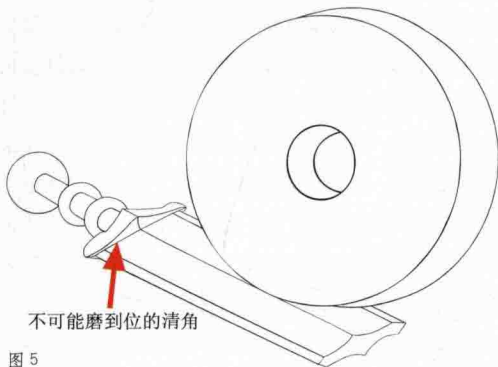


图5

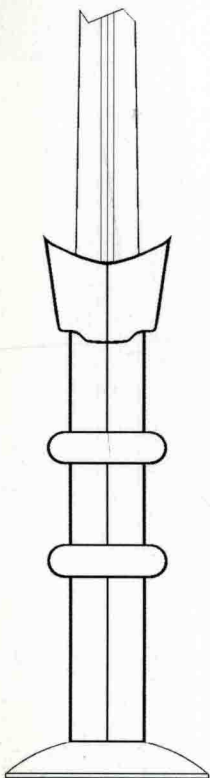


图6

第二节 青铜剑的铸制工艺

基于上面的问题，经对发掘品中各种不同形状的剑作对比研究，采用范铸逻辑学原理，从中找出了规律，亦找出了各种范铸工艺造成的现象产生的必然性。下面分别说明新的研究发现，以及突破性的新认识。

过去，著者只注意到了同心圆剑首不易与茎部实现整铸，从而提出了凡具有同心圆首的剑多为三段铸接。对于铸剑工艺而言，这里存在一个首与茎的铸接关系问题，即首与茎是怎样接合的问题，却忽视了格与从的关系，即格与从是整铸还是分铸的问题。由于格与从的内角宏观上不易发现有接痕，一般又无格与从是铸接的概念，所以，不会轻易想到格与从之间存在什么关系，也没有注意观察是否铸接，一直以为格与从是整铸。明显铸接的剑偶尔也能见到，但毕竟是少数，所以，认为大多数普通剑是一次性整铸，这才是造成以上问题无法解释的根本原因。

从以上所述这些现象的逻辑性可以认定，剑体如果采用了机械加工，加工时就不应有格存在。如果格与从整体铸造，就不可能采用机械加工。两者之间，只能占其一。为解释战国剑的铸制工艺及解决这一矛盾，必须带着以上问题去观察发掘品。

当有了这些认识之后，再带着问题去观察出土的战国青铜剑，却发现绝大多数剑身与格部的内角，宏观上看不出有明显的接痕，只是感觉到多数剑的格与从之间的内角似乎有缝，观察了许多宽格剑都如此，始终在有缝与无缝之间长期不能定论。当对多种发掘品的剑进行观察时，终于在—把窄格剑上找到了铸接痕，说明此剑的格为后铸接，是先铸一个无格有内茎的剑身，并磨削加工完成以后，再铸接格及外茎。也就是说，我们看到的相当数量的剑茎分两层，有内茎较细，与剑身为整体，铸接格时茎外又包了一层茎，我们一般只能看到外茎。这一发现，是对铸剑工艺的一个重要发现，从而揭开了对春秋战国铸剑工艺的新认识，亦逐渐解决了一个个多年不能解释的老问题。

图7为战国墓葬中出土的窄格剑，藏鄂州市博物馆。此剑有锈蚀、有裂缝，正好从格部裂开。从裂开的格部缝中可清楚看到茎内有内茎与从为—整体，格及筒形茎为铸接，即此剑为两段铸接。之所以能看到里面的原始内茎，是因原始的内茎与后铸接的外茎之间生长的锈包，锈包越长越大，终于将后铸接的外茎顶破，形成了一个结构剖面。如果内外茎之间没有锈蚀及开裂，很难发现此剑的茎部为铸接。再观察其它窄格剑，又发现两把战国墓葬中出土的窄格剑，也是铸接格。这三剑的发现，基本解决了这几把剑的剑身加工问题，说明铸剑时只铸了有茎无格的剑身，在无格的剑身上进行纵向及横向磨削加工，什么问题都不存在了。当将剑身两个面都加工完成后，再将剑身夹在格范中铸格及外茎，这应是战国青铜剑的一种范铸工艺。但是，由于见到有明显铸接痕迹的标准器太少，解决了窄格剑的铸制工艺，并不等于宽格剑及纹饰格剑也都采用了相同的铸制工艺。按常理推论，窄格剑能铸接剑格，宽格剑就更应该铸接剑格。因在对大量宽格剑及纹饰格剑进行观察时，没有见到有明显有缝的格，宏观上暂不能确认是否分铸后铸接宽格。后考虑到，如果宽格剑与窄格剑一样都采用了分铸

