



上海出版基金项目  
Shanghai Publishing Funds

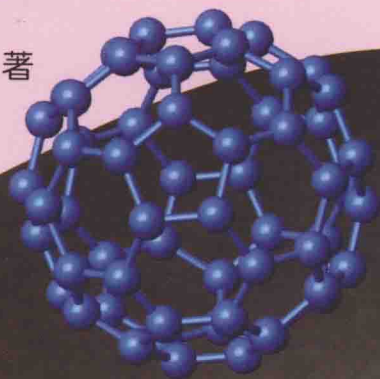
王元 主编

# 改变世界的科学



## 化学的足迹

邓小丽 万立荣 杨捷 周玉枝 徐祖辉 • 著



中国科学院  
白春礼院长  
褚君浩院士

倾力推荐



上海科技教育出版社



上海出版资金项目  
Shanghai Publishing Funda

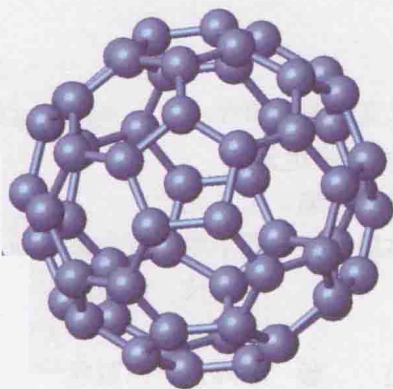
王元 主编

# 改变世界的科学



## 化学的足迹

邓小丽 万立荣 杨捷 周玉枝 徐祖辉 · 著



上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学的足迹/邓小丽等著. —上海:上海科技教育出版社, 2015.11

(改变世界的科学/王元主编)

ISBN 978-7-5428-6219-8

I. ①化… II. ①邓… III. ①化学—青少年读物  
IV. ①06-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第083068号

责任编辑 叶 锋

装帧设计 杨 静 汪 彦

绘 图 吴杨嬿

改变世界的科学

化学的足迹

丛书主编 王 元

本册作者 邓小丽 万立荣 杨 捷

周玉枝 徐祖辉

出 版 上海世纪出版股份有限公司  
上 海 科 技 教 育 出 版 社  
(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)

发 行 上海世纪出版股份有限公司发行中心

网 址 [www.sste.com](http://www.sste.com) [www.ewen.co](http://www.ewen.co)

经 销 各地新华书店

印 刷 上海中华印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 13

版 次 2015年11月第1版

印 次 2015年11月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5428-6219-8/N·945

定 价 49.80元

## “改变世界的科学”丛书编撰委员会

主 编

王 元 中国科学院数学与系统科学研究院

副主编 (以汉语拼音为序)

凌 玲 上海科技教育出版社

王世平 上海科技教育出版社

委 员 (以汉语拼音为序)

卞毓麟 上海科技教育出版社

陈运泰 中国地震局地球物理研究所

邓小丽 上海师范大学化学系

胡亚东 中国科学院化学研究所

李 难 华东师范大学生命科学学院

李文林 中国科学院数学与系统科学研究院

陆继宗 上海师范大学物理系

汪品先 同济大学海洋地质与地球物理系

王恒山 上海理工大学管理学院

王思明 南京农业大学中华农业文明研究院

徐士进 南京大学地球科学与工程学院

徐泽林 东华大学人文学院

杨雄里 复旦大学神经生物学研究所

姚子鹏 复旦大学化学系

张大庆 北京大学医学史研究中心

郑志鹏 中国科学院高能物理研究所

钟 扬 复旦大学生命科学学院

周龙骧 中国科学院数学与系统科学研究院

邹振隆 中国科学院国家天文台



从20 000年前的古老陶片到20世纪末的神奇碳纳米管，  
从5000年前美索不达米亚的早期天文观测到21世纪的星际探索，  
从3000年前记录的动植物学知识到2000年人类基因组草图完成，

.....

