

导 言

通俗地说,化学是一门研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的科学。化学工业是运用化学方法改变物质组成或结构,或合成新物质的特定生产部门。二十世纪下半叶科学技术的飞速发展,使人们对上述的定义产生了新的见解。有人认为化学是分子的科学,它研究的对象是构成地球、宇宙的千千万万物质的基本微粒——分子及其相互之间的转化规律。这就赋予化学科学以更深邃的内容和更广阔的研究范畴。随着研究方法和生产手段的深化,化学工业所包含的内涵也有明显的变化和扩展。然而在编著《中华文化通志·科学技术典·化学与化工志》时,我们只能沿用传统的,即上述通俗意义上的概念来描述过去在中国已发生的并有共识的历史事实。

从上述认识出发,《化学与化工志》内容将包括火的利用和古代的物质观、金丹术、陶瓷、冶金、本草、火药、造纸、酿造,若干有机化合物和无机盐、颜料、染料、墨和漆、香料、洗涤剂、制革等化学工艺,还包括近代化学的传入和传播、近代化学和化工的奠基、近代中国的化学研究机构和学术团体。古代的印刷术从技术上来说,更多地是属于机械,然而由于它的发明和发展一直与造纸术联系在一起,都是文化史的重要内容,所以本志将它与造纸工艺放在一起叙述。冶金工艺是一项纯粹的化学工艺,其中孕含了极丰富的化学知识,然而由于它在

生产力发展中的重要地位，从古至今，早已独立成为一个重要的工业部门。所以有关冶金的工艺，着重在《纺织与矿冶志》中叙述。本志只是从化学的角度略叙有关金属知识。本草学反映的是古代人们对自然界众多物质的认识，长期以来与医药学联系在一起，成为药学的重要组成部分。因此有关本草学的内容放在《医药学志》中着重陈述。本志只涉及本草学中的无机化学知识。

有人曾认为中国古代无化学知识可言。这种看法是错误的。早在远古时期，人们就已开始利用化学手段来适应自然环境，提高生活和生产技能，改善自己的物质生活条件，例如利用火和人工取火烧制陶器、炼铸金属、加工食品等。这不仅使人类能立足于自然界，而且逐渐取得更多的主动，成为自然界的主人。在长期的艰辛劳动中，人们接触和了解了许多化学现象，逐渐积累起一些选择物质，利用物质及其化学性质，掌握某些物质的化学转化手段的经验。这些经验的积累就是早期的实用化学知识。这些转化手段的演进就是原始的化学工艺技术。

实用化学知识的积累，原始化工技艺的提高，给人们以启迪。一些对于变化万千的自然界抱有好奇和探索志趣的学者，试图用思辨的方法对众多自然现象及物质变化提出一些自圆其说的观点或假说，于是中国的思想界就出现了阴阳说、五行说、元气说等关于物质变化的假说。这些假说或观点尽管现在看来极不成熟，但是在当时能坚持从物质世界本身来认识世界，却是难能可贵的，是朴素的唯物观。正是这些观点或假说在中国古代科技发展的漫长道路上产生了深刻的影响。

化学知识的积累，原始化工技艺的发展，某些雏形的化学观念和假说的提出和发展，构成了古代化学的概貌。可以说古代化学包括了两部分内容：一是原始的化工技艺及相关联的实用化学知识，二是某些试图认识和解释化学现象、化学变化、化学物质的观念和假说。前

者主要依靠工匠们在化工生产实践中积累起来，后者则是在学者们的思辨和争论中萌芽和发展。两者在古代的不同时期、不同地域有着不同的内容和表现形式，所处的社会地位也不一样。历史事实表明，当上述构成古代化学的两部分内容能较好地沟通和交融时，则化学和生产都会取得长足的进展。可惜的是在中国古代的大多数时期，封建社会的“劳心者治人，劳力者治于人”的等级观念和歧视劳动的恶习，使这两者长期处于分离状态。由于这种分离，作为生产力发展的重要组成部分——传统的化学工艺及相关行业的发展十分缓慢，作为化学知识积累的主要途径——实用化学的发展也是缓慢的。

