

第一编

理论研究

第一章 中学化学教育的独特视角

自然科学和哲学一样，直到今天还完全忽视了人的活动对人的思维的影响；它们一个只知道自然界，另一个又只知道思想。但是，人的思维的最本质和切近的基础，正是人所引起的自然界的改变，而不单独是自然界本身；人的智力是按照人如何学会改变自然而发展的。

——恩格斯^①

第一节 化学发展简史回顾

美国化学会会长在美国化学会成立 100 周年大会上的讲话中指出：“化学是人类进步的关键。”回顾人类社会的发展历史，我们发现，人类社会前进的每一步都伴随着化学的发展。化学学科的发展与人类社会的历史一样悠久，但是史前时期和古代文明时期的化学纯粹是经验的产物，还不能称为一门科学。

一、化学学科发展简史

在赵匡华的《化学通史》中，他将化学发展史划分为四个时

恩 格 斯 . 自然辩证法北京：人民出版社，1971.208

期。^①

（一）上古时代工艺化学时期

这时人类只是从生产生活的实践经验中得到直观的启示，通过化学手段加工制造一些生产、生活用品和工具，是化学知识的萌芽时期。

人们最早运用化学手段是从远古时代就开始的，应该说是源于火的利用。人们从雷电、火山爆发、森林大火中认识了火，经过无数次的接触后，发现火带来光明、带来温暖，而且被火烤过的野兽的味道更可口，更有利于原始人的身体健康。

火的使用使人类的体质和大脑得到进一步进化，结束了茹毛饮血的生活，从此人的“血液就有了和过去不一样的化学成分，整个身体的结构也渐渐变得不同了”^②，从而最终与动物分开。这是人类第一次驾驭一种自然力。随后的一系列运用化学方法对物质进行加工、变革都与对火的应用密切相关。

原始人对火的使用，受到自然界各种条件的限制。人类在实践中发现了摩擦生火，进而发明了钻木取火。《韩非子·五蠹》中有“民食果蔬、蚌蛤腥臊恶臭而伤害腹胃，民多疾病，有圣人作，钻燧取火以化腥臊，而民悦之。”这就是上古神话中提到的“燧人氏”。根据考古发现，在云南元谋人遗址发现大量的炭屑和被火烧过的动物骨骼，距今可能有一百七十多万年，是已知的最早的人类用火的遗迹。在周口店的猿人洞穴中，发现了很厚的灰层，最大厚度竟有6米，灰层中有烧过的兽骨、木炭，还有熏黑了的石头。

人们在长期使用火的过程中，发现火堆周围的泥土变得非常坚硬，泡在水里也不会松散。人们由此受到启发，逐渐制出了

赵匡华，化学通史，北京：高等教育出版社，1990，3

② 恩格斯自然辩证法，北京：人民出版社，1971，154

原始的陶器。人们把黏土捣碎，用水调匀，捏成型，用火烧制成了最初的陶器。陶器给人们的生活带来了很大的进步，主要是盛物的器皿，这样就使得人们不仅可以吃烧烤的熟食，还可以煮食，使得一部分营养成分更容易被人吸收，进一步增强了人的体质，提高了智能。陶器的坚硬、耐水，是当时的人类所能得到的非常理想的建筑材料。人们利用简陋的陶砖、陶瓦，建立起最早的城市。

人类第一项从事的化学工艺就是制陶，陶器是人类利用火制造出的第一种自然界不存在的新物质。在中国，最原始的陶器出现在新石器时代，距今大约一万年以前。

在长期使用火的过程中，人类不仅发现了陶器，还发现有些石头在烈火的长时间烧烤下，竟产生了坚硬的、亮闪闪的金属。人类最初使用的金属，基本都是天然金属，如铜、金等。在寻找石器的过程中，人们发现了天然铜矿，这时人们已从制陶工艺中掌握了获得高温的技术，于是开始用木炭和烈火来冶炼金属，这就是冶金工业的萌芽。在冶炼金属的进程中，人们首先得到了铜，因为在自然界中存在着天然的铜矿，且比较容易识别。在炼铜的过程中又发现铜的质地较软，随后发现了冶炼青铜的方法。在炼铜的过程中加入锡，得到的青铜熔点低、硬度高，是很好的生产工具。后来发展为战争的武器，人类进入了“青铜器时代”。在几千年前，人们就已经掌握了制得合金的方法，并且知道了合金具备的一些性能比原来的金属要好。

