

# 论宋代胆铜法炼铜工艺\*

裘士京

(安徽师范大学历史系 安徽芜湖 241000)

The production of dantong (copper produced by dipping iron in the solution of bluestone) was an unique invent by ancient Chinese people. It was widely used in the manufacture field and to a large extent alleviated "copper shortage". This paper focuses on the flow of dantong producing technics and the spread development in Song dynasty.

Key Words Song Dynasty Danton Production Copper - making Technics

**内容提要** 胆铜法炼铜是古代中国劳动人民的一项独特的发明,是现代水法冶金的先声。宋代将胆铜炼铜工艺大规模应用于生产领域,在很大程度上缓解了“铜荒”。宋代人还撰写了有关铜冶史、矿冶技术方面的重要理论性文献《浸铜要略》和《大冶赋》。

**关键词** 宋代 胆铜法 冶铜 工艺

中图分类号 K876.41

文献标识码 A

胆铜炼铜工艺又称胆水浸铜术或“湿法”炼铜。所谓“胆水”是指天然含有硫酸铜的泉水,把铁片浸在胆水中,利用元素活性的不同置换出铜来,这种被称之为水法炼铜的技术汉代已有记载,但大规模用于生产领域,是在宋代实现的,这是宋代提高铜产量的重要技术措施,在一定程度上缓解了当时令朝廷深感头痛的“铜荒”。胆铜法炼铜是中国古代除了传统火法冶炼铜之外又一种方法,是现代水法冶金的先声。

## 一 宋代胆铜法炼铜的工艺流程

宋代铜冶技术的进步,主要体现在胆铜生产法的应用。这种方法的主要原理是利用金属铁比铜的化学性质活泼,将铁放入含有铜的化合物(如硫酸铜)的溶液中发生置换反应,将铜置换出来,生成硫酸亚铁和铜。然后将铜刮下来,再经过提炼获得铜锭。这就是古代记载上的“胆铜法”,是古代中国劳动人民的一项非常独特的发明。胆铜法应用于生产上,大约始于唐末五代,盛于宋代。

胆水即天然硫酸铜液体,其味酸苦,故名之胆水。胆矾是硫酸铜的俗称,它的形成是天然的硫化铜长期与水的接触、浸泡、淋洗的结果,在南方铜矿区胆矾有较大的储存,比较容易获得。张子高在

《中国化学史稿》中指出:“曾青又有空青、白青、石胆、胆矾等名称,其实都是天然的硫酸铜,它是从辉铜矿或黄铜矿与潮湿空气接触所形成的”<sup>[1]</sup>。

史称北宋初年信州(今江西上饶市)有胆水,出观音石,可浸铁为铜。北宋中叶以后,试验性生产的纪录渐渐多了起来。不久,胆水浸铜法在冶铜业中迅速推广。绍圣年间(1094~1097年),信州铅山场最早采用胆铜法进行工业生产,所谓“铅山兴利首鸠僝功”。宋人游经自述说,他在任提举江淮等地铜官时,发现有11个地方产胆水,其中韶州岑水场、信州铅山场和饶州兴利场这三处已经用胆铜法来生产铜。

胆铜法生产工艺和过程是:“浸铜之法,以生铁锻成薄片,排置胆水槽中浸渍数日,铁片为胆水所薄(贴近),上生赤煤,取刮铁煤入炉,三炼成铜。大率用铁二斤四两,得铜一斤。饶州兴利场、信州铅山场各有岁额,所谓胆铜也”<sup>[2]</sup>。硫酸铜与铁发生化学反应,生成硫酸亚铁,而将铜分解出来,“上生赤煤”,就是铜的沉淀。这是世界上最早的水法冶金技术,由于原料简便易取,无须开挖矿井,因此成本低廉,兴办容易,为利厚博,所以在北宋晚期得到迅速推广,铜的产量也急剧上升。生铁薄片

