

# 湖南桑植官田冶炼遗址发掘 简报及冶金分析研究



(湖南省文物考古研究所 湖南张家界市文物局)

(湖南桑植县文物局 香港中文大学人类学系/历史系)

**摘要:**2015年,湖南省文物考古研究所等单位为配合基础建设工程发掘了张家界市桑植县官田遗址,发现房屋、灰沟、灰坑等遗迹,出土了陶器、铁器、铜器等遗物,其中发现的某些遗迹和出土的泥芯、炉渣等遗物,证明这是一处东汉到三国时期与冶炼有关的遗址。冶金分析表明,出土的铁器大部分为铸铁脱碳钢,并有少量生铁及炒钢制品。同时,出土的积铁块当与精炼、炒钢的过程相关。因此,遗址出土的遗物反映了此处可能具备了生铁制铁作坊基本的生产环节。官田遗址的发掘,对于研究中国南方地区的生铁冶炼技术和相关的生产体系提供了一批新的研究资料。

**关键词:**官田遗址;铸铁脱碳钢;冶炼遗存;东汉至三国

**Abstract:**The Hunan Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology conducted a joint salvage excavation with several other institutes at the Guantian site in Sangzhi county, Zhangjiajie city in 2015. The excavation discovered houses, ditches, ash pits, and a wide range of artifacts including ceramics, iron objects, bronze objects, etc. Most importantly, certain identified features and unearthed artifacts such as a piece of core in the set of ceramic casting molds and slag indicated that the site, which dates to the Eastern Han and the Three-Kingdom periods, was associated with iron manufacturing activities. The scientific analysis suggests that the majority of iron objects from the site was made of steel decarburized from the solid stage of cast iron. Meanwhile, small amount of cast iron and fined iron objects were identified. The archaeometallurgical analysis also shows that several pieces of manufacturing waste were related to either refining or fined-iron manufacturing process. In other words, all these remains indicate that the ironworks at the Guantian site should include all basic manufacturing procedures of a cast iron foundry during the Han period. The excavation of the Guantian site provides an important piece of new information for exploring the cast iron manufacturing techniques and production system in Southern China during the Han period.

**Key Words:**The excavation of the Guantian site; Steel decarburized from the solid stage of cast iron; Smelting remains; The Eastern Han and the Three-Kingdom periods

## 一、遗址概况

官田遗址位于张家界市桑植县澧源镇朱家坪村,地理坐标东经110°12'56.9"、北纬29°25'26.7"(图一)。遗址位于郁水河西岸一处较为宽阔的台地(图二)。甘溪河在此汇流至郁水河并自东北向西南形成一个大转弯

围绕台地,向西约六千米注入澧水。初步勘探遗址南北长约500米,东西宽约150米,遗址面积约7.5万平方米。

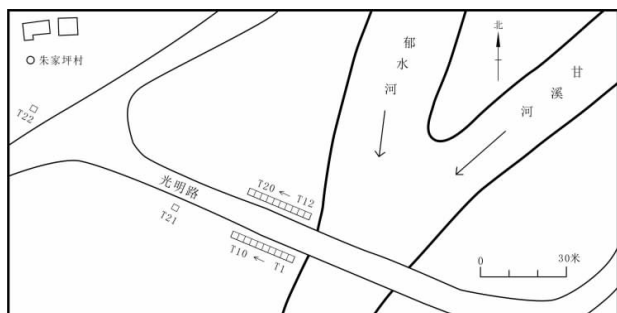
据现代地质调查,湘西地区有铁矿7315万吨,占全省的7.52%<sup>①</sup>。而桑植县一带拥有丰富的铁矿资源,清代《桑植县志》<sup>②</sup>载:“邑之沥山及凉风界、卧云界、上峒、下峒、腰溪



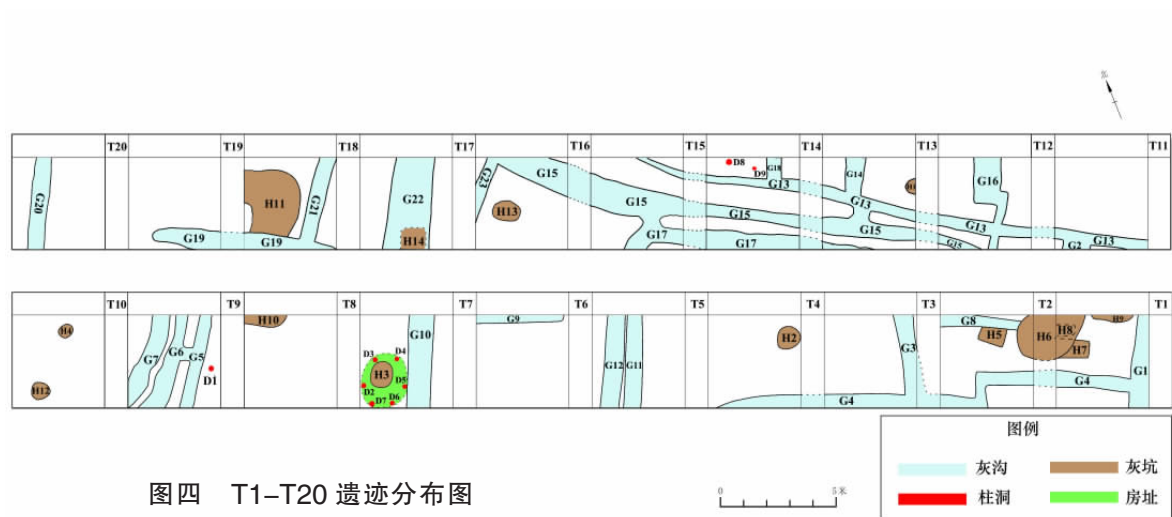
图一 官田遗址位置示意图



图二 官田遗址所在台地



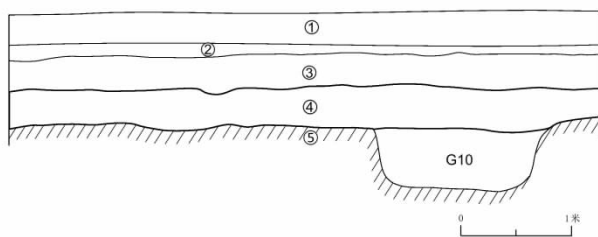
图三 官田遗址发掘区探方分布图



图四 T1-T20 遗迹分布图

峒、红砂溪、黄连溪、大泉溪、宝溪、黄砂塔、冈居峪、牛落严、破石等处皆产铁，远里有铁厂，垭自乾隆五年开采，旋以苗疆故俱封禁，近今迭奉委查并无私铸。”在同治以后“今冶铸皆在永定，而炭则资于桑邑，民需铁买自永定……桑邑之山……虽有炭与矿，莫敢冶而为銑。”这说明桑植一带，有着丰富的铁矿与木炭资源。桑植县以往的考古工作，也证明当地冶铁工业出现时间较早。在距官田约六千米的朱家台汉代遗址，曾发现并出土了大批与冶铸铁有关的遗存，如炼炉及相关的鼓风机设施、铸铁陶范、铁农具、铁兵器等<sup>③</sup>，时代大体能订为西汉中晚期，最晚则到东汉早期，是南方地区经过正式发掘的一处重要汉代铸铁作坊。

2015年8月至10月，为配合桑植县光明路建设，湖南省文物考古研究联合张家界市文物局、桑植县文物局组成考古队对官田遗址进行抢救性考古发掘。发掘区域位于遗址中部靠近河流区域，根据实际情况在已动土的公路两侧施工范围内按自然方向布5×5米探方及探沟22个，面积550平方米。探方隔梁未发掘，实际发掘面积370平方米（图三）。在公路南北两侧布探方10个，南侧探方编号从东到西为T1至T10，北侧探方编号从东到西为T11至T20，各布探方十个。另外在T10向北22米及85米分别布探



图五 T7 北壁剖面图

沟性质的探方两个,分别为 T21 和 T22。此次发掘以汉晋时期遗存为主,遗迹有房址、灰坑、灰沟等,发现了青瓷器、陶器、铁器、钱币、以及与冶炼有关的遗物(图四)。

遗址地层分为 4 层。以 T7 北壁为例(图五):

第 1 层,灰色耕土层,土质松软,厚 0.2—0.3 米。

第 2 层,黄褐色黏土,土质较紧密。厚约 0.1 米。出土少量青花瓷片、釉陶残片和石块等。

第 3 层,灰黑色黏土,较松软,厚 0.2—0.35 米,出土有青瓷瓷片、陶片等少量遗物。

第 4 层,浅灰黑色黏土,较松软,厚 0.2—0.35 米,出土有青瓷瓷片、陶片、小石块及部分铁器等。

第 5 层为生土层。

官田遗址的早期遗存开口于第 3 层下,其中第 3 层与第 4 层年代较近,大致为同一时期的遗物。

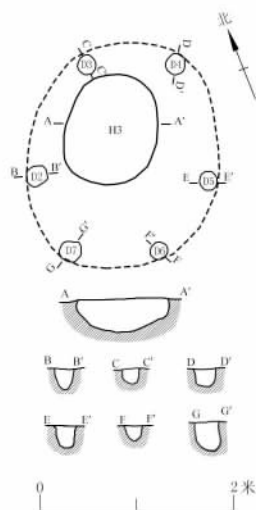
## 二、遗迹

本次在发掘区内的早期遗存发现了灰沟、灰坑、房址等遗迹,其中以有规律的灰沟分布最为普遍。现举例说明。

### 1、房址 1 个

F1(图六)位于 T7 内,开口于第 4 层下。平面大体呈圆形,南北长径 2.1 米,东西短径 1.85 米。由 6 个柱洞组成,柱洞的尺寸直径在 15 至 23 厘米之间(表一),每个柱洞间距在 0.66 至 0.96 米之间,大体呈等距离分布。

在 F1 的中部平面分布 H3,大体呈圆形,



图六 F1 平剖面图

剖面呈锅底状,南北长径 1.04 米,东西短径 1.02 米,深度 0.3 米。填土为浅灰色沙土,含部分炭屑。坑内出土少量砾石和陶片。根据 H3 的结构大小及与 F1 的相互位置,推测 H3 是 F1 的简易火膛。

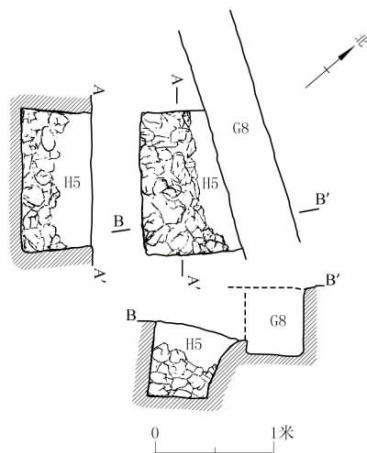
根据 F1 的形态,推测应是一种简易的窝棚式房屋建筑形式。

2、灰坑共计 14 个。灰坑多为圆形,少数形状不规整,其中 H5 结构规整较为特殊。

H5(图七、图八)位于 T2 内,开口于第 4 层下。平面呈梯形,长 1.2 米、宽 0.54—0.82 米,保留深度 0.6 米。H5 四壁烧结,大部分烧成红色烧结面,局部烧成灰黄色、灰绿色。北壁与 G8 平行相靠,烧结较厚,厚度为 10—23 厘米,剖面呈一缓坡斜面内收。东、西、南三壁烧结厚度为 3—5 厘米,剖面形状上直下微外扩。坑内中下部堆砌了大小不一的石块,石块

表一 F1 柱洞尺寸(厘米)

	长	宽	深
D2	23	22	23
D3	17.5	17.5	13
D4	20	15	11
D5	20	19	13
D6	15	14	8
D7	23	22	23



图七 H5 平剖面图



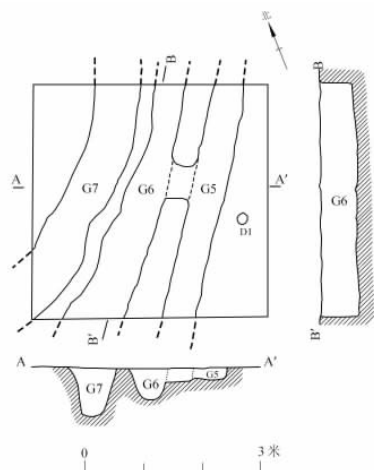
图八 H5 照片

堆砌有一定规律。坑底有一层厚度为 3—10 厘米的炭屑层。

H5 是人工有意修筑,该坑经过长时间的燃烧使用。G8 与 H5 呈水平相交,应是相互有关系的一组遗迹,具体功能尚待进一步研究。

3、灰沟共计 22 条。整体分布较有规律,有数组并排及垂直相交的灰沟。

G5、G6、G7 (图九、图一〇) 都位于 T9 内,开口于第 4 层下,呈长条形水平并列分布,由东北向西南延伸,方向 215°。3 条沟均东高西低,从东至西底部逐步加深,其中 G5 与 G6 有一豁口相接,豁口宽 1 米。G7 略呈弧形向西转弯。这三条灰沟都为浅灰色沙质土,土质较为疏松。G5 发掘长度 4 米,最宽处 0.6 米,深度 0.28 米。G6 发掘长度 4 米,最宽处 0.7 米,深度 0.62 米。G7 发掘长度 3.1 米,最宽处 0.78 米,深度 0.95 米。3 条沟剖面呈