在冶炼青铜的基础上，由于铜的资源有限而且硬度也比较小，促使人们进一步去寻找更好的材料。人们最初是从陨石中得到的铁，而冶铁的技术比炼铜要困难一些，因为在当时炉火的温度只能达到 $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ ，不足以使铁熔化。后来人们发现通过加强鼓风，能够使炉温升高，并发明了淬火的工艺，使得人类社会相继进入了铁器时代。

铁作为一种新的材料对社会的发展起到了极大的推动作用，人类社会由奴隶制社会进入了封建社会。

青铜器、铁器的运用推动了农业的发展，也为酿造工艺创造了条件。而早期的化学工艺都是自发的一种应用，都是人们从生活和生产实践中发现的。

从上古时期的历史发展来看，人类社会的发展历史伴随着化学知识和工艺的发展，而化学的发展则是一部材料发展的历史。

（二）中古时代的炼丹术和医药化学时代

它是上古工艺化学的继续，这时人们已开始整理资料，归纳、总结化学变化的规律，但化学还没有成为一门独立的学科，基本上还是从属于制药和冶金的一种技艺。

在古希腊，早期炼金术士拥有非常丰富的关于金属性质的实践知识和娴熟的手工艺技能，他们很熟悉亚里士多德的哲学观点。作为古希腊知识的集大成者，亚里士多德试图把伦理学、逻辑学与自然科学的体系统一起来，把天文学、物理学、化学中的演绎思辨和生物学、医学领域中的观察和综合归纳的研究方法结合起来，建立了一个系统完整、庞大的理论体系，用更为周密的方式去解释自然界。在这之后约两千年内，在各学科领域内亚里士多德都具有最高的权威性，一直延续到十五六世纪的文艺复兴时期。亚里士多德关于万物都趋向完善的思想成为炼金术士的理论依据，他们总想把金属中那些不够完善的力求变得像黄金一样尽善尽美。大自然的这个转化过程是在地下深处进行的，要经过很长时间。工匠们在作坊里用较短的时间也能够重现这个过程；因此，只要在适当的条件下，工匠们就可以完全重现自然界的这个过程，人工制造出纯净的黄金。这就是炼金术的基本指导思想。工匠们在理论的指导下进行了大量的化学实验，这种理论即使是错误的，也至少能对反应的结果做出一

些解释，有时甚至还能做出一些预测。例如，硫这种黄色物质，在适当条件下能把金属染黄，通过着色使它变成金子，因为金子也是金属，并且是黄色的。

亚历山大里亚时期，炼金术达到第一次高潮，大大提高了当时的化学工艺水平。炼金术士发明制造了蒸馏器、熔炉、加热锅、烧杯、过滤器等化学用具，这些器具到现在还是化学实验室的常用设备，它们的出现为化学的发展奠定了坚实的实验基础。

在很多化学史的著作中，炼金术时期都被认为是化学发展史上的一个必要环节，没有它化学就不可能发展成为真正的科学。在炼金术长期存在的过程中，人们做了大量的实验。为了将贱金属转变为黄金和制造“哲人之石”，炼金术士们试验了各种物质、火、酸等等和加工方法，而他们所用的种种化学操作过程使物质产生了多种多样的变化，他们也从中获得了关于物质的性质、物质的转化、化学反应的条件等各种化学知识。

火药是我国古代四大发明之一，火药的发明来自炼丹。炼丹的目的是制造出长生不死的丹药。炼丹术的目的显然是不可能实现的，但是在炼丹的过程中，炼丹家进行了大量的尝试，积累了丰富的物质性质和化学实验的知识，设计并运用了大量的仪器，客观上对化学和医药学的发展做出了贡献。

这样，炼金术士寻找黄金的努力，炼丹家制造丹药的过程也为后人提供了很多具体的经验，并间接促使化学步入正轨，为化学最终被确立为一门科学提供了丰富的实验资料。炼丹家和炼金术士的目的虽然没有达到，但他们却可称为第一批专心探索化学科学奥秘的“化学实验家”。

