

历史渊源的化学

化学给人以知识，化学史给人以智慧。20 世纪的世界主流化学教科书一直在不断强化这样的信念，这些教科书的作者觉得非要在他们著作的开头做一些历史介绍不可。事实上，对化学史的撰写至少已有 400 年的记载。

化学是特别能刺激人的好奇心的一门学问。从大的方面讲，一部化学史几乎就是一部人类发展史。化学是一种历史活动已成为不争的事实。从自然和社会的发展史来看，化学是与人类社会发展关系最为密切的学科之一。可以说，化学伴随着人类从野蛮走向文明，从农牧社会走向工业社会，从近代走向现代，在不同的时期表现出不同的时代特征。“我们还会说，没有化学史知识，就不可能理解世界现代史。”^①

（美）艾伦·G·狄博斯著，任定成等译。科学与历史——一个化学论者的评价，石家庄：河北科学技术出版社，2000，104

一、从经验走向科学的化学

自从有了人类，化学便与人类结下了不解之缘。钻木取火，用火烧煮食物，烧制陶器，冶炼青铜器和铁器，都是化学工艺的应用。正是这些应用，极大地促进了当时社会生产力的发展，成为人类进步的标志。然而，古代化学没有具体的研究对象，没有系统化的专门知识体系，大多依附于生活生产和其他学科存在，处于前科学的发展状态，主要以经验知识为主，且分布于几乎所有文明古国，这些优秀民族都对古代化学发展做出了各自独特的贡献。科学形态的化学一直到近代的 17 世纪才产生，而且主要是西方文明的结果，欧洲人把近代化学带上了科学之路。

（一）以实用为主的古代化学工艺

古代化学的主要特点是实用为主，主要成就是化学工艺，而且一开始就对人类文明的三大支柱——能源、材料和信息的确立，做出了奠基性的贡献。

1. 人类文明的起点——火的利用

学会用火是人类最早和最伟大的化学实践。早在距今 180 万年以前，就可以找到人类用火的证据，即在中国云南元谋人遗址和山西芮城西侯度遗址中发现了人类最早的用火遗迹。有了火，原始人从此告别了茹毛饮血的生活。后来，人们学会了摩擦生火和钻木取火，这样，火就可以随身携带了。于是，人们不再是火种的看管者，而成了能够驾驭火的造火者。火最终成为人类用来发明工具和创造财富的武器，利用火能够产生各种各样化学反应这个特点，人类开始了烧煤、制陶、冶金、酿造等工艺，进入了广阔的生产、生活天地。后来，化学家使用的燃烧、煅烧、煮沸、蒸馏、升华、蒸发等重要的研究方法，无一不是建立在用火的基础之上，甚至化学史上第一个系统化学理论的建立和第一次化学革命的发生都与火相关。火的认识和利用成为化学史的发端。

2. 人类文明进化的基础——煤的利用

学会用火让人类走上利用能源的道路。人类最早使用的能源是树枝、柴草和木炭，而只有学会了利用煤炭，才使得人类认识和支配自然的能力更加强大。最早记载煤的名称和产地是中国战国时期的《山海经》。中国古代对煤的称呼有石炭、乌薪、黑金、燃石等。在汉代，中国就把煤炭除用于日常生活外，还用到了冶铁中。意大利的马可·波罗（Marco Polo, 1254—1324）把中国的用煤情况介绍给了欧洲人，直到 16 世纪欧洲人才开始用煤炼铁，18 世纪开始炼焦，比中国晚了 500 多年。煤是人类几千年文明的主要能源支柱，直到 20 世纪初，人类的第一大能源和化学工业的第一大原料依然是煤。

3. 远古文明的重要载体——制陶

大约距今 1 万年以前，中国开始出现烧制陶器的窑，成为最早生产陶器的国家。西亚地区出土的陶器最早也有 8 000 多年的历史。陶器的发明，在制造技术上是一个重大的突破。制陶过程改变了粘土的性质，使粘土的成分发生了一系列的化学变化，使陶器具备了防水耐用的优良性质。因此陶器不但有新的技术意义，而且有新的经济意义。陶制的陶刀、陶铍等工具也在生产中发挥了重要的作用，同时陶制储存器可以使谷物和水便于存放。因此，陶器很快成为人类生活和生产的必需品，特别是定居下来从事农业生产的人们更是离不开陶器。事实上，陶器成为反映远古时期人类生产力水平、生活水平和文化水平的最重要的物质载体。中国的仰韶文化和龙山文化的主要体现就是出土的当时的各种陶器。

