

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·化学学习论



前 言

化学化工 是现代和未来社会科学技术支柱之一。近 100 多年来，化学学习现象越来越普遍、越来越重要。化学学习活动是现代化学教学活动的归宿。化学学习规律是化学教学规律的基础，也是搞好化学教与学的基础。为了让更多的人学会学习化学，为了搞好化学教与学、向未来社会公民普及必要的化学知识和培养社会需要的化学化工人材，需要探索化学学习活动的客观规律和科学方法。

但是，由于研究的复杂性和困难性，长期以来，人们对化学学习现象及其规律若明若暗，有关的研究工作零零星星，既不系统又不深入。

为了改变这种状况，推进这方面的研究，在广西教育出版社和刘知新先生策划和组织下，我们编著了这本书。

作为初次尝试和探索，在本书中我们就化学学习系统、化学学习条件、化学学习目标、化学学习过程、化学学习方法、化学学习策略、化学学习能力以及内部动力子系统等问题作了概括性阐述，并就重点问题和一些前沿问题进行讨论。本书是《化学教育理论丛书》之一，可以作为化学教学论专业研究生和化学教研人员的培训教材、化学教师进修和高等师范院校及教育学院化学系的选修教材，也可以供关心学习研究的人们阅读和参考。

在这本书问世的时候，我们要向许多在化学教育科学领域孜孜不倦、辛勤耕耘几十年的前辈们表示由衷的感谢！没有他们的基础性、开拓性工作，我们难以达到现在这样的水平。我们也要向在这个领域和相关领域勤奋探索、做出贡献的其他人们表示敬意，他们的成就为本书提供了许多好素材。

本书的绪论和第一、二、四、五、七、八章以及第六章的第一节由吴俊明撰写，第三章和第六章的第二、三、四节由王祖浩撰写。全书由吴俊明统稿，刘知新先生审阅。由于我们水平有限，工作繁重，书中肯定存在缺点、粗陋甚至错误之处。我们真诚地欢迎批评、指正和讨论，也热切地期待这块粗糙的“砖”能引来众多夺目的“玉”。

作 者

1995 年 10 月于上海师范大学

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、社会教育等这一大教育环境中，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，在大教育系统中担负着维系事业兴衰、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和普及育人的塑造功能；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和敬业乐育的心血，创造并积累了丰富的教育教学经验，这是我国和世界教育的珍贵财富。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学研究会（1983 年起始）计划和组织召开的多次全国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，甚至达百多篇，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学在各自的研究领域，都笔耕不辍地为国际化学教育理论做奉献。早在 1981 年据 64 个国家的不完全统计，各国创办的化学教育（教学）期刊就已有 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，本丛书也完全可以用做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。

《化学教学系统论》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和评价的基本理论、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，例如数学教材教法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，在教育类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做出评议。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，更重要的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、教育测量和评价等专著，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以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 年年初开始数学教学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。两者的完美结合，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

本书从系统观点出发，讨论了化学学习论的一般问题以及化学学习系统、化学学习条件和化学学习准备、化学学习目标、化学学习过程、化学学习方法、化学学习策略、化学学习能力、化学学习的内在动力系统等基本问题。

本书注重从实际的化学学习现象出发研究有关的理论问题并用于阐释和指导化学教学活动，注意介绍有关的新概念、新观点和新理论，论述严谨，可读性强，可以作为学科教学论（化学）硕士研究生和教育硕士研究生的参考教材、化学教师和教研人员的进修培训教材、高等师范院校和教育学院化学系学生的选修教材，也可供从事学习研究的人员阅读和参考。

吴俊明 1944年10月生，江苏泰州人，汉族。1965年扬州师范学院化学系化学专业毕业，1982年华东师范大学化学教材教法研究生毕业，获教育学硕士学位。历任中学教员、扬州师范学院化学系副教授、院教育科学研究所教材教法研究室主任，兼任江苏省化学教学研究会常务理事、江苏省化学化工学会教育专业委员会委员等职。现任上海师范大学化学系副教授、硕士研究生导师、系实验中心副主任。主要研究方向为化学教学理论与实践、化学实验、计算机辅助化学教学，以及化学教育测量和评价与化学课程理论等。

主编和合作的著作有：《中学化学教师教学基本功讲座》、《化学教学词典》、《中国中学教学百科全书·化学卷》、《中学教育全书·化学卷》、《国际化学奥林匹克竞赛辅导讲座》、《中学化学实验研究导论》等，在重要学术刊物上发表化学教育、教学、课程研究论文20余篇，主持编制的计算机辅助化学教学软件列入国家“七五”重点科技攻关项目并通过鉴定。

王祖浩 1958年生，浙江萧山市人。1986年北京师范大学化学教育专业研究生毕业，获理学硕士学位，1992年晋升副教授。现任浙江教育学院学术委员会委员、化学室主任，兼中国化学会《化学教育》杂志编委。发表论文30余篇，参与《无机化学》、《中国中学教学百科全书·化学卷》、《化学问题思维策略及其应用》（主编）等书的编写，主持的课题“化学学科教育课程建设的理论与实践”获1993年浙江省高等师范院校优秀教育教学成果二等奖。

第一节 化学学习论的研究对象、内容和意义

一 化学学习论的研究对象和内容

化学学习论是研究化学学习现象的科学，既研究化学学习的规律，又研究化学学习规律的实际应用。

化学，作为一门研究物质及其变化的科学，对于解决人类社会现在和将来的基本需要，有着越来越重要的意义。美国化学家皮门陶(G. C. Pimentel)曾经列表说明人类一些基本的需求，并且标明了可以满足这些需求的学科的重要性顺序，见下表。

当今，化学已经发展成为一门中心科学。化学自身的分化、化学跟其他学科的相互渗透和交叉，产生了许多新的分支学科和边缘学科，例如材料化学、能源化学、环境化

有关人类需求的学科¹

人类需求	学科对人类需求的贡献			化学是怎样贡献的
	第一位	第二位	第三位	
食物	农业	化学、生物	医学	肥料、杀虫剂、生长激素、农药、遗传工程
健康	医药	化学、生物		药物、生态行为机制
能源	化学、物理	生物	农业	煤、页岩、褐煤、生命体、光合作用、光电化学、有机光电化学、燃料电池
衣、住	化学		物理、农业	新材料、聚合物
环境	化学	生物	农业	有什么？从哪里来？有什么影响？新工艺
运输、通讯	物理、化学			新材料、新燃料、取代金属用于建筑和电器的聚合高分子
国防	物理	化学	生物、医学、农业	炸药、燃料、新材料

学、药物化学、工业化学、生物化学、分子生物学、量子化学、地球化学、宇宙化学等等。以化学为中心形成的化学学科群，成了科学技术这个现代社会第一生产力的重要组成部分。以微电子技术、生物工程、新能源、新型材料、激光、信息科学技术、空间科学、海洋开发等为标志和主要内容的当代新技术革命，其每一个领域都跟化学有密切的联系。诺贝尔奖获得者、著名的美国化学家西博格曾经指出：“化学是我们进步的关键。”在我国实现社会主义现代化的进程中，化学能发挥巨大的作用，占有不可低估的重要地位。我国的社会主义现代化建设需要化学、需要大量化学化工人才，也需要具备足够化学素养的其他各方面人才，这就需要普遍学习化学。

现代社会发展的需要推动着化学学习活动的开展，使化学学习现象日益普遍。同时，化学学习活动的重要性和普遍性向人们提出了一系列必须给予

¹ [德]H. Gr(newald 编，南京大学译：未来化学，江苏教育出版社 1990 年版，第 33 页。

回答的问题。例如，化学科学内容繁浩、博大精深，学习化学应该遵循什么样的顺序，使学习者形成什么样的化学认知结构？化学科学和化学学习的特点是什么？化学学习有哪些层次？各层次的学习目的、要求和内容范围是什么？学习化学需要哪些条件？化学学习过程的结构和规律是什么？怎样科学地制订化学学习目标，科学地实施、控制和调整学习过程以及科学地测量和评价化学学习结果？学习化学的方法有哪些？怎样科学地选择学习方法、提高化学学习的效率？影响化学学习的因素有哪些？怎样进行化学学习指导？等等。对这些问题的研究形成了化学学习论特殊的研究领域。

化学学习论以化学学习系统为研究对象，即研究化学学习系统的各要素怎样相互作用、相互联系、形成一个有机整体，研究化学学习系统的运行及其规律，研究化学学习的机制，探索怎样才能搞好化学学习，使化学学习取得较高的效益。

化学学习论的具体内容包括：从学习角度对化学学习对象——化学学科的研究；对化学学习系统的研究；对化学学习条件和化学学习准备的研究；对化学学习目标的研究；对化学学习过程的研究；对化学学习方法的研究；化学学习原理；化学学习能力；化学学习的内部动力和稳定系统；化学学习的测量和评价；化学学习的影响因素和化学学习指导，等等。这些内容既有理论方面的，又有应用方面的，它们相互结合、相互渗透、紧密地联系在一起。化学学习理论在研究化学学习实践的过程中产生，又用于指导化学学习实践；化学学习实践既是化学学习理论赖以产生和发展的基础，又是化学学习理论的归宿。

二 研究化学学习论的意义

研究化学学习论的意义首先跟化学学习的意义联系着。学习化学可以给予每一个人适应改善生活质量所急需的知识、技能和态度，提高青少年乃至全体公民的素质，跟社会的发展相适应。开展化学学习论的研究、揭示化学学习的规律，可以更好地满足社会对发展化学学习的需要，使化学学习的意义得以充分显露和发挥。有志于学习化学者和有志于成为化学化工人才者，可以从化学学习论得到启示，减少化学学习中的盲目性、增强自觉性，科学地进行化学学习活动，提高化学学习的效率。

化学学习论是化学教学和化学教学论的重要基础。让学生学会如何学习化学，是化学教学的根本目的。化学教学只有符合化学学习规律时，才可能达到预定目的、取得较好的效果。化学学习方法是化学教学方法的根据。化学学习论的建立和发展，可以为化学教学论提供可靠的科学基础，为化学教学论和化学教学实践的发展创造条件。

此外，化学学习论的研究成果还可以丰富人们对人类学习现象的认识，为构建一般的学习科学提供生动的具体材料。

要认识研究化学学习论的意义，必须弄清楚两个问题。

第一个问题：化学学习跟化学教学有着密切的联系，常常难以分割，有了化学教学论，还有没有必要再建立和研究化学学习论？

化学教学论“是研究化学教学规律及其应用的一门学科。它的研究对象是化学教学系统，即化学教学中教与学的联系、相互作用及其统一。”它的

研究对象和内容都跟化学学习论不同。前者主要解决“教”的方面的问题，后者主要解决“学”的方面的问题。化学学习论属于学习科学的范畴，而化学教学论则可归入教育科学的范畴。有人提出，如果把教育科学比作研究果木、蔬菜、花卉的栽培技术的园艺学，则学习科学可以比作研究植物生长发育的植物生理学。这样比方颇能说明化学教学论跟化学学习论的关系。化学教学论虽然也研究化学学习，但它主要是从教与学的相互依存、相互作用、最优契合和统一角度来研究化学学习的，侧重于研究施教条件下的化学学习活动，是为解决“怎样才能教好”服务的，从现实的情况来看，化学教学论对于化学学习的研究既不够全面，也不够深入，并且无法把化学学习作为主要的研究对象和内容。因此，建立和研究相对独立的化学学习论是必要的。

第二个问题：既然已经有人提出要建立学习科学这门独立的学科，还有必要另搞一门化学学习论吗？

对这个问题的回答也是肯定的。学习科学具有一般性，它的基础是包括各学科学习实践在内的广泛的学习实践。在学习科学的形成过程中，各学科学习实践中本质的、内部联系的、共同存在的（全面的）东西被抽象出来，形成理论的认识，而现象的、外部联系的、仅在个别学科学习实践中存在的（局部的）东西则会被排除于学习科学一般理论之外。化学学科总有区别于其他学科的本质特点，化学学习实践要受化学学科特点的制约、反映化学学科的基本特点，带有化学的“烙印”。化学学科的本质特点是其他学科不具有的，就所有学科的范围来说，它具有局部性和特殊性，不可能（至少是不能充分地）在一般性的学习科学中被反映出来。但是，化学学科的特点却能够、也应该在化学学习论中得到充分的反映。

化学学习论跟一般性的学习论或学习科学是个别与一般的关系。列宁曾经指出：“任何一般都是个别的（一部分，或一方面，或本质）。任何一般只是大致地包括一切个别事物。任何个别都不能完全地包括在一般之中。”一般性的学习论或学习科学只能大致地包括化学学习论，化学学习论不能完全地包括在一般性的学习论或者学习科学之中。因此，一般性的学习论或者学习科学并不能代替化学学习论，对一般性的学习论或者学习科学的研究不能代替对化学学习论的研究。而化学学习论的研究可以作为一般性的学习论研究的先导和基础，为形成、丰富和发展学习科学做出贡献。目前，人们对学习科学的研究刚刚起步，提出建立学习科学的任务，更加说明建立和研究化学学习论的重要性。

一些实验研究也说明了结合具体学科研究学科学习的必要性。例如，1984年下半年，北京景山学校曾经在高一年级（4个班）和初三年级（1个班）试验开设“学法指导课”，一般地介绍科学的学习方法，效果不甚理想。1985年上半年，该校在上学期试验的基础上，将“学习指导课”改为“学法研究课”，研究如何结合具体学科、结合学生具体的学习实践来教会学习，其效果有了明显的提高。他们得出的结论是，教会学习要与具体的学科结合起来，要研究具体的学科的学习方法，要结合各科组织经常的学习实践。

可见，结合化学学科学习、建立化学学习论，也是实践所需要的。

郑秉洙：学习科学能否成为一门独立学科，教育研究，1992年第9期，第6页。

列宁：谈谈辩证法问题，列宁选集第二卷，人民出版社1972年第2版，第713页。

陈心五：研究方法改革教法教会学习，教育研究与实验，1988年第3期，第61页。

第二节 化学学习论的形成和学科间联系

一 化学学习论的形成

化学学习论的产生是化学教学论现代发展的结果。教学论是教育科学的一个重要组成部分。作为一门科学，它大约产生于 17 世纪。“教学论”一词原意是“教授术”或“教授学”的意思。在我国，虽然著名教育家陶行知先生竭力主张把“教授术”改为“教学术”，在实质上，传统教学论仍然是以“教”为中心，研究教学目的、教学内容、教学原则、教学方法、教学组织形式、教学过程及其规律等。虽然它有时也提出“学”的问题，但这主要是为“教”服务、从“教”出发的。

传统教学论置学生于被动受教的地位，不重视让学生主动地学习；只重视知识的传授，忽视学生智能的发展；只重视课堂教学，忽视其他教学形式，妨碍了教学质量的提高。传统教学论的弊端，引起人们对研究“学”的重视。

1983 年，李嘉音教授倡导并率先开展化学学习论的研究。他指出：“从当前我国中学化学教学的情况来看，总的趋势是：既要继续研究教的规律和提高教的质量，又要刻不容缓地探究学的规律和掌握学的科学方法。当前化学教学法仍停留在或偏重于‘教什么’、‘如何教’的问题上，而较少或忽视开展‘如何学’的研究和教学实验。由于上述原因，造成对学习主体的学习过程、原则和方法等知识的贫乏，仅凭经验或‘知其然而不知其所以然’地进行教学，势必无法使化学教学质量和效率提高，以致教学改革的发展较难深入而彻底。”自此之后，国内出版的一些化学教学法或者化学教学论著作开始设专门章节讨论中学化学学习论或者有关问题。可见，化学学习论主要是从化学教学论中分化出来而形成的。

从影响学生发展的因素来看，化学教学论主要是从发展条件方面来展开研究的，是对发展外因研究的一部分，而化学学习论则主要是对发展的内因方面进行研究，研究有关的因素和内部机制。因而，化学学习论不是化学教学论的简单派生物和组成部分。化学学习论和化学教学论从不同侧面展开研究，相辅相成。化学学习论的形成和发展，可以看做是适应化学教学论形成和发展需要的自然结果。

现代教学论的发展呈现由统一向多样化发展，既不断分化又不断综合。现代教学论的分化综合运动推动了化学教学论和化学学习论的形成和产生。

近 10 多年来，为了改进教法、教会学生学习，我国许多教育工作者开展了对学习科学的研究。从 1987 年召开全国第 1 届学习科学学术讨论会到 1992 年，我国先后成立了全国学习科学学会，大学、中学、小学、职工、解放军等系统以及十几个省市的学习科学研究会、自学研究会等，拥有会员万余人。100 多所高校和 2000 多所中学以及一些小学开设了有关学习科学的课程，并且普遍受到欢迎，这反映了社会发展对建立学习科学的实际需要。

实践表明，要教会学习，只讲各学科共同性的一般学习原理、规则，离开具体的学科学习实践、不跟具体的学科学习实践结合，其效果并不好。要掌握学习的具体规律，让学生学会学习，需要对各学科的学习（包括化学学习在内）作具体的、深入的研究。学习科学的建立和发展，需要对化学学习作专门和深入的研究，学习科学的建立和发展是推动化学学习论形成的又一

李嘉音：论中学化学学习论，中国教育学会化学教学研究会成立大会暨论文报告会论文，1983 年。

个动力。

化学学习活动的发生和发展有其环境（包括教育）机制、思维机制、生理和心理机制。要深入地认识化学学习活动，必须从各方面进行综合的研究。化学学习论的形成和发展，除了需要对教育等环境方面研究以外，特别需要对化学学习活动作思维科学和心理科学方面的研究。

长期以来，人们对化学学习中的思维活动、心理活动等若明若暗，造成了对化学学习活动缺乏深入的了解。尽管早就有人提出要重视“学”的方面、重视对“学”的研究，但化学学习论迟迟未能作为一门科学出现，其原因跟思维科学、心理科学等相关学科发展水平的制约有关。当今现代认知心理学、思维科学、系统科学等的迅速发展，则为化学学习论的形成和发展提供了可能。

学习问题历来是心理学家关注的重要问题。各个流派的心理学家从不同角度研究学习问题，探究学习的性质和形成机制，提出了不同的学习理论。其中特别值得注意的是近 30 年来迅速崛起的现代认知心理学。现代认知心理学从信息加工角度研究人类的认知过程，不但在知觉、记忆、注意等基本的信息加工过程的研究方面做出了贡献，而且对概念的形成、推理、理解、问题的解决以及语言等人类复杂行为也做了卓有成效的研究，成功地利用电子计算机来模拟人的高级思维过程，在此基础上提出解释人类认知过程的理论。现代认知心理学给研究人类学习活动机制这个十分复杂的问题的解决带来了希望。

现代认知心理学揭示的学习一般原理对化学学习具有指导意义。这种一般原理在具体的化学学习活动条件下演绎、应用，有助于揭示化学学习活动的内部机制，从而得到化学学习的某些具体规律。更重要的是，现代认知心理学的某些观点和研究方法可以作为化学学习论研究的基础和借鉴，为化学学习论研究提供依据。

思维科学是研究人有意识思维的规律和方法的科学，它以研究思维的形式、结构、类型、发生机制等为主要内容。现代思维科学是为了适应现代新技术革命、开发人的智力、发展人工智能科学技术等社会需要而迅速兴起的。化学思维是化学学习活动的重要内容。无疑，现代思维科学的成果会推动化学思维的研究，促进化学学习论的形成和发展。

仅仅从微观角度研究化学学习的心理机制和思维机制，还不足以完整地说明复杂的化学学习活动，会造成认识的局限性。现代系统科学启示人们从宏观整体角度，用系统方法、信息方法、模拟方法等研究化学学习，用智力工程方法来组织、指导和控制化学学习活动。这种对化学学习的系统科学研究正好可以跟心理科学研究和思维科学研究相互补充、相互配合，可以使化学学习实现最优化，取得可能的最大效益。现代系统科学为化学学习研究提供了新思路、新方法，它对化学学习论的形成和发展所起的作用也是功不可没的。

总之，化学学习论的形成和发展以多种学科的建立和发展为前提，它只能在科学发展历史进程的一定阶段出现，它的产生有其必然性。社会发展对化学的需要、社会生活对化学学习的需要，乃是推动化学学习论形成和发展的最根本动力。

二 化学学习论的学科间联系

化学学习是一种十分复杂的现象，只有从多种角度进行综合的研究，才可能得到比较全面和客观的认识。因此，化学学习论有着广泛的学科联系和学科基础。下图表示了跟化学学习论有密切联系的一些学科。

化学学习论跟其他学科间的联系

需要说明的是，化学学习论跟化学哲学的密切联系。

化学是化学学习活动的对象，它决定着化学学习论的学科特点，使化学学习论能跟数学学习论、语文学习论等平行学科区分开来。对化学学科的了解影响着化学学习的效果。要全面、深刻地研究化学学习，对化学学习的内容、特点、方法等作出科学的分析和结论，就必须认真地了解和研究化学学科。这种了解和研究不应该是局部的、片面的和表面的，而应该是整体的、全面的和深入的，主要包括：化学研究的对象；化学学科的特点；化学科学的结构；化学的范畴；化学跟其他学科间的联系；化学思维；化学认识规律；化学科学方法；化学的历史发展及其规律等等。

对具体的化学问题的研究是不可能或者不足以对上述问题作出完满的回答的。这些问题属于化学哲学研究的内容，要由化学哲学来回答。化学哲学是以化学为研究对象的哲学，或者说，是以化学为研究对象的自然辩证法，它以化学领域中具有世界观与方法论意义的一般理论问题为主要研究对象。通过化学哲学的研究，可以使人们更好地认识化学学习的对象，从而有利于化学学习研究。反过来，化学学习论的研究可以推动化学哲学研究的深入和发展。化学学习论和化学哲学就是这样相互联系、相互促进着。

一般说来，跟化学学习论密切联系着的各门学科只是从特定角度涉及化学学习的某一方面，它们并不以化学学习作为专门的研究对象。化学学习论重组和整合各学科领域对化学学习研究的成果，从整体上对化学学习进行研究，发挥多学科研究的整体功能和综合效应，这是十分必要的。化学学习论的这种重组和整合工作不是简单的“拼盘”，而是进行综合加工，这也是一种创造。因为重组反映了各类事物间的联系，是一切事物发展的共同特征，整合则使事物间的联系更为明显和系统。综合可以收到“整体大于部分之和”的效果，科学创造也广泛地借助于组合，不断进行的重组活动正是人类认识世界和改造世界的活动得以不断创新和发展的重要动因之一。化学学习论不但借助于这种有选择的重组、整合而形成，也将以这种综合加工为基础进一步发展，并逐步形成自己的特点。

第三节 化学学习论的研究方法

由于化学学习是一种十分复杂的现象，需要从多种角度进行研究，因而化学学习论的研究方法也比较复杂：不同的课题常常采用不同的研究方法，同一课题的研究又常常需要多种方法相互配合。目前化学学习论正处于初步建立阶段，化学学习论的科学研究方法还有待于在实践中不断地探索、总结。大体上说来，化学学习论的研究方法具有下列特点。

一 经验总结与理论思维结合

对于化学学习，人们已经积累了大量的实践经验。从典型案例出发，可以形成定性模型、定量模型、过程模型、方法模型和操作处置模型等经验模型。经验模型的产生，一般要经过比较、选择、分类、概括等加工过程。把学习情境的信息同已形成的化学学习经验模型比较，选择与之相匹配的模型，已有的化学学习经验模型就可以对新的化学学习发挥指导作用，这就是化学学习经验总结的意义所在。

经验模型的概括程度较低，其稳定性和普遍性受到实践基础的限制，影响了它对实践的指导意义。

对化学实践及其经验模型进行科学抽象，形成有关的概念、判断、规律、原理、模式等普遍性推理系统，这是进行理论思维的过程。理论思维的成果具有抽象性、概括性和普遍性，比较系统、规范和严密，但它需要以广泛的经验为基础，并且要接受经验的检验和修正。

经验要升华为理论才能更有价值，理论要以经验为基础才能可靠。只有经验总结，化学学习论不可能成为一门真正的科学；而没有经验总结，理论思维缺少必要的基础，化学学习论也难以形成。化学学习论目前正处于由经验阶段起步、向理论阶段过渡的学科发展阶段，实行经验总结与理论思维结合，是化学学习论研究方法在这一阶段的一个特点。

二 内省思辨与观察实验结合

所谓内省思辨不是凭空的主观臆测，而是研究者以自我的化学学习经验为主要基础，通过回忆、解释、辨分、反省、还原进行逻辑的分析、检验、加工、论证和体验，抓住某些本质进行演绎或者直觉思维，作出假说，寻求对某些化学学习现象的解释。由于化学学习中的心智活动过程总是不同程度地被概括化、简缩化，有时甚至近乎“自动化”，使得内省思辨具有一定的难度，研究者的主观意识常常会干扰内省思辨，由自我的概括性经验还原形成的解释只能作为一种假说，有待于进一步的验证。内省思辨结果的正确性取决于研究者的经验丰富程度和思维品质水平。

观察实验则是对客观的化学学习活动进行研究，它包括：(1)观察（例如自然观察、跟踪观察、系统观察）；(2)调查（例如问卷调查、谈话调查、测验）；(3)实验研究（例如自然实验、控制实验、模拟实验）等方法。观察实验是研究活动的第一步，它必须跟理性思维加工结合，使通过观察实验得到的初步的感性材料经过理性加工，才可能形成对化学学习的科学认识。

研究者对自我经验的内省思辨可以对观察实验发挥一定的作用：它可以作为设计观察实验的起点，使之有明确的指向，也可以对观察实验结果进行分析、综合、判断、评价。观察实验则是检验和修正内省思辨结果的主要途

径。

观察实验对化学学习论研究的科学化具有重要的意义，需要大力提倡和推广。对化学学习活动进行观察实验研究，有许多问题需要解决，特别是在涉及内部心智过程时，可能会遇到许多困难，需要花大功夫予以排除。在不能（或暂时不能）完全地用观察实验方法研究化学学习活动的情况下，实行内省思辨与观察实验并用、配合的方针更有现实的意义。

三 系统方法与分析解剖结合

系统方法是把跟化学学习有关的相互联系、相互作用、相互制约的诸因素看作是一个有特定功能的有机整体，从整体上综合地研究化学学习系统的组织、结构、运动、功能、内外联系和历史发展，研究如何在动态中协调整体与部分、部分与部分、整体跟环境的关系，使化学学习系统实现最优的功能。它包括系统分析方法、信息方法、反馈控制方法、黑箱方法、模拟方法、系统规划方法等等。

分析解剖是把复杂的化学学习现象分解为不同的种类或方面，使研究对象的复杂程度降低，再分别进行认识过程、心理过程、思维过程以及行为过程的解剖等，从而洞察化学学习现象局部的内部机制，使之成为“透明箱”。

由分析解剖可以得到比较精细的认识。但是，对复杂的化学学习现象进行分析解剖、弄清其内部机制，并不是一件容易的事。一时尚未弄清内部机制的化学学习现象对人们来说，仍然是一只“黑箱”，需要用黑箱方法研究，通过研究系统的输入输出关系，由系统的功能探索其结构。另一方面，在分析解剖中难免会切断整体与部分、部分与部分之间的某些联系，可能导致简单化、片面化、孤立化的毛病。使系统方法跟分析解剖方法结合，可以取长补短，使宏观研究跟微观研究结合起来，形成比较全面和完整的认识。

四 历史研究与逻辑方法结合

化学科学的历史，是人类化学认识发生和发展的历史，也是化学思维发生和发展的历史。人类的化学认识是社会（集体）化学思维的结果。“人的思维是集体的”，既具有继承性、统一性和必然性，又具有离散性、互补性和偶然性。人类的化学认识和化学思维的发生、发展过程在大体上、本质上反映每个人的化学认识和化学思维发生、发展的逻辑过程和一般规律。因而，进行化学认识史、化学思维史的研究，有助于探求化学学习的规律。

但是，个人的化学认识和化学思维并不是机械地、绝对地、完全地重复历史的过程，仅仅用历史的方法无法科学地研究化学学习论。适宜的方法是实行历史研究与逻辑方法结合，即通过运用概念、范畴、判断、推理之间的逻辑联系来制订跟化学认识、化学思维发展的历史趋向相适应的理论体系，从而反映化学学习的本质和规律，这是构造化学学习论理论体系的一种科学的方法。

五 定性研究与定量研究结合

化学学习现象十分广泛，因而化学学习规律具有统计性质，有其量的表现，除了定性地研究化学学习现象外，还应该从量的方面进行研究，使定性

研究与定量研究相结合。

用统计方法对化学学习现象进行研究，不但可以进行统计描述，还可以进行统计推断，从量的方面揭示化学学习现象的本质和规律。应用统计方法进行实验设计，可以使实验更合理、更可靠和更经济。但是，统计方法有其局限性，它必须以定性的逻辑分析、系统分析为前提和检验手段。否则，统计方法也可能导致错误结论。

除了上述特点以外，化学学习论的研究方法还实行归纳与演绎结合、分析与综合结合、逻辑方法与非逻辑方法结合等等。它们具有一般方法论的特点，并且也渗透在上述诸方法之中。

第一章 化学学习系统

研究化学学习，既需要把它放在社会大背景中加以考察，又要把密切地相互联系和相互作用着的各有关因素作为一个整体加以研究，即对化学学习做系统的研究，才能正确地定位和形成科学的认识。

只是采用整体的、综合的方法对化学学习系统进行考察是不够的。为了深入地研究化学学习，还需要采用分解的方法、分析的方法。对化学学习进行科学分类，可以适应这种需要。

本章分别采用上述两种方法对化学学习系统和化学学习分类进行讨论，可以为以后各章作好必要的准备。实际上，各种化学学习类型是化学学习系统在不同条件下的特殊表现，化学学习分类跟化学学习系统是密切联系着的，它们之间是特殊与一般的关系。

第一节 化学学习系统

化学学习系统是由相互作用和相互联系的若干组成部分（要素）以一定的结构方式结合形成的、具有特定功能的有机整体，又是它所从属的化学教学系统的组成部分。

一 化学学习系统的组成与环境

化学学习系统主要是由相互作用和相互联系着的学习者、化学学习内容及其物质载体以及学习组控者三个要素组成的。要明确了解这个问题，需要具体地考察化学学习活动。

所谓化学学习，是指学习者学习化学的活动，学习者是这个活动的主体，而化学知识、化学技能等等是学习的对象，或称为化学学习活动的客体。学习者学习化学不是凭空进行的，通常总是通过听讲、阅读、实验或者通过观察物质及其化学变化来进行。例如，学习者在学习关于一氧化碳的知识时，他（她）可以通过听取教师的讲课来获得有关知识，也可以通过阅读有关书籍来获得，还可以通过观察实验表演或者亲自做实验来获得关于一氧化碳的知识。如果没有教师的讲课、没有阅读的书籍，也没有观察和实验，学习者是不可能系统地学得关于一氧化碳的知识的。

可见，学习者学习的化学内容总要有了一定的物质表现形式，化学学习内容是它的物质表现形式来作用于学习者的。我们把这种物质表现形式称为化学学习内容的物质载体。化学学习内容的物质载体除了书籍、语言以及有关的声像材料以外，还有化学的实物、模型、图表，特别是用来进行化学实验的化学仪器、试剂以及化学实验设备等等。

有了具体的学习客体之后，学习者是不是就可以进行化学学习了呢？粗看起来，这个问题的答案是肯定的。其实，这里还缺少一个比较隐蔽的因素——学习的组织、控制因素。这是因为，在一般情况下，并不是随便拿一本化学书籍或者提供某些实验器材就可以进行化学学习的。给学习者提供的学习材料应该是经过选择并且按照一定要求编排和设计的。此外，还需要对学习者的学习活动提供引导、指导、调整、控制……使学习者按照一定的路线、策略、步骤、方法和方式学习，才能达到学习化学的目的。这些选择、编排、设计、组织、引导、指导、调整、控制工作通常已经蕴含在教师的讲授中、教科书中以及学生实验材料中，容易使人熟视无睹、忽略它们的存在。实际上，就一般情况来说，它们是必不可少、不能忽略的。否则，学习者面对繁杂、陌生的化学科学知识就无从下手、困难重重，学习效率大大降低。进行选择、编排、设计、组织、引导、指导、调整、控制工作的主体——教师或者教科书的编者，可以称为学习组控者，他们是化学学习系统第三个重要组成部分。

化学学习系统由多种要素组成。除了上面说到的以外，还有学习辅导材料和参考资料、课外活动辅导人员、实验管理人员等等。这些要素对学习者的化学学习也有一定作用，但在程度上稍逊一筹，并非必不可少。主要的要素是学习者、化学学习内容及其物质载体和学习组控者，这三者按照一定方式相互作用和相互联系着，组成化学学习系统这个有机整体架构。

在化学学习内容的物质载体中，化学实验设施（包括化学仪器、药品、实验室和有关设备等）具有特别重要的意义。这是因为，虽然听取教师的讲

课和阅读教科书也能使学习者形成化学的表象和概念，但这是必须以学生通过观察、实验对物质和化学现象直接知觉为基础的。例如，学生在听到或看到“一氧化碳在空气里能够燃烧，燃烧的时候发出蓝色的火焰”、“点燃一氧化碳和空气的混合气体可能发生爆炸”等论述时，就会利用先前观察氢气燃烧火焰、点燃氢氧混合气体发生爆炸等实验所形成的表象，通过想象形成对一氧化碳的有关表象。

从根本上说，没有化学实验设施这种物质载体，语言和书籍也不可能成为化学学习内容的物质载体。化学实验设施是化学学习系统的重要组成部分，这是化学学习系统不同于其他学科学习系统的显著特点。因而，化学学习系统是一种复杂的、特殊的人—人—物系统。

教师和教科书编者都是最常见的学习组控者，但他们的作用方式不同：教师通常总是直接地对学习活动起组控作用，后者则是通过教科书或教师间接地起作用。他们可能同时对学习者起作用，也可能单独地起作用。

在学生独立地阅读（自学）化学教科书时，是由教科书编者通过教科书对学习起组控作用。这意味着，虽然学习组控者是系统必不可少的组成部分，但教师并不总是必不可少的。当然，从广义上说来，教科书编者也是教师，是不跟学习者见面的教师。

学习者本身对学习也有一定的自组控作用，并且这种自组控作用随着学习者的学习经验和学习能力的增长而增长。在学习者具备了较强的学习能力、初步形成比较完备的化学认知结构时，他就可能主要地、甚至完全地由自己来对学习起组控作用，从而使系统在开放的环境中进一步自组织化。

化学学习系统是化学教学系统的子系统，教师（或学习外组控者）是施教子系统的主体部分，化学教学系统的这两个子系统中各有一个不同的主体，学习者既是学习子系统的主体，又是施教子系统的的作用客体。学习子系统与施教子系统密切地相互联系、相互作用着，因而很难把它们截然



图1-1 化学学习系统的组成和环境

图 1-2 化学学习系统各要素以及环境之间的相互联系和相互作用

说明：虚线箭头表示作用可能存在也可能不存在。

分割开来。

图 1-1 表示了化学学习系统的组成和环境。图中用括号注明学习者是学习活动的主体。由于教科书也可能起组控作用，而教师的讲授也是化学学习内容的物质表现形式之一，所以化学学习内容及其载体与学习组控者两个圆有部分重叠。图 1-2 比较具体地表示了化学学习系统各要素之间复杂的相互

实际上，许多化学教科书的编者本来就是教师。例如，迄今发现的第一本化学教科书《炼金术》(Alchemia, 1597年)的作者安德烈斯·李巴威乌斯(Andreas Libavius, 1540?—1616)就是一名精通化学的教师。

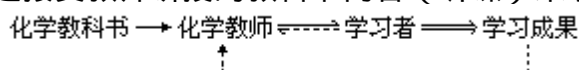
联系和相互作用，图中用鼓形框表示三大要素，方框和箭头表示相互联系和相互作用，圆圈表示作用的内容。图 1-1 和图 1-2 都表示出社会是化学学习系统的环境，后者还进一步表示了社会跟化学学习系统之间相互联系和相互作用的内容。

二 化学学习系统的功能与结构

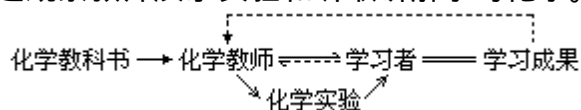
化学学习系统跟其环境——社会之间既有物质的、能量的交换关系，又有信息传递存在，是一种复杂的、动态的开放系统。社会向化学学习系统提出学习的任务和要求、规定学习的目的、提供化学和化学教育的经验、提供化学实验设施等化学教育的物质条件以及学习环境；而化学学习系统则以学习者掌握前人积累的化学经验的精华、形成解决化学问题的能力，成为社会所需要的人才，适应社会发展乃至进一步丰富和发展人类的化学经验来满足社会的需要。这是化学学习系统在社会环境中所能发挥的作用，是化学学习系统的根本的功能。

一个化学学习系统的具体功能取决于它的结构。所谓系统的结构，是指系统各要素之间一定的秩序或组织形式，包括各要素之间的作用方式在内。一定的系统结构决定着一定的系统功能，一定的系统功能必定与一定的系统结构相对应。图 1-3 是化学学习系统的一些基本结构形式：

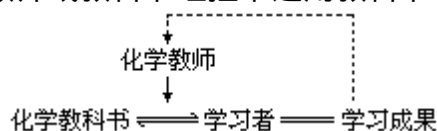
学习者通过接受教师讲授的教科书内容（听课）来学习化学。



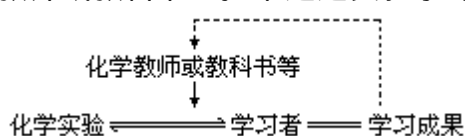
学习者通过观察教师演示实验和听取讲解学习化学。



学习者在化学教师或教科书组控下运用教科书学习化学。



学习者在化学教师或教科书组控下通过实验学习化学。



学习者通过相互讨论学习化学。



学习者通过解决问题学习化学。



图1-3 化学学习系统的基本结构形式

图中的单线箭头由作用主体指向作用客体，虚线箭头表示反馈作用，它可能存在、也可能不存在；双线箭头表示有关的学习活动。所谓运用教科书学习不只是阅读，还包括口头和书面练习等活动在内。其中，形式一可能是在教师或者教科书组织、控制下的学习，也可能是学生自行组织、控制的学习，还可能是几方共同控制的学习；当没有教师直接参与时，学习具有自学性质。化学学习系统还可能具有其他的结构形式，图 1-3 只列出了一些主要的、常见的类型。

化学学习系统的同一种结构在不同条件下可能具有不同的功能，而相同的功能也可以通过不同的结构来实现。例如，图 1-3 中的结构、
、
都既可以使学习者掌握某些化学知识，也可以使学习者形成某些化学技能，还可以使学习者形成和发展化学实验能力等等。但是，不同结构的相同功能在程度上和效果上有所差别，所需条件也有所不同。仍以结构、
、
来说，结构比较适宜于培养学习者的化学实验技能，结构比较适宜于使学习者掌握化学知识，结构则更适宜于培养学习者解决化学问题的能力。

三 化学学习系统的控制与运行

根据学习主体对控制部分的反馈是否存在，可以把化学学习分为操纵型和调控型两种类型。当反馈不存在时，控制部分与学习主体之间形成开环单向耦合系统，相应的学习为操纵型（图 1-4）；当反馈存在时，控制部分与学习主体之间形成闭环双向耦合，相应的学习为调控型（图 1-5）。

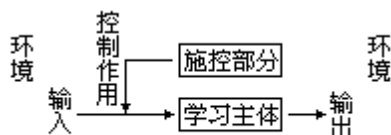


图1-4 操纵型化学学习

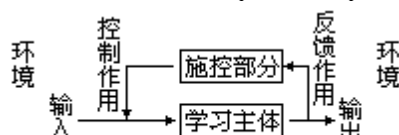


图1-5 调控型化学学习

调控型化学学习系统虽然是一种闭环系统，但它与环境存在相互作用，是开放的、而不是封闭的系统；其内部的控制作用和反馈作用都通过信息来实现，存在着信息反馈作用，因而是一种控制论系统。

化学学习系统中的控制作用主要有稳定控制、程序控制、跟踪控制和最优化控制四种基本类型。

稳定控制就是不管环境发生怎样的干扰，被控系统总是稳定在某一状态。

程序控制则是使系统状态的变化符合随时间而变化的某种程式。

跟踪控制又叫随动控制。是使被控系统能随着预先不知道的外来信号的变化来相应地改变自己的状态。

最优化控制则在于找到和实现一个适宜的控制变量，使化学学习成果达到最优。

教科书所起的作用通常是一种固定化的程序控制。教师的控制方式可能有多种，教学方法不同，所实行的控制方式往往不同，在同一教学过程

的不同阶段实施的控制方式也可能不同。

化学学习系统的功能是在系统运动过程中实现的。在系统运动过程中，系统内各要素的相互作用以及系统跟环境的作用都可能使系统的状态发生改变。系统运动过程形成了系统的行为，使系统在特定条件下发挥一定的功能。

跟化学学习系统运行有关的因素有化学学习目标、化学学习材料、化学学习方法、化学学习媒介、化学学习条件以及学习者的状况等，它们都是系统的变量，决定着系统的运行情况和状态的改变。这些变量之间存在着一定的联系，具有某些对应规律。例如，对不同水平的化学学习目标、不同的化学学习内容，所适宜采用的化学学习方法不同；化学学习条件不同时，化学学习媒介、化学学习方法会相应地不同，等等。这些因素有不同的组合方式，因而可以形成不同的化学学习类型。在研究这些因素时，要从整体的角度出发，注意它们之间的关联，不能孤立地进行。

从时间延续顺序来看，化学学习系统的运行表现为由定向和准备阶段、展开学习活动阶段和检测评价阶段衔接组成化学学习过程。化学学习过程具有一定的时间结构，它是化学学习论的重要研究课题之一。

四 化学学习系统的特点

研究化学学习系统必须注意了解它的特性。化学学习系统除了具有一般系统所具有的整体性、层次性和动态性以外，处于良好状态的化学学习系统还应该具有下列特性。

1. 学习者的主体性和各要素的协调性

系统内各要素都能为实现系统的整体功能充分地、协调地发挥作用。其中，学习者不是被动地接受输入信息，然后储存、转换、加工或输出信息，而是作为化学学习活动的主体，主动地按照最优化目标和最优化过程展开活动、不断地改善系统的结构和功能，其他要素都围绕这一主体发挥作用；在学习者达到一定的发展水平以后，学习组控者的组控作用逐步让位于学习者的自组控作用，实现学习者的进一步发展和完善。此外，教科书和实验设施都能恰当地、充分地和高效率地得到应用。

2. 明确的目的性和良好的抗干扰性

系统的行为、功能有一定的方向，目标明确，不轻易偏离或中止。在系统为实现化学学习目标而运行的过程中，能识别外界影响的性质并且作出适当的调整，抵制不利于实现化学学习目标的干扰，维持系统正常的内外联系和运行秩序。

3. 有序性和稳定性

化学学习系统虽然复杂，但其组织结构和功能行为都杂而不乱，系统的运行过程能循着一定的规律有条不紊地进行，特别是学习者的行为、思维都具有逻辑性和条理性。系统跟外部环境间的物质、能量和信息交换同样能维持有序和稳定的状态。

4. 适应性和自组织性

系统能在外界环境改变或者系统内部某些要素发生较大变化时，自行调整自己的结构和运行变量（例如学习目标、学习方法等等），使系统进入新的有序和稳定的状态，在变化的环境中保持或者取得可能的、甚至最好的系统功能。

5. 发展性和潜能

随着学习的不断进行，系统能积累经验，不断改进自己的结构，增强自己的功能，促进学习主体的身心发展；系统的协调性、目的性、有序性、稳定性等品质以及运行效率不断提高；学习者不但掌握了更多的化学经验、解决化学问题的能力不断发展，而且其主体作用也进一步加强；系统对新环境和新条件的适应性相应地提高，在发挥现有功能之余还有可以挖掘、开发的潜力，其潜在功能随着系统的发展而加速地增长。

化学学习系统是一种非线性的开放系统。当系统面临一个新的、需要解决的问题，而系统原来的结构又不能适应、无法解决时，系统会远离平衡、进入混乱无序的状态。通过不断地跟外界交换物质、能量和信息（寻求和接受启发、帮助，采用新的手段，输入更多信息等），在外界条件的变化达到一定的阈值时，系统可以从原来的混沌的无序状态转变为一种在时间、空间和功能上新的有序状态，不但解决了新的问题，而且学习到了解决新问题的方法，形成了解决新问题的能力和学习主体新的化学认知结构。

化学学习总是不断地深入和发展的，解决了一个问题、完成了一项任务后，学习主体又会面临新的问题和任务，因而化学学习系统的不平衡状态是经常的、绝对的，其平衡状态是暂时的、相对的和不稳定的；另一方面，化学学习系统能够不断地形成新的有序结构，使问题和任务得以不断地解决，学习主体逐步地发展。

化学学习系统经常地作为远离平衡的开放系统而形成新的有序结构，它正是普利高津所谓的“耗散结构”的一个复杂例子。热力学的研究发现，形成耗散结构需要有负熵流输入，才能使系统摆脱混乱状态、增加有序程度。“问题”就是使化学学习系统有有序的负熵流，因而问题学习法常常能取得较好的学习效果。

第二节 化学学习的分类

化学学习具有广泛性、复杂性和多样性，在研究化学学习时，对化学学习作适当的分类，在此基础上逐一研究各种类型，有利于对化学学习进行比较精细和深入的研究。这是一种分析的方法，这种方法不同于从整体角度进行的系统的、综合的方法，它跟系统、综合方法既相互区别又相互补充、相互依赖和相互联系。

一 化学学习的分类原则

学习分类问题是学习心理学的一个比较活跃的研究领域，许多学习心理学家从不同的观点和出发点提出了不同的学习分类法，有的还产生了比较大的影响，被广泛地采用。

例如，美国教育心理学家加涅（R. M. Gagne）把学习分为信号学习、刺激—反应学习、连锁学习、词语联想学习、辨别学习、概念学习、规则学习和问题解决学习 8 种类型。这 8 种类型在化学学习中都是存在的，撇开比较明显易见的词语联想学习、辨别学习、概念学习、规则学习和问题解决学习不谈，例如，对爆鸣声的惧怕反应及其消退即属于信号学习；形成从某些化学文献资料中找到常规问题答案的经验，可以视作刺激—反应学习的结果；化学操作技能学习乃是使学习者形成有一定序列的多个刺激—反应联结的连锁学习。

在加涅的学习分类中，既有跟反射有关的学习，又有跟知觉有关的学习，因而是折衷主义的。不过，他的折衷主义集中在解释得不够明确的行为主义方面，是偏重于行为主义的折衷主义心理学，他的分类也主要是根据行为主义观点。

1977 年加涅对他的学习分类作了改进。他把前四类，即信号学习、刺激—反应学习、连锁学习和词语联想学习，作为学习的基本形式。他认为，这四类学习联结可以用系列的方式放在一起以产生连锁和言语顺序，由联结所组建的这些顺序和连锁可以分化为各种进一步学习的对象，从而产生辨别学习、具体概念学习、定义概念（抽象概念）学习、规则学习、问题解决（认知策略）学习和言语信息学习等，它们的学习等级是渐增的。此外，加涅还加上了运动技能学习和态度学习两种类型。

加涅的学习分类法考虑了学习情境和学习过程本身的繁简程度，是可以借鉴的。但是，这种分类法比较复杂和抽象，未能充分反映学生学习的特点，主要对实验研究的设计有用，而对实际的学生学习研究的作用有限。

我国心理学家认为，对学习进行分类时，首先应该区分动物的学习与人类的学习，其次还应该注意人类的一般学习与学生学习的区别，学生的学习也应该依据学习的对象而适当地区分。

从学习的功能和动力来说，动物的学习仅限于消极适应环境变化的要求，而人类的学习不但不局限于满足个体的生理需要，更主要的还在于满足

[美]M. L.比格著，张敷荣等译：学习的基本理论与教学实践，文化教育出版社 1983 年版，第 209—213 页。

[美]R.M.加涅著，傅传统等译：学习的条件，人民教育出版社 1985 年版，第 81—110 页。

冯忠良：学习心理学，教育科学出版社 1981 年版，第 18—24 页。

其改造现实和适应社会生活的要求，有着丰富多样的学习动机。从学习的形式和内容来说，人类不仅以亲自直接经验的方式获得个体经验，而且还在同其他人交往过程中，以间接经验的方式去掌握前人经验、获得个人经验，这是动物根本不可能有的。从学习的机制来看，动物的学习局限于第一信号系统，而人类的学习除了第一信号系统外，还有第二信号系统的活动，人的学习要比动物的学习复杂得多。

总之，人的学习是在同其他人的交往中、在社会生活实践中，以语言为中介，自觉地、主动地掌握社会的和个体的经验的过程。虽然动物也有学习行为，而且动物的学习跟人的学习有一定的联系，但两者是有本质区别的。看不到这一点，企图用动物学习实验来代替对人的学习研究、说明人的学习的全部问题，是错误的。另一方面，否定人的学习跟动物学习有一定联系、也有某些相似之处，否定人的学习也有比较简单和初级的成分，完全拒绝用动物学习实验得到的研究成果，也是不妥的、不利于对人类学习研究的逐步展开。

人类的学习是非常广泛的，学生的学习是人类学习的特殊的一类。学生在校中学习有如下的特点：学生的学习是为未来参加社会生活实践作准备的；要求快速和高效地掌握前人经验；学生的学习是在传授条件下进行的，以学习间接经验为主，但又要以本人一定的直接经验为基础；青少年学生正处于成长发展过程中，他们的学习特别要求在德、智、体、美诸方面全面发展，才能适应将来参加社会生活实践的需要。学生学习的这些特殊性，是在对化学学习进行分类时必须注意的。

从学生在校学习的实际出发，我国心理学家潘菽等人根据学习的内容和结果把学习分为以下四类：

- (1) 知识的学习。其中包括学习知识时的感知和理解等。
- (2) 技能技巧的学习。主要指运动的、动作的技能和技巧。
- (3) 心智的、以思维为主的能力的学习。
- (4) 道德品质和行为习惯的学习。

这种分类法比较符合教育工作的实际需要，便于教师针对不同类型的学习形式的特点、根据不同的特殊规律进行教学和指导学生。但是，这种分类没有充分反映化学学习的特点，不能满足化学学习研究的需要。

由于化学学习活动既是复杂的认识过程，又是复杂的心理过程、思维过程、行为过程等等，对化学学习需要从多种角度进行研究。这样，对化学学习就应该有不同的分类方法，供研究化学学习时选择使用，才能适应具体的研究需要。单一角度的分类是不敷应用的。

二 化学学习的分类

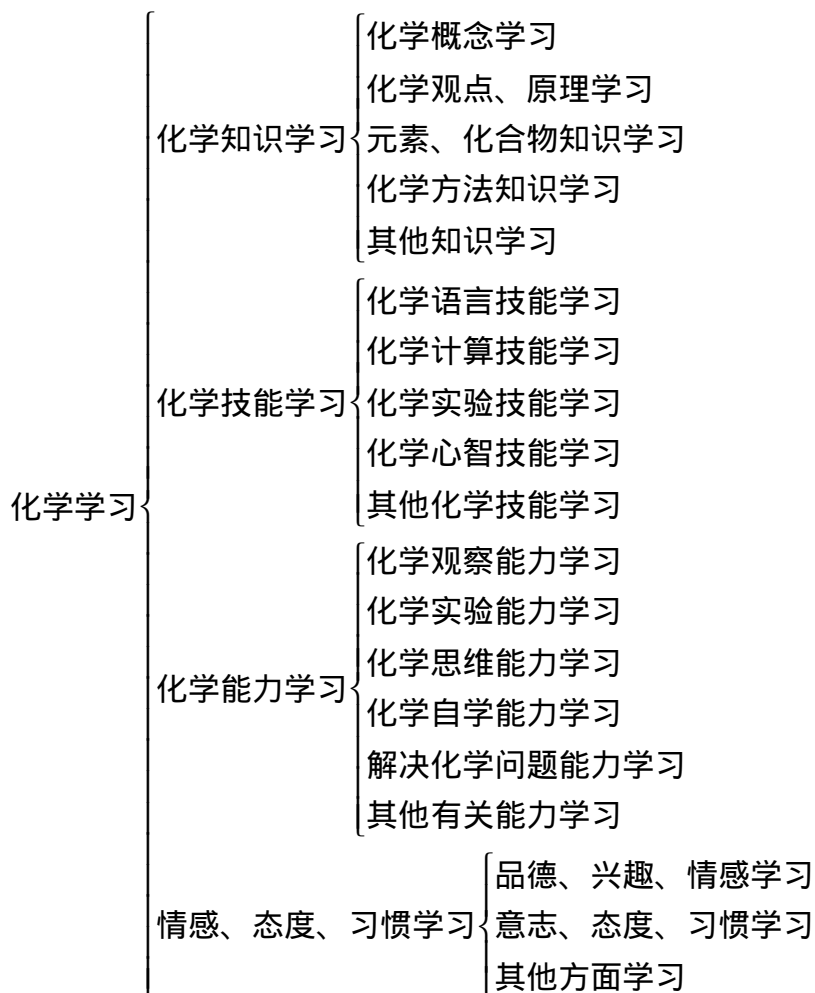
化学学习系统是由学习者、化学学习内容及其载体、学习组控者等要素组成的。为了实现系统的目标，化学学习系统必须具有一定的组织、结构。学习者和作为学习组控者的教师是系统中最活跃和最复杂的因素，他们具有多样的活动方式。化学学习系统的目标不同，学习者的特点、状态及其活动方式不同，教师的特点、状态和活动方式不同，学习组织形式和控制方式不同，或者学习内容及其表现方式等因素不同，系统的运行过程和结果就可能

不同。因而，可以从不同的角度对化学学习进行分类，对化学学习有着多种不同的分类方法。

对化学学习的分类方法主要有以下几种。

1. 根据学习的内容分类

根据学习内容可以把化学学习分为化学知识学习、化学技能学习、化学能力学习和情感、态度、习惯学习四大类，每个大类又可以再分为若干小类。详见下表：



表中每一个小类都可以做出进一步的分类。例如，化学思维能力学习可以分为化学抽象思维能力学习、化学形象思维能力学习等等。

由于学习内容不同，上述各类学习具有不同的条件、过程、方法和规律等。但是，在实际的学习过程中，知识、技能、能力和道德品质的学习是密切联系着的，很难把它们截然地区分。例如，在学习化学知识时常常也有化学技能、特别是心智技能的学习，在化学能力学习和情感、态度、习惯学习中也包含有关知识（如关于方法、策略、观点、规范等知识）和活动方面（例如行为习惯）的内容，化学能力学习和情感、态度、习惯学习通常结合化学知识、技能学习进行，在化学知识学习或者化学技能学习过程中得以实现。按照这种方法分类时，应注意各类学习之间的相互联系。

化学能力和情感、态度、习惯等是隐性的学习内容，而化学知识、技能是显性的内容。隐性内容学习不及显性内容学习那样易于组织，前者困难较多，过程较长并且复杂，容易被忽视。

2. 根据学习的组控形式分类

从对化学学习系统和化学教学系统的研究可知，在系统的运行过程中，教师可以直接控制学习者的学习活动，也可以通过编写化学教科书或学习程序、学习指导供学习者自学来进行间接的控制，教师还可以通过设计计算机辅助化学教学软件来间接控制学习者的学习活动。因此，根据学习的组织和控制方式，可以把化学学习分为下列四类：

- (1) 教师直接控制的学习；
- (2) 程序或教科书控制的学习；
- (3) 计算机控制的学习；
- (4) 学习者自行控制的独立学习。

其中，第(2)类学习和第(3)类学习中，教师都是间接地实行控制，第(4)类学习的控制中可以没有教师参与。这里所说的教师是广义的，不仅指在课堂施教的教师，还包括教科书和计算机辅助教学软件的设计者在内。

3. 根据学习的目标和结果分类

根据学习的目标和结果，可以把化学学习分为知道水平的学习、领会水平的学习、掌握水平的学习、综合运用水平的学习、融会贯通水平的学习和创新水平的学习等6类。

所谓知道水平是指在记忆中留有印迹，能再认或重现具体的化学知识。例如回忆、复述或默写出现象、属性、术语、定义、原理、符号、公式、规律，以及处理事物的规则、步骤、方法等与技能有密切联系的知识。

领会水平是指了解有关的词或语言的含义，懂得它们所表示的事物的情形与性质。例如，能正确地使用这些词或语言进行一般的交流，并且知道正在交流的是什么；能分清事物的主要性质和非主要性质，认识事物的本质，能比较深入地揭露事物间的联系；或者是学会有关的操作或心智活动，对活动各步骤的要领有所体会。

掌握水平是指能在知道、领会或体会的基础上，直接应用所学的知识 and 技能来解决比较简单的问题，并且通过反复应用来深入地领会知识、学会技能，实现知识和技能的巩固、掌握与熟练。

综合运用水平是指能从比较复杂的情形中发现内在联系，找出隐含的条件，明确中介任务，综合运用多项知识、技能来解决问题。

融会贯通水平是指综合运用达到了灵活、熟练的程度，形成了一定的方法、规则，能够举一反三，实现知识、技能的迁移，顺利地解决问题。对已学知识、技能的概括水平和系统化水平比较高，能准确地把握有关知识、技能的内在联系，能力水平有了显著发展。

创新水平则是指在学习和解决问题的过程中，不需要提示，也不因袭前人、习惯，能够独立地提出未曾学习或者接触过的解答、解释、见解、思路、方法、设计、假说，或者创作新事物、发现新问题等等。

上述各种水平学习的层次是逐步提高的，实现不同水平的学习需要不同的条件和方法，有着不同的过程机制和规律，较高水平的学习通常要以较低水平的学习为基础。

4. 根据学习场所和环境分类

根据学习的场所和环境，可以把化学学习分为校内学习和校外学习，以及在课堂中的学习、在实验室中的学习、在课后的学习等类型。它们的学习内容、要求、方式等等不同，有着不同的特点。其中，实验室学习有着强烈

的化学学科特点，而又往往得不到应有的重视；课后的、校外的化学学习有着不可忽略的作用，都应该特别给予注意。

5. 根据学习者的特点分类

以上主要是从学习者外部来对化学学习分类的。还可以从学习者的角度进行分类，例如分为中学生的化学学习（启蒙性学习或基础化学学习）、大学生的化学学习（高等化学学习）、职工业余化学学习等等。

根据学习者的学习基础和学习准备状态，则可以分为超常型学习、慢智型学习以及一般型学习等。

6. 根据学习活动内容分类

从学习者的活动角度，可以把化学学习分为下列五类：

(1) 感知化学事实的学习。包括通过观察、实验等直接感知活动和通过阅读、听课等间接感知活动方式来产生、获得化学事物的表象。

(2) 形成化学概念和概念间联系的学习。科学的概念是通过思维获得的概括了的知识，因而这一学习是通过学习者的内部思维活动来实现的。

(3) 形成规则和心智技能的学习。这一学习主要通过学习者的内部思维活动实现，并为学习者的外部学习活动提供内部条件。

(4) 形成化学操作技能和化学语言技能的学习。通过外部学习活动使学习者形成能顺利完成活动任务的稳定的行为方式。

(5) 表达和解决化学问题的学习。以前四类学习为基础，并且通常包含前四类学习在内。

这五类学习中，每一种类型都以前面的类型为基础。实际上，它们是复杂的化学认识过程的一些基本阶段，可以在大体上循序组成比较复杂和完整的学习过程。

7. 根据学习者活动形式分类

根据学习者的活动形式分类，主要有：通过听课学习化学、通过阅读学习化学、通过观察和实验学习化学、通过讨论学习化学等等。

8. 根据学习者认识形成方式和活动性质分类

根据学习者的认识形成方式和活动性质，可以把化学学习分为接受式学习和发现式学习两大类。

(1) 接受式学习。由教师（或课本、电子计算机教学系统等）向学习者传授化学知识技能、组织和控制教学活动，学习者主要进行感知、领悟、记忆、模仿等接受和复现性活动，实现预期的学习结果。

(2) 发现式学习。是由教师（或课本等）设置学习情境，由学习者主动地和独立地展开探索活动，参加解决问题的过程，其目的主要不在于学习的结果，而在于参与和学习的过程。

化学学习是复杂的活动，学习者本身在学习中有着重要的作用，因而上述对化学学习的分类主要跟复杂的知觉学习（或认知学习）有关。当然，在化学学习中也存在比较简单的反射学习，但它们一般是作为复杂的知觉学习（或认知学习）的因素和成分。从适应实际的教与学的需要、便于教师和学生掌握考虑，不宜把反射学习作为对化学学习进行分类的依据。

从不同角度对化学学习进行分类，是从不同角度来认识化学学习的结果。在此基础上进行综合，才能形成对化学学习的全面的认识。这就如同看一只造型复杂的茶杯，无论正视、侧视或俯视，都只能得到局部的认识，只有把从不同角度观察的结果综合起来，才能形成对茶杯的完整认识一样。因

此，化学学习的不同分类方法不是互相排斥的，而是互相补充的。

不同的分类进行交叉、组合，还可以产生若干学习类型。例如，控制学习与发现学习组合，可以形成指导发现式的学习；程序学习与技能学习组合，可以形成算法式学习等等。在不同的分类法中，某些类型之间比较接近，有较强的相关关系。还有些类型之间在一定程度上表现出不相容和排斥的关系。例如，知识学习与概念学习，技能学习与规则学习和操作学习，知道水平的学习跟感知学习，相互之间的联系都很密切。创新水平的学习则跟接受式学习、跟教师或教科书控制的学习大体上不相容和互相排斥。这些情况与不同的分类角度（标准）的相互关系和联系程度有关。化学学习的不同分类方法的相互关系也反映了化学学习研究的分析方法跟综合方法的相互联系和相互依赖。

第二章 化学学习条件与化学学习准备

事物的发生和存在总是有一定条件的，化学学习也是如此。要进行化学学习，必须具备一定的条件，形成化学学习准备。否则，化学学习就不能发生，也就谈不上什么化学学习了。所以，在研究化学学习时，应该重视对化学学习条件和化学学习准备的研究。本章先从一般条件和特殊条件两方面对化学学习条件进行讨论，然后再讨论化学学习准备状态和化学学习准备工作，并对化学学习最佳期与最近发展区做初步的介绍。

第一节 化学学习的一般条件

所谓化学学习系统的运动，是指系统状态随时间推移而发生的变化。系统状态的变化是有条件的，因而化学学习在一定条件下才能进行。

化学学习的一般条件既有学习者内在方面的，又有学习者外部的，后者包括化学学习内容载体方面的条件和学习组控方面的条件。

一 化学学习者的内在条件

学习者是化学学习系统的主体。学习者为什么要学习化学？原因可能是他想解决跟化学有关的问题，可能是他认识到化学对现代和未来社会的重要意义，可能是他对研究物质及其化学变化感兴趣，可能是为了提高自己的素质，模仿化学家等被他仰慕的人物，也可能是为了将来升学、就业的需要，或者是迫于家长或教师等方面的压力，希望取得好成绩、得到某种奖励等等。总而言之，化学学习的发生需要学习者具有一定的动机，动机是推动学习者学习化学行为的内部动力。学习化学的动机产生于学习者的某种需要。在需要的基础上，在生活、实践过程中形成和发展起来的对化学的兴趣和化学求知欲，是化学学习动机中最现实和最活跃的成分，是激发学习者主动地、积极地学习化学和提高化学学习效果的重要条件。

学习化学需要具备一定的知识技能基础。例如，在学习元素周期律之前，需要具备足够的具体元素及其化合物的知识；在学习根据化学方程式计算之前，应先了解化学方程式的意义、学会写化学方程式、学会根据分子式计算物质的分子量以及列比例式计算等等。

一般地说，初中化学是高中化学的基础，中学化学是高等化学的基础，所以中学化学又被称为基础化学。通常把最一般、最根本、可以广泛地作为研究个别物质和化学现象的支柱和工具的化学概念、化学知识和化学技能分别称为化学基本概念、化学基础知识和化学基本技能。显然，掌握化学基本概念、基础知识和基本技能是学好化学的重要条件。上面是对已经开始学习化学的学习者说的。这里会提出一个问题：对于刚刚开始学习化学的学习者来说，他尚未进行化学学习活动，尚未掌握化学的基本概念、基础知识和基本技能，难道他就不能学习化学吗？始学化学者需要不需要化学知识技能基础？他学习化学基本概念、化学基础知识和化学基本技能的基础又是什么？

为了说明这个问题，让我们分析一下初学化学的第一课：初学化学一般都是从什么是化学、什么是化学变化并且初步接触化学实验开始的。学习者要了解化学、化学变化等概念，他必须先了解一些概念并且能跟自己接触过的实例联系起来，如下表所示：

要学习的概念	首先必须具有的概念	进一步了解需要的概念
化学	物质、物质的变化、科学	化学变化、物质的组成、物质的结构、物质的性质等
化学变化	变化、物质、物质的种类和区别	物理变化、物理变化跟化学变化的区别和联系等
.....

