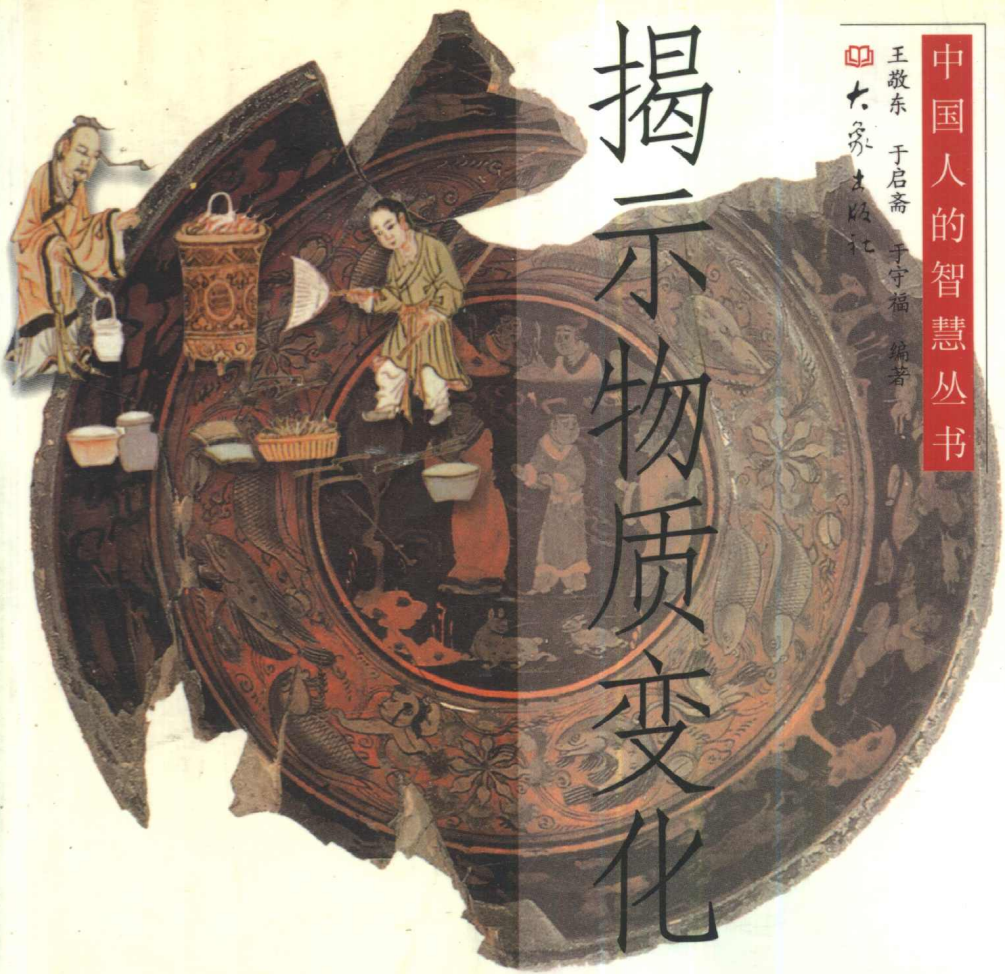


中国人的智慧丛书

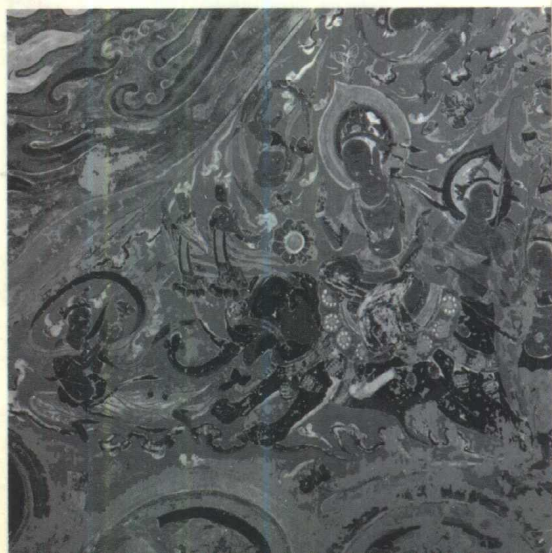
王敬东 于启斋 于守福 编著  
大家出版社

# 揭示物质变化



近代世界赖以建立的  
种种基本发明和发现可能  
有一半以上源于中国

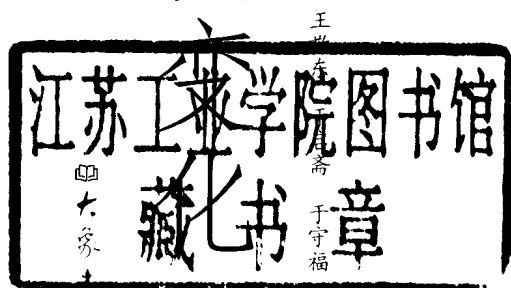
——李约瑟



06-072  
2033

中国人的智慧丛书

# 揭示物质



大象出版社

王世杰  
于守福  
编著

## 图书在版编目(CIP)数据

揭示物质变化/王敬东等编著. — 郑州:大象出版社,  
2000.9

(中国人的智慧丛书)

ISBN 7-5347-2513-5

I. 揭… II. 王… III. 化学 - 中国 - 普及读物  
IV. O6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 38839 号

责任编辑 崔 靖

责任校对 王 森

封面设计 朱 晖

出 版 大象出版社(郑州市农业路 73 号 邮政编码 450002)

发 行 大象出版社发行部 电话: 0371—5726194

印 刷 河南第一新华印刷厂

版 次 2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷

开 本 850×1168 毫米 1/32

印 张 5.25

字 数 123 千字

印 数 1—1 000 册

定 价 6.70 元

## 目 录

### 卷首语

- 1 最早的铜矿遗址和精美的青铜器
- 5 漆、油漆和漆器
- 8 叠铸技术
- 11 高炉的诞生与生铁冶铸
- 15 椭圆高炉
- 17 高炉炉料技术
- 19 鼓风水排
- 21 黑心和白心可锻铸铁
- 23 球墨铸铁
- 25 现代平炉炼钢法的祖先——灌钢法
- 28 六齐规律
- 30 百炼成钢
- 32 神刀蒲元和淬火工艺
