化　　学

化学学科体系

【化学】研究物质的性质、组成、结构和应用的科学。当前的化学已从改造天然物质、仿制天然物质向设计功能物质方向迈进。在分子水平上设计制造具有直接功能（如：分辨功能、记忆功能）的材料已不是空想。化学从其诞生就与物理学、矿物学等有着千丝万缕的联系。由于化学是一门建立在实验基础上的科学，在其研究中实验与理论两方面一直是相互依赖、彼此促进的。进入20世纪以后，由于受到自然科学中其他学科和社会生产迅速发展的影响，并广泛地应用了当代科学的理论、技术和方法（特别是近代物理学的理论和技术、数学方法及计算机技术），化学学科不论在认识物质的组成、结构、反应、合成和测试等方面都有了长足的进展。其他学科的成就无疑对现代化学的发展起了巨大的推动作用。

化学学科的发展一方面来自学科本身内容的广泛性，另一方面也来自与其他学科的相互依赖与渗透性。化学在其形成一门独

立的学科以后首先形成无机化学、有机化学、分析化学和物理化学四大分支。而基于上述两方面的原因，根据当前化学学科的发展以及它与天文学、物理学、数学、生物学、医学、地学、工艺工程学等学科相互渗透的情况，化学可作如下分类：

无机化学　元素化学、无机合成化学、无机固体化学、配位化学、生物无机化学、无机金属化学、无机金属化合物光化学等。

有机化学　天然有机化学、一般有机化学（包括链烃、环烃、芳烃、杂环等化学）、有机合成化学、金属有机化学和非金属有机化学、物理有机化学、生物有机化学、有机分析化学。

物理化学　化学热力学、结构化学（包括量子化学；化学动力学，包括反应机理、催化理论、分子反应动力学；分子物理化学，包括热化学、光化学、电化学、磁化学、等离子体化学、辐射化学、胶体化学、表面化学等）。

分析化学　分离和预富集、化学分析（包括定性分析和定量分析）、仪器分析和新技术分析（包括光化学分析、电化学分析、各种色谱波谱、核磁共振谱和能谱，以及 X 射线衍射晶体分析，结构及微区测定等）。

高分子化学　天然高分子化学、高分子合成化学、高分子物理化学、高聚物应用；高分子物理等。

核化学和放射化学　放射性元素化学（包括天然和人工放射性化学及核燃料化学）、放射分析化学、辐射化学、同位素化学、核化学（包括高能核化学和低能核化学、重离子核化学、热原子化学和奇特原子化学等）。

生物化学　化学和生物学的交叉学科，内容有：一般生物化学（包括代谢、酶类）、微生物化学、植物化学、免疫化学、发酵和生物工程、食物化学、禽畜营养、肥料、土壤和植物营养等。

其他与化学有关的学科或边缘学科还有：地球化学、海洋化学、大气化学、环境化学、宇宙化学、星际化学、化学工程学、化学工艺学等。

化学与其他学科的相互渗透，不仅使本身得到了迅速发展，同时也推动了其他学科和技术的发展。例如核酸化学的研究使生物学研究从细胞水平提高到分子水平，从而建立了分子生物学；对地球、月球和其他天体的化学成分的分析，得出了元素分布的规律，发现了星际空间简单化合物的存在，为天体演化和现代宇宙学提供了实验数据，创建了宇宙化学。化学的重大成就，还丰富了自然辩证法的内容，推动了唯物主义哲学思想的发展。

【无机化学】研究无机物质的组成、性质、结构和反应的科学。所谓“无机物质”是相对于“有机物质”而遗留下来的历史名词：过去曾认为无机物是无生命的物质而有机物是由于生命力的作用而产生的物质。但后来维勒从无机物质制得了尿素，第一次冲击了这一概念。20 世纪以后科学家合成了从不稳定的自由基到有生命活性的蛋白质、核酸等生命基础物质，例如：胰岛素、大肠杆菌脱氧核糖核酸，也合成了许多结构复杂的天然有机化合物如吗啡、叶绿素、甾族激素等。因此，有机物和无机物在一定的程度上已经失去了原来的涵义。无机化学研究的内容包含所有元素及其化合物（仅碳的化合物例外，除较简单的含碳化合物，如：一氧化碳、二氧化碳、二硫化碳、碳酸盐外，其他含碳化合物均属有机物质）。无机化学又可分为系统无机化学：一般是指按周期表分类对元素的单质及其化合物的性质、结构及其反应所进行的叙述和讨论，它所用的理论多数属于宏观热力学理论的范畴。当无机化学的研究应用了现代物理技术如：X 射线衍射、中子衍射、电子衍