4. 社会文明转型的重要物质基础——金属冶炼

在新石器时代后期，人类开始使用金属代替石器制造工具。约公元前 3 800 年，伊朗就开始将铜矿石和木炭混合在一起加热，得到了金属铜。到了公元前 3 000—前 2 500 年，出现了铜和锡的合金（有时也含有铅），称为青铜的冶炼，它的硬度比纯铜高，更适合制造生产工具和兵器，还出现了青铜铸造的铜币。中国在铸造青铜器上有过很大的成就，先秦古籍《考工记》里关于青铜调剂的“六齐说”是世界上最早的合金工艺总结：殷朝前期的“司母戊鼎”是

世界上最大的出土青铜器；战国时的编钟，称得上古代在音乐上的伟大创造。因此，青铜器的出现，推动了当时农业、兵器、金融、艺术等方面的发展，把社会文明向前推进了一步。

世界上最早炼铁和使用铁的国家是中国、埃及和印度。古代钢铁冶炼技术经历了不断改进的过程，如中国在春秋时期已同期出现块炼铁、生铁冶铸等工艺，而欧洲的生铁冶铸工艺到 13、14 世纪才出现；中国汉代先后出现了百炼钢、炒钢等工艺，南北朝则发明了灌钢技术。铁被广泛用于制造犁铧、铁铤等农具以及铁鼎等器物，当然也用于制造兵器。到了公元前 8 世纪—前 7 世纪，欧洲等才相继进入了铁器时代。由于铁比青铜更坚硬，炼铁的原料也远比铜矿丰富，铁器逐渐代替了青铜器。恩格斯评价说：“铁已在为人类服务，它是历史上起过革命作用的各种原料中最后的和最重要的一种原料。”^①

5. 中国对世界文明的重大贡献——造纸术和火药术的发明

造纸术和火药术是中国古代四大发明之二。在陕西发现的主要由大麻纤维制造的纸，其年代不会晚于汉武帝（公元前 156—公元前 87）时期，这是现存世界上最早的植物纤维纸。然而，蔡伦极大地推动了造纸术的发展和推广。直到 12 世纪，造纸术才经阿拉伯传入欧洲，此后流传到全世界。

火药的发明要比纸的发明晚些，发明以后就一直被用在军事上。从宋朝开始，便出现了各种新式武器，例如用弓发射的火药包。大约在公元 8 世纪，中国的火药配制方法传到了阿拉伯，后来又传到了欧洲。火药发明的意义在于：“火药和火器的采用绝不是一种暴力行为，而是一种工业的、也就是经济的进步。”^②

（二）古代化学发展的最高形式——炼丹术与炼金术

当封建社会发展到一定的阶段，生产力有了较大提高的时候，统治阶级对物质享受的要求也越来越高：第一是希望掌握更多的财

马克思恩格斯选集。第 4 卷。北京：人民出版社，1972。159

马克思恩格斯全集。第 20 卷。北京：人民出版社，1971。182

富，第二是希望长生不老。例如，秦始皇统一中国以后，便迫不及待地召集了一大帮方士，日夜为他炼制长生不老药。从公元前 2 世纪开始，炼丹术士和炼金术士们，在皇宫、教堂，在自己的家里，在深山老林的烟熏火燎中，为求得长生不老的仙丹和荣华富贵的黄金，开始了人类最早的化学实验。记载、总结炼丹术和炼金术的书籍，在古代的中国、阿拉伯、埃及和希腊都有不少。

炼丹术士和炼金术士们应该说是第一批专心致志地探索化学奥秘的“化学家”。他们炼制长生不老之药和黄金的目的虽然没有达到，但是他们辛勤的劳动并没有完全白费。他们夜以继日地在做些最原始的化学实验，必定需要大批实验器具，于是，他们发明了蒸馏器、熔化炉、加热锅、烧杯及过滤装置等。他们还根据当时的需要，制造出很多化学药剂、有用的合金或治病的药，其中很多都是今天常用的酸、碱和盐。为了把试验的方法和经过记录下来，他们还创造了许多术语，写下了许多著作。这是化学史上令我们惊叹的雄浑的一幕。正是这些理论、方法、仪器以及著作，开辟了化学这门科学的先河。

英文的炼金术一词是 *alchemy*，而化学一词是 *chemistry*，其真正的含义就是“化学源于炼金术”。*al* 是阿拉伯语定冠词。阿拉伯化学曾是沟通东方化学和西方化学的桥梁，阿拉伯炼金术就同时体现出中国炼丹术和希腊埃及炼金术的一些特点。*chemist* 至今还保留着两个相关的含义：化学家和药剂师。这些可以说是化学脱胎于炼金术的文化遗迹了。