在观察化学实验时，他应该能根据他已有的对于某些物质的知识来作出有关的判断，例如判断原有物质的消失、新的物质生成等等。

可见，初学化学也是需要一定的知识技能经验作基础的。让刚入小学的学生就开始学习化学显然很不适宜，这不正是跟他们缺少必要的知识技能经验基础有关吗？初学化学者应该具备什么样的知识技能基础呢？让我们来看一些事实：

向从未学过化学的小学生演示氧化汞分解为汞和氧气的实验，不作任何解释并且问他们：“根据这个实验，氧化汞是由什么组成的？”他们一点也不不知道怎么回答，因为他们还没有想过“物质可以有组成”。

向他们演示金属铜跟浓硝酸的反应或者演示硝酸铅溶液跟碘化钾溶液的反应，他们会感到惊奇，并且用“冒红烟”、“变出金子”来描述观察到的现象，无法作出这是化学反应的判断，因为他们还没有适当的概念来认识、理解和描述这些现象。他们看到过魔术、烟和金子，所以就把这些实验跟有趣的“魔术”联系起来，用“烟”、“金子”等概念来描述这些新看到的事物。

但是，在演示硝酸钾在水里溶解、镁带在空气中燃烧而不做解释时，他们能正确地用溶解（“化”）、燃烧（“烧”）来描述，因为他们已经有了溶解和燃烧的初步概念。

可见，始学化学者是以他们在先前的学习和生活中获得的跟化学有关的经验为化学学习基础的。瑞士心理学家皮亚杰（J. Piaget, 1896—1980）在研究个体认识的起源和发展时，曾经提出图式（schema，又译作格局）的概念。他认为，个体是通过自己原来具有的“图式”来同化外来刺激，把外来刺激纳入原有的图式之内，或者调节、改变原有图式来适应外界环境的。适应是智力的本质，它包括同化和调节两种作用和机能，人正是通过原有图式的同化和调节作用使自己的认识结构不断发展的。学生在先前经历中形成并为后来的化学学习赖以为基础的经验 and 概念，正是皮亚杰所说的“图式”；始学化学时的原始图式，乃是在以前的其他学科学习和生活中获得的有关经验和概念。

曾经有人试验用三年制初中化学课本在四年制初中三年级开设化学课，在一开始就遇到了很大的困难：学生没有学过物理，还不知道什么是物质、什么是物质的性质、组成、变化，尚未具备质量、密度等概念，也没有接触过天平、量筒等仪器，几乎对于初中化学中每一个极为平常、普通的名词、术语都要设法作出一番解释，真可谓举步维艰！这说明，尽管化学越来越深入人们的生活，青少年接触现代化学事物的时间越来越提前，只凭生活经验作为学习化学的知识技能基础仍然是不够的，还需要让他们先观察、接触、操作某些化学事物，才能顺利地展开化学学习活动。所以，化学实验是化学学习的重要基础。

学习化学还需要其他学科方面的有关知识技能作基础。这里所说的其他学科中，最重要的当推物理学和数学。这是因为，物质运动有着多种多样的形式，这些运动形式既相互区别又相互联系。化学运动比物理运动更复杂和更高级，并且又是从比它低级的物理运动等形式发展而来的，两者之间的联系十分密切。物质的高级运动形式总是包含着低级运动形式，因而在化学运动发生的同时，常常有热运动、机械运动（例如体积变化）和电磁运动（例如发光）等伴随发生。

但是，化学运动有自己特殊的本质和规律性，它并不是物理运动和机械运动的简单总和。在化学运动中，物理运动和机械运动只是作为次要的形式存在，它们不能把化学运动这个主要形式的本质包括无遗。对物理运动和机械运动这些较低级运动形式的研究，有助于把握化学运动这个较高级运动形式的规律。物质运动总是有量的内容、表现出量的变化，从数学角度研究化学运动中量的变化，可以更全面地、更深入地认识物质的化学运动。可见，学习化学需要一定的物理学和数学知识技能作基础，是很自然的事。

人类化学认识的形成和发展历史也说明了这一点：陶器、瓷器和玻璃制造、冶金、酿造、制革等实用化学工艺在古代就已产生。同时，古代自然哲学家为了解释整个宇宙，通过思辨形成了一些理论，其中也包括了当时对化学物质和化学变化的一些原始认识，一些观念是后来某些科学概念和科学理论的渊源。但是，化学学科并未在古代就已形成，它只是到了17世纪，在力学、物理学和数学有了相当发展之后才被确立为一门科学的。

在近代化学的形成过程中，力学、物理学和数学等学科起着重要的作用；实验方法、天平和数学计算的运用为化学定量实验方法的产生和发展，为定比定律、倍比定律等的发现以及化学计量学的产生提供了可能。

曾经批判了当时流行的元素原性说、从物质角度给元素以清楚定义而被恩格斯誉为“把化学确立为科学”的英国科学家波义耳（R. Boyle, 1627—1691），正是在物理学等学科发展的启发下从更高的角度重新认识化学的。他说：“化学，到目前为止，还是认为只在制造医药和工业品方面具有价值。但是，我们所学的化学，绝不是医学或药学的婢女，也不应甘当工艺和冶金的奴仆。化学本身作为自然科学中的一个独立部分，是探索宇宙奥秘的一个方面。化学，必须是为真理而追求真理的化学”，要像“已经觉醒了的天文学和物理学那样，立足于严密的实验基础之上”。

近代化学的奠基人拉瓦锡非常重视天平的应用，“别人主要用定量测定法分析矿物，而他却用来证明自然界的基本规律”，他的“研究领域主要是化学，可是实际采用的却是物理学家的方法”。

化学的原子论以物理学的原子论为基础，近代化学之父道尔顿（J. Dalton, 1766—1844 思考其原子学说时，乃是以他对气体的物理学研究为根据的。至于现代化学跟物理学、数学等其他学科的密切联系，更是不胜枚举的了。

由于化学跟物理学、数学等学科有着密切的联系，在中学生的化学学习中常常表现出跟物理、数学学习比较显著的相关关系。根据某普通中学两个班学生在高中阶段前5个学期的学习成绩，图2-1分别绘出了物理—化学、数学—化学、英语—化学、语文—化学学习成绩相关系数。由图2-1可以看出，物理—化学相关系数和数学—化学相关系数明显地高于英语和语文跟化学的相关系数。图2-2是根据某重点中学一个班学生高中前5个学期的学习成绩绘制的。图2-3是根据某普通中学初三、高一、高二各1个班的学习成绩绘制的。它们基本上表现出相同的倾向。当然，影响各科学业成绩的因素很多、很复杂，使相关系数有较大的起伏，造成相关系数差异也还有其他方

《化学思想史》编写组：化学思想史，湖南教育出版社1986年版，第38、42页。

[美]H.M.莱斯特：化学的历史背景，商务印书馆1982年版，第154页。

《化学发展简史》编写组：化学发展简史，科学出版社1980年版，第95页。

面的原因，这里所用的比较方法很粗糙，但是，物理、数学跟化学学习的关联是可以肯定的。

图 2-1 某普通中学学生各学科成绩相关情况

图 2-2 某重点中学学生各科成绩相关情况

图 2-3 某普通中学三个年级各科成绩相关情况

学习化学需要进行观察、实验、想象、理解、记忆、思维等活动。为了顺利完成这些活动，需要有一定的能力水平，因为能力是活动得以顺利完成所必需的个性心理特征，直接影响着活动的效率。例如，要描述化学变化，需要进行形象思维、有一定的形象思维能力和语言表达能力。为了理解、掌握物质的化学性质和化学变化，需要深入到微观领域，宏观看现象、微观找解释，在实验基础上进行微观想象和抽象思维，才能把握化学变化的原因和本质。要掌握复杂的化学现象及其规律，需要进行分析、综合、归纳、演绎、比较、分类、抽象、概括，需要具有一定的逻辑思维能力。化学中有着大量的矛盾现象，例如化合与分解、氧化与还原、溶解与结晶、正反应与逆反应等。理解和学习这些矛盾现象需要有一定的辩证思维能力……总而言之，化学学习要求学习者具有一定的认识能力和思维能力，特别是抽象逻辑思维能力。

一般说来，化学学习所需要的能力基础在知识技能基础形成过程中能够相应地形成，随着化学学习的展开，这些能力能够进一步得到发展以满足进一步学习的需要。

化学学习的上述条件决定了对学习者的发展水平、学科基础和学习起始年龄有一定的要求。

二 化学学习的物质条件

人类的化学经验属于精神范畴。要进行化学学习、实现人类化学经验的传递，就必须使化学经验物质化，使它具有了一定的物质形式或物质外壳，形成反映物质间联系和联系方式的化学学习情境。因此，化学学习需要一定的物质条件。

化学学习的物质条件主要有化学实验设施、教科书以及有关的辅助材料等。它们都是化学学习内容的物质载体，但教科书又具有学习组控作用，跟前者有所不同。

1. 化学实验设施

化学物质和化学现象是化学学习的重要内容和基础，但是它们常常不存于自然界中，观察自然环境中的化学反应也很不容易，因为常常有多个错综复杂的化学反应交织在一起，使得观察的重点被干扰、掩蔽，有时则需要等待较长时间才能偶然碰到。所以，自然观察远远不能适应化学学习的需要。

在实验室中做化学实验，用人工方法引起化学现象，利用专门的装置并且控制实验条件来研究物质及其化学变化、研究各种因素间的相互联系和相

按照统计学观点，应该作同一组被试二相关系数差异显著性检验，此处因条件控制不严，这样处理的意义不大，故予省略。

互制约，突出主要的内容乃至某些细微之处，就比较便于对化学物质和化学现象展开研究。因此，化学实验是学习化学的基础，对于化学学习是必不可少的，化学实验设施是化学学习的重要物质条件。

化学实验设施包括：

(1)试剂。即能满足一定的纯度要求、排除其他物质干扰并且有适当的制剂形式（例如粒状、溶液、试纸等）的各种物质。

(2)仪器。包括各种盛贮容器；粉碎、溶解、过滤、蒸发、蒸馏、冷凝、萃取、吸附、干燥、吸收等单元操作器材；计量和测量器具；反应容器；仪器组合、连接、夹持和固定器材；加热器具；加压或减压器材；检验、鉴定器材以及某些专用仪器等等。为了有利于观察物质及其变化，化学仪器常用透明、耐热和耐化学腐蚀的玻璃或其他材料制作。

(3)实验场所和附属设备。实验室是最常见和最重要的实验场所。实验室中应该具有供电（交流及直流）、供水（自来水及纯水）设备；最好还有供应气体燃料（管道煤气）、压缩空气以及抽气设备；应该具有化学废气、废液和废渣的收集和处理设备；有实验台（桌）；有玻璃仪器加工设备、简单的机械加工维修工具和电工器材；有仪器洗涤、干燥器材以及防火、防中毒、防触电的安全保障器材、简单的救护药品和器材等。此外，实验室还应该附设有试剂、仪器分类贮存的场所和设备等等。

化学实验设施只有适当地组合成实验装置、完成实验过程，才能成为化学学习内容的载体。

有些学校缺少化学实验设施或者不重视化学实验教学，学生只能死记硬背别人（教师或教科书编者）观察的结果。虽然他们在某些考试中也可能得高分，其实他们用这种方法得到的知识是不完整、不牢靠的，他们只能粗略地和干巴巴地了解别人描述的内容，人云亦云，对别人未描述的东西则一无所知，对细节也缺乏了解，并且他们无法形成和发展化学实验技能与化学实验能力。

2. 化学教科书和有关辅助材料

化学教科书和有关辅助材料统称为化学教材，包括：化学教科书（化学课本）；化学实验教科书（化学实验课本）；化学学习指导书；化学实验指导书；化学课外活动指导书、化学课外读物、化学课外实验、化学课外练习册等课外用书；教学用化学文献资料、化学手册等工具书；教学用化学图表和化学模型；化学教学幻灯片、化学教学电影片和化学教学录像片；计算机辅助化学教学软件等等。

化学教材不同于一般的化学书籍。它们的主要区别在于：

(1)化学教材的编写要受教学计划（或课程方案）总体规划与时间安排以及化学教学大纲（或化学课程标准）对化学教学目的、任务、内容等规定的制约。

(2)编写化学教材时，要充分注意学习者的化学认识发展顺序和心理发展顺序，使它们跟化学学科的科学逻辑结构和谐地结合、统一起来，力求适应学习者的特点、有利于促进学习者发展和提高学习者素质。

(3)编写化学教材时，还要注意教和学的需要，例如进行学习指导，有适当份量的例题示范、练习作业和学习小结，篇、章、节分明，适于时间划分。

(4)编写化学教材时，通常精选最基本、最重要和最典型的内容，力求可靠、正确、科学、先进、全面、系统和突出重点。

(5)有时还要编写跟化学教科书配套的化学学习指导书、化学实验指导书、化学练习册等辅助教材。

除了作为化学学习内容的物质载体之外，化学教材还兼有学习组控作用。不同的化学教科书中，有的比较注意适应学习者的需要、有的比较注意适应教师的需要，与之配套的化学教学指导书和化学学习指导书可以分别弥补各自的不足。

在课堂教学中，学生对学习内容的理解、记忆、应用练习等活动常常不能在课堂上全部完成，而且学生在观察教师的演示实验和听取教师讲授时，可能不够完整、系统，或者只得到大致的、不够精细的知识：视觉记忆型的学生会对观察学习到的东西印象较深、对教师讲授领会较差，而听觉记忆型的学生则会对教师讲授的内容印象较深、而观察学习的效果欠佳。学生运用教科书等化学教材进行学习，可以弥补课堂教学中信息传输损耗造成的不良影响。阅读化学教材是学习者获取化学学习内容和化学学习指导信息的重要来源。所以，化学教材是化学学习的重要物质条件之一，化学教材的作用和功能是难以被取代的。

在化学学习、尤其是自学化学时，常常需要关于某些物质或化学反应的数据、资料等，而化学教科书的附录有时又不能满足这种需要。这时，化学文献资料和化学手册等工具书也可以作为辅助材料被包括在化学教材中。

化学电化教学和计算机辅助化学教学是应用现代传播媒介技术的新型教学手段，它们是提高化学学习效率的重要途径。例如，利用化学教学录像进行学习，可以在较短时间内高密度地、直观地和形象地传输化学学习内容；利用计算机辅助化学教学，可以集中优秀教师的经验和广泛地、有效地实行个别化教学。化学电化教学中的软件——化学教学幻灯片、化学教学电影片、化学教学录像片和计算机辅助化学教学中的软件都属于广义的化学教材的范畴。

三 化学学习的组控条件

化学学习过程是人类化学经验的传递过程。在化学学习中，学习者以学习前人的化学经验为主、以获得间接经验为主。为了顺利地和高效地完成化学学习活动，学习者还需要吸收前人学习化学的经验。从学习者有效的化学学习过程来看，在化学学习目标制定、化学学习内容选择、学习程序和学习方法确定、化学学习结果评定等方面，虽然学习者可以在一定范围内作出自己的选择，表现出一定的自主性，但从总体上说来，这些环节在一定阶段（特别是开始阶段）需要由学习者外部的因素起主导作用，而不是由学习者自己决定，使化学学习过程具有受控性。

当今化学科学正以越来越快的速度发展。据美国《化学文摘》报导，到1990年，该刊登的化学物质已达到1000万种，该杂志刊登的文摘总篇数则突破了3000万！要使化学学习快速、有效地进行，避免失败、重复和走弯路，学习者必须借鉴先学者的经验，从外部得到指点、引导。

化学教师、化学教科书的编者、化学教学录像片以及电子计算机辅助化学教学软件的设计者等，都是化学学习组控者，不过有的是采用直接作用方式，有的是采用间接作用方式。一般说来，化学教科书、化学教学电影和化学教学录像的组控程式是固定不变的、机动性较差；化学教师组控作用的机动性最强；化学程序教材采用程序教学模式，改善了教科书的组控作用，它

和计算机辅助化学教学软件的组控机动性介于前述两者之间。化学教师组控的机动性和效果跟其教学水平关系很大，教学水平高的教师善于进行组织、引导、控制，而且效果也较好。

各种组控因素的组控效果跟化学学习者的水平和状况也有关系。化学学习者有程度不同的自我组控作用，它跟外部组控作用处于协同状态时可以取得最优的教学效果。自我组控作用是促进化学学习者主动地学习的重要条件。化学学习者的自我组控能力可以在化学学习实践中逐步增长。在化学学习中，应该重视养成学习者学习化学的自我组控能力。

学习集体可以弥补学习者自身认识水平和组控水平方面的不足，可以为学习者提供发表、交流和修正、改进、完善学习结果的机会，对化学学习有显著的促进作用。但是，学习集体并不是化学学习的必要条件，采用个别学习方式也可以学习化学。

第二节 化学学习的特殊条件

化学学习的特殊条件是化学学习一般条件的具体化。

化学学习的特殊条件取决于化学学习的特殊性，即取决于化学学习的具体情况，主要包括化学学习的内容、目标、方式和方法等。要搞好化学学习，仅了解一般的条件是不够的，还需要了解化学学习的特殊条件。而要了解化学学习的特殊条件，就需要对化学学习的具体情况进行分析。

一 不同学习内容的特殊条件

在化学学习中，不同的学习内容有着不同的特殊条件。这些条件可以分为学习者内部条件和学习者外部条件两方面。学习者内部条件主要指学习的兴趣、知识技能基础和学习能力方面的某些特点，学习者外部条件主要指具体的物质条件和组织、引导、控制条件等等。

学习者对化学的认识兴趣有着不同的内容和水平。例如，有的学习者只有观察或感知的兴趣，或者满足于观察化学演示实验，或者满足于获得某些物质的性质、制法、用途等“现成”的知识；有的学习者不满足于被动地观察或感知，还具有亲自操作或实践、重现观察或感知内容的兴趣；有的学习者不仅有了了解化学现象的兴趣，还要求作出解释、深入了解化学现象发生的原因和条件，具有探究的兴趣；还有的认识兴趣进一步提高，他们不满足于了解特定的、个别的化学现象的因果联系，而且要求了解一类化学现象的相互联系和一般规律，具有概括性的认识兴趣。

不同的化学学习内容所要求的学习兴趣是有所不同的。例如，化学实验技能学习主要要求具有操作或实践的兴趣，化学理论学习主要要求具有探究和概括的兴趣等等。

不同的化学学习内容所要求的知识技能基础不同。根据化学认知结构进行逻辑分析，可以揭示具体学习内容的知识技能基础。例如，图 2-4 以学习“一氧化碳具有还原性”为例，简略地分析了所需要的知识技能基础。

为了不使分析过于复杂，图中省略了一些内容(例如为了学好这一知识，还应该了解氧化性、氧化反应、物理性质等概念)。如果学习

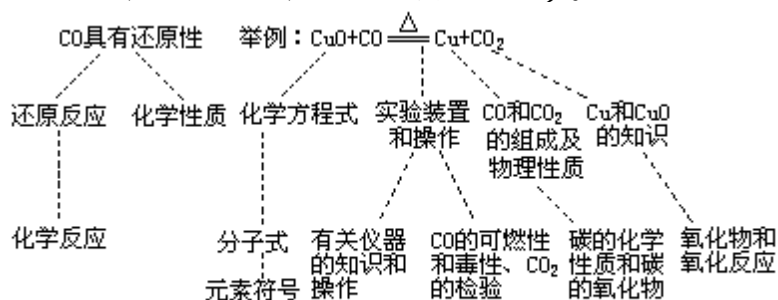


图2-4 学习一氧化碳具有还原性的知识技能基础分析

者已经学习过“氢气具有还原性”，这一分析便可以大大简化：

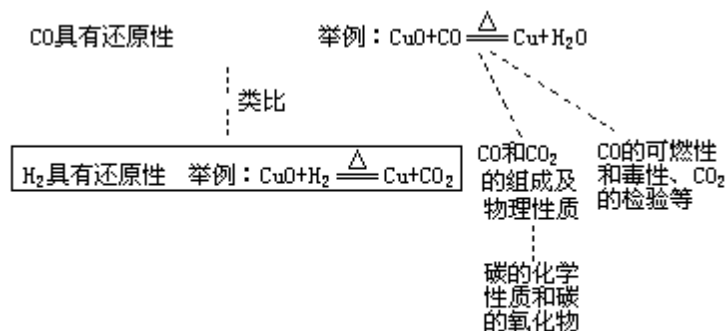


图 2-5 在学习氢气具有还原性基础上学习一氧化碳具有还原性的知识技能基础分析

图中方框表示学习者先前学习“氢气具有还原性”的结果，它相当于皮亚杰所说的图式，通过一定的心智活动（类比），使两个反应联系起来，就可以形成学习“一氧化碳具有还原性”的有效基础。

表 2 - 1 分析了“制取氧气实验技能”的学习基础，有关的知识基础以及心智和操作技能基础都是学习这一实验技能的特殊条件。

表 2 - 1 制取氧气实验技能的知识技能基础分析

	活动程序	知识基础	心智和操作技能基础
1	形成实验方案(活动定向)	实验室制取氧气反应原理、有关仪器和装置的知识	构思或阅读、理解给定的实验方案
2	KClO ₃ 和 MnO ₂ 用量确定	化学计算方法 KClO ₃ 和 MnO ₂ 用量比	计算 KClO ₃ 、MnO ₂ 用量
3	KClO ₃ 的称量和研细 MnO ₂ 的称量和去杂 KClO ₃ 和 MnO ₂ 的混合	固体药品取用知识 天平及称量方法知识 KClO ₃ 特性及研磨知识 MnO ₂ 去杂原因和方法	取用、称量 KClO ₃ 和 MnO ₂ 研细 KClO ₃ 灼烧 MnO ₂ 、冷却 混合 KClO ₃ 和 MnO ₂
4	仪器选择 导管、橡皮塞选择与加工 连接、检查气密性	试管、集气瓶等仪器知识 导管、橡皮塞加工要求和方 法 连接方法、气密性检查方法	选择适当规格的仪器，导管 选择、弯制、圆口，橡皮塞选 择、打孔，连成装置、检查气 密性
5	试剂装入	试剂装入规则和方法	把反应物装入试管并摊平
	预热、加热	预热原因和方法，加热规则 和方法	预热，加热
6	观察和控制反应	反应现象和生成物状态、控 制反应速度的方法	判断反应发生和反应速度， 调整反应温度控制反应速度
7	收集、储存氧气	氧气的收集和储存方法	用集气瓶收集、储存氧气， 判断集气量是否足够
8	停止实验	停止实验的规则和方法	熄灭酒精灯
9	仪器拆卸、洗涤	废渣处理规则及方法仪器 拆卸、洗涤方法	拆卸仪器 处理废渣，洗涤试管
10	实验记录与报告	实验记录、实验报告的格式 与要求	写实验记录、实验报告

值得注意的是，学习制取氧气实验技能的知识基础中，包括了制取氧气实验的全部知识，它说明了化学技能跟有关的化学知识的关系：前者必须以后者为基础，后者是前者形成的条件。

不同学习内容的物质载体常常不同——不同的实验器材、教科书及其辅助材料的不同部分（篇、章、节）等，因而不同内容的学习需要不同的物质条件。

此外，不同内容的学习需要的组织、控制内容也不同。这是因为，不同内容有不同的学习过程和规律，要使化学学习顺利和有效地进行，就要根据有关的规律并结合具体的学习情况给予不同的组织、指导、调整和控制。

在学习过程中，学习者的心理状态和心理活动跟学习内容有着密切的联系，需要给予引导、调整、控制，使之处于最佳心理状态。学习者心理状态和心理活动的变异性决定了组控条件的特殊性。表 2 - 2 列出了不同类型学习内容的特殊条件。

表 2 - 2 不同类型学习内容的特殊条件

学习内容	内部条件	外部条件
元素化合物知识的学习	<p>学习者已形成化学变化等基础概念</p> <p>能够在新学习的元素化合物知识中发现自己已知的东西，跟已有的物质知识联系起来</p> <p>能把学习的元素化合物知识按照一定的系统结构储藏在长期记忆中</p> <p>能用化学符号系统（化学语言）来描述物质的化学运动</p> <p>有学习元素化合物知识的兴趣等</p>	<p>使学习者知道有关的化学反应，通过组织观察、实验或者利用过去的观察、实验回忆，使学习者形成有关的表象</p> <p>引导学习者对物质及其变化进行分析、综合、比较、鉴别，进行解释、小结或者根据一般化学原理提出关于元素化合物的推测、假说并验证，介绍有关的化学术语、化学符号，使学习者对所学元素化合物知识形成理性的认识</p> <p>培养、激发学习者对元素化合物知识的学习兴趣，介绍学习方法和学习时的注意事项等</p>

续表

学习内容	内部条件	外部条件
化学概念的学习	<p>有足够的关于化学事物的感性知识</p> <p>有一定的分析、综合等抽象思维能力,有鉴别主要和次要、本质和非本质的能力</p> <p>知道作为所学概念的定义组成部分的事物概念(如上位概念)和特征、关系概念</p> <p>对有关化学事物获得概括性认识的兴趣等</p>	<p>选择范例,使学习者获得形成化学概念所必需的化学事物的经验材料</p> <p>引导学习者进行分析、综合、比较、鉴别、抽象、概括,形成化学概念</p> <p>帮助学习者做好形成化学概念所需要的事物概念、关系概念等知识准备,指导学习者了解概念的内涵、外延,掌握化学概念的定义、解释、分类和划分等,并进一步运用所学的化学概念</p>
化学理论的学习	<p>掌握有关的化学概念</p> <p>有一定的逻辑思维能力和辩证思维能力,掌握科学的思维方法</p> <p>对化学有概括性认识的兴趣等</p>	<p>指导学习者学会科学方法</p> <p>提供理论模型或原型,帮助学习者理解和掌握有关的理论知识</p> <p>介绍有关的化学符号系统及其规则</p> <p>指导学习者把化学理论知识应用于实际,进一步加深、发展认识</p> <p>激发进行理论概括的兴趣等</p>
化学实验技能的学习	<p>学习者对实验操作具有较浓厚的兴趣,能较长时间地注意于实验</p> <p>有必要的知识基础和心智技能基础(如构思实验方案或者阅读、理解给定实验方案,决策,判断,化学计算等)</p> <p>能在头脑中预先形成实验活动及其结果的映象,在执行实验计划时逐步建立完成实验操作活动的内部体验,对自己的操作进行控制和调整</p> <p>能灵活、协调地控制四肢和身体其他部分的骨骼、肌肉活动。</p>	<p>帮助学习者明确操作的意义和目的,激发学习者对实验操作的兴趣,使其始终注意于实验</p> <p>帮助学习者形成实验方案,进行示范,使学习者在头脑中形成动作映象,完成实验活动的定向</p> <p>帮助学习者形成良好的知识和技能准备</p> <p>分阶段组织练习:首先把化学实验技能分解为若干局部的基本技能并分别组织练习,然后使局部的操作连成完整的操作,完善实验操作,逐步学会化学实验技能乃至达到熟练程度</p> <p>及时向学习者反馈操作的结果并给予指导</p> <p>提供需要的实验器材等</p>

续表

学习内容	内部条件	外部条件
化学能力的学习	掌握有关的知识 and 技能 回忆学过的规则 and 经验 激活并运用已学习的认知策略、科学方法 经验、体验的概括化和内化	组织适当的问题情境，提出问题促使学习者回忆有关规则、经验等 告诉活动的目标、解决办法的一般形式，引导活动的方向 提供实践机会，促进发现 培养学习者的学习自主性等
态度的学习	学习者具有新态度将要指向的事物概念 有正确态度或模范的概念，能把模范的感染力特征内化 有一套与态度有关的个人行为的观念 以人生观为基础的价值观等	建立有感染力和可信的模范 刺激学习者回忆态度的对象以及应用的情境 示范，提供在实践中锻炼的机会 交流体验，进行强化 帮助树立正确的人生观等

二 不同目标水平的特殊条件

虽然化学学习的具体目标多种多样，但它们可以划分为不同的层次水平。就是对于同一内容来说，在不同学习阶段，其水平也可能不同。不同水平的学习目标，有着不同的特殊学习条件。表 2 - 3 以氧化还原反应的学习为例，由低到高地分别列出了不同阶段的学习目标、层次水平和学习条件。

表 2 - 3 学习氧化还原反应时，不同学习目标水平的特殊条件

学习目标	水平	特殊学习条件
能说出什么是氧化、还原以及氧化还原反应	知道	知道什么是化学反应，学习过物质跟氧气的反应以及含氧化合物中的氧被夺去等反应，由外部提供有关的言语信息（例如有关定义）

学习目标	水平	特殊学习条件
能说明氧化、还原、化合价(氧化值)升降和电子转移间的相互关系,作出氧化还原反应、氧化、还原、氧化剂、还原剂等判断,能看懂并会模仿用氧化还原分析式分析氧化还原过程	领会	以“知道”水平为基础,掌握氧化与还原、化合价(氧化值)升降等实质;接触过较多的氧化还原反应,包括不发生得氧、失氧的情况;有一定的分析、概括、逻辑推理能力和兴趣水平等
能根据原子结构或元素氧化值等推测物质的氧化性或还原性及其强弱,从氧化值变化和电子转移角度分析氧化还原反应	应用	在“领会”水平的基础上,加深对氧化还原反应实质的认识;掌握化学方程式的书写、掌握分析氧化还原反应的方式及其规则;有一定的抽象思维能力和解决问题的兴趣等
能应用氧化还原反应来设计物质间的转化,或者结合其他知识技能的运用来解决较复杂的问题	综合运用	在“应用”水平基础上,进一步掌握氧化还原反应规律;能从较复杂的问题中抽象出核心问题;对有关物质有丰富的知识,对涉及的其他知识、技能掌握得较好,兴趣和情感水平较高等
能独立和自觉地概括氧化还原作用跟化合反应、分解反应、置换反应和复分解反应的关系	融会贯通	在“综合运用”水平基础上,进一步熟练、概括和内化;有较高的思维水平、兴趣水平和情感水平等;对外部组控条件依赖减少
能独立地把氧化还原作用扩展到复杂的有机化学反应领域,摸索出分析、配平有机物氧化还原反应方程式的方法	创新	以“融会贯通”水平为基础,有创造思维能力、较高的兴趣水平和情感水平,心态轻松、自信,基本上不需要外部给予组控

三 不同方式、方法的特殊条件

根据学习方式可以把化学学习分为:(1)由教师组织、控制学习;(2)由教材组织、控制学习;(3)由电子计算机教学系统组织、控制学习;(4)由学习者自己组织控制学习4种类型。它们有着各自的特殊条件。

对由教师组织控制的学习来说,首先需要具有组控化学学习经验和能力的教师。当教师采用不同的教学方法时,对教师和学习者又各有一些特殊的条件。这一问题将在稍后再作进一步的阐述。

对于由教材组织控制的化学学习,需要有能提供学习程序、学习指导以及有关学习材料的化学程序教材;需要学习者有一定的阅读、理解等学习能力,有一定的自组织控制能力跟程序教材的组织控制配合;此外,还需要有相应的实验设施和指导等。

对于由计算机教学系统组织控制的化学学习,除了需要配置适当的输出、输入设备的计算机系统外,还需要有教学课件(包括其支持软件在内)。质量水平较高的课件能集中优秀教师的经验,具有一定的人工智能水平,并且不需要专门训练就可以操作和学习。但学习者应能对计算机提出的问题和操作要求作出积极反应,才能使学习得以进行。化学课件虽然可以用于实验方式模拟实际的化学实验,但有其局限性,所以还需要有适当的化学实验设施和指导。

至于由学习者自己组织控制的化学学习,除了需要有必要的化学实验设

施外，还需要有能适应自学需要的化学教材，需要学习者有较强的学习能力和自组控能力。

化学学习方法多种多样，有着不同的分类方法。例如，根据化学学习活动中感知方式的特点，可以把化学学习方法分为听课学习方法、讨论学习方法、阅读学习方法、观察学习方法、实验学习方法、练习学习方法和参观学习方法等基本方法。根据化学学习活动中的逻辑方式，可以分为归纳学习法、演绎学习法、比较学习法、分类学习法、综合学习法、论证学习法等。还可以根据化学学习的求知方式，把化学学习方法分为接受—复现式和探索—发现式两类。根据化学学习的组织控制方式分为自主式学习和控制式学习两大类等等。不论哪种类型的学习方式，都可能采用不同的学习方法。化学学习方法的选择不是完全随意的，必须满足一定的条件。表 2 - 4 列出了一些化学学习方法的特殊条件。

表 2 - 4 一些化学学习方法的特殊条件

化学学习方法	特别适用的学习任务	特别适用的学习内容	学习者的特别条件	教师的特别条件	其他特别条件
听课	获得化学概念和理论、化学事实等知识，发展语言逻辑思维	有一定难度或者学习者不熟悉	有一定的听课能力，能保持和合理分配注意，做到听、看、记、做、想相互配合	掌握讲授教学方法，有一定的教学语言水平	有必要的课后复习、“消化”和巩固作业与时间
讨论	掌握学习重点，解决疑难问题，发展逻辑思维，提高语言表达、论证、反驳以及灵活运用化学知识的能力	重点内容的关键性问题，可成为知识生长点或发散点的问题，难度适中，富有思考性和争议性	对讨论题有兴趣，有一定的知识经验基础，事先经过思考，作好讨论准备，形成学习集体，有讨论学习的习惯	有组织和引导、控制讨论的能力，事先准备有补充问题和补充材料(包括化学实验)	有足够的准备时间和讨论时间
阅读	学习化学知识，提高文字表达能力	内容比较系统、完整，不太复杂	有一定的阅读能力、独立学习的心理准备和习惯	有辅导阅读的能力和准备	有便于阅读、理解的阅读材料和辅助材料

续表

化学学习方法	特别适用的学习任务	特别适用的学习内容	学习者的特别条件	教师的特别条件	其他特别条件
观察	获得化学事物的感性材料、形成物质及其变化的表象,学习观察技能,发展化学形象思维,激发学习化学的兴趣	能用直观形式有效地表达的内容;无法或不便由学习者操作的实验	了解观察的目的、意义和方法,逐步形成科学观察的技能 and 能力,有观察化学事物的兴趣	掌握演示教学方法,明确演示的目的和必要性,精心选择内容和设计演示方案,力求准确、鲜明、简便、安全、可靠,善于指导观察	有必要的实验器材或其他直观教具,便于学习者观察,有足够的时间
实验	形成化学实验技能、化学实验能力和科学态度,获得化学变化的感性材料和形成表象等	化学实验方法、深化变化以及其他需要通过操作实验才能有效地表现的内容	了解化学实验的目的、意义和规则,经过预习,具备有关的知识基础,有操作实验的兴趣	有组织、指导学生实验活动的能力和准备,掌握了有关教学方法	有必要的实验设备、材料和场所,有足够的实验时间
练习	形成化学技能、技巧和能力	化学符号的读、写、用,化学计算,化学操作技能,化学知识技能的运用等	具备有关的知识和技能基础,有一定的学习意志	有组织、指导学生练习的能力、准备和计划	有经过选择、数量适宜的练习题和练习材料,有足够的练习时间

续表

化学学习方法	特别适用的学习任务	特别适用的学习内容	学习者的特别条件	教师的特别条件	其他特别条件
参观	学习有关的实际知识	化学在工业、农业、国防和科学技术等部门的实际应用	了解参观的目的、要求、计划和有关规定,有参观的思想准备、知识准备和物质准备	有组织参观活动的能力,事先认真选择参观对象、制订周密的参观计划,落实组织、纪律、安全、交通、生活等措施	有适宜的参观单位和讲解人员
接受复现	形成比较系统的知识、技能	内容太复杂或者很简单	缺乏探索、发现的能力或准备	缺乏组织探索、发现活动的的能力或准备	没有足够的时间或物质条件组织探索、发现活动
探索发现	学习科学方法,发展思维独立性,形成探索精神,培养创造能力	复杂程度适中	有一定的探索、发现准备和基础	有组织探索、发现活动的的能力和基础,掌握了有关的教学方法	有组织探索、发现活动的时间和物质条件
归纳	发展由个别到一般、进行归纳推理和概括的技能	不宜使用演绎法,有足够数量的、可供归纳的个别材料	有概括和归纳的兴趣,有一定的分析、综合能力,但对演绎推理感到困难	掌握组织、指导归纳活动的教学方法	教材用归纳方式阐述

化学学习方法	特别适用的学习任务	特别适用的学习内容	学习者的特别条件	教师的特别条件	其他特别条件
演绎	发展由一般到个别、进行演绎推理的技能	适宜于用演绎方式阐述,具备进行演绎推理的条件	有进行演绎推理的兴趣,有一定的分析、综合能力,有进行演绎推理的必要基础	掌握组织、指导演绎活动的教学方法	教材用演绎方式阐述或者可以改用演绎方式阐述
独立学习	掌握自学方法,培养自学能力和独立工作的能力	内容不太复杂,比较完整和系统	有独立学习的愿望和基础,掌握了阅读、观察、实验、练习等基本的化学学习方法	有组织和指导学生自学的计划和准备,能提供指导、辅导和咨询	有必要和适宜的阅读材料、练习材料、指导和辅导材料,有必要的设备和时间

毛泽东同志说过：“由于事物范围的极其广大，发展的无限性，所以在一定场合为普遍的东西，而在另一定场合则变为特殊性。反之，在一定场合为特殊性的东西，而在另一一定场合则变为普遍性。”所谓化学学习的特殊条件正是这样。对于具体课题的具体条件来说，本节所论述的特殊条件又具有普遍的性质。在研究化学学习的特殊条件时，应该首先注意研究的范围，从具体的情况出发进行具体的分析，才能得出科学的结论。

第三节 化学学习准备状态

一 化学学习准备状态

化学学习准备状态指学习者适应化学学习的身心发展成熟情况，它由多种影响化学学习的内部因素组成，是那些促进或者妨碍化学学习的个人特点的总和。化学课程设置、化学教学计划制定、化学教材编写、化学学习过程组织以及化学学习指导等都跟化学学习准备状态有关。

化学学习准备状态一般包括三方面的因素，即 学习者个体的成熟；学习者个体的化学知识和经验； 学习者个体的化学学习动机。它除了包含跟所有学科学习有共同关系的身体发展、智慧发展、情绪和社会性发展等一般性因素外，还包含化学学习所必需的特殊因素。

参照布鲁克纳(L. J. Brueckner)和格罗斯尼克尔(F. E. Grossnickle)对算术学习准备因素的研究,盐田芳久于1955年提出理科学习的准备因素如下：

(1)精神发展的水平。学习所必需的一般精神能力(用智力测验测定)。

(2)情绪反应。对理科和自然的兴趣、稳定性、感受性、从经验和活动中产生的动机作用、对同伴和教师的态度、对学校生活的适应性等(用观察和提问的方法测定)。

(3)社会性的发展。对集体活动的参加和协作、经验背景、家庭背景、对理科的社会意义的认识(用观察、调查的方法测定)。

(4)生理条件。视知觉的成熟程度、视听的正确辨别、读和写的运动调整、反应速度、处理材料和工具的能力、营养、疲劳等(用测验和观察的方法测定)。

(5)心理因素。记忆力的发展状况、概念的范围、观察能力、理解关系的能力、解决问题能力、应用能力、概括能力、注意的坚持力、听从指导的能力等(用测验和观察的方法测定)。

(6)学习习惯和基础知识、技能。研究和作业的良好习惯、对教材和读物的注意、阅读能力、对学习的态度、与学习新单元和问题有关的基础知识和技能(用测验、观察和提问的方法测定)。

对于化学学习的准备因素，作者认为可以分列为如下6类25项：

1. 生理的发展

(1)视(色、形、光等)、听、嗅、肤(触压、温度等)、运动等各种感知觉的成熟程度和正确辨别能力。

(2)正常的抗化学品过敏、抗毒机能。

(3)四肢肌肉运动的协调、灵活性和操作、控制器具的准确、自如程度。

(4)营养、疲劳和健康状况。

2. 智能的发展

(1)注意的自觉性、稳定性以及注意的范围、分配和转移等方面的良好品质。

(2)对事物的观察、记忆、理解、想象能力。

(3)完善的言语发展水平。

(4)读、写、算等基本学习能力。

(5)适当的形象思维能力和逻辑思维、辩证思维等抽象思维能力。

(6)进行概括，形成和应用概念，以及解决问题的能力。

3. 兴趣、动机、情感的发展

- (1) 对物质化学组成和物质化学变化的兴趣。
- (2) 学习和探究化学的动机。
- (3) 一定的情感水平和情绪的稳定性和适应性。
- (4) 对学习生活的适应性。

4. 社会性发展 (1) 适当的家庭和生活环境背景。

- (2) 一定的化学经验背景。
- (3) 对化学的社会意义的认识。
- (4) 对学习集体的参与和协作配合。

5. 学习习惯与经验

- (1) 阅读的习惯。
- (2) 研究和作业的习惯。
- (3) 对学习的积极态度。
- (4) 一定的学习经验。

6. 化学的基础知识和经验

- (1) 对周围环境化学事物的感知、注意。
- (2) 跟化学有关的知识经验的积累。
- (3) 必要的数学、物理等相关学科知识的准备。

一般说来，在生理发展方面，除了先天色盲、严重过敏、行为障碍以及后天的营养、疲劳和健康状况较差外，只要学习者达到一定年龄之后，各种准备因素即可达到要求。

后 5 个方面则主要跟学习者以前所受的教育以及所处的环境有关。一般说来，它们不能随学习者年龄增长而自然具备。其中有些因素可以因学习者达到一定的学级、学习了某些基础学科而基本形成（例如基本的学习能力和智力）；有些因素变异性较大，它们更常常为人们所注意。为了有效地进行化学学习指导，需要按学年、具体地指明各因素需要达到何种程度或者发展水平，选择合适的测量工具和制定合理的评价标准。

二 化学学习的最佳期和最近发展区

化学学习最佳期和化学学习的最近发展区是跟化学学习准备状态关联着的两个概念。

所谓化学学习最佳期，是指学习者适应化学学习恰到好处的成熟阶段，在这一时期学习化学的效率最高。提前进行学习其效果不好，错过这一时期学习效率则会显著下降。

国外曾经有人用实验方法研究某些内容学习的最佳期。由于化学学习的复杂性和学习内容间很强的关联性，以及自然实验条件的限制，对化学学习最佳期的研究比较困难，目前尚未见对化学学习最佳期进行实验研究的报导。但是用历史文献法研究学校化学课程的开设起始情况，可以从中得到关于化学学习最佳起始期的初步结论。

表 2-5 我国化学课程起设情况

年 份	起设年级	学生年龄	说 明
1902	中学三年级		中学修业 5 年
1904	中学四年级	约 18 岁	中学修业 5 年
1912	中学三年级	约 16 岁	中学修业 4 年
1923	中学		学分制，必修课程之一
1932	初中二年级	约 14 岁	中学修业 6 年
1936	初中三年级	约 15 岁	中学修业 6 年
1940	初中二年级	约 14 岁	中学修业 6 年
1941	初中四年级	约 16 岁	中学修业 6 年
1950	初中二年级	约 14 岁	中学修业 6 年
1953	初中三年级	约 15 岁	中学修业 6 年

实践表明，青少年在 15 岁前后开始学习化学比较适宜，目前多数国家也正是这样安排的。另外，各学期连续学习化学比间断学习效果要好。

有人通过调查发现，化学家在 26—32 岁阶段是创造成果的最佳年龄区。由此可以推论，若以培养化学家为目的，化学学习的最佳期当在 26 岁之前。据笔者统计，1901—1979 年，诺贝尔化学奖获得者取得获奖成果时的平均年龄约为 40 岁。若除去平均研究时间 3 年，毕业后成熟平均时间 10 年，可推得学习最佳期在 27 岁之前，与上述推论相近。设在大学和研究生阶段接受高等化学教育的时间为 9 年，在中学阶段接受基础化学教育的时间为 4 年，则可得出高等化学专业学习的最佳期始于 18 岁左右，学习基础化学的最佳期则始于 14 岁左右。不过，上述估算十分粗糙，其可信范围应适当加大。

化学学习不仅受制于学习者个体身心发展的已有水平，还应该考虑到学习者通过本阶段化学学习可能达到的新的发展水平。全面地、正确地研究化学学习准备状态，不能只是消极地适应、迁就学习者个体现有发展水平，还要依据新发展的可能性，使化学学习在促进学习者发展方面发挥作用。这一观点源于苏联心理学家维果茨基（Л. С. Виготский，1896—1934）提出的“最近发展区”概念。

化学学习的“最近发展区”对应于这样的发展水平：青少年学习者经过认真的努力，或者同时在外界的帮助和指导下，可以达到、但一般不能独立地轻而易举地达到的解决某化学学习课题的发展水平。化学学习中最近发展区的确定，以学习者当前的发展水平、对学习者化学认知和发展规律的研究，以及对化学学科结构的研究为基础。

三 化学学习准备工作

化学学习准备工作指化学学习开始之前必要的具体准备，包括学习方案的准备、学习材料和实验设施等物质的准备等。它跟化学学习准备状态是两个不同的概念。

对学习者来说，首要的准备工作是学习准备状态的激活。而化学学习准

备状态激活工作中，最重要的是知识技能基础的激活和学习动机的激发，即化学学习的心理准备。

化学学习需要一定的知识技能基础。根据记忆的多存贮理论，学习者所具备的知识技能基础通常以长时记忆方式贮存着。在化学学习中所需要的基础知识技能必须从长时记忆中提取出来，转入工作记忆系统（又称活动记忆或短时记忆系统）处于随时可用状态，才能在新的认知过程中发挥作用。这一过程就是知识技能基础的激活。由于短时记忆系统是一个临时贮存场所，它的容量有限，提取出的基础知识技能仍可能进入长时记忆系统贮存。但是，这一过程将会加深记忆痕迹，并且会减少再次提取、激活的时间和困难，从而使新的学习能够比较顺利地进行。

为了使学习者在长时记忆中贮存的知识技能基础激活，可以采用下列基本方法：在学习新知识前先复述或复习作为学习基础的化学知识技能；回忆有关的化学知识技能的获得过程，重温原先形成化学知识技能的问题解决过程；用跟新、旧课题关联的新问题来组织有关化学知识技能的回忆和再认，等等。第 1 种方法比较简单，但不能有效地揭示基础知识技能跟新课题的联系；第 2 种方法正好与此相反，它能比较好地揭示有关知识技能跟新学习课题的联系，但设计问题难度较大，比较复杂；第 3 种方法则介于这两者之间。表 2-6 比较了这 3 种方法的效果。

表 2-6 激活知识技能基础的 3 种方法比较

	方法 1	方法 2	方法 3
复杂和困难程度	较小	较小	较大
迁移作用	较小	中等	较大
激活效果和对新课题学习的作用	较小	中等	较大

化学学习的进行有其动力因素即动机。化学学习动机的首要因素是化学学习的需要，它有各种各样的内容和形式，例如对化学学习的兴趣、爱好、习惯；对化学学习的重要性的认识；对于未来的理想等等。为了实现化学学习，不仅要有学习的需要，还要有能激起这种需要的一定条件，使其从潜在状态转为活跃状态，使学习者产生强烈的学习愿望或意向，成为实际的化学学习活动的动力。

化学学习动机的激发不但能使学习者趋向于化学学习，而且可以使他们对化学学习具有敏锐的感应性；它不但可以调动学习者学习化学的主动性、积极性，为完成当前的学习任务创造有利的条件，而且可以使已经形成的化学学习需要被强化，有利于今后的化学学习。

化学学习动机的激发可以通过下列途径实现。

- (1)明确化学学习的具体目的和意义，唤起责任感，来激发学习者的学习积极性。
- (2)利用社会、学校和家庭对学习者的期待以及学习者的自我期待和抱负。
- (3)利用成绩、名次、表扬、奖励等外部诱因，使外在刺激转变为引起化学学习动机的目的物。

(4)利用化学学习内容、学习活动的新颖性，使学习者产生好奇心、求知欲和学习兴趣，在这方面，化学实验有着重要的作用。

(5)创设难度适当的化学问题情境，使学习者产生解决问题的强烈愿望。

(6)使学习者原有的动机、兴趣迁移到新的化学学习上来，等等。

在化学教学中，教师选择激发学生化学学习动机的适宜途径并且结合激活知识技能基础的有效方法，可以作出多种多样的授课开头设计，帮助学生做好新的化学学习准备。

化学学习结果对化学学习动机有一定的反作用，它们既可能形成良性循环，也可能形成恶性循环。化学学习动机的激发不限于化学学习的开端，而应贯串于整个学习过程。化学学习动机的激发以平时对化学学习动机的培养为前提和基础。在化学学习过程中应该始终注意学习动机问题。关于化学学习动机，本书在第八章中还要专门论述，这里仅从学习条件和学习准备的角度作简单的讨论。

第三章 化学学习目标

化学学习是学习者学习化学知识、技能、方法、态度等多种要素的复杂过程。为了使这一过程自觉、有序地进行，具有较高的效率，首先必须制定清晰、合理、可操作的学习目标，以便明确学习的具体任务、要求，规定学习行为取向和评定学习结果。美国著名心理学家布卢姆(B.S.Bloom)在《教育评价》一书中指出：“阐述教育目标，就是以一种较特定的方式描述在单元或章节完成之后，学生应能做(或生产)些什么，或者学生应具备哪些特征。”可见，他所谓教育目标的落脚点是在学习者通过学习以后的行为变化上，这跟我们要论述的学习目标并无本质的差异。

根据社会向化学学习系统提出的任务、要求和化学学习系统的功能，化学学习目标除了应该有学科认识方面、技能和能力方面的目标以外，还应该 有陶冶情操和适应社会生活需要等方面的目标，由它们组成化学学习目标系统。

近 30 年来，国内外学者在借鉴布卢姆教育目标分类理论这一学术成果的同时，结合教学实验，主要对认知、情感和动作技能领域的化学教学目标进行了大量的研究。据此，本章主要就知能领域、品德情感领域和实验技能领域的化学学习目标进行介绍和讨论。

第一节 化学学习目标架构

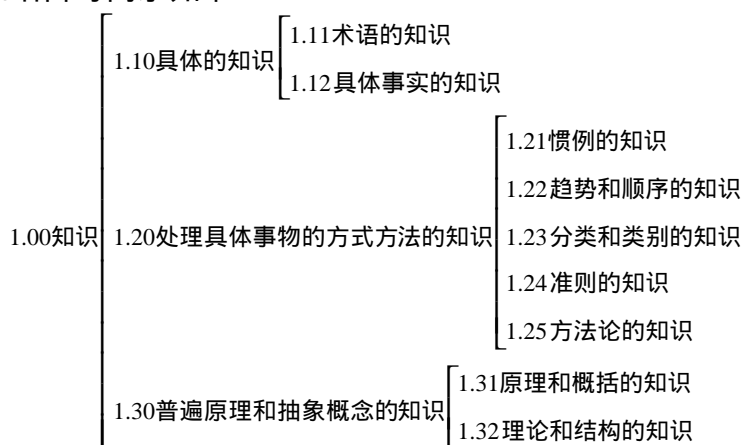
研究教育目标或学习水平的分类，一直是教育学家、心理学家特别关心的问题。在这方面做出重要贡献的有泰勒（R. W. Tyler）和布卢姆等人。在本世纪 30 年代，泰勒首次提出“教育评价”、“行为目标”等概念，他认为教育评价应以教育目标为中心，采用适当的方法测量学生的表现，从而比较测量结果与目标的差异，这个目标应包括两个维度：学习内容以及所希望的学生行为。因此，行为目标就是按可操作的和可测量的行为术语来表达学生所要达到的教学目标。1948 年，美国心理学会在波士顿召开大会，试图研究一个对教育过程的目标进行分类的框架，与会者认为必须在认知、情感和动作技能三个领域中展开专门的研究。此后，布卢姆等人做了不懈的努力，经多次研讨、分工合作，历时 20 余年（1948—1972 年），教育目标分类学的三个领域的研究工作终于完成。在他们的著作中，系统地介绍了为设计教学、评价教学所适用的分类方法，这一分类学将教学活动所要实现的最终目标分为三部分。

第一部分是认知领域，包括知识的回忆或再认，以及智力和技能的形成等方面的目标。

第二部分是情感领域，其目标包括描述兴趣、态度和价值等方面的变化，以及鉴赏和令人满意的顺应的形成。

第三部分是动作技能领域，其目标强调肌肉或运动技能对材料和客体的某种操作或需要神经肌肉协调的活动。

就某一领域而言，从实现其最终目标所要经过的那些系列目标出发，容易勾画出目标体系的框架，也即行为描述，如识记、理解、应用等等。这些目标不包括实质的学习内容，只反映出学习行为的某种特性或能力，因此，纳入目标体系中的术语，也就有了特定的内涵。布卢姆采用三种方式界定目标，即目标的言语描述（定义）、亚级目标一览表和例证性习题。例如，认知领域中的“知识”目标，其定义是“指那些注重记忆的行为和测验情况，这种记忆是通过对观念、材料或现象的再认或回忆而获得的”。“知识”的亚级目标和细目可简示如下：



习题例证作为目标的第三种界说，布卢姆认为是“最详细和最精确的定

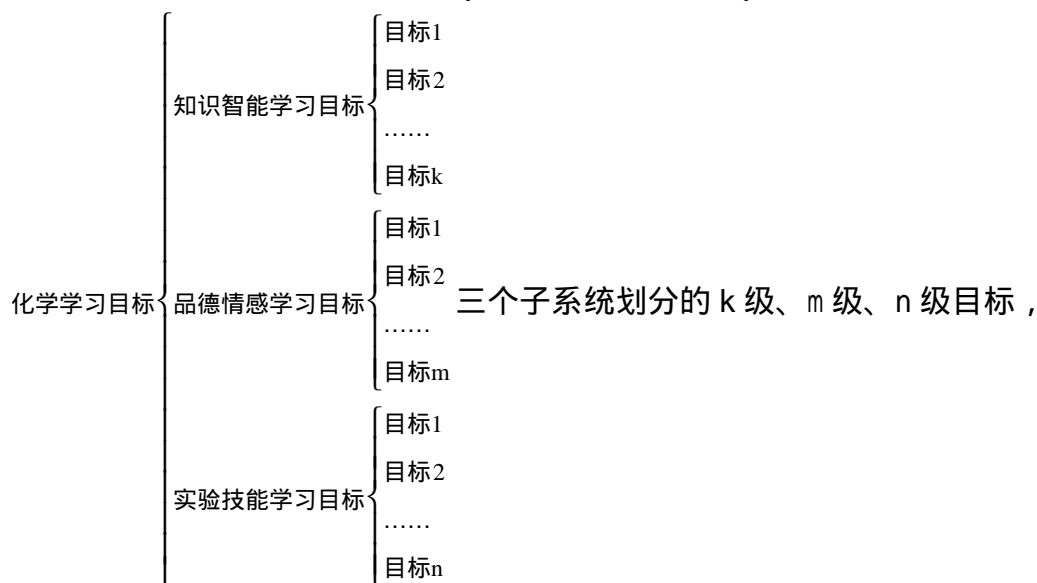
义”，因为它“指明了要求学生表现的具体行为。”在《教育目标分类学第一分册·认知领域》一书中，不少化学问题被用做例证，如：

- 例证 1.12：钠离子不同于钠原子，是因为：(A) 钠离子是钠的同位素
 (B) 钠离子更活泼
 (C) 钠离子中的核带有正电荷
 (D) 钠离子唯有在溶液中才存在
 (E) 钠离子所拥有的电子较少

- 例证 1.23：下列哪种现象是化学反应
 (A) 酒精的蒸发 (B) 结冰
 (C) 油的燃烧 (D) 蜡的融化
 (E) 沙与糖的混合

- 例证 1.25：周期表的作用之一是：
 (A) 确定气体的可溶性
 (B) 发现许多化合物的电离程度
 (C) 预测尚未发现的元素
 (D) 精确地确定化合物的分子量

借鉴上述目标分类的理论和方法，我们可将化学学习目标视为一个大系统，它由三个子系统构成，分别称为知识智能学习目标、品德情感学习目标和实验技能学习目标。根据子系统的目标要求又可将其分解，形成该子系统属下的若干级不同层次的亚目标（或称学习水平分类）。



是对不同领域内学习者学习行为的具体描述，语词必须突出清晰客观、容易操作等特点，不能含糊。各级目标的确定应保持系统内在的逻辑一致性。另一方面，在化学教学中具体实施目标时总是从课时目标或单元目标起步，逆向回溯，直至达到整体目标。因此，还须对学习目标作纵向分解。

课程学习目标— 学年学习目标— 学期学习目标— 章节学习目标— 单元学习目标— 课时学习目标

值得指出的是，知识智能学习目标是对应于认知领域而言的，也就是通常所说的智育范畴。对这一方面的研究，国内外成果颇丰。布卢姆等人定义的情感目标（如接受、反应、价值判断等），似缺乏清晰的逻辑结构，内涵、外延均难确定，在化学教学中推广运用十分不易。国内的一些实验者改变思

路，往往将传统的德育教育融于其中，取得了一定的成效，因此可称为品德情感学习目标。动作技能领域的目标研究在国外不多见，仅有的一些也以儿童游戏和职业技术教育为背景，在理科教育领域几乎空白。无论从化学实验的重要性或学生实验技能培养角度考虑，这一方面的研究意义重大，亟待加强。

第二节 知能领域的化学学习目标

对知能领域或称认知领域的目标分类，布卢姆等人曾有过杰出的贡献。他们首创的认知目标分类体系结构完整、层次清晰、理论阐释系统、容易操作和实施测量评价，经包括我国在内的世界上众多国家的广泛运用，目前已取得了显著的成效。

一 认知目标分类研究概述

布卢姆的认知学习目标从低到高分6个层次或称六级学习水平，它们是知识(knowledge)、领会(comprehension)、运用(application)、分析(analysis)、综合(synthesis)、评价(evaluation)，其基本的认知活动见下表。

认知目标	认知活动
知 识	了解术语、事实、惯例、趋势和顺序、分类和类别、准则、方法论、原理和概括、理论和结构等方面的知识
领 会	转化、解释、推断
运 用	恰当地运用抽象概念或原理、法则于特定的情境
分 析	分析要素、关系和组织原理
综 合	进行独特交流、制定操作计划、概括抽象关系
评 价	依据内在证据和外部准则进行判断

从表中所列的认知活动情况可知：

第一，布卢姆以六级目标来划分学习行为，从而构成了完整的认知目标体系，其中水平最低的是“知识”，水平最高的是“评价”。每一级目标都有严格的定义，但相互之间又有密切的联系。目标层次的分类反映了学习者由简单到复杂的学习行为变化过程，低级的、较简单的行为是高级的、较复杂的行为的组成部分，因而低级目标与高级目标之间存在着包容关系，如“运用”层次含有“知识”和“领会”的要素，只有达到了较低层次的目标，才有可能逐级递进至实现较高层次的目标。

第二，分类系统的目标叙述尽量避免使用某学科的专门术语，以相对“中立”的态度出现，使之适用的面更为广泛。

第三，六级水平的划分也是“粗线条”式的，同一层次还有简单到复杂之分。如“知识”可分具体的知识和抽象的知识，“评价”依据的标准有“内在证据”和“外部准则”两种，这些也就成为目标属下的各级亚目或细目，从而具体、清晰地说明了同一学习水平下认知行为的差异。

在长期的实践中，人们容易把握认知目标的较低层次（如知识、领会、运用），效果也比较显著，而较高层次（如分析、综合、评价）的学习行为大多是交织融合的，难以一一界定，因此一定程度上影响其应用价值。多年来，不少国家、地区的学者和学术组织，根据新的教学理论、国情实际和学科特色对布卢姆的目标分类理论作了大胆的改进和发展。

前苏联教育界按学习者掌握和运用知识的过程将目标分为三级：知识——技能——技巧；英国按理科学习的智能要求分为四级目标：了解——理解——应用——探究；国际教育成就评价协会(IEA)采用的目标体系是：知识

——理解——应用——高级过程（含分析、综合、评价等思维过程）。克劳弗尔（Klopfer）曾提出系统的理科学习目标 A—I：

目标代号	行为描述	所含的亚目
A	知识和理解	A ₁ ~ A ₁₁
B	观察与测量	B ₁ ~ B ₅
C	发现问题与探索	C ₁ ~ C ₄
D	材料的解释与概括	D ₁ ~ D ₆
E	理论模型的设计、检验和修改	E ₁ ~ E ₆
F	知识和方法的应用	F ₁ ~ F ₃
G	实验操作技能	G ₁ ~ G ₂
H	态度和兴趣	H ₁ ~ H ₆
I	科学认识	I ₁ ~ I ₅

其中属于知能领域的有 A—F 六项，每一项均有若干级亚目具体阐述其操作行为。这对指导理科教学目标的研究是有指导意义的。

二 化学学科知能目标的建立

在制定学科的具体目标时，不少教师对布卢姆各级水平的理解有时难以统一，甚至设想是否可以突破知识、领会、运用、分析、综合、评价 6 级而另建指标。这些想法往往是在实践中逐步产生，似有合理之处。布卢姆等人的目标架构尽力呈“中立”形态，不免抽象，与具体学科难以“贴近”，因而在不同领域的目标分类框架中，较难找到适合本学科的精确定位。

1975 年，日本学者渡边光雄曾做过一次有意义的调查：列出布卢姆等人的目标体系中的 21 项认知目标（9 种知识类别、12 种心智技能）和 13 项情感目标，向全国 1234 所私立高中的学科主任进行问卷。凡有 60% 以上的学科主任认为某项目标在各自的学科中具有典型代表性，就将该项肯定。结果被化学学科主任认可的共有 7 项，占总目标项数的 20.6%，且均属于认知领域，其中 4 项分布在“知识”层次的 4 个亚目标上，其他 3 项分别在“领会”、“运用”和“综合”级。因此，在广泛参照各种目标分类理论的同时，结合化学教学实践修改、提炼和创新学习目标体系，是十分必要的。

1973 年，布卢姆等人所制定的化学单元学习目标，其分类是：A（术语知识）—B（事实知识）—C（法则和原理知识）—D（运用程序和过程的技能）—E（转变能力）—F（应用能力），这是在学科教学中应用和改良一般分类体系的一个典范。英国巴兹（Bath）大学化学系教授 D.T. Daniels 等人于 70 年代中期在大量实验的基础上，提出“回忆——理解——应用——分析——综合”的六级分类有助于测试和评价。他们略去了第六级目标“评价”，并用“回忆”（recall）替代“知识”（knowledge），使目标的可操作性得以提高。他们的论文“化学教学中的目标评价模型”被列入当时英国化学会编撰的《评价研究》一书之首篇。文中讨论的模型即“过程”（process）和

刘知新：化学课堂教学模式初探，化学教育，1982 年第 5 期，第 27 页。

顾志跃：关于教学目标的几点思考，上海教育科研，1987 年第 6 期，第 31 页。

The Chemical Society Assessment Group, Research in Assessment, 1975, London.