一项项意义深远的科学发现，  
就像人类留下的一个个深深的足迹。  
当我们串起这些足迹时，  
科学发现过程的精彩奇妙，  
科学探索征途的蜿蜒壮丽，  
将一览无余地呈现在我们面前！

1863年



13世纪后期



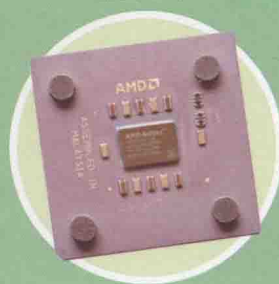
约公元前18 000年



约公元前3世纪



2000年



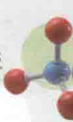
约公元前90年



1026年



亲爱的朋友们  
请准备好你们的好奇心  
科学时空之旅  
现在就出发！



# 目 录

- 约公元前 18 000 年  
人类开始烧制陶瓷 / 1
- 约公元前 6000 年  
早期酿酒工艺出现 / 3
- 约公元前 3800 年  
金属冶炼技术出现 / 5
- 约公元前 2400 年  
埃及人使用靛蓝染色 / 8
- 约公元前 1370 年  
埃及制作玻璃器具 / 9
- 约公元前 11 世纪  
发现与使用石油 / 10
- 约公元前 3 世纪  
炼丹(金)术产生 / 11
- 公元前 2 世纪  
中国发明造纸术 / 13
- 约公元前 1 世纪  
肥皂发明 / 15
- 公元 7 世纪  
火药发明 / 17
- 17 世纪上半叶  
海尔蒙特发现多种气体 / 19
- 17 世纪中叶  
玻意耳使用植物色素作为酸碱指示剂 / 21
- 1661 年  
玻意耳《怀疑派化学家》出版 / 22
- 1704 年  
迪斯巴赫发明普鲁士蓝 / 23
- 1723 年  
施塔尔《化学基础》出版 / 24
- 1751—1789 年  
发现镍、钨、铀等元素 / 26
- 1755—1772 年  
发现二氧化碳、氢气和氮气 / 28
- 1756 年  
水泥的诞生 / 29
- 1770—1775 年  
普里斯特利革新气体实验方法 / 31
- 1773—1774 年  
发现氧气 / 33
- 1774—1785 年  
发现氨气并确定其元素组成 / 35
- 1774—1824 年  
发现卤素 / 36
- 1775 年  
贝格曼《论选择性吸引》出版 / 38
- 1775 年  
纯碱工业兴起 / 40
- 1777 年  
拉瓦锡提出氧化说 / 41
- 1777 年  
拉瓦锡验证化学反应中的质量守恒定律 / 42
- 1781 年  
卡文迪什测定水的组成 / 43
- 1781 年  
拉瓦锡初步建立碳、氢元素分析法 / 44
- 1787 年  
拉瓦锡等完成《化学命名法》 / 45
- 1789 年  
拉瓦锡揭示呼吸作用的本质 / 47
- 1789 年