无论化学的英文词 (*Chemistry*)，还是法文词 (*Chimie*)、德文词 (*Chemie*)，它们都是从一个古字，即拉丁字 *chemia* (对应的希腊字 *Χημια* (*Chamia*)、希伯来字 *Chaman* 或 *Haman*、阿拉伯字 *Ch-ema* 或 *Kema*、埃及字 *Chemi* 或 *Khem*) 演化而来的。它的最早来源难以查考，从现存资料看，化学一词最早出现在罗马皇帝戴克里先 (*Diocletian*, 245—316) 在公元 292 年发布的焚毁埃及炼金术著作的告示中，因为当时伪造黄金已成为一个严重的社会问题。埃及古字 *Chemi* 的意义很晦涩，有埃及、埃及的艺术、宗教的迷惑、

隐秘、黑暗和黑土地等意义，而在西方，古埃及是记载化学诞生的地方，古代化学的第一个步骤就是“黑化”，因此化学就是“黑化的工艺”。古埃及也是古代化学极为发达的地方，尤其是在实用化学方面。例如，至少在公元前 2500 年以前，埃及已出现玻璃的制造方法了。

（三）从古代化学到近代化学的桥梁和纽带——医药化学与冶金化学

无论是中国的炼丹术，还是经阿拉伯传入欧洲的炼金术，后来都无一例外地在实践中屡遭失败，它们几经盛衰，使人们更多地看到了其荒唐的一面。在中国，炼丹术炼制药物的功能被本草学取代；在欧洲，更具实用价值的医药化学和冶金化学取代了炼金术。医药化学和冶金化学成为从炼金术走向近代化学的桥梁和纽带。

中国早在西汉时代就有关于本草药物的记载了。唐、宋时期的本草学著作很多，有不少化学药物的记载。集历代本草学之大成的是明朝李时珍的《本草纲目》，它仅记载的矿物药类就有 357 种，并有制作这些药物的方法，包含了许多化学知识。

15、16 世纪，欧洲医药化学的发展，既是对炼金术目标的否定，又是对传统医学观念的挑战。这个时期，文艺复兴运动把科学从神学中解放出来，波兰天文学家哥白尼（N.Copernicus, 1473—1543）的《天体运行论》的出版，宣告了近代自然科学的独立：瑞士人帕拉塞斯（P.A.Paracelsus, 1493—1541）把化学从和宗教有紧密联系的炼金术的禁锢中解放出来，创立了医药化学，视人体为一化学体系，力主通过化学药物的制取和使用，调节人体内部元素的不平衡，达到治病的作用。医药化学家的重要代表、比利时人海尔蒙特（B.Van Hel-mont, 1577—1644）更注重应用，更强调实验，做起实验可以废寝忘食、不分昼夜。他的实验已具有定量的性质，通过实验区别了蒸气、空气和其他气体，用 gas 来表达气体，以与水蒸气 vapor 相区别。他还倡导把化学列入大学的课程。海尔蒙特成为当时最具近代化学家精神的学者。

近代新兴资产阶级要发展生产力，就需要发展社会物质生产，

开矿冶金，积累实际的物质财富，他们需要的不是炼金术士的哲人石或火炉中炼制的伪金，而是从金矿、银矿和其他矿石中，炼制出真正的金、银和其他金属。意大利人毕林古乔（V.Biringuccio, 1480—1539）和德国人阿格里柯拉（G.Agricola, 1490—1555）开启了冶金化学的先河，他们对炼金术持批判的态度，注重实际的调查、观察和实验，强调定量研究，促进了欧洲金属冶炼的发展，使得化学已从工艺技术向独立的学科靠近。

（四）走向科学的近代化学

古代化学源于世界文明古国，近代化学则形成于欧洲国家，主要是在资本主义萌芽和发展较早、较快的欧洲强国获得全面进步。从 17 世纪中期开始，化学进入近代发展时期，历时约两个半世纪。这个时期化学发展主要呈现以下几方面特点：

1 首先是全新的化学观念使近代化学朝着科学形态的化学方向发展

在经过长期的经验事实的积累基础上，逐步提炼出一系列的概念、定律、学说和理论，包括质量守恒定律、定比定律、倍比定律、气体化合简比定律、质量作用定律等化学基本定律，碳四面体构型学说、相律、溶液理论、电离理论、化学动力学理论等化学基本理论，近代化学之网逐渐编织起来，最终形成近代化学体系。

2. 化学在近代主要还是一门实验科学

近代化学的传统主体是实证精神，可以说没有实验就不可能有近代化学的进步，正是随着近代化学实验的深入发展，导致众多化学史上的新发现。如 19 世纪有机合成和分析的发展，导致众多有机化合物的发现，标志着有机化学的产生，而早期有机化学理论，包括基团理论、取代学说、类型理论等，都是建立在对有机化合物的实验研究基础之上的。