“内容”(content)，前者所指的即是代表智力技能的五级目标，后者指课程材料，包括经验性知识和理论性知识两部分。

5. 综合	5A	5B	5C	5D
4. 分析	—	4B	4C	4D
3. 应用	—	3B	3C	3D
2. 理解	—	2B	2C	2D
1. 回忆	1A	1B	1C	1D
过程(智力技能目标)	事实(A)	概念(B)	概念(C)	原理(D)
	经验性知识		理论性知识	
	内容(课程材料)			

Daniels 认为，学习内容由简单的化学事实到复杂的理论解释，并非所有内容都必须与各级目标相对应。例如，纯经验性的事实(A)只要求回忆或能综合成经验性概念，无需单独在理解、应用或分析三级上考察，而一旦形成化学概念，无论是经验型或理论型的，在每一目标层次上均有不同的要求。上述二维模型，实际上就是“双向细目表”的一种形式。

我国台湾学者欧阳钟仁于 70 年代详尽研究了科学教学目标，提出学习目标包括单元目标(课程的单元知识内容)、过程目标(有关科学方法的训练)和行为目标(实现学习过程的具体方式)，行为目标中又有智性目标、情趣目标和技能目标之分。他认为，传统的教学最多只能达到布卢姆分类体系中的“领会”或“应用”级，高级的能力往往较少涉及。因此，要改变学习者的学习行为，必须制定完整的目标体系。除了单元目标提示内容、过程目标强调方法外，行为目标则应突出学习者活动的具体方式和程度，从中使教师、学习者明白：本单元必须教的东西是什么？怎样证明该教的已教过？学习者将得到什么？学习之后的行为有什么变化？等等。这就要求改变沿袭多年的一些模糊的表述，如“了解”、“知道”、“培养”、“认识”等，代之以一类能足够限定终结学习行为的动词(如“选出”、“区别”、“举出”、“命名”等)，并附有必要的说明(如程度、范围等)，从而使学习者参照目标，做到“胸中有数”，有指向地调整自己的学习行为。以下是摘自欧阳钟仁所著《现代启发教学法》一书中的有关片断：

教学单元：怎样精制食盐

单元目标：

- (1)能分离可溶物与不溶物。
- (2)晶体的形状固定是纯物质的一种特性。
- (3)以晶体的形状能辨别纯物质与混合物。

过程目标：

- (1)观察。(2)建立假设。(3)实验设计。
- (4)推测结果。(5)实验分类。(6)实验操作。
- (7)记录的处理与理解。

行为目标：

- (1)能指出精盐会完全溶于水，但粗盐不能完全溶于水。
- (2)能利用放大镜观察到每粒精盐晶体都有相似的形状。

- (3)以实验预测对粗盐、精盐的区别法。
- (4)描述精盐与粗盐之不同，区别纯物质与混合物。
- (5)能操作过滤、蒸发、结晶等基本技能。
- (6)自动研究类似于溶解物与不溶物之物质分类（自动参加班级活动）。
- (7)树立适当的假设，以解决问题。

从80年代开始，国内各种目标教学迅速兴起，在化学学科认知目标研究方面也取得了不少成果。限于篇幅，本书重点介绍两则。上海市教育科学研究所1985—1986年间组织较大规模的中学化学质量评价课题的研究，经10余所学校从目标教学、测验到评价的一轮试验，在初中学习阶段的目标体系基本确立。

学习目标	说明	行为要求	行为词语
1.泛读	以观察和注意学习材料为特征	—	浏览、知道、涉猎、听过等
2.识记	以记忆和模仿学习材料为特征	—	复述、默写、回忆、再认、表述等
3.理解	以显示学生对学习材料或事实的理解力为特征	—	概述、懂得、估计、区别、转译、变换等
4.应用	以运用知识初步解决问题的能力为特征	—	说明、例证、运算、解决、使用等
5.综合	以显示对学习材料的分析、概括和推理的综合能力为特征	—	

在上述体系中，规定“泛读”为第一级学习水平，意在增加学生自由阅读的可能性，开阔其知识眼界，并不作为测量目标。对布卢姆认知目标中的较高三级水平，研究者认为初中阶段无需区分，因而统称为“综合”。每一级的行为要求严格界定，构成了亚级目标。如“泛读”的三级要求是：

- (1)能概述事物的大致轮廓（例：说一说氧气发现的历史故事）
- (2)能略述学习材料的大意（例：讲得出地壳中元素含量多少的大概情况）
- (3)在需要时能找到阅读内容的出处（例：在书本中找到灭火器的构造及灭火原理）

北京师范大学化学系与北京市朝阳区教研室合作的“中学化学教学目标制定及目标到达度评价”教学实验历时2年多，在初三和高一、高二年级的近50个班中推行，收到了较好的效果。在确定目标分类体系时，研究者认为，将布卢姆认知领域中的“分析”、“综合”作为学习水平的两个层次，对描述说明、知识分类和命题测量都带来一定程度的困难；对中学生而言，“评价”层次的要求似乎太高，化学课程中可划为该水平的内容也很少；某些知识仅要求常识性了解而非准确记忆，似比“知识”水平低些。在开始实验的12个教学班中试用了“识记”、“理解”、“简单应用”、“综合应用”和“创见”五级水平之后，重新修订了学习目标，使之更符合化学教学实际。修订目标分掌握知识和运用知识两大部分，前者含“知道”、“记忆”和“理

解”三级，后者含“简单应用”、“综合应用”两级，原来的“创见”合并于“综合应用”水平之中，每一目标均定义两种行为，形成分类体系，见下表。

学习目标	说明	行为要求
1. 知道	阅读课本及有关资料，形成大致印象	查找：找出知识在课本或有关资料中的位置 概述：说出学习材料的大意或事物的大致轮廓
2. 记忆	记住学习材料的基本内容，注重知识“是什么”	辨别：辨别事实、概念、化学用语、实验现象的正误 回忆：背出概念的完整定义，准确描述化学事实和书写化学用语
3. 理解	明确所学知识和其他有关知识的联系，不仅知其然，而且知其所以然	转换：把握同一类知识的不同方面及其内在的一致性 解释：说明事物的原因，回答“为什么”
4. 简单应用	学会运用某一种知识解决一些简单的化学问题	直接应用：模仿或直接代入有关规则解决问题 间接应用：适当转换原有知识或情境后予以应用
5. 综合应用	在系统掌握知识基础上综合运用多种知识解决一些较复杂的化学问题	归纳：对所学知识进行分析、比较、归纳使之系统化 推理：综合所学知识得出新的认识并以此解决问题

通过对以上实例的分析，我们可以对化学知能目标的构建做如下简要的概括。

1. 提出学习目标的基本框架

鉴于化学教学大纲对学习者学习行为的要求比较笼统，有的包容过大，如“熟练掌握”似应包括“应用”、“分析”和“综合”三级水平，有的不易界定，如“了解”和“理解”、“提高”和“培养”等等。因此，在化学教学中引入具体的标准是必要的。在实际操作时，布卢姆的认知目标分类体系为我们提供了一个很好的思考框架。制定目标虽然要兼顾到学科特征、教材内容和学习者实际，不能完全照搬布卢姆的体系，但作为一项开创性的工作，它在许多方面值得我们借鉴。例如，各种目标的名称、定义可以不同，但仍应体现出布卢姆分类体系中所涉及的各种能力，如“知识”大约与“识记”、“记忆”或“重现”等同，“领会”一般与“理解”相当，“运用”与水平迁移的“简单应用”相近，而“分析、综合、评价”在“综合应用”中得以反映。又如，布卢姆给我们的另一启示是，分类体系的各级目标之间具有一定的逻辑关系，有人称之为“复合行为目标”，即某一目标代表的水平是指该项目的最高层次，如“应用”是“识记”、“理解”、“应用”之复合，最高达到“应用”层次，故以“应用”命名。可见，目标的基本框架是一种经验和理论相融合的产物，在布卢姆的工作基础上合理修正或创新发展，均可“约定俗成”。当然，在现有的众多分类中选择一种为我所用，也是同样许可的。

2. 明确各级目标的内在涵义

在形成目标框架的同时，必须赋予每项目标以确定的内涵，体现其特殊的功能，以利于进一步界定学习行为和制定更细的测量目标。例如，“识记”可定义为“对先前学习过的材料的记忆，这些材料包括具体事实、方法、过程和理论等等”，“理解”则是指“在记住学习材料要点的基础上，能把握材料的意义，了解所学知识和其他知识的相互联系”。其特征是，前者注重回答“是什么”，只要求“知其然”，而后者则需解释“为什么”，不仅“知其然”，而且“知其所以然”。很明显，两级目标有质的区别。定义明确后，无论是教师和学生之间，还是教师和学生之间，都能围绕这些目标进行交流并很快达成相互理解，使用时得心应手。尤其对学习者而言，内涵清晰的目标在学习进程中能起到“路标”的作用。

3. 界定目标所属的学习行为

目标的基本框架简捷、概括，一般是“中立”的，进一步的界定必须考虑化学学科结构和内容体系。这一步通常也称建立亚目，它的“定位”作用更强，通过特定的语词引导，教师和学生更易把握。例如，在“识记”目标下分出的若干级亚目中，有“背出有关定律、定义、规则的文字材料”、“正确书写化学用语并给出名称”、“对实验现象作直接了当的表述”等等。在“理解”目标之下，有“说出图形(表)、符号、方程式所代表的化学涵义”、“完成文字、图形与化学用语之间的转换”、“用文字概括出某一类反应的特征”等等亚目。这样，目标从“中立”逐步向学科化方向过渡。

以上三个过程一旦完成，目标体系也即定型。

第三节 品德情感领域的化学学习目标

品德，广义地理解，是指个体在思想、政治、道德、法律、心理健康等方面知情意行特征与倾向的总和。因此，狭义的情感似应包含其中。为突出化学学习过程中的德育目标和情感目标，本书用品德情感来命名这一综合的领域。

作为化学学习目标的一个子系统，品德情感目标的分类应包括学习者在思想品质、道德情操、情感态度、动机兴趣、意志个性、行为习惯、价值观念等多方面获得良好发展的一系列标准，其中有些通过化学学习能被有效地强化，有些则需通过多方面的作用方可逐步内化。近年来，化学教育界已广泛注重品德情感对学生的学习和全面发展的影响，在德育教育、爱国主义教育、辩证唯物主义教育、美育教育和非智力因素培养等领域内展开了一系列的讨论，提出了认知过程中的种种“渗透”措施。广大教育工作者积极投入对品德情感功能的探析，这无疑是一个可喜的现象，说明了学习的动力机制愈来愈被人所认识。但不容回避的是，上述研究往往停留在客观分析（意义、作用）和举例说明（“渗透”的内容）上，缺乏一整套具体可行的学习目标、行为准则和测量方法，因而从整体上显得力度和深度不足。我们认为，要克服这一难题，必须从明确品德情感领域的学习要素入手，继而研究学习目标分类和评测。

一 品德情感领域的基本学习要素

中学化学教学目的之一是对学生进行辩证唯物主义和爱国主义教育，在教学要求上也提出应重视科学态度和科学方法的教育，并注重培养学生的创新精神，激发学生的学习兴趣。化学学科揭示了物质世界的变化规律，许多现象充分地体现了辩证唯物主义的基本范畴；在化学发展的历程中，中外科学家的杰出贡献与教材中大量反映的我国社会主义建设成就，为培养学生的爱国主义精神和远大的理想提供了丰富的素材；化学实验工作的严谨和艰辛，实验现象的神奇和实验成功的喜悦，极易陶冶学生的情趣，培养坚韧的意志和创新进取的品质。因此，在重视化学认知学习的同时，加强品德情感教育是十分必要的。

然而，品德情感的形成有其自身的规律，与单纯的知识学习过程有着本质的区别。知识学习可以看成是一种信息的输入、编码、贮存和提取过程，而品德情感的形成要求主体积极参与，外部信息的输入必须经过主体的心理认同，包括价值认同、情感认同、态度认同、行为认同等等，筛选、接纳后方可转化为品德情感素质，从而构成含思想道德知识、情感、意志、行为、能力等要素在内的完整的心理结构。

由于上述“内化”过程的复杂性，长期以来人们往往将品德情感的学习归为“只能意会、不可言传”的一类，只能“潜移默化”，在某一门具体学科的教学中没有明确的目标和内容，因而认知学习与品德情感学习便逐步分离。鉴于此，布卢姆在1976年的研究中深刻指出：“认知可以改变情感，情感也能影响认知。学生成绩差异的四分之一可由个人情感特征加以说明。”

国内的研究也表明，学习者的学习情感与认知成就之间具有正相关的联系。该研究对 395 名初中生实施调查，将积极情感与消极情感处理为对课程的喜欢与否这样一种接受或拒绝的情境，通过问卷获得结果，研究者由此对课程的喜爱程度作出排序；同时将该课程对应的期末考试成绩作为认知成就的衡量指标。这样，学习情感与认知成就就转化为具有操作意义的概念。最后，采用点双列相关方法对情感这个“二分”变量和分数这一连续变量进行统计，结果表明对某学科持有积极情感的学生在该科上往往有较高的认知水平。统计也揭示了学生“最喜欢”学的某门功课的主要原因是“有兴趣”（占 95.4%）、“喜欢任课教师”（占 42.8%）；“最不喜欢”学的主要原因是该课程“无兴趣”（占 91.7%）、“太难学”（占 33.4%）。

上述研究启发我们结合化学认知学习过程去探求品德情感学习的具体要素。根据化学学科特点、化学教学大纲和教材体系以及学生全面发展的要求，可归纳出如下一些品德情感方面的学习要素。

(1)科学态度。严谨求实，勤奋刻苦，认真仔细，独立自觉。

(2)学习情感。好奇心，求知欲，自我期望，学习乐趣，对教师的情感。

(3)个性意志。稳重，刚毅，坚韧，灵活，自制力和克服困难的持久力。

(4)爱国主义精神。民族自豪感与振兴中华的决心，对重大的化学成就与科学家事迹的情绪体验。

(5)辩证唯物主义。对化学现象与化学本质的辩证认识，运用辩证唯物主义观点指导学习。

(6)理想品质。积极进取、追求科学真理，强烈的创造意识，义务感，责任感，集体主义精神。

(7)审美力。化学世界外在美的感染与激励，对化学反应规律的理解与欣赏。

下一步的工作是结合认知过程设计特定的学习情境，将上述各项内容穿插其中，使之逐步内化，形成观念和行为。这种有计划地渗透和落实，有赖于品德情感学习目标的具体引导。

二 品德情感学习目标分类

研究品德情感领域的化学学习目标分类，首先必须了解 1964 年美国学者克拉斯沃尔（D. R. Krathwohl）、布卢姆等人提出的五级分类体系，他们的分类如下：

(1)接受（receiving）。指学习者愿意注意特殊的现象或刺激（如课堂活动、教科书等）。从教师方面来看，其任务是指引和维持学习者的注意。学习结果包括从意识一事物存在的简单注意到学习者的选择性注意。它是低级的价值内化水平。

(2)反应（responding）。指学习者的主动参与，不仅注意某种现象，而且以某种方式对它作出反应。学习的结果包括默认（如阅读规定的材料）、愿意反应（如自愿阅读课外材料）和反应的满足（如以愉快的心情阅读）。这一目标与平时所说的“兴趣”类似，强调对特殊活动的选择与满足。

(3)价值化（valuing）。指学习者将特殊的对象、现象或行为与一定的价值标准相联系。包括接受某种价值标准、偏爱某种价值标准和为某种价值

标准作奉献。这一阶段的学习结果所涉及的行为的一致性和稳定性使得这种价值标准清晰可辨，与通常所说的“态度”类似。

(4)组织(organization)。指学习者将许多不同的价值标准组合在一起，建立内在一致的价值体系。学习的结果是使价值观念化。

(5)性格化(characterization)。指学习者将价值观、信念、态度等组合在一个内在和谐的系统内，形成性格特征，指导自己的言行。学习的结果是使学生的观点、行为性格化，即构成品格。

虽然上述目标体系在使用上远不如布卢姆的认知目标来得方便，但它所体现的内化模式是值得我们去吸取的。当确定某一品德情感学习要素(如“爱国主义”)时，可设计多种情境、选用多种题材向学习者介绍有关的内容(如古今中外科学家热爱祖国的事迹)，学习者经内心体验，逐步加深理解，从而形成正确的人生观，并以此来分析、指导自己或他人的言行。

国内学者在克拉斯沃尔的分类基础上，结合我国中学教学的实际，推出了一些较易为广大教师所接受的分类。如注意、参与、喜爱、系统掌握、形成观念五级水平，似更通俗地反映了克拉斯沃尔等人的分类思想。曾有人以此制定化学教学中的情意目标。熊春林针对初中学生的情感要求，将目标划分为接受、反应、偏爱、追求四个层次，每个层次的定义和特征如下：

水平	定义	情感特征
接受	学生愿意接受或注意某种现象或刺激	学生能按老师的要求去听、想、看、做等，但不专心，兴趣淡然
反应	学生能积极主动地接受、注意某种现象或刺激，并参与有关的一些活动	对老师的要求能积极主动地做、有自觉性，并感到有兴趣，心情舒畅
偏爱	学生相信某种现象有一定的价值，从而在行动上有一种持久和专注的态度，而且这种态度比较稳定	对于某种现象或活动并不满足于按老师的要求去做，而且热衷于讨论和探究
追求	把某种现象当作自己的信念和追求并努力实现自己所追求的目标	寻找各种有利的途径，克服各种困难，有坚韧不拔、百折不挠的意志和勇于创新的精神

无论哪一种分类体系，都要求体现出品德情感学习目标从低到高的连续变化趋势，以便使教师有指向地对不同等级目标的达成情况进行评价和调控，从整体上提高品德情感学习的水平。但是，品德情感的学习要素往往是“隐型”的，不同于认知或技能学习的行为目标，容易较好地把握，大多蕴藏于知识、技能和学习行为之中，需要去发掘和有机地进行联系。在此基础上，才能确定具体的品德情感学习内容，即章节或单元的品德情感学习目标，以及相应的水平层次。以下给出两个实例。

实例1 初中化学“绪言”单元的品德情感学习目标

目标层次	学习要素	单元目标
接受	辩证唯物主义观点	通过列举一系列日常生活问题和化学变化现象,使学生意识到世界是物质的、运动是物质的根本属性、量变可以引起质变等
接受	爱国主义精神	从我国的古代文明和解放后化学工业的发展成就中意识到中华民族是伟大的民族、只有社会主义才能救中国等
反应	科学态度	从教师仔细、认真的实验演示中体会到严谨求实、细致耐心、理论联系实际的重要性
反应	学习兴趣	通过镁带燃烧的实验和单元结束时教师充满激情的演讲,刺激学生的兴趣和注意,直接诱发他们学好化学的迫切意向

实例2 高中化学“物质结构元素周期律”一章的品德情感学习目标

目标层次	学习要素	章节目标
接受	辩证唯物主义观点	从核外电子运动的特征中接受物质是运动的观点,从核外电子的排序和元素周期律中体会到事物具有内在的规律性、量变可以引起质变、客观事物是相互联系的
反应	爱国主义精神	从周期表的形成历史及其作用中意识到门捷列夫对化学的杰出贡献,调动学生热爱祖国、献身科学的激情
价值化	科学态度	从周期律的学习和运用中逐步树立全面地、辩证地、发展地分析问题的观点,掌握理论指导实践的科学方法论
价值化	美感	从元素周期表的结构、功能和离子键、共价键的特征及其晶体的形成中领悟到化学学科含蓄的内在美,以此形成观点并努力追求

从上述两个实例中可以看出,品德情感目标的表述,既要说明内容,又要使学习者懂得如何去体会某种学习要素、达到某一层次的目标要求,因此常用体现过程性特征的语词引出,如“从……中体会……”、“通过……意识……”、“结合……领悟……”等等。英国格拉斯哥大学 R. A. Hadden 等人也曾以类似方式提出了 10 项与化学课程密切相关的情感目标,具体如下:

- (1)要意识到化学是从事许多令人满意的好职业的基础;
- (2)要认识到化学对个人全面发展的贡献;
- (3)要认识到化学对社会的经济和福利所作出的贡献;
- (4)对化学感到极大的乐趣;

- (5)要认识到有许多因素可能影响一个实验；
- (6)要承认通过实验研究问题的价值；
- (7)具有将科学研究成果应用于实践场合的义务感；
- (8)应具备精确描述事物的素养；
- (9)在任何场合都要客观地进行观察和评价；
- (10)力求从各种可能的信息渠道、知识和自己的理解中得出结论。

鉴于品德情感学习要素的难确定性和目标的过程性，尤其是“软性”指标多，因而期望从学生的短期行为或认知成就测验中直接获得明确的结论是不现实的。布卢姆本人也承认情感评价遇到了比认知评价更多的难题，他提出采用观察、会谈、启发问卷等方式评定情感成果。笔者认为，根据品德情感领域所涉及的化学学习内容的不同，可分别侧重运用某种形式：

(1)当考察的目标可以直接通过认知水平的高低来反映时，宜采用书面测验方式。如评定学习者对辩证唯物主义观点的理解和认识，是否养成严谨、周密、独立思考的态度和方法等等。

(2)当评定内容涉及学生的情感、兴趣等要素时，宜采用问卷法考察。通过围绕这些要素设置各种形式的问题，要求学习者表达自己的看法。如对化学实验的兴趣、学习的动机、喜欢（或不喜欢）化学课的原因、对教师的信任程度等等。

(3)当评定的品德情感目标可通过行为或表情来体现时，宜采用观察法，并辅以调查、记录方式。例如，从学生上课时的面部表情和声调、体态中了解学生情感的变化，从解惑后舒展的双眉下那双闪光的眼睛中判断学生是否达到了情感目标所预定的情绪体验，从困难情境中的勇气和表现来考察学习者的意志品质，从平时的学习行为中观察学习者是否具有强烈的责任心、积极的探索精神和创造意识等等。对观察到的学习者的各种外在行为表现应及时、详尽地予以记录，作为合理判断是否达到目标的重要依据。

第四节 实验技能领域的化学学习目标

从学科特征上看,实验是化学得以发展的重要基石;从教学功能上看,实验是帮助学习者形成化学概念、理解和巩固化学知识、掌握化学实验技能的有效手段,也是培养学习者分析问题、解决问题和严谨求实的科学态度、科学方法的重要途径。显然,化学实验是一个融认知、情感、技能于一体的综合过程,心智水平的高低在其中起着重要的作用,但操作技能的熟练与否,直接影响实验的过程和结果。因此,探讨化学实验技能方面的学习目标,是十分必要的。

一 一般动作技能的学习目标分类

对动作技能领域的学习目标研究,一直是国内外关注的热点。在1972年出版的《教育目标分类学第三分册·动作技能领域》一书中,A.J.哈罗(A. J. Harrow)提出了反射动作、基本(基础)动作、知觉能力、体能、技巧动作、有意沟通六级分类,其涵义简单概括如下:

(1)反射动作。指在无意识情况下对某种刺激作出的活动,是生来具有的功能。

(2)基本(基础)动作。指由反射动作的组合而形成的固有动作类型,是复杂技巧动作的基础。

(3)知觉能力。指对来自各种感官的刺激进行感知、辨别和解释。

(4)体能。指学习者发展技巧动作所必备的要素和机能特征,如“耐力”、“韧性”、“敏捷性”等。

(5)技巧动作。指完成一项复杂动作任务时的有效程度,包括简单适应技能、复合适应技能、复杂适应技能。

(6)有意沟通。指范围广泛的各种动作行为类型之间的沟通。

上述分类中(1)—(4)侧重讨论的是动作技能形成的组成要素,而并非技能学习水平。第(6)“有意沟通”也难列入可操作的技能目标之列。E.J.辛普森(E. J. Simpson)从动作技能形成方面提出了更实用的分类:

(1)知觉。指运用感官获得信息以指导动作。

(2)定势。指为某种特定的行动而作出的预备性调整或准备状态,包括心理定势、生理定势和情绪定势。

(3)有指导的反应。指复杂动作技能学习的早期阶段,包括模仿和尝试错误。

(4)机械动作。指学习者能以熟练和自信水平完成动作,即对各种形式的操作技能已形成习惯。

(5)复杂的外显反应。指包含复杂动作模式的熟练操作。操作的熟练性以迅速、连贯、精确和轻松为指标。

(6)适应。指技能的高度发展水平,学习者能修正自己的动作模式以适应特殊的装置或满足具体情境的需要。

(7)创新。指依据在动作技能领域中形成的理解力、能力和技能,创造新的动作行为或操作材料的方式。

与哈罗的模式相比,辛普森的分类线条清晰,比较切合学习者动作技能形成和发展的实际,容易操作、观察和评价,因而对化学实验技能目标的研究有着直接的指导意义。

二 化学实验操作技能目标体系

在哈罗、辛普森等人提出的技能学习目标基础上，欧阳钟仁曾设计过理科实验技能行为目标分类，共6级。

(1)观察。通过感觉器官观察，获得技术上的领悟。要求能够口述仪器名称及机能，说出仪器操作的要点。

(2)准备。对技能学习在情趣、物理及心理上的接触和准备。要求持有充分的信心，学会装卸仪器之零件。

(3)模仿。模仿技术，尝试错误。要求将观察到的技能的局部操作正确模仿下来，逐步连接动作。

(4)表现。正确操作仪器。要求正确快速装置仪器，表现正确的步骤及过程。

(5)熟练。熟练操作和技术。要求能迅速排除仪器障碍，精确完成实验。

(6)创造。超越前面一切技能，表现其技术的创造性。要求改良实验装置，创新实验方法。

对化学实验技能的要求，《全日制中学化学教学大纲》从“初步掌握”和“掌握”两方面作了规定，《九年义务教育全日制初级中学化学教学大纲》（试用）又列为“练习”和“初步学会”两个层次，但对学生具体技能行为的水平与内容界定尚不明确，因而影响对操作技能的观察、测量和评价。国内的不少研究从确立化学实验操作技能水平入手，结合大纲、教材制定出不同年级学生技能学习的具体内容和相应的行为水平，为实验技能考核的科学化奠定了基础。上海市教科所将初中化学实验操作技能学习水平分为5级，其中最低级“见识”属预备目标，具有非操作的特点，但对技能学习过程而言又是必不可少的，各级目标的内容说明和例证如下。

A级：见识。从教师上课演示或从资料、挂图上看到过操作或图示，学生自己并未动手操作过。如通过观察演示实验认识水电解器、了解用水冷凝管制取蒸馏水的实验装置和操作。

B级：学会。在教师演示基础上，学生独立进行过一二次实际操作，能知道实验的全过程，能判断实验操作的正误，对实验现象能作观察并简单记录。如熟悉液体的过滤操作等。

C级：技能。在学会操作基础上，学生独立进行过二次以上的实际操作。整个实验要求独立、准确。能进行操作示范，能正确说明实验的结果。如固体和液体药品的多次取用，物质的溶解、振荡、搅拌操作的准确规范等。

D级：技巧。学生能独立、准确、迅速地进行实验操作。在有些操作中达到定量分析的要求，能熟练填写规范的实验报告。如酒精灯、胶头滴管的使用等。

E级：设计。学生能从综合知识和实验技能两个方面制定实验方案，选用所需要的实验仪器，连接成套非定型的实验装置，设计和正确书写实验报告。如结合实验习题设计实验步骤、实验报告等。

考察实验技能的内容，通常可分为两种类型：一是单个仪器的性能及使用；二是在一定实验中进行的操作，以此再确定各项技能的学习水平，形成章节或单元的操作技能细目表（如表3-1、表3-2）。

表3—1 初中化学第二单操作技能细目表

技能类别	内容细目	学习水平				
		A 见识	B 学会	C 技能	D 技巧	E 设计
仪器的性能及使用	1. 水电解器 2. 蒸发皿 3. 启普发生器 4. 干燥管 5. 长颈漏斗					

表 3—2 初中化学实验操作技能细目表

技能类别	内容细目	学习水平				
		A 见识	B 学会	C 技能	D 技巧	E 设计
实验操作	1. 物质的溶解 2. 振荡和搅拌 3. 蒸发 4. 绘仪器装置图 5. 填写实验报告					

化学实验技能的形成是一个逐步提高的过程，因而对同一仪器、装置性能的了解或操作需设置不同的阶段目标，一般与教学同步，最终达到该技能最高的操作水平。作为一个实例，我们设计了如下片断，其中的数字代表初中化学教材（人民教育出版社，1987 年第 2 版）的章序号，“ ”表示最终目标。

技能目标	知觉	模仿	定势	熟练	创新
实验操作					
固体药品的取用		1 2	3 4	5	
固体药品的称量			1	4	
液体药品的取用		1 2	3 4	5	
液体药品的量取		1 2	3 4	5	

由上表可知，有关取用固体、液体药品和量取液体药品方面的三项技能，渗透于初中化学的每个章节，在学生一开始接触的“化学实验基本操作”练习部分即要求模仿操作，以后的各个章节对应的学生实验对这三项技能又不断强化，逐步趋于熟练水平。固体药品的天平称量，实验一（属第一章）要求学生初步掌握操作要领，能按实验需要称取一定量的固体（如 5 克粗盐），即达到定势的水平；实验六（属第四章）结合质量百分比浓度的溶液配制，要求准确、熟练地使用托盘天平进行称量。其他技能内容的阶段目标均可按上述方式设定，以有助于技能目标的逐级落实和考查评测。

第五节 化学学习目标的具体实施

本节重点讨论如何制定学期的、单元的和课时的化学学习目标，以此作为指导和评估日常教学的重要依据。

一 学期、单元和课时目标的制定

学期目标在参照化学教学大纲、教科书基础上通常采用按章为序的方式编排，即以概括的方式列出每章中典型的知识、技能和情感内容，或按某种方式对知识或技能进行归类，并概括性地规划这些内容的学习水平，因而具有宏观的指导作用。

单元学习目标承担着沟通学期目标与课时目标的“中介”作用，也是编制单元测验和控制教学进度的依据。编制单元学习目标侧重两方面的工作。一是确定单元学习内容，即本单元学生应该掌握的全部新知识（技能）和新知识（技能）点，并按一定的逻辑顺序排列。例如，“碳的氧化物”单元含“二氧化碳”和“一氧化碳”两部分内容，其中的“二氧化碳”可分出“性质”、“制法”、“检验”、“用途”等子项，进一步分解子项可得一系列的知识点；二是根据教学要求确认知识点对应的学习水平，常用的方法是建立双向分布表。

下表是“二氧化碳的性质”所含的知识点分布和学习水平分布。

学习内容	知识点	学习水平				
		识记	理解	应用	分析	综合
二氧化碳 气的性质	CO ₂ 的物理性质(无色、 密度大易液化等)					
	CO ₂ 的化学性质(与水 反应、与石灰水反应)					
	应用CO ₂ 的理、化性质 解释这种现象					

课时目标是对单元目标作更具体的说明，它有两个特点。一是不仅参照大纲、教材进行编排，而且将学生对象的实际水平作为设计课时目标的重要依据，因此，相同的学期、单元目标可以有多种课时目标体系；二是必须用清晰的术语表示不同学习水平下学生的行为，便于在课堂教学过程中具体落实和作针对性的评测。

例如，学习“二氧化碳的制法和用途”这一课内容时，可制定诸如“说出实验室制取CO₂气体的原料和装置名称”、“辨清H₂、CO₂两种气体在收集方法上的不同”、“写出实验室制取CO₂的化学反应方程式”、“说出CO₂气体的三种实际用途”等等目标细则。当所定的细则学生一时难以达到时，可灵活调节，先暂时降低目标要求，待学生练习后再逐步提高水平层次，一般在某章内容结束时应达到既定的各课时目标。

值得指出的是，在设计课时目标过程中，应有意识地渗透品德情感方面的学习内容。随着认识和技能学习的进行，促使品德情感要素的不断内化和个性化。

二 化学学习目标的达成测试

对学习者的学习行为进行明确的界定,是学习目标的一大特色,使得以往难以把握的教学要求更为具体,可把握的程度更高。反之,也可从学习者学习行为的改变来判断目标的到达程度以及采用相应的提高或补救措施。实现后一过程行之有效的工具通常是课时的形成性测验和单元的总结性测验。

测验编制要求考查目标与学习目标相一致。通俗而言,就是指学什么、考什么。知识点的取样应兼顾普遍性和典型性,测验试题的分值比例必须参照大纲、教材和教时等做出合理的估计,测验内容的难易程度由测验目的和学习者水平而定,形成性测验一般考察学习者近期的、即时的学习效果,以识记、理解和简单应用为主,总结性测验一般以几节或一章内容为考查范围,可适当增加分析、综合级水平的试题。

在测验试卷形成之前,首先构建与测验对应的双向分布表,即确立知识维和试题水平维,规划考点和各级水平层次的分值比例。下表是高中化学“氯气、氯化氢”单元测验的双向分布表。

知识考点	测试水平					分值总计
	识记	理解	应用	分析	综合	
氯气的物理性质	3					3
氯气的化学性质	5	8	6			19
氯气的用途	2	4				6
氯气的实验室制法		6	4			10
漂白粉组成、制取反应	2	2	2	3		9

续表

知识考点	测试水平					分值总计
	识记	理解	应用	分析	综合	
氯化氢的制取、性质	2	4	3			9
盐酸的化学性质		2	2			4
金属氯化物的用途、检验	2	2	4		5	13
过量计算			3	4	7	14
氧化还原反应		4	4	5		13
分值总计	16	32	28	12	12	100

由上表可知,测验的5级水平对应的分数分配是16 32 28 12 12,识记、理解两级所代表的较易题占总分的48%,分析、综合两级对应的较难题占总分的24%,这与单元的总结性测验的要求基本相符。命题的轮廓形成后,下一步的工作即是确定题型、题数及每小题的分值。编制形成性测验或总结性测验时,一般以客观型题为主,兼顾少量的简答题和计算题,考点的覆盖面广,能较全面地反映出学习者的学习行为和目标到达程度。

为准确获取测验的反馈信息,在每次测验之后应对学习者的考分进行统计,重点了解试题的难度、各级测试水平上学习者的通过率。若统计提示大多数学习者未达某一水平时,必须分析对应的试题是否偏离了学习目标,或教学过程中是否尚未落实这一目标,由此针对性地进行补偿或矫正。

补偿教学可采用两种方式。一是针对目标测试中,班级存在的共性问题做集体性补偿,选取通过率较低的试题所对应的学习目标重新组织教学,从

新的角度设计教学方案，展开变式训练。二是针对个别学习者测验中存在的疑难问题采取个别化补偿措施，如强化自学、引导分析失误原因、提供辅助材料等，从而启发学习者触类旁通。对那些知识、技能缺陷较多的学习者，应采取个别辅导和互帮互学等多种形式，在较短的时间内促使其克服障碍，达到目标指向的较高级的学习水平。

值得指出的是，目标分类学的产生有其特定的历史背景和文化传统，在引入我国各科教学领域并广泛推行时，过分考虑其实用性而忽视了对这一理论的全面认识和深层次的研究。因此，肤浅的移植多，有特色的研究成果少，有的从认识偏差开始，最终进入行为的误区。例如，不少教师热衷于对知识或技能进行分类，并常常为某一知识的学习水平或某一问题的目标归宿争论不休，如涉及到配平某氧化还原反应方程式时，究竟属理解、应用还是分析水平，常常莫衷一是，从而影响后续工作的进一步展开。

事实上，许多教师未能认识到目标本身具有相对性，它除了取决于大纲、教材等客观的课程内容外，还受制于学习者的知识基础和学习能力。分类本身并不是目的，重要的在于如何最优地实现这一系列的目标。又如，为迎合分类所需，将系统的化学知识或技能划分成许多细小的条目，在教学中过分重视这些细目的形成和落实，忽视了知识之间的整体联系，因而在某种程度上抑制了学习者创造性思维的展开和复杂化学问题的解决。这是国外曾经走过的弯路，我们必须吸取教训。再如，目标的到达与否，直接涉及到一系列的测验和评价，尤其是具体操作中采用“目标—知识点—考点”相对应的方式，客观上为“题海”造就了一种氛围。目前，冠以“目标测试”、“诊断测试”、“形成测试”、“掌握学习测试”为名的各类练习和考试应接不暇，使学习者卷入空前的“题海”漩涡之中，这绝非布卢姆本人和国内介绍目标分类理论的教育工作者的初衷。以上几例也说明这样一个道理：只有在深入了解教育的国情基础上科学地认识、借鉴国外的先进教学思想，才能防止将理论奉为教条或做出种种歧义的注解，从而有助于推动我国的学科教育改革向更高的水平发展。

第四章 化学学习过程

化学学习的效果不仅跟化学学习系统的状态有关，而且跟化学学习过程有关。例如，要学习关于某种物质的知识，学习者可以通过记忆、背诵来学习该物质的性质、制法、用途等等，也可以通过实验以及分类、比较等方法来学习。从表面上看，通过不同的途径可以达到相同的学习目标；而实际上，其潜在效应、学习迁移的可能性是不同的，用死记硬背的方法不可能取得高水平的学习效果。

既然化学学习的结果跟学习过程有关，要研究化学学习，就必须研究化学学习过程。要提高化学学习的效率，就必须掌握化学学习过程的规律。要了解化学学习的规律，必须从化学学习的实际情况出发，深入地剖析不同类型的化学学习过程，揭示其机制，分析其特点，找出制约化学学习的因素。以此为基础制订出科学的规则和方法，就可能对化学学习作出有效的指导。

本章首先从“宏观”上分析化学学习过程的一般特点，然后着重讨论不同类型化学学习过程的机制、特点和制约因素，最后在此基础上概括化学学习过程的一般结构。

第一节 化学学习过程概述

一 化学学习过程的“宏观”分析

对化学学习过程的宏观分析，是指从整体角度对化学学习过程所作的分析，一般不涉及过程的细节问题。这种分析可以从不同角度进行。

1. 从认识论的角度分析

化学学习过程是学习者以个人的化学经验为基础，接受前人的化学经验，从而使人类的化学经验得以传递、发展的过程。这里所说的个人化学经验，既包括学习者在生活和社会活动中获得的直接的化学经验，也包括学习者在化学学习过程中通过观察、实验获得的直接的化学经验。前人的化学经验常常概括为化学认识（知识），广义的前人经验还包括前人的化学学习经验（化学认知经验），它们对学习来说，都属于间接经验的范畴。

为了帮助学习者接受和掌握前人的化学经验，常常通过教师的加工，使前人的化学经验形成适当的组织，并且以文字、语言以及化学实物、化学实验等物质形式有效地表达。学习者的直接经验基础及其利用情况，学习的前人化学经验内容及其表达形式，以及前人化学学习经验的作用情况等等，这些因素的不同，造成了具体的化学学习过程的千差万别。

2. 从系统论的观点分析

化学学习过程，即化学学习系统的运行，是化学学习系统在时间和空间维度上表现的结构，是一个动态的变化过程。化学学习系统的运行有一定的目标，即化学学习目标。为了达到运行目标，化学学习系统应该具有适宜的组织、结构和状态，使系统具有实现化学学习目标的功能。化学学习的组织形式、学习模式、学习方法和认知策略等等，都是决定系统的组织、结构和状态，从而影响系统功能的重要变量。

研究化学学习过程，需要研究化学学习系统的结构、状态及变化，研究化学学习的目标和系统的调整、控制，研究化学学习系统的运行模式等。

3. 从信息论的观点分析

化学学习过程是化学知识信息传递、运动的过程。人类的化学经验是信源，教科书和化学实验是信宿（信息载体），有关的化学教学手段是信道（信息传输手段），化学学习过程是学习者从化学学习借宿获取有关信息，进行变换、编码、存贮、传输、利用和控制的过程。

当信息变换、组织不当，不能跟接受方（学习者）匹配、共鸣，或者信息的组织程度较差、信息传输效率和可靠性低、噪音干扰严重，以及学习者接收、再变换和再编码能力低下时，就不可能实现化学教学信息有效和可靠的传输。因而，必须系统地研究化学知识信息的变换、组织（编码）、发送和传输，研究学习者对化学知识信息的接收、再变换和再编码，以及对整个信息运动过程的调控等影响过程效率的重要环节。

4. 从控制论的角度分析

化学学习是一个控制过程。为了达到既定的化学学习目标，在化学学习系统运行过程中需要进行控制。对化学学习过程的研究应该包括对其中的控制的研究：研究被控系统的性质、状态及其测量，研究控制对象、控制项目、控制目标，研究控制变量、控制信号、控制手段、控制方式、控制程序、控制能力、控制范围以及控制系统结构等。

5. 从行为科学的角度分析

化学学习过程是化学学习行为发生的过程，是由各种化学学习活动组成的。研究化学学习，需要研究化学行为和化学学习行为的发生、发展、组织、引导、辨认、控制和管理，研究化学学习活动的类型、结构、功能和优化等问题。

6. 从教育学和心理学的观点分析

化学学习过程不仅是学习者获得化学知识的过程，还是学习者的情感、意志和行为过程，是学习者的发展过程。研究化学学习过程，应该着眼于学习者知、情、意、行的和谐、统一发展，不应该仅仅局限于化学知识的获得。

上述各研究角度既有相互不同、相互分工的一面，又有相互渗透、相互配合的一面。所以，在对化学学习过程的具体研究中，常常综合地进行整体的研究。

二 化学学习过程的特点

化学学习过程跟其他学科学习过程有相似之处。例如，它们都既是人类经验的传递过程，又是学习者个人形成认识的过程，是人类认识过程的一部分；既是认识过程，又是心理活动过程；既是信息传输过程，又是控制过程；学习内容一般都是前人已经认识并且有明确结论的内容；以学习间接经验为主；常常经过选择、简化、典型化和“平坡”处理，因而往往比前人的认识过程更简捷、更深刻、效率更高；有明确的任务和时间限制，目的性、计划性和组织性要求更高；由于经过简化处理等原因，过程、方法可能有不完备之处，例如常常用不完全归纳法从个别事例得出一般结论，所得结论未经实践充分检验，带有较大的相对性和阶段性等等。

化学学习过程跟其他学科学习过程又有不同之处，这跟化学学科的特殊性有关。化学学习过程的特点主要表现在以下几个方面。

1. 学习目的和对象的特殊性

化学学习过程以获得从分子、原子层次对物质的认识和认识经验为主要目的，学习关于物质的组成、结构、性质、制法和利用等方面的知识和技能，既有认识的（心智的）、也有操作的内容，既有宏观的、也有微观的内容，既有显性的、又有隐性的内容。

2. 学习顺序的特殊性

化学学习过程在整体上总是由宏观到微观、由定性到定量、由描述到推理、由静态到动态、由简单体系到复杂体系，体现着人类认识由近及远、由简到繁的一般规律。

3. 学习手段的特殊性

化学实验、化学思维和化学语言在化学学习过程中具有十分重要的地位和作用。化学实验是重现和研究各种化学现象的重要手段，能生动地传递人类的化学经验，帮助学习者形成直接的化学经验和接受间接的化学经验。思维是化学的“解剖刀”和“显微镜”，是人们深入地认识化学事物的锐利武器。

在化学学习过程中，既需要用形象思维来形成化学事物的表象、意象和想象，又需要用抽象思维来进行概括、判断、推理，否则就无法认识千差万别的物质及其纷繁复杂的变化，无法弄清它们的本质，也无法深入到微观领域。语言是思维及其交流的工具。化学语言以简洁、规范的形式概括和凝聚着人们的化学经验，是形成和传递化学经验的重要工具。因此，化学语言始

终伴随着化学学习过程。离开了化学实验、化学思维和化学语言，化学学习过程就无法进行。

4. 化学学习过程对人类化学认知经验的依赖性

化学学习过程是新一代对人类获得的化学认知的再次认知过程。化学事物的多样性决定着这一过程应该是高效的和快速的，否则人类的化学认知就不可能发展。为了满足对这一过程的高效和快速要求，必须依赖人类的化学认知经验。所谓人类的化学认知经验，不是人类化学认知过程的简单重复，而是经过升华、提炼、整合和加工，是人类化学认知的精华。它包括化学科学方法、化学学习方法、化学学习过程的组织、引导、激发和控制等等。

第二节 化学知识的学习过程

化学知识包括反映化学物质和化学现象的各种化学概念、反映化学概念之间关系的化学原理、化学观点和元素化合物知识，其中也包括属于化学研究方法和技术方面的概念和知识。它们不仅是化学学习的重要内容，而且是形成化学技能、化学能力、进行情意态度习惯学习的基础。因此，在研究化学学习过程时，首先研究化学知识的学习过程是很自然的。

一 化学概念的学习过程

化学概念是对一类化学事物的概括，是化学科学发展的成果，它代表着在人们头脑中保持下来并且组织化了的化学经验，是化学思维的“细胞”和基础。

化学概念形形色色，有比较具体的、也有比较抽象的，有宏观领域的、也有微观领域的。但是，各种化学概念的学习过程一般总是从感知开始的，并且要经历学习者的思维加工。

为了研究化学概念的学习过程，我们先来看一个具体的例子——初学者是怎样学习“化学变化”这个概念的。

在学习“化学变化”概念的一开始，学习者先要看到（或者被告知）一些经过选择、比较鲜明的化学变化的实例，例如镁在空气中燃烧、加热使碳酸氢铵分解等。这时，作为使学习得以继续进行的必要条件，学习者应该注意到不同于反应物的物质（白色氧化镁、二氧化碳、水和氨）的生成和反应物的消失。为了满足这一条件，通常由教师或者教材给予指导，使学习者的注意力正确地指向变化后存在的物质。此时，学习者不是无目的地“看”，而是有目的地感知——观察。

在观察或者被告知实例后，学习者的头脑中建立起实例比较具体的表象，接着就是通过分析、综合、假设、验证，找出这些实例以及被提示的另外一些已知的例子（例如木柴燃烧生成二氧化碳、水蒸气和灰烬，铁在潮湿的空气里生锈变成铁锈等）的共同特点——原来的物质都变成了其他的物质。在此基础上，把从实例中提取的特点推广、类化成“（原来的）物质变成其他物质的变化”，再了解化学变化的定义，学习怎样用式子表示化学变化过程，学习者就初步形成化学变化的概念。

然而，化学变化这个概念的学习并未到此结束。下一步是，学习者尝试用初步形成的概念对一些具体现象作鉴别、判断并收集反馈信息，弄清化学变化跟它的对立概念——物理变化的关系，进一步了解化学变化中放热、发光、放出气体、生成沉淀等现象跟其本质特点的联系……这时，他才可能形成对化学变化这个概念的进一步认识和巩固记忆，完成最初阶段的学习。以后，在接触各种化学反应的基础上，他还将进一步学习化学反应的类型、化学反应的各种规律和实现规则等等，使他对化学变化的认识加深和发展。

对这一过程的分析参见图 4 - 1。

(1) 观察	感知：镁的燃烧实验	碳酸氢铵受热实验
	注意：镁发生什么变化	碳酸氢铵发生什么变化
	出现哪些新的物质	出现哪些新的物质

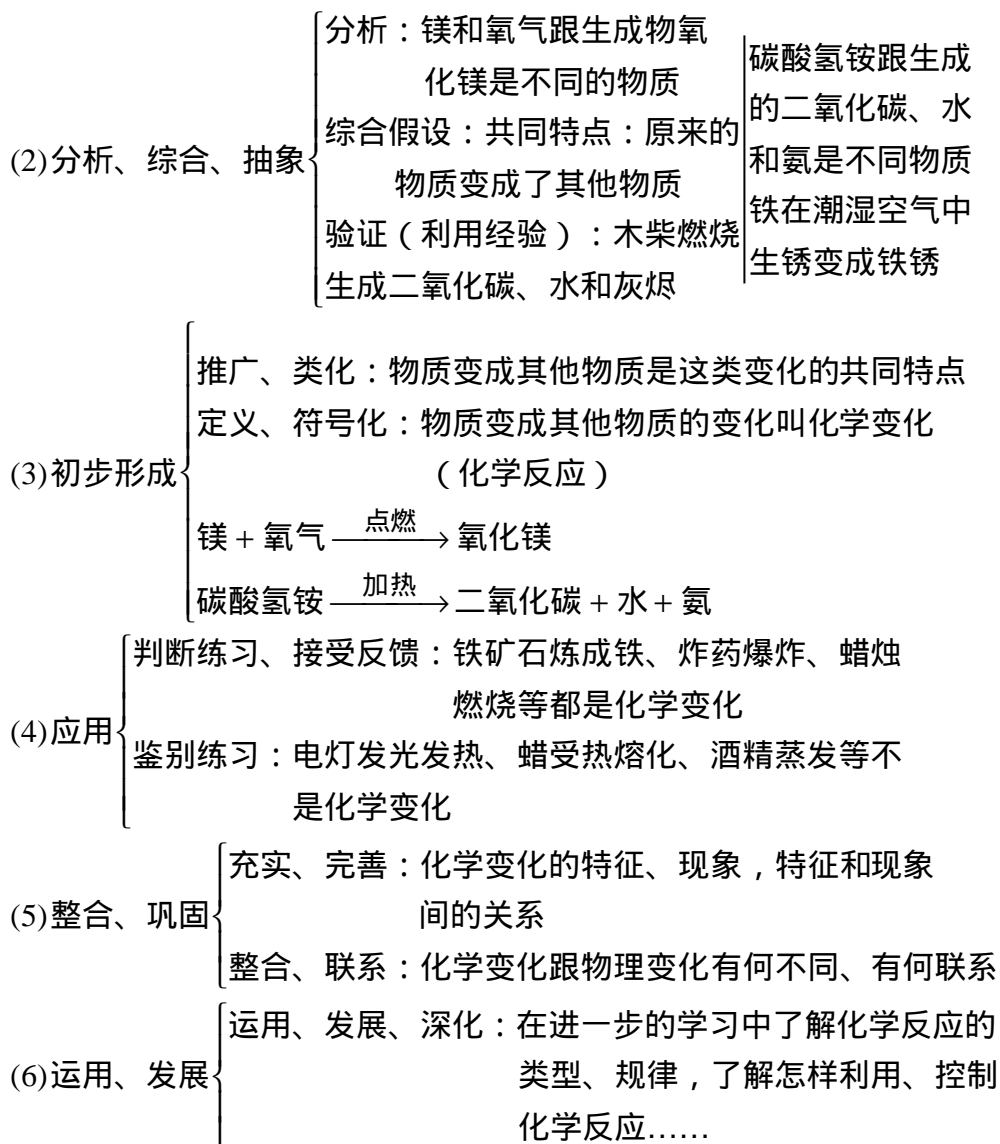


图 4-1 “化学变化” 概念的观察学习过程

“化学变化” 这个概念的学习过程也可能是另一种情况。

学习者在一开始就被告知化学变化的定义（有时还被告知若干个例子）。这时学习者仍然首先进行感知活动，不过不是感知化学变化的实例，而是感知教师的语言或教科书的文字。

然后，学习者要对接受的语句进行分析，抽取语义，根据上下文、标题、课文结构以及以前的知识，乃至教师的表情、手势等非言语行为等等，形成意义表征而实现语言的理解。在这一过程中，学习者原有的认知结构起着重要作用，即使教师的语言不太完整或者有某些语法错误，对学习者的理解也可能没有什么妨碍。

接着，学习者将试图把他的理解应用于一些已知的物质变化（例如木柴燃烧、铁生锈等）。如果应用成功，他就认同被告知的定义。否则，他将产生困惑并试图重新理解，直至能作出肯定的判断为止。以后的过程跟前面一种情况类似，见图 4 - 2。

(1)感知 感知：看到或听到“物质变成其他物质的变化中化学变化”

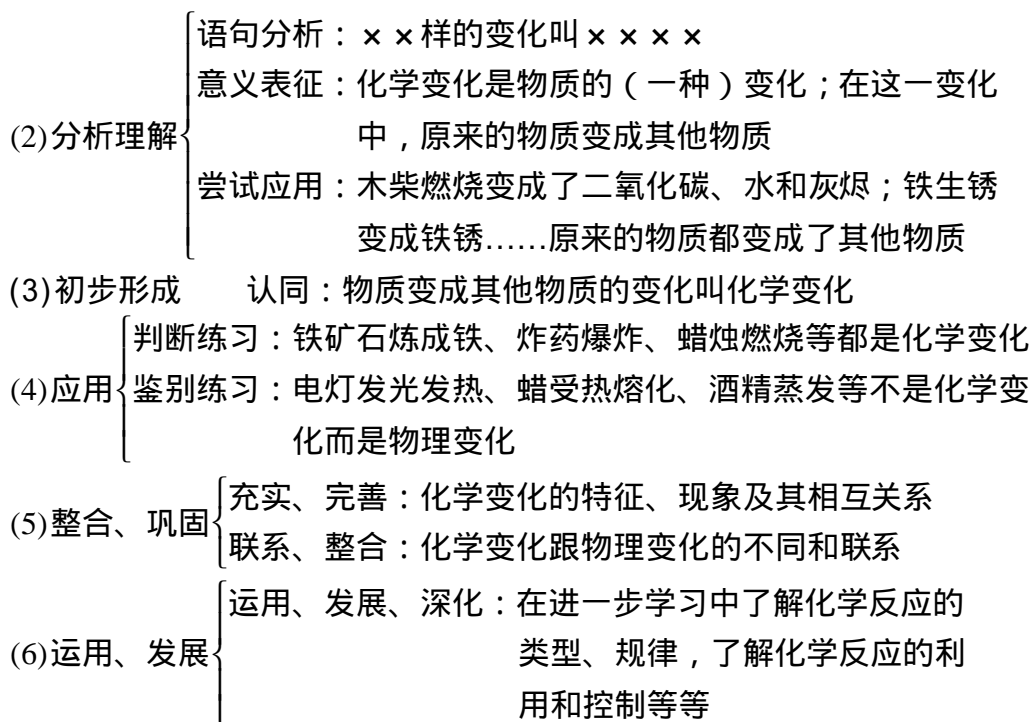


图 4-2 化学变化概念的语言接受学习过程

从表面上看，“化学变化”概念的观察学习过程和语言接受学习过程明显地不同，但它们仍然有着相似之处，有可能找到相同的概括形式。

概括“化学变化”以及其他化学概念的学习过程，可以把化学概念学习过程分为 5 个阶段。

(1)感知阶段。学习者有目的地感知（观察）典型的化学事物实例，或者感知教师或教科书的语言。

(2)加工阶段。对典型的化学事物实例进行分析、综合、抽象，提取其本质特征，确定各特征间的关系；或者对接受的语句进行分析，抽取语义，结合经验中的实例综合语义，形成关于概念本质属性的意义表征。

(3)初步形成阶段。把找出的本质特征概括、类化、推广到化学事物的更大范围，形成概念，作出定义，或者理解和认同给予的定义，使概念符号化。

(4)联系、整合阶段。初步应用概念进行判断、鉴别、归属、划分等活动，对新学习的概念进行解释（包括说明非本质特点），明确新概念的外延，使新概念跟已有的概念结构联系和作用（包括补充、修改、纠正、明确等），整合成新的概念结构（例如概念的网络关系）。高度整合了的概念易于从记忆中检索，能持久记忆，这意味着它在记忆中得到巩固。

(5)运用阶段。在解决问题的过程中，运用所学概念对化学事物进行概括、推理、解释、判断等等，不但使问题得到解决，而且对概念的认识进一步发展和加深，使之更加准确、精细、丰富，或者发现新的问题、导致新概念的形成，等等。

二 化学原理的学习过程

所谓化学原理，是指运用化学概念作出的基本的判断、推理等。从化学原理出发，可以推演出各种具体的判断、命题和指导化学实践的规则。化学的基本定律、基本规律、基本观点等，都属于化学原理。

化学原理的学习过程可以按照归纳的方式进行，也可以按演绎的方式进行。

1. 归纳方式举例：“浓度对反应速度的影响”学习过程

先让学习者观察（或者被告知）不同浓度的硫代硫酸钠溶液分别跟相同浓度的硫酸溶液反应速度的比较情况，要求解释“为什么出现浑浊现象有先后”。

由于在这之前学习者可能已被告知（或自行推论）“外界条件对反应速度也有一定的影响”，更可能的情况是，学习者从教材的标题“影响反应速度的条件”或者“浓度对反应速度的影响”得到一定程度的暗示，加上教师或教材在描述实验结果时通常会突出硫代硫酸钠浓度跟出现浑浊现象先后顺序的对应关系，学习者很容易通过分析、综合，正确地得出“出现浑浊现象的先后反映反应速度的大小”，“反应速度大小跟硫代硫酸钠溶液的浓度有关”的判断。

学习者在学习氧的性质时，已经知道硫、碳等物质在纯氧中燃烧更加迅速。联系已知的事实，学习者可以作出假设：（其他条件不变时）增加反应物浓度可以增大反应速度；推论（在其他条件不变时）减少反应物浓度可以减小反应速度。在假设和推论被检验证实后，学习者可以推广、归纳、概括出有关的化学原理。

