学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

化学教学系统论

BOOK

内部资料 非商品

前　言

国外的一位教育家讲过："一国的教育系统，若对教学法和职业的效率注意不足，这一国就必然处于劣势地位，必然仰赖他国教育体系的鼻息。"这是多么精辟的警语！多么深邃的见地！这位教育家讲的教学法，即教学的理论，是研究教学规律及其运用的一门科学。这门科学涵盖着国际社会教学这一客体的普遍规律性，必然同时体现着各国对世界教育做出贡献的特色和独具的规律性。

综述研究表明，当代教学理论发展的主要特征是：教学观念的更新，科学理论基础的扩展，众多学科的参与和方法论的移植；构建新的研究体系，教学论学科的分化与综合；研究方法论的变革，以及教学理论及方法的多样化和互补等等。真可谓是，开拓研究与发展的潮流涌动，理性的思考与教育教学试验纷呈，给人以目不暇接之感。

化学教学论作为学科教学论的一个分支，从 1 世纪末发端至今，已度过了它的初创时期和充实时期，进入了生机勃勃的发展时期。当今正面临着诸多重要的基础理论和现实问题，亟待化学教育工作者，尤其是化学教育研究人员，对这些课题开展研究，给予新的理性审视与回答。

基于以上认识，我们撰著了《化学教学系统论》。不容回避，协调本书与《化学课程论》、《化学学习论》、《化学实验论》以及《化学教育测量和评价》等书的写作决非易事！因为既要做到从内容上得以逻辑地科学分工，又要使所论述的方面不重不漏；而对于化学教学系统来说，化学课程是化学教学的心脏，化学学习是化学教学的核心，化学实验是化学教学的基础，化学教学测量和评价是化学教学的重要组分，应当说，这些内容是相互契合、紧密关联和纠葛在一起的。经过研究，我们在撰写《化学教学系统论》时，侧重于从化学教学中指导系统这一层面进行研讨、阐发，即从化学教师作为学生学习的指导者，从事化学教学设计、组织实施及提高教学效率等方面，来进行系统分析和效能分析。诚然，这样处理，决不意味着化学教学系统仅仅（或主要）是一种指导系统。众所周知，化学教学是以化学课程为中介、师生共同活动所组成的一种系统。作为一个完整的系统，它主要包含三个子系统：指导系统、学习系统和反馈系统。化学教师是指导系统中的主体；学生是学习系统的主体；化学课程则是居于教学中心位置的、师生双方赖以交互作用使教学认识活动深化运作的重要媒体；而反馈系统则是保证化学教学系统得以和谐运作，从而获得教学的高质量和高效率的通道。

本书侧重于从指导系统这一层面探研化学教学，系本套书选题的分工使然，对于我们来说，也是一种尝试，不一定妥当，尚祈海内外专家不吝赐教。

本书共 1 章。第一—二章和第七—十一章由刘知新执笔，第三—六章由王祖浩执笔，张宝辉参加了第十一章第七节的写作。全书由刘知新统稿、定稿。

作　者

1 9 年57月于北京师范大学

序

刘知新

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

中华人民共和国的化学教育，自１９４９年至今，从基础教育、职业技术教育、高等教育到继续教育，不论在规模上还是质量上，都取得了令人瞩目的成就。全国各级各类学校的广大化学教育工作者为此付出了辛勤的劳动，创造并积累了丰富的教育教学经验，这是我国和世界教育科学的珍贵财富。但毋庸讳言，由于受历史的制约和人所共知的原因，我国化学教育理论研究工作起步较晚，人员较少，机构又不够健全，对于教育实践中提出的诸多重大命题，以及国际上普遍关注的某些学术研究前沿课题，尚未从理论上给出回答，或未从理论与实践结合的高度上进行深入探研。理论来源于实践，理论一经群众掌握就会变成巨大的物质力量。化学教育理论也是如此。本人作为一名老化学教育工作者，有幸从５０年代中期就参加中国化学会组织的有关化学与化学教育的学术研讨活动，从１９７８年至今一直亲身参与中国化学会化学教育委员会及中国教育学会化学教学研究会（１９８４年起始）计划和组织召开的多次全国高、中等学校化学教育经验交流会、学术研讨会、课程和教材研讨会、化学实验教学经验交流会等。每次会议的论文均有数十篇，甚至百多篇，其中不少优秀论文已在国内期刊发表。从国际上看，ＩＵＰＡＣ（国际纯粹化学和应用化学联合会）从１９７０年开始，已加倍努力于谋求改进世界各国的化学教育，并与ＵＮＥＳＣＯ（联合国教科文组织）协同召开过１次ＩＣＣＥ（国际化学教育会议），出版了若干部化学教育论文集和论著。另外，世界各国的化学教育家在各自的研究领域，都笔耕不辍地为国际化学教育理论做奉献。１９８１年据６４个国家的不完全统计，各国创办的化学教育（教学）期刊就有１６８种。文苑书林，浩瀚得很！但是，由于各种原因，国际上大量论文、资料难以为我国广大化学教育工作者检索、利用；国内的诸多专题研究论文和著述，似多局限于就某些论题的研究或偏重于适应教材建设的需要，对于化学教育学——化学教育理论体系的几大构成，尚未见到系统论述的著作面世。

为了建构具有中国特色的化学教育理论、反映国内外当前的研究水平，以促进我国教育改革，面向现代化，面向世界，面向未来，广西教育出版社组织出版了这套《学科现代教育理论书系》中的化学现代教育理论丛书。本

丛书各册的第一作者和统稿人都是在该领域学术有成的专家。全体作者均本着理论联系实际的原则，力求从化学教育规律来阐释和探研有关的理论与学术前沿课题。当然，作为化学教育理论著述，本套书也完全可以作为大学后继续教育或化学教育高级学位研修用书。各册（《化学教育史》除外）论述的重点虽侧重于基础教育阶段的化学教育理论问题，但是从教育规律的普遍适用性这一层面来看，这些结论对于大学或大学后教育，以及中专、中技等化学教育实践，可供借鉴之处当不是个别的。

本丛书共 6册，简要介绍如下：

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

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

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

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

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

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

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

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

1 9 年51 月于北京师范大学

总　序

顾明远

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

讲到这门学科还有一段历史，不得不讲一讲。我国学位制度建立之初，在教育学门类中就设有教材教法作为二级学科培养研究生，授予学位。但是它的评议因为涉及文理各学科，因此分散在文理各学科评议组中。由于教材教法主要是研究学科教学的理论，文理各学科评议组的专家们认为难以对他们做出评议。这样这门学科的授权问题就处于无人评议状态。１９８４年在国务院学位委员会召开第二届博士、硕士授权点学科评议组会议期间，我向当时教育学评议组召集人刘佛年教授提出，把教材教法的硕士授权点拿到教育学组来评议，并把名称改为学科教学论，以提高对它的学术要求，从而提高它的学术地位。这个提议得到刘佛年教授的支持和学位委员会的批准，并在以后专业目录调整时把教材教法正式更名为学科教学论。从此学科教学论有了较大的发展。至今全国已有硕士授权点１９个，培养了硕士研究生数百名，出版的专著也有几十部。这是十分可喜的现象。

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

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

课程论、心理学、教育测量学、教育评价学等学科有了新的发展，它为学科教学论的建立奠定了理论基础；第二，我国改革开放以来引进了国外的各种教学理论，开拓了我们的视野，启迪了我们的思想；第三，我国有一批长期从事教材教法研究的学者，他们在师范院校有长期的教育实践，积累了丰富的经验，并且有较高的理论修养，这是建立学科教学论的组织基础。应该说，１９７８－１９８９年这门学科的建设是有成绩的，不仅培养了众多研究生和出版了多部专著，而且学科体系基本上建立起来了。更为可喜的事是不少专家都在关心这门学科的建设。得到各学科的专家的重视是至关重要的。因为学科教学论这门学科毕竟是跨学科的，文理各专业学科是它的基础。

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

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

１９９４年春节

出版说明

这套丛书，从 1 9 9年13月出版第一批第一本《数学学习论》算起，至今已有 6个年头了。如果从 1 9 8年8年初开始数学教学理论丛书的组稿活动算起，则有 9年之长。如今，数学、物理、化学、语文、外语，五个主要学科的教学理论丛书，已配套成龙，每个学科 6本共 3 0本，取名为《学科现代教育理论书系》。洋洋洒洒几千万字，构成了基础学科的基本理论研究，也构成了我社的基本骨干工程和基本的教育理论出版特色。

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

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

我们期待着读者的鉴定。

我们迎接着市场的检验。

我们也渴望着教育界、理论界的支持。

我们将一如既往地努力，千方百计奉献更多的精品，给教育，给民族，给将来。

广西教育出版社

刘知新 １９２８年生，河北省定州市人。１９５２年毕业于北京师范大学化学系并留校工作。现任北京师范大学教授，兼任中国教育学会化学教学研究会理事长、中国化学会化学教育委员会副主任委员、中国化学会《化学教育》杂志主编等职。主要著作和研究成果有：《化学教学论》（主编）、《中学化学教材教法》、《中学化学教学指导书》（主编）、《基础化学实验大全》（上、下册，主编）等，发表“发展化学教育学之我见”、“试谈化学教育的目标和课程设计”等论文多篇。

王祖浩 １９５８年生，浙江萧山市人。１９８６年北京师范大学化学教育专业研究生毕业，获理学硕士学位，１９９４年晋升副教授。现任浙江教育学院学术委员会委员、化学室主任，兼中国化学会《化学教育》杂志编委。在《教育研究》、《化学教育》等刊物上发表论文４０余篇，参与《无机化学》、《中国中学教学百科全书·化学卷》、《化学问题思维策略及其应用》（主编）等书的编写，主持的课题“化学学科教育课程建设的理论与实践”获１９９３年浙江省高等师范院校优秀教育教学成果二等奖。

本书内容提要

本书运用系统方法剖析了化学教学系统各层次、各要素及其相互关系，对化学教学的目的和内容、化学教学原则、化学教学方法、化学实验教学、化学教学模式、化学教学测量和评价、化学教学的综合评测，以及化学教学艺术等教学指导子系统的运作规范与方法论原理提供了新的研究视角和思路。

本书中的理论概括和结论，有助于化学教师从总体上把握并协调化学教学系统各层次、各要素之间的辩证关系，从而利于实现化学教学的最优化。

化学教学系统论

第一章　引论

本书旨在运用系统方法来审视、探研化学教学系统，力求对化学教学系统运作的规律性有一个新的、深层次的认识。为了达到这一预期目标，对于化学教育教学的职能、化学教育研究方法等做一简要论述是必不可少的。

第一节　化孝教育教学的职能

化学教学作为学校教育中的一种教育实践活动始于 19 世纪末叶。西方各国以法令的形式规定对儿童、少年实施义务教育，尤其是承认科学教育的地位，开设或加强物理、化学等课程，为科学教育的普及和发展 创设了必要的条件。

科学教育——化学教育作为它的一个重要分支在资本主义社会中占据被公认的重要地位，一方面是科学与科学教育作为社会的一种先进生产力对社会实践作贡献的结果，另一方面应当承认是科学家和科学教育家为之奔走呼号、宣讲推广的结果。英国著名自然科学家、教育家赫胥黎（Thomas H. Huxley 1825-1895）针对英国直到 19 世纪中期仍不重视科学和科学教育这种状况，与其他科学家合作，在一些杂志上开辟科学评论专栏，并亲自撰写文章、作讲演，大声疾呼科学的重要性。他的教育主张，今天看来，仍有强大的生命力。赫胥黎明确指出：“科学教育并不是指应当把一切科学知识都教给每一个学生。那样去设想是非常荒唐的，那种企图是非常有害的。我指的是，无论是男孩还是女孩，在离开学校之前，都应当牢固地掌握科学的一般特点，并且在所有的科学方法上多少受到一点训练。”[①]在他看来，“科学教育的最大特点，就是使心智直接与事实联系，并且以最完善的归纳方法来训练心智；也就是说，从对自然界的直接观察而获知的一些个别事实中得出结论。由于科学教育具有这样重要的特点，其他任何教育是无法代替它的。”[②]又如，英国皇家协会（The Royal Institution）从 19 世纪初就致力于大众科学教育工作，已形成一种传统，由于有制度上的保证，学术团体开展的卓有成效的活动，对于科学教育的普及发挥了很好的作用[③]。

经过近 20 年的无数化学家和化学教育家的共同努力，化学教育的发展依随着化学科学研究领域的扩展，已从化学中的教育（Education in Chemistry）经历了通过化学进行教育（Education through Chemistry）而进入有关化学的教育（Education about Chemistry）这一新阶段[①]。化学是一门满足社会需要的中心科学。化学与社会多方面的需要有关。“人们要为全人类提供食物，开发资源，提供穿衣和住房，为日益减少和稀缺的材料提供代用品，征服疾病和改善健康，增强国防，以及控制和保护我们的环境，都得依靠化学作为强有力的助手。”[②]化学“已成为国民经济中的重要支柱”，“对丰富我们的文化有着实质性的贡献”。[③]

从科学教育的观点看，化学科学的进展以及化学教育的普及，对人类带来的益处主要是：增进人类健康、为人类提供食品供应、增进生活的舒适和愉悦、提高生产效率、减少对自然资源的依赖，以及对人类文化的贡献、充

---

① ［英］赫胥黎著，单中惠、平波译：科学与教育，人民教育出版社 1990 年版，第 85 页。

② ［英］赫胥黎著，单中惠、平波译：科学与教育，人民教育出版社 1990 年版，第 87 页。

③ SirGeorgePorter，OneHundredandEightyYearsofEducationinPopularScienceatTheRoyalInstitution，ConferenceProceedingsofSixthInternationalConfer-enceonChemicalEducation，1981.

① 王积涛：第 7 次国际化学教育会议，化学教育，1985 年第 1 期。

② 美国化学科学机会调查委员会等著，曹家桢等译：化学中的机会，中国化学会 1986 年版，第 1 页。

③ 美国化学科学机会调查委员会等著，曹家桢等译：化学中的机会，中国化学会 1986 年版，第 1 页。

盈国际交流、帮助人们破除迷信和实施科学方法训练[④]。从当代化学教育教学在培育人才中的重要作用看，它的多种职能（功能）及其运作机制和结构是我们关注的重点课题。简言之，化学教学对于培育人才具有：传输职能，即简约有效地将人类的文化遗产传达给受教育者；塑造职能，按社会发展的需要培养人才；高效职能，用最经济的人力、物力和时间，培养大批合格人才；变革职能，超前为社会的需要、为社会的进步和变革培育适用人才。

[④] N.F.Newbury，TheTeachingofChemistry，HeinemannSecondEd.London，1958，P.6.

第二节　化学教学论的发端及其研究对象

化学教学论作为研究化学教学规律及其应用的一门学科[⑤]，它的产生应当追溯到化学教育进入学校教育这一实践领域起，就 以其丰富多彩的内容和生动活泼的表现形式为教与学双方提供了多层面活动、运作的“舞台”。早期著名化学家的科学教育实践活动，蕴含着丰富的、先进的教学思想，法拉第（M．Faraday 1791—1867）倡导的最好的演示实验是简单、大型和鲜明的实验的思想，以及对于讲演人最重要的先决条件是要有一个好的过渡的论断[①]；戴维（H．Davy 1778—1829）坚持的最恒定的原则是，在有助手在场的情况下，头天晚上预讲他的讲演，并完成每个实验的一切准备工作，不仅从保证成功和助手的灵巧操作来准备，而且还按实验提供的方式来考虑自己的讲稿[②]；又如，门捷列夫（1834—1907）为了使学生能够学习反映现代化学科学发展水平的《化学原理》，他在系统地整理和概括化学基本原理，指出它对各个经济部门发展的意义以及系统整理每种元素当时已知的材料的同时，根据元素的原子量及其化学近似性试排元素表，从而发现元素周期律的过程，生动地揭示了教学与科学研究，以及科学事实、科学方法与科学概括（规律）之间的内在联系。以上种种，也正是广大化学教师的亲身经历、体验和认识升华与发展的过程。

化学教学论面对的研究客体，正是这一绚丽多彩的化学教学过程。在这一特殊的人类认识过程中，既包括受过化学教育专业训练的教师的教授活动，又包括作为受教育者和知识与信息获取者——学生的学习认识活动，还包括知识和信息的载体——教科书和其他教学媒体的合理运作。从化学科学知识这一层面讲，有化学事实、化学概念、化学用语、化学原理和规律等在教学活动中的穿插、组合；从操作技能这一层面看，既有使用化学仪器、试剂的操作技能，又有观察、记录实验现象以及进行书写、计算等技能；从心智、情感的培养训练这一层面看，既有感知觉、情感、意志和行为这些学生心理特征的由浅入深的运作，又有意念、价值观、 自然观、世界观等意识形态的熏陶内化、同化过程。总之，化学教学是一种化学教师的教与学生的学、教学的主体与媒体，以及化学教学自身与教学环境之间的多向、多层面的交互作用。化学教学系统论的研究对象是，化学教学过程中教与学的联系、相互作用及其相关因素的统一。简言之，化学教学论研究的对象是化学教学系统中诸因素的内在关联及其统一过程。

---

⑤ 刘知新主编：化学教学论，高等教育出版社 1990 年版，第 2 页。

① G.Fowels，LectureExperimetsinChemistry，G.Bell＆SonsLtd.London，1959，P.8—13.

② G.Fowels，LectureExperimentsinChemistry，G.Bell＆SonsLtd.London，1959，P.505.

第三节　化学教学论的学科性质

从化学教育史来考察，关于化学教学论的研究，集中反映到科学研究的领域和高等学校（特别是培养师资的高等师范院校）有关课程的设置上，大体上经历了这样三个阶段：依附于教育学的一般教学论时期、探索化学教学的独特性时期和化学教学理论充实发展时期。

我们认为，化学教学论是上述第三个时期的产儿，是化学教学理论工作者和广大化学教师共同完成或有待于进一步完成的“杰作”。依据科学的观点，科学是由一系列概念、判断构成的具有严密逻辑性的体系。而学科则是一个有组织的知识体系，通常在学校教育体系中设置为课程而得以被公认、确立其学科地位。任何学科，只有当它的研究对象和方法均已明确分化出来的时候，这门学科才合乎规律地形成起来。

化学教学论发展到今天，可以说，已基本具备了以上条件。它是化学与教学理论从属于培养人才这一任务，在人类社会教育实践活动中形成、发展起来的一门交叉学科。化学与教学论的交叉，不是简单的叠加，而是从内容和结构上的融合，产生了质的飞跃。

本书从化学教学系统分析的层面，对化学教学的各个子系统进行整体－局部－整体的研究。其中第四—九章为各个子系统的系统分析、探讨；第二、三、十、十一章侧重于对化学教学的某种本质属性进行讨论。

第四节　化学教学论与其他学科的关系

一 化学教学论与化学的关系

近现代学校教育发展到一定阶段，适应社会和国民经济发展的需要，在课程计划中安排、设置化学课程，这是人类进步、社会科技发展之必然。

不论在哪级哪类学校开设化学课程，都有一个根据培养目标，精选化学基本概念、基础理论和基本方法等学科内容及按照学科逻辑、学生认识规律合理编组学科内容这样的核心问题。精选主要是从学科发展的高度，高屋建瓴、厚积薄发地将学科知识中具有典型性、生发性的基本事实、基本概念、基本原理以及基本方法，加以表征，把发展趋向新苗头、新信息等勾勒出来，提供给莘莘学子；合理编组则指依据经过教育试验检验过的科学结论，将精选的学科内容，由浅入深、由具体到抽象，再由抽象到具体地编制成统一的框架体系。应当说，完成了上述工作，仅仅是为化学教学的顺利展开提供了教学媒体，距离达到教学目标、完成培养目标还很远。要实现这些目标，还必须通过化学教师与学生的共同的、辛勤的“劳作”。

在上述化学学科、学科内容的精选与编组，以及化学教师与学生的和谐交互作用这些因素的协同运作下，化学教学论作为化学与教学的交汇点的产物得以产生、长成和不断发展。可以说，化学教学论作为一门跨学科性的学科，化学学科与教学理论的交叉是第一交叉，基于此，才有可能向纵深延伸，充实、扩展实现其他类型的交汇、交叉。

二 化学教学论与教育心理学的关系

教育心理学是科学心理学的一个分支，它是在教育情境中以教师学生间交感互动的行为作研究对象，以解决教学中的实际问 题，旨在建立系统的教学理论的一门学问[①]。这方面的研究成果移植和运用到化学教学中，必定会对教与学活动的力度和水平产生积极的影响。换个说法，只要化学教学本身努力从学科教学的特征出发，不断挖掘、不断实践，并不断总结提高，将学生学习化学科学知识、形成技能、培养智能和发展个性等方方面面的规律性结论贡献出来，也必定会充实、丰富教育心理学的研究成果。这两者间存在着一般与个别、既相互联系又相互区分的辩证关系。

从化学教学论的发展来看，化学教学与教育心理学的交汇是教学实践层面的进一步交叉，不妨称之为第二交叉。

三 化学教学论与系统科学的关系

系统科学是以系统及其机理为对象，研究系统的类型、一般性质和运动规律的科学[②]。系统科学具有横向学科性质。它反映的是自然界各个领域和各门自然科学中共同的东西，也反映社会生活各个领域中某些共同的东西。正是“由于它的横向学科性质，从某一侧面揭示了客观世界和人类知识中共同

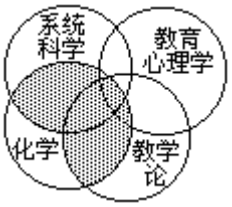
[①] 张春兴、林清山著：教育心理学，东华书局，1982 年第 3 版，第 5 页。说明：潘菽主编的《教育心理学》（人民教育出版社 1980 年版，第 2 页）给出了别的界定，可参看，本书不讨论这一问题。

[②] 邹珊刚等编著：系统科学，上海人民出版社 1987 年版，第 1 页。说明：对于系统科学的界定，学术界尚不统一。为了在本书中便于就相关问题进行讨论，故引用上面的定义。

性的东西，从而能够在各个学科、各个领域发挥它的方法论作用”[③]。

我们将化学教学看做一个系统，借用系统方法来研究它的系统结构的规定性、系统的类型、机理和运动规律，必然融会、运用系统科学为我们从方法论的高度提供的科学结论。也就是说，化学教学与系统科学（首要是系统方法）的交汇是从科学方法论的高度实现的交叉，与上述交叉相对应，不妨把这种方法论思想方面的交叉称之为第三交叉。

以上讨论的几种关系（交叉）可以用化学教学论的研究领域图来表征。



交叉部分表征：化学教学论

图 1 -1 化学教学论的研究领域图

③ 邹珊刚等编著：系统科学，上海人民出版社 1987 年版，第 29 页。

第五节　化学教学系统研究的方法

一 化学教学系统研究的类型

从研究课题预期解决的任务来划分，化学教学系统研究的类型大体上可以分为三类：应用研究、基础研究及方法论研究。

应用研究是直接为化学教学需要服务的、探索化学教学系统在某些领域（方面）发展、提高的新途径的一种认识活动。例如，结合初中化学的教材编制或教学实施过程，探索防止学生学习分化的途径和措施；针对高中化学教学要求的变革，研究大中学化学衔接问题；中学化学实验教学系统的构建及与知识教学的合理编组问题；等等。

基础研究是基于化学教学实践，探索化学教学系统的某些规律的一种认识活动。例如，关于化学教学系统优化的研究；关于化学教学模式或学习心理的研究；等等。应当指出，基础研究的推动力，一般来源于教学实践运作、发展的需要，也来自于新思维和研究工作者的机敏。交叉学科的有关领域的交汇、交叉，为基础研究和其他类型的研究提供了不断开拓的良好机遇。要善于把握契机，开创谋新。

方法论研究是指在研究进程中不直接研究化学教学过程（或系统）本身，而研究在科学中反映这个过程的方法[①]。例如，研究化学教学论的对象；研究化学教学论与其他学科的关系；研究指导化学教学实践的方法论原理；等等。方法论研究的任务，在于揭示整个化学教学系统运作、发展的一般趋势和规律，揭示理论结合实际的方法及其影响，为开展基础研究和应用研究从方法论上指明方向。

二 化学教学系统研究的方法

研究方法是为完成研究任务而选取的有效手段。研究课题的类型不同，必定根据需要选取不同的方法。应用研究往往以某些理论为依托，结合新的教学实践来检验理论的可靠性，从而得出某些新的、实用性的结论，故而多采用实验方法、观察方法和调查方法；基础研究往往要借助于充分的经验和实验事实，进行构思假设——采用假说方法、分析-综合法或归纳-演绎法来进行抽象概括，以得出符合实际的理论概念；方法论研究，则更多地借助于类比方法、移植方法或系统方法，以揭示化学教学系统本身蕴含的辩证法。

常用的研究方法主要是：

1 观察法

也称为自然观察法。这是在自然情境中去观察、记录既定研究对象的表现的一种方法。

所谓自然情境，是指研究人员（观察者）不采取任何方式（包括观察者自身）影响被观察者的行为，意在获取客观的、真实的数据和资料。

由于科学仪器与现代电教技术的运用，大大提高了观察的效率，使获得的观察材料更具有客观性、全面性和准确性。

2 实验法

这是在人为控制条件下去观察客体的运动的一种主动的观察方法。这种方法的主要原则是：在妥善控制其他变量的情境下，实验者有系统地操纵某

---

① ［苏］斯卡特金主编，赵维贤、丁西成等译：中学教学论，人民教育出版社 1985 年版，第 45 页。

一实验变量（自变量），使之按照预定的计划改变，随后观察该系统的改变对另一变量（称为反应变量或因变量）的影响。

实验法基本上分为三种：单组实验法、等组实验法和循环实验法（或称轮组实验法）[①]。

采用实验法，除了要完成提出明确的课题和假设，作出研究对象的选择等任务之外，加强实验条件的控制（如何在教育实验设计中实施变量控制）、做好配组和实验程序编排工作（如何分配各组的成员并确定实验程序编排），以及提高测量的效果是保证实验法实施效果的关键。

下面介绍一个设控制组的实验设计实例[②]。实验组与控制组所处的环境条件基本相同。从配组的数量上看，实验所需要的组数等于实验自变量数再加上 1，这个加上去的“ 1”，就是控制组，其他均为实验组。

表 1-1 自然科启发式教学法实验设计

变量处理		实验组	控制组
控制变量	教材内容	两组相同	
	教学时间	两组相同	
	教学环境	两组相同	
	练习时间	两组相同	
	学生年级人数	两组相同	
	学生性别分配	两组相同	
	学生能力经验	两组相同	
	学生健康状况	两组相同	
	教师的训练	两组相同	
	教师的能力经验	两组相同	
	考试方法	两组相同	
	其他因素	两组相同或相似	
实验变量（自变量）	：教学方法	启发式	讲授式
反应变量（因变量）	：教学效果	学生成绩	学生成绩

3 调查法这是通过问卷、访问、座谈、测验等各种方式，有计划、有系统地搜集有关研究对象现实资料或历史资料的方法。调查法应用广泛，方式多样。通常多采用调查问卷法。实例见表 1-2。

表 1-2 学习化学情况调查表

性别＿＿年龄＿＿学校＿＿班级＿＿＿＿

请注意：这不是考试，不记名，更不影响你的学习，主要是为研究教材和教学中的问题提供资料。希望你根据自己的实际情况，认真回答下列每一个问题，谢谢你的合作！

下列 6个问题（1-6），请你在认为最符合你的实际情况的说法序号上画

---

① 李秉德主编：教育科学研究方法，人民教育出版社 1986 年版，第 64—7O 页。

② 张春兴、林清山著：教育心理学，东华书局 1982 年第 3 版，第 27 页。说明：引用时，对个别地方作了文字改动。

圈（“○”）。

1 你喜欢化学吗？

A 非常喜欢

B 喜欢

C 一般

D 不喜欢

E 非常不喜欢

2 你努力学习化学吗？

A 非常努力

B 努力

C 有时努力

D 很少努力

E 从不努力

3 你主动完成化学作业吗？

A 非常主动

B 主动

C 有时主动

D 很少主动

E 从不主动

4 你进行预习吗？

A 总是预习

B 经常预习

C 有时预习

D 很少预习

E 从不预习

5 你认为化学好学吗？

A 非常好学

B 好学

C 一般

D 难学

E 非常难学

6 你感觉化学学习负担重吗？

A 重

B 较重

C 一般

D 较轻

E 轻

下列 2个问题（7 8，）请你在认为符合你实际情况的所有说法的序号上画圈（“○”）。

7 如果你喜欢化学，那么你喜欢化学的原因是什么？

A 受家庭、环境的影响

B 老师教得好

C 能做实验

D 化学成绩好

E 升学考试要考化学
F 化学知识有用
G 能培养动手动脑等能力
H 化学课本编得好
I 其他原因

8 如果你不喜欢化学，那么你不喜欢化学的原因是什么？
A 老师教得不好
B 学习成绩不好
C 学了没有用
D 化学实验危险、有毒
E 课本内容难学难记
F 其他原因

第二章　化学教学系统分析

化学教学系统是由化学教师、学生和化学教学媒体等诸要素组成的一种复杂的组合体。这种组合体具有不同于其各个部分（要素）的新质的整体特性。研究化学教学系统的整体特性有助于从各要素的关系中和相互作用中发现系统的规律性。

第一节　系统分析的理论基础

一 系统分析的基本原理

为了把握事物对象各组成要素的整体联系，揭示客体的结构和层次，需要运用系统方法来考察事物对象。

系统方法是系统地研究和处理有关对象的整体联系的一般科学方法论，是把系统各个要素综合起来、联系起来进行全面的考察和统筹，以求得系统整体功能的最优化的新的方法论。系统方法包括系统分析、评价和决策等。系统分析是一个难以准确界定的概念，“目前的状况大概是有多少个系统分析学家就有多少种系统分析的定义”[①]。我们采用这样的界定：系统分析是运用系统观点把认识对象的整体分解为各个组成要素，通过具体分析，判别出系统中各要素及其功能，采用定性或定量的方法描述它们之间的关系的一种方法论，或简明地说，系统分析是在系统方法指导下，对某些具体系统进行数量分析和决策的方法组合[②]。由此可知，系统方法的基本原理，同样也是系统分析应当遵循的基本原理。

1 整体性原理

这是系统方法的最基本的原理。所谓整体性原理，就是把对象作为各个组成部分构成的有机整体，从研究整体的构成及其发展中发现系统的规律性。整体性原理揭示了系统的一个显著特点：系统的整体功能不等于它的组成部分孤立状态时的功能之总和；系统的整体功能可大于、也可等于或小于部分之和。这是由系统内部各要素间的辩证关系决定的。

整体性原理，正是要着眼于系统的整体功能，从系统整体的辩证关系，即整体与部分、部分与部分、系统与环境等的相互联系及相互作用的方式中，具体分析系统功能的新特点，从而揭示系统整体联系的统一性和规定性。

整体性原理，是我们研究任何系统（包括复杂的化学教学系统这类人工系统）时应当把握的、进行系统分析的出发点。

2 动态性原理

任何系统都不是静止的，而是动态的。对于化学教学系统来说，这种动态性表现于人的要素与媒体要素之间、人的要素（教师与学生、学生与学生）之间，以及这些要素与教学环境之间的多向、多层次的交互作用。因此，基于动态性原理，我们不仅要研究各种系统发展变化的方向和趋势，以及系统运作的速度和方式，而且要研究和探索系统发展变化的动力和规律。可以说，动态的方法不仅要研究系统的现状，还要预测其发展变化，方能显示系统过程发展的方向性。

3 有序性原理

这是系统本质属性的一种反映。系统的各要素之间的相互联系，以及系统与环境之间的相互作用等，都是有序的；有序性原理正是对系统的有序结合这种本质属性的表征。我们运用这一原理去探索化学教学系统在教育（教学）目标的引导下，师生之间、师生与教学媒体之间构成的稳定的联系，及这种联系的有序性，对于提高化学教学质量具有重要意义。

---

① ［美］R.M.克朗著，陈东威译：系统分析和政策科学，商务印书馆 1985 年版，第 23 页。

② 陈依元等：教育学文集·教育研究方法，人民教育出版社 1988 年版，第 482—484 页。

二 系统分析的基本方法

在进行系统分析时，要注意从对象（系统）的要素、结构功能、发展过程进行多方面的分析，因此包括层次分析、结构分析、功能分析、要素分析和历史分析方法等[1]。

1 系统模拟方法

用系统模型代替真实系统进行模拟（模仿）实验的方法。这种方法是把研究对象作为整体，设计出系统模型来代替真实系统，通过对系统模型的研究来掌握真实系统的本质和规律。

系统模拟方法的实施步骤，一般是先从整体出发进行系统综合，形成可能的系统方案；再进行系统分析，分析系统的各要素及其相互关系，建立模型；然后，进行系统选择（最优化），重新综合成整体。

系统模拟方法使系统方法不仅能进行定性研究，而且能进行 定量研究。从模拟的侧重方面的不同，系统模拟方法又可以划分为：物理模拟、数学模拟、结构模拟、功能模拟等[1]。

物理模拟是以物理过程相似或生理过程、病理过程相似为基础的模拟，如水电站、火箭设计及用动物做病理模型实验等。

数学模拟如理想气体状态方程对气体状态的模拟，是以模型与客观事物（原型）之间数学方程式上的相似为基础的模拟。

结构模拟如仿生学研究中电子鼻、电子蛙眼的研制就是建立在模型与原型结构相似的基础上的模拟。

功能模拟中最突出的实例是人工智能（人脑智能）的模拟，这是以功能和行为相似为基础的、用模型去模仿原型的功能和行为的方法。

2 黑箱方法

所谓“黑箱”（Ｂｌａｃ是指系统的内部构造和机理还不清楚，但可以通过外部观测和试验去认识它的功能和特性。黑箱方法就是不打开黑箱，而通过外部观测和试验，利用模型进行系统分析，通过信息的输入和输出来研究系统的功能和特性，探索其构造和机理的一种科学方法。著名的卢瑟福ａ散射实验，其实质是黑箱方法在原子结构理论研究中的运用；我国的中医诊病，通过看、闻、问、切等外部观测来取得症状变量系统，基本上不干扰人体本身的生理病理活动。黑箱方法“从综合的角度为人们提供了一条认识事物的重要途径。尤其对某些内部结构比较复杂的系统，对至今为止人们的力量尚不能分解的系统，对在分解系统的过程中会严重干扰本身结构的系统，黑箱理论提供的研究方法是特别有效的”[2]。

3 最优化方法

系统中的最优化是指从系统的多种可能的途径中选择最佳方案，使系统处于最佳状态，并取得最佳效果。前苏联教育学家巴 班斯基教学过程最优化的理论[1]，是运用最优化方法研究教学系统的一个范例。

通过以上简略的讨论，可以得出几点方法论的原则。在对研究对象进行

---

[1] 陈依元等：教育学文集·教育研究方法，人民教育出版社 1988 年版，第 482—484 页。

[1] 刘蔚华主编：方法论辞典，广西人民出版社 1988 年版，第 83—86 页。

[2] 华国凡、金观涛：中医：科学史上的一个奇迹，自然辩证法通讯，1979 年第 2 期。

[1] ［苏］巴班斯基著，张定璋等译：教学过程最优化——一般教学论方面，人民教育出版社 1984 年版，第 269 页。

系统分析时，首先应把握整体最优原则，即必须从整体性原理出发，协调整体与要素（部分）的关系，务必使局部效应服从整体效应，以确保系统整体效应最优。其次，要实施多级优化原则，即把优化思想贯彻到系统分析的全过程，这是实现整体优化的重要保证。第三，应掌握相对优化原则，即只能从获取功能效果最好这一结果着眼，选择一个比较合理的方案。正如巴班斯基所指出的："最优化的方法论认为，在研究教学论的一切基本范畴（教学的规律、原则、形式、方法和型式）时应探讨它们之间比较重要的本质联系。"[②]"将最优化思想贯彻到教师活动的一切领域中去，这可能成为在进一步加强教育学的辩证性的道路上跨出的有益的一步。"[③]

[②] ［苏］巴班斯基著，张定璋等译：教学过程最优化——一般教学论方面，人民教育出版社 1984 年版，第 269 页。

[③] ［苏］巴班斯基著，张定璋等译：教学过程最优化——一般教学论方面，人民教育出版社 1984 年版，第 271 页。

第二节　化学教学系统的构成要素

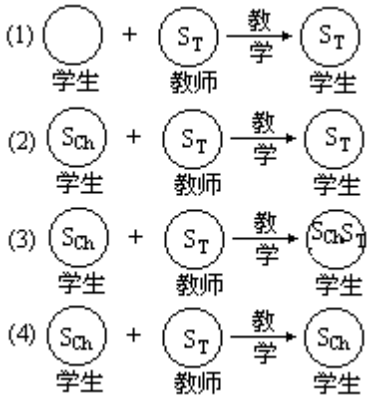
化学教学系统是由多种要素构成的复杂组合。从主客体关系来划分，主要构成要素是化学教师、学生与教学媒体；从时间流程的维度来划分，主要构成要素是化学教学目的、化学教学内容、化学教学方式与化学教学结果。

一 化学教师与学生

化学教师和学生均为化学教学系统中的人员要素，是控制和 制约化学教学系统运行的主导因素。

众所周知，化学教学作为一种教学认识活动，离开化学教师的教授与学生的学习，这种具有学科特征的、师生双方共同参与的交互作用将不复存在。从这个意义上讲，对于化学教学系统而言，化学教师与学生在使这种教学认识系统具有特定的结构与能动、主动的功能，形成新质的整体特性起着决定性的作用。可以说，自从化学专家在学校中对学生进行教授工作开始，不论现代化学教学媒体的有无，化学教学系统就基于化学教师（化学专家或化学教育专家）和学生的相互联系、相互作用，系统质的显现乃得以保证。

任何事物都可以看成是系统与要素辩证统一的整体。事物的质可以分为自然质、功能质和系统质。化学教学系统，从其自然构成来看，主要是化学教师、学生与化学教学媒体等要素；处于这一系统中，诸要素相互联系、相互作用达到有序结合而表现出来的认识功能，表征了这一系统不同于人类一般认识过程的特殊功能；从化学教学系统内部结构来考察其特性、特征，方有可能从系统质去把握系统本身的运行规律。国内化学教学论著作已对化学教学系统的运行机制作过论述，并给出过化学教师与学生、师生与化学信息之间的关系图[①]。如果仅以化学概念教学为例，可以借助右图来进行讨论。



图式中的（1）（2）表示集中式的教学系统，化学教师在这种系统中居于统治地位，学生在具备［如（2）所示］或 不具备［如（1）所示］相应的认知结构的情况下，从教师那里接受关于概念的阐释，从而实现从已知到未知，或从不知到知的。这种过程，学生是按照教师的构想来建构自己的概念框架。可以说，这种学习属于机械式接受学习。图式中的（3）（4）表示分散式的教学系统，在这种系统中，学生居于统治地位，学生从化学教师那里获取信息。在（3）中，学生将教师对概念的阐释纳入自己的认知结构中，但是还没有来得及进行同化，仍停留在储存阶段；在（4）中，由于学生已有的认知结构的稳定

---

① 刘知新主编：化学教学论，高等教育出版社 1990 年版，第 141—142 页。

性过于强固，或者由于学生囿于思维定势及教师对概念的阐释缺乏说服力和感染性，致使师生之间的相互作用也未进入优化、高效的状态。我们认为，较为理想的状态，应为

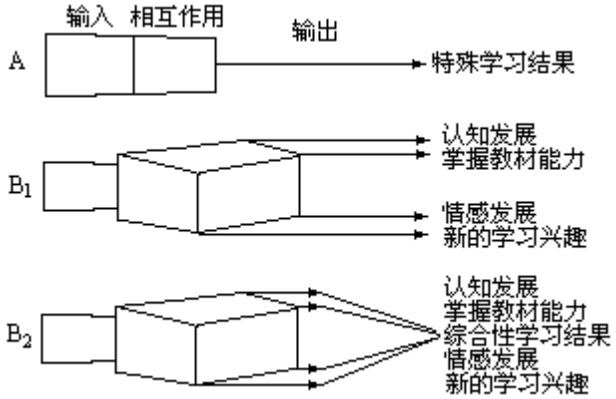
（4）中箭号（师生交互作用）右侧转化成 Sch，即学生的认知结构（内化了的知识结构）既不同于学生原有的状态，也不等同于教师“授予”的原型，而是经过学生思维重新建构的认知结构。应当指出，优化教学应促成学生的学习在理解的基础上，实现新旧知识的同化，在头脑中建构新的网络结构。

二 化学教学媒体

化学教学媒体是化学教学系统中的物质要素，是信息的载体或信息传输的通道。

我们这里讲的“化学教学媒体”，主要包括：化学教材（文字教材和声像教材）、化学教具（模型、标本和图表等）、化学实验设施和电教设施等。

应当指出，上述“软件”和“硬件”并不是被动的、处于被驱使地位的要素。这些要素作为现代化学教学系统中不可或缺的部分，不论从体现化学教学思想及落实化学教学目的（目标）来看，还是从这些要素在化学教学系统运行中激励学生的动机和引导学生发展智力、培养能力来考察，都与化学教师的主导作用相协同，发挥着重要的、有效的主动作用。 为了形象地讨论上述结论，可以借助下图来说明[①]。



化学教学系统从信息传输的观点考察，同样也包含：内容输入、相互作用和经验输出这样三个组成部分。

内容输入，是指根据化学教学系统本身的教学目标、借助于各种化学教学媒体，化学教师针对学生的实际，从认知、动作技能和情感等领域，对学生进行的化学信息输入。这一阶段，可以看作主要是化学教师运用化学教学媒体，对学生展开的主导活动过程。由于这一特点，故图式中用平面形来表征。

相互作用，意即师生以化学教学媒体为媒介而展开的多层次的交互作用。从化学教学系统的结构特征来考察，有以教师为中心的集中式的教学方式（相互作用），如图式中的 A，有以学生为中心的分散式（或个性化）的教学方式（相互作用），如图式中的 B_1，B_2，还会有处于 A，B之间的教学方式（相互作用）。也就是说，师生间、学生与学生间，以及师生分别与化学教学媒体之间的相 互作用，不仅在程度（力度）上有高低之分，而且在学生将化学信息

---

① ［加］江绍伦著，邵瑞珍等译：课堂教育心理学，江西教育出版社 1985 年版，第 47—52 页。

内化的深度上也有深浅之别。图式中的输出部分文字表述已揭示了这一点。

经验输出，或者称为学生的学习，标志着经过“相互作用”在学生心智上形成（建构）的构造体。从图式中可以明晰地看出：A与 B_1，B_2显然不同；B_1虽较 A为优，却又不及 B_2。这样，从整体性原理、动态性原理和有序性原理在化学教学系统中的运行效应看，是不言自明的。

应当指出，上面的图式仅仅表征了系统的元分析[①]，并未包括系统分析的全部内容，如上面的图式缺少信息反馈这一不断强化信息传输流程的能动环节，致使原因和结果的不断相互作用得不到发挥，必然会大大影响化学教学系统整体功能的发挥。显然，为了简化讨论的需要，暂时舍弃某些环节并无不可。

三 时空要素

化学教学系统与其他教学系统一样，总是在特定的时间、空间条件下运作，以完成特定的教学任务、达到预期的教学目标。从这个意义上讲，化学教学系统是在学校这样的特定空间里，化学教师教授与学生学习（借助于化学教学媒体）的时间流程。

从空间要素来看，要准确把握其特殊性和局限性。所谓特殊性，即以简约化的形式对一定年龄的青少年进行有计划、有目的的培养教育，这种教育（教学）形式较家庭教育和社会教育更为集中，从某种意义上讲，更为有效。所谓局限性，是指因在有限的空间里，学生接触的对象、认知的事物总离不开规定的范围，尤其是在单一课程模式的限定下，学生接受的教育往往偏重于理性认识、间接知识的范畴，容易形成主要是认知性的学习。因此，在化学教学系统运行过程中，要采取空间上的互补措施，如走向社会、让学生从事社会实践活动，或安排课堂外的活动，以克服常规教学在空间上（当然相应地从内容上）的局限性。

时间要素是维持化学教学系统作为一个连续运行的、最根本的形式之一，也是最具有活力的要素。从宏观上讲，学生学习或化学教师教授有学年、学期、单元、课时之分；从微观上讲，师生间或师生与化学教学媒体之间的相互作用，无时无刻不在时间流程中消长（涨落）。学生的用脑卫生，教师对教学活动的组织，总要服从于教学规律本身的要求，使学习与教授、保持与强化等活动在特定的时间内合理运作。教学实践证明，那种平时赶进度，留出时间强化复习的做法，是不符合学习规律的。

认知心理学的实验表明[①]：一般的保持能力不可能由于训练而增进，练习记住一种材料在学习任何其他材料中并没有什么作用；记忆的好坏更取决于对某一事物的理解，取决于已有的知识结构、个人经验；有关的知识、经验愈丰富，知识结构愈完善，对事物的理解愈深刻，与这一事物相关的记忆也就愈牢固。遗忘更主要的是因为缺乏提取的线索。提高记忆效果的关键是对记忆材料进行精细加工，对材料进行重新编码组织；记忆效果不仅取决于编码加工的深度，也取决于编码加工与提取之间的相互作用。

由此可知，把学习活动看作时间的简单函数，依靠短促突击、反复练习，形成重复识记、死记硬背，必定增加学生的学习负担，降低学习的兴趣和主

---

① 这是系统分析的基元水平，即对系统分析本身的分析。

① 曹南燕：认知学习理论，河南教育出版社 1991 年版，第 156—163 页、第 197—212 页。

动性，事倍而功半。应运用记忆规律，从提高化学课堂教学 (重在经常)的记忆效果，使学生理解所学内容并把它系统化，在此基础上，再有效地组织复习或练习，重视并落实学生记忆品质的培养。这里讲的“ 有效 ”，指的是复习或练习要适量，过多过少，效果都不好；要坚持及时复 习或练习，勿使之完全遗忘；复 习或练习的方式要多样，即进行变式练习，且给学生以指导。记忆品质一般是指记忆的敏捷性、保存的持久性、记忆的精确性和记忆的准备性等[②]。

[②] 章志光主编：心理学，人民教育出版社 1984 年版，第 165—166 页。

第三节　化学教学系统的功能

化学教学系统一旦构成，就具备了它特有的功能。这是因为系统内部各要素相互联系和作用，建构为统一整体，形成其特有的结构。这一系统与外部环境相互联系和作用过程的秩序及能力，就表现为系统的功能。

一般说来，化学教学系统的功能主要表现在如下几方面。

一 信息接收

化学信息[①]是化学教学系统运行的基础。可以说，化学教学系统运行过程就是化学信息获取、加工和使用的过程。

从信息传输的观点考察，信息接收是化学教学系统运行的启动环节。信息接受的能量或水平及其效果如何，对于化学教师、学生与化学教学媒体相互作用的程度及效果影响深刻。换句话说，化学信息获取的优劣主要取决于信息接受的水平和效果。譬如，在初中化学教学中，教师引导学生学习（接受）“铁丝在氧气里燃烧”这一新知识，假若不采取措施以突出铁与其他物质的差异性，而仅仅让学生在已有的知识经验基础从“量”上增添信息，即仅仅平铺直叙地演示实验现象，可以断定，这样做的效果肯定是欠佳的。从信息传输原理来分析，获取或接收信息是努力消除或减少对事物了解的不定性，即改变原来的知识状态，从而获得新的知识。对于化学教学系统而言，这是化学教学信息对学生作出的初始结果。而化学教学信息不仅包括知识信息，还包括教学状态信息和教学环境信息[②]。正如上述实例谈到的“铁跟氧气发生反 应”是知识信息的表现。在教学时，如果仅仅引导学生接收这一知识信息，却忽略了师生双方在这一演示实验过程中的交互作用，特别是情感、意向以及活动能力状态等教学状态信息的传输，再不重视实验条件、教学设备等教学环境信息的接收，给学生大脑中留下的痕迹和印记是不完整的，从而难以达到整体优化。

信息接收是学生作为学习主体对于化学信息的感知阶段；对于化学教师来说，则是运用专业知识和技能对施教的化学教材、学生的情况进行融会接收，再进行传输的过程。应当说，信息接收的主体是学生，即学生是信息的接收者，是具有主观能动性的人，学生的主观因素对同一信息的影响和制约不同，故而信息的作用和价值表征在学生身上也就不同；信息接收的主导作用来自于化学教师，教师作为有创造性、能动的主要信息源，他对信息的产生、内容和传输、加工及处理起着组织与领导作用，而且能做到消除干扰，保证化学教学信息的正确性和有效性。

在化学教学中经常传送信息的路径或通道，主要是言语、文字、手势、表情及形体动作等。这是抛开其内容，仅仅就形式而言的。

二 信息转化

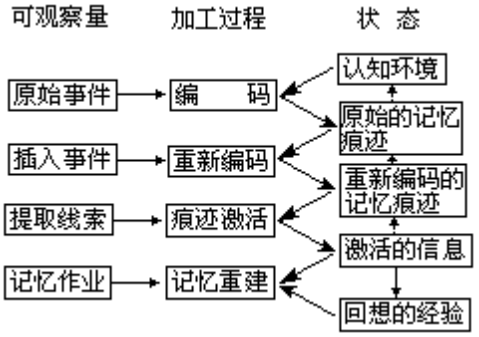
信息转化是与信息接收而同步展开的传输过程。从信息论的观点看，这是信息接受器将获取的信息编码进行存贮的过程。对于学生在化学教师指导

[①] 关于信息的本质，学术界尚无定论。我们借助信息论的基本观点，将化学信息看做具有新内容、新意义的化学数据、情报、消息和知识的总称。

[②] 吴也显主编：教学论新编，教育科学出版杜 1991 年版，第 12O 页。

下的认识过程来说，这是一个极其复杂的过程，可以大体上区别为在信息获取的基础上进行传递、加工、存贮的过程。

我们知道，学生的知觉与人们的知觉相似，总是集中注意少数重要的刺激或刺激的重要方面（信息给出的信号），而排除次要的刺激干扰，这是信息接收阶段的一种特征。学生一旦接收了这些信号，随即进行信息转化，将获取的有效信息内化为智力动作（实现存贮），以备需要时提取、使用，外化为外部的实际动作（转化）。对于这一复杂过程，有的学者曾提出过一个普遍抽象加工系 统[①]，较形象地表征了信息接收、转化过程，该系统的图示如下。



三 定向控制

化学教学系统作为一种有计划、有目的的复杂的信息运动过程，怎样做到使系统朝向预定目标（有序的方向）发展，或者根据学习需要进行激疑问难，使学生接收信息向着无序的方向运动，随后再收拢为有序，这就需要依赖于定向控制。

使学生于迷惘中解疑，豁然开朗，或促使他们对重要结论（信息）于无疑处生疑，这是教学的艺术，也是化学教师引导学生实现定向控制，以保证从量和质两方面对信息进行感知、检测、识别、传输、存贮等的教学论要求。

定向控制是调节化学教学信息的运动过程及其力度的重要杠杆。从表面上看，似乎主动权在化学教师一方。实质上，应当创造条件尽早、尽快地让学生掌握定向控制的主动权。目标教学和掌握学习就是这类教学的实例。有的学校实验的教学过程最优化提出的把学习的主动性交给学生有三个统一实现，即把学习的主 动权交给学生，教师的主导作用与学生的主动性发挥在课堂教学中统一实现；注意持续学习兴趣的培养，使激发学生的学习兴趣，提高学习信心与严格训练、严格要求在课堂教学中统一实现；用全面的质量观统率教学，加强双基、培养能力、严肃学风和指导学习方法在课堂教学中统一实现[①]。这些教学论原理也突出了定向控制的精神。教学实践证明，这样实施的效果是有利于大面积提高化学教学质量的。

四 动力支配

学习过程从本质上讲，是学习者获得经验的过程，是学习者的认知结构发生变化的过程[②]，也可以说，学习过程是学习者对意义的获得和运用改造的

[①] 曹南燕：认知学习理论，河南教育出版社 1991 年版，第 196 页。

[①] 天津市一中化学组：中学化学教学过程的最优化初探，化学教学，1984 年第 3 期。

[②] 认知结构是指人的认识活动赖以形成的心理结构，是递进的、多层次的，由低级向高级发展的一种复杂结构。有的认知心理学者认为，认知结构是学科知识的实质内容或知识结构在学习者头脑中配置的结果。

能动过程。而教学过程则是师生双方的动力增益、互补的一种动态过程。我们认为，在这种过程中，教师的工作动机对于诱发、引导、强化和发展学生的学习动机起着启迪发聩的主导作用。教师通过教学组织活动，将自己的动机转化为学生持续学习的动机，这是教学系统中动力支配的要义所在。

这里讲的支配，不是指令性的、机械式的控制或调节，应当是师生相互信任、理解基础上的耦合、协同，自主、自动的调控。要达到这样的境界，至少应当具备以下条件：（1）教师要真正理解教育的总目标和教学目的，使自己的教育教学活动始终处于目标明确、方向正确、状态良好的态势下，以自己的言行（工作动机外化的表现）来影响、引导、教诲学生。（2）教师要懂得学生的需要，从利于学生的身心发展出发，组织、实施教与学的各项活动。（3）在教师的培养教育下，学生能够积极主动地按照教育目标的要求调整自己的学习认识活动，并及时对教学活动做出反馈。（4）师生双方应进行多层次的相互作用，除去物质领域内的以外，大多数教学场合内，主要是非物质的、精神的和观念的[1]。

要重视动机取决于思维和动机的水平有两个决定因素——对达到目的可能性的期望及对于目的的评价这一研究结论[2]对于动力支配的影响。应当明确，对于认知和情感学习而言，动机状态取决于学习者对自身及其周围世界的理解。应以此为核心来调控（支配）教学系统的各类认识活动。

五 诊断反馈

诊断反馈是促进学习、排除教与学的障碍，改进和强化教学活动的一种策略或操作。它对于教学系统起着调节和保证作用。对学生的学习行为具有动员和强化功能；对教师的教授活动具有提供诊断信息、促使他们查明全面情况，及正确地把握施教方向的功能。

诊断反馈中的诊断包含师生双方的操作行为，不仅要辨认教与学中的不足和问题，以便即时采取有效的举措，进行矫正教学，而且尤应重视识别学生的各种优点和特殊的才能禀赋，以利于因材施教，发展学生的特长。反馈是与诊断紧密相连的一种操作。从学生的学习活动来看，反馈能给学生的学习和行为以很大的影响。仅从认知领域来说，反馈能提供认知信息，可以使学生进一步明确意义，发展联想，改正错误和澄清误解，激发他们积极主动地思辨。这就是通常所说的激励作用。从教师的教授活动来看，教师可以有计划、有针对性地剖析学生的反馈信息（诊断后的信息或非寻常意义下的诊断信息），从而采取言语反馈或非言语反馈，以保证维持教学这一动态系统的正常、有效的运行。

化学教学诊断，从分析教材的重点、难点和疑点，研究学生思维的最佳轨迹来考察，主要包括：教学重点诊断、集中缺陷诊断和动态提示诊断等[1]。化学教学诊断的形式多种多样，只要具有其相应的有效性，均不失为可信的诊断形式。当前化学教学中经常采用的提问、书面练习、平时测验等形式，均具有一定的诊断作用，但也均有其局限性。采用较为稳定的测量工具，即

---

[1] 北京师范大学教育系《教学认识论》编写组编：教学认识论，北京燕山出版社 1988 年版，第 71 页。

[2] ［美］P.霍斯顿著，孟继群、侯积良等译：动机心理学，辽宁人民出版社 1990 年版，第 214—215 页。

[1] 王祖浩：化学教学诊断的理论与方法，化学教育，1992 年第 3 期。

在特定的教学场合施用经过科学编制的诊断性测验[②],则是化学教学诊断的一种最有效的形式。

当然，任何教学诊断，均需及时做出双向反馈，以达到这样的目的：既使学生明确自己学习的状况，长善救失，以积极寻求自我“解救”的途径，趋于学会学习的最佳状态；又促使教师分析原因，有指向地进行强化和补偿，以便有效地发挥诊断反馈的调节和保证功能，促使学生在知识、技能、方法、态度及思维水平方面得到全面发展。

总之，在化学教学中，师生双方均应本着全面实现教育教学目的的精神，从化学教学系统的特征出发，积极主动地交互作用、契合运作，力争达到最优化的境界。

[②] 严格的诊断性测验是一种特殊的教学测验，是以诊断学生普遍存在的知识或技能缺陷，并判断其程度，揭示其原因为目的的。这方面的实施经验尚需不断完善。

第三章　化学教学系统的综合评测

化学教学系统由众多的要素组成，在运作过程中如何调控其行为成为教学优化的重要一环。调控，离不开评价，而以往的教学评价多以学生的学业成绩作为唯一信息源，以此为依据，采用“由果及因”的简单方法分析教学工作，推求评判结论，不免将评测引入歧途。系统观认为，系统是一个具有一定结构层次的体系，其内部要素只有通过结构才能成为有机整体。把教学过程看成一个系统，所形成的实质上是由多单元、多层次在时间和空间上严格有序地组织起来的一种动态的、高能动性的整体结构。由此，可以引申出一条思路：通过对教学系统各层次、各要素及相互关系的考察，过渡到总体评价；通过协调各层次要素之间的相互关系，以实现教学的最优化。

第一节　综合评测的基本原则

化学教学系统的综合评测是一项科学性很强的实践工作，它有赖于方法论的正确指导，必须有一定的规范去衡量工作的优劣，因而在认识上理解以下原则是必要的。

一 全面性原则

系统方法首先考虑事物的总规律、总效应，然后再考虑各子系统的相互关系，有人形象地用“先见森林，后见树木”或“由总而细，由上而下”来概括这种思考方式[①]，即将所研究的事物、现象和过程视为一整体，将其置于系统的形式中考察，根据整体目标要求，逐级“解体”系统，进而由各级子系统（或称要素）的结构功能，综合获得对整体对象的认识。综合评测所运用的正是上述思想。因此，全面性首先要求对影响系统总体目标 X的各级要素 x_1，x_2，…，x_n作全面、细致的考察，最终构成较为完备的要素集 $X=\{x_1, x_2, \cdots, x_n\}$。对教学系统而言，情况更为复杂，不仅有教师、学生、大纲、目标、教材、内容、教法等多级子系统，而且不少与“人”直接相关，使得系统评测变得十分艰难。此时，只有在全面考察的基础上，对所列因素进行反复比较，找出最能体现教学系统真实特性的一系列不容忽视的重要因素，方能保证评测的科学性。其次，在建立评测指标体系、设计评测方案和实施评测过程中，必须广泛征求各方人士的意见，吸取各类信息，使综合评测结果符合实际。

值得指出的是，全面性原则是相对于片面处理问题而言的，并不强求“事无巨细”一起上，也不排除对复杂教学系统进行的合理简化。事实上，突出一些控制要素（主变量），弱化甚至隐去一些 次要因素，并赋予相应的权值，正是全面性原则的体现。

二 客观性原则

保证评测结果最大限度地接近被评教学系统的实际运行情况和综合效果，指出肯定或有待改进的具体内容，是实施评测的主要目的，因而在整个评测过程中都应自始至终地贯彻客观性原则。尊重客观事实，切忌以个人的主观倾向或少数人的意见作为定性的结论；评测的标准和权重一旦确立，则不得随意更改，无论采用什么方法处理被测系统的信息，都应制订容易把握的评定标准和切实可行的操作步骤；运用模糊数学评测模型时，一般采用多级估量的问卷形式定性评判，其中很好、好、较好、一般、较差、差、很差各级的评定并非完全“模糊”行事，也是有一定标准的，否则评价难以达到相对的准确性，综合评判公式 $B=\bigcirc AR$中的算子必须结合评测对象的实际谨慎选用。

三 可操作性原则

可操作性是评测过程得以顺利实现的必要条件，其涵义是多方面的，总的要求是指评测的内容设计与组织程序必须切实可行。具体表现在：评测的内容必须符合化学教学实践，过分抽象的指标难以测量，应予分解。不同层

[①] 刘云亮等编著：科学认识论与方法论，清华大学出版社 1987 年版，第 394 页。

次的评测在内容和方法上有所区别，如课时教学系统侧重考察教师课时内容的具体落实和学生认知目标的具体形成情况，对教师教学技能的定性评测和课堂教学效率（教学时间、教学任务、形成性测验等）的定量评测是必不可少的，且其有即时性；而学期教学系统的评测历时较长，许多指标难以准确量化，常采用统计检验、综合分析、模糊评测等多种方法。评测的组织程序力求简单有序，一般由各子系统的专项评测入手逐级过渡到系统的综合评测；通过对系统综合评测结果的比较分析，不难从总目标开始“回溯”到各子系统，根据专项评测提供的数据及其他信息，求得影响系统质量的某些局部因素，并由此制定针对性的优化决策。