射、磁共振、光谱、质谱、色谱及一些能谱等方法；又引入了价键理论、分子轨道理论和配位场理论后使无机物的研究深入到微观结构，形成了现代无机化学以及其他无机化学的分支。无机化学的发展趋势将主要是新型化合物的合成和应用以及新研究领域的开辟和建立。

【有机化学】研究有机化合物的来源、制备、结构、性质、应用以及有关理论的科学。由于有机化合物都是含碳化合物，又称碳化合物的化学。大多数的有机化合物是由碳、氢、氧、氮几种元素构成，少数还含有卤素和硫、磷等元素。有机化学未来的发展趋势首先是能源和资源的开发，特别是对太阳能的储存及光合作用的研究以及利用有机金属化合物固定二氧化碳以求产生无穷无尽的有机化合物。有机化学在与其他学科的相互渗透中也产生了一些边缘学科，如：生物有机化学、元素有机化学、物理有机化学、农业有机化学、药物有机化学、量子有机化学、计算有机化学、地理有机化学、海洋有机化学等。

【分析化学】运用化学和物理学中的原理，测定无机物、有机物的组成，研究其测定方法及有关理论的一门学科。包括定性分析和定量分析。其方法有化学分析法和仪器分析法两种。它不仅对化学的研究和应用有重要作用，也与物理、生物、地质、土壤等学科有着密切的关系。凡主要利用化学原理进行分析的方法称为化学分析法。而主要利用物理学原理通过大型仪器（例如核磁共振仪、X 射线荧光仪、X 射线衍射仪、质谱仪、色谱仪、各种能谱仪和光谱仪等）进行分析的方法叫做仪器分析法。到目前为止化学分析和仪器分析处于唇齿相依、相辅相成的阶段。若按样品性质

可粗分为无机分析和有机分析。而在具体分析某一种工业或农业产品时，往往既用到有机分析也用到无机分析。分析化学的发展将不断地引入新技术和采用多手段联合测定。

【物理化学】以物理学的原理和实验技术为基础，研究化学体系的性质和行为，发现并建立化学体系的特殊规律的学科。研究内容大致有以下三大方面：(1) 化学体系的宏观平衡性质：它以三个热力学定律为理论基础，化学热力学、溶液、胶体和表面化学及电化学的平衡态部分均属此部分。(2) 化学体系的微观结构和性质：它以量子理论为基础，结构化学、量子化学属这方面的内容。(3) 化学体系的动态性质：它研究由于化学或物理因素的扰动而引起体系发生的化学过程的速率变化和变化机理。化学动力学、催化、光化学、电化学中的电极动力过程属于该方面的内容。核裂变及放射性曾是物理化学的一个组成部分，当放射化学、辐射化学成为一门独立的学科以后，此部分的内容就从物理化学中彻底地分了出去。60 年代期间物理实验技术的突飞猛进，特别是各种波谱学技术的发展，使得物理化学的研究从宏观推测进入到微观测定，测定精度大大提高，特别是激光技术和大容量电子计算机的使用令时间分辨率达到 10^{-15}秒，因而使研究对象不仅限于基态稳定分子，而且能够发现反应过程中出现的暂时稳定的中间产物。于是出现了分子反应动力学、激光化学、表面结构化学等物理化学的前沿科学。

【高分子化学】研究高分子化合物（简称高分子）的合成、化学反应、物理化学、物理、加工成型、应用等方面的一门新兴的综合性学科。这是广义的高分子化学概念，有时也称高分子科学（或

