

第一章 绪论

化学，一门古老而又充满活力的学科，是自然科学的轴心，是社会发展的动力。化学，从小科学走进大科学，融入社会，发展自我。化学与社会的结合产生了一门新兴的学科——化学社会学。

第一节 社会—科技—教育—化学

一、社会发展

人类社会经历了数千年的农业经济和数百年的工业经济发展之后，现在进入了一个新的历史阶段。当前，经济和社会的发展越来越依赖于知识的创新和应用，知识经济已初见端倪。

农业经济时代的主要资源和生产要素是劳动力和土地，劳动生产率主要取决于劳动者的体力，属劳动密集型经济。生产的分配主要是按劳动力资源和土地资源的占有率进行，农业、畜牧业和手工业是其支柱产业。农业经济时代经历了原始社会制、奴隶制和封建制三种社会形态。知识的积累和传播主要依靠生产实践和少数僧侣、哲人对自然界的观察。因而生产力落后，社会发展缓慢。

工业经济时代的主要资源和生产要素是资本和稀缺的自然资源，生产的分配主要是按资本和自然资源的占有率进行，属资本

密集型经济。钢铁、汽车、纺织等是其支柱产业，生产力发展速度加快，但知识和技术只是影响生产力的外部因素。

到了知识经济时代，主要资源和生产要素是知识和智力，知识是社会生产力发展的基本要素，属知识密集型经济。知识经济是智力经济，以芯片、网络、软件为基础的高技术产业是其支柱产业。社会发展和经济繁荣不是直接取决于资源、资本、硬件技术的数量和规模，而是直接取决于知识和信息的生产、积累、传播和应用。创新是经济发展的灵魂，高素质劳动者和创造性人才的培养是社会发展的关键。创新知识、传播知识、应用知识的能力和效率将成为影响一个国家综合国力和国际竞争力的重要因素，为了加速发展，提高综合国力和国际竞争力，人们将像农业经济追求土地、工业经济追求资本那样追求知识、争夺人才。有了知识，就有了资本，就可以创造价值。在知识经济中，知识的投入和产出都占很大比例，例如，一块计算机芯片的利润比例是：知识的创造和应用，如决策、设计、专利、营销、广告等占 85%，设备和生产劳动各占 6%，而能源和材料仅分别占 1.5%。有人作过计算：从 1 元钱的砂子中提取出的硅，制成芯片后可创造 1 000 万元的价值。这就是知识的力量。但是知识经济形成之后仍离不开工业和农业，因为知识最终还是要通过生产劳动转化为物质形态的东西。

二、科技进步

科学技术是人类在认识自然、改造自然的过程中进行创新活动的结晶，科技进步是推动社会发展的重要动力。

五十万年前，人类的祖先在与自然界的斗争中发现并利用了火，这是人类支配自然的伟大开端，也可认为是古代朴素科学技术时期的开始。公元前 5 世纪以来，人类开始较系统地进行数学、医学、农学等科学技术的研究，并取得一系列成果。

从 15 世纪到 19 世纪，可称为近代科学技术革命时期。在这一时期，人类的认识能力和技术水平不断提高，开始比较全面、系统、科学地认识、研究客观世界，一系列的发明和发现，掀起了一个又一个科学技术革命：15 世纪欧洲发生了文艺复兴运动，中国古代的火药、指南针、造纸三大发明又相继传到了欧洲，这就使整个社会发生了巨大变革。在此之后，16 世纪哥白尼提出了日心说，17 世纪牛顿提出了三大定律，18 世纪瓦特发明了蒸汽机，19 世纪达尔文提出了进化论，法拉第设计了发电机。在近代科学技术革命时期，化学、物理学、生物学、地质学等都得到了快速发展，特别是化学的不断进步，使人们对物质世界有了更深刻的认识，建立了原子—分子论，发现了元素周期律，发展了分析化学、有机化学。

