冶金历史文化丛书

铸铁中国

——古代钢铁技术发明创造巡礼

北京科技大学冶金与材料史研究所 编

冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

冶金历史文化丛书

铸铁中国

——古代钢铁技术发明创造巡礼

北京科技大学冶金与材料史研究所 编

北 京

冶金工业出版社

2011

图书在版编目（CIP）数据

铸铁中国：古代钢铁技术发明创造巡礼／北京科技大学冶金与材料史研究所编．—北京：冶金工业出版社，2011.3
冶金历史文化丛书
ISBN 978-7-5024-5458-6

Ⅰ．①铸…　Ⅱ．①北…　Ⅲ．①钢铁冶金—冶金史—中国—古代　Ⅳ．①TF4-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 031379 号

出 版 人　曹胜利
地　　址　北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号，邮编 100009
电　　话　(010)64027926　电子信箱　yjcbs@cnmip.com.cn
责任编辑　刘小峰　常国平　美术编辑　李　新
设计制作　北京金舵手图文设计有限公司
责任校对　王永欣　责任印制　牛晓波
ISBN 978-7-5024-5458-6
北京盛通印刷股份有限公司印刷；冶金工业出版社发行；各地新华书店经销
2011 年 3 月第 1 版，2011 年 3 月第 1 次印刷
210mm × 270mm；7.75 印张；176 千字；118 页
99.00 元
冶金工业出版社发行部　电话：(010)64044283　传真：(010)64027893
冶金书店　地址：北京东四西大街 46 号（100010）　电话：(010)65289081（兼传真）
（本书如有印装质量问题，本社发行部负责退换）

前言

中华民族五千年悠久历史和灿烂文明是维系民族团结的精神纽带，先民创造并留存下来的珍贵文化遗产作为生动的实证，直接彰显了中华民族的伟大智慧与创造力，并为世人所公认，充分证明了中华文明的发展史就是一部中华民族的发明创造史。

生铁与生铁制钢技术的发明，促进了铸铁在中国的应用，促进了中国农耕经济的发展，使中华文明连绵五千年不间断，使中世纪的中国社会远远领先于世界各国，是中国古代最重要的发明之一。已有的考古发现和研究表明，中国早在公元前6世纪或更早就发明了液态生铁冶炼技术，并随后发展形成了以生铁和生铁制钢为特色的钢铁技术体系。生铁冶炼遗迹与铁质文物，既反映了古人冶炼、铸造工艺成就，又反映了当时经济制度、管理模式、资源配置和物资交流等社会发展水平，体现出古人卓越的智慧，蕴含着众多创造发明因素。生铁技术的西传，促进了中世纪后期欧洲的经济发展，奠定了工业革命的物质基础，对世界文明发展也做出了重要贡献。

从上个世纪初就做着钢铁强国梦的中国，到当今已经成为世界第一产钢大国，可忆起曾经铸铁中国的辉煌？本画册从中国古代钢铁技术入手，通过其在农业、军事、生活、交通、信仰、政治经济、文化艺术等方面的应用及其传播与交流，展现了我国矿冶文化遗产的历史、科学和艺术价值，对增强民族自豪感和自信心、弘扬民族精神，具有积极的意义。

