

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

数据简明中学化学学科教育学



学科教育学的重要地位

(代序)

近代教育的发展是与近代科学的发展联系在一起的；近代科学的重要发展形式之一是不同学科的兴起与扩展。

近代教育学与培根，与夸美纽斯的名字联系在一起，培根就是主张科学教育的，“知识就是力量”，教育与学科分不开；夸美纽斯的教育学则是从教学法开始的，他的教育学有鲜明的科学学科特点。

当代许多杰出的教育学家大都有其他学科背景，在世界上有影响的教育家很少是就教育论教育的。不少著名的教育实验是依托一定学科教育过程进行的。

各类具体科学的发展与教育科学的发展，关系十分密切。这一背景决定了学科教育学的基本地位。

对于从事教育科学工作的人来说，具有某一二门其他专业学科知识（在相当程度上熟悉），是极为有利的；而从事某一专业学科教学工作的人，懂得教育学是十分有利的。

学科教育工作者只掌握一般教育理论还很难产生实际的效果，就好比，搞工程技术的，光懂得牛顿力学、理论力学还不够，还要懂材料力学、工程力学。学科教育工作者要掌握学科教育学。

无论是从事语文教学还是数学教学，英语教学还是物理教学，除了懂得一般教育原理外，都还要结合自己的教学来学习教育学，这就是学科教育学。可以有两条不同的道路，先有了一定的教育理论知识，再来学习学科教育学；也可以在尚无一般教育理论知识的情况下先学学科教育学，再在一定的時候深入到一般理论。

具有较深造诣的学科知识，又在实践中加深了对学科教育学认识与研究的人，往往能具有一定的创造性，或在学科教育学上产生独到的见解，或进而丰富教育学的某些理论。

在我国教育已有相当规模、教育普及的程度越来越高的情况下，教育质量的稳步提高，教育效益的增长，教育行为的规范，也就越来越成为关注的焦点。教师合理的知识结构也就成为重要问题，只要掌握了一定专业知识就可教书、就可当教师的观念已经过时了。在各科教师都要为学生素质的全面完善而努力的时候，对教师掌握的教育学知识的要求也明显提高了。学科教育学为适应这种形势的发展，其自身也在发展，它力求回答更现实、更深刻的问题，学科教育学也应从素质教育思想中汲取信息。

当然，学科教育学本身的发展还在继续着，但它在与一般教育科学、心理科学、具体的学科的结合中，也在学科教学实践的推动下，已有了长足的发展，特别是近十多年来。历史表明，教育越向前发展，教育发展得越持续健康，学科教育学的地位会更高。

我们编写这套丛书的着眼点也是很明确的，我们希望，无论是对已有过一般教育理论知识的教师，还是尚无这种知识的教师，这套丛书都是具有一定价值的。

这套丛书已涉及到目前中小学大多数学科门类，我们希望有更多的教师来关注它、研究它、丰富和发展它。

搞学科教学不关心教育学是难以令人理解的，因而忽视学科教育学是不可理解的；搞教育科学的不关心学科的教学教育活动也是难以令人理解的，因而教育理论工作忽视学科教育学这一分支也是不可理解的。

我们编写这套书的目的是为了在职的中小学教师和在校的师范生学习的需要，为了总结近年来学科教育学研究的新成果以及教学改革的新鲜经验，探索本学科进行素质教育的途径，提高在职教师 and 在校师范生的素质，以提高教学质量。

我们有充分的理由，看到学科教育学在我国出现进一步的繁荣景象，本丛书迎向这一美好前景。

欢迎提出批评、指教。

张楚廷 母庚才

1997年2月

简明中学化学学科教育学

第一章 化学教育的发展与功能

化学教育作为科学教育的一个分支，是在近代化学形成之后，随着学校教育的发展和普及，化学课程在学校的设置并由化学教师施教育人而逐步发展起来的；化学教育作为学科教育和社会科学普及教育的一支，一经在社会中形成规模就具备了其对社会的多种功能，这些特定的功能也是依随着社会的发展而发展的。

第一节 化学教育的发展分期

一、近代化学与化学教育

近代化学的形成，化学史界一般认为，应从 1661 年波义耳（Robert Boyle, 1627—1691）的名著《怀疑派化学家》发表算起，经过 18 世纪的罗蒙诺索夫、普里斯特里、社勒、拉瓦锡，直到 19 世纪初道尔顿等人的努力，方才形成系统的科学。这是在医药化学的基础上，经过几代人的探索、研究的过程和结果。

从波义耳明确给出元素的科学概念到拉瓦锡（Antoine L. Lavoisier, 1743—1794）推翻燃素说确立燃烧理论的氧化说；从拉瓦锡到道尔顿（John Dalton, 1766—1844）建立科学的原子论体系；以及阿伏加德罗（Amedeo Avogadro, 1776—1856）确立分子学说，到 1869 年门捷列夫（D. I. Mendeleev, 1834—1907）发现元素周期律，为数众多的化学家以他们的睿智创新、探求真理的科学精神及严谨治学、坚持实践的治学风范为化学做出了卓越贡献。

从波义耳到拉瓦锡，这一时期可称之为“实验化学”或“定性化学”时期。波义耳在他青年时期就自己建立了实验室，孜孜不倦地致力于实验研究。他认为实验和观察才是形成科学思维的基础，并强调实验是最好的老师，化学必须依靠实验来确定自己的基本定律。他首先用实验检验了古代哲学家亚里士多德的“土、水、气、火”四元素说和医药化学家认为万物都是由盐、硫、汞以不同的比例构成的“三元素说”。波义耳认为，确定哪些物质是元素，哪些物质不是元素，其唯一的手段是实验。他在科学界第一次提出了科学的元素概念：“元素乃是具有确定性质的、实在的、可觉察到的实物，是不能用一般的化学方法再分解为简单的物体的实物。”¹他运用实验手段确定了金、银、汞、硫这些物质是元素，并以元素这一定义将单质与化合物、混合物区分开来。波义耳从理论上解决了当时化学所面临的一系列问题。恩格斯明确指出：“波义耳把化学确立为科学。”

波义耳把严密的实验方法引进到化学研究，并在实验的基础上进行理性概括。他认为化学主要是从事自然现象的理论解释，不应当把它看做是一种制造贵金属或有用药物的经验技艺，并明确提出：应该把化学看成一门独立的科学，化学应为其自身的目的去进行研究，而不仅仅是从属于医学或炼金术。化学研究的目的在于认识物体的本性，从而需要进行专门的实验，搜集所观察到的事实。波义耳还极力主张研究方法的改革，既重视运用严密的实验方法，又很重视理性思考的作用。例如，对物质成分和纯度的测定、物质的相似性和差异性的研究，对大量的显色反应和沉淀反应进行系统分类等

¹ 袁翰青、应礼文合编，化学重要史实，北京：人民教育出版社，1989 年版，第 25 页。

恩格斯著，于光远等译编，自然辩证法，北京：人民出版社，1984 年版，第 28 页。

等，把当时的定性分析实验归纳成一个系统，创立了分析化学以及定性实验归纳法的基础。应当说，波义耳为使化学方法从准实验方法发展到以定性实验归纳法为代表的经验方法阶段奠定了基础。

波义耳还是一位善于演讲的哲学家和英国皇家学会的栋梁。在自然科学教育尚不被社会所重视的时期，以波义耳为代表的一批科学家正是以他们的科学研究实践和著述、演讲等为科学教育的发端、奠基做出令后人永志不忘的贡献。因为，早期化学家的科学研究实践与教育实践活动多是融合在一起而展开的。他们的助手和演讲的“听众”，从一定意义上讲，也是他们的学生。英国学者福尔斯（G.Fowels）曾写道：有关（化学家）演讲的文章，总是与化学教育联结在一起的。对某些最好的实验的描述，有时会编入教材，有时还会出现在学会会长的教育思想和致词、演讲、论证的报告以及专题论文里。这些文章很少编辑成书，大多散见在难以找到的期刊中。

17世纪中叶以后，欧洲陆续成立的科学研究机构和团体，对科学及化学教育的发展起到了很大的推动作用。如1666年成立的法国巴黎科学院、1700年普鲁士成立的柏林科学院等，在当时都是科学研究的中心，也是各学派大师育人和推动科学教育发展的中心。尽管捷克著名教育家夸美纽斯（Johann A.Comenius, 1591—1670）于17世纪已率先提出了对全体儿童进行广泛的普通教育及实施班级授课制的先进主张，并自编过一本包括天文、物理、化学、动物、植物以及人类学等一些科学知识因素的《物理学概观》，还亲自担任中学高级班的物理学教学工作。英国唯物主义思想家培根（Francis Bacon, 1561—1626）也早就主张学校里应当讲授自然科学。但是，因为受当时学校课程设置历来重文轻理的限制，波义耳时代的化学教育仍局限于少数人研究学问、交流研究成果及在学会组织的演讲会等这样小规模的范围之中。

这种状况，到了拉瓦锡时代，已发生了很大的变化。拉瓦锡就读于以科学教育著称全法国的马札兰学校。当时卢埃尔（Guillaume F.Rouelle, 1703—1770）的化学实验讲演、广博的化学知识和娴熟的实验技能使拉瓦锡沉醉其中，这种早期的化学教育引导拉瓦锡最终走向化学研究的探索之路。

1768年，拉瓦锡以他的科学研究论文和卓越才华被选进巴黎皇家科学院。拉瓦锡把天平作为衡量化学反应质量变化的标准，确立了质量守恒定律。由于拉瓦锡在化学定量研究方面的巨大贡献，故被人们誉为“定量化学之父”。拉瓦锡奠定了计算化学的基础，是化学反应方程式计算的启蒙学者。拉瓦锡最大的贡献是推翻了禁锢化学界约百年的燃素学说，建立氧化理论，从而引起了化学领域的一场革命。拉瓦锡强调实验是认识的基础，重视在实践基础上进行理论思维，并运用以量求质的定量研究方法。这些方法论原理对于治学育人都是永葆青春活力的宝贵财富。恩格斯曾指出：“在化学中，燃素说经过百年的实验工作提供了这样一些材料，借助于这些材料，拉瓦锡才能在普利斯特利制造出来的氧中发现了虚幻的燃素之真实的对立面，因而

抛弃了全部的燃素说。但是燃素说者的实验结果完全不因此而被排除。相反地，这些实验结果仍然存在，只是它们的表述形式被倒过来了，从燃素说的语言翻译成了现今通用的化学的语言，并且至今它们还一直保持着自己的有效性。”

从拉瓦锡到道尔顿（John Dalton，1766—1844）这一时期，是定量分析方法迅速发展的时期，被人们称为“定量化学”的发展时期。而道尔顿则把化学带入了另一个新的发展时期。

1803年10月21日在曼彻斯特文学哲学学会会议上，道尔顿作了题为“论水和其他液体对气体的吸收”的报告，宣读了他制订的第一张原子量表，首次阐明了他的原子论观点。1808年，道尔顿的最重要著作《化学哲学新体系》第一册出版，这册包括原子理论的主要论点和实验证明；第二册于1810年出版，第二册分述了当时已知元素的化学性质及二元化合物的组成和性质；第三册补充了一些实验结果，出版于1827年，重点论述了金属的氧化物、硫化物、磷化物以及合金等性质的规律性，对原子论的思想作了进一步发挥。

道尔顿的原子论为化学开辟了从搜集材料到整理材料并进而认识物质结构的一个基本层次——原子的科学道路。恩格斯指出：“化学中，特别感谢道尔顿发现了原子量，已达到的各种结果都具有了秩序和相对的可靠性，已经能够有系统地、差不多是有计划地向还没有被征服的领域进攻，可以和计划周密地围攻一个堡垒相比。”“化学中的新时代是随原子论开始的（所以，近代化学之父不是拉瓦锡，而是道尔顿）”。

道尔顿研究问题的典型方法包括：一是通过严密的观察、搜集事实、进行类比，直到得出一般规律；二是随后用设计好的实验来检验或征询同行学者的意见，汲取他们的经验。这种研究方法在道尔顿发现分压定律和倍比定律的过程中得以运用，取得显著成效。道尔顿还具有极为活跃的想象力，例如把原子符号化、图式化。他克服了患色盲症的生理缺陷的障碍，自制仪器，坚持实验，搜集实验数据，深邃思考，从而获得了异乎寻常的洞察力，使他得以抓住由实验提供的线索，运用科学的理论思维去把握原子的存在和运动，从而引向原子论体系的建立。

上述史实表明，在学校教育课程中未开设化学课程以前，化学家的科学研究实践及其著述的出版，同时也为化学教育的开端和发展作出了贡献。

化学教育于18世纪末叶，首先进入法国和德国大学的化学、药学实验室里，19世纪末叶，英美和欧洲大陆各国始将化学列入中学教学计划之中。

恩格斯著，于光远等译编，自然辩证法，北京：人民出版社，1984年版，第51页。

廖正衡主编，中外著名化学家传略，长春：吉林教育出版社，第129页。

恩格斯著，于光远等译编，自然辩证法，北京：人民出版社，1984年版，第199、275页。

恩格斯著，于光远等译编，自然辩证法，北京：人民出版社，1984年版，第199、275页。

这样方得以在基础教育阶段对儿童、少年实施化学教育。这一教育体制上的重大举措为化学教育的发展和普及开创了必需的社会条件。

二、化学教育的发展分期

化学作为一门独立的学科，要发挥它的社会功能，为社会所认可，不仅依靠化学家及化学活动方式的社会化，尤其需要一批化学教育专家在学校教育和社会教育等领域进行教育及普及工作，以实现化学知识的社会化。

化学教育是以化学教育教学活动为主渠道而进行治学育人的社会实践。化学教育是教育文化与化学文化交叉形成的一种亚文化。化学教育作为一种文化，必定包含物质设备、精神传统、语言符号和社会组织 4 个方面的要素。

从物质设备看，随着社会生产所创造的社会生存必需的物质资料的变化，为实施化学教育所提供的实验室及其设施的不断完善，化学教育活动的“量”和“质”必定也会发生变化。化学教育的价值观、质量观和人才观等精神传统，一贯是导引化学教育如何运作的“主心骨”，不同时代的不同的教育思想，必定导致不同的教育运作机制和传统。化学教育的语言符号、概念模式和传输方式，是化学学科特征在教育中的表征，是表达化学观念、交流对物质化学变化规律认识的工具。化学教育的社会组织主要依赖于学校、社会团体和家庭对化学教育的预期，以及国家法令对化学教育专家所从事的工作的制约等。

如果以 20 世纪初原子结构理论模型的提出作为现代化学的发端的话，现代化学及现代化学教育差不多经历了近一个世纪。从学校教育来考察，化学教育大体上已经历了两个阶段，目前正处于改革的第三个关键时期。

第一个时期，从 19 世纪末到 20 世纪 50 年代，改革的动力主要来自高等学校。为了适应专业人才培养的需要，使化学成为一门学术性的学科，开始在中学设置入门的化学课程、编写入门读物。我国 1862 年成立的京师同文馆（可看成文理工医综合的大专学校）也采用的译自西方的《化学入门》、《化学指南》，及当时《中学校化学科用近世化学教科书》（译本 1907 年 9 月出版）、《勃康实用化学》（译本 1947 年 9 月改订初版）等作为课程设置可见一斑。

第二个时期从 20 世纪 50 年代中期至 70 年代末。由于现代科技迅猛发展，当代化学发生了重大变革，实现了从基本上是描述性的科学向推理性科学的过渡，从主要是定性的科学向定量科学的发展，从宏观结构理论向微观结构理论的深入。促使中学化学和大学低年级化学课程进行提高理论、提

梁英豪，世界中学化学课程和教材发展的一些趋向，课程·教材·教法，1988，3：37。

郭葆章、梁英豪、徐光亚著，中国化学教育史话，南昌：江西教育出版社，1993 年，第 90、505～511，533～538。

蒋明谦，当代化学的发展趋势，化学通报，1979，3：1。

高学习起点，删削某些化学内容等改革。

从 80 年代开始，化学教育进入了第三个关键时期。人们对科学、技术与社会，特别是人文科学与自然科学关系的认识进一步深化，化学科学各分支学科及化学与相关学科相互交叉渗透并相互促进，以及人们对人才素质规格的新认识，都需要对化学教育进行别开生面的改革和创新。

在第七届国际化学教育会议（7 ICCE，1983.8.21—8.26.法国蒙特彼利埃）上，英国学者肯巴（R.F.Kempa）教授按照化学教育的职能演变对化学教育进行了划分。他将经典的学科教育阶段称为“化学中的教育”（Education in Chemistry），其后（或交叉演进）的阶段称为“通过化学进行教育”（Education through Chemistry），至 80 年代以后称之为“有关化学的教育”（Education about Chemistry），即强调化学教育要向普及和深度方向发展。有的学者还强调，要改变封闭状态，“化学教育要开放”，要废止学科之间互相割据状态，做到真正的互相渗透，要建立新的化学教育体系，创编新的化学教材，研究新的化学教学方法。

“有关化学的教育”，作为化学教育的新时期，是适应化学教育为大众服务、要重视提高国民的化学素养的时代要求而形成的。化学教育必须适应学生群体兴趣与目的的多样性的需要，方可使其自身不断前进。学生群体中立志成为化学家和化工专家的占极少数。从基础教育阶段的化学教育体系、内容来看，如果不注意人人每天都会接触到营养和食物、环境保护、水源和能源、材料和资源等等问题，而仍局限在提高学科内容的理论水平、追求学科知识体系的严密完整，势必造成广大学生失去学习化学的兴趣，或者学了用不上或不会用，而对社会的、科技的、经济与人文的实际问题又毫无所知，造成大批的“化学盲”或“科学盲”。这将是化学教育界所面对的严峻挑战。

为了解决这一社会问题，有广泛影响的“科学——技术——社会”（STS）方法（或研究途径）以及此类课程，作为供非理科学生学习的课程应运而生。其中，以美国化学学会组织编写的《社会中的化学》（Chemistry in the Community）及英国索尔特工业化学研究所和英国皇家化学会支持编订的索尔特设计（Salter Project）等教材最具有代表性。

王积涛，第七届国际化学教育会议，化学教育，1985，1：59.

魏冰，Salter's 高级化学课程——英国大学前化学教育的重要变革，化学教育，1996，3：46~47.

第二节 化学教育的目的和任务

一、化学教育的目的

化学教育的目的是体现化学教育方向和育人总目标的一种原则规定，其内涵受社会的发展和化学学科特征的制约。

从近代化学到现代化学，化学教育的目的是围绕“化学事实和化学原理”这一知识要素为载体而不断演进、扩展的。

G·福尔斯曾结合从19世纪70年代以后的文献描述过“化学教育目的”，将下述4个方面列入化学教育的主要目的：

(1) 教给学生已确定的化学事实和化学原理，这些知识在饲养场、卫生学、农业和工业中的价值是没有争议的；

(2) 由许多卓越的思想家和哲学家认识到的科学研究方法和心智活动的科学习惯，一旦获得并形成一种稳固的品格，将使学生终身受益；

(3) 某些优秀的教师认为唤起学生的科学精神比教给科学方法更重要；

(4) 有的学者认为应尽力给学生灌输科学意识及对科学成就的评价；福尔斯提出，应使学生知道化学的进展对社会及经济的重要性，因而，学生的心智和想象会直接朝向未来。

结合我国近、现代化学教育目的来考察，从19世纪40年代近代化学传入我国，至1896年清朝政府下令京师以至各省、州、县皆设学校、从1903年颁布《奏定中学堂章程》等到1905年废科举，从社会和教育体制等方面已为化学教育在华夏大地兴起和发展创设了条件。

以基础教育阶段为例，在《奏定中学堂章程》中规定物理和化学科的设置目的是：

“讲理化之义，在使知物质自然之形象并其运用变化之法，及与人生之关系，以备他日讲求农工商实业及理财之源。其物理当先讲物理总纲，次及力学、声学、热学、光学、电磁气；其化学当先讲无机化学中重要之诸元质及其化合物，再进则讲有机化学之初步，及有关实用重要之有机物。凡教理化者，在本诸实验，得真确之知识，使适于日用生计及实业之用。”

1911年以后，我国陆续颁布了学校令、学校实施规程、课程标准等，新式教育得到了发展。按照著名化学家戴安邦教授的划分，我国化学教育已走过了萌芽期（1865—1894）、成形期（1895—1924），从1925年起进入充实期。

1923年、1924年、1926年各地举办暑期讲习会（均有化学组），以加

G·Fowels, *Lecture experiments in chemistry*, fifth edition, London, G. Bell & Sons Ltd., 1959, P507 ~ 508.

舒新城, *中国近代教育史资料·中册*, 北京: 人民教育出版社, 1961年版, 第511页。

戴安邦, *近代中国化学教育之进展*, 化学, 1945, 9卷下册: 1~14.

强在职教师专业训练，以利化学教育目的的实施。

1934 年颁行《中学化学设备标准》，对于各地学校扩充化学设备很有推动。国内玻璃仪器和无机试剂等均已生产供应。这一时期的化学教学除了采用讲演法以外，还兼用实验法。

1936 年公布的《初高级中学课程标准》所规定的中学化学教学的目的是：

- (1) 使学生得有化学根本知识，对化学有明确观念；
- (2) 使知道化学与衣食住行及国防之关系；
- (3) 引起学生对于自然现象有浓厚之兴趣，养成随时随地注重自然现象之良好习惯；
- (4) 养成学生敏锐之观察力与精确之思考力。

上述规定，可以清楚地看出，已经较 20 世纪初的“教育目的”向更准确的方向发展。

1949 年以后，中央教育部召开了一系列的专业会议，拟订了《化学精简纲要（草案）》（1950 年 7 月）、《中学化学课程标准草案》（1952 年 4 月），颁布了《中学化学教学大纲（草案）》（1952 年 12 月）、《中学化学教学大纲（修订草案）》（1956 年 6 月）等。这些教学指导文件均对基础教育阶段普通中学的化学教学目的作出了规定。

1956 年结合新中国建国初期的实际情况颁布的《中学化学教学大纲（修订草案）》规定中学化学教学目的是：

“使学生自觉地掌握巩固的、系统的化学基础知识；培养学生观察并解释自然界里和生产中发生的化学现象的技能；培养学生使用药品、仪器、连接实验装置并进行简单化学实验的技巧；使学生了解化学生产的基本原理，了解化学在国民经济各个部门和日常生活里的应用，了解化学在我国社会主义建设中的作用。在化学教学中应该培养学生的辩证唯物主义世界观的基础和爱国主义精神。”

上述规定，较 20 世纪 30 年代，又向精确性方面有了进一步发展。

结合当时国际上的有关文件考察，英国学者汤姆逊（J.J.Thomson）于 1971 年研究了欧洲 18 个国家的文件以后，概括得出的中等教育水平化学课程的目的可供参考。这些教育目的是：

- (1) 使学生了解在化学状态下物质的结构及物质变化等学科知识架构；
- (2) 使学生形成关于这些知识的可能性和局限性的明确认识，促使他们了解所学知识在社会中的影响和应用，培养他们适应科技时代生活的需

刘知新，中学化学教材教法，北京：北京师范大学出版社，1983 年版，第 16~17 页。

M.J.Frazer, Up-to-date and precise learning objectives in chemistry, New trends in chemistry teaching, The Unesco Press, Paris, 1975, P.45.

要；

(3) 培养学生批判的态度，使他们学会根据实验事实和主题的变化进行理论概括，形成精确的思维能力；

(4) 让学生研究他们周围的物质，不间断地、牢固地发展他们动手操作和实验技能。

从以上材料可以看出：基础教育阶段的化学教育目的，在授予学生化学基础知识与有关技能的同时，更为重视对学生进行“态度”和“过程”方面的培养、教育。即在过去较注重“内容目的”（多为学科知识、技能方面的实体因素）向偏重于“过程目的”（发展学生的智力探究及情感、意志等非认知或非实体因素）倾斜。这种意向，在对非理科类设置的化学课程中表现得尤为显著。

二、化学教育的任务

教育是人类社会特有的社会现象，具有多方面的功能，而学校教育则是随着社会的进步和发展而得以完善起来的一种社会现象。化学教育是近、现代学校教育的一门学科，它的任务是从属于学校教育的总目标的。

学校教育是根据社会需要和受教育者发展的需要，有组织、有计划地造就大批人才，推动科技和生产进步，继承和发展人类文化，促进社会和人类自身发展的主要动力之一。化学教育是根据学校教育的任务，向受教育者进行化学科学知识及有关品格的教育，提高国民的科学素养及养成化学专门人才的一种实践活动。

从普及化学科学基础知识、提高国民化学科学素养等方面来考察中等学校的化学教育的任务主要是：

(1) 结合社会生产、人们生活和自然现象，对青少年实施普遍的公共教育；

(2) 将化学作为认识自然、了解社会的一种工具，对受教育者进行科学世界观和方法论的教育；

(3) 根据社会和青少年个性发展的需要，对青少年进行专业和深造的预备教育。

上述任务的具体落实，需依靠化学课程开发及教材的编制工作。从原则上讲，化学教育任务的实施受学生、社会、教师和学科等多种要素的制约。即必须依据学生的需要、志向和动机，以及学生知识与能力的现有水平；必须根据社会培养劳动力和适应文明社会发展的需要；照顾到化学教师的专业知识和能力素质及他们接受教育变革的认识水平；考虑化学学科的价值、知识和结构与学科变化着的性质等因素，来确定和调整化学教育的具体任务。要在明确教育目的（总目标）的前提下，结合现实需要制订教育任务，并采取相应的有效措施使这些任务得以落实、实现。

以《社会中的化学》为例，该课程从非理科学生的需要和发展出发，结合社会所面对的种种课题和挑战，确定以化学概念为基础，帮助学生了解与

当代的科技相关联的社会问题为基点，力求实现下述教育任务：（1）使学生认识到化学在他们个人和职业生活中所起的重要作用。

（2）让学生运用化学原理以更理智地来思考他们会遇到的包括科学和技术的、经常性的问题；

（3）发展学生关于科学和技术的潜力与局限性的终身意识。

由上述讨论可以得知，为了完成教育任务，实现既定的教育目的，不同类型的化学课程和教材在处理知识、技能、过程和态度等要素时，必定会各有侧重。实践证明，化学知识和技能“量”的增减，并不是化学教育演进的本质特征，而蕴寓于知识和技能之中的过程与态度要素的充盈方是培养人才的根本所在。

第三节 化学教育的价值与功能

一、化学教育的价值

价值是指认识主体通过社会实践，在认识和改造客观事物时，对该认识客体所具有的效益意义的一种判断。价值观念是一种社会心理现象，一方面反映了客观事物本身的效用特性，另一方面也反映了人们的一定价值观。

化学教育的价值观是随着社会的进步和科学技术的发展而变革的。化学发展史，从一定意义上讲，也是化学价值观沿革的历史。

从现代社会中化学教育的价值来考察，学校教育中的化学教育其效益主要在于对学生有目的、有计划地进行现代化学价值观的教育，培养学生获得科技社会所需要的、丰富而实在的化学价值体验，并在系统化、结构化或社会化、实际操作和认可的实践活动中，使学生将这些价值观念内化成为自我的一部分。

应当指出，从当前我国普通中学化学教育的现状看，由于传统观念和升学指挥棒导向的影响，较重视化学概念和理论的价值，轻元素化合物(物质)的应用价值；重化学实验价值中的智力内容，轻其中的操作内容；重化学计算价值中概念运用内容，轻其中思想方法和研究方法的价值要求。这就迫使我们在加强情感领域和实验动作技能领域的价值观教育方面多做工作，以利于学生综合素质水平的提高。

二、化学教育的功能

功能是指具有特定结构的物质系统，在内部和外部的联系与关系中表现出来的特性和功效。化学教育作为学校教育系统的一个子系统，与其他学科教育一起，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。简言之，主要具有传输功能、塑造功能、高效功能和变革功能。

传输功能系指化学教育担负着将人类的化学文化遗产，采取简约有效的方式传授给受教育者，使之养成具有现代化学素养的国民；塑造功能系使从物质和精神、身体和心理等多方面对受教育者给以教育和培养；高效功能系指占用较少的人力、物力和时间，以取得最好的效益；变革功能系指根据面向未来的发展要求，对施教内容进行超前设计，以完成为社会变革培养所需人才的功能。

第二章 化学课程设置与开发

化学课程是为实现学校化学教育目标所选择的化学教育教学内容的总和。化学课程与其它学科课程一样在学校教育中具有突出的重要性，有的教育家将课程称为“教育事业的心脏”。

第一节 化学课程的历史沿革

一、化学课程的设置

学校教育的漫长的历史，从一定意义上讲，也是课程的设置与不断发展完善的历史。基于现代的教育观，学校教育应概念化为教的系统、学的系统、教学系统与课程系统的相互作用。而课程系统居于中心地位，“教材系统”则是上述诸系统相互作用并和谐运作的主要中介。

化学课程的设置与逐步改革完善是近代学校教育形成以后的事。本书第一章从化学教育发展的角度曾对此有所涉及。随着近代化学和近代教育的形成、发展，化学课程或蕴含于自然科学或以学科独立设置的形式，进入学校教育系统之中。17~18世纪，随着自然科学的发展及其在社会生产和生活中的应用，学校开始增设了化学、物理学等科学课程。

我国学校教育中化学课程的设置晚于西欧各国。在我国，19世纪60年代初期开办的京师同文馆（1862年）、上海广东方言馆（1863年）和广东方言馆（1864年）等，除讲授西语外，也陆续添设了科学课程（包括化学课程），但依正规的学校教育而论，只是化学教育萌芽的表现。

1874年，徐寿（1818—1884）与英国人傅兰雅（John Fryer, 1839—1928）共同创办了我国第一所专门进行科技教育的新书院——格致学院，制定了《格致书院会讲西学章程》、《格致书院西学课程目录》和《格致书院西学课程序》，详细阐明了实施科技教育（包括化学教育）的一套新的教育制度、教学方法和授课方式、考试制度等，开创了在我国进行科技教育、设置科学课程（包括化学课程）的先河。格致书院成为我国传播科学知识、实施科学教育和化学教育的最早基地。

1896年，清朝政府下令全国设立学校，1902年颁布各级《学堂章程》，1905年废科举。1911年以后，民国初期陆续颁布了《学校令》、《学校实施规程》、《课程标准》等。学校教育有了系统的制度和章程，学校和学生迅速增加，各科科目已分班教授。只是由于化学课程因受师资条件和仪器设备的限制，各级学校仍多为讲演法授课，于讲演时提问题让学生思考回答者很少，做实验以帮助学生了解者更难一见。

1922年公布实行“新学制”及随后进行的课程的改革运动，在我国现代教育史上是深有影响的。中小学从七四制改为六三三制；高等师范学校（本科三年，预科一年）改为师范大学校（四年，招收高级中学毕业生）等，为我国现代学制的雏型。

[美]蔡斯著，李一平、陆忻译，课程的概念与课程领域，教育论文集·课程与教材（上册），北京：人民教育出版社，1988年版，第254页。

郭保章、梁英豪、徐振亚著，中国化学教育史话，南昌：江西教育出版社，1993年版，第16页。

戴安邦，近代中国化学教育之进展，化学，1945，9卷下册：3。

应当指出，化学课程的设置是随着学制而变动的。从 20 世纪 30 年代到 40 年代，乃至新中国成立以后，从 50 年代至今，我国中学阶段的化学课程设置，尽管在年级设课和课时多少上有过一些变更，但一直保留着这样几个特点：（1）从初级中学起单独开设化学课；（2）从初中三年级（或初中二年级）到高级中学的三个年级设置化学课程，年限较长；（3）至 1990 年前，一直规定化学课程为学生的必修课，从 1990 年开始方规定，除必修课外，加设选修类化学课。

二、化学课程的类型

化学课程与其它学科课程一样，在任何时代、任何国家里总是在不断发展和变革的。影响课程发展和变革的因素中，社会结构、科学知识结构和受教育者的个性结构是几个主要因素。这些因素始终是在各种教育观，具体讲是受各种理论和见解支配的。

国外的课程理论专家指出：至少有三种课程理论受到教师支持。这三种理论是（1）儿童中心论观点（按儿童的需要和兴趣来设计课程）。（2）学科知识中心论观点（强调通过掌握科学的基本结构研究方法，发展学生的应用能力）。（3）社会中心论观点（教育要按照所假想的各种社会需要做出判断，即重视人在社会和自然界中的地位与作用）。可以说，这三种理论，不管哪一种都不能单独成为完全正确的课程理论。这是因为，社会是其各种成员的集合体，从学校教育适应社会发展需要来看，受教育的学生群体也是一种“复杂”的集合体。仅从化学教育来考察，学生群体至少可以区分为这样 5 组 即未来的化学家、有志于以科学为基础的其他职业（如生物学家和地学家、工程师、物理学家、营养学家）、技术人员（如工业、保健科学或农业技术人员）、潜在的各级管理人员及普通公民。由此可见，一种全面的课程理论在进行“课程设计”并付诸实践形成课程时，就应当既承认学生的个性发展（个性结构的不同特征），同时又要承认教育本身应有的价值（保证人类延续、促进人类发展，促进社会发展及人才培育选拔等功能，表现为社会结构特征，即经济、政治、文化结构等），基于此，科学知识结构的建构所形成的化学课程，决不可采用非此即彼的“排除法”来简单分类。故而，近年来，我国化学教育界主张的“两大课程观”（学科中心论与经验中心论）“融合”及教材改革的初步成果，是符合课程自身的运行的规律性的。

刘知新，中学化学教材教法，北京：北京师范大学出版社，1983 年版，第 16~18 页。

吴也显主编，教学论新编，北京：教育科学出版社，1991 年版，第 271~275 页。

[英]丹尼斯·劳顿等著，张渭城、环惜吾、黄明皖等译，课程研究的理论与实践，北京：人民教育出版社，1985 年版，第 2~3 页。

M.H.Gardner, The Future, Teaching School Chemistry, The Unesco Press, 1984, P.347.

胡学增，论两大课程观的融合及其对化学教育的影响，化学教育，1992，1：7~11；程名荣，中学化学课程改革中的几个问题，化学教育，1992，2：7~9；杨德壬，探索一种化学课程新的结构体系——适用

于高中一二年级，化学教育，1992，2，9~11；刘正贤，新编中学化学教材简介，化学教育，1992，2：12~13.

第二节 化学课程的结构模式

一、化学课程编制的原则

化学课程的编制不仅要处理好学科内容，还要融合学生生活和道德品质方面的教育内容。也就是说，化学课程编制（或设计）要从实质性结构和方法论结构两个维度来入手。

所谓“实质性结构”，即化学课题内容及其所涉及的范围。这些内容在《化学课程标准》中均有明确规定。所谓“方法论结构”，即化学课程设计所遵循的研究与实践的程序。简要言之，化学课程编制要实行“调查研究——制订方案——编制课程和教材——进行教学试验——培训教师——评价试验结果——修订推广”等研究开发之路。

具体到选择化学课程内容或教材内容，美国学者塔巴（H. Taba）从学校在社会中的功能、社会的需求、学习者的需要和学习过程、及知识和学科的性质等方面提出的选择教学内容的标准，可供我们借鉴。这些标准是：

（1）内容的有效性和重要性，即所选择的内容应该是先进的科学知识，并能反映这门学科的基本结构（基本概念、基本原理和方法）；

（2）与社会现实的一致性，即所选择的内容应该不脱离社会实际，适应社会生产和生活的需要；

（3）广度与深度的平衡，即所选择的知识在范围和深度上要配置合理，使能达精选内容、减轻学生负担、有利于学生学习的目的；

（4）适用于广泛的学习目标，即选择教学内容要强调多种目标和提供多种学习机会，既要有知识和技能，又要有关于科学态度、兴趣和思想品德培养的内容；

（5）考虑学习的可能性和适应性，即所选择的教学内容要适合学生的学习能力，要以学生现有的经验为起点，以他们的生活经验为桥梁，循序渐进地引导学生进入新的学习情境；

（6）适应儿童的需要和兴趣。

我国国家教委《中小学教材审定标准》，对教材内容做出的规定，为我们审视化学课程内容提供了依据。这些规定是：

（1）体现基础教育的性质、任务和学科的教学目标；

（2）符合教学计划、教学大纲所规定的各项要求。在达到教学大纲基本要求的前提下，可以编写不同风格、不同程度的教材，以适应不同地区、不同学校的需要；

（3）具有思想性。结合教材内容对学生进行辩证唯物主义和历史唯物

欧用生，课程发展的基本原理，台湾高雄复文图书出版社，第170~172页。

国家教委中小学教材审定委员会办公室编，中小学课程教材建设资料汇编，北京：人民教育出版社，1990年版，第106页。

主义教育、爱国主义和国际主义教育、共产主义理想的启蒙教育和良好的道德、品格、意志教育；

(4) 具有科学性。观点要正确，材料、数据要符合事实；

(5) 符合我国国情，体现时代精神。根据学生所能接受的程度，适当反映现代科学技术的新发展；

(6) 要从学生所熟悉的环境和事物出发，做到理论与实际相联系。并注意结合基础知识、基本训练以及实验等实践活动培养学生分析和解决实际问题的能力。

二、化学课程的结构模式

在明确了化学课程编制的指导思想之后，就要设计将教育思想体系转化为具体的课程应通过怎样的结构。这就是选择课程的结构模式问题。

至今，课程理论和结构模式精彩纷呈，上面讨论过的课程类型仅为选取的代表。为了从课程的结构层次来考察，英国学者埃劳特 (M.Eraut) 给出的课程决策关系图，作为一种课程理论模型，对于探讨课程的结构及其层次，具有简明直观的优点。该课程决策关系如图 2—1：

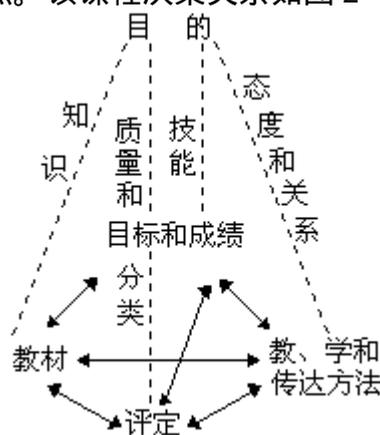


图 2-1

图中的“教材”是指结构化的、从内容和形式两方面组织起来的学科内容，“目的”对其他四个方面的变量起导向作用；其余各项是教学系统本身的基本构成要素，它们之间为相互作用的关系。

在国内外，影响广泛的课程编制模式，主要是目标模式与过程模式。

目标模式 (objectivemodel) 的典型代表是泰勒 (Ralph W.Tyler) 倡导的课程与教学的基本原理。美国著名教育学家泰勒于 1949 年在《课程与教学的基本原理》一书中提出的课程编制的原理，成为现代课程研究的范

式，并使他被誉为现代课程理论之父。

泰勒的课程与教学的基本原理是围绕着四个中心问题运转的。这四个问题是：

- (1) 学校应该达到哪些教育目标？
- (2) 提供哪些教育经验才能实现这些目标？
- (3) 怎样才能有效地组织这些教育经验？
- (4) 我们怎样才能确定这些目标正在得到实现？

根据泰勒提出的课程编制的四个环节，可以用一种简化方式来表示目标模式如图 2—2：



图 2-2

这种模式的特点是，先确定教育目的和目标，并以精确表述的目标为依据来进行评价。

过程模式 (process model) 是由英国教育学家斯坦豪斯 (D. Steinhous) 首先提出的。这种模式主张：在设计课程时，应从那些具有价值的知识中挑选出能够体现这些知识的内容，而这些内容能够代表这种知识当中最重要的过程、最关键的概念和该知识中固有的那些标准。即不预先指定目标，而是详细说明内容和过程中的各种原理。在 20 世纪 60 年代，美国科学发展协会 (AAAS) 开发设计的《科学——一种研讨过程》，从过程与内容统整，更侧重科学过程方面给出一个课程范例。该课程将科学过程细分为 13 步：(1) 观察，(2) 分类，(3) 数值关系，(4) 测量，(5) 空间时间关系，(6) 传达，(7) 预见，(8) 推论，(9) 获得操作型定义，(10) 形成假说，(11) 解释数据，(12) 识别和控制变因，(13) 实验。

主张实施过程模式的外国学者，为了强调，甚至提出“过程比内容更重

黄炳煌，课程理论之基础，台湾文景出版社，1985 年版，第 2 页。

[美] 拉尔夫·泰勒著，施良方译，课程与教学的基本原理，北京：人民教育出版社，1994 年版，第 2 页。

王伟廉编著，课程研究领域的探索，成都：四川教育出版社，1988 年版，第 79 页、第 86 页。

王伟廉编著，课程研究领域的探索，成都：四川教育出版社，1988 年版，第 79 页，第 86 页。

John C. Whitmer, Elementary School Science: Directions and Opportunities, J.Chem.Educ., Vol.51, 3, 169.

要”。客观地讲，还是坚持内容与过程的辩证统一，针对过份看重内容、忽略过程的偏向，将“从过程出发，先定过程再选内容”作为完善课程内容设计的一种方法论原则，以切实保证内容与过程的统一设计是可取的。这种模式对于低年级的课程编制具有更为突出的吸引力。

此外，环境模式（situational model），既包含有目标模式的特点，又包含有过程模式的特点，可以认为，这种模式是目标模式与过程模式的一种合理组合。这种模式的提倡者是英国学者斯基尔贝克（M.Skilbeck）。其基本点在于为单个的学校及该校的教师编制课程。这种模式有5个主要组成部分：（1）分析环境，（2）确立和表述目标，（3）制订方案，（4）阐明和实验，（5）检查、评价、反馈和改进。

广东省教育厅教研室，英国中学理科教育新方法，化学教育，1986，3：54～55。

王伟廉编著，课程研究领域的探索，成都：四川教育出版社，1988年版，第88页。

王伟廉编著，课程研究领域的探索，成都：四川教育出版社，1988年版，第79页，86页。

第三节 现代化学课程改革特征

一、当代化学课程面临的挑战

当代化学课程面对科学技术迅猛发展和科技研究成果转化为生产力的过程大为缩短，以及“公民问题”纷纷呈现的现实，应当如何改革？换句话说，化学课程如何改革方能适应培养公民既能通晓科学技术，又要具有人文价值的素养？

近十多年来，许多国家都对课程标准（教学大纲）的更新及现代化极为关注，中学化学课程在注重基础性的同时，更侧重于综合性和学科间性，以适应受教育者群体发展个人天资与才能和促进个人实现其理想，立足于现代科技社会、信息社会的需要。

讨论化学课程改革，要把握一个准则：初中和高中的教育任务不同，不能一概而论；高中三个年级开设的课程也要加以区分，要逐步多样化，以适应学生学业与职业专门化发展的需要。

随着科学技术在日常生活中的逐步普及，每个国家的公民都会遇到诸多与健康、粮食、营养、能源、资源及环境等有关的问题（“公民问题”），使所有青少年对科学、技术均应至少具有一种基本的知识和了解，已成为社会普遍关注的大事。这就是对公民普遍实施科学素养（或称科学素质）教育的根据。

我国初级中学实行化学分科教学（仅在浙江省全省和上海市少数试验校实行理科合科教学）与国外盛行的合科教学，在化学或理科课程设置目的上，均应将提高学生的科技素养列在重要位置，也可以说是列为核心地位。

高中阶段，国内外学制与课程设置差别较大。我国高中一二年级开设的化学课为必修，其任务为实施高一个层次的素养教育，高中三年级设化学限定选修课，为专业定向预备教育。

二、现代化学课程改革的特征

现代化学课程改革是将教育目的（目标）与学科内容、社会和学生实际贯通一起进行整体研究的过程。其显著特征是，在变革学术性课程的同时，更强调化学与社会的联系，重视化学、技术与社会的相互作用，强调课程内容应包括让学生认识社会问题和解决社会问题。这是为学生普遍学习（必修）课程改革的趋向。

国际纯粹化学与应用化学联合会（IUPAC）与联合国教科文组织（UNESCO）出版的《学校化学教学》一书载文指出：“课程改革不仅要从新内容、新实验和新方法进课堂做起，而且要从培训教师、改善仪器、教具和测验，以及发展教育领导人的经验方面实施。”“当前，在理科主要是强

R.B.Ingle and A.M.Ranaweeea, Curriculum innovation in school chemistry, teaching school chemistry, The Unesco Prese, 1984, P.45 ~ 46.

调它的实践定向性。这已导致理科教育的新目标，即更强调科学是一种过程。而今日理科课程不仅仅是扩展智能的手段，而且是激励青少年相互和谐地协同工作的手段。”可以说，理科课程及教学应当更着重于处理问题的过程；应把重点放在着重于处理问题的方法方面，如观察、分类、提出假说和提出结论；还应将重点放在着重于探究的实验室和实地工作上。

结合当地需要和资源、环境等开发化学课程，并使用当地材料来实施理科课程也是一种趋向。

在实施程序方面，“课程设计循环”是设计和革新课程的必由之路。即实行以下方略：

- | | |
|----------------|---------------------------|
| 1. 确定课程的目的 | 让学生学什么？ |
| 2. 详细列出课程目标 | |
| 3. 选择课程内容 | |
| 4. 确定采用的教与学的方法 | 怎样使学习完成得最好？ |
| 5. 详细列出评定的方法 | 怎样测量学生学习的程度？ |
| 6. 对 1~5 项的再评价 | 学生学得如何？1~5 项
需要变动或改进吗？ |

显然，上述实施方略从形式看，是与“目标模式”的课程结构设计十分吻合的；若将其中的“确定课程的目的”项，向侧重过程目的倾斜，并采取先定过程后定内容的步法，实行上述课程设计循环将不会遇到观念不一致的困难。

R.B.Ingle and A.M.Ranaweeea, Curriculum innovation in schoolchemistry, teaching school chemistry, The Unesco Prese, 1984, P.45 ~ 46.

M.J.Frazer, Uptodate and precise l earnign objectives in chemistry, NewTrends in Chemistry Teaching, Vol. , The Unesco Press, Paris, 1975, P.43.

