

DOI 编码: 10. 3969/j. ISSN. 2095 - 4662. 2014. 02. 002

## 再议矿冶遗址的研究、保护与展示\*

陈建立<sup>1</sup> 李延祥<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 北京大学 考古文博学院, 北京 100871; <sup>2</sup> 北京科技大学 冶金与材料史研究所, 北京 100083)

[摘要] 近年来, 国内矿冶遗址的研究、保护与展示无论是在研究方法还是在实践方面, 均取得了突出成绩, 是科技考古研究的一个亮点。文章指出了今后需要在矿冶遗址的文献调研、矿冶遗址田野调查、发掘工作方法和发掘资料的整理、矿冶遗址的价值评估、保护规划、保护技术和展示工作等多方面进一步突破: 1) 整合各类文献资料, 特别要重视考古资料的整理工作; 2) 开展冶金遗存采样问题的规范化研究, 真正建立田野调查和发掘过程中冶金考古研究的多学科联合研究机制; 3) 进一步提高矿冶遗址的保护与展示的技术水平, 为申请世界工业文化遗产提供理论和实践依据。

[关键词] 矿冶遗址; 研究方法; 世界工业遗产

[中图分类号] K878 [文献标识码] A [文章编号] 2095 - 4662(2014)02 - 0012 - 10

### Re - discussion on Research , Protection and Exhibition of Archaeometallurgical Sites

CHEN Jianli<sup>1</sup> LI Yanxiang<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> School of Archaeology and Museology , Peking University , Beijing 100871;

<sup>2</sup> Institute of History of Metallurgy and Materials , University of Science and Technology , Beijing 100083)

[Abstract] The article discusses on the domestic research , protection and display for Archaeometallurgical sites. It points out that outstanding achievements have been made in the field of research methods and practical research in the past several years. The article points out that the research on Archaeometallurgical sites should be strengthened in breadth and depth , which includes the following aspects: 1) the integration of all kinds of documents and materials , special attention should be paid to the archaeological excavated materials; 2) the standardization research on the field work sampling methods , to really set up multi - disciplinary joint research mechanism; 3) to improve the level of protection and display technology of mining , smelting and casting sites , provide theoretical and practical basis for the application of the industrial heritage.

[Key words] Archaeometallurgical sites; research method; the world industrial heritage

从上世纪 50 年代郑州古荥、南阳瓦房庄冶铁遗址和 60 年代侯马铸铜遗址, 到 70 年代的大冶铜绿山遗址等一大批矿冶遗址的发掘和研究工作来看, 前辈学者一直注重对矿冶遗址的考古发掘方法、遗迹判定以及遗物的实验室检测分析等方面的研究, 研究成果也得到了

国际冶金史学界的高度评价。孙淑云、柯俊先生概括出冶金史的研究方法主要有以下几点<sup>[1]</sup>: 文献的收集整理方法, 包括古代文献和近现代地质矿产文献资料; 调查研究的方法, 包括矿冶遗址考察和传统工艺调查; 检测与实验的方法, 包括样品的检测分析和模拟实验;

[收稿日期] 2013 - 11 - 20

\* [基金项目] 国家自然科学基金, 项目编号: 51074010; 国家科技支撑计划“中华文明探源工程——中华文明形成过程中的资源、技术和生业研究”, 项目编号: 2013BAK08B03。

[作者简介] 陈建立(1973—) 男, 副教授, 博士生导师, 博士, 研究方向: 冶金考古、定量考古。

李延祥(1962—) 男, 教授, 博士生导师, 博士, 研究方向: 冶金考古。

综合研究与社会发展史结合的方法;多学科结合的方法。2007年在南京举办的中国文物保护技术协会第五次学术年会上,笔者发表了《古代矿冶遗址的研究与保护》一文<sup>[2]</sup>,提出了矿冶遗址研究与保护的工作思路,指出对矿冶遗址历史和科学价值的充分揭示是保护工作的前提,正确的研究方法及稳定的研究团队是信息提取的基础,而加强矿冶遗址研究、保护与展示的理论 and 实践研究也是十分必要的。近年来,国内外关于矿冶遗址研究和保护工作的考古有了新发现和新成果,在研究方法上也有新趋势,本文结合近几年国内冶金考古的发展现状,提出关于矿冶遗址调查、研究、保护与展示的几点思考。

## 一、矿冶遗址和冶炼技术的文献调研

冶金考古和其他学科一样,传统的方法依然是整理文献。中国具有悠久的史学传统,历代的官修史书、方志和野史等历史文献,《考工记》、《梦溪笔谈》、《大冶赋》、《淑园杂记》、《天工开物》和《滇南矿产图略》等科技典籍,大量金文、碑刻、诗词歌赋、笔记、游记和民间传说等,以及考古及地质工作者完成的考古调查与发掘报告、地质调查资料、环境调查资料等记载了历史上许多冶金技术的信息,如金属矿的产地、开采技术、冶炼技术以及生产流通等等,为了解和研究古代冶金提供了宝贵的资料,兹举几例简要说明。

从商周时期至今,长江中下游地区铜矿开采冶炼活动持续不断,古代文献和青铜器铭文中曾多次提及。《诗经·鲁颂·泮水》载“憬彼淮夷,来献其琛。元龟象齿,大赂南金”;《周礼·夏官·职方氏》和《汲冢周书·职方解》载“东南曰扬州,……其利金锡竹箭”;《周礼·考工记》记载“吴越之金锡,此材之美者也”;《尚书·禹贡》中“淮海惟扬州,……阙贡惟金三品”;伯偃父鼎铭文载“征淮夷,……俘吉金”;曾伯粟簋铭文载“克逖淮夷,印鬻繁汤(阳),金道锡行”。扬州即指今苏皖淮河以南<sup>①</sup>,表明当时南方淮夷地区盛产铜和锡。而在皖南地区的枞阳、繁昌、南陵、铜陵、贵池、青阳、泾县等多个市县,以及江西瑞昌和湖北大冶、阳新等长江沿岸地区发现的数百处古代采矿和冶炼遗址可兹证明。繁汤(阳)位于今淮河以北的河南省新蔡县,可能是当时南北方铜料的集散

