

山东北部晚商西周煮盐工艺流程研究

付永敢

摘要：文章在整体把握出土遗存的基础上整合科技分析、模拟实验、文献记载、民族志等方面的信息，分煮盐作坊建设、制卤、煮卤成盐三个环节系统研究了山东北部晚商西周时期的煮盐工艺流程。重点介绍了盐灶、制卤系统等煮盐作坊核心设施的形制以及建造与修葺方式，着重讨论了坑池—草木灰、沉淀沟等学界争议较大的几类遗存的性质与功能，认为煮盐作坊在坑池中制卤时用草木灰吸附杂质并提高卤度，再通过沉淀沟去除泥沙和草木灰，在煮卤成盐环节，采取了边添卤边取盐，以连续获取散盐的出盐手法。同时也对作坊建设、制卤和煮卤成盐环节的基本操作步骤做了具体复原。

关键词：山东北部；晚商西周；煮盐；工艺流程

中图分类号：K22

文献标识码：A

文章编号：1003-9864(2023)04-0022-11

引言

山东北部晚商西周时期制盐业的工艺流程问题，是山东商周盐业考古的核心和重要基础。所谓煮盐工艺流程，本文认为大致应包括煮盐作坊建设、制卤、成盐等环节。2008年南河崖和双王城两处保存较好的煮盐作坊遗址被发掘以后，相关研究取得了重大突破，不过对于某些关键遗存的判断，学界还有争论。其中，研究者关于制卤环节的认识尚存在明显分歧，至于建灶、成盐环节，虽取得了一定的共识，但仍有讨论的必要。因此，梳理总结学界已有的研究成果，究明争议的根源，在整体把握出土遗存的基础上整合科技分析、模拟实验、文献记载、民族志等方面的信息，提出更符合逻辑的假设，对未来的盐业考古仍然有所助益。

一、作坊建设

目前所见煮盐作坊遗址均由煮盐灶、卤水

井、制卤储卤设施、生产垃圾堆积、生活设施等遗迹构成(图1)。南河崖、双王城两遗址保存状况相对较好(图2)，发掘者对煮盐作坊的遗迹做过不同程度的复原研究^①。本文也以南河崖和双王城遗址为例，系统介绍煮盐作坊的主要设施及其建设，对于学界争议较大的部分，稍作探讨。

(一) 盐灶

1. 挖灶坑

灶坑通长10余米，主体为一大一小两个灶室，中间以土台相隔。灶坑前端有火门，后端有烟道和烟囱(图2)。

灶坑四壁要承担灶面、盩形器及卤水的重量，故须足够坚实。双王城两座盐灶的灶坑挖于夯土中，很可能就是考虑了承重的原因。南河崖盐灶没有另筑夯土，但其坑壁发现有用残盩形器加固的现象。灶坑底部也经特意处理，目前所见几个灶坑底面均自灶室向烟道逐渐升高，西高东低，应与顺风助燃有关。

作者简介：付永敢(1986-)，男，河南大学历史文化学院考古文博系讲师，考古学博士。

① 王青、荣子禄、王良智等.山东东营市南河崖西周煮盐遗址[J].考古,2010(3);王青.关于山东北部盐业考古的新思考[G]//山东大学文化遗产研究院.东方考古:第12集.北京:科学出版社,2015:144-175;燕生东、党浩、王守功等.山东寿光市双王城盐业遗址2008年的发掘[J].考古,2010(3);燕生东.商周时期渤海南岸地区的盐业[M].北京:文物出版社,2013:77-109.