如果学习者被进一步告知：“许多实验证明，当其他条件不变时，增加反应物的浓度，可以增大反应的速度，减少反应物浓度可以减小反应速度”，假设和推论就得到了证实。

这时，虽然学习者已经认识了浓度如何影响反应速度，但这一认识还是孤立的，还没有跟其他知识联系起来，学习过程还未结束。

在进一步的学习中，学习者最好能够用已经具有的知识对这一原理作出说明和解释，特别是从微观角度（例如分子碰撞）来作出解释和说明，明确这一原理跟其他化学概念和化学原理的联系（例如形成“影响化学反应速度的条件”的概括），使有关的知识结构逐步地完善。

最后，学习者可以根据这一原理总结出判断反应物浓度对反应速度影响情况的规则，以及如何改变反应物浓度来影响反应速度的规则，用于解决某些实际问题。运用于解决问题不但可以使有关原理、规则得到检验，也会使有关认识进一步发展和巩固，从而把学习引向更深层次。例如，发现反应速度增大跟反应物浓度增加并不一定呈正比例关系；或者在学习化学动力学之后，进一步明确这一原理的应用范围：浓度对被称为“零级反应”的光化学反应和某些表面催化反应（如氨在钨表面的分解）是没有影响的；但对于大多数反应，这一原理仍然适用。

2. 演绎方式举例：“浓度变化可以使化学平衡移动”学习过程

在学习“反应物浓度变化可以使反应速度改变”和“化学平衡状态就是指在一定条件下的可逆反应里，正反应速度和逆反应的速度相等……的状态”以及什么是“化学平衡的移动”之后，就可以引导学习者作出推论：当一个反应已经达到化学平衡、其他反应条件不变、只改变其中任何一种反应物（或生成物）的浓度时，正反应（或逆反应）的反应速度会相应改变，正反应速度和逆反应速度将不再相等，化学平衡会发生移动。这里有一系列的

演绎推理过程：

(1)“ 因为可逆反应在一定条件下达到化学平衡状态时，正反应速度和逆反应速度相等，同时，反应混合物中各组成成分的百分含量保持不变，某反应达到化学平衡状态并且反应条件不变，所以原先这个反应的正反应速度和逆反应速度相等，反应混合物中各组成成分的百分含量保持不变”。

(2)“ 因为在其他条件不变时增加反应物浓度可以使反应速度增大，上述反应的反应物浓度增大且其他条件不变，所以该反应的正反应速度会变大”。

(3)“ 因为在其他条件不变时，反应物浓度不变，反应速度也不变，上述反应的生成物，即逆反应的反应物浓度在开始的瞬间没有发生变化，所以逆反应速度不变”。

(4)“ 因为原先正反应速度跟逆反应速度相等，现在正反应速度增大、逆反应速度不变，所以正反应速度与逆反应速度不再相等”。（反应物浓度减小的情况，演绎推理过程从略）

(5)“ 因为在一定条件下正反应速度和逆反应速度相等，可逆反应即达到化学平衡状态，现在正反应速度跟逆反应速度不再相等，所以原先的化学平衡状态被破坏”。

(6)“ 因为在其他条件不变时，正反应速度增大会使反应物浓度消耗而减少，同时使生成物浓度加大……所以以后正反应速度又会逐渐减小，同时逆反应速度会逐渐增大”；……正反应速度和逆反应速度会在高于原来的水平上相等”；……该反应达到新的平衡状态”；……反应混合物中各组成成分的百分含量将保持新的数值”。

(7)“ 因为可逆反应达到平衡状态后，因反应条件改变而达到新的平衡状态叫做化学平衡的移动，增大反应物浓度后，该反应由原来的平衡状态达到新的平衡状态，所以增大反应物浓度使该反应的化学平衡移动”。

这一演绎过程可简化表示如下图所示：

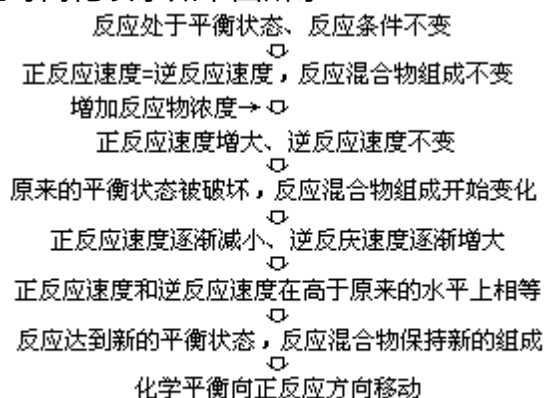


图4-3 浓度变化可以使化学平衡移动演绎过程简化图

对于思维能力较强的学习者来说，这一推理过程可以进一步简缩，甚至可以直觉的形式来完成——“理所当然”地被一下子“看”出来。对思维能力不太强的学习者来说，可能在某一环节发生障碍，需要“想一想”或者给予启发才能克服。

在得到推论后，要用适当的实验和事实进行检验，才能使这一推论确立。接着，还要明确这一原理跟其他化学概念和化学原理的联系，使已有的知识结构逐步地完善；确定增大反应物浓度或者减小生成物浓度，减小反应物浓度或者增大生成物浓度各使化学平衡向什么方向移动，形成比较简明、便于

使用和记忆的判断规则；了解这一原理在实际中的应用，尝试运用这一原理来解决问题等等，才算基本完成对浓度变化使化学平衡移动这一原理的学习。

演绎方式对思维能力不太强的学习者难度较大，故其使用不及归纳方式普遍。在实际学习中采用哪种方式，应该根据学习者和学习内容的特点来确定。

按归纳方式学习化学原理的过程可以分为 5 个阶段。

(1) 感知阶段。

感知典型的化学事实。

(2) 归纳阶段。

对感知的化学事实进行分析、综合、归纳，应用化学概念来概括化学事实，在假设并进行检验的基础上作出判断和推理，形成化学定律、规则、原理或观点。这种归纳通常是不完全归纳，为了使归纳正确地进行，常常需要在教师或教科书的提示、组织、指导下进行。

(3) 验证阶段。

对所得结论在更大范围进行验证。验证最好从多方面进行。对不完全归纳所得结果进行这样的验证尤为重要。缺少这一环节不但会影响学习者对所得结论的信心，影响知识的巩固，还可能导致错误的结论。

(4) 联系、整合阶段。

用有关知识解释、说明所得结论，对所得结论进行论证；明确结论的适用范围；使有关的化学概念和原理按一定方式组织起来，逐步形成完整的理论体系和符号体系；通过联系、比较，明确这种理论体系跟其他理论的关系等等，使所学习的化学原理跟已有经验有机地结合起来。

(5) 运用阶段。

根据新学习的化学原理形成若干规则应用于解决实际问题，不但使新的原理、规则得到检验，也使有关认识进一步丰富、加深、巩固和发展。

按演绎方式进行的化学原理学习过程也可以分为 5 个阶段。

(1) 准备阶段。

温习作为演绎推理前提的知识，明确要解决的问题。在这一阶段，有关的准备知识和问题通常以语言形式呈现，所以学习者要进行感知语言的活动。

(2) 演绎推理阶段。

根据已知的化学概念和化学原理进行演绎推理，得出新的化学原理的命题。这一过程通常以简缩的方式进行，并不严格符合逻辑。这一过程常常不同于人类认识的历史过程，是对后者作理性加工改造的结果。

(3) 验证阶段。

对所得结论进行验证。由于规定的学习内容通常是正确的、学习者通常也总是力求证实，因而容易忽视不支持推论的例外情况。

(4) 联系、整合阶段。

对演绎得来的结论可以不再解释、论证，而是着重于形成逻辑的理论体系及其跟其他理论的联系，进行扩展、推论，通常要讨论、注意由前提或者不严密的演绎过程产生的局限性，力求使理论完善。

(5) 运用阶段。

形成运用规则，用于解决实际问题，并且检验和发展有关认识。

三 元素化合物知识的学习过程

元素化合物知识包括元素及其单质、化合物的组成、结构、性质、变化、用途、存在、制法等内容。人类积累的元素化合物知识常常以概念、命题的形式陈述，属于陈述性知识。学习元素化合物知识就是要领会、记忆和应用关于元素化合物的概念和命题。

概括的言语信息是元素化合物知识学习的主要形式。但是，它必须以对具体化学事物从感性知觉到理性思维的学习为基础。所以，元素化合物的学习应该实行言语信息学习与通过化学实验学习相结合。

元素化合物知识的学习以化学概念的学习为基础，需要用各种化学概念来概括、组织、说明形形色色的物质及其化学现象，用关于物质的概念来概括其全部特征，运用化学概念作出有关的判断和推论，等等。

元素化合物知识的学习过程分为 5 个阶段来进行。

1. 感知阶段

感知有关物质的物理性质和化学性质、基本的化学实验和事实，感知有关的语言陈述等。

2. 加工、理解阶段

对感知化学事物后形成的表象进行思维加工、形成理性的认识——用有关的化学概念加以概括、作出判断、推测并寻找例证等，逐一揭露物质的物理性质、组成、结构、化学性质、用途、存在、制法等等，并且跟已有经验联系、加以理解；对感知的言语信息作语句分析，理解语义。

3. 形成物质概念阶段

使获得的某物质的各个片断知识相互联系、综合起来，借助于化学符号系统使之符号化，形成对该物质的完整认识。通常按图 4-4 所示网络方式进行联系和综合。

其中的“性质”包括物理性质和化学性质两大类，它们又可以各划分为若干具体的方面。

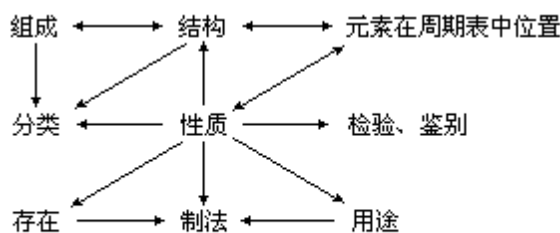


图4-4 完整地认识物质的网络

4. 联系、整合阶段

跟其他元素化合物进行比较和联系，应用已知的化学理论来说明、解释该物质，在更高的层次上概括，使新旧知识相互联系形成整体和系统。

5. 运用阶段

根据物质的性质等知识总结出有关该物质的制取、应用、检验、鉴别等方面的方法、规则，用于解决实际问题，并且进一步发展和加深对该物质的认识。

由于元素化合物知识内容繁杂，往往经过概括加工、以现成的结论呈现，可不再由学习者亲自作出判断和推理，难度不大，可能影响学习者对学习内

容产生兴趣和保持注意。实践证明，从化学实验现象出发，或者用问题把有关内容组织、串连起来，让学习者参与作出判断、推论，可以提高学习兴趣，增强注意，取得较好的学习效果。在这方面，教师和教科书对于元素化合物知识学习效率提高的作用是不可轻视的。至于元素化合物知识密切地跟社会生活实践联系，更加离不开教师和教科书发挥作用。

四 化学知识学习的一般过程

上面讨论了化学知识的三个主要类型的学习过程。把这些过程进行比较（如图 4 - 5）可以发现，它们虽然各不相同，但又有共同之处，由此可以概括出化学知识学习的一般过程。

化学概念学习过程：	感知	加工	初步形成	联系、整合	运用
	感知	归纳			
化学原理学习过程：			验证	联系、整合	运用
	准备	演绎			
元素化合物知识学习过程：	感知	加工、理解	形成	联系、整合	运用
化学知识学习的一般过程：	感知	加工	形成	联系、整合	运用

图 4-5 各类化学知识学习过程的比较和概括

1. 感知阶段

感知典型的化学事物，或者感知描述典型化学事物的语言、陈述化学知识或准备知识的语言。这一阶段以学习者进行感知活动、由学习准备状态进入学习状态为主要特点。

2. 加工阶段

分析、综合是加工，抽象、概括是加工，归纳、演绎和语句分析、语义理解也是加工。根据认知心理学的观点，语言理解就是把字面上的语词转换为这些语词所表示的意义的过程，这种转换正是一种加工。这一阶段的主要特点是对上一阶段感知的结果进行各种各样的思维加工。为了使加工更有成效，有时也用物化的手段（例如图式、演算等）来辅助。

3. 形成阶段

学习的目的（化学概念、化学原理或者对物质的认识）初步形成并被符号化——赋予特定的名称、术语、符号（包括心理符号）等等。由于它们还未跟已有知识建立广泛的联系，具有“孤立”的特点，所以只能算是“初步形成”。

4. 联系、整合阶段

初步形成的知识以各种形式跟已有知识发生联系，例如用已有知识作出解释、说明，进行鉴别、比较、归类、划分，明确所学知识的适用范围，明确所学知识跟其他知识的异同和联系，纳入知识体系和符号体系。

根据记忆的加工层次理论，记忆是对信息加工的副产物，机械重复和死记硬背只是浅层次加工，这种记忆不能长久保持。而如果对学习材料做深度加工、重新编码，记忆就能持续很久。联系、整合过程是对学习材料做深度加工和编码、再编码的过程，巩固记忆是联系、整合的自然结果。因此，可

曹南燕：认知学习理论，河南教育出版社 1991 年第 1 版，第 77 页。

曹南燕：认知学习理论，河南教育出版社 1991 年第 1 版，第 156 页。

以不把巩固作为一个独立的阶段。

5. 运用阶段

要使知识能用于解决问题，需要把知识变换成一系列的规则、方法。而规则、方法跟技能有着密切的联系，是使知识向技能转化的重要中介。通过实际运用，既可以使所学知识进一步广泛联系而被巩固，又可能发现问题，补充、修正、发展所学知识，或者引发新的学习过程。所以，运用既是一轮学习过程的结束，又可能是一轮新的学习过程的开始。学习者的化学知识正是在一轮又一轮的学习过程中不断丰富和发展的。

五 制约化学知识学习过程的因素

根据对各类化学知识学习过程的研究，制约化学知识学习过程的因素主要有以下几方面。

1. 学习者的已有知识及其准备状态

学习者总是在已有知识的基础上进行感知和加工活动，化学知识的形成、整合和运用需要已有知识的参与，化学知识学习过程的每一阶段都离不开已有知识发挥作用。要使已有知识在新知识学习中发挥作用，需要使之处于良好的准备状态。

根据现代认知心理学的研究，化学知识学习过程实际上是输入的新认识被原有认知结构同化，或者对原有认知结构进行调节、重新建构，从而形成新认知结构的过程，因而已有知识在化学知识的学习中是一个重要的制约因素。

由若干化学概念和化学原理组成的化学理论，不但自身有较强的组织结构，而且有很强的组织功能，能有效地使化学知识结构化，在化学知识的学习中发挥重要作用，因而它在已有知识中有着重要的地位。

学习者的已有经验中也包括“前科学概念”（如日常概念）在内，它对于科学的化学概念的形成可能起促进作用，也可能起干扰和阻碍作用。要注意根据具体情况采取相应的措施。

2. 学习者的学习经验、认知能力和认知风格

知识的概括水平越高，其学习过程就越是依赖于抽象思维。对于同一学习内容，学习者可能采取不同水平的具体学习过程，例如对化学原理的学习既可能采用归纳方式、也可能采用演绎方式。学习经验影响学习过程的效率，只有具体的学习过程适应学习者的认知能力和学习经验水平时，才可能取得较好的学习效果；否则，就可能造成学习困难或者影响学习者发展。

3. 学习者的动机、兴趣、情感、意志和学习愿望

它们是学习的动力因素，在学习过程中具有支持和调节作用，既影响学习过程的顺利程度，也影响学习过程的效率。化学学习过程越复杂，这些因素的影响也越大。

4. 学习者外部（教师、教材等）的组织、控制作用

外部适当的组控作用可以使学习避免走弯路和有效地进行。例如在感知阶段，如果没有适当的指导，学习者可能只注意比较强烈的次要现象、忽视主要现象，使感知不能达到预定目的，影响学习的继续进行。此外，样例的选择、方法的指导、关键的提示、困惑的解决、学习阶段的转换等等，都需要外部提供经验，离不开外部组控和指导。

但是，外部的作用只能促进、而不应妨碍学习者在各阶段作为学习主体

的活动。感知、加工、形成、整合和运用各阶段的质量和效率都跟外部组控、指导的质量有关。随着学习者认知能力的增强和学习经验的丰富，他对外部的依赖会逐渐减少，直至通过独立的研究活动来发现和形成化学知识。

第三节 化学技能的学习过程

在化学学习中有着各种各样外部的（动作的）或内部的（心智的）技能活动，它们在学习过程中完成一部分的任务。有意识、有目的、有计划地运用知识和经验完成化学学习（或研究）部分任务并为化学学科所特有的活动方式即为化学技能。

化学技能是人们在化学实践活动中总结和积累起来的成果，是化学经验的重要组成部分之一。学习者学得的化学知识不能只停留在领会的水平，只有使它转化为相应的技能，才能在完成学习任务 and 解决问题的过程中，使化学知识起到应有的作用。化学技能可以加深、巩固、检验化学知识，是掌握化学知识到形成和发展化学能力之间的重要中间环节，化学技能的形成和熟练对化学能力的形成和发展具有重要的促进作用。

化学技能由有关的化学知识转化而来。因此化学技能的学习以化学知识的学习为前提，并且受化学知识学习结果制约。如果跟化学知识脱节、分离，化学技能也就不存在，跟平常的技能无法区别了。

化学技能多种多样，大体上可以分为化学动作技能和化学心智技能两大类。前者如简单的玻璃加工技能、仪器的装配技能、实验操作技能、化学绘图技能；后者如设计实验方案技能、使用化学符号技能、化学计算技能、观察实验技能等等。

一 化学实验操作技能的学习过程

实验操作技能是动作的连锁化，是一系列简单动作按一定方式组织起来形成的“组块”，包含着若干单个动作的串联、协调和熟练。随着化学仪器和实验室技术装备的不断改进和发展，特别是自动化、智能化仪器的出现，化学实验操作技能的内容和复杂程度也要相应地发生变化。虽然如此，化学实验技能的重要性、本质、学习过程和规律并未发生根本的改变。

化学实验操作技能的学习一般要经历如下几个阶段。

1. 操作活动的定向阶段

在这一阶段学习者先了解活动的性质、任务、作用和要领，在头脑中形成关于操作活动的映象和初步概念，知道“做什么”、“怎么做”等等。

学习者形成操作活动的定向有多种途径。例如观察示范操作、听取教师的讲解；阅读实验教材中关于操作活动的说明、图示和指导，了解操作活动的程序、方法、原理和意义等等。不同的途径形成不同的定向类型：有以动作表象为先导的，也有以理性认识为先导的，或者是两者兼有的。在这一阶段，学习者主要进行感知、记忆、想象和形象思维等活动。对于比较复杂的化学实验操作技能（例如酸碱中和滴定）的学习来说，观察示范操作、阅读有关教材、听取讲解、领会实验操作活动的知识都是必要的。对于简单的化学实验操作技能（例如用玻璃棒搅拌烧杯中的液体）的学习来说，可能只通过其中一种途径也就够了。

学习者形成了化学实验操作的活动映象以后，就可以它为榜样和标准来调节自己的化学实验操作活动。化学实验操作活动的定向，不但影响有关技能的形成，也影响这种技能的运用。不管形成定向的时间长、短和途径是否复杂，它都客观地存在着，是化学实验操作技能学习过程中的一个重要环节。

2. 分解练习阶段

学习者建立起化学实验操作活动的映象之后，就开始模仿这种操作活动。如果没有外部的组织控制和指导，学习者通常从模仿整体的操作活动开始。在失败后，他就会对化学实验操作活动进行分解，把注意力集中在遇到困难环节上，并对这一环节进行练习，领会和体验其要领，直至基本学会才继续下一环节。外界的组织、控制和指导则可以缩短这一尝试过程，直接决定是否对操作活动进行分解，决定对哪一环节做重点练习并避免在分解方式上遭受挫折。

由于在化学实验操作活动的同时，常常还要进行看、听等观察活动，有时需要两手协调地同时进行不同的操作，因而常常需要先对化学实验操作活动进行分解，使之变成一系列局部的基本操作活动、逐一地练习，确切地掌握各动作方式的要领。

图 4-6 是对托盘天平的使用技能进行分解的示例。根据这一分解并结合学习者的具体情况，可以进一步确定：天平摆动平衡情况的检查与调整技能、物体未知质量的称量技能、药品量的调节技能等可能是关键性的局部技能，需要在基本动作阶段加以练习和掌握。必要时还可以对它们作进一步的分解。

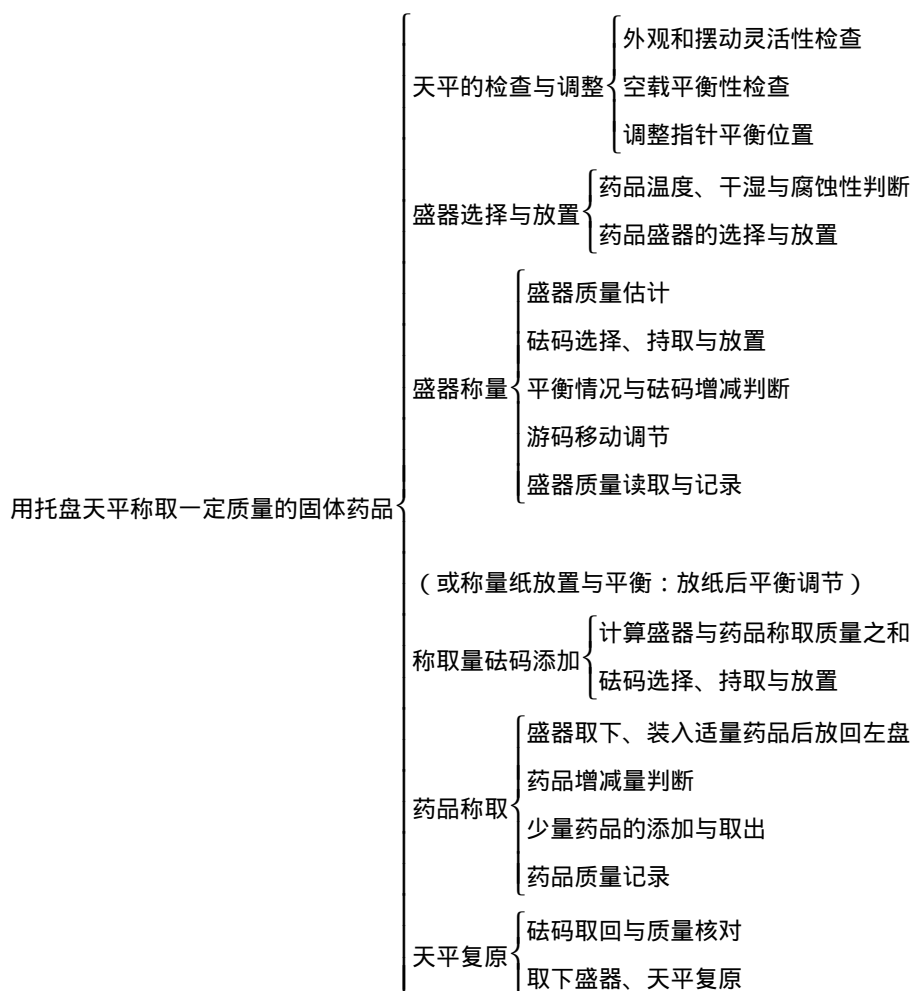


图 4-6 托盘天平使用技能之一的分解

初学者往往不善于分配和转移实验操作时的注意，注意的范围比较小，容易顾此失彼，出现动作紧张、呆板、不连贯等情况，进行分解练习对他们

来说就尤为重要。

分解练习阶段只存在于需要作分解练习、比较复杂的实验操作技能的学习过程中。

3. 整体练习阶段

使各局部的活动（动作）按照一定的顺序连接，形成动作连锁。通过多次练习使整套动作连为整体，各局部动作既准确无误又自动地依次进行、有条不紊，形成完整的动作系统，直到娴熟自如，得心应手，达到熟练的程度。

多次练习的过程通常总是从独立性较差的练习逐渐过渡为独立性较强的练习，其速度则逐渐加快，使学习者能获得正确的动觉体验。为了便于练习和节省化学药品，还可以先进行模拟性练习，例如用砂子代替化学药品作称量练习，用嘴吹气代替 KClO_3 分解生成的氧气来练习排水集气，待整体技能基本形成后再进行实际练习。

在反复练习过程中，随着动作的紧张性逐步消失，学习者对动作的视觉控制逐步减弱、动觉控制则逐步增强，动作间的互相干扰和多余动作逐渐减少以至消失，动作的准确性、协调性、稳定性和灵活性逐渐增加，学习者对动作的注意将逐步放松、注意范围逐步扩大。例如，在学习中和滴定操作时，学习者在分解练习左手控制酸式滴定管活塞和右手旋转摇动锥形瓶的基础上作动作合成练习时，一开始目光总是紧张地在滴定管活塞、锥形瓶身以及滴定管口等处来回注视，不敢向别处稍作转移，常常疏忽对锥形瓶中溶液变色情况、滴定管中液面是否下降到刻度之下甚至滴液速度的观察，以至于手忙脚乱、操作失败。练习几次、熟练程度增加之后，这种疏忽情况就逐步减少，直到能协调地、得心应手地进行操作。

在分解练习阶段和整体练习阶段，学习者的动作方式都要受定向阶段形成的动作映象的引导和调节。同时，它们又使这种动作映象得到检验、巩固、校正与进一步充实。当两者发生矛盾或者动作困难时，常常需要反复观察示范、了解要领等等，来强化或修正定向的动作映象。

通过整体练习，简单的实验操作技能有可能达到比较熟练的程度，而复杂的实验操作技能一般不能达到熟练程度。

4. 联合、应用和熟练阶段

化学实验活动由各种实验操作活动按一定顺序组织而成。应用是使形成的化学实验操作技能“组块”融合到整个实验活动中去的过程。化学实验操作技能通常不是在达到熟练之后才进行实际应用的。与此相反，化学实验操作技能达到熟练乃是反复地进行实际应用的结果。从这个意义上看，应用和熟练阶段是实际的整体练习的延续。

制约化学实验操作技能学习过程的因素主要有以下几个方面。

1. 技能本身的复杂程度

不同的化学实验操作技能的复杂程度不一样。基本动作的种类和数量越多，技能就越复杂。例如托盘天平指针平衡位置调整技能要比托盘天平空载平衡性检查技能复杂，后者主要通过观察指针摆动情况就可以作出判断，而前者除了要观察指针摆动情况作出判断外，还要通过旋转左、右调节螺丝来改变其平衡位置。

此外，需要双手同时操作的技能通常比只需要单手操作的技能复杂，因为此时左右手除了有不同的活动任务外，还要互相配合、协调。同时有瞬时观察任务、需要及时作出判断的技能，比观察判断时间充裕的技能复杂。例

如在用结晶析出法测定硝酸钾溶解度实验中，搅拌、冷却硝酸钾溶液时需要密切注意硝酸钾晶体的析出、及时地读出温度计指示的温度，这比一般的搅拌溶液的技能要复杂得多。

复杂的实验操作技能常常需要各局部动作的协调以及操作与观察的协调等等，因而常常需要先进行分解练习，然后再作整体练习，延续的时间也要长一些。

先进仪器的使用可以使某些化学实验操作技能简化或发生变化。例如，近年来日益普及的数字显示式电子自动天平一旦取代托盘天平之后，学习用托盘天平称量的技能的重要性就会消失，用 pH 计测定酸碱浓度的技能跟酸碱中和滴定技能比较，则有了很大的变化。

2. 学习者的化学实验操作技能基础

学习者掌握了作为组成部分的各种简单技能后，复杂的实验操作技能的学习过程就会简化，就可能无需经过分解练习阶段。已经掌握了技能可能对于新的操作技能的形成起迁移作用，发生积极的影响，促进新技能的形成。例如，用右手振荡试管达到熟练程度后，用左手学习振荡试管就比较顺利，时间可以缩短。

已经形成的技能也可能对新技能的形成起消极的干扰作用。例如，在蒸馏操作时，通常使温度计水银球置于蒸馏烧瓶支管处测量蒸气的温度，受这一操作的干扰，一些人在用浓硫酸和乙醇制取乙烯时也把温度计水银球置于蒸馏烧瓶的支管处。

3. 学习者的生活习惯以及实验态度的影响

学习者在生活中形成的一些习惯可能对某些实验操作技能的形成起不良影响。例如，用五指握持试管而不是只用二指或三指捏持、用拇指堵住试管口上下摇动来振荡其中的液体、用嘴吹灭酒精灯、取用液体试剂时不把瓶塞倒放在桌上、用鼻子直接对着试剂瓶口闻气味等等。一些学习者对实验操作缺乏兴趣、懒于动手或者畏惧、畏难、注意力分散、漫不经心等等都会对化学实验操作技能的形成带来不利的影响。

但是，如果学习者具有克服不良习惯的强烈意识，明确学习化学实验操作技能的意义，有浓厚的兴趣和学好实验操作的意愿，仍可克服不良习惯的影响，保证学习过程的顺利进行。

4. 学习者外界的组织和指导

除了正确地进行示范外，教师或教材科学地组织、指导学习者进行练习，对于化学实验操作技能的形成具有重要的意义。例如，对复杂的操作由简到繁科学地组织分解练习；由慢变快、正确地掌握练习的速度；及时地纠正错误动作、防止形成错误的习惯；使单项练习与综合练习、集中练习与分散练习合理地配合，适当地安排练习时间等等，都影响着化学实验操作技能的学习过程。

二 化学计算技能的学习过程

化学计算是从量的方面来研究、理解物质及其变化规律的一种重要的认识活动。化学计算过程中也要进行阅读、书写、记忆等活动，但它以抽象思维为主要成分，掌握正确的思维方式、方法是它的本质特征。化学计算技能主要是在化学计算的心智活动中形成起来的，因而通常把它看作是一种化学心智技能。

化学计算不同于一般的数学计算。它要求以化学概念、化学原理和元素化合物知识为基础，运用化学量来进行计算。化学计算常常还要借助于化学用语这种化学抽象思维的符号形式，跟化学用语有着密切的联系。现以根据化学方程式计算技能为例来研究化学计算技能的形成过程。

要学习根据化学方程式计算技能，学习者必须已经懂得什么是化学反应，会书写和配平化学方程式，懂得什么是原子量、分子量并且会进行有关的计算，还必须了解质量守恒定律，知道化学反应的实质，以及会列比例式进行计算等等。这些化学知识和技能是学习根据化学方程式计算技能的必要基础。

在一开始，学习者通常要观看教师或教材的例题解答示范，了解根据化学方程式计算的原理、步骤、格式和规则。知道计算的根据、过程、方法和注意点。

然后，学习者就模仿上述示范尝试解答习题。这种模仿一开始通常是不连贯的，即一步一步地模仿，并且依赖于例题解答示范。模仿练习次数增加，则连贯性增强、对示范的依赖性减少，活动的概括性增强，直至能独立地、完整地完 成解题任务。

例如，如果教师在示范时强调“在化学方程式中已知质量的（物质）化学式下划一横，在待求质量的（物质）化学式下划两横，然后用划线物质的分子量（或原子量）列比例式……”，学习者一开始练习解题时也会这么做，可是再练几次甚至在第二次练时，他就会认为没有必要划线并且能直接正确地列出比例式了。这时，学习者形成了对根据化学方程式计算基本模式及其情境的概括性认识和体验，根据化学方程式计算的技能即基本形成。

在进一步的练习中，学习者将逐步学会在复杂的化学事件或题设中识别根据化学方程式计算（基本类型）的情境，简化、提取问题并应用根据化学方程式计算的基本模式来加以解决。例如，在学会已知一种反应物（或生成物）质量求生成物（或反应物）质量的计算技能后，初次碰到含一定量杂质的反应物或生成物的计算以及已知反应物（或生成物）溶液百分比浓度和质量求别的反应物或生成物质量的计算等新类型计算题时，不少学习者也能通过反应物（或生成物）纯量的计算，把新类型转化为基本类型来加以解决。

在解决化学计算问题的过程中，问题情境的分析、简化、提取和识别过程，即通常所说的审题过程大致包括阅读、分析、抽象、再认、联想、假设、尝试解题和类型判断等活动。用简明的图解提供视觉形象，可以帮助某些类型的化学计算问题的解决。

例题 20 时，氢氧化钙的溶解度为 0.17 克，在 50 克水中放入多少克氧化钙才能恰好全部溶解并且得到氢氧化钙饱和溶液？

此题的常规解法是：设需放入 x 克氧化钙，由此推算跟氧化钙反应的水的质量（ $\frac{18}{56}x$ 克）、生成的氢氧化钙的质量（ $\frac{74}{56}x$ 克）以及剩余的水的质量（ $50 - \frac{18}{56}x$ 克），再利用氢氧化钙的溶解度数据列出比例式 $0.17 : 100 = \frac{74}{56}x : (50 - \frac{18}{56}x)$ ，解得 $x = 0.06$ （克）。

若用右图表示有关质量的关系，就很容易得到关系式 $\frac{74}{56}x : (50 + x)$

$-0.17 : (100 + 0.17)$ ，从而解得 $x=0.06$ (克)。这比常规解法要简便得多。



图4-7 氧化钙加入量问题的图解

美国认知心理学家西蒙 (Herbert A. Simon) 曾经描述过这样一个实验：向被试提出问题：“一个容器中有若干溶液，其中 90% 是酒精，10% 是水，溶液总量是 1 升。需要加多少水才能使酒精变成全部溶液的 80%，而水变成 20%？”要求被试先画出图解，然后再列式计算。这个实验的被试都是学过一年以上代数的学生。结果，一些被试正确地图解这个问题 (见图 4-8)，很快地写出了解题的方程式；另一些被试画出两个容器 (见图 4-9)，图解不正确，解题就遇到了困难。可见，在审题过程中，如果问题得到正确的表征，可以说这一问题就已经解决了一半。

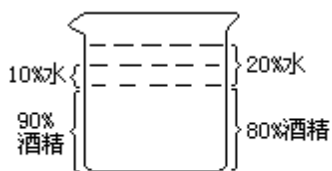


图4-8 酒精与水问题的正确图解

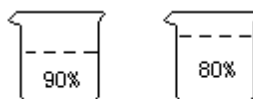


图4-9 酒精与水问题的错误图解

完成审题之后，学习者将按照一定的格式、并且通常以演绎的方式写出解题步骤完成各步计算。

通过由基本类型衍变而成的各种新类型计算题的解答练习，学习者对于根据化学方程式计算的技能将得到巩固和发展，不但使根据化学方程式计算活动进一步内化和概括化，而且将逐步掌握解答各种新类型计算题的模式。掌握各类题型 (如过量问题、多步反应问题、差量问题、混合物问题等等) 的特点、解决方法和规律，直至在综合性很强的计算题中能较好地应用根据化学方程式计算的技能。通过解题练习，还可以使学习者加深和发展对有关概念和原理的理解。解题的成功、技能的形成和熟练则可以保持和发展学习者学习化学计算的兴趣。

为了使对基本模式的认识得到巩固和加深，常常还需要在有关计算技能基本形成后，通过比较和联系来明确、概括它跟其他化学计算技能和化学知识的关系，了解各种计算技能间的差别和变换。例如，在学习质量百分比浓度计算后，常常把它跟溶解度计算进行比较和联系；在学习摩尔浓度计算后，常常把它跟质量百分比浓度计算进行比较和联系等等。

通过上述举例分析，可以把化学计算技能的学习过程做一概括。

(1) 获得有关知识和形成定向映象阶段。学习者通过阅读或听课激活有关物质和化学反应的知识，获得有关计算的原理、方法、规则、解题步骤、格式和算法的知识，领会示范，形成定向映象。

(2) 练习和初步形成阶段。通过模仿练习，逐步掌握化学计算的基本模

式，初步形成化学计算技能。

(3)联系阶段。明确所学习的化学计算技能跟其他化学计算技能和化学知识的差别和联系，使它在研究、认识物质及其化学变化的方法整体中定位、类化。

(4)应用和熟练阶段。在基本类型的各种变式中、在综合性逐步增强的情境中应用所学习的化学计算技能，实现技能的巩固、熟练和发展，进一步实现化学计算技能的内化和概括化，形成神经中枢内比较稳定的联系，为化学计算能力的形成创造条件。

跟其他技能一样，化学计算技能必须通过练习才能获得。但是，机械重复式的练习不能使学习者已经形成的化学计算技能在新类型的练习中得到发展，对技能的巩固作用也很有限：随着练习次数增加，学习者的兴趣锐减，注意力极易转移和分散，使学习效果显著降低。因此，既要注意练习的“量”，更要注意练习的“质”。要注意变式，有计划、有步骤地改变练习的内容和水平，有适宜和足够的练习量，使练习成为有效的练习。此外，还要及时地反馈练习结果，给予练习指导，要选好例题，作好示范和讲解等等，这些都有赖于学习者外部做出努力，是影响化学计算学习过程的外部因素。

对有关的化学概念、化学原理和元素化合物知识的熟悉程度；对化学用语和化学量的使用是否熟练；通过抽象、概括来认识化学计算基本模式的能力以及对问题正确地变换、表征、分析和识别模式的能力等等，则是影响化学计算技能学习过程的内部因素。

第四节 化学学习过程的一般结构

一 化学学习行动环节的一般结构

化学学习过程的一般结构是建立在对各类化学学习过程进行研究的基础之上的。对各类化学学习过程进行比较,可以发现它们有相似之处:

化学知识学习过程	感知	加工	形成	联系、整合	运用、发展
实验操作技能学习过程	形成活动定向(观察、示范、感知、讲解)	分解练习(模仿)	整体练习(形成或初步形成)	融合、联系	应用、熟练
化学计算技能学习过程	激活有关知识形成活动定向	模仿练习	练习、初步形成	联系	应用、熟练

由此可以进一步概括化学学习过程的一般结构。

化学学习过程通常由学习者的听课、阅读、观察实验或示范、思维加工、领会或体验、整理、联系、练习、实验、表达、讨论、作业以及预习、复习等内部和外部活动组成。这些活动按照一定方式组织起来形成化学学习活动过程。

(1)感知——预备阶段。学习者主要进行观察化学实物、实验;观察和领会示范;阅读教材、听取讲解,获得关于方法的知识等感知学习材料活动;形成或明确要解决的化学问题或任务。

(2)加工——形成阶段。进行分析、综合、抽象、概括、归纳、演绎、推测、验证等思维加工,以及练习、操作、领会、体验等活动,形成和理解化学概念、化学原理以及元素化合物等知识,并实现符号化(如给出名词、术语、定义、符号等);形成对化学动作技能和化学心智技能的体验,并且实现物质化,在外部活动中应用和表现。

(3)联系——巩固阶段。进行判断、鉴别、归属、划分、扩展、解释、说明、论证、整合、联系、比较等活动,明确学习内容的适用范围、跟其他化学内容的联系、异同,作进一步的总结和概括,补充、修改原有的化学经验结构,建构新的化学经验结构,形成理论的、符号的和操作活动的体系,在这同时,实现所学内容的巩固。这一阶段以对所学内容进行系统的总结(小结)为主要内容和特点,故又被称为总结阶段或系统化阶段。

(4)应用——发展阶段。由所学内容进一步形成应用规则和方案,在解决问题的作业过程中运用所学内容、进一步练习、熟悉(熟练)、完善、发展和巩固所学内容,使所学内容进一步概括化。

二 化学学习活动的环状结构

以上4个阶段构成了化学学习的行动环节。根据原苏联心理学家列昂节夫的活动结构理论,化学学习活动跟其他活动一样,其结构是环状的,由定向环节、行动环节(执行环节、工作环节)和反馈环节三个基本环节组成。

化学学习过程中的定向活动是外界对学习者的施加某些刺激(教师、教材的讲解、示范等),使学习者作出反应,揭示刺激本身的特性及其意义作用,建立起调节化学学习行为的“定向映象”,制定化学学习计划,确定化学学

习的目的和方法策略的过程，是外界刺激和学习者行为之间的中介环节。具体地说，化学学习过程中的定向活动可以使学习者初步认识学习的目的、对象和方式，知道学习活动的主要步骤、重点和难点，预知或想象学习的结果，概括地了解学习过程，知道学什么、为什么学和怎样学。

定向环节在化学学习活动中的重要意义在于：它可以指引、调节学习者的活动，为学习反馈提供参照标准，是顺利完成学习活动的主导和首要环节。能使学习者作为学习主体、主动地学习。有利于学习者形成良好的认知结构。在教学中，定向是教师发挥主导作用的重要环节，有利于教师主导作用和学生主体地位的和谐统一。能使学习按某种计划进行，使学习具有一定的效率。

在实际的化学学习过程中定向环节可能会受到程度不同的压缩，因而繁简程度不一。学习者的学习经验，同一类型学习的迁移等因素都可能使定向活动压缩和简化，它们既有有利的一面，也有需要防止错误定向的一面。

化学学习过程中的反馈环节，可以使学习者知道学习是否正确，哪里对、哪里错，从而调节学习活动，强化或者修正学习的结果，保证学习能达到预定的目标。

化学学习中的反馈可以分为两类。一类来自学习者通过对自身学习活动的评价（元认知）或者对学习结果的预测而形成的自我感觉或自我评价，可以称为自我反馈或者内反馈。一类由学习者外界，包括其他学习者、教师、教材（提供的答案）等，根据对学习活动的结果的评价而提供反馈信息，可以称为外界反馈或者外反馈。自我反馈是很重要的一种反馈，其正确与否对学习结果影响很大，学习者的元认知是自我反馈中最重要的成分。学习经验的积累、良好的学习定向、自我对学习过程的客观和科学分析以及自学能力的养成都可以提高自我反馈的品质，促进学习水平的提高。

无论自我反馈还是外界反馈，都应注意及时，要注意反馈信息的准确性和传输的可靠性、有效性。这样才能保证反馈环节取得良好的效果。

反馈可以是某一段学习活动结果的反馈，也可以是某一学习“动作”结果的反馈，因而反馈环节常常渗透到行动环节各阶段，特别是练习和应用阶段中，不一定在行动环节全部结束之后才集中地进行。

与此类似的是，定向环节也常常渗透到行动环节的各阶段之中，有时跟行动环节的感知——预备阶段很难截然分开，而不一定在行动环节开始之前全部完成，因为学习者最初形成的定向映象常常受原有知、能水平限制，带有局限性和模糊性，有时还可能产生较大的偏差，在行动环节各阶段常常要进行充实、修正，使定向映象逐步完善和强化。在这方面，反馈环节也有一定的作用，因而定向环节与反馈环节之间也是相互联系着的。

整个化学学习过程的一般结构如图 4 - 10 所示：



图4-10 化学学习过程的一般结构

需要说明的是，本节所说化学学习过程，主要指化学知识、技能的学习过程。至于化学能力和品德、情感、意志、态度的学习，通常不是一个环形结构所能完成的，它们有着不同的特点，要复杂得多。

第五章 化学学习方法

化学学习，贵在得法。当代著名的科学家和科学史学者贝尔纳曾经指出：“良好的方法能使我们更好地发挥运用天赋的才能，而拙劣的方法则可能阻碍才能的发挥。”化学研究如此，化学学习也如此。化学学习方法历来为人们所注意，是化学学习论的重要议题之一。

化学学习方法有其特点和发生、发展过程。本章在概述其形成、特点和分化的基础上，总结、论述各种常用的化学学习方法，并讨论化学学习方法的科学选择和优化问题。学习策略是学习方法的精髓和灵魂，在讨论化学学习的综合方法时对学习策略作了初步介绍。

第一节 化学学习方法概说

一 化学学习方法的形成

化学学习方法是学习者为实现化学学习目的，完成一定的化学学习任务而进行活动、跟化学学习系统内其他要素相互作用的方式和途径。这里所说的活动既包括学习者的外部操作活动，也包括学习者的内部心智活动。

化学学习方法是随着化学科学的产生、进步而形成、发展起来的。化学学习过程是人类化学经验向新一代传递的过程，是人类化学经验的再次认知过程，因而化学学习方法跟人类获得化学经验的最初活动——化学研究的方法有着密切的联系。在 17 世纪化学开始成为一门科学之前，化学的发展以化学工艺实践为主要手段，化学经验的传递多以师傅带徒弟的形式实现，内容既零散又充斥着谬误。17 世纪后半叶，化学被确立为科学以后，在化学研究中实验方法被广泛采用，化学家纷纷建立起化学实验室。这个时期的化学学习者（例如社勒、戴维、法拉第、杜马、李比希等人）除了像以往一样、以学徒的身份进行化学入门学习以外，还以实验助手的身份参与化学研究、同时学习化学的情况越来越多。布莱克、法拉第、李比希、泰纳尔、盖·吕萨克、武勒、罗朗等人都是通过这条道路进入化学殿堂的。在这个时期，学习者一方面在参加化学研究和学习化学的同时常常有新的发现、创造新的化学经验，另一方面还要努力摆脱旧经验中谬误的束缚。当时的化学著作为数不多，化学讲座活动也只是偶尔举行。因而化学学习活动跟化学研究活动交织在一起，两者很难加以区分，化学学习方法主要是观察、模仿、尝试、探索和实验的方法，它依附于化学研究方法，尚未分化、独立出来。上述情形直到 19 世纪初才逐步改变。苏格兰化学家托马斯·汤姆逊（Thomas Thomson, 1773—1852）在 1807 年前在爱丁堡就已建有一个教学用的实验室，1819 年起在格拉斯哥又建立起一个同样的实验室。1824 年，李比希在吉森建立起大概是德国第一个系统地进行实际训练的化学实验室，产生了很大的影响。从此，供教学用的化学实验室在各大学逐渐普遍设立。

教学实验室从化学实验室中的分化促进了化学学习方法从化学研究方法中的分化。李比希认为，只有在实验室里才能培养出名副其实的化学家，“学习化学的真正中心点不在于讲课，而在于实际工作。”他建立化学实验室，对学生进行化学研究方法的系统训练。在实验室中，大学生们先是学习定性分析和定量分析，然后再搞无机合成，提取天然产物，最后，在毕业之前进行独立的研究工作。通常总是由李比希提出一个重大问题，让学生们从不同方面各自进行研究。这种方法取得了很大的成效：他很快培养出许多优秀的化学家，例如霍夫曼（A. W. Hofmann, 1818—1892）、威廉姆森（A. W. Williamson, 1824—1904）、富兰克兰（E. Frankland, 1825—1899）、武慈（A. Wurtz, 1817—1884）、凯库勒（F. A. Kekulé, 1829—1896）、费林（H. von. Fehling, 1812—1885）和热拉尔（C. Gerhardt, 1816—1856）等，因而李比希的方法逐步地被仿效和推广。

1880 年，英国化学家阿姆斯特朗（H. E. Armstrong, 1848—1937）提出所谓“实验室教学法”，主张用发现的方法让学生用实验来解答问题和学

[英]J.R.柏廷顿著，胡作玄译：化学简史，商务印书馆 1979 年版。

[英]J.R.柏廷顿著，胡作玄译：化学简史，商务印书馆 1979 年版，第 239 页。

习化学。在这种方法中，化学教学时间大部分用于学生实验，教师先教给学生实验的方法，而后学生按照实验教程自行实验，教师巡回指导，让学生自己发现原理、原则，写出研究报告。教学内容以化学基础现象及物质为主，不一定按照系统来学习化学的全部内容。这种实验室学习法跟化学研究方法虽然仍有着密切的联系，但已有了明显的差别。

在 19 世纪近代化学大发展时期，大量的化学事实被认识和积累，各种化学理论也纷纷推出，化学研究的理论方法广泛地得到应用，并且跟实验方法相辅相成相互促进，这不能不在化学学习方法中得到反映，许多化学内容已不一定或者不可能只在实验室中学习。与此同时，班级授课制在大、中学校中普遍推行，赫尔巴特的课堂教学理论被广泛应用和传播。化学的课堂学习方法得到了很大发展，使得化学学习方法跟化学研究方法进一步加快分离。

就在化学课堂学习方法因为班级授课制的普遍推行和赫尔巴特课堂教学理论的指导而得到发展的同时，它也开始了跟一般学习方法的分离。这种分离从根本上说是由化学学科在内容、手段和发展规律等方面的特殊性决定的。

化学学习方法跟一般学习方法的分离在我国中学化学教学中尤为突出和重要。近代化学教育在我国发端之初，化学教员是用重金聘请洋教习担任的，以后则改由归国留学生担任。由于中学普遍设立，留学生专攻化学并且学成归国者不敷应用，化学师范教育刚刚产生，不能满足需要，由经学先生充任学校管理乃至任化学教员的情况相当普遍。再加上“以中国经史之学为基”的立学宗旨规定、实验器材匮乏和传统习惯的影响，经院办学模式和读经讲经方法被引进化学教学，以至于实验教学被冷落放弃，仅余课堂教学畸形发展。这种情况的长期不良影响之一，就是使化学学习方法被人为地抹去学科特殊性，跟一般的学习方法几无区别，被动地接受、记忆在我国几乎成了学习化学的主要方法。

由于我国一批优秀的化学教育家的长期努力，科学的化学教育理论和化学教育思想逐渐形成、完善和普及，加上物质条件的改善，化学学习方法在我国才得以逐步从一般学习方法中分化出来，显示出化学学科的特殊性。这种“解放”性的变化尤其以 1949 年 10 月以后，特别是 1978 年以来最为显著。

需要注意的是，化学学习方法从一般学习方法中分化，并不意味着两者的割裂和隔离。实际上，化学学习方法跟一般学习方法是个别跟一般的关系，相互之间有着密切的联系。研究化学学习方法，可以具体地了解一般学习方法在化学学习中的特点、作用、适用范围和不足，有利于进一步发展对一般学习方法的认识，而化学学习方法也可以从一般学习方法的研究中得到启示和指导。

二 化学学习方法的特点

现代化学学习方法是怎样体现化学学科的特殊性、具有哪些特点呢？

首先，化学学习方法应该适应学习关于物质的组成、结构、性质、制法和应用等方面的知识、学习化学操作技能和化学心智技能，从分子、原子层次认识物质及其运动并获得有关认识的需要。例如，化学学习方法应该包括化学的感知方法、观察方法和探究方法，使得学习者能直接获得关于化学事

物的感性认识；由于大量的化学事实已经被前人认识和研究，学习者还应掌握学习前人积累的间接化学经验的方法；为了在宏观感知的基础上进一步认识物质的微观结构和运动，需要掌握用思维来“解剖”物质、探索物质微观奥秘的方法，等等。

化学发展的历史表明，化学的实验方法和化学的理论方法对于化学认识的形成都是必不可少的。实验是化学发展的基础，也是学习化学的基础，任何忽视或否定化学实验方法的观点都是错误的。另一方面，由实验获得的感性认识有待于上升到理论。片面强调实验和忽视化学理论，必然会使化学实验沦为盲目的试验，影响化学认识的形成和科学水平。现代化学科学方法和化学学习方法都十分重视化学实验方法和化学理论方法的统一。

化学实验方法和化学理论方法的并用和相互配合，是现代化学学习方法的一个特点。这个特点反映在学习的组织形式上，是化学的实验室学习法和化学的课堂学习法的并存与相互配合。近一二十年来，欧美学校越来越多地把化学实验室跟教室相邻地设置以便机动地改变化学学习形式；我国中学则越来越多地出现既可上化学课又可供学生做化学实验的专用化学实验教室，广泛地使用学生随堂实验形式等等，都反映了化学实验方法和化学理论方法日益加强配合的趋势。在普通学习论中通常不谈实验室学习，或者只把它作为课堂学习的附属内容。可见，实验学习法跟课堂学习法并重，这是化学学习方法跟一般学习方法、化学学习论跟普通学习论的差别之一。

化学研究方法的形成和发展经历了由简单到复杂、由低级到高级的过程。在化学确立为科学之前，人们只是用简单的直观方法、原始和粗糙的实验方法以及朴素的逻辑思维方法和主观臆测方法来研究化学问题。近代化学诞生之后，科学实验方法、分析方法、归纳方法一度成为研究化学的主要方法，其他逻辑方法也逐步得到应用。在近代化学的大发展阶段，系统方法、定量方法、物理化学方法、公理演绎方法、辩证逻辑方法以及由各种逻辑方法形成的综合方法、由逻辑方法和非逻辑方法形成的综合方法等先后被人们采用。到了现代化学时期，数学方法、各种学科综合方法、假说演绎法以及各种超级实验手段又进一步得到发展。化学研究方法必须适应化学研究内容以及人们化学认识的发展，并且被后者规定和制约。

跟这一情况类似，化学学习方法也有一个发展、提高的过程，它必须适应化学学习内容从宏观到微观、由描述到推理、由定性到定量、由简单到复杂，逐步提高和发展的过程。除此之外，化学学习方法还要适应学习者的身心发展，适应学习者已有的化学经验基础。例如，在中学化学学习阶段比较适宜采用分析的方法、归纳的方法，不宜过早地采用综合的方法、公理演绎方法和数学方法，但又应有计划地提高学习方法的水平，促进学习者的发展。

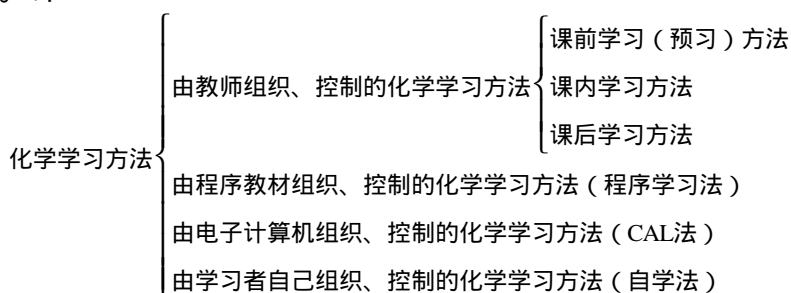
化学教育是传递化学经验和普及化学知识、为社会发展服务的重要手段。长期的化学教育实践使人们认识到，化学教育是一门科学，在化学教育中，不能只注意化学知识技能的教学，还要重视化学能力的培养，重视有关的非智力品质的培养，促进新一代全面发展。化学学习论跟化学教育科学有着密切的联系，应该重视化学教育历史发展的成果。在对化学学习方法的研究中应该重视有利于培养化学能力和良好非智力品质、促进学习者全面发展的学习方法的研究。在这方面，问题解决法等研究性的学习方法具有重要的作用，日益引起人们的重视，这体现了化学学习方法的辩证回归和螺旋式发展。

第二节 化学学习方法的分类

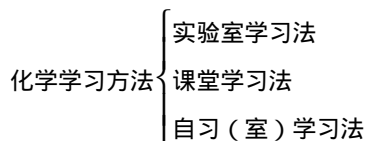
化学学习方法在从化学研究方法、一般学习方法中分化出来后，也开始了它的内部分化过程。这种内部分化导致多种多样的化学学习方法及其分类系统的出现。研究化学学习方法的分类和各类化学学习方法，有助于弄清各种化学学习方法的共同因素和个别特点、本质联系和外部形式，有助于领会、掌握化学学习原理，也有助于自觉地、有效地运用各种化学学习方法。

对化学学习方法的分类可以从不同的角度、不同的层次进行。

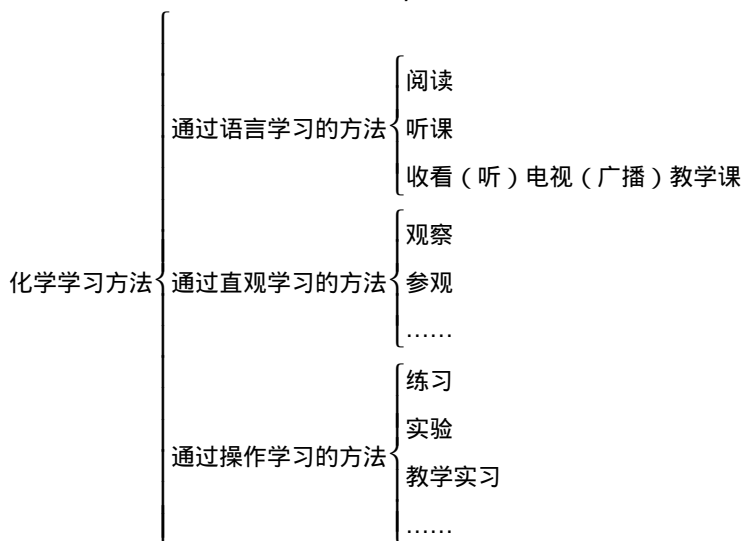
(1)根据学习的组控条件分类。可以分为由教师组织、控制的化学学习方法；由程序教材组织、控制的化学学习方法；由学习者自己组织、控制的化学学习方法以及由电子计算机组织、控制的化学学习方法等。由教师组织、控制的化学学习方法又可以进一步分为课内学习方法和课外（课前、课后）学习方法。即



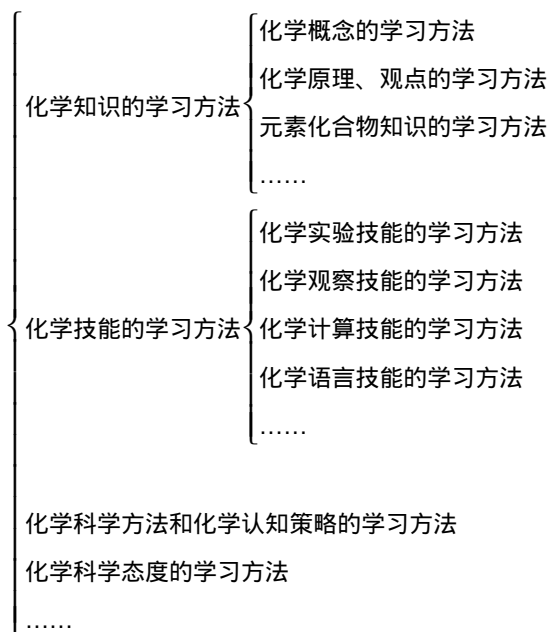
(2)根据学习的场所环境及内容分类。可以分为实验室学习法、课堂学习法和自习（室）学习法 3 大类，即



(3)根据学习媒体分类。可以分为通过语言学习的方法、通过直观学习的方法以及通过操作学习的方法等 3 大类，即



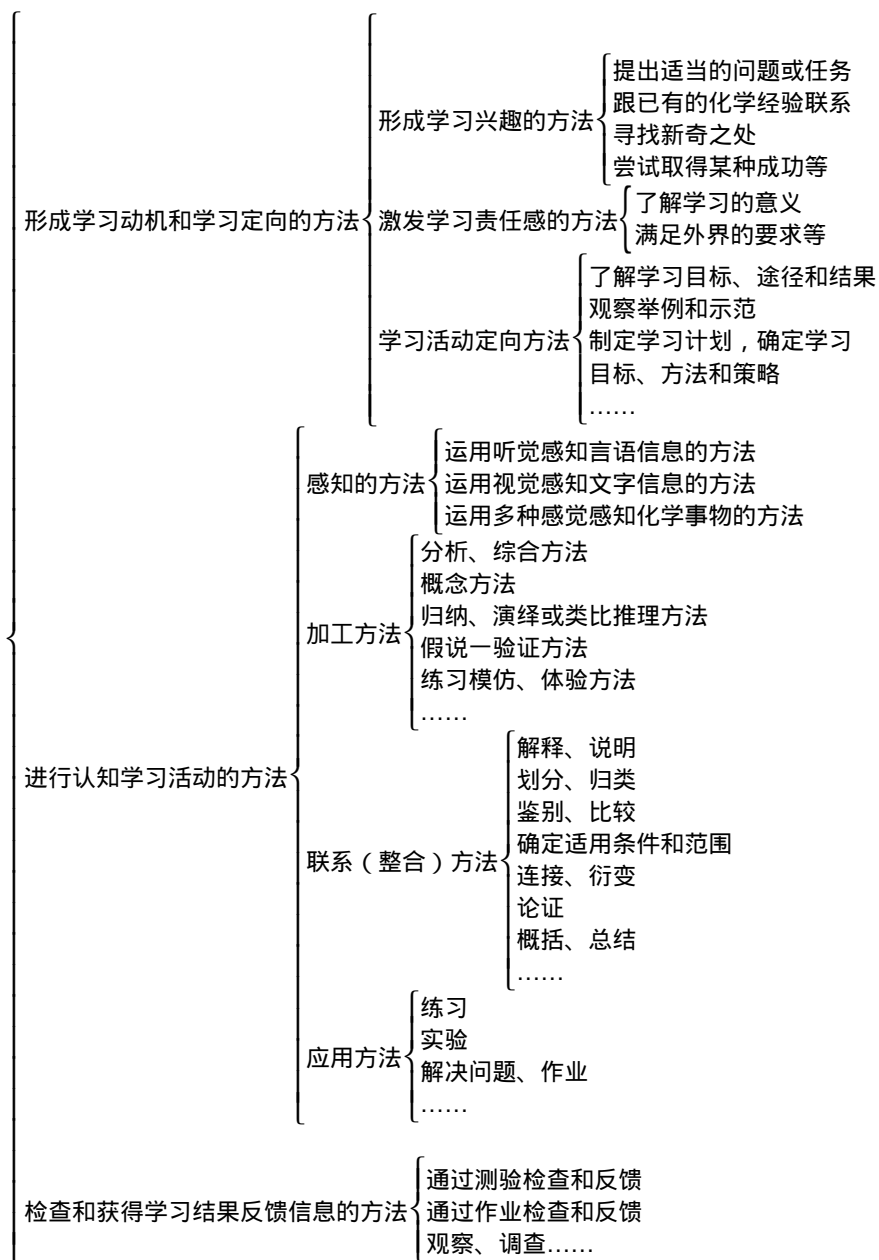
(4)根据学习内容可作如下分类。



(5) 根据学习认知水平分类。可以分为：

- | | |
|---|------------------|
| } | 达到知识水平的学习方法 |
| | 达到领会水平的学习方法 |
| | 达到掌握水平的学习方法 |
| | 达到综合运用水平的学习方法 |
| | 达到融会贯通和创新水平的学习方法 |