从 19 世纪末，人类便进入了现代科学技术革命时期。这一时期是从物理学开始的，X 射线、放射现象的发现打开了微观世界的大门，量子力学、相对论的提出使物理学发生了翻天覆地的变化。由于物理学的渗透，化学也发生了变革。核化学、量子化学、结构化学、现代分析化学逐渐形成。同时，化学的发展也推动了相关学科的发展，例如，生物学在现代化学的帮助下揭示了 DNA（脱氧核糖核酸）的双螺旋结构，地质学借助现代化学测试手段研究了地球内部的组成和结构。

20 世纪中叶以后可称为高技术革命时期。这一时期科技发展的特点是知识高度密集，学科高度交叉，逐渐形成六大新兴技术群：信息、材料、能源、生物、空间、海洋。在这六大技术群中，能源技术是支柱，重点研究核能技术、太阳能技术，开发洁净能源、可再生能源；信息技术是核心，将利用其技术特点向着最为广泛的应用领域渗透，不断改变生产方式、社会结构；材料技术是载体，主要研究具有时代特征的智能化、功能化、环境友好、复合再生新材料；生物技术是前三者的综合，将以分子生物学为基

础，结合基因工程、细胞工程、蛋白质工程等寻求重大突破，为现代农业、医疗保健等带来新的革命；空间和海洋技术是前四者的扩展和应用，为科技、社会的进步寻求更广阔的发展空间。

20世纪以来的科技发展还经历了从“小科学”到“大科学”的转变，科学的社会形象发生了很大变化，这是科学发展与社会需求相互作用的结果。在这一时期，科学技术不仅进行自身的革命，而且进行科学技术与社会关系的革命，由此产生了“科学社会学”。这里的小科学主要是指近代科学技术，它的主要目的是为了**满足好奇心**，很少考虑科学的社会价值，大科学是社会的科学，首先要求科学家负起社会责任，注重应用性、效益型的研究，把自己的科研与人类的命运联系起来。社会不仅为科学指明研究方向，而且还为科学提供精神及物质上的支持，组建科研团体，使科学技术高度体制化、社会化，科学与社会的联系越来越密切，科学对社会的影响越来越大，科学技术成为第一生产力。

三、教育改革

教育是社会进步的基础，是经济发展的动力。教育上的落后必然会阻碍社会前进的步伐，减缓经济发展的速度。所以，教育特别是高等教育要不断改革，不断提高教育水平和培养人才的质量，才能适应社会发展的需要。在社会发展的不同历史阶段，教育的内容和作用不同，人们追求知识的目的不同。

在农业经济时代，人们只有零散的、少量的知识，大学是象牙之塔，教育的主要目的是培养精神贵族，主要作用是单纯地保存知识、有限地传播知识，人们追求知识的目的是认识世界，后迪思想。在此阶段，高等教育与社会之间存在着难以逾越的鸿沟。

在工业经济时代，新技术不断产生，知识逐渐系统化、科学化。人们开始利用知识改造世界，开发物质资源，创造社会文明。科技知识不断改进生产工具，提高劳动者技能，知识作为辅助因

素间接地影响社会经济发展。高等教育慢慢走出象牙塔，开始与生产劳动相结合。科学技术逐步走进大学殿堂，科学研究成为高等教育的重要功能。在此阶段，高等教育强调专业对口，培养模式单一，与社会的关系是单向地、一次性地为科学研究、经济生产、社会服务、市场流通等领域输送专门化人才。

在知识经济时代，知识的发展将知识本身推向了一个新的高峰，知识由作为经济发展的辅助因素、非独立因素变为生产力中的主要因素、独立因素。因此，以知识传播、加工、创新为天职的教育必将因知识经济的到来发生质的变化。

知识经济的支柱产业是高技术产业，主要的生产组织形式是高新技术园区，而高新技术园区的轴心则是高等教育。知识经济把高等教育由社会的边缘推向科学研究、经济生产、社会服务、市场流通等领域的中心，而且是双向联系，相互促进。因此，高等教育必须进行自身的变革和创新，要由强调专业对口转向适应社会，要用多样化的培养模式取代单一的培养模式。在知识经济时代，知识是基础，创新是灵魂，没有知识，就进不了知识经济的大门，不会创新知识，就跟不上知识经济的步伐。所以，高等教育在传授知识的同时要教会学生创新知识，注重开发学生智力，努力提高学生的综合素质和创新能力。另一方面，现代科技发展突飞猛进，学科之间高度交叉，科技与社会密切相关，这就要求高等教育要注重综合教育，面向社会教育，提倡 STS (Science—Technology—Society) 教育。让学生由身边事物、社会需求开始，从不同学科、不同角度学习并掌握科技知识。为了拓展知识面，现代教育提出要对学生进行大文化教育（大文化包括科学文化、技术文化、人文文化、社会发展、人类文明等），使专门文化和通用文化融为一体，形成广阔的文化空间，使各学科间能进行比较和融合。开设课程要具有开放性、灵活性，要突破学科界限，由内核向外辐射，使学生在了解知识价值和意义的基础上，能够对知识选择、批