第四节 化学教材编制评析

一、化学教材评析的准则

在上面讨论的“化学课程编制的原则”已为评析教材确立了标尺。因为教材是按照课程的标准、范围，经过精选后编排而成的教学媒体。教材既包含了这门课程的基本知识结构和严谨的编排思路、典型实例的分析和推理，又包含着指导学生思路和学习方法，及渗透思想品德和科学态度养成教育的因素。可以说，教材一经编写完成，就具备了多方面的教育教学功能：

- (1) 促进学生发展成长的功能；
- (2) 传递文化遗产或学术研究成果的功能；
- (3) 促进学习的功能；
- (4) 实现多种学习方式的功能。

与此相应，优秀教材应具备以下四个条件：

(1) 教材必须是基础性的。即教材反映了初步的基本概念和法则，它必须是开发学生智力的基础，必须是学科的基础。

(2) 教材必须具有系统性。即教材必须遵循学科及各部分教材内容本身的系统性，以利学生发展与深化思维和提高认识。

(3) 教材必须与学生的发展合拍。即教材的内容要与学生的认识相对应，要使学生理解学习过程，掌握相应的策略、方法和手段。

(4) 教材必须与社会实际相结合。即教材要有利于学生接触社会现实，从具体的实际问题中体现普遍性的问题及其解决途径。

具体评析教材的优劣，可以从以下几个方面进行分析：

(1) 教材内容的选材

选材是否体现了学校的培养目标和学科的教学目的？是否符合化学课程标准（教学大纲）的各项要求？思想性、科学性、启发性如何？是否符合学生的水平？能否从学生熟悉的环境和事物出发，做到理论联系实际？

(2) 教材编排的体系

教材体系能否做到知识的逻辑顺序与学生的认识顺序和心理发展顺序的合理结合？是否有利于学生掌握知识和技能、发展智力、掌握方法和养成科学态度与良好的思想品德？是否注意本学科各部分内容之间的相互衔接？是否注意本学科与相应学科知识之间的联系？

(3) 教材的文图表达和装帧

教材的文字是否规范、简明、生动，富有启发性和趣味性？照片、图表

钟启泉编译，现代学科教育学论析，西安：陕西人民教育出版社，1993年版，第323页、第211页。

钟启泉编译，现代学科教育学论析，西安：陕西人民教育出版社，1993年版，第323页、第211页。

刘知新主编，化学教学论，北京：高等教育出版社，1990年版，第30~31页。

是否丰富、美观，并与课文内容紧密配合？印刷装帧是否精美，能否引起学生阅读的兴趣？

(4) 教材的习题作业和实验

习题作业和实验内容是否体现化学教学的目的要求，并与课文内容紧密配合？习题作业的分量是否适当？习题作业和实验的内容是否丰富多样、生动有趣？

二、中学化学教材例析

从 1995 年秋季我国内地各省、市、自治区开始采用新编初中化学（九年义务教育初中化学）教材。至 1996 年底，经国家教委中小学教材审定委员会审查通过的初中化学教材已有 8 种，其中以人民教育出版社化学室编写的《九年义务教育三年制初级中学教科书化学（全一册）》（1995 年第 2 版）的使用面最为广泛。现以该教材为例作些分析。

1. 教材的编辑思想

努力贯彻教学大纲的精神，面向全国大多数地区、大多数学校，全面落实教学大纲中规定的各项教学目的、内容和要求，使学生课业负担合理。

转变思想、更新观念，努力建构必学内容与选学内容相结合，以课堂教学为主，与阅读、家庭小实验等课外活动相结合，学校教育与参观、考察等社会实践相结合的学科教学格局，并注意反映化学科学的发展方向及新的科技成果。

注意学科知识的逻辑顺序与学生的生理、心理发展顺序和认知规律以及社会需求的密切结合，使教材难易适度，易教易学，有利于教学方法的改革。按照启发性要求，重视加强教材中图画、比喻、想象、设疑、分析对比和思考讨论等内容的编写，重视从事实和实验引入，并力求语言生动活泼、可读性强。

2. 教材的特点

重视全面提高学生的素质，在重视“双基”的同时，注意启迪学生思维、培养能力、养成科学态度和科学方法，渗透思想政治教育。

重视学科知识结构体系，将理论与元素化合物知识穿插编排，既可体现知识的系统性，又利于分散难点，利于激发和保持学生学习的积极性。

重视实验教学。共编入了 84 个演示实验、10 个学生实验，还有选做实验（9 个）和家庭小实验（12 个），利于提高学生的主动性和实验能力。

力求密切联系日常生活、生产、科学技术和社会等实际，注意介绍化学在实际中的应用，培养学生关心自然、关心社会的情感，有利于学以致用。

力求教材具有一定的灵活性，有利于因材施教。

力求编辑设计新颖、图文并茂。

3. 教材内容分析

教材内容可以按知识分类组成（或称之为知识构成）、知识重点和难点分布，或知识体系和编排体例等角度进行分析。

(1) 知识体系和编排体例分析

这本教材基本上是宏观体系和微观体系两条线，并实行从宏观到微观，再从微观到新的宏观来编排。宏观物质及有关概念一条线为空气、氧气、水、氢气、碳、碳的化合物、铁、铝、铜等及元素、单质、化合物、电解质等；微观粒子及有关概念一条线为分子、原子、原子的构成、原子核外电子排布、离子等。

从学生熟悉或在小学自然课里学习过的“空气”、“氧气”（第一章）引入对物质的性质、制法和用途的系统学习，在学生具备了必要的感性认识的基础上，及时穿插讲授物质结构的初步知识——分子、原子（第二章），随后从原子引出元素的概念，并介绍元素符号、化学式等。在第三章又一次藉助“水”这一为学生所熟知的物质，运用微观粒子和元素等概念（第二次穿插编排）认识氢气的制法、性质和用途，并穿插编排了“核外电子排布的初步知识”，以加深对“原子的构成”、“元素”、“单质”、“金属”、“非金属”等概念的了解。第四章为“化学方程式”，为了使从宏观和微观两个侧面理解质量守恒定律，能正确书写表征化学反应的重要的化学用语——化学方程式，并从“量”的方面，通过计算掌握反应物与生成物之间的质量关系。可以说，第四章是对前三章从反应基本定律方面进行的总括；也是为其后各章从化学用语和基本定律方面，及物质结构初步知识的应用创造了条件。

第五章碳和碳的化合物，第六章铁，是新的宏观知识，但已有条件在运用微观粒子及已讲授过的诸多理性认识来具体揭示碳的单质、碳的化学性质、二氧化碳、一氧化碳及铁的性质等。

第七章溶液，第八章酸碱盐是两章理论知识比较集中的内容，一方面在前六章的知识基础上，扩展介绍有关溶液、酸碱盐等初步知识；一方面适当归纳概括，将溶液理论及无机物分类和化学反应的基本规律进行条理化，以利于学生从理性认识上得到提高。不妨说，这样编排在学科知识的逻辑顺序与学生的认识顺序和心理发展顺序的结合（“三序”结合）上，也是一种探索。

从广泛联系实际（日常生活、生产和社会实际）这一侧面来分析，这本教材采取分散和适当集中编排的办法。大气的污染与保护、水和人类的关系、水资源的保护、常见易燃物和易爆物的安全知识、硬水、溶岩的形成、常见的化学肥料等知识，分散编入第一、二、八章里；酒精、醋酸、糖、脂肪、蛋白质、煤和石油、塑料、合成纤维、合成橡胶等，集中编入“碳和碳的化合物”章内；铝、铜、锌、钛及金属元素与人体健康的关系则列入“铁”章内。这些实用性知识，为培养学生懂得“用化学”，加深对化学基础知识的认识，特别是为学生创设生动直观、引人入胜的学习情境，培养学生关心自然、关心社会的情感，创造了扎实的基础。

(2) 章目内容组成分析

根据《九年义务教育全日制初级中学化学教学大纲（试用）》（1992）对知识构成的划分（化学基本概念和原理、元素化合物知识、化学基本计算）进行人民教育出版社化学室编著的《化学》（全一册）教材“章目内容组成分析”，见下表：

章次	绪言	一	二	三	四	五	六	七	八
化学基本概念和原理	5	10	13	8	2			14	14
元素化合物知识		10		13		30	11		10
化学基本计算			3		2			2	

表中的“知识点”包括不同教学要求（常识性介绍、了解、理解、掌握及选学）的内容，若依“教学要求”的层次进行统计分析，则可得到不同坡度的曲线，见图2—3和图2—4

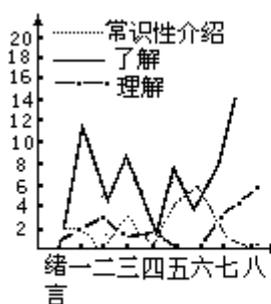


图2-3

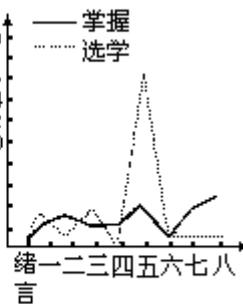


图2-4

由图可见，常识性介绍、了解和选学的知识点分布（在各章）并不平均，有较大的涨落；理解和掌握层次的知识点分布较为平均，据此，以相对控制各章的难度，便于学生接受。

第三章 化学教学原则

化学教学原则是化学教学实践中必须遵循的基本要求和指导性准则，是化学教学论中最基本、最重要的组成部分，是我们处理化学教学中各种矛盾关系的依据，因而科学地确立化学教学原则是化学教育学研究的重要课题。

第一节 化学教学原则的发展概述

化学教学原则是在理论与实践的结合上逐步提炼而成的，并经实践的不断检验得以修正和完善。中国的化学教育是随着 19 世纪近代科学从西方的引入而兴起的，但古今中外的教育家为探索一般形式的教学现象，已经历了漫长的努力，积累了丰富的教学经验，几经雕凿，构成了教学原则的早期形态，如“教学相长”、“因材施教”、“循序渐进”、“触类旁通”等提法至今广为流传，成为教学原则的精华。

在教学原则系统化、科学化的进程中，值得一提的是 17 世纪的捷克教育家夸美纽斯，他正式提出“教学原则”一词，在其名著《大教学论》中建立了完整的教学原则体系。此后，经过 19 世纪德国教育家第斯多惠（F.A.W.Diesterweg）、20 世纪中期苏联教育家凯洛夫（.A.Ka po）和赞可夫（.B. a）等人的发展，教学原则基本确立。曾在我国产生过积极影响的凯洛夫教学原则是：

- （1）在掌握知识过程中学生的自觉性和积极性原则；
- （2）教学的直观性原则；
- （3）教学上的理论与实际结合原则；
- （4）教学的系统性和连贯性原则；
- （5）掌握知识的巩固性原则；
- （6）教学的可接受性原则；
- （7）班级教学中对学生进行个别指导原则。

凯洛夫的上述原则侧重从学生掌握知识的角度去阐述，而赞可夫则从促进学生一般发展的角度概括出如下五条教学原则：

- （1）以高难度进行教学的原则；
- （2）以高速度学习教材的原则；
- （3）理论知识起主导作用的原则；
- （4）使学生理解学习过程的原则；
- （5）使全班学生包括“差生”都得到发展的原则。

美国心理学家布鲁纳（J.S.Bruner）从认知心理学观点出发，提出了著名的四条教学原则，即动机原则、结构原则、序列原则、强化原则等。

我国学者在吸取国外研究成果的同时，努力探索具有中国特色的教学原则体系。车文博教授在《教学原则概论》一书中提出了九项原则：（1）科学性和思想性统一原则；（2）理论联系实际原则；（3）传授知识与发展能力相统一原则；（4）教师主导作用和学生自觉性积极性相结合原则；（5）直观性和抽象性相统一原则；（6）系统性和循序渐进性相结合原则；（7）

刘知新、王祖浩著，化学教学系统论，南宁：广西教育出版社，1996 年版，第 52～54 页。

车文博著，教学原则概论，武汉：湖北人民出版社，1982 年版，第 45 页。

理解性和巩固性相结合原则；(8)量力性和尽力性相结合原则；(9)统一要求和因材施教相结合原则。

王策三教授在《教学论稿》一书中总结性地提出基本公认的八条原则：

(1)思想性和科学性统一原则；(2)理论联系实际原则；(3)教师主导作用和学生主动性统一原则；(4)系统性原则；(5)直观性原则；(6)巩固性原则；(7)量力性原则；(8)因材施教原则。

张楚廷教授在《教学原则今论》一书中提出了颇有特色的六条原则：

(1)智力培养与心力发展相结合原则；(2)知识传授与能力培养相结合原则；(3)思维训练与操作训练相结合原则；(4)收敛思维训练与发散思维训练相结合原则；(5)深入与浅出相结合原则；(6)教师主导作用与学生主体作用相结合原则。

化学教学原则的发展很大程度上受一般教学原则的影响，我国学者在努力突出学科特征方面作了一系列的尝试，逐步形成了若干有代表性的化学教学原则体系。80年代初，刘知新教授提出五条原则：(1)明确教学的目的性和方向性原则；(2)从实际出发，坚持理论联系实际原则；(3)循序渐进，有计划地系统地培养学生各种能力原则；(4)加强实践活动，使学生牢固掌握双基和发展智力原则；(5)启发学生自觉与发挥教师主导作用。80年代中期，陈耀亭教授等提出六条原则：(1)目的性和方向性原则；(2)传授知识与发展智能相结合原则；(3)理论联系实际原则；(4)直观性原则；(5)循序渐进原则；(6)教师的主导作用与学生的自觉性积极性相结合原则。80年代末，武永兴、刘知新、梁英豪先生主编的《中学化学教学指导书》中根据初、高中阶段的化学教学特点，分别制定了两套原则。初中阶段的教学原则是：(1)兴趣原则；(2)直观原则；(3)主动性原则；(4)循序渐进原则；(5)练习原则。高中阶段的教学原则是：(1)方向性原则，(2)理论联系实际原则；(3)积极主动性原则；(4)因材施教原则。

90年代初，刘知新教授主编的《化学教学论》一书中列出四条教学原则：

(1)“教为主导”和“学为主体”统一原则；(2)实验引导和启迪思维统一原则；(3)知识结构和认知结构统一原则；(4)掌握双基和发展智能统一原则。

王策三著，教学论稿，北京：人民教育出版社，1985年版，第160~162页。

张楚廷著，教学原则今论，长沙：湖南师范大学出版社，1993年版，第1~22页。

刘知新著，中学化学教材教法，北京：北京师范大学出版社，1983年版，第32~34页。

陈耀亭等编，中学化学教材教法，北京，北京师范大学出版社，1987年版，第60~69页。

武永兴、刘知新、梁英豪主编，中学化学教学指导书，北京：人民教育出版社，1988年版，第16~18页，170~171页。

刘知新主编，化学教学论，北京：高等教育出版社，1990年版，第47~53页。

综上所述，化学教学原则主要是对一般教学原则的继承和借鉴，兼容归并，各有侧重，但集中体现了化学教学中教为主导、理论联系实际、强化直观性等内容，因而对化学教学过程有较普遍的指导意义。然而，从化学学科和化学教学实践以及学生认知结构的特征考察，现有原则大多属“理论思维”的产物，实验成分及教改基础较为薄弱，学科特点尚未充分揭示，各原则的条文之间也缺乏内在的联系，因此有必要对化学教学原则进行分析、提炼和修订。

第二节 化学教学原则的多层次体系

化学教学原则体系的构建，基于如下依据：

第一，受教学目标的制约。不同的历史时期，教育的性质和特点不同，教学目标必然伴随发生相应的改变。面向 21 世纪的社会主义学校的化学教学原则，必须反映出新时期教育教学和科技发展的特点，体现教学的思想性、方向性、创新意识和全方位培养人才素质的目标。

第二，受教学思想的影响。教学思想、教学观念直接影响教学行为。现代化学教育有别于传统教育的重要特征是：突出学生的学习过程，强化学习方法指导，培养自学能力和思维品质，重视发挥学生的非智力因素。这些观念必须融入化学教学原则之中。

第三，受教学实践的检验。教学原则在某种程度上是对教学经验的概括和总结，它必须为教师的教学行为提供正确的理论依据，因而教学原则的充实和发展离不开对当今各国教学实践的反复检验和论证，去粗取精，形成符合当今教学实践的新的教学原则体系。由于化学教学实践中有待解决的课题纷纭复杂，内容和层次各不相同，这就要求在对原有的化学教学原则进行归类的基础上，提出新的教学原则，建立多层次的内容体系。

本书将化学教学原则分为三个层次：

化学教学原则体系：{
：一般层次的原则
：学科层次的原则
：实践层次的原则

一般层次的教学原则具有不同学科的普遍适用性，体现出一定的理论高度和抽象概括性，往往能决定教学的方向。这一层次的教学原则更多的是借鉴教学论的研究成果，比较成熟。以下给出一个实例予以说明：

- 1 目的性和方向性原则；
- 2 理论联系实际原则；
- 3 科学性和艺术性原则；
- 4 教为主导与学为主体统一原则；
- 5 传授知识与发展智能统一原则；
- 6 智力因素与非智力因素统一原则。

学科层次的教学原则力求反映化学学科的特征，揭示化学教学的若干规律，具有较强的操作性和实践指向性，又有一定的概括性，是目前化学教学原则研究的重点。本书作者提出五项原则：

- 1 实验引导与启迪思维相结合原则；
- 2 逐课强化与整体推进相结合原则；

- 3 归纳共性与分析特性相结合原则；
- 4 形式训练与情境思维相结合原则；
- 5 年龄特征与化学语言相适应原则；

实践层次的教学原则是为顺利完成化学教学过程中某些特殊场合（尤其是课堂教学）的具体任务而提出的一系列教学要求，它着力于解决化学教学实践中的众多矛盾，具有明显的实践指导价值。由于化学教学的实际矛盾难以全部包容，因而可将重点放在四个方面：一是教学过程中不可缺少的教学环节；二是化学教学论著作中较少讨论或原有结论已不适应当前教学实践的；三是与化学教学改革相适应的新的实践活动；四是化学知识教学的基本要求等等。以下列出几项原则，具体内容限于篇幅，不再展开。

- 1 化学课堂设疑教学原则；
- 2 化学诊断教学原则；
- 3 化学演示实验教学原则；
- 4 化学专题复习教学原则；
- 5 化学基本概念教学原则；
- 6 化学计算技能教学原则；

.....。

本节讨论的多层次化学教学原则体系是一种新的尝试，是在继承传统教学原则基础上的一种创新。它不仅表现在形式和表述上的变化。更重要的是试图影响多年来形成的以“移植”、“演绎”为手段的研究化学教学原则的“逻辑途径”，力求在理论与实践的结合点上进行探索，从宏观层次对教学原则的一般性议论转向在中观或微观层次上的深化和挖掘，从而使化学教学原则这一传统课题重现活力。

第三节 化学教学原则的内容例析

阐述化学教学原则的具体内容，主要把握两个方面：一是揭示原则的内涵，二是提出贯彻原则的要求。根据这一线索，本节重点分析、两个层次所包含的若干教学原则的内容，层次列出的单项原则不作专门论述。

一、一般层次的化学教学原则

1. 目的性和方向性原则

目的性和方向性原则，指的是在化学教学过程中师生必须明确每项教学活动中所要达到的教学目标及其对实现中学阶段化学教学总目的的贡献，一切围绕教学目标展开，使教学具有明确的方向性和计划性。

贯彻这一原则的要求是：

(1) 强化师生的目标意识。根据当今社会对人才素质的要求和化学学科的特点，将教学任务目标化，并使自己所教的每一节课都与教学目标和培养要求密切联系起来，不断地激励学生将教学目标内化为自己的努力方向，自觉地检查达成目标的优劣情况，据此及时调整教学方向，总结教学经验。

(2) 综合设计教学目标。学科教学中要求落实的目标往往是多方面的，既要根据大纲、教材、学生现有的知识水平和技能水平制定合适的认知目标和技能目标，建立知识点、技能点与学习水平之间的对应关系，又要考虑学生在思想品德、道德情操、情感态度、动机兴趣、意志个性、行为习惯、价值观念等方面获得良好发展的一系列标准，其中有的通过认知目标、技能目标的达成能被有效地强化，有的则需通过多方面的作用方可“潜移默化”。

(3) 检查和优化教学目标。教师在制定教学目标时首先必须明确：通过教学，学生在本单元、本课中必须达成什么目标？怎样去达成这些目标？如何去评价目标教学的效率？等等。在教学过程中切实制定与学生实际情况相适应的目标体系，力求使每一位学生在原有基础上都能有所提高和发展，在不增加学生负担的前提下根据学生达标的整体情况调整教学目标，从而使教学在现有条件下取得相对最优的效果。

2. 理论联系实际原则

理论联系实际原则，指的是教学的最终目的必须落实到解决实际问题中去，教师必须有意识地引导学生从理论与实践的结合上去理解和掌握知识，经常联系社会生活实际、生产劳动实际、科技发展实际和学生自身实际，培养分析问题和解决实际问题的能力。

贯彻这一原则的要求是：

(1) 处理好理论知识与实践知识的关系。既要重视基本概念、基本理论的教学，又要善于寻找这些知识的实践基础，如利用大量的事实性知识(物质的存在和通过化学实验所表现的物质的化学性质等)加深印象，使抽象的知识具体化，有助于学生形成科学概念，准确地运用知识解决实际问题。

(2) 处理好知识教学与技能训练的关系。化学是一门以实验为基础的

学科，操作技能是实验得以顺利进行的必需前提。知识教学与技能教学有较大的差别，前者强调系统性、逻辑性，而后者重视动作的协调性、准确性。在化学教学中两者不可偏废，既要注重分析、综合、概括、推理等理性思维活动，又要结合知识内容有目的地进行动作分解、示范模仿、熟练操作等一系列的技能训练。

(3) 处理好校内学习与校外实践的关系。校外实践指的是教学实习、参观访问和必要的生产劳动等环节。由于实践时数有限，又要避免流于形式，这就要求教师有计划地合理安排，尽可能启发学生在实践中寻找课题，运用校内所学的知识和掌握的技能去分析现象，解决问题，从中增长知识，丰富实践经验。

3. 科学性和艺术性原则

科学性和艺术性原则。指的是既要按照科学的逻辑体系组织教学，又要讲究教学的艺术，精心设计教学过程，积极探索教学规律。

贯彻这一原则的要求是：

(1) 深入钻研教材，理清化学知识体系的构成和内在联系，了解化学课程的现代基础，掌握化学科学研究的基本方法和发展趋向，科学地分析中学教材中有争议的内容，准确无误地将化学知识传授给学生。

(2) 挖掘教材的思想性，特别要结合化学学科特有的概念和原理对学生进行辩证唯物主义世界观和方法论的教育，结合现代化学的发展史向学生介绍科学家执著追求真理、在困难面前百折不挠的精神和爱祖国、爱人民的高尚情感，结合化学现象、化学实验、物质的微观结构和化学规律，培养学生的审美情趣，寓思想教育、艺术教育于科学教育之中。

(3) 研究学生的认识特点，处理好化学知识、结构的严谨性和教学过程的艺术性之间的关系。在不违背科学性的前提下，讲课力求深入浅出，通俗易懂，生动有趣，循序渐进。教师必须注重语言表达的启发性和感染力，激发学生高昂的求知欲和学习兴趣，强化学生对化学科学的领悟力和欣赏力，从而将教学的科学性与艺术性融为一体。

4. 教为主导与学为主体统一原则

教为主导与学为主体统一原则，指的是正确处理教师的主导作用与学生的积极性、主动性之间的关系，教师的教归根结底是为了学生的学，任何教的活动都要通过学生这一主体发生作用。

贯彻这一原则的要求是：

(1) 教师的主导作用重在体现于设计和引导教学过程。根据学生的心理特点、年龄特征和认知发展水平合理安排教学内容和教学程序，善于创设各种情境有指向地启发学生思考，不轻易给出问题的答案，而在关键处给学生以点拨，在困惑时予以提示。

(2) 将学习的主动权真正交给学生，必须有民主的教学气氛。对学生表现出来的学习热情、兴趣、好奇心等，教师应及时予以肯定、赞扬和鼓励，

使之维持下去形成学习动机。教师要做有心人，不断地了解学生的学习进展，指导学生养成良好的学习习惯和自我评价的能力。针对学习中存在的共性问题，教师应善于引导学生通过讨论、交流等形式，自行解决疑难。

(3) 发挥学生的主体作用，必须避免极端化，防止出现没有计划的自流状态。教师应帮助学生制定学习目标，组织学习过程，督促和检查学习效果。对学习能力强和较弱的“两极”学生，必须因材施教。着眼于教会每个学生“学会学习”的前提下，积极发展学生的个性，培养学生独立思考和勇于创新的精神。

5. 传授知识与发展智能统一原则

传授知识与发展智能统一原则，指的是针对传统教学中偏重知识传授、忽视智能发展的状况，正确处理两者的关系。在化学知识、技能学习的背景下形成和发展良好的智能，同时智能的发展又为获得新的、更广泛的知识技能创造条件。

贯彻这一原则的要求是：

(1) 智能的发展必须以知识为基础。化学学科包含着人类知识的长期积累和人类智慧的结晶，它蕴含着丰富的思想方法。一方面，教师应善于运用多种手段强化学生掌握知识，如通过生动而形象化的讲解使学生理解知识，利用实验、模型、图表等直观手段印证知识，抓住新旧知识之间的联系引出知识，实施讨论、练习、测验等方式巩固知识等。同时，随着科技迅猛发展和学科的不断分化，知识内容日益增多，难度和复杂性增大，教给学生研究问题的方法是获取知识的有效途径，也是学生在知识学习过程中智能逐步成熟的标志。

(2) 引导学生在运用知识的过程中发展智能。传授知识有助于发展学生的智能，但不能简单地认为知识的增加一定能有效地发展智能。将学生当作被动接受知识的机器，不顾学生的实际能力一味加重作业负担，往往会抑制学生的思维能力。因此，教师必须将传授知识的过程与运用知识密切地联系起来，不仅要给学生系统的、循序渐进的知识，而且要引导学生掌握学科的知识结构，设计探究性的学习情境，培养学生观察、分析、判断、推理的能力，在解决学科问题和实际问题的过程中促使学生的智能水平得以提高。

6. 智力因素与非智力因素统一原则

智力因素与非智力因素统一原则，指的是智力因素和非智力因素作为教学过程中学生心理活动的两个方面，应共同促进，协调发展。

贯彻这一原则的基本要求是：

(1) 认识智力因素和非智力因素的特点和活动规律。学生在教学中心理活动，首先是智力活动，主要承担对各种知识的加工和处理，具有操作性，因而容易被师生所重视；非智力因素不直接介入学习，但能以动机为核心，调节认知过程的正常进行，其作用是动力性和持久性的。前者表现出意识的产物，无论观察、想象、思维和记忆，都处在意识控制下，体现为意识

的努力；后者一般不以意识所控制，往往以潜意识的方式自然地表现出来。智力因素和非智力因素具有同时性，非智力因素在智力活动中得以表现，而智力因素有赖于非智力活动的推动与调节，在教学过程中两者缺一不可。

(2) 结合教学内容实施非智力因素的培养。非智力因素的培养不是空洞、随意的，而应借助智力活动这块“土壤”。具体而言，在制定教学目标时应考虑有助于非智力因素表现和发展的切实可行的措施。如借助化学实验新奇生动、变化莫测的优势，激发学生的学习动机和兴趣；通过设计疑难问题并引导学生予以解决，培养学生勤奋、踏实、自信、坚韧等品质；课堂练习从易到难逐步呈现，以循循善诱的方式使中下学生获得成功的情绪体验并受到表扬的机会，增强学生的学习自信心，形成良好的学习习惯。

(3) 针对学生的年龄和智力水平培养非智力因素。初中阶段的学生形象思维仍占重要地位，应以生动、具体、饶有趣味的方式，使他们滋长学习的乐趣和树立克服困难的信念；高中学生抽象思维逐渐发展，可更多地与思维品质、前途理想教育结合起来培养学生的非智力因素。对学习成绩较差的学生，要切实使他们认识到学习目的和责任心，通过多种途径激发学习兴趣，锻炼他们勤奋刻苦的精神，耐心辅导使他们逐步掌握科学的学习方法，从而将厌学转为乐学，使学习活动成为一种内在的、具有明确目标的意向活动；对智力水平较高的学生，要培养他们求实、创新的品质，促使他们在艰苦的学习环境中磨炼意志，提高耐挫折能力，发挥创造性思维，为未来探索化学世界的奥秘勇于献身。

二、学科层次的化学教学原则

1. 实验引导与启迪思维相结合原则

实验引导与启迪思维相结合原则，指的是教师必须组织和运用好各种化学实验，充分发挥实验在培养学生思维能力过程中的独特作用。

这里讲的“实验引导”，指的是在学生做实验、观察演示实验和投影实验、观看实验挂图和听教师讲述实验史料的过程中，为学生提供具体可信的事实，活跃学生的思维。“启迪思维”往往与“实验引导”同步进行，教师必须及时提醒学生重点观察什么，怎样观察等，从而将学生的注意力引向深入。同时，抓住实验中出现的典型现象适时穿插一些启发性的问题，促使学生积极思维。例如，“当沿烧杯壁倾倒二氧化碳时，为什么烧杯内的阶梯形白铁皮支架上的蜡烛自下而上熄灭？”（启迪学生想到二氧化碳既不能燃烧、也不助燃的性质和密度比空气大的事实）、“当少量金属钠投入盛有水的烧杯中，钠为什么不下沉，反而浮在水面上激烈反应并熔成小球？”（启迪学生联系钠的物理性质推断化学反应）、“硝酸铅固体加热分解得到的混合气体中氧气仅占20%，但为何带火星的木条伸入试管内即可复燃？”（启迪学生想到另一种气体二氧化氮也能使木条复燃）。总之，引导学生从观察

物质的性质和变化的宏观现象入手进行科学思维，有助于掌握物质的本质属性和变化规律。

2. 逐课强化与整体推进相结合原则

逐课强化与整体推进相结合原则，指的是教师应在着力于提高每课时教学效益的基础上，达到整体优化教学质量的目的。

我们所定义的“逐课强化”，要求教师灵活运用各种方法，准确把握好每课时知识、技能的形成和落实，延伸和拓展，及时的结构化；思想、方法的提炼和渗透；分解难点和疑点以“各个击破”等等。实践表明，这种“涓涓滴水”最终汇成的力量不可低估，它着力于提高平时教学的质量，改变高考复习“重心”在高三传统教法，学生学得轻松，运用自如，整体水平高。逐课强化不拘程式，许多优秀教师提供的经验和思路值得借鉴。例如，合理设计教学节奏，逐步加快学生复述问题和思考问题的速度，增大信息容量，提高质疑和触疑的水平；精心设计化学计算，将相对集中的内容改为逐课落实，力求分散难点，在定性为主的元素化合物知识教学中随堂渗透计算，以计算带知识，以知识促技能；对新课知识作适度的引伸和拓展，在学生可接受的前提下注重知识的及时迁移和定向迁移；在新课教学中不断揭示化学思维的具体要素和化学学科的基本思想，使之成为学生解决复杂化学问题的指导性策略。

3. 归纳共性上分析特性相结合原则

归纳共性与分析特性相结合原则，指的是教师既要运用归纳的方法，研究不同物质之间共性的化学规律，又要不断揭示物质的特性，寻求反例的知识，从而使学生掌握系统、完备的化学科学体系。

在化学教学中，归纳是“串联”事实性知识的非常有效的策略：抓住几个具有相似结构特征的物质，逐一分析它们的性质，从中找出这类物质的共性。如从盐酸、硫酸两种酸的性质入手获得酸的通性，从乙醛的组成和特性反应中概括出醛类有机物的通式、通性、命名和同分异构现象。通过研究典型，归纳共性，使得无数复杂、离散的化学知识变得简单、有序。但是，隐藏在共性背后的特性既是教学的难点，也是学生常见的学习障碍，因而不可等闲视之。如学习硫酸性质除掌握酸的通性外，必须研究浓硫酸的氧化性、脱水性和吸水性三大特性；卤素的一些通性不能兼顾氟，必须强调氟单质及化合物的特性；元素的氧化性一般随化合价的升高而增强，但氯的含氧酸的变化规律却反之。总之，在化学教学中处理好共性与特性的关系是至关重要的。

4. 形式训练与情境思维相结合原则

形式训练与情境思维相结合原则，指的是教师必须处理好重视运用解题模式与培养学生思维变通性的关系，既要通过一系列的形式化训练使学生形成扎实的解题基本功，又要学会根据不断变化的情境和信息灵活思维。

形式训练，离不开按“套路”讲例题的传统方式，在基础阶段尤其不可

缺少。例如化学计算种类繁多，但在初中时教给学生的“列已知、设未知、找关系、解方程”的基本格式有相当广泛的适用性，有助于强化解题的规范性和思维的有序性。又如，对一些复杂的化学问题，借助“差量法”、“守恒法”、“平均值法”等程式化的技巧予以简化，能提高解题的速度。但是，平时教学如一味追求“程序”或“技巧”，不免使学生的思维形成定势而“钝化”。“情境思维”是针对形式训练的不足而提出来的，所谓“情境”实质上是与问题“牵扯”在一起的种种背景信息。当问题情境涉及的知识或方法在中学化学教材中没有明确的“落点”时，有的甚至是最新的化学发现或实验现象的原始记载，隐含的化学规律往往需要学生通过“现场自学”的方式去提炼，学生将无法从平时的形式化训练所积累的经验中找到解题的“支撑点”。因此，要求教师创设灵活、开放的化学问题情境，促使学生学会情境思维，较少地依赖熟悉的解题模式而通过阅读、组合、类比、联想等方式加工信息，在解决问题的过程中最大限度地发挥学生的智能优势。

5. 年龄特征与化学语言相适应原则

年龄特征与化学语言相适应原则，指的是要求教师根据学生的年龄特点传授化学语言，使学生逐步学会运用化学语言描述化学现象，概括化学规律，体现化学思想。

化学语言通常包括符号语言和文字语言两种。前者又可分为实例符号（元素符号、化学式、反应式等）、状态符号（固、液、气三态等）、结构符号（结构式、构象式、空间构型等）、条件符号（加热、光照等）、效应符号（放热、沉淀生成符号等）；后者指各种化学物质、化学状态、化学反应、化学过程、化学操作、化学仪器等具体概念的名称、定义和原理的文字叙述。化学语言的形成，是化学有别于其它学科的又一特征，它既是交流化学信息的载体，又是化学教学内容的重要组成部分。因此，从简单到复杂、由表及里的方式逐步引入化学语言以适应学生的年龄特征和认知结构，是十分必要的。在初中阶段，多用生动、具体、浅显的自然语言和比喻、列举等通俗形式说明化学概念，帮助学生理解化学术语；先学会用文字表述化学反应，再逐渐过渡到符号组合。到高年级，化学概念、原理的叙述趋于简约、概括，教学的要求也随之提高，如用电子式表示化合物的形成过程，用离子方程式表示一类反应，用单线桥或双线桥法表示氧化还原反应中电子转移或电子得失的方向及数目，用电极反应表示电池和电解池的工作原理等等。总之，随着年龄的增长，采用简约的化学语言概括化学过程将逐步成为化学学习的重要技能。

第四章 化学教学方法

对教学方法的认识，人们习惯用“教学有法，但无定法”来概括。这既说明教学工作者在长期的教学实践中积累了丰富的经验，创造出了灵活多样的教学方法。同时也告诫广大的教师，要真正调动学生的学习积极性，发挥学生的学习潜力，形成独特的教学风格，必须学习有关教学方法的理论，深入研究并掌握科学的教学方法，在实践中灵活运用这些方法以提高化学教学质量。国内外众多的改革实践表明，化学教学方法作为化学教育学研究的传统课题，仍然充满生机和挑战，值得我们化大力气去探索。

第一节 化学教学方法的理论基础

研究化学教学方法，不仅要明确“怎么教”的具体程序，更要探讨一系列的理论问题，如化学教学方法的内涵、分类、特征和功能等。掌握这些知识，有助于全面地认识化学教学方法的体系，在实践中更好地发挥这些方法的作用。

一、化学教学方法的观念

何为化学教学方法，这是一个颇有争议的问题，众说纷纭，目前很难找到统一的定论。从概念的演化过程看，大致有三类代表性的意见：

(1) 化学教学方法是教师为完成化学教学任务所采用的手段；

(2) 化学教学方法是完成化学教学任务所使用的工作方法，包括教师教的方法和学生学的方法；

(3) 化学教学方法是指为达到化学教学目的，实现化学教学内容，运用教学手段而进行的，由教学原则指导的，一整套方式组成的，师生相互作用的教学活动体系。

以上三类定义，从“教师采用的手段”到“教学活动体系”，在内涵上不断拓宽深化，体现了现代教学观念的渗透和教学方法的变革。但无论哪种说法，有几点是可以认同的：

第一，都强调对教学任务的促进，任何一种教学方法都应以实现一定的教学目的为前提。

第二，完成教学任务最终必须反映在学生的学习上，因此化学教学方法本质上体现的是教师的教与学生的学之间的相互联系。对这一点，定义(1)是隐含的，(2)、(3)则予以明确揭示。

第三，化学教学方法既可代表教学过程中的某种操作，又是师生活动的一系列手段、方式、步骤之总和。它的外延同样是在不断地发展和变化的。

第四，化学教学方法除具备不同学科普遍使用的基本方法外，还应包含反映学科特色的某些方法，体现化学学科思想和研究方法的的教学指导价值。因此，它是一般教学论中阐述的共性的方法与自身独具的学科方法的融合。

综上所述，我们对化学教学方法的内涵作如下表述：

化学教学方法是反映一定的教学思想、教学原则、化学学科特征和师生相互作用关系，为实现化学教学目的而借用的一系列中介手段的动态方式之总和。

二、化学教学方法的分类

由于历史流传下来的教学方法众多，在以后的实践中又不断创新，加之学科特征、教学内容和教学对象的不同，使得化学教学方法表现出多样性、复杂化的特点，构成了内容极为丰富的教学方法体系。为便于广大化学教师

能更好地掌握和运用各种教学方法，有必要根据一定的标准或特征，将不同的方法进行分类，从而形成了化学教学方法理论研究的又一个重要的“开放性”课题。

所谓“开放性”，指的是长期以来不同的学者从各个侧面考察教学方法，建立了各具特色的分类框架，使得这一课题的研究十分活跃，目前已形成“百花齐放”的局面。在丰富多彩分类成果中，前苏联学者的贡献影响甚大。

达尼洛夫(M.A. Данилов)、叶希波夫(Л. С. Успенский)依据教学活动中学生掌握知识所经历的感知、理解、巩固和运用四个阶段，将教学方法分为三类：(1)保证学生积极地感知和理解新教材的教学方法，包括教师讲授、谈话、图解和演示，实验室作业和实习作业。(2)巩固和提高知识、技能、技巧的教学方法，包括练习和复习。(3)检查和评定学生知识、技能和技巧的教学方法，包括口头检查、书面作业检查和日常观察。

斯卡特金(M.H. Скаткин)等人根据学生掌握各种教学内容时所进行的认识活动的性质和教师组织学生进行的活动性质，将教学方法分为两大类：(1)复现类。包括图例讲解法和复现法，要求学生掌握现成的知识并复现他们已知的知识和方法。(2)创作类。包括局部探求法和研究法，要求学生进行创造性劳动，获取新的知识和方法。介于两类之间的有问题叙述法。

帕拉马尔丘克(B. П. Парамончик)建立三个维度进行分类：(1)根据知识的来源分为实习法、直观法、讲述法。(2)根据认识的独立性程度分为指导法、启发法、研究法。(3)根据认识活动的逻辑方式分为分析、比较、类比、概括、系统化、具体化等。

巴班斯基(С. К. Баранский)运用整体的观念对教学方法进行了全面系统的分类。他根据教学活动的不同成分首先将教学方法分成三大类，每一大类又划分出几小类，每小类包括若干种方法，从而形成了完整的体系。(1)第一大类是组织和进行学习认识活动的方法，可分四个小类：第一小类按传递和接受教学信息的来源分，有口述法(叙述、谈话、讲演)、直观法(图示、演示)、实际操作法(练习、实习、实验)；第二小类按传递和接受教学信息的逻辑分，有归纳法、演绎法、分析法、综合法；第三小类按学生掌握知识时思维的独立性程度分，有再现法、探索法；第四小类指控制学习活动的程度分，有教师指导下的学习法和学生独立学习法。(2)第二大类是激发学习和形成学习动机的方法，可分二个小类：即激发学习兴趣的方法(包括认识性游戏、教学讨论和创设不同情境等)和激发学习义务和责任感的方法(包括说明学习意义和要求，奖励和责备等)。(3)第三大类是检查和自我检查学习认识活动效果的方法，可分为三个小类：即口头

检查的方法（包括个别提问和口试等）、书面检查的方法（包括书面作业和书面考查等）和实际操作检查法（包括各种实验和实践考查作业）。

受前苏联教学论的影响，国内的研究也从传统的单一分类逐步发展到系统的、多层次的分类，并力求结合我国国情，反映教学方法改革的一系列成果。李秉德等人按教学方法的外部形态和在这种形态下学生认识活动的特点将教学方法分成五类，具有一定的代表性：（1）以语言传递为主的的教学方法，包括讲授法、谈话法、讨论法和读书指导法；（2）以直接感知为主的的教学方法，包括演示法、参观法；（3）以实际训练为主的的教学方法，包括练习法、实验法和实习作业法；（4）以欣赏活动为主的的教学方法，包括情境法、暗示法、观赏法；（5）以引导探究为主的的教学方法，主要指发现法。

国内化学教学论著作中对教学方法分类的提法颇多，其中最具代表性的有两种：

（1）按某一先后顺序对教学方法进行排序，如讲授法、演示法、实验法、练习法、讨论法、自学法等。这种排序没有明确的标准，可以理解为按学生掌握知识的阶段和水平分类，即接受知识 形成技能技巧 学生独立运用知识。

（2）按研究方法进行分类：运用分析法研究教学获得的方法称为第一类教学方法，运用综合法研究教学获得的方法称为第二类方法。前者将教学体系分解成课程教材、教学原则、教学组织形式和教学方法几个因素，分别孤立地加以研究，然后在教学中综合应用，由此划分出来的教学方法有讲授法、谈话法、讨论法、演示法、实验法、练习法、读书指导法等；后者对教学过程进行整体研究，不仅涉及教法，还包括教学原则、教学组织形式，甚至课程教材，实际上各是一种教学体系，与此对应的教学方法有发现法、程序教学法、问题教学法、单元结构教学法等。

借鉴已有的各种分类成果，把握简单、清晰、实用、便于教师掌握等原则，我们推荐如下两种分类思路：

第一种分类思路：根据师生双方活动的方式分成三类：

（1）以教师的教授活动为主的化学教学方法，如讲授法、谈话法、演示法等。这类方法形成最早，应用广泛，是整个教学方法体系的基础。

（2）以学生的学习活动为主的化学教学方法，如读书法、讨论法、实验法、实习作业法、研究法等。这类方法的功能是前一类方法无法替代的，它重在体现学生的主体活动，教师则起辅助的作用。

（3）以师生双方交互作用为主的化学教学方法，如读书指导法、引导探究法等。这类方法突出了师生之间的相互作用，主导和主体之间的矛盾和

李秉德主编，教学论，北京：人民教育出版社，1991年版，第212~214页。

刘知新主编，化学教学论，北京：高等教育出版社，1990年版，第54~55页。

谐统一。当某种方法难以列入(1)或(2)时,可归于此类。

第二种分类思路:根据化学教学方法适用的范围和功能分成三个层级:

(1)第一级教学方法,即理论化的综合方法,它基于一定的教学思想,包含一定的教学原则、教学手段、组织形式和教学思路,是一种较高水平的教学法体系。例如,在国内外化学教学实践中形成并推广的发现教学法、程序教学法、范例教学法、问题解决法、单元结构教学法等,均属此例。

(2)第二级教学方法,即组织课堂教学的基本方法,如讲授法、谈话法、演示法、实验法、讨论法、练习法等。这些方法各自独立,都能有效地完成某一方面的教学任务,在更多的场合下互相配合使用。综合方法的实现,正是基本方法按一定要求组合应用的结果。

(3)第三级教学方法,即师生为完成课时教学任务、“链合”教学内容所采用的一系列相互联系的具体操作方式,是(1)、(2)两级方法的更微观的组成要素,因而也可称为“微型方法”或“微型方式”。例如,“发现法”可以通过实验法、自学法、讨论法等第二级方法得以实现,而其中的实验法又由观察、分析、假说、验证、概括等一系列“微型方法”构成。

三、化学教学方法的特征

根据化学学科性质、化学教学目的和化学教学内容等方面的要求以及对化学教学方法内涵的理解,我们认为必须从理论上探讨化学教学方法的特征。这样,才能在形形色色的方法面前,实现最优选择。

化学教学方法有如下特征:

1. 针对性

化学教学方法的形成,都有其特定的理论或实践背景,具有独特的功能和一定的适用范围。在结合教学实际选用方法时,应择其所需,用其所长,不能一概而论,随意取舍。例如,初、高中两个阶段的学生在年龄、知识水平和能力发展诸方面存在差异,在选择教学方法时应有针对性。武永兴、刘知新、梁英豪教授认为,初中化学的基本方法有讲授法、演示法、实验法、练习法,适当采用有指导的讨论法和自学法;高中化学除坚持上述方法外,还应注意运用研究法、自学法、讨论法。其中,为丰富学生的感性经验,在初中阶段尤应重视演示法和实验法。又如,针对学习能力较弱的学生而言,归纳法、练习法必不可少;对学习能力较强的学生而言,自学法、研究法在培养独立钻研和创新能力方面有独到之处,再如,处理理论性、逻辑性较强的知识内容,运用启发性讲授和类比、归纳、演绎等逻辑方法极为有效;对以物质的性质、制法和存在为主的事实性知识,实验演示法、实物模型展

刘知新,王祖浩,《化学教学系统论》,南宁:广西教育出版社,1996年版,第111页。

武永兴、刘知新、梁英豪主编,《中学化学教学指导书》,北京:人民教育出版社,1988年版,第19~22页,第172~174页。

示法以及归纳法，比较法均有助于理解和记忆；化学用语等工具性知识的教学，再现法、问答法、练习法等都是必要的。总之，针对性特征给我们的启示是：脱离化学教学实际，盲目地选用教学方法，往往事倍功半；同样，不根据反馈信息及时地调整教学方法，最终将得不到预期的结果。

2. 启发性

启发性是选择和运用化学教学方法的重要指导思想，也是现代化学教学方法的核心。本节所提到的许多方法，特别是课堂教学的一些基本方法，如讲授法、谈话法、演示法等，并没有明确的教学论倾向，可以看作是“中性”的方法，如何运用是值得研究的。我们认为，在操作过程中必须将启发性体现于化学教学过程的始终，形成一种观念，坚持以实验教学、形象教学为基础，突出学生的认知活动，引发学生的学习动机，不断地在关键处给学生以启迪，诱发学生质疑问难和积极解惑，使教和学达成和谐统一，防止出现教师凌驾于学生之上的“讲演式”和不切学生实际的“发现式”。国内十多年来化学教学方法改革的实践证明，广大教师积极探索的各种化学教学方法，虽在完成教学任务方面各有特长，但其共性的内容是都具有启发因素，都注重创设课堂教学的启发情境，如提问启发情境，演示启发情境，讨论启发情境，比喻启发情境，类比启发情境，练习启发情境等等。这是现代化学教学方法有别于传统教学方法的一大特征。

值得指出的是，启发情境并不都是教师发“问”的情境，它可以通过无声的实验将学生引入新的求知境界，也可以从学生的互相讨论和自发设疑中获得启迪。启发性的实质重在调动学生的学习积极性和主动性，引导学生的思维向正确的方向发展。把握好这一点，才能使具体的教学方法与启发性教学思想很好地融合在一起。

3. 组合性

化学教学活动千姿百态、千变万化，决定了化学教学方法的多样性，这为教学方法的优选组合创造了前提条件。同时，化学课堂教学涉及知识、技能、方法、态度的培养，要求学生从感知到理性再回到实践，面临的问题有一定的复杂性和难度，因此希望找到一种教学方法一劳永逸地解决化学教学问题是不现实、也不可能的。传统的化学教学视野狭窄，常常以“我应该采用哪一种方法？”出发来探讨实践问题，结果往往失败的多。这一切，无疑使组合优化成为教学方法改革的“热点”。随着广大教师自觉地开始思考“我应该选用哪一些方法”？长期统治课堂教学的单调枯燥的局面将得以改观，从而为化学教学的现代化带来了蓬勃生机。

组合是教学方法发展的必然结果和重要特征，但组合没有固定的模式，在教学过程中多种方法反复使用，自然交替，形成了一曲和谐乐章。例如，完成一堂新课，常常通过复习检测相关的基础知识，通过设疑引出新课，通过实验讲解新课，通过练习巩固新课，这就是“问答法”、“复述法”、“讲授法”、“演示法”、“练习法”的组合。又如，教师设计问题情境，并引

导学生通过阅读和思考，独立地解决问题，这就是“问题解决法”，也可看成“谈话法”、“自学法”、“研究法”的组合。再如，教师演示化学实验，必须向学生说明实验的目的，观察的重点，装置的构造，讲解实验原理，提出思考的问题，鼓励学生充分发表自己的看法，概括得出实验结论，这就是“讲解法”、“演示法”、“问答法”、“讨论法”的组合。事实上，小到某个单元、某节课，甚至某个教学环节，离开别的方法的支持，依靠一种方法往往难以奏效。

在教学实践中，有两点必须引起注意：一是很多场合下只提一种基本方法。这并不等于不涉及其他方法，而是意味着在不同方法的组合序列中这种方法处于主导地位，是最关键的方法；二是综合方法各有特色，但并不排斥某种具体的方法，只有依靠多种具体方法的组合才能体现其教学论思想。由此可知，对化学教学方法的评价，不能孤立地进行考察，只能从方法的“组合”上讨论其功能的优劣。

4. 可补性

针对特定的教学对象、教学内容，有优先选择的教学方法，但这种（组）方法并不是唯一的。不同的教师往往根据自己的理解和优势能力，采用得心应手的一种方法或一些方法的组合去解决教学问题，同样收到好的效果。正好像对某一种疾病，不同的医生可能开出不同的几种均有疗效的处方。这就是教学方法的可补性。巴班斯基曾指出：“教学的方法和形式，具有一定的补偿可能性，因而同一种任务可用不同的方法和形式来解决。这往往要靠教师发挥其长处。”具体而言，教师应根据自身的特长择用某些方法，有时宁愿放弃那些时髦但自己不能运用自如的方法。例如，在启发式教学的前提下，善于表达的教师，可以通过形象的比喻，生动的讲解，设疑解疑，引出教学内容；善于动手实验的教师，可以设计一些精巧的小实验，既活跃课堂教学气氛，又能从实验现象的分析、推理中导出教学的重点。不同的方法，最终获得“殊途同归”的互补效果。