地。但关于商周时期江南铜向中原地区的输运路线,需结合考古资料进行研究,建议在两个方面加强研究:一是长江中下游铜矿带地区的矿冶遗址调查、发掘与整合研究,目前安徽、江西和湖北三省的文物考古研究所分别在铜陵、瑞昌和大冶开展的田野发掘工作应能提供大量新资料;二是开展相关冶铸遗物的科技检测工作,尤其是要加强对分布在南北方交流通道上的遗址和墓地出土冶铸遗物的检测工作。

《周礼·考工记》是先秦古籍中重要的科学技术文献。关于《考工记》的成书年代,虽有诸多不同意见<sup>②</sup>,但大多数学者同意郭沫若对清人江永“东周后齐人所作”说法的补充,认为“《考工记》实系春秋末年齐国所记录的官书”<sup>[3]</sup>。然而,有关“六齐”所载青铜合金配制的科学性有较多争论,实质上是对“金”的涵义有不同理解。陈铁梅曾对战国青铜剑的合金元素组成进行统计分析,指出检测结果并不符合“六齐”的记载,但在大的趋势上仍不失其科学性<sup>[4]</sup>。所以,华觉明先生认为在这一问题上应本着实事求是的原则,正视《考工记》作为史料在科学研究中的重要价值,同时也要“如实地把‘六齐’看成是特定历史阶段、特定地区部分青铜器件合金配制的反映,而不能要求它适用于商周时期各个历史阶段的所有地区和所有青铜器件”<sup>[5]</sup>。为此,我们开展了高锡青铜刃具的实验考古工作,以进一步了解这种特殊材料的使用性能和制作工艺。

《汉书·贡禹传》记载了关于冶铸活动与森林过度砍伐造成的生态问题“古者不以金钱为币,专意于农,故一夫不耕,必有受其饥者。今汉家铸钱,及诸铁官皆置吏卒徒,攻山取铜铁,一岁功十万人已上,中农食七人,是七十万人常受其饥也。凿地数百丈,销阴气之精,地臧空虚,不能含气出云,斩伐林木亡有时禁,水旱之灾未必不由此也。”在最近调查的丰都、石柱炼锌遗址群和江西德兴、上高冶炼遗址群以及山西晋城明清时期坩埚炼铁遗址群的结果,也都证实了这一记载。

宋洪咨夔《大冶赋》全文2671字,采用的是中国古代典籍中罕见的“赋”的文体。书中记载了当时饶州等地的金、银、铜的采冶技术和铸钱工艺,是反映古代矿冶史与矿冶技术的重要文献,除采冶工艺以外,该赋还广泛涉及历代矿冶源流、机构设置、管理制度、币制、币政等,具有重要的学术价值<sup>③</sup>。饶州为宋代矿冶重镇,

赋中所记采冶技术多为作者亲历所见,翔实可靠,内容至为丰富,详述了该时期金、银、铜的采选、冶炼技术。其中,《大冶赋》中“黄铜”法记述了有关硫化矿石开采、焙烧、冶炼、提银等全部工艺过程,这是目前我国所见最早记载采用硫化铜矿火法冶炼冰铜和铜的文献。书中记载的水法炼铜中对“浸铜”和“淋铜”进行了区分,从而使宋代其他有关水法炼铜文献中的混淆得以澄清。该赋记载的水法炼铜法,首见于汉代《淮南万毕术》的记载“曾青得铁则化为铜”。曾青是指天然硫酸铜,它是由辉铜矿( $\text{Cu}_2\text{S}$ )或黄铜矿( $\text{CuFeS}_2$ )氧化生成硫酸铜的水溶液,色青味苦,称为胆水。当胆水和铁作用时生成铜的沉淀。这是一种方便经济的炼铜方法,宋代有较大发展。据《宋史·食货志》等记载,北宋时南方采用胆水浸铜的地区共有11个。这一炼铜方法在碑刻中也有记载。张潜(1025—1105年),字明叔,江西德兴人,曾编撰《浸铜要略》献于朝廷,是湿法炼铜史上的重要人物。20世纪70年代,在德兴吴园村农民改土造地时,出土了张氏墓志、行状、墓碣多通,其中,《宋故通直郎致仕赐纷鱼袋张公行状》碑记载,墓主张潜“尝读《神农书》,见胆矾水可浸铁为铜,试之信然。曰,此利川术也,命其子甲献之。朝廷下其法,诸路岁收铜数百万”<sup>[6]</sup>。

2004年以来,我们多次赴重庆丰都、石柱炼锌遗址群进行了田野调查,在调查中发现两个碑刻记载了当地的有关矿冶活动。其一立于石柱都会村至大风门遗址的山道边,记载了清代当地百姓集资修建道路和集市等情况;另一个是老厂坪遗址附近一座清代墓葬的墓碑,记载了来自江西的墓主曾兆谦生前从事采矿和冶炼的情况。

宋沈括《梦溪笔谈》和明宋应星《天工开物》等百科全书式著作中关于冶金术的记载较多,包括癩子甲的制作、炼铁和炒钢的连续生产、灌钢工艺、锌的冶炼、日常金属用具和大型金属器件的制作等等。其中《天工开物》中炒钢技术的记载和图示,给复原古代炒钢技术提供了明确资料,但基于目前的考古资料及实验分析结果,我们尚不能给出令人信服的炒钢判定标准;该书对炼锌技术的记载,在调查与发掘的重庆丰都炼锌遗址中得以验证和丰富。

地质矿产资料的收集整理是文献研究的重要内容,也是矿冶史研究的重要方法之一。迄今,全国各地主要矿区均经过地质矿产调

查,各地收藏的地质调查报告如汗牛充栋,其中不少报告列出了在调查中所发现的遗迹、遗物,有的更详细记录和分析了古代冶金技术。如,于锡猷先生于1940年写的《西康之矿业》中,对生产镍白铜的矿产有如下记载“会理镍矿发现后,即有人用铜矿与之混合冶炼,然不知其为镍,故呼之为白铜矿。人从其带有黑色,又呼之为青矿”。从中不仅可知镍白铜的原料比、冶炼设备,还知道冶炼的中间产物和最终产物以及冶炼步骤。因此,地质矿产资料的收集是系统开展某一地区冶金考古工作的必要前提。