图九 G5、G6、G7 平剖面图



图一〇 G5、G6、G7 的照片

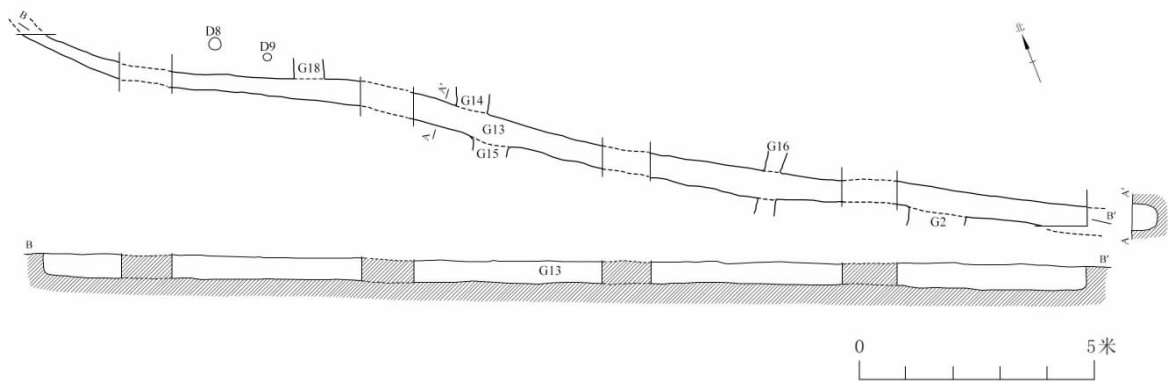
斜坡状内收,底为弧形。3 条沟内出土了几个大块砾石及少量陶片、炭屑、小石块。在 G5 东部有一柱洞遗迹,柱洞为圆形,直径 20 厘米。

由于 3 条沟呈并列关系分布,且之间有豁口相接,在其旁边有 1 柱洞遗迹,推测应是有人工意图的一组灰沟。

G13 (图一一) 位于 T11、T12、T13、T14、T15 内,开口于第 4 层下。平面呈长沟状,在发掘区内长度 22.5 米,宽度较为平均,一般为 50 厘米,北端较窄处 15 厘米。呈东西向,方向约 150°。G13 剖面呈浅坡状,底部较平,填土为浅灰黑色沙质土。出土部分陶片,局部有炭屑分布。在 G13 北侧,T14 内有 D8、D9 两个柱洞遗迹与之并排。

G13 与 G15、G17 呈水平状分布,G13 与 G15 有一豁口相连,在其北侧有并排两个柱洞遗迹。G13 与 G2、G14、G16、G18 大体垂直





图一— G13 平剖面图

相交。综合以上信息,推测这是一组相互配套的灰沟遗迹现象。

### 三、遗物

出土的遗物有陶瓷器、铁器、冶炼遗物、其它等,下面分别叙述。

#### (一) 陶瓷器

陶瓷器的器类以罐、盆、钵、碗为主,另有少量豆和鬲及筒瓦、板瓦等。陶瓷器按质地可分为4类,一类为一般夹砂陶,1072件,占41.5%;一类为较硬的红陶,质地比一般的夹砂陶要硬,509件,占19.7%;一类为硬陶,730

件,占28.3%;一类为青瓷器,272件,占10.5%。纹饰以方格纹为主,占45.2%,其次为绳纹,占21.9%,另有少量弦纹、瓦棱纹、蓝纹、叶脉纹、回子纹等。

#### 1、罐

共107件,根据口沿部位特征,分为三型。

A型大口罐35件。质地都为夹砂陶和较硬红陶。标本3件。

标本G12:1(图一三:3)形体较大,泥质夹砂陶,方唇,唇内有一斜面,直领,大口,口微敛,溜肩,弧腹,腹下残,颈部饰斜绳纹,肩部饰弦纹,腹部饰绳纹。口径12.8、腹残宽45.4、残高23.4厘米。

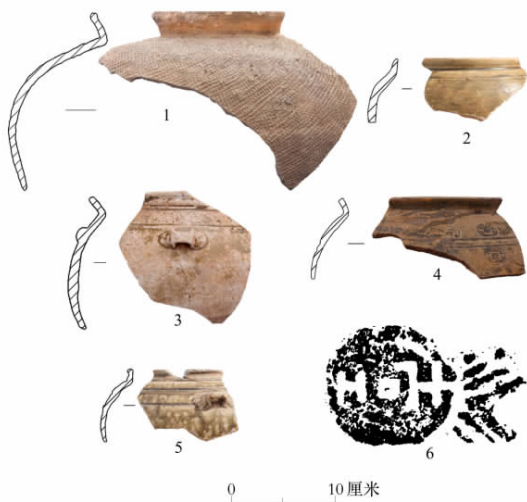
标本G13:2(图一三:6)夹砂红陶,方唇,直领,广肩,肩部饰粗绳纹。残宽16.6、残高10.3厘米。

标本T2④:1(图一三:1)质地为较硬红陶,方唇,唇部有一凹槽,唇内钩。直领、广肩,肩部饰小方格纹。口径60、腹残宽87、残高17厘米。

B型折沿罐36件。质地以硬陶为主,少量青瓷。标本3件。

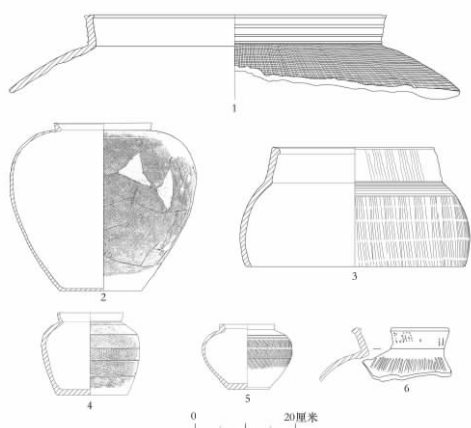
标本G16:1(图一三:2)质地为硬陶,斜方唇,盘口,仰折沿,圆肩,斜腹内收,平底。器表饰方格纹,肩部有一道线,凹弦纹,器内壁可以手工捏制制陶痕迹。口径19.6、腹径35.1、底径18.4、高33.2厘米。

标本G20:1(图一三:4)硬陶,方唇,盘



图一二 瓷罐

1. 折沿罐(T15④:1) 2. 直口罐(G4:1)
3. 直口罐(G14:1) 4. 直口罐(T18③:2)
5. 直口罐(G16:3) 6. 直口罐钱纹纹饰(T18③:2)



图一三 陶罐

1. 大口罐(T2④:1) 2. 折沿罐(G16:1)  
3. 大口罐(G12:1) 4. 折沿罐(G20:1)  
5. 直口罐(G12:2) 6. 大口罐(G13:2)

口,仰折沿,圆肩,斜腹内收,平底,夹砂灰陶。器表饰方格纹,并有5道间隔弦纹。口径12.5、腹径17.8、底径13.8、高14.9厘米。

标本 T15④:1(图一二:1)方唇,唇内有一凹槽,仰折沿,沿面内侧施多道弦纹,溜肩,圆腹,肩腹部施方格纹,肩部施青褐釉。残高17.4厘米。

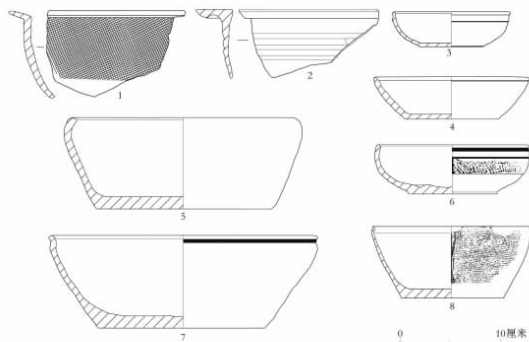
C型直口罐 38件。质地以青瓷为主,少量夹砂陶、硬陶。标本5件。

标本 G12:2(图一三:5)夹砂灰陶,方唇,直口,圆肩,鼓腹斜收,小平底。一侧器表烧成红褐色。器表饰篦纹、曲折纹与弦纹组合。罐内出土27枚铜钱。口径10.6、腹径16.6、底径8、高12.6厘米。

标本 T18③:2(图一二:4、6)青瓷、方唇,直口,溜肩,肩部饰铜钱纹及弦纹。残高7.9厘米。

标本 G16:3(图一二:5)青瓷、圆唇,微敛口,溜肩,肩部有一系纽,肩部施三道弦纹,器表及口沿内部施青褐釉,唇部有挂釉工艺。残高7厘米。

标本 G4:1(图一二:2)青瓷、圆唇,微敛口,口部较小,溜肩,肩部胎较厚,灰白色胎,肩部可见小方格纹,器表施青褐釉,唇部挂



图一四 陶瓷器

1. 盆(G16:2) 2. 盆(T9④:1) 3. 碗(T19④:1)  
4. 碗(G11:1) 5. 钵(T10④:1) 6. 碗(T18③:1)  
7. 钵(T8③:1) 8. 钵(G16:4)

釉。残高6.1厘米。

标本 G14:1(图一二:3)青瓷,圆唇,微敛口,溜肩,圆腹内收。肩腹部有一横向系纽,灰白色胎,器表施青褐釉大部分已脱落,肩部两道弦纹之间饰规整“回”字纹。残高12.3厘米。

2、盆14件,质地都为夹砂陶。

标本 G16:2(图一四:1)夹砂红陶,斜方唇,折沿,沿面较宽,斜弧腹内收,腹部施方格纹及两道弦纹。残高8.5厘米。

标本 T9④:1(图一四:2)夹砂灰陶,斜方唇,平折沿,上腹部较直,上腹部饰三道瓦棱纹。残高6.6厘米。

3、钵5件,质地都为较硬的红陶或青瓷。

标本 T8③:1(图一四:7)青瓷、圆唇,唇部有内、中、外三道削制刮痕。口微敛,沿下有一微弦纹,斜腹内收,平底。灰白胎,器表内外施浅绿釉,釉面大部分脱落。口径26.3、底径16.2、高9.3厘米。

标本 G16:4(图一四:8)泥质较硬红陶,圆唇,口微敛,斜腹内收,近底部略凹,平底。器表饰方格纹。口径15.7、底径10.4、高6.2厘米。

标本 T10④:1(图一四:5)泥质较硬红陶,方唇,口微敛,口沿下微内凹,斜腹内收,平底。口径22.7、底径17.6、高9.1厘米。

4、碗 17 件,质地以青瓷为主。

标本 G11:1(图一四:4)青瓷,圆唇,口沿下微内凹,唇部有削制痕迹。斜弧腹内收,平底。浅灰白胎,器表内外施釉。口径 15.3、底径 9.8、高 4.2 厘米。

标本 T18③:1(图一四:6)青瓷,圆唇,口沿下有两道凹槽,弧腹,平底。腹上部饰方格纹。浅灰白胎,器表内面和器表外侧腹上都施浅青绿釉。口径 15、底径 8.8、高 4.8 厘米。

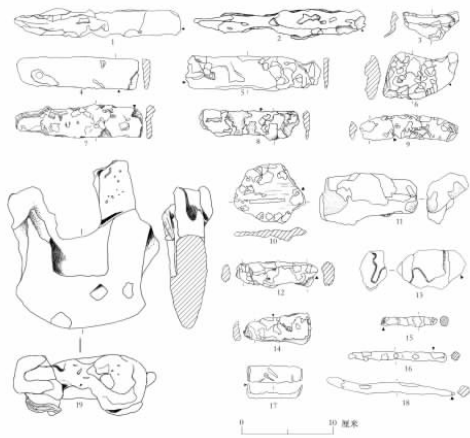
标本 T19④:1(图一四:3)青瓷,圆唇,沿下有一道宽浅和一道较深的凹弦纹,弧腹内收,平底,浅灰白胎,腹上部施一层白色化妆土。口径 11.5、底径 6.7、高 3.2 厘米。

5、筒瓦 7 件。

标本 T22④:4(图一七:4)圆唇,唇部微上翘,唇部与瓦身转折明显,施粗绳纹。残长 7.3、宽 12.3 厘米。

6、筒瓦衬 3 件。

标本 T22④:1(图一七:1)泥质灰陶,器形呈马鞍状,前后两侧呈两道弧形凸起,在两道凸起之间有一凹槽,一侧面施粗绳纹,可见



图一五 官田遗址出土铁器

1. 铁刀(G12:30) 2. 铁矛(T1③:1) 3. 铁罐(口沿)(T19③:2)
4. 铁刀(工具残块)(T19③:3) 5. 铁刀(G12:31)
6. 小尖刀(G19:7) 7. 铁刀(T3③:1) 8. 铁刀(G19:2)
9. 铁刀(G6:2) 10. 铁容器残片(T9③:2) 11. 铁锤(H4:2)
12. 铁刀(G6:5) 13. 积铁块(G19:9) 14. 铁刀(G15:1)
15. 铁锥(G1:3) 16. 铁锥(G19:4) 17. 钹钉(G19:5)
18. 铁锥(H4:3) 19. 铁锤(H10:1)