目录

铁器时代 1

中国古代冶铁技术 9

古代钢铁与农业 32

古代钢铁与军事 40

古代钢铁与生活 52

古代钢铁与交通 61

古代钢铁与信仰 69

古代钢铁与政治经济 85

古代钢铁与文化艺术 89

钢铁技术的传播与交流 97

古代钢铁技术展示 107

图片来源 112

后记 118

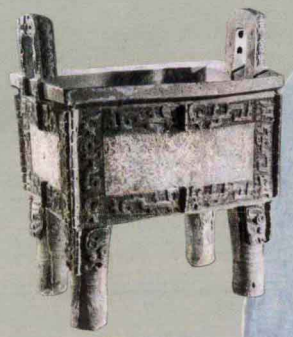
铁器时代

丹麦学者汤姆逊按照生产工具材质将人类古代历史划分为石器时代、青铜时代和铁器时代，是为“三期说”。

200 万年前

石器时代

5000 年前



商代青铜鼎

青铜时代

两河流域萨尔贡青铜头像

2500 年前

汉代铁犁

铁器时代

古罗马时期铁刀

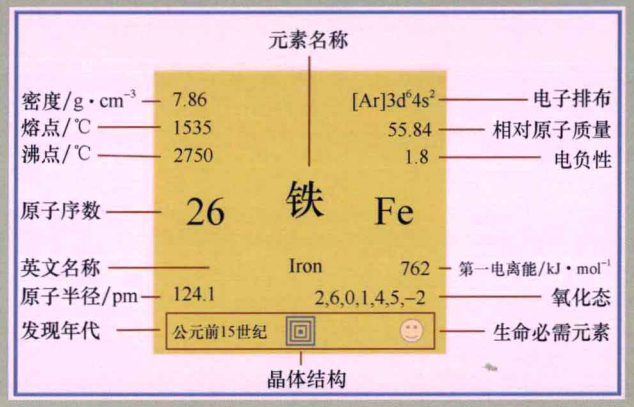
现代生活中的钢铁

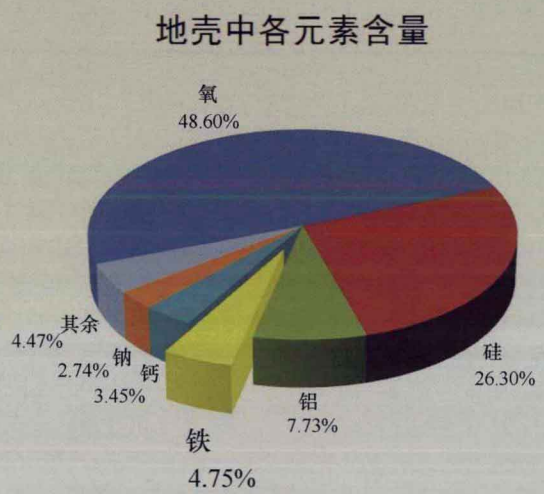
现代生活中钢铁仍然扮演重要的角色。钢铁材料因生产成本低、性能稳定、产品特性多样，适应不同环境和条件的需求，在社会生活和工业生产中应用广泛，如建筑、机械、轻工、汽车、船舶、铁路、石化等行业。