拉瓦锡《化学纲要》出版 / 48

• 1791—1803年

里希特等提出近代化学三大定律 / 50

• 1799年

贝托莱提出化学反应可达成平衡的思想 / 52

• 1806年

贝采里乌斯引入“有机化学”概念 / 53

• 1807年

戴维提取钾和钠等金属 / 55

• 1808—1827年

道尔顿《化学哲学新体系》出版 / 57

• 1811年

阿伏伽德罗提出分子学说 / 59

• 1813年

发现有机物旋光性 / 61

• 1813—1814年

贝采里乌斯提出化学符号和化学式的书写规则 / 62

• 1814年

贝采里乌斯发表第一张相对原子质量表 / 63

• 1814年

贝采里乌斯提出电化二元学说 / 65

• 1830年

贝采里乌斯发现同分异构现象 / 66

• 1834年

杜马提出取代学说 / 68

• 1834年

法拉第提出电解定律 / 70

• 1840年

盖斯发现化学反应总热量恒定定律 / 72

• 1844年

热拉尔提出有机化合物同系列概念 / 73

• 1850年

威廉密提出化学动态平衡理论 / 74

• 19世纪中后期

炸药开始工业化生产 / 75

• 19世纪中后期

人工合成苯胺紫与靛蓝 / 77

• 1854年

德维尔制成单晶硅 / 79

• 1856年

贝塞麦发明转炉炼钢法 / 80

• 1856—1866年

贝特洛合成甲烷、乙烯、乙炔等有机物 / 82

• 1857年

凯库勒提出原子价学说 / 83

• 1859年

普朗特制成铅酸蓄电池 / 85

• 1865年

凯库勒提出苯环的结构式 / 86

• 1869年

门捷列夫提出元素周期律 / 88

• 1869年

发现丁铎尔现象 / 90

• 1873—1878年

吉布斯推进经典热力学 / 91

• 1874年

范托夫开创立体化学 / 93

• 1884年

范托夫定义反应速率常数 / 95

• 1884年

阿伦尼乌斯提出电离学说 / 96

• 1884—1892年

烧碱工业兴起 / 98

• 1884—1909年





- 瓦拉赫开创粘类化学 / 99
- 1885年  
范托夫提出渗透压定律 / 100
  - 1886年  
穆瓦桑分离出单质氟 / 102
  - 1886年  
霍尔发明电解制铝方法 / 104
  - 1886年  
理查兹精确测定元素的相对原子质量 / 106
  - 1888年  
勒夏特列原理提出 / 107
  - 1889年  
阿伦尼乌斯提出活化能的概念和阿伦尼乌斯公式 / 108
  - 1892年  
克罗斯等发明黏胶纤维 / 109
  - 1893年  
维尔纳提出配位学说 / 110
  - 1895年  
奥斯特瓦尔德提出现代催化剂概念 / 112
  - 1896年  
发现瓦尔登反转现象 / 114
  - 1898年  
居里夫妇发现钋和镭 / 115
  - 1900年  
冈伯格发现自由基 / 117
  - 1900年  
格利雅试剂问世 / 118
  - 20世纪初  
合成橡胶问世 / 119
  - 20世纪初  
胶体化学创立 / 121
  - 1904年  
哈登发现辅酶 / 122
  - 1909年  
哈伯合成氨法诞生 / 124
  - 1909年  
索伦森提出pH概念 / 126
  - 1912年  
普雷格尔建立有机化合物微量分析技术 / 127
  - 1912年  
赫维西用同位素示踪技术研究化学过程 / 129
  - 1913年  
高压化学兴起 / 130
  - 1913年  
博登斯坦发现链反应 / 132
  - 1913年  
莫塞莱提出原子序数概念 / 133
  - 1913年  
索迪和理查兹发现铅的同位素 / 135
  - 1922—1932年  
施陶丁格建立高分子化学 / 137
  - 1927年  
谢苗诺夫建立链反应和支链反应理论 / 139
  - 1931年  
鲍林提出杂化轨道理论 / 141
  - 1932年  
马利肯和洪德提出分子轨道理论 / 143
  - 1933年  
吉奥克突破1开超低温大关 / 145
  - 1935年  
卡罗瑟斯合成聚己二酰己二胺 / 146
  - 1935年  
艾林等提出反应过渡态理论 / 148
  - 1938年  
普伦基特发现聚四氟乙烯 / 149





