

南水北调中线一期工程文物保护项目

河北省考古发掘报告第一号

徐水西黑山

金元时期墓地发掘报告

南水北调中线干线工程建设管理局
河北省南水北调工程建设委员会办公室
河北省文物局



文物出版社

封面设计 张希广
责任编辑 陈杰
责任编辑 冯冬梅

图书在版编目 (CIP) 数据

徐水西黑山金元时期墓地发掘报告 / 南水北调中线干线工程建设管理局, 河北省南水北调工程建设委员会办公室, 河北省文物局编. —北京: 文物出版社, 2007. 10
ISBN 978-7-5010-2205-2

I. 徐... II. ①南...②河...③河... III. 平民—墓葬 (考古)—发掘报告—徐水县 IV. K878.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 067368 号

徐水西黑山

金元时期墓地发掘报告

南水北调中线干线工程建设管理局
河北省南水北调工程建设委员会办公室
河北省文物局

文物出版社出版发行

(北京市东直门内北小街 2 号楼 邮编: 100007)

<http://www.wenwu.com>

E-mail: web@wenwu.com

北京文博利奥印刷有限公司制版

北京达利天成印刷公司印刷

新华书店经销

889 × 1194 毫米 1/16 印张: 29.75 插页: 2

2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5010-2205-2 定价: 280.00 元

河北徐水西黑山墓地出土铁器的金相组织分析

北京大学考古文博学院

陈建立

2006年5~7月,中国社会科学院考古研究所在河北省徐水县大王店镇西黑山村,较为完整地揭露了一处金元时期的平民墓地,获得了一批重要的考古资料。该墓地位于一处西高东低的台地上,南北长约60、东西宽约40米,此次发掘面积约2200多平方米,较为全面地揭露了整个墓地。在清理的62座金元时期墓葬中,砖或石筑类屋式墓48座,砖圜或石圜墓3座,土坑竖穴墓11座。因为多数墓葬没有被破坏,所以我们获得了一批成组的随葬品,有瓷器、陶器、玉器、铜器、铁器、漆器,以及铜钱等,为金元时期墓葬的考古学研究提供了重要的资料。有关金元时期的平民墓地,全面发掘的资料尚不多见。本墓地的发掘,是近年元代墓葬考古的重要发现,为研究金元时期北方地区的丧葬习俗提供了实例,在一定程度上将会促进金元时期墓葬的考古学研究。受中国社会科学院考古研究所董新林先生委托,北京大学考古文博学院对该墓地出土8件铁器样品进行金相组织分析,以期为研究当时钢铁技术水平提供科学资料。