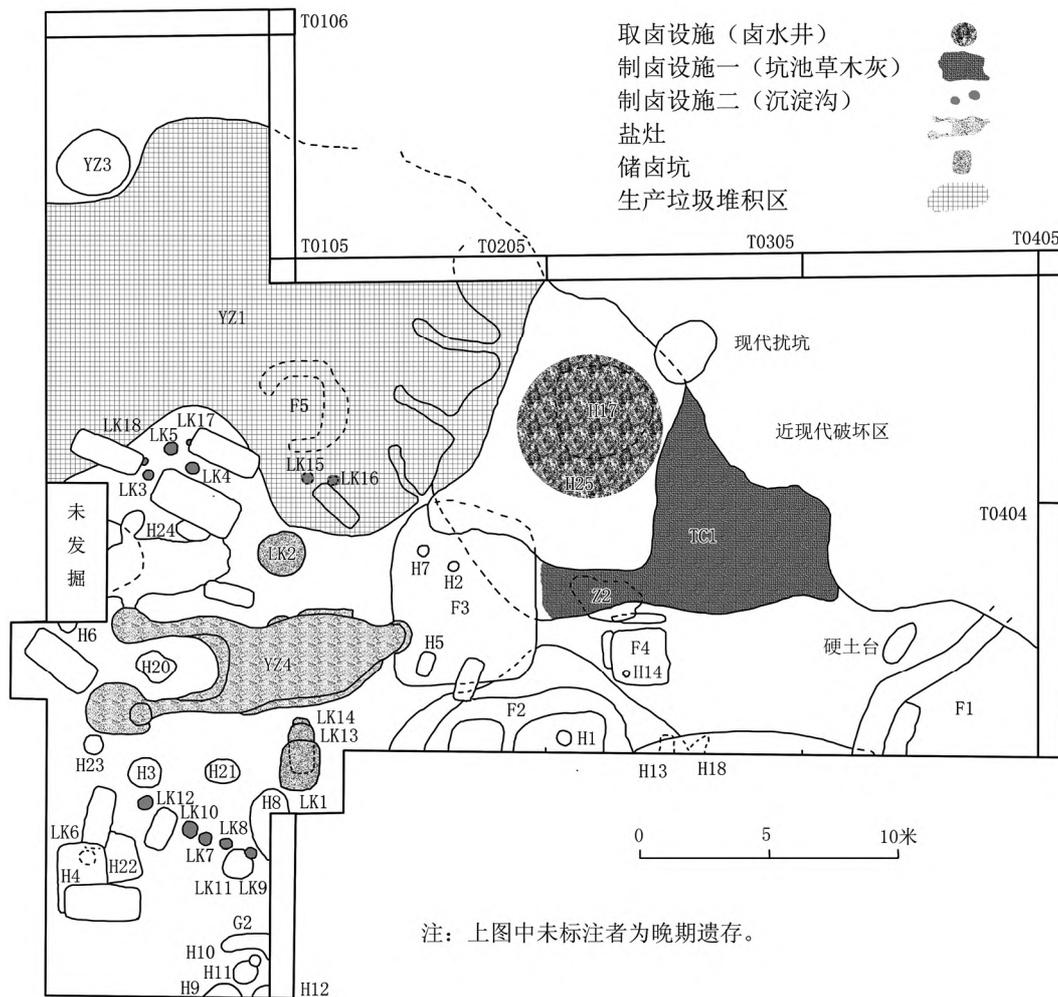


图1 山东北部晚商西周煮盐作坊的主要设施（以南河崖为例）

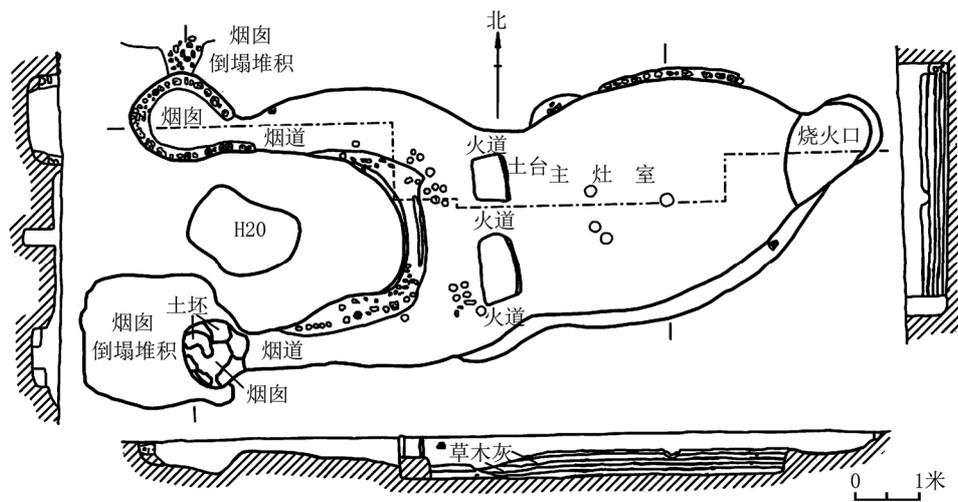


图2A 南河崖遗址四号盐灶（YZ4）

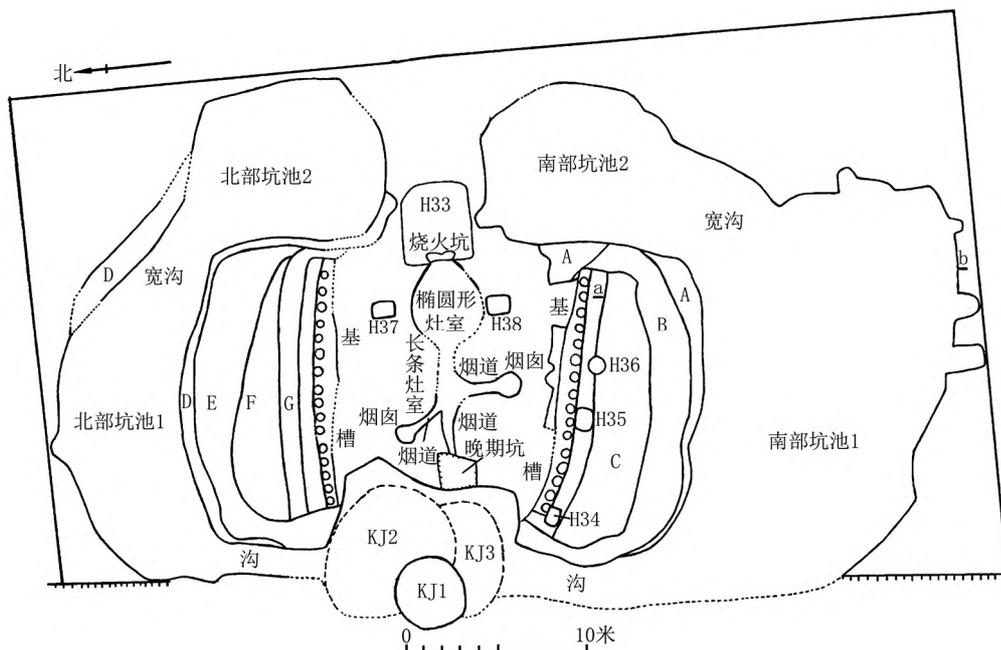


图2B 双王城014A遗址YZ1及相关遗迹

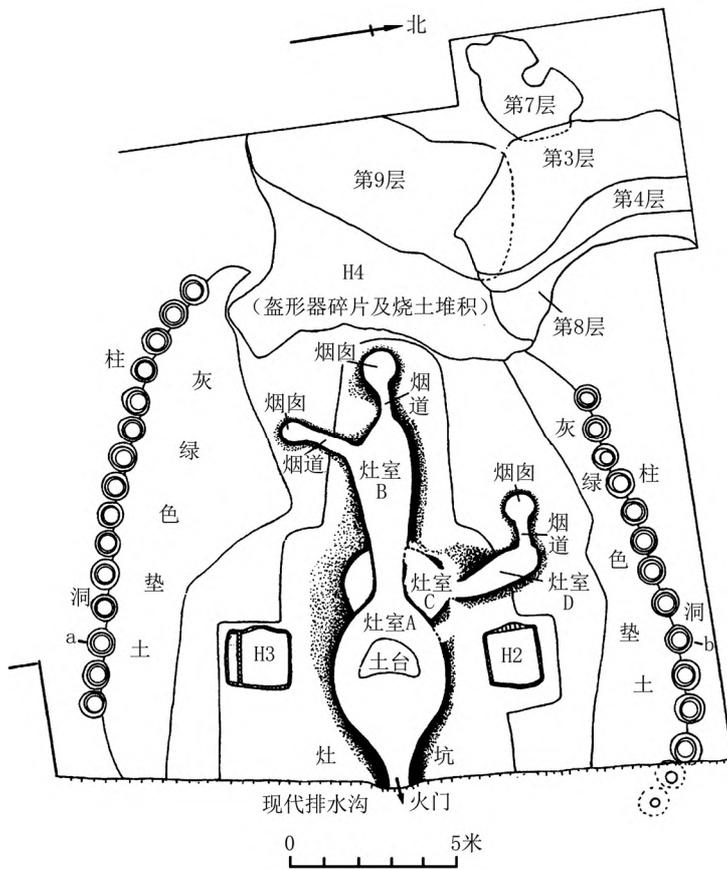


图2C 双王城014B遗址YZ1及相关遗迹

火门一般为簸箕形，不见灶算，兼有出灰和进风的功用。双王城014AYZ1火门两侧各倒置一盩形器，南河崖YZ4火门边缘扣着十几个文蛤壳，用途不明。

烟囱、烟道皆位于灶室以西，形制结构类似。烟道挖于土中，一般有两条或者三条。烟囱有圆形坑基与烟道相通，地面以上垒砌土坯或残盩形器。从南河崖烟囱的坑基及倒塌盩形器残件的数量推测，烟囱的高度当超过2米。

2. 搭灶面

目前所见直接的灶面遗存不多，但考虑到灶坑底面、烟道烟囱的设计，笔者认为灶室上应当有封闭形态的“灶面”。鉴于大灶室的跨度超过4米，其上应有框架才能支撑灶面，双王城014BYZ1（图2，C）和南河崖YZ4（图2，A）等盐灶中的土台，有可能就具备支撑框架结构和灶面的作用。

在2010年小清河流域盐业考古区域系统调查中，我们曾发现过一些板状红烧土，不少还夹杂盩形器残片，有些上面有清晰的条状印痕（图3）。这些板状的红烧土应该就是灶面遗存。从印痕的形态看，其框架不像青铜等金属铸成，而很可能是木质框架，并且搭建框架所用木头并没有细加修整，这样才会形成粗糙的印痕。