教学评测是一项系统工程，除上面详细讨论的三条原则外，还有许多具体的要求，如实践指导原则、标准一致原则、定性与定量结合原则、静态评测与动态评测结合原则等等，限于篇幅，不再进一步讨论。值得指出的是，不同的原则和要求侧重于评测的某一方面而言，在实践中既要做到准确完备，又要简易可行，有时往往难以统一。在具体操作时，宜抓住主要矛盾，同时协调、兼容和灵活运用各项原则。

第二节　综合评测的基本标准

如何衡量被测教学系统的行为和效果的优劣，这涉及到评测的基本标准。根据尤·克·巴班斯基的最优化教学理论，效果、质量水平和时间、精力花费双重标准是必不可少的[1]。鉴于综合评测对教学过程的实际考察，我们提出教学行为标准，以此形成化学教学系统评测的三项基本标准。

一 教学效果标准

包含多方面的内容，主要有：化学知识掌握的数量和质量标准，化学技能的熟练操作和准确运用标准，以及以思维能力为核心的学生能力发展标准等等。

二 教学时间标准

为完成一定的教学任务，取得一定的教学效果，师生必须追求尽可能少的必要时间和耗费最少的必要精力。这里提到的时间和精力，必须考虑教师的课外辅导、准备教学材料和学生的课外作业量等等。

三 教学行为标准

为完成化学教学任务，师生双方应具备的素质、技能和手段，包括表达、书写、实验等基本素质和理解教材、选择教法等基本技能，学生的认知行为和学习方法等等。

围绕上述标准具体展开，即可形成评测的指标体系，其要求如下：

（1）指标的内容必须体现化学教学系统的主要特征。指标既然是评测目标的具体化、行为化和操作化，无疑必须反映出教学系统的有关特征，如化学教学目标的特征、化学教学内容的特征、化学教师素质的特征、化学教学方法的特征、化学问题思维的特征、化学学习方法的特征等等。

《化学教学论》一书中作者列出七项指标评测化学教学系统的质量，它们是：教学目的和教学目标，学生参与教学的情况，教师对学生的培养，教学内容，教学方法，教学组织和管理，教学语言、教态和仪表。上述指标与课时教学系统的功能基本一致。为便于测量，每项指标又分出若干具体的细目以作说明。[1]

广东省教科所在大范围问卷基础上得出教师授课系统的质量评测指标，共八项：重视学生能力培养，教学内容重难点突出，教学方法生动有效，教学目的切合实际，注重概念原理教学，重视系统知识传授，口头表达顺畅简洁，热情帮助学生进步。与此对应的学生学习系统的质量评测指标是：自学能力强，掌握知识全面系统，思维积极活跃，运用知识正确灵活，学习主动独立思考，理解概念深刻完整，求知兴趣广泛多样，作业灵巧有创造。两者分别体现了教和学的特征[2]。

（2）指标内容的表述必须明确，力求采用操作化的语言给予界定，以便通过实际观察等手段加以直接测量。例如，口头表达顺畅简洁所反映的简练准

---

[1] 王秉腾等编著：优化教学的理论与实践，北京师范大学出版社 1992 年版，第 19—23 页。

[1] 刘知新主编：化学教学论，高等教育出版社 1990 年版，第 169—170 页。

[2] 张铁明著：教学信息论，江苏教育出版社 1990 年版，第 119—120 页。

确、顺畅有节奏在评测过程中不难把握，而与心理活动有关的一系列因素虽能指标化，但缺乏直观可测性。为解决这一困难，常将难测指标分解，从而化为若干可测的指标并间接地反映难测指标。例如，我们曾将教学态度分解成责任心和情感两项，责任心又通过备课、辅导、批改作业三项操作性强的指标予以间接测量[①]。为简捷起见，指标的叙述更多地采用未加肯定或否定的中性语言，其内涵一般另作说明。（3）多级指标形成指标系统，同一层次的指标必须互相独立，即不允许存在任何包含与被包含的关系，相互不重叠，不能从某一项导出另一项。例如，将知识、能力、智力、技能归属于同一层次，则出现明显的包含关系或交叉（部分重合）关系。一般认为，智力属于能力范畴，而技能有动作技能和心智技能两类，心智技能与智力紧密联系在一起[②]；对知识和技能而言，如未对其内涵分别给出严格的限定，则化学教学中的一类技能性知识（如化学计算技能）究竟属于知识还是技能，不免出现争议。假如等权对待上述四项指标，事实上就增加了能力的权重，而智力指标无疑是多余的，它的存在对整个指标系统没有贡献，而且降低了评测的可行性和结果的客观性。指标的部分重合，导致该部分的权重重复计算，在操作时也极易引起混淆，甚至使评测工作无所适从。

在实际评测中，如何保证指标的尽可能独立，并不是一件容易的事。一方面要求选用涵义清晰的词句以体现指标内容，同时对某些可能因理解偏差无法把握其内涵的指标需给出必要的限制。如注重概念原理教学限于考察概念讲解是否准确、原理教学是否清晰、举例是否典型恰当；而重视系统知识传授着眼于教学环节是否连贯紧凑、前后知识是否整体联系、教学时间是否合理分配。显然，前者注重局部，后者重视整体，一旦给出上述限定，评测时就不难区分了。有时为避免指标之间的相互联系，适当减少指标个数以求独立。例如，我们曾设想通过教学态度、教师素质、 专业知识、待遇、身体状况、教学方法 6项并列的指标来反映教师质量，但从系统论中又获得重要启示：某种具体的教法难论其优劣，而体现在多种方法组合的功能上。根据不同的教学目标、教学内容和课型等特点，不同的教师可以充分发挥自身的优势（如表达、书写、实验操作等）顺利地完成教学过程，而不拘泥于某些固定程式[①]。换言之，教学方法与教师素质、教学态度之间有一定的联系。为此，最终未将教学方法列入指标体系，而是从教师素质、教学态度等指标上得以反映[②]。

（4）作为教学系统的测量目标，各级指标不仅要反映系统的特征，而且必须显示各个指标在指标体系中的重要程度，这就涉及到指标的权重问题。权重或称权数，是指对被测对象的不同品质进行权衡比较时的一种量上的区分判断，也是对被测对象所属的各种要素的影响程度作出的量化限定。在评价研究中，常常根据评测的系统、对象、目的、时间和角度，对不同的指标指派不同的比例系数，即构成权重，相同指标的权重也因系统不同而发生变化。

---

① 王祖浩、刘知新：系统方法在化学教学研究中的应用，北京师范大学学报（自然科学版），1987 年第 2 期增刊。

② 侯光文著：教育测量与教育评价，明天出版社 1991 年版，第 385 页。

① 王祖浩：关于学科教学最优化的若干问题，教育研究，1992 年第 1 期。

② 王祖浩、刘知新：系统方法在化学教学研究中的应用，北京师范大学学报（自然科学版），1987 年第 2 期增刊。

确定权数的过程称为加权，它是教学系统评测计量化的重要组成部分，其数值准确与否将直接影响评测结果的客观性和可比性。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求得。确定权重的方法有多种，一般是在指标体系建立之后进行分配或同时进行。

（1）经验加权。请具备相当经验的教学论专家、教研人员和教师根据自己的实践经验和理论水平，对不同的指标进行相对比较，并按其重要性程度分别赋予一定的数值，归一后即得权数集合。此法操作简单，但带有较大的主观随意性，一般慎用。

（2）集值统计。请若干经验丰富的专家对某一层次的 n 个指标（子因素）μ_1，μ_2，…，μ_n进行观察分析，在自认为重要的因素下打“√”。设 K 为总勾数，K_i为第 i 个因素μ_i所得的勾数，则第i个因素的权重$\alpha_i = \frac{K_i}{k}$，权数集合为

$$A = \{a_1, a_2, \cdots, a_n\} = \left\{\frac{K_1}{K}, \frac{K_2}{K}, \cdots, \frac{K_n}{K}\right\}$$ ①

（3）排序统计。将指标随意排列在表上，请有关人员按重要性程度进行投票，排出位次（等级）后用排序公式$a_i = \frac{\sum b_j n_{ij}}{N\sum b_j}$进行处理（其中$b_j$为排序等级，N 为专家人数，$n_{ij}$为对某一指标、某一排序等级的投票人数）。例如，请 24 名专家对教学质量这一系统目标进行评测，涉及的测量指标有 4 项，排序结果如下：②

排序等级（位次） 赞成票人数 评测指标	4（第一位）	3（第二位）	2（第二位）	1（第四位）	权重 a_i
教学态度	3	5	5	11	0.200
教学内容	4	5	8	7	0.225
教学方法	9	8	5	2	0.300
教学效果	8	6	6	4	0.275

（4）专家咨询。请有关专家和富有经验的教师在互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），汇总后求出其平均估计值$\overline{M}(w_i)$，并以此为标准考察每位专家的估计偏差Δ_{jq}，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，直至获得比较客观的权值。具体求法③如下：

$$\overline{M}(w_i) = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} w_{ji} \qquad \Delta_{ji} = w_{ji} - \overline{M}(w_i)$$

（j = 1，2，…，m 专家个数）（i = 1，2，…，n 指标个数）

---

① 彭先图等：科技管理中的综合评价方法，北京师范大学学报（自然科学版），1985 年第 3 期。

② 陈秀兰等：论教育评价中指标体系的建立，山东师范大学学报（自然科学版），1993 年第 3 期。

③ 孙瑞清等：数学教育实验与教育评价概论，北京师范大学出版社 1988 年版，第 138 页。

此外，权数确定的较好方法还有层次分析法[①②]、相关系数法[③]、模糊聚类法[④]等等，因其涉及较复杂的数学模型和操作步骤，本书不作进一步介绍，有兴趣的读者可参阅有关文献。

张铁明提供了一种同时确定评价指标和指标权重的统计方法，使评测过程更为简捷、可靠。具体步骤[⑤]如下：

第一步：根据所研究的教学系统特征列举出多项指标，设计一排列式问卷；

第二步：确定问卷对象（教师、学生、教学法专家、校长等）和范围，并在问卷上设项区分；

第三步：要求答卷者从中挑选出最能反映系统特征的同层次的 5项指标（限制数目以免答案离散），并按总权值 1 0给已选指标确立权重；

第四步：统计出全体答卷者确立的每项指标权重的总和并除以选中该项指标的总人数，得答卷者所确定的指标平均权重；

第五步：每一项指标被选人数除以答卷者总数，求得每一项指标被选定的概率，进而计算单项指标权重 =答卷者确定的平均权重 X 指标被选定的概率；

第六步：依权重多少排序，筛选出六—八项实际应用指标并将权重“归一化”，即

归一化权重 =单项指标权重÷被选的诸项指标权重之和。

第七步：给选定的指标赋予二—四条相应的内容。

值得指出的是，对复杂系统而言，通过分解往往形成多级评 测目标，这给指标体系的叙述带来了一定的困难。较好的解决方法是利用“系统树”结构予以反映，图 3— 1是一个通用模式，其中 a_i，a_{ij} 表示同级指标的权重。所谓“系统树”，是指将所研究的系统、各级子系统集中于“树根”、“树节”、“树叶”上的图形表示。图中最左端点 G_0为根指标，树的末梢端点为叶指标（如 G_1，G_3，G_4，G_{21}，G_{22}等），形成过渡环节的点为节指标（如 G_2）。对同一指标链（如 G_0— G_2— G_{22}）而言，易测程度从根（系统目标）、节（一级指标）、叶（单项指标）逐级加强，因而评测的方向往往从叶开始先综合到节，再逐级向左直至对根作出总体评价为止。

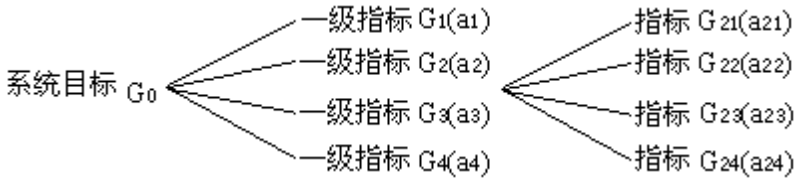


图 3-1 指标的“系统树”结构

借鉴上述思路，作者在广泛调查和集值统计基础上建立了与学期教学系统相对应的化学教学质量评测指标体系（见图 3— 2，）同级叶指标对节指标

---

① 倪正藩：层次分析法，上海教育科研，1987 年第 5 期。

② 李懿：应用层次分析法提高教学评估的科学性，北京教育学院学报，1994 年第 2 期。

③ 林路：确定质量评估中各因素权重的客观方法，邵阳师专学报（自然科学版），1991 年第 1 期。

④ 贺仲雄编：模糊教学及其应用，天津科技出版社 1983 年版，第 152 页。

⑤ 张铁明：教学工作质量数量化指标的研究及其启示，教育研究，1985 年第 4 期。

(或根指标)的贡献体现在权数分配上。统计表明，教师、学生影响教学质量的权数之比为 $\frac{41.28}{58.72}$，是否反映了“教为主导、学为主体”的关系，值得进一步研究。[1]

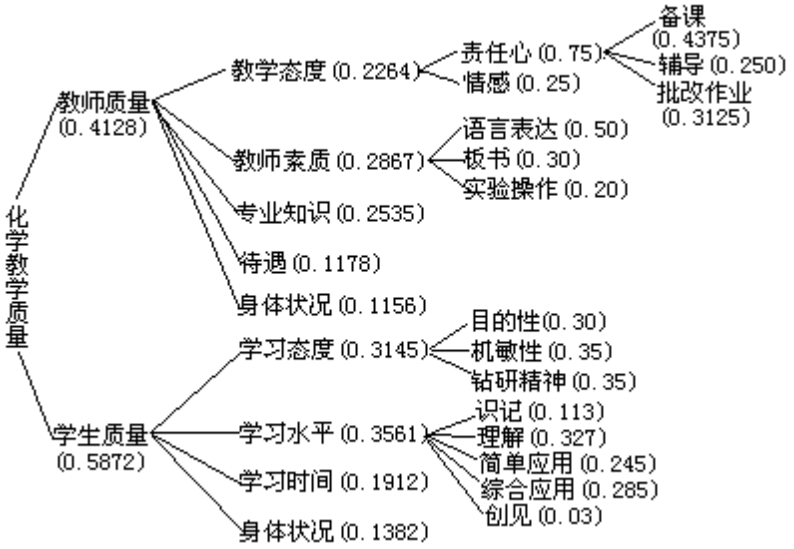


图 3-2　化学教学质量评测指标体系

[1] 王祖浩、刘知新：系统方法在化学教学研究中的应用，北京师范大学学报（自然科学版），1987 年第 2 期增刊。

第三节　综合评测的基本方法

评测方法是与评测过程密切联系的，它包括前期的理论设计、调查问卷、确定指标、计算权重和后期的对象选择、数据处理、结果分析等一系列环节的具体操作思路。

为简化论述，以下侧重讨论指标体系建立后常用的几类方法。

一 定性方法

指标体系建立后，定性考察仍不失为一种广泛应用的评测方法。例如，以评测教学过程为主时，常用教学观摩、特征分析、行为评判等手段，对照已有指标给出评语或等级；以评测教学效果为主时，常用提问、座谈、考试和目标到达度分析，特别是与学生学习水平相关的各项测验是不可少的；当涉及范围较广的评测对象时，常抽取典型样本进行研究，并将其结果推至总体。定性方法的常规操作大多是读者所熟悉的，本节中仅以行为评判为例做一分析，其余不再展开讨论。

师生是教学系统的主体，双方的行为直接影响教学质量的优劣。因此，掌握行为评判的技巧十分重要。首先，评判者必须了解被评对象的实际情况和评判指标的具体内涵，通过教学观摩等过程把握对象的行为表现，重点必须突出与指标关系密切的一系列特征行为；其次，对行为作出客观的分析和评判，合理地给出分值。在实际评测中，以下三种表式可供读者参考。

1 描述评等式

描述评等式是指直接运用文字描述某一指标不同等级的具体内容 (细则)，并给出相应分值的一种方式。描述时力求概念明晰，以便“对号入座”。表 3—1是运用描述评等式对化学课堂演示实验一项进行评判的实例。

表 3-1“化学课堂演示实验”的描述评等式

指　标	细　　则	分值
化学课堂演示实验	①装置合理，现象清楚，操作准确熟练，说服力强。	4
	②装置合理，现象清楚，操作不熟练，有说服力。	3
	③装置不合理，现象不明显，操作不熟练，说服力不强。	2
	④装置、操作有误，结果不合要求。	1

2 期望评等式

将某指标分解成若干子项，并列出一系列期望标准。请每位评判者按其达到标准的满意程度赋予分值。评判等级一般有四—五项，常用“非常满意”、“满意”、“尚可”、“不满意”或“优秀”、“良好”、“一般”、“较差”等等。表 3 -是对化学课堂教学手段一项给出的期望评等实例。

表 3-2 化学课堂教学手段的期望评等表式

等级 / 期望标准	4 非常满意	3 满意	2 尚可	1 不满意
充分利用演示实验		√		
恰当组合教学方法	√			
注意激发学生兴趣		√		
精心设计图表板书			√	

3 加权评等式

在表中列出被评指标的各项单项指标的权重，按实际情况给出等级分值，最后利用公式 $F_i = \sum_j b_j a_i$ 转化成评判分。其中 b_j 为等级分值，a_i 为单项指标的权重。表 3—3是对指标化学课堂教学内容所作的评判。

表 3－3 化学课堂教学内容的加权评等式

单项指标	等级分值（b_j）				权重（a_i）	得分（F_i）
	4	3	2	1		
符合教学大纲	√				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

二 定量方法

为提高综合评测的精度和可比性，已引入多种数学方法和评测模型。尽管对量化的过程及其结果的可靠性目前不乏争议，特别是教学系统涉及的主要对象是人，究竟采用什么样的量化方法与之更为相配，至今尚无定论。但作为一种处理离散信息和数据资料的手段，其结果仍然是价值判断的重要依据之一，因而在实践中研究和完善定量方法是十分必要的。

按综合评测逐级进行的系统思路，实用的量化方法有加权平均、模糊综合等等。

1 加权平均

设参加评判的有教师、学生、教学法专家三类人，其中某类的第 j 位评判者对指标 X所属的 n个同级子项给出评判，获得对应的等级分值 b_{ji}（$i = 1, 2, \cdots, n$；$j = 1, 2, \cdots, m$。）如 n个子项的权重为 a_i，则第 j 位评判者对指标X的评判分数为$\sum_{i=1}^{n} b_{ji} \cdot a_i$。将该类的m个评判者所评分数相加并除以人数，即得被测指标X的平均得分$\overline{F_x}$：

$$\overline{F_x} = \frac{\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} b_{ji} \cdot a_i}{m}$$

考虑上述三类人员意见的重要性程度，引入权重 w_1，w_2，w_3，则该指标的综合得分值为：

$$F_x = \overline{F_{x_1}} w_1 + \overline{F_{x_2}} w_2 + \overline{F_{x_3}} w_3$$
$$= \sum_{R=1}^{3} \overline{F_{x_R}} w_R$$

$\overline{F_{xR}}$为第R类人的平均得分。

如与 X同级的还有 Y、Z两个指标，X、Y、Z恰好又是被测系统的一级指标，设其权重分别为γ_1、γ_2、γ_3。按以上讨论的方法求得 F_y，F_x后，即可得到整个系统的综合评测值 $F_{总}$：

$$F_{总} = F_x\gamma_1 + F_y\gamma_2 + F_z\gamma_3$$

2 模糊综合

由于教学过程和教学现象的复杂性，形成了多层次、多因素的教学系统，其中的不少因素涉及人的行为和性态，往往不易准确界定，如教学方法的优劣、教学态度的好坏等均难用某一具体数字去描述。在行为评判时，不同的评判者不免按自身的价值观进行衡量，致使评判结果出现差异甚至截然相反。为此，运用模糊数学方法处理教学系统的模糊性，可以得到较为客观的定量结论。

模糊综合评测的一般步骤是：

（1）建立评测因素集 $U=\{u_1, u_2, \cdots u_n\}$，$u_i$可理解为某指标 U的同级子项。例如，教师素质 = {语言表达，板书，实验操作}。

（2）建立评语集 $V=\{v_1, v_2, \cdots, v_m\}$，评语的等级和内容根据需要确定，常见的有 5级或 7级评语。例如，V ={好，较好，一般，较差，差}。为便于参照评判，常常将评语、评定等级和多级估量得分的对应关系事先予以明确，见表 3-4。

表 3-4 评语、评定等级和多级估量的对应关系

评　语	完全肯定（很好）	很肯定（好）	多半肯定（较好）	既非肯定也不否定（一般）	多半否定（较差）	很否定（差）	完全否定（很差）
多级估量	10	8～9	6～7	5	3～4	1～2	0
评定等级	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

（3）建立评价矩阵 R。通用的方法是统计出每一评测因素分属于各个不同等级的百分数，也称每一评测因素在每一等级上的隶属度。如对第 i个因素求 m个等级上的隶属度，可得

$$R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \cdots, r_{im}) \quad 0 \le r_{ij} \le 1$$

则 U中的 n个因素评价构成总的评价矩阵 R：

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ M \\ R_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \gamma_{n1} & \gamma_{n2} & \cdots & \gamma_{nm} \end{bmatrix}$$

例如，有 50个人对某化学教师的素质进行评测，已知教师素质指标由 3个子项组成（见图 3-2），对第 1项“语言表达”有 12人认为“很好”（24%），23人认为“好”（46%），10人认为“较好”（20%），3人认为“一般”（6%），2人认为“较差”（4%），则该子项的评价结果可用 R_1表示：

R_1=（0.240.460.200.060.0400）

同样方法对后两项进行评定，即得评价矩阵

$$R=\begin{bmatrix}R_1\\R_2\\R_3\end{bmatrix}$$

（4）确定各因素的权重。U中的 n个评测因素对应的权重形成权重集 A，用 a_i表示第 i个子项的权重，则得：

$$A=(a_1,a_2,a_n)\qquad \sum_{i=1}^{n}a_i=1$$

例如，作者运用集值统计方法，得出教师素质的权重集为

A=（0.50　0.30　0.20）

（5）进行综合评测运算，求出综合评测结果 B：

$$B=AOR$$

$$=(a_1a_2\cdots a_n)O\begin{bmatrix}R_1\\R_2\\M\\R_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}r_{11}&r_{12}&\cdots&r_{1m}\\r_{21}&r_{22}&\cdots&r_{2m}\\\cdots&\cdots&\cdots&\cdots\\r_{n1}&r_{n2}&\cdots&r_{nm}\end{bmatrix}$$

$$=(b_1b_2\cdots b_m)$$

矩阵在进行模糊运算时涉及的广义算子有 M（·，∨）M（∧，∨），M（·，⊕）等多种，其中 M（·，∨）M（∧，∨）系主因素突出型，M（·，⊕）为加权平均型，具体操作如下：[①]

$$M(\cdot,\vee)：b_j=\bigvee_{i=1}^{n}a_ir_{ij}$$

$$=\max[a_ir_{1j},a_2r_{2j},\cdots,a_nr_{nj}]$$

$$M(\wedge,\vee)：b_j=\bigvee_{i=1}^{n}(a_i\wedge r_{ij})$$

$$=\max[\min(a_1,r_{1j}),\min(a_2,r_{2j}),\cdots,\min(a_n,r_{nj})]$$

$M(\cdot,\oplus)$：　$\alpha\oplus\beta=\min(1,\alpha+\beta)$，　已知$\sum_{i=1}^{n}a_i$

$r_{ij}\le1$，故$\sum_{i=1}^{n}a_ir_{ij}\le1$，则转化为普通矩阵乘法：

$$b_j=\min[1,\sum_{i=1}^{n}a_ir_{ij}]=\sum_{i=1}^{n}a_ir_{ij}$$

M（·，∨），M（∧，∨）计算简捷，但“取小”、“取大”后丢失的信息较多。考虑到教学系统诸因素均衡兼顾和整体指标优化的要求，以取 M（·，⊕）为宜。

当所研究的教学系统有多个不同的层次时，某个单因素往往是低一层次的多因素的综合。因此，多层次系统模糊评测的思路是：从最低层次开始，逐级综合，直至最终目标。

设 U中第 i个因素 u_i由 k个低一层次的子项构成，即 $u_i=\{u_{i1},u_{i2},\cdots,$

[①] 王光远：论综合评判几种数学模型的实质及应用，模糊数学，1984 年第 4 期。

$u_{i1}, u_{i2}, \cdots, u_{ik}$

u_i的 k个因素权重分配为 $A_i = (a_{i1}, a_{i2}, \cdots, a_{ik})$，在 m个等级上给出评价矩阵 R_{ik} 则低一级的综合为 $B_i = A_i \bigcirc R_{ik} = (b_{i1}, b_{i2}, \cdots, b_{im})$如将综合结果 B_i作为单因素 u_i的评价 R_i，则对 u的综合评测公式可写为

$$B = A \bigcirc R = A \bigcirc \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ M \\ B_n \end{bmatrix}$$

最后，对 B进行归一化，得

$$B = (b_1 b_2 \cdots b_m) \qquad \sum_{j=1}^{m} b_j = 1$$

第四节　化学教学系统的优化

教学系统的优化是一个动态的过程，它包含目标制定、目标实施、教学评测、教学反馈和教学调控等多个阶段，而核心的工作是借助于评测结果，不断地为反馈和调控注入新的内容。因此，可以这么说，教学优化是在教学评测基础上的有目的、有方向的一种控制。

目前，从教育学、教学论、系统论等角度探讨教学优化的论著甚多，但大多数停留在理论阐释阶段，缺乏操作性。这里，我们借助模糊综合评测的基本理论和实践工作，向读者提供化学教学系统优化的一种具体策略，其进程简示如下：

综合评测Ⅰ→局部分析→查找原因→制定决策→实施决策→综合评测Ⅱ

根据前面的讨论可知，综合评测结果 $B=\bigcirc AR$ 最终得到的是在 m 个等级上的一组相对数值，当等级分布较多时，不同系统的 B 矩阵数值变化的趋势往往不一致，因而难以进行客观细致的比较。为弥补这一不足，特引入综合评测值 T：

$T=B\times C'$ 或 $T=B\times D'$

B 是经归一化处理后的综合评判结果，系 $1\times m$ 阶矩阵，C，D 分别为等级矩阵、由多级估量值域组中数构成矩阵，即

$C=(+3\quad +2\quad +1\quad 0\quad -1\quad -2\quad -3)$

$D=(10\quad 8.5\quad 6.5\quad 5\quad 3.5\quad 1.5\quad 0)$

C′，D′ 分别为 C，D 的转置矩阵，如 C′ 为 $m\times 1$ 阶矩阵：

$$C'=\begin{bmatrix}+3\\+2\\+1\\0\\-1\\-2\\-3\end{bmatrix}$$

可见，矩阵 B，C′ 相乘恰好得到一个实数，这就是综合评测值。它不仅从整体上反映出系统功能的相对强弱，而且将所得结果与等级分值相比较，使反映系统综合效应的 T 值兼具等级涵义，便于定性描述。

我们曾用上述方法对某校高一年级第二学期的化学教学质量目标做过综合评测，结果如下（见表 3－5）

表 3－5 化学教学质量综合评测值

班级/教师	高一（1）/甲	高一（2）/甲	高一（3）/乙
系统代号	S_1	S_2	S_3
T=B×C′	1.2396	1.0962	0.9874

由 $T(_1)>T(_2)>T(_3)$ 可知，教学质量从整体上看 S_1 相对最优，S_2 其次，S_3 较差。但纳入评测等级考察，S_1 仅介于“好”与“较好”之间，S_2 为“较好”略强，S_3 为“较好”略弱，三者均有努力的余地，即需进一步优化。

优化教学系统，关键在于找出薄弱环节并不断改进，但问题的症结和引起系统差异的原因从 T 值大小上无法得以反映，只能通过查询各级的综合评

测 B_i和 T_i方可了解详情。例如

$B(S_1)=(0.10940.31980.32620.20200.03300.006$

$B(S_2)=(0.10680.26550.31280.25430.05320.007$

$B(S_3)=(0.11530.25290.24880.30270.04990.280$

不难发现，系统 S_3的 T值最小，但 $B(S_3)$中对+等级的评价却大于 $B(S_1)$和 $B(S_2)$。沿系统树结构逐级检索可知，教师乙的基础素质和知识水平均强于甲，而乙任教班级的学生质量相对有些不足。计算有关指标的综合评测值 T_i列于表 3-6。

表 3-6 有关指标的综合评测值 $T_i=B_i\times C'$

评测对象 / 相关对象	教师			学生		
	甲（S_1）	甲（S_2）	乙（S_3）	高一(1)	高一(2)	高一(3)
教学态度	0.7136	0.6295	0.5830			
教师素质	0.7089	0.5806	1.7757			
专业知识	1.4626	1.4626	1.6119			
学习水平				2.0360	2.0782	1.7669
学习态度				1.4343	1.1620	0.6825

通过比较 B_i和 T_i值，可以针对性地找出导致系统差异或综合评测值等级不高的种种原因，并根据指标的权重和可调节程度，制定逐步优化的教学决策。本例中有关教师质量、学生质量的指标还有“待遇”、“身体状况”、“学习时间”等，因所占权数较小（见图 3-2），且较稳定，一般不作为主要的调控因素。经分析发现，差异和不足主要来自三个方面：一是（3）班学生的学习态度，二是该班同学的整体学习水平，三是教师乙的工作态度和教师甲的知识素养。

所以，优化的第一步是从（3）班学生的学习态度入手，培养他们学习化学的兴趣，引导学生重视学习方法，要求教师给予更多的关心和期望；优化的第二步是强化基础知识和基本技能，依照教学目标检测本学期所学的知识，并有针对性地进行补偿教学，在此基础上有目的地开发学生的学习潜力；优化的第三步重点在教师，教师乙虽有良好的素质和专业知识，但事业心和责任心方面亟待加强。

教师是一项辛苦而又崇高的职业，树立这一观念并不是一件容易的事，学校应该为青年教师思想和业务成长创造良好的条件。教师甲在工作责任心和情感方面优于乙，但受年龄、知识结构等因素的影响，教师素质和技能跟不上现代教学的发展，因此应重视知识更新和现代教学理论的系统学习，以进一步提高教学质量，培养更多的面向 21 世纪的高质量人才。

最后，需要说明的是，建立指标并应用加权平均或模糊综合方法进行量化评测（简称指标—量化），是近年来各种评价所热衷采用的模式。由于它突出指标体系的行为化和可测性，注重数量化的测定和结果的相对比较，强调评价的客观性和精确性，因而很快为教育工作者所接受，成为教育研究的工具之一。

但是，也不能不看到，随着评测内容的增加，出现了过分追求量化形式的片面倾向，在“量化即科学”的观念指导下，随意推广直至滥用，忽视了

指标—量化模式的局限性，导致评测结果失真。

对综合评测的某些操作稍加分析不难发现其弊端：过分注重评测标准固定化和行为化，在制定指标体系时容易忽视甚至放弃一些难以行为化和量化的抽象指标，如学生的科学思维能力、教师的教学艺术等。将指标看成相互独立或沿树叉状延伸，一定程度上割裂了相互之间的联系和由此产生的附加教学效应。为追求评价信息的数量化，有的人为赋值，粗糙量化，有的凭经验感受主观估值，因而直接影响数据的信度和效度。此外，从众心理的存在，评测时很难拉开距离，多数结果落在好与较好之间，缺乏区分度和敏感性，最终使评测流于形式，与其初衷相悖。上述种种问题，值得我们在评测实践中仔细思考和反复论证，努力寻求解决的有效途径。

第四章　化学教学原则

一般认为，教学原则是根据教育和教学目的，反映教学规律而制定的指导教学工作的基本要求[1]。教学过程是有规律可循的，有的已被揭示，有的尚未认识。运用已知的教学规律去指导课程的制定、教材的编写、教法的选择、教学的组织等工作，常常通过教学原则去具体执行。另一方面，将长期的教学实践经验进行总结概括，反复提炼，形成一些原则性的意见，并通过教学实践进一步修正、完善，有助于逼近和发现教学规律。因此，教学原则作为教学论的传统课题，一直受到古今中外教育家的高度重视。

教学原则总是历史地、具体地反映着时代和社会发展对教学工作的要求，它随着社 会的进步、经济的发展而发展，随着教育观念的变革、新的教学规律的揭示和教学经验的总结而不断改进和日趋完善。因此，教学原则具有发展性和历史性的特点。教学原则总是力求反映教学活动的普遍规律，并在具体学科的教学过程中体现其指导价值。所以，教学原则具有继承性和普遍性的特点。

鉴于上述理由，教学论著述中提到的许多教学原则，如思想性和科学性统一原则、理论联系实际原则、教师主导作用与学生主动性统一原则、系统性原则、直观性原则、巩固性原则、量力性原则、因材施教原则等等，对于化学教学都有指导作用[1]。然而，化学教学又有自身的特殊性，其中尤以实验为基础、化学用语为工具、归纳—类比为主要思维模式的学科特征的影响最为深刻。因此，研究化学教学原则，必须兼顾普遍性和特殊性。

---

[1] 于美方编著：大学教学论，上海社会科学院出版社 1989 年版，第 70 页。

[1] 刘知新主编：化学教学论，高等教育出版社 1990 年版，第 47 页。

第一节　教学原则的历史发展

众所周知，化学教学原则体系的成型历时不长，目前主要停留在一般教学原则的应用阶段。因此，探讨化学教学原则，必须追溯一般教学原则的发展历史。

在我国数千年的历史长河中，自出现有组织的教学形式后，产生了一批有影响的教育家，他们根据自己的实践经验，对教学提出过某些原则性的意见，其中有不少后来被证实合乎人类的认识规律，渐渐形成了古代的教学原则。例如，孔子曾提出过“不愤不启、不悱不发，举一隅不以三隅反则不复也。”“学而不思则罔，思而不学则殆”“学而时习之”、“温故而知新”等论述，用现代的话讲就是启发教学、举一反三、学思结合、学而时习、温故知新等教学原则。写于战国末期的《学记》是世界教育史上具有重要价值的一部教育学著作，其中关于教学原则的论述甚多，如教学相长、顺性量力、因材施教、循序渐进、循循善诱、触类旁通等等[①]。这些教学原则性意见当时还停留在感性认识阶段，并未形成体系，但这些经验效用明显，便一代又一代传了下来，直至今日仍有继承的价值。

国外经过文艺复兴运动，科学、文化、教育都得到空前的发展，在欧洲教育史上出现过许多有影响的教育家，各种教育学说也应运而生，为教学原则的发展创造了条件。特别值得一提的是17世纪捷克教育家夸美纽斯（Jan Amos Komenský，1592—1670）他在其名著《大教学论》中第一个系统论述了教学原则，他以适应自然为出发点，提出大小原则3条，其中有直观性、自觉性、系统性、彻底性、巩固性等原则。18世纪瑞士教育家裴斯泰洛齐（J.H. Pestalozzi，1746—1827）提出直观性、系统性、顺序性、渐进性、巩固性、因材施教等原则。19世纪德国教育家第斯多惠（F.A.W. Diesterweg，1790—1866）提出的教学原则有持续性、坚实性、直观性、启发性、自动性、巩固性、量力性、教育性等3条。本世纪40年代苏联教育家凯洛夫（1893—1977）在其主编的《教育学》一书中提出5项教学原则，它们是：直观性原则、学生自觉性与积极性原则、巩固性原则、系统性和连贯性原则、教学的通俗性和可接受性原则。该书在50年代修订时改为七项[②]：

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相结合原则；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的原则。凯洛夫的上述教学原则体系，虽在很大程度上继承了夸美纽斯的学说，重视传授知识而对积极培养学生的智能和发挥学生的主动性方面有所忽视，内容的全面性上也有不足，但他对教学原则系统化所做的贡献功不可没，特别是对苏联以及中国和东欧一些国家产生过很大影响。

60年代，苏联教育家赞可夫（1901—1977）在他主持的教学与发展的实验基础上，针对传统教学论的不足，提出了教学的五项“新原则”，以期改变教学内容贫乏陈旧、教学方法死板、忽视理论知识、限制学生的独立性和创造性等弊端。这五项原则[①]是：①以高难度进行教学的原则；②以高速度学习

---

① 车文博著：教学原则概论，湖北人民出版社1982年版，第18页。

② 于美方编著：大学教学论，上海社会科学院出版社1989年版，第73页。

① ［苏］赞可夫编，杜殿坤等译：教学与发展，文化教育出版社1980年版，第41—51页。

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。

70年代，原苏联教育家巴班斯基在其教学过程最优化理论中阐述了14条教学原则[②]，它们是：

（1）个性全面而和谐发展的方向性原则；
（2）教学与共产主义建设实际相联系的原则；
（3）教学的科学性原则；
（4）可接受性原则；
（5）教学的系统性和连贯性原则；
（6）为教学创设最优的条件原则；
（7）全班、分组和个别的教学形式相统一和最优结合原则；
（8）口述的、直观的和实践的教学方法最优结合原则；
（9）在教师指导下发挥学生的自觉性、积极性和独立性原则；
（10）再现的和探究的学习认识活动相统一和最优联系原则；
（11）尽力激发和诱导学生形成良好的学习态度原则；
（12）保证在教学中随机应变地进行检查和自我检查的原则；
（13）知识、技能和技巧的巩固性、理解性和实效性原则；
（14）教养效果和教育效果相统一原则。

巴班斯基将教学原则视为一个系统，各条原则为系统的构成要素。他认为，教学原则要对整个教学过程都起到一定作用，同时又各有其指导过程某一成分的特殊职能。因此，在教学原则体系中至少应有调节教学过程的目的、内容、活动和结果等成分的一些原则，实际运用时各项原则必须相互联系作为一个整体方能发挥最优作用。在上述观点指导下，教学原则在系统化、科学化方面又迈进了一大步。

美国心理学家布鲁纳（J.S.Bruner）在1960年发表的论文“论教学的若干原则”中，认为教学论具有4个主要特点：①应当详细规定能使人最有效地牢固树立学习的心理倾向的经验；②必须详细规定将大量知识组织起来使学习者易于掌握的方式；③应当详细规定学习材料的最有效的序列；④必须详细规定学习和教学过程中奖励和惩罚的性质和步调[①]。由此，引出4条教学原则[②]：①动机原则；②结构原则；③序列原则；④强化原则。

以上所列的是各个时期在国际上影响较大的少数几位教育家的教学原则体系，另外世界各国的众多学者，也对教学原则进行了研究，至今有关教学原则的争议仍在持续。例如，原苏联教育家斯卡特金（M.H.）对基本公认的科学性原则的内涵有异议，提出了科学性与力能胜任的难度原则；在保留学生在教师指导下的自觉性积极性原则的同时，增加从教学向自学过渡的原则以强调自学的重要性。他认为学习态度和学习成绩之间有着必然的联系，但在建立教学论原则体系时以往未得到足够的重视，因此他建议将教学的积极情感背景原则纳入现代教学论原则体系。他还认为，以往对直观性原则的解释也失于片面，直观性虽可以使学生完全相信所观察的事物的真实性，但一切

---

② ［苏］巴班斯基著，张定璋等译：教学过程最优比——一般教学论方面，人民教育出版社1984年版，第24—38页。

① 邵瑞珍等译：布鲁纳教育论著选，人民教育出版社1989年版，第441—442页。

② 查有梁著：系统科学与教育，人民教育出版社1993年版，第330页。

真知的产生都离不开积极思维，由此确立“教学的直观性与发展理论思维的原则”[3]。原苏联学者达维多夫（B．也曾针对传统教学论的衔接性、量力性、意识性、直观性原则，相应地提出了四项新原 则：质变性原则、发展性原则、活动性原则、对象性原则[1]。

学的循序渐进原则；⑤掌握知识、技能与发展认识能力统一原则。此外，还提出直观性原则、巩固性原则、因材施教原则等都是中学化学教学中应予贯彻的。

陈耀亭等人合编的《中学化学教材教法》（1 9 年）书中提出六条原则：①目的性和方向性原则；②传授知识与发展智能相结合的原则；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。

张多霞、曾灼先主编的《现代中学化学教学法》（1 9年3）书中分别针对化学教学目的任务、化学教学内容、化学教学方法、学生学习质量、知识和能力的培养发展诸方面提出了五条教学原则：①教学目的性和方向性相结合原则；②理论为主线和实验为基础相结合原则；③直观感知与抽象思维相结合原则；④全面提高和因材施教相结合原则；⑤循序渐进和善于探究相结合原则。

王佐书等人编写的《中学化学教学论》（1 9 年 8）书中列出十一项原则：①动机原则；②智力因素与非智力因素协同发展原则；③科学性和思想性统一原则；④理论联系实际原则；⑤教师主导作用与学生主动性结合原则；⑥系统性原则；⑦巩固性原则；⑧量力性原则；⑨直观性与抽象性统一原则；⑩统一要求与因材施教相结合原则；（1 充分）利用化学实验原则。一要求与因材施教武永兴、刘知新、梁英豪主编的《中学化学教学指导书》（1 9年3）8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。初中阶段的基本原则是：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。高中阶段的基本原则是：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。

9 0年代出版的化学教育理论专著是这样论述化学教学原则的：

刘知新主编的《化学教学论》（1 9年9）书中提到的化学教学的一般原则是：①“教为主导”和“学为主体”统一；②实验引导和 6 启迪思维统一；③知识结构和认知结构统一；④掌握双基和发展智能统一。

沈鸿博主编的《中学化学教材教法》（1 9 年 0）书中针对初中化学教学，提出至少应予贯彻的八条原则：①传授知识与思想教育相结合；②化学原理与化学实践相结合；③直观形象与抽象概括相结合；④量力性与科学性协调一致；⑤掌握双基与培养能力相结合；⑥智力因素与非智力因素协调发展；⑦教师的主导作用和学生的主动性相结合；⑧统一要求与因材施教相结合。

杨先昌等人编写的《化学教育学》（1 9 年 2）书中提出五项化学教育原则：①全面发展原则；②教为主导、学为主体原则；③量力性原则；④理论联系实际原则；⑤教学艺术性原则。

范杰主编的《化学教育学》（1 9年9）书中列出七项原则：①传授知识和思想教育相结合；②科学性与量力性相结合；③理论与实践相结合；④形象

---

[3] ［苏］斯卡特金主编，赵维贤等译：中学教学论，人民教育出版社 1985 年版，第 67—94 页。

[1] 钟启泉编译：现代教学论发展，教育科学出版社 1992 年版，第 370—371 页。

直观与抽象概括相结合；⑤重视“双基”与培养能力相结合；⑥教师的主导作用与学生的主体作用相结合；⑦统一要求与因材施教相结合。

以上用较大篇幅介绍了有关化学教学原则的种种提法，“粗线条”地勾画了国内学者近十多年来所概括的各种体系的内容特点，留给读者的印象是：从形式上看，化学教学原则经过几十年的发展和充实，已基本体系化，结构和内容相对稳定，虽各家表述不一，但大同小异。从比较和发展的眼光看，化学教学原则体现了对历史和现实的教学论一般原则的继承。如古代教学原则中的启发性、循序渐进、因材施教，夸美纽斯的直观性、量力性，凯洛夫的理论与实际相结合、可接受性，巴班斯基的方向性、最优化等等，均融入化学教学原则体系之中，有的甚至是对某一套教学原则的全盘继承。从内容上看，化学教学原则集传统优秀原则之大成，“去粗取精”后留其精华，又吸取了当今世界上的一些先进的教育教学理论，补充以反映化学教学过程特点的内容，兼收并蓄，谨慎论证，考虑的角度比较全面，因而内容的完备性较好。如传统教学论中忽视心理因素和情感功能，陈耀亭等人在《中学化学教材教法》

总之，对教学原则体系的探讨，已成为当代教育家共同关心的课题。我国教育理论界一直关注国外对教学原则的研究。5 0年代主要接受凯洛夫的思想，6 0年代开始在继承优秀的教育遗产、借鉴国外的教学理论、总结现实的教学经验方面得以重视，逐渐形成了一系列有中国特色的教学原则体系。

1 9 6 3年，由北京师范大学编写的《教育学讲授提纲》，书中提出七项教学原则：*教学的科学性与思想性相统一；*教学中理论联系实际；*系统性；*直观性；*自觉性；*积极性；*巩固性。

1 9 7 9年，由上海师范大学编写的《教育学》（人民教育出版社出版），书中确定的八项原则是：*教学的科学性与思想性相结合；*教学中理论联系实际；*教学中教师的主导作用与学生的自觉性相结合；*教学中感知与理解相结合；*教学的循序渐进性与系统性；*掌握知识技能的巩固性；*教学符合学生年龄特点和接受能力；*教学中统一要求与因材施教相结合。

1 9 8 2年，由华中师范学院等五校合编的《教育学》（人民教育出版社出版），书中列出七项原则：*科学性和思想性统一；*理论联系实际；*直观性；*启发性；*循序渐进；*巩固性；*因材施教。

1 9 8 2年，吉林大学教授车文博编著《教学原则概论》，书中提出九项原则：*科学性和思想性统一；*理论联系实际；*传授知识与发展能力相统一；*教师主导作用和学生自觉性与积极性相结合；*直观性和抽象性相统一；*系统性和循序渐进性相结合；*理解性和巩固性相结合；*量力性和尽力性相结合；*统一要求和因材施教相结合。

1 9 8 4年，由南京师范大学编写的《教育学》（人民教育出版社出版），书中将教学原则简缩成四项：*全面发展的方向性；*教师主导作用和学生自觉性、积极性相结合；*知识结构和学生认 知结构相统一；④因材施教。

此外，王策三在《教学论稿》中基本肯定由思想性和科学性统一原则、理论联系实际原则、教师主导作用和学生主动性统一原则、系统性原则、直观性原则、巩固性原则、量力性原则、因材施教原则所构成的体系[①]。唐文中等人在《教学论》一书中提的是目的性原则、积极性原则、整体性原则、理

[①] 王策三著：教学论稿，人民教育出版社 1985 年版，第 160—162 页。

论联系实际原则、科学性原则、直观性原则、循序渐进原则、情境性原则、民主性原则[②]。李秉德等人则提教学整体性原则、理论联系实际原则、启发创造原则、有序性原则、师生协同原则、积累与熟练原则、因材施教原则、反馈调节原则、教学最优化原则[③]。查有梁从科学美的判据思考，认为教学原则应当具有理论与实际的一致性，逻辑的简单性和高度的统一性，他概括的三个原则是：原则一，明确意义、增强兴趣；原则二，逐步深化、周期跃迁；原则三，掌握结构、发展能力[④]。每个原则分别包括传统教学论的若干条原则，即所谓的对应性。

喻立森将教学过程划分成六个环节，并制定了每一环节要重点贯彻的原则：①确定教学任务：全面发展与充分发展相结合原则；传授知识与发展智能相结合原则。②安排教学内容：科学性与思想性相结合原则；系统连贯与循序渐进相结合原则；高难度与量力性相结合原则。③组织教学结构：教师的主导作用与学生的主动精神。④运用教学方法：理论与实际相结合原则；讲授激情与启动诱因相结合原则；启发引导与积极思维相结合原则；统一要求与因材施教相结合原则。⑤选择教学形式：课堂教学与课外活动相结合原则。⑥检查教学效果：掌握知识技能与迁移创新相结合原则[⑤]。刘刚撰文指出，传统教学论关于教学原则的描述往往是零碎的、片面的、平面的、静止的，而实际教学过程则是相互联系的基本元素有机构成的整体，是多层次交叉的动态平衡过程。 他借鉴“三论”的基本观点，将教学原则分为总原则和分原则，总原则是描述教学过程整体规律原则，四条分原则是：①坚持教学与发展相统一的目的性原则；②坚持心理过程中认知结构与非认知结构的动态平衡原则；③教学信息的及时反馈原则；④教学过程的整体性原则[①]。

通过对古今中外教学原则的初步考察，不难得出如下结论：

第一，教学原则随教学实践的积累和人们对教学规律认识程度的深化而发展，新的教学原则不断地被新的教学实践所证实，传统的教学原则在经过实践检验后被继承或修正。例如，近年来提得较多的反馈原则、知识结构与认知结构统一原则、最优化原则等弥补了传统教学论的空白。又如，直观性原则提出至今已有数百年历史，我们在继承的同时不断扩展其内涵。当初夸美纽斯主张的直观性强调事事从直接经验出发，只反映了学生感知教材形成表象阶段的规律性，而未反映出学生理解教材形成概念阶段的规律性。为此后人在引用这条原则时明确指出：进行直观教学是顺利教学的一种手段，它本身不是目的。不能为直观而直观，而应作导向思维的手段，为形成概念、发展理性思维奠定基础。

第二，由于不同教育家的教学实践经验和对教学客观规律的认识程度不一，因此各种体系之间存在提法、数目、内容等方面的差异是可以理解的。例如，赞可夫的新原则体系着眼于“一般发展”，巴班斯基则以“整体最优”为指导思想，这些原则从不同角度反映了教学规律，因而都有一定的针对性。赞可夫本人也曾声明他提出的教学原则无意取代传统的教学原则，也不能与

[②] 唐文中主编：教学论，黑龙江教育出版社 1990 年版，第 182—183 页。

[③] 李秉德主编：教学论，人民教育出版社 1991 年版，第 81—108 页。

[④] 查有梁著：系统科学与教育，人民教育出版社 1993 年版，第 333—348 页。

[⑤] 喻立森：试论我国社会主义学校的教学原则体系，教育研究，1984 年第 5 期。

[①] 刘刚：教学原则刍议，教育研究，1987 年第 6 期。

之相提并论，正是看到教学中的发展方面需要有特殊的考虑才促使深入研究的[②]。可见，轻易否定某一种原则体系的效用是不够妥当的，不同的教学原则体系可以并行不悖地存在，共同指导教学实践。

第三，体系化是教学原则发展的必然趋势。初期从收集各种教学原则性意见，形成一条条原则，逐步过渡到对不同来源的某 些教学原则进行简单拼合，难以体现教学原则的层次性、独立性和完整性。近年来研究教学原则十分重视挖掘教学矛盾关系，逐步搞清它在一定教学过程中的范围、层次和地位以及与其他矛盾关系的关联，确立一定的教学论思想作为教学原则的理论依据，以建立较为完整的教学原则体系。

[②] 王策三著：教学论稿，人民教育出版社 1985 年版，第 165 页。

第二节　化学教学原则述评

教学原则反映了具体学科教学的统一要求，因而具有普遍的适用性。毫无疑问，化学教学原则的形成和发展轨迹与一般教学原则有相似之处。

在 50年代，我国根据“研究中国，参考苏联”的课程教材改革原则，编译出版了三套初、高中化学教材，局部试用后推广至全国。这一时期强调学习和借鉴苏联经验，教学原则也理所当然为我们所用，其中影响最深的是凯洛夫体系。曾对当时我国的化学教师进行化学教学启发帮助很大的翻译本《苏联中学化学教学法》，书中明确提到科学性、教材的可接受性、叙述的系统性和科学水平、理论和实际的联系、化学教学中的历史主义等等要求[①]。东北师范大学化学系教学法教研室编译的《化学教学法讲义》也强调系统性、连贯性、循序渐进、理论与实践一致等原则。

60年代初期至“文革”前一段时间，我国教育部统一规定了各科的教学计划、教学大纲和教科书，指出了化学教学应该遵循理论与实际相结合的原则，教学必须根据学生的特点和接受能力，注意启发学生学习的自觉性和积极性；在加强班级教学的同时，要认真加强个别辅导，因材施教；考试的次数不宜过多；教师要研究和指导学生的学习方法、教育学生养成良好的学习习惯等一系列行之有效的教学原理和原则[①]。

70年代末到 80年代，我国的化学教育重新走上正轨，出现了前所未有的好形势，随着新大纲的制定，课程、教材和教法改革的不断深入，化学教育理论工作者密切结合我国国情，认真总结教学经验，听取、借鉴国外有益的研究成果，致力于发展和创新。在化学教学原则研究方面既注重兼收并蓄，又突出能力培养、教师主导、教学的教育性等要素，使传统的教学观逐渐向现代转轨，向学科靠拢。国内有不少学者对化学教学原则的结构和内容做过专门的论述。

刘知新编写的《中学化学教材教法》（1983）书中提出五项教学原则：①明确教学的目的性和方向性；②从实际出发，坚持理论联系实际；③循序渐进，有计划地系统地培养学生各种能力；④加强实践活动，使学生牢固掌握双基和发展智力；⑤启发学生自觉与发挥教师主导作用。

金立藩主编的《中学化学教材教法》（1983）书中概括出六条主要的教学原则：①教学的目的性和思想性原则；②先进性和科学性原则；③理论和实践相结合的原则；④系统性和连贯性原则；⑤启发学生自觉地学习和发挥教师主导作用的原则；⑥直观性和巩固性原则。

郭卓群编写的《中学化学教学法》（1983）书中列出六项原则：①化学教学的目的性和方向性原则；②理论联系实际原则；③循序渐进，处理好打基础与综合提高的原则；④“双基”与能力相辅相成的原则；⑤教师的主导作用与学生的主体作用相结合原则；⑥从实际出发，因材施教原则。此外，还提出直观性、科学性与思想性相统一等原则。

王兰芬等人编写的《中学化学教学法》（1986）书中主要强调五条原则：①科学性与思想性统一原则；②理论和实际相结合原则；③教师的主导作用和学生的自觉积极性相结合原则；④教 学的循序渐进原则；⑤掌握知

[①] 奚尤什金著，马维骧等译：苏联中学化学教学法·第一分册，人民教育出版社 1955 年版，第 11—34 页。

[①] 西南师范学院化学系编：中学化学教学法，高等教育出版社 1986 年版，第 24 页。

识、技能与发展认识能力统一原则。此外，还提出直观性原则、巩固性原则、因材施教原则等都是中学化学教学中应予贯彻的。

陈耀亭等人合编的《中学化学教材教法》（１９８７）书中提出六条原则：①目的性和方向性原则；②传授知识与发展智能相结合的原则；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。

张多霞、曾灼先主编的《现代中学化学教学法》（１９８３）书中分别针对化学教学目的任务、化学教学内容、化学教学方法、学生学习质量、知识和能力的培养发展诸方面提出了五条教学原则：①教学目的性和方向性相结合原则；②理论为主线和实验为基础相结合原则；③直观感知与抽象思维相结合原则；④全面提高和因材施教相结合原则；⑤循序渐进和善于探究相结合原则。

王佐书等人编写的《中学化学教学论》（１９８８）书中列出十一项原则：（１）动机原则；（２）智力因素与非智力因素协同发展原则；（３）科学性和思想性统一原则；（４）理论联系实际原则；（５）教师主导作用与学生主动性结合原则；（６）系统性原则；（７）巩固性原则；（８）量力性原则；（９）直观性与抽象性统一原则；（１０）统一要求与因材施教相结合原则；（１１）充分利用化学实验原则。一要求与因材施教

武永兴、刘知新、梁英豪主编的《中学化学教学指导书》（１９８３）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。初中阶段的基本原则是：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。高中阶段的基本原则是：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年代出版的化学教育理论专著是这样论述化学教学原则的：

刘知新主编的《化学教学论》（１９９４）书中提到的化学教学的一般原则是：①“教为主导”和“学为主体”统一；②实验引导和启迪思维统一；③知识结构和认知结构统一；④掌握双基和发展智能统一。

沈鸿博主编的《中学化学教材教法》（１９９０）书中针对初中化学教学，提出至少应予贯彻的八条原则：①传授知识与思想教育相结合；②化学原理与化学实践相结合；③直观形象与抽象概括相结合；④量力性与科学性协调一致；⑤掌握双基与培养能力相结合；⑥智力因素与非智力因素协调发展；⑦教师的主导作用和学生的主动性相结合；⑧统一要求与因材施教相结合。

杨先昌等人编写的《化学教育学》（１９９２）书中提出五项化学教育原则：①全面发展原则；②教为主导、学为主体原则；③量力性原则；④理论联系实际原则；⑤教学艺术性原则。

范杰主编的《化学教育学》（１９９３）书中列出七项原则：①传授知识和思想教育相结合；②科学性与量力性相结合；③理论与实践相结合；④形象直观与抽象概括相结合；⑤重视“双基”与培养能力相结合；⑥教师的主导作用与学生的主体作用相结合；⑦统一要求与因材施教相结合。

以上用较大篇幅介绍了有关化学教学原则的种种提法，“粗线条”地勾画了国内学者近十多年来所概括的各种体系的内容特点，留给读者的印象是：从形式上看，化学教学原则经过几十年的发展和充实，已基本体系化，结构和内容相对稳定，虽各家表述不一，但大同小异。从比较和发展的眼光看，化学教学原则体现了对历史和现实的教学论一般原则的继承。如古代教

学原则中的启发性、循序渐进、因材施教，夸美纽斯的直观性、量力性，凯洛夫的理论与实际相结合、可接受性，巴班斯基的方向性、最优化等等，均融入化学教学原则体系之中，有的甚至是对某一套教学原则的全盘继承。从内容上看，化学教学原则集传统优秀原则之大成，“去粗取精”后留其精华，又吸取了当今世界上的一些先进的教育教学理论，补充以反映化学教学过程特点的内容，兼收并蓄，谨慎论证，考虑的角度比较全面，因而内容的完备性较好。如传统教学论中忽视心理因素和情感功能，陈耀亭等人在《中学化学教材教法》再版修订时特补上第二条——情感陶冶原则[①]，王佐书等人则将动机原则、智力因素与非智力因素协同发展原则收入其中；为避免教师理解直观性原则失之偏颇，范杰等人明确提出形象直观与抽象概括相结合原则；为突出以实验为基础这一学科特征，刘知新提出实验引导和启迪思维统一原则等等。上述这些，都是化学教学研究过程中值得肯定的方面。但是，纵观有关化学教学原则的诸家之言，也确实存在一些值得深入思考和有待解决的问题。

（1）化学教学原则的内涵为何？不少化学教学法著作中未加界定，可查到的说法也不统一。概括出来，主要有两种：其一是认为是教学论原理在化学教学中的具体体现、一般教学原则在化学教学过程中的具体应用；其二是认为化学教学工作应遵循的基本要求、化学教学过程基本矛盾关系和化学教学规律的反映。仔细分析，两者是有差异的。前者重在应用，原则的生长点在学科之外，承认了移用一般原则作为化学教学原则的合理性；后者重在化学教学的工作、基本矛盾、规律上做文章，要求以化学教学实践为立足点，探索反映学科特点的内在规律和教学原则。我们倾向于后一说法。但是，基本要求或有的书中提的一般要求、基本准则等在数量、范围和层次上仍不够明确，各类书中所列的四—八条原则是否已涵盖化学教学工作？值得讨论。

从教学论的角度看，教学工作往往意指教学过程的各个阶段，如明确教学目的、处理教学内容、运用教学方法、选择教学形式、分析教学效果等等；从发展知识结构的角度看，教学工作便与不同内容的知识教学相联系，如化学基本概念的教学、化学基本原理的教学、化学实验的教学、化学计算的教学等等；从发展学生能力的角度看，教学工作又成为能力培养的同义语，如自学能力培养、观察能力培养、思维能力培养、实验能力培养等等。如此分法，可得出许多不同的工作序列。显然，教学工作的侧重面和层次不同，但都有相应的基本要求或一般要求，这些要求能否以“教学 原则”之名替代，从定义本身看，还不可轻易否定。换言之，化学教学原则的探讨的范围和层次似有进一步拓宽的余地。

（2）教学论的一般原则对具体学科的教学有指导作用是毋庸置疑的，但在化学教学原则中重复提出，有“一说二用”之嫌，似不合理。这些原则有的在哲学层次立论，包容过大，如“理论与实践相结合”外延太宽，作为各个领域都应遵循的原则，将其列入化学教学原则，似有大材小用之感。有人因此用“化学教学中的理论与实践相结合”或“化学教学中的理论联系实际”来界定，其表述也显得勉强。又如，科学性、巩固性是最起码的教学要求，“循序渐进”从古代沿袭至今已约定俗成，读者对这些原则的理解和掌握已达到不言自通的境界，是否还要放入化学教学原则中再次强调，值得讨论。

[①] 陈耀亭等编：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1992 年第 2 版，第 66 页。

总之，上面列出的几种化学教学原则的共同点是继承和移植教育学的体系过多，除少数的几条（如实验引导和启迪思维统一原则等）外，大多数原则并非化学教学所独有，因而缺乏个性，结果导致化学教学原则同时又充当别的学科教学原则的多重角色。既然在教育学、教学论中用相当篇幅介绍了这些原则的涵义及具体要求，那么“移接”的必要性值得研究。上述讨论，可以引申出一些敏感的问题：究竟什么叫做化学教学原则？在什么层次上概括化学教学原则比较恰当？反映化学学科特征和化学教学过程的教学原则的内容如何制定？等等。