一 金相组织鉴定及夹杂物成分分析

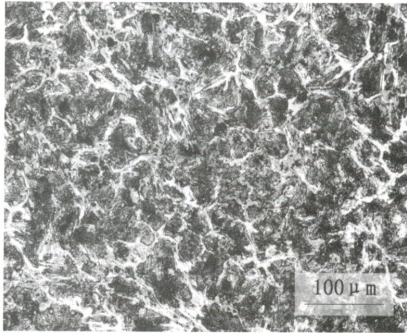
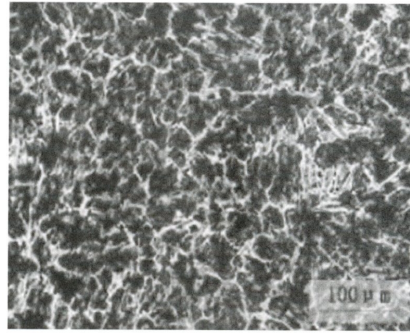
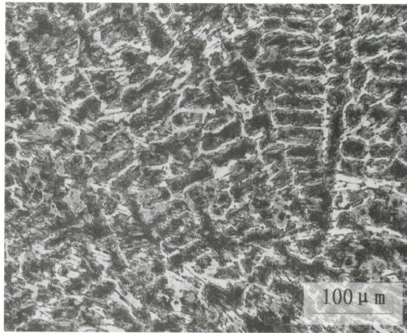
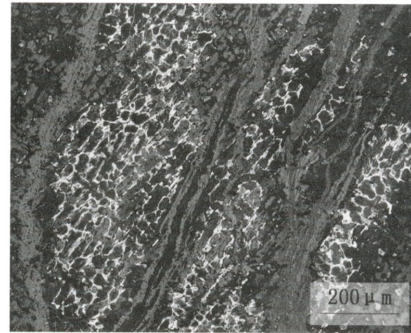
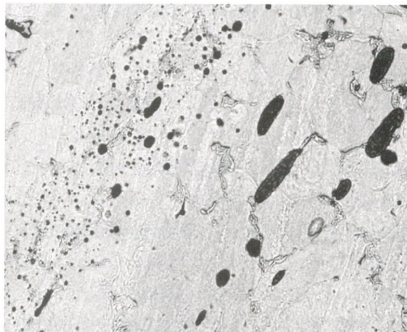
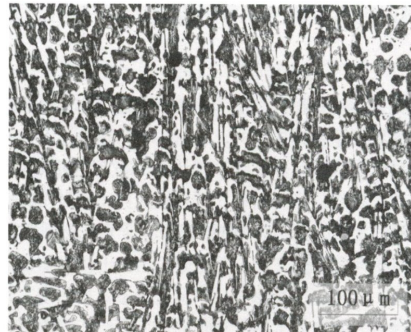
8件铁器样品出土于5个墓葬,有犁头4件、铤2件、凿1件和双孔刀1件。通过观察铁制品的金相组织,可以判定器物的材质,了解制作工艺。从铁器残断处取下的样品镶嵌在酚醛树脂中,经过磨光、抛光,用4%硝酸酒精溶液侵蚀,然后在徕卡DM4000M型金相显微镜下观察金相组织,并拍摄组织照片,金相组织观察结果见表一。

表一 西黑山墓葬出土铁器的金相组织观察结果

| 样品编号 | 样品名称 | 金相组织与制作工艺 | 图版 |
|---------------|------|---|----|
| 2006JXXM3:8 | 犁头 | 珠光体、二次渗碳体和低温莱氏体组成的亚共晶白口铁,硫化亚铁(FeS)夹杂物较多。生铁铸造。 | 一 |
| 2006JXXM8:8 | 犁头残片 | 珠光体、二次渗碳体和低温莱氏体组成的亚共晶白口铁,FeS夹杂物较多。生铁铸造。 | 二 |
| 2006JXXM8:4-1 | 犁头 | 芯部为珠光体、二次渗碳体和低温莱氏体组成的亚共晶白口铁,FeS夹杂物较多,锈蚀分为两层,靠近芯部内层为亚共晶白口铁锈蚀残余,有FeS夹杂,外层锈蚀与之有明显分界,夹杂物较少,推测该件样品经过退火处理。生铁铸造。 | 三 |
| 2006JXXM8:4-2 | 犁头 | 珠光体、二次渗碳体和低温莱氏体组成的亚共晶白口铁,FeS夹杂物较多。生铁铸造。 | 四 |

续表一

| 样品编号 | 样品名称 | 金相组织与制作工艺 | 图版 |
|-----------------|------|---|----|
| 2006JXXM10:21 | 铤 | 锈蚀严重, 已无法判定其材质。 | |
| 2006JXXM13:19-1 | 铤 | 锈蚀严重, 从部分金属残余中可判定为铁素体组织。炒钢锻打。 | |
| 2006JXXM13:19-2 | 凿 | 铁素体组织, 氧化亚铁与硅酸盐夹杂物较多, 并且沿加工方向变形拉长。炒钢锻打。 | 五 |
| 2006JXXM51:52-1 | 双孔刀 | 珠光体、二次渗碳体和低温莱氏体组成的亚共晶白口铁, FeS 夹杂物较多。生铁铸造。 | 六 |

图版一 2006JXX M3 : 8 铁犁头金相组织
亚共晶白口铁组织图版二 2006JXX M8 : 8 犁头残片金相组织
亚共晶白口铁组织图版三 2006JXX M8 : 4-1 犁头金相组织
亚共晶白口铁组织图版四 2006JXX M8 : 4-2 犁头金相组织
亚共晶白口铁组织图版五 2006JXX M13 : 19-2 凿背散射相
炒钢锻打图版六 2006JXX M51 : 52-1 双孔刀金相组织
亚共晶白口铁组织