木质框架经火后是否还能承受灶面和盩形器、卤水的重量，是判断木材做灶面框架可能性时首要考虑的问题。本文认为木框架仅在建造灶面过程中有支撑作用，开始煮盐后盐灶中的高温或许会烧毁框架或使其碳化，但这时陶化成红烧土的灶面已足以支撑其自身和盩形器、卤水的重量。

为验证木材作框架的可行性，笔者曾模拟煮盐过程以观察框架和灶面经火后的变化。搭建灶面时用直径约3厘米的杨树枝条作为框架，再将两个盩形器置入框架网格中，然后用草拌泥填充空隙，最终形成厚约10厘米的灶面。烧火5小时后按压灶面，感觉仍旧非常结实。拆除观察可见灶面内表层的草泥已成坚硬的红烧土，往里陶化

程度渐轻，外表层则完全没有陶化。灶室中间火势最大，灶面对应处框架完全灰化，再向外则多呈木炭状，最边缘处的框架完全没有发生变化（图4）。从模拟实验来看，采用木质框架搭灶面是可行的。此外，实验中灶面和框架的变化情况也表明煮盐之后只有成为红烧土的那一部分灶面相对容易保存下来并在田野工作中被识别，这正是煮盐作坊遗址中未发现大规模灶面遗存的原因。

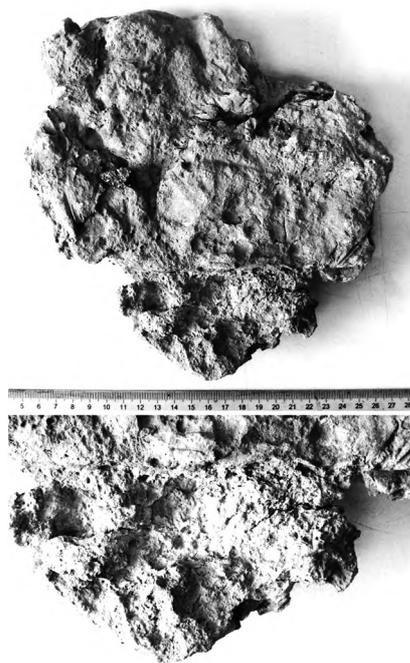


图3 灶面红烧土遗存及木质框架印痕特写

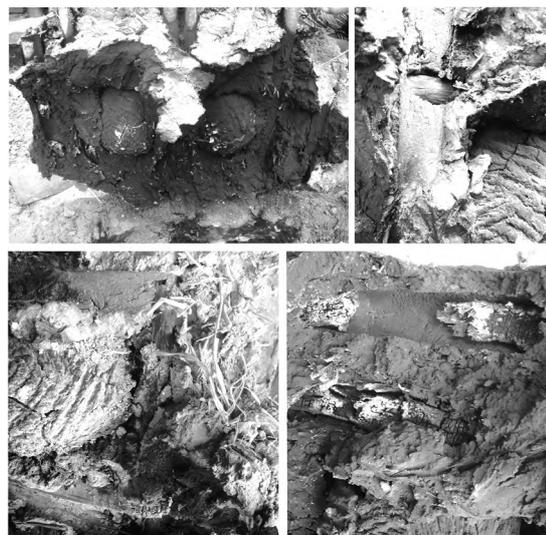


图4 煮盐实验中灶面、框架及盩形器的变化

关于框架的材质，王青先生认为尚不能排除是青铜的可能。他认为木框架经火后会被烧毁，且发掘盐灶时并没有见到框架的遗存，若是木质框架应该会留下木炭等；青铜框架不仅能受高温，且用毕可回收，能解释作坊中为何没有发现框架遗存^①。王青先生对木质框架的疑问，前述实验基本可以回答。采用青铜框架搭建灶面，技术上是可行的，不过作为当时的贵重金属，大量的青铜不太可能用于食盐生产。况且晚商西周时期制盐作坊并非由官方投资建设^②，生产者很难有能力使用青铜。

