



HAL
open science

盐业技术：从中国长江流域到世界背景

Olivier Weller, Pierre Gouletquer, Pauline Sebillaud, Y. Lin

► **To cite this version:**

Olivier Weller, Pierre Gouletquer, Pauline Sebillaud, Y. Lin. 盐业技术: 从中国长江流域到世界背景. Nanfang Wenwu (Relics from South), 2018. <hal-03035875>

HAL Id: hal-03035875

<https://hal.science/hal-03035875v1>

Submitted on 21 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



盐业技术：从中国长江流域到世界背景

◆ 魏井仁	(法国国立科学研究中心 8215 研究所 巴黎第一大学考古学及民族学研究所)	著
◆ 顾磊	(法国国立科学研究中心布里坦尼与凯尔特研究所)	
◆ 史宝琳	(吉林大学边疆考古研究中心 法国国立科学研究中心 8155 研究所 东亚文明研究中心)	译
◆ 杨琳	(吉林大学边疆考古研究中心)	

在海边或者盐泉附近生活,人们会很容易得到盐水,并用其煮蔬菜和肉类食物。炎热的夏天,人们甚至可以在岩岸边的洼地发现结晶的盐颗粒,并添加到食物中。这类现象见于世界各地。我们在中国四川自贡市涂井乡的盐井一带,也发现了这类利用自然盐的现象。

古代世界的历史与考古研究表明,产盐地区时常还需要为其他地区供应盐。在这种情况下,那种家庭式利用当地盐业资源的方式是远远不够的。从新石器时代以来,产盐地区的人们就不得不发明一些生产盐的相应技术,来满足外地人群的生活及一些其它需求 (Gouletquer et al. 1994; Weller 2002; Harding 2013; Cassen and Weller 2013)。

对盐的需求有多种原因。可以是新经济发展的结果,例如牛的选育、肉或鱼的保存、以盐为原料的一些工业等。通常情况下,当一个古老的盐业遗址因某种原因被放弃,或因贸易航路变得不再安全时,新的盐业遗址便会取而代之。也可以有政治原因,例如当一些省份决定独立出去,并发展自身经济,从而中断与之前供应商的贸易关系,就会产生新的对盐的需求。

当发生这种情况时,每个产盐地区都必须发明如下两样技术:

其一,必须发明将盐从自然存在状态中提取出来

的方式。一般来说,这种技术应当完全适应该地区的自然和社会条件。盐业生产必须尽可能减少对外来物品、材料及人员的依赖。

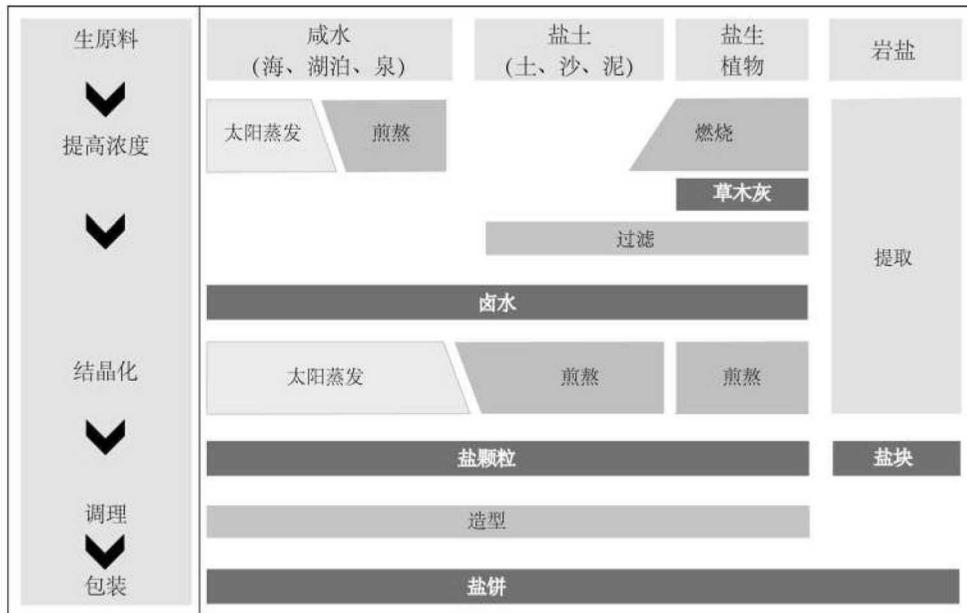
第二,必须发明适合运输中可能出现的各种状况的包装方式。当然,包装本身一般还要作为生产者的辨识标志:即使远离产地,任何人也可从包装上辨认出盐的原产地。