需要全本请访问 www.ertongbook.com

高分子学）。狭义的高分子化学则是指高分子合成和高分子化学反应。高分子的分子量从几千到上百万，原子间以共价键结合，包含许多接合式样相同的原子集团（称基本链节或重复单元）。自然界存在的高分子称天然高分子，如蛋白质、纤维素、核酸、淀粉等。一般所说的高分子是指合成高分子，即从工业或实验室中合成出来的。高分子化学是一门年轻的学科，20 世纪 20 年代，施陶丁格提出高分子具有重复链节结构的概念。30 年代这一概念得到广泛承认。同时，链式反应理论发展成就，有机自由基化学有很大进展，三者结合，使高分子合成简单易行。许多烯类化合物，在有机自由基的引发下进行链式反应，就形成了高分子。这也是当时工业生产的方法。30 年代末期，卡罗瑟斯发现缩聚方法能合成高分子。同时，对高分子结构和性能的研究也逐渐展开。到 40 年代下半期，高分子科学这门新兴的综合性学科便蓬勃发展起来。可分为高分子化学（狭义的）、高分子物理和高分子工艺学三部分。高分子化学又分为高分子合成、高分子化学反应和高分子物理化学。高分子物理研究高分子的聚集态结构和本体性能。高分子工艺学又分为高聚物加工成型和高聚物应用。高分子合成包括两类基本反应，加成聚合和缩合聚合。加成聚合是以烯类化合物为单体，用自由基引发后，进行链式反应而形成高分子。链式反应一般包括链引发、链增长、链终止三个过程。缩合聚合是具有两个或两个以上官能团的低分子化合物（单体）经多次重复地进行缩合反应，生成聚合物，并同时放出小分子（如水、醇、氨）的化学反应。缩合聚合属于逐步聚合反应，反应一般是可逆的，因此反应中要把小分子及时除去，聚合物的分子量才能提得很高。高分子虽然有很大的分子量，但仍然有一定的反应性能，能进行高分子化学反应。其反应性能受两种因素的影响：（1）高分子长链

结构的卷曲特性，有规律的卷曲形成晶态，无规则的卷曲形成非晶态；（2）高分子的分子间堆砌特性，有规则的堆砌形成晶态排列，无规则的堆砌形成非晶态。规整结构的高分子不易起化学反应，反之则易起化学反应。高分子化学反应，有些是有用的，如橡胶的硫化、接枝。有些是有害的，如高分子光降解、高分子热降解、高分子氧化，它们使高分子材料老化、性能变坏。但也不尽然，如高分子光降解就为研究不污染环境、适时分解的高分子材料提供了方向。高分子物理在链结构的统计，高分子溶液热力学，橡胶弹性，长链分子的热运动的多重性、粘弹性、结晶过程和结晶形态，分子链取向及性质上的各向异性等方面深入的研究推动了高分子工业的迅速发展。高分子科学的方向是针对高分子材料易燃烧、易老化、污染环境的缺点，研究开发新的单体、新引发剂与催化剂、新的聚合方法以及分子设计方法。

【放射化学】研究放射性物质与原子核转变过程相关的化学问题的化学分支学科。放射化学与原子核物理有着密切的联系，也是核科学技术的分支学科。放射性是指不稳定核素自发放出粒子或γ辐射，或在轨道电子俘获后放出X辐射，或自发裂变的性质。放射化学主要研究放射性核素的分离、纯化、鉴定、制备和它们在极低浓度时的化学状态、核转变产物的性质和行为以及在其他各学科领域中的应用等。放射化学发展的历史较短。1896年，法国贝可勒耳发现在未经日光又不至于发生荧光的条件下，硫酸铀酰能使包在黑纸中的照相底版感光。他称这种具有感光作用的光为“铀光”，从而发现了发射性。1898年P. 居里和M. 居里应用化学分离原理结合放射性测量的新方法，先后发现了钋和镭。这标志着放射化学这门学科的诞生。1903年卢瑟福和索迪发现放射性

