学校的理想装备
电子图书·学校专集
校园网上的最佳资源

学科现代教育理论书系·化学·化学教育史

BOOK
内部资料 非卖品

前　言

化学教育伴随着化学发展的历史，有着漫长的进程，在各个不同时期有着不同的特点。当今世界，化学已经渗透到社会生活和生产的各个方面，化学与人们的生存休戚相关。在这种新的形势下，如何开展化学教育，成为国际国内化学教育界共同关注的问题。以史为鉴已是共识，开展化学教育史的研究无疑可以提供有益的启迪。

1992 年末，我承接了《化学教育史》的撰写任务。为了保证能按时脱稿，由本人拟订写作提纲，撰写前言和绪论，最后统一修改、补充、完善全书并定稿；张培富同志撰写古代化学教育、中世纪化学教育、近代（17—18 世纪）化学教育和现代化学教育部分；李三虎同志撰写近代（19 世纪）化学教育部分和 19 世纪化学家小传；张镇同志撰写中国化学教育史部分。我们在现有条件下，在可能收集到的有关资料的基础上，完成了这本书的撰写工作。应当说，这不过是初步系统地写了一本世界化学教育史，尚有这样或那样的不足。例如，现代欧洲化学教育史部分仍较粗略；亚洲的日本国在化学教育方面比较发达并有其特色，未能写进书中；中国化学教育史部分也较单薄等。这些方面有待进一步掌握翔实的第一手资料，尚需做许多扎实的工作。

本书的最后安排了一章化学教育家小传。这样做，主要是考虑到通常写化学家传的作品较多，而写化学教育家传的著作甚少。化学教育的关键是教师，化学教育家是化学教师中的杰出人物。对于化学教育家来说，不仅要记录他们在化学专业上的成就，还要记载他们在化学教育上的贡献，以便世人全面向他们学习。我们还可以从对不同时期化学教育家成就的相互比较中，窥见化学教育内涵的变化和发展。为此，我们按历史顺序列举不同时期有代表性的化学教育家。关于中国的化学教育家，也不可能一一写入书中，只按出生时间的先后，以及化学的主要学科门类，分别选写一位代表人物。

这本书能与读者见面，一则考虑“丛书”的整体性，二则在于引玉。限于作者水平，书中疏漏和不妥之处实难避免，切望专家学者及广大读者赐教，以便有机会再版时修改、补充。

在写作过程中得到不少同志的帮助，一并致谢。特别要感谢《化学通报》编辑部主任王治浩同志，他为本书撰写了 12 位中国化学教育家小传，对本书给予了很大支持。还要真诚地感谢在英国的王琪女士帮助查阅并寄来有关资料，从而使本书得以顺利完成。

在成书过程中，作者参考了化学史、教育史方面的著作以及有关化学教育的论著等，对有关的作者特在此表示衷心感谢。

广西教育出版社的何醒、卢少湲编辑不断给予作者热情的鼓励，也在这里表示深深的谢意！

张家治

1995 年 5 月于山西大学

序

刘知新

化学教育作为科学教育的一个分支，以其特有的功能在实现第一流人才培育及普遍提高全体公民的文化科学素质这一使命中，起着重要作用。众所周知，化学教育正是在化学科学、技术与社会，以及学校教育、社会教育等这些大教育环境中，不断发展的。应当说，化学科学的进展与科技教育的发展推动了化学教育的繁荣和更新；学校教育与社会教育的扩展、改革和不断完善，为化学教育提供了培育良才的广阔天地。总之，社会的进步，科学技术的发展，教育的普及与提高，为化学教育的产生、发展和繁荣并发挥其多种教育功能提供了智能源泉与人才基础。应当强调指出：化学教育与其他学科教育一样，在大教育系统中发挥着维系事业兴衰、人才延续等多种功能。这些教育功能可概括为：简约有效地将人类的文明遗产传授给受教育者的传输功能；按社会的需要培养人才的塑造功能；用最经济的人力、物力和时间造就大批合格人才的高效功能；以及超前为社会的进步和革新培养适用人才的变革功能。

中华人民共和国的化学教育，自 1949 年至今，从基础教育、职业技术教育、高等教育到继续教育，不论在规模上还是质量上，都取得了令人瞩目的成就。全国各级各类学校的广大化学教育工作者为此付出了辛勤的劳动，创造并积累了丰富的教育教学经验，这是我国和世界教育科学的珍贵财富。但毋庸讳言，由于受历史的制约和人所共知的原因，我国化学教育理论研究工作起步较晚，人员较少，机构又不够健全，对于教育实践中提出的诸多重大命题，以及国际上普遍关注的某些学术研究前沿课题，尚未从理论上给出回答，或未从理论与实践结合的高度上进行深入探研，理论来源于实践，理论一经群众掌握就会变成巨大的物质力量。化学教育理论也是如此。本人作为一名老化学教育工作者，有幸从 50 年代中期就参加中国化学会组织的有关化学与化学教育的学术研讨活动，从 1979 年至今一直亲身参与中国化学会化学教育委员会及中国教育学会化学教育研究会（1983 年起始）计划和组织召开的多次全国高、中等学校化学教育经验交流会、学术研讨会、课程和教材研讨会、化学实验教学经验交流会等。每次会议的论文均有数十篇，甚至百多篇，其中不少优秀论文已在国内期刊发表。从国际上看，IUPAC（国际纯粹化学和应用化学联合会）从 1970 年开始，已加倍努力于谋求改进世界各国的化学教育，并与 UNESCO（联合国教科文组织）协同召开过 13 次 ICCE（国际化学教育会议），出版了若干部化学教育论文集和论著。另外，世界各国的化学教育家在各自的研究领域，都笔耕不辍地为国际化学教育理论做奉献。1981 年据 64 个国家的不完全统计，各国创办的化学教育（教学）期刊就有 168 种。文苑书林，浩瀚得很！但是，由于各种原因，国际上大量论文、资料难以为我国广大化学教育工作者检索、利用；国内的诸多专题研究论文和著述，似多局限于就某些论题的研究或偏重于适应教材建设的需要，对于化学教育学——化学教育理论体系的几大构成，尚未见到系统论述的著作面世。

为了建构具有我国特色的化学教育理论、反映国内外当前的研究水平，以促进我国教育改革，面向现代化，面向世界，面向未来，广西教育出版社组织出版了这套《学科现代教育理论书系》中的化学现代教育理论丛书。本丛书各册的第一作者和统稿人都是在该领域学术有成的专家。全体作者均本

着理论联系实际的原则，力求从化学教育规律来阐释和探研有关的理论与学术前沿课题。当然，作为化学教育理论著述，本丛书也完全可以作为大学后继续教育或化学教育高级学位研修用书，各册（《化学教育史》除外）论述的重点虽侧重于基础教育阶段的化学教育理论问题，但是，从教育规律的普遍适用性这一层面来看，这些结论对于大学或大学后教育，以及中专、中技等化学教育实践，可供借鉴之处当不是个别的。

本丛书共 6 册，简要介绍如下：

《化学实验论》以辩证唯物主义认识论、自然科学方法论、现代教学论为指导，论述化学实验的构成、意义和作用，剖析各类化学实验及其功能，探研化学实验与发展学生思维的关系，从宏观与微观的视角揭示化学实验及其方法论的深刻涵义。

《化学课程论》从化学课程的设计与化学教材编制的现实出发，探研不同课程论思想在化学课程开发的实践中运行与演变的规律及趋向，阐释、论述我国化学课程、教材建设中的基本经验与理论问题。

《化学教学系统研究》运用系统论的观点阐发、研讨化学教学的构成要素及其相关领域的原理或范型，从多视角考察、概括化学教学系统的结构和功能及其运作圭臬。

《化学学习论》从化学学习系统与学习原理的高度探研化学学习过程、模式和方法，对化学学习能力与学习机制进行剖析，探索深入开展学科心理研究的某些基本课题。

《化学教育测量和评价》基于化学教育目标论阐发和研讨化学教育测量与评价的基本理论、方法和技术问题，对认知、情感和动作技能领域的化学教育测评等作了新的探索。

《化学教育史》以历史唯物主义和辩证唯物主义为指导，对化学教育产生的历史背景、化学史各时期的化学教育的演进，以及近、现代化学教育的发展等进行了研究、概括。以史为鉴，明古鉴今。

本丛书写作注意了：科学性，力求准确、完整、系统；新颖性，取材努力反映时代气息，体现教育改革精神；实用性，各册在介绍有关理论和研究前沿的同时，均力求结合实例给读者以解决实际问题的思路与方法。

本丛书在成书过程中得到不少同行的关心，并参阅、借鉴了不少国内外学者的研究成果，在此一并表示诚挚的感谢！衷心希望本丛书面世以后能够得到化学教育界的专家和广大读者的关注与指教，祈使这套丛书在加快、深化化学教育的改革和发展，发展大学后继续教育和活跃化学教育学术研究等方面，发挥它应有的作用。

1995 年 10 月于北京师范大学

总　序

顾明远

师范院校中有一门必修课，叫做教材教法。它是一门培养教师技能的专业课程，但是历来不受人们所重视。在一些专业学科的教师、专家们的眼里，似乎教材教法不过是剖析中小学的教学大纲和教科书，教会师范生如何去上好一堂课，没有什么学术性。他们认为，上好一堂课，保证教学质量的关键主要是有高的学术水平。这是一种误解。但是这种误解不是没有缘由的。原因之一是，这些专家们不懂得，教育既是一门科学，又是一门艺术，只有高深学问，不懂教育规律，没有掌握教育教学的艺术，课就上不好，或者事倍功半。原因之二是，过去的教材教法课确实存在着不少问题，它只分析现有的教材，不对学科、课程以及教育教学的规律进行研究。因此要解决这个问题，除了改变专家们的误解以外，更重要的是研究这门学科的发展，提高学科的理论水平。我认为，师范院校的教材教法不能只分析一门课如何讲授，更重要的是要研究、分析一门科学的发展历史和现状，以及其发展的内在逻辑，结合学生的认知特点，遵循教育规律，把它组织成一门学科。学科并不等于科学。一门科学要变成学校里的学科，需要经过一番改造。改造的理论就是一门学问，本身也应该是一门学科。这门学科是跨学科的，它既要研究某门学科的科学规律，例如数学教材教学既要研究数学教学规律，又要研究教育规律，要把两者有机地结合起来，从这个意义上来讲，教材教法的名称显得落后了。因此把它改为学科教学论或学科教育学是适宜的。

讲到这门学科还有一段历史，不得不讲一讲。我国学位制度建立之初，在教育学门类中就设有教材教法作为二级学科培养研究生，授予学位。但是它的评议因为涉及文理各学科，因此分散在文理各学科评议组中。由于教材教法主要是研究学科教学的理论，文理各学科评议组的专家们认为难以对他们作出评议。这样这门学科的授权问题就处于无人评议状态。1983 年在国务院学位委员会召开第二届博士、硕士授权点学科评议组会议期间，我向当时教育学评议组召集人刘佛年教授提出，把教材教法的硕士授权点拿到教育学组来评议，并把名称改为学科教学论，以提高对它的学术要求，从而提高它的学术地位。这个提议得到刘佛年教授的支持和学位委员会的批准，并在以后专业目录调整时把教材教法正式更名为学科教学论。从此学科教学论有了较大的发展。至今全国已有硕士授权点 19 个，培养了硕士研究生数百名，出版的专著也有几十部。这是十分可喜的现象。

学科名称的更改是十分容易的事，要把它发展成一门真正的学科并非易事。当时有人提出改为学科教育学，我们认为时机还不成熟，首先要把学科的教学理论研究好。教育学是一个更广泛的概念，它涉及到教育系统内部各个领域，而学科教学论主要涉及教育系统中教学方面的理论，即使把这部分研究透彻，成为一门学科也是不容易的。当然，有的学者愿意把它称为学科教育学，如果确已研究成熟，这无疑是对教育科学发展的一个贡献。

把教材教法改造成为学科教学论是一次理论上的飞跃。教材教法过去只是教育学中的一个部分。学科教学论则变成了教育科学中的一个重要分支学科。这种飞跃有没有根据，具备不具备条件呢？1988 年我在为《语文教育学》写序时就说，已经具备了必要的条件。这是因为：第一，近几十年来教学论、课程论、心理学、教育测量学、教育评价学等学科有了新的发展，它为学科

教学论的建立奠定了理论基础；第二，我国改革开放以来引进了国外的各种教学理论，开拓了我们的视野，启迪了我们的思想；第三，我国有一批长期从事教材教法研究的学者，他们在师范院校有长期的教育实践，积累了丰富的经验，并且有较高的理论修养，这是建立学科教学论的组织基础。应该说，1978—1988 年这门学科的建设是有成绩的，不仅培养了众多研究生和出版了多部专著，而且学科体系基本上建立起来了。更为可喜的事是不少专家都在关心这门学科的建设。得到各学科的专家的重视是至关重要的。因为学科教学论这门学科毕竟是跨学科的，文理各专业学科是它的基础。

近些年来，许多学者把学科教学论又提高到学科教育学的高度来研究，这又是一次飞跃。学科教育学不仅要研究学科的教学理论问题，而且要从教育学的基本原理出发，从培养人的高度来讨论学科教育的问题。它不仅要揭示学科教学的教学规律，还要揭示学科教学培养人的规律。学科教育学不仅要讨论该门学科如何设置课程，如何编制教材，如何选择教学方法，如何组织教学，更重要是要分析本门学科在培养人的整体工作中的地位和作用，并从这个角度出发研究课程、教材、教法，研究它与其他课程的关系，与学校中其他教育活动的关系等等。

广西教育出版社组织全国学科教育理论工作者和实际工作者编写一套大型丛书《学科现代教育理论书系》，我认为正是时候。这刚好是十多年来的一次大总结，大检阅。证明学科教育学这门新兴学科已经在中国大地上成长起来。我当然不可能通览这套丛书，但是从编辑出版计划中的书目可以看到，它涉及语文、数学、物理、化学、外语等中学教学计划中的主要学科，每门学科又分教学论、课程论、学习论、实验论、教育测量与评价等专著，有的学科还著有教学艺术论及其他更细的内容，真是丰富多彩。作者群中有老一代的学科教育学专家，也有年轻一代学者。我认为，这套丛书的意义，不仅在于它总结了十多年来我国学科教育学研究的成果，而且在于它展示了学科教育学发展的广阔前景，在于它培养了年轻一代学者。这是从教育理论战线上来讲的。至于对我国教育的实际来讲，这套丛书的出版一定有利于我国广大教师业务水平的提高，有利于教育质量的提高。我预祝出版的成功。

1996 年春节

出版说明

这套丛书，从 1991 年 3 月出版第一批第一本《数学学习论》算起，至今已有 6 个年头了。如果从 1988 年年初开始数学教育理论丛书的组稿活动算起，则有 9 年之长。如今，数学、物理、化学、语文、外语，五个主要学科的教学理论丛书，已配套成龙，每个学科 6 本共 30 本，取名为《学科现代教育理论书系》。洋洋洒洒几千万字，构成了基础学科的基本理论研究，也构成了我社的基本骨干工程和基本的教育理论出版特色。

以近十年的时间建构一整套力求具有中国特色的教育理论丛书，其间的曲折、甘苦，自然一言难尽。但从反映教改成果、服务教学改革来看，又当义不容辞。从建构教育出版社的出版个性、出版文化来考虑，更有深刻意义，有重大价值。在改革开放的新历史时期，出版社靠什么来支撑？靠什么去竞争？靠什么求发展？用什么作奉献？答案可以有很多，对策可以开列不少。但根本的应少不了这么两条：一靠骨干工程，二靠名牌精品。骨干工程是出版社的战略布局，名牌精品是出版社的灵魂生命。两者的完善结合，构成了出版社的质量、信誉、知名度和文化品位，它是出版社存在的基础，竞争的手段，持续发展的后劲，文化积累的主体，向人民奉献优秀文化的根本保证。

本着这样的认识，这样的追求，我们出版了这套丛书。当然，还有另外几套别的系列。

我们期待着读者的鉴定。

我们迎接着市场的检验。

我们也渴望着教育界、理论界的支持。

我们将一如既往地努力，千方百计奉献更多的精品，给教育，给民族，给将来。

广西教育出版社

本书内容提要

本书是有关世界化学教育史的著作，力求对化学教育的孕育、萌芽、发展和繁荣的历史作出系统的阐述。书中提出了化学教育史的分期原则，并据此重点阐明各个时期先进国家化学教育的形式和内容。在写作方法上内史与外史相结合，以便阐明各个不同时期在具体社会历史背景下，在化学学科发展所达到的水平等条件下，化学教育的发展状况。同时注意史论结合，分析各个时期化学教育的特点，以资借鉴。书中还专门对中国的化学教育史进行了研究和探讨。书中设一章介绍一些中外化学教育家在化学教育上的功绩。书后还附有化学教育史大事摘引，便于把握化学教育发展的线索。

本书可供有关专业的教师、研究生、大学生及教育工作者参考。

化学教育史

绪　论

化学知识是人类进化过程中，在人类的生活实践和生产实践中，经过不断积累、总结、再实践、再总结而形成的，它是人类文化的一个不可或缺的重要组成部分。伴随着化学知识的继承、传播与交流，构成了化学教育的种种形式。而化学教育的内容、规模、方式以及直接制约化学教育的机构和制度等，均与当时当地的具体历史条件密切相关，诸如社会发展状况、生产力水平、科学技术水平、经济、政治、宗教、民族、文化、教育、地理等。作为化学知识继承、传播与交流的手段和媒介的化学教育，要比化学本身更加社会化。

化学教育史与教育史、化学史、社会历史等既有着直接的联系，又有区别。化学教育史是在化学知识发展的过程中建立起来的。它是一种自然科学与社会科学之间的交叉学科，有其自身的对象、内容和特点。

从传授知识的角度看，化学知识从哪里开始，化学教育也就从哪里开始。化学成为科学则是从近代在欧洲开始的。正规的化学教育也就从近代开始发展起来。事物的发展总是从低级向高级、从不成熟到成熟、从不完善不规范发展到比较完善比较规范，化学教育的发展也不例外。

由于化学教育是在大的历史背景下产生和发展的，同时化学教育史又与化学史相伴，故化学教育史的分期一方面与化学史的分期基本一致，另一方面还需与教育史、社会历史的分期相参照。我们将化学教育史划分为古代化学教育、中世纪化学教育、近代化学教育和现代化学教育四个时期。对中国化学教育的分期，结合中国的实际，划分为古代、近代和现代三个时期。这样分期便于从内容上反映各个不同时期化学教育发展的特点。

一般说来，化学教育的先进程度与一个国家的综合国力相适应。综合国力强的国家，其化学教育也相应地比较先进，而不是各国都处在同一水平上。书中对各个时期化学教育的介绍采取一般与重点相结合的原则，即在一般介绍的基础上，重点介绍发达国家的化学教育。这样可以描绘出化学教育发展中教育发达国家的运行轨迹。

在内容的安排上采取厚今薄古的原则，古代的化学教育主要是实用化学的经验、技艺的传授，有了文字以后，才有了有关的著作和记载，以辅助化学知识的传授。这一时期化学教育的形式比较单一，因此所写古代篇幅小，内容少。随着化学知识的增多，化学工艺的进步，社会的发展，教育的改革，化学教育内容不断扩充，各个不同时期所写内容占用的篇幅渐大，由少、粗、略到多、细、详，由简单到复杂，力求符合历史的与逻辑的一致。

中国化学教育史写在书的最后，这是出于以下两点考虑：其一，中国是世界上历史悠久的文明古国，许多科技工艺包括化学工艺在古代居领先地位。由于长期封建社会的自给自足，虽然唐代有了对外交往，但基本上还是封闭的国家。19 世纪中叶以后才吸收了西方的化学及其他科学知识，却又沦为半封建半殖民地国家。这样一个大国经过几千年走到这一步天地，是有其特殊性的，有必要单独写一写。其二，1949 年全国解放后，中国走上独立自主的道路，按照自己的国情建设有中国特色的社会主义，成为当今世界发展中国家有代表性的大国，具有自己新的特色。化学教育已经与国际社会相互交流，正在走向现代化。系统研究中国的化学教育史，对于进一步改革中国化学教育有借鉴作用。

下面对各个不同时期的化学教育作扼要说明。

古代（5 世纪前）不存在科学意义上的化学，也没有专门从事化学活动的阶层、职业和人员。古代化学主要是与生活直接有关的、在生产实践活动所涉及到的化学工艺和技术，属于实用化学。例如制陶、酿造、染色等。实用化学发达的国家，一般都是文明古国。工匠们在实践中积累了一定的化学经验知识，这些经验知识通过家族关系、师徒关系传授和继承。其传授方式主要通过言传身教、边传授边操作的形式来实现，其传授、教育的内容不仅仅限于经验和技艺，还涉及道德等内容。在自然知识方面还涉及到数学、几何、天文等。与化学知识相关的学说主要散见于各种自然哲学的论著中。炼金术出现后，其知识和经验的传授仍然依靠实际操作的师徒关系，晚些时候才出现炼金术的著作。古代各文明古国的化学教育大体相近，有关化学知识的传授具有鲜明的实用性、直观性、经验性和地域性，同时具有层次低、发展慢、手段简陋，所传授的知识容易流失等特点。

中世纪（5—17 世纪中）欧洲的化学教育与古代相比，有所发展。中世纪基督教垄断了科学和教育，所兴办的各类学校，包括大学在内都掌握在教会手中。神学、经院哲学是其主要课程。初、中等学校学习内容的世俗部分不超过“七艺”（文法、修辞、辩论术、音乐、算术、几何、天文），其中尤以前“三艺”为重点。大学里设有医学分院，在讲授的医学知识中涉及某些相关的化学知识。这是在学校里最早出现的化学，对近代化学教育产生了影响。

这个时期炼金术已成为欧洲化学的重要发展形式之一，主要由有知识的僧侣阶层把持。实用化学有了发展，其知识的传授仍靠师徒关系。手工业“行会”的建立强化了这种“艺徒”制度，使之成为维持和发展生产以及传授技艺的制度。然而行会艺徒制度的技术保密传统带有封闭性。

从 14 世纪下半叶到中世纪后期,文艺复兴运动和宗教改革运动对科学和教育改革产生了深远影响。这个时期的化学仍然依附于医药、矿物、冶金等知识，尚未成为独立的学科。但是化学工艺进步不已，出现了很多实用化学工艺书籍。因此，相比古代实用化学活动，从事者已不仅仅是工匠阶层了。当时的学校里尽管还没有专门的化学教师和化学课程，但是到了 16 世纪末，终于出现了第一本真正的化学教科书。这就是德国医生兼教师的李巴尤斯 1597 年出版的《炼金术》，它后来长期被用作化学教材。

中世纪化学教育的主体仍是实用化学知识的传授，但与古代化学教育相比较，由于知识阶层的参与，使化学教育在某种程度上增加了学术性、理论性和系统性，并且开始有了正式的教科书，从而使知识不易流失。由于基督教的介入，使化学教育带有更多的宗教神秘色彩，背离理性，脱离实际，囿于空谈。由于行会艺徒制度的建立，强化了原有的教学形式，但另一方面使化学教育有了更强的保密性和保守性，增加了等级性和狭隘性，这些在一定程度上阻碍了化学教育的发展。

近代化学教育时期从 17 世纪到 19 世纪可分为两个阶段,即 17—18 世纪为一个阶段，19 世纪为另一个阶段。资本主义教育形成于 17—18 世纪，同时自然科学也有较大发展，这一发展并非得益于科学教育，相反这个时期的科学在教育中几乎没有什么地位。学校的中世纪模式积重难返，人文主义思潮更倾向于经典和人文知识，而忽视科学知识。直到 19 世纪中叶前，科学家主要靠自学获得科学知识。另外，一些科学机构（科学院所、学会等）担负

起了科学教育的任务。化学在 17 世纪中叶才获得独立学科的地位，但还未能发展到开展专门的学校教育。这个时期的化学家或是从医药方面改换门庭而来，或是完全出于个人兴趣和爱好而自学成才。到 18 世纪，首先在大学里的医学院开始出现专门化学知识的讲座。讲授者多为医学、解剖学和动植物学等方面的教授。但是值得注意的是，这个时期已经出版了不少化学著作，包括化学教科书在内。

19 世纪的科学与以往相比，得到了迅猛发展，化学的体系在这个世纪建立起来。资产阶级政权已基本从教会手中夺回了对教育的领导、管理和支配权，各级教育都有了很大发展。高、中等学校都加强了科学知识的讲授。教育改革自下而上进行，重点是中等教育的改革，也波及高等院校。但是化学教育在这个世纪的发展主要限于高等教育，到了 20 世纪，中等学校才逐渐有了系统的化学教育。

近代化学教育能够进入大学，主要是由于近代工业革命的需要、化学自身的发展以及大学教育的改革等因素促成的。这一时期的化学教育进步较大，有了许多新的特点。其一，在大学里设立了专门的化学教授职位，结束了长期以来化学知识的传授依附于其他学科的局面。其二，大学开始培养未来的专门化学人才，招收专攻化学的学生。化学课程的设置从一门总的化学课程开始分门别类，按照循序渐进的原则有计划地进行系统教学。其三，在大学里建立了化学教研室和教学实验室等化学教学的机构和设施，并且实行了导师制，从而完成了从私人实验室的师徒关系向教学实验室的师生制的过渡。19 世纪涌现出以李比希（Justus vonLiebig，1803—1873）为代表的、由师生共同组成的许多著名化学学派，在化学教育上发挥了巨大作用。其四，教学过程体现出化学学科的实验性特征，实行教学与生产相结合、基础与应用相结合。其五，出版发行了化学教科书、化学专著、化学刊物等多种类型的化学资料，丰富了化学教育的内容。

20 世纪的化学进入现代时期。科学技术发展的速度一日千里，各类专门人才的需求量与日俱增。西方许多国家意识到教育事业的重要，尤其是科学教育，因此教育问题一直是人们关注的大问题。它关系到一个国家的富强程度，化学教育是其中的一个重要方面。美国、苏联、欧洲的一些国家代表了现代化学教育发展的水平和特点。这些国家在理工科高等院校中普遍设立了化学系、化工系和化学化工学院等专业化教育体制。其教学内容和重点也在不断改革。第一次世界大战前，化学教育基本上处于自主发展状态，教学内容侧重于化学基础知识，重点仍是“英才”教育。第一次世界大战后，人们深感科学教育与国家利益攸关，各国在教育改革中把科学教育的改革作为重要方面。化学教育的对象、内容、方法等都发生了广泛的变革。首先，在中等学校确定专门的化学教师，化学作为一门单独的自然科学课程，实施大众化的化学教育；其次，教学内容也不仅仅限于化学基础知识，还特别发展了化学的职业教育；再次，在教学方法上对满堂灌的做法提出异议。

经过第二次世界大战，各国教育进入重建和发展阶段。高等学校的化学教育层次多样化，有大学专科、大学本科、研究生等多种形式，培养造就了各类高级人才。为了扩大中等化学教育，大力发展高等师范教育，从而使化学教育在中等学校（包括公立和私立）、技术学校、职业学校等各类学校中得到更加广泛的普及，为更多的少年创造了接受化学教育的条件。与此同时，克服了原有中等教材和课程中的缺点（知识陈旧，或者过分重于功利，或者

太专业化等）。新的课程设计和教科书的编写，完整、及时地吸取了现代化学化工的成果。化学教育的社会功能也显得较以前突出，主要表现在化学教育的文化功能和经济功能日益显著。

总之，在 20 世纪新的历史条件下，现代化学教育表现出许多新的特点：化学教育的层次和形式多样化；化学教育手段不断更新，增设电教视听设施等；教学方法加强了启发性、针对性和实效性；教学内容上既传授基础知识，又注重能力和方法的培养；在教学中既体现化学传统的实验性和经验性，又体现当代化学发展的理论性；化学教育一方面趋于普及，另一方面也注意尖子人才的培养，还由于知识更新快，特别加强了继续教育；化学教育功能社会化，与其他科学教育、社会教育、职业教育趋于协调统一；80 年代以来增加了环保观和未来观，化学教育的思想水平跃上一个新的台阶。

本世纪 60 年代末、70 年代初，化学教育又有两大发展：

其一,出现了国际化学教育会议(International Conferenceon Chemical Education）共同讨论有关化学教育重大问题的现象。会议由国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）、联合国教科文组织和会议东道国的化学组织共同协办，并于 1971 年在意大利的 Frascati 首次召开，以后每两年召开一次，到 1992 年已经召开了 11 次国际会议。会议议题涉及普及化学教育、中等化学教育、高等化学教育、继续化学教育、教材改革、如何采用现代多种媒体的教育手段、提高教学质量以求得教学效果最优化等问题以及化学的教学计划如何适应不同文化、不同对象等等诸多大家共同关心的问题。

其二，国际化学奥林匹克（IChO）于 1968 年在捷克斯洛伐克首次举办，以后每年举办一次，参加国逐年增多，遍及欧、美、亚各大洲的国家，到 1995 年已经举办 27 次（其中 1971 年未举办）。这一化学教育活动引起了国际化学教育界的重视。1989 年在加拿大 Waterloo 大学举行的第十届国际化学教育会议上，对于通过国际化学奥林匹克竞赛培养化学尖子人才给予很大关注。这对于促进中等学校教育质量的优化有着积极的作用。我国选手每次参赛均名列前茅，为国争光。

中国的化学教育与欧美诸国不尽相同，它有着自己走过的道路。古代化学教育持续时间很长，从原始社会经奴隶社会、封建社会到 19 世纪 30 年代。如果从中国开始出现学校的夏商周算起，至清道光二十一年（1841 年），也有约 4000 年之久。在这段漫长的时期内，中国的化学教育谈不上既有化学知识的系统讲授，又有实验操作的真正意义上的化学教育，而只是化学工艺经验的继承和传授。这种化学教育的方式与世界其他文明古国相似，区别之处在于中国的实用化学工艺，从时间上说早于其他国家，从水平上说许多方面领先于其他国家。例如制陶、陶瓷、冶炼、造纸、火药、医药、炼丹等。同时在这段时期内也有许多包含化学知识的著作流传于世。例如 2 世纪魏伯阳的《周易参同契》等著作、4 世纪葛洪的以《抱朴子内篇》和《外篇》为代表的一批著作、5—6 世纪陶弘景的《名医别录》等著作、11 世纪沈括的《梦溪笔谈》等著作、16 和 17 世纪李时珍的《本草纲目》和宋应星的《天工开物》等名著，在一定程度上配合了化学教育的进行。然而其教育方式基本上还是简单原始的。

尽管中国古代有着辉煌的科技历史，但是由于中国社会的、政治的、文化的和历史的原因，近代科学是由西方传入的，化学也不例外。中国近代化学教育从 1840 年后至本世纪 20 年代前期，大半个世纪里，发展缓慢，仅仅

处在起步阶段。又经过近 30 年，化学教育发展才有了一定的规模，基本走上正轨，但与国外相比较，仍然是初步的。1949 年后的 17 年中，中国的化学教育得到人民政府的重视，进入了大发展时期。中等学校化学教育、中等化学专业教育在全国有了合理的布局。高等院校和大学专科也有很大发展，从数量上、质量上基本适应了社会发展的需要。各院校均设置了化学系或与化学有关的专业。同时国家制定了一整套有关的教育方针、政策和制度。在全国总的教育形势下，化学教育缩小了与发达国家之间的差距。

文化大革命期间，全国的学校教育停滞下来。“ 文革 ” 后期，小学、中学、大学先后复课，到 1977 年才恢复正常，这期间谈不上发展。

1976 年粉碎 “ 四人帮 ”，拨乱反正，特别是在 1978 年以后，这是一个新的蓬勃发展时期，各方面都在改革，化学教育重新走上正轨，并在改革的大潮中，参加到国际化学教育改革的行列中去。

第一章　古代化学教育

古代化学教育是人类化学教育发展的最早时期，它是指公元 5 世纪前这一时期内化学教育发展的状况。古代的数学、几何、天文学、力学及医学等先期已有了相当的发展。然而化学的情况却不尽然，它在整个古代时期的发展基本处于描述性知识的水平上，是依附于生活生产和其他学科（如哲学、医学等）而生存、发展的。原始社会主要进行的是非形式的教育或依附生活的教育——家庭教育。正规的学校教育发端于阶级社会。学校教学内容长期以来主要以读、写、算和人文学科为传统，作为辅助的自然科学知识也仅限于算术、几何、天文、历法、医学等科目，化学则难登学校大雅之堂，却与幻术、占星术、巫术等有往来之嫌。

早在旧石器时代，原始人就已认识并学会了利用火——这是人类最早利用的一种自然力，也是人类广泛进行化学反应的第一个发现，它标志着化学史的发端，构成了化学发展的基础。此后实用化学的发展，包括烧制陶瓷、冶炼金属、利用能源等无不建筑在火的使用基础上。由此可知，化学作为一门学问是和人类历史一样悠久的，并从此始终伴随和影响着人类社会历史的发展。

化学从一开始就是一种社会生活和生产活动，是人类生活生产知识的组成部分。因此，化学教育一开始就融会于整个社会教育之中，属于社会教育的一部分，并且基本以家庭教育的形式出现。

古代化学没有什么科学传统而言，它只能从工匠传统或传统哲学家（早期的祭司）中去追寻自己的历史根源。这两种传统大部分时候是各自独立的。通过工匠将实用化学的经验和技能一代代传下来，使之不断发展；通过哲学家把人类化学理想和思想流传下来并发扬光大。当这两种传统合二为一，理论和实践结合为一体时，就产生了古代化学发展的最高形式——炼金术。亦即，古代化学教育一分为二为工匠的实用化学教育和哲学家的“ 理论化学教育 ”，并最终在炼金术那里统一起来。

第一节　实用化学教育的起源

古代化学活动除中国外，是从两河流域的美索不达米亚和古老的埃及开始的，其形式主要是实用化学，包括冶炼金属、制造玻璃等，其活动主体是工匠阶层，他们在有关的化学生产、生活活动中积累和掌握了一定的经验性实用化学知识。虽然这个时期已发明了文字，但它主要由庙宇里的祭司来掌握。因此，工匠们在化学工艺上的发明大多靠口头传授。特别是当这些工艺发明成为谋生或发财的手段时，它们的传授就转为秘密的形式，主要是通过家族关系，特别是父子关系，在实际的操作过程中“言传身教”，世代相传。另外，也出现过金属工匠阶层组成的不公开的同业会，目的是维持本行业的利益，特别是要保守金属冶炼与制作的秘密，但也起到过教育作用[①]。如这个时期有人发明了在贱金属上镀金来冒充黄金的方法，它很长一个时期是作为一项化学工艺上的秘密来传授的[②]。

然而，这种不借助于文字书写的“言传身教”式的原始化学教育形式带有很多弊端：

(1) 传授范围有限，不利于化学知识的传播，妨碍了化学和生产的发展；

(2) 囿于一家之见，缺乏交流，显得保守而难于有新的突破；

(3) 保密不公开、不借助文字的传授方式易受各种主客观因素的冲击和影响，最终导致化学工艺发明的失传和化学规律的重复认识与发现；

(4) 这种形式对后来的化学教育的发展带来消极影响；

(5)不借助文字的传授方式造成了后人对当时化学和化学教育发展状况了解的困难，很难达到详尽可靠的认识。

人类文化的进程几乎一直伴有神学、宗教的因素。在远古时代，人们为解释当时理性所不能说明的周围世界和作用于人的各种外力，创造了神话及其中的神鬼，为此就从部落里分离出一批专门以领会神意和役使神鬼为业的人，产生了各种巫医、术士和祭司。特别是随着文明程度的提高，祭司这一等级变得越来越特殊和专业化，其生活和活动的场所——庙宇成为当时城邦的政治、经济和文化中心，其中在庙宇里和庙宇周围就有从事各种实用化学活动的工匠，也许他们的活动从属于庙宇，这些工匠与庙宇祭司过从甚密，由此某些祭司从工匠那里获知他们的制作工艺并总结成重要的化学知识，以文字形式记载并流传下来，这是我们了解当时化学教育内容的一条重要线索。不过，这些流传下来的书稿分为两类，一类写得晦涩难解，杂乱无章，充斥双关语和缩写词，显然这是出于有意保密的考虑，以防书稿万一落入外人之手，不致泄露其中描述的制作方法。另一类书稿则与此相反，内容写得十分明白，可能这些制作方法不必担心会经由行会成员之手外传，因而无需保密。这两种记载方法在以后的时期中都各有许多实例。由此可见，祭司们的工作对化学知识的继承和化学教育的发展有着重要意义。事实上，人类历史上的正式教育——学校，最早正是由庙宇里的祭司创办的。在这些庙宇学校中主要传授读写知识，但有些学校也讲授数学、天文、医学等这些人类最古老的自然知识，甚至还讲冶金术[①]。教学方式是师徒传授式的，学生观察老

---

① I.D.贝尔纳著，伍况甫等译：历史上的科学，科学出版社 1981 年版，第 62 页。

② H.M.莱斯特著，吴忠译：化学的历史背景，商务印书馆 1982 年版，第 10 页。

① 戴本博：外国教育史（上），人民教育出版社 1990 年版，第 12 页。

师的操作，然后在老师指点下，自己动手，做错了，老师随时纠正。

总的来看，在美索不达米亚和埃及，化学教育的内容是以实用化学为主，教学方法主要是“言传身教”的师徒式，教育活动主要是在非形式化的作坊中进行。

第二节　希腊古典时期化学教育

当历史的车轮向前推进时，古代化学中心也开始移向古希腊，开创了古代化学教育发展的又一个新的时期。古希腊文明的产生直接受到埃及和美索不达米亚文明的影响，因为希腊具有得天独厚的地理条件，与埃及隔海相望，与美索不达米亚相邻。但希腊文明并不仅仅是埃及和美索不达米亚文明继承的产物，而是有着自己的文化体系，希腊广阔而曲折的海岸线使希腊人成为海上民族，具有航海家的视野和旅行家的感觉与阅历。他们只选择了外来文化中被认为与他们相干的那些，这包括实践方面一切有用的技术，观念方面主要是关于宇宙运行的解释，而对那些由解释造成的极其复杂费解的神学和迷信却加以抛弃。希腊人的世界变得更加不是那样人格化而是更加物质化。正是在人类的铁器时代，希腊人创建了代表西方文明的古典文化，它的伟大贡献既在于政治建制（特别是民主制），又在于自然科学（特别是数学及天文学），他们的理论成为西方人智力发展史的基础。他们对“自然”的解释影响到化学的每一分支，也同时对化学教育产生影响。

希腊古典时期化学的理论和工艺的发展更趋于分离。在其发展初期更突出的是它的理论发展，这主要是由自然哲学家做出的。他们惯用的方法是思辨而不是实验，相比早期脑力劳动者，他们更倾向于唯理和抽象，更远离工艺技术，采用以一般原则做根据的辩论表达方式，以致力于阐明整个宇宙的本性为己任。尽管这样，他们所作出的各种广泛的概括和天才的推测，包含了许多有关物质结构论和元素论的有意义的观点，以及许多现代观念的萌芽。更为重要的是，它们对随后两千多年各个时期的化学发展产生了深远的影响。而这些自然哲学家及其观点也影响了当时化学教育的发展。以古希腊的第一位圣贤泰勒斯（Thales，公元前 640—前 547）为代表形成的爱奥尼亚学派，就是力图用纯自然术语来解释我们周围世界的复杂变化。他们提出了很多有见地的关于世界本原的元素论。同时，他们正是利用师生关系来传授这些化学元素论及其他哲学思想的，从而形成了统一学派。认为万物本原是水的泰勒斯培养出了认为万物本原是永恒未限定物——阿培隆（apeiron）的弟子阿那克西曼德（Anaximander，公元前 611—前 545），后者又培养出了认为万物本原是气的弟子阿那克西米尼（Anaximenes，公元前 560—前 500），阿那克西米尼又有认为万物本原是“种子”的阿那克萨哥拉（Anaxagoras，公元前 499—前 428）和认为万物本原是火的赫拉克利特（Heraklitos，公元前 536—前 470）作为继承人。爱奥尼亚学派是与古希腊的另一著名学派——毕达哥拉斯学派处于同一时期，只不过后者主要致力于数学的研究与教育，其学派活动时期也较长，教育体系相对完善，包括低级教育和高级教育，可以说古希腊的高等教育已萌芽于毕达哥拉斯学派的教育体系中。黑格尔（G.W.F.Hegel，1770—1831）曾说毕达哥拉斯（Pythagoras，公元前 580—前 500）是希腊的“第一位民众教师”。实际上毕达哥拉斯学派也注重世界本原的研究，在其活动后期，也曾接受了德谟克利特（Demokritos，公元前 460—前 370）和留基伯（Leuci-ppos，约公元前 500—前 400）的原子论的某些理论[①]。

最原始的化学论著可追溯到柏拉图（Plato，公元前 428—前 328）的对

[①] H.M.莱斯特著，吴忠译：化学的历史背景，商务印书馆 1982 年版，第 23 页。

话集《蒂迈欧篇》，它包括无机物和有机物的一些论述，有元素论、化学变化观等。有学者认为后世的化学思想大都源于此。而柏拉图对自然的解释则是毕达哥拉斯式和苏格拉底式的，因为他曾师从苏格拉底（Socrates，公元前 470—前 399）8 年，又拜访过毕达哥拉斯学派的学者。从苏格拉底开始，希腊哲学发展有了明显的转折，即从急进的唯物主义向后倒退，哲学的主流从自然转向了伦理道德。然而，苏格拉底却对教育事业做出了很大贡献。教学不收学费，任何地方都可成为他的教育场所，教学对象不分男女老少、贫贱富贵，教学方法采用问答法。柏拉图继承了老师的衣钵，但青出于蓝而胜于蓝。他认为一个普遍的哲学不仅关心人与社会，还必须包括一个关于自然和宇宙的学说在内。他在雅典的英雄阿加德米（Academos）的园林里创办了一所学园（Academy），前后维持了将近 1000 年。柏拉图本人在学园辛勤教学 40 年（公元前 387—前 347），包括化学知识的传授。该学园已比爱奥尼亚学派和毕达哥拉斯学派的教育体系更完善了，它是现代大学校和学会的始祖，Academy 一词本身就有“ 院校、学会、研究院 ”的含义。柏拉图还形成了自己一套关于从幼儿到青年的教育学说，包括强调对自然科学知识的教育、妇女教育、教材之谨慎选择等[①]。

柏拉图培养的最得意的弟子是亚里士多德（Aristotle，公元前 384—前 323），他是古希腊文化的集大成者。他在希腊科学史上标志着一个转折点，因为他是最后一个提出整个世界体系的人，而且是第一个从事广泛经验考察的人。他的思想虽源于柏拉图，却对后世产生了比柏拉图的思想深刻得多的影响。亚里士多德考虑问题比较注重实际，他的思想几乎影响了两千年间所有的思想家。他在逻辑学、天文学、物理学、生物学和人文学等方面都做出了独特的贡献。在化学理论方面，他的四原性（热、冷、干、湿）、四元素（水、气、火、土）学说一直延续到 18 世纪末期。他提出的第五种更为完善的元素“ 以太 ”，甚至影响到现代。他能区别开机械混合的两种溶液和发生化学变化而混合的两种溶液。他是第一个提到水银的希腊人。他对有机物颇有研究。他的这些化学思想在其《气象学》第四卷中有极其详细的阐述，而这本著作曾被推崇为化学的第一本教科书[②]。事实上，亚里士多德不仅是一位逻辑学家、科学家，而且也是一位教育家。他师从柏拉图 20 年之久，柏拉图死后，他离开了柏拉图的学园，在雅典郊区的一所名叫吕克昂（Lyceum）的体育馆开办了一所学园，亚里士多德一生多半是在吕克昂度过的。他在这所学园里从事科学研究和教育，包括化学研究和教育在内，并取得了很大成就，使得学园名扬天下。作为学园的第三位主持人，亚里士多德的第二代学生斯特拉图（Strato，公元前 340—前 270），不仅观察自然，还对自然进行实验，如做了燃烧实验[③]。与柏拉图学园（Academy）相比，亚里士多德学园（Lyceum）做了更多的研究工作，但亚里士多德不是自己去做所有的工作，也不像柏拉图学园那样只同他的同事们进行讨论就算了，而是组织了研究工作。可见，亚里士多德学园更接近于现代一流大学的原型，或者换句话说，若柏拉图学园是近代大学的原型，那么亚里士多德学园就是现代大学和研究所的原型。现在 Lyceum 一词除有“ 学园 ”的含义外，还有“ 会堂、学会、学校、团体 ”

---

① 戴本博：外国教育史（上），人民教育出版社 1990 年版，第 126 页。

② H.M.莱斯特著，吴忠译：化学的历史背景，商务印书馆 1982 年版，第 31 页。

③ S.F.梅森著，周煦良等译：自然科学史，上海译文出版社 1980 年版，第 35 页。

等含义。亚里士多德还形成了一套自己的教育理论，比如首次提出教育应“效法自然”的原理，道德教育应持类似孔子（公元前 551—前 479）的中庸之道的原则，教育应重视练习、重视实践等，从而使古希腊教育理论发展到了一个更高的水平。

古希腊早期化学工艺的操持者仍是工匠，他们在玻璃吹制和金属冶炼方面有了发展，已知道一些化学物质，从事一些简单化学操作，如铅白的制造等。但这个时期化学工艺更加远离化学理论，一方面是因为这个时期的化学工艺创新不多，很难引起学者们的注意；另一方面，是因为工匠阶层仍被人轻视，特别是进入奴隶制社会后又大大强化了。大多作为自由民的学者对低贱的化学工艺常是不屑一顾的。因此，这个时期化学工艺的总体发展水平并没有多大提高，实用化学教育也没有体现出什么新的特点。

从古希腊的整体教育状况看，在其早期或称为“爱奥尼亚和雅典时期”主要发展了初等教育，其典型代表是雅典城邦的教育，雅典人把教育下一代看做是关系到国家前途命运的大事。雅典初级学校包括音乐学校和体育学校，除音乐和体育外，教学内容也包括读、写、算。它的中等教育是通过青年人参加各项社会活动来实现的。因此，这个时期的正规学校教育并没有包括多少自然科学的内容，更谈不上化学教育了。希腊的第一批职业教师出现于公元前 5 世纪中叶，活动中心也正是在雅典，其主要代表就是历史上所说的“智者”，他们是一些专门以教授辩论术为职业并收取学费的教师。此外，他们还致力于文法和修辞学的研究与教学，使辩论术、文法和修辞学这三门学科得以建立，并成为此后两千多年的教学的重要内容。同时智者也研究和教授自然科学，包括物质结构论和元素论等化学理论知识。他们也是最早在教学中使用教学仪器的人，主要是天文仪器和几何仪器。“智者”在其发展后期随着希腊民主制的消亡而走向衰落。反对“智者”的伊索克拉底（Isocrates，公元前 436—前 378）于公元前 404 年开办了修辞学校，其目的是培养演说家和善于从事政治的人，学业年限为 3—4 年，教学内容限于修辞学、文学、哲学、历史、法律等人文学科，没有包含自然科学知识。但是，修辞学校成为后来相当长一个时期内的一种重要办学形式。

第三节　希腊化时期化学教育

希腊哲学的古典时期终结于亚里士多德，这很大程度上是亚里士多德最著名的门生亚历山大大帝（Alexander the Great，公元前 356—前 323）造成的。亚历山大是位于希腊北部的马其顿国的国王，世界的第一个征服者。经过历时十年的征讨，不仅统一了希腊本土，还远征到古老的埃及、美索不达米亚甚至波斯和印度，建立起一个横跨欧、亚、非三大洲的大帝国。它一方面使得希腊本土开始衰落，雅典也失去以往的政治、文化和科学艺术中心的地位，另一方面却把希腊文化带到了东方，建立起了“希腊化文化”，这是指该时期传播于整个近东的共同文化而言。同时，从这个时期开始，希腊文化多少有一点可能会随着佛教远远传播到中国[①],这时的中国正是秦王朝统一华夏之时。希腊化文化虽说起源于希腊文化，但受东方国家的影响很深，并且在那里繁荣起来，表现出不同于希腊古典文化的许多特征。它对这一时期的化学及其教育的发展产生了很大影响。

希腊化时期的学者们在文学、社会科学和哲学等方面没有什么独创，比古典时代的希腊要逊色得多。在知识普遍衰落中却有一桩例外，即希腊化时期的自然科学成就远远超过了希腊古典时期，例如欧几里德（Euclid，公元前 330—前 275）几何体系的创立；阿基米德（Archimedes，公元前 287—前 212）第一个把数学和实验结合起来研究力学；希帕克（Hipparchos，公元前 190—前 125）提出地球是宇宙中心的系统理论，最后经托勒密（C.Ptole- my，90－168）加以阐述和完善，使得地球中心说成为此后 1500 年间天文学的唯一权威理论；希罗（Hero，63—150）完全抛弃了鄙视实验操作的思想，对燃烧现象进行过观察，结果使他的看法十分接近近代化学出现时方才为人们接受的一些思想。这些科学巨人比起自古以来的人们，或是日后近 1500 年间的人们要更接近现代科学家的观点。

除了这个时期的科学繁荣外，文化教育设施的发展也促进了化学教育的进步。希腊化文化的最大中心是亚历山大大帝于公元前 332 年在埃及的尼罗河口兴建的亚历山大里亚城，它也是希腊化世界的科学中心。亚历山大里亚城建有两个图书馆和一个博物馆。其中一个图书馆藏书近 70 万册，是希腊化时期最伟大的图书馆。亚历山大里亚的博物馆（museum）是第一个由国家资助的学术研究机构，但建馆不久就具有大学性质，它分为文学部、数学部、天文部和医学部四个部。这四个部既是研究所又是大学的分部。博物馆建有相对先进而完备的科学研究的设备，其中有动植物园、解剖室、天文仪器和化学实验室等。博物馆从各地各国延聘人才，成为希腊化世界人才的荟萃之地。它拥有上百个由国家发给薪金的教师，许多渴望受到良好高等教育的青年从各国来到这里。据说博物馆的学生有时竟达 14000 名之多。博物馆开设语音学、修辞学、哲学、文学、数学、天文学、医学等讲座，其持续时间约有 600 年之久，它在发展科学文化，培养人才，沟通东西方文化诸方面起了重大的作用，其中也包括促进了化学和化学教育的发展。最早的化学专门论著就是在亚历山大里亚写成的希腊文的化学纸草书。西方古代化学发展的最高形式——炼金术也正是发祥于亚历山大里亚这个大熔炉中，它是截然不同的三大潮流——希腊自然哲学、东方神秘主义和埃及工艺学最后汇合的结

[①] I.D.贝尔纳著，伍况甫等译：历史上的科学，科学出版社 1981 年版，第 119 页。

果。

长期从事实际制作的工匠随着时光的流逝逐渐受到自然哲学家特别是亚里士多德的思想的熏陶和影响，有关的化学理论已经应用于工匠们所从事的化学工艺过程中，这种理论化学和实用化学首次结合的产物是炼金术的诞生。早期炼金术士的活动大约开始于公元 1 世纪，他们是一批既熟谙亚里士多德的观点，又讲求实际、技艺精湛、拥有关于金属性质的极其丰富的实践知识的“化学家”。他们很早就创造了一整套技术名词，这不仅使他们有了记录所用物品的简捷方法，而且还利用这些名词术语和符号的特定含义来对公众保守制作过程的秘密。他们也利用占星术符号作为速记法来表示金属，各种试药都有十分隐晦的名称，这些名称还常因时因地而异，从而形成了庞大杂乱的名称符号体系，其中的许多技术符号和术语在希腊文字典中根本就查不到。这就给我们今天了解当时的化学发展状况和化学教育内容带来不少的困难。

这一阶段的化学教育一方面保持了早期在作坊中师徒相传、“言传身教”、保守秘密等实用化学教育的特点，另一方面，也表现出一些新的特色：

（1）它吸取了文人墨客招收弟子的教育方式的优点，既注重传统的经验实用化学工艺知识的传授，又积极引导弟子学习有关化学理论知识，并在实践过程中把二者有机地结合在一起，相互影响、相互制约、相互促进，开创了化学教育史上理论学习和实践运用相统一的新型教育方式。

（2）不仅“言传身教”，还借助文字符号进行化学知识的传授，使化学教育具有了自己特有的书面表述手段，并获得了较高的学术品位，这为化学教育登大雅之堂提供了必要条件。

（3）弟子跟随师傅一方面学习炼金术的基本知识和技术，另一方面又直接参与炼金术的研究活动。这种把化学教育和化学研究结合在一起的做法，使化学教育不仅具有传授和继承知识的功能，而且同时培养了弟子化学研究的能力，拓展了化学教育直接促进化学自身发展的功能。

（4）上述呈现的新特色都与化学老师或化学师傅（炼金术士）自身素质的提高不无关系。他们集传统工匠和传统哲学家的优势于一身，从而开创了化学教育的新局面，使得希腊化时期的化学教育发展成为化学教育史上的一个转折点。

（5）炼金术士通常都是为富有阶级或神庙服务，因此他们的化学思想和知识或多或少会影响和传播到上层社会，也间接地扩大了化学教育的对象。

希腊化时期希腊本土的教育开始有了一些变化。音乐学校、体育学校日益为文学学校所代替，教学内容主要是读、写、算。中等教育方面，文法学校逐渐成为主要办学形式，教学内容主要是文法、修辞，此外还教授算术、几何等学科，但仍没有化学知识的传授。高等教育方面，继柏拉图学园和亚里士多德学园之后，这个时期又出现了伊壁鸠鲁学园和斯多葛派学园。伊壁鸠鲁（Epi-curos，公元前 341—前 270）是希腊化时期最著名的唯物主义哲学的代表人物，他于公元前 306 年在雅典创办了伊壁鸠鲁学园，并终身在这里进行讲学活动。由于学园开设在花园内而被称为“花园”学校。学园生活十分简朴，经费一部分来自捐助。伊壁鸠鲁继承和发展了德谟克利特的原子论思想，并通过他的讲学和学生对外发生影响。近代化学原子论的产生直接或间接地受到了它的影响。与伊壁鸠鲁学园同时兴起的斯多葛派学园，是由著名学者芝诺（Zeno，公元前 336—前 264）创建的斯多葛学派兴办的学校。

芝诺与伊壁鸠鲁同为当时著名的教师，因芝诺常在雅典的画廊讲学，故这个学派被称为画廊派，“斯多葛”是古希腊“画廊”（stoic）一词的音译。斯多葛派在世界本原方面认为，任何现象都有物质根源，根源就是一种气流，或称灵气，灵气寓于万物之中，能作用于每一物体。这为人们很感兴趣的气体研究提供了某种根据[①]。

[①] F.S.Taylor，The Alchemists，Henry Schuman，New York，1949，6—17.

第四节　古罗马时期化学教育

古罗马是由意大利的拉丁部落联合其他部落始建于公元前 8 世纪，经历了罗马的王政时期（约公元前 8 年—前 6 世纪末）、罗马的共和时期（公元前 509 年—前 30 年）和罗马的帝国时期（公元前 30 年—公元 5 世纪）的兴衰过程。从公元前 3 世纪中叶开始，罗马奉行对外扩张政策，在公元前 2 世纪征服了随着亚历山大帝国出现的那些王朝而攫得地中海海上霸权后，罗马人越来越意识到希腊文化的优越性，开始大量吸收希腊的科学文化和教育成果。但罗马人自己在科学上没有做出多大贡献。他们没有能吸取希腊人在科学理论和科学实践之间所达到的一定程度的统一性，他们把希腊科学的内容搬过来，但没有吸取希腊科学的方法。罗马人卢克莱修（Titus Lucretius Garus 约公元前 99—约前 55）在其著作《物性论》中保留了早期原子论的内容，但没有保留它的精神，没有加上什么新的东西。老普林尼（Pliny the Elder，23—79）在其 37 卷的《自然史》中广征博引了大量的化学事实和观察的结果。罗马人的这些科学著作或以哲学为主，如《物性论》；或以经验的总汇为主，如《自然史》。罗马人也没有吸收希腊科学的全部内容，如数学对他们的吸引力就很小。

从希腊化时期继承而来的炼金术，在罗马时期逐渐走向神秘化，脱离实际愈来愈远。特别是到了公元 4 世纪，东方神秘主义日益高涨的浪潮开始向炼金术袭来。占星术、巫术和各种神秘主义哲学按照自己的方式把炼金术大肆发挥，他们使用的是化学术语，而内容却几乎和化学毫不相干，把流传下来的炼金术情况弄得更加模糊混乱。大约公元 300 年左右，潘诺波里的左世摩斯（Zosimos of Panopolis，约 250—？）所编著的一部 28 卷的炼金术百科全书，对当时的化学发展做了综合性描述，但已有了很多迷信成分和大量的哲学臆测。在公元 292 年，罗马皇帝戴克里先（Diocletian，约 245—约 316）曾下令将埃及的炼金术著作全部焚毁，因为伪造黄金想必当时已成为一个严重的问题，说明公众已普遍对炼金术产生怀疑。“化学”一词就首先出现在戴克里先发布的焚毁炼金术著作的告示中[①]。希腊化炼金术富有创造性的时代大约就终结于这个时期。化学在古罗马时期开始走下坡路，曾达到古代化学教育巅峰时期的希腊化化学教育也随之趋于衰落。

罗马人的包括化学在内的科学及其教育的衰落与罗马人重实用轻理论的精神有关。他们以富有贵族和所保护的平民为基础的经济制度过于根深蒂固，不能有效地利用科学。罗马人的贡献主要是在组织领域里——如建立公共的医疗机构、筑路、铺设渠道、采用旧历法和提出构成近代资本主义法典基础的罗马法等。罗马的上层阶级虽然采用了希腊文明的装饰品，却看不起希腊文明。对罗马人影响最大的哲学是斯多葛派的哲学。斯多葛主义最初倾向唯物主义，以后逐渐走向唯心主义。与希腊化时期相比，罗马时期的斯多葛主义更偏重于宗教伦理思想，抛弃了自然哲学思想。到了中世纪，斯多葛派的学说演变成为基督教教义的一部分。

尽管这一时期的化学教育未获得长足的进展，但它在地域方面却有了很大的扩展，这一点是十分重要的，也许是古罗马时期化学教育最重要的特点所在。随着罗马帝国的政治权势日益衰微，产生于公元 1 世纪的基督教会在

[①] J.R.柏廷顿著，胡作玄译：化学简史，商务印书馆 1979 年版，第 24 页。

整个希腊化世界渐居统治地位，基督教徒兴办的修道院和神学院逐渐成为学术中心。早期基督教会是在希腊化文化中发展起来的，使用的是希腊语，亚里士多德的观点被用作解决各种问题的方法。传教士所到之处，希腊化的学术文化就接踵而至。公元 5 世纪，由于发生纯属神学性质的激烈争论，基督教会发生分裂，分为正统派和反对派。其中最重要的一个反对派在叙利亚建立起了自己的教会——景教，它在叙利亚和波斯迅速传播，成为这两个地区基督教的主要教派。景教徒创办了不少很有声望的神学院，在传播希腊化文化方面起了很大作用。神学院的全部课程都用叙利亚语进行讲授，教科书自然也必须用这种语言编写。景教徒们研究学问全靠希腊文的手稿，所以必须把它们翻译过来。除了纯属神学性质的著作以外，这些手稿还包括有哲学、数学、天文学和医学方面的各种论著，同时还包括为数甚多的炼金术手稿。亚历山大里亚的炼金术经由叙利亚语的介绍，传进了仍保有大量希腊化文化的美索不达米亚和波斯，并迅即受到这些古老马其顿大帝国领土的理所当然的欢迎。也正是通过这个途径，才使希腊化传统的化学教育得以继承和发展。

古罗马时期的普通学校教育，也受到希腊化教育的影响。罗马征服了地中海沿岸各国后，大批的希腊教师来到罗马以开办学校作为谋生之道。罗马的第一所中学性质的学校就是由希腊人安德罗尼库（L.Andronicus，公元前 284—前 204）开办的，从此罗马逐步形成以希腊学校为模式的并带有罗马民族本身特点的学校系统。中等学校起初主要是希腊文法学校，教授希腊语和希腊文学，自公元前 100 年出现第一所拉丁文法学校后，就逐渐成为主要的中等学校，教授拉丁语和拉丁文学。文法学校的科目还包括地理、历史、数学和自然科学，但这些学科的内容大都较为肤浅，更谈不上专门的化学知识教育。文法学校的目的之一就是为学生进入修辞学校做准备。修辞学校属高等教育，入学年龄为 16 岁，它是为准备担当公职的贵族和骑士（巨商大贾）子弟开设的。修辞学校也是先有希腊修辞学校，公元前 1 世纪中叶建立起拉丁修辞学校，后逐步取代了希腊修辞学校。修辞学校所学科目有修辞、雄辩术、法律、数学、天文、几何、历史、伦理和音乐。进入罗马帝国时期，政府逐步掌握了教师的任免权，规定学校教师名额，由国库支付其薪俸。给予教师以某些特权，如免税、免服兵役等。罗马图书馆也是这个时期建立的，它后来成为罗马大学的基础。帝国时期还存在一些专业性质的学校，如法律学校、医学校、建筑学校和机械学校等，这是为适应罗马相对发达的实用学科而设立的。这些学校的教学多半采取学徒的方式，学生向有名的实际工作者学习，教学方法注重实践。由上可见，罗马的普通学校教育基本没有容纳化学教育，而那些专业性质的学校倒是与当时的化学教育（主要是炼金术）在形式、性质、方法等方面相近。

到公元 3 世纪，罗马帝国爆发了全面危机，经济衰退，阶级矛盾激化。公元 4 世纪起，则依靠强化军事独裁统治，残酷镇压奴隶和一切被压迫人民来维持其处于风雨飘摇中的奴隶制度。公元 395 年，帝国正式分裂为二，即西罗马帝国和东罗马帝国。西罗马帝国于公元 476 年随外族入侵而灭亡。至此，结束了古罗马化学教育的发展。

第五节　古代化学教育的特点

由前面几节的历史追溯可得出古代化学教育具有以下几个方面的特点：

（1）古代化学教育是迄今化学教育史上时间跨度最长的一个时期。从水平上看，它又是迄今化学教育水平最低的一个时期。从地位来看，它是人类化学教育之母，正是从古代化学教育经中世纪化学教育的过渡而孕育了近现代化学教育。

（2）古代化学教育主要是非形式化教育，即在学校之外实施的教育，采用师傅带徒弟的办法，包括家庭教育、行会教育、作坊教育等形式。从这个角度看，它比同期的宗教伦理、语文、音乐、历史等人文社会学科的教育要落后，甚至也比属同一部类的数学、天文、地理、力学等自然学科的教育要落后，也无法与医学这类实用专科教育相媲美。古代化学教育基本与学校教育相脱节。

（3）古代化学教育虽可分为实用化学教育和理论化学教育，但主要是工匠阶层的实用化学教育。这种非学校的实用化学教育，一方面使化学教育一开始就与人类生活生产密切相关，与生产劳动实际相结合，从做中学，在学中做，注重经验知识的传授与学习；另一方面，却使化学教育带有很多局限性，如保守性、不易交流与发展、易受外在的主客观因素的冲击等。实用化学教育与理论化学教育的长期分离，很大程度上也阻碍了化学教育的进步。

（4）古代理论化学教育主要是由自然哲学家来把持，并且大多是在他们主持的高等学园中进行。尽管这些所谓的化学理论比起实用化学具有较高的抽象性、概括性，但通常是依附于哲学理论而存在，是由直观猜测而提出来的，因此理论化学教育往往脱离实际，与实际化学过程相去甚远，很难产生现实的社会价值。

（5）古代化学教育在炼金术时期达到它的巅峰期，其中一个最重要的方面就是理论教育和实用教育第一次获得统一。这使得化学教育扩大了影响范围，发挥了更大的社会效益。在这种化学教育过程中，炼金术士既是熟知各种化学理论的学者，又是掌握着丰富的操作经验和技术的技师；既是老师又是研究者。作为弟子既是学生也是化学活动和研究的直接参与者，同时从理论和实践两个方面去掌握化学知识。

（6）古代化学教育经历了从师徒口授、言传身教到利用文字符号和书面材料进行化学知识传授的过程。这个过程的转变对化学教育具有十分重要的意义，它使得化学教育提高了学术品位，为化学教育步入学校之门提供了必要条件。

（7）从古代化学教育的兴衰史可以看出，化学教育的发展从一开始就受到多方因素的制约，包括社会的发达程度、社会的需求水平、普通教育发展水平、科学技术和文化整体水准、地区地理环境等。任何一种因素的高低优劣都直接对古代化学教育产生影响，或者说，古代化学教育发展的自主性比较差。

（8）综观古代化学教育，在这样一个漫长的历史过程中，它的发展速度极其缓慢，水平较低，从地域分布来看，其发展也极不平衡，主要集中在少数国家和地区。古代化学教育的中心几次发生转移，由古埃及和美索不达米亚转向古希腊的雅典，由雅典转向亚历山大里亚城，由亚历山大里亚转向罗马，由罗马又转向了中东地区。从今天的化学教育观来看，由于古代化学教

育具有零散、不系统、不自觉、不规范等特点，有的学者不承认古代化学教育的存在也在所难免。确实，古代化学教育在经历了炼金术的巅峰时期后就走向衰落，但是衰落不等于无。

第二章　中世纪化学教育

中世纪化学教育是指从公元 5 世纪起，到 17 世纪上半叶，这一段时期化学教育的发展状况，时间跨度一千多年，处在古代化学教育向近代化学教育的过渡时期。这一时期既包括西欧化学教育的早期和文艺复兴时期两个阶段的发展，也包括这一时期阿拉伯化学教育的发展。

5 世纪西罗马帝国的灭亡，标志着西欧开始由奴隶社会向封建社会过渡。传统上把这个时期称为“黑暗的世纪”，因为在西欧封建社会的历史中，基督教会成为一种举足轻重的政治力量，它打击异己，迫害异教徒，人民处于水深火热之中。它不仅在各国拥有巨大的政治势力，而且它本身就是最大的封建主，它在各国拥有的土地不下于各国土地的三分之一。也有学者把这个时代称为“信仰时代”，因为在这个时代惟对上帝的无条件信仰为是。基督教会在意识形态上居于独尊的地位，特别是代表官方哲学的经院哲学成为学术主流，支配着其他精神活动的地位与作用，包括科学在内的人类理性或被扼杀，或处于奴婢地位，理性服从于信仰，科学服务于神学，学校教育的目的是维持教会的统治地位。古希腊—罗马文化被基督教文化所取代，封建的生产方式把对实用科学的需要缩减到最低程度，这种情况一直延续到这一时代的后期。到公元 11 至 13 世纪末，基督教会进入它的全盛时期，与此同时，西欧封建社会的阶级矛盾也更加突出，对人民的统治也更加专横暴虐。可想而知，本来脆弱的化学教育在这种社会条件下的生存就显得更加困难了。

然而，正当西欧处于最黑暗时期的时候，东方的阿拉伯、印度和中国却经历着其文明发展的巅峰，特别是在科学技术及其教育方面。公元 622 年，发生了穆罕默德（Mohammed，570—632）从麦加前往麦地那的逃亡事件。这一年成为伊斯兰教的纪元元年，标志着伊斯兰教的诞生，从此，穆罕默德通过《古兰经》很快把该教传遍了整个阿拉伯世界，到穆罕默德逝世的公元 632 年，过去是一盘散沙的阿拉伯各个部落，已大部分在伊斯兰教的旗帜下团结起来。他们随后迅速灭亡了一些非阿拉伯国家，如叙利亚、埃及、波斯和遥远的西班牙，并入侵印度、君士坦丁堡等。到 8 世纪中叶，已建立起一个地跨欧、亚、非三大洲的阿拉伯大帝国。阿拉伯帝国在征服东罗马帝国所属地区以及波斯后，就接受了当地的先进生产关系，形成了封建主义的生产关系，使其农业发展甚为迅速，手工业十分发达，阿拉伯商人的足迹遍及欧、亚、非，从事着频繁的海外贸易。帝国的强盛、经济的发达，为阿拉伯国家的科学、文化和教育的发展提供了肥沃的土壤。他们注重吸收各文明古国的文化。伊斯兰教并不像基督教那样不能容忍异教意识形态的存在。它在征服叙利亚和波斯之后，便通过叙利亚和波斯的景教徒们的工作吸收希腊文化。伊斯兰教徒的学者致力于希腊著作的翻译、注释和研究工作，把希腊的哲学、医学、数学、物理学和炼金术等由叙利亚文或希腊文译成阿拉伯文，却对希腊文学和历史等方面无特别兴趣。伊斯兰教徒们还进而学习了印度和中国的文化。历代伊斯兰教国的国王（阿拉伯称为“哈里发”，意思是先知穆罕默德的继承人）和贵族大都不干涉学术活动，甚至支持和资助对文明古国文化的继承和吸收。阿拉伯国家吸收了各文明古国的文化，进而创造出新的阿拉伯文化。阿拉伯炼金术正是建立在希腊化炼金术和中国炼丹术基础之上的，从而开创了阿拉伯的化学教育。

西罗马帝国灭亡之后，东罗马帝国继续存在了约一千年之久。它的首都君士坦丁堡是古希腊移民城市拜占庭的旧址。它的领土包括小亚细亚、叙利亚、埃及、美索不达米亚等地区。这里的基督教会从未像西欧的基督教会那样成为独立于世俗政权之上的政治势力。虽然它也排斥古希腊文化，如焚烧过亚历山大里亚的图书馆，封闭过雅典学园，但它发达的经济需要世俗的文化教育，即使当希腊文化在西欧已无人过问、无人知晓时，拜占庭帝国依然流行着柏拉图、亚里士多德等贤人学者的著作。而且由于它的领土包括埃及、叙利亚、美索不达米亚，故而它又吸收了东方文化，使其文化具有综合东西文化的特点。特别值得一提的是，在阿拉伯帝国公元 7—8 世纪对东罗马帝国领地进行征服时，只有君士坦丁堡挡住了这次入侵而未沦入敌手，因而能保持古希腊文化的本来面目达 700 年之久，否则希腊学术就会因为当时的西欧无意接受它而湮没无闻。这对欧洲文化史来说相当重要，而从化学教育史的角度看，其重要程度要略逊一筹，因为古希腊的化学文献已被译为阿拉伯文，但古希腊的文学和历史等文献并无阿拉伯文译文。正是如此，东罗马帝国的化学及其教育水平就大大高于同时期的西欧。

从公元 14 世纪开始，在欧洲掀起了一场文艺复兴运动。策源于意大利的这场运动首先是由于像佛罗伦萨、威尼斯、热那亚和米兰等城市国家的经济发达、政治独立的结果。由于生产力的发展，在封建社会内部出现了资本主义生产萌芽，欧洲社会从 14 世纪开始就逐步向资本主义社会过渡。代表资产阶级利益的人文主义者则利用古希腊—罗马文化作为武器，向封建主义及其意识形态发起猛烈进攻。中世纪的神学、经院哲学在古典文化面前变得黯然失色，同时适应资本主义经济和社会生活的新的世俗文化逐步建立起来。到 16 世纪，文艺复兴运动则在英、法、德、荷兰、比利时等国蓬勃发展。由于罗马教会的黑暗、腐败和残忍，终于引发了 16 世纪欧洲的宗教改革运动，其实质是资产阶级要把基督教改变成适合资产阶级需要的宗教。然而，也许更有意义的是 16 世纪开始的科学革命，它以哥白尼（N.Copernicus，1473—1543）提出日心说为代表，标志着近代科学开始了它的历史进程。相比希腊人，特别是经阿拉伯人和基督教神学者所圣典化了的思想体系来说，科学革命带来的科学观念的改变，比政治和宗教观念的改变要大得多。在这样的大背景下，化学及其教育在这个时期正处于由古代和中世纪的传统向近代化学及其教育过渡的发展阶段。

第一节　阿拉伯化学教育

阿拉伯的化学教育是建立在其化学发展基础之上的。阿拉伯帝国在经过7，8世纪对外来文化的消化、吸收后，在9，10和11世纪时达到了阿拉伯科学的最兴旺时期。这个对期阿拉伯化学的主要形式就是阿拉伯炼金术。尤其是在公元10世纪，出现了几位伟大的炼金术士。由于阿拉伯炼金术源于希腊化炼金术，同时又受到中国炼丹术的影响，因此在阿拉伯炼金术中既体现出希腊化炼金术的传统，又表现出中国炼丹术的一些特点。如第一位阿拉伯炼金术大师扎比尔-伊本·海扬（Jabir- ibn Hayyan，约721—815）以格伯（Geber）的名字远扬日后的西方，他的著作《扎比尔文集》是一部包罗万象的巨著，这种务求渊博的倾向使阿拉伯化学比古希腊化学显然更加优胜。该文集在论述炼金术时明显包含有亚里士多德的四元素、四原性学说，同时使用了中国炼丹术惯用的“炼金药”，并综合了两种炼金（丹）术体系的对立面学说，提出硫和汞是直接构成金属的两大成分的学说，它后来长期流行于炼金术领域。阿拉伯著名的炼金术士还有以拉丁名字拉茨（Rhazes）扬名的阿尔-拉兹（al-Razi，860—925）和以拉丁名字阿维森那（Avicenna）扬名的伊本·西那（Ibn Sina，980—1037），他们两人的一个共同之处就是不仅对阿拉伯炼金术发展做出了很大贡献，而且他们还是伊斯兰世界最著名的医生。阿拉伯化学的这些特点也程度不同地反映在他们的化学教育中。

阿拉伯化学教育首先是对希腊化时期化学教育的继承，它依然是在作坊中以师徒方式来传授化学知识，表现出希腊化时期化学教育的一些特点。但阿拉伯化学教育毕竟不是希腊化化学教育的翻版。就教育内容来说，无论是化学理论还是化学工艺方面，阿拉伯人都有自己的创新和发明。如他们传授自己的硫—汞物质结构理论，充分认识到动物物质的特性和它们在化学上的重要作用，广泛运用分解蒸馏法来分解出这些物质的“基本成分”。他们对无机物的分类通过师徒相传成为后世西方世界采用的大多数理论体系的基础。另外，这个时期中国的造纸术已传入阿拉伯世界，加强了化学教育的物质手段，使受教育者有更多的机会直接从书本文字中掌握一定的化学知识，这是古希腊—罗马化学教育所难以相比的。再有，发达的对外贸易和文化往来，使阿拉伯国家成为世界知识的会聚点，正如前面已提到的，阿拉伯化学教育甚至融会了中国化学教育和印度化学教育的内容及方式。

尽管阿拉伯人以伊斯兰教为国教，但他们并没有像中世纪基督教国家那样由教士独占科学，炼金术士都是出自教士阶层。阿拉伯炼金术具有更大的世俗性和商业性，特别是受到宫廷和富豪的照拂，使得化学教育能够在化学实验和观察方面做更多的工作，并免遭宗教界狂热分子的干涉和反对。阿拉伯化学教育能更倾向于化学工艺和技术是因为他们在很大程度上已能摆脱那些阻挠希腊人接近手工技艺的阶级成见，从事炼金术新工艺考查和讨论的师傅往往是最能干的医生和哲学家，这有可能“对化学变化第一次作出合理的研究和解释”[①]，自然也提高了化学教育的学术地位和社会地位。宫廷富豪对炼金术的关注使得化学教育带上了一层功利色彩。

阿拉伯化学教育的另一特点是化学教育与医学教育混为一体。阿拉伯医生往往对化学感兴趣，并从事炼金术的研究和知识传授工作，这样培养出来

[①] I.D.贝尔纳著，伍况甫等译：历史上的科学，科学出版社1981年版，第167页。

的弟子既从事炼金术活动又行医看病。这种教育模式扩展了化学教育的功能，即化学教育又直接促进了医学的发展。这种模式在文艺复兴时期的欧洲重现并获得进一步发展。

阿拉伯化学教育相比希腊化学教育的进步之一是，从事工艺化学教育的人员既有较高社会地位的学者、富豪和贵族阶层，也有地位低下的工匠阶层，这样阿拉伯化学教育相比希腊化学教育具有较大的广泛性和普遍性。

阿拉伯化学教育的发展也直接得益于他们重视教育、尊重知识的优良传统，这种优良传统来源于他们的《古兰经》和穆罕默德的言论《圣训》。在《圣训》中有：“求学是信奉国教的每一个男子和每一个女子的天职”，“学者的品级居于第三，学者以上唯有上帝与天使。”除把敬奉上帝作为教育的最高目的外，阿拉伯教育也把立足于社会当作其教育应达到的目标之一，包含着知识的追求以及对智慧的喜爱，同时还包括有职业的目的。

阿拉伯的学校教育体系比较完善。初、中等学校几乎都设立在清真寺，其主要课程是讲授和学习《古兰经》与《圣训》，这个传统一直延续到现代穆斯林民族。有时教师也讲些教学、天文。此外，规模宏大的清真寺还设有学院。阿拉伯国家建立不久，帝国王朝就开始在宫廷内设立宫廷学校，教育王子和皇族子孙。而对后世特别是对西方影响最大的是阿拉伯的高等教育。

中世纪时阿拉伯高等教育颇为发达。在 9 世纪初，阿拉伯的第一所大学——赫克迈大学在巴格达建立，由数学家撒赖姆（Salam）任校长，数学家、天文学家阿尔·花拉子模（al-Khawarizmi，780—850）任图书馆长，请东西方著名学者任教师，讲授数学、天文学、医学和哲学。11 世纪初在开罗建立了仪勒姆大学。然而 11 世纪塞尔柱突厥人取阿拉伯人的天下建立塞尔柱帝国后，使大学性质发生了改变，建立了另一种类型的高等学校，名叫“迈德赖赛”。它以伊斯兰教的正统教派——逊尼派的教义为宗旨，以培养政府文武官员为任务，由国家控制和供给经费。到 12 和 13 世纪，迈德赖赛已普及于塞尔柱帝国所辖的各主要城市，如巴格达、开罗、大马士革和耶路撒冷等，总数达 200 多所。这种类型的高等学校与赫克迈大学的课程有很大的不同，它已不再是传授科学知识的场所，它的神学气氛浓厚，以《古兰经》、《圣训》为主要课程，兼授文学、文法、法律、算术等。此时，只有在阿拉伯统治下的西班牙不受这种神学的影响，在大学里仍教授自然科学课程。这与西班牙的哈里发继续奉行保护学术的政策有关。西方阿拉伯人在科多瓦、克拉拿大、陶勒多、塞维尔等大城市设立高等学校和一些专科学院（如医科学院等），讲授算术、几何、三角、天文、解剖、化学、逻辑学、文学、哲学、法律等，同时在主要城市里建立图书馆，据说不下 70 座之多。阿拉伯国家的图书馆与高等学校的界限并不十分清楚，它在发展科学文化教育事业方面曾起了巨大的作用。馆长一般多由学者担任，大学一般也都设有图书馆，图书馆同时负有出版书籍的任务，许多学者就是在图书馆中从事名著的注释、译述和编纂工作。到图书馆学习的多半是学生，也有一般平民百姓，他们在馆长及学者的指导下从事读书和研究。图书馆还常备有宿舍、膳食、纸笔等供国内外学生享用。可见图书馆俨然成了某种意义上的大学。

从以上可知，中世纪阿拉伯初、中等学校里并不传授化学知识，但在一些大学里已开始教授化学知识了，这直接受益于相对发达的阿拉伯化学。由于当时的化学发展水平还远不能与数学、几何、天文、物理、医学等学科相媲美，因此，化学在大学课程中所占比例仍很小，甚至常常是借助于医学和

哲学形式来教授，但它毕竟是对传统作坊中的化学教育的一个有力补充和发展。与同期的西欧学校相比，其学术空气则显得健康而清新。在教学方法上，虽然与西欧学校同样地盛行机械背诵和僵化的形式主义等，但在诸如医科学校这样一些专科学校中，教学还是比较注重观察和实践的，化学教学情形也大抵相同。

到 12 世纪末，包括西班牙在内的整个阿拉伯世界的科学文化教育都为神学所垄断。统治者也改变了以往支持科学教育发展的政策，使得一度繁荣的阿拉伯学术也逐渐走向衰落。这暴露出科学理性和宗教信仰在本质上的对立。正如当时的统治者发出的告谕所说：上帝已命令为那些妄想单凭理性就能导致真理的人备好地狱的烈火[①]。只须稍有嫌疑（如研究希腊哲学）就被判处死刑，研究化学被认为有罪。事实上，这是阿拉伯帝国自身走向衰亡的一种先期表现。这个时期许多炼金术士写下一些著作，注释过不少古籍，但对 10 世纪那批伟大的“化学家”的工作几乎没有增添什么新的内容。由于伊斯兰教的正统派占了上风，神秘主义思想在炼金术中盛行一时，阿拉伯化学迷失了方向，化学成为一门真正科学的希望终成泡影，阿拉伯化学教育也随之衰败了，这同古希腊化学教育的结果如出一辙。

然而，阿拉伯的化学教育在保存、继承、传播和发展希腊化化学方面的功绩不可磨灭。欧洲人正是通过阿拉伯人而把古希腊化学和阿拉伯化学继承下来。没有阿拉伯化学及其教育，就不可能有后来的欧洲化学及其教育。同样，阿拉伯大学的各种制度、课程、教师地位、学生不辞辛苦千里求教游学等对欧洲大学也产生了很大影响，包括对高等化学教育的影响在内。阿拉伯化学教育的结局与同期的中国化学教育也有所不同。阿拉伯化学教育在它自身走向衰败时却找到了西方继承者，而当中国炼丹术堕落成宗教迷信和江湖医术时，中国化学教育则后继无人从而走向衰落。

[①] 戴本博：外国教育史（上），人民教育出版社 1990 年版，第 219 页。

第二节　西欧中世纪前期化学教育

由于基督教把古希腊文化当作异教的东西加以排斥，对科学文化教育实行独断专行、严加摧残的政策，使得化学在 5—11 世纪的西欧几乎绝迹，化学教育更无从谈起。只是在东部的拜占庭帝国保存了古希腊文化，不过它的全部努力几乎仅限于保存原有的知识，极少或甚至没有增添什么新的内容。因此，当穆斯林炼金术士卓有成效地发展和推进炼金术时，拜占庭炼金术士只不过在转抄或注释早期的炼金术手稿，那么炼金术式的化学教育也就更流于形式了。但是，这个时期的化学工艺独立于包括炼金术在内的化学理论而取得了进步。拜占庭人正是通过掌握了一种燃烧剂——通称希腊火才阻挡住了阿拉伯人 7—8 世纪对君士坦丁堡的多次进犯。这是一种可以用名叫“ 虹吸管 ”的管子喷射到敌舰上的燃烧液，它点燃的火用水无法扑灭。但希腊火的配方被严加保密，当时没有留下文字记载，以致目前仍无法确定它的主要成分。君士坦丁堡的工匠们还偶尔编纂过一些载有各种配方的汇编，其中有一些后来传到了西方。如“ 矾 ”这个词最早出现于约公元 600 年编写的《染色制方汇编》一书中，最早谈到用油料着色的工艺写于公元 1000 年左右的《工艺一览》一书中。这些著作没有任何理论阐述，没有一本带有炼金术的色彩。这种化学工艺的发展情形与古代实用化学的发展颇为相似，其化学教育的特点也可想而知了，它似乎又回到了实用化学教育与理论化学教育相分离的时期，这不能不说是化学教育发展的一种倒退。然而，历史的车轮毕竟向前推进了，也赋予这个时期实用化学教育一些新的特色。例如，这个时期的工匠们已开始有意识地借助书本文字来传授实用化学知识，其化学教育内容也比古代实用化学教育内容更丰富、系统和深入。

包括陶瓷、玻璃、染色、首饰等化学工艺在内的高水平发展的生产、文化以及政治状况，决定了拜占庭的普通学校教育也高于同时期的西欧，它的教育仍承袭了古希腊的传统。当高等教育在西欧完全绝迹的时候，在拜占庭却继续存在，其中最具影响力的是君士坦丁堡大学，它有 30 位教授分别主持希腊文、拉丁文、法学、哲学等 31 个讲座，修学年限为 5 年，教学内容以“ 七艺 ”为基础课。七艺是古希腊—罗马的传统课程，包括柏拉图提倡的算术、几何、天文、音乐，以及智者们的教学科目：文法、修辞和辩论术。不同时期不同的学校所教授的科目有多有少，有的侧重人文知识，有的侧重自然科学知识，但七艺被认为包括了学问的最基本的东西，并得到人们普遍承认，具有权威性。在中世纪，七艺被一般教徒视作与教义相一致的世俗学科，作为进一步研究神学的预备学科。10 世纪前，七艺中的各种知识包含的内容比较广泛，但缺乏深度。11—12 世纪阿拉伯文化输入西欧后，各科内容才逐步得到充实，如几何学包括了欧氏几何，天文学包括了托勒密的地心学说。然而，七艺未能包容化学知识，化学教育再次被拒于学校大门之外，这一方面是学校教育传统的原因，另一方面与化学本身发展缓慢、不系统、理论性差等因素有关。

拜占庭的专科学校也较发达，著名的有贝鲁特和君士坦丁堡的法律学校，雅典的哲学学校，亚历山大里亚的医学校和哲学校等。在拜占庭教育体系中，还有私人讲学、教会教育等形式，后者主要是僧院学校和主教学校，后来逐渐传入西欧各地。

拜占庭的科学文化教育对东欧的一些国家，如保加利亚、塞尔维亚、俄

罗斯等有较大的影响，对文艺复兴也起着积极的作用。当土耳其人在 1453 年占领君士坦丁堡以后，拜占庭的学术便大量地传入欧洲，从而对西欧的科学文化教育发生了重大影响。

从公元 11 世纪开始，一大批西方学者发现，阿拉伯文的著作中蕴藏有不少有价值的科学财富，到 12 世纪，这种认识就更加明确。特别是在西班牙，大家很快发现哲学、科学、医学各个领域极为丰富的资料宝藏原来唾手可得。意大利南部和西西里的人们也有同感。结果在西班牙和意大利兴起了一些译学馆。正如过去的叙利亚翻译机构曾把一些希腊文手稿翻译过来供阿拉伯人使用一样，这时的西班牙和意大利学者陆续将亚里士多德、托勒密、阿尔-拉兹、伊本·西那等人的阿拉伯文的著作译成拉丁文本，但有些直接由希腊文译出。因此，在 12—13 世纪的整个欧洲出现了一大批拉丁文的炼金术手稿。到 13 世纪初，西方学者了解和采用阿拉伯炼金术的各种理论、分类法和制作方法已经相当容易了。此后，炼金术手稿数量大增，表明这门学问还具有很大的吸引力。

炼金术译著一出现，就引起一些经院学者的注意，他们开始逐渐对炼金术发生兴趣。其中最著名的代表是英国的罗吉尔·培根（R.Bacan，1214—1292），他属天主教会圣方济教团成员，曾在牛津大学学习并取得硕士学位。后来他几度在牛津大学和巴黎大学从事教学和科研工作。尽管他受过经院哲学的全面教育，但后来对实验科学深感兴趣。他相信炼金术，做了许多化学实验并充分认识到化学的重要性。他把炼金术分为思辨的和操作的两部分。他强调医学应使用化学提供的药物，并且他了解化学是在物理学（亚里士多德意义下）和生物学中间的科学。他写有炼金术的著作。与罗吉尔·培根相反，德国的经院哲学家、天主教会多米尼克教团成员阿尔伯特·马格努斯（A.Magnus，1193—1280）虽也研究炼金术，但他认为炼金术的金属嬗变是不可能的。他曾在科隆和巴黎大学任教。他的最有名的多米尼克教团的弟子就是意大利的著名经院哲学家托马斯·阿奎那（T.Aquinas，1225—1274），他是经院哲学体系的完成者，他把本质上与教义相对立的亚里士多德学说利用起来，把它改造成为符合于教义的学说，为此深得教皇的信任，31 岁时被教皇提升为巴黎大学神学教授。他在自己的著作中曾讨论过炼金术。总之这些博学之士是一批头脑聪敏、目光锐利的人。他们搜集和整理了关于世界本质、物质性能的五花八门的事实和理论。这些学者还有冯森特（Vincent，1190—1264）、卢尔（R.Lull，1235—1315）和阿那德（Arnald，1240—1311）等。然而，阿尔伯特对炼金术的批判，使一些经院学者对此失去兴趣，于是后来炼金术主要靠那些浪迹欧洲，寻找富有的“术士”或“炼金家”去培植和发展。这个时期正值西欧商品经济发展之时，实物地租已普遍向货币地租转化发展，统治阶级发财聚富追求金钱的欲望更为炽热，故封建统治者和富豪就招养了一批炼金术士，希望为他们炼制出最高贵的象征——黄金。这样炼金术又堂而皇之地走进上层社会。当时英王亨利六世豢养的炼金术士多达 3000 余人。

这个时期从事炼金术及化学学术研究的人员主要限于教士阶层，与之相应的化学教育也就停留在上层社会，但已深入到宫庭大院，直接体现出它的功利性质，在社会上产生很大影响。不过它的总体水平并未超出阿拉伯的化学教育，因为欧洲炼金术并未“青出于蓝而胜于蓝”，欧洲统治阶级也不比阿拉伯统治阶级更开明。如果说有胜过阿拉伯化学教育之处，则可能是在这

个时期西欧的实用化学教育方面，这与拜占庭的情形如出一辙。

这个时期西欧实用化学取得长足进步，如大大改进了蒸馏技术，特别是改进了玻璃器皿，终于制得酒精和无机酸，促使早期化学工业逐渐发展起来。中国黑火药技术 13 世纪传入欧洲，对欧洲的政治、经济和科学都产生了重大的影响。12 世纪造纸术经阿拉伯传入欧洲，促进了它的科学文化的发展，实用化学教育也从中受益。然而所有这些实用化学的进步似乎很少与化学理论活动有什么联系，前者主要是由工匠阶层完成的，学者们很少去翻阅实用化学家的制方汇编，对当时的新发现也不甚了解。因此这个时期实用化学教育是独立于理论化学教育而发展的，并且实用化学教育总体水平高于同期的理论化学教育。

影响中世纪西欧实用化学教育发展的一个重要因素是当时各种行会组织及行会学校的产生。包括陶瓷、玻璃、冶金、染色和酿造等实用化学行业在内的手工业者，为了有效地反对当时掠夺成性的贵族，为了保护本行业的利益而结成自卫性质的行会。行会最早出现在 10 世纪的意大利，以后又相继出现在法国、英国和德国。行会在它存在的前期，曾经起过进步作用，保护过稚弱的化学手工艺，保存并发展了化学手工业技术，通过师徒传授技术而使技艺得以世代相传。随着手工业的发展壮大，行会的势力也相应地逐日增大，往往成为一个城市具有决定意义的经济力量，同时也是化学工艺教育的组织者，进而表现为一个城市具有举足轻重的政治力量。

在行会的监督领导下，艺徒制度成为维持和发展化学手工业生产和传授技艺的制度。这是实用化学行业长期发展并适应时代要求的产物。它是师傅传授技艺给徒弟所进行的一种教育。相比古代实用化学教育，这种艺徒制度具有正规化、组织化、系统化、行业化甚至政治化等特点。这种艺徒教育是由师徒之间的契约来约束的。契约规定，学徒必须做好师傅所派定的工作，在学徒期内（一般是 7 年）学徒不得泄露师傅要保守的一切事情，包括技术上的秘密。学徒要绝对服从师傅的命令，不得擅离职守，如有违背，则要给师傅以赔偿。师傅则应尽其所能，用最佳的方法，没有保留地将其技艺传授给徒弟。契约规定学徒期间，学徒的食宿、衣着等均由师傅供给。学徒期满，符合出师条件者便可出师，成为帮工。帮工是师傅的帮手，从师傅那里取得工钱，自己不得开业，但可旅游到各地，为不同的师傅工作，增长阅历和技艺。帮工的技艺达到专精的地步，提交本行业的一件“ 精心杰作 ”，如一件陶瓷制品等，经过师傅及行会的鉴定通过，便可得到师傅的称号，这时他就可以独立开业了。

化学行会的艺徒教育实际上开创了化学教育史上化学职业教育的先河。这种教育不仅传授技艺，同时又着重道德培养，它构成化学教育史上实用化学教育的一个重要里程碑。然而，行会的艺徒制教育先天地有其片面狭隘性，如传统上把保守技术秘密当作不可动摇的信条来遵守，给化学技艺的传播和发展带来极大的阻力。这种教育把师傅的权威绝对化，压抑了学徒身心健康的发展。这些缺点都反映了封建社会的闭塞、凝固及森严的等级性。14 世纪以后，行会制度已失去其进步意义，成为阻碍生产发展的保守制度。它不仅限制生产技术的改进，而且压制徒弟、帮工甚至师傅。况且，能为师傅者非亲即故，一般学徒、帮工可望而不可及。为此，艺徒制也大大削弱了其职业教育的功效。

中世纪的化学手工业行会在办学事业上也起过积极作用。行会为了本行

会子弟能受到必要的文化教育，对于创办学校颇为热心。如英国包括化学手工业行会在内的 33 种行会中，有 28 种行会设立了学校。行会学校是对艺徒教育的一个有力补充，它使得新一代学徒具有更多的文化知识基础，以适应不断发展的社会特别是化学工业对人才的需求。如到 1478 年时，英格兰的金匠行会规定，不会阅读和书写的人不应当做艺徒。行会学校为实用化学教育步入学校之门营造了重要的氛围。它的出现也是对当时教会垄断学校的一种冲击。

这个时期西欧的初、中等教育几乎完全掌握在教会手中。以培养僧侣为目的的修道院学校主要课程是神学，世俗课程则限于七艺。由于书籍奇缺，教学方法多采取口授方式，教师念书中的文字，同时讲其大意，学生逐句逐段记录，然后读笔记，并牢记之。教师也常采取问答法。许多修道院学校是由经院学者来主持的，其中圣方济教团和多米克尼教团在这方面做得尤为突出。这两个教团创建于 13 世纪初，以镇压迫害异端有功而倍受教皇青睐。从地域上看，中世纪早期爱尔兰和英格兰在发展普通教育方面要比欧洲大陆国家做得好，主要是不排斥异教，僧侣们也热衷于研究古典著作，不仅办教会学校，而且也有世俗学校。后来流行于西欧的大教堂学校则首创于英格兰。12—13 世纪德国、英格兰等地出现的城市学校打破了教会对教育的垄断，但这个时期的各种初、中等学校还未出现化学教育。

就学校教育来说，对后世影响更大的是中世纪新崛起的大学，它们是近代大学发展的基础，对近代高等化学教育形成更是有深远的影响。第一所大学是在意大利南部的那不勒斯附近的萨勒诺的一所医学学校基础上建立的，德国皇帝巴巴罗撒 1131 年发布敕令，承认它是一所专门从事医学教学和研究的大学。波伦那大学是由意大利全国各地来波伦那这个北方城市学习法律的学生自行组织起来的。他们自聘教师，自出办学经费，于 1158 年获得皇帝巴巴罗撒所下手谕的承认。它在全盛时期有学生六七千人之多。而最著名的是巴黎大学，这所中世纪的国际大学是在巴黎圣母院的附属神学院的基础上建立起来的，1160 年获得法国国王路易七世（Louis Ⅶ，1120—1180）的承认。它的全盛期学生达万人以上。上述三所大学正是中世纪大学产生的三种模式，或是在专科学校基础上建立起来，或是师生在教学过程中自行组织起来，或是在修道院或大教堂学校基础上发展起来。中世纪大学分为文学、法学、医学和神学 4 个学院，但开办之初往往是些单科性大学，其中文学院具有预科的性质，为其他学院输送学生。英国牛津大学实际是巴黎大学的分校，1168 年独立出来。剑桥大学 1209 年从牛津大学分出，遂成为独立的大学。13 世纪后，各国学者和僧俗封建主竞相建立大学，如帕多瓦大学（1222 年）、那不勒斯大学（1224 年）、萨拉曼加大学（1227 年）、布拉格大学（1347 年）、克拉科大学（1364 年）、维也纳大学（1367 年）、海德堡大学（1386 年）和圣安德鲁大学（1410 年）等，它们大都延续到今天。在 13—14 世纪，意大利有大学 18 所，法国 16 所，西班牙和葡萄牙共 15 所。

中世纪大学的行政领导制度有两种：一种以波伦那大学为代表，学生掌管学校行政，学生充任校长，南方诸国如意大利、西班牙、葡萄牙就是如此；另一种以巴黎大学为代表，学校行政由教师掌握，校长由教师担任，北方诸国如法国、英国、德国、丹麦、瑞典等就是如此。校长由选举产生。

大学学生来源于不同国家和地区，大多数学生是贵族出身或富商子弟。少数出身贫穷的子弟可得到大学的补助，供给其膳宿等，这是受到阿拉伯的

赫克迈大学做法的影响。学生入学年龄不限制，一般 14 岁即可入大学文学院学习，先是学习七艺，开头是文法、修辞和逻辑，继之以算术、几何、天文和音乐。只有经过这番学习后，才能接近哲学、神学和其他科目。基本学习不只是凡俗的，而且是科学的，这是吸取了阿拉伯大学的模式。学生经过 4—7 年的学习，合格后便可取得“学士”学位。“学士”当时并非正式学位，只是标明他开始取得学位候选人的资格，直到 14 世纪后才成为正式学位。取得学士学位后仍要继续学习 4—7 年，经过考试和论文答辩，才算完成了他的学业，论文答辩获得通过，便可取得硕士、博士或教授学位。从此，他可以在任何大学教书。硕士、博士、教授在早期只是同义语，无高下之分。

中世纪大学的产生，如在浩瀚的荒漠上出现点点绿洲，给人以生机与希望，满足了人们渴望和寻觅知识的需求。然而由于它受制于教会，与经院哲学有密切联系，使得它既成为法定知识的保护者，也成为科学文化上任何进展的障碍物。它的教学方法繁琐、死板，充满形式主义。它的教学内容贫乏，而且与现实隔绝。实际上，所教授的科学知识很少。算术只是计数，几何学只是欧氏原本前 3 卷，天文学几乎只限于历法计算法，物理学很脱离实际，是柏拉图式的。事实上中世纪的大学里仍无正式的化学知识的传授，只是一些大学教师如罗吉尔·培根，自己对炼金术感兴趣，作为一种业余爱好而加以研究，最多在教授其他课程如医学或哲学过程中，顺便提到一些化学知识。

第三节　文艺复兴时期化学教育

文艺复兴前期，化学和其他自然科学的进展是比较缓慢的。一方面因为这一时期的人文主义者搜集、挖掘和翻译工作的重点是古希腊-罗马著作的文学艺术和伦理道德部分（古希腊的科学和哲学等著作已从阿拉伯文翻译过来，并在 13 世纪末已基本完成），因而人文主义思潮对化学和自然科学及其教育的影响自然不及对人文科学和其他意识形态的影响；另一方面，也许是学者们需要对已拥有的各种科学资料进行长期的分析研究、消化吸收后，才能进行新的创造和发明。

当时日益增多的炼金术手稿纷至沓来，大部分手稿不过是重述前人的观点，无论是炼金术理论还是实际操作从不越雷池一步，化学似乎已陷入死气沉沉的境地。特别是炼金术的神秘主义和隐喻色彩日益严重，还出现了不少江湖骗子，以致炼金术在官方眼里再次变得声名狼藉，教皇约翰二十二世（John Ⅹ ⅩⅡ，？—1334）颁布了取缔炼金术的敕令，僧俗各界权威人士纷纷谴责炼金术，但丁（Dante，1265—1321）也在《神曲》中把炼金术士贬入了地狱第八层。因此，化学在 14—15 世纪几乎没什么成就，化学教育不但没有什么长进，反而比前一个时期有所衰落，无论是化学教育的内容、形式，还是规模和影响等方面均无例外。

文艺复兴的风暴吹到了学校教育领域，14—15 世纪在意大利表现尤为突出。被誉为“文艺复兴之父”的佩脱拉克（Petrach，1304—1374）对当时大学中所存在的严重的保守主义十分不满，称它们是“黑暗愚昧的巢穴”。人文主义者为此新建了一些大学，如比萨大学、佛罗伦萨大学等。但是，大学始终没有成为人文主义新文化的中心，这一时期的大学教育总的来说具有保守的倾向。14—15 世纪的教育改革并没有使得大学科学教育有什么新的起色。事实上，这两个世纪的教育改革是面向初、中等教育的。15 世纪意大利的几乎每一个重要城市都建立起一个或几个私立学园，以教授古希腊—罗马著作为宗旨，同时几乎每一座城市都有一所拉丁学校。这个时期以学习古典著作为宗旨的学校教育的发展得益于 15 世纪意大利各地图书馆事业的发展，特别是几所颇具规模的图书馆的相继建立，如佛罗伦萨的美第奇图书馆、乌尔比诺的达克图书馆和著名的梵蒂冈图书馆。另外，中国发明的活字印刷术也在 15 世纪传入欧洲，这不仅对当时的学校教育，而且对以后几个世纪科学技术和文化教育的发展也是至关重要的。然而，从教育内容看，14—15 世纪进行的基础教育改革显然是反科学的[①]，因为课程设置明显地存在排斥自然科学学科的倾向。

进入 16 世纪，美洲新大陆的发现刺激了海洋贸易的发展，海洋国家为争夺海上霸权而进行战争，因此需要矿业、金属品制造业、火药制造业和造船航海业等的发展。各国国王或宫廷君主为了自身利益，对当时已不再依靠教会的新人文主义者和科学家予以惠顾，因为科学已成为命运攸关而又最有利润的事业——贸易和战争所必需的了。各门科学由此一改前两个世纪的面貌，呈现出一片繁荣景象，基础比较雄厚的古老学科尤其兴旺发达，解剖学方面出现了维萨留斯（Vesalius，1514—1564），天文学方面出现了哥白尼。这些科学伟人的著作一问世就被一个新的凡人社会所接受，而整个社会也开

[①] E.G.杜布斯著，陆建华等译：文艺复兴时期的人与自然，浙江人民出版社 1988 年版，第 6 页。

始学会用冷静、客观的眼光来对待自己所处的世界。

16 世纪的化学虽不像其他科学领域那样进展神速，但毕竟也以种种方式取得了一些重大进步，特别是在工艺化学方面涌现出大批有关书籍。事实上，在 15 世纪已表现出这样的迹象，如以格伯名字为作者出版的《金属完善研究》等著作；鲁庇西萨的约翰（John of Rupescissa）在医药方面应用了炼金术的各种见解，因此有学者认为他是医药化学的创始人。到 16 世纪，这种工艺化学成为化学发展的主流。然而，它与早期实用化学的发展有所不同。这个时期学者们第一次对工匠和商人们的工作发生了积极的兴趣，工匠阶层的地位有所提高。这一方面是因为技艺已不是由奴隶而是由自由人来掌握，无论赚钱还是花钱都离不开他们，如制陶、玻璃、金属冶炼和成品加工等行业。另一方面，也许是学者们对古代权威的背弃，因为在这之前，绝大部分自然研究完全排斥工匠们的参与，中世纪大学里的学者们钻进旧纸堆里附和古人之言，很少离开他们的图书馆和研究室。16 世纪工匠与学者的结合，尤其是学者注重化学工匠的工作促进了 16 世纪工艺化学的发展。这很大程度上区别于传统的炼金术的发展道路，因为这个时期的工艺化学主要是作为采矿、冶金和医药等专业的附庸而获得生存与发展的。

冶金化学和矿物化学进步的重要代表著作是意大利人毕林古乔（Biringuccio，1480—1539）的《烟火术》（1540 年）和德国人阿格里柯拉（Agri-cola，1494—1555）的《论金属》（1556 年）。毕林古乔作为一位实用冶金学家，用意大利文而不是用通行的学术语言拉丁文写下了涉及冶金学各个领域的最早一本冶金学著作。它主要依据作者本人的观察和经验，并表现出明显的定量思想，这是出于现实的考虑才发展起来的。学识渊博的阿格里柯拉本是一名矿山医生，但拥有几处最有利润的矿山股份，他的大半生都在监督采矿作业，故能写下反映德国矿冶技术实际过程及化学物品制备方法的《论金属》而影响后世。阿格里柯拉的著作反映出 16 世纪的科学中心已从意大利开始转向欧洲北方其他国家。这些工艺化学著作之所以重要还在于它们第一次记下有实践经验的工匠的某些观测资料，代表了欧洲 16 世纪工艺学上最重要的进步。从化学教育角度看，这些工艺化学著作的产生完善了传统的实用化学教育形式，一方面使学者更多地参与到实用化学教育的行列中，提高了实用化学教育的学术价值和水平，并有可能将实用化学教育引向学校。另一方面，工匠们可以通过这些既具有相当学术性又朴实易懂的著作来传授和学习实用化学技艺，大大强化了实用化学教育的手段，克服了在这之前实用化学教育的很多局限性。例如学者写的书往往脱离实际，又常常晦涩难懂，没有多少参考价值，而有些工匠写的书则太过于实用化、简单、零散，大多是言不尽意，降低了阅读价值，难以达到促进化学教育水平提高的目的。可喜的是，16 世纪一些从事实际操作的矿工所写下的工艺化学著作已经具备了一定的学术性。

尽管 14—15 世纪的人们已普遍对炼金术产生了不信任的情绪，但这仿佛并未妨碍炼金术在 16 世纪的传播和流行。冶金化学和矿物化学似乎开始远离充满神秘色彩的炼金术，而这个时期兴起的医药化学却与炼金术有着千丝万缕的联系。

在历史上，化学与医药学总是存在程度不同的联系。例如在阿拉伯炼金术时期，拉茨和阿维森那就既从医又懂炼金术，13 世纪的罗吉尔·培根提出可通过化学过程来配制药品，后来的约翰又把医药学与炼金术联系在一起。

然而所有这些努力并没有把化学和医药学真正结为一个统一的有机体，直到16 世纪，这个目标才得以实现。其主要奠基人是瑞士的帕拉塞尔苏斯（Paracelsus，1493—1541）。他从小就从父亲那里和所生活的矿区受到医学、炼金术、冶金学、矿物学等方面的熏陶和训练，年轻时获得大学医学学位，从此开始了大半生在欧洲四处游历的生活。其中访问过许多大学，并曾在德国巴塞尔任医学教授。他在文艺复兴运动高涨的背景下所接受的医学和化学的混合教育，使他对这两门学科必然会有所作为。他力主改革医学，反对传统的亚里士多德-盖伦（Claudius Galen，129—199）医学理论。他第一次在大学讲课时，就当众焚烧了盖伦和阿维森那的著作，并用德语而不是拉丁语讲授，以表他对大学里传统医学课程的不满和进行改革的决心，并从此开始了在大学圈里与对立派的论战。他主张的医学改革重要措施之一就是注重通过化学药物来治疗疾病，并运用炼金术来制取药品。因此就化学来讲，帕拉塞尔苏斯认为，炼金术一词具有比过去广泛得多的含义，它可以表示加工天然原料使之适合新要求的任何过程。他对大宇宙和小宇宙彼此相似的理论坚信不疑，认为人体的消化过程也是一种炼金过程，炼金术的首要目的是制取药物以使患病的机体恢复平衡。在理论化学方面，他在传统的硫—汞学说基础上，又提出了组成金属的第三种成分“盐”。帕拉塞尔苏斯做出的诸多贡献，大有改变化学和医学及其教育发展方向之势。

帕拉塞尔苏斯一方面注重医药化学实践，寻求从自然和普通人那里而不是书本里获取各种知识的技巧。正如他说：“必须时时向老人、向被称为吉普赛的鞑靼人、向四处游历的巫士、向古老的农谚、向其他许多经常被瞧不起的人求教。从他们那里，能学到所需要的知识，因为这些人对这类事情的认识要比任何高等学府高明得多。”[①]另一方面，帕拉塞尔苏斯又以宗教般的虔诚来谈论传统的巫术（包括魔术、幻术、炼金术、占星术和其他用神秘的、不可解释的手段做出的事情），并将它们与自然相提并论。由于帕拉塞尔苏斯著作行文晦涩，充满玄奥又难解的议论和矛盾，再加上他性格粗暴，到处树敌，难以适应大学以及学术圈里的气氛，以致他的大部分著作在生前都未能印行问世，他也未能对当时的化学和医学及其教育的发展产生有效的影响。

然而，在帕拉塞尔苏斯去世后约 20 年，他的著作开始从出版商那里潮水般汹涌而出，并立即赢得大量读者的赞赏，形成了影响深远的帕拉塞尔苏斯学派，使医药化学及其教育的发展对 16—17 世纪或更后时期的化学、医学甚至整个自然科学及其教育产生了深远影响。有人把帕拉塞尔苏斯主义看做是与文艺复兴的文学人文主义传统相平行的一种文艺复兴的赫尔墨斯人文主义传统[①]。这种人文主义倾向以及赫尔墨斯教派的巫术的和炼金术的倾向，都深深地结合进了该时期的科学中。这种帕拉塞尔苏斯主义的影响从后世的牛顿（I.Newton，1642—1727）深深卷入炼金术的研究可略见一斑。

帕拉塞尔苏斯的医药化学观首先是针对大学的传统医学课程改革提出来的。医学是中世纪大学里唯一直接与自然科学发生联系的学科，相对其他自然科学知识的传授，医学课程就显得完善得多。但帕拉塞尔苏斯主义认为，以亚里士多德、盖伦和阿维森那的医学理论为基础的传统医学课程因循守

[①] E.G.杜布斯著，陆建华等译：文艺复兴时期的人与自然，浙江人民出版 1988 年版，第 15—16 页。

[①] E.G.杜布斯著，陆建华等译：文艺复兴时期的人与自然，浙江人民出版社 1988 年版，第 176 页。

旧，阻碍了医学的发展。帕拉塞尔苏斯主义者认定，那些坚持传统医学课程的大学行将灭亡，无可救药，因为它们对古人亦步亦趋，缺乏创造性，认为应取代旧传统的是全新的医药化学理论，这一理论是对自然作出新理解的基础，是一门实证学科，其范围极其广阔。帕拉塞尔苏斯主义把这门医药化学学科凌驾于其他学科之上。然而，正是帕拉塞尔苏斯主义者通过医学课程把化学学科引进了大学课堂，并作为大学里的基础知识来传授。就此而言，帕拉塞尔苏斯主义对化学教育的贡献可谓功盖天地。因为在化学教育的历史上，无论是学者致力于理论化学教育，还是工匠致力于实用化学教育，或炼金术士致力于二者的统一，尽管使化学教育不断有所进步，但始终未能真正把系统化学教育领入学校之门。只是随着医药化学的产生，特别是帕拉塞尔苏斯主义者的极力倡导，化学伴随着医学，才正式登入学校的大雅之堂。

帕拉塞尔苏斯主义反传统的另一表现是反对教师用传统的拉丁语讲课，而代之以本土语言。事实上，正是从这个时期开始，大学里的授课语言逐渐由拉丁语转而用各国本土语言，如德语、意大利语、英语等。

帕拉塞尔苏斯主义主张的这些改革必然遭到大学传统保守势力的反对，为此在大学里出现了激烈的论战。直至 17 世纪，帕拉塞尔苏斯主义与亚里士多德-盖伦主义之间日益趋向两极对立,但在一些实际的做法上二者又达成了一些妥协。如 1618 年，伦敦皇家医学院出版的官方药典在传统的盖伦医学上花了大量篇幅，而同时有几部分留给了新的化学配制的药物。

到 16 世纪末、 17 世纪初，越来越多的医药化学家企图维持化学作为新的自然哲学的基础地位，但舍弃它的最富有神秘色彩、最少实用的特点。其中一个重要代表人物是德国的李巴尤斯（Andreas Libavius，1540—1616），他既担任过中学教师，又当过医生，且精通化学。他基本赞同帕拉塞尔苏斯的见解，认为化学是医学的唯一基础，并因此而位居一切科学之首。作为一位医药化学家，他又不是帕拉塞尔苏斯的盲目追随者，他并不愿看到亚里士多德和盖伦的著作在市场上无人问津或遭焚毁。作为一位化学教育家，他写出了化学教育史上第一本真正的化学教科书《炼金术》（Alchemia），并于 1597 年出版。该书长期以来一直被用作化学教科书。它力图只用一卷篇幅，将今天称之为化学的各个学科的全部要点包罗无遗，而当时这些材料全部分散在炼金术、制药学、冶金学以及各相近学科的有关文献中。他和帕拉塞尔苏斯一样，用炼金术一词概括了我们现在所说的化学的全部含义，给炼金术下了这样一个定义：炼金术是通过从混合物中析出实体的方法来制造特效药物和提炼纯净精华的一门技术。他把炼金术划分为操作方法和化学物质的化合两大部分。他提出了化学各学科的分类方法。在实用化学方面，于 1611—1613 年间发表了论述工艺化学的《工艺大全》一书。他还设计过一所实验室的建筑详图。李巴尤斯宁肯放弃理论，也要强调实用，这在使化学成为值得人们独立进行研究的一门学科方面起了推动作用。总之，李巴尤斯是化学教育史上一位里程碑式的人物，他的著作可说是对 16 世纪化学精神的全面总结。

进入 17 世纪，实用化学继续向前发展，特别是医药化学家重视化学药物的思想继续推动人们去研究各种化学反应。但从事化学活动的主体发生了变化。过去对化学感兴趣的大都是医生，随着研究者有增无减，药剂师也开始进行化学研究和撰写化学著作。他们特别适合于钻研这门学问，因为他们经营实验室，并从事大量医用化学药品的制备工作。药剂师拥有丰富的实践知

识，对化学进步起了日益重要的作用。以后的 200 年间，药剂师或受过制药训练的人，在化学上做出了很多重大发现，这一情况在欧洲大陆上尤为明显，即在这一时期很多杰出的化学家就是在制药房中培养出来的，其教育方式仍是师徒式的。然而，这种师徒式化学教育除了传统的实用性等特点外，已真正开始具有了学术性、专业性的特点。从 17 世纪开始，制药房已成为培养今后两个世纪化学专业工作者的场所，成为未来化学家成长的摇篮。尽管这些药房学徒的初衷往往并不是出于对化学的兴趣，而是出于一种谋生的职业选择，不自觉地走上了从事化学研究的道路。在 17 世纪初，甚至有些药剂师公开讲授化学，如法国药剂师贝奎恩（JeanBequin，约卒于 1620 年）在 1604 年左右就公开讲授化学，1610 年出版的《化学入门》一书风行一时，再版多次。他在该书中分别指出了物理学家、医学家和化学家在自然观上的不同之处，这表明化学家开始认识到自己的独立地位。

相比 16 世纪，17 世纪上半叶的化学理论有所发展，其中把理论与实践结合得最好的化学家是比利时的范·赫尔蒙脱（J.B.van Helmont，1579—1644）。作为一位医药化学家，他是从炼金术到近代化学的过渡时期的典型代表人物，深受帕拉塞尔苏斯思想的影响。他提出新的元素理论，阐述酵素学说，开创气体研究的先河，注重定量实验，自觉运用了质量守恒原理。然而，他在青年时期就对当时的大学教育不满，拒绝了大学授予的硕士学位，认为大学的学位只不过是徒有虚名，根本学不到什么东西。他阅读盖伦和阿维森那等人的著作，但他后来说，他从这些著作中“记录下来所有的仿佛是确定的、无可争辩的材料，但当我重读我的笔记时，我惊恐地发现，我付出的辛勤劳动和花费掉的几年时间全都白费了。”[①]为此他大半生遁世隐居，专门搞化学实验，自称是“用火操作的哲学家”。

范·赫尔蒙脱对因袭守旧的大学教育进行了严厉的批评，力主改革大学教育，他认为“为了建立新的自然哲学的学术原则，必须摧毁整个古代的自然哲学”。针对亚里士多德学派对自然的描述和解释，他说：“应该让大学了解，通过论证得来的数学规则或学问同自然并不相符合，因为人并不量度自然，而大学却这么干。”范·赫尔蒙脱为此受到保守势力的攻击，还被宗教裁判所审讯和关押，致使他的富有改革思想的全集《医药起源》在他死后第四年才发表。然而，他的化学思想一问世便受到世人的关注，到 1707 年，《医药起源》已用 5 种文字印行了 12 次。著名英国化学家波义耳（R.Boyle，1627—1691）总把他当成权威来援引，甚至连 I.牛顿也仔细阅读了范·赫尔蒙脱的著作，并对其做了大量的注解。范·赫尔蒙脱的高足，莱顿的医学教授德·拉·包埃（F.dela Boe，拉丁名字叫西尔维斯 Sylvius，1614—1672）继承并发展了他的酵素学说，他还说服大学评议员为他建立一个实验室——这可说是第一个大学的化学实验室。

文艺复兴时期的化学不仅影响了化学和医学的发展，而且它是“一种建立一颗能够说明整个宇宙的物理新星的尝试”，[②]特别是帕拉塞尔苏斯主义传统独立于机械论哲学而影响了这个时期的科学进步，为此引起了许多著名科学家的关注与参与，包括受这种倾向影响的 F.培根（Francis Bacon，1561—1626）、笛卡尔（R.Descartes，1596—1650），甚至还有伽利略（Galileo，

[①] J.R.柏廷顿著，胡作玄译：化学简史，商务印书馆 1979 年版，第 52 页。

[②] E.G.杜布斯著，陆建华等译：文艺复兴时期的人与自然，浙江人民出版 1988 年版，第 171 页。

1564—1642），而另外一些机械论者参加了责难帕拉塞尔苏斯主义的论战，包括刻卜勒（J.Kepler，1571—1630）、梅森那（M.Mersenne，1588—1648）和伽桑狄（P.Gassendi，1592—1655）等。帕拉塞尔苏斯主义传统占主流的化学及其引起的争论对这一时期的人类社会产生了深远的影响，同时由此掀起的教育改革运动导致许多改革建议的提出。帕拉塞尔苏斯主义或范·赫尔蒙脱学派的学者们确信，为了适应由于政治改良而产生的宗教改革，需要一种以对自然的观察为基础的高水平的教育，其中包括必须完全改换大学课程。因为直到 17 世纪中叶，大多数科学家的工作和医学研究都是在大学外进行的。如果说大学在科学发展中没有起作用未免夸大其词，但这一时期之前的科学机构和学者的地方性群体比传统大学的确扮演了更为重要的角色，这一结论确是十分贴切的。总之，化学家和机械论者都在寻求教育改革，但到 17 世纪中叶，这两大阵营却把他们的立场看做是根本对立的，其中肯定是化学家对于激烈的改革更感兴趣，但二者的共同点是希望用新哲学来造福于人类和共和政体。

就欧洲 16 和 17 世纪上叶的学校普通教育来说，各国情况不大相同。尽管 16 世纪前期意大利仍是人文主义中心，但它的教育则逐渐走向形式主义，如教育只专注于古代文学的模仿，教学只重记忆，不重理解等。然而，尼德兰、法国、英国和德国等北方国家的人文主义教育，在 16 世纪则刚刚处于方兴未艾之时，文艺复兴之花竞相争艳于这些国家。但相比意大利着重于解放思想，发展个性、重视智力培养、向往人的能力的高度发展的人文主义教育，北方的人文主义教育更着重于道德和宗教教育。这个时期，北方人文主义教育最大的贡献在于，在学校组织管理以及学校制度方面创造了十分可贵的经验，先进的教学形式在学校中开始出现并逐步得到推广。如尼德兰（包括现今的荷兰、比利时、卢森堡和法国东北部的一部分）的代文特文法学校是班级授课制之滥觞，法国圭阳高等学校所完善的辩论教学方法为全国各著名学校所接受。法国国王法兰西斯一世为在大学里能教授巴黎大学神学院所不能容忍的人文学，而在 1530 年建立了皇家学院，即现在的法兰西学院。事实上，在 17 世纪上半叶，不少药剂师在皇家学院公开讲授化学，这些药剂师包括达维逊（Davison）、戴·克拉夫（deClave）、勒·费维里（Le Fevre）和格拉塞尔（C.Glaser，1628—1673）等。在英国，最初传授新科学的并不是传统的牛津和剑桥大学，而是根据格列善（T.Gresham，1519—1579）的遗嘱于 1579 年创建的格列善学院。作为巨商，格列善充当了英王的财政代理人，创办了皇家交易所。他是商人资本和新科学联合的化身。在格列善学院的 7 位教授中，有两位是受聘教授自然科学的。有一个世纪以上，格列善学院成为英格兰的科学中心，并成为后来皇家学会的会址。在中等教育方面，伦敦 16 世纪创办了 3 所大规模的文法学校。它们分别是圣保罗、威斯敏斯特和泰罗，其中以圣保罗最著名。它的新型的教学方式、教学内容及入学条件成为英国其他文法学校效仿的典范。这类文法学校常被称做“ 公学 ”，实际上它们大多是靠私人捐款设立的。16 世纪中叶后，英国著名的公学还包括曼彻斯特、伊顿、哈罗等。17—19 世纪的许多英国著名化学家就是在这些学校接受中等教育的。

16—17 世纪德国教育的发展是与宗教改革运动联系在一起的。宗教改革领袖马丁·路德（Martain Luther，1483—1546）从 1508 年开始就在德国维登堡大学任教，因此他同时是一位教育家。他认为不仅教会需要教育，世俗

政权也需要教育。学校教育优于家庭教育，因为只有学校才能培养大量所需人才。路德还在历史上首次提出普及义务教育。他提出不脱离劳动地学习的主张，并建议把建立图书馆作为一个城市的重要工作来做，以使有书可读，有书可存。路德在教育工作方面的重要助手梅兰克顿（P.Melanchton，1497—1560）在维登堡大学任教达 42 年之久，一生编写包括物理学在内的多种教科书。他改组了海德堡大学，并在哥尼斯堡和耶拿组建了新的大学。他在 1527 年领导了最早的教育调查活动。德国教育家斯图谟（J.Sturm，1507—1589）在斯特拉斯堡创立的文科中学一直是欧洲 16—20 世纪文科中学的范型，恰如英国的公学在英国教育中所占的地位。这个时期德国的邦立学校（或称地区学校）在德国教育中占有重要的地位。德国最早建立起完整的学校制度是维登堡公国 1559 年发布的学制，它通过互相衔接的各级教育把青年从基础开始一直培养到具备教会和政府的职位所要求的文化程度。这种学制大体包括以下学校：（1）德语学校（免费开办的启蒙学校）；（2）拉丁学校（共 6 个年级）；（3）初级修道院学校和文法学校；（4）高级修道院学校（大学预科，修学年限一年左右）；（5）国立杜平根大学。

宗教改革时期产生的另一新教，由法国的加尔文（J.Calvin，1509—1564）创立的加尔文教派也注重办学，它的主张与路德派相近，但加尔文派教育家对欧洲各国影响较大。欧洲第一个资产阶级共和国诞生于 1609 年的尼德兰，而这次资产阶级革命正是以加尔文教为旗帜的。革命胜利后，宗教与学校构成尼德兰人精神活动中最主要的因素。16—17 世纪，荷兰人也陆续开办了一些大学，如莱顿大学、阿姆斯特丹大学、乌特勒支大学等，总数达 14 所之多，且都具有较高的学术水平。

针对宗教改革运动，罗马天主教会于 16 世纪 40 年代发动了反宗教改革运动，其最得力的工具是 1534 年成立的耶稣会教团。耶稣会为推广天主教势力于各国，认为解决问题的关键是中等和高等教育，因此他们在天主教国家建立中学和大学，作为战胜异端的堡垒，作为扩大旧教势力的工具。他们所创建的学校分为低级学院（相当于文科中学，设 6 个年级）和高级学院（相当于大学，修业 3—4 年）。高级学院又称哲学部，有些学院在哲学部之上设有神学部。修完哲学部的课程后，考试及格便可获得硕士学位。在神学部经过 6 年左右的学习，最后完成论文，经答辩合格者便授予神学博士学位。耶稣会学校非常注意教育实验，注重教学上的精益求精，重视培养师资，并且方法比较完善。如未取得哲学部的硕士学位者，不能在低级学院任教。大学教授必须取得神学部的博士学位。它还强调教学工作的计划性。人们对耶稣会学校的评价不一致。F.培根不赞成它的迷信，但赞赏它的人文知识和道德教育。笛卡尔 1604—1612 年就读于耶稣会学校，他认为在该学校打下的近代数学的根基是当时别的大学所不能比拟的。著名哲学家和数学家莱布尼兹（W.Leibniz，1646—1716）则认为耶稣会学校的教学水平在中等以下。

16—17 世纪的欧洲也涌现出一些对当时和后世影响巨大的大教育家，如法国的拉伯雷（F.Rabelais，1494—1553）特别主张学习自然科学知识，提倡理论与实际结合；法国的蒙田（M.E.deMontaigne，1533—1592）提出教学的理解性原则，反对传统的死记硬背，把培养判断力作为教育的重要目的；英国的莫尔（T.More，1478—1535）可算是终身教育的始祖；意大利的康帕内拉（J.Campanella，1568—1639）把直观教学作为教学的最主要的方法之一。

F.培根和笛卡尔对 17 世纪上叶及后来的欧洲科学教育发展做出了很大贡献。F.培根的科学教育思想主要体现在他的《新大西岛》（1627 年）一书中。这本著作旨在描述“一个学院的模型或规格，设立此类学院是为了人类的利益而去解释自然界并进行伟大而奇妙的工作。”[①]培根在书中所设想的所罗门宫是一种宇宙实验室，是一所规模庞大的科学城，包括各种科学实验馆、动植物园等机构和设施，使人们可以进行各种类型的化学、光学、机械发明、动植物和天文学的研究。培根的科学组织观念直接导致第一个有实效的科学社团——英国皇家学会的成立。他关于做学问、读书和游学等教育思想影响着一代又一代英国人和世界其他各地的人们。作为伟大的哲学家和科学家的笛卡尔，他的哲学和科学思想在当时的法国教育实践中立即得到了反响，当时的法国某些教育团体就是以笛卡尔的思想为圭臬。笛卡尔的思想对世界各国当时和后来的教育与教育理论的发展产生了极大的影响。人们以它为武器，抵制经院主义的教育理论和教育方法，为把教育建立在理性的认识上，并为追求对教育的规律性的认识而努力。

[①] E.G.杜布斯著，陆建华等译：文艺复兴时期的人与自然，浙江人民出版 1988 年版，第 154 页。

第四节　中世纪化学教育的特点

化学教育史分为古代、中世纪、近代和现代四个发展时期，中世纪化学教育从时间跨度上处于第二位，历经一千多年。在这样一个相对较长的时期里，化学教育的发展呈现多方面的特点：（1）中世纪化学教育具有承上启下的作用。一方面，它要继承水平低下的古代化学教育发展成果，另一方面，它又为近代化学教育的产生做准备。然而，它的这方面作用发挥得并不很出色，这主要是由于中世纪基督教对欧洲整个社会和意识形态实施了严厉、残酷和独断的宗教统治。

（2）中世纪前期化学教育的中心曾出现在阿拉伯帝国。这个时期阿拉伯的化学教育是直接建立在古希腊和中国化学教育发展基础之上的。阿拉伯化学教育主要体现在炼金术活动中，相比古希腊化学教育，一方面它的教育内容更加丰富和实用，教育手段更为先进。另一方面，参与化学教育活动的人员不分地位高低贵贱，具有更大的广泛性和普遍性。另外，阿拉伯化学教育已开始渗透到学校，尽管所占比重非常小。不幸的是，阿拉伯化学教育最终走向衰败，其中重要原因之一是宗教神学使化学教育迷失了前进的方向。

（3）化学教育在 5—11 世纪的西欧，除拜占庭帝国外，几乎是空白。欧洲炼金术式化学教育是从公元 11 世纪开始才从阿拉伯引进的,正如当年古希腊炼金术式化学教育被引入阿拉伯一样。但欧洲这种形式的化学教育总体水平并未超过阿拉伯，它之所以能够存在是因为炼金术活动具有炼制黄金的商业性而受上层社会的青睐，并且炼金术士几乎完全限于教士阶层。随着这种虚伪的商业性的丧失，这种化学教育形式就走向了衰微，并不得不更换门庭。

（4）西欧中世纪前期化学教育的最大成就主要是它的实用化学教育。这个时期的实用化学教育再次与理论化学教育分道扬镳，单独发展。初期实用化学教育只限于拜占庭帝国，且水平一般，没有什么特色。11 世纪后则在西欧诸国发展起来，其中最重要的一个方面是行会艺徒制化学教育的建立和发展。相比古代实用化学教育，艺徒制化学教育具有正规化、组织化、系统化、行业化甚至政治化等特点，实开化学职业教育的先河，是化学教育史上实用化学教育的一个重要里程碑。

（5） 14—15 世纪的化学教育再次陷入低谷。这是因为这一时期化学行会的艺徒制化学教育已失去其进步意义，走向衰落，而炼金术式的化学教育随着炼金术的声名狼藉也沉默下去。另外，随文艺复兴而起的教育改革，这个时期明显存在排斥自然科学的倾向，它也给化学教育的发展制造了消极气氛。同时，随着艺徒制和炼金术的衰落，化学教育未能很快寻找到取而代之的更好的发展形式，而是处于等待和酝酿阶段。

（6）化学教育发展进入 16 世纪后又呈上升趋势，这特别表现在应用化学教育方面，但又与前期的实用化学教育有所不同，因为这个时期学者们真正对工匠的工作发生了兴趣。如学者们编写的冶金化学和矿物化学的论著，第一次真实地记下了工匠们的化学工艺经验，从而提高了实用化学教育的学术价值和水平。同时，这个时期由工匠们所写的一些工艺化学著作也具有了一定的学术性。

（7）中世纪化学教育发展的巅峰是医药化学教育。在这之前，无论是中国，还是阿拉伯，无论是东方还是西方，医药教育和化学教育一直存在着若即若离的关系，只是到了这个时期，医药教育和化学教育才真正融为一体，

而且，相对系统的化学教育，正是借助于医药化学教育这种形式才登学校的大雅之堂，成为化学教育史上的一个重要事件。这个时期的化学教育大有统领其他自然学科教育之势，尽管终未实现。

（8）化学教育史上第一本真正的化学教科书在 16 世纪末问世。这标志着经过一代又一代“化学人”长期不懈的努力，终于使化学教育开始赢得自己的独立地位。教科书的编写是一门学科教育走向独立和成熟的必要条件。

（9）药剂师在 17 世纪成为从事化学教育的生力军。相比医生，药剂师有着从事化学活动更为有利的条件。因此，药剂师就不仅在制药房培养未来的化学家，而且直接登上了大学讲台公开讲授化学。这也成为未来 200 年化学教育发展的一大特点。（10）中世纪学校教育的改革，特别是大学体制的不断完善，一方面为化学教育步入学校创造了必要的基础条件，另一方面又促使化学教育不断提高自身的学术水平，以尽快达到学校教育的要求。

（1）中世纪化学教育的兴衰一方面受制于社会条件，另一方面又作用于社会诸方面。如炼金术式化学教育的兴衰与宗教巫术、达官贵人是否介入和干预休戚相关，而医药化学教育的发展促进了整个学校教育的改革，甚至成为独立于文学人文主义的又一种人文主义传统，从而对社会、科学和教育产生了深远影响。

（12）综观中世纪化学教育，基本仍属校外教育、社会教育。就自身性质来看，它主要属于实用化学教育或应用化学教育，且长期与理论化学教育相脱节，而后者的发展水平仍很低。即使在化学教育水平最高的文艺复兴后期，化学教育仍依附于或混合于其他学科的教育，如医药化学教育、冶金化学教育等。因此，总的来讲，中世纪化学教育水平仍落后于同期的人文社会学科和其他自然学科，距离正规全面的学校化学教育还有很长一段路要走。

第三章　近代化学教育（一）
——17—18 世纪化学教育

17—18 世纪是近代化学教育的初建时期，时值资本主义经济的产生、发展和壮大阶段。资产阶级逐渐掌握了国家政权，资本主义生产方式确定了其主导地位，相应的资产阶级意识形态也建立起来。自然科学乘 16 世纪科学革命之势继续扩大成果，形成了近代科学的基础，近代化学正是在这个时期产生于欧洲并发展起来。欧美资本主义教育体系也是在 17—18 世纪逐渐形成的。这个时期化学教育则主要在英、法、德、瑞典等资本主义国家开展并逐渐形成近代化学教育发展的基础。本章主要论述 17 世纪中叶到 18 世纪末化学教育的发展状况。

第一节　英国化学教育

到 17 世纪中叶，历经不彻底的资产阶级革命，英国形成了由资产阶级和封建贵族相妥协结成的君主立宪政权，这不仅决定了英国在政治、思想上保留了封建主义的传统，也决定了英国在文化教育和其他意识形态方面具有封建主义的传统色彩。然而相对稳定的政府，使得 17 世纪下半叶的英国进入一个比较安宁并趋于繁荣的时期。在发展资本主义的道路上，英国走在了其他国家前面，通过掠夺性的海外贸易，英伦三岛成为当时世界经济的中心。为此，拥有巨额财富的资产阶级必然要提出适应资产阶级利益的教育改革。捷克大教育家夸美纽斯（I.A.Comenius，1592—1670）曾被邀前往英国传播他的“泛智论”教育思想[①]，其中就特别强调自然科学的普及教育。后来英国皇家学会的建立也受益于他的努力，因为他当时就计划筹建一所“泛智学院”，只是因故未成。英国自然科学随着社会和经济的发展也有了长足的进步，在 17—18 世纪一个相当长的时期里，英国成为世界科学发展的中心。近代化学产生于 17 世纪中叶,而其中一个重要标志就是与当时英国著名化学家波义耳的工作联系在一起的，即波义耳对元素的科学定义、把实验方法引入化学研究领域，特别是强调化学学科的独立性等工作的进行，标志着化学终于在近代成长为一门独立的科学。对这个时期英国化学教育产生最大影响的也许是 18 世纪发生的工业革命。生产力的发展达到了空前水平，大机器工业的出现，使得英国从一个传统的农业国一跃成为先进的工业国。这一切都给英国化学教育以决定性的影响，形成了英国化学教育的重要特性。