判、重组、整合，能够沟通不同领域的知识，建构自己的知识新体系。现代高等教育要教会学生四类知识：知道是什么、知道为什么、知道怎么做、知道由谁做。传统教育只解决了前两个问题，后两种知识是指人际交往、社会沟通的能力，需要将科学知识与人文知识融为一体进行教育。有人认为，现代高等教育要有三统一：知识教育和能力培养统一、智力开发和人格完善统一、社会功能和育人功能统一。

总之，当前的社会发展和科技进步给高等教育带来了新的机遇和挑战，高等教育只有转变思想观念、深化教学改革，建立新的人才培养模式，才能跟上时代的步伐，才能适应社会的发展。

四、化学与社会发展

化学是研究物质组成、性质及运动规律的学科。化学家的主要任务是探寻物质相互转化的条件和规律，为人类社会创新物质世界。

化学学科发展至今，已交叉、渗透到各个学科领域，与生命、材料、环保、资源、信息、航天、海洋等高新技术领域密切相关。在生命科学中，化学研究生命体系的物质组成和存在形式，进行人类基因组研究、酶分子作用机理研究等，和生物学家一起探讨生命的奥秘；在材料科学中，化学为开发利用天然材料提供科学依据，并不断设计、研制出各种新材料；在环境科学中，化学通过分析检测各种环境物质，并对环境质量进行评价，为环境保护、环境治理提供科学依据；在工农业生产中，利用化学研究手段，指导生产过程，通过发展绿色化学推动洁净生产；在资源开发利用方面，化学更是大显身手，化学家为人类合理利用天然资源、不断开发新资源做出了重大贡献。总之，化学是满足人类物质需要的中心学科，已应用到社会各个方面，有力地推动了科技进步和社会发展。化学学科与社会发展的关系见图 1。