对样品2006JXX M13:19-2 凿的夹杂物成分用北京大学造山带与地壳演化教育部重点实验室配置的JXA-8100型电子探针及INCA-400型能谱仪进行分利测定,分析条件为加速电压15KV,束流1x10⁻⁸安培,分析结果见表二。

表二 样品 2006JXX M13:19-2 凿的夹杂物电子探针分析分析结果

| 分析部位 | 元素含量 Wt% | | | | | | | | | |
|----------|----------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|--|
| | O | Mg | Al | Si | P | K | Ca | Mn | Fe | |
| 1 金属中夹杂物 | 27.3 | 0.4 | 1.3 | 3.6 | | 0.5 | 1.5 | 1.1 | 63.7 | |
| 2 金属中夹杂物 | 35.9 | | | 16.6 | | | | 4.7 | 42.2 | |
| 3 金属中夹杂物 | 35.2 | | | 15.3 | | | | 2.5 | 46.5 | |
| 4 金属中夹杂物 | 34.8 | | | 14.0 | | | | 5.7 | 45.5 | |
| 5 锈蚀中夹杂物 | 40.7 | 0.3 | 0.9 | 5.0 | 0.8 | | 0.6 | 0.9 | 50.9 | |
| 6 锈蚀中夹杂物 | 40.5 | 0.3 | 1.0 | 4.7 | 1.0 | | 0.5 | 0.8 | 51.2 | |
| 7 锈蚀中夹杂物 | 41.5 | 0.5 | 5.6 | 18.2 | 0.4 | 1.4 | 5.4 | 1.9 | 24.3 | |

二 讨论

1. 铁器的材质

本文鉴定8件铁器样品,除1件因锈蚀严重而无法判定其材质外,共有亚共晶白口铁5件,2件为炒钢制品。

其中4件犁头和1件双孔刀等采用亚共晶白口铁铸造而成,这种生铁具有较高的硬度和耐磨性,比较适合犁头的要求,但是对于双孔刀采用这种材料进行铸造则因脆性过高而影响其使用性能。经过分析古代犁头大都经过生铁铸造而成,少有经过脱碳退火者,如河北满城汉墓^①、河南登封^②出土犁铧经鉴定为灰口铁或灰口铁与麻口铁的混合组织、福建武夷山城村汉城^③、辽宁北票喇嘛洞^④、河南浞池和唐河^⑤出土汉魏时期犁铧出土犁铧经鉴定为过共晶白口铁,辽宁北票喇嘛洞鲜卑墓葬^⑥、河南桐柏、新郑、邓州

①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:《满城汉墓发掘报告》,北京:文物出版社,1980年。

②苗长兴、吴坤仪、李京华:《从铁器鉴定论河南古代钢铁技术的发展》,《中原文物》,1993年4期。

③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》,待发表。

④北京科技大学冶金与材料史研究所、辽宁省文物考古研究所:《北票喇嘛洞鲜卑墓地出土铁器的金相实验研究》,《文物》,2001年11期。

⑤苗长兴、吴坤仪、李京华:《从铁器鉴定论河南古代钢铁技术的发展》,《中原文物》,1993年4期。

⑥北京科技大学冶金与材料史研究所、辽宁省文物考古研究所:《北票喇嘛洞鲜卑墓地出土铁器的金相实验研究》,《文物》,2001年11期。

等地宋代遗址^①及元大都遗址^②出土犁铧经鉴定为亚共晶白口铁铸造而成,其中元大都遗址犁铧中FeS夹杂物含量较高。从这些鉴定结果可以看出,早期犁铧材质相对不太统一,有亚共晶白口铁、过共晶白口铁和灰口铁等,而宋代以后犁铧的材质基本上为亚共晶白口铁,具体原因可能在于工匠已经掌握了不同含碳量的生铁的性能。徐水西黑山墓地出土铁犁铧全部为亚共晶白口铁也反映了这一点。