一、原料

民族学证据表明,人们生产盐并不是必须得到氯化钠,实际上只是需要一种所谓的“通用盐”(generic salt),其成分往往因来源不同而各异。“通用盐”可以从四种原料中提取:

- 岩盐;
- 盐水(海水、盐池、盐泉);
- 盐土(沙子、盐碱土、盐粘土);
- 含盐或者不含盐的植物。

岩盐由海水自然蒸发而成。在蒸发过程中,有些挥发性成分(例如碘)及大部分杂质(如粘土、镁盐等)都消失了。与之相反的是,新的杂质也会掺入到岩盐的成分中,如氧化铁。岩盐提取技术与其他矿物萃取技术一样:可露天开采或进行地下开采。开采出来的岩盐有时需要按照商业要求的形状与尺寸切成



图一 制盐原则 (O. Weller 魏井仁制图)

块。也可以将岩盐淋洗干净,转变为卤水,并按卤水作进一步处理。在岩盐层中钻井开采,也是同样道理,将水灌入井内,再把卤水(咸水)抽出来,并进一步蒸发为盐。

二、获得浓卤水

1、浓缩自然咸水

一般情况下,自然咸水的浓度不足以通过蒸发直接制成盐。用自然咸水制盐还需要一系列的操作,盐业生产中称为“浓缩”(graduation),即提高浓度。高浓度咸水可以通过自然蒸发(如咸水沼泽)或以咸水^①淋洗含盐类原料(盐土、海藻、含盐植物)而获得,但是一般很少会采用人工蒸发的方式来获取高浓度咸水,原因在于这种方式需要花费大量的人力、物力。

2、用淡水淋洗含盐类原料

用淡水淋洗盐土的技术与用含盐量较低的咸水淋洗含盐类原料的技术很接近,其结果也相当一致,即得到高浓度的卤水。但是,以淡水淋洗盐土有助于将不需要的化学成分从成品中冲洗掉。当然,即便是采用淡水淋洗盐土获取卤水,卤水及最终获得的成品盐的成分仍主要取决于原材料的成分。

还有一种从咸泥中提取盐的方法。在法国大西洋沿岸的一些地区(如旺代省 Vendée 和夏朗德省 Charente),海滨分布有大片含盐泥土。这种咸泥中的盐无法被直接淋洗出来。在铁器时代晚期,人们将咸泥的表层刮掉,然后以火焚烧这些刮取的细碎粘土块儿,最后再淋洗这些烧过的盐土,从而得到卤水。

3、焚烧植物,淋洗草木灰

含盐的植物当然可以直接利用。但是,若想从中获取所需要的盐,一般需经过焚烧,并以淡水淋洗所获得的草木灰。适用于这种萃取技术的含盐植物有很多种,有些含氯酸钠,有些则不含(但此类植物已被咸水浸泡或灌溉过)。当然,这样生产出的卤水含氯酸钠浓度并不一致,且总会含有大量的钾盐。

由以上介绍可知,以不同含盐原料萃取盐的方法尽管有所不同,但是制造卤水乃是制盐技术中最为关键的一个步骤(图一)。有了高浓度的卤水,尚需两个方面的操作:一是蒸发卤水以获取盐结晶,二是为贸易做准备。

三、获得盐结晶

有三种方法可以获取盐结晶:燃烧含盐植物并在草木灰和炭块中收集盐颗粒(例如在新几内亚),自然蒸发(例如世界各地的含盐沼泽),煮卤水(例如中国自贡和成都地区,以及非洲西部)。