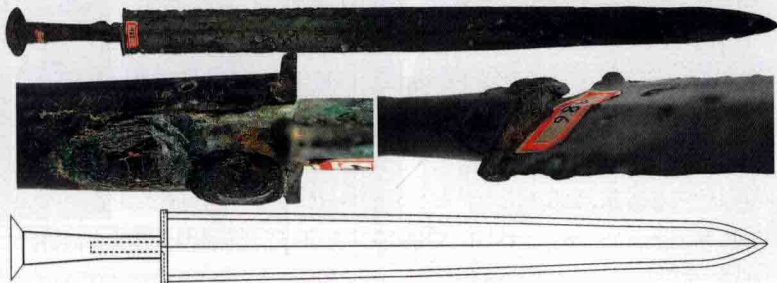


图7为战国墓葬中出土的窄格剑，藏鄂州市博物馆

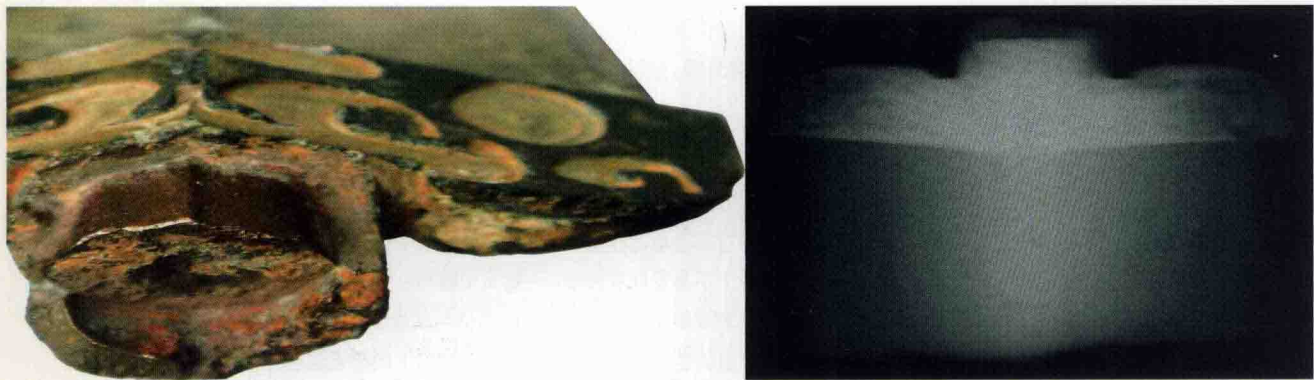


图 8

铸接工艺，最有效解决问题的办法，是找一个宽格剑残件将其剖开，能看到内部结构才能说明问题。著者在民间寻找宽格及纹饰格残件，希望能从中找到答案。

图 8 为在民间采集到的一个战国纹饰格剑的残件，此残件正好有剑身剑格及剑茎，总长约 6.5cm。宏观观察，此件浑然一体，从部生成了浅绿漆古，格稍黑，茎与格整铸无疑，格与从亦似一次铸成，只是茎内插入一截八方形红色铜料不知起什么作用。红色的八方形铜料为断茬，不知未断前的长度是多少，与浅绿色的从部形成了鲜明的色泽对比。不知红色铜料是铸后插入还是嵌在范中铸入，假设是铸后插入，八方形铜料一周并无缝隙，似不大可能插入；假设属于嵌在范中铸入的，除非八方形铜料在范中四周悬空，否则八方形铜料以外的部位就没有铜液充型的厚度，因此也不大可能嵌铸。按照常规的铸造工艺，怎么解释都不通，为查清此铜料插入格中的目的，以及怎样插入格中，也为查清铜料与格是什么关系，采用 X 射线对此残件作了探伤检测。从 X 光片中，看到格与从为整铸，并无分铸痕迹，插入的八方形铜料只能看到格与茎有明显界线，而插入的深度却不明显。这是由于纹饰格中间厚度大，格与从是叠压关系，X 射线无法拍出缝隙，胶片上就不能成像。那么，这张 X 光片没有解决疑难问题。

通过对此残件的观察研究，发现从部加工态明显，格与从接合部位的内角尖锐，机械加工及手工打磨均不可能实现，从范铸逻辑学角度，认定此纹饰格没有与从整铸的可能。如果是铸接，由于从部经过了加工，铸接后有可能看不到接痕。我们将纹饰格加热，使之逐渐得到体积膨胀，将从部夹牢在虎钳上用木料垫着格部敲打木料，敲打了相当一阵子后，发现似乎有松动，继续敲打，逐渐慢慢将纹饰格从从部退了下来。至此，一个对铸剑工艺新的认识得到了证实。格被退下来后，发现纹饰格内生长了一些紫色的类似云母闪闪发亮的硫化亚铜，并且纹饰格再也安不到原来的位置了。