衰变规律，即每种物质的放射性按指数关系而衰变的规律。1910年索迪和法扬斯发现放射性元素位移定律，提出同位素的概念。1912年赫维西等创立了放射性示踪原子法。1919年卢瑟福发现α粒子引发的核反应。1934年F. 约里奥·居里和I. 约里奥·居里制备出第一个人工放射性核素磷30。1938年哈恩发现了铀核裂变现象。为人类利用核能开辟了道路。1940年麦克米伦发现超铀元素镎。西博格等发现钚。1942年费米等建成第一座核反应堆，第一次实现受控链式核裂变反应，标志人类利用核能时代的开始。随着核能源的广泛使用，使放射化学得到巨大发展，也促进了放射性核素在其他领域的应用。放射化学的主要分支有：放射性元素化学、核化学、放射分析化学、应用放射化学。放射性元素化学研究天然放射性元素和人工放射性元素的化学性质和核性质以及有关提取、制备、纯化的化学过程和工艺，重点是核燃料铀、钚、钍、超铀元素及裂片元素。核化学研究核性质、核结构、核反应和核衰变的规律，热原子化学，奇特原子化学等及其应用。放射分析化学研究放射性物质的分离、分析以及核技术在分析化学中的应用，重要的方法有：中子活化分析、带电粒子活化分析、同位素稀释分析、穆斯堡尔谱学、正电子湮没技术。应用放射化学研究放射性核素及其标记化合物和辐射源的制备，及其在工业、农业、医学、环境科学、生命科学等领域中的应用。

【生物化学】运用化学的理论和方法研究生物体内的物质及其在生命过程中的变化的学科。生物化学研究组成生物体的蛋白质、核酸、多糖、脂肪、激素和维生素等物质的化学组成、结构、性质、生物功能以及结构和功能之间关系、新陈代谢规律。生物化学是一门年轻的学科。早期的生物化学研究是有机化学的一部分，没

有形成独立的体系。18世纪，普里斯特利等证实光合作用本质上是呼吸的逆过程。这是生物化学发展的一个里程碑。1828年维勒首次加热无机物氰酸铵得到原本是天然有机物的尿素，使盛行的有机物生命力说不攻自破。这有力地促进了有机化学（包括生物化学）的发展。18世纪60年代，巴斯德发现酵素。酵素后被称为酶。1926年得到第一个纯净的酶结晶——尿素酶的结晶。1929年从肌肉分离出三磷酸腺苷（ATP）。1940年李普曼指出ATP是细胞中能量交换的共同形式。1935年发现核黄素是酶的辅基。1935年，美国舍恩海默和里顿伯格首创用放射性同位素示踪法研究动物体内物质代谢的途径。1869年分离出脱氧核糖核酸（DNA），1944年揭示DNA为遗传物质，1951年沃森和克里克提出DNA的双螺旋结构。20世纪60年代以来，生物化学的成就有蛋白质的化学合成，某些酶中原子排列的确定和代谢调节机制的阐明。主要分支学科有植物生物化学、微生物生物化学、动物生物化学、蛋白质化学、核酸化学、酶动力学、辐射生物化学、分子生物学等。

【海洋化学】研究海洋中物质的分布、变化规律及海洋化学资源开发和综合利用的学科。主要研究内容：海水物理化学性质，海水分析方法，海洋中物质的来源、组成、结构、存在形式、相互作用、分布变化规律以及海洋化学资源的开发和综合利用等。海洋化学研究的开始以1670年英国玻意耳研究海水含盐量与密度变化关系作为标志。1819年，马塞特发现海水中主要成分的含量之间几乎成恒比关系。1884年，迪特马尔对英国“挑战者”号调查船所取样品的分析证实了这个关系。20世纪初，丹麦克努曾等建立了氯度、盐度和密度的测定方法；30年代，芬兰布赫建立了海水中碳酸盐各存在形态的浓度计算方法。50年代，英国哈维经过