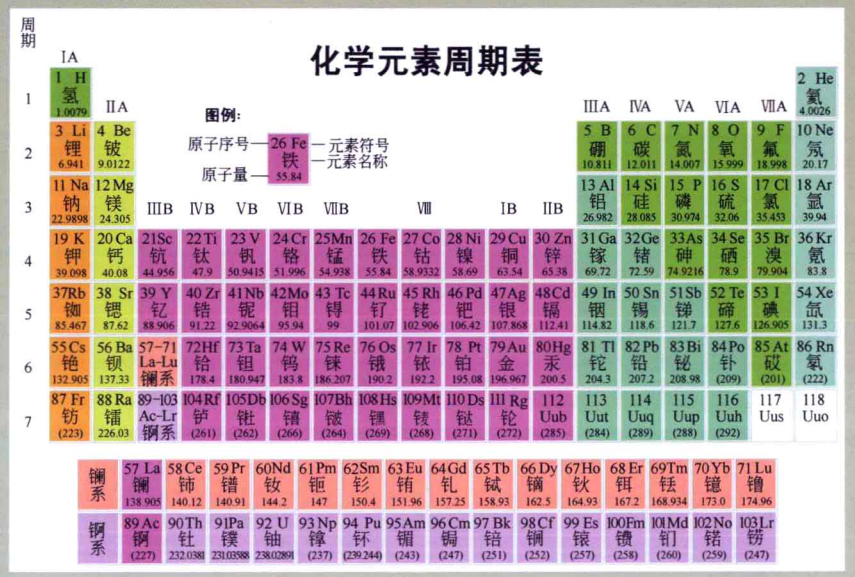
铁元素

铁（Fe）：银白色金属，位于元素周期表中第四周期Ⅷ族，原子序数为26。纯铁有很强的铁磁性，并有良好的延展性、可塑性和导热性，易氧化。

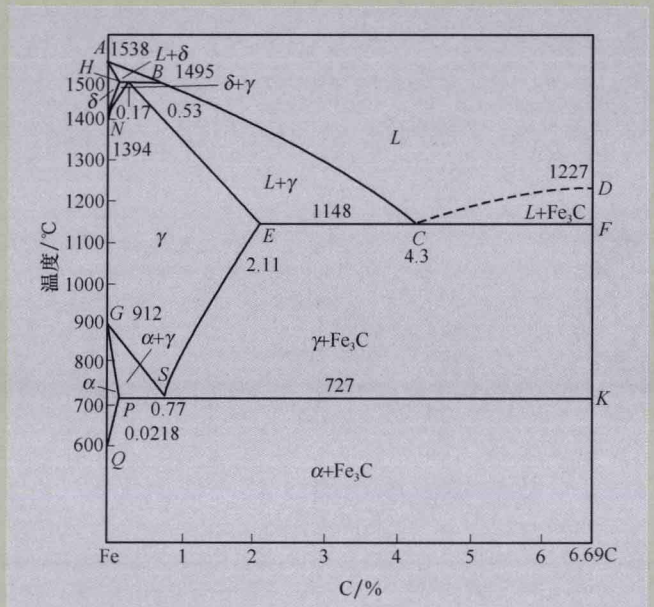
铁是地球上分布最广的金属元素之一，在地壳中含量为4.75%，居元素分布序列中第4位，仅次于氧、硅、铝。地壳中有300多种含铁矿物，主要有：磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿等。







钢铁产品



Fe–Fe$_3$C合金相图

纯铁，又称熟铁，一般是碳含量小于 0.0218% 的铁碳合金。

钢，是碳含量在 0.02%～2%的铁碳合金；钢按碳含量不同，一般分为低碳钢 (<0.25%) 、中碳钢 (0.25% ～ 0.6%) 和高碳钢 (>0.6%)。

生铁，又称铸铁，是碳含量在 2.11%～ 6.69% 的铁碳合金。一般分为白口铁、灰口铁和麻口铁，还有一种特殊的球墨铸铁。

白口铁，碳在铁中以渗碳体存在，断口呈白色，又分为亚共晶白口铁、共晶白口铁和过共晶白口铁。

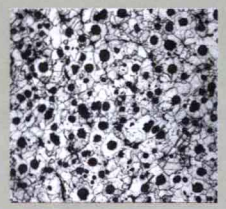
灰口铁，又称铸造生铁，碳以片状的石墨形态存在，断面呈深灰色，质地较软，可切削加工，铸造性能好，较耐磨。