搭建灶面的过程也是安置煮盐工具盩形器的过程。燕生东认为盩形器大多是泥质陶，不宜直接受火，且部分盩形器底部有红烧土，据此提出封闭灶面之后再放置盩形器^③。这一论证扎实可信，但作坊遗址中也存在相反或者该复原方案无法完美解释的遗存。例如，盩形器中夹砂者也为数不少，绝大多数盩形器底部并无红烧土等。从逻辑上讲，如果在封闭的灶面之上放置煮盐器具，完全可以用平底的、容量更大的陶器，而不必用尖底、圜底的盩形器。总之，这一问题当前似乎还不具备完全究明的条件。

根据现有迹象推测，本文认为盩形器是直接放置在框架中的，不必与火隔开。兹提出本文的复原方案，供以后的田野工作参考：首先在灶室上用木头条材搭建成网格状（也可能仅有横向或纵向）框架，再抹草泥包裹，同时（或稍后）在框架中放盩形器，并用草拌泥填塞间隙至封闭状态。草拌泥中往往夹盩形器残片，框架与盩形器间的空隙也会楔入盩形器残片。参考板状红烧土及其印痕的大小，结合盩形器的口径、形态等来

计算，本文估计灶面中大约可安放120个盩形器（图6）。

王青先生赞同搭建网格后放置盩形器的灶面建造方案，并结合文献中“一灶多锅”的描述以及灶坑内的柱洞等迹象，提出也有可能在盐灶后室用盩形器温卤，在前室用铜盘煎盐^④。

3. 盐灶的修葺

前述复原是新建盐灶的基本方法，已有证据表明不是每个煮盐季节都要重复上述劳动，更多是对之前的盐灶略加修缮。除灶坑和烟道、烟囱等因不易损坏可多年使用之外，灶面也不会每个煮盐季都重新建造。灶坑内多有数层草木灰，烟灰堆积也能区分出多个层次，尤其后者往往是烧火行为停顿较长时间，尘土、雨水等进入烟道才能形成。这些表明盐灶作为一个整体往往是被多年使用的。此问题还与煮盐、取盐的工艺相关，后文的相关论证可做补充。

盐灶修葺维护的主要对象是灶面。双王城SL9遗址发现过成排分布的红烧土柱，土柱多有棱角，可见类似木条经刨削形成的凹痕^⑤。这些凹痕表明烧土柱不是用手捏塑成型的，加之烧土柱数量不多，质地也不够坚韧，难以为大跨度的空间提供支撑，应该不是灶面中的框架。前文中笔者提出过用木质框架支撑灶面，这些木质框架经高温之后会灰化形成空腔，这类柱状红烧土应该就是修葺灶面过程中填补框架空腔的草拌泥经高温后形成的，所以才会显现出与木条相似的外观特征。

（二）取卤、制卤、储卤设施

此类设施包括获取卤水的卤水井、制卤的坑池和沉淀沟以及临时储存制好卤水的储卤坑。卤

① 与王青先生个人通讯。

② 付永敢. 山东北部晚商西周煮盐作坊的选址与生产组织[J]. 考古, 2014(4).

③ 燕生东. 商周时期渤海南岸地区的盐业[M]. 北京: 文物出版社, 2013: 10-110.

④ 王青. 关于山东北部盐业考古的新思考[G]// 山东大学文化遗产研究院. 东方考古: 第12集. 北京: 科学出版社, 2015: 144-175.

⑤ 燕生东, 党浩, 王守功, 等. 山东寿光市双王城盐业遗址2008年的发掘[J]. 考古, 2010(3).

水井的性质明确，其余坑池类设施学界虽多承认都与制卤工序有关，但对其性质和使用方法还有较大的争议。

1. 卤水井

形状结构类似，平面多圆形，直壁。近底多有芦苇、木棍编织的井圈，底部也铺垫芦苇，一方面可以支护井壁，可能也有过滤卤水的功能。双王城014A遗址卤水井KJ1深3.5米，上部为斜壁敞口，口径4.2~4.5米，1米以下为直壁，井径约3米，这种结构也有可能是井口塌陷所致。

2. 制卤坑池

此类遗迹以坑池及其内部的草木灰堆积为主要特征，其性质和使用方法学界争议甚大。南河崖编号TC1的制卤设施残存70余平方米，厚近0.6米，整体较平整，可分为4层，个别地段可分为6层。各层基本平行，厚2~4厘米，个别近10厘米。每层均为黑灰色草木灰，各层又可分为若干小薄层，每层厚度不足0.1厘米，表面有白色硬面，厚度也在0.1厘米以下。发掘者认为这是制卤过程中“摊灰刮卤”所留遗存。各草木灰层下叠压厚约10厘米的烧土渣土，简报认为是“摊场”之垫土层^①。双王城遗址也有类似的发现^②。发掘者认为坑池是制卤的多级蒸发池，而其中的草木灰堆积不过是坑池废弃后的垃圾堆积^③。崔剑锋、彭鹏则提出了一个折中的意见，认为晚商至西周早期采用蒸发池制卤，至西周中期开始采用摊灰刮卤法制卤^④。

崔剑锋通过检测发现坑池各层堆积的化学元

素含量有一定规律，说明其并非自然沉积或者只是生产垃圾，而是某种人类规律活动的产物，可见当时的煮盐过程中的确存在制卤工序。然而，将其中草木灰等视作“摊灰刮卤”的遗存也有难以解释之处。下文制卤工艺的讨论仍将涉及制卤设施，此不赘述。

