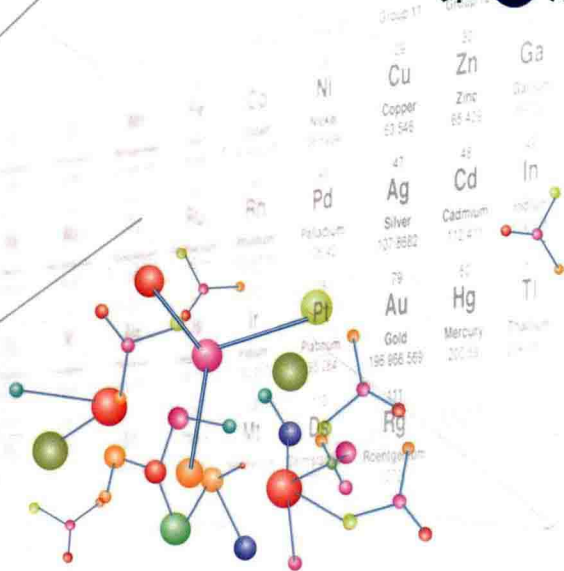


CHEMISTRY

张德生 徐汪华 编著

化学史 简明教程

第 2 版

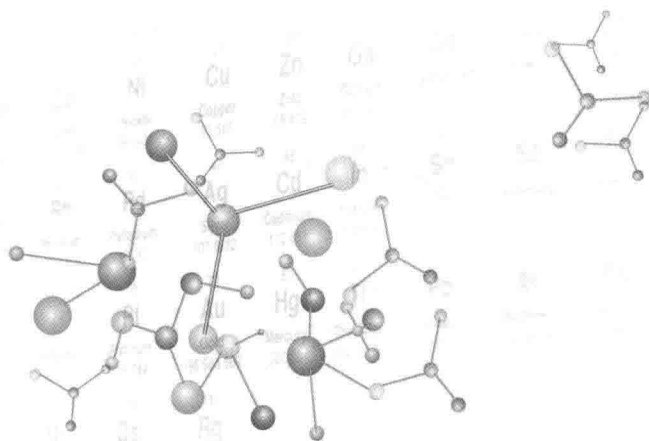


中国科学技术大学出版社

化学史简明教程

第2版

张德生 徐汪华 编著



中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了古代化学史、近代化学史与现代化学史上的主要事件,例如化学的原始形式——炼金术,玻意耳把化学确立为一门科学,燃素学说的兴衰,拉瓦锡发动化学革命,原子-分子论的建立,生命力论的破产,有机结构理论的建立,第一次国际化学会议的召开,元素周期律的发现,原子大门的打开,原子结构理论的建立,现代化学键理论与分子结构,现代化学史上几个重要成果,等等。同时还介绍了一些化学家的生平事迹,以及他们的历史贡献。书中还有许多动人的小故事,可以丰富中学化学课堂教学内容,提高中学生学习化学的兴趣。

本书针对师范院校化学和化学教育专业学生编写,可作为中学化学教师与中学生的参考书,也可供对化学感兴趣的读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

化学史简明教程/张德生,徐汪华编著. —2 版. —合肥:中国科学技术大学出版社,2017. 8

ISBN 978-7-312-04280-5

I. 化… II. ①张… ②徐… III. 化学史—世界—教材 IV. O6-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 171697 号

出版 中国科学技术大学出版社

安徽省合肥市金寨路 96 号,230026

<http://press.ustc.edu.cn>

<https://zgkxjsdxcbs.tmall.com>

印刷 合肥市宏基印刷有限公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 710 mm×1000 mm 1/16

印张 16.25

字数 336 千

版次 2009 年 4 月第 1 版 2017 年 8 月第 2 版

印次 2017 年 8 月第 7 次印刷

定价 35.00 元

第2版前言

《化学史简明教程》第1版于2009年4月出版,至今已销售1万多册。读者主要是师范院校化学系本科生、专科生,中学化学教师以及对化学有兴趣的普通读者。省内外不少师范院校将本书作为化学史课程的教材,很多中学化学教师,特别是初中化学教师也将本书作为备课的重要参考书。从读者反馈的信息来看,大多数读者对该书是肯定的,说了许多赞扬的话,但也指出了不足之处,主要是缺少现代化学史部分,希望能够补充。当时考虑化学史课程一般只有30多个学时,内容多了怕讲不完;另外,师范院校学生毕业以后主要是当中学教师,而中学化学内容主要是近代化学知识,针对这些情况,第1版主要介绍古代、近代化学史知识,没有详细编写现代化学史知识,显得有点不完整。