麻口铁，介于白口铸铁和灰口铸铁之间，断口呈灰白相间的麻点状，碳既以渗碳体形式存在，又以石墨状态存在。

球墨铸铁，碳以球形石墨的形态存在，其力学性能远胜于灰口铁而接近于钢，具有优良的铸造、切削加工和耐磨性能，有一定的弹性。

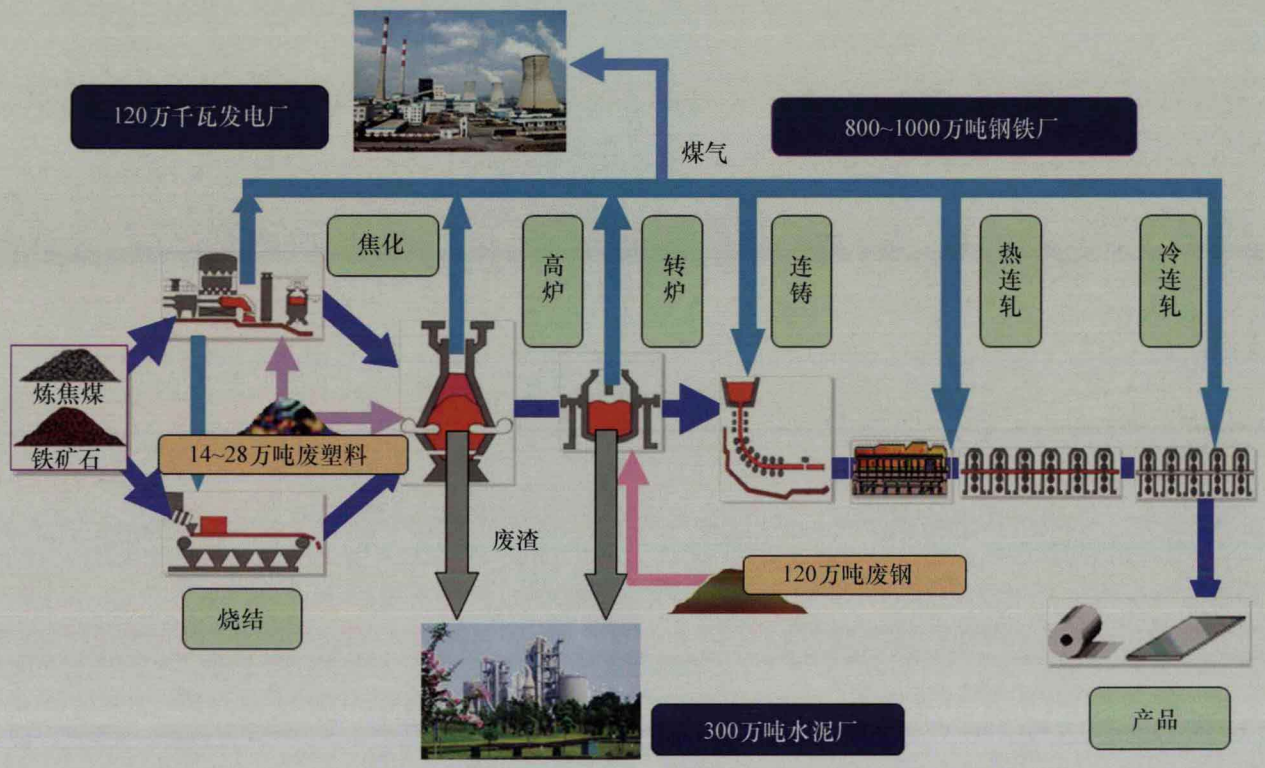
白口铁

灰口铁



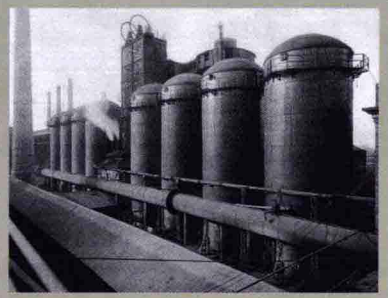
球墨铸铁

现代可循环钢铁生产工艺流程



近现代中国的钢铁生产

1889 年，中国最早的现代钢铁厂之一汉阳铁厂成立；1908 年，汉阳铁厂、大冶铁矿、萍乡煤矿合并组成中国第一家钢铁联合企业——汉冶萍煤铁厂矿有限公司。新中国成立前，全国钢铁年产量只有 15.8 万吨。2010 年，我国钢铁行业产能达到 7.1 亿吨，居世界第一，形成宝钢、鞍钢、武钢等几个年产量在 5000 万吨以上的、具有国际竞争力的钢铁集团，钢铁生产规模、现代化水平、技术含量、附加值等方面达到前所未有的水平。



汉阳铁厂（1908年）

京唐公司的现代化大高炉（2009年）

曹妃甸工业园区规划鸟瞰图

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

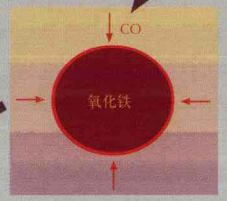
生铁冶炼原理

生铁冶炼是指将铁矿石和含碳物质（木炭、煤或焦）在高温下加热，使铁矿石还原成液态铁的冶金过程。在加热过程中，固态碳与氧气的燃烧产物一氧化碳将铁矿石还原得到铁，由于能吸收碳，致铁熔点降低。当含碳量达到 4.3% 时，熔点降为 1146℃。在这种条件下，炉温就可使铁熔化，从而得到了液态生铁。