[①] 戴本博：外国教育史（中），人民教育出版社 1990 年版，第 47 页。

一　高等化学教育

17—18 世纪英国的高等教育主要依靠中世纪建立起来的古典大学来进行。著名的牛津大学和剑桥大学的学习内容主要还是建立在七艺基础之上的人文学科，尽管受到以牛顿的经典自然科学为代表的辉煌成就的影响（如牛顿 1669 年担任了剑桥大学的数学教授），但这种影响是非常有限的。从前的大学教学模式严重退化了，教学工作大部分掌握在各学院助教手中。高级系科得不到发展，包括文学硕士在内的高级学位也只是流于形式，亚里士多德和经院哲学的影响仍占优势。正式的学位训练在 19 世纪前依然建立在已过时的中世纪实践基础上。牛津和剑桥大学曾在 17 世纪 60 年代后期处于全盛时期，新生人数最高峰时达到了 850 人左右。但由于大学遵奉国教，排挤持异议的新教徒和天主教徒，使得 17 世纪 80 年代，牛津和剑桥两校的招生数开始减少，到 18 世纪 50 和 60 年代达到了最低点，这说明两所大学未能成为非宗教的职业教育的场所，因为一半以上的剑桥毕业生和近三分之二的牛津毕业生都从事教会工作，而这个时期的英国通过教会在社会上晋升的机会减少了。因此在 17—18 世纪，英国这两所最古老的大学未能很好地承担起培养适应社会发展所需的实用人才的重任，科学教育水平显得大为逊色，化学教育几乎无从谈起。为此，当时就有人对牛津和剑桥的教育提出了严厉的批评，如著名哲学家约翰·洛克（J.Locke，1632—1704）就是 17 世纪末对牛津课程陈旧过时的主要批评者。

事实上,在 17—18 世纪真正承担起英国科学教育担子的是牛津和剑桥以外的高等学校。尽管从中世纪以来传统势力一直反对在牛津和剑桥范围以外建立新的高等教育机构，但还是开办了不少的高等学校，并在 17—18 世纪对一些老的院校加以改革，特别是政治家弥尔顿（J.Milton，1608—1674）和哲学家洛克倡议广开大学，他们重视自然科学和应用科学教育的思想对高等学校的发展和改革起了很大的推动作用。然而当时最需要和最经常讨论的一个问题是在伦敦建一所大学，该大学要利用城市的财富，成为培养从事各种职业人才的场所。这个任务最后却变成了对 1597 年就已建立起来的格列善学院进行彻底的改造，尽管实际的改造并不彻底，但毕竟使得物理学、几何学和天文学等自然科学学科成为学院的主要课程，并教授地理、航行学等实用学科。格列善学院为此成为英国这个时期的科学活动中心。

英格兰这个时期的高等化学教育主要在非国教徒的高等学院里获得发展。由于牛津和剑桥大学排斥非国教教徒，为此非国教教徒就为自己的子弟接受高等教育而建立了几所非国教学院，特别是 17 世纪 60 年代颁布了遵奉国教立法（即国家官吏就任时，必须宣誓信奉国教和对国王忠诚的法令，事实上它使非国教徒的公民权也受到限制）后，促使非国教高等学院又有了进一步的发展。在这些非国教学院里，包括化学在内的科学教育受到了相当的重视。如在与牛津、剑桥距离相等的一座城镇中建立了北安普敦高等专门学院，在它的前 3 年课程中都包含有自然科学课程。另一所非国教学院——惠灵顿学院曾是“气体化学之父”、著名化学家普里斯特利（J.Priestley，1733—1804）任教的地方。曼彻斯特在 18 世纪是世界上最大的纺织工业中心，以提出科学原子论而闻名于世的著名化学家道尔顿（J.Dalton，1766—1844）于 1793 年在这里的非国教学院——曼彻斯特学院讲授化学,并使用法国著名化学家拉瓦锡（A.L.Lavoisier，1743—1794）编写的教科书《化学纲要》。

英国高校 17—18 世纪更具改革思想的也许是苏格兰的各大学。苏格兰虽

有古老的传统，又经过 16 世纪的加尔文主义运动，但 17 世纪不曾同英格兰的迅速发展并驾齐驱。而当英国经济发展从以农村为基础的经济转到以煤为基础的经济时，就为煤资源丰富的苏格兰带来了发展契机，使苏格兰的工业和学术流星般骤升为一流水平。此外，由于加尔文主义的影响，使苏格兰曾和荷兰建立了学术联系，从而保证了训练有素的人才，特别是包含化学在内的医学人才，不断从荷兰流入苏格兰。正如我们在上一章所讲到的，17 世纪的荷兰大学就已具有很高的学术水平，吸引了欧洲各国信奉新教的学者和学生。范·海尔蒙脱的门徒、当时最有声望的化学家波尔哈夫（H.Boerhaave，1668—1738）就是莱顿大学的医学、植物学和化学教授，他于 1732 年出版的著名教科书《化学初步》为 18 世纪前半叶的化学教程树立了一个榜样。他的不少学生成为欧洲的著名化学家，特别是在苏格兰很有影响。他的门徒为把化学介绍给大学起了领导作用。18 世纪的苏格兰大学，实在和它们的英格兰姊妹大学很不相同，它们成为在各方面力求理论结合实践的科学进步的活跃中心，或者说，包括爱丁堡大学、格拉斯哥大学在内的苏格兰大学更能适应社会发展的要求，特别是在科学教育方面，都要比英格兰的传统大学做得好。

著名化学家布莱克（J.Black，1728—1799）曾在格拉斯哥大学学医，该校医学教授兼化学讲师科兰（Cullen，1710—1790）博士对他最终走上化学教学与研究道路产生了极大影响。布莱克的博士论文就是与化学相关的，题目是《论胃中含物产生的酸，兼论白镁氧》。布莱克 1756 年继科兰任格拉斯哥大学的医学教授及化学讲师，1766 年又继科兰任爱丁堡大学的化学教授直至 1799 年去世。他最后一次讲课是在 1796—1797 年度。布莱克是一位杰出的化学教育家。他备课和准备讲坛实验都很认真。“从没有任何对化学知识的特殊兴趣的学生听他课的笔记中，都可以归纳出许多东西。”[①]他常把最新化学成就介绍给学生，如他在 1758 年就把自己关于物质溶解和蒸发潜热的研究结果在讲课中加以阐述，而他的潜热观念对当时格拉斯哥大学的仪器制作工瓦特（J.Watt，1736—1819）在 1765 年发明改进的冷凝蒸汽机有很大的帮助。布莱克是最早接受拉瓦锡的燃烧氧化学说的化学家之一，早在 1784 年前就给学生讲授过。他还特别注重课堂演示实验，尽可能使学生能够从实验结果中获得应学到的化学知识。他的这种教学方法在当时是难能可贵的，虽然近代化学教育毕竟还处在起步和探索阶段，但是他却能使大学化学教育与化学的进展保持密切联系，使化学教学内容不致陈旧过时，使学生能很快触摸到化学发展的时代脉搏，并投入到化学研究的活动中去。布莱克在化学教育领域的辛勤耕耘获得了丰硕成果，很多著名化学家都出自他的门下，如美国的第一位化学教授拉什（B.Rush，1745—1813）就是他的学生。1772 年首次从空气中制取到氮气的 D.卢瑟福（D.Rutherford，1749—1819）也是布莱克的得意门生。他在布莱克指导下的学位论文是《论所谓固定空气或碳酸气》，而首先对固定空气（即 CO_2）进行系统研究的是布莱克。卢瑟福后来出任爱丁堡大学的植物学教授。布莱克去世后，他在爱丁堡大学的化学讲课手稿，于 1803 年被整理出版，书名为《化学原理讲义》。从 20 世纪 30 年代开始，英国皇家学会会员、伦敦大学教授、著名科学史家 D.麦克凯（D.McKie）博士对这部手稿做了几十年详尽而全面的研究，给予了极高的评价，认为它在化学教育史的教材建设中占据经典著作的地位。

[①] J.R.柏廷顿著，胡作玄译：化学简史，商务印书馆 1979 年版，第 101 页。

英国在 18 世纪为建立相当于欧洲大陆上的新的科学学校只做了一次努力，即 1799 年创设了皇家学院。这是由本杰明·汤普逊（B.Thompson）爵士，即伦福德（Rumford，1753—1814）伯爵精心策划创建的。他是一个美籍保王党员，不过具有实用倾向，与美国著名科学家和社会活动家富兰克林（B.Franklin，1706—1790）相似。他在科学上以发现传热定律并证明了热如何可由功产生而闻名。他回到英格兰就立刻认识到工业革命难以成功，除非设法训练以科学为依据而不是盲目地以传统为依据的新型技工。为此，他劝说富人投资于一种由皇家赞助的机构，其目的是：

“……传播知识，便利普遍介绍各项有用的机械发明和改进，并由哲学演讲和实验等学程来传授科学在日常生活目的上的种种应用。”[①]

当时的皇家学会会长 J.班克斯（J.Banks，1743—1820）担任院长，伦福德任干事，负责该机构的管理工作。该学院设有物理和化学教授各一名，著名化学家戴维（H.Davy，1778—1829）担任了学院的化学教授和实验室主任。学院的施教方法限于公开讲演。戴维通过他的公开讲座，使得皇家学院驰名于世，也使得他自己誉满天下。他每次都精心备课，以助手为对象进行试讲，苦心钻研遣词造句与表达方法，同时反复预演实验操作，使每次讲座都达到万无一失的程度。他这种严谨的工作作风被以后历代教授所继承。许多有志于化学事业的青年都慕名前来听他的讲座。著名化学家和物理学家法拉第（M.Faraday，1791—1867）正是戴维在学院做最后一次讲演时前去听讲，他把这次讲演记录誊清并送给了戴维，戴维为此很赏识他，录用他做自己的助手，法拉第由此才得以走上了科学研究的道路。由于结合了科学、功利性和健旺的保守党感情，皇家学院有很多贵族和上流社会的人员经常光顾，化学教育也随之渗透到了上层社会。兴旺起来的皇家学院提供了唯一享受津贴的实验室，它同时担负授课与科研的双重职责。戴维的许多化学成就就是在这里取得的，如碱金属钾、钠的发现。事实上，19 世纪上半叶的许多科学发现都在此完成。

[①] I.D.贝尔纳著，伍光甫等译：历史上的科学，科学出版社 1981 年版，第 311 页。

二　科学学会与化学教育

F.培根 30 年前所提出的理想终于在 1662 年成为现实，即英国建立了世界上最早的国家级科学学会——皇家学会。事实上它既是科学研究机构，又是重要的科学教育机构。它的成立并非偶然。在这之前，柏拉图的 Academy、亚里士多德的 Lyceum、亚历山大里亚城的博物馆以及伊斯兰教和基督教的各大学都曾起过类似的作用，然而到 17 世纪，这些组织已不能满足近代科学发展的新需要了，为此学者们自觉地组织起来，最初是比较松散的“无形学院”，学者们在这里定期集会，进行科学的讨论、交流，参加某些特别试验工作（在化学或力学方面）。当时这个团体的成员之一斯普拉特（T.Sprat，1635—1713）在谈到“无形学院”的作用时曾讲到：

“由于这个集会的建立，这也就算足够的了，纵然没有其他利益，而只有如下的一点利益，也就够了：通过这种办法就为下一时代培养一辈青年，他们的心灵从集会的成员获得清醒而丰富的知识，不可动摇地武装起来，免于受到狂热的一切迷惑。”[①]

波义耳正是在 19—20 岁左右加入了这个“无形学院”。在这个科学大熔炉中，波义耳通过与当时这个组织中的科学名流的交往，很快在科学活动中成长起来。他对化学感兴趣大概就是从这时开始的。最初“无形学院”的活动地址就设在格列善学院中，自然与大学教育有联系。后来受内战引起的困难的影响，“无形学院”的活动转移到了牛津，因为“无形学院”的许多成员此时刚好就职于牛津大学。波义耳的化学活动主要是在牛津进行的。波义耳在自己建立的实验室从事化学研究的同时，也培养了一些日后成为著名化学家的弟子，如对建立燃素说做了基础性工作的德国人贝歇尔（J.Becher，1635—1682），法国科学院院士、第一个采取硫酸作用于硼砂的方法制取了纯硼酸的龚贝格（W.Gomberg，1652—1717）及因胡克定律而闻名的英国科学家胡克（R.Hooke，1635—1703）等，特别是胡克，几乎协助波义耳做了他的所有化学和物理实验，成为那个时代的第一批科学家之一。

波义耳主要是通过共同研究的方式来培养年轻一代科学家的。另外，波义耳通过 1661 年出版的《怀疑派化学家》等著作，对后来几代化学家和科学家的成长发生了很大影响。如牛顿，几乎完全接受了波义耳的化学思想，而它在促使 17 世纪的化学家确立新观点方面起了极大的作用。波义耳的所有著作都是用英文撰写的，他以此打破了用拉丁文出版科学书籍的传统。但他的许多著作都由皇家学会的秘书译成当时学术界仍通用的国际语言——拉丁文体，因此不仅在英国，而且在法国和德国等国家也有很多年轻人阅读过它。

由于“无形学院”成员们的不懈努力，使得牛津成为当时英国的科学中心。以波义耳为代表，包括胡克、梅猷等化学家在内，形成了牛津派化学家。据说波义耳 1654 年还建立了牛津大学的实验室。牛津派化学家的化学活动对后来牛津大学的化学教育不无影响。正是由于“无形学院”成员的卓越成就和所产生的巨大影响，英国国王查理斯二世（Charles Ⅱ，1630—1685）1662 年正式恩准“无形学院”命名为“皇家学会”，使之成为官方承认的科学家自己的正规组织。波义耳是皇家学会最初时期的中心人物，就像牛顿是学会

[①] I.D.贝尔纳著，伍况甫等译：历史上的科学，科学出版社 1981 年版，第 259 页。

最盛时代的中心人物一样。胡克则被任命为皇家学会实验室的主持人。如果说波义耳是皇家学会幕后的灵魂，那么胡克提供给学会的就是双眼和双手。波义耳在 1680 年当选为皇家学会会长，但因故拒绝就任。尽管学会面临着许多早期的问题，其中主要是来自牛津和剑桥大学的反对与基金不足，但它很快就有了值得自豪的图书馆、实验室和各种各样的科学收藏品，并出版《哲学会报》刊物。正是通过这些设施、会报和经常举行的研讨会，特别是借助学会当时最有才智的人的影响，有力地推动了英国化学教育的发展。

18 世纪的工业革命使得这个时期的制造家、科学家和新兴的职业工程师在工作上和社会生活上混合在一起，水乳交融，不断在一起交谈和进行实验，并在伯明翰成立了一个“月社”（LunarSociety）。这个社常在月圆之夜在社员家中集会，其成员包括制铁家尉尔琴孙（J.Wilkinson，1728—1808）、诗意盎然而又务实际的 E.达尔文（E.Darwin，1731—1802）博士、蒸汽机革命的关键人物瓦特、煤气照明发明家麦多克（Murdock，1754—1839）和气体化学之父普里斯特利等。由于普里斯特利的参加，在相当长时期内，化学问题成为当时的主要论题。“月社”对化学问题的探讨推动了化学知识在英国的传播，其影响是深远的。另外，通过私人关系又有许多名人学者与“月社”成员紧紧联系在一起，如哲学家休谟（D.Hume，1711—1776）、经济学家斯密（A. Smith，1723—1790）、化学家布莱克和地质学家赫顿（Hutton，1726—1797）等，这样，通过他们又增强和扩大了化学学科的影响，特别是对年轻一代的影响。

曼彻斯特文学哲学会建立于 1781 年，它是包括化学家在内的各界学者组成的一个地方性学术团体。包括空想社会主义者罗伯特·欧文（R.Owen，1771—1858）在内的许多著名学者都是它的会员。道尔顿是该学会的积极参与者，非常热心于该学会的事业。他的研究成果只在这个学会的例会上发表，只在该会机关刊物上付印出版，他的科学原子论就是首先在曼彻斯特文学哲学会上宣读的。他后来曾任学会的干事、副会长和会长，直至去世。正是该学会对包括化学在内的各种人类知识的探索、宣传和传播，使得它赢得了国际声誉，并推动了在其他地方成立类似的团体。

18 世纪对英国化学教育发展做出贡献的学会还有 1754 年创立的促进大不列颠人文学科、制造业、商业协会。1753 年建立的不列颠博物馆是一个公共机构，它使伦敦成了当时世界上最大的图书馆所在地，对普及化学知识起了重要作用。爱丁堡哲学会也是英国 18 世纪一个重要的学会，扩充后的布莱克的博士论文的英文本，就是在 1755 年 6 月于爱丁堡哲学会的例会上宣读，并于次年出版的。

18 世纪英国化学教育的一个重要表现形式是职业技术教育，像我们上述的各种学会就担负有这种职责，它是中世纪艺徒制化学教育的一种进步。英国成人职业技术教育是随产业革命开始的，其重要形式是成立了各种各样的学会、讲习所及讲座，向工人传授自然科学知识。其中传授化学知识的有 1735 年成立的“奖励学会”、1755 年成立的“工艺促进会”，还有曼彻斯特市为职工举办的化学讲座、机械工人创办的“格拉斯哥职工讲习所”等。

三　医药学教育与化学教育

化学在成为独立的学科前曾长期依附于医药学，化学教育也融于医药学教育中。而在化学已成为独立学科的 17—18 世纪，大多数化学家仍是通过医药学专业或职业接受化学教育并走上化学道路的。如梅猷的职业是医生、较早对金属煅烧作出合理解释的雷伊（J.Rey，1583—1630）也是医生。布莱克在格拉斯哥大学任教时就是在医学专业。发现元素钯和铑的著名化学家武拉斯顿（W.H.Wollaston，1766—1828）的主要职业是医生。戴维是从当药剂师学徒走上化学研究道路的。波义耳自己也曾自修医学，为自己和朋友们开药方。

不仅医药学教育融会了一些化学教育的内容，而且由其他一些学科教育中也培养出一批化学家。如牛顿的主要贡献虽在物理学和数学方面，但他实际花在化学研究上的时间与精力并不比物理学少。毕业于剑桥而对早期气体研究做出很大贡献的黑尔斯原来是学习和研究植物学的，可能受牛顿的影响而从事化学研究。普里斯特利的主要职业是牧师，研究化学是半路出家。道尔顿是从事气象学研究转而从事化学研究的。事实上，17—18 世纪还谈不上什么化学专业教育，大学仍主要分为文学、神学、法学和医学 4 个学院或专业，也很难找到单纯的化学家，从事化学研究尚不能成为维持生计的职业。17—18 世纪的科学家几乎都具备各种学科的知识，他们的研究工作也涉及各种学科和专业。这从前面讲到的各种学会的综合性可窥见一斑。

四　家庭教育与化学教育

通过雇佣家庭教师让孩子接受教育在 17—18 世纪的富有家庭中仍存在。洛克在 17 世纪就建议绅士们通过家庭教育来教育自己的儿子，而不要把儿子送到学校去受肉体上的、道德上的和精神上的折磨。确实，家庭和学校虽不是互相排斥的教育力量，但贵族家庭的教育条件具有不可忽视的优势。这不仅仅由于他们有素养良好的家庭教师，还因为这些贵族家庭有比中等学校或大学更有助于教育的一些其他条件，如上等的书房、优秀的艺术品和科学搜集品，广阔的庭园和见多识广的有影响的来客（他们常常群集在丰盛的餐桌周围）等，这些都是有利的环境因素。

贵族出身的波义耳从小就接受典型的家庭教育。他经常参加姐姐家里一些著名科学家、文学家和政治家的集会。有一次，他还与笛卡尔就理性和科学实验的关系发生了辩论。家庭教师的特殊职责之一是陪伴其学生到国外旅行，其一般目的是增长实际知识、扩大人生的经验并拜师结友，这是继承了欧洲中世纪的游学传统。波义耳与他哥哥在家庭教师陪伴下曾到巴黎、里昂、日内瓦、佛罗伦萨等地游学。另外，波义耳通过在家中的自学和自做实验，也掌握了不少化学知识。最早测得水的组成的著名化学家卡文迪许（H.Cavendish，1731—1810）虽曾在剑桥大学就读，并到巴黎留学，但他主要是通过在家中自学和自做实验来增长化学知识的，他也出身于一个富有的贵族家庭。戴维没有接受过系统的高等教育，他通过自学读了拉瓦锡的《化学纲要》和最早电解水的著名化学家尼科尔森（W.Nicholson，1753—1815）所著的《化学辞典》，通过与 J.瓦特的次子的来往而对化学产生了兴趣，因为后者曾在格拉斯哥大学接受过化学教育。道尔顿出身于普通平民家庭，完全靠自学成才，而他自己后来则主要靠做家庭私人教师来维持生活。普里斯特利也做过家庭教师。

总之，17—18 世纪的许多化学家和科学家正是通过家庭教育和自学获得最初的化学知识的。

五　缺乏化学教育的中等教育

教育史上的科学教育发展都是自上而下循序渐进的。17—18 世纪的英国高等教育体系中，化学教育是刚刚起步，非常零散和不规范，只是在少数大学和机构中存在。在这种情况下，英国中等教育中所含的化学教育成分就更少了。然而，考虑到 17—18 世纪的中等教育将成为 19—20 世纪中等教育的基础，我们在这里就简要谈谈 17—18 世纪英国中等教育的有关情况。

17—18 世纪英国的中等教育主要是文法学校，并且保留了许多中世纪的特征。如一间教室、一个教师、学日长、使用体罚等。学校仍注重以拉丁文为主的古典学科的教学，使得当时有学者感叹，国家培养的古典学者过多，又没有适合他们的职业。学校章程内容划一，训诲习惯（如宗教仪式等）无变化，教科书由王室统一批准，教学方法千篇一律。许多名牌学校能选送学生直接上大学的办学质量标志就是坚持古典学科的教学。文法学校就学年龄各异，大概是 7—12 岁，少数学生为了上大学获取学位，要在文法学校待到十五六或十七八岁。学校里上层和中层社会阶层的子弟所占比例最大。伊顿和威斯敏斯特是当时两所名牌文法学校（公学），波义耳兄弟俩曾就学于伊顿公学 3 年。在 18 世纪最后的 25 年里，47 个政府大臣中至少有 34 人资助其中之一甚至同时资助这两所学校。

文法学校除了最重要的古典学科外，像法语、数学、绘画等这样的科目作为附加课程，但学习量很少，学生们仅在这里学习一些零碎的自然和社会常识。由此可知，在文法学校谈不上化学教育。然而，对古典语教学需求的低落和各个私立学校间的竞争，使得一些文法学校的课程发生变化。如 1770 年伍得彻尔文法学校的教师在招生广告中保证，除教古典语（希腊语、拉丁语）外，还教算术、簿记、对数、几何学、三角学、力学、测量术、航海术、地理学、自然哲学、天文学等[①]，但仍没有单列的化学在内。

比文法学校能更多教授一些实用科学知识和自然科学知识的是一些私立学校和中学（academy）。私立学校是由个人开设，存在自主的教师和教学，不受很多法令和惯例的约束。中学则是由那些未获学位的世俗人士举办和执教的。这些学校常能提供广泛的文学艺术和科学教育，如最著名的哈克尼中学创办于 1685 年，学制为 6 年，开设有古典语、现代语、数学、自然科学、体育和图画、舞蹈、音乐等课程，学业结束后可直接办手续转入大学。这所学校一直延续到 1820 年。

[①] R.奥尔德里奇：简明英国教育史，人民教育出版社 1987 年版，第 109 页。

第二节　法国化学教育

16 世纪下半叶，法国爆发了前后持续 30 余年的胡格诺战争，它是在法国信奉加尔文教的新教徒——胡格诺教徒与天主教教徒之间展开的。它不仅是法国国内的一次宗教战争，也是法国新教贵族同天主教贵族争夺王位的战争。战争后期，新教教派领袖波旁家族的亨利四世（Henry Ⅳ，1553—1610）背叛了新教，而改奉天主教，从而结束了这场战争。1598 年，亨利四世宣布天主教为国教，从此，天主教在法国重新取得了统治地位，成为法国封建专制制度的精神支柱。17—18 世纪的法国，各教派为了扩大教会势力，争相办学，几乎所有的学校都掌握在教会团体手中。虽然各教会团体的学校在教学内容和方法上有各自的特点，但是它们都把宗教教育放在首要地位。

到 18 世纪中叶，法国的工场手工业和商业已有很大发展，新的生产力和在封建制度内部发展起来的新的生产关系与旧制度的矛盾日益尖锐，经济力量渐趋壮大的资产阶级对受封建统治者遏制的现象日益不满。法国社会的各种矛盾集中为以资产阶级为首的第三等级（资产阶级、手工业者、农民等）与第一、第二等级（僧侣、贵族）之间的矛盾。旧制度已经腐朽，社会变革已不可避免。这时法国先后出现了一批勇敢的思想家，他们猛烈抨击旧制度及其意识形态，勾勒未来新制度的蓝图，启蒙唤醒人民，为推进社会的变革而奋起斗争，这场新思想运动史称启蒙运动，它以伏尔泰（Voltaire，1697—1778）为泰斗，以狄德罗（D.Diderot，1713—1784）、爱尔维修（C.A.Helvetius，1715—1771）、卢梭（J.J.Rousseau，1712—1778）等人的百科全书派为骨干，高举理性、自由、人权、博爱的大旗，向权威、神学、专制、愚昧提出挑战，在政治、法律、哲学、宗教、伦理、艺术、教育和科学等各个领域掀起了一场革命性的风暴，使一潭死水的法国社会激烈震荡起来，并最终导致 18 世纪末爆发的资产阶级革命。这是一场彻底的资产阶级大革命，从根本上消灭了封建制度，确立了资产阶级政权，为资本主义的发展扫清了道路。

启蒙运动对法国教育的发展产生了决定性的影响。启蒙时代的思想家们，针对旧的教育体制提出了教育的世俗化、民主化、劳动化、实际化，以及进行理性主义和自然主义教育等观点，为教育改革奠定了理论基础。这些教育理论具有划时代的性质，是古代、中世纪教育蜕变成近代教育的关键。这些思想家都要求削减古典课程和神学课程，增加实际有用的自然科学和社会科学知识的讲授。卢梭对旧教育的经院主义性质极尽嘲笑之能事，提出要注重天文、地理、动植物等实际知识的学习，并把向实际事物、向大自然直接学习放在重要地位。狄德罗要求缩减中等学校的古代语，加强数学、物理、化学、自然、天文等学科。在他拟订的大学计划中，近代自然科学占主导地位，并建议开办军事、工程、航海、农业等专门学校。这反映出 17 世纪以后新哲学和自然科学的发展成就，以及增长着的资本主义工商业对实际知识的需求，这是充分发挥教育的社会职能的进步趋势。

法国作为当时欧洲一个精力饱满而又日益扩展的国家，其科学发展也处于上升阶段，终于使得 18 世纪的法国成为世界科学中心。那时科学是时髦的，同时也是革命的。正是伏尔泰把牛顿派哲学介绍到了法兰西。化学在法国也取得了丰硕成果，它使得 18 世纪的巴黎成为世界化学中心，涌现出一批世界著名的化学家，而近代化学革命的发源地正是法国，它是以拉瓦锡提出

燃烧氧化学说为重要标志的。

社会的进步、教育的革新、科学的繁荣、化学的发达，为 17—18 世纪法国的化学教育发展提供了必要的条件。

一　高等化学教育

法国在大革命前共有传统大学 24 所，其中，作为天主教教会支柱的巴黎大学在各大学中居于主导地位。大学仍沿袭中世纪以来的旧传统，分为文、法、神、医 4 科，教学内容陈旧落后，脱离生活。教学的陈腐和学费的昂贵，使大学生人数日益减少。大学的规模一般都不大，最大的巴黎大学 18 世纪下半叶只有 5000 学生，其中医科学生只有 60 人。总的来看，大学基本上是守旧、闭塞的堡垒，对社会生活的变化、新哲学和自然科学的发展反应冷淡。因此，17—18 世纪法国的科学教育是不能在类似巴黎大学这样的学校里找到生长的土壤的，这正像英国的科学教育当时难以在牛津和剑桥大学生存一样。包括化学教育在内的科学教育正是在中世纪学术传统不太浓厚的学校里开始的。

法国皇家学院在 17 世纪上半叶就已公开聘请药剂师讲授化学，而在下半叶又继续发扬这个传统，其中最具代表的人物是巴黎药剂师、化学家莱梅里（N.Lemery，1645—1715）。他自己曾受教于法国化学家格拉塞尔门下，后者在 1663 年出版了《化学教程》一书，与波义耳的《怀疑派化学家》属同一时期的作品。该教科书从 1663 年到 1710 年共再版 11 次。该书提出了关于物质结构的假说，并断言化学正在充实着医学。莱梅里则于 1675 年也出版了一本自己编写而且很受欢迎的教科书《化学教程》，多次再版，并翻译成多种文字。该书大部分篇幅讲的是实用化学，而在阐述理论问题时，使用的完全是原子论观点。莱梅里并不特别拘泥于某一种理论，他对化学现象的解释肤浅不堪，如他用原子形状的不同来解释各种物理物质和化学性质。酸的原子长有锋利的尖刺，所以能使皮肤产生刺痛感；碱是一种孔隙极多的物体，酸的尖刺刺入这些孔隙后会折断或变钝，结果生成中性盐。这种解释在当时看起来合情合理，清晰明白，对那些不懂化学的人更是如此。过去，头脑清楚的门外汉觉得，炼金术士和医药化学家的种种学说糊里糊涂，莫测高深，因而对化学不屑一顾。现在，莱梅里对自然界所作的解释简单明了，他在讲演和教科书中把自己的理论讲得非常通俗。结果使受过教育的公众普遍对化学大感兴趣。这不仅为将来提供了一批又一批有培养前途的化学家，而且也推动了人们对化学的各种见解展开更加充分和坦率的讨论，从而对化学的进一步发展起了极大的促进作用。莱梅里正是以对化学的普及工作的杰出贡献而闻名，皇家学院也因此成为公众获得化学知识的好去处。

17—18 世纪欧洲大陆的大多数化学家普遍受过药学训练或医学教育，但拉瓦锡是一个突出的例外。他和波义耳、卡文迪许这些英国业余化学家十分相像，出身法国贵族巨富之家。拉瓦锡出生时的 18 世纪中期，科学在社会生活中已获得了一定的地位。正是他家的一位老朋友、著名矿物学家格塔尔（J.E.Guettard，1715—1786）使得拉瓦锡对矿物学和其他自然学科产生了兴趣。拉瓦锡在索尔蓬纳学院接受高等教育，他本来按父亲的意愿选择的是法学专业，然而他同时去听著名化学家鲁埃尔（G.F.Rouelle，1703—1770）教授的化学课，正是从这里他学到了很多化学知识，对化学有了浓厚兴趣，并在图书馆借阅了波义耳、施塔尔（G.E.Stahl，1660—1734）等化学家的著作。鲁埃尔同时是出色的实验家，他创建的实验化学学派影响了很多年轻人走上化学研究的道路。其中确认化学中物质组成的定比定律的普罗斯（J.L.Proust，1754—1826）就是该学派的信徒之一。鲁埃尔同时兼任皇家御花园教授。这种情况在当时的法国很普遍，即一个人可以在不同的几个院

校和组织中做兼职教授。

拉瓦锡本人大学毕业后虽未亲身执教，然而当他提出燃烧氧化学说后，有感于当时燃素学说仍然在许多学校流行和传授，因此决定根据自己的燃烧氧化学说写出一部化学教科书，其目的是要和化学教科书的旧传统实行彻底决裂，为培养未来化学家的工作打下新的基础。他在 1778—1780 年间写出了书的提纲，经过多年的构思和编写，该教科书终于在 1789 年问世，这就是著名的《化学纲要》（Traité élémentair de chimie），它成为化学教育史上的一部经典教科书，它既是对拉瓦锡的个人成就，也是对那个时代的化学发展的高度概括和总结。该书当时发行了 2000 册，很快就卖光了。到了 1801 年，这本教科书再版两次。该书于 1789 年、1790 年、1791 年和 1792 年分别被译成荷兰文、英文、意大利文和德文。据悉，中文译本近年将出版。《化学纲要》对化学的贡献，完全可以和牛顿的《自然哲学的数学原理》对物理学的贡献相媲美。

拉瓦锡对化学教育做出贡献的另一部著作是与德·莫沃（L.B.G. de Morveau，1737—1816）、孚克劳（A.F. de Four-croy，1755—1809）和贝托雷（C.L.Berthollet，1748—1822）等几位化学家一起编著、在 1787 年出版的《化学命名法》一书，它是针对当时化学术语使用的混乱状况，在燃烧氧化学说基础上建立起的一个新的统一的化学术语体系。这本书论述的化合物命名原则基本上仍为我们所沿用。如每种物质必须有一个固定名称；单质的名称必须尽可能表达出它们的特征；化合物的名称必须根据所含的单质表示出它们的组成；酸类和碱类用它们所含的元素命名；盐类用构成它们的酸和碱来命名等。这个体系简单明了，各地的化学家都乐意采用，它很快被译成了英、德、意等多种文字，甚至传到了当时还算是科学边远地区的美洲。因此，《化学命名法》一书不仅对法国化学教育，而且对世界各国的化学教育，不仅对 18 世纪的化学教育，而且对 19 和 20 世纪的化学教育都产生了意义深远的重大影响。

曾与拉瓦锡同在法国科学院实验室做过金刚石灼烧实验的化学家马凯（P.J.Macquer，1718—1784）同时是一位化学教育家，他任巴黎植物园化学教授，写过一本教科书，还编辑了化学教育史上第一本《化学词典》，初版于 1766 年。这也反映出当时人们已对化学产生了更广泛的兴趣，而这些著作本身，在吸引和加强人们对化学的兴趣方面起了相当重要的作用。

在 18 世纪下半叶，为适应社会发展的需要，建立了一些区别于中世纪式传统大学的新型高等专科学校，如路桥学校（1747 年）、皇家军事学校（1751 年）和矿业学校（1778 年）等，正是在这些具有近代高等学校特征的学校里开始了规范的化学教育。

近代化学教育体系是伴随着法国资产阶级大革命形成的。法国大革命爆发于 1789 年，有意思的是，这一年正好也是拉瓦锡的革命性著作《化学纲要》的出版之年。当时各派政治力量都懂得，要彻底破坏旧制度，就必须破坏旧教育制度，并建立新的教育制度。因此，在法国大革命前期的 10 年中，即 18 世纪的最后 10 年，历届政府尽管在政治上有差异，但都毫无例外地重视教育。在历届政府的重视和主持下，大革命前期共提出了不少于 25 个教育法案和教育计划，它们大都代表了资产阶级的利益要求，其中最突出的是强调了实用科学教育和自然科学教育，因为所有革命政府都认识到了科学的重要性，对它寄予了很高的期望。其中一个重要表现是有些科学家破天荒地在政

府中担任要职。虽然这些法案和计划在当时都未能得到有效的贯彻执行，但在客观上却为法国从封建等级教育制度向近代教育制度转变这个重大历史变革铺平了道路。

通过 1789 年和 1791 年的两个国民议会法令，取消了共和国境内所有的社会团体，首先是教会组织，同时也包括世俗团体，因为“一个真正自由的国度不会允许任何封闭的团体独立其间——甚至那些致力于公共教育，有功于国家的团体也不允许存在。”[①]由于当时的学校几乎都是由教团或世俗团体开办的，这些法令取消了所有社会团体的合法性，也就等于取消了它们开办学校的合法性，到 1792 年底，旧的教育制度几乎破坏无余。接着应该考虑的就是建立新型学校的问题，然而由于当时严峻的国内外政治形势无法着手，直到 1794 年下半年，革命政府胜利地粉碎了第一次反法同盟，政权相对稳定后，建立新学校的工作才提到议事日程。首先是创办了一批科学技术专门学校，1794 年创办的有理工学校、武器学校、工艺学校、军事学校和卫生学校；1795 年创办的有师范学校、东方语言学校、音乐学校、兽医学校、矿冶学校、土木工程学校和水利工程学校等。其中最有典型性和代表性的是巴黎理工学校。

巴黎理工学校是 1794 年底开办的。当时，革命的法国处在欧洲强大的封建营垒的包围之中，要想保卫革命成果，维护共和国的生存，必须培养大批战争与建设急需的科技专门人才。1794 年 9 月 24 日，著名化学家孚克劳在呈交国民公会的一份教育计划中，建议马上建立一所科技专门学校，以培养“经过防御工事的建筑与守卫、营地的攻击与守卫训练的工程师”，以及从事“陆路、水路、公路、桥梁、运河、船闸、海港、灯塔等交通设施的营建与养护、海陆地图的绘制、矿床的勘探与开采、金属的冶炼与冶金工艺流程的完善”[①]等工作的工程师。计划立即得到批准，经过紧张的筹备，学校于 1794 年 12 月 10 日正式开学，初名为“公共工程中心学校”，1796 年改名为“多科性工艺学校”，最后才改为“理工学校”。学校学制 3 年，课程设置“基于培养民用与军事工程师必不可少的一般科学原理”，同时包括各门化学课程。学校第一批招生 386 人，并首次采取在全法公开竞选考生的方式。学校不仅实行免费制度，而且每年给每个学生提供 1200 法郎的生活津贴。学校的教学设备先进，有实验室、阅览室、机械模型及各种教学仪器。教学实行理论学习与实验相结合的方式。理工学校是一所完全新型的学校：公立、免费、没有教士任教、不开宗教课程、招生实行公平竞争等，成为法国创立的第一所近代高等学校，为法国下个世纪培养了大批一流的世界著名的科学家，如安培（A.M.Ampere，1775—1836）、泊松（S.D.Poisson，1781—1840）、阿拉果（D.F.J.Arago，1786—1853）、菲涅耳（A.J.Fresnel，1788—1827）、马吕斯（Malus，1775—1812）、杜班（C.Dupin，1784—1873）等。著名化学家盖-吕萨克（J.L.Gay-Lussac，1778—1850）、泰纳尔（L.J.Thenard，1777—1853）和杜隆（P.L.Dulong，1785—1838）等也毕业于该学校。

理工学校高质量的教学是与聘请当时法国最优秀的科学家任教分不开的。学校成立之初，就聘任著名数学家蒙日（G.Mon-ge，1746—1818）当校长，实际蒙日也从事化学研究，并著有化学书籍。同时还有著名数学家和天

[①] 滕大春：外国教育通史（第 3 卷），山东教育出版社 1990 年版，第 91 页。

[①] 滕大春：外国教育通史（第 3 卷），山东教育出版社 1990 年版，第 91—92 页。

文学家拉格朗日（J.L.Lagrange，1736—1813）、拉普拉斯（P.S.Laplace，1749—1827）等人任教。在化学方面，则集中了当时法国最强大的教授阵容，孚克劳讲授普通化学，并著有 11 卷本的《化学知识大全》，在这之前他曾继任马凯的巴黎植物园化学教授；贝托雷讲授有机化学（而英国直到 1874 年才有了第一个有机化学教授职位）；德·莫沃讲授矿物化学，事实上他是《化学命名法》一书的主要策划者，还为 1779—1786 年编辑的新百科全书撰写了“化学”一文；植物化学则由沙亚塔尔讲授。可以说，正是从理工学校开始了化学课程的系统专门讲授，标志着近代化学教育体系的初步形成。

这个时期以孚克劳、德·莫沃等为代表的一批化学家直接为近代化学教育体系的形成做了奠基性工作，他们日后都成为著名的化学教育家，同时也是普通国民教育的组织者和普及工作者。尽管拉瓦锡最终在 1794 年因大革命前担任王室征税承包主而被送上了断头台，但在大革命刚开始时，他还是积极参加了革命政府的教育改革工作。当时的国民公会曾讨论过拉瓦锡受“艺术和手艺执行委员会”的委托而编制的教育方案，它的突出特点是强调自然科学的教育。拉瓦锡认为，学习自然科学，其中包括实验物理学、化学、博物学、农业基础及应用几何学，应当成为学生课业的中心。他重视劳动教育，要求掌握木工和金工的基本操作方法。他还建议开办一些有关机械、化学和手工业的学校，以适应发展民族工业的需要。

总之，近代化学教育乃至科学教育正是从 18 世纪的最后 10 年开始形成的。在这些实施近代化学教育的近代型高等学校只选聘最杰出的人物任教，因而创出薪给制科学教学的类型，从而在整个 19 世纪里逐渐代替了早先的绅士业余学者或受宠眷（注：类似食客）的请客科学家的制度。法兰西以科学昌明独步世界，这种情形持续到 19 世纪中叶，直至英格兰和德意志也仿照法国提供科学教育。

二　科学机构与化学教育

法国 17 世纪科学家们的活动很多方面与英国相似,其表现形式之一就是一些对科学有兴趣的朋友经常举行非正式集会。早在 1620 年，一些法国科学家，包括对原子理论很有见地的伽桑狄在内，就在爱克斯-昂-布罗芳斯（Aix-en-Provence）的富有律师皮列斯（Pierese）家里经常聚会，讨论有关科学问题。在圣芳济教派修士、数学家梅塞尼的僧舍里也常有科学家们聚会。后来，集会在另一律师芒模家里举行，最早由药剂师公开讲授化学的皇家科学院正是由这里发端的。另一位与上述类型颇不相同的科学促进者是雷诺多（Renaudot，？—1679），他是一个活泼而斗争性强的医生，他在自己诊所里设立了一个科学集会的讲演室、一个出版处和一个职业介绍所，后者大部分偿付了整个组织的费用。所有这些集会都吸引了对科学有兴趣的年轻人参加，使他们在这里接受了包括化学知识在内的许多先进的科学知识，推进了法国科学的发展。

后来，这些科学家一致感到有必要建立一个确定的科学机构，因为他们能够预见到自己的工作有相当大的实际重要性，而要完成这些工作就必须有更多的钱或得到更多的外界承认。因此，最终在 1666 年成立了官方正式承认的法国皇家科学院，它是继英国皇家学会之后世界上第二个正式建立起来的国家科学院。然而，法国科学院与英国皇家学会一开始就有所不同。英国皇家学会的活动经费主要来自会员们的会费，皇家很少给予钱财支持，法国皇家科学院则不仅由王室来建立，还要由王室支付经费。科学院一成立就负有科学研究与科学教育的双重职责,但在 17 世纪下叶大部分时间里它并没有很大作为，一直到 18 世纪它才真正担负起科学活动组织中心的重任。

最终决定拉瓦锡走上科学研究道路的重要因素就出自科学院的作用。为了城市的街道照明，1765 年科学院以 2000 里乌尔（法国旧货币）的奖金，征集一种使路灯既明亮又经济的发明设计方案。22 岁的拉瓦锡应征提交了自己经过多次实验的设计方案，虽然未获奖金，但被评为优秀设计方案而荣获国王颁发的金质奖章，并在隆重的发奖仪式上受到科学院院长的特别赞赏。为此，拉瓦锡第二天就作出了果断的决定，放弃律师的宦途而献身于科学研究工作。拉瓦锡终身的科学活动几乎都与科学院而不是大学联系在一起。他 25 岁就成为科学院院士，他的重要的化学论文几乎都是通过科学院院刊或论文集发表而发生影响的，包括他的燃烧氧化学说论文在内。

化学是当时被科学院较早承认的学科之一，此外还有数学、天文学、力学、植物学和医学，直到 1785 年才增设了物理学和博物学。因此，化学及其教育较早就成为科学院的重要活动,而 18 世纪法国著名的化学教育家几乎都无一例外与科学院的活动联系着，并成为科学院院士。如前面说到的马凯、孚克劳等都是科学院院士，虽然他们主要是在学校里从事化学教育活动，同时也经常参加科学院的集会和演讲，通过科学院的各种活动达到传播化学知识、推进化学发展的目的。

除科学院外，在 18 世纪最后 10 年，法国又创建了一些从事科学研究和科学教育的组织机构，如国家图书馆、古建筑博物馆、国家度量局等。拉瓦锡在大革命初期就曾参加了科学院受国民议会委托的“ 关于改革旧度量衡制而创造新的国际通用单位 ”的工作，其中最著名的是确立了以“ 米 ”为单位的公制度量衡制，这对于化学和化学教育的发展也是很重要的。

三　医药学教育与化学教育

17—18 世纪英国最常见的化学家是一些化学业余爱好者，而包括法国在内的欧洲大陆的化学家大多受过药学训练或医学教育,这也许是 17—18 世纪欧洲大陆与英国化学家培养上的一个重要差异，结果，英国化学家在推动化学理论发展方面做了很多工作，而大陆上的化学家则发现了不少新物质和新的化学反应。

法国 17—18 世纪化学教育的这个特点是与中世纪以来学校教育的特点相联系的。因为即使像巴黎大学这样最典型的传统大学，对自然科学发展的反应也是十分冷淡的，但它始终保留着医学专业，这与历史上医药化学及其教育的产生和繁荣主要发生在欧洲大陆不无关系。法国高等教育中把医药学教育特别是药学教育与化学教育结合得最出色的是皇家学院，在那里一直保持着药剂师讲授化学的传统。其中一个典型代表就是前面我们已详细论述过的化学教育家莱梅里。拉瓦锡的化学老师、实验化学学派创始人鲁埃尔不仅是一位化学家，同时也是医生和药剂师。鲁埃尔的门徒、化学家普罗斯从小就在他父亲的药店里工作，并被培养成为药剂师，后来才师从鲁埃尔学化学，学成后曾到西班牙贝尔加拉大学等校任化学教授。化学家贝托雷出生于意大利，年轻时在土伦学医，回法国后曾长期行医。

法国化学及其教育在 18 世纪的兴旺带动了其他学科的学者也投入到这一行列中，其中最重要的代表就是著名数学家蒙日、拉格朗日和拉普拉斯。他们都是巴黎理工学校的教授，因此也参与到了化学研究与教育的活动中去。蒙日曾做过用电火花使一个玻璃球中的氢与氧爆炸得到大量水的化学实验；拉格朗日研究过血液循环的氧化过程；拉普拉斯为热化学的建立做了基础性工作。蒙日还曾协助拉瓦锡、贝托雷、德·莫沃等人创办发行过化学刊物。

四　中等教育与化学教育

17—18 世纪法国的中等教育基本都由各教会团体所把持，其中天主教耶稣会势力最大，到 17 世纪末，耶稣会所办中学达 621 所。耶稣会所办中学也叫做学院。到 1773 年，耶稣会有会员 55289 人，其中约半数是教师。尽管耶稣会反对宗教改革，但它能够对宗教改革的爆发作出反省，认识到关键在于僧职人员的腐败无能，他们认为挽救天主教会的出路在于培养严格训练的教会官吏。因此耶稣会的学校广泛吸收了当时在学校组织和课堂管理上的最好的经验和最有价值的观点，成为当时欧洲办得最好的中等学校。由于它得到封建王朝的支持，学校设备优良，有宿舍、教室、餐厅、运动场，教师经过缜密的挑选和严格的训练，学校有严明的纪律，其毕业生多是当时学术界、政界的优异人才。耶稣会学校学制共 9 年，初级部修业 6 年，学生从 10—12 岁学习到 16—18 岁。高级部修业 3 年。耶稣会学校主要课程是神学和拉丁文，高年级还开设哲学和拉丁文古典著作，唯独没有开设专门的自然科学课程。

从事教育的另一重要教会团体是圣乐会，它是 17 世纪初在笛卡尔理性主义影响下成立的专门训练牧师的教会团体。这个组织随后开办了若干学校，为年轻贵族提供教育。与耶稣会不同的是，这些学校虽然也重视古典学科的教授，但引进了许多近代学科，如历史、数学及地理、物理等自然科学课程，法语亦已成为这类学校的教学语言之一，而耶稣会学校唯一的教学语言是拉丁语。圣乐会在法国这个时期的中等教育中的力量仅次于耶稣会。

除了耶稣会和圣乐会外，还有一些其他教会团体办学。但总的来讲，学校课程偏重于古典学科和宗教课，即使像深受笛卡尔思想影响的圣乐会学校，开设的自然科学的门类和课时数也是极少的，也未涉及到专门的化学课程。到 18 世纪下半叶，中等学校则更多地倾向开设自然科学课程，如著名的马扎兰（Mazarin）学校，除数学、物理学和天文学外，还开设了化学课，拉瓦锡就是最先在这所学校系统接受化学知识的。在大革命爆发前 10 年，法国中等学校变革又有了新的动作。根据 1795 年 10 月通过的多诺法（Daunou Law），在不到一年的时间里创建了 90 所中心学校（Ecole Centrale）。这种学校有不少创造性的尝试。首先，它既不是中学也不是大学，是介于二者之间的一种学校。其次，它的组织形式不是班级而是课程，学生以课程为中心分为三级：第一级，12—14 岁，开设语言、绘画和自然历史；第二级，14—16 岁，学习数学、物理和实验化学；第三级，课程有语法、文学及法律等。再次，学生在规定的课程范围内有自由选修的权利，这在欧洲学校里还是首次。与旧学校相比，中心学校的尝试给人一种耳目一新的感觉，对化学教育也有特别重要的意义，它把化学作为一门同其他课程地位相同的课程，这是中等化学教育的一大进步。化学家孚克劳当时评价中心学校时说：90 所中心学校突然在虚无中拔地而起，代替了只知用野蛮的方法让学生年复一年地重复一种死语言基础上的旧式中心。

当然，法国大革命前期中等教育的变革只是初步的。由于国内政府更迭频繁，对外战争连绵不断，加上财政紧张，合格的师资缺乏等因素，这段时期的学校无论在质量上还是数量上都不能令人满意，更谈不上形成化学教育体系，中等化学教育还是刚刚起步。

第三节　德国化学教育

17 世纪的德国在经济和政治上都远远落后于当时的英国和法国，特别是经过 1618—1648 年的 30 年的新旧教之争引发的战争，使德国蒙受重大损失。正如恩格斯所指出的：在整整一个世纪里，德意志被历史上空前未有的最无纪律的暴兵纵横反复地蹂躏着。到处是焚烧、抢掠、鞭打、强奸、屠杀。物质的破坏，人心的凋零，是无穷无尽的，当和平来到的时候，德国已经不可救药了，已经被踏碎、被撕破，遍身流血，躺在地上了。因此 17—18 世纪德国资本主义经济发展极其缓慢，加之德国境内四分五裂，共有 300 多个小邦和 1000 多处骑士领地，封建割据使资产阶级力量分散，无法结成一支对抗封建统治的强大力量。18 世纪起源于法国的“启蒙运动”波及到了德国，尽管当时德国的科学总体水平不如英国和法国，但它的总体教育水平并不比英国和法国逊色，国家政权对教育的控制加强，学制、课程的变革反映了教育与生活的联系更加密切，大学中学的学术研究趋于增强。所有这些都使德国的化学教育表现出一些自己的特色。

一　高等化学教育

德国在中世纪时已有了大学。宗教改革后，因为基督教教派分裂，作为新教教徒的德国学生，不再愿去仍由天主教会把持的最有声望的国际大学——巴黎大学，遂德国各邦便自设大学，新教各邦则设立新教大学，如马堡大学、耶拿大学、哥尼斯堡大学、斯特拉斯堡大学等，著名化学家施塔尔就是在耶拿大学接受的高等教育，不过学的是医学专业，因为那时大学仍沿袭中世纪的组织形式，即由文学院（后改为哲学院）、神学院、法学院和医学院 4 个学院组成，但传统上德国并不重视医学院，有的大学根本未设医学院。施塔尔在耶拿大学毕业后曾留校讲授化学。

17—18 世纪国家对大学的影响日益加强，过去由大学本身选举产生的教授这时期改由政府委任，大学的自治性大受限制。学习期限由过去的 5—7 年缩为现在的 3—4 年。为国家供给官吏的法科成了学生人数最多的一科。学生成分也大大改变了。在 16 世纪，贵族子弟和市民子弟曾肩并肩地出入高等学校，那时市民阶级正处于有钱有势的高峰，而经过 30 年战争，价级分化使他们之间的距离拉开了，占 17 世纪尤其是 18 世纪学生人数中最大比例的是贵族子弟。

主要还是按传统形式运转的德国大学，在 17 世纪末和其他国家的大学一样，其声誉已是一落千丈，如著名哲学家和数学家莱布尼兹就看不起这样的大学，并且认为自己屈居于这样的学校有损于他的尊严，遂离开了当时所在的大学。17 世纪理性主义发达起来，宗教兴趣被近代哲学和科学的学术势力所排挤，大约到 17 世纪末，对于神学，有时甚至对于宗教和来世的怀疑与冷漠，已经成了知识分子的最普遍的态度。人们把仍顽固保持亚里士多德观点的大学看成是落后于时代的教育机构，它们除了空谈和争论之外，一点真正的科学也没有。结果，导致了一场大学运动，这与当时成为国际文化中心的法国的教育方式的影响不无关系。到了 18 世纪末，大学在德国又恢复了其学术上和科学上的地位。

这次新大学运动起源于 1694 年创办的哈列大学，以及后来的哥廷根大学（1737 年）和埃尔兰根大学（1743 年）。作为普鲁士振兴新基石的哈列大学，不仅是德国而且很大意义上也是欧洲第一所具有现代意义的大学。哈列大学之所以声望卓著，是由于它有两个主要特点：第一，它采纳了近代哲学和近代科学；第二，它以思想自由和教学自由为基本原则。在此之前，新教设立的大学和天主教大学一样，都以教会肯定的教条为教育原则。相反，哈列大学从始创之日起，自由主义哲学就成了公认的原则，这就使大学的性质完全改观。大学不再是沿袭传统教条的学校，它成了领导整个学术界进行创造性科学研究的基地和真理的拓荒者。随着学校声望的提高，人数不断增加，规模不断扩大，哈列大学最后成为欧洲最大的大学。化学家施塔尔在哈列大学初创的 1694 年就成为该校的医学和化学教授。正是在这里，他系统提出了化学史上的第一个把化学现象统一起来的理论——燃素说，并把它传授给学生。他的燃素说对外发生影响主要是通过 1723 年出版的教科书《化学基础》产生的。尽管燃素说是一种头脚倒置的学说，但由于它的可解释性和直观性，通过施塔尔的讲课和教科书，使得燃素说成为 18 世纪化学界占统治地位的学说，影响了几代化学家，充斥了这个时期的各种化学教科书。著名化学家卡文迪许、普里斯特利、马凯等都曾是燃素说的忠实信徒。哈列大学这个时期的另一位著名化学家是霍夫曼（F.Hoffmann，1660—1742），他对分析化学

的发展做出了很大贡献，如首次把氧化镁和氧化钙区别开来。

18 世纪期间，哈列大学已成为德国境内最主要的大学，而脱胎于哈列大学的哥廷根大学则具有自己的特点，即该校真正的科学研究得到大力支持，其中最主要的是该校经济充裕，图书馆藏量丰富，设备完善，还有专门从事自然科学和医学研究的研究所。在 18 世纪后半期，哥廷根大学成了全德贵族阶级所赏识的学校。可以说，哥廷根大学率先开创了把科学引入大学经常性生活中的新局面，使德国在这方面领先于当时的英国甚至法国。到 18 世纪末，所有德国大学，包括新教大学和天主教大学，都按哈列大学和哥廷根大学的模式进行改革。在德国依然坚持天主教信仰的地区，在启蒙运动年代里，确实经过一番艰苦的努力，才把教育事业提高到新教地区所达到的水平。

通过这次大学运动，使得近代哲学和科学精神进入所有教学领域，首当其冲的是哲学院，在此之前一直被认为是“低级学院”的文学院（即哲学院），这时取得了主导地位。化学开始成为大学科学教育的一个重要科目，如药剂师出身的戈特林（G■ttling），1789 年被任命为耶拿大学的专职化学教授。研究自由和教学自由成为人所公认的原则。以前那种根据标准教材照本宣科的教学方法已被学术报告所代替；传统的辩论方法也被淘汰，逐渐被各种有关的课堂学术讨论所代替。教授们用德语作报告已蔚然成风。总之，德国大学充满着时代的新精神，这比任何其他因素都更有助于大学在文化生活和社会生活中占有前所未有的重要地位。与此同时，形成鲜明对照的是，法国在大革命中使大学几乎完全废止，英国大学则暮气沉沉，早已被人们视为落在时代之后，除供青年就学外，难以起任何更多的作用。与此相反，德国人对大学却寄予厚望，不仅仰仗它们来解决科学和哲学方面的问题，而且对于民族兴亡的大事，也期待它们能提供解决的方针和办法，而化学教育在未来 19 世纪德国的全民振兴中发挥的作用就显得更为突出。

作为德国古典哲学创始人的康德（I.Kant，1724—1804），对德国的教育发展做出了很大贡献。他从 1755 年开始终生在哥尼斯堡大学做教授，其间还担任过两届校长。康德是一位百科全书式的学者，既精通人文社会科学，又广泛涉猎自然科学技术。在大学教课 40 多年中，差不多每年开两门课程：在哲学院开一门人文哲学课，在理学院开一门自然科学课。他讲过的课程包括数学、力学、物理学、自然观、人类学、形而上学、逻辑学、道德学、法学等，同时他还开过教育学课程，在其《教育论》（1803 年）一书中，所包含的教育思想是理性主义与自然主义的结合体，又是法国教育和德国教育的结合体，如同马克思指出的，康德哲学是“法国革命的德国理论”[①]。康德的教育思想对德国化学教育不无影响，实际上，他自己也曾开过与化学相关的矿物学、火器等课程，培养出了像李希特（J.B.Richter，1762—1807）这样著名的化学家。李希特在哥尼斯堡大学学习期间，深受康德的数学和自然科学课程的影响，当他选修化学课程时，康德所强调的数学在自然科学中的重要地位与作用的观点，使他的头脑贯穿着化学是应用数学的一个分支的思想，促使他致力于物质化合比例之间的规律——当量定律的发现。1789 年大学毕业时，他所做的学位论文为《数学在化学上的应用》。他在《化学计量学初步》一书中首次提出了化学计量学（stoichiometry）一词来表示他的研究领域。

[①] 马克思恩格斯全集（第 1 卷），人民出版社 1956 年版，第 100 页。

经过 17 世纪末以来的大学运动，促进了德国高等化学教育的长足进展，培养了一批世界著名的化学家，如诺依曼（C.Neu-mann，1683—1737）、艾勒（J.T.Eller，1689—1760）、包特（J.H.Pott，1692—1777）、马格拉夫（A.S.Marggraf，1709—1782）、吉尔坦纳（C.Girtanner）和克拉普罗斯（M.H.Klaproth，1743—1817）等，其中诺依曼是柏林医疗外科学院教授，著有《基础医药化学指南》一书，在该学院他又培养出了马格拉夫，后者对磷的燃烧研究（1740 年）为拉瓦锡提出燃烧氧化学说提供了化学实验基础。吉尔坦纳根据拉瓦锡的燃烧氧化学说写成第一本德文化学教科书《反燃素学说的化学基础》。克拉普罗斯被誉为当时最杰出的分析化学家，第一个记录下分析测定的物质成分的实际百分比，一生独立发现不少元素和化合物，如碲（1798 年）、铬（1798 年）、铀（1789 年）、氧化锆（1789 年）等，他还是 19 世纪初创建的柏林大学的第一任化学教授,继续对德国化学教育的发展做出贡献。

实际上，德国 18 世纪大学化学教育的发展很大程度上是建立在德国 17 世纪一批实用化学家的工作基础之上的，如格劳伯（J.R.Glauber，1604—1670），是最早的工业化学家和化学技师之一，他自学成才，跑遍了大半个欧洲，去学习各国使用的化学方法，他留给后人有《新哲学的炉》、《炼金药典》和《德国的繁荣》等大量著作，其中在《德国的繁荣》一书中，他从化学方面提出了不少能使德国在经济上自给自足的建议,这正是 18 世纪德国化学家梦寐以求而 19 世纪德国化学教育家所致力的一项工作。又如范·赫尔蒙脱的一个高足塔亨尼乌斯（O.Tachenius，1620—1690），作为医药化学家，留给后人的遗产是《医用化学》一书，在书中他给盐下了一个明确的定义：所有盐由酸和碱两部分组成。还有昆刻尔（J.Kunckel，1630—1703），作为一位精巧的实用化学家的最著名的著作是他的遗著《化学实验室》。总之，17 世纪这一批活跃于学校之外的实用化学家，一方面继续从事实用化学教育活动，培养新一代实用化学人才。由于他们所处的时代是近代理论化学呼之欲出的时代，很自然，他们的教育内容更接近学校教育而远离传统实用化学教育。另一方面，正是这一批实用化学家对社会的直接贡献，直接推动了学校化学教育的展开，而他们留下的宝贵著作，成为 18 世纪德国化学教育家实施化学教育的重要蓝本。

二　科学学会、医药学教育和化学教育

德国最重要的科学学会当是 1700 年诞生的柏林科学院，它是在莱布尼兹的倡导下创建的，莱布尼兹还曾建议创办维也纳和彼得堡科学院。据说他曾经和康熙通过信，建议在北京建立图书馆。另外，德国各地也存在其他学会。然而，德国各学会的影响力从来没有像欧洲其他国家学会的那样大，尽管柏林科学院曾受到像腓特烈大帝这样最高统治者的大力关怀和热情支持。不像英国皇家学会和法国皇家科学院，他们既承担着科学研究的任务，又促进科学教育的发展，德国当时的最高学术机构不是柏林科学院而是哈列大学，科学学会从开始就是大学的附属组织，德国的大学才是科研与学术的真正代表，学会可以说是大学教师团体中推选出来的各种科学工作的专业委员会。所以，德国科学学会在 17—18 世纪的化学教育方面并未像英、法两国的科学学会那样发挥有效的作用。

德国医药学教育和化学教育的关系与法国的很相近，即 17—18 世纪的化学家很多是药剂师出身或接受过医学专门训练，如施塔尔是学医出身，曾同时任哈列大学的医学教授和化学教授；耶拿大学化学教授戈特林是药剂师出身；诺依曼和马格拉夫都受过系统医学高等教育；塔亨尼乌斯本身就是一位医药化学家。德国这种把化学教育寓于医药学教育中来培养化学家的模式在 19 世纪依然存在。

三　中等教育与化学教育

17—18 世纪德国中等学校的主要类型是文科中学（gymna-sium），是由拉丁学校发展而来的，以城市贵族和最富有的新兴资产阶级子弟为招收对象。行政需要和国家影响的日益加强，改变了中学教育的目的。过去几个世纪中，中学的主要任务是训练牧师，而 17—18 世纪中学的主要目的是训练德意志各封建公国的官吏和为担任“学术职业”（法官、医生）的人物升入大学做准备，训练未来牧师的任务已降到次要地位。但总的来讲，中等学校墨守陈规更甚于大学，教学内容大部分仍是拉丁文和希腊文。

从 17 世纪下叶开始，中等学校进行了一些改革，如普鲁士从 1788 年起在文科中学实行毕业考试制度，它为 19 世纪把中学和大学截然分开铺平了道路。1794 年，以法令形式宣布：在整个普鲁士，大中小学均由国家举办；公立学校须接受政府的监督和政府的考试；学生入公立学校不受宗派的限制；实行强迫就学，经费由公款拨充。其他公国也仿效普鲁士的办法。自此，德国成了世界上最早实行世俗性的义务教育和最早从教会手中收回教育权的国家。

18 世纪德国中等教育改革的一面旗帜是哈列学园，它是在哈列大学东方语言教授、著名教育家弗兰克（A.H.Francke，1663—1727）倡导下于 1702 年建成的。哈列学园是中等学校从古典主义到近代教育过渡的一个典型代表。学园中除了教授古典语文外，还增设了德文和法文，同时开设了科学课程，包括数学、自然科学及地理等，综合性的自然科学课程包括物理学、化学、生物学、解剖学等，一般重点都放在实验教学和实际应用上。哈列学园的主旨是把旧的古典学科同现代语和近代科学综合在一起，这也成为 18 世纪上半叶所有规模较大的学校的教育目标，尽管此时哈列学园还未把包括化学在内的自然科学课程规定为主要课和必修课。另外，弗兰克曾在哈列办过教育学院（Pedagogium），专门招收贵族子弟学习高深的科学。学校备有物理仪器室、化学实验室、生物解剖室、自然历史室及植物园等。这似乎是一所介于中学和大学之间的学校。

18 世纪德国中等学校发展的一项特殊功绩是实科学校的创建，它是为适应工商业的发展和城市生活的需要以及满足发展中的新兴资产阶级的要求而产生的。实科学校的产生起源于哈列学园，因为第一所实科学校——经济数学实科学校就是由曾肄业于哈列学园的学生赫克（J.J.Hecker，1707—1768）于 1747 年在柏林建立的。学校除传统课程外，还开设了地理、几何、物理、机械、建筑和绘画等学科，并附设带有师资培训性质的各种工艺学习班。在这所学校影响下，许多城镇也随之设立了类似的学校。此后，德国实科学校一直延续下来，并成为 19 世纪德国教育制度的重要组成部分。这类学校不再以升入文科学校和大学为目标，而是以为学生提供现代生活实际需要的知识和技能为宗旨。甚至在文科中学也增设了实科班，专供愿意学习自然科学和应用科学学科的学生学习。

德国 19 世纪中等学校里逐渐被看成是与古典语文同样重要的一些自然科学学科的设置应当归功于骑士学院，因为这些学科是它们首先创设的[①]。骑士学院是德国 17—18 世纪出现的一种特殊学校，它以训练包括王子在内的贵族青年担任军队和政府的高级职务为任务。这是因为 17—18 世纪的德国贵族

[①] F.鲍尔生：德国教育史，人民教育出版社 1986 年版，第 78 页。

在社会生活中比其他任何地方的贵族都保持着与众不同的优越感，甚至认为与平民子女出入同一所学校有损于贵族子弟的身份。骑士学院为贵族提供文雅的现代教育，其中数学等自然科学和现代语言占首要地位，这不仅由于它们本身确有价值，还由于它们既是新哲学和新世界的基础，同时对于军事工艺与非军事工艺（如建筑学、机械学）都有应用价值。德国骑士学院已不同于中世纪的骑士教育，它们具有近代教育的性质和功利主义的目的，有的甚至很快就演变成为近代大学。如著名的哈列大学和埃尔兰根大学就是在骑士学院基础上建立起来的。然而到 19 世纪骑士学院就消失了，因为贵族在政治上和社会上的独享特权已不复存在，贵族子弟又重新回到中等阶级子弟也可进入的学校。假如骑士学院能继续适应已变化了的客观条件与环境，并能向中等阶级敞开大门，那么它们在德国可能会发展成为如本书后面将要谈到的美国学院那样的机构，并作为中等学校和大学之间的过渡形态的教育机构，为青年提供优良的科学基础教育，遗憾的是这并未成为现实。

第四节　其他一些国家的化学教育

近代化学教育除了主要在英、法、德几个国家开始起步外，在瑞典、俄国及美国等国家也有所发展。下面我们简略地介绍一下这几个国家 17—18 世纪化学教育的发展状况。

一　瑞典化学教育

17—18 世纪的瑞典还主要是个农业国家，然而这个国家拥有藏量最丰富的铁矿，还有锌、铜、银等矿藏，各种矿物、油母页岩和建筑石料的地下资源十分丰富。这些自然资源成为 17—18 世纪高度发展的矿业和冶金工业的基础。特别是 18 世纪，瑞典开始了一个所谓的自由时代，鼓励发展各种工场手工业，“在所有城市里都开办了工厂，没有一个小城市没有一个以至几个工厂，到 1764 年开办了 718 家。”[①]瑞典广泛采用了高炉熔炼铁矿，使得利用含磷极少的铁矿和采用不含硫的木炭炼铁达到了最高度的发展，从而使瑞典位居国际制造业和优质钢铁出口国的前列。瑞典的铸铁制大炮，当时举世公认为最优。在 1740 年，瑞典提供了欧洲铁产量的 40%。这期间还兴起了玻璃、油漆、肥皂制造和造纸等化学工业。国家经济的发展促进了科学进步，特别是对化学知识和人才的需求十分强烈和迫切，从而带动了瑞典化学及其教育的发展，使得瑞典在 18—19 世纪的一个时期里成为世界化学中心之一。

瑞典化学独立发展的基础是由瑞典的一位博物学者乌尔奔·叶尔尼（■rban Yerne，1641—1724）奠定的。从 1683 年起，他担任 1637 年成立的斯德哥尔摩皇家化学实验室主任，这是瑞典以及整个北欧的第一个化学实验室。叶尔尼在 1712 年出版了瑞典的第一部化学教科书。叶尔尼很了解自己时代的需要，竭力通过自己的研究来促进和影响瑞典化学和化学教育的发展。如他注重对矿物和矿泉的分析，这影响了几代瑞典化学家的学习和研究方向，使得瑞典的矿物定性和定量分析达到了较高水平，并接连不断发现新化合物和新元素。

瑞典的乌普萨拉大学提供了当时最出色的化学教育。乌普萨拉是瑞典一座古老的大学城，其中乌普萨拉大学是 17—18 世纪瑞典高等教育的典范。著名化学家贝格曼（T.Bergman，1735—1784）当时就任乌普萨拉大学教授，他是化学亲和力最著名的研究者，还对矿物化学、分析化学和理论化学做出了杰出的贡献。他与自己的老师瑞典化学家和冶金家瓦累里乌斯（Wallerrius，1709—1785）针对矿物的化学组成和外部特征进行的分类研究使化学和矿物学的联系密切起来。贝格曼作为化学教育家，培养了一批瑞典著名的化学家，如阿佛齐里乌斯（Afzelius）、加多林（J.Gadolin，1760—1852）和加恩（J.G.Gahn，1745—1818）等，其中阿佛齐里乌斯继任了乌普萨拉大学的化学教授，加多林对稀土元素做过较早的研究，加恩最早在骨灰中发现了磷酸。

当时瑞典的化学家中有一些也是通过医药学训练成长起来的。对当量定律和质量作用定律的发现做过基础性研究的文采尔（C.F.Wenzel，1740—1793），其主要职业是医生。而出身于商人家庭的著名化学家舍勒（C.W.Scheele，1742—1786），从小便对制药发生兴趣，15 岁被父亲送进哥德堡的一个药房当学徒，从此开始了对药学和化学知识的学习。这个时期他主要通过阅读他师傅图书室中的许多化学著作来掌握化学知识，这些著作的作者包括诺依曼、莱梅里和施塔尔等。同时，他自己摸索着做实验，提高了操作技巧。正是在哥德堡约 10 年的时间里，通过自学和向师傅学习，舍勒成长为一名合格的药剂师，并具备了从事近代化学研究的能力。后来他到马尔默的一个药房工作，在这里受到当地加罗林学院的化学教授瑞秋斯（A.J.Retzius，1742—1821）的影响，真正开始走上化学研究的道路。

[①] И.索洛维耶夫等：贝采里乌斯传，商务印书馆 1964 年版，第 3—4 页。

瑞典 18 世纪经济和文化的高涨促进了国家科学力量的联合,形成了一些科学学会、协会等组织。1710 年在乌普萨拉成立了皇家科学协会，1739 年在斯德哥尔摩成立了科学院，从而把瑞典所有最著名的科学家团结起来了。这些科学学会对瑞典科学教育包括化学教育的发展也产生了很大影响，一些年轻人正是通过这些学会走上了科学研究道路的。舍勒的成长也与瑞典科学院有关。舍勒在马尔默工作 2 年后，又转到了斯德哥尔摩的一家药房，因为在那里他可以获得更好的工作条件，并且可以利用科学院所属的化学实验室，特别是利用科学院图书馆的资料，这是瑞典最大的一所图书馆。同时，他还走访了另一个图书馆——皇家图书馆。因此，舍勒借助科学院的各种设施极大地开阔了自己的科学视野，在化学知识方面又有了很大长进，并在 32 岁时被选为瑞典科学院院士。正是在皇家图书馆，他结识了贝格曼并成为好朋友。在贝格曼的影响下，他又转到了乌普萨拉的一家药房工作，因为在这里他可以接近乌普萨拉大学的化学实验室，它比斯德哥尔摩的更好。特别是他可以经常与挚友贝格曼在一起探讨化学问题，而且贝格曼教授渊博的理论知识大大地增长了舍勒作为一个实验家的卓越才能,使舍勒成长为 18 世纪最优秀的化学家之一，并对近代化学的确立做了很多奠基性的工作。例如他最早制取了氧气并研究了它的性质，推动了气体化学的发展；在有机化学和无机化学方面，他完成了一系列的发现，如酒石酸、乳酸、草酸、甘油、氯、锰、氢氟酸、砷酸等物质的发现。舍勒干了一辈子的药剂师工作，他曾被邀请做乌普萨拉大学的教授，但被他谢绝了。他觉得通过药剂师职业来从事化学研究更好。

瑞典 18 世纪下叶的化学教育出现一片繁荣景象,培养出来的著名化学家还有克隆斯梯德（A · F · Cronstedt，1722 — 1765）、贝采里乌斯（J.J.Berzelius，1779—1848）等。前者最早把吹管用于分析实验室，后者则把这种分析手段广泛用于实验室，而这仅是他对化学贡献的极小部分。贝采里乌斯的工作几乎覆盖了 19 世纪化学研究的所有领域，包括原子论的确立、电化学理论的发展、分析化学、无机化学、有机化学直至催化作用的研究，使他成为 19 世纪上叶最杰出的化学家和化学教育家。然而，他的成长过程主要在 18 世纪末叶。当时在瑞典尽管贵族的反动势力仍起作用，但是法国大革命的浪潮还是波及政治和文化与法国有密切联系的瑞典。出版自由、言论和教育自由的思想在社会上得到了积极的响应。法国的百科全书和有关化学、天文学、物理学、几何学、地质学及技术的最新专著与教科书，开始寄到了瑞典的图书馆。正是在这种背景下，贝采里乌斯于 1796 年考入乌普萨拉大学医科专业。当时化学还不是大学的主课，贝采里乌斯对化学懂得也很少，也无多大兴趣，以致化学考试成绩很差。当时，化学教授阿佛齐里乌斯认为，如果贝采里乌斯在其他学科上的成绩也不好的话，这个年轻人恐怕就不能继续在学校学下去了。幸好物理考试成绩良好，挽救了危局。只是在后来读了吉尔坦纳的教科书《反燃素学说的化学基础》之后，才使得贝采里乌斯对化学真正发生兴趣，开始系统学习和钻研化学知识，并很快接受了拉瓦锡的燃烧氧化学说。然而，18 世纪瑞典的化学家，包括阿佛齐里乌斯在内基本都信奉燃素说，因此，当贝采里乌斯把自己用燃烧氧化学说的术语写成的化学论文提交瑞典科学院时未被接受和发表。

在大学学习期间，贝采里乌斯在一些化学问题上时常与老师阿佛齐里乌斯观点相左,这也反映出 18 世纪末大学化学教学内容正处在一个新旧更替的

时期，化学的发展直接影响着化学教育的发展。贝采里乌斯大学毕业后马上投入化学教育领域，他在这个领域的辛勤耕耘，获得了丰硕的成果，极大地影响了 19 世纪瑞典和世界各地化学教育的发展。

总之，这个时期瑞典化学教育的发展已与英、法、德处于同一水准，在下一世纪的发展中，它们处于同一起跑线上。

二　俄国化学教育

15 世纪末至 16 世纪中叶，各俄罗斯公国以莫斯科公国为中心统一起来，形成了以俄罗斯民族为主体的封建君主国家。17 世纪中期，乌克兰与俄罗斯合并，俄国幅员更加广大，但经济上却远比西欧的一些国家落后。1697—1698 年，沙皇彼得一世（А.■，1672—1725）化名出访荷兰、英国等先进的欧洲国家，考察各国的政治、经济和文化教育，学习这些国家先进的科学技术。彼得一世回国后，在政治、经济、军事、科学和文化教育方面采取了一系列改革措施，促进了俄国资本主义因素的增长，为俄国的近代化学发展奠定了重要的社会基础。但在彼得一世统治时代，俄国资本主义因素的发展还相当微弱，这种客观情况决定了他只能在发展农奴制的条件下做点改良。彼得一世去世后，他采取的有些改革措施又被他的后继者取消了。俄国 17—18 世纪的化学教育就是在这样的社会历史背景下进行的。

在彼得大帝（即一世）18 世纪进行科学和教育革新之前，俄国的化学教育是与医药学教育融会在一起的，因为在这之前还谈不上什么独立的俄国化学，化学存在于制药业中，当时从事出售按一些复杂的药方所配制的成药的人员称为药剂师，而从事制造医药原料化学品的称之为化学师。化学师在药房还从事培养学徒的工作，这就是这个时期化学教育的主要方式，而当时的药业中心在莫斯科。

俄国化学是伴随着俄国科学院而发展起来的。早在彼得大帝访问欧洲的时候，莱布尼兹等著名学者就曾建议他在俄国建立科学院。第二年，彼得大帝被授予法国科学院院士称号。受此鼓励，彼得大帝从 1721 年起便让自己的侍医起草设立科学院的计划，并亲自进行补充修改，于 1724 年正式发布了设置科学院的法令，俄国科学院在彼得大帝去世不久的 1725 年正式在彼得堡成立。

科学院的建制分三个部分：一个部分以数学研究为主，另一个部分以物理（含天文、化学、植物等）研究为主，再有一个部分以人文科学（含历史、法律等）研究为主。

鉴于俄国的实际情况，彼得堡科学院的发展从一开始就有别于西欧其他国家的科学院。当时俄国科学人才不足，因此第一批科学院院士主要由聘请来的国外学者担任，其中德国人居多。而为了培养俄国自己的科学家，科学院还设立了附属大学和中学。这就要求科学院院士和工作人员一面从事研究，一面从事教学，即科学院担负有科学研究和科学教育并重的双重任务。正是在这种特殊的科学院制度中，培养出了俄国的早期科学家，包括化学家在内，其中最杰出的代表就是罗蒙诺索夫（М.В.Ломоносов，1711—1765）。他 1736 年被选送到科学院大学学习几个月后就被派往德国留学。正是在这里，罗蒙诺索夫初次接触到化学和其他自然科学的最新理论。在马堡大学他曾听著名哲学家和科学家沃尔夫（C.Wolf，1679—1754）的化学、矿业学、自然科学史、物理学等课，在弗赖堡听著名化学家和冶金学家亨克尔（Henkel，1679—1744）的冶金学课，他还阅读了波义耳、施塔尔等化学家的著作。在德国期间，他还游历了慕尼黑、法兰克福、科隆、柏林等城市，广开了眼界。罗蒙诺索夫几年后学成回国，1742 年被任命为副教授。当时科学院内存在着“外国派”和“俄国派”两个阵营，前者以德国人为主，势力较大，占据着科学院的统治地位，他们不重用和排挤属“俄国派”的俄国人。罗蒙诺索夫作为俄国第一代自己的科学家，在工作上就免不了在科学院内与

外国人发生冲突。他从 1742 年到 1745 年，连续三次向科学院提出建立化学实验室的申请，直到 1748 年才被批准实施，终于在 1749 年建成俄国第一个科学和教学用的化学实验室，当对整个实验室价值 2000 卢布。这一实验室的建成标志着俄国化学和化学教育开始了一个新的时期，以罗蒙诺索夫为代表的一批俄国科学家，这个时期已在科学院取得了一定的地位。罗蒙诺索夫不仅是一位杰出的化学家，以发现质量守恒定律和倡导物理化学闻名于世，而且是物理学家、矿业学家、气象学家和经济学家，还是一位诗人，他所写的诗在当时宫廷中获得极大的成功。同时，罗蒙诺索夫作为化学教育家也享誉俄国。他在 1745 年被选为彼得堡科学院院士的同时，被任命为化学讲座教授，这是俄国第一位名副其实的化学教授，他以全力来加强俄国科学人才的培养教育事业。他在 1741 年就已写成《数理化学原理》一书，在 1752—1754 年，用他编写的《纯粹物理化学概念》作教材讲授物理化学课程，每周两次，讲课的同时还做了许多不同的实验。他当时是这样给这一新科学下定义的：“物理化学是应用物理学的原理和实验来说明复杂物体化学操作中所发生现象的原因。”[①]他为科学院大学编制新章程草案，请求必要的款项。他的讲义和著作都用俄文写成，在这之前学者们都是用拉丁文和德文。他对俄国教育做出的最重要的贡献莫过于 1754 年在他主持下提出的创建“莫斯科大学”的意见草案。他认为：

“俄罗斯人不能满足于仅仅有些科学家而没有年轻的科学人才常常来接替他们的位置……为此科学院之外应另设大学。”[②]

1755 年 4 月，经叶卡特琳娜二世（А．Екатерина Ⅱ，1729—1796）签署的法令，俄国第一个独立于科学院的大学——莫斯科大学及附属中学（学业 8 年）正式开学了。按照罗蒙诺索夫的意愿，这所大学具有较大的世俗性，破天荒地在大学中不设神学系，而在所设哲学（即基础部，3 年）、法学和医学（即高级部，各 4 年）三个系的 10 个讲座中及附属学校的课程里都没有设置神学课。

大学由政府直辖，由教授会管理，有一定的自治权。莫斯科大学及其附属中学不仅本身培养了许多优秀人才,还对俄国 18 世纪及以后文化教育的发展起了推动作用。1779 年，在莫斯科大学附设了一所师范学堂，这就是俄国的第一所师范学校。

然而，莫斯科大学从创办之日起的一百多年间，化学教育总体水平并不高，因为从它的第一任校长开始就没有严格执行罗蒙诺索夫提出的规章制度，并且罗蒙诺索夫实际上没有参加任何有关大学后来的发展工作。在大学化学系的创办中，大学当局一开始就犯了无人监督的错误。它的最早建立的化学机构是 1775 年创建的医学系化学教研室，这个机构一直延续到 20 世纪 20 年代。从 1770 年到 1804 年间，莫斯科大学选拔了一批俄罗斯化学家和教授，包括泽别林（Зыбелин）、维尼阿米诺夫（Вениаминов）和博里特柯夫斯基（Политковский）等，其中泽别林在莫斯科大学首先用俄语而非拉丁语进行教学。

---

① А.Ф.卡普斯廷斯基：俄罗斯无机化学与物理化学发展简史，科学出版社 1956 年版，第 17 页。

② 同①。

罗蒙诺索夫的思想在某种程度上超越了他所处的时代，以至于他去世后的一个时期内在科学院并没有适当的继承人。后来，在科学院继续从事化学教育的有罗维兹（Т．Е．Ловиц，1757—1804）院士、赛维尔根（В．М．Севергин，1765—826）院士等，他们通过公开讲演方法普及化学知识。罗维兹 1786 年发现了碳的吸附力，1792 年把雪和氯化钙及苛性碱混合，首次获得—50℃的温度。他还为莫斯科大学 1803 年设置的化学研究室绘制了图纸。赛维尔根则是俄国化学工艺的奠基人。当时除了刊登纯化学及技术化学部门工作的“科学院通报”外，主要由于赛维尔根的支持，出版了“工艺学杂志”，发表了很多重要的化学工艺方面的论文。此外，在 18 世纪末，科学院还出版了一些化学教科书和所谓“引人入胜”的化学书，目的是想吸引民众对化学的兴趣和注意。

1773 年在彼得堡创立了矿冶学院，这是全俄罗斯高等技术教育的萌芽。这一学院在一百多年中是培养矿物及冶金（实用化学部门）工程师的唯一的俄罗斯高等学校。学院成立后不久便聘请了彼得堡科学院的院士们来担任教学。这样在几乎 150 年的时期内，学院与科学院建立了联系，从而极大地提高了化学教学的质量，甚至院士们的许多化学工作实际上也是在矿冶学院内完成的。该院第一个化学教授、俄国和瑞典科学院通讯院士卡拉梅舍夫（Карамышев）对化学实际非常重视。例如，当拉瓦锡做了用燃烧金刚石方法证明金刚石是一种天然碳的实验不久，卡拉梅舍夫就当着一些好奇人士的面，在一刻钟内烧掉了三块相当大的金刚石。从 1798 至 1801 年间，赛维尔根院士讲授化学，首先在俄罗斯采用非燃素说的观点教学。随着矿冶及冶金化学的中心地位作用日益显著，矿冶学院被认为是国民教育部中讲授重要科学知识的国家最高学府之一。

叶卡特琳娜二世在位期间，为了巩固其统治地位和寻求国际上的支持，曾竭力显示为开明君主，她自称是法国著名启蒙学者伏尔泰的学生，还与伏尔泰、狄德罗等人通信，声称愿意参照他们的意见治理国家。在写给他们的信中，她邀请法国启蒙学者参与制定俄国国民教育组织草案和协助她加以实施，这便是狄德罗提出《俄国大学计划》的由来。1773 年狄德罗来到俄国，幻想帮助女皇进行改革，而他那充满民主精神的改革方案完全不合叶卡特琳娜的意愿。奥地利在 1774 年刚刚实行了教育改革，其国情与俄国又近似，因此叶卡特琳娜二世决定参照奥地利的教育体系来建立俄国的教育体制。1782 年她聘请了奥地利学者主持成立了“国民学校委员会”，1786 年由该委员会起草的《国民学校章程》正式由叶卡特琳娜签署执行。章程规定，在各省城设立中心国民学校（4 级五年制），在县以下城镇设立初级国民学校（二年制）。在中心国民学校高级部（后三年制）设有机械、物理、几何、地理、自然、建筑学等科学课程。《国民学校章程》是沙皇政府颁布的第一个有关国民教育制度的正式法令，对俄国近代学校制度的建立起了一定的作用。在这之前，俄国的教育几乎完全是为贵族子弟服务的，这一法令的实施总算形式上给予全体国民以教育的机会，不论其阶级、出身、性别如何，尽管这在实际上很难办到。

由上可知，俄国的化学教育主要在 18 世纪的高等学校中开始实施，在中等学校里只是通过一些浅显普通的科学或自然课程传播一些零散的化学知识。18 世纪俄国中等教育实施科学教育较好的是一些实科学校，如 1701 年创办的莫斯科数学与航海学校，开设有数学、天文学、地理、测量学、航海

学等课程，并且进行个别教学。1715 年这所学校的航海班迁至彼得堡，并在此基础上成立了海军学院。彼得一世在世期间，彼得堡、莫斯科等城市还开办了炮兵学校，在一些港口设立了航海学校，在莫斯科设立了外科医学校（1707 年）、工程学校（1712 年）。18 世纪初为适应乌拉尔冶金工厂对采矿工业专家的需要，于 1721 年在乌拉尔创办了矿业学校。总之，正是彼得一世时期开了俄罗斯科学教育和化学教育的先河。

三　美国化学教育

美国 17—18 世纪的教育可分为两个阶段，前一阶段是建国前的教育，后一阶段是建国初期的教育。在建国前的英属殖民地时期，办教育的动机主要是宗教的，因为从欧洲各地迁来美国的移民一律都信奉基督教，包括英国国教派、加尔文派、路德派及其他新教教派，其办学原则完全是照搬英国模式。美国的第一所高等学校是 1636 年建立的哈佛学院，它是因接受牧师约翰·哈佛的大量遗赠而得名的。这是早期定居马萨诸塞的清教徒移民为了在新大陆实现自己的宗教理想而仿照剑桥大学的伊曼努尔学院建立的。学校规模小，仅设有神学科，不便称为大学，便以学院命名。整个 17 世纪中，哈佛仅由一名校长担任各年级的全部课程，包括宗教神学、希腊语、逻辑、历史、算术、几何、天文等，教学使用拉丁语，每周上课时间平均 5 小时左右。1693 年，弗吉尼亚的英国国教徒建立了美国的第二所高等学校，即以英国国王和王后的名字命名的威廉-玛丽学院。学院的一个重要特色是接受校内外社会名流共同组成的委员会的管理，这与英国的牛津与剑桥大学以教授委员会治理学校的方式不同，却与苏格兰大学的管理办法相近，甚至学院建筑也具苏格兰风格。美国的第三所高等学校是 1701 年在康涅狄格创立的耶鲁学院。尽管 17 世纪美国已有了自己的学院，但这块殖民地上层人士的子弟在整个 17 世纪乃至以后相当长的时期中，仍是被送到欧洲去接受高等教育，大多是到英国的牛津与剑桥大学学习法学，到爱丁堡大学学习医学。到 1769 年，美国一共办了 9 所这样的学院，除费城学院是私立的外，其余 8 所都是由宗教各派办的。

尽管这些学院的教派性质很强，但 18 世纪以来的社会潮流对学院的教派性质和课程的古典性质发生了冲击。哈佛学院于 1728 年设立了数学和物理学讲座，威廉-玛丽学院不久也开设了数学及物理学课程。18 世纪 50 年代，耶鲁学院已开设了几何、代数、二次曲线、微积分等数学课程，添置了物理实验用的仪器设备。1754 年创办皇家学院时，其校长在当年的纽约墨丘利报上公布的计划中主张开设数学、地理、物理、天文学、矿物学、动物学、测量、航海、农业等科学与实用课程。费城学院教务长于 1756 年提出了一个类似的计划，向学生提供实际的科学课程。由此可见，在殖民地的末期，高等学校已程度不同地开设一些自然科学课程，尽管这种实施科学教育的阻力是必然存在的，不少计划未能严格地执行，但它们的确反映了新世纪对高校的要求，以及美国当时高等教育的进步倾向。

早期的中等教育主要是一些拉丁文法学校，基本上是从欧洲移植过来的，没有任何自然科学课程。但 18 世纪对实用知识技能的兴趣日益增加，囿于古典知识的拉丁文法学校已不能适应这种新的需要，这样就出现了新型的文实学校（academy），其中最著名的是 1751 年由著名社会活动家和科学家富兰克林在费城办的费城文实学校。这种学校除了开设古典课程外，还开设了数学、物理学、天文学及航海术、测量术等科学和实用课程。此后，文实中学逐步发展起来，支配美国中等教育达一个多世纪之久。

18 世纪后半叶，殖民地经济壮大带来的与宗主国之间的矛盾上升为政治的和军事的抵触，以致爆发了美国独立战争。在 1775—1781 年的战争期间，教育发展曾受到破坏。战后的建国初期，美国教育进入恢复和发展阶段。首先是美国的开国元勋们，大多在欧洲受过新思想的影响，对知识寄予了极大的信赖，对教育也寄予了极大的希望，从而对建立国家教育制度也赋予了极大的热情。第一任总统华盛顿（G.Washington，1732—1799）在其 1797 年的

著名告别演说中指出：“作为首要的目的，必须促进为广泛普及知识而建立的设施。”[①]他还在遗嘱中留下了创建一所国立大学的一笔遗产。美国第三任总统杰弗逊（T.Jefferson，1743—1826）是独立革命时期直接制定教育方案的重要人物。他主张建立多级的教育制度，并着手直接建立弗吉尼亚州立大学。美国“文实学校运动之父”富兰克林，既是著名的思想家和政治家，又是著名的科学家和教育家，被认为是美国成人教育与社会教育的先驱，创建了美国第一个图书馆。他也十分重视科学在人类物质进步和道德进步方面的作用。到 18 世纪末，美国已有 27 所高等学校，其中 18 所是 1780 年以后建立的。较建国前虽发展得更快些，但规模仍很小，所有高等学校教师总共不过百人，学生总数也不逾两千，神学和古典学科仍在课程中占主要地位，教派和私人仍是控制高校的主要力量。

在当时 27 所高校中，只有 6 所不属特定教派的控制，4 所是州立大学。创办州立大学是 18 世纪后期美国高等教育发展的一个重要方面，因为根据 1787 年制定的联邦宪法和 1791 年批准的宪法修正案《人权法案》，将教育权利比较明显地归属于地方（主要是州），它对美国教育的发展产生了深远的影响，州立大学就是这种影响的直接产物，而美国一直未能创建国立大学也是这些法令影响的结果。然而，州政府办大学开创了教育史上政府办大学的先例，是对传统的教会办大学的挑战，这一步美国走在了欧洲各国之前。

18 世纪后期，美国高校教学内容受到独立后经济恢复和新思想的影响，有向现实靠拢的趋势。如哈佛学院和达特茅斯学院 1782 年以后设立了医科。对美国化学教育有重要意义的是，普林斯顿学院在 1795 年首次开设了化学课，拉什在 1799 年成为美国第一位化学教授。可以说，美国化学教育到 18 世纪末才刚刚起步，在此之前的科学教育发展，为化学教育的产生提供了必要的基础和条件。美国化学教育进入 19 世纪后才开始了真正的发展。

[①] 滕大春：外国教育通史（第 3 卷），山东教育出版社 1990 年版，第 363 页。

第五节　17—18 世纪化学教育的特点

17—18 世纪的化学教育是建立在中世纪化学教育发展基础之上的，然而，随着近代资本主义教育体系和近代化学体系的初步形成，17—18 世纪化学教育发展又具有了一些新的特点：

（1）从地域上看，17—18 世纪的化学教育主要在经济相对发达、特别是萌生了资本主义生产方式的国家获得了发展。其中包括英、法、德、瑞典、俄国、荷兰、美国等。一方面是社会物质生产的丰富为化学教育的发展提供了必要条件，另一方面，工商业的发展对实用知识的需求刺激了化学教育的发展。

（2）17—18 世纪化学教育是与当时普通教育和科学教育发展水平相适应的。资本主义教育体系从 17—18 世纪开始形成，其中一个重要方面是渗透了科学知识的教育，这是区别于中世纪普通教育的一个重要特征。正是随着 17—18 世纪科学教育浪潮的兴起而带动了化学教育的发展，并且化学知识最初是以“自然课程”或“科学课程”的面目与其他知识混合在一起出现在课堂上的。

（3）17—18 世纪科学教育内容包括数学、物理学、天文学、地理学、矿物学、植物学、动物学、化学、医药学、机械学、航海术、测量术等不同学科和知识。但相比较而言，化学教育仍比同期的数学、物理学、天文学、地理学、医药学等学科的教育发展水平要低，起步也要晚，普及程度也要小。这并不是因为社会对化学教育的需求不迫切，而是由于这个时期化学学科自身也刚刚处于形成时期，其完善程度远不能与那些较古老的学科同日而语。因此，17—18 世纪的化学教育仍常常寓于医药学教育之中，这是对中世纪后期化学教育形式的直接继承。因为从大学专业设置来看，不仅是传统大学，即便是新建立的大学也没超出文、法、神、医四类。这样，要想在大学里讲授或接受化学教育，就必须依赖医学专业。化学教授常常是由医学教授来兼任，化学家常常是学医出身。从药剂师学徒开始接受化学教育在法、德等欧洲大陆国家更为突出，而英国则是自学成才走上化学研究道路的业余化学家偏多。实际上，17—18 世纪还未出现专门培养未来化学人才的专业、系、科或其他机构，从事化学研究还未成为一项谋生的职业，几乎所有的化学家都是通过非专业化学教育途径成长起来的，并往往具有非化学专业的一技之长。

（4）在学校教育中，17—18 世纪的化学教育主要出现在高等学校。化学作为一门独立的科学学科在 17 世纪中叶才形成，而当时的大部分化学知识是在 18 世纪才产生的。因此，这个时期初、中等学校几乎谈不上什么化学教育，最多在专科或实科中等学校有一些零散化学知识的传授。高等学校的化学教育成为这个时期化学教育的主要基地。由于传统的老牌大学仍以神学和古典课程为主，大学管理权主要掌握在教会特别是天主教会手中，化学教育很难在这些大学中展开。事实上，化学教育主要是在一些新建立的高校、非天主教会高校、非教会高校或非传统型高校中进行的。化学教育的发展与高校教育的改革休戚相关。化学教育通常在君主开明的国家和在世俗性较强、教会势力较弱、追求实用知识的高校里开展得比较好。

（5）中世纪以艺徒制实施化学教育的形式仍然存在，不过随着大规模工场手工业和机器大工业的迅速发展，这种教育方式就显得过时了，取而代之

的是正规的职业技术教育，它主要通过各种职业学会、职业讲习所甚至职业学校向工人传授必要的化学知识。

（6）化学教学方式除了在大堂上进行演讲外，已增加了当堂进行化学实验演示的操作。许多化学家则是在师徒式化学教育中成长起来的，即学生通过协助老师从事实际的化学研究工作而从中掌握很多化学理论知识和实验操作技术，并培养化学研究能力。

（7）17—18 世纪推动化学知识传播的一种重要方式是借助于各种化学教科书、著作和刊物，特别是这个时期出现的化学教育史上的经典教科书与讲义。许多化学家正是在青少年时期通过阅读这些化学书籍而对化学发生兴趣，有些化学家则完全是依靠自学化学书籍和自己照书本做实验来掌握化学知识与实验技巧。事实上，由于当时学校化学教育很不规范，大多数化学家必须依靠自学才能成才，这主要借助于当时的图书资料来达到。另外，游学也是当时一种时髦的求学方式，即求学者到全国甚至世界各地拜师访友，增进最新化学知识的掌握。这种求学方式也促进了留学制度的形成。如果没有这些自学方式，特别是没有各种化学书刊的出版，17—18 世纪化学家的人数也许会大为减少。17—18 世纪几乎各种正规学会都办有自己的刊物，而第一份专门的化学刊物是 1778 年由德国人克瑞尔（L.von Crell，1744—1816）创办的《化学杂志》，第一份专门的法文化学刊物是 1789 年由拉瓦锡、德·莫沃、蒙日、贝托雷和阿德特（P.A.Adet，1763—1832）印行的《化学年鉴》，它至今仍在出版。

（8）17—18 世纪的各种学会，包括国家科学院在内对化学教育的发展做出了很大贡献。这种形式几乎在所有开展化学教育的国家中都存在。各种学会一方面是包括化学家在内的科学家自己的科学组织，在这里可以进行集会、讨论、交流、研究和维护自己的利益；另一方面，化学家通过学会利用演讲等形式向广大青年和平民百姓普及化学知识。有的学会甚至还开办学校，招收学生，这正是俄国科学院不同于其他国家科学院的一大特点。

（9）在开展化学教育为数不多的国家中，发展水平并不平衡，大致可分为三个档次。第一，英、法、德三国开展化学教育最发达。近代化学的确立主要得益于这三个国家化学家的卓越贡献，同时这三个国家的普通教育也代表了 17—18 世纪的最高水准。其中又以法国化学教育发展相对较完善和齐整，特别是在 18 世纪最后 10 年，它的高等化学教育课程已趋近近代结构。法国的化学教育影响了英、德两国化学教育的发展。英国化学教育在 18 世纪中叶曾处于领先地位，德国化学教育则后来居上，特别是大学改革运动，为化学全面进入高校打开了方便之门。第二，瑞典化学教育水平处于第二个档次。瑞典化学教育主要是从 18 世纪开始起步的，但到了 18 世纪末时，它已与英、法、德化学教育处于同一水平线上。第三，其他国家的化学教育水平则属第三档次。它们在 17—18 世纪主要处于借鉴和学习别国的化学教育阶段，化学这门学科才刚刚开始在这些国家寻找到生长的土壤，像美国，几乎完全是在为近代化学教育的产生做各种准备。

（10）17—18 世纪化学教育发展最有意义的一个方面也许是它的教育内容的变化，特别是在化学理论方面。波义耳的元素定义使化学教育内容具有了近代科学的意义，燃素说的提出，彻底结束了炼金术理论在化学教育中的统治地位，燃烧氧化学说的出现使化学教育具有了真正的科学理论内容，它是近代化学教育体系形成的关键一步。燃素说的化学教育使化学家头脚倒置

地看待化学世界，取而代之的燃烧氧化说的化学教育才使新一代化学家正确认识化学世界。正是在这个转变过程中，以燃烧氧化学说为中心内容的化学教育体系，才顺利迎来了 19 世纪的化学发展。

总之，17—18 世纪的化学教育确实呈现出不同于中世纪化学教育的许多特点，它开了近代化学教育发展的先河，为 19 世纪化学教育全面而系统的发展打下了必不可少的基础。然而，17—18 世纪的化学教育毕竟仅仅是近代化学教育的起步阶段，无论是化学教育的形式、规模、管理、体制，还是教学条件、课程、教材、实验建设等方面，其水平都不高，一切都显得很简单、粗糙，远不能适应社会和时代的需要。近代化学教育体系的最终形成要到 19 世纪才得以实现。

第四章　近代化学教育（二）
——19 世纪化学教育

在 19 世纪之前，几乎没有系统的科学教育，而在近代化学革命前更谈不上什么系统的化学教育。从 13 世纪起，控制西欧各个大学的经院哲学，在 17—18 世纪仍然固守着它的阵地。近代科学诞生以来，学术研究工作不是在大学中进行，而是由从 17 世纪起新建立的意大利猞猁学院和西芒托学院、英国皇家学会、法国巴黎科学院、德国柏林科学院、俄国圣·彼得堡科学院等科学社团承担。对此，英国学者亚·沃尔夫（AbrahamWolf，1876—1940）曾说：

“人的精神长期受传统和权威的禁锢……但一些勇敢的有识之士还是冲破了经院哲学的枷锁，冒险航行到地图上没有标绘过的海洋，想亲眼看看世界，用自己的理智解释它。大学可望带头，或者至少参与这个理智解放运动。但是它们根本没有这样做，因为它们受教会控制。哲学仅仅是神学的侍婢，而大学则是教会的灰姑娘。事实上，这个时代的鲜明特点是，绝大多数现代思想先驱都完全脱离大学，或者只同大学保持松弛的联系。为了培育新的精神，使之能够发现自己，就必须有新的、本质上真正世俗的组织……科学社团正是顺应新时代的新需要而诞生的。就在这种社团里，现代科学找到了机会，受到了激励，而大学不仅在 17 世纪，而且在以后相当长的时间里都一直拒绝给予这些。”[①]

在这种情况下，尽管近代化学教育已在这些科学社团中有所孕育，但也只是某些化学家或者药剂师私下里通过师徒制方式来传授化学知识；而在大学里，化学即使列入课程表，也仍被作为医学的一个学科加以讲授，例如 18 世纪的波尔哈夫在德国莱登大学医学院就是这样做的。然而，随着 18 世纪末期之后近代大学教育的改革、工业革命的发生、化学的长足进步，化学在各国大学的科学课程中逐步赢得了自己的地位，19 世纪化学教育在法国、德国、英国、俄国和美国等国家日益开展起来，为 20 世纪现代化学教育的形成奠定了基础。

[①] A.沃尔夫：十六、十七世纪科学技术和哲学史，商务印书馆 1985 年版，第 64—65 页。

第一节　历史背景

19 世纪，作为一门基础科学的化学已经确立，同时化学教育也获得了发展。这与当时的社会历史条件有密切的关系。

1.近代大学教育改革使化学教育的发展成为可能

近代科学教育发端于 18 世纪末法国的教育改革。18 世纪从 20 年代到 70 年化，一场伟大的思想解放运动，即法国启蒙运动开展起来了。传统大学（大多数还是中世纪教会式的，分成神、法、医三个专业学院，和一个作为初级学院的哲学院）的古典教育所提供的知识与日益增长的科学之间的严重脱节经常受到抨击。正如百科全书派的思想家批评的那样，传统大学的教育在为社会职业和为教育、行政管理提供人才方面，不仅质量很差，而且与此毫不相干。他们认为，一种含科学成分较多的现代化教育较之通常只讲授法律、神学和古典医学更为实用。于是，关于传统大学是否必须改革，关于在这些大学之外是否必须建立新的学校或专门化职业培训机构等问题，便在法国首先提了出来。

1789 年法国大革命后，世俗知识分子打破了以前牧师们实行的智力垄断。科学受到革命政府重视的最初表现是，成立了由数理学家拉普拉斯、拉格朗日、蒙日和大化学家拉瓦锡等组成的委员会，并在全国范围内解决度量衡的统一问题。但更为重要的是创建了近代科学教育。这一新的科学教育体系是建立了一批有利于进行科学教育的新型高等学校，主要是培训政府行政人员和学校师资，其中包括卫生学校，即后来的医学院，特别是著名的多种工艺学校和高等师范学校，两者在 19 世纪成为科学教育和研究的重要中心。这些新建立的科学教育机构，不仅引进了自由探索的科学精神和具有精良的实验室设备，而且有法兰西学院、自然史博物院和天文台这些纯粹研究机构作为它们进行科学研究工作的有力补充。

由于这种新的科学教育体系的形成，使法国在 19 世纪前 30 年处于世界科学的最前列，几乎在所有科学领域都有著名科学家在从事高水平的研究。在数学方面有拉普拉斯、拉格朗日、蒙日、勒让德（A.M.Legendre，1752—1833）、傅里叶（J.Fourier，1768—1830）、彭色列（J.V.Poncelet，1788—1867）；物理方面有查理（J.Charles，1746—1823）、毕奥（J.B.Biot，1774—1862）、马吕斯、安培、泊松、阿拉果（D.F.J.Arago，1786—1853）、卡诺（N.L.S.Carnot，1796—1832）；生物学方面有拉马克（J.Lamarck，1744—1829）、圣-提雷尔（Saint-Hilaire，1772—1844）、居维叶（G.Cuvier，1769—1832）；化学方面则有（拉瓦锡之后的）贝托雷、德·莫沃、孚克劳、盖-吕萨克、泰纳尔、沃克林（N.L.Vauquelin，1763—1829）、杜隆、珀替（A.T.Petit，1791—1820）等。他们大多数既从事科学研究，又进行科学教育工作，吸引了许多法国和外国学生到他们的私人实验室工作。

与法国不同，由于大学是德国科研和学术的真正代表，因而德国的科学和教育制度的改革，是利用既有大学的旧形式又设法注入新的内容。开辟德国大学新时代的应当是 17 世纪末之后建立的哈雷大学和哥廷根大学。它们较早地摆脱了宗教神学的束缚，注意采用近代科学和哲学，立足于在思想和教学中贯彻自由探求真理的原则。但是，1806 年普鲁士被拿破仑攻陷，失去了哈雷大学。德国人为使失去的物质要由精神来补偿，强烈要求创建一些新的大学，并把它们发展成为科学与学术的中心。为此，普鲁士教育大臣威

廉·冯·洪堡（Wilhem vou Humboldt，1767—1835）在社会各阶层的支持下，于 1809 年发起建立了柏林大学。

建立柏林大学的指导思想是尊重自由的科学和学术研究，因而成为 19 世纪德国大学理想的真正致力于科研和教育的最显著代表。此后，有许多大学都模仿柏林大学进行了整顿或新建。在这些大学中，新的科学学科如物理、化学、生物学等不断被引入，教授席位也从原先的一般哲学教授分化出了数学教授、物理学教授、化学教授、生物学教授、天文学教授等。教学方式则由单纯的讲课演变为“讨论班”的形式（由一名教授和若干学生或助手组成的小组），学生的学位论文也是以这种讨论班中产生的创新研究为基础的。化学作为一门学科正是由一些著名化学教授如李比希（J.vonLiebig，1803—1872）、维勒（Friedrich W ■hler，1800—1882）等引入德国大学的，并由此形成了颇有特色的德国化学教育。

19 世纪中期之后，成功的德国大学改革相继为法国、英国、俄国，特别是美国所仿效，这就使化学进入各国大学成为可能，并为近代化学教育创造了条件。

2.近代工业革命使化学教育发展成为必需

18 世纪后期，爆发了震撼世界的近代工业革命，即人们常说的第一次工业革命。蒸汽机是这次工业革命最伟大的技术成就，它的普遍应用对近代工业体系的形成，具有不可磨灭的功绩。到 19 世纪 30 年代，英国纺织业实现了向蒸汽动力的过渡，生产效率大幅度上升，纺织工业规模得到了迅速扩大。19 世纪以后，蒸汽抽水机和蒸汽凿井机在煤矿得到普遍应用，使煤炭产量迅速增长，推动了煤炭工业的大发展。此外，近代工业革命也推动了铁路运输、航运、机械制造等工业的发展。

同时，化学工业受近代工业革命的影响，也得到了长足的进步。19 世纪是无机化学工业和有机合成工业兴起和繁荣的时期，大规模的制酸、制碱、漂白、火药、无机盐、染料、纤维等工业发展起来。为了适应纺织工业迅速发展的需要，作为主要化工原料的三酸（硫酸、硝酸、盐酸）二碱（纯碱、烧碱）工业首先获得发展，先后出现了铅室生产硫酸的方法、路布兰制碱法、索尔维制碱法、电解法制造烧碱以及氧化法制造硝酸等。19 世纪初，随着煤炭工业、冶金工业、炼焦工业和煤气工业的发展，煤焦油的利用就成为当时生产中迫切需要解决的一个重要问题。于是，形成了以煤焦油（可分离出诸多重要芳香族化合物）为原料的染料、药品、香料、炸药等有机合成工业。此外，19 世纪中期之后，化学肥料工业也得到了发展。

化学工业的迅速发展需要大量的化学化工人才，必然推动化学教育的发展。资产阶级为了本阶级的利益和发展工业，要求教育从经院式的教学转变为培养有科学知识、有工商管理经验、有研究能力的新型人才。许多有识之士也都认为，加强自然科学教学，是加速工业发展的关键。例如著名化学家拉瓦锡在法国雅各宾派革命民主专政时期，曾受国民议会“艺术和手工艺执行委员会”委托起草了一个发展工业的计划。在建议中，他强调自然科学包括实验物理学、化学、博物学、农业基础和应用几何学等的教育，并详细说明各自然学科对发展工业生产的意义和作用。要求重视劳动教育，掌握木工和金工的基本操作方法；建议学校要广泛开展科学研究，为工业提供新技术、新方法，同时开办一些有关机械、化学和手工业的学校，以适应民族工业的需要。19 世纪，化学工业的发展对化学教育的呼唤越来越紧迫，还由于学习

与药物、采矿和分析、纺织、化学制造业相关的化学知识往往可以为学生提供许多寻找职业的机会，于是在大学中设立具有教学功能的实验室，特别是工业实验室便应运而生，尤其是那些专门的化学教育机构，为了适应化学工业的发展也得以诞生。

这种情况可以从英国皇家化学学院的建立看出。最初倡议建立化学学院的是两位实业家里奥伊德（John Lioyd）和加德内尔（John Gardner）。他们认识到，利用化学可以帮助其实现获得巨大经济效益的目标。这样，于 1845 年 10 月化学学院成立，聘请李比希的学生霍夫曼（August Hoffmann，1818—1892）任教。该学院起初是一个私人赞助的组织，目的是促进化学学科的发展及其在农业、工业、制造业和医药行业中的应用，因此得到了社会各界多方面的赞助，包括制造商、医生、药剂师、化学家、农业家，合计 760 人。罗伯兹（G.K.Roberts）研究了其中 560 名赞助人，发现土地拥有者占 27.3%，化学家和药剂师占 19.6%，医生占 17.7%，制造商占 12.7%。这表明当时英国实业界对化学的信赖，相信化学教育可以解决众多的职业需求问题。这不仅表现在金属冶炼和提纯、酿造、肥皂、印染、煤气工业以及其他化学工业需要有自己的化学人才，就是农业生产、采矿以及医药行业也需要相应的化学家、化验员和医生。正是这种工业上的职业需求使得皇家化学学院获得了如此广泛的支持，从而保证了它的生存和发展。

3.近代化学发展把化学教育发展推向高潮

自 1789 年法国化学家拉瓦锡提出氧化学说推翻燃素说进而发生了一场化学革命之后，近代化学在整个 19 世纪获得了迅速的发展。在无机化学方面，道尔顿和阿伏伽德罗（A.Avogadro，1776—1856）分别提出了原子论和分子假说，贝采里乌斯和戴维提出了电化二元论，这些理论引导着欧洲各国化学家在无机化合物的分析和合成、元素原子量的测定上做出了许多发现。在此基础上，康尼查罗（S.Cannizzaro，1826—1910）和门捷列夫（Д.И.Менделеев，1834—1907）又分别提出了原子分子论和元素周期律，使无机化学体系日臻完善。在有机化学方面，李比希首先提出有机基团理论，杜马（J.B.Dumas，1800—1884）提出取代学说，热拉尔（C.F.Gerhardt，1816—1856）又建立了类型理论，然后又由凯库勒（F.A.Kekule，1829—1896）和布特列洛夫（А.М.Бутлеров，1828—1886）等人确立了经典有机结构理论。此外，在 19 世纪后期，物理化学也由奥斯特瓦尔德（F.W.Ostwald，1853—1932）、范霍夫（J.H.van ’t Hoff，1852—1911）、阿累尼乌斯（S.A.Arrhenius，1859—1927）等人发展起来，还有生物化学也开始起步。

19 世纪化学的繁荣，推动了近代化学教育的发展。这主要体现在以下几个方面。首先，化学的发展促进了各大学聘请著名化学家来从事化学教育工作。进入 19 世纪中期后，由于化学惊人的增长势头及其对工业生产的巨大作用，越来越引起各国政府或大学当局的重视。为了培植自己化学研究的力量，各国大学都积极开设化学课程，并聘请著名化学家任教。道尔顿 1793 年在曼彻斯特一个学院任数学、物理讲师的同时又开设化学课。英国皇家化学学院建立后，维多利亚女王丈夫艾伯特（Albert）亲任院长。当时李比希的化学成就在英国享有巨大的声誉，而艾伯特亲王作为德国波恩大学的毕业生对此有相当的了解，于是要求李比希推荐一位化学学院的教授。就这样，作为李比希的高足霍夫曼出任了这个职位。同样，1851 年曼彻斯特欧文斯学院刚一

成立，便聘请李比希的另一位学生弗兰克兰（E.Frankland，1825—1899）做了首任化学教授。在 19 世纪，除英国之外，德国、法国、俄国等欧洲国家聘任化学家到大学做化学教授几乎成为一种时尚。

其次，化学研究规模的扩大促使许多化学家为化学教育而奔忙。19 世纪，随着科学专业化速度的增长和科学家自我意识的增强，化学家们对于化学研究规模的扩大越来越有了清醒的认识。他们不再满足于那种个体的独立研究，而去寻求一种集体性的合作研究，这不仅表现在寻找合作者方面，而且表现在对化学人才训练、培养的关心上。这对化学共同体的形成以及把化学家个人与集体联系起来发挥其社会功能是非常重要的。像贝采里乌斯、盖 - 吕萨克、杜马等人都是在其私人实验室中培训化学人才的大家。而李比希、维勒、霍夫曼、凯库勒、齐宁（Н.Н.Э и н и н，1812—1880）等人则是通过建立化学教学实验室来培养化学研究者和化工专家的著名化学教育家，他们在化学教育中都形成了自己的化学研究学派。

再次，化学发展的巨大成就吸引了许多年轻学者进入大学接受化学方面的训练和学习。19 世纪化学取得的惊人成就强烈地吸引着欧洲各国青年。不要说原先就对化学感兴趣的学生纷纷赶赴著名化学家身边，就是已经学了其他学科的学生，在亲眼目睹了化学的成就之后也来学习化学。例如霍夫曼、凯库勒原来是分别学习法律和建筑的，最初对化学并没有什么明显的爱好，但当他们在不同的机会听了李比希讲授的化学课程后，就被这门神秘的、有着无限发展前途的新学科吸引住了，于是转而跟随李比希学习有机化学，并在此后都对有机化学做出了巨大贡献。

从总体上讲，如果考察一下 19 世纪的化学发展史的话，就可以看到：哪个国家化学发展较快或者哪所大学化学师资等实力雄厚，其化学教育水平也必然是相当高的。19 世纪初，法国是当时的化学中心，因而在培养化学人才方面也首屈一指。19 世纪中期之后，德国成为欧洲国家的化学中心，其大学化学教育便取代法国成为培养欧洲化学家的中心。此后，由于德国大学化学教育的成功，包括法国在内的其他国家诸如英国、俄国和美国也仿效德国模式发展化学教育，致使近代化学教育大范围、大规模地开展起来。

第二节　法国化学教育

从 18 世纪末期开始，法国是世界科学的中心。到了 19 世纪的头 30 年，法国科学的领导地位更加明确了，这与前面已提到的多种工艺学院、高等师范学院等几所高等教育机构具有密切关系，从而推动了当时法国科学研究和科学教育的发展，当然也同时促进了化学教育的开展。

18 世纪 80 年代，由于拉瓦锡提出了科学的氧化学说而在法国化学界酝酿着化学史上的一次伟大变革，但是要真正实现这种氧化学说对旧的燃素理论的变革却有赖于化学家的旧观念的更新，于是近代法国的化学教育便围绕着对新的氧化理论的宣传开始了，其阵地是多种工艺学院。多种工艺学院于 1794 年在巴黎创建，拥有当时较为先进的实验室（为科学家私人所有）和设备，选聘法国最杰出的科学家任教，向学生提供系统的科学技术教育。按照其创建人之一蒙日的计划，多种工艺学院每年招收年龄在 16—20 岁的学生 400 名，通过 3 年的培养使他们成为适合于国家需要的工程师。课程安排是头 2 年学习普通的科学课程，最后 1 年进行职业训练。在这 3 年中，每年开设一门化学课，由当时最著名的化学家主讲。第一年，孚克劳在沃克林的帮助下讲授基础化学理论和酸碱盐化学；第二年，夏比塔（J.A.Chaptal，1756—1832）讲授动植物化学；最后一年，德·莫沃在佩利提埃尔（Pierre-Jo■eph Pelletier，1788—1842）的帮助下讲授矿物质化学。贝托雷则从总体上讲授化学物质的演化。他们作为拉瓦锡的拥护者，在授课过程中贯穿了新的氧化理论，极大地促进了近代化学革命的深入发展。

应当指出，以上拉瓦锡的拥护者的化学教育活动并不仅仅限于多种工艺学院，他们还在巴黎其他学校或巴黎之外的学校任化学教职。如孚克劳在巴黎附近的阿尔佛特皇家兽医学院、在由罗齐尔（J.F.Pilatre Rozier）创办的法国公立中学以及巴黎矿业学院讲授化学和自然史的关系及其在医学中的应用。又如沃克林最初是孚克劳在多种工艺学院的实验室助理，后来成为该院的化学教授（1794—1797 年），随后又分别在法兰西学院（1801—1804 年）、自然史博物院（1804—1811 年）、医学院（1811—1822 年）做化学教授或应用化学教授。还有夏比塔，除了在多种工艺学院任教外，也曾在蒙皮利埃尔医学院讲授过化学（1780—1795 年）。

到 19 世纪初的前 30 年，贝托雷、德·莫沃、孚克劳、沃克林的继承者诸如盖-吕萨克、泰纳尔、舍夫勒（M.E.Chevreul，1786—1889）、杜隆、珀替等人在化学教学活动中，把化学实验家和化学理论家的长处充分融合在一起，致使那些对化学感兴趣的青年一时间都拥到巴黎来聆听他们的化学课程，幸运的学生还能在他们的私人实验室中进行短时间的工作。泰纳尔曾听过孚克劳和沃克林讲的化学课。泰纳尔从 1804 年开始在法兰西学院任职，1808 年被聘为巴黎索邦大学理科院系化学教授，在 1845—1852 年还担任了法国教育体系中的最高职位——法兰西大学教育大臣。他的著作《化学基础》是当时法国和其他国家的主要化学教科书，从 1813—1836 年总共再版 6 次。杜隆在多种工艺学院学习医学和植物学，后又转为学化学，并当过泰纳尔的助手，随之在巴黎索邦大学理科院系和多种工艺学院任化学教授。舍夫勒则在自然史博物院从事化学教学活动。但是，这个时期进行化学教学更为成功的是盖-吕萨克。盖-吕萨克于 1800 年毕业于多种工艺学院之后又进入桥梁公路学院学习，1801 年邂逅贝托雷。贝托雷对这位年轻人的才能颇为欣赏，就

把盖-吕萨克带到阿乔诙做了他的助手。在那里，作为阿乔诙学派的成员盖-吕萨克开始接受了贝托雷在化学研究方面的训练。此后，他不仅成了一个著名的化学家（在化学理论方面确立了气体简比定律和氰基概念，在实验方面则将容量分析方法引进化学研究并和泰纳尔合作改进了有机分析方法），而且还以一个优秀的化学教师闻名于世。他在多种工艺学院先后做过助理、辅导教师、荣誉化学教授，在孚克劳逝世后又被聘为化学教授，还在索邦大学理科院系任物理教授，1832 年后又在自然史博物院任普通化学教授。盖-吕萨克的学生可以说有几千名，而能够在其私人实验室中同他直接接触的主要是贝鲁兹（Théo-Phile-Jules Pelouze，1807—1867）、弗雷米（Edmé Fremy，1814—1894）、李比希和杜马等人。盖-吕萨克、泰纳尔、杜隆等人的化学教学的特点是结合实验和理论进行讲授。正如李比希在其自传中所说：

“盖-吕萨克、泰纳尔、杜隆等人在索尔本的讲演对我有难于形容的魅力……法国人的讲演（通过语言的天才）所具有的科学问题的逻辑明晰性是别的语言难于达到的，因此，泰纳尔和盖-吕萨克成了实验论证的大师。讲演是由得体地安排好的前后相继的现象——那就是实验——所组成的。它们的联系是由口头讲解来完成的。实验的确使我感到高兴，因为它以我所理解的语言对我讲话。”[①]

然而，19 世纪初实验室工作还不是法国化学教学的主要组成部分，在巴黎所有高等教育机构中没有供学生使用的公用实验室。从事化学教学活动的化学教授们，只是在其私人实验室中向经过他们精心选择的学生提供某些激励，而非严格的指导。例如孚克劳曾向沃克林提供过这种机会，而沃克林也向泰纳尔提供过类似的机会。盖-吕萨克作为贝托雷的学生则在实验室教学工作方面对其私人学生贝鲁兹、杜马和李比希产生了很大的影响。

这种教学方式尽管给法国化学带来了短暂的繁荣，但到 19 世纪 30 年代后就显示了它的弊端。这时法国科学教育制度除了科学教职的建立、某些科学系科的设置和私人实验室外，逐渐固定成为一种缺乏活力的范式，尤其是体制上的中央集权制（在开始时曾一度推动过改革）这时成了前进的障碍，诸如课程设置、教学内容、教学方式乃至学生学习进度等方面的硬性规定。在这种情况下，创造性的化学家极少是既有体系培养出来的，他们往往是一些怀有科学激情的个人，凭借自己所具有的化学兴趣，又有机遇在巴黎某个学院中遇到他的老师而得以在其私人实验室中发挥自己的才干。

这种情境在盖-吕萨克的学生贝鲁兹和杜马的私人实验室中有所改变。贝鲁兹在多种工艺学院（1831—1846 年）、法兰西学院（1831—1850 年）担任化学教授，创立了当时法国最重要的私人实验室化学学派[①]。他在其私人实验室中向学生提供了较之盖-吕萨克更为宽广的指导，像 19 世纪伟大的化学家贝特罗（P.E.M.Berthelot，1827—1907）也曾受过贝鲁兹的教导。

但是，法国第一个向学生提供实验室教学的化学家却是杜马[②]。杜马虽然出生在法国，但他却在瑞士日内瓦接受其早期的科学教育。在那里，他先后

[①] [美]F.卡约里著，戴念祖译：物理学史，内蒙古人民出版社 1981 年版，第 397 页。

[①] J.F.Maurer，Concise Dictionary of Scientific Biography，Charles Scriberer'sSon，New York，1981，542.

[②] J.R.Partington，A History of Chemistry （4Vols），London，New York，1964，Vol.IV，337.

听了沙苏尔（Theodore de Saussure，

1767—1845)和孔德尔(de Condolle)、彼克泰(Marck Pictet)及德 拉 利夫（Gaspard de la Rive）分别讲授的植物学、动物学或物理学和化学课程。当他从德国著名地理学家威廉·冯·洪堡之弟亚历山大·冯·洪堡（Alexander von Humboldt，1769—1859）那里知道了巴黎是当时化学研究中心之后，杜马便于 1823 年到了巴黎，跟随盖-吕萨克学习化学，还在阿拉果的推荐下做了多种工艺学院泰纳尔教授的实验室助手。从 1828 年开始，杜马把自己的研究集中到了刚刚诞生的有机化学领域中，由于他不懈的化学追求和正确的方法，到 1832 年就已发表了 50 篇（部）论文或著作，并当选为巴黎科学院院士。同时，他也从事化学教学工作，并把教学工作同研究工作置于同等的位置。这可从他在一系列院校任教明显看出：多种工艺学院辅导教师（1824—1936 年）和教授（1836—1838 年）；在法兰西学院接替泰纳尔作教授（1828—1836 年）;中央工艺学院普通化学教授(1829—1832 年和 1843—1849 年)，分析化学教授（1830—1843 年），工业化学教授（1831—1843 年），索邦大学理科院系助理教授（1832—1841 年）和教授（1841—1868 年）、医学院系有机化学教授（1838—1852 年）。杜马对教学一丝不苟，教学组织有方，语言形象生动，富有哲理性和激励性，因此，他所讲授的课程受到了学生的普遍欢迎。正如后来成为著名微生物学家的巴斯德（L.Pasteur，1822—1895）记述当时的情况时说：

“我正在索邦理科院系学习时，著名化学家杜马先生讲授的课程简明易懂，教室虽然大而宽敞，但总是座无虚席。因此，就像到戏院看戏一样，提前半小时占据一个好位置非常重要。在讲课中经常听到喝采和鼓掌声，平时上课的人数总有六七百人。”[①]

但是杜马与其老师盖-吕萨克的不同之处在于,他对学生的鼓励并没有仅局限于课堂里。1824 年，杜马成为多种工艺学院辅导教师，负责管理一个预备室，尽管设备十分简单，但他还是在其中向学生进行普通化学的演示教学，也邀请一些青年学生协助自己进行研究工作。1832 年后，杜马在多种工艺学院建立了一个私人实验室。在这里，他向学生首次提供实验室教学，和他们共用自己的设备。1838 年，他为了在实验室中容纳更多的学生，又在自然史博物院附近建立了居维叶大街私人实验室，接受来自本国和外国的学生从事实验室工作。在实验室，杜马作为一个精细分析家反复向学生传授其熟练的实验技巧和灌输研究精神。为此，梅尔森斯（Louis Melsens）描述道：

“我永远会激动地记得这样一个日子：他的热心最终使我成为他的一个学生。我虽然对化学懂得很少，但希望在他指导下学习的欲望依然单纯而热烈地激励着我：‘年轻人，工作吧！你会成功的！’他的话语至今萦绕在我的心际，‘因为我将在实验室里给你以鼓励和帮助’。这位知名教师的伟大象征，除了公开的讲课之外，还在于他在实验室中友好而迷人的谈话，给有幸聆听其教诲的学生留下深刻的印象。他的全部教育工作都在创造一种科学研究的感觉。”

[①] L.Pasteur Vallery-Radot，Core-spondence de pasteur 1840—1895（4 Vols），Paris，1940，Vol.i，81.

佩里高（Eugene Peligot）也曾写道：

“当我在杜马实验室从事科研工作时，他曾多次帮助了我，使我受惠于他的建议和经验，提高了我的实验分析技能。”[①]

杜马作为一名优秀的化学教师在巴黎许多高等教育机构任教，从而吸引了众多的青年，培养了不少人才，主要有：比纽（Bineau）、布莱（P.Bovllay）、波易斯(Bovis）、卡奥斯（AugusteCahours）、切文狄尔（Chevandier）、达尔塞（Darcet）、法夫勒（Favre）、普罗伏斯泰（Provostay）、马丽格纳（Marignac）、梅逊(Masson)、马梅尼（Maumené）、路布兰（Félix Leblanc）、沙尔维特（Salvatat）、斯克瑞贝（Scribe）、斯塔斯（Stas）、华尔特（Walter）、圣特夫勒（Sait-Evre）、皮利亚（Rafael Peria）、梅尔森斯、佩里高、巴斯德，特别是杜威勒（Sainte-Claire Deville，1818—1881）、罗朗（A.Laurent，1807—1853）、热拉尔、武慈（Charles-Adophe Wurtz，1817—1884）等。他们在杜马的实验室中工作，学习他已有的实验技巧，吸取他从事科学研究的宝贵经，并参与他的研究工作，从而围绕杜马形成了一个化学研究学派。对此，杜马自己说：

“……学派领袖或实验室领导的情形并没有被认为是这样一种职位，即围绕自己聚集一批勤奋而刻苦工作的学生，并以自已亲身经验而得到的建议来帮助他们。但是，事情并不如此。作为一个实验室的领导者需要树立一个表率形象，完全致力于其任务的实现，必须第一个到实验室最后一个离开，必须亲自动手实验，耐心工作；而学生则因他们的领导而感到自豪。为了吸引科学界的注意，学派必须有所发现，具有创新的思想和令人赞赏的著作。在这样一种影响之下，对工作的责任感就会得到加强，迸发出的创造力就会增长，一代又一代的科学工作者就会因受到同一种精神的鼓励而共同趋向于赢得科学的真理和艺术的美感。只有不惜这种代价，人们才可真诚地追随一个学派的领导，如果获得尊敬和信任，那么心灵的至善和难以形容的感染源泉就会增添到学派领导的智力天赋中。”[①]

在这里，杜马描述了实验室指导者作为科学家和教师在领导其实验室时应当具备的素质。事实上，他本人正是这样一种领导角色，他在其实验室中不仅培养了许多化学家，而且还同他们一起在有机化学领域取得了巨大的成就。

尽管杜马私人实验室教学是较为成功的，而且他的学生模仿其教学方式从事化学教育活动，如卡奥斯、佩里高、路布兰、沙尔维特、华尔特在中央工艺制造学院，法夫勒、马梅尼、圣特夫勒、杜威勒等在国立工艺博物馆、索邦大学、多种工艺学院、自然史博物院、高等师范学院、农业经济学院等，特别是杜威勒、罗朗、热拉尔、武慈还曾在化学教学中致力于自己的学派工作，但这毕竟只是少数化学家在巴黎某些学院的化学教学，并没有导致法国大学中化学教育的全面展开。因为法国化学家进行私人实验室教学往往依靠

[①] Leo J.Klosterman，A Research School of Chemistry in the Nineteenth Centu-ry：Jean Baptise Dumas and His Research Students，Annals of Science，1985，14，11，1—80.