5. 寓学性

现代化学教学方法的又一个重要特征是融教法与学法为一体，寓学法与教法之中，教学方法改革的着眼点必须放在学生的学习上。例如，讲授法必须与学生的阅读和理解同步，主次详略、轻重缓急、重难点点均需兼顾学生的实际水平；问答法以问题为中心组织教学，以学生的质疑、解疑为主要形式；导学法更明确地体现了教师引导学生探求知识、学会学习的具体进程；讨论法以学生主体的集体对话为主要形式，但教师的组织引导和分析评判是讨论得以成功的关键。其他的教学方法，如练习法、观察法、分析法、综合法、归纳法、演绎法、比较法、类比法等，本质上体现的是学法，最终必须转化成学生主体的思维行为和学习境界。在发现法、问题解决法等一系列综

合方法中，学生自学能力和创造能力的培养成为教的出发点和立足点。总之，寓学于教，教法和学法的统一，反映了现代化学教学的规律，丰富和拓展了化学教学方法的内涵和外延，为教学方法的深入改革提供了新的思路。

第二节 典型的化学教学方法评注

化学教学方法种类繁多，在实践中形成的方法组合序列又各有特点，其中相当一部分已被广大教师普遍接受，具有一定的代表性。本节分基本方法和综合方法两大类简要介绍这些方法的特征和形式，并对其功能作出评注。

一、化学教学的基本方法

1. 讲授法

讲授法是以口述的方式传授知识和技能的方法，故又称口述法。它历史悠久，是课堂教学中广泛使用的方法。

讲授法的具体形式有三种：（1）讲述式：对化学知识作系统的叙述和描绘，如讲述物质的性质，描述化学现象，叙述化学史实等。（2）讲解式：对化学概念、原理、现象等进行解释、分析和论证，如讲解化学概念中的关键字、词，阐释实验原理，分析解题思路等。（3）讲演式：对一个完整的课题进行系统的分析论证和逻辑推理并获得科学的结论，如根据化学原理进行推论等。

评注：讲授法的最大应用价值在于知识传授的系统性、高效性和示范性。运用讲授法，教师可以通过生动形象的描绘、陈述，合乎逻辑的分析、论证，诱导启发的设疑、解疑。激励学生积极思维。事实证明，科学的发现和知识的积累不可能全部以简单的、易被学生观察到的方式重现，除了其中一小部分可以借助实物、图表等第一信号系统形成表象外，绝大多数需要依赖第二信号系统，即通过语言、文字来完成。因此，讲授法目前仍然是化学课堂教学最重要的方法。

讲授法运用不当，如不顾学生的认知水平，教师统揽到底，过分强调传授知识，则易出现学生被动接受的局面，这就是受到尖锐批评的传统教学中的“注入式”讲授法。“注入式”是讲授法的极端，对此提出批评是十分正确和非常必要的，但不能以此对讲授法横加指责。我们认为，循循善诱的启发性，引人入胜的激趣性，多种方法恰到好处地穿插运用，能使古老的讲授法在化学课堂上保持经久不衰的青春魅力。

讲授法教学片断：

（酯化反应演示后）

[师] 刚刚已请同学们观看了反应产物，发现它是油状?的，也闻到了它的香味，现在我们进一步来分析这一反应。

[师] 先写出反应的方程式，生成物是乙酸乙酯和水。（教师板书）

[师] 上述方法有如下几个特点：

- （1）酯化反应速度很慢，伴随有逆反应；
- （2）逆反应是酯的水解。因此为提高乙酸乙酯的产量，反应物必须是无水物；
- （3）加催化剂浓硫酸并加热能提高反应速度，其中浓硫酸还兼脱水剂。

除去生成物中的水，反应容易进行。

(4) 用饱和的碳酸钠溶液收集生成物有两个原因：一是乙酸乙酯在无机盐中溶解度不大，易于分层析出；二是吸收蒸发出的乙酸生成无气味的乙酸钠，便于明显闻到乙酸乙酯的香味。

[师] 上述反应还有一个隐含的特征，有的同学已经看出来，即脱下的水究竟是羧酸中的—OH 与醇中羟基上的—H 结合，还是醇中的—OH 与羧酸羟基上的—H 结合。前一种生成方式称酰氧断裂，后一种生成方式称烷氧断裂。用什么方法可以比较清楚地将这两种方式予以区别呢？

[师] 在宏观世界中辨别不同物体的简单方法是找标记。能不能将这种思路运用到研究化学反应上呢？反应前在某个分子的关键原子上打个“记号”，反应后再考察这个原子在生成物中所处的“位置”，从而推测微观的反应历程。经过科学家的不懈努力，这个目标终于实现了。现代科学中的同位素示踪技术采用同位素标记，可以洞察化学反应的内情。

[师] 譬如，我们将反应物乙醇中的羟基氧原子用同位素 ^{18}O 替代，反应后通过仪器测量和计算证实 ^{18}O 转入乙酸乙酯中，这表明反应是指酰氧断裂的方式进行的。在以后的学习中，我们还要碰到运用同位素标记处理类似问题的例子。作为研究化学反应的思想方法，是值得我们掌握的。

2. 谈话法

谈话法又称问答法，是师生之间、学生之间围绕问题进行口头对话的一种教学方式。

谈话法的具体形式有：(1) 教师提问，学生答问；(2) 学生发问，教师引导解疑；(3) 学生之间对问。(1) 是最常用的方式，如教师借助一系列前后连贯而富有启发性的问题引出并讲解新课，根据学生已学的知识提出问题以巩固知识等。

评注：谈话法有助于创设一种启发情境，唤起学生的注意力，活跃学生的思维，激发学生的学习主动性和独立性，培养学生的语言表达能力和应变能力，也便于教师从学生的回答中及时诊断出存在的问题，并制定针对性的补偿措施。

为避免出现“一问一答”或“问而不答”的局面，教师必须事先作出周密的考虑，设计好问的内容、问的对象、学生可能的回答、启发引导的步骤等，明确问的形式（单问、连问或直问、曲问），把握问的时机（引入新课时间、讲解重难点时间、分析实验现象时间、巩固复习时间等），有指向地解决问题。值得指出的是，不分时机、场合随意提问，不从促进全班同学思维积极化的角度出发提问，谈话法将成为机械的、笨拙的操作和强加给学生的一种沉重的压力。

谈话法教学片断：

（要求学生写出氨的分子式、电子式、结构式，画出三角锥形）

（教师巡视后在黑板上写出结果）

[师]下面我们一起来解析氨的分子结构特点，推测其可能有的性质。

[师]氨的分子式显示了氮元素价态的何种特征？测其可锥

[生₁]氮元素在氨分子中呈-3价，这是它的最低价态。

[师]这能否推出氨分子可能具有的性质？

[生₁]在化学反应中氮的价态只能升高，因此氨分子具有还原性。

[师]回答得很好。氨分子有被氧化剂氧化的可能。

[师]从氨的电子式能否看出氮原子价电子的成键特征？

[生₂]氮原子最外层上有5个电子，其中3个成键，剩下一对孤对电子。

[师]这能说明氨分子可能具有的什么性质？

[生₂]氨分子容易提供电子形成配位键。

[师]回答得很好。这是前一章刚学的知识？

[师]从氨的结构式和分子构型，你能否说明键的极性和分子的极性？

[生₃]氨分子结构不对称，是极性共价键形成的极性分子。

[师]据此你又能推出氨分子可能具有的什么性质？

[生₃]氨分子易溶于水。

[师]同学们运用物质结构的理论初步分析了氨分子可能具有的性质，这是理论联系实际的一个很好的开端，希望在以后的学习中能融会贯通。但是，化学是一门以实验为基础的学科，推测的结论不一定是事实，只有经过实验的证实才能下结论。

下面我们通过演示实验来探索氨的性质……。

3. 演示法

演示法是指教师展示各种直观教具和实物，进行示范性实验，采用现代化教学手段辅助教学，促使学生通过观察获取感性知识的一种教学方法。

演示法一般有三种形式：（1）静物展示：如提供挂图、模型等，帮助学生建立实体印象；（2）动态模拟：如录像、教学电影显示和计算机辅助模拟，形态逼真，突出化学现象的动感，强化对化学变化过程的认识；（3）实验操作：结合教学内容，重现实验过程，示范动作要领。（3）是化学教学中运用最多的演示手段，根据实验目的又可分启发性演示、验证性演示和复习性演示等方式。

评注：演示法最大的特点是现象明晰，直观性强，通过课堂中的现场操作使学生获得丰富的感性认识，有利于学生形成科学的概念，验证已学的化学知识。同时，还能唤起学生的学习兴趣 and 注意力，培养学生的观察能力和科学思维能力。

为突出化学教学中运用演示法的效果，教师必须精心准备，准确示范，适时、适度，与讲解原理、引导观察、设问启迪、分析概括协同进行。

演示法教学片断：

[师]下面我们来研究乙醛的氧化反应和醛基的检验：启迪、

(教师演示 1：在洁净的试管中加入 1mL2%的 AgNO_3 溶液。一边摇动试管，一边逐滴加入 2%的稀氨水，观察白色沉淀的形成和转化。)

[师]请同学们写出上述变化的离子方程式。？

(教师演示 2：向生成沉淀的试管内继续滴加稀氨水，至沉淀恰好溶解时止。)

[师]想一想，这一步变化生成了什么？渭西“彼”？

(教师演示 3：试管中再加入 3 滴乙醛，振荡片刻后放入 60℃ 左右的水浴中温热。)

(教师板书：写出前两步实验的离子方程式。)

(教师演示 4：将试管从热水浴中取出，向学生巡回展示试管壁上附着的光亮银镜。)

[师]反应结果生成了什么？说明了乙醛的什么性质？请同学们写出这一反应的化学方程式和离子方程式。

4. 讨论法

讨论法是指在教师指导下，师生之间、学生之间相互启发和共同交流，在学生充分发表意见的基础上将问题引向深入的一种教学方法。在化学教学中，讨论的主题大多由教师根据教学要求拟定，也可由学生结合疑难向教师提出。

讨论法常见的形式有同桌讨论、前后讨论、小组讨论和全班讨论等。通过讨论，要求学生明确某种看法，得出某种见解，积极参与辩论，理智地坚持己见与尊重客观事实，敢于修正自己错误的观点。

评注：讨论法在世界各国受到普遍重视，在化学教学中占有重要地位。它极大地调动了学生主体的参与意识，改变了由教师独揽讲授或个人自学的单向输入知识信息所带来的某些弊端，代之以多向知识信息传递与交换的“立体式”教学格局，以活跃课堂教学气氛，发扬教学民主，训练学生思维的深刻性、独立性和批判性等品质，培养学生灵活运用知识和口头表达的能力，帮助学生树立虚心学习、坚持真理的良好学风和合作精神。

讨论法运用不当，容易出现放任自流或偏离主题的局面，影响课堂教学效率。实践证明，讨论法能否成功，关键在教师。教师必须把握讨论的主题，创设一种互相支持、互相评判的气氛，围绕争议的问题启发点拨而不轻易下结论，鼓励学生各抒己见，集思广益，深化讨论内容。当学生意见争持不下，一时难以决断时，教师应提供参考依据，归纳或介绍有关结论，力求使学生达成共识。

讨论法教学片断：

[师]上节课我们自学了镁、铝的性质，做了有关的实验。现在请大家思考：有哪些反应是镁、铝都能发生的？有哪些反应是镁、铝分别发生的？

[师]前后4人一组讨论，其他同学之间也可讨论，要求分析反应条件并概括出某些结论。

[生₁]镁、铝都能与氧反应，铝的反应条件要求高一些，说明镁的活泼性比铝强。

[生₂]与氧化物的反应，也属于镁、铝均能发生的反应，在教科书上已作为第4条性质明确列出。

[生₃]结论不合理。因为铝与二氧化碳不起反应。

[师]你有什么理由认为它不起反应呢??

[生₃]根据书上第1条性质，铝不如镁活泼，铝与空气中?的氧在点燃条件下很难反应，必须加高温，要夺取CO₂分子中的氧当然更为艰难。

[生₄]我同意铝与二氧化碳不反应的观点，但镁比铝活泼，更容易夺取Fe₂O₃中的氧而发生氧化还原反应，已知高温下有铝热反应，那两者的性质不就统一了吗?

[师]同学们的意见都有道理，但必须弄清如下关系：氧气只代表一种物质，容易比较；而氧化物是一大类化合物的总称，如从“某些”两个不限定的字上考察，与氧化物的反应应该是镁、铝的共性，但仅抓“某个”氧化物来比较，有时就难下结论了。这恰好说明镁、铝的电子结构不同，反映出来的活泼性有差异，加之生成物的性质又不同，故能与镁反应的某氧化物，有可能难以与铝反应……。

[师]至于铝能否与CO₂反应，镁能否与Fe₂O₃反应，课堂上不再争论，课后可以做一下实验，并从理论上进行比较分析。

5. 练习法

练习法是指学生在教师指导下巩固与运用知识、熟练技能技巧的一种常用的教学方法。

练习法类型多，适用面广。按学生活动的行为方式可分口头练习、书面练习和操作练习，按化学教学的目的可分奠基性练习、提高性练习和发展性练习和诊断性练习等；按内容组合的方式可分课时练习、章节练习、单元练习、综合练习等。

评注：练习法的明显特点是通过学生自主的活动得以展开，是将化学知识转化成学生内在的认知、将多种技能转化成熟练的技巧的一种必不可少的“中介”，对培养学生良好的学习习惯和坚韧不拔的精神，也有极大的促进作用。

练习法的运用并不是一件简单的、随意的工作，当前在化学教学中因练习不当引发的矛盾很多。练习超量，已造成学生严重的学习负担；练习重复，导致学习效率大为下降；练习过难，使一部分学生丧失学习信心；练习过易，不利于学生知识、技能的积极迁移。因此，科学地运用练习法，是走出误区的必由之路。我们认为，在实施练习之前，教师应设法引起学生对练习的兴

趣，帮助学生建立积极参与练习的心向；精心加工练习材料，控制练习的份量、难度和时间；说明练习的要求和方法，作出必要的示范和提示，维护练习的独立性和客观性；及时反馈学生的练习结果，开展启发性讲评，帮助学生分析存在问题的原因，对学习困难的学生实行个别辅导等。

6. 实验法

实验法是指在教师指导下，学生利用特定的仪器、装置和药品独立进行实验，通过操作、观察、分析实验现象获取知识、技能的一种教学方法，也是具有化学学科特色的方法之一。

实验法主要有两种形式：（1）随堂实验：又称边讲边实验，教师讲授新课与学生动手实验同步，凡操作简单（所用仪器、试剂的种类、数量较少）、反应速率快（一般在3至5分钟内即可完成）、无污染、无危险性的演示实验均可采用随堂学生实验代替。（2）学生实验：学生在实验室中独立完成的一组小实验或一节课内能做完的较大的一项实验，实验分组一般以2人为宜。

评注：实验法是将学习化学知识与学生的实践活动相结合的一种很好的教学方式。通过实验所提供的生动、直观的感性材料，加深对化学概念的理解，证实课堂上学到的化学原理，提出并解决一系列新的化学问题，养成根据实验现象进行科学思维的习惯，掌握良好的实验操作技能和化学研究的方法。同时，实验法还有助于激发、保持并发展学生学习化学的兴趣，培养严谨求实的科学态度等非智力因素，从整体上提高学生的科学素养。

但是，当前教学中仍然存在轻视化学实验、特别是学生实验的倾向。有的教师缺少组织实验课的经验，学生没有明确的实验目的和考核要求，事先准备不充分，导致实验课纪律松散，影响技能目标的落实；有的将实验课看成辅助课，以复习考试等为理由，减少学生实验，削减实验内容，严重的甚至取消学生实验；有的仅限于课后验证知识之需对待学生实验，未能很好地发挥实验在引发学生动机、训练科学方法、探索科学知识等方面的重要作用。上述种种，值得我们在运用实验法过程中予以重视和改进。

7. 自学法

自学法是指在教师指导下，有目的地引导学生通过自己阅读、分析思考和实验操作，从而获取知识和技能的一种教学方法。这里所定义的自学法，将教师的指导作为前提，因而又有人称之为“自学辅导法”或“学导法”等，与发现法、研究法中的“开放式”自学尚有一定的区别，而与“问答法”、“讨论法”、“练习法”等有一定的交叉，比“读书指导法”的内容更广阔。

自学法贯穿了“帮助学生学会学习”这一现代教学论观点，其具体历程是：（1）教师或学生提出有待学习的新课题；（2）学生积极响应并做好心理上的准备；（3）学生围绕问题阅读教科书或自学提纲，补充必要的预备知识，思考问题解决的可能途径；（4）提出解决问题的假设，并通过讨论交流论证方案的可行性；（5）运用实验、计算、推理等形式尝试解决问题；

(6) 针对自学过程中存在的典型问题，教师精讲答疑，启发学生转换角度进行思考；(7) 师生共同总结，概括得出正确的结论。

评注：自学法的可贵之处体现在学生始终处于主动求知的“前沿”位置，扭转了传统教学被动接受知识的局面，极大地激发了学生内在的学习动机，有助于培养学生自觉观察、深入分析和积极探究的精神，养成独立工作、尊重事实、善于根据变化的环境调节自己的思维方向和学习行为的良好习惯。

必须指出，自学法不同于一般意义上的自学，也不简单地等于没有教师讲授的学生自学。自学法既看形式，又重实质。一堂精心设计的自习课，可以构成恰到好处地运用自学法的范例，但更多的自习课已成为学生被动地应付作业的“练习课”或无目的、无重点的“泛读课”，这与自学法有本质上的差异。为使广大的化学教师能正确地运用自学法，我们建议从三个问题入手去研究，即“学什么”（自学的内容和目标）、“怎样学”（自学的方法和途径）和“有无落实”（自学效果的检测），在方法论层次上解决学生自学能力培养的一系列课题。

二、化学教学的综合方法

1. 发现教学法及其改良

发现教学法又称探究法，指的是由学生通过广泛阅读、观察自然、设计实验、思考讨论或研究其它材料独立探究，自行“发现”知识，概括结论的一种教学方法体系。

美国教育家布鲁纳是发现法的积极倡导者。他在 60 年代初发表的《发现的法则》一文中曾指出：“发现并不限于寻求人类尚未知晓的东西，确切地说，它包括着自己的头脑亲自获得知识的一切方法。”布鲁纳竭力主张从教育的角度对科学家的发现过程进行“改编”，如对原发现过程予以剪辑，对原发现过程的“坡度”（难度）加以平易化，精简发现过程中的歧途等，使之成为一般学生也能学习的、有一定难度的“再发现”途径。通过改编，学生的学习过程不一定按原科学发现史的路线进行，但必须突出从感性到理性的知识形成思路。尽管从不同角度研究发现法者众多，发现的模式也因学科、内容、学生不同而有差异，但对发现过程的特征已基本达成共识：

(1) 教师选定一个或几个原理或相对重要的结论，确定有待“发现”的目标；

(2) 创设问题情境，其难度应适合学生的现有水平但又必须付出一定的努力方可解决；

(3) 学生带着问题有意识地观察具体事物，学习有关材料，完成有关实验，将片面的知识逐步组合，以形成可能的假设；

(4) 沿着假设提供的方向进一步探究，推测可能的答案；

(5) 引导学生通过评价、论证、优选和检验，得出合理的结论，再经

过补充和修正，使其精确化。

评注：发现法使学生扮演了“发现者”的角色，投身于探求对他们来说是尚未知晓的知识，在发现过程中掌握学科的基本结构，形成学科研究的态度和方法。显然，这一过程十分艰难但富于挑战性，它能最大限度地发挥学生的主观能动性和创造性，充分发掘智慧潜力，激发学生的学习兴趣，发展学生的思维品质和积极进取的精神。

但是，发现法在世界各国风靡一时后受到了强烈的抨击，连布鲁纳本人也认为发现法的“适用性肯定是有限的”。美国学者克拉克和斯塔尔在《中学教学法》一书中给出了十分客观的评价：“如果完全由学生自己去重新发现和重新创造知识，那么教学的效率就未免太低了。发现教学法的关键在于为学生提供尽可能多的情况，让他们能够根据具体情况，运用归纳和演绎的逻辑思维，从所掌握的资料中作出推论。”实践也表明，发现法花费时间多，随机性大，不利于正常安排教学过程；必须提供给学生完成自由“发现”的各类图书资料和仪器药品，耗资相当可观；教师因水平所限难以设计好各种发现过程，加上主导作用上的限制，客观上无法驾驭学生的再发现进程，容易使学生走向歧路。在低年级使用发现法，更难获得较好的效果。

十余年来，发现法对国内化学教育界的影响甚大，一度纷纷效仿，很快因受国情所限转向对发现法改良模式的研究和运用。例如，局部探求法、引导发现法等化学教学中得到了广泛的重视，其应用价值远大于发现法。

明确提出局部探求法的首推前苏联教学论专家斯卡特金等人。他们认为，局部探求重在分解、引导，即教师将研究活动分成若干个阶段，引导学生分步去探索，通过独立解决一系列容易的小问题，最终组合起来解决基本问题。这样，既能在教师的引导下走学习的“捷径”，同时又能保证学生独立地运用知识解决问题；既吸取了发现法的思想，又拓宽了发现法的适用面，是化学教学中值得肯定和发扬的方法。

例如，“氯气与水反应”是高中化学“氯气”一节的重点，但教材中却以寥寥几字“强制”引出，不利于学生理解和运用这一反应。如将内容适当分解，设置若干问题逐步“逼进”，从反应物开始根据现象推测生成物直至确认，即构成局部探求法：

问题 1：仔细观察新鲜氯水的颜色，小心闻其气味，你能得出有关氯气和氯水的何种物理性质？（氯气可溶于水，新鲜氯水呈浅黄绿色，有 Cl_2 的刺激性气味，说明氯水中含 Cl_2 分子。）

问题 2：在氯水中滴入几滴紫色石蕊溶液，有何现象？将氯水滴在红色布条上，有何现象？

在氯水中滴入几滴 AgNO_3 溶液后，再滴入数滴稀 HNO_3 ，有何现象？

吴文佩主编，比较教学论，北京：人民教育出版社，1996年版，第283页。

[苏]斯卡特金主编，赵维贤等译，中学教学论，北京：人民教育出版社，第237页。

由此可说明氯气有什么性质？（氯水具有酸性；可能有漂白作用；其中含有 Cl^- ，即有盐酸生成。）

问题 3 将红色布条投入干燥的氯气瓶中，有何现象？能证实什么结论？（证实干燥的 Cl_2 无漂白性，氯水有漂白性。）

问题 4：请观察氯水光照分解放出气泡的演示实验 [1-6]。当用别的实验证明气泡里的气体是氧气，你能否推测出氯气溶于水起反应的其它生成物？（盐酸不能分解出氧，故另一种生成物中一定有氧原子；如将 Cl_2 分子写成 ClCl ， H_2O 分子写成 HOH ，另一种生成物可能是次氯酸 HOCl ，分子式通常写成 HClO ）。

问题 5：请设计一实验证实 HClO 的分解反应与实验 [1-6] 的结果相同，从而肯定反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ 。

可见，引导发现法强调发现过程中教师的指导作用，减少发现活动的自发性、无序性，使学生少受挫折，从而降低发现的难度。就具体形式而言，有结合化学实验、通过问题思维和组织课堂讨论等多种模式的引导发现，在实践中均已获得较好的效果，值得提倡。

2. 程序教学法及其改良

程序教学法，是指使用程序教材或其他媒体进行学习的一种“自动化”的教学方法体系。

行为主义心理学为程序教学法提供了理论基础。在美国心理学家斯金纳（B.F. Skinner）等人的努力下，程序教学法体系逐步完善。他们认为，人类的学习是一种有序的行为过程，复杂学习由许多简单的学习构成。由于直接尝试复杂行为成功的机会甚微，可以从相关的简单行为开始。随着简单任务的顺利完成并得以强化，继而可以指向稍为复杂的任务并获成功，如此循序渐进，直至最终完成复杂的任务为止。据此思路，他们提出了“小步子”和“及时强化”等原则，并研制了教学机器和程序教材。这些机器和教材具有小步子的逻辑顺序、学生作答后直接给出反馈和自定学习进度等特征。常见的教学程序有两种，即早期的直线式和后期的分支式。

（1）直线式：将教材由浅入深地作直线排列，分成许多连续的小步子，逐渐呈现问题，学生回答正确或错答纠正后进入下一步，不许随意跳步。直线式又由构造回答和选择回答两种内在模式，类似于填空题和选择题。

（2）分支式：将学习材料分成内容较多、步子较大的逻辑单元，编成主干程序。每一单元内部均有相应的测验检查知识的落实情况，当学完一个单元并测验全部正确，即沿主干前进至下一单元，学习步子就大；测验有误的学生则转入某一具有预备知识或同质测验题的分支程序，学习后返回主干上的原单元并重新作答，直至全部答对止。由于分支的出现，学习步子变小。

例如，用字母 A 代表“元素”，B 代表“分子的形成”，C 代表“化合价”，D 代表“化合物化学式书写”；A D 表示从学习“元素”开始至掌握“化合物化学式书写”的整个过程；R 表示测验全部正确，E 表示测验有误，

则具有分支的一种可能的学习程序设计如图 4—1。

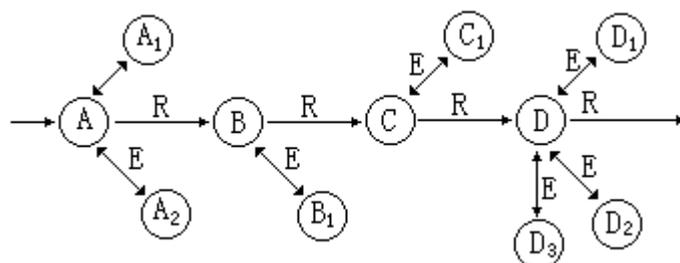


图 4-1 “化学式书写”的分支学习程序

分支程序的内部结构比较复杂，往往取决于错答的具体类型，以下给出一个片断（图 4—2）：

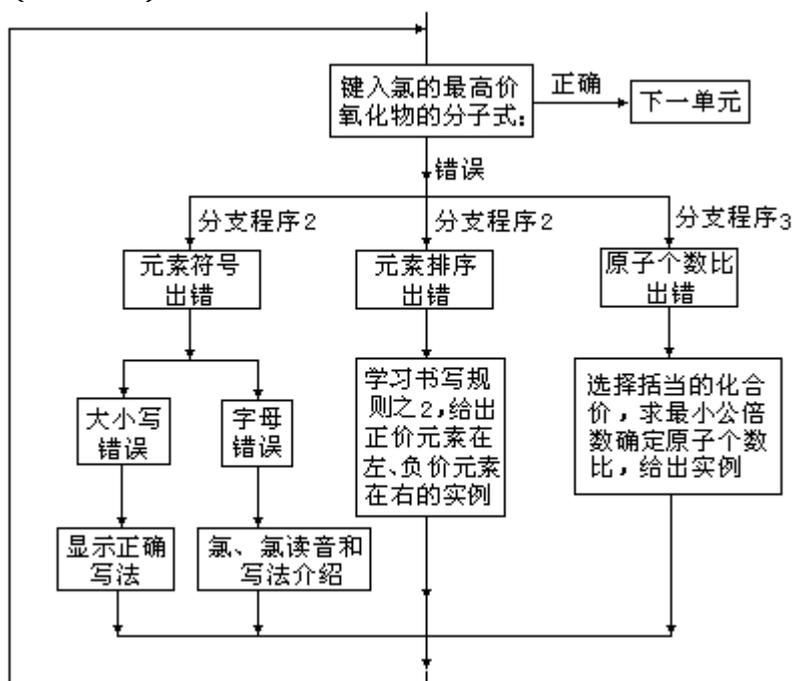


图 4-2 分支学习程序的内部结构

评注：程序教学法学习目标明确，内容按学科逻辑体系有序编排，分解难点，使学习变得更为容易。同时，由于反馈即时，强化恰当，便于因人而异自定步调和迅速地校正错误，对以个别化方式的知识教学极为有效。从教学技术的角度看，程序教学法推动了课堂教学设计和计算机辅助教学（CAI）的蓬勃兴起。

但是，程序教学法的弊端也比较明显。例如，学生的学习并非按机械的、刻板的模式进行，产生的错误也各种各样，难以一一预料，因而编制一份完美的学习程序工程浩大，教师难以承受；程序教学适合于处理比较简单的知识和技能，对理论知识，尤其是需要通过复杂的思维活动方可掌握的原理和

规律，程序化并不见效；学生按部就班学习程序，较少改变学习的方式和顺序，缺乏人际之间的相互作用，初期的积极反应难以持续，不利于激发学生的兴趣和良好的情感，难以培养学生的创造性思维。许多国家在不少学科、不同的年龄阶段尝试过程序教学法，对该法的效用提出过质疑，他们发现应在预料之中的一系列结论（如有助于认知任务的教学、有助于调节学生差异、有助于培养学生的独立性等），均未得到证实。甚至指望通过程序教学减轻教师繁杂事务的良好愿望也因频繁地检查教材、修改不恰当的程序等工作而未能实现。国内一些学校的实验也因课本篇幅大、程序设计困难等原因而未能推广。

虽然程序教学法不乏局限，但其中包含的许多合理因素和教学论思想（如自定进度、即时反馈等）值得借鉴。美国学者凯勒（F.Keller）提出的自定进度法及以后推出的微型课程法等，都是在程序教学法的基础上改造而成的。国内的化学教育工作者十分重视将启发性要素融入程序教学中，既根据知识的逻辑发展程序编写教材，又要体现学生掌握知识技能以及与能力发展相应的心理程序；既精心规划和选择教学目标以分解学习内容，界定学习行为，使学生明了自己的学习水平，又重视教师多方面的启发引导。在这方面已取得了不少成功的经验。

广西师范大学“中学化学程序启发教学”课题组从改革教材入手，融程序化与启发式为一体，使之适于教师指导下学生读（阅读）、做（实验）、练（练习）、议（讨论）、讲（教师精讲）、反馈（当时知道学习结果）、检测目标和评价等各种活动环节的优化组合。在知识的逻辑程序和学生的心理程序的结合上有如下特征：

（1）教材内容的呈现，尽可能从中学生所熟悉的环境和事物入手，由近及远，由浅入深，由现象到本质；

（2）把比较抽象和概括性强的知识进行合理的分解，以降低其难度，然后分层演练，逐步推进；

（3）从实验出发，按照现象——因果——应用——解疑的顺序依次展开和压缩；

（4）不断地把知识连“点”成“线”，连“线”织“网”，使之广泛迁移和运用，从而逐步形成有序的认识结构。

在程序设计上，为了便于学生“读”，以适当的“跨步”连接内容；为了便于学生“做”，增加了边讲边实验；为了适应导读、思考和讨论需要，程序之间适当插入“想一想”、“议一议”、“观察与思考”等指导语；为了“练”和“及时反馈”，学完一个或几个程序后配置一定的练习并核对答案；为了便于检测目标和评价教学，分层次列出知识点对应的学习目标，并与练习相配套；为了点明学习关键，突破学习难点，指导学习方法，引发学

生讨论，教师必须“精讲”。精讲的素材，主要来源于练习反馈和教师通过辅导、检查、提问等方式获取的有关信息。

经过 10 多年的不懈探索，化学程序启发教学实验扩大到 20 个省（市、自治区）的近 300 所中学，在理论与实践的结合上开辟了一条符合中国国情的程序化与启发式融合的教材教法同步改革的新路子。

3. 问题情境教学法

问题情境教学法又称问题教学法，是指教师根据教学需要，从教材入手提出一定的问题，激起学生的认知冲突，引导学生深入思考，通过问题的解决达到理解和掌握知识的一种教学方法体系。

问题教学法以问题导入新课，又以问题作为主线展开教学，并通过解决问题来串联知识技能和方法，因而创设问题情境是实施问题教学法的关键。值得强调的是，问题情境不同于问题或通常意义上的习题，两者有质的区别。在化学教学中，问题或习题是以化学语言（术语、符号、图形等）和辅助性文字构成的，它仅反映出已知条件和有待发现的未知结果之间的某种关系，不涉及解题者的任何信息（思维水平、心理状态等）。问题情境则不然，它不仅包含已知与未知的关系，还必须体现解题者的参与，考虑他们解题过程中心理状态的变化。具体而言，问题情境应具有三个要素，即未知的结论、思维动机、学生的知识和能力。

我们认为，难度适当而又有助于学生形成“心求通而未得”的认知冲突的化学问题，是构成问题情境的最佳素材。由于激化了学生意识中的矛盾，驱使学生有指向地积极探索，从而使教学过程得以顺利完成。

化学教学中创设问题情境的途径有多种：

（1）通过观察自然现象形成问题情境。自然界的许多变化充满神奇色彩，蕴含着丰富的化学知识，但对学生而言却是一个个解不开的“谜”。这些“谜”对学生有极大的诱惑力，激励他们去探索其中的奥秘。例如，学习碳酸盐性质时，引导学生观察溶洞中奇特的钟乳石和石笋，考察下陷的石灰岩层，强烈的感受和刺激凝成一个急待解决的问题：这一切究竟与怎样的化学反应有关？又如，学习 CO 的性质时，引导学生回忆从小就熟悉的一个“怪”现象：烧开水不小心溅泼在煤炉的火焰上，炉火不但没有减弱，反而窜出一股火苗使得燃烧更旺，这又是什么原因呢？

（2）通过演示实验形成问题情境。精心设计的演示实验，往往带给学生惊奇、不解和矛盾，促使学生迅速调整自己的认知结构，结合实验现象进行科学思维。实践证明，演示实验取材丰富，现象真实，启迪性强，极易唤起学生的求知欲，是化学教学中最为成功的问题情境。例如，将铜丝置于酒精灯外焰上加热，铜丝表面出现黑色；再将铜丝向内移至（触）灯芯位置，片刻后铜丝表面由黑转红。操作上的微小变化，竟导致两种截然不同的现象！这是为什么？又如，在引出“胶体”概念之前，教师先问：KI 溶液与 AgNO₃ 溶液混合生成什么？学生无一例外地认定有黄色的 AgI 沉淀生成；继

而演示：将 8~10 滴 0.01 摩/升的 AgNO_3 溶液滴入 0.01 摩/升的 KI 溶液 10 毫升中，振荡，得到浅黄色液体。学生大为不解，与原有经验冲突，即构成问题情境：既然溶液中有 Ag^+ 和 I^- ，必定反应生成 AgI ，但为何又见不到沉淀呢？

(3) 结合化学史实创设问题情境。化学史充满艰辛曲折，留下了无数凝聚着智慧的成果。当年化学家探索发现过程中的一系列“？”，为今天的教学提供了极为生动的素材。例如，以下的叙述和问题有助于认识苯的结构：1825 年，化学家从煤气中发现苯 C_6H_6 ，此后苯的分子结构一直困扰着许多化学家，德国的凯库勒是其中之一。他和同时代的其他化学家一样，反复思考了含有双键、叁键的各种可能的链烃，但均因与苯的性质迥然不同（如苯不与酸性高锰酸钾溶液反应）而否定。到 1864 年冬，凯库勒终于悟出了一个新奇而又简单的设想，并且被一系列的实验所证实。据他事后描述，这是在“炉旁打瞌睡时的梦境”中产生的。苯究竟是一个什么样的结构呢？又如，通过以下问题引出 CH_4 的四面体结构：1874 年，荷兰化学家范霍夫指出：若组成分子的诸原子都处于同一平面，那么碳原子的四个价键将指向彼此相互垂直的四个不同方向上，像 $\text{CH}_2(\text{R}_1)_2$ 这样的甲烷衍生物就应该有两个异

构体，即 $\begin{array}{c} \text{R}_1 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{R}_1 \end{array}$ 和 $\begin{array}{c} \text{R}_1 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{R}_1 \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 。但实验发现， $\text{CH}_2(\text{R}_1)_2$ 只有一种性质完全

一样的甲烷二代物，无异构体。^[12]这说明碳的价键有何特征？

(4) 利用学生意想不到的错误设置问题情境。在学生练习或测验的错误中，有一类是凭经验“想当然”的结果，往往因自信而不多思索便予以认定。这一方面说明学生的知识尚不完备，同时也表明他们有潜在发展的可能性，这类错误自然也就转变为设置最佳问题情境的一种标志。学生事后一旦发现肯定的结论与事实相悖时，“出乎意料”的惊讶感油然而生，他们迫切希望找到充足的理由去否定自我，而此时恰好又是进行问题教学的最适宜的时机。例如， Al_3^+ 遇 NaHCO_3 溶液或 Na_2S 溶液，均发生“双水解”，而 Fe_3^+ 遇 NaHCO_3 溶液也同样“双水解”，因此不少学生有理由认为 Fe_3^+ 与 Na_2S 溶液的反应也类同。实验都表明，该反应并不按“双水解”的历程进行，无气体 H_2S 生成。这其中的缘由何在？又如，硫燃烧时的主要产物是 SO_2 ，但也有少量 SO_3 生成，现取等量的硫分别置于盛有氧气、空气的两个集气瓶中燃烧，设生成的 SO_3 的体积百分比分别为 a 和 b。不少学生根据“纯氧中 O_2 浓度大”立即推出 $a > b$ 的结论。当告知实验事实是：前者 SO_3 含量占 2%~3%，后者占 5%~6%。学生的思维集中于一个问题：支配这一“反常”现象的内在规律是什么？

(5) 利用学生对某一问题的不同看法设置问题情境。在学习过程中，

学生常常自发或受教师启发就某一问题提出自己的看法，有时甚至展开激烈的争议，教师在鼓励学生充分发表意见的同时，引导他们从正、反两方面冷静地进行思考，从不同观点的矛盾冲突中领悟化学知识的内涵。例如，学生就浓 H_2SO_4 是否具有“两性”各持异议，两种意见明显对立：肯定的一方认为，浓 H_2SO_4 既能与碱反应，又能与酸（如 H_2S ）反应；否定的一方认为，浓 H_2SO_4 与酸反应不具有普遍性，且所发生的不是复分解反应。究竟哪一种意见正确呢？又如，就 ^{12}C 的原子量数值改变（如将其相对标准定为 24）是否影响 CO 的摩尔质量、气体摩尔体积等化学量的数值，学生的看法各执一方，从中引出问题：两者之间究竟具有一种怎样的关系呢？

（6）通过提出假说、验证假说的方法形成问题情境。假设是一种推测，有证实或证伪的两种可能，从而调动学生的智慧潜力去探索。当找到一个反例否定假说时，无疑也为完整地形成某种知识奠定了基础。例如，在研究丁烷的性质和组成时，人们发现有另一种组成和分子量完全相同的有机物，但性质却有差异，如前者的熔、沸点和密度值都比后者大。由此引出问题：你能否解释其中的原因？启发学生提出假说：根据熔、沸点等物理数据推测两者分子间排列的紧密程度不同，前者容易排紧，而后者较疏一些。这种紧密程度似乎又与分子结构有关：前者可能为直链结构，后者可能具有支链结构。进一步再问：有何事实可以支持或推翻上述假说？

问题情境的形成，是问题教学的良好开端，接踵而来的任务是教师通过组织学生对问题进行多角度的分析，找到合理的答案，从而改变学生思维活动的性质，促使学生的思维积极化和深刻化，从中也获取更多的化学知识。根据问题情境的不同来源，完成上述任务的具体方式有多种，但共同的步骤有：

（1）知识和经验方面的准备。包括确定以前的知识、经验和解题方式在当前场合下的可用性，根据问题的指向自学有关内容，熟练有关方法，整理有关信息等等。

（2）在学生的认知结构中形成解决认知冲突的一个或几个明晰的标准，作为判断的依据和出发点，找出解决问题的若干种可能的途径，并作出局部的论证。

（3）经综合论证后选定某种途径，运用逻辑方法和教学技巧，引导学生得出合乎事实的结论。

例如，上面曾提到的由铜丝在酒精灯上加热的演示实验构成的问题情境，因出现两种截然不同的现象而使学生产生认知冲突。面对这一情境，教师应把握时机，帮助学生及时确立判断的标准，形成良好的定势。

标准 1：此现象必由化学反应所引起，操作手法不同，反应也不同。

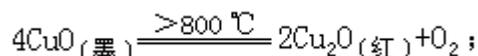
标准 2：生成物的颜色变化必与 Cu 或 Cu 的化合物有关。

由此出发，构想可能的方案如下：

途径 1：铜丝在空气中加热生成黑色的 CuO ， CuO 遇 H_2 或 CO 还原出红色

的 Cu；

途径 2：黑色的 CuO 在高温下分解生成红色的 Cu₂O：



途径 3：新生成的黑色 CuO 氧化灯芯处的乙醇蒸气，还原得红色的 Cu；

继而对各种可能性作出论证：

论证 1：一定量的 H₂ 或 CO 从何而来，在实验条件找不到答案，故第一种可能性难以成立；

论证 2：普通酒精灯加热达不到 CuO 分解的温度，且与铜丝在较高温时（外焰位置）变黑色、在较低温时（灯芯位置）又转变成红色的事实相矛盾，即排除第二种可能；

论证 3：新生成的 CuO 有较强的氧化性，有可能将乙醇在加热条件下氧化成乙醛或乙酸；重复实验，当观察到铜丝表面变红时，可闻到乙醛的刺激性气味，第三种可能得以证实。

通过上述分析，虽圆满地解决了实验现象引出的问题情境，但问题教学的过程到此仍未结束。学生必须在教师指导下回顾问题解决的历程，重温有关的知识，强化对化学反应方程式的理解和正确书写，掌握问题研究的一系列方法，并能创造性地应用于新的问题情境。

为便于教师应用，特将问题教学法的基本过程图示如下（见图 4—3）：

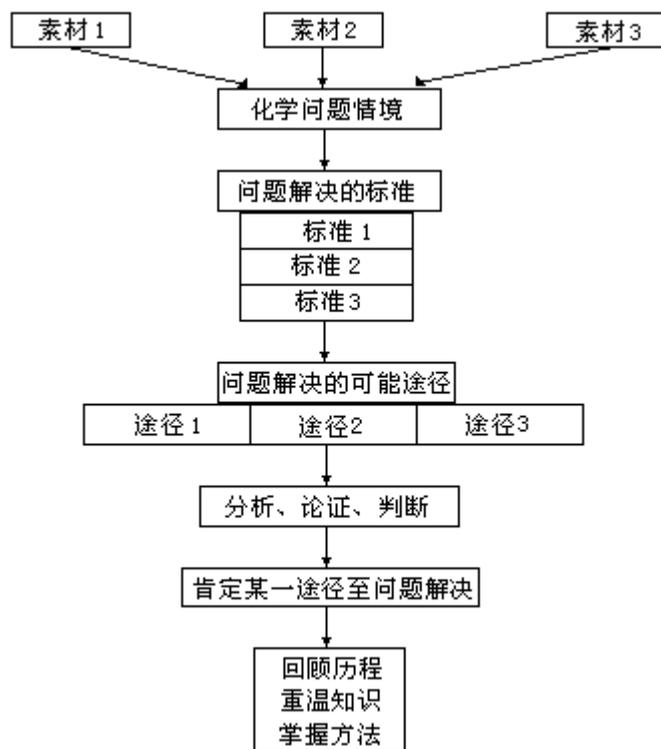


图 4-3 问题教学法的实施过程

评注：问题教学法将学生应该掌握的知识以精心设计的问题形式出现，而这种问题的明显特征是极易引发学生的认知冲突，因此有助于激起学生浓厚的学习兴趣，促使学生调动自己全部的知识和经验，改组原有的认知结构，并以高度集中的注意力和积极活跃的思维状态沉浸于解决问题的过程中，使学生的主动性得到充分的发挥。由于问题教学法结合具体的教学内容（概念、原理、方法等）展开，以解决问题来带动基本知识的传授，因而在强化学生的探究意识和提高学生分析问题、解决问题能力的同时，较完整地掌握了重要的学科内容。在化学教学中值得大力提倡！

然而，问题教学法并非对所有的教学内容、任何教师和全部学生都有效，它往往适用于那些能引出多种假设、在理解上容易产生歧义和实验现象貌似“反常”的课题，教师应具备较高的专业水平和较强的逻辑思维能力，学生应具有相当的知识经验和良好的非智力因素，在问题解决过程中表现出思维的灵活性、深刻性、独立性和批判性等品质。可见，问题教学法在某些场合使用有一定的局限性。

第三节 化学方法与教学方法的融合

化学方法是在对化学学科中共有的、通用的方法进行抽象和概括的基础上发展而成的，是对一般的自然科学方法的具体化和深化。数百年的化学发展史证实，人们除了具有丰富的化学知识（现象、事实和理论）外，必须掌握化学方法这一思维工具，如同织物中的经线和纬线，交织融合，两者缺一不可。许多重大的化学发现表明，化学方法作为揭示化学规律的中介手段，展现出强劲的活力。它不仅能为化学研究指明认识活动的程序，并使之规范化、形式化，同时启迪人们少走弯路，缩短科学发现的路径。门捷列夫创造性地运用分类法，找到了“元素特性和原子量之间的关系”，建立了元素周期律；薛定谔从经典力学和几何光学的类比中导出了物质波的运动规律；鲍林神奇的“共振”假说阐明了许多化合物的结构和性质；伍德沃德等人从分子轨道对称守恒原理出发进行演绎，预言并合成了维生素 B₁₂。众多的化学史实证明，伴随着化学研究的日趋深入，化学家所积累的丰富的方法论素材不断被发掘和提炼，上升到理论形态，成为推进化学科学发展的指导性策略。

随着国际范围内以科学教育为内容的素质教育运动的兴起，科学方法和科学态度的教育已被提到议事日程。在现实的化学教学实践中，如何根据学科特点落实大纲中早已列入的“科学方法教育”的目标，培养学生的科学思维能力，尚未达成共识。在教学论研究中，长期来习惯按教育学的模式去讨论教学方法，热衷于探索化学课堂教学的组织形式、教学环节、教学模式等方面的变革，较少考虑化学本学科的逻辑体系和思想方法对教学方法的影响，或仅在表层上做“渗透”文章，未能从深层次上去探求化学方法与教学方法的结合点。鉴于此，本节拟从两方面阐述化学方法与教学方法的关系，从中得出化学方法与教学方法融合的必然结论。

一、从化学教学方法改革的理论依据看

通过对化学教学方法的讨论可知，讲授、演示、练习等基本方法体现了师生课堂教学活动的具体行为方式，发现法、程序教学法等综合方法突出了基本方法的组合，并以教育学的模式和心理学原理为依据“支撑”教学法体系，但较少考虑综合方法得以实现的微观机制和化学学科方法的具体作用。

诚然，以教育学、心理学为主体的教学理论宏观上决定着教学方法改革的方向，它能为改革者提供一定的模式和原则性意见，但这些模式或意见在落实培养学生的化学思维素质和解决复杂化学问题的能力的具体目标时并不起直接的主导作用，更多的则得力于化学方法的指导。国内外教学方法改革的不少事例证实了这一点。

发现法的创始人布鲁纳十分重视学科方法的作用，在其名著《教育过程》一书中曾提到“不论我们选教什么学科，务必使学生理解该学科的基本结构。这是在运用知识方面的最低要求，这样才有助于学生解决在课堂外所

遇到的问题和事件，或者日后课堂训练中所遇到的问题。”何为结构，他给出的说明是：“掌握事物的结构，就是以允许很多别的东西与它有意义地联系起来的方式去理解它，简单地说，学习结构就是学习事物是怎样相互关联的。”可见，布鲁纳的“学科的基本结构”反映了学习内容之间的联系。体现了学科方法的指导作用。就发现法在化学教学中的实施过程而言，课堂教学的组织形式被淡化，学生积极探究的心向得以强化。为保证“发现”的效果，教师必须了解化学家的发现历程和解决化学问题的科学方法，精心设计问题，鼓励学生模仿科学研究的发现过程，提出假说，运用实验、模型等手段和演绎、归纳、类比、分析、综合等思维活动，验证假说，获取知识。显然，离开化学方法的支持，即使师生双方都有强烈的“发现”心向，也难达到预期的目的。

值得指出的是，为推行发现法，布鲁纳曾提议在低年级时即将一些“自然科学中反复出现的观念”（他称之为“科学通论”）以概括的形式教给学生，如分类法、测量法、间接推断法等。可见，在布鲁纳的发现法体系中，已将现代心理学的研究成果与自然科学的思想方法很好地融为一体，值得我们去发掘和运用。