## 二、矿冶遗址田野考古工作的标准化

长期以来,我国文物考古学家与冶金史学者密切合作,对众多矿冶遗址进行系统研究,取得了较大成就。冶金史界比较重视对器物具体冶炼技术与烧制工艺的研究,比如,金相组织结构、烧制温度、成分分析等;考古界则偏重从类型学角度探究器物的形制、纹饰、所属文化类型等问题。冶金考古新的突破口,也许在于对整个冶金活动生产方式和管理模式的研究,空间分析方法对此无疑会有广阔的用武之地。近年来,学界通过对晋南、辽西、河西走廊、岭南、皖南、鄂东和西南地区古矿冶遗址进行田野调查和发掘,以及对矿冶遗物的检测分析,初步探明了各遗址的年代和文化属性,揭示了其冶金技术的内涵、规模和特征,在田野调查、发掘与采样的标准化等问题上有了新认识。

### (一) 矿冶遗址的田野调查

冶金考古田野调查的目的在于发现古代冶金遗存,并通过对这些冶金遗存年代、文化属性、技术状况和空间分布的综合分析,了解古代冶金活动及其背后的生产组织、社会结构和人类行为;通过对这些冶金遗存保存现状的考察,探索这些遗存的埋藏过程和保护方法,为文化遗产的综合管理和保护提供科学依据。因此,针对冶金遗址的空间分布、遗址功能、生产组织、资源使用和产品分配网络、冶金活动与自然环境的关系等问题,进行田野调查是冶金考古的重要工作方法。

冶金考古田野调查方法应严格按照《田野考古操作规程》进行,具体操作方法可根据冶金遗存的特点进行设计。一般而言,冶金考古田野调查内容既要包括矿冶活动所留下的生

活设施和遗存,又要涵盖生产的遗迹遗物,同时遗址的环境也不可或缺。在这一实践过程中,存在较多难点,例如,矿冶遗物与代表遗址文化属性的陶片的共时性问题、矿冶遗址特别是采矿遗址的年代问题、矿冶遗址的范围、矿冶活动与资源环境之间的互动关系等等。要解决这些问题,一方面需要从调查方法的设计入手,以尽可能多的采集相关信息;另一方面,也需大量开展矿冶遗址的田野调查工作,在工作中积累实际经验,建立合乎冶金考古研究的田野调查工作方法。

在无法对遗址进行发掘的情况下,设计科学合理的调查方法,最大限度地提取有效信息,对于现阶段的冶金考古研究具有至关重要的意义。不同的调查采样方法,直接影响样本的代表性。

目前,考古学研究中普遍使用的调查方法包括区域系统调查和专题调查。区域系统调查,又称全覆盖式调查,是以聚落形态研究为目的的考古调查方法<sup>④</sup>。其基本思想是以田野调查为基础,将古代遗存置于一定地域进行综合考察,通过对古遗址赖以存在的内、外环境研究,探讨人与环境的关系、人类行为法则以及文化运动规律<sup>[7]</sup>。专题调查是集中调查某个时段、某个地域或者某种特定类型的文化遗存,其目的性更强,往往是为某项学术课题研究服务的。相比较区域系统调查,专题调查能够在短时间、低成本的情况下,高效率地搜集遗址信息,实现研究目的。

根据矿冶遗址的研究特点,我们建议按照专题调查、系统采样的方法开展工作。

作为景观考古学的基本研究方法,地理信息系统(Geographic Information System,简称GIS)为从宏观角度研究上述问题提供了可能。已有一些学者运用景观考古的方法对冶金遗址进行了考察与分析:英国伦敦大学的研究者运用GIS方法比较了约旦和以色列两处冶铁遗址的异同<sup>[8]</sup>;牛津大学的Pryce和Abrams曾尝试使用Aster卫星遥感影像来探测和辨识东南亚地区的冶铜遗址<sup>[9]</sup>;英国冶金史学会(The Historical Metallurgy Society)在其主页上列出了对矿冶遗址进行调查和勘探的景观考古中经常使用的电阻率、磁化率等地球物理方法<sup>[10]</sup>。

这些案例为冶金考古与景观考古的综合性研究提供了新的思路,显示了两项综合研究的良好态势和广阔前景,但这些研究仍然停留

在方法层面的借鉴和吸收,理论层面的内在结合稍显薄弱。实际上,理论层面的进一步创新和发展也许更值得关注。比如,景观考古学理论的一个热点是讨论区域内景观历史的变迁过程,以及这种变迁背后隐藏的内在动因,而作为能够深刻影响社会文化和生态环境的因素之一,冶金活动无疑是景观历史变迁的重要动力。

秦臻以河南舞钢、西平战国至汉代冶铁遗址群为例,在这方面做了尝试性探索<sup>[11]</sup>。该研究以前人工作为基础,对各冶铁遗址进行系统调查,包括其分布范围、持续时间以及环境要素等;利用实验方法对采集的冶金遗物标本进行检测分析,确定这些冶铁遗址群的冶炼技术以及各遗址的功能;通过GIS支持的景观考古方法,从宏观角度讨论不同功能遗址在景观方面的分布规律;构造土壤侵蚀模型,对该地区大规模冶炼活动与自然环境的互动关系展开探索性研究。该研究涉及以下3个层面:

1) 遗址内研究:以遗址为单位,力图最大限度地挖掘每个遗址内的有效信息。通过田野考古调查和实验室分析,给出遗址大致的年代框架;深入剖析各个遗址的冶炼技术,并对遗址在整个冶铁工业体系中的功能进行判断;研究每个遗址所处的微环境信息(包括遗址附近的坡度、坡向、汇流积累量等)。

2) 遗址间研究:在确定每个遗址具体功能的基础上,借助GIS支持的景观考古学方法,探究在冶铁工业体系中不同功能的遗址在空间分布上的特点,或者说,不同遗址在功能上的差异与其在空间分布上的差异之间有怎样的相关性;另外,尝试构建战国到汉代该地区冶铁工业的组织体系与分配网络。