$$C+O_2 = CO_2$$
$$CO_2+C = 2CO$$
$$3CO+Fe_2O_3 = 2Fe+3CO_2$$

生铁冶炼过程中发生的主要化学反应

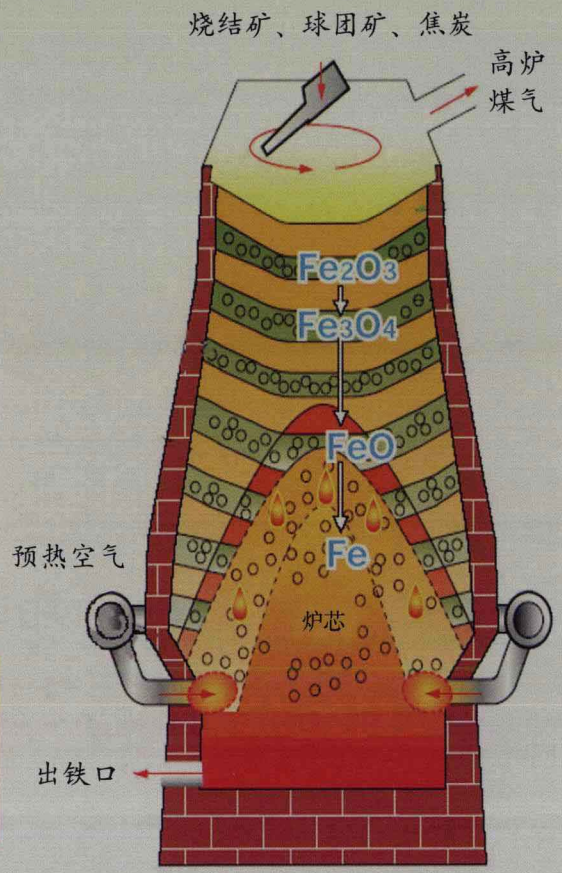
铁矿石



高温还原

生铁熔炼

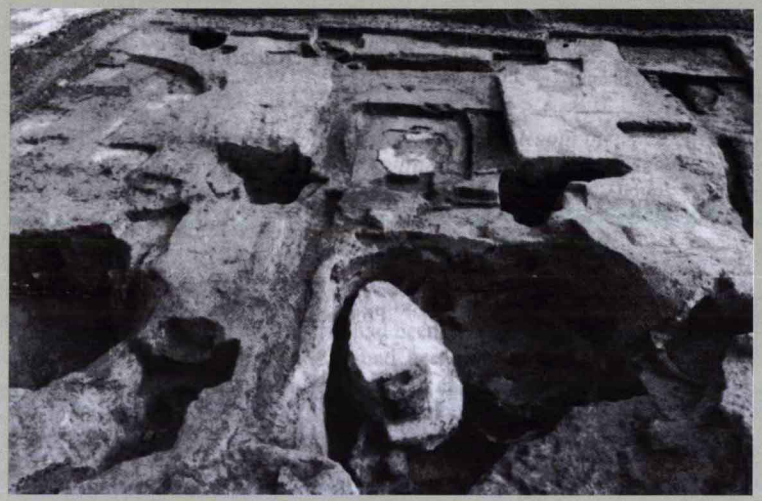
凝固成型



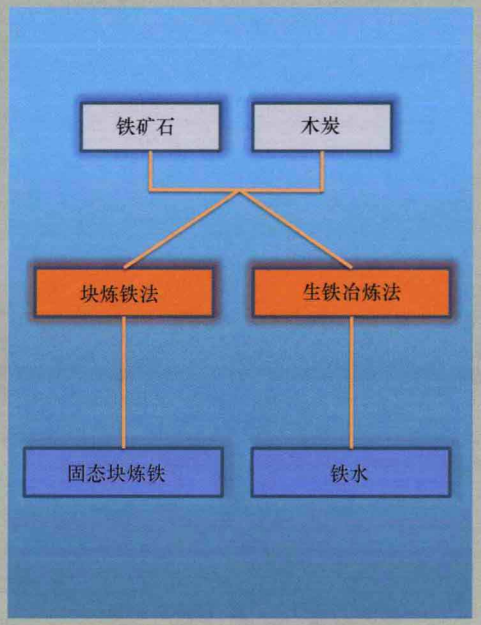
现代高炉生产铁水示意图

古代冶铁的两种方法

最早人工冶铁制品为块炼铁，在1150℃左右时用木炭将铁矿石直接还原而成，出炉时为固态铁块。随后出现生铁冶炼技术，由铁矿石在1150～1300℃条件下还原冶炼而成。生铁因出炉时呈液态，可以连续生产，直接浇注成型，冶铸过程简化，生产效率与块炼铁法相比大为提高。



河南鲁山望城岗汉代冶铁遗址



古代块炼铁与生铁冶炼流程示意图

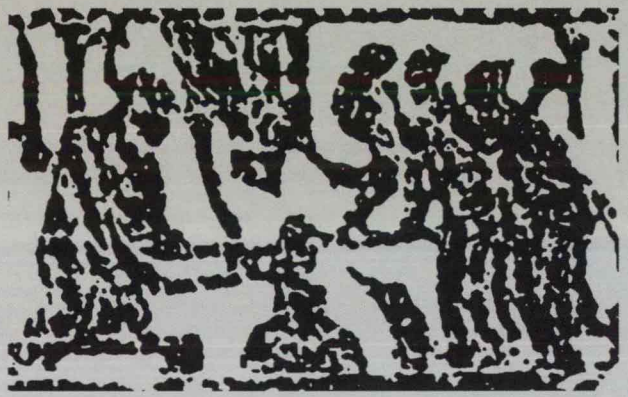
生铁冶炼技术和随后发明的生铁制钢技术，构成了具有中国特色的古代钢铁生产体系，并遥遥领先于世界各国，使得我国工具制造进入了一个全新领域，生产力得到极大的提高，促进了社会的发展。