- 1940年  
鲁宾和卡门制成碳14 / 150
- 1941年  
温费尔特和狄克逊合成聚对苯二甲酸乙二酯 / 152
- 1944—1976年  
伍德沃德合成一系列复杂有机化合物 / 153
- 1945年  
施瓦岑巴赫发明络合滴定法 / 155
- 1948年  
维兰德等发明纸上电泳层析 / 156
- 1950年代  
豪普特曼和卡尔勒建立测定晶体结构的直接法 / 157
- 1950年代  
平卡斯等发明口服避孕药 / 158
- 20世纪中叶  
哈塞尔等推进立体化学的发展 / 159
- 20世纪中后期  
波普尔与科恩推进量子化学计算 / 161
- 20世纪中后期  
人工合成元素出现 / 163
- 1952年  
福井谦一提出前线轨道理论 / 164
- 1952年  
詹姆斯和马丁发明气液色谱法 / 166
- 1953年  
费歇尔等确定二茂铁的结构 / 167
- 1953—1954年  
发明齐格勒-纳塔催化剂 / 169
- 1956—1965年  
马库斯提出溶液中的电子转移反应理论 / 171
- 1961年  
米切尔提出化学渗透假说 / 172
- 1962年  
奥拉发现使碳正离子保持稳定的方法 / 173
- 1965年  
卡斯珀和皮门塔尔研制成化学激光器 / 174
- 1967年  
佩德森合成冠醚 / 175
- 1967年  
科里创立逆合成分析法 / 177
- 1968年  
诺尔斯实现手性催化氢化反应 / 178
- 1968年  
发现线型碳 / 179
- 1970年  
克鲁岑提出氮氧化物破坏臭氧层 / 180
- 1974年  
德热纳《液晶物理学》出版 / 182
- 1977年  
黑格等发现导电高聚物 / 183
- 1985年  
发现新的碳单质  $C_{60}$  / 184
- 1987年  
泽维尔开创飞秒化学 / 185
- 1987—1996年  
芬恩等发展生物大分子的质谱和核磁共振分析技术 / 187
- 20世纪末  
纳米材料研究取得一系列进展 / 188
- 后记 / 190
- 图片来源 / 198



约公元前18 000年

## 人类开始烧制陶瓷

人类烧制和使用陶瓷有着悠久的历史,中国是世界上最早使用陶瓷的国家之一,在陶瓷制造史上具有重要地位。陶瓷是陶器与瓷器的统称。瓷器被公认为是中国古代的伟大发明, china 一词就有瓷器的意思。中国古代劳动人民在科学技术上的成果及对美的追求与塑造,在许多方面都是通过陶瓷制品来体现的。

陶瓷属无机非金属材料,性能稳定、耐酸、耐碱、耐腐蚀、耐高温、绝缘性能优良、硬度高、可塑性小、无毒副作用。

陶瓷的烧制原料主要是黏土。黏土主要成分是硅酸铝盐,还含有其他金属化合物杂质。在高温下,这些物质发生复杂的物理和化学变化,烧结成陶瓷。所以陶瓷是混合物,成分复杂,主要成分是二氧化硅和硅酸盐。

陶瓷制品的制备主要包括配料、混合、预烧、粉碎、加黏结剂、造粒、成型、排胶、烧结等步骤。若以优质黏土为原料也可直接加水混合成型,再用火焙烧即可制成陶瓷制品。

陶瓷中烧结温度较低,获得的制品致密度也较低的,称为陶;烧结温度较高,获得的制品致密度也较高的,称为瓷。

陶瓷的发明是从陶器开始的。陶器是人类最早制成并广泛使用的人工合成材料制品,用黏土烧制陶器是材料发展史上的第一个重大突破。已发现的最古老的陶片出土于江西省万年县仙人洞遗址(大约烧制于公元前18 000年)和湖南省道县玉蟾岩遗址(大约烧制于公元前16 000年)。中国著名的早期文化遗址多有陶片出土,如裴李岗文化(约公元前6000年)的红陶和灰陶、仰韶文化(约公元前5000年—前3000年)的红陶和彩陶、龙山文化(约公元前2600年—前2000年)的黑陶,等等。



蛋壳陶高柄杯(龙山文化)①





哥窑鱼耳炉①

陶器的发明源于人类对火的使用。古人发现,焙烧过的土地或黏土会变得坚硬且防水,这给了他们灵感,他们将泥土塑造成各种形状进行焙烧,于是人类在用机械的方法制取石器、木器、骨器后,又不经意地用化学方法烧制成了陶器。因为陶器的捏塑、花纹雕刻相对简单,所以陶器更具功能性,器体造型也更丰富多变。