随着教学改革的深入,现代科学技术更多地应用到教学上,教师很少在黑板上写板书了,上课使用电子课件,加快了教学节奏,每一节课的容量也增多了。因此这次再版时,听取读者的意见,除了对前面古代、近代化学史部分做必要的修改补充外,主要增加了第四章“现代化学的发展”。现代化学史内容庞杂,人多事多,我们只选编了一些影响大的化学家与重要事件,并注意多写一些中国化学家的故事。第四章主要内容有:原子大门的打开,原子结构模型的建立与发展,化学键电子理论的形成,量子化学的诞生与发展,分子轨道理论和杂化轨道理论的建立与应用。另外还介绍了现代化学史上的几个重要成果,如合成氨,侯德榜联合制碱法,伍德沃德合成维生素 B_{12} ,中国科学家第一次人工方法合成结晶牛胰岛素,等等。特别值得一提的是,1951年6月在法国留学成才的杨承宗博士要回国时,约里奥·居里(著名的居里夫人的女婿)让其带口信给新中国领导人:“要反对原子弹,你们必须自己拥有原子弹。”这是个鲜为人知的故事。这个富有哲理的口信,对新中国领导人下决心发展自己的核武器起了非常重要的积极作用。

还是傅鹰先生说得好:“化学可以给人以知识,化学史可以给人以智慧。”我们诚恳地希望与读者一道共同努力,使本书内容不断完善,也希望本书能得到更多老师和学生的喜爱。

作 者

2017年3月于安庆师范大学

前 言

化学作为自然科学中的一门重要学科,主要研究物质的组成、结构和性质,以及物质在原子和分子水平上的变化规律及变化过程中的能量关系。它是人类认识自然、征服自然、改造自然的重要武器。可以说,从人类学会使用火,掌握了火的强大自然力时,就开始了最早的化学实践活动。随着社会的不断发展,化学现在已经深入到人类生活的各个领域,并在国民经济中起着越来越大的作用。化学发展的历史,就是科学发现、技术发明的历史,就是唯物主义战胜唯心主义、辩证法战胜形而上学的历史。化学来源于生产又反过来促进生产的发展。化学与其他科学技术一样,本身也是一种生产力。它可以直接应用到生产活动中去,促进生产力的飞跃,推动社会的进步。化学是一门实验科学,化学离不开实验,化学实验一直是化学工作者认识物质、改变物质的重要手段。正是由于化学发展与生产紧密相关,因此,化学归根结底是由从事化学实验的广大工人、化学工作者和科研人员创造出来的。从化学的历史进程中,我们可以清楚地看到,化学的每项成就都是时代的产物,都是集体劳动与集体智慧的结晶;化学每项重大发明都有其历史的必然性,都是在那个时期人民群众所提供的物质、技术、生活条件的基础上取得的,因此,从事物质生产的广大劳动群众是推动科学技术进步的真正动力。同时,也应当看到,在化学发展历史上,有许多杰出的科学家做出了不可磨灭的贡献,他们那种勤奋好学、不畏艰险的毅力,治学严谨的科学态度,破除迷信、敢想敢做的创新精神,对我们是一种很大的鞭策,其成功和失败的经验教训可供我们借鉴。凡是有所作为的化学家,都是百折不回、不辞劳苦、勇于献身科学的人。历史证明,只有那些在崎岖道路上不畏艰难险阻、勇于攀登的人,才能登上科学的顶峰,而那种怕花力气,企图投机取巧、侥幸取胜的人,从来都是一事无成的。

我国著名的化学家傅鹰先生说过:“化学可以给人以知识,化学史可以给人以智慧。”学习化学发展史,了解化学史上雄伟悲壮的重大事件,可以使我们确立正确的自然观、科学观,树立历史唯物主义,掌握辩证唯物主义方法,批判唯心主义世界观与形而上学的方法论。同时,通过学习化学史,可以了解为化学发展做出过贡献的化学家的生平事迹,尊重他们的劳动、智慧和成果,学习他们勤于观察、善于思考以及重视科学实验的精神;学习他们分析问题与解决问题的正确思想和方法;学习他们在困难面前百折不挠的顽强毅力;学习他们在科学道路上那种坦率无私、团结友爱、互相帮助的精神。

古人说得好：“以铜为镜，可以正衣冠；以史为镜，可以知兴替；以人为镜，可以明得失。”作为一个化学教育工作者，应该了解化学的历史和现状，了解历史上化学家的人品和研究方法，了解化学发展的动力和原因，以便增长知识，陶冶情操，强化意识，做一个受学生欢迎的化学教师。

化学史是师范院校化学系学生的必修课，要当好一名中学化学教师，没有化学史知识是不行的。常发现一些化学教师给学生上化学课时，照本宣讲，语言干瘪，不能引起学生对化学的兴趣，致使一些中学生认为化学难学，不愿意学习化学，不愿意将来从事化学工作，不愿意报考化学化工专业。一名中学化学教师要具备一些化学史知识，在课堂上讲一些化学的小故事、小知识，才能提高学生学习化学的兴趣。目前国内化学史方面的教材较少，缺乏好的、针对性强的教材，中学化学知识主要是近代化学知识，因此古代、近代史化学知识对于师范院校化学系学生有针对性，最适合。