[①] 李三虎、邢润川：杜马学派历史考察，科学学研究， 1992 年第 2 期，第 37 卷，第 34—46 页。

个人的经费来源，这种经费来源一旦发生短缺或中断，自己的化学教育工作也就意味着将要中断。正如 19 世纪末一位学者韦尔奇（W.H.Welch）在《现代科学实验室的演变》一书中所说：

“法国很不容易把相当的实验设备提供给她的科学人才……实验家中的王子贝尔纳（Clavde Bernard，1813—1878）在潮湿的地窖里工作着，他曾把那些可怜的巴黎式的代用实验室之一称之为‘科学研究者的坟墓’。”[①]

这是对法国 19 世纪私人实验室最绝妙的描述。在化学方面，盖-吕萨克的实验室设在建筑物底层，为防止潮湿，往往穿着木底鞋，且实验室只有几件研究仪器，他在克服这些不利条件方面遇到了许多麻烦。而杜隆则几乎把他的全部财产都花在为自己实验室购置仪器上。就连杜马也深受经费来源之苦。他的私人实验室经费主要来源于两个方面：一是其富有的岳父的大力支持；二是靠他在多个院校任教的薪金。当他的岳父去世之后，实验室由于经费来源遇到困难于 1848 年关闭,杜马对于有志于化学研究的青年进行指导也不得不中断下来。

在 19 世纪中期之后,当以建立教学用实验室为主的新的化学教育运动在德国大学普遍开展起来时，法国的这种私人实验室教学就受到了越来越大的挑战。于是法国很多学者或青年都到德国去参观、访问、学习和工作。例如皮鲁兹和罗朗，曾经到德国吉森大学访问李比希并在吉森实验室做过研究工作。武慈和热拉尔则在吉森实验室受过李比希的科学训练。更为有趣的是盖-吕萨克作为李比希的老师还把儿子送到吉森学习化学。可见，19 世纪初的法国化学教育曾深刻影响过德国（李比希的化学教育）的改革，而随之而来的德国的化学教育改革又反过来对法国化学家有着强烈的吸引力。在这种情况下，武慈和生理学家贝尔纳于 1870 年鉴于德国实验室制度的价值和意义，在对德国实验室的建造和组织进行全面研究的基础上，向法国政府提交了一份报告，主张全盘照搬德国模式。他们提出：法国大学教授们应该像德国那样专心致力于科学研究，研究设备（实验室等）也要根本改善，并且按照最新科学方法调整专业结构[①]。但是，他们的愿望并未立即得到实现，直到普法战争失败之后（70 年代中期），随着国家对科学家需求的日益增多，法国才开始按照德国的教育体制改造其学校的科学教育。法国化学家多年来一直抱怨的实验设备贫乏和房间缺少等问题才逐步得到解决。可是这种改革为时已晚，化学中心早已从法国转移到了德国。

[①] [美] F.卡约里著，戴念祖译：物理学史，内蒙古人民出版社 1981 年版，第 373 页。

[①] 陈光：略论近代科学的制度化过程，自然辩证法研究，1987 年第 4 期，第 43 卷，第 40—50 页。

第三节　德国化学教育

严格地讲，19 世纪初德国大学的改革并不是没有缺点，其主要表现是实验科学在大学里没有得到支持。在 1810—1820 年这段时期，德国大学普遍盛行着这样的观念：教授应当是能够对整个科学提出完整和严密的新观点的人，因而只能由哲学体系的构造者充当，而不是由那些在不断变化的研究前沿工作的经验科学家担任。所以，物理、化学、生物学等近代自然科学是掺杂在自然哲学中进行研究和讲授的，许多自然科学的教授职位也被浪漫主义的自然哲学的拥护者占据着。因此，尽管沃克林的学生斯特劳迈耶尔（Stromeyer）于 1806 年在哥廷根大学开始向学生开放分析化学实验室，而格美林（L.Gmelin，1788—1853）从 1813 年开始在海德堡大学对化学教学进行了初步的改良，还有富赫斯（J.N.Fuchs）1807 年在巴伐利亚兰丘大学、杜柏莱纳（Dobereiner）1811 年在耶拿大学、菲舍尔（N.W.Fischer）1820 年在布勒斯劳大学也都采用了学生实验室，但早期德国化学家多是到法国和瑞典留学，然后回国从事化学研究和教学。例如李比希是到巴黎师承盖-吕萨克，而维勒、马格努斯、米契利希（E.Mitscherlich，1794—1863）等则到斯德哥尔摩就学于贝采里乌斯。不过，德国大学改革后的体制（即保证大学教授包括教学在内的学术自由和自治）的优点在于，它能够根据科学探索的需要和潜力而逐步适应科学的发展（这一点与法国高等教育体制的固定化是不同的）。当一些化学家将实验教学引入大学后，实验室便和既有的大学讨论班制度结合起来，使得一场新的化学教育运动在德国以强劲的势头和深远的影响发动起来了。

对德国这场化学教育运动做出最大贡献的是李比希。他在吉森大学创建了举世闻名的吉森实验室，奠定了近代化学教育的模式，培养出了大量的杰出化学家。

1803 年 5 月 12 日，李比希诞生于德国达姆施塔特城。1820 年进入波恩大学，一年后转入埃尔兰根大学学习化学。但是，李比希对所学的内容并不满意。因为当时著名哲学家谢林（F.Schelling，1775—1854）正在埃尔兰根大学讲授极端唯心主义的自然哲学。李比希的化学老师卡斯塔纳（Kastner）教授深受谢林思想的影响，不注重实验训练。于是，李比希在 1822 年赴当时世界化学中心——巴黎攻读化学。他在巴黎索邦大学随盖-吕萨克学习，不仅掌握了精确的化学实验技巧，而且学会了系统研究的方法。李比希在埃尔兰根大学曾研究过雷汞，到巴黎后充分运用新学的先进方法继续研究雷汞，终于发现了雷汞就是雷酸盐，并确定了它的组成。这项成果不仅赢得了盖-吕萨克的赞赏，也引起了德国科学界泰斗亚历山大·冯·洪堡的关注。

1824 年初李比希学成归国，在亚历山大·冯·洪堡和盖-吕萨克的推荐下，被任命为吉森大学编外化学教授。李比希难以忘怀他在盖-吕萨克私人实验室受到的良好训练，决心也像盖-吕萨克那样，利用实验室培养年轻学生。李比希与一名矿物学教授和一名数学教授联名向黑森政府提出创办一个为培养药剂师和化学技术人员用的化学药学实验室。政府否决了他们的申请，但允许他们自筹资金，自己动手使用一幢废旧的兵营，建造实验室。李比希对实验室的建设倾注了大量精力，不惜倾其私囊，给予经济补贴。1825 年 12 月李比希升为教授，1826 年吉森实验室落成。

吉森实验室由实验室、天平室、化学药品贮藏室、洗涤室和助手室组成。

别看这个实验室貌不惊人，却体现着训练科学家的新模式。

实验室最初只不过是供学生参加化学实验练习用，而后逐渐发展成为供学生进行研究的名副其实的化学实验室。吉森实验室是第一个同私人实验室彻底决裂的将实验教学与化学研究相结合的组织，它与盖-吕萨克实验室的不同在于：后者只供化学家个人及其助手使用，而前者则是尽可能接纳大量的学生并加以指导。在教学方面，李比希打破了其前任齐默曼（Zimerman）低水平的自然哲学教学方式，也没有照搬他在巴黎所学课程的蓝本，而是编制了一个新的教学大纲。在其大纲里，李比希规定：开始，学生在学习讲义的同时，还要做实验，先使用已知化合物进行定性和定量分析，然后从天然物质中提纯和鉴定新化合物，以及进行无机和有机合成；学完这一课程后，给学生以研究课题，让他们在教授指导下进行独立的研究，并以此作为毕业论文项目，最后通过鉴定获得博士学位（这一过程取决于学生研究的速度，一般是 1—3 年）。在具体教学中，李比希非常强调训练学生的分析技巧，他说在他之前“任何地方都没有进行教学用的分析化学实验室；人们所说的实验室，不过是摆满了冶金或制作药物的各种炉灶和用具的厨房。更没有人懂得怎样来教分析。”[①]同时，李比希在教学上也很放得开，他让熟练的助手教给初学者化学概念和基本操作，他自己则把理论教学压到最低限度，而把大部分时间用于指导学生亲自动手做实验或进行研究工作。正如他自己所说：

“普通概念上的实验室教育，在这所教室里只是由熟练的助手教给初学者的，而我负责指导的学生是根据各自情况来学习。具体方法是我给每个学生以研究专题，并检查他们实践的情况，那如同是同一个圆的半径有共同的中心一样。我没有对学生进行一般定义的指导，而是每天早晨听取每个学生前一天研究进展的情况以及对自己研究工作的见解。最后我对他们表示赞成或反对。”[①]

这样，李比希和其学生就不仅是一种教与学的关系，也是集体从事科学研究的合作者。他进一步说：

“让每个学生寻找自己的出路是必要的。同时各个学生在共同的研究生活和不断交往中，以及参加所有研究生的工作中相互取长补短……就这样，我们这些师生从拂晓拼命工作到傍晚。在我们这里既无娱乐也无消遣生活。仅有一件事是每天受到服务员的抗议，即他想清扫我们的实验室，但无法把这些学生赶出实验室……”[②]

因此，如果说吉森实验室在科学史上是近代实验组织和教育相结合的开端的话，那么李比希这种让学生在实验室中从系统训练逐步转入独立研究的教学体制则为近代化学教育体制奠定了基础。

吉森吸引了世界各地的青年学子，他们在这里受到良好的系统的化学分析训练，最后获得高水平的研究能力。吉森实验室真正起到了培养化学人才

[①] A.J. Ihde，The Development of ModernChemistry，New York-London，1964，260—261.

[①] [日] 原光雄著，黄静译：近代化学的奠基者，科学出版社 1985 年版，第 166 页。

[②] 同①。

的作用，成为化学教育的圣地。李比希在吉森实验室培养了许多世界闻名的化学家和化学教育家：霍夫曼、凯库勒、武慈、热拉尔、柯普（H.F.M.Kopp，1817—1892）、弗雷泽纽斯（C.R.Fresenius，1818—1897）、威尔（H.Will，1812—1890）、费林（F.Feling，1812—1885）、弗兰克兰、齐宁等。他们在吉森时是在李比希指导下从事集体研究活动的小组，而回到自己工作岗位（特别是那些外国学生）后，则普及推广李比希的教学方法和研究精神，并与他和同学间保持广泛而频繁的联系，形成一个网络。可见，李比希学派在19 世纪无论是对化学本身还是对化学教育都有着广泛而深远的影响。

李比希一人传授几十名学生，采用实验室教学方法，这种培养化学科学人才的制度适合于当时资本主义时代的需求，比传统的师徒制度优越得多。而当时法国依旧奉行个人培训制，缺少大规模的实验室教学法，这导致法国失去化学的领导地位，让位给德国。

吉森实验室创造了化学教育组织的典范，为德国大学所仿效。在德国首先采用这种化学教育模式的是李比希的朋友和合作者维勒。他从斯德哥尔摩回到德国之后曾先后在柏林、卡塞尔从事教育工作，虽然没有机会像李比希那样创造一个实验室，但却独立进行了许多化学研究。到 1836 年维勒在化学界的地位已相当巩固，当他在哥廷根大学担任化学教授后，利用斯特劳迈耶尔留下来的实验室按照吉森的方式进行了改造。他在化学教学中，既像李比希那样重视训练学生的实验能力，又重视理论教学，增加了理论教学的时间。在维勒的学生中，德国有柯尔贝（H.Koble，1818—1884）、弗蒂（R.Fittig，1855—1910）、克诺谱（L.V.Knopp）、虎伯纳（Hübner）；美国有雷姆森（I.Remsen， 1846—1927）、史密斯（E.F.Smith）、莫尔顿（S.Morldon）等。

与维勒一样，本生（R.W.Bunsen，1811—1899）也是一个出色的化学教师，他不仅在马堡大学（1839—1851 年），而且在海德堡大学（1852—1889 年）都有类似吉森那样的实验室，他的学生中有许多都成为杰出的化学家，诸如德国的洛特·迈尔（LotharMeyer，1830—1895）、拜尔（Adolph von Baeyer，1835—1917）、皮卡德（Jules Picard）和英国的罗斯科（H.E.Roscoe，1833—1915）等。

弗雷泽纽斯离开吉森之后到了威斯巴登担任化学教授，于 1848 年仿效李比希建立了一个至今闻名于世的化学分析实验室，用于分析化学教学和化学分析研究。

霍夫曼则于 1864 年将波恩大学实验室按照吉森实验室重新改造成一个新而宏大的实验室，一年之后到柏林大学组织筹建了第一个化学工业实验室。霍夫曼门下的许多德国学生如齐曼（Tieman）等都成为 19 世纪后半期德国的化学工业家。

此外，凯库勒于 19 世纪 60 年代在波恩大学形成了一个以他为中心的化学学派，其中包括后来成为物理化学家的范霍夫以及化学工业家格拉泽（Glaser）和布伦克（Brunk）。就这样，吉森模式在 19 世纪中期的德国大学迅速推广。同时吉森实验室教学法也为物理学、生物学教学所采用。

可见，德国大学中研究-教学实验室在德国化学教育发展过程中扮演了重要角色。它的发展可分为三个阶段[①]：

[①] 乔世德、王德胜主编：化学社会学，云南教育出版社 1991 年版，第 168—169 页。

第一代实验室：在竞争中诞生。19 世纪中期，德国化学进入了一个具有创造性的时期，各种学派相互竞争，各持己见。同时，德国接受了建立大学实验室的观点，实验室用于实验训练、讲课和研究，李比希的吉森实验室就是一个典范。第一代实验室的特点是：仪器便宜，政府预算少。德国竞相建立小型实验室，至 1866 年，德国大学的化学实验室已形成一个较完备的网络，为德国化学工业的繁荣提供了足够的人才。

第二代实验室：经典有机化学时期。1866 年以后，大多数第一代实验室进入更新时期，这是因为：（1）化学的研究中心发生了变化，化学家将注意力转移到有机化学。（2）社会对训练有素的工业化学家的需求增加了。第一代实验室大都适应不了这种形势，好在规模小，设备便宜，取代它们很容易。1866—1895 年，第二代大学化学实验室诞生了。严格地讲，它们是有机化学实验室，是由有机化学家专门设计的，又是供有机化学家使用的。在该时期，化学家接受经典的价键结构理论，用以阐明有机化合物的性质、结构。而实验室偏重于分析和合成有机物。学生们选择学位的研究方向，也大都集中在有机化学领域。因为教授们对有机化学问题感兴趣，社会对有机化学人才需求量大。第二代实验室拥有较多的学生和教授，实验室的空间大，仪器先进而昂贵。第二代实验室源源不断地培育出一批批化学博士，他们到制造药物、染料的企业中担任职务，从事研究，使德国的有机合成工业在 19 世纪末跃居世界的领先地位。

第三代实验室：向现代化学过渡。第二代实验室的最后 10 年，有机化学家受到物理化学家的挑战，经典有机化学的理论和方法不能解释复杂的物质如橡胶、蛋白质等的性能和结构，有机化学失去了霸主地位。一些新的专业如物理化学、生物化学出现了。新的价键、结构学说也提了出来。这些构成了现代化学的基本内容。大学中的实验室开始朝着现代化学方向发展，并促进着化学教育的发展。

在这里,值得一提的是 19 世纪末的两位著名化学家奥斯特瓦尔德和费歇尔（Emil Fischer，1852—1919）。奥斯特瓦尔德同范霍夫和阿累尼乌斯一起为使物理化学发展成为一门公认的独立的职业化学学科做出了巨大贡献。1872 年,他在俄国多尔坡大学（现在的塔图大学）跟随施米特（Carl Schmidt）（他曾是李比希的学生）和兰堡（Johann Lermberg）学习化学，以及随奥伊廷根（Arthur von Oettingen）学习物理，1881 年被聘为俄国里加多种工艺学院化学教授，在那里他很快成为一位著名的化学教师。1887 年，奥斯特瓦尔德受聘到德国莱比锡大学担任物理化学教授，并组织筹建了新的物理化学学院。他是一个极富激励性的教师，他把欧美一代化学家的注意力引向了理论化学或物理化学，从而使莱比锡大学物理化学学院成为培养几代物理化学家的摇篮。经过他直接培养的有阿累尼乌斯、能斯特（H.W.Nernst，1864—1941）、理查兹（T.W.Rechards，1868—1928）、路易斯（G.N.Lewis，1875—1946）等，其中前两位和奥斯特瓦尔德一样都曾得过诺贝尔化学奖。

费歇尔被称为是生物化学的创始人，他先后在波恩大学和斯特拉斯堡大学跟随凯库勒和拜尔学习有机化学。后来，费歇尔研究的领域从有机化学转向了生物化学。他曾在德国很多大学担任过化学教师：慕尼黑大学助教（1874—1878 年）、讲师（1878—1879 年）、分析化学副教授（1879—1882 年）；埃尔兰根大学化学教授（1882—1884 年）；维尔茨堡大学化学教授（1885—1892 年）；柏林大学接任霍夫曼做化学教授（1892—1919 年）。费歇尔最初

主要是讲课，例如在慕尼黑大学时担任煤焦油染料与理论化学两门课程，还要指导 150 名左右医学系学生的分析化学，以后不论是在埃尔兰根大学、维尔茨堡大学，还是在柏林大学，他都把全部课程甚至学生实验或助教的博士应考准备交给他的助手来担任，而他自己则带领许多研究人员进行生物化学研究。因此在 19 世纪末，费歇尔有着一个强劲的生物化学研究集体。

总之，德国自 19 世纪中期以来普遍实施实验室教学法、发展大学化学教育，进一步推动了德国大学的改革，使其逐步走上了近代化的研究和教学相结合的道路，并成为世界其他各国发展化学教育的模式。尽管由李比希创造的实验室教学的吉森模式对法国似乎没有产生什么影响，但对英国、俄国、美国等却产生了深刻的影响。

第四节　英国化学教育

自 17 世纪中期以来,英国科学研究一直是一种以皇家学会为中心的业余活动。到 19 世纪初期，这种科学业余爱好的传统还在持续着，并有了两个新的发展，即日益增多的私人出版物和许多民间的科学学会的建立，它们有力地支持了英国业余的科学家。然而，直到 19 世纪中期，英国培训科学家的机构几乎没有，英国大学还没有像法国或德国那样具有改革科学教育和学术制度的明确概念。大约 1800 年左右，作为教学和学术中心的剑桥和牛津两所名牌大学，仍是英格兰教会的分支机构。因此，与德国大学培养掌握科学的人才相反，英国大学培养的是受过良好教育的绅士。不过，较之剑桥和牛津大学成立较晚的苏格兰的大学，特别是格拉斯哥大学和爱丁堡大学，以及新建立的大不列颠皇家学院，在这方面尤其是在化学教育方面起了可贵的作用。

法国曾于 1794 年建立过一个机械学校,获得了具有巴黎大学水平的工业学校的称誉。出身于美国的科学家和军人，在美国独立战争后来到英国的伦福德伯爵（C.Rumford）认为，这样的学校值得提倡推广。他在英国成立了一个名为“鼓励工业发展并谋取穷人福利事业协会”的组织。1799 年，他向该协会提出建立一个“公共团体，来传布并介绍有用的机械发明和技术革新的知识，并通过科学讲演和实验来进行与生活的共同目的有关的应用科学的教育。”[①]捐款募得后，伦福德伯爵于 1800 年在伦敦创办了皇家学院，1801 年任命自学成才的戴维当了这个学校的化学讲师。在该校的实验室，戴维进行了有名的电化学实验，他的讲课是为了迎合那些捐款的富翁。在 1802—1812 年，应当时英国农业部部长的要求，戴维又开设了农业化学课并在这方面做了实验。

大不列颠皇家学院为英国的科学发展多少增添了一点力量，但规模不大。具有真正近代意义的化学教学是在格拉斯哥大学和爱丁堡大学开展的。早在 18 世纪后期，化学教学就在这两所大学，特别是由布莱克和科兰开展起来。19 世纪初，作为布莱克的学生托马斯·汤姆森（Thomas Thomson，1773—1852）继续进行化学教学活动。他在英国大学中最先提倡实用化学的实验室教学，并建立了第一个实用化学学派[②]。

汤姆森最初在圣安德鲁斯大学学习，后又到爱丁堡大学，由于受布莱克的影响,他决心致力于化学的研究和教学。他先在爱丁堡大学当了 10 年(1800—1811 年)的私人化学讲师,然后在格拉斯哥大学担任化学教授(1817—1852 年），直到去世。与他同时代的英国化学家诸如戴维、道尔顿、武拉斯顿等相比，汤姆森的不同之处在于，他在格拉斯哥大学设立了英国第一个供化学教学用的实验室，并培养了较多的实用化学家。尽管戴维、道尔顿也是教师，但是对他们来说，培养学生却是那样地无足轻重。

最初，由于在格拉斯哥大学化学是临床医学学生的必修课程，汤姆森必须在其实验室中接纳大量的医学学生。直到 1831 年，在舒特尔大街开设一个新的实验室后才把学生裁减到 10 名，学生关心的主要是矿物分析，正如他在 1827 年描述其实验班时所说：

---

① S.F.梅森：自然科学史，上海人民出版社 1977 年版，第 415 页。

② E.von Meyer，A History of Chemistry，London，1898，194，592.

“本班的目标是培养那些希望成为实用化学家的学生。我在草稿中制订了一整套实验室规则，他们自己要很好地掌握这些规则，然后我提供不同的矿物质让他们分析。只要他们一些人对矿物质感兴趣，就可以在实验室继续工作，直到成为熟练的化学家为止。最后，当我认为他们已成为和既有的化学家一样优秀时，他们之中就有五六位离开我的实验室。”[①]

由此可见，汤姆森虽然在实验室中没有为学生设计一种从学习到研究的过渡性课程或指导，但他允许一些学生尝试着进行独立研究却是显而易见的。因此，他还是为英国培养了许多学术和工业方面的化学家，其中最为出色的当数格雷阿姆（ThomasGraham，1805—1869）。

然而，汤姆森的实验室教学并没有像李比希那样成功和影响深远。其原因是多方面的，但重要的不外乎两条：一是汤姆森缺乏同时代法国化学家那种兼理论和实验为一体的精神气质，他所固守的矿物分析培训很少具有权威性。他的那些对基础研究感兴趣的学生对他主持的这种实用培训深表不满，于是纷纷奔赴其他地方寻求发展。例如安德鲁斯（Thomas Andrews）离开汤姆森到巴黎杜马那里去学习化学；约翰斯顿（J.F.W.Johnston）进了斯德哥尔摩的贝采里乌斯实验室工作。更多的则是长途跋涉到德国吉森就学于李比希，包括汤姆森的儿子小托马斯。更具讽刺意味的是，1852 年接替汤姆森在格拉斯哥大学任化学教授的不是他的学生，而是李比希的一个英国学生安德森（Thomas Anderson）。另一个原因是汤姆森的学生来源主要是格拉斯哥地区，例如在 1823—1841 年，其学生有一半是格拉斯哥人，四分之一来自苏格兰其他地区，六分之一来自英格兰，其余少数来自牙买加、加拿大、亚伯利亚等。这当然与格拉斯哥大学主要为本地区培养人才有关，因而也限制了汤姆森实验室教学的扩大。

当然，在 19 世纪初及稍后的一段时间里，还有其他一些化学家进行实验教学，例如阿库姆（Frederic Accum，1769—1839）是英国在 19 世纪头 20 年中著名的工业化学家，他曾在伦敦建立一个私人实验室，向大约 1800 名学生开放。还有格雷姆从格拉斯哥大学毕业后，先后在格拉斯哥安德森学院（后改为皇家科学和技术学院）（1830—1836 年）和伦敦大学学院（1837—1854 年）教授化学，并有相应的实验室供学生使用。只是阿库姆和格雷阿姆的教学也像汤姆森一样并没有什么影响。

尽管在 19 世纪中期之前，英国的化学教育已有所展开，但这并没有改变英国大学中科学普遍落后的状况。对此，早在 1808—1809 年，《爱丁堡评论》就屡次加以抨击。到 1830 年，巴伯奇（Babbage，1792—1871）在他同年发表的著名《论英国科学的衰退》中指出，英国的科学研究基本上还只是一种业余活动，既没有国家资助，也没有成为社会职业，并因此号召成立一个关心科学发展的组织。于是，在 1831 年受德国自然科学协会（1822 年成立）的思想启发成立了英国科学促进会。该协会每年在不同城市召开一次代表大会，开会期间，各专业学会、各地区科学团体得以建立联系，科学家在这里就更加广泛地讨论人们关心的问题，特别是强烈要求改革英国科学和教育制度，包括学院领导、与教会的关系、教学方法、入学和毕业的标准等，几乎

[①] J.B.Morrell，The Chemists Breeders: The Research Schools of Liebig and Thomas Thomson，Ambix，1972，Xix，20（1－46）

涉及大学问题的各个方面。正是由于英国科学界这种大声呼吁，国会才于1850—1851 年通过对重点大学剑桥和牛津的教育改革方案，把科学教育纳入教学计划，导致了以后创立驰名世界的卡文迪许实验室。

在发展化学教育方面，英国同样是从这种关于科学衰退的讨论中开始的，并从德国取得了经验。早在 1829 年，汤姆森在《爱丁堡评论》上发表了一篇题为“化学科学的历史及其现状”的文章，在文中他针对英国化学的衰退指出：

“大约在 25 年前，大不列颠积极从事化学研究的人至少也有 30 人，而现在竟不足 10 人，其中必有原因。相反，大陆（特别是法国、德国）的化学却日益发展。”[①]

他认为英国化学衰退的根源是学生缺乏实际的化学训练。次年，人们对英国化学提出了具体的批评，诸如英国化学家缺乏良好的分析手段和高超的分析技巧，远远落后于贝采里乌斯的水平；英国化学家在研究中过分注重电现象，而忽视了其他方面；英国化学家抱有狭隘的民族主义，很少与外界交流，对欧洲大陆化学家的发现不闻不问，甚至根本不懂。英国科学促进会成立后，设立一个部门，由化学和矿物学、电学与磁学组成，道尔顿担任主席。1835 年，又把化学和矿物学独立出来单独设立了一个部门。该部门在汤姆森及其学生的主持下，加强了与大陆化学家的交流，邀请他们作年会报告，聘请他们做外籍成员。正是这样，李比希于 1837 年应英国科学促进会的邀请作了一篇关于农业化学的报告。在英国逗留期间，李比希结识了法拉第、格雷阿姆等一批科学家，把大陆的科学成果和德国的教育精神带到了英国。英国人由此看到，德国人能从落后的起点迎头赶上，有赖于科学教育和人才培养。所以从 19 世纪 40 年代起，英国各地办起了一批新型的非宗教的高等学校和技工学校。其中英国皇家化学学院就是在 1842 年李比希重访英国时建议皮尔首相及几个大实业家而创立的。

作为李比希的学生，霍夫曼担任该化学学院化学教授后，立即按照吉森模式制订了教学计划和实验室安排。全部课程安排如下：首先是讲授化学理论，接着让学生接受无机、有机的定性、定量分析训练，最后，学生独立承担和完成一个小的分析研究课题为结束。学院设有学生实验室，每周开放 6 天，学生可以自由进入实验室，选择各种药品和仪器（为此要付适当实验费，尤其是那些一周 6 天都在实验室工作的学生）。没有考试，每个学生均可自行选择课程，只要按照自己的目的获得足够的实验技巧即可。学生读完一学期或更多学期后，由霍夫曼决定，准备做研究工作。在出色地完成了分析课程和一篇可发表的研究成果后，发给合格证书，准予毕业。学院为毕业生提供推荐信和课程学习与科研情况证明书，这对于欲从事医学或药物学实际工作的学生是很有用的。对于少数欲从事学术研究的优秀学生，霍夫曼还把他们推荐到李比希那里深造，攻读吉森大学的博士学位。

霍夫曼自 1845 年至 1865 年任教 20 年，使皇家化学学院取得了巨大的成功。从 1845 年开始，学院一直是一个独立的、靠私人赞助的组织，到 1853

[①] F.Bud and G.K.Roberts，Science Versus Practice：Chemistry in VictorianBritain，Manchester University Press，1984，41.

年，由于资金出现困难便由政府接管。在这 8 年中，学院培养了一批杰出的化学家，包括伦敦化学学会的 4 位会长，他们是：德·拉·鲁伊（Warren de la Rue，1815—1889）、阿贝尔（F.A.Abel，1827—1902）、欧德林（WilliamOdling，1829—1921）、克鲁克斯（William Crookes，1832—1919），11 位副会长，6 位理事。皇家化学学院有 23 人成为英国第一个职业科学家组织——皇家化学研究院（1877 年成立）的创始人，22 人加入化工协会（1882 年建立）。65 名学生发表了科学论文，其中 35 名在整个科学生涯中源源不断地发表论文。直到 1865 年，在化学学会发表的论文中，霍夫曼和 1853 年前学院毕业生的论文占 20%，另有 31 人申请了化学专利。

皇家化学学院的建立，极大地促进了英国其他大学、学院的化学教学的开展，它们都建立了化学实验室，开设分析化学课程，并由那些在吉森实验室接受过李比希教育的学者任教，如：

布里特（J.Blyth）：考克女王学院教授，1849—1872 年布罗底（B.C.Brodie）：牛津大学教授，1855—1873 年格里高里（W.Gregory）：爱丁堡大学教授，1844—1858 年凯恩（R.J.Kane）：考克女王学院院长，1845—1873 年米勒（W.A.Miller）：伦敦国王学院教授，1845—1870 年普莱费亚（L.Playfair）：爱丁堡大学教授，1858—1869 年里查德森（Th.Richardson）：达拉谟大学讲师，1856—1867 年威廉姆逊（A.W.Williamson，1824—1904）：伦敦大学学院教授，1849—1887 年还有前已提到的安德森是格拉斯哥大学教授（1852—1874 年），至于弗兰克兰则于 1865 年接任已回德国波恩大学和柏林大学任教的霍夫曼在皇家化学学院的职位，使学院继续执行原先的分析教学计划，在此之前，弗兰克兰是在曼彻斯特欧文斯学院（1851—1857 年）和圣·巴托罗缪医学院（1857—1865 年）任化学教授。当然，霍夫曼在皇家化学学院培养的许多学生也把吉森模式有力地发扬光大了。例如利文（G.D.Lievening）于 1852 年在剑桥大学首次提供了实用化学的课程，而欧德林则先后在伦敦大学医学院（1856—1862 年）、圣·巴托罗缪医学院（1863—1870 年）、皇家学院（1867—1872 年）、牛津大学（1872—1912 年）担任化学教授。

19 世纪英国化学教育的重大发展，除了皇家化学学院外，还有另外一个重要方面是 1851 年欧文斯学院的建立。与化学学院最初一样，欧文斯学院是一所私人资助的学院，是培养未来科技专家和企业家的新式综合性的非宗教学院。弗兰克兰被聘为首任化学教授。他主张：

“不仅要提供基本的教学，而且设立化学科学一般的、更广泛的课程，因此得提供较目前邻近地区已有的院系更大的院系，以便获得这门具有地方意义和普遍兴趣的分支科学的教学。”[①]

弗兰克兰拥有一个教学实验室，他首先培养学生进行化学分析的能力，同时教给学生的不只是应用化学，还有一般化学理论。但在他任职期间，欧文斯学院化学系还没走上正轨，办得不够理想，学生很少，每年只有 20 名，其中 17 人在化学实验室工作。学生多是年轻的工厂主或工厂主的子弟，有的白天不能就学，于是开了晚班。这些学生多数对弗兰克兰的化学理论课并不

[①] C.A.Russel，N.G.Coley，G.K.Roberts，Chemists by Profession，Open Uni-versity Press，1977，82—83.

感兴趣，最典型的例子是当地碱厂经理之子于 1855 年入学，只坚持了 2 个月便离校了。这使弗兰克兰深为不满，他于 1857 年愤然辞职，而去伦敦就任圣巴托罗缪医学院的化学教授。

弗兰克兰走后，欧文斯学院化学教授出现了空缺，刚在德国本生实验室获博士学位的罗斯科返国后，得以继任弗兰克兰的职位。他到任时，全院只有 35 名学生，其中有 15 名在化学实验室工作。罗斯科把他的德国同学吉特马（Wilhelm Jittmar）请来担任他的助手，并针对院系不景气的现状按照德国模式制定了一个三年发展规划。他强调了一般科学原则的意义以及训练作为传播特别技术和科学探索手段的分析方法的必要性。在应用化学方面，特别针对当地印染和印刷工业，罗斯科在其教授课程中仍是注重应用化学背后的基本科学原理，而非教授职业化的课程。从而很快扭转了欧文斯学院化学系的局面，到罗斯科于 1886 年退休时，已有大约 2000 名学生经过他的实验室的训练。

吉特马在罗斯科那里当了 2 年助手后，1859 年升为相当于助教的实验室演示员，于是助手一职又有了空缺。吉特马把他在德国的朋友肖莱马（C.Schorlemmer，1834—1892）介绍给罗斯科，于是 1859 年欧文斯化学实验室又多了一位德国籍的工作人员。和李比希、凯库勒一样，肖莱马也出生在德国达姆斯塔德这个“化学家之乡”。他在吉森大学接受过短期的化学高等教育。可惜那时李比希已离开了吉森到慕尼黑大学，但肖莱马却听取了李比希的门生威尔的分析化学课和柯普的化学史课。后来，他来到英国在欧文斯学院做了罗斯科的助手，从此和化学教育结下了不解之缘。最初，他主要帮助罗斯科辅导学生，并从事他的有机化学研究。直到 1874 年，肖莱马在罗斯科的坚持下被提升为有机化学教授的职务。这是英国第一个有机化学教授职务，因为在此以前英国各大学里化学最高级教职是化学教授，而没再细分专业。同时，这次任命也是欧文斯学院第一次打破传统惯例，在一个系里任命一名以上的教授。肖莱马开设的化学课程不仅有分析化学、有机化学，而且还有化学哲学和化学史，并用马克思主义观点培养学生的理论思维能力，扩充他们的思路和视野。他是 19 世纪用这种方法教育学生的唯一的一位化学教授。他和罗斯科一道培养了一批又一批的化学家，从而创造了当时闻名的曼彻斯特学派[①]。

因此，皇家化学学院和欧文斯学院在 19 世纪很长一段时间里成为英国培养职业化学家的摇篮。此外，除了已经提到的格拉斯哥大学、皇家学校、伦敦大学、牛津大学、剑桥大学、安德森学院、女王学院、国王学院、埃丁堡大学、达拉谟大学、圣巴托罗缪医学院外，还有伦敦金斯学院、都柏林大学、里兹的得克夏学院、布里斯托尔大学、纽卡斯特尔的理学院、曼彻斯特机械学院、曼彻斯特文法学院、利物浦大学等许多大学或学院也都开设化学课程。

[①] 潘吉星：卡尔·肖莱马，辽宁教育出版社 1986 年版，第 258－262 页。

第五节　俄国化学教育

俄国的科学传统最初源自法国。彼得大帝在 1724 年建立的彼得堡科学院就是以法国皇家科学院为蓝本的，并一度聘用外国科学家。罗蒙诺索夫是第一个著名的俄国本国的科学院院士，他在 1748 年曾使用过实验室，但并没有造就出一批有影响的化学家。到 19 世纪初期，长期受彼得堡科学院统治的俄国科学随着西方科学和教育的改革逐步受到挑战。刚刚继位（1801 年）的亚历山大一世在西方教育政策的鼓励下，受自由主义思想的影响，在俄国各地组织创办了一些新的大学：多尔坡大学（1802 年）、哈尔科夫大学（1803 年）、维林大学（1803 年）、喀山大学（1804 年）、彼得堡大学（1819 年）、基辅大学（1834 年）等等。从这时起，俄国大学开始代替科学院而成为科学研究和教育的中心。不少俄国科学工作者出国留学（特别是德国），回国后都聚集在这些省立大学任教。随之，化学教育也得以发展起来。

喀山大学可以说是较早开展化学教育的俄国大学。初创时，喀山大学分 4 个系 28 个教授席位：道德和政治（7 个）、物理和数学（9 个）、医学（6 个）、文学（6 个）。教师多聘用德国学者，例如数学教授巴特尔斯（J.M.C.Bartels）、物理学教授雷恩纳尔（C.F.Renner）、天文学教授李特洛夫（J.J.Littrow）等。喀山大学培养的第一个杰出学者是著名数学家罗巴切夫斯基（N.I.Lobachevskii，1792—1856）。1812 年，他留校教授数学、物理学和天文学，1821 年被推选为校长。喀山大学化学教育正是在他管理之下开始的。最初曾有一位化学教师杜那伊夫（I.I.Dunaev），但影响不大，而且在 1835 年要退休。这样，罗巴切夫斯基便要求曾在他手下学习数学的、后又讲授分析力学和流体静力学的年轻教师齐宁来负责讲授化学课程。在 1834—1837 年，罗巴切夫斯基亲自指导建立了新的化学和物理大楼，最低一层是化学实验室（包括 1 个讲厅和 6 个装设不错的实验室）。

1838 年，齐宁被罗巴切夫斯基送到德国深造。齐宁先是在柏林大学就学于米契里希，然后又在米契里希的建议下到吉森向李比希求教。当时在吉森实验室学习的，除了齐宁之外，还有许多其他俄国年轻化学家，诸如科得尼夫（A.I.Khodnev）、伊兰波夫（P.A.Il’enbov）、索科洛夫（N.N.Sokolov）和沃斯克列先斯基（A.A.■，1809—1880）等。吉森实验室从事创造性活动和进行不倦探索的气氛给齐宁留下了深刻的印象。1841 年，齐宁获博士学位后回到了喀山大学担任化学工艺教授，这个职位在 1839 年后一直由克劳斯（K.K.Klaus，1796—1864）担任。在教学方面，齐宁和克劳斯进行了新的分工，后者教授无机化学，前者教授有机化学和化学工艺。齐宁于 1847 年离开喀山大学而受聘到彼得堡医学和外科学院任教（1847—1874 年）。尽管只有 6 年时间，但齐宁却运用最新的实验室教学法和克劳斯一起造就了大量的俄国化学家，其中布特列洛夫、别凯托夫（N.N.Beketov）、鲍罗庭（A.P.Borodin）等最为著名。布特列洛夫曾访问过本生、柯尔贝、凯库勒、埃兰迈耶尔（E.Erlerimeyer）等德国化学家的实验室，在喀山大学任化学教授后，更加发挥了德国化学教育的精神，并以其富有吸引力的有机化学结构理论和思想团结了许多诸如马尔柯夫尼可夫（B.B.■，1838—1904）、扎依采夫（A.M.■，1841—1910）这样的化学家。

彼得堡大学建立后虽然设立了化学教授职位，但其真正的化学教学活动却是在 1846 年之后。这一年，被门捷列夫称为“俄罗斯化学之父”的沃斯克

列先斯基担任了该校的化学讲座。他作为李比希的学生把大部分精力投入了紧张的教育工作，不顾经费短缺，坚持以其在吉森获得的感受来管理实验室，并不断充实内容。由于他对初学者的热心指导和帮助，吸引了不少有才干的大学生来学习化学，并从中培养了不少卓越的人才。他的学生除门捷列夫外，还有门舒特金（H.■，1842—1907）等许多俄国化学家。1861 年，门捷列夫在彼得堡大学开始任教，先教有机化学，后来向校方提议聘来布特列洛夫任有机化学教授，而他自己被聘任为无机化学教授。门捷列夫全力以赴于教学和研究工作，但其工作条件却相当艰苦：

“没有煤气，燃烧用酒精，甚至酒精常感缺乏，因为被实验室内唯一的看门老人喝掉了。通风不生效……从 1866 至 1872 年，实验室一共只有两间房屋，其中一间还是黑暗的，直至 1872 年门捷列夫开始做关于气体压缩性的研究工作时，他才辟出第三间房屋……总之，在门捷列夫一生中的顺利时期，他仍不得不在最艰苦的条件下工作。”①

究其原因主要是经费短缺，正如门捷列夫在 1871 年所说：

“如果把我们实验室内的专职人员人数和其他大学校内的人数相比较，显然的，我们的数目在这方面要超过其他大学校，甚至可以与一些著名的规模宏大的，如海德堡的本生实验室，哥廷根的韦勒实验室以及莱比锡的柯尔贝实验室相等。但是我们的经费远比上述的外国实验室为少……我们实验室应该放弃许多成就和研究工作，这样外国的实验室才不至于害羞。”②

应该说，门捷列夫即使在这种条件下也为俄国培养了许多化学人才，但遗憾的是留在他身边帮助其进行研究工作的学生却很少（常常是因为待遇很低），因而没有形成什么化学学派。

以上喀山大学和彼得堡大学是从 19 世纪中期开始化学教学活动的，到 19 世纪 70 年代，其他大学也广泛地开展起化学教育。莫斯科大学于 1755 年创建，是俄国最早的大学，1804 年出现了低水平的化学教育，当时只限于讲述燃素理论的化学。由此可见其思想是多么守旧。莫斯科大学这种守旧的状况直到 1873 年才有了根本的改变，这就是它邀请了布特列洛夫的学生马尔柯夫尼柯夫来担任化学讲座。他一上任就对莫斯科大学的实验室和化学讲座进行了规划和整顿。他首先要求校方在旧的实验室基础上建立一个新的建筑，以供教学和研究之用。新的建筑经过 10 年努力于 1887 年完工。然后，他撤掉了一些无能守旧的化学教授，同时调入一些优秀的化学家诸如鲁根宁（В.Х.Лугинин，1834—1911）（他后来在莫斯科大学建立了俄国第一个热化学实验室）、泽林斯基（Н.Л.Зелинский，1861—1953）等任教，从而使莫斯科大学在化学这门科学的教育和研究中起了领导作用。

基辅大学建校较晚，但从 1840 年就开始由冯贝尔格（I.Von-berg）提供了较好的化学教学。他在 1845 年曾被派遣去国外考察欧州化学家的实验室，并于 1847 年根据自己的设计而在基辅大学建立了第一座化学实验室。1849

① A.ф.卡普斯廷斯基：俄罗斯无机化学与物理化学发展简史，科学出版社 1956 年版，第 29 页。

② A.ф.卡普斯廷斯基：俄罗斯无机化学与物理化学发展简史，科学出版社 1956 年版，第 12 页。

年，冯贝尔格便开始有系统地在实验室中向学生讲授化学实验。遗憾的是由于他在化学研究上没有什么成就而影响不大。不过基辅大学对化学的重视应该肯定，门捷列夫也正因为如此才在基辅大学任教很久，之后才去彼得堡大学。对基辅大学化学教育真正有影响的是阿历克谢耶夫（V.Alekseev， 1840—1891）。他在 1873 年对冯贝尔格实验室进行扩建，使实验室更加宽敞了。他在实验室中完成了许多研究工作，并培养了许多化学家，如雷福尔马特斯基（Revormatskii）、巴扎洛夫（A.Bazarov）、米哈依林科（E.Mihailenko）、希施柯夫斯基（V.Siskovskii）等。

除此之外，圣彼得堡的矿冶学院、里斯学院，莫斯科的一些高等技术学校，乌克兰的哈尔科夫大学、敖德萨新俄罗斯大学，波罗的海的多尔坡大学、里加多种工艺学院等也都在 19 世纪中期之后开设了化学实验室，培养化学化工人才。

第六节　美国化学教育

正如俄国科学的传统导源于法国一样，美国科学的传统则源自英国。在相当长的时间里，美国和英国的传统非常相似。在 17 世纪，英国在清教和科学活动之间存在着一种联盟，美国信奉清教的几个州（新英格兰、宾夕法尼亚、弗吉尼亚、卡罗来纳）在殖民时期曾经给英国皇家学会提供了最多的成员。尽管从 17 世纪直到 18 世纪，美国也出现了许多高等教育机构，诸如哈佛（1636 年）、耶鲁（1701 年）、普林斯顿（1746 年）、哥伦比亚（1754 年）、宾夕法尼亚（1755 年）等大学，但就像剑桥和牛津大学一样隶属于教会统治。

到 18 世纪后期，这种情况有所变化。由于英国化学家普里斯特利这时访问并移居美国的宾夕法尼亚州（宾夕法尼亚大学曾聘请他任化学教授，他拒而未就），美国大学开始对化学采取了同情的态度。其实，尽管在这个新世界里尚没有什么专职的科学活动者，但作为总体的科学本身却较早就受到像富兰克林和杰弗逊这样一些领袖人物的热心支持。富兰克林一直希望创建一所学校使其课程设置不受那种僵化传统的束缚,因而积极为创立费城学院(后来并入宾夕法尼亚大学）而奔走。基于同样的思想，费城医药学院于 1765 年建立。摩根（John Morgan， 1735—1789）任药物学和化学教授，他曾是英国爱丁堡大学科兰的学生。当 1769 年该校单独设立化学教授后，拉什首先担任了此职。在此之前，拉什也在爱丁堡大学随布莱克学习，并获医学博士学位。回国后，他作为一个自由主义者曾主张开办国立大学，并认为美国高等教育应该是更世俗的和科学的，更普通的和实用的，应跳出宗派主办的传统古典学院的牢笼和限制[①]。在费城的几个学院都隶属于宾夕法尼亚大学后，拉什放弃化学教授职位而成为医学教授。留下的化学教授职位很多年一直由威斯塔尔（Casper Wistar）担任，但后来他也转向了医学。在 1794 年，这个职位本想提供给普里斯特利而未果，只好由拉什的学生伍德豪斯（James Woodhouse，1770—1809）担任。另外，1767 年，詹·史密斯（James Smith）从莱顿大学获得博士学位后开始在国王学院（在美国革命时期更名为哥伦比亚学院）医药学校开始教化学，两年后升为化学教授。这里应当指出的是，甚至在 1767 年之前，化学曾作为自然哲学的一部分进行讲授，例如 1774 年马迪逊（Jame Madison）在威廉-玛丽学院、 1756 年威廉·史密斯（William Smith）在费城学院、1787 年摩尔顿（Charles Morton）在哈佛大学都提供了这种课程。这三个人都曾是作为牧师而受教育的。既然已有牧师做科学教师的先例，那么在 19 世纪的美国，很多所谓文理学院里出现牧师兼科学教师的现象也就不足为怪了。

19 世纪初期，美国东部地区有 6 个学院提供了可以说是严肃的化学教育。除了宾夕法尼亚大学和威廉-玛丽学院之外，还有哈佛医药学校、达尔特茅斯医药学校、哥伦比亚大学、新泽西学院（现在的普林斯顿大学），分别由德克斯特（Aaron Dexter）、斯鲍尔丁（Lyman Spaulding）、米契尔（Samuel Latham Mitchill）、马可良（John Maclean）任教。包括伍德豪斯和马迪逊在内的这 6 位教师都是受医学教育的，其中米契尔和马可良曾随布莱克学习过。斯鲍尔丁还是 1820 年制订美国第一部药典的组织者。更为有趣的是，他

[①] 滕大春主编：外国近代教育史，人民教育出版社 1989 年版，第 338 页。

们都是拉瓦锡的追随者。斯鲍尔丁和米契尔积极地把新命名法引入美国。马可良虽出生于苏格兰，但在拉瓦锡新化学体系引入美国之前，他就对此有了详尽的了解。他还同米契尔一起激烈地反对坚持燃素理论的普里斯特利。米契尔在其主编的杂志《医药库》（Medical Repository）上连篇刊载普里斯特利与马可良之间的辩论。

19 世纪上半期，美国科学和科学教育中最为重要的人物是老西里曼（Benjamin Silliman， 1779—1864）。他尽管是学法律的，但在 1802 年却受耶鲁大学校长之邀成为该校的首任化学教授。为做准备，老西里曼花了一年的时间到费城听了伍德豪斯的化学课程以及拉什、威斯塔尔、巴顿（Benjamin Barton）的医学课程。在回耶鲁的路上，他又在普林斯顿停下来请求马可良给予进一步的帮助。老西里曼在完成了第一年的教学任务后得到一笔自由赠款以作实验室装设用。第二年，他到英国从阿库姆开设的专售科学器材的商店购置了一些实验设备，同时也扩展了自己的科学知识，在那里，他还结识了当时英国许多科学家和技术发明者，诸如戴维、道尔顿、富尔顿（Fulton）、瓦特、班克斯（Sir J. Banks，1743—1820）、沃拉斯顿、卡文迪许、汤姆森、霍普（Th.Ch.Hope）等。他在阿库姆的私人实验室接受了科学教育，并在伦敦和爱丁堡听了许多科学演讲。

但是，老西里曼作为先驱人物在美国科学中享有的地位不只是由于他对科学知识的贡献，还因为他使其同胞产生了一种科学意识。他的地质学和化学教程得到普遍流行，并培养了许多后来在美国教育、医药、工业等方面都留下印迹的青年，诸如南卡罗来纳医学院和耶鲁大学的谢泊德（Charlos V. Schepard）、耶鲁大学的达那（James Dwignt Dana， 1813—1895）、北卡罗来纳学院和耶鲁大学的奥姆斯苔德（Dension Olmsted）、达尔特茅斯大学的胡巴德（Dliver P.Hubbard）、路易斯韦勒医学院和耶鲁大学的小西里曼（Jr.Benjamin Silliman， 1816—1885）、宾夕法尼亚医药学校的哈勒（Rober Hare）和伊顿（Amos Eaton， 1776—1842）。伊顿曾在 1824 年新建立的纽约雷恩塞拉伊尔多种工艺专校成立了一个教学实验室。老西里曼在 50 岁时作为一个通俗演讲者的声名广泛流传。他的足迹遍布新英格兰、圣路易斯和新奥尔良。

到 19 世纪中期，美国科学经历了一个新的发展时期，建立了一些科学学校（Scientific School）。杰弗逊曾在 1818 年确定弗吉尼亚大学校址、课程计划和政策的报告中提出了高等教育的目标，其中有一条是：“用数学和物理科学启迪他们（青年学生），增进技艺，论叙健康、生存、人类生活舒适等问题。”[①]他建议弗吉尼亚大学分成 8 个学校，包括古代语言、现代语言、数学、自然哲学（指化学和物理学）、自然史、医学、道德哲学、法律学等学科领域，而且学生可以选择任何一个学校。这实际上意味着科学对学院课程的侵入，但它很快就受到保守主义者的反对，其论点是：不管社会、政治、经济如何变化，良好高等教育的根基仍然是一样的，如果课程要适应一个社会事务的变动，这样给予的教育将是无价值的。因此，科学研究只有当它提供的知识使人们能够对抗异端思想、维护圣经教义时才被认为是重要的，而对科学感兴趣的学生对科学知识的探求也只能在现有的医药学校中进行。即使是老西里曼，尽管他的热心和享有的特权也未能将一个真正的科学计划纳

[①] 滕大春主编：外国近代教育史，人民教育出版社 1989 年版，第 339 页。

入耶鲁大学的正规课程里。渴望致力于科学活动的学生在毕业后得作为西里曼的助手或特别学生而同他一起进行工作。另一方面，1776 年美国独立运动后，农业问题引起普遍重视。杰弗逊、华盛顿作为政治家都热心倡导农业改革，从而导致了着重于农业的雷恩塞拉伊尔多种工艺专校的建立。创办人期望这所美国第一个独立技术学校能培养教师，给农场主和机工的子女传授耕种、制造业、家政等应用科学的技艺。伊顿在这所学校还开了实验室教学方法的先河，经他培养的有霍尔（JamesHall）、埃蒙斯（Ebenezer Emmons）和霍斯伏特（E. N. Horsford，1818—1893）等。后来，该校进行了改组，使课程更加扩大，成了一所普通的多科技术专校。这表明，单单经验性的技巧再也不足以适应日益工业化社会的需要了，科学的应用已深入生活的各个方面，这就要求那些正式的大学或学院提供更多的科学和技术课程教育。于是，各大学或学院纷纷举办独立的工程系或科学学校。这样，尽管杰弗逊把科学引入大学中的思想没有实现，但大学或学院却适应社会工业化的需求创立了一些科学学校。

1846 年，在耶鲁大学内建立了一个学校，其主要捐款人是谢菲尔德（E.Sheffield），故该校后来改名为耶鲁-谢菲尔德科学学校。分管实用化学方面的小西里曼和分管农业化学方面的诺顿（John Pitkin Norton）都曾是老西里曼的助手。诺顿还曾跟随爱丁堡的约翰斯顿和荷兰的穆尔德（G.J.Mulder，1802—1880）学习过农业化学，并深受李比希著作的影响。1852 年诺顿去世后，他的学生约翰逊（S.W.Johnson，1830—1909）继承了他的教授职位。在此之后，约翰逊用了两年时间在莱比锡的埃德曼（O.L.Erdmann，1804—1869）和慕尼黑的李比希手下学习。他在谢菲尔德科学学校按德国的教育方式进行农业化学的教育工作,并于 1875 年一手筹建了美国第一个农业试验站。

在哈佛大学，劳伦斯（Abbot Laurence）于 1847 年也提供资金建立了劳伦斯科学学校，第一任指导就是先在雷恩塞拉伊尔多种工艺专校后又到德国吉森实验室接受李比希指导的霍斯伏特，在他担任实用科学工艺教授后，霍斯伏特开始把劳伦斯科学学校发展成为彻底的吉森式的教学机构，还建立了美国第一所分析化学实验室。他的研究兴趣主要在食品化学方面，曾获得了以磷酸氢钙为基础的发酵粉专利。为了追寻自己的事业或兴趣，霍斯伏特于 1863 年辞去了在哈佛的教职，而去在罗德岛建立的伦福德化学公司生产他的发酵粉，他的职位后由李比希的另一个学生伏尔柯特·吉布斯（O. Wolcott Gibbs， 1822—1908）接替。吉布斯在劳伦斯科学学校把德国大学教育制度推到了一个更高的程度。在实验室中，他不仅接受男生而且允许女生进入实验室，并要求学生在学习化学的过程中，必须追寻原始的研究以便从中得到启发，从而使美国化学教育步入了一个新的发展阶段[①]。

上述这种学校到 19 世纪后半期在美国大学中已非常流行,其教学范围不断地加深扩大，而且由于那些采纳德国模式的学者的影响，一时间在美国形成了一股到德国攻读博士学位的热潮，其结果是削弱了美国仅在医药学校中培训科学家的传统。这样，在输入德国大学模式的过程中，美国逐步出现了研究生院（Grad-uate School）。耶鲁大学于 1863 年把第一个科学博士学

[①] Mel Gorman，F.W.Clarke and 19th Century Undergraduate Research at theUniversity of Cincinnat，Journal of Chemical Education，1985，3，234.

位授予了威拉德·吉布斯（Josiah Willard Gibbs， 1839—1903）。而哈佛大学则于 1877 年把第一个化学博士学位授予了古赫（FrankAustin Gooch，1852—1929）。确切地说，德国大学没有研究生院，它的学位研究被那些在美国建立研究生院的人当作是大学系别结构与大学教授的集合体。他们认为在美国也应该建立这种集合体以集中精力训练研究工作者。因此，在 19 世纪末，尽管德国还在受益于学位研究的制度，但美国的受人尊敬的研究生院却在耶鲁、约翰·霍普金斯、宾夕法尼亚、哈佛、哥伦比亚、密西根、芝加哥和威斯康辛大学中蓬勃发展起来了，也使培养高级、专门的化学人才的高等化学教育制度逐步得到确立。

第七节　19 世纪化学教育的特点

以上是 19 世纪法国、德国、英国、俄国、美国化学教育发展的情况。其实，近代化学教育在瑞典、意大利、荷兰等国家也有不同程度的开展。在瑞典，前面已提到的贝采里乌斯，1807 年被任命为乌普萨拉大学医学院（后改名为卡罗林娜学院）的化学和医学教授后，就开始在其私人实验室中对经他精心选择的学生加以训练。贝采里乌斯在他的自传中开列了曾在他的实验室中工作过的 24 名瑞典学生和 21 名外国学生。除了维勒、米契里希、马格努斯、罗斯之外，比较著名的还有瑞典人莫桑德尔（C.G.Mosander，1797—1858）和俄国人盖斯（G.I.Gess）。莫桑德尔于 1832 年接替了贝采里乌斯成为卡罗琳娜学院的化学和药学教授，直到去世。这个职位后由其学生克来维（P.T.Cleve， 1840—1905）担任。克来维也曾在斯德哥尔摩技术学院执教，在 19 世纪最后几十年中，他一直是瑞典自然科学研究的核心人物。阿累尼乌斯最初的化学知识就是从克来维那里学到的。在意大利，19 世纪初的阿伏伽德罗在图林大学受的是法学教育，只是私下学习了数学和物理学，1809 年他被维切利学院聘为教授，所讲授的也只不过是自然哲学。意大利真正的化学教育是在 19 世纪中期之后由康尼查罗开展起来的。他先后在亚历山大里亚学院（1851—1855 年）、热那亚大学（1855—1861 年）、巴勒莫大学（1861—1871 年）、罗马大学（1871—1909 年）讲授化学，特别是他在罗马大学还创立了意大利化学学院，并建有实验室。而在荷兰，能够提供良好的化学教学的应该是穆尔德。他最初是在阿姆斯特丹和罗特丹向药剂师和医学学生讲授植物学、化学、数学和药学，后来成了荷兰大学的化学教授（1840—1868 年），吸引了不少国内外的学生。19 世纪后期对荷兰化学教育做出贡献的是范霍夫。尽管范霍夫是在德国波恩大学凯库勒实验室中接受化学教育的，但他通过化学博士学位考试却是在荷兰大学（1873 年）。从 1877 年开始，范霍夫被任命为阿姆斯特丹大学化学、矿物、地质学以及古生物学教授，每周讲授 5 节无机和有机化学课，矿物学、地质学、结晶学、古生物学各 1 节，并负责指导 100 名医学学生和 20 名理科学生的实验。1892 年，校方为他新建了一个实验室，范霍夫在实验室指导由各国聚集来的青年化学家的研究工作，并担任一些化学课程，而把古生物学、地质学、矿物学课程让给副教授担任。这样一直到 1896 年离开荷兰移居德国。总之，19 世纪化学教育在许多国家都获得了发展。

综合各国的情况可以看到，19 世纪化学教育发展有以下一些特点：

（1）大学普遍开设了化学课程，并设置了越来越多的化学教授职位。最初的情况是，化学课程是在大学医学院或在哲学院以自然哲学的形式讲授，例如贝采里乌斯是在乌普萨拉大学医学院中讲授化学课，美国许多大学也是在其医药学校中开设化学课的，而阿伏伽德罗和道尔顿则是作为自然哲学教授而讲授化学课的。随着大学教育改革，单独的化学教授职位分离出来了，并走向了专业化。一个化学教授往往是一职兼授数门化学专业课，有些学校还把化学教授职位分成无机、有机、分析化学等若干教授职位。例如李比希一人就开出了有机化学、生理化学和农业化学课，而罗斯科和肖莱马在欧文斯学院则作为无机化学教授和有机化学教授进行了分工。

（2）从私人实验室师徒制逐步走向了教学实验室的师生制。盖-吕萨克和贝采里乌斯是在私人实验室中接受若干名经过推荐或自己选择的学生加以传授的，是一种师徒式的传授方法。但李比希、维勒、本生、霍夫曼、凯库

勒、齐宁、布特列洛夫等则是在大学的教学实验室里接纳大量的程度不等的学生并加以培养的，而且奉行的是从学基础课到实验训练，再到独立实验研究的教学和研究相结合的师生制。杜马、杜威勒、罗朗、热拉尔、武慈是利用私人实验室但按师生制培养学生的典范。这种过渡使 19 世纪中期以后出现了许多化学研究学派。

（3）在化学教育组织机构方面，既有教学实验室，又有化学教研室，例如贝采里乌斯曾于 1810 年担任乌普萨拉大学医学院的化学与药学教研室主任。在大学系科设置上，还出现专门培养化学化工人才的系。诸如欧文斯学院设置的先后由弗兰克兰、罗斯科和肖莱马负责的化学系、美国麻省理工学院于 1888 年成立的化学工程系。特别像英国皇家化学学院和意大利化学学院这样的专业化学教育机构也出现了。不过，应当指出的是，大学设置化学系科、成立专业化学教育机构在 19 世纪并不是普遍的，像教学实验室、化学教研室这样的化学教学组织多数是设在大学的医学院或理科院系中。

（4）教学与生产相结合、基础与应用相结合，体现了化学教育的正确方向。在这方面最值得称道的是帕金（Sir.W.H.Perkin，1838—1907）。帕金在皇家化学学院受教于霍夫曼门下，在做从煤焦油中制取奎宁的课题时，发现了一种淡褐色物质，能将白布染成紫色（苯胺紫）。于是他申请了专利权。当时的染料全是天然的，价格昂贵，而从当时的工业废弃物煤焦油合成染料，成本十分低廉，只有几十先令。所以，帕金决心弃学从工。1857 年在他父亲（工厂主）支持下办成了第一个小合成染料厂。可是并不赚钱，因为保守的英国染坊对新染料信不过。帕金并未灰心，便到国外找市场。等到法国商人找到帕金谈生意的时候，这种染料才一举闻名于世。帕金在科研成果转化为生产力后，有了钱又卖掉工厂，将住宅改为实验室，又从事基础研究，取得了许多成果，如以他的名字命名的帕金反应等。但是，帕金的成功与其老师霍夫曼，更进一步说是与李比希的化学教育分不开的。李比希是一个集教学、科研、生产于一身的化学教育家。他站在当时化学领域的最前沿，对于化学研究迅速发展的形势具有敏锐的洞察力，并能够高瞻远瞩随时掌握化学发展的新动向。因此，当李比希注意到“化学已经涉及到农业生产”时，他便不失时机地从化学的观点去阐明农业的特点，并研制出了化肥，还亲自办了化肥公司。不仅如此，李比希还将这种方法灌输给了学生，他鼓励学生把自己的研究与实际生产中出现的问题挂钩，密切注视化学、化工发展的动态，从而使学生能够紧跟时代的脉搏去思考或选择自己未来的研究课题。霍夫曼正是受李比希之命分析德国一个工厂生产的轻油试验而最终在合成染料工业方面做出巨大贡献的。他在英国皇家化学学院任教时也像李比希那样教导学生把科研与工业生产结合起来。这样看来，帕金选择的道路也就并非事出无因了。此外，凯库勒、拜尔、费歇尔等在某种程度上也都是这样的化学教师。

（5）化学出版物的出版发行，传播了化学知识，交流了学术研究成果，丰富和补充了化学教育。首先，化学著作或化学教科书不仅促进了化学研究成果的交流和化学知识的传播，而且改变了化学在教育中的地位。拉瓦锡的《化学纲要》一书自 1789 年出版后被译成各国文字，并多次再版，使氧化理论在许多国家得以流传，并被引入大学的课堂教学中。贝采里乌斯曾编著化学教科书 3 卷，这是一部最完整、最系统的化学教科书，曾再版 5 次，是 19 世纪初许多大学的化学教本。罗斯科的《基本化学教程》以英文版发行，是欧文斯学院低年级学生无机化学和有机化学的简明教科书，肖莱马在此基础

上改写并增添了许多新内容的《简明化学教程》先后以德文和英文出版，不仅作为欧文斯学院的化学教科书，而且也成为德国高级职业学校及大学广泛使用的参考教材，因而再版多次。此外，该书还被译成俄文、保加利亚文而在斯拉夫语国家大学里作为参考教材。更为有趣的是，马克思、恩格斯也对这部书产生了不少兴趣，并从中汲取很多化学知识。所有这些越来越改变了大学对化学学科的态度。在 19 世纪上半叶的德国和英国大学里，普遍盛行着反职业的自由教育思想。这一敌视态度的形成是与以下两个事实分不开的：一是传统大学占主导地位的学科是古典文学、纯数学和哲学等，从职业角度是无用的；二是在自由教育者的眼里，实验科学尤其是化学不能像古典科目和数学那样锻炼人的理智。但随着 19 世纪许多高质量的大学教科书的出版，诸如凯库勒的《有机化学或化合物化学教程》，前面提到的罗斯科和肖莱马的化学教科书等，使原来的观点再也站不住脚了。

其次，化学期刊丰富和补充了化学教学。17 世纪，科学交流虽然主要还是依靠口述、私人信件、手稿和印刷作品，随着科学学会的建立，又出现了研究报告或记录的印刷品，但却涵盖所有科学学科领域。直到 19 世纪末，私人赞助的期刊杂志得以建立，专业的化学杂志得以创办。最早的化学杂志是由德国赫尔姆斯太特大学化学教授克瑞尔（Lorenz von Crell，1744—1816）创立的，它促进了德国化学共同体的建立。最初题名为《化学杂志：为有志于自然学说、料理家务技艺和制造的朋友》（1778—1780）、后更名为《化学最新发现》（1781—1783，季刊）、《化学年鉴：为有志于自然学说的朋友》（1784—1804，月刊）。该杂志的许多材料与燃素问题有关，这就导致了席勒（Alexander Nicolaus Scherer，1771—1824）于 1798 年创办以反对燃素理论为宗旨的化学杂志——《化学普及杂志》，后改为《化学新普及杂志》。当盖伦（A.F.Gehlen，1775—1815）成为编辑后，于 1807 年又将其名称改为《化学、物理、矿物学杂志》，1811 年西韦格尔（Johann S.C.Schweiger，1779—1857）将标题中的矿物学去掉了。1834 年该杂志和《农艺化学杂志》合并成为由埃德曼控制的《实用化学杂志》。然而，德国最为重要的化学杂志则是由李比希创立的。1831 年，他担任《盖格尔药学杂志》的编辑，重点撰写实验室评论。1832 年，李比希把该杂志与席勒于 1817 年创办的另一个药学杂志合并为《药学年鉴》，并担任总编辑，主要报导当时一些重要研究成果，特别是在有机化学方面。1839 年《药学年鉴》更名为《化学与药学年鉴》，更加偏重于化学，杜马和格雷阿姆担任国外名誉编辑，维勒则直接参与编辑工作。李比希通过编辑多种论文（作者往往是他自己及其学生，还有他的朋友们），以更广阔的知识来丰富自己的化学教学内容，并激励学生用个人的名字发表论文，以增强他们从事化学研究的信心。李比希去世后，杂志又改名为《李比希化学年鉴》，到今天仍然是一家权威刊物。在法国，1789 年拉瓦锡创办了《化学年鉴》这一刊物，1815 年改为《化学与物理年鉴》。从 1840—1884 年，杜马一直是该杂志的主编，他学生的论文大部分都发表在这个权威刊物上。直到 1914 年，《化学与物理年鉴》才分成《化学年鉴》和《物理年鉴》两个刊物。在英国，尼科尔森于 1798 年创办《自然哲学、化学和工艺杂志》，其对手是《哲学会志》和《哲学杂志》。《哲学杂志》也是于 1798 年创办的，它是 3 份杂志最具竞争力的刊物，因而于 1814 年兼并了另外两个刊物。1813 年，汤姆森创办了以化学为主要内容的《哲学年鉴》，但遗憾的是在 1827 年也被并入《哲学杂志》。而在美国，前面曾提

到的米契尔主编的《医药库》（1797—1824 年）杂志对于传播氧化学说起了不小的作用，还有其他刊物包括《美国哲学会会志》、《美国工艺和科学院院报》等。1818 年，老西里曼创办了《美国科学杂志》，它在 19 世纪的美国科学中占有重要的地位，就是今天也是一份极富特色的私人出版物。可见，英国、美国并没有专门的化学期刊杂志，这里提到的一些科学刊物虽然没有像德国、法国的化学年鉴那样直接由化学家用以激励学生，但对化学教育确实起到了某种程度的补充作用。

从上述可见，在 19 世纪，化学教育已成为社会教育的一个重要组成部分，一批又一批经过系统化学科学教育的化学、化工人才被培养出来，成了化工生产、科研和教学的骨干。由于化学教育的发展，从事化学化工研究和教学的人越来越多，他们不仅使化学研究成果不断涌现，并推动化学工业的迅速发展，而且对正处于全面进步的近代科学技术、工业、农业生产以及医疗卫生等各项社会福利事业产生了极大的影响，从而使化学越来越表现出其职业化的趋势，因而要求建立相应的组织来满足这种职业化的需求。由于原先已建立的一般科学学会或科学院已不能满足这种需要，于是，各国便成立了专业的化学学会，例如伦敦化学学会（1841 年）、法国化学学会（1855 年）、德国化学学会（1868 年）、俄国化学学会（1868 年）、美国化学学会（1876 年）等。为适应化学职业化的要求，英国还成立了专门的化学职业组织，即皇家化学研究院。化学研究院在 1877 年诞生时，其宗旨是：第一，增进和鼓励化学及其相关科学在工艺、制造业、农业和公共健康方面的运用；第二，对身为咨询化学家、分析化学家的人员进行化学培训，确保他们胜任其职；第三，制定维护化学职业所必要的标准[①]。皇家化学研究院在吸收成员时是根据候选人所受教育和工作经验进行的，即初级会员须受过 3 年理论化学和分析化学、物理、数学课程的训练；高级会员除具备这个条件外，还必须有 3 年化学工作经验。化学研究院借此可以让公众知道职业化学家应当受到哪些训练，这样就使社会对职业化学家产生信任感，也可增进化学家的职业地位。可见，在 19 世纪最后几十年中，化学教育在培养职业化学家方面的力量已到了必须借助于某些职业化组织来帮助化学家在农业、食品、医药等部门谋职、并维护化学职业地位的境地。

总之，19 世纪化学教育的发展及其作用是巨大的，不仅推动了化学化工乃至社会的进步，而且促进了化学的职业化。当 20 世纪现代化学体系形成之后，随着各国大学化学系、研究生院的普遍成立以及中等教育制度的改革，19 世纪化学教育发展的成就便注入了现代化学教育中。

[①] 乔世德、王德胜主编：化学社会学，云南教育出版社 1991 年版，第 177 页。

第五章　现代化学教育（一）
——20 世纪美国高等化学教育

美国化学教育的全面发展始于 20 世纪。在 20 世纪 90 多年的历史过程中，美国获得了比别的国家更为稳定的国内政治环境和更为优越的经济环境，为其教育与科技事业的全面发展提供了必要的条件，使其高等化学教育处于世界领先水平。

第一节　历史背景

美国在经过 19 世纪的发展后，进入 20 世纪以来在世界范围内取得一种举足轻重的地位。美国人口 1900 年为 7600 万人，到 1920 年增至 1.5 亿人。它的工业产量在 1913 年就超过了英、法、德、日四国之和，成为世界头号工业强国。在第一次世界大战中，美国通过出卖军火和粮食大发其财，战争不仅没有伤害美国的元气，而且使它更加强大了。同时，战争也暴露了美国教育的严重缺陷，据统计应征入伍的 50 万青年中有四分之一属于文盲，这与工业大国很不相称。20 世纪头 20 多年是美国所谓“进步主义教育”时期，其重要的理论代表是杜威（J.Dewey，1859—1952）的实用主义教育理论，它对美国教育的发展产生了深远的影响。

30—40 年代，美国的教育基本是沿着 20 年代的方向发展着，实用主义教育开始在学校产生实际影响，各种类型学校改革的方向之一是注重开设实用课程。然而到第二次世界大战前，美国学校教育总体水平比英、法、德等国要逊色，如学校不太重视文化科学知识的系统学习，基础不扎实，训练很肤浅等。

第二次世界大战后，世界形势发生了根本性的变化，法西斯国家被彻底打败，英、法等国的力量也受到了严重的削弱，唯有美国变得更加强大了。出于政治和经济两方面的原因，美国政府非常关心它的教育事业。总统杜鲁门（H.S.Truman， 1884—1972）在 1945 年给国会的咨文中指出：“没有任何国家能在当今世界保持领先地位，除非它能充分动员国家科学技术资源。”因此，美国要想称霸世界，使战后经济在世界竞争中处于绝对领先的地位，美国就需不断提高广大民众的教育水平，特别是科学教育水平。美国教育在二战后的两大特点正是民主化和科学化。美国教育的民主化主要表现在，各级教育中美国就学人数居世界前列；教育的科学化是指科学教育受到美国学校普遍重视。1950 年成立的国家科学基金会的重要任务之一就是改革学校科学教育，以“促进科学发展，增进国民健康、繁荣和福利，保证国防实力”。科学教育受到真正普遍而高度的重视是从 50 年代末期开始的。

50 年代中叶，正当美国与苏联争霸世界愈演愈激烈的时刻，苏联于 1957 年成功发射了世界上第一颗人造地球卫星，美国朝野为之震惊，有人甚至将它视为又一次“珍珠港事件”。他们感到美国的科技落后了，担心从此要失去世界霸主的地位。为此，他们提出要改革美国的教育，提高教育质量。国会于 1958 年通过《国防教育法》，总统艾森豪威尔（D.D.Eisenhower，1890—1969）在批准该法令时指出，它是保证国家基本安全的紧急措施，要求竭力培养科学技术尖端人才。该法令声称：必须加强力量，去选择和教育更多的国家天才。这就要保证不使任何英才由于经济困难而不得享受高等教育，还要迅速纠正当前教育中所存在的不能使足够数量的青年接受自然科学、数学、现代外国语以及科技训练的不平衡现象。该法还明确提出，学校要抓紧自然科学、数学和外国语这些紧要学科的教学，把它们视为“新三艺”学科，以示把它们的地位提高到如中世纪欧洲学校中“七艺”学科的地位水平。为了贯彻这一立法，并使之得以实现，还规定了到 1978 年前各财政年度联邦政府为教育具体提供的经费数额,如计划 1959—1962 年内拨款 8 亿美元资助学校的教育改革。

正当苏联人造地球卫星上天引起爆炸性反应期间，美国第一艘核能潜艇

的设计者和监造者海军中将李可弗（H.G.Richover，1900—）的制造武器计划因技术人员训练不足而被打乱，又恰逢陆军部公布 25%的应征青年不符合现代兵要求，李可弗愤而于 1959 年发表《教育与自由》一书，着重指出美国科学技术力量的真正危机在于将来，必须彻底改造美国现行教育制度。他忠告政府应作出巨大物质牺牲，别对教育持吝啬态度，尽量提高专家的物质待遇和社会地位，在办教育上还必须学习“老练而明智”的欧洲。4 年后，李可弗又发表《美国教育——一桩全国性的惨败》一书，进一步阐述彻底改造美国实用主义教育的必要性和紧迫性。这两本书在美国都曾引起轩然大波，李可弗后来被调任直接插手全美教育改革的领导工作。

1964 年美国联邦政府又决定修订国防教育法，进一步扩大其内容，规定把历史、地理、公民等科列为改进的学科，以增强学生的国家观念，热爱美国。同时要增加学生贷款和奖学金，贷款额由原来的 1.35 亿美元，逐年增加到 1968 年的 1.95 亿美元。

50 年代后期开始，由美国著名教育心理学家、哈佛大学教授布鲁纳（J.S.Bruner，1915—）主持领导了全美的教育改革。然而，由于对学校教学要求过高，所编制的教材太深，对学生接受能力估计过高，结果改革并未取得成功。70 年代中期，美国进行了第二次教育改革，提出了恢复基础教育的口号，在课程方面主张适应学生的需要，改变不重视社会科学和人文科学的状况。

事实上，70 年代美国的高等教育出现了危机。联邦政府自 1968 年实际放弃了 1958 年以来实施的优先发展高等教育的方针,这是因为随着美国参加越南战争，引起国内经济混乱，社会动荡。而美国高等教育一旦失去联邦政府财政上的支持，既会导致诸多问题的出现，也会使这些问题难以得到解决，如 1969—1975 年，就有 136 所高校被迫关门。这成为美国 80 年代再次进行教育改革的重要历史背景之一。

引发美国 80 年代教育改革的原因是多方面的，但在某些地方与 50 年代后期的改革有颇多相似之处。世界性的新技术革命对各国经济发生和将要发生深刻的影响。与此同时，美国当局又了解到苏联在培养科学神童方面远胜于美国，对此美国当局深为忧虑。为保证自己在未来国际政治和经济竞争中能继续处于领先地位，美国决心从改革教育入手，培养优秀人才，与苏联和其他发达国家争雄。同时美国学者认为，以往只注意少数尖子的培养而忽视广大学生的普遍提高，是美国学校教育真正危机之所在。这次改革力图使原来那种仅仅满足于个人的发展、生活和兴趣的需要的教育与国家的需要结合起来，使学校教育成为既能促进国家政治和经济的发展，又能满足个人生活需要、促进个性自由发展的工具。

美国 20 世纪的化学教育正是在以上的政治、经济和学校教育大背景下不断发展壮大的。其中学校是美国开展现代化学教育的主要场所。学校的行政管理制度和体系结构直接制约着化学教育的开展，下面我们接着简要介绍一下美国的教育行政管理制度和学校体系结构。

第二节　教育制度

一　管理制度

美国教育行政机构基本分为联邦、州和县区三级。但在具体形式上却多种多样，以下简要介绍一下各级机构的情况。

1.联邦教育行政机构

由于美国教育传统上和法律上采取分权制，教育权利属于各州和地方，联邦政府教育机构长期处于无足轻重的地位。二战之后，各州和地方或缺乏财力，或缺乏人力，难以发挥学校教育应有的职能，联邦政府遂加强对教育的控制，联邦补助已占各州和学区教育开支的极大比例。联邦补助教育经费由教育总署负责合理分配。由于二战后联邦政府补助教育事业的拨款数量多而范围广，渠道多而影响深，全国各级各类教育事业愈来愈多地受到联邦的控制。1979 年 10 月，卡特总统终于签署了成立联邦教育部的法案，美国从此结束了长期无教育部的历史。

在长期的历史发展中，联邦国防部、内政部、农业部、司法部、劳工部等都掌管一定项目的教育事业。从 20 世纪 20 年代开始，总统派员组成的处理专项教育的特别委员会不下 50 个。就经费而言，联邦教育总署只掌握大量拨款的半数，其余则由其他部委分掌。

1972 年，成立了与教育总署平行的联邦教育科学院，专门致力于美国教育发展的研究。院长由联邦卫生、教育、福利部主持教育工作的副部长兼任。

2.州教育行政机构

作为分权制的国家，美国各州掌握教育大权。20 世纪以来，州教育机构则不断得到加强和发展，但各州管理教育的力量很不平衡，一般说来是弱者多强者少。

州教育委员会的职责是制定州教育方针和政策，是教育立法机关。多数州于教育委员会之外，还设其他教育委员会，如职业教育委员会、高等教育委员会等，而州教育委员会主要负责中小学教育。

州教育厅的职责是贯彻落实教育方针和政策，是教育执行机关。一般说教育厅长都是硕士学位或博士学位获得者，他负责管理各级学校，分配州和联邦补助的教育经费，审核教师资历并发给任职证书，还管理州所辖的图书馆、博物馆和历史文物。

事实上，除州教育委员会和州教育厅外，州议会、州长和州法院等无不通过立法、行政和法律判决等手段对教育事业施加控制。如各州的州宪法或州教育法都有关于就学义务、义务教育免费和教学内容的规定，37 个州还采用教科书免费制。

3.县、区教育行政机构

美国 50 个州中除个别州外，普遍设县，共计 3000 余县。但就办学而言，大多数县的组织和机构的作用很微弱，其职能基本是顾问性的。在美国，办教育的学区制比县制更为普遍和有效。学区在美国建国前就已形成，建国后走向制度化和普遍化，即在一定的社区范围内设立教育机构和学校。到二次世界大战后，全国有学区约　11 万余个。到　70 年代末，学区减少为　1 万 6 千个，它们成为美国最基层的管理单位。在 80 年代末，学区缩减到 1 万个。教育行政专家认为，全国学区压缩到 5 千个是比较理想的数字，因为很多小学区一方面浪费财力，学生人均年支出教育经费远高于较大学区；另一方面，

小学区缺乏人力和设备，不便开展范围广、质量高的教育活动，不利于教育事业的发展。比较公认的标准是，每学区应有 1 万名学生，通常应以 5 万居民作为划分一个学区的标准。

一般在学区内，设有民选或委派的教育委员会，其职责是制定办学方针政策，执行机关则或在委员会中设常务委员会，或另设教育管理人员，这完全听任各学区视其具体需要而定。

4.其他机构和组织

对美国教育发展产生很大影响的还有众多的教育基金会和各种教育学术团体。教育基金会是美国各大财团利用雄厚资金影响和控制教育活动的机构，目前以卡内基、福特、洛克菲勒等教育基金会势力最大。它们每年捐赠巨款，要求学校承担特定的教学和科研任务，组织各种教育和教学改革运动，资助青少年入学和学习有关学科和专业，从而把学校，特别是高等学校，牢牢掌握在手中。教育学术团体则利用科学的权威，凭借教育研究成果，传播教育先进经验，提出合理化建议，推动教育事业前进。美国教育协会、美国教育科学研究会等是目前众多教育专业组织中最有影响和规模最大的。

这些教育基金会和学会，虽非政府部门，不以命令和立法等手段颁布教育法令，指示教育方针，但它们依靠金钱和科学手段，对教育实施的影响是极为深入和广泛的。这些基金会和学会在指导美国学校的发展上，其威力和潜力常常在教育委员会和教育厅（局）之上。甚至有些学者说，美国教育协会是美国实际上的联邦教育部。这种说法足可以使人们对这些组织的作用大小窥见一斑。

二　体系结构

由于美国教育权归各州和地方，因此，各州在划分学校阶段时也因地而异，而且在不同的时期，划分情况也有所不同。现把美国学校体系结构简略地绘制于下页图 5-1 中。图中水平实线代表各级学校中年龄组的相对比例，虚线则代表年龄或比例方面有变化，即不太确定。

三　高校体制

美国高等化学教育是与美国高等学校的发展紧密联系在一起的。高等学校的办学目的、方针、形式、规模等决定着高等化学教育的诸方面。

经过 19 世纪下半叶的发展，进入 20 世纪后，公立的州立大学已与传统的私立大学共同成为美国高等教育的主体。州立大学办学方针由各州委派的校董会（或称评议会、理事会）主持制定。校董会由校外各界人士组成，由它选出校长，负责学校日常事务。

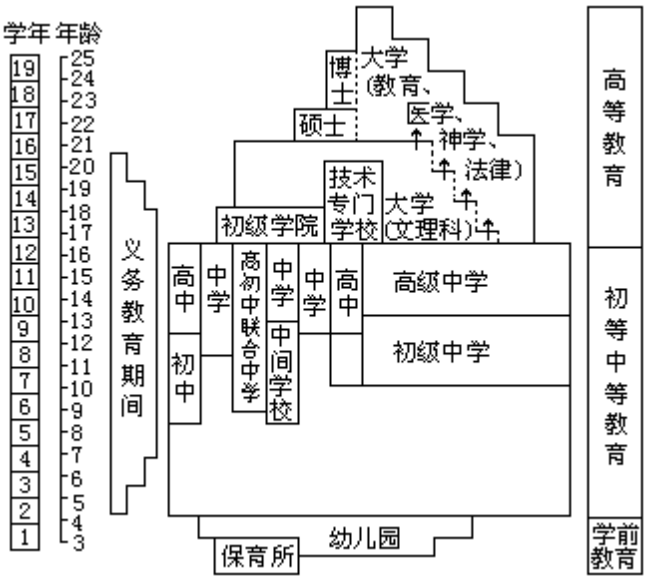


图 5-1 美国学校体系结构图

大学经费主要来自州财政拨款，另外通过学生纳费、联邦补助和基金会捐助等形式获得部分经费。州立大学面向各州建设的需要，成为各州人才的策源地。私立大学经费独立，较少受政府干预和政潮干扰，办学大计由校董会决定，比公立大学具有更大的自主权。许多私立大学在美国乃至世界都享有盛誉，像哈佛、耶鲁、哥伦比亚、普林斯顿、约翰斯·霍普金斯、芝加哥和斯坦福等大学。然而，私立院校的学费要比公立院校高出许多，据 1974—1975 学年统计，私立院校学费平均每人每年为 2250 美元，而同期公立院校仅为 450 美元。如哈佛大学哈佛学院，1979 年一年学费已高达 4100 美元（不包括生活等费用在内）。到 70 年代后期，私立大学除以基金会拨款和学生纳费为大宗经费来源外，都接受联邦和州政府的重金补助，而且公款补助高达全校开支的 20%—25%。

二次世界大战后，美国高等教育发展迅速，从表 5-1 中就可看到这种趋势。20 世纪前 60 年，高校学生约每 20 年增长一倍，进入 70 年代，不足 10 年就增长一倍。在 50 年代初，大学生占适龄青年（18—24 岁）约 14.7%—16.2%，到 70 年代初则已达 45%。1975 年每万人有大学生约 457 人，是世界上平均数字最高的国家。1992 年全美的 3535 所高校中有公立高校 1563 所，私立高校 1972 所，显然私立高校仍占优势，但在校大学生人数公立高校要远多于私立高校。

表 5-1 美国高校发展统计表

年份	高校数（所）	在校学生数（万）
1935	1600	126
1940	1800	140
1965	2230	
1970	2550	650
1975	3026	973
1977	3047	1130
1982		1240
1992	3535	1400

美国传统的高校是四年制，1976 年有约 1600 所。各高校水平不一，其中重点院校，即美国一流高校有 20 多所，它们多是四年制院校。我们前面提到的 7 所私立大学都在此列，另外加利福尼亚（伯克莱）、密执安（安·阿伯）、威斯康星（麦迪逊）、加利福尼亚（洛杉矶）、康奈尔、伊利诺斯、明尼苏达、宾夕法尼亚、布朗、西北、珀杜、杜克等大学和麻省理工学院、加利福尼亚理工学院也是重点高校。通常大学里设置若干学院，不过在众多学院中，文理学院居于骨干地位，是高校的学术教育园地，一般都设有化学系。当然，美国高校中单独设置学院的也很多。

随着高校招生人数的激增，出现了许多巨型大学（Multiver-sity）。二次世界大战前万人大学寥寥无几，而当今，美国有 3 万人以上大学生的巨型大学达 30 多所。这些高校每年开支经费都是数以亿计，开设课程在数千与数万种之间。如加州大学（即加利福尼亚大学）有学生 11 万，教职工约 4.5 万，校园共计 9 所，每年开支经费 7 亿美元，开设 1 万种课程。有些巨型大学为克服学生拥挤、缺乏教师指导等缺点，向“大学中的大学”方向发展，即把全校分为若干个相对独立的学院，如同垄断公司与子公司的关系。

美国高等教育的另一种形式是二年制的初级学院（或称社区学院、地方学院）。它最早出现在 1892 年的芝加哥大学内。第一所公立初级学院 1902 年建于伊利诺斯州，随后初级学院在各州陆续开办起来。我们从表 5-2 可以看出 20 世纪美国初级学院发展趋势，它是美国发展最快的一类高校。到 1975 年，初级学院的学院数和学生数均已占美国高校和大学生总数的 33%左右，1992 年学生数已占大学生总数的 40%。初级学院之所以得到迅速发展，原因是：

表 5-2　美国初级学院发展统计表[①]

[①] 张人杰：高等教育的现状和趋势，人民教育出版社 1979 年版，第 29 页。

年份	学院数（所）	在校学生数（万）
1900	8	0.01
1920	200	1.6
1930	469	9.8
1940	610	23.2
1950	597	57.9
1960	656	66.0
1965	771	130.0
1970	1000	240.0
1982	1214	
1992		560.0

（1）政府的鼓励与支持；

（2）收费低廉，修业年限较短，又面对当地需要设科开课，便于就业，适应了现代工业生产对中等技术人员越来越多的需要；

（3）它为在职青年和成人提供了继续教育的机会；

（4）二战后逐步提高了教学质量，有些初级学院的毕业生可以转入四年制大学三年级就读，继续接受高等教育。这是因为初级学院开设的转学课程相当于四年制高校一、二年级的普通教育课程；

（5）美国社会重视学位，有的初级学院便授予毕业生以协士（或准学士）学位。

自从 1869 年在哈佛大学设置研究生院开始，到 20 世纪初，

众多高校相继仿效，但规模较小。二战后，一方面高校要求培养大量合格师资，中学教师多须由具硕士学位者充当；另一方面，现代工业生产需要越来越多受过研究生教育的人才。因此，研究生院日增，研究生增加尤速，我们从表 5-3 就可看出这种趋势。1976 年有 600 多所高校设立了研究生院，并授予硕士学位，其中有 354 所研究生院能授予博士学位。研究生培养主要集中在重点院校，55%—60%的研究生是 20 多所重点院校培养的。有些名牌院校的研究生人数已接近甚至超过本科生，从表 5-4 就可清楚地看到这个特点，其中麻省理工学院和加州理工学院还设有高级研究生院，招收博士后研究人员。

表 5-3　美国研究生培养统计表

年份	研究生总数 (万)	硕　士 (万)	博　士 (万)
1955	25		
1960	34.2	7.77	0.98
1966	66	14.0	1.82
1970	90	20.8	2.99
1973	106	26.4	3.36
1976	132	31.6	3.50
1977	172	33.8	3.70

表 5-4　几所高校研究生占学生总数的百分比[①]

学　　校	学生总数	研究生人数	占学生总数百分比
哈佛大学	15500	9500	61
加州理工学院	16000	8000	50
麻省理工学院	8100	3700	45
斯坦福大学	12100	5200	43
加州大学(伯克莱)	27500	9500	32

美国高等教育除了四年制大学、初级学院和研究生院等几种形式外，在60—70 年代又产生了一种新型高等学校——开放大学，它是为满足广大青年到高校深造的要求而建立的。

美国高校各系科专业学生人数逐年有所变化，从表 5-5 可看出，包括化学在内的自然科学类 60 年代以来学生人数一直保持比较稳定的比例，到 80 年代则上升为第二位。

表 5-5 美国高等教育各科类毕业生占毕业生总数百分比[②]

[①] 马骥雄：高等学校的科学研究和研究生教育，人民教育出版社 1979 年版，第 67 页。年份研究生总数硕士博士（万）（万）（万）19552519603 毛.27.770.9819666614.01.吕 219709020.B 2..991973106 26.4 3.36 1976132 31.6 3.50 1977172 33.8 3.

[①] 周锐：高等学校的科学研究和研究生教育，人民教育出版社 1979 年版，第 15 页。

[②] 王海山、王续琨：教育·科学·社会，河南教育出版社 1991 年版，第 85 页。

年代 百分比 科类	1960	1965	1970	1975	1980
人文科学	14.8	17.9	16.7	12.1	8.3
社会科学	27.0	25.3	28.8	33.2	38.7
自然科学	14.9	15.3	15.6	15.4	13.2
工　科	10.8	7.7	7.1	6.5	9.6
农　科	1.6	1.1	1.2	1.9	2.5
医　科	3.6	2.4	2.7	5.3	6.9

总之，美国高等教育分为三个级别（或阶段）。第一级是指初级学院或大学前 2 年的学习，主要是学习基础课程，为专门学习做准备；第二级是指四年制院校的后 2 年的学习，主要学习专业课程；第三级是指研究生学习阶段，包括攻读硕士和博士学位，主要是从事科学研究。因此，美国三级高等教育分别侧重于基础课、专业课和科学研究。

第三节　化学教育目标与招生

一　化学教育目标

200 年来的美国社会经历了巨变，其化学教育目标也一再发生变迁。美国初办高等教育受欧洲特别是英国模式的影响，有的院校曾出现重学轻术的现象，这突出表现在传统的私立大学的课程偏向“博雅教育”（即学术教育）而轻视专业教育（即国家经济建设直接所需科目的教育）。然而州立大学却顺应了美国国内建设的需要，特别是实用主义教育思想影响了美国高等教育的办学目标，正如万·希思（C.R.Van Hise）1910 年在威斯康星州立大学毕业典礼大会上所说：

“州立大学的生命力存在于它和州的紧密关系之中。州需要大学来服务，大学对于州负有特殊的责任……州立大学还应促成对本州发展有密切关系的知识的迅速成长。”[①]

因此，在 20 世纪上半叶，美国化学教育的主要目标就是培养实用人才。职业和技术教育成为美国高等学校的合法职责，重术轻学成了这个时期美国高等化学教育的特点。

第二次世界大战后，政府有识之士和教育家们意识到战前美国高等教育目标导致了美国教育水平的落后，不能满足现代国防和生产对高、精、尖科学技术的要求。以往那种搞实用主义，一味强调专业技术的学习，缺乏科学基础理论训练，刚好是无源之水、无本之木，难以适应社会和科技的长远进步，培养不出科学明星，也创造不出什么杰出成就。因此，从二战后，美国高等化学教育也开始扭转重术轻学的培养目标，向培养学者和化学家的方向努力，加强基础课的学习。实际上，在重术轻学占主流的年代里，一些大学，特别是私立大学并未放弃对学术人才的培养，像约翰·霍普金斯大学、哈佛大学、芝加哥大学、克拉克大学等都对此做了不懈的努力，例如它们发扬德国大学的办学方针，着重研究生的培养。美国大学教授协会于 1915 年曾发表《高等教育原理宣言》，要求教授充分享受学术自由，在课堂上不必隐讳观点，训练自己的独立思考能力，要成为真理战士和学术导师。然而，这些原则在二战前并未在大多数院校得到贯彻。

无论是 1979 年后的美国联邦教育部，还是这之前的联邦教育总署，都从未颁布法令明确规定高等学校的培养目标。因此，各院校都是根据时势发展而自行制定办学方针的。当今美国大学肩负有教学、科研和社会服务三项职责，但其中心是培养科研尖端人才和致力于创造性的科研成果。美国高等化学教育进一步的努力目标就是不断加强学术研究人才的培养，改革本科生教育，为毕业生升入研究生院做准备，或使毕业生具备创造力和应用科研成果的能力。

美国当今高等化学教育更着重学生未来长远能力的培养，使他们在毕业后将近 40 年的工作时间里，能适应科学发展的新需要，即希望他们在工作中具备继续学习新方法、新理论和掌握一些在学校时未曾使用过的仪器设施的能力。

[①] 滕大春：今日美国教育，人民教育出版社 1980 年版，第 40 页。

二　高校的新生录取

美国高等学校形式多样，办学目的有所不同，质量也参差不齐。同时美国中等学校的类型也很多，性质有异，因此各高校对学生入学条件要求也不尽一致。

高等学校录取新生通常要求他们完成了正常的 12 年的初中等教育,并且在中学所学课程不是职业化的，同时获得中学毕业证书。大多数州规定高等学校录取新生不仅根据中学毕业考试成绩，还要根据中学最后两年的学习成绩。但仍有许多高校录取新生仅根据中学毕业证书，这以初级学院居多。

很多院校要根据考生参加美国高等学校入学考试委员会主持的考试成绩，依据教育测验、心理测验、才能测验的结果，并参考中学成绩来录取新生。美国高校入学考试委员会主要主持两种考试。一种是 SAT（Scholastic Aptitude Test），它只考语文和数学，以测定学生学习的能力和潜力；另一种是 ACT 成绩（Achieroment Test），它分为历史、生物、物理、化学、地理等 15 个学科，考生可从中选定 3 种参加考试，主要测定中学生有关学科的基础知识，便于学生入学后选择专业和编班。对于选择主修化学专业的考生来说，在 ACT 中自然要选化学科目参加考试。

有些院校，特别是名牌大学，则依据自己规定的入学手续，参考高校入学考试委员会的考试成绩标准来录取新生，甚至一些学校采用面试的方法来选择学生，以了解入学者的动机和他们的真实潜在能力。有些院校还要考虑学生的籍贯、性别、体育运动能力和艺术才能及中学教师的评语等，甚至要求学生在申请入学时还必须提供“ 道德品行书面证明 ”。显然名牌大学要求的入学标准最高，像哈佛大学里只招女生的拉德克利夫学院，仅接受入学申请者的 19%左右。初级学院要求的入学标准较低。

由于 1960 年后出生人口下降，使 18—24 岁年龄组的人口在 1978—1993 年间减少 23%，而能否招到足够的学生关系到学校、系科的兴衰存亡，因此各高校、各系科对生源的竞争愈来愈激烈，从而导致 70 年代以来高校与学生之间关系的重大转变。高等学校越来越把学生看做主顾和消费者。这种竞争导致了高校尽力使学生能够更容易地进入他们的学校。直到 1986 年，全美约有 66%的高校实行“ 开放入学 ”的政策。据全美高校招生顾问委员会的报告，到 1990 年 5 月 1 日止，在调查的 800 所学院中，670 所学院一年级学生仍有空缺。进入 90 年代头几年，申请入学的高中毕业生人数并无回升的迹象。同时，乐于主修职业性专业的学生继续增加，使得高校实施包括化学在内的理科基础教育的计划困难重重。

第四节　化学课程与教学

一　化学课程和教学计划

美国教育的分权传统使得各院校的制度有所不同，从而不存在全国统一的化学教学大纲、化学教科书和化学教学计划，自然也不存在统一的化学课程。每所学校都按自己认为最好的方式培养学生，尤其是那些名牌大学更显其教学特点，因此很难描述一个能代表所有美国院校的化学教育制度，我们只能择其有一定代表性的方面加以论述。

自从美国高校 1890 年开始设立了“系”的机构之后，系就成为高校教学活动的中心和专业组织，各院校都设有名目众多的“系”。化学系通常设在文理学院、理工学院、教育学院或师范学院内。不少院校还设有单独的生物化学系，而化学工程系或其他化学类系则设在工科院校中。现代科学技术的综合发展使一些高校撤掉了“系”的机构，建立了一些新的教学组织或仅设学科专业。从高校组织体系看，在系之上还有学校会议，但后者常徒具形式，事实上实权由系掌握，系里可以自行处理任用教师、设置课程、颁发学位、开展学术活动和从事科研等重大事宜。因此，不同院校在化学课程安排和教材选用上常常有很大的差别。

本世纪 50 年代前，受实用主义教育思想影响，化学课程和教科书的内容都明显倾向于实用知识的传授，强化职业性教育，缺乏理论深度，描述性知识占很大比重。二次世界大战后，随着化学教育目标的改变，化学课程和教科书的内容与编排都发生了变化，更多地倾向于介绍化学理论知识，不断加强深度和广度，特别注意吸收本世纪取得的最新化学理论成果，如量子化学、结构化学等，减少教科书中传统的描述性知识的介绍，把过时和不必要的化学知识从课本中删掉。

美国高校的化学教科书五花八门，形式和结构多样，内容深浅不一，新版本不断出现，仅普通化学教科书就出版了 100 余种。在发行一本教科书的同时，往往附带发行同一作者所编的整套辅助教材或参考教材，真正做到成龙配套，给教学带来极大的方便。如由布拉戴（J.E.Brady）等著的《普通化学：原理与结构》（1978 年版）就配有立体声幻灯片、教师指导书、透明录音片、学生指导书和习题选择解答。然而，化学教师也不一定严格按教科书来授课。美国高校的教授享有较大自由，包括有权选择教科书版本，允许因人设课，鼓励学术上独树一帜，可按照自己的理解和兴趣来安排课程内容，从而形成教授治学的风气。

化学教学计划是由美国各高校根据自己的要求来制定的，不过本世纪以来，各校化学教学计划的侧重点有所变化，其中与课程选修制的实行与变迁联系在一起。

美国高校的选修制最早起源于 19 世纪的哈佛大学,到本世纪初达到它的鼎盛时期。它的初衷是出于学生学习自由的呼声，而且随着开设学科课程的增多，大学 4 年不可能全部涉猎，不能不有所选择。当时觉得实行选修制有许多优点。首先，可以培养学生的自主精神；其次，适应学生能力和爱好上的个人差异，调动个人学习兴趣；再次，促使学生自治，节省行政费用和教师时间。同时，这也与当时进步主义教育运动所提倡的以学生为中心的教育思想相一致。

起初选修教学计划多种多样，约可分为 4 类。第一，自由选修制，全部

课程实行选修，选择学科不受限制；第二，课程大约一半为必修，另一半为选修；第三，主修辅修制，学生在三年级开始选择一个学域作“主修”，另一个学域作“辅修”；第四，采用所谓“分组制”，把学院课程按诸如科学、哲学、历史等分组，要求学生按一个或一个以上这样的分组来选修他们的课业。

美国高校的选修制正是以上述几种类型为基础发展起来的，其中淘汰了一些不合理的方面，并对其不断加以完善。如哈佛大学通过调查发现，采用自由选修制后，带来一些消极因素，包括学生对上课准备少了，选择课程时只图轻易或者时间方便，很少管什么内容，特别是避开像化学在内的自然科学课程。这一切并不符合高校的培养目标，因此自由选修制从此便衰落了。

建立在选修制基础上的化学教学计划除受选修制的变化发展影响外，也与化学教育目标的改变紧密联系在一起。第二次世界大战前，高校化学教学计划倾向于专业训练，开设的实用化学课程较多。50 年代后，由于强调“新三艺”的教学，要求必修的化学课程和其他自然科学课程增多。70 年代以来，教学计划又突出基础教育，要求第一级、第二级高等教育属于“通才”教育，以适应美国大学生将来能多方面独立奋斗与生活的需要。因而，非化学课程和人文科学课程在教学计划中占有了较大的比重。

80 年代初，数百所美国高校掀起了一个课程改革的浪潮，它包括恢复 60 年代里在学生运动中取消的一些必修课程，改革课程项目结构，重新制订与修改许多课程的内容，其中包括解决技术革命对社会产生影响以后给课程带来的问题，如化学课程结合了环境科学、材料科学、能源科学等方面的专题内容，继续强化基础知识的传授和训练。

上述只是美国高校化学教学计划发展变化的总体趋势，然而由于美国高校的多样性和自主性，我们不可能列出美国大学化学系一个统一的教学计划表，不过我们可以从表 5-6 所列哈佛大学化学系 80 年代初的教学计划中略见一斑，它代表了目前许多重点院校的情况。

表 5-6　哈佛大学化学系化学教学计划

学期 / 课程 / 学期	1	2
1	普通化学（有实验） 微积分	无机化学（无实验） 微积分
2	有机化学（无实验） 物理（有实验）	有机化学（有实验） 物理（有实验）
3	物理化学（无实验） 高等化学实验（全部实验）	物理化学（无实验） 科研（实验）
4	高等选修课（无实验） 科研（实验）	高等选修课（无实验） 科研（实验）

哈佛大学实行每学年 2 学期制，第一学期从 9 月中旬至次年 1 月上旬，第二学期从 2 月初至 6 月上旬，每学期上课约 15 周。这代表了大部分高校的

学期制，不过在细节方面常有区别，即使哈佛大学各学院之间有时也存在差别。美国有的院校实行每学年 3 个学期，每学期 10 周。

哈佛大学的每门化学课程每学期约占 40 课时，1 学年总计 80 课时。美国各高校对课时数要求并不一致，但它们都实行学分制，学生每周上课 1 小时，自习 2 小时或自习、实习各 2 小时，满 15 周可得 1 学分。大学生在 4 年内必须获得足够的学分才能毕业而获得学士学位。有些院校也允许提前积满分而毕业，如哈佛大学的哈佛学院就实行三年制学位。不过各院校对毕业要求的最低学分不大一样。哈佛大学仅学生成绩计分法就有好几种：A—E 五级；及格、不及格；满意、不满意；有学分、无学分等。

我们在表 5-6 中只列出了自然科学课程，事实上化学系学生 4 年中所学课程有一半是社会人文学科，包括文学、历史及音乐等课程。由于哈佛大学已把重点放在研究生培养上，其绝大多数学生毕业后将继续升入研究生院学习，如 70 年代末已达 60%，因此表 5-6 所列教学计划不是为他们立即参加工作，而是为他们升入研究生院学习而设计的，其化学教育就偏重于理论而较少实用知识。

在表 5-6 中没有开设独立的分析化学课，这也是当今许多美国大学化学系的开课情况，因为它们把分析化学课的内容分散到其他课程及其实验中去了，并且很多院校已不再传授经典的化学分析方法了，如硫化氢系统定性分析、重量分析等，而是侧重于仪器分析的传授。

美国高校通常低年级不分科系，许多高校对一、二年级学生设有专门的教学计划。哈佛大学 1978 年制定的《公共基础课方案》不是按传统的人文科学、社会科学和自然科学三分法，而是按五大基础课学术领域来安排一年级学生的教学计划，它们是：

（1）文学和艺术课（包括文学、艺术、音乐 3 个科目）；

（2）历史课（2 个科目）；

（3）社会和哲学分析课（2 个科目）；

（4）外国语和文化课（1 个科目）；

（5）数学和自然科学（2 个科目，但包括数学、物理、化学、生物、行为科学等）。

在以上五个领域 10 个科目中，学生必须选 7—8 种，其目的是使学生打下范围广泛的知识根基，为接受专业教育创造有利的条件。麻省理工学院则规定全校每个学生在 4 年中必须修满 360—385 个学分。其中普遍必修课为 180 学分，专业主修课为 180—205 学分。在普遍必修学分中，计有自然科学 60 学分（微积分、物理学各 24 学分，生物或化学 12 学分），人文社会科学 72 学分，自然科学分类必修科 36 学分，实验室必修科 12 学分。其中化学的 12 学分是学生根据个人情况，可在一年级从固态化学导论、普通化学、结构-成键和机制导论、化学热力学 4 门学科中选修 1 门而获得。人文社会科学的 72 学分是从开设的 88 种科目中选修其中 8 种，每种课程各占 9 学分来获得。对于化学系的学生来说，自然科学分类课程通常在二年级开始选修，它是指与化学专业有关的基础课程，其中选修本系开设的课不得多于 12 学分，选修本系同他系合开的课也不得多于 12 学分。学生应在教师指导下选课，包括可能选修与未来化学学习相关的物理、生物和数学等课程。12 学分的实验室必修课是指具有研究性质的典型的化学实验课，包括实验观测、对问题的分析和对结果的处理与评价。实验课要求学生把注意力集中在一个或很少几个实

验问题上，并尽可能多地着重规划一类的实验工作，而不是例行的实验训练。这些实验课一般在二、三年级进行。化学系的专业主修课指在二年级开始的化学专业课程，实际上仍偏重于专业基础课。

美国高校的教学计划使得化学专业的学生要选修相当数量的非化学课程，同样也有很多非化学专业的学生选修化学课程。像哈佛大学每年主修化学的学生约 30 名，但选修 2 门一年级化学课的学生约有 500 名，选修二年级的有机化学课的有 400 名。

美国高等学校一年级开设的化学课都叫普通化学，每周约 3—4 课时。表 5-7 列出美国 8 所高校普通化学课时分配，平均总学时数为 145（讲课 88 学时，实验 57 学时）。其中有些学校（如乔治亚理工学院、哥伦比亚大学、加州理工学院、纽约市立大学斯坦屯岛分校）同时开设两种不同类型的普通化学，一种供以后不再学其他化学课程的学生（非化学、非化工类专业的学生）学习，另一种供以后准备继续在化学方面深造的学生学习。前者多结合具体实例讲述一般的化学基本原理，内容较浅但面较广，后者偏重于物质结构、化学热力学和动力学等理论，内容较深但面较窄。这两种类型的普通化学，内容的侧重面虽有所不同，但课时数相差无几。

表 5-7 美国 8 所高校普通化学课时分配[①]

[①] 刘湘兰：谈谈国外普通化学教学的一些情况，化学通报，1980 年，第 10 期，第 28 页。

校名	课程代号和名称	学期	每周课时分配			周数	课时数		总课时数
			讲课	实验	自学		讲课	实验	
乔治亚理工学院	Chem 1101-2	1	4	3	5	10	80	60	140
	普通化学	2	4	3	5	10			
哥伦比亚大学	C1403-C1404	1	3	0	3	15	85	85	170
	普通化学	2	3	0	3	15			
	C1503x-C1504y	1	0	3	1.5	15			
	普通化学实验	2	0	3	1.5	15			
加州理工学院	Ch1 abc	1	3	0	3	10	90	60	150
	普通化学与	2	3	0	3	10			
	定量分析	3	3	0	3	10			
	Ch3 abc	2	0	3	0	10			
	化学实验科学	3	0	3	0	10			
纽约理工学院	CM104 普通化学 I A	1	2.5	1.5	3	15	75	45	120
	CM105 普通化学 II A	2	2.5	1.5	3	15			
决克赛尔大学	N471 普通化学 I	1	4	0	4	10	110	50	160
	N472 普通化学 II	2	3	2	4	10			
	N473 普通化学III	3	4	3	5	10			
开期西方储备大学	Chem 103 104	1	3	0	3	14	84	56	140
	化学原理	2	3	0	3	14			
	Chem 113 化学实验原理	2	1	3	2	14			
纽约市立大学(斯坦顿岛)	Chem 120 普通化学	1	3	0	3	15	90	45	135
	Chem 126 普通化学	2	3	0	3	15			
	Chem 121 普通化学实验	2	0	3	0	15			
纽约州立大学(石溪)	Che 131 普通化学	1	3	0	3	15	90	60	150
	Che 132 普通化学	2	3	0	3	15			
	Che 133 134 普通化学实验	2	0	4	0	15			
平均课时数							88	57.6	145.6

二　化学实验

美国大学的化学教学实验室主要是按德国大学的模式在 20 世纪逐步发展起来的。但在第二次世界大战前，实验室规模都比较小，设备简陋，学生所做的实验都很简单，次数很少，所占学分也较少，化学课程主要放在课堂讲授方面。

第二次世界大战后，随着教育改革的不断深入、化学教育目标的改变，高等学校的化学教学愈来愈重视实验课，把实验课当作化学课程必不可少的组成部分，作为培养学生解决问题能力的重要手段。尽管各高校在化学实验设备、内容、实验室的利用等方面的情况不尽相同，但一个明显的共同之处就是，实验课时数越来越多。我们从前面所列举的教学计划实例中就可看到这一点，实验课时数占课堂教学时数的一半以上，而这在二次世界大战前是不可想象的。

化学实验课的内容也体现出化学教育目标与加强能力培养的思想。一方面，高校化学实验有较详细的实验指导书，学生们通常按照实验指导书的内容去做实验，加深对课堂所学内容的理解与掌握，这保证了实验内容的相对稳定性。但美国化学教育工作者们发现，这种按部就班的实验课对学生独立地提出问题和解决问题能力的提高不大，甚至有的美国学者认为，这是在“浪费金钱和时间”[①]。因此，有些化学教育工作者建议，大学生应更多进行一些实验指导书以外的实验课训练。另一方面，经典化学实验内容被淘汰的速度相当快，它们已被一些现代化学方面的实验内容所代替。一般的化学实验课，根据其内容的特点可分为定性验证、数据测定、合成制备和分析鉴定 4 种类型，其中定性验证属于传统的经典实验内容，它在 70 年代后期美国的普通化学实验中所占比重已经很小了。如在兰格斯基（J.J.Lagowski）等人所著的《化学的实验室实验》（1977 年）一书中，几乎没有定性验证的实验，它总共包括 37 次实验，其中数据测定 20 次（占总数的 54%）、合成制备 3 次（8%）、分析鉴定 14 次（38%）。实际上，各高校都有一些教授热衷于实验的改进工作，使实验内容不断有所更新。当代美国大学生在实验室也会做一些未列在计划里的实验，特别是在名牌大学中，做这类实验会更多一些，学生从中可更直接地学到解决问题的方法和提高解决问题的能力。

80 年代以来，美国高校化学实验的一个重要变化是比较注意引进新的实验技术。如小型核磁共振仪、简易红外光谱仪、色谱技术、分光光度法等已成为普通化学及其他基础化学实验中的常规手段和方法。传统的化学分析操作训练已减至很少，计算机的使用已很普遍。这些新技术、新方法不仅可以提高学生的实验兴趣，而且为其将来毕业谋职提高了竞争能力，更适应飞速发展的社会需求。

[①] L.K.Nash：谈谈美国的化学教育，化学通报，1983 年第 4 期，第 47 页。

三　化学教学方法

从本世纪初到二次世界大战前，美国高等化学教育基本保持着传统的教学方法，即以课堂讲授为主，以教师为中心，以书本为标准，实验训练很少。考核方式死板，受进步主义教育运动影响，各门课程成绩评分不管主修与选修，均按优、良、中三级评定，这种教学方式是传统的知识灌输式，课堂缺乏生气，学生学习积极性不高，始终处于被动接受状态，毕业后实际工作能力差。

二次世界大战后，随着化学教育目标的改变，为提高教学质量，化学教学方式围绕培养学生发现问题和解决问题能力这个中心，发生了显著的变化，具体表现在：

（1）很多院校准许本科高年级学生以“独立研究”为科目，这一点我们从表 5-6 中所列哈佛大学的教学计划就可看到，它所占整个课时比例是较大的。以往，选修“独立研究”科目是研究生的特权，并不对本科生开放，如今则放宽了尺度。办法是学生在教授指导下，选择适当课题，以一学年或一学期进行深入研究。他们不需到课堂听讲，而是在实验室工作。这期间要查阅有关的文献资料，了解学术动态，最后成绩考核方式是要写出有质量的论文或报告，称之为“成效考核”。从事科研的教学方式是让学生在受教育过程中充分体现出积极的参与姿态。

（2）从大学一年级开始就不仅注重课堂教学，同时注重实验操作训练，这点我们在前面已作了不少论述。这其中贯彻的一个教育思想就是，不能像往空瓶子中注水一样，把知识灌给学生。要使学生能把课堂所学知识和实验操作结合起来，使学生学会提出问题，举一反三。无论是在平时实验课中，还是在科研训练中，要求学生能正确对待错误，不要怕犯错误，要从错误中学到更多的东西。

（3）为了给大学生创造良好的学习环境，美国大多数著名化学家都在大学里做研究工作，在那里他们既教研究生也教大学生。这些化学家的学识、科研领域、方向、风格甚至个性都直接对大学生的成长产生影响。除有教授指导外，大学生还得到研究生或博士后研究者的帮助。经常能与搞科研的人接触，有利于培养他们提出问题和解决问题的能力。

（4）很多化学教师在教学过程中，鼓励学生克服保守思想，敢于打破传统观念，培养学生在科学面前做一个训练有素的怀疑者，即一方面要坚持科学的原则，充分认识到科学理论的作用和力量；另一方面又能认识到理论准确性的局限方面，相信会有更好的理论产生。例如，在当今化学专业知识快速增长的年代里，许多美国大学教师就要求学生放弃把化学机械地划分为无机、有机、分析、物化、高分子等分支的传统观念，有人认为化学可分为合成、分析和动力学三大领域，也有人把化学分为结构、动力学与合成三部分等。总之希望学生思想不要僵化，不要把认识局限在过去的分类中。

（5）由于以往不管主修与选修科目都以同样的标准评定成绩，常常造成学生精力和时间的浪费。如今一般院校改变计分制度，对选修科目只评及格、不及格，对主修科目则根据作业质量，严格评定优劣，使学生专心致志向主科方向努力。

（6）除了在实验室引进许多现代先进仪器设备外，在课堂上也广泛利用了电子计算机、电视机、电影幻灯等许多现代化教学设备，大大改进了教学效果。同时利用一些直观教具，如量子化学中，借助立体模型加深学生对一

些抽象概念的理解。研究表明，电化教学不仅有助于对知识的理解，而且有助于记忆。人们仅仅通过听觉来吸收知识，只能记忆所学的 15%，或仅仅通过视觉，只能记忆所学的 25%，假如视听觉结合，则能记忆 65%。

（7）在教学过程中，化学教师有意识引导学生对科学方法的掌握。如美国化学教师通常很强调定量方法的重要性，而有些教师则认为定性方法不可忽视，另外一些教师则向学生强调，是否能利用直观感觉判断事物的发生是一个成熟科学家的标志。

（8）不少化学教师注重从化学史的角度去讲授化学概念、原理和理论，收到了较好的教学效果。

（9）开设适应个别学生需要的专修课，学习成绩优秀的本科学生可以选学研究生课程，甚至在 4 年中就获得理科硕士学位。不仅可在本系、本学院和本大学范围内跨专业、跨系选修课程，而且还可跨院校选修课程。如美国在 60 年代约有五分之一大学生在各院校辗转学习,甚至有的院校鼓励学生利用各种机会赴国外大学学习一个阶段。

（10）不同的教师根据自己的特长和理解，对同一门课程可能采取不同的教学方式，但他们一般都比较注重当代教育理论的发展，不断改进自己的教学方式，使教与学能真正有机地结合起来。

第五节　研究生培养

高等化学教育的另一个领域是研究生的化学教育，它包括硕士研究生的培养和博士研究生的培养。20 世纪以来，博士后研究工作又作为高等化学教育的一个重要组成部分。

一　硕士生和博士生的培养

第二次世界大战前，研究生的培养主要为满足高等学校教师的需要，每年毕业的化学硕士和博士的数量非常有限，高校的第一级和第二级教育是高等化学教育的主体。第二次世界大战后，化学专业研究生的数量迅速增加，例如哈佛大学的文理学院化学系就只招收研究生，事实上文理学院是一所研究生院。在哈佛大学的 12 所学院中，目前只有两所本科生学院。到 70 年代中期，化学研究生的需求量趋于稳定，使得化学本科生、硕士生和博士生保持一定的比例。美国社会相对完善的市场经济制约着各级化学人才培养的规模和数量。化学专业所获学位名称分别是：本科生毕业后获理学士（B.S.）、硕士研究生毕业后获理学硕士（M.S.），博士研究生毕业后获哲学博士（Ph.D.）。我们从表 5-8 与表 5-9 可看出，70 年代后期美国各级化学人才培养的情况。其中 B.S.的数量稳中有增，M.S.和 Ph.D.的数量稳中有减，化学系毕业的人数远超过化工系，但化工系的 B.S.人数的增加比化学系要快。

表 5-8　1975—1979 年全美高校化学系获 B.S.,M.S.与 Ph.D.的人数

年份	B.S.		M.S.		Ph.D.	
	学校数	毕业生数	研究生院数	毕业生数	研究生院校	毕业生数
1975	526	9084	312	1814	189	1781
1976	528	9916	322	1676	189	1622
1977	534	10207	321	1688	189	1563
1978	547	10350	323	1798	189	1532
1979	551	10451	323	1716	189	1532

表 5-9　1975-1979 年全美高校化学工程系获 B.S.,M.S.与 Ph.D.的人数

年份	B.S.		M.S.		Ph.D.	
	学校数	毕业生数	研究生院数	毕业生数	研究生院数	毕业生数
1975	120	2873	117	1012	105	351
1976	120	2920	108	1001	101	320
1977	120	3282	115	1095	103	298
1978	119	4225	114	1109	98	251
1979	112	4977	107	951	92	237

美国高校本科生的化学教育主要是专业基础教育，使学生尽可能获得广泛的科学基础知识，而研究生的化学教育要求的是高深的专业教育和学术教育。美国研究生教育的发展是与二战后美国高校高度重视科学研究联系在一起的。研究生的培养目标是要求毕业生具有独立从事较高水平化学研究的能力。

从组织形式看，尽管研究生院负责授予研究生学位，并负责组织研究生教学班子成员，但实际研究生培养的任务主要掌握在各系，由系决定研究生的研究专题和指导研究工作的进行，因为研究生院既无独立的人员编制，又无独立机构和建筑设施，更无独立的经费预算，研究生院成为处理事务性工

作的组织形式，甚至美国有人认为“研究生院院长的职位具有文书的性质，缺少实际作用，可以让位给系[①]。为了解决研究生教育组织形式方面的缺陷，人们提出了不少建议，而最普遍又易让人们接受的尝试是设立研究中心或研究所（室）。虽然这类机构在第二次世界大战之前就有了，但在 50 和 60 年代才全面发展起来。平均一所大学有 6—20 个中心或所，而麻省理工学院目前有 37 个这样的机构。它们成为高校培养研究生的重要的科学研究基地。早期的许多中心或所分属学院，而新近设立的中心或所多属大学领导。一般来说，传统的学科仍归原来的系，边缘学科则落在中心或所。

美国各院校对研究生资格考试方式与内容要求并不相同，但都有自己的特点，主要由各系制订。如加州理工学院的博士生资格考试通常由 3—5 名教授组成的资格考试委员会主持。他们向学生提问的重点不是已经学过的课程，而是学生未掌握或未学过的领域，为的是检查学生一旦遇到未学习过或不熟悉的问题时的“应变能力”。也有些大学以检查研究生对近期化学文献和系内学术报告内容的了解情况为主，而且进行多次。

美国高校一般要求已获学士学位的学生再学习和研究 1—2 年，提出一篇论文，通过一次综合性考试，即可获得硕士学位。实际上很多论文并无创见，乃是编辑或综述性质的，很少被别人引用。近些年来，有些院校对硕士候选人不要求做论文，使其节省精力，着力培养较强的研究能力。攻读博士学位需获硕士学位的人再继续学习研究 2 年或 2 年以上，提交一篇论文，通过一次综合考试，便可获博士学位。博士学位要求严格，候选人常因基础知识不足、外语能力薄弱、论文选题不当和困于经济条件等不能把全部精力用于研究等原因，使得修业年限延长，实际攻读化学专业的哲学博士平均约需 3.7 年，最长时间则达 10 年左右。近年的发展趋势是要求基础教育过硬和注重实际效果，要求研究生有较宽的甚至是跨学科的知识面，以适应当代尖端科研的理论性、综合性和跨学科性的需要。对于研究生学习和研究质量的检查，一反过去可有可无的做法，要求进行多次的考试。如为了取得博士学位，研究生第一年期中、期末进行预备考试，学习 2—3 年后进行总结考试，最后进行博士论文答辩。研究生在基础知识方面考试不及格者必须补课。为了培养研究生独立进行科学研究的能力，许多院校改变了过去仅由导师负责指导研究生的办法，采用由有关教授做启发式的讲演和由研究集体（包括有关的教师、研究生和大学高年级学生）开专题、选题讨论班等各种形式来培养研究生。传统上要求博士研究生掌握两种外国语，实际上常是强人所难，以致第二外国语考试时多带词典翻阅，而且考毕不用，日久遗忘。如今有些院校允许精通一种外国语的研究生，不考第二外国语，有的则允许以数学等代替第二外国语，避免形式主义。很多院校尽量安排研究生承担本科生的教学或实验工作，帮助解决经济问题。

经过二战后几十年的经验总结，许多院校已对研究生不再做好高骛远的要求，不把人人都当作尖子培养，注意按照研究生能力水平而区别对待，即未来专家的科学培养应当注重广度而不是深度，主要培养的不是有独创性的化学家，而是有能力在不同领域的科研机构中任职的化学工作者。对于从事基础理论研究，具有独创性的化学家的培养，则是甄选具有才能的哲学博士，使他们在博士后的学习阶段接受培养。

[①] 马骥雄：高等学校的科学研究和研究生教育，人民教育出版社 1979 年版，第 72 页。

二　博士后的培养

博士后是对取得博士学位后继续留在高校跟随导师从事科学研究人员的称呼。这种研究计划起始于约翰斯·霍普金斯大学。1930 年普林斯顿大学成立了高级研究所，推动了这项工作的开展。五六十年代开始的这种人才培养的形式愈来愈受到许多著名大学的重视，它成为培养杰出的科学理论人才和发明人才的重要途径。由于知识在人类社会的重要性日益明显，志愿从事高深学术探索者日益增多。如 1962 年美国授予包括化学在内的哲学博士学位 15507 人，其中致力于博士后研究工作者占 8.5%；1967 年的 20217 位哲学博士中博士后工作者占 11.6%；1975 年理工科博士 12000 人中有 33.3%做博士后工作。许多参加博士后研究工作的都是博士毕业后未能找到合适工作的人。博士后研究工作为期 6—8 个月直到两年不等。

由于博士后研究工作依赖现代化的设备和水平高的导师，博士后研究人员便集中在著名学府中。1967 年全美物理学和化学博士后研究人员的 95%集中在 10 所著名高校中。麻省理工学院的穆尔奖学金、哈佛大学的皮尔斯奖学金、耶鲁大学的吉布斯奖学金都是为资助博士后研究人员设置的。人们公认许多院校第一流学术成就的取得，得力于博士后的研究。其中很有代表性的一个学校就是洛克菲勒大学。它是一所造就高级科技人才的学府，至今该校已有 19 位诺贝尔奖获得者，其中获得诺贝尔化学奖的有 1972 年的穆尔（S.Moore，1913—）和斯坦因（W.H.Stein，1911—）1984 年的梅里菲尔德（R.B.Merrifield，1921—）。洛克菲勒大学始建于 1901 年，起初称为洛克菲勒医学研究院，是美国第一个生物医学研究院，1965 年改名为洛克菲勒大学。它主要从事生物医学科学的研究和专门人才的培养，并不断开拓新的研究领域。它不招收大学生，每年只从全国和全世界招收 20 名博士研究生。目前它大约只有 200 名正式教员，100 名研究生，却有 250 个博士后的研究者和访问学者。它的教授一半以上为美国科学院院士。该校没有系，大约由近 60 个实验室构成。与化学有关的实验室共有 4 个。由于该校有全国甚至全世界著名的科学家执教，拥有最先进的仪器设备装备实验室，还有充足的经费（如 1983 年支出约 6200 万美元），因此博士后研究者和研究生位置的竞争十分激烈。其中研究生培养不同于美国其他大学的一个方面是，研究生不要交学杂费，也不要靠做其他辅助工作来维持自己的生活，学校给他们创造了一心用于学习科研的环境。

总之，美国化学研究生的教育已形成硕士、博士和博士后的三级制度，它使得美国化学高级人才的培养处于世界最先进的地位，并对美国社会产生了巨大的影响。正如美国科学和工艺学院院长哥尔韦尔德所说：“美国大学培养科学人才的成就，在很大程度上说明美国战后科学技术的高速发展。大量科学博士输送到工业界，无疑促进美国工业更多地转向科学研究，并有助于美国比西欧国家更快地在工业中采用处于基础研究前沿的技术方法。”[①] 而世界各地最优秀的青年知识分子以移民、留学、游学和深造等身份蜂拥到美国，给美国高校研究生教育提供了充足而高质量的生源。例如美国各大学博士后奖学金获得者中，近一半是外国人。

[①] 滕大春：今日美国教育，人民教育出版社 1980 年版，第 128 页。

第六节　科学研究与教学

科学研究与教学最先在德国高校得到统一，美国高校则紧随其后，特别在 20 世纪有了重大进展。一方面，通过竞争机制使美国高校的科研获得最大限度的发展；另一方面，通过教师的工作使科研与教学有机地结合起来。

一　科学研究

我们在前几节已多次谈到美国高等学校的科学研究，特别是第二次世界大战后，美国高校由传统的教学中心向教学-科研双中心发展，这在一些名牌大学中表现得尤其明显。20 多所重点大学几乎都把重点放在科学研究发展上，通过科研推动教学水平的提高。美国高校研究生院的发展无不得益于对科研的重视和投入，美国的哲学博士更倾向是一种研究性学位。下面我们着重从美国高校的科研机构、科研经费和科研人员几个方面谈一下美国高校的科研情况，特别是化学研究情况。

事实上，美国有些名牌大学在二战前就有重视科研的传统，其最典型的代表就是深受德国大学模式影响的约翰斯·霍普金斯大学，它从一开始就强调大学是“自由从事科学研究的工作场所”，它首先关注的是开展研究而不是其他。它是二战前研究生教育改革的重要代表，对美国高等教育影响很大。当时它的哲学科（相当于“文理学院”）为其他高等院校提供了合格的师资，并促使若干院校模仿它进行改革。据 1926 年的调查，在 1000 名美国杰出的科学家中，就有 243 人是约翰斯·霍普金斯大学的毕业生。

二战后，高校重视科学研究的一个重要方面就是在高校兴建研究基地，致力于高深学问的研究，以及大规模设置研究所和实验室。二战前，高校科研多面向教学，二战后则着重向科学进军，提高学术水平，服务于军需和生产。如麻省理工学院包括化学专业在内的现代化实验室有 70 余所。许多世界著名的实验室就分布在高校中，如麻省理工学院的德雷珀实验室、加州大学的劳伦斯-伯克利实验室、芝加哥大学的阿贡国家实验室等。全国高校研究所和研究中心达 5000 所以上。

美国的科研机构可划分为 4 类，即政府的研究机构、企业的研究机构、高校的研究机构和非盈利机构的科研单位。其中第四类的规模和比重最小，高校科研机构则与前两者有密切的联系，经常合作进行应用发展研究。不过高校研究机构侧重于基础研究，而政府和企业的研究机构侧重于应用发展研究。高校之所以倾向于基础研究，一方面是要兼顾它的教学中心的地位，使科研和教学能够统一起来；另一方面是考虑到高校科研力量的优势在于它处在科学的前沿与基础领域，同时高校也缺乏进行应用发展研究的巨额资金和专向技术设备与人才。

高校倾向于基础研究从全美科研资金分配情况就可显著体现出来。以 1974 年为例，全国科研资金总数为 321 亿美元，其中企业研究机构占 67.1%，联邦研究机构占 14.9%，高校占 14.5%。321 亿美元用于基础研究的资金为 46 亿美元（占总资金的 14.3%），其中高校占 64%，企业机构占 16.7%，联邦机构占 13.4%。

1979 年美国全部科研资金已达 543 亿美元（占国家国民生产总值的 2.3%）。其中用于基础研究 73 亿（13.4%）、应用研究 122 亿（22.5%）、发展研究 348 亿（64.1%）。 1980 年全美科研资金又上升为 604 亿美元，其中用于基础、应用和发展研究的资金分别为 82 亿美元（13.6%）、135 亿美元（22.4%）和 386 亿美元（63.9%）。

多年来联邦政府提供的科研经费金额最多，如 1970 年政府提供的占全美科研经费的 57%，非政府提供的占 43%（其中高校与非盈利机构提供的仅占 2%—3%），但后来情况有所改变，1980 年政府提供的占 49%，企业界提供的占 48%。政府提供的 296 亿美元中，用于化学研究的为 4.8 亿美元（占 1.6%）。

美国高校科研资金采用的是高度集中的分配原则，90%的资金拨给了能授予博士学位的高校，其中 20 多所重点院校可获联邦科研资助的 50%，获联邦资助最多的高校是麻省理工学院。据美国国家基金会调查，1978 年麻省理工学院在化学方面的科研经费为 6.24 百万美元，威斯康星大学麦迪逊分校为 5.15 百万美元，加州理工学院为 4.1 百万美元，哈佛大学为 3.9 百万美元，斯坦福大学为 3.55 百万美元，康奈尔大学为 3.4 百万美元。其他一些重点大学的化学科研经费支出大致在 1 百万—3 百万美元之间。1979 年全美高校科研经费支出为 53.4 亿美元，其中用于化学方面的有 2.1 亿美元，占总数的 4%。

基础研究成果通常难以产生立竿见影的效应，但它对应用发展研究恰似“水源”和“木本”，它的最终效益很难用文字与数字来表示，它对科学和生产的发展能发挥长远的效应。因此，美国前总统科技顾问普雷斯认为，应把大学里的自然科学系定为“国家研究中心”。实际上美国高校中最重要的科研机构正是那些直接受联邦政府大量经费资助的专门实验室与科研中心。不过，基础研究见效不快，使得 70 年代经费有所减缩。从 1970 年开始，高校所获科研经费中基础研究的比例从 77%下降到 71%。为此，包括高校化学教师与科研人员在内的美国科学界呼吁重视基础研究。前国家科学基金会主席汉德勒把基础研究比作“下金蛋的鹅”，呼吁不应过急地追求应用发展研究而损害对基础研究的努力。

80 年代以来，联邦政府为增强国际竞争力，又大幅度增加了高校的科研经费。1982—1987 年，高校获得的科研经费由 46 亿美元增加到 65 亿美元，5 年间增加了 42.4%。

美国高校的科研人员占全美科研人员的三成以上，如 1974 年美国的科研人员有 53 万，其中 33%在高等院校，大都从事基础研究。高校科研人员有半数以上担负着联邦政府资助的科研项目。如 1974 年全美高校化学专业科研人员的 58%，化学工程专业科研人员的 65%担负着联邦政府资助的科研工作。表 5-10 列出 1965—1973 年其中 4 年美国高校从事科研的化学专业总人数和接受联邦政府资助的高校从事科研的化学专业人数。

表 5-10 美国高校化学专业科研人员统计[①]

年份	1965	1969	1971	1973
化学科研人员总数	2335	2685	2579	2781
受政府资助化学科研人员数	1409	1221	1175	1189

[①] 符娟明：高等学校的科学研究和研究生教育，人民教育出版社 1979 年版，第 41 页。

二　教师的双重职责

美国高校教师的职责随着世纪的转换和高校职能的扩大而发生变化。在19世纪末的美国高等学校中，每种学科领域都已设专职讲座，由一位教师主持。随着科学与教育的发展，每种学科领域的讲学任务已非一人所能承担，必须添课加人。如哈佛、耶鲁、普林斯顿3所大学从1870到1910年，学生人数增加了3倍，教师人数却增加了5—10倍，其主要原因是由于这个时期学科分化

速度大于学生的增长速度。如化学学科，在 19 世纪末基本上是无机化学、有机化学、物理化学、分析化学4门二级学科，但进入20世纪后就有量子化学、同位素化学、络合物化学、结构化学等三级学科分化出来，甚至原先的二级学科也难以把它们囊括进去，一个教师要同时担负几门分支学科的教学任务已难以胜任，这样就必然需要更多的化学教师来担负越来越多的教学任务。

在本世纪初，美国高校教师已普遍通过研究生的途径来培养，这也是第二次世界大战前促进美国研究生院发展的重要因素，即随着美国高等学校数量和规模的迅速增加与扩大，对教师特别是高质量教师的需求刺激了高等学校研究生院的发展。

第二次世界大战前，高校教师的核心任务就是搞好教学，高等学校被理所当然地视为教学机构，教授的本职是教学，教学之余才搞科研。第二次世界大战后，随着高校办学目标和方针的转变，大学由单纯的教学中心又同时成为科学研究中心，其重要标志之一就是大学教师的任务发生了改变，他不仅要从事教学工作，而且要从事科学研究工作。衡量教师的水平不仅要看他的教学情况，同时要考察他的科研情况，后者甚至成为首要标准，是教师晋升的重要条件。

然而，教师的科研工作是与教学工作相一致的。理科教学的目的是培养能推动科学发展的人才，因此理科的科研选题要求立足于学科的前沿，也只有这样才能拿到较多的科研经费。让学生直接参与到科研工作中，本身就是对他们解决实际问题，从事科研工作能力的一种培养方式。强调科研工作，形成浓厚的科研气氛，对造成培养有创造性的、高质量人才的环境是比较理想的。当今美国高校里，作为化学教师，他应既是一位化学教授，也是一位化学研究员。

美国高校是通过竞争方式来保证教师的业务素质的，这体现在教师的招聘、晋升职务、获得终身职位、考核等方面。

美国各高校师生人数比例高低不一。1975年美国高校统计有教师67万人，其中专职教师43万人，其中20多所重点院校师生人数比为1∶10.3，全美高校为1∶14.5[①]。美国各高校化学系的教师人数不一样，如较大的加州大学伯克莱分校化学系有教师75名，哈佛大学化学系则仅有25名教师。各校对教师的要求标准也不尽一致。像哈佛大学化学系的教师全部参加教学工作，尤其是实验工作。25名教师中，有15名是被终身聘任的高级教授，另10名年轻教授被聘3—5年。一般来说，他们要为高年级学生开设很多的高级课程。学校一般不聘请本校的研究生任教，为的是避免学术上的近亲繁殖，而通过聘请外来的教师则能更多地了解别的学校在培养人才方面的做法和经

---

① 胡化南：高等教育的现状和趋势，人民教育出版社1979年版，第2—7页。

验。像哈佛大学化学系的 25 名教师中只有 6 名是或曾是哈佛的毕业生，其余均来自其他学校。它的教师不管专业如何都参与全系重大工作的讨论和决策，教师应能胜任各基础课的教学，比如应既能教普通化学、无机化学，又能教有机化学、物理化学，即作为一位化学教师，他首先应有扎实的基础，然后才是专业。为了加强基础教育，美国许多高校聘请著名学者讲授化学基础课，并组织他们编写基础课程的教科书。高校对教师聘任的严格要求，是与近些年来高校理科教师的地位有所提高联系在一起的，如今有科研成绩的名教授已成为美国职业中收入最高的人之一。

表 5-11 列出美国高校化学教师各级职称的年薪（1980 年）。从表中可以看出，美国是一个很重视学位的国家，不同学位而担任同级职称的教师，其工资收入是有相当差距的。另外，教师个人的工资随工龄的增加而逐步增加。

表 5-11 美国高校化学教师年薪（1980）[①]