金丹术的出现，本来是促使上述两者结合的极好机遇，因为方士们所遵从的指导思想或基本理论是古代学者所提出来的关于物质组成、物质变化的观点。他们从事炼丹、炼金的实际操作技巧或经验大多来自工匠们从事生产的直接经验。可惜的是方士们的目的是炼制长生不老的仙丹或变贱金属为黄金、白银，这种满足统治者需要的荒谬欲望显然严重地脱离了社会生产的现实，是不可能实现的。方士们在人烟稀少的深山幽谷中进行了大量的炼丹活动，尽管也曾有一些发现、发明，但是他们的最终产品——伪金假银很快就被人们所识破，金液还丹更是毒死过不少人。金丹术最终走向衰落是不可避免的。从现代的科学定义来看，金丹术还不能称作科学，但国内外的化学史家都承认它是化学的雏形，即原始形态。

金丹术虽然也取得一些成就，甚至像火药发明那样举世瞩目，但是中国古代化学的发展主要还是依赖于门类颇多的化学工艺的发展。这些化学工艺虽然没有完整的理论指导，却大多有自己的工艺系统。经验的积累，知识的扩充，在其演进的系统中是十分明确的。所以本志将以较多的篇幅分门别类地叙述化学工艺的发展。

中国古代的化学工艺大多渊源于史前时期，例如制陶、冶铸青铜、取盐、制革、酿酒、作醋及识别和使用多种颜料和染料等。先民们

通过生活实践中的观察和摸索，在简陋的条件下，逐步掌握了利用某些化学变化来实现某些物质的转化。这些手段在当时对于提高人们适应大自然的能力，改善生活状态起了很大的作用。例如制陶工艺，它是新石器时期代表生产力水平的重要标志。这些工艺在人们生活需求的促进下，多有不同速度、不同表现形式的发展。商周时期，上述工艺大都有了较快的发展，其中以金属冶铸的成就最引人注目。生产工具的进步是社会生产力发展的重要标志，青铜工具优于石器、陶器是显而易见的。从农具到兵器，从用具到礼器，青铜都是最重要的材料，因此在商周时期青铜冶铸技术获得了高度的重视和发展。正是在这个基础上，春秋战国时期才出现块炼铁冶炼和生铁冶铸并行发展的独特局面。其时，铁工具首先是铁农具取代了青铜制品，它的推广应用极大地促进了生产力的发展。这是中国由奴隶社会向封建社会过渡的重要前提。钢铁技术在两汉魏晋时期的较快发展也是适应了社会变革的这种需求。

生产力的大发展，社会的大动荡、大变革，反映在上层建筑中一个很重要的表征就是学术思想的繁荣。春秋战国时期诸子百家争鸣的局面就是在这种背景下产生的。学者们为了论述自己对社会变革的看法，首先就是要从认识物质世界的观念中去寻找根据，这就很自然地促使人们去探讨物质的本原、分类及变化。阴阳说、五行说、元气说等一些有关物质及其变化的假说便应运而生。尽管这些假说曾被一些人牵强附会地联系于多种社会现象和社会变化，但是一些学者仍然坚持了这些假说中的唯物论观念，并用于认识和解释物质世界。这些观念则一直影响着中国古代科技的发展，直到近代科学的建立。

金丹术在秦汉时期兴起，在魏晋南北朝时期得到相当的发展。唐朝的皇帝还声称自己是道教教主老子李聃的后裔，奉道教为国教，使金丹术进入了鼎盛期，然而方士们炼出的丹药却先后毒死了宪宗、武宗、宣宗等帝王，还毒死了不少贵族权臣。这些悲惨教训使它名声扫

地 并促使它改变了方向 不求长生 只求治病、炼气养神方面 即所谓‘内丹’。作为‘外丹’的金丹术到了清代已销声匿迹了。综观金丹术的兴盛，恰好与封建社会同步，几乎同时兴起，同时发展，同时衰败。因此有人说中国的金丹术是封建社会的畸形儿。