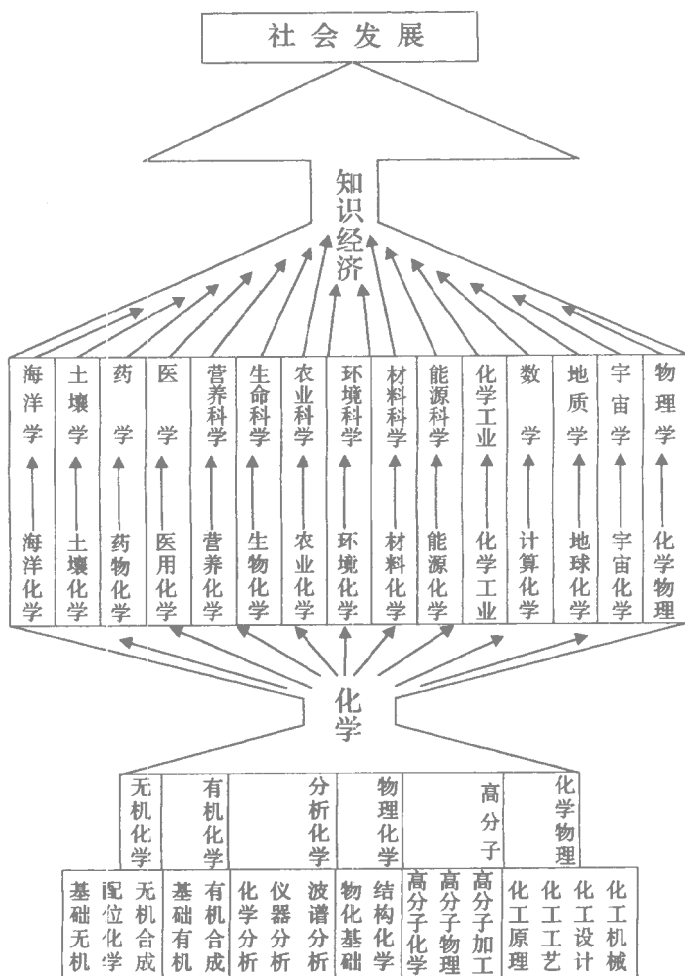


图 1 化学学科与社会发展关系示意图

为了让社会更多地了解化学、认识化学，逐渐产生了“化学

社会学”，许多有关化学与社会的书籍资料已面世，如：《化学与社会》、《化学与人类》、《化学与能源》、《化学与环境》、《化学与营养保健》、《生活·社会·化学》等。在教学中，国内外许多学校都很注意面向各学科领域进行化学教育。美国早就在大学中开设“社区中的化学”课程，力求使学生了解化学在社会中的作用，懂得如何保护人类的生存环境。日本也在教学中安排大气污染的有关内容，让学生了解酸雨的形成及对生态环境产生的冲击。近年来，我们国内的许多高校也开设了化学与社会的相关课程，以便让学生了解化学在社会发展中的地位和作用。

第二节 化学发展史

化学作为自然科学的轴心，是人类认识自然、改造自然的重要武器。化学来源于社会又反过来推动社会发展，化学学科的发展史是社会发展史的重要组成部分。

人们一般把化学学科的发展分为三个阶段：古代实用化学时期、近代化学时期、现代化学时期。

一、古代实用化学时期

在远古时代，火的利用使人们逐步学会了利用天然物质的化学变化，制备一系列有用的物质材料。尽管当时人们不知道物质变化的化学原理，但实际上是在利用化学技术创造新物质、利用化学能。

在古代实用化学时期，我国最早发展了烧陶技术、冶炼技术、造纸技术、火药技术、酿造技术、染色技术等古老的化学工艺。公元前 8 000 年，人们学会了烧制陶器；公元前 3 000 年，人们学会了冶炼金属；公元 2 世纪（东汉时期），蔡伦发明了造纸，为了得

到造纸需要的较纯的植物纤维素，人们首先利用化学方法和机械方法除去植物秸秆中的其他杂质，纸的发明是用化学方法制备较纯纤维素高分子的一项重大成就；公元 7 世纪（南北朝时期），人们为了制造黑火药，学会了制备和利用硝酸钾、硫磺和木炭（黑火药的主要成分）；在实践中，人们发现某些微生物通过一些变化（生物化学变化）可使谷物发霉成“曲”，再用曲酿酒，后来利用发酵原理又从谷物中酿造出醋和酱油；由于当时丝、麻纺织业的需要，人们逐渐学会了利用化学加工技术从某些植物中提取染料（最著名的是靛蓝），并掌握了彩色套染、多套复染技术。

另外，在古代实用化学时期，人们还发展了药物化学、炼丹术、炼金术等。公元前 200 多年，秦始皇统一六国后，就派人四处寻找、熔炼“仙人不死之药”，炼丹术由此发展起来。黄金不朽，皇帝误以为服用黄金后可长生不死，就让人想方设法熔炼黄金，有人竟然用汞、硫磺熔炼黄金，其实熔炼出的不是“仙丹”黄金，而是有毒的硫化汞。中国古代的炼丹术在公元前 100 年传入阿拉伯，公元 8 世纪传入欧洲。由于制造黄金的巨大诱惑，一段时期在欧洲出现了许多炼金术信徒。尽管当时炼丹术、炼金术的目的荒诞可笑，但却使人们积累了许多化学知识。现在英文的化学（Chemistry）一词就来源于炼金术（Alchemy）。