年薪（美元） 职称 / 学位	教授	副教授	助理教授	其他（讲师和教职员工）
私立大学				
Ph.D.	35000	25000	20500	28000
M.S.	27000	20800		22600
B.S.	23000	18000	15200	19500
公立大学				
Ph.D.	34500	25000	20000	28000
M.S.	27500	21000	17500	24500
B.S.	26000	21000	16900	23000

0

[①] 张德和：美国化学界的近况，化学通报，1981 年第 9 期，第 57 页。

第七节　化学继续教育

随着科学技术的加速发展，新的科学知识和科技成果令人应接不暇，科学发现和技术发明转化为产品的周期缩短，科技工作者的人数则剧增。这样在相当长一个历史阶段中，科学技术发展呈指数增长趋势，它必然使某些既有的科学技术知识失去自身存在的价值，成为陈旧的东西，并且随科技加速发展，陈旧周期不断缩短（如 18 世纪知识陈旧周期为 50—80 年；19—20 世纪初为 60 年；20 世纪 50 年代为 15 年；70 年代为 8—9 年；80 年代为 3—5 年）。这样使受过一次性完整教育的就业人员深感难以适应工作的需要，传统的一次性教育观受到严重挑战，应运而产生了继续教育。尽管在第二次世界大战前已产生了继续教育的思想和实践活动，但直到二战后继续教育才进入初兴期。作为科学教育重要分支的化学教育也步入了继续教育的领域。仅就全世界的化合物数量来说，1880 年有 1200 种，1950 年增至 100 万种，1980 年约 400 万种，1990 年已超过 1000 万种。因此，化学知识的不断更新也必然要求进行化学继续教育。

美国教育家认为，继续教育是指：

“在正规教育以后进行的一种范围很广泛的教育，旨在使成人不断获得有关自己职业的新知识、新技能，同时增长对别的职业的了解。”[①]

美国化学从业人员主要分布在学校、企业、政府机构和其他科研机构等部门。从化学知识自我更新的实际情况出发，美国的化学继续教育主要对象是中等学校化学教师与化学工程师。因为在高等学校和科研机构的化学工作者自身从事着化学的发现与发明活动，他们自身就是化学知识的生产者。他们在自己的工作中就不断进行着化学知识的自我更新。而在中等学校和生产企业部门工作的化学教师和化学工程师通常的工作是把原先在高等学校所学到的化学知识传授给学生和应用于生产实际。由于工作性质、工作环境的原因，使他们在自己的工作中获得化学知识自我更新的机会较少，因此就需要给他们提供特别的化学继续教育的机会和形式。关于中等学校化学教师的继续教育，我们将在中等化学教育部分里论述，下面重点介绍一下当代美国化学工程师的继续教育。

美国化学工程师学会从本世纪 80 年代以来，为全美化学工程师举行了一系列成功的继续教育活动。化学工程师学会认为，化学工程师必须持续地在科学技术领域内保持活力，并为社会谋福利，这就要求工程师们不断提高自己的水平。化学工程师学会要承担这方面的领导任务，提供继续教育的机会。化学工程师必须参加这种再教育活动。尽管这种学习首先应该由个人负责，但是企业主有责任为雇员提供机会，对工作中有成绩的人，给予资助继续教育，以适应工作上和就业上的竞争。美国化学工程师学会根据美国化工生产技术发展的需要和科技生产人员生产实践的总结，以及学校、研究机构、工厂的最新成果，具有远见地开设了相应的课程。

考虑到化学工程师的实际工作情况，为了便于学习和管理，学会在开展继续教育活动时在时间、地点等方面做了合理安排。继续教育的一个重要形

[①] 中央教育科学研究所：当代外国教育发展趋势，教育科学出版社 1986 年版，第 327 页。

式就是集中时间授课。每次集中在 5—10 天内。课程安排很紧凑，一门课于 1—3 天内讲完，内容广泛的分作 2—3 门课。讲课时间一般从上午 9 时到下午 5 时。授课人由知名教授或工程师担任，他们一般发表有大量论著，被认为是这个领域的专家。所用教材包括专门性著作、比较成熟的讲义以及例题、习题、设计资料等。参考用书或讲义，在讲课前 2 周内寄到听讲者手中。80 年代初以来，继续教育的课程内容变化很大，不少内容已更新，并强调保证教育质量。课程内容大致可分为 6 个方面：（1）化工单元操作；（2）工艺过程及材料；（3）环境控制；（4）安全和卫生；（5）计算机及控制；（6）管理和经济。

美国化学工程师学会开展化学继续教育还采取登门讲授、录像教育等方式，特别是经常结合学会年会，在年会会议的前后安排系统的继续教育课程，这样比较有效地在短时间内使听讲者得到学术上的提高。在每次集中学习期间，还经常同时组织不同内容、不同特色的季度学术报告会，组织大型设备展览会。除集中时间授课外，学会还为学术交流、学生谋职、寻找雇佣、参观工厂等提供机会。

现以化学工程师学会 1992 年下半年到 1993 年上半年安排的继续教育为例，了解一下他们的具体活动。1992 年下半年共安排了 3 次继续教育集中授课活动，分别是 9 月上旬在华盛顿、9 月下旬在旧金山、10 月下旬在迈阿密海滩市（结合 11 月初的 1992 年学会年会）。1993 年上半年也安排了 3 次授课活动，分别是 2 月在芝加哥、3 月下旬在休斯顿（结合 3 月 29 日至 4 月 2 日的春季会议）、5 月在波士顿。其中 92 年 11 月在迈阿密海滩市年会上的一个专题学术报告就是“化工教育”。又以 93 年 3 月下旬在休斯顿春季会议前后开设的继续教育课程为例，6 个方面的内容包含了 100 多门课程。在化工单元操作及基础方面共有 26 门课，包括工业分离用膜、应用表面化学及乳化技术等；在工艺过程开发方面共有 24 门课，包括电化学工程基础及原理、多相催化系统的反应工程等；在环境控制方面有 13 门课，包括工业排污的土地处理技术、空气污染控制等；在安全及卫生方面有 15 门课，包括药物动力学及危险评估等；在计算机及控制方面有 15 门课，包括有效的实验计划、分批操作控制系统的设计等；在管理和经济方面有 13 门课，包括市场学、实用投资经济估算等。

高等学校是承担高等化学继续教育任务的另一类重要机构。它们通常是利用高校放假期间空出的教室和其他设施来开设各种化学课程。相比化学工程师学会，它们开展的继续教育又有自己的特点。一是更注重化学发展前沿和基础知识的介绍；二是授课时间较长，因此授课更系统和深入；三是接受继续教育者来源广泛，而不仅限于化学工程师；四是规模可小可大，具有稳定性和普遍性。

第八节　美国高等化学教育的特点

美国是当今世界实施高等化学教育最成功的国家，其重要标志之一，是美国化学工作者所发表的论文总数在二战后一直居世界各国第一位。以 70 年代为例，据美国化学会化学文摘社（CAS）统计，从 1974 年到 1979 年，全美每年发表的化学论文篇数依次是 70841，81697，81517，89974，96420 和 101772，即到 70 年代末，已突破十万篇大关。体现美国高等化学教育高质量的一个重要标志是诺贝尔化学奖获得者人数，在 40 年代前，美国仅有 4 人获此殊荣，而 1941—1984 年，已有 23 人获此殊荣，居世界各国第一位。美国高等化学教育经过本世纪 90 多年的发展，逐渐形成了自己的特点：

（1）美国高等化学教育具有多样性和灵活性。首先，美国高校学制灵活多样，无论是私立的还是公办的，既有侧重于基础和专业的第一级和第二级的大学生化学教育，又有侧重于科研的第三级研究生化学教育。大学生和研究生既可按正常的修业年限毕业，也可提前或推迟毕业。学校管理方式也多样化，私立高校比州立或地方高校有更大的自主权，但几乎每所重点高校都有自己独特的治学方式。其次，美国高校不存在统一的教学计划、教学大纲和教科书，因此也没有统一的化学课程，各高校都自行制定教学计划、自行选用化学教科书，化学课程形式多样。再次，各高校既无统一的入学标准，也无一致的毕业要求，完全靠竞争机制来约束各高校的教学质量要求。总之，多样性、灵活性几乎渗透到了美国高等化学教育的各个方面，美国高等化学教育不存在一刀切的情况，多元化甚至成为美国的民族特征，这也许是美国高等化学教育成功的一个重要因素。

（2）美国高等化学教育目标广泛，特别注重学生的全面成长和对未来的适应能力。大学生选择主修化学非但不排斥对其他课程的学习，而且鼓励选修非化学课程。在教学计划中，必修课的设置就是要使学生初步建立起合理的知识结构，不但有非化学理科课程，而且有相当的社会科学和人文科学课程。美国高校的选修制使得化学专业的学生可在范围广泛的课程中进行选修，可以跨专业、跨系、跨学院，甚至跨大学选修各种课程。同时，美国高校又积极为非化学专业学生开设化学课程，使得化学教育成为美国高校中基础教育的组成部分。

（3）美国高等化学教育十分注重教学与科研的结合。20 世纪以来，美国高校已从单纯的教学中心向教学-科研中心发展，特别在重点院校有突出的体现。这首先体现在研究生的培养方面，很多院校的化学教育重点已从本科生转向研究生，以适应现代社会对高级人才愈来愈多的需求，特别是像美国这样向后工业发展、以知识密集产业为主导经济的国家，对高级人才的需求更加迫切。不仅博士培养已成为美国高等化学教育的一个重要发展方向，而且博士后研究工作也愈来愈受到重视。其次，高校的化学教师，特别是重点院校的化学教师不仅担负有教学职责，而且有科研任务。现代高校的化学教授实际是一种教学—科研双重职称，美国很多一流的化学家都是在大学任教。正是通过科学研究带动了美国高等化学教育的发展，美国高校既是化学教学中心又是化学研究中心，担负着政府和企业愈来愈多的科研项目，直接参与了国家的经济建设。这也成为美国高等化学教育发展的一大趋势。再次，现代美国高校也很重视大学生的科研训练，使他们毕业后具备初步的科研能力。

（4）美国高等化学教育既重视学习别国经验，又勇于自我创新。美国尽管在第一次世界大战前就已成为世界头号工业大国，但它却不夜郎自大，反而能反省到本国教育的落后。本世纪初，美国正是在借鉴德、英、法等国经验的基础上发展它的高等化学教育的，特别是化学教育大国德国的办学模式对美国影响很大。这种自我反省精神始终伴随着美国高等化学教育的发展，即便是在美国高等化学教育处于世界领先地位的今天也是这样。二战之后，尽管苏联成为美国争霸世界的最大敌手，但它却能向苏联学习加强科学教育的举措，这个时期，美国高等化学教育的改革也正是借鉴了苏联的经验。但是，美国向别国学习，又不生搬硬套，而是结合本国的情况，批判地吸收，并勇于创新，走出一条适合美国国情的高等化学教育的路子。如高校教学与科研的结合始于向德国的学习，但最终美国高校教学与科研的统一更具竞争性；向苏联学习重视科学教育，但在具体实施中比苏联更具活力。因此，美国高等化学教育是一个开放的系统，既学习又创新，既输入又输出，成为世界各国学习的典范，这也是美国高等化学教育长期保持世界领先地位的重要因素。当代美国高等化学教育更趋于国际化，成为世界最重要的化学教育中心。美国特别注重国际间的人员与学术交流，吸引了大批世界各地的优秀青年到美国留学，成为世界留学生最大的集散地，这为美国高等化学教育的不断发展注入了新的血液和力量。

（5）美国高等化学教育注重自身改革，以适应不断发展的社会与科技的要求。它既注重与美国高等教育总体改革的大环境相对接，又注意高等化学教育自身改革的特点；既注重国内化学教育改革，又借鉴国外化学教育改革；美国高等化学教育改革既是持久的又是全方位的，其具体表现在：

第一，化学教育目标的不断调整；

第二，教学计划的不断修订；

第三，化学课程和教科书的不断改进，注意吸收当代化学发展的重大成果，反映化学发展的最新成就，同时减少陈旧、过时的化学知识；

第四，一贯强调要培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力，这主要通过教学方法和教学手段的改进来实现。如既注重课堂讲授，也注重实验教学，实验课时不断增加，实验内容富有创造性；现代化教学手段和实验仪器的使用，极大提高了教学效果；特别关注那些学业优异、极有天赋的学生的特殊要求，尽可能为他们提供良好的成长条件。

美国高等化学教育在本世纪取得了举世瞩目的成就，然而，这并不能掩盖它存在的问题，下面我们列举其一二。

（1）由于经济、政治、地理、种族、文化等方面的原因，使得美国高等化学教育发展极不平衡。重点院校通常能获得较多的教学科研经费，吸引较多的优秀教师，增加更多的先进仪器设备，招收素质较高的学生。如哥伦比亚大学的哥伦比亚学院化学系，在 70 年代末招收的学生中，有 70%以上都是中学班里前 5 名的优秀生[①]。自然，重点院校的化学教育水平较高，一般院校的化学教育水平就要差些，而发展迅速的初级学院的化学教学水平则有些差强人意，不少院校难于达到高等化学教育的水准。美国是一个贫富悬殊、两极分化的社会，随着学校的学费逐年增高，特别是那些名牌私立大学的学费每年高达几千美元，全年每生开支达万余元的院校并不罕见，这对于那些出

[①] 周南照：六国著名大学，人民教育出版社 1979 年版，第 13 页。

身贫寒又申请不到奖学金与助学金的青年来说是难以接受的。这就形成了美国接受高等化学教育机会事实上的不平等。80 年代里根政府实施的“ 新联邦主义 ”政纲，削减了联邦政府的教育支出，使得联邦政府长期以来积极促进高等教育机会均等的方针已发生了重大变化，加剧了机会不平等现象。少数民族和移民的子女在社会与学校里长期受到歧视则影响了他们平等地接受高等教育。

（2）美国高等化学教育的多样性与灵活性同时也带来了一些问题。70 年代以来，随美国高校入学率的提高，高校里混文凭者渐多。由于高校无统一入学考试，结果是大量准备不足、基础薄弱的学生进入高校，甚至照常升级和毕业。据统计，纽约市立一所大规模高校，在其 14 万名学生中，约有 1 万名是初中文化程度。大学简直成了寻欢的乐园，初级学院的情况则更为严重。可想而知，这些低水准的大学生是难以接受正常的高等化学教育的。同时，学校自治的方针使得高校里存在一些并不胜任教学工作的教师，影响了高等化学的教学质量。

（3）当美国高校重点由本科生教育向研究生教育、由教学中心向科研中心转移时，同时带来一些副作用。其中一个重要方面就是削弱了本科生的教育，削弱了教学工作。大学教授每不自称为教学工作者，而以专家、学者自居，宁可搞科研，不愿讲课，把本科生教学重任推给一般教师或研究生。据估计，美国高校本科生课程约有半数由研究生讲授。这样，势必影响正常的教学质量。因此，如何既重视研究生教育和科学研究，又不影响本科生教育和教学工作，是目前美国高等化学教育需要解决的一个问题。

（4）美国政府和各财团通过财政援助确实对高校发展做出了很大贡献，然而，同时也削弱了美国高校学术自由。高校的许多科研项目是应政府和公司企业的委托设置的，特别是在军事领域尤为突出，正如美国学者琼斯（H.M.Jones）所说：

“ 假如从实验室中把政府为研究军事问题而订立的合同所支持的大宗款项撤走，大学的科研任务就会垮台。 ”[①]

高校化学研究集中在军事领域更是常见的事情，这些科研成果常同教学毫不相干，结果高校的人力乃舍己之田，耘人之田。实际上，高校学术发展并未真正贯彻所谓“ 大学自治 ”原则，而很大程度上受到政府和各大财团的制约，独立性越来越小。像哈佛大学、哥伦比亚大学的科研受摩根财团的控制，耶鲁大学则受洛克菲勒家族的影响。

总之，20 世纪以来美国高等化学教育的成就巨大，但也存在问题，在一些时候这两方面又是相互联系的，甚至成就的取得往往以问题的产生为代价。在即将到来的 21 世纪，预计美国仍将保持世界高等化学教育大国的地位，同时，它也将受到欧亚等经济和科技强国的有力挑战。

[①] 滕大春：今日美国教育，人民教育出版社 1980 年版，第 172 页。

第六章　现代化学教育（二）
——20 世纪美国中等化学教育

20 世纪以来，美国中等化学教育的变迁也许比高等化学教育更大，涉及面更广，影响更深远。它一方面是高等化学教育发展的基础，高等化学教育的变革必然影响到中等化学教育；另一方面，中等化学教育与公众的联系更密切，波及面更广，而几乎每次教育理论的革新都会影响到中等化学教育的进程。本章着重从几个方面叙述美国中等化学教育在 20 世纪的发展，同时探讨一下美国化学会的化学教育、美国化学教育与社会的关系等方面的情况。

第一节　教育背景与目标

一　中等教育体系

20 世纪前，美国初中等教育实行的是八四制，即小学 8 年，中学 4 年。从 1908 年起着手实行六三三制，即小学 6 年，初中 3 年，高中 3 年，使学生可提前受到中等教育，接触到数学、物理和化学等学科，提高培养人才的质量。然而，作为地方自治的美国，各州学制不一，有些实行六三三制，有的仍实行八四制，还有的州实行六二四制。第一次世界大战后，六三三制和六二四制学校增多，八四制学校减少。第二次世界大战后，只有少数八四制学校了。同时，又出现了一种新型的“中间学校”，学生修业 4 年，招收小学五、六年级至初中一、二年级的学生，这样就形成了四四四的学制，它主要为帮助小学生从有指导的学习过渡到中学独立地学习而设置。另外，美国还存在六二二二制、五三四制等学制。

20 世纪以来，美国的中等教育获得了飞速的发展，表 6-1 列出 20 年代前美国中学的发展状况。

表 6-1 美国中学发展统计[①]

年　　份	1900	1910	1913	1918
学校数	7983	11984	21616	25000
学生数（万）	50	90	130	160

在第一次世界大战前出现了专门的初级中学，修业 3 年，1920 年全国已有 55 所，1930 年增至 1842 所。在 1920 年又出现了三年制的高级中学，招收初中毕业生。同时，也存在六年制的完全中学。1920—1930 年，高级中学由 22 所增至 643 所，完全中学由 828 所增至 3287 所。这个时期中等教育发展的根本动因在于：当时美国经济和高校的发展需要大量中等文化程度的人才。

美国中等学校分为公立与私立两种类型，本世纪以来主要是发展了公立学校，私立中学学生人数约占全部中学生的$\frac{1}{13}$。公立学校实行免费、无淘汰制，经费主要来自各级政府拨款。私立学校主要靠个人捐款和收取学费来获得经费。有的私立中学仅收学生二三百名，学费昂贵，每生交纳学费与入私立大学所纳学费几乎相等。一些历史悠久的以升学为目的的私立中学，在教学质量上常常超过一般公立中学。

美国中学按课程设置的不同分为综合中学和职业中学。综合中学设置多种学科，其规模较大，既设有为升高等学校做准备的学术科，也设有为就业做准备的职业科，分为工、农、商、家政、美术等不同类别。职业中学主要设职业学科，也分为工、农、商等科。美国职业中学在上世纪末本世纪初已相当发达，此后一直保持强劲的发展势头，以适应美国社会劳动市场对大量中等工、商从业人员的需求。二战之后，职业教育成为美国学校系统发展最快的一个部门。接受职业教育的人数从 1956 年的 341.3 万人上升到 1980 年的 2000 万人。

---

① 莱斯勒尔：近代西洋教育发达史，商务印书馆 1935 年版，第 331—333 页。

1958 年《国防教育法》颁行以后，高等学校科目下放，高中设置高深学科较多，修业年限不得不延长，初中的压力不如高中大，便有缩短 1 年的现象，即过去的三年制初中三年制高中朝着二年制初中和四年制高中的方向发展。这就使得六二四制或五三四制学校增多。

到 1985 年，美国中等教育入学率已达 99%，居世界第一位。小型中学纷纷发展为大型中学。一般中学都有学生千人以上，大城市的中学常有学生 2000 人以上。当前，全国规模较大的中学收纳全国三分之二以上的学生。随着中学规模不断扩大，出现了“ 校中之校 ”，在组织形式上与上一章谈到的“ 大学中的大学 ”十分相近。

美国很多中学利用暑期开设暑期学校，通常有 6—8 周的上课时间。有些学生利用暑期学校积累学分而提早从中学毕业；有些学生因学期考试失败，借暑期学校补习课业；有些学生则借机重修平时在学校感到难学的知识。如今全国约有半数以上的中学利用暑假开设暑期学校。为了充分利用学校的师资和设备，给学生提供更多的学习机会，在美国还应运而生出一些常年学校。其主要特点是：比起普通学校授课时间延长，而假期缩短。

二　化学教育目标

20 世纪美国中等化学教育目标曾几度变化，主要发生在第一次和第二次世界大战前后。第一次世界大战前，美国中等教育处于从欧洲传统中解放出来的阶段，即中学不仅负有升学的责任，而且要负起为学生毕业后就业做准备的责任。第一次世界大战后，“普及中等教育”、“中学向所有青年敞开大门”的呼声愈来愈高，原先单纯追求升入高一级学校的教育目标与现实要求的矛盾愈加突出。1918 年，美国教育协会经过长期讨论研究，终于提出了著名的《中学教育七大原则》，把中学教育目标规定为：（1）保持身心健康；（2）掌握基础训练；（3）成为家庭有效成员；（4）养成就业知能；（5）胜任公民职责；（6）善于利用闲暇时间；（7）具有道德品质。随后，1938 年美国进步教育协会又提出 11 项中等教育目标,而美国教育协会的教育政策委员会则提出了 43 项目标。所有这些目标细节虽异而指导思想一致。此时，美国教育终于摆脱了学院式的传统教育约束，大踏步地走上与欧洲教育迥然不同的道路。这个时期的化学教育目标正是以上述一般教育目标为基调来确立的，即注重造就社会实用人才，兼顾学生升学和就业两种需求，特别是把就业准备提到前所未有的高度，因为这个时期正值美国经济发展需要大量有一技之长的中等文化程度的人才。

第二次世界大战后，特别是《国防教育法》的颁布，使中等教育目标有了大的转向，即从重视生活适应转向抓紧基础科学教育，培养未来的科学工作者。这个时期的高等教育目标是培养学者、专家，而中等学校的目标则是为培养学者、专家奠定基础。中学化学教育目标也相应发生调整，由注重向学生传授化学实用知识转向传授化学基础理论知识，为培养未来化学家做准备。同时，这个时期在解决科学教育的实施上，并不采取一刀切的方式，而是针对情况分别处理。一方面，面向现实、注重实用的传统在美国已根深蒂固，另一方面，美国中等教育已基本普及，不加区别地笼统要求青年一律成为未来科学家则不可能。美国教育家遂提出，通过天才教育的途径来实现培养科学尖子的目标。

学校一般青年学生虽同样须掌握科学基本知识和提高科学素养，但不宜作过分要求。然而对秉赋优秀的天才生应特别着力培养。著名化学家、化学教育家、曾任哈佛大学校长 20 年之久的科南特（J.B.Conant，1893—1978）在这方面做了影响深远的工作。他于 1959 年出版了《今日美国中学》一书。通过广泛的调查研究，他极力建议对具有学术秉赋约占全部中学生的 15%的高才生设置年限长而标准高的数学、外语和自然科学等课程。因为“没有中学的数学和科学，以后就难以进入工程学校，难于修医学院预科课程，并且不可能开始大学的科学生涯。”[①]他着重指出，这些尖子是国家专门人才的源泉，如果教育不当，势必造成个人的尤其是国家的难以弥补的损失。另外，对于约占学生人口 3%的具有极高天才的学生，他主张国家更应额外配备人力，采取特殊措施，如开设特殊班级等，以开发他们的天资。

尽管 70—80 年代美国教育界不断对学校的教育目标加以探讨和修正,但再未回到二战前一味注重实用知识而忽视科学文化基础知识的老路。只不过一个时期更强调职业方向的知识教育，另一个时期更强调基础教育，一方面要求受教育机会均等，另一方面要保证教育质量，更多的时候是努力使这两

[①] 瞿葆奎：美国教育改革，人民教育出版杜 1990 年版，第 154 页。

者结合起来，但在实际过程中很难做到绝对的中庸。就化学教育来说，一方面要传授基本的化学知识，以满足进一步学习的需要，另一方面要使学生学有所用，理论联系实际。化学教育长期面对这样的两难选择。

事实上，美国学校教育从未取得全国上下一致的目标，政府和法律也未作过明确要求。化学教育目标的波动主要受社会舆论，特别是教育界舆论的影响，以及各级政府的拨款指向、政策倾斜、经济发展等因素的促动，甚至学区利益也会对其施加影响。

从以上我们可以看到，美国的教育目标、方针及学制结构并不是由政府采用立法程序审议规定，而通常是由非政府机构的教育专业学会及教育专业学者来研究制定的，这是因为美国人认为，政治家虽能为教育前途指示方向，而由于他们未必理解教育发展本身所有的规律，往往不如由教育家承担其事，真正的教育家既会理解政治经济要求，又熟知教育规律。

第二节　课程与教学计划

一　化学课程和教科书

美国中学化学课程第一次出现在 1825 年,当时课程内容仅仅描述了某些支离破碎的化学现象，学生学到的化学知识是很有限的。由于当时实验用品很少，又非常昂贵，所以课本中没有编写实验部分。19 世纪美国中学化学课程的发展动力通常来自高等学校，即为了保证高校入学学生的化学学习质量，高校要求中学阶段设置入门的化学课程，编写入门的化学读物。如 1880 年，哈佛大学设置了学院前先修的理科学科，规定了学生在中学阶段要做的实验。

进入 20 世纪后,美国中学化学课程发展大致经历了 4 个阶段。第一阶段，19 世纪末至 1920 年。在这个时期，从教科书的内容上看，增加很多记忆性的化学事实知识，并编入一些实验内容。可以说，中学化学教科书基本上是当时大学化学教科书的简写本。第二阶段，1920—1957 年。1924 年，一本以元素周期表为基础编写的中学化学教科书诞生了。该书强调了元素及其化合物性质变化的规律性，使得化学成为中学生的一门真正的学术性课程。但教科书仍更多地注意记忆事实知识，而不是着重概念和规律性知识的理解。它侧重讨论元素及其化合物的制备、性质和应用，因此课程内容仍属于描述性化学。第三阶段，1957 年至 70 年代末。从这时起，美国才真正开始了化学课程的改革,它起因于苏联 1957 年成功发射第一颗人造地球卫星使美国人意识到了本国科学教育的相对落后。就美国中学化学课程来说，教学内容陈旧，没有用理论把事实材料贯穿起来。因此，联邦政府和有关部门拨出巨款，由一些大学著名教授和中学优秀教师参加，根据不同的观点组成了美国化学会化学教育学会（简称 CBA）和化学教材研究会（简称 CHEM Study）两套班子，经过几年努力，于 60 年代分别编写出《化学体系》和《化学——一门实验科学》两套中学化学教科书。前一套偏重理论，重点放在化学键和分子结构上，强调化学学习的基础在于实验和有创见，得到科学家的高度评价。后一套则偏重实验，重点放在从实验引出化学法则，实验与讨论适当配置，采用发现式的学习方法。该书还一再被修订。这两套书的问世，打破了美国化学课本几十年基本稳定的局面，推动了美国中学化学课程的发展。

上述两套化学教科书是在新的化学教育目标指导下编写的，特别受到布鲁纳的结构主义教育思想的影响。布鲁纳认为，任何学科都有一个基本结构，即具有内在的规律性，表现为各种定义、原理或法则。使学生掌握学科的基本结构是教育过程的核心，因此设计课程和编写教科书应重视一门学科的基本概念和原理，并建议由专家负起制定课程和教材的重担。实际这次化学课程的改革是当时席卷全美的课程改革的重要表现，即所谓“学问中心课程”的兴起，使得课程具有学问化、专门化和结构化的特点。而 60 年代以来倡导的天才教育也深受布鲁纳的赞赏，他认为不能因照顾“中才”而牺牲尖子。因此，在上述指导思想影响下编写的这两套教科书就显得理论性过强，对于一般水平的学生来讲，理解起来就显得过深过难。

70 年代美国中学化学课程的开发还呈现科学的综合化动向，如编制的高中化学课程 ICA 化学，就由引论、有机化学、物理化学、环境化学、无机化学、生物化学、核化学等单元组成，其目的是使学生理解物理、生物、核科学、环境科学、地学等与化学之间的密切联系，采用以实验为中心的探究式

学习方式。

化学课程发展的第四阶段是从 70 年代末至今。针对学问中心课程的不足，实际美国在 70 年代就兴起了人本主义课程论。它认为学问中心课程使得学校实行的是非人性化的驯服教育，仅把重点放在学生的认知发展与智力优异上，妨碍了学生“完整人格”的实现。它强调应对学生进行人本主义教育，编制人本主义课程，确认人的情绪和情感的重要性，以人的能力的全面发展为目的。然而，人本主义课程的理论与实践，并没有提高学校教育的质量，它在倡导尊重人的价值的同时，助长了反理性主义，造成了学生学业水准的低落与纪律训练的松弛，不恰当地强调了个人需求而忽视了社会需求，因而遭到了严峻的批判。这样，在 70 年代中期，全美又兴起了“恢复基础”的教育运动，它强调教育的最基本使命是使学生掌握基本技能，显示出促进“基本的智力训练与学术性学科教学”的倾向。在这次运动中，再次加强了学校自然科学课程的教学。到 80 年代，针对学生选修化学课的人数下降的情况，美国化学界意识到重振化学教育的重要性。1983 年，由美国化学会倡导，美国国家基金会赞助，一些高校和中学化学教师共同编写了《社会中的化学》这本教科书。经过 4 年编写，并在 54 所中学进行试用，征求意见，于 1988 年正式出版。

这是一套全新的非理科中学化学课本，主要供高中及大专生用。它既体现了“恢复基础”的倾向，同时也吸取了人本主义课程论的合理思想。正如本书出版者所表明：“本书并非要取代传统的化学教材。然而，如果你的大多数学生——95%左右是不准备学习化学，甚至不打算学习理科的话，这是一本很好的替补教材。大多数的化学课程是为进大学的学生设置而不是为大多数学生设置的。对大多数学生来说，这是他们唯一可以接受的化学教材。”这本精心编写的教科书的确别具一格，不同凡响，受到广大化学教师和学生的欢迎，也引起美国化学界人士的关注。这套教科书理论不深，如原子结构就不讲电子云，全书共有 8 个单元，每个单元皆以社会所面临的与化学有关的问题为中心，并以此为基础讨论理解该问题所必备的化学知识。这 8 个单元是：供水、化学资源、石油、食品化学、核化学、空气与气候、化学与健康、化学工业。因课本中的问题源于生活，来自社会，所以易引起学生的学习兴趣，激发他们的求知欲望。它含有丰富的资料，各单元后面都附有各种资料，如食物营养成分表、世界石油生产与消耗表等。在这本 500 页 20 多万字的课本中，知识覆盖面广，不但几乎包括了所有传统教科书中的重要化学概念，而且涉及生物化学、高分子化学及核化学这些当代化学的新领域。这套化学教科书的出版代表了 80 年代以来美国中学化学课程和教科书的一个发展趋势。

美国中学化学教科书通常是由大学教师和中学教师共同参加编写而成。有些编著者既编中学教材，又编大学教材。美国有许多大学（如麻省理工学院、加州大学等）的化学教授同中学教师联合起来，用十几年的时间编写了一批成套的化学教材。在编写教材过程中，大、中学教师各自发挥自己的专业特长，尽可能地使教材内容的深浅程度、编排顺序以及写作风格适合于学生的实际情况，还能兼顾到中学化学课与大学化学课的衔接，使得中学课程的内容能不断适应大学化学课程内容的变化，如内容的更新、大学课程向中学的下放等。

目前美国至少有十多家出版公司分别提供自己的化学教科书样本。各出

版公司特别注意课本的装璜，教科书的重要段落、图表，都以着色的方式加以强调，因此印刷色彩丰富，图文并茂。美国大多数化学教科书，除供学生用的课本外，还包括与课本配套的实验手册、学生学习指南、教师指导书以及其他教学参考书、教学影片、教学录像带等。教师指导书详细地编排了各章节的教学方法、专业知识以及参考练习题等。这无疑为那些年轻教师以及水平较低的教师提供了最大限度的帮助。近年来，许多出版公司还为化学教师提供与讲授内容相配套的教学用计算机软件，如模拟实验、供编排试卷用的试题等。

美国没有全国统一的教科书制度。大多数州都要求向所有学生免费供应教科书。选用何种教科书的权限通常属于学区教育委员会，但多数场合受到州的一定制约。根据州的制约有无程度，教科书的选定有 3 种方式，其一，学区教育委员会不受州的制约，自由选定教科书（纽约、马萨诸塞等 15 个州）；其二，学区教育委员会根据州的目录单选定教科书（阿拉斯加、加利福尼亚等 34 个州）；其三，学区教育委员会遵照州的标准选定教科书（南达科他、明尼苏达等 9 个州）。在实际操作中，也有的州选择 3 种方式中的两种来确定教科书。还有些学校是由学校教师委员会来决定教科书种类的，如有的学校仍选用传统方法编写的《现代化学》一书。至于讲授哪些内容，要依学生的实际情况而定，可选择教科书中的部分章节进行讲解。对于有些教师，他们仅把教材作为一种参考书供学生参考使用。许多州为了避免使用过时的教科书，对教科书的认可目录，每 3 年或 6 年做一次检查。

由于美国没有全国性的化学教学大纲，各州及地方学区各自制定自己的教学大纲。大纲种类多样，因此根据教学大纲编制的化学课程和教科书也多种多样。各出版公司调查各州和各学区需要哪种教科书，分析、探讨其异同后，再决定是否编辑出版。不过，也有相反的情形，教科书出版公司对课程的修订施加影响。许多出版公司出版各种课程开发机构推出的化学教材，这些教材成为将教学上的革新引进学校的一种重要契机。

二　化学实验课

前面我们已简略地谈到了美国中学化学实验课，即从本世纪开始，美国中学化学教学中已开设了实验课，只是不够重视。真正全面重视实验课的教学是从第二次世界大战后开始的，其重要标志之一就是 60 年代《化学——一门实验科学》这套教科书的问世。它强调了化学课教学中实验的重要性，通常从实验获得和体验化学知识，使实验与讨论相结合。例如它设计了蜡烛燃烧实验来培养学生的观察能力。这个实验只有一支蜡烛、一盒火柴就可完成，但对这一实验观察的如何，却有显著不同。学生一般能观察出黄色火焰、冒黑烟、火焰分三层等七八种现象。在这种情况下，教师要进一步要求学生再做深入、细致的观察。在不用仪器、药品，只用人的感官的条件下，还能观察到哪些现象呢？当学生们很有兴趣地继续深入观察后，会报告出许多有趣的现象。在这本书中，为了帮助学生观察，列出了 53 种蜡烛燃烧现象的答案。随着对实验现象的观察，还要引导学生对这些现象解释，例如随着蜡烛的燃烧，会有 CO_2 生成。CO_2 是看不见的，这不是通过直接观察得到的，而是结合常识分析推导出来的，即培养学生的分析推理能力。在实验中学生应当力求成为好的观察者，但学生常常没有意识到，没能自觉培养自己的观察能力，教师应经常主动地培养学生的想像力和观察能力。

美国的化学教育专家都认为，学生在学习化学这门课时应有 50%的时间进行化学实验，但美国各中学对实验时间的安排并不统一。不少中学每周上 7 节化学课，要用 3—4 节做实验。美国一些学校里，过去一学期只有 5—10 次实验，而现在则有 30—40 次实验。

美国中学化学实验室是进行化学教学的最好场所，它的实验条件一般都较好，特别是它的利用率极高，除了正常的实验课时间外，其余时间也向学生开放，学生可根据自己的兴趣独立完成一些实验。有些中学的实验室和教室合并，在实验室中既有听课的座位（排在中间），也有供实验用的实验台（排在四周），教室的两端都有供板书的黑板，通风橱就设在每个实验台上，有害气体由地下通风管道排出，学生随着讲课的进行可以随时到实验台前动手操作。

目前，在美国中学化学实验教学中，常采用两种方法：一种是验证性实验，即讲授有关化学知识在前，实验在后，它起到验证、巩固已学过的化学知识和培养实验技能的作用。这是大家熟悉的一种传统实验教学方法。如化学反应中通常伴随着能量的变化，有些反应放出热量，有些反应吸收热量。通过做实验使学生对能量的变化有正确的认识，其中一个典型的实验是：

$Ba(OH)_2 + 2NH_4Cl = BaCl_2 + H_2O + NH_3\uparrow -$热

美国传统的中学化学实验大多属于定性验证实验，如戴茨（P.M.Dietz）等编的《实验室操作化学》（1975 年）包括 36 个实验，其中定性验证有 20 个（占实验总数的 55%），其余是数据测定 10 个（28%）、合成制备 5 个（14%）和分析鉴定 1 个（3%）。

美国中学的另一种实验是探索性实验，它要求学生先做实验，在实验观察的基础上，通过科学抽象和逻辑思维，自己概括和归纳得到理性认识。这种方法在美国中学里受到愈来愈多的重视。如 1988 年出版的《社会中的化学》一书，要求学生完成的 47 个分组实验没有一个是验证性实验，学生无法从课本中找到现成的实验结果，学生必须自己动手做实验，进行观察和记录。

两种实验间的差异可概括为表 6-2 所列。探索性实验往往采用教师提出

问题、学生讨论的方法，通过实验探求结果，或教师提

表 6-2 两种实验间的差异

	验证性实验	探索性实验
1	告诉学生详细实验步骤	告诉学生如何进行探索的步骤
2	告诉学生答案	不告诉学生答案
3	努力获取所要的答案	努力探索答案
4	教师依据学生接近答案的程度给予评价	教师依据各组数据和本人数据、学生书面解释的程度而给予评价

出问题后，教给方法，而结果则由学生自己去探索。当然，问题、方法和结论全由学生解决的这种探索性实验不多，因为它基本上超越了中学的主要培养目标。例如，在 25℃时，气体的摩尔体积为 24.5 升。如果做验证性实验，就不仅告诉学生详细的实验步骤，而且让学生通过实验去证实 25℃时气体的摩尔体积为 24.5 升。

但在探索性实验中,学生实验前并不知道 25℃时气体的摩尔体积是 24.5 升，在学生的“实验手册”中写到：“你们通过实验调查一下，在 25℃时，每摩尔气体的体积为多少？”然后详细写明如何进行调查的步骤。学生通过实验，并收集各个实验组的数据，通过对这些数据的分析和处理，最后才得出：25℃时，每摩尔气体的体积接近于 24.5 升。这样，教师不仅通过实验使学生掌握气体摩尔体积这一概念，而且使学生在观察实验现象、收集数据过程中受到科学方法的训练，并且也可以使学生初步尝到科学探索的乐趣。

美国中学化学课非常注重用一些简单的教具来帮助学生理解一些抽象的化学概念和原理，特别是针对一些看不见摸不着的微观层次的概念和理论。例如，为了帮助学生理解原子、分子概念，CHEM Study 的教材设计了暗箱实验。所谓“暗箱”，就是选用任何可以方便找到的几个纸盒，如粉笔盒、药盒、仪器盒等，在里面分别放入几个图钉、一些曲别针、一支圆珠笔、一把钥匙等，然后把盒子盖好。教师把这些事先准备好的盒子分发给学生。学生可以通过晃动、颠倒、量尺寸、掂分量、嗅气味、用磁铁测试等手段获得的信息来推测盒子里放的东西的大小、多少、轻重、形状、有无磁性以及可能是什么东西，但不准打开盒子看。然后学生依次报告自己推测的结果和推测的依据，再打开盒子与实际情况相对照。做完这个实验后，教师就告诉学生们，原子就好像是一只暗箱，暗箱中放的图钉、曲别针等就可看成是原子内部的基本粒子。通过这种训练，使学生懂得化学家正是用类似暗箱实验的方法，通过宏观现象和一些信息来认识到原子、分子这些微观粒子的结构的，从中也帮助学生培养抽象思维能力和想像能力。这个实验并没有涉及化学反应，它是通过非化学手段来达到对化学概念和原理的理解。

尽管美国各中学对实验课的类型、次数、时间等安排并不一致，然而重视化学实验教学却是共同的。通过化学实验，一方面使学生掌握基本的实验操作技术，加深对课堂所学化学知识的理解，提高化学课的教学效果；另一方面，可以更好地培养学生的观察能力、动手能力和思维能力，使他们从中学就学会怎样成为一名化学家。据近年来的调查，美国高校主修化学的大学生中，有 13.8%的学生是因中学时期的实验课而选择化学专业的，居影响学生主修化学的各种因素的第二位。因此，中学化学实验课对培养未来化学家

是一个至关重要的因素。在所调查的大学生中，在第一门化学课程里就有化学实验的占 86.1%，说明美国中学开设化学实验课是很普遍的。

三　教学计划

在 20 世纪初，中学开设的学科的总特点是自然学科、实用学科都较前一时期加强。但由于各州教育制度不一，没有全国统一的教学计划，通常由各州或学区教育委员会甚至学校自己来制定，再加上各地工农业发展水平差距很大，各州中学开设的科目差异也很大。

美国中学在 19 世纪就已开始实行选修制，进入 20 世纪选修制进一步得到加强。不同的时期，选修制的实施程度和内容也有所不同。通常从中学初二或初三开始实行选修制。

第一次世界大战后，特别是从 30 年代开始，由于受进步主义教育运动和实用主义教育思想的影响，美国对各种类型学校的教学内容进行了改革，中学课程中各种劳动、家政和商业学科的比重越来越大，普通教育的基础知识则被削弱了。同时，由于众多选修课的设置，使得同龄学生之间的差别也加深了。30 年代有些州只规定英语、数学和社会研究为必修，再凑些选修科目即可毕业。40 年代后要求渐严，但因选修科目多，学生选修的幅度大，以致规定必修科目占$\frac{3}{4}$就是最严格的了，结果造成学生平时避重就轻，专选学习省力、易得优良分数的科目，使得第二次世界大战结束时，美国中学质量高低更加悬殊，很多学校不够水准，没有给学生做好向科学技术进军的充分准备。

第二次世界大战后，美国自上而下地发动了以向现代化科学进军为重心的中学教育和课程改革运动，一反实用主义轻视系统理论教育的学风。但战后初期的改革进展缓慢，中学课程极其繁杂，据联邦教育总署 1951 年的统计，各州中学开设的课程达 247 种，其科目之庞杂，在世界上首屈一指，主要原因之一是普通中学开设了很多职业选修课。事实上当时选学自然科学的学生在全体中学生中所占比例仍很小。据 1954 年统计，全美中学生中 20% 的学生学过数学，学过化学的不足 7.6%，学过物理者仅占 4.3%。多数中学规模小而教师不足，物理学、化学、生物学、数学、外国语等常常无法设置或教学质量过低。据 1955 年统计，未设外国语的中学约占全国中学的 46%，而未设物理学和化学的中学也占 24%。正如我们在前面已讲到的，美国中学课程结构的真正改革是在 1957 年后开始的，最突出的表现就是数学、自然科学和外国语被推崇为“新三艺”，包括化学在内的科学教育在美国受到了前所未有的重视。

按照美国惯用的标准，中学课程可分为传统编制与新式编制两种。传统编制的课程保持各科界限，注重系统性和基础性的知识，分科设置语文、数学、物理、化学、历史、地理等学科。从前美国学校是如此，直到如今，很多学校依然如此。本世纪 30 年代的进步教育运动产生了一种放弃学科界限，注重实用知识，忽视教材理论体系的“经验课程”或“设计课程”。二次大战后，这两种课程编制经过长期竞争，渐渐走上折衷调和的道路。一般的趋势是，高中分别设置语文、数学、物理学、化学、生物学、外国语等学科，而初中按众多学科性质，划为几个核心，减小各科间的“鸿沟”，以收到互相贯通之效，最常见的是设置语文、数学、社会研究、自然研究等核心课。

美国高中实行学分制，实际在二次世界大战前就已广泛采用了。一个学生听完一门课程达 120 课时（每课时 60 分钟）就可得 1 学分。各州规定学生最低应修学分，一般在二年制高中为 12—15 学分，四年制高中为 15—20 学

分。实行学分制和选修制有很多优点，它有利于学生的个性和能力的自由发展，聪明勤奋的学生可根据自己的能力多选一些课程，用较少的年限，读完规定的学分，提前完成中学的学习任务，而能力差者则可根据本人情况少选少修，放慢速度，延长年限。许多高中还实行 APP 制，即在全国统考机构组织的各科考试中的合格者，在高中学习阶段可在有资格的教师指导下学习大学课程，并取得学分。这些学分若在升入大学后得到认可，那么学生在大学里就可免修这些课程。

综合制高中的教学计划包括门类繁多的选修课和必修课。必修课因地区不同而略有差异。一般说来，英语、数学、社会科、理科（包括物理、化学、生物、地学等）、体育等必修课约占应修学分的一半，另一半学分是选修课。目前全美高中开设的选修课有 200 多门，大体可分为 3 类。第一类是加深提高性质的学术性选修课，如化学方面有无机化学、有机化学、分析化学、结构化学、放射化学等；第二类是职业性选修课，如环境保护、食品营养、能源、医药、制图等；第三类是一般性选修课，如家政、驾驶、汽车修理等。

以芝加哥市的居里高中为例，它是一所八四制的四年制综合制高中。它根据教学计划个别化的思想，利用计算机编制了各种教学计划。学校根据学生入学后的测验成绩，把课程分别编成大学升学课程、职业课程和艺术课程。每天上 8 节课，第 1，2，8 节课各为 60 分钟，其他各节课各为 40 分钟。第 7，8 节课是选修课时间。每个学生的时间表从星期一至星期五不变。英语、数学、物理学和化学的教学按程度和能力分组分别上课。学生毕业所需取得的学分是：英语 4 学分、社会科 3 学分、数学和理科（1 年数学和 2 年理科，或 2 年数学和 1 年理科）3 学分。以上是主科课程，还有副科如美术、音乐各 2 学分或各 1 学分、体育 1 学分，加上选修课 6 学分，共计 18 学分。另外，职业教育还要必修 4 学分，其中 2 学分是课堂教学，2 学分是到工厂或公司实习。在以上课程里，理科包括物理学、生物学、地学和化学等学科在内。因此，尽管理科属于必修课，但学生不一定选修化学，即美国高中毕业生可能在高中阶段未学过化学。而在俄亥俄州哥伦巴斯高中的教学计划中，理科属选修科目。

美国初中的学制比高中更灵活多样。其教学计划中的必修学科一般设英语、数学、理科、社会科、保健、体育、美术、音乐、家政、技术等，选修学科是外语、打字、职业课等。不过哪一年级开设选修课，选修学科的科目种类，各地各校是不同的。每天授课时数一般为 6 小时，但也有相当大的地区差别。必修学科的英语、数学、理科和社会科通常每周 5 课时，每课时约 40—60 分钟。

以加州的奥克兰市克雷蒙特初级中学为例，它接纳 7—9 年级学生。开设的必修课是：第一到第三学年为英语、数学、社会科、体育 4 科，第二学年除上述 4 科外，再加 1 门理科。因此，化学课最早是从初中二年级开始讲授。而得克萨斯州加尔贝斯顿学区的中间学校——罗奔贝格中学,招收 6—8 年级学生，但化学课最早从第一学年就开始讲授了。

由上述可知，美国中学教学计划具有相当的灵活性、多样性和变动性，几乎不可能给出一个哪怕是非常粗略的全国性标准。中学课程一直在重学术和重实用的两极间大幅度地来回摆动，这恰好反映出美国中学课程发展的特点。就化学课程来说，是必修还是选修，课时是多还是少，是积 1 学分还是 2 学分，各地各校都难得统一，不同时期又有不同的规定。据 1959 年的统计，

美国中学生中有 9%的学生选学了化学课；1983 年统计，高中生选学化学课的有 16%；1987 年统计，中学第 11 年级尚有 61.9%的学生能完成为期一年的化学课程，到 12 年级则只有 7.8%的学生学化学了。

第三节　教师与教学方法

一　化学教师

从一定意义上讲，化学教师是化学教育成败的关键。长期以来教师一直处于教育过程的中心地位。20 世纪以来，美国中学化学教师的培养、任用、待遇等几经变化。下面我们简要谈一下这几方面的历史与现状。

1.师范教育

在 19 世纪末，美国设立了专门培养中学教师的师范学院，到第一次世界大战后，随着中等教育的发展，师范学院已在各州普遍设置，很多是由师范学校发展而来。据统计，1910 年全国有师范学院 12 所，1941 年已增至 185 所，1948 年则为 250 所。然而，从 50 年代师范学院发展开始滑坡，许多师范院校改换门庭，特别是苏联卫星上天，顿时引起美国震惊。政治家、军事家、科学家以及社会各界人士，痛责师范院校培养的教师业务粗疏，根底浅薄，无法奠定青年一代的科学基础，疾呼改弦更张。随之而来的是，师范院校纷纷改为文理学院或大学，师范院校数目锐减。到 60 年代，师范学院只剩 100 余所，全国已有 21 个州无师范学院存在，取而代之的主要是文理学院，它成为美国中学教师培养的主要基地。据 60 年代统计，师范学院仅培养全国中小学教师的 20%，其余的 80%是由一般高等学校培养的。化学教师则多是由一般高等学校的化学系来培养。关于师范学院的前途如何，各说不一。有人认为美国师范教育是高等教育中最劣质的部分，甚至有人居然预言，师范学院终将在美国绝迹。

师范院校培养化学师资的课程包括普通文化课、化学专业课和教育专业课。60 年代前，师范院校的教学科目范围广而深度不足，这正是那个年代师范院校受到广泛责难之原因所在。

60 年代以来，美国开始调整师范教育的课程。首先，普通文化基础课越来越受到重视。中学化学教师除传授专门化学知识外，还负有从职业、社会生活和身心成长等方面指导青少年的任务，需要丰富广博的文化科学知识才能胜任教育下一代的职责。文化基础课一般分为人文科目、社会科目、数学和自然科学科目，内容十分广泛。这实际与当代高等学校改革的总趋势是一致的。

其次，化学专业课日趋高深。过去，大多数教师在小规模中学任职，需担任多门课程的教学工作，为此师资培养机构的课程设置不得不满足这种需求。如 1930—1940 年，得克萨斯州有 1800 名中学自然科学教师，其中半数在学生不满 150 名的中学工作，不少人不但须承担全部自然科学课程的授课任务，还须承担 1—4 门非自然科学课程的教学。为此，高校理科师范生几乎要学习所有理科课程，且课时平均分配。这种课程结构当然难以造就出高水平的化学师资。随着 50 年代末开始的教育改革，特别是很多小规模中学合并为较大规模的中学，教师从繁杂的教学中解放出来，于是设置专门的化学教师成为可能，化学教学质量才有可能得以改进。因此，50 年代末以后的发展趋势是，作为未来化学教师的学生须以化学系课程为主修，与非师资培训的学生学习同样的化学课程，在化学专业知识造诣上须达到化学系学生所需达到的标准，即要从博而浅走向专而深。

再次，教育专业课力求精简。19 世纪末 20 世纪初，美国师范院校以注重教育专业训练和养成教育专业品质为特色，成为别国学习的范例。当时教

育学者认为，一般高校理科毕业生仅掌握各科专业知识，缺乏教育科学的武装和教学的艺术才能，作为教师准备不足，遂在师范院校大量设置教育专业课程。到头来，教育科目臃肿，常常挤掉理科专业授课时间。师范学院化学专业毕业生与大学中接受师资训练的化学专业毕业生相比，在专业水准上相距颇大。50 年代后中学课程改革，对化学教师的专业水平要求突出，不少院校认为，教育课不宜设置过多。目前各州当局规定了未来教师必须学习的最低限度的教育科目。发展趋势是，加强化学专业知识的教学，减少叠床架屋的教育科目，简化见习、实习等活动。由于要求师范生学习非师范生同样的基础课和专业课，同时又要掌握较多的教育学科知识，故许多州要求师范生在高校多修业一年，即共修业 5 年。目前，一般院校规定师范生需修习教育课 15 学分，开设课程包括教育心理学（3 学分）、美国教育（3 学分）、教学法（3 学分）、教育哲学（3 学分）、教学实习（8 学分）。

师范生的教学实习占到修习教育课所需学分的 35%—50%，是受到美国流行的“ 师资能力培养法 ”（简称 CBTE，即 Competency-Based Teacher Education）的影响。此法是以哈佛大学心理学教授斯金纳（B.F.Skinner，1904—）的行为主义的操作性条件反射理论为基础的。CBTE 认为学习就是行为的改变，行为是可观察的，并受外界条件的作用而强化或改变。教与学双方的活动也是如此，要提高中学教师的质量，培养合格的教师，首先要对教师的行为进行分析和研究，确定有利于学习的行为，这就要通过教学实习活动，以他们的实际能力来判断是否具备成为一名合格教师的条件。如美国伯明翰市亚拉巴马大学化学系为提高师范生将来对工作岗位的适应性，竭力搞好师范生的实习工作，加强化学系与中学的联系，使化学系的实习生可以经常得到中学有经验的化学教师的指导。

在 50—60 年代，许多美国高校创立教学艺术硕士学位，简称 MAT（Master of Arts in Teaching）。培养办法是文理学院毕业生取得理学学士学位后，再以第五年级学习教育科目和进行教学实习，由高等院校和中等学校联合起来予以指导。

美国师范教育的范围不断扩展，就中学化学教育来说，接受师范教育的人员还包括实验员、教具演示员、教材编辑员及教学研究和改进人员等教学辅助人员。

2.师范生的录取

美国师范学院最早在录取新生时，以学生学业成绩为准，负责培养师资的高校更不消说。然而实践的经验表明，是否适合担任教师并不全由学力而定，很多学力强的教师并不擅长教学，即“ 学者未必是良师 ”。从 30 年代，师范学院遂不断重新审定和扩大择生条件，教师不再被理解为专家学者，而被视为教育工作者或青少年的良师。在这种观念指导下，有些州实行了新的招生标准。

以纽约州为例，1932 年前，师范教育机构完全按照传统观点，通过审查学业成绩来录取新生。1933 年则在州举行的学业考试外，增加心理测验和英语测试，并参考中学校长对应试生的品质、人格所作的评定。1934 年还举行口试，1938 年增加语言和发音测验。进入 40 年代，还举行人格和语言联合测验，其内容包括个人仪表、社会适应力、热情、情绪、经验广度、语言能力、发音、语言缺陷等 8 项。40 年代后期，还要每生和 4 名大学教师面谈，

最后才把“学习成绩”以$\frac{4}{10}$、“智力、英语能力”以$\frac{3}{10}$、“人格、语言能力”以$\frac{3}{10}$的比例，评定分数，决定是否录取。约在同时，密执安州威恩大学不由一年级而由三年级起收录准备充任教师的学生，规定凡在第一、第二年级完成普通教育者，须经多种测验和考核，最后综合起来决定取舍。后来，有些高校又采取了连续选生制等方式来改进师范生的录取。

总之，几十年来，美国化学师范教育在选拔新生时，已逐步注重学生的综合能力，而非仅仅停留在学业成绩上了。这样做的进步意义是不言而喻的，但在实际运作中，不乏失之偏颇的倾向，如由于过分强调学生的综合素质而相应地看轻学生的化学基础教育，这就难以培养出适应当代和未来科学技术飞速发展要求的化学教师。

3.教师的聘用与待遇

美国教师准备年限和水平并没有全国统一的规定，1954 年成立全国师范教育认可委员会，才使各州对教育的要求趋于一致。到 60 年代末，全国各州一律要求中学教师在高等学校修业 4 年。与此同时，各州还尽可能地把师资培训延长为 5 年。据统计，1950—1976 年，中学教师中接受高等教育不满 4 年者仅占 1%。几乎 50 个州都要求中学教师取得学士学位，近些年一些州则要求必须取得硕士学位。

美国对中小学教师实行发放证书制，没有教师证书是不能当教师的，但取得教师资格的办法由各州自行规定。通常必须是在高等院校修完州教师许可证规定的标准学分，并取得学士学位或硕士学位后，方可获得教师证书。教师证书一般分为初等教师证书和中等教师证书。证书通常分为短期证书（3 年左右）和长期证书（10 年左右）两类，前者发给持有学士学位者，后者发给持有硕士学位者。

有的州还试行教师试任制，即把新教师安排在富有经验的教育工作者指导之下，从事实际教学教育工作，为期 1—3 年，考试及格后正式委任为教师。

美国中学教师在很长时期内待遇微薄，众多教师不愿久于其位，即便是不离开教学岗位者，也为谋求较高收入而大量地由此校转去彼校，由此城乡迁往彼城乡。尽管美国一再为教师增薪，其工资购买力仍远远跟不上物价上涨的幅度。公司企业、军事机关和其他收入优厚的行业则通过高薪招聘的方法挖走大批有本领、有抱负的中学理科教师，使本来就紧缺的化学教师更加匮乏。因此，一个时期内美国中学教师任教平均年限仅为 5 年。低廉的收入也影响了中学生选择中学教师的职业。

70 年代，美国中学教师收入有了较大改观。以匹兹堡为例，在公立中学，凡获得学士学位而初任教师者，年薪为 1.05 万美元，然后逐年递增，最高可达 1.86 万美元；凡获硕士学位而初任教师者，年薪为 1.16 万美元，随后逐年递增，最高可得 2.03 万美元；凡获硕士学位后又增修 30 学分而初任教师者，年薪为 1.2 万美元，最高年薪可达 2.09 万美元。许多州规定教师年届 60—70 岁可以退休，给予退休金，直到去世为止。由于经济地位的改变，教师职业的吸引力逐步加强。这对改进师资的选拔和培养是很有帮助的。据 1983 年美国教育理事会和加州大学洛杉矶分校联合对 498 所高校 25 万新生进行的调查表明，准备当中小学教师的新生人数在连续 15 年减少以后，稍有增加，从比例最低的 1982 年的 4.7%上升到 1983 年的 5.1%。

4.教师的继续教育

化学教师在美国中学一直是比较紧缺的，一方面表现在化学教师在绝对数量上的缺乏；另一方面，对今天的美国来说也许是更重要的一个方面，就是优秀化学教师的缺乏。美国教育协会在 1961 年发表的《谁是优良教师？》一文中指出：“ 教师的评定成绩，在其任职的最初阶段是随着增加经验而迅速上升的，以后 5 年或更长时期，进步速度逐渐下降，再往后 15—20 年无大变更，最后则趋于衰退。 ”因此，在职教师的进步不是直线向前的，是有曲折和下降的。正如我们已在上一章谈到的，现代化学的加速发展已使知识更新摆在了每位化学工作者面前。所以，化学教师的继续教育构成美国中等化学教育的重要组成部分。

过去化学教师的在职教育仅是业务水平有欠缺的少数人的事情，而如今，在职进修已成为广大中学化学教师自觉的普遍需要。其中一个原因是，教师证书有效期的更新是根据教师在职期间是否在高校进修并取得一定的学分；另一个原因是教师的工资收入通常根据学历以至在高校进修所取得的学分来决定。所以，希望取得一定级别以上的薪金或希望升级的教师，就自发地接受在职期间的继续教育。

1976 年福特总统批准在全国设置教师中心的规划，其目的之一就是对所有在职教师实行进修性质的培养提高。目前全国有 5000 多个教师中心，有的中心是高校设置的，有的是地方设置的，有的是双方合作设置的。

美国中学化学教师继续教育的形式是多种多样的，但多以教师个人负责进行，进修费用基本由个人负担，因此教师进修也多利用业余时间进行。如已获学士学位的化学教师，可采取业余学习 3 年的方式来获得硕士学位，当然也可采取脱产学习一年的方式进行。参加硕士学位培训的教师，可根据自己的需要选择不同的培训计划，来学习专业课、教育课和其他课程。对化学教师来说，专业课有高等无机化学、高等有机化学、环境化学、生物化学等；教育课有高等教育学和教学法、课程设计和考核、统计学等；其他课程有计算机科学、历史、哲学等。这种硕士学位一般分为两种，即理科硕士和教育硕士。攻读理科硕士的，大部分时间用来学习化学专业课，少部分时间用来学习教育课和其他课程，攻读教育硕士的则相反。

美国高校还常在星期六、星期日和晚上为中学教师开办继续教育讲座和课程，以便他们利用业余时间进修。

在美国盛行一种高校利用暑假为中学教师开设的进修课程。美国中学通常只发给教师 10 个月的工资，剩下的暑假 2 个月作为合同以外的时间，多由教师自由使用。这种暑假进修课程一般持续 6 周，中学教师过着跟学生完全相同的紧张的学习生活。这种培训是就教师任教的某一门课程进行的。

美国各高校为中学化学师资培训制定的具体教学计划形式多样，内容也不尽相同。如美国伯明翰市亚拉巴马大学为中学化学教师进修制定了许多计划和内容，大致可概括为：

（1）长期的学年课程计划，它又分为两种类型的课程，一种是使中学化学教师对化学知识具有总体的概括的认识，重点强调新近化学进展内容的掌握、模型的制作及实验经验。另一种学年课程计划是为培养现代化学教师而设计的，着重向他们介绍一些现代化学实验仪器的操作。

（2）大学化学系每年 9 月和 10 月，都为中学化学教师开设为期 2 周的短期课程。如“ 普通化学 ”这门课，学员们将有机会做 60 个为激发和培养学

生学习化学兴趣而设计的小化学实验。

（3）为使中学教师在设计和应用实验的过程中具有更大的灵活性，大学制定了化学教师技巧训练计划。本计划包括 2 门课程，一门是“ 计算机在化学教师中的作用 ”，强调程序的编写和在实验过程中计算机的应用。另一门是“ 化学演示实验 ”，学员们对 100 个经过精心选择和设计的高中化学实验进行准备、动手操作和进行评价工作。

（4）大学能源系为中学化学教师开设了“ 环境化学 ”这门课，使化学教师能对能源以及其对环境的影响有更深刻的认识。

（5）大学还为中学教师制订了化学课和艺术课相结合的计划。通过这种训练，使中学化学教师能在自己的教学过程中把化学课和艺术课的具体内容交叉结合起来。例如，美国威罗·布鲁克中学的化学教师就把这种培训付诸于实际教学过程中，使学生学得生动活泼，兴趣盎然。

美国中学教师接受继续教育的另一种形式是“ 职业日 ”培训。这种培训是就教学中的某个专题而进行的。一般每年只安排 4 天为“ 职业日 ”。在这个时间里，教师们聚集起来，组成小组进行活动。活动方式主要是讲演、讨论和做演示实验。有的是放优秀教师的教学活动录像，然后进行研究、讨论。“ 职业日 ”活动往往不限于中学教师参加，有关专业的高校教师常被邀请来做指导、演讲和讨论。这样做可使中学教师了解高校要求，高校教师也可从中了解中学的水平，对于大、中学教材的衔接是很有帮助的。

有关修改教育课程和改革教育方法的讲习活动，一般由地方教育委员会负责计划、办理，教师则有义务参加听讲。教育委员会还举办教师研究、研讨会等，努力提高教师质量。

美国化学教育家十分重视《教师指导书》或《教师手册》的编写工作。他们认为，一本好的《教师手册》就是一本好的教学指导书。教师通过学习这样的手册，不仅学到许多专业知识，更重要的是学会了怎样处理教材、怎样安排教学、怎样进行实验、怎样考核学生，这对于教师教学水平的提高起了十分重要的作用。

此外，美国中学化学教师还可利用电视、广播、函授、刊物等手段和途径来接受继续教育。可以说，美国中学化学教师的在职继续教育已经实现了组织化和社会化。人们预测，今后广大教师任职前的学习和任职后的进修之间的界限，势将日趋泯没。

二　教学方法

美国中学化学教学方法是与美国普通教学方法的演变、化学教育的改革和化学教育目标的变化紧密联系在一起的，它们每一方面的变化都会直接影响到化学教学方法的发展。事实上，化学教学方法是融会于普通教学方法之中的。下面我们着重从美国学校普通教学方法的论述来领会当今美国化学教学方法的特点。

1.学校中心教学方法的历史沿革

第二次世界大战前，由于受进步主义教育运动的影响，在教学方法上突出以学生为中心，要求学生“从做中学”，打破了传统的以教师为中心的教学模式，降低了教师的作用。二战后，这种教学模式受到了批判，因为它导致了教学质量的普遍下降，取而代之的是结构主义教育思想的教学模式。它由以学生为中心的教学方式转向以教材为中心的教学方式。与过去的放任学生自流而全凭学生尝试错误、从做中学的设计教学法不同，也跟仅让学生被动接受的注入教学法不同，它提倡一种“探究-发现”方法。探究-发现方法是在教师指导下，运用丰富的科学成就，启发学生自觉地学习知识，探索真理。如 CHEM-study 化学和 CBA 化学强调“化学家通过科学探究获得知识的方法。它向学生提供化学研究的大胆而富有想像力的探究，引导学生接触化学知识的新天地，或者说，它表达了科学家前进步伐的图式：是向学生提供最大的机会，去发现科学活动的最激动人心的部分。”[①]这种教学方法在很大程度上影响了 60 年代以来中学化学教科书的编写和课程的实施。

70 年代美国教育界对探究-发现方法进行了反思，因为利用这种新的教学方法并未取得预期的效果。据统计，美国有 50%的高中生对于把探究-发现方法作为学习方法感到十分困难。教育家们认为，强调学习就是发现过程的教学方法只适用于少数天才学生，事实上，许多青少年是难于将自己的学习方式同科学家的科学认识逻辑同一化的。为此，新进步教育派认为，在教学方法上，不是教师单纯地始终让学生记忆教师单方面提供的教材，而是要使学生成为活动的主体。实际上，这是由教材中心教学模式向学生中心教学模式的回归，但不是旧模式的简单重复，它试图一方面继承进步主义教学模式有价值的部分，另一方面吸取教材中心教学模式中的合理因素。然而，80 年代以来，美国教育工作者发现，新进步教育派的理论和实践并未扭转学校教育的平庸局面。席卷全国的“恢复基础”教育运动再次强调教师在学校教育阶段的主导作用，在教学方法上，要包括练习、经常性的实验和家庭的作用等。

从以上可看出，美国学校的中心教学方法深受教育科学发展的影响，本世纪以来处于大起大落的变革之中。然而，这些中心教学方法又不能完全主宰学校教学方法的存在，因为美国学校有相当的自治权，每位教师也有很大的教学自主权，他可以选择自认为合适的教学方法。如化学教师就偏爱用实验方法实施教学。自古以来就一直实施的以教师为中心的教学方式在今天美国的大多数学校里仍然采用得最多，同时，其他教学方式也不同程度地渗透在具体教学过程中。

2.程序教学

二战前美国中学已开始了电化教育，战后，随着科技的迅猛发展，教学

[①] 钟启泉：现代课程论，上海教育出版社 1989 年版，第 152 页。

手段进入电子化时期，特别是斯金纳创制的“教学机器”给中学教学以极大影响。利用教学机器实施的是程序教学，即教学内容经过程序化，改变了传统教学中学生处于被动地位的状态，适应针对学生的个别差异进行指导的新的个别教学方式。当前美国学校教学要求的“3M”就是教材（Matter）、教法（Method）和教学机器（Machinery）。由于教学机器应用了电子计算机，它的性能进一步显著提高，教师的许多基本作用，教学机器都可以执行了。在教师的专业培养中，熟练操作电子化的、复杂精密的教学机器，已被视为重要训练项目了。

3.合作教学

由一名或几名教师负责向全体学生进行统一授课的教学形式，是美国学校长期以来的基本教学形式。二战后，为满足对学生进行个别指导的需要，更有效地发挥教师的专门作用，产生了多数教师共同合作的教学体制，其目的在于取得只靠教师个人所不能达到的教育效果。合作教学首先由哈佛大学1957年开发出来，并开始在初中等学校里进行实验。它通常是指同一学科或不同学科的教师3—7名组成一个小组，在小组范围内尽量发挥各自的专长，指导学生学习的一种教学方式。它包括在这种教师授课组织中引进阶层组织，确立教师的职责和责任分工等。一般的过程是学生一齐上大课，由一个教师主讲，其余教师协助，然后学生分组学习，教师分别到组辅导，最后学生利用教学机器，独立自学。据统计，1961年约有12%的中学教师实行了合作教学制，1971年则达29.4%，80年代以来更有普及之势。

4.分组教学

从本世纪20年代开始，美国就有学校进行分组教学，即根据学生的能力、兴趣及其他标准，将学生组成同质的小组进行指导。能力分组通常分A，B，C三组，具体分组标准则多种多样。这种分组教学照顾到不同能力学生的要求，例如化学教学，在不同能力组里，其教学进度、深度、方式等都是有区别的。能力分组的弊端是，容易在学生中间产生优越感或自卑感。因此，晚近多采用学科编组的方式，这样编入化学科A组的学生可能在数学科B组或英语科C组学习。

据1967年的《第二科南特报告》的材料表明，在中等规模的综合制高中的校长中，有96.5%对能力分组持肯定态度。但根据联邦教育科学院1977年的调查，采用能力分组的高中已减少到59%。究其原因主要有：（1）异质能力混合编组教学效果优于同质小组；（2）随着个别化教学的强调，能力分组的教学已不必重视；(3)能力分组被认为是对少数民族学生的种族歧视。

5.个别教学

个别教学（Individually Prescribed Instruction，简称IPI）由匹兹堡大学首先倡导，60年代以来在许多学校进行实验。在IPI中：

（1）根据测验，对学生学习上的长处和短处进行诊断；

（2）根据学生的行为目的、个人兴趣和需要开列学习课题；

（3）通过测验，分析完成学习课题的程度如何；

（4）进行必要的辅导和个别指导，以便学生尽可能地完成学习课题；

（5）进行测验，以确认学生是否掌握了学习课题。该学习课题一经确认业已掌握，就可以转入新的课题，重复上述的学习过程。

有人认为IPI这个名称给人以过分强调个别指导的印象，为避免人们产生误解，把IPI改名的AIE（Adapted Individual Edu-cation），即“适

合每个学生差异的教育”更恰当[①]。这也反映出 IPI 的发展趋势。在学习过程中，按照学生的实际和学科特点，形成按能力编组、混合编组等个别教学形式。因此，广义地讲，分组教学是个别教学的一种特殊形式。

近年来的调查表明，学生已由以课堂听讲为主的学习方式，逐渐向以结合课堂听讲而独立钻研的学习方式过渡了。对实施 IPI 的学校，一般学生约有 30%—40%的时间用于小组学习，20%时间用于上大课，25%—40%的时间用于独立学习。

当今美国中学教学中，学生掌握有几个主动权：

（1）发问的主动权，学生随时可以向教师提出问题，包括打断教师讲课；

（2）讨论的主动权，由学生做主席，大家各抒己见；

（3）选学的主动权；

（4）有的学校还搞教师挂牌上课，学生就有选择教师的主动权；

（5）时间支配的主动权，学生可以自由支配没有排课的空课时间。

6.特殊教学

它是个别教学的进一步深化，是针对“特殊学生”进行的，包括天才学生、后进学生和缺陷学生等，特别是天才学生的教育受到很大重视，这方面的情形我们在前面已多次谈过。1973 年，美国国会通过《天才教育法》，从法律上和人力、物力上保证天才学生的教育。

对后进生的教学针对不同情况采取了特殊措施。这些青少年由厌学、怠学而终致掉队。一般学校针对不同成因而由有经验的、富于同情心的教师给他们任课，必要时给予补课。对于智力差的学生，划为缺陷学生范围。对缺陷学生一般另外开班，以降低课程上的要求，指导修习较易理解的科目，或放慢学习进度。

尽管以上几方面主要是针对普通教学方法来谈的，但它们也体现了化学教学方法的特点。当然，化学教育过程也有它自身独有的教学方法，这特别表现在化学实验课中。不过，我们在前面部分已基本阐述过，这里就不再赘述了。

[①] 日本文部省：五国普通教育，教育科学出版社 1983 年版，第 175 页。

第四节　化学考核与课外活动

一　化学考核

美国中学学习成绩考核方式多种多样，各校并不统一。教师往往对尽了全力的学生，给予高于成绩的高评价，反之，对于未尽全力的学生，给予低评价，即作为评价的标准，学生的努力同学生的能力、学力一样受到重视。对考核成绩评定有以百分制来表示的，也有用字母序列来表示的：A（优）、B（良上）、C（良）、D（良下）、E（不及格）。学校使用哪一种方式，一般是遵照学区的人们的意愿决定的。

美国中学化学考核主要有 4 种形式、5 种手段。这 4 种最通用的考核形式是：

1.摸底测验

教师在教新课之前一般用 20 分钟进行不记分测验,目的是了解学生的基础，教学时心中有数；

2.小测验

每周或两周 1 次，用 10 分钟左右，出两三个题目足以了解学生的实际水平，对学生也能产生反馈效果，学生通过测验能知道自己的学习成绩怎样；

3.月考或期中考

每月或两个月一次，一般用 50 分钟进行整堂测验；

4.期末或学年考试

时间是 90 或 120 分钟，内容包括理论和实验两部分，这是过渡性考试或学业结束总结性的考试。

美国中学正是通过这些经常不断的长时间考核，收集数据，从整个学习过程判断学生的学习成绩，而且考核是作为教学的辅助手段，根据考核结果对教学作出相应的改进决定。

化学考核的 5 种手段是：

1.客观性的测验

它能可靠地测出学生的水平，好的题目应能完全反映出课本内容。其中正误题不很普及，而选择题居多，有的还要通过计算才能解题；

2.写短文

3.口头测验

4.实验操作测验

5.小型专题研究

学生通过选择一个小的专题进行初步研究活动也是考核的一种手段。

5 种考核手段中客观性的测验使用最多，它比写短文或口试更有效可行。学生考试时可随时查阅教室里挂着的元素周期表或考卷上印有的元素周期表。考试也可以使用计算机帮助做题。

学生对一门课的每章节考核成绩达到 90 分以上,他自己就可以按不同的进度去学习，而一个单元只得 70 分就得再学。如果一门课只通过一两个单元的考核要求，就得不到学分。中学通常允许学生有两次考试机会，如果第一次考的不理想，可以参加第二次考试。

从上述 4 种形式看，美国中学考核是比较频繁的，这对教师设计考题是个不小的负担。为此美国设有储存和提供考试资料的“考试银行”机构，各种各样的考试资料用硬卡片贮存在卡片箱里或储存在计算机里，经过多年积

累更新，得到非常好的储备，教师可以根据需要随时提取，经过设计编成理想的考题，这样能节省教师很多时间。

美国没有全国统一性的化学考试，有自愿参加的“学术智能测验”，包括写作能力、计算能力、思维能力、空间想像能力等综合能力的测验。

二　课外活动

美国中学实行星期六、星期日休息的五日上学制，每天通常在下午 3 点左右放学，家庭作业极少，所以学生的课外时间非常充裕，设法吸引学生参加各项有益的活动便成为一个突出的社会问题。

中学生的课外活动大致可分为两种类型。一种是学生参加学校内的课外活动，它包括学习室活动、学生会活动、俱乐部活动、运动会、志愿服务活动等。特别是在高中，这些课外活动所起的作用越来越大，其中最普及的活动是俱乐部活动，有些学校只允许成绩达到一定水平的学生参加。活动内容异常丰富，与文化俱乐部、体育俱乐部一样，社会俱乐部也吸引了很多学生。另外，作为学校设施一部分的运动场、体育馆、游泳池、礼堂等，规定在星期六、星期日全天开放，并且这种称之为“ 学校公园 ”的设施不断增加。

另一种课外活动是学生在校外开展的。美国的社会教育设施和设备都十分齐备，各州、各学区都有若干个学生课外活动阵地，其中的图书馆、博物馆、动物园、植物园、公园、宇航馆、天文馆、水族馆、美术馆、科学普及中心、艺术中心等都在业余时间和休息日免费向中学生开放，学生可以在这些场所开展各种活动，如在科普中心就可做一些化学实验。另外，到了暑假，许多高校为了普及科学和吸引考生，还举办各种类型的夏令营，将学习寓于娱乐之中。有的夏令营每天还由著名教授主讲大学课程，有的开放化学实验室，让中学生做一些大学基础实验。这样既可为中学生开阔眼界，也为大学做了动人的招生广告。

总之，美国中学的课外活动形式多样，内容丰富，其突出的特点是各校开展的活动都与地方社会的实际密切结合。就化学教育来说，在课堂之外学生仍可接受到一些理论和实验两方面的化学知识与训练。

第五节　美国化学会与化学教育

美国化学会（American Chemical Society，简称 ACS）成立于 1876 年，是目前世界各国化学会最大的一个学会，会员已超过 14 万人。在国际化学界，ACS 享有盛誉，被认为是成功的学会的范例，在美国国内众多的科学学会中，ACS 也有很高的声望。100 多年来，ACS 对美国化学教育的发展起了巨大推动作用。

ACS 章程规定的宗旨之一就是“以高水准的专业教育和成就，提高化学人才的质量，使他们发挥更大的作用，增加和传播化学知识。”因此，ACS 从成立之日起负有为美国化学教育发展做出贡献的责任。ACS 设有多个委员会和下设 32 个专业分会，其中就包括教育委员会和化学教育分会。

ACS 在化学教育方面做了很多工作，内容涉及小学、中学、大学乃至大学后的继续教育。如帮助学生及其家长开展校外科技活动，其中一项是出版了《奇妙的科学》这一化学课外活动指导书，供 9—11 岁的小学生及其家长使用。出版有关获得资助和就业咨询的书，供高中生和大学生阅读。本章前面谈到 80 年代美国最新化学教科书《社会中的化学》正是在 ACS 主持下编写的。这实际上是 ACS 教育委员会 1983 年起草的《ACS 化学教育实施方案》的一种体现。该方案起草的背景是 70 年代末以来，美国理科教育出现危机，中学生学习理科的兴趣大大下降，选学化学课程人数不多，而对化学知识的贫乏，使人们不能正确认识和看待各种工业污染物对环境产生的日趋严重的污染，甚至对化学本身产生了不正确的看法。这个实施方案则提出对全民实施化学教育，从幼儿园、小学、中学到大学，乃至成人形成一个化学教育网。对中学化学教育，除编写化学教材外，还制订了一个对中学化学教师进行业务培训的 5 年计划，以期改进中学化学教育。ACS 还拥有遍及全美的 183 个地方分会，它们也积极开展化学教育活动，例如各地方分会的教育委员会利用各种学术会议和活动来推荐《社会中的化学》教科书的使用，并辅导中学化学教师使用该教材。

ACS 实施一项“种子”计划，为已学过一年化学而经济有困难的高中生提供到化学实验室工作的机会。学生一般工作 10 周，可获 1000 美元的津贴费。ACS 为高中师生办了一份叫《化学事态》的杂志，提供科技与社会方面的各种论题。通过各地方分会，举办全国性化学测验，借以选拔学生代表美国参加一年一度的国际化学奥林匹克竞赛。

ACS 提出了评估大学化学系本科的原则，并对达到标准的系科予以承认。这项工作主要由 ACS 业务培养委员会（Committee on Pro-fessional Training，简称 CPT）主持。如果化学系本科生在毕业时修毕 CPT 审定的全部课程，他们就可获得 CPT 证明，具有直接作为 ACS 会员的资格，并在社会上较容易找到适当的职业。因此，美国大学化学专业毕业生可分为是否获得 CPT 证明两类。

ACS 还主持编写两年出一版的《研究生指南》，为未来研究生提供美国和加拿大各大学化学系教授的科研方向的信息，以供他们报考研究生时作参考。

ACS 化学教育分会（Division of Chemical Education，简称 DCE）为大中学编撰了各种类型的化学考试试题，组织召开许多教育方面的会议、专题讨论班等。为满足会员终身继续教育的需要，举办各种课题的训练班。ACS

至今拥有 20 多种杂志,其中 DCE 主办和编辑出版的《化学教育杂志》(Journal of Chemical E-ducation，简称 JCE）有很大的影响。

JCE 于 1924 年创刊，70 多年来，它发表了大量重要的文章，对美国乃至世界化学教育的发展做出了很大贡献。它的作者队伍非常广泛，既有化学界知名人士、诺贝尔奖获得者，也有普通的化学教师；既有国内作者，也有国外作者。同时 JCE 的学术水平也很高，例如 60 年代诞生的许多重要化学理论都曾首先在 JCE 倡仪或评述过，包括软硬酸碱理论、伍德沃德-霍夫曼规则、价电子对互斥理论等，因此 JCE 的影响越来越大，越来越受到国际化学教育界的重视。

从 1977 年开始，JCE 把文章分为主要文章、一般文章、中等学校特写、特写、实验室实验和笔记 6 个部分，这 6 大类文章又包括十几个栏目，每期刊载一部分栏目的文章。如每期一篇的“ 编者的话 ”总是力图从宏观高度来把握和影响化学教育的发展；始于 1973 年的“ 影响 ”栏目发表当代著名化学家访问记 ;“ 故事的内幕 ”介绍一些较不为人所知的重要化学史实 ;辟于 1967 年的“ 争鸣 ”栏目主要发表一些关于化学教育发展和革新的观点、建议、问题及解决办法，促进相互交流。另外，还设有“ 教科书的差错 ”、“ 化学仪器 ”、“ 化学教具 ”、“ 实验室安全 ”等栏目。

ACS 从各个方面有效地影响了美国各级化学教育的发展，包括从新闻传播媒介向公众介绍化学知识，这项任务主要由 ACS 的公共联络部负责。ACS 通过电视、电台播发的化学新闻与特别节目得过许多奖励，如一个有关宇宙的化学组成、彗星在生命起源中的作用的节目获美国公关协会的最高奖——银砧奖。“ 科学的范围 ”是迄今历史最长久的广播科学节目，有数百个美国国内外电台广播，每次 15 分钟。“ 化学——无终止的前沿 ”是一部 28 分钟长的电影，介绍什么是化学，化学家做什么事，有些什么结果等，据称全世界有 1 亿人看过此片，它也有录像带供应。

从发展的趋势看，美国化学会将对美国化学教育的进步产生愈来愈大的影响。

第六节　化学教育与社会

美国教育一向注重社会效益，无论是物质方面的还是精神方面的。化学教育也不例外，无论它如何发展，总是以社会需求为基础，尽管有时出于近期考虑，有时出于长远考虑。如 80 年代以来，美国化学教育家和公众认识到以往中等化学教育主要面向少数精英的做法，剥夺了许多人在求学期间学习富有意义的和有价值的化学经验的权利。

在当代美国社会中，化学教育反映现实社会问题显得更为突出。如最新一代中学化学教科书《社会中的化学》，其编写宗旨就是紧密联系生活、联系社会。每章节都是从社会、生活问题出发，引入化学概念，通过教师演示，学生动手实验，深入研讨化学原理，再由学生讨论，对社会问题作出决策。如第一章，就是从两个中学生在流经他们居住的小镇的河流中发现死鱼群开始提出问题的，在本章学习结束时，则要找出鱼的死因。可以说，本书所涉及的都是当前工业大国面临的重大社会问题：水源污染、矿产资源、能源、人口、食品、气候、化工、人体健康等。通过这门课的学习，使中学生对化学与社会的关系有了一个比较完整的认识，并能正确认识和对待重大社会问题。在前几年对美国大学化学系的学生进行问卷调查为什么主修化学时，认识到化学在医药、健康、能源和环境控制等方面有重要意义的因素占第三位，这足以看到美国中学生在接受化学教育时的社会意识是很强的。

如果说美国中等化学教育与美国社会是间接发生关系，那么美国高等化学教育就直接与美国社会发生关系。美国高校是培养未来化学家和化学工程师的摇篮，美国高校化学教育的方式和课程变化直接与社会需求联系在一起，很多主修化学专业的大学生就是认为实用化学家有更多寻找工作的机会。同时，与化学相关的重大社会问题更突出和直接地出现在高校化学课程中，它们大都是作为一门单独的化学课程出现的，如环境化学、核化学、食品化学、石油化学、矿物化学、药物化学等。美国大学生和研究生大多在学校期间就从事过科研工作，其中许多就是针对现实的社会问题的。

80 年代以来，高校普遍加强了为社会服务的职能，如州立大学更加注重参与解决本州面临的各种问题，而以著名研究型大学为依托的“ 教育专家社区 ”——即科学园发展迅速。高校的教学、科研愈来愈倾向与政府和公司企业部门的需要联系在一起,如 1980—1981 学年高校从工业界及其他非官方机构获得资助约 42 亿美元,到 1988—1989 学年则已上升为 89 亿美元。可以说，当今美国高等化学教育的生存和发展更加依赖于美国社会的需求。

美国高等化学教育对社会产生影响一方面是通过高校的科研工作来体现的，这特别表现在一些前沿和尖端领域。另一方面，也可以说是更深远和更重要的一面，是为美国社会提供源源不断的化学家和化学工程师队伍。化学家和化学工程师在美国社会生活和经济生活中有着举足轻重的作用。据美国国家科学基金会 1979 年的统计，美国 1978 年有在职化学家 17.37 万人，其中 B.S，M.S.和 Ph.D.分别占 58%，17%和 25%；有在职化学工程师 6.79 万人，其中 B.S.，M.S.和 Ph.D.分别占 64%，21%和 11%，其他专家占 4%。按他们的性别与年龄分布看，有半数的男性和 $\frac{3}{4}$ 的女性科学家的年龄都在 40 岁以下，60 岁以上继续工作的只占少数。表 6-3 列出了各年龄段化学家和化学工程师的人数及性别分布情况。

表 6-3　美国在职化学工作者年龄与性别分布[①]

人数(千) 年龄 / 类别	≤24	25-29	30-34	35-39	40-44	15-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥77	总计
化学家	20.2	26.6	18.6	21.2	19.3	17.7	16.4	14.7	9.6	6.6	2.9	173.7
男性	15.8	22.1	15.5	19.0	18.2	16.5	15.4	14.0	9.3	6.0	2.8	154.7
女性	4.4	4.5	3.1	2.2	1.0	1.2	1.0	0.7	0.3	0.5	0.1	19.0
化学工程师	6.6[a]	5.9	12.4	9.8	8.1	6.7	5.5	6.5	4.3	1.4	0.7	67.9
男性	6.6[a]	5.0	10.9	9.3	8.0	6.7	5.5	6.5	4.3	1.4	0.7	65.0
女性	/[a]	0.9	1.5	0.5	0.1	/	/	/	/	/	/	2.9

a　原文有误，本文已修正。

在美国约有 65%的化学家和 90%的化学工程师被各种公司企业所雇用，其余的分别在教学研究、国防和各级政府等部门从事教学、科研和各种科技行政管理等方面的工作。表 6-4 列出美国国家科学基金会 1979 年对化学工作者职业分布所做的统计结果。

表 6-4 美国化学工作者职业分布[①]

① 张德和：美国化学界的近况，化学通报，1981 年第 9 期，第 57 页。

① 张德和：美国化学界的近况，化学通报，1981 年第 9 期，第 57 页。

	化学家%				化学工程师%			
	总数(T)	男性(M)	女性(F)	F/T	总数(T)	男性(M)	女性(F)	F/T
受雇部门								
公司企业	65.0	65.3	60.6	8.1	90.2	89.9	92.0	4.2
教学研究机构	21.0	20.8	23.8	9.8	4.3	4.3	4.0	38
非营利机构	2.8	2.8	4.1	12.5	1.1	1.2	/	/
联邦政府	5.7	5.6	5.7	8.8	2.9	2.9	4.0	5.6
国防部门	0.3	0.3	/	/	0.2	0.2	/5.6	
州与地方政府	3.0	3.0	3.3	9.3	0.5	0.6	/	/
其他政府部门	1.8	1.8	2.5	11.5	0.5	0.6	/	/
其他	0.4	0.4	/	/	0.3	0.3	/	/
职业性质/								
基础研究	13.6	12.1	29.5	18.8	1.8	1.9	3.8	9.1
应用研究	15.9	15.7	18.0	9.8	5.7	5.7	3.8	2.9
发展研究	15.0	15.2	12.3	7.1	37.3	38.0	19.2	2.2
研究发展经营管理	13.2	14.2	3.3	2.1	9.1	8.8	15.4	7.1
其他经营管理	8.4	8.9	4.1	4.2	10.5	11.0	/	/
教学	9.9	10.0	9.0	7.9	3.2	3.4	/	/
顾问	1.6	1.6	1.6	8.7	3.7	3.7	/	/
生产与监督	17.6	17.9	15.6	7.6	21.4	20.3	42.3	8.3
其他	4.6	4.4	6.6	12.1	7.3	7.2	16.5	6.5

据美国国家科学基金会的调查，1978 年在联邦政府中任职的各类科学家有 84780 人，其中化学家有 8256 人，占总数的 9.7%，化学工程师有 1465 人，占总数的 1.7%。在美国联邦卫生、教育与福利部工作的科技人员总数为 7588 人，其中化学家有 2098 名（占总数的 27.6%），这也是化学家在联邦政府中人数最多的一个部门，其次是国防部（1939 人）、农业部（1055 人）、环境保护局（605 人）等。就在公司企业工作的化学家来说，最多的是在化工厂，约占总数的 34%，其次是制药工业（17%）和涂料工业（6%）。就企业部门化学家从事的专业或学科领域来看，最多的是从事分析化学，约占 19.3%，依次是有机化学（17.6%）、聚合物化学（11.2%）、生物化学（8.3%）、药物化学（8.0%）、物理化学（6.9%）、普通化学（6.9%）、环境化学（6.2%）、无机化学（5.7%）等。

由以上可看出，美国化学家和化学工程师是制约美国社会各部门运转的重要因素，因此，美国化学教育是美国社会赖以生存和发展的重要基石。

美国化学教育发展有其自主性的一面，也有受社会制约的一面。因为美国化学教育系统要靠自身调节来不断适应社会需要，而社会系统又通过各种途径来调控化学教育的发展，如联邦政府和州政府主要通过财政拨款与法规政策的途径，学术界主要通过舆论工具的途径，企业界主要通过资金援助的途径。美国化学教育不可能无视和脱离美国社会的影响与要求而自行发展，

它的发展规模和形式会受到社会政治、思想、文化、职业结构变动、劳动力市场需求、中等教育结构、中学毕业生价值取向、科学技术进步、化学学科的进展等诸多因素的制约。如据 1983 年 10 月 27 日美国《教育周报》的报道，1979 年准备上大学的高中毕业生对理科感兴趣的仅占 2%，在 1983 年约有 70%的大学新生表示上大学主要是为了多赚钱，这样赚钱少的理科专业自然受到冷遇。总而言之一句话，美国化学教育和美国社会始终处于互动之中。

第七节　美国中等化学教育的特点

美国中等化学教育在很多方面的特点是与高等化学教育相一致的，如多样化、灵活性、目标广泛、富于改革等，但它同时具有不同于高等化学教育的特点，即便是那些类似的方面，也存在不同之处。下面简要概括一下美国中等化学教育的一些特点。

1.中等教育体制的多元化发展，使得美国中等化学教育比高等化学教育更具多样性、灵活性

如果说州立大学主要受州政府和州利益的影响，那么公立中学主要受学区教育机构和居民意愿的制约，甚至学区利益也会影响到中学学制和教学计划。所以，中学比大学更具地方色彩。20 世纪以来的化学教育目标忽左忽右，化学课程和教科书的学术水平忽高忽低，各校教学计划别具特色，它们都从自己的观点出发选择化学教科书。化学课程内容及课时多少，化学课是否必修，积多少学分等，各中学也难得一致，甚至有的高中生在高中阶段没有学过化学。

2.美国中等化学教育注重与高等化学教育的衔接

其中一个重要的表现就是化学教科书的编写。几乎每一套具有代表性而影响深远的教科书都是由高校化学教师与中学化学教师联手编写的，这样化学教科书既具有一定的学术性又适应中学生的学习特点。同时，它为自上而下的化学教育改革提供了必要的条件，使高校化学课程内容能顺利地下放到中学。这也保证了美国中学生能获得系统的化学基础知识，并追随科技时代的步伐。另一方面，美国中学化学教师通过不间断的到高校进修学习，始终保持着对高等化学教育的了解与联系，不致使中等化学教育与高等化学教育相脱节。

3.美国中等化学教育特别重视实验课教学

（1）实验课的课时占化学课程整个课时的 50%；

（2）强调通过实验获得和体验化学知识，课堂教学与实验训练相结合，甚至实验室与教室合二为一；

（3）实验课成为培养学生提出问题、分析问题和解决问题能力的最好途径，就实验方法来说，探索性实验已占主导地位，传统的验证性实验越来越少；

（4）尽管美国中学实验室实验条件良好，但教师非常重视通过一些简单、廉价的教具、仪器帮助学生理解和掌握一些较抽象的化学概念和原理；

（5）良好的实验课促使许多中学生在大学主修化学专业。

4.美国中等化学教育注重教学方法的改进

一方面不断继承原有教学方法的精华，如无论是教师中心模式、课堂中心模式、学问中心模式，还是学生中心模式、人本主义模式、设计教学法，它们都有合理之处；另一方面，不断开发和运用适应现代教学的新方法，如程序教学、合作教学、分组教学、个别教学、特殊教学等，其中对天才学生的特殊教学加快和促进了美国杰出化学家和科学家的培养与成长，包括电子计算机在内的各种现代化教学手段的使用极大提高了教学效果。

5.美国注重中等化学师资的培养

在本世纪 90 多年的时间里，无论是师范教育机构、师范生的选拔、师范课程，还是中学教师的地位、待遇及继续教育都经历了巨变，但总趋势是向

不断完善的方向发展，这是美国中等化学教育健康发展的必要条件。但是，由于历史和其他方面的原因，美国中学化学师资总体上仍是供不应求。

6.美国没有全国统一的化学考试，但在各中学却有形式多样、手段齐全、功能完备、灵活运用的考试体系

通过各种形式的考核，既促进“教”，又促进“学”。美国中学特别注重平时的考核成绩，它是一个学生学习成绩评定的重要组成部分。美国中学不但注重学生的能力、学力的评价，而且学生努力程度的评价也作为学生最终学习成绩评定的重要组成部分。

7.美国中等化学教育深受各个时期流行的教育思想的影响

不同时期美国中等化学教育的改革几乎都可以在当时占主导地位的教育思想中找到理论根据，中等化学教育成为美国教育思想的一个很好的实践领域。

8.美国中等化学教育重视与社会生活相联系

本世纪 50 年代前，受实用主义教育思想的影响，美国中等化学教育几乎成为职业教育、就业教育的组成部分，一切以社会生活和实际应用为中心。二战后虽然实用主义教育思想受到了批判，但与社会需要相结合的思想并未否定，即使在综合中学，所开设的实用化学选修课程反而大大增加了。特别是 1971 年联邦教育总署提出以生计教育代替职业教育，即在初等、中等、高等以及成人教育所有阶段中，按照每个阶段发展的特点，为使学生能在未来的职业方面实现自己的愿望，所进行的有组织的、综合性的教育。下图是美国生计教育系统图。可看出，包括化学教育在内的传统学术教育成为生计教育的一个组成部分，与传统的职业教育构成一个统一的系统。80 年代以来，中等化学教育特别强调面向社会，并与社会所需的职业教育结伴而行，努力为实际社会生活有所贡献。从历史上看，美国教育改革的主要推动力量是来自学

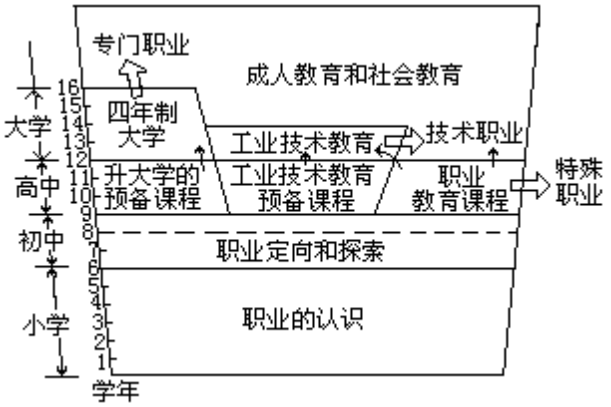


图 6-1 美国生计教育系统图

校外部，包括联邦政府、各级非专业性质的教育委员会、各类基金会等，即美国学校在改革方面常表现为保守力量，需要外部的社会力量来推动教育改革的进行。

事实上，美国高等化学教育始终是面向社会的，这在本章和上一章都有论述。无论是一个时期更强调实用化学人才的培养，还是一个时期更强调学术化学人才的培养，它们都为美国的科技进步、经济发展和国防强盛注入了强大的有生力量。美国高等化学教育更直接而有效地参与到美国社会生活中

去，成为美国社会存在和发展的重要基石。

9.美国化学会作为民间组织，对美国化学教育的发展发挥了许多政府和教育机构难以取代的作用

无论是美国化学教育的宏观整体改革，还是微观局部调整；是中等化学教育，还是高等化学教育；是学校正规教育，还是公众化学知识普及，都留下了美国化学会积极参与的成果。实际上，美国还有许多其他民间学术或非学术组织促进了美国化学教育的发展。

总之，美国中等化学教育在本世纪取得了巨大成就，形成了自己的特色，但问题还不少，主要表现在：

（1）由于各州各地投入的教育经费悬殊较大，各校教育水平参差不齐。以 1974—1975 学年为例，全国公立中学每人开支教育经费的平均数如是 100，则印第安纳州为 83、阿肯色州为 74、亚拉巴马州为 70，而在另一极端，纽约州为 161、阿拉斯加州为 130、威斯康星州为 120。在 1988 年，明尼苏达州高中毕业率高达 90.9%，而佛罗里达州却只有 58%。

（2）高度的地方自治，使得很多学区受地方权势把持，又常受种族主义、宗教教派等因素的影响，阻碍了化学教育的正常发展。

（3）教育目标不稳定，影响了化学教育水平的持续提高。如何既能使学生在学校生活得快乐、自由、健康，又能使学生取得较好的学业成绩；既追求教育机会均等，又注重提高教育质量，成为美国中等化学教育面临的两难问题。

（4）中等化学教育要同时兼顾学术教育、职业教育甚至社会教育几种职能，还要保持一定的平衡并非易事，实际上中学教育常以牺牲一方为代价来加强另一方的发展。

（5）教师的地位并未得到根本性的改变，80 年代以来的经济不景气，使教师的实际购买力在下降，很多教师对他们的职业感到徬徨困惑，据卡内基教学促进研究会 1984 年的调查，近四分之一的教师考虑转入其他行业，近 30%的教师认为他们的职业是“ 陷井 ”。

（6）近 10 年以来，美国的官方和非官方机构发表的教育调查与分析报告不下百份之多，在美国 300 多年的教育史上是没有先例的，然而这些报告往往很难取得一致，甚至得出一些完全矛盾的结论，这种情况实际存在于美国历次教育改革之中，就连美国人自己对本国的这种教育改革特征是好的表现还是不足的表现也难以取得一致的看法。1990 年 5 月，美国联邦教育部部长卡瓦佐斯公开承认，尽管过去的某些根本性改革已扎下了根基，但是 80 年代“ 零碎 ”的学校改革总体上已经失败。统计数据显示，1986 年以来，学校教育成绩并未提高，大学入学考试分数和学术性测验分数均有下降，全国高中生毕业率也从 1987 年的 71.7%下降到 1988 年的 71.1%。

美国中等化学教育目前正面向未来，努力克服不足，发扬优势，迎接即将到来的 21 世纪的挑战。

第七章　现代化学教育（三）
—— 20 世纪俄、苏化学教育

20 世纪以来俄、苏的历史经历了 3 个发展阶段：第一阶段，从 20 世纪开始到 1917 年，这是旧俄时期；第二阶段，从 1917—1991 年，这是苏联时期；第三阶段，从 1991 年至今，进入了一个新的时期。就化学教育来说，无论是从时间跨度，还是发展内容来看，苏联时期构成了它的主体，本章也将着重介绍苏联时期化学教育的发展状况。本书此后的“苏联”正是指 1991 年前存在的“苏维埃社会主义共和国联盟”这个统一的主权国家。

第一节　历史背景

一　时代特征

20 世纪初期，直至 1917 年十月革命前，沙皇俄国仍然是一个封建和军事专制的帝国。作为一个农业国，其经济发展比其他资本主义国家落后得多，因而它的教育发展缓慢，水平低下。这个时期的教育制度是在俄国教育长期的历史发展中形成的，在 19 世纪末已初步形成现代教育的体系，各级各类教育已初具规模。然而，这个时期的俄国教育带有浓厚的封建色彩，阶级性、等级性、宗教性极为明显。

十月革命推翻了资产阶级政权，建立起世界第一个无产阶级的社会主义国家——苏联。它即刻进行了教育改革，实现国民教育的世俗化、民主化。1917 年苏联就通过法令宣布教会与国家分离、学校与教会分离，将全部教会学校改为普通学校。1918 年初正式废除旧的国民教育管理机构，10 月颁布了一个历史性重要文件——《统一劳动学校宣言》，从而开始建立起统一的学校制度，废除了十月革命前等级分明的极其复杂的普通学校类型。《宣言》提出了学校与社会生活相联系，教育与劳动生产相结合，采用先进的教育教学方法，重视学生个性的全面发展等原则。《宣言》的主要缺点是过分强调劳动教育，轻视系统的文化科学知识的教学，苏维埃学校则取消了家庭作业和升级考试。

从 1921 年起苏联大规模展开社会主义工业化和农业集体化建设。在国家经济困难的条件下，为尽快发展教育事业以适应国家建设的需要，便对原先的教育制度作了合时宜的调整，使当时的学校学制呈现多样化和灵活性。

20 年代，杜威的实用主义教育理论被当作有利于“统一劳动学校”教育教学工作的正面经验引进苏联，结果是对实用主义教育的许多做法照搬照抄，客观上给苏联 20 年代的教育改革带来了消极影响。

苏联从 1928 年起开始实行第一个五年计划，进入 30 年代后，苏联的社会主义建设步伐迈得更快了。但由于 20 年代教育改革中的问题造成教学质量不高，普通学校不能为高一级学校输送合格人才，加之高等学校也存在一定的问题，因而未能为经济建设输送足够的合格专业技术人员。为此，联共中央从 1931 年起公布了一系列具有历史意义的关于教育问题的决定，使各级教育得到整顿和发展。如明确肯定学校的中心任务是教学，学校必须依据严格规定的教学计划、教学大纲和课程表进行各科的教学，传授学生各种科学知识；课堂教学应成为基本的教学形式；恢复考试制度；突出俄语、数学、外语和自然科学的系统教学等。从 1937 年起取消所有中小学的劳动课和中学的技术训练。

苏联 30 年代的教育改革卓有成效，但同时也带来一些新的问题，如全盘否定了美国的教育理论与实践，逐步转向传统教育理论。强调学生升学目标的同时，忽视为他们从事实际工作做准备。在大力发展高等技术院校的同时，对大学存有偏见，认为大学的组织不利于科学的发展，也妨碍科学技术与国民经济的联系，遂使大学数量锐减。

对 20—30 年代苏联教育发展产生重大影响的一位苏联著名教育家是马卡连柯（A.C.Макаренко，1888—1939）。事实上他关于集体教育和劳动教育的思想长期而持续地支配着苏联教育的发展，集体教育和劳动教育成为苏联 20 世纪教育发展的重要特征。

40 年代的卫国战争使苏联学校教育蒙受极大损失，但到 1950 年，苏联第四个五年计划（1946—1950 年）中提出关于恢复和扩大各级教育网的任务已基本实现。同时苏联开始逐步纠正 30 年代教育之偏差，重申必须给予学生从事实际工作的准备。到 50 年代末，苏联已在经济、国防建设和文化教育、科学技术的发展方面取得了很大成就。1957 年苏联第一颗人造地球卫星发射成功，震惊了全世界。这个时期苏联对高级专门人才的需求相对得到满足，但对中级技术人员和具有一定职业技能的劳动者的需求却急剧增长。为此，苏联 1958 年的教育改革宗旨就是要把青年一代培养“ 成为社会有用的、积极参与创造社会所必需的财富的人 ”，解决中学生升学和就业的矛盾。但这次改革忽视了 50 年代以来科技革命对实现教学内容现代化的新要求，把改革的重点完全放在加强学校中的劳动教育和职业训练上，加之当时苏联学校尚缺乏进行生产教学和职业训练的良好条件，结果这次改革基本上以失败告终。

苏联遂从 1964 年开始了新的一次教育改革，一直持续到 70 年代中期，取得了很大的成绩，实现了学校教学内容的现代化。然而，这次改革一方面忽视了劳动就业的需要。这时苏联已基本普及中等义务教育（十年制普通教育），大批中学毕业生必须直接走向生产劳动岗位。另一方面，还忽视了教育的内在逻辑和受教育者的身心发展规律，新的教材分量太重，教师不太适应，学生也不胜负担，反而降低了教学质量。所以，学校教育与国民经济发展需要的矛盾重又尖锐起来，导致了 70 年代后期的进一步改革。

1977 年以后，尽管苏联采取了种种措施，始终未能妥善解决知识教育与劳动教育的矛盾，学生学业负担仍很重。随着办学条件的不断改善，苏联从 1984 年起采取了一些更加有力的措施，试图从根本上解决上述矛盾。这场新的教育改革也是对全球性的新技术革命的挑战所作出的反应。

1988 年 3 月成立了苏联国家教育委员会，以协调全苏的教育事业。它主张对学校的教学内容、教学方式采取全新的态度。它认为唯有学生的发展，才是衡量教师、学校及整个教育体系质量的尺度，并且提出了许多革新性的口号和设想。

（1）学校“ 民主化 ”是社会民主化的决定性因素之一，要从根本上摆脱服从、对立的体制，使之转入合作的体制。学校要有开放性，调动社会力量，把社会因素纳入学校的发展机制。

（2）“ 人道化 ”是教育新思维的关键。学校教育工作的方向不仅是培养学生准备参加未来的生活，而且要保障各个年龄阶段的学生在今天就过着充实而有价值的生活，把集体性因素和个人因素有机地结合起来。

（3）倡导教学内容的“ 人文化 ”，要求学校面向世界文化、历史和精神财富。

（4）强调课程教材的“ 弹性化 ”，因为“ 权力主义的学校制度以及表现在教学内容、形式和方法上的教学中心主义 ”，剥夺了学生发展的实际可能性，在客观上妨碍了整个民族的智力发展。

实际上，苏联 80 年代末的这些教育思想的变化，也是苏联社会变动的一种反映。进入 90 年代后，苏联乃至整个东欧的政局发生了急剧的变化，1991 年苏联发生解体。解体后的苏联无论是政治、经济，还是科技、文化、教育又进入了另一个时期，一切都处于巨变之中。

苏联 20 世纪的化学教育正是在上述社会历史和教育大背景下展开的。

二　教育管理制度

十月革命前，旧俄最高教育行政机构是国家政府国民教育部。十月革命后苏联成立了教育行政最高机构——国家教育委员会，其最高执行机关是教育人民委员部。1932 年苏联中央执行委员会决定设立高等技术教育委员会，加强对高等技术院校的统一领导。1936 年，联共中央又决定设立直属苏联人民委员会的全苏高等学校委员会，统管除军事和艺术院校以外的分属各人民委员会的所有高等学校。为加强苏联教育科学的发展，1944 年成立了“俄罗斯联邦教育科学院”，后改名为苏联教育科学院。50 年代苏联政府成立高等和中等专业教育部，集中负责高等学校和中等专业学校的管理。1967 年苏联教育部成立，负责管辖苏联教育科学院、各师范院校、普通学校及学前和校外教育机构。这套管理体制一直延续到 80 年代末。现把 70—80 年代苏联教育管理体制表示于下图中。

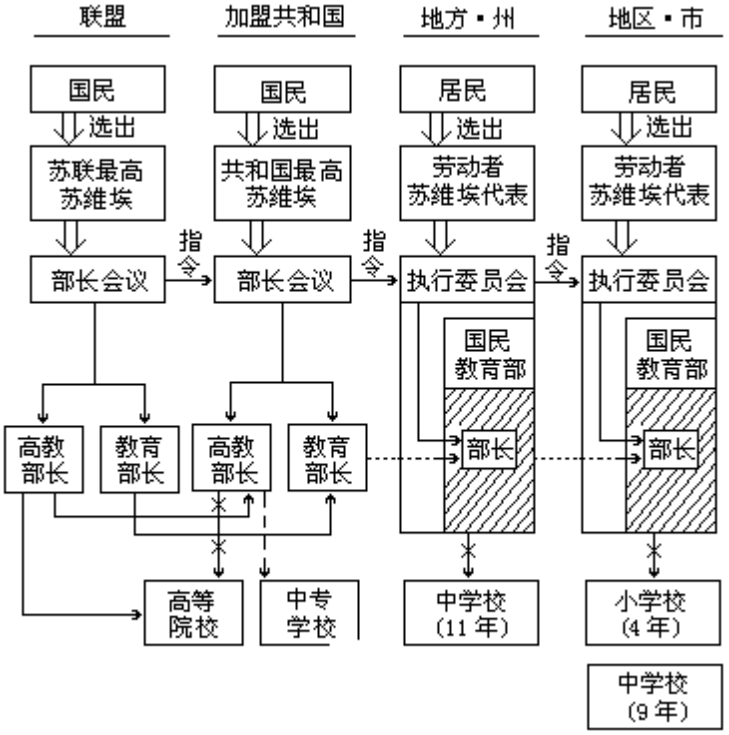


图 7-1 苏联教育管理体制

图中“⇒”表示“选出”，“→”表示“任命”，“⤑”表示“负责设置、维持、管理“⇢”表示“有指挥、监督之责”

三　教育系统

十月革命前，俄国教育体制复杂多样，如初等教育系统有居多数的三年制一级小学和修业 5—6 年的二级小学，1912 年还成立了修业 4 年的高等小学。中等教育主要是文科中学和实科中学，另外还有不属教育部管辖的商业学校、陆军幼年学校、中等技术学校、教会中学、女子中学等。中等学校基本上是面向富有阶级子弟的。

十月革命后，苏联建立了统一的九年制劳动学校，其中第一级为五年制小学，第二级为四年制中学。1922 年苏联通过缩短学制等措施，形成了更为灵活的学制。俄罗斯联邦共和国的学制是四年制小学、基本的七年制学校和普通学校高年级阶段（第八、第九年级），它们相互衔接，又分别作为初等职业教育、中等职业技术学校和高等学校的基础。此后，农村青年学校、七年制工厂学校、工厂艺徒学校和工农速成中学等新型学校涌现和发展起来。1929 年苏联人民委员会决定第二级学校增加第十年级，这样完全中学就有 10 个年级。1932 年联共中央要求逐步把七年制学校改为十年制。1934 年联共中央和苏联人民委员会通过《关于苏联中小学结构的决定》，将苏联普通教育学校的一般类型确定为四年制的初等学校、七年制的不完全中学和十年制的中等学校，从而为统一的规范学制奠定了基础。

1958 年苏联最高苏维埃主席团通过法令，规定将不完全中学改为八年制，作为中等教育的第一阶段；完全中学则改为十一年制，从九年级起属于中等教育的第二阶段。负责进行完全中等教育的另一学校类型是兼施生产教学的劳动综合技术普通学校，毕业后可获得中等教育毕业证书和所选职业的资格证书，可以马上就业，也可报考有关专业的高等学校。八年制学校毕业生还可以通过中等技术学校和其他中等专业学校完成第二阶段中等教育。这类学校由苏联部长会议所属的国家职业技术委员会负责管理。学生毕业后发给掌握有职业技能和完全中等教育的毕业证书，一般安排就业。获得优等毕业证书者可以报考高等学校。

60 年代后，苏联教育体制仍有变化。1970 年起，小学实行三年制。1976 年全国城乡基本实现了普及十年制义务教育后，普通学校就由十年制普遍向十一年制过渡，把小学又改为四年制，并从 1986 年起逐步实现由儿童 7 岁入学向 6 岁入学过渡。现把苏联 80 年代后期学校体制绘制于图 7-2 中。

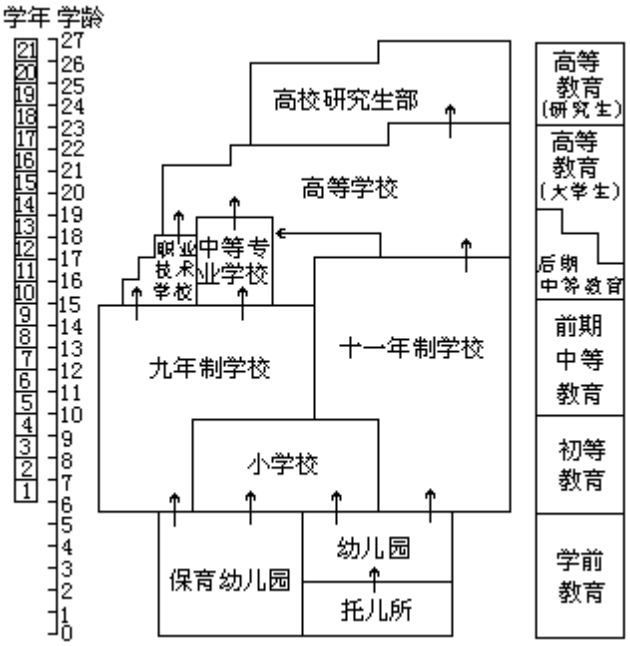


图 7-2　苏联学校体制系统示意图

第二节　高等化学教育

苏联高等化学教育是与它的高等教育体系发展紧密相联的。本节首先考察一下 20 世纪苏联高等教育体系的历史发展，然后再追溯在这种体系中高等化学教育各方面的发展状况。

一　高等教育体系

旧俄高等教育经过 100 多年的发展，到 20 世纪初已略具规模，初步形成一个比较完善的体系。在 1914—1915 学年，全俄共有 105 所高校，学生 12.74 万人，其中绝大多数是中产以上阶级的子弟。高校几乎全部集中在俄国欧洲地区的大城市，大多数高校的教学物质基础和师资力量也很薄弱。

十月革命后，苏联努力发展高等教育，特别是高等技术教育，如 1920 年成立了门捷列夫化工学院。1929 年把原来由教育人民委员部管辖的高等专业学校和各种中等技术学校按其专业性质分别转归政府各有关人民委员部管辖。将原有高校的同类专业加以合并，同时设立新的专业和系科，并且在一些大型高校的相应系科基础上成立新的非常专业化的高等学校，此外还根据特别需要建立各种新型的专业高校。

30 年代，苏联政府给予高等教育的拨款逐年递增，到 1937 年已达 19 亿多卢布。改革后的各类高校如雨后春笋般地发展起来。1927—1928 学年，苏联一共有 148 所高校，在校学生不足 17 万人，而到 1940—1941 学年，高校数已达 817 所，在校学生总数达 81 万余人。可以说，这为苏联后来赢得卫国战争胜利和战后的飞速发展打下了坚实的基础。

卫国战争结束后，苏联高等教育迅速恢复和发展起来，到 1950 年高校学生达 124.7 万人。但相比适龄青年人数，高校招生人数毕竟有限。因此从 1959 年起，苏联全日制高等学校纷纷办起夜大学和函授大学，其教学大纲和规格与全日制相同，国家还给予这类大学生在学习上的方便和照顾。1959 年，苏联夜大学和函授大学的学生约有 100 万人，进入 60 年代后又不断增加。到 1960 年，苏联高校学生已达 239.6 万人。

50—60 年代，高等教育改革了课程和教育制度，特别强调教学与生产劳动和实际工作相结合，提倡半工半读制度，注意培养学生独立学习和独立工作的能力。这一时期还调整了全国的高等教育网，设立了工厂式高等教育技术学校，在新工业区增办高校，使高校靠近生产，并合并专业相同的高校。

1964 年的高教改革中，对全国高校进行国家检查并建立一批中心高等学校，强调以日课制教育为主，改进函授和夜校形式的高等教育，集中力量完成关于提高教学质量的任务。同时，高等学校网进一步扩大，招生额增加。据统计，苏联高校从 1965—1966 学年的 756 所增至 1975—1976 学年的 856 所，其中综合大学 65 所（学生近 60 万），综合技术学院 189 所，师范院校 201 所，其余为各种专业院校。高校学生数由 1965—1966 学年的 386.1 万人增至 1975—1976 学年的 485.4 万人，其中日校学生占 54%，函授和夜校学生占 46%。高校教师与学生比例平均为 1∶11。

在第十个五年计划期间（1976—1980 年），苏联继续稳步发展并调整高等教育，高校招生人数从 1975 年的 99.3 万人增加到 1980 年的 105.2 万人，其中综合大学招生数占总数的 14.3%。1980 年新招学生中已有 61.2%在日课部学习，较之 1975 年增加了 6.4%。及至 70 年代末，苏联国民经济各部门大多获得足够的高级技术人员，有的部门甚至达到饱和程度。如 1980 年全苏拥有高级专业人员 1210 万人，占全国在职人员总数的 9.6%。因此，从 1981—1985 学年，苏联高校招生人数一直稳定在 110 万左右，但夜校生和函授生比例有所增加。

苏联全日制高等教育不仅免交学费，而且根据学校的等级、类别和学生的学习成绩，学生还可获得一定的国家津贴，在 60—70 年代，学生每月可获

得 50—80 卢布的津贴。看病则是免费的，教科书由学校免费租给他们，也不存在注册费和其他费用。

另外，苏联高等学校还设有研究生部（班），它是培养高级专业人才的重要形式。本节将在后面集中介绍研究生的培养。

二　教育目标、招生和考核

1.教育目标

苏联高等化学教育目标是与高等教育总体目标相一致的。苏联从建国开始就强调高等教育应同实际生产、生活相结合，直接为国家工业化培养专门人才，甚至实用主义教育理论成为办学的主导方针。高等化学教育就是要为国家建设培养专门实用的化学人才，或如苏联人自己所说，教育体系的唯一功用就是培训一种工作的人力，甚至可与军队中为适应军事职业需要所进行的训练相对照[①]。

苏联实用人才的培养目标直接体现在，国家特别注重高等技术院校的建立和发展，它在全国高校结构中占绝对优势，甚至一个时期内，综合大学及其专业受到排挤和冷落，如莫斯科大学化学系曾一度划归莫斯科化学工程学院。这种教育目标使高校体系成为一种“教育工业”，构成国家经济的一个组成部分。

苏联这种教育体系适合于大批专家的培养而忽视明星和个人的重要作用，这也正是传统的集体教育思想的体现。它的极端化抑制了才华横溢的个人的发展，特别是古怪的天才的成长。以诺贝尔化学奖获得者为例，到 80 年代末，只有一位苏联化学家谢苗诺夫（Н.Н.Семенов）获此殊荣，这显然与科技大国的地位极不相称。苏联高等教育几乎不为求学者提供第二次机会，即没有给退学后又重返大学并充满学习热情的学生提供更多的成功机会。它对学生智力发展的不同速度没有留有余地，使不能适应这种强求一致的体系的天才被浪费掉了。

在上述教育目标支配下，苏联确实为国家经济建设培养了充足的化学实用人才，为苏联的化学工业、国防工业和其他工业的发展做出了巨大的贡献。然而，这种过分专业化、实用化的教育目标也给苏联的化学教育带来不少弊端，如学生知识面狭窄，结构不合理，普适性差，不符合现代科技发展的人才需求，从而影响了苏联基础化学和尖端科学的持续而稳定的发展，特别显得科技发展后劲不足，自然也就影响了化学工业及其他经济部门的长远发展。

尽管苏联在不同时期都曾意识到了这个问题，并采取了具体措施，如在第十一个五年计划期间（1981—1985 年），强调培养具有广泛专业知识的专家，合并一些相近和划分过细过窄的专业，设立一些适应面宽的新专业，注意广泛训练，期望扭转过分专业化的现象，并加强综合大学的发展，以适应世界综合学科、边缘学科、交叉学科的跨学科的科学发展趋势。然而，积重难返，在重实用的教育目标指导下形成的高等教育结构并非一朝一夕能改变的。如果说它主要是为适应苏联时期计划经济体制而形成的，那么在今天市场经济体制下的俄罗斯，这种高等教育结构就显得更不适应了。当今俄罗斯面临着重新调整高等化学教育目标的任务，以使它的高等化学教育适应新局势下的社会发展需求。

2.招生和考核

十月革命前，受高等教育是有产阶级的特权之一。如 1914 年对俄国 8 所大学的统计表明，学生中工人、农民和劳动知识分子的子女仅占 4.5%。十月革命后，为劳动人民子女提供了接受中高等教育的机会，20 年代甚至取

[①] G. Siobodkin et al.，An Inside View of Soviet Chemical Education，J.Chem.Edu.，1988,65.

消了高校升学考试制度，采用了学校和单位推荐的制度。30 年代的教改又决定恢复升学考试制度，即用自由报考制代替学校及单位推荐制，考生需参加数学、物理、化学、语文、社会学的入学考试，并明确宣布取消以前招生工作中对考生的家庭出身和社会关系所作的种种限制。到 30 年代中期，苏联高校已逐步形成一套比较完整的招生制度。

从 1944—1945 学年苏联开始对品学兼优的中学毕业生授予金质或银质奖章，获此殊荣者可优先升入高校。50 年代的教改又废除了学生的这种优先权，而逐步实现 80%以上的高校新生来自具有两年以上工龄的青年，这使得高校新生的文化水平普遍降低。1964 年的教改转而要求更多的中学毕业生直接升入高校，恢复严格的入学考试，择优录取。1968 年苏联部长会议正式批准向中学毕业生颁发“学习、劳动、品行皆优”金质奖章和“单科成绩优异”奖状的条例，并规定其获得者可优先升入高校。

苏联从 1964 年起决定在高校设立预科，从具有一二年以上实际工龄的先进工人、集体农民和退伍军人中招收受过完全中等教育的人，采取日课制、夜课制和函授制等多种形式给予 8—10 个月的教学培训。通过全部毕业考试的预科学员可不经入学考试直接升入高校。80 年代以后，继续提高通过预科直接升入高校的学生比例，并注意吸收经济开发地区和文化不发达地区的青年入学。

1984 年正式公布的《苏联普通学校和职业学校改革的基本方针》使高校新生来自普通学校十一年级毕业生，同时扩大高校招生的社会基础，给改进后的职业学校毕业生以升入高校的同等条件，推广高校以缩短学习年限的办法从中专毕业生中培养高级专家的经验。

苏联报考高校的考生必须知道他将选择什么专业，然后参加 4 门学科的入学考试，报考化学专业的考生的 4 门考试学科中包括一门化学科目。未来化学专业的学生并不是向大学而是直接向大学化学系提出申请。这些考试由各高校在夏季各自组织。由于有些考试是口试，考生必须个人去参加，所以要同时申请一所以上的高校是不可能的。因为一年总有两次军队征兵，对试图申请入学的男性的数量有严格的控制。在苏联高校里一个有趣的现象是，学化学的女大学生比男大学生要多，甚至化学工程专业也是这样。

在 4 门入学考试中的任何一门成绩不及格者，将被取消入学资格。4 门考试成绩综合起来，再加上中学平时的平均成绩[①]，就可确定高校招生的截取分。获得“金质奖章”的考生（约占考生的 0.2%—0.5%）在 4 门入学考试中有一门达到优（A）就可升入高校深造。获得数、理、化任何一科国家“奥林匹克比赛”冠军的学生，则无需参加任何入学考试就可进入他们所选择的任何院校的相应专业继续深造学习。

苏联面向全国的招生比例是 3：1，而要升入较好的高校的竞争性是相当激烈的。莫斯科大学是苏联高校中规模最大的教学和科研中心，它的化学系在国际学术界也享有盛名。莫斯科大学化学系正式成立于 1929 年，前身是数理系化学科，它是 1921 年把原医学系化学教研室归属数理系后组建的。莫斯科大学化学系的一流水平使它的招生比远高于全国平均数字，约是 7：1。实际上，俄罗斯所有一流院校的入学考试都是相当难的，因而招收的常是非常优秀的学生，像彼得堡大学（前列宁格勒大学）、新西伯利亚大学、彼得堡

[①] 1984 年的教改取消了高考录取参考考生平时学习平均成绩的规定。

罗蒙诺索夫技术学院、莫斯科门捷列夫技术学院等都是俄罗斯的一流高校。苏联各省和共和国的院校所招收的学生水平就要差些。不过，许多优秀院校为一些办学水平较低的中学留有一定的入学名额。莫斯科大学化学系在校大学生约 1500 名，每年招收约 350 名学生，其中 50 名就属这种特定的名额。

苏联严格的招生制度使高校能获得更优秀的学生，然而过分专业化的要求和严格审查同时产生了一个内在的弱点，它们没有给“迟开花”的学生提供不同于许多成人参加的那种业余高等教育的机会。

苏联高校学习成绩考核的主要方式是口试。考试通常安排在每年的 1 月和 6 月进行。如不出例外的话，整个考试都是在先前划定的范围里。学生预先可得到一份列有 40—200 个问题的单子，它们都涉及到原先学过的课程。

如果学生对考试成绩不满意，可以再参加一次考试。考试不及格者必须重考，而第二次考试不及格者通常就被除名。然而，在高校很少听到有重修课程的，除非在严重生病情况下。另外，在全年级学生中 0.5%—1%（或更少）的优秀生可以获准不需参加考试而成绩定为优。

三　教学计划与课程

从 19 世纪到苏联十月革命前，俄国的化学教育中心之一是彼得堡大学，这与著名化学家门捷列夫 19 世纪曾长期执教于该校不无关系。在 19 世纪以门捷列夫为代表的彼得堡化学学派在 20 世纪初继续影响着俄国化学教育的发展。首先，由彼得堡大学化学家牵头成立的俄罗斯化学会（1868 年）继续引导着俄国化学的发展方向,特别帮助许多年轻的化学工作者在它的会刊《俄罗斯物理化学学会杂志》上发表文章。其次，彼得堡大学化学教授积极从事化学教育工作。如化学教授甫列夫斯基（M.C.Вревский,1871—1929）为使物理化学成为大学化学课程的一个独立分支,于 1911 年开设了物理化学讲座，并组建了一个物理化学实验室。毕业于莫斯科大学的楚加耶夫（л.A.чугаев，1873—1922）从 1907 年起主持彼得堡大学的无机化学讲座，他以配合物化学研

究而著称。他通过自己的研究领域、研究风格和化学教学培养了

一批俄罗斯化学家，形成了所谓“楚加耶夫学派”，这其中包括后

来的苏联科学院院士赫洛宾（B.Хлобин）和契尔尼亚耶夫（И.черняев），通讯院士格林勃格（A.Гринберг）和列别金斯基（B.Лебединский）。可以说，俄罗斯的铂工业及镭工业是靠着楚加耶夫学派而发展起来的。

在彼得堡开展化学教学的除彼得堡大学外，还有几所高等技术学校，如矿冶学院化学实验室在 19 世纪末已成为俄罗斯化学学术界的一个中心机构,而在 1905 年新的化学实验大厦的建成标志矿冶学院的化学教学步入了重要阶段。维马恩（Веймарн）在 1908—1919 年任矿冶学院的物理化学教授，他编写了一本胶体化学教科书，这是在苏联出版的最早的胶体化学教科书之一。到 1917 年，矿冶学院成为物理化学及无机化学的巨大研究中心。

20 世纪初，俄国高等技术学校的化学教育中心之一是彼得堡工艺学院。楚加耶夫在任教彼得堡大学之前，曾任教于工艺学院。后来他的学生格林勃鲁格继承了他担任的化学讲座。工艺学院利用 19 世纪末政府拨给的一笔为数很大的经费，建设了一座所谓的“化学馆”的实验室，并于 1902 年正式启用。这个实验室无论是面积还是设备在当时都超过了同期外国各高等技术学校的最好的化学实验室，仅普通化学讲座即占面积 1500 平方米，并有 23 间实验室。当时的化学讲座主要设在著名化学家门舒特金任系主任的冶金系中。当时著名化学家库尔纳柯夫（H.C.Курнаков，1860—1941）任普通化学教授，另外还有一大批著名化学家任教于该校。虽然从工艺学院毕业出来的不是化学家而是冶金学工程师，但是学校把化学教学提到很高的水平。同时，在工艺学院中也完成了许多重要的化学研究工作，其中以库尔纳柯夫的工作最为突出。

库尔纳柯夫毕业于矿冶学院并到国外留学获研究生学位。

1899 年他开始在彼得堡电机学院讲授物理化学，从而成为俄国学校中最早开设物理化学课程的化学家之一。1902 年库尔纳柯夫调任工艺学院，主持成立了一个规模很大的普通化学实验室，并专注于合金的研究。他一生发表了 300 篇以上的论著，通过他与学生们的卓越工作，终于把关于物质组成-性质图解的学说，发展为物理化学分析这一新的化学分支。库尔纳柯夫作为一位杰出的化学教育家，培养出了俄国许多著名的化学家，其中仅科学院院士就不下四五位。正是通过物理化学分析的教学与研究，形成了库尔纳柯夫

学派。库尔纳柯夫教学与科研的一个突出特点是，注重把理论与实践相结合。十月革命后，以他为首的一批学者所形成的学派，领导并解决了许多与国民经济有关的极为复杂的问题。1913 年库尔纳柯夫被选为科学院院士后，即调入科学院主持普通化学实验室。

莫斯科大学的化学教育，在 19 世纪中叶前一直比较落后，在 19 世纪下半叶，随著名化学家马尔柯夫尼柯夫到任才开始有了起色，特别是著名化学家泽林斯基在莫斯科大学卓有成效的教学与科研工作，尤其是通过影响深远的泽林斯基学派，才使得莫斯科大学成为俄国重要的化学及教育中心之一。

在 20 世纪初，莫斯科大学的化学教育继续得到发展。俄罗斯热化学学派的创始人鲁根宁在莫斯科大学建立的热化学实验室曾是公认的俄罗斯热化学中心，培养了一批著名化学家。俄国第一座光化学实验室是由莫斯科大学化学教授普洛特尼柯夫（И.Ппотников）建立的。著名化学家卡勃鲁柯夫（И.А.Кабпуков，1857—1942）先后在莫斯科大学任教 60 多年，培养了几代俄罗斯化学家。卡勃鲁柯夫编写的 3 卷本《物理化学基本原理》和他的无机化学教科书一样，成为好几代科学家大学时代的教科书。他对化学热力学的研究推动了俄罗斯物理化学的发展。卡勃鲁柯夫不论是作为一个化学教育者还是作为化学教育的组织者，总是表现出强烈的事业心。他的不少学生在十月革命前后都成为科学院院士或通讯院士。

十月革命前，在莫斯科的一些高等技术学校及喀山大学、基辅大学等高等学校也开展了各种形式的化学教学。然而，十月革命前俄罗斯各高校的化学教育，包括教学计划、课程和教科书等并未取得一致和共识，全国发展也极不平衡，只是在少数大城市的高校中开展。然而，正是这些化学教育的存在为苏联化学教育的发展打下了基础。

十月革命后，苏联建立了统一的学校制度，继而着手制定统一的教学计划、教学大纲。20 年代的教学计划和教学大纲偏重实际劳动生产知识，缺乏系统的知识传授，教学质量不高。为此，苏联于 1932 年作出《关于高等学校和中等技术学校的教学计划和生活制度的决议》，其中规定高校教学计划必须以理论为核心。然而，卫国战争使得决议未能很好地落实。

50 年代的教改又使高校教学计划重蹈 20 年代之覆辙，60 年代就又开始纠 50 年代之偏，以适应人类知识范围急剧扩大的形势，改变高等教育的单一专业化，着重培养知识面比较宽的专门人才。这一时期，苏联综合大学和工科院校的课程一般是社会政治课占全部课时的 7.9%，专业基础课占 50%，普通科学基础课占 31%，另外还有历史、文学、艺术以及其他人文学科的选修课。

在第十个五年计划期间，苏联高教改革的一个方面是要求加强普通基础课和技术基础课的教学与实验，减少专业课所占比例，以培养具有广泛业务能力的现代专家。

苏联在第十一个五年计划期间采取了多种改进高等教育的措施，包括从 1981 年 9 月 1 日起对全国高校毕业生实行业务鉴定，它以综合的方式，提出了国民经济各部门对高校每一个专业毕业生在知识、技能、技巧方面的基本要求。依据业务鉴定要求，对所有专业现行教学计划和大纲进行审查和修改，并于 1983 年在高校全部改用新的教学计划和大纲。新教学计划和大纲注意加强高等教育的基础化和课程的整体化。基础化不但表现在适当增加了基础训练，而且在于使专业训练与基础课建立牢固的逻辑关系。整体化要求加强课

程间的联系，使每个专业的学生都以完整的体系掌握所有的知识，为此缩减了课程门数和必修课时数。增设与必修课配合的选修课，并按每门课程为学生规定独立工作的时间。

上述十月革命后的苏联高校教学计划和大纲的历史演变，既代表了各种学科的一般教学状况，也反映了化学教学的宏观发展。下面我们就苏联高校中化学专业、化工专业和非化工工科专业的化学教学分别加以论述。

1.化学专业

苏联高校教育依据专业不同需 5—6 年,设有化学系科的综合大学一般是 5 年，每学年分为两个学期，冬季学期包括 18 周的教学、25 天的考试和 2 周的假期。春季学期仅有 16 周的教学，还有 25 天的考试和 2 个月的假期。理科专业的学生一般要学习 25—30 门课程。

70 年代苏联高校化学专业总课程在 5 年里包括约 5000 个课时，其中基础科学课程占 1400 课时、社会科学课程占 510 课时、外语占 270 课时、体育占 120 课时、化学课程约占 2600—3000 课时（占总课时的 50%以上）。

化学课程首先是无机化学、分析化学、物理化学和有机化学四大基础课。无机化学的描述性很强，所用课本主要是瑞梅所著的 2 卷本教科书和涅斯米扬诺夫（A.H.Несмиюнов）所著的 3 卷本教科书。讲课要求严格与教科书内容一致。无机化学实验课显得更为复杂，如包括三碘化硼的合成、金属铯的制取等。分析化学由定性分析和定量分析组成，讲课主要以科列斯柯夫所著 3 卷本叙述性教科书为基础，实验部分包括分析仪器的基本训练。但在美国化学教育者看来，似乎分析化学所占课时太多，并偏重于陈旧的经典分析方法，这可能与苏联实验室仪器普遍缺乏有关[①]。物理化学课也包括不少实验。有机化学通常包含一个较大的教学方案，除大量实验课外，它还有亚学科课程，像立体化学、现代合成方法、光谱学等。在以上各门课程中，学生所做的实验是在一名常设的实验课指导教师管理下进行的。

除四大基础课外，还有一些课时较少的化学课程，如结晶化学、胶体化学、高分子化学、放射化学、化工技术等，以上课程都带有实验，而在化工课后还有一次 4 周的化工厂实习。另外，还有一小组不带实验的课，如化学史、物质结构和量子力学基础等。

各门化学课程课时分配见表 7-1，从中可看出，苏联化学课程所占课时要比美国高校化学专业多得多，但苏联高校布置的课外作业很少，把更多的教学花在课堂上。

表 7-1（化学课程课时表）

[①] J.H.Wotiz，Higher Education and Research in Chemistry in the USSR，J.Chem.Edu.，1971，48.