手工捏制痕迹。由于与筒瓦同出,且两道弧形凸起正好与瓦当前部的转折相契合,推测该器物的功能是筒瓦前部的托衬工具。长 9.5、高 5.1、厚 4.1 厘米。

## (二)铁器

此次发掘所得铁器或铁块样品共 44 件<sup>④</sup>。其中能明确分辨原型的铁工具,如铁刀、铁矛等,共计 35 件。另外部分铁器虽外形有一定的规则性,但破损严重,未能明确判断其原型,称为残铁器,共计 9 件。这些铁器部分应该为附近作坊使用过的生产工具。部分器类不明的残铁器,也有可能属于冶炼遗物,但为行文方便,在此把所有铁器或铁块样品一并介绍。

能大致辨认出器型的铁器,器类包括以下类别:

铁锤 1 件。

标本 H10:1(图一五:19)两件铁锤锈蚀粘合在一起。铁锤平面呈凹字形,体扁平,长条形竖置,两侧略内凹,刃口略外弧,銎部较残。单件长 12.7 厘米,总长 19.2 厘米,单件宽 14.2 厘米,总宽 15.9 厘米。

铁刀 21 件。大小形制有一定区别,大者可能为大铁刀一类的残块,较小者则为铁削或环首刀一类的工具。

标本 G12:30(图一五:1)样品表面已经锈蚀,部分残缺。金属本体保存情况较好。根据保存情况判断其为一把双面刃铁刀,从刀尖处向刀身微向内收。器身残长 18 厘米,宽 2.5 厘米,厚 1 厘米。

标本 G19:7(图一五:6)样品整体严重锈蚀,保存情况不佳。刀尖处向上弯曲,刃部呈 90 度弧形。残长 7.1、残宽 3.6-4.9、厚 0.6-1.8 厘米。

铁矛 1 件。

标本 T1③:1(图一五:7)器物保存情况较差,整体锈蚀十分严重。残长 18.5、宽 3、厚 1 厘米。保存部分应为矛身,銎部部分已残。

铁容器 2 件。

标本 T19③:2(图一五:3)铁罐口沿残

块,仅存口沿局部,圆唇,敛口折肩。残长6、残高1.6、厚0.2-0.5厘米。

标本 T9③:2(图一五:10)为铁容器腹部残片,器物表面锈蚀严重,只保留了铁罐腹片部分,从断面看残片微弧。残长6.8、残宽6、厚0.7厘米。

铁钉1件。

标本 G19:5(图一五:17)器物保存情况较好,内部保存情况较佳。铁钉的两端与器身呈90度弯曲,整体呈C型,结合金相分析,应为锻打成型。残长6.1、宽3.5、厚0.6厘米。

铁锥3件。长短差异较大,呈棒状,保存甚差。推测为铁锥一类工具的残块。

标本 H4:3(图一五:18)表面严重锈蚀,整体较轻。呈圆形锥体。残长14、厚1厘米。

标本 G19:4(图一五:16)表面锈蚀,但金属基体保存较好。方形锥状铁锥,顶部一侧有一长2厘米凹槽。残长9.5、宽0.7、厚0.5厘米。

铁锤1件

标本 H4:2(图一五:11)器物表面锈蚀,但金属基体保存完好,呈不规则铁块状。表面有一凹孔,似为装柄用的銚部。残长9.6、宽5.2、厚4.5厘米。

另外,未能判断器型的样品,部分可能为铁器残块,亦包括炉底积铁或与冶炼、精炼等生产流程相关的遗物。标本 G19:9(图一三:13),为椭圆形铁块,金相分析显示应与精炼相关遗存。详见表三及下文。

### (三) 冶炼遗物

这类遗物为可能与冶炼生产或加工过程有关的遗物,包括陶范、矿石、炉壁残块等,共计9件。

泥芯共1件。

标本 H9:1(图一六:1)砂质,含砂量较多,且砂粒较细。圆柱形,上部有残损,从底部向上呈弧形内收,平底,外侧面光滑、形制较为规整。器表表面有经浇铸留下的痕迹,

外侧为浅红色、器物内部及底部为青灰色。据外型推测,应为容器一类的芯的底部。直径7.2、残高3.5厘米。

矿石1件。

标本 T16④:1(图一六:3)表面留有较多的撞击疤,长2.4~3、宽5.6、厚2.1厘米。经手持X荧光光谱⑤成分分析,含铁量约4%,可能为分选铁矿后余下的低品位尾矿。

炉渣3件。

标本 G10:1(图一六:5),平面呈鱼状平板状,一面较平,长6.7、宽5.3、厚1.6厘米。从外表判断与积铁块相似,但金相分析发现基体主要为玻璃相组织。

标本 G6:1(图一六:8)表面呈一定流动态,质地较致密,表面玻璃化较差,长3.1、宽4、厚1.5~2厘米。

标本 G19:11(图一六:9)炉渣玻璃化程度较高,表明有较明显的流动态,长2.4、宽2.8、厚2.9厘米。

三件样品的金相和电镜分析结果详见下文。据分析结果,G10:1经分析后应为与冶炼含硫化铁相关的遗存。另外两件样品应与冶



图一六 官田遗址出土冶炼遗物

1. 泥芯(H9:1) 2. 冶金陶瓷(T16④:2) 3. 矿石(T16④:1)
4. 矿石(G19:8) 5. 炉渣(G10:1) 6. 冶金陶瓷(T5③:1)
7. 冶金陶瓷(T15④:2) 8. 炉渣(G6:1) 9. 炉渣(G19:11)



炼或熔炼活动产生的炉渣,但因为炉渣中未见其他金属颗粒,暂时无法肯定是否与冶铁活动相关。

冶金陶瓷 4 件。

在官田遗址中,发现了数件未完全陶化、颜色和质地和一般陶器质地差异较大的陶质残块,经岩相和成份分析,推测为冶金陶瓷,可能为陶范、鼓风机、炉壁和坩锅一类的残块。

标本 T16④:2(图一六:2),呈条块状,底面两边较平,侧边有用绳捆绑的痕迹,长约 8.5、宽 3.1~4、厚 3.2 厘米,结合岩相分析(见下文),可能与生铁浇铸的范或模具相关。

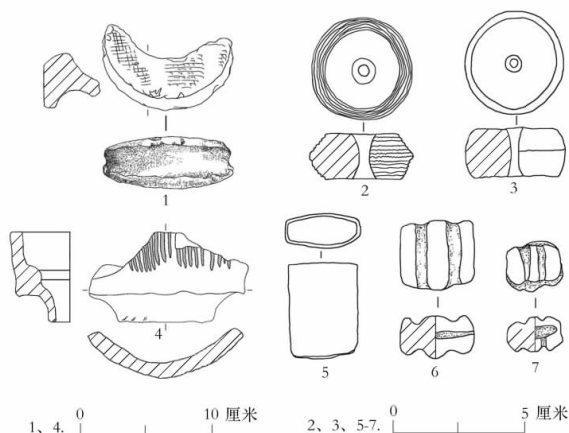
标本 T15④:2(图一六:7),呈多边形块状,质地十分疏松,长 3.9、宽 2.4、厚 1 厘米,推测与冶金陶瓷相关,但功能待定。

(四)其它

1、纺轮 7 件

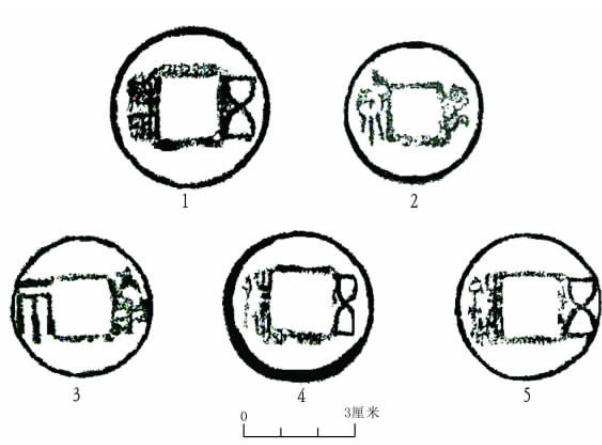
标本 G16:5(图一七:3)泥质灰陶,上下面平整,中间有一圆形穿孔,腹中部弧形微凸。最大径 3.8、厚 1.8、孔径 0.5 厘米。

标本 H4:1(图一七:2)泥质红陶,算珠形,上下平面有一穿孔贯通。腹中部凸起,侧面有多道弦纹。最大径 4、厚 1.8、孔径 0.8 厘米。



图一七 小件

1. 筒瓦衬(T22④:1)
2. 纺轮(H4:1)
3. 纺轮(G16:5)
4. 筒瓦(T22④:4)
5. 青铜刀套(T8③:3)
6. 网坠(T9③:1)
7. 网坠(T18④:1)



图一八 铜钱拓片

1. 五铢铜钱(G12:7)
2. 货泉铜钱(G12:8)
3. 半两铜钱(G12:3)
4. 五铢铜钱(G12:5)
5. 五铢铜钱(G12:11)

2、网坠 3 件

标本 T9③:1(图一七:6)泥质红陶,扁长方形,周缘圆滑,前后两面有两道对称凹槽,上下两侧中部有一道凹槽。长 2.2、宽 1.9、厚 1.3 厘米。

标本 T18④:1(图一七:7)泥质褐陶,扁长方体。前后两面有两道较宽的凹槽,左右两面较平。上下两侧有一道对应凹槽。长 2.8、宽 2.7、厚 1.6 厘米。

3、青铜刀套 1 件

标本 T8③:3(图一七:5)平面呈一长方体。口部平整,末端圆弧,从顶端剖面来看,左侧较平,右侧较尖。根据其形状结构,推测为一刀套。长 3.6、宽 2.7、厚 0.9 厘米。

4、铜钱 27 件,除一枚半两钱和货泉钱外,都为五铢钱。

标本 G12:3(图一八:3)篆文“半两”,“半”字模糊,笔画较粗。直径 2.3、穿宽 0.8 厘米。

标本 G12:5(图一八:4)钱文为“五铢”,有周郭和方郭,“五铢”两字字体较瘦。“五”字较窄,“铢”字的金字头三角形较小,“金”字四点略短,直径 2.4、穿宽 0.9 厘米。

标本 G12:7(图一八:1)篆书阳文“五铢”两字,方孔下方局部略残。“五”字略宽,交笔略缓曲;“朱”字上下笔皆圆折。直径 2.6、穿宽 0.9 厘米。

标本 G12:8(图一八:2)篆文左右两字。左边“泉”字依稀可辨,右边一字模糊,应为“货”字。有周郭和方郭,形制较规整。直径 2.3、穿宽 0.7 厘米。

标本 G12:11(图一八:5)钱文为“五铢”,内穿径较大,外郭有剪边。直径 2.2、穿宽 1 厘米。

#### 四、铁器及冶炼遗物检测

为全面了解官田出土铁器的制作技术及冶炼遗物性质,本次共对 30 件铁器和冶炼遗物标本进行检测,样品的取样以最小程度破坏文物为原则,在取样后对取样位置进行了修复。取样后,对样品依次进行了镶样、磨光、抛光处理,其后用 3%硝酸盐酒精溶液进行侵蚀。在香港中文大学人类学系考古实验室内进行了光学显微镜下的金相组织分析,并制

表二 金相分析鉴定结果

序号	器名号	样品种类 <sup>⑥</sup>	金相组织	材质判定结果
41026	G12:30	铁刀(图一五:1)	珠光体+渗碳体,过共析钢组织,含碳量为 0.9~1% (图一九:8)。	铸铁脱碳钢
41028	T1③:1	铁矛(图一五:2)	少量颗粒状夹杂物,较多分布于边部。矛身组织为铁素体+珠光体的魏氏组织,碳含量约 0.3~0.4%(图一九:9)。	铸铁脱碳钢
41029	T19③:1	铁刀	少量颗粒状夹杂物较均匀分布。芯部组织为珠光体,边部(金相图中低位)为铁素体+珠光体,含碳量为 0.5~0.6%,由芯部到边部含碳量有过渡变化,且边部晶粒度较芯部小,退火不均匀(图一九:10)。	铸铁脱碳钢
41030	T19③:3	铁刀(图一五:4)	金属基体中基本不见夹杂物,由刀刃到刀背含碳量有分层过渡现象。刃部为马氏体和细珠光体(图一九:21 左侧;图一九:23),中部为珠光体,刀背为珠光体+少量铁素体,含碳量较刃部低,约 0.6~0.7%(图一九:21 右侧;图一九:22),经局部渗碳和淬火处理。	铸铁脱碳钢(淬火)
41034	G6:2	铁刀(图一五:9)	大部分锈蚀,仅保留少量金属基体,铁素体和少量珠光体组织,有少量单相硅酸盐夹杂物,沿加工方向延伸,经过 SEM-EDS 分析(表三),夹杂物为高硅、铁和钙相,铝和钾较低,可能炒钢制品,但不排除是锻打时进入基体的铁皮或炉壁夹杂物(图一九:20)。	炒钢?
41036	G19:2	铁刀(图一五:8)	金属基体为铁素体和珠光体组织,基本未见夹杂物,含碳量约 0.2%(图一九:11)。	铸铁脱碳钢
41037	G15:1	铁刀 (图一五:14)	金属基体为铁素体,基本不见夹杂物(图一九:1)。	熟铁
41038	G6:5	铁刀 (图一五:12)	金属基体为铁素体和珠光体组织,基本未见夹杂物,含碳量约 0.2%(图一九:12)。	铸铁脱碳钢
41040	T19③:2	铁容器(铁罐口沿)(图一五:3)	珠光体、二次渗碳体和低温莱氏体的亚共晶白口铁组织(图一九:2)。	白口铁
41041	T9③:2	铁容器 (图一五:10)	珠光体、二次渗碳体和低温莱氏体的亚共晶白口铁组织(图一九:3)。	白口铁

