

吉林省鸭绿江右岸良民遗址出土一种特殊状态 过火铁器的初步研究

张玉春

(吉林省文物考古研究所, 吉林长春 130033)

摘要: 为了了解过火铁器特殊形貌产生的原因和保存的真实状况, 采用扫描电镜、体式显微镜、拉曼光谱仪等方法, 对吉林省集安良民云峰水库出土的部分过火铁器样品本身和环境进行分析。结果表明这些铁器经火葬高温加热, 其基体中的铁已完全转变为赤铁矿而使化学性质变得非常稳定, 但质地变硬且脆、机械强度降低。一定程度的高温在改变器物性能的同时, 也制造出黑灰泛蓝的颜色效果。过火器物匀致多孔的微观结构, 使器物表面质感干涩。本研究对文物保护中过火铁器的腐蚀与保存、考古学中丧葬习俗研究等具有一定的参考。

关键词: 火葬; 过火铁器; 特殊形貌; 保存状态分析

中图分类号: K876.42 **文献标识码:** A

0 引言

1965年云峰水库蓄水前, 良民是鸭绿江右岸除集安市城区外最大的冲积平原, 位于吉林省集安市区东北, 背倚老岭, 南临鸭绿江。水库蓄水后良民平原上的墓葬淹没水下, 2006年由于维修大坝放水, 很多墓葬裸露出来, 遂进行考古发掘, 出土一批铁器, 时代约当汉代-魏晋南北朝时期。

一般情况下, 古代铁器在埋藏过程中, 可与环境中其他物质发生电化学和化学作用而生成多种腐蚀产物, 相对于形成铁器的合金组成而言, 这些腐蚀产物体积增大^[1]。通常氧化腐蚀严重, 锈蚀、剥落等病害常常处于活跃状态, 表面多褐色粗糙, 大多失去原有风貌, 且保存形貌各不相同, 出土于富氧土壤埋藏环境的同时集安丸都山城出土的铁器便如此^[2]。

但值得注意的是, 良民这次发现的部分铁器, 形貌特征别于常态: 器物外表规整, 基本保持原状, 色如青石、质如木炭。历经千年又浸于水下半个世纪之久, 外形却比较完好, 不见新腐蚀。肉眼观察, 仅少数器表有细微鼓泡变形, 初步认定为过火铁器, 对此进行分析与研究。

这些铁器曾长期埋藏在山谷间墓葬之中, 谷地狭长, 面积开阔。墓葬分布在山脚的坡地, 器物埋藏于大量碎石堆积而成的积石墓中(图1)。五十年以来为淡水水库的稀氧或者绝氧环境保存, 位于水下几十米至几米的位置, 发掘出土后再一次进入有氧

环境。即对应环境为有氧—无氧或稀氧—有氧环境的保存过程。从环境考察, 这次所观察的样品为山间陆地与淡水埋藏环境保存下的器物。



图1 坝址上的墓葬与环境

Fig. 1 Tomb preservation environment

用余氯测量仪、温湿度计、pH试纸获取了相应的环境数据。陆地墓葬晨昏之间温差超过15℃, 湿度差约25%; 中午墓上温度最高达60℃, 湿度最低但也超过45%; 晨昏湿度超过70%。水库中水的余氯含量0.05mg/L, pH值为7, 呈中性。降雨中余氯为0.08mg/L, pH值为6~7, 酸度较低。文物保存在水下的环境较稳定, 陆地保存期间温湿度变化较剧烈。墓葬露出水面后, 氧含量骤增, 温度骤升, 湿度骤干, 器物的保存环境也经历了骤变。因而这批特殊形貌的良民铁器具有承受环境剧烈变化而保持

稳定状态的耐受度。

1 样品和方法

出土的过火铁器共计约 20 余件。大都呈青灰色,少数铁器污染黄褐色铁锈。有的器物表面平整致密如青石,有的干涩黑灰如木炭,有别于常见的其他古代铁器形貌与保存状况。从断面观察,均已无铁芯,全部矿化,丧失了原有金属韧性与塑性等机械性能,质硬而脆。所有过火铁器都处于化学性质稳定的状态,未见新腐蚀发生。