3000多年前的商代,原始青瓷开始出现。到了唐宋,瓷器的制造进入辉煌期,这期间涌现出的著名瓷窑数不胜数,如唐朝北方邢窑白瓷“类银类雪”,南方越窑青瓷“类玉类冰”,形成“北白南青”的两大窑系。宋代出现的定窑、汝窑、官窑、哥窑、钧窑五大名窑,风格独特,各领风骚。清朝乾隆年间,瓷器达到其最鼎盛的时期。当时的瓷窑有官办的御窑与官窑,也有民窑。这些瓷窑烧制的瓷器各具特色,形态优美庄重、色彩绚烂典雅、工艺精致严谨,充分展现了中国古代劳动人民的智慧和高超技艺。中国著名瓷都江西景德镇从汉朝末年开始制瓷,在元代率先烧制出元青花和釉里红,在中国陶瓷史上具有划时代的意义。千年瓷都至今依然保存着完整的传统制瓷工艺,令人肃然起敬。

人类从新石器时代开始制陶,千万年的风雨历程中积累了大量陶瓷工艺技术。随着科学技术的发展,陶瓷工艺也在不断创新发展,现在人们已经制造出了具有光敏、导电、热敏、高强度等特性的现代陶瓷,在计算机、精密仪器、电子通信、航天航空等领域得到广泛应用。



新石器时代晚期的转轮制陶②



## 约公元前6000年 早期酿酒工艺出现

人类酿造酒的历史源远流长。根据记载,距今约5万—4万年前的旧石器时代“新人”阶段,已经有了最初的酒。最初的酒是含糖物质在酵母菌的作用下自然形成的。我们都知道,在自然界中存在着大量的含糖野果,而空气里、尘埃中和果皮上都附着有酵母菌。在适当的水分和温度等条件下,酵母菌就有可能使果汁变成酒浆,自然形成酒。

真正称得上有目的的人工酿酒生产活动,是在人类进入新石器时代,出现了农业之后开始的。这时,人类有了比较充裕的粮食,同时又有了盛物器皿(如青铜制的和陶制的)的制作技术,这两个条件使酿酒生产成为可能。



战国早期的青铜冰鉴(冰酒器)①

根据对出土文物的考证,约在公元前6000年,美索不达米亚地区就已出现雕刻着啤酒制作方法的黏土板。最原始的啤酒实际上就是麦芽酒,是人类最古老的酒精饮料。公元前4000年,美索不达米亚地区已用大麦、小麦、蜂蜜等制作了16种啤酒。啤酒的酿造技术由埃及通过希腊传到西欧。现在的啤酒以大麦芽、大米为原料,加入少量啤酒花(一种草本植物,可以使啤酒产生一种特有的香气),经糖化,在低温状态下并在酵母的作用下,经过自发的发酵而制成。啤酒被称为“液体面包”,是一种低浓度、富含二氧化碳的酒精饮料。几乎所有含糖的谷物都可以发酵成为啤酒。

在中国,仰韶文化时期(公元前5000年—前3000年)被认为是谷物酿酒工艺的萌芽期,当时是用蘖(发芽的谷粒)造酒。公元前2600年—前2000年的中国龙山文化遗址出土的陶器中,有不少尊、罍、盃、高脚杯、小壶等酒器,反映出酿酒在当时已进入盛行期。

酿造酒的革命性变化是人类从自发地利用微生物到人为地控制微生物,制





龙山文化的白陶鬯(酒器)⑦

造酒曲。在经过强烈蒸煮的白米中,移入曲霉的分生孢子,然后保温,米粒上即茂盛地生长出菌丝,此即酒曲。酒曲里含有使淀粉糖化的丝状菌(霉菌)及促成酒化的酵母菌。利用酒曲造酒,使淀粉质原料的糖化和酒化两个步骤结合起来,这对造酒技术是一个很大的推进。

