



● 第一编

---

化工科技



火第一次使人类支配了一种自然力，从而最终把人和动物界分开。可以说，火的利用是人类开创对物质化学变化认知和利用化学变化从事生产运作（化工生产）的起始。自从人类学会了用火，就逐渐掌握了改变物质化学性能的一系列手段，这就是化工技术的萌芽。凭借用火的烧烤，发明了陶器制作，并由此延伸出瓷器烧造、玻璃熔制、砖瓦烧成乃至品目众多的硅酸盐化学工艺。烧陶过程中发展起来的高温技术及与耐火材料、造型材料打交道所积累的经验又为金属冶炼和铸造提供了必要的准备，随后人们就发展起冶炼熔化各种矿石的冶金技术。随着青铜合金材料和铁合金材料的生产和应用，使人类社会先后进入青铜时代、铁器时代。生产工具的变革极大地提高了社会生产力，促进了人类社会的进步。人类从原始社会向奴隶制社会、封建制社会过渡和由野蛮社会向文明社会前进，金属工具和金属材料在其中都发挥了不可估量的重要作用。原始的采集、狩猎经济也随之让位给农业和畜牧业，定居的群聚部落生活逐渐得到改善。伴随农业和畜牧业的发展，多种手工业生产部门日臻完备而开始独立，像制陶、冶金、酿造、制革、染色等化工生产单元就在其中。

有了陶制容器，就可以盛储液体一类的物质，特别是人类生存的最重要生活资源。水的储备和应用，对于保障和提高生活的质量，其必要性是无庸赘述的。在陶制容器里酿酒、制醋、做酱，不仅改变及提高了人们的生活质量，还发展出以生物化学变化为核心的酿造技术。硅酸盐化学工艺和冶金技术的发展及酿造、制革、染色等诸多工艺所展示的成果，使人们确信物质化学变化的深奥和无穷。在追求财富和奢望长生不老的欲望支撑下，人们把妄想的空间鼓吹得很高，中国的炼丹术和西方的炼金术就是在这样的背景下出现的。尽管炼丹（金）士们做了许多荒诞的试验，但是毕竟是古代探索物质变化奥秘的一种化学实践活动，在误打误撞并付出一些惨重的代价后，也在合成医药和冶金化学工艺及认知许多物质的化学性质上有了许多收获，特别是蕴育出黑火药、合成医药等伟大发明，并促进和引领了金属化学、医药化学、无机化学、有机化学等学科发展。总之，古代的先民早期应用的化工技术逐步发展，并渗透到社会生产、生活的诸多领域，构成了内容丰富的化工生产部门和项目，并为化学科学的建立奠定了知识的基础。

世界各文明古国大多在奴隶社会就有了化学工业。从考古资料来看，中国和有的地区的先民从事化工生产还要早些。不同的地域有不同的资源、环境及人文背景，因此早期的化学工业从布局到生产技术、产品特色也会有所差异。在不同的发展道路上，各有所获，都在世界化工史上留下了自己的印迹，对世界文明的进步作出了自己的贡献。历数中国古代的化工技术及其成就，大家都公认其曾塑造的辉煌，在世界化学、化工史上都有着突出的表现和重大影响。但是，在本书中很难做到详尽和面面俱到，下面只列举已是人所共知的几例。

在烧造陶器的技术基础上，中国先民发明、创制了瓷器。细致的瓷质和艳丽的

釉色使精美的瓷器成为中外文化交流的珍品，西方贵族和名士对中国名瓷的追捧达到了痴迷的程度。这从丝绸之路，特别是海上的丝绸之路运送的货单可知一二。中国的瓷器蜚声国外，也可从欧洲的许多博物馆陈列、收藏的中国古代瓷器中略见一斑。

出土的大量商周、春秋战国时期的青铜器，以其种类繁多、造型复杂、花纹繁缛，展示了当时中国青铜冶铸的高超技术水平。不仅合金的配比、熔炼有了类似“六齐规则”的经验总结，而且铸造还有陶范铸造、失蜡法铸造、叠铸等工艺技术的配合。使中国古代的青铜冶铸工艺的高超水平和它们的精美产品赢得了世界的赞誉。