从两汉到唐宋这段封建社会发展至鼎盛的时期，古代的化学工艺也曾呈现一片丰收的景象。它的一些重要成就无论在中国文化史上，还是在世界文化史上都留下了辉煌的一页。一是两汉时期发明了造纸术。有了纸张 才可能发展雕板印刷、活字印刷 雕板印刷、活字印刷，扩展了纸张的用途。对于造纸术和活字印刷术的发明，马克思这样评述它：“变成科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要前提的最强大的杠杆。”^① 二是发明了黑火药和火药武器。这不仅是增加了一类新型武器 改变了作战方式 更重要的是当它传到欧洲后“把骑士阶层炸得粉碎”^②，和印刷术、指南针一样成为资产阶级社会到来的前提。三是东汉末完成了从陶到瓷的过渡，出现了成熟的瓷器。从此价廉物美的瓷器在许多场合取代了木器和漆器，它不仅是日常生活中不可缺少的日用品，还是可供观赏的工艺品。精美的瓷器和丝绸一样代表着中国传统的文化和技术，在中外文化交流中发挥了重要的作用。四是酿酒作醋工艺臻于成熟。用曲有意识地引入微生物，加上有选择、有控制地促成发酵过程的完成，都是中国古代在生物化学上取得的重要成就。用曲酿酒、作醋不仅成为中国酒醋的特色，后来在东亚传播开来，也成为东亚发酵食品的一个特色。中国的酒、醋、酱不仅是享有美誉的中国烹饪的重要佐料，而且其制造工艺所蕴藏的科学内容也为人们研究生物化学及其工程积累了丰富的资料。

中国的封建社会在中外文化交流中，虽然也传入一些农林作物的新品种和手工工艺 例如传入一些药物、香料、颜料及琉璃 引入良

^② 马克思：《机器、自然力和科学的应用》 人民出版社 1978 年版 第 67 页。

种葡萄，对中国传统的化学工艺的发展带来某些影响，但是这种影响对于整个科技发展和经济发展的作用是不显著的。然而当中国封建社会步入衰落的明清时期后，明确地说是到了十六世纪后，享用中国古代四大科技发明成果的欧洲国家，逐步地完成了向资本主义社会的过渡。这时站立在中国西方的不再是成吉思汗时的欧洲，而是在许多方面超过中国的西方列强。明代后期来到中国的西方传教士，虽然配合资本主义扩张是他们的本意，然而他们在促进中外科技文化交流方面的确也做了一些实事。同时在实学思想的影响下，茅元仪、李时珍、徐霞客、宋应星、徐光启、方以智等学者深入实际，对传统的科学技术进行研究总结，先后完成了《武备志》、《本草纲目》、《徐霞客游记》、《天工开物》、《农政全书》、《通雅》等巨著，为中国古代科技史留下了珍贵的遗产。

清代统治者奉行闭关锁国的政策，几乎中断了中外科技文化的交流。这种状况不利于中国科技的发展，同时也为虎视中国这一广阔市场的西方资本主义所不容。1840年的鸦片战争，西方殖民者用坚船利炮轰开了中国的大门。此后清王朝中的改革派推行的洋务运动，进一步促进了近代科学在中国的传播，近代的工业厂矿也随之在中国建立起来。中国的科学，包括化学在内，翻开了新的一页，开始步入近代阶段。

由于帝国主义的侵略，中国逐渐沦为半封建半殖民的境地。在这种社会背景下，近代科学技术在中国的传播和普及，不仅速度是缓慢的，而且发展道路也是十分坎坷的。经过诸多志士仁人前赴后继的努力，在1949年以前总算在中国的大地上初步建成了较为系统的近代科学的研究、教育和工业体系，为后来的进一步发展奠定了基础。

第一章 古代的物质观

火的燃烧是一种常见的化学现象，人们真正从科学上认清它是近代的事。然而早在远古时期，人类最早有所认识并有意识地加以控制和利用的自然现象就是火。粘土经过火的烧烤变成了陶器，矿石经过火的烧炼得到了金属，……火导引出的一系列化学变化和成果，极大地改变了人类的生活、生产乃至整个社会的面貌。古希腊曾有人认为火是万物之源，而中国的先人则把火与金、木、水、土一起视为构成万物的元素。这种朴素的物质观是古代中国自然观的重要组成部分，它在当时、在后来对人们的世界观及哲学思想都曾产生过重要的影响。阴阳五行学说在中国漫长的封建社会，即在近代科学传入中国以前，不仅是金丹术的理论根据，同时也被用来解释许多物质变化的奥秘。此外，古代关于气的学说，《老子》提出的‘有生于无’，《周易》的‘变化之道’，《庄子》的‘无内’思想，《墨子》关于‘端’的论述，都对物质的构成或物质的变化作出了大胆的推测，对古代中国的哲学思想产生过积极的影响。