3. 近代化学表现出学科分化发展的态势

近代化学正是通过不断分门别类的研究和探索，逐步建立起无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等重要的基础分支学科，形成一个实验基础和理论基础都较为丰富的学科体系。如化学分

析，本来仅是各类化学实验研究的基本方式和手段，但当 19 世纪化学分析的专业化发展，使之成为一门专门的知识时，如建立了系统定性分析、重量分析、容量分析等定性与定量分析相结合的化学分析体系，就使得分析化学成为一门独立的分支学科。

4. 化学科学的发展，带动了化学工业的大发展，成为近代资本主义工业的重要支柱，也充分体现出化学科学极其突出的社会与经济价值，如大规模的制酸、制碱、漂白、火药和无机盐工业等就是在这样的背景下发展起来的。化学工业成为 19 世纪与机器制造业、电力工业并列的三大重要工业部门之一，而酸碱工业、煤焦油工业和肥料工业构成化学工业的主体。

5. 化学在 19 世纪的繁荣昌盛和巨大成就，它的基础性和广泛的应用性，使之成为科学技术总体发展的一个重要带头学科，促进了科学技术的总体发展。

6. 近代化学的发展成就也深刻地影响着人类社会的自然观，如有机物尿素的人工合成，说明了无机物与有机物之间没有不可逾越的鸿沟，世界总是存在内在的相互联系。化学元素周期律充分展现了辩证唯物主义的否定之否定、质量互变的基本观念。

（五）导致近代化学蓬勃发展的主要因素

近代化学的迅猛发展既有学科内部的原因，也有学科外部的原因。

1. 资本主义生产方式的确立是近代化学发展的社会因素

欧洲生产力的极大提高，采矿、冶金、地质、纺织、制药等工业部门的迅速发展带来了众多化学研究课题，促进了化学学科的成熟，如在矿物分析、分离和提纯方面的大量工作，使许多重要化学元素不断被发现；纺织工业的迅速发展对染料的大量需求促进了有机化学的发展；蒸汽机和电力的广泛应用，是物理化学产生的重要社会基础。

2. 科学的社会建制是近代化学发展的重要科学制度保证

近代科学发展的一个重要社会特征是科学家角色的确立和科学共同体的形成，其社会现象表现为科学的组织化、体制化和职业

化进程。例如，欧美各国成立了许多科学研究机构和团体，英、法、德等国分别建立了皇家学会、皇家科学院、柏林科学院等国家科学院；同时，各国化学会，如英国化学会（1841）、法国化学会（1858）、德国化学会（1868）、美国化学会（1876）、日本化学会（1880）等也纷纷成立；英国先后建立了专门培养化学人才的“皇家化学学院”（1845）和第一个职业化学家组织“皇家化学研究院”（1877）；第一次国际性化学会议 1860 年在德国卡尔斯鲁厄召开，有来自德、法、英、俄、奥、比、意和瑞典、瑞士等十多个国家的 140 位化学家参加。第一批化学期刊出现于 18 世纪 包括《化学杂志》（*Chemisches Journal*，德国，1778—1781）《化学年刊》（*Chemische Annalen*，德国，1784—1803）和《化学年鉴》（*Annales de Chimie*，法国，1789—）等；第一个文摘性化学期刊是 1843 年创刊的、每两周出版一期的《化学学报》（*Chemical Gazette*）第一部有意义的化学百科全书是法国化学家马凯（P.J.Macquer, 1718—1784）1766 年编纂的 4 卷《化学辞典》（*Dictionnaire de la Chimie*）；第一部重要的专题论文集是德国化学家格美林（L.Gmelin, 1788—1853）1817 年编写的《无机化学手册》（*Handbuch der anorganischen*）^①。这样，包括化学在内的近代科学就成为重要的社会建制。

3. 近代化学教育体制的确立，为近代化学发展所需人才提供了教育制度的保障

欧美各国高校逐步开设了化学课程，设置了化学专业，特别是教学实验室的设立，标志着化学人才的培养由传统的师徒模式向现代的师生模式转变，从而适应了工业化发展进程对大量化学人才的需求，也培养了具有现代意识和知识结构的杰出化学家。