（3）化学教学原则目前的分类也存在一些问题，主要是划分原则的标准不明确，尤其表现在试图通过简单组合各种不同来源的教学原则而形成某个体系时，问题就更为突出。有的教学原则名称不同，但相互之间存在包含或部分重叠的关系。例如，理论联系实际与直观性、因材施教与量力性，前者明显包容了后者。如果真正贯彻了理论联系实际、因材施教两条原则，直观性和量力性则无需再提。有人甚至认为理论联系实际是教学原则的核心，其他教学原则都是这条原则的多种分化[①]。又如，教学的科学性必然体现教学的有序性和结构性，因而系统性、循序渐进与科学性又牵扯在一起了。再如，不少化学教学原则体系常同时列出形象直观与抽象概括相结合、掌握双基与培养能力相结合两条，而有人明确认为后一条可以概括前一条[①]。

另一个明显的不足是，原则的范围和层次未能很好统一，有的抽象概括性很强，应用的范围很广，有的比较具体，甚至就事论事，推广的余地较小。如科学性和思想性原则、理论联系实际原则一类与直观性原则、巩固性原则、量力性原则一类相提并论似不合理[②]。上述问题的解决，有赖于确立一个相对合理的统一的划分标准，这个标准的建立，需要对化学教学过程取得一个相对完整和基本一致的认识。这一方面，还有待于深入研究。

（4）文字表述上近年来出现一种倾向，即两性合一模式，将两条原则合而为一，形成“……与……相统一”或“……与……相结合”的结构。如科学性与思想性相统一、统一要求与因材施教相结合等等的提法比较普遍。编者的出发点无疑是正确的，将相互联系而又彼此对立的两个方面体现在一条原则中。可以避免贯彻单向原则时顾此失彼，更好地把握和处理教学矛盾，同时也可减少原则的数目。国内不少专家赞同这种表述，有的还认为充满辩证统一关系的表述有可能成为我国教学原则体系的特色[③]。但是，组合不当，往往弄巧成拙，给读者的理解和贯彻原则带来一定影响。例如，有的化学教学原则将科学性与量力性扭在一起，显得十分牵强。科学性内涵深刻，既包含教学内容必须科学、符合事实的要求，又包含教学方法必须符合教学规律、学科特征和学生心理发展水平的要求；量力性指的是可接受性程度，即教师正确地考虑学生的实际情况进行教学，不要太难也不要太易。显然，科学性与量力性既不存在内在的对立统一关系，也不属于同一层次，教学的量力性最多只能看成教学的科学性的派生内容，两者合而为一不如分开更为明确。

---

① 郑其龙：论教学规律，湖南人民出版社 1981 年版，第 95 页。

① 瞿葆奎主编：教育学文集·教学（中册），人民教育出版社 1988 年版，第 236 页。

② 王策三著：教学论稿，人民教育出版社 1985 年版，第 164 页。

③ 瞿葆奎主编：教育学文集·教学（中册），人民教育出版社 1988 年版，第 238 页。

若一定要采用组合的结构，不妨将量力性与高要求或尽力性合在一起[①]。又如，不少作者将化学教学原则的第一条列为“科学性与思想性统一”，仔细推敲，不难发现科学性与思想性本身就是内在、统一的客观存在，两者并不排斥。在教学中真正贯彻了科学性，必然注重发掘教材内在的思想性；反之，离开教学内容的科学性，而搞人为的“贴标签”式的思想教育，历史业已证明是荒谬的。

可见，人为地将已经统一的两方面再作“统一”或“结合”显然不必要。再如，“统一要求与因材施教相结合”的提法也相当普遍，这是在因材施教基础上演化而成的。因材施教是一项带有共性的指导原则，已有２０００多年的历史，言简意赅，为广大教师所喜爱，加上统一要求后并未改变因材施教的实质，无非说明了这样一个事实：我们的课堂教学是在统一的教学计划、教学大纲、教学内容和教学进度下进行的。这实际上是众所周知的班级授课制的特点，因材施教也正是以此为前提的，更何况组合后的原则的重心仍然在因材施教上，而统一要求几乎不存在特别的指导作用，将其去掉反而更好。值得指出的是，在理解这种组合结构的教学原则时，必须把握好“度”，何方为主，何方为次，取决于具体的教学实践，不能一概而论或平均对待。

综上评价可知，化学教学原则在系统化、基本成熟的背后，隐含着一系列不容忽视的问题。我们认为，每一个化学教育工作者都必须以实事求是的态度，勇于承认多年来在研究化学教学原则问题上的种种不足，抛弃沿袭至今的移植、拼合甚至全盘继承教育学一般原则的思维方式，深入化学教学实践，分析化学教学现状，努力揭示化学教学规律，并致力于概括学科特征更明显、指导作用更强的教学原则体系。这一方面的工作目前不容乐观：一是缺乏基础，须从头开始；二是观念定势，须突破常规。

[①] 车文博：教学原则概论，湖北人民出版社 1982 年版，第 45 页。

第三节　化学教学原则体系的构建

从本章前二节的讨论中，可以得出这样一个结论：经过几十年的发展，化学教学原则的构建虽已积累不少经验，但在方法论上仍未突破传统的框架。多年来着力于在文字的组合和抽象概括上下功夫，往往忽视了原则的实际效用性，太原则的教学原则最终难以被实践的主体——教师所掌握，其指导作用将无从谈起。为了改变这一状况，必须从理论与实践的结合上进行新的尝试。

我们认为，尽管现有的原则体系有这样那样的不足，但不可轻易否定。无论是古代的还是现代的，只要能正确反映教学规律，都应予以继承；对其中文字表述不当易引起歧义的部分原则，应予修订；对某些沿用历史上的提法而其内涵已有扩展的原则，应予重新定义；对反映学科教学特点和有实际针对性的原则，应予充分挖掘和提炼。这样，所形成的原则体系将不是单一的几条，而是一个多层次的系统。

一 化学教学原则的多层次体系

在化学教学原则日趋概括的形势下，提出“多层次体系”这一概念，是否悖于实践，有无充分的理由等等，这些都是读者所关心的。

从系统理论和现代教学论中，我们获得的启示是相当多的。从第二章的讨论中可知，构成化学教学系统的因素众多，彼此间的关系也非常复杂，它们分别处于不同层次，在系统中发挥一定的功能。作为正确处理教学过程中的矛盾关系指导思想的教学原则，也理应分为不同层次。这是系统论观点的直接启示。现代教学论对教学原则的分类有过更具体的描述，苏联著名教学论专家斯卡特金在一条总原则（教学过程中的共产主义教育和全面发展的原则）下将其他教学原则分为两类：一类是跟教学的世界观方面有直接联系的，如科学性原则、教学同共产主义建设实践相联系原则等；另一类是有关教学的技术程序方面的，如直观性原则、可接受性原则、巩固性原则等等，后一类原则从属于前一类原则，处于较低的层次[①]。唐文中等也曾将教学原则体系分为三部分：第一部分是从宏观上、较高层次上提出的，它们对于第二、第三部分的教学原则也有指导作用，如目的性原则、整体性原则等；第二部分是从教学过程作为特殊认识过程提出的，如理论联系实际原则、科学性原则、循序渐进原则等；第三部分是从教学过程作为社会的人际关系现象提出的，如情境性原则、民主性原则等[②]。巴班斯基明确提出教学原则与不同“教学成分”之间的对应，这实际上也是一种分类。尽管目前对教学原则的分类还持有争议，但作为处理复杂的教学矛盾的一种尝试，分层次构建原则体系有明显的积极意义。

从化学教学实践呼唤化学教学理论的现实中，留给我们的反思是深刻的。多年来，广大化学教师根据自己的实践，提出了许多宝贵的原则性意见，并被实践证明是有指导价值的。特别是各地优秀教师、特级教师的许多具体做法被同行所赞扬，很快成为推广的对象。虽然不少做法还停留在经验阶段，尚未形成理论形态，但其实际效用已被公认。相反，化学教学原则几经概括，

---

① ［苏］斯卡特金主编，赵维贤等译：中学教学论，人民教育出版社 1985 年版，第 5 页。

② 唐文中主编：教学论，黑龙江教育出版社 1990 年版，第 182 页。

虽已理论化，但理论形态的东西本身不会去指导实践，只有被教师接受并通过其发挥主观能动性，才具有指导实践的可能性。事实证明，现有的原则与教师的认知结构和教学实践有一定的距离，难以真正成为指导化学教学实践的准则。时间一长，逐渐出现了一种不协调的局面：在教师的观念之外，堆积着一条条教学原则，“居高”不能“临下”，很少有人问津；而实际教学中又不断地呼唤着有学科特色的、指导性强的教学原则出现。这种强烈的反差是值得我们深思的。90年代初我们曾尖锐地指出：现行的教学法教材，突出的特点是理论偏离学科本身较远。从书中所列的教学原则、方法到具体知识教学环节的设计，其主要思路是从教育学、心理学中引申或演绎而得，再以此来解释学科教学现象。这种推演或类比，往往缺乏实证基础，因而内容上难以揭示中学教学的规律，形式上又显得“泛”有余而“实”不足[①]。至今四五年过去了，相似情况仍然在延续着。

通过以上正、反两方面的分析，我们有理由认为，教学原则的效用如何，不在于它是否形成了某种理论形态，而是体现在实践效果上。因此，将一般原则与化学教学经验融合，总结和提炼具体层次上的化学教学原则，是切合实践要求和理论发展的。

化学教学原则的多层次体系由三部分构成：

- 化学教学原则
  - Ⅰ：一般层次的原则
    - Ⅰ—1：目的性和方向性原则
    - Ⅰ—2：理论联系实际原则
    - Ⅰ—3：科学性和艺术性原则
    - Ⅰ—4：教为主导与学为主体相结合原则
    - Ⅰ—5：传授知识与发展智能相结合原则
    - Ⅰ—6：智力因素与非智力因素协同发展原则
  - Ⅱ：具体层次的原则
    - Ⅱ—1：实验引导与启迪思维相结合原则
    - Ⅱ—2：归纳共性与分析特性相结合原则
    - Ⅱ—3：形式训练与情境思维相结合原则
    - Ⅱ—4：年龄特征与化学语言相适应原则
  - Ⅲ：特殊场合的原则
    - Ⅲ—1：化学课堂设疑教学原则
    - Ⅲ—2：化学专题总复习教学原则
    - Ⅲ—3：化学“随堂实验”教学原则
    - M
    - M

层次Ⅰ包含的几条原则具有一般意义和普遍适用性，体现出一定的理论高度和抽象概括性，往往能决定教学的总方向。如理论联系实际、教为主导与学为主体相结合等原则，对其他学科的教学同样有指导作用。层次Ⅱ列出的几条原则与化学教学过程密切联系，有较强的学科特色和较好的操作性。如实验引导与启迪思维相结合、归纳共性与分析特性相结合等原则，反映了化学教学的若干特征规律，因而具有较强的指向性。层次Ⅲ是一系列为指导完成化学教学特殊场合的具体任务而制订的原则。完成这些任务仅靠Ⅰ，Ⅱ两个层次的原则往往是不够的，因此必须针对具体任务的性质进行具体研究。层

---

① 王祖浩：学科教学法教材的改革思路与内容构想，教育研究，1991 年第 7 期。

次Ⅱ的原则尚未完备，还有待于进一步发掘，层次Ⅲ包含的任务很多，对应的原则尚待一一探讨。

二 化学教学原则释义

上面提出了化学教学原则的多层次体系，其中Ⅰ中的六条原则在不少著作中已有详细论述，本书不再讨论。Ⅱ中暂列四条，读者熟知的一些具体性较强的原则（如直观性、量力性、巩固性、因材施教等）均未收入，其要求已含于Ⅰ，Ⅱ中的理论联系实际、科学性和艺术性、实验引导与启迪思维相结合、年龄特征与化学语言相适应等原则中。

以下侧重分析Ⅱ—1、Ⅱ—2、Ⅱ—3、Ⅱ—4四项原则的涵义。

1 实验引导与启迪思维相结合

从化学教学的整个过程看，抓住以实验为基础这一基本特征，组织、运用好各种实验，发挥实验对学生的认知、情感、意志、行为以及态度、方法等的激励、引导作用，使实验引导和启迪思维相结合，这是一条重要的原则。

这里讲的实验引导，包括让学生做实验、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，总的要求是为学生提供具体、可信的事实，活跃思想，开阔思路，使他们懂得“看——做——想”的统一[①]。

启迪思维与实验引导往往是同步进行、不可分割的。教师首先必须教会学生如何进行观察，中学生往往对那些感觉新奇、刺激强烈的化学现象兴趣浓厚，容易忽略实质性的内容。此时，教师必须及时提醒学生应当观察什么、怎样观察等等，将学生的观察引向深入。同时，抓住实验过程中的典型现象（如沉淀、气体、溶解、燃烧等）适时穿插一些启发性强的问题，设疑激疑，促使学生积极思维。例如，伴随金属钠与水反应的实验的进行，教师不失时机地提问：①钠很容易被小刀切开，说明了什么？②为什么钠投入水中不下沉，而是浮在水面激烈反应并熔成球状？③滴有酚酞的水逐渐变红色，有可能生成什么物质？在观察现象过程中，通过分析、综合、判断等思维活动，不难获得对钠性质的深刻理解。

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，从而达到把握物质的本质属性和变化规律的目的。

2 归纳共性与分析特性相结合

化学知识融概念、原理、事实于一体，事实性知识繁杂难记，教学时常常通过化学基本理论作指导，理清它们之间的内在联系和变化规律。但并非所有的事实性知识都有特定的理论主线可以串联。此时，归纳成为一种非常有效的教学方式：抓住几个典型物质，逐一分析它们的性质，从所得的个性中归纳出一类物质的通性。如从盐酸、硫酸两种酸入手获得酸的通性；从氯元素及其化合物的性质推知卤族元素及其化合物的性质；对有机物而言，通过重点解释某类有机物中的代表性物质（如醛类中的乙醛）的结构特征和特性反应，概括出该类有机物的通式、通性、命名和同分异构现象等等。从中学化学教材编排体系看，元素周期律正是在归纳氢、氧、碳、氯、硫、钠等“律前元素”的性质及变化规律的基础上形成的。分析典型、归纳共性使得许多复杂、离散的化学知识变得简单、有序。

但是，化学知识内容庞杂，归纳时主要考虑的是共性，还有许多特性的

[①] 刘知新主编：化学教学论，高等教育出版社 1990 年版，第 50 页。

知识，往往隐含在共性背后，切不可忽视。否则，得到的知识是不完整的。例如，浓硫酸除酸的通性外，更重要的是氧化性、脱水性和吸水性三大特性；卤素的有些通性不能兼顾氟，必须突出强调氟的特性；讲解羧酸的共性时，不能忽略其中甲酸的特性。只有掌握了共性之外的特性，对物质性质的理解和认识才比 较全面。事实表明，共性往往是学生容易掌握的，而特性或称反例的知识容易导致学生的知识障碍。如物质的量浓度的配制一般经历称量（或容量）、溶解、移液、洗涤、振荡、稀释至刻度等步骤，如将溶解一般酸的稀释操作用于处理浓硫酸，即出现操作失误。因此，在归纳配制方法的一般要求时，必须强调浓硫酸稀释的反常性。总之，在化学教学中归纳共性的同时，注重揭示特性，往往能收到事半功倍的效果。

3 形式训练与情境思维相结合

化学教学归根结底是要教会学生如何解决化学问题。为实现这一目标，不少教师热衷于定套路、讲例题、做习题的传统模式，有的从初中起即向学生灌输十字交叉法、差量法、溶解度万能公式等，使他们用固定的思路和相同的公式去一遍又一遍地重复解题。当然，这些形式化的训练在基础阶段是不可少的，有助于培养学生扎实的解题基本功。但是，一味地模仿或机械地套公式，久而久之，不免使学生思维钝化，一旦问题稍有变通，往往无从下手。从近年高考化学答卷分析的情况看，“转换不灵”是一个突出存在的问题[①]。每年的 MCE试卷中约有 40%的综合应用题，其中又有一定比例的题侧重考查学生灵活应用知识的能力。这些题往往没有固定的解题模式，有时难以从已知条件直接获取结论，而必须通过多向论证、假设推理、灵活运用规律方可得解，有的必须凭借巧妙的途径，才能达到终点。显然，现实的化学教学中较严格的形式训练使学生的思维能力无法适应变化中的化学问题。

情境思维是近年来针对形式训练的不足提出来的。所谓情境，实质上是与问题“牵扯”在一起的种种背景信息。当问题的情境对学生而言是完全陌生时，有的甚至是真实的化学发现或实验现象的原始记载，学生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。此时，快速阅读，组合加工，较少地依赖原有经验而以现场自学方式独立地接受信息，从中概括规律，结合问 题情境类比联想，最终导向问题的解决。这一过程称之为情境思维。

在日常教学中，要求教师在注重形式化训练的同时，善于提出一些非常规的化学问题，启发学生积极思考，求新立异，既有对付一些繁杂的形式化问题的扎实基本功，又有体现创造力的思维机智。就目前的化学教学实际来看，形式训练与情境思维的结合是一条极有针对性的教学原则。

4 年龄特征与化学语言相适应

化学语言包括符号语言和文字语言两种。符号语言又可分实例符号（如元素符号、化学式、反应式、化学公式等）、状态符号（如 l、g、s三态）、结构符号（结构式、空间构型等）、条件符号（化学反应的具体条件，如△、h 等）、效应符号（如放热、沉淀符号等）；文字语言指各种化学物质、化学状态、化学反应、化学过程、化学操作、化学仪器等概念的名称、定义和原理的文字叙述[①]。化学发展至今，一套丰富多彩、形象直观、言简意赅并在世界范围内通用的化学语言系统已基本形成，这是有别于其他学科的又一特点。

[①] 王祖浩、陈德余：MCE 主观题解答失误析因及评注，化学教育，1994 年第 4 期。

[①] 《化学方法论》编委会编：化学方法论，浙江教育出版社 1989 年版，第 108—121 页。

化学语言既是交流化学信息的特殊工具，也是化学教学的重要组成部分。在中学阶段，学生如不能很好地掌握基本的化学语言，将直接影响他们对教材内容的理解。因此，现行中学化学课本在处理化学语言上是由简单到复杂、由表及里的形式逐步引入的，以与学生的年龄特征和认知结构相适应。在初中入门阶段，多采用生动、具体、浅显的自然语言，帮助学生理解化学术语。从“绪论”起至“核外电子的排布”止，集中介绍了 4 0多个概念，如原子、元素、分子、原子量、单质、纯净物、混合物、氧化、还原等，尽可能用比喻、列举等通俗的语言形式和直观手段去解释，不求一步到位，其内涵随学生知识的增加逐步拓宽和深化。化学反应的引出，先学会用文字表述，逐渐过渡到符号形式。到了高年级，化学概念、原理的叙述趋于简约、概括，教学的要求也应随之提高。采用 化学符号概括化学过程将逐步成为学生的一种技能，如用电子式表示离子化合物、共价化合物 (包括配合物)的形成，用热化学方程式表示化学反应中的热效应，用单线桥或双线桥表示氧化还原反应中的电子转移或电子得失，用电极反应 (半反应)表示电池和电解的工作原理等等。

总之，在化学教学中，必须根据学生的年龄特点有计划地运用化学语言体现化学思想，教师在处理教学内容时必须从整体上把握好尺度。如物质空间结构的图形表示，在初中阶段不出现，高中抓典型 (如金刚石、白磷、甲烷等)，面不宜铺开。对目前仍在流行的一些不切合学生实际的拔苗助长现象，如初中提前识记元素符号、分子式，将高一的过量计算提到初中，将高三选修课化学反应速度和化学平衡、电解质溶液、胶体插入高一氮和磷之后等等做法，应引起足够的重视。

作为一种新的尝试，我们力求从反映化学学科特征和教学实际的角度去探讨具体层次的教学原则，以上陈述的四条未必成熟，希望引起读者的讨论。

第四节　化学教学的特殊原则例析

为体现化学教学原则的实践指导性和较强的针对性，在多层次体系中专设层次III，力求反映完成化学教学的某些特殊任务所应遵循的指导性原则。由于考察的角度不同，可列出许多不同的教学任务，全纳入层次III中不免包容太大，因而可将重点放在三方面：一是化学教学过程中不可缺少的重要环节；二是以往的教材教法著作中较少涉及或原有要求已不适应当前教学实际的；三是与化学教学改革相适应的新的实践活动。探讨特殊原则的基本思路是：具体分析任务的特征和功能；直接列出所要达到的期望目标和必须处理好的矛盾关系，形成若干原则；结合例证阐述原则的涵义。

根据上述思路，下面提供化学课堂设疑教学原则的一个分析例证，其余的任务及原则的探讨作为研究课题，留给读者去思考。

课堂设疑，又称创设问题的情境，是教师恰到好处地提出一些与课堂教学内容密切有关的问题，诱发学生的兴趣，促使学生积极思考，从而将思路引向深入的一种优化方式。设疑与解疑的良好配合，有助于理清知识之间的相互联系，强化应用，并从解答问题的质量、速度等指标上“诊断”出学生的实际掌握水平，因而是化学课堂教学的一个重要环节。

设疑的典型表现就是提问，但与一般的提问又有所不同，提问重“问”的形式，要求学生复述或作简单的是非判断也属此例，而设疑要求创设较高价值的问题情境，帮助学生从困惑、不解和探索中，走出成功之路。因此，化学课堂设疑教学有其特殊性，将其纳入一般的教学原则体系中附带说明，缺乏指向性，难以体现其教学特色。以下结合例证，探讨设疑教学的若干原则，以求指导教学实践。

1 针对性原则

设疑，首先要明确问题的来源。广泛收集教学中的重点、难点和易混淆、易疏忽之处，或典型的错解，以此为基础并经适当“改造”构成的问题，能针对学生普遍存在的困惑与知识缺陷，一举中的。例如，因俯视或仰视引起的滴定误差方向，学生往往难以辨清，此时可设计问题：用容量瓶配制 NaOH 标准溶液，再用此标准溶液滴定未知浓度的盐酸溶液，在三种情况下：①容量瓶用仰视定容；②碱式滴定管用俯视读数；③前后两次均用仰视定容。则盐酸的理论浓度与实际浓度之间可能出现的偏差情况如何？通过上述设疑，鼓励学生从多个侧面思考，从而总结出当实验者视线发生偏离时，不同量器的初读数或终读数引起的溶液体积误差及其对滴定结果的不同影响。

2 诱发性原则

所设问题表现出较大的“磁性”，以促使学生产生“悬念”，造就一种“愤悱”情境，有助于学生积极、主动地探索知识。例如，原子核外电子的排布内容是高中教学的难点，由于内容抽象，泛泛讲解难以帮助学生建立清晰的电子运动的微观图像和掌握电子能量与排布的关系。此时，可通过一系列设问逐级推出问题，在层层悬念中诱发学生的思维：引入新课时先设疑“既然原子核带有正电荷，电子带有负电荷，异性电荷之间有静电吸引力，原子核的质量又远大于电子，那么电子为什么不被吸进原子核里？”（反证得出，电子高速运动并且吸引和排斥作用相对平衡）继而设问“电子绕核的运动和地球绕太阳的运动本质上是否相同？”（引出电子运动的特殊性和“电子云”概念）进一步设问“钠原子核外有 11 个电子，它们是堆成一团在核外某一处运

动，还是分散在核外不同距离处运动？”（引出核外电子的分层运动或称分层排布），最后设问“Na的核外电子排布由里向外为什么一定是2、8、1，而不是2、7、2或2、9？”（引出排布的一般规律和能量最低原理）上述疑问，不少学生在初三学习时曾有过考虑，但悬而未决，再度刺激，使之重新构成悬念，并诱发产生强烈的解疑动机，从而为理解新的学习材料创设良好的心理条件。

3 中介性原则

在课堂设疑与启发解疑过程中，面对学生知识与技能方面的障碍，教师适时点拨，铺设“跳板”，作必要的提示，均能化难为易，使学生茅塞顿开，幡然领悟到问题的关键所在。因此，用组合式问题构成台阶，有助于降低学习难度，理顺学生的思路，排除思维障碍。例如，在讲电解原理时，直接结合实验设疑“为什么通电时$CuCl_2$分解成Cu和Cl_2，而水不分解？”对只具备电解感性认识而无系统理论知识的学生而言，往往表现出惑而不解，显然跨度太大。如改成系列问题：①通电前，$CuCl_2$溶液中有哪些离子？其运动情况如何？②通电后，溶液中离子的运动情况有何变化？③在两个电极附近，分别聚集有哪些离子？它们的“放电”倾向如何？④在阴、阳两极，最易“放电”的分别是哪一离子？为什么？⑤两极的电极反应和总反应怎样表示？等等。由于作了“降级”分解，增加了问题的直观性和具体性，降低了难度，学生不难通过对上述中介性问题的分析，顺利过渡到理解电解原理之目的。

4 适时性原则

绝妙的设疑，常常表现在课题的引出和结尾上。讲前布疑，有时胜过千言万语，能收到意想不到的效果；结尾如能承上启下提出新问题，将学生的思维引入新的境界，富有召唤力，能激起学生的求知欲，为进一步的学习做好积极的心理准备。适时性还要求教师在学生的思维活动处于最佳时刻设疑并作适当的诱导，使学生从“疑无路”走向“又一村”。如讲解乙醛的氧化反应时，先教师演示［实验5-5］[①]，学生观察到试管内壁附着的一层光亮的金属银时，顿时思维集中，希望知道银是怎样生成的。抓住学生此时的心态和思维表现，教师提问：“硝酸银与氨水反应生成银氨络合物，在水浴条件下其中+1价的银转变成单质银析出。想一想，乙醛应具有什么性质？”在这种情境下，学生容易得出正确的结论。

5 熟境性原则

在不失科学性的前提下，如能通过学生感兴趣的日常生活事例和熟悉的情境入手，巧妙地结合化学问题，营造一个激趣求知的良好学习氛围，从中“顿悟”问题之关键，加深对有关知识的理解。例如，讲解“气体溶解度”时，教师往往列举汽水瓶、啤酒瓶打开瓶盖时的现象，要求学生解释原因。又如，通过设问“铝是活泼金属，为什么可用铝制成各种生活用品，如铝锅可用来烧水做饭呢？但为什么家用铝锅不能长期存放酸性或碱性菜肴？”引出铝和氧化铝的有关性质。再如，面对问题“当你喝下一口盐水时，胃部有无不适之感？”学生茫然，一时不知所问之缘由，教师进而再问“体内有无氯气产生？”接着从容写出食盐水电解的反应方程式（$2NaCl \xlongequal{电解} 2NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$），学生一见哗然，顿时从紧张转为轻

---

① 人民教育出版社化学室编：高级中学课本化学（必修）·第二册，人民教育出版社 1990 年版，第 119 页。

松，但在笑声中却领悟了一个实质性问题：只有在“通电”这一强烈条件下，稳定的食盐水方可发生氧化还原反应。

6 量力性原则

根据学生的潜在水平和表现水平之间的最近发展区所设计的问题，才是推动教学和学生心理发展的强大动力。换言之，教师 的设疑必须把握恰当的难度，勿需思考即可回答的简单问题和深奥玄虚即使教师提示也无法说清的复杂问题，均不足取。有价值的设疑往往是通过学生的积极探索和教师的适当引导两方面的努力，最终获得圆满解决的。鉴于学生基础知识和能力发展的不平衡，在充分考虑学生整体水平设疑的同时，应适当兼顾“两极”学生的需要，尤其对学习能力较弱的学生，应由易到难设计问题的台阶，从鼓励学生的学习积极性入手，逐步引导他们独立地解决较复杂的化学问题。

7 自发性原则

学生主动发问，比教师设疑、学生解疑更有意义，是学习过程中的一个飞跃，是积极思维的结果。在化学课堂教学中如何启发学生设疑并处理好“问”与“教”的关系，是一个值得研究的课题。首先，教师要善于激疑，注意创设有助于发现问题的情境。如启发性强的演示实验极易将学生引入新的求知境界，在对现象的思考中必然会有所突破。例如，胶体内容是教学难点，因内容本身较难引起学生的兴趣，以教师为主的叙述式讲授常常难以奏效。为改变这一被动局面，有的教师尝试实验激问的教学思路，收到较好的效果。讲授新课前，先要求学生写出 K I 溶液与 A g N O 3 溶液混合反应的化学方程式，结果无一例外地均写出 A g I 沉淀，这时教师设问：“上述反应在任何情况下是否都有黄色沉淀生成？”学生的回答基本是肯定的。随后教师演示教材中的实验得到的都是浅黄色的液体，学生大为不解，纷纷提问：“既然有 A g I 生成，为什么见不到沉淀？”此时，教师从学生的发问中即可顺势引出胶体的定义，并向纵深发展。

其次，要重视培养学生的学习方法和自学能力，使学生不断养成提问、思索、自悟、自解的良好习惯。许多教师在自学—指导、自学—启发教学实践中积累了丰富的经验。最突出的一点是，变被动学习为主动学习，变教师问为学生问，从而激发学生的学习兴趣和主动探索精神。还有一点必须强调，对学生的提问，教师必须认真对待，既要针对性地引导学生解疑，又要设法激起学生更深层次的思考，不提倡将现成答案和盘托出，正面交给学生，而应 在关键处作适当点拨，从问题的侧面、反面启发学生自悟。

以上通过分析化学课堂设疑教学这一具体任务，总结出与此相应的若干条原则。从中所得的启示是：化学教学的特殊原则并非信手拈来、随意点缀的，而是必须针对具体任务的性质、实践特征和效益要求，从多个角度出发综合思考，总结提炼，反复论证，力求构成有助于明显提高工作效益的一个较完备的指导性体系。我们认为，这种化学教学原则的“微观”研究，是值得大力提倡的。

第五章　化学教学方法(上)

在 7 0年代，化学教学方法已成为国际范围内的重点研究课题。不少国家对开始流行的发现法、问题解决法等作了谨慎的论证，并尝试实践，其价值被许多国家所承认,在一定程度上也涌起了我国 8 0年代的化学教学方法研究的热潮。在这一领域我国投入的研究力量之强盛，研究角度之宽广，研究成果之丰富，实属空前。1 0多年过去了，在化学教育研究的百花园中可谓成果累累，其中最令人瞩目的当推化学教学方法的理论探讨和实践应用，公开发表的论文不下百篇，其势头至今仍有增无减。化学教学方法成为化学教育最热门、持续时间最长的研究课题已成定论。究其原因，广大化学教师和理论研究工作者深切感到，在化学课程教材改革、化学考试制度改革、化学教学方法改 革这三项任务中，唯有教学方法可被第一线的教师“操纵”，尤其是当教学大纲、课程、教材基本统一后，教学方法即成为提高教学质量的关键性因素，教师驾驭方法的能力也泛化为衡量教师素质优劣的重要标准。因此，热衷于改善化学教学过程中师生的外部活动形式而导致化学教学方法研究的高度活跃，是可以理解的。

从广大教师创立的各种名目的化学教学方法体系和大量的实践工作中，可以发现许多有价值的东西，这对完善我国的化学教学方法理论起到了积极的推动作用。但是，不能不承认，化学教学方法在化学教学论中的重要地位名不符实，每一本化学教学论著作几乎必提教学方法，遗憾的是仅以介绍或罗列几种常见的方法为目的，并未从理论上展开系统的、深入的研究。由于理论不完善，无法针对性地去指导和解决化学教学方法改革实践中出现的各种各样的难题，许多认识至今难以统一而造成种种理解误区，一定程度上影响了化学教学方法改革的顺利进行。因此，本书力求从新的角度审视化学教学方法，将分析、反思和期望融入其中，对化学教学方法有关的若干问题进行较全面的、深刻的探讨。

第一节　化学教学方法的内涵界说

关于化学教学方法内涵的界说，一直持有争议。为建立一个较为科学的定义，人们尝试给出过多种不同的解释。这些说法与一般教学论中教学方法概念内涵的演化是一脉相承的，大体可以分出三类定义，与三个阶段的发展相对应。

第一类定义：早期，人们对教学方法的认识受两方面的局限，一是偏于教师教的行为的方式；二是着眼于常规的、具体的教学手段或组织形式。中国古代的教学主要传授文字知识，多采用问答、讲述、背诵、串讲、练习等方法，到近现代随着自然科学的发展，教学内容与社会实践的联系日益密切，又产生了演示、实验、实习、讨论等新的方法。但在认识上仍不乏偏颇，较长时间内将教 学方法认同于“教授法”。与此相应的对教学方法的解释有：“教学方法是教师为完成教学任务所采用的手段。”[①]“我们所理解的教学方法，就是教师的工作方法，他凭借着这些方法，使学生精通知识、技能和熟练技巧，并发展他们的智力和才能。”[②]“教学方法是一种阐明讲授内容的方法。”[③]等等。

第二类定义：稍晚些，人们很快达成共识：教学是教师教与学生学双边活动的过程，教学方法既包括教的方法，也包括教师指导下学生学的方法，教学方法是师生相互联系的一种方式，其联结点在于教师。从此，重教轻学的传统教学观逐步得以纠正。这一阶段提出的教学方法的典型定义有：“教学方法是指为了完成一定的教学任务，师生在共同活动中采用的手段。”[④]“教学方法是完成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。”[⑤]“教学方法是为完成教学任务而采用的方法。它包括教师教的方法和学生学的方法，是教师引导学生掌握知识技能、获得身心发展而共同活动的方法。”[⑥]等等。

第三类定义：近十年来，随着系统科学在多个领域的应用并取得成功，对教学过程和教学论的影响也更加深刻，人们着眼于教和学的联系以及多种方法的相互渗透、组合成为优化教学方法的重要思路，综合式教学方法的大量问世，促使人们对教学方法的概念作新的思考，组合的特征在定义中开始出现（如一套、体系等等），并很快被普遍接受。与此相应的典型说法有：“教学方法是指为达到教学目的，实现教学内容，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，师生相互作用的活动。”[⑦]“教学方法是教师组织学生进行学习活动的动作体系（包 括内隐动作和外显动作）。”[①]“教学方法是为了达到教养、教育和发展学生的目的，而调整师生相互联系活动

---

① 华中师院等五院校编：教育学，人民教育出版社 1982 年版，第 150 页。

② 凯洛夫编：教育学，人民教育出版社 1954 年版，第 157 页。

③ 吴也显主编：教学论新编，教育科学出版社 1991 年版，第 357 页。

④ 中国大百科全书总编委会《教育》编委会：中国大百科全书·教育卷，中国大百科全书出版社 1985 年版，第 150 页。

⑤ 南京师范大学教育系编：教育学，人民教育出版社 1984 年版，第 438 页。

⑥ 王道俊、王汉澜主编：教育学，人民教育出版社 1989 年版，第 244—245 页。

⑦ 王策三著：教学论稿，人民教育出版社 1985 年版，第 244—245 页。

① 吴也显主编：教学论新编，教育科学出版社 1991 年版，第 360 页。

的种种有序的方式。”[②]等等。

化学教学方法的内涵随教学论的发展不断拓宽。80年代初出版的部分化学教学论著作（如西南师范学院化学系编的《中学化学教学法》、范杰主编的高等师范通用教材《化学教学法》、金立藩主编的《中学化学教材教法》等）完全采用第二类说法解释教学方法，而对化学教学方法未作定义。也有不少著作引用第二类说法阐释化学教学方法，如陈耀亭等人认为，“化学教学方法是完成化学教学任务所采用的手段，是为教师与学生进行的理论和实践的各项活动服务的。”[③]。郭卓群认为，“化学教学方法是指教师在化学教学过程中，为完成化学教学任务所采取的工作方式、方法和在教师指导下学生的学习方式、方法。”[④]。范杰等人认为，化学教学方法是指教师在化学教学过程中，为完成化学教学任务所采取的方式和手段，其中既包括教师教的方法，也包括学生学的方法[⑤]。“刘知新等认为，化学教学方法是化学教师在教学过程中为完成教学任务所采用的工作方式和学生在教师指导下的学习方式。”[⑥]按第三类说法给出定义者相对较少，王志琪等认为，“化学教学方法是化学教师为达到教学目的，实现教学内容，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，师生相互作用的活动。”[⑦]。刘知新认为，“化学教学方法是为了完成教学任务，由化学教师的工作方式和学生的学习方式组合而成的一个系统。”[⑧]

纵观上述有关教学方法和化学教学方法内涵的种种界说，我们认为，有几点认识是值得统一的。

（1）教学方法究竟是什么？在定义中有手段、方式、工作、动作、途径、活动等多种提法，但有两点是明确的：一是教学方法必须体现教师的教和学生的学两个方面；二是教学方法必须体现教师组织学生进行学习活动上，教师起主要的控制作用，这种作用又受制于学生的学法，教法和学法是互相依存、共同促进的。因此，单纯考虑教而忽视学的第一类定义明显偏颇。第二类定义中有的只提包括教师教的方式和学生学的方式，容易使人理解为两者是独立的、平行的发展关系，教学方法随即等同于教授方法和学习方法之和。第三类定义中强调师生相互作用和师生相互联系等，恰好弥补上述不足。

（2）采用移植或延伸的手法定义化学教学方法，从理论上看并无不妥，但在实际应用时往往会出现一些矛盾。最突出的表现是：在很长的一段时间内，一般教学论中提到的教学方法多指狭义的教学方式，即相对独立的常规操作，如讲授、练习、演示等等，而化学教学实践中应用广泛的一些综合方法（如自学辅导法、单元结构法、问题解决法等）何以体现于教学方法之中，一直不乏争议。有的学者认为综合方法是一种教学体系，它包括一定的教学思想和教学原则，因而不能与具体的教学方法相提并论，倾向于只提具体方法，排

[②] ［苏］尤·克·巴班斯基主编，张宪璋等译：中学教学方法的选择，教育科学出版社 1985 年版，第 10 页。

[③] 陈耀亭等编：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1987 年版，第 69 页。

[④] 郭卓群编著：中学化学教学法，教育科学出版社 1986 年版，第 32 页。

[⑤] 范杰主编：化学教育学，浙江教育出版社 1992 年版，第 39 页。

[⑥] 刘知新主编：化学教学论，高等教育出版社 1990 年版，第 53 页。

[⑦] 王志琪等主编：中学化学教学论，陕西师范大学出版社 1991 年版，第 60—61 页。

[⑧] 刘知新：国外化学教学方法分类二则，化学教育，1995 年第 3 期。

除综合方法；持反对意见者则认为教学方法具有多层次的内涵，广义的和狭义的，综合的和具体的，均应兼顾。从化学教学的现状考虑，我们认为，撇开综合方法来论化学教学方法是不够全面的。无论是讲授法还是发现教学法，在人们的观念中都是教学方法，因此采用融合的观点研究教学方法更符合化学教学实际，这一特征在第三类定义中尚未充分体现，应予研究。从这个意义上理解的教学方法，与“教学法”的界限日趋缩小，更确切而言，应称之为教学方法体系。

（3）对于方法，黑格尔曾给出过严格的定义：“在探索的认识中，方法也就是工具，是主观方面的某个手段，主观方面通过这个手段和客体发生关系……相反地，在真理的认识中，方法不仅是许多已知规定的集合，而且是概念的自在和自为的规定性。”[①]从上述定义中可知，在探索未知事物时方法是工具或中介手段，在认识已知的真理时方法是一些规定。国内学者认为，方法作为一种活动过程，就是主体有目的地借助于中介手段，按照一定的规则和程序，联系和把握客体的过程。方法虽是人的主观手段，但并不是主观意志的自由创造，而是在实践基础上对事物发展的客观规律性的概括和总结[②]。由此引申，教学方法不是某种不变的活动或固定的手段，而是指对手段的有规则的运用，它所解决的是怎样教最好一类的问题，是借助中介手段实现教学目的的过程。

综合上述认识，我们提出：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一系列中介手段的动态方式之总和。

必须指出，对教学方法定义的一些比较成熟的提法不断有尖锐的指责。徐志京认为，迄今为止的各种各样的教学方法理论对教学方法没有统一的确切的界说，不仅各人下定义不同，而且每种理论本身对教学方法内涵的表述也不尽如人意[③]。孙宏安指出，“教学方法虽经多年研究，现在仍然没有一个逻辑上能说得过去的定义。”[④]批评的焦点集中在三方面：其一，认为循环式定义在逻辑学上是不允许的，按《现代汉语词典》释义，方式是“说话、做事所采取的方式和形式”，手段乃“为达到某种目的而采用的具体的方法”，而大量的定义将教学方法归于方式或手段，有循环定义之嫌。其二，认为列举式定义未能真正揭示概念的内涵。如常见的“教学方法是……方法的总和”、“教学方法包括……方法”之类的定义未涉及“方法”的本质，仅从范围上指出了教学方法的外延。其三，认为定义不严，不能自圆其说，如教学论中将教学定义为“教师教学生学的统一活动”[⑤]，而教学方法又有人定义为“……师生相互作用的活动”，两者无法严格区分。上述种种质疑，不能说完全正确，但至少可以反映出教学方法定义尚未完善这一事实。我们应当从中吸取合理成分，在理论与实践的结合上作进一步的研讨。

---

① 列宁：哲学手记，人民出版社 1974 年版，第 236—237 页。

② 王海山等主编：科学方法辞典，浙江教育出版社 1992 年版，第 1 页。

③ 徐志京：教学方法现有定义质疑，教育研究与实验，1988 年第 2 期。

④ 孙宏安：简论教学方法的定义、分类和选择，教育科学，1994 年第 4 期。

⑤ 王策三著：教学论稿，人民教育出版社 1985 年版，第 88 页。

第二节　化学教学方法的分类研究

分类，是根据一定的标准将事物划分为不同种类的一种逻辑方法。从系统论的观点看，分类是将研究对象区分为具有一定从属关系的不同等级系统的操作。通过下定义可以揭示概念的内涵，运用分类则可确定概念的外延。由于历史上继承下来的教学方法众多，后来的教学实践中又不断创新，加之学科特征、教学内容和教学对象的不同，使得教学方法表现出多样性、复杂性和灵活性等特点。在大量的方法面前，如果不做合理的分类，势必出现混乱，实际应用时往往无从下手。为有助于认识、考察和实践中最优选择化学教学方法，国内外学者都在积极地探索化学教学方法的分类，围绕“化学教学方法有哪些？”“分类的依据是什么？”等命题展开广泛的讨论，取得了丰硕的成果，形成了百家争鸣的局面。

从化学教学方法的定义可知，它不可能完全个性化，有许多方法与教学论概括的一般教学方法是相通的，因而化学教学方法的分类研究并不是一个全新的课题，我们可以借助于教学方法的分类思路进行探讨。教学方法的分类，是以对每种具体的教学方法进行详细分析为前提的，在明确某种方法的实质、作用和特点基础上，根据某一标准或着眼于某个侧面作出划分，将若干教学方法归为一类。这样，原来繁杂、零乱的教学方法在特定的参照系中变得井然有序，即形成具有一定逻辑联系的若干子系统。各种教学方法都可按不同的分类标准使之从属于不同的逻辑联系和序列，每一个序列都各自构成一种教学方法体系。体系一旦建立，各种具体教学方法的特点、功能以及在整个方法体系中的地位便一目了然。因此，教学方法体系的科学性极大程度上取决于分类标准的合理性。但是，教学方法体系的建立并不是一个纯理论问题，由于历史积累或实践约定，保留下来的一些教学方法体系并不全都有一个清晰的分类标准，在分析时应当注意这一点。

一　一般教学方法的分类

教学方法体系是一个不断充实发展的教学论范畴。从早期的最简单的划分，到现代教学论的多种分类，旷日持久，呈千姿百态，向我们展示了这一研究领域学术思想的活跃景象。

1 桑代克的分类

（1）读书教学法；（2）讨论教学法；（3）讲演教学法；（4）练习教学法；（5）实物教学法；（6）实验教学法；（7）设计教学法；（8）表演教学法；（9）自动教学法。桑代克（E．LeeThorndike，1874—1949）的上述分类未指明分类的标准。有人认为，其依据可能是各种教学方法所使用的手段（工具）和动作，如读书、讨论、表演等，但又似乎想体现从被动到主动、从简单到复杂，不断提高活动水平的性质[①]。

2 凯洛夫的分类

（1）教师的讲述和讲演；（2）教师跟学生的谈话；（3）教师演示所研究的对象及所演示的各种实验；（4）演示画片和图表；（5）参观旅行；（6）学生通过阅读教科书和其他书籍来掌握知识；（7）学生的独立观察及实验室作业和完成各种实习作业；（8）练习；（9）检查学生知识的方法——口头检查、书面检查和

[①] 王策三著：教学论稿，人民教育出版社 1985 年版，第 249 页。

实习检查。一般认为，上述分类主要是依据教学方法的常用性进行的。长期以来，我国的许多教育学教科书都沿用这种分类[②]。

3 帕拉马尔丘克的分类

苏联学者帕拉马尔丘克的教学方法分类体系具有三个维度[③]：

（1）维度一：按知识的来源分类。

知识的类型有三种，即学生能直接感知而且能对其施加影响的事物和现象；学生只能看到的事物和现象；学生无法看到的、具有广泛概括性的知识。与此相适应的教学方法分别是实习法、直观法和讲述法。

（2）维度二：按学生认识的独立性水平分类。

根据学生认识的独立性水平由低到高的顺序，可以将教学方法分为三类：

①指导法。这是掌握现成的知识和活动方式的一种教学方法，其特征是教师告诉学生现成的资料，或者是学生从其他来源掌握现成的资料。

②启发法。这是吸引学生进行独立探索活动的方法，进一步又可分为问答式讲述、逻辑式讲述、启发式讲述和学生演算认识性习题等方法。

③研究法。这是吸引学生进行独立的创造性活动的教学方法。在研究过程中，学生要经历具有科学探索特点的几个阶段。简单的研究工作，低年级和中年级学生在教师指导下即可进行，扩展性的研究工作只有高年级才能进行。

（3）维度三：按认识活动的逻辑方式分类。

广泛的智力活动方式的形成水平是学生智力发展的标志。属于一般的或称广泛的智力活动方式有分析、摘要、比较、类比、概括、系统化、具体化、证明和反驳、下定义和解释概念等。这些方式在具体的教学场合可能起到方法的作用。同时，通过课程内容的教学，促使学生形成这些基本的逻辑方式。实现这一目的，一般要经历 6个阶段：

①积累经验，即搜集实践经验；

②判明情况，查明智力活动方式形成的出发点；

③提出目的，引起动机，产生兴趣；

④理解方式的本质，掌握使用这种方式的规程；

⑤利用方式，建设性和创造性地解决各种问题；

⑥方式的迁移，把某种方式纳入智力活动方式的总体系中。

4 斯卡特金等人的分类

苏联学者斯卡特金和列尔涅尔在《中学教学论》一书中根据学生认识活动的特点，将教学方法分为五类，以反映学生活动水平的递增趋势[①]。

（1）图例讲解法。这类方法的主要任务是组织学生掌握信息，也称信息接受法。教师通过各种途径传递现成的信息，如口述（叙述、讲演、解释）、印刷物（教科书、补充材料）、直观手段（图表、幻灯、实物等）、实际演示活动等，学生必须在听、看、感受、实物操作和运用知识、阅读、观察基础上，把新的信息和以往获得的信息进行比较并记忆新信息，以达到掌握知识的第

[②] 王坦：谈教学方法的分类，教育评论，1993 年第 4 期。

[③] 吴文侃：当前苏联对教学过程、原则和方法的研究，外国教育动态，1980 年第 2 期。

[①] ［苏］斯卡特金主编，赵维贤等译：中学教学论，人民教育出版社 1985 年版，第 14—15 页，第 227—246 页。

一种程度（领会和记忆知识）之目的。

（2）复现法。为使学生形成运用知识的技能技巧并使之得到系统复现，教师可以通过布置一系列相似的作业和按某种规程进行操作的实践活动得以体现，帮助学生达到掌握知识的第二种程度（模仿或在相似情境下运用知识）。

（3）问题叙述法。由教师叙述科学地认识问题和解决问题的范例，指出知识的形成过程，使学生注意到解决问题的方法的逻辑性，提出假设的可能性、结论的正确性和证明的说服力。教师可以利用科学史上的资料，叙述所提出的问题在科学上是怎么探索和解决的，也可以就提出的问题叙述现代解决的方法。这种教学方法能使学生得到寻求知识的方法以及科学地思维和认识的方法。

（4）局部探求法。这种方法又称启发法，有三种实施方案：其一，教给学生逐步探索、分步解决问题的技能，有助于他们独立地解决问题。具体要求：①从图片、教材或教师叙述的内容中发现问题；②独立提出证明；③根据现有事实作出结论；④说出自己的推测；⑤制定检验推测的计划。其二，将复杂问题分解成一系列容易解决的小问题，解决每个小问题都有助于复杂问题的解决。其三，组织启发性谈话，提出与某问题相关的一系列小问题，要求学生 复现学到的知识并进行小量的探索。

（5）研究法。组织学生为解决对他们来说是陌生的新问题而进行的探索性、创造性活动的一种方法。它承担的具体任务是：保证知识的创造性运用；在探索科学认识方法的过程中掌握和运用这些方法；形成创造性活动的特征；形成创造性活动的兴趣和需要的条件。总之，运用研究法，有助于使知识和技能的掌握达到第三种程度（创造地运用知识）。因为从活动的过程来看，教学中的研究同科学研究是一样的。

布置研究性质的作业以构成问题系统，从而使研究法具体化。完成上述作业一般要经历 8个阶段：

①观察、研究各种事实和现象；

②指出不理解的需要研究的事实和现象；

③提出假设；

④制定研究计划；

⑤执行计划，阐明所要研究的现象同其他现象的联系；

⑥提出解决的办法并加以说明；

⑦检查答案；

⑧对运用已有知识的情况作出实际结论。

5 巴班斯基的分类

巴班斯基运用系统论的观点，对教学方法作了完整的分类，首次建立了多层次的分类体系。他根据从生动的直观到抽象的思维，并从抽象的思维到实践的认识论原理、内因与外因的辩证关系原理、控制论的信息传递和反馈原理，将教学方法分成相应的三大类[①]（第一层次），每一大类中各有几个小类（第二层次），小类中包含具体的方法（第三层次）。

（1）组织和实施学习认识活动的方法。

这类方法能够保证师生之间信息的传递和反馈，它又可分出 4个小类：

①按传递和接受教学信息的来源分，形成感知的方法。具体有口述法（叙

[①] ［苏］巴班斯基主编，张定璋等译：中学教学方法的选择，教育科学出版社 1985 年版，第 14—29 页。

述、谈话、讲演）、直观法（图示、演示）、实际操作法（练习、实习、实验）等。

②按传递和接受教学信息的逻辑分，形成逻辑的方法。包括归纳法、演绎法、分析法、综合法等。

③按学生在掌握知识时思维的独立性程度分，形成求知的方法。如再现法、探索法（局部探索法、研究法）等。

④按控制学习活动的程度分，形成控制学习的方法。包括直接和间接的控制，即教师指导下的学习活动和学生的独立学习活动（完成各种作业）。

（2）激发学习和形成学习动机的方法。

这类方法能保证调整学习活动的最重要职能，促进学生认识的、意志的和情绪的积极化。可以分为两小类：

①激发学习兴趣的方法，如认识性游戏，教学讨论，创设道德情绪体验的情境和其他引人入胜的情境等。

②激发学习义务和责任感的方法，如说明学习的意义，提出学习要求，奖励和责备等。

（3）教学中的检查和自我检查的方法。

这类方法能体现评价或自我评价的职能，它包括三小类：

①口头检查的方法，如个别提问、全班提问、口试等。

②书面检查的方法，如书面作业、书面考查和考试等。

6 达尼洛夫等人的分类

苏联学者达尼洛夫等人根据学生掌握知识的基本阶段和任务（感知、理解、巩固、运用），将教学方法分为三种[①]：（1）保证学生积极地感知和理解新教材的教学方法；（2）巩固和提高知识、技能、技巧的方法；（3）学生知识技能和技巧的检查。

7 休金娜的分类

苏联学者休金娜将教学方法分为两组[②]：

第一组包括：①传递信息——发展性的方法，即那些提供全部必须掌握的信息的方法，如教师的口头讲述、阅读课本、谈话等。②探索方法或称启发式方法，即那些不向学生提供现成知识而促使学生进行探索活动的方法，如启发式谈话、辩论、探索性实验室作业、研究法等。

第二组包括：①巩固和完善已经获得的知识、技能和技巧的方法，即复现方法，如复述、模仿例题的练习、根据指令进行的实验室作业等。②再现创造性方法，即要求学生在变化的条件下，将知识应用于实践和创造性活动中的方法，如变式练习、实际作业和创造性作业等。

8 拉斯卡的分类

美国学者拉斯卡（J．A．Laska）提出，世界上只有四种基本的教学方法，前三种是传统的方法，后一种是20世纪创新的方法。他认为，四种教学方法中的任何一种都与学习刺激有关，只是类型不同而已，这也是他进行分类的依据。①

（1）呈现方法。教师把将要学习的内容呈现给学生，学生在其中起着比较被动的作用。具体方法包括：向学生讲授（谈话）；演示图片；指定课题让学

---

① 王策三著：教学论稿，人民教育出版社 1985 年版，第 250 页。

② ［苏］休金娜著：中小学教育学，人民教育出版社 1984 年版，第 370—371 页。

生阅读；做示范；带学生校外考察以及要求他们进行观察。

（2）实践方法。以问题解决的形式提供学习刺激，通过已知程序的运用，要求学生起积极作用，预期的学习结果是在学生的努力实践中逐步实现的。具体方法有：指导学生学习某确定课题；给学生布置实践作业；就特定题目让学生准备下一次考试；对学生从事某特定活动的监督管理；要求学生模仿某特定的模式；训练学生；学生朗诵等。

（3）发现方法。通过特定的学习刺激提供给学生一个情境，在这个情境中希望学生发现预期的学习结果。运用这一方法时，学生可能知道他们在努力探讨发现，但他们不知道预期的学习结果。教师的作用则是组织发现活动，关注活动中的学生。具体方法 有：在提问中运用苏格拉底法；组织学生开有助于引导新发现的讨论会；要求学生设计实验以进入对新学习的发现等等。

（4）强化方法。在学生做出预期反应后提供刺激，这种刺激是由对学生的反应进行强化（奖励）构成的。具体方法包括行为矫正和程序教学等。

9马克·基根的分类

马克·基根（Ｍａｒｋ Ｋｅａｇａｎ）根据教学活动中刺激者和反应者的不同性质，将教学方法分成四类①：

（1）授受（Ｄｉｄａｃｔｉｃ）：刺激者和反应者都是教师，即教师既给予刺激又作出反应，如一讲到底的讲授和电影等。

（2）问答（Ｓｏｃｒａｔｉｃ）：刺激者是教师，反应者是学生，即由教师提供刺激再由学生作出反应，如问答、讨论等。

（3）探究（Ｉｎｑｕｉｒｙ）：刺激者是学生，反应者是教师，即由学生提供刺激（如提出问题）再由教师给予反应（解释），学生的问题往往通过查阅资料获得。

（4）发现（Ｄｉｓｃｏｖｅｒｙ）：刺激者和反应者都是学生，即在实验室之类的环境中由学生独立地发现问题并解决问题。

10威斯顿等人的分类

美国学者威斯顿等人将教学方法看成是教师与学生交流的媒介或手段，由此划分为四种类型②：

（1）教师中心的方法。指教师语言的单向交流方式，如教师的讲授、论证等。

（2）相互作用的方法。指充分利用了学生之间及师生之间的信息交流的方式，教学过程在学生的积极参与下进行，如讨论、辩论、小组交流、同伴教学等。

（3）个体化的教学方法。指教学信息呈现的快慢和多少依据学生进步情况而定的方法。这种方法的反馈是相当及时的，如程 序教学法、计算机辅助教学等。

（4）实践的教学方法。指在教室以外的实践场合进行的方法，如临床法、实验法、角色扮演、模拟和游戏等。

以上所列举的是国外学者给出的一些典型分类，国内这方面的研究也富有特色。

11国内教育学、教学论著作中的典型分类

16多年来，国内出版的教育学、教学论著作甚多，对教学方法分类所持的看法也不尽相同。归纳一下，较为典型的有以下数种：

（1）按师生双边活动中的主导活动分类①。

第一类：以教师的教授活动为主的方法，如讲授、谈话、演示等。

第二类：以学生的学习活动为主的方法，如读书、讨论、实验、实习作业、研究等。

（2）按学生获得的信息的来源分类②。

第一类：通过语言途径获得信息的方法，如讲授法、谈话法、读书指导法、讨论法等；

第二类：通过直观途径获得信息的方法，如演示法、观察法等。

第三类：通过实际操作获得信息的方法，如实验法、练习法、实习作业法、研究法等。

也有人以语言、视觉形象、动觉刺激为信息媒体，依次分得与上述相同的三类：语言传递类、直观显示类、实践操作类③。

（3）按学生认识活动的不同形态分类④。

第一类：以语言传递为主的教学方法，包括讲授法、谈话法、讨论法、读书指导法等。

第二类：以直接知觉为主的教学方法，包括演示法、参观法 等。

第三类：以实际训练为主的教学方法，包括练习法、实验法和实习作业法等。

第四类：以陶冶为主的教学方法，包括创设生动形象的教学情境，扮演角色，暗示教学，观赏大自然等。

李秉德主编的《教学论》中将上述的第四类改为：以欣赏活动为主的教学方法，增加第五类①：以引导探究为主的教学方法（主要指发现法）。

（4）从学习结果和情感活动两方面分类②。

第一类：使学生获得各种学习结果的教学方法。

按美国心理学家加涅指出的 5种学习结果分成 5小类：

①与获得知识信息有关的教学方法（包括直观法、讲授法、谈话法、讨论法及程序教学法和发现法等）。

②与习得动作技能有关的教学方法（示范—模仿教学法等）。

③与习得智力技能、认知策略有关的教学方法（范例教学法等）。

④与巩固、运用知识技能有关的教学方法（包括练习法、实验法、实习作业法等）。

⑤与习得态度有关的教学方法。

第二类：与调节情感活动有关的教学方法（情境教学法、暗示教学法等）。

1 2国内其他学者的分类

（1）齐亮祖将教学方法分成四大体系③：讲授的体系、训练的体系、自学的体系和开放的体系，每一种体系由基本的教学方法和教学模式构成。

（2）李刊文将教学方法看作一个动态的、整体的系统来考 查。根据教学方法发展的规律、各种方法内在的不同特点和功能、构成方法的要素、适用范围和各教学方法相互之间的联系，把教学方法划分为三个互相联结的层级（子系统）①：

第一层级包括以语言文字为传递媒介，以传递知识为主的五种基本方法，即讲授法、谈话法、练习法、读书指导法、检查法。

第二层级的方法是以实物为媒介，除传递知识以外，具有培养实际技能、操作能力的功能，如演示法、实验法、参观法、课堂讨论法等。

第三层级是新的综合的教学方法。这些方法中有的是第一、二层级的某些具体方法的重新组合；有的本身已包含教学原则、手段、组织形式和教学

环节，构成了方法体系。如“读读、议议、讲讲、练练”教学法，“六课型单元”教学法，发现法，暗示教学法等。

（3）金屏认为，教学方法的出发点和归宿都是为了达到教学目的，应按所要实现的教学目的来进行划分，即得到着眼于知识传授的教学方法、着眼于技能训练的教学方法、着眼于能力发展的教学方法、着眼于情感熏陶的教学方法。他还指出，教学方法的划分不可能泾渭分明，有的教学方法同时往往能实现几个教学目标，因而只能根据某一具体方法主要达到什么教学目的进行分类②。（4）王坦借鉴布卢姆等人的分类框架来研究教学方法的分类，得出认知、情感、技能三类教学方法。认知类方法包括讲授法、谈话法、讨论法、读书指导法、发现法、自学辅导法等；情感类方法包括情境教学法、欣赏教学法、暗示教学法等；技能类方法包括练习法、实习作业法、实验法、演示法、参观法等③。

（5）叶澜等人将教学方法分为“小方法”和“大方法”，前者指常用的基本方法，如讲授法、谈话法、讨论法、读书指导法、演示法、参观法、实验法、练习法、模仿法、记诵法等；后者指一些整体的、系统的、加以理论化的操作样式，或称教学模式，如“八字”教学法、发现法、设计教学法等等①。

考察以上各种分类体系，总的印象是：教学方法纷纭繁杂，难以用一种标准去统一，因而从不同侧面进行多角度分析，得到一系列结构清晰的教学方法序列或称系统，这不仅有理论意义，而且有更重要的实践应用价值。对指导化学教学方法的分类，有许多方法论上的启示。