为了更好地揭示这批铁器的表面形貌特点以及能够稳定保存的原因,选取了两件残碎的器物,取样进行观察、研究。铁制品 06bsemjm227 扩 1:2,残,环状,长约 3.0cm,宽约 2.0cm,直径约 0.5cm。质地硬脆,质感干涩,内部青灰泛蓝,有黄褐锈蚀污染表面。器表略见一些凸起(图 2)。铁制品 06bsemjm227k1:4 为一小段残断的铁器,长条形不甚规则,长约 5.0cm(图 3)。形貌与前者略同,黄褐色表面污染物更多。



图 2 铁制品 06bsemjm227 扩 1:2 的形貌

Fig. 2 Ironware morphology

Archaeological number 06bsemjm227(Expansion)1:2



图 3 铁制品 06bsemjm227k1:4

Fig. 3 Ironware morphology

Archaeological number 06bsemjm227k1:4

把残损的截面部位脱落的小块物质作为检测、观察的样品。采用扫描电子显微镜以及体式显微镜对样品表面进行结构、色彩、质感的微观察与分

析。再用拉曼光谱仪对样品进行检测,确定样品的物质组成。进而从结构与成分两方面解读过火铁器腐蚀产物的性貌信息。

2 结果和讨论

用扫描电子显微镜和体式显微镜观察了过火铁器截面。其中圆环状的一件截面可见质地均匀的多孔状块状结构(图 4);另一件长条形器物表层的锈蚀截面(与环境接触的最外层)为竖栅式多孔结构,而内层为均匀的块状多孔结构(图 5、6)。这些多孔结构中的孔呈不规则圆形,直径微小,分布较均匀,是形成器物表面质感干涩、质地匀整的原因,也是判断器物过火的直接依据。扫描电子显微镜检测器物的物质组成元素中金属元素几乎全部为 Fe,另外有 Si、Al 等其他微量元素存在。拉曼检测结果表明,这两件铁器的腐蚀产物成分谱线与赤铁矿匹配(图 7~8,实验条件为:激发波长均为 514nm 的氩离子激光,扫描范围 $150 \sim 2000 \text{cm}^{-1}$,扫描时间为 60s,积分次数为 1 次,激光衰减 100%)。