系统研究，出版了《海水的化学与肥度》一书，它是海洋生物化学方面的经典著作。1959—1962 年，瑞典西伦和美国加勒尔斯运用物理化学原理研究海水中各类化学平衡，建立了海洋物理化学的理论体系。1971—1980 年根据“国际海洋调查十年规划(IDOE)”进行的“海洋断面地球化学研究（GEOSECS)”，促进了海洋化学的发展。当前，海洋化学的研究一方面通过实施“海洋瞬时示踪剂”研究计划，更深入地了解海洋中物质的分布-变化规律；另一方面加强对海洋化学资源的开发利用。按研究内容分，海洋化学包括 3 个主要分支：化学海洋学、海洋资源化学、海洋生物化学。化学海洋学研究海洋物质的分布、变化规律，包括海洋物理化学、海洋地球化学、河口化学、海洋分析化学、海洋放射化学、海洋有机化学。海洋资源化学主要研究从海洋水体、海洋生物体和海底沉积层中开发利用化学资源的化学问题，包括海水淡化，海洋天然产物的分离、提取、纯化，海水中金属的腐蚀与防护等。海洋生物化学研究海洋生物的化学组成、代谢以及生物体与海水环境间发生的生物化学过程。

【大气化学】研究大气组成和化学过程的学科，是大气科学的一个重要分支学科。大气化学研究的空间范围从城市、区城向全球扩展，研究的时间尺度从几天到几年，以至几十年。大气化学研究的对象包括大气微量气体、气溶胶、大气放射性物质和降水化学等；研究的空间范围主要是对流层和平流层；研究的手段有现场观测、实验室模拟和数值模拟等。研究大气化学要涉及与光化学、均相非均相反应动力学大气扩散理论、痕量分析化学等领域；不仅研究大气的化学反应，还要研究大气的复杂物理化学过程的数值模拟。大气化学的主要分支有：大气痕量组成化学；对流层化

学；平流层化学，如臭氧层的破坏；气溶胶化学；降水化学；大气放射性物质的化学。

【环境化学】环境科学的一个分支学科。主要是运用化学的理论和方法，鉴定和测量化学污染物在气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈中的含量，研究它们在环境中存在形态及其迁移、转化和归宿的规律，探讨污染物的回收利用和分解成无害的简单化合物的机理。环境化学是为了解决日益严重的环境污染问题，如煤烟污染、光化学烟雾污染，核爆炸引起的放射性污染、工业三废污染以及化学肥料和农药污染，在化学和化学工程学的基础上形成的。环境化学的基础理论尚处于发展过程中。研究的对象是一个多组分、多介质的复杂体系，对分析技术和方法有新的要求，如能对污染物进行灵敏、准确、连续、自动的分析。环境化学的主要研究领域有（1）环境污染化学，研究化学污染物在环境中的变化，包括迁移、转化过程中的化学行为、反应机理、积累和归宿方面的规律；（2）环境分析化学和环境监测，目的是获得环境污染的各种数据。随着研究的深入，环境化学与化学、生物学、医学和地学相互渗透，相互促进，已成为一种发展趋势。环境化学的兴起和发展，为人类保护、改善环境提供了化学方面的依据。

【地球化学】研究地球中的化学成分和化学元素及其同位素的分布、存在形式、迁移循环规律的科学。地球是一个复杂的系统，其中所发生的一切事物都涉及到化学元素；很多地质事件都在重新组合各种元素或同位素，而地球化学正在于阐明这些事件的本质。地球化学是一门年轻的学科。1838 年瑞士化学家舍恩拜因第一次提出了地球化学这个名词。但地球化学真正成为一门独立的学科

是在20世纪初。20世纪初，美国克拉克开始研究地球，尤其是地壳及其各个部分化学元素的分布量。这标志着地球化学学科的形成。20世纪30年代，挪威戈尔德施密特应用晶体化学的理论和方法研究矿物、岩石中元素的分配和结合规律，有力地促进了地球化学的发展。40—50年代，维尔纳茨基、费尔斯曼在研究地壳中原子的迁移在不同条件下的行为方面取得了一些成就，较完整地总结了各种地质作用和个别元素的地球化学问题。60年代以来，随着科学和技术的进步，地球化学大量吸收其他学科，特别是物理学、化学的最新成就，广泛采用各种新技术，如计算机技术、空间技术，开辟了新的地球化学研究领域。地球化学的主要分支有：同位素地球化学、成岩成矿作用地球化学、个别元素地球化学、实验地球化学、地球化学探矿、环境地球化学、有机地球化学、海洋地球化学等。