西罗马帝国在公元5世纪时解体了，在封建领主和教会的钳制下，欧洲进入了漫长的中世纪，科学进程进入了极其缓慢、几乎停滞的发展阶段。但是在这一时期，不同领域中的早期的化学家做了很多实际的研究工作，积累了大量的实践经验，丰富

了化学的内容，为近代化学的发展提供了充分的准备。

15 世纪以后，欧洲的社会开始发生变革。欧洲工业革命的胜利，不仅促进了生产的发展，而且开阔了人们的视野，猛烈冲击着旧的意识形态和观念。新兴的资产阶级为了推动生产发展，维护本阶级的利益，在意识形态领域中发动了反对宗教神学的斗争，这就是欧洲的文艺复兴。

史前时期和古文明时期的化学纯粹是经验的产物，不能算是一门科学。

（三 近代化学发展时期 化学被确立为一门独立学科

这一时期的标志是波义耳提出的近代元素学说和拉瓦锡建立的燃烧学说。

英国化学家波义耳批判了炼金术士对物质组成的种种错误说法，为化学元素指明了科学的概念。波义耳进行了大量的实验，他给了元素一个科学的定义：“元素应当是某些不由任何其他物质所构成的原始的和简单的物质”，“是用一般化学方法不能再分解为更简单的某些实物”。波义耳给元素下的定义，为化学元素的发现、物质组成理论的确立扫清了障碍，因此被认为是近代化学发展的起点。恩格斯称“波义耳把化学确立为科学”^①。

在 14 ~ 16 世纪的很长一段时期中，随着矿业和冶金业的发展，使得科学家和实验工作者更加关注金属的氧化和还原过程。17 世纪末到 18 世纪初，冶炼金属的问题变得很突出，因为金属在冶炼和热处理时有一部分转变成氧化物，造成很大损失。木材燃烧后剩下灰烬，重量减少；金属燃烧后质量却增加了，不同的结果令人们感到非常困惑。为了解释这种差别，德国化学家施塔尔提出燃素说，他认为一切可燃的物体中，都含有一种特殊

的物质叫做燃素。当物体燃烧时，它本身所含的燃素便飞散出去，等到物体中含有的燃素完全跑掉后，燃烧也就停止了。燃素在燃烧过程中挥发出来，与空气结合，发光放热，这个过程我们看上去就是火。按他的观点，所有的化学变化都可归结为吸收燃素或放出燃素的过程。施塔尔的燃素说使很多化学概念更加明确，但人们始终也没能分离出纯净的燃素。从今天的眼光来看，燃素学说对燃烧过程恰好做出了完全相反的解释，但却揭示了当时大多数的化学现象。因此，燃素学说在当时为人们摆脱炼金术思想的束缚起到了积极的作用。

法国化学家拉瓦锡在探索燃烧本质的过程中，发现施塔尔的燃素学说有很多地方无法解释，拉瓦锡在实验中非常注重定量研究，通过反复实验证明：燃烧不是施塔尔所说的可燃物放出燃素的分解反应，而恰好相反，是可燃物跟空气中的氧气发生的化合反应。拉瓦锡的这个发现揭示了燃烧过程的实质，确立了近代化学发展的体系。

关于物质构成的问题，自古以来就是哲学家、科学家争论不休的问题。他们共同的观点是：宇宙万物是由少数的基本物质——元素组成的。原子的概念最早是由古希腊哲学家提出的，意思是不可再分的质点。我国著名的思想家公孙龙曾预言：“一尺之棰，日取其半，万世不竭。”然而这仅仅是一种臆想。直到19世纪，英国化学家道尔顿才提出了具有明确观点的原子论，它的基本内容如下：

(1) 一切物质都是由非常微小的粒子——原子所组成。在所有化学变化中，原子都保持自己的独特性质。原子不能自生自灭，也不能再分。

(2) 种类相同的原子，在质量和性质上完全相同；种类不同的原子，它们的质量和性质也不相同。

(3) 单质是由简单原子组成的，化合物是由“复杂原子”组

成的 而“复杂原子”也是由简单原子所组成的。

(4) 原子间以简单数值比互相化合。例如，两种原子相化合时 其数值比常成 1:1 或 1:2、2:1、2:3 等简单的整数比。

道尔顿在原子论的基础上提出了原子量的概念，能够比较圆满地解释化学变化中量的变化，也可以较好地解释化学变化的本质。但仍存在一些不完善的地方，例如道尔顿否认原子可分 不明白“简单原子”和“复杂原子”的差别。这个问题后来由意大利物理学家阿伏伽德罗提出的分子学说加以完善，从而揭开了人们进军微观世界的序幕。