第一节 火的利用

在地球演化和生命起源的漫长过程中，经历了无数的化学变化。

在人类出现以后，随处可见生命的繁衍和死亡、动植物的生长和腐败等可直接感知的化学变化，特别是火山喷发、雷电轰闪、陨石落地都可能引发的熊熊大火给人类留下了深刻的印象。在显示光和热的火焰面前，动物仓皇而逃；人类则由起初的恐惧，发展到后来逐渐认识到火不仅在黑暗中给人以光明，在寒冷中给人以温暖，还认识到经过火烧的食物可口，火还能驱赶猛兽，保护人们的安全。在长期的实践中，人类最早有所认识并有意识地加以控制和利用的自然现象就是火。这是人类支配自然的伟大开端。

我国境内发现的早期人类遗址中都有火的遗迹。在距今百余万年的元谋人遗址中，曾在元谋人化石粘土层出土了大量炭屑，并发现数块烧骨。距今约百万年的陕西蓝田人遗址中也有当时用火的痕迹。距今五十万年前的北京人，不但已普遍用火，而且已经掌握了保存火种的方法。考古工作者在北京房山周口店龙骨山北京人群居的洞穴中，发现了很厚的灰层，最厚的约有 2 米，其中有被烧过的兽骨和石块。兽骨由于烧烤而呈现黑、灰、黄、绿等色和不规则的裂纹。石块有的熏黑了，有的烧裂了，有的石灰质的石块甚至烧成了石灰。在灰层中还发现有木炭。这是北京人有意识地利用火取暖和烧烤食物的实证。灰烬不是散漫地存在于整个地层，而是有一定部位的一堆堆分布，这表明北京人有意识地采取了保存火种的方法。

用火烧烤兽肉和植物的根茎，改变了原始人类茹毛饮血的状况。吃熟食不但减少了疾病的发生，同时对人类智力的发展也有促进作用。烧制熟食的本身也是一个化学变化过程。人类正是利用和控制火来实现更多的化学变化，来扩展自己与自然界争斗的能力。

人类最早是从自然界的野火中取得火种，然后各群体都要设专人来保管火种，火成为人们生活中不可分离的伴侣。天然野火并不是随时随地可得，引进火种要受自然条件的限制，这样就使保存火种显得格外重要。即使如此，仍然会遇到不可抗拒的原因而使火种遭致熄

灭。这种情况就迫使人们去寻找人工取火的方法。

在打制石器中，会发现某些石头相击而产生火星，但这种火星一闪即熄，要使它燃起火焰是极难的。人们在使用木制工具时，发现枯木被猛力相摩会发热，摩出的木屑热到一定程度，也会生成火星。这火星由于周围有较高的温度，燃烧时间相对地较长，若遇到干草之类的易燃物，就能燃起火焰。人们正是在长期的生活实践中发明了这种钻木取火的方法。

在我国古籍中，关于钻木取火的传说记载很多。《韩非子·五蠹》记载：“上古之世……民食果蓏蚌蛤，腥臊恶臭，而伤害腹胃，民多疾病，有圣人作，钻燧取火，以化腥臊，而民悦之。”这就是钻木取火的神话传说。钻木取火始于何时，实难稽考，但是它在古代沿用了很久，是确凿的，从先秦到魏晋，该法仍是最普遍的取火方法。它一般是用一根较硬的木棒作钻棒，被钻的木片往往用软木，钻棒在软木上快速旋转，钻出的木屑遂被点燃。直到二十世纪上半叶，海南岛的黎族和云南的佤族仍在采用钻木取火的方法。

远古钻木取火的工具已很难得见，但在汉晋遗址中却有出土。考古工作者在甘肃居延汉代烽燧遗址中曾发现过钻木用的钻棒和木片。木片呈锯齿状，它可能是与钻木取火原理相同的“锯法取火”。传说中伏羲氏的“钻木生火”应是此法。《庄子·外物》所说的“木与木相摩则然”，大概也是指锯法取火。此法在战国时，与钻木取火一样流行。据调查，云南的佤族和苦聪族在二十世纪四十年代前也曾运用过此法取火。