1、燃烧含盐原料:来自新几内亚的证据

尽管新几内亚还存在不同的制盐方式,但其所采用的自然原料基本都是一些植物(Weller 2007)。在巴布亚省(新几内亚岛西部,印度尼西亚),西达尼人(Western Dani)西达尼人(Western Dani)每次远征(探险),都在盐泉附近搭建临时性住宅,以便在此生产大而硬的盐块(Weller et al. 1996; Pétrequin and Pétrequin 2006)。当他们与土地主人 Moni 人达成协议后,Moni 人给达尼人提供所需的食物,而达尼人则还以蚌壳、装饰品、猪、石斧等物品。之后,男人们到丛林中寻找制盐所需的原材料:一种多孔状可食用

植物的嫩茎(荨麻科 Urticaceae 的 *Elatostema macrophylla* Brogn.)和一些特殊的树干,这些树干焚烧后会产生少量的草木灰及大量炭块。制盐首先需要清理盐泉,并加固水坝以防止附近河流的淡水流入。然后再将采集来的植物在盐泉中浸泡一天一夜以上。在浸泡原材料期间,男人们还会去采集包装成品盐的植物(叶子、树皮、藤条等),并打扫房前的平台,以便架设焚烧含盐植物的材堆(图二)。

夜雨之后,将盐泉中浸泡的植物取出,在材堆旁

放置一夜。焚烧含盐植物时需控制燃烧的时间,一般要持续7个小时。最后用卤水把火堆淋灭。次日清晨,男人们还会用很长时间在草木灰和炭块儿中细心采集结晶在空心状植物中的细小盐颗粒,并将其堆放在一个大的木头盘子里。然后用网筛进行筛选,将筛出的炭块随手扔到平台之外。

最后,筛出的盐和草木灰要放在垫有叶子够长才能折叠的露兜树叶子的一个方形木盒内压制成形。盒子是由小木板和竖直的小木柱制成。在将盐块用



图二 巴布亚高原的盐业生产与流通(新几内亚岛,印度尼西亚):西达尼人的征途
(摄影:O. Weller 魏井仁,线图 P. Pétrequin 和 O. Weller 魏井仁)

叶子包裹起来之前,需先将盐和草木灰的膏状物与卤水混合搅拌,然后再挤压进垫有树叶的木盒里。包裹好的盐块需要一周以上的时间在火炉上慢慢烘烤、晾干,直到其内的盐变成一块致密、坚硬、防潮且方便运输的“盐石”。

用此种方法制成的盐一般为浅灰色,含有大量氯酸钠和极少量杂质。为了得到尽可能白的,不含炭粒的高质量盐,西达尼人很重视采集盐粒的步骤。他们也很关注盐块的形状与编织物包装。之后,盐泉的存在,以及几处踩踏程度较轻的遗迹、平台、燃烧过的灰堆,将成为存在过制盐活动的主要证据。经年累月,废弃在平台外、盐泉旁的燃烧剩余物会形成数米高的灰堆。这些灰土堆会被流水不断侵蚀,有些炭块还会被冲刷、沉积到河流下游。

从新几内亚盐业生产的预测性民族考古学模式(predictive ethnoarchaeological model)可知,在法国东部盐业生产的考古学研究中,由于未发现烧制粗糙的制盐陶器(briquetage)的证据,只能依靠对盐泉附近的沼泽凹地进行钻探,以及对含炭块的红烧土层进行断代,并且根据孢粉与木炭的统计分析复原盐业生产地的植被与环境(Pétrequin et al. 2001)。迄今,我们能够证明这里最早的盐泉制盐方式的出现不晚于公元前5千纪,并在青铜时代中期有所提高,其制盐高峰期为高卢时代。然后达到此外我们也受到预测模式的局限性制约(Pétrequin and Weller 2008)。首先,在技术方面,法国东部的盐业生产方式很可能不同于新几内亚,盐不是通过浸泡所得,而是通过将卤水浇到火堆上来获取。此外,自新石器时代之后,这种制盐方法有了大幅度的变动。最后,我们还想提出这样一个问题,即为什么某些地区的盐业生产会导致在某一特定时间出现财富的积累与集中,而与此同时其他盐的来源则被忽略掉,尽管它们的浓度都很高。