(6) 根据化学学习过程的阶段分类。可分为：



(7)根据学习活动的性质分类。可以分为：

- 接受性学习方法
- 再现性学习方法
- 研究性学习方法
- 发现性学习方法

(8)根据学习活动复杂程度分类。可以把化学学习方法分为基本活动方法和综合方法两大类。

化学学习活动由若干基本的学习活动组成。常见的化学学习基本活动有听课、阅读、观察、笔记、问题、分析、综合、抽象、概括、比较、鉴别、判断、分类、归纳、演绎、类比、假设、证明、解释、说明、计算、联想、想象、模仿、体验、表达、练习、实验、总结以及背诵、回忆、测验等。化学学习的基本方法就是进行化学学习基本活动的方法，故又称化学学习基本活动方法。

化学学习的综合方法是由若干种基本方法按照一定的化学认知策略和模式组织、衔接形成的，适用于相对独立和完整的化学学习过程。例如，接受—复现学习法、探索—研究学习法、问题解决学习法、课堂学习法、实验室学习法、程序教材学习法、计算机辅助学习法、自学法以及各类内容的学习方法、各种水平的学习方法等等，它们都属于化学学习的综合方法。

化学学习方法既分化又综合，这是化学学习方法的矛盾运动形式。学习者应该努力掌握化学学习的各种基本方法，掌握化学学习各种基本活动技能。另一方面，学习者更应该重视在学习实践中总结、掌握各种有效的化学认知策略和模式，掌握适合于自己的化学学习综合方法。

第三节 化学学习的外部活动方法

化学学习的基本方法是化学学习中个别步骤的外部动作活动方法或者内部心智活动方法，通常用于完成化学学习一定阶段的任务，不覆盖完整的学习过程。

化学学习中的各种活动是相互联系、相互配合的，特别是外部动作活动跟内部心智活动的联系尤其密切，因而化学学习的基本方法也应该相互联系、相互渗透，需要配合使用。

化学学习的基本方法多种多样。

一 阅读

主要指阅读化学教科书，也包括阅读化学文献和其他资料。要搞好阅读，必须注意以下几点：

(1) 阅读跟思考问题结合。科学在于解决问题，至少是试图解决问题，化学也不例外。使阅读跟思考问题结合，可以产生阅读兴趣、保持和集中注意、促进思考并且加深对阅读材料的理解。实践证明，带着问题阅读能使理解更敏锐、更深刻，是一种行之有效的办法。

(2) 注意弄清各种化学概念及其相互关系。概念是思维的基本单位和基本形式，因而应该注意记住各种概念并且弄清它们的涵义，注意其条件和范围；还要注意弄清各种概念之间的关系，努力用过去所学的概念、知识来解释、说明、联系新学的概念、知识，用新学的概念、知识来巩固、扩展、深化、总结过去所学的概念、知识。

(3) 注意阅读实验描述、化学符号以及各种图、表。要弄清实验的目的、原理、方法、结果及其意义。化学符号是化学语言的特殊表现形式，它和实验、各种图表以及举例、注解、附录都是化学书籍文献的有机组成部分，必须给予应有的注意，努力读通读懂。

(4) 阅读跟动手、动笔结合。阅读化学书籍常常需要自己动手推演、计算、写结构式、写化学方程式，或者动手做实验，来验证、加深印象和帮助理解，有时还要动手查找有关资料来核对、补充某些材料。读完材料后，动笔做摘记，用铅笔勾划、圈点、写眉批，乃至写读书笔记或者学习心得、小结，有助于抓住重点、加深理解和巩固记忆。

(5) 及时回忆和复习。阅读中碰到的旧知识，如果已经忘记或者有些模糊，应该及时复习。读完之后，应该及时回忆和复习主要内容，在理解的基础上努力记住重要的概念、公式、数据、结论，以及物质的组成、结构、性质的特点和重要的反应、实验、用途等等。

(6) 浏览、通读与精读相结合。浏览、通读与精读都是读书的方法，它们各有作用，应该相互配合。浏览包括阅读全书和有关部分的内容提要、目录、标题、有关部分的引言和导言、用特殊字体印刷以示强调的段落、重要的化学式或化学方程式、重要的公式、重要的实验说明和图表以及结论、结语等，以概略地了解全貌为目的。通读就是从头到尾、一字不漏地读一遍，具体地了解全部内容，并能从整体角度把前后内容联系起来，找出重点、难点和疑点。精读则是选择书中的一部分，对重点、难点或疑点所在部分反复阅读，深入地进行思考、研究。

浏览、通读、精读通常依次进行。但在通读过程中可以对某些内容进行

精读，在精读时或精读后常常还要进行浏览或通读，以不失对有关内容的全面和系统地理解。

二 听课

听课时，学习者除了进行听觉感知外，还要进行语义分析、理解，以及观看教师的表情、手势、板书等活动。所以，“听课”的说法并不很确切。

听课的效率除了跟教师的讲授有关外，还跟学习者的语言知觉和语言理解能力以及化学知识经验基础等因素也有重要关系。在听课时，学习者常常还要配合进行笔记、思考问题、观察演示、讨论等活动，学会合理地分配和转移注意，使耳、眼、手、脑、口互相协调，达到听好、看好、记好、做好、说（或问）好，十分重要。

三 观察

包括观察物质、实验、模型、图表以及影视教材等。观察是一种有目的、有计划的知觉。科学的观察应该有明确的目的，要根据实验目的确定观察重点，明白观察什么，要获得哪些信息，解决什么问题，制订观察的计划，力求全面、系统而又有重点地进行观察。

在观察物质时不仅要看它的颜色、状态，常常还要试验它的硬度、气味、溶解性，测量它的密度、熔点、沸点等性质；在观察化学实验时，常常要根据反应物的颜色、状态的变化，沉淀或气体的生成、特殊气味的产生、温度的上升或下降等等来判断化学反应的发生。因此，观察不仅是看，要有目的地运用多种感官参与，力求全面、细致、真实和客观。

观察活动跟思维密切联系着。只有结合思维才能把握实验现象中的本质特征和必然联系，达到观察的目的。只有了解观察所要解决的问题，才能够引起思维并且用思维来指导观察，才能形成观察兴趣，提高观察的效果。此外，还要善于根据观察到的现象提出问题，来促进进一步的观察和对观察材料的加工。

科学的化学观察要有详实的记录，要善于进行总结整理，用规范的术语、约定的符号、标准的计量单位进行准确、清晰、全面的描述。具有充分的知识准备，对搞好观察关系很大。在观察之前应注意复习有关的知识经验。

四 笔记

无论阅读、听课、观察和实验，都需要笔记来配合。笔记有助于克服遗忘。俗语说，“好记性不如烂笔头”。有许多内容，在听课、实验的当时可能觉得十分清楚，似乎没有记下来的必要。可是，事过境迁，这些内容多多少少会遗忘。及时做笔记，可以防止这种情况出现。笔记还有助于对有关内容进行思维加工。把有关内容记在笔记本上，犹如存放在工作记忆（或短时记忆）库里，扩大了工作记忆的容量，检索容易，给思维加工带来便利。

怎样才能做好化学笔记呢？

(1)要弄清应该记些什么。化学课堂笔记主要是“四记”。一是记思路：研究的问题是怎样提出的、用什么方法解决的、最后得出了什么结论；二是记纲要：以提纲形式记录课的主要结构和逻辑线索；三是记要点：记下重要的定义、原理、化学式、反应方程式、实验或计算的过程和结果、重要的举例、结论以及注意点和学习要求等，对教科书中没有的补充内容更应予以注

意；四是记问题：记下课上一时来不及弄懂的问题以及准备在课后进一步研究解决的问题，等等。化学实验笔记则应记录实验的日期、课题、方法、实验装置、仪器型号、试剂规格和浓度、环境条件、实验步骤和观察结果、实验材料的处理过程和结论，以及实验中发现的问题和迸发的“思想火花”等内容。

(2)要及时做好整理工作。由于时间紧迫，笔记可能有各种缺陷，要及时地补漏勘误，对过于简略之处作必要的补充、加工，对错误进行纠正。边整理、边复习，对疑难问题的解决以及复习时的心得也应记入笔记。

英国科学家法拉第曾经在他的日记中记录了他是怎样掌握著名化学家戴维的一次公开演讲的内容的。他写道：“一离开演讲厅，我立即取道回家，在当天晚上和第二天晚上，根据原始笔记全面地写出第二份笔记。这份笔记比原始笔记更翔实，更连贯，也更易读……”后来，他向戴维出示自己的笔记，并询问自己对演讲的理解是否正确。这个书店小学徒的勤奋和理解力给戴维留下了十分深刻的印象。因此，他向法拉第提供职位，让他做自己的实验助手……这段化学史上的轶事，生动地印证了整理笔记的重要性。

(3)笔记要简洁、快速、详略得当。记化学笔记可以利用化学符号和其他符号。为了简洁、快速地记录化学实验过程，可以用图示式记录。例如，通

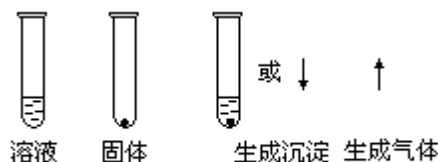


图5-1 实验记录图例

常用下列简图或符号分别表示：
笔记所用符号应力求系统、规范。

(4)做课堂笔记时，要处理好听、想、记的关系。听清、听懂是前提，“想”是关键。“想”主要指做出要不要记下来的判断，而不是去深入思考听的内容。进一步的理解、思考可以放在记下和下课之后。像录音机那样全部照录，既不必要也难以做到；“听一句、想一句、记一句”也不好。一般说来，先集中注意听完一小段讲课，利用停顿时间再想和记，效果较好。

(5)注意利用笔记来复习，发挥笔记应有的作用。这样做有助于掌握做好笔记的要领，不断改进和提高笔记技能。

五（提）问题

提问题也是学习的一种基本方法。早在大约 2500 年前，我国伟大的教育家、思想家孔子就主张“博学之，审问之，慎思之，明辨之，笃行之”（《中庸》），把审问作为一定阶段的学习方法，认为“博学而笃志，切问而近思”（《论语·子张》）。俗语说，“学问学问，又要学又要问”，也是把问作为学习的一个基本活动。

在化学学习中，经过思考，提出存在于化学事物内部或者化学事物之间的矛盾，即化学问题，由自己来加以研究和解决，或者在自己解决不了时请别人帮助解决，是化学学习中的一种基本活动方法，也是提高化学学习效果

[美]沃尔特·波克著，黎思年等译：在大学里怎样学习，原子能出版社 1988 年版，第 7 页；[英]J.R.柏廷顿著，胡作玄译：化学简史，商务印书馆 1979 年版，第 204 页。

的一种基本方法。

问题是思考的结果，又是思考的开端。它可以激发学习者的思维活动，使学习者主动地学习。但是，问题只有在它引起学习活动并且得到解决的情况下，才能在学习中发挥作用，所以，它是一种特殊的基本方法。

问题在学习中作用大小跟问题提得好不好有关。好的问题能导致积极和有效的学习活动，有利于领会、巩固、应用和发展化学知识，能适应学习者的水平、激发学习兴趣、促进学习者的发展。

问题大致上有“是什么”、“为什么”、“怎么样”等几类形式，它们对应于化学事物、化学事物之间的关系和联系，可以帮助学习者弥补其化学认知结构的缺陷，构造和完善其认知结构。它们可以作为基本线索来激发和组织其他基本学习活动，对完成学习任务起重要作用。

提不出问题，或者提不出好问题，是常见的化学学习困难之一。怎样才能善于发现问题、提出问题呢？要能发现问题，离不开对事物进行分析和联系，在分析联系中揭露事物的矛盾。要善于发现问题，需要认真地观察、实验和思考，养成动脑习惯，努力提高思维的能力和品质。了解并熟悉发现问题的一般途径，有助于发现问题。

发现问题的一般途径有：

(1)从对立面发现问题（例如，在制取二氧化碳时，不用稀盐酸而改用浓盐酸跟石灰石反应，行不行？）。

(2)在反向思考中发现问题（例如，对命题“由同种分子构成的物质是纯净物”，反向提出问题：纯净物是不是都由同种分子构成？）。

(3)在“异常”中发现问题（例如，为什么氢气不能从硫酸铜溶液中置换出铜？）。

(4)探求因果，提出问题（例如，在试验电解质溶液导电性时，为什么电极上常常会有气泡产生？）。

(5)在归类判断中发现问题（例如，溶液属于纯净物还是混合物？）。

(6)通过类比发现问题（例如，化学反应前后，各物质的体积总和是不是像它们的质量总和一样也守恒？）。

(7)通过比较发现问题（例如，为什么铁跟氯气、盐酸反应生成不同的氯化物？）。

(8)从“理所当然”中发现问题（例如，磷酸铵是中强酸与弱碱形成的盐，为什么它的水溶液并不显酸性，而是接近中性？）。

(9)从实际中发现问题（例如，为什么热“碱”水去油污能力比冷“碱”水强？）；等等。

六 表达

化学学习中的表达，主要是用口头语言或者文字来向别人交流自己的化学认识的活动，是化学学习思维过程的概括、整理和思维结果的外部表现形式之一。化学学习中的表达活动主要有：

(1)说明和解释。说明和解释可分为化学事实的说明解释和化学事理的解释说明。化学事实说明解释包括介绍、描述、解释物质的性质、状态、组成、结构、类别、变化、跟其他物质的联系以及用途、存在、制法等化学事实，要求客观、真实、形象、简洁，既全面又突出特点，要注意用实物展示和实验演示配合，注意利用接受者的记忆表象，帮助他们形成想象表象。

化学事理的解释说明包括化学概念、原理、理论的概括、解释和说明，观点、看法、见解以及计划、方案的解释、阐述和论证等，要求语言确切、连贯、清楚、完整、详略得当、遵守逻辑和思维规律，符合客观实际，有说服力，有时也需要用实验和其他事实加以说明。

(2) 参加讨论和谈话。讨论是学习者围绕化学学习重点或者疑难问题各自发表意见，相互补充、质疑、启发和论辩，从而解决问题、共同得到比较正确、全面、深刻的认识的一种集体学习方法。它有利于认识的深入，有利于思维能力和表达能力的提高，是个别学习的有效辅助手段。

要搞好讨论、充分发挥讨论在化学学习中的作用，需要学习者以积极的态度对待讨论。在讨论前应认真复习有关的化学知识，认真思考问题，作好论点、论据和论证准备。讨论时要积极发言，紧扣主题，发言有理有据，合乎逻辑；还要认真听取别人的发言，深入思考，相互启发、质疑，勇于论辩；要善于取长补短、坚持真理、修正错误，语言文明，尊重别人，通过讨论达到明辨是非、弄清道理、共同提高认识的目的。讨论后应及时整理、记录讨论后的认识、心得，进一步作冷静的回顾与思考。

谈话通常以对话的方式进行。谈话可以使学习者学习和巩固化学知识，交流彼此的认识，发展思维能力和表达能力，还可以及时得到别人对自己学习结果的评价意见。学习者应该重视和积极参加谈话，在参加谈话前应做好围绕话题的知识准备和其他准备。

(3) 撰写实验报告。化学实验报告应该是化学实验的真实记录和完整总结。它不仅应该能客观地反映实验的全貌和概况，以便进行交流，而且应该是对实验全过程再认识和理性思考、整理的结果，是实验者宝贵的学习和研究资料。

写实验报告时应该力求客观、真实，以详实的实验记录为基础，认真进行整理和思维加工；要全面、完整、规范地描述实验，以便于交流、讨论，便于别人重复、验证；通常应包含实验课题、实验目的、实验试剂和仪器装置、实验方法步骤和过程、实验条件、实验现象、实验结果的处理和解释、结论、讨论和心得体会等项目内容；语言要准确、简洁、规范，书写要工整，图表要设计合理、绘制精致，计量单位要符合国际标准，分析讨论要有理有据、论证严密、全面、深刻，结论要实事求是、简练、明确、科学、可靠。

(4) 书面作业。是以文字形式表达解决问题的逻辑过程和结果，完成一定学习任务的活动，要求内容正确、文字（包括符号、图、表、式）规范、确切、简洁、明确、完整、有条理、符合逻辑并且整洁。

(5) 撰写论文。论文是比较深入地讨论或者研究某个问题而撰写的文章，它阐明问题的实质和意义、解决的方法和过程、得到的结果和结论并进行论证。论文也包括学习或阅读心得、专题论述（综述）或报告、评论和以文献资料为基础的研究论文等。撰写论文是一种创造性的学习化学的方法。

论文是比较深入地思考问题、比较系统地进行实验研究或者调查、分析的结果，来不得半点的虚假和马虎。论文通常由前言、正文、结论和附录等部分组成。前言要简明扼要、开门见山地提出问题，说明问题的实质和意义、由来和研究进展，以及本次研究的概况。正文描述研究材料的收集、整理、加工，形成论点并进行论证。结论部分概述研究的结果，作出评价，提出进一步研究的设想和展望等。附录包括主要参考文献和其他图表等资料。在论文的最前面常常还附有内容摘要、关键词，以便阅读和检索。

要写好论文，首先要做好选题工作，问题要明确、具体、适当、可行性强，要有利于进一步学好化学、力所能及又有一定的实际价值和意义；要下气力做好搜集研究材料（包括事实材料、实验结果、数据记录和文献资料）的工作；要认真地和深入地进行思维加工，立论要实事求是、科学、可靠并且有新意，论据要充分、有说服力、经得起检验，论证要思路清晰、符合逻辑，做到概念准确、判断恰当、推理严密；语言要简练、准确，可读性强，图表设计要科学合理、便于说明问题，事先应拟好写作提纲；要尊重别人的工作，引文要注明作者和出处、忠于原文，附列出参考文献目录。论文写成后应进一步征求意见、修改加工，搁置一段时间再重读、修改以及进行答辩活动也是提高论文质量的有效办法。

七 练习

练习是在有关化学知识基础上进行口头的、书面的或者实验操作的实践作业活动，从而形成化学技能技巧的一种基本方法，是培养化学实验操作、化学计算、化学认知以及化学用语读写用等化学技能和化学能力的必要手段，对巩固有关的化学知识也有一定作用。

为了提高练习的效果，必须做到：

(1)明确练习的目的和要求，形成完成练习活动的内部动力，自觉地和积极地进行练习。

(2)掌握正确的练习方法和有关的基础知识，注意示范和讲解，避免盲目的尝试、摸索。

(3)练习方式多样化，以增强兴趣，提高效果。

(4)有计划、有步骤地进行练习，由局部到整体、由简单到复杂、由模仿到熟练，逐步地展开练习，对练习速度的要求由慢到快、逐步提高，各阶段练习次数和时间安排要适当，不宜太少也不需太多，练习要经常化、适当分散、不过分集中。

(5)及时地知道每次练习的结果，使正确的活动方式被体验和巩固，错误的活动方式及时地被查明原因并得到纠正。

(6)积极争取教师的指导。

八 实验

实验是根据一定目的，利用化学仪器设备和试剂来人为地实现化学反应，从而学习、认识或验证物质组成、结构、性质、变化等化学知识，培养化学实验能力、科学态度以及化学实验技能的一种基本方法。

要用好实验方法，必须：

(1)具备必要的知识准备和技能准备。

(2)明确实验的目的。

(3)周密地计划，制定好实验方案，明确实验步骤和注意事项。

(4)做好实验仪器、设备和试剂的准备工作。

(5)遵守实验操作规范，操作认真、精确、耐心，养成良好的实验习惯。

(6)做到实验、观察、思考相互配合和协调。

(7)及时和认真做好实验笔记。

(8)写好实验报告，做好总结工作。

九 概括、总结和复习

化学知识技能之间是相互联系着的。由于化学知识、技能的学习通常总是逐步展开的，只有在学习的一定阶段才具备揭示某些相互联系的条件。另一方面，化学学习又受到学习者原有知识技能基础和学习能力的限制，只有在学习者的学习基础和学习能力随着化学学习的进行而发展、提高后，才有可能在新的高度重新认识原先学过的内容。因此，分阶段地在适当时机对已学内容进行概括和总结、使之系统化，是化学学习中一件十分重要的工作，也是学习化学的一种基本方法。实际上，概括和总结是通常所说复习工作的主要内容和任务之一。

概括和总结要以巩固地学好化学基本概念、基础理论、有关的元素化合物知识以及化学技能为基础。它不是已学内容的简单合并，而是要努力揭示和突出已学内容的内在联系，以规律性的知识把已学内容组织成系统的知识之网，进一步加深对已学内容的理解和认识，使它们能综合运用于解决实际问题。

概括和总结应力求用简明、形象、生动的方式表达，图表是一种常用的形式。用于整理、概括、总结知识的图表形式有概念（或知识）系统图、元素或化合物知识结构图、概念（或结构、性质等特点）比较表、物质衍变（或转化）关系图、反应关系图等。学习者自己绘制这些图表的过程，也是积极思维、进行概括和总结的过程，其效果要比照抄教师或参考资料中的现成图表好得多。

第四节 化学学习的内部思维方法

一 化学学习中的抽象思维方法

在化学学习中，通过阅读、听课、观察、实验等活动得到的感性材料，需要经过大脑的思维活动进行加工、改造、升华，才能变成理性的认识，进一步转化为学习的成果。这种思维加工主要依靠抽象思维方法和形象思维方法。化学学习中的抽象思维方法主要包括科学抽象、逻辑方法、假说—验证方法和数学方法等。

1. 化学学习中的科学抽象方法—概念和判断

化学学习中的科学抽象就是通过思维透过一类化学事物的表面现象、抽取其共同的主要的方面，把握其一般本质的认知过程和思维方法，其成果有化学概念、化学术语符号、化学思想模型等，广义的科学抽象成果还包括化学的判断、假说和理论等。

化学概念的形成过程是人脑对化学事物的感性材料进行改造加工的过程，是科学抽象这种思维运动的过程。而思维运动（或称思维活动）在现代形式逻辑和辩证逻辑中往往被叫做方法。化学物质种类繁多，化学变化纷繁复杂，学习者要逐一地加以认识几乎不可能。借助于形成各种化学概念，人们才得以概括地认识和反映大千世界的化学物质和化学变化，认识它们的本质特征和规律性联系。因而，化学概念是人们认识化学事物的工具，形成科学的化学概念正是人们学习化学的一种常见的基本方法。

化学概念是实践发展的产物，是在化学科学实践中逐步形成和发展起来的，化学概念又是抽象思维的结果，是经过反复的科学抽象而逐步形成的。这一抽象过程或抽象方法的程序是：在分析、比较的基础上抽取事物的共同点；经过辩证分析，剔除共同点中表面的、次要的东西，着重把握主要的东西，深入抽取本质；对概念的要素进行辩证综合，或者进一步理想化，理想地复现对象，从而形成概念。

在形成化学概念以后，通常还要根据化学事物的本质属性给概念下定义、根据一定标准进行划分、确定适用的条件和范围等，通过这些逻辑活动来揭示概念的内涵和外延，通过判断、推理、确定种属关系等逻辑操作来揭示化学概念间的关系。

判断是概念的展开和联系，它以概念为基础和出发点。判断是思维的一种基本运动形式。通过思维的判断活动，可以对化学事物的属性和相互关系作出断定，因而判断是人们认识化学事物的一种方法和工具，作出判断是化学学习时经常进行的一种活动。判断可以回答对象“是什么”或“不是什么”，“是什么关系”或“不是什么关系”，以及“既是什么又不是什么”的对立统一；可以反映化学事物的性质关系（同一或差异关系）、数量关系、位置关系、包含关系、作用关系、依存关系、排斥关系、因果关系、演化关系、可能关系、必然关系以及各种对立统一关系。判断是组成推理、假说和理论的要素。许多化学知识都是以判断的形式陈述的。

判断的真实性依赖于人们正确和深刻地认识客观事物，离不开人们的实践。判断的正确性要求用准确的语句来表述、选用合适的判断形式、遵守逻

李廉、张桂岳、孙克诚主编：逻辑科学纲要，湖南人民出版社 1986 年版，第 4 页。

李廉、张桂岳、孙克诚主编：逻辑科学纲要，湖南人民出版社 1986 版，第 382 页。

辑规律等等。

2. 化学学习中的逻辑方法

化学学习中的逻辑思维方法是在对化学事物感性认识的基础上，运用概念、判断、推理、论证等形式进行逻辑加工，间接地、概括地反映化学事物的活动过程。其结果不仅是制作出反映化学事物本质的思维形式，而且要运用这些思维形式包含的知识，制作出指导化学实践的计划、方案等新的思维形式。也就是说，它不仅在实践和感性材料的基础上解决化学事物“是什么”或“不是什么”的问题，而且还要为化学实践解决“怎样做”或“不怎样做”的问题。

在化学学习中常用的基本逻辑方法有：

(1)分析与综合。分析是把学习对象的整体分解为若干部分、把复杂的事物分解为简单的要素来认识、学习的一种思维方法。定性分析、定量分析、静态分析、动态分析、组成分析、结构分析、性质官能分析和系统分析等分析方法在化学学习中都有着重要的意义。对事物进行分析，可以借助于抽象思维，也可以借助于实验方法。思维中的分析可以达到实验手段尚未达到的广度和深度，但是它依赖实验方法提供感性材料、客观依据以至检验，两者是相辅相成的。

综合是在分析学习的基础上把对象的各个部分、方面与要素统一和联系成有机整体，来认识、学习的一种思维方法。综合能把握事物本来的联系和中介，克服分析的局限，揭示事物在分割状态下不能显示的特性。分析形式决定着综合形式，分析方法和综合方法既互相对立，又互相依存、互相渗透和互相转化。

分析和综合在化学学习中有着广泛的应用，化学概念、化学理论和元素化合物知识等内容的学习都离不开分析和综合。

(2)比较。比较是在分析和综合的基础上确定若干对象之间的共同点和差异点的逻辑方法。可以帮助学习者更好地掌握化学事物的本质特点和相互联系。比较可以是单项的或多项的、分析的或综合的、简单的或复杂的、纵向的或横向的。只有涉及对象实质而不停留在表面的比较才是有意义和有价值的。

正确地应用比较方法，首先要正确地确定比较什么。要选择对认识和实践有决定意义的方面进行比较。忽视实质方面、只比较非实质的表面方面，不仅达不到比较的目的，反而可能导致认识上的失误，要能从表面的差异中发现实质的相同，从表面的一致中发现实质的差异。

其次要正确地进行比较。只有对象的同一方面相对应的属性才能加以比较，不是同一方面相对应的属性不具有可比性。

此外，比较还应当按照一定的标准进行。没有标准，比较就无法进行；标准不一定，比较就不合理，就会犯逻辑错误。(3)分类。分类是在比较的基础上根据共同点把事物归并为一类、根据差异点把事物分为不同的类或者把同类事物划分为较小的类，从而将事物区分为不同种类的逻辑方法。分类可以使大量繁杂的化学材料条理化、系统化，为有序地学习化学创造条件。科学的分类能反映事物内部的规律性联系，有利于学习者掌握有关的学习内容。

分类必须以对象本身的某种属性或关系作标准来进行。既可以根据事物的本质属性进行本质分类（自然分类），也可以根据事物的显著特征作辅助分类。在化学学习中常常根据认识或实践的不同需要采用不同的标准对化学事物作不同的分类。

分类应该遵守下列规则：分类必须相应相称，即分类所得各子项外延之和必须跟母项的外延恰好相等；各子项应是互相排斥的，其外延之间是不相容的并列关系；分类不能越级，必须按照一定的层次逐级进行；同一次分类必须使用同一个标准。(4)类比。类比是在比较的基础上，根据两个或两类对象在某些方面相似或相同，推论它们在其他方面也相似或相同，把其中某一对象的有关知识或结论推广到另一对象的逻辑方法。又称类比推理或类推。类比推理是在已有知识的基础上进一步获得化学知识的一种有效的试探性方法，在化学学习中有着广泛的应用。

但是，类比有其局限性。由于事物之间总存在差异，相似属性跟推论属性之间不一定有必然的联系，使类比所得结论不一定可靠，必须经过实践的验证。为了提高类比推理的可靠性，应该以两个或两类对象之间尽量多的相似方面、特别是本质属性的相似为依据；另一方面，推论属性跟相似属性、特别是本质属性之间应该具有较高的相关程度。

(5)归纳和演绎。归纳是根据个别事物具有某种属性而推论某类事物都具有该属性，从个别事物中概括出一般结论的一种逻辑思维方法。又称为归纳推理。归纳法能从经验事实中找出带普遍性的规律和原理，扩大和获得新知识，能为合理安排实验提供逻辑依据，在化学学习中有着广泛的应用。

在化学学习中常用的是不完全归纳法，只根据部分对象作出概括，可能犯以偏概全或轻率概括的错误，所得结论需经过实践、特别是反例的检验。科学归纳法通过对典型对象的分析，揭示对象跟属性之间的必然联系，从而得出具有必然性的概括结论，提高结论的可靠性。这种方法又叫做典型归纳法，也是在化学学习中常用的一种归纳方法。

演绎是从一般性原理出发、按照一定规则得出关于个别具体事物的结论的逻辑方法。在科学证明、科学预见和建构理论体系方面有着显著的作用。演绎的运用形式多种多样，三段论式是较常见的一种。在前提为真的条件下，演绎的规则能保证真值下传，因而所得结论真实可靠。如果前提不真，就可能导致错误的结论。用演绎法所得结论一般也要在实践中加以验证。

归纳和演绎在科学认识过程中的功能是互补的、不能互相代替。在实际的认识过程中，它们互为条件、互相渗透：演绎的大前提要依赖归纳，归纳过程的分析要依赖演绎，演绎需要以归纳为基础，而归纳需要以演绎为指导。在实际运用中应该注意它们的相互联系和相互补充。

(6)证明和反驳。在化学学习中有时要确定某种猜想、假设、思想、观点乃至假说、理论的正确性。为此，常常要用事实或科学原理作为根据来证明。证明是用已知的真实判断确定另一个判断真实性的一种逻辑方法。

证明由论题、论据和论证方式组成。论题是需要证明其真实性的判断，它必须明确，并在论证过程中始终保持同一、稳定，不能随意扩大、缩小或偷换。

论据是用来证明论题真实性的根据，它可以是事实论据，也可以是事理论据（定义、原理、规则、定律等）。论据必须是真实的，并且其真实性不依赖于论题的真实性，以防止虚假论证或循环论证。论据必须跟论题有着必

然的联系，才能有效和可靠地证明论题。此外，论据应该是充分的，才能使论证完全和严密。

论证方式是论题和论据之间的逻辑联系方式，即证明中所使用的推理形式。论证方式必须符合逻辑，即符合推理规则。证明的形式多种多样。按照论证方式可以分为演绎证明、归纳证明、类比证明 3 类。它们都是直接证明，在化学学习中比较常用。

反驳是一种特殊的逻辑证明，它是引用已知的真实判断来确定另一判断虚假性的逻辑方法。它跟证明的不同在于，证明是证真，而反驳是证伪。

反驳也由 3 部分，即被反驳的论题、反驳的论据和反驳的方式组成。反驳可以从反驳论题、反驳论据和反驳论证方式 3 方面进行。列举事实进行反驳（归纳反驳）；由被反驳的论题引出虚假判断或者自相矛盾的判断，从而确定被反驳的论题虚假（归谬法，演绎反驳）；以及独立地证明另一个与被反驳论题相矛盾的命题真实（间接反驳）都是常用的反驳方法。

真理总是与谬误相比较而存在，相斗争而发展。因而，证明与反驳相辅相成，都是认识真理不可缺少的思维方法。

3. 数学方法

数学方法是指以数学为工具进行科学认识活动的方法。由于数学是科学抽象的一种工具，具有高度的抽象性，所以，数学方法也是化学学习中的一种抽象思维方法。

数学方法是现代化学研究的重要方法之一。它在化学学习中也有着重要的应用，主要是：用形式化的数学语言表示化学中的量、量的关系、量的变化，表示化学概念、原理、规律以及状态和过程，加深有关认识；进行数量分析和计算，从量的方面认识物质及其化学变化；利用现代数学，进行推导、演算，来认识物质及其化学变化的微观图景；利用数学模型来认识物质化学运动的本质特征和变化规律，等等。化学学习越深入，就越离不开数学和数学方法的运用。

数学方法在化学中的运用必须始终以化学事实为基础并且接受化学实践的检验。

二 化学学习中的形象思维方法

化学学习中的形象思维，是在形象地反映化学事物具体形态的感性认识基础上，通过意象、联想和想象来揭示化学事物本质及其规律的思维活动。化学研究离不开形象的感知、储存、识别，直至建立模型等形象思维活动。形象思维的相似性联想与假设，是化学发现的重要途径；形象的语言描述，是形成化学概念和化学理论体系的重要依据。跟抽象思维一样，形象思维在化学认识和化学学习中也具有重要的作用。

在化学学习活动中运用形象思维的一般机制是：观察 意象 联想 想象 模型、模仿或模拟。通过观察获得感性材料，形成化学事物的印象、表象之后，经过形象分析和形象综合，舍弃印象、表象中与对象本质无关的个别特征，以形象的形式更加集中地反映对象的共性。这种对同类事物形象一般特征的反映即为意象。形象的意象是形象思维的“细胞”。

联想是由一事物想到另一事物的思维活动，包括由感性知觉形象触发的印象联想；由一种已有意象想到另一种已有意象、把头脑中的意象联系在一起的意象联想；以及由一个概念想到另一个概念、把头脑中已有概念联系在

一起的概念联想。类比推理是进行联想的重要步骤。

想象是在联想的基础上，经过形象分析和形象综合，加工原有意象、创造出新意象的思维活动。化学学习的认识、情感和意志等过程都离不开想象，它不但是形象思维的基本手段，也是抽象思维不可缺少的要素。

根据想象的独立性、新颖性和创造性，可以把有意想象分为再造想象和创造想象。再造想象是根据语言描述、图样、符号或模型在头脑中形成某一事物意象的想象活动。创造想象则不依据现成的描述，独立地创造出全新的意象。化学学习中的想象，包括微观想象在内，大多属于再造想象。

想像力是化学思维能力和化学学习能力的重要因素。要提高想像力、使想象富有成效，必须勤于观察和学习，积累丰富的表象、意象和知识；必须使想象置于正确的理性指导之下，避免空想和妄想；此外，还应该注意发挥情感、意志因素在想象中的作用。形象思维活动的最后一个环节乃是根据头脑中形成的意象建立模型、进行模仿或模拟。

三 化学学习中的符号思维方法

广义的化学符号包括化学名词、术语在内，是化学事物特殊的物质表示形式，具有物质性、可感知性，并且被赋有一定的含义，有一定的表述、操作和演变规则，具有授义性和运演性。

化学语言符号对于化学思维起着重要的作用。它可以表现思维的结果和作为思维工具用于建构化学知识。由于化学符号具有潜在的思维能量，它可以诱发思维过程，使其潜在的涵义变为具体的符号形式。运用化学符号来代表化学事物、把化学符号作为思维运演的工具和媒介而进行的思维活动方式就是化学符号思维。用元素符号、化学式、化学方程式以及其他化学符号来表示严格定义的化学事物的科学概念、表示化学事物之间特定关系和运动变化规律的过程，是典型的化学符号思维的过程。

化学符号思维是一种交叉性思维，在化学符号思维过程中常伴随着形象思维、抽象思维，乃至灵感思维和社会思维。操作性、形式化和结构化是化学符号思维活动的3个基本性质。明确化学符号的涵义和使用规则，以客观存在的化学事物为依据，充分发挥形象思维和抽象思维在化学符号思维过程中的作用，是提高化学符号思维活动成效的要领。

第五节 化学学习的综合方法

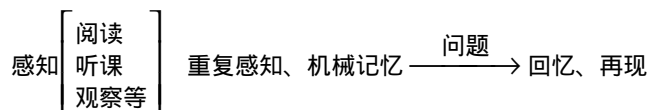
化学学习外部活动方法和内部思维方法之间相互联系的性质，决定了它们必须相互配合。只有把化学学习外部活动方法和内部思维方法按照一定方式组织起来，使它们相互配合，形成化学学习的综合方法，才能适应完整的化学学习过程的需要。

化学学习的综合方法是以学习经验为基础，结合学习目标、学习内容和学习者的特点，在某种学习思想指导下，按照一定学习策略和方式，由若干种化学学习基本方法结合而成的。学习指导思想和学习策略的不同，以及学习者的个人特点，使化学学习综合方法表现为不同的流派、风格和特点。

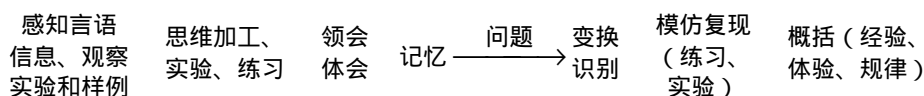
化学学习综合方法的结构因素中，学习策略处于关键的地位，它体现化学学习的指导思想，决定各种学习方法的主要差别，是化学学习综合方法的精髓所在。研究化学学习的综合方法，需要从研究化学学习的策略开始。

一 常用的化学学习策略

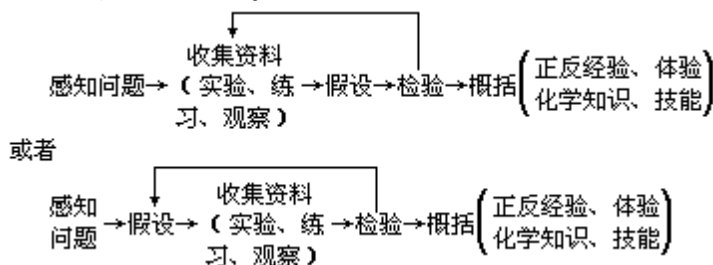
化学学习策略通常表现为化学学习基本活动的组织方式，常见的有：(1)机械记忆策略。这是一种低水平和低效率的学习策略。它以记忆感知材料为学习的终结，因而无需进行复杂的思维活动。在遇到问题时，通过回忆、再现感知材料来解决；若涉及未曾感知的材料，问题就不能解决，需要进行新一轮学习。这种学习策略在某些场合，例如学习化学元素符号、某些复杂物质的化学式以及某些孤立的化学事实时仍有应用。其模式为：



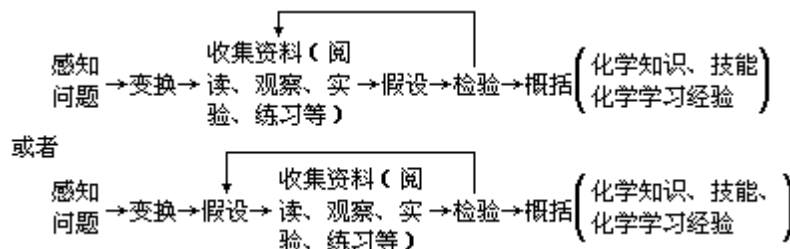
(2)接受—内省—复现策略。学习内容除了以言语信息形式直接呈现外，还常常提供样例，让学习者通过思维加工和模仿练习、实验来领会、体验学习内容，形成认知结构而记忆学习内容；在遇到问题时先进行识别，判断该问题属于哪一种已经学习过的问题类型（有时还要先把问题做适当的变换，以便识别），然后按照学习过的问题解决模式进行练习或实验作业活动来解决问题，进一步通过概括来形成、发展学习经验和体验，掌握学习的规律。其模式为：



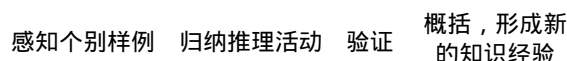
(3)探索—发现策略。学习者自主地通过假设、检验等发现性学习活动来解决问题，通过概括问题解决过程来形成正面和反面的学习经验与体验，通过概括问题解决的结果来形成化学知识和技能等。这种策略也可以简称为探索学习策略或者发现学习策略。其模式为：



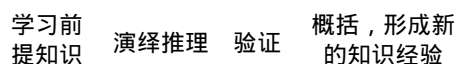
(4)问题解决学习策略。这种策略跟发现学习比较相似，但是解决问题的意识和色彩较强；在解决问题时比较多地依赖已有化学知识经验，例如，常常要根据已有知识经验把问题变换成适当的形式，在作出假设时也比较多地应用已有化学知识经验；两者的目的也稍有差别：发现学习策略偏重于形成学习过程的经验与体验，问题解决学习策略偏重于获得化学知识和技能。问题解决学习策略的模式可表示为



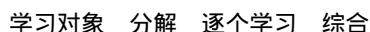
(5)归纳学习策略。在学习个别样例的基础上，用归纳方式进行推论和验证，然后作进一步的概括，形成新的知识经验。模式为：



(6)演绎学习策略。在已经学习作为演绎前提的知识基础上进行演绎推理和验证，进一步概括形成新的知识经验：



(7)分步学习策略。当学习的内容较多或者问题较大、较复杂时，为了便于学习和减少学习困难，先把学习内容或者问题根据其内在联系分解成若干个较小的部分，逐个学习和解决，然后再把各部分综合起来：



(8)集体学习策略。集体学习策略的特点是学习者在个别学习基础上进行相互之间的横向交流和讨论活动，用集体的感知来丰富个人的感知，用集体的讨论来改进个人的内省，用集体的概括来修正、丰富、强化个人的概括，并且在学习者之间形成多向的交叉反馈。当学习者有相同的学习目标、相近的知识经验基础，能够有效地进行横向交流时，这种策略能够取得较好的效果。

某些策略的相互结合还可以形成新的更为复杂的学习策略，例如归纳—演绎学习策略、分步发现学习策略等等。

二 化学学习的综合方法

跟机械记忆策略对应的方法是（机械）记忆学习法，这是一种简单的化学学习方法。除此之外，跟上述学习策略对应的方法都属于化学学习的综合方法。

跟接受—内省—复现策略对应的是接受—内省—复现学习法，通常简称为接受—复现学习法，是最常见的一种化学学习方法；根据学习活动的主要类型，还可以进一步划分为若干种类；

跟探索—发现策略对应的是探索—发现学习法，通常简称为探索学习法或发现学习法；

跟问题解决学习策略对应的方法通常称为问题解决学习法或者问题解决法；

跟归纳学习策略对应的是归纳学习法；跟演绎学习策略对应的是演绎学习法；由归纳学习法和演绎学习法综合而成的是归纳—演绎学习法：先按归纳策略得出演绎前提，然后再进一步按演绎策略学习；

跟分步学习策略对应的是分解—综合学习法；这种方法跟其他方法综合，又可以形成新的学习方法，例如分步记忆法、分步接受—复现法、分步发现法、分步解决问题法等等；

跟集体学习策略对应的是讨论学习法；根据学习中主要的学习活动特点，讨论学习法又可以进一步形成阅读—讨论法、问题—讨论法、练习—讨论法、实验—讨论法等。

一般所说的课堂学习法、实验室学习法或者自学法不是跟单一的学习策略、学习方法对应的，而是可能采用不同的综合策略和方法。例如，实验室学习法可以采用接受—复现的学习策略和方法：

观察实验示范
听取有关讲解 实验 体会 概括
或阅读有关指示

也可以采用发现的学习策略和方法：

实验，感知问题→假设→实验，检验→概括

还可以采用问题解决策略和方法：

感知问题→变换→假设→实验，收集资料→检验→概括

等等。

在我国化学教师创造的“读读、议议、讲讲、练练”教学法、单元结构教学法、程序启发教学法和实验引导探索教学法中，学生都是使用综合方法进行化学学习活动的。

第六节 化学学习方法的科学选择和优化

由于不同的学习方法有不同的机制和特点，使它们有不同的适用范围和使用效果，在化学学习中需要选择适宜的学习方法。教科书的编写方式以及教师的施教方法常常规定了学习化学的方法。例如，教科书按归纳方式编写，学习者通常就采用归纳法学习；教师采用指导发现法施教，学习者就采用分步发现法学习。教科书和教师通常还对化学学习方法的选择和使用作出规定或者进行指导。但是，即使在这样的情况下，学习者也仍有变通学习方法的余地，需要选择更加适合自己的学习方法，特别是课外学习方法。

用漫无方向的搜索和尝试来选择化学学习方法，常常要经历失败和漫长的过程，效率很低，是不可取的。无论学习者，还是教师或者教科书编著者，都应该注意研究、掌握如何科学地选择化学学习方法。

怎样才能科学地选择适宜的化学学习方法？

(1)要了解化学学习的原理，有正确的学习指导思想。化学学习原则概括地反映了化学学习系统的组织和运行规律，化学学习方法的选择必须符合化学学习原则。但是，学习原理和学习原则只具有一般性的指导意义，不能完全解决化学学习方法的科学选择问题。

(2)学习者要具有比较丰富的化学学习方法知识和经验，知道各种方法的特点、作用、适用范围和条件、程序结构和规则，知道如何根据学习变量的变化对学习方法的作出调整以及如何使各种学习方法相互配合，具有使用各种学习方法的经验和体验。

作为化学学习系统的运行方式，化学学习方法跟系统运行的具体目标、系统的原始状态、以及系统在运行过程中的一系列中介状态等因素有关。化学学习的目的、任务和要求（化学学习目标）；化学学习内容的性质、特点和学习材料的呈现方式；学习者的化学学习基础和学习能力、情意、性格、气质等个性特点；时间和化学实验条件；学习评价和调控方式等，都是决定化学学习方法选择的变量，对化学学习方法的选择和使用有着重要的影响。这些学习变量不是孤立地、单独地产生影响，而是在交互联系中对化学学习方法的选择和使用发挥作用。只有从系统的角度，在相互联系中整体地考虑各种学习变量的影响，才能科学地选择和使用化学学习方法。

(3)要有比较强烈的学习动机和选择学习方法、提高学习效果的愿望，注意学习方法，轻松、自信、执著追求和积极探索，才能推动学习者选择学习方法作出努力。

在选择学习方法之前，学习者要明确学习的目的、任务、要求，对学习内容和材料的类型作出判断，了解允许的学习时间、物质条件、测量和评价手段，思考自己的学习基础、个性特点和学习经验，意识和体验学习情境的各种变量及其相互关系与变化。

在完成对学习情境的分析以后，学习者应着手制定学习策略，把学习任务分解为相互联系的几个部分或阶段，确定学习活动的具体步骤和方法，形成学习计划，完成学习方法的选择。在学习过程中以及每一阶段结束后，学习者都应注意检查和估价所选择的学习方法的实际使用效果，及时地作出维持或者变换、修改、调整学习方法的决定。

化学学习方法的科学选择不仅存在于化学学习活动之前，而且存在于整个化学学习活动过程之中。这种科学选择活动是建立在学习者对影响学习的

各种因素及其关系的认知、对自身认知活动过程和结果的自我认识和体验基础上的，也就是说，学习者对自身认知过程的认知——元认知是科学地选择化学学习方法的基础之一。元认知作用体现为对自身认知活动的监控。学习者的元认知能力越强，就越容易实现化学学习方法的科学选择。有效地运用策略和制订计划，对自己的知识和作业进行监控和评价，认识技能的效用，是提高元认知能力的三条措施。

在化学学习时，采用不同的方法会得到不同的效果。化学学习方法的优化，并不是指在各种可能的方法中找出最优的那一种。由于化学学习活动及其方法的复杂性，要真正找到最优的方法是不可能的，因为可能还有更好的方法没有被找到，更何况所谓“最优”的评判标准具有相对性和时空局限性。所谓“优化”有两种含义：一种是对正在使用的化学学习方法逐步作出改进，渐进地优化；另一种是突变地优化，即换用相对地比较好、比较能令人满意的方法。

心理学家的研究发现，人在解决问题时具有可变的志向水平。人的志向水平，即满足需要的预期程度，可以随外界条件的变化而自我调节。在困难条件下比较满意的东西，在困难不大的条件下往往就不会满意了。第一次使用某种学习方法时感觉较好，到了第二次使用时就可能感到不满意，希望找到更好的学习方法。

因此，化学学习方法的优化是随着化学学习实践的深入而发展的，需要学习经验的积累，有一个逐步提高的过程。同时，化学学习方法的优化需要化学学习的不断成功，逐步地提高学习者的水平。千篇一律、墨守成规地使用固定的方法来学习化学固然不行，像猴子掰苞米一样，半途而废、不停地变换方法也是不能使化学学习方法优化的。

第六章 化学学习策略

学习心理学认为，知识必须加工和组织，才能有效地保持在认知结构中，在特定的问题情境中才能熟练运用这些知识解决问题。如何加工和组织，便涉及学习策略问题。

策略，从一般意义上理解，是指根据活动的特点及其变化而制定的行动方针和活动方式。因此，学习策略的一个重要特征在于反映学习活动是否注意影响学习的各种因素。换言之，学习策略除考虑对各种信息进行加工外，还表现出调节认知的作用，即根据学习情境的特点（如学习者的能力水平、学习材料的类型和难易、学习时间等）和变化选用最为适当的学习途径。

化学学科融事实、概念、原理和技能为一体，具有特殊的知识结构，特别是大量零散的化学事实（元素知识），常常需要借助理论使之系统化，而这些理论又源于事实或实验，其适用的范围和推演的程度再度受到事实或实验的检验，因而学习者在组建化学认知结构的过程中会经常遇到一些障碍。如何克服障碍，有效地加工和组织事实性、描述性、操作性、理论性兼容的化学知识，已成为化学学习论研究的重要课题。本章借鉴学习心理学的一些观念，探讨化学学习的若干有效策略。

第一节 化学学习策略概说

一 认知策略与化学学习策略

学习策略跟认知策略有着密切的联系。什么是认知策略？美国心理学家布鲁纳和加涅都把学习者用来调节他自己的内部注意、学习、记忆与思维过程的内部组织起来的技能称为认知策略。加涅还认为，学习的结果（内容）是5种不同的才能，它们依次是智力技能、认知策略、言语信息、运动技能和态度。加涅说：“学习的过程是受某些内部执行的控制过程所修改和调节的。这些内部定向的技能就叫做认知的策略。它们是学习者用以调节或调整其(1)注意和选择性理解；(2)为长期贮藏编码；(3)检索；(4)问题解决等内部过程的技能。”加涅还对注意的策略、编码的策略、检索的策略、问题解决的策略、思维的策略和认知策略的迁移进行了研究。

但是，研究者们对认知策略的看法并不完全相同，许多人把认知策略跟方法的选用联系在一起，认为认知策略主要表现为某种程序，或者是某些规则、模式。

化学学习策略，主要指化学学习中的认知策略。有些作者把学习策略称为学习模式，所以，化学学习策略又称为化学学习模式。但是前者略偏重于思想、规则，后者略偏重于程序和形式。

二 化学学习策略的表示方法

不同作者采用了不同的方法来表示化学学习策略。

(1)算法。即能完成一定学习任务、规定了化学学习活动程序的活动指令系统，类似于用高级程序设计语言编制的计算机程序。算法的操作性很强，但是策略思想表达不明显。

(2)产生式系统。由美国的纽厄尔(Allen Newell)和西蒙(中名司马贺)提出。这种方法是用一系列由条件(Condition)和活动(Action)组成的C—A产生式系统(Production System)表示活动过程。所谓C—A产生式类似于心理学中的S—R公式，但是条件(C)并不等于外来刺激(S)。

产生式系统和算法都是活动指令系统。但是产生式系统更加重视条件的作用，突出了活动对条件的依赖关系。产生式系统的策略思想表示也不太明显，但是优于算法。

(3)规则系统。提出化学学习活动的规则系统或规则联合(高级规则)，比较概括和抽象。

(4)模式框图。具有特定目标和规定性，是一种比较直观的表达方法，突出了活动顺序以及活动跟目标的关系。

本书第五章

第五节介绍的几种常用化学学习策略即用这种方式表示。

三 化学学习策略的研究方法

化学学习策略具有内潜性、概括性和简缩性，有时处于潜意识状态，因而研究化学学习策略有一定的难度。尽管如此，人们还是可以采用某些方法对化学学习策略进行研究。

(1)内省法。给被试一个明确的指示，让他报告、追述自己头脑中策略思维活动的过程和结果。由于被试报告的内容可能已经被加工、改造过，容易受被试的其他主观意识干扰或无意识干扰，这种方法的可靠性和复现性都比较差，也没有核对被试报告内容是否准确的办法。

(2)活动形式分析法。以观察为基础，通过记录和分析被试的外部活动来推测其化学学习策略。

(3)口语记录分析法。通过记录和分析被试在进行化学学习活动时无意或有意地伴随发出的口语，研究他的内部活动过程，这种方法比较贴近被试的思维活动过程，但要求被试有口语习惯或者愿意配合，能大声地报告。

(4)模拟法。以理论分析和部分实验事实为基础，通过对观察、实验材料的理论分析和推测，确定构成化学学习活动策略的各个操作成分，确定各成分间的联系和顺序以及执行方式等，提出可操作的化学学习活动模式的假设结构，然后通过实验来检验或修正。检验可以用通常的教学—心理实验方法进行，也可以用计算机模拟人的心智活动过程。

(5)文献研究法。研究化学家或者学习者的原始学习记录、实验记录、日记等。

由于被试的化学学习活动往往是高度简缩、概括和自动化的（优秀生的活动、思维活动尤其如此），用活动形式分析法和口语记录分析法探明化学学习活动的细节往往很困难，因而这两种方法的应用有一定的限制。用模拟法虽然能在一定程度上确定活动的细节，但它毕竟是一种推测，不一定跟真实情况完全吻合。由于目前的人工智能水平远远不及常人的智能水平，在用计算机模拟检验时，要注意克服机械论和还原论的影响。比较现实和有效的方法是：综合运用上述各种方法，相机行事，使它们互相补充、互相检验和修正。

四 化学学习策略的影响因素

化学学习策略是多次、反复学习的结果，它不能自动形成，也不能一蹴而就、立竿见影。化学学习策略的形成受到各种因素的影响。

(1)学习者的动机、信心和意识水平。学习者学习化学的愿望越强烈、对化学学习结果的期望越高，往往更加注意化学学习策略；学习者越是认为自己能调控自己的内部认知活动，越是认为自己能掌握好的学习方法，就越是注意化学学习策略的使用，愿意付出更多的努力来掌握它。反过来，如果学习者不想学习、不想学好、对学好化学缺乏信心，他就会很少注意考虑化学学习策略问题。一般说来，特别是对初学者来说，当他意识到化学学习策略的存在或使用，其效果要比没有意识到好得多。

(2)学习者的知识水平及性质。丰富的知识背景可以为化学学习策略的形成提供基础，并且促进化学学习策略的应用。例如，一个掌握酸的通性知识的人，要记住磷酸或者他所不熟悉的其他酸的性质时，通常总是把这种酸的

性质跟酸的通性作比较，记住它具有哪些通性，此外还具有哪些特殊性质；而一个尚不具备酸的通性知识的初学者就不可能采用这种策略来学习，总是采用机械记忆或者联系观察、实验来记忆。具备氧化还原反应知识的学习者在配平复杂的氧化还原反应方程式时，就可以采用比较好的配平策略，例如根据得、失电子数相等或者用半反应法配平，一般不会采用尝试—错误法来“凑平”。学习者的知识水平及性质不仅影响他的记忆策略，也会影响他的注意策略、思维策略、解决问题策略等化学学习策略。

(3)学习者的化学认知活动经验。化学学习策略的产生和形成离不开化学的实践。化学认知活动实践不但可以使学习者通过比较找到有效的化学认知策略、获得对化学认知策略的体验，而且有助于学习者较好地掌握化学学习策略。当化学认知策略达到自动诱发和使用的程度时，学习者就不至于把注意力过多地分配在策略的选用上，从而能使化学学习活动更加顺利地进行。

(4)教师的认知策略素养和施教过程。教师是否具有本学科领域的丰富知识背景，是否掌握解决化学问题的方法、策略和经验；能不能把自己解决化学问题以及学习化学的经验升华到一定高度；教师传授化学学习策略的意识强不强，以及在施教过程中传授化学学习策略的工作做得好不好、是不是有效，等等，都会给学习者的化学学习策略形成带来很大的影响。

教师使用什么方法来施教直接影响着学习者对化学学习策略的掌握。在具体的教学过程中，教师应该有计划地学习各种化学学习策略，注意让学习者学会选用化学学习策略，给他们提供有效的指导和练习的机会。

里格尼(Rigney, 1980)认为，学生的学习策略意识有两种水平：意识水平和潜意识水平。前者指学生意识到策略的存在和使用，后者指学生在使用策略时，并没有意识到策略的存在，也不知道是怎样使用的。

选用学习策略的控制方式也有两种：学生的自我控制与课程的外部控制。前者指学生有意识地或潜意识地选用学习策略，它涉及到策略选用的自发性活动问题；后者则为教学的外部要求促使学生有意识地或者潜意识地选用学习策略。它涉及到选用策略的诱发性活动问题。

选用策略的两种意识水平和两种控制方式构成了教学和选用策略的四种情景：

学生的策略意识水平	学生自我控制	课程外部控制
意识	情景 A	情景 B
潜意识	情景 C	情景 D

情景 A 指学生有意识地自我控制策略的选用；情景 B 指学生在外部要求诱发和控制下有意识地选用策略；情景 C 指学生自发地或自动地控制策略的选用；情景 D 指外部既没有明确地教给学生策略，也没有有意识地控制学生使用策略，学生选用策略或方法只是“隐含”的要求，是学生完成认知活动“伴随”的内容，这是大多数传统教学所表现的情景。

里格尼认为，当学生还没有熟练地掌握学习策略时，应当首先使用课程的有意识的外部控制(B)。通过 B 的实现，使学生逐步学会会有意识的自我控制(A)。然后，再通过有意识地自我控制的进一步练习，提高学生自发地自我控制其策略选用的自动化程度。

根据这一观点，学习策略形成的合理过程应该是：从无意识、不自觉的到有意识的、外部控制，再经过学生有意识的控制（元认知阶段）转化为一种更为自动化、习惯化的自我调节与控制。外部的无意识的“隐含”控制(D)是学生有意识或潜意识地控制策略选用的直接经验基础。里格尼的工作对影响学习策略形成的因素做了较为系统的小结。

五 化学学习策略的学习

国外有人认为，学习策略不需要专门的教学，理由是：(1)学习策略的建构是问题解决能力的一种形式，虽然用于构成学习策略的各种态度、概念和具体的学习方法是完全可教的，但策略性思维能力本身却是难以直接传授给学生的，只能在个体长期的学习实践中自然地诱发，偶然地形成。学习策略不是专门教学的结果，而是学习者活动和经验的副产物。(2)随着个体年龄的增长，他们的元认知水平也不断地发展和成熟起来。同时，他们利用其元认知来调节、控制学习和学习方法的使用，形成新的学习策略的能力也相应地得到发展。因此，不必专门地教学习策略，而只要教给学生“基本的技能”，即学习方法就行了。

但是，许多人不同意这种看法。他们认为学习策略需要专门的教学，而且是可教的。麦康伯斯和杜勃罗沃尼的研究表明，对学习者的学习策略的训练，其教学效果约为 0.75。丹塞雷等人以大学生为对象，进行学习策略的教学实验，其平均效果也约为 0.75。弗洛姆等人的阅读策略训练，效果则达到了 1 的水平。英国的尼斯比特和夏克史密斯以中学生为对象的实验，也取得了良好的效果。

化学学习方法跟化学科学方法有着密切的联系，化学学习策略跟化学认知策略也有着密切的联系。化学认知策略主要指化学科学方法中的程序性知识，特别是在化学认知活动中根据认知情境具体条件选择、组织所使用的方法和规则，调节、控制内部注意、思维和操作活动，对认知活动进行内部定向和指导的认知知识和技能。化学认知策略是化学科学方法的精髓和灵魂。忽视化学认知策略的教学，不但不利于学习者掌握科学的化学学习策略，还会使化学科学方法的教学失去滋味，收不到应有的效果；也不利于科学的化学思想和化学观点有效地和生动地形成。

化学认知策略是化学认知能力和化学学习能力的重要因素，关系着化学认知能力和化学学习能力的形成。因此，应该十分重视化学认知策略的教与学。

化学认知策略和化学学习策略的学习一般要经过下列 4 个阶段：

(1)获得有关知识。通过听课或者阅读获得有关的程序性知识，记住有关的规则、步骤、条件等等。这些知识也可以通过对样例示范的总结得到，或者在“干中学习”、通过尝试实践获得，还可以通过理论分析、推演而成。

(2)形成对策略的体验和认识。在练习实践中逐步形成对策略的体验，不但认识和熟悉有关的规则、步骤，而且理解其原理，建立起“条件—活动”联系系统。能通过总结，使得对策略的认识由感性体验上升到理性水平并且初步概括化。

意指平均成绩提高了 0.75 个标准差 ()。

黄旭：学习策略的教学问题，教育研究，1992 年第 7 期，第 54 页。

(3)联系。认识策略的应用情境、条件及其跟其他策略的差别和联系，对策略的认识进一步巩固，逐步形成策略的系统结构。

(4)运用和发展。在综合、复杂的情境中练习识别和应用所学的策略，通过在新情境中的运用，使策略进一步概括和类化，同时又注意识别不同情境，注意策略在特殊情境中的变通、分化，防止过度类化。在对策略的类化、分化和概括化过程中，逐步形成和发展相应的能力。

教师教授学习策略的方法直接影响着学生对化学学习策略的掌握。M.普瑞斯利等人曾经列举了6种策略教学方法：发现法；观察—模仿法；有指导的参与法；专门授课法；直接解释法；预期—交互法。弗兰克等人的实验表明，采用直接解释法，其效果最好。

由于化学学习策略多种多样，教师采用哪一种策略进行教学，必须从具体的教学条件出发，灵活地运用。另一方面，为了搞好化学学习策略的教学，教师必须做到：

(1)承认学生在学习过程中的主体地位，注意发挥学生在学习活动中的积极性和能动性。

(2)重视让学生学会学习。

(3)注意激活与保持学生良好的注意、情绪和动机状态。使学生有学会学习的浓厚兴趣，踏踏实实、坚持不懈、不断探索的精神，有成功的兴奋和激励。并为此创造良好的外部氛围。