在古代化学发展的同时，人们渴望了解物质变化的原因，逐步提出了一些有关物质组成及变化的观点，这些观点可归纳为两大类：元素说和原子论。元素说认为世上万物均由少数几种物质本原（元素）所组成，具体有中国的“五行说”（金、木、水、火、土）、印度的“五元素说”（地、水、火、风、空）、古希腊的“四元素说”（土、水、气、火）等。原子论则认为世上万物的本原就是不可入、不可分的微小粒子—原子，最具代表性的观点认为宇宙的要害是原子和虚空，原子在虚空中上下运动，通过互相碰撞或互相结合而形成各种物质。古代的这些元素说和原子论，均没

有具体的科学内容，只是对自然现象的猜测。

二、近代化学时期

一般认为，这一时期是从 17 世纪后半期到 19 世纪末，是化学科学的建立时期。其间建立了化学元素的科学概念和原子分子学说，并且形成了多个化学分支。

17 世纪中叶，欧洲发生了巨大变革，爆发了资产阶级革命，生产力得到前所未有的发展。英国科学家波义耳（R. Boyle）对前人积累的化学知识和实践经验做了很好的总结，并进行许多化学、物理方面的研究，出版了一本名著《The Sceptical Chemist》（怀疑派化学家）。他认为，古代元素说中的所谓元素实际上指的是混合物或化合物，而元素应当是某些不由任何其他物体所构成的原始而简单的物质。波义耳的这一化学元素定义为研究物质的组成指明了方向，所以恩格斯对此给予了高度评价：“波义耳把化学确立为科学”。

近代化学理论的确立应归功于使用天平所进行的定量化学实验。法国科学家拉瓦锡（A. L. Lavoisier）就是根据一系列定量化学实验结果，发现了物质不灭定律，提出了燃烧的氧化学说，推翻了德国贝歇尔（J. J. Becher）发起的、控制了学术界 100 多年的“燃素说”，这一事件在科学史上被誉为“化学革命”。继拉瓦锡之后，许多化学家对各种化学元素的反应性质进行了深入的研究，根据化学反应中各物质间的定量关系，很快就发现了定比定律、倍比定律、化合量定律等化学定律。19 世纪初，英国的中学化学教师道尔顿（J. Dalton）根据一系列实验结果，提出了原子论，他主张用原子的化合与化分来说明各种化学现象和各种化学定律，这就抓住了化学科学的本质。恩格斯说：“化学的新时代是随着原子论开始的”，所以道尔顿被称为近代化学之父。此后，阿佛加德罗（A. Avogadro）根据盖·吕萨克（Gay-Lussac）气体反

应的实验结果和道尔顿的原子论，引入了分子的概念，它与原子的概念既有区别又有联系，从而建立了原子分子学说。

到了 19 世纪，由于人们对物质化学运动形式的认识逐步深入，研究内容不断增加，化学逐渐形成了四大分支：无机化学、有机化学、分析化学、物理化学，这些最早的学科分支一直延续至今。其间（1869 年）一个重要发现是俄国化学家门捷列夫（Mendeleev）提出的元素周期律，元素周期律的提出使化学研究更加系统化，但是限于当时对元素的认识能力，最初元素周期律只能以原子量作为元素的基本性质，按一定规律把各个元素排列起来。随着原子量测定技术日趋精密，在周期表中出现了一些元素的原子量排列顺序与其性质关系颠倒的情况，这就促使人们进一步研究元素周期律的内在根据，从而促进了化学学科自身的发展。

三、现代化学时期

现代化学时期是指 20 世纪以来的化学发展阶段。

20 世纪化学的发展，不论是化学基础研究，还是化学工业，都是高速奋进的百年。

1. 基础研究的重大突破

20 世纪化学基础研究中的突破性成果可以从历届诺贝尔化学奖获得者（见附录）的重大贡献中获悉。现从 92 届诺贝尔化学奖中选出一些在 20 世纪化学发展中起里程碑作用的重大成果作一概述。

（1）核裂变和原子能利用 在能源利用方面，20 世纪化学和物理界具有里程碑作用的重大突破是核裂变和原子能利用。化学和物理学在整个自然科学的进步中起着互补协同的推动作用。物理学在原子核上动手术创造新元素，化学在分子层次上动手术创造新分子，这是 20 世纪科学史中的主流。煤在燃烧时，只是碳原