2、自然蒸发:来自非洲尼日尔 Teguidda-n'Tessum 的例子

在 Teguidda-n'Tessum,咸水泉从村落附近一个池塘底部的砂岩中流出(Bernus 1972)。村中的水井亦是咸水井。雨季时,池塘中咸水水位上涨与周围地面持平,土地完全浸泡在盐里。一年一度,来自全国各地的图阿雷格(Tuareg)游牧人,聚集到这里来进行“盐疗法”,即骆驼和羊可以吃到咸草(Gouletquer and Kleinmann 1976)。

旱季水份大量蒸发,留下来咸土。人们习惯在粘土建造的大池子里将咸土与咸水搅拌在一起,然后让泥汤慢慢沉淀下来,再盛取清澈的卤水,并将其灌

入贮卤池内,在风和太阳的作用下池中水分逐渐蒸发。当卤水量和浓度都已足够时,再将卤水分别倒入一些小池子内蒸发。这样做有助于盐的结晶。待小池中水分蒸发将近,将池底湿盐刮出,储存在桶里。随后,湿盐将被塑形并晾干(图三)。



图三 尼日尔 Teguidda-n'Tessum 的晒盐池
(摄影:P. Gouletquer 顾磊)

3、卤水蒸发:来自非洲尼日尔 Dallol Fogha 的例子

在尼日尔的 Dallol Fogha,人们习惯从咸水池子中掘取碱性卤水,盛入金属器中使其蒸发成膏状盐。然后再将这种膏状食盐用手搓成球形,压按并放置在户外的席子上晾干。晒干之后,成品盐饼看起来像是印有蓆纹的馒头。

四、无定形盐

自1970年以来,盐业考古研究中时而会出现“无定形盐”的概念。我们在四川考察盐业的过程中,通过与同事谈撒哈拉盐矿,以及参观自贡地区的制盐作坊,使得无定形盐这种概念最终在我们的印象中得到了加深(参见 Gouletquer et al. 1994)。

1、撒哈拉的萨布哈(sebkhas)盐滩的盐

在撒哈拉沙漠的萨布哈盐滩,人们通过露天矿沟可以挑选质量最高的盐层,并将其切割成标准大小的盐板,运至市场销售,外运距离可远至几百公里外。这里的盐天然满足贸易所需的所有品质,特别是纯度和硬度。盐层在形成过程中,已逐渐排除掉大部分的杂质(粘土、次要盐、水等),并且变得很坚硬,有时候透明盐层中仅剩的杂质会积聚成薄层。

在采盐的废弃物中,有些含杂质的盐块经过潮湿和曝晒(可到60度以上),也会发生自然的净化过程,最后盐块会变得像玻璃一样透明。

2、自贡地区的盐

类似的现象也见于中国的自贡地区。在桑海井博



图四 中国自贡燊海井博物馆制盐过程 (摄影:O. Weller 魏井仁)

物馆中,我们对制盐过程展示的最后部分很感兴趣,这似乎是一个加速提纯的过程。首先,要煮的卤水需添加豆浆(约20%)将其“洗干净”(当地人所使用的词)。这一步骤似乎是为了加速杂质的絮凝,可能的话也会中断盐的结晶化过程。紧接着,要将盐从煮锅里铲出,放入桶形的、有弹性的、无底的篮子里(传统做法是用竹子制作,现代改用橡胶制作),然后包装,最后还要再次用豆浆洗盐。这两个步骤很可能有助于获得更为坚硬的盐块,盐块的形状始终如一,且便于脱模和搬运(图四)。这一过程大约需要几分钟。

煮卤水时,有时卤水会外溢,并在锅边上形成盐的沉积。工人把盐刮出来的时候,未干的卤水会从铲里流出,有时那些变得透明的盐的沉积物则会差不多塞满整个铁铲。在已废弃的盐场,可以观察到锅沿上的透明盐块。看起来与撒哈拉萨布哈盐滩的天然纯净盐非常相似。