中国先民掌握冶铁术虽然晚于西亚某些地区，但是有了高水平的青铜冶炼所提供的高温炼炉技术，在知晓了块炼铁法后不久，就发明掌握了生铁冶铸技术。为了克服生铁的脆性，人们又发展出多种生铁柔化处理技术，生产出韧性可锻铸铁、灰口铁、麻口铁等，使铸铁成为生产工具和手工工具的主要材料。稍后，又在生铁冶铸的实践中，先后掌握了块炼渗碳钢技术、铸铁脱碳钢技术、百炼钢技术、灌钢和苏钢技术，使炼钢有了多种方法。就是这样，中国古代走出了冶铸钢铁有特色的发展道路，形成了一个以生铁为本的钢铁冶铸加工体系。钢铁材料的广泛应用，促使中国的封建社会迈进了真正的铁器时代，并使高度发展的封建经济在很长一段时间里维系在世界领先的水平。

食盐是人类生活不可或缺的重要物质。居住在海边的人食用海盐，居住在内陆的群体食用湖盐或井盐及土盐。总之，食盐的供需和制取各有其道。正因为食盐被视为关系生命的重要资源，从氏族部落到国家政权对它的占有和控制都被列入权力范畴。中国在夏商之前，似乎许多原始公社部落都围绕着运城的解池周边而聚居。汉代立国后首先对盐业实行国家控制。从此以后，盐税一直成为国家经济的命脉之一。食盐的生产无论是采集、煎熬，还是后来的晒制，一直为统治者所关注。将海水制成卤水再进一步煎熬成盐曾是海盐古老制法，直到唐宋以后，人们才学会在海边晒制盐。制盐技术的进步虽然缓慢，但都是自己在实践中逐步发展起来的。在古代井盐生产中，从大口浅井采卤到卓筒井采卤，中国先民有重大的发明创造。这就是发明卓筒井，采用了“圜刀”（即钻头）和套管隔水装置的汲卤筒，开创了西方冲击型顿钻凿井的技术先河，也可以说是现代石油钻井之父。

名目繁多的硝和矾（主要是金属的硫酸盐）及多种硫化物（例如，雄黄、雌黄、硫黄等），也是古代人们在日常生活中经常打交道的物质。染色、净水、制药都常使用它们。特别是在炼丹的试验中，被认为有奇能，并具有接近黄金色的硫；能促使化学反应激烈进行的焰硝，都为炼丹家所赏识。就在以硝、硫、炭为主体的混合伏火试验中，炼丹家发明了黑火药的配方。黑火药及其配制的火药武器在军事上发挥的威力，使战争由冷兵器时代过渡到火器和冷兵器并用的时

代。当火药武器传到欧洲，并被新兴的资产阶级用来摧毁封建的城堡后，其对世界历史进步的杰出贡献得到了认同。历史学家一致推荐黑火药的发明为古代中国科技的四大发明之一。

造纸术作为中国古代的伟大发明早已得到认同。在丝麻的漂絮加工中会得到一层残絮交织的薄片，正是由此得到启发，中国先民在汉代就发明了造纸术。多处出土的西汉古纸印证了这一结论。但是早期的纸片仍较粗糙，不能取代简牍等记事材料。蔡伦等扩大了原料的来源，提高了纸张的质量，使造纸术得到发展。到了晋代，纸不仅成为官方文件的载体，而且开始在民间通用，简牍文献从此基本绝迹。随着造纸技术的提高，继麻纸之后，人们又生产出皮纸、藤纸、竹纸、草纸及纸张加工的新手段。纸张与其般配的笔、墨、砚构成的“文房四宝”成为中国传统文化的载体。有了纸张，才可能发明雕版印刷-活字印刷。印刷术在文明史上的巨大作为是以造纸术作铺垫的。

模仿自然界的发酵现象，世界各地的人们先后掌握了酿酒技术。由于地域环境和资源原料的差异，各地酿造出各具特色、风格迥异的发酵原汁酒。在 12 世纪后，蒸馏技术被陆续引入酒类生产，产出了以白兰地（以葡萄和其他水果为原料）、威士忌（以麦芽和谷物为原料）、朗姆酒（以甘蔗糖蜜或蔗汁为原料）、伏特加（又名俄得克，以小麦、大麦、马铃薯、糖蜜为原料）、金酒（在食用酒精中加杜松子和其他香料蒸馏而成）、中国白酒为主流的蒸馏酒。在这些酒品中，中国的黄酒和白酒不仅有着自己独特的酿造技艺，而且在酿酒机理的探索中，中国传统酿酒技艺的丰富经验和实践技巧为近代微生物工业的建立和发展及现代生物技术的诞生提供了最大的支撑。中国酿酒工艺独树一帜的鲜明证据，就是发明了酒曲和对酒曲的巧妙运用。酒曲是一类多菌多酶的微生物制品，它培育并丰富了酿酒中优化了的微生物菌系。中国先民一直把生产出优质曲作为酿酒的关键。与此相配伍，中国先民还创造了开放式与封闭式相配合的发酵技巧。