从我国化学教学的实践看，早在 50 年代初已形成独具特色的启发式教学法，其中令人瞩目的是大胆吸收化学学科的研究方法，培养学生的科学思维能力。启发式的积极倡导者、老一辈的化学特级教师刘景昆先生的教学名言是：“在教师领导下，让学生从实际材料中前后比较，找出异同，然后总结出规律”、“用实验启发学生，通过实验引导学生总结出结论”、“用自己研究问题的方法，领导着学生去想懂。”言语质朴、内涵丰富，生动地体现了化学学科思想和研究方法的教学价值。80 年代的特级教师王云生先生认为，在化学教学中实施启发式教学，必须不失时机地结合化学知识的传授对学生进行科学方法的教育。他在教学中成功地实施了两部曲：首先在学习方法上对学生进行启发，良好的教学方法本身就包含着科学的研究方法与学习方法的示范和熏陶；其次是有意识、有计划地对学生进行方法的训练，如观察的方法、实验设计的方法、数据处理的方法、抽象的方法、类比的方法、归纳的方法、分析综合的方法，假设论证的方法、模型化方法、理想化方法等等。化学方法与教学方法的融合，在实践中得到了广大化学教师的充分肯定。

理论指导实践，实践丰富理论。随着化学教学方法改革从经验总结阶段

布鲁纳著，邵瑞珍等译，布鲁纳教育论著选，北京：人民教育出版社，1989 年版，第 24~27 页。

布鲁纳著，邵瑞珍等译，布鲁纳教育论著选，北京：人民教育出版社，1989 年版，第 37 页。

陈耀亭等编，中学化学教材教法（第二版），北京：北京师范大学出版社，1992 年版，第 83 页。

刘知新主编，中国著名特级教师教学思想录（中学化学卷），南京：江苏教育出版社，1996 年版，第 68 页。

向理论化阶段过渡，随着一大批有化学学科特色的教学方法改革的令人瞩目的成功，化学方法论必将与现代教学论、认知心理学和系统科学等并驾齐驱，在教学方法改革的指导理论体系中获得应有的位置。

二、从化学教学方法构成的“微型方式”看

为了对各种层次的化学教学方法清晰地进行分类，解析综合方法与基本方法的关系，并进一步说明一种呈理论形态的化学教学方法体系是如何过渡到具体实现课时教学内容的“微观”操作上，在

第一节中我们曾提出“微型方法”的概念和化学教学方法的三级分类序列：

综合方法（ ） 基本方法（ ） 微型方法（ ）

因此，一定的综合方法，可以分解成互相联系的若干种基本方法，但基本方法的实现，离不开更具体的微型方法。换言之，是、两级方法的更微观的组成要素。值得说明的是，这里所谓的“微型”，不是就方法本身的范畴大小而论，而是体现在“链合”课时教学内容这一微观过程中所发挥的独特作用上，它是与、两级方法的宏观背景相对而言的。在微型方法中，我们将更多地领略化学方法的魅力。

微型方法按其内容可分成化学方法与教学技巧两类，前者常见的有比较、分类、观察、实验、归纳、演绎、类比、假说、模型化、概括化等，后者如识记、转述、设问、比喻、联想、列表等。依赖这些方法和技巧，使得教学过程按预定的要求顺利地进行。前苏联著名教学论专家斯卡特金认为，教学中的研究如同科学研究，通过布置研究性质的作业，能使学生在创造性活动的经验。他曾列举过化学教学中应用研究法的一个实例：提供给学生3种研碎的金属，其中之一是铜，再给3小瓶酸。请学生判断：（1）酸和金属能否反应？（2）反应的结果和条件是什么？为完成上述作业可以设计以下的微型方法：领会问题（研究酸和金属的作用）；提出假说（有3种可能：反应，不反应，部分反应）；制定检验假说的计划（改变反应物和反应条件并证实生成的气体是什么）；提出新的问题（为什么铜与有的酸不起反应，而在加热时又能与另一些酸反应？）。加涅（R.M.Gagné）等人给出了问题解决法中数据处理一项的微型方法是：收集，记录，排序，提炼，配制，展开，解析，比较，扩充和推论。

讲授法是教师运用口头语言系统地向学生传授知识的一种基本方法，对综合方法而言是必不可少的，实现讲授过程的许多细节都与化学方法有关。例如，提出假说和验证假说的讲法（如利用电离能数据推出电子亚层），比较异同的讲法（如分析卤素单质化学性质的相似性和特殊性），建立思想模型的讲法（理想气体分子运动与阿伏加德罗定律的导出）等等，形式各异。类比是在问题解决法中常用的一种微型方法，它能引导学生沿着“没有逻辑的通道”，迅速灵活地找到解决陌生的化学问题的突破口，有助于学生在探索中发现新知识，因而成为近几年出现的“化学信息题”的重要的思维方法，有效地跨越了学生现有的知识水平而获得问题的解决（如从 C_6H_6 推知 $B_3N_3H_6$ 的性质和结构，从碳的两种同素异形体推知 $(BN)_n$ 的两种变体的结构与性质，从水的自电离类推到液体 SO_2 的自电离等等）。

实践证明，作为构成教学方法的微型方式，化学方法常常成为实现教学

[苏]斯卡特金主编，赵维贤等译，中学教学论，北京：人民教育出版社，第243页。

吴国庆摘译，问题解决法，化学教育，1989，6：25。

王祖浩著，类比思维与化学问题解决，化学教学，1996，6：24~25。

内容的主导方法。但在实际运用中必须注意，同一种微型方法，在不同的教学方法中所起的作用不尽相同。例如，讲授法中的类比虽能起到“以旧引新”的作用，但更多地为增加生动性和便于理解的目的服务，而问题解决法中的类比则用来作出科学假说并予以证明。

总之，每一种教学方法都可看成若干种微型方法的有序组合，这种序列即构成特定教学内容下的具体的、可操作的、最优化的教学思路。化学方法正是体现了教学思路中最具学科特色的教学内涵。

从化学史的角度看，化学方法推动着化学的进步和社会的文明，从化学教育的角度看，化学方法唤起学生的科学探索意识，优化学生的科学思维结构，开拓化学教师的科学视野。因此，化学方法与教学方法的融合，必将促进化学教育观念的变革。已故的著名化学教育家陈耀亭教授在 80 年代中期曾尖锐地指出：“化学教学法的指导理论需要发展”，必须“结合化学特点发挥自然科学方法论的指导作用。”这是颇具启示的！在这一方面尚有许多工作可做，仍需从理论与实践的结合上作进一步的探索。

第五章 化学教学目标

化学教学大纲对中学化学教学的目的作了如下规定：“使学生比较系统地掌握化学基础知识和化学基本技能，初步了解它们在实际中的应用；培养和发展学生的能力；进行辩证唯物主义和爱国主义教育。”作为化学教学努力的方向，大纲的阐述无可挑剔；但作为必须落实的具体任务，大纲在教学目标（知识、技能、能力）的规定上不够明晰。因此，在实际教学中，大纲无法衡量和检查教学目的的达成情况。鉴于此，有必要对总体的目的作进一步的具体化和系列化，使之具有可操作性，这就是在教学目的指导下形成的教学目标系统（见图 5—1）。



图 5-1 化学教学目标的构成

从化学教学目的到分解得到各级教学目标，随着目标的精细化，目标体系也愈来愈庞大，要求落实的任务也愈来愈具体。通过课时教学目标的落实，一步步向上发展，直至实现单元目标、课程目标，最终达到教学目的。在教学过程中，当教学目标与具体的化学课程内容一起呈现给教师和学生时，教师从学生相应的行为变化上可以直接判断出教学目标是否实现和实现的程度大小，从而为化学教学提供了评价和改进教学的依据。

动作、知觉能力、体能、技巧动作和有意沟通六项，辛普森 (E.J.Simpson) 则将其修改为更易操作的七级分类，即知觉、定势、有指导的反应、机械动作、复杂的外显反应、适应和创新。相比之下，情感目标的分类研究难度最大，这主要归于目标的难控制和难行为化，它主要不是以外显的行为来落实，而是通过内化模式来体现。

此后，在国际范围内掀起了教学目标研究的热潮，不少学者结合理科教学和化学教学，对布卢姆的体系作了改进和发展。英国巴兹 (Bath) 大学化学系教授丹尼尔 (D.J.Daniels) 等人在 70 年代中期提出回忆、理解、应用、分析、综合五级分类；国际教育成就评价协会 (IEA) 采用知识、理解、应用、高级过程 (分析、综合、评价等思维过程) 来表述。克劳弗 (L.E.Klopper) 曾提出较为系统的理科学习目标 A~I

- A. 知识和理解；
- B. 观察与测量；
- C. 发现问题与探索；
- D. 材料的解释与概括；
- E. 理论模型的设计，检验和修改；
- F. 知识和方法的应用；
- G. 实验操作技能；
- H. 态度和兴趣；
- I. 科学认识。

其中 A~F 属于认知领域，G 属于技能领域，H~I 属于情感领域。这一分类比较全面地阐述了学习行为的操作特点，为科学探究提供了具体的模式。每一项目标后括号内所注的是该项包含的细目。

上海市教科所 80 年代中期在十余所中学进行了目标教学的实验研究，推出了由泛读、识记、理解、应用、综合五级认知目标和见识、学会、技能、技巧、设计五级实验技能目标，形成了比较完整的初中化学教学目标体系。

北京师范大学化学系化学教育研究室和北京市朝阳区教研室按掌握知识和运用知识两方面来修订教学目标，经实验后形成了知道、记忆、理解、简单应用、综合应用五级认知目标。

情感领域的化学教学目标分类研究近年来也有进展。如运用注意、参与、喜爱、系统掌握、形成观念五级水平，更通俗地反映克拉斯沃尔等人的

[美] A.J.哈罗、E.J.辛普森编，施良方等译，教育目标分类学（第三分册动作技能领域），上海：华东师范大学出版社，1989 年版，第 69~162 页。

The Chemical Society Assessment Group, RESEARCH IN ASSESSMENT, 1975, London.

钟启泉编译，现代教学论发展，北京：教育科学出版社，1992 年版，第 295 页。

上海市化学化工学会，上海市化学教育目标体系讨论会纪要，化学教学，1988，3：1。

吴俊明、王祖浩著，化学学习论，南宁：广西教育出版社，1996 年版。

分类思想，并作为化学教学中的情意目标。上海市松江县教育局教研室曾武成等人将情感教学划为情感接受、情感强化、情感内化和情感发展四个水平层次，并以此划定情感教学的课时教学目标，结合初三化学教学实施了这一体系。熊春玲则用接受、反应、偏爱、追求四个层次来确立初中学生的情感教学目标。情感目标的逐步确立，在化学教学中进行爱国主义教育、辩证唯物主义教育、思想品德教育和兴趣、态度的培养得到了强化。

近十年来，教学目标分类理论在化学教学实践中得到了广泛的应用，配合教学方法的改革，取得了显著的效果，特别是化学认知目标内涵界定，选定的行为术语比较明确，因而一些好的教学经验较易直接转化为普遍实施的操作性规定，在一定的地区范围内形成了相对统一的教学要求和教学评价的标准，有力地促进了化学教学质量的提高。

周天齐，化学教学中情意目标的检测和评价，化学教育，1991，1：27。

曾武成等，化学教学中情感教学的实践与探索，化学教学，1994，6：1。

熊春玲，实施情感教学目标评价，促进教学任务全面完成，课程·教材·教法，1993，6：29～31。

第二节 化学教学目标的表述

在认知、情感、技能三大领域的化学教学目标基本确定之后，便可依赖这些标准来具体描述教学内容和相应的学习行为。为避免教师理解上的歧义，对选用的目标体系中的每一水平层次必须明确其特征，熟悉一些与这一水平相对应的可把握的行为语词，而不是泛泛地阐述近乎含糊其辞的期望。

一、以肯定的语言界说每一级目标的特征及相关的行为

现以布卢姆的认知目标为例作如下分析：

(1) 知识

特征：对先前已学知识的简单回忆。这些知识包括事实、概念、原理、步骤、方法等；

行为：说出、列举、描述、复述、回忆等；

实例：请说出“电离度”概念的定义。

(2) 理解

特征：抓住材料的本质进行解释或变式学习；

行为：区别、改述、领会、解释、转换等；

实例：“电离”与“电解”有何区别？

(3) 应用

特征：将已学知识运用到新的情境中，解决一些比较简单的问题。

行为：计算、使用、测定、组织、修改等。

实例：使用化合价升降法配平以下反应：



(4) 分析

特征：通过对某些现象的组成部分的研究，找到各部分之间的联系，从中得出某种结论。

行为：分解、选择、区分、鉴别、分离、辨别、推测等。

实例：请分离某矿石中含有的 Cu、Ag、Au 三种金属，写出化学过程。

(5) 综合

特征：将若干分散的局部知识组合成具有新的功能的整体。

行为：联合、编制、设计、重组、概括等。

实例：用 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、铂丝、过氧化钠、铜片、贮气瓶中盛有的氧气、蒸馏水等以及必需的仪器，请设计实验室中制取硝酸铜溶液的实验，画出实验装置图。

(6) 评价

特征：根据一定的目的和学生明确确认的标准进行判断。

行为：评论、评价、断定、批判、判断等。

实例：运用所给的数据和材料，对离子化合物溶解性的变化规律作出评论。

值得指出的是，由于代表教学目标不同水平的词语在别的交流场合已被赋予了若干含义，受其干扰，在讨论教学目标时很难被教师所把握，如“分析”、“评价”就属于这类情况。因此，确定单元教学目标的水平层次，应根据每级目标的特征反复斟酌，并结合智力活动的形式和复杂性综合考虑。

在借鉴现有的技能目标分类成果基础上，我们提出化学实验技能目标的五级分类，其行为特征简述如下：

(1) 知觉：通过观察仪器和教师的演示操作，领悟仪器的结构、特点和操作方法。

(2) 模仿：根据动作的规范要领，对实验技能作技术上的分解，逐个模仿演练，单项操作做到准确无误。

(3) 定势：能根据实验要求独立地、较熟练地、不间断地将单项操作组合起来，在实验的全过程中操作基本正确。

(4) 熟练：实验技术纯熟，操作规范，整个过程中无错误，能在规定时间内完成实验，出现故障能迅速排除。

(5) 创新：根据实验习题要求自行设计并优选实验方案，选用或研制实验仪器，构建新的实验装置，创新实验方法，迅速、熟练地解决实验问题。

上述实验技能目标，从知觉水平到创新水平，操作上的复杂性逐级提高，但每一级的行为特征比较典型，在教学设计时不难把握。

由于情感目标对应的学习要素不少是“隐性”的，涉及的内容也有一定的“宽度”，因而很难从行为上明确予以界定。除了对每一级目标作适当的注释外，还可列举与此对应的典型的情感表现，便于参考。例如熊春玲的分类体系如下：

(1) 接受：学生愿意接受或注意某种现象或刺激。

情感表现：学生能按老师的要求去听、想、看、做等，但不专心，兴趣淡然。

(2) 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。

情感表现：对老师的要求能积极主动地去做，有自觉性，并感到有乐趣，心情舒畅。

(3) 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的和专注的态度，而且这种态度比较稳定。

情感表现：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。

(4) 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。

情感表现：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。

二、用清晰的语言表达单元教学目标的具体内容

目标是有关科学方法训练的目标，而行为目标所反映的是正确合理而又具体的学习行为，是最重要的、能落实知识和方法的目标。这一设计思路是值得借鉴的。现以“燃烧”这一单元为例，具体阐述教学目标的构成。

教学单元：燃烧

教学时间：100 分钟

教学年级：初二

单元目标：

- (1) 燃烧需氧助燃
- (2) 燃烧除氧外尚需可燃物及燃点
- (3) 蜡烛燃烧后的质量变化

过程目标：

- (1) 思考有关燃烧的问题并观察
- (2) 对燃烧问题产生疑问
- (3) 讨论有关燃烧的问题
- (4) 区别燃烧是化学变化或物理变化
- (5) 设计实验
- (6) 推论
- (7) 测量、记录、解释
- (8) 得出结论

行为目标：

- (1) 能将常见的物体分成可燃物与不燃物
- (2) 对燃烧的问题发生兴趣
- (3) 自动探讨燃烧条件是氧、可燃物和燃点
- (4) 明白燃烧是一种化学变化
- (5) 学生能建立假说
- (6) 明确实验目的
- (7) 了解正确的实验方法
- (8) 证实实验结果发现燃烧必需氧
- (9) 正确填写实验记录
- (10) 通过测量得知蜡烛重量变小
- (11) 指出蜡烛重量减少的原因
- (12) 指明蜡烛燃烧后产物如不散失则重量增加
- (13) 指出蜡烛燃烧后重量增加是来自空气中的氧

情感目标的表述比较特殊，常用体现过程涵义的语词引出，如“从……中体会到……”、“通过……意识到……”、“强化……认识”、“形成……观念”、“养成……品质”、“树立……精神”、“领悟到……”等等。与认知目标和技能目标明显不同的是：情感目标通过学生学习过程中的情绪体验而逐步内化，最终形成明确的观念。它隐含于知识，技能的学习过程之中，

需要教师努力去发掘；它比知识、技能的形成要慢，需要教师不懈地去维持，才能达到“潜移默化”的效果。以下给出初中化学“绪言”单元的情感目标实例（表5—1）

表5-1 初中化学“绪言”单元的情感目标

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	爱国主义教育	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道理。
反应	科学态度	从教师仔细、认真的演示实验中体会到严谨求实、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现象和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。

三、以简捷的表格反映知识点与教学目标的对应关系

由于化学教材涉及的知识点（技能点）众多，有的知识点往往是“浓缩”的，本身还包含着更具体的内容，达成的目标也不尽统一，如“氯气与水反应”包含“氯气与水反应的产物推断”和“次氯酸的有关性质”两个知识点，前者一般要求达到“应用”的水平，而后者通常达到“理解”的水平即可。如采用行为动词引导的“一点一滴”的方式去详尽地描述，课时教学目标的制定将变得十分繁琐，形成的体系十分庞大，过多、过细的限制将影响教师教学智慧的发挥，学生也难以从某些词语上准确把握学习水平。为解决这一矛盾，目前常用的方法是将教学内容划分成适当大小的若干个知识点，研究这些知识的重要性和复杂性，确定它们在目标体系中的相对水平，具体实现目标的途径则根据教学实际去设计。这样，既简化了目标条文的表述，一目了然地反映出知识水平与达成目标之间的对应关系，又为教学目标下课堂教学方法的改革提供了可能。由知识与目标构成的“二维分布”表，也有人称之为“双向细目表”。

表5—2列出了“硫元素及其化合物”单元双向细目表的一部分：

表5-2 “硫化氢”教学的双向细目表

知识点	教学目标				
	知识	理解	应用	分析	综合
硫化氢的实验室制法					
硫化氢的物理性质					
硫化氢的化学性质					

单元教学中的技能目标和情感目标均可设计成“内容—水平”的双向细目表。例如，表 5—3 是初中化学“粗盐提纯”实验的技能细目表，表 5—4 是初中化学“氢气的性质和用途”一节的情感发展细表

表 5 - 3 “粗盐提纯”实验操作技能双向细目表

内容	细 目	技能水平				
		知觉	模仿	定势	熟练	创新
粗盐 提纯 的操 作技 能	物质的溶解（称量、稀释）					
	振荡和搅拌					
	过滤 蒸发 绘仪器装置图					
	填写实验报告					

表 5 - 4 “氢气的性质和用途”的情感目标

学习内容	发展水平			
	感知	体会	追求	性格化
性质与用途的关系，价值观念				
矛盾的对立统一观点				
量变质变的规律				
化学中的美育				
科学方法和科学态度				

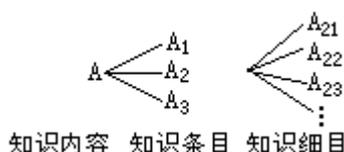
第三节 化学教学目标的实施

所谓目标教学，指的是围绕教学目标展开的，并通过教学目标调控的教与学的全过程。具体而言，包括制定教学目标、展示教学目标、落实教学目标、即时检测目标和矫正与调控目标等阶段。

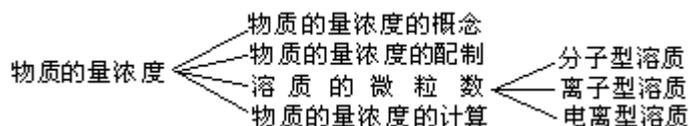
一、制定教学目标

化学教学目标的制定，一般分两步走：

(1) 分析教学内容。包括列出本单元、本课时的教学重点、难点和疑点，理清知识点之间的相互关系，在此基础上将内容分解。分解一般采用如下模式：



例如，高一化学“物质的量浓度”一节可作如下分解：



其中，“概念”、“配制”和“计算”均可进一步分解。

(2) 确定学习水平。根据化学教学大纲和学生的现有水平（起点水平）确定本单元、本课时所列知识点的学习水平（终点目标），用文字或表格形式反映这种对应关系。一般比较精细的课时目标容易界定，多用文字陈述；稍粗一些的单元目标，常用双向细目表形式排列。我们提倡教学目标的具体化，但并不意味着前一种表述优于后一种表述，当教师能自觉地控制目标内涵所反映的学生行为时，省略一些细节的规定，综合考虑是一种更明智的选择。目标体系形成后，需充分论证，方可实施。

二、展示教学目标

目标教学的重要功能之一是界定学生的学习行为，给学生以明确的学习期望和自我评价的依据，即事先让学生知道“学什么”、“学会什么”、“学到什么水平”，这就要求教师及时地将教学目标转化为学生心中的学习目标。展示学习目标的方式有多种，可以在单元教学前用书面形式提供给学生，或在每节课之前明确告诉学生，也可在教学过程中分层次逐步提出。无论采用哪种方式，均使学生切实明了本单元、本课时学习哪些内容，涉及哪些知识点（或技能点），通过什么途径，获得什么结果等等。

三、落实教学目标

在师生共同明确目标的内容指向和行为水平的基础上，教师将有重点、有程序地展开新课的教学，通过教师的讲授并配合问答、演示、自学、练习、

实验等多种方式和师生之间融洽的情感交流，有计划地落实新课中的认知目标、技能目标和情感目标。这一阶段的工作是目标教学的重心，能否顺利、高效地完成，取决于教师处理教材、把握教学目标、优选教学方法等能力。因此，目标教学下的备课环节要求更高，不可忽视。

四、即时检测目标

目标教学十分强调知识、技能形成的效率，除了采用传统教学中的一些手段（如提问、巡视、作业批改等）进行检测外，精心设计与教学目标对应的测验作为课内评价或阶段评价的重要工作，即目标教学的形成性测验和终结性测验，有时为确证目标达成中的具体障碍，也采用诊断性测验，从中获得学生对所学知识的掌握情况，并据此调节后续课的教学进度，或制定补偿教学的具体措施。为提高检测的效度，课时或单元的形成性测验应依照双向细目表进行编制，力求做到“学什么，考什么”。表 5—5 是高中化学“氯气、氯化氢”单元测验的双向细目表。

表中的数据代表某知识考点应该达到的该水平等级下的测验分值（总分 100），其纵向分数分布主要根据教学内容、课时数、习题的变式等综合决定，横向的分数分布则依赖于测验的性质和学生的水平，一般形成性测验前两级水平（知识、理解）的分数比例较大。有了编拟测验的上述轮廓，接着的工作是组题，试题的选择同样受知识考点和测试水平两个维度的限制。

表 5 - 5 “氯气、氯化氢”单元测验的双向细目表

测试水平 \ 知识考点	知识	理解	应用	分析	综合	分值总计
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
氯气的制法		6	4			10
漂白粉组成、制取和反应	2	2	2	3		9
氯化氢制取和性质	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

五、矫正与调控目标

根据各种途径所收集到的反馈资料，教师必须作出客观的评价，并制定矫正的或发展的对策。对达标中普遍存在的共性问题宜采用集体矫正，通过范例讲解使学生明确失误所在，对少数中下学生的知识和技能缺陷以个别帮学为主，对少数优秀学生应重视目标的深化与提高，力求不受统一的目标体

系所限，达到分类推进之目的。此外，根据实践反馈的情况，对目标体系作适当的修正是必要的，学习水平一般以中等程度的学生通过努力可以达成的参考的标准。

目标教学的整个过程，可用下图简示（图 5—1）：

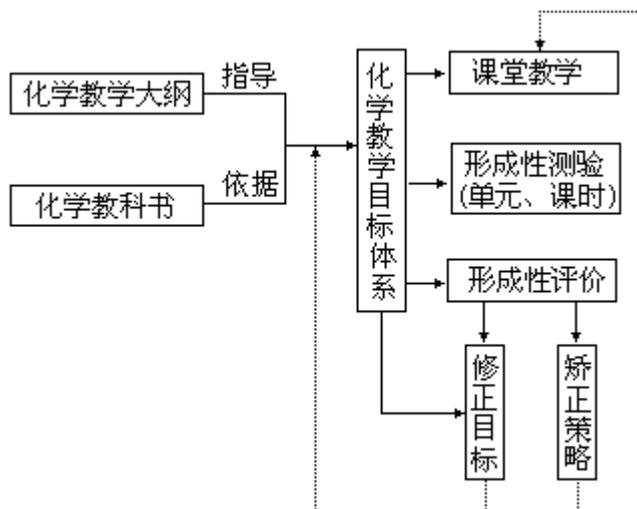


图 5-1 化学目标教学的基本过程

在化学教学目标设计和目标教学过程中，有几点必须指出：

（1）目标教学不是一个被动地传授知识或技能的过程，必须创设多种情境，激起学生达成目标的欲望并付诸于积极的行动。如能将情感目标有意识地融入其中，使学生在在学习过程中获得良好的情绪体验，必将有效地促进认知行为和技能行为的发展。

（2）合理安排各环节的教学时间，处理好进度与达标的关系尤为重要。初中化学目标教学的实践证明，适当减少集中教学的时间，增加反馈、调节时间，有利于提高目标的达成率。必须提供给学生足够的自学、自练、自评的时间，以发挥学生的学习主动性。

（3）教学目标的层次虽有一些质的规定，但不同的教师对大纲、教材的理解会有差异，加之学生实际情况不同，导致同一内容出现不同的行为要求是正常的，这可以通过施用目标测试后学生学习水平上的差距来逐步达成统一的认识。如以目标的多样性来否定目标教学的效用，是非常不明智的。

（4）教学目标规定了具体的教学任务，但这些任务的完成，离不开教学方法的支持。选用切合实际的好的方法组合，能积极地促进目标的实现，缩短从现实水平达成目标水平的的时间。一度出现的“按目标教学，不需要研究教学方法”的观点是极不现实的，轻者将延误目标的达成，严重的甚至偏离教学目标。

(5) 为兼顾两极学生的需要，建议设立“基础目标”(A)和“提高目标”(B)，在检测时设计相应的A组题和B组题确认学生的学习水平，鼓励学生在同一目标起点上有较大的发展，从而使“分层次”教学纳入同一课堂。这样构成的目标体系，既“步调一致”，又表现出一定的弹性，更贴近于教学实际。

(6) 形成性评价离不开形成性测验，而目标的细化使测验变得十分频繁，如课时测练，单元测练、诊断测练等等，学生应接不暇，客观上加重了学生负担，不利于学生全面发展。有的甚至打着目标教学的旗号，公开为“题海”推波助澜，完全违背了目标教学的初衷，必须引起高度的重视。

第六章 化学知识的教学策略

关于教学策略 (teaching strategy)，从 70 年代末提出这一术语至今，其涵义尚无统一的说法。E.D.加涅认为，教学策略是指“管理策略”和“指导策略”两方面；保罗.D.埃金等人则强调，教学策略是“为完成特定目标所设计的指示性的教学技术”；D.G.阿姆斯特朗则定义为“有系统地安排的教师活动，用以帮助学生达到某一单元所确定的教学目标”；也有学者认为教学策略等同于“教学模式”或“教学方法的应用”等等。无论哪一种说法，我们认为有一点是共同的，即教学策略是对教师教学行为的优化，是针对一定的教学任务所制定的“如何教”的具体对象。

广义而言，凡涉及化学教学过程的不同层面的教师行为都有一定的指向性和优选性，均可在“策略”的范畴内讨论。例如，中间层次的有选择教学方法的策略，设计教学目标的策略、处理教材内容的策略、非智力因素培养的策略等等，更低一级层次的有课堂提问的策略、演示实验的策略、概念教学的策略、情感教学的策略、作业批改的策略等等。上述策略必须在理论与实践的结合上方可形成，具有指导性、操作性、灵活性、最优化等特征。这些不同层次、不同功能的具体策略之总和，构成了教学策略系统。

由此可知，探讨教学策略是有条件的，是相对于一定的教学任务而言的，简单的任务有时只需涉及一种策略，而复杂的任务可能要用到不同层次的多种策略。由于实际的课堂是一个整体，教学策略的组合是必然的。但每一堂化学课有重点的教学内容，必有相对占优势的教学策略，这就是分类研究教学策略的价值所在。

本章着眼于化学知识体系的构成，从三方面讨论具体的教学策略。

第一节 理论性知识的教学策略

所谓的理论性知识，是指与化学理论密切相关的概念、原理、规律等内容。它具有抽象、概括的特点和较严密的逻辑性，既是化学教学中最关键、最核心的内容，也往往是学生学习的难点。因此，这类知识的教学必须注重以下策略：

一、借助感性材料使抽象知识形象化

理论形态的知识较之具体形态的知识，思维的难度更高，学习过程中可能出现的障碍也愈多。如何降低思维难度，帮助学生加深对理论知识的理解，一种有效的策略是提供有针对性的感性材料辅以说明，在丰富、典型、正确的感知基础上逻辑地进行分析、综合、比较、概括，从而达到理解新知识的本质和规律之目的。

在化学教学中，感性材料主要通过实物、模象和言语三种直观方式予以体现。

1. 实物直观

实物直观是指组织学生观察与所要学习的理论知识直接相关的现象和过程。具体的方式有演示实验、参观见习等。

实物直观具有真实、生动等特点，易激起学生的兴趣和注意力，加深对所学知识的印象，赋予抽象知识以具体的形象。特别是演示实验，是化学教学中最主要的直观手段，在引出化学概念、形成化学原理等方面极为有效。例如，通过展示不同溶液的导电性，从对应的灯泡发光程度的强弱上引出“弱电解质”的概念，并揭示产生这一现象的本质：灯泡暗 溶液导电能力弱 溶液中自由移动的离子少 电解质的电离程度小 弱电解质的本性。

又如，为回答“化学反应前后物质的总质量之间有何关系”这一问题，最生动、最直观、最有说服力的方法是通过测定反应前后的质量变化进行对比。选取两个典型的实验进行演示：一是密闭容器中白磷的燃烧，二是溶液体系中 NaOH 与 CuSO_4 的反应。当学生观察到两实验的天平均保持平衡，即从宏观上获得一个判断：反应前物质的总质量等于反应后物质的总质量。这无疑为导出普遍意义上的“质量守恒定律”提供了坚实的感性基础。显然，演示实验在掌握理论知识过程中所表现的“承上启下”的作用，是别的方法无法替代的。

2. 模象直观

模象直观是指组织学生观察与所要学习的理论知识直接或间接相关的真实现象或过程的替代物，如图形、模型、投影等。

模象直观往往在难以用实验来真实体现知识的场合发挥其特有的作用，它虽不如实物那么真实，但可对复杂的知识进行处理，按教学需要突出某些特征，略去某些细节，更简捷地反映化学知识的本质。通过将模象放大、缩小或作静动变化，使小至微粒、大至天体的各类事物的运动变化规律变得

形象、生动。例如，电子的运动有别于学生所认识的宏观物体的运动，但无法通过实验来验证，更无具体的实物可展示。为突出其特征，可利用挂图作静态的平面显示，或根据氢原子瞬间照相图制成一系列幻灯片逐渐重叠放映，有助于学生正确地理解抽象的“电子云”概念。如能设计成CAI课件或多媒体作动态模拟，其效果更好。

有的概念或原理不能直接用代表原型的模象去表达，则采用间接的方法提供感性材料。如学习“电子层”、“电子亚层”概念时，可通过“中介”模象——电离能数据表，由其中电离能数据由渐变到突变的现象，使学生确认：电子是分层排布的，同一层中的电子能量也有差异等结论。

对一些复杂的化学知识，可采用简化的模象，有重点地显示其特征。如用A—B表示弧对电子形成配位键的过程，用“单线桥”或“双线桥”形式反映氧化还原反应中的电子得失或电子偏移，用电子式表示离子键或共价键的形成等等。

3. 言语直观

言语直观是指教师利用生动形象的言语描述使学生形成与化学理论知识有关的清晰“形象”，特别是以学生身边的现象和已有的经验为线索，极易将学生的注意“定格”在对某种感知的回顾和体验上，从而与新学的知识发生积极的联系。

例如，对初中学生而言，“分子”是一个很抽象的概念，教师在描述其小的程度时，通常将水分子的大小与乒乓球相比，并告诉学生其比值与乒乓球跟地球比相近，既形象又不失科学性。又如，为说明原子的构成，教师假设原子有一座十层楼那样大，原子核却只有一个樱桃那么大，因而留出了很大的空间可供电子作高速运动。再如，用某一水槽内水不断更换而总量不变来比喻“动态平衡”的微观特征。

比喻所提供的感性材料往往是“虚构”的，仅仅起“衬托”作用，而许多蕴含化学道理的实际情境能给学生更多的启迪。例如，从日常食用的甜豆浆与咸豆浆的现象不同，联系到胶体的凝聚；从铅笔芯或旧电池中的碳棒的用途，联系到石墨的性质和晶体结构；从熟知的溶解现象，联系到“相似相溶”规则；从明矾净水作用，联系到盐类水解平衡；从白铁皮与马口铁破损后的腐蚀情况，联系到牺牲阳极的阴极保护法等等。

二、通过准确表述使内涵知识清晰化

考察中学化学教材不难发现，化学概念有两种表述形式，即具体性表述和定义性表述，前者通过罗列一些现象或事物便匆匆下结论，没有完全揭示概念的本质特征，如“像石蕊、酚酞这类能跟酸或碱的溶液起作用而显示不同颜色的物质，叫做酸碱指示剂。”后者则有丰富的内涵，文字表述严谨，逻辑性强，如“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。”进一步分析可知，与化学理论相关的基本概念主要是定义性的，而化学原理或规律又由某些概念和一定的语词组合而成，其中概念的內

涵、外延某种程度上决定着化学原理的实质性内容。因此，用科学的语言揭示内涵、说明外延是极为必要的。

1. 从关键字或关键组分入手解析内涵

教师必须抓住概念的定义和原理的表述中那些作用至关重要而极易被忽视的关键字和关键组分（如表示特定条件、因果关系的词语），及时纠正学生因省略或变换关键字、词所产生的错误，如“溶解度”概念中缺少“一定温度”这一条件；“电解质”概念中将“或”改成“和”，将“化合物”改成“物质”；“化学键”概念中省略“强烈的”三个字，均导致外延扩大。同样，化学原理或规律中的关键字、词对正确运用这些知识起着导向性的作用，一旦忽视，易入“歧途”。如核外电子排布规律中的“尽先”、“能量最低”和“依次”，明确揭示了核外电子排布的特征，缺一不可。

2. 从多角度挖掘隐含信息以解析内涵

仅仅从关键字、词正面表述或强化内涵，有时还不能讲清讲透，此时应转换角度进行解析，充分获取更多的隐含信息，从而使内涵知识更清晰、更精确。实施这一策略有多种途径，可根据教学实际灵活选用。

(1) 对貌似反例的某些现象进行界定。在讨论概念的外延时，往往会衍生出一些似是而非的问题，干扰学生的思路，掩盖知识的本质，对此教师必须作出明确的回答。例如，强电解质和弱电解质的概念除突出“全部电离”和“部分电离”的特征外，还应澄清如下问题：在水中溶解度很小、溶解部分全部电离或在熔融状态下全部电离的化合物（如 Al_2O_3 、 BaSO_4 等）都是强电解质；氨气溶于水后溶液表现出弱的导电性，这是水合物 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 电离所致， NH_3 不属于电解质； CaO 溶于水形成的溶液表现出强的导电性，这说明 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是强电解质，但不能以此认定 CaO 不是强电解质，在熔融条件 CaO 可全部电离。

(2) 对原理或规律的适用范围进行界定。原理或规律的导出都是有条件的，这些条件往往限制了应用的范围，而条件有时又是隐含的，学生极易因判断失误导致差错，对此教师必须予以强调。例如，元素周期表的性质递变顺序是对元素而言的，不适于讨论单质。卤素的非金属性和单质的活泼性从上到下“同向”增强，是一个特例，对氮族等元素便不适用。又如，化学平衡移动原理仅适用于“已达平衡”的反应，当外界条件改变时用以判断平衡移动的方向，对单向反应或正在趋向于平衡的反应体系不能用此原理解释，否则将得出相反的结论。再如，化学反应速率理论是从单因素影响进行研究的，当某一反应既有浓度增大的因素，又有降低温度的因素时，难以从理论本身综合得出结论，只能通过实验来判定速度的变化情况。

(3) 对前提与结论的互逆关系进行界定。在化学概念、化学原理或某些结论的表述中，因果互逆有时不影响其正确性。如将阿伏加德罗定律改述成“在同温、同压下，分子数相同的任何气体所占有的体积也相同”，其关系仍然成立。但在许多场合下这种互逆关系受到限制，学生理解不当，在应

用时容易步入思维误区。对此教师必须从正反两方面进行论证，使学生明确内在的关系。例如，从“酸溶液表现出酸性”不能推出“酸性溶液必定是酸的溶液”；还隐含着盐水解等可能性。又如，化学平衡状态下反应混合物中“各组分的百分含量保持不变”，但不能说“同一可逆反应通过不同的途径达到平衡，只要各组分的百分含量相同，对应的平衡态也相同。”再如，非极性键构成的分子都是非极性分子，但非极性分子可以由非极性键或具有对称结构的极性键两种方式构成。上述逻辑结构的不可逆性，也反映出化学理论的严谨性和复杂性，在教学时必须予以高度重视。

三、在知识迁移过程中促进思维积极化

概括性的理论知识在具体的应用场合，具有较广泛的可迁移性，对其它知识的学习有积极的指导作用。国外明确提出“为迁移而教”的口号，旨在要求教师有意识地引导学生对已学的知识进行概括，找出共同的要素（包括思维要素），在新的情境中有效地运用这些要素解决问题。因此，化学教学中提出这一策略，对培养学生的思维能力是极为有效的。具体可从以下几方面入手：

1. 合理地引伸知识

在已学知识和有待解决的问题之间，并不是一种简单的对应关系，有时往往出现一定的“跨度”，阻碍学生的思维向纵深发展，抽象、概括的理论知识这方面的表现尤为明显。针对上述情况，教师应恰到好处地引伸知识，弥合学生的思维链，为知识的顺利迁移打下基础。例如，面对酸碱溶液中水电离一类问题时，可引导学生从纯水电离出发引伸：纯水电离产生的 $[H^+] = [OH^-]$ ，加酸或加碱水的电离受到抑制，电离度减小，但电离产生的 $[H^+]$ 和 $[OH^-]$ 仍然相等，溶液体系中度减 $[H^+]$ 和 $[OH^-]$ 也仍满足纯水时导出的关系式 $K_w = [H^+][OH^-]$ ，只不过公式中的离子浓度不一定是水电离的减结果。在纯水中滴加酸，上式中的 $[H^+]$ 主要是外加的，水电离部分可忽略不计，而 $[OH^-]$ 则是水电离而成的。在纯水中滴加碱，结论恰好相反。进一步引伸可知，如要增大水的电离度，可设法减少水中 $[H^+]$ 或 $[OH^-]$ ，使平衡向水电离的方向移动，选择一些比较特殊的试剂（如NaCN等）便可达到这一目的。

认知心理学将新旧知识之间的“衔接”，称之为“认知桥梁”或“先行组织者”，它充当着新旧知识联系的“中介”，一般呈现于所要解决的新问题之前，使迁移的思路和方向更为明确。美国著名学者奥苏伯尔（D.P. Ausubel）认为：“认知结构中已经有可以利用的有关的适当巩固的观念的重要性，因为它们能使逻辑上有意义的新观念成为有潜在意义的，并为这些新观念提供稳定的固着点。”换言之，教师提供的“先行组织者”

[美] J.M.索里等著，高觉敷等译，教育心理学，北京：人民教育出版社，1982年版，第392页。

[美] D.P.奥苏伯尔等著，余星南等译，教育心理学——认知观点，北京：人民教育出版社，1994年版，

如能转化为学生认知结构中可利用的“固着点”，则更容易沟通已知与未知之间的有意义的学习，使迁移更具有自发性和针对性。这一思路是值得我们在实践中借鉴的。

2. 科学地运用变式

引伸知识或帮助学生建立“固着点”，无疑有助于知识的迁移，但更重要的是在变化的情境中迅速地与这些“固着点”发生有效的联系，从而一举中的，抓住问题的本质，真正达到触类旁通之目的。科学地进行变式训练，有助于这一目的的实现。

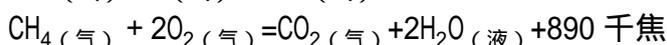
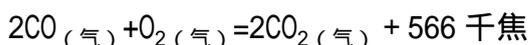
所谓变式，是指旨在突出所学知识的本质特征而变换直观材料或例证的呈现方式。化学教学中常见的有变换题材、变换题型、变换要求、变换条件、变换思考方向、变换思考范围等多种方式。现结合理论知识的教学举几例说明之。

例 1 为什么氯化氢易溶于水，不易溶于汽油？

例 2 为什么石蜡易溶于汽油，不易溶于水？

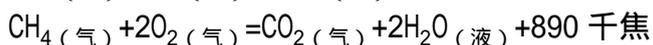
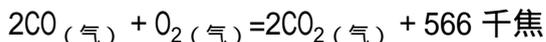
从例 1 到例 2，题材更换，题型、要求、条件、思考方向和范围不变，属于难度相当的“平行变换”，其本质的知识是“相似相溶”规则。

例 3 在一定条件下，CO 和 CH₄ 燃烧的热化学方程式分别为：



由 1 摩 CO 和 3 摩 CH₄ 组成的混合气体在上述条件下完全燃烧时，释放的热量 _____ 千焦。

例 4 已知下列两个热化学方程式：



实验测得由 CO 和 CH₄ 组成的混合气体 4 摩完全燃烧时放热 2953 千焦，则混合气体中 CO 和 CH₄ 的体积比为_____。

从例 3 到例 4，由已知混合气体组成确定反应热改为由已知燃烧热确定混合气体组成，恰好构成一逆反变换，其本质的知识是根据热化学方程式的计算规则。

例 5 pH = 2 的盐酸溶液和 pH = 12 的氢氧化钠溶液等体积混合，溶液的 pH 为_____7。（填=、>、<）

例 6 pH=2 的一元酸溶液和 pH = 12 的氢氧化钠溶液等体积混合，溶液的 pH 为_____7。（填=、>、<）

例 7 pH=2 的强酸溶液和 pH=12 的碱溶液等体积混合后溶液的 pH 为 _____7。 (填=、>、<)

例 6 仅将例 5 中的“盐酸”改成“一元酸”，但思考范围扩大，必须考虑一元强酸与一元弱酸两种可能，例 7 更为一般化，仅提“强酸”和“碱”，同样必须考虑强碱和弱碱两种可能。上述三例题设条件变化，思维的要求提高，但本质的知识是弱电解质的电离和酸碱反应的 pH 值计算。

变式思维最常见的方式是比较，即寻求现实问题与头脑中已确立的某种观念之间的异同，一旦透过纷纭繁杂的表象，抓住了两者之间的共有本质，那么问题便迎刃而解。但现实告诉我们，实现这一过程并非易事。以下例示的变式是颇具启示的。

例 8 (MCE1988) 在一个固定体积的密闭容器中，加入 2 摩 A 和 1 摩 B，发生反应 $2A_{(气)} + B_{(气)} \rightleftharpoons 3C_{(气)} + D_{(气)}$ ，达到平衡时，C 的浓度为 W 摩/升。若维持容器体积和温度不变，按下列 4 种配比作为起始物质，达到平衡时，C 的浓度仍为 W 摩/升的是 ()。

- (A) 4 摩 A + 2 摩 B
- (B) 2 摩 A + 1 摩 B + 3 摩 C + 1 摩 D
- (C) 3 摩 C + 1 摩 D + 1 摩 B
- (D) 3 摩 C + 1 摩 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为 20%，属选择题中的偏难题，但此题的“原型”却在教科书上。书上以较大篇幅说明了可逆反应 $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ 在等温等容条件下达平衡的两种极端的历程：一是从 SO_2 、 O_2 按 2:1 的体积比混合至平衡，二是在同样条件下取纯净物 SO_3 分解到平衡，最终得到相同的组成。然而，由于学生在认知结构中尚未真正建立清晰的、可利用的有关化学平衡“殊途同归”的概念，在貌似陌生的问题情境面前，多数学生无法变通。若干年以后，1993 年的高考第 34 题仍然围绕“殊途同归”的本质而展开，但抽样结果同样令人失望。

我们认为，科学地运用变式不是指单纯地增加同类习题进行演练，而重在引导学生学会概括知识的本质要素，掌握变式的思维规律，循序渐进地提高思维水平，在知识迁移的同时促进方法、思路的迁移。

3. 重视思想方法的迁移

广义而言，学科思想和方法也属于知识的范畴，是研究如何获取知识的信息，因而在在学习过程中所起的作用更大。在化学理论知识的教学过程中，经常涉及一些规则、原理的应用，其中蕴含丰富的学科思想和方法要素，这些内容往往是隐含的。从表面上看，两个情境之间没有明显的相似性，难以发现

国家教委考试中心化学科命题委员会编，高考化学命题原则、思路、剖析，北京：人民教育出版社，1992 年版，第 88 页。

王祖浩、陈德余，MCE 主观题解答失误析因及评注，化学教育，1994，4：9。

第二节 事实性知识的教学策略

所谓的事实性知识，是指与物质的性质（物理性质、化学性质）密切相关的，反映物质的存在、制法、保存、用途、检验和反应等多方面内容的知识。这些知识是化学教学内容的重要组成部分，约占现行中学教材内容的3/5，被人称之为是“真正意义上的化学”。

从内容上作微观考察，现行课本有重点地介绍了具有代表性的元素 20 余种和重要的化合物 80 余种，包括主族元素、副族元素、过渡元素及其化合物和各类有机物及其代表物。这些元素化合物知识基本上是按元素周期系安排的，从个别到一般，先无机后有机，事实性知识和理论性知识穿插编排。鉴于这部分知识的特殊作用和特殊构成，在教学时应考虑运用以下策略。

一、强化直观教学手段

事实性知识具有点多面广、条理性差的特点，学生往往容易感到难学难记，难以形成清晰的印象和完整的结构。在元素周期律和物质结构理论尚未介绍之前，这一矛盾更为突出。因此，在教学中尽力创造条件，充分利用实物、实验和模型，有助于学生通过感知对化学事实获得明确的认同，为较好地掌握这部分知识打下基础。

这一策略在具体运用上表现出不同的层次：

1. 印证知识、强化记忆

物质的许多物理性质单凭教师讲授和学生记忆，往往得不到好的效果，借用直观手段能帮助学生形成鲜明而具体的观念。例如，溴、碘纯态时的颜色和在水中、 CCl_4 溶剂中的颜色，常常容易混淆，通过实物展示和学生亲自动手实验，则能获得较为清晰而深刻的印象。又如，打开一瓶浓硝酸，从“发烟”现象上便获知了挥发性，从瓶子的颜色上也可初步判定其不稳定性。

对一些难以通过“演绎”解释的化学反应，运用实验能将元素符号、化学式、化学方程式与有关的物质及具体变化明确地联系起来，既强化学生的记忆，又增强了教学的说服力。例如，在学生的认知结构中很难将具有灭火性的 CO_2 气体与“助燃”连在一起，当将镁条点燃后放入盛有 CO_2 的集气瓶中，镁条剧烈燃烧，生成物中可见到黑色的附着物，由此验证了反应： $\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ 。

在讲授有机化学知识时，通过提供球棍模型或比例模型，使学生了解简单有机物的空间结构，加深对不同官能团结构特征的认识，掌握同分异构体变化的规律。

2. 探究知识，启迪思维

演示实验或学生实验，不仅能验证化学反应知识，更重要的是启迪学生

探索现象的本质，提高科学思维的水平。例如，将等质量的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 分别投入等量（足量）的盐酸中，观察到均有气体放出，通入澄清石灰水均能变浑浊，至此即可证实两个反应中均有 CO_2 生成。但进一步观察还发现，产生 CO_2 气体的速度后一反应更快，且产生的数量也多。“这究竟是什么原因所致？”将引导学生的思维进一步深入。又如，在学习配合物知识时，设计如下实验探索配合物的组成：在少量 CuSO_4 溶液中滴加 NaOH 溶液，出现蓝色沉淀，继而滴入少量氨水，蓝色沉淀立即转为深蓝色溶液。当学生亲自获得这一现象时，思维活跃，自觉地提出多种假设，并用已学的知识去证实或证伪，最后推出唯一可能：深蓝色溶液系 Cu^{2+} 和 NH_3 组成。