- 35 轰动世界的越王剑
- 37 秦始皇陵兵马俑
- 41 现存最完整的铜车马
- 43 永乐大钟
- 46 煤的早期开发
- 49 焦炭的发明
- 51 石油在古代的应用
- 54 天然气的开发和利用
- 57 井盐开采技术
- 60 葡萄酒的酿制技术

|     |                |
|-----|----------------|
| 62  | 胆水冶铜           |
| 64  | 炼锌技术           |
| 68  | 氧气的发现          |
| 70  | 火柴的发明          |
| 73  | 火焰鉴别法          |
| 75  | “赫蹄”纸和灞桥纸      |
| 78  | 蔡伦和蔡侯纸         |
| 82  | 中国的炼丹术         |
| 85  | 魏伯阳和《周易参同契》    |
| 87  | 葛洪和他的《抱朴子》     |
| 90  | 火药的发明          |
| 94  | 古老的化学武器        |
| 96  | 《武经总要》中的火药火器技术 |
| 98  | 古代的火箭          |
| 101 | 火焰喷射器          |
| 104 | 葫芦飞雷           |
| 106 | 军事百科——《武备志》    |
| 109 | 火炮和炮弹铸造技术      |
| 112 | 磷光和磷光画         |
| 114 | 传统镀金工艺——鍍金技术   |
| 117 | 瓷器             |
| 121 | 名瓷窑——越窑        |
| 123 | 艺术瑰宝唐三彩        |
| 125 | 景德镇五大名瓷        |
| 127 | 工艺珍品景泰蓝        |
| 129 | 侯德榜制纯碱         |
| 132 | 中国的“味精大王”      |
| 134 | 初显锋芒的化学博士      |