(4)作好必要的示范，及时总结。

(5)提供必要的练习机会，精心组织练习实践，及时疏导和鼓励，并注意认知风格的协调。

(6)努力培养学生的元认知能力，促进学习能力的提高与迁移。

第二节 化学概念的形成和同化策略

化学概念是反映物质在化学运动中的固有属性的一种思维形式，是化学知识的重要组成部分。与广义的概念相同，化学概念也是通过语词加以定义的，其中反映概念本质属性的部分称为概念的内涵，概念所包含的一些对象称为概念的外延，两者确定了概念质和量两方面的特征。

化学概念在化学知识体系中的地位是不言而喻的，它充当着知识网络中的“节点”。掌握化学概念，有助于化学知识的系统化。在学习者的认知结构中若难于形成清晰的化学概念，则谈不上真正掌握化学变化的内在联系及其规律。

现代认知心理学认为新概念和学习者原有认知结构中的有关知识相互作用，构成有意义的学习，从而形成更进一步分化的认知结构，或称认知图式，其类型一般有3种：当新概念被吸收到原有的认知结构内，列入原有的概念系统之中时，新旧概念就形成“下位关系”（图6-1，a）；当所学的新概念包含原有认知结构中的几个已知概念时，就形成“上位关系”（图6-1，b）；当新概念既不属于原有认知结构中的有关概念，也不能将原有的几个概念概括于新概念之中，但存在着某种并列的关系，就称“同位关系”（图6-1，c）。如将新概念记为NC，原有概念记为OC，三种关系的实例如下：



图6-1 新旧概念的三种关系

从内容上考察，化学概念可粗略地分为组成、结构、性质、变化、化学量、化学用语等几类；从技能上划分，又有实验操作技能和化学计算技能两方面的概念。在学习过程中，经过一定的认知加工，逐渐形成学习者头脑中的概念图式。这些图式除概念涉及的内容、技能特征以外，还包含着概念的表征、概念的运用等信息。因此，指导学习者合理构建化学概念图式，必须着眼两个方面，即既强调概念的定义和理解，又重视概念之间的相互联系和应用。要处理好这一关系，可考虑“概念形成”和“概念同化”两种具体策略。

一 概念形成的策略

概念形成是认知心理学的专用术语，指的是学习者从大量的同类事物的具体例证中，以辨别、抽象、概括等形式得出同类事物关键特征的学习方式及其控制。在化学教学中，“概念形成”有多种实现途径。

1. 运用生动的直观形象，使学生获得有关概念的感性知识

通过观察教师的演示实验、图表模型、投影幻灯等，学习者从中立刻可以了解有关某概念的部分信息，为认知结构中接纳和理解这一概念奠定了基础。例如，观察碘晶体的受热实验，学生一旦发现碘不经熔化即成紫色蒸气

邵瑞珍等：教育心理学，上海教育出版社 1988 年版，第 79 页。

邵瑞珍等：教育心理学，上海教育出版社 1988 年版，第 113 页。

的事实，则极易把握“升华”概念的本质特征。

在获得感性认识的基础上，学生应自觉地将观察到的宏观现象与物质的微观变化联系起来思考，进而从微观角度加深对概念的理解。又如，经演示比较，学生不难发现：同浓度、同体积的盐酸和醋酸的导电能力不同。由此引发思考：灯泡的“亮”和“暗”与两种酸的何种属性有关？影响溶液导电的微观因素是什么？最后从离子浓度的大小关系上揭示“电离度”、“弱电解质”、“电离平衡”等概念的微观涵义。

2. 分析化学概念的特征信息，将有关的知识抽象化

在教师或教材设定的概念学习情境中，有意提供了一系列与概念相关的信息，要求学习者辨别、提取和概括。例如，在学习“化学平衡状态”这一新概念时，课本提供的信息是：在一定的温度、压强下，2 体积的 SO_2 和 1 体积 O_2 混合反应或在相同条件下 SO_3 分解，虽经两种不同的途径，但最终得到组成完全相同的混合体系；教师也可引入合成氨等例子作进一步旁证，从中使学习者把握“可逆反应”、“正反应和逆反应的速度相等”、“组分含量不变”等特征信息。接着，再从部分实例中已确认的特征信息入手分析各类实例，逐步舍弃干扰的信息，使特征的精确性和清晰度更高。在此基础上，将有关特征以一定的联系方式组合起来，即构成概念的抽象定义。

又如，抓住与“电解质”概念有关的特征信息“水溶液”、“熔化态”、“能导电”、“化合物”等，即可将“能导电的单质（如银、铜等）”、“溶于水并与水反应生成另一化合物（如 NO_2 、 SO_2 等）”之类干扰概念理解的种种因素弃去。一旦学习者能自觉地通过有关特征进行分析，并对特征信息进行抽象，则有助于用语言清晰地表述和有序地记忆这些特征。这是掌握概念的前提。

3. 用语言准确地表述定义，清晰地界定概念的外延

在概念学习时，教师有意引导学生将与某概念有关的本质特征组合起来，用语言或文字形式加以概括提炼，这一过程在逻辑学上称为“下定义”。定义是对已经掌握的事实材料，在感知和表象的基础上经过分析、综合、比较、抽象及概括等逻辑思维过程所得出的结论，下定义并不要求用背诵概念内涵来认知概念图式所蕴含的信息，而是从完整的定义中揭示与所属的同类事物和其他同位概念的关系，最终达到准确地认识和运用概念的目的。

根据学习者的年龄和抽象概括能力的差异，化学教材中分化出两种概念的定义形式，即具体性表述和定义性表述。初中化学涉及到的一部分概念，常用直接观察或罗列比较的具体性表述，容易为初学者所接受。到高中阶段，具体性表述趋于减少，代之以定义性表述，具体性表述的“口语化”特征比较明显，所反映的信息一目了然，无须推敲斟酌即可把握，如“像石蕊、酚酞这类能跟酸或碱溶液起作用而显示不同颜色的物质叫做酸碱指示剂”、“像 O_2 、 H_2 、 H_2O 这类用元素符号来表示物质分子组成的式子叫做分子式”、“像 SO_4 这样在许多化学反应里作为一个整体参加的原子集团，叫做原子团”等等均属此列。

定义性表述则更能反映概念的丰富内涵，文字简练，表达精确，逻辑性强。如“相邻的两个或多个原子之间强烈的相互作用，通常叫做化学键”、“使电流通过电解质溶液而在阴、阳两极引起氧化还原反应的过程叫做电解”、“所谓合金就是两种或两种以上的金属（或金属跟非金属）熔合而成

的具有金属特性的物质”等等。

通过比较可知，具体性表述往往凭借一些直接、鲜明的感性材料（如实验、图表、模型、数据等）进行概括，语言的逻辑性稍逊一些，适于低年级学生口头表述；定义性表述除具备有关概念的必要的感性基础以外，还应经过去伪存真、去粗取精的抽象思维过程，抓住概念的本质特征进行严密、准确的定义。

概念的外延常常通过定义中反映特征信息的关键词来限制。如化学键概念定义中的“相邻”、“强烈”，电解概念定义中的“电流”、“电解质”、“氧化还原反应”，溶解度概念定义中的“一定温度”、“100克溶剂”、“饱和状态”等等，省略其中任何一个，均使对应概念的定义出现“外延扩大”的逻辑错误。

此外，在表述概念的定义时，学习者容易犯的错误还有：定义中引入多余条件（如“某温度下，一定量的溶液里所含溶质的量称为该溶液的浓度”、“凡能与酸起反应生成盐和水的金属氧化物，叫做碱性氧化物”）；循环定义概念（如“同一系列的有机物称为同系物”、“硬度较高的水称为硬水”）；用概念的同义语下定义（如“在元素周期表中占同一位置的元素叫同位素”）等等。上述错误导致影响概念图式蕴含信息的准确性和完整性。

因此，学习者广泛结合实例，善于从各方面揭示概念的本质特征，由此入手明确概念的外延，这对学好用定义性表述的概念尤为重要。

4. 逐步深化和发展概念，在应用过程中建立概念系统

在初学化学时，有些概念的定义往往显得粗略，留有发展的余地，随着学习者化学知识的积累，定义的表达也将逐步精确，这就要求学习者认知结构中已有的概念图式作相应的转变。例如，初三学生在刚学完“元素”这一概念时，只知道具有相同核电荷数的同一类原子的总称，对“类”字的理解是肤浅的，进而学了“离子”概念，才知道离子也包含在元素概念之内，具有类属关系，到高中学了“同位素”概念之后，又明白了同一元素中还可能还存在不同种的原子等等。

人的思想是由现象到本质，由比较肤浅地认识本质到比较深刻地认识本质，这样不断深化下去，以至无穷。人的认识不断深化，必然促使概念不断发展。又如，“氧化”、“还原”概念在初中阶段是从“得氧”、“失氧”开始认识的，着重强调这两个概念的对立性，继而又以CO还原CuO为实例说明了氧化反应、还原反应的统一性，充实了概念的内涵。到高中阶段，特别是学习了物质结构理论之后，要求从电子发生转移的微观角度去认识并揭示反应的本质，从而使氧化还原反应及其相关概念的定义趋于完善。

当学习者初步形成某一化学概念后，不应停留在下定义或做注解的水平上。除了将所学概念进一步具体化，更重要的是学会运用概念，将已学概念推广或引申到同类事物或相关事物中，解决新的问题。例如，学了“电离”概念后，应将其应用于解释强、弱电解质的导电性，从中引申出“电离平衡”、“电离度”等新的概念。又如，掌握了“共价键”概念的特征，即可说明原子晶体的形成和有关的物理性质等。

概念应用的另一操作是，将已学概念作为新学概念的“参照系”，从而进行比较分析，以搞清相似概念之间的异同和内在联系。如元素与原子、置换与取代、加成与化合、加聚与缩聚、还原反应与还原产物等等，每对概念之间既有联系，又有区别，以旧比新，认同求异，有助于形成清晰的概念图

式。

在应用过程中，有意识地按一定的逻辑顺序进行纵横联系，不难建立概念的网络体系。例如，以“原子”为物质结构网络中的核心成分，通过得失电子引出阴、阳离子，它们互相结合产生离子键和离子化合物，原子之间通过电子云重叠形成共价键和共价化合物，从离子化合物、共价化合物又进一步带出离子晶体、原子晶体和分子晶体等概念，这样，不仅使有关物质结构的一系列概念具体化，更重要的是体现了基本概念和导出概念之间的各种关系，如递进、衍生、分解、扩展、综合等等，有助于整理分散的知识，把握概念之间的相互关联，强化记忆和灵活运用概念的能力。

学习心理学认为，一个重要的概念，是在概念的系统形成和发展的。一个概念只有纳入相应的系统中，才能被学生全面、深刻地理解和掌握。在个别分散的概念所组成的相互关联的概念系统中，每个概念有自身的上位概念或下位概念或同位概念，一旦理清这些关系，新概念在原来认知结构中的位置即可确定，便构成新的化学概念图式。可见，引导学生从核心概念展开构筑化学概念系统的思路和程序，是十分必要的。

二 概念同化的策略

作为认知心理学的一个专门术语，“概念同化”是强调学习者利用认知结构中已有的、适当的概念图式来学习新概念的一种方式。实现概念同化，一般经历三个过程：

(1)将新概念与认知结构中的适当概念相联系，并以此促进对给出的新概念的关键属性或定义进行理解。例如，学习新概念“电离平衡”时，教师不要求学生通过观察、辨别去概括特征，而是直接告诉这一概念的定义，同时启发学生回忆已学的“溶解平衡”、“化学平衡”等概念。当新旧概念在认知结构中发生相互作用并将新概念纳入原有概念（化学平衡）之中时，便导致了新旧知识之间有意义的同化。

(2)将新概念与原有概念精确分化，找出其异同点。如上例中“电离平衡”与“溶解平衡”、“化学平衡”都具有平衡的一般特征（定、动、变等），有关平衡的一些基本规则（如平衡移动原理）可通用，但“电离平衡”是由弱电解质的部分电离所引起的一种特殊的平衡情境。

(3)将相关的概念融会贯通，组成整体结构，便于记忆和运用。如通过对弱电解质电离平衡的分析，使“平衡”的概念体系进一步扩大，“平衡”的承受者从“分子水平”过渡到“离子水平”，相关的一些概念（如电离度、电离平衡的移动等）也可直接演绎而得到。当将化学平衡移动原理移用于电离平衡体系时，一些具体问题的原因（如为什么稀释时电高度增大，为什么温度升高 K_w 随之变大等等）便迎刃而解。

值得指出的是，在化学学习过程中，概念形成和概念同化两种策略是相互联系，不可分割的。当学习者具备较多的知识积累和较强的认知能力时，概念同化的学习方式值得推荐，而在初学阶段，由于缺少一系列可作铺垫之用的化学概念及相关知识，概念形成的学习方式更易于学习者所接受。

事实上，不少后续概念的同化学习所涉及的先前概念则是通过概念形成方式获得的。

例如，高中阶段后期（选修本第二章）出现的“分散系”概念，教材中直接给出较为抽象的定义，但由于学习者认知结构中已有初中阶段形成的“悬浊液”、“乳浊液”、“溶液”等具体的概念和以后接触到的各种状态的混合物实例，因此同化过程即可轻易实现。而几个先前概念的形成当初却费力得多，既要求初中生仔细观察水中分别加入泥土、植物油、蔗糖等物质并经振荡后的实验现象，又要求能定性辨别出各种混合物的特征，再经分析概括方可得出定义，最后还列举有关实例予以旁证，以强化概念的形成。

可见，在新概念的有意义同化学习过程中，概念形成的学习方式同样起着“支撑”与“固定”的作用。

现行中学化学教材在合理安排知识结构的同时，充分考虑到初、高中学生的认知特征，大部分内容的编排有一个适于同化学习的较好的逻辑顺序，不少概念前后照应、螺旋上升，为同化学习的顺利实现提供了前提条件。

但是，也有某些特殊的概念一时难以找到可依赖的、适当的“支撑点”进行同化学习，也不适于采用一般的概念形成的方法进行概括，因而教师必须有指向地引导学生构造或重组认知结构，促使学生在较短时间内形成一种与新概念的学习相适应的新的结构，以顺利地完成任务，这一过程在心理学上称作“顺应”。这种情形在学习具有微观特征的理论概念时尤为多见。

例如，原甲种本化学教材中出现的“核外电子运动状态”是一个包容度较大的概念，在教材中是以列举的形式来定义的，即从“电子层”、“电子亚层”、“电子云的伸展方向”、“电子自旋”四个子概念来说明“运动状态”。除“电子层”概念在初中阶段稍有涉及外，其余三个子概念难以从学生现有的认知结构中找到适当的“支撑点”予以同化。由于依据不充分，学生对“电子层”这一概念的理解也是含糊或极为肤浅的。此时，教师必须围绕原子的核式模型、电子的高速运动、氢原子核外电子的“叠影”和“电子云”的形成、电离能数据有规律地递变和突跃等辅助知识，临时“搭筑”与电子运动有关的一系列事实、原理或规则，并通过直观、类比、比喻等手段有效地嵌入学生的认知结构中，再作引导，学生不难与新学的四个子概念发生联系，从而在新的水平上理解“核外电子运动状态”，并成为进一步同化其他新概念的基础概念。

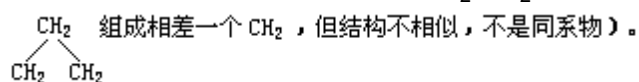
通过对学生原有认知结构进行调整、改造、重建的“顺应”过程，有助于学生同化更复杂的新概念，因而是学生理解和掌握化学概念的一种有效途径。

无论采用概念形成或概念同化的方式学习化学概念，都应重视两项工作。

一是界定概念的关键特征和无关因素。学习心理学实验证明，概念的关键特征越清晰，学习越容易；而无关因素掺杂越多，学习越困难。通过比较和变式进行学习，有助于突出化学概念的关键特征。比较学习多从内涵与外延着手分析两个相关概念的异同，以深化对概念的理解。例如，“强电解质”与“弱电解质”的共同点都是电解质，在水溶液或融化状态下都能电离；不同点是前者完全电离，不存在电离平衡，溶液中只有离子，而后者部分电离，存在可逆的电离平衡，溶液中既有离子又有分子。可见，“强电解质”的关键特征是“全部电离”，而“弱电解质”的关键特征是“部分电离”。

变式学习往往从多个侧面将某些无关因素或关键特征设计成思考题，要求学生仔细辨别，作出肯定或否定的回答，从而消除干扰，把握概念的关键。如通过对 MgCl_2 、 BaSO_4 、 $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ 、 SO_2 、 NH_3 、 CaO 、 Cl_2 、 HCl 等物质是否电解质的判断和分析，使学生对电解质概念内涵的认识更精确，形成的认知结构更清晰、更稳定。

二是运用概念的肯定例证和否定例证。学习心理学认为，正面的肯定例证传递了最有利于进行概括的信息，而反面的否定例证传递了最有利于辨别的信息。因此，在概念学习过程中，常常呈现许多正例，说明某一概念的外延（如乙烯、丙烯、丁烯或甲酸、丙酸、丁酸等均属同系物），通过广泛列举，概括出特定概念的内涵，以揭示其关键特征（如同系物结构相似、组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团）。当概念涉及的特征属性难以辨别或数目较多不易顾全时，学习者正向的概念往往难以周密，一有疏忽，即可能扩大概念的外延，因而以举反例的形式显示概念的关键特征，以消除无关因素的干扰则是极为有效的（如列举 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 、



第三节 化学知识与技能的迁移策略

人类的学习不可能脱离过去的经验，这是一个不言而喻的事实。每当学习者面临新的学习任务，都可能会有意或无意地与先前所学的知识、技能相联系，而后继的学习也不可避免地对以前的学习结果施加某些影响。因此，心理学家提出迁移这一概念，并将其定义为“一种学习对另一种学习的影响”。当这种影响对学习起促进作用时，称为“积极迁移”或“正迁移”；反之，则称“消极迁移”或“负迁移”。

化学知识的迁移，有两方面的涵义：一是将概括性的知识具体化，缩写对新知识的认识过程；二是充分调动已有的概念、原理、规则乃至方法、态度，通过认识的重组，形成一些适于解决复杂化学问题的新的规则或策略。前者可以看作是“理解性”应用，后者则是“综合性”应用。

技能是指顺利完成某种活动的操作方式。化学基本技能按其性质和特点可分为智力技能与动作技能，在第四章

第三节已讨论过。本节着重从化学知识和技能学习的迁移规律方面进行讨论。

一 重视概括学习，揭示迁移要素

关于迁移过程的实现，贾德（C. H. Judd）在本世纪初曾提出过一个著名的观点，概括地说，其要点是：两个学习活动之间存在着共同成分，这是产生迁移的必要条件，而实现迁移的关键则在于学习者能否概括出两种学习活动之间的共同原理。后期的心理学家又将学习者的“顿悟”（突然发现两个学习活动之间存在的关系）看作是迁移的决定性因素。我们认为，无论从哪个角度强调迁移的产生，有一点是可以充分肯定的，即所有学习中的迁移都必须通过概括这一思维过程才能实现，概括水平越高，迁移就越容易。

苏联心理学家鲁宾斯坦依据中学生学习几何方面的课题所获得的对比结果证实：学习的迁移在于通过综合的分析揭示出两个课题之间本质上相同或类似的条件，从而产生对解决方法的概括。这种综合的分析及其所导致的概括是学习迁移的真正本质。

美国著名认知心理学家奥苏伯尔在 1960 年进行的一个实验与化学的关系更为密切：学习的内容是有关钢的性质和冶炼方面的一节材料，研究的对象分实验组和控制组。学习之前，先向实验组提供有关金属与合金的异同、各自的利弊和冶炼合金的理由，同时提供给控制组的却是一段关于炼钢和炼铁方法的历史说明材料。显然，实验组接触的是与待学新课题有关的概括性的知识，而控制组所学习的史料虽有助于提高学生的学习兴趣，但没有涉及理解钢性质方面的观念框架。两组被试学习之后的测验结果表明，实验组的成绩优于控制组，两者之间有显著性差异。研究还证实，通过移植一些概括性强的材料于学习者的认知结构中，能促使知识的迁移，这对学习能力较弱的被试而言，效果尤其明显。

针对学生变式学习的困难，我们也曾探讨过概括与学习迁移的关系。该研究的具体思路是，在含有较多共同要素的同一知识点的两个难易不同的变式之间，考察解题的顺序和教师所施加的与解题有关的概括性指导语的作用。

我们选择的两个知识点是：A. 微粒的化学式与所含电子数的关系；B. 有机物 $C_xH_yO_z$ 充分燃烧时的耗氧量计算。围绕 A、B 设计 M、N 两个题组，每组共 6 题，前 3 题对应于 A 知识点，后 3 题对应于 B 知识点。M、N 两组中每题又一一对应，恰好呈互逆的关系。例如，M 组 1—3 题要求从已给的化学式推断微粒所含的电子数，而 N 组 1—3 题则依据微粒所含的电子数和一些辅助条件反推出符合题意的化学式或结构简式。摘两题示例如下：

M1：与 OH^- 具有相同质子数和电子数的微粒是 []
(A) F^- (B) Cl^- (C) NH_3 (D) NH_2^-

N1：写出四种不同的复合离子，这些离子均含有 10 个电子，质子数比电子数多 1 或少 1。它们是_____、_____、_____、_____。

邵瑞珍等：教育心理学，上海教育出版社 1988 年版，第 247 页。

李伯黍等：教育心理学，华东师范大学出版社 1993 年版，第 221 页。

李伯黍等：教育心理学，华东师范大学出版社 1993 年版，第 225 页。

王祖浩等：迁移教学方法论初探，杭州师范学院学报（自然科学版），1992 年第 3 期，第 105 页。

显然, M1、N1 为对应 A 知识点的两个变式, 两者之间有一定的“跨度”。前者可从备选答案中找出结论, 思维是限制型的; 后者要求学习者根据题给信息独立地谋求多个合理答案, 思维是发散型的。因此, 从学习者的思维习惯来看, 问题的难度是 $N > M$ 。

实验时, 将选出的 40 名高二学生分成知识水平和学习能力相近的四个小组, 其中 组为控制组, 、 、 都为实验组, 分别按不同的答题顺序和指导情况施加操作(测试的时间相同)。

组: 先做 M 题组, 相隔 10 分钟后再做 N 题组, 不提供任何指导性材料。

组: 先做 N 题组, 相隔 10 分钟后再做 M 题组, 不提供任何指导性材料。

组: 提前 5 分钟向学生呈现解 M 题组的“正向”经验概括指导语, 阅读后即闭卷。先做 M 题组, 相隔 10 分钟后再做 N 题组。

组: 提前 10 分钟向学生呈现解 M 题组的“正向”经验概括指导语和解 N 题组的“逆向”经验概括指导语, 阅读后即闭卷。先做 M 题组, 相隔 10 分钟后再做 N 题组。

向学生提示的“正向”与“逆向”经验概括指导语各 5 条, 以下举两个例子来说明:

“正向”概括 1: 同一周期元素的气态氢化物分子都具有相同的电子数; 这些氢化物分子去掉 1 个 H^+ 或加上 1 个 H^+ 后可能构成的离子所含的电子数不变, 且与同周期惰性元素原子所带的电子数等同。

“逆向”概括 1: 要找电子数相同的分子, 可考虑同一周期的气态氢化物分子; 要找电子数相同的离子, 可考虑将同一周期的某些气态氢化物分子去掉 1 个 H^+ 或加上 1 个 H^+ (质子数相应减 1 或加 1), 也可考虑该周期非金属元素形成的阴离子与下一周期金属元素形成的阳离子。

测试表明, 各组在 M 题组上的平均得分高于对应的 N 题组, 这与解 N 题组所要求的开放型思维有关。分析 M 题组的平均分, 其大小关系为 组 > 组 > 组 (组与 组相差 20 余分), 可见“正向”的概括指导有效地促进了知识的迁移。

进一步考察又得知, 分数较低两组关系 (组 > 组) 与解答的操作顺序有关: 先做较难的 N 题组, 则在同一知识点对应的较易的 M 题组上表现出一定程度的正迁移, 而分数较高的两组关系 (组 > 组) 可归于正、反两方面的概括指导和延长时间促进理解所产生的综合效果。N 题组的得分情况是 组 > 组 > 组 \approx 组, 其中不加任何指导的 组、组虽解答顺序不同, 但成绩相近, 可见较易的 M 题组的解题经验对较难的 N 题组几乎没有促进作用。组的平均分高出 组 (或 组) 近 20 分, 低于 组约 6 分, 这再次说明概括指导的效果, 也足以证实多向概括是有助于学生解决变式的化学问题和化难为易的一种积极的学习方法。

以上几例实验均说明学习迁移的本质在于概括出知识之间的共同特征或具有内在联系的某些要素, 因而在化学教学中结合内容有意识地引导学生着力于以下方面进行概括是极为必要的。

(1) 性质概括。对物质的某些物理性质或化学性质进行归类概括。例如, 在学习乙烯典型的化学性质 (加成、聚合等) 的同时, 引导学生概括出不饱和和双键的通性, 并迁移至其他烯烃, 推断或解释有关的化学现象。

(2) 关系概括。对“离散”的化学现象或化学量之间的内在联系按一定的规则进行概括。例如, 浓度计算常涉及同一饱和溶液中溶质含量的各种相对

表示（如百分比浓度、溶解度、物质的量浓度等），只要在理解基础上概括出“同一溶液体系溶质质量恒定”这一关系，并迁移至各类浓度的转换情境中，即可有效地解决问题。

(3)原理概括。根据化学学科的特征，从现象、事实和逻辑推理中概括出化学基本原理。例如，通过分别讨论影响化学平衡的各种条件，揭示影响平衡的一般规律，即以概括的形式得出著名的勒沙特列原理。一旦掌握上述原理，即可以帮助学习者回顾和解释已学的碳、氮、硫、氮、铁等元素及其化合物的某些性质（如 CaCO_3 在 CO_2 水溶液中的溶解与析出，氯水的组成， SO_2 催化氧化的反应条件，氨的合成， Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的相互转化等），构成所谓的“逆向迁移”；又有助于理解后继学习所接触的电离平衡、水解平衡的特征及影响因素，即构成“顺向迁移”。

(4)方法概括。对宏观的或微观的化学方法在不同场合下的适用性进行概括。例如，化学计算常涉及反应物与生成物之间的质量差、物质的量差、气体的体积（密度或压强）差等，这类计算如以“差量”为突破口，寻求未知量与已知差量之间的比例关系，即可形成简捷的思维路径。差量方法的概括，不仅使解题思路更为清晰，同时可运用于更多的计算场合，解决一系列复杂的问题。

学习者概括能力的发展受多种因素的制约，除学习者的知识经验、思维水平外，不容忽视的一个重要因素是教学方法。邵瑞珍教授在引述国外心理学家的研究成果时指出：“概括不是一个自动过程，它与教学方法有密切的关系……即同样的教材内容，由于教学方法不同，而使教学效果大为悬殊，迁移的效应也大不相同。”在本节列举的实验中也说明了这一点。

因此，在化学教学过程中必须重视概括方法的具体应用，既要引导学习者获取有利于迁移的一般原理和基本方法，又要使学生掌握概括的思维操作，并在此基础上不断引导学习者进行更高水平的概括。

二 审析定势干扰，消除负迁移

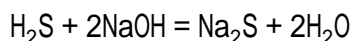
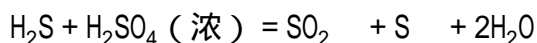
从前面的实例和分析讨论中已得出相似的知识有助于迁移的结论，但众多的实验也证实当新知识与认知结构中原有的知识相似而不相同时，“先入为主”的原有知识常常干扰、掩盖或替代新知识，因定势而出现负迁移，这与认知结构中原有的观念不稳定、不清晰有关。

事实上，在学习化学的过程中正迁移和负迁移往往是交织在一起的，对可能发生的负迁移事先认识得愈清楚，则愈有利于正迁移。对化学学习过程作微观分析可知，形形色色的定势干扰构成了负迁移。

(1)记忆定势。记忆定势的特征是印象重叠或混淆记忆，即认知结构中记忆牢固的旧知识严重地干扰了相关的其他知识。例如，一提浓硝酸的浓度，学习者极易与记忆深刻的 98.3%（浓硫酸的浓度）相联系。又如，学习者在熟悉原电池的工作原理之后学习电解池，两者的电极反应容易出现混淆。再如，卤代烷的消去和水解是两种完全不同的反应类型，但因两者的反应条件有相似之处，往往相互干扰，表现出“循旧”的思维倾向。

(2)理解定势。理解定势是对某些概念、原理在内涵理解上的偏差或适用范围不清而产生的思维障碍。例如，有的学生认为既能与酸反应，又能与碱

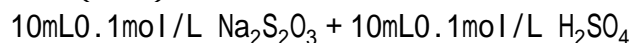
反应的物质都称为“两性物质”，而 H_2S 有下述反应：



因此， H_2S 是两性物质。上述错误结论的导出可归于学生概括的大前提有明显缺陷，判断两性物质涉及的反应仅限于复分解反应，而 H_2S 与浓 H_2SO_4 之间则是氧化还原反应。

又如，学习者在理解“在其他条件不变时，增加反应物浓度或升高温度可以增大反应速度”这一结论时，容易疏忽其中的前提条件而将其迁移至具体的问题情境：“已知 A、B 两组反应物如下：

A 组 (0)：



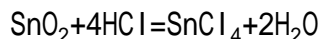
B 组 (30)：



由此能否说明何组反应速度较快，为什么？”学习者在缺乏整体思考的情况下往往得出“A 组速度较快”（因反应物浓度大）或“B 组速度较快”（因反应体系温度高）的片面结论，而未能从“其他条件不变”的前提入手指出无法比较之理由。当学习内容不断增加、复杂性和灵活性水平逐步提高时，理解定势将成为后继学习的一大障碍。

(3) 类比定势。类比定势常由类比不当引起，其特征是模仿类推、思路固化。当两个对象之间存在明显的相似或相同之处时，往往容易掩盖其相异点。而类比的属性又恰好为该相异点，则推理结果导致逻辑错误。这就是类比的“或然性”，也是化学学习过程中因方法、思路定势而经常产生的一种负迁移情形。例如， MgO 和 Al_2O_3 在一定条件下熔融电解都生成金属（阴极）和 O_2 （阳极），又知 MgCl_2 熔融电解在阴阳两极分别得到 Mg 和 Cl_2 ，受上述电解反应的定势，不少学习者会轻易推出无水 AlCl_3 熔融电解也生成 Al 和 Cl_2 的错误结论，而不知该类比恰好建立在 MgCl_2 与 AlCl_3 的相异点上：前者为离子晶体；后者属共价化合物，它不经熔化即在 180°C 升华，在气相时可分离得二聚体 Al_2Cl_6 。

又如，锡 Sn 和铅 Pb 都是碳族元素，它们的最高价氧化物组成相似，分别为 SnO_2 和 PbO_2 ，前者在浓盐酸中按下式反应：

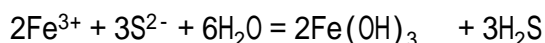


由此推得 PbO_2 与浓盐酸也发生类似的反应。这一结论正好忽视了同族的两种元素价态稳定性上的差异：锡以 +4 价化合物稳定，而铅以 +2 价化合物稳定。

再如， Fe 和 Co 之间有不少“同”的属性：位于同副族 族，物理性质相似，原子（离子）半径、第一电离能和电负性相近，具有可变化价且典型价态相同（+2、+3）；+2 价氢氧化物在空气中均不稳定，易被氧化成 +3 价的氢氧化物。以上述相似性作为“前提”，极易将铁在冷的浓硫酸中呈“钝态”、不存在氨配合物等已知事实强加于钴，而实际情形恰好相反。

类比定势导致负迁移的又一个常见例子是：已知 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 溶液遇 Na_2CO_3

均发生“双水解”，生成氢氧化物和二氧化碳；而 Al^{3+} 溶液与 Na_2S 混合也即刻“双水解”。由此类推 Fe^{3+} 溶液与 Na_2S 的反应：

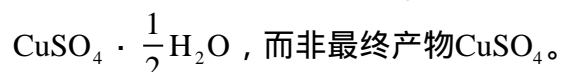


这一结果忽略了 Fe^{3+} 的氧化性，因而与事实不符。上述貌似一致、实质相异的“反例”在中学化学中屡见不鲜，教学时应引导学生“求同”与“寻异”并进，在充分运用相似联想揭示事物之间的内在联系和共性的同时，强化对个性的认识，以掌握恰当类比的事实依据。

(4) 直觉定势。直觉定势的产生与学习者缺乏周密的思考和科学的判断有关，常常在面临新的问题情境时凭借直觉或局部线索，不加思索地迅速作出推论，正好进入命题者所设计的“圈套”之中。例如，面对问题“pH=3的酸溶液稀释10倍后，溶液的pH值等于多少？”时，不少学生会迅速给出pH=4的不完全结论，忽视了弱酸这一可能的情形。

又如，设置课堂提问：“将反应 $\text{A}+\text{B}=\text{C}$ 中生成物C的浓度减小一半时，反应速度如何变化？”因受化学平衡移动原理的牢固定势的影响，学习者往往脱口答出是“增大”，而较少考虑“不变”这一客观情况。

再如，学生在填答“把5.00克结晶硫酸铜加热到一定程度，剩余粉末3.88克，该粉末的化学式是_____。”一题时，往往凭胆矾脱水成白色粉末的实验印象，不经严格推算立即填上“ CuSO_4 ”。事实上，胆矾的脱水是一个随温度升高而渐进的过程，根据题给条件认真计算其化学式为



从上述实例可知，直觉定势的发生大多由于某一自觉十分有把握的观念的驱使，但其思路“固化”一般是暂时的，一经提示或启发，学生往往会立刻领悟有关的道理。

(5) 操作定势。操作定势常常在化学实验中表现出来，由动作定向不当或夹带某些习惯操作引起。例如，滴液时滴管常触碰试管口，手拿试管一把抓，倾倒液体时不顾标签的位置，天平称量时直接用手取砝码，将一般酸稀释的方法用于处理浓硫酸，将溶解后的溶液直接由烧杯倒入容量瓶中，等等。

上述各种消极定势的产生虽各有缘由，但共同的一点都与学习者对新旧学习材料之间异同点的认识不足有关。要克服由此带来的负迁移，教学时除从正面强调合理的记忆方法、解题方法、操作方法等以外，应有意识地引导学生对易混淆的具体知识或技能环节进行反复的辨析，促进学习者在这类知识或技能的迁移过程中保持审慎的态度，树立清晰观念。

平时学习中，提倡采用比较方法说明相关化学知识之间的联系和区别，在综合贯通的同时，对相异知识作精确的分化，有助于提高辨别能力。另一方面，教师应有目的地设计一些“诊断性”问题，以此收集各方面的反馈信息，通过多种途径了解学生产生负迁移的内容要素和所属类型，从而有针对性地进行纠正。定向不当的实验操作，可从分解动作入手，找出其中的失误所在，并给予正确的示范、必要的提示和指导，使操作逐步从模仿、系列化过渡到准确协调、熟练自如。

三 强化变式训练，促进灵活迁移

在化学学习过程中，知识与技能的迁移并不是简单地将已有的知识、经

验“移位”或机械模仿，而是需要在面临新的问题情境时，能迅速找出新旧知识之间存在的共同要素，从而确定所需解决的新问题可归属于已有的何类知识的延伸或扩展。

在实际教学中，常常感到一些学习者虽“储备”了解决新问题的各种化学知识，但在需要时难以及时准确地“提取”；对整个问题的解决事先不作通盘考虑（计划），不知道自己所走的每一步究竟要解决哪方面的问题，因而只能抱着侥幸心理，一遍又一遍地盲目考试，或套用固定的模式进行思维操作，一旦问题出现“枝节”，则进退两难，直接妨碍知识的有效迁移。

调查表明，上述现象在中下水平的学生中尤为多见。为提高学习者知识运用的灵活性水平，不少教师在实践中作了积极的探索。有一点已成共识：“变中求同”的问题解决或称变式训练有助于化学知识的灵活迁移。

变式训练的常规做法是：围绕若干重点、难点或疑点的教学内容从不同角度构造问题，通过演练促使学生全面准确地理解问题的本质属性，在新的情境中提高变通能力。但是，不少教师虽在组织变式训练方面化了不少力气，学生也几乎陷于“小专题”练习或“知识点”题组的包围之中，实际的迁移效果却不理想。

一个典型的例子是对“化学平衡状态”概念及其衍生的“殊途同归”问题的正确认识：教材上给出三个限制条件来定义“化学平衡状态”，即“一定条件下的可逆反应”、“正反应和逆反应速度相等”和“反应混合物中各组分的百分含量保持不变”，并以较大篇幅列举了可逆反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ 在等温等压条件下达平衡的两种截然不同的历程：一种是从 SO_2 、 O_2 混合开始，另一种是 SO_3 单独分解，最后均得到相同的体积组成。至此，教材本身不再进一步引申，教师也往往忽视其中的一部分隐性知识，事先缺少有针对性的点拨和启发，事后总结归纳又不力，因而学生见识的同类问题虽不少，但面临新的“同质”变式时仍然无从下手。1988 年高考首先推出“殊途同归”问题：

在一个固定体积的密闭容器中，加入 2mol A 和 1mol B ，发生反应 $2\text{A}_{(\text{气})} + \text{B}_{(\text{气})} \rightleftharpoons 3\text{C}_{(\text{气})} + \text{D}_{(\text{气})}$ ，达到平衡时， C 的浓度为 $W\text{mol/L}$ 。若维持容器体积和温度不变，按下列四种配比作为起始物质，达到平衡后， C 的浓度仍为 $W\text{mol/L}$ 的是

- (A) $4\text{mol A} + 2\text{mol B}$
- (B) $2\text{mol A} + 1\text{mol B} + 3\text{mol C} + 1\text{mol D}$
- (C) $3\text{mol C} + 1\text{mol D} + 1\text{mol B}$
- (D) $3\text{mol C} + 1\text{mol D}$

据国家教委考试中心的抽样统计，当年在该题上的通过率仅 20%，属选择题中的偏难题。近年来，该题已作为高考的经典题加以重点分析，并在此基础上又衍生出一些以“同归”为条件（平衡体系中各物质的百分含量相同），求起始态各物质含量分布的习题，有的甚至要求用通式表示符合条件的无穷多组“起始态”，但 1993 年的高考第 34 题出人意料地又回到了教材所讨论的平衡实例上，在条件（将“等温等压”改为“等温等容”）和文字叙述（引

入字母代替数据)上略作转换与变通,形成如下问题:

在一定温度下,把 2mol O_2 通入一个一定容积的密闭容器中,发生如下反应:
$$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$$
当反应进行到一定程度时,反应混合物就处于化学平衡状态。现在该容器中维持温度不变,令 a, b, c 分别代表初始加入的 SO_2, O_2 和 SO_3 的物质的量 (mol)。如果 a, b, c 取不同的数值,它们必须满足一定的相互关系,才能保证达平衡时反应混合物中三种气体的百分含量仍跟上述平衡时的完全相同。请填写下列空白:

(1)若 $a=0, b=0$, 则 $c=$ _____。

(2)若 $a=0.5$, 则 $b=$ _____和 $c=$ _____。

(3) a, b, c 取值必须满足的一般条件是(请用两个方程式表示,其中一个只含 a 和 c , 另一个只含 b 和 c): _____, _____。

据统计,该题得分率很低,平均 1.14 分(满分 4 分),通过率为 28%,浙江省的抽样结果也令人失望。

因此不难得出这样的结论:在新情境中变式训练的迁移效果如何并不取决于平时演练“同质”习题的多少,而在于是否真正把握了各种变式所共有的本质要素,能否揭示某些隐含较深的知识规律。在变式训练过程中,“居高”(揭示一般规律)而又“临下”(结合具体情境),典型分析和习题演练相融合,方能有效地促进知识的灵活迁移。

四 创设矛盾情境,把握迁移方向

长期以来,人们认为教师的指导对促进学生的学习迁移无疑是极为必要的,但究竟怎样的指导并给予多少的指导才是有意义的?即既不使学习者依赖这种指导而影响学习主动性,又能在困难的学习情境中获得最佳的迁移效果?

克雷格(R. C. Craig)等人经过研究后得出几点结论:预先提供正确答案的指导方式并不能有效地导致迁移;指导学习者自己发现问题的解答能增加正迁移的效能;迁移到困难情境比迁移到相对容易的情境中,需要更多的指导。从中给我们的启示是:教师强制地传授一些原理和方法,只是嘱咐学生去记忆,当他们面临复杂问题时往往无从下手。如能创设这样一种气氛,让学习者在学习过程中发现一些矛盾,经受几次挫折,在学习者不懈的探索中引导他们准确运用已有的知识。这不仅能激活学习者的思维,而且有助于调动学习者强烈的发现欲望和自信成功的认知内驱力,为困难情境中学习的迁移做好积极的心理准备,从而把握迁移的方向。例如,实验表明,加热铝和硫粉可得固体 Al_2S_3 ,但溶解性表却提示水溶液中不存在该化合物。推出这一矛盾,学习者即由疑问开始到自觉地探索解决矛盾的种种方案,此时教师适当点拨,水解反应规律和平衡移动原理在新情境中的迁移便能顺利进行。

又如,将铜丝置于酒精灯外焰上灼烧,铜丝表面出现黑色;再将铜丝向

刘成坤:从 1993 年高考分析看化学教学中的能力培养,化学教学,1994 年第 4 期,第 18—19 页。

王祖浩等:MCE 主观题解答失误析因及评注,化学教育,1994 年第 4 期,第 9 页。

J.M.索里等著,高觉敷等译:教育心理学,人民教育出版社 1982 年版,第 399 页。

内移动触及灯芯，铜丝表面即由黑色转为红色。操作上的微小变化，导致两种截然不同的现象，这是为什么？面对“悬”而一时难“决”的问题，学习者迫切希望了解其中的原因，纷纷猜疑，从各种可能的角度进行思考。

第一种可能：在灼烧时先生成 CuO 呈黑色，继而 CuO 又遇还原性气体 CO 生成红色的 Cu，但 CO 从何而来，找不到合理的答案，故假设难以成立；

第二种可能：黑色 CuO 分解得红色 Cu₂O [4CuO (黑) $\xrightarrow{>1000^{\circ}\text{C}}$ 2Cu₂O (红) + O₂]，但酒精灯温度达不到反应要求，且与铜丝在较高温度下（外焰）呈黑色而于较低温度下（灯芯）又转成红色的事实相矛盾；

第三种可能：新生成的 CuO 氧化灯芯处散逸出来的乙醇蒸气生成红色的铜和乙醛 (CH₃CH₂OH + CuO $\xrightarrow{\Delta}$ CH₃CHO + Cu + H₂O)。

至此，学生不难认定：已学的乙醇性质之一氧化反应（课本上用综合式表示 2CH₃CH₂OH + O₂ $\xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}}$ 2CH₃CHO + 2H₂O）和乙醇的性质实验中曾见到的相似现象，则是支持第三种解释的有力依据。

再如，将等量的硫粉分别置于同体积的纯氧和空气中燃烧，结果证实前者产物中 SO₃ 含量为 2%—3%，而后者产物中 SO₃ 含量为 5%—6%，这恰好与学生定势已久的观念相悖：反应物浓度愈大，生成的产物含量愈高。围绕这一新的矛盾，引导学生作多向思考，唯一合理的解释是：S_(固) + O_{2(气)} \rightleftharpoons SO_{2(气)} + 296.6 千焦，2SO_{2(气)} + O_{2(气)} \rightleftharpoons 2SO_{3(气)} + 196.6 千焦，前一反应伴随放出大量的热，使体系温度明显上升；对后一平衡而言，浓度增大与温度升高的影响效应恰好相反（前者促使平衡右移，SO₃ 含量增加；后者导致平衡左移，SO₃ 含量减少），两者中以温度影响占主导地位，即硫在纯氧中燃烧反应速度快，释热量大，SO₃ 的含量反而比空气中燃烧要低。

在上述过程中，不仅准确地理解和运用了化学反应速度和化学平衡方面的知识，更重要的是科学思维的方法和实事求是的态度在此也得以迁移。

以上分析均说明，从矛盾入手经历疑惑、猜测和思考，往往能揭示迁移的实质性内容，把握好迁移的方向，直至问题的最终解决。

五 融合知识技能，促进协同迁移

前面已经讨论，技能可分心智技能和动作技能两类，无论哪一类，其本质都是指特定学习目标指导下的特定“操作”序列，是移植并内化“如何做”的一些规则或程序，它与“理解了什么”的知识学习有一定的区别。然而，在化学学习过程中，知识和技能又常常是交织在一起的。一个复杂的化学问题，通过概念辨析和条件分析，理顺了问题的来龙去脉，明确解决问题的途径指向，并“检索”得到有关的原理、公式和其他辅助知识，至此知识的迁移已经发生，下一步是如何快速而准确地求出问题的最终结果，这涉及到熟练运用某种规则或称“执行程序”，只要问题满足某种条件，即自觉产生相应的操作序列，这就是智力技能的迁移。

认知心理学认为，智力技能不是一些简单的或杂乱的智力活动，而是学习者通过一定的训练所形成的一组内隐的有序操作，即解决各种问题的“产生式”（production）系统。产生式系统的表征是通过模拟计算机解决问题

的方式来实现的，它由一系列的产生式组成，每个产生式都可以看作是条件—行动的组合，条件指某一情境或状态，行动则是条件满足时产生的操作，其规则是“若条件为X，则实施操作Y”。解决一个问题或完成一项作业需若干产生式，一个产生式的完成会改变问题的当前状态，并由此引发另一个产生式，如此不断衔接推进，直至达到最终目标状态。

“产生式”概念的提出和大量的实践都表明，问题解决离不开知识的迁移和规则的运用，其中正确识别条件是应用规则的重要前提。我们曾对如下问题作过详细的研究（高一年级，1992年），获得了一些有意义的结论。

问题：燃烧1吨含硫48%的硫铁矿，在理论上能生产多少吨98%的硫酸（设生产过程中损失硫1.5%）？（要求：详细写出思考和解答过程）

测试表明，除14%的学生对问题的本质缺少了解而无从下手（卷面反映为空白或混乱）外，86%的学生能理解题意并熟悉解决问题所必需的基本知识（如生产过程的各步反应式等），但求索答案的计算过程所对应的产生式系统则有明显差异，经整理有以下三类：

(1) 若 $S + O_2 = SO_2$ 且已知硫的含量，则可根据比例关系求得 SO_2 的质量；

若 $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ ，则由 SO_2 的质量可得 SO_3 的质量；

若 $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ ，则由 SO_3 的质量可得“纯净” H_2SO_4 的质量；

若 H_2SO_4 的最终浓度为98%，则由“纯净” H_2SO_4 质量即可折算成“不纯” H_2SO_4 的质量。

(2) 若 $S + O_2 = SO_2$ ， $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ ， $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ ，且物料无损失，则可“首尾相连”，得关系式： $S \sim H_2SO_4$ ，再考虑损耗和浓度列比例式求解。

(3) 若实际参加反应的硫最终转化为产物硫酸中的硫，则由关系式（原料硫 - 损耗硫 = 硫酸中的硫）可得方程：

$$1 \times 48\% \times (1 - 1.5\%) = x \times 98\% \times \frac{32}{98}$$

结论：

三类产生式所对应的学生人数分别占总数的13%、61%和12%。经了解，恰好与化学平时成绩一般、良好、优秀的三级学生分布相吻合，剩下的14%则属于化学学习能力较弱的第四类学生。

三类产生式均可获得问题的正确解。这表明大部分受试学生熟悉硫酸制法的基本工艺流程，明确化学方程式所代表的涵义，较好地掌握了根据化学方程式进行计算的四条规则，并能有效地进行迁移。

三类产生式中均含有若干“条件”，不同的“条件”对应不同的思维“操作”，因而质量上也有所差异：(1)的步骤繁冗，求解费时而又容易出现计算差错，抽象概括的水平较低；(2)从多步反应中抽出了原料硫到产物硫酸之间的量的转化关系，简化了计算过程，但从形式和思维历程看仍离不开局部的化学反应和根据方程式进行比例运算的有关规则；(3)是将“质量守恒定律”这一普遍规律直接运用于 $S \sim H_2SO_4$ 这一具体情境的结果，其“条件”部分高度概括了各步反应之间量的关系，所进行的“操作”也更一般化，因而是内化程度更高的一个“产生式”系统，体现了较强的整合思维能力。

由此可见，在化学问题的解决过程中，以“操作”为主的智力技能起着十分重要的作用，而智力技能迁移的速度和质量又直接受制于知识理解的深度和概括性水平。

动作技能或称操作技能一度被认为是化学实验能力的代名词，目前已逐渐得以纠正。所谓的动作技能，一般指通过肌肉活动的外显操作。动作技能的迁移，可以看成是一系列刺激—反应“联结”序列的转移，即某种肌肉动作程式的迁移。如果一个新的动作技能由事先已经学会的数个反映纯粹的肌肉运动的“简单动作”组成，则此新动作技能不外乎是将这一系列“简单动作”按一定的程序进行组合而已。这个过程，对原本已熟练的简单动作而言，外显的迁移已经发生。不可否认，同时还伴随着内隐的智力技能（组合的程序）的迁移。

一个完整的化学实验，包含的成分和技能要素更为复杂。在动手操作之前，至少应该先做三件事：一是理解实验原理，二是设计（或认同）实验方案，三是选择实验装置，这些活动并非简单的操作技能所能包容的。可见，化学知识、操作技能和智力技能在实验过程中是密切联系在一起的。在特定的实验场合，只是表现的形式和内容不同而已。认清上述关系，不仅为知识、技能的协同迁移找到了理论依据，同时有助于我们重新审视化学实验的教学功能。

创设知识与技能协同迁移的实验情境，必须以理解有关的知识、掌握实验的方法和操作要领为前提，理解得愈深刻，掌握得愈熟练，迁移效果就愈好。

实例 1：已知 HCl 气体极易溶于水（1 : 500），其水溶液能使石蕊试液变红，利用特定的装置可将上述性质设计成“喷泉”实验；NH₃ 在水中的溶解度更大（1 : 700），其水溶液能使酚酞变红。比较两者的共性，不难将 HCl 气体形成“喷泉”的有关原理、装置和操作协同迁移至研究 NH₃ 溶于水的实验。

实例 2：在浓硫酸催化条件下乙醇 140℃ 脱水成醚、170℃ 脱水成烯是乙醇的重要化学性质，将此迁移至乙烯制取实验中，即可明确对反应容器的要求（可加热），准确安放温度计。采用排水集气操作则是已理解的乙烯物理性质和已掌握的排水集气技能的协同迁移。

实例 3：设计并完成 CO 还原 CuO 和 Fe₂O₃ 的实验，可按如下步骤进行：

(1) 分析实验原理（化学知识迁移）： $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 + \text{Cu}$ ， $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{CO}_2 + 2\text{Fe}$ 。

(2) 设计实验思路（智力技能迁移）：设想从左到右将装置分为（制气）、（还原）、（吸收）三部分。采用甲酸加浓硫酸（微热）反应实现，从“液+液 $\xrightarrow{\Delta}$ 气”方式联想装置（分液漏斗+圆底烧瓶）；从 H₂ 还原 CuO 实验中得到启发，反应是否发生，由 CuO、Fe₂O₃ 颜色的交替变化即可证实，作为反应器的硬质玻管必须平卧；是为检验生成物中是否有 CO₂ 生成而设的局部装置，只要将气体导出至澄清石灰水便得。

(3) 进行实验操作（操作技能迁移）：首先根据实验方案组合仪器，形成由一个“液+液 $\xrightarrow{\Delta}$ ”的气体发生装置、一个“气+固 $\xrightarrow{\Delta}$ ”的还原反应装置、一个用烧杯接收的气体吸收装置组合而成的系列实验装置，在硬质玻管内将 CuO、Fe₂O₃ 分两处铺开，均匀加热，观察并记下实验现象。

实例 4：用实验方法分离银中含有的杂质铜，涉及到一系列已学的化学反应知识[Cu、Ag 均溶于硝酸，生成的硝酸盐在 717K、473K 分解：

$2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{473\text{K}} 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$, $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{717\text{K}} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$]和物质的性质(AgNO_3 易溶于水, CuO 则难溶), 其具体操作则是加酸溶解、蒸发、结晶、控制温度加热[在 473—573K 之间 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 先分解]、加水溶解、过滤(除去不溶物 CuO)、重结晶(得纯的 AgNO_3)、提高温度加热(AgNO_3 还原分解得 Ag)。

从以上实例的分析中不难得出这样的结论, 化学知识与技能的迁移既是协同的又是融合的。在实验情境中, 有的知识得到了深化或扩展, 有的知识成为实验设计的一种程式, 即智力技能, 有的知识转化为某种操作技能, 而智力技能与基本操作技能的“加合”往往形成更复杂、更专门化的操作技能。

第四节 化学问题解决的信息加工策略

认知心理学认为，电子计算机程序所表现的功能与人的认知过程之间，是可以进行类比的，从而提出问题解决的信息加工理论。以研究思维而著名的西蒙（H. A. Simon）等人曾用手段—目的分析法等操作解决河内塔之类的一般智力测验问题，逐渐形成了问题解决的程式或称分析架构。

由于学科问题的解决有赖于大量具体的知识（概念、原理、定律和规则）以及学科研究的方法和思路，因而这些程式在教学领域内并未得到深入的应用。值得欣慰的是，从中引申的一些思想（如有目的、有规则的辨别、检索、理解、判断、推理的“信息编码加工”等）愈来愈为人们所重视，并在一定程度上影响着教学模式的进一步变革：从教师讲授的知识和方法中启发学生解决某类针对性的问题，逐步过渡到依赖一定的策略指导而通过现场自学方式检索并运用信息解决任何陌生的问题。显然，后者对自学能力和思维能力的要求更高，从而促使狭义的信息加工模式演变成广义的信息加工能力。

国际化学奥林匹克（IChO）培训大纲中将信息加工列为首项能力并定义信息为“对文字、图形、直接和间接获得的各种感性和理性认识”，而加工的涵义更广，包括信息的寻找、选择、整理、储存、重组、应用、预测、评价等。我国每年一度的以选拔 IChO 参赛选手为目标的冬令营化学竞赛（NChO）也以此作为命题的依据。普通高校招生化学学科考试（MCE）也注重考查学生对化学知识（特别是接受新信息）的自学能力和对化学问题分析综合、抽象概括、比较判断、迁移推理的思维能力。至此，信息加工与化学问题的解决已融合、交织于一体。

问题解决无论作为教学目的、教学方法或思维规律、学习能力研究，最终均须落实到问题本身。究竟怎样的化学问题值得去花大力气探索呢？当然不可能是现行教材中以理解概念为主的纯而又纯的简单习题。IChO 首开先河，推出一类以新的化学现象、合成方法、物质性质和实验数据为背景的信息给予题，从而使化学问题朝着复杂化、新颖性和开放式的方向演进。这类题的特点是：问题的叙述呈原始形态，命题者不作过细的提炼，往往是多种信息（有用的或干扰的）并存，内容力求反映最新文献或研究成果，有的密切联系生产、生活实际，涉及的知识或方法在课本中没有明确的落点。以此来考核和训练学生独立自学、灵活思维的能力和严谨的科学态度，确有独到之处。因此，研究化学问题解决的信息加工策略，无论从发展理论或指导实践两方面考察，均有现实意义。

一 信息简约策略

对某些信息密集的化学问题而言，文字叙述往往显得繁杂，特别是其中一些无关信息的干扰与设陷，解题者难以准确把握问题之关键或误入歧途。因此，一种值得推荐的策略是：面对复杂问题，首先要大刀阔斧地削去可能屏蔽思维的一些枝节内容，从而在认知结构中清晰地呈现出问题的主干，使

汪安圣：思维心理学，华东师范大学出版社 1992 年版，第 108—111 页。

王序昆等：国际化学奥林匹克竞赛辅导讲座，上海科技出版社 1990 年版，第 171—172 页。

韩家勋：高考化学考试目标刍议，化学教育，1992 年第 6 期，第 2 页。

吴国庆：国际中学生化学奥林匹克竞赛，湖南教育出版社 1988 年版，第 57 页。

复杂的表述简明化，明确问题的始态（已知条件）、终点（待求结论）和节点（可能遇到的障碍）。

问题 1：

（1990 年 NChO）钼是我国丰产元素，探明储量居世界之首。钼有广泛用途。例如白炽灯里支撑钨丝的就是钼丝；钼钢在高温下仍有高强度，用以制作火箭发动机、核反应堆等。钼是固氮酶活性中心元素，施钼肥可明显提高豆科植物产量，等等。

辉钼矿（ MoS_2 ）是最重要的钼矿，它在 130 、202650Pa 氧压下跟苛性碱溶液反应时，钼便以 MoO_4^{2-} 型体进入溶液。

1. 在上述反应中硫也氧化而进入溶液，试写出上述配平的反应方程式。

2. 在密闭容器里用硝酸来分解辉钼矿，氧化过程的条件为 150—250 、1114575—1823850Pa 氧压。反应结果钼以钼酸形态沉淀，而硝酸的实际消耗量很低（相当于催化剂作用），为什么？试通过化学方程式（配平）来解释。

上述问题长达 250 余字，其中第一段提供了有关钼用途方面的诸多信息，仅作参考，与所求的反应并无直接的关系，如将精力集中于此，则入歧途。题中的数据也仅揭示一点：反应在一定温度和高氧压条件（ O_2 可能参与反应）下进行。为此，简化题意是认知加工的第一步：

写出方程式，解释下列过程（要求配平）。

1. 在氧气充足条件下， MoS_2 溶于苛性碱溶液，硫同时也被氧化进入溶液；
2. 在氧气充足条件下， MoS_2 溶于稀硝酸形成钼酸沉淀，但硝酸的实际消耗量很少。

显而易见，对问题进行简约加工，界定了反应物和反应条件，使问题解决的“重心”移至生成物的待定和反应方程式的配平上，从而明确解题方向，推理更具有针对性：充足的氧将 MoS_2 中的硫元素氧化成 SO_4^{2-} 进入溶液；稀硝酸还原得到的 NO 继而又被氧气氧化成 NO_2 ，在溶液中 NO_2 迅速转化为 NO 和 HNO_3 ，反复循环……循此思路，问题便迎刃而解。

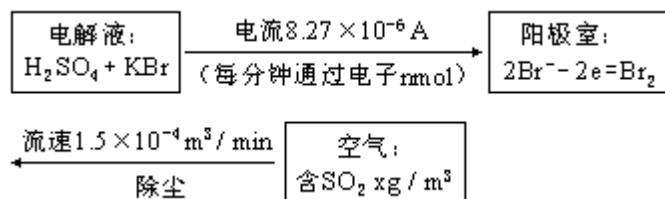
当问题涉及多个过程、不同操作和一系列数据时，可按一定的逻辑顺序将化学反应的进程、条件、各级产物及数量关系用框图表示出来，一些附属的、次要的信息得以简化，一些无关的信息随之弃去。这样，问题演化的脉络十分清晰，有助于解题者把握问题的关键。

问题 2：

（23 届 IChO 预备题）某种型号的化学分析器是根据 SO_2 与 Br_2 的定量反应来测定空气中二氧化硫含量的。上述的溴来自一个装满酸性（ H_2SO_4 ） KBr 溶液的电解槽的阳极氧化反应。阴极室与阳极室是隔开的，电解电流为 $8.27 \times 10^{-6}\text{A}$ ，同时保持恒定的溴浓度。空气经过机械除尘，以 $1.5 \times 10^{-4}\text{m}^3/\text{min}$ 的流速吸进电解槽的阳极室。设被测定的空气中除 SO_2 之外不含有其他与 Br_2 反应的气体。求空气中 SO_2 的含量。

上述有关测定大气中 SO_2 含量的实际问题情境涉及到多步变化，除化学变化 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 和酸性 KBr 溶液的电解外，还有空气除尘、吸入电解槽等物理过程。如能将每分钟的变化用图示得以反映，则思维过程十分简洁：

每分钟通过电子 $n = \frac{8.27 \times 10^{-6} \times 60}{96500} \text{ mol}$ ，生成 $\text{Br}_2 \frac{1}{2} \text{ nmol}$ （不考虑电解损耗），可吸收纯的 $\text{SO}_2 \frac{1}{2} \text{ nmol}$ ，即可推出 $x = \frac{\frac{1}{2} n \times 64}{1.5 \times 10^{-4}} (\text{g} / \text{m}^3)$ 。



二 信息类比策略

类比作为一种推理方式，在科学发现过程中曾起过重要的作用。著名的薛定谔 (Schrödinger) 方程便是将经典波的运动规律与粒子波进行类比的結果，这一并非逻辑演绎导出的方程的正确性是靠后来推得的大量结论与实验一致而予以证实的。

类比的特征是：根据两个（类）对象之间在某些方面的相似或相同，从而推出在其他方面也可能相似或相同。类比作为一种指导性的策略，在引导学生解决化学问题中所起的作用更不可低估。由于知识经验和抽象概括能力的不足，当面临一些与自身认知结构相偏离的化学问题时，学生往往一筹莫展，有时试图用纯演绎或纯归纳的方式去推理，最终也难奏效，而类比却时常成为十分活跃的思维工具，在已知和未知之间迅速架起一座座桥梁，形成解题之捷径。