课程	上课时间（课时）	实验时间（课时）
无机化学	200 — 240	200 — 240
分析化学	150	200
物理化学	250	200
有机化学	250	300
有机化学分支课： 立体化学 光谱学 现代合成方法	300	15
结晶化学	50	50
胶体化学	70 — 80	200 — 50
高分子化学	50	20
放射化学	20	100
化　工	200	50
化学史	50	0
量子力学基础	150	0

苏联高校重视基础课教学质量，常由最著名的教授来讲授。例如莫斯科大学化学系，在 80 年代后期，无机化学课由无机化学教研室主任、著名化学家 В．И．斯皮岑院士讲授，分析化学课由分析化学教研室主任、著名化学家 И．Л．阿里马林院士讲授。同时，化学教学也很重视实验课，基础课的实验课时与课堂讲授课时差不多相等，有些甚至超过了课堂讲授，如有机化学。在专业课方面同样重视实验训练，甚至把实验训练列为单独的课程，例如莫斯科大学化学系放射化学专业开设有有关核物理、放射性、放射性射线测量法等实验课。莫斯科大学化学系常由副教授带实验，并且在实验前对学生进行测验以了解学生的实验准备情况，这项工作始自 50 年代。教师和学生都很重视实验前的预习测验，合格者才允许做实验，实验之后要求认真写出实验报告，这对理论联系实际，巩固课堂知识也起到了很好的作用。

表 7-2 列出莫斯科大学化学系 1—4 年级开设的基础课程。从中可以看出，尽管苏联有全国统一的教学计划和大纲，但各大学还是存在一定的课程差别，这主要与各大学的具体情况有关。比如学生将来的去向、师资的力量、设施的情况等。作为苏联大学一流化学系的莫斯科大学化学系，除开设表 7-2 所列各门化学基础课外，还开设 80 多门种类繁多的化学专业课和选修课，这分别由 15 个教研室来承担，分属化学系的 3 个学部，它们是无机与分析化学学部、物理化学学部和有机化学学部。15 个教研室开设课程情况列于表 7-3 中。

表 7—2　莫斯科大学化学系基础课程表

课程 / 学期 / 年级	1	2
一	无机化学 高等数学 苏共党史 量子力学 与量子化学	无机化学 高等数学 苏共党史 量子力学 物理学 与量子化学 电子计算 机科学 化学史与 方法学 工艺实习
二	分析化学 高等数学 物理学 电子计算 机科学 苏共党史	分析化学 苏共党史
三	有机化学 物理研究 学 结晶化学 方法 物质结构 政治经济学	有机化学 物理研究 政治经济学 物理化学 方法 结晶化学 化工 物质结构 化学教学法 胶体化学 工艺实习 高分子化 环境保护 学
四	物理化学 辩证唯物 主义与历 史唯物主 义	胶体化学 化学教学 辩证唯物 高分子化 法 主义与历 学 工艺实习 史唯物主 环境保护 义

表 7-3 莫斯科大学化学系化学专业课程

学部	教研室	课　　程	实　验　室
无机与分析化学学部	无机化学	无机合成、无机化合物研究方法、 X 射线摄像、晶体化学分析、半导体化学、化学实验统计设计等 6 门	稀有元素、无机机化学与盐平衡、铂化学、 X 射线摄像等 4 个
	放射化学	放射化学导论、辐射化学、核转变化学、放射性指示剂方法、标记化合物的合成、稀有与放射性元素化学等 12 门	放射化学与核转变化学、材料的放射化学研究与分析方法、剂量学等 6 个
	分析化学	光学方法、电化学方法、微量化学分析、分析化学近代方法、分析化学中的络合物、元素的分离与富集方法等 7 门	分光光度测定与络合物、光谱分析方法、纯物质分析、电化学分析方法等 4 个
	化学工艺	化学工艺过程研究原理、化学工艺过程自动控制、磷肥与磷酸盐的化学与工艺、聚合物化学工艺过程的新成就与发展趋势等 4 门	磷酸盐化学工艺、有机化合物与高压化学工艺等 2 个
	普通化学	金属合金化学、物化分析、缺陷状态化学、金属与氧化材料的现代研究方法、化学实验与数据处理等 8 门	物化分析、无机化合物的结构研究、金属合金化学等 4 个，还有 1 个化学教学法科学原理研究室

续上表

学部	教研室	课　　程	实　验　室
物理化学学部	物理化学	热力学选读、化学动力学、热化学、分子光谱、同位素物理化学、气体电化学、表面吸附化学等 14 门	化学热力学、热化学、电子谱、动力学与催化、吸附与气相色谱等 10 个
	胶体化学	固体与分散结构的物理-化学力学、分散体系理论、表面活性物质的胶体化学性质、蛋白质胶体化学等 5 门	胶体化学 1 个
	电化学	理论电化学、电化学选读、辐射化学等 3 门	电双层与电极过程动力学、辐射化学等 2 个
	化学动力学		低温化学、化学动力学、光化学等 3 个
	酶化学	发酵催化的物理-化学原理 1 门	酶工程学、发酵过程动力学与机理等 2 个
	高分子	高分子形成机理、高分子化学反应、聚合物化学、聚电解质与生物高分子、聚合物的超分子结构与结构模型等 6 门	聚合过程、聚合物化学转化、聚合物结构、聚合物物理研究方法等 5 个
	高压化学与物理		高压化学物理、氢化物的化学与工艺等 2 个
有机化学学部	有机化学	有机化学理论问题、立体化学、有机化合物的仪器分析方法、金属有机化学、苯环化合物化学等 8 门	特殊有机合成、核磁共振、磷有机化化合物、含氮有机碱的化学与生物效应等 10 个
	石油化学与有机催化	碳氢化合物化学、石油化学合成、催化理论基础、催化动力学、催化合成、催化研究方法实验技术等 7 门	石油碳氢化合物化学、石油化学合成、有机催化等 3 个
	天然化合物化学	蛋白质化学、核酸化学、核肮化学、抗菌素化学等 4 门	核酸与核肮化化学、蛋白质化学等 2 个

这 15 个教研室及其课程是逐步建立和开设起来的。1929 年始建化学系时仅有无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、生物化学 5 个教研室，1933 年增设胶体化学与电化学教研室，1937 年普通化学与无机化学分为两个独立的教研室，1938 年从有机化学教研室又分出石油化学教研室，1940 年建立有机催化教研室，1944 年建立化学动力学教研室，1947 年建立化学工艺教研室，并在教学计划中增设化学史课。1953—1957 年又增设高压教研室、高分子教研室和放射化学教研室，60 年代设天然化合物教研室。莫斯科大学化学系这 15 个教研室的历史沿革正是苏联大学化学教学机构及其开设课程的历史发展缩影，代表了苏联高等化学教育课程发展的趋势。几乎每个专业教研室都为本专业的学生开设必修或选修课，有些学生从一年级就选定了自己的化学专业，并通过专业课开始接受初步的本专业化学知识。

每门课通常都有一个学生选举的学习委员会，它具有一定的职能。比如

可以让本班一个学习优秀的学生免听这门课。学习委员会也负有监督教学进展的职责，如果教师背离所规定的教学内容或讲课特别单调沉闷，那么系行政官员通过学习委员会获知情况后就会出面对代课教师提出批评，严重时会免去教师职务。

苏联大学的每个大学生都要通过做毕业论文方可毕业，像莫斯科大学化学系还要做年级论文。学生可以选择专业领域和论文导师，然而，当某一领域（如核酸化学）是新型的并需要培养更多的人力时，就会直接安排学生。系里的教师常常在讲课过程中就会预先选择一名好学生，然后就试图影响这名学生在他的指导下做研究。在课外积极从事实验室研究的学生有机会成为苏联全国化学学会——门捷列夫化学会的学生分会的会员，这大约占学生总数的 30%。作为门捷列夫化学会学生分会的会员享有以下优惠：允许向学会提交论文，若获成就奖并得到奖金，则可作为学生代表到国外旅行。然而，最重要的好处是可能被推荐参加研究生培养计划。

从表 7-3 可知，莫斯科大学化学系共有 60 个实验室，分属各个教研室管辖。这些实验室是开展教学活动的重要场所，正是通过实验室的平时训练和毕业论文工作，培养了学生提出问题、分析问题和解决问题的能力，使学生具备了从事科研的初步能力。

2.化学工程专业

在本章前面已经提到，相比综合大学，苏联长期以来更重视技术学院的发展，事实上就化学教育来说，相比化学专业，苏联相当长一个时期更重视化学工程专业的发展，并建立了许多专业化工学院，有些学院专业性质非常突出，如莫斯科的罗蒙诺索夫精细化工学院。

化学工程专业的学生一般要用 5 年半的时间完成学业，并最终获得化学工程师毕业文凭。在许多方面，化学工程专业的教学计划与化学专业相近，特别是前 3 年。在 5 年半的学业中，大约需 4500 课时的教学时间，其中物理学和数学占用 15%，化学占用 25%，化工基础占用 10%，机械工程占用 19%，化工专业课程占用 19%，其余 12%则用于苏共党史、政治经济学、马克思主义哲学、体育和外语等。

在美国学者看来，苏联化学工程教育与美国相比，工程实验和试验厂的设施普遍缺乏[①]。在大部分技术学院里，四年级学生去化工厂实习 4—6 个月。他们在那里首先是作为学徒在工厂雇员的管理下工作，而这些雇员并不都是具有一定学术资历的工程师。

在工厂里实习的学生，基本上是第一次学习那些笨重的生产机器的使用。学生们被设想要尝试去解决与工厂有关的技术工程问题，然而实际上这仅能停留在书本上而已，因为几乎没有任何工厂厂长或工程师允许这些好奇的学生去影响正在运行的生产过程，即他们不会把有定额任务的生产提供给学生做试验。结果，苏联技术学院里培养出来的化学工程师就缺乏工艺过程设计和操作的实际经验，这自然成为影响苏联工业发展的重要抑制因素。与美国化学工程师相比，苏联化学工程师绝对数量占优势，但他们每个人的“生产能力”显然要低些。当然，苏联的军事、核工业和空间等被高度优先发展的领域除外，因为未来在这些部门工作的化学工程专业的学生，在实习期间是有比较完善的工作条件的。

[①] J.H.Wotiz，HigherEducation andResearch in Chemistry in the USSR，J.Chem.Edu.，1971，48.

3.非化工工科专业

苏联不仅在技术学院化工专业有 10%的课时属于化学教学，而且几十年来一直在其他工科专业及部分理、医、农学类专业设置普通化学课。其工科分为 14 大类，共 233 个专业，学制一般为 5—6 年，以工程师为培养目标。按专业的需要不同，普通化学分为两种类型：85 课时与 105 课时，两者的课堂讲授时数均为 51，而实验时数有所不同，所占比例分别为 40%和 51%。

二次世界大战后，苏联一直很重视全国统一的教学大纲的制定。尽管普通化学主要内容一直由化学原理和描述化学两大部分组成，但 30 多年来，随着教学大纲的不断修订，这两部分内容在深度、广度和相对比例方面有过几次大的变化。以格林卡（Н.П.Глинка）编著的《普通化学》教程为例，它在 60—70 年代是苏联普通化学教科书的典范，即这个时期的教科书基本上是“格林卡模式”，强调化学的基础课性质，强调学科的系统性，理论内容不深。描述化学部分以元素周期律为基础，分族分类讨论重要元素单质和相应化合物的性质。70 年代后期，为与英、美等国普通化学教科书内容变化相适应，苏联普遍提高了教科书的理论水平，引进了热力学基础，充实了现代物质结构理论，初步介绍量子化学等。然而，仍保持着描述化学应有的地位和分量，这也是苏联普通化学教科书的一个重要特点，即便格林卡的新版《普通化学》（1985—1986 年）也是如此，全书共 22 章，其中化学原理和理论部分占 10 章，描述化学部分占 12 章。

1980 年颁布了新的教学大纲后，普通化学教科书又出现了多样化的局面，打破了“格林卡模式”一统天下的状况。这些各种类型的教科书都考虑到课堂讲课时数的减少，努力精简教材内容，减少篇幅，一般不超过 300 页。这些普通化学教科书在努力实现统一教学大纲的总前提下，在体系、选材视角和容量等方面均有较大的差异。它们大致可分为三种类型：

（1）全面型。内容全面丰富，理论部分较深较广，描述化学基本上按周期表逐一讨论，可以格林卡的教科书为代表，其内容已近于无机化学。事实上 80 年代它主要作为化工类而不是非化工

类工科专业的普通化学课程的教学用书。

（2）导论型。内容简明，适用面广，如卢钦斯基（Г.П.Пучинский）等人所著的《普通化学概论》（1980 年），全书只有“元素及化合物通性”、“化学过程的一般规律”和“物质结构”三大部分，可供任何工科专业使用。

（3）结合型。保证足够的基本化学内容，又努力与某一大类工程实际相结合，即将化学与现代科技中的材料、能源和新工艺联系起来，反映工科专业的特色。如科洛文（Н.В.Коровин）的《普通化学教程》（1981 年）和哈林（А.Н.Харин）的《化学教程》（1983 年），从内容上看主要适合于电气类和电子类专业使用。卢钦斯基的《化学教程》（1985 年），副标题为“结构材料化学”，主要适用于机械工程类专业。

1985 年，苏联又颁布修订了的普通化学教学大纲，其中明确指出：“化学是一门基础自然科学，化学知识是当代任何专业的工程师从事卓有成效、富有创造性工作所必需的。”化学课程的教学目的，“一是要促进学生辩证唯物主义世界观的形成和培养化学思维能力，二是把现代科学技术与化学方

法结合起来。”[①]新大纲总的来说有如下几个特点：

（1）将普通化学课程的内容分为基础（70%—80%）和化学专题（20%—30%）两大部分。基础部分包括物质结构基础、化学反应的基本规律、元素及化合物通性和分散系及电化学过程等四部分，即化学的基本原理和基本知识，这是所有工科专业都必须学习的共同内容。

（2）化学专题部分密切结合工程技术，又按机械、电气和建筑分为三类，各类有所选择，突出重点，反映特色。这部分除少数理论内容外，多为描述化学内容。

（3）强调实验课是化学课程教学中的重要组成部分，重视实践性环节。

（4）要求将教学大纲区别为统一大纲和实施大纲，即各校应根据统一大纲制定具体的实施大纲，以适应不同工程技术专业的特点，并允许改变统一大纲的体系和对课程的个别题目与篇幅进行调整。

（5）在教学方式上，基础部分以课堂讲授为主，化学专题部分以学生自学为主。

总之，苏联的高校化学教学，包括课程、大纲和教科书，无论是化学专业、化工专业，还是非化工工科专业，在几十年的发展过程中，形成了自己的一些特点，取得了很大的成就。然而，问题还是存在的，如对教学计划、教学大纲和教科书编写与选用要求过分的统一，限制了它们的充分和可能的发展；课程和教科书内容过于精炼，例题不多，图表、数据较少，使学生学起来感到单调枯燥，费时费力，不利于学生独立学习能力的培养等。

[①] 何培之：前苏联《普通化学》教材的分析研究，大学化学，1992 年第 4 期，第 60 页。

四　研究生培养与科学研究

1.研究生培养

苏联建国不久就开始着手高校研究生的培养工作。如莫斯科大学化学系，在其前身 1923 年的化学科中就开设了研究生班。从 1932 年起，苏联逐步实行学位制，1937 年 3 月，苏联人民委员会正式通过了实行学位和学衔制的决议。1938 年苏联已有 228 所高校和 267 个科研机构举办研究生班，当时在高校研究生班学习的研究生有 1.3 万人。

卫国战争结束后，在恢复国家经济中，苏联也强调研究生的培养。如苏共第 19 次代表大会通过决议，要求在第五个五年计划期间（1951—1955 年）研究生毕业的高级科研人员增加一倍。1964 年全苏共培养了 710 名化学副博士，新增化学博士 29 名，这使得化学副博士和博士人数分别增长了 6.7%和 2.8%[①]。到 1965 年，全苏共有 7632 名化学副博士和 843 名化学博士，占当年所有领域副博士人数和博士人数的比例均为 5.7%[②]。

为了改进研究生的培养工作，苏共中央和苏联部长会议于 1974 年决定，将苏联高等和中等专业教育部最高学位评定委员会，改组为苏联部长会议最高学位评定委员会，它由来自全国最著名和最杰出的学者专家人员组成。副博士学位和博士学位实际上最后是由最高学位评定委员会来授予的。它选择并授权那些符合标准的教育和科研机构从事研究生培养并接受学位论文答辩。

最高学位评定委员会要对所有副博士的推荐加以审查，并直接决定博士学位获得者。

在 70 年代末，苏联高等教育改革重点放在如何提高教育质量方面。其中，包括优先发展研究生教育，特别是加强了综合大学的工作，培养重点转向之一就是向副博士和博士倾斜。1975 年，苏联在读研究生为 95675 人，比 1965 年增了 5381 人，而到 1980 年，已有 600 多所高校和 1300 多个科研机构招收在读研究生 96000 多人，其中 57500 人在高校研究生班学习。在莫斯科大学化学系，80 年代每年培养出 100 多位化学副博士和博士。

大学生申请加入研究生学习计划是有条件限制的。通常在高校的第四年中期，学生就要进一步划分专业。这个时期相当于美国高校的理学学士到理学硕士的过渡期。学生们被分别分到系里的各个实验室中，跟随导师做毕业论文的研究工作，而在学校的最后一个学期则完全用于论文工作。毕业论文完成后，通过一个特别任命的国家考试委员会[③]组织的论文答辩后，方可获得毕业文凭。从 1974—1975 学年开始，高校毕业生还需通过“科学共产主义课程”的国家统一考试方可毕业。获得大学或学院毕业文凭者，就有资格申请研究生学习，而申请者通常还需有他过去的老师的良好推荐。在苏联一些时期和某些专业，则要求申请者有两年以上的教学或生产经历。

参加研究生学习计划的申请者，还必须通过 3 门课程的入学考试，对化

[①] Zaleski et al.，Science Policy in the USSR，Organization for Economic Cop- eration and Development，Paris，1969，151.

[②] Zaleski et al.， Science Policy in the USSR， Organization for Economic Cop- eration and Development，Paris， 1969，149.

[③] 60 年代末根据苏联高教部规定，为实行严格的学生考试和考查制度，在所有高校设立了专职考核的“国家考试委员会”。

学专业研究生，它们分别是化学专业、外语和苏共党史，考试方式大多为口试。考试通过者，便可开始攻读副博士学位的研究生学习。实际上，苏联大学化学毕业文凭获得者得到的训练相当于美国大学的理学硕士学位。苏联副博士学位的研究生学习计划一般规定 3 年时间，但实际上常延续到 4—5 年，按期获得学位的只占 40%。全日制学习的研究生，会得到比大学生更高的津贴。

苏联研究生面临的课程并不重，因为不存在统一的正式课程要求。在前 2 年，研究生就在自己的专业（如有机化学）内完成一些阅读，并参加一次考试。另外，研究生还必须在前 2 年学习并通过第二外语的考试，同时，再次通过辩证唯物主义和历史唯物主义的统一考试。

研究生的主要任务是从事科学研究，并在这个过程中提高自己的学术水平。在完成研究生学习计划后，学生就需提交一篇基于他们创造性研究的论文，并公开答辩。正如前述，苏联的科学学位并不是由大学授予，而是基于“科学委员会”的推荐，由政府最高学位评定委员会来授予。科学委员会是一个通常由 15—40 位各方面有较高学术造诣的学者专家组成的常设机构，不仅在高校里设有科学委员会，而且在科研机构中也设有。研究生论文的答辩一般由科学委员会的 20 名资深成员组成的委员会主持进行。答辩完毕后，进行不公开投票，根据投票结果，答辩委员会最终决定是否建议授予研究生副博士学位。另外，在一种很少见的情况下，科学委员会可能推荐论文水平极为突出的研究生直接授予博士学位。苏联这种授予科学学位的体制使得在高校之外也可能获得高级学位。

最高学位——科学博士是授予那些具有科学副博士学位或教授头衔的人，而且他们必须提交一篇已公开发表且有重大价值的论文，经答辩后由科学委员会推荐授予。但某项发明的提出者或教科书的作者，也可被推荐授予博士学位，甚至这种学位也可能是荣誉性的，并未经过答辩就授予那些因杰出科学工作而出名的人。所以，许多苏联博士并没有副博士学位。例如，在 1938—1946 年，仅有 14%的新博士有副博士学位，而在 1934—1936 年，所授予博士的 81.5%没有经过论文答辩。尽管 60 年代以来，经论文答辩授予博士学位者愈来愈多，但未经答辩获学位者依然存在。

获得博士学位者，意味着他对科学和实际工作做出了很大贡献，并应当产生深远的影响。博士论文通常是针对一个论题，用系统的方式对以前发表的论文（40—50 篇）作出总结，但不是对许多论题作出混合的论述。由于这么多论文的发表需要一个很长的时间，因此新增博士常常是年纪较大的人。据统计，在 1944—1955 年，所有新增博士中的 14.8%是在 39 岁以下，48.2%是在 40—49 岁，还有 29.2%是在 50 多岁，7.8%超过了 60 岁[①]。对于实验化学家，为了积累这方面的成果，至少需 5—8 年的工作才会获得博士学位。因此，出现了这样的现象：实验化学家常发表未完成的研究资料，从而形成许多的“小”论文，那么，除了主要贡献外，把这些小论文结合起来似乎就会产生较大的影响。结果，“发表，否则枯萎”的哲学在苏联曾十分盛行。苏联有人认为，获得博士学位的关键问题也许不是研究工作本身，而是要找到一位著名科学家作为研究工作的顾问，并设法使科学委员会能够接受

[①] Zaleski et al.， Science Policy in the USSR， Organization for Economic Cop- eration and Development，Paris， 1969，338.

博士学位申请者所做的工作[②]。

由上述可知，如果说，苏联的科学副博士水平似乎比美国哲学博士要低些的话，那么，苏联的科学博士水平比美国的哲学博士要高，至少不低于美国的博士后的工作水平。实际上，苏联的科学博士往往是对成就承认的一种标记，而不是欧美人所理解的一种学位。

苏联人通常相信，他们的副博士学位相当于美国的哲学博士学位，但苏联副博士学位确实缺乏必要的高水平课程的正式学习与训练。并且，苏联研究生总是留在一个地方，在同一个人指导下，在一个领域里学习和工作，这就导致了近亲繁殖和单一教育体系，结果，使其创造力大为减弱，达不到预期的效果。

2.科学研究

苏联的化学教育目标决定了高校化学教育始终与国家建设和国民经济发展联系在一起。可以说，从苏联建国一开始，高校化学教育就参与了苏联工业化的进程，这不仅在于直接培养了大批社会所需的化学人才，而且通过直接承接经济建设的科研项目，为社会主义工业化做贡献。如莫斯科大学化学系，加强石油化学与催化的研究，为苏联石油化学工业的发展做出了巨大贡献。

60 年代以来，苏联政府不断强化高校的科研功能，发布了一系列的决议，并采取了相应措施，如 1978 年 4 月的《关于提高高等学校科研工作效率》的决议，要求在高校成立由主管科研工作的副校长领导的科研部；在大城市成立跨高校的科研服务中心；在高教部成立科研工作总局等。到 70 年代后期，全国约有 135 万科学工作者，其中在高校的工作者约 44 万人；高校中约有博士 1.7 万多名，副博士 16.2 万名，占全国有学位学衔科学工作者的二分之一。

苏联高等教育的发展自建国以来一直要求把科学教学和科学研究紧密结合起来。除了上述的研究生教育特别重视科研能力的培养外，在其他几个方面也十分强调科研的作用和重要性。具体表现在：

（1）很多院校把大学生参加科研工作列入了教学计划，这在前面已几次谈到。它既包括课内的“科学原理”课，包含科研成分的实验课、学年论文、毕业论文等，也包括课外的各种科研活动，如参加大学生科研小组、大学生科研学会、大学生设计局等组织的活动。为协调大学生的科研活动，还成立了全苏大学生科研工作委员会，它在高教部的领导下，与苏联团中央共同组织每年一次的全苏大学生科学技术奥林匹克竞赛会、每年一次的全苏大学生优秀作品竞赛会等。

（2）《苏联高等学校条例》规定，参加科研和提高科研水平是高校教师的权利和义务之一。在 1978 年，全国有 65%的高校教师参加各种科研活动。除规定教师参加日常兼职的科研工作外，还实行定期专门从事科研的制度。例如，暂时调离在教学岗位上有副博士学位的教师，从事两年以内的研究工作，以便准备博士论文。在 70 年代前期，苏联高校专事研究工作的教师已达 6000 多人。

（3）高校教研室既是教学的基本单位，又是科研的基础组织。像莫斯科大学化学系的各个教研室，既组织授课又领导科研活动，教研室主任都是由

[②] Siobodkinetal.，AnInsideView of SovietChemical Education，J.Chem.Edu.，1988，65.

最有威望的著名化学家——苏联科学院院士、通讯院士或教授担任，他们大都在苏联科学院有重要兼职。苏联高校更具研究性质的机构是科学研究所、专业实验室、专题研究实验室和科学研究室。莫斯科大学就设有一个独立的化学研究所，而化学系中分属各教研室的 60 个实验室，绝大多数是专业实验室，其中有两个是专题研究实验室，另外，化学系还单设了 3 个专题研究实验室，而在普通化学教研室还附设一个化学教学法科学原理研究室。化学实验室的建设，成为高校化学系发展的重要项目和优劣评价的重要标志，几乎每所著名大学的化学系，都设有国家水平的实验室。莫斯科大学化学系各个实验室都是在科研基础上逐步建立起来的，每个实验室代表一个科研方向，实验室主任一般是由在这一科研方向上造诣较深的教授担任。在很多高校的研究机构中配备有相当数量的专职科研人员。1975 年全国高校列入国家在编专职科研人员达 5.2 万人,莫斯科大学化学系 80 年代中期配备有 120 多位高级研究员。

（4）50 年代初，苏联高校科研由中央统一计划和提供活动经费，60 年代以来，经费则来自三个方面：国家预算拨款、有关部（主管部门）的专项拨款和签订科研合同项目的单位（企业或部门）。1976 年，全苏科研费用为 177 亿卢布，占国民收入的 4%，而国家预算拨款给高校的科研经费占全国科研费用的 9%。

（5）苏联高校特别是综合大学，着重基础科学的教学和科研，发挥高校专业广泛和为数众多的教研室、实验室与教师的优势，致力于跨学科的科学研究。同时，高校大力开展应用发展研究，特别是合同研究项目日益显著增加。因为有利可图，许多院校都竞相与工矿企业挂钩，进行应用发展研究。由于这种情况及其他许多原因，导致了削弱基础研究的倾向。如 1976 年，苏联高校用于基础研究的经费为 1.465 亿卢布，而用于应用发展研究的经费高达 8.29 亿卢布，占全部科研经费的 84%。显然这种倾向已背离了教学与科研相统一的方针，阻碍了教学水平的提高。

（6）苏联高校与科学院有密切的联系。莫斯科大学化学系与苏联科学院各化学研究所（如物理化学、有机化学、元素有机化学等研究所）之间，在科学研究甚至教学方面历来是密切配合的。例如，1937 年化学系重建无机化学教研室时，就从苏联科学院调来了著名化学家库尔纳柯夫担任教研室主任。化学系的不少教授则是苏联科学院的院士、通讯院士。苏联高校与科学院联系的方式很多，包括共同研究和协调科研计划、共同研究科研项目、共同使用科研基地、共同举行科学讨论会、互相参与对方的工作和计划等。如新西伯利亚大学化学系直接参与了苏联科学院西伯利亚分院的专业研究工作，甚至有些教师成为科学院研究所的全日制雇员。苏联科学教育界人士认为，高校科研的发展，在很大程度上取决于它们和科学院科研机构的联系。

总之，苏联高校的科学研究，已成为高等教育的重要组成部分。就高等化学教育来说，科学研究与专业课程的结合，不断充实专业课程的内容，在科学研究的基础上开设出来新的专业课程，不断提高化学教育质量。80 年代，苏联高等教育改革的措施之一，就是在校外加强与科研机关、生产企业的联系，充分发挥高等教育的社会功能；在校内加强教学活动和科学研究的结合，使高校中出现了“教学工作科研化”和“科研工作教学化”的大趋势。然而，苏联高校的科研也存在一些弊端，如基础研究和应用发展研究的关系处理失当，选题狭小，重复分散，全国科研缺乏协调等，特别是科研体制和

组织管理不完善，致使科研效率不高。尽管高校集中了全国三分之一的科学工作者，二分之一的具有学位学衔的人，但是做出的科研贡献不到全国的五分之一，未能充分发挥高校的科研作用。

五　教师与教学方法

1.教师

苏联从建国一开始就重视教师队伍的建设。列宁把提高教师的物质生活条件当作提高他们社会地位“最重要的”方面。从 1918 年 1 月起，人民教师每月固定工资增为 150—200 卢布。在 20 年代，苏联曾建立了专门培养无产阶级高校教师的“教授学院”。苏联从 1932 年起开始实行的学位制和学衔制，其主要目的之一是为了促进高校教师提高科学理论水平和教学工作质量。1935 年 4 月起，各类学校教师的工资增加了 0.5—1 倍。卫国战争结束后，苏联政府除了注意提高教师队伍的政治素质和业务素质外，还重视提高教师的政治地位和物质待遇。1948 年 2 月，苏联决定增加教师工资和养老金，并给予他们许多特惠和优先权，同时授予长期努力从事教育工作的教师以勋章和奖章。1964 年以来，对全国高等学校实行国家检查，加强高校师资的培训，强调必须彻底贯彻有关教师的劳动保护、优待及优先权方面的法令，创造必要条件，使教师能顺利工作和经常提高业务水平。

研究生班是培养高校教师的一个重要途径，然而，它远不能满足高校师资的需求。为提高在职教师的学术与教学水平，1967 年，苏联教育科学院设立了高级教育进修班，1969 年又改建为综合大学和师范大学教育学科教师进修学院，专为全国各高校培训和提高在职教师。此后，在许多重点院校设立了教师进修系。进修学院和进修系，成为苏联高校教师进修的组织与教学中心，是苏联高校教师继续教育的主要形式。仅在 1980 年，就有 37000 名高校教师在 9 所进修学院和 121 个进修系进修。苏联高校实行每 5 年轮流进修一次的制度，通常都是脱产进修，进修学院的学习一般为 6 个月，进修系的学习为 4 个月。教师在进修期间工资保留，并且学校为进修教师提供了较好的图书、设备、食宿等学习和生活条件。

苏联还采取了其他一些方式来培养高校师资，如组织教师到先进的工农业企业、重点高校和科研机构去见习，化学教师则主要是到高校参加教学，到科研机构从事科学研究工作。80 年代，苏联每年约有 2 万多名教师参加见习。

我们在前面介绍了苏联研究生的培养，实际上研究生培养有多种形式，其中迅速发展的一种是培养副博士的一年制研究生班。进这种研究生班学习的高校教师，都具有教学和科研的经历，并已取得一定的成果。另外，并非所有攻读学位者都必须进研究生班脱产学习，如还开设有 4 年制的函授研究生班。对于已受过高等教育和具有实践经验的专门人才，也可以不参加研究生班的学习，而是在工作的同时，独立撰写学位论文，参加学位考试。这一部分人可以与培养副博士的高校或科研机构联系，取得为通过副博士学位考试所必需的指导，并且，所在校方还为他们完成课题和准备论文答辩，提供为期 3 个月的假期。这种培养副博士的形式发展很快，仅 1980 年应考者就达 2 万人。实际上，正如本节“科学研究”部分已谈到的，苏联也出现了类似的在职博士的培养形式。

苏联在培养高校师资方面，还采取了校际合作、举办各种讨论班和选派教学科研人员到国外学习等多种形式，如莫斯科大学化学系每年有 70—80 位学者到国外讲学、参加学术会议和科研协作等。

60 年代以来，苏联高校的师资队伍在数量上一直飞速增长，师生比例逐步缩小。到 1980 年，苏联高校的科学教育工作者共有 48 万人，其中教师 39

万，专职科研人员 9 万。科学教育工作者中，科学博士和教授 1.77 万人，占 3.6%以上，科学副博士和副教授 18.07 万人，占 37.6%。助教和教员约占教师总数的$\frac{1}{3}$。苏联高校师资大约有40%来自研究生计划，10%来自大学毕业生，50%来自企业、科研机关的专家。在著名高校都有全国著名的学者任教。以莫斯科大学化学系为例，80 年代末，共有教师和科研人员 700 多人，其中有 6 位院士，8 位通讯院士，100 多位教授和科学博士，120 多位高级研究员，120 多位副教授，340 多位助教和初级研究员。化学动力学教研室主任是著名化学家、诺贝尔化学奖获得者谢苗诺夫院士。1980 年逝世的前有机化学教研室主任 A.H.涅斯米扬诺夫院士是世界著名的有机化学家，在 50—60 年代曾任苏联科学院院长。

在苏联，教授也是由国家最高学位评定委员会来任命的，不过它有两种含义。在科研机构，它是一种荣誉，授予担任实验室主任（或研究小组或部门领导）的资深研究人员，这要由他所在研究所的科学委员会负责推荐，最后由最高学位评定委员会审定授予。在高等学校，教授称号标明最高学术人员的地位，其他等级依次是副教授和助教。正像博士学位的授予一样，教师的教授和副教授职称的授予，也是较晚的，分别大约是 50 岁和 40 岁。在苏联，共产党员获得学位或职称时占有一定的优势，实际上，大学生在能否取得参加研究生培养计划资格时，共青团员也占有一定的优势[①]。

苏联长期实行教师聘用制度，各级教师的空缺一般通过竞试，从具备相应学衔和学位者中选拔补任，任期 5 年。教师工资以固定形式来确定，高校教师依其职务、学位、教龄的不同而有较大的工资差别。从 1977—1978 学年开始，在高校实行教师工作量制度和严格的奖惩制度。

80 年代，苏联高校研究生部开始为毕业后将任教师的研究生开设“ 高等学校教育学原理 ”等教育学科的课程，目的是使高校师资培养规范化。1984 年新的改革序幕揭开以后，对高校师资提出了新的更高的要求，苏共中央要求加强教师的“ 理论修养和实践锻炼，充分保证国民教育体系对师资的需求，提高教育工作者的工资，改善他们的物质生活条件 ”，使师资进修制度进一步完善。

苏联高校教师队伍建设在 70 多年的历史过程中取得了很大的成就,但也存在不足，其中一个突出的问题是教师流动量大，发展不平衡，普遍缺少教授和高水平的专家。80 年代，尽管高校教师增加很多，但其中具有学位者所占的百分比却提高不多。以全国高等师范院校为例，到 1981 年，共有 4352 个教研室，由科学博士领导的只有 600 个，尚有 30 所院校没有自己的教授和博士。

2.教学方法

苏俄高等化学教育在本世纪 90 多年的发展过程中,随着高等教育整体的不断变革，其教学方法在不同的时期表现出不同的特点。

十月革命前，基本上保持着 19 世纪的化学教学方法，即高校传统的教学方法，以课堂教师讲授为主要形式，表现出单调、机械繁琐、死记硬背等特点。然而，这个时期最突出的特点是以师生关系为主线的学派教学，当时俄国化学教育取得的成就无不与学派教学联系在一起。

[①] J.H.Wotiz，Higher Education and Research in Chemistry in the USSR，J.Chem. Edu.， 1971，48.

十月革命后，要求改变高校教学脱离生活、脱离实际的状况，使得传统的形式主义教学方法受到冲击，即不仅使用课堂教学的形式，而且开始注重课堂实验演示，到化工厂参观实习等。20 年代社会主义工业化建设开始后，加强了高校化学实用知识和生产技术知识的传授，然而教学条件十分落后，因此更强调到社会、到生产中参加实践活动，学校教学被放到了次要的位置。

30 年代的高教改革重新重视课堂教学，教学大纲以化学理论为核心，系统讲授化学知识。卫国战争后，到 50 年代又特别强调教学与生产劳动、与实际工作相结合，提倡半工半读的制度，注意培养学生独立学习和独立工作的能力。许多高校在头两个年级通过夜校和函授的方法，把教学和生产工作结合起来，或者在学生脱产学习 2—3 年后，要求他们到工作单位任职，从事 1—2 年的实际工作。同时，还广泛吸收能够运用先进生产方法和现代科学技术成就进行教学的科技人员和其他实际工作者参加高等学校的教学工作。然而，这个时期的教改，忽视了 50 年代以来科技革命对改进化学教学方法，提高化学教学质量，使化学教学现代化的时代要求。况且当时苏联高校现代化教学仪器设备不足，未能使学生接受真正系统全面的科学训练，培养出来的大学生，也未能很好地担负起国民经济建设的任务。

60 年代的高校教改努力实现化学教育的现代化，改进学生的实际训练，扩大学生的知识面，使他们将不断充实和更新已有知识作为确定不移的准则。有关部门更积极地将科研成果运用于教学过程，为更广泛地吸收大学生参加科研工作创造条件。充分运用现代化的教学技术设备和直观教具提高讲课质量，使课堂教学更富有成效。

70 年代以来，苏联高等教育发展的重点已不再是数量而是如何提高高等教育的质量。就化学教育来说，教学方法的改进显得更为重要。在 80 年代，苏联高校普遍采用了电化教具，从最简单的检验装置，到建立在电子计算机基础上的复杂的综合体，种类很多。80 年代后期，则研制以电子计算机为基础的自动化教学综合体，并试验采用所谓“提示性控制论教学法”的新的自动化快速教学系统，以提高教学过程的效果和讲课质量。讲课，虽仍是化学教学的主导形式，但他们广泛采用问题教学法等方法提高讲课水平。

苏联高校化学教学特别注重能力的培养，正如我们在本节前已讲过的，一方面是不断加强实验训练项目和时间，另一方面是让学生直接参与科研活动。通过这种强化手段培养出来的化学专业的大学生，有较强的实际工作能力。

六　科学院与化学教育

苏联科学院是十月革命后在彼得堡科学院基础上重建的,并于 1934 年从列宁格勒（即彼得堡）迁至首都莫斯科。苏联科学院在很多方面不同于欧美各国的科学院。它不但是国家的最高科学学术权威机关，是苏联最重要的科研机构，而且同时担负有为国家培养包括化学专业在内的各种专门高级人才的重任。因此，苏联的高等化学教育部分在科学院系统内开展。

1.科学院体制

苏联科学院最初设立 9 个学部，即物理和数学、化学、生物学、地质和地理、技术科学、历史和法学、经济和哲学、文学和语言学，以及西伯利亚研究部，后来，前 8 个学部改建为 4 个学部，即物理和数学科学部、化学和生物学科学部、地球科学部、社会科学部。西伯利亚研究部则成为苏联科学院的直属分院。另外，苏联科学院在全国 15 个加盟共和国还设有 15 个分院，在莫斯科、列宁格勒以及其他许多地方，设立了图书馆、博物馆、天文台、实验所、研究站、专门委员会等机构。

苏联科学院直接对苏联最高苏维埃负责。科学院的最高权力机关是它的最高会议，主席团是它的最高中央执行机关。最高会议由苏联科学院院士和通讯院士组成，而只有院士才有资格入选主席团和投票选举新的院士与通讯院士。成为一名院士是苏联学者的最高荣誉。院士享有许多优惠和特权，在 70 年代，他们每月可获得额外的 500 卢布的津贴，通讯院士则可获得 300 卢布的津贴，而他们平时每月就有大约 300 卢布的基本工资。

苏联科学院各学部设有数量不等的研究所，它们是科学院的基本组成部门。西伯利亚分院内部组织与苏联科学院类似，西伯利亚分院院长自然是苏联科学院副院长，它的院士和通讯院士也当然就是苏联科学院院士和通讯院士。1962 年，以西伯利亚分院为中心，建成了一座世界一流水平的科研机构综合体，它同时也是一座各种生活文化设施完备的科学城，其中包括新型的新西伯利亚大学（1959 年建立）。通过各种津贴和优惠条件（如保留莫斯科的住房）吸引了大批苏联科学工作者前来这里工作。在 60 年代后期，苏联科学院管理下的科学机构达 958 所，科学家达 7.4 万人，其中包括 176 名院士和 360 名通讯院士，在西伯利亚分院则有 22 名院士和 46 名通讯院士。

苏联科学院出版了数量众多的书刊，也负责外文期刊和书籍的翻译、出版与销售。

15 个共和国科学院（即分院）不直接受苏联科学院控制，但处于主席团的监督之下。它的内部机构与苏联科学院类似，但有自己的地方特色。共和国科学院院士并不能成为当然的苏联科学院院士。

2.科学院的化学教育

苏联科学院主要通过它的各个化学研究所来实施化学教育，实际仅限于招收研究生。在苏联，除高校和科学院外，政府各部和工业部门在管辖范围内选定的研究所和实验室也招收研究生。在 60 年代后期，全苏在所有活动领域共有 2327 所主要研究和教育机构，其中有 1093 所（占 47%）被允许实施研究生培养计划，其中 398 所是高校、342 所属于科学院系统（含各共和国科学院）、353 所属于政府各部属和工业系统。然而，并不是所有实施研究生计划的机构都自动地拥有授予学位的权力，其中只有 541 所（占 2327 所的 23%）被批准有权授予副博士学位，283 所（占 12%）被批准有权授予博士学位。高校所授学位约占总数的 66.7%，科学院系统占 20%，其余则是部属

和工业部门的机构。在上述所有数据中，约有 5%属于化学方面的机构与学位[①]。

苏联科学院化学专业研究所之所以担负起研究生的培养任务，首先是因为它们拥有一流的化学家。如果从人才总体素质来衡量，苏联最优秀的化学家主要分布在苏联科学院的一流化学研究所中，而莫斯科、列宁格勒及西伯利亚最好的高校里的化学家，总体上处于二流水平。实际上，在这三个城市里，莫斯科拥有的全苏具有高级学位的科技人员就将近一半。各共和国科学院的科学家则基本处于三流水平，但他们的总体水平又比地方院校高一些。在上述各等级水平之间的差距常常是很大的，即使在同一个机构中，质量也有很大的差别，而这些在西方国家中是不多见的。

由于苏联研究生的培养方式主要是从事科学研究，因此科研设施的好坏也成为衡量研究生培养水平高低的一个重要因素。而恰恰在这方面，苏联科学院要胜于高校一筹，即科学院的实验室往往比普通高校有更多更好的实验仪器。即使不是最好的苏联科学院的化学研究所，其仪器的种类、数量和质量也能够等同或接近美国具有哲学博士培养计划的二流大学化学系的水平，但同样等级的苏联大学却不能与之相比。例如著名的泽林斯基有机化学研究所，在 60 年代末就拥有 3 台苏联造的 60 兆赫的核磁共振仪和 1 台日本造的 100 兆赫的核磁共振仪，2 台苏联造的顺磁共振仪，3 台苏联造的质谱测量仪及几台苏联与东德造的红外分光光度计。在人员方面，泽林斯基有机化学研究所有 1 名院士、4 名通讯院士、13 名教授、24 名科学博士和 100 多名科学副博士，还有 150 名年轻的科学工作者、150 名实验室技师、100 名工人、40 名办事员和 20 名看管人员。

苏联科学院研究所也拥有国内最完善的图书资料，像泽林斯基有机化学研究所的图书室，在 70 年代收藏有 210 种期刊，其中国外的 80 种。共藏书 2.5 万册，其中 4500 册是国外的。不过由于外汇的缺乏，它的大多数外文图书是由科学院统一制作的影印本。

在科学研究方面，苏联科学院积极从事理论和应用研究，而且对全苏的科研分析与计划制订方面也起着积极的作用。有意思的是，科学院比高校更注重基础性的研究，更适于培养基础科学和前沿科学的研究生。

科学院研究所培养研究生的方式与高校大同小异，其中研究所所长拥有较大的行政管理权，但研究生学位的授予要得到研究所里科学委员会的推荐。

研究所所需各种经费大部分来自科学院主席团的划拨，它包括工资、购买仪器设备、化学试剂及维修保养的费用。每个人的工资决定于职称、学位、工作年限和研究所的部类等。60 年代后期，科学院的一流研究所里较高级别的研究人员的月收入是 300 卢布，而普通科学部门工作人员的月收入是 115 卢布，这比在苏联经济部门工作的所有人员的平均月收入高 20 卢布[①]。研究所的另一个经费来源是为工业、政府部委甚至另一个研究所的有偿工作和服务，而更经常的是出售研究所制备的化工产品或建造的重要仪器。许多研究所有相当规模的车间（机械、电子、玻璃制造等）和隶属于研究所的试验工厂。像泽林斯基有机化学研究所，每年生产约 6 台核磁共振仪，西伯利亚分

[①] J.H.Wotiz，Higher Education and Research in Chemistry in the USSR，J.Chem.Edu.，1971，48.

[①] J.H.Wotiz，Higher Education and Research in Chemistry in the USSR，J.Chem.Edu.，1971，48.

院的有机化学研究所则生产顺磁共振仪。

由于科学院比高校更容易获得先进的仪器设备、优良的化学试剂、最新的图书资料及超编的人员，特别是个人可得到更多的工资收入，因此吸引了更多的优秀人才到科学院系统申请谋职。

就美国化学教育家对苏联科学院化学研究所的印象看，对他们的科研条件评价不高[②]。苏联 70 年代研究所的建筑风格与美国 30 年代流行的相似，常常是比较粗大，呈海绵状的外表。实验室拥挤不堪，缺乏许多普通的安全设施。几乎看不到什么空调器，即使在安装有精密分析仪器的实验室也是这样。国内化学试剂的供应和质量都不稳定。

苏联科学院研究所的研究方向，基本反映出政府在科学某个特定领域的兴趣，其次才反映出科学院的兴趣。当然，研究所的实际需要也会加以考虑，比如实验室主任对某个特定领域的个人爱好常会体现在研究所的整个研究计划中，即使严格地讲它与基本任务并不一致。在研究领域的选择上，“ 传统 ”产生的影响往往是巨大而深远的。比如在本世纪初，一位院士从事的先期工作，目前可能仍被他的第二代和第三代学生继续从事着，这就会导致近亲繁殖和科学停滞不前，而年轻的科学家，要想开展自己感兴趣的研究工作常常是困难的。

70 年代初，在科学院和各大学，开始实行学者访问讲座和专家讨论会政策。比如泽林斯基有机化学研究所，每月有一位来访的苏联科学家做客座讲座，每年约有 10 次国外化学家来做讲座。苏联人要获得到国外旅行的批准在当时是困难的，一方面是出于政治的原因，另一方面是由于缺少外汇。但科学院的休假计划相当普遍，科学博士、实验室主任和其他高级研究人员每年可有 8 周的假期，科学副博士可有 6 周，其他科学工作者可有 4 周。

[②] 同①。

第三节　中等化学教育

在本世纪初，俄国中等教育还谈不上什么专门的化学教育，未能与已初具规模的高等化学教育衔接起来。然而，后来中等化学教育的发展却离不开中等教育系统这块土壤。我们在本章第一节已系统阐述了中等教育体制的历史发展，下面我们将谈一下本世纪中等化学教育的规模、目标与考核诸方面的发展。

一　教育规模、教育目标与考核方式

1.教育规模

十月革命前，注重古典学科教学的文科中学到 1913 年共有 434 所，学生 14.3 万人 注重实用学科讲授的实科中学则有 276 所,学生 1.7 万人 到 1913 年的女子（文科）中学有 920 所，学生 30.3 万人。女中学生人数之所以大大高于男中学生，是因为大多数男生在商业学校、陆军幼年学校、中等技术学校、教会中学等校就读。

十月革命后，苏联建立了统一的劳动学校。到 1929—1930 学年，普通学校总数已达 13.32 万所，学生 1351.5 万人。1930 年苏联提出在城市与工业区实施普及七年制义务教育的目标，此后，政府每年增拨大笔特别费用以发展普通教育，致使普通学校在校学生数在 1938—1939 学年达 3151.7 万人，初等教育在农村得到普及，城市则普及了七年制义务教育。1940—1941 学年，全苏有中学 6.45 万所，学生 2470 万人。

卫国战争后，苏联学校再次获得较大发展。1950—1951 学年，普通学校已有 22 万所以上，学生逾 3500 万，在城市和农村都实现了七年制义务教育。到 1970—1971 学年，全苏有中学 9.8 万所，学生达 4270 万。1976 年八年制学校的毕业生已有 97%升入各种类型学校学习。1978，1979，1980 三年苏联全体青年中受过完全中等教育者分别占 98.7%，99.1%和 99.2%。80 年代，学校班级人数逐步减少，1—9 年级每班降至 30 人，10—11 年级每班降至 25 人，这为实现个别教学提供了必要条件。

2.教育目标

苏联中等化学教育目标总的来说包括以下三方面的内容：

（1）为学生升入高等学校提供必要的化学基础知识；

(2)为中等学校学生毕业后直接走向社会打下必要的生活和就业所需的化学知识基础；

（3）通过化学教育达到一定的思想教育功能，增强学生对辩证唯物主义的理解、认识和掌握，提高爱国主义觉悟。

然而，在不同的时期，对这三方面的要求侧重点有所不同。20 年代主要强调了第（2）和第（3）方面，忽视了第（1）方面。30 年代转向主要强调第（1）方面而削弱了第（2）方面。卫国战争后又偏向强调第（2）方面而降低了对第（1）方面的要求。60 年代中期的教育改革，重新强调第（1）方面以使化学教育内容现代化，对第（2）方面的要求甚至还不如 30 年代。70 年代中期开始希望对这三方面的要求并重，但直到 80 年代中期，才真正开始扭转 60 年代教改带来的偏差，使得在化学教学过程中，对上述三个方面的要求比较合理和均衡。事实上，在各个时期，都未放松过对第（3）方面的要求。

3.考核方式

苏联学校考试制度在本世纪也几经变化。苏维埃政权建立不久，学校就取消了考试制度，转而实行学生自我评价的方法。30 年代又恢复了考试制度。从 1944 年 1 月起,开始实行用五级计分制来评定学生的学业成绩和操行，这种制度一直到 80 年代末也没有多大变化，它不仅适于中小学，也适于高等学校。这五级计分分别是：5 分——优秀（A）；4 分——良好（B）；3 分——及格（C）；2 分——不及格（D）；1 分——极差（E）。

苏联学校除期末进行考试外，平时也要进行考试、考查。日常教学中的考查只是限于部分学生。这种评价方法实际在 30 年代起就确立了，以后只是

对它有所改进和完善。这种日常考查的评分，登记在学生每日携带的“ 日志 ”上。日志每天记入授课的学科名称、课题、得分等项目。这种日志其实起着联结学校与家庭的通讯簿的作用。苏联学校一直强调日常进行的每个学生的系统的知识评价，是对学生整体评价的基础。每个学期结束时，都把期末考试成绩和平时成绩加在一起，综合评定学生的成绩。在学年结束时，根据评分表按五级计分制评定成绩。学生如有 3 门课程成绩不及格便要留级。

普通中学的学生由低年级（第九年级）升入高年级（第十、第十一年级），必须参加不包括化学在内的 4 种考试：数学的笔试和口试，俄语和文学的笔试与口试。考试失败就意味着要上职业学校，从理论上讲，由职业学校可以升入高校，但实际上几乎是不可能的，因为职业学校主要满足于低水平的工作需要。在中学第十一年级结束时，大约要参加 10 门科目的考试，化学就是其中之一。大部分考试是口试。通过了这项考试，学生就获得一张毕业文凭，它是报考高校的资格要求。

二　教学计划、大纲与教科书

可以把本世纪苏俄学校教学和课程的 90 年历史发展划分为三个阶段。

1.变动探索阶段（1900—1964 年）

十月革命前，俄国中等学校里基本没有化学课程，最多在“自然科学课程”之下有一些零星化学知识的介绍。十月革命后，学校课程中自然科学内容有所增加，但缺乏必要的教学计划和大纲。20 年代，由苏联国家学术委员会教育组制定的新教学大纲《国家学术委员会教学大纲》，取消了学校课程的分科结构，而按自然、劳动和人类社会三个方面综合编制，并由若干单元将它们联接起来，故又称“综合教学大纲”或“单元教学大纲”。然而，它过分强调劳动，仅仅着眼于现实生活，作为劳动和艺术学科选修课的课时占了这个时期中等教育课程近三分之一的课时。如此组织起来的“生活单元”，使教材失去了系统性和科学性，就化学教育来说，仅能获得肤浅、零碎的化学知识，使学生学起来既费时间又不深入。

“综合教学大纲”在实施过程中，因其固有的缺点而受到普遍批评。在 1929 年苏联政府决定实施十年制教育之后，中学高年级教学大纲也重新编订，要求分科教学，注意每一科目知识的系统性，这样，化学才真正开始了单独教学，但在整个教学计划中所占比重仍很小。1930 年苏联教育人民委员部批准了 1929 年公布的单元设计教学大纲,其中又缩小了普通教育化学基本知识的范围，继续坚持课程的综合编制。在 20 年代末期，苏联某些教育界领导人过分强调学校与社会政治生活的联系，把学校看做阶级斗争的工具，甚至还提出了“学校消亡论”和取消教科书的错误主张。

1931 年 9 月，联共中央针对普通学校不能为高一级学校输送合格人才的情况，指出学校工作的根本缺点是“没有给学生充分的普通教育知识”，要求学校以后必须依据严格规定的教学计划和大纲进行各科教学，取消选修学科，明确规定学校的中心任务是教学。1933 年 2 月，联共中央又责令撤消教育人民委员部关于取消教科书的一系列错误决定，并立即编出稳定的、合乎科学的教科书。这样，在 30 年代苏联又重新制定了新的化学教学计划和大纲，并几经修改，编写出了具有代表性的化学教科书。

30 年代，苏联成立了政府教科书征奖评定委员会，专门审查已经写成的教科书。该委员会还有权宣布教科书的悬赏征用问题，鼓励有关专家学者积极编写课本，参加教科书评比竞选。这为苏联教科书国定制度引进了竞争评选机制，促进了苏联中学化学教科书编写的发展。

卫国战争后，苏联为纠正 30 年代忽视劳动教育之偏，又实行了新的教学计划和大纲，恢复了选修课，其实主要是职业选修课，劳动与生产实习课时猛增。中学除了设置一般技术科目、生产教育一类的课程外，其他学科的构成和内容也从综合技术教育的观点出发，作了大幅度的调整。化学课程增加了现代生产技术和工程的基础——有关化学现象和化学法则的课时，体现出学科教学同实际生活的联系。

2.课程现代化阶段（1964—1975 年）

1964 年，俄罗斯联邦教育科学院主席团和苏联科学院主席团组织了历史上从未有过的由 100 多名著名学者、高校教授和优秀中学教师组成的各科委员会和协调各科委员会的总委员会，以确定中学各学科的内容与性质，并开始了整整 10 年的课程修订作业，对教学内容进行现代化改革。苏联政府决定，从 1966—1967 学年起有组织地在中学实施新的教学计划和大纲，并借鉴

国外现行课程、教学大纲和教科书的比较研究成果，将生产劳动时间减少到只占总课时的 7%。从七年级起逐年开设选修课，其中包括一些化学课程和其他自然科学课程，发展学生各方面的兴趣和才能。

苏联教育科学院院士、著名教育家凯洛夫（Н.А.каиров，1893—1978）在谈到当时的物理、化学课程时指出：

“要求从学校的教学大纲中，断然地剔除陈腐的材料……在规划中等教育的新内容时，重新探讨物理、化学课程的传统部分，在教学内容中，必须渗透现代科学的思想与原理。同时要展望物理、化学各个分支（例如固体论、原子核论、基本粒子论、原子与分子的电子构造、聚合物、地球化学等），要求改变这些学科的其他部分的比重。这就意味着必须研究反映这些科学的现代发展水准的物理、化学的新结构。”①

凯洛夫在他主编的当代第一本社会主义教育学著作《教育学》中提出，要向学生进行德、智、体、美及综合技术教育的全面教育，但他认为应该将智育置于首位，他说：

“马克思认为在全面发展的人的教育中，智育即教养，应占第一位。”

载于 1963 年《苏维埃教育学》杂志上的一篇文章——“克服教学科学的落后”指出：

“学校的教学大纲和教科书有重大缺陷，其中有许多（尤其是高年级用教科书）未能反映科学的现代水平”，并进而指出，这些缺陷在数学、物理和化学一类重点学科中尤为严重，这些学科的内容仍处于 19 世纪科学的水准。”②

1967 年公布的新的化学教学大纲提出了许多不同于旧大纲的新要求。旧的化学教学大纲是以教育与生产劳动相结合为目标，引进联系生产的课题，而这次修订削减了其中的一部分。新大纲总的结构仍然是“化学基础—无机化学—有机化学”，不过原子结构和门捷列夫周期表的教学提前了，并且充实了化学键和电离理论等理论化学的内容，试图反映现代化学的最新成果，提高课程的理论学术水平。

这个时期普通学校教育的一项重要举措是为天才学生设立学习包括化学和化学工艺等自然科学在内的学校或班级。如在大学里附设寄宿学校，在这里可以得到著名学者的直接指导。政府为这些天才学生编写了特定的教科书。这类学校（或班级）在教学内容、方法、学科等方面普遍实行了选修制，并拥有许多先进的教学仪器和设备。这些特殊的学校或班级培养出了不少杰出的化学人才。这些天资聪明的学生不到学龄孩子的 0.2%。

在 60—70 年代的十年制学校中，从七年级开始设置化学课，到中学毕业共学习 4 年，前 3 年学习基础化学和无机化学，最后一年学习有机化学，总

---

① 钟启泉：现代课程论，上海教育出版社 1989 年版，第 432 页。

① 凯洛夫：教育学，人民教育出版社 1957 年版，第 23 页。

② 钟启泉：现代课程论，上海教育出版社 1989 年版，第 432 页。

共需 347 个课时。其中大约有 10%的时间用于实验课，但在一些学校未设实验课。一些苏联人士在批评当时的化学教学时指出，在一些学校里用一种低级的理论水平讲授许多化学课程，所使用的教学影片也是不适宜的。导致这些化学教学缺点的主要原因是由于一些化学教师缺乏训练，这使得学生们经常是大段大段地背诵课文中的材料，却不能在理解的基础上运用它们[①]。

这个时期，学校每周教学时间原则上是 1—4 年级为 24 课时，5—8 年级为 30 课时，9—10 年级为 32 课时，但选修课不计在内。苏联普遍实行每周五日工作制，但学校仍实行每周六日工作制，因为教师和学生家长不同意在学校实行每周五日工作制，那样会加重学生负担，降低教学质量。苏联普通中学每学年分成 4 个学期，第一学期 9 月 1 日—11 月 4 日（11 月 5 日—11 月 9 日为假期）；第二学期 11 月 10 日—12 月 29 日（12 月 30 日—1 月 10 日为寒假）;第三学期 1 月 11 日—3 月 23 日(3 月 24 日—3 月 31 日为春假）；第四学期 4 月 1 日至学年末。每学年授课日为 220 天。现把俄罗斯联邦 1974—1975 学年的中等教育教学计划列于表 7-4。从表中可看出，课时安排基本上是保持人文科学与自然科学的平衡，它们所占授课时数分别为 40%和 37%，均比 50 年代的比重大。

1967 年苏联部长会议授权教育部，在必要时可举行标准教科书的公开和非公开的征稿竞赛。公开征稿竞赛就是教科书审定机构不指定教科书编写人，向社会公开招聘；非公开征稿竞赛则是委派某一学科的著名学者编写。但不管哪种做法都有竞争机制。编写者要根据《教科书编订竞赛标准规程》编写，并提交教育部，由教科书审定委员会审查。苏联的教科书编写奖励分几种，其中包括苏联国民经济成就展览会最高荣誉奖、乌申斯基奖和苏联国家奖，最常见的是后一种，这是为奖励最高质量教科书编写而于 1970 年设立的，奖金额为 5000 卢布。

表 7-4 俄罗斯联邦中学教学计划（1974—1975 学年）[①]

[①] J.H.Wotiz，Higher Education and Research in Chemistry in the USSR，J.Chem.Edu.，1971，48.

[①] 日本文部省：五国普通教育，教育科学出版社 1983 年版，第 53 页。

学　　科	各学年每周课时数						
	4	5	6	7	8	9	10
1 化学	/	/	/	2	2	3	3
2 生物	/	2	2	2	2	1	2
3 物理	/	/	2	2	3	4	5
4 数学	6	6	6	6	6	6	6
5 天文	/	/	/	/	/	/	/
6 自然	2	/	/	/	/	/	/
7 地理	/	2	3	2	2	2	/
8 俄语	6	6	4	3	2	/	1
9 文学	2	2	2	2	3	4	3
10 历史	2	2	2	2	3	4	3
11 社会学	/	/	/	/	/	/	2
12 制图	/	/	/	1	1	/	/
13 外语	/	4	3	3	2	2	2
14 体育	2	2	2	2	2	2	2
15 美术	1	1	1	/	/	/	/
16 音乐	1	1	1	1	/	/	/
17 劳动教育	2	2	2	2	2	2	2
18 初级军训	/	/	/	/	/	2	2
总　　计	24	30	30	30	30	32	34
19 实习(日数)	/	5	5	5	/	/	/
20 选修课	/	/	/	2	4	4	4

1967 年苏联教育部规定，包括化学、生物、物理、历史等学科在内的 4—10 年级各科教学大纲、标准教科书和教学参考书的出版均须经苏联教育部的批准。

1967 年苏联政府要求各中小学图书室储存学生的教科书，为国家向学生免费供给教科书创造必要的物资条件。到 1977 年 11 月，苏联政府作出决议，学校 1—7 年级的学生使用的教科书不再由个人购买,而是借用学校图书室储存的教科书。这样，在学年或学期结束时，学生的各种教科书须交回图书储存室。

苏联 1964 年以后的教改持续到 70 年代中期，在这 10 年中，苏联一共编写出 103 种新的普通学校教科书，并批准了其中的 87 种作为标准教科书，这包括化学教科书在内。到 1975 年前后，苏联完成了向新的教学计划和教学大纲过渡，实现了教学内容的现代化，如化学课程抓住周期律与化学键问题作为教学核心。同时，苏联学校的物质基础，包括教学设备、化学实验室等也大大充实了。然而，由于单纯考虑适应科学技术的发展，结果新的化学教科书的内容分量太重，有些概念过于艰深，超出学生的接受能力，不仅加重了学生的负担，而且降低了教学质量。

3.全面发展阶段（1975—1990 年）

为解决 1964 年以来教育改革引起的新教学内容与教学方法之间的矛盾，1977 年 12 月苏联政府作出决定，要求修订教学计划、大纲和教科书，删除过于繁琐和次要的部分，使之包含必要分量的各有关学科的基础知识，并使教学方法符合学生特点。然而，这次改革并未收到预想的效果，到 80 年代初，学生学习负担依然过重，留级生增多，劳动教育和知识教育的矛盾也未能妥善解决。下页表 7-5 列出 1980—1981 学年俄罗斯联邦中学教学计划，与表 7-4 的 1974—1975 学年教学计划相比并无大的变化。为此，苏联教育部 1983 年颁布了《评价普通学校活动的标准》，对普通学校学生的学习能力及其他方面的要求具体化、标准化，以便实施和检查。

苏联普通学校从 1982 年 9 月 1 日起在一至七年级免费向学生提供教科书的基础上，八至九年级也开始实行免费提供教科书。从七年级起，逐步实现在化学、数学和物理课上使用电子计算机教学。

1984 年，苏共中央和苏联最高苏维埃批准了《苏联普通学校和职业学校改革的基本方针》（简称《基本方针》），这是苏联继 1964 年改革后的又一次大规模教育改革。《基本方针》规定：

表 7-5 俄罗斯联邦中学教学计划（1980—1981 年）

学　　科	各学年每周课时数						
	4	5	6	7	8	9	10
1 化　　学	/	/	/	2	2	3	3
2 生　　物	/	2	2	2	2	1	2
3 物　　理	/	/	2	2	3	4	4 — 5[a]
4 数　　学	6	6	6	6	6	6	5 — 4
5 天　　文	/	/	/	/	/	/	1
6 自　　然	1	/	/	/	/	/	/
7 地　　理	/	2	3	2	2	2	/
8 俄　　语	6	6	4	6	6	/	/
9 文　　学	2	2	2	2	3	4	3
10 历　　史	2	2	2	2	3	4	3
11 社会概论	/	/	/	/	/	/	2
12 苏维埃国家和法律基础	/	/	/	/	1	/	/
13 制　　图	/	/	/	1	1	/	/
14 外　　语	4	4	3	3	2	1	1
15 体　　育	2	2	2	2	2	2	2
16 美　　术	1	1	1	/	/	/	/
17 音　　乐	1	1	1	1	/	/	/
18 劳动教育	2	2	2	2	2	4	4
19 初级军训	/	/	/	/	/	2	2
总　　计	27	30	33	33	35	33	32
20 实习(日数)	/	5	5	5	/	22	/
21 选修课	/	/	/	1	2	3	3

a.—字线前后的数字分别表示前期、后期每周授课时数。

“授予年轻一代以深刻而牢固的科学基础知识，培养他们把这些知识运用于实践的技能和技巧，形成辩证唯物主义的世界观，是苏联学校最重要的、坚定不移的任务。要使教学计划、教学大纲、教科书和直观教具适应社会经济和科学技术进步的要求，适应学生的年龄特点。”[①]

《基本方针》对课程、大纲和教科书的内容、劳动就业教育、实践实验作业、计算机运用、技能技巧训练等提出了全面而系统的要求。

根据《基本方针》的要求，苏联教育部首先编制了供 1985—1986 学年用的过渡性教学计划，其中化学和其他自然科学每周课时并没有发生改变，但在同期颁布的标准教学计划中则有所变更，见表 7-6。化学课比以前每周减少了 0.5 课时，而生物、物理和数学也分别减少了 0.5，1 和 2 课时。在标准教学计划之外，加强了选修课程，7—9 年级每周 2 课时，10—11 年级每周 4 课时。选修课分为两种，一种是同所学课程有密切联系的，是对教学大纲内

[①] 钟启泉：现代课程论，上海教育出版社 1989 年版，第 572 页。

[①] 钟启泉：现代课程论，上海教育出版社 1989 年版，第 573 页。

容的补充；另一种则超出了学校课程的范围，是为适应科技进步的要求而设置的，如开设大学的一些初级化学课程。

这次化学课程改革，强调了化学教学的社会化倾向，如 1986—1987 学年用的中学化学教学大纲明确指出，要使学生了解苏联国民经济化学化的主要方向，了解化学定律在工艺操作上的作用，加强综合技术和实践的方向性。其中最明显的一个方面是增加了环境保护的内容，它几乎渗透到了每个章节，如在关于各种物质的制法和用途方面，规定要同自然保护的问题紧密结合起来对学生讲解，从生态和经济上对学生进行教育。

表 7-6 苏联中学标准教学计划（1985 年 2 月 12 日颁布）[②]

学科	各学年每周课时数						
	5	6	7	8	9	10	11
1 化学	/	/	/	3	3/2	2	2
2 生物	/	2	2	2	2	1	1—2
3 物理	/	/	2	2	3	4—3	4
4 数学	6	6	6	6	6	4—5	4
5 天文	/	/	/	/	/	/	1
6 自然	1	/	/	/	/	/	/
7 信息论和电子计算机基础	/	/	/	/	/	1	2
8 地理	/	2	3	2	2	2—1	/
9 俄语和文学	11	9	6	5	5	3	3
10 历史	2	2	2	2	3	4	3
11 社会常识	/	/	/	/	/	0—2	2—1
12 苏维埃国家和法律基础	/	/	/	/	1	/	/
13 家庭生活伦理学和心理学	/	/	/	/	0—1	1—0	/
14 制图	/	/	1	1	/	/	/
15 外语	4	3	2	2	1	1	1
16 体育	2	2	2	2	2	2	2
17 造型艺术	1	1	1/	/	/	/	
18 音乐	1	1	1	/	/	/	/
19 初级军训	/	/	/	/	/	2	2
20 劳动和职业教学	2	2	2	3	3	4	4
总计	30	30	30	30	31	31	31
21 实习（日数）	10	10	10	16	16	20	/
22 必须的公益和生产劳动	2	2	2	3	3	4	4
23 选修课	/	/	2	2	2	4	4

由上述可知，苏联政权一建立，化学教学大纲就由国家教育部统一制定。化学教科书是以教学大纲为标准编写并由国家部门审定，全国中学使用统一的化学教学大纲和教科书。事实上，在教育部机构中，很多部门同教科书行政事业有关。教育部的附属审议机构——中等普通教育学校问题会议是探讨

[②] 钟启泉：现代课程论，上海教育出版社 1989 年版，第 575 页。

教育的基本问题，并提出必要的建议的一种机构；教学法研究会议是更直接地探讨、审议教科书问题的一种组织，它设常务委员会和专门委员会，包括有化学专门委员会；苏联教育科学院拥有的 14 个研究所，研究包括教科书问题在内的教学内容的问题。实际上，这三个机构之间有着密切的联系，它们共同影响和决定教学大纲的制定和教科书的编写。

然而，80 年代以来，不少苏联学者对这种长期一贯制的教科书制度提出了批评改进意见。如化学课程不能只有一个教学大纲，教育行政部门应制定两个适合不同程度要求的大纲，以供教师根据学生的情况选用。实际这个建议也是为解决学生将来升学和就业的不同要求的问题而提出来的。有的学者认为，每位教科书的作者都有权制定教学大纲。但也有人反对这两种意见，认为不采用统一的教学大纲和教科书，会对师资培训、学生转学等带来极大困难。也有人认为最后不应仅评选出一种标准教科书，而应评选出三五种优秀教科书供教学实践试用，并最终作出评定。

实际上，苏联在 80 年代已采取了一些措施，以改革长期以来学校只有一种统一的教学计划、教学大纲和教科书的状况。1985 年 8 月 30 日，苏联教育部部长发布了《关于从理论和实践上加深学习某些学科的学校（班级）的标准教学计划的命令》及其几个附件。这些文件表明，苏联决心从教学制度和课程编制上，强化“区分教学”，进一步打破传统的统一模式，肯定了“数理学校”、“外语学校”一类的所谓“特殊学校（或班级）”的方向。化学学校（或班级）招收第八学年的结业者——奥林匹克学科竞赛获优异成绩者和学校的优等生，就学年限 2 年。苏联教育部制订了供从理论和实践上加深学习化学的标准教学计划，见表 7-7。化学学校可参照这个标准教学计划，按照各自教学计划和教学大纲展开教学。在化学学校里，不仅化学是核心课程，所用课时比普通学校多，而且水平也较高，常有大学教师参与教学。

表 7-7 苏联中学化学学校（或班级）标准教学计划[①]

[①] 苏联教育部 1985 第 163 号令，陈和华译：外国教育资料，1986 年第 5 期，第 9—10 页。

学　　科	各学年每周课时数			
	8	9	10	11
数　　学	6	6	4—5	4
物　　理	2	3	4—3	4
生　　物	2	2	1	1—2
天　　文	/	/	/	1
信息论和电子计算机基础	/	/	1	2
地　　理	2	2	2—1	/
历　　史	2	3	4	3
俄语和文学	5	5	3	3
苏维埃国家和法律基础	/	1	/	/
社会常识	/	/	0—2	2—1
家庭生活伦理学和心理学	/	0—1	1—0	/
制　　图	1	/	/	/
外　　语	2	1	1	1
体　　育	2	2	2	2
初级军训	/	/	2	2
劳动教学	3	3	4	4
总　　计	27	28.5	29	29
无机化学	5	4—3	/	/
化学分析原理	/	1	/	/
有机化学	/	/	4	4—2
工（农）业化学	/	/	2	2
普通化学原理	/	/	/	0—2
总　　计	5	4.5	6	6
必修课	32	33	35	35
选修课	/	/	1	1
实习（日数）	16	16	20	/
必须的公益和生产劳动	3	3	4	4

80 年代后期，苏联继续推进包括化学在内的教育改革的举措之一是，在 1987 年 8 月 22 日公布了供讨论用的中等普通教育学校实验教学计划草案。这些草案计划用四五年时间进行广泛的实验检验，然后全面推广实施。制订教学计划草案的原则是：

（1）根据学生的能力和志趣，并考虑到学校条件的多样性，创造实行“分化教学”的现实条件，将教学时间的 25%交由校务委员会和地方国民教育机关支配；

（2）加强教学计划的人文方向性；

（3）减少教学计划中的学科门类，其途径是把每周学习 1 课时的学科跟邻近的学科合并，从而减轻学生总的学习负担；

（4）保证在下半天组织学生按兴趣参加课外小组的活动和学习选修课。

根据这些原则，首先制订了基础性的实验教学计划草案的第一方案、第二方案，其中第二方案供少数民族地区使用。在此草案的基础上，又制订了

有关校选学科的教学计划第三方案和第四方案，这两个方案的唯一区别是，规定用于加深学习某些学科的时间分别是每周 6 课时和 9 课时。现把第四方案列于表 7-8 中。校选学科与选修课不同之处在于，它们是学生的必修学科，并要保证加深这些学科的学习。化学师资比较雄厚、实验室条件较好的学校就可把化学列为校选学科。同时，从七年级开始，学生也可志愿报名参加化学选修课的学习，进一步加深化学知识的掌握。

表 7-8 苏联中学实验教学计划（第四方案）学科\各学年每周课时数

学　　科	各学年每周课时数						
	5	6	7	8	9	10	11
化学	/	/	/	2	2	2	2
生物	/	/	/	2	2	2	2
物理和天文	/	/	/	2	3	3	3
数学	6	5	5	5	4	4	4
信息论和计算技术基础	/	2	2	/	/	/	/
地理	/	/	3	2	2	2	/
历史	2	2	2	3	3	2	/
自然知识	2	2	3	/	/	/	/
社会知识	/	/	/	/	/	/	4
俄语和文学	9	9	6	5	5	4	4
外语	3	3	2	2	2	a	a
美学和伦理学	2	2	2	1	1	1	1
体育	2	2	2	2	2	2	2
初级军训	/	/	/	/	/	2	2
劳动教学[b]和生产劳动	2	2	3	4	5	3	3
校选学科[c]	/	/	/	/	/	9	9
总　　计	28	29	30	30	31	36	36
劳动实习(日数)	10	10	10	16	16	20	/
选修课	/	/	2	3	3	4	4

a.可用校选学科和选修课时间。

b.7—8 学年在劳动教学课程内每周学习 1 课时制图。

c.校选学科由国民教育机关决定，选修课由校务委员会决定。

过去，苏联教科书的编写质量一直不很高，只注重内容的科学性与思想性，而忽视对教科书的结构形式的研究。80 年代，苏联教育界注意到这个问题，并开始对教科书的结构进行系统研究。因为在科技革命的时代，学校教育同样面对着知识剧增的局面。传统的狭隘意义上的教科书，只是系统地叙述科学的基本知识。现代教科书除此之外，还应带有问题或笔记的性质、史料的性质，乃至包括便览（年表、辞书、索引）等要素在内，它们是有机的统一。这种结构对于教师更好地利用教科书，提高教学质量提供了可能性。现代教科书不仅是知识的源泉，也是教学的手段，尤其是在使学生自主地掌握知识、培养他们的创造性思维方面，教科书起着重要的作用。

三　教师与教学方法

1.教师

我们已在本章第二节全面谈了苏联教师的地位、待遇和作用的历史沿革，这里将主要谈一下中等学校教师的培养问题。

十月革命前，俄国培养中等学校教师的高等师范学校寥寥可数。十月革命后，苏联教育部门十分重视教师的培养，到 1920 年底，俄罗斯联邦已有高等师范学校 57 所。在 30 年代，苏联师范教育获得空前的发展。首先，苏联逐步建立起三级师范教育体系，第一级是培养初等学校教师的师范学校，招收七年制学校毕业生，修业 3 年；第二级是培养 5—7 年级教师的师范专科学校，招收完全中学毕业生，修业 2 年；第三级是培养 8—10 年级教师的师范学院，招收完全中学毕业生，修业 4 年。此外，一部分综合大学也负有培养师资的任务。到 1934—1935 学年，全苏已有师范学院 115 所，在校学生 6.7 万人。其次，为满足迅速发展的教育事业对师资的需求，苏联采用多种形式培训教师，如师资短期训练班、教师讲习班等。许多师范院校成立了规模很大的函授部，各省、市还设立了教师进修学院。再次，开展大规模的教师鉴定工作。只有通过国家鉴定，取得相应中学教师称号的人，才能在相应年级中任教。30 年代，苏联中学化学教师队伍的建设，直接得益于以上几项措施的实施，也使苏联教师从 1930 年的 48.1 万人增加到 1939—1940 学年的 123.8 万人。

卫国战争后，随着教育事业的恢复和发展，教师质量不高的问题日益突出，因此用短期培训班培养教师的做法宣告结束，并且师范专科学校从 1952 年起，逐步改组为师范学院，形成了培养中学 5—10 年级教师的统一制度。到 1956 年，全苏师专仅剩 2 所，而高等师范学校在校生已达 74.1 万人。从 1957—1958 学年起，综合大学毕业生到学校任教的人数也越来越多。

然而，由于师专过度紧缩和不少师范学院毕业生不服从分配，造成教师奇缺。为此，从 60 年代开始，扩大了高等师范学校的招生人数，特别注重招收农村青年入学。1967 年苏联教育部成立不久，即根据苏共中央的指示，制定并实施新的教学计划和大纲，力图使高等师范学校的教学过程适应社会和科技进步的要求以及普通教育的改革。新教学计划规定，高等师范学校学生在整个上学期间都要学习教育学科。60 年代后期，苏联将数亿卢布的巨额资金用于扩大和改善高等师范教育，1966—1970 年，苏联向普通学校补充受过高等教育的教师 63 万人，从而使中等教育的师资问题基本得以解决。

对于化学专业的师范生来说，在 4—5 年的学习期间，化学课约占 2000 课时，教育和心理学类课占 460 课时，教学实习占 17—19 周，政治课在四年制中占 454 课时，在五年制中占 544 课时，此外还有外语等其他课程。学生毕业必须接受 3 门课程的国家考试或 2 门课程的国家考试，并进行毕业论文答辩。新的教学计划和大纲力图精简教材，加强各科间的联系，照顾毕业生将来工作的各种实际需要。

在 70 年代，苏联高等师范院校注重采用现代化教学手段，合理运用各种教学方法来提高化学等专业师范生的教学质量。同时，强调师范教育和科研是不可分的，师范学院的科研工作和活动，不但提高了教师的学术水平，而且激发了大学生对科学的兴趣，开阔了他们的眼界，加深了他们的专业知识，并锻炼了他们独立研究的能力。这一时期，苏联明确提出了师范学院负有教育大学生热爱科学的职责。

80 年代初，全苏有 200 所师范学院。据 70 年代中期统计，苏联学校中尚有 125 万教师和教养员未受过高等师范教育，因此，苏联师范院校的函授部和夜校继续发展，努力使他们受到相应的培训。1984 年苏联教育改革展开后，师范院校实行通过普通中学教育委员会、劳动集体和国民教育机关的推荐进行招生并发展定向招生的做法。师范学院的招生数从 1980 年的 17.79 万人增加到 1985 年的 19.4 万人，又到 1990 年的 20 万人。这次改革，修订了培养师范生的教学计划和教学大纲，实行在各个年级都进行教学实习的制度，逐步实现师范学院的若干专业向五年制过渡，并进一步发展不脱产的高等师范教育。

2.教学方法

苏联中等化学教育历经 70 多年的发展,其教学方法在不同的时期既有各自的特点，又存在一些共同的方面。正是在这种间断性与连续性相统一的过程中，形成了苏联中学化学教学方法上的一些特色。

在 20 年代，源于美国的“ 设计教学法 ”被广泛应用于苏联学校教育实践。它废除班级授课制和课堂讲授，打破学科界限，摒弃教科书，主张通过学生自己决定学习目的和内容，由学生按自已的兴趣自由安排时间和学习进程。这种教学方法的目的在于培养学生的独立学习和工作的能力、尊重学生个性，但实际上形成了教学上的放任自流，教师的作用没有真正发挥出来，最终也未能达到所希望的教学效果。

30 年代的教育改革特别强调，课堂教学应该作为基本的教学形式，要求严明教学秩序，充分发挥教师的教学主导作用，注重教科书的教学功能。但由于过分强调了这种以教师为中心的教学方式，使得学生获得的化学知识常常是概念化、形式化的，学生不能灵活运用，难以与实际生活联系起来。

从卫国战争结束，一直到 60 年代前期，苏联学校又特别强调劳动实践的教学方式，不仅课堂注重化学实用知识的传授，而且要求从生产劳动中直接获得有关的化学知识。当时用于劳动生产的教学时间超过了化学的课堂教学时间。这种教学方式导致学生未能获得完整系统的化学知识。

60 年代中期开始，苏联学校再次把教学中心从劳动生产转向课堂，化学教学也开始走向正轨，除了传统的课堂讲授外，增设了化学选修课，学生可以凭自己的兴趣通过选修课和自我阅读获得更多的化学知识。同时，区分教学开始引起教育界的重视，特别是对天才学生的特殊培养。70 年代，学校也开始使用教学机器，并采用程序学习等手段和方法进行教学。

80 年代苏联学校教学方法呈现多样化发展趋向：

（1）进一步完善课堂讲授这种基本教学方式，如广泛采用讲演、课堂讨论、讨论会、辅导课等教学形式，来强化和巩固课堂所学化学知识，并更积极地教会学生阅读书籍和利用其他知识来源，帮助他们提高独立思考和钻研的能力。

（2）不断提高实验课教学的地位和质量，包括加强化学实验室的建设，使学生不仅能从课堂演示实验，而且更多地通过自己动手的直观实验来加深对化学知识的理解与掌握。

（3）除化学教科书外，还利用教师指导书、学生用的参考书、课题、问题集、习题本等来进行教学。

（4）充分利用现代教学手段进行化学教学，包括电子计算机、视听电化教具（电影、电视、幻灯、无线电）等。

（5）加强小组指导、个别指导的教学方法，以适应学生的学力和兴趣的多样性。小组指导通常是就一个化学课题编成一个小组进行讨论和实验，个别指导是通过教师另外布置课题或学生自主地选择课题来进行个别教学。对于智力超常的天才生，则通过到专门的化学学校（或班级）学习的途径来培养他们。

（6）为有效地把普通教育与职业劳动教育结合起来，加强了学校劳动教学的物质基础，扩大了供生产实习用的教学联合工厂，它通常附设在苏联各地的企业中。

（7）利用课外活动进一步掌握化学知识。苏联中学的课外活动是有长期传统的，其形式多种多样，内容丰富多彩，与化学教育相关的有自然爱好者站、技术者站、少先队之家等。

第四节　俄、苏化学教育的特点

实际上，即便是非常粗线条地勾勒苏俄化学教育的历史轮廓也是很困难的。尽管这样，本章仍力图在现有材料的基础上，全面阐述苏俄 20 世纪化学教育的发展特点。

（1）旧俄时期的化学教育基本上是 19 世纪化学教育的延续，只是在教育规模、教学内容、教科书建设等方面有所发展，并且主要分布在少数几个大城市的高校中，以各个化学学派的形式展开。然而，这种不均衡、不统一、不规范的化学教育，却构成了苏联化学教育发展的重要基础，特别是各所高校中的化学家和化学教师，成为日后支撑苏联化学教育发展的中坚力量。这也是旧俄时期化学教育发展的一个特点，即学校中化学教育工作者的个人作用比较突出，这是与旧俄时期的教育方针相适应的。

（2）苏联作为世界上第一个建立起来的统一的社会主义国家，高度的中央集权和计划经济体制，使其化学教育的发展具有高度的统一和一致性，即化学教育是在国家统一的学校制度和统一的教育方针政策下实施的。当然，在不同的历史时期，它又具有各自的特点。

（3）苏联化学教育非常强调国家利益，这也是它的最高教育目标，即国家利益至上。学校化学教育就是为国家经济建设培养有用的人才，有人把苏联教育称为“教育工业”，它成为国家经济系统的组成部分。这其中贯彻的教育思想是集体主义，它一直是苏联学校教育的一个基本原则。这种教育理论产生的一个直接后果是，苏联教育体系适合于大批专家的培养而不注重科学“明星”或个人的培养与作用。在实际教学过程中，实施的是标准化教学，不适应者则被无情淘汰。这种教育体制确实为苏联工业化建设培养了大批急需而实用的化学专业人才。然而，这种教育体制同时也带来一些弊端，它扼制了学生个性的发展，特别是一些不适应这种标准化教学而又才华横溢的个人和古怪天才将被延误与浪费。这也许是苏联建国后举世闻名的“化学精英”不太突出的原因之一。苏联在 60 年代的教育改革中已意识到这个问题，而在 80 年代才真正重视起来，即开始加强英才教育，改进教学方法，倡导区分教学，甚至为有化学兴趣的天才学生提供专门的班级或学校。

（4）苏联化学教育在 20 世纪历经几次改革，始终处于教育改革的大潮中。历次改革几乎都是围绕同样的议题展开的，即一方面要坚持教育与实际相结合，教育与劳动相结合，教育为经济建设服务的传统思想，另一方面又要不断改进化学教育质量，传授系统的化学基础知识，以适应不断发展的社会和科学技术需要。然而，几乎每次改革都未能把握好这两方面的关系，结果使得苏联化学教育质量不太稳定，在过分强调化学教育与实际劳动生产相结合的时候，往往就忽视了基础化学知识的系统传授，降低了化学教育质量，而在过分强调基础化学知识的传授的时候，又往往忽视了理论联系实际的教育。80 年代的教育改革，试图把这两方面结合的问题处理好，并采取了一系列的措施。实际上，这也是世界化学教育面临的一个现实问题。

（5）劳动教育一直是苏联学校教育十分强调的一个方面，在化学教育过程中也十分明显地体现出劳动教育的思想，这直接体现在教学计划和教科书中，即教学过程中安排一定量的化学工业生产知识，并有工厂劳动实习时间，即使是在十分重视课堂教学的时期，学校也未完全放弃过劳动教育。其实这是一种综合劳动技术职业教育的倾向，即不仅大力发展职业技术学校和中等

专业学校，而且在普通中等学校也实施职业教育，希望普通中学毕业后不能升入高校的学生也能适应未来职业的需求。如在中学普遍开设制图课，化学课程中讲授化工实用知识，都有助于未来从事化工生产的职业。而高等化学教育几乎就是职业教育，对大学生进行较强的专业化训练，这其中，又特别重视化学工程技术专业大学生的培养，而综合大学的化学专业曾一度受到轻视。这在一定程度上影响了苏联基础化学的发展。

（6）苏联教科书制度是国定制度，由国家统一制定化学教学计划、教学大纲和编写教科书。每次教育改革的中心就是对教学计划、教学大纲和教科书的改革、修订和完善。苏联化学教科书的发展大致经历了这样几个阶段：

①20 年代，从综合编写教科书到最终取消教科书。

②30 年代恢复分科编写教科书，出版了新一代规范的化学教科书，并引进了教科书编写和评选竞争机制。

③从卫国战争后到 50 年代,逐步实行以综合技术教育为中心的化学教科书的编写，这是一次大胆而偏激的改革，结果使化学教学既未达到预期综合技术教育的目的，又没传授给学生足够的化学基础知识。

④1964 年到 70 年代，苏联进行了一次空前规模的改革，化学教育要与世界先进水平看齐，化学教科书要反映现代化学发展水平，到 70 年代中期，基本实现了化学课程现代化的目标。然而这次改革也带来一些新问题，如新的化学教科书内容分量太重，有些概念过于艰深，加重了学生的学习负担。

⑤从 1984 年开始，随着国家一系列教改方案和法令的出台，苏联中高等学校化学课程继 1964 年后又进行了一次大的改革。它一方面是为解决 60 年代教改带来的问题，另一方面也试图彻底解决历史长期遗留下来的各种问题，同时，也要使新的教学计划、教学大纲和教科书能面向当代、面向世界和面向未来，突破长期以来一种教学计划和一种教科书一统天下的局面，使教科书呈现多样化和具有针对性等特点。

（7）苏联化学教育具有较大的普及性。苏联普通中等学校毕业的学生，均受过 4 年国家统一要求的化学教育。苏联高等学校不仅化学化工专业的学生受过系统的化学教育，而且理工农医诸专业都开设普通化学课程。因此，无论是苏联的中等化学教育，还是高等化学教育，相比西方各国来说，其受教育的年限更长、面更宽、程度更深。

（8）苏联一贯重视化学教师队伍的建设，特别是中等学校的教师。一方面重视师范院校的发展，无论在学校设施、规模还是数量上都给予了较大投资，保证有足够的数量和质量的师资不断充实到学校中去；另一方面，对在职教师给予很多政治上的关心和物质上的优惠，不断为提高教师的社会地位而努力。在业务上，则要求教师不断提高自身水平，为他们定期到进修学校、学院或其他机构深造进修提供条件，使之更新知识、扩大视野，以适应不断发展的社会对学校与教师的要求。

（9）苏联高等化学教育重视教学与科研的结合。一方面，它要求高校化学教师直接参与到国家经济建设的科研队伍中去，直接为国家经济建设服务，体现出教学科研化的特点。实际上，高校化学教师常常从事着应用性和开发性科研课题。另一方面，它又要求将科研活动渗透到教学过程中，呈现科研教学化的特点。其直接表现形式就是在科研方向基础上，开设新的化学课程，建立相应的实验室或研究室。同时，积极引导大学生参与到科研工作中去，如要求大学生从事学年论文和毕业论文的科研工作，并引导他们从事

课内的科研训练和参加课外的科研活动。通过这种教学方式培养出来的大学生，基本具备从事科研的能力，达到欧美国家硕士研究生的专业水平。80 年代教育发展的一个方向就是把高校建成教学与科研的双重基地。

（10）苏联高等化学教育长期以来特别重视专业知识的教学。从教学计划来看，必修课占绝对优势，以化学和理科课程为主，人文学科极少。在选修课里，化学系以化学课程为主，即大学生在更加专业化的方向上加深学习。结果，苏联化学专业大学毕业生尽管化学知识的掌握达到了一定的深度，但在知识结构方面显得过于单调、狭窄，并不利于大学生未来事业的长远发展，也不符合现代化学教育的潮流。这种技术型人才往往显得后劲不足，缺乏创造性，现代科技发展要求的是一种博而专的科技人才。事实上，这种化学教育方针，导致了苏联基础化学研究的相对落后。

（11）苏联高等化学教育有别于欧美发达国家的一个重要方面是研究生的培养。一方面，欧美研究生的培养分为硕士和博士两级，重点是博士的培养。苏联研究生则没有硕士学位而只有副博士学位。苏联的科学博士并不是严格意义下的学位，而是对科学成就的一种承认。另一方面，苏联研究生培养计划对课程并无严格要求，它主要是通过研究生直接参加科学研究活动的方式来进行培养。苏联人认为，他们的科学副博士与美国的哲学博士水平相当，美国人则不这样看。他们认为，苏联副博士至少在知识结构上不能与美国哲学博士相比，要相差一截。

（12）苏联科学院和其他科研系统也担负有化学教育的职责。

①苏联科学院直接参与中高等化学教育的发展规划及化学教学大纲的制定等战略性工作；

②苏联科学院在化学教学与科研方面和高校常有密切的联系与合作；

③苏联科学院及其他科研机构直接担负起研究生的培养计划。科学院系统通常比高校具有更充足的经费和更先进的仪器设备，甚至比高校更多地从事基础性研究工作，同时，苏联最杰出的科学家也更多地分布在科学院系统。因此，科学院系统比高校更有条件培养国家所需的科学前沿的高级人才。

（13）苏联化学教育强调它的思想教育功能。通过化学教育增强学生对辩证唯物主义的理解，树立正确的世界观。同时，在教学过程中渗透爱国主义教育，例如苏联的化学教科书，通常以相当大的篇幅来论述苏联历史上和当代著名化学家的成就与影响，对他们的高度评价常常是有过之而无不及，表现出一种民族主义倾向。

总之，苏联化学教育取得了巨大成就，形成了自己的特点，在世界化学教育史上赢得了一席之地。然而，它也存在许多不足和问题，如教育体制僵硬，缺乏活力，化学教学设施陈旧老化，因资金紧缺使实验训练难以深入等。然而，更为严峻的是，随着 1991 年苏联的解体，俄罗斯化学教育面临着新的挑战。原来在计划经济体制下所显示的化学教育优势，在新的市场经济体制下将荡然无存。如何在新的政体、国体以及文化、教育和科技体制下形成新型的化学教育体系，将是摆在俄罗斯人面前的一个严峻的问题。老的问题需要解决，新的问题层出不穷，在各种复杂的政治、经济和社会背景下，重建俄罗斯的化学教育将是一件十分艰巨的任务。

第八章　现代化学教育（四）
——20 世纪欧洲化学教育

欧洲化学教育在整个近代时期处于世界化学教育发展的中心，并形成了基本的化学教育体系。进入 20 世纪后，欧洲化学教育继续保持发展的势头，高等化学教育趋于完善，中等化学教育走向规范。在新的历史条件下，欧洲各级化学教育又呈现出许多新的特点。

第一节　历史背景

一　时代特征

20 世纪是一个全面变革的时期。世界政局动乱纷争，人类历史上的两次世界大战都发生在 20 世纪上半叶，欧洲则是两次世界大战的主要战场，因此，欧洲各国大都在世界大战中遭受巨大损失，并影响了它们教育的发展。二次世界大战后，欧洲划分为以英国、法国等国家为代表的资本主义阵营（西欧），以苏联、匈牙利等国为代表的社会主义阵营（东欧），德国则一分为二，联邦德国（西德）和民主德国（东德）分属两个阵营。这个时期，欧洲化学教育发展在两大阵营中显示出不同的特点。其中，西欧主要以英国、法国和联邦德国等为主要代表，东欧则以苏联为主要代表。苏联化学教育在前一章已作了全面介绍，本章将以英、法、德等国的化学教育发展为主线，从整体上对 20 世纪欧洲化学教育发展进行全面阐述。

20 世纪以来，尽管资本主义国家不断受到经济危机的冲击，但欧洲各国总体上仍保持了经济持续发展的势头，特别是 60 年代以来，发达国家由工业化社会开始步入后工业化的信息社会，经济发展的重要动力来自科技与教育的极大投入。本世纪以量子力学和相对论的提出为代表的科学革命，使得 20 世纪的科学成就远远超过了曾经辉煌的 19 世纪，而电子计算机、核能、新材料、生物工程和航天等新技术的广泛利用导致了又一次新的技术革命的产生。如果说 19 世纪初步形成了科学→技术→生产的转化与制约关系的话，那么 20 世纪以来则形成了科学 ⇌ 技术 ⇌ 生产的双向互动一体化关系。这种科学技术的社会化和社会的科学技术化必然要求与之相适应的教育，使之出现了教育社会化、社会教育化和教育科学技术化、科学技术教育化的大趋势，现代教育具有了一般社会生产力的职能和特征，其中化学教育发挥了独特的作用，这在 20 世纪欧洲化学教育发展中充分显示出来。从表 8-1 所列欧洲各国化学工业发展状况可略见一斑。

欧洲各国无论在政治、经济和教育制度，还是在人口、文化、科技、历史、传统等方面，都存在一定的差异，但是从总体上讲，它们之间也存在一些共同的方面。就那些实行市场经济体制的国家来说，政治上奉行多党制和议会民主，因而决定和制约教育运行机制的社会总机制本质上是共同的。它们的经济发展水平大体在一个水平线上，具有共同的教育阶级倾向和价值观。各国间通过

表 8-1 欧洲国家一览表

国　家	面　积(平方公里)	人口(千)(1973年中期)	化学工业(百万美元)(1972年化工产品)		高等教育人口百分比(%)
			进口	出口	
英　国	244046	55933	1630	2404	0.66
法　国	547026	52134	2185	2428	1.73
联邦德国	248577	61967	2509	5416	1.18
荷　兰	40844	13438	1356	2338	0.84
意大利	301225	54888	1564	1222	1.53
瑞　典	449964	8137	718	365	1.29
比利时	30513	9757	1213	1564	0.83
瑞　士	41288	6431	833	1525	0.76
西班牙	504782	34858	742	171	1.03
奥地利	83849	7529	472	224	1.09
丹　麦	43069	5022	742	279	1.74
芬　兰	337009	4656	315	87	1.43
葡萄牙	92082	8564	216	84	0.68
希　腊	131944	8972	229	64	0.90
爱尔兰	70283	3029	219	87	0.67
挪　威	324219	3961	368	234	0.94
土耳其	780576	37933	271	11	0.49
保加利亚	110912	8619	b	b	1.67
捷克斯洛伐克[a]	127869	14561	b	b	0.99
民主德国[a]	108178	16980	b	b	0.80
匈牙利	93030	10432	b	b	0.99
波　兰	312677	33361	b	b	1.39
罗马尼亚	237500	20828	b	b	0.73
南斯拉夫[a]	255804	20956	b	b	1.72

a 这些国家均指 90 年代前未统一或分解所存在的独立国家。

b 没有可用的数据。

各种政治和经济组织进行彼此协调和借鉴。那些实行计划经济体制的东欧国家，政治制度、教育体制及价值取向等更具有一致性和协调性。即便是西欧国家和东欧国家之间，由于共同的地理位置和深层次的文化传统，特别是受教育科学客观规律的制约，在化学教育发展方面也存在一些共同的特点。

50 年代以来，相对稳定的和平环境和在和平环境中的激烈的政治、军事、经济、科技和意识形态领域的竞争，既为教育发展提供了先决条件，又决定了教育发展与变革的政治方向。西欧国家既存在与东欧国家的竞争与合作，也存在与日、美等国的竞争与合作，同时西欧国家之间的合作与竞争更加密切与直接。多数西欧国家的经济在二战后经历了 10 年左右的“复兴”时期，60 年代则进入所谓“黄金时代”的持续发展时期，而 70 年代的两次石油危机，使西欧国家从此进入一个危机、滞胀的漫长阶段，至今尚未走出困

境，其经济只能保持低速增长，失业率居高不下，通货膨胀率上升。这种经济发展特点决定了一方面它对教育提出了从未有过的要求，提供了教育发展所需的资金，使教育经历了一个所谓的“扩展时期”；另一方面，它的危机、滞胀与困境又使教育至今处于“紧缩年代”。新技术革命引起的新的产业结构的调整，对教育内容、教育方法产生了决定性的影响。

1957 年，苏联第一颗人造地球卫星的成功发射，使西方政治家们不仅对教育的经济意义而且对教育的政治意义的认识提高到一个从未有过的高度，即教育支出既是一种消费，也是一种投资。到 1975 年，多数西欧国家教育支出达到最高点，此后有所下降，80 年代以来，一直保持比较稳定的水平。表 8-2 列出几个

表 8-2　教育支出占国民总产值比率变化

比率(%) 年代 / 国家	1975	1977	1979	1985
英　国	6.3	5.6	5.5	5.3[a]
法　国	3.1	3.5	3.7	5.1[a]
联邦德国	5.1	4.7	4.6	4.18
意大利	4.5	4.6[b]	5.1	5.6
荷　兰	8.2	8.0	8.1	6.39
瑞　典	7.1	8.3	9.0	7.54

a　1983 年数据。

b　1978 年数据。

欧洲国家 70 年代中期到 80 年代的教育支出情况。70 年代后期受经济危机的影响，教育经费削减，教师收入下降，教育质量不高，学龄人口大幅度波动等，使教育又跌到了危机的边缘。70 年代以来的高失业率向教育提出了一个严峻的问题，究竟应当给学生提供什么样的教育？英国、联邦德国、荷兰和北欧国家都先后提出，学校教育要“回到基础”，开设统一的核心课程，防止过早、过窄的专业化教育，通才教育思想又占了上风。继续教育与终身教育思想几乎无多大争议地被各国所接受，成为不少国家教育发展与改革的指导思想。1989 年底，联合国教科文组织在中国北京召开的面向 21 世纪教育国际研讨会，也再次肯定了这一思想对未来教育发展的指导意义。无疑，这对学校课程设置、教材内容、教学方法的选择都具有指导作用。

教育民主化、教育机会均等一直是西方国家 60 年代以来喊得最响的口号，几乎被解释成是一切教育政策的出发点。然而，30 多年的教育实践并没有真正实现这个目标，广大劳动人民子女升入大学的比例同这一阶层人口相比仍然是很低的。

二战之后，“非集中化”管理是西欧各国教育流行的一个口号，实际上是管理权限下放。然而，在重点实行放权的同时，又采取新的形式加强中央协调、控制作用，主要是通过立法和拨款手段，来达到协调教育总体规划、发展速度和合理布局的目的，以确定战略重点。这在中央集权的政府管得多一些，手段也多一些，甚至包括少量行政措施，其中最典型的国家是法国。

西欧国家教育运行机制中，长期有社会参与的传统，如教育外部人士通

过参与大学董事会控制大学的重大决策。工商界人士、工会和行会、家长、学生等都可作为社会力量参与政策制定和教育管理，甚至直接或间接参与学校教学、课程设置、质量评估等微观管理。60 年代以来，西欧国家社会参与从范围、人数、深度、影响等各个方面都有了很大变化，并对教育发展和改革发挥越来越大的作用。

市场对西欧国家教育的发展起着关键性的作用，它通过调节功能、激励功能和制约功能，对学校的规模、教学的内容、专业的设置、招生的人数等发生影响。市场这只“看不见的手”具有两重性，如通过不正当竞争手段办教育所产生的破坏性是显而易见的。实际上，关于教育尤其是高等教育与市场的关系，在西方一直是一个有争议的问题。

20 世纪以来，国家对教育干预增强，特别是当教育市场出现弊端时表现得尤为明显，再加上社会参与浪潮的冲击与牵制，学校就处于多面夹击、多方制约之中，“学校自治”已失去它的许多传统含义，“象牙塔”式的大学在当今已难以为继，大学自治已退守到教学与学术研究的最后阵地，大学里教什么和怎么教是教师的权利的信条已受到挑战。20 世纪以来的欧洲教育与 19 世纪的教育模式相去甚远。

当今世界经济和市场发展呈现区域化、集团化和国际化趋势，欧洲国家为其利益也加强了教育一体化发展，如欧洲共同体从 1987 年开始实行《欧洲共同体促进大学生流动行动计划》，为此拨款逐年增加，从 1987 年的 1200 万欧洲货币单位，增加到 1989 年的 4500 万欧洲货币单位，以此帮助大学生、大学教师和大学行政人员在会员国之间流动。并且，西欧各国将朝着相互承认学历、文凭、学位的方向发展，尝试筹建欧洲大学、欧洲科学院等一体化机构，努力使欧洲向教育一体化迈进。

进入 90 年代，欧洲政局发生巨大改变，东欧社会主义阵营瓦解，各国都由计划经济转向市场经济。东德、西德又重新成为一个统一的国家，而统一的捷克斯洛伐克，则分化为两个主权独立的国家，苏联的各加盟共和国全部独立，南斯拉夫则陷入四分五裂的状态。欧洲呈现出既走向一统又存在分化的发展趋势。这一切对欧洲化学教育的进一步发展不无影响。

二　教育体系

欧洲化学教育发展是建立在各国教育体制基础之上的。20 世纪以来，各国教育体制都发生了不小的变化。一方面，各国教育体系之间有许多相似或相近的地方，另一方面，彼此之间存在的差异往往也是很大的，实际上我们几乎不可能给出一幅哪怕是非常粗糙的欧洲教育体系的标准模式。下面我们仅简要介绍一下当今英、法、德三国的教育体系。

1.英国

英国实行 5—15 岁的义务教育。经过 6 年的初等教育（包括 2 年的幼儿学校和 4 年的初等学校）后，必须再接受 5 年的中等教育。然而，英国中等教育有好几种形式，如图 8-1 所示，包括公学、文法中学、综合中学、技术中学、现代中学及中间学校。

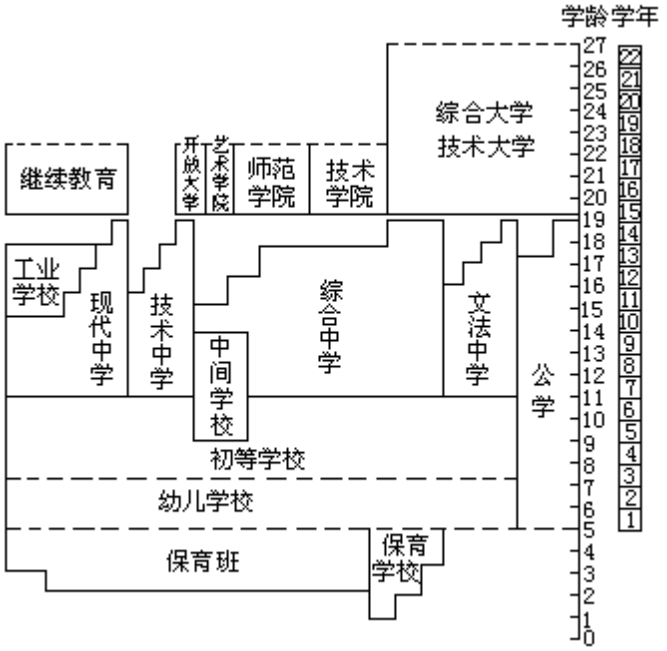


图 8-1 英国学校系统

说明：图中水平轴线代表每一类型学校中年龄组的相对比例，水平虚线表明该阶段的学习可能要比所标时间更长一些。

传统的公学注重学术教育，一直是牛津和剑桥大学的主要生源，一般公立初等学校毕业生很少有望进入这类学校。仿效公学建立起来的文法中学，主要是实施学术教育，为大学输送新生。自中学第六学年起，不设一年的课程，而是设两年以上的课程，称为“第六学级”（Sixth Form），在 1988 年前是为参加“普通教育证书”（GCE）的考试做准备。获得 GCE 后才有资格升入大学。

技术中学数量不多，往往附设在技术学院内，招生条件和修业年限与文法中学相似，但它主要是培养各行业所需的中等技术人员，一般以前 4 年学习普遍学科为主，最后 2—3 年主要学习专业性学科。技术中学的学生 1988 年前都参加 GCE 的考试，获 GCE 者，可升入技术学院继续深造。

现代中学学习年限多为 5 年，它注重职业教育，其毕业生可继续升入 2 年制的工业学校学习或直接就业。原则上，各类中学毕业生在 1988 年前都可参加全国统一的 GCE 考试，但通不过者可参加“中等教育证书”（CSE）的考试。

综合上述几类中学特点于一身的综合中学，其毕业生既可参加 GCE 考试，也可参加 CSE 的考试，而中间学校是介于小学和中学之间的一种学校。

英国高等学校主要包括传统的综合大学和本世纪才发展起来技术大学和技术学院，以及师范学院、艺术学院。综合大学一般是由为数不等的学院所组成。新型的开放大学是 1971 年才创建的无围墙大学，它为那些失去普通高等教育机会的人们提供进一步的高等教育，主要通过广播、电视、函授等方式进行教学。

英国高等教育分为三个阶段。在第一阶段，英国高校可授予学生多种学位和资格：

（1）在综合大学和技术大学修毕 2 年课程的学生可获“ 高等教育证书 ”，再继续学习 1 年则可获学士学位。

（2）学生在大学致力于一类或两类课程的学习，修业 3—4 年，可获相应科类的学士学位，如科学学士。这种第一学位又分为荣誉学位（或专门学位）和正常学位（或及格学位）。学生在 3—4 年内完成两类学科的学习要求，则可获“ 双重荣誉学位 ”。

（3）学生在技术学院脱产学习 2—3 年或至少业余学习 3 年，可获“ 国家高级教育证书 ”，它是一种高等教育资格，接近于学士的正常学位，不过范围较窄。

（4）学生在师范学院学习 3 年可获“ 教师证书 ”，它是在中小学任教的资格。有些学生可继续学习 1 年，而获教育学学士学位。

英国高等教育第二阶段，是在第一阶段学习基础上，做进一步的专业学习和研究 1—3 年，毕业时通过考试或提交一篇论文，或两者兼备，可获硕士学位，有些院校称之为哲学学士。

第三阶段是真正专门化的个人研究。已获硕士学位的研究生，在大学里再从事研究 2 年并提出论文者，可取得哲学硕士学位，而继续深造者，可获哲学博士学位。此外，对学术上有造诣的大学教师，可授予高级博士学位。

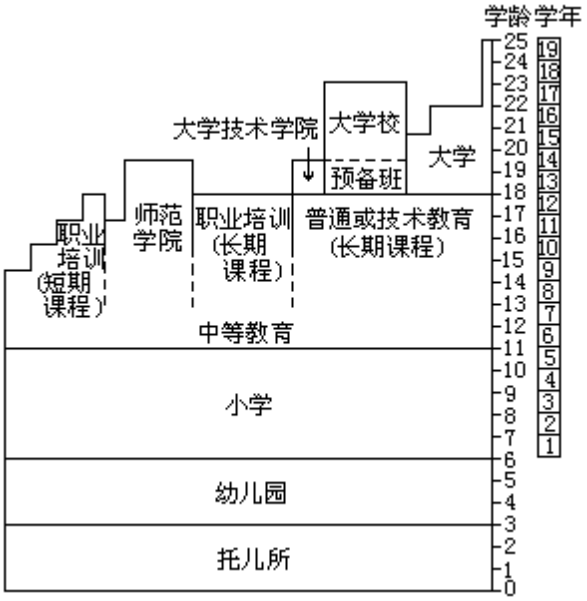
2.法国

图 8-2 给出法国现行学校系统的基本结构。6—16 岁实行义务教育。6—14 岁年龄段的几乎所有学生，接受相同的初等教育（5 年小学）和第一阶段的中等教育（4 年初中）。通过初中毕业考试，可获得初中学习证书（BEPC）。中等教育毕业可获得几种证书，其中通过 1—2 年的短期职业课程学习，可获得职业能力证书（CAP）或职业学习证书（BEP），通过在高级中学（Lycée）3 年普通课程或技术课程的学习，可获得业士学位（Baccalauréat）——即中学毕业的合格证明。

师范学院（ENI）是培养小学教师的机构，学习年限 2—5 年不等，已获业士学位者年限要短些，入学要参加一种竞选考试。师范学院毕业可获得教师培训证（CFEN），它是从事小学教学工作的资格证明。

原则上获得业士学位者就可直接进入大学学习。大学学习分为三个阶段。第一阶段是大学的前 2 年的学习，合格者会获得普通大学学习文凭（DEUG）。第二阶段，对持有 DEUG 的理科学生来说，再继续学习 1 年，可获得理科学士学位（Licence），而学习 2 年者，则可得理科硕士学位（Ma■trise）。取得 DEUG 后，有志于在技术领域深造者可转入大学技术学院（IUT），但不能获得学士或硕士学位。大学学习的第三阶段主要是从事研究工作。经过第一年的研究和高级课程的学习可获得高级学习文凭（DEA），经过 3—4

年的研究则可获得专业博士学位，法国的最高学位——国家博士，则需 6—7 年的研究工作才能获得。



8-2 法国学校系统

大学技术学院是在大学内为技术专业设置的小型大学机构，学业 2 年。求学者也需有业士学位。它为企业培养技术人员，毕业可获大学技术文凭（DUT）。

大学校（Grandes Ecoles）是为行政部门、工业界、商业界和教育部门培养高水平的专家。进入大学校需经严格的筛选。只有获得业士学位并且学习成绩最优秀的学生才有资格升入大学校。而在正式升入大学校之前，通常先需经过 2 年的预备班课程学习，最后通过会考或竞试来选拔学生，大约只有 50%的预备班学生能如愿以偿地升入大学校。当然，在大学校中，也有一类新生不需经过竞试而直接从有业士学位的学生中选拔。

3.联邦德国

联邦德国是一个各州分权自治的国家，各州在教育制度上也不尽统一，下页图 8-3 所列是大多数州所实行的学制。6—15 岁实行义务教育。经过 4 年（有些州是 6 年）的基础学校（即小学）学习，学生可升入不同类型的中学，它一方面是由教师基于学生考试成绩推荐，另一方面由学生父母作出最后决定。不过，升入中学后有 2 年的决定期间，如果需要的话，决定可在这期间更改。

中学基本可分为三种类型：完全中学、实科中学和初级中学。初级中学共学习 5 年，获得毕业证（Realschulabschluss）后，再经职业学校培训，适于充当工人、职员、店员等。实科中学修业 6 年，毕业后可继续升入专业的中等技术学校或开始工作，适于做中级技术人员或公务员，但 18 岁前必须在非全日制职业学校学习。

完全中学修业 9 年，前 6 年为初中阶段，后 3 年为高中阶段。高中毕业后获中学毕业证书（Abitur），使学生有机会接受高等教育。以前持有 Abitur 者都可接受高等教育，但目前已实行高校招生数额限制（Numerus Clausus）体制。

综合学校是一种新型学校，它试图集上述三种中学特点于一身，但通常

从综合学校毕业的学生，并不能获得自动升入高校的资格。

中等技术学校毕业的学生，有资格升入高等技术学院，高等技术学院毕业后，又可进一步升入其他各类高校。

联邦德国的高校包括大学（Universit■t）、技术大学（Tech-nische Hochschule）、师范学院（培养小学教师）、高等技术学院和集这几类高校于一身的综合大学（Gesamthochschulen）。大学需

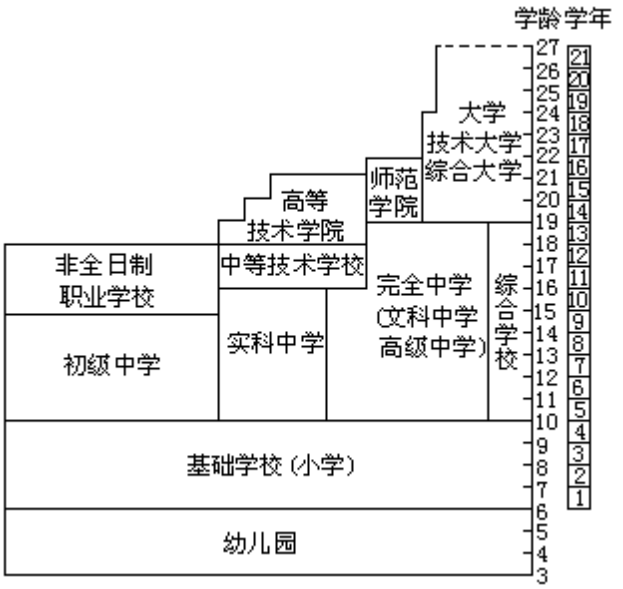


图 8-3　联邦德国学校系统

4—5 年的学习。打算在完全中学任教的学生毕业时，必须参加统一的国家考试，其他学生则通过毕业考试后可获得第一学位证书（Diplom），大约 95% 的获得学位证书的学生继续学习 3 年就可获得博士学位。

第二节　高等化学教育

高等化学教育处在欧洲化学教育发展的前沿，始终是欧洲化学教育发展的重要推动力。欧洲化学教育的改革离不开高等化学教育工作者的多方努力。我们首先回顾一下本世纪欧洲高等教育体系的沿革。

一　高等教育体系

根据欧洲高等教育 20 世纪的发展特点，可以第二次世界大战为界，把它分为两个时期。

1.第二次世界大战前

二次世界大战前，主要是在 19 世纪基础上，高等教育逐渐获得发展。如 20 世纪初，英国一些地方高校性质的学院，进一步发展为完全大学，这包括伯明翰（1900 年）、利物浦（1903 年）、利兹（1904 年）、谢菲尔德（1905 年）、布里斯托尔（1909 年）等。　1922 年，大学中学习科学和工艺学的学生有 9852 人，到 1938 年仅增加到 10278 人。在 30 年代，以牛津和剑桥大学等为代表的传统大学，注重人文学科的教育，以陶冶人格为主，而以伦敦大学、曼彻斯特大学等为代表的新型大学，则注重理工、法律、金融等方面人才的培养。

德国工业在 20 世纪初期就已赶上了工业先进的英国。到 1918 年它已有各类大学 45 所，其中工业大学 10 所，农林兽医大学 9 所，其余则属其他类型的大学。之所以出现这样的结构，是因为这个时期德国很重视工业和农业以及为农业服务的兽医专业。一战中，德国战败，德意志帝国随之崩溃，建立了联邦共和国。在一战前，曾被反动政治所冲散的柏林大学在一战后逐步得到恢复，大学重新成为讲授科学和学术研究的场所。在管理方面，实行民主治校。这个时期，德国科技发展水平高于欧洲其他一些国家，如 1901—1940 年，德国诺贝尔奖获得者为 36 人，居各国之首。然而，纳粹政权的建立使德国高等教育发展方向发生了改变，民主主义、国家主义、种族主义和法西斯主义教育充斥了高校。高校学习年限减少，招生人数也大大削减，1932 年为 11.6 万人，1935 年减为 7.7 万人，后又减少到 6 万人。总之，在纳粹政权控制下，德国高等教育完全服从于为发动一场侵略战争做准备。

法国高等教育在 19 世纪末进行了改革，政府给予大学更多的自治权，以利于教学和科学研究自由，同时取消教会对大学的监督。进入 20 世纪后，法国仍保持了上个世纪已建立的中央集权的教育行政管理体制，各类教学工作都在中央政府教育部的严密控制之下。

2.第二次世界大战后

二次世界大战后，欧洲各国高等教育获得了很大发展。1963 年，英国的罗宾斯委员会向议会提出《高等教育》调查报告，对英国高等教育的改革和发展提出了很多建设性建议。事实上，日后英国高等教育的发展使这些建议变成了现实。首先，英国建立了一批新型大学，其中，很多是由学院升格为大学的。在大学中，设置了许多新的系、科和专业。1962 年，英国共有 25 所大学，到 80 年代已发展到 60 多所，其中 20 所是二战之后新建的。其次，积极发展技术大学和学院。1956 年英国政府决定，在 5 年内为大学以外的技术学院提供 7 亿英磅的资助，1967 年使 8 所工科学院升级为独立技术大学。到 70 年代，英国有 30 多所多科技术学院。再次，1971 年创建了开放大学。学生入学不要求具备正规学历，但申请人必须经过考试，合格者方可入学。学生在这里可获得正式学位。到 1979 年，注册人数已达 6.2 万多人，其中约 $\frac{1}{3}$ 是在职教师。

1960 年，英国高校学生有 29 万，1970 年有 60 万，70 年代末有 75 万，其中全日制和工读交替制学生 52 万，部分时间制学生 23 万。1981 年，全日

制与工读交替制学生达 56 万多，其中大学约有 31 万人。

就英国高校类型来说，大学属最高层次，有学位授予权，而学院一级的高校则不能享受此种权利，它们必须通过大学或 1964 年设置的全国学位授予委员会来授予。英国最大的大学伦敦大学长期以来就实行校外生制度，每年为本校以外的学生举行一次学位考试，合格者就授予学位。英国大学都是私立的，完全自治，不存在直属中央政府的国立大学，这一点有别于其他欧洲国家。英国高等教育公立部分是受地方当局管理的多科技术学院、技术学院和教育学院等，由此形成了高等教育的“双重制”。不过，大学和公立院校教师的工资收入不相上下，除了伦敦稍高一点外，实际上是全国统一的。

英国政府在二战后实际上加强了对教育的宏观控制。1944 年成立了教育部，1964 年改名为教育和科学部，其职责是：

“促进英格兰和威尔士人民的教育，促进为此目的而设立的教育机构的发展，确保各地方当局在它的领导和指导下，有效地执行国家政策，在各个领域内建立各种类型的综合教育机构。”[①]

政府在 50 年代初用于教育的开支占国民总产值的 3.1%，但到 60 年代末已超过 6%。各所大学的大部分经费来自国家拨款，以前是由“大学拨款委员会”统一分配国家拨款，1988 年通过的“教育改革法”把“大学拨款委员会”改为“大学基金委员会”，同时兴建“多科技术学院基金委员会”，负责向多科技术学院拨款，实际上是提高了多科技术学院的地位。

1945 年，二战一结束，法国议会就组织了“教育改革委员会”，由著名物理学家郎之万（P.Langevin，1870—1946）任主席，领导法国的教育改革。1946 年，“教育改革委员会”提出了著名的《教育改革》方案报告，对法国战后教育的发展产生了深远的影响。报告认为，法国“现行教育制度不再适合当前社会和经济的情况……现代经济的新的需要，迫使我们进行教育制度的改革。”[①]在戴高乐（C.A.J.M.de Gaulle，1890—1970）政府时期，法国教育进行了重大改革。为减轻大学招生人数的负担和消除中等技术人员缺乏的现象，根据 1966 年的政府法令建立了短期技术大学（即大学技术学院）。1968 年 5 月，首先由巴黎大学学生掀起的大规模抗议示威运动，使得法国议会于同年 11 月通过《高等教育方向指导法案》，提出高等教育改革的“自治、民主参与、多科性结构”三原则，它使得传统上管理过分集中的法国大学获得了一定的自主权，并调整和改组原有大学，取消大学的院系建制，设置“教学与研究单位”，集合若干“教学与研究单位”为一所多科性大学，即综合性文理科大学，促进人文学科与理工科的结合。结果，使原有 23 所老大学改组成为 67 所新型大学。60 年代中期已拥有十几万学生的巴黎大学改组调整为 13 所大学，即巴黎第一大学到巴黎第十三大学，其中第八、九、十、十二、十三大学是 1968 年后新组建的，其他 8 所大学由过去的巴黎大学改组、调整而成。改组后的 13 所大学都独立存在，并且在教学和科学研究方面都有各自的重点和发展倾

[①] 埃德蒙·金：别国的学校和我们的学校，人民教育出版社 1989 年版，第 199 页。

[①] 戴本博：外国教育史（下），人民教育出版社 1990 年版，第 368 页。

向。在70年代后期，这13所大学已有30万学生，占全国大学生总数的近$\frac{1}{3}$。巴黎各大学原则上只招收巴黎地区的学生。1966 年后，法国共创建了 50 余所短期技术大学，3 所国立多科技术学院。法国高校人数 1960 年为 38 万，1970 年为 80 万，1975 年已达 98.9 万。

实际上，法国大学在高等教育和公共生活中所起的作用，远远比不上其他欧洲国家的大学，特别是在取得重要的和有影响的职位方面。在法国，起关键作用的是“大学校”，它们中的许多都有悠久的传统，60 年代的教育改革并未影响它的存在，反而更加壮大。大学校把充分的专业训练和与将来就业直接有关的科学和普通教育结合起来。到 80 年代，法国共有 50 多所大学校，其中位于大学校金字塔塔尖的是巴黎高等师范学校（法国最高级政治家和学者的摇篮）、巴黎理工学校（培养高级行政官员、企业家和学者的摇篮）和 1945 年建立并直属政府总理领导的巴黎国立行政学校(培养高级民政官员的干部学校，其毕业生占到法国民政官员的 90%，政府级官员的 30%强），它们的作用可与牛津大学和剑桥大学在英国的作用相媲美。

法国大多数院校隶属于教育部，但有相当数目的院校属于国防部、邮电部、农业部等政府部门管辖。法国私立院校数量不多，而且只有公立高等院校有权授予国家证书。

德国在二战中遭受重大损失，然而，德国人民迅速医治了战争的创伤。1950 年，联邦德国工业发展已超过 1936 年水平的 10%，如果以 1950 年的工业生产水平为 100，到 1955 年则已达 178.2[①]。联邦德国的教育在战后也取得了很大成就。它废除了希特勒统治时期的中央集权制，各级学校教育由所属的各州自治管理。 1969 年，政府为加强对各州教育规划和控制，设立了联邦教育和科学部，主要通过建议和拨款的方式影响各州的教育事业。因此，德国高校的事务完全由各州管理，高校经费也主要由各州提供，约占 69%，其余则来自学费、捐款和联邦政府补助。

德国传统大学分为两类，一类为综合大学，侧重于“纯”科学和艺术的教学与研究，如海德堡大学、科隆大学、汉堡大学、波鸿大学等；另一类为工科大学，侧重于工程技术方面的教学与研究，如柏林工业大学、汉诺威工业大学、慕尼黑工业大学等。现代科学技术的高度综合发展，已使这种划分失去了绝对标准，综合大学内可能设置有工科专业，如纽伦堡大学就设有工学院，而工科大学内可能设有理科和社会科学系，如柏林工业大学内有合成化学和分析化学系、语言历史系等，但这两类大学内几乎都有化学专业存在。德国高校又可分为学术性和非学术性两类。学术性高校一般是指学术造诣深、学术水平高的学校，综合大学、工科大学属于这一类；非学术性高校则包括高等工业学校、高等师范学校等专科学校。 80 年代以来，由于学术性高等学校的训练方法被应用于高等师范学校及工业学校，所以它们中的一部分也被授予学术性高校资格。在 70 年代，联邦德国又出现了一些新型高等教育机构，如联合大学、函授大学等，其中联合大学由原先独立设置的院校合并而成。

70 年代中期，据不完全统计，联邦德国共有高校 80 所，其中综合大学 25 所，工业大学 6 所，高等工业学校 3 所，其余则为各种高等专科学校。联

[①] 维纳·洛赫：德国史（下册），三联书店 1976 年版，第 1209 页。

邦德国 1960 年高校在校学生人数为 29 万，1965 年为 38.4 万，1970 年为 50 万，1978 年为 84 万，1981 年则达到 112.2 万。

二　高校招生和高校对学生的经济支持

1.高校招生

欧洲各国对中学生升入高校要求的条件各有不同，总的来说可分为两类。一类是对高校招生人数实行数额限制，即持有中学毕业合格证明的学生并不能自动升入高校，还需满足特定的入学条件才行，如参加入学考试，而且有些大学的院系预先已决定在哪些适宜的地方招生。如联邦德国，由于60—70 年代中等教育的扩大，大学适龄青年迅速增加，使大学已达到饱和状态，甚至一部分学科，即使早在十年前已取得中学毕业证书（Abitur）的人，与大学无缘者并不是少数。为此，对大学采取了限制招收名额的做法，并成立了“ 中央学籍分配机关 ”（ZVS）来协调全国各州各大学的招生。志愿升入实行限制入学学科的学生，须向 ZVS 提出申请，经过这里的选拔考试，指定申请者应该升入的大学。在进行学籍分配时，依照志愿入学人数超过招生名额的限度，采取了一定的分配和选拔措施，并使之不断趋于完善。根据 1978 年 6 月各州新缔结的“ 关于学生席位分配的州间协定 ”，拟履行“ 一般分配手续与特别分配手续 ”、“ 一般选拔手续和特别选拔手续 ”来实施限制招生政策，它考虑的分配和选拔因素包括：志愿者的家庭、经济条件、Abitur 成绩的高低、取得 Abitur 后等待入学机会的时间长短、优先分配符合特定条件的志愿者、参加入学测验成绩等。1983 年教育部长会议又决定从 1986—1987 学年开始，增加“ 面试 ”这一新的选拔标准。

又如英国，考生需达到所报大学要求的全国考试水平等级。英国各大学60 年代以前都单独招生，成绩优秀者往往被几所大学重复录取，结果造成大学招生缺额现象。为此，1961 年成立了全国统一招生委员会（UCCA），以协调各大学的招生工作。所有申请入学者必须在 12 月 15 日之前（申请牛津和剑桥大学应在 10 月 15 日之前）填好申请表，寄达 UCCA。申请表允许考生按本人志愿，按先后顺序填报 5 所大学。UCCA 收到申请表后，根据考生志愿，将申请表复制转寄各大学。招生院校须在新生入学当年的 3 月份之前作出答复，并由 UCCA 转告申请者。招生院校可作出 3 种答复：无条件认可、条件性认可和不予考虑。获得“ 无条件认可 ”答复的申请人，可免去当年入学考试，这约占入学新生的$\frac{1}{5}$。绝大多数入学新生属于“ 条件性认可者 ”，它要求申请者以将要参加的考试成绩作为录取条件，成绩能达到要求者则被该校录取。第三种答复意味着大学没有录取申请者的意愿。每年 7 月份和 8 月份入学考试成绩揭晓后，招生院校必须作出最后决定，通过 UCCA 答复“ 条件性认可 ”的考生是否被录取。

表 8-3 列出至少在化学专业实施招生数额限制的欧洲国家。

表 8-3　化学专业实行招生数额限制的国家

保 加 利　亚	希　腊	罗马尼亚
捷克斯洛伐克	匈牙利	瑞　典
芬　　兰	爱尔兰	土 耳 其
德　　国	波　兰	英　国

另一类国家则在化学专业招生方面没有实行数额限制政策，只要持有中学毕业证明的任何学生，都有接受高等教育的法定权力。

尽管法国大学没有招生数额限制，但其大学校却有严格的入学条件，对化学专业的报考者主要考察其数学基础如何，数学被认为是法国最重要的科学。巴黎高等师范学校和理工学校，每年仅有十几位化学专业的毕业生，但他们在法国化学工业界和大中学中的影响却是巨大的。比这两所大学校水平低一些的是另外 4 所高等师范学校，它们也培养化学专业人才。事实上，几乎在每座“ 大学城 ”里，都有一所国家高等化学学校（ENSC），它为工业界培养化学工程师。ENSC 的实验室设备通常比大学的要好，不过在助学金方面与大学相同。法国大学校大都有近似于军事化的严格纪律要求，十分注重基础知识的教学，其学生都有勤奋努力的品质，极强的工作能力，因此工业界更愿意从这些大学校吸收毕业生。实际上，大学里获得硕士学位且成绩优异者，有机会成为 ENSC 的二年级学生。由上述可知，在法国，打算在工商界或教育界谋职的绝大部分优秀学生并不准备上大学，而是准备通过竞争进入大学校。然而，有一部分优秀学生更愿意进入大学，不是因为他们没有能力进入大学校，而是因为他们不愿意过早地被约束起来，同时比起追求可靠的社会地位，他们更渴望掌握化学的基础知识。

2.高校对学生的经济支持

欧洲各国很多大学生不能在法定年限里获得学位，其中重要原因之一是因为大学生为了维持自己的生活与学业，不得不去打工挣钱。实际上，大部分国家都有从经济上资助大学生的制度，但一般都制定了被资助人选的条件，通常是根据学生的能力和父母的收入来发放助学金或奖学金，有时政府也给学生担保贷款。

法国高校的学费很低，同时校方根据学生父母的收入情况给予他们生活补助，但如果学生不能通过考试，则将取消助学金的发放。法国大学校里的学生基本都能获得优厚的助学金，但他们都必须签署一个协议，以保证毕业后作为公务员为国家服务相当年限。像隶属国防部的巴黎理工学校的部分毕业生，要作为军队官员服役 10 年以上。如果大学校的学生不遵守协议而在私人企业谋职，那他们必须归还曾经享受过的助学金。

联邦德国政府制定了各种帮助学生的财政计划，其中部分是贷款，部分是助学金。助学金主要由政府来提供，被资助人选也是根据他们父母的收入来确定的。在英国高校，一旦被准许学习第一学位课程，那么学生就可获得 3 年的生活助学金，数额根据父母的收入来定。

三　教学计划与课程

欧洲各国在制订教学计划和实施课程方面常常有很大的差异。表 8-4 列出欧洲各国对大学化学专业学生完成化学课程学习的规定年限和学生实际所用年限，它主要指学生获得大学第一学位（或文凭）花费的时间。在一些国家，如英国，学生必须在规定时间完成所要求的化学学习任务，不允许留级。若主课考核不及格，学生要被劝退学或休学 1 年，第二年再补考。一般大学一年级期末时不及格者较多，有 5%—10%，二三年级学生基本都能及格。然而，许多国家对是否应确定课程学习完成的时间难以取得一致意见。

表 8-4　大学主修化学课程年限[①]

国　家	学生上大学正常年龄	完成化学课程规定年限	学生完成课程的平均年限	按规定年限毕业学生百分比(%)
奥 地 利	18 — 19	5	6 — 7	5 — 10
比 利 时	18	4	5.5	15
保 加 利 亚	18	4	4.5	70
捷克斯洛伐克	18 — 19	55	80	
丹　麦	18 — 19	5	6	30
芬　兰	19	5 — 6	6 — 7	50
法　国	18 — 19	4[a]	5[a]	50[a]
联邦德国	19 — 20	4 — 5	5.5	25
民主德国	18 — 20	5	5	80
希　腊	18 — 19	4	4 — 5	10 — 30
匈 牙 利	18	5	5.5	80
爱 尔 兰	18	4	4	85
意 大 利	19	5	5.5 — 6	45
荷　兰	18 — 19	5 — 6	5.5 — 7.5	40 — 50
挪　威	19	3.5	5	30 — 40
波　兰	19	5	5.5	55
葡 萄 牙	18	4	4 — 6	70
罗马尼亚	18	5	5	90
西 班 牙	18	5	6	30
瑞　典	19 — 21	3	4	80
瑞　士	19 — 20	4	4 — 5	50
土 耳 其	18 — 19	4 — 5	5 — 6	80
英　国	18[b]	3[c]	3	85
南斯拉夫	18 — 19	4 — 5	6	15 — 20

a　这些数据均指获硕士学位者。大学校和大学技术学院的学生必须在规定的 5 年和 2 年内完成学业，大约有 95%的学生能如期毕业。

b　在苏格兰，学生 17 岁就可升入大学学习，规定学业年限是 4 年。

c　大约有 20%的化学课程是所谓的“夹心课程”，它要求学生在大学和工业企业中间隔学习共

[①] P.J.Faracoetal.,Chemical Education inEurope,The ChemicalSociety,BurtingtonHouse,London,1976,298.