- 136 “三高”炼铁
- 138 新型抗生素——橘霉素
- 140 首次合成胰岛素
- 144 人工合成核酸
- 146 卢嘉锡和“网兜模型”设想
- 148 中国的量子化学之父
- 150 钨钼电极
- 153 STM 和 AFM 的研制
- 156 第一个获诺贝尔化学奖的华人

## 最早的铜矿遗址和精美的青铜器

湖北省大冶铜绿山的古铜矿遗址,是迄今发现的中国最早的古矿遗址,在世界矿冶史上也是不可多得的珍贵遗存,它向人们展示了我国从商周至汉代铜矿开采状况和采矿的发展过程,同时也无可辩驳地向世界阐释了我国是青铜文化发祥地之一的史实。

据清代所修《大冶县志》记载,湖北省大冶县铜绿山“山顶高平,巨石对峙,每骤雨过时,有铜绿如雪花小豆点缀土石之上,故名”。

从大冶县铜绿山古矿遗址可以看出古代炼铜的规模是非常宏大的。这里仅炼铜伴生的炉渣,就有 40 余万吨,分布于 14 万平方米的区域里。这个遗址的年代自春秋到西汉,大约延续七八百年。仅在 11 号矿体遗址中,就发掘出春秋时期炼铜炉 8 座,式样大小相同,炉缸面积约 0.2 平方米,炉身高约 1.5 米。

在遗址博物馆里,展示了数百个不同结构的井巷。我们祖先用原始简陋的工具,把矿井掘到 50 米深的地下,创造了竖井、斜井、盲井和平巷相互结合的采掘方式,形成了四通八达的开采系统,并用榫(sǔn)接和搭架方法创造了符合力学原理的方框支护结构,使这些井巷历经沧桑而不毁。

那里还有一些船形料,先人就是用它进行选矿,指导井巷掘进,它的方法和现代重力选矿的原理是相似的。

我们的祖先用木槽把积水引进坑里,再用水桶提升上来,构成了简单而有效的排水系统。

棘轮装置木质绞车是我国最早的矿山提升工具。先人们就是

用它创造了“分层提升”的方法，把矿石源源不断地从深井搬到地面上。

当古埃及还在低温冷铸的工艺中徘徊时，我们的祖先就掌握了氧化还原高温冶炼的技术。遗址中出土的粗铜含量高达 94%，而炼渣的含铜量大部分小于 0.7%。这样的冶炼水平和现代水平相比，也十分接近。

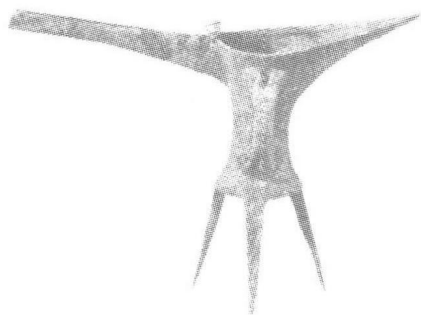
科技工作者经过考古研究表明，当时一座炼铜炉，每天产铜 18 千克，年产量可达 3 吨多；每吨铜耗木炭 16.2 吨，并加石灰作熔剂。这样，石灰石与矿石中的杂质起作用，降低了熔点，使杂质变成易熔的炉渣。可见我国古代炼铜的技术水平已经很高了。

大冶县铜绿山古矿遗址，像一部无字的史书，展示了我国古代采矿、冶炼的卓越技术，从而向世人展示了我国古代的青铜文明。

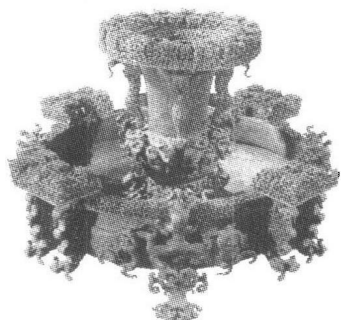
我国的青铜文明，可以追溯到 5000 多年前的新石器时代，那时已有自然铜的利用和青铜冶炼业，这些足以证明中国不像其他古文明地区那样，曾经历过较长时间的炼制红铜阶段，而是在红铜加工出现不久就开始冶炼青铜，并利用青铜熔点低、易于烧铸的特点，使青铜冶铸技术迅速发展起来，到了商代，我国青铜冶炼技术已臻成熟，达到我国青铜文明的鼎盛时期。