4. 化学家扮演了愈来愈重要的角色，构成了近代化学发展的一条主线

（1）德国化学家

^①（罗）G.E.巴依乌列斯库，C.帕特罗埃斯库（英）R.A.查默斯。分析化学教育与教学法。北京：科学出版社，1993。28~29

施 塔 尔(G.E.Stahl 1660—1734)对燃素说的系统阐述,使之成为化学领域中第一个把化学现象统一起来的伟大原理,结束了炼金术思想在化学中的统治地位。燃素说差不多影响了 18 世纪百年的化学发展,有人把其称为燃素说时期,尽管燃素说后来被证明是一个错误的学说。这一方面说明德国化学在施塔尔时代达到其一个巅峰阶段,同时预示着德国化学在这样一个错误学说引导下,不可避免地近代中期走向衰落。

(2) 英国化学家

波 义 耳(R.Boyle 1627—1691)对化学元素的科学定义、对化学实验的重要贡献和对化学学科独立性的不懈坚持,成为近代化学诞生的重要标志。英国化学家布拉克(J.Black,1728—1799)、卡 文 迪 许(H.Cavendish,1731—1810)、卢瑟福(D.Rutherford,1749—1819)和普里斯特里(J.Priestley,1733—1804)等人对气体进行了广泛而深入的研究,制得 CO_2 、 H_2 、 N_2 、 CO 、 SO_2 、 HCl 、 NH_3 等气体,特别是普里斯特里独立制得 O_2 构成氧化学说的重要实验基础。尼科尔森(W.Nicholson, 1753—1827)实现了对水的电解,戴 维(H.Davy,1778—1829)通过电解得到了活泼金属钾、钠。正是这一批著名化学家杰出的工作,把英国带进世界化学活动中心。其最杰出的代表当是道尔顿(J.Dalton, 1766—1844),正是他的化学原子学说,从理论上为化学的统一和发展奠定了基础和指明了方向,被誉为“近代化学之父”。

19 世纪英国涌现出一批著名化学家,包括发现了电解定律的法拉第(M.Faraday,1791—1867),合成石蜡的弗兰克兰(E.Frankland,1825—1899),发现气体扩散定律——格雷姆定律的格雷姆(T.Graham,1805—1869),提出有机物水型化合物理论的威廉姆逊(A.W.Williamson,1824—1904),有稀有气体之父美誉的莱姆赛(W.Ramsay,1852—1916)等。

(3) 法国化学家

拉 瓦 锡(A.L.Lavoisier, 1743—1794)是法国近代最有影响力的化学家,他提出的燃烧氧化学说导致了一场化学革命,使过去近一

个世纪以燃素说形式倒立着的化学正立过来，化学从此走上科学的发展道路。与拉瓦锡并肩战斗的还有莫尔沃（G.de Morveau, 1737—1816）、贝托雷（C.L.Berthollet, 1748-1822）、孚克劳（A.F.de Fourcroy, 1755—1809）等法国著名化学家，他们一起制定化学命名法，一起办化学刊物，共同开展化学研究。法国化学家的重要贡献，还有 E.G.费歇尔（E.G.Fischer, 1754—1831）提出了酸碱当量表，普罗斯（J.L.Proust, 1754—1826）发现定比定律等。针对定比定律的是非曲直，贝托雷和普罗斯还展开了一场长达 8 年的学术论战，成为化学史上学术论战的典范。

法国化学家盖·吕萨克（J.L.Gay-Lussac, 1778—1850）是当时杰出的化学领袖，在他周围聚集了一批年轻的化学家，而他提出的气体化合简比定律揭示了道尔顿原子说与实验事实的矛盾，为分子学说的提出奠定了事实基础。与盖·吕萨克同期的泰纳（Thenard, 1777—1857）、切夫留尔（M.E.Chevreur, 1786—1889）、沃克兰（L.N.Vauquelin, 1763—1829）等法国化学家对有机化学发展做了重要贡献，切夫留尔还是化学史上惟一活过百岁的化学家。

正是以上法国化学家的卓越贡献，使巴黎成为世界化学活动的一个中心。

法国化学家杜马（J.B.A.Dumas, 1800—1884）是继盖-吕萨克之后的又一代法国化学领袖，他对有机化学分析和理论都做出了重要贡献。同一时期的罗朗（A.Laurent, 1808—1853）、日拉尔（C.Gerhardt, 1816—1856）、武兹（C.A.Wurtz, 1817—1884）、贝特罗（P.E.M.Berthelot, 1827—1907）、莫瓦桑（H.Moissan, 1852—1907）等都是法国化学家的杰出代表，他们在有机合成和理论方面做出重要贡献，贝特罗还有有机合成之父的美誉，莫瓦桑以首次制得单质氟而闻名。

然而，罗朗、日拉尔不惧权威、坚持真理的性格，遭致包括杜马在内法国学术界长期的排挤而都过早离世。著名物理学家迪昂（P.Duhem）1885 年曾进行过热力学体系“化学势”概念的研究，而所要达到的是：“无论研究对象进行的是物理变化，还是化学变