我依据多年的教学经验编写了这本《化学史简明教程》，主要是化学古近代史知识，想弥补这方面国内教材的欠缺。考虑到师范院校化学史教学课时较少，本书分为三章：第一章为古代和中古时代化学的萌芽时期，主要介绍古代实用化学、炼金术和医药化学；第二章为近代化学的孕育和建立时期，主要内容有玻意耳的科学元素说、燃素学说的兴衰、拉瓦锡科学燃烧氧化理论的建立、道尔顿的科学原子学说、阿伏伽德罗的分子论、第一次国际化学会议等；第三章为近代化学发展时期，主要内容有近代有机化学的建立、新元素的发现、元素周期律的发现、近代物理化学的建立与近代化学传入中国等。后两章是学习的重点。

本书可作为师范院校化学史教材，教学课时 36 学时，也可以作为中学化学教师的教学参考书和中学生的课外读物。

由于本人水平所限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

张德生

2008 年 10 月

目 录

第2版前言	(i)
前言	(iii)
第一章 古代和中古时代化学萌芽	(1)
第一节 早期的实用化学	(1)
一、火的利用——古代化学的开端	(1)
二、陶瓷器和玻璃器的发明与使用	(3)
三、早期的金属知识	(4)
四、酿造、染料与油漆	(7)
五、造纸术的发明与发展	(8)
六、火药的发明、使用与外传	(9)
第二节 古代物质观	(10)
一、中国古代物质观	(11)
二、印度古代物质观	(12)
三、希腊古代物质观	(12)
第三节 “化学”名词的起源	(13)
第四节 化学的原始形式——炼金术	(14)
一、中国炼丹术的产生和发展	(14)
二、阿拉伯炼金术的产生与发展	(19)
三、欧洲的炼金术	(20)
四、炼金术的历史评价	(22)
第五节 医药化学与冶金化学	(22)
一、中国本草医学中的化学知识	(23)
二、欧洲医药化学兴起	(24)
三、冶金化学	(25)
第六节 中国未能单独进入近代化学时期的原因	(26)
第二章 近代化学的建立	(29)
第一节 科学化学元素概念的建立	(29)
一、玻意耳的生平	(29)

二、玻意耳的名著《怀疑派化学家》	(30)
三、玻意耳在其他方面的成就	(32)
四、玻意耳的金属焙烧实验	(34)
第二节 燃素学说的兴衰	(35)
一、17 世纪末人们对燃烧现象的各种解释	(35)
二、燃素学说的建立	(36)
三、燃素学说的历史评价	(38)
四、燃素学说的局限性与困难	(38)
第三节 氧的发现与科学燃烧学说的建立	(41)
一、中国人是否最先发现了氧气	(41)
二、舍勒制得氧气	(42)
三、普里斯特里发现氧气	(43)
四、科学燃烧学说的建立	(45)
五、拉瓦锡为什么能推翻燃素学说建立科学的燃烧理论	(50)
第四节 原子-分子论的建立	(52)
一、化学基本定律的建立	(53)
二、道尔顿科学原子学说的建立	(56)
三、气体反应定律的发现	(65)
四、阿伏伽德罗的分子假说	(68)
五、早期原子量的测定	(72)
六、康尼查罗论证原子-分子学说	(76)
第三章 近代化学的发展	(82)
第一节 近代有机化学的产生与发展	(82)
一、近代有机化学的创立	(82)
二、有机结构理论的发展	(88)
三、有机合成的进一步发展	(96)
第二节 新元素的发现	(100)
一、古代劳动人民发现的化学元素(18 世纪前)	(100)
二、18 世纪发现的新元素	(102)
三、19 世纪 70 年代前发现的新元素	(108)
第三节 化学元素周期律	(126)
一、元素周期律发现的实践基础	(126)
二、元素周期律发现的理论准备	(127)
三、周期律的发现	(130)
四、周期律的新考验——惰性气体的发现	(139)
五、门捷列夫周期表中待解决的问题	(143)

六、还存在的问题	(146)
七、现代各式元素周期表	(147)
八、超重元素稳定岛假说	(151)
九、未来的元素周期表	(153)
第四节 物理化学的建立与发展	(154)
一、物理化学的建立	(155)
二、热学与热化学	(157)
三、热力学四大定律	(158)
四、化学热力学	(162)
五、电化学的建立和发展	(167)
六、表面现象和胶体化学	(170)
七、化学动力学的发展	(170)
八、催化作用及其理论的发展	(173)
第五节 近代化学传入中国	(177)
一、近代化学传入中国的时间	(177)
二、我国近代化学的启蒙者——徐寿	(178)
第四章 现代化学的发展	(185)
第一节 原子大门的打开	(185)
一、X射线的发现	(185)
二、天然放射线的发现	(186)
三、放射性元素钋和镭的发现	(187)
四、居里夫人的故事	(187)
五、居里家族对中国科学的帮助	(192)
六、 α 、 β 、 γ 三种射线的发现	(197)
七、电子的发现	(198)
第二节 原子结构模型及其发展	(199)
一、汤姆孙的原子结构模型	(199)
二、卢瑟福的原子结构模型	(200)
三、玻尔原子结构模型	(201)
四、建立在量子力学基础上的原子结构模型	(203)
第三节 化学键理论及其发展	(211)
一、化学键电子理论	(212)
二、量子化学关于化学键的理论	(214)
第四节 几个重要的化学成果	(224)
一、合成氨	(225)
二、侯氏制碱法(联氨法)	(228)