3、“玻璃盐”与传统盐饼

可以把自贡生产的这种透明的盐称为“玻璃盐”。这类盐看起来无定形、抗湿度高,吸湿效果仅限于盐块表面,而不影响整个结晶体。因而,这类盐的结构与岩盐的结构是非常相似的,但其毕竟是一个工艺流程的结果。这类“玻璃盐”,形状颇类柱状甜饼,对贸易来讲当然是理想的结构。这并不意味着“玻璃盐”的结构和质量已经达到一种完美的程度,但可以确定的是,工艺流程中所要求制作出的标准化盐饼与“玻璃盐”这种的结构和质量相接近。

在自贡,现代制盐工厂为方便运输和操作,会立即用铲将盐块打碎,并用塑料袋包装上,所以往昔的工艺流程就被提前中断了。有人告诉我们,云南生产的盐块特别坚硬,“必须用锤子才能打碎”。

从严格意义上说,这种方法并非通常所说的烘焙(硫化)法。熬煮的过程既能将混杂物从盐中析出,同时又能提高被煮物的内部黏附力,使其达到结晶化。

这一工艺流程在一定程度上改变了传统的盐块结晶化的过程。可以说,是一些添加物改变了这一过程:在自贡是加入了豆浆,在尼日尔的芒加(Manga)地区(Gouletquer and Kleinmann 1984)则是加入了牛粪,或许还有一些别的东西。

这个过程不需要太高的温度:约摄氏 60 至 80 度,即萨布哈盐滩(sebkhas)日光暴晒的温度。在自贡地区,煮卤水的锅内也差不多是这个温度。这两种情况都同时伴有潮湿的空气。这一过程越是缓慢,盐的纯度就会越高,且盐的结构变形程度就会越大。可以

作的坚硬盐块。这种硬化过程似乎与容器的大小并没有关系。这正是尼日尔的比尔马(Bilma)和 Teguidda-n'Tessum 盐场所发生的情况。在比尔马,人们将膏状盐从盐池中取出,置入用厚厚的棕榈树皮缝合而成的筒状盐模(经常被误会为空树干)内,过程与自贡地区以胶皮圈盛盐非常相似(图五)。脱模,这一工序与孩童在海滩边玩耍沙子一样。脱模后的坚硬盐块则被骆驼或卡车穿越沙漠运输到 500 公里以外的阿加德兹(Agadez)市场。在那里,盐块被斧头碎成小块卖给顾客。



图五 尼日尔比尔马棕榈树皮卷成的盐模与阿加德兹市场的盐柱。可以观察到盐模由三块树皮组成,最宽的开口处成喇叭形,并带有接缝符号。(摄影:J.-L. Manaud 和 P. Gouletquer 顾磊 - 1974)

在欧洲的常温下进行试验,将少量水灌入装满结晶盐的瓶子中,并在几天的时间里尽可能多地进行搅拌。白天,盐的溶解度高于夜晚。当溶解达到饱和时,未能溶解的盐便会成为玻璃盐。在大西洋沿岸的盐沼附近,冬季的盐堆如果未加防护,也可以观察到同样的过程在缓慢发生。盐堆的表面会逐渐形成一个玻璃盐的硬壳。

在温度更高的情况下,结晶化过程会持续,但这并非目的所在。而在较低的温度下,这一过程会有助于盐颗粒之间的相干性,以便形成可以被手触碰操

在 Teguidda-n'Tessum,盐饼的制作分为两步。首先,在沙子上铺一薄层盐(约半厘米厚),然后晾干。当薄层变得略显干硬时,工人用湿沙子模压出 2 至 3 厘米的外层,为盐饼进行定形。盐饼随后会在白天被晒干,并在夜晚因低温而逐渐变得坚硬(图六)。这一制作程序与 Dallol Fogha 地区苏打饼在包装和烘干前的制作过程几乎完全相同(图七)。

最后,在大西洋沿岸,从几内亚到布力塔尼的所有盐沼中,雨季时人们都会将盐堆暴露在外面。雨水把盐堆表面的杂质冲刷掉,后经日晒并硬化,这一过



图六 尼日尔 Teguidda-n'Tessum 的盐饼造型 (摄影:P. Gouletquer 顾磊)