化；无论这种变化是宏观物质世界的变化，还是微观物质世界的变化；无论研究对象的化学组分是什么，它所处的状态是什么；无论所代表的亲和力是具体对哪种物质而言：无论是体系在哪种条件下的自发变化倾向：无论体系处于何种平衡，化学势一定保持全局恒定。”^①显然，这是年轻科学家在追求第一原理，其思想超出了同时代学者，是在向传统热力学理论挑战，却由此触犯了对热化学有所研究的化学权威贝特罗，他说：“这位年轻人永远也不能在巴黎教书。”这使得迪昂因坚持“化学势”概念失去了物理学博士论文被通过的机会，直到两年后避开了贝特罗的“热力学领地”，才通过了申请数学博士学位的答辩。19世纪法国世界化学活动中心的失去，与此种学风盛行不无关系。从拉瓦锡、杜马到贝特罗，法国化学领袖似乎有做政府高官的传统，这在近代其他国家的著名化学家中并不多见。拉瓦锡因做国王的包税官而在法国大革命中被砍头；杜马曾任法国教育部长、农业部长；贝特罗做过教育和艺术部长、外交部长。

(4) 瑞典化学家

贝采里乌斯(J.J.Berzelius 1779—1848)是19世纪上叶的世界化学泰斗。他对化学符号系统、原子量测定、电化学、化学分析、有机化学等几乎所有化学领域的诸多重要贡献，他的大部头权威性的化学教科书《他向瑞典科学院所做的化学进展年度报告(1821—1849)》，以及他高尚的学术品质，获得化学家的普遍尊重，使其化学权威地位得以确立，吸引了世界各地的年轻人到他的实验室工作，并很好地维系了化学发展的秩序，斯德哥尔摩由此成为世界化学的一个圣地。事实上，在贝采里乌斯之前，瑞典已涌现出一批杰出的化学家。舍勒(C.W.Scheele, 1742—1786)独立于普利斯特里制得 O_2 ，他提纯分离了大量有机化合物，成为有机化学建立的重要基础，而有机物的概念是由贝格曼(T.O.Bergman, 1735—1784)第一次提出。最能让全世界科学家每年都想到瑞典这个国家的是19世纪下叶的著

名化学发明家诺贝尔 (A.B.Nobel, 1833—1898)

(5) 意大利化学家

阿佛加德罗 (A.Avogadro 1776—1856) 提出了分子学说, 其同胞康尼查罗 (S.Cannizzaro 1826—1910) 则使之成为化学家普遍接受的最经典的化学学说之一。此二人是近代化学历史上不多的意大利化学家明星。

(6) 俄国化学家

门捷列夫 (С.И.Менделеев, 1830—1895) 发现的化学元素周期律, 把杂乱众多的元素及其化合物纳入了一个有规律的系统之中, 使无机化学成为一个有机的体系, 并成为人类认识世界获得的最具有魅力的普遍自然规律之一。俄国近代化学源于西欧, 其化学之父当推罗蒙诺索夫 (М.В.Ломоносов, 1711—1765) 他独立发现质量守恒定律, 创建俄国化学研究和教育体制。有机化学家布特列洛夫 (А.М.Бутлеров, 1828-1886) 是化学结构概念的提出者, 他的学生马可夫尼柯夫 (В.В.Марковников, 1838—1904) 提出了马可夫尼柯夫法则, 伊林斯基 (М.Н.Львинский, 1856—1941) 提出价键可分性概念, 使俄国化学家在经典有机化学结构理论领域占据了重要地位。

(7) 德国化学家

李比希 V.F.Von Liebig 1803—1873) 作为新一代化学领袖, 不仅为有机化学的建立奠定了重要基础, 开创了近代化学教育的新体制, 形成了著名的李比希学派, 还带领德国化学家把德国化学再次带入了世界化学的中心地位。

德国化学家维勒 F.W.Wohler, 1800—1882) 是李比希的亲密合作伙伴, 首次从无机物人工合成了有机物——尿素, 开创了有机合成的道路。柯尔柏 (H.Kolbe, 1818—1884) 则第一个从单质出发实现了完全的有机合成, 得到醋酸、葡萄糖、柠檬酸等一系列有机酸。

德国化学家凯库勒 F.A.Kekule 1829—1896) 梦幻般的碳四价和苯结构学说, 是科学史上非逻辑思维导致科学发现的范例, 这两个学说使有机化学步入理论发展领域。