关于酒曲的起源,并没有一致的考证结论,最早谈及酒曲的文字可能就是周朝著作《书经·说命篇》中的“若作酒醴,尔惟曲蘖”。原始的酒曲来自于发霉或发芽的谷物,这些最初的酒曲经过多次的选优限劣工序,质量不断提高。后来,由于所采用的原料及制作方法越来越丰富,且生产地区的自然条件也有很大不同,酒曲的品种越来越丰富。

酒曲的生产在北魏时期的《齐民要术》中第一次得到全面总结。大致在宋代,中国酒曲的种类基本上定型,制造技术也已达到极高的水平,主要表现在:酒曲品种齐全,工艺技术完善,酒曲(尤其是南方的小曲)糖化和发酵力都很高。制作酒曲的工艺是繁杂的,工序很多,包括炒谷物、拌曲、团曲、入密闭曲室、翻曲、晒曲等。

用酒曲酿酒是我国劳动人民的伟大创举。酒曲的出现,是我国古代发酵技术的最大发明,并给现代工业带来了极其深远的影响。有了曲,才由蘖糖化(乙醇很低)发展到边糖化边发酵的双边发酵(复式发酵),进而到今天的酿酒工业。



制曲图©

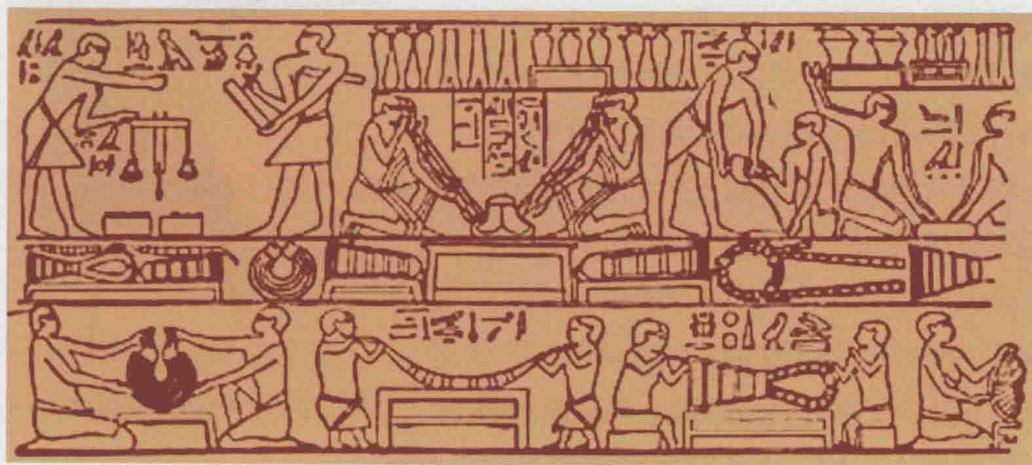


约公元前3800年

## 金属冶炼技术出现

在人类历史的初期,人类的生存工具主要是用石头、动物的角或者骨头制成的。随着对大自然认识的深入,人类发现还有更好的物质可以替代这些材料。这些物质就是天然的金属。

考古学的发现表明,人类最早使用的金属都是一些天然金属。这其中第一个便是黄金,因为黄金以天然的单质状态出现在一些河沙中,再加上其拥有的令人着迷的颜色和光泽,很早就被发现和利用。最早获得黄金的方法可能是淘洗河沙冲积物,这种方法可追溯到新石器时代。目前世界上已发现的金制品中最早的出现在约公元前5000年。



古埃及人洗涤、熔化和称量黄金 ①

继天然金属的使用之后,接踵而来的巨大进步是发明了从矿石中提炼金属的方法,而这些提炼工作离不开火。火的利用是人类历史上一次重大的技术革命。人类从掌握了火这一强大自然力起,就开始了最早的化学实践活动和化学工艺过程,包括制作陶器、冶炼金属。

在金属当中,铜的熔点(标准大气压下  $1083^{\circ}\text{C}$ )较低,且地球表面的铜矿也比较丰富。这为炼铜技术成为最早的金属冶炼技术创造了有利条件。而炼铜技术的诞生还和人们长期用火、拥有烧制陶器的丰富经验有很大关系。随着制陶水平的提高,人们对陶器的要求越来越高,在制陶工艺中所使用的温度也越来越