4 年。这类实施“夹心课程”的学校主要是 1966 年后由专科学院升格上来的大学。

表 8-4 还给出了各国大学生开始大学学习的正常年龄和在规定年限内毕业的学生占入学总人数的百分比。

欧洲各国对于大学各门化学课程的课时分配也不太一致。表 8-5 列出了四大基础化学课程和化学工艺课程占化学课程总课时的百分比（误差一般在5%左右）。从表中可以看出，大部分国家的大学用于物理化学和有机化学的教学时间稍多于无机化学和分析化学，绝大多数国家大学化学专业开设化学工艺课程，尽管课时通常要比四大基础化学课程的课时少。少数几个国家的大学并不开设单独的分析化学课，而是把它融会于其他化学课程中。

欧洲各国大学化学化工专业的非化学课程的教学课时，占整

表 8-5　大学各门化学课程课时分配（%）[①]

课程 / 时(%) / 国家	无机化学	分析化学	物理化学	有机化学	化学工艺
奥地利	15	25	15	30	15
比利时	25	25	25	25	不定
保加利亚	20	30	20	20	10
捷克斯洛伐克	20	20	20	20	5 — 20[a]
丹麦	20	20	20	20	20
芬兰	30	10	30	30	0
法国	10	10	35	20	25
联邦德国	30	b	25	30	15
民主德国	15	15	40	15	15
希腊	25	20	25	30	不定
匈牙利	15	20	20	30	15
爱尔兰	30	10	30	30	0
意大利	20	25	30	25	不定
荷兰[c]	30	20	20	30	0
挪威	25	15	35	20	5
波兰	20	15	30	20	15
葡萄牙	20	20	30	20	10
罗马尼亚	20	20	20	30	10
西班牙	20	20	25	25	10
瑞典	20	30	20	25	5[d]
瑞士	30	b	20	45	5
土耳其	15	20	30	30	5
英国	30	b	30	30	0 — 10[a]
南斯拉夫[e]	20	25	25	25	5[f]

a 最小数字指综合大学，最大数字指技术大学。

[①] P.J.Faraco et al.,Chemical Education inEurope,TheChemicalSociety,Burtington House London,1976,312.

b 包容在其他课程中。

c 未包括技术大学。

d 指用于生物化学的课时百分比。

e 未来作教师的学生将减少其他课程学习课时的 25%而用于教育学科学习。

f 学习 I 科的学生把“化学工艺”作为主要学科来学习。

个教学课时的百分比列于表 8-6 中（误差一般在 5%左右）。从表中可看出，绝大多数欧洲国家注重理科非化学课程的教学，尤其是物理学和数学，几乎都作为必修课来讲授，而社会科学课程普遍受到轻视，大部分国家大学化学化工专业教学计划，未把经济学和社会研究这类普通社会科学学科列入课程范围。尽管 80 年代以来这种情况有所改善，但与美国大学注重文理渗透的课程结构形成鲜明对比。

表 8-6 大学化学（1）专业非化学课程课时分配（%）[①]

课程 / 时(%) / 国家	物理学	数学	生物学	经济学	社会研究
奥地利	C 5	05	05	N	N
比利时	C 15	C 10	C 10	N	N
保加利亚	C 10	C 10	N	O a	C 10
捷克斯洛伐克	C 不定	C 不定	N	C 不定	C 不定
丹麦	C 10	C 10	N	N	N
芬兰	C 不定	C 不定	O a	N	N
法国	C 20	C 20	N	N	N
联邦德国	C 5	C 5	N	N	N
民主德国	C 5	C 5	N	C 10	C 10
希腊	C 不定	C 不定	O 不定	N	N
匈牙利	C 5-10	C 5-10	N	C 5	C 5-10
爱尔兰	C[b]10-30	C[b]10-30	O a	N	N
意大利	C 10	C 10	O a	O a	O a
荷兰	C 15	C 15	O a	N	N
挪威	N	C[b]5	N	N	N
波兰	C 10	C 10	O a	C 5	C 5
葡萄牙	C 15	C30	O a	N	N 10
罗马尼亚	C 10	C 10	a a	a a	C a
西班牙	C 10	C 5	C 不定	N	N
瑞典	C 10	C 20	C a	N	N
瑞士	C 5-10	C 5-10	O 不定	N	N
土耳其	C 10	C 10	N	C 5	N
英国	O 不定	O 不定	O 不定	O 不定	N
南斯拉夫	C 5	C a	N	C a	N

[①] P.J.Faracoetal.,Chemical Education in Europe,The Chemical Society,Burtington House,London,1976,314.

C—必修课程。

N—没有安排课程。

O—在某些大学讲授。

a—没有可用的资料。

b—第一学年必修，第二学年和第三学年选修。

英国大学化学系的培养目标是知识面广的科研人才，因此它们的专业设置口径较大，一般以一级学科来划分，即化学、物理、生物等，而不是有机化学、无机化学、物理化学，更不是有机合成、稀有元素、电化学等。为了发展边缘学科，大学鼓励学生根据个人兴趣选学其他系的课程，因而出现了“化学+物理”、“化学+生物”、“化学+地质”、“化学+数学”等专业方向。如剑桥大学，他们对一年级学生按理科方向培养，学习数学、物理、化学、生物 4 门课程，对二年级学生按化学方向培养，增加化学课程；对三年级学生才分专业。总的来说，化学系的选修课特别多，必修课相对较少，一般一学年只有两门，即一、二年级的化学课（无机、有机和物化）。通常化学系的学生在一年级的外系选修课可占总课时的二分之一以上，二年级可占四分之一左右，三年级基本都是本系的选修课。

英国大学化学系不单独设分析化学课，而是融于其他化学课程中，这一点与美国大学相似。无机化学、有机化学和物理化学不是分在一、二、三这 3 个学年中依次先后排课，而是每一学年都有这 3 门化学课。英国化学教育家认为，这样做可以避免学了有机忘无机，念了物化忘有机，同时现代化学问题常常很难分清纯粹属无机的、有机的还是物化的。不过，如何把这 3 门课很好地合在一起上，还存在不少问题，如内容重复问题和衔接问题等。

德国的化学、化工人才都由大学化学系培养。化学系一般设有无机、有机、物化三大教研室及高分子化学、生物化学、工业化学、化学工程等教研室，各教研室都为学生开出必修和选修课，指导论文和带研究生，教研室没有专业、基础之分。德国高等教育分为三个阶段：基础学习、学位学习和博士论文。在第一阶段，化学系学生除学习公共基础课数学、物理、普通化学外，就是学习无机、有机、物化三大化学。在第二学习阶段的主干课仍是三大化学，但学习内容与方式有别于基础学习阶段，如第一阶段的无机化学，主要讲基本概念、反应和理论，第二阶段的无机化学，不同的教授讲的内容差别很大，如有讲络合物化学的，有讲金属有机化学的等，但共同点是各位教授以他自己最有成就的领域和最新的科研成果为中心进行教学，没有教材，学生只能做笔记。另外，学生还必须选修一门如化学工程、高分子化学等这类课程，作为第四门主干课。学位学习阶段，三大化学课都有 1—2 次的实验室实习，学生在博士研究生的帮助下，完成一些小课题的研究工作，这有助于他将来的毕业论文。德国大学化学系没有单独开设分析化学课，但化学系为学生提供其他各种类型的选修课、讲座。选修课只进行考查，也有不考查的。选修课提供给学生各种专业知识，在很大程度上决定了他们的学位性质和今后的工作方向。完成第二阶段的学习，学生就可获得大学第一学位，相当于中国大学的本科毕业生。

法国的大学校与大学开设化学课程常有较大的差别。如巴黎理工学校提供的是普通科学和数学教育，必修的化学课所占比例很小，前两学年才有 15 课时，但学生也可选修不包括习题课和实验在内的 30 课时的化学课。在第三

学年，最优秀的学生可获准进行为期 1 年的专业化学的学习。巴黎理工学校有两个化学专业机构为两个工业部门培养人才，这两个工业部门即是长期为国家所垄断的枪支弹药和烟草火柴企业。法国国家高等化学学校中，化学课程所占的比重比其他大学校要大得多。法国的大学校的每周上课时数要远远超过大学，大学校包括课堂讲授课、疑难问题课和实验课在内，每周共达 30 课时，一学年大约有 29 周教学时间，合计约 870 课时，而普通大学每学年则仅有 500 课时的教学时间。因此，大学校学生的学习生活要比大学学生紧张得多。

在法国，无论是大学还是大学校，学化学的学生中差不多 40%是女性。然而，由于生产岗位不愿雇佣她们，因为工人们不愿受“ 妇女 ”的指挥，所以，女大学生合适的工作位置主要在教育界。但是，到 70 年代，学校化学教师的需求已基本得到满足。这可能是 70 年代中期以来，法国报考高等学校化学专业人数急剧下降的原因之一。

四　化学考核与研究生培养

1.化学考核

在此，我们主要谈一下欧洲各国大学化学专业学生在获取第一学位（或文凭）的学习过程中，所实施的考核评价方法。这个阶段通常与中国高校本科生教学相对应。

各国使用的考核评价方法都不止一种，表 8-7 列出了各国大学使用的考试类型，其中笔试、口试和实际操作考试是最常用的。在大部分国家里，要求大学生搞一项研究项目，并写一篇论文或专题来讨论他们的研究工作及其结果。综合回答考试，即多项选择考试在期末考试中很少使用，它经常在平时教学中使用，尤其是参加考试的学生较多或化学不是学生们的主修学科时使用更多。持续评价方法，即教师通过各种方式对学生的学习进步和成绩作出评价的方法，在实际操作课中使用较多，它对评价学生的综合能力比较有效。

有些国家实行的考试体系是委托本校以外的主考人来进行。通过该体系的实施，使考核结果更加客观公正，并使各校之间保

表 8-7 大学化学专业第一学位考核评价方法[①]

[①] P.J.Faraco et al.,Chemical Education in Europe,The Chemical society,Burtington House,London,1976,324.

是否采用 方法 国家	笔试	口试	实际操作	研究项目	综合回答	连续评价
奥地利	否	是	否	是	否	是
比利时	是	是	是	是	否	否
保加利亚	是	是	是	是	是	是
捷克斯洛伐克	是	是	是	是	有时	是
丹麦	是	是	是	是	有时	否
芬兰	是	是	是	是	有时	否
法国	是	是	是	否	否	是
联邦德国	是	是	否	是	否	是
民主德国	是	是	是	是	否	是
希腊	是	是	是	是	否	是
匈牙利	是	是	有时	是	有时	是
爱尔兰	是	是[a]	是	是	是	是
意大利	有时	是	有时	是	否	否
荷兰	是	是	是	是	否	是
挪威	是	否	否	否	否	否
波兰	是	是	否	是	否	是
葡萄牙	是	是	有时	否	否	是
罗马尼亚	是	是	是	是	否	是
西班牙	是	有时	是	是	有时	是
瑞典	是	有时	是	是	是	是
瑞士	是	是	有时	是	否	是
土耳其	是	有时	是	是	否	否
英国	是	是[a]	否	是	是	是
南斯拉夫	是	是	是	是	有时	是

a 由于爱尔兰和英国的学士学位是分类的，有时学生的学位类别不大好确定，处于“边界”地位，只有在这种情况下，才使用口试方法来确定学生学位的类别。

持相对统一的标准。如英国每所大学的化学系要从别的大学聘请 3 位化学教师，他们分别是无机、有机和物化专业。他们作为外校考试官，负责审查主讲教师所出的考题是否合乎标准，并对其提出意见。考卷改好后，也由他们来审查，看是否存在批得太严或太松的现象。这种考试制度使得一个学生从一所学校退学出来后不可能再进别的学校。英国大学的笔试主要限于化学科目和实证性的选修科目。对处于学位“边界”的学生，通过口试来决定其应授予何种学位。口试由校内外主考人共同主持，大约用 30 分钟，学生没有准备时间。

法国的考核一般在学年结束时举行，由任课教师独立组织，不受外来因素的影响。大学学生要求在两年内获得 DEUG，但对硕士学位不做要求。每门课程考核标准是“通过”或“未通过”。在自然科学领域有两种不同的 DEUG。DEUGA 主要包括数学、物理及一些化学，例如 Orsay 大学，第一学年有 45 课

时的化学讲座（化学热力学和原子理论）和 15 课时的化学选修课（分子结构和反应）、100 课时的数学、75 课时的物理；在第二学年，选择物理和化学专业的学生有 50 课时的数学、82.5 课时的物理、50 课时的有机化学和 8 课时的生物化学选修课。DEUGB 所开设的化学课课时更少。实际上，法国化学教育工作者对 DEUGA 所开设化学课的课时数也不满意，认为这么少的课时，不能满足化学专业的需要。法国大学的口试是由一名主考人主持，并且必须公开进行。其基本程序是，学生从预先准备好的例如 10 份考题中选择 1 份，然后在 20—30 分钟时间内，对考卷中的问题作出回答。口试一般总是与笔试结合在一起进行的。

德国的学生主要参加两次考试，第一次是大学学习 2—3 年后，即第一阶段学习结束后参加学位前考试（Vordiplom），第二次是大学学位课程学习结束后参加学位考试（Hauptdiplom）。Vordiplom 仅对主干课程进行考试，及格者可进入第二阶段学习，即学位学习，不及格则被淘汰。在一些著名大学，淘汰率相当高，被淘汰者可转入其他系再学习或接受职业训练后就业。Hauptdiplom 对 4 门主干课再进行一次集中口试，内容是综合性的，难度较大，获得好成绩不太容易。考试通常由一些教授组织进行，未通过者仅能再参加一次考试。一些大学的考核结果用“通过”或“未通过”来评价，另一些大学则把考试成绩分成了等级。每门科目的口试通常需要 30 分钟，但 Hauptdiplom 的专业科目口试需要 1 个小时，并且要有两位主考人在场。考试全部及格者，可进入论文工作。学生要在 6—11 个月内完成论文，只要指导教授认可，就可获得学位。如学生选择的第四门主干课程是高分子化学，学位毕业论文又从事基础理论研究，他将得到化学家称号，相当于英国的理学硕士。如选修的第四门主干课程是化学工程，并完成化学工艺领域的论文者，则得到工程师称号，相当于化工硕士。实际上，同一个教授可以培养化学、化工两种硕士和博士。

表 8-8 列出了欧洲各国大学的化学专业第一学位（或文凭）的本国文字的名称及缩写，它们大多与中国大学的“学士”学位相当。然而，各国在学位的具体要求上往往有很大的差异。如法国，尽管存在学士（Licence）学位，但它却倾向把硕士（Ma■trise）作为大学的第一学位。要获得硕士学位，学生至少要在 4 个证书上都有满意的成绩，每个证书须在 1 年内取得，它包括每周 3 课时的讲座课、3 课时的问题答疑、20—25 课时为一组的作业和 4 课时的实验操作。其中 3 个证书是学生必须选择的，由主修课所决定，而第四个证书则可自由选择，原则上可以是大学提供的所有证书中的其中一个。法国的化学专业硕士学位实际包括两种，一种是各国都理解的化学硕士学位，另一种是物理化学硕士学位，这是法国所特有的。这里的“物理化学”实际是指“化学物理学”，即分子物理学，这在其他国家一般作为物理学的分支，法国学者却把它归为化学的一个特殊分支，因此在化学硕士学位之外，又设立了物理化学硕士学位。这两种学位所要求的前 3 个证书的课程安排有很大的差异，主要是物理化学硕士学位课程开设更多的物理学课程，如热力学、量子力学等。对于不同的大学，一般必修课程差别不大，但可选修的第四个证书课程则有很大的差别。

意大利大学在学位方面完全不同于其他国家，它没有第一学位与高级学位之分，接受高等教育者只获得一种学位，即 Lau-rea。

据英国化学会的报告，尽管 1988 年以来，全英化学学士学位

表 8-8 欧洲各国大学第一学位(或文凭)

国　　家	学　位　名　称	学位名称缩写
奥地利	Magister rerum naturalium	Mag.rer.nat.
	Diplom Ingeneur	Dipl.lug.
比利时[a]	Licentiaat Scheikunde Wetenschap —	Lic.sc.
	pen/Licenci é enSciencesChimiques	
保加利亚	Diploma	Vi ■ ist.
捷克斯洛伐克	Diploma	ing.
	In ■ en ■ r	Inz.
丹　麦	Candidatus Scientiarum	Cand.scient.
	Candidatus Polytechnisis	Cand.Polyt.
芬　兰	Filosofian Kandidaatti	Fil.kand.
		Dipl.ins.
法　国	Ma ■ trise	/
德　国	Diplom-Chemiker	Pipl.Chem.
希　腊	Ptychion	
匈牙利	Okleveles Vegye ■ z	okl.vegy.
	Okleveles Vegye ■ zm é rn ó k	vegy · mern
爱尔兰	Bachelor of Science	B.Sc.
意大利	Laurea in Chimica	Dott.
	Laurea in Chimica Industrlale	
荷　兰	doctorandus	drs.
	Ingenieur	ir.
挪　威	Candidatus Magisteril	Cand.mag.
波　兰	Magister	Mgr.
	Magister In ■ ynier	Mgr.inz.
葡萄牙	Licenciatura	Dr.
罗马尼亚	Diploma	/
西班牙	Licenciado en Cienclas Qulm ■ cas	Ldo.
	Ingeniero	
瑞　典	Filosofie Kandidatexamen	Fil.kand
	Civilingenj ■ rsexamen	
瑞　士	Diplom Licence	/
土耳其	Lisans diplomasl	/
	M ü hendis diplomasi	
英　国	Bachelor of Science	B.Sc.
南斯拉夫	Diploma	Dipl.kemik.
		Dipl.ing.

a　比利时使用两种语言，表中学位名称分别用佛兰芒语和法语表示获得者人数绝对数量在增加，但它在所有学士学位获得者人数中的比例呈下降趋势，如表 8-9 所示。80 年代以来，英国化学专业

表 8-9 英国 1988—1991 年化学学士学位统计

年份	化学学位获得者	所有学位获得者	化学学位占总学位百分比(%)	化学学位获得者在18岁年龄人中百分比（%）
1988	3134	121321	2.6	0.36
1989	3572	133211	2.7	0.40
1990	3772	158791	2.4	0.45
1991	3853	182367	2.1	0.49

毕业生中，女性所占比例呈上升趋势。1986 年获化学学士学位者中女性为 28.6%，到 1991 年已上升到 35.7%。不过，英国女大学生占大学生总数的比率更高,如 1991 年获学士学位的女大学生占当年获学士学位大学毕业生总数的 44.4%。

2.研究生培养

欧洲各国研究生教育是伴随着大学对科研的重视而发展起来的，这首推德国大学，它在 19 世纪为其他国家树立了榜样。进入 20 世纪后，科学技术愈来愈显示出它对社会和经济发展的决定作用，特别是美国，大力推进研究生教育，使之科技力量迅速增强，经济实力跃居世界第一的事实，促进了欧洲各国对研究生教育的重视。特别是第二次世界大战后，世界各国的竞争集中表现为经济实力的竞争，而它们又决定于科技发展水平的竞争，归根到底是科学技术教育水平的竞争，特别是高级人才培养的竞争。

为此，具有悠久科学传统的欧洲诸国，全力以赴发展研究生教育。

战后，英、法、德等几个发达国家的研究生人数增长速度远高于本科生人数的增长速度。如英国，1939 年全日制研究生和本科生分别为 3021 人和 38508 人，到 1968 年，二者分别增加到 37994 人和 173528 人。1939 年，研究生占大学学生总数的 7.3%，到 1968 年已达 18%。科学技术和经济的发展需要高水平的科学家和工程师，高等学校也需要高水平的师资。在当今欧洲各国，没有博士学位是难以担当教授职务的。更多的大学生把大学第一学位仅看作是进入研究生院的准备，而不是最后一个学位。

20 世纪以来，欧洲各国研究生教育规模不断扩大，培养方式多样化，并不断加以完善，研究生学位形式逐渐走向规范，通常包括硕士、第一博士和高级博士 3 种学位，但不同的国家有所侧重和偏向。下面我们简要介绍一下各种学位研究生的培养。

（1）硕士学位。

在一些国家，如比利时、丹麦、法国、爱尔兰、土耳其、英国、南斯拉夫等，大学生获得第一学位或文凭后，可以继续攻读硕士学位。在比利时，学位名称叫 Spetsialist，这通常是基于课程的一项研究，并往往是与第一学位论文项目相同的研究课题，而且硕士学位和第一学位通常是在同一院校中获得。Spetsialist 一般设置 2 年的全日制课程，但若在读学位期间做助教工作，那他们可能要花费更长的时间才能获得学位。在土耳其，取得第一学位后，至少再用 1 年时间可获得硕士学位或化学工程硕士学位。罗马尼亚有类似的体系，只不过成绩优良的学生是获得一个专业证书而不是一个单独的合格证明。奥地利和波兰的学生直接获得硕士学位而作为他们的第一个大

学合格证明。

法国是一个具有理性传统的国家，法国人认为，他们的教育制度是“笛卡尔主义”的，并引以为自豪。实验和经验的学习方法对法国教育工作者来说没有多大吸引力，这同样表现在研究生培养方面。然而，现代技术教育已成为影响经济发展的重要因素，法国政府为了引导大学发展应用科学，70 年代以来采取了一系列措施。如面对通货膨胀，政府为发展科学技术硕士（M.S.T.）课程提供额外的物力和人力，化学中的 M.S.T.包括材料科学、物理-化学分析方法等专业领域。传统的硕士学习计划每周需 20 课时，而政府要求 M.S.T.每周要有 30 课时，多加的时间基本用于实验室工作。实际上，这已接近法国大学校的化学工程师培养计划了，然而是否能达到大学校毕业生的水平，连法国人自己也表示怀疑。

（2）第一博士学位。

表 8－10 列出了欧洲各国第一博士学位的本国文字名称及缩写和获此学位所需的年限。通常拥有这种学位的人就称为“博士”。但也存在一些例外，如在丹麦、芬兰和挪威，只有卓有成效地从事个人研究许多年，才能获得“博士”称号，实际这相当于下面要谈到的高级博士学位。在意大利，则没有博士学位。在保加利亚、匈牙利和捷克斯洛伐克，相应的学位是科学副博士，它常由科学院来授予，而且可在研究所获得，这与苏联十分相似。

表 8—10 欧洲各国第一博士学位

国　　家	学　位　名　称	学位名称缩写	获学位所需年限[a]
奥地利	Dator rerum naturalium	Dr.rer.nat.	2 — 4
	Doctor technicae	Dr.techn.	
比利时	Doctor in de Wetenscha-ppen(groepscheikunde)	Dr.sc.	3 — 4
	Docteur en Sciences (groupeChimie)		
保加利亚	Kandidat na Khimi-tcheskite Nauki	K.kh.n.	3 — 4
捷克斯洛伐克	Kandiad á t V ě d	/	3
丹　麦	Licentiatus Scientiarum	Lic.scient.	2 — 3
	Licentiatus Technisis	Lic.techn.	
芬　兰	Filosofian Lisensiaatti	Fil.lis	2 — 4
	TekniikanLisensiaat		
德　国	Doctorrerumnauralium	Dr.rer.nat.	3 — 4
希　腊	Didactorikan Diploma	Dr.	2 — 4
匈牙利	Doctor Philosophise	Dr.phil.	2 — 3
	Doctor rerum natoralium	Dr.rer.nat.	
爱尔兰	doctor of Philosophy	Ph.D.	3 — 4
意大利	/	/	
荷　兰	Doctor	Dr.	3 — 6
	Doctor	D r.ir.	
挪　威	Candidatus Realium	Cand.real	2 — 3
		Dr.Ing.	
波　兰	Dokt ó r Nauk Chemicznych	Dr.	3 — 4
葡萄牙	Doutorado	Doutor	无规定年限
罗马尼亚	Doctor in Stunte	Dr.	3 — 4
	DoctorInginer	Dr.ing	
西班牙	Doctoren Ciencias Quimicass	Dr.	2
	Doctor Ingeniero		
瑞　典	Doktorsexamen	Dr.	4
瑞　士	Doktorat Doctorat	Dr.	2 — 4
土耳其	Doktora Diplomasi	Dr.rer.chem	3
		Dr.Ing.Chem.	
英　国	Doctor of Philosophy	Ph.D.	3
南斯拉夫	Doktor Kemijskih Nauka	Dr.	3 — 4
法　国	Docteur du troisi è me cycle	Dr.3 è me cycle	3
	Docteur è s Sciences	Dr. è s Sciences	4

a 指获得大学第一学位后从事全日制学习和研究所需的最短时间。

下页表 8－11 所列的国家，要求研究生在攻读博士学位期间上课并参加考试。

在民主德国，课程是选修性质的。在联邦德国和瑞士，所开课程并不都

要求考试。在英国，只在一些大学实行必修课制，有时还要求考试，但大部分大学并不要求开设课程。按照牛津大学化学系有机化学组前主任鲍德温（Baldwin）教授的评价，英国博士的水平比美国稍微差一点，而大学毕业生的水平则比美国要高，特别是在理论方面[①]。鲍德温教授曾在美国大学任教，他认为，因为英国研究生没有课程要求，3 年研究生工作也考核不严，入学时拿到生活津贴后，就可一直拿到底，不论你工作好坏，因此工作不够卖力，美国则没有这种现象。

英国化学高级学位的获得者长期以来要比其他理科的高级

表 8—11 要求攻读博士学位的学生必须上课的国家

保加利亚	法　国	罗马尼亚
捷克斯洛伐克	匈牙利	西班牙
丹　麦	挪　威	瑞　典
芬　兰	波　兰	南斯拉夫

学位获得者数量多，图 8－4 标出了 1991 年英国数、理、化、生等学科高级学位获得者分别占高级学位总数的百分比。其中，化学高级学位中女性比重增长较快，从 1986 年的 18.1%增加到 1991 年的 25%。

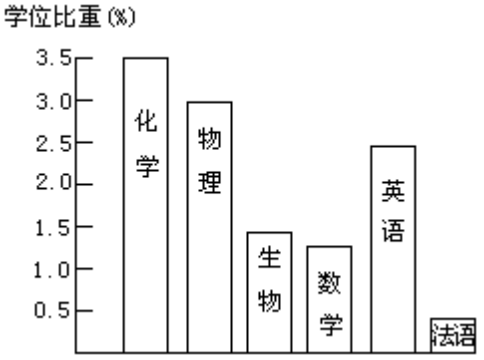


图 8—4 英国各科高级学位获得者占总学位数比重（1991 年）

法国研究生在攻读博士学位的第一年必须先取得高级学业文凭（DEA），它包括研究和课程作业。法国大学的 DEA 的专业化程度很高，在各大学之间差别很大，但都必须获得政府教育部的认可。设有 DEA 学科的大学有相对较大的研究实验室，所设置的课程每年都可能有变化，因为这些课程可能是关于学科发展前沿的专题。研究生在研究实验室作为一名助手工作，他的研究课题可能几年不变，在另一些大学则可能一年里更换几次。法国研究生从事的研究方向，通常在大学学习的第五学年才加以明确，而英国在大学第四学年就已确定，德国大学 30 年代的学生在第三学年就确定了研究方向。从法国化学教育家的观点看，这是因为法国大学相比英国和德国大学，更注重理性主义传统，讲究学者派头，而英国大学则倾向于经验主义传统[①]。法国政府为改变这种倾向，从 1976 年开始，除 DEA 外，又设立了更突出实用特色的所谓

[①] 徐积功：英国大学化学教学的一些情况，化学通报，1979 年第 5 期，第 74 页。

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe，The Chemical Society，Burtington House，London，1976，90.

高级专业文凭（DESS）。法国研究生在获 DEA 后，至少再经过 1 年而大多数需经 2 年的学习与研究，方可获得第一博士学位，即专业博士学位，如有机化学博士学位。然后，获博士学位者，可能在大学或国家科学研究中心谋得终身职位，并可进而准备获取高级博士学位。

博士学位的取得一般要经过写论文并进行公开答辩。我们再看一下德国在这方面的情况。德国研究生阶段学习是直接与工作相联系的。由于德国大学的固定教师编制通常只有教授，讲师由教授聘请，助教由博士研究生或博士后担任，所以，研究生必须完成教授给予的科研任务和教学工作，并可获得教授的资助。博士论文是在完成教授科研工作基础上加以系统化而形成的。他们若有所创造、发现或发明，导师认为已达到博士水平，方能撰写论文。所以，博士研究生的学习年限常是不定的。完成论文初稿后，必须交大学化学系所有教授审阅，并根据他们提出的意见进行补充、修改。只有待教授们都签字同意后，方可向校方提出答辩申请。答辩时，研究生仅有 5 分钟时间报告自己的工作，主要由 5 个不同研究方向的教授提问。研究生必须有广博的知识才能得到好的分数。

实际上，研究生的学位也可以通过非全日制学习和研究来获得，不过它一般要比全日制课程学习多花 1—2 年的时间。如匈牙利和原捷克斯洛伐克的多数研究生采用非全日制学习，不过他们常被准予额外的假期来准备考试。

欧洲各国一般对研究生都提供适当的国家津贴与贷款，但大多数研究生常被雇用做助教，并承担一定的教学任务，从而获得一定的经济收入。英国大部分研究生可获得 3 年的津贴，它或是来自中央政府的科学研究委员会，或是来自工业界。德国政府只给一部分研究生提供津贴。法国教育部 1976 年 9 月决定，从当年 10 月起实行博士研究生科研津贴制度，发给第二学年和第三学年学习者每月 2200 法郎，名额为 1500 个。1976 年的名额学科分配比例是：物理 17%、化学 16%、数学 6%、生命科学 20%，其余为其他学科。

（3）高级博士学位。

在不少欧洲国家中，从事个人的独立研究工作多年并获得研究成果者，就可取得高级博士学位，不过，各国实际情况有所不同。英国称号为“科学博士”、法国为“国家博士”、挪威为“哲学博士”等。有些国家也授予大学教授类似的称号，如德国大学教授在做助教期间，大约用 5 年的时间获得大学授课资格（Ha-bilitation）。本世纪初，法国的国家博士是一个学者一辈子科学工作生活圆满结束的象征，但后来意义发生了改变。法国国家博士也常称为科学博士，它是最优秀的第一博士学位获得者继续工作的结果。攻读科学博士学位者，可得到为期 4 年的生活津贴。这种科学博士学位与大学里作为职衔的科学博士是不同的，后者的授予并不需要以低级学位为基础。

五　教师与教学方法

1.教师

不同国家的高校教师一般都担负有相同的职责，但往往有不同的教师职称称号，表 8－12 列出部分国家高校教师的各种职责和相应的职称。

大学化学教授一般是根据教师的学术资格证明来聘任的，通常并未受过教学方法的专门训练。在有些国家，如英国、匈牙利等，对新任教师组织教学法课程的学习，但往往是出于自愿参加。只有民主德国要求新任教师必须学习这些课程。

在一些国家，如德国、希腊等，讲师在获准授课之前，必须获

表 8—12 部分国家高校教师职称及其职责

国　家	系主任 (负责系里的行政、教学和科研管理)	高级教师 (负责一组教职员工的教学和科研管理)	系长任教师 (负责讲课、实验，并有可能管理研究生)	其他人员 (负责实验、训练和讨论等)
奥地利	教授	教授	教授	教授、助教、教学人员
比利时	教授	教授、讲师	讲师	助教、工作人员
保加利亚	教授	讲师		助教
丹　麦	教授	教授、讲师	讲师	助教
法　国	教授	讲师	讲师、高级助教	助教
联邦德国	教授	教授	讲师	科学工作者
民主德国	教授	讲师	高组助教	助教
爱尔兰	教授	法定讲师	学院讲师	助理讲师、助教
挪　威	教授	讲师	讲师	讲师、助教
土耳其	教授	教授、讲师	讲师	助教
英　国	教授	高级讲师	讲师	实验示范员

得一种特定的资格证明，如德国要求获得 Habilitation，它包括建立一个最初的研究领域，完成一篇第二专业的论文并进行公开答辩，还要当着系考试委员会的面作一次正式演讲和报告等。法国要求系里所有教师都必须有博士学位。事实上，要想担任大学助教之职，必须首先通过国家统一组织的严格的竞争性资格考试，即大学教师学衔考试（Agrégation）。法国大学每年增加的化学教师主要来自巴黎高等师范学校和巴黎理工学校的毕业生，因为实际上只有大学校的毕业生有机会，或者说有能力通过严格的学衔考试。在一些大学和大学校还为学生参加 Agrégation 组织专门的课程学习。

第二次世界大战后，欧洲各国大学十分重视教师参与科学研究活动，使教学与科研相统一，要求大学教授既是教师又是研究人员。如德国大学，19 世纪就已是开展科学研究的重要机构，20 世纪以来这种倾向有增无减，联邦德国的基础科学研究大部分集中在学术性大学中，高

等学校拥有全国近$\frac{1}{3}$的科研人员，大学内普遍设置研究所，既有大学校一级的，也有系一级的。德国大学成为欧洲高等学校体现教学与科研相统一思想

的最好典范。

法、英等国步德国之后尘，加强高校的科研工作，但并不是盲目模仿，而是结合自身的实际情况，形成自己的特点。如法国高校教师的聘任与晋升主要取决于他的科研工作与学位。教授和讲师每周讲课为 3 课时，主要从事科学研究。法国综合大学着重进行基础理论研究，从事发展边缘学科和新兴学科的工作，大学校则主要从事应用科学研究。在 60 年代末，法国高校科研人员约占全国的 19%，在 70 年代中期，高校科研成果占全国的比重为 16%，它虽低于联邦德国（23%），却高于美国（12%）和英国（9%）。

2.教学方法

高等学校化学教学方法形式多样，教学手段不断得到加强，但欧洲各国和各大学之间的教学方法并不完全一致，最普通的教学方法是讲课、讨论和实验。我们在表 8—13 中对各国大学使用这三种方法的情况加以对照。当然，这些数据是对各国大学进行平均统计的结果。从表中可看出，除个别国家外，绝大多数国家的大学化学课都十分重视实验，实验课时占到化学总课时的一半或更多，这代表了世界高等化学教育发展的一个趋势，即把更多的时间用于学生的实验室训练。如英国大学化学系，每周实验课达到 9—15 课时，并且学生可根据自己选定的顺序看实验讲义进行实验，不求一律。实验室除晚上外全天开放，有问题可问教师或实验管理人员。英国大学在实验教学中很重视新技术的应用，尽早使学生接触新的仪器设备。如在第一学年实验中已碰到紫外光谱、红外光谱等，物化实验大量使用高真空技术和其他高级的谱仪。

德国大学化学系也十分重视实验课，实验课时数也占到化学总课时的一半。实验课单独计分，实验课不及格的没有资格参加相应这门课的考试，实验课成绩计入该门课的总分，因此学生对

表 8－13 大学化学教学方法(一)[①]

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe，The Chemical Society，Burtington House，London，1976，316—317.

国　家	讲课占总课时百分比(%)	每次讲课学生人数	讨论占总课时百分比(%)	每次讨论学生人数	实验课占总课时百分比(%)	每个实验小组（由一名助教领导）学生人数
奥地利	35	5-100	15	5-100	50	5-100
比利时	30	10-300	30	10-25	40	20-60
保加利亚	40	不定	a	24	60	12
捷克斯洛伐克	40	不定	10	20-25	50	20
丹　麦	25	50	25	10-15	50	10-15
芬　兰	40	5-200	10	20-30	50	15-20
法　国	40	20-100	20	10-20	40	15
德　国	35	不定	15	20	50	15
希　腊	30	50-300	20	40	50	50-150
匈牙利	40	30-300	15	20-25	45	10-20
爱尔兰	30	75	10	10-15	60	15
意大利	65	5-250[b]	0-10	60	25-35	5-100[b]
荷　兰	50	40-100	c	c	50	8-15
挪　威	35	40-300	20	20-25	45	10-15
波　兰	35	100	30	10-25	35	6 或 12
葡萄牙	35	0-100	15	1-10	50	15
罗马尼亚	40	25-150	15	20-30	45	7-25
西班牙	40	80-100	10	20	50	20-50
瑞　典	35	16	15	16	50	8
瑞　士	40	10-80	20	5-20	40	10-30
土尔其	40	60-130	a	d	60	25-50
英　国	30	50	15	15	55	15

a 包含在实验中。

b 上限数字是官方限定的最大值，一旦超过该数字，这个班就要分为两组。

c 可能在某些大学里有讨论方法。

d 没有可用的资料。

实验很重视。你可以发现，有的学生不去听教授讲课，但没有学生不去做实验。实际上，学生在校年限长短与能否得到一个实验室位置并顺利地通过这些实验环节有关。

从表 8－13 也可看出，各国大学化学教学普遍采用了讨论方法，它成为仅次于课堂讲授和实验的第三大教学方法，参加讨论课学生的人数也只有听课学生人数的一半左右，这就使得化学教学更具灵活性和针对性，真正实现了个别教学，极大提高了教学效果。

课堂讲授依然是各国大学普遍使用的主要化学教学方法，参加的学生人数也较多。如英国大学习惯上大班课，表 8—13 所列“每次讲课学生人数”实际是指化学专业人数，因为除牛津大学外，英国各所大学化学系平均每年招收 30—50 名新生,但大班课还包括外系听讲学生,加在一起约 100 人左右。

牛津大学化学系是英国大学最大的化学系，每年招生 180 名，也采用上大班课的教学方法。

不过，英国大学教学方法最大的特点是它的导师制。这种教学方式最早起源于牛津和剑桥大学，并且成为 16 世纪以来“ 牛津和剑桥的永恒特征 ”[①]。实际上目前实施导师制比较完善和普遍的仍是牛津和剑桥，它们在这一教学方式上所花的教学时间比其他大学都要多 3 倍以上。然而，正是那些实施导师制较弱的学校对加强导师指导的愿望最为迫切。一般每个化学系学生有 3 位导师（无机、有机和物化）。每星期每个学生要和导师碰面一次，每次 1 小时，讨论课程中的问题，一起做习题以及讨论学科领域最近的进展情况等，导师还指导学生看一些参考书，因材施教。每位教师一般要带 6—12 个学生的辅导，但每次讨论学生不超过 6 人。牛津和剑桥大学的辅导课更严格，导师要求学生多发言，谈论自己的想法，若你始终不声不响，那么到学期末可能会被劝说退学，因为导师会认为你不开动脑筋，没有培养前途。实际上，导师制的长处远远超出了纯粹传授知识、培养工作能力这一含义，导师在可能的条件下还要帮助学生解决一些生活问题，特别是由导师监督学生的品行效果比较理想。因此，有人认为，60 年代法国和美国的学生运动很厉害，而英国并不如此，与英国实行比较成功的导师制不无关系。

我们在表 8－14 中对上述三种常用教学方法及个人学习方法在各国各大学的使用程度如何，作了“ 星级 ”划分。其中“ 讲课 ”方式最为普遍，所有国家的所有大学都利用它进行化学教学。26%的国家的所有大学利用“ 讨论 ”方式教学，57%的国家的部分大学利用 “ 讨论 ”方式教学，17%的国家的某些大学利用“ 讨论 ”方式教学，但没有一个国家存在所有大学不利用“ 讨论 ”方式教学的。在实验课中，学生从事自己的实验普遍存在于各国大学之中，而化学课程要求的实验操作处于第二位，课堂教师的实验演示却不太普遍。有些国家的少数大学，学生利用计算机自学，然而，无论是利用计算机还是利用教科书，大学生的自学程度还较低。

在表 8—15 中，对直观的视听方法在各国大学化学教学中使用程度也作了“ 星级 ”划分。就电视、电影、模型、幻灯这四种教学手段来说，使用较普遍的是模型和幻灯，这与它们造价低、使用简便的特点分不开。

表 8—14 大学化学教学方法（二）[①]

[①] R.奥尔德里奇：简明英国教育史，人民教育出版社 1987 年版，第 152 页。

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe，The Chemical Society，Burtington House，London，1976，318—319.

国　家	教室课堂方法		个人学习方法		实验课方法		
	讲课	讨论	PL	CAL	教师演示	上课实验	个人实验
奥地利	***	*	0	0	*	***	*
比利时	***	**	*	0	*	**	*
保加利亚	***	**	*	*	*	*	***
捷克斯洛伐克	***	***	*	*	***	***	***
丹　麦	***	***	*	0	**	**	***
芬　兰	***	**	*	0	**	**	***
法　国	***	**	0	0	*	***	*
联邦德国	***	**	0	0	***	***	***
民主德国	***	***	*	*	*	**	**
希　腊	***	**	0	0	*	***	**
匈牙利	***	***	**	*	*	*	**
爱尔兰	***	**	*	0	*	***	**
意大利	***	*	0	0	*	***	0
荷　兰	***	*	*	0	*	**	***
挪　威	***	**	*	0	*	***	*
波　兰	***	***	0	*	*	***	***
葡萄牙	***	*	0	0	0	***	*
罗马尼亚	***	***	*	*	*	**	***
西班牙	***	**	0	0	**	*	***
瑞　典	***	**	*	*	**	*	***
瑞　士	***	**	*	*	*	*	***
土耳其	***	**	0	0	**	*	***
英　国	***	**	*	*	*	***	***

符号说明：***最常使用（大部分大学）

**经常使用

*不常使用（某些大学）

0 不使用

PL 利用有习题解答的教科书自学

CAL 利用计算机辅助学习

表 8—15 大学化学教学方法（三）[①]

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education inEurope，The Chemical Society，Burtington House，London，1976，320.

国　　家	视听方法			
	电视	电影	模型	幻灯
奥地利	0	0	*	*
比利时	*	*	**	**
保加利亚	***	**	***	
捷克斯洛伐克	*	**	**	**
丹　麦	*	*	**	**
芬　兰	0	**	*	
法　国	0	*	**	*
联邦德国	*	***	***	***
民主德国	*	*	**	***
希　腊	0	*	*	**
匈牙利	*	**	**	***
爱尔兰	**	***	***	***
意大利	0	*	**	*
荷　兰	*	*	**	*
挪　威	0	**	***	*
波　兰	*	*	***	***
葡萄牙	*	**	***	**
罗马尼亚	*	*	***	***
西班牙	0	*	**	**
瑞　典	*	***	***	***
瑞　士	*	*	***	**
土耳其	0	*	**	**
英　国	*	*	*	*

第三节　中等化学教育

中等化学教育是欧洲化学教育家特别关注的领域，或者说，人们更着力于中等化学教育的发展。与 19 世纪相比，20 世纪欧洲中等化学教育要比高等化学教育的变革更加深刻和全面，影响也更大，成为欧洲中等教育发展的一面镜子。

一　中等教育体系

欧洲各国中等教育在 20 世纪初首先是继承了 19 世纪已形成的体制，并逐步改进发展。英国这个时期的中等学校类型主要是传统的公学和文法学校，它们为高等学校提供绝大多数生源，然而它们仍是为上层阶级和其他有产阶级的子弟提供教育的机构，这是由英国传统的教育双轨制决定的。即在小学阶段，不同类型的小学已决定了贫穷家庭的孩子难以进入公学和文法学校，也就失去接受高等教育的机会。后来发展起来的中等教育性质的高等小学（相当于初中或高中一年级水平）和中央学校并不能为高等学校提供生源。第一次世界大战后，中等教育体制有了发展，除公学和文法学校外，建立了供中下阶层子女就读的公立中学和职业中学。

德国 20 世纪初的中学类型主要是文科学校、高级实科中学和实科中学。德国学校制度也是双轨制，这三种类型的中学都是为贵族及上层有产者子女设立的，学生毕业后可直接升入大学学习。有一种中间学校则是为小资产阶层子女服务的。第一次世界大战后，联邦政府依据魏玛宪法对学校进行民主改革，初等国民学校（小学）毕业生通过考试，成绩优秀者进入中学学习。这个时期还创办了突出德意志精神教育的德意志中学。纳粹统治时期，把各种中学简化为文科中学、德意志中学和上层建筑学校，其中德意志中学受到高度重视，成为主要学校。一方面，学校学习年限普遍缩短，另一方面，学校数量也大幅度减少，1935—1939 年，中等学校减少了一半。

法国学校也长期实行双轨制，一轨是：母育学校（2—6 岁）—初等学校（6—11 岁）—初等学校高级班—艺徒学校（或职业学校，或者就业），这是为劳动人民子女设立的；另一轨是：幼儿园—中学预备班—国立中学或市立中学—大学或学院，这是为有产阶级子女设立的。1902 年对中等教育进行了重大改革，规定中学分为两个阶段，第一阶段 4 年，第二阶段 3 年，然而这并未改革双轨制。第一次世界大战后，在各方社会进步力量的不懈努力下，初等教育各种类型的学校改为统一的学校，11 岁小学毕业经过统一的严格考试可以升入中学。1933 年决定中学免费。中学也实行参加国家统一毕业考试方能取得相应证书。

第二次世界大战后，欧洲各国中等教育普遍进行了较大规模的改革，教育体制有了大的变化。英国文法中学分为基础（5 年）和分科（2 年）两个阶段，第二阶段可分为人文组、语文组、数理组或艺术组。现代中学创立于 1945 年，70 年代以来，少数学校增设了“ 第六年级 ”。这种学校由原来的中央学校和高级小学演变而来，水平不及文法中学，但其成绩优秀的二、三年级学生，可转入文法中学或技术中学。在二战前的初级技术学校基础上发展而来的技术中学，其特点是与特定的工业团体或其他职业团体建立了联系。英国曾长期实行“ 11 岁考试制度 ”，即 11 岁初等学校毕业后参加统一的考试，以决定学生升入哪种类型的中学。为实现教育机会均等，英国《1944 年教育法》提出，让所有的人接受中等教育，废除双轨制，并从 1947 年开始试办可免试入学的综合中学，然而直到 1965 年后，中等教育才加快了由双轨制向单轨制的转变，即大力兴办综合中学。综合中学的特点就是将文法中学、技术中学及现代中学或其中的两种学校的课程合并起来，成为一种新的双边或多边学校。它分为五年和七年两种学制。到 80 年代初，综合中学的学生已占全国中学生总数的 80%左右。1968 年创立的中间学校，解决了一部分学习差、程度低的学生的出路，到 1978 年已有 1150 多所。总之，经过二战后近 50

年的发展，英国中等教育形成了如本章图 8－1 所示的体系。

1959 年法国的《教育改革法令》取消了中学入学考试，在中学第一、二学年设指导期，根据学生的能力等进行升学和职业指导。1963 年开始创建新型的第一阶段中学——市立中学，它分为古典、现代和实科三组，其出路各异，指导期也相应扩展到中学第一阶段（即初中）的整个 4 年。后经多次改革，取消了初中第一、二学年的分组。市立中学成为目前法国初中的主要类型。法国的完全中学主要分为国立中学（公立中学或高级中学）、普通中学及综合中学。国立中学主要为高等学校输送人才，普通中学毕业生以直接就业为主，综合中学则是 60 年代为实现教育机会平等而创建的新型综合制学校。

二战后联邦德国废除了中央集权制，实行地方分权的教育管理体制，因此，各州之间在中等教育体系上存在差别。中等教育分为两个阶段，第一阶段大部分州为 5—10 年级，少数州为 7—10 年级，这主要是由于初等教育年限不同造成的，但第二阶段都是 11—13 年级，如本章图 8－3 所示。有一些州把完全中学又分为古典语文中学、现代语文中学和数学自然科学中学，但大部分州趋于建立一种统一的文科中学形式。据统计，在 80 年代中期，到中学第七学年时，升入文科中学的学生占 26.4%，实科中学占 20.6%，初级中学占 45.4%，综合学校占 3%。入学人数最多的是五年制的初级中学，但其在学学生比例有所下降，从 1960 年的 72%，下降到 1970 年的 57.1%，而实科（实用科学）中学、文科中学在学学生的比例则呈上升趋势。现行德国学校制度允许学生在各类学校之间转学，如只要具备一定的条件，可以由初级中学转入实科中学，也可由实科中学转入文科中学。同时为从其他类型的学校接受学生，还设有“ 高级形式 ”的学校，比如高级文科中学、高级实科中学等，另有为使参加职业训练的人取得大学入学资格为目的的夜间文科中学等。

二　教学计划与课程

1.历史回顾

欧洲各国传统的中学在 20 世纪初仍倾向于古典学科的学习,如英国的公学、德国的文科学校、法国的国立中学等。然而，社会的进步，经济的发展，科技的繁荣，迫使这些传统中学也开始增设一些自然学科和社会学科课程，而其他类型的中学这方面的步子迈得更大，如英国的文法学校开设了数学、力学、自然哲学、天文学、测量等新课程，表明其办学方向已倾向于重视实用理论及实际操作技能的培养。1904 年，英国教育委员会公布法令规定，中学要想取得享受教育委员会补助的资金，就必须向 16 岁左右的学生提供德、智、体各方面的普通教育，强调基础课程应具有广泛的学术性质。德国的实科中学，则以学习数学和自然科学为中心，包括讲授必要的化学基础知识。法国的中学实行分科分组教学。如中学第二阶段的教学分 A，B 两部，A 部有三组学生，其中一组是拉丁语和数理科，B 部则仅有一组学生，即以数理科和现代外语为中心课程，不设拉丁语。这个时期，法国中等教育改革的重点之一，就是加强了数理科在中学课程中的地位。

第一次世界大战后，中学普遍开设数理课程已成为欧洲中等教育发展的一大趋势。如英国的公立中学，其课程就侧重于数理学科，职业中学开设的课程以应用科学和数学为主，公学与文法中学继续推行增加数理学科教学课时的计划。德国实科中学的自然科学和数学课时比文科中学已多出一倍半。在纳粹统治时期，德国中学特别加强了德意志学科，甚至开设了德意志化学课程，以此来刺激学生的沙文主义情绪。法国通过对中学统一的严格的毕业考试，使得自然科学科目在课程中的地位不断提高。

在 20 世纪前半个世纪中,欧洲中等化学教育发展的一个重要特点是努力使化学成为中等教育的一门学术性学科，其直接推动力来自高等学校。高等教育的发展要求中学毕业生掌握必要的化学知识，为进一步接受高等教育做准备，特别是打算主修理工农医等专业的学生更应如此。为此，促进了中学化学课程的建设和教材的编写。

第二次世界大战后，欧洲英、法、德等参战国都处于战后经济和教育的恢复发展时期，中等学校已普遍开设了化学课程。如联邦德国实科中学不仅讲授基础知识，而且在高年级还要学习应用化学方面的知识。完全中学（即文科中学）尽管分为古典语文中学、现代语文中学和数学自然科学中学，但它们都开设化学课程，只不过教师讲课的深度与所用课时多少不同而已。由于联邦德国 70 年代规定了国家统一的中学毕业专门考试,使得完全中学的化学课本趋于统一。法国教育部制定有统一的教学大纲，并且要求私立中学也必须采用公立中学的教学大纲。1963 年，市立中学的分组教学主要区别就在各组课程和教学大纲的不同，其中，化学课程在现代和实科两组占有较多的课时。1975 年 7 月，议会通过了《法国学校体制现代化建议》（简称“ 哈比改革 ”），要求对中学的课程设置和教学大纲进行现代化改革。然而，这次改革片面地强调职业教育，削弱了普通文化基础知识的教育，降低了教育质量，包括化学教育在内。随着法国第七教育规划（1976—1980 年）的实施，这种偏向开始得到扭转。英国的各种类型的中学在 70 年代以来都加强了化学教育，特别是占主体的综合中学，面向现代科学技术和社会发展要求，开设包括化学在内的各种现代学科课程。

50 年代以来，欧洲各国中学开设的选修课不断增加，既包括大量实用性

的职业课程，也包括加深基础课学习的学术课程，如为高年级学生开设大学一年级的化学课程供选学。

50 年代以来，欧洲中等化学教育的重要发展集中体现在课程方面。50 年代后期之前，中学化学基本上是描述性的，教科书主要是元素和化合物的事实材料的堆积，并且内容陈旧，没有能用化学理论把它们贯穿起来，缺乏逻辑性和系统性。实验课时少，且主要是简单的验证性实验。50 年代后期以来，各国普遍开始重视化学课程的开发与研究，加强了教科书的理论深度，把部分大学课程下放到中学，提高了化学课程的学习起点。通过化学实验，注重培养学生解决问题的能力，实验内容更新，实验课时增加，实验设施加强。总之，50 年代末到 70 年代末，欧洲中等化学教育改革取得的成就，远远超过了本世纪前 50 年发展的总和。

2.近期综述与展望

我们仍以法、德、英三国为重点，考察一下 70 年代以来欧洲中学化学课程的发展状况。

法国实施的中央集权教育制度，使全国各中学的教学计划、教学大纲趋向统一。化学课程主要在 7 年中等教育的第二阶段，即后 3 年中开设。如本章图 8—2 所示，中学第二阶段开设有长期普通课程，在第一学年（即高中一年级）分为 3 科：A 科（文科）、C 科（理科）和 T 科（工程技术科），但三种都开设化学必修课，它是与物理共同作为一门课来开设的。A 科为每周 3 课时，C，T 科为每周 4 课时。1975 年的“ 哈比改革 ”取消了第一学年的分科制，但化学仍作为必修课，只是课时减少了。不过，在选修课中学生仍可选修化学课。“ 哈比改革 ”前高中二、三年级分为 5 科：A（文学科），B（经济社会科），C（数学、物理、化学科），D（数学、博物学科），E（数学、技术科），其中高中二年级的 5 个科都开化学必修课，高中三年级只有 C，D，E 科开化学必修课。“ 哈比改革 ”之后，高中二年级的课程分化逐渐缓解，各科间课程差别已很小，化学仅作为自然科学必修课程的一部分，且课时很少。高中三年级分科依然明显，化学也划归自然科学课程，主要在 C，D 两科讲授，课时也不多。由此可见，“ 哈比改革 ”削弱了法国中学化学教学。

法国的教科书完全采取由民间出版社自由发行的制度。但根据政府规定，中等学校的教科书，由专门研究人员对出版社编辑出版的教科书进行研究，各学校从那些经过研究确定为适合使用的教科书中进行选择使用。教师在教科书的处理方面有较大的自由。70 年代以来，教师在不同程度上都很重视教科书以外的资料的使用，教科书在教学中所占的比重日趋下降，例如，巴黎的色佛尔国际儿童教育研究所附属学校，在高中逐渐出现不使用教科书的倾向。

联邦德国由各州自己编制制定标准的“ 指导纲要 ”或“ 教学计划书 ”，尽管各州之间在教学内容上常有大的差异，但同一州内由于受“ 指导纲要 ”的约束，包括规定各学校必修课和选修课的课时数、授课目的和内容、使用的教材等，因此教学内容没有原则的差别。就化学课程来说，完全中学从第十学年开始讲授，直到第十三学年，平均每周 1—2 课时。实科中学则把物理、化学、生物归为一门综合理科课程，从第五学年就开始讲授，直到第十学年。初级中学从第五学年开始有化学课程，一直到第九学年，平均每周 1—2 课时。三年制的职业学校每周平均有 1.5 课时的化学课程。各州教育部对教科书实行审核制度。教科书由民间企业编辑发行，而经教育部审定合格的教科

书才给登载目录，各校从这些目录中进行选择使用。在一些综合学校中，不怎么使用教科书，而是组织学生，根据所学课题以讨论为中心开展学习。

英国没有统一的教学计划要求，实际上是由各校校长决定教学计划的制订和实施。由于受 GCE 和 CSE 以及 1988 年后的 GCSE 等外部考试制度的影响，使得各学校的教学计划没有什么大的差别。文法中学从它的第二学年开始开化学课，一直到第五学年，平均每周 3—4 课时。在第六学年只有理科班级继续开设化学课程。公学的教学计划与文法中学大同小异。综合中学重视按学生的能力分别编班教学，教学计划不太统一。它在第四、第五学年广泛开设选修课，包括化学课程在内。现代中学把物理和化学综合为一门课，在第一、第二和第四学年讲授。

80 年代以来，英国中学课程发展的一个趋势是把理科发展成为综合学科。持这种主张的学者认为，中学生只有一部分升入大学，中学理科课程，主要是为大部分不上大学的学生解决将来在工作和生活中的问题，这样，就不必把理科分为物理、化学、生物等几科了，并且，现代科学的发展使分科已不太明显了。实际上，中学头 3 年设综合理科的比较普遍，第四、第五学年分科选修 1—3 科。有些学校只对智力好的学生实行分科选修。当然，也有不同意开设综合理科的意见，因为分科已是现有的制度，改革每科的内容比改革整体内容容易得多，况且综合理科教师的培养也是一大问题。

英国教科书的编辑、出版等完全由民间自由进行，不存在官方对教科书的限制。学校一般由校长和教师商量决定采用何种教科书。英国过去编辑理科教材是从内容出发，对过程不太重视，现在编的新教材主要是从过程出发，先确定过程，再选择适合的内容。这表现在教育思想上的一个重要观点，就是过程比内容更重要，学生怎样学比学什么更重要。英国还实行向学生免费借阅教科书制度。

就整个欧洲国家来说，表 8－16 所列国家的中学中，至少开设 1 年的化学必修课。

表 8-17 介绍了欧洲各国中学化学课程的开设情况。表中，年龄段一栏是指打算在较高水平上学习化学的学生，有些学生可

表 8-16　中学开设 1 年以上化学必修课的国家

奥地利	德国	波兰
比利时	希腊	葡萄牙
保加利亚	匈牙利	罗马尼亚
捷克斯洛伐克	意大利	西班牙
丹麦	荷兰	瑞士
法国	挪威	土耳其

能在这个年龄段并不上化学课。表中关于化学学习所需课时，是指表中所列年龄段期间化学学习的整个时间。实际上，表中所列数据都是平均统计值，因为根据学校类型的不同，以及教学计划的差异，学习年龄段、课时数都会有所不同。从表中可知，欧洲各国中学化学课程课时差别很大，最多可达 530 课时（英国），最少只有 90 课时（意大利）。

80 年代以来，人们已注意到欧洲中学化学教学中存在的一些问题。如欧洲各国之间中等化学教学缺乏交流或交流不充分，使各国化学教育家在一些

化学教育问题上难以取得一致，影响了欧洲化学教育的一体化发展。又如大多数的化学课程只照顾到将来升入大学的学生和对化学感兴趣的学生的需要，而对打算升大学的学生，也只考虑到将来主修理工农医等学科的这部分学生的需要，这具体表现在化学课程理论性太强，加重了学生的学习负担，高度抽象的概念、复杂的逻辑关系使得大部分学生感到学习困难，并使一部分学生对学习化学失去了兴趣，甚至放弃了化学

表 8-17　欧洲各国中学化学课程[①]

国家	学习化学的年龄段	学习化学的总课时	实验课占总化学课时的百分比(%)
奥地利	14-18	160	0-25
比利时	14-18	210	20-50
保加利亚	15-18	350	10
捷克斯洛伐克	13-18	130	20
丹　麦	15-18	200	20
芬　兰	16-18	115	0-15
法　国	16-18	125	30
联邦德国	14-19	a	10
民主德国	12-18	440	10
希　腊	16-18 (有些 14-18)	150	10
匈牙利	13-14，15-17	330	5-10
爱尔兰	15-17	180	40
意大利	16-18	≤ 90	/
荷兰	15-18	480[b]	10-40
挪威	13-18	295	10
波兰	15-18	215	20
葡萄牙	12-18	300	20
罗马尼亚	13-19	475	65
西班牙	15-17	280	20
瑞典	13-18	265	20
土耳其	13-18	330	10
英国	13-18	530	40
南斯拉夫	14-17	380	15-30

a 没有适宜的资料，但至少需 75 课时。

b 其中仅有 80 课时是必须要求的。

的学习。针对这种情况，许多国家都尝试对现行中等化学教学进行改革，如简化教科书内容，调整课程结构，改进教学方法。对学生进行分流教学，例如可以把学生分为未来化学家、未来其他专业领域的科学家、未来工程师、未来医生、未来中等技术人员、未来文人、未来行政官员、未来企业管理人

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe，The Chemical Society，BurtingtonHouse，London,1976，274.

员及普通百姓等，针对不同层次学生的需求，因材施教，使每一层次的学生都能满足对化学知识的需求。同时，处理好化学理论和描述化学这两部分内容之间的比例和关系，注意课程内容的更新，学科间的渗透与交叉，实验课的强化等。近些年来，各国中等化学教育又十分关注“化学与社会”问题，因为愈来愈多关系每个人生活生存的重大全球性问题都与化学相关，如能源、气候、食物、水、环境等。欧洲国家中，英国在这方面走在了前面，编制了一些紧密联系社会和生活的中学化学课程。总之，80 年代以来，无论是中等化学教育本身，还是社会、经济和科技的发展，都不断对化学教学提出新的要求，促使欧洲各国中学化学教学进行改革和发展。

三　考核

考核，是欧洲中等教育的重要组成部分，特别是学校外部实施的考核，对中等教育的发展方向，对教学计划和课程的制订和编制，对教学内容的变化及教科书的编写等都产生了深远的影响。许多国家正是通过考核方式和考核标准的制定来达到对中等教育发展的引导与控制。

欧洲各国中学考核方式形式多样，包括笔试、口试、实际操作考核、综合回答考试和持续评价等。表 8-18 列出了欧洲各国中学化学教学中几种常用考核方式的使用情况。其中笔试和持续评价方式使用的国家最多，综合回答和实际操作考核方式使用的国家最少，一半以上的国家不使用。

各国在具体的考核操作上千差万别。法国教育部通常要任命安排考试的督察员。许多学校成绩评定采用 20 分满分制，而在实行每学年 3 学期的学校，在学年末把学生成绩按 A，B，C，D，E，F 六类加以评价。法国中学毕业证明——业士学位是由教育部颁发

表 8-18　欧洲各国中学化学考核①

考核方式 / 是否使用 / 国家	笔试	口试	实际操作	综合回答	持续评价
奥地利	否	是	否[a]	有时	是
比利时	是	有时	有时	有时	是
保加利亚	是	是	有时	否	是
捷克斯洛伐克	是	是	是	是	是
丹　麦	有时	是	否	否	是
芬　兰	是	是	否	有时	是
法　国	是	有时	有时	否	否
联邦德国	是	有时	否	有时	是
民主德国	是	是	是	否	是
希　腊	是	有时	有时	否	有时
匈牙利	是	是	是	是	是
爱尔兰	是	否	否	否	否
意大利	否	是	否	否	是
荷　兰	是	有时	是	有时	是
挪　威	是	是	是	否	是
波　兰	是	是	否	有时	是
葡萄牙	是	是	否	否	是
罗马尼亚	是	是	否	否	是
西班牙	是	有时	否	有时	是
瑞　典	否	否	否	否	是
瑞　士	是[b]	是[b]	否	否	是
土耳其	否	否	否	否	是
英　国	是	否	有时	是	有时
南斯拉夫	是	是	是	是	是

a 在普通中学只用“口试”方式，但在化学类技术学校笔试、口试和实际操作考核等方式都使用。

b 或者使用笔试方式，或者使用口试方式。

的，只有通过教育部统一组织的国家普通业士学位和技术业士学位考试者才能获此学位。其考试特点是重视文章的表现能力和口试，在笔试中，文科着重作文能力考察，理科着重逻辑能力考察。根据中学分科领域的科目再加上体育，业士学位考试共有 8 个科目，在中学后两学年分别实施。获得业士学位的基本条件是 :8 门科目的考试平均成绩在 10 分以上 ;中学提供的学习‘ 鉴定书 ” 上的成绩都合格。学生参加业士学位考试原则上可任意选择 A，B，C，D，E 中的任一科，但选择哪种科目与进一步接受高等教育专业的选择有关。如未来大学学习化学的学生，就要求有 C，D 或 E 科的业士学位。表 8-19 是法国 1972 年业士学位考试情况，各科平均合格率为 66.2%。

联邦德国中学学科成绩考核多采用六级评定法。中学毕业证书 (Abitur) 考试由各学校组织，但要在州教育部长监督下进行。考试分笔试和口试，它们分别占最后总成绩的 $\frac{2}{3}$ 和 $\frac{1}{3}$。笔试中，语文和数学是必修课，另外再从希腊语、拉丁语、物理、化学等科目中选择两科。口试除上述科目外再加社会科，最后综合笔试和口试两项成绩来决定学生是否可获得 Abitur。显然，获得 Abitur 不一定要通过化学科目的考试。1972 年，在适龄者中获 Abitur 比率最高的是黑森州，为 13.9%，最低是巴伐利亚州，为 8.7%，不过它们都已是 1960 年的两倍。

表 8-19 法国 1972 年业士学位考试情况[①]

学　　科	考试人数	合格人数	合格率 （%）
A(文学)	83800	59404	70.9
B(经济学、社会学)	23856	15494	64.9
C(数学、物理、化学)	39627	26861	67.8
D(数学、博物学)	66258	40371	60.9
E(数学、技术)	8956	5222	58.3

英国中学的评分因学校类别而异，一般多采用五级分制或十级分制。英国在 1917 年开始实行 “ 学校证书 ” 和 “ 高级证书 ” 考试制度，它们是中学毕业证明。1951 年，“ 普通教育证书 ” (TheGen-eralCertificateofEducation，简称 GCE) 考试取代了上述两类考试。这种考试通常以中学毕业生中具有优等能力者的 20%—25%为对象。GCE 考试有两种水平，一种是中学第五学年进行的 O 级 (普通水平，OrdinaryLevel) ，另一种是在第六学年开始学习 2 年后进行的 A 级 (高级水平，AdvancedLevel) 。GCE 考试成绩分为 A，B，C，D，E 五个等级。正如我们在本章第一节已提到的，GCE 考试实际是升入大学的资格考试，一般最低标准是 A 级中的两个科目，O 级中的 3 个科目，共计 5 个以上科目考试合格者才有希望升入大学，有的大学或系还要求进一步增加 A 级的合格科目或另行规定特定科目，如牛津和剑桥大学，还要进行自己的入学考试。1971 年，O 级考试参加者为 25.93 万人，5 科以上合格者为 18.24 万人；A 级考试参加者为 11.63 万人，3 科以上合格者为 5.14 万人。

① 日本文部省：五国普通教育，教育科学出版社 1983 年版，第 130 页。

英国在1958年实行了“中等教育证书”（TheCertificateofSecondaryEducation，简称CSE）考试制度，这是一种以学科为单位的单科毕业考试制度，凡在中学修满5年学业的学生，均可参加这种考试，其考试成绩分为1，2，3，4，5五个等级。GCE把学术内容作为考试重点，CSE则以评价学生实际知识和技能作为考试的主要内容。CSE是中学生参加工作和进入职业教育机构的重要资格依据。其中CSE的最高一等第一级与GCEO级的C级（合格）具有同等的作用。1971年参加CSE考试者约21万人，合格者约20.5万人。

由于GCE与CSE的考试大纲和科目各异，考试成绩实际上无法比较，给用人单位和教育管理部门带来困难。为此，英国从1988年开始，正式启用一种新的考试制度——“中等教育普通证书”（GeneralCertificateofSecondaryEducation,简称GCSE)考试,以取代GCEO水平和CSE两种考试。同年，英国议会通过的《1988年教育改革法》规定，所有公立学校学生，在义务教育结束时，必须参加GCSE考试。

GCSE考试由英国五个地方考试委员会组织实施。同时，英国教育和科学部“中学考试与评价委员会”还公布了《GCSE国家标准》，它分为“总标准”和20个“学科标准”两部分。其中“化学科国家标准”制订了具体的化学考试标准，它包括：

（1）列出了化学课程应达到的基本标准。

（2）规定了化学课程的核心内容，如图8-5所示，设计试卷时，核心内容的分数应占总分的$\frac{2}{3}$。另外，可扩充核心内容和补充一些核心内容之外的知识，如放射化学、地球化学等。

（3）把对化学知识与能力的评价目标分为三个层次：记忆/了解，理解和应用、分析、综合、评价，同时特别强调实验方面的评定。

（4）用分数分配形式将评价目标和知识内容联系在一起，如表8-20所示。

（5）要求考试适应考生水平的差异，完整的笔试应有不同难度的试卷供考生选择，如化学试卷大多包括必答卷（可得基本分数）和选答卷（可得较高分数）两部分。

（6）占总分数20%以上的实验技能考试分两部分，其中一半分数用来测试实验室中的操作和观察实验活动，另一半分数用笔试检查有关实验技能。

（7）GCSE化学考试成绩最后形式是A，B，C，D，E，F，G七个等级，每个等级的评定都是一个综合值，其中特别规定了等级C和F的标准，它们是两个非常关键的等级。获等级C的考生应表现出具有相当的实验技能，能完全达到评价目标中记忆/了解的要求，具有相当的理解、分析、综合的能力。获等级F的考生应表现出具有一定的实验技能,应达到评价目标中记忆/了解的基本要求，具有一定的理解和分析能力。

由上述可知，GCSE的“化学科国家标准”实际起到了全国统一的化学教学大纲的作用，强化了国家对中等化学教育发展的调控。

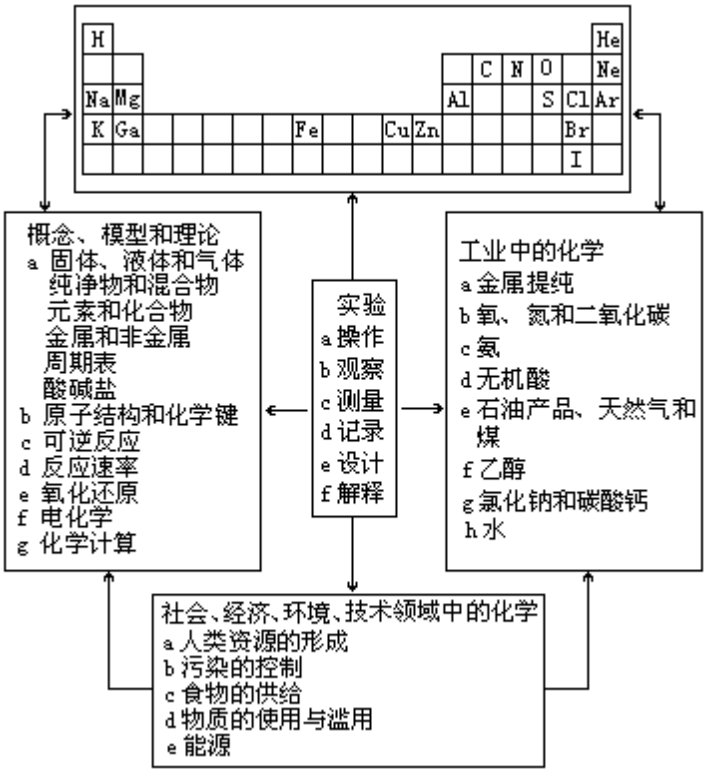


图 8-5　GCSE 化学课程核心内容

表 8-20　GCSE 化学考试分数分配

评价目标 / 内容		实验技能	记忆/了解	理解	应用、分析、综合、评价	分数比例	
实验	元素和化合物					不少于 10%	不少于 30%
	概念、模型和理论					不少于 10%	
	工业中的化学 社会、经济、环境、技术领域中的化学					不少于 10% 不少于 15%	不少于 30 %
	核心内容之外的内容					约 30%	
分数比例		不少于 20%	约为 45%(理解不少于 20%)		不少于 20%		

四　教师

欧洲各国中等化学教育的发展是与它们的师范教育发展紧密联系在一起的。高质量的化学教师队伍，才能保证高水平的化学教育。不同的国家在培养师资方面都有自己的特点。英国师范育是随 1902 年教育法的颁布才开始步入正规发展阶段，除了两年制的师范专科学校，大学也办起了三年制的师范部，1911 年又延长为四年。到 1931 年，大学师范部已发展到 22 所。二战之后，培养中学教师的师范教育机构进一步扩大，它包括教育学院、综合大学教育系、科技教育学院、多科技术学院教育系、人文学科培训中心等。从 1964 年开始，在有条件的教育学院还开设了教育学学士学位课程。在 70 年代，加强了未来教师的教育理论学习与数学实习，并规定从 1974 年 1 月以后，凡从事义务教育的人员必须取得教师许可证书。

德国有重视师范教育的传统。在本世纪 30 年代，德国已基本实现中学教师由四年制的大学培养，四年制的师范学院则专职培养小学教师。师范生必须经过两次专门考试才能获得正式教师资格，第一次是在毕业时进行，第二次是在毕业后经过两年讲习与试教后进行，合格者还需政府的正式任命。60 年代以来，师范生除学习一门将来任课的学科及专业教学法外，还必须学习教学学、社会学、政治学、哲学等基础课程，重视从科学理论上培养教师，并且教师在社会上享有同国家职员一样的荣誉。

法国的教师培养制度比其他国家要复杂得多。中学教师由高等师范学校、普通教育初中教师培养中心、地区教育中心等进行培养。法国实行教师许可证制度，教师职位通过竞争性的征招考试来补充。在大学获学士学位或硕士学位者，可参加两种考试，一种是中学教师能力证书（CAPES）考试，它的准备课程包括教学实践。另一种是学衔考试（Agrégation），它是为公立中学高年级招聘教师。相比 CAPES，学衔考试更倾向于理论水平而不是教学水平，实际上，学衔考试合格者有资格做大学的助教。法国参加教师竞试者与被录用者之间的比率在 70 年代为 6∶1。在 70 年代中期之前的一个时期内，法国曾要求为参加 Agrégation，学生必须准备一种“高级学业文凭”（DES），它要求学生在研究实验室工作一年，最后送交一篇不长的论文。据法国化学教育家评论说，那个时期，法国至少在欧洲范围内拥有最优秀的中学化学教师[①]。但后来参加 Agrégation 不再要求 DES 了，结果，即使是某些一流中学中的化学教师，也可能没有什么研究实验室的经历。

欧洲各国中学化学教师的培养课程主要包括两部分，即专业科目（化学和其他自然科学）和教育理论科目（教育学、心理学、教学法等）及教学实践。一些国家采取这两部分课程同时学习的培养方式，如表 8-21 所示；另一些国家采取相继学习的方式，即首先完成化学等专业课程的学习，再学习教育理论课程，如表 8-22 所示；有些国家这两种培养方式都存在；希腊和意大利则没有为未来的中学化学教师提供正规的教育科目的训练，而波兰则为所有的大学生提供了一些必须接受的教育科目的训练。

表 8—21 化学与教育课程同时学习的国家[①]

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe,The Chemical Society,Burtington House,London,1976，89.

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe，The Chemical Society，Burtington House,London,1976，357—359.

国　家	从高校毕业所需学习年限	毕业后被任命为教师所需年限	教育课程占总课时百分比(%)	毕业高校的一般名字
奥地利	4	0	10	大学
比利时	2	0	50	中等师范学校
	4-5	3-4	5-10	大学
保加利亚	4	a	a	大学
捷克斯洛伐克	5	a	a	大学(师范学院)
联邦德国	4	0	20	大学
民主德国	4	0	25	大学、师范学院
匈牙利	5	0	10-20	大学
荷　兰	6	4	10	大学
波　兰	5	a	a	大学
罗马尼亚	4-5	a	a	大学、师范学院
土耳其	4	0	a	大学、师范学院
英　国	4	0	a	教育学院
南斯拉夫	4-5	2	25	大学

a 没有可用的资料。

表 8—22 化学与教育课程相继学习的国家[①]

国家	获化学专业学习合格证明后继续学习的时间(月)	学习所在学校名字
比利时	10	大学
丹　麦	4 — 5	有经验教师管理的预科学校
芬　兰	12	培训教师的特殊中等学校
法　国	12	地方教师中心、大学、高等师范学校
爱尔兰	24	大学
挪　威	6	教师研究生班
葡萄牙	12	大学
西班牙	24	中心教育学院
瑞　士	6 — 12	大学、教师研究生班
英　国	9	教育学院、大学

不少欧洲国家要求未来准备当化学教师的学生再学习一门以上的其他自然科学的课程，如表 8-23 所示。表 8-24 所列国家的化学师范生在校期间一般有 10 周的学校管理教学实践。

表 8—23 化学师范生的理科课程

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe,The Chemical Society,Burtington House,London,1976，360—361.

国　家	课　程	国　家	课　程
奥地利	物理	荷　兰	物理
保加利亚	物理	挪　威	数学、物理和生物任选两门
捷克斯洛伐克	一门科学课程	葡萄牙	物理、数学和两门选修课
丹　麦	物理	罗马尼亚	物理
芬　兰	数学、物理	西班牙	数学、物理、生物
法　国	物理	瑞　典	1 — 2 门科学课程
联邦德国	一门科学课程	英　国	有的是一门科学课程，有的
民主德国	数学或生物学		是一门包括化学在内的综合
匈牙利	一门科学课程		课程

表 8—24 化学师范生实施 10 周教学实践的国家

保加利亚	民主德国	西班牙
捷克斯洛伐克	匈牙利	瑞　典
丹　麦	荷　兰	瑞　士
芬　兰	波　兰	英　国
法　国	葡萄牙	南斯拉夫
联邦德国	罗马尼亚	

大部分欧洲国家为中学化学教师提供进一步的培训，这种在职培训属于继续教育性质。通常教师们是放下他们的教学任务并领取全额工资来进行在职培训的。然而，各国对在职培训的性质、目的、要求等有很大的不同。有强制性的，也有非强制性的；上课时间从一天到一年长短不等；有全日制形式也有非全日制或夜间学习形式；有些仅出于化学教师知识的更新与新技术的掌握，而有些则会给化学教师带来工资的增加或化学教师得到新的资格证明书。如联邦德国的在职进修由教师自由参加，由于进修没有与提职、提级联系起来，教师对在职进修并不积极。英国参加在职培训的教师约占教师总数的$\frac{1}{3}$，而通过一年的全日制课程学习，最后会获得教育学硕士学位。1989 年 1 月的英国《化学教育》，介绍了威尔士教师进修有 1400 个长期课程和 100 个短期课程。现把欧洲各国化学教师在职培训的概况列于表 8-25 中。

表 8－25　欧洲各国中学化学教师在职培训[①]

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe,The Chemical Society,Burtington House,London,1976,365—366.

国家	强制性的或自愿性的	上课时间	开课频率	若是强制性的教师参加频率	是否会获得资格证明或增加工资
奥地利	自愿	1 周	每年		否
比利时	自愿	1 周	每年		否
保加利亚	强制	1 周	定期	5 年一次	是
捷克斯洛伐克	强制	不定	定期	5 年一次	是
丹　麦	自愿	1 周	每年		否
芬　兰	自愿	2 — 3 天	每年		否
法　国	自愿	不定	不定期		否
联邦德国	自愿	2 — 5 天	每年	是	
民主德国	强制	2 — 3 周	定期	4 年一次	否
希　腊	自愿	1 月	a		是
匈牙利	强制	2 — 3 周	定期	2 — 3 年一次	是
爱尔兰	自愿	不定	每年		否
意大利	自愿	20 天	每年		否
荷　兰	自愿	1 周	每年		否
挪　威	自愿	3 周	不定期		否
波　兰	自愿	1 — 4 周	a		a
葡萄牙	自愿	不定	不定期		否
罗马尼亚	强制	不定	a	至少 5 年一次	是
西班牙	两种	不定	不定期	a	a
瑞　典	两种	不定	每年	每年 5 天	否
瑞　士	自愿	不定	不定期		a
土耳其	强制	最少 2 周	每年	每年一次	否
英　国	自愿	不定	定期		是
南斯拉夫	强制	不定	每年	5 年一次	是

a 没有可用的资料。

欧洲各国中学化学教师进修或培训可由各种机构组织，包括大学、师范院校、教育部、地方政府、教师组织、国家化学会、教育研究机构和地方教师中心等。在职培训的目的可归结为：（1）化学课程的现代化建设（如新理论、新的实验技术）；（2）新课程的传播，学校化学教学的新探讨；（3）为学校担负新的社会职责做准备；（4）教育研究成果的推广；（5）让教师直接参与课程发展和教育研究。

第四节　欧洲化学教育的特点

20 世纪前的欧洲化学教育一直是世界化学教育发展的主体。20 世纪以来，尽管美、俄、日等国的化学教育奋起直追，赶上了欧洲化学教育发展的水平，但欧洲化学教育仍是世界化学教育最重要的组成部分，代表着世界化学教育发展的潮流，表现出自己的特点：

（1）从总体上讲，20 世纪欧洲化学教育发展以 50 年代为界，可划分为前后两个时期。前一个时期是在继承 19 世纪化学教育成就基础上的逐渐发展过程，高等化学教育体系趋于完善，中等化学教育体系趋于规范。但两次世界大战对欧洲化学教育产生了很大的消极作用，严重影响和制约了它的发展规模和速度。50 年代后，特别是 60 年代以来，欧洲化学教育有了质的发展，很多国家出台的教育改革方案使化学教育的体制、形式、范围、课程、教材、考核方式、社会影响等诸方面都达到了空前的水平，取得了空前的成就。

（2）20 世纪 90 年代前，欧洲化学教育基本可归为两种模式，即西欧模式和东欧模式，这主要是由它们的经济基础和政治基础所决定的。西欧模式以英、法、西德等国化学教育为代表，它是建立在市场经济和资本主义制度基础之上的。东欧模式以苏联、匈牙利、东德、保加利亚等国化学教育为代表，它是建立在计划经济和社会主义制度基础之上的。这两种模式基本是在相互独立的背景下发展起来的。西欧模式主张化学教育发展的多元化、自主化、开放性和竞争性，并且受到美国、日本等资本主义国家化学教育发展的影响，特别是美国化学教育的发展，给予西欧模式经常性的激励作用。东欧模式实行化学教育发展的一元化、高度集中统一、国家强有力的干预与控制，它主要是受苏联化学教育发展的影响，甚至可以说是苏联化学教育模式的翻版。这种东欧模式主要影响了当时世界各社会主义国家化学教育的发展，而世界资本主义国家则主要是受西欧模式的影响。就化学教育发展水平和取得的成就来讲，西欧模式要略胜一筹。当然，原因是多方面的，如西欧国家的经济基础要好于东欧国家，教育发展机制更具活力，东欧国家的教育制度则显得过于单调、刻板，国家的干预和控制过多、过严。然而，西欧模式和东欧模式并不都是铁板一块，如法国教育制度具有更多的中央集权倾向，西欧国家也愈来愈重视国家干预的作用，而属于社会主义国家的南斯拉夫，其化学教育发展则具有更多的自主性。

（3）欧洲各国高等化学教育大多可分为三个阶段，第一阶段学习化学基础课和其他基础课；第二阶段学习化学专业基础课和专业课；第三阶段学习化学专业课并从事专业研究。第一、第二阶段相当于中国高校的本科生教育，第三阶段相当于中国高校的研究生教育。欧洲的高等化学教育主要放在大学中进行，其他类型的高校则处于次要地位，不过，东欧国家常常例外，因为它们的“学院”一般与“大学”的地位相同，而研究机构也常负有高等教育的责任。第一阶段学习结束，可获一种学习合格证书；第二阶段学习结束，可获大学第一学位，相当于中国的“理学士”学位。欧洲各国大学学习年限长短不一，西欧各国大学生常不能按规定年限毕业，而东欧各国大学生大多能按时毕业。

（4）欧洲各国大学的第一、第二阶段的学习课程主要是无机、分析、有机、物化四大课程，而在少数国家不再单独开设分析化学课。它们的专业设置口径较大，不作过细的专业划分，注重学科间的交叉与综合。大多数国家

的大学还把“化学工艺”作为一门必修基础课来学习，这也反映出一种理工渗透的趋向。对于非化学基础课，各国普遍重视数学和物理学的学习，几乎都把它们作为必修课列入教学计划。相对来讲，对人文社会科学课程不够重视。当然，欧洲各大学还开设有广泛的选修课程，既有化学的加深课程，也有非化学课程。

（5）本世纪欧洲高等化学教育发展最快的是它的研究生教育，特别是博士生的培养。研究生人数的增长速度远远快于本科生人数的增长速度。但各国在研究生培养方式、要求等方面存在着差别。如研究生培养年限、是否学习课程、博士要求达到的水平等都各有不同。然而，化学专业的博士在当今欧洲各国社会中扮演着重要的角色，具有较高的社会地位和物质待遇，因此，吸引着许多大学生把它作为奋斗目标。

（6）重视科学研究是 20 世纪欧洲高等化学教育发展的一个重要特点。不仅研究生的主要任务是从事科学研究，而且本科生教育也在不断加强科研训练，几乎所有国家的大学，都要求大学生从事初步的科研活动并撰写论文。大学开展科研活动的主要力量是教师。大学化学教师既要从事教学工作，也要参加科研活动、科研成果成为大学教师聘用和晋升的主要依据。大学教师必须把教学与科研统一起来，大学既是教学中心，也是科研中心。

（7）大力加强实验课教学，是本世纪欧洲化学教育发展的一个重要方面。绝大多数国家的大学实验课占到化学课总课时的一半以上；中学实验课则经历了从无到有、从少到多、从简单到复杂、从验证性实验到探索性实验的发展过程。学生在实验方法上也获得了较大的自由，特别是大学生，可自由支配进出实验室的时间，自己设计和完成实验。实验室仪器设施不断完善，从而保证了高水平实验训练项目的设计和实施。

（8）欧洲化学教学方法不断获得丰富和发展。例如讨论方法在各国大学化学教学过程中获得广泛应用，它与传统的课堂讲授相结合，更能达到因材施教的教学目的。而英国大学的导师制收到了较好的教学效果。中学化学教学改变了传统的大班满堂灌的形式主义教学，根据学生的能力、兴趣等进行分组教学、分科教学，在内容选择、讲授方式、教学进度等方面都区别对待，向个别教学方向发展。教师则采取共同讨论、共同备课、取长补短、互通有无的小组教学方式实施教学。中学和大学化学教学，都充分利用电影、电视、幻灯等各种直观教具和电子计算机等现代教学机器进行教学，同时，学生也利用这些手段加强了自学能力。

（9）20 世纪欧洲中等化学教育的对象不断扩大。由 19 世纪继承而来的欧洲教育体制是传统的双轨制，长期以来，只有为高等学校输送人才的传统完全中学才开设化学这门学术性课程，而能够就读于这类学校的是占学龄人口少数的有产阶级子女。二次世界大战后，东欧国家基本消除了双轨教育制度，建立起各国统一的学制；西欧国家在实现“教育机会平等”的口号下，也努力消除双轨制带来的教育机会不平等现象，如建立新型的综合制中学，加强不完全中学基础课程的建设。教育体制改革的结果，使得化学课程进入了更多的中学，更多的学龄孩子接受到化学教育。欧洲半数以上的国家的中学开设一年以上的化学必修课，化学成为中学的主干课程之一。

（10）50 年代之后，欧洲中学化学由一门描述性课程发展成为一门有相当理论深度且结构严谨的课程。这是一个逐步发展的过程。50 年代前，化学争取到了它在中学作为一门学术性课程的地位，但缺乏系统性，没有理论深

度，学生学起来感到十分凌乱。50 年代后，随着科学教育地位的不断提高，加深了对化学课程的学术性要求。同时，20 世纪取得的一些重要化学理论成就经过大学的消化吸收，也开始逐步下放到中学。各国持续不断的中等教育改革也促进了化学课程理论水平的提高。到 70 年代中期，欧洲中学化学课程基本形成现代体系。与课程相对应的化学教科书也经历了大致相同的发展过程，特别国际流行的教育理论对教科书的编写有很大影响，如结构主义教育理论、行为主义教育理论等，都曾表现在教科书的编写结构与体例中。80 年代以来，不少国家的化学教师更加重视利用教科书以外的资料进行教学，教科书反而成了主要的教学参考资料。

（11）欧洲学校化学教育在平时教学过程中，表现出较多的灵活性和多样性，但在毕业考试和学位考试方面却有严格统一的要求，不合格者则被无情淘汰。欧洲许多国家的中学毕业会考，往往也是大学升学资格考试，因此要求十分严格。而一旦进入大学，严格的考试制度将继续淘汰一部分学生，特别是名牌大学，淘汰率更高。同时，西欧国家更多的是利用外部考试而不是直接的教学计划和大纲，来达到对全国教学标准的控制。欧洲各国的考试形式多种多样，除了使用最普遍的笔试外，口试也是广泛使用的一种方式。欧洲国家还特别注重使用持续评价方法，对学生平时的化学学习与进步加以评价，并作为最终评价的一部分。

（12）欧洲国家的化学师范教育要求比较严格。一方面，中等化学教育的发展规模和水平通过市场机制影响师范教育；另一方面，高等化学教育的发展规模和水平制约着师范教育。有些国家是由师范院校来培养中学化学教师，有些国家则是由大学来培养，而有些国家两者兼而有之。但无论哪种情形，大部分国家都实行教师证书制度，只有通过特定的教师资格考核，才能被任命为正式教师。化学师范生除了学习化学和其他理科课程外，还要学习相当数量的教育专业课程。50 年代以来，各国都非常重视中学化学教师的继续教育，以适应不断发展着的社会、科技和教育对化学教师提出的各种新的要求。

（13）80 年代以来，欧洲各国加强了化学教育的一体化发展。它主要通过政府间的计划来实施学生、教师及信息的来往与交流，增进相互了解与沟通，适应世界化学教育发展潮流。实际上，欧洲国家也注意吸收欧洲以外其他国家如美国、日本、苏联等国的化学教育发展的先进经验，以保持欧洲化学教育发展的活力与水平。

20 世纪欧洲化学教育取得了巨大成就，为世界化学教育发展做出了巨大贡献，在世界化学教育领域占有举足轻重的地位。然而，不可否认的是，欧洲化学教育也存在着不少的问题，主要表现在：

（1）“教育机会平等”的口号尽管喊了几十年，但事实上的教育不平等现象依然存在，“贵族”学校依旧，双轨制并未消失，而且，不仅在中等教育中有双轨甚至三轨现象，在高等教育中也出现了双轨现象。实际上，只要阶级差别存在，贫富悬殊现象存在，教育机会不平等现象就难以消除。中等化学教育机会不平等的一个表现在于职业技术学校里的化学教学受到忽视，甚至所谓“纯化学”课也很少是由化学教师来讲授，更多的是由生物、农学、地理甚至经济学教师来讲授[①]。

[①] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe，The Chemical Society，Burtington House，London，1976，

（2）大部分欧洲国家存在经济困难，它们往往通过削减教育经费来作为应付困难的措施，这不仅削弱了化学教学的物质基础，而且也阻止了中学学校教师和学生比例的改进，从而也就减少了中学化学教师职位的数目，化学教师就会出现相对过剩现象。事实上，中学化学教师的地位和待遇存在许多问题，如不适宜的工作条件，最少的提升机会，相对的低收入，不高的社会尊敬感等。欧洲社会对中学教师的这种处境的认识由来已久，大部分学人承认：目前的情况并不令人满意，有时甚至接近危机。然而，其重要性仅仅停留在声明的地步，作出这种声明的人会把他们的担忧延期到下次作出声明。通过问卷调查表明，当让报考大学的学生考虑把化学教师作为一种职业时，87%的学生根本就不会对此作出选择[②]。他们的中学和大学老师也会劝阻他们选择这门职业。

（3）中学化学教师的培养也存在不少问题。在大部分欧洲国家，化学教师是在一种实际的“种族隔离制度”下接受教育的，学术研究领域把他看做是一个半知识分子，而工业界则把他看做是一个无用的“哲学家”。中学化学教师是应在师范院校还是大学接受教育？其化学专业课程与教育专业课程应保持多大的比例？各国化学教育家对此并未达成共识。不过，在过去一个时期里，由于受教育理论的影响，化学师范生确实存在化学专业课训练不足而教育专业课程过多的倾向。80 年代以来，不少国家已试图把化学师范生的化学专业训练提高到化学非师范生的水平，包括接受必要的科研训练。因为他们认为，最好的研究人员往往也是杰出的教师。另外，中学化学教师的继续教育也存在不足，教师的在职进修常常带有一定的随意性，并且，当遇到财政支持问题时，政府往往表现得消极保守，从而未能形成一套行之有效的继续教育体制。

（4）大学中重视科学研究的倾向使得化学教学受到损害。大学教授不愿从事或不专心于本科生教学的现象十分普遍，长期下去，必然会影响到欧洲高等化学教育的发展。如何建立一套真正把教学和科研统一起来的体制是各国努力探索的一个问题。

（5）近些年来，无论是化学专业本科生还是研究生，女性比例愈来愈高。但在欧洲各国，女大学生和女博士生的就业有很大局限性，比男性有更多的困难，对于受市场影响的欧洲高等教育来说，这无疑会制约欧洲高等化学教育的发展。

（6）无论是中学还是大学，“化学教育与社会需要”的关系问题一直没有找到妥善的解决办法。

（7）欧洲各国之间化学教育发展不平衡现象，妨碍了欧洲化学教育一体化进程。

（8）中学教学计划的多元性和灵活性，使得一些中学生未能受到应有的化学教育，而课程的过深过难使一些中学生望而却步。

（9）中学化学课程是单独教学还是与物理、生物等合为一门综合性理科课程进行教学，人们也难以取得一致。

（10）大学化学专业修业年限过松过长，造成大学负担过重。

总之，无论是欧洲化学教育取得的成就，还是存在的问题，我们不可能

39.

[②] P.J.Faraco et al.，Chemical Education in Europe, The Chemical Society,Burtington House，London，1976，41.

在这里一一列举。但是有一点可以肯定，面临世界未来发展的需要以及来自化学教育水平先进的国家的挑战，欧洲化学教育会继续发扬传统优势，克服不足，不断向前发展。

第九章　中国古代化学教育

中国古代包括原始社会、奴隶社会和封建社会三个社会历史阶段，即在1840 年以前统称为古代。在这个漫长的历史过程中有着灿烂的文化，其中诸多科学技术项目领先于世界，包括化学和化学工艺方面的项目。但是，化学教育不是国家正式教育的内容。这是由于一方面中国的统治阶级未认识到也不重视发展科技的重要性；另一方面，化学始终未能分化出来成为一门独立的学科。然而，这不等于没有化学教育。中国古代的化学教育是伴随在早期实用化学的产生与发展的实践过程中；在公元 2 世纪汉武帝时产生了炼丹术，化学教育则进一步结合在炼丹术的发展和传授过程中；战国时代的阴阳五行说作为炼丹术的理论根据，与炼丹术一起属于化学教育的内容。由于社会制度和文化传统等原因，中国古代的化学教育长期处在初级状态，未能跃上一个新的高度。

第一节　原始社会和奴隶社会化学教育

中国的原始社会和奴隶社会是公元前 475 年前的一段历史长河。这一时期的化学教育，是一种以传授与化学有关的生产经验、劳动操作技术以及医药、生活等方面知识为主的社会活动。

一　原始社会化学教育

火的使用，使人类结束了“茹毛饮血”的生活。

“上古之世，民食果蓏蚌哈、腥臊恶臭而伤腹胃……钻燧取火，以化腥臊，而民悦之。”[①]

这种转变正是人类在用火的实践过程中经验得以相传的结果。人们不仅知道这种转变能够减少疾病发生，也懂得了火与有关食物的基本作用。这可以说是人类最早的化学教育活动了。有了火，就使制陶、酿酒和冶炼金属等许多实用化学工艺的发明成为可能，由此，积累了丰富的实践经验，并掌握了初步的实用化学知识。这无疑表明早期实用化学教育的产生及其发展。原始社会实用化学教育是在氏族公社的教育活动中进行的。氏族长老通过耳提面命、口头讲述的方式向后代传授各种生活经验和劳动技术，这种传授通常是在一所大型房屋里进行，这可谓是当时的教学场所，在西安半坡村和宝鸡北首岭文化遗址中都可找到这样的遗迹。这时的教育形式非常简单，教学内容是公开的。所谓“神农耕而作陶”[①]、“制耒耜，教民农作”[②]即指当时的教育活动。到了原始社会后期，手工业逐渐独立，有了专门的作坊，需要熟练的技术和丰富的经验，因此要求进行专门学习。传说五帝时，已有学校，名为“成均”[③]，又有“虞庠”[④]供养担任教职的氏族长老。而且还设有教育的官职，据《尚书·舜典》记载：“帝曰：‘契，百姓不亲，五品不逊，汝作司徒，敬敷五教在宽’。”这些传说虽不可尽信，但也非全无根据，表明这时中国的教育已有了专业化发展的趋势。[⑤]实用化学教育正是在这种客观环境中逐渐成形并不断发展起来的。另一方面，早期实用化学教育活动与原始的自然宗教活动是同时进行的。在氏族长老传授各种生产技艺的同时，巫觋等神道设教人员进行宗教知识的传播。人们崇拜自然（如图腾崇拜），崇拜祖先或英雄（如燧人氏、伏羲氏、神农氏等），对自然现象及其性质以及人和自然的关系进行了初步观察和总结，从而产生了唯物主义思想的萌芽。原始五行说即是这一时期的产物。与此同时，阴阳说的萌芽也已初步形成。阴阳思想的产生传说较早，相传伏羲氏画八卦即创造了阴阳，但阴阳作为哲学概念使用却是在人们从“百物”中抽象出“五材”之后的事。阴和阳是相对的。天为阳，地为阴，天地交感，产生了雷、火、风、泽、水、山，这八种自然物即是自然界一切的总的根源，它们相互交感又产生了其他事物。五行说和阴阳说是从不同角度对自然界物质构成及其相互作用的客观反映，这是中国最早关于物质构成的学说。这种学说也是人类早期生产劳动、工艺技术及其教育发展过程的必然产物。随着人们知识积累逐渐增多，思维能力逐步提高，原始社会末期产生了类似雏形文字的符号图形。如西安半坡出土的陶钟和大汶口文化陶尊上的符号等，都属于这一时期原始的雏形文字。《吕氏春秋·勿

---

① 《韩非子·五蠹》。

① 《太平御览》卷八三三引《周书》。

② 《白虎通·号》。

③ 《礼记·太司乐》疏。

④ 《礼记·王制》。

⑤ 陶愚川：中国教育史比较研究，山东教育出版社 1995 年版，第 7 页。

躬》中“史皇作图”的“图”即是一种象形文字。这说明人类已经从自然的崇拜中萌芽了文字符号，而陶和漆则是这种萌芽得以传播和发展的直接媒体。漆器是在陶器之后发展起来的，《韩非子·十过篇》有：

“尧禅天下，虞舜受之，作为食器……流漆墨其上……舜禅天下而传之于禹，禹作为祭器，墨染其外，朱画其内。”

可见，早期实用化学工艺活动是社会文化及宗教活动的主要内容之一，其教育自当亦然。也正因为如此，原始的生产工具逐步有所改进，社会劳动有了分工，农业、畜牧业和手工业有了较大发展，从而使产品有所剩余，最终导致阶级分化，奴隶社会产生。因此，早期实用工艺化学教育也是促进社会发展的重要因素之一。

二　奴隶社会化学教育

进入奴隶社会后，五行思想受到夏统治者的极大重视。由于夏接受了崇伯鲧“汩陈其五行”[①]招致治水的重大失败和有扈氏“威侮五行”造成国家经济严重破坏的教训，取得了治水平土的胜利，因此，夏把“五行”列为根本大法，并设“职官五正”[②]专门管理水、火、木、金、土等五个部门。这样，五行思想就被法典化、神圣化，成为“是尊是奉”、不可违犯的历史传统。这无疑成为当时教育的主要内容。五行说的基本内容见于《尚书·洪范》：

“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，土爰稼穑。润下作咸，炎上作苦，曲直作酸，从革作辛，稼穑作甘。”

后经箕子、史伯、伯阳甫以及晏婴和史墨等人发展，五行说和阴阳说有所揉合，对于物质的起源、物质间的相互作用等问题有了进一步的说明：

“夫和实生物，同则不继。以他平他谓之和，故能丰长而物生。若以同裨同，尽乃弃矣。故先王以土与金、木、水、火杂，以成百物。”[①]

认为“五材”就是产生“百物”的物质元素，而阴阳则是把“五材”抽象化了的“二气”，并以阴阳五行说来解释大量自然现象，从而构成了中国古代自然哲学的重要组成部分。

与此同时，奴隶社会实用化学工艺也有较大发展。在原始氏族公社发展的基础上，制陶业有了明显进步，工艺技术有所提高，所制陶器质地精美，种类日益繁多；冶炼金属的技术也由开始阶段逐步成熟起来，到了商代，青铜冶炼工艺已达到相当纯熟的程度；其他实用化学工艺如酿造、染色等也都取得了较大进步和发展，这些可以从商周时期兴起的酒文化以及“以五彩彰施于五色，作服”[②]来区分人的身份等级的社会现象中得到充分证明。而与之相应的实用工艺化学教育亦有了明显的发展，主要表现在以下三个方面。

首先，实用化学工艺技术已成为特殊的技艺，并只为少数专业生产者所掌握。这些富有生产经验、擅长特殊技艺的人，把原属于氏族公社共同事业的化学工艺逐渐变成他们个体家庭的专业，并世袭相传。从考古发掘的陶窑遗址来看，先前的公共窑场在奴隶社会大都分散到各自的家前屋后[③]，说明世袭的教育活动已经开始。这一时期家族技艺代代沿袭，“农之子常为农”，“工之子常为工”[④]，以至形成“族有世业”的状况。《周礼·考工记》用“筑氏”、“冶氏”、“凫氏”称呼瓦工，说明家技已发展为族业了。家传化学工艺技术，对于中国奴隶社会化学教育的形成与发展，有着重要的作用。另

---

① 《尚书·洪范》。

② 《左传·宣公四年》。

① 《国语·郑语》。

② 《尚书·益稷篇》。

③ 朱绍候：中国古代史，福建人民出版社 1982 年版，第 32 页。

④ 《管子·小匡》。

外，奴隶社会“学在官府”，知识集中掌握在政府官员手中，他们中间就有掌握实用化学知识的人，因而形成他们的家学，通过官职的世袭，代代相传。商周时期，实用化学工艺基本上是由官府经营的，工匠、技师多为官府的奴隶。因此，这一时期实用化学教育的世袭家传更多地具有官府色彩。

中国商代染色技术，长沙马王堆一号墓出土彩帛，经分析有 36 相色

其次，奴隶社会官府中设置了部分化学工艺技术管理机构和官职。如周代政府中就有各级的“酒官”，同时对制酒的原料、曲、水、用器以及在制酒过程中各阶段的情况、注意事项都有明文规定。再如染色方面，周代有“染人”[①]一职专门掌管染帛，这是当时“六官”[②]中天官下的一个职位；在地官下有掌管染草的职位，管理及时收割和保存染色植物；“钟氏”[③]一官则是专管染羽毛的。还有酿造工艺中的“醢人”[①]，掌管五齐七菹，是管理酿醋的官员等。虽然这些设置与当时的教育机构相距甚远，但在奴隶社会化学工艺技术的传播与发展过程中起到了积极作用。与奴隶社会“学在官府”的教育机制相比，这可以说是“设官教民”[②]的实用化学教育。这是封建社会以前政教合一的一种教育形式，也是实用化学教育的主要形式之一。

再次，化学工艺技术经验有了较为完整的概括和总结。例如在冶金采矿方面，就有通过颜色和光泽进行目力选矿的记载。

“上有慈石者，下有铜金；上有陵石者，下有铅、锡、赤铜……此山之见荣者也。”[③]

在炉前技术方面，有更为详细的描述：

“凡铸金之状，金与锡黑浊之气竭，黄白次之；黄白之气竭，青白次之；青白之气竭，青色次之；然后可铸也。”[④]

在熔铸调剂配比方面，有著名的六齐规则：

“金有六齐，六分其金而锡居一，谓之钟鼎之齐；五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐；四分其金而锡居一，谓之戈戟之齐；三分其金而锡居一，谓之大刃之齐；五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐；金锡半，谓之鉴燧之齐。”[⑤]

这是世界上最早的合金分成规律。此外，其他工艺经验的总结在典籍中亦有记载。如酿酒过程中，要求

---

① 《周礼》。

② 《周礼》。

③ 《考工记》。

① 《周礼·天官》。

② 毛礼锐：中国教育史简编，教育科学出版社 1984 年版，第 319 页。

③ 《管子·地数篇》。

④ 《考工记》。

⑤ 《周礼·考工记》。

“秫稻必齐，曲蘖必时，湛炽必洁，水泉必香，陶器必丧，火齐必得。”[①]

对于酒的“征候”，按“五齐”作了划分，即泛齐、醴齐、盎齐、醒齐和沉齐等。这些经验概括成文献记载不仅对于有关化学工艺技术的广泛传播具有积极作用，同时亦为实用化学教育的发展提供了经验参考和依据。

春秋时期，由于铁制生产工具已经开始广泛使用，大大促进了农业、手工业和商业的发展。打破了王有公田和官有手工业的生产制度，促进了生产，繁荣了经济，提高了社会生产力。封建生产关系在一些发达的国家里相继出现，奴隶制逐渐地走上了解体的道路。随着社会的变革，在教育领域里也引起相应的变化。“学在官府”，“宦学事师”，官守与师传合一的教育制度动摇了，因而出现了“大师挚适齐，亚饭干适楚，三饭缭适蔡，四饭缺适秦，鼓方叔入于河，播■武入于汉”[②]、“天子失官，学在四夷”[③]的现象，形成了中国学校教育制度上的一大变革。至此，夏、商、西周三代实行的学校教育制度已不存在，春秋时见于史籍的学校也只有郑国的‘乡校’”[④]和鲁国的‘泮宫’”[⑤]，代之而起的是私学教育机制。私学以创办者的主导思想制订教学内容，以各家所长立学设教。春秋时期，百家之学已初露端倪，其中，儒、墨、名、法、阴阳、道六家较为突出，也有说九流的，即儒、墨、名、法、阴阳、道、纵横、农、杂。事实上，百家中许多是形成于春秋，发展于战国的。

儒家创始于孔丘（公元前551—前479），以“祖述尧舜，宪章（效法）文武”，崇尚“礼乐”和“仁义”，提倡“忠恕”和不偏不倚的“中庸”之道为主要内容。儒学对于科学知识、工艺技术是排斥、压制的，因此，古代实用化学教育亦受到儒学的限制。但是儒学体系具有一定的自然科学基础，传播中国古代自然哲学观，传授大量实用化学史料，因此在古代实用化学教育发展中，也起过一定促进作用。尤其孔子提出“有教无类”[①]，学术下移，主张“多闻阙疑”，“多见阙殆”[②]，以及“毋意、毋必，毋固、毋我”[③]等，这对于古代实用化学及古代物质观的形成无疑是积极的。

墨家始于墨翟（公元前约480—前420），与“农与工肆之人”联系密切。墨家以墨子本人及其十大主张（即兼爱、非攻、尚贤、尚同、天志、明鬼、节葬、节用、非乐、非命）为中心，同时长于技巧，重视实用科学知识和工艺技能的传授以及实验、观察、操作训练和科学思维方法的培养，对古代自然科学研究及其教育产生很大的影响。墨家与儒家的思想观点针锋相对，在当时并称“显学”，对战国时期学术争鸣活动起了重要推动作用。墨翟之后，“墨离为三”，发展成为后期墨家，战国时期对自然科学建树颇多。在构成物质最小单位的认识上，墨家以“分割物体”的手法提出了“端”的概念。

---

① 《礼记·月令》。

② 《论语·微子》。

③ 《左传·昭公十七年》。

④ 《左传·襄公三十一年》

⑤ 《毛诗·鲁颂·泮水》。

① 《论语·卫灵公》。

② 《论语·为政》。

③ 《论语·子罕》。

认为“非半弗■，则不动，说在端”[4]，“端，是无间也”[5]，是“体之无序而最前者也”[6]。“端”就是无法间隔的构成物体的最基本的不可分割的部分，是物质的最小单位。这些想法和现代的“原子说”、“分子说”有些相似。

道家始于春秋的老子（即老聃，或称李耳），据说曾为孔子的老师。道家的代表作《道德经》是战国时期在稷下学宫讲学的环渊（又称关尹）所编著，其中保存了老子的微言大义和道家的主要思想。战国中期的庄子，继承和发展了老子、关尹的思想，是战国时期道家的代表人物。道家第一次提出了关于“道”的学说，把“道”作为最高的实体范畴，用以说明世界万物产生的根源及其运动变化的规律性。认为“道”是“万物之宗”，世间万物都是从“道”派生出来的。“道”生万物的过程是：

“道生一，一生二，二生三，三生万物。”[①]

这里所说的“一”即元气，是原初的物质，而“道”比原初物质更原始。这一学说在物质本原及其构成问题上为古代实用化学理论的发展提供了依据。然而，道家代表了没落的奴隶主贵族的思想，主张教育纯任自然，“使民无知无欲”，达到“绝学无优”的境地，则是消极的。道家后来分化为二，其一为稷下道家，以唯物主义的“精气”说为主要特征；其二为庄周一派，通过相对主义走向主观唯心论。

除以上三家外，名家是战国时期的又一个学派，其渊源始于春秋的邓析，代表人物是惠施和公孙龙。在物质分割问题上，惠施认为“至小无内，谓之小一”[②]。即最小的，不能再分的物质是无内的，这就是“小一”。这里的“小一”是构成物质的最小单位。物质是不能无限分割的。而公孙龙则认为：

“一尺之棰，日取其半，万世不竭。”[③]说明物质是无限可分的，意味着物质结构具有连续性。法家韩非指出了物质可以分割的原因。因为“凡物之有形者，易裁也，易割也。何以论之？有形则有短长，有短长则有大小。”[④]而阴阳家则发展了早期的阴阳五行学说，创立了五德终始说，并以生克关系对自然界进行了机械说明。综合诸子百家在古代自然观方面的思想，就教育角度而言，对中国古代实用化学理论教育的发生和发展具有积极的意义。

---

[4] 《墨子·经下》。

[5] 《墨子·经说上》。

[6] 《墨子·经下》。

[①] 《道德经》第四二章。

[②] 《庄子·天下》。

[③] 《庄子·天下》。

[④] 《韩非子·解老》。

第二节　封建社会化学教育

公元前 475 年至公元 1840 年，是中国的封建社会时期。这一时期绵延了 2000 多年。春秋时期孕育的封建制的萌芽，到了战国时期迅速成长起来，并最终取代了奴隶制而成为各诸侯国的社会制度。公元前 221 年，秦结束了战国以来封建诸侯割据的局面，在统一六国后建立了中国历史上第一个中央集权国家，把封建社会历史推向了一个新阶段。秦虽然短促，但却是非常重要的时代。修驰道，通水利，统一度量衡和币制是秦发展的重要举措。统一并简化了六国所用的繁杂文字，创用了石刻和木刻，对于化学以及其他科学知识的传播和教育的发展产生积极影响。然而，秦独尊法家，焚书坑儒，以吏为师，禁止私学，致使中国古代科学技术及其教育蒙受了空前摧残。

汉代是中央集权封建制度继续发展的时期，它承袭秦朝的旧制，却接受其灭亡的教训。汉尊儒学，推动了学校教育事业的发展，在学校教育与选举（察举）并行的基础上，确定选拔官吏的标准，适应了封建统治的要求，并在中国封建教育发展中起了一定的规范作用。汉代科学技术方面取得的成就推动了教育的发展，造就了以王充为代表的唯物主义思想家和教育家，他们重视科学方法，重视实验，重视把感情认识提高到理性认识，对于化学教育的发展产生了深刻的影响。魏晋南北朝时期，虽然儒学仍为教育的主要内容，但由于玄学的产生，佛教传入以来的发展以及在炼丹基础上道家儒道双修教育思想的形成，构成了中国教育思想史上继春秋战国之后又一次百家争鸣局面。从而出现了继王充后以嵇康、杨泉为代表的唯物主义元气说，使自然科学的新成果成为探究物质变化的根本的凭依[①]，促进了化学教育的进一步发展。

隋朝统一全国后，由于统治时间较短，虽然兴办学校，却未得到充分发展，但隋废除了九品中正选士制度，推行科举制度。

唐朝是中国封建教育昌盛的时代，以儒学为主，儒道佛并用，发展科举以代替选举，使科举与儒学相结合，同时学校教育在隋的基础上有了很大发展。在教育体制中有了自然科学门类，诸如天文、历算以及与化学有关的医药学等学科正式列入，而且开设了一些实用性质的专科学校，直接进行包括化学工艺在内的教育活动，手工业技术教育也有了明显的发展。唐官营作坊已有了较完备的艺徒制，朝廷设有“掌百工技术之政”的少府监和“掌土木工匠之政”的将作监，两监都有训练艺徒的职责。少府监还订有培训制度，按不同的手工业给予一定的学习和训练时间，工种有明确规定，并设有考试。如：

“钿镂之工，教以四年；东路乐器之工，三年；平漫刀稍之工，二年；矢镞竹漆屈柳之工半焉；冠冕弁帻之工，九月。教作者传家技。四季以令丞试之，岁终以监试之，皆物勒工名。”[②]

还有 9 个月、3 个月、50 天、40 天的短期学习。

宋朝尊崇儒学，特别重视科举与武学，还发展了书院。在历代的基础上，

[①] 肖萐父、李锦全：中国哲学史（上），人民出版社 1983 年版，第 391 页。

[②] 《新唐书·志》卷三十八。

科学技术进一步发展，而且有不少新的贡献，把中国封建社会时期的科技教育推进一步。与化学教育有关的内容有冶金、陶瓷、造纸、炼丹术、医药本草等方面。官营作坊在艺徒训练上重视“法式”，即在总结设计生产技术经验的基础上拟定质量要求与标准，包括一些最基本的技术知识，按照‘名例”、“制度”、“功限”、“科例”、“图样”等教授工徒，以此为标准来考核技艺优劣，促进工艺技术发展。

辽金元时代，由于其黩武政策，对科学技术及其教育的发展起了一定破坏作用，但在“遵用汉法”的旗帜下，对于各民族文化的沟通和交融起到了积极作用。

明清时期，推崇理学，排斥其他思想，对学校教育和科举考试严格控制，使学校教育成为科举的附庸，直接影响了科技教育的发展。然而明朝后期欧洲传教士来华传教，翻译了部分西方科技书籍，介绍西方科学，促动了中国的知识分子，因而出现了以徐光启为代表的西学教育思想[①]，使明末的科技教育有了新的希望。

纵观两千多年封建社会历代教育的目的，在于为巩固帝王的统治服务，为培养忠于皇帝的官吏制定教育方针和政策，这一根本原则经久不变。教育的发展和完善正是在这个前提下进行的。在形式方面，春秋战国时代兴起私学，官学与私学并举，相互补充。隋唐时代教育昌盛，建立起官学的教育体系，详见表 9-1、表 9-2。

表 9-1　唐代官学简表②

[①] 陶愚川：中国教育史比较研究（古代），山东教育出版社 1985 年版，第 379 页。

分　　类	主管部门	名　　称	学　　(业)
中央官学	国子监		
地方官学		国子学	
		大学	
		四门学	
		律学	
		书学	
		算学	
	太常寺		
		太医署	
		太卜署	
		太乐署	
	太仆寺		
	司天台		
	秘书省	小学	
	东宫	崇文馆	
	门下省	弘文馆	
	尚书省(礼部)	崇玄馆	
	内侍省	宫教	
	诸　府	府学	
	诸　州		

表 9-2 唐代官学结构简表[①]

[①] 马忠林等：数学教育史简编，广西教育出版社 1991 年版，第 55 页。

部 门	职称	人数	职称今译	注
国子监	祭酒（从三品）	1	中央大学校长	
	司业（从四品下）	2	副校长	
	函（从六品下）	1	教务长	
	录事（从九品下）	1	主任	
	府	7	一般工作人员	
	史	12	一般工作人员	
	亭长	6	一般工作人员	
	掌固	8	一般工作人员	
国子学	博士（正五品上）	2	教员	
	助教（从六品上）	1	教员	
	学生	300		a
	曲学	4	抄写员	
	庙干	2	清扫员	
太学	博士（从六品上）	3	教员	
	助教（从七品上）	3	教员	
	学生	500		b
西门学	博士（从七品上）	3	教员	
	助被（从八品上）	3	教员	
	学生	500		c
	直讲	4	助理教员	
	文成	20		

续上表

部　门	职　　称	人　数	职称今译	注
律学	博士（从八品下）	1	教员	
	助教（从九品上）	1	教员	
	学生	50		d
书学	博士（从九品下）	2 教员		
	学生	30		e
算学	博士（从九品下）	2 教员		
	学生	30		
广文馆	博士	2 教员		
秘书省				
太乐署				
太仆署	助教	2 教员		
	卜筮生	45 学生		
太医署	药医博士（正八品上）	3 教员		
	助教（从九品下）	1 教员		
	医生	40 学生		
	针博士（从八品下）	1 教员		
	针助教（从九品下）	1 教员		
	针生	20	学生	
	按摩博士（从九品下）	1 教员		
	按摩生	15	学生	
	咒禁博士（从九品下）	1	教员	
	咒禁生	10	学生	
太仆寺	兽医博士	4	教员	
	学生	100	学生	
崇文馆		学士（五品以上）	不定员	教员
	直学士（六品以下）	不定员	教员	
	学生	20		
弘文馆	学士（五品以上）	不定员	教员	
	直学士（六品以下）不定员	教员		
	学生	20		
司天台	天文博士（正八品下）	2	教员	
	漏刻博士	20	教员	
	历博士（从八品上）	1	教员	
	五官礼生	15	宦学生	
	天文观生	90	宦学生	
	天文生	50	宦学生	
	历生	55	宦学生	
	漏生	40	宦学生	
内侍省	宫教博士（从九品下）	2	教员	f

a 收文武官三品以上，国公子孙，二品以上曾孙为生者 14 岁以上，19 岁以下。

b 收文官五品以上及郡县公子孙，从三品曾孙为生者，14 岁以上，19 岁以下。

c 收文武七品以上及侯伯子男子之为生者，若庶人子为俊士者，14—19 岁。

d 收文武八品以上及庶人子为生者，18—25 岁。

e 收文武官八品以下及庶人子为生者，14—19 岁。

f 教习宫人书算众艺。

从表中不难看出，所列各类教学内容除医药本身及其可能涉及的一些化学知识外，仅有少量的科技教育。至宋代，为了巩固和加强中央集权统治，“兴文教，抑武事”，进一步在教育方面采取多种措施，突出的有四项；一是扩大科举录取名额，实行“殿试”，录取“天子门生”，强化效忠天子的官僚亲信队伍；二是大力倡导学而优则仕，宋真宗在他的《劝学诗》中强调“书中自有千钟粟，书中自有黄金屋，书中有女颜如玉，书中车马多如簇”。从而形成一种强有力的导向，影响深远，经久不衰，在知识界根深蒂固；三是以儒为核心，提倡儒佛道融合，从而加强了通过思想、信仰的导向和凝聚作用，达到巩固其统治地位的效果；四是增设书院这种教育机构，成为学术研究和教育活动中心。明代主张“文治天下”大力兴办学校，全国自上布下形成多级学校网。学习儒学理学，以德为本。尽管对儒学理学也有相反意见，但是动摇不了统治者的信念定式。

由于长期封建社会积淀的鄙薄科技的传统观念，视科技为“雕虫小技”、“贱工末技”、“淫巧丧德”等，已经形成一种习惯势力，文人以仕途为荣。这就很难把科技人才的培养，有意识地放在重要地位。中国古代的生产知识、科技知识、实用化学知识的积累、总结、提高和传授，主要是在生产第一线的劳动者中间进行，古代涌现的科学家，主要来自植根于民间的杰出人物，并且通过他们代代相传相教。这是社会需要与个人努力相结合的结果。明代中叶以后，产生了资本主义萌芽，手工业进一步分工并出现了手工业工场，引起商业经济的繁荣。手工业行会数目渐增，行会各有自己的规章制度。对外起保护本行业的作用，对内则是为了训练学徒。宋应星及其名著《天工开物》就是在这样社会环境下产生的典型代表。官方的教育不可能达到这样的效果。因此在漫长的封建社会中，化学教育只能继续处在实用化学教育的早期形式阶段，未能出现大的变化。

实用化学教育大体上贯穿在以下三个方面：

1.各种生产工艺中的化学教育

春秋战国期间，冶铁技术有了很大提高。这种规模较大的手工业，当时有的由官府直接掌管，有的由所谓“豪民”[①]经营。生产者大多是雇工、“佣客”、“铸客”或奴役。技术指导和工艺监督则由“冶帅”来执行。“冶帅”就是这一工艺过程的技术传授者。战国末年这种在生产活动中传授经验和技艺的做法逐渐制度化，形成了师徒制的一种教育方式。到了汉代，实行盐铁专卖，官方设置铁官管理冶铸作坊，并以“尚方”专门执行技术管理，为冶铁技术的传播与发展创造了条件。由于这一时期冶铁业逐步为官府所营，其工艺技术的教育形式即以“设官教民”为主，因而技艺的学习与传授有了较为系统的发展。

与冶铁技术发展相关的炼钢工艺技术也得到发展，其他冶炼工艺，如铜、

[①] 《盐铁论·禁耕篇》。

铅等方面也相应得到改进和提高。

在发展生产的同时，宋、元、明、清各朝代也涌现出不少著作，虽然这些著作还不是教材，但是在记载和传授各种有关化学工艺知识和经验方面，发挥了间接的甚至有时是直接的教育功能。

生熟炼铁炉开炼倭铅开炼水银这些著作主要有：宋沈括著《梦溪笔谈》，宋崔昉著《外丹本草》，元托名苏轼所著《格致粗谈》，明李时珍著《本草纲目》，明宋应星著《天工开物》等。

2.炼丹术中的化学教育

中国的炼丹术早于西方，举世闻名，这是化学史上已经公认的事实[①]。早在公元前的 3—4 世纪的战国时期，已记载有方士求“不死之药”的事情，从秦始皇到汉武帝，都招致方士以求制长生不老药。炼丹术得到盛行。魏晋南北朝时，方士演变为符水治病的道士，以先秦道家老子为始祖。炼丹遂在历代道教各门派的传袭活动中发展起来，造就了许多炼丹家。汉末魏伯阳是一位世界上最早的炼丹术著作《周易参同契》的作者，对炼丹的理论和方法有较系统的阐述。该书历来被尊为仙道祖书，自古以来有许多人学习并为之注释。

魏伯阳之后，最有名的炼丹术代表人物有葛洪、陶弘景。

葛洪，字雅川，自号抱朴子。生于晋武帝太康四年（284 年）卒于东晋哀帝兴宁元年（364 年）。35 岁时完成炼丹著作《抱朴子内篇》和《抱朴子外篇》，前者 20 卷，后者 50 卷。有关炼丹的内容主要在《内篇》。

陶弘景是南北朝时的重要炼丹家，字通明，号华阳隐居，生于宋孝建三年（456 年），卒于梁大同二年（536 年），历经宋齐梁三朝。《南史·本传》说，他“幼得葛洪《神仙传》，便有养生之志。读书破万卷……性好著述，尚奇异……尤阴阳五行……方圆产物、医术本草。”他有关炼丹的著作有《真诰》、《登真隐决》、《养性延命录》等。《名医别录》是陶弘景在医药方面的名著。

唐代是炼丹术的鼎盛时期，由于朝廷的重视，奉道教为国教，炼丹术在帝王和宗教的双重势力结合下，得到进一步发展。这一时期著名的炼丹家有孙思邈、孟诜、陈少微、张果、独孤滔等人。

孙思邈（约 581—682）京兆华原（今陕西）人。

“少时有圣童之号，通百家说，善言老子、庄周”，“于阴阳、推步、医药无不善。孟诜、卢照邻师事之。”[①]

他是一位医药家兼炼丹家。其著述有《太清丹经要诀》、《备急千金要方》30 卷、《千金翼方》30 卷等，许多炼丹著作今已失传。

孙思邈的弟子孟诜（约 621—713）是一位炼丹家兼医药家。据说：

“汝南梁人……至刘纬之家，见赐金，曰，‘此药金也。烧之，火有五色气，’试之验。武后闻不悦……神龙初（705 年）致仕，居伊阳山，治方

[①] Joseph Needham，Science and Civilisation in China，London，Cambridge Uni-versity Press，1974，14.