19 世纪德国化学家真是人才辈出，以编写大部头《化学手册》而闻名的格美林，发现同晶定律的米希尔里希（E.Mitscherlich, 1794—1863），以发明本生灯和光谱仪闻名的本生（R.W.Bunsen, 1811—1899），建立德国化学会的霍夫曼（A.W.Hofmann, 1818—1892），独立发现元素周期律的迈尔（J.L.Meyer, 1830—1895），合成靛蓝并提出拜耳张力学说的拜耳（A.von Baeyer, 1835—1917），研究了 130 种嘌呤衍生物及氨基酸的费歇尔（E.Fischer, 1852—1919）等。19 世纪下半叶德国有机合成工业的发展也随之步入了快车道。

德国的哲人化学家奥斯特瓦尔德（W.Ostwald, 1853—1932）与荷兰化学家范霍夫（J.H.van't Hoff, 1852—1911）、瑞典化学家阿累尼乌斯（S. Arrhenius, 1859—1927）结成的“三剑客”成为近代物理化学发展的中坚力量，正是由于他们杰出的化学成就和有效的组织工作，使得物理化学成为近代化学最重要的理论分支。为此，三剑客均成为诺贝尔化学奖第一个十年的获得者。

（8）美国化学家

美国近代化学也是源于西欧，特别是把教学与科研相结合的德国大学模式深刻影响了美国化学人才的培养。吉布斯（J.W.Gibbs, 1839—1903）是耶鲁大学的第一个科学博士学位获得者，也是 19 世纪美国化学家最杰出的代表。他以严密的逻辑推理、严谨的数学形式、博大精深的内容发表了关于相律的论文。19 世纪末，美国化学家诺伊斯（A.A.Noyes, 1866—1936）提出了反应级数的概念。

（六）近代化学在中国的传播

近代化学传入中国是在鸦片战争之后，主要是随着欧洲传教士的到来，系统带来了西方近代的科学技术知识。传播的途径主要有翻译和教育两个方面，其中成绩最为卓著的是上海江南制造局，突出的人物是中国化学启蒙者徐寿（1818—1884，江苏无锡人）。光绪年间，废除了科举制度，广设各级学校，在这些学校的课程中就有化学。

1. 最早传入中国的近代化学知识

西方近代化学知识的传入，当以 19 世纪 50 年代英国医生合信

(B. Hopson, 1816—1873) 所编的《博物新编》(1855, 上海墨海书馆) 为最早。合信 1839 年来到中国, 常来往于香港和上海之间。它所编著的《博物新编》共分三集, 内容包括天文、气象、物理、化学及动物等各种西方近代科学知识。第一集里介绍说“天下之物, 元质(即元素)五十有六, 万类皆由之而生”。元素总数仅为 56, 这大概反映了 1840 年以前的西方化学知识的水平。书中还介绍了轻(氢)气、养(氧)气、淡(氮)气、炭气(一氧化碳)和各种强酸(硝酸、硫酸、盐酸等)的制备方法。

汉字“化学”一词, 最早出现在英国传教士韦廉臣(A. Williams, 1829—1890) 在 1856 年出版的中译本《格物探源》一书中。通晓汉、满、蒙、法、德、俄等多种语言的英国人伟烈亚力(A. Wylie, 1815—1887) 主笔的《六合丛谈》, 于 1857 年创刊于上海, 介绍了不少近代化学知识, 也用到了“化学”一词。这样在咸丰年间, “化学”一词很快为国内知识界采用, 取代了曾使用过的“质学”一词。同时, 这些书籍不久就传到了日本, “化学”二字便逐渐取代了一度使用的“舍密”一词而为日本使用至今。然而, “科学”一词最早为日本使用, 后传入中国, 取代了曾使用的“格致”一词。

2. 中国最早传授化学知识的教育机构

中国最早学习西方文字和科学的教育机构是创设于 1862 年的北京同文馆和 1863 年的上海广方言馆, 它们成为中国近代最早的新型学堂, 并聘请一些传教士做教习。这些学堂的目的是培养翻译和派赴外国留学的人才, 主要学习外文, 也讲授算学、天文、物理、化学、医学等自然科学和应用科学知识。同时, 它们也做一些翻译西方科学, 包括化学书籍的工作。广州教会的教徒, 也翻译一些科学书籍。但是, 北京和广州翻译的书远不及上海江南制造局的多且重要。中国在 19 世纪后期出版的化学书籍, 绝大多数出自上海江南制造局翻译馆, 其中徐寿扮演了最重要的角色。