3. 沉淀沟

所谓沉淀沟，本文指盐灶两侧的排状小坑穴，其完整形态即双王城014A盐灶两侧的“基槽和柱洞”，由长条形沟及其底部的小坑穴组成（图2，B）。此设施在目前所见盐灶两侧均有发现，南河崖遗址YZ4两侧的“排状坑穴”被破坏较甚，双王城014B遗址的排状坑穴深度小于014A盐灶两侧者0.2~0.4米，其沟槽和坑穴的上部已被破坏不存。

燕生东认为“排状坑穴”是灶棚的柱洞，并据坑穴的分布将灶棚复原为立柱粗约0.45米，跨度约15米的两面坡顶建筑^⑤。崔剑锋发现坑穴粘土中含有大量的木炭颗粒，并且镁、钙离子含量远高于对比土样，提出此类坑穴是利用草木灰吸附性能提纯卤水的设施^⑥。总之学界对其性质的判断仍有严重分歧，后文将有进一步的讨论。

4. 储卤坑

此类坑穴多两个一组对称分布于灶室两侧，平面多圆形或圆角方形，直壁平底，内壁涂抹粘土以防渗漏。南河崖储卤坑中发现有小口陶罐，笔者推测是用于将制备好的卤水转移至储卤坑。可能有人会觉得直接用陶器取卤水注入盃形器煮

① 王青、荣子禄、王良智，等. 山东东营市南河崖西周煮盐遗址[J]. 考古, 2010(3); 王青. 关于山东北部盐业考古的新思考[G]// 山东大学文化遗产研究院. 东方考古: 第12集. 北京: 科学出版社, 2015: 144-175.

② 燕生东、党浩、王守功，等. 山东寿光市双王城盐业遗址2008年的发掘[J]. 考古, 2010(3).

③ 燕生东. 商周时期渤海南岸地区的盐业[M]. 北京: 文物出版社, 2013: 82-100.

④ 崔剑锋. 山东寿光双王城制盐遗址的科技考古研究[J]. 南方文物, 2011(1); 彭鹏. 鲁北莱州湾沿岸商周时期制盐工艺初探[J]. 南方文物, 2012(1).

⑤ 燕生东. 商周时期渤海南岸地区的盐业[M]. 北京: 文物出版社, 2013: 87-92.

⑥ 崔剑锋. 山东寿光双王城制盐遗址的科技考古研究[J]. 南方文物, 2011(1).

盐会更省时省力。事实上这一转移并非多此一举，用陶罐往灶面中间的盃形器加卤因距离远并不易实现，远不如从储卤坑中用长柄勺舀卤便利。所以笔者赞同将此类坑穴定性为暂存待煮卤水的储卤坑。此外，王青先生还认为储卤坑可能是“摊灰刮卤—淋卤”系统的一部分，兼有淋卤之功能^①。

（三）作坊中的其他设施

煮盐作坊中普遍出现的还有工作棚、盐工生活设施、盃形器为主的生产垃圾堆积以及临时性的陶窑等。

南河崖制盐作坊的工作棚，从残存柱洞看，应是经历过多次拆建的半地穴式简陋窝棚建筑。煮盐作坊中可能也有陶窑，南河崖遗址编号YZ3的盐灶平面近圆形，直径约4米。窑内盃形器残片以夹砂厚胎者为主。YZ3处于生产垃圾堆积之外，且周围不见储卤坑等配套设施，应该不是煮盐灶，更可能是应急烧制盃形器的陶窑。

二、制 卤

（一）制卤工艺复原方案述评

制卤指去除卤水中的杂质并提高卤水浓度。前文提及，王青先生主张商周煮盐作坊采用“淋灰法”制卤，燕生东力主在坑池系统中制卤的“多级蒸发制卤法”，崔剑锋和彭鹏则立足于科技分析提出晚商至西周早期采用“多级蒸发制卤法”，西周中期则采用“淋灰法”。

根据《熬波图》等宋元以来制盐文献中的记载，“淋灰法”制卤主要有摊灰、晒灰、刮卤、淋卤等步骤，首先要将草木灰铺于摊场并泼洒卤水，或者是将草灰摊布于饱和卤水的摊场（此为“摊灰”），日晒后卤水中的盐分结晶于草灰，

如此反复操作几次，草灰即可吸足盐分（此为“晒灰”），再收集草木灰（此为“刮卤”），加卤水将其中之盐晶溶解淋下（此为“淋灰”或“淋卤”），就可得到浓度较高的卤水。

按照文献记载的“淋灰法”原理，富含盐分的草灰应当被收集取走，然商周“摊场”却保留草木灰甚多，这表明商周时期采用的制卤方法可能不是淋灰法。目前所见“摊场”皆有起伏，整体略向东倾斜，南河崖遗址草木灰层和“垫土层”中还有不少陶片，以上都背离了建摊场时追求平整的通则。《熬波图》载，摊场必须“宛如镜面光净，四下坦平，方可摊灰晒之，如有凹凸，遇雨则凹处迟干，泼水则凸处不积”^②。若以宋元时的技术标准衡量，商周时期的“摊场”显然不合要求。

所谓“多级蒸发制卤法”基本与当代盐场通过多级盐田日晒蒸发相同，认为坑池中之草木灰不过是生产垃圾的堆积。双王城014B遗址盐灶南侧坑池中的堆积共分10层，第10层为沙质土层，第9层为绿色淤积土层，再上为草木灰和钙华交替堆积层。1层为钙华层，夹大量红色碎陶颗粒，厚约10厘米。3、5、7层与1层近似，双数层则为厚度远超钙华层的草木灰层。元素含量分析显示Ca、Mg元素在钙华层中含量较高，草木灰层中含量较低，而Na、Cl两元素在草木灰层含量较高。尽管本文不认同商周时期存在“淋灰法”制卤工艺，但也无法接受各作坊普遍可见、规律明显的草木灰堆积是垃圾堆积。

双王城014B遗址盐灶南侧坑池的堆积状况和各层元素的分布为理解当时的制卤工序提供了重要依据。崔剑锋通过对该坑池中草木灰钙华堆积层的检测分析，提出草木灰主要用于去除不溶性

① 王青,荣子禄,王良智,等.山东东营市南河崖西周煮盐遗址[J].考古,2010(3);王青.关于山东北部盐业考古的新思考[G]//山东大学文化遗产研究院.东方考古:第12集.北京:科学出版社,2015:144-175.