41044	G12:31	铁刀(图一五:5)	少量颗粒状夹杂物较均匀分布。金属基体为铁素体和珠光体组织,含碳量约0.3~0.4%(图一九:13)。	铸铁脱碳钢
41045	G19:5	铁钉 (图一五:17)	少量颗粒状夹杂物,较多分布于边部。芯部为珠光体,边部为珠光体+铁素体,含碳量较低,约为0.4~0.5%,中心与边部间有过渡层,并出现含磷较高的偏析带(图一九:24)。	铸铁脱碳钢
41048	H4:3	铁锥 (图一五:18)	保存较好,有少量的铸造缩孔,金属基体为珠光体,边部晶体经锻打变形(图一九:7)。	铸铁脱碳钢
41049	G19:4	铁锥 (图一五:16)	少量颗粒状夹杂物较均匀分布,金属基体为珠光体,含碳量分布平均(图一九:14)。	铸铁脱碳钢
41050	G1:3	铁锥 (图一五:15)	金属基体为铁素体和珠光体组织,基本未见夹杂物,含碳量约0.2%(图一九:15)。	铸铁脱碳钢
41054	G6:4	铁刀	部分锈蚀,保留的金属基体,一侧为亚共晶铁白口铁组织,另一侧为灰口铁组织,出现花瓣状石墨析出(图一九:5-6)。	麻口铁
41055	T3④:1	铁刀	大部分锈蚀,仅保留少量金属基体,铁素体组织,基本未见夹杂物(图一九:25)。	熟铁
41057	T19③:5	铁刀	大部分锈蚀,保留的金属基体部位基本不见夹杂物,碳含量分布不均匀。边部为铁素体组织,含碳量低,中间芯部为铁素体和珠光体的亚共析钢组织,含碳量较高(图一九:16-17)。	铸铁脱碳钢
41058	H4:2	铁锤 (图一五:11)	珠光体、二次渗碳体和低温莱氏体的亚共晶白口铁组织(图一九:4)。	白口铁
41062	G19:9	积铁块 (图一五:13)	金属基体中含碳量不均匀,基本不见夹杂物。一侧(右侧)为铁素体组织,晶体粒度较大,含碳量低,另一侧(左侧)基体主要为铁素体+珠光体,部分位置则为珠光体。在锈蚀金属基体中发现有硅酸盐玻璃相组织,玻璃相中出现浮氏体,经过SEM-EDS分析(表三),玻璃相组织的成份中高硅高铁,但铝、钾、镁等较低。根据玻璃相组织和浮氏体,推测属于精炼/炒钢渣与积铁混合物(图一九:26-29)。	精炼/炒钢渣
41064	G1:2	铁刀	金属基体为珠光体和少量铁素体组织,基本未见夹杂物(图一九:18)。	铸铁脱碳钢
41065	G19:10	积铁块	大部分锈蚀,保留的金属基体部位为珠光体和铁素体的魏氏体组织,不见夹杂物。在锈蚀部分中发现有硅酸盐玻璃相组织,玻璃相中出现浮氏体,经过SEM-EDS分析(表三),主要为高硅高铁,钾、镁和钙较低,推测为精炼/炒钢渣与积铁混合物(图一九:31-32)。	精炼/炒钢渣
41075	T3③:1	铁刀(图一五:7)	金属基体为铁素体和珠光体组织,基本未见夹杂物,含碳量较不均匀,金属基体的边部珠光体比例略低于芯部(图一九:19)。	铸铁脱碳钢

图和拍照。分析结果见表二。对于炉渣或质积铁块,使用香港中文大学物理系的JSM-7800f扫描电镜和Oxford X-Max能谱仪进行无标样成份分析。分析所用激发电压为20kv,收集时间每点40s。

金相分析结果表明,21件可判断材质的铁工具或残铁器样品中,铸铁脱碳钢为14件,疑为炒钢的1件,白口铁3件,麻口铁1件,熟铁2件(由于锈蚀的原因,保留的金属基体中仅见铁素体组织,但无法准确判断是否为铸铁脱碳钢)。另外,样品中有两件可能属于积铁块和炼渣的混合遗存,并皆有含碳量较低的铁颗粒,推测应为冶炼或精炼相关的遗物。官田遗址出土的铁器,绝大多数以铸铁脱碳钢为主要的原料,属于炒钢的不多,没有发现块炼铁产品,因此总体上属于生铁技术体系的产品。

若把生铁在900℃或稍高的情况下通过长时间加热并保温,即在固态下对铁器进行退火处理,便可得到脱碳铸铁、韧性铸铁和铸铁脱碳钢等产品。脱碳铸铁是指铁器边缘部位被脱碳成钢,而芯部仍保留有原生铁组织;韧性铸铁是指在以铁素体或珠光体为基体并析出团絮状石墨的一类铸铁退火材质;铸铁脱碳钢则是指铁器中已没有生铁组织,即生铁已完全转变为钢的制品,其组织中或出现含碳量不均匀现象,并保留铸造时留下的缩孔。按器物成型制作方法可分为两类:第一类是将生铁铸出成型工具后进行退火处理,得到最终产品;第二类是先将生铁铸成的板材或条材进行退火脱碳处理制成钢材,然后锻打成器物。铸铁脱碳钢在锻打情况下,可能引入一定数量的夹杂物并随锻打变形,另外铸铁脱碳钢组织中铁素体和珠光体区域细小分布均匀也可能和较高的锻打技术有关<sup>⑦</sup>。通过满城汉墓、南越王墓和徐州狮子山楚王墓的兵器分析可知,“通过折叠锻打、表面渗碳和局部淬火等工艺的综合应用来提高兵器的使用性能在汉代已被熟知”<sup>⑧</sup>。本次分析的样品,绝大多数判断为铸铁脱碳钢制品中,基本

都属于第一类的制作方法。不过,铁钉41045(G19:5)出现偏析带,系杂质元素在晶界引起偏析现象,可能与铸铁脱碳后,再进行热锻成形有关。另外,在官田遗址,表面渗碳和淬火处理在出土铁器也有发现,如铁刀41030(T19③:3)在刀刃处有局部淬火处理,形成马氏体组织,且刃部含碳量较高,这一特点属再渗碳处理现象,以提高刃部的硬度。

所谓的炒钢,是以生铁为原料入炉熔融并鼓风搅拌,促使生铁中碳氧化物炼成熟铁或钢。用炒钢制成的铁器,其金相组织中含碳量较均匀,夹杂物多为单相硅酸盐夹杂或含氧化亚铁和铁橄榄石的亚复相夹杂,并沿加工方向排列成行<sup>⑨</sup>。精炼或炒钢过程中,原来金属铁中的磷会与钙质助熔剂形成高温磷钙化合物( $3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ ),并随着 $\alpha\text{-Fe}$ 冷却凝固,保存于金属铁内部,这样就能避免所谓的“返磷”现象<sup>⑩</sup>。因此,炒钢制品的非金属夹杂物可能含较高的磷和钙或出现磷钙相,而且铝、钾、镁等较难还原的元素(Non-reduced compounds)的比值一般低于块炼铁制品<sup>⑪</sup>。同时,炒钢与铸铁脱碳钢区别则在于:铸铁脱碳钢局部残留铸造缺陷,夹杂物数量较少,以单相硅酸盐夹杂为主,各种元素较均匀。炒钢金相组织则均匀分层,各层中含碳量均匀,夹杂物多于生铁和铸铁脱碳钢制品,沿加方向变形量大,元素成分也波动较大,并存在单相和亚复相夹杂<sup>⑫</sup>。在本次分析中,铁刀41034(G6:2)在铁素体+少量珠光体基体中,有条状单相硅酸盐夹杂物沿水平延伸。点分析夹杂物硅钙较高但铝相对较低,推测可能属炒钢制品,但因为该件铁器锈蚀严重,仅少量金属基体保留,也不排除为经锻打有少量夹杂物的铸铁脱碳钢。

本次分析包括了两件可能与精炼/炒钢相关的积铁块。41062(图一九:26)为不规则铁块状遗物,样品中大部分为金属基体,一侧出现珠光体以及铁素体组织,中部则为铁素体以及珠光体组织,铁素体比例极高。金属基体中基本不含炼渣夹杂物,但在已锈蚀部分则



出现硅酸盐玻璃相及浮氏体组织(图一九:29)。根据显微电镜面扫分析结果,玻璃相(包括浮氏体)铁以及硅的比例较高,其次为铝,钙含量偏低(表三)。积铁块 41065 为鹅蛋形不规则铁块状遗物,样品中大部分为金属基体,为铸铁脱碳钢,并出现魏氏组织(图一九:32),在铁锈蚀组织中出现玻璃相组织,并在基体中出现浮氏体组织(图一九:31),成份也与 41062 相似(表三)。两件样品玻璃相中皆不见铁橄榄石,浮氏体不见高磷钙相,且玻璃态基体中钙甚低,与前面提及对精炼/炒钢渣的标准不太吻合。不过,因炉渣中含较多的浮氏体,应与为氧化的气氛相关,而且 41065 出现魏氏组织,说明积铁块应经历较急剧的冷却过程。参考以往发现的类似遗物,系炒钢或精炼相关积铁块的可能性较大,但不排除生铁渣及附着积铁因特殊原因突然暴露于氧化环境并在短时期冷却所致<sup>⑧</sup>。总之,遗址中出土类似积铁块的冶炼遗物,应该与生铁精炼/炒

钢的生产流程相关。

本次分析了三件疑似炉渣样品,成份分析结果见表三,其中 41063(G10:1)为冶炼中可能引入含硫原料所产生的炉渣样品;41068(G6:1)及 41069(G19:11)两件应属与某类冶炼活动相关的遗物。样品 41063(G10:1)经金相分析,应属炉渣(图一九:30)。样品的基体主要为玻璃相硅酸盐,内有许多不规则圆形融滴。融滴中则有金属颗粒,并似有向中心聚合现象。金属颗粒呈方晶型晶体,圆滴形较少。经过 SEM-EDS 分析,金属颗粒基本为硫化亚铁,少量为金属铁。融滴内灰色相组织主要成分为硅、铝和钾,以及少量的硫,融滴与玻璃相基体间有明显的分界。包裹融滴基体的玻璃相组织和融滴内灰相组织成份接近,仅硫含量更低。但在玻璃相基体中尚未见典型的生铁熔滴颗粒。因为经电镜分析的金属颗粒大多属硫化铁,该件样品应为冶炼含硫原料后产生的遗物。但因样品仅一件,暂时不

表三 铁器样品能量色散 X-射线光谱检测结果(未配氧)

名称 (单位号)	实验 编号	分析部位 (分析方法)	成分(Wt%)										
			氧 (O)	铁 (Fe)	铝 (Al)	硅 (Si)	磷 (P)	硫 (S)	钾 (K)	镁 (Mg)	钙 (Ca)	钠 (Na)	锰 (Mn)
铁刀 (G6:2)	41034	夹杂物 (点分析)	/	22.6	6.9	49.1	0.6	0.13*	6.1	2.1	13.1	0.4	/
		夹杂物 (点分析)	/	18.0	7.1	49.7	0.9	0.17*	7.3	2.0	14.5	0.3	/
		夹杂物 (点分析)	/	23.2	6.5	45.8	0.7	0.05*	6.5	1.9	14.9	0.41	/
		夹杂物 (点分析)	/	60.2	3.7	25.2	2.9	0.8	2.7	1.2	2.5	0.09*	0.7
		铁金属 (面扫)	/	96.0	0.5	0.6	1.1	0.6	0.3	0.5	0.20*	0.3	/
积铁块 (G19:9)	41062	含浮氏体玻璃相(面扫)	/	58.8	8.9	27.6	2.2	0.2	0.3	0.05*	1.8	/	0.14*
		含浮氏体玻璃相(面扫)	/	57.7	0.4	27.2	2.3	0.18*	0.3	0.2	2.3	0.11*	0.4
		含浮氏体玻璃相(面扫)	/	53.0	12.9	28.7	1.9	0.3	0.3	0.3	2.1	0.14*	0.4
		含浮氏体玻璃相(面扫)	/	56.9	12.6	24.9	2.3	0.20*	0.2	0.3	2.2	0.2	0.3