3. 徐寿与中国近代化学

在徐寿的青年时代, 我国尚无进行科学教育的学校, 也无专门从事科学研究的机构。徐寿学习近代科学知识的惟一方法是自学。

1856 年，徐寿读到了英国医生合信编著的中译本《博物新编》

鸦片战争失败的耻辱，促使清朝统治集团内部兴起办洋务的热潮，博学多才的徐寿引起了洋务派的重视，曾国藩、左宗棠、张之洞都很赏识他。1865 年，曾国藩、李鸿章在上海兴建主要从事军工生产的江南机器制造总局，为训练所需要的人才，于初开办时即附设机械学堂，并罗致了一批懂得西方科技的人才。徐寿因其出众的才识，被派到上海襄办江南机器制造总局。徐寿到任后不久，根据自己的认识，提出了办好江南机器制造总局的四项建议：“一为译书，二为采煤炼铁，三为自造枪炮，四为操练轮船水师。”把译书放在首位是因为他认为，办好这四件事，首先必须学习西方先进的科学技术，译书不仅使更多的人学习到系统的科学技术知识，还能探求科学技术中的真谛即科学的方法、科学的精神。为了组织好译书工作，1868 年，徐寿在江南机器制造总局内专门设立了翻译馆，除了招聘包括英国人傅兰雅（J. Fryer, 1839—1928）、伟烈亚力等几个西方学者外，还召集了华蘅芳、季凤苍、王德钧、赵元益及儿子徐建寅等略懂西学的人才。年复一年，他们共同努力，克服了层层的语言障碍，翻译了数百种科技书籍。这些书籍反映了当时西方科学技术的基本知识、发展水平及发展动向，对于近代科学技术在我国的传播起了很大的作用。徐寿和他的译书馆，随着一批批介绍国外科学技术书籍的出版发行，声誉大增。在制造局内，徐寿对于船炮枪弹还有多项发明，例如他能自制镪水棉花药（硝化棉）和汞爆药（即雷汞）等。

直到 1884 年逝世，徐寿共译书 17 部（105 本，168 卷，2 272 幅图），专论 9 篇，校阅书 1 部，共约 287 万余字，其中译著的化学书籍有 7 部。徐寿所译的《化学鉴原》、《化学鉴原续编》、《化学鉴原补编》、《化学求质》、《化学求数》、《物体遇热改易记》、《中西化学材料名目表》，加上徐建寅译的《化学分原》，合集称《化学大成》，将当时西方近代无机化学、有机化学、定性分析、定量分析、物理化学的部分内容以及化学实验仪器和方法做了比较系统的介绍，为中国开展近代化学教育，提供了一批较好的教科书。

此外，徐寿在长期译书中编制的《化学材料中西名目表》、《西药大成中西名目表》对近代化学在我国的传播发展发挥了重要作用。然而，由于译书时间间隔较短，化学中的重要理论如元素周期律（1869年）、电离学说（1887年）等并未包含。

在徐寿生活的年代，我国不仅没有外文字典，甚至连阿拉伯数字也没有用上。要把西方的科学技术术语用中文表达出来是项开创性的工作，做起来实在是困难重重。徐寿他们译书的过程，开始时大多是根据西文的较新版本，由傅兰雅口述，徐寿笔译，即傅兰雅把书中原意讲出来，继而是徐寿理解口述的内容，用适当的汉语表达出来。西方的拼音文字和我国的方块汉字，在造字原则上有很大不同，几乎全部的化学术语和大部分化学元素的名称，在汉字里没有现成的名称，这是徐寿在译书中遇到的最大困难，为此他花费了不少心血。对金、银、铜、铁、锡、硫、碳及养气、轻气、绿气、淡气等大家已较熟悉的元素，他沿用前制，根据它们的主要性质来命名。对于其他元素，徐寿巧妙地应用了取西文第一音节而造新字的原则来命名，例如钠、钾、钙、镍等。徐寿采用的这种命名方法，后来被我国化学界接受，一直沿用至今。这是徐寿的一大贡献。

4. 格致书院与《格致汇编》

1874年，英国驻上海领事麦华陀（W.H.M. Medhurst）倡议由徐寿创设格致书院。该书院起初经费由中外士商捐筹，并成立了一个由麦华陀、伟烈亚力、傅兰雅、徐寿、徐建寅等8人组成的董事会。由徐寿起草拟定的《格致书院章程》明确规定，每月拟定日期，轮流讲论格致一切，诸如天文、算法、制造、化学、地质等门类，专考格致，不涉及传教。在北洋大臣李鸿章、南洋大臣李宗羲的支持下，即行在上海觅地起造房屋，1875年落成，1876年开课，1879年正式招生，1880年开始授课。院内备有图书、报纸、仪器，并举办讲演和示范实验，收到较好的教学效果，为我国兴办近代科学教育起了很好的示范作用。当时的化学教科书主要是《化学鉴原》主讲老师栾学谦既讲解化学知识，又做演示化学实验，可谓中国近