收稿日期 2005-04-20

\* 本文为安徽省哲学社会科学项目《考古新发现与皖南古代社会研究》内容之一,编号 AHSK03-04D29,主持人裘士京。

在胆水中浸泡的时间,视胆水含铜浓度的大小而定,有5日、7日、10日不等。而胆水含铜浓度的高低则全凭工匠口尝胆水的苦涩程度来决定。在这方面,工匠的经验最为丰富。宋人洪咨夔《大冶赋》记载:“辨以易牙之口,胆随味而不同,青涩苦以居上,黄醯酸而次中。监以离娄之目,泛浮沅而异容,赤间白以为贵,紫夺朱而弗庸”<sup>[3]</sup>。工匠的丰富经验,当来自他们长期的实践和摸索。

实际上早在西汉刘安(公元前179~公元前122年)所著的《淮南万毕术》中就记载:“曾青得铁则化为铜”,这是我国最早关于金属置换知识的记录。这是早期炼丹家在实践中获得的知识。东晋炼丹家葛洪在其《抱朴子·内篇》中提到:“以曾青涂铁,铁赤色如铜,……此皆外变而内不化也”。所谓“外变而内不化”,是指在铁的表面附上了一层反应后的铜,外面变化了而内部没有变化。

## 二 胆铜法在宋代的推广

胆铜分用胆水浸铜和胆土炼铜两种。宋人有记载说这个方法是偶尔发现的,周《清波杂志》卷十二之《胆水胆土》中记载:“信州铅山胆水自山下注,势若瀑布,用以浸铜,趾冶是赖,虽干溢系夫旱涝,大抵盛于春夏,微于秋冬。古传一人至水滨,遗钥匙,翌旦得之,已成铜矣”。

《读史方舆纪要》对江西饶州德兴县铜山、铅山县等地的胆铜有详细记载。铜山在德兴县北三十里,“唐置铜场处。山麓有胆泉,亦曰铜泉。土人汲以浸铁,数日辄类朽木,刮取其屑,锻炼成铜”<sup>[4]</sup>。北宋元祐元年(1086年)在饶州设立兴利场,每年收胆铜定额为5万余斤,至政和五年(1115年),因“雨多泉溢,所浸为最多”<sup>[5]</sup>。当时德兴铜矿的生产规模很大,有32泉,113沟之说,该矿到明初仍在生产。铅山县铜宝山在“县治西南。石窍中胆泉涌出,浸铁成铜。……宋建隆三年置铜场。……锁门山在县西七十里,山谷险仄,昔时胆水出此,其或涌自平地,或出自石罅。《神农》本草云:‘胆水能化铁为铜’。宋时为浸铜之所,有沟漕七十七处。兴于绍兴四年,更创于淳熙八年,至淳祐后渐废。……积水为池,随地形高下深浅,用木板闸之,以茅席铺底,取生铁击碎,入沟排砌,引水通流浸染,俟其色变,锻之则为铜,余水不可再用。县之胆水多自山下注,势若瀑布。随天旱潦而有涸溢,大抵盛于春秋而微于秋冬,后水流断续。浸铜颇费工力,凡古坑有水处曰胆水,无水处曰胆土。胆水浸铜,工省利多,胆土煎铜,工费利薄。水有尽,土无穷,官亦兼收其利”。相传此法因饶州张甲言而始,时兴时废,直到元世祖至元十二年,终因坑冶所得不偿失而停办。