二、重视化学理论的指导

事实性知识按其在教材中的位置和思维方式不同，分为“理论前”知识和“理论后”知识，也称“律前”知识和“律后”知识。前者位于高一化学第五章“物质结构元素周期律”之前，后者位于“物质结构元素周期律”之后。在“律后”知识的教学中，运用已学的化学理论演绎推理，引导学生概括出某族元素的通性和性质递变规律，根据某物质的结构特征预测其性质，往往能获得较好的教学效果。例如，在白磷分子的四面体结构中价键的“张力”很大，容易断裂而表现出强的化学活泼性，以此即可说明白磷自燃等化学现象。又如，铁的价电子结构为 $3d^64s^2$ ，在化学反应中易失去 2 个或 3 个电子呈现 +2、+3 价，当遇强氧化剂（如 Cl_2 、过量 HNO_3 等）时呈现 +3 价，遇弱氧化剂（如 I_2 、 HCl 等）时呈现 +2 价，以此可以解释有关铁元素价态变化的一系列反应。

除了运用理论预测或解释后续学习中的化学现象外，应当注重强化新学的理论对过去的事实性知识的阐释，即“滞后”的指导，从而既巩固以往的知识，又能加深对理论的理解，起到相辅相成的作用。例如，在初中阶段，学生从演示实验和大量事例中了解到 CaCO_3 的生成和转化的反应知识：在澄清的石灰水中通入 CO_2 ，先生成白色沉淀 CaCO_3 ，继续通入至过量，沉淀溶解生成无色的 $(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)$ 溶液，加热溶液或遇压强突然变小时，又析出 CaCO_3 沉淀。到高中阶段，运用化学平衡移动原理能对上述知识作出一个圆满的解释。又如，从温度和浓度影响化学平衡 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + \text{热}$ 的角度综合分析，即可说明本书第四章中曾提到的化学事实：硫在纯氧中燃烧生成的 SO_3 含量小于在空气中燃烧得到的结果。

总之，中学化学中涉及到的物质结构理论、化学平衡理论、电解质溶液理论、氧化还原反应规律等理论性知识，对无机物、有机物的化学性质、存在状态、制理原理等事实性知识的教学有极大的促进作用，有助于克服机械论证这类知识的弊端，培养学生的“化学思维”能力。

三、揭示知识的内在联系

中学化学包含的事实性知识内容庞杂，全面地详尽讨论既不可能、也不一定奏效，教学时如能理清知识间错综复杂的内在联系，找到主要的知识线索和重点研究的对象，则可收到事半功倍的效果。这一策略的具体实施可从以下几方面入手。

1. 突出典型元素及其化合物知识的教学

中学教材按类或族讨论物质的具体性质，常常从具体的代表物入手研究其性质，再推广到一般，这种“求同”归纳的思路在事实性知识的教学中的应用广泛。例如，在分别讨论了盐酸、硫酸和硝酸三种酸的性质之后归纳出酸的通性；在重点研究氯单质及其化合物的性质基础上，概括出卤族元素及化合物的一些共性；从分析乙醛的结构和性质入手导出醛的通性、通式等。同时采用的另一条思路是，抓住某些物质的特殊性或反常现象作“求异”分析，很容易将它们与同类或同族的共性相分离。例如，酸类中的浓盐酸具有还原性，浓硫酸和硝酸具有强的氧化性，硝酸还具有不稳定性等等，制法上也各异。卤素原子由于电子层数的差异，单质的性质出现递变，其中氟是最活泼的非金属，能置换出水中的氧，碘的性质最不活泼，但能使淀粉溶液呈现特殊的蓝色，卤素的一些化合物（如HClO等）也有各自的特性。

循上思路进行教学，既触类旁通，从一种或几种物质入手引出一类物质的通性，又兼顾到个别物质的特性，使复杂的知识在突出重点的同时得以简化。

2. 理顺结构、性质、存在、制法、用途之间的关系

物质的结构、性质、存在、制法、用途等具体的知识并不是彼此孤立的，而是有机地联系在一起。物质的性质（物理性质和化学性质）作为核心，维系着两条线索，即“结构——性质——用途”和“性质——存在——制法”。

前一条线索隐含的关系是：物质的结构特点决定物质的性质，物质的性质是结构特点的反映；物质的性质影响用途，物质的用途反映出物质的一定性质。因此，教学时应注意从微观角度探讨物质具有某种性质的原因。单质的性质主要考虑原子结构的特点（非金属还需分析成键情况），化合物的性质主要联系分子结构的特点。物理性质多与物质分子的聚集态（晶体结构）有关（如“干冰”是分子晶体，SiO₂是原子晶体，两者的物理性质完全不同），化学性质多与电子得失或转移的倾向有关。当物质的某些性质体现出一定的实用价值时，就构成了用途的具体内容。如氯气能与碱（Ca(OH)₂）反应，故可用于制漂白粉；食盐既可熔融电解，也可制成饱和水溶液电解，能得到钠、氯气、氢氧化钠等产品，因而是重要的化工原料；CO具有还原性，可用于冶炼金属；甲烷具有可燃性，是一种很好的气体燃料。

从后一条线索可知，物质的性质直接影响它在自然界中的存在形态，像

稀有气体、氮气等性质稳定的物质，一般不容易与其他物质起化学反应，在自然界中主要以游离态存在；较活泼的物质多以化合态存在于自然界（如镁、铝主要存在于矿石中）。物质的性质和存在形态又决定着这种物质的制取和收集的方式。例如，金属钠性质活泼，用化学方法较难制得，可通过熔融电解自然界中大量存在的氯化钠来获得钠。为防止阴极产物钠的挥发（氯化钠的熔点为 1073K，钠的沸点为 1156K），在原料中加入氯化钙降低熔点（混合盐熔点为 873K），并可减少钠的分散（熔融混合物的密度比钠大，钠易浮于面上）。因此，通过分析物质的性质和存在形态，可以解释直接液化或气化分离、一般的化学方法或电解手段制取某物质的原因，从而将看起来似乎是孤立的知识很好地串联起来，在理解的基础上强化记忆。

3. 明确不同物质之间的相互转化关系

物质的相互转化关系也称反应规律，是事实性知识内在联系的重要方面。揭示这种关系时，有两点必须明确：一是转化的方向，二是转化的条件。

例如， $\text{FeS}_2 \longrightarrow \text{SO}_2 \longrightarrow \text{SO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ 表明了从黄铁矿到硫酸的转化过程，其中的反应都是有条件的：需将矿石粉碎后加高温煅烧；需在 400—500 温度下加 V_2O_5 催化；理论上加水即可，但实际生产时常用 98.3% 的硫酸吸收以避免形成酸雾。又如，有机物之间的某种转化关系

$\text{C}_2\text{H}_4 \xrightleftharpoons[\text{⑤}]{\text{①}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightleftharpoons[\text{④}]{\text{②}} \text{CH}_3\text{CHO} \xrightleftharpoons{\text{③}} \text{CH}_3\text{COOH}$ 的条件是：需在加热、加压、催化剂条件下方可水化；需在催化剂存在下小心氧化；需催化条件下氧化；需镍催化和加热条件下加氢；需在 170 左右，浓硫酸存在条件下脱水。

同一元素及其化合物之间的转化关系有时是很复杂的，可以找出多条“主干”。例如，硫及其化合物除了上面提到的转化关系外，还有 $\text{S} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{NaHS}$ 、 $\text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4$ 等多条“主干”。教学时必须充分挖掘，系统整理，形成纵横交错的、完整的知识网络，有助于学生对事实性知识的理解和记忆，提高知识迁移的效率。

确定具体物质转化的一般依据有：复分解反应发生的条件，氧化剂、还原剂的相对强弱，有机物官能团的性质等。但不少反应由其特性决定（如 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 NaAlO_2 ），必须根据实际情况进行分析。

四、结合实际活用知识

应用知识解决问题是教学的重要环节，也是检查、评价学生掌握知识程度的主要手段，但问题的性质是有差异的，有的是简单地应用知识解决与教材中描述的内容同类的作业，有的则是灵活运用知识解决一些实际问题。显然，后者是掌握知识、深化知识的有效途径。化学事实性知识是对实际的化学现象和化学过程的反映，因而在解决实际问题时表现出广泛的应用价值。

联系生产生活实际和自然现象讲解事实性知识，既能激发学生的兴趣，

又有利于开阔学生的知识视野，帮助学生理解知识，在教学中值得提倡。例如，润肤蜜中加适量甘油，是利用了甘油的吸湿性；在制苏打饼干或面包时，常在面粉中掺进小苏打粉，受热分解便放出 CO_2 ($2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) 形成小孔，使食物变得松软；日常生活中用明矾净水，是由于 Al_3+ 水解生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体吸附能力很强，可吸附水里悬浮的杂质并形成沉淀使水澄清；许多古建筑（含 CaCO_3 ）受损与空气中酸性污染气（如 SO_2 、 CO_2 、 NO_2 等）的大量排放导致的“酸雨”有关；铵态氮肥通常贮于阴凉干燥处，以避免受热时分解放出氨气使肥效降低等等。与化学知识相联系的实际事例举不胜举，是事实性知识教学的极生动的素材。

将事实性知识有机地串联起来，并运用分析推理的方法，有助于解决一些较复杂的实际问题，如物质的检验、分离等。例如，要求学生不用其他试剂，将 HCl 、 CaCl_2 、 Na_2CO_3 、 AgNO_3 四种无色溶液予以一一鉴别。解决这个问题必须考虑四种未知液两面之间的化学反应和特征现象，从中选出最合理的方案。又如，为制得较纯净的 Al_2O_3 ，需将铝矾土中含有的 Fe_2O_3 、 SiO_2 杂质除去。完成这一过程，必须熟悉一系列的化学反应知识，如 SiO_2 不溶于酸、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 不溶于过量的强碱、 NaAlO_2 溶液中加适量稀酸可析出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀等，并能将这些知识和实验操作要求很好地组合起来。

第三节 技能性知识的教学策略

所谓的技能性知识，是指运用已有的知识和经验，通过反复练习而形成的顺利完成某种任务的活动方式。在化学教学中，技能性知识主要包括两部分内容，即操作技能和计算技能。前者是指完成某一实验所表现出来的，以合理的方法组合而成的一系列操作动作，属于动作技能范畴；后者是借助于思维方式，在大脑中按一定的合理结构对化学量进行熟练加工的过程，属于心智技能范畴。两种技能各有侧重，但不孤立，在某些场合互相促进。例如，配制一定浓度的溶液，既依赖于计算技能（通过计算确定溶质和溶剂的量），又离不开具体的操作技能（称量、取液、振荡等）。

技能性知识的教学，可从以下几方面入手：

一、强化基本操作的规范训练

动作技能是由一系列局部的动作组合而成的一个完整的动作系统。从分析的角度看，动作技能的形成一般要经历掌握局部动作、动作的交替过渡、动作的协调完善、动作的近乎自动化等阶段，因而化学实验操作的准确、熟练、完美，在很大程度上取决于局部动作即基本操作的质量。反面的教训也证明，学生早期的错误操作如不纠正，逐步熟练后形成定势，再改正过来则有相当的难度。

为此，操作技能的教学宜从初学化学阶段入手，着眼的具体内容有：仪器的使用，药品（固体、液体）的取用，称量，振荡，溶解，搅拌，过滤，加热，蒸发，蒸馏，简单仪器的连接，装置的气密性检查，排水排气取气，玻璃仪器的洗刷等。在训练过程中，教师讲解要领并规范演示，学生模仿操作，发现问题应及时纠正。

二、增加学生独立实验的机会

在逐步掌握了一系列基本实验操作之后，教师应积极鼓励学生独立完成某一课题的化学实验（如粗盐提纯、二氧化碳的制取和性质等）。通过实验，将基本操作有序地组合起来。初期可能组合的不紧密，出现短暂停顿等情况，这都是正常的现象。随着实验次数的增多，紧张状态和多余动作逐渐消失，动作变得灵活、快速，视觉控制作用减弱，动觉控制作用增强，动作愈来愈熟练，直至达到接近自动化的境界。

但是，在目前的条件下，中学化学教材中的学生实验似难满足学生形成熟练技能的要求。因此，在化学教学中必须创造条件，尽可能增设学生实际操练的机会，如结合教学内容将某些叙述性部分改为学生实验，或将部分演示实验改为边讲边实验。通过更多的独立实验，不断巩固和发展学生的操作技能。

三、引导学生掌握化学计算的规律

化学计算是借助于计算方式巩固和深化化学知识的一种方式，化学计算技能必须在掌握化学规律的基础上方可形成。

1. 引导学生明确化学计算的化学依据

中学化学计算涉及到的数学运算本质上是比例运算，但与单纯的数学运算不同，化学计算应以化学概念、原理和事实为依据，任何脱离化学涵义而偏重数学技巧的倾向均不利掌握化学计算技能。教学时可从学生常见的错误出发，反复强调分析化学依据的重要性，使学生树立起这样一个观念：只有在充分理解计算题的化学背景的前提下，经分析相关的化学量导出的数学表达式及其结论，才是有意义的。否则，即使演算结果正确，也不能说已真正掌握了解题的要领。例如，计算一定量的 CaO 或 SO_3 固体溶于一定量的水中所得到的溶液的浓度，如忽视溶液中的化学反应而一味按公式计算，误将 CaO 或 SO_3 视为溶质，必定得出与事实不符的结论。

2. 训练学生运用数学工具的能力

从内容上看，化学计算包括有关化学量的计算、有关溶液的计算、有关分子式的计算、根据化学方程式的计算和根据化学理论的计算等多种类型，但解题步骤大致相同，一般需经历三个阶段：一是审题。审题的目的是分析题目的化学涵义，找出解题的化学依据，初步揭示已知条件与未知量之间的内在联系，确立解题的关键，以完成对解题方案的构思。二是列式解题。选定最优的解题方案，根据题意设立未知数，结合有关的化学反应和计算公式建立方程，解方程得出结果。三是检验复核。判断所求结果是否在题意许可的范围内，有无思路错误、运算错误、单位换算错误等。可见，后两个阶段所运用的主要是数学工具。因此，平时教学中仍要重视学生在列方程、解方程、数据处理、估计简化等方面的能力训练，指导学生完整而简明地表达解题的逻辑过程，以提高化学计算的速度和准确性。

3. 教给学生科学的解题思维策略

化学计算题种类繁多，题材各异，变化无穷，一些具体的技巧难以全面地反映计算题的解题思维过程。因此，借助思维的基本方法和化学学科的研究方法，从中提炼出一些指导性的策略或称思想，能在较高的水平层次上发挥学生的智慧潜能，对学生解题技能的养成是极为有益的。例如，守恒思想几乎在所有的化学计算题的解题过程中得以体现，“差量法”实质上就是守恒思想的具体应用；模型化策略有助于解决一系列复杂的化学计算题（如多元混合物组成的计算等）；枚举策略在处理具有多解的“开放型”化学计算题时特别有效；归一化策略往往能使复杂问题简化，使“无数据”计算题有据可依。可见，科学的解题思维策略不是针对某个题的，而是有助于一大类计算题的解决。这些策略的教学，比知识、技能和技巧的教学艰难得多，只有在平时的教学中通过范例讲解和习题演练方可逐步得以落实。

第七章 化学学习过程优化

为了更好地认识世界和改造世界，人类必须在更高的层次上探讨学习的规律，尤其应从生理学、心理学和思维科学诸方面揭示学习的微观机制。因此，学习问题已成为一个跨学科的研究领域，受到了人们前所未有的关注。

在化学教育范畴内研究学生的学习，主要探讨如何在教师指导下使学生有目的、有计划、有组织、有系统地掌握前人所积累的有关化学学科的知识和经验。化学学习是以掌握知识、技能、方法和发展能力为目的，因而是一种狭义的学习。对已经具有从事化学学习活动的必要的外部环境的中学生而言，如何激发他们学好化学的动机和兴趣，培养化学学习能力，使他们切实掌握科学的学习方法，在现有水平上提高化学学习的效率，这是广大教师在教学实践中积极探索的课题。

第一节 化学学习的特征

与一般的学习相比，化学学习受学科特点、学习内容和学生认知能力等多方面的制约，有其特殊性。概括而言，化学学习表现出如下特征：

一、学习活动的指向性

在中学阶段，化学学习是以完成教学大纲所规定的化学教学目的和具体要求为目标的学习活动。在初中一年、高中三年共计四年的学习时间内，按基本统一的速度，要求修完与大纲对应的四册教材的教学内容，并以化学科高中会考和高考成绩来衡量不同层次上学生认知水平的高低。同时落实技能、情感、方法、态度诸方面的教学目标。由于现实的化学教学中明确规定的终点目标主要是认知目标，因此追求高的认知学习效率是教师和学生的共同愿望。

但是，学生的起点水平不同，表现出的学习能力也有差异，不同地区、不同班级甚至同一班级的不同学生在知识和能力上存在的差异是客观的，用统一的效果标准去衡量显然是不现实的。教师在承认这种差距的同时，应积极创造条件，通过改革教学方法，优化教学内容，调动学生的非智力因素等手段，从整体上进步缩小这种差距，而不能以加重学生的课业负担为代价去片面追求高效率。

二、学习过程的受控性

由于多方面的原因，学生的化学学习过程在很大程度上被教师按既定的教学目标下的教学计划、教学内容、教学方式所限制，学生在课堂上的学习自由度极为有限，课后的学习也往往受教师的影响。

受控性是现实教学的一个缩影，它表现出两重效应：一是教师精心处理教材，有步骤、有计划地呈现教学内容，使学习化学变得更为容易；二是学生处于受控的被动接受知识的地位，其主动性和思维发展受到抑制。因此，教师必须研究学生的学习心理，在有控制的前提下最大限度地发挥学生的自主学习和创新精神。

三、学习内容的复杂性

化学学习的内容以化学家和课程专家共同提炼而成的间接知识为主，但这些知识融合了科学发展的逻辑顺序和学生认知的发展顺序，形成了具有一定结构的“密集型”知识体系。由于化学学科研究对象的特殊性，化学知识不可能“公理化”。知识点、技能点多而系统性不强；描述性知识占较大比重，难以从学科内容本身激发学生的学习兴趣；在思维方法上，实证概括与推理分析兼容，学生往往容易产生畏难情绪。

鉴于化学学习内容的复杂性，教师必须研究教学艺术，通过多种途径培养学生的学习兴趣，教给学生科学的方法，养成良好的学习习惯。

第二节 化学学习动机

化学学习不是一件非常简单的事情，它必须充分发挥学生的潜在能力，调动学生全身心投入，才能取得学习上的成功。不少化学竞赛的优胜者在事后谈到化学学习时，都有这样的体会：要学好化学，首先要培养自己对化学浓厚的兴趣和肯定能学好化学的信心。兴趣和信心都是形成和维持动机的强有力的因素。

化学学习动机，指的是学生为实现化学学习目标而萌发的一种内在的推动力量，心理学上也称为学习的内驱力。一般认为，学习动机有三方面的作用：一是引起学习活动的开始，二是维持学习活动的不断进行，三是将学习活动引向深入。众多的事实也证明，学习动机虽不是提高学习效率的唯一因素，但肯定是起重要作用的因素。因此，激发学生的学习动机，有助于化学学习过程的优化。

一、化学学习动机的类型

著名的心理学家奥苏贝尔曾指出：“一般称之为学校情境中的成就动机，至少应包括三方面的内驱力决定成分，即认知内驱力、自我提高的内驱力，以及附属内驱力。”具体而言，认知内驱力是指以获取知识为目的的学习动机，也称认知动机，如学生对化学学科的兴趣，对化学现象的好奇心以及想要探索化学反应规律的强烈愿望等。自我提高的内驱力并非直接指向学习任务本身，是学生因自己的胜任能力或工作能力而赢得相应地位的需要，是学习成功的一种良好的心态和上进心。附属内驱力指的是学生为保持师长对自己的赞许或认可而表现出来的把工作做好的一种需要。我们认为，上述分类比较符合教学实际，其中的认知内驱力是学生获取知识的直接的内在动力，后两种内驱力都必须通过认知内驱力而发生作用。

刘克文通过广泛的调查后认为，初中生化学学习的动机有六种类型，即认知动机、崇高理想动机、自我实现动机、义务动机、依附动机、受迫动机。这六种动机的具体表现如下：

(1) 认知动机：学生对化学知识及获得化学知识的过程具有极大的兴趣，期望认识并理解化学现象，渴求获得更多的化学知识。

(2) 崇高理想动机：学生认识和理解学习化学知识的社会意义，关心所学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：学生通过自我奋斗，努力学习以期改变自己生活条件和学习工作环境，如升学或找到一个满意的职业等。

(4) 义务动机：学生对自己所在的班集体，对自己的老师、家长或

邵瑞珍主编，教育心理学，上海：上海教育出版社，1988年版，第328页。

刘克文，初中生学习化学动机的调查研究，化学教育，1992，1：26~27。

同学所承担的荣誉上的责任感或心理上的义务感，为荣誉或报答各方的关心而学好化学。

(5) 依附动机：学生为了获得自己周围所依附的人，如家长、老师、同学等的赞许或认可而努力学习化学。

(6) 受迫动机：学生迫于外界的某些压力（如害怕家长或老师的责备、批评，怕同学的讥笑，怕考试失败等），才不得不努力学习化学。

调查表明，上述动机的强弱作用顺序是：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。由此可知，认知动机是化学学习中最重要、最富有成效、最稳定的动机。抽样分析还表明，好、中、差三类学生中，唯有认知动机表现出极显著的差异，因而是造成化学学习效果差异的主要动机因素。

郭卓群等将化学学习动机概括为三大类：一是属于意向、愿望、信念方面的动机；二是属于认识兴趣方面的动机；三是属于愉快和避免不快、获得良好评价方面的动机。从三大类动机划分出的 34 个具体项目上按初、高中两个年段进行调查，结果颇有启示。初、高中学生在每类中首选的项目基本一致，居前几位的内容是：“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”、“学好化学能更好地为生产、生活和四化建设服务”、“日常生活中遇到一些不解现象，我想通过化学探索其中奥妙”、“化学老师讲课生动、有趣、容易理解，我就喜欢学”、“有时化学考试不理想，我就更努力学习了”等等。

从以上的调查情况可知，目前中学生化学学习的动机有多方面的内容。但主导的动机似与化学学科特征、学习内容，教师的教学和期望取得好成绩等因素有关，这为有目的地培养、激发和强化学生的化学学习动机提供了依据。

二、化学学习动机的培养

化学学习动机的培养，包括动机的激发和动机的维持两个方面，在教学中可通过如下措施具体进行：

1. 诱发学生对化学学科的向往

化学是研究物质世界的组成、变化及其规律的科学，与绚丽多姿的天然景观、丰富多彩的矿藏、形态各异的化学物质紧密地联系在一起，它能帮助学生解开许多有关自然界之谜。在初学化学阶段，教师应通过多方面的刺激激发学生的好奇心和求知欲，使他们渴望学习化学。因此，作为初中生学习化学的入门课，讲好“绪言”是十分重要的。面对向往化学而又不乏疑惑的学生，教师必须充满情感一一回答他们关心的问题：化学究竟是研究什么的？为什么要学习化学？怎样才能学好化学？接触化学对身体是否有害？等等。既要通过镁带燃烧的耀眼白光、绿色碱式碳酸铜粉末加热后变黑色并

使石灰水变浑浊等现象吸引学生去注意，以展示化学世界的复杂性，激发他们乐于探求的信念；又要结合学生所熟悉的日常生活现象（如水的三态、钢铁生锈、石蜡融化等）说明化学与人类生活的密切关系，还要告诉学生，化学变化错综复杂，但有规可循，每一个同学都能学好化学。

总之，结合生动的素材和富于诱惑力的化学实验，营造一个良好的情境，循循善诱，激发学生的好奇心，激起学生学好化学的积极愿望。

2. 通过教师的言行强化学习动机

普遍的调查已达成共识：不少学生喜欢化学是受其教师的影响。化学教师的教学艺术和思维特征对学生学习动机的形成有较显著的作用。学生一旦从教师精湛的教学技艺中领悟到科学的、富有成效的学习化学的方法和思路，从而表现出学习的有计划性、目的性、定向性、持久性和独立性。同时，教师的品德、态度、情绪和师生之间友好的情感，教师对学生作业的赞许和恰当的评价等，都将对学生的学起强化作用。有的学生甚至将所钦佩的教师树为仿效的对象，不但模仿教师的行为，而且将尽可能遵循他的思想方式和采取他的态度等。这是推进学习的强大力量，教师必须努力从自身做起，把握住激励学生学习动机的这一契机。

3. 激发学生对化学学习的兴趣

兴趣是学生学习动机中最为活跃的动因，但调查表明，目前中学生化学学习兴趣的广度和稳定性是不相同的，“失去兴趣”的各年级人数比例是：初三 2.7%，高一 24.7%，高二 58.9%，高三 13.7%。在初三和高一年级有相当一部分同学对化学有兴趣，这主要由直接兴趣（如内容吸引人、实验有趣、化学知识有规律等）引起，高二年级兴趣下降主要归于化学知识难记难学，高三年级较高的学习兴趣则由间接兴趣（如懂得化学的重要性、升学的需要等）起支配作用。

徐远征的研究表明，导致学生失去化学学习兴趣的原因很多，但主要的原因有：“找不到好的学习方法”、“经努力成绩无提高”、“化学计算复杂难掌握”、“化学理论难于解释”、“元素知识无规律可循”、“教师上课枯燥无味”等。因此，教师必须从化学课堂教学入手激发、稳定和发展学生的学习兴趣。

（1）引导学生将化学学习的直接兴趣转化为稳定的间接兴趣。低年级学生对化学现象、化学实验感到新奇而产生的兴趣，若不正确引导，仅仅停留在好奇、有趣的表象阶段，难以诱发学习动机。针对这种情况，教师须因势利导，将学生注意力和兴趣逐步引到正确地观察实验现象、探讨实验原理和揭示化学现象的本质，使学生强烈的好奇心和求知欲转化成踏实的学习行为。

何国民，化学科学习兴趣的调查及思考，化学教育，1996，1：28。

徐远征，对高中学生学习化学兴趣的调查，化学教育，1990，1：45～46。

(2) 根据学生的认知规律改革化学课堂教学方法。学生感到化学知识难学,除了内容本身的原因外,很大程度上是教学方法不当造成的。如过难、过多地向学生灌输知识,结果适得其反,往往容易丧失学习信心。因此,教师必须精心研究教学内容,善于根据学生的认知水平分解难点,循序渐进地启发学生,有意识地结合学生熟悉的生产生活实际和已有的知识经验运用知识,使学生在成功的学习体验中增强自信、稳定动机。

(3) 培养学生掌握科学的学习方法和形成良好的学习习惯。徐远征的调查证实,化学学习兴趣浓厚的学生注重课前预习、课内积极思考、课后及时复习、课外阅读补充材料。这在目前课业负担很重的情况下是极可贵的,也是兴趣稳定的明显标志。相反,高三学生中因“找不到好的学习方法”而失去化学学习兴趣者高达 58.6%。由此给教师的启示是:必须根据学科的特点和不同学生实际进行学法指导,帮助他们总结成功的学习经验,形成预习、记笔记、及时整理、勤于思考、善于质疑等学习习惯,掌握解决化学问题的一系列思维策略,特别应重视引导学生根据学习内容和学习效果不断调整自身的思维结构,寻求最优的学习方式。通过经常性的自我评价和自我期望,使每一个同学向优秀学生的标准努力的动机也随之得到一次次的强化。

4. 谨慎地利用测验等外部刺激

实践表明,受迫动机、依附动机也是教学中不可忽视的因素,合理地运用测验、竞赛和奖罚等手段,有时能产生一定的刺激效果,使学生充分了解自身的实力,看到自身存在的不足和有待克服的困难,从而激励他们跃跃欲试、积极向上的动机。一旦在学习上获得成功,自信心增强,又反过来促进动机。

对初中生而言,接触化学不久,外部的刺激作用往往更大。如老师、同学、家长对测验结果的肯定、仰慕或表扬,都将成为强烈的学习推动力。有经验的化学教师常常通过课堂提问来激励学生,形成踊跃发言的氛围,对学生的回答给予更多的肯定或鼓励。但是,无论书面测验还是口头设疑,都应把握好“度”,否则将加重学生的负担,尤其是紧张的心理负担。久不成功会使学生逐渐失去学习信心。多给表扬并不意味着否定必要的批评,教师应学会在信任中寄予期望,在肯定中表示惋惜。这样,既不伤害学生的自尊心,又能为学生指明努力的方向,督促学生产生下决心学好化学的理智感。

布卢姆有过一句名言:只要给学生以期望和足够的时间,绝大部分学生都能顺利地通过学习。国内学者也认为:在学校中,期望表现在两个方面,即教师对学生的期望和学生对自己的期望,这两种期望都对加强学生的学习动机、提高其学习的积极性有很大的作用。因此,将测验、竞赛、提问等手段与教师恰当的期望结合在一起,使学生明确努力的目标,形成自我期

徐远征,对高中学生学习化学兴趣的调查,化学教育,1990,1:45~46。

李伯黍、燕国材主编,教育心理学,上海:华东师范大学出版社,1993年版,第256页。

望，树立奋发向上和积极进取的信念，从而稳定学生的学习动机。

三、化学学习动机的量化研究

在以往有关学习动机的研究中，主要以定性分析为主，施用的问卷也比较简单，量化程度较低，说服力不强。近年来，国内在化学学习动机研究方面引入多变量统计方法，取得了较好的效果。现对有关材料作概要介绍，期望在方法论上能对读者有所启发。

1. 动机强度的层次化和数量化

在刘克文的研究中，将六类动机均按强、较强、一般、弱、无分出五种程度。通过对 1700 余名学生的问卷调查，得到每类动机各种程度上的人次百分比，同时将五种程度量化为 8 分、6 分、4 分、2 分、0 分，从而获得各类动机所起作用的相对强弱。

2. 运用统计检验说明学习动机的差异

刘克文分别列出了每一类动机上不同性别、不同学校类型、不同的家长职业、不同学习水平的学生的动机强度分布，运用 χ^2 检验统计决断逐类说明差异情况，导出了一些有意义的结论，使动机的培养更有针对性。

3. 化学学习动机分数的量化确定

朱钟景等人将学生学习化学的认知内驱力看成一个模糊集合，含四个子集：对化学课的兴趣（30%）、有意注意的时间（30%）、对作业和练习的态度（20%）、遇到难题时的态度（20%）。每个子集都分成四个等级，由强到弱分别记为 2 分、1 分、0 分、-1 分。请学生在每一子集中按自己的情况选出比较合适的等级，将这些等级评分乘上对应子集的百分率再相加，即得到该学生的认知内驱力分数，或称认知动机分数。

4. 化学学习动机与学习成绩的相关性

陈丹敏的研究表明，选取高一年级三个班进行问卷，前后两次相隔 3 个月，得到两列学习动机分数（ ）和（ ），经计算知三个班均呈较显著相关（ $r=0.41 \sim 0.66$ ）。可见，动机是一个变量，会因学习情境、情绪、周围环境、学业成绩所致的失败感等主客观因素的影响而变化，但总体上表现出一定的连续性。

分别将三个班的（ ）、（ ）对应于高一上学期总评分、高一下学期平时成绩求相关，所得每个班的 r_1 和 r_2 相当接近，总变动范围为 $0.4 \sim 0.63$ ，因而基本上可以推知：各班群体中，学生个体的化学学习动机的变化与化学学习成绩的摆动基本一致。

4. 智力和动机对化学成绩影响的比较

刘克文，初中生学习化学动机的调查研究，化学教育，1992，1：26～27。

刘克文，初中生学习化学动机的调查研究，化学教育，1992，1：26～27。

朱钟景等，关于化学教学中学生认知内驱力的研究，上海教育科研，1987，4：12～14。

陈丹敏，化学学习动机因素的研究，上海教育科研，1991.6：25～27。

陈丹敏对三个班级的学生施用瑞文智力测验获得智力分数，分别求得“动机分数~化学成绩”和“智力分数~化学成绩”的偏相关系数，结果表明：动机与成绩的偏相关系数的变动范围为 0.48~0.64，为较显著相关；智力与成绩的偏相关系数前后两次共得的六个数据中，2 个在 0.2~0.3 之间，4 个接近于零，属几乎不相关。由此证实这些学生的学习动机对化学成绩之影响大于智力对化学成绩之影响。

第三节 化学学习能力

随着科学技术的飞速发展，科学研究信息日益增多，知识的更新愈来愈快，对未来公民的素质和能力要求也愈来愈高。早在 70 年代末，国内化学教育界就明确提出“培养能力”的口号。经过 10 多年的实践，广大教师对能力培养的内容、要求和方式等均有进一步的认识，取得了一系列成功的经验。

但是，化学教学中究竟培养哪些能力，一直不乏争议。多数意见认为，化学教学重点培养四种能力，即观察能力、思维能力、实验能力和自学能力，并将此写入化学教学大纲；也有人提出，要按照化学学科的特点来培养学生的能力，如运用自然科学方法论培养学生分析化学问题和解决化学问题的能力；还有人提记忆能力、阅读能力、表达能力、想象能力、计算能力、推理能力、动手能力等。目前又有新的说法，如接受新信息的自学能力或信息加工能力等等。

上述说法所持角度各异，但有几点我们认为可以达成一致的：

(1) 所探讨的能力都与学生的学习行为（思维行为和动作行为）有关，都以提高解决化学问题的效率为目标，不同的提法只是对实现这一目标过程中某些具体环节的侧重而已，因而都可纳入“化学学习能力”这一范畴内进行讨论。借用心理学的观点，我们认为：化学学习能力是指个体的人在从事化学科学的学习活动、研究活动和实践活动中，胜任这种活动并显示其效率的个性心理特征的总和。对中学生而言，这种活动主要指掌握和运用化学知识、技能的过程。

(2) 有些能力并非化学学习所特有，但学好化学必须具备这些基础能力，如记忆能力、阅读能力、观察能力、自学能力、思维能力等，可称之为一般能力；有些能力则与化学学科本身的关系非常密切，如实验设计能力、化学用语的认知能力、化学计算能力等，可称之为学科能力。一般能力和学科能力是化学学习能力结构中的两个层次。

(3) 化学学习过程中学生的自我计划、自我评价、自我调节等能力不同于一般的认知能力，但在很大程度上促进了化学学习任务的完成，因而单独归为一类讨论，可称为化学学习的元认知能力。

一、化学学习的一般能力

化学学习的一般能力是学生从事学习活动的基础，具有普遍的适用性，它涉及的面比较广，可以列出的能力项比较多，但在化学教学中重点强调的有观察能力、思维能力和自学能力，其中思维能力是其他一切能力的核心。下面择要介绍这些能力的内涵及其培养策略。

1. 观察能力的特征及培养策略

观察能力是指对事物的有意感知。对化学学科而言，所指的事物有自然现象、实验现象、教师的示范、实物、模型和图表等。高考化学考查的观察

能力具体有 3 项：(1) 化学学科中的观察能力；(2) 对自然、科学、生产、生活中化学现象的观察能力；(3) 对观察结果的初步加工能力。

观察能力是学习和研究化学的起点。完美的观察能力应具有目的性（明确观察什么）、全面性（不遗漏现象）、选择性（有计划、有主次地观察）、精确性（精细观察、分辨现象）、理解性（根据现象提出问题并作出解释）、客观性（如实叙述并记录现象）等优良的观察品质。观察能力培养的基本策略有：

(1) 引导学生明确观察的目的

教师重在强调观察什么，怎样观察，要充分调动学生的好奇心，从引人入胜或稍纵即逝的现象中帮助学生抓住观察的对象，了解观察的意义，从而为全面、正确地描述、分析、推断实验现象打下良好基础。例如，镁在空气中的燃烧是第一个演示实验，发出强光虽是最明显的刺激信号，但最本质的现象是镁燃烧时生成白色粉末和冒白烟。如仅注意到前者，还只是一种肤浅的观察，教师应引导学生突出注意对后者的观察。又如，镁带在二氧化碳气体中燃烧，有多种现象产生，观察什么？教师应在引导学生全面观察的基础，寻找“生成了什么”所引起的特殊现象。如观察目的不明确，就有可能停留在“继续燃烧”、“有大量白色粉末”上而忽视“白色粉末中有黑色烟丝”。

在初学化学阶段，学生对那些感觉新奇、刺激强烈的化学现象有浓厚兴趣，容易忽略实质性的内容，教师适时指点是极为必要的，有助于促进学生集中注意力。随着年龄和知识的增长，教师应逐步培养学生根据教学要求主动、独立地确定观察目的，保持期待学习的良好心境。

(2) 指导学生掌握科学的观察方法

在观察过程中，为迅速分清现象的主次，捕捉隐蔽的或瞬间即逝的现象，教师应从观察的顺序和内容上予以指导。观察一般遵循“整体——部分——整体”和“反应前——反应中——反应后”的顺序进行。例如，对“乙烯制取”的实验而言，先观察整套装置的全貌，再观察各种仪器，了解气体发生装置和气体收集装置，而后观察有关的反应物及反应从开始到结束的全过程，最后观察收集到的气体，在此基础上综合得到该实验的整体印象。

观察的内容包括在对仪器装置进行整体观察时迅速找到其中心的位置，感知反应物、生成物的色、态、味等物理性质，观察反应过程中产生的一系列特征现象（如颜色变化、发光发热、沉淀、气体等），同时迅速观察那些隐蔽的或易消失的现象。对某些现象不清或反应过快的实验，教师应采用衬屏对比、空白对比等方法扩大背景与现实的“反差”，或设法予以改进。如硫酸亚铁与氢氧化钠溶液的反应，生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 极易被溶液中的氧气氧化而观察不到白色沉淀。彩用将新配制的 FeSO_4 溶液加热后滴加煤油液封

以隔绝氧气,待溶液冷却后,用长滴管吸取加热驱氧后的NaOH溶液插入FeSO₄溶液中缓缓挤出,即可得到较稳定的白色絮状沉淀。

(3) 启发学生在观察的同时积极思维

徐晓雪的调查表明,初三学生化学学习能力得分从高到低的顺序是:观察能力>阅读能力>实验能力>思维能力,而观察能力的诸项指标中又唯有理解得分最低。因此,教师必须有意识地强化观察中的思维,启发学生运用已有知识对观察的现象进行分析、综合,以获得正确、全面的感性认识;同时,通过判断、推理等思维活动,帮助学生揭示化学现象的本质。

2. 思维能力的特征及培养策略

思维能力是智力的核心成分,是自觉、深刻地掌握知识,灵活地运用知识解决实际问题的基础。思维过程有自身的规律性,中学生思维能力的差异,常常体现在思维品质上,即思维的敏捷性(灵活性、针对性、适应性),思维的严密性(科学性、精确性、逻辑性、深刻性),思维的整体性(广阔性、综合性),思维的创造性等。化学教学中培养学生的思维能力,应根据思维规律、学科特征、教学内容和学生年龄,从问题入手,有计划、有目的地展开。

(1) 创设问题思维的情境

思维往往与问题连在一起,并以解决问题而告终。学生的积极思维也正是在感到迫切需要解决某个问题时才开始的,因而提出问题是思维活动的良好开端。教师应充分考虑学生的认知特点创设问题情况,既要联系学生已有的知识经验,又含需经分析、综合才能得出结论的未知成分,教给学生思考问题的方向和范围,使学生始终处于积极的思维状态。因此,在化学课堂教学中推用启发式教学法、引导发现法、问题教学法等,对激发学生的思维是极为有利的。

(2) 指导问题思维的方法

问题思维是围绕问题的背景、解决问题的思路、解决问题的方法和问题的结论而逐级展开的,问题思维的方法是问题解决的一种策略性的知识,有助于训练学生思维的逻辑性,其内容可概括为:

问题是如何提出来的?

解决这个问题有什么意义?

这个问题应从何处着手分析?

解决这个问题可用哪些基本方法?

利用这些方法的理论和实践的根据是什么?

最后得出什么结论?它的意义及其应用范围和条件,尚待解决的还有哪些问题等等。

徐晓雪,初三学生学习化学的能力的调查,化学教育,1994,5:32~33。

刘知新主编,化学教学论,北京:高等教育出版社,1990年版,第89页。

从认知心理学的观点看，思维是信息加工的过程，具体步骤可能包括观察、吸收、排除、整理、贮存、检索、调用、分解、筛选、联想类比、相似借用、模仿创造、迁移、转换、重组、试算（估算）和校正（修正），此外还有具体问题抽象化、抽象问题具体化、比较评价等等。掌握了这些具体的方法，才能顺利地完成任务，形成较高水平的思维能力。在化学教学中，这一方面的训练已在近年来的高考化学试题所设置的各种情境中充分地反映出来。

（3）训练问题思维的表达

化学问题思维最终必须用语言、图表和化学术语来精确地表达，因而熟练地掌握化学用语、化学概念和化学原理是分析、判断和推理的前提。在解决问题过程中，学生首先必须明确解题依据是什么，涉及哪些知识块，然后将有关知识块分解，调出有关的组分使之重新组合，有时为迁移至题设情境中去，还需作必要的转换。这样，思维表达应体现出逻辑性、统摄性和灵活性。当问题解决有多种可能的方案时，应选择最简捷的思维路径，使表达具有简捷性。对说理题，论证必须严谨、充分，因果关系明晰；对计算题，应学会用演绎的方式反映思维过程。近年来的高考统计表明，学生在解化学主观题过程中，思维表达的水平不容乐观，尤其在文字的流畅性、论证性和化学用语的规范性等方面存在不足，必须引起重视。

（4）重视对“开放型”化学问题的研究

“开放型”问题，有别于常规的化学题，从题材组织到解题过程均有特色，已成为国际化学奥林匹克竞赛和国内中学生化学竞赛的主流题型。这类题往往与实际情境相联系，有多种可能的答案和多种解题途径，逻辑推理要求较高，有时还须发挥空间想象能力和跨学科联系的能力，具有挑战性，对学生的思维是一种很好的考验。研究“开放型”题，重在探索解题的思维机制和能力特征，启发学生多向检索知识，揭示隐含的信息和解题要素，重新设计解题的思维状态，运用类比、演绎、分析、综合等思维方式，寻求解决问题的可能途径，从中选择最佳方案，获取各种合理的答案。这一过程，充分体现了思维的求异性、深刻性、发散性和批判性等品质。

3. 自学能力的特征及培养策略

自学能力是建立在记忆、阅读、观察、思维等能力基础上的一种比较综合的独立学习的能力，是一个包容度较大的概念，其中阅读能力是自学能力的核心，思维能力是自学能力的基本依托。在化学教学中培养学生的自学能力，可着眼于以下几个方面：

（1）帮助学生形成良好的阅读习惯

自学始于阅读，阅读的效果直接影响自学能力。教师应针对新课教学目标或平时学习中存在的问题，指导学生学会阅读化学教材。为提高自学效

果，可提供带启发性的阅读提纲供学生参考，根据提纲的指向有针对性地阅读有关内容，学会旁注或摘录重点内容以备重点学习之用，记下阅读中发现的难点和疑点，以便进一步研究或带着问题听课，提高学习效率。

阅读要有一定的效果。通过阅读，要求学生能正确理解教材内容，并能运用化学术语清楚地复述和归纳重点内容，或以思考题形式检测学生的阅读效果。

除阅读教材外，应指导学生养成阅读参考书的习惯：碰到无法解决的难题，阅读参考书中的有关章节，往往能获得更多的具体启示；平时阅读，由泛而精，择其要点做读书笔记，有助于扩大知识面。

(2) 指导学生不断改进自学方法

自学能力的形成需要经过一个较长时期的训练过程，有目的、有步骤、有方法地循序渐进，其中方法的作用十分重要。受以往学习的影响，不少学生认为自学就是自己看书、做笔记，不同的学科没有本质上的差别。事实上，自学虽有一个以阅读为主的外在形式，但重要的是如何沟通自学内容与认知结构的联系，在头脑中形成清晰的学习思路。这是需要结合实际反复研究的。教师应仔细了解学生原有的自学习惯，逐步结合内容予以引导。例如，自学化学基本概念、基本原理和有关公式时，必须反复思考这些概念、原理、公式的事实和理论依据，搞清其中的关键字词和知识的应用范围；自学元素化合物知识时，要善于联系实验现象和已有的知识经验，系统地比较各物质性质的异同，掌握化学变化的规律以及结构、性质、用途、存在、制法之间的内在联系；对教材中的实验装置图及其他图表，要通过阅读有关的文字说明，弄清其中的原理并了解其作用；容易混淆的知识，要反复对比，找出差异；内容相关的知识，要前后串联，以旧引新，构建知识网络。

值得强调的是，记忆是自学的一个重要环节，不可忽视。教师应指导学生科学记忆的方法，如理解记忆、类比记忆、对比记忆、口诀记忆、复习记忆等。通过反复练习，使学生学会利用已知线索，在长时记忆中搜寻和提取关键性知识，并对学习内容作出准确、快速的判断，从而提高自学的效率。

(3) 设置“情境题”考核自学能力

“情境题”又称“信息迁移题”，其最大特点是将解题的依据附设于问题中。题目所涉及的素材对学生来说往往是陌生的，有的是在其他书刊中收入的化学知识，有的是近年来化学学科某个分支的新进展，甚至可能是某一实验的真实记录。解题的依据常常是某种思路或方法，可能是明了的，也可能具有一定的隐蔽性，要求学生“现场自学”，结合原有知识对新知识进行转换、重组等加工工作，从而形成解题决策。

近年的高考题在考查学生的自学能力时，在可能给出的信息中设置一些与正确解题无关的干扰项，要求学生在自学过程中结合问题的指向提取对自己有用的信息，而不是简单地迁移信息。这样，在自学能力的考核中，除阅读、理解、应用、分析、综合等要素外，又增加了评价一项。

二、化学学习的学科能力

实践表明，化学学习必须以一般能力为基础，但化学学科又有其特殊性，与此相对应的学科能力在化学知识、技能学习的某些场合和化学问题解决的具体过程中起着十分重要的作用，因而在化学教学中必须重视化学学科能力的培养。可喜的是，广大化学教师结合教学内容和学生实际，在这方面进行了大量的尝试，取得了不少成功的经验。中央教育科学研究所李镜流同志主持的“七五”期间国家教委重点教育科研课题“中学各科学学习能力培养目标及实验研究”的成果中，对化学学习的学科能力（简称化学学科能力）作了系统的阐述。这些素材为探索化学学科能力提供了依据。

1. 化学学科能力的目标体系

（1）化学符号、用语的认知能力和使用能力。

元素符号、分子式、化学反应方程式、离子符号、电离式、离子反应方程式的认知能力；

掌握和运用原子结构示意图、电子式、电子排布式及识别轨道表示式的能力。

准确书写和命名有机物结构式、结构简式的能力以及用结构简式准确书写有机化学反应方程式的能力。

准确运用化学语言做书面和口头表述的能力。

（2）元素化合物知识的习得能力

阅读课文、参考书和查阅资料及博览科普读物的能力。

书写课堂笔记、总结笔记、读书笔记、实验报告及科学小论文的能力。

记忆元素及化合物具体知识的能力。

对元素化合物知识进行分析、比较、综合以及进行系统化总结概括的能力。

掌握物质的组成、结构、性质、存在、用途的相互关系，并能做出相应推导判断的能力。

（3）理论推导及运用能力

对物质的结构具有空间想象的能力。

对定义、定理和理论具有剖析能力。

对定义、定理和理论具有引伸和归纳能力。

运用理论解释化学事实的能力。

（4）运用化学实验技能顺利完成化学实验的能力

全面、细致、准确地观察实验现象的能力。

正确地决定实验的操作程序、熟练地运用操作技能、安全地使用各种化学仪器和药品的能力。

独立完成课内基本化学实验的能力。

独立完成设计实验和改进化学实验装置的能力。

（5）运用化学计算技能顺利解决化学问题的能力

熟练、准确地根据分子式及化学方程式进行计算的能力。

熟练、准确地掌握有关溶解度和溶液浓度计算的能力。

掌握有关摩尔、摩尔浓度计算的能力。

掌握关于物质结构、元素周期律、化学反应速度和化学平衡、电解质溶液及氧化还原的初步计算能力。

掌握关于有机物实验式、分子量、分子式的初步计算能力。

(6) 改进学习和运用知识技能的学习决策能力

对化学学习结果作自我评价、改进学习策略和方法的学习决策能力。

化学课堂知识技能灵活运用、迁移到日常生活和实际生产中的能力。

运用已有化学知识进行探索和创新的能力。

2. 化学学科能力的培养策略

(1) 根据学习内容的特征强化学科能力

化学学科能力，是在化学知识、技能的学习过程中逐步形成的，有助于完成各种不同的化学学习任务。因此，结合具体的教学内容可以侧重强化某一方面的学科能力。例如，在分子式、化学反应方程式等化学用语的教学中，重点落实化学语言能力的培养；在元素化合物知识教学中，重点落实分析、比较、概括、判断化学事实的能力；在化学理论知识的教学中，重点落实分类、类比、想象、归纳、演绎等能力的培养；在化学实验教学中，重点落实观察、操作、实验设计等能力的培养；在化学计算教学中，重点落实演译、运算，估计等能力的培养。对这些方面的实践工作已有不少总结，本书不再具体展开。