进入青铜时代后，我国的先民又利用青铜铸的凹镜，聚日光以生火。这种铜镜又称“阳燧”、“火燧”。《周礼·秋官·司烜》曰：“司烜氏掌以火燧取明火于日。”又在击石法的基础上发明了火镰击石法。该

法用两块黄铁矿石或用黄铁矿石与火石相击生火。此法起源也很早，但由于它对火镰材料有一定要求，即必须用高碳钢制成的火镰击石才能生火，因而发展较慢，直到宋元时代才普遍采用，并逐渐淘汰了古老的钻木和锯法取火。

利用和控制了火，人们就可以实现许多物质的变化。古代化学采用的全部方法——燃烧、煅炼、煮沸、蒸馏、升华及溶解、熔融等无一不与火发生直接或间接的联系。所以火的利用为实用化学工艺的出现铺平了道路，可以说火的利用是化学知识发端的标志。

第二节 一元论的物质观

原始时代的人类，对于周围自然界的形形色色的众多物质，很自然地要提出一系列疑问，如这些物质是从哪里来的，它们是怎样变化的，它们之间有什么联系等。回答这些问题，对于原始人类是很困难的。从现有的甲骨文上的资料来看，在殷商及其以前的时代，人们对鬼神的迷信十分普遍，许多行动的裁定都取决于卜筮。万物有灵的思想弥漫于全社会。

随着人类在生产、生活中对于各种物体的数量、形状、大小、颜色、性质及变化的知识的不断积累和增长，出现了一些努力探索自然界奥秘的学者。他们根据自己对自然界众多现象的观察和分析，提出了有关自然界的组成、自然界的本性、物质的变化、物质的构成等问题的看法。

在中国古代，有的学者认为：全部宇宙包括所有物质，而所有物质的来源只有一个。今天称这种看法为“一元论的物质观”。关于这种“原始的物质”，在古籍中不同的学者有不同的命名。

中国古代最早的哲学著作《周易》“系辞篇”中有这么几句话：“易

有太极 是生两仪 两仪生四象 四象生八卦。”在这里“太极”就是那原始物质。该书还写道：“八卦成列 象在其中矣 因而重之 爻在其中矣 刚柔相推 变在其中矣 系辞焉而命之 动在其中矣。”《周易》的这些话后来成为儒家、道家、汉朝经学家、宋朝道学家的宇宙论的基础。儒家和道家曾用阴阳观念来解释《周易》的卦象和卦爻辞的内容。魏伯阳的《周易参同契》曾运用《周易》来解说炼丹过程的变化 认为炼丹变化的方式与动力乃是《周易》里的乾坤设位，日月回转，天地媾精 阳播阴化。所以可以说《周易》的变化观念 是金丹术的理论基础之一。

大约成书于春秋末战国初（约前 400 年）的《老子》（即《道德经》）里说：“道生一，一生二，二生三，三生万物，万物负阴而抱阳，冲气以为和。”（《老子》四十二章）这是明显地把一切物质视为由“道”产生。《老子》一书还大胆地提出了“有生于无”的命题。这一命题是对具体物质的变化、生灭的一种抽象概括。例如制陶时，用土和水，烧制成陶，然而得到了陶器后，土和水都没有了。这种描述物质变化中的有无转化的观念，后来成为金丹术的思想渊源，所以老子被金丹家们尊为始祖。

上述的原始物质在汉初刘安等所著的《淮南子》上也叫作“道”。“道始于虚霁，虚霁生宇宙，宇宙生气。……天地之袭精为阴精，阴精之专精为四时，四时之散精为万物。”（《淮南子》卷三）

气的本意是指云气，在春秋战国时，它主要表示物与物之间相互作用的中介。学者注重的是气的功能作用。例如《左传·昭公元年》里写道：“天有六气，降生五味，发为五色，征为五声，淫生六疾。六气曰阴阳、风雨、晦明也。”《管子·内业》提出：“凡物之精，此则为生，下生五谷，上为列星。流于天地之间，谓之鬼神；藏于胸中，谓之圣人，是故民气。”“凡道，无根无茎，无叶无荣，万物以生，万物以成，命之曰道。”“精也者，气之精也。”这里不是把精气当作构成万物的质料，