图 8 民间采集到的战国纹饰格剑的残件

图 9 上面为上述残剑经加热后逐渐脱开格的图。

图 10 是另一把残剑茎部的两个角度

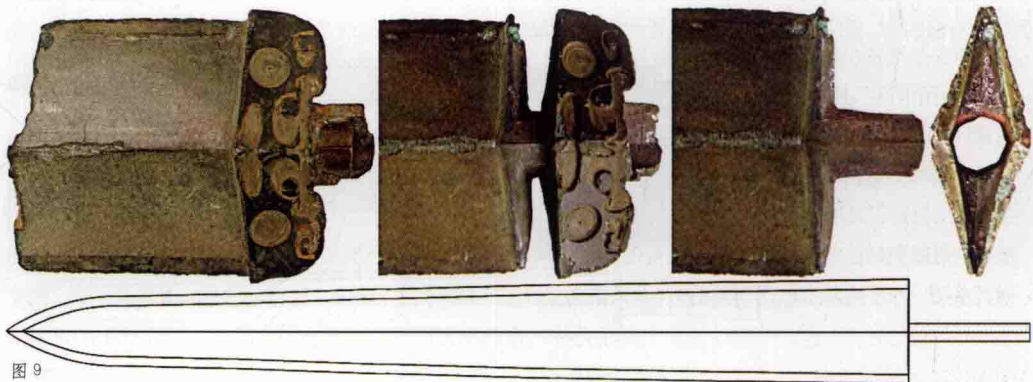


图 9

图9上面为上述残剑经加热后逐渐脱开格的图。由于被铸入到格内部的剑身及茎被长期封闭，剑身末端在格内的表面与格外表面生成了截然不同的色泽。因受2000多年的埋藏，暴露在外剑身表面生成了一层浅绿漆古，被铸入格内部的剑身及茎却基本保持了原始铸态层，只有红色的十分轻微的锈层，致使未退格之前被误认为是两种不同的合金，这也是误认为格中插入了八方形红铜条的原因。站在范铸逻辑学角度看待战国剑的成品，可以认定有相当数量的剑呈现在我们面前的是个假象，其真象当为铸剑时整个剑体只铸有平直的从与茎，而没有铸格及首，铸后先进行磨削加工，加工完成以后，再将剑身夹在范中浇铸格、茎、首。如下面线图中所描绘的那样，铸成无格的剑身后，轮子纵向加工，可留出中间的脊，横向加工，可开刃口而不伤及格，因此时尚不存在格。在绝大多数剑的镞(刃)部，可看到横向加工留下的磨痕，看来青铜剑大多应先经过了纵向加工剑从，当从部加工完成后，又经过了横向加工开刃，再铸接茎部(一次整铸的剑除外)。铸接茎部不一定包括首，亦有相当一部分剑的首为铸接。这样看来，有相当一部分剑不是一次铸成，而是铸造两次、三次至甚四次。至此才认识到，在图3的茎中夹入的铜板，其实是与剑身为整体的茎，外面为后铸接的外茎。如这样的剑并非孤例，鄂州市博物馆就有两例，在其它处也曾见到过。

图10为另一把残剑茎部的两个角度，此剑同心圆首、纹饰格，茎残长约12cm，此剑亦为纹饰格，其格部的宽度只有约4cm，通体黑漆古色。当时托藏界友人找此残件的目的，是调查同心圆首是否为铸接，在此剑的茎部两个绿色箭头所指范围内，可清楚看到两条接痕。由于不是一炉铜液所铸，铸接范围内的颜色也与其它部位明显不同。由此可以认定，此剑同心圆首为铸接无疑。这一标本在著者处放置多年，并未发现从与茎也为铸接。当带着以上问题再观察此残件时，由于格的一个侧面有破损，正好又形成了从部被铸入格中的一个局部的剖面，在两个红色箭头所指之处，为格两边包着从的两条缝，可看到这把剑的从部被铸入纹饰格中明显无疑。至此始知，此剑原本是四段铸制而成。上述发现与

3.《视点：夜郎寻踪(上)》贵州日报，2005年6月8日第8版

4.《侯马陶范艺术：图987》第409页，普林斯顿大学出版社1996年

认识，是经过漫长的岁月，在长期解释不了格下的清角前提下，才逐渐认识到问题的。而摆在我们身边那么多出土的战国青铜剑，有许多是痕迹清楚的，只是著者当时没有这些范铸逻辑的概念，往往是熟视无睹，即使看到了明显的痕迹，也会因没有理解而忽视它的存在。目前只是对三把窄格剑及两把纹饰格剑的发现与认识，是否绝大多数剑都采用了与以上相同的工艺铸造，还需要对更多的素格剑发掘品进行观察与研究。

经查阅资料，发现近年贵州普安铜鼓山遗址出土有战国陶质剑茎模与石质剑身范³，说明茎与从有分开制模、制范的现象。既然战国时期的边远地区尚且如此，中原地区更应分铸。查阅侯马东周铸铜遗址资料，只见到一个格部的范残块⁴，从此范的宽度看，也应只是铸接格用的范。