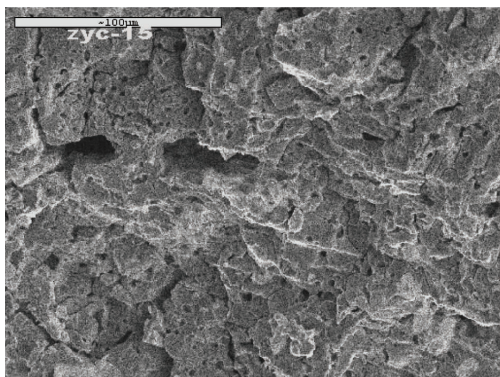


图 4 铁制品 06bsemjm227 扩 1:2 断裂截面结构电镜照片

Fig. 4 Ironware 06bsemjm227(Expansion)1:2

The microstructure of the fracture section
Scanning electron microscope

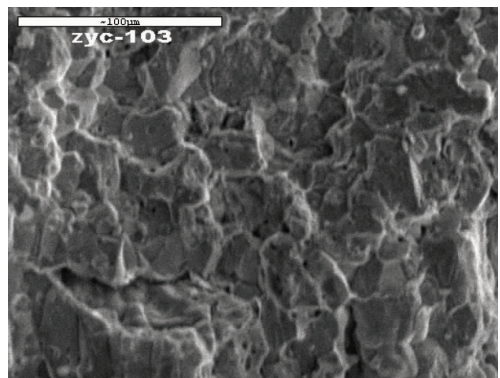


图 5 铁制品 06bsemjm227k1:4 内部块状多孔结构电镜照片

Fig. 5 Ironware 06bsemjm227k1:4

Internal blocky porous microstructure

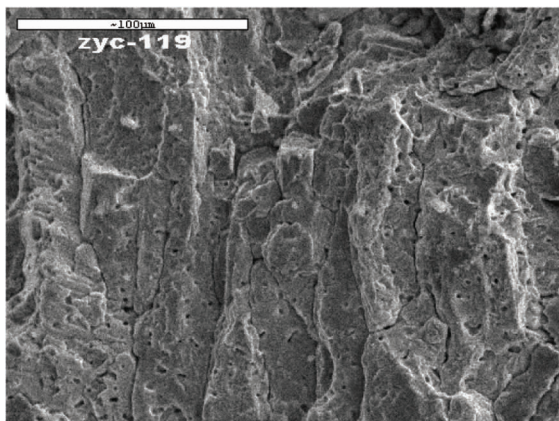


图 6 铁制品 06bsemjm227k1:4 器物外层竖栅式多孔结构电镜照片

Fig. 6 Ironware 06bsemjm227k1:4

The outer vertical grating porous microstructure
Scanning electron microscope

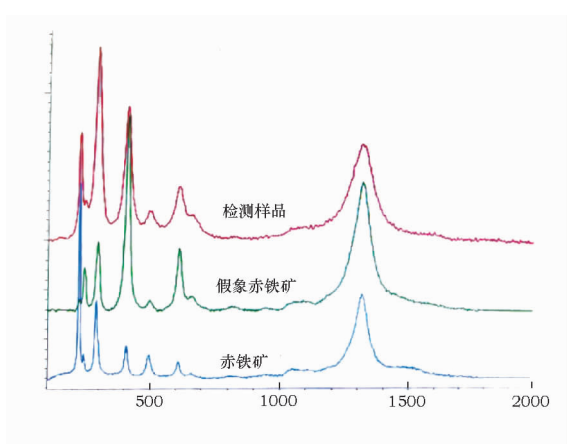


图 7 06bsemjm227 扩 1:2 铁制品检测谱线

Fig. 7 Ironware 06bsemjm227 (Expansion) 1:2
Raman detection spectral lines

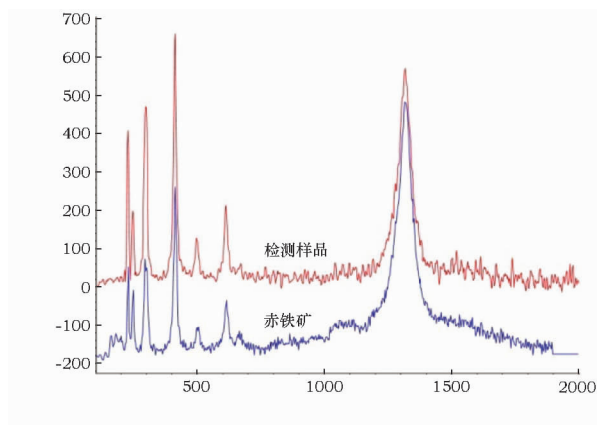


图 8 06bsemjm227k1:4 铁制品的检测谱线

Fig. 8 Ironware 06bsemjm227k1:4
Raman detection spectral lines

2.1 火葬与保存

高句丽火葬的丧葬仪式,影响到随葬的铁器而形成过火铁器。有关火葬和随葬金属器物的记录在以往的文献中早有记载。上个世纪五十年代,已有学者注意到在大型积石墓许多熔石和烧石附近的一些铁器^[3]。魏存成先生认为火葬是与积石石圪墓并存的一种古老葬俗^[4]。在集安东大坡墓葬中考古学者发现“一些被烧毁的铜器……铁钁也烧得有些变形……高句丽火葬习俗在五世纪前的积石墓中较为流行”^[5]。关于过火的金属器物虽有记录,但是文字均比较简短,描述也粗疏,很多记录中器物的保存情况不得而知,更未进行保护方面的研究。但是至少可以判断,过火器物 and 早期高句丽人的丧葬密切相关。过火铁器的形成是火葬葬俗影响的结果。