问题 3

$(\text{BN})_n$ 是一种新的无机合成材料，工业上制 $(\text{BN})_n$ 的方法之一是用硼砂和尿素在 800—1000 时反应，得到 $\alpha\text{-}(\text{BN})_n$ 及其他元素的氧化物。 $\alpha\text{-}(\text{BN})_n$ 可作高温润滑剂、电气材料和耐热的涂层材料等。假如在高温、高压条件下，则可得 $\beta\text{-}(\text{BN})_n$ 。 $\beta\text{-}(\text{BN})_n$ 硬度特高，是作超高温耐热陶瓷材料、磨料和精密刀具的好材质。

1. 写出硼砂和尿素反应制 $\alpha\text{-}(\text{BN})_n$ 的方程式。
2. 画出 $\beta\text{-}(\text{BN})_n$ 的空间构型。

对学生而言， $(\text{BN})_n$ 是一种完全陌生的化合物，而上述问题仅叙述了 $\alpha\text{-}(\text{BN})_n$ 、 $\beta\text{-}(\text{BN})_n$ 两种变体的制法和性质，未涉及结构方面的任何信息，因此缺乏推出空间构型的直接依据。但是，从已知的性质中隐约可知， $\alpha\text{-}$ 与熟

廖正衡等：化学方法论，浙江教育出版社 1989 年版，第 140 页。

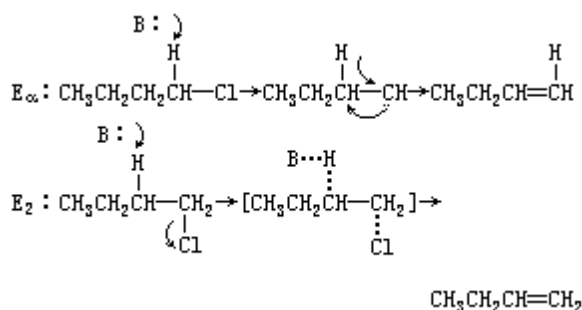
王祖浩：类比：化学问题解决的思维工具，浙江教育学院学报，1994 年第 1 期，第 98 页。

知的碳的两种同素异形体石墨、金刚石似有某些相似之处，进一步“求同”还发现，BN 和 CC 是等电子体。由此大胆类比： α -(BN) $_n$ 的结构与石墨相似（由正六边形组成的片层结构）， β -(BN) $_n$ 的结构与金刚石相似（由正四面体组成的巨型分子）。

物质客观属性（结构、性质、制取装置等）之间的类比，通常与映入认知结构中的某些鲜明直观的形象或模型有关，但更有价值的是思路、观念或方法的类比，其抽象思维和联想迁移的水平更高，在解决复杂化学问题时往往显示出独特的魅力。

问题 4：

（1993 年浙江省化学竞赛）在强碱 B（如 $\text{Na}^{\oplus}\text{NH}_2^{\ominus}$ ）的存在下， $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 可按下列两种历程发生消除反应，分别称之为 E_1 消除和 E_2 消除：



试设计一个实验证实上述历程。

用实验方法确认机理，学生首先会想到加某种化学试剂并根据特征现象进行区分，但上述两种机理的起始物和生成物相同，因而从两个极难控制的中间状态的组成上进行分析显然是不现实的。阅卷时发现，约有 80% 之多的学生进入了这一思维误区。本书作者之一在编制该题时的出发点是：要求学生广泛联想，抓住中学有机化学中曾用同位素 ^{18}O 标记羟基氧由示踪产物来确定机理的研究思路，由此进行类比，找出可行的方法：在一氯丁烷的 α 位（或 β 位）碳原子上引入两个氘(D)原子，根据分离出的消除产物中 D 的位置变化和原子个数的差异，即可区别两种机理。这种跨时空的联系，正是思路类比所产生的奇妙效应。

三 信息引申策略

化学问题的难易并不取决于题述文字的多少，而在于隐意的深浅和思路的曲直。虽然，多次解决相类同的问题可以发展对该类问题的解决能力，但具体涉及某一问题，尤其是开放题，方法和规则并非万能，当指向解题目标的特征信息凝聚在个别字词或题意之外，则需结合具体问题逐字挖掘有用信息，经多角度思考分析后作合理推想，力求上下兼顾，前后呼应，逐级引申、反复论证，直至问题的终点。信息引申是一项艰难的工作，没有固定的程式可循，因而是对解题者知识和能力的综合考验。

问题 5：

（1992 年 NChO）照相时若曝光不足，则已显影和定影的黑白底片图

像淡薄，需对其进行“加厚”。加厚的一种方法是：把底片放入由硝酸铅、赤血盐溶于水配成的溶液，取出，洗净，再用硫化钠溶液处理。写出底片图像加厚的反应方程式。

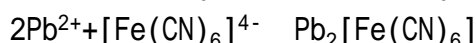
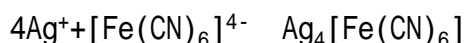
上述问题是化学知识联系实际的一个典型实例，大多数学生不熟悉与此有关的化学背景，从题意本身也无从寻找可直接类比的知识或方法作为支撑，因而问题的难度陡增。据当年的统计，65名应试选手中仅1人给出正确答案。事实上，从“关键词”入手揭示隐含的信息，引申题意，即可迅速改变“疑无路”的局面。以下给出指向问题解决的一系列引申：

引申1 既已“定影”，则底片必经 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浸洗；未感光的 AgBr 之类的卤化银已全洗去而仅剩银粒。

引申2 既是“加厚”，则底片上因感光形成的影像信息应始终保留，即原像位置不可挪动，故推出加厚只能是直接覆盖某物质至银粒表面或银粒参与反应后又在原位生成更多的产物，并以外观黑度增加为标志。同时也可否定生成可溶性的 $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ 。

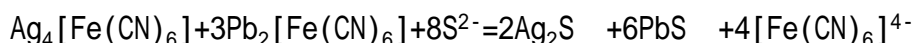
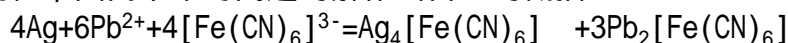
引申3 题中点明事先已将 Pb^{2+} 、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 相混配成“溶液”，而两者之间无明显的反应现象，由此可知 Ag 必为反应物之一。引申4 Ag 参与反应，必为 $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+$ ，而氧化剂必与两种盐有关。从 Pb 具有较强的金属活泼性推知 Pb^{2+} 的氧化性很弱， Fe^{3+} 的配合物 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 则为中等强度的氧化剂，由此否定 $\text{Pb}^{2+} + \text{Ag} \rightarrow \text{Pb} + \text{Ag}^+$ 的反应。

引申5 Ag^+ 有一定的氧化性 ($E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0.799\text{V}$)，故不活泼金属 Ag 能否被 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 氧化尚难定论，但高电价的 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 与 Ag^+ 、 Pb^{2+} 离子结合生成沉淀的事实，无疑推动了氧化还原反应的进行：



引申6 以上生成的两种白色沉淀遇 Na_2S 溶液，即转化为更难溶的黑色物质 Ag_2S 和 PbS 。因此， $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+$ 未使影像信息消失，同时 Pb^{2+} 又成为信息的新承担者。

经历多步引申之后，扩充了题给信息的容量，增强了信息的透明度和可利用性，因而不难对问题的解作出合理的概括：



从定性角度分析，在银上析出白色沉淀，继而又转为黑色沉淀，原像信息不受影响，从定量角度考察， 4mol Ag 最后转化为 $2\text{mol Ag}_2\text{S}$ 和 6mol PbS ，同一影像上黑色密度明显增加，加厚过程即得以实现。

四 信息转换策略

化学现象千变万化，从中产生的问题也各式各样，许多截然不同的问题有时可用相同的形式表述，而同一问题时常又以不同的形式呈现。因此，当

面临的化学问题信息生疏、概念模糊时，可尝试用自己熟悉的方式（语言、模型、情境等）去描述，一次不行，再换一次，不断调整方向和层次，直至问题的轮廓和关键清晰为止，这就是问题解决中极其有效的信息转换策略。通过转换，可将一个陌生问题变成一个熟悉的问题，一个未知变量转换成较易认识的另一个变量，一个复杂的实际问题简化成一个典型的化学模型。

总之，这是一种将待解的问题经过某种转化，归结到一类已经认识或较易解决的问题情境中，从而求获原问题之解的思想方法。

就具体的化学问题而言，又可分信息的等价转换和不等价转换两种形式。前者是指同一层次上的信息转换（互译），从平行角度将问题变形，后者则是将题给信息纳入较高层次的模型内讨论，将问题视为一个特例，或按相反的“路径”重新整合信息（逆反转换），或将问题退到最简单的“起点”（极限转换），或将“高维”信息降级处理（降维转换）等等。可以这样说，问题解决离不开转换，而顺利实现有效转换之关键，在于能否把握知识之间的内在联系。

问题 6：

（第 23 届 IChO 预备题）假定较活泼的卤素按下列反应方程式把较不活泼的卤素从其化合物中置换出来： $2KX(S) + Y_2 \rightleftharpoons 2KY(S) + X_2$

而 $(E_A - \frac{1}{2}D)$ 对所有卤素近似相等。试解释为什么 KI 中的碘能被氯取代。

解决上述问题，可由结果追溯原因的方式对信息作逆反整合，其中每一步转换又各具特征。



显然，经上述一系列转换，将一个复杂的化学问题演变成若干个相对简单的命题，其中最后三步转换中有两步化归为简单的初等代数式变形，最后一步又是轻易可得推论，由此足见转换策略化繁为简、化难为易之特殊功效。

值得指出的是，没有化学原理、方法和模型的支持和活用，从未知向已知领域转化是难以实现的；同一问题可能有多种转换途径，何者最优，应从思路的复杂性、解题者的适应性和解题所需时间等多方面综合考虑。

五 信息评价策略

信息评价是一个包容度较大的概念，它包含对问题所指的目标、题给信息的隐显和因果关系的合理性、解题过程的清晰性和可靠性、解题思路的简捷性和最优化等多方面的评价，其中尤以思路评价最为艰难。

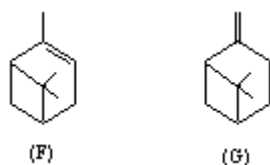
在解题历程中，应善于“捕获”导向解目标的种种瞬间信息。当问题

出现多种可能的解，或经思维派生出几种不同的思路时，应结合问题迅速作出正面肯定或反例否定，在此基础上进一步优化思路。此外，终点目标作为问题中明确提出而又尚待证实或证伪的命题，也是重要的信息源，因为终点目标既界定了解决问题所需努力的程度，同时也暗示着努力的方向，因而不可等闲视之。可见，信息评价是一项复杂的、综合的认知活动，是问题能否顺利得解的指导性行为。

问题 7：

(第 24 届 IChO 预备题) 某兽医曾用以下方法治疗一些受伤的大动物，即伤口处用结晶性的碘包扎，然后用松节油浸润。松节油内含 60% 的 α -蒎烯(F)和 30% 的 β -蒎烯(G)。

结构式如下：



由于松节油的浸润产生了明显的放热反应，致使碘蒸发到达难以接触的伤口深部，于是大量雾状紫色碘蒸气也出现在伤畜主人的家中，以致兽医对用药现象感到奇怪。

请对如此大量的热量的释放过程作出合理解释。

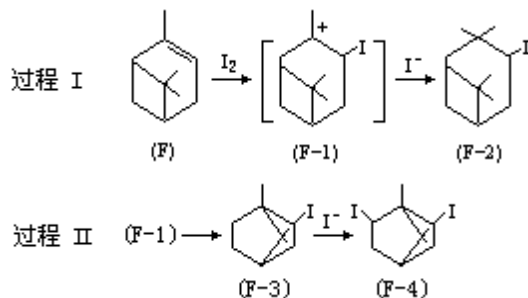
解决上述问题可从如下几方面展开评价。

(1) 目标评价。要求通过分析“如此大量”的热量产生的原因解释题给现象，从中暗示此系热效应明显的化学反应所为。

(2) 信息的隐显评价。问题的背景虽然陌生，但 (F)、(G) 结构存在活泼的双键及其性质是显在的，(F) 因四元环和环烯同时存在而导致较大的张力，两者与碘加成后转化为环己烷结构，伴随放出热量，这是一个明显的“突破口”。但是，“如此大量”的热量是否仅由加成所致？(F)、(G) 中双键打开后，能量较高的四元环依然存在。因此，扩环重排，促使体系更趋稳定，释放的能量更多，这或许是更重要的隐含信息。

(3) 思路评价。通过揭示隐含信息可知，采用加成、重排协同机理解释“如此大量”似比单纯加成机理更为合理。

(4) 可靠性评价。支持协同机理的依据是加成的中间体碳正离子易产生重排 (α -迁移) 而扩环，生成张力较小或无张力的五元环。以 (F) 为例，加成和重排过程可表示为：



从上述评价可知，(F) 和 (G) 的加成、重排两个过程释放能量之总和，足以使局部温度升高，导致结晶态的碘受热而升华，形成大量雾状的紫色碘蒸气。

值得强调的是，与简约、类比、引申、转换等信息加工的具体策略相比，信息评价更注重对问题进行整体的、系统的分析和解题方案的周密设计，因而是解决化学问题的指导性策略，从思维要求看，似更突出其灵活性和批判性的特征。

根据上述分析可知，结合具体问题的特征和本学科的思想方法研究化学问题的解决，有助于充实和发展信息加工理论。大量的实例表明，对一些复杂的化学问题而言，常规的解题程序往往难以奏效，而简约、类比、引申、转换、评价等信息加工策略都有独到之处。必须指出的是，以上探讨的各种策略虽对某类问题的解决或解决某一问题的几个方面有所侧重，但并非相互孤立，在实践过程中往往是融合在一起的。有时多种策略并用解决某个问题，有时相同问题可用不同的策略去解决，这取决于问题的复杂性和解题者运用策略的能力及适应性。

第七章 化学学习能力

化学学习能力关系着化学学习活动的效率和结果，它也是化学学习的目的之一，具有十分重要的意义。

本章首先讨论化学学习能力的特殊性和结构，弄清化学学习能力跟一般学习能力的关系；然后重点讨论化学学习的各种特殊能力，讨论它们的意义、学习目标和要求以及养成。在讨论化学自学能力时，还初步讨论了化学学习的元认知问题。

第一节 化学学习能力概述

一 化学学习能力的特殊性

化学学习能力是在化学学习活动中形成和发展起来的、直接影响化学学习活动效率、使化学学习活动得以顺利完成的个性心理特征。

化学科学和化学学习活动的特殊性决定了化学学习能力的特殊性，使它既跟一般的学习能力有所不同，又跟化学研究能力有明显的差别。研究化学学习能力需要从研究它的特殊性开始。跟一般的学习能力比较，化学学习能力具有下列特殊成分。

1. 化学实验能力

由于化学科学非常强烈地依赖独具特色的化学实验手段，化学实验不但是化学科学赖以建立和发展的基础，也是学习化学必不可少的基础。要使学习者形成学习间接化学经验的直接经验基础和形成化学实验技能，就离不开化学实验。化学实验能力不但是化学实验学习活动的结果，也是化学实验学习活动得以顺利进行的条件和保证。因此，化学实验能力是化学学习能力中一个非常重要的成分。

2. 化学思维能力

化学研究范围的广泛性、物质及其化学变化的特别多样性，决定了化学要涉及大量的化学事实，具有较强的经验性。大量的化学事实有待于经过化学思维加工，形成关于物质组成、结构、性质和相互转化的化学概念和判断、推理以及化学意象、联想和想象，概括地、本质地形成化学的理性认识。由多种多样的化学概念、定律和理论构成相互联系的复杂的多层次的知识系统，是化学学科的一个显著特点。掌握化学概念、定律和理论，认识化学世界的生动图景，是化学学习的重要任务。这就使包括化学抽象思维能力和化学形象思维能力在内的化学思维能力成为化学学习能力中又一个非常重要的组成部分。

3. 化学语言能力

为了表征化学特有的概念、定律和理论，化学科学有自己的一套科学语言。在化学科学语言中，最具特色的是融抽象性和形象性于一体的化学符号和化学图式。它们以简洁、明了、形象的形式表达着丰富的化学内容，是人们进行化学符号思维、交流化学认识和化学思想必不可少的工具。显然，不掌握化学科学语言就无法学习化学、研究化学，化学语言能力（化学符号思维能力）也是化学学习能力的重要成分。

当然，化学科学和化学学习活动还有其他一些特点，但仅仅上面所说的几点就足以说明化学学习能力是一种特殊的学科学习能力，需要把它从一般学习能力中分化出来加以研究。

化学学习活动跟化学研究活动有相似之处，但两者又有着显著的、本质的差别：化学学习活动的目的主要是获得间接的化学经验，而化学研究活动则是获得直接的化学经验，化学学习内容是对化学研究结果进行选择、简化、组织、再加工之后形成的；化学学习过程不是化学研究过程的简单重复，它一方面对化学研究过程作了提炼、升华和理性改造，另一方面又在认知和心理发展规律的作用下，充分考虑了学习活动和学习者的特点；化学研究过程充满了探索、挫折和困难，常常要持续很长时间，相对说来，化学学习过程比较简捷、顺利、有较高的认知效率。从认识原子存在到认识分子存在，前

人差不多用了 60 年时间；而现在，只需要花很短时间，就能使学生形成有关认识！此外，化学学习的方法跟化学研究的方法也不尽相同，前者带有浓厚的“学习”特点……

总之，以获得间接化学经验为目的，以及学习者的认知和心理特点，使化学学习活动跟化学研究活动有着本质的不同。这种不同决定着化学学习能力跟化学研究能力的区别，虽然它们都属于化学认识能力。

二 化学学习能力的结构

化学学习能力是由一般学习能力发展而成的，因而广义的化学学习能力包括一般学习能力在内，由一般学习能力和化学的特殊学习能力两部分组成。

1. 一般学习能力的基本要素

李镜流认为，一般学习能力应包括 8 种基本要素。

(1) 感知能力。包括课堂感知能力和课外观察能力。

(2) 注意力。包括注意力的范围大小、集中程度、稳定性、转移的快慢和合理性、注意分配能力等。

(3) 记忆力。表现为记忆的容量和保持时间、识记速度、重现和再认效率等。

(4) 思维能力。包括概念的形成与掌握能力、判断与推理能力、发散思维与辐合思维的能力等。

(5) 想象力。应包括幻想能力、自由联想能力、再造想象和创造想象能力。

(6) 语言表达能力。应包括口语、书面语的表达能力和内部词语的外化能力。

(7) 操作能力。包括智力操作能力和外部动作能力两方面。

(8) 学习适应能力。包括学习适应和调节能力、自我反馈及评定能力、学习方法的选择与创造能力、学习心得经验的总结能力等。

此外，还有学习毅力、学习情绪的自检能力、学习交流能力等也应属于一般学习能力之列。

2. 特殊学习能力

化学的特殊学习能力是在一般学习能力基础上发展起来的，是在化学学习活动的内容和特殊性制约下，某些一般学习能力分化、高度发展和综合、重组形成不同于一般的特殊性的结果。通常所说的化学学习能力是狭义的，就是指这类化学学习中的特殊学习能力，它主要包括：

(1) 化学观察能力。包括对化学事物敏锐的注意、感知和记忆能力。

(2) 化学实验能力。包括化学实验的智力操作（例如化学实验设计、化学实验结果分析处理）和化学实验外部活动能力两方面。

(3) 化学抽象思维能力。主要包括化学的逻辑思维能力和化学的辩证思维能力等方面。

(4) 化学微观想象能力。是从化学形象思维能力中分化出来的一种特殊能力。

(5) 化学自学能力。除了包括阅读化学文献资料能力、化学语言理解和表达能力、化学学习元认知能力、化学学习适应和调控能力等以外，也包括化

学观察能力、化学实验能力、化学抽象思维能力和化学形象思维能力在内，是一种综合性的能力。

(6)化学应用和创造能力。包括应用化学知识技能的能力、解决化学问题能力、化学发现和创造能力等。

图 7 - 1 表示了一般学习能力、化学特殊学习能力以及化学学习能力间的相互关系。

图 7-1 化学学习能力的结构示意图

三 化学学习能力的重要意义

现代化学的发展有两个令人瞩目的特点：一是在质的方面，表现出从描述向推理发展、从定性向定量发展、从研究简单体系向研究复杂体系发展、从研究静态向研究动态发展的趋势；二是在量的方面，化学知识和文献量激增，呈现加速增长的趋势。以美国《Chemical Abstracts》杂志发表的文摘篇数为例，从 1907 年创刊到 1973 年 66 年间共发表文摘 560 多万篇；到 1980 年，文摘总篇数达 1000 万篇，后 7 年内发表约 440 万篇；而到 1990 年，文摘总篇数达到 3000 万篇，最后 10 年内发表了约 2000 万篇！

面临着现代化学在质和量方面的飞速发展，化学学习能力的重要意义越来越突出、越来越明显。经济和社会的发展要求有效地提高学习者的化学学习能力。没有良好的化学学习能力就不可能学好化学，更不可能成为优秀的化学化工人才。如今，更新知识和在职后继续学习重要性的增长，使化学学习能力已经成为化学化工人才成长的必要条件，成为化学研究能力重要的有机组成部分，研究化学学习能力及其培养已成为一项具有重要战略意义的工作。

第二节 化学观察能力及其养成

一 化学观察能力的意义

化学观察能力是以获得关于物质和化学变化的感性认识为目的，有计划、有选择地进行化学知觉活动的的能力。

化学知觉不是一般的视知觉、听知觉或触知觉，也不同于通常的空间知觉、时间知觉或运动知觉，它包括对构成观察对象的物质的物理性质和化学性质、物理变化、化学变化或物质种类的知觉，对化学实验的仪器装置、操作方法、现象和实质的知觉以及对化学模型、图像的知觉等内容。从信息加工的观点看，化学知觉是通过感觉器官获得客观事物的各种属性、各个部分的信息并进行初步加工，使之组织、编码、获得化学意义和解释的复杂而又能动的过程。

注意是化学观察的前提，感觉记忆是化学观察的基础，对感觉信息的理解是化学观察的核心。在进行化学观察时，常常要做化学实验，使化学观察跟化学实验交织在一起，这是化学观察不同于其他观察的一个重要特点。

对感觉信息的理解包括下列步骤：(1)对感觉的信息进行分析、综合，按照一定的化学方式编码、组织，提取特征；(2)由提取的特征形成和提出具有化学意义的假设；(3)跟存储在头脑中的化学信息模式(知识)进行比较；(4)进行判断、推理、验证和确定感觉信息的化学意义。

在对感觉信息进行初步加工的过程中，已有的化学知识经验起着重要的作用：一方面，已有的化学知识经验影响着对知觉对象特征的分析 and 提取；另一方面，已有的化学知识经验参与对感觉信息做积极主动的、有选择的解释过程。例如，具有相应化学知识的人在看到残缺的印刷符号“ H H O_3 ”时，会自然地把它理解为硝酸的分子式，把前一个“H”认作“H”，把后一个“H”认作“N”，就是因为他已有的关于硝酸分子式的知识作为“先入之见”直接参与了知觉活动。已有的化学知识经验是化学观察能力的重要组成部分，它和化学观察的目的和内容一起，共同决定着化学观察和化学观察能力的特殊性。

在化学观察活动中，需要进行分析、综合、假设、比较、验证、判断、推理等思维活动，因而化学观察不是一种纯粹的感性活动，它还包含着理性思维的因素，是“思维着的化学知觉”。

化学观察能力是顺利进行化学观察活动、获得感性的化学认识的保证，为进一步进行理性思维、获得关于物质组成、结构、性质和变化的理性的化学认识提供基础和前提条件，是发展化学思维能力的基础。此外，化学观察能力对化学学习兴趣的激发和形成也有一定作用。学习化学需要化学观察能力，对化学观察能力及其培养进行深入研究具有十分重要的意义。

二 化学观察能力的学习目标和要求

良好的化学观察能力应该具有目的性、计划性、选择性、整体性、理解性和客观性品质。

1. 目的性和计划性

为获得关于物质组成、结构、性质或变化等方面的感性认识，知道收集哪些信息、怎样收集，有明确的观察目的和观察计划，观察方案符合化学事物的客观规律，有合理的观察顺序和观察提纲，见表 7-1。

表 7-1 一些对象的观察提纲

观察对象	一般观察选择的项目	特殊的观察项目
物质的物理性质	颜色, 通常状态, 气味, 硬度, 密度, 熔点, 沸点, 挥发性(或蒸气压), 溶解性(或溶解度), 导电性(或导电率), 导热性等	金属光泽, 味道, 机械加工性能(可塑性、延性、展性、强度……), 潮解性, 铁磁性等
物质的化学性质	跟金属反应情况, 跟非金属反应情况, 可燃性, 跟水反应情况, 氧化性, 还原性, 酸性, 碱性, 跟酸、碱、盐或氧化物反应的情况, 跟有机物反应的情况, 稳定性, 所属类别的通性表现等	跟所属类别通性不同的特殊性质, 能说明结构特点的性质, 有重要应用的性质, 跟相似物质区别的性质, 跟特殊条件有关的性质等
实验装置	使用的主要仪器, 附属的仪器, 仪器的空间位置, 仪器的连接顺序, 仪器的连接方式, 仪器连接顺序跟实验过程的关系, 装置各部分的作用, 装置的核心部分等	跟常用装置的不同
实验操作	仪器的装配, 操作步骤, 反应物的处理、规格、用量和装入, 实验条件及其控制方法, 生成物的分离和处理, 有关注意事项等	特殊的操作
实验现象	物态变化现象(气体、沉淀的生成), 颜色变化现象, 发光现象, 发热现象, 声音现象, 电现象, 磁现象, 机械运动现象, 溶解性变化现象, 生成物的状态和数量, 反应现象随条件的变化, 反应速度, 反应程度, 反应结果等	异常现象, 意外现象

/

(1) 能从观察物质、观察实验装置、观察实验操作和观察化学反应等方面展开对化学实验的观察活动。

(2) 观察物质时, 掌握先物理性质、后化学性质的观察顺序, 掌握物质物理性质和化学性质的观察提纲, 注意化学试剂的规格、数量和保存方式等。

(3) 观察实验装置时有合理的顺序, 或者按照实验过程、反应进行的顺序, 由进到出、由头到尾地观察, 或者由核心部位向外围逐步扩展、由主要部分向次要部分扩展等等。

(4) 观察实验操作时注意操作的步骤和规范、要点, 并且跟有关的原理联系。

(5) 观察化学反应时, 掌握由反应物到反应过程、再到生成物的观察顺序, 掌握化学反应现象的观察提纲, 有目的、有计划地收集判断化学反应发生及特征的信息依据。

(6) 观察化学图表、模型时, 有目的、有计划地感知化学图表、模型所表达和蕴含的化学信息, 有合理的观察顺序和观察提纲。

2. 选择性

注意收集反映化学事物本质特点的信息, 能敏锐地区别本质与非本质现象, 分清观察内容的主次, 首先注意主要的观察项目, 然后再由主及次地进行观察; 善于应用特殊手段排除背景和非本质因素的干扰, 或者应用某些技术工具把微弱的有用信号加以时空放大, 从而清晰地感知化学事物, 有利于进一步深刻地认识事物的化学本质。

(1)观察物质时,能根据观察对象的具体情况对一般的观察提纲中的观察项目做适当取舍,并确定观察的重点项目。

(2)观察装置时,能正确地确定和优先观察核心部分(或重要部分)。

(3)观察实验操作时,能特别注意对关键性的、重要的以及不易观察的操作进行重点观察。

(4)观察化学反应现象时,能确定观察的重点并根据具体情况作适当的调整。

(5)观察化学图表和模型时,注意反映事物本质的部分,不受无关部分的干扰。

3.理解性

把感知的信息跟已有的化学知识经验联系,使观察跟思维相结合。

(1)积极开展思维活动,能通过分析综合提出观察对象的本质特点。就观察对象的类型、属性、特点、意义、因果关系等作出适当判断,形成带有理性成分的感性认识(例如判断“发生燃烧”或“发生化学反应”)。

(2)能用已有的化学知识经验对感知的信息做初步的解释,使之“同化”。

4.整体性

对观察对象作综合、全面、细致和全程的观察。

(1)能综合运用各种感觉器官以及适当的辅助工具进行观察,不遗漏重要的“细节”。

(2)力求获得整体印象,在观察对象的各个部分时注意跟对象整体联系,在整体观点指导下观察各个部分,重点观察主要部分,但又不放弃对次要部分的观察。

(3)定性观察跟定量观察相结合,空间观察跟时间观察相结合,静态观察跟动态观察相结合,重点观察跟全面观察相结合,相异点观察跟相同点观察相结合,使观察全面地进行。

5.客观性

客观地进行观察,力求使观察的结果符合实际情况,并且如实地记录和反映观察的结果。

(1)客观地进行观察,力求使感知准确、系统、全面、细致。

(2)用前人已经证实的、丰富的化学知识经验武装自己的头脑,并且认真地展开思维活动,正确地对感知信息进行加工,使观察的结果符合实际情况。

(3)对观察结果的描述跟对观察结果的初步解释相结合,既不毫无分析地罗列感觉内容,又不过于概括或者用主观推测来代替客观的描述。

(4)如实地记录和反映观察的结果。

三 化学观察能力的影响因素和养成

1.影响化学观察能力的因素

学习者要使自己养成良好的化学观察能力,首先需要了解影响化学观察能力的内在因素。影响化学观察能力的内在因素主要有:

(1)化学知识经验的丰富程度和激活程度。在化学观察活动中,已有的化学知识经验能指导有关特征的搜索、提取和组织,指导有关假说的提出和验证,使观察活动定向地进行并带有系统性。没有丰富的化学知识经验,不可能形成良好的化学观察能力。有些人在观察化学事物后“不知所云”,或者产生错觉,或者感到意外,其实就是因为缺少有关的化学知识经验,或者有

关的化学知识经验没有被从记忆中激活的缘故。

(2)注意力和思维能力。进行化学观察活动需要集中注意力于观察对象；多种感觉器官的运用，要求能合理地分配和转移注意，有一定的注意广度。进行化学观察活动还需要进行分析、综合、假设、比较、验证、判断、推理等思维活动，它们决定着观察的理性程度。一定水平的注意力和思维能力是化学观察能力的基础成分。

(3)化学观察技能、技巧。化学观察能力以化学观察技能、技巧的形成和内化为前提，表现为能灵活地应用各种化学观察技能技巧来顺利地完化学观察活动。

化学观察技能、技巧是在掌握观察各类化学事物的提纲、程序、方法等规律性知识的基础上形成的，是协调地运用各种感官来顺利完成化学观察任务的活动方式，化学观察技能达到熟练程度，即形成化学观察技巧。

除了顺利地完一般的化学观察活动以外，化学观察能力和化学观察技能技巧还特别表现在特殊情况下能采用特殊手段顺利地完化学观察活动。例如，对微弱的信号进行放大观察；更换背景，排除背景干扰；作对比观察，排除无关因素干扰等等。

(4)意识程度以及兴趣、动机、情绪、意志等心理因素。意识程度越高、目的越明确，化学观察活动越容易成功。无意识、无目的地观察，效果必定低下。对化学观察的兴趣可以驱使观察活动积极和有效地进行。在强烈的动机激励下，刚开始学习化学的初中生在观察蜡烛燃烧时可以说出多达几十种现象来，这充分说明了动机对于顺利地完化学观察活动的作用。

此外，情绪高昂时，易于发现比较隐蔽的化学现象，观察往往比较细致、全面；情绪低落时，敏锐程度降低，容易疏漏重要的观察内容；坚强的意志有利于克服困难，保证观察任务的顺利完成等等，说明意识程度以及兴趣、动机、情绪、意志等心理因素对化学观察能力有一定的影响。

2. 化学观察能力的养成

上面说的是影响化学观察能力的主要内在因素。除了内在因素外，观察者所受的观察训练程度以及观察实践经验，对化学观察能力的形成有着决定性的影响。不经过观察实践，化学观察能力就不可能形成。外部的适当指导，有利于化学观察能力顺利地、较快地形成。

为了养成化学观察能力，要重视化学知识经验的作用，努力具备丰富的关于观察对象的知识经验，并注意在观察前复习、激活；要注意学习关于化学观察活动的知识，掌握观察各类化学事物的提纲、程序、方法和特殊技巧，要加深对化学观察活动意义的认识，明确化学观察活动的作用和目的，努力提高跟进行化学观察活动有关的兴趣、动机、情感、意志以及科学精神、科学态度等心理品质水平；特别要充分利用各种机会进行化学观察活动实践；注意在特殊的或困难的条件下经受化学观察活动的锻炼，坚持按照化学观察的科学规则、要求和方法进行化学观察活动。在教学条件下，还应注意听取和争取教师的提示、评价和指导，并逐步增强进行化学观察活动的独立性。

第三节 化学实验能力及其养成

一 化学实验能力的意义

化学实验能力是在有关的化学知识、技能基础上，顺利地、顺利完成化学实验活动任务的个性心理特征，是运用化学实验手段来解决问题、获得有关的知识、经验的能力。

化学实验能力由多种要素组成。它包括发现、选择和明确课题的能力；选用实验方法和设计实验方案的能力；使用仪器和实验操作的能力；收集有关实验事实、资料、数据的能力；分析、研究和处理实验事实、资料、数据，形成概念、作出判断和推理、发现规律，概括成化学知识经验的能力；表述实验及其结果、最终解决问题的能力等等，关系着化学实验的全过程。

把化学实验能力局限于完成化学实验操作活动的目的，只包括化学仪器使用能力和化学实验操作能力，这样的看法是不完整的，不利于真正达到培养化学实验能力的目的。

在化学实验能力的组成要素中，首先包括发现、选择和明确课题的能力。确定课题之后才能有目的地开展实验活动。不会发现和选择课题的人，即使化学实验操作能力很强，也很难顺利地运用化学实验手段来解决问题，因此不能以为他的化学实验能力强。从要解决的问题中发现和选择课题，需要了解问题产生的背景、历史和现状、重要性和实际意义，以及解决的条件和成功的可能性，需要对问题进行深入的分析，探明问题的实质，才能从中提炼出恰当的化学实验课题。有较强的“实验意识”，重视通过化学实验解决问题，则是具备发现和选择实验课题能力的先决条件之一。

如果课题比较模糊、不准确或者不完整，就会导致化学实验没有明确的目的和计划、走弯路、造成不必要的重复或浪费，甚至劳而无功。这种情况在实验工作中时有发生，要努力避免。用科学的语言准确、完整、清晰和具体地阐明课题，有助于明确化学实验的目的和思路、有意识地控制条件、排除干扰、抓住主要矛盾、取得良好的实验效果。因此，对明确实验课题能力也应给予足够的重视。

选择、运用化学实验方法和设计实验方案的能力是化学实验能力的重要组成部分。实验方法是化学实验的“软件”。实验方法的适用性、有效性、科学性和技巧性，以及突破口的选择和实验方案的合理性、周密性，关系着化学实验能否避免失败、顺利完成，关系着实验工作的效率。方法的创新和方案的巧妙设计常常会导致实验工作获得重大突破。优秀的化学工作者不仅十分重视方法问题，而且毫无例外地具备良好的选用化学实验方法和设计实验方案的能力。

实验操作能力在化学实验能力的各种成分中占有显要的地位。它包括选择、装配、使用化学实验仪器和化学试剂的能力；选择、组织和完成实验操作，控制实验条件，实现化学过程以及各种预处理、后处理过程的能力等等，关系着实验方法和实验方案的顺利实现。实验操作能力跟实验操作技能有着密切的联系，前者是后者的运动和操作成分逐渐内化和概括化的产物。

收集化学实验事实、资料、数据的能力跟化学观察能力和化学阅读能力有关。形成化学概念、作出判断和推理、发现规律、概括化学知识经验的能力跟化学思维能力有关。表述化学实验及其结果的能力跟表达能力和化学语言能力有关。它们都是化学实验能力的重要成分，是某些基本的化学特殊能

力跟某些一般能力有机地融合的产物。

化学实验能力是由多种成分组成的一种综合性能力。它的意义跟化学实验的重要性密切联系着。除此之外，化学实验能力对化学观察能力、化学思维能力乃至化学创造能力和整个化学学习能力都至关重要。

二 化学实验能力的学习目标和要求

化学实验能力的学习目标和要求主要表现在以下几个方面：

(1)有较强的“实验意识”，重视并善于通过化学实验来解决问题。能通过对问题的分析，从中提炼出恰当的化学实验课题；能用科学的语言准确、完整、清晰和具体地阐明课题。

(2)能灵活地运用化学知识技能选择科学、有效和巧妙的实验方法，周密地设计可行和合理的化学实验方案。

(3)能根据实验方案恰当地选择、装配、使用化学实验仪器和化学试剂；合理地选择、组织并有效地完成全部实验过程的各种操作，有效地控制实验条件；妥当地处理实验中出现的各种问题。

(4)能独立地、系统地和有条不紊地进行化学实验观察，客观地、完整地、规范地记录实验的过程、条件、现象和结果；能独立地查阅有关的化学文献资料。

(5)能对获取的化学实验事实、数据、资料进行适当的思维加工，形成科学的化学概念、判断和推理，发现规律、解决问题，并且概括成化学知识经验。

(6)能准确、清晰、全面地表述和概括实验的全部内容及其结果，简明、扼要和规范地撰写实验报告。

三 化学实验能力的支持因素和养成

1. 化学实验能力的支持因素

化学实验能力的支持因素主要有5个方面，它们对化学实验能力的形成及水平有着很大的影响。

(1)有关的化学知识。包括有关的化学原理和规律知识、有关的元素化合物知识、关于化学仪器和化学试剂的知识、实验操作和实验方法知识，以及观察方法和收集、分析、研究、处理实验事实、数据和资料的方法知识等；化学科学方法在其中占有非常重要的地位。

(2)有关的化学技能。包括实验操作技能、设计实验方案技能、化学观察技能、化学计算技能、撰写实验报告技能等等，含有化学心智技能和化学动作技能两方面的因素。

(3)其他的化学特殊能力。例如化学观察能力、化学思维能力、化学阅读能力等，它们都对化学实验活动的顺利进行有一定的影响。

(4)一般学习能力（智力）。包括观察力、记忆力、想像力、思维力、注意力和表达能力等。

(5)科学精神、科学态度以及动机、兴趣、情感、意志等心理品质。有了献身科学、报效祖国、造福人民的强烈愿望和责任感，才会有解决问题的需要、对有关问题产生浓厚兴趣、不轻易放过问题；才会处于十分敏感的状态，善于触类旁通、从其他方面得到启发和暗示，发现有价值的课题和巧妙的、有创造性的实验方法；才会追求真理，坚韧不拔，实事求是，严肃认真，热

情、积极地对待学习，为化学实验能力的形成提供有力的支持。

2. 化学实验能力的养成

要养成化学实验能力，必须重视上述支持因素的作用，努力提高上述 5 方面的品质水平，为化学实验能力的形成创造良好的前提条件。

化学实验能力只能在化学实验活动中逐步形成。要珍惜和充分利用化学实验机会，认真做好化学实验、经受锻炼。要在争取更多的化学实验机会的同时，注意提高化学实验的质量。要努力使化学实验具有一定的系统性、连贯性和计划性，形成科学、合理的化学实验系列结构。要重视采用和做好探索性实验。跟验证性实验相比，探索性实验更加有利于培养和发挥学习者的学习主动性、积极性、独立性和创造性，有利于他们全面地掌握实验方法，形成和发展化学实验能力。

完成化学实验习题和实践作业，是学习者独立地运用化学实验手段来解决问题、促进化学实验能力发展的重要途径。要注意实验习题、实践作业跟一般的习题和书面作业的区别，不把实验习题、实践作业变成“纸上谈兵”的书面练习或作业，更不能随便舍去不做。此外，联系实际开展化学实验活动，解决跟自然、环境、生产或生活有关的、力所能及的问题，也是促进化学实验能力发展的一条途径。

进行化学实验活动要由简单到复杂、有计划地逐步提高。选择课题应该考虑到学习者的具体条件和可能性。每次解决的问题不要太多，但要扎扎实实地取得应有的效果。

除了参加化学实验活动以外，从化学发展史实和研究案例中接受启发、经常采用“实验—讨论”法来学习适当的化学课题等，对于化学实验能力的形成和发展也有着积极的、不可忽略的作用。

第四节 化学抽象思维能力及其养成

一 化学思维能力和化学抽象思维能力

在化学知识的掌握过程中，逐步形成了以关于物质组成、结构、性质、变化的概念、定律、原理等来间接、概括地反映化学事物、独具特色的一类思维活动，即化学思维活动。化学思维能力是在对化学事物的感觉、知觉、表象基础上，间接地概括地认识物质及其组成、结构、性质和相互转化，以及运用获得的化学知识经验来构思、拟订化学实践计划、方案的能力。个体化学思维能力的发展，是在掌握人类化学经验和积累个人化学经验过程中实现的。在化学思维这个认识的高级阶段（理性阶段），要认识化学事物及其属性，常常要以一定的化学知识技能为中介去反映和认识；而化学思维的发展又促进人们对化学知识技能的掌握。因此，化学知识技能的掌握和化学思维的发展是相互促进、相互制约的。一切化学概念、化学定律和原理都是化学思维的结果，它们的形成都离不开化学思维能力。

人类的化学思维形式除了化学抽象（逻辑）思维外，还有化学形象（直感）思维和化学灵感（顿悟）思维。各种思维形式既有共性，又有个性，它们相互区别、相互联系、相互制约，在协调中构成人的整体化学思维活动。在个体的化学学习活动中，化学思维能力主要有化学抽象思维能力和化学形象思维能力两种类型，它们既大量存在，又带有较强的化学学科特点。

化学抽象思维能力又叫化学逻辑思维能力，是用形式逻辑方法和辩证逻辑方法对化学事物感性材料进行分析、综合、抽象、概括、比较、分类、判断、推理等思维加工的能力，可以分为化学普通思维能力和化学辩证思维能力两类。

化学普通思维能力又叫化学知性思维能力，但通常就称为化学抽象思维能力；它可以进一步分为形成化学概念的能力、化学判断能力、化学推理能力等，或者分为分析综合能力、抽象概括能力、比较能力、分类能力、归纳推理能力、演绎推理能力等。

化学辩证思维能力又叫化学理性思维能力，乃是反映化学现象或化学概念的矛盾、联系、转化、运动和发展的能力。

要把握化学事物的本质特征和内在联系，认识物质及其组成、结构、性质和变化，离不开化学抽象思维活动。因而，化学抽象思维能力对科学的化学认识的形成具有十分重要的意义。一些作者所说的化学思维能力实际上多是指化学抽象思维能力。

至于化学形象思维能力，是在对化学事物的印象、表象基础上，进行形象分析和形象综合，建立反映同类化学事物形象一般特征的意象，以及运用意象进行联想和想象，从而形成对化学事物的形象认识，并用以指导化学实践的活动能力。在化学形象思维能力中，最重要的是化学想象能力。对化学想象能力的讨论将在下一节进行。

二 化学抽象思维能力的学习目标和要求

抽象思维能力存在着个别差异，它表现为思维品质不同。化学抽象思维品质主要表现在广阔性、深刻性、逻辑性、灵活性、独创性、敏捷性等方面。

1. 广阔性（又称广度）

善于全面地研究化学事物，在广阔的范围、不同的认知领域和实践领域

里创造性地进行思维活动。

(1)从组成、结构、性质、变化、存在、制法、鉴定等方面全面地认识物质的本质特性，沟通知识之间内在的联系。

(2)宏观与微观结合，定性与定量结合，静态与动态结合，纵向与横向结合，空间与时间结合，通性与特殊性结合，现象与本质结合，善于从不同的角度、不同的侧面展开思维。

(3)善于纵横拓宽、类比、迁移，广开思路，多向思维，等等。

2.深刻性（又称深度）

善于深入到化学事物的本质，抓住化学事物的核心，揭露化学现象的根本原因及其后果。

(1)善于运用分析、综合、抽象、概括、判断、推理等逻辑方法得出反映化学事物本质的化学概念、原理等知识经验，能分清主次、抓住核心，坚持用辩证观点认识物质及其变化。

(2)注意用物质的组成、结构来解释物质的性质和变化，用物质的性质来解释它的用途，注意从微观角度来解释宏观的化学现象，探索其本质。

(3)善于从“司空见惯”的、普通的、简单的化学事物中发现问题，揭示关于化学事物的重要规律，等等。

3.逻辑性

通过概念、判断、推理等一般思维形式和特殊思维形式，运用科学逻辑方法并遵守形式逻辑和辩证逻辑的诸规律进行思维活动。

(1)在科学的分析、综合、抽象、概括基础上形成概念；定义正确，划分合理；概念清晰，能分清不同概念间的区别，使用概念得当。

(2)判断恰当，内容真实，形式正确，没有各种逻辑错误。

(3)推理前提真实、正确，有正确的形式，遵守推理的规则，推理严密。

(4)论证的观点正确、鲜明，论据充足，论证合理，有说服力。

(5)解决问题的思路清晰、连贯、流畅，步骤合理，结果可靠，各步骤和全过程都没有逻辑错误，等等。

4.灵活性

善于从实际情况的变化出发去思考化学事物，克服思维定势的消极影响。

(1)能从不同角度、不同方面、不同方向（包括正向和逆向），用不同的方法来思考、说明、解决问题，不死守某一固定的思维模式。

(2)能根据化学事物发展变化的具体情况和条件，及时地调整思维的过程和方法，提出符合实际的解决问题的新方案和新思路。

(3)能举一反三，融会贯通地应用已学的化学知识和技能，等等。

5.独创性

(1)思维具有客观性和自觉性，善于从实际出发，严格地根据客观标准判断是非，不轻信、盲从，对是非、正误能正确评判，能对思维过程自觉地进行自我评价和自我监控。

(2)思维具有独立性，善于独立地思考和解决问题，不满足于现成的答案和问题解决方法。

(3)思维具有发散性、新颖性和创造性，能探索、构思、采用前所未有的方案来进行思维活动、揭露化学事物的本质特点和内在联系，等等。

6.敏捷性

- (1)能迅速地发现问题，抓住问题的实质、弄清有关条件和特点。
- (2)能迅速、流畅地展开思维活动，及时和正确地作出判断、结论来解决问题。
- (3)有一定的直觉思维能力而又不轻率，等等。

三 化学抽象思维能力的培养

化学抽象思维有其特殊的思维形式和过程规律。要形成和发展化学抽象思维能力，必须注意研究其特殊性，了解有关的学习目标和要求，自觉地、有计划地做到以下各点：

(1)有计划地学习、掌握分析与综合、抽象与概括、比较与分类、判断与推理、假说与证明等基本的逻辑方法和辩证逻辑方法，了解和掌握有关的思维模式、规范和规律，学会思维活动的各步内部操作，形成相应的心智技能，并且最终达到高度概括、内化和自动化的程度。

(2)在学习化学时，注意研究、了解教科书或教师研究化学事物、解决化学问题的思路，逐步形成解决化学问题或者研究化学事物思路的规律性知识。

(3)积极参加研究化学事物、解决化学问题的实践，特别是运用化学实验手段来解决问题的全过程，注重用问题解决法学习化学，在认识实践中开展化学思维活动、锻炼化学思维能力。

(4)注意使求同思维活动跟求异思维活动结合、正向思维活动跟逆向思维活动结合、抽象思维活动跟形象思维活动结合、常规思维活动跟创造思维活动结合。“举一反三”；从不同角度、用不同方法来学习知识、讨论问题；“一题多解”以及“一题多变”等等，都是在化学学习实践中创造的行之有效的方法。

(5)注意经常进行思路、方法以及有关知识的总结、比较、联系、系统化和拓宽、加深、发展。在此基础上开展独立的自编习题、实验、问题解决和论文写作活动，对化学抽象思维能力的发展和提高能够起到积极的作用。

(6)养成思考、探索化学问题的兴趣、求知欲和习惯，建立可靠的化学知识经验基础，善于收集、积累丰富的感性认识材料。浓厚的兴趣、强烈的求知欲和良好的习惯是推动化学思维活动开展的动力，必要的化学知识经验是进行化学思维活动的条件和基础，感性认识材料是抽象思维加工的“原料”，它们对于化学抽象思维能力的培养都具有重要的、不可低估的作用。

第五节 化学微观想象能力及其养成

一 化学形象思维能力和化学微观想象能力

化学思维能力中，跟化学学习活动关系密切的，除了化学抽象思维能力以外，就是化学形象思维能力。

化学形象思维能力是顺利地进行化学形象思维活动的 ability。化学形象思维以物质客观存在的形态信息（包括宏观的和微观的形象信息）来把握化学事物。从其实质看，它已不属于“感性的化学具体”，而属于“思维中的化学具体”。化学形象思维跟抽象思维一样，都是理性认识活动，是从现象到本质、从感性到理性的认识过程，并且都具有普遍性。

化学形象思维又有跟抽象思维不同的、独有的规律和特点。抽象思维以概念、判断、推理等思维形式来把握事物，而化学形象思维是在形象地反映化学事物形态的感性认识基础上，通过意象、联想、想象来揭示化学事物的本质和规律的。

化学学习中的理性思维活动主要由化学抽象思维和化学形象思维结合而成。学习内容越抽象，就越要借助于形象思维的作用和力量。化学形象思维在化学学习理性思维的整体运动中，起着先导和形象化表达理性思维的作用。在化学认识按照“具体—抽象—具体”这一公式形成和发展的过程中，化学形象思维能促进思维的活跃和豁通，对认识的两次飞跃有着重要的意义。

化学形象思维的“细胞”是关于化学事物的意象。通过对一类化学事物形象的感受，在大脑中储存了这些化学事物的印象和表象，这时还处于认识的感性阶段。对大脑中储存的关于化学事物形象的印象和表象进行形象分析和形象综合，舍弃印象和表象中跟化学事物本质无关的个别特征，集中反映同类化学事物的一般特征，就形成了一类化学事物的意象。意象不同于感性的表象，表象比较生动，但停留在表面上；而意象比表象更突出、更清晰地反映，从而也更加接近化学事物的本质。意象又不同于抽象思维的“细胞”——概念，概念以抽象的形式表现一类事物的共性和本质，而意象是以形象的形式表现的。

化学形象思维过程的一般形式是运用意象进行联想和想象，这也是它跟化学抽象思维的又一个重要区别：抽象思维过程的一般形式是运用概念进行判断和推理。

化学形象思维中的联想，是由一个意象想到另一个意象的意象联想，是在相似性基础上通过类比来反映不同化学事物意象之间的联系，并对它们之间的差别有所揭示。联想既可以是横向的，也可以是纵向的。它是意象的运动，又是意象的基础，在化学形象思维中处于关键的中介位置。

化学形象思维中的想象，是在联想和某些意象基础上，加工创造出化学事物新意象的思维活动。化学学习过程离不开想象，想象参与语言文字材料的理解、记忆、构思实验、解决问题、建立理论模型等活动，在化学认识过程中起着重要的作用。爱因斯坦曾经深刻地指出：“想象力概括着世界上的一切，推动着进步，并且是知识进化的源泉。严格地说，想象力是科学研究中的实在因素。”良好的想象能力是化学形象思维能力、也是化学学习能力

的重要成分。

在人们认识化学微观世界的过程中，常常要想象物质微观粒子的运动形象，微观想象是化学想象的重要内容和特征，是学习、认识微观化学世界的重要手段和工具。在化学发展史中，有许多通过微观想象获得重大发现的例子，例如，凯库勒发现苯分子的环状结构、分子构型构象的发现、分子拓扑性质的认识、反应历程的研究、化学反应速率理论和催化理论的提出、夹心配合物的发现等等。这些例子充分说明了微观想象对于形成化学认识的重要意义。

化学形象思维能力包括形成化学意象的能力、化学联想能力、化学想象能力等。它又可以分化为对物质的化学形象思维能力、对化学现象的形象思维能力、对化学实验的形象思维能力、对化学微观粒子及其运动的形象思维能力（化学微观想象能力）等特殊能力。在化学形象思维能力中，化学微观想象能力占有特别重要和显著的位置。下面，我们将重点讨论这一能力。

二 化学微观想象能力学习目标和要求

化学微观想象能力应能促使化学微观想象活动具有目的性和指向性、理解性和创造性、精确性和生动性、客观性和发展性。

1. 目的性和指向性

围绕化学学习目的展开微观想象活动，推动化学学习的进一步深入。

(1) 想象分子、原子等化学微观粒子的组成和结构方式，用以说明物质的某些性质。

(2) 想象化学微观粒子的运动状态，掌握微观粒子的运动特征和规律。

(3) 想象化学反应过程中微观粒子的变化和运动，来解释、说明化学反应的现象和规律等。

2. 理解性和创造性

(1) 以对化学事物的宏观感性认识为基础，有一定的、可靠的依据。

(2) 能依据语言文字的说明或者符号、图形、模型示意，创造出不同于宏观形象的新的微观想象表象。

(3) 既能借助于再造想象重现别人的微观想象表象，又能以适当的方式描述自己的微观想象表象，促进相互交流，等等。

3. 精确性和生动性

(1) 形象丰满、逼真、生动、确定，既突出本质特点，又有重要的“细节”补充。

(2) 不仅有视觉想象，还有其他感觉想象，甚至还有内部机体感觉想象来配合等。

4. 客观性和发展性

(1) 能在合适的程度上反映化学微观粒子的真实情况。

(2) 不断修正、丰富、发展对化学微观粒子的想象，越来越深入、细致、全面地反映化学微观粒子的真实情况，等等。

三 化学微观想象能力的制约因素和养成

微观粒子的真实情况可以在物质的宏观状态和运动中得到反映。反映化学微观粒子真实情况的宏观感性材料越丰富、质量越高，化学微观想象的质量也越高。因此，有关的化学观察能力和化学思维能力是制约化学微观想象

能力的因素之一。

学习者的知识、经验和世界观也是制约化学微观想象能力的因素之一。学习者的宏观经验有可能干扰正确的化学微观想象。因此，学习者对微观粒子运动特点、微观粒子运动跟宏观物体运动的区别掌握得越好，就越容易形成正确的微观想象。学习者进行微观想象的经验越丰富、头脑中储存的微观想象表象越多，就越容易进行微观想象活动，微观想象能力就越强。微观粒子的运动充满着辩证法，用辩证的观点来指导微观想象就更能接近微观粒子的真实状况。因而学习者的世界观及其成熟程度对其化学微观想象能力有着很大的影响。

此外，学习者的学习兴趣、爱好和个性；教科书或教师对微观粒子运动情况描述的深刻、细致、充分、生动和形象程度；学习者对语言文字以及符号、图解、模型等实物标志的感知、理解能力，都对化学微观想象能力有一定的影响。

为了形成和发展化学微观想象能力，应该注意发展、增强化学观察能力和化学思维能力，通过化学实验和化学观察活动获得丰富的感性材料，然后通过分析、综合、假说、证明、归纳、演绎等思维活动来解剖宏观的化学事物，获得对化学微观粒子的科学认识，推动微观想象表象的建立。

要努力提高和增强语言感知、理解能力以及对图解、模型、符号的感知理解能力，善于通过比喻、类比、图示、模型等得到启示。同时，还要认真掌握、品味微观粒子的特点及其跟宏观物体的区别，努力掌握唯物主义辩证法。

要注意培养进行微观想象活动的兴趣，养成“宏观看现象，微观找原因”的习惯，经常地进行微观想象活动，积累经验，不断地提高微观想象水平。

第六节 化学自学能力及其养成

一 化学自学能力的组成和结构

化学自学能力是在没有教师直接作用的条件下，独立地学习化学的能力。把化学自学能力简单地归结为阅读化学教科书的能力是狭隘的、不全面的，因为化学自学活动还包括实验、观察、思维等活动，不仅仅是阅读化学教科书。

化学自学能力是一种综合性的能力。除了包括注意力、感知能力、记忆能力、思维能力、想象能力、语言表达能力、操作能力、学习适应能力和自控能力等一般学习能力的基本要素，以及包括化学观察能力、化学实验能力、化学思维能力等特殊学习能力以外，化学自学能力还包括化学阅读能力、化学语言能力（化学语言理解和表达能力）和学习元认知能力等重要成分。

化学阅读活动是感知、理解、掌握、贮存由化学符号系统（包括化学符号、术语和文字）表达的化学知识经验的过程，是学习者用已有的化学认知结构同化、顺应新知识、构建新认知结构的过程。

阅读理解过程包括知觉、注意、推理、假设等多种认知活动，是一种复杂的、以心智活动为主的过程。阅读理解过程可以分为3个阶段：(1)感知阶段，对输入的文字符号进行识别和早期加工。(2)分析阶段，分析语句、抽取语义，根据上下文和已有知识进行综合编码。(3)使用阶段，学习者根据学习目的对阅读材料的意义作出反应。例如，把以判断形式表示的化学知识跟已有的化学认知结构整合在一起，存贮在记忆中，执行学习指令或操作指令等。

化学阅读活动除了包括阅读化学教科书和学习参考材料外，还应包括更高级的层次——检索、阅读化学文献资料和化学工具书。后者是直接获取和概括间接的化学经验的的活动，是高层次化学学习活动的重要内容。在化学文献浩如烟海并且还在急剧增加的现代，养成检索和阅读化学文献资料的能力是十分有意义的。

化学阅读能力除了包括阅读理解能力以外，还包括分析、综合和概括阅读材料的能力、批判和评价阅读材料的能力以及从阅读材料中发现问题的能力等等。

在化学自学能力诸成分中，另一个需要特别加以讨论的是学习适应能力。学习适应能力包括制订、调整学习计划能力；选择、运用和创造学习方法的能力；自我评价和反馈的能力；自我调节和控制学习过程的能力；以及学习经验总结能力等，跟化学元认知能力有着十分密切的联系。

二 元认知和元认知能力

所谓元认知 (metacognition) 又译为次认知、反思认知等，是弗拉维尔 (Flavell) 首先提出来的。按照弗拉维尔的观点，元认知就是对认知的认知，即个人关于他自己的认知过程和结果以及有关事项的认知。元认知的对象是个体自身的认知活动系统。所以，元认知是一种反省思维。一些人认为，元认知除了包括学习者对自身认知系统的了解之外，还包括学习者为处理进入学习系统的信息所作出的决策。就是说，元认知包括关于认知的认知和对认知的调节两方面。

元认知能力是以元认知知识、元认知技能、元认知体验以及元认知监控为基础形成的。元认知知识是跟学习者自身认知活动有关的知识，包括认知任务、认知方法、认知过程、认知规律以及自身特点和其他学习变量方面的知识。元认知技能指那些对于知识及其他认知技能的获得、使用和控制所需要的认知技能，例如自我测量、评价学习效果的技能等。元认知监控即个体在认知活动进行过程中对自身认知活动积极进行监控，并相应地进行调节，以达到预定的目标。元认知体验则是伴随并从属于认知活动的自觉的认知体验和情感体验。

化学认知活动的有效进行，离不开化学元认知能力。关于化学学习过程、化学学习方法、化学学习规律等方面的知识（即关于化学学习论的知识）；对化学认知活动的自我意识和自我控制能力；以及化学学习实践经验对化学元认知能力的形成和发展具有重要的意义。

三 化学自学能力学习目标和要求

化学自学能力的学习目标和要求可以概括为独立性、自觉性、适应性、有序性和效率等方面。

1. 独立性和自觉性

(1)能逐步提高自学的独立程度，直至完全独立地学习、不依赖教师的帮助。

(2)明确学习的目的、任务、过程、方法、步骤等，自觉地展开和调节、控制学习活动。

(3)能独立思考、分清主次、掌握重点，并且恰当地批判、评价学习材料，从中发现有价值的问题。

(4)能对学习作出适当的概括和总结。

2. 适应性

(1)能掌握不同类型化学内容的特点，适应不同内容的学习。

(2)能适应不同的学习要求。

(3)能适应不同的学习条件和环境，努力创造化学实验等特殊条件。

3. 有序性

(1)学习有一定的计划、方法和工作程序，阅读、实验、思考、理解、记忆、应用相互配合。

(2)能科学地支配时间，紧张而有秩序地进行学习。

4. 效率

(1)能充分利用化学文献、资料、工具书、实验设备等学习条件，达到预定的学习目的和学习要求，使学习达到应有的水平。

(2)能避免大的失误、曲折以及忙乱现象，学习比较顺利。

(3)学习速度较快，消耗时间和物质材料较少等。

四 化学自学能力的影响因素和养成

1. 影响化学自学能力的因素语言是自学化学的重要工具。因此，掌握自然语言符号系统（日常语言）以及化学符号语言（包括化学符号、图式、术语）等人工语言符号系统，有较高的语言水平，是形成化学自学能力的前提条件。

要自学化学，必须具有关于学习材料的必要知识，具有一定的知识经验。例如，必须了解化学教科书的编排结构，了解目录、标题、课文、习题、内

容提要、附录等部分的作用。要检索、阅读化学文献资料，必须具有关于化学文献种类、分布、格式、收藏、检索方法等方面的知识。为了顺利地展开化学学习活动，必须具有关于各类内容的学习规律和方法的知识、经验，以一定的化学知识经验作为自学新知识、新经验的基础。

要学习间接的化学经验，学习者应该有一定的直接化学经验作基础。在自学化学的过程中，要处理好通过书本学习化学和通过实验学习化学的关系，积极创造化学实验条件，充分发挥化学实验在自学化学中的作用，并且使通过书本学习化学跟通过实验学习化学有机地结合和相互配合、相互促进。

要形成化学自学能力，还必须具备进行有关学习活动的技能，例如阅读技能、化学符号读写用技能、化学计算技能、化学实验技能和化学观察技能等。

掌握科学的化学学习方法，而不只是停留在知道的水平上，对于化学自学能力的形成具有重要的意义。学习者重视逐步地了解各种化学学习方法，并且在学习实践中体验和掌握，注意对学习实践进行反思、总结和概括，是促进化学自学能力形成和发展的有效途径。