经鉴定M13:19-2凿的金相组织观察发现该件样品为铁素体组织,含碳量较低,有大量氧化亚铁与硅酸盐夹杂物,并且沿加工方向变形拉长,夹杂物基体(硅酸盐部分)成分经电子探针分析发现除个别夹杂物外,各种元素含量比较均匀,但硫含量较少,经判定为炒钢锻打。另外意见器物M13:19-1铸锈蚀严重,从部分金属残余中可判定为铁素体组织,在锈蚀中可见部分与锈蚀颜色不同的夹杂物,经判定为炒钢锻打制品。

西汉时期发明的炒钢技术,在中国古代钢铁技术发展史上具有重要地位。炒钢既可以生铁为原料,在空气中有控制地氧化脱碳,然后反复加热锻打成钢;也可以将生铁在半熔融状态下炒成熟铁,然后加热渗碳,锻打成钢。从炒钢的工艺特点上看,炒钢所含夹杂物数量要多于生铁和铸铁脱碳钢制品,并且夹杂物成分也要比生铁或铸铁脱碳钢的夹杂物复杂,表现为各种元素含量分布不均,但是与块炼铁的氧化亚铁硅酸盐共晶夹杂有明显差别。研究发现炒钢制品均含有相同类型的夹杂物,即以硅酸盐为主,变形量大,并含有少量的钾、镁等元素^③,但在后期锻打时会引入一些氧化铁皮。广州南越王、徐州狮子山楚王陵、武夷山城村汉城和北票喇嘛洞鲜卑墓葬中出土铁器中均有炒钢制品,这些早期炒钢制品的夹杂物数量一般较少,元素含量比较均匀,但经过鉴定的元大都遗址、金陵遗址和本文西黑山墓葬出土晚期铁器中的炒钢制品的夹杂物一般比较多,存在大量的氧化亚铁夹杂,表现出制作技术上的差别,其原因应该在于冶铁燃料发生了变化。

2. 铁器中的硫

在检测的西黑山墓葬5件亚共晶白口铁制品中均发现有一定数量的FeS夹杂物,值得关注。研究表明,汉魏以前中国冶铁使用的燃料是木炭,其产品中夹杂物较少,特别是硫含量均小于0.1%^④,王可的实验结果证明了自宋代中国开始用煤炼铁^⑤,而用煤炼铁的结果是铁中硫含量急剧增加,在随后的炒炼脱碳过程中,产生较多的夹杂。而样品M13:19-2凿的夹杂物中硫含量较低的原因是在反复加热锻打时,FeS与硅酸盐夹杂一起被挤出,同时FeS与氧发生化学反应,生成二氧化硫气体逸出,使铁中的硫含量降低同时会有氧化亚铁夹杂进入铁中^⑥。

其实,在检测的山西天马-曲村遗址出土的汉代铁器中也发现有FeS夹杂^⑦,其中的硫可能来自铁矿

①苗长兴、吴坤仪、李京华:《从铁器鉴定论河南古代钢铁技术的发展》,《中原文物》,1993年4期。

②王可、韩汝玢、杜芙运:《元大都遗址出土铁器分析》,《中国冶金史论文集(2)》,北京科技大学学报增刊:1994年。

③李众:《中国封建社会前期钢铁冶炼技术发展的探讨》,《考古学报》,1975年2期。

④李众:《中国封建社会前期钢铁冶炼技术发展的探讨》,《考古学报》,1975年2期。苗长兴、吴坤仪、李京华:《从铁器鉴定论河南古代钢铁技术的发展》,《中原文物》,1993年4期。