3) 遗址外研究:该层面的研究属景观考古范畴,主要目的是探究战国秦汉时期该地区大规模、长时间的冶炼活动与周边地区生态环境要素(土壤、植被等)的互动关系。从目前情况看,该地区具有较高的森林覆盖率,土壤侵蚀量较低。然而,当地土壤部门的调查却发现,在遗址附近的丘陵和南部山区附近,分布着较大面积的淡岩黄砂土、砂页岩黄砂土以及各种石渣土,这些土壤均经历过显著的粗骨化过程。而这一粗骨化过程的原因是什么,是否与当时的冶炼活动有关,都是该层面研究需重点关注的内容。

近年来,我们在辽西地区、甘肃河西走廊

和山西的中条山地区开展了大量早期冶金遗址调查工作,其工作方法是在详细收集该地区矿冶遗址资料信息的基础上,结合访谈、实地调查等,对这些地区所有有迹象的遗址开展普查工作,并对有矿冶遗物的遗址进行重点调查、试掘和发掘工作。这一工作系近年来冶金考古田野调查工作的一大收获,也得到了考古界的一定认可。相信随着调查工作的深入,将获得更多关于矿冶遗址与自然环境、水陆交通、城市分布等方面的信息,为探讨冶金技术对社会的影响提供更多科学依据。

## (二) 矿冶遗址的考古发掘与采样

更具年代和冶金信息的考古资料是从田野发掘中获得的。考古地层学和埋藏学是田野考古发掘的理论基础,无论何种田野考古作业方法,均要清楚考古地层形成的原因和过程,并据此讨论人类遗留的物质文化的内涵及古代人类的文化和社会行为。因此,田野考古发掘的进步应该是理念、技术与实践上的同步进步,由此要求考古发掘过程本身需更细致、准确的操作,以获取更多的信息量,而新科技手段的不断引入与应用,又为田野考古发掘获取新材料提供了更多选择,同时拓宽了考古学家的研究思路。国内外冶金遗址的田野考古发掘工作也体现了这一点。

从上世纪50年代以来,郑州古荥、南阳瓦房庄侯马铸铜遗址和大冶铜绿山等一批矿冶遗址的发掘和研究工作取得了重大收获,但必须指出的是,因为种种原因,在发掘资料的刊布方面还有待改进。仅就先秦时期铸铜遗址而言,铸铜遗址的聚落特征、功能区特征及单位属性的判定都极为重要。而以往发表的介绍遗迹单位等材料的文章,按照结构形式大体分为3种:总体概况与全部单位介绍相结合;总体概述与典型举例相结合;仅总体介绍。内容上也出现以下几种情况:有的报告按地层对形制、堆积和出土物以及堆积状况进行详细介绍;有的则未按层位进行介绍;有些报告缺失的内容较多,如仅介绍形制或出土物,或根本没有遗迹单位的介绍。因此,要提升先秦时期铸铜遗址的相关考古学研究,加强所有信息的刊布非常必要。

冶金技术反映了多方面的知识、技艺以及生产管理方式。采样是田野冶金考古工作的重要内容,是根据冶金考古研究的需要,在田野调查和发掘过程中,依据堆积单位和遗迹单

位的形状和性质,采集其中包含的遗物、遗址或堆积本身的过程。田野考古采样工作的实施方案直接决定了田野考古工作获取科学研究信息量的多少,必须作到准确、全面、科学、有效。对于冶金考古研究而言,应鼓励冶金考古实验室工作者全程参加田野考古调查与发掘,根据自身学科背景和独特视角研究冶金遗存地层堆积问题,并与考古学家共同设计有针对性的采样方法和采样内容。

冶金考古的采样种类十分庞杂,包括采矿、冶炼、铸造、锻造和金属制品的使用、流通和废弃等各环节所涉及的样品,如表1所示。原则上各类冶金遗物均要全部采集,而自然遗存则根据研究目的可进行部分采集,但无论是全部采集还是部分采集都需要进行统计学分析。

表1 冶金考古样品种类一览表

遗址类型	采样种类	研究目的
采矿遗址	采矿工具、采矿痕迹、矿石、选矿工具等	采矿技术
冶炼遗址	冶金设施: 炉壁、鼓风管、炉衬、坩埚、烧炭窑、焙烧炉、各类操作工具等	炉型结构、鼓风技术等
	炉料: 矿石、助熔剂、燃料等	冶炼技术等
铸造、精炼或锻造遗址	产品及废弃物: 金属锭(块)、炉渣等	工艺、成分和产地信息等
	冶金设施: 坩埚、熔炉、退火窑、锻造炉、烘范窑、各类操作工具等	炉型结构、鼓风技术等
	原料: 矿石、燃料、助熔剂、金属锭(块)、制范材料、模、范和芯等	合金熔炼、铸造和锻造技术等
其他性质的遗址	产品及废弃物: 金属制品、金属锭(块)、炉渣、金属和炉渣碎屑等	工艺、成分和产地信息等
	金属器具、冶炼和铸造工具、炉渣、炉壁等一切与冶炼有关的材料等	工艺、成分和产地信息等

需要指出的是,冶金考古样品包括但不限于表1所列种类。对于一个冶金遗址而言,我们需要了解其冶金技术,也需要了解冶铸工匠的生活及冶金活动的管理方式,因而,其他种类的样品采集也不可或缺。但是,检测分析样品的选择应是有目的性的,是为解决所要研究的问题而做分析,而不是样品分析得越多越好。此外,分析所用仪

器设备的选择,也是以解决问题为目的,也不是越先进越好。

田野考古冶金遗存的采样技术涉及到多学科交叉的理论和实践,但目前矿冶遗存发掘、尤其是抢救性发掘中,冶金遗存的采样工作得不到应有的重视,产生这种现象的主要原因在于传统考古学与冶金考古缺乏真正的融合。目前常见的冶金考古工作模式是由田野考古工作者在发掘过程中取样后,再将样品送到实验室供冶金考古工作者研究。这样的工作模式会丢失很多信息,从而导致田野考古与冶金考古研究之间的脱节。所以,冶金考古的研究方法和结果要想真正为考古学研究服务,冶金考古工作者必须亲自走向田野,参加田野考古发掘工作的全过程,用自身的优势和独特的观察角度研究冶金遗物的表面分布和地层堆积等问题,并与考古学家讨论,针对性地为结合后的考古学研究和冶金考古研究本身设计不同的取样方法和取样内容。