高。这时,如果制陶场所设在有铜矿的地方,随着温度的升高,单质铜就自然从矿物中熔化出来而被发现。随着经验慢慢积累,古人也逐渐掌握了铜的冶炼方法。对铜的冶炼是人类最早的冶金试验。

现在已知的最早的人工冶炼铜器出土于伊朗的雅亚遗址,产自约公元前3800年前。它们含有少量砷,其中有的经过了铸造、冷加工和退火等多道工序。在埃及和美索不达米亚出土的最古老的铜铸件遗物可追溯到约公元前3500年,特点是含砷和镍,使用时间相当长。中东的炼铜技术从约公元前3000年开始向它的近邻欧洲和印度传播。

青铜的发明是冶金技术的一大进步,并且标志着人类对于金属的认识与使用上了一个台阶,也标志着人类社会从石器时代跨入了青铜器时代。青铜主要指铜锡合金,往往还含有铅或其他金属。加入锡可以使其熔点降低,便于铸造,且性能得到改善,因而青铜逐渐成为古代铜器的主角。最早的锡青铜出现于约公元前3000—前2500年的两河流域,已知最早的锡青铜器产于公元前2800年的乌尔第一王朝(位于现伊拉克)。

埃及青铜时代则开始于约公元前2600年,公元前2000年前后青铜技术达到全盛。公元前2500—前2000年的印度河流域哈拉帕文化出现了含砷或镍的锡青铜。欧洲在公元前1800—前1500年先后冶炼出了砷铜和锡青铜。青铜器在中国的出现时间和发展历史与两河流域相当,迄今发现的最早青铜器是甘肃省东乡林家遗址出土的青铜刀(属马家窑文化),产于约公元前3000年。与中东和印度不同,中国早期的青铜不含砷和镍。



商朝早期青铜器兽面纹爵①

青铜器时代最终被铁器时代所取代。铁的出现已有5000多年的历史,但在很长一段时期里,人类使用的是陨铁。大约在公元前1500年,冶铁技术开始出现。这时,埃及开始普遍使用铁。从公元前1400年左右起,黑海附近小亚细亚的赫梯人和亚述人开始大规模使用铁制造工具和武器。从公元前12世纪起,铁器在地中



商朝青铜翘首刀①





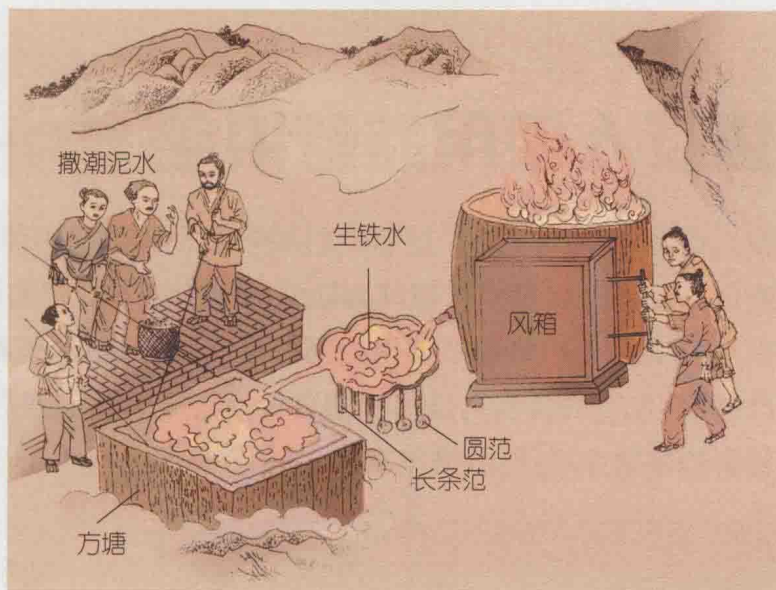
海东岸地区日益增多。到公元前10世纪,铁工具的数量终于超过青铜工具,铁成为使用最多的金属。公元前8世纪,西亚的亚述军队已使用铁制武器,铁制农具、铁制工具也被普遍使用。