子和氧原子的核外电子进行相互作用和反应,生成二氧化碳分子,这是一种化学变化,放出的是化学能。而铀核裂变是原子核内发生的变化,铀核分裂成两个原子量较小的碎片,同时放出巨大的能量,这种核裂变能在 20 世纪已被用于核电站,然而这一工业应用的前期基础研究经历了半个世纪,仅此领域就产生了 6 项诺贝尔奖。

(2) 化学键和量子化学理论 美国化学家鲍林 (L. Pauling) 以研究物质结构和化学键理论而闻名,1954 年由于他在化学键本质研究和用化学键理论来阐明物质结构方面所作出的重大贡献而荣获诺贝尔化学奖。他不仅是当之无愧的现代结构化学的奠基人,而且他把化学结构理论引入生物大分子结构研究,为沃森 (Watson) 及克里克 (Crick) 发现 DNA 双螺旋结构奠定了基础,也开拓了 20 世纪后期在分子层次上研究生物系统的广阔领域,分子病理学、分子免疫学、分子遗传学都是在他早期所做的化学与生物学结合的工作基础上建立的。

化学键理论主要有三种:鲍林的价键理论 (VB)、莫利肯 (R. S. Mulliken) 的分子轨道理论 (MO) 和贝特 (H. A. Bethe) 的配位场理论。因莫利肯用量子力学创立了化学结构分子轨道理论,阐明了分子的共价键本质和电子结构,1966 年荣获诺贝尔化学奖。1965 年美国化学家伍德沃德 (R. B. Woodward) 和霍夫曼 (R. Hoffman) 把量子力学由静态发展到动态,从而提出了分子轨道对称守恒原理,这一理论被认为是认识化学反应发展史上的一个里程碑,霍夫曼的分子轨道对称守恒原理和福井谦一的前线轨道理论共获 1981 年诺贝尔化学奖。20 世纪末该领域又有了新发展,1998 年诺贝尔化学奖授予了美国化学家科恩 (W. Kohn) 和英国化学家波普尔 (J. A. Pople),以表彰他们在量子化学领域作出的开创性贡献。科恩发展了电子密度泛函理论,给分子性质的计算开辟了新途径;波普尔发展了量子化学计算方法,使化学

进入实验和理论计算并重的新时代。

(3) 创新物质的合成化学 设计和合成新的分子是合成化学家的首要任务。这 100 年来有机化学家已经设计和合成了数百万个有机化合物,同时还发现了大量的新反应、新试剂、新方法和新理论。纵贯 20 世纪,在有机合成和金属有机化学领域共获得 12 届诺贝尔化学奖,这在化学的三级学科中是首屈一指的。

有机合成与金属有机催化紧密地联系在一起,促进了有机合成的发展。现代有机合成化学已发展到可以合成像海葵毒素 (polytoxin) 这样复杂的有机分子,该分子具有 64 个手性中心和 7 个骨架内双键分子,存在有 2×10^{21} 个异构体。

(4) 化学动力学与分子反应动力学 该领域是采用先进的检测技术,研究化学反应如何进行、揭示化学反应的历程和研究物质的结构与其反应能力之间的关系,从而达到控制反应过程的目的。在这一领域相继获得过 4 次诺贝尔化学奖,获奖者中有美籍华人李远哲,他对化学反应的基本原理作出的重大突破被称为分子反应动力学发展中的里程碑。

(5) 元素周期系的发展 在元素周期表建立的 100 多年里,人们一直在耕耘着它、完善着它。1869 年门捷列夫发明的元素周期表中只有 63 种元素,现在世界公认的化学元素已达 118 种。大家知道,天然化学元素只有 92 种,92 号元素铀之后的元素都是人工合成的。在新元素的发现过程中,德国的达姆施塔特研究中心 (GSI) 由于采用了一种先进的实验技术,对发现 107~112 号元素做出了突出贡献,取得了后三个元素 (110、111、112 号) 的命名权。由于技术和机会等原因,在新元素的发现过程中,并不是按元素序号一个一个进行的,例如,109 号元素就是在 108 号元素空缺的情况下发现的。目前人们仍在探讨新元素的出现,但发现新元素越来越难。例如,112 号元素是用 30 号元素锌撞击 82 号元素铅产生的,实验时,需将 500 亿亿个锌离子以每秒 3 万千米的速