是论述万物的生成方式。东汉学者王充（27—约 97 年）继承发展了上述的元气学说，提出了元气自然说。他在《论衡·谈天》中说：“天地，含气之自然也。”在《论衡·自然》中说：“天地合气，万物自生，犹夫妇合气，子自生矣。”即认为天地万物都是由元气自然而然构成的。

作为道教理论奠基者之一的葛洪，在宇宙的本原问题上，袭用了道家“元”（亦称“道”或“玄”）的思想，提出“玄者，自然之始祖，而万殊之大宗也”（《抱朴子·内篇·畅玄》），认为宇宙的生成、运动变化都是由“元”所产生的。同时他将《老子》的“有生于无”的命题发挥为“有因无而生焉，形须神而立焉”（《抱朴子·内篇·至理》），从而用来说明神仙是存在的，人只要得“道”就能成仙，长生不老。

三国时吴国人杨泉用物质性的“气”和“水”去说明宇宙的本原及天地万物的生成。他把宇宙万物统一于物质元素：水。认为“成天地者，气也”；“天地万物由‘气’而成，而‘气’又是由‘水’而生”；“吐元气，发日月，经星辰，皆由水而兴”（《物理论》）。

在唐朝，柳宗元、刘禹锡等继承和发展了王充的元气学说。柳宗元（773—819 年）认为宇宙是由元气形成的，不存在任何有意志的主宰宇宙的东西。他说：“庞昧革化，惟元气存，而何为焉？”（《柳河东集·天对》），意思是在初始的混沌状态中，只有元气在运动、发展、变化着，不存在什么造物主。他还认为阴、阳和天都是由元气所派生出来的，物质世界的运动变化，是由于阴阳二气对立统一，彼此交叉渗透运动变化的结果。刘禹锡（772—842 年）补充了柳宗元的自然观，认为万物的生长发展是自然的过程，天地万物都是乘气而生，植物、动物以至人类都是天地阴阳之气交互作用而产生的（《刘宾客文集·天论》）。

北宋学者张载（1020—1077 年）总结了前人的元气学说，建立了元气本体论。他指出：“太虚不能无气，气不能不聚而为万物，万物不能不散而为太虚”（《正蒙·太和》）。他把气看作万物的本原，并引入

了“聚”和“散”的概念，以说明客观世界不同物质形态的存在和它们的运动变化。他还认为，气只有聚散，并无生灭。张载的观念继承和发扬了中国古代朴素自然观的传统，充满了唯物主义和古代辩证法的思想，对后世有很大影响。

第三节 阴阳五行学说

早期的阴阳学说和五行学说属于朴素唯物主义的自然观，它在商周之际开始提出，到了战国时期已发展成较为完整的形态。早期的阴阳说、五行说同人们试图解释宇宙万物本原的尝试是密切相关的。它来自生活、生产的实践，是对大量感性知识的概括，坚持了从物质世界本身说明世界，因而较通俗，易被人们所接受，在当时及后世相当长的时期内，具有深远的影响。

阴阳的概念是人们在长期实践中抽象出来的。面对着夜与昼、阴与晴、寒与暑、生与死、男与女、干与湿、硬与软等等大量的、常见的，既是相互对立，又是相互关联的自然现象和社会现象，人们抽取出阴和阳这两个基本的概念，作为上述那些具体的相对立的个别事物或属性的概括抽象。用阴代表阴暗、寒冷、柔弱、寂静等，用阳代表明亮、温暖、刚强、活跃等。用阴阳观念说明事物的性质和变化。最早的学者有西周末年的史官伯阳父。他解释地震的原因时说：“阳伏而不能出，阴迫而不能蒸，于是有地震。”（《国语·周语》）春秋时代，有人以阴阳二气解释节气的变化。到战国初年，老子《道德经》说：“万物负阴而抱阳，冲气以为和。”老子不仅认为阴阳二气相交而生万物，同时又指出万物都具有阴阳两方面的性质。庄子也以阴阳为范畴说明事物的性质和变化。例如《庄子·大宗师》说：“父母于子，东西南北，唯命是从。阴阳于人，不翅于父母。”管子也论阴阳说：“是故阴阳者，天地之大理