② 陈椿.熬波图[M]//景印文渊阁四库全书:第662册.台北:台湾商务印书馆,1985:332.

盐杂质，且因具有较强的吸卤作用，也被用于提高卤水浓度。崔氏之制卤流程如下：先在坑池中铺垫大量草木灰并浇淋卤水，钙镁杂质盐会在草木灰上结晶形成碳酸钙镁盐沉淀，同时大量卤水被草木灰吸附，再次淋浇卤水可形成纯净且浓度较高的卤水^①。崔剑锋的复原方案与坑池中草木灰（8层）、绿色淤土层（9层）、沙土层（10层）的依次堆积顺序有冲突，也难以解释坑池中红烧土、碎陶片层的成因。

（二）草木灰坑池制卤的流程与对应考古遗存的形成过程

笔者也以该坑池的堆积为例，将制卤工序的操作及产生的相应遗存复原如下。首先在坑池中汲入卤水，卤水中的泥沙因粒度不同沉淀时会形成上述10、9两层堆积，即较粗的沙粒在下，颗粒较细的淤泥在上。沉淀后再加入草木灰去除卤水中的不溶性盐杂质。

参考化工工艺相关研究^②，草木灰在此环节发挥了类似絮凝剂的功能，即通过吸附、脱稳让卤水中悬浮的不溶性盐类小颗粒体积、质量变大而发生沉淀，这些不溶性钙镁盐沉淀后再结晶会形成钙华层（单数层）。其性质、成因与现代盐场蒸发池淤土上的钙华层（图5）相同。

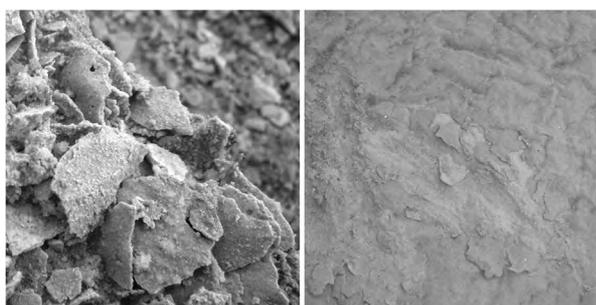


图5 现代盐池中的钙华层

盐灶使用年限不同其中草木灰的洁净程度就

不一样。新盐灶中的草木灰夹杂红烧土粒等杂质较少，多年使用的盐灶中草木灰就会包含大量红烧土块粒，甚至有以往掉落的盃形器残片。南河崖“摊场”之“垫土层”，就是草木灰中各类杂质的沉淀堆积。因红烧土等比重大会先于草木灰层沉积，形成草木灰层在上，红烧土层在下的类堆积。可能有人会觉得将草木灰中之杂质剔除并不困难，因何将大量“垃圾”一并置入制卤坑池。其实，红烧土等跟草木灰类似，也具有吸附作用。并且淋灰法所用草灰以刚从火中取出尚未尽燃的“存性生灰”为佳^③，因其吸附性最好。将温度较高的存性热灰和红烧土放入坑池，无疑也有助于蒸发卤水。所以，利用草木灰制卤时不方便也没有必要将其中的杂质剔除出来。

综上，理论上说一次制卤操作会形成一组草木灰在下钙华层在上的堆积，如果草木灰中杂质较多，则会形成红烧土层在下，草灰层居中，钙华层在上的一组堆积。若一个坑池中进行过多轮次的制卤操作，就会形成上述堆积的互层分布。未来的田野工作中，可以采用土壤微形态分析的方法，具体地讨论坑池中堆积的形成过程，进而准确复原一个制卤坑池制卤的频率。另外，前述坑池中最下的沙土层和绿色淤土层并不见于互层分布之堆积序列，笔者认为只有新挖卤井中卤水泥沙量较大，才会形成这两层堆积。芦苇井圈发挥作用后的卤水会更澄澈，如此就观察不到灰绿色淤积层和沙土层。

卤水中的杂质经过草木灰的吸附、絮凝、沉淀后，有效成分NaCl（食盐）的含量相对而言已经显著提高。此外，草木灰在制卤环节的功用还有一方面需要重视。制卤完成到下一工序之前，日晒蒸发形成的卤度提高也不可忽略。晒盐工艺研究显示，卤水蒸发量与盐田的颜色密切相关，

① 崔剑锋.山东寿光双王城制盐遗址的科技考古研究[J].南方文物,2011(1).

② 马青山,等.絮凝化学和絮凝剂[M].北京:中国环境科学出版社,1988:76-78.

③ 陈椿.熬波图[M]/景印文渊阁四库全书:第662册.台北:台湾商务印书馆,1985:361.

盐池底面颜色越深暗，卤水吸收太阳辐射就越多，所以用颜色较深的土壤建造池底，同等条件下就能多吸收太阳辐射热量，蒸发较快^①。因此，在卤水中加入草木灰，就可以降低清水的反射作用，多吸收太阳辐射，加快卤水蒸发。

（三）沉淀沟的制卤（输卤）功能

除了草木灰坑池制卤设施，前述“排状坑穴”也属制卤系统。“排状坑穴”淤积土中含大量炭屑，钙镁离子含量也高，崔剑锋认为其功能也是利用草木灰去除杂质，同时提高卤度，跟大坑池的作用相似^②。彭鹏结合民族学材料，提出排状小坑是淋卤的设施^③。

如前所述，本文认为“排状坑穴”实为沟槽加坑穴的沉淀沟。在坑池制卤之后，还要移至此沟沉淀杂质。这一工序不见于制盐相关历史文献，但在山东北部宋元制盐遗址中有类似设施。双王城014A宋元盐灶旁的沉淀沟长度超过25米，沟底部有落差且等距分布10余个长方形小坑。坑内堆积以淤沙土为主^④，燕生东指出此沟是作为沉淀泥沙之用^⑤。商周时期沉淀沟结构与宋元时期一致，应当也是用作沉淀泥沙。另外，沟底坑中的草木灰应该是出自大坑池中，也是本次沉淀的去除对象。