《宋史·食货志》记载,宋代工匠已经在生产

中大规模应用胆铜法炼铜。这一方法既不需要高温冶炼设备,而且操作简单,就地取材方便,投资不多,可以有效地利用贫矿,成本较低,铜的成色也好,所以很快为铜矿产区所推广应用。据《宋会要辑稿·食货》三十四:“徽宗建中靖国元年(1101年)以宣德郎游经提举措置(经办)江、淮、荆、浙、福建、广南铜事。先以忧去官(因丁忧去职),至是服阕自言:‘昨在任日,常讲究有胆水可以浸铁为铜者,韶州岑水(今广东翁源县北)、潭州浏阳(今湖南浏阳县)、信州铅山(今江西铅山县)、饶州德兴(今江西德兴县)、建州蔡池(今福建建瓯县附近)、婺州铜山(今浙江金华县南二十里)、汀州赤水(今福建长汀县附近)、邵武军黄齐(今福建邵武县附近)、潭州矾山(今湖南长沙市附近)、温州南溪(今浙江永嘉县附近)、池州铜山(今安徽泾县西南)凡十一处。惟岑水、铅山、德兴已尝措置,其余未及经理’。这是游经以丁忧去职后的事,因十一处产地只有三处开始生产胆铜,所以朝廷再次任命其总管江南铜事。又载:“崇宁元年(1102年)户部言游经申(报告):‘自兴置信州铅山场胆铜已来,收及八十九万八千八百九十九斤八两,每斤用本钱四十四文省,若制扑胆铜铸钱,每一贯省六百文,其利厚重。自丁忧解职之后,皆权官时暂监管,致今胆铜十失五六。今再除职事以来,自今年正月至九月二十日终,已收胆铜一十七万二千一百二十三斤八两。然亦合行措置(符合规矩的经营),古坑有水处为胆水,无水处为胆土,胆水浸铜,工少利多,其水有限,胆土煎铜,工多利少,其土无穷。措置之初,宜增本减息,庶使后来可继。胆水浸铜,斤以钱五十为本,胆土煎铜,斤以钱八十为本,比之矿铜,其利已厚,若从上次宽立本钱,所贵铜课增羨。偷盗胆铜与私坏胆水,或坑户私煎胆铜,乞依绍圣五年敕文约束,从之’”<sup>[6]</sup>。

韶州岑水、潭州浏阳、信州铅山三场与饶州兴利场是古代四大胆铜生产基地,有其共同的特点,《中国古代矿业开发史》认为它们都有巨大的铜硫矿体或矿带位于地下水水面之上,矿区内地形陡峻,沟谷发育,主矿体被切割暴露于断裂破碎带,围岩为硅酸盐岩或砂卡岩化灰岩。宋代的十几个胆铜矿区都分布于我国南方的广东、江西、安徽、福建、浙江等省,与南方多雨潮湿气候有关。因为胆水“随天旱潦而有涸溢。大抵盛于春夏,微于秋冬”。如遇“雨多泉溢”,则“所浸为最多”。而北方祁连山和中条山两处也具备“胆铜矿床”的基本特征,但气候干旱,氧化条件特殊,难于形成生产规模的胆铜矿<sup>[7]</sup>。

以韶州岑水为例,据《宋会要辑稿·食货》三

十四“至和二年(1055年)诏三司“韶州岑水场铜大发,其令转运司益(增加)募工铸钱””。韶州岑水场在今广东曲江县,该地的铜矿早就开采,这一年是“大发”,即发现了铜矿集中蕴藏区,应是指该场铜资源丰富,且易于开采,产量激增。《元丰九域志》卷九载“韶州曲江岑水三锡场、巾子一铜场...”。从至和二年至元丰元年产量逐年上升,达到超记录的1280多万斤,超过1000万斤定额280万斤。此后又大幅度下降,南宋绍兴三十三年(1162年)前,其年产量已下降至400万斤(包括80万斤的胆铜),到乾道年间(1165~1173年)年产量不及10万斤,其中胆铜占九成,成为以生产胆铜为主的基地。

生产胆铜需要大量的生铁做原料,“大率用铁二斤四两得铜一斤”<sup>[8]</sup>。乾道元年(1165年)李大正建议按照胆水的浓度,把生铁发给坑户,然后按照发给生铁的数量,计算成本,收回胆铜。乾道年间岁产生铁88万斤,全部分配给各地的胆铜场供浸铜用。

上述11处中包括池州铜山和铜陵利国山。据《舆地纪胜》卷二十二记载“利国山在铜陵,以水浸铁烹铜,泉源虽冬夏不竭”,胆铜法炼铜的关键是天然含有硫化铜的泉水是否丰富,从这条资料看利国山的泉水资源不受季节的影响,应该是相当充沛的。利国山即今铜官山。另据《宋会要辑稿·食货》记载,南宋绍兴年间铜陵产胆铜1389斤,乾道二年产胆铜485斤,数量不是太多,这可能与两宋之际的战乱有关。铜陵地区因长期开采,浅层矿床大都开采殆尽,所以出现“岁久铜乏”“场监俱废”的局面。

南宋末年,官场腐败,积弊丛生,视察的官吏祸害地方,致使产铜区“有力之家,悉从辞避。坑源废绝,矿条湮闭”。偶有自筹资金开工者,未获其利,又常有流氓滋事,视察的官吏,乘机盘剥,不及时支付本钱,终致坑冶全废。