也。四时者 阴阳之大经也。”(《管子·四时》)“凡万物阴阳 两生而参视。”(《管子·枢言》)“春秋冬夏 阴阳之推移也 时之长短 阴阳之利用也。日夜之易，阴阳之化也。然则阴阳正矣。虽不正，有余不可损，不足不可益也。天地莫之能损益也。”(《管子·乘马》)这里用阴阳的观念解释天时变化，并认为阴阳变易自有法则，人意不能损益之。可见阴阳说在当时已具有广泛的影响。

五行学说起源也很早，其思想渊源包括远古的神秘的数字崇拜和方神崇拜，同时汲取了古人对物质变化的观察经验。周人有“五材”之说。《左传·襄公二十七年》记载：“天生五材 民并用之 废一不可。”《国语·郑语》说：“夫和实生物 同则不继，……故先王以土与金、木、水、火杂 以成百物。”《国语·鲁语》也说：“及地之五行 所以生殖也。”战国时期成书的《尚书·洪范》较清楚地论述了五行说的内容：“……五行：一曰水 二曰火 三曰木 四曰金 五曰土。水曰润下，火曰炎上 木曰曲直 金曰从革 土爰稼穡。润下作咸 炎上作苦 曲直作酸 从革作辛 稼穡作甘。”这里不仅叙述了五行的本性 即每行各具的双重性格，同时言及五行与五味的联系。前者十分客观，后者有点牵强。

根据五行的性质和它们之间的联系，学者们很早就提出五行相胜，即五行相克的观点。他们认为水能灭火，故谓水胜火；火能销金，故谓火胜金；金属制的斧斤用来伐木，故谓金胜木；木制的耒耜用来耕地 故谓木胜土 用土筑的堤能够挡水 故谓土胜水。《左传·昭公三十一年》曾记载：“庚午之日，日始有谪。火胜金 故弗克。”先秦文献中还有一些相关的记载，说明五行相胜说来自实践，当时具有一定影响，它的部分内容已包含在《洪范》的五行理论之中。在阐述五行说中 墨翟等学者提出了更深刻的见解：“五行无常胜。”《墨子·经下》说：“五行毋(无)常胜 说在宜(多)。”《墨子·经说下》说：“火炼金 火多也 金靡 消耗尽了 炭 金多也。”即说火能不能熔金存在一个条

件，不能总说火常胜金。所以五行无常胜比五行常胜更科学，更辩证。《孟子·告子上》也说：“犹水胜火，……犹以一杯水救一车薪之火也不熄，则谓之水不胜火。”庄子也有类似说法。这种朴素的辩证法对五行说应是一个补充和发展，对后世的哲学思想也有深远的影响。

五行说是在一定的经验基础上提出的理论，是对客观物质世界的统一性与物质变化规律性的一种总结，是我国古代一种独特的物质观。它能解释许多自然现象和物质变化，但是由于它毕竟只是建立在部分事实基础上，因而当它被推广到更广阔的领域时，就不可避免地出现矛盾和削足适履的情况。

战国中后期的齐国学者邹衍（前 305—前 240 年）以阴阳来统摄五行，创立了阴阳五行说。同时他把自然界的五行说推广到社会变迁中。《吕氏春秋·十二纪》是反映邹衍思想的著作。该篇以五行思想为基础，把自然变化和社会活动纳入一个系统之中，分为五日、五帝、五神、五方、五色、五音、五虫、五味、五臭、五数、五祀、五祭先等十二纪，各纪中又一一与五行各行对应，构成了一个完整的世界模式。邹衍还给五行赋予德性，解释历史上五朝更替的原因。他依据五行相胜说，认为朝代的更替是依据五行相胜的顺序交替循环的。这就开始把阴阳五行说引向了唯心的歧途。

西汉学者董仲舒（约前 179—前 104 年）在总结前人阴阳五行说的基础上，对五行的顺序作了调整，提出了“比相生而间相胜”的观点。他在《春秋繁露·五行之义》中说：