公元前8—前7世纪,北非和欧洲也相继进入铁器时代,并采用相对固定的工艺步骤

炼铁,即块炼铁法。炼铁炉主要是地炉和竖炉,矿石在炉中冶炼后,取出全部炉料,先行破碎,分选后烧结锻造成锭,或直接经过锤打分离炼渣。这个时期的铁制品,有的较软,有的则经过渗碳和反复锤打,并经过快冷或淬火而变得很硬。这种方法在远离华夏文明的地区一直沿用到14世纪后期。

有实物证据证明,至迟在公元前512年,中国已发明液态生铁冶炼技术。中国烧陶窑和冶铜炉温度较高,具备了高温冶铁的条件。铁矿石在温度较高的炼铁炉中被高温还原并渗碳,得到含碳达3%—4%的液态生铁。这个发明大大提高了生铁的生产效率,从此,人们能以廉价的方式批量生产铁器,对于人类使用工具的变革产生了深远的影响。战国初期,还出现了用热处理方法使白口铁中与铁化合的碳成为石墨析出的技术,发展了韧性铸铁的工艺。当时,中国在这一技术领域遥遥领先。应该说,中国古代重大发明领先于世界就是从发明液态生铁冶炼技术开始的。

金属对人类具有极大作用,它改变了人类的生产工具,进而改变人类的生产方式和生活方式。这是巨大的技术进步,它与石器的发明,都是人类在其生产力发展当中迈出的巨大跨步。人类在与大自然相适应的过程中,冶炼金属的设备、工具以及技艺不断进步,人类改造自然的步伐也在不断加快。



中国古代冶铁图©



约公元前2400年

## 埃及人使用靛蓝染色

古人很早就学会了提取大自然的有色物质进行染色。在公元前2400年，古代埃及人就会用一种被称为靛蓝的植物染料进行染色，这可以从古埃及底比斯墓穴中出土的蓝袍子那里得到佐证。经考证，该蓝袍子是公元前2400年的产物，这是当时埃及人能用靛蓝进行染色的重要依据。但究竟是谁首先开始了靛蓝的批量生产，至今仍是个谜。



古埃及人提取靛蓝的工场<sup>①</sup>

我们能从古埃及莎草纸绘画中看到古埃及靛蓝生产的精妙工艺，并从莎草纸上的文字中了解古埃及人的染色工艺过程。古埃及第二王朝时期（约公元前2890—前2686年）的莎草纸上详细描写了靛蓝的制取过程。古埃及人大批种植蓼蓝，作为生产靛蓝的原料。他们将蓼蓝放入发酵

池内，用水浸泡，让其快速发酵，需时大致在10至15小时。然后将浸泡液倒入发酵池的捶打层内，按比例加入石灰，用脚搅拌液体，或用棒猛烈打击，加快溶解于水中的靛苷与空气中氧气的接触，使之氧化成靛蓝。此时，浸泡液由金黄色转化成绿色，然后变成蓝色。靛蓝以薄片状从溶液中析出，沉淀在池底。将池内物静置，然后弃去上层液体；将水倒入泥浆状的靛蓝中，煮几小时，除去杂质；用厚厚的羊毛袋，或者帆布袋进行过滤，尽可能地压干，再将固体物切成方块；最后将靛蓝方块置于空气中干燥。干燥后的靛蓝就可以运输和保存。使用时只须加热溶解，然后浸入布料就可以使之着色，染成美丽的蓝色。我们在农村看到的那些土布的颜色便是这种蓝色。这也是我们熟知的牛仔裤的颜色。

靛蓝具有神奇的特性，能够使许多物质着色，可以用来给羊毛、丝绸等动物纤维染色，也可用来给棉布等植物纤维染色。如今它被应用于纺织业、绘画和医药业，被认为是世界上最宝贵的染料之一。