冶金考古采样包括矿冶遗址调查与发掘过程中的采样和对已出土矿冶遗物的采样,二者间的采样技术有所区别。矿冶遗址调查和发掘过程中的采样包括直接提取法、筛选法、水选法、磁选法、平/柱状剖面采集法5大类。

1) 直接提取法是直接采集遗物的方法,适用于个体较大的或较完整的冶铸遗物的采集。直接采集遗物之前需要记录其空间位置(三维坐标)、向度(遗物摆放的方向和角度)等信息,进行编号和摄影后再提取。

2) 筛选法是使用筛子对遗址文化堆积中的土样进行筛选,主要用于选取其中个体较小的冶铸遗物,这点在《田野考古工作规程》中有详细规定。

3) 水选法又称“浮选法”,可分为轻选法与重选法,两种方法可同时进行。水选后,漂浮于水面的有机质遗存应直接使用筛网轻选收集并阴干;渣子部分做重选收集,阴干后再使用不同网眼规格的筛子筛选,提取其中的遗物。

4) 磁选法是根据一些冶铸遗物具有磁性的性质利用磁铁进行采样的方法,是上述几种采样方法的补充,可获取冶铁遗址中通常被忽略的铁屑和锻造剥片等遗物。

5) 平/柱状剖面采集法的取样对象主要是冶铸遗址内的土壤和沉积物。需根据冶金遗迹分布情况,清理出平面或柱状地层剖面,采集所需数量的土样,然后在实验室完成其他方式的样品采集和分析,其目的是分析判定冶铸遗迹的分布范围和持续时间。

对已出土矿冶遗物特别是金属样品的采样应注意:1) 冶金史工作者必须与考古学者密切合作,共同协商进行样品的选择、制备工作;2) 对于必须取样的文物样品,应尽量在不影响外观形貌的情况下,选择残断处或不影响主要纹饰、形制的地方取样,截取的样品应尽量小而又能满足研究的需要,取样可选用0.1mm的钼丝线切割法进行;3) 在做完实验之后,务必将样品镶回;4) 采样要有代表性,不仅要考虑地域、时间、种类的代表性,也应在技术上有代表性,同时选择的样品应有足够数量。如,对出土的古代钢铁制品不仅要重视兵器、工具、农具的金相学研究,还应重视生活用品的研究。

总之,在矿冶遗址的调查、发掘和采样方法方面,国内的专门性研究较少。最近几年虽然开展了较多的冶金遗址田野调查和发掘工作,但这一过程中多学科联合研究机制尚未真正建立,因此,有必要认真执行《田野考古工作规程》,分别针对矿冶遗址调查中的采样、矿冶遗址发掘中的采样和对金属制品的采样中需要注意的问题,开展冶金遗存采样的规范化研究,并最终建立田野调查和发掘过程中冶金考古的多学科联合研究机制。

### 三、冶金实验考古研究

实验考古学是以详尽客观的考古材料和数据为基础,复原考古材料的生产、使用、废弃和埋藏过程,以帮助考古学家重建某项技术或某一个社会形态,对提高田野考古操作方法、深化对古人行行为的认识以及推动考古学理论研究等方面均具有重要作用。

开展冶金实验考古研究与操作是正确了解古人如何从事冶金活动所必需的手段之一。冶金实验考古产生于20世纪50年代,70年代获得大幅发展,90年代至今,冶金实验考古已成为欧美冶金考古的重要研究方法和研究领域。Tylecote R. F. 在 Timna 遗址的工作是整个冶金实验考古发展的分水岭<sup>[12]</sup>,在这之前冶金实验考古工作开展不充分,之后冶金实验考古获得了突飞猛进的发展,其研究领域有了极大拓展,具体表现在矿石的开采与加工、金属冶炼与铸造、金属制品加工与使用等方面<sup>[13]</sup>。

国外的冶金实验考古工作,在青铜冶炼技术、块炼铁冶炼技术和特殊金属制品复制上曾取得尤为显著的成绩,兹不赘述。

国内北京科技大学冶金与材料史研究所、中国社会科学院考古研究所、中国科学院自然科学

史研究所、上海博物馆、鄂州博物馆、中国科技大学、中国科学院研究生院和中国钱币博物馆等单位开展了许多冶金实验考古的研究工作。

邹友宽、卢本珊等人在湖北大冶铜绿山<sup>[14-15]</sup>和江西瑞昌铜岭<sup>[16]</sup>对商周选矿技术,特别是溜槽选矿法进行了模拟实验研究,认为当时处理贫矿带中的矿石多采用重物选矿法,西周开始对次生富集带中的矿石采用先进的溜槽选矿法选矿,达到了较高的水平。

中国社会科学院考古研究所铜绿山工作队在铜绿山遗址开展了古代炼铜技术的模拟实验。

北京科技大学、中国科学院对早期黄铜冶炼工艺进行了模拟实验。北京科技大学模拟黄铜冶炼的实验证实了冶炼温度在950℃~1200℃用碳还原铜锌混合矿或共生矿都可得到黄铜,而这种冶炼在新石器晚期烧陶技术水平下是可以达到的,所以早期发掘的黄铜锥和片是古人炼铜初始阶段在原始冶炼条件下偶然得到的产物,这一结论对于正确理解冶金技术起源有重大价值;此外,较多学者还对古代的青铜铸造工艺进行了大量复原研究<sup>[17-18]</sup>。

在铜器铸造方面,最早的研究工作始于上世纪60年代初,李济、万家保对1928—1937年殷墟出土的青铜器进行模拟实验研究<sup>[19]</sup>;70年代,华觉明等复原了妇好墓出土的青铜器<sup>[20]</sup>;90年代,谭德睿等研制出与古陶范性能相当的范料,模拟铸造了具有典型技术特征的古青铜器<sup>[21]</sup>;廉海萍在此基础上,模拟铸造了吴越细绳纹类青铜礼器<sup>[22]</sup>;董亚巍、周卫荣、王昌燧等近年来也对青铜范铸技术<sup>[23-24]</sup>进行了复原研究,华觉明、谭德睿、黄金洲等对中国古代失蜡法工艺也进行了复制<sup>[25-26]</sup>。在石范铸造技术<sup>[27]</sup>、铸钱工艺<sup>[28-29]</sup>、铜镜铸造<sup>[30-31]</sup>和相关的计算机模拟<sup>[32]</sup>等方面,学者也做了大量的工作。