(2) 运用科学研究方法培养学科能力

化学学科能力涵盖着多种具体的能力。但我们认为，学科能力并不是这些能力的简单加和，而是一个整体概念。学生学科能力的强弱，应从分析和解决化学问题上得以综合体现，各种具体的学科能力均可看成是科学方法与化学学科内容相互作用的结果。因此，在化学教学中有意识地运用科学研究的方法，有助于将各种具体能力有机地串联起来。从整体上落实化学学科能力的培养。

陈耀亭教授认为，化学基本知识和科学研究方法的结合，能从根本上提高学生解决化学问题的能力。他将解决化学问题的过程模式化：



~ 所对应的具体方法如下：

: 观察 实验 控制条件 测定 记录

: 资料和数据的处理（表格化、方程式化和线图化等） 分类 抽

象概括、推理判断

： 发现规律性 模型化（11）提出假说（12）验证假说

我们认为，上述模式对化学学科能力的培养有较强的针对性和广泛的适用性。无论是学习新课或解决复杂的化学问题，这一模式和相关的科学研究方法均有直接的指导意义。在实际教学中，根据学习的课题（或问题）的性质和学生的情况，可以灵活运用该模式中的 12 种方法，不但组合的顺序可以变化，在数量上也可作适当增减，但基本思路在不同的情境中具有可迁移性。具体方法的内涵和应用实例可参考有关著作。

第四节 化学元认知能力

对学生化学学习能力的培养，以往我们更多地将注意力放在教师如何教才有助学生学到更多的知识或技能上，而较少考虑学生学习化学的微观机制，如优秀学生是如何形成学习策略的，怎样一步一步选择最优路线完成学习任务的。换言之，我们必须转换视角去深入探讨如何使学生真正“学会学习”。因此，我们认为，在重视培养学生化学学习能力的同时，切不可忽视学生的元认知能力。

一、元认知概念解析

对元认知概念的解释，至今尚无统一的定义。一般认为是“对认知的认知”，是明确指向个人自己的认知活动的积极的反省的认知加工过程。更通俗地解释是：元认知是指个人对自己的认知加工过程的自我觉察、自我评价和自我调节。

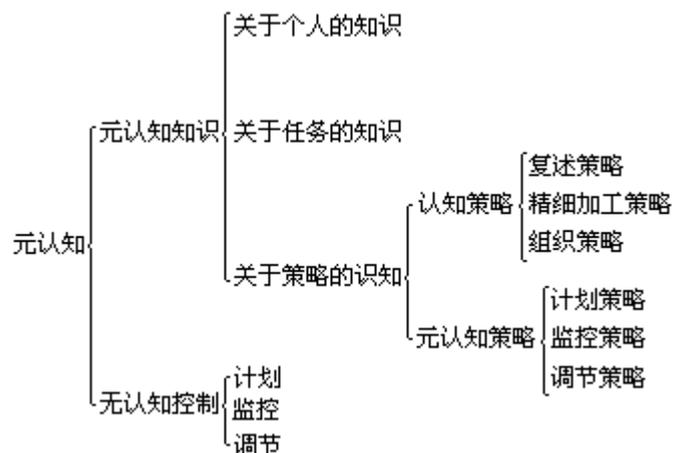
对元认知颇有研究的弗拉维尔（John Flavell）认为，元认知主要由两部分内容组成：

（1）元认知知识：指对个人（自身或他人）认知能力与特点的认识（如差异性、发展性等），对完成认知任务或认知目标中所涉及的各种有关信息的认识（如可用性、干扰性、隐含性、可把握性等），对完成认知任务的学习策略的认识（如选择性、针对性、有效性等）。

（2）元认知控制：指根据认知活动的特征和自身实际制定学习计划，预计结果，选择策略，构想各种解决问题的可能方法，并估计其有效性；对认知过程进行自觉的监控，及时评价、反馈认知活动进行的情况，肯定成绩，明确有待努力的方向；根据检查结果及时修正或调整学习策略，或采取相应的其他补救措施，以达到预定的学习目标。

元认知知识与元认知控制既相互独立、又相互联系。元认知知识有助于对自身的认知活动进行有效的监控，而元认知控制又制约着元认知知识的获得。例如，学生已具有运用类比策略解决“开放型”化学问题的知识（元认知知识），在实际应用过程中必定会根据掌握的有关知识对其效用进行评价（元认知控制），当发现该策略并非完备而应辅以其他策略时（元认知控制），修正后的结论又会同化到元认知知识的学习策略中，使有关运用类比策略的知识更完整（元认知知识）。

根据以上分析，元认知概念的结构可用下图表示（图 7-1）：



必须指出，学习策略是一种过程性知识，它包括学习过程中使用的方法、技术（如复述、精细加工、组织）和对运用策略的控制（如计划、监控、调节），前者属于认知策略，后者则属于元认知策略。

二、化学元认知能力的特征

基于对元认知概念的分析，化学学习的元认知能力（简称化学元认知能力）是指个人在对自身化学认知学习过程意识的基础上，进行自我反省、自我监控、自我调节的能力，也有人称“反省认知能力”或“自我监控能力”等。

国内学者结合心理学实验，曾将元认知能力划分为 3 大方面 8 个维度：

学习活动前的自我监控

计划性：指在学习前对学习活动的计划和安排。

准备性：指在学习前为学习活动作好各种具体的准备。

学习活动中的自我监控

意识性：指在学习活动中清楚学习的目标、对象和任务。

方法性：指在学习活动中讲究策略，选择并采取合适的学习方法。

执行性：指在学习活动中控制自己去执行学习计划，排除干扰，保证学习顺利进行。

学习活动后的自我监控

反馈性：指在学习活动后对自己的学习状况及效果进行检查、反馈与评价。

补救性：指在学习活动后根据反馈结果对自己的学习采取补救措施。

总结性：指在学习活动后思考和总结学习的经验和教训。

在化学教学中，广大教师十分注重学生的自主性，尤其在自学能力培养和化学学法指导方面做了不少工作，也曾有研究优秀学生思维策略的实验成

果，但尚未有针对性地对元认知能力进行深入探讨，缺乏有说服力的第一手材料。借鉴心理学的研究成果，结合学科特征和中学生学习化学的实际，我们尝试提出化学元认知能力的特征如下：

- (1) 具有自发的、强烈的化学学习的心向。
- (2) 能经常注意并通过自己的努力设法满足化学学习的基本条件（知识、技能或策略等）。
- (3) 能根据教学要求和个人情况制定化学学习目标或认可既定的目标。
- (4) 能依据化学学习目标确立与自身相符的学习计划并自觉地执行计划。
- (5) 能设想一下将要开始的学习过程，分析可能会遇到的一些困难，估计成功的可能性等。
- (6) 选择一种或几种化学学习的方法或策略。
- (7) 能自觉地检索与学习任务有关的其他化学知识或技能，并按重要性程度排列。
- (8) 运用知识和策略积极投身于学习过程。
- (9) 能及时检测自己的学习成果。
- (10) 能客观地评价自己的学习水平。
- (11) 能根据反馈的信息修正或优化学习策略。
- (12) 回顾自己的学习过程。

由此可见，在化学学习过程中，认知能力和元认知能力共同决定着化学学习的成果，其中起主要作用的是认知策略和元认知策略。认知策略直接与获取化学知识相联系，元认知策略则起着选择、转换、执行认知策略的主导作用，两者相互作用，相辅相成。因此，仅仅知道一些具体的学习策略式方法（可称陈述性知识）、而不了解如何应用这些策略或方法（可称程序性知识）、为什么可用这些策略和何时应用最为有效（可称条件性知识），有时往往不能有效地将策略迁移至新的学习情境。元认知策略正好能弥补这一不足，它所具有的监控和调节功能将促进后两种知识的应用。

三、化学元认知能力的培养

理论分析可知，化学学习过程中认知能力与元认知能力是密不可分的，有了元认知能力的支持，盲目性的学习将转变为策略性的学习，从而提高化学学习的效率。心理学实验也证明，高中学生的自我监控能力的整体水平与他们的学习成绩呈显著正相关。因此，培养学生的元认知能力，是化学教学与素质教育相结合的一个新课题。

1. 保证认知活动的顺利进行

学生的元认知能力是在认知活动中充分体现出来的，因而促进学生积极

参与化学学习，保证认知活动的顺利进行是培养元认知能力的必要条件。具体而言，教师应通过多种途径激活学生的化学学习动机，使他们在学习中保持良好的情绪。否则，学生对所学的知识缺乏兴趣，谈不上自觉地思考如何学的策略，更不可能积极地监视自己每一步的学习。

同时，教师应有意识地引导学生掌握必要的知识和技能，这对一部分认知水平较低的学生而言更为重要。我们知道，认知策略是方法性的知识，只有与学习内容相联系才能显示其作用。一旦学生既不了解策略的知识，又在学习内容上存在缺陷，那么，认知学习难以顺利进行，元认知活动也就无法正常展开。例如，高一学生通过阅读教材中有关章节，仍未清晰地形成“物质的量”的概念，则做读书笔记的策略，揭示知识间内在关系的策略等均难有效地落实。又如，学生不知道类比策略有何特征，也不知道 Cl_2 与 $(\text{CN})_2$ 在某些方面具有相似性，则类比策略运用于学习“拟卤素”性质时往往难以奏效，即使元认知控制提醒学生重新学习，也无济于事。

2. 创设自主学习的良好氛围

自主学习的氛围体现在学生对化学学习过程的自行规划上。如学习之前确定学习的目标，分析学习材料的性质和特点，根据不同的学习目标和学习材料优选适合于自身的学习策略或学习方式；在学习过程中积极进行自我观察、自我监控和自我调节，以明确思维的方向或修正学习策略；学习结束时对获取的反馈信息进行反思或作多角度的论证，客观地评价自己学习活动的有效性及学习方法的适用性，判定自己对所学内容的理解程度和运用策略的水平，发现问题，及时主动地采取补救措施。这些自主的学习行为在“以教为中心”、“以考为目标”的今天看来似不切实际，但应该坚信，未来的化学教育对学生学习过程、学习行为的关心程度将远远大于学习结果本身。

3. 强化学生的反省认知意识

反省认知，简称反省或反思，是指学生在完成学习任务之后回顾一下自己的学习过程，想一想自己是如何一步一步走向成功的？采用了哪些有效的策略和方法？碰到哪些困难？通过什么方式克服了困难？是否还有更好的途径？等等。教师应努力造就反省认知的教学情境，鼓励学生结合新课的自学或解决化学问题的过程，将思维细节用口述或书面形式反映出来，共同研究，互相比较，从中选出最优的思路。学会反省并不是一件十分容易的事情，它既要有一定的时间，又要有一定指向，学生必须持冷静的心态，利用内隐语言来检查自己在学习活动中的得失情况，在初期或学习任务紧张的情况下往往难以坚持。因此，教师可布置与学习内容相联系的一系列自我反省的项目，便于学生“对号入座”。例如，学习“氧化还原反应”这节内容，可设计如下的反省项目：

我在预习时是否注意到了初中所学的氧化、还原的定义与现在课本上有所不同？

我上课时是否听懂了教师对有关概念所作的新的解释？

我是否已经学会了用化合价升降法来研究氧化还原反应？

氧化还原反应式的配平能否从化合价变化上去考虑：

除了书上提供的一些简单反应，复杂一点反应（如 $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ）我能否配平呢？

我认为这一节中最重要的和最难理解的内容是什么？

通过上述方法，使学生不断产生反省的认知体验，久而久之便内化为学生的学习习惯。

4. 研究化学问题解决的策略

实践证明，中学生在解决化学问题的过程中，既要依赖一定的化学知识（如化学反应方程式），又要具备将知识组织起来的若干程序（如化学计算的步骤），还必须有控制思维运作的灵活方法（如对过量计算题，可用枚举推理）。这样，即构成了化学问题解决的“产生式”系统，其智力操作的一般形式为“若条件为A，则有解题行为B”，B即为程序或方法的具体应用和控制。从元认知角度看，B是认知策略和元认知策略共同作用的产物。在现实的化学教学中，解题是学生最常见的学习任务和最主要的思维行为，但解题教学目前仍停留在教知识、讲套路的阶段，较少深入研究学生是怎样“自发地”形成解题“产生式”系统的，也未能揭示认知水平较高的优秀学生思维“自组织”的微观机制，因而中下学生中“离开例题、不会解题”的现象普遍存在。我们的研究表明，教给学生解题的策略和运用策略的方法，能有效地提高化学问题解决的能力。解题策略一般包括通用策略和具体策略。通用策略虽不涉及具体的化学概念，但有助于监控思维过程，使之清晰化、有序化。通用策略由三部分组成，以下给出一个实例：解决问题之前 你必须知道你要解决什么问题。你必须熟悉这个问题的背景信息。你必须要有积极的、迎合的态度对待这个问题。你必须仔细、冷静地阅读问题，认真思考问题。你是否真正理解了题意？是否需要他人的帮助？解决问题之中 检索有助于问题解决的相关线索（概念、反应式、原理、公式等）。你必须分析是否还存在隐含的其他线索。你可能需要重新设计解题的起始状态。你可能需要将题中的条件作适当转换。你可能会将这个问题分解成几个部分来解决。在每一个小问题中，你是否找到了熟悉的印记？你过去是怎么解决相类似的其他问题的？你能否用熟悉的方法解决新问题？寻找其他的解决方法并作尝试。选择相对最优的方法并求得结果。解决问题之后 判断你的答案是否正确。如发现答案不可靠，仔细论证后予以肯定或否定。找出错解的症结所在，并予以排除。反思整个解题过程，你从中悟出些什么？

针对具体的化学问题情境，既要教给学生解题的具体策略，又要教给他们运用或控制具体策略的方法。例如，“归一假设”是解无数据化学计算题的常用策略，但如何同化为学生头脑中的认知策略并灵活地运用这一策略解决化学问题，还存在着一定的思维“跨度”。为缩小这一跨度，我们采用“执

行”和“控制”相结合的方法构想了如下的解题策略：

执行策略

当你发现计算题中没有数据或数据不足时，可尝试将总量假设为 1 份单位。

当你遇到求相对比例的化学问题时，也可将某一化学量假设为 1 份单位。

将 1 作为已知条件代入公式进行计算。

将结算结果限定在总量为 1 或某相对是为 1 的前提下赋予其化学涵义。

控制策略

你待求的是何类化学量？是绝对量（如质量）还是相对是（如百分含量）？

题目中能否找到稳定不变的化学量（如总质量、总体积等）？

请你设想一下：将题中相对稳定的某一化学量设为“1”或任意“x”份单位，对求解结果有无影响？

如果你认为没有影响或可能没有影响，你不妨将该化学量设为“1”。

如果你还不明白，请看下列提示（ ~ ）。

求混合物中各组分质量的分数时，可设混合物总质量为“1”。

计算溶质的质量分数时，可将溶液质量定为“1”（或 100）。

计算溶解度时，可取溶剂的量为“1”（或 100）。

求不同的几种物质所含某元素原子个数之比时，可令某一种物质的质量为“1”。

你面临的题是其中哪一种类型？

（11）你是否用归一假设法解决了这个问题？

（12）请回顾你的解题历程。

从上述实例可知，化学问题解决的过程包含着认知活动与元认知活动，优秀学生的思维结构中元认知要素起着很重要的作用。因此，研究化学问题的解决，优化学生的解题思维策略，有助于训练学生的元认知能力。同样，随着元认知能力的增强，将促使学生更好地理解 and 运用解题策略，提高分析问题和解决问题的能力。

第八章 化学实验教学

化学实验教学是化学教学的一个子系统，也是最富于活力、最利于发挥师生双方主动性、促成化学的教与学和谐发展的基本途径。应充分认识化学实验的意义和实验教学的类型及施实，以全面提高学生的科学素养。

第一节 化学实验的教学价值

一、化学实验的结构

化学实验是化学科学认识的基础，也是化学教育教学的基础。可以说，没有基于科学认识的化学实验，就没有近、现代的化学科学及化学教育。本书第一章曾从化学史的角度讨论过这个问题。当代化学的发展轨迹更加证明了这一结论。正是由于现代生产水平和整个科技水平的提高，特别是由于化学科学理论和实验水平的提高，方促成了当代化学“三个过渡”的变革。

化学实验，作为一种科学实践活动，是由实验者、实验对象和实验手段构成的。实验者一般是掌握专业知识和技能、具有科学素养的专门人才（个体或群体），是化学实验中的认识论主体；实验对象是实验中的认识论客体，是实验者探查、研究或变革的客观实在；实验手段，又称实验工具，是服务于实验目的、为实验者所控制的物质客体（仪器、设备和装置等）及科学认识的方法的集合。若仅仅讨论实验对所运用的仪器、设备、装置和工具等这类实验手段，则为从狭义的意义上来论实验手段，将科学认识的方法（科学方法）包括进去，方属于广义上的实验手段。

化学实验的构成三要素，在人工安排的特定环境中联结的一般方式是：实验者借助于实验手段去变革实验对象。如下图 8-1 示，表明了化学实验的结构及各要素的作用。

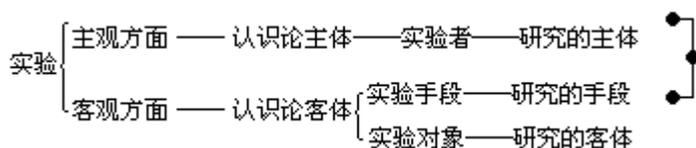


图 8-1

很显然，由于实验目的和要求的多样性，尤其是在不同学习阶段、不同课程内容的教育教学活动中，各个实验的特定设计及三要素相互作用的方式，即三要素的具体联结方式，必定是多种多样、千差万别的，从而形成了不同类型的实验。

典型化学实验的一般步骤包括：

- (1) 问题或初步假设；
- (2) 实验设计；
- (3) 实验实施；
- (4) 实验结果分析。

化学教育教学中的实验（简称为教学实验）是纳入教学体系中的实验。这些实验是经过化学家或科学家的科学实践检验过的，由化学教育家或课程

刘知新，对“化学实验教学改革的思考”，《化学教育》，1991，3：22～23。

黄顺基、吴延涪、黄天授等主编，《自然辩证法教程》，北京：中国人民大学出版社，1985年版，第289页。

编制专家按照化学教学的培养目标和教学要求，遵循学生的认识规律而精选、移植出来的。从认识论来讲，这类化学实验，必定更有利于学生来认识客观世界，要使对实验对象的变革情况更易于学生了解。换句话说，教学实验的构成三要素，实验者可以是学生或教师，实验对象已简化为便于学生认识的特定状态，即设法排除干扰因素，采用简明的装置和便捷的实验步骤等，相应地实验手段也设计成便于学生或教师操作的格式，以利教学运作。

二、化学实验的教学价值

化学实验在教学中具有多方面的价值，主要是：

1. 具有深刻的认识论价值

化学实验本身的实践性和生动性，为学生认识的发展提供了依据，也为认识的深化提供了最佳途径。著名胶体化学家傅鹰教授在撰写和讲授《普通化学》时，经常用大量实验数据来严格论证某些定律的精确程度和应用范围，使学生能够较深入地理解科学概念的建立必须基于可靠的实验基础之上；他明确指出，无论是简单的还是复杂的化合物，只有实验才能最后决定其结构。

2. 形成科学观和方法论的价值

学生依据实验直接与物质及其变化打交道，通过亲身感受，使他们受到生动的、科学的物质观与自然观及世界观的熏陶，同时受到观察、比较、分析、综合、抽象和概括等科学方法的教育。全国劳动模范、特级教师刘景昆先生倡导并实行的“用实验启发学生，通过实验引导学生从实际材料中前后比较，找出异同，然后总结出规律。”“通过化学实验使化学理论跟生产实际得到进一步的结合，培养学生独立思考问题的能力。”“要给学生充分的准备知识；从思想方法方面要培养学生全面看问题、联系看问题，而不是片面地、孤立地看问题，也不要使个别问题影响对整个问题的分析综合、研究总结，因而妨碍了得出事物的规律性。”等等宝贵经验，是充分体现化学实验的教学价值的一个范型。

3. 传输化学知识，培养学习能力的价值

化学实验是化学赖以形成和发展的基础，又是学习化学的媒介。学生形成化学概念、掌握实验技能和养成实验能力等都要以化学实验为基础。不做化学实验是学不好化学的！这是教学名言。不做化学实验，就从认识论、方法论这一根本上抽掉了理性认识赖以产生的基础，学生只能靠死记化学概念和有关结论，难以理解和巩固；不做化学实验，自然学不到有关的实验技能。与此相应，不做实验何以养成实验能力！这里讲的实验能力是指学生运用实

刘知新，对“化学实验教学改革”的思考，化学教育，1991，3：22～23。

傅鹰，大学普通化学，上册，序言，北京：人民教育出版社，1979年版。

刘知新，中学化学教材教法，北京：北京师范大学出版社，1983年版，第37、63页。

验来解决问题的本领。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，观察实验的能力，实验思维的能力，收集有关事实、资料和数据的能力、分析、研究和处理实验事实、资料与数据及发现规律的能力，表述实验及其结果，最终解决问题的能力等等。

4. 培养良好的学风，发展个性品质的价值

化学实验离不开实验的原理和内容、选用的仪器和材料、实验程序和步骤。而对这些内容学生只有想清楚（达到理解或了解），方能转化为学生实际实施的实验方案和实验方法。在这个转化过程中，重要的是养成学生严谨求实、求真，坚毅奋进、努力创新的态度、品德和学风。不同地区的学生问卷表明，80%~90%以上的学生都喜欢做化学实验，对新异的实验现象有浓厚的兴趣和好奇心。化学教师应珍视这一学习心向，精心组织和巧妙地实施各种类型的实验，以实现化学实验的教学价值。

第二节 化学实验的教学类型

一、化学实验的内容类型

化学实验内容是依据实验的目的和要求而确定的。从中等教育的目的来看，各国均重视基础性和普及性方面的教育，这是具有普遍性的。但由于国家的文化传统、教育体制及经济实力等的差异，列入中学化学课程中的实验内容，从质和量上看，均有所不同。例如，美国《现代化学》的实验课本 65 个实验，其中定量要求的为 23 个（占 35.4%）。属于化学概念和化学理论方面的为 34 个（占 52.3%），属于元素化合物知识方面的为 29 个（占 44.6%），属于基本技能的为 2 个（占 3%）。原德意志联邦共和国凯姆帕和伏拉特著《化学》全书共编入 375 个实验，第一分册的 131 个实验中有 35 个定量实验（占 26.7%）。

一般言之，从中学化学教学的目的及实验的教学特征来划分，化学实验的内容大体可分为以下几类：

1. 基本操作实验

化学实验中的基本操作是构成化学实验活动的基本要素，是贯串于其他各类实验之中，保证实验顺利进行的“基本功”。

属于基本操作类的实验内容有：药品的取用、称量、溶解、振荡、搅拌、加热、过滤、倾泻、蒸发、结晶、升华、萃取，及气体的收集、溶液的配制等。落实到课本中，有的是要求安排学生实验课，让学生进行集中练习、体验，多数（较简易的基本操作）是结合到其他实验内容进行相应训练。根据我国国家教委颁布的中学化学教学大纲，规定：初中阶段，学生要“初步学会取用固体药品和液体药品”，“初步学会搅拌操作”，“初步学会正确持拿试管和振荡试管”、“练习用漏斗、滤纸进行过滤”、“练习用蒸发皿蒸发溶液”等等。这是国家对各省、市、自治区实施义务教育应当达标的的基本要求。所谓“初步学会”是指在教师的指导下，能够正确地进行实验操作；“练习”是指在教师的指导下，进行实验操作，即仅仅让学生操作过，还达不到正确操作的水平。每项基本操作在教学中第一次出现时，都需要由教师做出示范性操作、向学生指出操作规范性要求，并进行必要的讲解。某些学校在“绪言”课后，发给（让学生借用）一支试管，布置学生在家中用食盐或白糖和水当做固体和液体药品，练习取用、振荡、估液、溶解等基本操作的经验是一种好办法。很显然，到高中阶段，相应的基本操作要求达成的层

陈耀亭、刘知新、薛人虎等编著，中学化学教材教法（第二版），北京：北京师范大学出版社，1992 年版，第 95 页。

刘知新，略论中学化学实验的内容和类型，中学理科教学，1979，1：27～29。

中华人民共和国教育委员会制订，九年义务教育全日制初级中学化学教学大纲（试用），北京：人民教育出版社，1992 年版，第 10～11 页。

次，应当提高档次，达到学会（能够独立、正确地进行实验操作）。对此，《全日制普通高级中学化学教学大纲》（供试验用）已作了明确限定。

2. 物质的性质和制备实验

元素化合物知识在我国中学化学课本中占 60%左右，故而，元素化合物的性质和制备实验，在整个化学实验中也占有较大的比重（约 60%）。

这类实验的正确实施有利于使学生获得生动的、表征元素化合物性质及变化的感性材料，引导学生形成具体的或抽象的物质概念及转化关系的观念。通过这类实验，对学生使用仪器的技能、实验操作的技能以及观察和记录实验现象的技能等，可以循序渐进地、从简单到复杂地进行提高。仅以试管实验为例，持拿试管的手法应当提倡“三指握，二指拳，握取部位靠上边”，即用拇指、食指和中指握取试管上 1/3 处，无名指和小指拳向掌心。这样操作动作灵便、不挡观察者的视线（不妨碍观察试管内的物质及其变化），且便于振荡；加入固体或液体药品时，操作方法不同；同为液体药品，倾入液体和用滴管滴加液体又有不同；等等。又如，使用试管夹夹持试管加热的操作，受热物质是固体还是液体，实验操作的方法也会有不同；同样，将试管当做反应容器，主要是为了展示反应现象和操作方法，与为了制备，在操作规范上也会不尽相同。这些不同的要求，需要教师结合物质的性质和相关化学反应的特征，对学生进行适当的讲解、说明。这样做，不仅有助于使学生准确地掌握实验技能，而且有利于他们加深对有关物质的性质和变化的理解、记忆，养成他们的科学精神和品德。

3. 论证概念和原理的实验

化学概念和原理是中学化学教学的重要内容，约占课本内容的 40%。由于化学概念和化学原理比较抽象，不易被学生接受和理解，在教学中容易成为学生学习的难点。这些内容，又多属于教学内容中的重点，对学生理解和掌握化学知识结构及联系社会实际的应用，培养学生的思维能力、自学能力等有着重要意义。为此，在化学课本中设计揭示概念和原理的实验是很必要的。

这类实验着重从认识论和方法论方面为学生提供思维模型，通过选定的“典型实验”为学生认识事物的本质属性和特征创设阶梯。以这一认识阶梯为基础，再运用抽象思维的能力对这些材料进行加工整理，从而抽象概括出实验对象的本质属性和一般规律性，形成科学的化学概念和化学原理。例如，氢气还原氧化铜的实验、电解氯化铜溶液、中和热的测定等实验均属于这类典型实验。通过这些典型实验，在于揭示具有普遍性品格的氧化还原反应、电解、中和反应等概念的本质属性和特征。

这类实验的主要目的在于揭示事物的本质属性和特征，故而，在实验装

置和操作系统、步骤上应力求简明，重点突出，不宜添枝加叶、节外生枝，以免让操作方面的细节分散了学生观察、思考的重点，阻抑正确概念的形成。

4. 联系生产和生活实际的实验

这类实验能较好地揭示化学生产的反应原理，能帮助学生认识生产中有关典型设备、生产流程等及生活中有关知识的应用。联系实际的着重点是培养学生应用化学知识解释或解决化学问题，故而这类实验从“内容”上要突出揭示有关实际的化学反应原理，不宜追求完全“模拟”有关生产过程和大型实验装置，应力求以小而简明取胜。为了扩展有关实验的效果，可及时配以化学挂图或生产模型进行组合教学。例如，在电解饱和食盐水这一实验做过后，展示化学挂图和生产模型，让学生联想这一化工生产，会收到相得益彰的效果。又如，结合硬水的软化实验，让学生就社区或家庭里使用硬水时遇到的诸多不利影响进行调查或做家庭实验，同时可以使学生受到认知、动作技能及情意领域等多方面的教育。

5. 解决问题与独立设计的实验

这类实验是由学生运用所学的化学知识和技能，进行实验设计，从而解决特定问题。这属于有创意、培养学生分析问题、解决问题和研究能力的一类实验，一般无固定的模式可循，需要学生去独立完成。例如，让学生结合社区的环境，进行河水或雨水的实验研究；结合某些药品（如胃舒平、维生素C）做某种成份分析；进行常用化肥肥效成份分析等。

二、化学实验的教学类型

化学实验被纳入教学中形成不同的教学类型。若按实验主体分类，则有演示实验和学生实验。通常讲的“演示实验”，实验主体是化学教师，有时，教师为了培养学生或更有效地激励学生的学习积极性，让学生到演示桌前做演示实验，这种情况，可以看做是演示实验的变动型，但仍属于演示实验。化学实验若按实验在认识过程中的作用分类，则可分为：验证性实验和探索性实验。探索性实验也叫做发现式实验或启发式实验。

不同类型的实验，从教学方法论来讨论，均具有不同的教学规范。

1. 演示实验

演示实验是教师进行示范操作并指导学生进行观察和思考的一类实验。这是化学教学中被广泛应用、最有成效的一种教学形式。它可以灵活地穿插应用于讲授某些概念和原理、元素化合物、化学生产与生活，以及其他教学内容；从教学的进程来讲，可以用于设疑引题、激疑解题、强化巩固，以及迁移应用等等；可以用于讲授新课，也可以用于复习、练习。

演示实验就其实施特征而论，大体上可分为：

(1) 临堂实验；

- (2) 长时间实验；
- (3) 大型装置实验；
- (4) 系列实验。

临堂实验，多为简便易行的试管试验，是为了解决教学时随时遇到的某些问题，而临堂或当即进行演示的实验。

长时间的实验，系指需时较长，在三五分钟或一二节课内难于观察到结果和征兆，需陈列放置供学生不断观察的一类实验。例如，铁的锈蚀、固体的扩散、胶体溶液的渗析等。为了便于学生观察，可以将这类实验布置在一个固定的台面上，防尘、防震动，让学生在课下去观察、记录实验现象，最后组织学生讨论（讲解）实验结果。

大型装置实验，是借助组装好的一套实验装置来进行的演示实验。这类实验往往既有产生装置、反应装置，又有收集装置，甚至有洗涤（净化）或干燥装置。例如演示合成法制盐酸、氨氧化制硝酸、合成氨、接触法制硫酸等。

系列实验，是将相互关联的几组实验，按反应机理的顺序，依次演示并组合而成的实验。例如，铅室法制硫酸、氨碱法制纯碱等实验，可以分段演示，随后再组合成一组系列实验。

在教学中，一般认为应根据以下标准来选择和确定演示实验：

- (1) 讲授化学基础知识、培养能力所需要的最基本的实验；
- (2) 实验装置和操作方法比较复杂，不适宜于学生做的实验；
- (3) 实验仪器、器材和药品需要量较大，不易购置的实验；
- (4) 教师演示快捷节省时间的实验；
- (5) 让学生做可能会发生危险的实验；
- (6) 由教师演示效果特别明显的实验；
- (7) 勿需学生操作仅供他们观察的实验；
- (8) 由于其他原因，不适宜让学生做的实验。

演示实验应当做到：在实验装置、操作程序、操作方法等方面均为学生做出示范、无可指摘；实验必须成功，若偶而失误，一定要及时补做；要保证安全，不给学生身心带来损害；要便于学生（包括坐在教室最后排的学生）观察，现象鲜明、突出；要需时较少，一般演示不宜超过 3~5 分钟，简捷易于操作；要将引导学生积极思维贯串于实验的始终，这是演示实验成败与否的核心。做演示实验要让学生明确：实验的目的、观察什么、思考什么问题；要把观察到的现象与已有的化学知识和经验联结起来，将化学反应原理、实验装置的道理（简称装置原理）与操作规范（操作原理）联结起来，这样全面观察和深入思考，才有利于培养学生的学习能力。

结合演示实验及随后的学生实验，教师要全面设计培养学生观察能力和实验操作能力的实施计划。以培养观察能力为例，宜引导学生在明确实验目的的基础上，掌握观察实验对象的一般规律：要边观察、边识记，明了（1）实验仪器装置（仪器名称、性能及相互连接顺序）；（2）实验操作（操作方法、规范和要领）；（3）药品（试剂名称、添加顺序、一般用量）；（4）反应现象（主要外显特征，联想相关的化学反应，笔记反应的化学方程式）。

2. 学生实验

学生实验是由学生自己动手完成的实验。它是培养学生的实验能力、观察能力和思维能力及养成科学思想、科学态度与科学方法的重要教学形式。

学生实验随其在教学中实施的特征，又可分为随堂实验（或称并进式实验，通常叫做边讲边实验）及学生实验课。前者是较为简易的实验，由学生在教师讲授新知识时配合讲授的进程来完成，使实验事实和生动具体的现象与教师和学生概括得出的科学结论及时印证，为学生深入理解新知识创造最佳情境。由于这类实验多属于试管（或烧杯，甚至在点滴板上完成）试验，故而，在训练学生的实验技能方面存在不足。学生实验课（也有人将它称为学生实验）是利用 1~2 节课的时间，让学生较系统地验证课堂上所学的化学知识与体验、熟悉教师示范过的操作技能，或为了解决问题，实施独立设计的探索性的实验方案，而进行的一种教学形式。

这两种学生实验教学形式在实验教学的功能上可以相互补充，以确保学生的动手操作的机会及培养训练实验操作技能的频率和力度。

为了便于比较，现将随堂实验与学生实验课的特点列表 8—1 如下：

表 8-1 随堂实验和学生实验特点比较

类别 项目	随堂实验	学生实验课
实验目的	1. 配合新知识教学； 2. 为学生提供生动的学习情境； 3. 培养学生简易的操作技能。	1. 在知识教学 1 个单元或段落后进行； 2. 验证所学化学知识或探新； 3. 培养学生较全面的某些操作技能。
仪器装置	较简单，一般为一种仪器	较复杂
操作方法	简捷、方便、单一	较复杂、多项

类别 项目	随堂实验	学生实验课
反应现象	现象明显，便于学生观察	同左
需用时间	较短，一般 1 ~ 5 分钟	较长，1 ~ 2 节课
效果	1. 有利于学生基本操作技能的培养； 2. 有助于培养学生的观察能力、思维能力及科学态度和良好习惯。	1. 有利于系统地培养学生实验操作技能； 2. 有助于培养学生的学习能力，特别是独立工作和创新能力及科学态度与良好习惯

在学生实验中，要重视目的性和示范性及有序的操作练习。要将演示实验中的“精华”化入学生实验之中，持之以恒，从实验操作中的一招一式做起，严格要求，逐步培养学生全面观察、独立操作，进而达到（对于能够实行一人一组做学生实验的学校来说）让学生独立设计的水平。

学生实验要从培养良好的习惯入手。启蒙阶段或低年级，在学生进入实验室的开始，要让他们看到实验室整洁明亮，仪器试剂摆放整齐有序的局面，要教育学生遵守实验室规则，未预习或不了解药品的性能不得动手操作，实验结束必须恢复台面整洁有序的原貌等等细致入微的教育。包括火柴梗、废纸屑和残余的废弃物，均应分类放入废弃物容器里。

组织学生实验，一般在学生动手操作前，要提示（操作注意事项，特别是安全保障措施）。必要时，教师应再次示范；学生操作时，教师应巡视指导，引导学生规范地进行独立操作（同组同学应协调、合作）；并随时记录观察到的现象（记录内容包括现象、事实、数据和疑点）；课后，由学生完成实验报告（含实验目标、实验步骤和装置图、实验现象和有关的化学方程式，实验结论和讨论）。

学生实验课多为分组进行。每组人数，按国家仪器配备标准，重点校为 2 人一组，一般校 4 人一组。为了切实落实实验能力的培养，不少重点校将 2 人一组改为 1 人一组，有的学校还加了实验考试，促使学生更加重视实验操作，为全面提高学习质量打下了扎实的基础。

3. 验证性实验

这是用于证实或检验已学过的知识的化学实验，以利于强化理解记忆。这类实验可以作为演示实验，也可以组织成学生实验。其优点是在学过的有关知识之后进行，利于学生巩固记忆，缺点是对学生缺少新异刺激，且难以扩展学生的学习能力。因此，这类实验的比例，应随年级和学习要求的提高而适当减少。当前，我国化学课本，特别是高中课本中验证性实验占主导地位的状态亟待改变。这一点与发达国家同类课程相比，存在着较大差距，是不利于学生解决问题能力，特别是实验探究能力的培养的。

在现行课本未做改动以前，某些学校将课本中的验证性实验的实施顺序调到相应化学知识讲授之前，例如，让学生先做“氯、溴、碘的性质”实验（自然要学生预习实验内容），后上有关化学知识的讲授课（仍可配合必要的演示实验）。调整后的教学效果要远优于常规的教学程序。当然，这种调整需要服从学校和学生的条件，学生动手能力较差时则不宜过早地实施这种办法。

4. 探索性实验

这是让学生自主研究、探索的一类实验，是培养和发展学生综合运用所学化学知识和技能，训练学生的科学思路和方法的一种重要教学形式。需要探索的实验问题不限于化学课本中规定的题目，也可以让学生提出，经教师认可。

这类实验的实施过程，大体是：

- (1) 确定问题；
- (2) 制订实验方案；
- (3) 通过实验和观察收集化学数据（现象、事实、数量关系等）；
- (4) 分析研究有关数据；
- (5) 得出结论，撰写实验报告。

自然，探索性实验也可以用于教师演示，在实验的激疑、设疑的情境下，由教师引导，师生共同探讨，分析、综合，概括出应有的结论。

探索性实验，宜提倡“指导式”，即按教师或学生设计过的、合理的程序进行实验，减少“开放式”的学生过多的试误，以节省数时和药品。为了比较，现将验证性实验与探索性实验的特征列表 8—2 如下：

表 8 - 2 验证性实验和探索性实验特点比较

类 别 项 目	验证性实验	指导探索性实验	开放探索性实验
认知顺序	概念 数据	数据 概念	数据 概念
问题选择 (实验主题确定)	教师	教师或学生	学生
实验设计	教师	教师或学生	学生
数据分析	教师	学生	学生
数据解释	教师	学生	学生
耗用教时	较少	较多	最多
耗用经费	较少	较多	最多

概念泛指实验结论，数据泛指从实验获取的各种信息。

化学实验的教学类型，还有投影实验、计算机模拟实验、多媒体实验及描述实验、思想实验。前三种是现代化教学手段与典型的化学实验的结合产物，后二者是某些具有认识论和方法论普遍意义的已定形（如 α -散射实验、镭的放射性实验等）和构想（模型）实验。这些实验均属于化学实验的演化、发展，本书不予论列。

第三节 化学实验的教学模式

一、化学实验教学模式

化学实验教学模式是化学教育的重要范型。教师只要对学生实施教育教学工作，总要依靠一定的教学范型（或称教学型式）。教学范型就是对教学任务、教学过程和学生学习类型概括化的产物，便于教师用来规划课程、选择教材、组织教学活动。

化学实验教学模式是最重要的、优化的教学模式。依据实验教学的目标及教学策略特征可将化学实验的教学模式划分为：演示讲授模式、实验归纳模式、实验演绎模式和实验探究模式。

1. 演示讲授模式

这是将演示实验与教师的启发讲授融合而形成的一种教学范型。这种范型的教学程序大致如图 8—2 示：

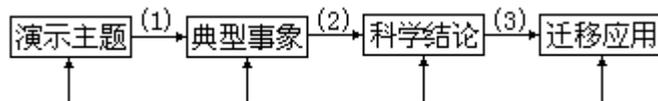


图 8-2

图示中，（1）系指教师示范操作、提示、讲解，引导学生观察、思考；（2）指教师启发讲解、师生交互作用；（3）指提供新情境或新的事实，让学生练习、运用；（4）指根据需要，教师或学生进行评价、反馈。

2. 实验归纳模式

这是将学生做的随堂实验与归纳整理实验结果融合而形成的一种教学范型。这种范型的教学程序可用图 8—3 表示如下：



图 8-3

图示中，（1）指学生做简易型实验，观察、识记；（2）指由学生（在教师引导下）进行归纳概括；（3）指结合教学要求进行讨论练习；（4）为师生的教学反馈。

3. 实验演绎模式

这是在学生习得的知识基础上，由学生运用实验演绎、推理得到结论的一种教学范型。这种范型的教学程序可从图 8—4 表示如下：

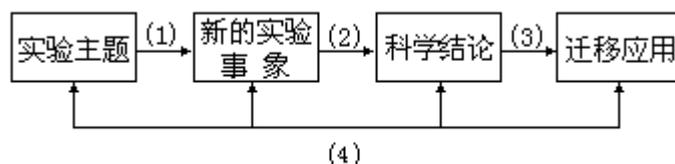


图 8-4

图示中，(1) 是学生从新的角度做实验，观察、识记；(2) 指由学生（在教师引导下）结合新的实验事实进行演绎推理；(3) 指结合教学要求进行练习、运用；(4) 为师生的教学反思。

4. 实验探究模式

这是让学生进行实验设计、尝试研究发现的一种教学范型，从开发学生智能、培养创造能力来说，这是一种最有实效的范型。若采用指导探究式，则可避免耗用过多教时及经费的缺陷。这种范型的教学程序可如图 8—5 所示：



图 8-5

图示中，(1) 为学生按实验设计做探究实验，观察、探索；(2) 指学生对实验现象进行思维加工，归纳概括、演绎推理；(3) 指根据需要进一步开展实验研究活动；(4) 指学生的自我调控、评价。

从上述讨论中，可以得知，各种实验教学模式均应明确实验教学目标、选准实验主题，依从教学进程采用适当的教学策略。笼统言之，这些教学策略主要是：(1) 教师启发讲授；(2) 教师示范操作；(3) 有指导的学生实验；(4) 学生独立探究；(5) 总结概括。

二、化学实验教学模式例析

1. 演示讲授模式在初中化学教学中的实例

初中化学是化学的启蒙阶段，从学生的特征出发，应当重视和强化演示实验与启发讲解，让学生有兴味地学习。例如，在组织学生学习硫酸根离子的鉴定时，可设置如下的实验问题：

[实验 1] 在一支试管里加入 Na_2SO_4 溶液，滴入几滴 BaCl_2 溶液，观察现象；再滴加适量稀硝酸。

[问题 1] 观察到什么现象？根据这一实验，你怎样来鉴定某种溶液里是否含有 SO_4^{2-} 离子？

学生大多数能正确回答，并给出正确结论。

[问题 2] 在实验 1 中，为什么要滴加适量的稀 HNO_3 ？

学生一般难以回答。随后做：

[实验2]取2支试管，分别加入 Na_2SO_4 溶液和 Na_2CO_3 溶液（将两种盐的化学式写在黑板上），再分别滴加 BaCl_2 溶液，引导学生观察现象并思考。

[问题3]观察到什么现象？说明了什么问题？

学生多数可以根据实验现象描述并得出相应结论（能与 BaCl_2 溶液反应并生成白色沉淀的不仅仅是 Na_2SO_4 溶液， Na_2CO_3 溶液也发生同类反应，现象相同。）

[实验3]在实验2的2支试管里，再分别加入适量（两者加入的量相同）的稀 HNO_3 ，观察现象并分析。

[问题4]观察到有什么现象？你对问题2有什么认识？

学生经过对比、分析，发现盛有 Na_2CO_3 溶液的试管里的白色沉淀消失，并有不少气泡产生；而另一支盛 Na_2SO_4 溶液的试管里的白色沉淀不消失，没有气泡产生。经过启发、讨论，学生能够认识到：稀 HNO_3 在鉴定 SO_4^{2-} 离子时，所起的作用是排除 CO_3^{2-} 这类杂质的干扰。

这里再概括鉴定 SO_4^{2-} 离子的规范，学生的认识就会印象深刻、记忆牢固。

对于重点校的学生，还可以设置新情境：在上述实验1中，若先加入适量稀 HNO_3 ，再滴加 BaCl_2 溶液，其实验结果如何？也可设置不强调“适量”，改为滴加稀 HNO_3 ，实验结果又如何？这类延伸，对培养学生的发散思维能力有益。

2. 实验探究模式在高中化学教学中的实例

高中化学应重视培养、发展学生的解决问题能力。实验探究是一种优化途径。现以高中化学“葡萄糖结构”的教学为例。

[探索主题]葡萄糖分子的结构是怎样的？引导学生收集欲解决这一问题的“数据”：根据葡萄糖的成分定量分析实验（C、H、O的百分含量），得出它的最简式为 CH_2O ，又测知它的相对分子质量为180，分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。

[提出假说]葡萄糖可能是什么结构？（学生板演可能的多种结构，从略）现在让我们做几个实验来探讨。

[实验1]葡萄糖的银镜反应？

[实验2]葡萄糖跟新制的氢氧化铜反应。（为了节省时间，也可以将全班分为2组，分别完成这两个实验。）

[探究问题1]从实验1可以得出什么结论呢？

学生可以顺利地概括出：葡萄糖分子中含有醛基。

[探究问题2]从实验2，又可以得出什么结论呢？

学生根据葡萄糖与新制的氢氧化铜反应生成绛蓝色溶液，判断其含有多羟基；加热后，绛蓝色变成草绿色，又呈黄色，最后有红色沉淀（氧化亚铜）

生成，又证明葡萄糖分子中含有醛基。

[实验 3] 葡萄糖分子中的多羟基是怎样排列的？（通过醋酸酐跟葡萄糖反应，生成五乙酰葡萄糖（反应方程式从略）可以得知：葡萄糖分子中有五个羟基分别连结在五个碳原子上。（本实验，可改变为“描述实验”，即由教师叙述、讲解，以提供科学结论，减少教时和经费的负担。）

[实验 4] 用镍作催化剂，使葡萄糖跟氢气发生还原反应，得到正己六醇 [或葡萄糖跟强还原剂（P 和 HI）反应生成正己烷证明，葡萄糖是一种直链化合物]。本实验也可改为描述实验。

教师引导学生综合概括。

[结论] 得出葡萄糖的结构简式。

随后，可以让学生练习写出葡萄糖酸钙的分子式等。

第四节 化学实验教学研究

一、化学实验教学研究的类型

化学实验教学研究的类型多种多样。若从创造性、可行性及实用性来设计选题，至少有以下几个方面的课题值得重视：

1. 实验教学与实施综合素质教育的研究与实践；
2. 实验内容与化学课程整体设计、开发的研究；
3. 实验技能的培养与各年级教学要求的匹配与评价研究；
4. 各类型实验在各个年级的编组与设计研究；
5. 各种实验设施及其合理代用品或微型仪器的试验研究。

若仅从化学实验内容及实验技术这一层面开展研究，某些效果欠佳的演示实验和学生实验，需要更新的为数甚多，这方面已有多种文献 ~ 作了详细介绍，本书不予讨论。

二、化学实验教学研究的方法论

国内外化学课程改革的新趋向带动了实验教学改革向纵深发展。新实验和新方法，随着新内容进入课堂教学及活动课程。STS（科学-技术-社会）类型课程设计的实验已涵盖了多种学科与技术部门，跨越了自然科学与人文科学的界限，选材、编制丰富多样。即使着重学术内容的化学课程，所遴选的实验内容也起了大的变化，某些现代的较新的实验手段和实验仪器，如电子共振光谱、核磁共振光谱、红外光谱等已为发达国家中学课本引入。这给我们以多方面的启示。从方法论来讲，有以下几点值得重视：

1. 化学实验教学研究，要将改革的着重点放在培养学生积极参与实验过程，养成学生的科学思想、科学态度和科学方法方面；
2. 要着眼于充分发挥化学实验的多种效能，细化教学目的和目标的研究；
3. 要结合不同类型课程的开发，调整和精选实验内容，以利于发展学生的个性；
4. 要设计并实施科学的教学评价体制，确保全面的教学质量观、人才观的实现。