启示 1：如上讨论的各种教学方法分类，归纳可得两种划分的方式，一是单纯的并列分类；二是先分层次再分类。分类也有单维（一种体系只有一个标准）和多维（一种体系有多个标准）之分。无论哪一种分类，只要符合教学实际和逻辑规律，都应是许可的。

启示 2：分类不是一个简单的划分和列举过程，而必须明确：①本分类主要依据的标准是什么？是单维分类还是多维分类？②每类教学方法的相互关系如何？它们各自侧重解决哪些教学任务？③在分类中怎样体现师生之间的相互作用？④每种方法的适用范围和实现条件如何？⑤这种分类的优点和不足有哪些？等等。

启示 3：与侧重知识来源或教学外部形态的传统分类相比，现代分类更多地考虑学生学习的内在特征和情感因素，尤其注意发展学生的创造才能和揭示方法体系中的探究因素，这是现代教学论发展的一个重要特征。

启示 4：各种教学方法分类体系的产生都有一定的背景和适用范围，从整体着眼分析，均有其优缺点，如何评价必须慎重。研究分类，无非是两个目的：一是出于教学方法理论化、科学化的需要；二是为教学实践服务，便于教师去选择和应用。因而分类的优劣也应从两方面去体现。如目前被推崇的多维法分类有助于形成一个完备的理论体系，但在实践中较难把握；而传统的单维法分类简捷明了，易于操作，实用性强，但理论上显得薄弱。可见，对各种分类体系，轻易否定是不恰当的。

启示 5：在研究分类中，不少学者注意到了基本方法和综合方法（教学法体系）在组成、功能等方面的差异，这是十分可喜的。但在分类时所持的态度不尽相同，有的在同一标准下划分为并列的两类（如语言传递类与引导探究类，图例讲解法与研究法等），有的在不同层次上分别研究，并将综合方法视

为基本方法的组合（如李刊文的“二层级”说），也有的将综合方法排于教学方法的范畴之外，在分类时不予考虑，我们认为，前两种处理方法是积极的，无论从教学方法的发展性定义出发，还是从教学实践需要看，许多被公认且应用广泛的综合方法必须纳入教学方法的分类体系之中。

启示 6：教学方法的分类是相对的，一种分类体系不能将所有的方法都包容无遗，也不可能把列入讨论范围的各种教学方法的全部特征都反映出来，包含于所分类的框架之中。所有的分类，只是相对于各种教学方法的主要特征而言，而非全部特征。因此，不少分类在表述上采用“以……为主”、“侧重于……”等结构，以体现相对性。

二 化学教学方法的分类研究

化学教学方法的分类，可以看成是教学方法分类这一整体目标下的子系统，但受学科特征、教学目的和教学内容的影响，又有一定的相对独立性。多年来，化学教育工作者已充分认识教学方法分类在发展理论和指导实践两方面的重要性，但与一般教学论相比，这方面的研究进展还是相当缓慢和滞后的。为解决这一难题，国内外学者做了大量的探索，总结了一定的经验，提出了多种教学方法体系。

以下对化学教学方法分类的现有研究作一概述。

1 国外学者提出的化学教学方法分类体系

（1）福尔斯的分类。

英国学者福尔斯（G．Fox）在《化学课堂实验》一书中，列举了为英美各国广大化学教师认可的各种教学方法。这些教学方法既互相区别，又互相补充，经过长期的教学实践检验，不断发展、改进，形成一种教学方法体系①。

①信息法。这种方法的主要特点是，教师将化学事实和结论传授给学生。主张采用这种方法的理由是，很多化学入门课程，不必让学生花费很多时间去学习对他们没用的技术并积累纯学术性的细节，应当让他们学习有用的化学事实及应用方面的知识。从学生学习心理来分析，并非所有的学生都适合学习科学，某些学生在获得思维的科学习惯上是无能的，有的学生厌烦智力过程，有的学生反对花时间和利用实验研究的机会学习科学方法。但无论哪种学生，都可以从信息法中学得科学知识，而不必去应付哲学的思辨和科学的技巧。

信息法把许多确定的信息组合在一起，便于学生记忆，也可赢得时间，让学生学到更广泛的化学知识。其缺点是，要求学生识记大量的、没有多少联系的事实和材料，这些材料缺乏统一的原理，往往可以按不同的顺序来组合，给学生的理解和掌握带来一定困难。

总之，信息法作为一种教学手段，更偏重为学生提供科学信息，而不重视教给学生去做、去评价及让他们自己去发现事实，得出科学结论。

②启发法。这种方法的实践全部是由实验室的实验作业组成的。它着力于训练方法，而不是给予事实。关于化学物质的任何知识都经学生自己发现去获得。在这一过程中，教师给学生以机智的指导，让学生沿着正确的途径学习发现，使作业变成研究活动和让学生“捕捉”科学精神的实践。

18 年后启发法在英国提出，虽倡导较早，但进展和推广却不快，其原因是受条件制约，加之教师思想上一时难以接受。班级规模较大而实验设施跟

不上时难以实行，限于考试大纲组织教学内容，采用这种方法也有困难。虽然启发法多占用一些时间，但它的精神影响课堂实践并将作业引导到研究活动中去，其价值是难以估量的，从唤起和保持学生学习兴趣等方面都能得到补偿。

启发法的教学步骤一般是：宣布要研究的题目；提出其中的困难；建议进行研究的某些主要路线；让全班去努力研究，提出实验方面的进一步建议。

③规范实验法。这种方法也与实验有关，但在原理和实践上都与启发法有很大的区别。运用规范实验法时，所研究的题目都是学生已详细学习过的，不需要学生去发现。这种方法适用于基础实验和为学生提供的验证性实验，学生只要按简单的方式去重复实验，以验证事实和提供实验结果，由此再进行理论推演，而不是重复这些实验的发现路径，走的是获取知识的捷径。在学校条件下，某些事实和结论难以进行实际确证，但通过不同化学家的实验重复证明：这是可以信赖的，可以让学生当做真理来接受的知识。

④历史法。这种方法在形成化学理论和显示哲学见解方面具有一定的吸引力。因侧重面不同，又可分为：传记和轶事法；概要重述法；演进法。

传记和轶事法在研究教材和标题时，编组有趣的历史事实和详细叙述发明家生活中的事件，以引人入胜。

概要重述法呈现的主题受历史发展的控制，在考察一种过程、一个概念或一组有关事实的时候，要看到知识的发展是稳定前进的和已经遇到过的少数“死胡同”。为此，编年史的发展顺序对教学是有益的。

演进法是历史法中最有价值的一种方法，它可以显示一些错误的判断和预先形成的概念如何将人引入迷途，又怎样一步步纠正，最后显露真理的过程。演进法的价值，除了对理论的演进提供清晰的认识以外，还有助于学生确立这样的态度：反对把前人的观点看成是完全错误的，或看成是偏见和错误判断的产物，也反对把现代的观点当作完全正确的和最后的、不变的认识。

⑤现代法。这种方法系指从自然科学的观点来教化学，把很多化学现象概括化并尽可能消除有机、无机和物理化学的界限。将自然科学的原理作为化学的基础，可以减少学习化学的困难，有利于促进学科之间的综合和统一。

（2）阿奇马德的分类。

印度尼西亚学者阿奇马德（S．A．A在《化学教学新趋向》第四卷中，曾以“实验室及其他化学教学方法的改订了的任务”为题，综述了本世纪60年代中期至70年代初包括实验室教学在内的化学教学方法的新趋势。以下分类（a—）（f）重点放在学生在学习过程中的作用上，（g—）（n）针对化学实验课的教学方式进行研究。

（a）凯勒计划或自定进度法。这是自定进度、教师定向和指导学生的方法。它基于这样的概念：学生在教学过程中积极主动而不是单纯的知识接受者，教师要给予评价并响应学生的努力。

这种方法认为，学习是一个三步过程：提示、反应和结果。课程内容分成作业单元，学生按《学习指南》来学习，教师的讲演极少，进度由学生自己安排。只要学习了规定材料并通过了考试，就可以从教师处拿到下一个单元的学习指南。辅导员在这一计划中起重要作用；考试之前要检查学生的习题，在单元考试之后要发现问题、纠正错误。教师的主要作用是提供学习指南、设计考试、管理和检查考试程序；监督辅导员、执行计划和在特殊问题上帮助学生。

学生对这种体系的反应很强烈。大多数学生感到比用讲演法学到的东西多。但这种计划的最后结果看来并不比传统法好。

（b）修正的个别教学。这是按照凯勒计划的结构和特点发展而成的，允许每个学生以和他自己的能力相匹配的进度来学习。每个学生收到一套套目标，其中的基础目标和任选目标是分别指明的。每个学生至少要完成一套基础目标，并鼓励进一步去学习他特别感兴趣的领域。当学生完成全部目标时，就给予该课程的成绩。

在这个计划中，把化学课进行时包括的各课题按几个主题分类安排在图表里。因此，学生能看到整个课程的全貌、目的以及各课题间的相互关系。教师的任务是寻找和准备新教材，并对可能产生特殊问题的学生分别做工作。

另有一种计划，是使概念、解答习题与实验室实验相结合，在 教师帮助下，每个学生确立它自己的课程目标。课程分为两个组成部分：教师的课堂演示和学生的实验室实验。这种计划最适合大多数学生不需要深厚的化学知识的情况。

（c）微型课程或学生自选法。这种方法主要基于这样的设想：当把理解、讨论和选择“做什么”与“如何做”的机会给学生时，他们最容易学到手。学习的课程分成 1 个单元或课题，每个单元配备有资料箱，包括图表、小册子和与主题有关的辅导读物。

课程以教师设计的纲要为中心，而教科书只用做参考材料，也可提供许多别的活动，如实验室实验和小组设计等。

（d）合同学习法。这种方法由学生和教师经过讨论和协商来给课程的某一特殊方面制订计划。这种协定或“合同”在需要时可以再协商。

学生和教师一起决定为达到指定的成绩等级水平需要做多少工作。工作的性质由教师决定，工作的分量由教师结合学生的情况做出决定，要求学生去选定要研究的课题并指出适合他的实际成绩等级。

（e）辅导和讨论法。在辅导法里，学习的课程分成几个单元，每单元都有详细的操作目标和行为目标，写出期望学生学习的全部内容，包括指定的家庭作业。每周有一次 1小时的讲演加几小时的辅导。在讨论法里，教学时间大多用于课堂讨论和测验。每周 3课时，一开始把讲义发给每个学生，学生在学习讲义后，教师作一次讲演，下一堂课以口头或书面形式对问题进行讨论，最后的课时用来考试，考后即讨论考试并发新讲义。

（f）小组法。把学习化学课程的学生分成 1 0人左右的小组，每组指定一位辅导员，辅导和实验室作业高度综合。在学生完成作业后，由教师给出评语再发还给学生。分组时也可考虑学生的能力，因组施教，把重点放在发展交流概念和改进自信心上。连续考核的方式可以不受正式笔试的限制。

（g）发现法或问题解决法。为突出化学是一门实验科学这一特征，从开始学化学起就应把实验室实验作为兴趣的中心。实验室教学中的探究—发现法与传统的实验法相比，效果显著得多。 在这种教学程序里，学生有较多的自由去发现和弄明白学习目标，并能通过问题发展独立思考的习惯。

在问题解决法中，学生要做指定的分析或制备实验设计，包括物理性质的测定、各种分析方法、未知物的鉴定和化合物的合成。学生的任务是收集数据和解释这些数据。在实验课前，有一次讨论各项操作和试验技术以及查阅化学文献的讲演。学生在得到指定作业后，必须详细写出能用现有的试剂

进行实验的可行步骤。

（1）综合的实验教学。这种方法旨在让学生体会化学是一级学科，实验课设计的目的是使无机、有机等互相关联的二级学科在个别课程中混合起来。为帮助学生进行实验室工作，每次实验课都以讨论实验技术和有关原理开始。

（2）冬季学期或期中课。为使高年级学生在实验室里可以延长工作时间，在学期之间开设 4—6周的课程，冬季课时间为一个月，主要教给学生特殊技术或探索技巧，或者为非理科学生提供有意义的科学经验。

（3）科恩荷莎的分类。

南斯拉夫学者科恩荷莎（A．Korn）在《学校化学教学》一书中，介绍了在化学教学中最有希望的四种教学方法。作者指出，这些方法可以用于任何教学形式中。

①研究法。这种方法不仅要表明探求的主要成就，而且要体现在发现新知识过程中曾出现的失误和疑问。美国学者皮门特（G．C．Pimentel）教授曾给出过研究法的一般过程：观察和描述、实验和测量、模型化、不确定性和暂定性。研究的课题都是有所选择的，如让学生研究设计测定不同杀虫剂中卤素的含量，用半定量的方法比较不同植物的干馏产物。环境污染也提供了许多可待研究的课题。

②问题解决法。有人将问题解决定义为知识与方法对某种问题情境应用的结果，并提出四个阶段：a 对问题的限定；b 选择适当的信息；C 把分散的信息联结起来；d 对解法进行评价。

指导设计作为一种教学方法与问题解决法很接近。在此方法 中，包含 9步：陈述问题、限定设计方案的目的、搜集信息、分析现有的解法、产生可能的解法、确定限制条件、评价可能的解法、分析所有的解法、准备合成和建议。

理科教学的问题解决，一般方法包括：识别问题、观察、测量、分类、整理、推断、预言、形成假说、寻找模式、设计并进行实验、解释并分析数据、验证结论、解释未答复的问题、质疑等。在发展化学问题解决技能中，许多问题必须研究：面对多方面的问题，怎样去系统阐明，特别是对解法唯一的“封闭型”题；如何选择所含化学内容较为简单的问题，以免学生在问题解决过程中受化学知识的影响；如何使教师对研究感兴趣；怎样去构造一系列大中学兼顾的化学教学问题。

在真实的、当代科学研究基础上构成的化学教学的问题解决技能，宜考虑如下思路：

a 从研究性期刊中选择一篇论文，这篇论文应是学生不容易得到的；

b 对选出的论文进行“萃取”，即抽取出其中的研究数据，并当做实验结果提供给学生。这种材料改编得要适合课程的需要；

c 要求学生尝试去解决这一问题，同时设计问题解决网络；

d 将学生设计的网络进行比较、分析，辨别成功与失败的原因。这是讨论问题解决的基础。在讨论时，教师和学生协同合作；或在某些场合下将相同的问题提供给不同的小组，以比较和评价其结果。

③化学知识结构化。美国科学进展协会设计的“Science A Process A”课程运用加涅的学习层阶思想来构建学习网络或层阶。学习层阶概念把组织过的知识分成形式结构（formalst和认知图式res）

（cognitive）两种，前者反映学科结构，其中知识被组织成一种层次或其他型式的有组织的框架；而后者是一种特殊的个人组建成的结构，系由学习者去组合大量的信息和概念以促进学习。也有学者认为，学科内容结构化有4种类型，即学习层次、程序层次、内容结构和理论结构。学习层次也叫学习结构，它表示学习先决条件的关系，即学习者要获得新知识必须先知道什么；程序层次表示学科内容组成之间的程序关系，即获得新知识的步骤；内容结构是一种最普通的、基于知识的相似性和链条的分类结构；理论结构或称模型表示概念间的因果关系的“链条”，通常以数学表达式为基础。

④模式识别。通过模式识别学习化学，其主要思想是：促进学生选择化合物的一个特殊方面，或化学反应，或性质，去研究化合物的特性，去试验、组建模式并进行检验。模式识别的学习步骤有：a搜集数据；b分析数据，限定当做恒量和变量的标准；c限定标准的层次顺序，开始建立一种树结构，这种结构在下面的步骤中得到完善；d为每一标准设计可能组合的矩阵；e.模式设计的有效性；f为了预见而运用模式。①

（4）加德纳的分类。

美国学者加德纳（M.Gardner）教授在我国讲学时曾介绍过多种策略性的化学教学方法，它们是：讲课—讨论、演示、学生实验、视听映示、野外实习和旅行、设计、请人讲演和演示、游戏、模拟和模型、叙事、小品、个案研究、问题解决法、自定进度教学、计算机辅助教学、经常性考查等。

（5）杜宾宁、奚尤什金的分类。

苏联化学教学法专家杜宾宁、奚尤什金曾分别给出过如下分类：

a化学课堂教学中使用的方式方法有：演示、实验室实验、叙述（讲解）、谈话、复习、练习、解答化学习题②。

b根据化学教学过程的组成，化学教学方法可以分为三类：即传授知识的方法，巩固知识和发展技能的方法，检查知识的方法③。

传授知识的方法，可从教师引导学生的认识过程的观点来研究，也可从教师在教学中所运用的手段和组织形式来研究。前者包括教条式、例证式和启发式三种方法，后者包括教师的讲述、实验演示、使用直观教具等方法。奚尤什金认为，教条式方法有许多不足，但在化学教学中不能完全禁止，有不少理论内容并不能通过观察和实验来进行，如“原子量”概念的教学常用这种方法。例证式方法从实验的结论开始，再进行实验验证、观察和说明，这种方法对培养学生的独立思维不起显著的作用。启发式方法对学生来说，从形式到实质都非常接近于化学科学研究上所用的方法，这对学生形成化学概念、发展思维能力都是极有帮助的，因而是值得推崇的一种教学法。

巩固知识和发展技能的方法，主要包括组织复习、练习和习题讲解等。检查知识的方法具体包括口头提问、书面作业、混合考查、理论和实验考试等。

上述两种分类，很长一段时间成为我国化学教学方法的主导体系，至今仍为不少化学教师和理论工作者所接受。

2国内学者提出的化学教学方法分类体系

（1）在中学化学教学中，常用的基本教学方法有讲授、实验、运用直观教学手段、指导学生自学、练习、参观等。

几种教学方法改革的试验：“读读、议议、讲讲、练练”教学法、单元结构教学法、“边实验、边观察、边讨论”教学法①。

（2）常用的化学教学方法：讲授法、问题教学法（又叫问题法）、个别教学法（又称编序自学法）、单元教学法（又称科学复习法）、自学辅导法、掌握学习教学法、协同教学法、发现教学法（又叫探索法，现代启发式教学法，自主学习法）。除上述8种教学方法外，还有编序法、设计法、图例讲解法、复现法、局部探讨和研究法等②。

（3）在化学教学中，常用的具体方法有多种，主要是：讲授法、演示法、实验法、练习法、讨论法、自学辅导法等①。

（4）几种化学教学方法：讲练结合、探索式实验教学法、练习和复习、参观②。

（5）根据化学教学的特点，常用的教学方法可概括为：口述法、演示法、实验法、指导阅读法、练习法、视听教学法、参观法等。

发展中的新教学方法："读、议、讲、练、做"教学法、形象化教学法、发现法（又称发现学习）、探索法、问题解决法、程序启发教学法、单元结构教学法③。

（6）按照教育学的传统习惯，结合化学教学实际，概括出常用的几种基本教学方法：讲授法、谈话法、讨论法、指导读书法、演示法、参观法、实验法、练习法④。

（7）初中化学教学的基本方法有讲授法、演示法、实验法、练习法，此外还可适当采用有指导的讨论法和自学法。高中化学教学除坚持启发性讲授法、演示法、实验法、练习法等以外，还应注意运用研究法、讨论法、自学法⑤。

（8）结合我国的化学教学传统和现状，依据教学形式进行综合分析，将现代中学化学教学法分为四类：

①课堂教学法，是课堂教学常用的一类方法，主要包括课堂讲授（谈话法、讲述法、讲演法）、课堂练习（口头练习、书面练习、操作练习）、课堂讨论三种形式。

②实验室教学法，是在化学实验室中进行的具有特殊意义的一类方法，主要包括教师演示和学生实验（随堂实验、学生实验课）两种形式。

③个别教学法，是学生自学、教师辅导的一类方法。学生可以根据自己的能力和知识水平，或自定进度、自主学习，或分组学习，相互研讨，不受统一的教学进度的约束。具体形式有程序教学法、自学辅导法、小组学习法、合同学习法等。

④电化教学法，是现代电教技术与化学教学结合产生的一类教学方法，具有形象生动、表现力和感染力强、不受时空限制、容易再现等优点。这类方法包括幻灯映示、录音播放、电影和录像放映以及计算机辅助教学等多种手段①。

（9）四成志从认识、心理、逻辑、生理和信息交换等理论出发，结合中学理科教学，提出五类教学法：

①示范教学法，是有目的的以教师的示范技能作为有效刺激，以引起学生相应的行动，使他们通过模仿有成效地掌握必要的技能。示范教学法主要包括语音的示范、动作的示范（如多种实验操作等）和书写的示范（如符号、公式的书写要求，解题步骤、实验报告的格式等）等几个方面，其他如教师的言行、教学态度、思想方法和工作方法等都有示范性，都能深刻地影响学生，都是应该经常注意的。

②概括教学法，是人类概括性辩证思维在教学过程中的应用，通过极其有限的典型事例进行分析、比较、抽象等心智操作，找到它们的共同性质而得出概括性的结论，使学生的认识从低级阶段上升到较高阶段。根据不同的教学内容和典型事例，概括性教学法又可分为：研究客观现象的概括，研究旧知识的概括，研究旧知识与新现象相结合的概括。

③求解教学法，是教师指导学生应用旧知识追本溯源，或对实验现象分析研究，或研究数量和质量的关系，而使问题获得解决的一类方法。其特点是自始至终围绕问题而展开研究，教学能否顺利进行，除教师引导学生提出问题和研究得法外，主要取决于学生是否具备了分析、探索所必需的知识。

④推理教学法，是由已知判断推出未知判断的思维形式在教学过程中的具体应用，即以学生掌握的旧知识作为推理的根据、 理由和出发点，通过归纳、演绎、类比等多种推理形式，获得新知识的过程。推理教学法大体可以分为三种：由旧结论推出新结论；原理和现象的互相推理；量和质的互相推理。

⑤反馈教学法，是以系统的、创造性的应用知识和总结学习心得为目标，并借以检查教学实践的一类方法。根据反馈的不同作用，可以分为结构化的反馈教学（根据知识结构化的需要而组织的系统练习）、创造性的反馈教学（富于研究性的应用知识和练习）和检查性的反馈教学（通过经常性的反馈信息和反馈性练习评定和调控教学活动）三种具体方式①。

（1）是依据明根据教学思想和启发方式，将化学教学方法分为注入式和三种不同的启发式教学：

①注入式教学法，是用简单灌输和机械重复的方法教学，学生处于被动地位，其实质是以刺激—反应联结为理论基础。

②传统启发式教学法，是以统觉论为理论基础，强调让学生在已有经验的基础上掌握新知识，教师以讲授为主要启发手段，有时也配合演示、实验和练习，学生主要用内省和复现的方法进行接受学习。

③现代启发式教学法，是以发生认识论为理论基础，强调通过学生主体活动发展其智力，又称活动教学法，以“发现法”为代表，20世纪上半叶流行的实验室教学法等方法也属此列。

④综合启发式教学法，是以系统方法为指导，主张运用多种方法，实行接受学习与发现学习结合，作最优组合，使学习既掌握“双基”又发展智力。引导探究法、实验—讨论法、自学辅导法、单元结构教学法、“读读、议议、讲讲、练练”教学法等新方法都属于综合启发式教学法②。

（1）根据教学指导思想不同分类：①讲授掌握式；②启发掌握式；③引导探究式；④自主探究式。其中①②属接受性的教学方 式，③④属主体化的教学方式①。

（1）依据研究方法分类：

①我国和苏联的教学论，常用分析法研究教学，把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，然后在教学实际中综合应用。按照这种方法划分出来的化学教学方法有讲授法、谈话法、讨论法、演示法、实验法、练习法、读书指导法，统称第一类化学教学方法。

②西方国家的教学论，常用综合式研究教学。它们提出的许多教学方法，如发现法、程序教学法、范例教学法、设计教学法等，不仅仅是教学方法，

而且常常涉及教学原则、教学组织形式，甚至课程教材。实际上各是一种教学体系。目前我国化学教学方法改革中创新的教学方法，如“读读、议议、讲讲、练练”教学法、单元结构教学法等多属综合法，也称第二类化学教学方法②。

从以上众多的分类体系可以看出，国内外的研究均有特色。国外学者十分注重突出学生的自主学习和探索性方法的应用，如探究法、问题解决法、自定进度法、发现法等，都是他们大力提倡的。国内的分类多注重基本教学方法的划分和运用条件，如讲授、演示、讨论等，这些方法简捷明了，便于教师把握，有助于强化教学基本功。进一步纵横比较和全面审视，在分类研究中仍有不少值得我们深思的问题。

其一，化学教学方法的综合化已成趋势，但在分类中体现不够。国内不少的化学教材教法著作或回避综合方法，或将其归于“化学教学方法改革简介”之中，不少读者由此产生疑问：改革后形成的教学方法是否仍为“教学方法”？有的专列“创新的化学教学方法”，但又未将这些方法包容在所讨论的化学教学方法分类体系中，导致逻辑上的自相矛盾，影响教师掌握和实际应用。因此，将基本方法与综合方法共同纳入化学教学方法体系，是很有必要的。

其二，化学教学方法分类缺乏新意和特色。10多年来，多种版本的著作重复引用甚多，凯洛夫分类体系根深蒂固，形成了貌似稳定的传统分类框架。事实上，这正反映出我们研究方法上的缺陷，许多本应揭示的内容却滞后多年。如基本方法与综合方法的关系，早已成为教学论的热点，而化学教学论中明确提出按研究方法将其分为两类，才是近几年的事。又如，教育学的基本方法仅仅给出一个“中性”的框架，教学内容的实现必须依赖科学的思想和多种逻辑方法的综合运用。帕拉马尔丘克、巴班斯基、科恩荷莎等人早就着眼于按学科的逻辑体系去研究教学方法，而至今在化学教学方法体系中尚未明确体现这一关系，值得研究。

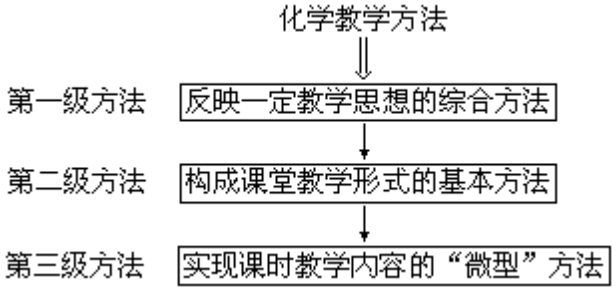
其三，不少分类按传统的习惯，列举若干教学方法，构成常用的化学教学方法体系。严格地讲，这不是分类的结果。由于缺乏明确的分类标准，不同类型、不同层次的教学范畴常常混在一起，如讲授法、练习法与自学辅导法、发现教学法呈简单的并列关系。两类方法所表现的功能和条件有较大的差异，前者主要提供教师课堂教学的某种操作形式，其效果如何取决于教师对方法的恰当运用；后者则是具有一定理论倾向的教学体系，其教学思路和方法效用已被众多的教学实践所证实。因此，在一定的标准下，将操作化的基本方法与理论化的综合方法作适当的区分，是符合教学论发展要求的。

三 化学教学方法的系统分类

如上所列的种种分类和比较分析可知，化学教学方法的分类仍不够完善，许多问题有待进一步研究。分类上的局限使广大教师难以认清当前教学方法改革的实质，直接影响对化学教学方法的创造性运用。因此，建立一个比较完备的、有理论指导意义和实际应用价值的化学教学方法分类系统，已是当务之急。

我们认为，化学教学方法的概念内涵已扩展到广义的教学方法体系范畴，对外延的认识也应重新考虑。运用系统论的基本原理和现代教学论层级分类的思路，我们尝试对化学教学方法进行新的分类。首先，明确一个理论

命题：化学教学方法是一个动态的 整体，构成为实现化学教学目的服务的一个系统。其次，根据化学教学方法发展的规律以及各种方法的内在特点、功能、构成要素和适用范围，将化学教学方法划分为三个相互联系的子系统，这些子系统分别对应不同层次的三级教学方法。



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。如在国内外化学教学中曾积极提倡的问题解决法、发现教学法、程序教学法、范例教学法、自学辅导法、“读读、议议、讲讲、练练”教学法、单元结构教学法等，均属此列。必须指出，目前国内不少化学教师提出的名目繁多的“教学法”，尚未形成方法体系，按综合方法的要求，有待在实验基础上进一步理论化。

第二级教学方法，指教育学中定论的课堂教学的基本方法，包括讲授法、谈话法、演示法、实验法、讨论法、练习法等。这一层级的教学方法在教学活动中应用最早，又有广泛的适用范围。它们各自独立，都能有效地完成某一类教学任务，在更多的场合下各种方法互相配合，因而是整个教学方法体系的基础。换言之，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。

第三级教学方法，是指师生为达到课时教学目标、实现课时教学内容而积极采用的一系列相互联系的具体操作方式，也是第一级、第二级教学方法的更微观的组成要素，与巴班斯基曾提出的教学方式在定义上有相似之处。他认为各种教学方式的结合才 形成一定的教学方法①,但教学方式一词在国内容易产生歧义。我们所指的“微型”方法，不是就方法本身的范畴大小而论，而是体现“链合”化学教学内容这一微观过程中所发挥的独特作用，它是与第一级、第二级教学方法的宏观背景相对而言的。

例如，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方法，但究竟如何实现讲授过程，仍有许多值得研究的细节：有设置悬念的讲法、演绎推理的讲法、归纳概括的讲法、比喻夸张的讲法等等，不能一概而论，对同一对象，讲法不同，讲授的效果有所差异。又如，谈话法 (问答法)也包括按一定逻辑顺序提问的方式、启发性提问的方式、使学生积极化的谈话方式、校正错误回答的方式、概括总结和评定的方式等。“微型”的另一个特点是变化频繁，有时一段内容的教学必须通过多种“微型”方法的组合，才能有效地转化成学生的认知结构。这一层级的方法包容很广，既有逻辑方法，如比较、分类、归纳、演绎、类比、概括、假设、证明、系统化、具体化等，既有教学技巧，如识记、转述、设问、比喻、联想等，又有许多“微型”方法取决于教学方法的内容、范围、操作方式和序列等。

总之，每一种教学方法都可看成若干“微型”方法按一定顺序结合而成的，这种顺序即构成特定方法下的教学思路。不同的教学方法可以包含相同的“微型”方法，但所起的作用往往不同。巴班斯基曾对再现法和问题探索法中的类比方法作过深刻的分析。他认为，在前一场合，类比从属于更好识记的目的；而在后一场合，类比则用来作出教学假设并予以证明②。研究“微型”方法，有助于教师理清教学思路，创造性地运用第一级、第二级教学方法，形成独特的教学风格。

上述分类，较好地反映了化学教学目的实现过程中不同层次教学方法的功能，既摆正了综合方法、基本方法在化学教学方法 体系中的地位，又将长期被忽视的与化学知识内容的逻辑结构密切相关的“微型”方法纳入教学方法范畴。这不仅使化学教学方法概念更为完整，更重要的是将化学学科特征和化学教学特色体现于方法因素之中。从系统构成上看，三类方法既有各自的独立性，又相互联系，在外延上逐级包容。正确理解这一关系，对化学教学方法的改革有着直接的指导意义。化学教学方法改革的必由之路是：从研究基本方法入手探讨新的教学方法体系，从分析“微型”方法入手优化具体的教学思路。

第六章　化学教学方法(下)

在上一章着重讨论了化学教学方法的有关理论概念和分类 (体系)研究。本章侧重于从化学教学方法的选择与优化，以及改革的方法论来探讨。

第一节　化学教学方法的选择与优化

“方法的基本问题是选择。”C由于化学教学方法的多样性和多层次性，如何选择合适的方法，就成为一个十分自然的问题。事实上，在化学教学过程中，教师也不可能始 终只用一种方法，而是有意或无意地按一定的指导思想与习惯的经验模式，进行方法的选择和组合。国内有的学者研究指出，优秀教师之所以能驾轻就熟，硕果累累，无非是他们能自如地运用理性来指导教学行为。倘若教师只知其然，照搬典型教例，而不知其所以然，那么就难于驾驭教学过程。具体地说，优秀教师成功的诀窍就在于他们知道怎样从基于多方面的因素的所有行为中，选择与整个教学策略相吻合的特殊行为，并能预料该行为将对学生的学习产生什么影响。这就是教师的教学决策能力①①。毫无疑问，教学方法的选择与优化是教学决策能力的重要内容之一。

选择对某节课、某段内容最为有效的教学方法，是化学教师最感兴趣的问题，但在实践中各自表现的水平是有差异的：有的教师总是以一定的模式来使用教学方法，认定的往往是一种或少数几种，而不考虑教学任务和内容的特点、学生的特点等等；有的教师力求考虑具体条件来改变方法，但这样做是通过自发的尝试—错误，来纠正或选择新的方案，仍然缺乏选择的科学依据；有的教师则是更有意识地、更有科学根据地选择结合使用多种教学方法的方案，使之最适合当前的教学条件。前二种情况是教学中普遍存在的。巴班斯基曾做过一个“最有特色的教学方法”的问卷，结果表明：教师平时应用最多的要数口述法 (占 8 %，其次是以学生练习和解答书面作业为主的实际操作法 (占 5 %)①②。由此可见，任其发展下去，教学方法的分类将流于形式，最终成为一种僵化的框框。为了改变上述局面，对化学教学方法的选择、优化的具体思路展开研究，是十分必要的。

一 化学教学方法选择的标准体系

关于教学方法选择的依据或称标准的讨论已有多年，目前基

本“定型”。巴班斯基在其《中学教学方法的选择》一书中列出六条①①：①教学的规律性及由此引申出的教学原则；②教学的目的和任务；③这门学科的一般内容和方法，和该学科尤其是本课题的内容和方法；④学生的学习可能性；⑤外部条件的特征；⑥教师本身的可能性。这六条是巴班斯基从不同作者列举的 2 条标准中经删选、概括而成，具有一定的代表性。

斯卡特金等人认为，教师在备课和思考选择哪一种或哪一类教学方法时，应该考虑以下几个问题①②：①根据教材的内容，教师打算给学生安排哪些认识活动？②教师按照什么样的逻辑来讲授所要学习的教材？③使用哪些手段，使用这些手段的哪些表现形式讲课最适宜？④要想达到面临的目的，采用哪些方式？把哪些方式结合起来最好？

王策三认为，要挑选某种万能的方法或几种有限的方法的观念，已经过时了。现在着眼的是一种教学方法的体系或多种教学方法的组合。因此，选择教学方法要全面地、具体地、综合地考虑各种有关因素，进行权衡、取舍。除教学任务、教学内容特点和学生特点等标准外，还须考虑教师的某些特长或某些弱点、教学大纲规定的教学进度和教学时间、现代技术设备条件等③。

王道俊、王汉澜主编的《教育学》中将选择教学方法的主要依据定为八条④：①教学目的和任务；②教学过程规律和教学原则；③本门学科的具体

内容及其教学法特点；④学生的可接受水平，包括生理、心理、认知等；⑤教师本身的条件，包括业务水平、实际经验、个性特点；⑥学校与地方可能提供的条件，包括社会条件、自然环境、物质设备等；⑦教学的时限，包括规定的课时与可利用的时间；⑧预计可能取得的真实效果等。

吴也显等人认为有的著述中对于标准的论述过于笼统，究竟 如何根据教学目的、任务选择教学方法等，缺乏进一步的说明。他们提出的基本标准①①是：①教学目标；②学生的特征 (心理特征、知识基础特征)；③各门学科的特点；④教师的特点；⑤教学时间。此外，还有人提出选择教学方法要有利于调动学生的学习积极性，要依据各种教学方法的职能、适用范围和使用条件等等。关于选择化学教学方法的依据，国内有学者对此作过专门的论述。王佐书等人考虑七个方面①②；①教学任务；②教学内容；③教学允许的时间；④学生的实际情况 (知识水平、实验技能、学习兴趣、发展水平等)；⑤教师本人的特色 (善写、善说、善于用实验说明问题等)；⑥学校的教学设备和经济状况；⑦影响学习的其他一切变量等。

沈鸿博等人提出，选择化学教学方法的根据①③是：①要运用认识论和自然科学方法论为指导；②要符合化学教学的特点及教学原则；③要依据化学教学的知识内容和教学目的；④要符合教材编排的特点；⑤要结合教师和学生的实际；⑥要考虑不同的教学手段；⑦要根据教学目标中所区分的层次等。

吴俊明认为，化学教学方法的选择①④取决于：①化学教学的规律性以及反映这种规律性的化学教学原则；②教学的目的和任务；③化学学科的特点以及具体课题的内容和所用的科学方法；④学生的生理、心理特征和学习准备状况；⑤实验设备、直观手段、教学时间及环境条件；⑥教师的教学思想，他们对化学教学规律的认识以及了解、应用、选择各种方法的水平、经验和个性特征等。

刘知新等人指出，选择和运用化学教学方法应注意几点①⑤：①要适合课题的教学目的任务；②要与教学内容相匹配；③要与 学生实际情况相适应；要考虑学校的设备条件；④要适合教师自身的业务水平和教学风格；⑤要按规定教学时间完成教学任务等等。

综合各家说法，我们从八个方面阐述化学教学方法选择的依据，以形成比较完备的标准体系。

１化学教学目的和教学目标

化学教学方法是为实现化学教学目的服务的。化学教学目的对化学基础知识、基本技能、学生的能力和态度诸方面有一个总的要求，但这种高度概括的结论对选择教学方法只有方向性意义而无直接决定意义。当将教学目的分解到每一单元、每一课时的具体要求而形成教学目标时，则可引出相应的教学方法。根据化学教学目标选择方法，主要是看目标的内容和层次。如达到识记、理解级目标，阅读法、再现法、讲授法、练习法、演示法等许多方法都是有益的；要求达到应用级目标，则可考虑练习法、演绎法、问题解决法等；要求熟练掌握化学操作技能，多采用演示法、实验法、练习法等；要求达到分析、综合、评价级目标和培养学生的态度、情感和方法，在运用讲授法、逻辑法的同时应大力提倡研究法、发现法、情境教学法等。

２化学教学内容的具体特征

对理论性、逻辑性较强的知识内容，多采用启发讲授方式，并恰如其分

地穿插运用类比、归纳、演示等逻辑方法；对以物质的性质、制法为主的事实性知识，可通过实验演示、实物模型展示等直观手段，并配以图表归纳、比较、联系等形式强化记忆；对化学实验课的教学，融原理讲解、模仿示范、技能训练、问题讨论为一体，能收到较好的效果；对化学用语等工具性知识，再现、复述、问答、练习等方法都是必要的；对化学计算的要求往往较高，除系统讲解外，可考虑运用一系列的逻辑方法、问题解决法、练习法等。

3 学生的年龄和思维发展情况

在初中阶段，学生经验型的抽象逻辑思维占优势，他们需要感性经验的直接支持，因而在教学中应充分运用演示法和实验法。初中学生关于化学的准备知识是相当薄弱的，又不重视理解 记忆和研究学习方法，自我评价的能力较差，因而教师由浅入深的系统讲授和学生的操作练习仍然是教学的主导方法，其他的方法如复述法、再现法、归纳法、谈话法在初中阶段都是值得重视的。高中一、二年级是逻辑思维发展趋于初步定型或成熟的时期，基本上达到了理论型抽象逻辑思维的水平，在概括能力、空间想象能力和推理能力等方面开始出现质的飞跃，他们能比较自觉地用理论作指导来分析综合各种事实材料，用批判的眼光审视周围的事物。这一时期理论讲授（特别是讲演法、演绎法）的比例可以适当增加，同时提倡采用体现学生独立钻研和创新要求的教学方法，如讨论法、自学法、问题解决法、研究法等。

4 学生的知识储备和潜在能力

当教学中发现学生新旧知识因衔接不良难以迁移时，应多用归纳法和练习法进行复习，同时配合口头检查、书面检查、补充实验等形式，弥补学生原有知识的缺陷。当通过检查发现班级的整体水平低下，大多数学生缺乏学习化学的兴趣，此时应放慢教学进度，从提高学习兴趣入手制定教学方法改革的整体计划，在不加重负担的前提下，力求通过多种方法的交替运用，提高整体的学习水平。

5 化学教学的时、空因素

化学教学方法的优选，一定程度上受到教学进度和课时的约束。例如，相对自由的发现法、自学辅导法，自定步调的程序教学法，历程曲折的问题解决法等，在规定的课时内往往难以完成，因此限制了其应用的价值。空间因素通常指教学的外部环境，如实验室教学法有别于以教室内教师讲授、学生练习为主的一般方法，前者在实验指导、技能训练、模仿分解等环节上重点加强。化学教学中积极倡导的边讲边实验（又称随堂实验）方式（即教师讲授，全体学生按“指令”动手实验，以及时验证或导出某些结论），要求讲、做、练协同，在实验室环境中进行比较有利。

6 化学学科的特征

化学学科的研究方法和基本思想、化学学科的逻辑结构对教学方法的选择有时起着主导的作用，从中也能培养学生的科学研 究意识，掌握科学研究的基本方法。因此，化学教学中应有意识地运用那些反映化学学科特征的方法，如实验方法、观察方法、比较方法、分类方法、归纳方法、类比方法、模型方法等等，事实上，这些方法不少教师自觉或不自觉地都在用于组织教学内容，因其属于“微型”范畴，尚未引起足够的重视。

7 化学教师的优势能力

“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。”[1]巴班斯基所指的“长处”，即可理解为优势能力。换言之，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，常常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；善于绘画的教师，则可利用色彩鲜明、形象逼真的板画，及时勾出所要认识的事物的特征形象（如空间结构、实验装置等），为学生的感知提供间接的条件，善于教学组织的教师，应多引导学生讨论和自学，培养他们独立解决问题的能力。值得指出的是，在发挥优势的同时，应不断吸收各种教学方法的精华，努力提高驾驭多种方法的能力。

8 化学教学的技术条件

直观教学是化学教学过程积极化的基本形式之一，其内容直接取决于教学设备条件的优势，如常用的药品、仪器，作为辅助设施的幻灯、投影，都是直观教学所必需的，条件较好的学校还可运用计算机“人机交互”的特点和模拟功能，开发有教学价值的课程软件，特别是用于疑难化学实验的动态模拟和解剖分析，对“两极”学生的个别化学习等，均有独特的作用。我们认为，一直受到尖锐批评的“黑板实验”，大多系缺乏实验条件而产生的极端情 形，不能与人为因素相提并论。

二 化学教学方法选择的操作程序

从理论上探讨化学教学方法选择的标准，无疑有助于教师形成指导性的观念和工作思路，但面对具体的单元或课时教学内容，选择一种好的方法并不是一件很容易操作的事。现代教学论（特别是巴班斯基为代表的苏联教学论）对此曾有过一些研究，借鉴其思路，我们就化学教学方法选择的操作程序作如下阐述。

1 广泛地比较各种方法的适用范围和实现条件

化学教材教法著作中对所概括的常用方法的功能、特点、适用范围和实现条件等，均有许多详细的分析，从中可以了解到各种方法的优点和不足，以帮助我们谨慎选择，树立具体问题作具体分析的观念：当某种方法对某一课题的教学非常有效时，对另一课题未必同样有用。教学中经常碰到的一个典型例子是：用演绎法进行推理性讲授可以较好地完成理论后元素化合物的部分内容的教学，如从氨的组成、分子结构出发容易推出氨的还原性、氨有极性可溶于水等性质；但对理论前元素化合物的内容而言，演绎法很难奏效，相反归纳法却被普遍推崇。可见，对教学方法适用的范围和实现条件等进行比较，是最优选择教学方法的首要步骤。巴班斯基独具匠心，在这一方面做过系统的整理和深入的研究，为教师展示了一幅有助于教学方法选择的清晰画卷，见表 6—1。这是值得我们借鉴的。

2 全面地分析不同场合下教学方法的应用效果

如前所述，选择化学教学方法的参考依据有多种，但对特定的学校、班级和教师而言，主要的变量是教学目的、教学目标和教学任务，统称教学任务。巴班斯基将教学任务概括为两大方面：一是知识、技能的形成；二是记

---

[1] ［苏］巴班斯基著，吴文侃等译：论教学过程最优化，教育科学出版社 1982 年版，第 15 页。

忆能力、言语能力、思维能力和兴趣、意志、情绪等多方面的发展，并据此建立了以“教学方法”为纵坐标、“形成”和“发展”为横坐标的效果分析图像。结合我国化学教学的具体任务，对巴班斯基的工作做适当的简化和具体化，即得一幅化学教学方法的效果图，见表 6－2。其中符号“＋！”、“＋”、

表 6－1 各种教学方法的适用范围和条件比较

	1.该方法用来解决哪些任务特别有效？	2.该方法特别适用于哪些教材内容？	3.该方法适合于具有何种特征的学生？	4.使用该方法教师必须具备什么条件？
口述法	形成理论性和事实性知识	教材内容以理论性、信息性为主	学生有掌握语言信息的准备	教师掌握口述法胜于其他方法
直观法	发展观察力，提高对所学问题的注意	教材内容可用直观形式表达	直观教具能为该班学生所接受	教师拥有必要的直观教具，或能自制教具
实际操作法	发展实际操作的技能和技巧	课题内容包括实际练习，进行实验和从事劳动	学生有完成实际操作方面作业的准备	教师具备组织实际操作练习的物质设备和教学材料
再现法	形成知识、技能和技巧	内容太复杂或很简单	学生对该课题进行问题研究还无准备	教师没有时间用研究问题的方法组织教学
探索法	发展思维的独立性，培养研究技能和创造性态度	内容具有中等的复杂程度(或深度)	学生对课题进行问题研究已有准备	教师有时间用研究问题的方法组织教学，并且很好地掌握了探索教学法
归纳法	发展概括能力力和进行归纳推理的能力	内容在教材中是用归纳方式阐述的，或用这种方式更合理	学生能够进行归纳推理，但对演绎推理感到困难	教师已较好地掌握了归纳教学法
演绎法	发展演绎推理能力和分析现象的能力	内容在教材中是用演绎方式阐述的，或用这种方式更合理	学生能够进行演绎推理	教师已较好地掌握了演绎教学法
独立学习法	发展学习活动中的独立性，形成学习技巧	教材适合于进行独立学习	学生有独立学习该课题的准备	教师已具备组织独立学习所必需的教学材料和时间

“—”分别表示运用某种方法解决指定的化学教学任务所得到的“最好”、“较好”、“一般”三种效果。

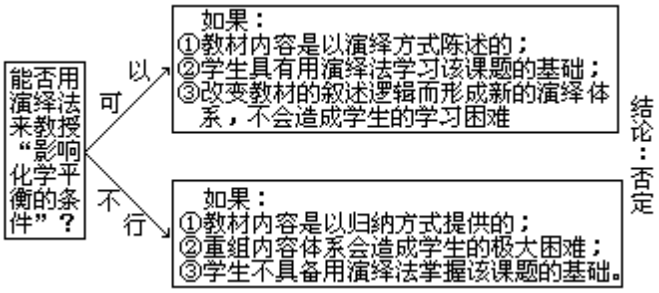
由表 6－2 可知，完成某一项教学任务可采用多种教学方法，其中用“＋！”对应的方法预计效果最好，成功率最高，也是选择时优先被考虑的对象。某一任务有时对应几种标有“＋！”的方法，这说明教无定法，几种方法均可很好地实现同一目标，可谓殊途同归。从中究竟如何择定，则可根据教学内容的细节、学生的情况和教师的能力等因素做进一步的综合考察和判断。这就是相对最优的教学方法的由来，也是教有定法的又一种解释。

3 具体地论证某种方法对特定专题的可用程度

从适用范围和应用效果的分析中，基本清楚了教学方法优选的一些思路，但一旦面临十分具体的教学情境，原先被框定的几种方法未必最优，因而必须在“微观”层次进行仔细的论证，最后给出肯定或否定的结论。

这一论证过程是教师内隐的智力活动，构成“条件—行为”产生式。以下借用算法结构来具体表示论证过程。

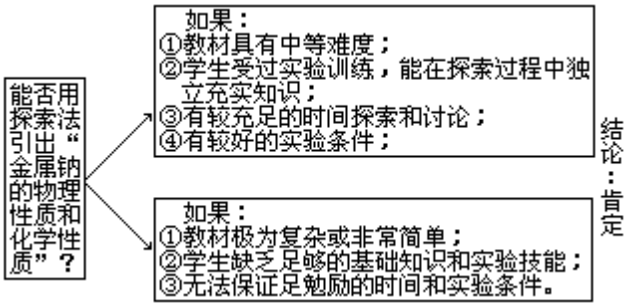
课题 1：



课题 2：

表 6－2 各种教学方法的应用效果比较

教学方法	形成			发展						教学速度
	化学理论性知识	化学事实性知识	实验操作技能	逻辑思维	形象思维	思维的独立性	记忆	兴趣	意志	情绪	
口述法	+！	+！	-	+！	-	-	+	+	+	+	快
直观法	+	+！	+	-	+！	+	+！	+！	+	+！	中
实际操作法	-	+	+！	-	+	+！	+	+	+	+！	中
再现法	+	+！	+！	+	+！	-	+！	+	+	+	快
探索法	+！	+	-	+！	-	+！	+	+！	+！	+！	慢
归纳法	+	+！	+！	+	+！	+	+	+	+	+！	慢
演绎法	+！	+	-	+！	+	+	+	+	+！	+	快
独立学习法	+	+！	+！	+	+	+！	+！	+！	+！	+！	中
教学讨论法	+！	+	-	+！	+	+！	+	+！	+！	+！	慢
口头检查法	+！	+！	-	+！	-	+	+	+	+	+	中
书面检查法	+！	+	-	+	+	+	+	+	+！	+	中
实验室检查法	-	-	+！	-	-	+	-	+	+	+！	慢



上述两例经过正、反两方面的论证，最后得出的结论是：属于化学理论范畴的课题 1不宜用演绎法，改用归纳法和演示法的结合更为有效，通常先从现象入手，分别讨论浓度、压强、温度对化学平衡的影响，再归纳出一般性原理。属于化学事实范畴的课题 2非常适合用探索法教学，学生通过对钠表面的观察、切开后的观察、加热、设计与水的反应等一系列积极的、基本自主的实践活动，结合理性思考不难获得对金属钠性质较为全面的了解。

从表 6－2所反映的教学任务与教学方法应用效果的一般关系来看，用归纳法教课题 1似乎不如演绎法，用探索法教课题 2并不最佳。这些反常是由

具体的教学情境所决定的，表中所列方法有明显的参考价值，但并不能决定每次具体课题的最终落实。这不仅说明了进一步论证方法的必要性，同时也体现了根据教学实际灵活选用教学方法的重要性。论证结果除了肯定或否定两种极端情形外，部分肯定或否定也是许可的，但必须配之相应的改进意见。值得指出的是，进行论证时，课题的内容愈具体愈好。有时一节课的内容交织着理论性知识、事实性知识和技能性知识，体现的能力也是多方面的，只有搞清其中主要课题行之有效的方法，那么教学进程中方法的组合也就基本明确了。

从以上讨论可知，选择化学教学方法的操作过程实质上是一项复杂的智力活动，掌握这种程序的水平取决于教师对教学方法和各种教学因素的全面了解，也可以说，化学教学方法的优选综合地体现了化学教师的教学能力。为使化学教学方法的选择有规律可循，除了大量的定性探讨外，国内有学者尝试进行了定量研究。柳秀峰提出的化学教学方法选择过程定量化假说及其在电子计算机上的实现，对我们深入研究有一定的启发意义。他的工作主要包括如下方面[①]：

（1）运用系统论原理，将化学教学方法划分为教学目的系统和教学系统程序两个子系统。前者包括知识和技能（基本理论、元素化合物的性质和变化、化学计算、化学用语、化学实验和应用知识六类）、智能（观察能力、想象能力、分析能力、综合能力、归纳能力、演绎能力、比较能力和类比能力八种）、意志（辩证自然观、科学态度和化学兴趣、锲而不舍和克服困难的精神）、个性（自学能力和创造能力）；后者包括教学内容（同知识和技能的六类）、教师的活动（讲授、指导、演示）、学生的活动（视听、操作、讨论、自学）、教学媒体（视听媒体、模型、实验装置、图表）、逻辑操作（演绎、归纳、分析、综合、比较、类比）。教学方法的选择是根据教学目的，对教学过程的循环体中六个阶段（输入、转换、贮存、刺激、检索、输出）教师的活动、学生的活动、教学媒体、教学内容四方面作出选择，构造出一个相对最优的方法序列。

（2）鉴于化学教师选择教学方法常采用“直觉”的方式，其中所表现的智慧在目的、时间、效果、过程等方面具有模糊性，因而运用模糊综合评判来决定教学方法的选择。具体包括用模糊评价矩阵来表征化学教学方法选择的相对稳定性；在教学内容和目的相同的情况下，教师的教学风格、学生的学习风格和教学条件三者的模糊评价综合体现于权重集，以表征化学教学方法选择的差异性；在已得的第 i 阶段第 j 类方法的方法集中根据综合评判结果找到最好的方法。

（3）为完成一定的推理，利用产生式规则来表达知识（按各类化学知识的形态进行逻辑操作），利用类似于“爬山法”的一种控制策略进行启发性搜索，即从“树根”（用于形成新知识的预备知识）开始搜索出一条达到某一特定“树顶”（教学目的）的最佳路径（即一套教学程序或称教学方法），利用文件实现自学习，从而使计算机表现出一定的“智能”。

（4）在 APPLE 微机上通过运行，程序结构如图 6-14 所示。

---

① 柳秀峰：中学化学教学方法选择过程的定量化探讨，教育研究，1987 年第 7 期。

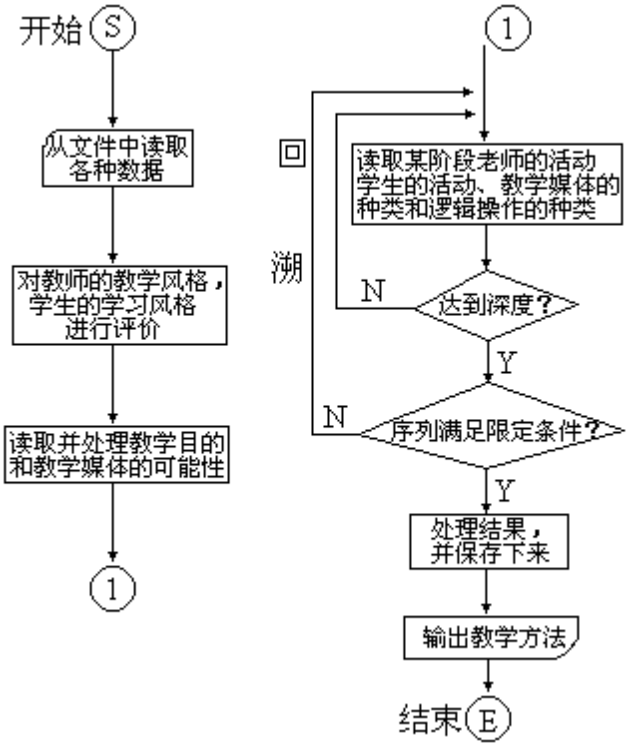


图 6-1　化学教学方法选择的计算机程序

（5）理论评价和实践检验结果：①中学化学教学方法选择过程的定量化假说所产生的各类教学方法符合相应的教学原则；②取高一年级的两个班分别为实验班（按计算机选择的方法教学）和对比班（化学教师凭自己的经验选择方法进行教学），选“碱金属”、“物质结构元素周期律”两章为教学内容。统一测试表明：实验班的教学效果一般优于或等同于对比班，只有基本概念的教学对比班优于实验班，从而基本证实定量化方法是有效的。

看来，如何将教师选择教学方法的思维过程更合理地程序化，是计算机辅助教学的又一个新领域。

三 化学教学方法组合的两种类型

为研究问题方便起见，前面的论述侧重于分析什么情况下选择何种方法为好，而一个完整的教学过程，往往由多种“情况”构成：复杂的教学内容，不同的知识目标，多维的能力结构，因此采用一种方法一统到底是行不通的。教学方法的选择也是动态的，它伴随教学进程不断调整。在选出的多种方法中，有主导性的，也有辅助性的，这些方法必须按一定的顺序联接起来，才能有效地完成教学任务，这就是教学方法的组合。即使将教学任务分解到具体的一节课甚至更少，其中不同的教学“片断”均可找到对应的“微型”方法。由此我们认为，教学方法的选择与组合是密不可分的。过去教师的中心议题常常是：这节课我该采用哪一种方法？而现在都换了一个新的问题，那就是上好这节课我该应用哪些教学方法？一字之差，反映了现代教学论发展所带来的一种观念上的变革。

研究化学教学方法的组合，还必须建立另一个新的观念：在教学方法的系统中，包括注入式在内的各种教学方法都是有效的。传统法与现代法，接受法与发现法，都能完成特定的教学任务，在未与具体的教学情境相联系时，

很难论其长短。过分地推崇一种方法或贬低另一种方法的效用，都是不可取的。在特定的教学条件下，只能看其对教学系统优化所起的贡献如何，即从教学方法的组合上讨论其功能优劣。这就是教学方法的系统观或整体观。巴班斯基曾深刻地指出："每一种方法可以顺利地解决某一种 教学任务，但用于解决另一种任务就不那么成功。而对解决第三种任务甚至可能有所妨碍。"[①]国内学者也认为"其实'传统'并不一定是贬义，只是相对于'现代'而言"[②]、"接受学习不一定是机械的……发现学习不一定是有意义的。"[③]这对化学教学方法的选择与组合是颇具启示的。

从构成的要素分析，化学教学方法的组合有两种类型。

1 以基本方法为主构成的组合

化学教学中被公认的一些综合方法就其操作部分的外在形态而言，常常是由多种基本方法组成的。

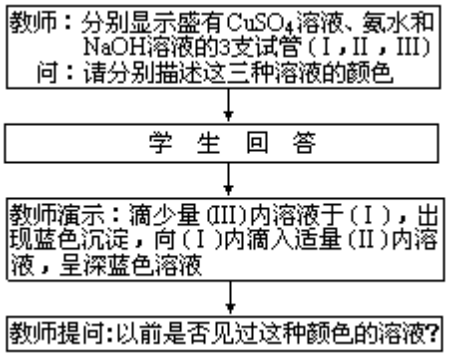
读读、议议、讲讲、练练教学法（上海育才中学）：读书指导法——讨论法——讲解法（问答法）——练习法（实验法）。

单元结构教学法（北京景山中学）：（启迪性）讲授法——自学法——（探索性）讨论法——练习法（实验法）——（概括性）讲授法。

程序启发教学法（广西师范大学化学系）：预习法——（启迪性）讲授法——自学法——练习法（实验法）——讨论法——讲解法——检查法——（总结性）讲评法。

在众多的教学方法中，有的突出教师的教，有的强调学生的学，各有优势和不足，因而出现了融合的趋势，以相互弥补。例如，单纯的讲授法在发挥学生自主性方面有所局限，而单纯的发现法或探究法往往耗时太多、指向性较差，但两者结合形成的引导—发现法、指导—探究法、问题—发现法等更受广大教师的欢迎，目前有人将这种组合纳入教学模式范畴进行讨论。[④]

为说明方法组合的应用价值，作者列举早年设计并取得较好效果的络合物概念教学的一个片断，以体现由演示法、问答法和探索法三种方法融合而成的指导—探究法的教学魅力。具体的教学进程如图 6—2所示，其中教学方法的核心部分（按教师提供的 实验情境，学生有指向地探索新物质的组成）含于图中 A内。一种反映学生思维积极性的可能的推理过程如下：



---

① 高文：巴班斯基教学论思想述评，外国教育资料，1983 年第 2 期。

② 刘知新：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1983 年版，第 37 页。

③ 邵瑞珍：教育心理学，上海教育出版社 1983 年版，第 114—124 页。

④ 张志勇等主编：教学模式实验与研究，北京师范大学出版社 1992 年版，第 23 页。

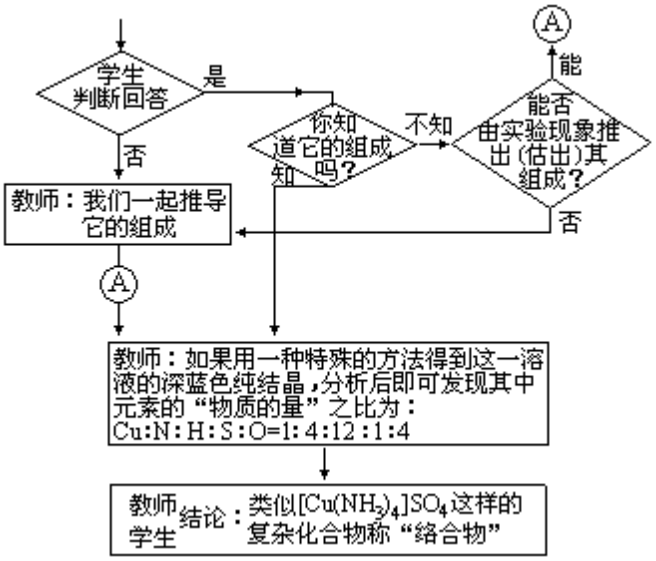


图 6-2 络合物概念的教学进程

第一步：3 支试管中含量较多的微粒是：（Ⅰ）Cu^{2+}，SO_4^{2-}；H_2O，H^+；（Ⅱ）$NH_3 \cdot H_2O$，NH_4^+，OH^-，H_2O；（Ⅲ）Na^+，OH^-，H_2O。