20 世纪 50 年代以来，随着我国考古事业的发展，不断有精美绝伦的青铜器出土，于是，商代青铜器文化的风采，进一步展现在人们的面前。

1976 年，我国考古工作者在河南安阳小屯村西北，发掘了商代第二十三王武丁的配偶妇好之墓。墓内出土铜器 460 余件，其中有不少是前所未有的重器，如妇好三联甗(yǎn，古代炊具)由长方形六足甗架和三件大甗组成，在甗架和甗内壁及耳下分别铸有“妇好铭文”；妇好带盖偶方彝(yí，古代祭器)上部形似殿堂屋顶，器底铸有“妇好铭文”。



青铜爵



尊盘

1986年,在四川广汉三星堆遗址内相继发现了两个商代蜀国大型祭祀坑,出土青铜头像40余件,面具10余件。其中青铜人像连座高2.6米,人像高1.7米,与真人大小相似。大型青铜面具高约60厘米,宽约134厘米,人面兽耳,眼球凸出眼眶约30厘米,重达数百千克。经考证,这些青铜器所处的时代大约在公元前14世纪至公元前13世纪。

1989年,在江西新干县大洋洲发现一座商代大墓,出土了青铜器480余件。其中大者气魄宏伟,如通高110厘米,重85千克的甗;通高97厘米,重49.2千克的大方鼎;腹径61厘米的四羊罍(léi,古代酒具)等均为巨制。据考证,该墓的年代距今至少有3000年。

在湖南宁乡出土的殷商晚期的四羊尊,是这一时期青铜铸造器具的代表作。其纹饰复杂美观,四只弯角的羊,匀称地分列四周。

中国历史博物馆内有一件引人注目的巨大铜器,是闻名于世的司母戊鼎,它古朴庄重,通身高1.33米,宽78厘米,重875千克,是目前所知中国上古时期最重的青铜器。

大量地制作青铜器,必然要有大规模的铜矿开采和熟练的冶

炼技术作保证。经考证,当时的青铜冶铸业的分布区域相当广泛,不仅黄河流域有,长江流域也有。在殷墟青铜文化鼎盛时期,江北、江南是同样的辉煌。

这些精美绝伦的青铜器被称为世界瑰宝当之无愧。它们不仅反映了当时高超的青铜铸造技术,而且也反映了当时浑铸、分铸及表面处理等工艺的发展水平。

每当中国古代的青铜器精品出国展览时,国外的报纸、电台、电视台等媒体都用不同形式予以介绍和宣传,人们争相观赏,赞叹不止。

铜绿山遗址,现在已作为中国重要的文化史迹,受到国家的保护。

1981年10月,一批中外冶金史专家慕名前来参观铜绿山矿冶遗址,对其规模与水平赞叹不已。美国的麦丁教授诚恳地说:“在世界其他地方,看了很多古矿冶遗址,铜绿山是第一流的。”

由此可以看出当世界上许多民族还处于野蛮时代时,中国就创造出举世瞩目的青铜文化,青铜器的制造工艺和处理技术在中外文明发展史上均占据了重要地位。

## 漆、油漆和漆器

漆树是我国的特产,漆树能产出天然漆。漆器是由天然漆经加工成油漆涂之表面而成的器具。

漆器以其坚固耐用、外表光泽美观,备受人们的喜爱。

我国古代制漆技术是世界上的一大发明,漆器的制作工艺也源远流长。

漆,是原产于我国的漆科木本植物——漆树的一种分泌物,其主要成分是漆醇。

刚从漆树上取出来的漆汁中含有一定的水分,称为生漆。生漆在阳光下边晒边搅拌,脱水之后,就成为深色黏稠的液体,称为熟漆。

漆液涂饰在各种器物表面以后,漆中含有的漆酶在加热的作用下,发生化学变化,在器物表面形成薄膜——漆层。如果在漆液中加入各种颜色或染料,就会形成彩色光亮的漆层,使漆器更加美观。