炉渣 (G10:1)	41063	金属颗粒 (面扫)	/	44.8	0.5	0.4	0.8	52.2	0.12*	0.07*	0.3	/	0.9
		金属颗粒 (面扫)	/	45.6	0.4	0.11*	0.5	52.9	0.09*	0.05*	0.08*	0.08*	0.16*
		金属颗粒 (面扫)	/	44.9	0.3	0.2	0.7	52.8	0.15*	/	0.11*	/	0.9
		金属颗粒 (面扫)	/	93.9	1.6	2.1	0.9	0.3	0.17*	0.08*	0.2	0.08*	0.7
		融滴内玻璃 相基体及金 属颗粒 (面扫)	/	3.6	34.0	54.4	1.3	0.7	6.0	0.7	0.3	/	/
		融滴内玻璃 相基体及金 属颗粒 (面扫)	/	6.0	32.4	47.9	1.1	6.2	5.1	0.8	0.2	0.04*	0.2
		融滴外玻璃 相基体 (面扫)	/	1.5	34.6	54.4	1.3	0.7	6.2	0.8	0.3	/	0.3
		融滴外玻璃 相基体 (面扫)	/	2.1	31.5	53.5	1.2	0.4	9.7	1.0	0.15*	0.04*	0.4
积铁块 G19:10	41065	含浮氏体玻 璃相(面扫)	/	69.8	5.4	20.0	3.4	0.05*	0.16*	0.08*	0.7	0.05*	0.3
		含浮氏体玻 璃相(面扫)	/	86.3	0.7	6.0	5.6	0.12*	0.15*	0.14*	0.7	0.2	0.14*
		含浮氏体玻 璃相(面扫)	/	69.9	5.3	20.0	3.5	0.08*	0.12*	0.15*	0.7	0.07*	0.3
		含浮氏体玻 璃相(面扫)	/	75.9	4.5	16.0	2.1	0.10*	0.16*	0.11*	0.7	/	0.5
炉渣 (G6:1)	41068	玻璃相与石 英砂颗粒 (面扫)	/	/	5.3	94.7	/	/	/	/	/	/	/
		玻璃相与石 英砂颗粒 (面扫)	/	/	4.1	95.9	/	/	/	/	/	/	/
		玻璃相 (点分析)	/	/	1.9	98.1	/	/	/	/	/	/	/
		玻璃相 (点分析)	/	/	14.6	85.4	/	/	/	/	/	/	/
		石英砂颗粒 (点分析)	/	/	/	98.2	/	/	/	/	/	/	/
炉渣 (G19:11)	41069	玻璃相 (面扫平均)	/	/	31.2	66.8	/	/	/	4.5	/	/	/

冶金陶瓷 (T16④:1)	41070	陶瓷基体 (面扫)	52.9	0.5	3.6	40.6	/	0.8	0.3	/	0.4	/	/
		陶瓷基体 (面扫)	57.3	/	1.2	35.7	/	/	/	/	/	/	/
冶金陶瓷 (T5③:1)	41071	陶瓷基体 (面扫)	74.0	/	19.0	2.7	/	/	/	/	/	/	/
		陶瓷基体 (面扫)	78.7	/	17.3	/	/	1.0	/	/	/	/	/
		陶瓷基体 (面扫)	63.8	/	24.3	10.3	/	/	/	/	/	/	/
		石英砂颗粒 (点分析)	54.1	0.7	7.9	36.2	/	/	/	0.3	/	/	/
冶金陶瓷 (T5③:1)	41073	石英砂颗粒 (点分析)	65.9	/	/	26.3	/	/	/	/	/	/	/
		陶瓷基体 (点分析)	62.3	/	/	29.6	/	/	/	/	/	/	/
冶金陶瓷 (T16④:2)	41074	陶瓷基体 (点分析)	46.8	0.4	21.2	22.6	/	/	7.6	/	/	1.4	/
		陶瓷基体 (面扫)	52.3	/	0.6	46.8	/	/	/	/	/	0.3	/
		陶瓷基体 (面扫)	50.3	8.3	12.9	21.2	/	/	3.5	3.8	/	/	/
		氧化铁颗粒 (点分析)	43.9	44.2	4.7	3.3	1.6	/	/	/	0.4	/	1.5
*检测阈限以下。/ 没有检测出峰值。													

宜对其性质作进一步判断。且根据冶金学计算碱度计算的公式<sup>⑩</sup>：

$$\text{碱度} = \text{wt}\% \text{CaO} / \text{wt}\% \text{SiO}_2$$

该样品基本不含钙，玻璃态渣的酸碱度低于 0.01，属于酸性渣，且酸度极高，十分浓稠，渣的流动性差，实不利于渣铁分离。

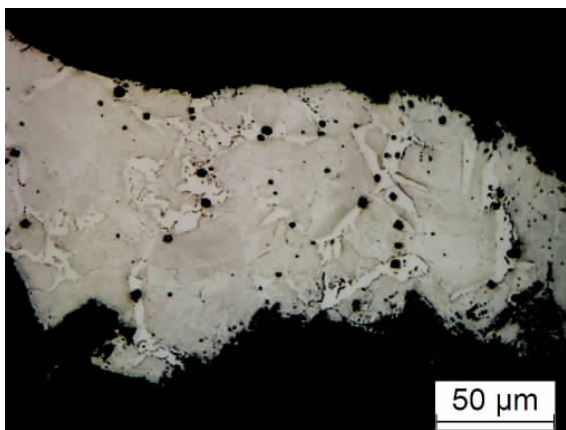
41068 (G6:1) 中间孔洞较多 (图一九:35)。经电镜分析，成份主要为硅，且基本不含其他元素 (表三)，中间有未完全熔融的石英矿物，但玻璃相中未见其他矿物，也未见金属颗粒。41069 (G19:11) (图一九:36) 成份主要以硅和铝为主 (表三)，经电镜分析玻璃相



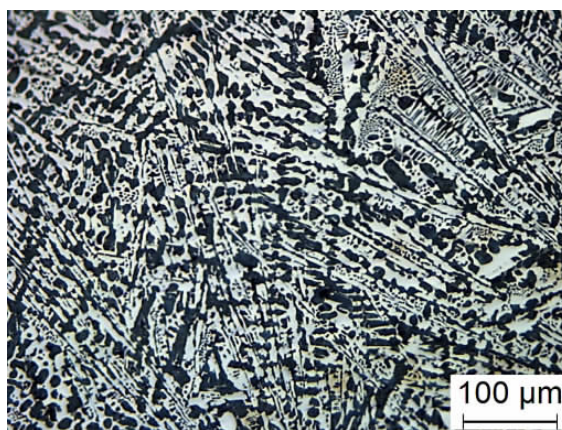
中未见其他矿物及金属颗粒。因此,目前无法确定两件样品是否与炼铁生产相关。

本次分析还包括四件冶金陶瓷,但因样品数量不多,其性质也是难以判断。冶金陶瓷41074(T16④:2)的岩相观察可见绝大多数为

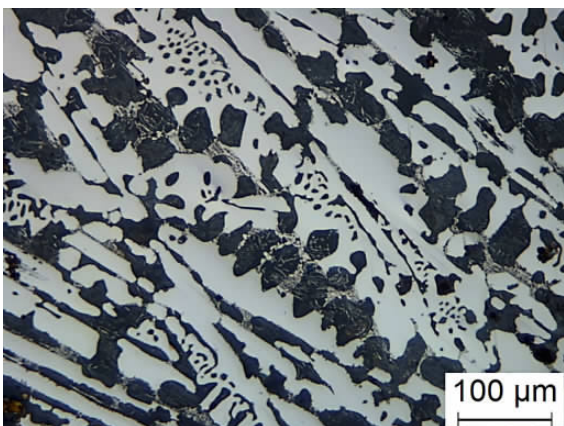
20 $\mu\text{m}$ 的石英砂粒,中间黏土甚少(图一九:34),其质地和以往发现的汉代铸铁陶范15较为接近。另外三件样品:41071(T5③:1),41070(T16④:1)和41073(T15④:2)胎体主要为粒度小于2 $\mu\text{m}$ 的黏土和淤土,砂粒基本少



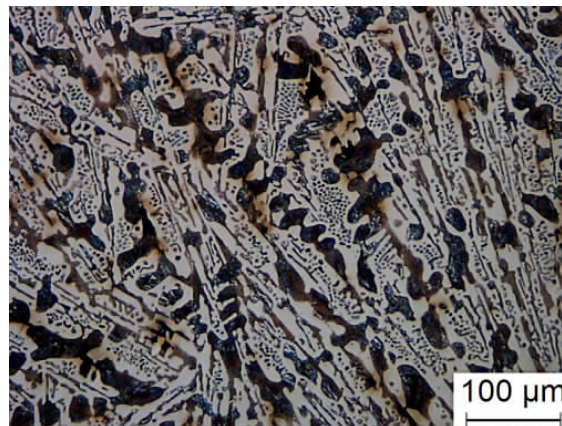
1 铁刀 41037(G15:1)  
珠光体和铁素体的魏氏组织



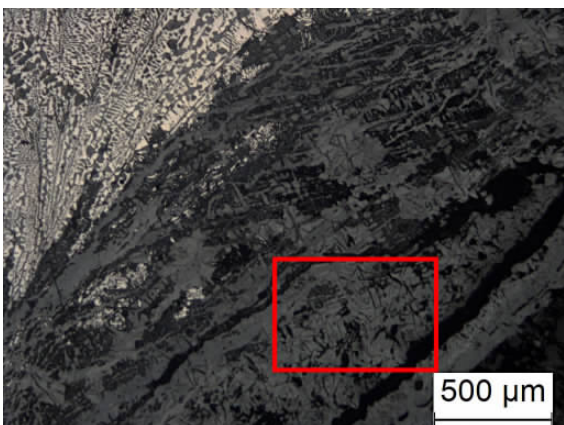
2 铁罐 41040(T19③:2)  
亚共晶白口铁组织



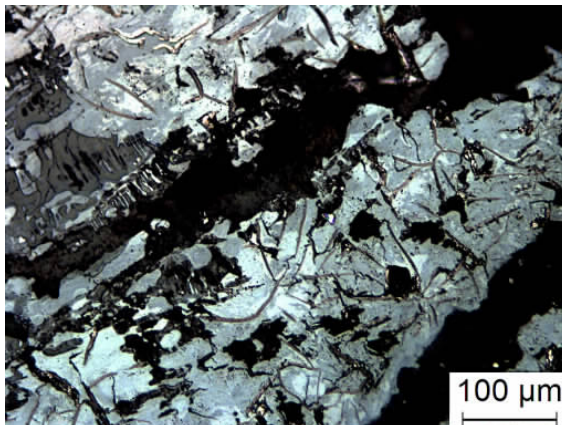
3 铁容器 41041(T9③:2)  
亚共晶白口铁组织



4 铁块 41058(H4:2)  
亚共晶白口铁组织



5 铁刀 41054 (G6:4)  
麻口铁(左侧为白口铁,右侧为灰口铁组织,  
出现菊花瓣状石墨析出)



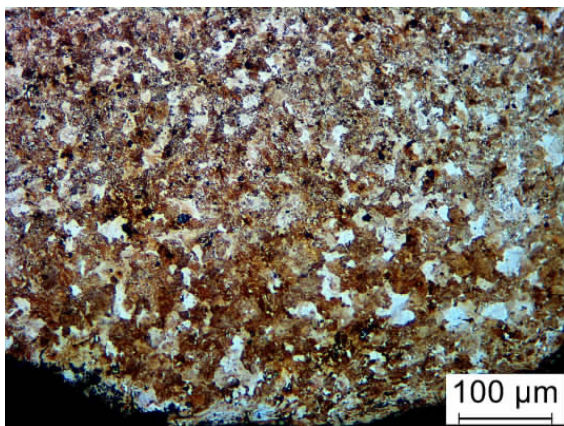
6 铁刀 41054 (G6:4)  
图五红框放大图,灰口铁组织,出现菊花瓣状石墨析出



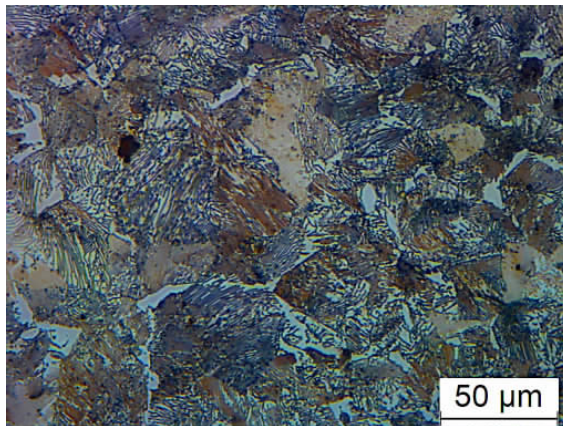
见(图一九:33),成份基本为硅,铝、钾等也极低,烧结温度不高,岩样结构和一般陶器差别较大,推测也应与冶金陶瓷相关。