国内外已开展的冶金实验考古工作,解决了一批古代冶金技术问题,但研究方法和内容上仍存在局限性。例如,目前的实验考古过多的集中在对技术和工艺的复原,忽视了技术以外人的活动,这可能与大多数模拟实验是由科技史学者或者科技考古工作者开展有关,缺少考古学家参与的冶金实验考古在某种程度上无法深入解决这些问题。

因此,一方面,实验考古工作者应当从实验室“走出去”,关注技术的同时,寻找技术背后的社会和文化因素,在搞清楚技术问题后,更多地探讨人与社会的互动,或许能够帮助解决一些目前技

术本身不能解释的考古学问题;另一方面,考古学者可以参与或组织实验考古活动,将在考古发掘过程中无法解释的问题由实验考古模拟出来,塑造假设或模型并判断其合理性。

同时,目前国内的冶金实验考古工作主要集中于铜器铸造工艺方面,其他冶金技术的实验考古研究较少,不利于复原和展示中国古代冶金技术和生产的全貌。以生铁和生铁制钢技术体系为例,研究表明,自战国开始该技术体系成为中国钢铁技术发展的主流,极大的推动了古代生产的进步和社会的发展,是一项伟大的发明创造,然而,目前我们对于高炉炼铁、生铁铸造、退火和制钢等多个环节仍然处于实验分析和初步的理论验证阶段,尚未进入到实践验证理论的阶段,不利于我们充分了解古代的钢铁生产和人类的冶金活动,不得不说是个巨大的遗憾。因此,未来要突破在研究内容上的局限性,在原始炼铜技术、生铁冶炼及铸造、生铁制钢、金属制品使用性能以及技术以外人与社会的活动(如,冶金活动的组织、产品的流通和使用)等方面开展工作<sup>[33]</sup>。

最后,对于如何从冶金实验考古中了解古代冶金活动背后人的作用,仍然是一个空白,这也是用实验考古方法解释考古学问题的难点之一。产生这个问题的原因有多种,其中,缺乏相关考古材料、无法为重建古代冶金提供有效参数是重要原因之一,因此还需开展民族学和传统工艺方面的调查。同时,要从科学技术史、科学哲学、社会学、心理学等学科的理论和方法中汲取营养,多学科的结合是开拓实验考古研究方法和解决相关问题的重要途径;将现代科学技术手段用于复原古代社会,为解决考古学问题提供参考和依据。当然,在考古实践中如果能主动运用实验考古手段,例如,在冶金遗址发掘的同时对遗址进行全方位模拟,或许可帮助解决相关考古学问题。

#### 四、矿冶遗址的保护与展示

发现和发掘的大批古代矿冶遗址是工业遗产的重要组成部分,对其进行正确的保护和充分的展示是应有之义。注重考古发掘、保护和复原展示,积极开展实验考古研究,推动公众考古发展,是目前考古学的真实写照。中国考古学自上世纪50年代以来,始终倡导“为历史、为人民”的价值观。1984年苏秉琦先生指出中国考古学的两个主要特点:“一是它同各门学科(包括自然科学和社会科学)的互相渗透。”“二是要面向社会。就是面向人民群众,面向未来。”1987年他又指

出“考古不再是少数人的专业,它将越来越大众化,真正成为人民的事业。”以文物的发现、保护、利用、传播为核心的一系列实践性公众考古学活动,与西方公众考古学理念是一致的。近年来,考古界开展的公众考古活动较多,并成立公众考古研究机构,召开相关学术会议,取得了较好效果。矿冶遗址的研究、保护与展示工作正体现了这一发展趋势。

国际上关于矿冶遗址保护的条款主要体现在3个国际公约中,分别是《威尼斯宪章》、《保护世界文化和自然遗产公约》和《有关工业遗产的下塔吉尔宪章》。这些宪章和公约为矿冶遗址的保护提供了可靠依据和切实可行的保护准则<sup>⑤</sup>。截至目前,已列入世界遗产名录的60处工业遗址(包括工业城镇、工业景观、交通设施、矿冶工业及相关水利水运设施、制造加工等多种类型)中,矿冶工业及相关遗址有22处——美洲的波多西城、瓜纳华托古镇及周边矿区和古萨卡特卡斯银器加工中心,欧洲的恩格斯堡铁矿场、铁桥峡谷、弗尔克林根铁矿场、布莱纳文工业景观和法伦铜矿山采矿区、日本的石见银山炼银遗址等。这些工业遗产保护与展示可总结为4种经典模式<sup>⑥</sup>:

- 1) 原生态保护模式,以日本石见银山遗址为例,对遗址不加以大规模改造而原样保存;
- 2) 原址改建主题博物馆模式,以英国铁桥峡谷为例,将矿冶遗址原址保留后建成主题博物馆;
- 3) 大规模改造模式,以德国鲁尔盖尔森基辛德炼钢厂为例;
- 4) 景观公园模式,以德国鲁尔泰森钢铁公司旧址为例,对遗址进行必要的生态修复和规划后建成景观公园。

这些实践工作极大地丰富了矿冶遗址保护与展示的理论研究。

日本石见银山银矿遗址在申遗过程中,经历了漫长而精致的保护过程。自停止采矿冶炼活动之后,日本政府、学术组织、民间团体和当地民众开始对该遗址进行研究和保护工作,1969年到2008年期间,多处遗产被指定为国家文化财(类似我们的全国重点文物保护单位),并设立专门的石见银山遗迹保存管理委员会,对遗址进行管理和研究。在保护和展示中,注重原生态的保护与利用,限制过度的旅游开发,将采矿遗址、城堡遗址、历史街道、古建遗迹和交通设施作为一个整体的生态历史文化保护区。终因“采矿与自然环境和谐相处”的理念、有效的保护设施和扎实的

研究工作,石见银山银矿遗址于2007年被列入世界文化遗产名录。

日本的传统踏鞴(たたら)冶铁制钢工艺曾生产出大量高质量的钢制品,为研究和复原这一古老技术,日本踏鞴研究会不仅对日本古代炼铁技术进行系统调查与考古发掘,也对中国和韩国的古代冶铁遗址进行考察,并根据这些考古资料,组织冶铁实验考古研究。他们从矿石、燃料、鼓风、炉型结构、冶炼流程等多方面,严格按照古代技术状况进行模拟,以揭示更多关于古代炼钢技术的信息,完成多种形式的公众展示,在学术界和社会公众中反响较好。