沉淀沟的功能还有些许令笔者困惑之处。按常理推测，大坑池中制卤完成之后，如小心汲取，似无必要再增加沉淀沟环节。或许沉淀沟还兼具输送卤水的功能，甚至输卤才是其主要功能，根据目前的材料，只能视其为制卤设施，以后的田野工作有必要留心储卤坑、沉淀沟、草木

灰制卤坑池等设施的相对位置、高程等信息，或有望明确“沉淀沟”的功能。

综上所述，我们可复原商周煮盐作坊制卤工艺的整个流程如下：首先挖坑池，自卤井汲入卤水，待泥沙等沉淀后撒入存性草木灰，煮盐之前可能再经沉淀沟进一步提纯，最后转移至储卤坑。

三、煮卤成盐

（一）“煮干取盐法”驳议

煮卤成盐的方法，学界多认为是连续添加卤水，待盐晶充满盩形器时打破盩形器取盐，可通称此复原方案为“煮干取盐法”。其中燕生东的复原最为细致详尽，“往盩形器内添加卤水，卤水通过加热蒸发后，再不断向盩形器内添加卤水，煮盐过程中还要除去撇刮出来的碳酸钙、硫酸钙、碳酸镁等杂质。盐块满至盩形器口沿时，停火。待盐块冷却后，打碎盩形器，取出盐块”^⑥。论者认为作坊中盩形器多见残片而完整器较少，正是打破盩形器取盐的结果^⑦。

事实上，作坊内也发现有为数不少的完整盩形器。如双王城014B储卤坑H2中发现有完整盩形器10多件，其中还有4件保持连在一起的使用状态。若商周时期采用了“煮满盩形器，打碎取盐”的工艺，完整盩形器的存在无法得到合理解释。

作坊中所见盩形器的数量也与“打碎取盐”工艺不符。燕生东估计一个盐灶可以放置150~200件盩形器，这一数量基本合理。盐灶的灶室、烟道、火门等处皆可见多层烟灰等多年使用的证据，如双王城014BYZ1烟囱的烟道可见8层烟

① 河北塘沽盐业专科学校.海盐生产工艺学[M].北京:轻工业出版社,1960:264.

② 崔剑锋.山东寿光双王城制盐遗址的科技考古研究[J].南方文物,2011(1).

③ 彭鹏.鲁北莱州湾沿岸商周时期制盐工艺初探[J].南方文物,2012(1).

④ 燕生东,党浩,王守功,等.山东寿光市双王城盐业遗址2008年的发掘[J].考古,2010(3).

⑤ 燕生东,赵守祥.考古所见莱州湾南岸地区元明时期制盐工艺[J].盐业史研究,2016(2).

⑥ 燕生东.商周时期渤海南岸地区的盐业[M].北京:文物出版社,2013:105.

⑦ 方辉.商周时期鲁北地区海盐业的考古学研究[J].考古,2004(4);王青,朱继平.山东北部商周时期海盐生产的几个问题[J].文物,2006(4);燕生东,党浩,王守功,等.山东寿光市双王城盐业遗址2008年的发掘[J].考古,2010(3).

灰。盐灶尤其是烟囱中的烟灰，每一层次很有可能代表了一个煮盐季度或者一年。不论如何，014BYZ1至少曾煮盐8次应无问题。依“煮干取盐法”计算，煮盐一次会打碎150~200件盃形器，014BYZ1使用时8次煮盐就至少会打碎千余件盃形器。若一个煮盐季煮满的盃形器超过一批，打碎盃形器的量就会随之翻番。显然，现今几处煮盐作坊所见盃形器残片远不及此数。经此计算可反证盃形器并非一次性的煮盐容器，“打碎取盐”的主张也不合理。

（二）成盐工艺“捞洒撩盐”说

制盐陶器残片多整器少是世界范围内制盐遗址陶器的共性。陈伯桢指出这也与盐的特性有关，煮盐过程中渗入陶器器壁的卤水由液体变成晶体时很容易导致陶器脆化破裂^①。这提醒我们晚商西周时期煮盐作坊大量的盃形器残片，并不必然与“打碎取盐”有关，更有可能是在反复使用后“自然”碎裂。

灶面相关的证据也表明盃形器并非一次性使用的煮盐容器。盃形器安置于灶面之中，从双王城014B所见“四联盃形器”被烧土和盃形器残片包裹的位置看，盃形器嵌入灶面的深度已几近口沿。若煮满盃形器就拿出打碎取盐，势必会频繁损毁灶面，相应地就会产生大量的灶面垃圾堆积。前文已论及盐灶灶面可使用多年，并且煮盐作坊遗址中并未见到很多灶面相关遗存。这也可反证盃形器是可以连续、反复使用的。

另外，也可从产品出发考虑成盐方式。虽然无法发现商周时期的食盐，但文献中的相关记载可以提供一些线索。《周礼·天官》“盐人”条载：“盐人掌盐之政令，以共百事之盐。祭祀共其苦盐、散盐。宾客共其形盐、散盐。王之膳羞，共饴盐，后及世子亦如之。”对周代祭祀、

宾客所用之散盐，汉郑玄注曰：“杜子春读苦为鹽，谓出盐直用不涑治。郑司农云：‘散盐，涑治者。’玄谓散盐，鬻水为盐。”唐贾公彦疏曰：“苦当为鹽，鹽，谓出于盐池，今之颗盐是也。散盐，煮水为之，出于东海。”^②煎煮制盐时卤水中晶核生成较快，故会形成小颗粒的末盐，若在未烧干结块时取出，所得盐产品就是散盐；否则因为卤水中存在硫酸钙等杂质，末盐就会结成盐饼。汉唐“东海”与本文讨论之山东北部地域上接近且皆有煮盐传统，笔者认为晚商西周煮盐作坊所产食盐可能就是注疏家所谓煮水而成的散盐，《周礼·天官》“盐人”条的记载可为佐证。