图七 尼日尔 Dallol Fogha 的小苏打饼包装
(摄影:P. Gouletquer 顾磊)

程类似于“分次结晶化”过程的开始部分。不久,盐堆就会被坚硬的外壳所覆盖。

据我们所知,少数考古学家在对制盐陶器碎片(briquetage)进行复原时,仅仅专注于制盐这一基本功能上。虽然这样做比较容易,但并非学术研究所期望的最终目的。如何获得有着最佳抗湿性以及抗意外运输事故能力的“玻璃盐”,应是实验研究的目标。实际上,可以将玻璃盐与一种“盐锭”相比较。

五、从民族学通性到考古遗存

最后,我们可以依据民族学的启示提出几点看法:

1、除了几个生产质量特别好的岩盐的例子外,所有制盐者的首要目标都是获得高浓度的卤水,无论其卤水的原料是什么。一般来说,都会通过一些技术来提高卤水的浓度。在四川,过去的1000年间,人们的方法就是挖越来越深的井,从而直接获得高浓度的卤水。

2、无论原料是什么(咸水、盐土、含盐植物、草木灰等),无论获得结晶盐的技术是什么(燃烧、自然或者人工蒸发),最终的成品都会是一种“盐类人工制品”即“盐饼”。

3、无论使用何种技术(自然或人工晾晒)对盐进行硬化,盐饼作为一个“单位”,都必须达到能够存放、贸易、交换等所需的硬度。通过盐饼的成分、外表、形状及包装纹饰或质量,即使远离产地,这一个体也能指明其生产群体。

4、无论盐饼的具体化学成分和制造技术如何,在前货币时期盐类制品都可被当作一种财富,可供人和家畜的日常食用,也可用作实物交易,或作为礼物及贮藏品。这或许就是可将盐饼称为“盐锭”的原因。

综上所述,就其结果(一般的盐类制品)而言,每种制盐技术间并没有太大区别。技术上的差别主要体现在原料的性质,以及受当地条件限制的三个主要步骤(采集原料、获取高浓度卤水、结晶化和盐锭硬化)。反之,考古学家对技术方面进行一般性观察的话,将会注意到是否使用火是不同技术间的重要差别。

盐业实验考古表明,当制盐过程中使用火时,其遗存很明显。用陶器和粘土来煮卤水或晾干盐的技术,产生了18世纪以来被称为“制盐陶器碎片”(briquetages)的遗物。以往120年间,在需要用火来获得盐或盐饼的地区,这种遗迹一直受到考古学者的关注。制盐器物的类型、地域分布和断代情况比较清楚,但是对用火熬煮之前的技术过程的研究却严重缺乏。最理想的情况,人们也只能对可能用于存放卤水或提高其浓度的池子遗迹作些描述。可以理解,寻找与制盐过程相关的其他类型的遗迹的确很困难,例如上述简要介绍过的Teguidda-n'Tessum,即使是识别几百年前或更早一点被人们废弃的典型盐沼都是相当不容易的。我们有关史前史和史前制盐过程的知识,尤其是有关盐业在经济、社会和政治方面的重要性的了解还十分有限。

致谢与成文背景:

文章的主要内容源自两位作者于2001至2002年间在中国各地考察期间所作的几次讲座,并补充了一些新的观察与实验成果。

感谢罗泰教授(Pr. Lothar von Falkenhausen, UCLA)和孙华教授(北京大学)邀请我们参加他们在四川的研究项目,使我们得以了解他们的研究进展,而且为我们提供了将长江流域的考古出土制盐遗存(配合三峡基建考古发掘)与其他考古学及民族学资料进行比较研究的条件。

在一个月內,我们参观了重庆忠县(中坝、甘井等地点)、四川成都和自贡地区的遗址、考古库房及博物馆。我们与同事们就四川和重庆直辖市的制盐遗址进行了长久的讨论。我们也在四川省博物馆、重庆博物馆、自贡市盐业历史博物馆作了有关盐业考古的民族学证据的演讲。这篇文章综合了那几次演讲的内容,并尝试对听众的问题进行回答。

参考文献

①Bernus, E. and Bernus, S. 1972. Du sel et des dattes : introduction à l'étude de la communauté d'In Gall et de Teguidda-n-tesemt. Etudes Nigériennes 31. Niamey: CNRSH.