根据官田遗址出土的铁器及冶炼遗存的分析结果可知,官田遗址附近应有冶炼、浇铸、精炼、甚至是脱碳加工等一系列与生铁生

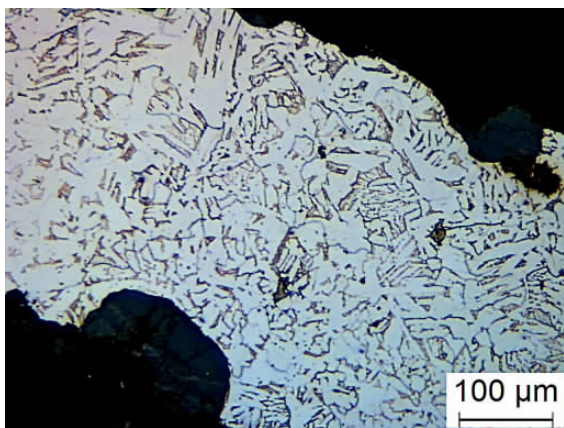
产相关的工序。古代中国的中原地区,自战国以后铁器的生产主要属于生铁技术体系。这次分析的铁器,种类基本上是比较常见之物,就制作技术而言,也与以往汉代铁器的分析结果<sup>⑥</sup>存在较多共性。在战国秦汉时期,铁刀,尤其是环首铁削一类的铁工具一般以铸铁脱



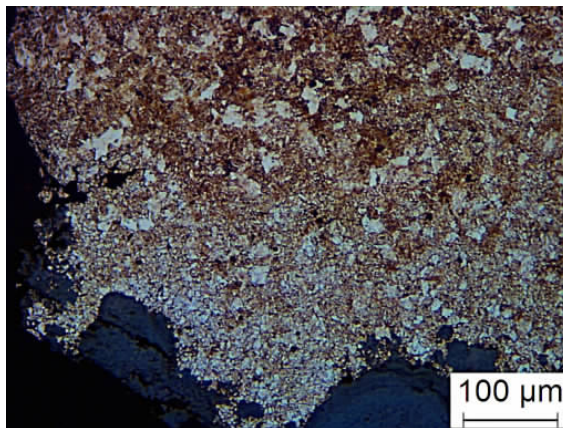
7 圆形锥体 41048(H4:3)  
珠光体和少量铁素体组织



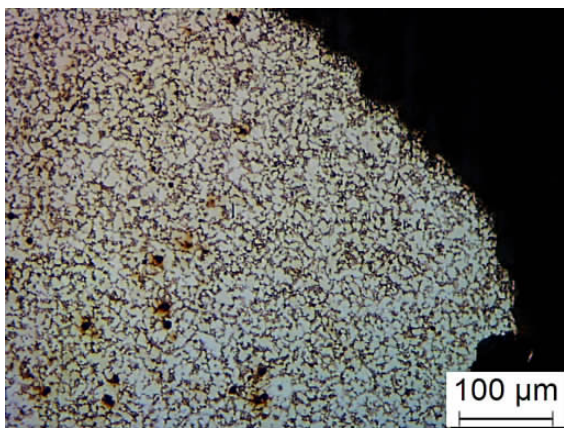
8 铁刀 41026(G12:30)  
珠光体+渗碳体过共析钢组织



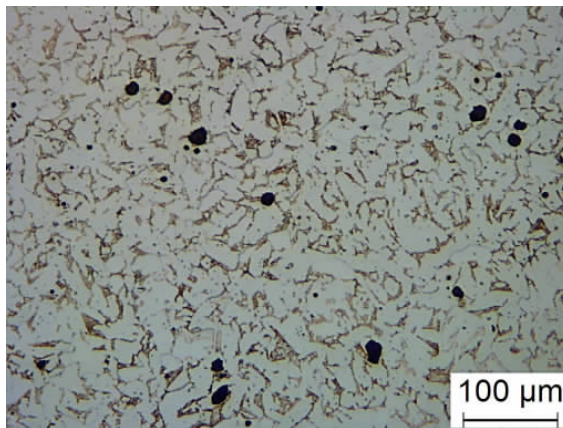
9 铁矛 41028(T1③:1)  
铁素体+少量珠光体组织



10 铁刀 41029(T19③:1)  
珠光体(芯部)和铁素体+珠光体(边部)过渡层



11 铁刀 41036(G19:2)  
铁素体+珠光体组织

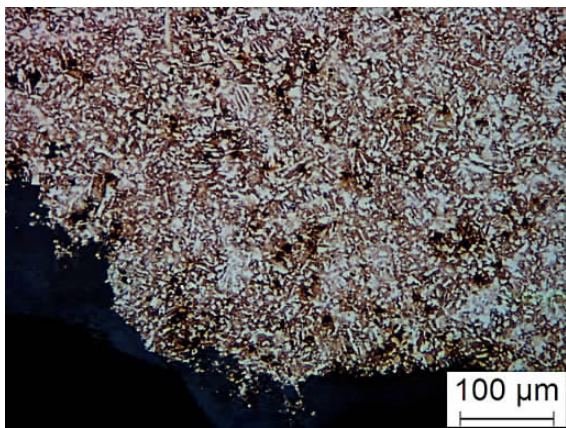


12 铁刀 41038(G6:5)  
铁素体+珠光体组织

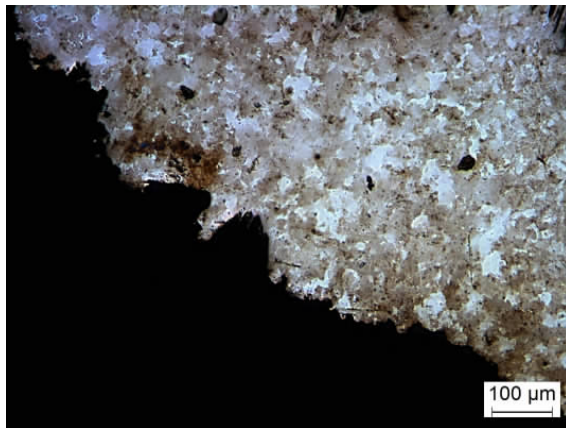


碳钢为材料。同时,炒钢亦是汉代重要的铁器制作技术之一。根据已有资料,中原地区出现炒钢技术较早,并很快传播到汉帝国的边缘地带,如中原地区的江苏徐州及关中地区出土西汉早期的炒钢制品,年代最早<sup>⑧</sup>,在福建

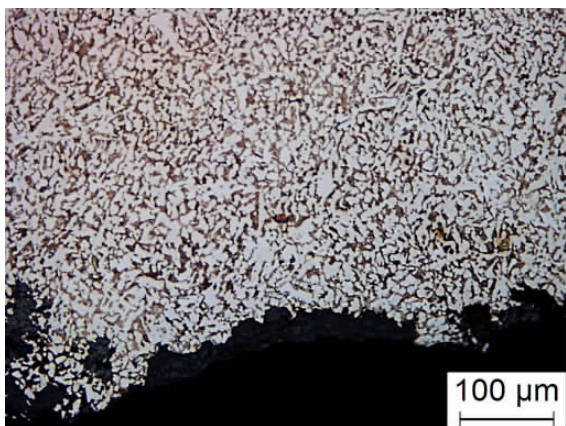
武夷山村汉城(闽越王城)<sup>⑨</sup>、广州南越王墓<sup>⑩</sup>、贵州赫章可乐<sup>⑪</sup>、河北徐水东黑山<sup>⑫</sup>等汉帝国边缘地带的西汉早中期墓葬或城址也出土了一定数量炒钢制品。官田遗址出的铁器绝大多数属于铸铁脱碳钢,并出现了可能属炒钢



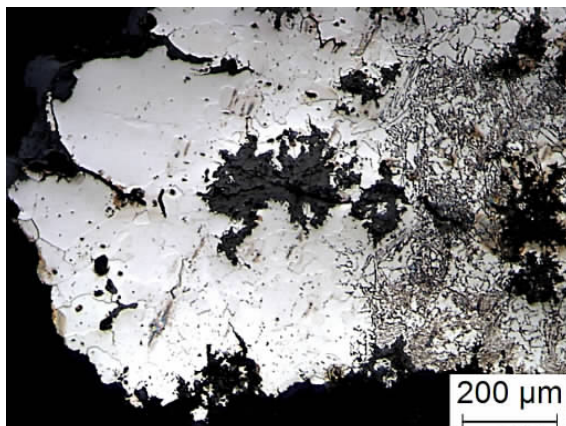
13 铁刀 41044 (G12:31)  
铁素体+珠光体组织



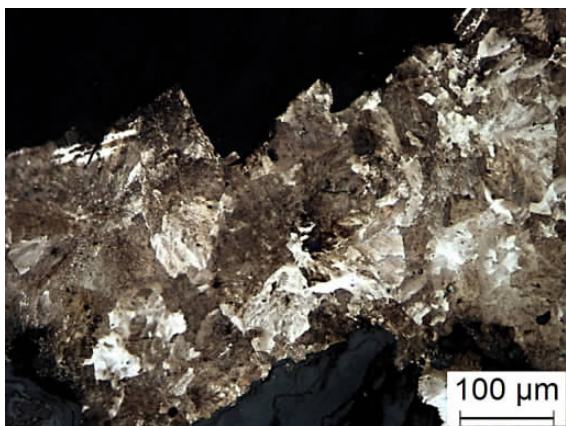
14 铁锥 41049 (G19:4)  
珠光体+少量铁素体组织



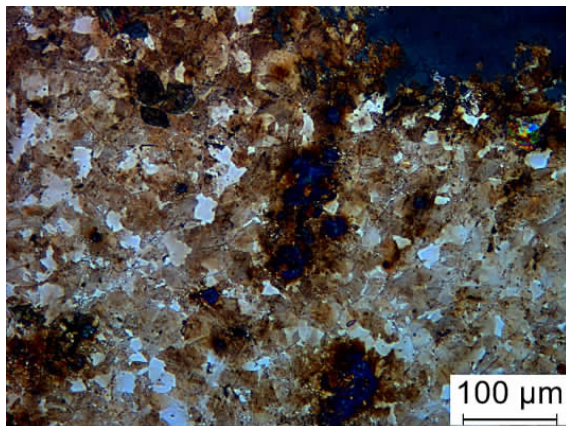
15 铁锥 41050 (G1:3)  
铁素体+珠光体组织



16 铁刀 41057 (T19③:5)  
左侧边部为铁素体组织,右侧芯部为铁素体+珠光体组织



17 铁刀 41057 (T19③:5)  
珠光体组织

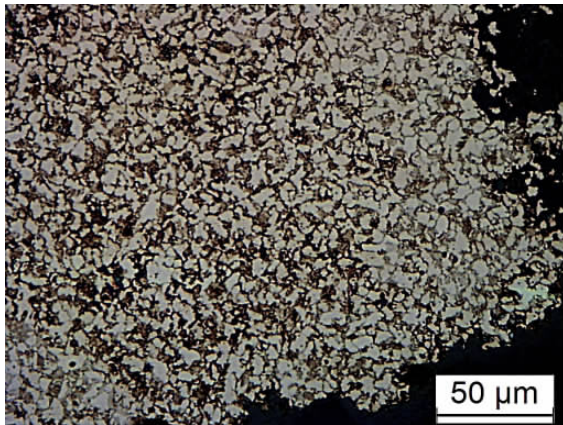


18 铁刀 41064 (G1:2)  
珠光体和少量铁素体组织

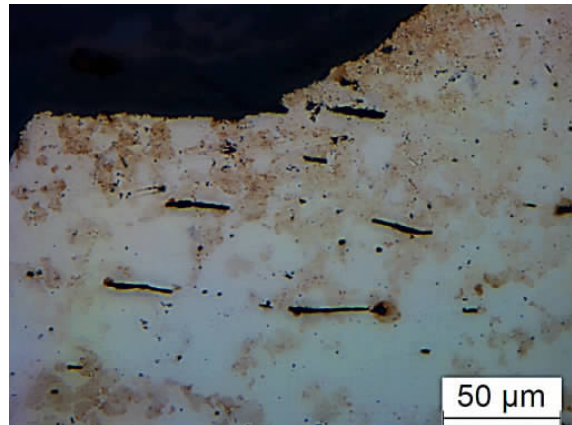


制品，虽然目前尚不能断言到底这些铁器为附近作坊的产品或者是作坊废弃的工具（甚至是否可能是准备回收的产品），但金相分析

结果至少可以证明，古代中国的生铁及脱碳技术，对汉代湘西地区铁器的制作产生了深远且重要的影响。



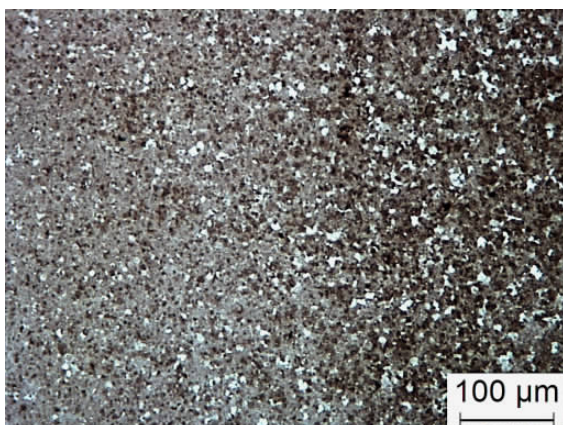
19 铁刀 41075, (T3③:1)  
铁素体+珠光体组织,左右两例珠  
光体比例较小