【宇宙化学】研究宇宙物质的化学组成和演化规律的学科。是天文学与化学交叉的学科。研究对象包括陨石、月球、行星系天体、行星际物质、太阳、恒星、星际物质、宇宙线、星系和星系际物质等。宇宙化学研究的历史可以从古代中国的五行（金、木、水、火、土）学说和古希腊的四元素（水、空气、火、土）说开始。1833年，瑞典贝采利乌斯第一次测定了陨石的化学组成。1859年德国基尔霍夫在与本生共同研究太阳光谱后，成功地解释了光谱中吸收线产生的原因，首次确证了太阳的化学组成。这标志科学宇宙化学的诞生。20世纪50年代开始进入现代宇宙化学发展时期，研究手段日益增多。50年代以来波谱分析扩展至全波段。60年代人类登月成功，可直接采集月岩标本。70年代空间天文观测航天器到达火星，发回大量有关火星的信息。同时，研究内容不断丰富。

宇宙化学根据天体层次和研究方法可分为几个分支：陨石化学、行星系化学、恒星化学、星际化学、同位素宇宙化学、宇宙线核化学。研究表明，宇宙物质是由化学元素周期表中近百种化学元素和 280 多种同位素组成的，包括地球上尚未发现的矿物和分子。初步了解到，由某种过程形成的元素氢及其通过核合成过程生成的其他元素，在恒星表面或星际空间结合形成分子。这些分子或凝聚而逐渐形成行星等天体；或演化成复杂分子，如氨基酸、蛋白质，进而产生生命。恒星由星际云形成，在演化过程中不断向空间抛射物质，瓦解为星际云，再形成新的恒星。宇宙化学的研究对解决宇宙学理论问题，诸如大爆炸宇宙学、恒星的形成和演化、生命起源问题等有重要意义，也促进了化学科学的发展。

化 学 史

【中国古代化学】中国古代，在陶瓷、冶金、本草学、炼丹术等方面积累了丰富的化学知识，通过东西方的文化交流，传入欧洲，为近代化学的产生作了准备。中国古代的炼丹家由丹砂（即硫化汞）升炼水银，再由水银和硫磺升炼出丹砂的实验不仅是一项最早的无机化学合成工艺，而且是用合成方法确定一种物质（丹砂）化学组成的最早范例，也是最早的可逆化学反应研究。葛洪在《抱朴子内篇》中就说："丹砂烧之成水银，积变又还成丹砂。"除丹砂外，还人工合成了氧化汞、氯化高汞和氯化亚汞。氧化汞由水银、硝石、白矾混合升炼而成，明代以后称"红升丹"。《神