### 三 《浸铜要略》和《大冶赋》

宋代胆铜冶炼技术不仅仅停留在生产实践上,而且已有理论性的书籍,这是非常难能可贵的。宋哲宗时期(1086~1100年),江西德兴吴园人张潜(1025~1105年)根据前人长期经验总结出一套胆铜法工艺流程,撰写成《浸铜要略》。张潜令其子张甲将书献给朝廷,宋廷如获至宝,朝廷颁行此法,在全国各铜矿大规模采用,效益明显。

元末明初危素为此书作《浸铜要略序》,称赞此书所述胆铜法具有“用费少而收功博”的优点。可惜的是这部著作现已失传,有《浸铜要略序》保留在《危太仆文集》中。1996年江西德兴张氏的世

居之地——吴园村发现了张潜墓行状碑。该碑青石质,144厘米见方,厚15厘米,碑文纵59行,行64字,计3600字。张潜碑撰刻于北宋大观元年(1107年)三月,碑文由承议郎知邵武军管勾学事兼管内劝农事骑都尉,后知处州,通议大夫万如石撰写,这一史料应说是十分可靠的。碑文记载张潜“尝读《神农书》,见胆矾水可浸铁为铜,试之信然。曰:‘此利国术也’,命其子甲献之,朝廷下其法,诸路岁收铜数百万”。说明张潜从流传下来的《神农本草经》一书的记载中获得对胆铜法的认识,经过自己的试验后写成《浸铜要略》一书,嘱其子张甲上交朝廷,这之后胆铜法才得以推广开来。其对古代炼铜事业的重大贡献,值得认真研究<sup>[9]</sup>。

元代,张潜的后裔又将该书献给朝廷,但因情况有变获利甚微,遭到封杀。宋崇宁二年(1103年),全国胆铜产量每年100万斤,占当时铜总产量的二成。据《宋会要辑稿·食货》及蔡京为政,大观(1107~1110年)中,岁收铜乃660余万斤,比祖额亏40万斤。内旧场460余万斤,胆铜100余万斤,石铜70万斤,新场30万斤。北宋末年,南方各地胆铜产量已达铜总收入的15%。南宋铜的总产量急剧下降,胆铜产量也明显下降,但在总额中的比例却上升。南宋乾道年间(1165~1173年)铜的年收入量降至263169斤,相当于总额的三分之一强,而其中胆铜达221665斤,不足大观年间的四分之一,但约占总收入量的八成强。浸铜生产的发展,一度成为南宋铜的重要来源。

近年在徽州《星源甲道张氏宗谱》中又发现新的《浸铜要略序》和《浸铜要略后序》,为冶金技术史研究填补了部分空白,这两篇序言证明《浸铜要略》在绍圣元年(1094年)前后已定稿,这是张氏几代人的科学实验的成果,此书的执笔者是鲜为人知的张磐<sup>[10]</sup>。

曾在江西饶州任职的宋代学者洪咨夔(1175~1236年)曾用骈文撰写《大冶赋》,这是中国古代典籍中十分罕见的有关矿冶史、矿冶技术方面的重要文献。饶州是宋代重要的铜采冶基地,是四大铜监之一的饶州永平监所在地,作者耳濡目染,亲见亲历,以文学的形式为后代留下了详实可靠的史料。《大冶赋》全文2710字,其内容涉及宋代金、银、铜矿的采选、冶炼、运输、储存和铸钱工艺等内容,还广泛涉及历代矿业源流、机构设置、管理铸币和币政等。其中还提到浸铜法、火法冶炼和淋铜等工艺,是研究中国古代矿冶史、钱币史、铸钱工艺等方面的珍贵文献<sup>[11]</sup>。