天有五行，一曰木，二曰火，三曰土，四曰金，五曰水。木，五行之始也。水，五行之终也。土，五行之中也。此其天次之序也。木生火，火生土，土生金，金生水，此其父子也。

所谓“比相生”即按顺序比邻相生，即木经燃烧生火，火燃烧后的渣灰而形成土；地上的矿石经冶炼而生成金属，即土生金；金属经熔解变成液态，即金生水；水滋润土而树木生长，故水生木。所谓“间相

胜”即按顺序间隔相胜。即木胜土，土胜水，水胜火，火胜金，金胜木。上述相生相胜的关系如图 1-1 所示。董仲舒以五行来解释封建的人伦道德，这是唯心的，然而不能不承认他关于五行相生相胜的认识是以物质转化的事实为根据的，是对阴阳五行说的发展。

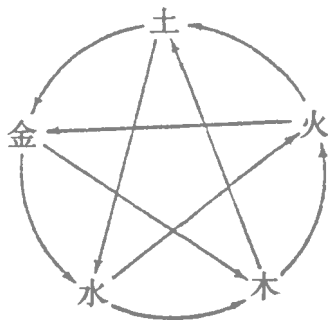


图 1-1 五行
相生相胜关系

总之，中国古代的五行说，可以说是元素论的萌芽。尽管这学说中的元素还不是近代科学中的元素，比较粗糙，但是在当时的历史条件下，能对世界的本质和万物的起源作出唯物主义的回答。因此古代的五行说是一种早期的朴素的唯物论。阴阳说从另一角度反映了自然界的面貌，它和五行说的结合，不仅巩固了人们对世界物质性的认识，还进一步涉及了物质变化的规律。五行相生相胜的法则就阐明物质在一定条件下相互转化的关系，充满了朴素的辩证思想。所以阴阳五行学说在中国古代影响很大，在化学史上，它成为后来兴起的金丹术的指导思想，成为许多实现物质变化的化学工艺的阐明机理时的根据。在医学上，成为传统中医的重要的理论基础。当然阴阳五行说在发展中，曾被用来论证封建政治伦理的信条，为封建统治者所用，因这与化学无关，这里就不叙述了。

第四节 物质守恒的思想

战国时 墨子就老子的“有生于无”的观念，提出：“说在端，可无也，有之而不可去，说在尝然。”（《墨子·经下》）意即：不存在的东西可以说无；凡是存在的东西就不会消去，它是永恒存在的。这是最早

有关物质守恒的思想。东汉王充在提出元气自然说的同时曾指出：“天地不生 故不死。”（《论衡·道虚》）宋代学者张载进一步论证了王充的这种物质守恒的思想：

聚亦吾体，散亦吾体，知死之不亡者，可与言性矣。（《太和》）
 天地之道，无非以至虚为实……金铁有时而腐，山岳有时而摧。凡有形之物即易坏，惟太虚无动摇，故为至实。（《语录》）
 知虚空即气。……若谓虚能生气 则虚无穷 气有限 体用殊绝 入老氏“有生于无”自然之论 不识所谓有无混一之常。（《太和》）

张载在这里论述了物质的气是不能“寂灭”的 例如金铁、山岳等具体事物无论发生什么变化，其由气构成的太虚是不会毁灭的，它是实实在在的。“至实”就是物质守恒的意思。

明末清初的学者王夫之（1619—1692 年）非常推崇张载 称颂张载的思想“如皎日丽天 无幽不烛”。他阐发并发展了张载的思想 全面地论述了他的物质守恒思想。他在《张子正蒙注·太和》里说：

人所见为太虚者 气也 非虚也。虚涵气 气充虚 无所谓无者。

阴阳二气充满太虚 此外更无他物 亦无间隙 天之象 地之形，皆其所范围也。

散而归于太虚，复其氤氲之本体，非消灭也。聚而为庶物之生 自氤氲之常性 非幻成也。

于太虚之中具有未成乎形，气自足也，聚散变化，而其本体不为之损益。

这几段话论述了两个问题：第一，世界按其本体来说是由物质性的“气”构成的 此外更无他物 第二 气有聚散的变化 但不会消灭或任意创生（幻成）物质是守恒的。王夫之还列举了生活、生产实践的具体事例来论述物质的守恒。他说：