综合以上证据，笔者相信盃形器安置好后可连续稳定地生产散盐，甚至可以跨年度使用。而要实现这一目的，似乎只有“边添卤边取盐，获取散盐”这一种成盐方法。此法与后世“捞洒撩盐”相同，其大概操作类似《熬波图》所载：

先安四方矮木架一、二个，广五、六尺，上铺竹篾。看盘上卤滚后，将扫帚于滚盘内频扫，木扒推闭，用铁铲捞漉欲成未结糊涂湿盐，逐一铲挑，起撩床竹篾之上，沥去卤水，乃成干盐。又挽生卤，频捞盐频添卤，如此则昼夜出盐不息，比同逐一盘烧干出盐倍省工力。若卤水太咸，则洒水浇，否则盘上生藁，如饭锅中生焗焦，通寸许厚，须用大铁槌逐星敲打铲去了，否则为藁所隔，非但卤难成盐，又且火紧致损盘铁。^③

因煮盐器具不同，晚商西周作坊中的操作应该是另一种景象，不过如“频捞盐频添卤”“捞取湿盐”“昼夜出盐不息”等基本要素很可能相仿。其步骤可复原如下：盃形器中加注卤水后烧火煎煮，随着卤水蒸发结晶持续添加卤水，待盐

① 陈伯桢.由早期陶器制盐遗址与遗物的共同特性看渝东早期盐业生产[J].盐业史研究,2003(1).

② 十三经注疏整理委员会.十三经注疏:周礼注疏[M].北京:北京大学出版社,2000:167-169.

③ 陈椿.熬波图[M]//景印文渊阁四库全书:第662册.台北:台湾商务印书馆,1985:359.

晶积累到一定程度就捞出湿盐。“频捞盐频添卤”，就可持续取盐。本文将煮盐过程中的关键操作示意如下（图6）：

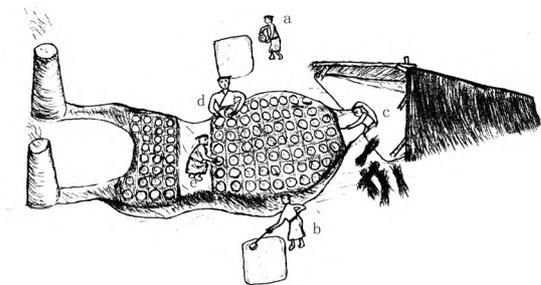


图6 煮盐操作示意图

a.运卤；b.添卤；c.烧火；d、e.取盐

晚商西周时期煮盐作坊中是否使用“撩床”等制盐工具及其具体形态，是未来田野工作中须着力求证的重要方面，而《熬波图》作为难得的“民族志”可为此工作提供重要线索。另外，前述《熬波图》也有助于我们认识“煮满盩形器打碎取盐”主张的不合常理之处。“煮满取盐”法同样是边煎煮边续卤，但不会及时往外取盐。结晶的盐累积到一定程度，会附着于盩形器的底及周壁，如《熬波图》所说之“藁”，这些盐如同增厚了盩形器器壁，势必会影响煮盐效率，且有损毁盩形器的风险。这显然与前文所论颇为精妙的建灶、制卤之法不相协调。

四、结论与余论

晚商时期前述煮盐工艺突然出现于山东北

部，极有可能是商王朝专为获取山东北部食盐资源而发明的新技术，工艺中表现出许多先进超前的因素。煮盐作坊的各类设施布局合理，煮盐灶的设计尤为巧妙。制卤时利用草木灰的特性结合沉淀沟等设施，经过絮凝沉淀、蒸发、平流沉淀等环节去除卤水中的杂质并提高卤水浓度，煮卤成盐则采用了效率颇高的“捞洒撩盐”法，较好地兼顾到了制盐的质量和效率。不过，晚商西周时期的盐业生产同时存在一些与前述“先进性”不相称的因素。比如非专业化的盐工、生产管理不甚讲究、工艺长期停滞不见改良等。

如何追溯山东北部晚商西周煮盐工艺的源头，正确认识作坊中呈现出的“标准化”假象，合理解释先进与落后并存的矛盾等，都须立足于科学细致的工艺流程复原研究。学者们对工艺流程中一些环节的认识分歧，某种程度上有考古材料本身的原因。笔者有时会假设，如果南河崖和双王城两遗址没有同年发掘，后发掘者就可借鉴前者的经验教训，也可在发掘中验证基于先发掘材料提出的假说。幸运的是，在山东北部有大量同质的煮盐作坊遗址，一定程度上可减少“田野考古不可逆”的遗憾。不论笔者关于工艺流程的假说被证实或推翻，更多更细致的盐业考古都很值得期待。

（责任编辑：王放兰）

The Salt Boiling Process in the Late Shang and Western Zhou Dynasties in Northern Shandong

FU Yonggan

Abstract: On the basis of an overall grasp of the unearthed remains, the paper integrates the information of scientific and technological analysis, simulation experiments, literature records, ethnography and other aspects, and systematically studies the salt boiling process in the late Shang and Western Zhou dynasties in northern Shandong Province in three links: the construction of salt boiling workshops, the production of brine and the boiling of brine into salt. The paper focuses on the shape, construction and repair methods of the core facilities of the salt boiling workshop, such as the salt stove and the brine making system. The paper also focuses on the nature and function of several types of relics that are controversial in the academic circles, such as pit-pond, plant ash and sedimentation ditches, etc.. It is believed that the salt boiling workshop uses plant ash to adsorb impurities and improve the concentration when making brine in the pit, and then removes the sediment and plant ash through the sedimentation ditch. In the process of boiling brine into salt, workers add brine and take out salt at the same time to continuously obtain salt. At the same time, the basic operation steps of workshop construction, brine production and boiling brine into salt have been specifically restored.

Key words: northern Shandong; late Shang and Western Zhou dynasties; salt boiling; process