三、现代有机合成之父伍德沃德	(232)
四、福井谦一的前沿轨道理论	(234)
五、世界上第一次用人工方法合成结晶牛胰岛素	(236)
六、屠呦呦与高效抗疟新药——青蒿素	(238)
第五节 现代化学的特点和代表性分支学科	(239)
一、现代化学的特点	(240)
二、现代化学的代表性分支学科	(240)
参考文献	(249)

火是物质燃烧时表现出来的一种化学现象,是物质发生激烈氧化的一种化学运动。火为实现一系列化学变化提供了条件。因此可以说,化学使人类脱离了动物界。

世界上各个古民族都有拜火的活动,现代的奥林匹克运动会,还要进行圣火传递,圣火是不能用火柴、打火机点燃的,而要用聚光镜从太阳那里采集。我国 1990 年亚运会的圣火就是在青藏高原用聚光镜采集的。

关于火是如何来到人间的,有不同的传说。西方传说人类产生以后,至高无上的天神宙斯害怕人类得到火,他会失去对人类的统治,就下令不准把火传到人间。一位同情人类并有正义感的神——普罗米修斯看到人间因没有火而备受苦难,特别是老弱病残,每当冬天到来时,冰天雪地,狂风呼叫,他们蜷缩在山洞里,再加上饥饿和疾病,有很多人死去。普罗米修斯想把火送到人间去,但宙斯对天火看得很严,他还严令宣称:谁胆敢把火送给人间,将把他处以极刑。普罗米修斯经过观察发现太阳神巡天时,有时注意力并不集中。于是,普罗米修斯准备好了一条用松香浸过的桐木棒,藏在太阳神巡天的路上,趁太阳神不注意,将木棒插入太阳车,引燃木棒,然后迅速飞到人间,给人类带来了光明和温暖。人类感谢普罗米修斯,把他当做“火神”来敬仰和崇拜!

宙斯得知普罗米修斯偷走天火,大怒,下令逮捕普罗米修斯。宙斯派“强力”和“暴力”两个仆人追杀普罗米修斯,十分不幸,当普罗米修斯跑到高加索山时,身陷罗网,被“强力”和“暴力”抓捕了。他们把普罗米修斯锁在高加索山的悬崖上,不让他睡觉,不让他弯曲和活动四肢,逼他服罪,向宙斯投降,并且要把“圣火”从人间收回去。但是普罗米修斯并没有屈服,而是坚定地告诉宙斯:“圣火属于人民!”宙斯被激怒了,他暴跳如雷,又派了一只巨鹰每天去啄食普罗米修斯的肝脏,但是被吃掉的肝脏随即会再长出来,并让“强力”和“暴力”对普罗米修斯严加看守。普罗米修斯被宙斯抓捕和残害的事传到人间,人们怀念他、同情他,想尽办法去解救他。有一位名叫赫拉克勒斯的英雄,他勇武善战,曾射杀南山猛虎,还曾杀死过吃人的巨蟒。赫拉克勒斯受乡亲们的委托,骑着骏马,背着弓箭,腰挎宝剑,跋山涉水,到高加索山去救助普罗米修斯。他驻马山巅,看到巨鹰正在啄食普罗米修斯的肝脏,气愤极了,弯弓搭箭,一箭射死了巨鹰。接着砍断了铁锁,使普罗米修斯获得了自由。宙斯看到普罗米修斯被赫拉克勒斯救走了,大怒,马上派“强力”和“暴力”追杀他们。“强力”和“暴力”驾着黑风,从天而下,赫拉克勒斯连发两箭,射死了“强力”和“暴力”。普罗米修斯也振奋神威,大吼一声,惊天动地,驱散了黑风。宙斯想再派“残暴”领兵继续追杀普罗米修斯和赫拉克勒斯,此时,赫拉克勒斯向天上再发一箭,正中天枢,天摇晃起来,普罗米修斯用烧焦的坚硬的桐木棒向天门打去,天门被打得粉碎,天宫震动,宙斯再也不敢出头了,他只好和“残暴”在一起,保护他那摇摇欲坠的统治。此后,普罗米修斯就留在了人间,为人们播撒火种,驱走黑暗和寒冷,给人类带来光明与温暖。