第二步：假设新物质是上述三个体系中微粒之间相互作用形成的，那么最简单的是两两组合。

第三步：排除原试管中微粒之间的两两组合，在不同试管之间交叉选择，可以得到 14 对组合，它们是：① $Cu^{2+}-OH^-$ ② $Cu^{2+}-NH_3 \cdot H_2O$ ③ $Cu^{2+}-NH_4^+$ ④ $Cu^{2+}-Na^+$ ⑤ $NH_4^+-Na^+$ ⑥ $NH_3 \cdot H_2O-Na^+$ ⑦ $SO_4^{2-}-NH_3 \cdot H_2O$ ⑧ $SO_4^{2-}-OH^-$ ⑨ $SO_4^{2-}-NH_4^+$ ⑩ $SO_4^{2-}-Na^+$（11）$NH_3 \cdot H_2O$ H_2O（12）NH_4^+ H_2O（13）Na^+ H_2O（14）Na^+ OH^-

第四步：分析 14 对微粒在溶液中各自相遇后可能产生的现象，除②不明外，其余均可凭经验否定有深蓝色生成。

第五步：另取可溶性铜盐数种［如 $CuCl_2$，$Cu(NO_3)_2$，$CuSO_4$ 等］，直接加入氨水，最终均生成深蓝色溶液。

第六步：通过简单枚举和实验证实，确定 Cu^{2+} 与 $NH_3 \cdot H_2O$ 反应可生成这一深蓝色溶液。

A中的推理可用逻辑形式表示：

设 P_x 是待找的生成深蓝色溶液的组合操作，p_i（$i=1, 2, \cdots, 14$）分别表示上述 14 对微粒在溶液中的混合操作，q_i 表示对应的颜色，q 表示产生深蓝色溶液的实验现象。

$$\text{当 } i \neq 2 \text{ 时，} [p_x \rightarrow q] \wedge \bar{q} \rightarrow \overline{q_x}$$

即在 $i \neq 2$ 的情形下得不到 q（q_1 蓝色絮状沉淀，q_3、q_4 浅蓝色溶液，$q_5 \sim q_{14}$ 均为无色溶液）

当 $i=2$ 时，$p_2 \leftarrow q$　　$x=2$

即实验表明，只有 Cu^{2+} 与 $NH_3 \cdot H_2O$ 反应才生成这种深蓝色溶液。

潘留芳的问卷调查也证实，学生对由基本方法融合形成的教学方法的兴趣和适应性远远胜于单一型的教学方法，见表 6-3，其中运用的场合最多，

最受学生欢迎的是指导探究法、实验发现 法和综合启发式教学法[1]。

表 6 - 3化学教学方法优选调查 (对象：中师学生 3 1人)

表 6－3 化学教学方法优选调查（对象：中师学生 31 人）

教学方法选择（人次） 教材类型	指导探究法	实验发现法	教学法阶段式程序	讨论式	综合启发式	归纳法	讲练法	注入式	演绎法
概念术语类	4	9	7	2	21	8	0	1	1
物质性质制取类	18	31	7	5	3	10	0	0	1
元素化合物类	21	26	4	4	9	13	1	0	0
同类（族）物质类	20	20	11	6	6	11	3	3	2
基本理论类	18	14	9	3	19	8	2	1	2
化学计算类	13	0	0	0	25	10	20	0	0
补充知识类	13	23	4	7	20	7	10	5	2
复习总结类	10	9	9	6	9	17	5	5	0
总人次	117	132	51	33	112	84	41	15	8

2 以“微型”方法为主构成的组合

微观地考察化学教学过程，我们有理由认为，目前流行的教学思路正是以“微型”方法为主的方法组合序列的具体体现，也是实际教学中运用最广泛、最能反映教师研究教材和组织课堂教学水平的一种组合，而又是教学论研究中需要加强的一个方面。

这类组合与教学内容的逻辑体系和教学进程密切相关。确定组合的操作是：分析教学内容的构成，揭示各部分相应的方法要素，按一定的顺序将方法组合。内容构成分析得愈具体，形成的方法序列也就愈清晰，以下结合“二氧化碳的性质”等课题进行讨论。

课题 1：二氧化碳的性质

内容构成
1. 物理性质(密度、颜色、气味)
2. 物理性质(溶解性、状态)
3. 化学性质(不支持燃烧)
4. 化学性质(与水、澄清石灰水反应)

方法要素
1. ①实验演示②观察分析
2. ③设问启发④指导阅读
3. ⑤分析引申
4. ①实验演示②观察分析⑥概括性质

组合序列：①—②—③—④—⑤—①—②—⑥

说明：CO2物理性质中的前三种可通过熄灭烛火的实验予以表现，故提前演示；后两种物理性质可采用启发性设问引出 (如打开汽水瓶时有什么现象发生？呼云唤雨的干冰是怎样形成的？它为什么有这种功能？等)。化学性质中的不支持燃烧结合一开始的实验和已认识的物理性质直接引申。

课题 2：硫的性质

[1] 潘留芳：试论优选法教学，化学教学，1985 年第 3 期。

内容构成 $\begin{cases} 1.\text{物理性质} \\ 2.\text{化学性质} \end{cases}$

方法要素 $\begin{cases} 1.\text{①实物展示 ②实验演示 ③引导观察 ④归纳性质} \\ 2.\text{②实验演示 ③引导观察 ⑤对比分析} \\ \quad \text{⑥类比讲解 ⑦概括结论 ⑧扩展练习} \end{cases}$

组合序列：①—②—③—④—②—③—⑤—⑥—⑦—⑧

说明：硫的物理性质直接通过色态观察、研磨操作和补充实验（硫粉与水、酒精、CS_2混合振荡，取少量硫加热）进行归纳。化学性质依赖两个演示实验，并结合 Cu与 Cl_2、O_2的反应进行比较，分析产物和硫的非金属性强弱；从硫与氧的化合直接类比引出硫与氢的反应。扩展练习是对结论的进一步应用。

课题 3：原子核外电子的排布

内容构成 $\begin{cases} 1.\text{“电子云”概念与电子运动特征} \\ 2.\text{原子核外电子的排布规律} \end{cases}$

方法要素 $\begin{cases} 1.\text{①设问启发 ②比喻讲解 ③投影辅助} \\ \quad \text{④指导阅读 ⑤概括结论} \\ 2.\text{⑥分析讲解 ④指导阅读 ⑦总结规律} \\ \quad \text{⑧演绎应用} \end{cases}$

组合序列：①—②—③—④—⑤—⑥—④—⑦—⑧

说明：该课题通过设问：电子绕核的高速运动与地球绕太阳的运动本质上是否相同？启发学生思考，用蜜蜂采蜜来形象地比喻电子的运动，引出电子云的概念；结合氢原子电子云的投影图，概括出电子运动特征，进而分析电子层与能量的关系。最后根据 1—18号元素的电子层排布引导学生总结规律并付诸应用。

必须指出，教学方法的优化是在不断调整组合的过程中得以实现的。具体表现在三方面：

其一，组合的方法并不是唯一的。在不影响课题内容、不违背教学原则和学生发展水平的前提下，教师可以灵活地选用多种组合。例如，课题 2的方法要素之二可以表述为：对比分析；推测性质；实验证明；概括结论。即从分析 Cl、O、S的原子结构和非金属性入手，找出差异，推测反应产物（如 $CuCl_2$、CuO、Cu_2S）结合实验证实并概括结论：硫与变价金属反应一般生成低价硫化物（个别除外）。

其二，对相同的方法要素而言，组合的顺序也不是固定的。如课题 1也可采用另一种组合：③—④—①—②—⑤—①—②—⑥，即先通过设问和阅读教材了解 CO_2的溶解性和状态，再利用演示实验使学生认识密度、颜色、气味，并顺势引出 CO_2的不支持燃烧、不供给呼吸等性质。从效果分析，第二种组合并不逊于第一种。此外，若将不助燃性纳入物理性质，即成为密度特征的推论，则①—②—⑤—③—④—①—②—⑥也是一种合理的组合。

其三，在组合序列中方法有主次之分，考虑多种组合时必须体现出主导的方法。如课题 1的实验演示、观察分析，课题 2的实验演示、引导观察、对比分析、概括结论等，课题 3的比喻讲解、指导阅读、分析讲解、总结规律等。事实上，完整的一节课除涉及到上述讨论的组合外，还有一些常规的

方法未予列入，如引出课题的方法、结束课题的方法等。结束课题多用归纳小结、巩固练习、问题思考等方式，而引出课题则讲究得多，有复习提问、讲演过渡、观察思考、激趣设问等多种方式，其中激趣设问通过创设一个带有悬念的情境（如用：已知空气中 CO_2 含量仅占 0.03%，为什么几亿年来这个比例变化不大？如果除去这 0.03% 的 CO_2，世界将变得怎样？引出课题 1），能极大地激发学生探索新课内容的积极性，值得大力提倡。

四 化学教学方法优化的若干研究

前面所探讨的化学教学方法的选择和组合，作为一种手段或称策略，其目的都是为了寻找一种或几种更合适的教学方法去最佳地完成指定课题的教学任务，这就是优化。将这个过程具体分解，可得到相互联系的多个环节，如列举、分析、评价、选择、组合等等。事实上，在大多数教师的日常工作中，总在自觉或不自觉地重复上述环节，只是理解和操作的水平不同而已。因此，可以说，教师的日常工作行为本身就构成了一个教学方法优化的“自组织”系统，只因直觉判断和经验尝试的成分太重，往往限制了系统的功能和效果。

由于巴班斯基等人的贡献，“优化”已从教师的经验行为逐渐上升到系统的理论，从而奠定现代教学论研究的一大基础。在这个体系中，巴班斯基提出了优化的整体标准和相对要求，即在“不增加课时”和“师生的额外精力支付”情况下，获得不是比“以前略好”而是“最大可能的成果”。这种要求是相对于特定的教学系统而言的，是以自身的过去为重要的参照系来进行考察的，所反映的跨度愈大，优化的程度也愈高。由此，使人们获得一种深刻的认识：教学最优化既期望出现“质”上的变革，也重视“量”上的改进[①]。在教学最优化思想的影响下，不少学校、不少教师积极地探索与自身实际相符合的化学教学方法和最优化体系，在理论和实践两方面都有新的突破。

天津一中化学组从 80 年代初开始从事化学教学过程最优化的实践，提出了系统的改革理论。在优化教学方法方面，他们认为：企图用一种或几种固定的教学方法和模式去解决复杂的教学工作问题是不可能的。因此，在灵活选用各种教学方法时，有一条 具有共性的线索，把读、论、做、练、讲五个环节有机地结合起来[①]。“读”，指倡导在课堂上读书，鼓励学生提出疑问，重在思维，教师提供必要的参考资料（如有关数据，必要的补充事实，前后知识联系的线索等）。使学生在接受知识的初期即向结构化的方向培养自己。“论”，指课堂上的议论、讨论以至于争论，让学生打开思路，发挥集体智慧，培养严肃的学风和充分调动学生学习的主动性。“做”，指学生在课堂上应有足够的动手实验的机会，使之成为认识与验证知识的重要手段，高年级学生“做”的主动权应更大一些。“练”，指课堂上的练习，组织的重心应把学生的注意力引向知识的重点，为突破关键创造条件。“讲”，指教师的讲解，讲解的时刻是学生最需要教师做权威性论证的时候，讲解的内容是那些关键性的而又是学生自己不易认识或不易完全认识的知识，讲解的方式应该是启发式，讲解的要求应该是精辟扼要地突破知识的核心，揭示知识的

---

① 王祖浩：关于学科教学最优化的若干问题，教育研究，1992 年第 1 期。

① 天津一中化学组：中学化学教学过程的最优化初探，化学教学，1984 年第 3 期。

内在矛盾。

王益群在“探索课堂教学要素，并进行优化组合”的教学方法优化试验中，概括出教学方法优化的五条原则和化学课堂教学的十个要素。五条原则是：方向性原则；民主性原则；科学性原则；反馈性原则；成功性原则。十个要素是：①启发：指教师启迪、以帮助学生明确目标，形成正确的动机，激发学习兴趣，交给学生基本思路和方法；②阅读：指学生按教师指导的方法阅读教材，这些方法包括划要点、抓重点、找关键、提问以及分析、综合、分类、比较等；③练习：学生在读书过程中完成习题和“随堂”实验，教师及时检查，纠正错误；④议论：指在教师指导下，师生间、学生间交流认知信息，相互探讨以求认知深化和问题解决；⑤讲解：指教师有针对性、系统性、启发性、诊断性的精讲；⑥总结：指对化学知识按一定要求从多方面进行总结；⑦设疑：指根据学生在总结环节上反映出来的问题，结合所教内容的知识结构和教学目标，针对性地设计探索材料，以引导学生向预定的目标前进；⑧探索：指学生依据教师提供的探索材料，通过自己做实验、阅读教材、查找资料、交流讨论等方式，达到对化学知识和规律新的领悟；⑨开拓：指设计运用知识和训练思维的练习题，开拓运用知识和解题能力；⑩评价：指师生评价学习的成果，要求给学生创设反思和自我评价的机会，帮助学生理清思路，补救缺陷。根据教学目标、教学内容、教学手段和教学对象等实际，从上述十个要素中选择若干进行优化组合，即构成灵活多变适合于高中化学教学的各种教学方法[①]：

理论知识的新授课	启—读—做—议—讲—结
元素化合物性质的新授课	启—做—读—议—讲—结
习题课	启—做—议—结
实验课	启—议—做—结
复习课	启—结—设—探—讲—拓

我们认为，探讨化学教学方法的优化，实践中的摸索和总结固然是一条重要的途径，目前不少优秀教师凭借经验和有限的理论在一步一步探索和提炼某种特定条件下的最优方法序列，但这一过程甚为艰难。因此，对教学方法的优化从理论上进行系统的、策略性的研究，具有重要的指导价值。

如前讨论可知，化学教学方法的优化涉及教学目标、教学内容、学生、教师、教具、时间、空间等多种变量，仅从某一方面（如教学内容）进行考虑显然是不够全面的，但囊括所有变量的优化分析，理论上也是难于统一的。现实的办法是选择主要的变量，将影响因素作适当的简化。日本学者广冈亮藏认为，教学变量（y）是以目标变量（x_1）、教材变量（x_2）、学生变量（x_3）等作为自变量的“应变量”，即构成函数关系[②]：

$y = f_1(x_2, x_3 \cdots)$ 其中前三者为主要变量。引用这一观点，我们有理由认为，优化教学系统，可以从这三个变量入手，从中发现最佳的方法序列。然而，处理简化系统（y = 目标，教材，学生），仍然是相当复杂的，它构成了四维空间，当三个变量同时变化，寻找变量空间中的最优化十分艰难。为

---

① 王益群：优化课堂教学方法和实验报告，课程·教材·教法，1992 年第 3 期。

② 钟启泉编译：现代教学论发展，教育科学出版社 1992 年版，第 425 页。

此，作进一步的假设：三个变量可分离，并按最简单的直线序列变化，即从多个变量的复合优化简化为个别变量的并列优化：

第一步优化　　第二步优化　　第三步优化

$\boxed{\text{根据教学目标}} \rightarrow \boxed{\text{根据教材内容}} \rightarrow \boxed{\text{根据学生发展}}$

根据我国化学教学的实际，我们对上述变量赋予适当的内容，并由此出发，研究化学教学方法优化的方法论。

$$\text{教学目标变量}A\begin{cases} A_1\text{：高级目标}\begin{cases}\text{态度(形成)}\\ \text{思维(发展)}\\ \text{情感(培养)}\end{cases} \\ A_2\text{：低级目标}\begin{cases}\text{知识(理解)}\\ \text{技能(掌握)}\end{cases}\end{cases}$$

$$\text{教材内容变量}B\begin{cases} B_1\text{：理论性内容(化学概念、化学原理、化学规律、化学计算)} \\ B_2\text{：记忆性内容(化学用语、物质性质、化学公式、化学史实)} \\ B_3\text{：操作性内容(模仿操作、仪器装置、实验设计)}\end{cases}$$

$$\text{学生发展变量}C\begin{cases} C_1\text{：形象思维(通过具体、生动的外部表象把握事物)} \\ C_2\text{：抽象思维(通过抽象概括把握事物的内在本质)}\end{cases}$$

将变量 A、B、C 按“直线序列”组合，得到 12 种可能的排列[①]（$C_2 \cdot C_3 \cdot C_2 = 12$）

$y_1 = A_1 - B_1 - C_1$；$y_2 = A_1 - B_2 - C_1$；$y_3 = A_1 - B_3 - C_1$；

$y_4 = A_2 - B_1 - C_1$；$y_5 = A_2 - B_2 - C_1$；$y_6 = A_2 - B_3 - C_1$；

$y_7 = A_1 - B_1 - C_2$；$y_8 = A_1 - B_2 - C_2$；$y_9 = A_1 - B_3 - C_2$；

$y_{10} = A_2 - B_1 - C_2$；$y_{11} = A_2 - B_2 - C_2$；$y_{12} = A_2 - B_3 - C_2$；

逐一分析知，y_9、y_{12} 因变量之间的逻辑关系欠佳而难以优化，其余 10 种均可表示优化的教学方法组合，可根据实际的教学情境选择运用。例如，$y_2 = A_1 - B_2 - C_1$ 组合适用于高中化学物质结构理论之前的元素化合物知识的教学，具体操作是：

观察演示或动手实验→分析、概括现象→理解并应用有关知识→培养科学态度和学习兴趣。

又如，$y_6 = A_2 - B_3 - C_1$ 组合适用于学生实验操作技能的训练，其教学思路是：

直观感知→模仿操作→熟练技能→实际应用。

再如，$y_4 = A_2 - B_1 - C_1$ 组合适用于比较抽象的化学理论知识的教学，其方法序列是：

提出问题→启发思考→模型展示→比喻讲解→揭示概念→总结规律→深化知识。

总之，从教学目标、教材内容和学生发展三个变量入手按“直线序列”去优化教学系统，可以得到一系列组合，分别与一系列优化的方法序列相对

---

① 王祖浩：关于学科教学最优化的若干问题，教育研究，1992 年第 1 期。

应，适用于多种教学情境，这对研究化学教学方法的组合和教学思路的优化，具有方法论上的指导意义。当然，上述理论也并不是万能的，化学教学方法优化的许多细节还需要教师结合实践去进一步领悟和把握。由于忽略了教师变量，各种组合的实际优化效果往往因教师不同而异。因此，提高化学教师的理论素养和教学水平，以适应教学方法优化的需要，已成为当前必须研究的又一个新课题。

第二节　化学教学方法改革的特征及方法论

自 5 0年代初引入凯洛夫的方法模式后，对教学方法改革的讨论也随之深入。4 0多年来，从理论上的推动到逐步成为广大化学教师迫切的愿望和自觉的行动，这是令人可喜的。

前 2 0年，虽也出现过像化学特级教师刘景昆先生倡导的“用自己研究问题的方法，领导着学生去想懂”和“用实验启发学生，通过实验引导学生总结出结论”的有特色的启发式教学法，但改革尚未形成教师的观念，步伐是缓慢的。后 2 0年，迅猛发展的中国化学教育主要体现在教学方法改革和能力培养上。化学教学方法改革的实验研究，一跃而成为最活跃也最富成果的一个领域，不仅探讨的方法本身内容广泛而深刻，而且国内外新教学方法的普遍推广带动了化学课程、教材和教学原则的相应改革，直至 8 0年代末，这一趋势有所减弱。过热的态势之后，促使人们冷静思考：为什么不少教改实验，热闹一阵子便很快冷落了？为什么在世纪之交的今天，“讲练结合、以讲为主”仍然为老一辈和新一代的化学教师所接受，并成为主导的方法？当我们回头观望改革之路上一串串艰难的脚印和一片片过早凋谢的枯叶时，无法乐观。唯一的行动就是鼓起勇气，以求实的态度、科学的眼光，重新审视化学教学方法改革的成果，从中吸取经验和教训，探索改革的方法论。

一 化学教学方法改革的特征

研究教学方法改革的特征，宏观的分析固然重要，它能向人们展示改革的现实和未来发展的趋势，如从传统的封闭型走向现代的开放型、从以传统的教师为中心转向以现代的学生为主体、注重学生的思维发展与能力培养、趋于整体改革和教学方法体系的最优化、教学方法的改革与媒体的更新同步、教学方法的改革与非智力因素发展协同等等，不一而足。但从这些概括的结论中我们无法看到改革的另一方面，即实效、困境和出路。因此，我们认为，分析教学方法改革的特征，一味地避短扬长，看不到在改革过程中自身存在的问题，既有悖于辩证唯物主义的基本原理，又容易将改革引向歧途。为改变教学论研究的这一现状，我们提倡：少一些抽象的思辨，多一些微观的、辩证的、实证的研究。

根据上述提议，我们从五方面具体分析化学教学方法改革的特征。

1 从改革所涉及的各种方法的命名看

化学教学方法改革的突出特征是涉及面广，取题丰富。大量的方法，从外在形态上如何予以区分，这涉及到命名。

为体现改革的内容特色，改革者在方法的命名上用心良苦，各抒己见。有的概括性地反映方法的内涵和改革的思路，如单元结构教学法（见《化学教育》１９８4年增刊 2）、程序启发教学法（见《化学教学》１９８4年第 1期），化学单元实验程序教学法（见《化学教学》１９８4年第 1期），自学辅导教学法（见《化学教学》１９８4年第 1期）等；有的清晰地呈现方法的改革步骤或基本的操作程序，如读读、议议、讲讲、练练教学法（见《化学教育》１９８4年第 1期），自学、实验、讲授、练习四环节单元教学法（见《化学教学》１９８4年第 3期），立标—探索—诊断—补偿—达标教学法（见《化学教学》１９９0年第 6期），启发—讨论式教学法（见《化学教学》１９９0年第 2期）等；更多的按教学改革的基本阶段或基本环节数的多少归类形成“×段”教学法、“×步”

教学法、“×环”教学法，如三段教学法（准备阶段、奠基阶段、提高阶段，见《化学教学》1 9 8年第 4期），四步教学法（检查、读议、解疑、巩固运用，见《化学教学》1 9 8年第 4期），六环节单元教学法（初读教材、基本练习、课堂讨论、重读教材、二次练习、系统小结，见《化学教学》1 9 8年第 5期）。少数的方法采用字母、符号的缩写组合来体现基本的操作程序，如 A D教学法［注意（A t t e n t i o n）、愿望（D e s i r e）、认知（C o g n i t i o n）、兴趣（I n t e r e s t）见《化学教学》1 9 9年第 4期），T E A程序教学法［思索（T h i n k）、实验（E x p e r i m e n t）、分析（A n a l y s e）、练习（P r a c t i c e）见《化学教学》1 9 8年6第 6期］，O R程序教学法［观察（O b s e r v e）、阅读（R e a d）、答问（A n s w e r）见《化学教学》1 9 9年第 2期］。

总之，1 0多年来，化学教师创新或实践的教学方法犹如雨后春笋般地发展，种类繁多，风格各异，形成了“百花齐放”的局面，汇合成一般巨大的洪流，冲击着传统的化学课堂教学模式，在全国范围内为提高化学教学质量、培养学生的素质和能力做出了积极的贡献。但是，从方法的命名上也可映射出一些值得我们思考 的问题：

一是同名重复的方法报导多，使不少改革缺乏新意。如化学自学辅导教学法探索、二级自学辅导法教学的研究、自学辅导教学法的探索、化学单元程序教学法的深化探研、试行单元程序教学法的实践、调动全体学生积极性大面积提高化学教学质量——启发式程序教学实验小结、化学启发式程序教学法的探索、用启发程序教学法进行化学教学改革的研究等等，重名太多。

二是同名不同质的方法多。这些方法在内涵、目标和基本程序上往往不统一，各人谈自己的一套，使改革表现出一定的随意性，从而影响其信度。如“四段式”一种是：激发兴趣、自学讨论、交流归纳、巩固练习，另一种是试（实验）、思（思考）、议（讨论）、固（巩固）；又如“五步教学法”，一种是调（通过多种途径，激发学生的求知欲，调动学生的积极性）、明（教师要教得易懂，使学生学得明白，提高学生对知识的可接受性）、实（重视实验和理论联系实际，提高所学知识的有效性）、复（复习巩固，落实好知识的逐项积累）、合（对所学知识进行串线结网，形成知识结构，提高综合运用知识的能力），另一种是引入新课、引导自学、串讲、巩固练习、小结提高。

三是异名同质的方法多。在众多的改革报导中，有的名称不同，但改革的特色和创造性方面却无实质的进展；有的仅在文字上下功夫，实不可取。如学导法、导学式教学法、自学辅导法、自学指导法、多元自学法、三导式教学法；引导探索法、探索—研讨—练习三环教学法、设疑—生疑—质疑—解疑教学法等等。

四是以数字引出的方法多。从“×段”、“×步”开始，一发不可收，至今类型愈来愈丰富。如三问式议案法、三导式教学法、三点三维法、四课型单元教学法、五环节教学法、五层次单元教学法、六步教学法、八环节教学法、十二字教学法等等。我们无意否定实践者的艰辛和改革的实际效果，但从整体上看，如此取名，改革似乎成为一套操作替代另一套操作的简单行为，何以谈得上建立教学法新体系？从内容上看，数字上的差异并没有构成独树一帜的方法，更多的是量上的增减而无质的飞跃；从发展上看，一种错误 的观念正在形成：数字可以体现方法，方法的改革意味着数字的变化。如此下去，数字的延伸、组合、并移，又将产生多少种教学法？从一个学科所涌现的令人眼花缭乱的教学法中，人们又如何去把握数字背后的各种方法的

内涵？这是值得引起深思的。

五是个别方法的命名求新立异，但措词上使人费解，结果适得其反。如动态教学法（任何教学方法都不是静态的）、双向教学法（任何教学活动都应是双向的）、知识点目标教学法（是知识点还是知识目标）等等，容易产生歧义。

2 从化学教学方法改革的核心内容看

化学教学方法种类繁多，由于教学改革指导思想上的差异，反映在内容上也各有侧重。

（1）强调教师主导和学生主体结合的方法多。这类方法从以教为主转变成以教为核心和以学为主体的统一，教师在教学过程中的启发作用、设疑作用、解疑作用和评价作用仍然是很明显的。如点拨教学法、以“纲要信号”图表教学法、结合式教学法、启发—讨论式教学法等等。

（2）突出学生自学、探索和问题解决的方法多。这类方法提倡独立自主的探索发现精神，新课知识的获得主要由学生独立完成，教师的作用主要体现在方法的引导和探索过程的设计上。如研究式教学法、“发现法”、推理教学法、探究法、问题解决法、思维激活法等等。

（3）体现以实验为基础这一学科特征的方法多。这类方法将实验的改革作为教学方法改革的重点，使实验从形式到内容更适合于现代中学化学教学的需要，产生更好的教学效益。如化学单元实验程序教学法、边讲边实验教学法、以实验为基础的探索法、实验—讨论法、以实验为中心的发现法、实验—观察—讨论教学法、化学实验质疑法等等。

总之，全面地考察化学教学方法改革，重在研究如何提高学生学习化学知识和技能的质量，而较少考虑对学生非智力因素和科学态度等作有计划的培养。

3 从化学教学方法改革的基本思路看

化学教学方法改革的基本思路，主要反映在改革者处理整体与局部、改良与创新等基本关系上。具体表现为：

（1）局部入手的改革多，整体考虑的改革少。教学方法的整体改革涉及到教学思想、教学内容、教学方式、教学管理、考核评测等多方面的改革，有较长的持续性和较广的适应面，有的还带动其他学科的同步改革。在众多的方法中，属整体改革的为数不多，除单元结构教学法、“读读、议议、讲讲、练练”教学法、综合启发式教学法、程序启发教学法等普遍推广的方法外，大量的教学改革偏重于研究化学课堂教学的具体模式，根据课型特点探讨传授化学知识和技能的有效途径，在提炼“做法”上下功夫，因而很难形成教学法体系。由于缺乏整体考虑，许多改革力度不大。

（2）移植改良的方法多，探索创新的方法少。不少教师从事教学方法改革的动因简单、朴实，主要考虑如何在原有基础上进一步提高化学教学质量，包括学业成绩和能力水平两项。因此，他们首先会想到借用国内外一些先进的教学法来指导自己的实践，如在教学中尝试应用发现法、掌握学习教学法、探究法、纲要信号图表教学法和国内学者倡导的多种教学方法。吸收、融合、借鉴原有教学方法体系的精华和思路，为我所用，并结合实际的教学背景进行改造更新，也是很普遍的现象，如从探究法到指导探究法，从问答法到悬念教学法，从直观法到形象化教学方法，从程序教学法到程序启发教学法，从演示法到实验—讨论法，从异步教学法到同步探讨和异步讲练教学法，从发现法到历史线索教学法等等，充分体现了推陈出新的改革思路。然而，实

事求是地评价，正因为广大教师将精力主要倾注在方法的直接应用和改良上，10多年来从理论和实践两方面脚踏实地的研究、探索而形成的具有中国特色和学科特色的化学教学方法体系（如单元结构教学法等）仍为数很少。

（3）一次性尝试的改革多，追踪研究的改革少。化学教学方法体系的形成并不是一蹴而就的，它要在尝试、重复、改进、推广中检验其价值，随着教学对象、教学内容和教学时间的变化，在理论和实践两方面要经得起考验。任何一种优秀教学方法的形成，都经历过较长的试验期，反复观察，追踪研究数年，方可得出科学的结论。例如，崔孟明老师在60年代初期就开始对有机化学、物质结构等内容进行单元教学的试验，将内容重新组合，编成“学习程序”讲义，并总结出“学一块，串成线，认面貌，纵横比，理论推，实验证”的有机化学教学思路，形成了单元结构教学法的雏型[①]。70年代后期进一步试验，在此基础上提出了单元结构教学的原则和教学程序，至80年代中期，在理论和实践的诸多问题上认识更加深刻，使这一有特色的综合的化学教学法体系趋之完善[②]。但是，这样的改革并不具有普遍性。从我们现有收集到的79份改革资料中所提供的思路和了解的实际情况分析，初探型的改革占55%，持续一年以上和三年以下的改革占29%，连续三年以上的改革占17%，而坚持5年以上、又有系统研究方案的改革为数更少。特别应予说明的是，在80年代教学方法改革的浪潮中涌现出来的大量初探型方法也各有特点：一类是提出改革的假设并在短时期内尝试实践或通过作者的某些教学实例作为旁证而无系统实践的；二类是事先没有改革设想而依赖事后回忆、总结个人经验而成的；三类是拼搭理论框架、填塞具体例子而无任何实践基础的。三者性质上虽有差异，但对改革的认识都是比较肤浅的。由于缺乏扎实的实践基础，许多方法似昙花一现，最终没有留下多少印记。

如上分析，提醒我们注意：面对大量的“初探型”方法，切不可过高地估计化学教学方法改革的成果，而应持冷静的态度，对那些空泛的改革、时髦的方法进行过滤，去伪存真，然后再作出合乎事实的正确评价。

4从化学教学方法改革的理论依据看

化学教学方法的改革，已从经验描述阶段逐步向理论化过渡，为建立一个完备的现代教学法体系，离不开理论的指导。具体而言，对化学教学方法改革启发最多、支持最大的理论有以下几种。

（1）启发式教学思想。

启发式作为一种先进的教学思想和教学原则，本书第十章对此将作论述，其核心在于启发学生围绕学习目标进行积极思维。在化学教学中，启发式教学的基本方式有组织式（强调教师在整个教学过程中对学生从各个环节进行较多的组织、引导，以利于学生的学习循序渐进）、发现式（设置情境让学生体验科学家发现的过程，允许学生失误、走弯路）、讨论式（让学生围绕主题从多角度去认识、阐发问题，得出结论）、实验式（让学生通过实验寻找问题的答案）等多种，启发的技巧有演示启发、直观启发、问题启发、讨论启发、练习启发、对比启发和比喻启发等[①]。10多年来，国内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

---

① 崔孟明：化学单元结构教学法的探索，化学教育，1981年增刊2。

② 崔孟明：单元结构教学法的探索，化学教学，1984年第4期。

① 陈耀亭等编：中学化学教材教法，北京师范大学出版社1992年第2版，第85页。

启发因素，都注重调动学生的学习积极性和主动性，这也是现代化学教学方法有别于传统教学方法的一大特征。

（2）现代心理学理论。

本世纪60年代以后，特别是70年代和80年代，心理学研究达到了一个崭新的阶段，人类对自身的认识更为全面和深刻，尤其是教育心理学、学习心理学研究趋于深入，与教学中的诸多实际问题的联系也愈来愈密切，许多著名的心理学家直接参与了教学方法改革与创新的实验研究，使心理学成为教学方法改革的重要依据。

国外（特别是美国）在这方面的成功经验是值得我们借鉴的。美国在教学方法的改革中极为重视心理学研究成果的应用，杜威（John Dewey 1859—1952）早年提出“从做中学”方法时，就强调学生心理发展依赖于参与共同活动，重视培养学生的独立思维和创造性，这又为以后形成的设计教学法提供了理论基础。斯金纳（B．F．Skinner 1904—1990）是美国行为主义心理学的代表人物，他的操作性条件反射和强化理论成为程序教学法的重要基石，也推动了计算机辅助教学的迅速发展。布鲁纳以结构主义认知心理学为基础，提出以探索—发现为途径建立学生认知结构的方法，从而使发现法脱颖而出，成为最具特色的教学法体系。布卢姆（B．S．Bloom 1913—1999）的掌握学习教学法和奥苏贝尔（D．P．Ausubel 1918—）的有意义接受学习法也是从心理学角度寻求教学方法改革的突破口。又如，保加利亚的医学和心理学博士卢扎诺夫（G．Lozanov）提出的暗示教学法与无意识心理学密切相关。国内外大力提倡的问题解决法，又从信息的认知加工理论中找到了依据。相比之下，国内化学教学中涌现出的数十种新教学法，虽也或多或少地吸取了一些心理学的观点，但从整体上看理论基础相当薄弱，当代心理学研究的成果未能很好地吸收和融合，许多方法还停留在总结经验和阐释教学技巧阶段，只知其然而不知其所以然是很普遍的现象。因此，要使化学教学方法的改革有较大的跨步，必须重视心理学的指导作用。

（3）系统科学方法论。

作为方法论的系统科学，在教学领域中的渗透日趋广泛，许多观点被广大教师所接受，成为教学方法改革的重要理论基础，其中最本质的影响是：人们逐步跳出了习惯于就教学方法来研究教学方法的传统思维圈子，学会用系统的观点进行考察。系统科学对教学方法改革的启示颇多，归纳一下主要有三方面：

首先，将教学过程看成是一个由教师、学生、目的、课程、内容、原则、方法、环境等诸多因素相互作用和相互依赖而组成的、具有特定功能的有机系统，教学方法是整个教学系统中的一个重要因素，其作用和效果只能在教学过程诸要素的相互联系中得以体现，因而教学方法的改革不是孤立进行的，它受制于教学系统中的其他因素，反过来又促进这些因素发生同步变革。如布鲁纳的发现法，就是为配合他所倡导的课程改革而提出的。他强调，为使学生掌握学科的基本结构设计课程和编写教材必须认真考虑学习的心理倾向、结构、序列和强化等问题，使用结构式教材必须配以研究学科结构和发展学生智力的发现教学法。国内外许多教 学方法改革的经验表明，整体的改革往往是最彻底、最有成效的。受这种思想的影响，国内的一些化学教学方法的改革（如单元结构教学法、程序启发教学法等），着眼于从教学内容、教学原则等其他相关因素入手进行系统研究，取得了很好的效果。

其次，把现代教学方法本身视为一个由多种方法相互作用、相互联系的系统，每种具体方法作为一个要素均有各自的特点、范围和条件，在具体的教学情境中互相配合，发挥出单一方法所没有的较高的整体效益。1 0多年来的改革实践证明，传统的僵化式的教学方法和单一式的教学方法正受到指责，而多种方法的组合和整体优化已成为一种趋势。可以说，无论是形成体系的综合式化学教学法，还是尚处于经验形态的某种方法 (如四步教学法等)，都很好地体现了组合的思想。这是运用系统科学方法论指导教学方法改革的最令人瞩目的成功之处。

再次，把某种具体的教学方法也看成一个系统，由此出发对构成该系统的各种具体要素进行研究，力求形成一个最佳的结构以表征系统的运行机制。在教学方法的表征上，系统理论广泛地被应用。其中，“ 先见森林、再见树木 ”或整体—局部—整体的系统分析方法最受青睐，成为教学方法表征的最有力的依据之一。例如，先确定主线，再开出分支，使知识向各方面扩充、延伸 (北京景山中学的单元结构教学法)；首先使学生对教学内容有个大体了解，明确目标、要求，以及思考途径和方法，这样经学习者在已知的东西和需要知道的东西之间架设一道知识之“ 桥 ”，以便更有效地学习新知识，然后一部分、一部分地学习程序，形成知识点、知识链，最后又综合为整体，以图表形式小结，形成知识网[①]等等，都是运用这一方法的典型实例。其他的如结构网络思想、信息编码思想、反馈回授思想、有序调控思想、整体分解思想、最优化思想等等，也深刻地影响化学教学方法的改革，引出了诸如知识网络结构教学法、信息法、循环教学法、调控教学法、单元结构分段 式教学法等一大批与系统方法相联系的教学方法。

总之，用系统科学的观点研究教学方法，标志着化学教学方法的发展进入了一个崭新的阶段，这种影响是别的学科所不及的。然而，客观地分析，目前仍有不少改革脱离化学教学系统这一背景，就方法而谈方法，热衷于探讨具体方法有几步、几段、几环节，忽视了改革过程中其他各种因素的变化和制约，改革的效益并不明显。另一种值得注意的倾向是，过量地引用系统论、信息论、控制论中的名词和原理，但实际改革中并没有很好地体现其思想，方法虽新，内容依旧，这种贴标签式的改革为数不少。目前已到该引导、该纠正的时候了！

5 从化学教学方法改革的方法论看

如前所述，化学教学方法的改革是一项复杂的系统工程，它必须有明确的改革目的和相应的指导思想，充分的理论依据，严谨的改革方案，清晰的改革思路，具体的改革程序，行之有效的评价指标和评价方法等等。如此展开的教学方法改革，方能体现针对性、科学性和一定的创造性。但从我们所收集到的材料看，不少改革将重心放在“ 提炼 ”具体的做法上，有的缺少理论分析，开门见山交待几步操作即便完事，有的没有效果标准和评价体系，有的只作定性说明而无定量资料，致使改革的可靠性和有效性大打折扣。我们从《化学教育》、《化学教学》、《中学化学教学参考》三家刊物所报导的 7 篇化学教学方法改革的文献材料中，统计得出如下结论，见表 6—4。

表 6－4 化学教学方法改革情况统计

[①] 广西师范大学程序启发实验研究组：程序启发教学系统试析，化学教学，1987 年第 1 期。

统计内容	提出方法改革的指导思想	阐述与教学方法相应的教学原则	明确教学方法的基本操作程序	方法改革的效果分析(定性)	方法改革的效果分析(定性+定量)	控制条件进行教学实验	指出存在的问题和努力方向
篇数	29	7	73	34	29	14	8
比例(%)	36.7	8.86	92.4	43.0	36.7	17.7	10.1

由表 6—4可知，化学教学方法改革在方法论上尚不完备，比较突出的问题是：

（1）化学教学方法的改革着力于研究基本的操作程序，这无疑是必要的，但大量的是以方法而论方法，缺乏系统的理论指导，不少“搁浅”在经验或半经验阶段。统计表明，约有 2/3的改革没有明确反映指导思想，9 0%以上的改革没有相应的教学原则，因此许多改革实际上仅得出一种教学方法的组合，而未形成教学方法体系。

（2）绝大多数的改革重视对方法的效用进行评价（约占 8 0%），但定性说明居多（占 4 0%），且随意性较大，没有论证即仓促得出减轻了学生负担、取得了明显的实验效果、学生的学习兴趣有很大提高、学习方法有所改变、大面积提高了化学教学质量、大大改变了过去那种死读书的不良方法、自学能力明显提高、思维能力有了很大的发展、上中下的学生都能适应这种教学方法等结论。自圆其说，轻易下结论者太多，成为一种流行病。定性与定量结合的评价占 1/10强，但明确控制条件进行对比、分析、检验差异者仅 1 4篇，不到 1 0%。评价的不足使化学教学方法改革的信度和效度受到影响，也是许多方法生命力不强的重要原因之一。

（3）作为一项实践探索，要做到十分完美是不现实也不可能的，更何况任何一种方法或几种方法的组合都有其优势和局限，只有认识到不足，才能更好地发挥其优势。但在我们的研究中发现，7 1篇文献中仅有 8篇谈到方法的不足和有待改进的若干意见，占 1 0%，其余绝大部分都是肯定又肯定，完美无瑕，这似不符合事实。那些连基本操作程序都不清楚的“改革”，竟几乎都有相似的“成果”，这更值得深思。

提出上述问题，我们并非想否定化学教学方法改革的成绩，更不是有所指的。其中不少毛病我们自己也曾犯过，正因为它带有一定的普遍性，容易成为化学教学方法改革的一大障碍，所以必须重视它、改进它。化学教学方法的改革是一项艰难的事业，成功和失败不足为怪，重要的是在我们以后的工作中多一些踏实的 研究、谨慎的分析、科学的实证，少一些空泛的高论，少一些缺乏个性的试验和虚多实少的作风，在不懈的探索中形成有中国特色的化学教学方法新体系。

二 化学教学方法改革的方法论

化学教学方法改革的课题确定之后，如何进行研究，这涉及到方法问题。以下做概要分析。

1 明确改革的目的和依据

目的和依据分别对应两个问题：为什么要改革？为什么要采用这种新方法？前者又称改革的指导思想，它包括分析教学现状、指出明显存在的弊端、

引出教学方法改革的方向等内容。例如，谭建唐等人提出的二级自学指导法的改革目的是：传统法教学注重知识传授，轻能力培养；重教的研究，轻学的研究；强调学生学会知识，不注意培养学生会学的方法……传统的教学法一定要改。怎样改？……我们认为自学能力是学生终身受用最基本的能力。……学生要成为学习过程中的思考者、探求者和发现者，没有自学能力这个基本条件是不现实的。二级自学辅导教学就是以培养学生自学能力为核心的课堂教学模式[①]。

教学方法改革的依据包括理论依据和实践依据两方面，改革的理论依据常常是一些概念、原理或方法，主要来源于现代教学论、现代心理学和系统科学等，有选择地成为支持改革立论的基础或提供改革的思路；改革的实践依据又有两层含义：一是改革是否反映了化学教学中迫切需要解决的问题；二是为开展这项改革自己和别人积累了哪些经验？哪些可以直接引用？哪些需要发展？等等，事先必须搞清楚。

2 界定方法的内涵和基本程序

每一种新的方法都有别于其他方法的特征，这可通过界定内涵来说明。在实施新方法之前，改革者必须明确：新的方法究竟能解决什么问题？它的优势何在？否则，改革无从谈起。例如，万安 良将化学实验质疑法做如下定义[①]：实验质疑法的教学就是使学生通过实验操作，摆出实验事实，然后思考、质疑实验问题，并展开讨论加以解决，进而掌握整个知识结构和以实验为中心组织教学的过程。

基本程序是教学方法改革中非常重要的一环，它概括性地说明理论形态的新方法是如何具体地落实在教学过程之中，怎样有效地完成教学任务。例如，启发—讨论式教学法的基本程序[②]。如下：设问激疑→感知素材→讨论辨析→归纳整理→巩固开拓

利用上述程序，可将教学内容合理地串联起来，从而使教学方法的改革得以实现。

3 构建与改革相适应的教学原则

教学原则作为一种指导教学实际工作的基本要求，在不同的教学场合有所侧重，从而构成特殊的教学原则。同样，一种有特色的教学方法问世，往往有与此相应的指导性策略，这些策略不一定面面俱到，但在指导运用教学方法方面极有针对性，这就形成了与教学方法相应的教学原则。例如，单元结构教学法的五项原则[③]是：①统观全局，知识编“ 块 ”原则；②以理论为主线、实验为基础的原则；③一定的深难度作起点的原则；④以学生的“ 学 ”为中心，开展自学，促进发现的原则；⑤充分利用课堂，最大限度地提高课堂效率，鼓励课外进取的原则。

4 拟定实证研究的具体方案

化学教学方法的改革是一项理论与实践密切结合的工作，在理论表征基本完成后，相随的是实践环节，教学方法的优劣最终必须通过实践来检验。为突出方法的效用，我们提倡用实验法（并不苛求改革非循实验模式不可）。

[①] 谭建唐等：二级自学辅导法教学的研究，化学教学，1984 年第 2 期。

[①] 万安良：化学实验质疑法探讨，化学教学，1992 年第 1 期。

[②] 许超华等：初中化学启发—讨论式教法的探研，化学教育，1990 年第 2 期。

[③] 崔孟明：单元结构教学法的探索，化学教学，1984 年第 4 期。

所谓实验，是指在教学过程中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种种结果（或称反应变量），继而进行测量，以确定教学措施与教学效果之间的因果关系，因而实验表现出控制性、期待性（指向性）和重现性等特征。在化学教学方法改革实验中，实验变量就是教学方法。

一份详细的实验研究计划，除明确改革的课题外，还应包括实验目的、操作定义、实验对象、实验配组、测验时间和方式、分析方法、实验周期等多项，使改革者自己和别人能清楚地了解实验的思路和进程。例如，浙江省已故的化学特级教师汪一信先生生前曾主持高中化学自学（实验）指导教学法的教改实验，取得了显著的效果。在该实验研究计划中，明确了下述各项[①]：

实验目的

（1）改变“以教师为中心”的观念，在课堂教学中提倡教师主导下以学生为主体；

（2）探索以统编教材为自学教材的自学（实验）指导教学法的可行性、合理性和优越性；

（3）探索书面和口头指导学生自学的科学方法；

（4）探索化学实验在学生获得知识和能力培养上发挥更大效能的途径；

（5）探索培养学习兴趣，减轻过重负担，提高教学质量的有效途径。

操作定义

（1）用常规教法，按统编教材系统讲授。（对比班）

（2）按自学提纲，学生自学教材内容或进行实验，独立完成练习，教师根据反馈情况作针对性的扼要讲解。（实验班）

（3）采用某地编的一种“自学教材”，按该教材规定的教法进行教学。（辅助实验班）

实验对象

高一年级三个班，分别作对比班、实验班和辅助实验班。

配组形式

单因子等组一一对比形式。

测验方式

书面的知识测验和自学能力测验相结合。知识测验有前测、中测、后测三次，自学能力测验只安排后测。

分析方法

定性与定量相结合，前者包括可行性分析、有效性分析、能力指标构建等，后者采用描述统计和推断统计方法。

实验周期

本实验在3年内（1 9 8 3年9月—1 9 8 6年7月）完成，每一学年度为一个阶段，共分三阶段试验。

以上方案比较清楚地勾勒出了改革的整体思路，有参考价值。

5 实验过程的实施与控制

实施实验过程，也就是变量控制的过程，即一方面操纵实验因子，另一方面控制无关因子。教学现象是十分复杂的，当我们将所提倡的某种新的教

[①] 汪一信：高中化学“自学（实验）指导教学”试验第一阶段试验报告，教学月刊，1987年第7期。

学方法定为实验因子时，已不考虑教材内容、教师水平、学生基础、师生的身体状态和非智力因素乃至教学条件、学习环境、家庭与社会因素等的影响，而事实上这些数不胜数的因素都在改变着实验的因果关系。因此，根据教学实验的特征，常采取排除、平衡、抵消等手段，尽量降低无关因子的干扰。

平衡法是运用最广泛的控制方法，它除了允许操作定义中规定的实验因子（教学方法）不同外，其余众多的变量应设法相同，对两班教学效果的“贡献”相当。做到教师、教学内容、教学时间相同比较容易，较难处理的是学生情况。学习基础的“一致性”主要通过前测来实现，即调整两班的平均成绩和能力水平到无显著性差异为止，这也是目前分班的主要依据。更精确的“等组”，事先还应通过调查、访问等形式，了解学生的态度、兴趣、动机和家庭情况等，使之基本均衡。为防止唤起实验班学生的实验意识而导致新的无关因子（霍桑效应），或激起对比班学生不甘落后的自尊心（亨利效应），建议采用半盲实验，即对学生而言，不告诉实验意图，不强化实验意识，保证学生的学习呈正常态势；对教师而言，唤醒实验意识，帮助树立正确的实验观，使他们懂得实验参与者的职责是检验实验变量的性能，并非保证实验变量的高效。教师既要进入实验角色，又不能刻意追求，以自觉地维护实验情境的一般化和自然化[①]。

值得提出的是，当实验变量增多时，虽更接近实际教学情境，但研究的复杂性也随之增加，因而选择要慎重，一般多用“隔离”其他变量的单因子等组形式。有时几种变量掺杂在一起难以分离而综合影响教学效果，为简化起见，可以合为一种进行讨论。如上例高中化学自学（实验）指导教学法试验中，对比班与实验班之间主要是教法上的差异，而辅助实验班与实验班或对比班与辅助实验班之间教材和教法因素均不同，但实验考察的是这两个因素改变后的综合效应，故合而为一总称方法因素。实验配组一般有单组、等组和轮组三种，最多见的是等组形式，上例中虽取了三组（实验班、辅助实验班、对比班），但比较时仍采用等组形式，只是对比班、辅助实验班所起的作用不同：对比班作为参照标准，主要衡量新方法是否有效；而辅助实验班作为参照标准，则是与已被公认有效的自学教材和相应的方法比较，考察新方法是否可行。

此外，在教学方法改革实验开始实施到结束的整个过程中，教师应及时、细心地观察变量的变化，详细记录变化的情况和可能影响的各种因素，便于对实验结果进行全面分析。

6 实验结果的分析与评价

收集和整理了教学方法改革各个阶段的有关材料之后，就可着手进行分析，这实际上是实施实验方案的后期工作。教学方法改革的结果分析与评测常常采取定性和定量结合，即既有定性分析基础上的定量，也有定量分析后的定性。定性分析侧重论证实验设计的合理性、测验编制的可靠性、学生非智力因素的前后变化以及对实验情况的简要总结、存在的问题分析、指出进一步的方向等等。定量分析侧重研究数据资料，通过归纳和描述统计方法揭示大量现象中混乱散布着的某些共同特征，如学生学习成绩的集中趋势（平均分）、离中的趋势（标准差）等等，利用推断统计原理检验因素之间的共变关系，以显示实验因子的作用。对最常见的单因子等组而言，分析的模式如下：

[①] 张伟平：谈谈当前教改实验存在的问题及对策，教育研究，1991 年第 2 期。

设 O为实验对象，A为实验因素（即方法的操作，可看成一种算符），B为反应变量的测量结果，B_0为前测结果，A O表示实验因素 A施加于实验对象O的操作，C为实验结果。对实验班 O_1和对比班（又叫控制班）O_2而言，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 $B_{20} - A_2O_2 - B_2$

$C_1 = B_1 - B_{10}$　$C_2 = B_2 - B_{20}$

整个实验结果 $C = C_1 - C_2 = (B_1 - B_{10}) - (B_2 - B_{20})$

由于等组时已人为调整 $B_{10} \approx B_{20}$，简化得

$C = C_1 - C_2 = B_1 - B_2$

若 $C > 0$，说明实验班的效果优于对比班；若 $C = 0$，两班的实验效果没有差异；若 $C < 0$，说明实验班的效果反不如对比班。但上述统计量之间的差异是否确为实验因素所致，还需经受统计检验。当每班人数 $n > 30$时，采用 Z检验考察平均分之间的差异：

$$Z = \frac{|\overline{X}_1 - \overline{X}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

其中$\overline{X}_1$，$\overline{X}_2$分别表示两班测验的平均分，S_1，S_2分别表示两班测验分数的标准差，n_1，n_2分别为两班人数。具体运算可用电子计算机或计算器辅助。

将计算得到的 Z值与各级显著性水平 P对应的理论 Z值（临界值）进行比较，即可确定检验结果，见表 6-5。其中 P又指接受零假设 H_0（两个独立样本的平均数无显著差异）的概率，P值愈小，零假设愈难成立，即差异也愈显著。一般认为概率等于或小于 0.01可视为小概率事件，即有理由否定零假设，而承认差异。因此，0.05或0.01为差异是否显著的一个标志。在正态分布中，显著性水平为 0.05、0.01的理论 Z值分别为 1.96和2.58，熟悉这些数据对检验差异为有用的。

表 6-5 Z 值、P 值与差异显著性的关系

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

当涉及的实验对象较少（$n < 30$），则测验的平均分之间的差异可用 t检验来确认[①]。具体方法在教育统计、教育测量类著述中均可找到，此处从略。

测验作为评价的重要工具，在实验过程中如何实施也值得研究。任何有关教学方法改革的实验，前测和后测是必不可少的，少数改革也采用中测。前测的作用不仅表现在分班上，更重要的是了解实验之前学生具有某些特质的水平。所谓特质，是与实验的目标密切相关的内容，对前面所举的高中化学自学（实验）指导教学法而言，实验的目标既要求提高学生化学学科的成

---

① 唐力等编著：化学教育测量，广西师范大学出版社 1989 年版，第 237—246 页。

绩，又要培养自学能力，因而学科成绩和自学能力是前测中必须反映的特质。上例在前测中只安排了知识测验而未考虑自学能力测验，看来是实验设计时的一个败笔。

从我们收集到的有关化学教学方法改革的材料看，忽视能力测验是一个非常普遍的现象，尤其是前测，几乎所有的材料中均未明确报导，值得引起重视。实验后测往往被人们所看重，它能提供评价实验因素效果的最重要的定量资料，一般要求在停止施加实验变量后立即进行，以免延时而导致混入其他的非实验因素。 教学方法的效用是在后测与前测的比较中体现出来的，因此两次测验所反映的特质应该一致，相同的分数所代表的价值应该相当（保证测验的难度相近或采用标准分），否则前后比较就失去了意义。目前的改革注重后测分数之间的互比，追求实验班与对比班的“差距”，而忽视了前后自比，无法回答新方法试用以后究竟使实验班学生的特质（如自学能力）发生了多大的变化？许多有价值的信息尚未充分利用。实验中测的重要性虽不及前测和后测，但可以预测改革的可行性，提醒改革者及时调整某些因素，把握实验的方向。是否实施中测，可根据改革的需要酌定。

由于前测、中测、后测都有特殊的作用，在实验过程中不宜用常规的入学考试、期中测验和期末测验来替代，否则将影响测验的效度，致使评价的结果失真。

测验的编制也各有讲究。知识测验主要反映通过教学学生学会了多少，事先可依照教学目标筛选知识点，然后根据标准化测验的编制程序进行选题和组卷。能力测验的编制要复杂得多，国内在这方面也无成熟的经验。我们认为，能力测验首先必须体现能力的特征和构成要素，要有针对性；其次才是选择或改编内容进行组合。

例如，自学能力测验应体现的要素有：阅读化学文献（一般性阅读和概括性阅读），查阅有关资料（图表、数据、参考文献等），理解和思考问题（比较、辨析、修正、推理、分析、综合、质疑等），独立地解决问题（设计解决方案、评价方案的可行性、研究解题策略、展开解题过程、求得问题的解、验证结论并作合理的推广），根据这些要素有指向地寻找测验素材，并经过反复论证和有序组合，方可形成针对性强的自学能力测验。这种测验从内容和形式上均有别于一般的教学测验。值得指出的是，自学能力的培养是化学教学方法改革的一大热门话题，参与讨论和投身实验者为数众多，但自学能力的评测却非常薄弱，形成一个明显的反差。我们对 1 篇探讨自学能力培养的教改文章进行分析，其中 1 篇均未涉及能力的测试，但都有“自学能力提高了”之类的结论，缺乏说服力。在“探索式自学辅导法的初步研究”一文中仅提到“专门设计了一次实验操作能力和自学阅读能力的考查，结果实验操作能力明显高于对照班，自学阅读能力略高于对照班”的结论，而没有对测验作进一步的说明，也未见有关的数据资料。唯有汪一信老师主持的高中化学自学（实验）指导教学实验报告中将知识测验和自学能力测验明确分离，前者仅说明以自学为主的教学方法是否有利于学生牢固地掌握知识；后者经测试和统计分析（见表 6—6），十分自然地引出结论：自学能力测验中，实验班和辅助实验班成绩远优于对比班，可见自学（实验）指导教学或其他以自学为主的教学法都有利于培养学生的自学能力。这两种教法在培养学生自学能力上无显著性差异，但也可看出实验班略优于辅助实验班，即有指导的自学统编教材

略优于自学另编的自学教材[①]。

由此可见，在化学教学方法改革过程中，如何完善相应的能力测试，还大有文章可做。

表 6－6 自学能力测试成绩统计

	实验班	辅助实验班	对比班
平均分($\bar{X}$)	85.9	84.6	69.1
标准差(S)	8.4	8.9	10.1
Z 检验	实验班与辅助实验班 0.734 < 1.96		
	实验班与对比班 8.84 > 2.56		

作为完整、系统的化学教学方法改革的方法论，除了以上探讨的主要的六个方面外，还包括改革课题的确立、改革过程的管理、改革成果的总结、改革论文的撰写、改革经验的推广、化学教师改革意识的培养等若干问题。

[①] 汪一信：高中化学“自学（实验）指导教学”试验第一阶段试验报告，教学月刊，1987 年第 7 期。

第七章　化学实验教学

化学实验教学是化学教学系统的一个子系统。化学实验这一要素是化学教学的基础和精华。教学实践证明，凡是重视并认真做好化学实验，充分发挥化学实验的教学功能的，教学质量总是较高的，学生的各种学习能力也是较强的。做好化学实验、组织好化学实验教学，涉及到许多因素，怎样认识并确定化学实验教学的目的，选择化学实验时应当依据什么原则，做好化学实验要重视抓住哪些环节，在教学中应当灵活运用哪些化学实验教学模式及采取怎样的教学策略等等，都是不可忽视的。

第一节　化学实验的教学功能

一 化学实验是化学科学认识的源泉

人类的社会实践表明，一切真知都来源于实践。而人类的社会实践主要包括生产活动、政治活动、科学实验和艺术活动等。其中，科学实验是人类的不同于生产活动等的一种特殊的实践活动，它的主要功能是认识自然，是人们有目的、有计划地，或者说能动地探索自然、适应自然和利用自然。从这个意义上说，科学实验和科学观测是科学知识的主要源泉，科学实验是人类正确认识自然和有效地利用自然的锐利武器。科学实验和科学观测是适应自然科学本身探索自然的需要而产生并为自然科学研究服务的；是在自然科学自身发展过程中孕育产生，并作为认识手段而包含于自然科学研究过程之中的。许许多多的科学家，以其勤劳献身的精神，孜孜不倦地为建造自然科学大厦呕心沥血，甚至献出宝贵的生命，与此同时，他们以自己的科学实践活动和特有的睿智才华，充实和发展了科学实验这一认识自然的武器。尽管科学研究之路并不平坦，不少科学家遭受挫折、产生失误，但是正反两方面的经验教训，使人们的科学认识更接近于客观真理。有的学者讲得好：“实践在先，理论在后。”“想和做，做和想是人类一切智慧的总和。”人类智慧的积聚和发展，正是基于社会实践——特别是生产实践的推动，促进科学家们不懈地开展科学研究，并进行新的理论概括，以达到新的认识层次上的感性活动与理性活动的统一。

化学实验作为科学实验的一种形式，也是在理性指导下进行的，总是先想后做，想好了再做。想，就是构想实验方案，“就是将理性的东西转化为实验方案，转化成实验方法”[①]，“归结起来主 要是：实验内容和原理，实验仪器、材料，实验程序和步骤。”[①]“实验进行中，实验者一方面进行实验操作，同时还要观察实验中产生的现象，并把全部现象准确地描述和记录下来。这时也离不开理性。不仅实验操作和临时处置离不开理性，而且对现象进行观察也离不开理性。”[②]这些论述是很有道理的。