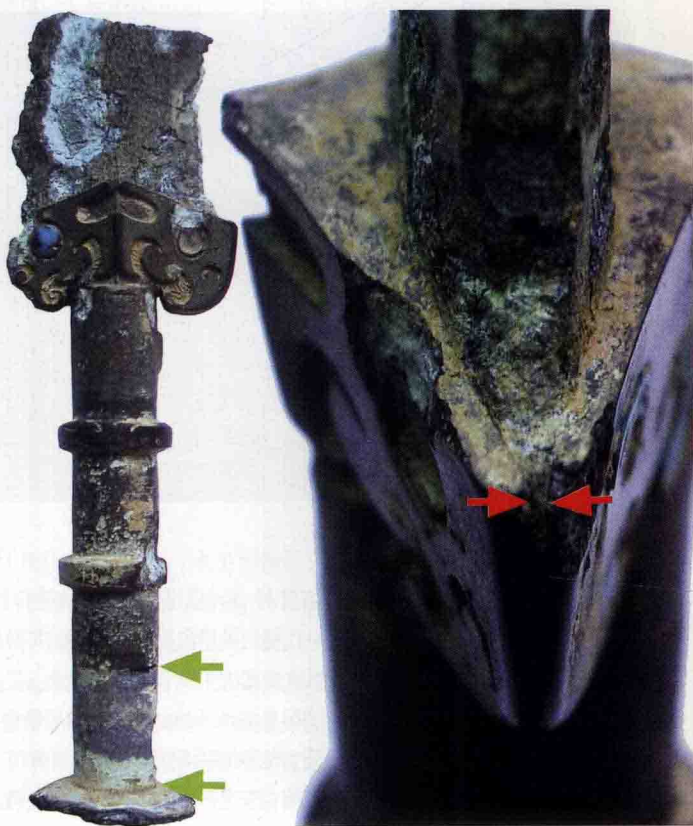


图10

第三节 采用科技检测铸剑工艺

通过对上述战国剑的研究认识到,春秋战国的青铜剑从几何形状看都差不多,但却有许多种铸制方法,不能一概而论。凡具有同心圆首的剑,其首多为与茎铸接,极少数也有插接的首,有茎插入首的中心孔中,亦有非金属首插入茎中。观察茎部,常可看到铸接痕,有些甚至可看到铆钉。凡铸后剑身经过加工并与格存在清角的剑,其格都有后铸接的可能。检测格是否为铸接本十分简单,通过机械方式将格退下来即可。但这属于破坏性操作,不能对发掘品进行这样的检测论证,只能在无损前提下进行。因此,我们采用了现代工业中普遍应用的渗透探伤技术进行检测。

现代科技检测技术种类较多,都有独到之处,但也都有局限性。在图 11 中,之所以 X 射线能拍摄出茎中有茎,是因为外茎开裂减掉了一层厚度,否则也难以拍出内茎。格部是两个斜面,X 射线无法对准铸接的缝隙,所以,X 片中看不出格内的结构。

在现代金属加工行业中,为检测加工质量,会根据具体情况采用各种科技手段进行探伤检测。如 X 射线、CT、核磁共振等检测技术,渗透探伤是其中一种。渗透探伤技术是一项成熟技术,常被应用于对压力容器表面裂缝的检测。压力容器属于危险品,直接涉及使用者的生命安全,其制造质量由各级质检部门层层把关,渗透探伤检测者,与压力容器制造者一样属终身责任制。对其径间质量的检测,采用 X 射线,对其表面的检测,即采用渗透探伤技术。这是一种无损检测技术,对被检测件不造成破坏。