农本草经》说“水银……熔化（加热）还复为丹”，这表明早在东汉以前就知道汞与空气中的氧化合得到氧化汞。氯化亚汞俗称甘汞，古称轻粉、水银粉，是将水银、硫磺和戎盐、绿矾（或白矾）一起升炼而得；氯化高汞俗称升汞，古称粉霜、霜雪，在升炼甘汞的配方中加入硝石或胆矾，则可制得升汞。砷的单质和化合物是中国古代医药和炼丹术广泛使用的一类药剂，包括雄黄（As_2S_2），雌黄（As_2S_3）、礜石（FeAsS）、砒黄、信石（As_2O_3）等。《神农本草》把雄黄列为中品，礜石列为下品，表明已认识到它们的毒性和医疗效用的关系。隋代时，中国炼丹家已知焙烧雄黄制得纯净的砒霜（As_2O_3）。医药上则用于治疗疟疾、牙痛等病。中国古代砷化学的最大成就是单质砷的制得。唐代孙思邈在《太清丹经要诀》中有以雄黄、雌黄与金属锡合炼的丹方，产物即单质砷。铅及其化合物也是中国古代化学的研究对象，铅粉（即碱式碳酸铅）是中国最早的人工铅制剂，常用作化妆品。《周易参同契》中说“胡粉（即铅粉）投火中，色坏还为铅”，表明汉晋之际对铅的化合物与铅的互变关系有所认识。唐代已知道制铅霜（乙酸铅）的丹方。中国古代炼丹家还将金属铅在空气中焙烧以得到黄丹（PbO）。汉晋之际发明了以硝石、硫黄和金属铅合炼制得铅丹（Pb_3O_4）的方法。矾是水合硫酸盐，古代在染色、医药、炼丹术方面得到广泛使用，包括绿矾（$FeSO_4\cdot 7H_2O$，又名青矾、皂矾），白矾［$KAl(SO_4)_2\cdot 12H_2O$，又名明矾］，黄矾［$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$］，胆矾（$CuSO_4\cdot 5H_2O$，唐代以前称石胆）。中国在战国时期就通过焙烧涅石（含煤黄铁矿）取得绿矾。北宋是利用胆铜法后的副产品制绿矾。绿矾经自然风化后制得黄矾，唐代用作炼金术中的药剂。唐代发明了胆矾的制法：将黄矾、绿矾和曾青（碱式碳酸铜）合炼后经浸取、重结晶而得到胆矾。矾在古

代还和硝石合炼，部分地起硝酸的作用。在不能得到强酸的年代，这具有重要意义。中国古代炼丹术的黄白术（即炼金术）虽然没有炼得真正的金和银，但确实炼成了一些金黄色或银白色的“药金”和“药银”。这些合金包括：(1) 砷铜合金，西汉茅盈制得含砷量低（<10%）、呈金黄色的“丹阳金”，隋代后制得含砷量高（≥10%）、呈银白色的“药银”；(2) 锌黄铜，在唐代或五代时期，方士就以炉甘石点化鍮石（即鍮石金，$CuFeS_2$）得到类似黄金的锌黄铜；(3) 二硫化锡，7 世纪孙思邈最先以金属锡和雄黄合炼制得此物，北宋又以金属锡和丹砂合炼制得二硫化锡；(4) 汞齐，包括银汞齐、铜汞齐、铜锌汞齐、铅汞齐等，唐代已发明最早的补牙药银锡汞齐（白锡银）；(5) 其他合金，炼丹家们制得的合金包括铜锌砷（鍮石银、锡银、锡砷、锡砷铜（白锡银）、锡铅（鑞）等多种银白色合金。火药是中国古代四大发明之一，它的发明和应用也包含着丰富的化学知识。

【中国古代的陶化学】中国古代化学工艺之一。现存最原始的陶器是 1962 年在江西万年县大源仙人洞距今 10000 年的新石器时代的早期洞穴中发掘出的 90 余块原始陶片。这些原始陶片质地粗糙，混杂有石英砂粒，胎色以红褐为主，火候不均匀，可能是手工制成，以篝火烧制的。距今 6500 年，即新石器时代的中期，出现了红陶。红陶质地已相当细腻，含三氧化二铁而呈灰红色。焙烧火力均匀，温度高达 950℃以上，可能已经使用陶窑。仰韶文化便以红陶为代表。还有以赭石粉、铁锰矿粉和白土为涂料的彩绘红陶，即彩陶。在 4000—5000 年前，即新石器时代后期，大量出现了黑陶。黑陶是龙山文化的代表。个别黑陶也存在于 5000—7000 年前的河姆渡文化遗址中。黑陶色泽黑灰或乌黑，是由胚体