纳入教学中的化学实验，从理性指导这一原则来看，服从于化学教育教学任务的需要，它的主要任务是，通过生动和直观现象，使学生感知充分的、可信的事实材料，激励学生积极思维，形成观念或概念，达到掌握化学基础知识和基本技能，发展智力，养成科学态度和科学方法，培养解决化学实际问题的能力这一目的。显然，这类化学实验 (可简称为教学实验)跟科学实验中的化学实验的功能是不相同的。科学实验的任务是探索人类未知的自然奥秘，是为了直接去发明或发现；而教学实验的功能主要是运用科学实验的成果，扩大学生的认识领域和缩短认识过程。由于教学实验是依据教学认识论来设计的，因此它具有实效性和简约化的特点。

所谓实效性，就是适合教学的需要，实验本身生动直观，容易再现，利于学生观察、操作，且需时不长；所谓简约化，系指实验的典型性强，利于学生理解化学现象的基本特征，容易发挥以简代繁的作用。譬如，在初中化学教材中，选编氧化反应或还原反应的实验，均以典型的金属与可燃物分别

[①] 张嘉同：科学方法论与中学化学教学，化学教育，1986 年第 4 期。

[①] 张嘉同：科学方法论与中学化学教学，化学教育，1986 年第 4 期。

[②] 张嘉同：科学方法论与中学化学教学，化学教育，1986 年第 4 期。

跟氧反应，或使典型的氧化物跟氢反应，而尽可能回避其他干扰因素。这样做，利教利学，有利于学生缩短认识物质及其变化规律的过程，从而利于学生扩大认识领域，了解自然界或生产实践中纷繁复杂的化学现象。

由此可知，教学中的化学实验以其自身的实践性和生动性，为学生的认识从感性到理性的飞跃提供了可靠的源泉和推动力，是使学生认识深化发展的最佳途径。

二 化学实验是训练科学方法的有效途径

我们都了解，学生学习化学，不仅要掌握人类从生产实践和科学实验中总结出来的规律性知识，还要在思想观点、意志品德方面受到熏陶，从终身教育的意义看，更为重要的是还必须掌握科学方法（包括正确的思维方法、学习方法和实践行为过程必需的操作方法等）。即如何进行观察，并通过观察来发现和分析问题；如何搜集（查阅和利用）文献资料；如何设计和进行实验；如何整理数据和撰写报告；等等。这都是让学生动脑动手，理论联系实际，经受科学方法的严格训练的重要途径。从培养人才来讲，强调科学方法的训练，从而强调加强化学实验，无论如何强调也不会过分。因为化学实验是化学教学的基础，化学实验对于学生是最有魅力、最具活力的学习对象。国内外教育界的统计表明，中学生因为喜欢做化学实验从而喜爱学习化学的人数占被调查人数的 7%以上。

有不少化学家就是在中学学习阶段受到执教老师的感染和化学学科本身特有的魅力的吸引，而走上躬耕化学科学之路的。综观我国的化学教学，实验教学仍是薄弱环节，从认识到实践，较普遍地存在着忽视实验教学、忽视科学方法的培养训练的偏向。应当说，这是违背学生的认识规律，阻抑化学人才的全面成长的。

脑科学研究表明：人脑左右两半球具有不同的功能。左半球是处理言语、进行抽象逻辑思维、集中思维和分析思维的中枢。它主管着人们的说话、阅读、书写、计算、排列、分类、言语回忆和时间感觉，具有连续性、有序性和分析性等机能。右半脑是处理表象、进行具体形象思维、发散思维和直觉思维的中枢。它主管着人们的视知觉、复杂知觉模型再认、形象记忆、认识空间关系、识别几何图形、想象、做梦、理解隐喻、发现隐蔽关系、模仿、音乐、节奏、舞蹈以及态度、情感等，具有不连续性、弥漫性和整体性等机能[①]。

学习心理学的研究指出：我国今日的学校教育，重左脑轻右脑有种种表现，在课程和教材编制中，注重言语材料、符号材料、抽象材料的介绍，忽视图形材料、形象材料、非言语材料的学习；在教学方法的运用上，过分注重讲授，轻视演示法、实验法和参观法等；在培养能力上，只注重观察力、记忆力、逻辑思维能力，特别是集中思维和分析思维等，而忽视想象力、直觉思维能力和发散思维能力的培养。这种状态十分不利于创造型人才的成长，已为高等学校和高级专门人才的培养带来不良影响。经高等学校入学考试升入高等学校学习的学生，有一些表现出的高分低能现象就是典型的佐证。

我们认为，为了纠正化学教学中的不重视用脑卫生的偏向，应当坚决采

---

① 董奇：右脑功能与创造性思维，北京师范大学学报（社会科学版），1986 年第 1 期。

取各种有效的办法，包括规范的和简易代用的仪器、试剂，让学生多做实验。只有让学生亲身去做，在做实验的过程中体验实验对学习化学的重要意义和作用，才有可能给他们带来学习化学的情趣，激发进一步学习的志趣，并不断提高学习质量和水平。这里的道理是明晰的：学生的学习活动归根结蒂是获得知识经验和行为变化的过程。而知识经验总是以感性与理性认识的综合体来呈现在或同化于学生的认知结构中；行为变化则是在环境影响下引起学生产生的内在生理和心理变化的外在反应，包括外现的活动、动作、运动、反应或行动。让学生做化学实验恰能自然贯通地使获得知识经验和行为变化协同发展，发挥大脑左右两半球的机能优势，有利于创造思维的发展。这正是对学生进行科学方法训练的理论依据。

从方法论来考察，化学实验方法是最重要的一种科学方法。学生要完成化学实验，从知识和操作上要了解实验本身的要求，要知道并学会控制实验条件、排除某些干扰因素，以尽量保证观测的准确性和全面性；在实验过程中，要随时将观察到的现象和测量出的数据记录下来，并有处置可能出现的问题或临发事件的准备；实验结束后，还要进行计算、处理数据、绘制图表、概括得出结论，以及清洗仪器等工作。这一系列的在理性指导下的选择和安装仪器、使用试剂、观察、操作、简化、强化、对照、分 析、判断、理想化等，都是让学生经受科学方法训练的切实有效的方式和途径。简言之，科学方法对学生的指导作用，一是启迪、引导他们掌握科学的学习方法和研究方法；二是培养、训练他们的正确的思维方法。在这两方面，化学实验具有独特的优势。

三 化学实验是养成科学态度的必由之路

科学态度是人们能够正确对待客观事物的一种持久的内在的反应倾向，是经过实践活动而习得和养成的。科学家之所以取得令人瞩目的各项成就，除去他们具有常人所缺少的勤奋拼搏和优异的才智以外，最基本也是最重要的一点是他们具有为追求真理而不怕牺牲、严谨治学、实事求是的科学态度。这是唯物史观在科学实践活动中的体现，不管科学家本身是否自觉地认识到这一点。为了弘扬这种精神和品格，学校教育应当坚持对学生进行科学态度和科学自然观的教育。

学生学习化学，往往容易单纯从兴趣出发，用某种已习惯了的思维定势去观察问题，去认识复杂的化学现象。也就是说，基于这种思维定势，学生往往受化学实验所给予的强刺激信号的左右，很容易产生错觉，从而得出本末倒置、以偏概全的错误结论。譬如，将发光、放热作为认识化学变化的判据，而忽略新物质生成这一本质特征；根据敞口容器蜡烛燃烧实验的现象来否定质量守恒定律；从多数酸性氧化物可以直接水化生成酸性物质，就断定所有酸性氧化物都具有这种性质；等等。

学生中存在的违背科学态度的另一种表现是，喜欢用个人的猜测、臆断来对待化学实验的结果：当遇到“异常的”实验现象时，不是本着“科学是老老实实的学问，任何一点调皮都是不行的”这一至理名言，去查寻 (复核) 实验过程中是否出现了新的变动因子。而是依先入为主的知识经验或机械地以书本中给出的结论为依据，来处理问题，甚至将一开始做实验时如实记录在案的数据进行涂改，以得出符合自己需要的数值。这是教师对学生进行科学自然观和科学态度教育最典型的素材。宜结合学生认识上的错误，适时讲

述怎样的情境才是科学方法论中提倡的猜想和 想象，哪些做法是先验论的和先入为主的臆想和猜测。

科学家在丰富的科学研究实践的基础上，自觉或不自觉地运用猜测和想象，提出和建立假说，这是科学思维的过程，也是创新的探索过程。但是，这些猜测和想象，以及由此建立的假说必须接受实践的检验，只有在严格的科学实验中证明了假说适用于各种情况，假说才可以上升到理论范畴。由此可见，牛顿等科学家强调的："没有大胆的猜测就做不出伟大的发现。""若无某种大胆放肆的猜测，一般是做不出知识的进展的。"[①]只宜在科学家重视理论与实践相结合，坚持实事求是、不唯书、不唯上这样严谨的科学态度的基础上，才是正确的、可以提倡和仿效的。相反，那种把主观预测和判断作为衡量客观事实正确与否的出发点，让实验来符合这些预测和判断，凡符合主观设想的现象则保留，不符合的就舍去，如此种种，都是与科学态度背道而驰的，是应当防范的。然而，不尊重科学、违反科学态度的现象在教学中仍时有发生，甚至出现全国竞赛参赛选手（这批学生是各省市选派的佼佼者）私下涂改实验记录数据的问题，这不能不说是科学态度的培养训练并未深深在学生心目中扎根造成的苦果。

分析上述问题的根源，从学校教育内部来看，最主要的原因是没有把培养学生的科学态度这一任务提到应有的高度，加之缺乏培养训练的具体措施，难以落到实处。

从化学教学的指导思想看，多数学校在教学要求上，往往忽略对学生进行科学态度的训练，即使明确提出培养学习能力等要求，对科学态度在培养能力中的意义和作用也缺乏细致的研究。

上海市在《当前改进中学化学课堂教学的意见》这一文件[②]中，曾明确提出过"加强基础、培养能力、发展智力"的思想，促使化学教学在多方面发生了可喜的变化，教学质量逐步提高。我们认为，上海市概括的编写教材从指导思想——兴趣、知识、能力、 观点和方法——较准确地揭示了教材的教学功能及教学时应当着重抓住的主要环节，较好地体现了学生学习化学的认识特点。这一指导思想与科学教育的广域四目的[①]——态度、过程、知识、技能——是一致的。这里的态度指培养学生学习科学的兴趣、好奇心，激发学生的对客观事物的惊异感、探究的渴望，以及科学态度等积极的反应倾向。

日本学者基于"基础学力"论的思想[②]，在理科教学中倡导的基础学力构成说[③]——知识、技能、能力、态度依次深入构成四个层次——基本上也是这样的思路。基础学力将态度视为最重要、最核心的成分是有道理的。结合科学过程来考察，不论是 5阶段还是 1 阶段的划分，无不自始至终贯串着科学态度或科学精神的基本要求，依此来对学生进行培养教育，方有可能切实有效地、让学生通过感觉器官，进行思维加工，以实现教学过程中的两个"飞跃"和两个"转化"[④]。这里讲到的 5阶段包括：搜集数据；探寻规律性与提

---

① 陈衡编著：科学研究的方法论，科学出版社 1982 年版，第 318 页。

② 季文德：坚持改革努力提高化学教学质量，化学教育，1987 年第 3 期。

① 刘知新：试谈化学教育的目标和课程设计，数理化信息·2，辽宁教育出版社 1986 年版，第 430 页。

② 钟启泉编译：现代教学论发展，教育科学出版社 1988 年版，第 331—345 页。

③ 陈耀亭主编：中学化学教学中的德育，长春出版社 1991 年版，第 223—229 页。

④ 两个"飞跃"是指从感性认识到理性认识的飞跃，及由理性认识到实践的飞跃；两个"转化"是指教师

出定律和理论；进行实验和预见实验结果；根据新的实验证据修正或抛弃某一定理；发表研究成果。1 步过程是：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，（1解释数据，（1识别和控制变因，（1实验。定义，⑩形成假说，（1解释数据，（1 2）

将上述科学过程作适当变动或直接移植到化学教学中，已有不少成功的实例。关键的环节是精心设计教材中的化学实验内容，从学生实际（知识、经验和能力水平）出发，组织好（始终贯串科学态度和科学方法的培养、训练）实验的实施过程。

总而言之，化学实验的教学功能可以归结为既相互联系又可 以适当分割的几个方面的内容：具有深刻的认识论意义，能深刻影响科学的世界观和方法论的形成，能有力地培养学生的各种学习能力和良好的学风[①]。

把人类已知的科学真理转化为学生的真知，同时引导学生把知识转化为能力。

[①] 刘知新：化学实验教学的几个原则问题，化学教育，1985 年第 6 期。

第二节　化学实验教学的目的和内容的选择

一 化学实验教学的目的

化学实验教学的目的是受课程类型、学习阶段和实验设备等因素制约的。不同类型的课程、学生的学习年级不同，以及实验设备齐全与否都会给制订与实施实验教学的目的带来决定性的影响。如果从化学实验教学的基本要求来考察，国际上被广泛接受的教学目的是[②]：

（1）发展观察、操作和制备技能及使用仪器的技能；

（2）获得、验证并扩展化学知识；

（3）通过解释实验，启迪思维；

（4）认识实验室工作的精确性和局限性；

（5）记录做得准确，结果表达得清楚；

（6）在进行实验时发展个人的责任心和可靠性；

（7）通过有效地利用实验室提供的设备，计划并进一步进行实验室工作。

从上述教学目的涵盖的内容可以得知，化学实验教学实际上是学生在教师的引导下，搜集信息、利用和加工信息，以及评价信息的过程；是了解观察和实验在发展科学理论中的作用，练习着将知识转化为能力、将书面形式的系统知识转换成融会贯通的 完全知识系统的过程；也是学用一致统一、养成科学态度和科学方法的过程。这些基本精神，对于各级各类学校的不同类型的化学课程，从教育方向和教学论原则上都是适用的。只是由于学生学习阶段不同、课程内容和要求不同，在实施时的教学目标达成度不应该也不可能划一。即使同为中等教育阶段，由于各国的教育任务、国情及教育传统的差异，在各自的教学大纲（或课程标准）中规定的化学教学目的（包括实验教学的目的）也不尽相同。譬如，英国普通中等教育证书国家标准化学部分规定[①]：实验方面的教学目标：①使学生认识准确的实验的科学方法的重要意义；②发展学生完成实验的能力，充分注意安全；③发展学生观察的能力以及记录和解释那些观察的能力；④发展学生形成假设和设计实验以验证这些假设的能力。而日本高级中学教学大纲对普通科中的理科教学目标规定为[②]：通过观察、实验等，在培养探索自然的能力和态度的同时，加深对自然界事物和现象的基本科学概念的理解，养成科学的自然观。化学的教学目标是：就自然事物、现象中的物质的化学性质，物质的状态及化学反应，进行观察、实验等，使学生理解原理和法则，养成化学的考察能力和态度。

我国国家教委制订的《全日制中学化学教学大纲（修订本）》没有对化学实验教学单独列述教学目的，而是涵盖于“使学生比较系统地掌握化学基础知识和化学基本技能”，及“逐步培养和发展学生的观察能力、思维能力、实验能力和自学能力等，重视科学态度和科学方法的教育……”之中，并在“教学中应该注意的几个问题”的标题下，单独列述了“加强实验教学”的意义、作用及对演示实验与学生实验的基本要求。

[②] S.A.Achmad，ModifiedRolesoftheLaboratoryandotherMethodsofTeachingChemistry，TheTrendsofChemistryTeaching，Vol.Ⅳ.TheUNESCOPress，Paris，1975，P.70.

[①] 梁英豪编译：从 GCSE 国家标准看英国中学化学教育，化学教育，1986 年第 4 期。

[②] 日本文部省编：日本高级中学教学大纲，教育科学出版社 1981 年版，第 45、49 页。

国外倡导的重视“过程目的”的教学思想和策略，通过化学实验教学得以自然地落实和体现。

这里讲的过程是指学生的智力探究过程，包括获得知识和运用知识的过程，依据科学的观察、思考并得出结论的过程，按一定的准则对作出的结论进行评价的过程，以及试探着去组织、设计并实施科学探究，获得新的洞察力的过程。

从心理学的角度来分析，包括[1]激励过程，即动机作用过程；②认识过程；③控制过程；④情感过程①。显然，基于这些观念而展开的化学教学活动——实验教学则是其最具典型性的范例，已远非通常（或传统）教学强调“内容目的”所能涵盖。关于这方面的新鲜经验，还需要努力积累和挖掘。

二 化学实验教学内容的选择

实验内容和实验设备同属于实验教学系统的实体因素。在化学教学系统中，师生双方的认知、情感和动作技能等领域的交互作用，无不以实验内容为基础，并以实验设备为载体而和谐展开，并得以深入发展。这是实施实验教学目的，尤其是实施过程目的的基础环节。可以说，以实验内容为基础展开的化学教学活动，是最为活跃，也是师生的情感最为亢奋的序列。

教学实践证明，实验内容的精选与合理组合是提高化学教学质量和水平的核心环节，而实验内容的合理组合（构成实验教学优化的必需条件）必须以精选实验内容为前提。

精选实验内容的方法论原则主要是，遵循教学的目的对化学实验的科学内容进行改造，删繁就简达到简约化。具体地讲，可以归纳为以下几条[2]：

（1）应有利于培养和发展学生的实验操作技能，无助于培养操作技能的不选；

（2）应有助于促进学生对化学事实和化学原理的理解、掌握，无助于理解事实和原理的不选；

（3）应有助于学生得出明确的结果并作出科学结论，无助于此的不选；

（4）便于学生安全操作，利于养成科学方法，无助于达成这些要求的不选；

（5）在规定的时间内学生能够完成，时间太长的不选。

选择演示实验时，根据化学教学的目的及教师演示操作的特点，宜遵循以下原则：

（1）必须及时和适当；

（2）应有充分准备并预演过；

（3）必须简明和采用大型仪器；

（4）必须简捷而不杂乱；

（5）必须直接而生动；

（6）必须有鼓动性，能打动学生。

在第 8届国际化学教育会议上，有的专家列举出良好的演示实验必须具备诸多条件，从一定意义讲，这些条件也是选择演示实验内容应予以参照的

---

[1] 钟启泉编译：现代学科教育学论析，陕西人民教育出版社 1993 年版，前言第 6 页。

[2] 刘知新：对化学实验教学改革的思考，化学教育，1991 年第 3 期。

原则。这些条件[1]是：

（1）勿需太多的时间准备，且以后容易组装；

（2）化学反应的速度适中；

（3）没有危险；

（4）应当有理论依据；

（5）应当有趣；

（6）应当是廉价的。

三 化学实验的内容和基本环节

化学实验的内容可以从不同的尺度进行界定。譬如，从学科分类来划分，可分为无机化学实验与有机化学实验等；还可以按内容的质和量的关系，划分为定性实验与定量实验等等。从中等教育的实际来看，依据实验在教学中的作用与教学特点，可以将 化学实验内容划分为以下几类[1]：

（1）化学实验基本操作；

（2）物质的性质和制备实验；

（3）论证基本概念和原理的实验；

（4）结合生产和生活实际的实验；

（5）让学生进行独立设计的实验。

化学实验基本操作是各类实验的基础。基本操作的规范、程序和方法，应由易到难、由简及繁地贯串于各类具体实验的过程中，或单独编制以演练单项基本操作为重点的实验内容。例如，粗盐的提纯、配制一定质量百分比浓度的溶液；或结合物质的性质和制备实验，具体运用某项基本操作，达到熟练基本操作、解决某些化学实际问题的目的。无论是哪种情况，都要坚持实施基本操作的规范化。因为这一系列的规定和标准是保证实验安全与获得准确实验结果所必需的基准，不可违反。

物质的性质和制备实验在各类实验中占有重要地位。学生学习物质及其变化、物质的制备和应用，以及有关化学反应的规律性等知识，都直接或间接以物质的性质和制备实验为基础，以实现认识的由表及里、由感性到理性的深化。同时，还对学生使用仪器的技能、实验操作技能以及绘制仪器装置图的技能、观察和记录实验现象的技能等，提供一个练习运用、不断强化的机会。这样的练习运用，对于化学实验基本操作是一种有效的正迁移，可以切合实际地排除学生错误操作的干扰。例如，用试管作反应器进行加热操作，除了练习运用试剂的取用、试管夹的使用及酒精灯的使用等基本操作外，还结合具体物质的性质、反应物的类型以及反应条件等，分别采用不同的操作方法和态势，这就有利于纠正学生习惯于用自己熟悉的某种操作定势去应付不同的实验要求这类偏向。

论证基本概念和原理的实验的首要任务是为学生形成基本概念和理解化学原理提供生动可信的直观。随后，在这一情境中， 教师方有可能引导学生顺利地进行抽象概括，实现认识上的飞跃。这类实验的选择要突出典型性，简明易行，不可失之芜杂。任何节外生枝之举都会分散学生的注意，阻抑科学概念的形成。这类实验有益于培养学生运用所学的基础知识，练习着去分

---

[1] TheEighthInternationalConferenceonChemicalEducationAbstracts，1985，P.175.

[1] 刘知新：略论中学化学实验的内容和类型，中学理科教学，1979 年第 1 期。

析、阐述实验现象的本质，并进行理论概括，把握具有普遍意义的规律性知识。

结合生产和生活实际的实验是直接联系社会现实的一类实验。这类实验的首要任务应当是揭示有关生产和生活中典型实际的化学反应原理，而不宜去追求其中的技术细节。

让学生进行独立设计的实验是一类带有研究性的实验，它的主要目的是提高、发展学生的认识和实验操作能力。这类实验应尽可能选择那些既能让学生灵活运用基础知识和基本技能，又能让他们发挥主动性和创造性的实验主题。

不言而喻，上述各类实验内容构成化学实验内容的体系。从教学认识论来考察，前三类实验是学生实验或演示实验的主干，是为学生学习化学科学基础知识及形成实验技能打基础的；后二类实验是前三类实验的运用、提高，也是学生运用所学的基础知识和基本技能，探讨或解决化学实际问题的实践活动。

总之，无论是哪类实验，在纳入课程中时或在教学过程中实施时，均应从体现教学目的、充分发挥实验教学的功能着眼，切实抓好实验活动的基本环节的落实。这些基本环节主要是：

（1）让学生学会识别并掌握常用仪器和试剂的名称、性能及用法；

（2）懂得常用实验装置、实验条件与有关反应原理的关系；

（3）学会实验的一般操作程序、操作要领和操作规范；

（4）学会观察和记录实验现象、绘制装置图，能够从实际出发，分析综合，抽象概括，得出结论。

第三节　化学实验教学模式

化学实验教学模式是一种教学范型，是在一定的教学思想指导下，围绕着教学活动中某一主题而形成的相对稳定的、系统化的理论化的方案[①]。前苏联化学教育界实施的实验作业和实习作业，以及在我国普教中为大家熟知的演示实验教学、随堂实验教学和学生分组实验教学，都是实验教学的范型。

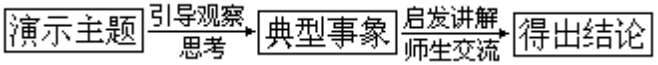
结合教学实践，探研各种实验教学模式的特点，以更好地发挥实验教学的功能，是实验教学研究的重要目的。

依据实验教学的目标和策略来划分，实验教学模式可分为：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。

一 演示讲授模式

这是将演示实验与教师的启发讲授相结合而形成的一种教学范型，也是大中学化学教学普遍采用的教学模式。

演示讲授模式主要受演示实验和教师讲授两方面各种策略的制约。由于演示实验是供师生进行表演和示范操作，并为全班学生呈现鲜明可信的生动直观的一种方法，因此，在选择供演示的实验内容时，要首先考虑它的鲜明性和可靠性（安全），还要考虑这类实验应简易快速，不需要多少（一般控制在5分钟左右）时间就可以得出结果。同时，随着演示实验的进程，教师应适时穿插启发式讲解、讲述，主要是指明本演示实验的主题、实验装置和试剂、实验条件、应重点观察的部位和现象、想一想发生了什么反应、本实验的结论是什么？等等。这时的教师讲授是与演示实验本身紧密相随的，即演示讲授模式的程序应当融演示与讲授为一体，要防止演示离开教师的启发引导，形成做“哑巴实验”，或教师 讲解超前，过多过细，干扰学生专注的观察和结合事实现象的思考。这种教学模式可图示（未标示实验操作及反馈，下同）如下：



在演示主题中，包括明确实验的目的（通过演示实验准备解决什么问题）、展示所用的仪器和试剂（使反应器与试剂性状、反应条件对应）、提示操作要领（随操作而舒缓地“唱”明）。只有在这个时候教师引导学生观察什么、想什么问题的提示语才起到导向作用，与学生的注意力、思维力合拍。典型的事象的呈现，进一步激活学生的思维，也会在不同的学生头脑中产生不同的反响。此时，如果教师不及时给学生以点拨（从纷繁的现象中引导学生认识变化的本质，从迷惘中澄清事理），并支持、鼓励学生议论，从而一起得出科学结论，那么这一演示过程将功亏一篑，达不到演示讲授模式的应有效果。

二 实验归纳模式

这是让学生做实验，基于实验结果由师生概括出结论，形成科学认识和让学生理解概念或原理的一种教学范型。

在这种教学模式中，所选择的实验应属于简单易操作，且没有什么副反应；实验内容是与待认识的化学事实或概念直接相关的。譬如，要使学生认

[①] 李秉德主编：教学论，人民教育出版社 1991 年版，第 256 页。

识氧气的化学性质，就要组织他们有系统地、分别实验氧气跟氢反应、跟金属（选活泼金属为代表物）反应、跟非金属（选代表物）反应、跟某些化合物（选可燃物）反应等，最后归纳得出“氧气化学性质活泼”的结论。又如，为了使学生形成酸类的概念，必定要在学生分别认识（做实验）了盐酸、硫酸等具体的酸以后，再归纳概括出酸的通性，形成酸类的概念。通常采用的随堂实验（或称“边讲边实验”）从教学的全过程考察，即属于实验归纳模式。当然，这是就传授新知识的教学过程而言的；随堂实验在复习、运用所学的知识的教学中，也可以为实验 演绎模式所用。这主要取决于实验教学的目标和内容。

实验归纳模式可图示为：

实验主题 —观察/识记→ 特定事象 —归纳/概括→ 结论

在上述程序中的实验主题，是选定为学生进行的、服从于欲得出结论需要的典型实验，通过学生操作、观察、思索，抓住特定事实和现象的特点，随后在教师的引导或提示下，由学生归纳概括出结论，或者由师生共同得出科学结论。

这类教学模式应忌讳不紧密结合学生实验所得的亲身感知经验，而由教师匆忙地下结论的做法。

三 实验演绎模式

这是实验归纳模式的一种共轭范型，是基于学生的理性认识进行扩展、推理，或论证、加深的一种教学模式。

从化学教学过程的本质特征可知，脱离实验，学生看不到反应现象、嗅不到化学气味，他们将无法真正懂得教师讲的化学；相反，让学生一味去感知生动的现象，忽视理论的指导作用，学习过程背离了发展概念和把握规律性知识，对于学生智能的发展，也将是低效的。因此，在化学教学中，应善于将实验归纳模式与实验演绎模式结合教材内容和学生的认识水平交互运用，以达到使学生的逻辑思维发展与思维的逻辑方式的运用之融合统一。一般言之，在低年级及分散学习的元素化合物知识，宜多采用实验归纳模式；在高年级和归类学习的元素化合物知识，以及运用原理等内容，宜多采用实验演绎模式。

实验演绎模式是将典型实验纳入论证、检验习得的原理这一教学的范型。演绎不是目的，使学生掌握的知识增殖、扩大规律性知识的应用范围，方是实验演绎模式教学的归宿。这类教学模式可用下面的图示表示：

实验主题 —观察/识记→ 新的实验事象 —演绎/推理→ 印证已有结论

在上述程序中的实验主题，是为了进一步论证某一原理或规律而拟定的。为此，应选择有代表性、普遍性的实验实例，由学生去完成，使他们亲身体验“科学理论的真理性要经受实践的检验”这一至理名言的正确性。自然，学生从有限的实验实践中，经过理论概括、演绎推理，可以悟出上述辩证唯物主义认识论的真谛。

需要指出，由于教学的特殊性，在认识上不应该贬低实验演绎对于发展学生智力、培养能力的积极作用。

四 实验探究模式

这是最为活跃，也是最有争议的一种范型。由于它强调学生进行实验探

究、自行概括得出结论，深受青少年学生的喜爱，所以与其他教学模式相比，学生的学习积极性最高、学习气氛最活跃；又由于这种教学模式，过于开放，又没有严格的界定，在教学过程中往往难以控制，造成学生失误、延时耗时、学习的知识不系统等等，故而也最有争议。

从实验探究的本意来讲，对于激发学生的学习兴趣，激励他们的探究精神，磨练克服困难、获取成功的意志，无疑是应当发扬的。这些优点，正好弥补了其他实验教学模式的不足。关键在于，要有指导地实施实验探究，使之构成一种不至于给学生带来失误，又不占用太多的时间，有利于学生掌握系统知识的教学模式。这就是我们所主张的实验探究模式。这样的实验探究模式可以图示如下：

实验探究主题 —观察探究→ 正确的事实和现象 —归纳概括 演绎推理→ 结论

在实验探究主题中，宜包括由教师提供的简明指南（实验的目的、有关的信息、操作要领提示、安全须知等），以防止学生走弯路。当然，实验探究必须靠学生自己独立完成，同时需要自行设计实施方案，而不是按课本规定的步骤“照方抓药”。只有在实验和探究的基础上，方有可能准确地获得正确的、符合实际的事实和现象，随之利用这些现象或数据，进行思维加工得出科学结论。例如，设计一个从氯化钠晶体中除去杂质（少量硫酸钠和碳酸氢铵）的学生实验，让学生探索根据什么原理、如何去操作？学生会思考运用杂质的性质（碳酸氢铵受热易分解、遇强碱会挥发出氨；硫酸钠遇可溶性钡盐会析出难溶的硫酸钡沉淀）及有关实验操作原理，探索着去设计：

（1）欲从氯化钠晶体中除去 NH_4HCO_3，可以用加热或加 $NaOH$ 溶液的方法。

（2）欲除去杂质中的 SO_4^{2-}；可以采用加入 $BaCl_2$ 或 $Ba(NO_3)_2$ 溶液的方法；

还要设计：操作程序，是先除去 NH_4HCO_3 还是先除去 SO_4^{2-}？

不同的学生，可能设计出不同的实验方案，但总有一种是最简捷（最佳）的方案。这一结论可以待比较各种方案（师生共同讨论，教师总结）后得出结论；也可以适当放手，让学生摸索着去试验，由学生自己总结得出。

经过探究，得知：先除去 NH_4HCO_3（加热分解法，不留任何残余物），后除去 SO_4^{2-} 为上，而不采用加 $NaOH$（除 NH_4^+）的方法；要判断 NH_4HCO_3 是否已除净？以不再产生 NH_3 为准（用 HCl 检试）。随后，将受热后的氯化钠晶体溶于水，加入 $BaCl_2$［不采用加 $Ba(NO_3)_2$，以免又混入新的杂质 NO_3^-］；怎样判断 SO_4^{2-} 是否已沉淀完全？宜采用取少量滤液，加入 Na_2SO_4 溶液，观察如出现白色沉淀（滤液变浑浊），表示沉淀完全，或往少量滤液中加入 $BaCl_2$ 溶液，如仍保持澄清，表示沉淀完全。

关键在于，当判定 SO_4^{2-} 也被除去后，还应如何操作？某些学生，可能主观地认为：滤液中已无杂质，经过滤，将滤液移入蒸发皿中蒸发、析晶即可。这时，教师引导启迪很重要！怎样做才能保证滤液中不含（过量滤加的）Ba^{2+}，以确保氯化钠的纯净呢？这就需要学生设计：如何除去可能含有的 Ba^{2+}？结论是选用 Na_2CO_3，使 Ba^{2+} 转化为 $BaCO_3$ 沉淀，再次过滤，取滤液再加入 Na_2CO_3 检试，滤液仍保持澄清（证明 Ba^{2+} 已除净）。这时，应使学生懂得，若用 pH 试纸检试，若溶液呈碱性（pH>7），表示加入的 Na_2CO_3 已过量，钡离子沉淀完全（这一结论，优等生能自行得出，经教师提示，多数学生也可以得出）。

再次过滤后，若不加处理即蒸发、析晶当如何？得出否定结论后，选用向滤液中加稀盐酸，以除去 CO_3^{2-}；用 pH 试纸控制至 pH=7。可能有的学生认为已完成，这时应让学生联想 CO_2 溶于水，溶液呈弱酸性这一事实，从而进一步采取再加适量盐酸将溶液加热近沸（驱出 CO_2）的办法，以确保获得纯净的氯化钠。

为了顺利地实施实验探究模式，教师应从思想方法和学习方法上给学生以指导。譬如，从科学方法论方面给学生上小课；或者结合具体实验主题，给学生作问题分析示范：任何实验问题均可以分解为知识和概念、态度、技能和技巧等几个方面。学生参考这些思路和方法，就容易避免一般性失误，提高实验探究的学习效率。

若依据师生双方在化学实验实施时的主体地位和作用来讨论实验教学模式，可划分为验证式和探究式[①]，这里不作具体讨论。为了简明，现将国外学者研究的实例列出供借鉴。

	验证式	指导探究式	开放探究式
认知顺序	概念→数据*	数据→概念	数据→概念
问题选择	教师	教师	学生
实验设计	教师	教师	学生
数据分析	教师	学生	学生
数据解释	教师	学生	学生

*概念，泛指科学结论；数据，泛指从实验获得的各种有意义的信息。

[①] 陈耀亭等编：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1992 年第 2 版，第 99 页。

第四节　化学实验教学策略

化学实验教学策略是为了达到实验教学目的而使用的手段或方法。从实施者——化学教师来讲，这方面的策略是一种教学艺术或特定的技巧。缺少这些技巧的教师将会发现，竭尽心思的教学努力，不仅自己感到吃力，而且学生也反映学得费力，达不到教学和谐进步的境界。

任何教学策略总是受一定的教育哲学思想和教育心理学的理论指导的。教师的教学观或科学观越先进，相应地，他（她）所教的学生的观念或概念的现代化水平也会越高。在本章前面几节讨论过的理论、观点，都是我们研讨化学实验教学策略的依据或出发点。下面仅结合实验教学策略的基本点（或称为基本策略）作些讨论。

从实验教学运行的全过程来考察，采用的教学策略主要是：教师启发讲授、教师示范、有指导的学生实验、学生独立实验，以及总结概括等。

一　教师启发讲授

在实验教学策略中，教师启发讲授是起主导、核心作用的基本策略。

启发讲授的主导作用体现在各种实验教学模式中。教师引导和指导学生正确理解实验的教学目的或目标，启迪和辅导学生遵照操作规范的要求去把握实验操作要领，提示和诱导学生进行定向观察或有序地操作，适时又随机地纠正学生的错误操作或解答学生实验中的疑难，以及结合实验事实和生动的现象，引导学生进行总结概括等等，都是教师启发讲授（讲解、讲述、指导、点拨、答疑等）发挥主导作用的表现。

启发讲授又是组织、实施各种实验教学策略的核心环节。因　为学生观察离不开思维，学生进行实验操作同样也在思维（意识等）的支配之下。而教师的启发讲授恰恰是运用有声的言语以及无声的文字，甚至辅以形体动作的示范来激励学生进行积极思维。离开了启发讲授的引导，学生的实践活动将会产生各种偏离实验教学目标的多余的动作，干扰教学活动的顺利进行。

启发讲授，要求教师从实验本身的特点出发，针对学生的实际为他们从思路、方法和技巧上排除认识和操作的障碍。

一般言之，每一类实验在实验原理、设计要求、装置和操作等方面都有规律可循。我们认为，不妨简要地概括为：实验反应原理、装置原理和操作原理。为此，教师要重视通过分析典型实验，让学生理解这一类实验的规律性知识（自然，需要一个逐步完善的过程）。譬如，在学生第一次接触制取氧气的装置时，要在学生准确观察的基础上，应提示反应物是固体混合物，在加热的条件下进行制取气体的操作；在操作过程中，应提示学生进行预热及固定加热的操作要领，并再次提示反应器夹持的部位与试管下倾一定角度的道理。经过实践，学生方可能初步学会这类制气装置的操作要领，并能够从反应原理上去认识装置的设计思路（装置原理）和制取气体操作的根据（操作原理）。循此，在其后的教学中，再总结概括出这类装置可以用来制取哪几种气体。

启发讲授要起到以上作用，教师应把握以下原则：

（1）要“点”明主题，语义要明晰，不可模棱两可；

（2）要引导学生去想问题，不宜采取命令式；

（3）提示操作要领，要给出简明的操作指导语，便于学生实行；

（4）除学生将做出禁忌的危险操作外，教师应始终坚持诱导方式。

二 教师示范

在实验教学中的教师示范，是为学生提供视觉形象和模仿的依据。教师的演示和特意做的示范操作给学生留下的第一印象很深，对他们进行实验操作的态势及严谨的科学学风的培养起着潜移默化的作用。为此，教师示范必须做到规范化，无可指责。

教师示范要把握时机。一般情况下，要注意运用这样几种示范。

1 引路示范

这是在新实验的开头为学生做出的操作示范。主要目的在于为学生提供模仿的样式，便于教师结合示范操作扼要介绍实验操作要领以及禁忌操作事项。

引路示范的特点是从视觉形象和动作态势上为学生“画”出轮廓及总的型式，由于这时学生还缺乏亲身体验，故而不宜做过细的分解操作和限定。这时的提示语必须简明概括，有利于学生记住操作规范的要点，便于他们通过模仿练习去体会操作要领。譬如，在进行试管持拿操作示范时，教师边示范操作，边说明要“三指（拇指、食指和中指）握”、“二指（无名指和小指）拳”、“握取试管近上沿”，并变换一个角度让全班学生都看清楚老师的操作手法。这样，由于让学生运用视、听和动觉（可提示学生用钢笔代替试管模仿）器官感知这一示范操作，学生的记忆和理解将是深刻的。在引导学生练习了正确操作以后，再适时补充，一定要防止“满把抓”等错误操作，同时，再结合化学实验基本操作的规范与手和腕部的生理构造来阐明上述正确操作的根据。

2 矫正示范

这是在学生显现出错误操作后，教师再次向学生进行的示范操作。这种示范针对性强，教师勿需全面地介绍操作要领，只要针锋相对地纠正学生的错处，并适当说明为什么错、应当怎样防范，随即呈现正确示范操作，就可以起到扶正纠偏的作用。

矫正示范宜有针对性地查寻学生错误操作的原因。是习惯（定势）的影响，还是动作笨拙造成的失误；是对操作要领不理解，还是学习态度的不端正；等等。为此，就应晓以利害，结合实验中的正反实例，对学生进行教育和示范。

3 总括示范

这是配合总复习教学进行的一种终结性的示范。从一定意义讲，这种示范在智力技能的总结概括上，远多于操作技能方面的总括。在我国教学中多年形成的在化学实验这一知识构成中的概括，从示范的观点看，不少归类总结的实验操作、实验装置，或以文字表述，或用图式呈现，则多属于总括示范[①]。

总括示范要在挖掘各类实验操作的规律性方面下功夫。这项工作宜在教师的组织下，尽可能由学生总结完成，如能举行实验操作汇练，其效果会更好。教师只需在关键处给予指点，或进行画龙点睛式的总结，并配以示范则效果更佳。

[①] 刘知新：谈谈怎样学习中学化学，北京出版社 1980 年版，第 41—52 页。

三 有指导的学生实验

学生实验是学生获取知识、形成技能、培养智能和发展个性的最佳途径。一般讲，有组织的实验活动，可以从多方面为学生学习创造最佳情境。实验活动为学生熟悉实验仪器、实验技能和化学物质的性质是人所共知的。这一点是基础，也是其他功能施展的前提。实验活动可以使学生处于情绪亢奋的实验探究的状态，为他们提供用以导出和探讨化学原理的有关数据、回答和解决化学知识中的疑难问题、验证已学过的理论和规律，以及概括和得出概念的涵义等等。

总之，实验活动的多种教学功能总是在教师的组织、指导下来实现的。国外实施的、对发现法的修正完善，也正在于加强教师的指导，以便趋利除弊，提高发现法的教学效率。

有指导的学生实验，教师进行指导，不外乎三种情况：实验前指导、实验中指导和实验后指导。

1 实验前指导

这是超前于学生操作的提示。或讲解实验操作要领与成败关键，或提示安全注意事项，或针对学生普遍易错（基于以往经验）的操作做示范、提要求，或仅就实验内容提出几个问题，让学生边实验边思考。

实验前指导应突出重点，不可失之琐细，尤不宜占用太多时间。一般只需 3—5分钟即可起到指导作用。

2 实验中指导

这是在学生做实验过程中遇到疑难问题或违背操作规程时由教师给予的指导。这种指导，对于学生认识上的疑难问题，宜采用启发、诱导的方式，不可有问必答，形成灌输；对于操作中的难点，宜让学生重做，在做中给予及时指导；对于某些危险操作，应令行禁止，随后讲清道理，并给出正确示范，让学生模仿。

实验中指导带有偶发性。因此，教师要积累经验并注意研究学生的个性特点，在巡视指导时方可有目标地重点辅导实验操作方面的差生，防患于未然，杜绝实验事故的发生。

3 实验后指导

这是学生做了实验以后由教师所作的评价性指导。这种指导是教师就实验的目的，全班普遍性或带有倾向性的问题，以及发展学生的智能及实验技能水平有关的问题进行的讲评。

实验后指导用语要注意斟酌，不可随意批评和表扬。较理想的是言简意赅，归并为几条，便于学生理解记忆。某些难点，如能再一次示范，并说明理由，将使学生的认识产生新的飞跃。

四 学生独立实验

一般说来，学生独立实验是在教师示范和有指导的学生实验之后由学生独立完成的。这是培养实验能力、养成科学态度和科学方法的最佳途径。

从培养学生实验能力的全过程来看，依学生实验操作的独立性程度来划分，大致可以分为三个阶段：模仿练习阶段、有指导的独立操作阶段和完全独立操作阶段。学生独立实验是实验能力形成和发展的养成策略。在这种策略中，要求学生发挥主动性和创造性，综合运用观察实验现象和学习事实、

了解理论和模型、发展推理技能、分析和研究化学认识论方面的问题，以及设计与安装实验装置、正确进行操作等等技能，在科学思想、科学态度的调控下，达到智力技能与操作技能的融合统一。

学生独立实验从教师的地位来看，可以分为教师在场与教师不在场两种方式。后者，即国外实行的开放探究（Open-ennquiry）在中学阶段，从确保安全计，不宜提倡教师不在场的开放实验。我们认为，教师在场并不妨碍学生的独立实验操作，相反，由于教师在场这一重要因素的介入，可以鼓舞学生更有信心地、有条理地进行实验。教师则可以从旁观察、考查每个学生在操作技能，特别是态度和情意方面的表现。为了评测（不宜在平时当着学生的面记分或做笔记，正式实验操作考除外，以免给学生增加不必要的压力）实验室工作的态度，以下准则[1]可供参考。

（1）工作的计划性；
（2）选择仪器和材料；
（3）使用仪器的熟练性；
（4）有条理和整洁地工作；
（5）合适的工作速度；
（6）准确性和质量；
（7）写作报告、图表和绘图；
（8）正确对待安全步骤和方法。

五 总结概括

总结概括是实验教学中的一项重要策略。不论哪一级的教材，所设计和容纳的实验次数总是有限度的。这就需要教材的编著者和施教的老师来共同努力，从有限的实验中挖掘、增生多种培育智能的效用。其中，利用已获得的实验事实、结论和诸实验中积累的经验，从能达到的理论的高度去总结概括，就是一种“增殖”的好办法。零散的、个别的实验事实和结论，使之纳入一定的理论体系之中，进行从个别到一般的思维加工，这样实验中的操作经验以及各种操作引发的思维，经过从感性到理性又回到实验实践这样认识的循环，就有利于使学生掌握从一般到个别、举一反三这种能力。在我国教学实践中，某些学校总结的：分析典型实 验，阐明实验规律；明确选择仪器的原则，培养学生正确选用仪器；以及加强实验的深化研究，培养学生的思维能力等经验[1]，均从总结概括这一策略方面为提高化学实验教学质量做出了贡献。

总之，化学实验教学系统的合理运作，有赖于其自身各个要素的合理组合与相互作用。本章对于这个系统中最为活跃的人的要素，多侧重于化学教师这一要素的功能来考察，对学生这一要素则未进行系统分析。

---

[1] A.Crowder，M.J.Frazer，TheUseofWeightedorUnweightedAttitudesintheAssessmentofScienceLaboratoryTechnicians，ProgressinChemicalEducation，SheffieldPolytechnic，1975，P.81.

[1] 详见《化学教育》1982 年第 5 期、1985 年第 2 期、1986 年第 2、4 期、1987 年第 5 期、1988 年第 3 期、1989 年第 2 期、1990 年第 5 期、1991 年第 3 期、1994 年第 9 期、1995 年第 2 期。

第八章　化学教学的目的和内容

化学教学目的是体现教学方向和评价标准的基准性的规定。它通过化学教学内容、教学活动和教学评价来制约教与学的方向及水平；而化学教学内容则是化学教学活动中的实体因素，是化学教师赖以组织并实施教与学的全过程的主要媒体，是化学课程设计的一个中心环节。

为了与本丛书《化学课程论》、《化学教育测量和评价》等相呼应，避免不必要的重复，本章仅对化学教学目的和化学教学内容做简要讨论。

第一节　制约化学教学目的的因素

考察一门课程或某门课程的教学效果，往往要从考察它的教学目的入手。因为教学目的是依据办学的宗旨而制订的，它体现了教学方向和评价标准，并从多方面影响教与学的水平。

一 影响课程和教学目的的因素

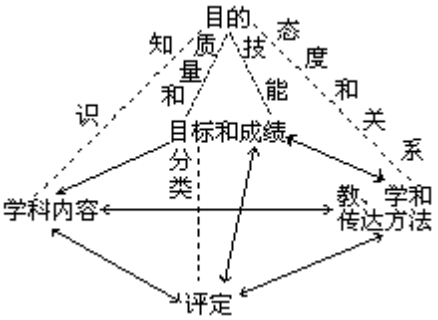
课程是一个宽泛的、正在不断发展着的概念。我们采用“课程是实现各级各类学校培养目标的教学设计方案”这一界定。

在我国普通中学和中等师范学校的化学课程设置上，已开始打破必修课一统天下的局面，初步形成了必修课、选修课和活动课程这样的课程结构。

不论是必修课，还是选修课，甚至具有极大灵活性的活动课程，均受“社会结构、科学知识结构和个性结构”[①]这些主要因素的影响。自然，由于各类课程的任务和侧重面不同，这三种因素在对课程影响的深度上也就不相同。譬如，必修课一般受三因素共性的影响较大，而活动课程则较多地受三因素个性的制约。

从课程内部考察，课程是由课程目的、内容、教与学及评价等因素相契合、运作而形成的。国外学者给出的课程理论模型表征了这种理性认识。这种理论模型对于我们研究和分析化学课程的运作机制是有益的。该模型的图式[②]见下页。

这一模型揭示出课程目的（或教学目的）与课程决策的关系。从课程实施这一角度看，也表征出教学过程中诸多因素间的关系。教师（基于这一模型的启示）一定要处理好学科内容（或教



学内容）与目标（系目的的下位概念）、教与学及评定之间的相互作用。同时，也要处理好课程目的对目标、内容、教与学及评定等因素的导向作用。很显然，目的在课程中处于主导和基准的地位。这一模型揭示的五要素（目的、目标、内容、教与学和传达方法、评定）的合理组合与和谐运作，就体现着这些要素的系统联系与功能。

国外专家从另一侧面分析选定（制定）教学目的的影响，得出了影响教学目的的“学生、社会、教师、学科”四要素这一结论，与上面讨论的见地，殊途同归，不谋而合。这四要素[①]是：

[①] 吴也显主编：教学论新编，科学出版社，1991 年版，第 271—275 页。

[②] B.S.Furniss＆J.R.Parsonage，IndependentLearninginTertiaryScienceEducation，ThamesPolytechnicandEducationalTechniquesSubjectGroup，ChemicalSocietyEducationDivision，1975，P.4.

[①] M.J.Frazer，Up-to-dateandPreciseLearningObjectivesinChemistry，NewTrendsinChemistryTeaching，Vol.Ⅳ，

学生：他们的需要、志向和动机；
他们的知识和能力的现有水平。
社会：培养劳动力的需要；
文明社会的需要；
成本（财力和时间）。
教师：他们的知识和能力；
他们接受变革。
学科：学科的价值、知识和结构；
学科变化着的性质。

二 化学教学目的

化学教学目的是依随着学校的总目标及课程的变革而变动的。譬如，国外学者曾列述过中等及高等学校化学课程最广义的 目的：

（1）培养学生为了从事化学方面的职业；

（2）把化学当做一种工具提供给普通教育；

（3）告知自然界的未来公民及化学在日常生活中所起的作用。

很显然，如就基础教育，特别是高中阶段的化学教学来说，因为受教育的学生群体的兴趣和需要多种多样，他们在高中后的走向并不唯一，至少可以区分为 5组[①]：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、地学家、工程师、物理学家和营养学家）、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、普通公民。因而，作为必修课程的教学目的与选修课程的目的决不应相同。

可以说，高等学校为了培养高级专门人才的需要，把定向的职业教育性的目的［即上述（1）项］放在第一位，上述目的按重要性排列是（1）>（2）>（3）；而中等学校从培养中级建设人才和实施普通教育（或公民义务教育）的需要出发，很自然地，上述目的按重要性排序则是（3）>（2）>（1）。

作为举例，从欧洲 18个国家的教育文件和报告中概括得出的中等学校化学课程的现代的目的主要是：

（1）给学生诸如学科结构的知识，以有助于他们了解在给定的化学条件下物质的结构和变化；

（2）使学生了解所学知识的可能性和局限性，并使学生形成这些知识对社会的效果和影响的观念，以培养他们适应科技时代的生活；

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

（4）让学生研究周围的事物，不间断地、牢固地发展他们的动手操作和实验技能。

英国为了改进科学教育，中学科学课程调查委员会在进行了 10年调查研究的基础上，于 80年代初曾提出了 11～16岁儿童的科学教育要遵循的原则，以据此进一步改进、完善这个年龄段学生的科学教育。该原则[①]是：

（1）用普通教育的观点来阐明；

P.44。

[①] M.H.Gardner，Thefuture，TeachingSchoolChemistry，TheUNESCOPress，1984，P.347.

[①] 刘知新：要重视探索化学教学规律，化学教育，1985 年第 5 期。

（2）为未来、高一级学校和继续教育打基础；
（3）要平衡上述两项之间的关系；
（4）平衡科学课程与其他课程间的关系；
（5）按照现行的、好的实践进行；
（6）从“基础上”去发展；
（7）要照顾到女生和受伤害的少数小组学生的需要；
（8）实行卡紧内容的办法与有弹性的发现法；
（9）发展校内外合作评定与测验；
（1 使青少年在以下几个方面受益：
①获得知识；
②了解过程；
③应用知识；
④理解知识的社会价值；
⑤继续教育。

该委员会认为，中学科学教育的目标包括：

（1）为青少年提供适当的机会，去探索生活环境，有机会去观察、实验、探究。

（2）使青少年有能力适应设计和进行实验，强调科学的基本原理、概念及科学地去认识世界（以上两点，在近二三十年来没有多大变动）。

（3）鼓励学生设计实验、解决技术方面的问题，使他们认识到应用知识与将来的生活、世界及精神愉悦有关，使他们科学地理解历史、文化的意义。

（4）为所有学生提供适当的机会，去讨论、反映科学（概念、原 理、概括）与他们的认识是怎样一起发展起来的。

（5）探查科学的局限性，并从这个角度去认识世界。

该委员会认为，科学教育要处理好：科学与社会、理科课程之间，以及理科课程内部学术—职业—生活之间的平衡。

列述上面的实例，主要目的是为了说明化学教学目的的涵义是丰富的，也是随国情和科技的发展向着更深或更广的方面变动的。这种变动总是呈现出基础与新成就（自然科学、社会科学等）在教学实践中的辩证统一。

从科学教育（化学教育是其一个分支）的普遍意义来考察，国际上各国的科学教育无不包含着一些共同适用的东西。从科学教育的广域目的可见一斑。

科学教育的广域目的[①]是：

（1）态度。包括学生比较稳定的思想、兴趣和目的。要发展学生对于自然界和环境中发生的现象的好奇心和惊异感；发展他们对科学在日常生活中的贡献的评价；发展他们对于运用科学态度和科学方法解决问题的评价和爱好等。

（2）过程。发展学生的智力探究过程；让他们按照探究过程来对待科学问题和现象；让他们试探着去组织、设计并实施，学会解释、预测或控制探索的问题和现象。

（3）知识。发展学生关于科学事实、术语、概念、概括和原理的知识；从另一侧面看，知识还包含它的社会含义、实际应用、历史方法和科学方法的

[①] 刘知新：试谈化学教育的目标和课程设计，数理化信息·2，辽宁教育出版社 1986 年版，第 430 页。

运用。这些均有助于学生去面对和解释环境。

（4）技能。发展学生的智力技能和操作技能。发展学生运用产率高和安全的方法去使用、组装和操作有关器材及仪器的能力；发展学生去测量、组织和传播科学信息的能力。

联合国教科文组织编辑出版的《学校化学教学》一书，在介绍学校化学课程改革时指出："应当脱离课程内容跟太偏重事实定向（fact-oriented）和讲演定向（lecture-oriented）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，以及发展领导人的经验等方面实施。""当前，在科学中主要是强调它的实践定向性（Practical or）。这已导致科学教育的新的目标，即更强调科学是一种过程。"[①]

我国科学教育因受多种因素的限制，与发达国家相比，在不少方面存在着差距，特别是在重视实践、重视学生实验能力培养和科学态度、科学方法训练方面。

三 化学教学目标

教学目标是教学目的的子系统，是教学目的具体化、明确化的产儿。所谓具体化，是指结合课程内容具体规定学生经过学习最终会完成的任务，向他们指明具体的学习要求；所谓明确化，就是从学生的认识规律出发，通过有效的教学评价，在准确了解学生的认知特征、知识基础和能力发展水平的前提下，明确限定可用于测量的质量标准。可见，教学目标系统必定在方向性和整体要求意向上与教学目的相一致，不过，它较教学目的具有实际可测、具体可行的特点。

国外学者提出的选定课程目标的标准，可供参考。这些标准[②]是：

（1）有效性（valid）：依据社会的、职业的和工业的需要。

（2）相关性（relevant）：依据学生特征的变化。

（3）适当性（appropriate）：依据我们增长着的对心理过程的了解。

（4）精确性（precise）：依据课程所表征的特殊性。

（5）全面性（comprehensive）：依据课程研究机构的意图所涉及的课程范围。

（6）一致性（consistent）：依据校内支援和没有抵触。

（7）现实性（feasible）：依据可得到的设备、人员和经费落实的情况。

当然，上面讨论的具体性、精确性等标准，要结合化学教学目标的"质"的不同而区别对待。对于行为目标即可从学生习得行为的角度来具体限定。"需把可随意推论的动词，转换成对学生的行为作直接观察的行为动词；同时，在适当场合详细说明解释修饰词与形容词所用的准则"[①]，以清晰地界说教学目标，避免产生多种解释。例如，"应用"学习水平可用转换、运算、

[①] R.B.IngleandA.M.Ranaweera，CurriculuminnovationInSchoolChem-istry，TeachingSchoolChemistry，P.45—46.

[②] DavidCohen，Newapproachestothedesignandevaluationofchemistry Courses，NewTrendsinChemistryTeaching，Vol.Ⅳ，P.91.

[①] ［美］B.S.布卢姆等著，邱渊等译：教育评价，华东师范大学出版社 1987 年版，第 46 页。

例证、发现、操纵、修正、操作、预测、制作、找出关联、解决等[②]行为动词来描述。

对于非行为目标，即不从学生习得行为的角度对教学目标进行具体限定。这类是指情感领域的教学目标。例如，试图科学地识别问题法中的最重要的步骤；为检验假说设计有效对照物实验的能力；爱科学、欣赏化学中的美；了解化学在社会生产和生活中的作用等等。均难以将指导语再具体化。

应当指出，对于行为目标和非行为目标应该有全面的认识。两者各有短长，各有各的用处。从施测、评定的角度看，行为目标容易实行、可测性明确，但是容易遗漏难以表述（如欣赏、审美意识等）的目标；非行为目标，要求较全面，但测试的可操作性差。尽管两者的编制都力求具体化，但侧重方面不同，故应区别对待。

要从教育所追求的整体目标（总目标）来看待实施教学目标的益处和不足[③]。制定并实施教学目标的益处是：

（1）依据教学目标，促使教师引导、帮助学生实现教学活动的要求。

（2）遵循教学目标，可以使教师全面地掌握教学目的和要求。

（3）根据教学目标，有利于教师评定学生，并确定他们在班级里位置。

（4）依据教学目标，有助于教师选择达到这些目标的方法、材料和经验。

（5）准确表达的教学目标，有助于教师选定评价学生学业成绩的最直接的方法。

（6）准确表述的教学目标，有助于师生之间、教师之间，以及教师和家长之间的交流。

在应用教学目标时，也要看到它的不足，即：

（1）教学目标有它自身的局限性。依据学生行为的变化或学年成绩，不能表示所期望的教育成绩。

（2）编制教学目标对于低层次的能力，如知识的回忆、简单的操作技能较为容易，通常有忽略高层次能力的倾向。

（3）个别学生将显示不同的行为，如同他们在一门课程学习中经验到的那样。学生将自行其是。

（4）教学目标若不是如此特殊，以致作为学习的“目标”显得太琐碎，就是不清晰，并恰好可被传统的课程纲要标题所代替。

（5）对于一门短期课程甚至有一个很长的教学目标表，学生会变得慌乱和困惑。

（6）教学目标表不能揭示无论哪种学科中的知识结构，以及知识主体各部分之间的相互作用。

关于化学教学目标的具体事项，见本书第九章第三节。

[②] 刘知新：要重视探索化学教学规律，化学教育，1985 年第 5 期。

[③] ［美］B.S.布卢姆等著，邱渊等译：教育评价，华东师范大学出版社 1987 年版，第 24—29 页，第 50—51 页。

第二节　确定化学教学内容的依据

化学教学内容是化学教师组织和实施教学活动的主要依据，是实现化学教学的认知、发展和教育功能，完成传授知识、发展思维、培养态度和发展技能等任务的重要保证。

一 化学课程设计循环

我国多年来是采用遵照学校教育的总目标，制订教学计划（课程方案）和各科教学大纲（课程标准），来确定各学科教学内容的做法。这是一种集中（统一）管理体制。优点是有一个统一的国家标准（或称为基本要求），但也存在着不能适应经济和科技发展需要，缺乏教育实验等缺陷。

西方许多国家，在课程开发中实行的课程设计的循环过程，从制订课程目的、确定课程内容等方面，为我们研讨化学教学内容的确定，提供了新鲜经验，值得借鉴。

这一课程设计循环包括以下紧密相联的六个阶段[①]：

（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　　怎样使学习完成得最好？

（4）确定采用的教与学的方法

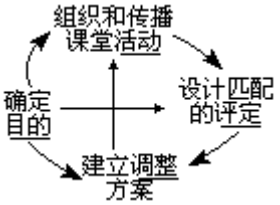
（5）详细列出评定的方法　　怎样测量学生学习的程度？

（6）对（1～5）项的评价　　学生学得如何？

（1～5）项需要变动或改进吗？

由此可知，在课程设计过程[②]中，要确定化学课程内容（学科内容），不仅要遵循化学教育的任务和化学教学的目的，而且要紧密结合教与学的实际、重视学生的发展，来精选化学教学的内容。我国在这方面积累了不少宝贵的经验，已有专门著作介绍[③]，这里不再列述。

英国学者给出的课程理论模型和纳菲尔德化学设计所根据的4A（fòu）课程研制图，及该设计方案所总括的影响课程研制工作的5组因素等，也揭示了确定化学教学内容的依据。该4A



图[①]如左图：

所谓“4A”，是Aim（目的）、Act（活动）、Assess（评定）及Adjust（调整）的简称。

该设计方案采取的工作策略，包括课程研制（设计）的5组因素[②]是：

---

① 王伟廉：课程研究领域的探索，四川教育出版社1988年版，第26、79页。

② 课程设计与课程研制或译作课程开发与课程编制在本书中不作严格区分，只是为了讨论方便。

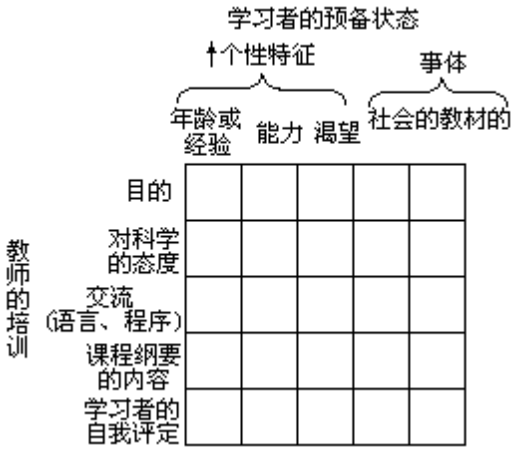
③ 课程教材研究所：课程教材研究十年，人民教育出版社1993年版，第309—345页。

①

②

（1）学习的需要；
（2）教师、管理人员和考试委员对教学的意见；
（3）潜在的雇主和社会的需求；
（4）社会各界的建议；
（5）政府的作用。

该方案为了全面设计和研究教学中或课程的各因素的合理配置（组合），还使用了以下“匹配矩阵”[③]：



通过上述课程的典型分析，可以得出这样的结论：即课程研制（设计）涉及的方方面面，特别是影响课程设计的诸多因素，从方向的一致性来看，也就是确定化学教学内容的依据。

二 化学教学内容的选定与教材编制

《中学化学教材教法》书中在讨论化学课程的研究要项时，曾针对我国80年代初面临的形势，提出过若干值得特别关注的问题，这些问题[①]是：

（1）教学指导思想。包括培养目标、认识论和教学论各原则的具体体现、本学科与其他各科的配合，以及本学科与劳动技术教育的关系等。

（2）教学的目的和要求。包括化学基础知识与基本技能的要求、关于培养能力的要求、关于思想教育方面的要求、教学内容的深广度，以及各类知识构成的设计思想等。

（3）教材的体系结构。包括教材的理论主线、知识体系与构成、教材的篇章编排，以及表现形式等。

（4）教学方法和手段。包括各种教学方法的要求、各种教学形式的运用，以及课外科技活动的配合等。

以上引文表明，当时，仅仅把教学评价隐含于教学形式之中，对教学评价在教学（或课程）中的多种功能认识得不够，而未单列要项进行讨论。从化学教学内容来考察，当时列述的“在确定化学课程内容与编写教材时需要解决”的问题[②]有：

（1）教材体系与教材内容的深广度要融合统一；

[③] FrankHalliwell，CurriculumDevelopment，NuffieldChemistry，Conference Proceedings of the Sixth International Conference on Chemicea l Education，1981，P.222—223.