刘正贤主编，中学化学实验大全，上海：上海教育出版社，1994年版；

刘怀乐著，中学化学实验与教学研究，重庆：西南师范大学出版社，1996年版。

第九章 化学教学评价

化学教学是否达到了预期的教学目标？达到的程度如何？要保证评价的客观性，化学测验该如何编制？化学课堂教学与哪些因素有关？能否通过控制这些因素来提高化学教学质量？所有这些问题，以及由此衍生的一系列其他问题（如化学试题的科学性、学生的学习水平等），似都与教学评价有关。因此，运用科学的方法对化学教学的过程和结果进行评价，有助于形成有针对性的教学决策，从而提高化学教学质量。

评价，是指从质和量两方面对事物的属性作出价值判断。评价必须要有依据，这是一个常识。依据的来源主要有两方面：即量化资料（如测验的分数）和非量化资料（如有关态度、行为的各种信息）。教学评价更重视量化资料。化学教学评价的项目涉及教学的方方面面，运用的方法也有差异，但受篇幅所限，本章重点研究如下三方面的评价。其中运用的一些数学方法，难以一一展开，建议读者参阅有关的专著。

第一节 化学教学目标到达度的评价

化学教学目标到达度评价，要求回答两个问题：一是是否达到了教学目标？二是达到的程度有多大？前者通过形成性评价即可知晓，后者必须借用量化方法才能解决。

一、评价的基本步骤

评价是在测验基础上进行的。为完整起见，从测验编制开始讨论评价的基本步骤。

1. 标准化测验的编制

在第五章中，我们已经详细地讨论过化学教学目标的涵义、表述和测验的编制，这是目标到达度评价的前提。测验必须根据与一定的教学任务相对应的教学目标进行编制，具体包括知识点的覆盖面、内容比例、试题难易等均应与教学目标规定的细则（如双向细目表）相一致，以保证测验的效度和信度。

这类测验主要指单元形成性测验、章节形成性测验或某一阶段的总结性测验、编题、组题、审题的程序应符合标准化的要求，提供的评分细则要做到客观、合理，严格细致而又易于教师掌握。

2. 标准化测验的实施

标准化测验的优劣，不但取决于试题本身的质量，还取决于它的标准水平，即测验的实施必须规范化，如不同的学生应在相同的条件下进行测试，包括测试时间、现场指导语（如提示、注释等）都相一致。对学生的提问，教师不能作任何暗示性的回答，有些必须示例的内容，应事先在试题中注明。

对测验的评分，不同的教师应共同遵守评分细则，可能出现的其他解答和相应的分值应达成共识，尽量使评分客观化，力求做到不同教师对同一试卷给出的分数应非常接近。这对选择题、填空题等客观型题而言，比较容易做到，对简答题、计算题、实验题等带一定主观成分的题型而言，把握好评分标准尤为重要。否则，即使教学目标相同，测验条件相同，试题相同，所得的测验分数也缺乏可比性和可靠性。

3. 测验分数的整理

离散的一系列分数，必须加以整理，才能说明问题。虽然不同的评价所用的量化模型不一定相同，但对分数的如下处理往往是必需的。

（1）平均分 \bar{X}

平均分是反映一组测验分数集中趋势的特征量，具有代表性或典型性。在评价过程中，常常要求被评对象总分的平均值和不同目标层次下的平均得分。

计算公式：
$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$
（ X_i 是某生的得分， N 是总人数）

(2) 标准差 S

标准差指一组测验分数的离散程度。

$$\text{计算公式：} S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

运用计算器可简捷地求得 S 值。

(3) 标准分 Z

标准分是指对学生的原始分数进行标准化处理和转化得到的分数。当原始分数满足正态分布或基本是正态，均可通过以下公式处理。

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

标准分可以较直观地测量出某个学生的测验分数在群体中的相对地位。例如：

$Z = 0$ ， $X_i = \bar{X}$ ，表示测验成绩刚好在平均水平上；

$Z > 0$ ， $X_i > \bar{X}$ ，表示测验成绩位于平均水平之上；

$Z < 0$ ， $X_i < \bar{X}$ ，表示测验成绩位于平均水平之下；

如欲求知某学生相对水平的具体位置，可利用正态分布表查出其标准分 Z 所对应的曲线下的面积比值即可。

4. 形成性评价

形成性评价基于形成性测验提供的信息，向学生揭示是否达到了教学目标，据此调节和强化化学教学过程，改进教学现状，促使全部学生通过目标。形成性评价的目的不在于评定学生的等级或程度，而是对测验结果的一种粗略的评估。

5. 目标到达度评价

目标到达度评价通过对测验分数的数量化处理，对学生的达标情况给出比较精确的量化界定。常见的有得分率评定、标准分评定和模糊聚类评定等方法，根据不同要求选择。

二、评价的实例分析

实例：某校高二年级三个班（记为 A、B、C）参加同一形成性测验。先将每个学生 4 个目标等级下的得分累加，再除以对应每一目标等级的满分，即得到每个目标等级下学生的得分率。现从三个班中各抽 1 个学生（记为 A_1 、 B_1 、 C_1 ），将其得分率列于下表（表 9—1）：

表 9-1 三位学生的达标得分率

高文秀等主编，教学评价实验与研究，北京：北京师范大学出版社，1992 年版，第 184—186 页。

刘知新主编，化学教学论，北京：高等教育出版社，1990 年版，第 349 页。

		目标分类			
		识记	理解	应用	综合
学生	得分率 P				
	A ₁	0.98	0.93	0.88	0.73
	B ₁	0.93	0.88	0.82	0.64
	C ₁	0.83	0.76	0.65	0.43

若以得分率 $P \geq 0.60$ 作为达标的判断标准，则 A_1 、 B_1 两位学生在各个等级上均已达标， C_1 学生只达到“应用”级，“分析”级尚未达标，学生水平 $A_1 > B_1 > C_1$ 。

若将每个班所有学生的得分率累加后取平均，仍以 0.60 作为标准，则可获得对以班为单位的群体达标情况的评价。

实例：曾桂兴等人运用如下方法，对 1988 年广东省化学高考目标层次（五级）和考查内容（五类）的到达度分别给出了评价：

(1) 命题依据双向细目表，每个题目均与某项考查目标和考查内容相对应。

(2) 在考查目标中，对各个目标层次的题目进行归类，计算每项目标上全体考生得分的总平均数 μ_i 和总标准差 σ_i ；在考查内容上，按同样方法求得总平均数 μ_j 和总标准差 σ_j 。其中 i 、 j 均含五项。

(3) 分别计算被评价对象（可以是各地、校甚至个人）在这些目标层次和考查内容上的得分 X （若集体求平均分 \bar{X} ）。

(4) 定义达标分 = (各项占分) $\times 0.50$ ，其中 0.50 是整卷平均难度的下限（上限为 0.60），占分即指该项的满分。

(5) 计算各项得分 (X 或 \bar{X}) 的标准分数 Z ：

$$Z = \frac{X - (\text{达标分})}{(\text{标准差})}$$

标准分用总体的实计值 μ_i 或 μ_j 代替。

(6) 评价标准： $Z \geq 0$ 为达标； $Z \geq 0.25$ 为良； $Z \geq 0.50$ 为优； $Z < -0.25$ 为差。

(7) 求出整卷的达标分 (50) 和总体总分的标准差 (15.2)，由此可对不同群体进行总评（整卷达标评价）。评价结果列于表 9—2、表 9—3 中。

表 9 - 2 全省总体的达标评价

考查目标 或内容		占分	达标分	μ_i 或 μ_j	i 或 j	Z	达标评价
目标 层次	识记	6	3	3.3	1.0	0.3	良
	理解	32	16	18.0	6.0	0.33	良
	应用	24	12	10.0	3.4	-0.59	差
	分析与综合	30	15	15.0	6.3	0	达标
	探究	8	4	2.1	1.5	-1.27	差

续表 9—2

考查目标 或内容		占分	达标分	μ_i 或 μ_j	i 或 j	Z	达标评价
考查 内容	基本概念与理论	32	16	16.3	5.6	0.05	达标
	无机化合物	21	10.5	9.3	3.8	-0.21	不达标
	有机化合物	15	7.5	10.2	3.4	0.79	优
	化学计算	15	7.5	4.4	2.7	-1.15	差
	化学实验	17	8.5	8.2	2.8	0	达标

表 9—3 3 市达标情况比较

考查目标 或内容	达 标 准 分 差	B 市			C 市			D 市			
		\bar{x}	Z	评价	\bar{x}	Z	评价	\bar{x}	Z	评价	
目 识 记	3	1.0	3.6	0.60	优	3.4	0.40	良	3.6	0.60	优
标 理 触	16	6.0	19.7	0.62	优	19.3	0.55	优	19.8	0.63	优
层 应 用	12	3.4	10.3	-0.50	差	10.9	-0.32	差	11.2	-0.24	不达
次 分 析 与 集 合	15	6.3	13.9	-0.17	不达	16.7	0.27	良	17.4	0.38	良
探 究	4	1.5	2.1	-1.27	差	2.4	-1.07	差	2.4	-1.07	差
考 基 本 概 念 与 理 论	16	5.6	17.2	0.21	达标	17.9	0.34	良	18.1	0.38	良
查 无 机 化 合 物	10.5	3.8	8.3	-0.58	差	10.3	-0.05	不达	10.5	0	达标
内 有 机 化 合 物	7.5	3.4	10.7	0.94	优	10.7	0.94	优	11.4	1.15	优
容 化 学 计 算	7.5	2.7	4.9	-0.96	差	5.2	-0.85	差	5.2	-0.85	差
化 学 实 验	8.5	2.8	8.5	0	达标	8.7	0.07	达标	9.1	0.21	达标
总 评	50	15.2	49.6	-0.03	不达	52.8	0.18	达标	54.4	0.29	良

上表可知，该省考生在当年的化学高考中，就目标层次而言，在“识记”和“理解”两级达标情况较好，而在“应用”和“探究”方面较差（“探究”尤差）；就考查内容而言，在“有机化合物”方面较优而在“无机化合物”方面稍差，在“化学计算”方面较差。从 B、C、D3 个市的评价结果可知，

在目标达成上，“分析与综合”级 C、D 为良，B 不达，从各级量的变化上分析，有 $D > C > B$ ；在内容达成上，“无机化合物”方面 D 达标，C 不达，B 差，其余四方面达标的等级基本相同，但量上也有差异， $D > C > B$ 。从总分反映的达标情况看：D 良，C 达标，B 不达。这与分项目考察的结果基本一致。

以上评价有助于从总体上了解本地考生在该科中的达标程度或差距，还可知道与别人相比自己在哪些方面较强或较弱，进而发扬优点，针对性地克服不足，为今后的教学指明方向。如在下一年仍使用该细目表并保持同等的试题难度，则从前后两年各项得分的对比中可评价各地教学的进展情况。这一方法如能用在日常的测验和评价中，对教学的指导作用将更明显。

第二节 化学测验有效性的评价

化学测验是评定学生是否达成化学教学目标、达成度多大的重要依据，也是化学教学研究的常用方法。无论是研究思维能力或自学能力的培养，都必须通过相应的测验来衡量实验的效果。因此，化学测验必须准确地反映测验的目的和学生的学习结果。这就涉及到测验的评价问题。对测验的评价，通常有两种方法：一是定性方法，如考察测验目标与教学目标是否一致，测验内容与测验目标的配合是否合理，试题的陈述是否准确，有无科学性错误，组题过程是否符合标准化的要求等等；二是定量方法，如在测试基础上运用统计方法分析测验的信度和效度，试题的难度和区分度等。定性方法在第五章和本章

第一节中已有介绍，本节侧重讨论定量方法和试题的科学性问题。

一、化学测验的信度和效度

1. 信度

信度是指测验的可靠性和稳定性程度。通俗地说，测验的信度是指该测验对同一组考生实施两次或多次，所得结果的一致性程度。一致性程度越高，说明测验的信度就越高。信度的大小用信度系数来表示。

(1) 信度系数的求法

在统计学中估计事物或现象之间数量变动的一致性，主要采用相关分析的方法，即求出两列变量的相关系数 r 。对化学测验而言，前后两次测验结果（得分）的 r 大，则信度高，反之， r 小则信度低。

相关系数的计算常用皮尔逊积差法，如一一对应的两列变量分别记为 X 、 Y ， N 是变量的个数 ($N \geq 30$)，则

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

具体计算时也可借助计算器（如 fx-180P）进行。

计算信度的方法有重测法、复份法、分半法和 α 系数法等。

重测法的模式是：

测验 $A_1 \xrightarrow{\Delta t}$ 测验 A_2 ，信度系数 r_{12}

两次测验内容完全相同，时距 t 应恰当。太短，第一次测验记忆犹新，夸大了稳定性；太长，考生知识、能力的发展使第二次测验与第一次测验表现出大的差异，导致稳定性降低。

复份法的模式是：

测验 $A \xrightarrow{\Delta t}$ 测验 B ，信度系数 r_{AB}

A 、 B 是两份等值（题型、题数、难度、区分度相等）的测验，俗称“AB卷”。在较短的时间间隔内，对同一批考生测试 A 后继而测试 B 。如果时间允许，甚至可以在一次测验中先后施行测验 A 和 B 。

分半法的模式是：先人为地将一个测验分为等值的两半（如奇偶分半、交叉分半等），求出同一批考生在这两半题目上得分的相关系数 r_{hh} ，再校正至整卷的信度 r_{xx} ：

$$r_{xx} = \frac{2r_{hh}}{1+r_{hh}}$$

校正的目的是因为测验题数多少对信度有一定影响，题数越多，信度越高。

系数法的计算公式如下：

$$\text{信度系数 } \alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

其中 k 为题目数， S_i 为每题考生得分的标准差， S_t 为考生总分的标准差。

该公式局限性小，客观题、主观题均能适用，计算可行，数值准确。在实际应用中，多用此法计算信度。

(2) 对测验信度的评价

信度系数的值域为 $[0, 1]$ ，最大值为 1，说明测验的稳定?性极好；最小值为 0，说明测验结果完全不可信。一般学业成绩测验要求信度系数在 0.90 以上，常达到 0.95。如果一份测验含主观性试题，信度可略为降低，但最好不低于 0.80。

提高测验信度的方法一般有：适当增大题量；试题的难度要适中；测验的时间要充分；测验的程序应统一；试题的排列应由易到难，以稳定学生的情绪，发挥出正常的水平。

2. 效度

效度是指测验能实际测量出所要测量的特性或功能的程度，它是衡量测验有效性的一个重要指标。

在讨论效度时，应基于这样一个前提：测验总是针对一定的测量目的而编制的，如自学能力测验必定要反映学生在阅读、思考、质疑等方面的特性，而不是简单地测量学生掌握了多少具体的知识。又如，用中考化学测验试卷来考核学生高中毕业会考的水平，是无意义、无效度可言的。因此，依据目标编制的测验必有效度，只是高低不同罢了。

教学测验的效度常分两类：第一类是内容效度，即指测验内容与所要测量的内容之间的符合程度，它是一个定性分析的指标，一般根据教学大纲、教材、测验的双向细目表来进行估计，粗略地判断出试题与测验目标之间是否相符，对其程度难以数量化。第二类是效标关联效度，即指测验分数与作为效标的另一独立测验结果之间的一致程度，可用相同考生在两项测验成绩的相关系数来描述。

(1) 效标关联效度的求法

效标是估计效标关联效度的主要依据，因而效标必须如实反映某个方面的特性和功能，具有一定的权威性。由于效标选择的困难，不少待求效度的测验难以同时获取效标分，常在一段时间之后以某次测验作为效标，来说明前面测验的效度。例如，以大学化学系一年级学生普通化学或无机化学成绩（平均分）作为高考试卷的效标，求出高考分与效标分之间的相关系数 r_{xy} ，即为高考试卷的效度。这样求得的效度称预测效度。

如效标分和测验分同时获得，即考生几乎在同时参加了两次不同的测验，其中一次是效标测验，对应的效度称为同时效度。无论哪一种效度，均可通过求测验分与效标分之间的相关系数而得到。

(2) 对测验效度的评价

效标关联效度的值域为 $[-1, 1]$ 。最大值为 1，说明该测验完全反映了

测验目标和要求；效度为 0，说明测验与测验目标之间毫无关系；最小值为 -1，说明测验结果与学生的实际水平完全相反。在现实教学中，上述两种情形很少发生。一般要求标准化测验的效度系数为 0.40 ~ 0.70 之间。

效度系数的大小，受本测验与效标测验之间相似性的制约。两者相似性大，效度系数偏高；反之，效度系数则偏低。因此，有的测验效度系数较小即已符合要求（如北京师范大学心理系曾以 1979 年入学新生一年级的无机化学成绩作效标，求得当年化学高考试卷的效度为 0.20），有时却要求 0.65 以上才认为是有效的测验。

值得提出的是，信度和效度虽都相对于测验而言，但两者的差异是很明显的。信度高的测验不一定效度高，而效度高的测验信度必定也高。

提高测验效度的一般方法有：严格按照测量目标编制测验；去掉试题中与测验目的无关的成分；试题的难度要适当；合理安排两次测验间隔的时间；评分标准必须统一。

二、试题的难度与区分度

1. 难度

难度是指测验题目的难易程度，通常用 P 表示。

(1) 难度的计算

$$\text{基本公式：} P_i = \frac{\bar{X}_i}{W_i}$$

其中， \bar{X}_i 是参加测验的考生在第 i 题上的平均得分， W_i 是第 i 题的满分。

此式适应于任何题型。

当第 i 题为客观题（如选择题）时，答对给满分，答错或不答均给零分，则上述公式的另一个变式为：

$$P_i = \frac{R_i}{N}$$

其中 N 是参加测验的总人数， R_i 是答对第 i 题的人数。

当考生人数多，逐题点数工作量大，也容易出错，此时可采用“极端分组法”。其步骤是：根据考生的测验总分，将它们按高低次序排列，取分数最高的 27% 的考生为高分组，分数最低的 27% 的考生为低分组，分别计算这两组答对第 i 题的百分比 $P_{H(i)}$ 和 $P_{L(i)}$ ，则该题的难度为

$$P_i = \frac{P_{H(i)} + P_{L(i)}}{2}$$

例如，有 130 名考生参加化学测验，取其中成绩最高的 27%，约为 35 人作为高分组，成绩最低的 35 人作为低分组。其中答对第 1 题的高分组有 28 人，低分组有 12 人，则该题的难度：

$$P_1 = \frac{28/35 + 12/35}{2} = 0.57$$

(2) 对难度的评价

从以上公式可知，难度值 P_i 越大，说明该题的平均得分率（或答对率）越高，表示该题越容易。反之， P_i 值越小，该题越难。可见，难度是一种反顺序量表。为了与习惯相适应，有人建议采用 $(1-P_i)$ 表示难度。

难度 P_i 的值域为 $[0, 1]$ ，最大值为 1，说明全体考生在该题上均得满分；最小值为 0，说明全体考生该题均得零分。显然，当 P_i 取这两个极限值时，试题 i 对学生的学习水平没有区分作用。一般要求试题的难度分布在 0.35 ~ 0.65 之间，整个测验的平均难度保持在 0.50 左右。这样，不仅测验对学生有较好的区分能力，而且测验分数也容易接近正态分布。

值得指出的是，难度大小是对学生的得分情况作统计分析得出的，具有表观意义。对选择题而言，由于猜测机遇的影响，使 P 值变大，这就需要对其进行校正：

$$CP = \frac{kP - 1}{k - 1}$$

其中， CP 是校正后的难度， P 是未校正时的难度， K 是备选答案数。

例如，某化学测验中第一大题系选择题，每题有四个选项，其中第 2 小题的答对率为 0.53，则校正难度为：

$$CP = \frac{4 \times 0.53 - 1}{4 - 1} = 0.37$$

另外，难度大小也不能说明试题结构的复杂性或解题过程的艰难程度。1986 年高考化学试题第二大题第 1 小题就是一个典型的例子：

十九世纪初，英国科学家_____提出了近代原子学说，意大利科学家_____首先提出了分子概念。

据当年对浙江省全体考生的统计分析可知，该题的难度值最小（0.175），系整卷的最“难”题。这仅仅表明由于教学中忽视了化学史的内容，导致绝大多数考生在简单题上失分。

也有人认为，对难度的评价不必过分拘泥于 0.50 左右这一要求，而应根据测验目的确定。如只要选出 10% 的学生参加省化学竞赛，则试题的平均难度应与选拔率大体相当，即保持在 $P=0.10$ 左右。这样的测验对一般水平的学生而言过于艰深，难以区别，但测验目的在于选出高水平的学生，中下学生难以区分与并不违背测验目的。

2. 区分度

区分度是指测验对考生实际水平的区分程度，即实际水平高的学生应得高分，水平低的学生应得低分。区分度用 D 表示。

(1) 区分度的计算

相关系数法。一般认为，考生所得测验的总分，与每个题的得分呈正

相关。程度好的学生，总分高，他所答的每个题必有较高分数。正相关越好，区分作用越强。

如设 N 是考生人数， $N \geq 30$ ， X 为某一试题所有考生的得分， Y 是对应的考生总分。运用积差相关法即可求得该题的区分度 D 。

极端分组法。确定高分组、低分组的方法与求难度时的步骤相同。如高分组、低分组在第 i 题上的答对率分别为 $P_{H(i)}$ 、 $P_{L(i)}$ ，则该题的区分度

$$D = P_{H(i)} - P_{L(i)}$$

由于测验总分是连续的，而试题往往被划分成对、错记分的二分变量。在统计学上，常用二列相关来表示测验总分与试题得分的关系，其相关系数 r_b 即为试题的区分度（公式略），常用弗拉南根表直接估计 r_b 值。其步骤是：根据极端分组法求得 $P_{H(i)}$ 和 $P_{L(i)}$ ；查弗拉南根表，表中 $P_{H(i)}$ 和 $P_{L(i)}$ 交叉对应的数值即为第 i 题的区分度。具体实例可参阅有关著作。

（2）对区分度的评价

区分度的值域为 $[-1, 1]$ ，最大值为 1，说明高分组在该题上全部通过，低分组全部失败；最小值为 -1，说明低分组在该题上全部通过，而高分组全部失败。 $D=0$ ，说明高分组与低分组通过的人数相等。我们将 $D > 0$ 的情况称为积极区分， $D < 0$ 为消极区分， $D=0$ 为无区分作用。

测验的重要作用之一是为了鉴别学生的相对水平，因而区分度直接影响到试题的质量，对常模参照性测验而言，这一点尤为重要（目标参照性测验主要衡量学生是否达标，区分度指标意义不大）。对试题质量的具体评价是： $D > 0.40$ ，优秀； $D = 0.30 \sim 0.40$ ，良好； $D = 0.20 \sim 0.29$ ，合格； $D = 0 \sim 0.19$ ，较差； $D < 0$ ，极差。对良好以下的试题，应结合测验目的作适当的修改，以提高区分度。

三、试题的科学性

命题的科学性，按标准化测验编制的程序，似应在组题、审题环节中予以落实。为强化这一认识，本书单独列出予以讨论。

命题科学性包含的面很广，可以从多个角度去分析，评价的标准也不相同。这里仅从试题的取材、结构和表述等方面考察试题的化学内涵，提出定性评价的一些标准。

1. 试题的背景要真实

化学命题科学性的首要体现是尊重事实，不能随意地根据某一逻辑顺序进行演绎，这是化学命题有别于数学命题的一个重要标志。在现教学中经常可见的一些“虚构”的化学题，是值得引起我们注意的。例如：

题 1 电解食盐水所得的 H_2 和 Cl_2 用于合成盐酸，这些盐酸与足量的 MnO_2

共热得到的 Cl_2 可以从 KI 中置换出 12.7 克碘，求电解 97.5% 的食盐水多少克？

此题不仅“97.5%的食盐水”是一个明显的失实，而且如上的工艺过程完全脱离了化工生产的实际。

题 2 25 时，某 NH_4Cl 溶液的 $\text{pH}=4$ 。则下列说法中正确的是（ ）

A. 溶液中 $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ ，且 $[\text{H}^+][\text{OH}^-]=1 \times 10^{-14}$?

B. 由水电离出的 H^+ 浓度约为 $1 \times 10^{-10} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. 溶液中 $[\text{Cl}^-] > [\text{NH}_4^+] > [\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$

D. 溶液中水的电离度约为 $1.8 \times 10^{-4}\%$

结合 NH_4Cl 的溶解度数据和水解平衡，即可推出此题中“ $\text{pH}=4$ ”的条件有虚构之嫌。

题 3 硅有 $^{28}_{14}\text{Si}$ 和 $^{30}_{14}\text{Si}$ 两种同位素，氯有 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 和 $^{37}_{17}\text{Cl}$ 两种同位素。 SiCl_4 可能的分子种数是（ ）

A. 4 种 B. 6 种 C. 8 种 D. 10 种

此题纯属数学推演，即用组合方法求得 SiCl_4 可能的分子种数为 $C_1^2 \times 5 = 10$ 种。这“可能”的依据何在？如将 SiCl_4 换成任意的 AB_4 型分子，结果又有何不同呢？显然，这样的命题无化学涵义可言。

以上三例虽背景失真，但不影响学生按固有思路解题，因而其科学性错误有一定的隐蔽性，往往不易察觉，使之流传甚广。这类题经修改或弃之，在不违背化学事实的前提下方可使用。

2. 前提与结果要对应

这里的前提，是指试题题干中的已知条件；结果，是指与待求答案有关的某些内容。仅从题干的内容叙述看，这类题并无科学性问題，但一联系有关的答案，即可发现命题者的理解误区。例如：

题 4 三个原子组成的分子或离子，若价电子数相同，其分子或离子的空间构型也相同或相近，在 NCS^- OF_2 I_3^- N_2O NO_2^- NO_2^+ O_3 N_3^- 这 8 种微粒中，已知 NCS^- 中的三个原子在同一条直线上。则下列各组微粒中三个原子均不在同一条直线上的是（ ）

A. B.
C. D.

结构分析可知， N_3^- 、 N_2O 、 NO_2^+ 所含的价电子数与 NCS^- 相同。根据等电子原理即得这 4 种微粒均为直线型的结论。显然，A、B、C 均至少含有上述 4 种之一，即可排除，命题者所设置的答案是 D。事实上，D 也不是合理答案，其中的 I_3^- 价电子数与 NCS^- 不相等，都是直线型结构。在此题中，命题者忽视了一个重要的关系；不是等电子体，也可能有相同或相似的构型。

题 5 $0.1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的下列溶液中， pH 由大到小的排序的是（ ）

HCOONa CH_3COONa Na_2CO_3 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-ONa}$

A. B. C. D.

命题者提供的答案为 B，显然认为苯酸的酸性比碳酸弱，而得出同浓度的苯酚钠溶液比碳酸钠溶液碱性强的结论。事实上，经简单的计算可知，同物质的量浓度的 Na_2CO_3 溶液和 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-ONa}$ 溶液相比，前者的碱性要强一些，其原因是 CO_3^{2-} 结合 H^+ 的能力比 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-O-}$ 结合 H^+ 的能力要强，因而提供的 4 个答案无一正确。

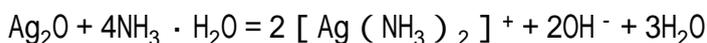
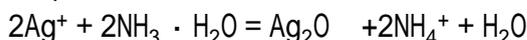
由此可见，命题者必须周密地考虑问题的化学背景、可能的思维途径和相应的结论，在谨慎论证的基础上方可确定与前提对应的各种可能的结果，从而形成合理的选项。

3. 限制条件要明确

在化学试题中，常常涉及可有多种解释的一些已知条件，有的是命题者有意设计的，以增加试题的难度和灵活性；有的却因命题时疏忽所致，使学生理解上不免产生歧义，出现思维混乱，导致解题过程异常复杂或无解。例如：

题 6 图 9-1 表示将 X 溶液慢慢加入到一定量的 Y 溶液中，产生的沉淀量（纵坐标）与加入 X 的物质的量（横坐标）的关系。满足下图变化的 X 和 Y 分别是什么物质？

由图知，生成沉淀与溶解沉淀所需的溶质 X 的物质的量之比为 1:2，可推出 X 为氨水，Y 为 AgNO_3 溶液。但进一步分析又发现，生成的沉淀滤出或不滤出，结果大不一样：



显然，上图是滤出 Ag_2O 后再加氨水溶解的关系图。否则，在同一体系中反应，生成的 NH_4^+ 与生成的 OH^- 结合形成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，故 1 摩 Ag^+ 转化为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 时只消耗 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 2 摩，即生成沉淀与溶解沉淀所需 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的物质的量之比为 1:1，图形应改成等腰三角形。因此，题中必须限制条件“滴加氨水至沉淀不增加时即将沉淀滤出”。这一限制在理论上完全可以成立，但实际操作时较难把握。

题 7 B_4Cl_4 是一种淡黄色并且有挥发性的固体化合物，在 70℃ 以上存在于真实中。结构测试表明，该化合物中每个氯原子均结合一个硼原子，其键长都是 $1.70 \times 10^{-10}\text{m}$ ；任意两个硼原子之间都是 $1.71 \times 10^{-10}\text{m}$ 。试根据上述性质和参数画出 B_4Cl_4 分子的空间构型。

B_4Cl_4 分子的正确构型为 4 个 B 原子形成类似于白磷的正四面体，每个 B 上再结合 1 个 Cl 原子（通过配位键）。由于题中所指“任意两个硼原子之间都是 $1.71 \times 10^{-10}\text{m}$ ”，则放宽了条件，学生可以写出多种 B 原子之间“等

距”的结构。如在“都是 $1.71 \times 10^{-10}\text{m}$ ”之前补入“的键长”三个字，则题意已明确限制“B 原子之间必须成键”，即可确定其唯一结构。

限制不足是化学命题中常见的现象，常与文字表述不严谨连在一起。由此给我们的启示是，试题一经形成，不要轻易使用，应反复论证，逐字推敲，分析题设条件与隐含的各种可能性之间的关系，该明确处当明确，该模糊处当模糊，从而保证化学试题的科学性。

第三节 化学课堂教学质量评价

课堂教学是化学教学最基本的形式，也是形成化学教学质量的核心环节。因此，从课堂教学入手进行评价，有助于教师明确存在的弊端和教改的方向，不断地总结成功的教学经验。传统的课堂教学质量评价缺乏明确的评价指标，评价的客观性和可比性较差，不能满足教学质量管理系统化和科学化的要求，因而建立化学课堂教学评价体系是广大教师迫切的愿望。

一、评价的指标体系

课堂教学评价的指标体系是评价化学课堂教学的依据和尺度。建立科学、可行的化学课堂教学评价体系，是提高评价的质量，提高评价有效性和可靠性的重要保证。化学课堂教学质量不是一个抽象的名词，它可从教学目的和教学任务、教学内容、教学方法、教学态度、教学基本功、学生的反应、教学效果等多方面得以具体反映，因而为建立可操作、可测量的化学课堂教学质量评价指标体系提供了良好的基础。

指标的形成是一项理论与实践相结合的复杂工作，既要合乎教学理论，又要有较强的实用性。一般根据化学教学目的、教学大纲、教学目标、教材内容、评价的原则要提出评价的基本框架（一级指标），再结合教学实际加以分解，对分解得到的具体条目进行筛选、论证，力求做到体现化学教学特色，语词简炼明确、详略得当，不同条目相互独立、清晰可辨，有利于准确测出评价所需的各种信息。筛选、论证的过程也可通过问卷调查的形式进行：把从评价的一级指标和初步分解出的二级指标制成问卷，发给有关的专家、学者、教师和学生，请他们按要求对每项指标作出判断。收回问卷后，统计每项指标的得分情况和重要程度的人数比例，按每项指标的得分高低排列，将低于一定数值的指标删去，从而取得能真实而具体反映化学课堂教学质量的指标。

对化学课堂教学质量评价指标的研究已有不少成果。从切合化学教学实际、简便易行的角度考察，可参用表 9-4 中所列的评价指标。

表 9-4 化学课堂教学质量评价表

课题	授课班级					
授课教师姓名	授课教师所在单位	授课日期				
评课项目 (一级指标)	评课内容 (二级指标)	等级与评分				小计
		A	B	C	D	
教学目的与	教学目的的明确程度	5	4	3	2	
教学目标	教学目标确定的适宜程度	5	4	3	2	

王汉澜主编，教育评价学，开封：河南大学出版社，1995年版，第88页。

杨慧仙等，化学课堂质量评价的指标系统和评课方法，化学教育，1992，1：16~17。

课题		授课班级					
授课教师姓名		授课教师	授课日期				
		所在单位					
评课项目 (一级指标)	评课内容 (二级指标)	等级与评分				小计	
		A	B	C	D		
教学目的与 教学目标	教学目的的明确程度	5	4	3	2		
	教学目标确定的适宜程度	5	4	3	2		
	是否全面完成教学任务，是否突出重点，突破难点，体现特点，无陈腐的学术观点。	10	8	6	4		
教学内容	课堂结构是否编织合理，课堂密度是否适当，教学环节是否紧凑	5	4	3	2		
	依据教学内容，能否注意打好基础，培养能力	10	8	6	4		
教学方法	教学中能否注重智育和思想教育的统一	5	4	3	2		
	能否运用适当的教学方法，体现启发式教学原则	5	4	3	2		
	能否在教师指导下，激发学生的学习兴趣，使学生主动地学习	10	8	6	4		
	能否恰当地运用教学手段	5	4	3	2		
	能否调动学生的兴趣高潮和教学重点相结合	10	8	6	4		

课题		授课班级					
授课教师姓名		授课教师所在单位		授课日期			
评课项目 (一级指标)	评课内容 (二级指标)	等级与评分				小计	
		A	B	C	D		
教学素质	讲解内容是否有科学性错误，教学语言是否准确，精练、明白、生动	5	4	3	2		
	演示实验操作是否规范，熟练，实验现象是否鲜明	5	4	3	2		
	板书的内容是否简要，脉络清楚，字迹是否工整	5	4	3	2		
	衣着是否整洁；体形语言（如手势）的应用水平	5	4	3	2		
短效应 教学反馈	学生实验操作，课堂练习与作业，回答问题与测验情况	10	8	6	4		
评分合计							

评语：

评课教师姓名	评课教师所在单位
--------	----------

无论哪一种指标体系，都由总体指标（如化学课堂教学质量评价）为评价目标并逐级分解目标而形成，如一级指标、二级指标、三级指标，直至分出可评测的单项指标为止。因此，指标体系有一定和层次性的关联性，总体指标通过一级指标来反映，一级指标则由二级指标来说明，依次类推（见图 9 - 2）。化学课堂教学质量评价的指标体系一般不超过三级，表 9 - 4 所示的指标体系由一级指标和二级指标构成。



图 9-2 指标体系的构成

教学评价的途径恰好与建立指标的过程相反。从右到左，先评价最具体

的指标，再逐级向上综合，直至获得对总体指标 G_0 的评价。

二、指标的权重和等级

1. 指标的权重

权重或称权数，是指对某指标在同一层次的指标体系中的相对重要程度和达到难度的一种量上的区分判断，也可通俗地理解为同一层次不同指标所占的百分比（设总和为 1）。重要程度或达成难度大的指标，相应的权重数值也大。这种重要程度又直接取决于评价的总体目标，相同指标在不同评价体系中的权重可以完全不同。如“化学课堂教学质量”评价体系中“教师基本功”属重要程度一般的指标，但在“化学教师教学能力”评价体系中则居于重要地位，后者对应的权重理应大于前者。

确定权数的过程也称加权，加权的结果直接影响到对总体目标评价的客观性。因此，权重不能随意而定，必须运用一定的方法，融合经验和理论，在反复论证的基础上方可确定。加权一般是在指标体系建立之后进行或同时进行，可采用的方法很多，本书重点介绍以下三种：

(1) 经验加权法

请富有经验的教学论专家、有关研究人员和教师共同商讨，反复比较指标的重要性，最终以自己的经验和学识作为指派权数的依据。这种方法操作简单，适用面广，不足是主观随意性较大，易受专家、教师的素质和水平的影响。表 9-5 是四位专家对“化学演示实验”一项中 4 个指标的权数分配， \bar{W}_i 是权数的算术平均数，也即各指标的最后权数。

表 9-5 指标权数的专家意见表

专家代号 指标内容	A	B	C	D	\bar{W}_i
操作规范、熟练	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
装置结构合理	0.15	0.20	0.15	0.15	0.16
实验现象直观	0.20	0.15	0.25	0.15	0.19
结合现象引导思维	0.35	0.35	0.30	0.40	0.35

(2) 排序统计法

请有关人员对各层次的指标持重要性程度进行投票，排出位次后利用公式

$$W_i = \frac{\sum a_j n_{ij}}{N \sum a_j}$$

进行统计处理（其中 a_j 为排序位次， N 为投票的总人数， n_{ij} 为对某一指标、某一排序位次的投票人数）。例如，请 24 位专家对与“化学教学方法”有关的 4 个指标进行投票，统计结果如表 9-6 所示。

表 9 - 6 指标权数的排序统计表

评价指标	重要性程度 赞成人数				W _i
	4 (第一位)	3 (第二位)	2 (第三位)	1 (第四位)	
体现启发原则	9	8	5	2	0.300
激发学生动机	4	5	11	4	0.237
运用教学技术	3	5	5	11	0.200
注重学法指导	8	6	3	7	0.263

(3) 专家咨询法

请有关专家和富有经验的教师在三相隔离的场合估计已有指标体系中某层次指标的权重，记为 W_{ji}；（第 j 个专家对第 i 个指标权重的估计值），汇总后求出其平均值 \bar{W}_i ，并以此为标准考察每位专家的估计偏差 Δ_{ji} 。请偏差大的几位专家重新考虑后作出修订。如此反复咨询几轮，直至获得基本一致的权数集合。具体公式如下：

$$\bar{W}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m W_{ji} \quad \Delta_{ji} = W_{ji} - \bar{W}_i$$

j = 1, 2, ..., m (专家个数) ; i = 1, 2, ..., n (指标个数)

2. 指标的等级

指标的等级反映出同一指标的不同水平，如好、较好、一般、较差、差或非常满意、满意、尚可、不满意等。常见的评判等级一般有 4~5 项，可用文字或字母（如 A、B、C、D、E）表示。在很多的场合，赋予各种等级以不同的分值，并在评价结果中予以体现。表 9-7 是对一级指标“化学教学内容”所含的 4 项指标的等级评价。

表 9-7 “化学教学内容”的等级评价表

评价指标	评价等级(分值)				权重 (W _{jk})	得分(F _k)
	好 4	较好 3	一般 2	差 1		
符合大纲要求					0.20	0.80
解决重点难点					0.27	0.81
讲练安排合理					0.33	1.32
内容定量适当					0.20	0.60

对每一项指标按实际情况进行等级评价后，利用公式 $F_{ik} = b_j W_{ik}$ 即可转化为第 k 项指标的评价分。上式中 b_j 为等级分值（j=1, 2, 3, 4），W_{ik} 为第 i 项一级指标所含的第 k 项二级指标的权重，F_{ik} 为该二级指标的评价分。

表 9-4 中以 A、B、C、D 为评价指标的不同等级，对应各项指标的赋分根据评价的内容单独规定，省略了指标的权重。这些分值可以看成是由权重和等级分合成的。

指标等级的分值主要根据等级高低由大到小进行分配，以方便、习惯、容易理解为原则。例如，考虑等级对总评分的“贡献”不同，有时也用“加强”或“抵消”的方式确定等值分，如将 (+2, +1, 0, -1, -2) 表示(好, 较好, 一般, 较差, 差)。为将评价结果折合成熟悉的百分制，可将 5 个等级的分值记为 (95, 85, 75, 65, 55) 或 (100, 80, 60, 40, 20) 等。

三、评价的步骤与方法

有了一个较好的化学课堂教学质量评价的指标体系，同时明确了各项指标的权重和等级，接着的工作即是具体实施评价过程。

1. 现场观摩

现场观摩以听课为主。在对评价的指标基本达成共识的前提下，评委将根据评价指标有目的、有计划地直接考察被评教师的课堂教学行为和学生的反应，从教学目标、教材内容处理、教学方法选择、教师的教学基本功、学生的态度和教学效果等多方面获取信息。观察力求仔细，及时记录与指标密切相关的一系列特征行为，充分反映教师的教学特色和教学风格。

有时为证实听课时获得的初步印象，评委还可通过对学生的谈话、问卷或听任课教师的汇报，以作进一步的了解。

2. 分项评定

在听课和调查的基础上，评委应对该教师化学课堂教学质量的各项指标作出评定。评定必须实事求是，公正客观，既要反复论证，又要有独立的学术见解，不人云亦云。

评定方法根据所采用的质量评价表的形式不同而有差异，有的是依据指标对应的各项细则直接打分，有的是在指标既定的等级和分数下画“ ”，更多的是在指标对应的不同等级下打“ ”。例如，表 9-4 属于第二种情况。如某评委对 15 项二级指标的评定等级分别是 A、A、B、C、B、B、B、C、B、B、B、C、C、B，即就圈定对应的 5、5、8、3、8、4、4、6、4、8、4、4、3、3、8 等分数。表 9-7 则属于第三种情况。后两种方法在实际评价中应用比较普遍。

3. 综合评价

化学课堂教学质量的综合评价有两种不同的操作：

(1) 对各项指标的评定综合到总体指标。如前所述，对由一级指标和二级指标构成的质量评价体系而言，先评定二级指标，再综合到相关的一级指标，继而综合到总体指标。例如，上面列举的根据表 9-4 的评价，某评委对 15 项二级指标分别给出了评定，则由表可知 5 项一级指标的评价分分别为 10、23、22、14、8，综合得出对“化学课堂教学质量”的总体评价为 77 分。

又如，根据表 9-7 中所列数据，4 项二级指标合成的一级指标“化学教学内容”的评价得分为 3.53 分，计算过程用通式表示即为

$$F_i = \sum_{k=1}^m b_j W_{ik}$$

m 为同一层次中二级指标的个数，此处 $m=4$ 。如该评价体系中一级指标有 n 个，则总体评价

$$F = \sum_{i=1}^n F_i W_i$$

W_i 为一级指标的权重。

(2) 对每个评委的总评结果进行综合处理。综合各方评价意见，给出一个比较客观的结果，是评价的重要环节，切不可疏忽。最常见的综合方法是将各个评委的评分结果加和，求其平均分，所得分数即代表评委集体的意见。有时为使评分更趋集中，剔除评委评分的最大值和最小值，将其余数加和后取平均。更细致的考虑是将评委按组成分成几类，按其发表意见的重要程度，赋予相应的权重，并体现在综合评价中。现设评委由教学法专家、教研员和教师组成，评价结果的权重分别为 W_1 、 W_2 、 W_3 。先按等权处理求得每一类评委综合评价的平均分为 \bar{F}_1 、 \bar{F}_2 、 \bar{F}_3 ，则考虑权重的综合评价值为

$$F = \bar{F}_1 W_1 + \bar{F}_2 W_2 + \bar{F}_3 W_3$$

以上介绍的是有关化学课堂教学质量评价的最基本的方法。为了提高评价的精度和可比性，已有多种数学模型引入教学评价领域，其中应用最普遍、最成功的当数模糊综合评判法。它充分考虑到教学过程中的许多现象难以用具体的数学去界定，而更适于采用模糊的评语进行评定，因而有广泛的适用性。我们曾运用这一方法较好地解决了多层次化学教学质量系统的综合评价和优化的若干问题。有兴趣的读者，可参考有关著作。 —

第十章 化学教师素养

教师是关系教育质量的关键因素。可以说，没有良好素养的化学教师，就没有化学教育教学质量。

第一节 化学教师的任务和工作特点

一、化学教师的任务

化学教师是从事化学教育工作，以其学科教育教学和研究成果的特殊贡献为社会服务的专业人员。化学教师的劳动对象是具有个性、正在迅速成长中的青少年，是以育人、益智和笃行为基本任务的。

育人是教师最重要的任务。化学教师则从学科自身的特征出发，遵照国家的教育法规、方针政策，遵从青少年的生理和心理特征及认识规律，以自身敬业爱生的精神情操，诲人不倦、严谨治学和勤于进取的品格，垂身示范，寓教书育人于授业之中，给学生以情感、意志、行为、品德与追求新知、热爱科学、热爱祖国等品格的熏陶。从教学生怎样做人、教学生化学科学知识和怎样求知等方面来唤起学生为振兴中华、实现社会主义建设的四个现代化而勤奋学习的责任心和使命感。

益智，是化学教师应孜孜以求的，是化学教师实施课内外各种教学活动的基点。不妨说，这项“工程”是靠一堂课、一项活动、一次辅导、一次答疑、一次作业批改来积累而成的。要求教师要运用自身的精深的专业知识与广博的相关学科的文化素养，启发诱导学生理解化学学习过程，掌握化学基础知识和基本技能，培养各种学习能力，养成科学的世界观、价值观和方法论，促使学生在德、智、体诸方面健康成长。

笃行，是化学教师教育学生做人做事的落脚点。大家都了解，教育活动（包括化学教育活动在内）最为关注的是：最大限度地发展学生的潜能，即充分调动学生的生理、心理可能具有的、蕴含的能力。这是现代教育学和教学论中的重要课题实验研究表明：普通人只用了他们全部潜能的极小部分。要充分发挥化学教学促进学生发展的功能，从认知、动作技能和情意领域，或从思想道德素质、文化科学素质、劳动技术素质和身心素质及健康的个性多层面培养学生。其中基本的一条准则是知和行统一，理论与实践一致。“笃行”是教育学生将学与做、学习与应用认真地结合在一起。科学世界观要从认真观察、实验与严格记录培养做起；热爱社会主义祖国要结合爱家乡、爱护和保护环境与资源的认识做起；培养学习能力要从预习自学、专心致志做好每一个实验、认真听讲、积极思维和联想等各项活动与行为做起等等。

总之，化学教师要努力探索教与学双方积极、和谐的优化途径，为学生全面发展创设“最近发展区”和“最佳发展期”所必需的条件。

二、化学教师工作的特点

化学教师与其他学科教师一样，是用自己的脑力劳动和身体力行向年轻一代传授人类的科学文化知识技能，进行思想品德教育，把年轻一代培养

成一定社会需要的社会成员的专门人才。教师劳动的特点具有：创造性和灵活性、复杂性和繁重性、长期性和长效性。

创造性、灵活性，表现在对不同的学生要区别对待，要因材施教，而不能像生产物质产品那样，按一个固定的“模子”进行塑造。教育科学规律和原则是促进儿童身心发展和智能创新。化学教育（化学教师所矢志的育人事业）从“化学中的教育”沿变为“通过化学进行教育”，进而变革为“关于化学的教育”（见本书第一章）恰好证明了这一点，不区分学生群体的不同发展意向，刻板地按照一种模式（教育教学目的、教育内容、教育方式、教育评价制度）去进行工作，既丢掉了教师工作的创造性，又失去了工作的灵活性。

复杂性、繁重性，表现在教育任务的多重性、工作手段的特殊性及影响学生成长因素的多异性上。对于化学教师来说，无论是从准备化学实验、演示实验和组织指导学生做实验，还是保健安全等方面，一时一刻也疏忽不得！偶而由于准备不充分，或未预做，或对临堂情况的变动认识不足，或违背操作规程，均有可能给师生带来意外伤害。

长期性、长效性，是由人才培养的周期长这一特点决定的。“十年树木，百年树人。”教师对学生的影响，不仅反映在学生学习期间，而且也影响着学生的一生。化学教师的言传身教，对学生的志向、爱好、学识、人品及身心发展会长期起作用，具有长效性。

第二节 化学教师的知识与能力构成

一、化学教师的知识构成

人民教育家徐特立曾讲过：“我们的教学是要采取人师和经师二者合一的，每个教科学知识的人，他就是一个模范人物，同时也是一个有学问的人。”化学教师作为教科学知识的一类专门人才，其“学问”构成是由他们所担负的任务决定的。

一般言之，化学教师在职前和在职期间应从化学专业知识、一般文化修养及从教心理和行为规范等方面来养成并发展完善自身的知识构成。

在化学专业知识方面，从事中等化学教育的教师，其知识构成应体现专业知识比较渊博的特点，以利于对青少年实施“用科学”的素质教育。如果教师本身仅熟悉概念、原理和规律等学科结构类知识，而跟不上学术的发展，即不了解化学学科的新发展、化学教育内容的新领域，以及学生个性发展的新特点，那就难以适应引导学生开启科学宝藏大门的需要。当前，某些高等师范院校和教育学院，除去改革、更新本科生的基础课和专业课外，还专门开设门类众多的选修课，如环境化学、现代生活化学、社会有机化学、化学史等，以促成从教人员的知识构成科学化。