[①] 《新唐书·隐逸列传》。

药。”[②]

他的著述以医药为主，有《食疗本草》、《补养方》、《必效方》等。

陈少微是位对炼丹颇有贡献的人，著有《大洞炼真宝经修伏灵砂妙诀》和《大洞炼真宝经九还金丹妙诀》，已被《道藏》收集。

张果是与陈少微同时或稍后一些时期的著名的炼丹家，他的生平年岁难考，大约是 7—8 世纪中期人，唐玄宗时召为左右。他著有《神仙得道灵药经》、《丹砂诀》和《玉洞大补丹砂真要诀》等。

独孤滔，生卒年岁不详，大约是 10—11 世纪人，他著有《丹房镜源》是一药物书，为《道藏》所收。

其他难以考究的炼丹家还有许多。值得注意的是，在道教诸丹道流派中，只有以葛洪、陶弘景、孙思邈等人为代表的流派注重博采众长，其丹方往往用药较多，其炼制产物自然也丰富得多。

唐以后，大概由于金丹中毒的原因，炼丹术丹方所用药料成分中，矿物药趋于减少，而动、植物来源的药物则明显增多，从南宋起炼丹术逐渐为世人所弃，而作为制备药物的炼丹活动仍然在民间流传。

从后汉起炼丹是道教的一部分工作，在炼丹术的传授中，有关的化学知识自然也得以学习和继承，传授炼丹术是通过宗教系统来进行的，但是教派总是与社会相联系，加之炼丹与医药相结合，因此以教派系统开展的有关化学知识传授的同时，也扩散到民间。此外，炼丹家们的著作也在社会上起到了传播化学知识的作用。

3.医药学中的化学教育

医药学在中国有着悠久的历史。然而医药学进入教育体制，被列入学制，却是唐代以来的事。医药学分为医疗和药物两部分。药物学更多地与化学相关。因此，古代化学教育的发展往往伴随于或渗透于医药学教育的发展过程之中。

唐代医药学列入学制，太医署负责培养专门的医药人才。在太医署内设医药与教育两个部门，建立了严格的考试制度，形成了完整的教学体制[①]。唐代太医署在医药研究的同时，设立了国家医校，以从事教育活动，而且还建立了一套分科制度，规定各科修业年限、招生人数、教材及必修知识等。严格考试制度，评定学业成绩。唐太医署学生一年内要考 17 次[②]，修业期满后还要参加任官考试。在这样的医药学教育中涉及到一定的化学知识教育。

宋代医疗机构表现出普遍化和大众化的倾向，一方面设翰林医官院进行医药学研究，另一方面设太医局进行医药学教育，同时配设官药局统一成药规格，扩大药材供应。在主持医药学教育的太医局，设提举 1 名，制局 2 名（任正付校长），下分 9 科，每科设教授 1 人，由翰林医官担任。在医药教学的同时，对药物进行研究和系统整理。几经修改过的本草，到宋政和年间（1111—1117 年）医官曹孝忠校正《大观本草》后改名为《政和本草》。其中涉及了大量有关单质、化合物及其加工合成反应和鉴别方法等实用化学知识，而且记述清楚透彻。此外，宋代还设有“校政医书局”，对流传的医书

[②] 《新唐书》卷一九六。

[①] 黄克武：格物与成器，三联书店 1992 年版，第 327 页。

[②] 《唐六典》卷十四，“太医署令”条。

进行校订，并印刷出版。这对当时医药学及其教育有很好的促进作用。

金元时代医药学的主流由官方转向民间。明清时代基本上继续了这一趋势，形成了职官性医药学教育与私学并举的局面。这时医药学的普及面较以往扩大了许多，相应的化学知识也在较大范围传授，从教育的意义看，无疑也扩大了化学教育范围。

第十章　中国近代化学教育

中国古代实用化学虽有其辉煌的历史,但近代化学科学却是在 17 世纪的后期创始于欧洲。19 世纪中期开始输入中国，因此，中国近代化学科学的教学是在鸦片战争以后开始的。这一时期化学教育的沿革可分三期述之。第一期西方近代化学的传入，第二期为洋务运动时期的化学教育，第三期为清末以及 1911 年前后的化学教育。

第一节　西方近代化学的传入

早在明末清初，欧洲耶稣会传教士来华传教，就带来了西方的部分科学技术知识，其中与化学有关的有物质理论、化学工艺以及药物等内容。1633年刊行的《空际格致》一书，是意大利人传教士高一志（AlphonsoVagoroni，1566—1624）编著的，讲解了希腊的四元素学说。与此同时，阿拉伯的汞硫学说也为徐光启等热衷于西学的人有所了解和认识。然而这些理论并未涉及到欧洲近代化学的新内容，更不能为多数国人所接受，因而影响甚微。在此之前利玛窦（MatteoRicci，1551—1610）的《万国舆图》、艾儒略（J.Aleni）的《坤舆图说》和汤若望 JohannesAdamSchollVonBell，1591—1666）的《坤舆格致》等译著则是更多地介绍了工艺技术方面的知识，其中即有许多关于采矿冶金、制造强水等化学工艺的方法。之后，随着欧洲海舶的纷纷抵达，外来的化学药品、医疗药物与日递增，前清赵学敏在《本草纲目拾遗》中有部分收集和较为详细的叙述。

鸦片战争之前，英美等资本主义列强加紧了对中国进行经济、文化和教育的侵略。他们一方面在与广州“十三行”进行贸易通商的基础上，向清政府提出开放宁波、舟山、天津等地为商埠，割让舟山附近岛屿与广州附近地方，并减轻税率等无理要求，同时对中国防御进行试探和侵扰，并擅自在南澳、厦门、福州、宁波、上海、威海卫等口岸测绘地形，搜集有关情报，而且不顾清廷禁令向中国输入了大量鸦片。另一方面，西方传教士亦开始在中国设立学校，培养他们所谓在社会上和教会里有势力的人物，从而展开了对中国的全面进攻。就在这一时期，在他们的商船和炮艇上已经用到了许多化学物品，例如用于灭火器的硫酸、用于焊接的盐酸、鉴别金属用的硝酸以及氢氧吹管等[①]。而随同舰船的医生所应用的许多化学药物则更为常见，当时已通用的碘酒、泻盐、硼酸等业已被带进“夷馆”，并在广东一带有了一些传播和应用。由此中国人得到了一些化学知识，而且当时的少数知识分子也开始接触并认识了西来的化学物质。据清史稿记载，道光十五年（1835 年）的一位进士丁守存通晓“西学”，他会画地图，还会“造地雷火机等器”，曾著有《造化究原》和《新火器说》两书。据袁翰青先生考证，这两部书现都不易找到，亦不知其中记载些什么，但在北京图书馆里藏有一部丁守存著的《编年自记》，该书内容简略，但也可以找到一点当时有关化学的事迹。该书还叙述了他 34 岁那年（1845 年）“四月以洋镪水点药，误伤手目，月余始平复。”[①]这里的“洋镪水”大概是硝酸，也可能是硫酸。可见这一时期作为近代化学的基本物质——无机酸类，在中国已经有人使用了。

1840 年爆发的中英鸦片战争，是中国近代史的开端。自此中国成为半封建半殖民地国家，西方资本主义列强在中国攫取了许多特权，他们不但在广州、上海、天津等通商大埠可以自由居住，甚至自由往来于全国各地，做他们想做的任何事情。中国人与西方人的接触遂日益频繁，通西语（特别是英语）的人亦日益增多，因而从外国人那里看到的新东西多了起来，于是亦丰富了科学技术方面的知识。关于这方面的情形，可以找到许多文献记载，但这种知识传播却不是最重要的。“最重要的，主要在书刊和教育，只有这些，

[①] 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科学技术文献出版社 1986 年版，第 174 页。

[①] 丁守存：编年自记，1883 年木刻本，第 4 页。

才能达到系统的、起显著作用的传播目的。”[②]

1855 年由上海墨海书馆出版的《博物新编》一书，是出现于中国最早的近代科学书籍。在北京图书馆藏有这部书的木刻本，作者是英国人合信（BenjaminHopson，1816—1873），他于 1839 年来到中国，作为一位医生，常常往来于香港和上海之间，还写过一些医书，如《西医略论》、《内科新说》等[①]。

《博物新编》共分三集。第一集讲气象学、物理和化学知识；第二集讲天文知识；第三集讲动物学知识，并附有木刻图。有关化学的部分，讨论了养气（又名生气）、轻气（又名水母气）、淡气、磺强水（又名火硝油）、硝强水（又名水硝油）和盐强水等物的性质和制法，这些物质分别相当于现在的氧气、氢气、氮气、浓硫酸、浓硝酸、浓盐酸等。其中有试验氧气的木刻图（右图）。在有关化学理论的部分讲到：“天下之物，元质五十有六，万类皆由此生。”全书没有西文化学符号。就目前所知，这是中国最早的一部有关近代化学的科学书籍。

由此可见，近代化学在鸦片战争时期业已逐步传入中国。这就为中国近代化学教育提供了外部条件。

[②] 曹元宇：中国化学史话，江苏科技出版社 1979 年版，第 304—305 页。

[①] 谭勤余：中国化学史与化学出版物，学林 1941 年第 8 辑，第 87 页。

第二节　洋务运动时期化学教育

鸦片战争以后，外夷列强挟其炮舰协迫清政府签订了一系列不平等条约。割地赔款、丧权辱国，形势岌岌，不可终日。朝廷部分有识之士认识到，要抵抗外来侵略，非学习西方国家先进的坚船利炮不可，明确提出师“夷长技以制夷”的主张。当时许多封疆大臣也以为欲御侮必须图强，欲图强必须兴军备与讲求国防制造。于是，以曾国藩、左宗棠、李鸿章、沈葆桢等为代表的洋务派，在恭亲王奕诉和军机大臣文祥的支持下，倡导并主持了以学习西方科学技术，引进机器生产为中心内容的“洋务运动”。这一运动自 19 世纪 60 年代开始到 90 年代中期为止，范围非常广泛，其中包括编练新式海陆军，制造枪炮船舰，兴办近代工矿交通企业，设立学堂，派遣留学，等等。这一时期的洋务教育主要有两个方面，即“西文”与“西艺”。所谓“西文”，就是学习外国语文，培养外语人才。为此设立了一部分中国近代最早由国家办理的新学堂。如：京师同文馆（1862 年）、上海广方言馆（1863 年）、广州同文馆（1864 年）、湖北自强学堂（1893 年）等。所谓“西艺”，则是学习西方近代初步的科学技术知识，也包括练洋操，使用和修理洋枪洋炮洋机器等。为此也开设了一些中国近代最早的专业技术学堂和军事学堂。如：上海江南制造局（1865 年）及其附设的机械学堂、福建马尾船政局（1866 年）及其附设的船政学堂、天津水师学堂（1880 年）、广东水师学堂（1887 年）、天津武备学堂（1886 年）、天津电报学堂（1879 年）、上海电报学堂（1882 年），等等。然而，这些学堂既没有统一的学制，也没有形成学校系统，教学内容仍以《四书》、《五经》等“旧学”为基础，在此根底之上学习西方科学技术知识与艺能，其中即包括有化学学科。这种状况一直持续到 19 世纪末。

一　京师同文馆

京师同文馆是洋务派创办的第一所学堂，它也是中国近代第一所新型学堂。1862 年创设，隶属于总理衙门。设馆的目的，是要培养满族翻译人才。初创时专习外国语，只设英文馆。从八旗子弟中选 13—14 岁的幼童 10 人入馆学习，由英籍教士包尔腾（T.S.Burdon）任英文教习，徐澎琳为汉文教习。1863 年添设法文馆和俄文馆。1865 年后，新建的校舍逐步落成，学习的课程也逐步增加。1866 年恭亲王奕诉等奏请增设天文算学馆。规定招收 30 岁以下的满汉举人及五品以下京外官员，聘请外籍人为教习，同时将同文馆的课程大加扩充，并引进了许多自然科学和实用技术学科，从而使同文馆已不是单纯的外国语学堂，而逐步具备了专科学校的性质。这期除了开设外文，还设有算学、天文、物理、化学、万国公法、医学、生理学和世界史地等科，而且有的课程已分化得相当细、相当专门了。

同文馆最初是各馆分立的，没有总辖校务的人员。1869 年美籍教士丁韪良（W.A.P.Martin）出任总教习，相当于校长，管理全馆事务。丁韪良任此职到 1894 年，后由欧礼斐（C.H.Oliver，1857—1937）继任。1871 年，同文馆添设德文馆，1873 年，又设立医学生理学讲座。同文馆规模最大时在馆学生达 120 人。

1867 年，天文算学馆开始招生，所授新课程如下[①]：

化学——同治五年（1866 年），中国海关总税务司赫德（R.Hart）回英，介绍法国人毕利干（M.A.Billeguin，1837—1894）来教化学；

算学——同治七年（1868 年），请李善兰为教习；

万国公法——同治八年（1869 年），请丁韪良讲万国公法；

医学生理——同治十年（1871 年），请德贞（D.Dudgeon）讲医药与生理；

天文——光绪三年（1877 年），添设天文一课，先由美国人海灵敦（Harrington）讲授，后由费礼饬（D.Fritzche）继之；

物理——光绪五年（1879 年），添设格致（即物理学），由欧礼斐讲授。

1872 年，同文馆总教习会同各馆教习，拟订了“八年课程计划”，馆内开始有了统一的课程设置和章程。同文馆肄业的学生，其各项课程，都有次第可循。如果由洋文而涉猎各种学科，共须八年。

首年：认字写字，浅解辞句，讲解浅书。

二年：讲解浅书，练习句法，翻译条子。

三年：讲各国地图，读各国史略，翻译选编。

四年：数理启蒙，代数学，翻译公文。

五年：讲求格物，几何原本，平三角，弧三角，练习译书。

六年：讲求机器，微积分，航海测算，练习译书。

七年：讲求化学，天文测算，万国公法，练习译书。

八年：天文，测算，地理，金石，富国策，练习译书。

以上课程惟汉文熟谙资质聪慧的学生可以取得成就，否则年数虽加亦难有成。对于西语要始终勤习，无或间断；而天文、化学、测地诸学科，欲精其艺必须专门努力钻研，或一年或数年不可限定；至于细目，则宜与各教习

[①] 舒新城：中国近代教育史资料（上册），人民教育出版社 1961 年版，第 124 页。

随时体察，酌量变通。这就是当时的教学大纲[①]。1895 年整顿同文馆时，又重新修订了八年课程计划，学生前三年侧重学习外文，后五年偏重学习科学技术知识。

同文馆还订有考课章程，考试分为月课、季考和岁试。月课每

月初一举行；季考于二月、五月、八月、十一月的初一举行；岁试每年十月举行。月课、季考二日毕事，提调总教习分教习监场；岁试

三日毕事，总理衙门堂官监场。每到三年，举行大考一次，由总理

衙门执行，优者保升官阶，次则记优留馆，劣者除名。

1900 年八国联军侵入北京，学校陷于停顿。1902 年清政府整顿京师大学堂时，将同文馆并入大学堂，结束了 40 年之久的办学历程。

[①] 吴惠龄、李壑：北京高等教育史料（第 1 集）北京师范学院出版社 1992 年版，第 327 页。

二　其他学堂

1865 年（同治四年），曾国藩和李鸿章奏设江南制造局于上海，从事枪炮的制造。该局为训练所需要的人才，于初开办时即附设机械学堂，罗致了一批著名的科技人才，如李善兰、徐寿、华蘅芳等人，教授有关的科学技术知识。化学为当时所授科目之一。

“故江南制造局创立之年，即可视为我国化学教育肇始之时。”[②]

1866 年（同治五年），左宗棠奏请在福州马尾设船政局制造船舰，以江西巡抚沈葆桢总司船政，聘宁波税务司法国人日意格（ProsperGiquel）和退伍军官德克碑（P.A.d ’Aigwebelle）担任正副监督，机器设备全部由法国进口。同时筹办前后两学堂，前学堂学制造，后学堂学驾驶。学习期限 5 年。学习科目有：算法、画法、格致、化学、天文、地质等。1867 年初马尾船政学堂开学，前学堂聘法国人教制造等课，后学堂聘英国人教驾驶等课。学成后分赴英法留学[③]。

1873 年（同治十二年），狄考文扩充山东登州蒙养学堂（教会学校），添办相当于中学程度的“正斋”，使之成为包括中学和小学两级制的学堂，1876 年正式定名为文会馆。其中正帝学习期限为 6 年，教学课程在第五年即有化学一门。1904 年文会馆与英国浸礼会设在青州的广德书院合并，易名广文学堂，迁至潍县，是齐鲁大学的前身。

1874 年（同治十三年），英国驻上海领事麦华陀（Walter Henry Meurg Medhurst）倡议由徐寿创设格致书院[①]，并拟定 15 条章程，申明创立宗旨和筹备事项。院内备有图书、报纸、仪器，并举办讲演和示范实验等。该书院起初经费由中外士商捐筹，为此，组织了一个 8 人董事会，中外各 4 人，即麦华陀、福弼士（F.B.Forbes）、伟烈亚力（AlexanderWylie）、傅兰雅（JohnFryer，1839—1928）、徐寿、徐建寅、唐廷枢、王荣和为创始董事。原拟订的 15 条章程经徐寿修改补充后，又重新拟订了 6 条为格致书院章程。

《章程》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。同时，上书北洋大臣李鸿章和南洋大臣李宗羲，关附列格致书院章程。在得到南北洋大臣支持后，即行觅地起造房屋，终于在 1875 年（光绪元年）落成，1876 年 6 月 22 日（光绪二年闰五月初一）正式开院。1879 年（光绪五年）格致书院正式招生，1880 年 2 月（光绪六年正月）开始授课。

据《格致书院会讲西学课程》规定[②]，开设矿务、电务、测绘、工程、汽机、制造等 6 门课程。可以学全课，也可以学专课，相当于现在工业专科学校或职业学校性质。对于每一学科，都有具体的内容。学生备有书籍，主要进行自学和由学者传授。遇有不懂之处，按期到院询问，还可以到院利用已有的仪器进行试验。当时的一位任课学者栾学谦，曾写过一篇《格致书院教演化学记》[③]，详细地记载了格致书院教学的目的和使用的教科书（主要是《化学鉴原》）、讲解方法以及化学实验的情况等。他既讲解化学知识、又做演

---

② 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科学技术文献出版社 1986 年版，第 236 页。

③ 陈学恂：中国近代教育大事记，上海教育出版社 1981 年版，第 23—24 页。

① 王尔敏：上海格致书院志略，香港中文大学出版社 1980 年版，第 5，8，41，58 页。

② 傅兰雅：格致书院西学课程，上海格致书院刊，光绪二十一（1895）年印。

③ 张子高：三十年前吾国科学教育之一斑，科学，1924，8（4），430。

示化学实验，可谓中国近代化学教学之先导[④]。学生学满一月即进行考试，实行百分制，能考 75 分以上者，发给格致书院证书一张。创办初期，报名者三四十人，后来增至百余人。1911 年（宣统三年），格致书院终于停办。该院原址即为现在上海格致中学。

格致书院从倡议到停办，前后达 40 年之久。就学校教育而言，其授课方式、科目类别、课业安排和成绩考核等具体规定堪称中国近代化学及其他科学教育之先驱。它是中国近代新制教育之滥觞，对国内其他地方创办书院产生较大影响。例如 1874 年（光绪元年）厦门创办博文书院、1884—1889 年（光绪十年至十五年间）宁波创设的格致书院等，都仿效上海格致书院的章程和规模。就科技知识而言，当时中国谋求富强和希望了解并掌握西方先进科学技术的人很多，对格致书院寄予热切希望，使它具有一定的历史地位。在格致书院的创办人当中，徐寿和傅兰雅既是主事人又是主讲授课人，他们最为勤奋，贡献也最大。

徐寿，字雪邨，江苏无锡人。生于嘉庆二十三年（1818 年），卒于光绪十年（1884 年），享年 67 岁。同治初为曾国藩幕僚，后在江南制造局从事化学、工业技术等方面的研究、试制和翻译工作，同治十二年（1873 年）任江南制造局提调。他与傅兰雅一起，创办了翻译馆及格致书院，共同进行翻译和科学技术教育等方面工作长达 17 年，一直到他逝世。他共译书 17 部（105 本，168 卷，2272 幅图），专论 9 篇，校阅书 1 部，共约 287 万字。其中化学 7 部、工艺 6 部、数理 3 部、医学 3 部、兵学 2 部，游记 1 篇、其他 5 篇（部）。所译化学书籍和工艺书籍是主要的。他的《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》以及与其子徐建寅所译的《化学分原》，共八部译著合集称《化学大成》，将当时西方的近代无机化学、有机化学、普通化学、定性分析、定量分析、物理化学部分内容、以及化学实验方法和仪器使用等知识比较系统地介绍到中国，为开展近代化学教育，提供了一批较好的教科书。与此同时，他还在格致书院亲自讲解化学知识，演示化学实验[①]，并与傅兰雅等人共同创办了中国早期专门刊载自然科学的综合性期刊——《格致汇编》，为近代化学以及其他科学知识的传播和发展，献出了他毕生的精力。徐寿是中国近代化学教育的先驱。

傅兰雅，英吉利人，咸丰十一年（1861 年）来华，最初在香港任教。同治二年（1863 年），任京师同文馆英文教习，同治六年（1867 年）入江南制造局，任翻译，历 20 余年之久。在华期间，他参与创设格致书院，创办《格致汇编》，与华人讨论科学，并经营印刷科学出版事业。光绪二十年（1894 年）赴美国，任芝加哥大学东方语文学教授。

洋务运动时期，还有许多施行新式教育的学堂，大都设有化学课程。如光绪六年（1880 年）李鸿章奏准设立的天津水师学堂，学习期五年，所设课程有：英文、地舆图说、算学、驾驶诸法、测量、天象、重学、化学、格致等。这类学堂在当时终归是一些特种学校，因此，化学教育的范围极为有限，加之，洋务教育的主要目的在于培养制造与交涉翻译人才，为抵抗外侮之用，与国家正规教育关系甚少，取士之道仍以八股试贴为主，化学及当时所授的

[④] 王治浩、杨根：格致书院与《格致汇编》，中国科技史料，1984 年，第 2 期。

[①] 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科学技术文献出版社 1986 年版，第 74 页。

其他科学，在教育制度上既无地位，其重要性亦少有人真正了解。因而，所设学校“ 世家子弟皆不屑就，恒招募窭人子，下及舆台贱役之子弟，入充学。”[②]这种情形直至甲午年（1894 年）中日之战以后才开始有所改变。

[②] 皇朝经世文，三编，卷 2 西学附注。

三　化学教科书及教学方法

自创办新式学堂，开设化学课以来，最初多由外籍人讲授，所用化学教科书亦系西方原文版本，起初均由主讲老师用外语讲授或口译讲解。同治六年（1867 年）江南制造局为介绍科学并提供给学堂教学所需要的课本起见，又附设翻译馆，以翻译西方科学书籍。一开始由西方人口译，中国人笔述。光绪六年（1880 年），完成刊刻而行于世的有 98 部，共计 235 册。完成翻译但未刊刻的还有 45 部，共计 142 册。未译全的还有 13 部。在翻译完成的 143 部中，除化学工艺外，有纯粹化学 6 部。当时，在北京、上海、广州等地已有少数书局成立，从事翻译外国书籍的工作，其中也有不少为化学。这一时期印行的化学教科书列于表 10-1。

表 10-1 洋务运动时期化学教科书一览[①]

书　名	原著者	口译者	笔述者	版　本	初版年	卷数
化学指南		毕利干		同文馆本		10
化学阐原		毕利干	承霖王钟祥	同文馆本		15
化学入门		丁韪良		格物入门本	1868	1
化学启蒙		艾约瑟		西学启蒙本		1
化学初阶	韦尔斯	嘉约翰	何了然	博济医局本	1870	2
化学鉴原	韦尔斯	傅兰雅	徐寿	制造局本	1871	6
化学分原	蒲陆山	傅兰雅	徐建寅	制造局本	1872	8
化学鉴原续编	蒲陆山	傅兰雅	徐寿	制造局本	1875	24
化学鉴原补编	蒲陆山	傅兰雅	徐寿	制造局本	1882	6
化学考质	富里西尼乌斯	傅兰雅	徐寿 徐建寅	制造局本	1883	8
化学求数	富里西尼乌斯	傅兰雅	徐寿	制造局本	1883	15
制火药法	利佳孙、华斯得	傅兰雅	丁树棠	制造局本	1871	1
爆药记要	美国水雷局	舒高第	赵元益	制造局本	1880	1
西药大成	来拉、海得兰	傅兰雅	赵元益	制造局本	1870	4
冶金录	阿发满	傅兰雅	赵元益	制造局本	1870	2
回热炉法	各尔曼	傅兰雅	徐寿	制造局本	1877	
硫强水法	士密德	傅兰雅	徐寿	制造局本	1877	
色相留真		傅兰雅	徐寿	制造局本	1877	1
郤水衣全论	大斐斯	傅兰雅	徐寿	制造局本	1877	
造铁全法	非尔奔	傅兰雅	徐寿	制造局本	1877	4
照像略法		傅兰雅	徐寿	制造局本	1881	1
电气镀金略法	华特	傅兰雅	周郇雨	制造局本	1881	1
化学卫生论	真司腾	傅兰雅	琴隐词人	广学会本	1891	4

其中，《化学初阶》和《化学鉴原》都是根据韦尔斯（D.A.Wells）所著、1858 年出版的《PrincipleandApplicationofChem－istry》翻译的。但前者

[①] 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科学技术文献出版社 1986 年版，第 239—240 页。

较简略，卷首有“化学提纲”，全书分 35 章；后者不分章，总计 410 节。《化学鉴原》曾被称为当时化学书中的善本，影响较大。书中叙述了当时化学的基本概念和理论，介绍了化合作用和化学变化以及定比定律、物质不灭定律等，把物质分为元素和化合物两大类，并以当时已知的 64 种元素为线索，介绍了它们重要的化合物。每一元素一般都介绍存在、制法、性质、用途、主要化合物等几个方面。

《化学鉴原续编》和《化学鉴原补编》均译自 C.L.Bloxam《Chemistry Inorganicandorganic wit hExperiments》，分别介绍有机化学和无机化学方面的知识。续编介绍有机物中的染料、木材干馏产品、糖类、动植物碱类、有机酸、植物颜料等，除此以外，还涉及一些化学工业和食品工业。补编主要介绍非金类（即非金属）、养气（氧）、淡气（氮）、轻气（氢）、绿（氯）、炭（碳）、矽（硅）、■（硼）、溴、碘、弗（氟）、硫、硒、燐（磷）、鉀（砷）以及盐类和金类（即金属）。

这些教科书大多译自当时欧洲的化学名著，译文亦甚佳，惟所用名词多为音译，佶屈聱牙，学习不易，而且内容对于初学者略显艰深，所以当时栾学谦记述其在格致书院教授化学时说：

“中国于化学一书，近年以来，已译多种，有志西学者每涉猎及之，惜多浮华，仅知皮毛，不求甚解……余于此学本一知半解，因见书院肄业诸友，多有好此者，故不揣固陋，于今正开院以来，每于星期前一夕教讲化学鉴原数篇。奈书首卷多属化学条段，理颇深奥，听者味同嚼蜡。然习化学不能越此而进，不得不逐段讲解。凡阅数夕，始竟其业，虽学者未能多得旨趣，犹冀此书讲究，再复前卷，而得豁然贯通。”[①]

直至这一时期最后数年，才开始为初学化学者编撰一些较浅近的书本。

这一时期，教授化学的方法与教授四书五经相同。注重个别研习，学生不分科别，亦无等级，教者仅照书“逐段讲解”，间或有一两个示教实验，则视为“非常惊奇之事”。学生实验，尚无其事。1896 年（光绪二十二年），李端棻在其请推广学堂的折内说：

“格致制造诸学，或非试验测绘不能精，或非游历察勘不能确，今之诸馆，未备图器，未遣游历，惟日求之于故纸堆中，终成空谈，无自致用。”[①]

说明中国近代初期化学教育以及其他科学教育的目的虽在于实用，但因教学未得其法，30 多年洋务教育，其效果相当微小。

[①] 栾学谦：格致书院教演化学记，科学，1923 年第 8 期，第 430 页。

[①] 舒新城：中国近代教育史资料（上册），人民教育出版社 1961 年版，第 144 页。

第三节　1911 年前后的化学教育

1894 年（光绪二十年）中日甲午战争，洋务派训练多年的海陆军彻底被击败，所标榜的“ 自强 ”工业完全破产。1895 年签订马关条约，割台湾，赔巨款，国势日蹙，国难日重。这时统治阶级中的一些开明人士以为，欲图自强并非局部改革所能奏效，必须全国变法而后可。而中国衰弱的根本原因在于教育不良、学术落后，所以救亡之道应从改良教育，提倡“ 西学 ”入手。于是开展了革新运动。鉴于以往设施未能收效，从而认识到仅仅训练制造军备及交涉翻译人才，不足以匡济时艰，欲跻国家于富强，除军事外交之外，政治法度以及农工商业皆须讲求，同时对于一般国民之智识，尤须启发。因此推广学校制度，施行新式教育为当务之急。1896 年（光绪二十二年），清政府下令自京师以至各省州县，皆设学校。两年后，京师大学堂成立。各地亦相继设立各级学校，西方教育制度从此引入中国，迄 1905 年（光绪三十一年），科举废止，学校更如雨后春笋，在各地纷纷兴起。前期创办的学馆、堂、校，不仅目的狭隘，无重要教育意味，而且杂乱分离，无一定规章制度。至本期始订立有系统的教育制度，首颁钦定学堂章程，继有奏定学堂章程，1911 年后实行教育改革，颁布“ 壬子癸丑学制 ”，五四运动以后进一步改革学制，实行“ 壬戌学制 ”，虽然屡有修改，但大体继续一贯，相当于现行的学制。

一　维新时期化学教育

维新即戊戌维新，它发生在 1898 年 6 月 11 日至 9 月 21 日，所以也叫百日维新。在此期间，维新派通过光绪皇帝发布了数十条“除旧布新”的改革命令，其中有关教育的有：

（1）改革科举制度：废八股、考试策论；

（2）开办学堂：在北京筹办京师大学堂，以作各省之倡，并下令把各省、府、州、县原有的大小书院，一律改为兼习中西学的高等、中等、小学三级学堂；

（3）兴办实习学堂：设立农学会，开办农务学堂、茶务学堂及蚕桑公院等，并鼓励私人举办各种实习学堂；

（4）设立译书局和编译学堂：提倡翻译西书、培植翻译人才；

（5）奖励著作发明：对有新著作与新发明者，给以奖励，准其专刊售卖，准许自由开设报馆和学会，免税出版书籍报纸；

（6）确定教育宗旨：1898 年 6 月 11 日，光绪帝颁布明定国是上谕，其中规定“以圣贤义理之学植其根本，又须博采西学之切于时务者，实力讲求，以救空疏迂谬之弊……总期化无用为有用，以成通经济变之才。”[①]旨在“中体西用”见诸法令，并成为清政府的教育宗旨。

这一教育改革，由于以慈禧为首的顽固派的反击，随着变法的彻底失败而成为一纸空文。但是对于近代教育发展却留下了深刻的影响，建立学校系统，开办实业学堂、实施义务教育，等等，都成为中国确立近代教育体系的先导。这一时期，许多省份都积极筹办、设置新式学堂，而且大都设有化学一科，但由于顽固势力的抗拒，许多未能完全实行。加之，变法失败后，新政全部被推翻，所以化学教育实际未能真正展开。然而，由于外夷侵略日甚一日，清政府内外交困，危机迫在眉睫，因而不得不承认“兴学育才，实为当今急务”。于是，统治阶级中的官僚开始创办了一些新型公立普通学校。化学即为各校的必修课之一。在湖北、湖南、直隶、山西、陕西、四川、江苏等省，已经把省府县的书院改为学堂（校），课程设置、教学内容均作了新的调整。因此，化学教学得到了一定程度的普及。

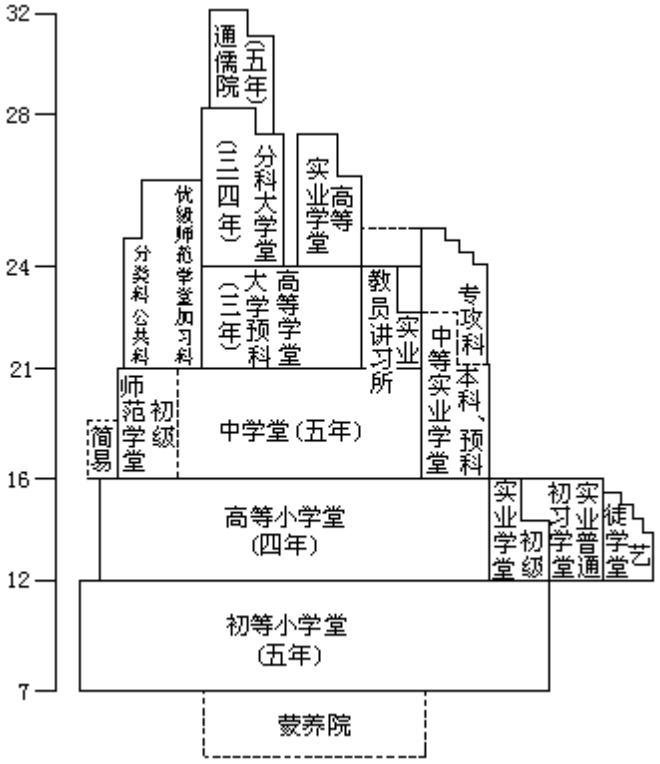
此外，与学校教育相辅，有关化学的报刊杂志亦有所发展。1897 年《通学报》在上海发行，这是一份专门研究外国语的刊物，任独任编辑，初为旬刊，后改月刊。内容有英语与世界语，分化学、物理、历史、地理诸学科，由浅入深，性质相似于函授讲义。6 年后停刊。稍后一些的《亚泉杂志》创刊于 1900 年，是中国人自办科学杂志中最早的一种。该杂志由杜亚泉主编，商务印务馆代印，每期 16 页，约 6000 多字，载论文 6—7 篇，其中一部分是译文，另有“算学问答”、“化学问题”等栏目。全部 10 期，内容分类数目为：总篇数 39 篇，其中化学 23 篇，数学 5 篇，物理 4 篇，其他（博物、火山、养蚕、地震等）7 篇。有的文章过长，就分期连续刊载。如“化学定性分析”一篇，就由第四期起一直到最末第十期（共发行 10 期）才陆续登完。它虽然为一综合性自然科学期刊，但化学内容占近三分之二，凡重要的、篇幅长的也都是化学方面的文章，因此有人认为它是中国第一本化学期刊[①]。

[①] 梁启超：戊戌政变记，中华书局 1954 年版，第 21 页。

[①] 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科学技术文献出版社 1986 年版，第 219 页。

二　“癸卯学制”的化学教育

1902 年清政府颁布《钦定学堂章程》，未及实行，次年又颁布《奏定学堂章程》，史称癸卯学制。这是中国教育史上第一次正式颁布实行的学校系统，见图 10－1。章程规定正规直系教育为[①]：



初等小学堂五年，高等小学堂四年，中学堂五年，高等学堂三年，大学堂三年或四年，通儒院三年或四年。初等小学堂及高等小学堂皆以格致为各年级教授科目之一，格致的教材在高小第二年及第三年规定为化学与物理，化学内容规定为“寻常化学之现象”与“原质及化合物”，教授格致旨在了解动物植物矿物等的形象和性质，并懂得物与物之间的关系，及物与人之间的相对关系，以便适于日用生计及各项实业之用。尤其对于与农业工业相关的动植矿等物要详加解说，以提高学生观察事物和解决问题的能力。中学堂在第五年教授化学，每星期 4 课时。内容规定，先讲无机化学中重要的元素（元质）及其化合物，而后讲解有机化学初步知识及有关实用的重要有机物。其目的在于了解物质的自然现象，并运用变化的法则及与人生的关系，以备他日在农工商实业活动中加以应用。高等学堂以教大学预备科学为宗旨，化学为预备入理工农医科大学所必修的科目，皆在第二年及第三年教授。第二年讲化学总论及无机化学，每星期 3 课时，第三年讲有机化学，每星期 5 课时，其中包括 2 课时的实验。

大学堂分为 8 科，格致科大学有化学门，化学门的规定科目列于表 10－2。

表 10-2　格致科大学化学门科目

[①] 陈青之：中国教育史（下册），商务印书馆 1940 年版，第 588 页。

	科目	每星期钟点		
		第一年	第二年	第三年
主课	无机化学	3	3	0
	有机化学	0	5	0
	分析化学	2	0	0
	应用化学	0	2	2
	理论及物理化学	0	0	3
	化学平衡论	0	0	3
	化学实验	不定	不定	不定
辅课	微分积分	6	0	0
	算学演习	不定	0	0
	物理学	0	3	0
	物理学实习	0	不定	0

学生在第三年末毕业时须提交毕业课艺及自著论说，即相当于现在大学的毕业论文。农科大学的 4 门中，有农艺化学，工科大学的 9 门中有应用化学，其主课科目列于表 10－3。格致科及工科大学的其余各学门，以及其余各科大学亦有专门化学课程，如制药化学、检验化学、卫生化学、生理化学、农艺化学、发酵化学、森林化学等。这一时期所制订的学制内，各级学校皆授化学。化学专

表 10－3　工科大学应用化学门之主课科目

主 课 科 目	每星期钟点		
	第一年	第二年	第三年
无机化学	2	0	0
有机化学	2	0	0
化学史	1	0	0
制造化学	2	9	0
冶金学	2	2	9
冶金制器学	0	0	2
矿物学及矿物识别	1	0	0
化学分析实验	18	7	0
计划及制图	8	6	6
电气化学	0	1	0
工业分析实验	0	6	0
制造化学实验	0	2	13
试金术及试金化学	0	0	2
实事演习	0	不定	不定

门科应设的化学课程亦有规定，而且科目之多，与现在大学化学或化工系前 3 年应修的化学科目所差无几。大学堂以上的通儒院相当于现在的研究生院。可见当时教育制度已臻完备。

这一时期的化学教科书以及其他化学书籍渐多，大致罗列于表 10－4。

表 10-4　清末出版的化学书编

书　　名	著　作　人	出版处	出版年代	册数
化学新编	李天相等译	南京汇文书院	光绪二十二年	1 册
实用分析术	[日]山下胁人著 虞和钦等译	科学仪器馆	光绪二十八年	3 册
化学探原	[美]那尔德著 范震亚译	会文学社	光绪二十八年	1 册
(最新中学教科书)化学	谢洪资译	商务印书馆	光绪二十九年	1 册
(最新)化学理论	[日]中谷平四郎著 钟观光等译	科学仪器馆	光绪二十九年 (科学丛书)	
(最新)化学问题例解	[日]三泽力太郎著 李家铨译	昌明公司	光绪三十年	l 册
改良化学新书	徐有成译	启文社	光绪三十年	l 册
(中等)最新化学教科书	[日]吉田彦六郎著 何熵时译	清国留学生会馆	光绪三十年	l 册
(初等小学)化学教科书	孙海环编	新学会社	光绪三十年	1 册
(弘文理化专科讲义) 化学矿物编	[日]樱井寅之助著 杨国璋译	日本东京留学生会馆	光绪三十年	1 册
普通实验化学	钱亨颐编	清国留学生会馆	光绪三十年	1 册
(中学)化学新教科书	[日]吉田彦六郎著 杜亚泉译	商务印书馆	光绪三十一年	1 册
(最新)无机化学	瑞典新常富讲习 观枢等编	山西大学堂	光绪三十一年	2 册
无机化学	萧湘译	时中书局	光绪三十一年	1 册
(最新)化学讲义	[日]池田清著 史浩然译	文明书局	光绪三十一年	3 册
(师范教科丛编)化学	[日]三泽力太郎讲 黄乾元译	湖北官书局	光绪三十一年	1 册
(最新实验)化学教科书	[日]高松丰吉著 张修爵等译	启新书局	光绪三十一年	1 册
(最便记忆)化学方程式	王焕文著	南昌普益书局	光绪三十一年	1 册
中学化学教科书	[日]小滕雄次郎著 余主父译	湖南作民译社	光绪三十一年	1 册

续上表

书　　名	著 作 人	出版处	出版年代	册数
化学问题例解	[日]三泽力太郎著 于本枢译	日本黔学会	光绪三十一年	l 册
(新编)化学教科书	黄昌骥编	昌明公司	光绪三十二年	l 册
(中学)化学教科书	[日]龟高德平编著 虞和钦译	文明书局	光绪三十二年	1 册
(初等)化学教科书	张景衣编	文明书局	光绪三十二年	1 册
化学讲义	薛鳌龙译	时中书局	光绪三十二年	1 册
一日之化学界	[日]山田文太郎著 经亨颐译	新学会社	光绪三十二年	1 册
最新化学教科书	沈景贤译	点石斋	光绪三十二年	2 册
(中等教育)工业化学	[日]近藤会次郎著 敏智斋主人译述	广智书局	光绪三十二年	1 册
蒙学化学教科书	赵印编	文明书局	光绪三十二年	1 册
简易化学教科书	顾澄编	文明书局	光绪三十二年	1 册
质学课本	[英]伊那楞水孙著 曾宗巩译	学部图书局	光绪三十二年	5 册
化学(江苏师范第十编)	[日]中村为邦讲 江苏师范生述	江苏学务处	光绪三十二年	1 册
(中等教育)化学	[日]大幸勇吉著 林国光译	广智书局	光绪三十二年	1 册
无机化学	任■编纂	清国留学生 会馆	光绪三十二年	1 册
最新化学教科书	[日]大幸勇吉著 王季烈译	文明书局	光绪三十二年	2 册
(初等师范教科书)化学	严保诚著	商务印书馆	光绪三十三年	1 册
中等化学教科书	吉水曾贞编	日本中国留 学生会馆	光绪三十三年	2 册
化学提纲	科学仪器馆编辑部	科学仪器馆	光绪三十三年	1 册
(理论实验)化学教科书	黄郛编	开明书店	光绪三十三年	1 册
最新化学必读	杨镜秋编	科学书局	光绪三十三年 1 册	
(普通科学速成法)化学	张桐瑞编	科学书局	光绪三十三年	1 册
化学(学生参考丛书)	[日]加纳清三著 胡朝阳译	新学会社	光绪三十三年	1 册
普通化学教科书	[日]原田等著	文明书局	光绪三十三年	1 册
近世化学教科书	[日]池田菊苗著 虞和寅译	科学仪器馆	光绪三十三年	1 册
(最新)化学理论解说	[日]池田清著 吴传绂译	中国图书公 司	光绪三十三年	1 册
最新化学必读	杨镜秋编	科学书局	光绪三十三年	1 册
新撰化学教科书	[日]吉田彦六郎 钟衡藏译	商务印书馆	光绪三十四年	1 册

书　　名	著作人	出版处	出版年代	册数
实验化学教科书	杜就田编	商务印书馆	光绪三十四年	1册
中等化学	薛凤昌编	宏文馆	光绪三十四年	1册
无机化学粹	[日]山田董纂 余贞敏译	宏文馆	光绪三十四年	1册
无机化学讲义	[日]藤木理著 范迪吉　张观光译	均益图书公司	光绪三十四年	1册
有机化学讲义	[日]藤木理著 范迪吉　张观光译	均益图书公司	光绪三十四年	1册
化学计算法	[日]近藤清次郎著 尤金镛译	翰墨林书局	光绪三十四年	1册
化学方程式	[日]藤井乡三郎著 尤金镛译	翰墨林书局	光绪三十四年	1册
分析化学原理	[德]亚斯特著 莱兴仁译	万有学报社	光绪三十四年	1册
化学公式	科学书局编译所	科学书局	宣统元年	1册
最新化学教科书	[日]龟高德平著 陈家烁译	群益书局	宣统元年	1册
无机化学讲义完璧	徐亚伯著	科学书局	宣统元年	2册
定性分析化学	谢佑生编	群益书社	宣统二年	1册
(理化教科书)化学	吴传绂编	中国图书公司	宣统二年	1册
(新撰实验)定性分析化学	顾树森译	商务印书馆	宣统三年	1册
汉译(麦费孙罕迭生)化学	屠坤华译	商务印书馆	宣统三年	1册
最新实验化学教科书	彭树滋　张修爵编	挹记图书馆	宣统三年	1册
最新实验化学	[美]马福生等著 馀姚史青译	科学会社	宣统三年	1册

三　1911 年后的化学教育

1911 年爆发的辛亥革命，推翻了清朝政府的统治。1912 年元旦，在南京建立了以孙中山为首的“ 中华民国临时政府 ”。1 月 9 日“ 教育部 ”成立，蔡元培首任教育总长，接着颁发《普通教育暂行办法》教育法令。“ 办法 ”共分 14 条，其要点有：（1）初等小学可以男女同校；（2）各种教科书务必合于“ 民国宗旨 ”，“ 清学部 ”颁行的教科书，一律禁用；（3）小学读经科一律废止；（4）废止旧时奖励出身；（5）旧时学堂一律改称学校，监督、堂长一律改称校长；（6）中学为普通教育，文实不分科。与这个法令同时颁行的还有《普通教育暂行课程标准》，共 11 条。其中规定了中、小学的课程内容及教学计划，对旧教育的内容进行了改革。同年 9 月公布新的教育宗旨，“ 注重道德教育，以实利教育、军、国、民教育辅之，更以美感教育完成其道德。 ”这是一个以注重公民道德为主的教育宗旨，从此废除了造就封建奴才的以“ 忠君 ”、“ 尊孔 ”为核心的封建教育宗旨。与此同时公布了教育会议决定的学校系统，称为“ 壬子学制 ”，次年加以修订，合并为“ 壬子癸丑学制 ”。

“ 壬子癸丑学制 ”（见下页图 10－2）的整个学程为 18 年，分三段四级、三个系统。第一段是初等教育，分为两级，初等小学 4 年，高等小学 3 年，共 7 年；第二段是中等教育，只设一级，共 4 年；第三段是高等教育，也是一级，但分预科和本科，预科 3 年，本科除法科和医科中的药学门为 3 年外，其他文、理、商、农、医、工等科均为 4 年，共 6—7 年。此外下设蒙养院，上设大学院，均不限年限。除了由小学、中学、大学组成的学校系统外，还有师范教育和实业教育两个系统。师范教育系统，分中级师范学校和高级师范学校两级。中师预科 1 年，本科 4 年。高师预科 1 年，专修科 2—3 年，本科 3 年，研究科 1 年或 2 年。实业教育系统，分初级乙种实业学校和中级甲种实业学校两级。此外还设有补习科、专修科及小学教员讲习所，都是各系统的学校特设或附设的学科。

1912 年 9 月—10 月，“ 教育部 ”先后公布了小学、中学、师范、专门及大学令，其中《中学校令》中，规定取消清末的中学文实分科制。课程设修身、国文、外语、历史、地理、数学、博物、物理、化学、法制经济、图画、手工、乐歌、体操。与“ 癸卯学制 ”相比，课程设置有两点变化：一是中、小学取消了读经、讲经；二是增加了自然科学和生活所必需的生产知识和技能的教育。这个学制一直实行到新学制（1922 年）制定之前，其间虽有修改，但无本质变化。

1922 年制定的“ 新学制 ”也称“ 壬戌学制 ”。该学制规定：（1）初等教育 6 年，分初、高两级，前 4 年为初级，是义务教育，后 2 年为高级。（2）中等教育 6 年，分初、高两级，各 3 年。规定初级中学为普通教育，可以单设。并规定根据地方情况，兼设各种职业科。高级中学分为普通、工、农、商、师范、家事等科，并根据地方情况，单设一科或兼设数科。旧制的甲种实业学校改为职业学校或高级中学的农、工、商科，乙种实业学校改为职业学校，修业年限可依

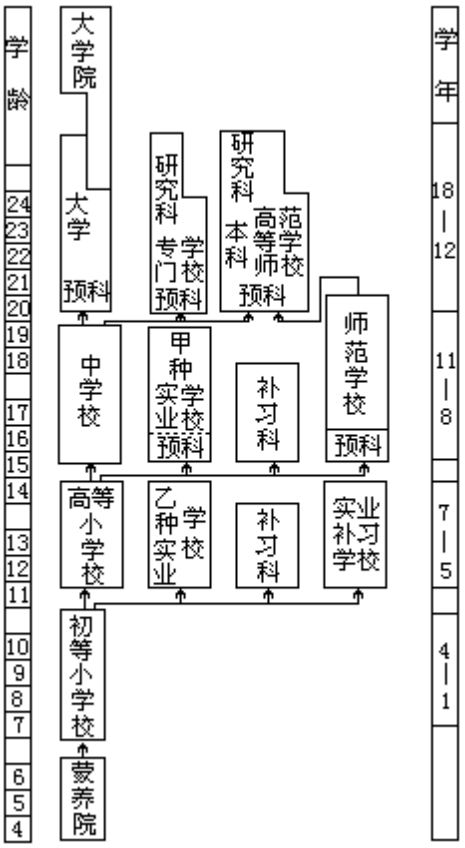


图 10-2 壬子癸丑学制图

地方实际需要而定。师范学校为 6 年，可单设，后 2 年或 3 年实行分组选修制。（3）高等教育为 4—6 年。医科法科为 5 年，师范为 4 年，大学采取选科制。规定根据地方情况和学校情况可设专门学校，修业年限 3 年，大学及专门学校可设专修科，修业年限依情况而定。大学院为大学毕业或有同等学历者的研究所。

在学制改革的同时，“全国教育会”联合组织了一个新学制课程标准起草委员会，自 1922 年 10 月到 1923 年 6 月，先后在北京、南京、上海等地召开了 4 次会议，制定了小学和初中课程纲要以及高中课程总纲，并公布了《新学制课程标准纲要》。由于这次课程改革“重文轻理”[①]，化学课程在设置上比例有所减少。

与“癸卯学制”及“壬子癸丑学制”比较，前两个学制多受日本、德国学制的影响，尤其是“壬子癸丑学制”明显带有双轨制的特点，未能从中国实际出发，与国民经济不相适应。新学制因受美国影响较大，移植了“六三三”学制，去掉了双轨制，强调职业教育，开设大量选科等，有其独到之处。但是由于当时师资、教材、设备等的缺乏，许多地方不能实现。下面列出 1911—1948 年中学化学课程变迁情况。

表 10－5　1911—1948 年中学化学课程设置变迁[②]

[①] 李桂林：中国教育史，上海教育出版社 1989 年版，第 426 页。

[②] 郭保章、梁英豪、徐振亚：中国化学教育史话，江西教育出版社 1993 年版，第 404—406 页。

年级 设置课程的依据或学校		一	二	三	四	五	六
1912 年《中学校令施行规则》				化学（有机化学无机化学大要） 4	化学(有机化学无机化学大要) 4		
1922 年前	北京高师附中				第一部理化学(3) 科学通论 (2) 5		
					第二部工业 科理化学 (3) 工业制造 (1) 4		
					第三部商业科 理化学 (3) 工业制造 (1) 4		
	南开中学			(文科)化学 3	(理科)化学 6		

续上表

年级 设置课程的依据或学校		一	二	三	四	五	六
1922 年前	南京高师附中					第二学期化学 4 理科预备组两个学期化学 3	
	江苏省立一中			文科化学 3			
	上海中国公学高中部		下学期应用物理化学各 2(学分 3)	应用物理化学各 2(学分 4)	理科下学期化学 3	理科 上学期化学 3 下学期化学 4	
1923 年 6 月中小学课程标准纲要		自然科 16 学分(每半年每周上课 1 小时为 1 学分)				普通科第二组学课(注重数学和然科学)必修物理、化学、生物(选习两项)，每项 6 学分(等于 6 小时)，至少 12 学分(至少 6 小时)	
1929 年中小学课程暂行标准		自然科(兼采分科制及混合制)30 学分(每学期每周上课 1 小时，课外自习约 1 小时)				化学 8 学分 (等于 4 小时)	
1932 年颁布正式课程标准			上学期化学 4 下学期化学 3			上学期化学6 下学期化学7	
1933 年中学规程 1935 年修订中学规程			上学期化学 4 下学期化学 3 上学期化学 4 下学期化学 3			上学期化学7 下学期化学6 上学期化学6 下学期化学7	
1936 年修订中学课程标准				上学期化学 3 下学期化学 3		上学期化学6 下学期化学6	
1939 年教育行政改进案中等教育改进案					上学期化学 4 下学期化学 4	上学期化学4	
1940 年修订中学课程标准			上学期化学 3 下学期化学 3			甲组实科 上学期化学5 下学期化学5	
						乙组文科 上学期化学4 下学期化学4	
1948 年修订中学课程标准			上学期理化 4 下学期理化 4	上学期理化 4 下学期理化 4		上学期化学5 下学期化学5	
40 年代南方如上海			上学期化学 3-4 下学期化学 3-4			上学期化学5 下学期化学5	上、下学期大学程度化学 3

第四节　中国近代化学教育的特点

近代科学未能在中国产生，中国的近代科学是由外部传入的，化学教育也不例外。在传入和照搬的过程中，形成了中国近代化学教育的几个特点：

（1）近代化学由西方传教士传入中国后，并未引起国内重视。清代晚期西方资本主义列强大举侵略中国，特别是鸦片战争失败后，随着外国殖民主义者的全面入侵，包含化学知识在内的西方科技知识传入中国。

（2）在外患的逼迫下，刺激了清政府内的一部分人，他们开始意识到中国军事武器装备和科技的落后，产生了学习西方科技知识和制造武器的先进技术的要求。问题的关键在于改革教育，培养新型人才。为此开展了洋务运动，模仿外国，兴办学堂，要求开设包括化学在内的自然科学课程。表现出一种改革的愿望和行动。在这种情况下，化学教育从单纯的外部输入，转变为主动与外国传教士合作讲解化学知识的方式。外国人讲，中国人翻译，或口译或笔译。教材全部是国外教材的中译本。偶有化学实验也多为模仿性实验，在教学过程中仅为演示实验，谈不上普及性。

从有与无的比较来说，这时应当肯定是有了化学的近代教育，但仅处于开始阶段，在少数几所学习武器制造和交通方面的学堂课程中，要求配合主课开设有关的化学教学。

（3）1911 年后新式教育的发展，除了制定系统的教育制度外，学校数目与学生人数亦迅速增加。在本期即近代开始时，统计以前所成立的各种学校仅 20 余所，每所学校也仅数 10 名学生。到 1911 年学校即达 5 万余所，其中有大学 3 所、专科大学及高等专科 38 所、高等师范 9 所、中学 438 所，其余为小学及其他类学校，学生有 160 余万名。以后学校及学生人数仍继续增加。所以在量方面，新教育在当时确有长足的发展。

表 10－6

年　代	学校数	学生数
光绪廿一年(1895)	23	/
宣统三年(1911)	52348	1625534
1916 年	125739	4294351
1923 年	177751*	6615772

*教会学校除大学外余未计入

化学是当时各学校的必修课之一。学制改革，学校推广，化学教育亦应随之发展，但实际情况并非如此。学校虽然激增，但师资则相当缺乏。清末时对于各级学校的教员标准即有规定：大学堂及高等学堂聘请外籍教师充任高级教员；中学堂教员则选择游学外国曾考究教育法理者充任，或学科程度相当的华员充当，不必限于师范生；小学堂则以简易师范或师范传习生当选。但事实上外籍教师不易聘请，国内合格教师为数极少，化学教师尤为缺乏，所以起初各校多不讲授化学，而设有化学课程的学校所聘的教师亦多滥竽充数，他们对化学或仅一知半解，或竟毫无训练。稍后，国内学校的毕业生增多，小学的师资较有改进，但中学教师因规定不限于师范生，所以中学化学

课程由大学文科毕业生教授的仍屡见不鲜[①]。在高等教育方面也因师资缺少，经费困难，而且在政治动荡之际，理工人才难有出路，所以虽然大学林立，但大多数避重就轻，仅设文法等科，而不设理工科，在本期（即近代）内具有完备的化学系或应用化学系的大学，实属凤毛麟角[②]

派遣留学生始于洋务时期，当时以派往欧美为主，主要学习科目偏重于军政、船政与制造等专业，人数比较少，所以对教育的影响不大。1911 年前后，留学风大盛，留学生所习科目亦较为广泛，且以往日本的居多，对于国内教育影响较大。在化学方面，从教科书、教学方法到仪器设备等皆受日本影响。在国内各级学校使用最多的教授方法为正式讲演法，此法起于德国，日本学德国，中国又学日本。据统计，中国学校科学教学的时间有 90%—95%用于讲演[①]。然而，中国师资的选拔与训练远不及德国严格，所以方法相同，而效率悬殊。这一时期，学校各科已分班教授，上课时，教师在台上照书讲解，学生在座上默坐静听，教师在讲演时提问，学生能正确答复者甚少，以演示实验辅助教学的更难一见。化学课所讲内容既无一定标准，授课时数也多寡不一，因此各校程度极不整齐。

在化学教科书方面，清末规定大学应选译外国最新出版的善本，供教学使用，但这种工作并未着手。只有中小学教科书略有成就。1896 年京师官书局创立，以编译各种教科书为主，之后私立书局继之而起，亦从事编印有系统的教科书。这期各书局出版的译著属理化方面的有 80 余种。其中有不少译自日文书籍或以日文为蓝本而编译，程度不超过中学，其中以小学教科书为最多。

在化学器材方面，1907 年（光绪三十二年）曾颁布奖励制造教育用具的章程。同年虞祖辉在上海、奉天设立科学仪器馆，学部准予立案。然而它们及以后所创办的相同性质的馆局，除仿制若干简单的仪器外，大多以贩卖外国的器材为业务。虽然当时购置化学设备的学校不在少数，但所购器材多系教师做示教实验之用，大部分为东洋货，也有仿造的。其中构造窳劣的仪器很多，外型尚好，实则不灵，只可供陈列展用。当时仅有少数大学与专科学校以及极少数中学设有供学生自行实验的器材与场所，但即使是这类学校，也少有当时欧美化学教师认为不可缺少的自来水与煤气等设备。

总而言之，1911 年前后化学教育由于学制的创立和改进，学校蓬勃发展，而且化学又规定为各级学校的必修课程之一，大学设有化学专门学科，因此，在形式上化学教育规模已定，范围普及。但在实际上，各校因师资缺乏，设备困难，多不遵照规定开设化学课程。而且所授课内容肤浅，教法不良，所以化学教学虽有形式而实际空虚。正如美国科学教学专家推士来华考查后所说：当时中国教育的情形，首先是教育经费不足，学校量固嫌少，但质尤欠佳；其次教员薪水太低，且不按时发给，常有照钟点计算者，故兼课教员甚多；再次学校受政治影响严重，党同伐异，营私舞弊，不一而足。化学及其他科学教学方面，教师缺乏训练，不谙教学方法者占大多数，讲演法几乎是唯一的方法。虽在小学校内，上课时，全由教师讲演，学生极少反应。即使在高级学校内，化学课程有学生实验的也是极少数。各级教学皆无专家

---

① 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科学技术文献出版社 1986 年版，第 245 页。

② 同①。

① 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科技文献出版社 1986 年版，第 246 页。

视察与指导，设备差，实验器材缺乏，合适的教室更是少见。中文教材缺乏，西方课本与实验教程以及参考书，多数不适合中国学生用[①]。由此可知，这一时期中国教育虽经几度改革，但化学教育的虚设情形则未能改进。到壬戌学制以后，虽然化学教育在形式上已在全国普及，但是实际内容的充实则是下一时期的任务。

[①] 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科学技术文献出版社 1986 年版，第 248 页。

第十一章　中国现代化学教育

壬戌新学制的颁布，结束了辛亥革命后教育上的混乱状况。中国近代化学教育初步成形。然而，由于这一时期的化学教育有形而无实，特别是普通教育更是如此，因而在此后的一段时期化学及其他科学的教学又作了逐步的调整和充实。随着教育的不断改革，从 20 年代后期到 30 年代初期对新学制作了一系列修订和补充，使化学教育有了一定程度的发展。抗日战争时期和解放战争时期，由于客观条件所限，化学教育的发展受到了很大影响。中华人民共和国成立后，化学教育进入了一个新的历史阶段，并取得了长足进步。所以，中国现代化学教育的发展大致经历了 1925—1937 年（充实巩固时期）、1937—1949 年（战乱维持时期），以及 1949 年 10 月以后（中华人民共和国成立以后的发展时期）三个历史时期。

第一节　1925—1937 年的化学教育

中国近代化学教育的成形，为现代化学教育的发展奠定了基础。壬戌学制以后，为了提高化学教师的业务水平，各地先后举办暑期讲习会，最早的有南京东南大学 1923 年办的暑期学校，1924 年至 1926 年，清华大学联合中华教育改进社与中国医药会举办科学教员暑期讲习会等，其中皆有化学一门（组），讲习内容为：

（1）普通化学讲授内容及实验；

（2）化学教授法讲演及有关化学教学问题（如化学设备、教材、教法、课本等）的讨论[①]。

这些讲习活动，对于提高化学教师的教学技能，交流化学教学方法等方面的经验起到了积极作用。

1927 年 6 月，有关会议通过决定，拟建立大学院制，蔡元培任院长，管理全国的教育事业。1928 年 5 月，由大学院主持，在南京召开了第一次全国教育工作会议，会议通过了整理学校系统案，并对 1922 年的“ 新学制 ” 进行了修订。特别是对于中等教育进行了修订：

（1）中学修业年限仍为 6 年，分初高两级各 3 年，但须依地方或设科情况而定，也可为初中 4 年，高中 2 年；

（2）初中为普通教育，亦须依地方情形开设各种职业科；

（3）高中为分科，分为普通科和农、工、商、师范、家事等科，根据地方情况普通科可单设、其他各科也单设为高级职业学校，修业年限为 3 年；

（4）中学三年以上的酌行选科制；

（5）高中普通科取消文理分组。

1928 年 7 月，废止“ 大学院 ”，改为“ 教育部 ”。8 月“ 教育部 ” 颁行《中小学课程暂行标准》，规定中学实行学分制，三年以上酌行

选科制。初级中学在第三年讲授化学，每两周讲授 5 学时，实验 1 学时，相当于每周 3 学时。高中在第二年讲授化学，每周 6 学时（其中讲授和实验各 3 学时）。还明确规定了化学教材的内容和要求，使教师和学生都有章可循。与 1922 年学制比较，课程上，必修科目增多，选修科目减少；科目性质上，重文轻理得到了纠正。这项标准的颁布，是 1912 年后对学制和普通教育进行的第一次改革。在总的方面，基本上保留了 1922 年的新学制，但对原制中的中学，特别是高中普通科作了重点改革。取消了文理分科，纠正了重文轻理，加强了基础知识的训练。就高中普通科的情况看，知识质量提高了，特别是在基础学科方面尤为明显，这也是这次改革的一个特点。

1932 年 12 月公布《中学法》、《师范法》、《职业学校法》。规定：普通中学、中等师范、职业中学均为中等教育，但各有其不同的独立的目的和任务，三者不能混设，明确了各自分设的地位。普通中学从此在制度上取消了分科制，但仍沿用初高级三三制。

根据《中学法》，“ 教育部 ” 于 1933 年 6 月制定并公布了《修正中学规程》，11 月公布了《中小学正式课程标准》。“ 标准 ” 规定取消学分制和选科制。普通中学的课程情况如表 11－1 和表 11－2 所

[①] 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科学技术文献出版社 1986 年版，第 248 页。

表 11－1 初级中学课程情况表

周时数 / 科目 / 学期		公民	体育	卫生	国文	英语	算学	自然科				历史	地理	劳作	图画	音乐	每周教学总时数	每周在校自习总时数
								植物	动物	化学	物理							
第一学年	上	2	3	1	6	5	4	2	2			2	2	2	2	2	35	13
	下	2	3	1	6	5	4	2	2			2	2	2	2	2	35	13
第二学年	上	2	3	1	6	5	5			3		2	2	2	2	1	35	13
	下	2	3	1	6	5	5			4		2	2	2	2	1	34	14
第三学年	上	1	3	1	6	5	5				4	2	2	4	1	1	35	13
	下	1	3	1	6	5	5				3	2	2	4	1	1	34	14
	合计	10	18	6	36	30	28	4	4	7	7	12	12	16	10	8		

表 11－2　高级中学课程情况表

周时数 / 科目 / 学期		公民	体育	卫生	军训	国文	英语	算学	生物学	化学	物理	本国史	外国史	本国地理	外国地理	伦理	图画	音乐	每周教学总时数	每周在校自习总时数
第一学期	上	2	2		3	5	5	4	5			4		2			1	1	34	26
	下	2	2	2	3	5	5	4	5			2		2			1	1	34	26
第二学期	上	2	2		3	5	5	3		7		2		2			2	1	34	26
	下	2	2		3	5	5	3		6			2		2		2	1	33	27
第三学期	上	2	2			5	5	3			6		2		2		2	1	31	29
	下	2	2			5	5	3			6		2		2	2	2	1	31	29
	合计	12	12	2	12	30	30	20	10	13	12	8	6	6	6	2	10	6		

这时中学化学课程的设置有了明显增加。

从 1932 年起，“ 教育部 ”规定对中学毕业生实行会考制度。在此后的《修正中学学生毕业会考规程》中规定：初中毕业生考试科目为公民、国文、理化、生物、史地、外语；高中为公民、国文、算学、物理、化学、生物、历史、地理、外语。成绩核算各科毕业成绩占 40%，会考各科占 60%，合并计算。3 科以上不及格者留级，1—2 科不及格者可参加下届会考，及格方可毕业。如升学、做试读生，会考及格后始得参加毕业考试。各类大学新生入学考试科目中都有化学，这一措施对提高和统一中学化学的水平起了很大作用。

1934 年《中学化学设备标准》颁行，各地学校化学设备得到一定的扩充。一般的情况是，高中（尤其是一些国立、省立高中）化学设备较为齐全，初

中的化学设备则稍差一些。高中使用滴定管和精确天平已较为普遍，但 70%的初中还不能亲自做实验，只能由老师演示。一般初中只有价值数百元的仪器药品，而高中化学仪器药品平均约值三千余元[①]。这时中学所用的仪器药品国内基本上都能生产，有个别厂家生产的玻璃仪器的质量可以与国外优质产品相媲美。1934 年规定的初中和高中学生用仪器、药品的普遍标准和最低标准，拟定的化学示教实验仪器药品单，对于各地扩充和改善设备条件，加强化学实验有一定的积极作用。由于化学设备的充实，可满足老师演示和学生实验的需要，使化学教学方法得以改进，推动了化学教育的发展。

化学设备的改善，推动了教学方法的改进。这一时期，化学教学中除了讲演法以外,还兼有实验方法,少数中学开设 5—6 人或 2 人一组的学生实验，有的省市还建立了公共实验室供各校使用，类似现代城市和农村的化学实验站[②]。

1936 年《修正中小学课程标准》颁布，减少了普通中学教学总时数。规定在初二和高二开设化学，每周分别为 3 学时和 6 学时。同年，颁布《六年制中学课程标准草案》，规定中学化学教学的目的为：

（1）使学生获得化学的基本知识和明确的概念；

（2）使学生了解化学与衣食住行和国防的关系；

（3）引起学生对自然现象的浓厚兴趣，养成随时随地重视自然现象的良好习惯；

（4）养成学生敏锐的观察力和精确的思考力。

《草案》还规定，初中化学和高中化学分别为每周 6 学时和 12 学时，与物理相同。

为了提高化学教师的业务水平，1935 年颁布《中等学校各科暑期讲习讨论会办法》，在许多地方指定由大学和“教育厅”联合举办。讲习内容有：化学的新进展，化学教育法和教材研究，化学实验设备的研究等。每日授课 3 小时，讨论实际问题 4 小时。这种办法对提高中学化学师资水平有较大的帮助。

在师范教育方面，1932 年对师范教育作了如下决议：

（1）中等师范教育机关分简易师范、师范学校等，均由政府力理；

（2）师范学校应脱离中学而独立；

（3）现有之师范大学应力求整理与改善，使其组织、课程、训育各项均合于训练中等学校师资之目的，以别于普通大学，且与师范学校等力谋联系；

（4）大学设师资训练班，大学毕业愿任教者，加修一年教育课；

（5）师大、师范不收学费，师范以政府供给膳宿制服为原则；

（6）指定服务年限期满发毕业证书。

1932 年《师范学校法》颁布，1933 年 2 月《师范学校规程》公布。以后，于 1935 年和 1937 年进行了两次修改。规定师范可招收初中毕业生，学制为 3 年。师范学校由省市设立。课程为：公民、国文、历史、地理、算学、物理、化学、生物、体育、美术和音乐等。

在高等教育方面，1929 年 7 月制定并公布了《大学组织法》，8 月根据该法制定并公布《大学规程》。这两个文件规定：大学分为国立、省立和私

[①] 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 329 页。

[②] 范杰：化学教育学，浙江教育出版社 1992 年版，第 3 页。

立，大学内设文、理、法、教育、工、农、商、医各院，3 个院以上者称为大学，不足 3 个院则称学院（独立）。学制规定，大学设研究院，除医科 5 年外，其余均 4 年毕业，同时也可附设专修科。在理、工、农、医各院，化学设专门系或作为有关专业的必修课。当时化学课程设置和内容均未订立标准，完全由各校自行规定，有的只设一门初级化学，有的开设大量名不副实的高深课程，化学教学十分混乱。

1930 年虽然颁布了大学课程标准起草委员会章程，但各院校的必修和选修科目以及各课程内容的制订直到 1935 年以后才有眉目[①]。这一时期的大学化学师资基本上是由国外留学回国的教授、学者充任。诸如无机化学方面的张子高、戴安邦、程有庆等教授；有机化学方面的杨石先、曾昭抡、袁翰青、萨本铁等教授；分析化学方面的高崇熙、王琎等教授；物理化学方面的黄子卿、傅鹰、张贻侗、虞宏正、李方训等教授；应用化学方面的赵石民、刘拓、朱有宣、陈之霖等教授。他们是中国化学教育的奠基人[②]，为中国培养出许多颇有成就的化学专业人才。他们倡导化学教育不但要重视化学基础理论知识的教学，而且要重视化学实验教学，要求对学生进行严格的实验训练，启发学生独立思考的钻研精神，并重视能力的培养。从而构成了他们共同的治学思想和教育观点。

这一时期，学习理工科的学生逐渐增多，图书资料也有较大增加。大学除理学院专门设化学系外，大部分医学院设生物化学系，农学院设农艺化学系，工学院设化学工程系等，并且把化学作为其他一些系科、专业的基础课程。在高等师范院校，化学为专门学科，大都设化学系（或理化系），着重培养化学教育人才，这在解决当时化学师资力量方面起了很大作用。

不仅如此，高等师范院校还具有教学研究的功能，例如在国立北平师范大学就设有教学研究所，从事中学教学研究，并承担中学教材的编写工作，负责中学各科教材的搜集整理和编纂。这在当时其他师范大学也有类似情况，对于中学化学教育的发展起到了积极的推动作用。

[①] 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 328 页。

[②] 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 329 页。

第二节　1937—1949 年的化学教育

1937 年 7 月 7 日，芦沟桥事变之后，日本帝国主义对中国发动了大规模的侵略战争。8 月，《总动员时督导教育工作办法纲要》颁布，共四条：

（1）战争发生时，全国各地各级学校及其他文化机关，务力持镇静以就地维持课务为原则；

（2）比较安全区域内学校，尽可能范围内设法扩充容量，收容战区学生；

（3）各级学校之训练，应力求切合国防需要，但课程变更，仍须照部定范围；

（4）各级学校之教职员及中等以上学校之学生，得就其本地成立战时后方服务团体，但须严格遵照部定办法，不得以任何名义妨害学校之秩序。”

1938 年 4 月有关当局制定了“抗战建国纲领”，其中关于教育的四条是：

（1）改订教育制度及教材，推行战时教程，注重于国民道德之修养，提高科学之研究与扩充其设备；

（2）训练各种专门技术人员，予以适当地分配，以应抗战之需要；

（3）训练青年，俾能服务于战区及农村；

（4）训练妇女，俾能服务于社会事业，以增加抗战力量。并据此拟定今后教育设施方针若干条，其中第七条指出：对于自然科学，依据需要迎头赶上，以应国防及生产之需。

由于当时平津京沪各地机关学校均因变起仓卒，不及准备，能将图书仪器设备择要移运内地者仅属少数，其余大部随校舍毁于炮火，损失之重，实难数计。据统计，战前高等学校 108 所，从 1937 年 7 月到 1938 年 10 月被破坏 91 所，40%的中学则陷入沦陷区或战区。为此，有关当局为了维持战时教育，也相应采取了一些内迁学校、设立国立中学，修订课程标准及招生办法等应急措施。但化学教育却因战争的破坏遭到极大的损伤。

这一时期，一批重点大学迁入内地。如北京大学、清华大学、南开大学南迁于长沙，合组新校，定名为长沙临时大学，1938 年，长沙临时大学又迁至云南昆明，更名为国立西南联合大学；北平师范大学、北平大学、北洋工学院、河北省立女子师范学校等校迁往西安，组成国立西安临时大学；1938 年又迁往陕西汉中城固办学，改称国立西北联合大学；南京中央大学迁往四川重庆；金陵大学迁往成都；东北大学迁往四川山台；浙江大学迁往江西吉安，后转移至贵州遵义等。这一时期专科以上高校的迁移与合并情况，见表 11-3 中较具体的记载。

表 11-3 抗日战争时期各大学迁移中的情况[①]

[①] 解放日报，1941 年 10 月 25 日

区　域	学　校	学生数
成都(川西)区	武汉大学、四川大学、东北大学、中央大学医学院、中央技艺专校，西康技艺专校（以上国立）、金陵大学、金陵女子文理学院、朝阳学院、光华大学、齐鲁大学、华西大学（以上私立）。	约 5500 人
重庆(川东)区	中央大学、女子师范学院、药学专校（以上国立）、重庆大学、四川教育学院（以上省立）、复旦大学（筹改国立）、中华大学（私立）等。	约 7000 人
昆明(云南)区	西南联大、同济大学、云南大学、中正医学院、艺术专校、国术体育专校等（均国立）	约 4500 人
贵阳(贵州)区	浙江大学、唐山工程学院、贵阳医学院、湘雅医学院（以上国立）、大夏大学（私立）等。	约 400 人
西　北　区	西北大学、西北工学院、西北农学院、西北医学院、西北师范学院、西北技艺专校（以上国立）、山西大学（省立）等。	约 5000 人
两　广　区	中山大学、广西学院（以上国立）、江苏教育学院、广东文理学院（以上省立）、华中大学、国民大学、广州大学、勤勤学院（以上私立）等。	约 4000 人
湘　西　区	湖南大学、师范学院、商业专校（以上国立私立）	约 1100 人
上　海　区	交通大学、暨南大学、上海医学院、上海商学院、上海音专（以上国立）、沪江大学、光华大学（分校）、震旦大学、东吴大学、大同大学、上海政法学院、上海美专、南通学院等以及抗日后新成立的十余所（私立）	约 7400 人
北　平　区	燕京大学、辅仁大学、中国大学、协和医学院、铁路专校（以上私立）、中法大学（中法合办）	约 750 人
其　他　区	分散在福建的厦门大学、私立协和学院、华南女子文理学院、浙江的国立英士大学、省立医专、江西的国立中正大学、苏皖政治学院、河南省立河南大学等。	

由于高校的大规模迁移，使得各高校的图书资料和仪器设备损失惨重。许多师生徒步辗转几千里易地从教就学，内迁学校遇到了前所未有的困难。仪器药品奇缺，校舍拥挤，生活非常艰苦。在教学中，没有合用的实验设备、试剂和药品，只得因陋就简，一套仪器应付多种教学任务的需要。为了办好学校，校际之间，师生之间，亲密合作，共同克服困难，不仅把学校教育维持下来，而且在造就人才方面取得了可喜的成就。在这期间的西南联合大学、城固的西北联合大学、成都望江楼的四川大学和华西坝的华西大学、金陵大学等校化学系，重庆沙坪坝的中央大学、重庆大学和南开大学化工系的联合体，以及贵州遵义的浙江大学的化工系等形成了抗日战争时期化学教育的几个中心[①]。各校名师云集，治学育人，孜孜不辍，培养出了一大批化学专业人

[①] 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 330 页。

才。

在课程设置上，化学学科在大学教育中的地位日益加强。不少系科都开设化学课，如 1938 年规定文学院第一学年选修普通化学；理学院第一、二学年必修普通化学；法学院和农学院也必修普通化学。1940 年规定，大学的物理系、生物系、地质系、博物学系、数学系、法学院、医学院、中医学院等，把普通化学、普通化学实验和有机化学等列为必修课程，而把理论化学、分析化学、生物化学、有机分析、工业分析等列为选修课程。1944 年规定化学系的必修课程为：普通化学、定性分析、定量分析、理论化学、有机分析、工业分析、工业化学等。选修课程则增加至 10 门以上，有高等无机化学、高等无机制备、高等有机化学、高等有机制备、胶体化学、化学史、电化学、原子构造、生物化学、矿物学、工业化学实验、化学原理、国防化学和实验等。同时规定每个毕业生都要做毕业论文。

在中等教育方面，为了救济战区流亡的中等学校师生，从 1937 年开始设立国立中学。1938 年 7 月《国立中学规程》颁布，“ 为谋战区省立中学教职员及公立私立中等学校学生继续施教与受教起见，特暂设国立中学若干所，以能继续发挥教育效能，充实民族力量。 ” 规程要求国立中学收容战区公立私立中学及师范学校男女学生，必要时亦得收职业学校学生[②]。有关部门先后在河南、陕西、甘肃、四川、贵州、广西、青海、宁夏、绥远、重庆等省市创办了国立中学 23 所，国立华侨中学 3 所，国立中山中学 2 所，国立女子中学 2 所，以及改办的中学 4 所。抗日战争期间共办 34 所国立中学。此外还办国立师范学校及其他职业学校 14 所。

在课程设置上，1940 年为适应抗战需要修订了初高中课本标准，主要是增设选修课，并将英文改为选修。初高中学生均分为甲乙两组。初中的甲组自第二学年起增加 2 小时的职业选修课，乙组 3 年中都要选修英语，两组均开化学课，每周 6 学时。高中自第二学年起分组，甲组侧重理科，化学每周 10 学时，乙组侧重文科，化学每周 8 学时[①]。

在教科书方面，除了翻译国外教材以外，张江树教授等根据当时国情以及抗日要求，自编了部分大学和中学的教材。如《理论化学》、《土壤化学分析法》、《定量化学分析》、《中学化学》、《化学问题详解》、《化学史话》、《初中化学》（上下册）、《初中化学实验教程》、《高中化学》（上下册）、《高中化学实验教程》、《国防化学补充教材》等。另外，王鹤清、阎玉振也编写了高中化学课本和化学实验课本，等等。据不完全统计，从 1937 年到 1942 年出版的化学书籍近 80 种[②]。这些书有的是教科书，有的是参考书，大都风行一时，深受各地广大师生的欢迎。

为了保证化学教师的师资水平，“ 教育部 ” 规定中学和师范学校的教育必须经过考试，合格者方可录用。

在陕甘宁边区和各抗日根据地，1944 年中共中央西北局宣传部和陕甘宁边区政府教育厅拟定的三年制中学新课程里，没有单设化学课，但在医药知识中介绍一些与化学有关的常见的中西药品的名称和性能，在自然课中也有一些与化学有关的内容。开设的新课程是：

[②] 高奇：中国现代教育史，北京师范大学出版社 1985 年版，第 240 页。

[①] 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 330 页。

[②] 谭勤余：抗战期间我国科学出版物，东方杂志，1943 年 3 月 39 卷，复刊号。

边区建设——第一至第三学期讲授，每周 4 学时；

政治常识——第四至第六学期讲授，每周 3 学时；

国文——第一至第六学期讲授，前四学期为 5 学时，后两学期为 4 学时；

数学——第一至第六学期讲授，前四学期为每周 4 学时，后两学期为每周 3 学时；

史地——第一至第四学期讲授，每周 3 学时；

自然——第一至第四学期讲授，每周 3 学时；

生产知识——第五至第六学期讲授，每周 3 学时；

医药知识——第五至第六学期讲授，每周 3 学时。

在教学方法上，边区和根据地十分注重理论联系实际，学以致用的原则，根据教学对象的特点，多以启发和讨论的方式来进行教学。

边区的高等教育中，当时延安大学的自然科学院设有化学（化工）系，学制三年。课程设置除规定为各院系的共同课如革命人生观、时事教育、中国革命史、边区建设等之外，还有与工学系和农学系共同开设的数学、物理、普通化学、绘画、外语等课程，专业课有理论化学、有机化学、工业化学、定性分析、定量发析、工业分析、化学工程等。教学方法上主要有以下特点：一是学与用一致，即一方面学、一方面做；二是以自学为主、教授为辅，在自学的基础上实行集体互助；三是在教学上发扬民主精神。同时规定学员在学习一个阶段之后，下乡实习 3 个月，整个学时规定校内学习为 60%，校外学习为 40%[①]。化学系的学员参加烧木炭、提炼薄荷油、熬火硝等生产劳动。技术课以实验（实习）为主。

抗日战争结束后，中国与国际社会的学术交流增多，派出的留学生也有所增加。许多大学已经回迁，展开了正常的教学活动。在化学教材和教法等方面，这一时期受美国影响较大。许多大学所用化学教材以英文本为主，有的译自外国教材，有的自编。

在中学方面,根据 1948 年修正的课程标准,初中的化学与物理合并为‘ 理化 ”，每周总计 16 学时，高中化学学制一年，每周 10 学时，与高中物理相同。初中教科书，较多地采用孙豫寿编的《化学》（上、下册），高中教科书则多用薛德炯、薛鸿达编译的《最新实用化学》和《勃康最新实用化学》（上、下册）等。在部分大学的附中和一些国立、省立高中，常有大学教授兼课，有的大学附中还自编、出版了化学教材和学生实验用书。同时，在化学教学手段上也作了一定的改进，为加强形象化教学，当时国内复制和拍摄了部分化学教学影片。据 1946 年统计，复制外国的影片有玻璃制造等，自己拍摄的影片有制造酒精、制造肥料、造纸、制碱、浙江制盐等。但是由于放映设备极为有限，这些影片只局限于少数大城市的学校使用[①]。加之，由于国民党政府的衰败以及战争的影响，化学教育的恢复和发展极为缓慢。

在解放区，中共中央先后于 1947 年 8 月、1948 年 2 月和 1948 年 8 月召开了 3 次教育工作会议，提出了当前教育存在的问题和形势发展的要求，决定建立一定的必要的正规教育制度，重视基础教育，重视科学文化知识的教育，同时加强和整顿高等教育，这对于当时提高教育质量、避免过渡时期的混乱，使教育稳步发展起到了良好的作用，亦使解放区各级各类学校的化学

[①] 李桂林：中国教育史，上海教育出版社 1989 年版，第 459 页。

[①] 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 331 页。

教育有了一定的发展。随着全国的解放，中华人民共和国成立，中国化学教育的发展进入了一个新的历史阶段。

第三节　1949 年以后的化学教育

1949 年 10 月 1 日，中华人民共和国成立，这是中华民族历史上的伟大变革。从此推翻了旧制度，结束了封建买办官僚资产阶级在中国的统治，同时开辟了中国科学技术及其教育的新纪元。因此，中国化学教育也经历了重大的变革，并得到了空前的发展。

一　1949—1956 年的化学教育

1949 年 12 月，中央教育部召开第一次全国教育工作会议，确定了全国教育工作的总方针。决定以老解放区新教育经验为基础，吸收旧教育有用经验，借助苏联经验，建设新民主主义教育。指出教育必须为国家建设服务，学校必须为工农开门，教育方法必须是理论与实际相一致[①]。

1.高等化学教育

1950 年 6 月教育部召开了第一次全国高等教育会议。会议指出，高等教育在其内容、制度、方法各方面，都必须密切地配合国家的经济、政治、国防和文化的建设，必须很好地适应国家建设的需要，首先适应经济建设的需要。高等学校必须进行系统的基本的科学理论知识的教育，必须进行科学研究工作，不断提高教师与学生的水平，以便掌握现代科学和技术的最新成就。根据这一精神，各大学化学系首先对课程设置、教材内容和教学方法等方面进行了有计划有步骤的改革，并组织人力着手翻译苏联教材和自编教材。如北京大学化学系从解放初到 1951 年 6 月,编写出各主要课程的教材 16 种(其中讲课教材 9 种，实验教材 7 种），还对化学课程内容进行了改革，把无机化学实验从较多的无机反应，改为实验基本操作、定性和初步定量实验、无机制备以及无机反应等四部分，收到了较好的效果。大学化学系课程改革委员会，在此间做了大量工作。为了推动课程改革，于 1950 年 8 月在《化学》杂志上公布了包括 24 章内容的《有机化学标准习题》[②]。与此同时，各校开始建立化学教学研究组或教学组,如 1950 年北京师范大学化学系成立了普通化学及无机化学组、物理化学组、有机化学组、分析化学组、应用化学组和中学化学教育组。北京大学化学系成立了普通化学组、有机化学组、物理化学组等，并开设了大约 60 种课程，从 1951 年起，毕业论文又重新被定为必修课程。

1952—1953 年普通大学开始进行院系调整。以普通大学为基础，同一城市或同一地区的理学院合并，组成了综合大学理科系。1953 年，据 13 所部属综合大学（北京大学、南开大学、东北人民大学、复旦大学、南京大学、山东大学、厦门大学、武汉大学、中山大学、四川大学、云南大学、西北大学、兰州大学）所设化学专业的统计，有两个无机化学专业、8 个分析化学专业、9 个有机化学专业、6 个物理化学专业、1 个胶体化学专业。教学计划中规定，除共同必修的政治、体育、俄文、高等数学、普通物理和理论物理之外，化学专业的基础课程有：无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、结晶化学、物质结构、胶体化学、化学工艺学和化学史。第三、四学年安排 6 周的生产实习，四年级开设专业必修课和专门化课，然后是毕业论文。如无机化学专业的必修课有无机合成和无机选读，专门化课程有稀有元素化学、物理化学分析、络合物化学和同位素化学。学生可选专门化课中的一门，然后在此基础上进行研究工作[①]。

从 1953 年开始到 1954 年底，高等教育部按理工、医学、农林、财经、政法等类学校分别召开了一系列全国性或地区性会议，研究制定发展高等教育的有关方针和计划。1953 年 7 月在全国高等工业院校行政会议上，提出了

[①] 新华月报，1951 年 3 月，3（5）。

[②] 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 333 页。

[①] 张青莲：综合大学无机化学教学情况，化学通报，1953 年第 11 期，第 476 页。

“以教学为中心”的口号，明确指出，要以办好高等工科院校和大学理科为重点。高等学校应密切结合教学逐步开展科学研究工作，大量培养师资，稳步进行教学改革，以提高教学质量为中心任务。同年 9 月，在全国综合大学会议上指出，高等教育的基本方针是培养各种专门人才，综合大学是国家科学和文化发展的一个重要标志。综合大学的任务主要是培养在理论或基础科学方面从事研究工作或教学工作的专门人才。综合大学主要是高等教育机构，同时也是科学研究机构，教学与科研相互促进，共同提高。

1953 年 7 月，在青岛召开的综合大学理科教学研究座谈会，修订了数学、物理、化学、生物 4 个系各专业的教学计划及 6 门一、二年级主要课程的教学大纲，举办了 4 门课程的讲座，在全国范围内培养了一批骨干教师。这次会议是建国后对理科教学实现具体领导的开始。化学系的教学计划有 3 种，第一种为设专业、并设专门化课程；第二种仅设某专业、不设专门化课程；第三种仅设一般性的化学专业、不分二级学科专业。各校结合校情参照执行。

鉴于这一成功经验，高教部又于 1954 年暑期在北京大学组织了规模更大的暑期教学活动，设有化学方面的讲座。同时还拟订了专业教学计划和一些化学课程的教学大纲。

1955 年修订了 7 个专业（数学、物理、化学、植物学、动物学、自然地理、气象学）的教学计划，这些教学计划大都较为完整，在较长时间内沿用。化学专业四年制教学计划的《教学进度计划表》和《专门化课程表》如表 11－4 和表 11－5 所示。

表 11－4 教学进度计划表[①]

[①] 中国教育年鉴编辑部：1949—1981 中国教育年鉴，中国大百科全书出版 1984 年版，第 287 页。

次序	课程	按学期分配			时数					
		考试	考查	学年论文	共计	其中				学年论文
						讲课	实验	课堂实习	课堂论文	
1	马克思列宁主义基础	2	1		136	102			34	
2	中国革命史	4	3		136	102			34	
3	政治经济学	6	5		136	102			34	
4	辩证唯物论与历史唯物论	7			90	68			22	
5	俄文	1,4	2,3		210			210		
6	体育		1,2,3,4,		140			140		
7	高等教学	1,2,3,			318	160		158		
8	物理	2,3,4,	4		331	174	105	52		
9	无机化学	1,2	1,2		386	140	246			
10	分析化学	3,4	3,4		350	62	288			
11	有机化学	5	4,5		334	104	231			
12	物理化学	5,6	5,6		331	100	179	52		
13	化学工程	6	6		119	50	69			
14	物质结构	7			54	54				
15	结晶化学	5			54	36		18		
16	胶体化学	6	6		85	34	51			
17	专门化课程与实验	7,7		7	288	100	188			36
总时数					3499	1388	1357	630	124	36

表 11-5 专门化课程表[①]

[①] **中国教育年鉴编辑部：**1949—1981 **中国教育年鉴，中国大百科全书出版社** 1984 **年版，第** 288 **页。**

次序	课程	按学期分配			时数				
					共计	其中			
		考试	考查	学年论文		讲课	实验	课堂练习	学年论文
I	无机化学 (1)无机化学选读 (2)无机化合物研究法 (3)无机化学专门化课程与实验(选修) i 物理化学分析 ii 稀有元素 iii 络合物化学 iv 同位素化学	7,7	7		288	100	188		
II	分析化学 (1)物理化学分析法 (2)化学分析法 (3)分析化学专门化课程和实验(选修) i 金属分析 ii 矿物原料分析 iii 微量分析 iv 自动与快速分析	7,7	7		288	100	188		
III	有机化学 (1)有机化合物结构理论 (2)有机分析 (3)有机化学专门化课程和实验(选修) i 有机合成 ii 石油与天然气化学 iii 高分子化合物化学 iv 植物原料化学 v 煤的化学 vi 有机化合物结构的分析与测定 vii 人造液体与气体燃料化学	7,7	7		288	100	188		
IV	物理化学 (1)物理化学和胶体化学选读 (2)热力学 (3)物理化学专门化课程和实验(选修) i 电化学 ii 溶液理论 iii 化学热力学与多相平衡 iv 化学动力学和无机催化 v 分子结构和化学键理论 vi 高分子化合物物理化学 vii 胶体和吸附作用	7,7	7		288	100	188		

这时各专业的教学计划由教育部统一制订，要求各学校严格执行部颁计划。

在教材方面，1956 年 1 月，高教部发出《高等学校教材编写暂行办法》，要求结合国情，编写切合中国高等学校教学实际的教材。各级领导提倡并支持学有专长的教授、学者著书立说。同时颁发了化学专业各基础课教学大纲，此后化学系基础课教材陆续出版（至 1959 年）。其中有戴安邦、张青莲、严

志弦和尹敬执合编的《无机化学教程》、邢其毅编的（有机化学》、汪葆■等编的《分析化学》、黄子卿编的《物理化学》、唐有祺编的《结晶化学》和徐光宪编的《物质结构》等。这是建国以后出版的第一批自编化学系教材。

1955 年，中国科学院成立学部，自然科学方面的学部委员共 190 名（1955 年聘任 172 名，1957 年增补 18 名），其中高等学校教授 61 名，化学方面有纪育沣、庄长恭、袁翰青、梁树权、张青莲、杨石先、唐敖庆、黄子卿、傅鹰、李方训、蔡镏生和曾昭抡。

在高等师范教育方面，1953 年 9 月召开了建国后第一次高等师范教育会议。确定全国高等师范教育的方针和任务，讨论高等师范学校设置和发展的五年计划；明确高等师范院校的领导关系和中央与地方教育行政部门的分工原则以及高等师范学校教学改革的方针和步骤；讨论师范院校的教学计划、师资培训和编译教材等问题。同年 12 月，政务院颁布《关于改进和发展高等师范教育的指示》指出：发展和提高高等师范教育以适应国家建设的需要，是当前教育建设中一个十分重要的任务。到 1953 年，全国共有高等师范学校 33 所，各校均设立化学系。1953—1955 年，学习苏联的教育理论和教学经验，根据师范教育的特点，并结合中学的实际，高教部制订了高等师范学校包括化学在内的 10 个专业的教学计划。至此，高等师范化学教育形成一定的规模，同时培养了大批中学化学教师，为提高全国基础化学教育水平做出了贡献。

这一时期，高等学校教学秩序稳定，校际交流频繁，并加强了教师继续进修。许多学校选派教授、副教授和有经验的教师担任基础课教学工作，大学生也勤奋学习，教学质量明显提高。正如在二届政协第三次会议（1957 年 3 月）上高教部副部长曾昭抡所说：高等教育改革的方针是正确的，成绩是显著的，已经从根本上改变了旧中国高等教育的面貌。然而其中的不足则是学习方法过分强调统一，限制过死，造成了学生负担过重，学得不够踏实，毕业生质量不齐。

2.中等化学教育

建国初期，学校一般沿用旧的中学化学教材和教学方法。按照第一次全国教育工作会议决定加强教科书编审工作的管理，为了改革旧教材，教育部先后于 1949 年 11 月和 1950 年 2 月召开两次座谈会，讨论普通中学数理化教材的精简问题，并制订了教材精简原则。其中化学教材的精简原则是：（1）自然科学各科彼此间应明确分工，删除重叠或陈腐部分；（2）初高中之间不必要的重复亦应酌减，充实科技新成就。1950 年 7 月，教育部发布了《化学精简纲要（草案）》，供普通中学教学参考使用。其主要内容如下：

普通初中化学精简纲要的主要内容

第一章　绪论
第二章　火、空气、氧
第三章　水、氢
第四章　原子、分子、化学反应
第五章　碳
第六章　卤素
第七章　食盐、烧碱

内有酸类、碱类及盐类，酸类通性，碱类通性，中和作用。

第八章　化学计算

内有克分子量及克分子体积，阿伏伽德罗原理。

第九章　氨、硝酸

第十章　硫、硫酸

第十一章　磷、砷、矽、硼

第十二章　土壤、肥料

主要内容有土壤成因、土壤主要成分、土壤与农作物关系和肥料。

第十三章　窑业

第十四章　溶液、电离

溶液浓度只讲重量百分比浓度。电离解释酸碱中和及简单离子反应，电解讲简单原理。

第十五章　钠、钾

第十六章　铁、钢

第十七章　镁、铝

第十八章　常见金属

主要内容有钼、汞、锌、锡、铅。

第十九章　银、金、铂

第二十章　其他金属

主要内容有镍、钴、钡、锑、铬、锰、钨。

第二十一章　金属总论

第二十二章　有机化合物

主要内容有烃、甲烷、石油分馏产物、酒精、醋酸、醣类、油脂、煤焦油。有机化学不多讲，只提与实际生活有关者，并介绍简单结构式。

第二十三章　食和衣

内有食物成分：淀粉、糖、脂肪蛋白质，衣服原料：棉、麻、丝、毛、人造丝、皮革。

第二十四章　放射元素

内有简单原子构造，讲质子、电子、中子，并简单介绍原子构造排列。

普通高中化学精简纲要的主要内容

第一章　绪论

第二章　空气、氧、氮

第三章　氢、水、过氧化氢

以上三章教材，既联系初中教学，又在初中基础上提高认识。

第四章　气体性质

主要内容有波义耳定律，查理士定律，波查合律公式，分压定律，饱和蒸汽压力，气体扩散作用，气体分子运动学说，阿伏伽德罗原理及阿伏伽德罗常数。

第五章　分子、原子

内有克分子量及克分子体积，化合量，用分析测分子量，用杜隆-普蒂（Duong-Petit）法求分子量；现代原子学说包括原子学说和原子构造学说——轨道学说；极化物及非极化物。

第六章　分子式、原子价、化学反应式
第七章　氮的化合物
第八章　卤素
第九章　氢氧化钠、碳酸钠
第十章　溶液
内有溶液浓度，溶液浓度滴定法，溶质性质并说明由冰点降低法求分子量。
第十一章　胶体
第十二章　硫、硫化合物
第十三章　电离、化学平衡
内容有电离、酸碱盐关系，有色离子，影响反应速度的条件，并在浓度中说明质量作用定律，可逆反应与化学平衡。
第十四章　磷族元素
第十五章　碳、矽、硼
第十六章　电化学
内容包括金属电动势次序，电镀及电铸，电化当量，法拉第定律，电池生电原理，金属腐蚀。
第十七章　周期律
第十八章　金属及其冶炼
第十九章　金属性质、用途
第二十章　铁、钢
第二十一章　比较常见的金属化合物
内容包括碱金属化合物，碱土金属及轻金属化合物，两种贵金属（金、铂）化合物。
第二十二章　放射性元素
第二十三章　有机化合物
内容包括有机化学，脂肪族及其诱导体，芳香族及其诱导体（衍生物）。
第二十四章　几种有机工业
内容包括纤维工业，橡胶工业，液体燃料，油脂工业，染料工业，卫生医药，香料。

这两个化学精简纲要中，元素和化合物占了绝大部分。尽管删除了一部分重复教材，但内容还显较多，且初高中仍有一些重复，甚至和物理上的气体有所重复。在化学理论方面，原子结构内容较少、较浅，但胶体、电离、反应速度、化学平衡、电化学、周期律等方面却规定了一定量内容。化学实验内容几乎没有涉及，化学计算的要求也较低。

1950 年 8 月，颁布《中学暂行教学计划（草案）》，化学课在初二、高二和高三开设，每周分别为 4，3，3 课时，合计 400 课时（与物理课相同）。

1952 年 3 月，教育部颁发《中学暂行规程（草案）》，并公布了新的教学计划，规定从初二到高三各年级都开设化学课，初二、初三每周 2 学时，高一、高二每周亦 2 学时，高三每周 4 学时，共计 432 学时。4 月，教育部为了稳步地继续改进教学，在《化学精简纲要（草案）》的基础上，总结了过去教学中的收获，并吸取苏联的经验，编订出《中学化学科课程标准草案》。这一课程标准草案，试图尽量避免过去初、高中圆周式的重复，而采取初、高中 5 年一贯的精神。同时考虑到初中毕业生有一部分要走上工作岗位或进

入技校、师范学校，在初中也讲一些与高中重复的金属和有机化合物简单知识。

初中由最常见和与生活关系最密切的物质变化现象开始，逐渐引到理论认识，使学生通过具体事物和自己的经验，正确地认识自然界一般物质的变化规律。高中使学生掌握较完整的化学基本知识，建立辩证唯物的世界观，培养学生献身祖国的精神和信念。教材内容注意本学科的系统性以及不同学科相互之间的关联，更多地与生产建设、国防建设和科学新成就相联系。

这个课程标准草案，是建国后内容范围包罗最广的一个中学化学教育文件。其主要内容附录如下：

初级中学化学科课程标准草案主要内容

目标

（1）在小学自然科的基础上，指导学生获得初步的化学基本知识，并为升学或就业打下基础。

（2）从生活现象的观察及实验的证明，引到物质变化规律的认识，使学生对一般有关化学的自然现象有正确的解释。

（3）使学生明了化学知识与日常生活、生产建设及国防建设的密切关系。

（4）结合教材内容，培养学生的爱国主义及国际主义的精神。

教材内容

（1）初中第二学年第一学期（上课 32 小时，考试及复习 4 小时）：

第一章物质变化。第二章火与空气。第三章水。第四章物质的构成。第五章碳。

（2）初中第二学年第二学期（上课 32 小时，考试及复习 4 小时）：

第六章食盐、盐酸。第七章碱、火碱。第八章酸、碱、盐。第九章化学计算。第十章氨、硝酸。

（3）初中第三学年第一学期（上课 32 小时，考试及复习 4 小时）：

第十一章溶液。第十二章硫、硫酸。第十三章火柴、黑火药。第十四章土壤、肥料。第十五章窑业。

（4）初中第三学年第二学期（上课 28 小时，考试及总复习 8 小时）：

第十六章铁。第十七章铝。第十八章几种常见金属铜、银、汞、锌、锡、铅。第十九章简单有机化合物。第二十章发展中的化学。

教学要点

（1）教师在教学之初，应制定教学进度；在学期之末，预留总复习时间；学期中，应经常检查进度，以期时间分配适当。

（2）初中化学教学，应注意学生身心发育的条件，研求如何能令其易于了解，提高兴趣，认识到化学不是枯燥无味的科学，而是密切联系着生活与应用的知识……

（3）尽可能多做演示实验，多搜集实物，如矿石、金属、药品、工业制品等，让大家观览，既可使学生印象深刻，又可养成观察的能力与实事求是的精神。

（4）为启发学生思考能力，在讲述或作完实验后，必须领导学生归纳，推理，而得到正确的结论。

（5）在教学中，应介绍我国劳动人民对化学的贡献，各地特有的资源，化工建设的远景及我国化学家的事迹等，以启发学生对自己祖国的热爱。

（6）（7）从略。

（8）适当组织学生参观工厂、科学馆、展览会等，以使书本知识与实际相结合。

（9）对化学特别有兴趣的学生，可组织学习小组，由教师指导进行……

（10）从略。

高级中学化学科课程标准草案主要内容

目标

（1）高中化学教学，乃在初中基础上给学生以较有系统的化学基本知识及明确的化学基本观念，并使学生认识到化学对于人类生活、生产建设及国防建设的重要性。

（2）训练学生对物质变化的现象能敏锐观察，细密思考，由实际归纳成理论，再由理论结合实际，以了解客观存在的自然规律，而建立辩证唯物观点。

（3）启发学生的研究兴趣及创造性，训练学生有化学实验的基本技术及良好习惯，并能掌握化学基本知识，准备将来升入大学作进一步的学习，或服务于有关化学的实际工作。

（4）结合教材内容，培养学生爱国主义及国际主义的精神。

教材内容

（1）高中第一学年（讲授 52 小时，实验 12 小时，平时考试及复习 8 小时，共 72 小时）：

第一章绪论。第二章氧、氢、水。第三章气体的性质。第四章分子、原子。第五章化学反应及计算。

（2）高中第二学年（讲授 46 小时，实验 20 小时，平时考试及复习 6 小时，共 72 小时）：

第六章卤素及其化合物。第七章硫族及其化合物。第八章溶液。第九章电离、化学平衡。

（3）高中第三学年（讲授 102 小时，实验 28 小时，平时考试及复习 14 小时，共 144 小时）：

第十章氮族及其化合物。第十二章周期律。第十三章放射性元素及原子结构。第十四章金属元素。第十五章金属化合物。第十六章有机化合物。第十七章重要有机工业。

教学要点

（1）授课之始，教师应做教学计划，在教学进行中，随时检查实施情况，灵活运用教法以配合之。

（2）在教学过程中，教师应了解学生学习基础，随时注意学生学习情况，主动地去启发学生理解，力避主观地灌注。

（3）从略。

（4）教材内容，应照顾国产化学原料，各地区特有的化学工业及其前途的展望。

（5）化学教学，应纠正纯技术观点，使学生认识化学与祖国建设的关系，

而养成正确的学习态度。

（6）教师授课，应随时联系实际，讲授材料应与实验教材配合。

（7）化学实验，应尽量使学生自己动手去做，最好 2 人一组，演示实验，由教师结合讲授教材，随时举行。

（8）（9）从略。

（10）教师应于课外率领学生参观与化学有关的工厂、矿山、实验室、科学馆、展览会等，以收联系实际之效。

（11）对化学特别有兴趣的学生，教师可指导其组织小组，做课外学习。

（12）从略。

该草案总结了中国中学化学教育的经验，并开始吸取国外（苏联）中学化学教育方面的一些经验。在教学目标上规定比较全面，强调化学基本知识，培养学生化学试验的基本技能和良好习惯，注意理论联系生活和生产的实际，提出对学生进行辩证唯物主义和爱国主义的教育，启发学生的学习兴趣。具体规定了演示实验和学生实验。同时对教师提出了一些要求，如制订教学进度，密切联系实际，注意联系国情，尽可能多做实验，组织参观，加强直观教育，启发学生的思考能力等。草案中元素化合物知识仍占多数。理论方面，高中的元素周期律内容较多、较细，原子结构则较少，电离理论只讲电离学说，反应速度只讲影响反应速度的条件（附质量作用定律），化学平衡介绍影响化学平衡的条件及勒沙特里原理，还讲一些气体的性质和气体定律等内容。总的看来，理论水平不太高。另外，集中一章讲金属化合物，除了氧化物、氢氧化物、硫化物、卤化物、硝酸盐、碳酸盐外，不讲碱金属化合物、碱土金属及轻金属化合物、贵金属化合物、复盐及络盐等。初中“溶液”一章要求较高，编入溶液的导电性、电容和电解的概念等。总之，无论初中还是高中，教学内容仍十分庞杂。

在东北地区，东北人民政府教育部于 1948 年开始组织力量

研究并编译苏联十年制学校自然科学各科教材[①]。1950 年春，第一套编译的中学化学教科书（东北本）出版，并在东北地区初中试用，至 1951 年在高中也普遍采用编译本。1952 年推广到全国使用。这套教材，初中化学课本以苏联奚尤什金著七年级化学教科书（1947 年版）为蓝本，高中化学课本以苏联威尔霍夫斯基著（1947 年版）八—十年级教科书为蓝本，高中二年级课本同时也以苏联列夫钦科等著（1950 年版）八—十年级教科书为蓝本而编译。高中一、二年级课本后都附有苏联高尔法德尔和斯莫尔贡斯基著的化学习题。与旧教材相比较，这套编译本注意化学基础知识和基本技能，重视有关教育原理、原则和教学方法的运用，对改革旧教材和教学法起了促进作用。

在此期间，教育部还分别召开了全国工农教育会议（1950 年 9 月）和全国中等技术教育会议（1951 年 6 月），颁发了《工农速成中学暂行实施办法》（1951 年 2 月）[②]，政务院发出了《关于整顿和发展中等技术教育的指示》（1952 年 3 月）等，这些会议的决议和文件，对于提高化学课的教学质量均起到了指导作用[③]。中国化学会主办的《化学》杂志于 1950 年复刊，并开辟

---

① 董纯才：东北教育工作 1950 年的基本总结，新华月报，1951 年 2 月 3（4）。

② 新华月报，1951 年 3 月，3（5）。

③ 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 333 页。

“中等教育专栏”，由北京师范大学化学系主编，配合改革旧教材等发表了30篇文章，对化学教育起了一定的推动作用。

1952年12月，教育部颁发了以苏联中学化学教学大纲为蓝本编写的《中学化学教学大纲（草案）》。其主要内容如下：

中学化学教学大纲（草案）（1952年12月）
中学化学教学大纲主要内容

中学化学教学基本任务

（1）使学生获得一定的、系统的和巩固的化学基本知识，培养他们能够以辩证唯物主义的观点去认识自然界里所发生的化学变化，以便奠定他们毕业后升学深造的基础和做好从事各种实际工作的准备。

（2）使学生从理论上实践上认识各重要部门的化学生产的基本原理，并认识化学在经济建设与国防建设上所起的作用。

（3）指明我国化学和化学工业的发展远景，培养学生爱国主义思想。

（4）应该使学生获得下列各种基本技巧：

①熟悉各种分子式和化学方程式，能独立地写出简单的分子式和化学方程式，并能运用它们进行计算。

②能简明地写出观察教师演示或自己所做的实验的结果，并能作出口头或书面的结论。同时在可能范围内，能运用化学实验来解决某些不太复杂的问题。

③能使用简单化学仪器和一般药品，熟悉化学实验中的基本操作，例如溶解、蒸发、过滤等的手续。同时要能熟练地进行普通气体的制取、收集和验证它们的性质的实验，并且熟悉在进行这些实验时应加注意的事项。

④能认识普通仪器装置图、工业生产略图和其他图表、图解；并能描绘简单仪器和实验装置图。

教学过程中应遵守的原则

（1）应使学生了解元素的自然体系，并获得物质的永恒存在及永恒变化的概念。在教学过程中还应注意辩证唯物主义世界观的培养。教师通过原子、分子的观念，在初中就给学生打下唯物地了解自然的基础。在高年级里，元素间的相互联系与转变、无机界与有机界没有绝对界限、无机界的发展、合成化学的发展等在培养学生辩证唯物主义世界观方面也是极重要的材料。

（2）使学生理解重要化学工业生产过程中的科学原理，并使学生理解化学在经济建设与国防建设上所起的作用，是使化学与现代生产技术的实际密切结合的重要步骤。教师必须照顾学生的知识水平，着重一般性的、有关生产的科学原理的阐明，而不必过早涉及专业性的技术问题。

（3）培养学生爱国主义思想，除了使学生知道我国幅员辽阔，知道我国历史上的一些化学发明，从而认识祖国劳动人民的智慧与创造能力外，还应该特别注意介绍现在新中国化学工业的发展情况，全国工业和农业的化学化的理想正在逐步实现中，今后新中国的化学的研究和应用将有无限美好的前途。教师在这里，应该特别注意防止牵强附会生硬联系的弊病。

在教学过程中，教师应该注意贯彻历史唯物主义的原则，对于世界上伟大的化学家，如罗蒙诺索夫、门捷列夫、布特列洛夫、居里夫人等的生平与事迹，应在适当的地方，课内或课外，作适当的介绍。

（4）在讲授大纲中所规定的一些理论教材时，教师必须按照学生年龄特征和知识水平，举出具体事例，清楚生动地加以阐明。应该特别注意由具体到抽象的教学方法。根据观察和实验，逐步归纳出概念或定律。同时应该把这些理论的材料和当前的生产建设问题以及日常生活上的问题正确地联系起来。

（5）化学是一门以实验为根据的科学。大纲中所规定的教师演示和学生实验都是完成大纲所规定的教学任务的重要组成部分，教师应切实遵照规定进行讲授，做好演示，并指导学生进行实验。

（6）教师在教学中必须紧紧掌握直观原则。除作规定的演示外，还应尽量使用挂图、标本，充分利用本地化学产品和化学原料等具体材料，并尽可能有计划地参观有关的各种化学工厂、矿山、农场以及小型的工场等等。

（7）不可用过多的或艰深的补充材料来增加学生的负担。一定要在规定的时间内学完大纲里所规定的教材，而且要保证学生能完全透彻理解。全部工作必须有计划、有步骤地进行。

（8）学生的课外作业包括复习教科书，解答教师指定的习题和其他作业等。课外作业不应过深或过多。但必须要求学生按时完成。教师应该联系正课，用多种方法鼓励学生开展课外活动。教师应特别注意对学生知识的考查和成绩的正确评定。高中最后一学期的总复习，教师必须予以重视。

（9）初中全部化学课程是以原子-分子论为基础的。由于原子-分子论对于培养辩证唯物主义世界观的基础的重要性，所以在初中教材里一开始就揭示了这个重要课题，然后把它贯彻在以后的全部教材里。大纲所规定的高中教材则是以门捷列夫周期律和原子结构理论为基础。

（10）有机化学对于经济建设与国防建设具有同等重要的意义，有机合成又是今后化学制造工业的重要发展方向，因此，在高中的大纲里，有机化学占了适当的比重。

教学内容

（1）初中三年级（108 小时）：

绪论（1 小时）

（一）物质及其变化（8；3）。（二）化学反应、原子（10；4）。

（三）氧、空气（6；2）。（四）氢（5；2）。（五）化学基本定律、化合价（11；4）。（六）水、溶液（11；4）。（七）重要的酸、碱、盐和氧化物（22；8）。（八）碳、燃烧（13；5）。（九）铁和其他金属（13；5）。复习（8；3）。

（2）高中一年级（72 小时）：

（一）物质的构成（12；6）。（二）无机化合物的分类（8；4）。（三）溶液（8；4）。（四）门捷列夫的元素周期表（初步认识）（2；1）。（五）卤族元素（17；8）。（六）氧和硫（21；10）。复习（4；3）。

（3）高中二年级（72 小时）：

（一）氮和磷（20；9）。（二）碳及其简单化合物（9；4）。（三）有机化合物总论（4；2）。（四）烃（15；7）。（五）烃的衍生物（18；9）。复习（6；3）。

（4）高中三年级（144 小时）：

（一）醣类（8；4）。（二）含氮有机化合物（11；6）。（三）有机合

成的发展（3；1）。（四）硅及其化合物（6；3）。（五）惰性气体（2；1）。（六）元素的周期律与周期表（10；4）。（七）放射性元素（2；1）。（八）原子结构（10；5）。（九）电离学说（16；10）。（十）金属总论（10；5）。（十一）碱金属（7；4）。（十二）碱土金属（7；3）。（十三）铝（6；3）。（十四）铁（11；6）。总复习（35；15）。

综上所述，从初三到高三各年级的教学时数依次为每周 3，2，2，4，共 396 课时。

这是新中国成立后部颁的第一个中学化学教学大纲，它对中学化学教学的目的、任务、教学内容和教学方法等都作了原则规定。并明确指出，中学化学教学的基本任务是使学生获得一定的、系统的、巩固的化学基本知识；注意培养学生的辩证唯物主义观点和爱国主义思想；使学生从理论和实践上认识各重要部门的化学生产的基本原理，并认识化学在经济建设和国防建设上所起的作用；使学生获得实践和化学用语方面的各种基本技能。大纲强调，化学是一门以实验为根据的科学，教师必须做好演示，并指导学生进行实验。初中化学课程以原子-分子论为基础,高中化学以门捷列夫周期律和原子结构理论为基础。重视氧化物、酸、碱、盐的教学，初中编入“ 重要的酸、碱、盐和氧化物 ”一章，高中编入“ 无机化合物的分类 ”一章。有机化合物分 5 章讲授，内容较多，然后再讲硅、化学理论和金属。每一章教材不但规定了课时数，而且规定了课外作业时数，还规定了教师演示和学生实验。高中三年级总复习规定为 35 课时。至此，基本上结束了许多年来教学思想、教学内容和教学方法各行其是的局面，使教师在教学任务、内容、方法上有所遵循，对统一全国中学化学教学的标准以及提高教学质量起了很大作用。

1953 年秋季开始使用人民教育出版社编译的第二套课本。这套初高中化学课本共 4 册，初中化学把原子-分子论的位置提前，以加强这一理论对学习元素、化合物、溶液、酸、碱、盐的指导作用。高中化学严格以周期律为体系，并把有机化学也纳入碳这一部分，形成了一个“ 大肚子 ”。同时课本中用曲管、玻璃片等，代替某些常用的仪器，进行简易实验。在当时许多学校缺乏实验仪器药品的情况下，起了一定的作用，但也在一定程度上影响了学生化学实验技能的培养。

1954 年 6 月，中央人民政务院发布《关于改进和发展中学教育的指示》，对有关提高中学教育质量的许多重大的原则问题都作了明确的指示,提出‘ 中学教育必须贯彻全面发展的教育方针 ”，“ 要改进教学，以先进的科学知识武装学生，相应地改进学习方法 ”，要求广大中学教育工作者必须明确认识到，提高教育质量，关键在于改进学校教导工作，抓紧做好教学工作这一重要环节。为使教师教好，学生学好，提高教师水平与改编教材是决定性因素。

1954 年 7 月，为了贯彻全面发展的教育原则，减轻学生的课业负担，教育部发布了“ 精减中学化学教学大纲（草案）和课本的指示 ”，对现行大纲和化学教材内容作了适当的精简和调整。精简和调整的原则如下：

（1）删去超越科学基础知识范围的、次要的和过时的内容；

（2）删去现行课本中有而大纲中没有的内容；

（3）删去不十分必要的重复的内容；

（4）低年级不易理解的教材内容移到高中去学习。

精简后所省出的时间，可用于加强对较难教材的教学，在课堂上系统地

复习和练习，更好地根据学校设备条件来积极完成教学大纲（草案）中所规定的演示和实验作业。

1956 年 6 月，教育部发布了《中学化学教学大纲（修订草案）》。明确指出了在中学化学教学中，应该以社会主义教育思想教育学生，强调了化学在社会主义建设中的重大意义。提出了要在化学教学中实施基本生产技术教育，叙述了在化学教学中实施基本生产技术教育的内容和途径。其内容包括化学生产的基本原理、化学规律和化学物质在各生产部门的应用，以及培养学生化学实验的技能和技巧；途径包括课堂教学、化学实验、课外作业、生产参观、课外活动等方面。这个大纲在 1956—1957 学年度使用。它是在中学化学教学大纲（草案）的基础上修订的。主要修订的地方如下：

（1）提出了实施基本生产技术教育的任务。课程里讲授的有关生产的教材内容在我国国民经济上具有重大意义，通过这些生产的例子可以使学生认识这些生产上所应用的技术和工艺过程的一般原理，这些生产过程的本质是学生所能理解的。

（2）把实验明确分为三类。实验有教师演示实验和学生实验，其中学生实验包括两种形式：一种是实验作业，这是跟教师讲解教材相结合的实验；另一种是实习作业，这是在学过一个题目或部分教材以后，在教师指导下，由学生单独或分组进行的实验。实验作业在每个年级里都要做，特别在低年级里进行的次数应该多一些，实习作业的次数应随年级的升高而增加。并指出过去使用的简单仪器和少量药品的实验不利于培养学生的实验技能和技巧，要求教师用试管、烧瓶等仪器来代替。

（3）具体规定初、高中学生应该掌握的计算技能。

（4）具体规定初、高中学生获得的实验技能和技巧。

（5）提出在教学中要特别注意使学生自觉地掌握知识，要启发他们进行积极的思维。教师不仅在课堂教学中，而且在课外作业和课外活动中，都要注意培养学生独立的思考能力。

（6）提出要参观化学工厂，参观金属加工工厂、纺织工厂和其他工厂的化学车间，参观展览会和博物馆等，这在化学教学上具有重大的意义。

（7）这个大纲（修订草案）在 1956—1957 学年度使用。由于教材系统须逐年加以变更以及新课本的供应问题，采取分年发布教学大纲的办法。这个大纲（修订草案）主要新编了大纲说明部分，更动了大纲正文初中三年级部分。同时增加了分年级说明。

（8）从初三到高三，各年级的教学时数依次为每周 3，2，2，3，共 323 课时。

从 1956 年起，第三套化学课本（初高中共 4 册）由人民教育出版社出版，并开始使用。这套课本是根据大纲修订草案的精神和原则编写的，初中部分参考了苏联沙波连科著的七年级化学教科书和奚尤什金的新本，高中部分参考了苏联霍达科夫、茨维特科夫、沙波瓦连科、爱泼斯金等著的八至十年级的课本。其中强调了基本生产技术教育，加强了思想政治教育。但化工生产讲得过细，有时流于生产细节。为了帮助教师贯彻大纲修订草案的精神，研究和掌握教材内容，交流教学经验，提高教学质量，人民教育出版社出版了化学教学参考书。许多学校在化学教学中加强理论联系实际，掀起了一个贯彻基本生产技术教育的热潮。一般注意讲授化学生产的基本原理、化学规律和元素化合物知识在各个生产部门的实际应用。但失之于生产种类讲得过

全，生产设备讲得太多，生产流程讲得过细，而基本知识相应地受到削弱。

至此，根据苏联教材编译的 3 套课本基本出齐。这些教科书在教材内容上重视基本概念、基本原理的讲授和实验技能的培养，教材的系统性较强，化学实验与教材内容配合紧密，初高中教材螺旋上升，内容不庞杂。其共同特点是：

（1）基本上是描述化学，元素化合物知识比重较大，理论概念比重较小；

（2）概念、定律、理论等基础理论内容较以前的中学化学课本有所提高；

（3）介绍的元素种类较少，只讲主族，基本上不讲副族，但介绍的每种元素的有关内容讲得较为详细；

（4）结合生产，特别是工业生产的内容较多；

（5）化学实验与教材内容紧密配合，实验内容有所加强；

（6）教材基本上采取螺旋上升的编排法。

这个时期，各地中学、化学教研室的化学教师在教学中认真贯彻教育方针，钻研教学大纲和化学课本，注意学习苏联中学化学教学经验，取得了许多富有成效的经验，有集体的也有个人的。主要表现在：第一，拟定学期教学计划，加强备课工作；第二，认真进行思想政治教育；第三，启发积极思维，培养学生能力；第四，积极改进教学方法，提高教学效果；第五，正确指导学生的学习方法；第六，开展化学课外活动；第七，理论联系实际；第八，认真做好化学实验[①]。其中，1957 年初《人民教育》杂志分 4 期发表的“介绍刘景昆先生的化学教学经验”的文章等，就是这一时期重视教学研究和系统地总结中国自己的教学经验并加以推广的代表之作。与此同时，部分化学教学理论工作者结合国情编著了《化学教学法》等教材和讲义，供高等师范院校使用，为培养中学师资和倡导开展教学法研究起了积极的作用。

[①] 梁英豪：建国以来我国中学化学教育的回顾，化学教育，1982 年第 4 期，第 10 页。

二　1957—1965 年的化学教育

从 1957 年到 1965 年，是中国开始进行全面建设社会主义的时期。在这期间进行了旨在适应我国社会主义建设需要的教育改革实践，比较系统地总结了建国以来的教育经验，规定了适合于当时情况的各项具体政策，整顿和发展了各级各类教育。但是，由于党的工作在指导方针上有过严重的失误，致使化学教育在这一时期经历了曲折的发展过程。

1958 年 9 月，中共中央、国务院发布《关于教育工作的指示》，明确指出“党的教育工作方针是，教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相结合”，“教育的目的是培养有社会主义觉悟的，有文化的劳动者”。在“大跃进”的影响下，教育战线掀起了“教育大革命”。大学化学教育出现了打乱课程体系和学科体系、实行“一条龙”教学、以生产劳动或大办工厂、大搞科研来代替课堂教学和实验教学的情况；中学劳动过多，以前根据部颁教学大纲编写的化学课本被一概抹煞，各地自编的教材大大扩充了联系生产实际的内容，有的教材大大提高理论水平，把大学普通化学的很多知识“下放”，超越了中学生的接受能力，一度给教学带来困难，降低了教学质量。

1961—1962 年，根据中央制定的“调整、巩固、充实、提高”的方针，陆续拟定了大、中、小学暂行工作条例（草案），即《高校六十条》、《中学五十条》、《小学四十条》。这是在总结建国后教育工作经验基础上制定的教育法规，初步建立起一套比较适合中国国情的社会主义教育体系。

在高等教育方面，1961—1962 年教育部制订了新的教学计划，规定本科生结合生产实际进行教学和劳动时间为每年一个月左右，申明教学计划各校可参照执行。1961 年 2 月，中央书记处提出：高等学校教材建设要分两步走，“先解决有无问题，再逐步提高”，对现行教材以“未立不破”的原则，采取“选”、“编”、“借”的办法解决教材问题。既要解决教科书和讲义，也要印发参考书。同年 3 月，召开了理、工、农、医各科教材会议。化学基础课教材选编会议在南京召开。至 8 月初，全国理工农医类高等学校 530 多个专业中，有 360 多个专业统一选编了教材。在化学基础课教材中，肯定了 50 年代的一批教材，同时增加了南京大学傅献彩主编的《物理化学》，云南大学王文亮主编的《结构化学》等教材。

1962 年高等学校教材编审委员会成立。在较短的时间内，共出版了各种通用教材（包括化学）近 2000 种，保证了教学的需要。教育部还先后召开工科、理科教学工作会议和重点高等学校培养提高师资问题座谈会。同年教育部发出通知，在全国重点高等学校中培养骨干教师。要有计划、有步骤、分批地培养提高重点、缺门和基础薄弱的专业以及重点课程等方面的教师。根据这一精神，各校化学系均作出安排，继承和发挥老教授的学术专长，提高年轻教师的学术水平。

1962 年 6 月，教育部在北京召开高等学校理科教学工作会议，对建国 12 年，特别是后 4 年理科教学工作的经验进行了初步总结。讨论了综合大学理科专业、专门组的设置问题，订出了专业、专门组目录表；讨论了学制问题及修改教学计划的意见，修订了综合大学理科 6 个专业的教学计划；讨论了编写理科各专业基础课教学大纲的意见，制订了基础课程的教材编写工作三年规划；还对培养和提高师资水平，开展科学研究等问题交换了意见。这次会议还通过了《关于编写综合大学理科各专业教学大纲的几点意见》，完整、系统地阐明了编写基础课教学大纲的基本原则。

1963 年 2 月，教育部发出通知，决定按学科性质成立高等学校 5 个理科教材编审委员会。化学教材编审委员会主任委员是唐敖庆教授。教材编审委员会的任务是，拟订教材编审计划，组织教材的编写、修订和审查工作，推动教材的评介工作，审查各专业基础课的教学大纲。同年《高等学校自然科学学报》出版，这是全国高等学校公开的学术性刊物，按 8 个学科分册出版。其中的化学、化工版由吉林大学主办。

经过实施一系列重要的措施，有力地调整了高等学校的教学秩序。就化学而言，各校又普遍加强了基础课和专业课的教学，以及实验和科研训练，教师在教学中的主导作用又得到发挥，教学质量开始逐步提高[①]。

在中等教育方面，1958 年后，人民教育出版社编写的课本被批判为“陈腐落后”、“脱离生产”、“脱离实际”、“脱离群众”、“少慢差费”的东西，因此暂停编写；而大搞教材编写的群众运动，各地自编教材“遍地开花”。其特点主要是大大充实生产知识，如围绕大炼钢铁、学校办工厂以及当地生产特点等编写了许多像炼钢、炼铁等生产知识材料，突出“以生产为纲”，违反了理论联系实际的原则。因而削弱了基础知识，打乱了原有的教材体系，教师不易教，学生更不易学。各地教材在使用一年后即陆续停用了。

1960 年 4 月，在人大二届二次会议上，陆定一作了《教育必须改革》的报告。提出：“在全日制的中小学教育中，适当缩短年限，适当提高程度，适当控制学时，适当增加劳动。”随后，北京师范大学和华东师范大学着手编写一套九年一贯制学校和五年制中学的化学教材。其他地方也编了一些类似程度的教材。其主要特点是：

（1）提高了理论水平。下放了许多原来在大学学习的内容。从物质结构来看，讲述了电子云、四个量子数、化学键和晶体结构、σ键、π键、大π键和轨道杂化等。也讲了化学平衡，电离平衡和平衡常数等。

（2）加强了生产知识。详细讲述硫酸工业、氯碱工业、合成氨工业、石油工业、纯碱工业、钢铁工业等的设备、流程等方面的内容。土壤、肥料、农药都编成专章，没有采取“以生产为纲”的编写方法。

（3）改动了原来教材的体系。如把理论知识提前，原子结构在元素周期律前讲授。又如把非金属、金属各集中在一章，化合物集中在一章，基本无机化学工业集中在一章，改变了以元素周期表为章的形式，削弱了元素化合物的知识。

（4）增加了最新成就和尖端科学的基础知识。如稀有元素、络合物、放射化学、高分子化合物、元素有机化合物等都列为专章[①]。

这套教材推行不久后即停用。主要原因是内容过于艰深，而且分量过重，其中有许多从大学下放的内容还未转变为可运用于中学的教材，除极少数程度较高的教师和基础较好的学生外，大多数教师业务基础不足，感到难教，学生普遍不易接受，因此教学效果不好。然而，这一时期编写教材是在群众运动中进行的，认为过去课本内容许多是重复繁琐、陈旧落后的，应当予以批判，因而需要提高理论，增加科技新成就，改变旧的教材体系。同时编写时要敢于改革，不迷信原来作为蓝本的苏联课本，要摸索出编写本国课本的道路。这些想法和做法对于后来编写课本多少起到了一定的启发作用。

[①] 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 338 页。

[①] 梁英豪：建国以来我国中学化学教育的回顾，化学教育，1982 年第 4 期，第 11 页。

1960 年决定重新由中央编写课本。在第三套课本（十二年制）的基础上改编成为十年制学校化学试用教材。这次编写，以“ 适当缩短年限 ”为原则，遵循了“ 不提高程度，不改变体系 ”以及“ 基本一贯，适当分段 ”的精神，尽量避免在各地编课本时曾发生过的问题。同时课本适当充实了一些化学理论、元素化合物知识，如增加了强电解质的表观电离度和晶体结构的初步理论，添加了硼、铜、锌、铝等元素和高分子化合物等。加强了理论知识的指导作用，如原子结构、分子形成等理论在九年级提前讲授。理论知识与元素化合物知识相联系，某些基本概念以及氧、碳等元素都一次讲完，不再循环。这套课本在思想政治教育方面，强调培养辩证唯物主义观点，同时仍包含了较多的生产知识。1962 年开始出版发行。

由于这一时期大多数学校是十二年制学校，为此，随后就着手新编一套十二年制学校的化学课本。这次新编课本，从全国各地调集了一定的力量，参考国内外中学化学课本的编写经验，批判照抄照搬国外经验的教条主义，历经一年编写出大纲，然后编写课本。

1963 年中央发布试行《中学五十条》。3 月，教育部发布了《全日制中学暂行工作条例（草案）》，指出：“ 全日制中学必须切实加强基础知识的教学和基本技能的训练 ”，“ 高级中学要注意改进物理、化学的教学 ”，“ 教学……不要把学生的接受能力估计得过低，……也不要把学生的接受能力估计得过高。 ”5 月，教育部又制定了《全日制中学化学教学大纲（草案）》。这次制定的新大纲，较全面地总结了建国 14 年来中学化学教学的经验，对教学目的、确定教学内容的原则、教学内容的安排、实验的地位和作用，以及教学方法等，都作了明确的规定和阐述。其主要内容如下：

全日制中学化学教学大纲（草案）（1963 年 5 月）
全日制中学化学教学大纲主要内容

教学目的和要求

（1）学习化学的意义。

化学是一门研究物质的组成、结构、性质、变化的科学，对人类的生产和生活有密切的关系……化学对发展现代工农业生产和现代科学技术，对提高人民的物质和文化生活，都起着重要的作用。中学学生学习化学，既有利于参加生产劳动，又可以为继续学习化学和其他科学技术打好基础。

（2）中学化学教学的目的。

中学化学教学的目的是：使学生有系统地获得重要的关于元素、化合物和化学原理的基础知识以及化学基本技能，了解这些基础知识和基本技能在工农业生产中的应用，能够解释或解决一些简单的化学实际问题，培养辩证唯物主义观点。

（3）中学化学教学的要求。

初中阶段：要求学生掌握几种重要的元素及其重要的化合物的知识，掌握物质结构的初步知识（原子-分子论），掌握一些化学概念和化学定律，学会做简单的化学实验，学会书写分子式和化学方程式，并能进行简单的化学计算。

高中阶段，要求学生系统地掌握主族元素和少数重要的副族元素以及它们的重要化合物（包括有机化合物）的知识，掌握原子结构、分子结构、元

素周期律、电解质的电离等化学原理知识，学会做比较复杂的化学实验，能够熟练地书写分子式和化学方程式等，并能进行比较复杂的化学计算。

教学内容

（4）确定教学内容的原则。

①元素和化合物的知识是中学化学教学内容的基础。应当着重地讲授主族元素，适当地讲授一些副族元素……选择讲授的元素和化合物，既要根据它们的典型性，也要根据它们在实际应用中的重要性。

②化学原理是基础知识，学习了这些知识，能帮助学生比较深入地和系统地学习关于物质的具体知识。在选择这些知识的时候，应当做到符合下列要求：（a）科学性上是正确的；（b）在中学化学里应用较广，能够用来阐明讲到的一般化学现象；（c）学生能够接受。

在中学讲授的化学原理里，元素周期律和物质结构的知识应用最广，对学生学习物质的具体知识的指导作用最大……

③讲授元素、化合物知识和化学原理知识的时候，应该适当地联系这些知识在工农业生产中的应用。这方面的知识包括生产过程中涉及的主要物质的某些性质、主要的化学反应和反应条件以及应用到的概念、规律、学说等……

④应当讲授一些现代化学新成就的初步知识。

（5）初中阶段的教学内容。

在基础知识方面，讲授几种最常见的重要的元素氧、氢、碳、铁和它们的重要化合物的知识，物质结构的初步知识——原子-分子论；两个重要的化学定律——物质不灭定律和定组成定律；常见的一种分散体系——溶液；无机物的主要类别——氧化物、碱、酸、盐和它们相互反应的规律以及其他重要的化学概念。在基本技能方面，教会学生使用简单的仪器和常用的药品，进行过滤、加热、使用指示剂、连接简单仪器等一些较简单的操作，教会学生做一些制备和鉴别氢气、氧气、二氧化碳等物质的简单实验；教会学生书写元素符号、分子式、化学方程式等化学用语；教会学生进行关于分子式、化学方程式、溶解度和百分比浓度等的简单计算。

（6）高中阶段的教学内容。

在基础知识方面，讲授 7 个主族元素里有代表性的和在工农业生产中有重要用途的元素和它们的重要化合物（包括有机化合物）；讲授有代表性的和在现代科学技术上有重要用途的几种副族元素和它们的重要化合物；讲授重要的化学原理——元素周期律和物质结构知识，以及电离学说、化学反应速度、化学平衡等化学原理知识。在基本技能方面，除了使学生熟练地掌握初中学会的基本技能外，还要教会他们一些新的实验技能，使他们会做一些比较复杂的实验如制备某些有机物等；教会他们书写电子式、结构式、离子方程式等化学用语；教会他们进行关于克分子、克原子、克当量、克分子体积、克分子浓度、当量浓度、热化学方程式等化学计算。

教学内容的安排

（7）基本上按照物质结构的内在联系安排教学内容。

重要的化学原理知识，应该编排在适当的位置……为了使元素和化合物知识跟化学原理知识紧密地相互结合，可以适当地把它们穿插起来编排。

（8）初高中化学教学内容的安排。

初中化学教学内容大体上采取由浅入深，由个别到一般地逐渐扩大和加

深知识的编排体系。许多元素和化合物的知识跟概念和定律相互穿插编排，以便于学生学习。

高中化学教学内容中的无机物部分基本上按元素周期表的分类编排，有机物部分基本上按官能团的分类编排……

初高中两个阶段的教学内容，基本上依直线上升的原则安排……但是为了有利于学生的学习，必要的螺旋上升仍然是需要的。

实验

（9）实验是保证教学质量的一个重要环节。

（10）选择实验内容的原则。

实验内容的选择应当符合下列要求：①能够帮助学生理解和巩固基础知识，培养他们的实验技能；②现象明显，并符合安全的要求；③实验需用的仪器药品容易获得；④实验需用的时间适当。

（11）实验的各种形式及其作用。

实验分为教师演示实验和学生实验。学生实验又分为实验作业（即边讲边做的实验）和实习作业。演示实验和实验作业一般都是在教师讲解新课的时候做的。这些实验能使学生对物质及其变化获得具体的印象，帮助他们形成概念，培养他们观察、分析、综合等能力。演示实验还可以给学生示范正确的实验操作。实验作业也可以培养学生某些简单的实验技能。装置复杂，需时较久，或技能要求较高的实验，一般宜于做演示实验；装置简单、操作方便、需时较短、现象明显而又比较安全的实验，宜于做实验作业。

实习作业是在讲过某一部分教材以后，在教师的指导下，由学生单独或分组做的实验。

（12）实验教学里应该注意的几点。

教学中应该注意的几点

（13）讲清概念。

（14）适当联系实际。

……联系实际的目的是要使学生更好地掌握化学基础知识和基本技能。因此，联系实际必须恰当，不能离题过远勉强地联系，也不能过多地讲授生产细节，以致削弱学生的基础知识和基本技能。

（15）抓重点、抓关键，注意化学知识的内在联系。

化学知识中的重点指的是那些进一步学习所必需的和在生产、生活实际中应用较广的重要化学基础知识。化学知识中的关键指的是那些起着“ 钥匙 ”作用的化学基础知识，掌握了这部分知识，学习其他知识就可以 “ 迎刃而解 ” ……

中学化学教学内容里各部分知识之间有紧密的内在联系。在教学时，要注意各个化学概念之间，各种元素和化合物之间，各个化学原理之间，以及它们相互之间的内在联系，要注意知识间的前后呼应，以达到融会贯通。

（16）加强复习巩固。

（17）通过具体的教学内容的讲授，培养学生的辩证唯物主义观点。

（18）加强化学用语和化学计算的教学。

各年级的教学内容

初中三年级（每周 3 课时，共 99 课时）：

绪言 1（1，0）

（1）物质和物质的变化、分子和原子 13（10，3）；（2）氧 12（10，2）；

（3）氢 13（12，1）；（4）碳 13（11，2）；（5）溶液 12（10，2）；（6）碱、酸、盐、氧化物 22（19，3）；（7）铁 8（7，1）。

讲课　80 课时

实习作业　14 课时

复习和机动　5 课时

高中一年级（每周 2 课时，共 70 课时）

复习初中学过的化学概念、化学定律、无机物分类的知识以及化学用语、化学计算和重要实验操作的技能。8 课时

（1）克原子、克分子 16（12，4）；（2）卤素 15（11，4）；（3）氧族 15（12，3）；（4）碱金属 7（6，1）；（5）元素周期律 6（5，1）。

讲课　46 课时

实习作业　13 课时

复习和机动　11 课时

高中二年级（每周 2 课时，共 70 课时）

（1）物质结构 12（12，0）；（2）化学反应速度和化学平衡 5（4，1）；（3）氮族 19（14，5）；（4）电解质的电离 16（13，3）；（5）碳族 12（9，3）；（6）非金属元素的夏习 3（3，0）。

高中三年级（每周 3 课时，共 89 课时）

（1）硼和铝 6（5，1）；（2）镁和钙 6（4，2）；（3）铜 5（5，0）；（4）副族元素 12（8，4）；（5）烃 18（14，4）；（6）烃的衍生物 25（17，8）；（7）碳水化合物 8（6，2）；（8）有机高分子化合物 9（7，2）。

讲课　66 课时

实习作业　23 课时

1963 年下半年开始使用新十二年制初、高中化学课本。这套课本的特点是，基本上维持了“第三套课本”的水平，适当调整了一些化学基础知识，改进了教材的编排体系，同时加强了基本技能的训练。这次颁布的大纲和推行的课本，比较切合中国中学化学教学实际，受到了广大师生的欢迎，它是建国后第一套最好的教学指导性文件和教材[①]。

这个时期，为了配合教学摄制了“化学实验基本操作”、“接触法制硫酸”，“合成氨”等教学片，提供了一部分形象化教材。然而，就在全国普遍使用新大纲和新课本的情况下，高中化学使用到第二册，就发生了文化大革命，高中化学第三册虽已印出，但学校根本没有使用。尽管如此，从 1963 年发布大纲和开始使用新课本后，化学教学方面仍取得了较大成就。尤其是在教学与生产劳动相结合、进行启发式教学和抓关键、突重点等方面，许多教师都取得了不少好的经验。

[①] 中国化学会《中国化学五十年》编辑委员会编：中国化学五十年，科学出版社 1985 年版，第 337 页。

三　1966—1976 年的化学教育

1966 年开始的文化大革命，掀开了新中国历史上十年浩劫的序幕，文化教育事业首当其冲遭受严重破坏。从此各类教材被废弃，实验设备被毁坏，教学秩序被彻底打乱。各地区各学校实行“开门办学”、“以典型产品组织教学”，造成全国大中学化学教学质量急剧下降。高等学校化学专业，因学生入学水平不齐，难以按专业要求安排教学。中学化学教材被批判为修正主义课本，全部停止使用。各省市自治区都自编教材，1971 年前编的一般叫做《工业基础知识·化工部分》，其中以化工生产为主线，搞所谓“典型生产引路”，把基础知识纳入生产系统之中，比 1958 年间所编写的化学课本更为强调生产，对基础知识的削弱更为严重。1972 年以后，某些省市自治区编写的化学课本改名为《化学》，稍加注意基础知识。但在 1974—1976 年，又强调农业生产，许多省市自治区把土壤、腐植酸类肥料、中草药、沼气等内容选入教材，基础知识体系不仅被打乱，而且进一步被压缩、削减。所以，文化大革命期间是化学教材和化学教学的大倒退时期，教学质量异常低下。

这一时期，中学化学教材的理论知识和元素化合物知识不但低于或远低于过去水平，而且内容分量也大为减少，对于实验技能的培养大大削弱；相反却在课本和教学过程中过分强调政治，大量引入语录，贴政治标签、穿靴戴帽的现象极为严重。虽然有极少数地方的课本仍坚持一定的“双基”教育，还改革了初中化学的某些内容，把某些理论的起点适当提前，但毕竟为数极少，更显得其难能可贵。

四　1977 年以后的化学教育

1976 年 10 月粉碎“四人帮”，结束了文化大革命这场灾难，中国进入了新的全面发展时期。十一届三中全会以后，随着全国各条战线的拨乱反正，教育事业也得到了恢复和发展。化学教育随之重新走上了正轨。

1978 年召开的全国科学大会和全国教育工作会议，是中国科学技术和教育方面具有重要历史意义的两次会议。这两次会议都突出强调了教育的重要性，明确了要实现社会主义现代化，关键是科学技术的现代化。科学技术人才的培养，基础在教育。