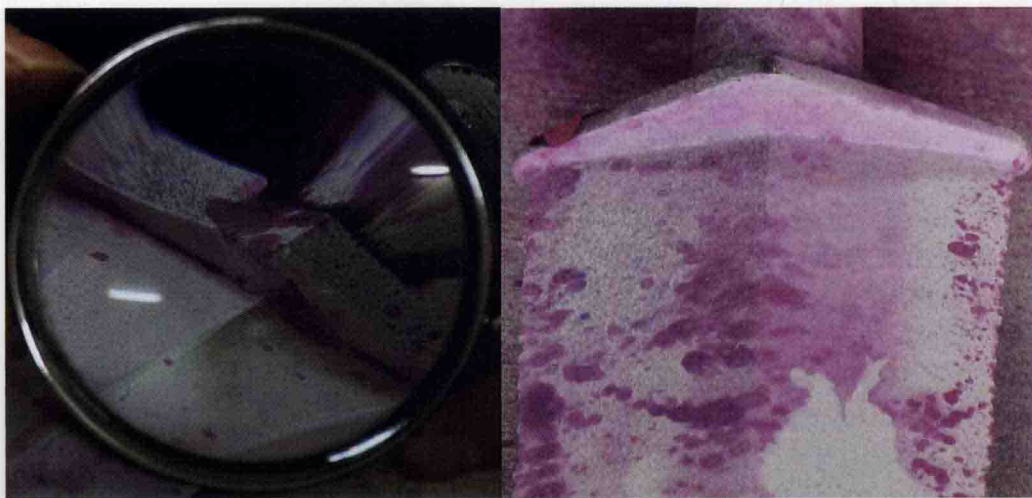


图 11

2007 年 2 月 13 日,采用上述无损渗透探伤技术,对八把不同形状不同尺寸的春秋战国剑进行了检测,检测结果,其中六把剑显示出格部为铸接。其操作较为简单,将清洗济喷涂在被怀疑有铸接处,即格与剑身接合处的内角,将该处清洗干净,干燥后喷涂一层渗透济,被喷涂处变为紫色,十分钟后喷涂清洗济将表面看得见的紫色渗透济尽量清洗干净,再待干燥后喷涂显像济,所喷之处立即变为一层白色;数分钟后,凡有铸造缺陷处及有缝隙处,表面虽被清洗干净,涂显像济会被显现出来呈现紫色。渗透济的渗透性能比煤油强劲,即使眼睛看不到的缝隙,渗透济皆能渗入到底。当确认检测结果后,可用清洗济将紫色渗透济清洗掉,基本可以恢复到未检测前的本色。如图 11 左边剑的格与从的内角显示出一溜紫色,说明此处有缝隙,其余紫色处皆为铸造

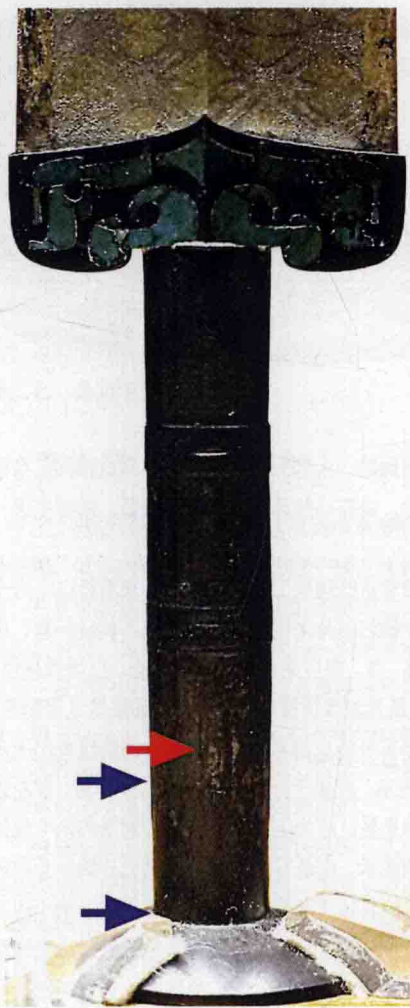


图 12

疏松区；右边剑的格与从的内角显示出一溜未变的白色，说明格与从之间无缝。采用这种无损检测技术，通过上图中两剑的检测对比，有缝与无缝一目了然。

第四节 范铸逻辑在铜剑上的应用

通过上述可知，如果剑体格与从存在眼睛看不到的缝隙，即可采用无损渗透检测技术检测出来。但即使完全相同的战国剑，也并非都有缝。有缝无缝应取决于两个因素，其一是整铸还是分铸，如果整铸肯定无缝，如果铸接可能有缝亦可能无缝。其二是浇铸时的铜液温度，。如果格与从铸接，浇铸时铜液温度低，不能将从部表面熔化，铸后格与从之间会留下看不见的缝隙；如果铜液温度高，能将从部表面熔化，铸接后就成为整体，不会留下缝隙。我们曾多次作过模拟实验，证明锡青铜液不能直对着锡青铜或红铜浇铸，否则，一秒钟左右1cm厚的铜料即可被铜液冲出个约2cm直径的孔洞。假设将锡青铜或红铜料夹在范中，浇铸时铜液是从被夹料的侧面流过，由于没有直对着冲，被夹料就可以不被铜液熔化，如许多青铜容器的垫片没有熔化就是例证。在铸剑工艺中接铸格时，也存在同一问题，如果浇铸时铜液温度高，很容易造成接口处被熔化成整体，这就需要多角度看问题，而不是某一种科学检测能够定论的。

从模范关系角度看，如果是铸造成尖锐内角的器物，其范只能是更为尖锐的外角，这从制模及制范角度看，都不大可能实现。首先制模不容易制作成剑格与从那么尖锐的内角，即使制作出了尖锐内角的模，翻范时泥料也不可能将尖锐内角处处填充实，并且脱模时泥范很容易被夹掉或被粘掉尖锐部位。从范铸逻辑学角度看，在图11右边窄格剑的从部中间，有一条较细并凸起的脊棱从格下内角直通锋部，脊棱两边皆为加工态，