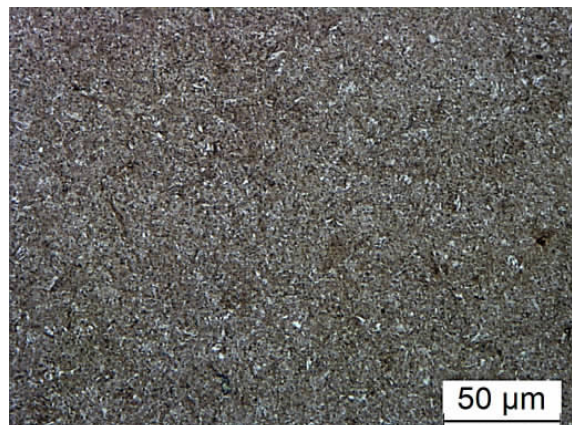
20 铁刀 41034(G6:2)  
铁素体+少量珠光体组织,条状单相硅酸盐  
夹杂物沿水平延伸



21 铁刀 41030(T19③:3)  
横截面金相组织,左侧为刃部,右侧为刀背,由左侧到右侧有含碳量  
降低的过渡现象



22 铁刀 41030(T19③:3)  
左侧刀身为珠光体,右侧近刀背为珠光体+少量  
铁素体,有过渡分层现象

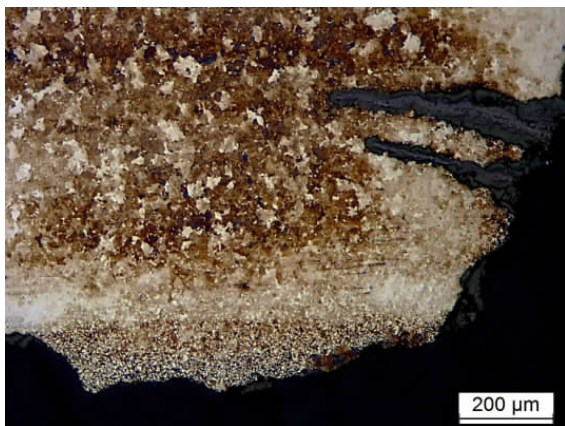


23 铁刀 41030(T19③:3)  
针状马氏体及细珠光体



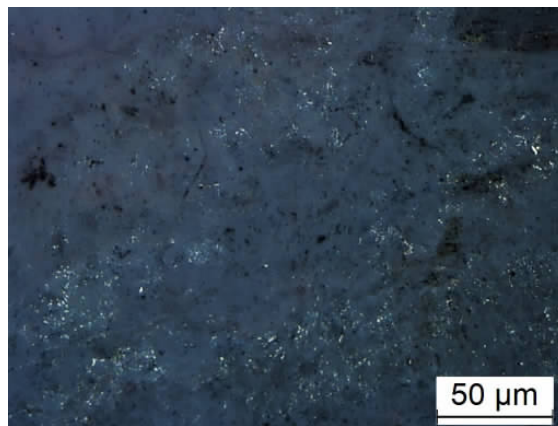
此外,根据炉渣和冶金陶瓷的情况,官田遗址中铁器生产使用的技术似乎具有一定地方特点,例如,关中或中原地区西汉时期作坊或者墓地出土的铁器中,炒钢一般占有一定

比例<sup>②</sup>。而湖南官田遗址虽然也出土了与精炼相关的证据,但炒钢铁器却极少,背后原因值得以后进一步讨论。这次分析的冶炼遗物也有一些未见于以往冶金考古分析的特点,



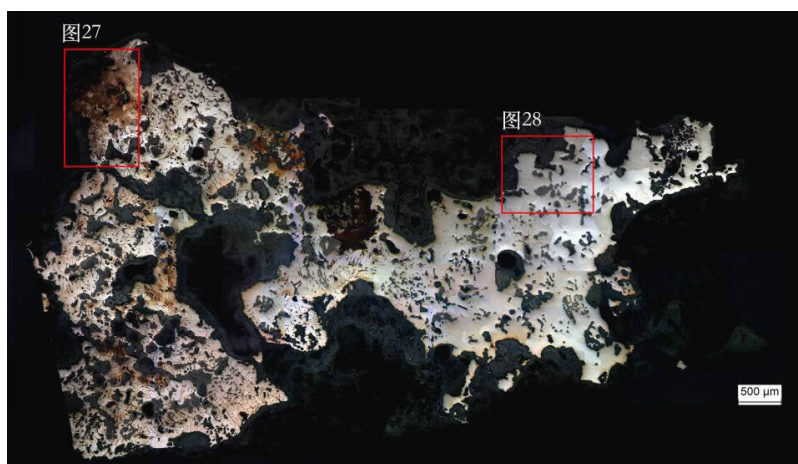
24 铁钉 41045(G19:5)

高位珠光体,含碳量较高,低位为铁素体+珠光体,含碳量略低,且晶体粒度较小。中间出现偏析带。



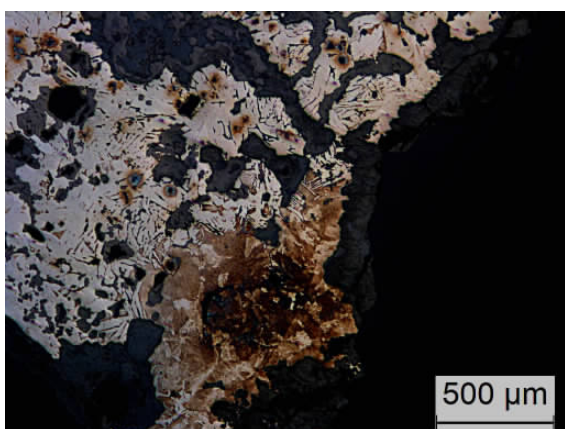
25 铁刀 41055(T3④:1)

大部分锈蚀,仅保留少量金属基体,铁素体结组织,基本未见夹杂物



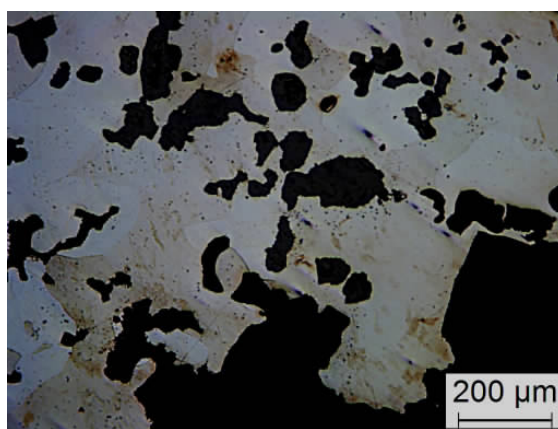
26 积铁块 41062(G19:9)

横截面金相组织,左侧和右侧含碳量不均匀



27 积铁块 41062 (G19:9)

横截面金相组织,左侧和右侧含碳量不均匀



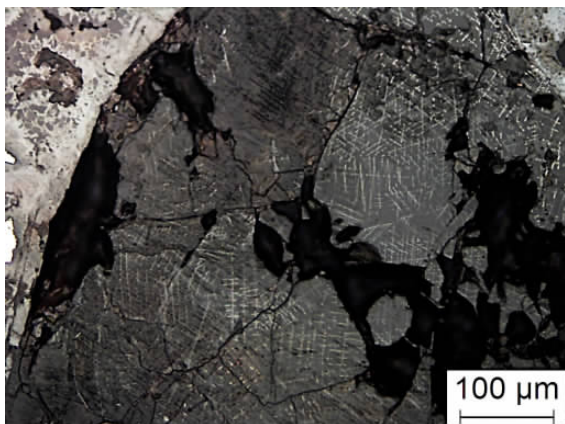
28 积铁块 41062 (G19:9)

铁素体组织

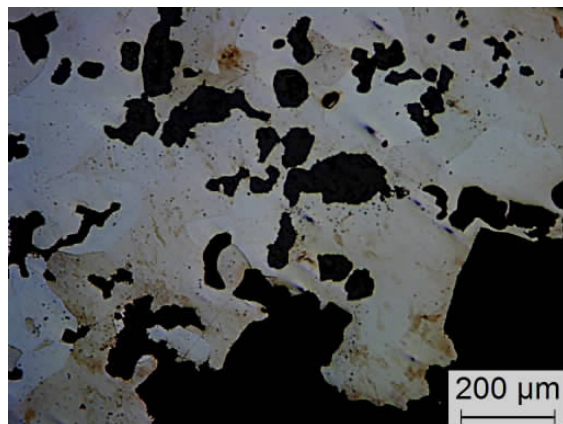


如:炉渣(也包括积铁块中的炉渣)中钙含量极低,且炉渣中还发现了经冶炼的硫化亚铁;冶金陶瓷的遗物中,则未见使用含铝较高的耐火材料。这些也是值得关注的地方技术特点。

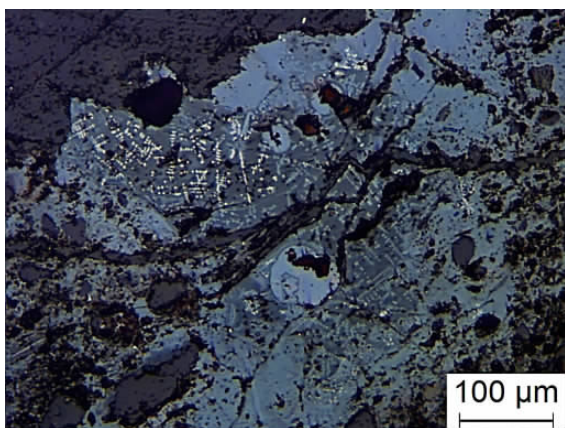
## 五、相关问题讨论



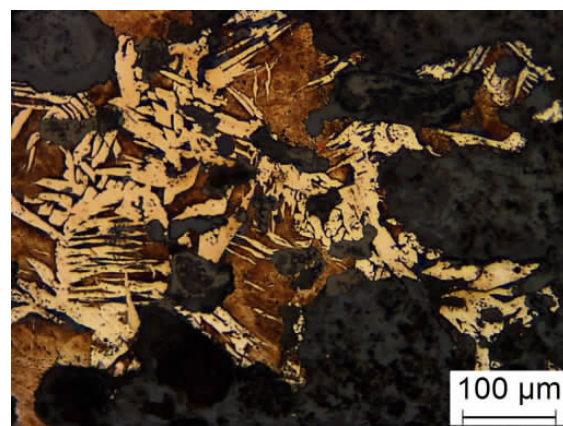
29 积铁块 41062 (G19:9)  
玻璃态基体(灰相)及浮氏体组织



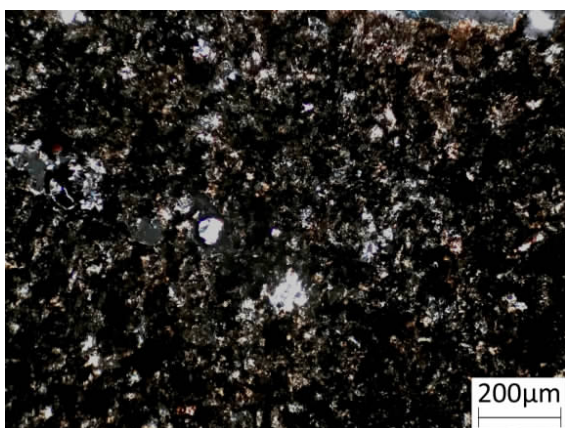
30 积铁块 41063 (G19:10)  
玻璃态基体及圆形融滴,融滴中金属颗粒为硫化铁



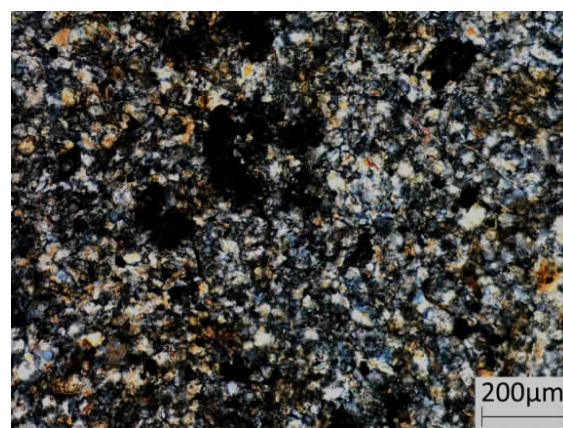
31 积铁块 41065 (G10:1)  
中间为玻璃态基体(灰相)及浮氏体组织,  
周边为锈蚀积铁



32 积铁块 41065 (G10:1)  
珠光体+铁素体组成的  
魏氏组织



33 冶金陶瓷 41071 (T5③:1)

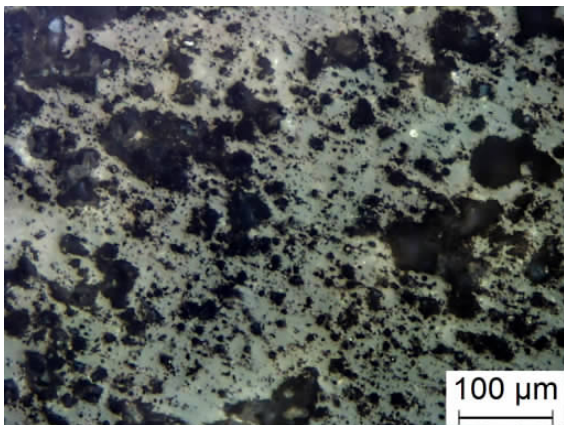


34 冶金陶瓷 41074 (T16④:2)