度射向铅，撞击 3 个星期后才得到一个 112 号元素的原子，而这个原子只能存在 $1/3$ 毫秒。周期表的终点元素在哪里？大多数专家认为 168 号元素，它是第八周期的最后一个元素。

2. 化学工业的飞速发展

化学工业在 20 世纪初崛起，后半世纪得到飞速发展。从煤焦油衍生的染料、炸药、酚醛树脂、药物等一系列化学工业以及合成氨、酸、碱等基本化学工业在经济建设和社会发展起了重大作用。在此阶段，一方面由于化学基础研究的一些重大突破推动了化学工业的大发展，一方面化学工业又通过不断提出问题和要求，推动了化学基础研究。

(1) 石油化工 这是世界经济发展中占重要地位的工业领域。世界化工总产值为 1 万亿美元，其中 80% 以上的产品与石油化工有关，石油炼制和加工已成为国民经济的支柱产业。20 世纪 30 年代催化剂进入了石油化工的大门，大大加速了石油化工的发展。由石油化工得到的基本有机化学品的深加工是化学工业发展的源泉之一。石油化工产品已有 3 000 多种，涉及国计民生的各个部门，全世界仅乙烯年生产能力就达 5 000 万吨。可以说，20 世纪是石油化工大发展的一百年。

(2) 三大合成 20 世纪人类社会文明的标志之一是合成高分子材料的出现，由此发展形成的三大合成工业——塑料、纤维、橡胶逐渐成为化学工业的三大支柱。当前，一辆汽车所用的塑料达 230 千克之多，日常用品中更离不开塑料制品，合成纤维（如涤纶、锦纶、腈纶等）已超过羊毛和棉花而成为纺织业的主要原料，合成橡胶的性能和产量亦已超过天然橡胶。合成橡胶世界年生产能力已达 1 200 万吨，合成纤维达 1 500 万吨，塑料已超过 1.2 亿吨。以塑料为主体的三大合成材料，按体积世界总产量已超过全部金属的产量。所以 20 世纪被称为高分子时代。

(3) 合成氨工业 20 世纪面临人口大幅度增长、粮食需求迅

速增加的局面。在解决这一问题中，化肥起了重要作用。其中氮肥的生产关键问题是如何利用大气中的氮大规模合成肥料。1909年德国化学家 F. Haber 用钨作催化剂在 300~500 大气压、500~600 °C 成功地建立了每小时产生 80 克氨的实验装置，并取得了专利权。Haber 因此而荣获 1918 年诺贝尔化学奖。之后德国巴登苯胺纯碱制造公司 (BASF) 购买了 Haber 法合成氨的专利权，并由化工专家 C. Bosch 担任领导实施工业化。他们用 3 500 多种不同催化剂配方经过 6 500 多次试验，终于寻找到了价廉的铁催化剂。1931 年第一个合成氨工厂在 BASF 建成投产，日产量为 30 吨。合成氨的工业化生产促进了农业发展，Bosch 也因改进了 Haber 法而荣获 1931 年诺贝尔化学奖。60 多年来，合成氨工艺不断进行改进，合成氨工业不断发展壮大。我国是个农业大国，先后引进多套 30 万吨/年合成氨装置，再加上全国的万吨小氮肥，目前已达年产 2 000 万吨的规模，位于世界第二位。目前大型合成氨厂均联产可直接作肥料用的尿素。

(4) 医药工业 20 世纪初，科学家们就致力于研究治疗细菌感染的药物。1932 年德国内科医生 G. Domagk 发现带有磺酰胺基团的一和染料百浪多息可有效地治愈受细菌致命感染的实验动物。之后他用此药治好了他自己的小女儿因被针刺感染链球菌造成的细菌性血液中毒症，一种磺胺新药从此产生。此药曾治好了当时美国总统的儿子小 F. D. 罗斯福和英国首相邱吉尔的细菌感染。磺胺药成为二次世界大战前惟一有效的抗细菌感染药物，Domagk 因而在 1939 年荣获诺贝尔生理及医药奖。二次世界大战后，磺胺药逐渐让位于治疗效果更好的抗生素类药，如青霉素、四环素、红霉素、氯霉素、头孢菌素等。当前，新药研究已从随机筛选过程发展到以构效关系为基础，化学和生物医学研究相融合的合理药物设计。目前世界药物市场的年销售量约为 3 000 亿美元，一些世界著名的制药公司如默克公司、拜尔公司、汽巴一盖