且磨削的十分光滑。前文曾提到，这一现象不论横向纵向都不可能加工出这种状态而在格的立面不留加工痕。因此，尽管此剑没有测出格与从的缝隙，但从模范关系及范铸逻辑学角度均可认为，此剑仍有可能采用了铸接格的工艺。测不出缝隙的原因，应是铸接时铜液温度较高所致。

图12为湖北望山一号墓出土越王勾践剑的茎部图，红色箭头所指之处，为一个长方形铆钉，转180度后的另一个面也可看到铆钉，在铆钉下面可看到有绕茎一周接痕。两个蓝色箭头所指范围内，为铸接同心圆首与茎之间的一段。从范铸逻辑角度看，此茎下面的同心圆首当为铸接，铆钉在铸接范围以外，所以，此铆钉只能是铆茎内茎而用。因此可以认为，越王勾践剑的格亦为铸接。通过采用范铸逻辑对以上问题的发现，及采用无损渗透探伤技术，对多品种战国剑的检测，基本可以认定，凡从部经过机械加工到格部内角，并留下尖锐内角的青铜剑，都是采用了先分别铸出无格的剑身，经加工后再夹在范中铸接剑格及茎。包括湖北省馆发掘出土的越王勾践剑、浙江省馆征集的越王者旨剑、安庆馆的越王卬北古剑，特别是荆州馆藏那么多棱角分明的春秋战国剑，以及众多的具有上述表面特征之剑，都应采用了上述工艺铸制而成。图13为一般实用剑的内部结构的

图 12 望山一号墓出土越王勾践剑的茎部

图 13 一般实用剑的内部结构推想图

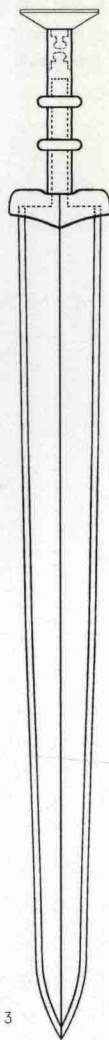


图 13

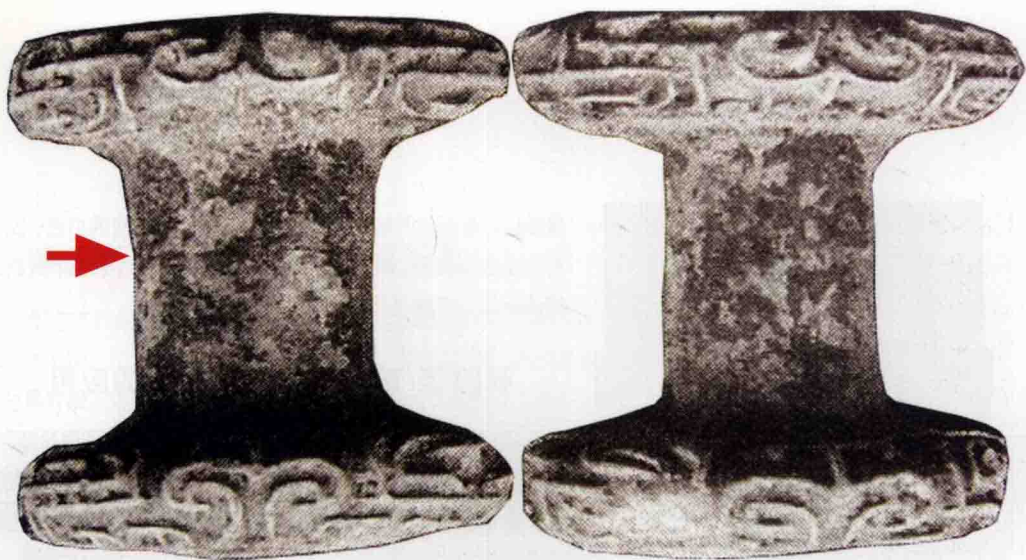


图 14

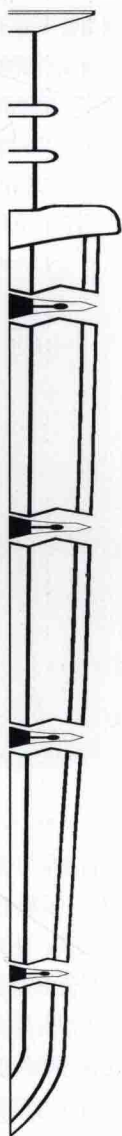


图 15

5. 我们作了软泥料造形，表面涂干泥粉立即浇铸铜液的模拟实验取得了成功，说明软泥料造形铸接小件可行。

推想图，这种构结的剑可能占有东周剑的一大部分，并非全部实用宽格剑、窄格剑、纹饰格剑皆如此。因至目前为止，尚有一些具体现象不能解释，需要更进一步研究及作模拟实验来证实。