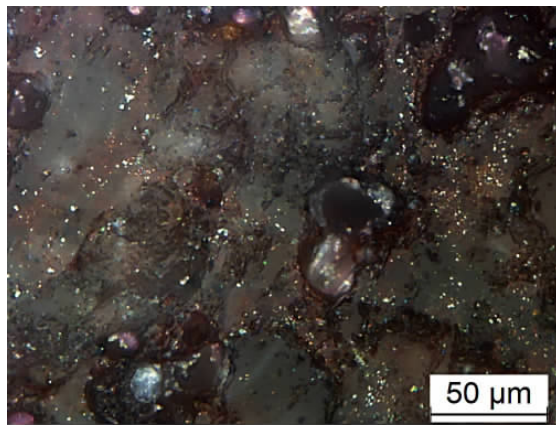
### 1、遗址时代

遗址中出土的铜钱有“半两”“五铢”“货泉”,其中“货泉”是王莽改制发行的货币,其一直流通到东汉前期。在这次发掘中,出土了一枚剪郭五铢,而且,五铢钱的字形与洛阳烧沟汉墓的中 II 型-V 型五铢钱接近<sup>②</sup>,大体应





35 炉渣 41068(G6:1)



36 炉渣 41069(G19:11)

图一九 湖南桑植官田冶炼遗址出土铁器及冶炼遗物金相与岩相鉴定图

在东汉中期、晚期。同时,本次发掘出土的一件钱纹罐青瓷器(T18③:2),以往分析已指出,“钱纹陶瓷器的时代延续较长,目前可知,它在西汉晚期已经出现,经东汉、三国、两晋甚至南北朝,整个存世时间长达400年~500年。”<sup>②③</sup>岳州窑百梅窑址和洋沙湖窑址也曾发现类似的钱纹罐,两个窑址的年代均集中在东汉晚期至三国时期<sup>④</sup>。一般来说,较早期的钱纹罐,一般多印有五铢钱。但官田出土的钱纹罐上,印有半两钱印,可能表明遗址不会晚至三国以后。出土的青瓷器类型有罐、钵、碗等,青瓷胎体细腻,胎色多呈浅灰或灰白,釉色青灰绿色,少量呈酱褐色,釉层有开片,多有脱釉现象,胎釉情况和湘阴县青竹寺东汉窑址<sup>⑤</sup>较为相似,该窑址主要为东汉中期,下线到东吴时期。遗址中出土的青瓷器多口沿刮釉,2017年湖南省文物考古研究所在对湘阴青竹寺窑和百梅窑的发掘中发现了大量口沿刮釉的器物,且这一作法目前仅见于岳州窑<sup>⑥</sup>。因此遗址中出土的青瓷器应该是岳州窑的产品,且年代应当在东汉晚期至三国时期。同时,在桑植的朱家台遗址,陶器组合出土有较多的豆,却不见瓷或陶碗。而按朱家台遗址简报,其年代在西汉中期到东汉早期,东汉中期以后衰落。综合以上信息,官田遗址的年代主体应是东汉中期至三国时期。在年代上可能与朱家台遗址有部分重合,时间上两遗址似有承接关系。

## 2、遗址的功能性质

遗址中出土了数量不少的铁器,以刀一类工具为主,同时有铁锤及铁矛这几类铁器。根据30余件铁器的金相研究结果显示,大部分铁遗物为铸铁脱碳钢,仅1件可能与炒钢有关的制品。而且该地点出土了含炉渣的积铁块,分析显示,发掘地点附近应存在生铁精炼的生产地点。该地点出土的炉渣性质虽然暂时未明,但因为出土了陶范(内芯),还发现了可能是冶金陶瓷的残块,说明了附近有生铁熔炼和浇铸的生产过程。也就是说,出土遗物反映了该遗址可能具备了生铁铸造作坊的功能与性质。

另外,作坊中发现的多组并列或垂直的灰沟,且旁边有柱洞,该类遗迹现象在以往相关的考古工作较为少见。因为遗址附近出土了与生铁冶炼生产相关的遗物,这些灰沟很有可能与生铁生产相关。灰沟填土中虽未出土矿石或者大量炼渣,但由于遗址极靠近河道,推测这些相连的灰沟是与河道相连,并形成水流系统。在东汉时期,水排已出现且用作重要的鼓风设施<sup>⑦</sup>,因此,官田的水流系统也许与水排一类的鼓风设施相关。当然,根据目前的发现,证据还明显不足,这有待以后更多工作进行验证。

这次发现的H5的形制规整,是一处经过燃烧使用的灰坑,上部缺失,坑内中下部填埋石块,推测该灰坑有可能与生铁冶炼生产

有关,也有可能是木炭窑一类的遗迹。遗址中靠近河流的 T1 至 T20 探方,遗迹性质功能较为接近。但在靠近山腰的 T22 探方内出土了筒瓦衬和瓦当,因此该遗址靠近河流的区域可能为作坊生产区,而在靠近山腰离河流较远的地方存在使用瓦当的有一定规格的建筑,或为管理区域。

### 3、与朱家台铸铁遗址差异对比

官田遗址位于两河交汇之处,地理位置十分重要,很有可能利用水利资源,将从山地里开采来的矿石在此或附近进行初步的冶炼。在相距 6 千米、郁水下游的朱家台遗址,同样发现了生铁相关的各类冶炼遗存。然而,官田遗址目前从发掘的遗迹单位、铁器遗存以及冶炼遗存,都与朱家台遗址有很大区别。例如,朱家台铸造遗址中发现了熔铁炉以及可能相关的坩锅,但形体较小,结构简单,可能代表了冶铁业尚不发达地区小型铁工场中熔铁炉的结构以及铸铁工艺<sup>②</sup>。官田遗址发掘区中,虽然也出土了冶炼遗存,遗址中却尚未发现任何炼炉。同时,朱家台遗址出土了多类陶范,包括斧、钁等,遗址中也出土了铁斧和铁钁等工具。相反,官田仅出土一件明确为容器的芯,出土的铁器绝大多数也是铁刀这类遗存,并仅出土了两件铁锤。由于官田遗址与朱家台遗址在时间上存在重合或承接的关系,且官田附近作坊的产品构成和朱家台所见不同,两遗址是否存在某种统一管理下的生产分工?官田作坊生产技术与朱家台的异同及与朱家台作坊之关系,则是下一步田野工作要解决的问题。

## 六、结语

官田遗址虽然面积不大,但其时代和此前的朱家台遗址有时代上的承接关系,为探索湘西一带在汉代铁器生产的情况提供了重要材料。官田遗址发现的一系列遗迹现象虽然未能明确与生铁的生产环节相关,但通过结合有关遗物的冶金分析,官田遗址附近应

存在有生铁冶炼、浇铸、精炼等一系列生产流程相关的作坊遗址。因此,此遗址的发现,对于理解古代中国的铁器化进程及汉代铁工业格局,具有十分重要的意义。

附记:参加本次发掘的工作人员有莫林恒、尚巍、吴贤农、唐忠、刘东权、尚永胜、孙仙坪、王猛、张运祥。器物修复由朱元妹、付林英完成。室内照相、绘图和后期实验室资料整理由香港中文大学人类学系、历史系林永昌、何俊谦、钟礼筠、研究助理胡心儿及 UCL 段苏容完成。香港中文大学人类学系本科生钟礼筠为金相样品的实验室分析准备了大量工作。本文为香港特别行政区政府研究资助局优配研究金 RGC-GRF 支助项目 #14621718 (Market System at the Conjunction of the Imperial Interregional Network: An Archaeological Study of Metal Objects in the Jingnan Region of the Han Empire) 和国家社科基金重大项目“先秦时期中原与边疆地区冶金手工业考古资料整理与研究(项目号:17ZD219)”的阶段性成果。本次工作得到了桑植县委、县政府的大力支持,出土青瓷器的鉴定得到湖南省文物考古研究所杨宁波老师的指导,在此表示由衷地感谢!

执笔:莫林恒 林永昌 陈建立

### 注释:

①姚培慧主编:《中国铁矿志》,第 444 页,冶金工业出版社,1993 年。

②【清】《湖南省桑植县志》(中华方志丛书影印本,同治十一年[1872]刊本),第 71, 204, 484 页,成文出版社有限公司,1975 年。

③张家界市文物工作队:《湖南桑植朱家台汉代铁器铸造作坊遗址发掘报告》,《考古学报》2003 年第 3 期。

④由于部分铁器保存情况较差,部分铁器在分析时已碎为多件残块。我们以原来发掘时所编的小件号为准,将属同一号、但已碎为多块的铁器定为一件。

⑤使用的型号为 Bruker Tracer V. 模式为 Geomining。

⑥因铁器锈蚀和残破，部分器物已无法准确判断其种类，因此在表二的种类定名依据样品的实验室鉴定结果给予更正。

⑦北京钢铁学院金相实验室：《满城汉墓部分金属器的金相分析报告》，中国社会科学院考古研究所、河北省文物管理处编：《满城汉墓发掘报告》，第371页，文物出版社，1980年。

⑧北京科技大学冶金史研究所，徐州汉兵马俑博物馆：《徐州狮子山楚王陵出土铁器的金相实验研究》，《文物》1999年第7期。

⑨韩汝玢、柯俊：《中国科学技术史（矿冶卷）》，第614页，科学出版社，2007年。

⑩陈建立、张周瑜：《基于炉渣分析的古代炒钢技术判定问题》，《南方文物》2016年第1期。

⑪杨菊、李延祥、赵福生等：《北京昌平马刨泉长城戍所遗址出土铁器的实验研究——兼论炒钢工艺的一种判据》，《中国科技史杂志》，2014年，35卷2期；Disser, A., P. Dillmann, C. Bourgain, et al., 2014. Iron reinforcements in Beauvais and Metz Cathedrals: from bloomery or finery? The use of logistic regression for differentiating smelting processes. *Journal of Archaeological Science* 42:315-333; Lam, Wengcheong, Jianli Chen, Jianrong Chong et al., 2018. An iron production and exchange system at the center of the Western Han Empire: Scientific study of iron products and manufacturing remains from the Taicheng site complex. *Journal of Archaeological Science* 100:88-101.

⑫陈建立、韩汝玢：《汉晋中原及北方地区钢铁技术研究》，第33页，北京大学出版社，2007年。

⑬杜宁、李建西、张光明等：《山东临淄齐国故城东北部冶铁遗址的调查与研究》，《江西理工大学学报》2011年32卷6期；陕西省考古研究院：《郃城铸铁：陕西杨凌汉代铸铁遗址发掘与研究》，上海古籍出版社，2018年。

⑭包燕平、冯捷：《钢铁冶金学教程》，冶金工业出版社，2008年。

⑮陕西省考古研究院：《郃城铸铁：陕西杨凌汉代铸铁遗址发掘与研究》，第42-45页，上海古籍出版社，2018年。

⑯a 陕西省考古研究院：《郃城铸铁：陕西杨凌汉代铸铁遗址发掘与研究》，上海古籍出版社，2018年；b 刘海峰、陈建立、梅建军等：《河北徐水东黑山遗址出土铁器的实验研究》，《南方文物》2013年第1期。

⑰a 北京科技大学冶金史研究所、徐州汉兵马俑博物馆：《徐州狮子山楚王陵出土铁器的金相实验研究》，《文物》1999年第7期；b 陕西省考古研究院：《郃城铸铁：陕西杨凌汉代铸铁遗址发掘与研究》，上海古籍出版社，2018年。

⑱陈建立、杨琮、张焕新等：《福建武夷山城村汉城出土铁器的金相实验研究》，《文物》2008年第3期。

⑲北京科技大学冶金史研究室：《西汉南越王墓出土铁器鉴定报告》，广州市文物管理委员会、中国社会科学院考古研究所、广东省博物馆编：《西汉南越王墓》，第389-396页，文物出版社，1991年。

⑳陈建立、黄全胜、李延祥等：《赫章可乐墓葬出土铁器的金相实验研究》，贵州省文物考古研究所编：《赫章可乐-2000年发掘报告》，第195-206页，文物出版社，2008年。

㉑刘海峰、陈建立、梅建军等：《河北徐水东黑山遗址出土铁器的实验研究》，《南方文物》2013年第1期。

㉒Lam, Wengcheong, Jianli Chen, Jianrong Chong et al., 2018. An iron production and exchange system at the center of the Western Han Empire: Scientific study of iron products and manufacturing remains from the Taicheng site complex. *Journal of Archaeological Science* 100:88-101.

㉓洛阳区考古发掘队：《洛阳烧沟汉墓》，科学出版社，1959年。

㉔贺云翱、冯慧、李浩：《东亚地区出土早期钱纹陶瓷器的研究》，《考古与文物》2008年第2期。

㉕湖南省文物考古研究所：《岳州窑》，图3-36、图3-37，湖南美术出版社，2011年。

㉖ [http://www.hnkg.com/show\\_news.aspx?id=1704](http://www.hnkg.com/show_news.aspx?id=1704)

㉗湖南省文物考古研究所发掘资料。

㉘《后汉书·杜诗传》(卷三十)，第1094页，中华书局，2000年。

㉙白云翔：《先秦两汉铁器的考古学研究》，第329页，科学出版社，2005年。