中的三氧化二铁在还原气氛中生成四氧化三铁而致。有的则是由于表面蒙炭层或坯体掺炭而成。黑陶工艺相当精巧，体型匀称，壁薄而坚硬。有的内壁存在圈纹，可能已采用原始的旋转式车具。在距今 4000—5000 年前的龙山文化遗物中还出现了白陶。白陶的大量出现则在殷商时期。由于采用含氧化铅高达 30%、含三氧化二铁低（约 1—2%）的粘土作原料，故烧成后的陶器洁白、质地坚硬、壁薄而雅致端庄。在距今 4000 年左右，即新石器时代晚期，出现了硬陶。它是黑陶的发展，二氧化硅、铁的含量较高，烧成温度在 1100—1200℃，胎质表面呈褐色，有的几乎烧结。因表面有几何图饰，也称印纹硬陶。硬陶质地细腻、坚硬。商代出现了釉陶。釉是由胎体表面的石灰石、方解石在 1000℃的高温焙烧下形成的一层玻璃状物质，即石灰釉。釉中含铁，如在还原性气氛下焙烧，则釉呈青绿色，称青釉；如在氧化性气氛下焙烧，则釉呈黄褐色。釉陶美观，且不透水，适于贮存水、酒等。唐三彩是釉陶中最著名的一类，始于汉代，而以唐代最为发达，影响也大。在制作唐三彩釉层的过程中使用了呈色剂：以孔雀石、白青、曾青（均含氧化铜）着绿色；以赭石（含三氧化二铁）着黄色和棕褐色；以含钴氧化锰矿石着蓝色；以铁锰矿石着黑色，无呈色剂处呈白色。另外，用黄丹或铅粉代替釉陶制作中的石灰石，使成釉温度降低，只要 800℃即可。在宋代，出现了紫砂无釉细陶，以宜兴所产紫砂泥为原料，在 1100—1200℃、氧化气氛下烧成。因含三氧化二铁量高（7—8%），陶体呈棕紫色。吸水率小于 2%，介于陶器与瓷器之间。

【中国古代的瓷化学】中国古代化学工艺之一。瓷器是中国古代重大发明之一。在殷周时期出现的青釉器，胎体基本烧结，胎质灰

白，釉与胎体结合牢固，除胎质的白度和烧结程度不够外，基本已符合瓷器的要求，现在称之原始瓷器。在东汉出现了真正的瓷。这时已能较熟练地掌握焙烧气氛和釉料配方，釉呈纯正的青绿色，故称青瓷。唐代的瓷器以北方邢窑的白瓷和南方越窑的青瓷最为著名。青瓷的釉色纯正，滋润而不透明，说明对温度和还原气氛的掌握更加熟练。白瓷釉含铁量已极少，洁白似玉。此外，巩窑、四川大邑窑、江西昌南镇（今景德镇）瓷窑的白瓷也达到极高水平。宋代的瓷器达到一个新的高峰。又出现了河南钧窑瓷，浙江南宋修内司官窑的“开片瓷”，龙泉窑青瓷。钧瓷釉呈天蓝或天青色，以氧化铜为着色剂，在还原气氛中烧成。“开片瓷”利用胎质和釉质的膨胀系数的差异烧制而成。龙泉窑的青瓷颜色碧青，柔和淡雅，如翠玉，说明配料、温度和气氛的掌握已臻娴熟。这时期出现的以四氧化三铁呈色的釉下彩绘，如磁州窑白釉的釉下黑彩、酱彩，是制釉技术的发展。到元代，在釉下彩绘方面出现了以钴土为呈色剂的青瓷和以铜为呈色剂的釉里红瓷。瓷器的烧制技术在明代又达到新的高峰。这个时期烧制成功了白釉；青花瓷也达成熟；烧制了以铜呈色的釉红瓷，如“宝石红”、“霁红”瓷等；加彩方法也更加多样化，出现了斗彩、五彩、杂彩瓷等。这时期加彩的颜色釉料以黄丹、石英、硝石（PbO、SiO_2、K_2O）为基体，以含铜、铁、钴、锰的化合物或单质为呈色剂，可以烧制出色彩绚丽的彩瓷。到清代，制瓷技术全面发展、成熟，在彩绘、彩釉技术方面，出现了釉料掺砒的粉彩、立体感强的珐琅彩、釉下三彩、墨彩、乌金釉等；以及从国外引进的以胶态金呈色的胭脂红釉彩、以氧化锑呈色的黄彩。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

【中国古代的冶金化学】成就最大的化学工艺之一。中国古代在铜、