中国的传说主要有两个：一个说法是女娲用神火炼石补天，炼出五彩石补天以后，就把神火留在了人间；另一个更为普遍的传说，则是燧人氏钻木取火的故事。开始，人们把天雷引起的火种引进山洞，点烧成一堆，让老人们不断地往火堆中加木柴，看护好火堆不灭。但一旦因燃料不足或看护不当，火堆就会熄灭。在中国北方一个原始的部落中，有位叫燧人氏的人，此人魁伟健壮，乐于助人，在部落里威望很高。在一个冰封雪飘的冬天，燧人氏的部落又断火了，人们蜷缩在山洞的角落里，老人和孩子饥肠辘辘，十分困苦。燧人氏想：应当先弄点吃的东西，让人们吃饱也许能挡挡寒气，他带了几个青年人拿起石头木杆枪走出山洞前去捕猎。他们遇到一只觅食的獾，燧人氏奋力用石枪刺去，可惜没刺中，枪尖刺到石头上，冒出几个火星。“火！”“火！”燧人氏的同伴喊着，但几个火星转瞬即逝，无法引燃。燧人氏等人继续艰难地向山的深处走去，在一丛小树下，燧人氏发现了一只野山羊，他立即像猛虎一样扑过去，抓住了山羊。几个伙伴将野羊的四蹄绑好，中间穿上一个干木棒，两人抬着，回洞而去。野山羊挣扎着，在木棒中间滑来滑去。山路崎岖，吱吱呀呀地抬着山羊，走了几里山道，回到洞中。燧人氏抽出木棒，他的手无意中摸到木棒中间因抬山羊来回滑动过的地方。“啊！”热得烫手。燧人氏想，也许两个东西磨来磨去就会有火一样的热。他马上找来一个大骨针，把干木棒架在两块石头上，骨针对准木棒中间，用力顶住，燧人氏用他那双有力的大手来回搓动骨针，过了一会儿，钻眼处冒烟了，燧人氏搓动得更快了；又过了一会儿，钻眼处出现了火星，进而出现了微弱的火苗。“成功了！”“成功了！”燧人氏赶紧让他的伙伴抱来碎草和干柴，点燃了火堆。就这样，燧人氏发明了钻木取火的方法，他还把这种方法传给各部落的人们，给人类带来了光明。后来，燧人氏还总结了用石头互相撞击产生火星进而引燃易燃物的方法，开拓了用火石、火镰、火绒取火的方法，古人把燧人氏发明的火石、火镰、火绒称为“三件宝”。

二、陶瓷器和玻璃器的发明与使用

我国大约在公元前 8000～前 6000 年的新石器时代早期，就发明与使用陶器了。人类早期生活的器皿有木制的，也有用枝条编制的。古人为了使其耐火和致密无缝，往往又在木制器皿外面抹上一层湿黏土。在使用中，有时器皿被火烧了，木制部分烧掉了，黏土部分却变得很硬，仍可以使用，进而人们便发现成形的黏土不需要内衬木制容器就可以烧制出器皿。于是人们将黏土捣碎，用水调和，揉捏成各种形状，在太阳底下晒干，然后放入火中烘烤，便得到了原始的陶器。

我国陶器的烧制，历史十分悠久，早在商、周以前就有了，主要是红陶与黑陶。到商周时代，已经懂得用釉，出现了白陶和彩陶。普通的红陶、灰陶改造成白陶是一大进步，在中国，早在殷代就完成了。白陶壳薄，质地优良，造型美观，外形洁白。在当时，白陶是很珍贵的，从现在挖掘出土的红陶、灰陶和白陶的比率推算，当时白陶仅占 2% 左右，而且多出土于较大的墓葬中，这说明，穷人是用

不起白陶的。随后人们发明了釉陶,在陶坯上涂一层釉,釉是含有较多 CaO 、 K_2O 之类的碱性物质,像石灰、草木灰,在 $1\,200\text{ }^\circ\text{C}$ 高温下,熔融后与坯体相互作用,形成光滑明亮的玻璃层。郑州二里岗出土的敷釉陶尊,质地坚硬,色泽鲜明,叩之有金属声,已达到很高水平。如果烧结温度低于 $1\,000\text{ }^\circ\text{C}$,则很难烧出如此好的陶器。研究表明,到秦代,制陶业的规模已十分惊人,作为世界八大奇迹之一的秦兵马俑,其烧制技术十分高超,平均高 1.8 米左右的兵俑和高 1.7 米、长 2.3 米的马俑,没有大型炉灶和均匀的温度控制是无法烧成的。另外,秦始皇修建阿房宫所用砖瓦之多举世罕见的,自秦以后,烧制砖瓦构成了中华建筑的基础,所以至今仍有“秦砖汉瓦”之说。汉代时制陶业有一个较大进步,从陶向瓷逐步发展,到魏晋时代已经出现了青瓷。

唐代的瓷器质地已相当出色,出现了“薄如纸,白如玉,明如镜,声如磬”的高质量瓷器。唐代以及宋代的陶瓷已大量出口,考古证明,在埃及、伊朗、朝鲜、日本等地,都曾发现过唐宋时代的中国陶瓷。明代郑和七下西洋时,瓷器是他的船队主要的货物,作为礼物也作为货物进行交换。20 世纪 80 年代,在我国南海的海域,发现了一艘中国宋代沉船,从中打捞上几千件优质宋代瓷器。总之,中国优质陶瓷的生产,反映了中国人民早已掌握了化学化工技术。