在化学学习实践中，练习解决化学问题有着特别的意义。通过解决化学问题，可以把各种学习活动有机地、生动地组织起来，并取得较好的学习效果、达到较高的学习水平。因此，应该重视练习解决化学问题在形成和发展化学自学能力中的作用。

在化学学习实践中，还要注意不断地培养学习化学的兴趣以及良好的学习习惯和学习态度，它们也是影响化学自学能力形成和发展的重要因素。

2. 化学自学能力的养成

化学自学能力是逐步形成的，不能一蹴而就。从人的发展过程来看，人总是从依赖教师指导、帮助的学习开始，逐步过渡到独立地学习的。自觉地遵循这一客观规律，不断地提高学习者的自主意识，并且在教学条件下积极地创造有利于自学化学的条件和因素，逐步地增加学习化学的独立性，为独立地学习化学打好各种基础，就可以促进“教”学向自学转化，促进化学自学能力的形成和发展。

第七节 解决化学问题的能力和化学创造能力

应用化学知识技能、解决化学问题的能力和化学创造能力都是复杂的综合能力。应用化学知识技能、解决化学问题的能力，关系着化学学习目的和化学学习系统的功能，是化学学习能力的重要成分之一。化学创造能力是化学研究能力的重要成分。虽然它不是化学学习能力的基本成分，但它存在于高水平的化学学习能力之中，跟化学学习能力的其他成分有一定的联系，并且是由化学学习能力发展到化学研究能力、把化学学习能力跟化学研究能力联系起来的重要中介。

化学创造能力跟应用化学知识技能、解决化学问题的能力有着密切的联系，所以这里把它们放在一起讨论。

一 化学创造活动与化学问题解决

一切创造都始于问题。解决化学问题是化学创造活动的目的、内容和结果，而化学问题或多或少是通过化学创造活动得到解决的，甚至于有些问题不通过化学创造活动就不能得到解决。化学创造活动是解决化学问题的最高级表现。

一些心理学家也是把创造活动跟问题解决过程联系在一起的。例如，托兰斯把创造定义为“一种敏锐地察觉问题、缺陷、知识空白、缺损因素、不和谐等；对缺损进行猜测和提出假设；检验和再验这些假设（也可能是修改和检验它们）；最后是与他人交流成果的过程”。从而把创造解释为一种新颖独特的问题解决过程。

所谓创造性的涵义，通常认为包括突破性和适宜性两个方面。这就是说，既有新奇性、首创性、开拓性，又具有目的性、价值性和现实性，是有意识活动的结果，其产物具有社会意义。一般说来，化学创造活动的产物对人们认识和利用物质的组成、结构、性质和相互转化关系具有特殊的意义。

对于学习者来说，凡是能凭借自己的知识、经验、能力独立地“发现”他未曾学习过的化学知识经验，能对某一化学问题提出新颖的见解、思路、方法或者设想，独特地、富有说服力地修正或者批判某些公认的观点或认识，能独立地发现新事物、新问题，独立地设计、完成新颖的化学实验，解决新颖的化学问题等等，都是创造性地进行化学学习的结果，都是创造精神的表现。尽管上述“新”东西可能是别人已经发现、提出或者解决了的，对于整个人类文明来说未必是创造性的发现或发明，仍然应该把它们看作是创造性活动的产物。创造性学习不但能使学习者当前的化学学习生气勃勃、生动活泼和富有成效，而且可以为他将来创造性地学习、工作打下良好的基础。

二 创造性思维

创造性思维是伴随着创造性活动而进行的思维活动，是人脑的一种综合性思维，是思维素质、思维心理、思维形式、思维环境和思维效果的系统综合反映，是创造性活动的核心因素。

创造性思维由逻辑思维因素和非逻辑思维因素组成，是逻辑思维和非逻

邵瑞珍等：教育心理学参考资料选辑，上海教育出版社 1990 年第 1 版，第 243 页。

刘奎林、杨春鼎：思维科学导论，工人出版社 1989 年第 1 版，第 181 页。

辑思维的辩证统一，是自觉意识（显意识）跟非自觉意识（潜意识）交互作用、相互交融和相互依存的过程。创造性思维的组成可表示如下：

创造性思维 { 逻辑思维（自觉意识为主）
非逻辑思维（自觉意识与非自觉意识交互作用）

根据逻辑思维和非逻辑思维在创造性思维中的作用，可以把创造性思维大体上分为两种类型。

第一种类型是以非逻辑思维为主的创造性思维。这种类型不以概念、判断、推理为主要的思维形式，也不遵守逻辑规则，而是以直觉、灵感、联想、想象等为主要手段，来触发新思想、新意象的产生。直觉是一种非自觉意识过程，直觉和联想可以直接猜测和把握事物的本质；灵感可以推动直觉和联想迅速实现、达到顿悟；想象则以对朦胧状态的新思想、新模式起保持和凝聚的作用。凯库勒发现苯分子环状结构的过程，就是这类创造性思维的例子。

第二种类型是以逻辑思维为主的创造性思维。演绎外推、直觉归纳和类比推理，是这类创造性思维的主要方式。例如，门捷列夫在预言钷、镓、锗等新元素时，运用了演绎外推的方式；质量守恒定律的发现，运用了直觉归纳方式；巴特利特合成第一个稀有气体化合物时，就运用了类比推理进行创造性思维。

创造性思维方法具有创造性、随机性、灵活性、多样性和很强的特殊性，很难找到一种统一的模式。但是，创造性思维方法也有一些共同的特征。

(1)逻辑方法跟联想、想象、直觉和灵感等非逻辑方法交替使用、相互结合、互为补充，非逻辑思维的产物常常要用逻辑思维来检验和证明。因此，尽管非逻辑思维常常具有突发性、突变性和突破性，但其结果又总是清晰地、符合逻辑地呈现在创造者的脑中。

(2)发散性思维（即求异思维、开放性思维）跟辐合性思维（即求同思维、封闭性思维）相互配合、相辅相成、辩证地统一。美国心理学家吉尔福特（J. P. Guilford）在研究创造力的时候，不但首先提出发散性思维和辐合性思维的概念，而且提出智力结构的问题解决模式（SOIPS 模式），说明发散性思维和辐合性思维以及记忆、认知、评价等活动在问题解决过程中的作用，如图 7-2 所示。

图 7-2 吉尔福特的智力结构问题解决模式图示

吉尔福特指出：“凡有发散性加工或转化的地方，都表明发生了创造性思维。但是，我们一定不要忘记评价和辐合性加工所起的作用”，“尤其是在通过数学和严密的逻辑思维那种方式得出解决问题的方法时，辐合性加工的作用就更为重要了。”

创造性活动不仅是逻辑思维与非逻辑思维、发散性思维与辐合性思维综合运用、相互补充的过程，也是智力因素与非智力因素协同作用、自觉意识与非自觉意识交替出现，相互融合、转化的过程，是一种复杂的心理整合过

刘奎林、杨春鼎：思维科学导论，工人出版社 1989 年第 1 版，第 185 页。

国家教委社教司主编：自然辩证法概论，高等教育出版社 1991 年修订版，第 163 页。

[美]J. P. 吉尔福特著，施良方等译：创造性才能——它们的性质、用途与培养，人民教育出版社 1991 年第 1 版，第 127 页。

程。整个创造性活动的系统模式可用图 7 - 3 表示。

为了解决从实践中产生的问题，首先要收集有关的新、旧信息进行逻辑思维加工（或形象思维加工）。当问题不能解决时，学

图 7-3 创造性活动的系统模式
习者将针对问题的关键和本质进行发散性思维（既有逻辑的、又有非逻辑的），对有关的概念、意象重新组合、进行类比和模式识别，做出各种解决问题的尝试。这时学习者基本上处于自觉意识活动状态。在偶然因素的触发下，学习者通过无意联想和想象，使有关的概念和意象闪电般地重新组合，获得解决关键问题的启示，以直觉的形式确定解决问题的途径、方式和可能，豁然开朗，进入顿悟状态。学习者也可能在信息收集、加工和尝试阶段就通过直觉识别问题模式而确定问题的解决办法。

在这些过程中，学习者基本上处于非自觉意识状态。然后，对顿悟和直觉的内容进行逻辑整理加工，再到实践中加以检验、证明，又回到自觉意识状态。在图 7 - 3 中，虚线大方框内是创造性思维过程，小方框内实际上是灵感思维过程。

三 化学创造能力及其养成

化学创造能力是进行化学创造活动、获得创造性成果（例如发现、发明新的化学事物和新的化学知识经验，发明新的化学方法或者解决以前未能解决的化学问题等等）的能力，是一般的创造能力在化学研究和化学学习领域中的特殊表现。研究一般创造能力的形成和发展，对于化学创造能力的养成有着现实的意义。

对于化学创造能力来说，除了包含化学知识技能、化学观察能力、化学实验能力、化学思维能力、认知策略、认知风格和元认知能力等智力因素外，它还包含着兴趣、爱好、价值观、动机、情感、性格、意志等方面的非智力因素。

知识经验对于创造能力的意义值得注意。著名的美国认知心理学家西蒙认为，任何一种专家的知识量差不多都要达到 5 万—10 万个组块。他还根据实验推算，任何一个专家要获得这些知识都不得少于 10 年。他认为：“直觉实际上是一种再认，一个人只有对非常熟悉的东西才会有直觉。通常所说的科学上的偶然发现，对专家来说却不是偶然的，是他利用了已有的知识认识到了当前的情景。”他强调：“无论物理直觉还是化学直觉，都是以广泛细致的物理、化学知识为基础的。如果没有足够的各方面的知识就没有直觉。”

创造性活动是有高度选择性的尝试错误过程，是在已有知识经验的基础

张藜：创造是一种复杂的心理整合，教育研究，1991 年第 1 期，第 46 页。

邓如陵：创造性学习中的灵感思维，教育研究，1991 年第 5 期，第 34 页。

[美]司马贺著，荆其诚、张厚粲译：人类的认知——思维的信息加工理论，科学出版社 1986 年第 1 版，第 105 页。

[美]司马贺著，荆其诚、张厚粲译：人类的认知——思维的信息加工理论，科学出版社 1986 年第 1 版，第 109 页。

[美]司马贺著，荆其诚、张厚粲译：人类的认知——思维的信息加工理论，科学出版社 1986 年第 1 版，第 127 页。

上进行的。过度学习能使学习者熟练掌握知识技能，达到能自动重复和概括化的程度，从而使学习者在创造活动中能得心应手，不受材料的束缚，灵活地应用材料，把它们变成新颖的东西。因此，一些心理学家认为，鼓励学习者过度学习，对创造能力的形成是有益的。

上面所说的知识经验中，包括思维能力和其他智力成分。创造性思维能力是创造能力的关键因素。良好的直觉思维能力、灵感思维能力、联想和想象能力以及逻辑思维能力，良好的求异思维能力和求同思维能力，都是创造性思维能力的重要组成因素。

对学习进行创造策略和创造技能（例如拓宽问题、分解问题、类比、“脑力冲击”、转化、变形、假设等等）的训练，鼓励类比和自由联想，鼓励大胆地提出主张，鼓励使用不同寻常的方式和方法，有利于学习者在今后的问题解决中找到新的有效的解决办法，受到不少人的重视。

但是，实践以及心理学的研究发现，过度学习和创造技能训练并不能保证形成化学创造能力。对于创造性活动来说，思维的批判性和观念的创新，利用定势效应的积极作用，克服其消极影响，是十分重要的。在解决新问题时，运用以前解决问题的相同方法或方式的倾向就是定势。学习定势是有效地解决类似问题的普遍能力，是针对新问题去利用过去经验的方式。定势可能促进类似问题的解决，但也可能形成僵死的模式，使人因循守旧而失去创造性。中断解决问题的尝试，进行批判性思维、反省思维、改变观点或看法，或者把问题搁置一段时间再来解决，都有助于克服思维定势的消极影响，取得创造性成果。

浓厚的学习兴趣、强烈的创造欲望和动机、顽强的创造意志（毅力）、执著的探究精神、轻松自信的心态等非智力品质，在形态上有时表现为创造心理及其平衡能力、创造活动动力、创造活动耐力、灵敏性、反败为胜能力等，它们对于创造能力的形成具有十分重要的意义。为了形成和发展化学创造能力，应该重视这些非智力品质的培养。

创造精神是创造能力发展的灵魂和动力，它表现为探索和创新的精神、实事求是的精神、精益求精的精神、艰苦奋斗的精神、献身事业的精神、为社会服务和为人类造福的精神等。从心理成分来说，创造精神是由认知、情感和行为意向 3 种成分构成的。认知成分指对创造活动意义的了解和评价，情感成分指对创造活动的喜恶等体验，行为意向指对创造活动的反应倾向。这 3 种成分互相促进、互相制约、构成创造精神这个统一整体。

为了培养化学创造能力，必须重视创造精神的培养。培养创造精神应该先从培养创造意识开始，其精髓就是实事求是、精益求精，要注意培养创造的自信心，激发创造热情，在化学创造实践中磨砺创造意志、优化创造品质，要注意培养科学的世界观，以此作为正确指导创造活动的思想基础。

此外，适宜的环境（社会的和家庭的、教育的和活动的）以及和谐、协调、配合默契的群体，对于创造能力的养成也有着不可忽视的影响。

化学创造能力是在大量的创造性实践中形成和发展的。在问题解决过程中和探究—发现过程中，常常闪现创造智慧的火花，在一定程度上带有创造的因素。从养成化学创造能力的角度来看，采用问题解决法、探索—发现法等化学学习方法，开展化学小论文、小实验、小制作等化学课外活动，都是

有益的、值得提倡的。

第八章 化学学习的内在动力系统

化学学习不仅是认知活动过程，还是动机、兴趣、情感、意志等非直接认知活动的过程。这些非直接认知因素中，有的跟化学学习活动的发动和维持有关，有的决定化学学习活动的个性特征。它们犹如是化学学习系统这架复杂机器的内部动力系统，对化学学习的运行有着很大的影响，是研究化学学习时不应忽视的。

化学认知风格有较多的认知性质，由于它跟化学学习的个性特征有关，所以我们把它放在本章

第四节中加以讨论。

第一节 化学学习的内在动力系统

化学学习过程是化学学习系统的运动过程，是系统状态随着时间推移发生变化、形成一系列中间状态的过程。学习者主动地进行化学学习活动，能够使系统以比较高的效率来实现系统运行的目标。这种主动过程的实现取决于化学学习系统的特殊结构，特别是学习主体的结构。化学学习系统的环境和外部条件只能通过影响学习主体结构来影响化学学习系统的运行过程。

学习主体结构中的某些因素不但能通过意向活动使主体的化学学习活动被激发、驱动，使化学学习过程持续和主动、积极地进行，而且能使化学学习过程形成个性特点。这些因素组成了主体结构的内在动力系统——化学学习的发动系统、维持系统和定型系统。

一 化学学习内在动力系统的意义

学习者是化学学习的主体。认知结构、智力、化学学习能力等，是主体心理结构中的理性成分（或称理性因素、认知因素、智力因素），它们能直接参与认知过程，组成了主体结构的认知系统。

在主体心理结构的非理性成分中，有些能直接制约和影响化学学习活动，例如动机、兴趣、爱好、情绪、意志、气质、性格等等。有些既不参与认知过程，也不参与意向过程，只能间接地影响化学学习活动，或者跟化学学习活动无关，例如英勇、刚强、懦弱、粗暴等等。前面一类非理性成分中，大多数跟学习者能否主动地、积极地进行化学学习有关，或者跟学习者以什么风格、特色展开化学学习活动有关。化学学习的内在动力系统正是由这些非理性因素组成的。

换言之，化学学习的内在动力系统是指除了智力、能力等认知因素之外，决定化学认知活动效率和特点的多种心理因素组成的系统，它们是一个整体，具有一定的结构和功能。化学学习的内在动力系统跟认知系统相互影响、协调发展、相辅相成、协同作用，才能使主体的化学学习活动有效地进行。

二 化学学习内在动力系统的功能

内在动力系统在化学学习中的作用主要表现在 4 个方面。

(1) 倾向和促发作用。

内在动力系统能使学习主体形成化学学习活动的倾向性，为化学学习活动提供动力，使化学学习的智力活动在具体的学习情境中得以发生。

(2) 维持和强化作用。

使学习主体在化学学习智力活动一旦启动、发生后，能做出努力，使化学学习持续不断地朝着学习目标进行，直至取得满意的效果。

(3) 定型和定势作用。

稳定认知和操作活动的组织方式，使之趋于固定化，形成化学学习的习惯和风格、特点。

(4) 引导和调节作用。

在由于智力因素的某些缺陷使化学学习遇到困难时，调节化学学习活动，利用智力因素中较强的部分补偿较弱的部分。

内在动力系统在化学学习中表现为学习主体的自我作用，具有动力的性质，这是把该系统称为“内在动力系统”的主要原因。内在动力系统的作用

是各组成因素协同作用的结果。但是，对于内在动力系统的每一种功能来说，各种因素的贡献又有主次之分，并非“平分秋色”。

三 化学学习内在动力系统的结构

根据内在动力系统各组成要素的主要作用，可以把它们相应地分为4个子系统。

(1)发动系统。主要由学习需要、学习动机、学习兴趣等因素组成，具有激发、启动等作用；

(2)维持系统。主要由情感、情绪、意志等因素组成，具有维持、调节、稳定、增力等作用；

(3)定型系统。主要由气质、性格、认知风格等因素组成，形成学习主体在化学学习方面的个性特征；

(4)引导系统。主要由理想、信念、价值观、世界观等因素组成，在最高层次上指导智力因素和非智力因素在化学学习中发挥作用，是高级调节系统。由于引导系统并非化学学习所特有，本章只着重对前3个子系统进行讨论。

由于内在动力系统的各个因素可能兼有多种作用，所以，实际上各子系统之间是相互渗透、相互依赖、相互制约、相互关联着的。

内在动力系统跟认知系统的组成、结构、功能各不相同，但是两者之间有着密切的联系：内在动力系统不但能使认知系统得以在化学学习中发挥作用，而且能促进智力因素的发展，帮助它补偿缺陷；认知系统对内在动力系统提出一定的要求、推动其发展；智力因素的某些稳定特征（例如观察的敏锐性、记忆的简捷性、思维的批判性等等）的高度发展，可以直接转化为非智力因素的个性特征。在认知系统中渗透着某些非智力因素（例如直觉、潜意识等），在内在动力系统中常常具有理性的成分（例如理智、价值观等）。

实践表明，内在动力系统必须跟认知系统协调地发展，才能使化学学习顺利地进行和取得较好的效果。在化学学习中，应该在注意养成良好的智力品质的同时，也重视养成良好的非智力品质。

第二节 化学学习的发动系统

化学学习的发动系统决定着化学学习活动的倾向和发动，它主要由学习需要、学习动机、学习兴趣等要素组成。学习动机产生于学习的需要，认识兴趣是学习动机最现实、最活跃的成分，包括注意状态、情绪状态和意志状态在内的学习态度和学习的积极性则是学习动机的具体表现。

一 化学学习需要

在化学学习中，促使学生主动学习的需要主要有：(1)认识 and 解决化学问题的需要。在感知化学现象后，想探索其奥秘；在生活或学习中发现化学问题等等，都可以产生这种需要。认知方面的好奇心和求知欲通常处于潜伏状态，它一旦在化学学习实践中被激发，在化学学习方面表现出来，指向化学学习的具体内容，便形成这种需要。在解决一个化学问题、获得成功的体验之后，学习者又可能产生新的化学问题、形成新的学习需要，推动化学学习不断地进行。化学学习需要不但可以通过化学学习产生，而且可以通过化学学习进一步加强。

化学学习内容能否有效地引起学习需要，跟新材料与学习者已有认知结构的关系有关。当学习者面临一个化学问题时，他就受到一组外界刺激的作用，其中有些可能是他的化学经验中已有的，或者说，跟他的某种化学经验有相同的特征；有些则是他尚未认识过的，跟他的已有化学经验模式不同。这样，就在学习者的主观认识中形成了对这一组刺激认识的不确定性，形成问题。这种不确定性越大，就越容易引起学习需要。但是，当刺激过于复杂、过于不确定，跟已有的化学经验模式很少有相似之处时，学习者也很难产生学习需要。

(2)自我发展、提高的需要。学习者了解化学对改进生活、发展能力、全面提高素质的意义，了解化学对实现自己理想的意义而产生的学习需要。这种需要不直接指向具体的化学学习内容，而是指向取得一定的成就（或成绩），把取得成就（或成绩）作为实现某种目的的手段。

这里有两种情况。第一种情况是：自我发展、提高的需要出于想取得一定的业绩、赢得个人的地位和自尊。例如，有一学生的数学、物理学得不好，他需要在数理化三门功课中至少有一门学得好一些，以使用兴趣、爱好来作解释，掩饰、挽回数学、物理学得不好对个人自尊造成的消极影响；而他又觉得化学好像容易学一些、有可能学好，由此而产生学习化学的需要。这种需要在马士洛需要层次论中位于尊重需要的层次，属于缺失性需要。一旦学习者发现化学学习跟个人的地位和自尊没有多少关联，他就可能失去这种需要。

第二种情况是：自我发展、提高的需要是因为想做出一定的成绩，为国家、为人民，或者为社会、为科学事业做出贡献。这种需要属于自我实现的需要，是一种成长需要。这种需要是习得性的，需要外界给予影响和教育才能形成。它的形成过程比较长，不容易完全达到满足，但作用时间一般比较长，也比较稳定，是一种高尚的需要。

(3)寻求依附对象的赞许和认可，避免失败的需要。一般说来，依附性较强的低龄学习者容易产生寻求家长或教师赞许和认可的需要，他们有从其所依附的长者方面获得赞许或认可的倾向。一旦依附性减弱，或者依附对象从

其意识中消失，就不会产生这种需要。

当学业的失败跟丧失个人地位与自尊、跟失去依附对象赞许与认可、甚至受到惩罚联系在一起时，为了避免学业失败，可以产生化学学习需要并进而形成化学学习动机。但是，这种需要引起的动机力量强度不会太高，因为它比较容易满足。另一方面，它也难以促使学习者生动、活泼、主动地进行化学学习活动。因而这种需要的层次低于上述各种需要。通俗地说，这种需要只是“要我学”的低水平，而不是“我要学”的较高水平。

当教师把失败的威胁作为促使学生学习化学的策略时，能够取得一定的成功。但是，如果长期使用、长期使学习者处于失败状态，会使学习者的自尊受到伤害、失去自信、降低学习的志向水平、退缩和处于焦虑之中。这对形成学习化学的积极性是不利的。因此，这种策略不是一种好策略，要慎重采用。好的策略应该是逐步引导学习者提高需要层次，形成较高层次的化学学习需要。

各种化学学习需要的层次结构如图 8 - 1 所示，图中还把它跟马士洛的需要层次结构作了比较。

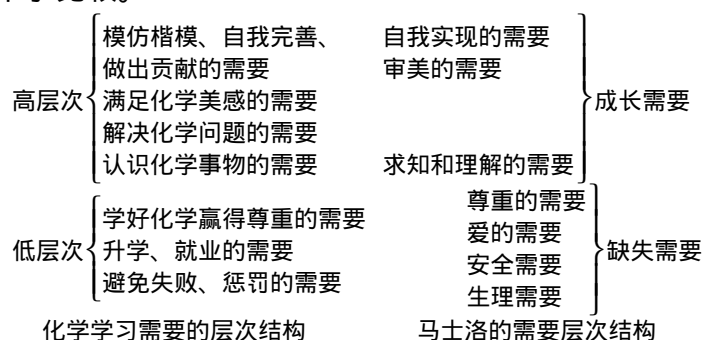


图 8-1 化学学习需要的层次结构及其跟马士洛需要层次结构的比较

化学学习的需要取决于学习者所处的社会和教育环境。此外，学习者的认识能力和认识水平以及他的更低层次需要（生理需要、安全需要）是否得到满足，也会影响化学学习需要的水平和强度。

二 化学学习兴趣

化学学习兴趣是学习者对于化学事物特殊的认识倾向，是学习者力求认识化学事物、获得有关的化学知识经验，带有情绪色彩的意向活动。化学学习需要是化学学习兴趣产生和发展的基础。当学习者形成化学学习兴趣时，他对化学事物的感受就会既敏锐又牢固，同时能使中枢神经处于较强的兴奋状态，产生愉快、满意和欢喜等情感体验，推动学习者主动地进行化学学习活动。

我国心理学家潘菽等人把化学教学中学生的认识兴趣分为 4 种类型。

第一类为直觉的兴趣。具有这类兴趣的学生，只要求观察教师演示所产生的化学变化，如有无沉淀或某种气体的发生，颜色有无变化等。他们满足于感知化学事实、观察实验现象，但并未产生了解实验现象发生原因和影响它们的要求。这种兴趣的稳定性和持久性都较差。

第二类是操作的兴趣。具有这类兴趣的学生要求自己能进行操作，希望能提供化学试剂和仪器，让他们自己重演所观察过的化学变化，或者试图通

过自己的操作有新的发现。他们有了了解如何引起或改变实验现象的要求，以及进行实践操作活动的愿望，开始注意现象与条件的变化，但主要不是要求了解化学现象的实质与规律。他们的兴趣在于操作活动本身，而不在于化学变化的实际规律。这种兴趣的水平比第一类高，但稳定性还比较差。

第三类为探求原因的兴趣。即在了解实验现象的基础上，倾向于认识化学事物之间的因果关系和本质联系，认识化学现象的内在规律。具有这类兴趣的学生在学习中既注意引起特定化学变化的操作过程，也注意思考和了解引起化学变化的原因和条件。这种兴趣是学生学习化学的动力，能推动学生主动地进行化学学习活动。

第四类为概括性的认识兴趣。具有这类兴趣的学生，倾向于通过观察化学变化，进一步了解一类化学变化的共同特点和一般规律。他们不满足于了解个别的化学变化的因果联系，而且要试图进行抽象、概括、推广，甚至用创造性的实验设计来检验自己的设想。这类学生的学习水平比较高，所学的化学知识比较系统和概括化，掌握了一定的化学技能，智能水平比较高，解决化学问题的能力比较强，学得比较灵活，有创造精神。他们的认识兴趣已成为其化学学习动机的主要组成部分，甚至可能逐步发展成为较稳定的个性特征。

郭卓群先生通过对 4000 多名中学生的问卷调查，发现学生学习化学的兴趣从初三到高三的发展变化，大致可分为 4 个阶段。这 4 个阶段跟上述 4 类化学学习兴趣基本上是对应的。

上述 4 种类型化学学习兴趣是相互联系的，它们大体上反映了化学学习兴趣发展、提高的基本趋势：由对化学现象的认识兴趣向着对化学规律的认识兴趣发展；由直接兴趣向间接兴趣发展；由暂时兴趣向持久兴趣发展。但是，实际的情况要复杂得多：同一个学习者对某种化学现象可能同时具有几种认识兴趣，他对不同的化学学习内容的认识兴趣也可能不同；甚至学习材料的表述方式对化学学习兴趣的结构和强度也有重大影响。一个学习者的化学学习兴趣发展不一定完全符合这个顺序，不一定都经历这 4 个水平。

化学学习兴趣对化学学习活动具有准备作用、推动作用和促进作用，是化学学习发动系统中最重要的组成成分之一。

化学学习兴趣是在生活和学习等实践活动中形成和发展起来的。化学科学广泛的实用性、化学实验的趣味性以及化学课外活动等等，是在化学学习中培养和激发化学学习兴趣的有利条件，要注意充分发挥这些有利条件的作用，按照化学学习兴趣的发展规律，逐步提高学习者的化学学习兴趣。适宜的问题情境、成功和鼓励等，对于化学学习兴趣的形成也有积极作用，是培养和激发化学学习兴趣的有效手段和途径。

另一方面，偏见和化学知识的缺乏，使化学品的危害性和化学实验的危险性被过分地渲染和夸大；某些化学教材的枯燥性和零散性等因素会对化学学习兴趣的形成带来消极影响，使中学生学习化学的兴趣下降。刘敬华的调查表明，毕业、升学考试的压力以及学校、教师教学思想的偏差，会使学生

郭卓群等：化学教学心理学，厦门大学出版社 1988 年第 1 版，第 14 页。

沈永泉、颜本仁：从化学教学现状调查看发展学生良好非智力因素的重要性，化学教育，1987 年第 6 期，第 13 页。李德胜：学习化学兴趣“降温”的原因与对策，教育评论，1991 年第 3 期，第 46 页。

的化学学习兴趣的正常发展受到严重影响。

三 化学学习动机

化学学习动机是推动、指导、支配化学学习行为的内部力量，决定着化学学习行为的激发、强度和方向，是形成化学学习内部准备状态的重要部分。

化学学习动机跟化学学习目的有所不同：化学学习目的是化学学习行为的预期结果，是内部意识的一种表现形式；而化学学习动机是学习者确定化学学习目的并采取行动以图实现的内部原因，是比化学学习目的更为深沉的内部意识。同样的化学学习目的可能出于不同的化学学习动机，而同一化学学习动机可以形成不同的化学学习目的。但是，两者又有着密切的联系：在某些情况下，化学学习动机可以转化为化学学习目的；在另一些情况下，化学学习目的也可以转化为化学学习动机。因而，有时化学学习动机和化学学习目的很难区分。

除了化学学习目的以外，化学学习动机跟化学学习的意向、愿望、价值取向、兴趣、抱负、态度、诱因等也有密切的联系。化学学习动机是在一定的社会和教育条件下形成的。不同的社会和教育条件会在学习者头脑中引起不同的反映，因而化学学习动机有不同的内容和表现形式。

由于化学学习动机的内潜性以及内容和形式的复杂多样性，由于学习者的自我意识水平不同，以及化学学习动机自我陈述易受其他动机和主观意识的干扰，使得了解化学学习动机的工作很不容易，也使学习者自我陈述的化学学习动机常常跟他的实际动机不一致。尽管如此，人们仍然可以通过多种方法和途径，包括对学习行为的观察和综合分析以及特别设计的问卷等，来了解实际的化学学习动机。

曾经有不少人调查过我国中学生学习化学的动机。

刘克文比较深入地调查、研究了 1700 多名初中生的化学学习动机。他把初中生学习化学的 30 种动机分为 6 种基本类型。

(1) 认知动机。主要表现为对化学知识及获得化学知识的过程具有极大兴趣；期望认识并理解化学现象和事实为什么能发生；渴求获得更多的化学知识，对学习化学知识无满足感等。

(2) 崇高理想动机。主要表现为关心所学的化学知识在工农业生产、国防建设和科学技术现代化方面的重要性以及在人们日常生活中的广泛应用等，希望学好化学知识为国争光。

(3) 自我实现动机。主要表现是为了升学或者将来能找到一个满意的职业而学习化学知识。

(4) 义务动机。主要表现为为了班、组集体的荣誉，为了帮助其他同学，为了报答化学教师和家长而学好化学。

(5) 依附动机。主要表现是为获得家长、老师的夸奖、同学的羡慕而努力学好化学。

(6) 受迫动机。主要表现是因为害怕家长或老师的责备或批评，怕同学的讥笑，害怕考试失败拿不到毕业证书等，才不得不学习化学。

调查表明：(1) 初中生学习化学动机是多样的，但每种动机对学习化学的

刘克文等：化学教育心理学论文集，河北教育出版社 1994 年版，第 75 页。

刘克文：初中生学习化学动机的调查研究，化学教育，1992 年第 1 期，第 26 页。

推动作用不同，其强弱顺序为：认知动机 > 崇高理想动机 > 自我实现动机 > 义务动机 > 受迫动机 > 依附动机（参见图 8 - 2）。



图8-2 初中生各种化学学习动机的比较

(2)重点中学和一般中学学生的化学学习动机差别主要是崇高理想动机和义务动机水平不同。

(3)学生性别、家长职业对学生化学学习动机的形成没有显著影响，但化学教师却有较显著的影响。

(4)认知动机是影响初中生化学学习效果的主要动机因素。

郭卓群先生通过多种方法调查、了解到中学生学习化学的动机大致有 34 种，并且把它们分为 3 个方面，每一个方面又进一步细分为若干类。为了有个定量的了解，先用问卷法对 5 所中学初三到高三年级 18 个班 1026 个学生进行调查，得到各种动机分别在所调查的初三、高中学生中以及在所调查的初、高中学生总体中被具有的百分数。现将其调查和分析结果介绍如下，各表中的“位次”是按照被具有百分数由大到小的顺序排列的，表中的百分数即为相应的被具有百分数。

属于意向、愿望、信念方面的动机共 19 种，主要表现为：认识学习化学对学生个人素质的发展和对生产、生活、四化建设的作用而激起的学习需要；为了毕业、升学和就业的需要；为国、为家争光的目的等。

表 8-1 属于学习化学的意向、愿望、信念方面的动机

	项目	初三(%) (位次)	高中(%) (位次)	初、高中(%) (位次)
化学 对个 人素 质的 意义	1.学好化学能提高自己的化学知识水平	64.1(3)	57.1(4)	59.4(3)
	2.中学生要全面发展,化学是必须要学的一科,所以我要努力学	61.2(4)	53.6(9)	57.7(5)
	3.学化学能培养良好的学习习惯、科学方法和科学态度	41.6(13)	41.8(14)	41.7(13)
	4.学好化学能提高自己的实验操作技能和观察、思维、想象以及自学能力	71.9(1)	58.5(2)	65.1(1)
	5.化学有些抽象、难学,我想通过学化学来锻炼自己的意志,提高克服困难的能力	46.6(12)	39.2(15)	41.7(13)
化学 实 践 意 义	6.化学与工业、农业和第三产业有密切关系,学好化学能更好地为生产、生活和四化建设服务	65.2(2)	65.1(1)	65.1(1)
	7.化学与人们的衣食住行密切相联,学化学能为改善人民生活服务	47.2(11)	56.5(6)	53.3(8)
	8.化学这门科学,还有很大开发、研究余地	50.7(9)	54.5(8)	52.0(9)

续表

	项目	初三(%) (位次)	高中(%) (位次)	初、高中(%) (位次)
就 业	9.学了化学可以搞小化工赚钱,为自己找出路	11.0(30)	10.9(33)	10.9(33)
	10.学好化学,以后当个化学老师	16.9(26)	14.7(30)	15.4(28)
	11.我想将来当个化学家或化学工作者,所以要学好化学	18.0(25)	21.3(25)	20.2(25)
毕 业 升 学	12.我准备将来学习化学或生物、医学等专业,所以要把化学学好	13.5(29)	30.3(17)	24.6(21)
	13.高考(中考)要考化学,所以我要学化学	30.1(17)	47.6(11)	43.4(12)
	14.我家中有人从事化学工作,化学学好、考好,大学容易进,将来毕业分配也好说	5.1(34)	9.8(34)	8.2(34)
	15.为了与同学竞争,我要学好化学	35.4(15)	43.5(13)	40.8(15)
	16.为了顺利地获得毕业,我要学化学	29.2(18)	23.9(23)	25.7(20)
为 国 、 为 家 争 光	17.为了给家长争光,我才努力学习化学	19.1(24)	25.1(22)	23.1(23)
	18.我想将来研究化学,争取获得诺贝尔化学奖,为国争光	20.8(21)	22.5(24)	21.9(24)
	19.我想加入共青团,争当三好生、学习积极分子,化学没学好不行,我就更努力学它	14.6(28)	11.0(32)	12.2(31)

属于认识兴趣方面的动机共 6 种,主要表现为对化学学科本身的兴趣;探索解释日常生活中的化学问题的求知欲;以及对化学教学过程的兴趣等。

表 8 - 2 属于认识兴趣方面的动机

	项目	初三(%) (位次)	高中(%) (位次)	初、高中(%) (位次)
对化学和化学学习过程的兴趣	20. 化学很新鲜, 实验很有趣, 我喜欢学	59.6(6)	46.7(12)	51.1(10)
	21. 化学题目有的很难, 但我很喜欢做	50.0(10)	34.9(16)	40.0(16)
	22. 我常在科普读物中看到趣味化学, 因而我喜欢化学	24.3(20)	27.4(18)	26.3(19)
	23. 日常生活中常遇到一些不解现象, 我想通过化学探索其中奥秘	60.3(5)	57.1(4)	57.3(6)
	24. 化学这科容易学, 所以我很喜欢学	19.7(23)	19.9(26)	19.8(26)
	25. 化学老师讲得生动、有趣, 容易理解, 我就喜欢学	59.6(6)	53.9(9)	55.8(7)

属于愉快、避免不快和获得良好评价方面的动机共 9 种, 主要表现为由于化学学习成绩、师生间、学生间、学习情境等感到愉快, 或避免不快, 以及为了通过化学学习获得教师、学生集体、家庭和社会的良好评价的需要而激起的学习动机。

图 8—3 属于愉快或避免不快, 获得良好评价方面的动机

	项目	初三(%) (位次)	高中(%) (位次)	初、高中(%) (位次)
愉快或避免不快	26. 因为我化学成绩好, 所以我很喜欢它	7.3(33)	19.6(27)	15.4(28)
	27. 有时化学考试不理想, 我就更努力学习了	58.4(8)	57.9(3)	58.1(4)
	28. 化学学不好, 会被人笑话, 看不起。因此, 我认真学化学	15.7(27)	16.1(29)	16.0(27)
	29. 有时为了班荣誉, 我不想拖集体后腿, 就注意学习	32.6(16)	25.9(21)	23.2(11)
	30. 不好好学化学, 化学老师会批评我, 家里人会骂我	10.1(31)	11.5(31)	11.0(32)
	31. 我要学好化学(其他科也同様), 不想与学习不好的同学为伍	28.7(19)	26.8(19)	27.4(18)
	32. 当我心情舒畅时, 学习就很有干劲	41.6(13)	55.2(7)	50.6(11)
为获得良好评价	33. 学好化学, 化学老师喜欢, 同学也看得起	9.6(32)	18.2(28)	15.2(30)
	34. 化学老师表扬、鼓励, 使我学习干劲大增	20.8(21)	26.5(20)	24.6(21)

由于学习动机调查的困难性以及样本的变异性, 这一调查结果可能不是

十分准确的，但它仍然有重要的研究价值。

从调查结果可见，学生学习化学的动机不只是一个方面，也不只是一项，而是多种动机交织在一起，它们既有相互矛盾、斗争的一面，又有统一的一面；各种动机的作用不是势均力敌的，有的占有主导的位置，有的则比较次要。对排在前 15 位、40%以上被调查者都具有的动机进行分析，可以看出：对化学及其学习意义的了解；自我提高、发展的需要；对化学的认知兴趣；以及升学、考试、竞争的压力等，是形成化学学习动机的主要原因。

同时，学生学习化学的动机是在变化、发展的，初、高中学生对应的“被具有百分数”不同就说明了这一点：把初中生的被具有百分数跟高中生比较，高中学生的第 2、5 项位次明显后移、第 7 项明显前移，表明在形成化学学习动机方面，随着化学学习的逐步开展，学习者认识、了解化学学习具体意义的作用越来越大，而概括地、抽象地、一般地介绍意义的作用则逐步减小，这可能跟高中学生越来越多地独立思考问题、但认识能力又有所限制有关；第 9、10、16、18 和 19 项后移，第 12、13 项前移，反映了当时高中学生受外界条件影响，在择业、理想等方面形成的特点；第 20、21、24、25 项的明显后移，表明低层次兴趣对形成化学学习动机的作用减小；第 26、27 项的显著前移，则表明情感在动机形成方面的作用增大。这些情况既反映了学习动机的形成和影响因素的复杂性，也在一定程度上对化学学习动机的培养具有参考意义。

从化学学习动机的形成来看，在一定的社会和教育要求作用下，学习者首先形成学习化学的需要；在学习需要的基础上，在化学学习实践过程中，学习者可以产生各种各样的情感、兴趣、理想和价值取向，产生学习化学的意向和欲望等等，形成对能满足自己化学学习需要的事物有较强的敏锐感应性；在适宜的化学学习情境的刺激下，已经形成的潜在的化学学习需要被调动起来，使学习者对有关事物的敏感性显著增强，中枢神经处于兴奋状态，激励化学学习行为发生而成为有效的化学学习动机。整个形成过程可以分为两段，前一段是化学学习动机的培养，后一段是化学学习动机的激发，如图 8-3 所示。

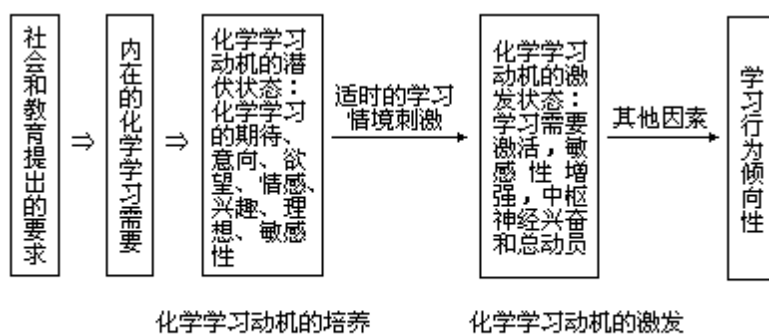


图8-3 化学学习动机的形成

化学学习动机的激发可以进一步加强已有的化学学习动机，而培养化学学习动机又是激发的前提，两者有着紧密的联系。有时，它们交融在一起，很难加以区分。

社会和教育条件是影响化学学习动机形成的外部因素，学习者的知识经验和水平以及个性特点则是影响化学学习动机形成的内部条件。明确化学学习的目的和意义，培养学习自觉性和社会责任感；明确地提出学习任务

和要求，科学地制订学习目标；重视发挥实验在化学学习中的作用，积极参加实践活动，培养对化学的认识兴趣和强烈求知欲；注意满足学习者的缺失性需要，使学习需要及时地向高层次转移；培养积极的价值观、人生观、世界观等等，都是培养良好的化学学习动机的重要策略。

为了使化学学习动机有效地成为化学学习的推动力量，还要重视化学学习动机的激发，利用一定的诱因使已形成的化学学习动机由潜伏状态转变为活动状态。使学习者认识、了解、体验具体学习课题的目的和意义；难度适中的问题情境；诱人的化学实验、新奇的化学事物；新颖的学习内容和教学方法；适当的考核和竞赛；学习反馈、评价，适当的批评和鼓励等等，是激发化学学习动机的常用手段。

第三节 化学学习的维持系统

在化学学习活动发生之后，化学学习的维持系统对活动起维持、调节、稳定、增力、强化等作用，使化学学习活动得以持续地进行。化学学习的维持系统主要由情感、情绪、意志等心理要素组成。其实，化学学习需要、化学学习动机和化学学习兴趣也具有类似的作用，不过它们的发动作用更为突出罢了。

一 化学学习中的情感和情绪

化学学习中的情感是在认知化学事物时对学习行为起制约作用的一种内心体验，常常表现为对化学事物或者化学学习活动的好恶倾向和心理感受。带有冲动性、有较明显的外部表现、强度较大的情感通常称为情绪。情绪是较强的情感，情感是较弱的情绪，两者的差别主要表现在程度上，因而通常把情感和情绪放在一起讨论，有时则笼统地称为情感（或情绪）。

化学学习中的情感和情绪起源于化学学习的需要，伴随着化学学习活动产生和发展，由化学学习活动以及作为活动中间状态或结果的化学事物触发。在化学学习过程中，学习者总是不停地根据自己对系统运行状态的了解，对照活动目标作出某种预测或判断，产生一定的情感或情绪，影响进一步的学习活动。认知决定情感，而情感影响认知，整个化学学习过程总是和情感密切联系着。在化学教学过程中，教师总是带着某种情感在教，学生也总是以某种情感来学，没有任何情感的化学教学过程是不存在的。

化学学习中的情感是多种多样的，主要有心境、热情、激情三种基本形态。按照情感的内容和性质，可以把化学学习中的情感分为理智感、美感和道德感三大类型，它们都属于由人的社会性需要引起的高级情感。能够促进化学学习提高效率的情感称为化学学习的积极情感。积极情感在化学学习中有较重要的作用。

1. 影响学习者的学习动机和学习态度

化学求知欲、对化学的热爱、化学的美感、爱国主义情感等积极情感，都可以促进学习者形成强烈的化学学习动机和主动的学习态度，在完成一个学习任务、达到学习要求之后，进一步产生新的学习需要和学习欲望，给自己提出新的学习任务和学习要求。

不同的情感会导致对化学事物的不同态度。例如，对于具有毒性和腐蚀性的氯气，理智感、道德感等积极情感会驱使学习者学习和思考怎样防止氯气污染、消除氯气的危害；消极情感则会使学习者“谈氯色变、退避三舍”。

2. 调控化学学习活动，影响活动的质量和水平

情感跟知觉、记忆、联想、想象、思维等认知过程各成分都有密切的联系。它不但跟学习活动的激发有关，而且能调控学习活动，影响学习的进程和内容。例如，学习成功的喜悦会使学习者“越学越有味、越学越有劲、越学越想学”；而学习失败后的心灰意懒、悲观失望可能使学习者草率从事、甚至厌学。国外有人通过研究得出结论：学生成绩差异的四分之一可以由个人情感特征加以说明，可见情感对学习活动的巨大影响。

学习水平越高，需要的情感水平也越高。例如，要达到创新的化学学习水平，除了需要有关化学知识技能的积累并且能融会贯通之外，还必须要有浓厚的兴趣、敏锐的理智、坚强的意志、执著的探究精神、轻松自信的心境和

创造的热情乃至激情等等。

3. 影响化学学习能力的发挥和化学学习方法的效用

积极情感具有增力作用，能增强人的活动能力、提高化学学习效率、促进化学学习迁移。例如，学习者心情愉快时会思维灵活、动作敏捷，各种学习活动的阈值都比较低，无论回忆旧知识还是学习新知识都比较顺利，不但能正常地发挥自己的水平，有时还能超常地发挥，解决本来难以解决的问题。而当他心情不好、情绪低落时，就会思维迟钝、差错增多，即使很简单的问题也可能弄错。

学习方法是影响化学学习效率的重要因素。但是，各种化学学习方法都需要一定的积极情感来配合。例如，采用探究—发现法学习化学时，没有强烈的求知欲、好奇心、自信心以及轻松、愉快等情感，是难以达到预期效果的。情感犹如化学学习方法发挥作用的“催化剂”，没有相应的积极情感配合，学习方法再好也不能收到应有的效果。

4. 影响学习者的思想情操、心理品质和全面发展

情感不但具有倾向性，而且具有一定的深度和稳固性。它既制约学习者的活动实践，又在学习者的实践活动中受到影响和发展。在化学学习中形成和发展的理智感、道德感和美感会促进学习者科学世界观的形成，促进学习者心理品质的提高和全面发展。

化学学习中的情感反映着学习者与化学学习的客观现实之间的关系，是对化学事物进行的认知活动为中心形成的。化学学习中的情感有着不同的层次水平。把自己的化学学习跟祖国的需要、人民的需要联系在一起的学习责任感；在了解化学对认识世界改造世界的意义以及对四化建设的意义基础上形成的对化学的热爱；认识和探求化学领域客观规律的理智感以及化学的美感等等，都是高层次的积极情感。它们在化学学习中所起的作用更深、更强，也更稳定，在化学学习的情感中起主导作用。

为了提高化学学习的效果，不但应该重视情感在化学学习中的作用，而且应该努力培养高层次的积极情感。

化学学习的积极情感的培养需要一定的认知情境和相应的认知水平，不能脱离化学认知活动，否则就不可能形成情感体验。同时，它的培养应该跟思想道德修养的提高和美育过程相结合，因为高级情感总是跟理想、人生观、世界观、审美观等密切联系着。

学习者的情感可以在一定的外部情感气氛中被诱导、产生。积极情感的榜样有着重要的示范、表率作用。在教学条件下，教师应该注意开展师生之间的情感交流，努力消除师生间的情感距离和情感阻隔，用积极的情感来感染学生，用强烈的感情期待来诱导学生积极情感的发生，为学生创造体验积极情感的条件，努力创造良好的化学学习情感环境，促进积极情感由内心体验向形成外部行为转化。同时，在化学学习中还要努力克服厌恶、畏惧、焦虑、紧张、冷漠、灰心丧气、忧郁等消极情感的不利影响。

二 化学学习中的意志

学习者在化学学习中自觉地确定学习目的，根据学习目的来支配、调节自己的学习活动，克服各种困难，从而实现预定目的的心理活动过程，即为化学学习中的意志过程。这种意志经过外显和物化，即由内部意识向外部动作转化，形成化学学习中的意志行动。意志关系着化学学习能否克服困难达

到预期目的，具有重要的维持、稳定、增力和调节作用。复杂的化学学习过程的成功和困难的化学问题的解决，都需要做出持久不懈的努力。这些成功的取得，除了取决于学习者的智力品质和学习条件以外，跟他的非智力品质、特别是意志品质也有着不可低估的密切关系。

意志在化学学习中的调节作用，不但有支持符合学习目的的行为、促进学习目的实现的一面；还有抑制跟学习目的违背的行为，减少自我的干扰、分力和避缩行为的一面。意志不但可以调节学习者在化学学习中的外部动作，还可以调节自己内部的认知活动和意向活动，调节自己的心理状态。

良好的意志品质应该具有自觉性、果断性、坚持性和自制性。

1. 自觉性

有明确的学习目的，充分认识学习活动的重要性，努力克服盲目性，有强烈的化学学习兴趣、化学学习需要、化学学习动机和体验。

2. 果断性

善于明辨是非，当机立断，毫不犹豫地作出决定并执行。明知有困难，也能迎着困难上。在面临困难的学习任务或者“危险”的化学实验时，学习者常常表现出不同的果断性水平。果断性还表现在停止不利于化学学习的活动方面。

3. 坚持性

有坚韧的毅力、顽强的精神，不怕困难，百折不挠，不达学习目的决不停止努力。

4. 自制性

善于控制自己的消极的情绪和行为，表现出应有的忍耐性，能及时地调整自己的内外活动状态，以利于执行已经作出的决定、实现学习目的。

理智是意志的核心成分。要具有良好的意志品质，首先需要具有正确和深刻、牢固的思想认识，要努力树立正确的价值观、人生观和世界观。认识指导意志，意志主导认识，它们相互联系又相互制约。

意志还需要相应的情感和情感体验支持。意志跟情感也存在相互联系、相互制约的关系。要形成良好的意志品质，需要协调地发展情感品质，提高对情感的控制和调节能力，保证理智能驾驭情感、统率情感。

良好的意志品质只能在克服困难的实践活动中形成和逐步发展。树立榜样，使学习者完成有一定难度的学习任务，在克服困难中积累经验，锻炼意志，是培养良好意志品质的基本途径。开展化学小论文、小实验、小制作等实践活动，通过探索性实验来解决实际的化学问题，能够为有效地、生动地培养学习者的良好意志品质提供机会。

第四节 化学学习的定型系统

化学学习活动包含着主体多种多样的心理活动，心理活动过程的产生和表现是因人而异的，因而化学学习活动总是带有主体的个性特征。这些个性特征主要取决于学习主体的性格、气质、认知风格和习惯以及能力特点等因素，它们构成化学学习的定型系统。

一 性格

性格是指一个人对现实比较稳固的态度以及习惯行为方式所表现出的心理特征，是一个人本质属性的独特的、稳定的个别特性的结合，在个性特征中具有核心意义。性格在化学学习中的表现主要有以下几个方面：

(1)表现在对化学学习和化学事物的态度方面的性格特征。主要有爱学习或不爱学习；勤奋或懒惰；喜动或喜静；认真或马虎；细心或粗枝大叶；创新或保守；俭朴或浮华等等。

(2)表现在对自己以及教师、同学和集体的态度方面的性格特征。主要有虚心或骄傲、自负；自尊、自信或自卑；严于律己或放任自己；关心他人、关心集体或自私自利；喜欢交流、讨论或不喜欢交流、讨论；喜欢合作或不爱合作等等。

(3)意志特征。表现为意志的自觉性、自制性、果断性和坚毅性等。

(4)情绪特征。表现为受情绪感染、支配的程度；情绪受意志控制的程度；情绪反应的快慢、表现的强弱；情绪的稳定性、持久性；主导心境等等。

(5)理智特征。例如，表现在知觉特点上，有被动知觉型或主动观察型、具体描述型或概括印象型、粗略型或精确型等；在记忆方面有直观形象型或抽象概念型；在想象方面有现实再造型或幻想创造型；在思维方面有归纳型或演绎型、辐合型或发散型等等。这些特征跟活动方式的选择和习惯有关，不反映有关的深度、速度和强度特点。

上述各个方面是相互联系着的，它们形成统一整体存在于一个学习者身上。由于各个人的性格特征及其结构不同，使不同学习者的化学学习活动带有不同的个性特点。

性格的形成跟人对现实的态度和行为方式的系统化、概括化有关，跟他的思想观点、理想、信念、世界观等有密切的联系。由于各学习者的生活和学习经历不完全一样，主体结构和外部条件也不相同，使他们在化学学习中表现出的性格千差万别，但也可能有某些相同或相似之处。这样，就可能按照某些特征对化学学习中的性格表现进行分类。

(1)按照机能类型。即按照理智、意志和情绪三者中哪个占优势来划分性格类型。头脑冷静、情绪稳定，能经常以理智来衡量化学学习和化学事物，以理智来支配行为、不感情用事的属于理智型；情绪体验深刻，行为举止易受情绪影响、情感色彩浓厚的属于情绪型；目的明确，行为主动，意志力强，经常由意志来支配行动，积极、有韧性、不畏惧困难的则属于意志型。

(2)按照倾向性。即按照心理活动倾向于内部隐秘还是外部表露，可以分为内倾型和外倾型。内倾型学习者的心理活动不太外露，不善于或很少跟别人合作、交流，表现比较沉静；外倾型的学习者则比较开朗、活泼，关心外部事物，善于表白、表现，喜欢跟别人合作和讨论。

(3)按照个体独立性程度。可以分为顺从型和独立型。属于顺从型性格的

人，独立性差，易受暗示和不加分析地接受别人的意见、顺从别人的要求，喜欢“随大流”，对别人的依赖性较强；独立型性格的人则易于形成主见，喜欢自主地学习，善于独立地发现问题和解决问题，不易受次要因素的干扰，等等。

二 气质

气质是人的个性心理特征中又一个主要成分。它以同样的方式表现在各种心理活动中，并且不以活动的内容、目的和动机为转移，是人的典型的、稳定的心理特点。气质影响人的心理活动的速度、稳定性、强度和指向性，使学习者的学习活动积极性、行为均衡性、适应学习环境灵活性等形成不同的类型特点。

不同气质类型的学习者在同一化学学习情境中的表现明显不同。例如，在化学学习中碰到有一定难度的问题时，属于胆汁质类型的学习者能敏锐地认识到问题的意义和实质，以很大的热情来试图解决问题，不怕困难，全身心地投入，常常连续地进行学习活动。当问题获得解决时，往往兴高采烈；如果经过很大努力仍未获得成功，他很可能失去信心、垂头丧气，把学习搁置一旁、不再问津。要恢复原来的学习状态，常常要经过较长时间间隔。

属于多血质类型的学习者，当他认识到问题有意义、对问题感兴趣时，即表现出学习热情，积极地动脑筋，使问题能比较快速、巧妙和有效地解决。解决问题时既机敏又灵活，能敏锐地注意问题解决的条件，当一种方法不成功时又迅速地换用另一种方法，甚至企图从别人那里得到现成的办法。但是，如果他发现问题没有什么意义或者单调、枯燥、不感兴趣时，就会迅速失去热情，转向其他的问题或活动。在解决问题过程中，他的注意和兴趣比较容易被他其他事物转移。

属于粘液质类型的学习者遇到问题时，能沉静、平稳地进行思考，按部就班、有条有理地解决问题。虽然兴奋程度不高、反应缓慢，不够灵活、巧妙，解决问题过程时间较长，但能专心于埋头学习、坚持把问题解决，不轻易放弃努力，解决问题后往往不露声色。

属于抑郁质的学习者害怕和回避问题，碰到比较难的问题时就束手无策、期待别人给予帮助；对自己的解题方法缺少把握，解题过程迟缓；但能较好地模仿别人的解题过程；在外界的指导下，能比较顺利地解决有一定难度的问题。

在一个化学实验失败后，他们的表现也不一样：胆汁质的学习者往往不加思索地“推倒重来”、立即开始新的努力，或者发火、生气，放弃努力；多血质的学习者往往积极搜寻失败原因，在认定失败的某种原因后，就变换实验的方案或操作方法，重新进行实验；粘液质的学习者通常一声不响地思索失败原因，在找到肯定的原因后再不慌不忙地调整或者重新设计实验方案进行实验；抑郁质学习者则呆立一侧，或者转而去观看别人如何实验，寻求合作或指导。

以上是各种气质类型的典型表现。大多数学习者的气质并不具有类型的典型性，而是可能近似于某一种类型，同时又具有其他类型的某些特点。生活实践和教育能够使学习者的气质发生变化，不过这种变化比较缓慢，需要多方面的协调。

三 能力类型

虽然能力属于智力品质，但是它也是一种个性心理特征，能力及其组合在质的方面的个别差异，可以形成不同的类型，跟学习者在化学学习中的个性特征有着不可忽略的联系，可以视作化学学习定型系统的一个组成因素。

能力的类型差异主要表现在知觉、记忆、想象、思维等化学认识活动的稳定心理品质上。

在知觉方面，一些学习者的知觉富有概括性和整体性，但分析较弱，属于知觉的综合型；一些学习者有较强的分析力，对各局部的细节感知清晰，但综合性、整体性较差，属于知觉的分析型；还有一些学习者兼有上述两种类型的特点，属于知觉的分析综合型。

在表象和记忆活动方面，一些学习者视觉表象占优势，一些学习者听觉表象占优势，还有一些学习者运动表象占优势，另一些则兼而有之，他们分别对应于表象的视觉型、表象的听觉型、表象的运动型和表象的混合型。根据感觉表象的识记效果，可以把记忆类型相应地分为视觉记忆型、听觉记忆型、运动记忆型和混合记忆型。

在思维方面，根据占优势的思维活动类型，有形象思维型和抽象思维型之分，但绝大多数学习者是介于两者之间的中间型，或称混合思维型。根据思维活动的速度，有敏捷思维型和慢智思维型。后者思维过程简缩程度较低，虽然思维活动时间较长，但仍然可能独立地完成思维活动任务。随着经验的积累，其思维活动速度可以逐渐加快。

能力的个别差异还表现在能力结构方面。某些能力之间有一定的补偿作用，能在一定程序上相互替代，在完成同一学习活动时，不同的学习者可能运用不同的能力结构和作用方式，从而形成化学学习的个别特征。表现在化学学习上，有的擅长通过记忆学习，有的擅长通过思考学习，有的擅长通过实验学习，等等。

四 化学认知风格

所谓化学认知风格，是指个体在化学认知活动中倾向采用的策略，它跟学习者的理智特征和认知习惯有关，不但影响认知任务的完成和认知目的有效实现，而且能造成化学认知活动的个别差异。

认知风格通常采用两极式描述。目前研究较多、跟化学学习关系较密切的有：

(1)场依存型与场独立型。

所谓场依存型，是指学习定向受环境因素影响较大、外部输入信息的影响较大；而场独立型则反之，学习定向“主观”色彩浓，受外部因素影响较小，比较自信。他们在学习中的表现的独立性也有明显的不同。心理学家认为，场独立型更擅长于数学和自然科学学习。实际上，大多数人并不是典型的场依存型或场独立型，而是介于这两者之间。学生的场依存性会随着年龄增长而发生变化。

(2)整体型与分步型。

整体型的认知策略是“综合—分析—综合”式的，倾向于先对问题做整体的考察，对将涉及的各子问题层次结构以及解决方式进行预测和筹划，视野比较宽，使用的假设比较复杂，同时涉及各个方面；分步型策略往往是碰到问题就着手一步一步地解决，提出的假设比较简单，一般只涉及一个方面，

重点在于解决一系列子问题，在学习过程快结束时，才对所学内容形成比较完整的看法。

(3)求异型与求同型。

两者的差别在于使用贮存信息的方式不同。求异型采用搜索策略，搜索范围广泛，不局限于贮存的信息的某一部分，对信息的归类准则也不那么严格；而求同型只注意贮存的信息的某些方面，并且很快就局限于某一特定范围。有人发现，大多数求同思维者选修自然科学，求异思维者选修文科。因此，在自然科学（包括化学）的教学中，应该注意求异思维的培养。实际上，学生所表现的求异型倾向或求同型倾向，跟他们以前所受的教育有关。

(4)实验型与理论型。

实验型对用实验手段解决问题表现出较大的兴趣和倾向，理论型则倾向于通过理论思维得到问题的解答。这两种不同的风格可以造就通常可见的实验型化学学者和理论型化学学者。实际上，纯粹的实验型与纯粹的理论型都是不可取的，应该实行实验研究与理论研究相结合。

(5)反省型与冲动型。

后者的知觉和思维以冲动为特征，能以很快的速度形成自己的看法，很快作出应答反应；反省型则不急于回答问题，在作答之前倾向于先评估各种可能的答案，有了把握才作答，速度慢些，但正确率较高。反省型比较适合于需要对细节作分析的学习任务，冲动型比较适合于需要做整体性解释的学习任务。

此外，在化学学习中的认知风格还有知觉记忆的视觉型与听觉型、具体型与概括型、学习的复现型与再现型、归纳型与演绎型等区别。它们跟学习者的理智特征和能力结构类型有着密切的联系。

人们对认知风格的研究刚刚起步不久，对化学认知风格的研究更是有待于深入开展。