从上面的讨论中可以看出,对矿冶遗址历史和科学价值的充分揭示是保护工作的前提,而正确的研究方法又是信息提取的基础。考虑到矿冶考古研究涉及采矿、冶炼、铸造、历史、考古等多个领域,因此,对矿冶遗址的研究既需要运用历史文献学、考古地层学、类型学、民俗学和民族学等人文社会科学的研究方法,也需要采用环境、地质、矿业、冶炼、铸造、压力加工、腐蚀与防护、理化分析和年代测定等自然科学的技术与方法。

根据最近几年的工作经验,我们对古矿冶遗址的研究和保护工作有一些深刻体会。

首先,需要确定正确的研究方向和研究重点,构建稳定的研究团队。目前,全国各地已发现古矿冶遗址数千处,但限于研究经费和研究人员的限制,只能对确定具有重要学术意义的遗址进行系统调查研究,将工作做好、做透。目前,国内已经形成几个稳定的冶金考古研究小组,主要研究内容集中在中国冶铜技术起源、冶铁技术早期发展和炼锌技术的发明等具有较大的考古价值和科学价值的古矿冶遗址方面。相信通过古矿冶遗址的田野调查和实验室研究建立起的冶金技术发展序列,能够为中华文明起源与早期发展等研究提供可靠的科学资料。

其次,还要有合理的研究方法。古矿冶遗址研究是集多学科为一体的综合研究,所以在研究方法上要有选择。成熟方法要推广使用,更应深入发展,新的方法也要引入。例如,关于古代金属矿料来源研究,目前应用较多的是铅同位素比值和微量元素分析方法,尽管有所争议,但取得的成绩同样有目共睹,在深入发展的基础上引入新的手段或思路是必要的。

最后,在对古矿冶遗址的科学价值进行研究的同时,相应的保护研究应同时展开,只有这样才



能更好地促进遗址的长久保护。事实上,我们在田野考察中也贯彻了这一思路。

在调查研究中发现,我国古矿冶遗址的保护有较多问题:一是大多数矿冶遗址没有强有力的管理机构和管理人员,有些国保单位仅仅只有一块石碑,导致一些重要遗址不断被自然或人为破坏;二是缺乏完善或切实可行的遗址保护建设规划,在已调查的大部分矿冶遗址中,有保护规划的只是少数;三是遗址保护与经济发展、环境保护的矛盾比较突出,因为大部分矿冶遗址仍处于现代矿山之中,具有较大的开采价值和经济效益,一些不法矿主的私挖盗采使遗址的保护受到严重威胁,由于处于矿区,遗址附近的环境质量也不佳。针对这些情况,我们认为,应该在完善管理体制的同时,充分发挥媒体、学校和管理机构的宣传、教育及监督功能,提高政府、普通民众的文化遗产保护意识;在编制有操作性的保护规划的基础上,注重现实和历史环境的复原与保护的整体保护方式;根据历史背景、采冶流程等自身特色,创造公众多方位参与的途径和方法,按照保护为主、抢救第一的原则,加强对古矿冶遗址的科学开发。

在调查研究中还发现,对近现代矿冶遗址的研究和保护方面存在的问题更多,由于受“详远而略近”观念的影响,对这方面重视程度不够,导致研究和保护工作较为薄弱。幸运的是,目前这种情况已得到国家有关部门和社会各界的重视。国家文物局对工业遗产的研究保护工作发出特别通知,有计划地组织开展相关研究和保护工作,并以“博物馆日”和“文化遗产日”等活动为契机,大力宣传工业遗产的价值,促进了社会各界对工业遗产的认识,取得了较好效果。国土资源部通过建设国家矿山公园的工作,使具有重要保护价值、观赏价值的矿冶遗迹得到保护和科学的开发利用。我们相信,随着研究与保护工作的深入开展,会有更多的研究成果、更成功的保护案例出现在工业遗产的研究与保护工作中。在矿冶遗址的保护与展示方面,我国拥有数量众多、历史悠久、技术体系完整的矿冶遗址,尽管其保护的难度较大,特别是当经济发展与遗址保护相矛盾时,保护工作遇到的阻碍更多,因此,相关的保护技术和措施更有待进一步提高,但在保护与展示方面也有较多的成功案例,如,安徽铜陵和湖北大冶铜绿山矿冶遗址的保护与展示工作,在当地的文化建设中就起到了重要作用。遗憾的是,迄今为止,我国尚无一例矿冶遗址被列入世界工业遗产名单,这也

说明了我们工作的不足。因此,系统总结矿冶遗址研究、保护与展示的经验与教训是十分必要的。

### 注 释

- ① 参见裘士京《江南铜研究——中国古代青铜铜源的探索》,黄山书社,2004年,第42-43页;唐杰平《安徽古代铜矿考古的回顾与思考》,《文物研究》,2005年,第14期第123-133页。
- ② 参见:1963年《文史》第3辑,陈直认为《考工记》有楚人所附益;2002年国立台湾大学出版中心《中国科学史论集》,其中,刘广定的2篇文章《从钟鼎到鉴燧——一六齐与〈考工记〉有关的问题试探》(第223-239页)、《从车轮看考工记的成书年代》(第241-254页)认为,《考工记》中与铜器有关的部分依汉人观点写成或至少使人怀疑这部分的内容在汉代曾为人所损益。
- ③ 参见:1986年上海科技出版社《科技史文集(13)》(第131-142页);黄盛璋文《宋代冶金技术初探》;1992年第4期《中国冶金史料》李延祥文《冶金史上的奇篇——〈大冶赋〉》;1991年吉林教育出版社《科技文献钩沉译评》中田育城、李素祯文(第45-50页);1996年第4期《中国科技史料》中华觉明、游战洪文《〈大冶赋〉句读及解释商榷》。
- ④ 参见2002年第5期《考古》中,方辉在《对区域系统调查法的几点认识与思考》中认为,近年来在中国进行的区域系统调查包括:伊洛河流域考古调查、颍河上游考古调查、山东两城镇考古调查、赤峰半支箭河地区考古调查、成都平原考古调查等。
- ⑤ 参见《下塔吉尔宪章》: Conservation of the industrial heritage depends on preserving functional integrity, and interventions to an industrial site should therefore aim to maintain this as far as possible. Preservation in site should always be given priority consideration. The adaptation of an industrial site to a new use to ensure its conservation is usually acceptable except in the case of sites of especial historical significance. New uses should respect the significant material and maintain original patterns of circulation and activity, and should be compatible as much as possible with the original or principal use. Continuing to adapt and use industrial buildings avoids wasting energy and contributes to sustainable development. Interventions should be reversible and have a minimal impact.
- ⑥ 此处系北京科技大学博士生刘海峰查询和提供的资料。