当对铸剑工艺有了以上认识，带着这些铸制工艺的概念，再来看待以上六个问题，就都有了较为合理的解释，分铸的剑身采用纵向磨削加工不构成问题，横向开刃亦不构成问题，剑身再铸接格、茎，理应采用含锡小的合金，以增强韧性，致使色泽不同。近格及近首的铆钉，是为加强铸接的牢固性，纹饰箍是单另制范，与茎整范整铸或与茎分铸箍后铸接都有可能也都易操作。湖南省博物馆曾出土有两个纹饰箍为一体的铸件，如图 14 所示，应属于分铸后待铸接的纹饰箍。在左边纹饰箍的中部，似有一条凹线痕，如果是，应为上下分别铸后接起来的两个纹饰箍。至于春秋战国青铜剑真正的铸制技术，应是有相当数量的剑先分铸剑身并进行加工后再铸接格。从格至首这一段的具体工艺操作，应有多种工艺，至少应有格与茎分别制范的工艺存在，并且很大可能性是使用了软泥料临时进行造型铸接格及茎的工艺操作⁵。如果使用了软泥料铸接，其格、茎、纹饰箍的造型问题就彻底得以解决了。对于战国铸剑工艺的研究，目前只有以上这些不成熟的粗浅认识，作为阶段性成果还有待研究的深入。但可以肯定，绝非以往对战国铸剑工艺的认识那么简单。

围绕以上信息展开研究后，著者认为相当数量的东周青铜剑采用了分铸技术，先铸剑身后再铸接格与茎及首。经采用现代渗透探伤技术，证实了发掘品中多数剑的格与剑身为铸接，首次认为有相当数量的剑采用了分铸技术。从而认为，一般茎部直径尺寸等于或小于剑脊厚度的剑，以及明显专为陪葬铸制的剑多为一次性整铸，其余实用剑则多为先铸剑身并进行铸后磨削加工，再铸接格、茎及首，这种工艺应是东周青铜剑铸制技术较为普遍的工艺。

第五节 关于复合剑

以上所述对铸剑工艺的新认识，是对一般实用剑而言，若具有特种工艺的剑，其铸制工艺就更为复杂。图 15 为一把普通复合剑图，复合剑的心子是红铜的，是

提前铸制好并夹在两块剑范中浇铸而成。从剑的几何形状来看,复合剑的心子是靠格的一头宽及厚、靠锋的一头窄且薄。这样的几何形状,不论其红铜心子是铸态毛坯还是铸后经过了加工,都不可能作到与两块剑范对合后的型腔空间紧密配合。如果范腔不能紧紧夹着红铜心,浇铸时就会将红铜心移位,如果红铜心厚度稍有偏大,由于陶范具有较大的强度,两块剑范对合后就会有间隙,浇铸时就会将铜液漏完(跑火)。目前见到的复合剑,其红铜心多是明显经过了铸后加工,并且是与两边的剑从同时加工的,因此,只能认为铸前的红铜心是毛坯。可想而知,复合剑的铸制工艺,也并非两块剑范夹一个铜心这么简单。其真实的工艺究竟如何?还需深入研究,目前并不清楚其真正的铸制工艺。只从表面几何形况推测范铸工艺,是靠不住的。

第六节 其它工艺剑

以上所述剑的形制,多是常见剑中最多的形制。图16亦为一把普通剑的结构推想图,其茎内的结构与图3的剑一样。从外表看,这种剑的茎内穿入了一块铜板,一直穿到格内,怎么穿进去的不得而知。人的眼睛只能看到表面,内部结构却无法看到。其实这种剑的结构与一般剑的范铸工艺是一样的,只是内茎的尺寸宽于一般剑的内茎,外茎包不住而暴露在外茎以外。因此,当看到这种结构的剑时,由于过去不理解铸剑工艺,对此结构百思不解,总以为在茎中插入了一块铜板。这种剑虽不多,但也有一定的数量。只有将范铸工艺了解清楚了,才能理解这种看似无法理解的结构是如何形成的。

分型制模工艺,本是青铜时代范铸工艺中常用的制模工艺,夏文化晚期已在熟练应用。分型制模的设计思想,来源于无法制范的形体。为达到铸制目的,将一件器物各部位的型分成数段分别制模、制范或分铸组装成整器。商早期就有分型叠铸工艺,西周有分铸组装工艺,春秋战国有分型嵌范工艺,所有这些,都是为解决一次性制范不能达到目的的问题。而春秋战国时期,则是青铜器分型制模分得最细及分得最多的阶段。既然采用了分铸,就存在必须分铸的原因,否则,难以达到铸制目的及效果。由此看来,春秋战国青铜剑各部位的分型制模、分模制范、加工后铸接等,其工艺技术与时代是同步的。春秋战国的范铸工艺设计思想,直接影响着铸剑工艺。战国剑采用这种复杂工艺制作,这是时代的工艺设计思想使然。因此,考证战国青铜剑的铸制工艺,应与考证其它青铜器一样,必须站在整个青铜时代的范铸工艺技术发展的主流干线上看待问题,每一个历史时期,都会有其主流工艺,其时代的产品,都不会远离当时的主流工艺。因此,在分铸的设计思想没有达到春秋战国这么深入的西周,就不可能铸制出战国这种结构的青铜剑。如果不考虑当时的普遍工艺只研究单件个案的铸造技术,很容易脱离时代,被铜器表面的假象所迷惑。