为了把教育搞上去，教育部召开了一系列专业性会议，下达文件采取措施，努力整顿，恢复教育事业，并组织力量制订新的教学计划，编写新的教学大纲和教材。

1979 年 4 月中国化学会召开工作会议，决定成立化学教育工作委员会，主任委员为陈光旭教授，副主任委员为夏炎教授、严德浩教授和沈松源副教授。同时，筹备出版《化学教育》杂志，以适应提高教学质量，提高师资水平，培养更多化学人才的需要。1980 年 4 月《化学教育》创刊。为了进一步推进化学教育的发展和提高，交流教学经验，中国化学会化学教育工作委员会与教育部高教司和普教司先后两次联合召开了全国化学教育经验交流会（1980 年 12 月在成都举行）和中学化学教学讨论会（1981 年 11 月在桂林举行）。这两次会议是建国以来化学教育方面空前的盛会。与会的大、中学化学教师和有关的教育工作者报告并交流了各自的研究成果，认真讨论了有关我国化学教育的课题，对于整顿、恢复化学教育事业具有重要作用。

在高等教育方面，教育部于 1977 年 8 月和 10 月分别召开高等学校理科和工科基础课教材座谈会，组织理工科基础教材的统一编写工作。制订了基础课教材的统一编写规划，讨论了理工科大学的培养目标、专业设置、制订教学计划的原则及加强基础理论教学工作等问题。同时订出 1977—1980 年三年教材编写规划，鼓励对 1966 年以前出版的教材进行修订，以继承和发展。1979 年 10 月教育部发出通知，恢复高等学校理科教材编审委员会。化学方面增添了 10 位高等师范院校的教授和学者，主任委员为唐敖庆教授，副主任委员有黄子卿、张青莲、高济宇、陈光旭教授。从 1979 年 6 月至 1980 年夏，召开部属综合大学调整理科专业、修订教学计划、编写教学大纲等一系列会议。讨论、修订《教育部属综合大学理科专业目录修订草案》、《教育部属综合大学理科专业设置调整方案》及《专业简介》，研究了如何着手进行修订教学计划、教学大纲的工作。1979 年 12 月，在北京召开理科教材编审委员会预备会议，对理科类专业教学计划进行讨论、修订，并于 1980 年 4 月颁发。同时，教育部发出《教育部关于修订部属综合大学理科专业（四年制）教学计划的意见》和《教育部关于修订部属综合大学理科基础课课程教学大纲的意见》两个文件，要求各省、市、自治区综合大学理科根据学校实际情况，参照这两个文件的原则，做好修订教学计划和基础课程教学大纲的工作。

这次修（制）订的 9 个专业 80 种课程的教学大纲中，化学专业有 14 种：高等教学、无机化学、无机化学实验、普通物理学、普通物理学实验、分析化学、分析化学实验，有机化学、有机化学实验、物理化学、物理化学实验、物质结构、仪器分析、化学工程基础等。其中各门化学课程的教学大纲均规定了本课程的目的、任务和课程的基本要求，还提出了讲授大纲和学时分配建议，以及本课程同其他有关课程的关系和分工，还列出推荐教材和参考书

目。例如 1980 年教育部颁布的综合大学四年制化学专业无机化学教学大纲，其规定的讲授大纲和学时分配建议见表 11-6。

表 11-6　1980 年化学专业无机化学教学大纲[①]

[①] 中国教育年鉴编辑部：1949—1981 中国教育年鉴，中国大百科全书出版社 1984 年版，第 289—291 页。

章次	章　　目	学时	分　　目
1	绪论	2	
2	气体、固体和液体状态	6	理想气体定律、晶状固体、液体的一般性质
3	水和溶液	4	水、关于溶液的一般概念、溶解度、稀溶液的通性
4	化学热力学基础	6	热力学第一定律、化学反应的自发性
5	化学反应速度	4	分子碰撞和反应速度
6	化学平衡	4	可逆反应与化学平衡
7	电解质溶液和离子平衡	10	电解质溶液的依数性、水的电离和pH值、经典的酸碱概念、酸碱概念的发展、溶度积常数
8	氧化还原反应	6	氧化还原反应的基本概念、电化学
9	原子的结构	10	氢原子光谱和能级的概念、近代原子电子层结构的初步概念、原子轨道中电子充填和元素周期系、原子核的组成、原子量
10	化学键和分子结构	14	离子键理论、共价键理论、分子轨道理论、轨道杂化理论、电子对互斥理论、分子间作用力
11	配位化合物的化学	6	配位化合物化学的一般概念
12	S—区元素：氢、碱金属和碱土金属元素	3	氢、碱金属和碱土金属元素通论
13	P—区非金属元素	22	(1)非金属元素的通性 (2)稀有气体的化合物 (3)卤族 (4)氧和氧化物 (5)硫和它的化合物 (6)氮和它的化合物 (7)磷和它的化合物 (8)碳和它的一些化合物 (9)硅和它的化合合物 (10)硼和它的化合物
14	P—区金属元素：铝、镓族、锗族和砷族元素通论	4	铝、镓族、锗族和砷族元素
15	过渡元素	11	过渡元素的通性、各族过渡元素的化学性质
16	镧系和锕系元素	3	镧系元素的通性、锕系元素的通性
17	原子核反应	3	天然射性和人工射性、人工合成元素
18	化学元素的周期性	2	元素周期律、周期律理论的发展

大纲推荐的教材和参考书目[①]为：

[①] 中国教育年鉴编辑部：1949—1981 中国教育年鉴，中国大百科全书出版社 1984 年版，第 291 页。

1.尹敬执、申泮文：基础无机化学，人民教育出版社 1980 年版。

2.无机化学编写组：无机化学，人民教育出版社 1978 年版。

3.傅鹰：大学普通化学，人民教育出版社 1980 年版。

4.戴安邦、尹敬执、严志弦、张青莲：无机化学教程，人民教育出版社 1972 年第 2 版。

5.内博盖尔等著，张靓华等译：普通化学（1—4）分册，人民教育出版社 1979—1980 年。

6.Masterton 和 Slowinski 著，华彤文、方锡义等译：化学原理，北京大学出版社 1980 年版。

7.甘兰若：无机化学，江苏科学技术出版社 1980 年版。

1978—1982 年，化学方面召开教材审稿会、讨论会以及学术和教学经验交流会达 40 多次，参加教师 1500 多人次，每次会上均有数十篇论文，这对于提高教材和教学质量起了相当大的推动作用。与此同时，国家有关部门为了协助各高校研究和借鉴国外教材,在全国成立了 9 个教材图书中心。从 1978 年到 1982 年，供综合大学、师范院校、工科化学化工系，师专和中等专业学校用的基础课教材、以及某些选修课教学用书、实验课用书与习题集等，已出版发行了近百种，基本上满足了各校教学需要。同时还出版了一批译著。1982 年列入出版规划或准备修订再版的化学各科用书达 100 多种。这一时期的教材和教学用书的编著与出版规模是空前的。

另外，为了与教材建设相配合，教育部还组织了化学各学科发展领域的学习班、讨论班等上百次。南开大学受教育部委托举办的“ 无机化学主讲教师讨论会 ”，为期一年，并请部分高校教授和副教授讲学。参加讨论班的教师来自全国 87 所高校，在全国范围内培养了一大批化学教学中坚力量。

在实验室建设方面，自 1977 年以来，国家重点装备了一批高等学校，添置了相当数量的精密仪器和大型贵重设备。化学实验室大致分为三种类型：一是基础实验室，按无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、化学工程等课程建立专门实验室，每个实验室的容量为每周 200 人次。二是专业课程实验室，如无机合成、物化分析、稀土元素、配合物、有机分析、有机合成、仪器分析、原子光谱、分子光谱、波谱、核磁共振等实验室。这类实验室设备精度较好，一般可容纳几十名学生轮流做实验。三是专门科研项目实验室，其仪器设备好，并设专人管理。

此外，教育部于 1977 年 10 月在北京召开了重点高等学校应用学科和新技术学科规划会议，根据会议有关高等学校要逐步形成教育和科研两个中心的精神，各高校科研项目陆续上马，并初具规模。在一些学科带头人的作用下，形成承担国家基础学科、技术基础学科和应用学科等方面的科研力量，并通过国内外学术交流不断取得新的发展。

我国的研究生教育在全国解放以前很少，有志深造者大多出国留学。研究生教育发展壮大起来是 1978 年以后的事[①]。

50 年代国内许多高等院校设有研究班，招收本科毕业的学生。这种研究班不写论文，也不授学位，可以获得研究班的毕业证书，相当于读完硕士研

[①] 台湾省的资料缺乏，未统计在内。

究生的课程学历。

1951 年教育部与中国科学院联合发出《1951 年暑期招收研究实习员、研究生办法》，开始招收研究生。不久政务院在发表的《关于改革学制的决定》中，规定大学和专门学院可设立研究部，招收本科毕业生和同等学历的学生，修业 3 年以上。由高等院校与中国科学院或其他研究机构配合，培养高等院校师资和科研人员。1953 年高等教育部制订了《高等学校培养研究生暂行办法》（草案），明确规定研究生导师应由学术水平比较高的教授、副教授担任，或者由苏联专家担任。

在国内建立研究生制度的同时，由国家选拔留学生去苏联及东欧等国家深造。

1956 年高等教育部要求部分重点院校招收四年制研究生。60 年代初苏联从中国撤走专家后，我国对培养研究生的方式有了新的认识，于 1963 年教育部公布《高等学校培养研究生暂行条例》（草案），明确指出“建立和健全研究生培养制度是我国自力更生培养较高水平的高等学校师资和科学研究人员的一项根本措施。”但是，刚刚起步走上正轨的研究生教育，被十年动乱摧垮，至 1978 年才恢复招收研究生工作，并且不断发展，形成了一整套的培养研究生的制度，化学专业的研究生教育也不例外，正在健康地向前发展。

在中等教育方面，1978 年 1 月，教育部颁发了《全日制十年制中小学教学计划试行草案》，规定小学 5 年，初中 3 年，高中 2 年。从初中第三年开始到高中二年级设置化学课。同时颁发了《全日制十年制学校中学化学教学大纲（试行草案）》，并组织人力从事编写新的全日制十年制学校初三、高一和高二化学课本（试用本）。大纲规定各年级教学内容为：

初中三年级（每周 3 课时，共 96 课时）：

绪言（1）[①]。一、氧　分子和原子（13）。二、氢　分子的形成（12）。三、溶液（13）。四、卤素　碱金属（16）。五、酸　碱　盐　化学肥料（20）。学生实验（15）。

讲课 75 课时

学生实验 15 课时

复习和机动 6 课时

合计 96 课时。

高中一年级（每周 3 课时，共 90 课时）：

一、硫　硫酸（10）[②]。二、摩尔　反应热（11）。三、物质结构　元素周期律（19）。四、氮族（10）。五、碳族　胶体（10）。学生实验（13）。

讲课 71 课时

学生实验 13 课时

复习和机动 6 课时

合计 90 课时。

高中二年级（每周 4 课时，共 120 课时）：

一、电解质溶液（22）。二、镁　铝（6）。三、过渡元素（11）。四、烃（18）。五、烃的衍生物（18）。六、糖类　蛋白质（7）。七、合成有机

[①] 括号内为课时数，下同。

[②] 括号内为课时数，下同。

高分子化合物（5）。学生实验（17）。

讲课 87 课时

学生实验 17 课时

复习和机动 16 课时

合计 120 课时。

3 个年级化学课的总时数为 306 课时。配套课本在 1978 年秋季开始出版，至 1980 年全部出齐，并在全国通用。

1978 年 1 月召开“全日制中学化学教学仪器研究会”，按照新教学大纲的要求，讨论了有关的化学实验方法，制订了中学化学实验规划，编制了化学仪器、药品、模型、标本、电影、幻灯和教学挂图的配备目录，为恢复中学化学实验室工作，充实化学教具和教学设备，提供了必要的依据。

1978 年 9 月，教育部正式发出通知，要求各地讨论，并试行《全日制中学暂行工作条例（试行草案）》。这个试行草案是中学教育拨乱反正的标志。条例第十一条提出：“全日制中学必须切实加强基础知识的教学和基本技能的训练”，“物理、化学和生物，是向科学技术现代化进军的重要基础知识，必须切实加强这些学科的教学工作。”明确肯定了中学化学在四个现代化建设中的地位和作用。

《全日制中学暂行工作条例（试行草案）》和《全日制十年制中小学教学计划试行草案》的实施，恢复并巩固了学校的正常教学秩序，教学风气大有好转。随着《全日制十年制学校中学化学教学大纲（试行草案）》和全日制十年制学校中学化学课本（试用本）的试用，在中学化学教学工作中，开始重视基础知识和基本技能的教学，使化学教学质量有了一定程度的提高。这一教学大纲提出了确定教学内容的三个原则：（1）努力用先进的科学知识充实教学内容，坚持理论联系实际，认真做到精简教学内容；（2）基础知识和基本技能及教学内容应随着科学技术和生产的发展而相应地逐步更新；（3）对工农业生产知识着重讲授基本原理，一般不涉及生产中的技术细节问题，防止理论脱离实际和只重实用而忽视理论这两种偏向。

在课本上体现了如下特点：

（1）注意加强化学基础理论。课本中的基础理论（包括基本概念）约占全书的 40%，其更新和提高主要在以下三个方面：

①以物质结构的初步知识为主要理论。从初中化学的原子、分子、离子到高一的量子力学的原子结构初步知识和元素周期律知识，以及高二的过渡元素、络合物、有机化合物的分子结构等都试图用物质结构的观点来认识和研究物质。

②引进了化学反应规律性知识。如反应热、化学反应速度、化学平衡、电离平衡等都有所加强，并在定量方面适当提高。

③提高了某些内容的起点，更新了某些概念。如元素、酸、碱、盐等概念都有所提高，在理论解释结构和性质的地方较过去要多，克分子、克原子、克离子等均被摩尔代替，加深学生对物质的量的认识。

（2）增加了与现代科技发展有关的元素化合物知识。全套课本着重介绍了 21 种元素，着重阐述了约 80 种化合物。

（3）加强了实验，共编入学生实验 43 个、课堂实验 178 个。还增加了一些具有定量要求的实验，如分子量测定、络合物、酶等新实验。

（4）初步尝试深入浅出地阐述某些教材，以便于学生学习。

（5）加强了教学内容的灵活性。

经过几年实践，教育部于 1979 年 10 月和 1980 年 11 月在北京先后召开了两次中学化学教材改革座谈会，总结、交流和研究了试行全日制十年制学校中学化学教学大纲和试用全日制十年制学校中学化学试用课本的经验，肯定了教材改革的方向，同时也针对其中的不足提出了意见和修改建议。在第一次会上，草拟了《中学化学教材改革调查研究提纲》，在第二次会上，讨论了新编（六年制）和修改（五年制）中学化学课本的设想和方案。

1981 年 4 月，教育部通知，中学学制定为六年。由五年制向六年制过渡，各省、市、自治区教育厅（局）应从各地实际条件出发，结合中等教育的调整和结构改革作出具体规划。有计划、有准备、有步骤地进行。多数地区可争取在 1985 年前，把中学学制改为六年。同时下发《全日制六年制重点中学教学计划试行草案》和《全日制五年制中学教学计划试行草案的修订意见》。在“ 关于制订全日制六年制重点中学教学计划试行草案的几点说明 ” 中指出，为了适应学生的爱好和需要，发展他们的特长，更好地的打好基础，高中二、三年级开设选修课。并分单科性选修和分科（侧重文科或侧重理科）性选修两种安排。这两个文件中，分别规定了化学课程的设置和各年级化学课的周学时数，概括如表 11-7 中。

表 11-7

			每周时数				教学总时数
			初三	高一	高二	高三	
五年制中学			3	3	4		304
六年制重点中学	单科性选修		3	3	3	3	372
	分科性选修	侧重文科	3	3		288	
		侧重理科	3	3	4	4	432

接着人民教育出版社中学化学编辑室起草了各级各种课本的编写提纲，连同课本编写提纲的一些说明均陆续刊登在《化学教育》1981 年第 5 期、第 6 期，1982 年第 1 期、第 2 期、第 3 期上，广泛征求意见。1982 年初中通用化学课本开始供应，五年制中学化学课本改编本和六年制重点中学化学课本试用本从 1983 年秋季开始按年级顺次陆续供应，至 1985 年全部出齐。

1983 年，教育部为了使不同文化程度的学生都能在原有的基础上学有所得，逐步提高，减轻负担，遂制定了高中化学科两种要求（基本要求和较高要求）的教学纲要（草案）。该纲要（草案）认为：

“ 近几年来，中学教育质量虽逐年有所提高，但是，由于目前中学学生文化程度、师资水平和学校条件悬殊很大，多数学生不适应现行教材的要求，学习跟不上；还有相当多的学生学习负担过重，不利于德、智、体全面发展，不利于出人才……决定适当调整高中数学、物理、化学三门课程的教学内容，实行两种教学要求 ”。①

11 月颁布了《高中化学教学纲要（草案）》，规定两种不同要求的课本，即甲种本和乙种本。1984 年秋季开始供应高中一年级用书，1985 和 1986 两年分别供应高二和高三用书。同时，教育部规定，各地学校使用哪种课本要在当地教育部门的指导下进行安排。“ 学校采用哪种教学纲要，要从实际出发，根据学生基础和学校条件确定。一般地说，二年制高中，由于课时少，

可按基本要求的纲要进行教学；首批办好的重点中学，学生的学习基础和学校的条件较好，可按较高要求的纲要进行教学；其他三年制高中，可根据学校的实行情况自行确定。”就这两种要求来看，较高要求的纲要相当于《全日制六年制重点中学化学教学大纲（草案）》的内容，基本要求的纲要内容要求降低，乙种本即是在全日制十年制高中化学课本的基础上，删减教材后形成的。具体删减情况如下：

（1）适当降低化学理论知识水平。例如，“物质结构、元素周期律”部分删去了电离能的概念；“化学反应速度和化学平衡”部分删去了有效碰撞、活化能、催化原理和化学平衡常数等概念。

（2）适当降低化学计算要求。

（3）删去少数实验操作较难的定量方面的实验。

（4）稍微精简、合并和调整元素化合物知识。

1985 年国家教委鉴于初中学生负担较重，分化较大，及格率偏低，制订了《调整初中化学要求的意见》，主要调整情况如下：

（1）删去了某些教材。如 NaCl 的晶体结构等。

（2）把某些内容改为常识性介绍。如金刚石、同素异形现象、悬浊液、乳浊液、浓硫酸等。

（3）把某些内容改作选学内容。如吸热反应和放热反应等。

（4）对某些内容的学习改为“初步了解”。如电解质、非电解质的概念等。

（5）对内容范围加以限制。规定各类物质间的衍生关系和相互反应的初步规律知识不得扩展。

（6）对化学实验的要求作了调整。

（7）删去一些习题，把一些习题改为选做题。

1986 年，国家教委决定，先在主要内容和体系不作大的变动的前提下，修改教学大纲，成为一个过渡性大纲。从 1987 年开始，根据国家教委提出的“一纲多本”的精神，在全国范围内开始编写旨在减轻学生负担，重视能力培养，体现不同特点的多种化学教材。繁荣中学化学基础教育，形成“百花齐放、百家争鸣”的局面。

第四节　中国化学会与化学教育

中国的化学团体，创始于 20 世纪初期。最早的是 1907 年在巴黎成立的“ 中国化学会欧洲支部 ”，它是由当时留学英、法、比利时诸国化学专业的 29 位中国学生组织起来的[①]。1907 年夏，在法国留学的李景镐提出发起中国化学会，许多留欧学者表示同意，当时陈传瑚提出先成立欧洲支会，以后再谋成立总会的建议受到采纳，于是在这年冬（1907 年 12 月 25 日）集会巴黎，宣告“ 中国化学会欧洲支部 ”成立。同时制定会章，拟行会中诸项事宜，并选举李景镐为临时议长，俞同奎为临时书记，吴匡时为临时会计。形成了近代中国第一个化学学术团体，之后，1923 年在美国留学的庄长恭、李宝庆等 33 人发起成立“ 中华化学会 ”。同一时期，一些旅日化学工作者在日本发起组织了“ 中国化学研究会 ”。在国内也相继产生“ 中华化学工业学会 ”、“ 中国化学工程学会 ”等学术团体。这些化学专业学术团体，虽然在旧中国大多数未能成长起来，但它们都为中国化学会的诞生奠定了思想和组织基础。

1932 年 8 月初，来自全国各地的化学家王箴、王琎、戈福祥、吴承洛、李方训、邵家麟、倪则埙、张江树、张洪沅、陈裕光、曾昭抡、邬保良、黄新彦、叶峤、戴安邦等 45 人聚集南京，正在参加教育部为讨论化学译名、国防化学和课程标准三大问题而召开的化学讨论会。在与会过程中，他们一致深切地感到“ 九一八 ”事变后国难深重，国家危亟，化学工作者应当立即组织起来，共同为发展中国化学科学教育事业，为抗日救国献出自己的力量。于是在总结过去组织化学会的经验基础上，决定重新发起并组织全国性统一的化学会组织。8 月 4 日，举行发起人全体会议，通过了由王琎等 3 人起草的组织大纲，宣告“ 中国化学会 ”正式成立。选举陈裕光为中国化学会第一任会长，并拟学会工作章程，创办《中国化学会会志》，从此开展了有组织的化学学术活动。

中国化学会是由中国化学家、化学教育家自行组织形成的群众性学术团体，其宗旨是联络国内外化学家共图化学在中国之发达。建会初期会址设在南京，抗日战争时迁至重庆，抗战胜利后又迁回南京，新中国成立后会址迁至北京。中国化学会的组织机构，由民主选举确定。从学会成立至建国之前，共改造成立 16 届理事会，计有陈裕光、曾昭抡、吴承洛、张洪沅、范旭东等人担任过会长、理事长，由吴承洛、高济宇等人担任（或兼任）过书记、总干事。会员人数从发起时的 45 人，逐步发展到 3000 余人。这一阶段，共召开 15 届年会，参加人数达 1700 人次，宣读论文共 500 余篇，反映了 30 年代初到 40 年代末中国化学的成就。尤其值得一提的是抗战期间，中国化学会广大会员在后方除开展化学方面的科研与教学工作外，还积极参与创建中国的化学工业。当时内地的一些轻、重工业，例如酒精、燃料、酸碱、钢铁与其他金属、制革、造纸、染料、陶瓷、制药等工业，多数为本会会员设计或直接参加工作，对发展内地工业做出了贡献。

新中国成立后，中国化学会先后由曾昭抡、侯德榜、杨石先等人担任过理事长。1951—1963 年，学会组织了 8 次较大规模的学术活动，内容直接与国家需要相结合。到文化大革命之前，会员发展到 6000 余人，学会工作蓬勃开展，出现了蒸蒸日上的局面。十年浩劫使学会被迫停止活动。1977 年 10

[①] 杨根编：徐寿和中国近代化学史，科学技术文献出版社 1986 年版，第 181 页。

月学会才宣布恢复活动。1979 年 4 月和 1980 年 4 月相继召开理事会，修改会章，建立专业委员会，制订各项工作和学术活动计划，学会工作从此又活跃起来。80 年代初，全国会员初步统计已有两万余名。各省、市、自治区的地方化学会组织，也有了恢复和发展。这一时期，中国化学会设置了无机化学、分析化学、物理化学、有机化学、高分子化学、核化学与放射化学等 6 个专业委员会以及化学教育和科学普及两个工作委员会。培养化学研究和教育人才，促进化学科学及其教育的发展。同时，广泛增进与国际社会的友好联系，加强国际间的学术交流，促进化学科学向更新的方向发展。

中国化学会自成立开始，一直非常重视化学教育工作。在学会的负责人中，有不少德高望重的教授、学者，他们除积极从事本职教学、科研工作外，还从学会的角度积极促进我国的化学教育事业。抗战期间、建国初期以至粉碎“四人帮”之后，在理事会下均设立了化学教育方面的组织机构，多次召开过有关化学教育问题的专题讨论会。1942 年在庆祝化学会成立 10 周年时，戴安邦教授总结了 10 年化学教育的发展，提出了展望性意见。80 年代初，为了迅速恢复高水平、高质量的化学教学工作，中国化学会除创办了《化学教育》期刊外，还专门组织过两次大、中学化学教学经验交流会。就打好基础、培养学生兴趣、发挥学生智力、改革教材、加强实验、提高教学质量、改革教学方法以至如何搞好大、中学化学教学的联系与衔接等问题进行了交流与讨论，为开展教学研

究、提高教学质量、促进中国化学教育事业的发展做出了贡献。通过一系列举措，推动了各省、市、自治区的化学会或化学化工学会的工作，他们先后也举行了类似的活动，使广大化学教师，尤其是中学化学教师受到很大鼓舞。举办专题学习班，组织编写化学知识丛书，研究如何教好学好“化学”的学术风气得到了极大的发展。

目前中国化学会主办的刊物有：《化学学报》（原为《中国化学会会志》），《化学通报》（即原来的《化学》）、《高分子通讯》、《分析化学》、《化学教育》等，还有《中国化学会通讯》不定期内部资料。这些刊物在国内外化学界享有一定声誉。

中国化学会是在旧中国土地上饱经风霜的一株学术幼苗，在困难中诞生，在动乱中发展。在学会领导人“艰苦创业、以会为家”的崇高思想指导下，在广大会员的积极支持下才有了今天的发展。随着改革开放的深入，它将取得更大的发展。

第五节　化学教育研究

化学教育研究是探索化学教育规律，使人类对化学教育活动的过程及其本质的认识逐步深化的实践。它是随着化学教育的发展而产生和发展起来的。早期的化学教育研究就是所谓的“化学教授法”，之后演变为“化学教材教法”，是研究化学教学的原理和方法的学科。它是随着师范教育而产生、形成和发展起来的。

1932 年，北京高等师范学校正式开设“中等学校化学教材教法”课程。着重讲授三个方面的内容：

（1）化学之新发展（约占 25%）；

（2）化学教学法及教材之研究（主要根据中学化学教材内容，介绍如何进行讲解，约占 50%）；

（3）化学实验及设备之研究（约占 25%）。

建国初期，在全面学习苏联的情况下，引进了苏联的几套化学教学法教材和讲义，其内容基本相似。就列别杰娅编写的《化学教学法讲义》而言，其主要内容包括：化学教学法（类似绪言）、化学课和任务、化学教学过程的一般原则、化学教学的方式方法、化学教学工作的组织、化学教学工作计划、学生成绩的检查与评价、化学课外作业、化学设备、各种内容的教法研究和化学总复习。其特点是：第一，强调化学家的教学思想，注意对学生进行辩证唯物主义和爱国主义的教育；第二，教案实例丰富，内容较为详尽；第三，注意化学家（或科学家）的生平和科学态度的介绍；第四，重视化学生产及化学知识与工业、农业等方面的联系。

60 年代以后，北京师范大学和华东师范大学等高等师范院校编写了部分化学教学法讲义和教材。体系大都与以前一致，只作了一些细微变更，而在内容上则有较大变化，整个课程除课堂讲授以外，配合有大量的实习活动。主要包括实验、讲习、讨论、见习、试讲、参观、制作教具等内容。总课时约 150 左右。

文化大革命期间，由于化学教学秩序不稳定或处于被取消状态，中学化学教材教法课停开，有关的教研机构被解散，使化学教育研究的发展受到了极大摧残。

粉碎“四人帮”以后，化学教育研究进入了一个新的历史阶段。各师范大学（学院）恢复成立化学教学法教研室，在吸收、借鉴国外先进经验的基础上，编写了相应的教材进行教学。随着教育科学的发展，化学教育研究在性质、范围和内容等方面都有了较大的变化和拓展。一方面在原来化学教材教法的结构体系上增加了“化学学习论”、“化学教学中的智能培养”和“化学教学研究”等内容，加强对于课程、教材、教法和学法的研究；另一方面开始运用系统论，控制论、信息论等现代科学理论进行化学教育的研究；同时对于化学教育研究的原则、一般过程和途径以及常用的方法进行深入探讨。从而使化学教育研究集现代哲学思想、现代教育理论和现代科学理论于一身，形成了“立体化”的发展。

1985 年 3 月，国家教委委托北京大学化学系筹建高等学校化学教育研究中心，它是高等学校化学类各专业教育方面的一个学术性机构，同时也是理科教育的咨询机构。主要任务是：根据大学化学教育改革的任务，组织高等学校化学教育的研究工作；对国内外大学化学教育的发展趋势和国内社会需

求提供信息和综合研究报告；对大学化学类各专业设置、课程结构、教学内容、教学大纲、教学方法、教材建设、师资培养以及教学管理和质量评估等有关问题进行调查研究，提出研究报告。

化学教育研究中心的建立，是化学教育改革的前导。

目前，化学教育研究已成为化学教育发展的重要组成部分。开展化学教育研究既是适应科学技术发展的需要，又是教育现象本身特点的需要，同时也是总结历史经验的需要[①]。化学教育研究的基本原则有：

（1）从实际出发的原则；

（2）严格的客观性原则；

（3）全面性原则；

（4）数量与质量统一的原则；

（5）准确性原则；

（6）发展性原则。

进行化学教育研究的一般过程是：确定选题，查阅文献，确定收集和分析资料所用的方法，选择和确定研究的对象和范围，制订教育研究计划，实施试验计划，记录实验结果，收集有关资料、整理结果，得出结论，撰写研究报告或论文。

近几年来，化学教育研究的几种常用方法是：文献法、调查法、对比试验法、观察法、统计法以及系统方法、信息方法、反馈方法和黑箱方法等。随着化学教育研究的纵深发展，中国化学教育事业将取得更加辉煌的成就。

中国现代化学教育至今，已经历了 70 年的曲折坎坷，终于走上兴旺发达的道路。这一时期化学教育的发展时快时慢，忽停忽进，与发达国家相比较，发展并不快，有以下特点：

（1）中国现代化学教育总是在国家大的形势直接影响下开展的。形势稳定时化学教育有进展，形势动荡波及教育事业，教育思想变来变去，化学教育也随着波动，无法在一个较长的时期内稳步发展。例如，西方近代化学传入后，在 20 年代后期和 30 年代中前期的十多年中，国民党政府在教育方面尚有一定关注，对中等教育、师范教育、大学教育都分别颁布了一系列的管理办法和规定，以及在纠正重文轻理等方面做了不少工作。在化学课程设置、课程要求、化学师资的培养提高、化学设备等方面均提出了统一的要求。这样自上而下在全国有了比较大体一致的规范，从而使各级各类学校中的化学教育得到充实和巩固。

然而好景不长，日本军国主义侵略中国的魔爪伸入祖国大地，国家处在水深火热之中。许多大学，甚至中学迁移内地。教育界的广大爱国人士、广大师生员工在流亡中克服重重困难，维持教学，沦陷区的广大师生员工一边与日本侵略者和汉奸作斗争，一面坚持教学，解放区的学校在双重压力的困境中因地制宜坚持开展学校教育。八年抗战胜利后，国民党政府走向极度腐败，民不聊生，蒋介石发动内战。在这种动乱的环境中，化学教育在一种不正常的情况下勉强维持，间或局部有所进展，也甚缓慢。

新中国成立后，50 年代在国家的统一领导下，化学教育不断改进，各级各类学校的化学教育得到有计划的较快的发展，为国家培养了急需的化学专业各种人才。在短暂的繁荣后，1958 年国内出现政策导向上的错误，教育思

[①] 杨先昌、廖可珍、施志毅：化学教育学，江西教育出版社 1991 年版，第 416—418 页。

想走偏，化学教育走上过份强调与生产相结合，大量删掉化学基础知识的极端方向，形成对化学教育正常开展的一次巨大冲击，化学教育出现倒退。当时国家及中央有关部门认识到了问题的严重性，并拟采取措施纠正偏差，可惜纠偏措施尚未全部完成，却又陷入文化大革命更大的错误和动乱之中。化学教育经过较长一段时间的停顿后，随着拨乱反正形势才有所好转。1978 年后国家进入全面改革发展时期，这是一个发展教育的好时机，如果国家不再有新的大的动荡，经济持续稳定发展，化学教育将在和平的氛围中迎来自己的又一个春天。

（2）中国现代化学教育的前十多年以学习欧美化学教育为主，但尚未形成本国特色。战乱年代在维持艰苦环境下的教学中虽有某些特殊应急措施，如搬迁流动中，在教学上因陋就简，就地取材等，但这种应急措施不能发展科学教育，也不能发展化学教育。新中国成立后，推行苏联化学教育模式，国家抓得紧，影响深，发展快。尽管 80 年代以来，我国与西方文化的交流日益增多，使得化学教育在不同层次上得到全面发展。但总的来看仍然是在苏联模式基础上的改革，还没有形成适合自己国情的发展特色，然而用发展的眼光看，其前景必将是美好的。

第十二章　化学教育家小传

化学教育家有两种类型。第一类以培养从事化学专业工作的专门人才为主要任务。工作中，他们往往把化学研究与化学教育结合起来。第二类则是以普及化学知识为主要任务，教育不同年龄层次的广大学生和公民在接受文化教育的同时，掌握必要的化学基础知识，以适应社会生活的需要。这类化学教育家把化学教育研究与化学教育结合起来开展工作。

本章限于篇幅，仅着墨第一种类型的化学教育家。应当指出，这种类型的化学教育家在 17—18 世纪时尚不典型，随着化学的发展，化学教育家的特征才明朗起来。

第一节　17—18 世纪化学教育家

施塔尔（Georg Ernst Stahl，1660—1734）

德国化学家、化学教育家、医生施塔尔，1660 年 10 月 21 日生于德国的安斯巴赫，曾在耶拿学医，他的老师 G.W.威德尔是药物化学创始人。施塔尔 1684 年 23 岁时大学毕业，1687 年任宫廷医生。1694 年与友人 F.霍夫曼共同组建哈列大学的医科学校，并在那里任教 20 余年。施塔尔主张人的生理过程是一种化学变化过程，这是他在医疗方面的化学观。1716 年施塔尔离开大学，去柏林任普鲁士国王威廉一世的御医。

施塔尔在化学理论上创立了燃素说。用“燃素”这一概念解释大量化学现象，在化学中形成一个统一的理论，影响深远，统治化学界达百年之久，在化学史上构成了燃素说时期。

施塔尔精力充沛，在医学和化学方面有许多著作。1703 年他重新编辑贝歇尔的著作时，增加了大量评注。在《化学基础》这部教科书中传播了他的理论观点。他的著作虽然很多，但是由于历史的原因，加上他的文笔冗长，晦涩难懂，影响了著作的效果。

罗蒙诺索夫（1711—1765）

俄国著名科学家、化学教育家罗蒙诺索夫，1711 年出生于霍尔莫里尔海滨的一个渔民家庭。少年时酷爱读书，但是家庭环境不富裕，经常帮助父亲出海打鱼，回家后常挤时间看书，并因此受到继母的斥责，命他去做家务。19 岁时罗蒙诺索夫为了求学，借着去莫斯科送货的机会，冒充贵族子弟进入莫斯科的斯拉夫-希腊-拉丁语学校读书 5 年。他在十分困难的条件下获得优异的成绩，受到校长的赏识。其时适逢彼得堡科学院向该校要求推荐高才生去科学院深造，校长推荐了罗蒙诺索夫。1735 年罗氏进入彼得堡科学院，不久被派往德国马尔堡大学留学。1739 年他在弗赖堡学采矿、冶金和玻璃制造。1741 年回国，1745 年俄国科学院任命他为教授。当年他有了实验室，利用这个时机，在 3 年中他做实验 4000 多次，结果建成一座有色玻璃厂。1752 年写出最早的物理化学讲义。1757 年被委任为莫斯科大学理事，他在教学上施行了改革。

罗蒙诺索夫在地质、物理、采矿等方面发表论文多篇，对发展科学、采矿业等都做出了重要贡献。

布莱克（JosephBlack，1728—1799）

布莱克，英国化学家、化学教育家、物理学家。生于法国的波底乌荷，就读于格拉斯哥大学，从克伦博士学习化学，后来担任他的助手。1756 年布莱克在格拉斯哥大学任化学讲师，1766 年担任了爱丁堡大学化学教授。

布莱克在教学上认真细致，精于实验。他在课堂上做演示实验，技艺十分精湛。例如倾倒酸液等液体，试管口不论粗细，均可做到没有半滴损失，实验整洁有序。教学上注重用试验论证，讲解生动，热爱学生，态度和霭可亲，为此学生中自愿听他讲课者异常踊跃。他讲课常写有详细的化学讲稿，他去世后，由他的学生从笔记中整理出来，并经过补充后于 1803 年出版。出版时他的同事 I.罗宾森写了前言，题名为《化学原理讲义——已故布莱克在爱丁堡大学的讲稿》。

由于身体原因，布莱克进行实验研究的时间比较短，但也成绩斐然，其中著名的有关二氧化碳的一系列研究涉及到许多其他实验，如白垩和石灰的实验、碳酸氢镁和氧化镁的实验等。

布莱克的身体尽管较弱，但是他注意生活节律，于 71 岁才安详辞世。

贝格曼（TorbernOlofBergman，1735—1784）

贝格曼，燃素时期的瑞典化学家、化学教育家、博物学家。曾在乌普萨拉大学读书，他热爱化学和物理学。家人主张他学法律和宗教，然而他坚持在化学方面做出成绩。

发表的第一篇论文是《礬的历史和制法》。1761 年就任乌普萨拉大学的副教授，1767 年任化学教授，成为主张燃素说的著名化学家。

贝格曼在化学分析方面有卓越贡献。他通过一系列的化学分析工作，特别是关于水的分析、矿物分析等，奠定了定性的和定量的化学分析基础。他的著作《论水的分析》是第一部关于矿质水分析的详细大全。他在分析物质的过程中，创造性地采用了一些有效的化学试剂和分析用的工具，如吹管、白金绦等，长期为后人在化学分析中采用。贝格曼 1775 年发表其最重要的论文《有择吸引论》，1785 年译出英文版。文中以亲合力为顺序，将各种元素列表，在学术界颇有影响，至 1808 年的化学文献中仍继续记载这一成就。

第二节　19 世纪化学教育家

汤姆森（ThomasThomson，1773—1852）

汤姆森，1773 年 4 月 12 日生于苏格兰克利夫，1852 年在吉尔蒙逝世。先在圣安德鲁大学学习，后到爱丁堡大学跟随化学家布莱克学习化学，1799 年获硕士学位。1800—1801 年在爱丁堡大学任讲师。1802 年出版了非常畅销的《化学体系》一书，1813—1820 年创办《哲学年鉴》。1817—1852 年在格拉斯哥大学教授化学。1807 年之后，他一直是道尔顿原子论的热心支持者，1808 年第一个给倍比定律提供了实验说明，并在《哲学年鉴》上登载大量有关支持道尔顿原子论和普劳特假说的文章。

汤姆森是强调实用化学的实验室教学的先驱。当英国科学促进会讨论英国科学衰退问题时，汤姆森曾指出，英国化学衰退的原因是学生缺乏实际的化学训练，因此应建立专门的化学实验室供学生使用。这种思想促使他在格拉斯哥大学任教初期就建立了一个这样的化学实验室，并创立了英国大学第一个实用化学学派。他用无机物质（特别是矿物质）的定性、定量分析来训练他的学生，并带领学生围绕三个目标进行研究：（1）为道尔顿原子论提供实验基础；（2）为普劳特假说提供实验证据；（3）扩大对盐的组成的研究，特别是含铝的矿物质。他与学生在格拉斯哥大学头五六年试图达到前两个目标，其成果是《努力通过实验建立化学的第一原则》（1825 年）一书的出版。以后直到 1836 年研究计划完成，出版了《矿物学、地质学和矿物分析大纲》（1836 年）。但是，汤姆森的学派并没有像李比希学派那样成功，因为他的许多学生在 1830 年后逐步转到其他国家的实验室学习，包括贝采里乌斯、杜马、李比希等的实验室。不过，1885 年威廉·汤姆逊爵士还是把汤姆森和李比希都看成是实验室教学的先驱者。

盖-吕萨克（JosephLovisGay-Lussac，1778—1850）

盖-吕萨克，1778 年 9 月 6 日生于法国的塞因特—伦纳德，1850 年 5 月 9 日在巴黎逝世。少年时代，适逢法国大革命，耽误了读书。16 岁后，他抓紧时间学习，1797 年考入了著名的巴黎多种工艺学院，受到精确数学的教育；1800 年在阿乔谟做化学家贝托雷的助手，接受了良好的化学研究训练。1804 年，他两次乘气球升入高空，研究空气和地球磁场。发表了一些论文，其中批评了德国地理学家洪堡，洪堡找到他反而和他一起考察、访问了欧洲许多国家，共同进行科学研究。1806 年当选为法国科学院院士。

盖-吕萨克作为化学家和物理学家主要研究了气体的热膨胀问题，1802 年发现了气体体积随温度改变的规律，即盖-吕萨克定律；1808 年发现气体简比定律。这个定律是道尔顿原子论的重要论据，也是阿伏伽德罗提出分子学说的出发点。1808 年与化学家泰纳尔一起，用钾作用于硼酸获得了单质硼；1813 年发现单质碘及其化合物；1814 年认识到无氧酸的存在，制得氰氢酸；1824 年后发明银量法，推进了容量分析的发展；对同分异构现象、化学平衡等也有研究。共发表过 148 篇论文，主要著作有《湿法检验含银材料的实验规则》等，还主办了《化学和物理学年鉴》。

盖-吕萨克的闻名还在于他是一个优秀的教师。他曾在多种工艺学院连续担任助教、名誉实用化学教授、化学教授，后来又担任索邦大学物理学教授和自然史博物园化学教授。他的科学成就、实验能力和讲课才能吸引了许多

学生。尽管 19 世纪初法国高等教育体系中教授和学生仅保持一种普通关系，而且化学课只是一种课程设置的需要，不过，他培养化学家的方法并不是在课堂上，而是在其私人实验室中接纳一些助手进行训练。因而听他讲课的学生虽有数千名，但真正获准进入他实验的人并不多。受过这种训练的化学家主要有贝鲁兹、杜马、李比希等，他们后来把实验教学大大地发展起来。

贝采里乌斯（1779—1848）

区采里乌斯，1779 年 8 月 20 日生于瑞典维佛苏达，1848 年 8 月 7 日在斯德哥尔摩逝世。父母早逝，由亲戚抚养大。1796 年入乌普萨拉大学攻读医学，1802 年获医学博士学位。1808 年被选为瑞典科学院院士。1835 年瑞典国王封他为男爵。

贝采里乌斯是 19 世纪上半叶的化学权威。他对化学的贡献涉及许多重要领域，例如发现了铈、■、硅、钍等化学元素，改进了有机元素分析法；改革了化学符号；制定原子量表；发现异构现象；创立了电化二元论学说；提出催化剂概念。主要著作有《化学教程》、《动物化学讲义》、《化学总论》、《矿物学新系统》等。1821 年起，他还主编出版了《物理化学进展年报》。

贝采里乌斯对于化学教学也有重要贡献。1802 年担任斯德哥尔摩大学的医学、药学和植物学助教，1807 年成为医学教授。当时瑞典没有用本国语言写的化学教材，一般都使用德语教科书。他为此首先用本国语言文字撰写了《动物化学讲义》（2 卷本）（1806—1808 年），随后又写了普通大学生用的《化学教程》（3 卷本）（1808—1818 年）。后者以后逐次修订改版，最后第五版出版时成为 5 卷本。每版均译成德、英、法、意各国文字，成为全世界有志学化学者的必读之书。这是因为他的这套著作在内容的系统性与逻辑性以及所举事实的准确性等方面都是无与伦比的，可以说是当时最高水平的教科书。更为重要的是他在培养化学家方面的工作，自 1811 年后，经常有青年化学家在他的私人实验室受到直接指导，前后总共有 30 多名，其中不少人分别成为德国、美国、俄国、芬兰等国的大学教授和化学家，像维勒、米契里希这样著名的化学家就有 10 名以上。他培养的对象，只限于大学毕业后已有一定研究成果的青年学者。他作为真正伟大的教师的特点之一是师生关系非常融洽，因而终生受到曾经是他学生的国外不少化学家的敬仰。这说明他不但在学识上与功绩上是冠绝一世的学者，而且他的为人也是高尚的。

维勒（1800—1882）

维勒，1800 年 7 月 31 日生于德国法兰克福近郊艾席斯亥姆，1882 年 9 月 23 日在哥廷根逝世。在法兰克福大学预科学习时，就对收集矿物标本和做化学实验感兴趣。1819 年入马堡大学攻读医学，一年后转入海德堡大学学习。1823 年以对尿素的研究获该校医学博士学位，接着又去瑞典斯德哥尔摩留学一年，与贝采里乌斯结下了深厚的友谊。回国后从事化学研究，完成了数量多得惊人的实验研究工作。他发现了硅烷，分析过大量矿物质并制备出许多稀有金属化合物，发现碳化钙并从中制取乙炔，研究出制备铝、磷的方法，证实氰与水作用生成草酸，分离出铍，还同李比希合作研究了许多有机化合物，特别是 1828 年通过蒸发（异构）氰酸铵溶液合成了尿素。这一成就动摇了“生命力论”对有机化学的束缚，为有机化学发展指明了方向。1854 年被选为伦敦皇家学会会员，1872 年获得该会的考普利奖章。还成为法国科

学院院士和其他一些学术团体的成员。

维勒在化学教育活动方面有着不小的贡献。1825 年任柏林工艺专科学校化学教师，学校为他建了一座实验室，每周有 8 小时课，外加夜间讲座。1828 年提升为工艺学校教授。1832 年成为卡塞尔高等工艺学院教授，并为筹建化学实验室而热心奔走。1836 年就任哥丁根大学化学医学教授。他每天早 9—10 点讲普通化学，每周 4 次早 6—7 点讲有机化学，另外还担负每周 4 次早 10—12 点指导实验的工作。在教学中，他不仅翻译了恩师贝采里乌斯的《化学教程》，而且亲自编写的教材有《无机化学概要》、《有机化学概要》和《分析化学练习例解》（后改为《矿物分析例解》），它们都经过多次再版，并被译成法文、荷兰文、丹麦文、瑞典文、英文广泛普及。

维勒非常热爱化学教学，尤其对初年级学生也能热情地指导。虽然在教学方式上他是模仿李比希的吉森模式，但他更擅长给写论文的学生拟定研究课题和进行指导。就是李比希也对他这方面的才能有高度的评价。在哥廷根化学实验室，聚集了很多专攻化学的学生（有许多来自美国），造就了许多化学教师与化学博士。随着年事日增，维勒把原来担任的化学讲座与实验指导工作逐步留给了他的门生，但却以最高教授身份留在实验室直到去世。

杜马（JeanBaptisteAndréDumas，1800—1884）

杜马，1800 年 6 月 16 日生于法国的阿莱斯，1884 年 4 月 14 日在钱乃斯逝世。年轻时当过药剂师学徒，他为学到更多的化学知识徒步去日内瓦求学。1823 年又到巴黎跟随盖-吕萨克学习。1828 年开始研究刚刚诞生的有机化学，发明了蒸汽密度测定法和氮的燃烧定量分析，并进行大量的有机实验研究，到 1832 年就已发表 50 篇论文或著作，因而当选为法国科学院院士。1834 年后在理论上证明了甲基、乙基的存在，提出了取代说和类型说。1848 年革命后，当过政府的农业部长和教育部长。

杜马在化学教育方面具有很强的教育组织才能。1824 年后曾在多种工艺学院、法兰西学院、中央工艺制造学院、索邦大学等一系列院校担任教授。他在多种工艺学院、中央工艺制造学院都有自己的实验室，1838 年在自然史博物园又建立了一个新的实验室。他的实验室虽然沿袭了私人实验室的传统，但其特点是尽量接纳更多的学生，并在法国首次提供实验室教学。经他培养的化学家很多，主要有武慈、热拉尔、罗朗等，因而形成了杜马学派。1824 年和别人一起创办《自然科学年鉴》，1828 年自己创办了《世界工业年鉴》，从 1840 年直至去世，一直是《物理和化学年鉴》的主编，他学生的论文大部分发表在这个权威杂志上。他的教学不仅在课堂上受到学生的普遍欢迎，而且在实验室中给学生以直接的鼓励。武慈在回顾杜马实验室的工作情形时说：“ 当我们到了他的庄重的居维叶大街实验室聚在他周围时，他给我们的印象就好像是一个科学上勇敢的探索者和征服者。 ”杜马的另一个学生梅尔森斯则说：“ 这位知名教师的伟大象征，除了公开的讲课之外，还在于他在实验室中友好而迷人的谈话给有幸聆听其教诲的学生留下深刻的影响，他的全部教育工作都在创造一种科学研究的感觉。 ”

李比希（JustusvonLiebig，1803—1873）

李比希，1803 年 5 月 12 日生于德国达姆斯塔特的一个药剂师家庭，1873 年在慕尼黑逝世。少年时代就热衷于化学实验，通过实验来验证自己读过的

化学书。后来，当了一段时间的药剂师助手，因做化学实验将屋顶炸掉而被解雇。1820 年到波恩大学攻读化学，后随师转入埃尔兰根大学。接着去巴黎留学，在盖-吕萨克的实验室里研究雷酸盐，受到了法国科学实验的风气的熏陶。1824 年回国，在吉森大学担任化学教授。1852 年去慕尼黑大学专门从事研究工作。1840 年被选为伦敦皇家学会会员，1845 年德国政府封他为男爵。

李比希在无机化学、有机化学、生理化学、农业化学等方面都做出了重要贡献：发现雷酸是异氰酸的异构体，提出测量氰化物的银量法；改进有机物中的碳氢分析；制得三氯甲烷、三氯乙醛等化合物；研究尿酸衍生物、生物碱、氨基酸和肌酸等；与维勒一起发现了苯甲酰基，提出有机基团理论和有机多元酸理论；研究过发酵和腐败的化学机理，提出植物的矿质营养学说；推荐使用无机肥料。主要著作有《化学在农业和生理学中的应用》、《动物化学》等，并创刊《药物学年鉴》（他去世后改名为《李比希年鉴》）。

李比希不仅为有机化学奠定了实验和理论基础，而且也是近代化学教育的奠基人。其主要贡献是：创建了第一个彻底同私人实验室相决裂的机构，这就是供实验教学和师生集体从事化学研究的吉森实验室；创造了一种新的化学教育方法，即与学习讲义的同时进行学生实验（如定性分析，定量分析，无机合成及有机合成等实验），完成这一课程后给学生以研究课题（对象是写论文的学生），在教授指导下让学生进行研究实验；独创了使学生学会如何进行科学研究的指导方法，这就是给每个学生布置研究专题，并检查他们的研究进展情况，然后给予评价指导，使学生自己寻找研究的思路。当时吉森实验室云集了来自世界各国学化学的学生，形成了以李比希为核心的著名化学研究学派。在李比希指导下出现了许多著名化学家，主要有霍夫曼、弗雷泽纽斯、威尔、热拉尔、威廉姆逊、弗兰克兰、凯库勒等，他们在各国大学都推广普及了李比希的化学教育方法。

本生（RobertWilhelmBunsen，1811—1899）

本生，1811 年 5 月 31 日生于德国哥廷根，1899 年在海德堡逝世。父亲是哥廷根大学现代语言学教授兼图书馆长。本生 1828 年进哥廷根大学学习化学，1830 年获该校哲学博士学位。在 1830—1833 年，游学欧洲，曾在盖-吕萨克实验室里工作了一段时间，访问过李比希等许多著名化学家，为其化学教学和科研工作打下了基础。后来结识了物理学家基尔霍夫，他俩成了共同研究光谱分析的亲密朋友。1842 年本生当选为伦敦化学会会员，1853 年当选为法国科学院通讯院士，1858 年当选为伦敦皇家学会会员。1860 年获考普利奖章，1877 年与基尔霍夫共获戴维奖。

本生是一个不太重视理论的技艺高超的实验化学家。1837 年研究有机砷化合物；1846 年制定了气体分析的准确方法；1859 年同基尔霍夫一起发明光谱分析法；1860—1861 年发现铯、铷两种元素以及完成了其他许多实验发现、测定、分离、制备等；还发明了许多化学仪器如本生电池、油斑光度计、本生灯、吸收比色计、滤泵、冰量热计等。主要著作有《气体测量方法》、《光谱化学分析》、《火焰反应》等。

本生在化学教育方面与维勒齐名。1833 年担任哥廷根大学讲师，1836 年继维勒之后在卡塞尔高等工艺学院任教，1838 年任马堡大学编外化学教授，4 年后提升为教授。1852 年担任海德堡大学化学教授，1855 年巴登政府为他建造了一个化学实验室。在那里，他除了自己进行科学研究之外，还领

导了一大批青年学生，他们在其严格的训练下，在 19 世纪后期都成了有名的化学家，如拜耳、罗斯科等。本生是一位十分认真的教师，在讲授为期半学年的“普通实验化学”的课程时，要进行 100 小时的讲演。每当在讲演中提到光谱分析时，学生们总是用长时间的掌声来表示对老师的伟大功绩的尊敬，并引以为自豪。每一学年中，课程内容基本不变，都是关于无机化学和有机化学的内容，很少涉及理论方面。在课程中虽然也提到了门捷列夫和迈尔，但像元素周期律和阿伏伽德罗假说这样的内容都要求学生自学，可见他在教学中特别强调实验的重要性。他终生未娶，把毕生精力都用在培养学生和科学研究上,一直到 1889 年 78 岁高龄时才辞去了海德堡大学教授的职务。

齐宁（NikolaiNikolaevichZinin，1812—1880）

齐宁，1812 年 8 月 13 日生于俄国的苏沙，1880 年 2 月 6 日在彼得堡逝世。双亲早逝，由姑母抚养成人。曾对解剖学发生兴趣，花了不少时间去收集标本。1830 年进入喀山大学随非欧氏几何奠基人罗巴切夫斯基学习数学，毕业后担任该校物理学助教，接着又讲授数学分析和流体力学课。此后，开始对化学产生了兴趣。1837 年去西欧游学，访问了德国、瑞士、法国、英国的化学实验室，并在米契里希指导下进行研究，特别是在李比希的吉森实验室学习了一年多。在那里学到了一整套的科学研究方法。1840 年回国，在彼得堡大学宣读了他利用在吉森大学获得的关于苯化合物的研究成果写成的论文，获得了博士学位。

1841 年，齐宁回到喀山大学任编外教授，系统地研究了硫化氢对不同类型的有机化合物的作用，首次合成了苯胺和萘胺，还研究了一系列胺的反应。1847 年离开喀山大学，担任了彼得堡医学-外科学科学院化学教授。他早期学习过医学，认识到所有医生都必须受到严格的基础科学的训练，因此主张在医学院系统地讲授无机化学和有机化学课程。科学院的实验室虽然非常简陋，但他仍然坚持指导学生进行有机化学的实验研究。1867 年他主持科学院的实验室，1868 年当选为俄国物理学-化学学会主席，1874 年从医学-外科学科学院退休后，又在彼得堡科学院任职。

毫无疑义，齐宁可以称得上是俄国近代化学的奠基人，而且是一位在国外也很知名的俄国化学家。他一生致力于培养俄国年轻的有机化学家，其中包括布特列洛夫和鲍罗庭，致力于把先进的西欧科学思想和实验方法，特别是热拉尔和罗朗的学说介绍给当时还很闭塞的俄国，他对俄国化学教育事业作出了重大的贡献。

武慈（AldolpheWurtz，1817—1884）

武慈，1817 年 11 月 26 日生于法国斯特拉斯堡，1884 年 5 月 12 日在巴黎逝世。1843 年毕业于斯特拉斯堡大学医学院，并获医学博士学位。曾在德国吉森大学跟随李比希学习，1844 年到巴黎当了杜马的助手。以后一直从事有机化学的研究。1864 年被选为伦敦皇家学会会员。1867 年当选为法国科学院院士。

1844—1849 年，他研究了磷的含氧酸；1846 年发现磷酰氯，测定次磷酸的结构；1848 年从烷基异氰制得胺；1855 年发明了将卤代烷和金属纳作用制备烃类的方法，称为武慈反应；1856 年制备了乙二醇及其衍生物，包括从丙二醇制备乳酸等；1859 年合成环氧乙烷；1862 年用钠把醛还原成醇；1872

年研究了醛醇缩合反应；他拥护热拉尔的见解，对化学理论的发展也作出了贡献。主要著作有《理论化学与应用化学词典》、《医学化学概要》、《生物化学概要》等。此外，他还主编了《化学与物理年鉴》。

武慈作为教师曾接近于创立一个化学学派。他曾在索邦大学医学院继杜马后任多种教职，1857 年任化学及毒物学教授。1866—1875 年任巴黎医学院院长。1875 年后任索邦大学的化学教授。他是一个富有激励性的教师，能说法、德、英三种语言，因而在他周围聚集了一批当时有名的化学家。像库珀、布特列洛夫这样一些有机结构化学先驱都曾在其实验室研究、学习过。19 世纪 70 年代，还聚集了勒·贝尔、范霍夫、弗里德尔等化学家。还有布瓦博德朗正是在武慈实验室于 1875 年发现元素镓的。

霍夫曼（AugustWilhelmHofmann，1818—1892）

霍夫曼,1818 年 4 月 8 日生于德国的吉森,1892 年 5 月 5 日在柏林逝世。起初在吉森大学学习法律和哲学。1841 年获得哲学博士学位。1843 年转学化学，成为李比希的学生，并因受命分析煤焦油轻油试验，确立了研究胺类有机物和染料化学的方向。1851 年被选为伦敦皇家学会会员。

1868 年，他创立德国化学学会，并担任会长多年。

霍夫曼对英国和德国的化学和化学教育都有相当的影响。他把李比希的实验室教学方法带到了英国和柏林。1845 年，经李比希的推荐，受英国艾伯特亲王的鼓励，霍夫曼到英国皇家化学学院担任化学教授和指导，在那里一直奉行吉森模式，工作了 20 年。克鲁克斯、阿贝尔、帕金等都是他的学生。1864 年回国，先是把波恩大学实验室按照吉森实验室重新改造成一个新而宏大的实验室。一年之后到了柏林大学组织筹建了第一个化学工业实验室，为德国培养了许多化学工作家。这样，他就创立了自己实验有机化学及其工业应用的化学家学派。他的实验多数都与煤焦油及其衍生物相关。1843 年研究了苯胺的组成；1850 年通过碘代乙烷和氨作用，制得伯胺、仲胺和叔胺，证实了胺与氨的关系，给类型说增加了一个新的类型——氨型；研究芥子素和芥子油并发现苯基芥子油；还发现了异氰酸苯酯、二苯肼、二苯胺、异腈和甲醛；1873 年与马尔修斯一起发现甲基苯胺和二甲基胺；1881 年发现溴和强碱与酰胺作用是制备胺的一种方法，人称霍夫曼反应；还提出有关络合物的“霍夫曼胺盐理论”等。此外，和他的学生们从煤焦油中提取出苯胺衍生物，制成多种染料。他的研究连同其学派的发现一起为现代染料化学、染料工业以及煤焦油产品工业奠定了基础。

布特列洛夫（1828—1886）

布特列洛夫，1828 年 8 月 25 日生于俄国奇斯托波尔镇，1886 年在布特列洛夫逝世。上中学时，因在宿舍做化学实验被学校处罚，脖子上挂了一块黑牌，上书“大化学家”。1844 年入喀山大学随齐宁学有机化学。1854 年以《论挥发油》的论文获得莫斯科大学授予的博士学位。1857—1858 年在西欧游学期间，访问了德国、英国、法国的化学实验室，结识了米契里希、凯库勒、霍夫曼、威廉姆逊、杜马等许多知名化学家，并在武慈实验室工作了一段时间。1860—1863 年任喀山大学校长。1874 年被选为彼得堡科学院院士。1876—1882 年担任俄国物理学-化学学会，化学分会的主席。还被选为国内外 26 个科学院的院士和名誉院土。

布特列洛夫是化学结构的创始者。1861 年在有机化学中第一次使用“化学结构”这一术语，认为有机化合物的化学性质与化学结构之间存在着以下关系：根据化学性质可以推测化学结构，而根据化学结构又可以推测化学性质。在此理论指导下，他合成了叔丁醇、异丁烯、三甲基甲醇和某些糖类化合物，发现了异丁烯聚合反应，研究了丁二烯的异物体等等。主要著作有《有机化学教程》、《论物质的化学结构》、《有机化学研究概论》等。

布特列洛夫是一位颇有名望的化学教授。1852—1868 年在喀山大学先后担任讲师（1852—1854 年）、编外教授（1854—1858 年）、教授（1858—1868 年）。1868 年受门捷列夫推荐到彼得堡大学担任教授，直到 1885 年健康开始恶化，才由他的学生马尔柯夫尼柯夫接替了这一职位。布特列洛夫所著的教科书《有机化学教程》把他的化学结构理论传播开来。他创立了第一个俄国化学家学派，其中就包括马尔柯夫尼柯夫。马尔柯夫尼柯夫这样形容他的老师：他不仅是一位优秀和慈祥的教授，而且对每一个学生所提出的问题都仔细地聆听，并作出详细的回答。当我们在实验室工作时，就好像在家里一样，感到很自由。

凯库勒（FriedrichAugustKekulé，1829—1896）

凯库勒，1829 年 9 月 7 日生于德国达姆斯塔特，1896 年 7 月 13 日在波恩逝世。上中学时，对一切科学现象都感兴趣，但对化学并无明显爱好。1847 年入吉森大学学习建筑，当他听了李比希的化学课后，转而学习化学。1851 年到法国、英国留学，与杜马、热拉尔、武慈、威廉姆逊等一流学者接触，并开始了经典有机结构理论的研究。1860 年 9 月组织召开了世界上第一次国际化学家会议，即卡尔斯鲁厄会议。1875 年被选为伦敦皇家学会会员，并获该会考普利奖章。他还是法国科学院院士和国际化学学会会员。

凯库勒在有机化学理论方面贡献最大。1857 年左右提出有机化合物的硫比氢型和沼气型；1858 年提出碳链学说；1861 年把有机化学定义为研究碳化合物的化学；1865 年提出了苯的环状结构理论。这些成就为有机结构理论奠定了坚实的基础，极大地促进了有机化学的发展。此外，还发现一些有机化合物。主要著作有《苯衍生物化学》、《有机化学教程》、《有机化合物结构研究》等。

在化学教育活动方面，凯库勒作为化学教师给人类留下了罕见的丰功伟绩。1856 年就任海德堡大学有机化学教授时，他得到一间小研究室进行教学，并为少数学生提供实验研究的方便，其中就有拜耳。1858 年担任比利时格恩大学教授。当时德国大学的制度规定，本校学生在其他大学听过的课也算学分，所以不少学生为了听凯库勒的讲课而聚集到格恩大学来，其中也有英国学生。这些学生中后来成名的学者有格拉泽、格登堡等人。1867 年担任波恩大学化学教授一直到逝世，那时该大学刚刚根据霍夫曼的计划建成了一个设备完善的大型实验室。在波恩期间，凯库勒把全部精力倾注于讲课和指导学生的研究。他作为教师具有杰出的才能，上课常常不拿讲稿，即便如此，如果将其口授课程直接付印的话，也是别具一格的出色教材。他的风采容貌为其讲课增添了引人入胜的效果。在指导学生工作方面，他不赞成学生盲目听从教授指导进行实验的方法，而始终把重点放在培养学生的独立思考能力上。在这期间对各种课题进行实验研究，发表论文几乎都是与学生共同完成的。如果有人反驳苯结构理论，他就立即发动学生进一步深入实验，而后师

生共同撰文批驳论敌。在波恩大学培养了许多著名化学家，如范霍夫等。可见，凯库勒不论在格恩大学还是在波恩大学都有自己的研究学派。另外，1877年他当选为波恩大学校长，虽然此时身体日渐衰弱，但还是做了许多工作，对于发展德国的高等教育起了很好的作用。

肖莱马（CarlSchorlemmer，1834—1892）

肖莱马，1834 年 9 月 30 日生于德国达姆斯塔特，1892 年 6 月 27 日在英国曼彻斯特逝世。早年喜爱化学，因贫困只好一面当药剂师学徒，一面自学。

1859 年考入吉森大学化学系，只念了一学期就被迫辍学。同年秋天，到了英国曼彻斯特从事科学研究工作，同时参加了国际工人协会和加入德国社会民主工党，成了恩格斯和马克思的挚友。1871 年破格当选为伦敦皇家学会会员。1878 年被选为美国哲学学会会员。

肖莱马以重要而又基本的有机化合物脂肪烃为研究对象，完成了许多重要发现：首次分离了戊烷、己烷、庚烷和辛烷，并测定了它们的沸点、元素组成和分子量；还制得许多烃的衍生物，合成了正丙醇等有机物；在理论方面证明了碳原子四价的等同性，正确解释了有机物的异构现象，对有机结构理论的确立和发展做出了重要贡献。此外，他从社会学观点研究化学史，发现了化学与经济和哲学之间的重要关系。主要著作有《有机化学教程》、《化学教程大全》、《有机化学的产生和发展》、《化学通史》等。

肖莱马化学教育活动是在曼彻斯特展开的。1859 年是欧文斯学院化学教授罗斯科的私人助手。1861 年成为化学实验助教，开始了其教学活动，一直到 1874 年才成为英国第一个有机化学教授。他最初是做实验辅导，为学生讲授分析化学技术，1868 年开始主讲有机化学课，并分别于 1872 年和 1877 年出版《有机化学教程》和《化学教程大全》这两本教科书。它们受到各国普遍赞扬，作为优秀教科书在各国采用，培养了好几代化学家。后来还首次用马克思主义观点讲授化学哲学和化学史课。肖莱马对化学教育的另一贡献是和罗斯科一道建成了英国当时一流的化学实验室，培养了一批又一批的化学家，其中有不少后来成为皇家学会会员、大学教授、高级工程师，甚至有的还获得诺贝尔奖。在他的学生中有来自英国各地的，也有来自德国、俄国、捷克和日本的，因而，他和罗斯科实际上在英国创立了曼彻斯特化学学派。

门捷列夫（1834—1907）

门捷列夫，1834 年 2 月 9 日生于俄国西伯利亚托波利斯克，1907 年 2 月 2 日在圣彼得堡逝世。父亲去世后，母亲为了让他上大学，变卖了财产，经过 2000 公里的马车旅行来到莫斯科。由于学区关系不能进入莫斯科大学，转而入彼得堡高等师范学院跟随沃斯克列先斯基学习化学。1858 年获彼得堡大学硕士学位。1859 年到国外进行化学考察，在本生的实验室里工作，并于 1860 年参加了卡尔斯鲁厄化学会议，这是他留学时最大的收获。1865 年又获得彼得堡大学博士学位。1893 年被聘为国家度量衡局局长。曾获戴维奖章、法拉第奖章和考普利奖章。

门捷列夫最大的贡献是发现了元素周期律，使无机化学系统化；提出了溶液水化机理；研究气体和液体的体积同温度和压力的关系，提出临界温度的概念；对石油工业、农业化学、无烟火药等也有较大贡献。共发表过 400 多篇论著，其中最主要的是《化学原理》一书。

门捷列夫不仅是一位科学巨匠，同时也擅长于教育。他在彼得堡大学先后担任化学讲师（1857—1867 年）、化学教授（1867—1890 年），还曾担任过彼得堡工艺学院教授，曾教过理论化学、有机化学、无机化学。为便于讲课，他分别于 1861 年和 1869—1871 年写成第一批俄语有机化学教科书《有机化学教程》和《化学原理》（2 卷本）。他研究元素周期律正是从写作《化学原理》开始，并在其中阐述的。这部书长期以来都是俄国的标准无机化学教科书，培养了几代化学专业的学生。作为一名化学教师，他富有教学的天才，他的教室里经常坐满了各系的学生。有一位学生在回忆受过门捷列夫的教益时说：我 1867 年到 1869 年是工艺学院的学生，门捷列夫是我们的教授，我在听他的课之前，曾经跟别的教授学过化学，感觉到很难接受许多需要死记的零碎事实，可是在门捷列夫那里，我开始认识到化学是一门丰富生动的科学。他的最动人之处是能使学生的思想跟着他的思想进行思考，学生们都为能认识必然得到的科学结论而感到兴奋愉快。

拉姆齐（WillamRamsay，1852—1916）

拉姆齐，英国化学家、化学教育家，1852 年 10 月 2 日出生于格拉斯哥。父亲喜谈科学，母亲是虔诚的教徒。拉姆齐是独生子，聪明活泼，擅长外语，喜欢体育。11 岁时开始学习拉丁文，14 岁入格拉斯哥大学学习文学。一个偶然的机会使他走上学化学的道路。有一次他踢足球伤了腿，在疗养时看到一本化学书籍，看这种书既可消磨病床上的时间，又可了解制作烟火的方法。此后试着制作烟火的兴趣促使他开始了化学实验。他自己还制作了一些简单仪器。1869 年拉姆齐 17 岁时正式开始学习化学。1870 年去德国留学。先后在海德堡大学和特宾根大学学习并取得博士学位。回国后在希里斯托尔大学、伦敦大学等校任化学教授，1887 年出任伦敦大学校长，在那里执教 25 年之久。

拉姆齐突出的贡献是他在 1894—1898 年间发现了氩、氦等气体。1903 年与索迪发现镭能产生氦。1910 年与格雷测定了氡的原子量。

拉姆齐的著作有《无机化学体系》、《近世化学》（2 卷本）、《大气中的气体》、《物理化学研究导论》等。发表论文多篇。

由于在化学方面的成就，拉姆齐获得了许多荣誉：1888 年担任了英国皇家学会会员；1895 年获皇家学会的戴维奖章；1897 年又获郎斯塔夫奖章；1902 年获得爵士称号；1904 年获得诺贝尔化学奖。还担任了英国化学会和万国应用化学会的会长。

拉姆齐精通英、法、德、意四国文字，曾应邀去印度考察教育，他对大学的教育制度和研究方法提出过改革意见。后人为拉姆齐在伦敦立了铜像作纪念。

费歇尔（EmilFischer，1852—1919）

费歇尔，1852 年 10 月 9 日生于德国莱因河附近的乌斯吉城，1919 年 7 月 15 日在柏林逝世。1871 年入波恩大学随凯库勒学习化学。

1872 年转入斯特拉斯堡大学又跟拜尔学习，1874 年毕业，成为该校有史以来最年轻的博士。先后在慕尼黑、埃尔兰根、维尔茨堡及柏林大学从事教学和研究工作。1899 年被选为伦敦皇家学会会员和法国科学院院士，也是慕尼黑、柏林、维也纳等科学院的院士。

费歇尔是 19 世纪后半期卓越的有机化学家。1875 年发现苯肼，并用它作为通用的羰基试剂广泛研究了糖类的结构、合成和构型，为碳水化合物化学的发展奠定了基础。1878 年后对嘌呤进行了研究，测定、合成了许多这类化合物（包括核苷酸），对德国药物工业产生了很大影响。1899 年起，开始研究氨基酸，确定了几种蛋白质的组成，特别是完成了多肽合成的程序，1907 年合成了一个含 18 个氨基酸的多肽，与天然蛋白质极其相似。此外还为酶化学研究打下了基础。由于这些贡献，费歇尔于 1902 年获得诺贝尔化学奖，他是第一位获得这一荣誉的有机化学家，甚至比他老师拜尔获诺贝尔化学奖还要早 3 年。

费歇尔在学术上造诣很深，同时对于教学也极其认真。1875 年随老师拜尔到慕尼黑大学任教，1878 年提升为讲师，担任煤焦油染料与理论化学两项课程的教学，第二年成为副教授，指导 150 名左右医学系学生的分析化学。1882 年转到埃尔兰根大学任教授，全部课程和学生实验指导由他的两名助手担任，他自己则集中时间搞了一段糖的研究。1885 年到维尔茨堡大学任教授，在学生、助手和其他研究人员的协助下，继续进行关于糖类的研究，他的工作有了很大进展。1892 年，他又被聘为柏林大学教授，除了许多公务外，主要是带领许多研究人员进行有关的研究。尽管他平时深感化学研究人员应当有一个不受教育工作义务所干扰的环境，但他对于教育仍然一丝不苟。他的特点是，培养一批研究人员在范围相当广泛的有机化学领域开展研究工作，使他能够完成关于糖类、嘌呤、蛋白质等大量的实验，同时也使许多年轻学者得到了科研工作的训练。在这些人中，文道斯、迪尔斯等后来还获得了诺贝尔化学奖。

奥斯特瓦尔德（FriedrichWilhelmOstwald，1853—1932）

奥斯特瓦尔德，1853 年 9 月 2 日生于俄国拉脱维亚的里加，1932 年 4 月 4 日在德国莱比锡逝世。1872 年入多尔波特大学，1878 年获化学博士学位。1881 年任里加多种工艺学院化学教授。1887 年到莱比锡大学从事教学和研究工作。直到 1906 年，隐居山村，从事写作。

奥斯特瓦尔德同范霍夫和阿累尼乌斯一起创立了物理化学。他提出稀释定律；用电离平衡原理解释了酸碱指示剂的变色机理；改进了物理化学方法和仪器；研究了酸的电离率，溶液的粘滞性，纯水的电离等；提出现代催化剂概念；完成了氨氧化的研究工作；创立新的颜色理论。1909 年因研究催化、化学平衡、反应速率，获诺贝尔化学奖。一生共著书 77 种，发表 300 多篇论文。主要著作有《普通化学教程》、《电化学》、《自然哲学年鉴》、《颜色学》、《生活的道路》，还与范霍夫一起创办了《物理化学杂志》。

奥斯特瓦尔德是一位富有激励性的化学教师，他的教育功绩在于恢复了普通化学的意义，在欧美国家引导一代化学家在他们的教学和研究中接受了理论化学和物理化学。他在里加多种工艺学院任教后很快就显示出他杰出的教育才能，在其教科书里和讲课过程中，热情地宣传了阿累尼乌斯的电离理论。奥斯特瓦尔德有许多美国学生，因此电离理论后来在美国也传播开了。在莱比锡大学担任物理化学教授期间，特别是 1898 年创立了莱比锡大学物理化学研究所，使莱比锡大学成了当时培养一代物理化学家的中心，从而形成莱比锡物理化学学派。这时，在里加时就已开始发行的《物理化学杂志》则成了这个学派的喉舌，并成为连接各国物理化学家的组织纽带。在莱比锡物

理化学学派中，产生了像能斯特、路易斯、理查兹这样的许多化学家。

第三节　20 世纪化学教育家

哈伯（FritzHaber，1868—1934）

德国化学家兼化学教育家哈伯，1868 年 12 月 8 日生于波兰布雷斯劳。早年他未受过正规的系统教育，是一个自学成才的出色人物。曾在柏林大学霍夫曼教授指导下进行研究工作。19 岁时撰写了一篇有机化学方面的论文，由于他的独到见解，1891 年柏林皇家工业科学院经过认真研究后，授予他博士学位。1906 年应聘到卡尔斯鲁厄大学任教授。1911 年后又任威廉物理化学及电化学研究所所长，兼柏林大学教授，时年 43 岁。

哈伯以研究合成氨闻名于世。为此他冒着工作中的危险，经多次失败后，于 1909 年用锇作催化剂，得到浓度为 6 的氨产率。又采取原料循环使用的设想提高了转化率。后经波施发展为工业化生产方法，称“ 哈伯-波施法 ”。为此哈伯获得 1918 年诺贝尔化学奖。他还研究过火焰中的化学平衡问题；硝基苯的电解还原，并指出电极的重要性；设计玻璃电极以测定溶解中的氢离子浓度；还对燃料电池、盐类电解、海水的化学分析等均有研究。主要著作有《工业气体反应热力学》。

哈伯曾参加过一次环球讲学，到过上海。他认为中国文化悠久，中国人的素质优秀，由于科学不发达，显得物质文明落后，但不是本质上的不足。他还在日本停留过两个月。他认为东西方之间了解不够，回国后创办了东西方文明交流协会，在中国设有分会。

哈伯对德国纳粹政策不满，1933 年赴英国剑桥大学讲学，1934 年病故。

路易斯（GilbertNewtonLewis，1875—1946）

路易斯是美国物理化学家，化学教育家。1875 年 10 月 25 日生于马萨诸塞州。父亲是律师，他自幼智力超常又好学，13 岁时入内布拉斯加大学预备学校，后转入该大学，2 年后又转入哈佛大学。从 1896 年至 1899 年相继获得学士、硕士和博士等学位。

1900 年在德国哥廷根大学进修，回国后在哈佛大学任教。1905 年到麻省理工学院任教，1911 年升任教授，1912 年担任加利福尼亚大学化学学院院长兼化学系主任。曾获戴维奖章、瑞典阿累尼乌斯奖章，美国吉布斯奖章、里查兹奖章，苏联科学院外籍院士。

路易斯具有很强的开辟研究新领域的能力，他研究过许多化学基础理论。1901 年和 1907 年相继提出“ 逸度 ”和“ 活度 ”概念；1916 年提出共价键的电子理论；1923 年又对价键和共用电子对成键理论作了进一步阐述。1921 年将离子强度的概念引入热力学，发现了稀溶液中盐的活度系数由离子强度决定的经验定律。1923 年与兰德尔合著《化学物质的热力学和自由能》，该书深入探讨了化学平衡，对自由能、活度等概念作出新的解释。同年提出广义的酸碱概念，认为酸是化学反应中接受电子对的物质，碱是给予电子对的物质。这是化学反应理论的重大突破。在有机反应和催化反应中得到广泛应用。此外，还研究过重氢及其化合物、荧光等。主要著作有《价键及原子和分子的结构》、《科学的剖析》等。

路易斯喜欢采用非正统的方法，他具有很强的分析能力和直觉。有时，他未充分查阅文献资料就开展研究，以免接受前人偏见而影响自己的独创精神。他培养了许多化学家，是学派领袖。

施陶丁格（HermannStaudinger，1881—1965）

施陶丁格，德国著名化学家、化学教育家。1881 年 3 月 23 日生于德国沃尔姆斯。1898 年在达姆施塔特技术大学学习。青年时他对植物很有兴趣。他父亲让他先学化学，为学植物学打基础。于是施陶丁格先后在慕尼黑大学和哈勒大学学习与化学有关的课程。他读书十分刻苦，1903 年他撰写了《不饱和化合物丙二酸酯》的论文，并获博士学位。

1907 年施陶丁格担任了卡尔鲁斯厄工学院的有机化学教授,1912 年到瑞士苏黎土联邦工学院任教，1926 年又去德国弗赖堡大学任教。任教数十年，刻苦勤奋，治学严谨，培养了一大批化学人才。1940 年改任弗莱堡大学高分子化学研究所所长。主要从事高分子化合物的研究，发现了乙烯酮，研究了咖啡芳香化合物。与化学家 L.路茨卡合作测定出农药除虫菊的主要化学成分及其化学结构。与赖茵施泰因合作，测定了糠基醌醇的化学结构。用实验证明低分子物质聚合成高分子物质，导致了高分子理论的产生。1930 年发现了高聚物溶液的粘度与分子量之间的关系，从而推动了塑料工业的兴起。为此获 1933 年诺贝尔化学奖。他还获得过菲舍尔奖、康尼查罗奖、米契里希奖。他的主要著作有《乙烯酮》、《高分子有机化合物：橡胶与纤维素》、《有机胶体化学》、《高分子化学》、《高分子化学和生物学》等。

鲁宾森（RobertRobinson，1886—1975）

鲁宾森是英国著名的化学家、化学教育家。1886 年 9 月出生在英国的比德福德。父亲经营外科医疗器械和纸板箱工厂。母亲喜欢种植花卉、树木。在母亲的熏陶下，鲁宾森自幼爱花，并帮助母亲施肥、浇水、修枝等。鲁宾森是一个细心观察事物的人，在他帮助母亲劳动的过程中，均有详细的观察记录，培养了一种良好的习惯。

在曼彻斯特大学读书期间，学习刻苦，成绩优秀，24 岁获博士学位。由于当时英国保守势力当道，鲁宾森的才华未能发挥。1912 年他离开英国去悉尼的澳大利亚大学任有机化学和应用化学教授。在教学中他十分重视教学法，遵循学以致用的原则，不断改进教学，受到普遍欢迎，大大提高了知名度，于是英国各大学纷纷邀请。1915 年回国，先后在利物浦、圣安德鲁、曼彻斯特、伦敦大学等校任教。1930 年又到牛津大学任首席教授，直至 1955 年退休。

由于他重视教学和教学方法，培养了大批人才，对英国工业的发展起到了积极的有效的作用。

鲁宾森在有机化学反应机理方面有杰出贡献，对于生物碱的研究在当时居领先地位。这些突出的成就使他于 1939 年被女皇封为爵士；1942 年获英国皇家学会最高医药奖；1947 年获诺贝尔化学奖；1949 年获皇家大勋章；1945 年起任皇家学会会长。在这众多的殊荣面前鲁宾森并不骄傲，终生谦虚，厌恶阿谀奉承，以造福人类为目的。

海洛夫斯基（JaroslavHeyrovsky，1890—1967）

化学家、化学教育家海洛夫斯基 1890 年 12 月 20 日生于布拉格，少年时代喜欢音乐，中学时成绩优秀，对化学有浓厚兴趣，立志要攻读物理化学。1910 年入伦敦大学学习，3 年获理学士，从此担任物理化学助教，并开始撰

写博士论文。1914 年第一次世界大战爆发，海洛夫斯基从英国返回祖国服兵役，担任药剂师和 x 光透视工作，同时挤时间继续做他的博士论文。1918 年获查理大学博士学位，1920 年任该校副教授，并继续沿着博士论文的研究方向，在稀电解质溶液中，用滴汞电极得到毛细管曲线异常现象，继而完成了 3 篇论文，1921 年获伦敦大学理科博士学位。1926 年升任教授，至 1950 年，担任了捷克斯洛伐克极谱研究所所长。1952 年被选为捷克斯洛伐克科学院院士。1959 年获诺贝尔化学奖。1965 年被选为英国皇家学会会员，他还是许多国家的科学院院士，两次获捷克斯洛伐克国家勋章。

海洛夫斯基平易近人，性情和善，谦虚诚恳，有很好的音乐修养。他非常勤奋，常常夜以继日地工作。他以法拉第的名言为座右铭：“ 要工作、要完成、要发表 ”。他言传身教，身体力行。无论是在教学中还是在科学研究中，都坚持自己亲自讲课，培养了很多人才，形成了波谱学派。他认为科学的未来在于青年。因此他在培养青年的工作上倾注了大量心血，该研究所的骨干力量都是他的学生。

海洛夫斯基最杰出的贡献是在极谱分析方面。1925 年与日本化学家志方益三共同发明了极谱仪，使极谱分析方法广泛用于分析各种化学物质。1935 年推导出极谱波的方程式，阐明了极谱分析的理论基础，1941 年发明了示波极谱仪，阐明了极谱定性分析的理论基础。1941 年发明了示波极谱仪。主要著作有：《极谱方法在实用化学中的用途》、《极谱分析操作法》、《极谱学基础》、《示波极谱法》等。

鲍林（LinusPauling，1901—1995）

美国著名化学家、化学教育家鲍林，1901 年 2 月 28 日生于俄勒冈州波特兰市。父亲是药剂师并自己开设药房。鲍林 1922 年毕业于俄勒冈州立学院，获化学工程理学士学位。1925 年在加州工学院获得这个学院历史上仅有的优秀哲学博士学位。此后在加利福尼亚等著名大学任教，从 1948 年起还担任哈佛、麻省理工学院以及牛津大学等七八所著名大学的特邀访问教授。从 1973 年到现在，任鲍林科学和医学研究所研究教授。

鲍林对化学最大的贡献是关于化学键本质的研究及其在物质结构方面的应用。他把量子力学应用于分子结构，把原子价理论扩展到金属和金属间化合物，并发展了原子核结构和核裂变过程本质的理论。近些年来，他又向生物学方面渗透，把化学应用于生物学和医学。如研究了蛋白质的结构、麻醉作用的分子基础等。1961 年提出了一种能解释麻醉现象的分子模型。共发表 400 多篇论文和十几本专著。主要著作有《化学键的本质》、《线光谱的结构》、《普通化学》、《大学化学》等。1954 年获诺贝尔化学奖。还获得国内外几十种奖励和奖章。国内外有 30 余所大学授予他荣誉博士学位，还是十几个国家科学院的荣誉院士。

鲍林对社会问题很重视。他热爱和平，呼吁世界人民注意大气层核试验释放的放射线危险。于 1963 年 10 月获 1962 年诺贝尔和平奖，还接受了列宁国际和平奖。他发表了大约 100 篇关于社会和政治问题，特别是关于和平问题的文章。1973 年鲍林曾来中国访问和讲学。

鲍林在任教时十分重视学生的基础知识，为此他亲自为低年级学生讲普通化学并撰写教材。他孜孜不倦地工作，很不同情那些天资出众但又不刻苦的人。

伍德沃德（RobertBurusWoodward，1917—1979）

美国著名有机化学家、化学教育家伍德沃德，1917 年 4 月 10 日生于马萨诸塞州的波士顿。16 岁入麻省理工学院，学校为他安排了特殊课程，19 岁大学毕业获学士学位，20 岁获博士学位，此后在哈佛大学执教终身。1950 年任教授。为了表彰他的贡献，1963 年在瑞士的巴塞尔建立了伍德沃德研究所。他同时在剑桥和巴塞尔指导学术活动。

伍德沃德是本世纪在合成化学和理论化学两方面都取得划时代成果的卓越化学家，学术界公认他为有机合成之父。他合成了胆甾醇、皮质酮、马钱子碱、利血平和叶绿素等十多种天然有机化合物；确定了金霉素、土霉素、河豚毒素等化合物的结构；发现了以他的名字命名的伍德沃德反应和试剂。他与瑞士学者埃申莫塞领导十几个国家的一百余位化学家历时 11 年,合成了结构复杂的维生素 B_{12}。这一不朽成果导致了对 R.霍夫曼同时提出的“ 分子对称轨道守恒 ”这一概念的公式化，这是有机化学理论在本世纪 60 年代的重大突破。这两项重大成就使他继 1965 年获诺贝尔化学奖之后，又登上一个新的高峰。

伍德沃德是一位不知疲倦的探索者。从青年时代就养成每天只睡三四个小时的习惯。他特别善于将高难度的实验技巧和最新的甚至是孕育中的化学理论结合起来研究。为人十分谦虚，善于与人共事，他认为自己能够取得成就是因为有幸与许多能干而热心的化学家一起工作。他一生从事科学研究和教学工作，培养研究生进修生达 500 人，其中许多人已成为世界闻名的化学家。他还获得英国皇家学会戴维勋章和美国国家科学勋章等多种荣誉。

第四节　中国化学教育家

俞同奎（1872—1962）

中国化学家、化学教育家。字星桓，浙江德清县人，1876 年 11 月 10 日出生于福建省闽侯县（今福州市）。1902 年考入京师大学堂（北京大学前身）师范馆。1904 年赴英国利物浦大学化学系留学，获硕士学位后又去德、法、意等国考察、学习，1910 年回国到京师大学堂任理科教授，1912 年京师大学堂改名北京大学，俞同奎任化学系主任和学校教务长。1920 年任北京工业专门学校（后改名北京工业大学）校长兼北京大学教授。1937 年任南京国民政府教育部大学生就业委员会主任。1938—1945 年任液体燃料管理委员会昆明办事处主任。1947—1956 年任北京文物管理委员会秘书。1956—1958 年任文化部古代建筑修整所所长。1962 年 2 月 28 日在北京逝世，享年 86 岁。

俞同奎是中国高等化学教育的开拓者。1910 年开始主讲无机化学和物理化学（后来又主讲定量分析）。1914 年任北京大学教科书编委会化学科主编，亲自编写和组织编写了《无机化学》、《有机化学》和《应用化学》等我国第一批大学化学教材。1916 年，蔡元培任北京大学校长后，在学校设立评议会，由各科部分著名教授组成，俞同奎被选为评议员。1919 年北京大学废“门”改“系”，成立教授会，俞同奎被聘为化学系首任系主任和教授会主任，对化学系的课程设置、学生成绩考核等，亲自规划，并筹建化学实验室，购置化学仪器、药品等，为北京大学化学系早期的教学和实验工作奠定了基础，也为中国其他大学化学系的创建做出了示范。

俞同奎在留学欧洲期间，于 1907 年 12 月 24 日在巴黎与李景镐、吴匡时等联合发起成立了“中国化学会欧洲支会”，这是中国最早的化学学术团体。俞同奎历任该会临时书记、会长、评议员等职，为该会的组织、创建和开展学术活动，做出了贡献。其中一项最重要的工作是对化学名词的命名和统一进行研究，提出方案和建议，编写了 2000 多页的化学名词手稿。回国后，他负责化学名词的审定工作，为中国化学名词的命名和化学教育的开展，奠定了基础。

俞同奎还对中国古代建筑的修整事业做出过重要贡献。他任北京文物管理委员会秘书和古建筑修整所所长多年，曾对北京的一百多个名胜古迹作了考察和研究，并对首都的新城规划、古建筑和名胜古迹去留问题，提出了很有价值的意见和看法。他对北京地区的一些重要文物古迹，认真组织普查、修复，对古建筑的寿命问题、损坏原因、保存原则和方法等，都作过深入调查研究，采取过一些措施，例如研究如何用化学等现代科学方法保护古代建筑，使中国这个历史悠久的文明古国的民族文化遗产不受破坏。

俞同奎著有《中国化学会欧洲支会戊申年报告》（手写本，1908 年）和《伟大祖国的首都》（1956 年），发表过“略谈我国古代建筑的保存问题”和“谈万里长城”等文章。

丁绪贤（1885—1978）

中国化学教育家、化学史家。字庶为，1885 年 10 月 11 日生于安徽阜阳，1978 年 9 月 20 日在杭州逝世。丁绪贤 1909 年赴英国留学，1914 年获伦敦大学化学系荣誉学士学位，1916 年回国。曾任北京高等师范学校、北京大学、中央大学、东吴大学、广西大学、浙江大学等校教授，是我国讲授和研究化

学史的先驱者。1919 年，在《理化杂志》上发表了“化学家普利斯莱传”；在《北京大学月刊》创刊号上发表了“有机化学史”译作。1925 年，由北京大学出版部出版了他的重要代表作《化学史通考》。

《化学史通考》是我国第一部化学史专著，为我国学者研究化学史和讲授化学史课程奠定了基础。该书 1925 年以“国立北京大学丛书”出版后，不仅引起化学工作者的兴趣，而且颇受科学界和一般人士欢迎，许多人欲购无从。1936 年，又由商务印书馆以“大学丛书（教本）”在上海出版发行。全书共 664 页、近 40 万字。

丁绪贤先生对化学史研究有极大兴趣，《化学史通考》一书，是他多年的研究成果和根据他在各大学讲授化学史十多年的经验撰写而成。该书从数千年以前的上古时代一直写到 20 世纪初期的近代化学的最新进展，对整个化学的产生和发展，作了系统的介绍和论述。不仅介绍了化学各学科、各领域的科学成就，而且还介绍了为化学发展做出突出贡献的一些化学家，刊有 80 幅人物肖像。

《化学史通考》内容丰富、材料翔实、史论结合、图文并茂，一直被人们作为工具书、教科书和参考书，至今仍有学术价值和实用价值。该书不仅培养和影响了我国一批化学史学者，而且也受到国际科学史家的关注。

丁绪贤还是中国半微量定性分析化学最早的倡导者和推广者，译著有《半微量定性分析》（1947 年）和《试验金属及酸根用有机试剂》（1949 年）。他还热心学术团体和学术刊物，1917 年在北京高等师范学校发起成立了“理化学会”，1919 年创办了《理化杂志》，这是中国较早的学术团体和学术刊物。

张子高（1886—1976）

中国化学家和化学教育家。原名张准，字子高，1886 年 7 月 14 日出生于湖北枝江县。

1909 年考取北京清华学堂第一批庚款公费留学生赴美留学，1915 年毕业于麻省理工学院化学系。1916 年回国，先后在南京高等师范学校（东南大学前身）、金陵大学、浙江大学任化学教授。1929 年应聘到清华大学任化学系教授兼系主任，1931 年任教务长，1952 年任工程化学系主任，1962 年任清华大学副校长。1939—1945 年，还曾任燕京大学客座教授、北平中国大学教授兼系主任、理学院院长和辅仁大学教授。1976 年 12 月 11 日在北京病逝。

张子高早年在美留学期间，进行了稀有元素分离研究，并对我国特产金属钨进行了分析鉴定，并取得了显著成果。回国后在几所著名大学任教，培养了几代化学人才，吴有训、恽子强、张江树、吴学周、柳大纲等著名科学家，均受业于他的门下。

张子高在教学工作中有四个突出特点：一是努力反映最新科学成就，二三十年代就把化学热力学这门新兴学科引入国内；二是严谨治学，对每一个教学环节都认真对待，严格要求，特别对化学实验课，他常常在实验室巡视，直到最后一个学生离开；三是注意教学方法，在备课时考虑如何突出重点，在辅导学生时，注意了解学生学习的难点；四是关心青年教师的培养，他常说：“全力培养青年，是我们老一辈的责任，‘青出于蓝而胜于蓝’正是我们老一辈的期望。”

张子高除毕生致力于化学教育工作外，还潜心研究化学史。早在 20 年代

初，他和张江树一道，根据明代科学巨

著《本草纲目》上的记载，对氯化汞的制备进行了实验，并取得了成果。1949 年以后，他侧重用辩证唯物主义观点，研究我国古代辉煌的化学成就，发表了有关中国古代炼丹术、造纸术、酿酒、冶金等方面的学术论文十多篇，专著《中国化学史稿》（古代部分）于 1964 年出版，该书力图用辩证唯物主义观点，研究总结中国古代化学的成就和发展，

受到了科技史界和化学界的关注和好评。

张子高先生还擅长书法，爱好写诗。在他担任中国大学化学系主任期间，1943 年为毕业生题有“ 江雪渭树长相忆，秋菊春兰各自芳 ”的诗句，字迹清秀，流传后世。

王琎（1888—1966）

中国分析化学家、教育家。字季梁，祖籍浙江黄岩，1888 年 1 月 7 日出生于福建闽侯县。1909 年被北京清华学堂录取为第一批庚款留学生赴美留学。先在宾夕法尼亚州科学学院学习中学课程，1911 年转入里海大学学习，1915 年毕业，获化学工程学士学位，当年回国。先在湖南长沙高等工业学校任教，后到南京高等师范学校创建理学院及化学系，并在浙江高等工业学校筹建了我国第一个化学工程系。为在大学开设理化课程、培养自己的理工科大学生，做了许多开拓性工作。

1928—1934 年，应蔡元培邀聘，为中央研究院创建化学研究所，并任首届所长，组建了有机化学、物理化学、分析化学、中药、涂料、纤维素和陶瓷玻璃管研究小组，对沪宁一带的化学工业发展，起了推动作用。

1934—1936 年，王琎应邀赴美国明尼苏达大学任访问研究员，同时攻读硕士学位，1936 年获硕士学位后回国。同年应四川大学校长任鸿隽之聘，任该校化学系教授兼系主任。次年应浙江大学校长竺可桢之聘，转至浙江大学任教，先后任教授兼化学系主任、理学院代理院长和代理校长，同时创建浙江师范学院并任院长。1958 年浙江师范学院改为杭州大学，他一直任该校化学系教授，直至 1966 年 12 月 28 日不幸被贪财暴徒殴击致死。

王琎专长分析化学和化学史研究。1923 年发表的“ 五铢钱化学成分及古代应用铅、锡、锌、鑞考 ”论文，首次对分析方法的准确度进行了开创性研究，通过对不同朝代钱币的分析、化验，得 出了判断五铢钱年代的科学依据。1927 年关于“ 南京之饮水问题 ”的论文，是我国最早的有关水质分析的研究报告，对以后长江水质变化的研究，是很有意义的参比资料。此外，他还对中国古代冶金技术、中国古代陶瓷器制造、中国古代酒精发醇以及中国古代的化学成就等，作过广泛研究，并引起中外科学史家的关注。

王琎在 50 余年的科学生涯中，不仅是近代分析化学和化学史的开创者，而且是一位出名的化学教育家。他讲授过高等分析、微量分析、近代分析化学选论、无机化学、物理化学、工业化学和矿物学等多门课程。每讲一门课，都亲自编写教材。教材中不仅有新材料、新观点，而且有自己的评论和见解。

王琎在教学工作中有三个特点：一是极为认真负责，在讲授物理化学期间，亲自运算每一道习题，一贯对基础理论和实验课并重，对实验要求严格；二是不断更新知识和设备，坚持走在学科发展的前沿；三是注重教书育人，二三十年代他写过一些介绍科学家事迹和品德的文章，以此为榜样来启发、教育学生。中华人民共和国成立后，他自勉并教导学生：“ 生也有涯，知也

无涯，要努力学习，加强研究，尽力为新中国多做工作。”

他的专著有《中国古代金属化学及金丹术》（1951 年），译著有《定量分析》（上册，1953 年），并主编了高等师范院校教材《分析化学》（上、下册，1958 年）。

杨石先（1896—1985）

中国有机化学家、教育家。曾用名杨绍曾，号石先，后来为了避免与别人重名，故从号石先为名。1897 年 1 月 8 日出生在杭州。祖籍安徽怀宁，远祖为蒙古族人。1910 年考入清华留美预备学校，1918 年被保送到美国纽约州康奈尔大学留学，先学农科，后改学应用化学科，1922 年获该校理学硕士学位。同年回国后在南开大学任教，编写了《无机化学》和《有机化学》讲义，其中《有机化学》是当时清华大学、北京大学和南开大学最早使用的教材。1929 年，他再次去美国耶鲁大学研究院学习，1931 年获有机化学博士学位，并被选为美国科学研究工作者荣誉学会会员。1931 年回国，继续在南开大学任教。1938—1945 年，他除担任西南联合大学理学院化学系主任外，还兼任该校师范学院理化系主任，后又兼任教务长。1945 年夏，他再度去美国，在印第安纳大学从事中国抗疟药用植物——常山的化学性能的研究工作，因其研究成果卓越，被选为美国化学会荣誉会员。1948 年初，返回南开大学，先后担任教务长和代理校长。

1949 年新中国成立，他以教育工作者的身份参加了第一届全国政治协商会议和开国大典。1954 年，当选为全国人民代表大会代表，同年担任南开大学校长。1962 年，创建了中国高等院校第一个化学研究机构——南开大学元素有机化学研究所。1977 年 8 月，邓小平召集 30 多名国内知名科学家、教育家开座谈会，研究如何把科研和教育搞上去，杨石先在会上提出统一科研领导、加强人才的培养和选拔等 4 条建议，受到邓小平的赞扬。为了提高高等学校的科研水平，他主办了《高等学校化学学报》，并连任主编 5 年。1983 年他辞去南开大学校长职务，被聘为名誉校长。他担任南开大学元素有机化学研究所所长 20 余年，直至 1985 年 2 月 19 日逝世。

杨石先擅长有机磷农药的研究，因“有机磷生物活性物质与有机磷化学的研究”，获 1987 年国家自然科学二等奖。发表学术论文 40 余篇，著有《有机磷化学进展》，主编了《国外农药进展》。

杨石先一生在南开大学执教 60 年，除科学成就外，在教育事业特别是化学教育方面，奉献了毕生精力，他多次撰文阐述化学的重要地位和作用，促进我国化学科学和化学事业的发展。他为人正直，处事公道，胸怀全局，作风民主，赢得了化学界和教育界的尊敬和爱戴。

为了纪念这位著名的科学家和教育家，鼓励大学生和研究生在化学方面做出成绩，南开大学设立了“杨石先教授奖学金”。

曾昭抡（1899—1967）

中国化学家、教育家。1899 年 5 月 25 日生于湖南湘乡。1915 年考取清华留美预备学校，1920 年公费赴美留学，1926 年获美国麻省理工学院科学博士学位。1927—1931 年任中央大学化学系教授兼化工系主任，1931—1937 年任北京大学化学系教授兼系主任，1938—1946 年任西南联合大学教授，1949—1951 年任北京大学教务长兼化学系主任，1951—1957 年任教育部副部

长和高教部副部长，1958—1967 年任武汉大学化学系教授兼元素有机化学教研室主任。1948 年当选为中央研究院院士，1955 年当选为中国科学院学部委员。历任中国科学院化学研究所所长、全国科联副主席、中国化学会会长和《中国化学会会志》总编辑等职。1967 年 12 月 8 日在武汉逝世。

早年从事无机化合物的制备、有机化合物的元素分析、有机理论方面的计算，以及分子结构和炸药化学等方面的教学和科研工作，晚年从事元素有机化学的研究，先后取得不少重要成果。1933 年，他改良的马利肯（Mulliken）溶点测定仪，曾为我国各大学普遍采用；关于“对-亚硝基苯酚”的研究成果，被载入《海氏有机化合物词典》，为国际化学界所采用。

曾昭抡在教育方面的主要贡献有：

（1）主张高等学校要教学和科研并重。他认为在高等学校开展科学研究，是提高教学质量的重要环节。早在二三十年代，他就宣传和实践这一教育思想，50 年代，他又强调这一主张。

（2）倡导学生做毕业论文。曾昭抡是我国化学界最早在高等学校要求学生做毕业论文的人，在他的倡导下，北京大学化学系的毕业生从 1934 年开始做毕业论文，从此，其他各大学也相继实行毕业论文制度。

（3）改进教材内容，改革教学方法。他到北京大学化学系后，废弃了旧的教材，重新编写新教材。新教材的特点，一是反映出当时化学研究的新进展；二是增加了化学实验内容，改变了理论脱离实际的教学方法。他强调学生要了解科学新进展和注重化学实验，在编写教材和讲授课程时，充分体现了这一教育思想。

（4）注重发现人才和重点培养人才。曾昭抡在教学和科研中，很注意发现有学术思想、勤学敢干的高才生，并通过学外文、搞科研、著书立说、不断深造等方式，培养了一大批人才。

（5）加强实验设备，充实图书资料。曾昭抡认为要搞好教学和科研工作，必须有良好的实验设备和充实的图书资料。30 年代，他到北京大学任化学系主任时，亲自主持扩建实验室，增添了许多新的实验仪器和化学药品，并购进大量的先进国家的图书杂志，促进了科研和教学工作的开展；50 年代，他任高教部副部长时，又强调要改善高等学校科研工作的条件，要切实解决好仪器设备和图书资料等问题。

曾昭抡还十分热心学术团体和学术刊物工作，是中国化学会的主要发起人之一，曾任过五届会长，并创办《中国化学会会志》，任总编辑达 20 年之久，为开展学会工作和办好学术刊物做出了重要贡献。他对化学名词和化学史也有不少研究，并有一些著述。

他的著作有十多部，发表论文百余篇。主要有《炸药制备实验法》（1934 年）、《元素有机化学》（1965 年）和“提高高等教育质量”等。

黄子卿（1900—1982）

中国物理化学家、化学教育家。字碧帆，1900 年出生于广东省梅县，1921 年毕业于清华学校留美班，1922 年赴美留学，1925 年获美国康奈尔大学化学系硕士学位，1925—1927 年间在麻省理工学院继续深造，1927 年回国，在北京协和医学院生物化学系任教，1929—1952 年在清华大学任化学系教授，其间，1934 年他再次到麻省理工学院深造，1935 年获博士学位。他与 J.A.Beattie 及 H.Bene-dict 合作从事绝对温标的实验研究，获得当时水的

三相点最精确之实验值（0.00981±0.00005℃）至今在国际上通用。

他早年涉足离子迁移数测定、蛋白质变性研究、维利系数计算等物理化学研究领域，其中用渗透压法测定蛋白质分子量乃属此类测量之前驱工作。1952 年调到北京大学化学系主持物理化学教研室工作，直到 1982 年 7 月 23 日病逝。40 年代后，主要从事溶液理论的研究，在揭示溶液中粒子相互作用的本质方面，先后发表了 20 多篇论文，并著有《电解质溶液理论导论》（1964 年）和《非电解质溶液理论导论》（1973 年）两本专著。他一生热爱祖国，热爱科学，治学严谨，崇尚清廉，晚年至八旬高龄仍然满怀激情指导教学和研究工作，并关心化学的发展。1955 年当选为中国科学院学部委员，曾任中国化学会副理事长。

黄子卿从事高等学校化学教育 50 余年，讲授过物理化学、化学热力学、统计力学、电化学、溶液理论等多门课程。他讲课一丝不苟、立论严谨、循循善诱，使学生终生难忘。他编写的《物理化学》（1956 年），是我国该领域的第一部教科书，曾长期被我国各大学作为物理化学的主要参考书选用。

在数十年教学生涯中，黄子卿非常重视实验在化学教学中的作用。他认为物理化学虽然是一门理论性较强的学科，但它和化学其他各门学科一样，是一门实验科学。他特别强调在化学研究中要重视实验工作。

黄子卿在 50 多年的科研、教学生涯中，涉足物理化学的多个领域，讲授过多门物理化学课程，被誉为我国物理化学的一代宗师。

戴安邦（1901—）

中国无机化学家、化学教育家。1901 年 4 月 30 日出生于江苏镇江丹徒县。1919 年就读于南京金陵大学，1924 年毕业获理学士学位留校任助教。1928 年获中国医学会奖学金赴美国哥伦比亚大学化学系深造，次年获硕士学位，1931 年获博士学位后回国，任金陵大学副教授，1933 年任教授。1934 年任金陵大学理学院化学研究所主任，并创办中国化学会《化学》杂志，任总编辑兼总经理。1947—1948 年赴美国伊利诺大学化学系任访问学者。1952—1985 年任南京大学教授兼化学系系主任。1978 年创办配位化学研究所并兼任所长。1980 年当选为中国科学院学部委员。1985 年创办中国化学会《无机化学学报》，并任主编至今。

戴安邦是我国最早从事胶体化学研究的学者之一，1931 年完成的“氧化铝水溶胶的研究”博士论文在《美国化学会会志》上发表后，受到了学术界的瞩目。抗战期间在四川研制成功碱式碳酸铜作为防治小麦里穗病特效药，为农业增产做出了贡献。

戴安邦长期从事无机化学和配位化学研究，对硅，铬、钨、钼、铀、钍、铝、铁等元素的多核配合物化学，进行了系统研究，还是中国最早进行配位化学研究的学者之一，1975 年他提出的“固氮催化剂的七铁原子簇活性中心结构模型”，获 1978 年全国科学大会奖；“硅胶聚合作用理论”的研究，获 1982 年国家自然科学二等奖；“抗癌铂配合物的研究”，获 1987 年国家自然科学三等奖；“新型配合物的合成和结构研究”，获 1991 年国家自然科学三等奖。

戴安邦毕生活跃在教育战线上，从事教学工作至今已 70 余年，为我国培养了几代科技人才。他在化学教育方面，有以下特点和贡献：

（1）精心编写教材。50 年代在戴安邦主持下，与我国著名无机化学家

尹敬执、严志弦和张青莲共同精心编写了我国第一部高质量的无机化学统编教材——《无机化学教程》，1958 年出版后，深受广大读者欢迎，以后又多次重印出版，成为我国公认的重要化学基础教材。他还组织和倡导南京大学化学系的中青年教师编写了十多部教材和教学参考书，许多书中都倾注了他的心血。

（2）采用“启发式”教学。戴安邦讲课不是满堂灌的“注入式”，而是采用生动活泼的“启发式”教学。他讲课内容丰富、重点突出，先从事实出发，再通过演示实验或化学史故事，启发学生自觉有效地学习。例如在讲无机化学课时，先在黑板上写出化学反应式，然后提出问题让学生思考，启发大家自由讨论，最后得出一个画龙点睛的结论，给人们留下了难忘的印象。

（3）重视实验教学。他认为化学是一门实验科学，学习化学需要从实验入手。实验课不仅给学生第一手化学知识，而且可以训练学生的操作技术、培养学生解决问题的能力。他自己还拿出钱设立了“学生实验优秀奖”和“化学实验教学先进奖”，以表彰在化学实验中做出优秀成绩的学生和教师。

（4）强调教书育人。他认为只传授化学知识和技术的教育是片面的，全面的化学教学要求既传授化学知识和技术，又训练科学方法和思维，还要培养科学精神和品德。他严谨治学、诲人不倦、勤奋不懈、为人师表，使学生的各项智力因素都得以发展。他奉行的格言是：“立身首要是品德，人生价值在奉献”。

（5）研究教学理论。戴安邦在多年教学生涯中，很注意研究教学方法，总结教学规律，探索教学理论。早在 40 年代，他就撰写了“近代中国化学教育之进展”；到了 80 年代，他又发表了“基础化学教学启发式八则”、“全面的化学教育和实验室教学”等教育论文。已成为中国化学教育史上的重要文献。

戴安邦还十分热心学术团体和学术期刊。他是中国化学会的创始人之一，先后为该会创办了《化学》杂志（《化学通报》前身）和《无机化学学报》，并任总编辑和主编多年，为普及化学教育，提倡化学研究，推广化学应用和促进学术交流，做出了重大贡献。

高崇熙（1901—1952）

中国化学家和化学教育家。字仲明，祖籍河北省雄县，1901 年 9 月 14 日出生于山东济南。1919 年考入清华留美预备学校，1922 年赴美国威斯康星大学化学系学习，1926 年获博士学位后回国到清华大学化学系任教授，1928 年接任系主任职务。1938—1946 年任西南联合大学化学系教授。1946—1950 年继续任清华大学化学系教授、系主任，并兼任北京大学化学系教授。1950 创办北京新华试剂研究所并任所长，1952 年 2 月 12 日在北京逝世，享年 51 岁。

高崇熙一生有代表性的研究工作，是对含硒化合物的研究。自贝采里乌斯 1818 年由硒、氯两种元素直接合成 Se_2Cl_2 后，经过 6 次改进，都认为产物遇水分解而不得与水接触。1925 年高崇熙先后用 8 种新方法试验，证明 Se_2Cl_2 可在含 70%水的体系中制备出来，产率为 90%。这一结果得到无机化学界的称赞。他还改进了硒酸和一些硒酸盐的制备方法，得到了良好的效果。此外，高崇熙还通过试验，找到了铼（Re）出现于 Tc－Cu 组、存在于 Ir－Rh 沉淀后的滤液中，并对第 72 步操作作了修正，增加了第 79 步操作，即铼

的检出。

在有机化学领域，高崇熙对有机合成和有机分析进行了一系列研究，涉及庚烷、C_5—C_{10}醇及 C_5—C_{10}酸乙酯、苯甲醛、丙二酸酯、芳香酰胺和大麻子油的综合利用等，并创建了采用邻溴代苯甲酰肼、间溴代苯甲酰肼、对溴代苯甲酰肼和间甲苯基胺基脲作为醛类和酮类的鉴定剂，采用间硝基甲酰异硫氰酸酯和对溴代苯甲基叠氮作为胺类鉴定剂。

高崇熙为办好清华大学化学系和培养优秀人才做出了不少贡献。1928 年他任系主任后，除亲自讲授无机化学、稀有元素化学和定量分析化学课程外，还聘请当时国内著名的化学教育家张子高（主讲普通化学和定性分析化学）、萨本铁（主讲有机化学）、黄子卿（主讲物理化学）等三位教授到清华大学化学系任教。30 年代初，他还为清华大学筹建化学馆倾注了心血，从设计、施工到安装电气、上下水、煤气发生罐以及安装管道和通风系统等，无不亲自参加。他对工程质量认真监督，严格检查验收，使楼体坚固，结构合理，建成后为教学和科研工作创造了良好的条件。他在清华大学执教 25 年，培养和造就了许多化学、化工优秀人才，张大煜、袁翰青、张青莲、陈光旭、雷兴翰以及台湾学者钱思亮、美籍华裔化学家马祖圣等，都是他的学生。

中华人民共和国成立后，随着科学教育事业的迅速发展，迫切需要大量化学试剂。1950 年，在他的积极倡议和主持下，成立了北京新华试剂研究所，他任所长，当时只有 12 名职工，他们因陋就简，研究生产出盐酸、硫酸、硝酸、草酸、苯、甲苯等 50 多种化学试剂，不仅满足了建国初期对化学试剂的需求，也培养了这方面的专门人才，1953 年改名为北京试剂研究所，1958 年改名为北京化工厂，成为我国最大的化学试剂生产企业。高崇熙是我国化学试剂研究和生产的开拓者和奠基人。

傅鹰（1902—1979）

中国物理化学家、化学教育家。字肖鸿，祖籍福建闽侯县，1902 年 1 月 19 日生于北京。1919 年入燕京大学化学系，1922 年赴美留学，1928 年在美国密执根（Michigan）大学研究院获科学博士学位。1929 年回国，曾在北京协合医学院、东北大学、青岛大学、重庆大学和厦门大学任教。1945 年再度赴美，从事研究工作。1950 年回国。先后在北京大学工学院、清华大学、北京石油学院任教。1954 年到北京大学化学系创建胶体化学教研室，任主任。1955 年当选为中国科学院学部委员，1962 年任北京大学副校长。1979 年 9 月 7 日在北京病逝。他长期从事教学和教育领导工作，曾编写过物理化学、胶体化学、化学热力学、化学动力学等多种教材，这些教材内容丰富，结构严谨，文笔流畅，深受读者喜爱。正式出版的有《化学热力学导论》（1963 年）和《大学普通化学》（1980 年）。他为我国培养科技人才和发展高等教育事业，做出了积极的贡献。

傅鹰教授在学术上造诣很深，他在胶体和表面化学方面的突出贡献已为国际学术界所公认。他早期的研究工作是与美国密执根大学研究院的巴特尔（Bartell）教授合作进行的。在表面化学特别是吸附研究方面，取得了许多重要成果。例如，发现同系物的吸附规律，有时呈现出与著名的屈劳倍（Trailbe）规则完全相反的现象。他对影响溶液吸附的各种因素的精辟分析，已成为吸附理论的组成部分。1930 年他们发表了《活性炭和硅胶的比表面》一文，发展了一种利用润湿热测定固体粉末比表面的热化学方法，这在

当时也是一项开创性成果。与著名的 B.E.T.气体吸附法相比，此法不必假设吸附分子的面积，而且提出的时间要早 8 年。

傅鹰先后在 7 所大学任教，遍布祖国的东南西北；执教 50 年，为国家培养了几代人才。他在教育方面的特色和贡献主要是：

（1）编著教材，精益求精。他编著过物理化学、化学热力学、化学动力学、统计力学、无机化学和胶体科学等教材。对每种教材，总是认真编写，不断修改，做到精益求精，他编写的《大学普通化学》1987 年获国家级优秀教材奖。

（2）传授知识，启迪思维。傅鹰在讲课时注意追踪科学的发展，常以新颖的科学事例和理论充实教学内容。他善于从人类认识自然的过程、从科学发展的历史的角度，深入浅出地阐述科学概念、讲授科学知识。他常说：“一种科学的历史是那门科学最宝贵的一部分。科学只给我们知识，而历史却给我们智慧。”

（3）重视实验，促进教学。傅鹰很强调实验在科学发展中的重要作用，在教材中和课堂上，经常用翔实的实验数据来论证理论产生的实验基础和精确程度，并亲自指导青年教师备课，严格要求学生上好实验课。他说：“化学是实验的科学，只有实验才是最高法庭。”

（4）讲求实效，注重启发。傅鹰既为大学一年级新生讲大课，也为高年级学生讲小课。无论什么课程，他都认真备课，实行启发式教学，讲基础大课，注意抓重点，讲难点；上高年级专门化课程，采取师生讨论方式，发挥学生的主观能动性。

傅鹰教授别具一格的教学方法，收到了良好的社会效果，给人们留下了极其深刻的印象。

唐敖庆（1915—）

中国著名的理论化学家和教育家。1915 年 11 月 18 日生于江苏宜兴。历任吉林大学校长和吉林大学理论化学研究所所长、中国科学院院士、国务院学位委员会委员、《高等学校化学学报》主编、国际量子分子科学研究院院士、中国科学技术协会副主席、中国化学会理事长、国家自然科学基金委员会主任、国家自然科学奖励委员会主任等职。

唐敖庆自幼勤奋好学，1936 年以优异成绩考入北京大学化学系。1940 年毕业后留校任教。1946 年随原子能考察团赴美。尔后，他经推荐留在哥伦比亚大学攻读博士学位。入学后，他顽强地进行学习，紧张地奔走于化学系和数学系之间，为攀登理论化学高峰打下了坚实而深厚的基础。1949 年获该校理学博士学位后，于 1950 年回国，在北京大学化学系任教。1952 年调东北人民大学（吉林大学前身）化学系任教授，1955 年当选为中国科学院学部委员，1978 年任吉林大学校长，1986—1991 年任国家自然科学基金委员会主任。1990—1994 年任国家自然科学奖励委员会主任。

在吉林大学化学系创建时期，他先后主讲了无机化学、物理化学、物质结构、量子化学、统计力学等十多门课程。他具有严谨的治学作风和独特的教课风格，对基础课教学进行了开拓性工作，为国家培养了一批主讲教师。随着化学基础课教师的逐渐成长，唐敖庆把培养对象从校内扩大到全国。通过指导研究生、办进修班和学术讨论班等形式，培养更高一级的专业基础理论人才。从 1953—1966 年，他先后指导过物质结构、高分子物理化学专业方

面的 20 多名研究生，涌现出一批高水平的学术带头人。1978 年恢复研究生制度以来，他自己共招收了 14 名博士生和 26 名硕士生。经过 30 多年的努力，使吉林大学化学系跻身于国内先进行列，并在国际上有一定影响。他为开创和建设吉林大学化学系做出了重要贡献。1956 年他作为吉林大学副校长，协助著名教育家匡亚明校长，使学校事业有了迅速发展，吉林大学于 1959 年进入国家重点综合性大学的行列。1978 年就任校长后，使学校各项事业又取得新的进展。经国务院批准，吉林大学于 1984 年被列入首批试办研究生院的重点院校。

唐敖庆学术造诣精深，担任行政领导工作后，没有放弃教学和科研工作。他始终把握住国际学术前沿的新动向，开拓新课题，并不断地取得卓越成就。50 年代提出了“势能函数公式”，该项成果 1957 年获中国科学院自然科学三等奖。1956 年他转入从事高分子反应与结构关系的研究。其研究成果“缩聚、加聚与交联反应统计理论”获 1989 年国家自然科学二等奖。1963 年开始研究配位场理论，前后十几年，其成果 1982 年获国家自然科学一等奖。1975 年他和他的合作者开始研究分子轨道图形理论，提出的分子内部局部对称性的新概念，被誉为中国学派的分子轨道图形理论，荣获 1987 年国家自然科学一等奖。1978 年，他创建了吉林大学理论化学研究所，是国内理论化学研究中心。他是我国现代理论化学的开拓者和奠基人，同时注意研究化学哲学问题。

唐敖庆共发表学术论文 200 余篇，出版著作十多部，主要有《配位场理论方法》、《分子轨道图形理论》等，还合作主编了《化学哲学基础》。

附录

化学教育史大事摘引

古代　祭司们创办庙宇学校，开创人类历史上的正式学校教育，讲授数学、天文学、医学、冶金术（涉及到实用化学知识）

公元前 5 世纪　柏拉图创办学园，后来大学的始祖

公元前 4 世纪　亚里士多德著《气象学》第四卷中阐明了作者的化学思想。该书被推崇为与化学有关的第一本教科书

中世纪　阿拉伯人由医生、哲学家考查炼金术工艺，使单纯由工匠掌握技艺的局面发生变化，增加了广泛性。

中世纪　阿拉伯人在科多瓦、克拉拿大、陶勒多、塞维尔等城市设高等学校，课程中初步开设化学课，注重观察和实验。

中世纪　阿拉伯人对化学工艺知识的传授除言传身教外，开始利用文字

西欧的实用化学在工匠们的传授中借助书本文字的辅助，区别于古代的口头传授

11 世纪末　在行会监督下，在传授化学工艺等实用化学知识上实行了艺徒制，具有正规化、行业化、组织化等特点。这种行会艺徒教育开创了化学职业教育之先河

中世纪　大学中仅仅在医学类课程中讲到有关化学知识

14—15 世纪　教育改革存在排斥自然科学的现象，限制了自然科学的发展

16 世纪　帕拉塞尔苏斯把化学与医药学统一起来,并在教学中注重医药化学实践

1597 年　出版李巴尤斯著《炼金术》，化学教育史上第一本化学教科书

17 世纪　建立大学教学中第一个正式的化学实验室，由西尔维斯主持

17 世纪上半叶　许多药剂师在法国皇家学院讲授化学

1662 年　无形学院正式改为皇家学会，这是世界上最早的国家级学会，它既是科研机构，又是教学机构。波义耳是核心人物，推动了化学教育的发展

1663 年　C.格拉塞尔出版《化学教程》，颇有影响，再版 11 次

1675 年　出版 N.莱梅里著《化学教程》，多次再版，并译成多种文字

1683 年　斯德哥尔摩成立皇家化学实验室，是北欧第一个化学实验室，乌尔本·叶尔尼任主任

17 世纪末　4 部著作成为德国 18 世纪化学教育的蓝本。它们是：格劳伯著《新哲学的炉》（1649 年）、《炼金药典》（1654 年）、塔科尼斯著《医用化学》、昆刻尔著《化学实验室》（1716 年）

1710 年　乌普萨拉成立皇家科学协会，对瑞典的科学教育、化学教育有影响

1717 年　叶尔尼出版瑞典第一部化学教科书

1723 年　出版施塔尔著《化学基础》，燃素说得到广泛传播

1725 年　彼得堡成立科学院，研究内容包括化学。科学院设附属大学、中学，院士从事科学研究和教学

1735 年　英国成立“奖励学会”，开展职业技术教育，包括化学化工技术教育

1745 年　罗蒙诺索夫被选为彼得堡科学院院士的同时，被任命为化学讲座的教授，俄国第一个化学教授。在罗氏倡议下，1755 年下令成立莫斯科大学及附中

1748　年俄国建立第一个用于科研和教学的化学实验室，标志着俄国化学教育的一个新开端

1754　年成立促进大不列颠人文学科、制造业、商业协会。在此之前成立了爱丁堡哲学会

1755 年　英国成立“工艺促进会”

1756 年　费城学院把化学作为自然哲学的一部分内容讲授，由牧师任教

1765 年　费城医药学院建立，摩根任药物学与化学教授

1769 年　费城医药学院设化学教授职位，拉什首任化学教授

18 世纪 20—70 年代　法国启蒙运动，传统教育受到有力冲击

1787 年　拉瓦锡、德·莫沃、孚克劳、贝托雷等合著的《化学命名法》使化学教学中化学名词有了统一规范。这部化学命名法一直沿用至今

1789 年　拉瓦锡著《化学纲要》问世，这是一部经典性的教科书，译成多国文字，广为使用

1789 年后　法国大革命后，科学受到政府的重视，建立起新的科学教育体系

1792 年　吉尔坦纳写成第一本德文化学教科书《反燃素学说的化学基础》

1794 年　法国正式开办第一所近代高等学校。初名“公共工程中心学校”，1796 年改名为“多科性工艺学校（院）”，后来又更名为“理工学校”。这所学校的建立开始了化学课程的系统专门讲授，标志着近代化学教育体系的初步形成

1795 年　美国普林斯顿学院首次开设化学课程，1799 年拉什任第一位化学教授

1796 年　贝采里乌斯考入乌普萨拉大学，毕业后从事化学教育

18 世纪晚期　德国的大学中实行教学改革，加强了科学教育，1789 年药剂师出身的戈特林担任了耶拿大学的专职化学教授

18 世纪末　18 世纪末开始的第一次工业革命，促使化学工业大发展，从而提出对化学、化工人才的众多需求

18 世纪晚期　英国格拉斯哥大学、爱丁堡大学由布莱克等名家开展化学教学

1800 年　伦福德伯爵在伦敦创立皇家学院

1801 年　任命戴维为皇家学院化学讲师

1801 年　起俄国亚历山大一世组织创办了一批新大学：多尔坡大学、喀山大学、圣彼得堡大学、基辅大学等

1804 年　老西里曼首任耶鲁大学化学教授，他写的《化学教程》被广泛采用

1806 年　哥廷根大学向学生提供化学实验室，为各大学提供了先例

19 世纪　初托·汤姆森在英国大学中提倡实用化学的实验室教学，由 此

建立起实用化学学派

1809 年　德国建立起柏林大学，尊重科学自由和学术研究；克拉普罗斯出任柏林大学首任化学教授

1813 年　泰纳尔著《化学基础》，为法国当时主要的化学教科书，20 年内再版 6 次

1826 年　德国吉森大学的化学实验室落成，在李比希主持下教学与研究相结合，师生相结合，培养了大批优秀化学人才，形成了李比希学派，成为诸大学的学习典范

1832 年　杜马私人化学实验室向学生开放，用于教学与研究，培养了众多训练有素的优秀化学家，发展成杜马学派

1841—1845 年　齐宁在喀山大学，培养了俄国一批著名化学家

1845 年　英国皇家化学学院成立，成为培养化学家的基地

1846 年　沃斯克列先斯基主持圣彼得堡大学化学讲座

1848 年　吉森大学建立分析化学实验室，闻名于世

1851 年　英国建立欧文斯学院，在讲授应用化学的同时，注重基本理论，效果显著，吸引了大批学生；德国教育改革的成功，又吸引了英法等国

1854 年　约翰逊在谢菲尔德科学校按德国教育方式进行农业化学教育

霍斯伏特在劳伦斯科学学校按吉森模式进行化学教学，建立第一个分析化学实验室

1861 年　门捷列夫在圣·彼得堡大学任化学教授

1863 年　W.吉布斯遵循霍斯伏特继续改进教学，使男女学生都可进入实验室工作，把化学教学推向新高度，并得到推广 1864 年霍夫曼在波恩大学建立吉森式化学实验室

1865 年　霍夫曼在柏林大学建立第一个化学工业实验室

1866—1895 年　大学化学实验室扩大规模，设备偏重有机化学方面 1918 年苏联颁布了《统一劳动学校宣言》，标志苏联学校教育开始了全国统一的发展

1924 年　美国创办《化学教育杂志》

1944 年　英国议会通过《1944 年教育法》，奠定了英国战后教育体制的发展方向

1945 年　后西欧各国开始改革传统的教育双轨制 1946 年法国“教育改革委员会”提出的《教育改革方案》，对法国二次世界大战后的教育改革产生了深远的影响

1945 年　后联邦德国实行教育权利下放，由各州负责各自的教育

1957 年　苏联第一颗人造地球卫星的成功发射成为欧美各国化学教育改革的促动因素

1958 年　美国公布《国防教育法》，直接导致 60—70 年代美国化学教育的改革

1963 年　英国的罗宾斯委员会提出的《高等教育》调查报告对英国

60—70 年代　高等化学教育改革产生很大影响

1968 年　法国大学生掀起的大规模学生运动促使议会通过《高等教育方向指导方案》，对各大学进行了全面改革和调整

1960 年后的 10 年中　美国编写出两套具有代表性的现代化学中学教科书

1985 年　英国公布了《GCSE 化学科国家标准》，标志英国化学教育发展又进入了一个新的阶段。

1988 年　美国正式出版一套新一代中学化学教科书《社会中的化学》

中国部分化学教育史大事摘引

1842 年　清道光二十二年，香港马礼逊学堂的课程中有中文、算术、几何、代数、生理、地理、历史、英文。还开设过化学

1855 年　上海墨海书馆在《博物新编》中介绍西方自然科学知识，其中有化学

1862 年　京师同文馆正式开学，成为中国近代学校之先声

1866 年　同文馆聘额伯林（M.J.Obrien）、毕利干（A.Billequin）、李璧谐（E.L.Lepissier）分别教英文、化学、法文。其中毕利干 1871 年到馆

1867 年　上海江南制造局翻译馆聘徐寿翻译西方化学书籍

1874 年　徐寿在上海创立格致书院，聘西人教化学、矿学，请中西名人讲格致学

1888 年　京师同文馆翻译西方科技书籍，有的学堂采用为教科书，例如由毕利干编写的《化学阐源》

1889 年　广东水陆师学堂内添设矿学、化学、电学、植物学等课程

1889 年　美国传教士和中国传教士李济良、冯景谦和医生廖德山在广州创办培正书院，1903 年改为培正学堂，1928 年改为私立广州培正中学校

1894 年　何启、胡礼垣撰文提出改革教育方案，其中属理工农医等 14 科

1896 年　南京开办储才学堂，设四大门，其中工艺门中分为化学、汽机、矿务、工程等。两年后改为格致书院清政府官书局下设学堂一所，设两院一处，其中游艺院广购化学、电学、光学仪器……逐门陈列，俾学者心摹手试

1898 年　荣禄奏请每省设武备学堂，学习化学、格致、舆地等

1898 年　杭州蚕学馆开学，课程有理化、动植物等 12 门上海江南制造局添设工艺学堂，开设化学、机械两科。由徐寿之子徐华封任化学教习

1902 年　京师大学堂设博物、化学、物理、算学等 15 科

1903 年　兰州创办甘肃大学，设 14 科，其中有理化科

1903 年　南京三江师范学堂设有理化科

1905 年　中国教育会开办通学所（补习性质）设 4 科，内有理化科

1907 年　中国化学会欧洲支部在巴黎成立

1908 年　同济医学堂，设化学课

1909 年　宣统元年通中学堂文科也学理化，实科各科中设化学课

1912 年　孙中山命教育部通告速办中小学校，认为“教育主义首贵普及，作人之道尤重童蒙”。“欲兴办中小学校，非养成多数教员不可……非多设初优级师范学校不可。”

1912 年　公布小学、中学、师范及大学令，其中〈中学校令〉中规定取消中学文实分科。课程设：修身、国文、外语、历史、地理、数学、博物、物理、化学、法制、经济、图画、手工、乐歌、体操等

1913 年　全国有大专院校（含公、私立）115 所，其中大学 4 所，专科 111 所。中学（含公、私立）500 所，师范学校 253 所，职业学校 79 所，小学 86318 所

1915 年　全国有大学 10 所，大专 94 所，中学 803 所，师范学校 211 所、职业学校 96 所，小幼 128525 所。1916 年除大学未动外，其余各类学校数量均有不同程度的减少，幅度在 20%左右

1917 年　蔡元培任北京大学校长，专办文、理、德，提倡“思想自由，兼容并包”，造成新的学习、研究风气

1923 年　南京东南大学举办暑期学校

1923 年　中华化学会在美国成立

1924—1926 年　清华大学联合中华教育改进社和中国医药会举办科学教员暑期讲习会

1928 年 8 月　《中小学课程暂行标准》颁布

1932 年 8 月 4 日　中国化学会成立

1932 年 8 月　创办《中国化学会会志》

1932 年 12 月　《中学法》、《师范法》、《职业学校法》公布

1932 年　北京高等师范学校正式开设中学化学教材法课程

1933 年 6 月　《修正中学规程》公布

1933 年 11 月　《中小学正式课程标准》公布

1934 年　《中学化学设备标准》颁布；创办《化学》、《化学工程》杂志

1936 年　《修正中小学课标准》和《六年制中学课程标准草案》颁布

1938 年　《国立中学规程》颁布

1949 年 12 月　全国第一次教育工作会议召开

1950 年春　第一套中学化学课本（东北本）出版

1950 年 6 月　第一次全国高等教育会议召开

1950 年 7 月　教育部发布《化学精简纲要（草案）》

1950 年 8 月　《化学》杂志刊登包括 24 章内容的《有机化学标准习题》；《中学暂行教学计划（草案）》颁布 1950 年中国化学会主办的《化学》杂志复刊

1952 年 3 月　教育部颁发《中学暂行规程（草案）》

1952 年 4 月　教育部制定《中学化学科课程标准（草案）》

1952 年 12 月　教育部颁发《中学化学教学大纲（草案）》548 化学教育史

1952—1953 年　普通大学院系调整

1953 年 7 月　综合大学理科教学研究座谈会在青岛召开

1953 年　秋第二套中学化学课本出版

1954 年 7 月　教育部发布“精简中学化学教学大纲（草案）和课本”的指示

1955 年　中国科学院成立学部

1956 年 6 月　教育部发布《中学化学教学大纲（修订草案）》

1956 年　第三套中学化学课本出版

1957 年初　《人民教育》杂志分 4 期发表“介绍刘景昆先生的化学教学经验”的文章

1962 年　高等学校教材编审委员会成立

1962 年 6 月　教育部在北京召开高等学校理科教学工作会议

1963 年 2 月　高等学校理科编审委员会成立，主任委员是唐敖庆教授

1963 年　《高等学校自然科学学报》出版

1963 年 5 月　教育部制定《全日制中学化学教学大纲（草案）》

1963 年秋　新十二年制初、高中化学课本开始使用

1978 年 1 月　召开全日制中学化学教学仪器研究会

1978 年　召开全国科学大会和全国教育工作会议；教育部颁布《全日制十年制学校中学化学教学大纲（试行草案）》

1979 年 4 月　中国化学会召开工作会议，决定成立化学教育工作委员会。主任委员陈光旭教授、副主任委员严德浩、夏炎和沈松源教授

1979 年 10 月　恢复高等学校理科教材编审委员会,化学方面增添了 10 位教授和学者，主任委员是唐敖庆教授，副主任委员有黄子卿、张青莲、高济宇、陈光旭教授

1980 年 4 月　《化学教育》杂志创刊

1979 年 10 月和 1980 年 11 月　在北京召开两次中学化学教材改革座谈会。第一次会议草拟《中学化学教材改革调查研究提纲》；第二次会议讨论新编六年制和修改五年制中学化学课的设想和方案

1982 年　初中通用化学课本开始供应

1983 年　制定高中化学科两种要求的教学纲要（草案）1983 年 11 月颁布《高中化学教学纲要（草案）》

1985 年　国家教委制定《调整初中化学要求的意见》

1985 年 3 月　国家教委委托北京大学化学系筹建高等学校化学教育研究中心