据报道,被称为千古奇文的《大冶赋》的有关研究取得重大突破,在不久前出版的大型学术刊



物《国学研究》第四卷上,发表了由清华大学科技史暨古文献研究所完成的长篇论文——《大冶赋》考释与评述,该论文宣告《大冶赋》研究取得重大突破。由于这篇文章以赋体形式写成,文辞典雅难通,加之用典繁多,且又充满当时矿冶专用词汇,因而句读、通读和研究都存在困难。清华大学科技史暨古文献研究所所长华觉明教授和该所游战洪同志迎难而上,利用 3 年业余时间,对原赋逐字逐句作了详细的考订和诠释,对文中繁多的典故、古代冶金专门词汇、有关矿冶建制都一一作了考证和说明。在此基础上,他们又结合近年来科技史的研究成果和考古发现,对《大冶赋》的内容、价值和历史地位作了全面评述,从而使《大冶赋》的研究取得重要进展。论文的发表已引起科技史界的注意。目前,该所正与美国丹佛大学历史系联系合作,计划将《大冶赋》原文和研究成果译成英文,使中国古代灿烂的技术文明走向世界科技史界<sup>[12]</sup>。

- [1] 张子高:《中国化学史稿》,科学出版社 1964 年 12 月,第 74 页。
- [2] [8] 《宋史》卷一百八十五《食货志下七·坑冶》。
- [3] 《四部丛刊续篇·集部·平斋文集》。
- [4] 《读史方舆纪要》卷八十五。
- [5] 雍正《江西通志》卷 162 杂记“引元危素《漫铜要略序》。
- [6] 《宋会要辑稿·食货三四之二五》
- [7] 夏湘蓉等:《中国古代矿业开发史》,地质出版社 1980 年,第 258 页。
- [9] 木子:《张潜碑与胆铜法》《中国文物报》1999 年 12 月 22 日。
- [10] 孙承平:《漫铜要略序的发现与剖析》《中国科技史史料》2003 年第 3 期。
- [11] 游占洪等:《宋代的铸币和币政——大冶赋研究之五》《中国钱币》1994 年第 1 期。
- [12] 戴吾三:《我校科古所破解千古奇文 大冶赋 研究取得重大突破》,新清华(网络版)。

· 文物一瞥 ·

## 三国东吴楷书鼻祖——《葛祚碑》

三国孙吴碑刻传世的仅 4 块,数量虽少,其书法价值和地位却很高。人们将这 4 块碑谓之“吴碑四种”,即《国山碑》、《天发神讖碑》、《谷朗碑》、《葛祚碑》。其中《葛祚碑》在我国碑刻、书法史上具有特殊的地位,它是现存第一块楷书碑。碑高 177、宽 74 厘米,圭首,有穿,穿下刻“吴故衡阳郡太守葛府君之碑”,3 行 12 字。碑在葛祚故里江苏句容访得,1965 年入藏南京博物院。晋人干宝《搜神记·葛祚碑条》卷十一记载了葛祚为衡阳太守时,为民除妖,深得当地百姓的爱戴。

《葛祚碑》书体为标准楷书,楷书是由隶书演变而来,隶书碑盛行于汉代,可传世的西汉碑却极为罕见,仅存 10 余块,书体有明显的篆意。到了东汉,碑刻大增,散存于各地的后汉碑有 230 余种,其隶书点划波磔显明,已完全脱离了篆意,成为纯粹的隶书,官方并将它定为通用的标准书体。三国时期碑刻书体虽承袭东

汉,但它仍在发展和演变,此期因朝廷禁碑令不断,所存碑刻较少。曹魏留存的“黄初三碑”和曹操亲自撰书的“滚雪”摩崖书体,均为标准的隶书;蜀碑仅存一摹本刻石“张飞立马铭”,为隶楷书体;而“吴碑四种”的另三种书体,或篆或分,亦隶亦楷,惟独《葛祚碑》全无隶味。清代康有为谓之:“尤为正书鼻祖”;高秀苍浑,殆中朗正脉,为正书第一古石。”一般认为楷书碑成熟于南北朝时期,而《葛祚碑》虽属是三国时期的楷书个案,我们还不能从三国碑中找出更多的标准楷书碑版,但它已经反映出三国时期书法进入了隶书转向楷书的过渡期,《葛祚碑》恰又是完成这一过渡期的标志性碑刻。仔细观察此碑,依稀可辨类似额题的 12 个字,碑的下半段是漫漶不清的空白,这空白处有无记载葛祚的行状和功德还不能确定。但《葛祚碑》在中国碑刻史上无疑是标准楷书碑的首创。

(一芥)