世界其他地区,像古埃及、西南亚、印度、波斯及希腊的劳动人民,也与我们的祖先一样,创造了灿烂的古代文明,除了发明陶器外,还发明了玻璃。古埃及人很早就掌握了制造玻璃的技术,人们从公元前 1000 年的墓葬和干尸墓葬中发现了许多玻璃器皿。古代的玻璃几乎都带颜色,透明度不高。

无论是修筑宫殿的砖瓦,还是建长城的白灰和巨砖,以及玻璃的发明、瓷釉的配制,日用器皿的成形,都成了人类文明不可分割的一部分,有人把这种文明叫“化学文明”。确实,没有化学和化学工艺的进步,人类文明也就无法进步。陶器、瓷器、玻璃器的发明与使用,是人们采用物理方法与化学方法的伟大成果。

三、早期的金属知识

1. 金

金在自然界中主要以游离状态存在,在一些江河的沙床中可以找到。我们祖先早就懂得“沙里淘金”。由于金的黄色光泽易于察觉,所以,金是人类发现的第一种金属。金质地软,有极高的延展性,很容易加工。从古埃及人的坟墓中,发现了公元前 2000 年用黄金制作的装饰品,还有金丝的刺绣。我国河南辉县玻璃阁殷代墓葬里边发现了金叶,还发现一块重一两多的金块,还有厚度仅有 0.01 毫米的金箔。战国时期楚国已经用黄金作为货币,当时人们已经掌握了鎏金技术,就是将金的汞溶液一起涂在铜器表面上,再经烘烤,汞蒸发后,金留在器皿表面上,这种技术说明人们已经了解了金、汞以及合金的某些物理、化学性质。1968 年,在河北满城西汉中山靖王刘胜夫妻墓中,出土了鎏金的长信宫灯,还出土了著名的金缕玉衣,

是用很细的金丝编织而成的,金丝的直径仅为 0.14 毫米。这些都说明了在当时金的加工已经达到相当高的水平。

2. 银

金属银在自然界中大部分以化合物状态存在,它的发现比金晚。一般认为公元前 3000 年~前 2000 年,埃及人首先采集到银。自然界中还存在银与金、汞、铜、铂的合金,自然界的金中含有少量的银。古埃及人曾把天然的金银合金当成一种单独的金属,我国古代则把这种合金称为琥珀金。最初,由于银比金少,因此银比黄金贵,公元前 1780 年~前 1580 年的埃及王朝,法典中规定银的价格是金的两倍。

后来人们学会冶炼取银,并把银制成装饰品,我国成都出土的战国时期的铠甲上就有银制的饰物,长沙出土的楚国漆器上也有银制饰物。

3. 铜

(1) 红铜

自然铜在自然界中有存在,纯净的铜呈紫红色,故称为红铜。人类最早加工成工具的金属就是红铜。铜可以用锤敲打的方法加工,由于人们有了制陶的经验,可以用高温将铜熔化,再倒入特制的容器中进行铸造。我国 1957 年、1959 年两次在甘肃省武威县皇娘娘台距今 4 000 多年的墓葬中,先后出土了铜器 20 多件,有铜刀、铜锥、铜环等。说明了我们祖先不但认识了铜,还能加工铜,冶炼铜。

(2) 青铜

青铜是劳动人民有意识地将铜与锡或者铜与铅相互配合熔铸而成的合金。因为以铜为主,锡、铅为次,合金颜色呈青色,故名青铜。青铜是合金,熔点比纯铜要低。纯铜熔点为 1083°C ,而含有 15% 锡的青铜熔点降到 960°C ;含 25% 锡的青铜,熔点为 800°C 。熔点低了容易熔化铸造。另一方面,青铜的硬度比纯铜高,因此青铜铸造的工具比纯铜的工具坚硬、锋利。青铜器逐渐代替了石器、木器、骨器、红铜器。青铜生产工具的出现,对生产力的发展起到了划时代的作用。

我国的青铜器时代开始于夏、商、周。1959 年河南省偃师二里头商初的宫殿遗址中,发现距今 3 600 年的炼铜坩埚片、铜渣,还出土了许多青铜器。经分析青铜器中含铜 92%、锡 7%。到商代中期,我国的铸造青铜器技术水平已经相当高。1939 年在河南安阳出土的商代后母戊鼎(原称司母戊鼎,图 1.1),重达 875 千克,带耳,高 133 厘米,长 110 厘米,宽 78 厘米,是世界上最大的青铜器。1974 年 9 月在郑州张寨南出土的两件商代大铜鼎,其中一件重 84.25 千克,另一件重 62.25 千克,经分析,其中含 17% 的铅与 3.5% 的锡。



图 1.1 商代后母戊鼎

青铜的冶炼要经过采矿、冶炼、制范、熔铸四个主要工序。当时用的主要矿石是孔雀石 $[\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CuCO}_3]$ ，制造方法主要是铸造。我国青铜的冶炼和铸造水平居世界第一，这是举世公认的。西安出土的秦始皇的铜车马和兵马俑并称为“世界奇迹”。