⑤王可:《从铁器的鉴定论宋代以后用煤炼铁及煅炼法炼钢》,北京科技大学冶金与材料史研究所硕士论文,1988年。

⑥北京科技大学冶金与材料史研究所、北京市文物研究所:《北京金陵遗址出土部分铁器的金相实验研究》,《中国冶金史论文集(四)》,北京:科学出版社,2006年。

⑦韩汝玢:《天马-曲村遗址出土铁器的鉴定》,北京大学考古系商周组、山西省考古研究所:《天马-曲村1980-1989》,北京:科学出版社,2000年。

中的硫化物。笔者在检测河南鲁山望城岗冶铁遗址出土的1件犁铧时也发现样品具有FeS夹杂物,经过AMS-¹⁴C年代测定后发现该样品中的碳是死碳,即样品中的碳不是来自木炭,而应该是煤炭。从金相组织上看,该件样品是铸铁脱碳钢,又排除了铸铁脱碳成熟铁之后又渗碳的可能,而众所周知的是煤炭中含有较多的硫的,所以可以肯定样品是采用了煤炭作为燃料冶炼而成的,可惜由于该件样品出土层位不清,未能准确判定其年代^①。在河南鲁山望城岗、郑州古荥和巩县铁生沟^②等冶铁遗址中均出土有煤块和煤饼,所以探讨煤炭在钢铁冶炼中的使用亦需要深入进行。但是从大量汉代铁器的检测结果看,由于铁器中硫含量很低,说明此时还没有使用煤作为燃料炼铁。中国自宋代开始普遍使用煤来冶炼生铁,表现在宋代以后的铁器中硫含量开始增多,这是由于煤中较多的有机硫化物和硫酸盐在冶铁时进入了铁中,而在当时的条件下不能有效地去除所致。

三 小结

本文共鉴定河北徐水西黑山金元时期墓葬出土铁器8件,其中犁头4件、铸2件、双孔刀1件、凿1件,以农具为主,器物种类和数量均十分有限,并且有个别样品因锈蚀严重而不能准确判定其材质,鉴定结果发现该批样品只有亚共晶白口铁和炒钢两种材料,在材质与制作工艺方面与金元时期其他遗址出土同类铁器相当,代表了当时的技术水平,但是因为样品数量所限本研究只能部分反映金元时期的钢铁技术发展状况,系统的分析还需要进一步的工作。

^①陈建立、韩汝玢:《汉晋中原及北方地区钢铁技术研究》,北京:北京大学出版社,2007年。

^②赵青云等:《巩县铁生沟汉代冶铸遗址再探讨》,《考古学报》,1985年2期。郑州市博物馆:《郑州古荥镇汉代冶铁遗址发掘简报》,《文物》,1978年2期。

中的硫化物。笔者在检测河南鲁山望城岗冶铁遗址出土的1件犁铧时也发现样品具有FeS夹杂物，经过AMS—⁵⁷Fe分析，其含量为0.1%。

在冶炼过程中，由于铁中较多的有机碳和硫在冶炼时进入了铁中，而在当时的条件下不能有效地去除所致。

而在当时的条件下不能有效地

三 小结

金元时期墓葬出土铁器8件，其中犁头4件、铤2件、双孔刀1件、凿1件，均十分有限，并且有个别样品因锈蚀严重而不能准确判定其材质，鉴定结果只有白铁和炒钢两种材料，在材质与制作工艺方面与金元时期其他遗址出土铁器水平相当，但是因为样品数量所限本研究只能部分反映金元时期的钢铁技术发展状况，系统的分析还需要进一步的工作。

本文共鉴定河北徐水西黑山金元时期墓葬出土铁器8件，以农具为主，器物种类和数量均十分有限，并且有个别样品因锈蚀严重而不能准确判定其材质，鉴定结果发现该批样品只有亚共晶白口铁和炒钢两种材料，在材质与制作工艺方面与金元时期其他遗址出土铁器相当，代表了当时的钢铁技术发展状况，系统的分析还需要进一步的工作。

①陈建立、韩汝玢：《汉晋中原及北方地区钢铁技术研究》，北京：北京大学出版社，2007年。

②赵青云等：《巩县铁生沟汉代冶铸遗址再探讨》，《考古学报》，1985年2期。郑州市博物馆：《郑州古荥镇汉代冶铁遗址发掘简报》，《文物》，1978年。

①陈建立、韩汝玢：《汉晋中原及北方地区钢铁技术研究》，北京：北京大学出版社，2007年。

②赵青云等：《巩县铁生沟汉代冶铸遗址发掘简报》，《文物》，1978年。