## 参考文献

- [1] 孙淑云 柯俊. 冶金史研究方法的探索[J]. 广西民族学院学报(自然科学版) 2004(2).
- [2] 陈建立 李延祥. 古代冶金遗址的研究与保护[A]. 中国文物保护技术协会. 中国文物保护技术协会第五次学术年会论文集[C]. 北京: 科学出版社 2008.
- [3] 郭沫若. 考工记的年代与国别[M]//天地玄黄. 上海: 上海大孚出版公司, 群益出版社, 1950: 605.
- [4] 陈铁梅. 定量考古学[M]. 北京: 北京大学出版社 2005: 283.
- [5] 华觉明. 中国古代金属技术——铜和铁的文明[M]. 郑州: 大象出版社, 1999: 283.
- [6] 陈定荣. 德兴张氏世家的两方碑碣[J]. 江西文物, 1991(1).
- [7] 社科院考古所, 美国明尼苏达大学. 洹河流域区域考古研究初步报告[J]. 考古, 1998(10).
- [8] H. Veldhuijzen, T. Rehren. Slags and the city: early iron production at Tell Hammeh, Jordan, and Tel Beth - Shemesh, Israel [A]. LaNiece, S and Hook, DR and Craddock, PT, (eds.) Metals and Mines Studies in Archaeometallurgy [C]. London: Archetype/British Museum. 2007. 189 - 201.
- [9] T. Pryce, M. Abrams. Direct detection of Southeast Asian smelting sites by ASTER imagery: technical issues and future perspectives [J]. Journal of Archaeological Science, 2010, 37 (12): 3091 - 3098.
- [10] G. McDonnell. The Historical Metallurgy Society Archaeological Datasheet 4: Geophysical techniques applied to early metalworking sites; Tim Young. The Historical Metallurgy Society Archaeology datasheet 103: Geophysical techniques for metalworking sites [EB/OL]. <http://hist-met.org/resources/datasheets.html>. 2014-01-02.
- [11] 秦臻. 舞钢、西平地区战国秦汉时期冶铁遗址研究——从微观到宏观[D]: [硕士论文]. 北京: 北京大学 2011.
- [12] Wynne E. J., Tylecote R. F. An experimental investigation into primitive iron smelting techniques [J]. Journal of iron and steel institute, 1958, 190: 339 - 348.
- [13] 刘海峰 陈建立 潜伟, 等. 冶金实验考古初探 [J]. 中国国家博物馆馆刊 2012(9).
- [14] 卢本珊. 商周选矿技术及其模拟实验 [J]. 中国科技史史料, 1994(4).
- [15] 邹友宽, 卢本珊. 中国先秦溜槽选矿法模拟实验研究 [J]. 湖北师范学院学报(自然科学版) 1993(3).
- [16] 邹友宽, 卢本珊, 刘诗中, 等. 铜岭西周溜槽选矿法模拟实验研究 [J]. 东南文化, 1993(1).
- [17] 北京钢铁学院冶金史组. 中国早期铜器的初步研究 [J]. 考古学报, 1981(3).
- [18] 凡小盼, 王昌燧, 周卫荣. 中国早期黄铜冶炼工艺模拟实验研究 [J]. 中国钱币 2011(3).
- [19] 李济, 万家保. 殷墟出土五十三件青铜容器的研究 [J]. 古物研究专刊, 1972(5): 19 - 21.
- [20] 华觉明. 中国古代金属技术——铜与铁造就的文明[M]. 郑州: 大象出版社, 1998.
- [21] 谭德睿. 中国青铜时代陶范铸造技术研究 [J]. 考古学报, 1999(2).
- [22] 廉海萍, 谭德睿, 徐惠康, 等. 吴越细绳纹类青铜礼器成形技术研究 [J]. 文物保护与考古科学 2004(11).
- [23] 董亚巍. 西周早期圆形尊的范铸模拟实验 [J]. 中原文物 2010(1).
- [24] 何薇, 董亚巍, 周卫荣, 等. 商前期青铜斝铸造工艺分析与模拟实验研究 [J]. 南方文物, 2008(4).
- [25] 李元芝, 张方涛, 陈洪良, 等. 中国早期失蜡铸件——许公宁蟠虺纹透空饰件的复制研究 [J]. 特种铸造及有色冶金 2010(2).
- [26] 黄金洲. 曾侯乙尊盘采用失蜡法工艺铸造毋庸置疑 [J]. 江汉考古 2008(4).
- [27] 王楚栋, 董亚巍, 王金华, 等. 中国古代石范铸钱模拟实验研究 [J]. 中国钱币 2003(1).
- [28] 董亚巍, 施继龙, 周卫荣, 等. 萧梁钱币铸造工艺模拟实验 [J]. 文物保护与考古科学 2006(2).
- [29] 李迎华, 董亚巍, 周卫荣, 等. 汉代铜范铸钱工艺及其模拟实验 [J]. 中国钱币 2005(2).
- [30] 张少均, 秦颖, 董亚巍. 西汉星云镜铸造工艺模拟实验 [J]. 江汉考古 2010(4).
- [31] 董亚巍. 古代“透光镜”产生的原理及其复制研究 [J]. 江汉考古 2002(3).
- [32] 廉海萍, 杨戈涛. 汉代铸钱过程的计算机模拟实验 [J]. 文物保护与考古科学 2010(3).
- [33] 刘海峰 陈建立 潜伟, 等. 冶金实验考古研究初探 [J]. 中国国家博物馆馆刊 2012(9).

(责任编辑 陈咏梅)