中国古代冶铁技术

冶铁技术开始于小亚细亚，赫梯人在公元前1600年左右发明块炼铁技术。中国冶铁技术的起始约在公元前10世纪，比西方的一些地区晚，但后来居上，掌握块炼铁技术不久便发明了生铁与生铁制钢技术。

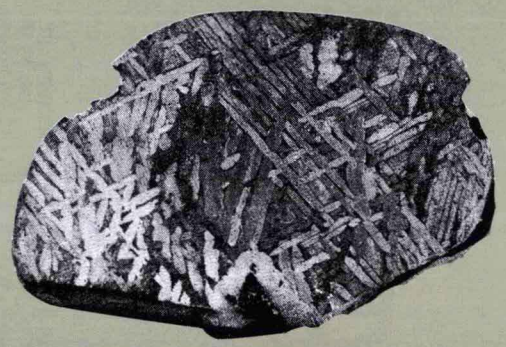
铁质农具、工具和兵器的广泛应用，极大地提高了劳动生产效率，促进了农业经济发展，对中国古代社会、政治、经济、军事和文化等诸多方面产生了重要影响，给中国古代社会带来了一系列巨大而深刻的变化。

生铁冶炼遗迹与铁质文物，既反映了古人冶炼、铸造工艺成就，又反映了当时经济制度、管理模式、资源配置和物资交流等社会发展水平，体现出古人卓越的智慧，蕴含着众多发明创造因素。



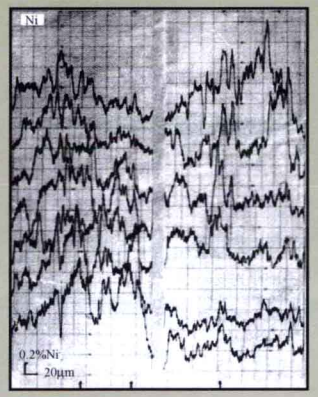
陨铁

人类最早使用的天然金属铁是陨铁，主要由铁镍合金组成。在人工冶铁术发明之前，中国已懂得利用天然的陨铁来制造工具。我国陆续发现公元前 14 世纪至公元前 9 世纪的陨铁制品，主要为铜铁复合器物。这些器物用铁作为工具的刃部，可见当时铁的珍贵与人们对铁和青铜两种金属材料不同性能的深刻认识。