火葬直接导致器物质地的变化,进而严重影响了保存状态。即火葬使铁在高温氧化情况下由铁完全转变为赤铁矿,化学性质变得稳定。但同时使过火铁器质地变得硬而脆,失去金属光泽和韧性,产生的多孔微观结构使器物具有干涩质感。即经过高温过火,这些铁器的化学稳定性大大提高,而机械性能大大降低。因器物外表很少能够观察到肉眼可见的气泡和熔融变形,即使有变形也表现为器物截面稍有加粗。我们认为这些铁器当初并未直接处于高温烈焰之中,而是经受了具有一定温度的烘烤。另外,泛蓝色的外观也能印证这点。“使铁器具有泛蓝色外观有两种方法:一种是通过温度控制在 90 ~ 320℃ 区间加热铁器的办法形成合适的氧化的铁锈层,或者使用一些化学方法。要是通过加热获得相应的泛蓝色的外观,就要使用炉子或者进行沙浴,并保持在需要的温度,或者把器物浸入上述温度范围的油中,然后把它们暴露在空气中就可以了。”达芬奇(Leonardo da Vinci)描述了另一种使器物表面能够产生泛蓝色装饰表层的过程。“把各种类型的抛光薄片抛光面朝上放到红热的炭火上,随后你就能观察到铁首先变成黄色,然后一点一点地变成了蓝色……”^[6]这些描述不仅能够帮助判定这批良民的铁器经过火葬事件的史实,而且揭示了当时器物所处的位置恰好满足了类似如上产生特殊外观的条件。

2.2 环境与保存

良民这些过火铁器处于乱石堆积的埋藏环境,没有土壤埋藏那样复杂。加上当地的水质(包括降雨、水库中的水)呈中性且比较纯净,影响器物保存情况的因素相对单一。总之,这些铁器长时期处于相对稳定而纯净的保存环境,且这些因素对过火铁器的破坏性较小,因而经过悠长岁月的考验,能够很

好地传承至今。吉林省火葬墓出土的过火铁器也见于吉林市帽儿山墓葬出土器物中,时值西汉后期至魏晋^[7],与良民铁器所处世代相当。墓葬毗邻市区,处于山间缓坡上,类型为深穴石圪木椁墓,很多器物出土于填土和扰坑中。但其过火铁器保存的状况和良民的却大不相同。帽儿山的过火铁器表面鼓泡严重,变形明显,表明曾经火葬的高温使铁熔融;多数小件器物铁质也完全矿化,而色质无异于常见的铁器腐蚀。同为过火铁器,约处同一时代,保存状态却大不相同,是因为保存器物的土壤环境与积石环境的区别?还是烧烤温度的差异?亦或多重因素以及未知条件的叠加功效所致?值得进一步关注与研究。

3 结 论

综上所述,通过微观结构和成分检测可知,这种色如青石、质如木炭、性质稳定、质地硬脆的过火铁器,其基体中金属铁的成分已完全转变为赤铁矿,这是器物化学性质稳定、质地硬脆的根本原因。细腻均匀的质地与多微孔的结构很好地解释了过火器物表面干涩无光、结构紧致的原因。因火葬而经过一定时间、一定温度的“热处理”事件,使铁器具有黑灰色泛蓝的色彩特征。

然而,需要指出的是,本次研究工作涵盖的遗址和时间段以及都比较有限,可查阅的对比资料亦不多,需要更多的研究工作和成果补充进来,以获取更多的认识。

致谢:感谢文化遗产研究院马清林先生、张治国先生,北京

Renishaw公司的黄保坤技术工程师在拉曼检测方面的帮助!