[①] 刘知新等：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1983 年版，第 28 页。

[②] 刘知新等：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1983 年版，第 23—25 页。

（2）基本概念与元素化合物知识要紧密结合；
（3）理论性教材与实用性教材要合理搭配；
（4）实验技能和计算技能与整个教材要统筹安排；
（5）要重视复习与练习，发展学生的抽象思维能力。

总之，化学教学内容的确定是一个系统工程，牵涉到好多方面，决非是取材多寡、程度深浅或观念新旧等单维的处理“量”所能奏效的。这项任务的解决，有赖于教育实验的检验与先进的课程论、教学论的原理和原则在化学教材这一研究客体上的融合与物化。

三 化学教学内容的构成

现代教学论的有关研究表明，青少年各个发展阶段的文化要素，一般可分为四部分[①]：

（1）社会已经获得的关于自然、社会、思维、生产和活动方法的知识；
（2）实现已知的活动方法的经验；
（3）创造性地、探索地解决社会面临的新问题的经验；
（4）对待周围环境和人与人关系的规范，即意志、品德、审美观、情感教育的体系。

我们认为，上述要素，可简明地概括为：知识要素、方法和技能要素、能力要求、情感和态度要素。

我国台湾学者提出的科学教育要体现科学知识、科学方法、科学态度及伦常规范的学术主张，即强调科学教育的中心理念“已由传统的侧重于科学知识的培养与科学真理的探索，进而发展至以‘科学-技术-社会’（AAAS 1989）及‘科学’与‘人文’平衡的中心理念”[②]，[③]，对于我们审视化学课程、教学目的及教学内容、教学活动，具有认识论、方法论上的启示意义。这是一个国际、国内学术界极为关注的课题[④]。

化学教学内容居于化学教学大纲（或课程标准，或教学指导纲要）的核心地位。若从学科内容界分，化学教学内容的主要知识构成[①]是：

（1）化学基本概念；
（2）化学用语；
（3）元素化合物知识；
（4）化学基础理论；
（5）化学计算；
（6）化学实验。

自然上述各项，并非并列关系。

若从社会问题中心——ST方法编制的课程可算作一个典型，考察化学教学内容（准确讲，应是科学-技术-社会的课程内容），姑且以《社会中的化学》（Chemistry in Society）为例[②]。这是由美国化学会组织编写的一本

---

① ［苏］M.H.斯卡特金著，张天恩译：现代教学论问题，教育科学出版社 1982 年版，第 27—28 页。

② AAAS 为 AmericanAssociationfortheAdvancementofScience（美国科学发展协会）的缩写。

③ 林晓雯：科学教育学科性的再省思，科学教育月刊，1994 年第 175 页。

④ 彭蜀晋等编译：现代理科教育的进展与课题，重庆出版社 1990 年版。

① 刘知新：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1983 年版，第 26 页。

② 吴琦：一本值得推荐的教科书，化学教育，1990 年第 4 期。

供非理科学生使用的、高中生 1学年用书。

该课程以化学概念为基础，帮助高中生了解与当代的科学技术相关联的社会问题。这些问题主要是：

（1）使学生认识到化学在他们个人和职业生活中起的重要作用。

（2）运用化学原理更理智地思考他们将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。

该课程分列了 8个单元，这些单元均冠以社会中的问题（与化学紧密相关）。不妨说，这是不同于学科中心的、全新的知识体系。但也应指出，该课程仍相当重视化学概念的贯串，并按引入（Introduction）、详细描述（Elaboration）和应用（Application）三个层次，将 21项化学概念，进行了匹配设计。这 21项用到的化学概念[③]是：物理性质和化学性质，写化学式和化学方程式，元素和化合物，命 名，化学计量，摩尔概念，能量关系，原子结构，化学键，分子的形状，固体、液体、气体，反应速率或动力学，酸、碱和 pH，氧化还原，电离，溶液和溶解度，气体定律和分子运动论，数值标度和数量级，米制测量（SI），化学平衡，合成及分析。

关于 CHEMCOM教材试教的全面报道尚不清楚，但是从其编制的指导思想看，它的立意适用于广大非理科学生，帮助他们在解决问题的情境中来“应用”化学，实不失为是一种新颖、有启发的途径。据介绍，该课程设置的目的是：

（1）将化学放到社会的范围之内；

（2）应用化学来了解社会—科学问题；

（3）将数据分析和科学探究引入课堂；

（4）给学生一种机会，让他们运用化学来练习着作出判断；

（5）激励学生有兴趣用脑。

假如抛开化学课程设计的哲学指导思想（具体表现为不同的课程观、价值观等）的分歧，仅从化学教学内容的知识构成来分析，既然都是化学课程，在学科知识及技能（能力）培养、科学态度的养成和科学方法的训练等方面，不能不说，并不存在根本的、质的差异，只是在侧重点及各要素的量的把握上形成分野。再者，若结合培养目标、学生群体的适用面来讨论这一论题，将难以用一把尺子去测定不同类型课程的长短。

以上是就内容这个维度来讨论的。若从过程（帮助学生发展相应的技能和态度）来分析，不同类型的课程，由于课程目的、内容及实施策略的不同，对学习者的智力技能、操作技能以及态度、情感等的培养与发展职能，确实有高下之别。应当指出，在过程的效能挖掘方面，我国化学课程及教学内容仍需从这一维度着力开展研究，进行强化。

四 化学知识的结构化

化学知识结构化（The Structuring of Chemistry Knowledge）是 80年代正在发展着的一种教学模式。结构化这一 概念是从学科结构运动派生出来

---

③ S.A.Ware，H.HeikkingandW.T.Lippincott，TheCHEMCOMPhilosophyandApproach，InternationalNewsletteronChemicalEducation，No.26，1986.

的。学科结构运动主张[①]：学校教学不应该给青年人传授大量的知识或技能，而是要使学生掌握每一门学科的基本概念。不论教什么学科，务必使学生理解该学科的基本结构。学科的结构就是构成该学科的那些概念、原则和方法。而原理和态度的迁移“应该是教育过程的核心——用基本的和一般的观念来不断扩大和加深认识”[②]。一个人“学到的观念越是基本，几乎归结为定义，则这些观念对新问题的适用性就越宽广……学校课程和教学方法应该同所教学科里的基本观念的教学密切结合起来”[③]。

美国的生物学家、教育家施瓦布（J．Schwab）认为，学科结构的一个组成部分是对教材作出规定的一簇概念，另一个组成部分是这门学科领导、特有的程序和方法[④]；又指出：“学科结构是部分地由规定的概念体系所构成，这些概念确定了这门学科中需要研究的内容，并且制约着对该学科的探索。”[⑤]

从学科知识体系的观点看，上述主张对于研制课程、选定教学内容是有益处的。因为让学生学习结构化的知识，就是学习事物是怎样相互关联的。

课程内容（或教学内容）结构化所追求的目标，大体上可以概括为：

（1）从教学内容的整体设计上，要将普遍的和强有力的观念与态度摆在中心地位；

（2）在教学内容上，要特别强调每一领域的知识结构和探究方法；

（3）在构成合适的知识结构时，要力图使它起到简化资料、产生新命题和增加熟练运用知识的能力。

在运用化学知识结构化这一思想时，要抓住学科的代表性的观念这个具有生发作用的要素。因为“代表性的观念是这门学科的具有组织作用的概念”[①]，这些代表性的观念揭示了一门学科的本质，代表了整个学科的要素。

从我国的课程编制实践来看，化学基本原理（包含基本概念）在化学教学内容中所起的作用[②]是：

（1）使学生加深对化学事实的理解；

（2）有利于学生掌握规律，触类旁通，举一反三；

（3）使所学知识系统化，便于记忆；

（4）有助于培养学生解决化学问题的能力。

通过上述讨论，可以顺理成章地得出这样一个重要的、有方法论意义的结论，即课程（或教学）要做到内容与过程的统一。因为任何学科或某一学科的知识分支，至少有两个主要特征：一是它们的知识要素的积累或增殖；二是它们自身的研究方法体系。不妨说，每门学科都有自己的逻辑语言、自己的科学事实和符号的准则，以及使这些事实与原理、原则相互联系的方法或方法体系。由此可见，在编制化学课程和确定化学教学内容时，一定要将内

---

① ［美］布鲁纳著，邵瑞珍译：教育过程，文化教育出版社 1982 年版，第 24、28、31、36—38 页。

② ［美］布鲁纳著，邵瑞珍译：教育过程，文化教育出版社 1982 年版，第 36—*37 页。

③ ［美］布鲁纳著，邵瑞珍译：教育过程，文化教育出版社 1982 年版，第 37 页。

④ ［美］罗伯特·梅逊著，陆有铨译：西方当代教育理论，文化教育出版社 1984 年版，第 156 页。

⑤ ［美］施瓦布著，李一平译：学科结构的概念，教育学文集·课程与教材（上册），人民教育出版社 1988 年版，第 210 页。

① ［美］罗伯特·梅逊著，陆有铨译：西方当代教育理论，文化教育出版社 1984 年版，第 156 页。

② 程名荣：中学化学教材中的基础理论知识，中学化学教材和教法，人民教育出版社 1986 年版，第 83—84 页。

容和过程统一起来，不可偏废；一定要克服多年以来形成的“ 重内容轻过程 ”的传统，方可使化学教学取得良好的效果。

第九章　化学教学测量和评价

化学教学测量和评价是化学教学过程的一个基本环节，是对教学质量做出质和量的全面检测与科学估量的过程。

第一节　化学教学测量和评价的意义

为了全面地检查、评估化学教学质量，不断改进教学工作，从教与学的动态活动及相互作用的结果中获取供决策用的反馈信息，化学教学测量和评价在教学中是起核心作用的一环。

化学教师的教授活动效果如何，教学目的和目标的达成度怎样，教学决策中有哪些 成绩和缺陷；学生的学习水准和准备状态如何，学习能力养成得如何，学习的意向和志趣培养得如何，学生在学习中有哪些薄弱环节；以及师生间对教学的目的和目标、教学内容、教学方式等在认识上有哪些不和谐的问题需要调整等等。所有这些问题，都需要借助于化学教学测量和评价，从质与量、从内容、过程与结果，给出科学的检测、判断和结论。

化学教学测量在学校里常见的形式是测验。化学教学测验是指运用科学的测量方法，对学生学习的知识、能力与效果进行检查，然后进行客观比较，以判定教师的教学效果的一种活动。在教育和教学实践中，测量和评价这两个概念是相伴而生的。测量的概念率先产生，但仅仅测量、搜集数据，而不给出价值判断，这样的测量将是徒有其名，不说明任何问题的。应当说，测量[①]的主要任务是提供客观的数量化及非数量化的信息,这些信息本身并不能自动揭示其教育教学涵义，而评价乃是系统地搜集信息，对客体进行价值判断的过程。化学教学评价，正是从教学目标的角度，对化学教学测量和测验所提供的数量化的资料及通过观察等所获得的质的分析的资料作出解释，从而对教学工作达到预期目标的程度做出价值判断的过程。

换句话说，化学教师总是要以教学测量为手段，经过分析、综合，进行判断，以得知自己的或他人的教授活动与学生的学习行为的状态，进而与教学目标和教学要求相对照，获取准确具体的结构；学生作为积极主动的认识主体，也总是要努力以教学目标和学习要求为标尺来评判自己的学习结果与进展。由此可见，教学测量与教学评价是紧密相连的。仅有测量，不进行评价是没有意义的，而要评价，就必须进行量和质的分析，或称为量和质的描述或记述。这种关联，可借助以下图示[②]表达。

评价＝测量(量的记述)＋价值判断

评价＝非测量(质的记述)＋价值判断

现代的评价，既注重提供数量结果的测量技术，又注重只提供非数量化资料的观察、陈述的技术，使两者做到结合互补。

总之，化学教学测量和评价在化学教学系统中具有编级（或分组）、反馈、诊断、升级和职业指导等多种功能。

---

① 测验（Test）是测量（Measurement）的最有力的工具。测验是测量的下位概念。

② N.E.Gronlund，MeasurementandEvaluationinTeaching，Macmillan，1976；钟启泉编译：现代教学论发展，教育科学出版社 1988 年版，第 490 页。

第二节　化学测验的类型及其功能

化学测验是检查化学教学质量和教学效果与效率的基本途径。测验与系统观察相比，具有可以从量和质两方面对教学这一客体做出全面评测的优点。

我们都了解，教育教学这一复杂的特殊的社会实践活动，不同于一般的自然事物和对象，它除了具有可以直观地、直接观察和测量的方面（特征、性质），如教学流程中的时间、空间以及师生形体活动等以外，师生间的信息、情感交流，以及师生交互作用在心智里产生的增益效应等等，均难以直接测量。这就需要我们确定并把握测量教育教学这一客体的尺度。一般言之，各种教育教学事物大体上都具有共同的“度”[①]，即本质（要探求学生能知道些什么事实）、数目（要探求学生能知道多少事实）、组织（要探求学生如何组织这些事实）、时间（教师要时常关注学生的某种行为已历时多久）、速度或速率（学生学习行为的熟练程度的表征）、次数和错误（学生写 100个字，错了多少个）。以上是就认知或动作技能领域而论的，对于情感领域的测量，尚应另立标度。

为了测量化学教学可以采用测验、评定量表、观察记录等方法。这里重点讨论测验这种方法及其功能。

测验的类型很多，从实施的形式上划分，可以分为口头测验、书面测验及实验操作测验；从测验的编制划分，有标准化测验和教师自编测验；从评价的标准划分，有常模参照测验和标准参照测验；从试题的性质划分，有客观测验、论文式测验及实验操作测验；还可以根据测验在教学过程中的作用，划分出准备性测验、形成性测验和总结性测验。

这些测验的名目和功能各异，但均应遵循以下准则[①]：

（1）要准确、全面地理解化学教学的目的和要求，测验和评价应包括：学生的知识、理解和思维、技能和能力、态度和方法等方面的内容。

（2）要确定一套（按年级、单元）具体的教学目标，按学习进程，循序地实施测验和评价。

（3）要充分认识测验与评价对教学的影响和作用；要重视选择教学测验的环境，帮助学生获得应试的学习经验。

（4）要慎重选择测验的内容和形式，命题要简明严谨，难易适度，题型搭配、编组要恰当。

（5）要拟定评定计划；评定既要适合总的培养目标的要求，又要适合化学学科本身的教学目标。

（6）测验和评价均应有计划地进行；平时宜培养学生自我检查、自我评价的能力。

（7）要严格控制测验次数；要力争校内、校外测验的协调一致。

（8）测验命题宜实行集体编审制，以防止个人决断的偏颇。

以下分 4个方面讨论各类测验的基本特征和功能。

一　标准化测验与教师自编测验

[①] 潘友昌著：教育测量，正中书局 1975 年第 3 版，第 36—37 页。

[①] 陈耀亭等编著：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1992 年第 2 版，第 194—195 页。

标准化测验是一项系统工程，是由专门的测验机构主持的科学化的测量工作。它主要用于测验能力或能力倾向、成就水平或者用作诊断、预测和监控标准。所谓标准化，包括试题编制的标准化、施测过程的标准化、评分记分的标准化、分数合成的标准化，以及分数解释的标准化等[①]。推行标准化测验，可以避免测量尺度不明确和对测量结果解释的偏颇不当，从而造成测量失准低效。

标准化测验要有考试指导书，明确规定：考试（测验）的范围、内容、要求、方式、题型以及评分和计分方法；测验命题要标准化，严格遵照考试大纲或教学大纲制定命题双向细目表，规定每一个测试目标与内容在整份试卷中的比重；每一试题要经过预试或调试，选出效度高、信度高、区分度高和难度适当的好题，进行组卷；测验的实施过程要统一而有规范，施测时间、环境和进程必须统一，应试者作答的要求、阅卷步骤和评分标准必须严格规定。由于标准化测验具有试题取样范围大、题量多，覆盖面宽，又经过预测，保证了“四度”的要求，从而能较真实地测出学生的学习成绩。

概括起来，实行标准化测验有四点好处[②]：

（1）减少无关因素对测验目的的影响，使测量准确可靠；

（2）使不同的测验分数具有可比性；

（3）同一套测验有多个复本可以反复使用，较为经济；

（4）可用来校准其他测验。

美国化学会与美国理科教师协会编订（分年编订）的高中化学测试方案是用于能力测验的标准化测验，我国近几年来开展的高等学校入学考试中的标准化考试，以及高等学校专业基础课程试行的标准化考试，均属于测验学生潜在的学习能力和学习成就水平的测验。

教师自编测验是教师根据教学需要，随时自行设计和编制的测验。这种测验应用范围较窄，仅适用于本校，难以与校外测验相比较，也难以保证达到测验“四度”的要求，但却具有编制简捷、施测手续简便的优点。

二 常模参照测验与标准参照测验

常模参照测验的重要特征是，以学生团体测验平均成绩作为评定学生成绩的参照标准，把学生团体的成绩划分出等级，以该生在群体中所处的等级位置来判定他的成绩优劣。常模参照测验的主要目的是测量考生的个别差异。在上面讨论过的标准化测验，通常是指常模参照测验。实行分组（能力分组）教学时也要用到这种测验。

常模参照测验的基本假设是，学生群体的学业成绩是按正态曲线分布的。

与常模参照测验相对立的标准参照测验，或称目标参照测验，是以教学目标为标准来检测学生的学业成绩。评定方法是把每个学生的成绩与教学目标作比较，而不计较学生个人之间的差异。标准参照测验的标准是根据未来的工作或学习的要求建立起来的。在检验一个学生的成绩是不是合格时，应严格地实施标准参照测验，这是学科学习期末考试和毕业考试的特征。在实践中，许多教师根据自己的教学情况，按照学生的普遍的学习水平来命题，

---

① 国家教育委员会学生管理司主编：标准化考试简介，高等教育出版社 1985 年版，第 10 页。

② 国家教育委员会学生管理司主编：标准化考试简介，高等教育出版社 1985 年版，第 10 页。

以完成期末考试的做法，是不符合标准参照测验的主旨的，因为，这种降格以求的测验，学生的得分并不能表明他们的真正的学业成绩，自然也不能说明教师教学的效能和得失。实际上，教师又在实施一种常模参照测验。

从 1 9 9 年起，全国各省、市、自治区 (台湾省、西藏自治区除外)开始实行的高中各科的毕业会考，就是由各省代表国家实施的一种标准参照测验。可见，在毕业会考中，那种随意降低命题标准或评分标准的做法是不妥当的。这样，就从根本上损伤了基础教育高级阶段的合格标准，以虚假的成绩向社会各行各业输送不尽合格的人才，影响我国社会主义现代化的前进步伐。

三 准备性测验、形成性测验和总结性测验

准备性测验，或称安置测验，俗称摸底测验，是教师实施教学 前，或接手一个新年级开始教学前实施的一种测验。这种测验的目的，主要是查明学生的学习准备状态，测试学生已经具备了哪些知识和技能，以利于决定施教的基点，或作为分组教学的一种依据。准备性测验以获取学生学习准备状态的多方面的信息为目的，测验后的评分，如不实行分组教学，则无关紧要。这种测验往往在学生不进行测前准备的情况下进行，所获得的信息，不宜随意公开评述。在教学过程中，有针对性地进行分类指导或目标教学，会从准备性测验中受益良多。

随着教学过程的进行，为了及时把握学生的学习水平，多借助于形成性测验。形成性测验是为教学进程直接服务的，主要目的在于检测学生知识和技能的进步与发展，以及时取得教学的反馈信息。随堂检查性的小测验、单元测验等均属于这类测验。教师要善于从中发现问题，以巩固既有成果，针对教与学中的缺陷，采取补救教学，以达到教学目的和教学要求。

化学教学进入一个学习阶段的末尾，或者进入本学科结束阶段，就要进行总结性测验，以检测学习的效果，从而评定学生学习成绩等等。总结性测验多属于标准参照测验，以按照教学目标这一标准来评定学生的学习成绩。

四 客观测验、论文式测验与实验操作测验

客观测验系指测验试题可以客观地评分，不因评分者的不同而影响评定结果。标准化测验中选择题、是非题和匹配 (配伍)题等试题，均为客观测验试题。其中，尤以多项选一型的客观试题被广为采用。这种试题的主要优点[①]是：

(1)能快捷地测试课程的广泛内容；

(2)可以在测试领域内广泛取样；

(3)可用于大型测试，并可以可信地给予评定；

(4)测试的内容、范围和水平是明确的，可以进行统计处理 和分析；

(5)可用于班级、课程研究或整个学校系统的比较研究。

选择题的主要缺陷[①]是：

(1)仅能测试重现课程内容，难以评定高层次的认知水平；

(2)不能确证学生是怎样推理得出结论的，也不能测试学生的论点是怎样符合逻辑思维而发展的；

[①] 陈耀亭等编著：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1992 年第 2 版，第 191 页。

[①] 陈耀亭等编著：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1992 年第 2 版，第 191 页。

（3）使学生完全被动地答卷，且可以猜测，可以胡乱选项。

论文式测验是借助论文试题来测试学生分析问题和解决问题的能力，以及文字表达能力。这类试题可以让学生表述自己的见解，或分析比较、申述说明，或论证评述、畅述己见。论文式测验仅需要组编少量试题，命题工作较易组织实施。正由于此，这类测验的缺点也相伴产生。一是题量小，覆盖面窄，难以对整个课程内容进行测试取样；二是试题往往容易失之于不明确或含糊不清；三是测试的内容深度和范围较难以划定界限；四是评定时难以把握标准答案，评分常因人而异，随意性较大。故而常将论文式测验列入主观测验一类，因这类测验的评定受阅卷人的偏爱、情绪、态度等主观因素的影响甚大。

实验操作测验是化学课程中特色独具的一类测验。一般侧重于测试学生的态度和实验操作技能与水平，如对实验目的、反应原理的理解，使用和组装仪器的技能，以及对实验过程和实验结果的解释等。实验操作测验对于突出和发展化学教学的特征、对于养成学生动手动脑的学习能力，具有重要的导向作用。欧洲诸多发达国家，有近 1 /的国家在中学结业前实行化学实验操作测验[②]，我国少部分重点中学也试行实验操作考，已从多方面发挥出这类测验的教学效益。自然，实施实验操作测验，要有相应的设施条件和评定规范作为保障，尤其需要教师贯彻先进的教学质量观，自愿承受较繁重的工作负担。

[②] P.J.Farogoet.al.，ChemicalEducationinEurope，BurlingtonHouse，Lon-don，1976，P.324—325.

第三节　编制化学测验的主要依据——化学教学目标

化学教学目标是编制化学测验的主要依据，而化学教学目标是根据化学教学目的，结合教与学的要求，而具体规定的可供检查、测量的质量指标体系。这些规定，要具体写出学生经过学习最终会完成的任务，向他们指明具体的学习要求；还要结合学生的认识规律，明确规定具有实际可测、具体可行的教与学的质量指标或检查项目。从教育测量学的角度看，教学目标——用作编制测验的主要依据必须满足如下 4条标准[①]：

（1）目标应该叙述清楚；

（2）应该对照评价方案的实施情况检验目标，以编制一份适用的测验；

（3）目标应该反映出方案欲达到的技能掌握的水准；

（4）目标应该具有高度的优先性。

化学教学目标的划分和界定，是化学教育测量和评价专门研究的课题。从国际上看，学术界公认美国心理学家布卢姆（B．S．B等提出的教育目标分类学最有影响。布卢姆等专家将一般教育目标分为认知、情感与动作技能三大领域[②]，我国学者主张，化学教学目标一般要体现出知识传授、能力培养和思想教育三个方面的具体要求[③]。

美国化学教育界采用的按照布卢姆等专家的主张给出的认知领域的教学目标[①]为：

（1）知道。包括这样一些行为和情境：强调记忆（再认或回忆）过去学过的信息。

①特定事物的知识。术语和事实。

②方法和手段的知识。处理特定事物：惯例、趋势和顺序，分类和类别、准则、方法论。

③学科领域中普遍原理和抽象概念的知识。原理和概括、理论和结构。

（2）领会。包括了解知识的意义，能够用不同的术语意译来回忆，联系其他经验，解释它的意义和用术语的意义来扩展它的领域和顺序。

①转化。用不同术语意译某种观念的能力，给出实例、解释图表、说明符号的相互关系等。

②解释。了解主要观念和了解它们之间的关系。

③推断。扩展信息以包括其他可能的意义。

（3）应用。应用知识和能力解决新的、不熟悉的情境：用知识去推理，去说明或预测在新情境下将会发生什么。在这一水平上，科学更多地变成学术练习。

（4）分析。将一个观念分解成它的组成并表明了解各组成之间的关系。所有学科都强调分析能力，把它作为该学科功能的重要方面。

①要素分析。利用对恰当的事实和假设的了解。

---

① ［美］L.L.莫里斯等著，蒋一■等译：如何测量成绩，上海翻译出版公司 1988 年版，第 16—20 页。

② 瞿葆奎主编：教育学文集·教育评价，人民教育出版社 1989 年版，第 390—420 页。

③ 中国中学教学百科全书总编辑委员会：中国中学教学百科全书·化学卷，沈阳出版社 1990 年版，第 458 页。

① W.T.Lippincott，SourceBookforChemistryTeachers，DivisionofChemicalEducation，AmericanChemicalSociety1981，P.33—35。

②关系分析。识别和利用证明与假说之间，证明与结论之间，逻辑谬误、原因与效果之间的关系等。

③组织原理的分析。

（5）综合。将事实、原理、理论等要素组合到新的模式里。

①进行独特的交流。写出一种完全的概括、描述或评价等和（或）进行其他交流。

②制定计划或提出操作定向。选择检验假说的方法。

③推导出一套抽象关系。在现象分析的基础上形成假说。

（6）评价。考察和应用准则去估量证明，得出结论并做出关于理论、技术、研究等的判断。

①依据内在证据来判断。察觉谬误和应用逻辑推理。

②依据外部准则来判断。利用规定的或强加的标准来评价和得出结论。

我国学者在认知领域的学习水平分类已开展了较多的探索。其中，以北京市朝阳区中学化学教学目标课题研究组制定的化学学习水平，及广东省化学标准化考试研究室制定的考试目标较具有代表性。这两者均对布卢姆等人的教育目标分类作了变通调整；国外学者也有类似情况。

例如，英国学者丹尼尔斯（D．J．Daniels）等人将认知领域的教学目标改并为回忆、理解、应用、分析和综合。新西兰的一个教育家小组，在制定新学校证书方案时，于每一单元中将教学目标列为 3 组：（1）科学家取得的重要知识；（2）科学家工作的方法；（3）科学的社会意义。英国学者弗拉泽（M．J．Frazer）教授认为：对化学教师，以下三目标分类方案可能是有感染力的。这些目标是：（1）知道和了解；（2）技能，含智力技能如解释问题和解决问题和操作技能如使用仪器；（3）态度。

我国制订的《九年义务教育全日制初级中学化学教学大纲（试行）》（1992 年），对知识和实验技能的教学要求，从教学论和测量的角度作了规定，并具体列述了各知识点和技能项。现将这份教学大纲规定的教学要求录下。

对知识的教学要求分为四个层次，从低到高依次是：

常识性介绍：对所学知识有大致的印象。

了解：知道“是什么”。能够记住学习过的知识的要点，能够根据提供的材料识别是什么。

理解：懂得“为什么”。能够领会概念和原理的基本涵义，能够解释和说明一些简单的化学问题。

掌握：能够“应用”。能够分析知识的联系和区别，能够综合运 用知识解决一些简单的化学问题。

对实验技能的教学要求分为两个层次：

练习：在教师的指导下，进行实验操作。

初步学会：在教师的指导下，能够正确地进行实验操作。

应当指出，以上教学要求是从我国各省市文化教育发展水平相差较大，就当前实施义务教育而规定的必须达到的基本要求，某些省份、某些学校完全可以，也应当“超标”完成上述教学要求，而不应受这些规定的限制。

情感领域的教学目标分类，怎样才能做到既要明确规定具体的教学活动期望达到的行为状态，为教学活动指明方向，又要规定学生在教学活动之后以可测量的方式表现出来的行为标准，这是一个亟待研究的课题。克拉斯沃尔（D．R．Krathwohl）等人提出情感领域可分为：接受、反应、估价、组织、个

性化五种水平。但施测不免仍有难度。

我国学者有人认为[1]：情感教育属于德育的范畴，它既有线性的规律，又有非线性的无序性。从而提出：情感教育目标的检测和评价，应该从可比性和模糊性两方面着手，并设计了这两方面的目标评价系列。应当承认，在这一领域的实践经验仍有待于不断开拓。

化学教学目标的理论框架确定之后，可以按照知识（或技能）内容和学习水平双向分类来设计化学教学目标，以利实施。即（1）划分出适当的教学单元；（2）确定单元内每个知识点（或技能项）的学习水平。表述形式，不拘一格，可以采用文字叙述式或双向表格表示式。

[1] 周天齐：化学教学中情感领域教学目标的检测和评价，化学教育，1991 年第 1 期。

第四节　有效化学测验的条件

化学测验的内容，因评价的目的不同而异。平时的校内测验与达标测验的要求和内容不同，升级（或分班）测验与选拔测验也是如此。但是，无论是上面讨论过的哪种测验，都应当保证测试的科学性，尽量减小测量误差，做到有效、可信，具有一定的难度和区分度。可以说，达到“四度”——效度、信度、难度和区分度的要求是有效测验的必要条件，也是最基本的要求。

一　效度

效度（Ｖａｌｉ是指测验在多大程度上测量了预定所要测量的内容。效度是用相关系数来表明的。在施测后，将测验分数与已举行过的受试者接受的其他测验（如标准化测验）的结果作比较，从而计算出相关系数。

求出的相关系数（γ）值越高，表明所编制的测验准确性越大。一般标准化测验的效度系数在 0.4—0.7之间。效度系数最大等于 1，表明测试完全反映了所要测验的内容；最小等于－1，表示测验结果与受试者的实际水平完全相反。实际上，这种完全相关（或正、或负）的极端情况是很少发生的。当效度系数等于零的时候，表示测验结果与所要测量的内容无关。

上面讨论的是经常采用的测验的内容效度，即指测验题目对有关课程内容或行为范围取样的适当性。测验是根据教学目标编制的，试题内容涵盖了教师讲授（学生学习）的课程内容，这样，这个测验就具有一定程度的课程内容效度。

一般采取以下办法，以提高测验的效度。

（1）测验的内容和范围，要包含教与学的主要内容；

（2）测验试题中要尽量把跟测验目的无关的成分去掉；

（3）测验试题的难度要适当；

（4）评定和记分的标准要客观、统一。

二　信度

信度（ｒｅｌｉａｂ是指测验结果的一致性或稳定性。信度指标通常用相关系数表示。信度是测验的一致性的估计，效度是对测验的准确性程度的估计。应当说，测验的效度是最重要的，而测验的信度对于效度来说是必不可少的，效度的高低受信度的制约。所编制的测验若信度越小，则其效度也就越低。

常用的估量信度的方法有 3种，可相应地求得 3种信度：再测信度、复本信度和分半信度。

信度系数最大等于 1，表示测验完全反映了受试者的稳定水平；最小等于零，表示受试者的得分完全是随机性的，与他们的知识水平无关。一般学业成绩测验要求信度系数在 0.9左右，常会达到 0.95。

提高测验信度的主要办法是：

（1）测验试题的覆盖面要宽；

（2）测验的方法和时间必须严格统一，测验的评定和记分的标准必须客观、统一；

（3）测验试题的难度要适当，指导语要明确、清晰；

（4）消除受试者的紧张心理，增强他们对测试环境的适应性，使他们发挥

应有水平。

三 难度

难度（diffi指测试项目的难易程度，是测试工具对受试者知识与能力水平适合程度的指标。

在能力或非能力测验里，难度的指标是答对或通过每个项目的人数百分率（值），即：

$$P=\frac{R}{N}\times 100\%$$

P代表项目的难度；

R为答对或通过某一项目的人数；

N为全体受试者人数；

P值越大，测验项目的难度越低；P值越小，难度越高。

测验试题的难度必须适当，一般以难度为 0.—30.为宜。只有难度适当，方能保证测验试题具有较高的区分度。若难度过大，全体受试者都不能回答。难度过小，又形成全体受试者都能回答，两者都会降低测验的区分度，从而影响测验的效度和信度。

四 区分度

区分度（discrim是表示测验项目对受试者水平的鉴别能力的指标，故也称为鉴别力。区分度常从 3种测验中体现出来：一是难度测验，这是最常用的一种测验；二是速度测验；三是广度测验。通常学业成绩测验，多含有这三种测验的性质。测验项目的区分度高，对受试者有较好的鉴别力，使程度高的学生得高分，程度低的学生得低分；区分度低的测验则不能有效地将程度不等的受试者区别开来。

区分度可以用相关系数计算，或采用简单的计算方法[①]。区分度值最高为 1，表示测验项目对受试者的能力水平有完全的鉴别力；最低值为零，表示测验项目与受试者的能力水平无关。测试后，应淘汰区分度低的测验试题。标准化测验优秀试题的区分度常在 0.40以上，区分度在 0.20以下的试题则予淘汰，或经过改进后，再进行测试。

总之，良好的测验除应具备测量的正确性和测量的可靠性这些基本特征外，还应当具有：客观性、易于管理、易于记分和易于理解、实施，测验分数易于解释等特点。

---

① 戴忠恒编著：心理与教育测量，华东师范大学出版社 1987 年版，第 256—259 页；于信凤著：考试学引论，辽宁人民出版社 1987 年版，第 80—83 页。

第五节　化学测验试题的类型和试卷的编制

一 化学测验试题的类型

测验试题的类型是为测验目标服务，并受所测验的内容制约的。

英国专家曾把测验试题划分为七种类型[①]：

（1）正误型。让学生判断正确与错误，并用划（+）、（－）号作答。

（2）重现型。让学生借回忆解答某些关于事实和化学原理的问题。

（3）填充型。让学生根据题意填写空白。

（4）配型。让学生在给定的两列物质的名称、定义、类别或性质项中，划出配伍的连线。

（5）选优型。让学生从给出的多项答案选项中，选出正确答案项；试题选项设计成序列答案的形式，让学生判断写出或划出正确答案项的序号。

（6）思辨型。让学生从几种“答案”中，选出最佳答案，勾销错误答案。

（7）变动型。让学生运用已学过的知识和技能，解释图表或图示，综合概括有关数据得出结论。

我国高等学校入学考试，经过多年实践，逐渐形成了具有特色的多种化学测验试题，主要类型是：

（1）是非题。让考生判断答案的正误，在规定的空格内划出正、误记号。

（2）填空题。将题干中的关键字词以空格的形式出现，让考生填充。

（3）选择题。试题的题干由直接问号或不完全陈述句构成，选项包括1个（或2个）正确答案以及3个（或4个）错误答案，随机排列各选项的顺序，让考生选出正确答案。

（4）改错题。让考生指出题目中的错误，并写出正确答案。

（5）问答题。让考生按题目要求答问，是填空题的变动型。

（6）鉴别（或鉴定）题。结合给定的实验事实或反应现象，让考生区分或确认某些物质。

（7）计算题。结合化学概念或原理，让考生解化学计算题。

（8）论证题。让考生运用化学原理推论、证实指定的问题。

（9）实验辨别题。让考生通过给出的化学实验现象或实验的结论，来回答有关实验装置、操作及异常现象方面的问题。

（10）信息给予题。让考生临场阅读给出的信息，综合、判断作出答案。

化学测验试题，还可以从不同的角度进行划分。例如，英国学者西姆逊（O．J．S．）将多种选择题区分为：（1）选择题；（2）分类题；（3）多种组合题；（4）诊断和推理题；（5）实验题[①]。我国学者将化学选择题划分为10种[②]，计有：（1）评价选择题；（2）配伍选择题；（3）比较选择题；（4）多解选择题；（5）组合选择题；（6）因果选择题；（7）填空选择题；（8）类推选择题；（9）分类选择题；（10）改错选择题；（11）排列选择题；（12）阅读选择题；（13）识图选择题；（14）相关选择题。这是因为，选择题（多项选一或多项选二）已成为各种客观性测验中被广泛采用的一种题型，对这类测验试题从多维度进行研

---

① N.F.Newbury，TheTeachingofChemistry，P.85—86.

① 王一川编译：中学化学选择题，江苏科学技术出版社1983年版。

② 张多霞主编：化学选择题型与解题分析，广东高等教育出版社1987年版，第1—9页。

究，自然是很必要的。《美国百科全书》中“教育”条目曾将多种选择答案的测验题概括为 6种[③]：（1）多答案测验题；（2）选择错误答案的测验题；（3）合并或否定前面给出的答案的测验题；（4）评价测验题；（5）答案配对测验题；（6）分类测验题。

二 化学测验试卷的编制

试卷的编制是一项繁难、细致的工作。应当说，这项工作融会了编制专家的大量心血，是全面地体现教育思想、教学目的、教学要求和科学测量与评价原理的一项系统工程的成果。

为了保证测试的内容和范围符合测验标准，充分反映测试取样的代表性，同时又明确限定测验试题的数量和占分比例，在施测或试验试行的基础上，制定测验试题组合的双向细目表（简称双向细目表）是必需的。

我国广东省化学高考标准化命题双向细目表（见表 9—1）可作为一个典型实例。

表 9—1 化学高考标准化命题双向细目表[①]

考试目标 / 分数分配 / 考试内容	识记	理解	应用	分析综合	探究	总分
基本概念 基础理论	1	13	9	7	2	32
元素化合物	3	5	6	5	2	21
有机化合物	1	5	3	4	2	15
化学计算		3	4	8		15
化学实验	1	6	2	6	2	17
总　　分	6	32	24	30	8	100

又如美国化学会考试委员会使用的由阿史福德（T．A．Ashford）描述的成绩水平发展而成的组合（The grid）表（见表 9－2），也是一个据以设计测验试题双向细目表的好例。

表 9—2 成绩水平组合表[①]

行为目标 / 内容	领域 1	领域 2	领域 3	领域 4	领域 5
I					
II					
III					
IV					

行为目标 I　回忆重要事实的能力
　　知道重要事实，
　　知道重要术语的定义，

---

③ 吕千飞等译：世界教育概览，知识出版社 1980 年版，第 19O—208 页。

① 张多霞、梁远明、江琳才：化学高考标准化考试命题双向细目表，化学教育，1988 年第 4 期。

① 引自 NewTrendsinChemistryTeaching，Vol.IV，P.111.说明：为了便于排版，在本书中将行为目标各项及各领域的内容从表中移译在表下边。

获得重要概念，
理解理论和原理的字词含义，
较重要的元素及其化合物的性质的一般知识。

行为目标II　应用原理进行简单预测的能力
对化学原理和理论及其解释的基本了解，
定义的应用，
应用原理于类似的典型课程遇到过的那些情境，
应用原理于日常生活里的新情境，
解释一组数据并从中得出结论。

行为目标III　应用原理进行定量计算的能力
化学符号的量的含义，
配平化学方程式。

行为目标IV　运用科学方法的能力
区分观察到的现象与对这些现象的理论解释，
用理论术语说明现象，　对理论给出实验证明，
控制一个实验中的因数，
完全靠定义说明这个是真实的。

领域 1　化学变化，元素、化合物；化合反应定律，分子运动论，化学计算。

领域 2　溶液，电离，酸碱盐，中和反应，水解，金属活动性顺序，电化学。

领域 3　氧化还原反应，反应热，反应速率，化学平衡。

领域 4　原子结构与化学性质，元素周期系。

领域 5　普通元素及其化合物的化学。氢、氧、卤素、硫族、氮族的物理性质和化学性质，典型金属。

有了上述双向细目表，命题专家组就可以编制出有一定难度和区分度的试题，且试题（卷）的效度和信度比较高。同时，测验试题涵盖的知识和能力的比重也比较稳定。当然，如果已建立了测验试题库，那就从根本上保证了试卷编制和测试等过程的科学化、标准化。

三　试卷的分析与评价

测验试卷施测以后，经过评阅、记分，需要进行试卷分析和统计，以从中获取诸多的有益的信息，进而做出评价。

试卷分析的方法服务于不同的目的。为了分析教学效果，了解学生的学习情况而进行的试卷分析，意在于查明测验分数高低的原因。学生得分普遍较高，要分析判定是由于测验试题太容易，还是表明教授得法、教学效果好、学习水平高；学生得分低，是因为试题太难，还是由于教学效果差所致。

以调查研究教与学的情况为目的进行的试卷分析，教师可以采用列表记录每道题的学生的答案，统计有多少人答错；或者将批阅后的试卷（或答案纸）发还给学生，要求学生将答错的题标出来。这样就可以使教师迅速查明学生对哪些知识要点、哪部分内容掌握得不好，以作为随后的补救教学（补课、辅导）的依据。

为了评价测验本身的优劣而进行的试卷分析，应当根据教学　测量“四度”的要求，来进行试卷分析。这种试卷分析与对测验进行的评价，可以有

效地帮助教师和有关专家判断测验方案的效果，以决定取舍或修订、调整。

评估测验优劣的方法是教育测量和评价专门研究的课题。这里仅作简略介绍。

1 相对评价的数量表示和解释

相对评价，也称为常模参照评价，是以个体的成绩与同一团体的平均成绩（或常模）相互比较，从而确定该个体成绩的适当等级的表示方法。教师据此可以比较某生与班级（或全体受试者）内其他学生成绩的高低。

为此，必须将学生的得分（试卷上记载的分数）或称原始分数，经过一定的处理，方可用来说明问题。

（1）标准分数。标准分数也叫 Z分数。系指原始分数与其平均数的差数，以标准差为单位表示的数值。计算公式为：

$$Z = \frac{X - \overline{X}}{S}$$

式中，Z为标准分数，X为原始分数，$\overline{X}$为平均数，S为标准差。

当 Z值为零时，正好在平均数的位置，表明学生的学业成绩一般；Z为正值，则表明学业成绩高于一般；Z为负值，则学业成绩低于一般。

把原始分数转换为标准分数之后，每个考生的学业成绩在同一团体中的位置一目了然。但由于 Z分数有正、有负，不便于使用，经过变换，遂采用 T分数。

$$T = 10 + 5Z$$

T分数以 50为一般，50以上越大越优，50以下越小越劣。采用 T分数，不仅可以说明某生的测验分数在同一团体中所处的位置，可以在各考生之间进行比较，而且可以比较同一考生在不同学科成绩上的优劣，见表 9－3。

表 9－3 甲、乙两学生数理化三科成绩比较[①]

考试科目	学生		$\overline{X}$ (平均数)	S (标准差)	T 分数	
	甲	乙			甲	乙
数学	57	73	65	4	30	70
物理	76	86	74	6	53	70
化学	96	70	71	12	71	49
总分数	229	229			154	189
平均分数	76.3	76.3			51	63

（2）百分等级。一个特定分数在一百个等级中所处的等级位置称为百分等级。常用 PR（Percentile）表示。某考生的测验分数的百分等级就是低于这个分数的考生个数占团体总考生数的百分比。例如，某考生化学考试得分为 65分，班上 40名学生中有 28名的分数低于 65分，因此，该考生在班上化学考试中所处的百分等级是：

$$PR = \frac{28}{40} \times 100 = 70$$

这就表明：在班上有 70%的学生测验分数低于 65分，即该生的成绩优于全班 70%的学生。

---

① 邵瑞珍主编：学与教的心理学，华东师范大学出版社 1990 年版，第 347 页。

2 绝对评价

绝对评价是以受试者本人的现状与既定的教学目标作比较。教学目标就是评定目标。

考生能够完成多少体现教学目标的测试题才算达标，这是需要结合学习的性质和要求来确定的问题。一般言之，短期的教学目标和要求学生必须掌握的基本内容，达标值可定得高一些，如 9 %或 1 0%；而对于较长期的教学目标与只需要让学生一般了解的内容，达标要求可以低一点，如 8 %或 8 5 %，但至少要在 7 %以上。

绝对评价的评分，一般采用合格或不合格，也可以采用三级或五级评分。

三级标准的答对率如下：

好——答对率在 8 %以上；

中——答对率在 7 %—8 %；

差——答对率在 6 %以下。

五级标准的含义和答对率见下表[①]。

等　级	含　义	答对率(%)	数字标记
A	优等	90～100	4
B	良好	80～89	3
C	中等	70～79	2
D	及格	60～69	1
F	不及格	59 以下	0

应当指出，上表中的等级和数字标记为美国实行的五级分制；答对率为我国实行的五级分制的量化指标。前者为相对评分，后者的答对率 (记为相应的得分)为绝对评分。两者不宜折合计算，并列在一起仅供参考。

绝对评价适用于形成性测验和诊断性测验。获得的反馈信息，便于及时了解学生掌握知识与能力水平的具体情况，以利及时调整、改进教学。

[①] 陈耀亭等编著：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1992 年第 2 版，第 202 页。

第六节　化学教学评价

教学评价是教育评价的一个子系统。教学评价是指收集教学 系统各方面的信息，并依据一定的客观标准对教学及其效果作出衡量和科学判定的过程。

化学教学评价是教学评价理论在化学教学中的运用和发展。从方法论原则上讲，化学教学评价的基本目的，也应当遵循以下结论[①]：（1）客观认定教师的教学效果；（2）诊断教学疑难，改进教学；（3）提供反馈信息，促进学生学习。为了实现这些目的，需要从几个方面来进行研究，方可取得良好效果。这些方面[②]是：

（1）学习目的。通过了解评价结果，来激发学生的学习积极性，引导他们调整学习方法，促使他们进行自我评价。

（2）指导目的。意义在于改进和提高教师对教学的指导作用。

（3）管理目的。在于给学生选择适当的环境，提供相应的教育处置。

（4）研究目的。教学、教育研究工作者用于科学研究的评价。

化学教学评价主要包括化学教学过程评价、化学学习活动评价和化学教学效果评价。其中，前两者是侧重从教与学的角度概括地评估教学过程与学习活动的成就的，可归属于过程评价，而化学教学效果评价则属于结果评价。过程评价与结果评价即是已被广泛采用的形成性评价与总结性评价。

在不同的教学阶段，基于不同的目的而进行的教学评价，与形成性评价和总结性评价并列的还有诊断性评价。这是化学教学评价的主要的三种类型。这三类的教学评价的特点与功能的比较见表 9－4。

表 9－4 诊断性评价、形成性评价和总结性评价的异同[①]

[①] 吴也显主编：教学论新编，教育科学出版社 1991 年版，第 424 页。

[②] ［日］筑波大学教育学研究会编，钟启泉译：现代教育学基础，上海教育出版社 1986 年版，第 401 页。

[①] 陈耀亭等编著：中学化学教材教法，北京师范大学出版社 1992 年第 2 版，第 199 页。

	诊断性评价	形成性评价	总结性评价
目的	确认必要的学习经验是否具备	改进教学过程	判定最终的学习成果
作用	了解先行教学给学生提供的学习准备情况	了解教学的效果和学生学习情况及存在的问题和缺陷	给以成绩评定
内容	本学科教学的准备性知识和技能	短期的较低层次的教学目标(小范围内的知识、技能和能力	长期的、含有较高层次目标在内的教学目标(较大范围的知识、技能和能力)
方法	对与本学科学习有关的准备知识和技能进行摸底测验	对每个教学单元进行形成性测验	期末或毕业前夕总结性测验
标准	以绝对标准为主	以绝对标准为主	以相对标准为主
实施时间	开始教学以前	教学过程中，一般在单元教学结束之后	学期、学年教学结束后或毕业前
结论	学生在知识、技能和能力各方面具备了哪些条件	学生达到教学目标的状况、存在的缺陷和问题及可能的原因	学生学业成绩和掌握知识、技能、形成能力的实际水平

实施化学教学评价的一般程序[①]是：

（1）准备阶段。包括确定评价目的、编制评价指标体系、选择评价方法等。

（2）搜集评价信息阶段。要采用一切有效的、可行的方法搜集评价所需的充分的信息。

（3）分析、判断阶段。对所搜集的原始资料、数据进行加工处理，形成综合判断，获得评价结论。

（4）评价结果的利用阶段。将评价结论反馈于化学教学过程，以改进教学工作，还可以为更大范围的教育评价提供资料。

化学教学评价常采用测量的和非测量的方法以获取所需的信息，即采用测验法、观察法、谈话法、问卷调查法及个案研究法来得到评价所需的量的描述和质的描述两方面的信息。关于测验法，在本章第二节讨论过的准备性测验、形成性测验和总结性测验恰为与诊断性评价、形成性评价和总结性评价相匹配而实施。其他的评价测量方法，可参看教育科学研究方法与教育测量等专著。[②]

在化学教学评价中，为了提高评价的质量，应当注意把握以下方法论原则：

（1）重视相对评价与绝对评价相结合，注重绝对评价；

（2）研究定性评价与定量评价相结合，注重定量评价；

（3）做到形成性评价与总结性评价相结合，注重形成性评价。

[①] 王建成：化学教学评价概述，化学教育，1990 年第 3 期。

[②] 叶澜著：教育研究及其方法，中国科学技术出版社 1990 年版；潘友昌著：教育测量，正中书局 1975 年第 3 版。

第十章　化学教学模式

化学教学模式是对化学教学任务 (目的、要求)、化学教学过程和学习类型概括化的结果，是一种教学范型。

化学教学模式具有哪些特点，它一般包含哪些要素，应当如何看待化学教学模式论与化学教学改革各种方案之间的关系等等，是需要认真研讨的课题。

第一节　化学教学模式的特点

化学教学模式是构成化学课程、选择教材和提示化学教师活动的一种范型或方案，换句话说，化学教学模式是体现化学教育教学思想的一种工具，是教育教学思想在化学 教学活动流程中的一种简明概括。任何教学活动总是为了完成特定的教学任务而精心组织、设计的，并采取有效的教学途径与方法，以达到教育教学目的。化学教学模式正是实现化学教学的目的、要求，实施特定的教学内容和策略，创设或优选高效率的教学条件和环境而采取的一种方略。可以说，这是运用系统、结构和功能等观点，对化学教学目的、教学内容、教学过程和教学方法等分项研究成果的综合，是对化学教学过程与学习类型进一步概括化的研究结果。由此可见，化学教学模式可以为化学教师提供指导和预见，对我们研究和改革化学教学具有开阔思路与指引方向的作用。

一 化学教学模式的特点

化学教学模式，作为一般教学模式的子系统，也具有以下特点[①]：

（1）能用来形成决策。就是说，教学模式及其概念不能太含糊或太空泛，以免使教师无所适从，或难以把握它的要领；也不能太微观和失之琐细，以致限制了教师的创造性和主动性。有关规定要利于观察并识别课堂教学活动中教师的行为。

（2）时间框架要适度。即时间框架不能太长也不能太短。太长则难以进行系统观测并按固定的尺度来把握（即变量难以有效控制）；太短又不能完成一个有意义的教学单元，所搜集的数据将难以表征完整的教学意义。一般应包括发生在一个单一课或单元教学中的教学策略。

（3）繁简适当便于应用。在教学模式中应用的各种概念和要考虑的教师的行为范围不能过于复杂，以免教师难以采纳，也不能过于简略，致使没有一种模式可供教师选用。

总之，化学教学模式，作为一种贴近教学实际的理论模式，要阐释以下基本问题：

（1）化学教师和学生在课堂内做什么？

（2）师生之间怎样相互作用？

（3）师生怎样使用教材和教具（学具）？

（4）上述活动对学生学习的影响是什么？

二 化学教学模式的构成要素

从上述认识出发，运用系统分析来探讨化学教学模式的构成要素，4 要素的主张是可取的。这四个要素是：

（1）确定不同的教学目的；

（2）规定教学程序；

（3）选定教学方法和教学策略；

（4）确定教与学（师生双方）课堂活动的量和活动方式。

[①] MihaelJ.Dunkin，TheInternationalEncyclopediaofTeachingandTeacherEducation，PergamonPress，FirstEdition，1987，P.22.

有的学者将教学模式的构成要素分解为：指导思想、主题、目标、程序、策略、内容和评价等七项[①]。这是从教学论的角度来考察教学模式的概念和特点等来立论的。我们认为，七要素与四要素的主张，其基本思路是一致的。

[①] 李秉德主编：教学论，人民教育出版社 1991 年版，第 256 页。

第二节　化学教学模式的类型

基于不同的教学指导思想来设计、实施化学教学活动，必然导致各种各样的教学程序和策略，从而产生出各类化学教学模式。

一 按教学主体划分的基本类型

从化学教学的沿革来看，在实践中已形成了两种泾渭分明的化学教学模式，即以学生为中心和以教师为中心的教学模式。这两种模式，是以教学活动中主客体的关系来划分的。美国学者加德纳（M．Gardner）教授曾对这两种模式的特征做过比较[①]：

以学生为中心	以教师为中心
教师像向导或小组领导人	教师像导演或权威
讨论	讲演
学生实验	演示实验
探究式视听教具	信息和视听教具
个别化教学	班级授课
学生设计并报告	特邀演讲人

这两种教学模式应看做是两种极端的教学范型，实际上，绝大多数的化学教师，在大多数的课堂教学活动中总是采用（实行）混合式，以力争取得最佳的教学效果。美国心理学家卡罗尔（B．Carroll）论述过的“高质量的教学”的思想值得重视。他认为：高质量的教学包括确定具体的学习目标、向学生交代这些目标和学习方法、最佳地安排学习活动、使用清晰明确的语言，以及根据学生的特殊需要和特点调整教学方法[②]。实践证明，不结合教情（教学的特点和教师的条件、教学设备的状况）、学情（学生的心理和能力水平、学生的学习行为表现），刻板地一味走极端，扬此抑彼，其效果是不好的。

二 综合归并划分的类型

美国学者乔伊斯（B．Joyce）和韦尔（M．Weil）调查研究了教学模式的文献，发现有多于10种的教学模式，他们在《教学模式》（Models of Teaching，2nd ed，1980）书中提出了约28种模式，并划分为四类[①]：

（1）社会相互作用模式。以人际关系为教学目的或手段。例如，小组研究模式、社会调查模式、训练聚会模式、个案研究模式等等。

（2）信息处理模式。把教育、教学看做是向青少年传递应当学习的信息的活动。例如，皮亚杰的发展阶段教学、加涅的累积学习模式、有意义接受学习、探究训练模式等等。

（3）人格发展模式。满足个人需要，协助个人以自身的方式获得发展。例如，以学生为中心的模式、非指示性教学模式、创造性教学等等。

---

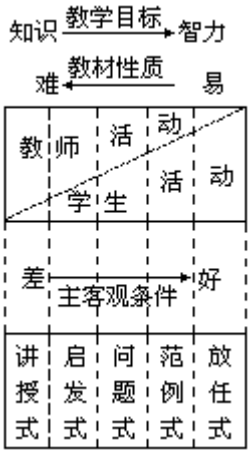
① 北京教育学院化学教研室：加德纳教授谈中学化学教学，化学教育，1983年第3期。

② 中央教育科学研究所比较教育研究室编译：简明国际教育百科全书·教学（下册），教育科学出版社1990年版，第127—128页。

① 中央教育科学研究所比较教育研究室编译：简明国际教育百科全书·教学（下册），教育科学出版社1990年版，第113—171页。

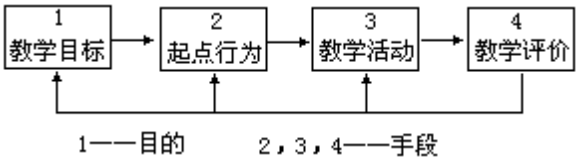
（4）行为改变或控制模式。将学习归纳为刺激—反应—强化，认为由心理活动中的内部过程重叠形成，正是教学活动的目标。例如，程序学习、以智力行为多阶段理论为基础的教学模式等等。

前苏联教育学家巴班斯基从系统论的观点来研究教学过程，并把教学型式（多种教学形式和方法的相互结合形成的种种教学型式）划分为：讲解—再现、程序教学、问题教学和探究教学四种类型[②]。讲解—再现教学型式把教师讲解教材和学生用再现法掌握知识结合在一起，这是最流行的一种教学型式；程序教学是在掌握了前一部分知识再去学习新的知识，或对已学过的一部分知识的信息予以强化以后，再去学习新知识，以利于学生从整体上理解教材的一种教学型式；问题教学是循序渐进地和有目的地向学生提出认识任务，让学生在教师指导下积极地掌握新知识的一种教学型式；探究教学是通过探究掌握知识、技能和技巧，促进学生较深入地理解和独立地掌握知识的一种教学型式。



我国学者近年来已对教学模式这一课题进行了新的探索。其中，依师生双方活动的程序来划分教学模式，具有简明扼要的特点。这一分类的图解[①]如上：

以上讨论，主要是从教学论的角度概略地介绍教学模式的类型。从教学方法论的观点来判断，各种教学模式均应当也必须经过或经受教学的检验：它对教师而言，是直觉地为他们感觉是正确的和有意义的；对观察者或研究人员来说，应适合他们仔细记录和分析。从教育心理学的角度来考察，基本教学模式可图解[②]为：



以上教学模式包括四大要项，第1项是目的，不言而喻，这是处于中心位置并对教学起导向作用的；第2、3、4项为手段，欲达到已确定的教学目

[②] ［苏］巴班斯基著，张定璋等译：教学过程最优化——一般教学论方面，人民教育出版社1984年版，第45—54页。这里讨论的教学型式相当于西方学者讨论的教学模式——引者注。

[①] 甄德山：教学模式及其管理浅议，天津师范大学学报，1984年第4期。

[②] 格拉瑟（R.Glaser）于1962年提出。转引自：张春兴、林清山著：教育心理学，东华书局1982年第3版，第15页。

标，在教学中必定要借助于适当的方式、方法及手段，而只有目的适当，手段可行，形成师生与教学媒体的合理组合，教学方可能成功。故而任何教学模式均应确立适当的教学目标和选择可行的教学手段。概略言之，主要是四点[③]：

（1）确立可以达到的教学目标；

（2）分析学生的起点行为；

（3）设计适当的教学活动；

（4）选用有效的评价方法。这里论及的四点，与我们在本章第一节里讨论过的 4 要素是一致的。

从化学学科教学本身来考察，尽管化学教育界对化学教学模式论的专门研究起步略迟，但丰富多彩的教学实践和效果纷呈的教学实验已为这方面的研究开了先河。

1 9 8 2 年，刘知新曾著文探讨过化学课堂教学模式[①]。该文列述了国外化学教育界盛行的科洛弗（L．E．Kolloff）方案、卡普拉斯（R．Karplus）三阶段学习循环及探究学习，同时，为了总结我国多年来的化学课堂教学型式，给出了八种类型的课型模式的结构[②]。该文对各种教学型式的教学目的、教学要求和特点，及其适用范围，也作了扼要的阐述。

今天看来，上述按化学教学内容和教学任务为基点的分类标准，似仍可作为对化学教学模式扩展研究的一种微观尺度。

我国各省、市、自治区在化学教学改革方面形成的诸多总结，已对化学教学模式作了直接或间接的映射。我们认为，上海市总结的“关于课堂教学改革”的四种类型最有代表性。这四种类型是[③]：

（1）探索型。在教师引导下，让学生自己进行探索性学习。例如，育才中学的“读读、议议、讲讲、练练”教学法，普陀区的程序启发式教学，上海师范大学附属中学的引导探索法等。

（2）讲练型。教学中讲练协同，让学生有较充分的动手、动口和动脑的机会。例如，松江二中总结出的“少、精、严、活”的讲练教学等。

（3）自学型。让学生根据一章（或单元）的自学要求，按相匹配的程序题进行自学。教师巡视辅导；学生自学阶段结束，由教师解疑、归纳、整理。

（4）设问型。将一节的课业内容组织成几个教学题，让学生看书、做实验、思考和讨论，教师归纳小结。

若从试验的任务与侧重方面来划分，近些年来，我国化学教学改革试验中涌现的不同教学模式大体上可归属于以下几类[①]：

（1）按学科教学的特征进行试验。即突出以实验为基础或突出实验教学。如实验引导探索法、单元实验程序教学等。这一类姑且称之为实验导学型。

（2）按课堂教学进程的阶段进行试验。即遵循课堂教学的进程，分阶段或分课型来组织学生的学习活动。如分段式教学、四课型单元教学等。这一类可称之为程序引导型。

[③] 张春兴、林清山著：教育心理学，东华书局 1982 年第 3 版，第 16—18 页。

[①] 刘知新：化学课堂教学模式初探，化学教育，1982 年第 5 期。

[②] 八种课型是：绪言课、讲授具体物质课、讲授理论知识课、实验课、练习课、复习课、测验课和考试课。

[③] 季文德：坚持改革努力提高化学教学质量，化学教育，1987 年第 3 期。

[①] 刘知新主编：化学教学论，高等教育出版社 1990 年版，第 47 页。

（3）按学生认识活动的特点进行试验。即将教学活动组织得尽可能贴近学生学习的特点和要求。如探究式教学、自学辅导法、综合启发式教学等。这一类可称之为综合启迪型。

（4）按教学内容的特点进行试验。即将教材内容归类并分别组合成单元，再通过相应的教学形式来实施。如单元结构教学、化学单元教学等。这一类可称之为单元结构型。

（5）按教学要求综合地进行试验。即在明确教学的总目标以后，将教学进程化解为大的呈现环节和策略，努力促成学生学习的主动性与教师的导向性的和谐统一。如读读、议议、讲讲、练练教学法、最优化教学试验等。这一类似可称之为讲练运用型。

通过上述讨论，可以给我们以下启示：化学教学模式的研究是一个崭新的课题；由于研究者的立论（教育教学思想与教学方法论）不尽相同，导致划分的维度各异。我们认为，核心的问题是，要努力运用现代化学教学论的思想，从各类型化学教材的教与学的实际出发，努力实现内容与过程[②]、过程与结果的统一。这就是 说，要从化学教学系统的结构与系统的功能统一的高度来审视化学教学模式的实效和应用价值。

换个角度来考察，英国学者提出的“课的基本要求”的思想，对于我们探研化学教学模式也颇有教益。这些基本要求适用于不同学科和不同教学方法的计划[①]，其基本要求[②]是：有助于阐明课的方向的五点——内容、概念、技能、问题和兴趣[③]。对于一堂课或一类型课来说，五点中的某一点或许是中心，但很可能也包含其他各点要求。也就是说课的基本要求的各点并不是孤立出现的，即使是以内容为中心的课也不会仅仅局限于让学生掌握内容及有关技能。关于这一论断的印证，可参看本书第七章第三节化学实验教学模式。

由此可以得知，化学教学模式的划分仅仅“是特定条件下教学系统结构和功能的统一”[④]，不宜将其绝对化，以免造成认识上的僵化。

[②] 指科学过程与学生的智力活动过程。

[①] 这里的计划是指课程计划。相当于我国习用的学年计划、单元计划和课时计划等。

[②] D.Barnes，PracticalCurriculumStudy，RoutledgeandKeganPaul，Lon－don，1992，Chapter1especially.