除以上铸制技术有许多问题不清楚外,尚有纹饰技术更不知所以然。剑的纹饰技术不止一种,归纳起来有铸纹与铸后作纹两种。铸纹是在模面或范面作纹,如巴蜀剑上的虎纹,即是刻在模上的凹纹,翻范时虎纹被带在范面成凸纹,浇铸后

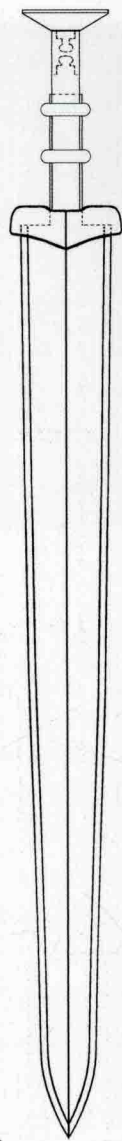


图 16

图 14 湖南出土的纹饰簪

图 15 复合剑的剖面图

图 16 为一把普通剑的结构推想图



图 17

形成凹纹饰。以越王勾践剑为代表的棱格纹有两种制作工艺，一种是铸纹，一种是铸后手工绘制的纹饰。铸纹有可能是刻在模上的凹纹，亦有可能用泥料粘贴在范面成凸纹，两者都可铸出凹槽式棱格纹，越王勾践剑即属于这一种。还有一种铸后绘制的纹饰，是铸制完成以后将某种物质按照纹饰规律涂抹在剑表面形成色泽反差。图 17 为两把纹饰剑的局部，左边为越王勾践剑，右边为安庆博物馆藏战国纹饰剑。红色箭头所指之处，是越王勾践剑的纹饰尽头形成的凹槽，看实物此铸槽的深度约 1mm。由于这些凹槽内颜色的反差，在剑的两边形成了锯齿形槽头。右边安庆馆的这把纹饰剑为铸后手工绘制的，可看到纹饰的线条粗细有明显差异，椭圆形纹不规整，处处显示出手工的不准确性。因不形成凹槽，绘制的纹饰与剑表面是平的，因此，纹饰的尽头在剑的两边铯部没有锯齿形的槽头，而是截然的。宏观看剑体为黄褐色，纹饰为灰黑色，但在 40 倍放大镜下，却只能看到剑的基体色却看不到纹饰的灰黑色，说明纹饰层谈不上厚度，亦谈不上透入基体。

越王勾践剑的纹饰铸槽内，有一层黑色的填充物，填充物为何物？是怎样填进去的？还需进一步作检测及深入研究。安庆馆的剑表面纹饰是用何物绘制的？是怎样绘制上去的？所有这些，都需要采集残破标本作科学检测及深入研究。春秋战国时期在铜器表面铸出各种纹饰本是轻而易举之事，越王勾践剑及吴王夫差矛都属于这种工艺，在表面呈现了纹饰的凹槽，使人较容易分辨。安庆馆纹饰剑的菱形纹则是没有厚度的平面，也容易分辨出与前者不同的工艺。由此而知，虽然都具有菱形纹饰，但其制作工艺却不相同。用安庆馆纹饰剑的纹饰技术，制不出越王勾践剑这样的纹饰，用越王勾践剑的纹饰技术，也造不出安庆馆的纹饰剑，应当是采用了当时较容易采集到的某种物质，并采用简单易行的操作方法制作纹饰。究竟怎样制作的，还需作系统研究。

在对出土标准器的研究中，发现明确有以上两种纹饰的制作方法，即纹饰铸槽工艺及铸后手工绘制纹饰工艺。还有没有第三种纹饰的制作方法？从同时期其它青铜兵器上的纹饰技术看，尚有用锡热涂上去各种纹饰的工艺，也属于铸后加工。除以上三种工艺外，可能还有我们不曾认识到的纹饰制作技术，有待地下出土更多的实物资料供研究。已知的这三种方法具体是怎样操作的，至今也并不十分清楚，唯第三种热涂锡工艺由北京科技大学派博士生姚智辉进行了系统研究，并作了模拟实验，证实了热涂锡工艺是可行的。

图 18 为安徽铜陵地区出土的两把纹饰剑⁶的局部，其表面皆为平的，用手触摸感觉不到有凸起或凹陷。左边剑上的纹饰与安庆纹饰剑为一样的纹饰制作方法，明显为手工绘制，右边剑上的纹饰形状与左边菱形纹不同，

6 此图摄于 2004 年 9 月 24 日在铜陵市召开的“中国古代青铜文明暨《青铜文化研究》”学术会议上。