漆作为涂料的最早文字记载,见于战国时期成书的《韩非子·十过篇》。书中说:“尧禅天下,虞舜受之,作为食器……流漆墨其上……舜禅天下,而传之于禹。禹作为祭器,墨染其外,朱画其内。”

我国古代在制作漆器的时候,常常在漆里掺入桐油,使其成为油漆。桐油是一种干性植物油,主要成分为桐油酸,干后也能成为膜。把桐油掺入漆中,既能对漆起稀释作用,又改变了漆的性能。

在制作彩色漆器的时候,可用桐油和各种颜色的染料构成的

油彩，绘成各种花纹和图案，形成我国独具特色的民族风格的漆器工艺。

《禹贡·夏书》更把漆器列为贡品之一。书中有“济河惟兗州……厥贡漆丝”的记载。

由此可见，在新石器时代晚期，我国就有了把漆涂在器物表面制作漆器如食器、祭器的记载了。其中说到祭器墨在外，朱在内，这便是色漆的开端。



漆豆(战国)

从出土的文物看，漆器的使用时间还要大大提前。

1977年，我国考古工作者在对浙江省余姚河姆渡遗址发掘的过程中，发现了一个木质碗。这个碗高6.7厘米，敛口，呈椭圆形，口径宽处为10.6厘米，狭处为9.2厘米，底径宽处为7.6厘米，狭处为7.2厘米，有圆足。碗外均有一层薄薄的朱红色涂料，微有光泽。据鉴定，这种朱红色的涂料经裂解后，涂氯化钠盐片，用红外光谱分析，其光谱图与马王堆汉墓出土的漆皮的裂解光谱相似，从而确定为漆。经碳-14法测定，其年代距今已有6700年。这个木质漆碗是我国目前发现的最早的漆器。

至于春秋晚期精美的髹(xiū，把漆涂在器物上)漆彩的几、案、鼓、瑟、镇墓兽等出土实物，更为世人所惊叹。

在巴黎的东方艺术博物馆中存有一只我国木胎雕漆酒杯，其工艺水平不仅达到了出神入化的地步，而且杯上的铭文表明，这只酒杯诞生于公元4年。这只酒杯的价值在于，不仅可以看出大约2000年以前汉代工匠独特的艺术风格，而且还可以推断，在当时

我国雕漆业的管理中,已经具备了现代工业生产流水线的工艺原型。

中国的漆、油漆及漆器的制造技术,不仅具有 7000 年的光辉历史,而且很早就传入周边国家及中亚、西亚地区。17 ~ 18 世纪时,欧洲各国仿制中国漆器成功,并兴起了漆器业。

另外,中国漆的“堂兄弟”——桐油,16 世纪由葡萄牙人带入欧洲,19 世纪下半叶中国桐油运到美国后,美国才用其代替亚麻仁油制造油漆。1902 年美国开始种植桐树。现在,世界各国的器具仍在受惠于中国古代的发明——油漆。

# 叠铸技术

在家庭生活所用的器具中，铁锅对我们来说，是再熟悉不过的了。

铁锅是用生铁铸造而成的，这种铸铁技术，早在春秋时期就为我国劳动人民所发明，而叠铸技术又是在原来铸铁技术的基础上发展起来的。

铸铁做器具，首先要做模子。模子的形状要和实物相同，然后利用模子在泥沙箱里做成空腔，这样空腔形状和实物相同。这种带空腔的沙箱叫“范”。铸造时，将烧成的铁水由一个口子浇到“范”里，冷却后打碎“范”取出凝固的铸件，清理干净后，就成为需要的器件。