古埃及大约在公元前 3000 年进入青铜器时代。在古埃及第一王朝的墓中，曾发现青铜制作的刀、锯、斧、锄、锥等工具。

(3) 黄铜

黄铜是铜和锌的合金，也是劳动人民制得的合金。锌在自然界中主要是以闪锌矿 (ZnS) 与菱锌矿 (ZnCO_3) 存在的，我国古代叫炉甘石。黄铜是把红铜与炉甘石、木炭一起烧炼时，还原出的锌铜合金。由于这种合金外观类似黄金，所以有人用黄铜冒充黄金骗人。黄铜比较贵重，可以做衣冠上的饰带，等级次于金、银而贵于铜。唐代已经用黄铜作货币，唐代奖励有功人“黄金”300 斤、200 斤(1 斤=500 克)，其实不是黄金而是黄铜。在铜的冶金史和化学史上，我们的祖先还有一项重大的发明，就是胆水浸铜法，这项发明是水法冶金技术的起源。胆水浸铜法是金属铁与胆水 $(\text{CuSO}_4 \text{ 溶液})$ 相互作用，铁置换出其中的铜， $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ 。西汉的《淮南万毕术》已有记载指出：“白青得铁，即化为铜。”白青又叫空青、石青，即碱式碳酸铜。

4. 铁(钢)

游离的金属铁在地壳中找不到。由于铁矿石的熔点相当高(1 500 $^{\circ}\text{C}$ 以上)，还原铁比还原铜困难，因此人们发现与使用铁比较晚。人类最早发现并使用的铁，是从太空落下来的陨石中得到的。从天上落下来的陨石，有的全部是铁，有的是铁与少数镍、钴的混合物。我国 1972 年在河北省台西村出土的一把铁刃青铜钺，其上的铁刃就是用陨铁加工的。在古埃及的坟墓中也发现用陨铁(又叫天石)制成的小斧。

世界上许多民族都先后掌握了炼铁的技术。一般认为埃及、巴比伦、亚述(今伊拉克、叙利亚一带)等古国，在公元前 1500 年已经有了冶铁业。我国大约在战国时期发明炼铁，用铁来制造工具。早期炼铁，大多采用“固体还原法”。把铁矿石和木炭一层一层地放入炼炉中，点火熔烧，在 650~1 000 $^{\circ}\text{C}$ 时，炭不完全燃烧，产生 CO 使铁矿中氧化铁还原成铁。

我国考古工作者挖掘出一件稀世珍宝，它不是金、银、玉，而是春秋时代越王勾践的宝剑。宝剑擦拭以后，锋利无比，表面毫无锈蚀。在地下埋藏两千年的宝剑，至今如此完好，这说明中国古代炼铁技术十分高超。传说，越王请著名工匠欧冶子为他炼剑，欧冶子采集上品矿石、炭，在深山中设炉锤炼，宝剑三年不成，十分发愁。他的妻子为了帮助他，把指甲、头发都剪下，投入炉中，宝剑则成，欧冶子炼成宝剑有三口：一口叫龙渊，一口叫泰阿，另一口叫工布。炼成宝剑以后，献给越王，此后欧冶子夫妻二人，入山修炼，成了剑仙。当然，其中有些只是传说，不过，用人的头发、指甲与铁合炼，可使铁中增加磷、氮、碳的成分，也有一定道理。后来吴越争霸，

吴王知道越王炼成了宝剑,就四处查访欧冶子,后来找到了欧冶子的师弟干将,吴王责令干将给他炼剑。干将和他的妻子莫邪,一起在深山中造炉炼剑,他们派人“采五山之铁精,六合之金英”,用 500 人运矿石、烧炭、鼓风,一直炼了三年,仍没炼成。莫邪对干将说:“当年师兄炼剑,是师嫂用女人的毛发、指甲投入炉中,帮助师兄炼成,师嫂能做的我也能做到。”莫邪沐浴焚香,站在炉前,让童工们大力鼓风,在风大火旺之时,莫邪毅然投入炉中。最后干将炼成了两把宝剑,一把阳剑,叫干将,另一把是阴剑,就叫莫邪。剑成以后,干将把阴剑献给了吴王,自佩阳剑。

5. 汞(水银)

天然的汞很稀少,大多数汞是通过燃烧丹砂(HgS)得到的,人们很早就知道汞的一些性质,如银似水,容易挥发,并易碎成流珠。秦始皇得天下之后,在营造自己陵墓时,灌入了大量的汞。