有的中国学者曾认为，中国炼丹家约在公元 4 世纪在炼丹试验中最早制得单质砷。经过模拟实验的考查，此结论尚待进一步研究。但是，大量史料表明，至迟在宋代中国炼丹家已取得并认识元素砷了。早于欧洲一些化学史家曾提出的，13 世纪德国炼金家马格勒斯（A.Magnus，1193—1280 年）于 1250 年用雌黄与肥皂共同加热而制得单质砷。还有一点是可以肯定的，中国炼丹家通过对三黄（雄黄、雌黄、硫黄）的大量试验，获得了丰富的元素砷的知识。他们很早就炼得了色似黄金、白银的砷铜合金就是明证。早在新石器时代晚期的文化遗址中，就出土有锌黄铜的残片。这并不表明先民已能有意识地炼得锌黄铜。由于金属锌的特殊性质，可以认为，锌是古代最难冶炼的金属。确凿的考古资料表明，世界上最早冶炼出金属锌的是亚洲的两个大国：中国和印度。他们的炼锌技术又各有特点，表明他们是各自独立地发明炼锌技术的。

中国古代的化工技术与中国高度发展的封建经济一样，一度处在世界的前列。正如英国科学史家李约瑟（J.Needham, 1900—1995年）所说，中国科学“在公元3世纪到13世纪之间保持一个西方所望尘莫及”的水平。其诸多的发明创造，对于人类文明的进步曾有不容忽视的促进作用。然而，在化工技术所依赖的化学认知上，注重实用的技术传统仍使我们的祖先停留在实践经验的总括水平，只知其然，不知其所以然。古代关于物质变化的阴阳说和五行说，直到明末仍然没有得到科学的提升。在西方的欧洲，借助于传播而来的东方文明，特别是中国的三大发明（印刷术、指南针、黑火药），新兴的资产阶级先后通过文艺复兴、宗教改革、思想解放等一系列运动，冲破了宗教神学对人的思想的禁锢，开阔了视野，意识到人的价值和人的尊严，迎来了欧洲学术的复兴，创造了改变整个人类历史进程和人类生活的近代科学，并开启了近代文明的序幕。

近代自然科学是古代科学的继承和发展，但两者有着本质的区别。古代科学，包括古代希腊、中国、印度和中世纪阿拉伯的科学，基本上处于现象的描述、经验的总结和猜测性的思辨阶段，主要是以直觉和零散的形式出现的；而近代科学则把系统的观察和实验同严密的逻辑体系结合起来，形成以实验事实为根据的系统的科学理论。从哥白尼的天文学革命到牛顿力学的建立，可以说是人类认识自然的历史中第一次理论的大综合。与此同时，英国化学家波义耳提出了化学元素的概念，直到法国化学家拉瓦锡（A.L.Lavoisier, 1743—1794年）提出氧化理论，完成了一次“化学革命”。继之而来的工业革命，是人类历史上在使用金属工具之后的第一次技术革命，它发端于纺织工业的机械化，以蒸汽机的广泛使用为主要标志。英国工匠瓦特改进的蒸汽机是应用了英国物理学家在潜热方面研究的成果。这次技术革命使社会生产力空前高涨，使人类从农业和手工业时代进入以大机器生产为特征的工业化时代。

生产机器需要钢铁，促进了冶金技术的发展。带动机器运转需要燃料，人们加强了对煤和石油的综合开发。纺织业的发展，带动了漂白、染色技术的研究。总之，工业革命也促使化工产业面目一新。在近代科学的辅佐下，化工技术获得迅速的提高。相形之下，包括化工技术在内的中国科学技术被远远地抛在后面。19世纪，英、美、法、德等国相继完成了工业革命，经济得到迅速增长。为了扩展市场，争夺殖民地，他们用“坚船利炮”轰开了闭关自守的中国大门，自诩为“天朝王国”的清朝统治者被迫签下了丧权辱国的条约，中国沦落到半封建半殖民的境地。也在这个时期，一些有识之士才认识到中国的落后，落后就会被人欺，于是被迫接受近代的科学和文明，开始了西学渐进，洋为中用，西方的近代科学知识、先进的技术陆续在中国得到传播。然而，西方殖民者对中国的虎视眈眈和疯狂掠夺，加上清政府的懦弱和无能，近代科学和技术在中国的推进也是步履维艰。直到1840年的鸦片战争以后，中国历史才开始了近代史的历程。