我国春秋时期以前，多用陶范。陶范是用泥土烧制而成的，每铸一件要耗用一副陶范，消耗大、效率低。

战国时期开始用金属范。金属范铸出的产品表面干净、光滑，同时可以多次使用，从而节省了大量的人工和物料，效率高，成本低，消耗小。在这个基础上，2000多年前的战国时期，我们的祖先又发明了省工省力的叠铸技术。

叠铸法，是把许多个范块或成对范片叠装在一起，共同利用一个浇口和浇道进行浇铸。这样，一次可以得到几十件，以至上百件铸件。它的优点是可以批量生产，效率高，成本较低，又能够节省造型，在当时是一种比较先进的铸造方法。

战国时期齐国的刀币是我国现存最早的叠铸件。这种刀币是采用铜质范盒翻制出具有高度对称性和互换性的范片，每两片合

成一层,多层叠浇而成。

到了汉代,叠铸技术又得到了进一步发展。



叠铸范(汉)

20 世纪 70 年代,出土了大批汉代的叠铸范,在陕西咸阳、西安、河南温县、山东临淄等地,都曾多次出土汉代的叠铸泥范。尤其是河南温县发掘的一座汉代烘范窑,在约 9 平方米的长方形窑里,叠铸范数量最多,保存最为完好,共计出土有 16 类、36 种规格的叠铸范 500 多套,每套铸范由 5 ~ 14 层叠成,最小的一次可以烧铸 5 件,最多的达 84 件。铸件是系列化的标准产品,有轴套、轴

承、马衔等。叠铸工艺相当细致精巧,符合科学原理,和现代叠铸范相差无几。

这些汉代的叠范浇铸器件,铸件形状美观,尺寸规范。据分析,用这些铸范浇出的铸件,表面光洁度达到 5 级(光洁度共分 14 级),金属收得率可达到 90%,工艺水平和近代所用同类方法已经相当接近。

中国冶金史上的一个突出特点,是铸造技术占有很重要的地位,而且达到“冶”和“铸”密不可分的地步。这种冶金传统,是古时世界上其他国家无可比拟的,再从时间上来看,欧洲的铸造技术要比中国晚 2000 多年。

## 高炉的诞生与生铁冶铸

历史上的许多发明,往往与当时那个历史年代生产上的迫切需要有关。远在公元前6世纪,我们的祖先就在低温还原法炼铁的基础上,顺应了当时生产力发展的需要,发明了高炉炼铁法,并最早采用了生铁冶铸技术。

古时候最早的炼铁方法是低温还原法,还原温度在 $800^{\circ}\text{C}$  ~  $1000^{\circ}\text{C}$ ,因温度较低,得到的铁和渣都是固体,铁和渣混在一起,不能很好地分离。要将铁块从炉子里掏出来,往往会使炉子受到很大破坏。铁块掏出以后,为了尽量减少铁中夹杂物,铁块要多次加热,反复捶打,这样做既费工又费力,铁中的杂质很难除净,质量较差。

为提高炼铁的质量,迫切需要高炉炼铁。高炉是一个竖立的圆形炉,上边加入矿石、木炭和焦炭,下边往里吹风,风在下部使木炭燃烧,温度高达 $1500^{\circ}\text{C}$  ~  $2000^{\circ}\text{C}$ ,产生的热气含大量一氧化碳,热气在上升的过程中将矿石、木炭等加热并还原铁矿石中的铁,这些铁汇集到高炉下部,因有足够的温度,融化成流动的铁水,矿石中的渣子融化成渣水,它比铁轻,浮在铁水上边。

这样,每隔一段时间,当炉内汇集了足够的铁水,便把它从炉子的出铁口放出来。与此同时,渣子从铁口上边的渣口放出来。这样,得到的铁杂质较少,质量优越;铁水从铁口流出来,不破坏炉体,高炉可连续工作,大大提高了生产效率。

用高炉还原得到的铁叫高炉生铁。这种铁水可以直接铸成工具,所以叫铸铁。