一般文化修养类知识，主要指作为化学教师必备的一般人文科学和自然科学知识。高师院校为师范生开设任选课，如西方哲学评价、美术赏析、音乐赏析及自然科学发展史等课程，为化学专业的师范生加强从教素养创造了充裕条件。在职的化学教师也应主动充实这方面的知识和修养。

对于从教心理和行为规范，从理性上讲，这类知识集中反映在教育学、教育心理学和学科教学论等理论课程的教授中，化学专业的师范生通过修习这类课程并进行有关的教育教学实习应达到掌握其基本理论和基本技能的程度。这是作为一名合格的化学教师必备的条件。

二、化学教师的能力构成

化学教师的能力是由多层次的能力因素构成的。粗略划分，可划分为由低到高的三个层次：一般工作和学习能力、化学教学能力和开拓创新能力。

这三种能力是依次递进和发展的关系，高层次的能力以低层次的能力为基础，低层次的能力的优劣直接影响着高层次能力的品质，高层次的能力是低层次能力的发展和升华。

一般工作和学习能力，也可称为基本能力，系指化学教师在信息社会里必备的获取和加工新信息，并能主动开展工作，即能掌握适合教师开展工作的治学方法，不断更新知识、调整自身的知识结构、与人交流合作的能力。这种能力的集中表现为化学教师能够驾驭师生双方在理性与情绪两方面的动态的人际交往态势，而不至于束手无策。相应的一般文献检索、教师口语、

书法及对青少年生理和心理特征的认识等能力是教师开展教学工作的基本能力。

化学教学能力是化学教师能力构成的核心，这种能力至少应包含课堂教学能力、咨询和辅导的能力及组织活动的能力。课堂教学能力系指化学教师传授化学基础知识、组织教学、评价教学结果等方面的能力。这些能力的形成和提高基于教学实践。首先要了解学生。出色的教学取决于教师是否了解学生，懂得学习是怎样发生的，懂得依随教学规律选择优化的教学方式，开展教学活动，并注意因材施教，发展学生的个性特长。课堂教学能力是教学能力的主干。咨询和辅导能力是指针对学生的学习心理、学习问题提供科学的咨询，并引导学生克服学习障碍、解决学习疑难。组织活动的能力是指为学生创造一个良好的人际关系环境，带领学生开展班级活动、科技活动、社会调查等活动课程的能力。

开拓创新能力是化学教师能力结构的最高层次，系指教师表现出的教学应变、求异性、新颖性和高效性，能运用科学思维提出问题和解决化学问题的能力。这种能力施展的“主渠道”是课堂教学和辅导活动，其动力“源泉”在于坚持不懈地开展教学研究工作。教研工作贵在其经常性、现实性和前瞻性。要选准教材内容和教学过程中的重点课题，把现实需要与未来发展结合开展研究，这样，“研究”与“发展”方易统一。

第三节 化学教师素养的形成

一、学生心目中的化学教师标准

教师只要在工作，总是自觉不自觉地以其自身的智慧（知识和能力等）与人格因素对学生施加着影响。许多研究确定，对学生努力学习产生强烈影响的教师行为可概括为：

- (1) 提出清晰的描述、指示和说明。
- (2) 常用若干不同的教学方法，不只用一、二种方法。
- (3) 热心研究学科和学生，并通过有力的讲演、姿态和眼神表示热情。
- (4) 说服学生进行讨论，鼓励学生发表意见，并不依赖讲演法。
- (5) 着重有条不紊地完成任任务，使学生知道教学目标是重要的，知道学习是严肃的事情。
- (6) 将大量的课堂时间花在学术性材料上，为学生提供学习机会。
- (7) 常用结构式评论组织，介绍和明确诸多活动。
- (8) 站在多种不同的认识水平（知识、理解、应用、分析、综合和评价）上提出问题并给予解释。
- (9) 较少采用批判性意见。
- (10) 指定难度适当的材料。

上述有效的教师行为需要教师具备必要的品质方可在教学活动中正常运作。从学生心目中的教师标准来考察，一位称职的教师应具有以下标准：

- (1) 治学有方；
- (2) 赏罚公平；
- (3) 有条有理；
- (4) 态度友好；
- (5) 帮助学生；
- (6) 有效教学；
- (7) 尊重学生。

以下调查报告，具体地列述了学生心目中的化学教师标准。在初三到高三共 21 个班的 944 名学生中，对于具有以下品质的化学教师回答“喜欢”的比率在 16 项中居于前面的 12 项是：

- (1) 知识广博，教学富有启发性，语言生动，教学方法好。（82.6%）
- (2) 注意指导读书方法、记忆方法和培养独立思考的习惯，提高自学

[加] 江绍伦著，邵瑞珍、皮连生、柴崇茵等译，课堂教育心理学，南昌：江西教育出版社，1985 年版，第 18 页。

王斌华，关于称职教师与不称职教师的研究，外国教育资料，1996，6：63～64。

郭卓群，学生心目中的化学教师的调查研究，化学教育，1989，1：43。

- 能力。(68.0%)
- (3) 公正、不偏心,不歧视落后学生。(67.6%)
 - (4) 能根据学生实际进行教学。(65.5%)
 - (5) 能以旧引新,注意启发学生弄懂新旧知识之间的联系,经常进行练习、巩固。(65.5%)
 - (6) 虚心,温和,容易接近(平易近人),没有架子。(64.4%)
 - (7) 想方设法让学生做实验,尽可能地使所有学生都有动手的机会。(63.2%)
 - (8) 教学认真负责,对学生实事求是、严格要求。(58.4%)
 - (9) 热情、耐心,关心学生,以身作则。(57.3%)
 - (10) 注意培养学生学习化学的兴趣和学习主动性。(55.9%)
 - (11) 认真做好演示实验,实验现象鲜明突出,并注意示范操作。(55.1%)
 - (12) 讲课时条理清楚,重点突出,板书工整。(52.6%)
- 其余4项是:作业份量适当,能经常进行个别辅导,指导做作业的方法(47.4%);关心学生课余生活,积极开展化学课外活动(41.3%);能关心国家大事,结合化学教材对学生进行思想政治教育(24.5%);校内外相传化学教师教学效果好,我同意这种看法(12.4%)。

二、化学教师素养的形成

化学教师素养的形成是一个动态的开放系统,从师范生的在校学习、毕业到进入任教岗位,从开始胜任教师工作到取得优秀教育教学成果,始终是一个不断充实发展并完善提高的过程,从教师职责的本意来讲,是一个教到老,学到老,终身学习的过程。

在师范教育学历合格、任教合格之后,化学教师素养的形成和提高主要依靠在职进修及实施高学历化的体制。例如,北京市教育局、人事局和科技干部局联合发文规定:继续教育与教师的考核、职评、聘任、晋级相结合的政策,使各层次化学教师的培训、研修体制逐步制度化,到1995年底已使北京市2424名中学化学教师约95%完成了规定课时的继续教育。这是教师素养形成和提高的一个重要方面。

其次,是结合教学需要举行各种讲座,组织化学教师积极参加听讲、学习。

第三,是开办课题研究班,围绕课题采取教学与研究相结合的方式培训、提高化学教师的研究能力。例如,结合化学教学技能示范录像带的开发,系统研修微格教学理论、学习各项教学技能的理论与现代教学媒体的操作运用;结合化学教学重点和疑难点与相关能力训练开展研究等。

刘尧,继续教育的探索与研究——北京市中学化学继续教育小结,化学教育,1995,10:26~30。

冯朋,课题研究与化学骨干教师培训,化学教育,1996年10:24~25。

第四，是举办研究生学位课程进修班，为培养高学历中学化学教师创造条件。这种进修班采取在职学习的形式，在规定的时间内（2年或2年半）内修毕规定的学位课程，达到硕士研究生的学力层次。

第十一章 化学教育研究

关于科学研究的内涵，著名的科学家贝弗里奇（W·I·B·Beveridge）在《科学研究的艺术》一书中曾指出：“科学研究是一种高度复杂而又难以捉摸的活动……是对新知识的探求。”国内学者进一步具体化：“科学研究是人们以生产实践和科学实验为基础，对未知的自然界规律性的认识活动，以及根据这种自然规律能动地改造客观世界的过程。”由此我们认为，科学研究包含两部分内容：一是创造性研究，即探索新的理论，发现新的现象，解决前人尚未解决的一系列问题；二是应用性研究，即沟通科学理论与现实之间的联系，解决实践过程中的一些矛盾。化学教育研究，是科学研究的组成部分，具有科学性、创造性、探索性、应用性等科学研究的一般表现，又有复杂性、实践性、综合性等学科教育研究的特点。因此，化学教育研究的主要任务有两方面：一是创造性地揭示化学教育规律，二是应用规律指导化学教学实践。

在 21 世纪到来之际，无论在思想观点或教学行为上，化学教师面临着一系列的挑战。为培育高素质的人才，必须深入研究课程、教材、教法及其改革，总结优秀教师的教学经验，积极探索化学学科教学的规律。因此，无论用现实或发展的眼光考察，化学教师的教育科研意识和研究能力必须得以强化。

贝弗里奇著，陈捷译，科学研究的艺术，北京：科学出版社，1979 年版，第 9~10 页。

陈衡编著，科学研究的方法论，北京：科学出版社，1984 年版，第 5 页。

第一节 化学教育研究现状

从 80 年代开始，国际范围内广泛重视对化学教育的研究。作为反映化学教育研究最高水平的学术活动，国际化学教育会议（ICCE）不断变换的如下主题充分体现了化学教育研究的活力。

8 - ICCE（1985，日本）“扩展化学的视野”

9 - ICCE（1987，巴西）“化学与新时代”

10 - ICCE（1989，加拿大）“化学教育最优化”

11 - ICCE（1991，英国）“把化学带到生活中去”

12 - ICCE（1992，泰国）“化学在演变中”

13 - ICCE（1994，波多黎各）“化学：通向未来的钥匙”

14 - ICCE（1996，澳大利亚）“化学—扩充边缘”

会议设置的专题内容显示了化学教育研究的“热点”。如近几年涉及的有“计算机辅助化学教学”、“化学竞赛 IChO”、“化学教育的社会化”、“化学课程的演变”、“化学教学方法的演变”、“21 世纪的化学教育”、“化学与环境”、“中学化学的国际化 and 标准化”、“微型化学实验”等多个方面。

从国内情况看，80 年代化学教育研究取得了丰硕的成果，培养和训练了一支以大中学化学教学研究人员为主体的、多层次的研究队伍，配合第一线的教学改革，积极从事理论研究和实践研究，出版的化学教育理论著作达 30 余部，内容涉及“化学教材教法”、“化学教学心理学”、“化学实验学”、“化学教学论”、“化学实验研究”等专门课题，各类化学教育杂志不断报导理论研究成果和教学改革的实验成果，辐射面之广、影响之大是前所未有的。90 年代在此基础上又有新的提高，信息来源更加广泛，研究的视野更为开阔。随着研究手段的现代化和科学化，开拓性成果不断涌现。

综观十多年来化学教育研究的成果，集中的选题有：化学教学方法改革的理论与实践；化学教学中能力培养的策略；教学重点与难点分析；化学教学目标与标准化考试研究；化学实验内容与技术研究；解题技巧与解题方法研究等。在采用的研究方法上，已呈现多元趋势：定性方法与定量方法结合，理论分析与实证方法结合，直接研究与间接研究结合，局部研究与整体研究结合。就事论事的经验型工作开始减少，理论指导和微观研究随之加强，化学教育研究的水平和质量与 80 年代中期相比已有较大的提高。

但是，我们也不能忽视存在的一系列问题。例如，部分研究选题重复，在熟悉的情境中“原地踏步”，在质上没有突破，因而说服力不强；重视实际经验或“过量”移植教育学、心理学理论，形成两个极端：或只有实际例子而缺乏理论，或掺杂的“水分”多而有个性化的实证工作少，致使部分研究的信度和效度不高；热衷于探讨具体的各类题型及其解法，难以形成有价值的思维策略和习题教学策略；对“能力培养”、“思维训练”类课题，只重

措施，不求结果，缺乏科学的评测标准，有“自圆其说”之嫌。上述现象，一定程度上影响了化学教育研究的质量，必须引起广大教师的重视。

第二节 化学教育研究课题

化学教育研究的领域十分广泛，选定的课题是否值得研究，是否适于研究，直接影响到科研工作的顺利进行。因此，课题选择在整个研究工作中具有重要的战略地位，必须慎重考虑，反复论证。

一、课题选择的思路和原则

化学教育研究以化学教学中的实际问题为出发点，从中探索具有普遍意义的教学规律，因而课题中含有已知和未知两种成分，构成辩证的统一体：课题不含任何已知成分，一切都茫然不晓，无从提出研究什么、怎样研究的设想；课题含有一定的未知成分，则表明该课题具有探索的价值。选择化学教育研究课题，即要求教师在考察和分析现有的事实和理论之间的矛盾，从已知的线索中找出尚未解决的未知成分，借助已知成分，最终达到解决未知问题的目的。

化学教育研究课题的选择可参考以下思路：

1. 从理论材料中选题

通过广泛阅读有关的理论书籍或报刊杂志，从中了解到化学教育的某些理论尚待完善，某些观点有待重新评价，有的问题虽有研究但不乏争议，先进的教学理论在化学教学中的应用尚未引起重视等等。这一切，为开拓新的研究课题从理论上提供了可能性。例如，化学教学方法改革的方法论研究；结合化学教学研究教学目标的分类与评测；根据国情和学科特征进行“程序启发教学”实验；借鉴文献资料探讨“综合理科”课程结构和实施的可能性；应用“问题解决”的心理学研究成果揭示化学问题解决的心理机制；参与对“素质教育”的讨论并研究化学教学中进行素质教育的具体策略等等。这些课题一定程度上依赖于对理论文献的分析、评价和借鉴。因此，掌握科学的阅读、摘录、分类等方法，有助于“捕获”科研信息，找到理论与实践的结合点。

2. 抓住实际矛盾立题

在化学教学过程中，教师必然会遇到各种各样的问题，成功的喜悦和尝试失败的体验，都能激励教师就某一方面展开深入的思考。例如，按统一的进度和内容教学，不利于“两极”学生的发展，由此提出对化学课堂教学的“分层次教学法”的研究；以验证知识为主的“演示实验”和“学生实验”有助于学生巩固知识，但对培养学生能力所起的作用不够明显，为改变这一现状，引出对“探索性”实验的研究；面对学生学习过程中出现的“分化点”，促使教师深入研究教学内容、教学方法与学生思维规律的关系。上述课题实践指向性强，往往能针对性地解决某一方面的教学矛盾，对提高化学教学质量是极为有利的。

3. 对传统教学观念的质疑

用教学最优化的时间标准和效果标准去衡量，传统教学的一些观念及由

此产生的教学行为值得反思。如“五阶段教学模式”的有效性、教学评价方式的合理性、能力测验的科学性等，都存在一定的局限或弊端，必须通过质疑找出不足，并从理论与实践的结合上予以论证，以求进一步完善。

总之，教师应加强自身的教育研究意识，经常思考化学教学实践中出现的各种问题，及时了解同一研究领域内别人的研究进展和目前的动态。一旦发现所选课题已有研究成果发表，可转换角度，从新的侧面入手，动用新的方法，吸收新的材料，提出新的见解。确立研究课题并不是随意进行的，它受研究目的、研究的价值、研究的条件等多种因素的制约，这些因素决定化学教育研究课题的选择应遵循下列原则：

一是需要性原则。课题应根据当前教育需要和化学教学实际进行选择，首先要选择教学中迫切需要解决的、或在理论发展方面有较大意义的课题进行研究。

二是创造性原则。课题的内容或研究方法应体现出一定的先进性和新颖性，有关问题是前人没有涉及或尚未完全解决的。例如，对“自学能力”培养的途径已有不少论述，但化学教学中“自学能力”的特质及其评测一直没有深入研究，从内涵分析和操作方法上仍有文章可做。因此，化学教育研究论文有无新意，是衡量选题优劣的重要依据。

三是可能性原则。课题经过一段时间的艰苦努力，应有可能达到预期的目的。在论证课题时，必须根据目标指向将各种条件下可能出现的问题搞清楚，既要有资料、设备、时间、人力方面的保证，又要充分考虑自身及合作者的知识、能力、经验及其他优势。否则，不顾实际情况追求高水平的选题将导致研究的盲目性。

四是具体性原则。化学教育研究指向性强，选题时应把握一系列的具体问题：该课题研究的核心是什么，必须搞清的关键是什么，研究到什么程度算完成了等等。为突出具体性，可通过选题论证会形式，广泛听取同行的意见，以避免受个人“科学鉴赏力”的影响。论证时应将重点放在研究思路和研究方法的可行性上。对包容度较大的课题，应按一定的逻辑规则进行分解，列出若干“子课题”有助于提高课题研究的准确性和深刻性。例如，“化学学习过程的研究”、“化学教学方法改革研究”课题偏大，研究的方向不明确，应根据教学实际予以具体化。当分解成“高一学生化学学习困难析因及对策”和“化学程序启发教学实验研究”时，所代表的“学习过程”和“教学方法”的涵义就十分清楚了。

二、化学教育研究的主要课题

从化学教育研究的10个领域分析研究的内容，列出如下选题供参考。

1. 化学教学过程

化学教学目的与教学目标的关系；化学教学目标的功能与最优设计；化学教学中的能力培养（观察能力、实验能力、思维能力、自学能力）及其评测；化学教学重难点的确定及实现途径的研究；化学课堂教学模式及其优

化；化学课堂教学结构及其控制；化学教学原则及其应用；化学教学诊断的理论与实践；化学教学效果的测量与评价。

2. 化学学习过程

中学生化学学习的心理特征；化学学习模式研究；化学学习障碍与“分化点”研究；化学思维方法研究；学习定势的产生、诱导和消除；化学学习方法的系统性；化学学习方法指导的方法论；元认知与化学学习监控的实验研究。

3. 化学课程与教材

化学课程的设计与评价；中外化学课程与教材比较；化学教材的知识构成与能力目标的关系；初高中化学教学内容的“衔接”；化学教材内容的教育性和思想性；化学教材的深、广、难度和学生的适应性研究；化学教材内容的启发性、趣味性和实用性；化学教材编排体系的特征；选修课程的内容与形式研究；与化学相关的乡土教材和职业技术教材的研究；化学教材评价。

4. 化学教学方法

化学教学方法分类研究；化学教学中的启发式研究；指导发现法的教学实验研究；问题情境教学法的教学实验研究；化学教学方法的优选；化学教学方法组合的规律研究；各种经验型教学方法的理论依据；化学教学方法改革的方法论；化学单元知识的教法规律研究；“差生”转化的教学方法论；化学教学语言与教学艺术研究；化学课堂提问模式及其功能；化学方法与教学方法的关系；化学教学方法的系统评价；优秀教师的教学风格研究。

5. 化学教学的教育性和思想性

化学教学中的素质教育研究；中学生化学学习的兴趣，动机的现状和发展策略研究；非智力因素与化学学业成绩的相关研究；爱国主义、辩证唯物主义的教育要素及教学过程设计；化学史实的教育价值；化学教学与未来社会的发展关系；STS教育专题研究。

6. 化学实验与实验教学

演示实验的改进与新实验探索；实验设计与研究的方法论；验证性实验与探索性实验的比较研究；化学实验观察的方法论；化学实验与科学思维训练的关系；有机化合物性质实验的量化研究；化学实验教学心理分析；化学实验的考核与标准化研究；化学实验的反应机理研究。

7. 化学问题解决

化学问题解决的心理机制研究；化学问题解决的教学模式研究；优秀学生的解题思维系统及思维策略研究；化学问题的构成及其科学性研究；典型习题的错解分析；独特的解题思路研究；习题教学的理论研究；习题演练与选题策略研究；高考化学试题题型与能力特征研究；高考结果的抽样统计研究；化学“开放题”研究。

8. 化学课外活动

化学课外活动的选题研究；化学课外活动的内容与组织形式的研究；化学课外活动与“英才”学生的早期教育研究。

9. 现代化教学手段

摄影、幻灯、录像片的制作及教学应用；电子计算机辅助教学课件设计、应用及评价；化学教学中多媒体软件的配合使用及效果评价。

10. 现代化学与中学化学

化学教学内容的现代基础研究；化学学科思想与研究方法的教育价值；IChO 解题策略研究。

上述各项，虽难包容化学教育研究的全部课题，但作为一种线索，有助于广大教师结合自己的工作经验、实际水平和变化发展的外部条件，有针对性地选择或突破某一方面的课题。

第三节 化学教育研究的基本方法

化学教育研究的课题众多，对象各异，使用的研究方法比较灵活，有的以某种方法为主，辅以其他方法，有的几种方法并列使用。通过对近年来刊出的化学教育研究论文的剖析，相对稳定的方法有经验总结法、调查法、实验法、统计法、理论分析法等。

一、经验总结法

化学教育研究的重要任务之一是发现、整理先进的教学经验并使之上升到理论形态，从而指导教学实践。因此，总结经验可视为一种特殊的研究形式。但仅停留在对事实的直接描述阶段，得到的经验难以迁移和推广，因而必须结合理论分析进行科学的总结。

在总结经验时，可根据经验的层次，选用不同的方法：

1. 操作性总结

通过列举典型事例，总结自己或别人的教学特点，教学程序和教学方法等，使读者能体会到教学的最佳路线和模仿操作的可能性。如化学专题复习课的教学经验总结等。

2. 归类性总结

将具体的教学经验按一定的逻辑顺序进行归类，说明其优越性和迁移的可能性。如化学特级教师治学思想和教学风格的总结等。

3. 发展性总结

明确自己或别人的经验，将其作为新的研究的起点，从中提炼出理论命题，继而通过实证研究重现、修正、优化命题，以形成一定的理论或揭示某种规律。如对某特级教师的教学经验进行总结时，发现其讲评试卷的方式颇具特色：教师主持、学生质疑、学生解疑。由此提出一个命题：“学生自主讲评有助于知识和能力的迁移”。围绕这一命题可以作一系列的研究，最终证实“学生自评”的效果优于“教师讲评”。

在化学教育研究中，采用前两种总结方法的成果相当丰富，后一种方法的应用显得薄弱。事实上，发展性总结是将经验升华为理论的一种极为有效的研究策略，值得推广。

为提高经验总结的针对性和有效性，在研究过程中必须把握如下几点：

(1) 在总结之前应明确课题。包括总结的内容（如“高中化学专题复习教学法总结”），选择的对象（某化学特级教师），掌握有关资料（录音、录像、听课记录、教学计划、辅导材料等），制定总结的计划（总结的起始、程序、实施、分析综合、人员分工、结论验证、应变策略等）。

(2) 总结经验应以具体事实为依据。为如实地反映事物的本来面貌，必须深入教学第一线以获取第一手的资料，如跟踪听课、参与讨论、学生座谈等。在此基础上再对经验进行整理、加工、删繁就简，突出重点，确定有新意的或有待完善的内容，理清有关教学现象的因果关系，继而概括、判断，

将经验上升为教学理论。在这一过程中，切忌凭个人想象推理，使经验“失真”。

(3) 经验总结离不开其他方法的支持。总结经验不是单纯的文字加工，它与“过程”密切地联系在一起，涉及到多种方法的配合使用。如定性观察、问卷调查、定量统计、理论分析等。这样，才能真正获得具有普遍意义的经验和具有特殊作用的经验。

二、调查法

调查是指在自然状态下考察既成的事实，了解教学现状，发现教学现象之间的联系，揭示教学本质规律的一种研究方法。这种方法的明显特点是用科学的手段和方法搜集有关研究对象的客观事实材料，并对所得的事实材料进行整理和理论分析。因此，调查必须综合运用观察、谈话、问卷、测验以及查阅文献资料、判断推理等方法，使认识从表象进入本质。

教学调查的常见方式有当时调查（观察）和事后调查（访问、座谈、问卷等）两种。调查法较少受时间、空间的限制，方法比较简单，尤其适于研究范围较广、涉及面较大、时间较长，与心理活动有关的化学教育现象。如研究学生的学习兴趣、学习动机、学习能力、实验心理、思维方式、学习方法等课题时常用调查法。一般而言，一项具有现实意义的研究工作，调查往往是先导，在明确现状的情况下方可形成针对性的策略。例如，张国定对 295 名初三学生的预习、听课、作业、复习、课外参考和实验诸方面的学习方法进行了调查，从而提出有关化学学法指导的具体措施。

调查方法的一般程序是：

确立调查课题 制定调查计划 选择调查对象 实施调查策略 记录调查材料 整理和分析材料 撰写调查报告

问卷是最常用的调查策略。要使结果具有一定的可靠性，必须重视卷面的合理设计。问卷构成的一般形式如图 11 - 1 所示。个人特征资料是指被调查者的性别、年龄、职业、受教育程度等静态资料。常见的问题类型有自由式、是非式、选择式、评等式、分配式等多种，可根据调查内容和对象的情况选用。

事实性问题主要调查客观存在或已经发生的行为事实，即存在性事实和行为性事实。前者用于调查“是否有”、“有多少”之类的事实，如“每周你们有几节化学课？”等；后者调查行为发生的时间、地点、方式等，如“你校辅导化学奥林匹克竞赛的方式是____（平时渗透/ 兴趣小组/ 专门训练）”。态度性问题难以直接界定，往往通过评价性意见（优/良/中/差）、情感性意见（喜欢/不喜欢）、认同性意见（同意/不同意）、认识性意见（表达对某种事物的认识或信念）等予以反映。

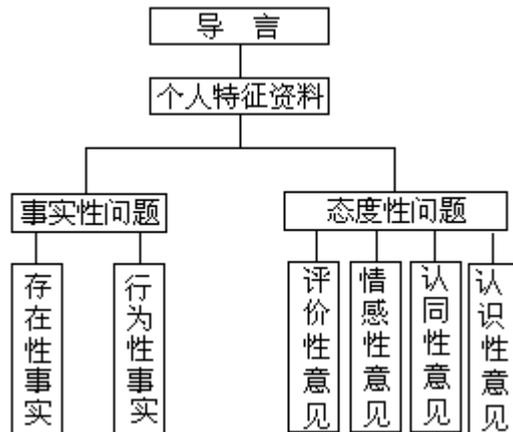


图 11-1 问卷构成的一般形式

在具体设计问卷时,应根据研究的课题和调查对象确立调查的变量。“自变量”X 往往与调查对象有关,“因变量”Y 则是与 X 相应的可能出现的各种情况,X、Y 分别构成不同的变数集合。例如:

课题:高中化学实验教学改革情况调查

对象:某省高中化学教师 200 名

变量:学校类型;调查因素

- | | | |
|-------|---|---|
| 学校类型 | { | X_1 一级重点中学
X_2 二级重点中学
X_3 普通中学 |
| 调查因素Y | { | Y_1 增加演示实验
Y_2 改进演示实验
Y_3 增加学生实验
Y_4 补充实验习题
Y_5 结合实际素材补充趣味实验
Y_6 结合其他学科补充综合实验
Y_7 注意实验考核
Y_8 采用“边讲边实验”教学方式 |

在明确变量和变数项后,可采用不同的提问方式提出问题,通常将变量以问题形式表达,有关的变数项作为限制性答案以列举的形式供选择,也可增设不同程度的评价因素变量以便于区分。

问卷调查是通过提问来与被调查者沟通的,文字表达应恰到好处。“导言”部分简单地说明调查的目的、有关的指导语,坦诚得体的语词容易解除被调查者的思想顾虑,使之乐于合作;组合问题的语句力求通俗、准确、简

短，不用那些模棱两可、容易产生歧义的词或概念；问题要具体，切忌抽象、笼统；对一些敏感性的问题，要考虑对方可能拒答的各种因素，设法将其思路逐步引向深入，在文字上减弱敏感程度或隐在的压力；不同诱导性或倾向性的词，以免对方产生趋同心理而作附和式回答；问题的排列既要考虑有利于被调查者的顺利作答，又要便于对调查结果进行统计分析。有关问卷调查的“导言”和问题设计实例，可分别参看“学生解决化学问题的思维过程的测试研究”和“高中生化学实验心理的调查与思考”两篇文章。

在整理调查材料之前，须计算问卷的回收率和有效率，后者必须剔除回收卷中那些未作回答或不规范填答的无效卷。然后将材料系统化、条理化，在此基础上再作简洁、明晰的统计处理（如表 11 - 1）

表 11 - 1 调查材料的统计处理

问 题	典型回答	人次比例（%）		
		一年级	二年级	三年级
你希望做哪一类学生实验？	A. 富有创造性、探索性的实验	46.5	65.3	70.5
	B. 联系生产生活实际的实验	53.5	73.5	68.9
	C. 老师没演示过的实验	28.7	49.0	85.2
	D. 操作简单、现象明显、易成功的实验	29.7	20.4	9.8

三、实验法

实验是人们根据研究目的，有条件地控制或模拟客观现象，排除干扰，突出主要因素有指向地变化，从而探讨外加条件与现象之间因果关系的一种研究方法。与调查法的明显区别在于：调查系自然条件下的观察或反映，其现象往往是“等待式”的，很难确定内在的关系，而实验是人为操纵的，其结果大多是“预料之中”的，因果关系比较清楚。在化学教育研究中，实验法应用的场合较多。常见的有化学实验室实验和化学教学实验两类。

1. 化学实验室实验

化学实验室实验是化学研究的重要方法，通过借助实验仪器和设备，控制化学反应的条件，有助于搞清化学现象产生的原因及各种因素对现象的影响。在化学教学中，实验室实验较多地应用于探索某些实验的最优条件或反应机理等。例如，氨催化氧化实验中的催化剂、反应条件和实验装置的研究；银镜反应机理和反应条件的研究；锌与硝酸铜溶液反应产物的研究；甲烷制取反应条件的研究；纤维素水解的反应条件研究等等。

上述实验研究的基本步骤是：

王建成等，学生解决化学问题的思维过程的测试研究，化学教育，1995，8：7。

徐承先，高中生化学实验心理的调查与思考，化学教育，1996，3：23～24。

刘知新主编，化学教学论，北京：高等教育出版社，1990年版，第330页。

- (1) 提出有待研究的实验课题；
- (2) 拟定实验研究的可能方案（含仪器、装置、药品及原理等）；
- (3) 反复论证，优选方案；
- (4) 设计并研制仪器装置；
- (5) 在不同条件下做对比实验。
- (6) 分析数据，求得最佳的途径、因素或条件；
- (7) 从理论上尝试解释，说明有关现象；
- (8) 核实数据，撰写论文。

2. 化学教学实验

化学教学实验是指人为创设的一种教学情境，研究者控制各种与实验因素无关的条件（简称无关因子），使其保持稳定，同时操纵实验变量（或称实验因子）使其按预想的方向发生变化，然后观察随之产生的教学效果（或称反应变量），继而进行标准化测量，以确定教学措施和教学效果之间的因果关系。在化学教学方法改革实验中，实验变量通常就是研究者倡导的教学方法。

化学教学实验研究的一般程序是：

(1) 根据实验课题拟定研究计划

实验研究计划中除明确实验课题外，还应包括实验目的、操作定义、实验对象、实验配组、测验方式、分析方法、实验时间等多项内容，使实验者自己和别人都能清楚地了解实验的思路和进程。其中，操作定义是指对变量操作内容和方式的具体规定，例如，高中化学自学（实验）指导教学法实验的操作定义是：

对比班：用常规教法，按统编教材系统讲授。

实验班：按自学提纲，学生自学统编教材或自行实验，独立完成练习，教师根据反馈情况作扼要讲解。

(2) 实验过程的具体实施与控制

实验的实施过程，也就是变量控制的过程，即一方面操作实验因子，另一方面控制无关因子。当将某种新的教学方法视为实验因子时，已不考虑教师水平、教材内容、学生基础、师生的非智力因素和各种外部条件的影响。为了达到或接近上述目的，就必须通过排除、平衡、抵消等控制手段，尽量降低无关因子的干扰。

实验的配组形式常见的有单组、等组和轮组三种，在化学教学中运用最为广泛的是等组形式，即选取起始条件相近的实验班和对比班进行对比研究，因而设法使两班影响因素相同的“平衡法”在控制无关因子时尤为常见，不对等的便是实验因子和对比班中的相应变量。两者的差别，最终将在实验效果上反映出来。

(3) 实验结果的评测与分析

在实验过程中，测验是评价的重要依据。测验的编制应充分反映出研究课题的特定目标，也称特质。如“高中化学自学指导教学法”的实验研究，其目的既要提高学生化学学习的成绩，又要培养学生的自学能力，因而知识水平和自学能力是测验中必须反映的特质。对等组实验而言，前测与后测是必不可少的，且均应包含知识测验与能力测验，这样才能比较准确地了解实验之后两班学生之间的差距及其原因。

实验结果的分析模式如下：

设实验班、对比班为 O_1 、 O_2 ，前测结果分别为 B_{10} 、 B_{20} ，用 A_1O_1 、 A_2O_2 表示对两个班按不同的操作定义进行实验，得到后测结果 B_1 、 B_2 ，则有

实验班 $B_{10} - A_1O_1 - B_1$

对比班 $B_{20} - A_2O_2 - B_2$

实验结果 $C_1 = B_1 - B_{10}$ ， $C_2 = B_2 - B_{20}$

由于实验之前人为调查两种情况无显著性差异，即 $B_{10} = B_{20}$ 。

实验结果对比 $C = C_1 - C_2 = B_1 - B_2$

在化学教学实验中，实验结果主要指测验的平均分，但对比方式不是两个分数的简单相减，而应通过推断统计的方法来说明实验效果之间有无差异、差异的程度多大等，具体公式在统计法中予以介绍。

(4) 实验结果可靠性的检验

实验结果是否可靠，一次实验难以获得结论，不能排除其中的一些偶然因素的影响。重复进行实验是一种简便、可靠的验证方法。具体实施时，最好能重新确定研究对象，扩大实验范围，变换考察的角度。对前后几次实验的结果加以比较，作出相关分析，其相关程度大小可以说明实验结果的可靠性。在保证实验结果能够重现的前提下，即可撰写实验研究报告。

四、统计法

化学教育研究涉及到对大量数据资料进行分类、描述、推理、判断等环节，因此离不开统计方法。现代统计方法包括描述统计和推断统计两大类。前者主要用以对数据材料的整理，找出这些数据的分布特征、集中趋势、离中趋势或相关关系等（有关平均分、标准差、标准分和相关系数的基本公式在本书第九章中已有介绍）；后者利用描述统计得到的信息，通过局部去推断总体情况。为保证统计结果的可靠性，又便于操作，经常采用抽样统计的方法予以简化。

所谓抽样，是选取有代表性的研究对象（也称样本）的过程。当总体包含的数据量（容量）很大时，统计处理首先可取得能说明总体的、足够可靠的一部分数据资料。通过对这些资料的研究，从中获得对总体的规律性的认

识。抽样常用的方式有随机抽样、机械抽样、分层抽样、整群抽样等多种，根据研究的实际情况选择一种或几种组合使用。例如，了解某年全省的化学会考情况，可以学校为单位进行整群抽样。为弥补这种方式的不均匀性，可与分层抽样相结合，即先按一定的标准将全省的高中分成几类，然后根据样本容量与总体的比例，从各类学校中抽取若干所学校，组成整群样本。又如，我们曾按县（区）为单位整群随机抽得 100 份试卷（共覆盖 85 个县、区，其中体育类考生 2 人），统计了浙江省 1993 年化学高考主观题解答失误的具体情况，在此基础上归类分析，获得了一些具有普遍意义的结论。

在化学教育研究中，常常会遇到两个数量标志的参数之间的差异性问题。例如，对两个不同的班级（对比班、实验班）进行某次能力测试，所得平均分 \bar{X}_1 和 \bar{X}_2 存在差别。那么，能否根据这种表观上的差别，判定它们所代表的总体参数之间也有差异呢？换言之，这种差异是否具有一般意义呢？这就需要对差异进行检验才能得出结论。统计学原理认为，对取自两个正态总体中的独立样本（随机抽取的不存在相关的两个样本）的平均值的差异，可以根据样本的大小采用两种方法进行检验，即 Z 检验和 t 检验。此处仅介绍前一种方法，对后一种方法有兴趣的读者，可参阅有关的教材。

Z 检验的步骤如下（样本数 $n > 30$ ）：

- （1）建立虚无假说 H_0 ，即先认为两个均值之间无显著差异；
- （2）规定差异显著水平或称检验水平（0.01 级或 0.05 级）；
- （3）计算统计量

$$Z = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

\bar{X}_1 、 \bar{X}_2 ：样本 1、样本 2 的平均数；

S_1 、 S_2 ：样本 1、样本 2 的标准差；

n_1 、 n_2 ：样本 1、样本 2 的容量；

Z：两个样本平均数之差的标准分；

- （4）将 Z 值与各种检验水平的临界值比较，推断 H_0 成立的可能性 P。

依据 Z 值、P 值与差异显著性关系表确定检验结果（表 11 - 2）。

表 11 - 2 Z 值、P 值与差异显著性的关系

王祖浩、陈德余，MCE 主观题解答失误析因及评注，化学教育，1994，4：8～12。

王孝玲编著，教育统计学，上海：华东师范大学出版社，1993 年版，第 149～153 页。

Z	P	差异显著性
< 1.96	> 0.05	差异不显著
1.96	0.05	差异显著
2.58	0.01	差异极显著

例如，为研究化学程序启发教学法对学生学习成绩的影响，特从高一新 生中选取化学基础和水平基本相近的甲、乙两班为研究对象。其中甲班（39 人）为实验班，乙班（42 人）为对比班。两个月后的统测结果是：甲班平均分 88.15 分，标准差 2.28；乙班平均分 88.89 分；标准差 1.19。试分析这种教法在这段时间的教学中是否显示了更好的效果？

从平均分的差值上看，甲、乙两班似乎没有差异，但结合标准分判断可知：

$$Z = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{|88.15 - 88.89|}{\sqrt{\frac{2.28^2}{39} + \frac{1.19^2}{42}}} = 2.02 > 1.96$$

即说明甲、乙两班的平均分有显著差异，甲班优于乙班。

五、理论分析法

化学教育的理论体系有待于进一步完善，需要讨论的理论问题很多，有哲学层次或方法论层次的理论空白，有学科交叉尚需移植融合的内容，有必须澄清的模糊认识，常通过理论分析逐步解决。理论研究涉及的论题一般需求有较高的起点，内容新颖，有较大的理论价值；论述过程要求严谨，推理有力，观点精辟，并以一定的例证作为支持；研究结果深刻，富于启示。在具体研究时注意承上启下、前后呼应，以体现分析思路的自洽性和完备性。

理论分析的一般思路是：

- （1）背景分析：提出论题研究的意义，分析论题的研究背景；明确论点；
- （2）展开论据：搜集多方面的素材，通过多向并进或直线递进方式形成强有力的论据；
- （3）提炼观点：通过分析、概括和必要的假设、论证，理清问题的线索，引出若干重要的观点或规律；
- （4）归纳结论：对各层次理论分析的成果进行归纳，从整体上把握对课题的清晰的认识，并获得深刻的启示。

例如，在对“化学教学诊断的理论与方法”的研究中，作者运用理论分析方法，从诊断的涵义、诊断的内容、诊断的形式、“诊断性”测验的编制

等方面展开分析，层层递进，例证丰富，有较强的说服力，从而初步确立了化学教学诊断的方法论体系。

第四节 化学教育研究论文的写作

化学教育研究论文是化学教育研究成果的文字表述，包括教学经验总结、调查报告、实验报告、理论研究文章等多种形式，并以一定的学术价值和创造性、新颖性、指导性、可读性等特征作为衡量论文质量的标准。

一、论文写作的过程

论文写作的前期阶段是构思取材。这一阶段的首要工作是广泛阅读与研究课题有关的文献资料，仔细分析科研记录，整理有关的实验数据或调查数据，明确论文所要阐述的重点；其次是确定论文的题目，既可与研究课题同名，也可根据探讨的重点略作变动，文字表达上要求简明、有新意、有力度、有较浓的学术性和明显的化学学科特色，切忌平淡、无力和一般化；再次是理清论文的思路，分清论述的层次，设计好论文的逻辑结构，反映这一过程的最好方式是“列提纲”。例如，结合实际研究撰写“化学思维能力的特征及其培养策略”一文，可设计如下纲目：

- (1) 思维能力的一般特征和指标
- (2) 化学学习中典型的思维表现
- (3) 可能存在的各种思维障碍
- (4) 突破障碍的若干设想
- (5) 实施思维训练的具体策略
- (6) 通过测验评价策略的有效性

根据上述各项内容，有助于从作者浩瀚的事实材料中提炼出有针对性的论据，弥补研究过程中的一些不足。思路一旦有序，写作时方能做到首尾贯通，一气呵成。

成文阶段是用具体的文字去反映课题研究的过程，要求突出新意，即论的主题要新，论的内容要新，论的角度要新，要有独到的见解。当有些具体环节难以把握时，应对提纲作新的审视，使其进一步明确化，以免泛泛而谈，缺乏针对性而淡化主题或游离主题。初稿完成后，应反复推敲、修改，使论文趋于成熟，主题更加突出，文字更加精炼。如下的一系列论证项目可供读者写作时参考：

- (1) 全文内容是否符合主题？是否很好地说明了主题？
- (2) 所列的标题是否与主题构成良好的逻辑关系？
- (3) 各段的先后顺序是否合理？段落之间的过渡是否贴切？
- (4) 文章中有无牵强附会的“自圆其说”或“多余的话”？
- (5) 有关的观点和结论的导出是顺乎自然，还是十分勉强？
- (6) “引言”与“结语”之间的呼应程度可好？

论文经上述论证和修改定稿后，应力求发表，使更多的读者了解你的研究工作，也能提高自身的科研水平和写作能力。实践证明，撰写化学教育论文，是提高化学教师素质的有效途径。当然，要完成一篇高质量的化学教育

研究论文，并非一日之功。这就要求我们在平时的教学中注重积累，勤于思考，勇于探索，运用科学的方法分析和研究周围的教学现象，从中发现规律性的东西。可见，成功蕴含于我们的学习和实践之中！

二、论文的基本格式

化学教育研究论文在格式上与其他的研究论文有共同点，即所谓的“三段”模式：

1. 引论

论题确定后，引论（或称引言、导言）直接标志着作者写作思路的清晰程度。它通常置于论文的篇首，犹如一出长剧的序幕。不同课题的化学教育研究论文，引论部分阐述的具体内容各不相同，但一般都是提示：本课题研究的缘由和重要性；前人在这一领域的研究进展和存在的问题；本课题尝试解决的核心问题和采用的研究方法等。引论在全文中所占篇幅较小，力求简明扼要，体现“承上启下”之功能。

2. 本论

本论是指论文的主体部分，一般在全文的中间，占有较大篇幅，是作者充分展开论述和表达研究成果的“基地”，是全文的“重心”所在。在本论中，作者应根据研究线索，提出自己的观点；结合有关资料和实验事实，经过概念、判断、推理等逻辑过程，最后肯定或推翻某些结论。在论述过程中，应围绕论点“多向逼近”或“逐级递进”，以达到深化主题之目的。例如，对化学思维方法的探讨，作者从 11 个方面分别论述，使主题具体化，即观察方法、实验方法、比较方法、归纳方法、演绎方法、分析方法、模型方法、直觉方法、假说方法、移植方法和系统方法。又如，对初中生创造性思维的考察和培养策略研究，作者论述的思路是：考察的目的 考察的依据 考察的方法 考察的结果及分析，逐步将论题引向深入，脉络比较清晰。

此外，本论中还应说明研究的方法（如样本的抽取，测验的编制及数据的统计等），列出与本研究有密切关系的图形、表格等。在绘图、制表、计量单位的选用、版面设计和文字抄写等具体环节上力求规范。

3. 结论

结论是指对整篇文章的论述作一小结，简单归纳有创见的论点和重要的结论，以揭示规律。同时，对本文的研究实事求是地作一评价，指出局限和进一步探索的方向，有助于引导读者的思维向纵深发展。结论的措词要严谨，逻辑要严密，力求简明具体。

除上述三大部分外，化学教育研究论文还包括“摘要”和“参考文献”。摘要也称提要，其作用是让读者尽快了解论文的实质性内容和主要的思想，它虽置于“引论”之前，但往往是在全文完稿后再写成的。摘要内容精悍、

廖正衡，略论化学思维方法，化学教育，1996，1：11～15。

张国定，对初中生创造性思维的初步考察，化学教育，1993，1：29～31。

准确，概括性强，字数一般控制在 150 之内为宜。

对文中引用的参考资料的说明，有助于体现研究论文的科学依据，也能指导读者查阅原文作进一步的深入研究。引文的出处常有三种加注方法，即夹注（在文字中间加括号注明）、脚注（在同一页的正文下方注明）和尾注（在全文结尾之后集中注明）。尾注最为多见，一般按下列顺序注出：

期刊类：作者，题名，刊名，卷或年，期：页码

书籍类：著（译）者，书名，出版地：出版社，出版年份，页码。

具体实例可参阅本书所注文献格式。

万事开头难，写出第一篇出色的化学教育研究论文并非易事。本章前面所论的各种研究方法也均限于纸上，要转化成我们的实际能力必须付出艰苦的努力。对一名有志于化学教育研究的教师而言，首先要树立研究的意识，培养积极探索的内驱力；其次要善于学习，观察别人是怎样选题和开展研究的，自身有哪些不足需要及时弥补，通过“先泛后精”、“由博及深”的阅读，提高理论水平；再是勤于积累，善于积累，任何研究离不开文献资料，要学会收集和筛选，从中理清思路，悟出新的课题和方法；最后是勇于创新，站在“巨人们的肩上”研究新的问题，力求获得新的成果。著名化学家、诺贝尔奖获得者福井谦一教授在《学问的创造》一书中写道：“科学的独创性产生于学习与思考。学习就是搜集、积累情报；思考包括两方面：一是逻辑思考，二是不依赖逻辑，凭直感选择主题、前提和思考方法的能力”。同样，只有不断地学习和思考，才能捕获化学教育研究的思维火花，在化学教育的百花园中增添绚丽的一页。后 记

“谁能在本世纪内把中小学教育的质量搞上去，谁就能掌握 21 世纪的主动权。”在 21 世纪即将到来之际，为了培养一大批素质优良的新一代建设人才，化学教师除了在教学第一线勤奋敬业地工作外，还必须跟上时代的步伐，从理论上加以提高。他们需要了解更多的有关现代化学教育的观念，掌握化学教育的理论和研究方法，以适应不断变化的形势，并积极投身到化学教育教学改革的实践之中。同时，对一大批优秀教师的教学经验也亟待总结、继承，以利发展和提高。这项工程对于我国的教育事业及化学学科建设无疑是具有重要意义的。基于这种认识，我们接受了《简明中学化学学科教育学》一书的编写任务。

本书主要是为在在职的化学教师的继续教育的需要而写的，在内容上力求体现以下特点：

一是努力反映时代特色。既注重吸取现代教育学、认知心理学的最新研究成果，又十分关注化学教育教学改革的现实经验，力求从理论与实践结合上充分反映近年来在化学课程改革、教材改革、教学方法改革、评价模式改革等方面的具体成果。

二是突出方法论指导。化学教育现象纷纭繁杂，掌握方法论这一武器尤

为重要。在化学教学方法选择、学习能力培养、教学目标设计、教学测量和评价，以及化学教学研究等方面，给读者以深刻的方法论启示，从而助于广大化学教师结合教育教学实际提高对化学教育现象进行分析、评价和研究的能力。

三是立足于化学教育教学实践。全书各章围绕化学教育的现实课题而展开，努力体现化学学科的特点；大量的例证取自教学实践，生动新颖，说服力强；尤其重视提炼优秀化学教师的教学经验，并使之范型化。对于因受篇幅限制难以展开的实际材料，则引明出处，以便读者查阅。

本书共 11 章，由王祖浩、刘知新编写。具体分工是：王祖浩设计全书的基本框架并执笔第三、四、五、六、七、九、十一章；刘知新执笔第一、二、八、十章并统稿。

在写作过程中，作者参阅了大量的资料，也融合了自己的一些研究成果，但由于对“化学教育学”内涵的界定至今尚未在学人中达成共识，因此，作为简明本，作者提出的内容体系未必恰当，对某些问题的理解也未必完全正确，加之受时间和水平所限，难免存在不当之处，敬希广大读者批评指正。

作者
1997 年 4 月