四、酿造、染料与油漆

1. 酿造

我国是酿酒很早的国家,相传在夏禹时就有一个叫仪狄的人开始造酒。《战国策》中说:“昔者,帝女令仪狄作酒而美,进之禹。禹饮而甘之,曰:‘后世必有以酒亡其国者。’遂疏仪狄,而绝其酒。”另外一种流传更广的说法,认为是杜康造酒,曹孟德长江赋诗《短歌行》,就说:“何以解忧,唯有杜康。”在其他史书典籍中,也多处提到杜康造酒的事。传说,杜康是现在河南一带人,曾到河北、山西一带游学,走到太行山时,看到一群猴子饮用石凹中的一种粉红色液体,他走近一看,原来石凹深处,积下一层落果,约有一尺多厚,落果时间一长,发酵成酒。杜康受到启发以后,精心钻研,终于先制成了果酒,后来又制成粮食酒。

其实酒绝不会是一两个人发明的,而是劳动人民在长期生产实践中创造发明出来的。从化学观点讲,碳水化合物经过发酵都能变成酒。在原始社会,劳动人民把收下的麦、黍堆积在外,被雨水淋湿,部分发芽、发酵,就可变成酒。我国出土了 4 000 多年以前原始社会的大量陶制盛酒器皿。在商、周时代,奴隶主酿酒成风。商纣王还搞“酒池肉林”。在埃及和西欧,也从古代时起就以谷物和水果为原料发酵酿酒,古埃及曾在 3 000 多年前就造出了麦酒。埃及和古罗马还有远近闻名的葡萄酒。我国原无葡萄,汉武帝时期张骞两次出使西域,将中亚的葡萄引入我国,汉武帝令人种于上林苑中,从此各地遂开始种植,并以葡萄酿酒。

值得一提的是,我们祖先在酿酒技术上有一项重要的发明,就是用麴造酒,麴就是含有淀粉的谷粒,蒸煮和碎裂之后,经过自然界的微生物酶菌生物化学作用后发酵成麴。再利用麴与更多谷物制得酒,这种方法既经济又有效。在酿酒的同时,人们利用发酵原理,从谷物中酿造出醋作调料,还制成了酱与酱精(酱油)。麴的使用,开了生物化学的先河。

西方的造酒技术比中国晚很多年,用麴技术大约在清代才传到西方,但由于西方人注意改进和定量研究,所以他们也造出了很多名酒。

2. 染料

随着人们的衣着需要,发展了丝、麻纺织业,各种纺织业的染色技术也相应地发展起来。我国商代养蚕纺丝已相当发达。在周代人们已经知道染色要经过煮、暴、染几个步骤,用青、黄、赤、白、黑五色染丝帛制衣,以区分身份等级,而且有专门的“染人”负责染丝帛。所用的染色原料是经过化学加工而提炼出来的植物性染料,如靛靛染蓝、茜草染绛等。到秦汉,染色成为一个单独的手工业部门。1972年长沙马王堆一号西汉墓中出土的织物中,有彩色印花纱与多次套染的织物,据分析共有36种之多。古埃及生产亚麻布,作衣料时染成红、黄、绿等色,所用的染料也大多数是植物性染料。

3. 油漆

油漆是我国古代的一项重要发明,将漆树汁经处理后涂在物体表面上,在漆酶和热的作用下,形成一层高聚物薄膜,即漆膜。夏禹时代就有了漆器,春秋时已重视漆树的栽培,战国时就用漆彩涂饰车辆、兵器、日用几案、乐器、棺槨。我国古代还将桐油与漆混合使用,桐油是干性植物油,也能产生高聚物薄膜,将油与漆合用,是个技术创举。考古还发现,我国古代还用密陀僧(PbO)或土子(含 MnO_2)和蛋清分别作为漆与桐油高聚物薄膜的催干剂。我国的漆器汉代传到亚洲一些国家。17~18世纪又传到欧洲。

五、造纸术的发明与发展

造纸术与火药术、罗盘针和印刷术,是我国古代科学的四大发明,是中国人民对世界科学文化发展做出的卓越贡献。作为造纸原料的植物纤维素,是一种天然的高分子,为了制得较纯的纤维素,必须使用化学和机械方法,除去其他杂质,使纤维素大分子帚化,制成纸浆,再抄造、干燥。因此纸的发明是化学方法的重要成就。

关于纸的发明,过去都认为是公元2世纪时东汉宦官蔡伦于公元105年发明的,但考古又有了新的发现。1933年新疆汉烽燧台遗址出土了公元前1世纪的西汉麻纸。1957年又在西安市郊的灞桥出土了公元前2世纪西汉初期的古纸。研究发现,这种纸主要以麻为原料,质地比较粗糙,不便书写。近年考古,发现了汉宣帝(公元前73年)时的麻纸,还有其他一些更古老的纸张。这些事实说明,早在西汉时期我国劳动人民就已经发明了造纸术。而东汉的蔡伦在前人基础上,改进了技术,组织生产了品质优良的纸。

蔡伦,又叫蔡敬仲,出生在当时的桂阳,就是现在的湖南省耒阳市。此人是一位务实的人,平时不多言、不多语,但工作起来十分认真。蔡伦年长以后,入宫做了汉和帝的太监,深得和帝的赏识,所以命他监制皇帝的一切御用器物。当时上传下达的奏章圣旨越来越多,民间文人书写的东西也越来越多,迫切需要改进书写工