基公司等，其年销售额均在 300 亿美元以上。我国的中草药被认为是一个伟大宝库，有两层意义：一是丰富的中草药资源，二是丰富的临床经验和从中总结的规律。20 世纪中草药研究的主流是从植物中分离出单一活性成分作为先导化合物，经结构改造以产生新的合成药物。20 世纪后期，国内开始注意到资源优势是可变的，但千年临床经验是外人难以掌握的，因此形成了用现代方法研究中药复方的高潮。

3. 走出纯化学，走进大科学

随着科技发展和社会进步，化学已发展到了一个新阶段。一方面，化学为了适应社会的需要，研究内容逐渐扩大，逐渐向其他学科领域渗透，另一方面，化学也得益于其他学科的发展，其他学科为化学提供了许多研究思想和手段。这种学科交叉融合、相互促进的结果，使化学大开学科之门，走出纯化学，走进大科学。我国著名化学家徐光宪先生认为化学交叉的学科群有 10 个：生命科学、材料科学、能源科学、环境科学、数学、物理学、信息科学、地球科学、工程科学、哲学社会学及系统科学。今后科学技术将以大科学（多学科交叉形成）的姿态向前发展，因为没有哪一个学科能单独解决日益复杂的重大问题。

当前，在其他学科的帮助下，化学家掌握着几十种重要的研究手段：在空间探测方面有分辨率达 0.1 埃（ 10^{-11} 米）的扫描隧道显微镜，在时间监测方面有飞秒（ 10^{-15} 秒）级的瞬间观测光谱，在质量检测方面有分辨率达百万分之一质量数的现代质谱，在物质分离方面，利用激光诱导荧光毛细管电泳仪几乎可以得到单个分子。这些手段与其他技术结合，化学可以在分子水平上研究化学反应的细节，可以采用分子设计、分子裁剪的手段准确合成出各种目标物，可以探索物质变化中最快的电子转移、能量转移过程（如光合作用过程），可以在电视屏幕上实时观察原子和分子的图像、直接观察 DNA 的双螺旋、三螺旋结构。

第三节 化学学科特点

一、化学学科是实验学科

实践是检验真理的惟一标准，实验是推动自然科学发展的真正动力。化学学科研究的是物质变化的客观规律，其基础是建立在真实物质之上，因此，化学学科比其他学科更强烈地依赖于实验技术手段去揭示物质自身的结构组成、固有性质及变化规律，化学的一切理论都来自于实验，没有实验就没有发现。居里夫人是伟大的化学家，是进行实验研究的典范，为了得到并证明比铀放射性更强的物质镭的存在，居里夫妇用了 4 年的时间，夜以继日地进行实验，最终从 8 吨沥青铀矿中提炼出了 0.1 克镭。合成氮催化剂的发明者也曾研究了几千个配方，做了几千次实验。

化学学科的发展离不开实验手段的完善，每一次实验技术的革新都会引起化学学科的进步，19 世纪精密天平的出现为化学研究开创了一个新局面，对物质质量的精确研究导致了許多新发现，各种现代实验仪器（如红外、紫外、核磁、质谱、色谱、电子能谱等）的发展更是将化学研究推向一个新阶段，研究手段的自动化、智能化进一步加速了化学的发展。化学家利用实验手段，不断深化对客观世界的认识，不断检验化学理论的正误，在正确认知物质结构、性质的基础上，以实验结果为指导，不断进行化学合成、创新物质、改造世界，从而推动化学学科发展和人类社会进步。

二、化学学科有自己独特而严谨的科学概念和语言

为了研究、交流的方便，化学学科有自己独特的概念和语言。元素概念是化学学科最基本的概念，化学家为每一个元素设定了一个元素符号，对所认识的物质给出了特定的化学式，用这些元