② Cassen, S. and Weller, O. 2013. Idées et faits relatifs à la production des sels marins et terrestres en Europe, du VI^e au III^e millénaire. In: Soares, J. ed. Prehistory of Wetlands. Landscapes of salt. Setúbal Arqueológica 14. Setúbal: Museum of Archaeology and Ethnography of the District of Setúbal (MAEDS), 255-304.

③ Gouletquer, P. and Kleinmann, D. 1976. Structure sociale et commerce du sel dans l'économie touarègue. Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée 21, 131-139.

④ Gouletquer, P. and Kleinmann, D. 1984. Les salines du Manga. Techniques & Culture 3, 1-42.

- Gouletquer, P., Kleinmann, D. and Weller, O. 1994. Sels et techniques. In: Daire, M.-Y. ed. Le sel gaulois. Dossiers de Centre de Recherche Archéologique d'Alet, Suppl. Q, 123-161.

⑤ Harding, A., 2013. Salt in Prehistoric Europe. Leiden: Sidestone Press.

⑥ Pétrequin, A.-M. and Pétrequin, P., in coll. with Weller, O. 2006. Objets de pouvoir en Nouvelle-Guinée. Catalogue de la donation Pétrequin au Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye. Paris: Réunion des Musées Nationaux.

⑦ Pétrequin, P. and Weller, O. 2008. L'exploitation préhistorique des sources salées dans le Jura français. Application et critiques d'un modèle prédictif. In: Weller, O., Dufraisse,

A. and Pétrequin, P. eds. Sel, eau et forêt. D'hier à aujourd'hui. Cahiers de la MSHE 12. Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté, 255-279.

⑧ Pétrequin, P., Weller, O., Gauthier, E., Dufraisse, A. and Piningre J.-F. 2001. Salt springs exploitations without pottery during Prehistory. From new Guinea to the French Jura. In: Pétrequin, P. and Beyries, S. eds. Ethno-archaeology and its transfer. BAR International Series 983. Oxford: Archaeopress, 37-65.

⑨ Weller, O. 2002. Aux origines de la production du sel en Europe. Vestiges ; fonctions et enjeux archéologiques. In: Weller, O. ed. Archéologie du sel: techniques et sociétés dans la Pré et Protohistoire européenne. Internationale Archaologie, ASTK 3. Rahden: VML GmbH, 163-175.

⑩ Weller, O. 2007. Exemples ethnographiques d'organisation du travail : les différentes exploitations de sel en Nouvelle-Guinée. Techniques & Culture 46-47, 51-61.

⑪ Weller, O., Pétrequin, P., Pétrequin, A.-M. and Couturaud, A. 1996. Du sel pour les échanges sociaux. L'exploitation des sources salées en Irian Jaya (Nouvelle-Guinée, Indonésie). Journal de la Société des Océanistes 102, 1, 3-30.

注释:

①用咸水淋洗过的盐土含盐量比咸水更大。

上接第 286 页

面硬结物及土壤附着物中氯离子相对较多,青铜器受埋藏环境的影响,腐蚀矿化较重。

致谢:本工作在样品采集及检测分析方面得到国家博物馆马燕如研究馆员、杨小林研究馆员的大力帮助,在此表示衷心感谢!

参考文献:

①高明奎、魏成敏、蔡友振、王振:《山东高青县陈庄西周遗址发掘简报》,《考古》2011年第2期。

②高明奎、魏成敏、蔡友振、王振:《山东高青县陈庄西周遗址》,《考古》2010年第8期。

③《山东高青陈庄西周遗址考古发掘获重大收获》,《中国文物报》2010年2月5日。

④《WW/T 0004-2007,馆藏青铜器病害与图示》,文物出版社,2008年。

⑤胡东波:《文物的x射线成像》,科学出版社,2012年。