参考文献:

- [1] 张治国,李园,马清林,等.北京延庆馆藏铁质文物的保护,博物馆铁质文物保护技术手册[M].国家文物局博物馆与社会文物司主编.北京:文物出版社,2011:83.
ZHANG Zhi-guo, LI Yuan, MA Qing-lin, et al. Iron collections conservation of Yanqing in Beijing, technical manual of the iron collections conservation [M]. Beijing: Cultural Relics Publishing House, 2011: 83.
- [2] 张玉春.用显微镜和电镜观测高句丽时期丸都城宫殿址部分铁器的腐蚀状况[J].文物保护与考古科学,2009,21(2):34.
ZHANG Yu-chun. Study and inspection of objects excavated from palace site of Wandu Mountain City [J]. Sci Conserv Archeol, 2009, 21(2): 34.
- [3] 陈大为.桓仁县考古调查发掘报告[J].考古,1960,1:8.
CHEN Da-wei. Report of huanren county archaeological survey of excavation [J]. Archeology, 1960(1): 8.
- [4] 魏存成.高句丽考古[M].长春:吉林大学出版社,1994:88.
WEI Cun-cheng. Koguryo archeology [M]. Changchun: Jilin University Press, 1991:602.
- [5] 张雪岩.吉林集安东大坡高句丽墓葬发掘简报[J].考古,1991(7):602.
ZHANG Xue-yan. Brief of Dongdapo Koguryo Tombs in Ji'an County of Ji Lin Province [J]. Archeology, 1991(7): 602.
- [6] Scott D A, Eggert G. Iron and steel in art: corrosion, colourants, conservation [M]. London: Archetype Publications Ltd, 2009: 32.
- [7] 吉林省文物考古研究所.田野考古集萃[M].长春:文物出版社,2008:45.
Jilin Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology. Treasures unearthed from Jilin [M]. Changchun: Cultural Relics Publishing House, 2008: 45.

A preliminary study of special cremation ironware state with special shapes unearthed in Liangmin site, Jilin Province

ZHANG Yu - chun

(Jilin Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Changchun 130033, China)

Abstract: In order to learn more about the causes and state of preservation of cremation ironware having special shapes, scanning electron microscopy, stereo microscopy, Raman spectroscopy and a residual chlorine meter were used to analyze archaeological ironware excavated from the Yunfeng reservoir of Liangmin, Jilin Province, and its environment. The results show that the special shapes formed during the fire cremation. The iron in the ironware body turned to hematite and became more stable. However, it also became harder and brittle after heating, and its mechanical strength weakened. The high temperature not only changed the mechanical properties of the ironware, but also added a greyish blue - black color effect to its surface. The uniform porous microstructure made the ironware surface dry and rough. This research is valuable for the preservation of re-fired ironware and for the funeral customs study.

Key words: Cremation; Cremation ironware; Special morphology; Preservation state analysis

(责任编辑 潘小伦)

· 通 讯 ·

“新时期文物保护的理念、任务与方向” ——中国文物保护技术协会第九次学术年会在重庆举行

2016年11月22日,中国文物保护技术协会第九次学术年会开幕式在重庆市文化遗产研究院举行。国家文物局科技司副司长罗静,中国文物保护技术协会理事长李化元,中共重庆市委宣传部副部长、重庆市文化委员会主任张洪斌,重庆市文物局局长幸军等出席开幕式并致辞。

本次学术年会由中国文物保护技术协会、重庆市文物局主办,重庆市文化遗产研究院承办。会议以“新时期文物保护的理念、任务与方向”为主题,有来自故宫博物院、上海博物馆、中国国家博物馆、中国文化遗产研究院、敦煌研究院、复旦大学等100余家国内文博单位的300余名专家、学者和会议代表,围绕新时期文物保护理念、任务与方向的研究;文物保护传统工艺与现代科技相结合的创新研究;可移动文物(出土文物和馆藏文物)的保护研究;不可移动文物(古建筑、石窟寺等)的保护研究;文物保护工作的标准化及保护效果评价体系的研究;近年来文物科技事业的成功经验与教训等方面的内容,共同在渝开展文物科技成果展示和学术成果交流。

《文物保护与考古科学》编辑部