[③] 问题是指以学生需要解决的各种问题的设计为依据。将它作为一种能够使学生在较复杂的现实情境中应用各种技能的手段。兴趣是在于教师要为学生提供一个出发点和一系列可能选择的事物与方法，让他们在训练中自发地产生和扩展。

[④] 吴也显主编：教学论新编，教育科学出版社 1991 年版，第 168 页。

第三节　化学教学策略

教学策略是达到教学目标的手段和方法，或者说是具体教学行为的总和，包括合理选择和组织各种方法、材料，确定教与学行为程序等。可以说，每一位教师只要是从事教学工作（不论是课前、课上，还是课后）都离不开选择和运用教学策略。如仅从教学模式的角度来考察，任何教学模式均与各种教学策略密不可分。无怪乎有的学者将教学模式定义为：在一定教学思想指导下建立起来的与一定任务相联系的教学程序及其实施方法的策略体系[①]。从教学的广义来看，围绕着预定的教育总目标，教师对学生的言传身教、耳濡目染、潜移默化，以及师生间的相互作用等等，无不蕴含着教学策略实施的影响和效果。

基于以上认识，我们可以把化学教学系统看做是教学策略和其他化学教学要素的一种组合。化学教学系统是以化学实验为基础的一种师生交互作用的特殊集合。化学实验内容、化学实验的类型以及化学实验教学策略等等已在本书第七章做过探讨。化学教学系统运作始终也离不开化学教学方法，这是因为"教学方法是教师组织学生进行学习活动的动作体系"[②]。这里讲的"动作"，既包括学生学习活动的内隐动作，又包括外显动作。关于化学教学方法与化学教学模式的关联，请看本书第五、六章。本节仅从化学方法论或逻辑方法及操作程序的角度，对化学教学策略进行一些讨论。

一　选择教学策略的原则

教学策略是为实现教学目标而确定的措施，按此实施则可引导学生行为达到预期的目标。实践和研究结果均表明，教学是一种复杂多样、灵活创新的认知、情感和发展过程，这就决定了教学目标的多重性（认知、动作技能和情意；智力因素维、非智力因素维等）。故而教学策略的选择和运用就须坚持：适应性、可行性和有效性等原则。

所谓适应性，即所采取的教学策略应与教学模式的特点相匹配，所规定的实施步骤应适合学生学习活动顺序（程序）的需要；所谓可行性，即与教学目标、教学内容相适应且必须贴近教学实际、便于实施，而不至于给师生增加太大的负担；所谓有效性，即教学策略应为教学模式的运作增色、增辉，产生实效，而不会带来困难和阻力。

我们认为，各种化学教学策略在符合上述原则的前提下，还应努力贯彻以下方法论原理：

（1）为学生创设最佳学习情境，重视情感陶冶。譬如，在探索型或实验导学型中，教师在设计和组织化学教学时，一定要为学生观察与描述、研究与操作、概括与应用等科学技能的训练创造最好的条件（最有利于促进学生智力技能和操作技能的培养，而不是简单地为学生提供最好用的器材）；在实施过程中，要从科学态度，刻苦钻研精神及爱护国家财产、保护环境，以及与同学合作等方面，对学生进行培养、教育。

（2）为学生提供运用多种感觉分析器官的机会。譬如，动手操作、观察实验现象、描述化学事实、对有关数据和信息进行综合概括，以及结合生活或

[①] 甄德山：教学模式及其管理浅议，天津师范大学学报，1984 年第 4 期。

[②] 吴也显主编：教学论新编，教育科学出版社 1991 年版，第 360 页。

生产实际运用所学知识解决问题等。

（3）激励学生建构知识体系，发展他们的认知结构。譬如，指导学生运用联想编织记忆的网络，揭示知识间的规律、加深学生对有关事实的理解等等。

（4）对学生强化学习态度和学习方法的指导，养成良好的学习习惯。譬如，指导学生会做实验、会纵览、会发问、会复习、会总结等等。

二 化学教学策略实施例析

各类教学模式要求有各种不同的教学策略与之相匹配。这正如不同的教学内容必须有各种教学方法作为手段，以落实其对学生智力开发的作用一样。

以实验导学模式为例，其实施步骤是：设疑质疑；实验探索；分析归纳；巩固开拓。而概念形成策略的实施步骤为：呈现实例；确认概念；强化练习；发展思维技巧。将两者加以比较就可以看出，从学生认知心理分析，其间有相通之处：新知识的获得总是在已有的认知结构的基础上进行的，新旧知识的相互作用、相互整合过程，或者说理解过程是获得知识的关键。从逻辑方式来分析，这类教学模式或教学策略总是结合具体对象，运用归纳与演绎模式，来发展学生的思维技巧。

又如讲练运用模式，它的实施步骤是：略读思考；议论分析；讲述阐明；练习应用。这又与“行为练习策略”有相通之处。后者的实施步骤是：明确课程的目的、环节和内容；呈现新信息；控制练习时间，通过语言提示使学生掌握和运用新技能、新结构；个别指导；提供机会让学生独立练习。

日本国理科教学提倡的探究学习模式，实施步骤为：问题的提示；情报搜集；情报处理；法则性的发现。也是一个典型实例。

再如，我国台湾省学者欧阳钟仁先生给出的现代启发教学的“四阶段”——主体化、探讨、整理和发展，同样是研讨教学策略的一个范例。

第四节　化学教学模式典型分析

化学教学模式从不同的维度来划分，可以有诸多类型，类似于我们讨论过的化学实验教学模式之种种。譬如，一般文献常介绍的归纳教学模式、演绎教学模式、研究法（invest 教学模式）、探究法（inqu 教学模式）及精读法（mas 或叫掌握学习模式）。从中可以看出，其各自的教育心理学依据与教学的主体关系的不同。

为了阐明以上主导思想，加深对于教学模式的认识，现具体分析为我国广大教师熟悉的启发式教学模式。

一 主导思想

启发式教学从认识论（或提高到哲学的高度）分析，是基于外因通过内因起作用及辩证地处理教与学的关系；以将学生的学习看做受外部环境（条件）影响的、个人智能的复杂的动力系统为基点。因为启发式教学的核心是激励、促进学生的积极思维。

从师生交互作用分析，充分肯定教师在教学中的主导作用作为实施启发式的前提条件。主导作用的“导”，主要是引导、指导、教导学生启动思维的动力系统，启迪思路，以实现主动、积极思维。从学生自身来分析，启发式要落实到学生的认知技能的发动、发挥和发展。不如此，将出现“启而不发”或“启而乱发”的不良状态。

从教学因素功能来分析，要抓准、用好实验或其他形象化手段，要重视学生学习实践活动的组织，要协调教师的“启”与学生的“发”的作用。要达到教师“领”与学生“想懂”及“学会学习”的境界。这里讲的学会学习在国际范围已成为一个具有鲜明时代特征的教育口号，而不仅仅限于化学教学本身。教师要教学生，最核心的是教学生学会学习，其关键在于使学生理解学习过程，掌握学习方法和思维策略；换个说法，应着力于鼓励学生提出问题，思考问题，而不仅仅是回答问题。要注意改变或纠正教师只关心“为了‘教’化学学科知识或技能，‘我’应该做什么？”，而忽略（忽视）引导学生“学这门学科或技能，学生在做什么？”这一问题正是《化学学习论》需要系统回答的论题。

二 本质与原则

启发式教学本质上就是学生的认识在教师领导下的深化发展。这就要求教师施教有明确的方向和针对性，准确了解学生学习的心理特征；学生有学习的需求，有兴趣，有必要的知识基础，从而达到师生交互作用的方向一致。

故而启发式须遵从以下原则[①]：教为主导与学为主体的统一；传授知识与发展智能的统一；知识结构与认识结构的统一；实验引导与启迪思维的统一。

要实现上述要求，宜采取多种途径：

一是做好课程或教材的编制与组织实施工作，无论是以学科知识还是以社会问题为中心来建构课程体系，均应努力做到促使学生理解学习的内容，引导学生建立并运用学习策略，以构成各种形象和观念，把这些内容和它们之间的关联有条理地记忆、贮存起来，即达到促使学生的认知、情感及动作

[①] 刘知新主编：化学教学论，高等教育出版社 1990 年版，第 47—52 页。

技能的发展。

二是合理运用化学实验和各种直观教具、电教手段，为学生主动积极地参与、开展积极思维创设最佳情境。

三是切实落实学生的有效的实践活动，让他们通过适量的练习、复习、讨论、总结、自我评价，以及课外科技活动等来体验、运用、扩展习得的知识和技能。我们这里强调的有效和适量是相对于题海和大作业量等违反教学规律的做法而言的，有利于学生生动活泼地学习的各种学习实践活动，而且又不增加学生的过重负担的，均属于这里限定的范畴。这里提出的度，是一个有待深入研究并需要经过教学实践检验的问题。

三 实施步骤与策略

启发式教学从实施策略的角度来分析，主要可划分为：组织式、讨论式、探索式和实验式[①]。

1 组织式

这是以启发讲授为主要手段使教学设计从计划化为教与学的行动的一种方式，仍可再分为问答式和谈话式。譬如，基本概念或原理的教学、某些计算题的教学、化学用语教学及理论性教材的复习教学，多采用组织式，以借助教学内容本身的逻辑，引导或发展学生的思维过程，深化学生的认识和理解。

教师要于课前结合教材和学生的实际，设计：怎样提示学习主题、什么时候激疑、什么时候讲解、用什么方式（声音-言语模式，或提供文字-图像材料）强化讲解效果、采用什么方式促使学生理解、用什么方式组织学生练习巩固（强化）等等。这些设计，要放在课堂活动的流程中去运作，并随时针对临时发生的情况进行反馈、调控，充分发挥教师随机组织教学活动的才能。

2 讨论式

这是运用讨论来激励学生强化学习活动，以促成学生获得学习成就感的一种方式。这种方式的核心在于讨论论题的连贯性和所追求的认识的深刻性。这种方式在讲授基本概念或元素性质辨析时，或在复习教学和习题教学中针对某些易有歧义（歧解）的问题进行教学时，会发挥调动学生学习的积极性、主动性，甚至创造性等良好作用。

讨论式是一种多向信息交流活动。学生从不同的发言中可以进行比较、取长补短，受到启发、提高。教师要设计好需要讨论的论题。讨论题应是教学中有待解决的主要问题（教学重点，某些问题既是教学重点，又是教学难点），题目要简明、深浅适度。在教学进程中，教师要充分发挥学生的主动性，鼓励学生发言，并注意及时抓住争论点，深入引导，遇到枝节问题要艺术地引开（或暂时放置）；讨论结束后，要配合必要的板书及时作出简明扼要的总结，对某些疑难争论问题，教师应尽力阐明自己的看法，鼓励学生进一步去探索。

3 探索式

这是教师为学生创设问题情境经过学习主体主动探究、研讨而获取科学结论的一种方式。譬如，在学生分散学习过典型元素及元素族与原子结构等知识后，可以设计让学生探索元素之间相互联系的规律，或者在化学计算题

[①] 张德琇著：创造性思维的发展与教学，湖南师范大学出版社 1990 年版，第 226—238 页。

教学中，在学生所熟悉的例题解答的基础上，指定学生探索其他解法等等。

探索式的主旨类似于指导发现法。教师选定一个或几个一般原理，建立问题情境，在教师指导下由学生去探索（做实验、分析事实材料、归纳、得出结论），以达到解决问题的目的。这里讲的教师指导不同于组织式中的有显著约束力的指导，又是有别于发现法的开放式、完全由学生自由实践；不妨说，这种指导更多的是程序导向或防止大的失误的一种导向。

4 实验式

这是运用实验使学生从多层面受到感染、激励的一种方式。应当说，这是化学启发式教学中的基本方式，无论是运用演示实验（包括投影映示实验）、随堂实验或学生实验，还是运用实验挂图、实验录像等，都应突出实验的多种功能，以全面达到教学目的。

总括言之，以上 4种策略，从采用的具体方式来看，均会程度不等地运用到：演示、直观、对比、提问、讨论、练习、比喻等等启发方式。

启发式教学的一般实施步骤（程序）主要是：

（1）提出学习的课题。

使学生了解学习目标，要学习什么，做哪些准备等等。

（2）探索解疑，认识主题。

借助于提问题、做实验或提供有关信息、数据，激发学生生疑、议论、研究、解疑，认识学习的主题。

（3）整理归纳，订正完善。

学生从争论、探索中得出科学结论，经过教师点化，突出有关命题的含义。

（4）运用练习，迁移发展。

结合变式练习，使学生运用习得的知识和技能，解决新问题，通过口头、文字或形体（操作）的练习活动，达到认识的深化、发展。

以上程序，系就授新课而言。单一的复习、练习或实验课教学，实施启发式教学的步骤基本上是上述程式的变型。关键在于要把握住启发式的主导思想和原则，切实从教与学的实际出发，采取灵活多样的方式，激励和发展学生学习的积极性、主动性，促使学生的认识活动得到进一步的整合，即通过复习、练习或实验，让学生将已学习得到的关于物质及其性质的知识，与原有的元素及其化合物的认识及基本概念和原理等认识相互作用，进而形成认知结构上的一体化、系统化。

四 我国启发式教学与国外发现学习的比较

我国启发式教学是一种独具特色的、在教师主导下以学生为主体的优化的教学模式。从主导思想、教学策略和适用范围等方面来考察，与西方曾倡导的“发现学习”颇不相同。

国外化学教育界将启发式与发现法[①]（即发现学习教学模式与启发式教学模式）当做是一回事，属于以学生为中心这一大类，即突出以学生活动为主体，注重过程教学这一主旨。若将我国广大化学教师熟悉的启发式教学与国外倡导的发现学习作一比照（见表 1－1），对于我们在深化教学改革及扬长补短，充实并发展我国启发式教学模式将是有益的。

[①] 陈耀亭等：发现法的历史演变，化学教育，1991 年第 1 期。

表 10－1 我国启发式教学与发现学习的比较

	启发式教学	发现学习
师生关系	教为主导 学为主体	学生自主探索、发现
教学意向	注重知识系统	注重科学过程
教学条件	宽松，随意	苛刻，实验设备齐全
教学方式	灵活多样	实验式、发现式
耗用时间	较少	较多
适用范围	广	狭
教学效果	对态度、方法的养成不够直接；知识系统	态度、方法培养直接、突出；知识不系统

从当前我国化学教学的现状来看，发现学习教学模式的优点，恰恰是有待于我们汲取借鉴的。发现学习的不足，从 1884 年阿姆斯特朗（H．E．Armstrong）在英国化学和物理教学中倡导发现法（或称启发法）开始，就受到不少化学教师的批评。英国学者纽堡瑞（N．F．Newbury）对此曾明确指出：“若把启发法推崇为唯一的、统治课堂教学的教学法，在实践中将会遭受失败，最好把它当做一种指导”，“大多数教师认为，若要尝试这种教学法，则应予以变更，以有助于学生学习的需要。这样，可以节省很多时间，并得到许多益处。”由此看来，这就是指导发现法产生和形成、发展的背景。

实施指导发现法，在 80 年代被英国中学科学课程调查委员会明确规定为 11－16 岁青少年科学教育的一项原则[①]。该委员会在科学教育应遵循的原则中，将“使青少年在以下几方面受益：（1）获得知识；（2）了解过程；（3）应用知识；（4）理解知识的社会价值；（5）继续教育”。置于突出的地位。我们认为，这是颇有教益的重要举措，我国化学教学，在（2）（4）两点上，似有较大欠缺。

从化学实验教学来研讨，上述教学思想的物化形式，也有诸多新鲜内容值得我们研讨、借鉴。譬如，对人们熟知的验证式实验（教学模式）与探究式实验的评价，似不宜采取一概而论的做法。探究式（实质与发现式相同）实验教学，若不予以必要的变动而机械地实行，也就是发现学习面临的局面。故而在教学实践中形成指导探究式实验，并得到广大化学教师的认同。对于验证式、指导探究式与探究式的特色的比较，请参看本书第七章第三节。

由此可见，当今我国化学课程，尤其是高中阶段的化学教学，验证式实验占居主导地位的局面，对于开发学生智能，发展学生的个性和特长是很不利的。加之，我国高等学校入学考试难以实行实验操作考试，平时教学与升学导向相因相成，给化学人才的培养及提高国民高层次科学素质带来不重视实验、忽视实验能力（特别是实验操作能力）等负面影响。这种影响，对我国化学教育改革及理论研究工作的深入开展已产生了不容忽视的阻抑作用。

[①] 刘知新：要重视探索化学教学规律，化学教育，1985 年第 5 期。

第十一章　化学教学艺术

化学教学艺术是化学教师的一种个人才华。可以说，在化学教学的构成要素中，教学艺术是一种具有独特的创造性和审美价值定向的非实体因素，但却是通过化学教学活动得以不停顿地显现和运作的、具有深刻影响的要素。

第一节　化学教学艺术的学科基础

化学教学艺术是化学教师以其特有的专业修养和个性特征，结合教学实践（包括学科教学与学科教学研究实践）不断探研、不断总结升华而形成的一种特质。也就是 说，作为学科教师群体应当是受过专门职业训练的、掌握渊博的化学专业知识、懂得教育科学和教育方法、具有高尚的道德品质和崇高的精神境界的、能为人师表的专家群体。他们不同于理论化学家，因为后者的职责主要在于探索自然界化学问题的奥秘（是什么和为什么）；也不同于应用化学家和化工工程师这两个专家群体，因为这两个专家群体的职责主要是为化学科学规律（原理）“提供物化的现实”[①]，回答“综合利用知识于需要的研究”[②]的问题（做什么和怎么做）；而化学教师则应当懂得或注意上述三个方面的专家的成果（发明、发现等），并遵循科学育人的规律，从事青少年心灵和品格的培养、塑造工作。即化学教师是通过化学教育、教学活动，充任教人做学问和治学及教人做人的“经师”与“人师”[③]。

作为学科教育的人师与经师的统一主体——化学教师，除了应具备自主性、好奇心和开放性的一般品格[④]以外，还应具有化学学科及其教学本身的特殊品格，这就是化学教学美的内涵。我们通常讲的，化学教师应当具备三热爱（热爱科学的敬业精神、热爱教育的奉献精神及热爱学生的园丁精神）的思想品德，从另一个侧面阐明了这一命题。

化学教师的典范实践表明，化学教学艺术的学科基础是多元的，而其核心则是化学科学（学科）美与化学教学现实美的和谐统一。

---

① 宋健主编：现代科学技术基础知识，科学出版社、中共中央党校出版社 1994 年版，第 5 页。

② 宋健主编：现代科学技术基础知识，科学出版社、中共中央党校出版社 1994 年版，第 5 页。

③ 徐特立：徐特立教育文集，人民教育出版社 1979 年版，第 204—205 页。

④ 商继宗著：中小学比较教育学，人民教育出版社 1989 年版，第 239 页。

第二节　化学教学中的美学

化学教学美是化学学科的自然美与教学的现实美相结合的产物，是化学教师心灵与行为规范的一种体现。

化学或化学教育作为一门学科，从它的构成要素来研究，美学特性是它的学科特性的七要素之一。这七个要素[①]，即：（1）目的和现象；（2）问题；（3）技术；（4）概念；（5）知觉纲领（perceptual）；（6）沟通方法；（7）美学特性。可以说，每一学科均具有其从业人员所强调的目的和现象；每一学科从业人员所提出的问题的种类均有其特殊性；寻求解决上述问题时使用的观念、过程、方法及运作的技术均不尽相同；每一学科从业人员为了学科发展和经常使用的概念均具有其独特性；从业人员由其知觉经验形成（建构）的结构化的知识体系，及用以沟通的术语、符号等均具有其学科特征；每一学科都有其独特的、关于美学的敏感性，以使学科趋于完善和崇高境界。美学和化学教学中美学的研究表明，化学科学（学科）美的主要标志是简明、和谐和新奇。

所谓简明，就是从纷繁杂乱的自然现象中创造性地概括出简单明了的规律。如质量守恒定律、爱因斯坦的质能关系式（$E=mc^2$）、元素周期律等等，无不体现出科学美的简明性。爱因斯坦具有这样的信念："有可能把自然规律归结为一些简单的原理；评价一个理论是不是美，标准正是原理上的简单性，不是技术上的困难性。"[②]门捷列夫在写作《化学原理》这部著作时认为："首先应当有一个不是人为的而是合乎自然规律的分类表"[③]，从而在抓住原子量这个基本特征的基础上去探索元素的原子量与元素性质之间的相互关系，认识了元素的周期系，并发现了体现元素的内在规律的元素周期律。

所谓和谐，自然界的形态万千的物质，总是有序而和谐的。这里的和谐包含协调、对称、适度、节奏及多样统一等概念。仅以对称来说，晶体的规整的对称性使千差万别的物质（晶态）具有了自然的和谐和协调美；元素周期律和元素周期系，不论从内容或形式上看都是对称协调的，周期、族与行列，联系巧妙，构成一个和谐的整体。

所谓新奇，就是既在情理之中，又出乎意料之外。凯库勒关于苯环结构学说的提出，鲍林（L．C．P．）提出的蛋白质分子结构的α螺旋模型，以及碳－60及其同系物的发现等等，无不使人们的心灵感到一种愉悦的惊奇。合成化学与实验化学的新异成就，为化学科学美谱写了并继续谱写着美妙奇绝、和谐统一的乐章。

从化学教学美来考察，在一定的意义上，可以说是化学科学美在教学中的物化（师生与化学教学媒体）的结果。我们都知道，化学教师是有组织的化学知识的传播者，是学生进行探究学习的指导者和促进者，是达到教学目标、实施教学测量的诊断者和设计者；而中学生，甚至大学生，最佳学习心理要素的养成，无不有赖于教师的教育和培养。有待养成的学生的心理品质与作为教育者的化学教师应具备的心理品质是一致的。化学教师应具备的品质和能力为：求知欲和主动自修的愿望、责任心和关心学生的学习与成长、解决

---

① 林晓雯：科学教育是一门"学科"吗？科学教育月刊，第150期。

② 周昌忠编译：创造心理学，中国青年出版社1983年版，第192页。

③ 廖正衡主编：中外著名化学家传略，吉林教育出版社1994年版，第294页。

问题的能力、关心科学研究活动和工作的创造精神。

从化学教学活动来说，化学科学美是化学教学美的内容美的部分，而化学教学美是化学科学美在育人过程中呈现出的形式美，因为学科教学是学科与教学结合的产物。学科知识（包括科学事实、术语、概念、原理、规律及科学方法的运用）是学科教学赖以运作的内容实体，而教与学则是师生双方相互作用（以学科知识为中介，辅以教学手段和设施）的过程要素。这里讲的过程，主要指在教师的指导下，学生的智力活动的过程。严格来讲，这一过程不仅限于认知因素（智力因素）的运作、发展，同时还包括非认知因素（非智力因素）的培育和发展。

基于以上认识，化学教学美可侧重从表现美（形式美）方面去探讨。国内学者有的着重从益智、求美和激情[①]的角度来阐发；有 的从化学实验美（实验仪器美、实验设计美、实验操作美、实验现象美）、化学理论美及化学用语美[①]的层面去探讨。前者力图以实验直观美为基础，给学生以美的享受，培养美的鉴赏，使学生在潜移默化中倍受感染；后者侧重结合化学科学美及其教学进行探研。从化学教学美的功能来探研，审美教育“使学生不仅能够获得书本上的科学知识，而且能够启示学生发现美、探索真”、“通过科学知识的传授，又可引导学生去发现美、创造美。”[②]通过审美教育，利于“培养学生的非智力因素”、“发展学生的智力”、“增强环境保护意识”[③]。

应当指出，化学教学美学与化学教学艺术一样，是一块蕴藏着丰富宝藏的文化园地。以上仅就化学教师这个群体与化学科学、化学教学这几个维度进行讨论式探讨，尚有诸多领域（方面）、诸多问题，譬如抒发教师个性特点、教学风格的情感、语言、仪表等方面的问题，有待进一步剖析。

[①] 臧继宝：益智、求美和激情——谈化学教育中的美育，化学教育，1988 年第 5 期。

[①] 陆捷、何志民：试论中学化学教学与审美教育，化学教育，1990 年第 3 期。

[②] 荣万：导真、引善、至美，化学教育，1990 年第 3 期。

[③] 荣万：导真、引善、至美，化学教育，1990 年第 3 期。

第三节　化学教学的语言特点

语言是人所特有的一种高级的交际工具，是由基本词汇和语法所构成的社会现象。化学作为人类反映客观事实和规律的一种知识体系，在其产生、形成和发展过程中，总会以其特有的思维方式和信息交流系统来丰盈人类的语言大厦。

一 化学语言的特殊性

人的思维不仅同感性认识相关联，而且与语言密切联系着。从研究得知，思维方式由知识要素、观念要素、方法要素和习惯要 素所构成。化学家和化学教师总是要借助一定的思维方式和信息交流系统开展研究或教学活动。也就是说，在他们的有成效的实践活动中，化学语言是须臾不可分离的。

化学语言自有其产生和发展的历史[①]。就现代化学及其教学来说，只要我们拿到一本化学教科书或化学专著，总会罗列出一串化学术语及形形色色的化学符号等，这些术语和符号是有别于其他学科和该学科的教学的。这是由化学科学（或化学学科）的性质及研究对象的特殊性所决定的。众所周知，化学是研究物质化学变化（化学运动形式）的科学，与此相适应，化学语言是中介是人们理解物质化学变化的现实的最贴切、最丰富的符号系统。这里讲的符号，指代表除了符号本身以外的某些物质及其变化。

现代化学及其教学中使用的化学符号可按形式划分为两类，一类是字母符号，另一类是图形符号。若从化学符号的功能上界分，则可分为：实体符号（元素符号和化学式）、状态符号（表明物质所处的状态的符号）、结构符号（准确反映一物质内部各构成单元之间的空间关系）、条件符号（表征化学反应的具体条件）及效应符号（表征与化学变化相伴而生的宏观效应）[②]等。

与化学符号相伴而形成的无机化学命名原则、有机化学命名原则以及国际单位制和我国法定计量单位中有关化学量的规定等，均体现了化学语言的特殊性。

化学语言具有其国际范围内的规范性和约定性，同时，也从交流的角度反映了各国民族语言的特殊性[③]。

我国文字（记录语言的符号，为语言的书面形式）和汉语不同于拉丁文语系。在译述或表征化学语言时，也有其特殊性。这正是我国化学启蒙教育阶段需要认真对待，并加以克服的一种认知障 碍。[①]

二 化学语言的教学规范

化学语言的意、声、形，无论通过文字或口头表达，都具有其特定的规范与涵义；化学语言离不开化学意义（概念、定义），而且两者总是伴随着让学生感知、理解，并于教学过程中交际运用的。

化学教学中的化学语言主要是口头言语和书面言语两种。化学口头言语主要包括激疑提问、启发讲述、设疑讨论及概括结论等。口头言语要词意清

[①] 《化学方法论》编委会：化学方法论，浙江教育出版社 1989 年版，第六、九、十、十一章等。

[②] 《化学方法论》编委会：化学方法论，浙江教育出版社 1989 年版，第 120 页。

[③] 刘知新：化学用语教学法几议，化学教育，1980 年第 4 期。

[①] 刘知新：化学用语教学法几议，化学教育，1980 年第 4 期。

晰、严谨正确，语调要贴近学生，有感染力，必要时要辅以手势语或面部表情。从口头言语增强对学生的感染力来说，国外心理学家曾做过许多实验，得出这样一个公式[②]：信息的总效果 = 7%的文字 + 38%的音调 + 55%的面部表情。借助这一结论估计，面部表情对传递化学信息的作用也相当重要。化学教师的目光、颔首、微笑、倾听或期待、满意或赞许等等[③]，都会使学生从学习心理上受到感应和共鸣，起到“此时无声胜有声”的沟通交往作用。可以说，口头言语是传输信息的第一载体，文字（书面言语）是第二载体，电磁波是传输信息的第三载体。而教师的面部表情及手势语对于传输信息及对学生的激励作用，从一定意义上讲，类似于电磁波的功能。

化学书面言语，就是指用文字表达教学时的思想、情感的言语。在教学中常使用的书面言语，除去学生用书所载附的以外，主要是板书、板画、图解和图表等。化学书面言语要求文字精确、严谨，符合逻辑性，尽可能做到文图并茂、可读性好，有启发性。

在教与学的交往活动中，化学教师要重视化学语言的教学规范，要善于从学生的学习心理着想，了解学生的知识基础、能力和习惯，从而为学生创设最有效的、干扰最少的学习情境。这里，不仅需要教师娴熟运用口头言语、书面言语和非言语交往，尤其需要教师在教学前、教学进程中及教学一个单元（或课时）结束后，不停歇地努力锤炼自己的内部言语，即个人思考时的言语活动。这种言语，不妨称之为教师的“潜”教学言语，虽不发出声音，当时也未见诸文字，“但言语运动器官实际上仍在活动，它向大脑皮质细胞发送动觉刺激，执行着和出声说话相同的信号功能。”[①]就化学课堂教学及课外活动中发出的信息而论，要想确保这些信息的有效性，下列教育心理学的结论，可作为化学语言的教学规范的一些准则。这些结论[②]是：

（1）通过使用一种以上的交往媒介来加强信息的强度和清晰度，同时，尽可能敞开通道。

（2）运用适度的语言；要用第一人称表达思想和情感，使信息简单和直接。

（3）使信息具体和完整，给出一切所需要的信息，确保接受者理解你的参考标准。

（4）保证使你的言语描述和非言语线索协调一致。

（5）鼓励思考性倾听和作出适当的反应。

国内学者总括的八个方面的化学教学语言艺术的表现，也从教学规范上给我们以启迪。这八个方面[③]是：

（1）字斟句酌，准确精炼，严格遵守教学语言的科学性。

（2）联系实际，深入浅出，高度重视教学语言的通俗性。

（3）庄于谐，活跃气氛，恰当运用教学语言的趣味性。

---

② 沈力军：课堂上的非言语行为，外国中小学教育，1983 年第 4 期。

③ 据马伯特（W.A.Mambert）1971 年的研究，将非言语交流分成六个主要类别：辅助语、动觉、接近、嗅觉、触觉和个人仪表。辅助语包括非言语的声音，如笑、哭、叹息、嘀咕和打呵欠等。

① 中国大百科全书总编委会《心理学》编委会：中国大百科全书·心理学，中国大百科全书出版社 1987 年版，第 164 页。

② ［加］江绍伦著，邵瑞珍等译：课堂教育心理学，江西教育出版社 1985 年版，第 139 页。

③ 廖可珍著：中学化学教学艺术，江西教育出版社 1988 年版，第 86—104 页。

（4）抑扬顿挫，有声有色，善于把握教学语言的声调。
（5）比喻得体，确切传神，正确增强教学语言的直观性。
（6）切合时宜，恰到好处，灵活掌握教学语言的时空性。
（7）善于激疑，巧于解惑，充分发挥教学语言的启发性。
（8）旁敲侧击，留有余地，适当利用教学语言的含蓄性。

第四节　化学教师的实验技巧

实验技巧是通过反复练习达到迅速、精确、运用自如的实验技能。化学实验技能涵盖化学实验心智（智力）技能和化学实验动作（操作）技能两个方面①。化学教师要从观念上明确：实验对于化学教学具有多种功能，即启迪学生思维、教知识和技能又教思维；养成或培养学生的科学自然观和科学方法；开发学生智能、发展个性和培养良好学风。而化学实验技巧恰是实现上述功能的动作载体。很难想象，一位实验动作不熟练、不规范的化学教师，会获得优良的教学效果。

一 化学实验技能的构成

关于化学实验技能的构成，在我国早期的《全日制中学化学教学大纲（草案）》（1 9年5 3月）中，曾划分为：（1）使用仪器和试剂的技能；（2）仪器的连接和装配的技能；（3）实验操作的技能；（4）实验的记录和设计的技能。有的学者，为了简明，将化学实验技能划分为仪器使用的技能和实验操作的技能两大类②。美国学者将科学过程技能划分为 1 3步③，其中实验、观察、测量等与我们讨论的实验技能紧密相关（从侧重操作技能这一层面来考察）。又如我国台湾省学者将 1 3步科学过程技能，为了便于实施和测量简缩为六项，其中测量项包括：①比较物象的性质并依一 定规则排序；②运用测量工具测量物象；③估计长度、面积、质量、温度、速度、力、时间等。实验项包括：①辨识影响现象的各种变因；②控制并操作变因；③设计实验流程，执行实验步骤。

从这里列举的材料可知，对于化学实验技能构成的认识，真是见仁见智，莫衷一是。由此探讨化学教师应具备的实验技能，就不无难度。从实践结构要素的基点来分析，化学实验技能作为实验实践的基本动作，理应也包括物质因素、精神因素和组织管理因素三个方面①。其中，物质因素属于基础要素，精神因素为主导要素，而组织管理因素则为关键要素。

基于这一认识，从化学实验技能本身，似以区分为四个方面（要素）为宜。这四个方面是②：使用仪器的技能、使用药品的技能、基本操作技能和绘画技能。这些技能均属于化学教师必须熟练掌握（形成技巧），并能够对学生进行示范、指导和带动相关实验心智技能（能力）的养成的实体要素。

自然，作为化学教师，还应从多方面培养并强化自身的实验技能（能力）。譬如，发现、选择和明确实验课题的能力、选用实验方法和设计实验方案的能力、观察实验及创造性思考的能力、搜集有关数据和处理信息及发现规律性结论的能力，以及精确表述实验及其结果、最终解决问题的能力等③。冰冻三尺非一日之寒，这些实验能力的形成，并达到迁移应用，是一个人经受职业训练、实践磨炼、钻研提高的过程。高师在为师范生打基础，并进行职业前训练，在实验研究与实验技能养成优化方面的要求，对于化学教师继续教育也不失为一个永恒的研究课题。这些要求④是：

---

① 胡寿祺：论实践结构，哲学研究，1985 年第 3 期。

② 蔡虹：化学实验操作技能培养的理论探讨，化学教育，1994 年第 9 期。

③ 吴俊明：全面认识并贯串于全部教学过程——关于化学实验能力及其培养，化学教育，1991 年第 3 期。

④ 王希通主编：化学实验教学研究，高等教育出版社 1990 年版，前言第 2 页。

（1）在具体实验过程中要十分注意，及时评价自己的操作是否达到了示范的水平？

（2）怎样操作、选择什么品种和纯度级别的试剂、控制什么条件、采用什么手段才能获得鲜明的实验现象，并做到既节省教学时间又节省药品和设备的费用？

（3）要认真总结实验的成功经验和失败的教训，并尽可能地找出改进措施。

（4）为了更好地说明教学中的某个问题、讲清某个概念、验证某个原理，应该选择哪一个实验才更恰当更贴切？通过实验研究你能否找到或设计出比现行中学教材里安排得更为合适的实验？或是增减一些实验内容？

（5）所做实验应如何合理地安排在课堂教学的环节之中？而且这些实验在课外活动中又可以有哪些发展？

二 化学实验技巧的实施

化学实验技巧是通过练习而获得的、有意识的自动化动作。可以说，每一种化学实验技巧的熟练形成都必须利用已经掌握的熟练系统中的动作方式。譬如，称量操作（使用托盘天平），要达到熟练，必须将调零、称量换物上盘、加减砝码及复原等步骤达到动觉控制并自动化的程度；又譬如，握持试管并振荡的操作，也应达到自觉、自动地“三指握”、“二指拳”、“握取部位近（试管）上沿”、“腕动臂不摇”的熟练程度。可以说，各种实验规范除去其中关于安全措施[①]的规定以外，关于化学实验的知识、操作技术和方法，以及操作态势和意外事故的处置机智等，无不与化学教师的实验技巧紧密相关。

1 演示实验的技巧

化学教师做演示实验，首要的是其示范性。这里谈的示范，是在实验目的明确、确保安全、保证成功和生动直观等要求的前提下实施的。示范的效果主要取决于：①实验操作的正确性；②整体示范和分解示范结合实施；③示范与启发讲解相结合。之所以要这样，是由学生学习的特殊规律所决定的。国外学者的研究表明[①]，科学实践的实际操作的成绩，主要由操作技能（manipulation skill）、观察技能（observation skill）和推理技能（inference skill）交互作用形成的，而这三种技能又受学生的心理准备与后续教学的作用，从而构成一个交互作用网络。基于此，化学教师在演示实验中，要以其机智和技巧，带动学生定向观察、积极思考，并为他们的操作技能提供规范的模仿态势。这是示范性的基本涵义。

其次，演示实验要有导向性。这是从发展学生的心智技能，启迪思维，加深他们对实验的全面认识来规定的。我们在上面谈到的实践结构中的精神因素和组织管理因素，应具体体现在演示实验的始终。换句话说，化学教师要更自觉地、积极地引导学生明确实验的目的和观察中的要求，并对实验装置、操作步骤、观察到的现象进行积极的思考。启发他们对现象和测定的数

---

① 安全措施一般包括：人身保护、饮食、房间保持、吸烟（禁烟）、单独工作、清除废弃物、毒品处置、标志、防护和安全检查，及对人们进行安全教育。

① N.K.Gohetal，UseofModifiedLaboratoryInstructionforImprovingSci-enceProcessSkillsAcquisition，J.Chem.Educ，Vol.66，5，1989.

据进行分析，经过抽象、概括、总结和归纳，透过现象认识本质，以形成化学概念和掌握基础理论知识[②]。

关于演示实验的技巧，可以从多侧面来讨论。从演示实验的技巧本身来考察，核心的要求是精选、精当和精彩。国外学者给出的演示实验的 9 R s，从另一侧面说明了这一论题。9 R s[③]是：

Removes Fear
Reduces Preparation Time
Relatively Inexpensive
Readily Available
Relatively Safe
Rouses Interest
Reinforces Concepts
Relevant
Reduces Disposal Problems

2 指导学生实验的技巧

学生实验的主体是学生。在化学教师实施指导的技巧时，要把握一个“度”。过分热心和过于放任不管都是不利于学生成长的。

指导学生实验，作为一种重要的化学教育现象，理应遵循一个科学的衡量尺度。据研究，教育现象共同遵循的“度”，即任何教育现象大体上都可以分为若干部分或若干方面，这些方面就是教育现象的共同的度[①]：

（1）本质。譬如要探求学生能知道些什么事实。
（2）数目。例如探求学生能知道多少事实。
（3）组织。例如要探求学生如何组织这些事实。
（4）时间。譬如学生的某种行为要用多少教学时间。
（5）速度（或速率）。譬如学生每分钟读 30个字。
（6）次数。例如要进行几次。
（7）错误。例如学生学习有什么（多少）差错。

由此可知，指导学生实验的技巧涉及的因素有多种，需要化学教师从做中学，并不间断地悟出其中的真谛，从而不断地运用，以达到灵活自如。

首先，要从本质上深刻认识：关键在于学生学（学科知识或实验技能，以及科学态度和科学方法等）和理解学习过程；核心是他们学什么？学到什么程度？而不是教师为了教，“我”应该做什么？

其次，要把握实验教学的基本环节的要项，将这些要项分解成容易为学生学习（理解、掌握）的行为。这些基本环节在本书第七章第二节曾列举过，这里不重述[②]。

第三，要千方百计鼓励学生结合实验提出问题，而不仅是巡视、回答问题和纠正错误，应引导学生发现问题、开动脑筋，找到解决问题的途径和方法，同时要培养他们的实验操作技巧。即要 引导学生从学会到会学。

在组织指导学生实验方面，国内外期刊中的文献颇丰。国内学者总结的

---

② 王希通主编：化学实验教学研究，高等教育出版社 1990 年版，第 14 页。

③ AndySae，ChemicalMagicfromtheGroceryStore，Copyright1991，P.127.

① 潘友昌：教育测量，正中书局 1975 年第 3 版，第 36—37 页。

② 刘知新：化学实验教学的几个原则，化学教育，1985 年第 6 期。

把化学实验基本操作的训练工作贯穿到中学化学实验教学的全过程、加强课堂演示实验操作的示范性、加强实验前的预习指导和给学生创造较好的实验条件等五项要求[①]；化学教师要为学生建立良好的第一印象，让学生在模仿中训练动手能力，进行定向的和循序渐进的训练，创造条件，多给学生做实验的机会，以及在多种形式的活动中训练学生的实验能力[②]等概括，都体现着对化学教师指导学生实验中技巧的要求；本书第七章第四节论及的化学实验教学策略，均可在优化的化学教学活动中表征出教师的有关教学技巧。

[①] 刘怀乐：怎样组织学生的化学实验，化学教育，1991 年第 3 期。

[②] 张圣华：初中化学实验能力的训练指导，化学教育，1986 年第 3 期。

第五节　化学教师的情感效能

化学教师的所有教授育人的活动，无时无刻不带有感情色彩。心理学家把学习过程分为认知领域与情感领域这样两个相互关联的方面。“教师的情感对学生有直接的感染作用……教师良好的情感品质是更好地完成教育任务所必需的。”[③]

调查研究表明，化学学习中的优良生与差生形成的原因，固然有学生自身智力因素和非智力因素两方面的内因[④]，这是毋庸置疑的。但是，从教师是学习情境的一个重要因素来说，应当特别强调化学教师的情感效能这种外因对学生的积极作用。学生学习化学，除了观察、思考等认识活动的系列运作外，同时还要依靠兴趣、情感、意志、毅力、志向等动力系统的激发；两者是相辅相成、交互激励的。事实表明，差生主要是差在非智力因素有严重缺陷。统计指出[①]：各类学生在遇到难题时，不想思考，只希望得到答案的仅占 1.9%(优良生此项为 0)，而在差生中，也不过占 2.5%。“当得到不好的分数时”学生的心理活动为学习兴趣下降，优良生占 1.9%，丧失学习信心为 0，而差生则分别为 10%和 6.3%。这些数字从一个侧面告诉我们：化学教师对学生(尤其是差生)从情感、意志上帮助和感染的重要性。能够觉察学习过程和学习情境之间的密切关系，并善于从情意领域给学生以推动力(激其情、奋其志)，这样，就有利于从细微处潜移默化地使学生受到情感教育，促使他们的学习进入良性循环。

一　情感的不同水平

心理学研究将情感的种类划分为与感觉刺激和机体感觉相联系的简单情感、道德感、美感、理智感和表现个人气质的情感[②]。作为教师应当具备的三种基本教学能力(课堂教学能力、咨询和辅导的能力、组织活动的能力)[③]，均融会着教师职业情感的修养与训练要求。譬如，教师传授知识、组织教学、评估教学结果；面对不同的学生，特别是有问题的学生，要提供咨询和辅导；为学生创造一个良好的人际关系环境，如树立良好的班风、校风等等，都与教师的情感及师德紧密相关。

《化学教学论》[④]中讨论的化学教学中的思想政治教育、化学教学的一般原理和方法、化学教学中能力的培养及化学教学系统的设计和实施等等论题，从不同侧面对化学教师的情感效能作了探讨。以下列举了情感方面的具体目标[⑤]。

(1)树立革命理想，有强烈的事业心。有强烈的责任感、义务感和使命

---

③ 潘菽主编：教育心理学，人民教育出版社 1980 年版，第 440 页。

④ 陈嘉应：初中学生差生形成的自身原因剖析，化学教育，1988 年第 3 期。

① 陈嘉应：初中学生差生形成的自身原因剖析，化学教育，1988 年第 3 期。

② 中国大百科全书总编委会《心理学》编委会编：中国大百科全书·心理学，中国大百科全书出版社 1987 年版，第 169—170 页。

③ 张厚粲：教学能力的培养与公共课心理学改革——兼谈心理测量的应用，高等师范教育研究，1993 年增刊。

④ 刘知新主编：化学教学论，高等教育出版社 1990 年版。

⑤ 周天齐：化学教学中情感领域教学目标的制定与实施，化学教育，1990 年第 5 期。

感以及危机感、紧迫感。

（2）热爱祖国、热爱党、热爱社会主义，有民族自尊心和自豪感。

（3）有集体主义精神，团结友爱，有协作精神。尊敬老师，遵守公共道德。

（4）有实事求是的科学态度，诚实正直，理论联系实际。

（5）热爱科学，有强烈的求知欲，对学习有积极性和热情。

（6）积极接受新事物，认真学习新鲜经验，有辨别是非的能力。

化学教师是上述各项教学目标的执行者，是学生行为模仿的榜样（表率），在落实情感养成方面，理所当然是先行者，在贯串、实施情感，发挥情感的育人效能方面，应当是身体力行的实践家。

二 情感育人的主要途径

化学教师的情感效能主要依靠遵循情感教育规律的各项实践活动来发挥。情感教育是学生学习的一大类别。就其内涵而论，属于行为规范（behavior）的一个子系统。

行为规范属于人们的社会交往经验，是人类社会用以调节人们的社会行为，实现社会秩序的思想工具[①]。研究表明，行为规范的接受是把外在于主体的行为要求转化为主体内在的行为需要的内化过程，即品德结构的构建或行为规范的遵从态度的确立过程。[②]而且，这是与知识、技能的接受有区别的更为复杂的过程。依据有关研究可以确认，“行为规范的接受过程存在着三个不同但又有连续性的阶段。这就是依从、认同与信奉。”[③]简言之，依从是行为规范的一种初级接受水平，随着依从行为的反复实践，学习主体将会不断地从其行为的内、外反馈信息中逐渐获得对行为 的必要性的认识和体验，从而使行为规范的内化过程深入发展。认同也叫同一化，“认同的出发点（动机）就是主体企图与榜样一致。”[①]它是一种较高的接受水平，是行为规范内化的深入阶段。信奉是一种高级接受水平，是品德形成的最高阶段；信奉行为的动机是内在的，不受外力制约，不受外因暗示，故而这种行为完全是一种具有高度主动性的、自主式行为。

从这里的引述可知，化学教师的情感效能的发挥在于使学生的行为规范不断内化，并力求使这些行为规范的接受水平从低级向高级发展。这种效能主要取决于化学教师的各种特性的影响。这些特性不外乎教师的外显特性、内隐特性、专业特性及专门特性[②]。这里的外显特性系指教师的年龄、性别、年资、学历及所受的训练等；内隐特性指教师的科学素养、科学态度、科学教学能力等；专业特性包括教学策略运用、教育心理、教材教法、教具制作运用、敬业精神及教室管理等；专门特性包括科学专门学科知识、科学专门学科技能及科学专门学科素养等。

由此可见，化学教师的情感育人的途径很广泛，从课堂教学到课外活动，从讲授到各种实践活动，从教材到各种教具，从借助实体因素到依随非实体因素等等。具体说来，主要是教师通过完善自身、情理交融，依托于化学事

[①] 冯忠良：结构一定向教学的理论与实践（上），北京师范大学出版社 1993 年版，第 73 页。

[②] 冯忠良：关于行为规范及其接受的认识，北京师范大学学报（社科版），1992 年第 1 期。

[③] 冯忠良：关于行为规范的接受阶段——行为规范及其接受规律探索之二，中国教育学刊，1992 年第 3 期。

[①] 冯忠良：关于行为规范的接受阶段——行为规范及其接受规律探索之二，中国教育学刊，1992 年第 3 期。

[②] 洪文东：谈科学教师的角色与特性，科学教育月刊，1992 年第 153 期。

实、化学概念和原理，通过化学实验、化学课外活动，借助于各种练习、复习和小结以及学习考评等等，在为学生创设最佳学习情境的状态下，熏陶、渗透、感染、点化，努力追求“润物细无声”的效果。国内学者概括的情境教学法、灌输教学法、榜样教学法和实践教学法[③]，从教学规范这一侧面折射出化学教师情感育人的途径和方法。

[③] 蓝伟文：谈寓德育于化学教学之中的方法，化学教育，1991 年第 5 期。

第六节　化学教师的评价方式

对教师来说，最重要的两项活动是评定学生的进步和评价自己的教学效果。对于化学教师也不例外。

为了达到教学评估的目的，除制订评价的标准外，还必须选择科学的、有效的评价方式。

一 学习成绩评定

学生学习成绩评定可分为形式的和非形式的两种。形式评定系指遵照教学目标，有计划有时间性的评定，且多与记分相联系。譬如，通常采用的“量化”测验就包含这种评定。我们知道，量化的测验主要包含学生对认知领域和动作技能领域的各项目标的达成程度，当前，对于思维发展、态度和价值观等情感领域的目标达成程度，还难以进行量化评定。

形式评定，企求获取定量的、对于改进教与学显然有直接意义的两类信息[①]：

（1）学生是否已达到某种知识水平，或某种胜任技能操作的特定程度。

（2）该学生与其他学生相比较而得出的名次。

从这两类信息中，化学教师能够（进行统计分析之后）得出许多重要的结论（学生学习得如何？可能存在什么困难？作为教师，你的教学效果如何？等等）。从这个意义上说，这也是对教师教学效果的一种评定。但是，务必不要忘记，教的最终目的，在于培养学生会学。因此，指导学生掌握自我评定，以达到自觉、自动地利用这些测验得出的信息，检查、评估、调控自己的学习，是一项极 为重要的评定方式。国内学者曾就让学生自制质量管理图[①]，来激励他们追求优化学习的目标。这种质量管理图的核心是让学生明确化学测验的意义，正确使用标准分，逐次将考核分数换算成标准分并作出学习质量管理图。从中学生可以很直观地看出自己在学生群体里的位置，学习水平升、降还是踏步不前，利于学生从自身查缺补漏，总结经验，明确目标，不断进取。

非形式评定，是依随于教与学的进程随时诊断，即时反馈，以获取一种初步印象的评定。多由教师对学生实施，自然也可以引导并依靠学生进行自我评定，如化学教师采用的让全班亮“评定反馈牌”的办法。这种办法，对于课堂内选择题的全班练习检查评定（教师巡视学生在投影胶片的作答情况，并及时选一份，在投影仪上映示），教师逐题评定，并让全班学生按自己作答正误“举牌”展示[②]，教师可一目了然地看清全班共有多少学生（总体估量）回答正确（或有几人作答差错）。

由教师对学生学习成绩作非形式评定的方式，主要是口头提问、让学生板演、让学生做演示实验或学生实验时教师巡视指导检查，以及个别谈话、从学生书面作业中来评定等。这些评定方式及学生的自我评定均属于指导学生学习的、动态的评定，这些评定结果是与学生的学习活动紧密相联的，更

[①] ［新西兰］克莱夫特伊姆里著，樊益华译：评定的运用，教育学文集·教育评价，人民教育出版社 1989 年版，第 529 页。

[①] 陈华乐、罗汉根：管理学习质量的一种尝试，化学教育，1989 年第 5 期。

[②] 学生人手一牌，一面为绿色（表示作答正确），一面为红色（表示作答错误）。

侧重于对学生过程性的了解。所谓过程性，一是指学生在教学中外显的智力活动过程；二是教师随教学流程而运作的过程。这类评定尽管不严格（难以科学地给出符合测量量化标准的学习分数），即通常说经常考查的印象，但并不等于说它不重要，更不能对它掉以轻心。道理很简单，教师设计并展开各种形式的教学活动，归根结底，总的教学目的在于激励、帮助学生，为他们创设最佳学习情境，保持一系列的使学习活动得以有效进行的条件，并即时做出评定和反馈。教学是一种艺术，也是一门科学。这种艺术不同于话剧和戏曲表演艺术家的表演，也不同于画家、书法大师和工艺美术家的创作，教学是靠师生即景交往，在特定的时空条件下进行的认知、情感、动作技能以及怎样做人等多方面、多向的、强有力的交流形式；教学的表演天地是受教育教学规律制约的，“任何与人的行为、交流和环境有关的知识、技能和技术”[①]，都在规定着教学的条件，教师要以高度的责任感和使命感运用教育科学揭示出的规律、原理和原则，运用科学的态度和方法，从与学生的交往中不断探讨并确定教学的组织、实践和步骤，其中重要的一环是教学测量和评价，包括各种形式的和非形式的评定。

二 自我教学评定

对教师的教学效果评定，不外乎他人评定和自我评定两种。他人（教育专家、学生、家长等）评定若从定量的角度看，上面谈到的学生学习成绩的形式评定为典型代表，学生或家长评定多属于以问卷形式的“调查”及从中得出的倾向性的意见。专家评课是评估教师教学水平的一种有效的方式。

教师自我评定这种方式应予提倡。在实践中实行的课后教师自检自评是一种好办法，只是尚缺少一组科学的评价指标，容易失之判据不全面且带有较大的随意性和浓厚的个人色彩。为了探索并积累这方面的经验，现介绍两种教师课后进行的自我教学评定表[②]，供试验、总结参考。这两种评定表，一种是诊断性评定表，另一种是累积式评定表。

诊断性评定表　　日期_____

[①] ［加］江绍伦著，邵瑞珍等译：课堂教育心理学，江西教育出版社 1985 年版，第 35 页。

[②] ［英］邓尼斯·恰尔德著，蔡笑岳、胡志译：教师应用心理学，科学技术文献出版社重庆分社 1990 年版，第 152—154 页。

课的主题与前后关系	水平			评注
	好	满意	差	
一、准备与计划				
1.目标				
2.内容符合目标				
3.切合学生实际				
4.对学生学习活动的注意				
二、课堂操作				
1.内容的启发讲授				
2.对学生的正确指导				
3.教学手段的运用				
4.材料的组织				
5.对临时发生问题的处置				
三、个体内部关系				
1.师生、学生间关系达到融洽				
2.对优等生的注意				
3.对个别差生的注意				
4.对扰乱行为作出的反应				
四、评价				
1.对学生作业的纠正和记录				
2.学生作业的质量				
3.对自己教学效果的评价				

累积性评定表　　日期_ _ _ _ _

评定水平			项　目
好	满意	失败	
			准备与计划 包括教学计划的方案
			课堂操作 包括对各项活动的运作表现
			人际关系
			评价 包括自我教学评定

累积性评定是以诊断性评定为基础完成的。教师实施时，可按不同类型的教材（化学基本概念和原理、化学用语、元素化合物知识、化学计算等）或按不同类型的教学模式（如演示讲授、实验归纳、实验演绎、实验探究等）为单元，同类教学的诊断性评定归类累积，经过分析总结，可以发现自己的长处和不足，以便有针对性地进行学习、提高，或整理出需进一步钻研、向有关专家请教的问题，以利不断提高自己的教学质量。

第七节　化学教师的教学机智

化学教学机智是指化学教师在教学中善于根据施教情况创造性地进行教学的才能，是构成化学教学艺术的主要因素之一。这种才能是在教学实践中经过磨炼，结合体验和学习而逐步形成的，可以说，是化学教师经验、才识和智慧的结晶。

一 化学教师教学机智的特征

化学教师的教学机智主要表现在：化学教学的灵活性，能随机应变，能敏捷、果断地处理面对的问题，能巧妙地给学生以引导、启示和教育。

（1）应激性。能及时妥善处理化学教学中的突发事件。

（2）敏捷性。与应激性相伴，能迅速、果断地处理不可预见的问题，表征了思维的敏捷性。

（3）灵活性。能随机应变地处理偶发事件，不拘泥于固定的解决问题的思维模式。

（4）创造性。善于从常见的事例中挖掘新异的“智慧火花”，从而使学生受到认识论和方法论方面深层次的启迪。

二 化学教师教学机智的养成

化学教师的教学机智，从本质上分析，是化学教师智能的机敏性和灵活性的体现，是化学教师自身综合素质的表现；系由敏锐的观察力、准确的判断力、灵活敏捷的思维力、丰富的想象力和强烈的事业心、责任感，以及对学生的真诚热爱和透彻了解、对化学科学与化学教育的深刻认识等心理要素构成的。

为了胜任化学教育、教学任务的需要，化学教师应当矢志不移地为育人的伟业奋斗终生，应当全面地提高并不断完善自我，以利于培养大批的、全面发展的创造型人才。

化学教师的教学机智的养成是教师自我修养、不断完善自我的一个重要方面。为此，化学教师应当从以下几个方面入手：

（1）树立现代的、先进的教育观，热爱学生，热爱化学教育事业。

（2）跟上时代的步伐，从化学专业和教育专业知识领域上，不断充实自己。

（3）结合教育教学实践，熟谙学生的心理特点和思维习惯。

（4）不断研究、总结教书育人的策略和技巧。

总之，化学教学机智是化学教师教学艺术成熟的一个标志，是与化学教师的教学艺术的其他要素连结在一起而产生并不断提高的。锲而不舍，金石可镂，这是治学的名言，应当也是完善化学教学艺术的至理名言！