准噶尔陨铁的魏氏体组织

河南三门峡出土西周铁援铜戈

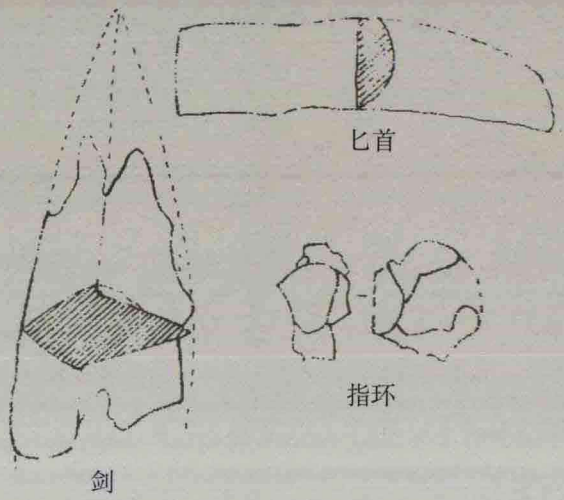


河北藁城出土商代铁刃铜钺（刃部锈层镍分布证明其为陨铁）

早期人工冶铁制品

约从公元前1000年开始，中国出现人工冶铁。新疆哈密焉不拉克等墓地出土有早期铁器，经分析检测为块炼铁产品。目前中原地区发现的最早人工冶铁制品为西周晚期三门峡虢国墓地出土的玉柄铁剑，年代为公元前9世纪。

河南三门峡出土西周铜芯玉柄铁剑

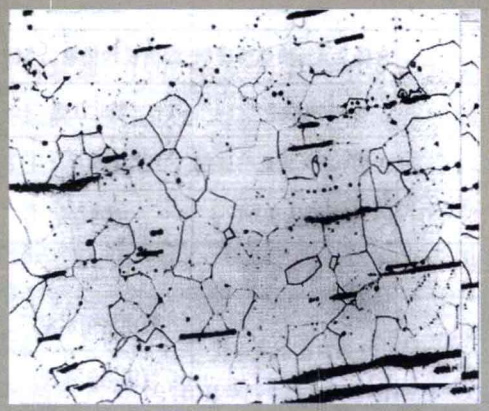


新疆哈密焉不拉克墓地出土铁器

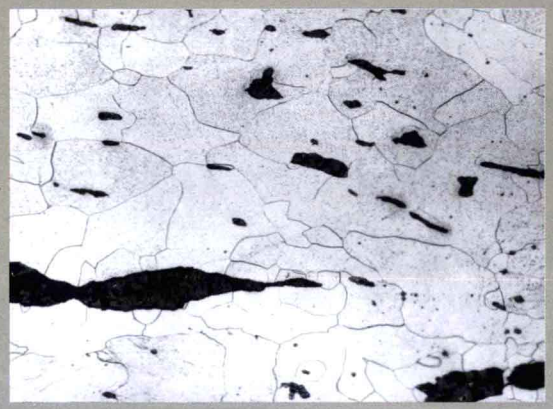
新疆哈密焉不拉克墓地出土铁器及其显微组织

块炼铁与块炼渗碳钢

早期由于受到种种限制，冶炼温度不能达到使金属铁完全熔化的高温，所以只能得到海绵状半熔融渣铁混合的团块状熟铁称为块炼铁。含有较多夹杂物的块炼铁，质地柔软，经加热锻打，挤出夹杂物，改善力学性能而制成的铁器称为块炼铁锻件。如在反复加热过程中，块炼铁同炭火接触，碳渗入而增碳变硬，则成为块炼渗碳钢。



江苏六合程桥出土公元前5世纪铁条金相组织（块炼铁）



新疆鄯善苏贝希墓地出土公元前3世纪铁刀金相组织（块炼铁）

河北易县燕下都出土战国铁剑金相组织（块炼渗碳钢）

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com