19 世纪初，在原子论发展的同时，随着生命力理论被推翻，化学的一个重要分支——有机化学挣脱了束缚它的枷锁，获得了长足的发展。

其实人类很早就接触到有机物，自从人们种出粮食，学会酿造后 就开始接触并应用乙醇、醋酸、淀粉等物质 但真正对有机物的研究是从制药开始的。人们在药房中得到了硝酸乙酯、氯乙烷、苯甲酸、醋酸和甲酸等多种有机物，并逐步建立起有机元素分析的方法。19 世纪初期，人们开始陆续由无机物合成了有机物 推翻了当时困扰有机化学发展的“生命力论”为有机化学的发展扫平了道路。

“生命力论”被推翻后，化学家尝试从各种途径由无机物合成有机物，陆续制取了一大批新的有机化合物，并对它们的化学组成、性质进行了分析，发现有些物质组成相同的化学性质却不同。在此基础上化学家提出了“同分异构”的概念，并把研究的重点集中到性质与结构的关系上：有数的几种元素，形成的有机化合物种类竟然如此之多，原子间究竟是以什么方式结合的呢？有机化学家为了解决这些问题，陆续提出了原子基团理论、有机化学结构理论和碳的四价学说，并在此基础上发展起有机合成化学工业。

在有机化学获得长足发展的同时，无机化学的发展似乎走入了低谷。事实上，随着越来越多的元素化合物逐渐被发现，很久以来，人们一直想找出它们之间的联系，把它们分门别类加以整理。人们的着眼点主要有两个：一方面是寻找性质相似的元素 将其分组归类 另一方面 由于原子量是元素的重要特征 人们总想去寻找质与量之间的关系。经过前人的不懈努力，最终门捷列夫在前人工作的基础上提出了元素周期律，并制定出第一张元素周期表。他提出两个基本观点：①元素按照原子量的大小排列后呈现出明显的周期性；②原子量的大小决定元素的特征。元素周期律把众多感性的材料经过思考、整理上升为一个理论，实现了从感性认识到理性认识的飞跃。元素之间不再是杂乱无章一盘散沙，而是可以纳入完整的体系中。周期律不仅揭示了元素间内在的规律，而且能够引导人们去探索未知的领域 在周期律的指导下 门捷列夫先后预言了类铝、类硅、类硼和稀有气体的存在，使人们运用周期律实现了认识事物的第二阶段——由理性认识到实践的过程。周期律的发现被恩格斯誉为“完成了科学上的一个勋业”^①。

（四）物理学上的三大发现，使物理学和化学同时迈入现代发展时期

科学规律被发现后，能够不断指导人们去研究未知的领域。周期律提出后，获得了巨大的成功，但仍有一些问题无法解释，这就要求人们继续探索周期律的本质，将其不断完善。19世纪末期 随着电子存在的确定、原子电子层结构模型的提出 质子、中子的发现，不仅将人们对周期律的认识向前推进了一大步，而且真正将人们对物质的认识深入到微观世界。1895年 德国物理学家伦琴发现了X射线；1896~1898年，居里夫妇发现了放

恩格斯：《自然辩证法》北京：人民出版社，1971，51

放射性元素铀、钋和镭；1897年，英国科学家汤姆逊发现了电子；1911年，新西兰物理学家卢瑟福提出了原子的有核模型。这一系列令人鼓舞的发现，推动着人们对微观世界的探索。从宏观世界深入到微观世界，是一场巨大的科学革命，从此之后，整个自然科学的发展推进到更深入的物质层次的研究，化学也由此进入了现代化学的发展时期。

受现代科技发展的影响，现代化学的发展具有如下特点：

- (1) 实验设备的仪器化和计算机化；
- (2) 从宏观层次深入到微观层次；
- (3) 从定性向定量化发展；
- (4) 从静态研究到动态研究；
- (5) 开始建立统一的理论；
- (6) 从单一学科发展到综合学科和边缘学科。^①

化学学科的任务是“整理天然产物和耕耘周期系，不断发现和合成新的化合物，并弄清它们的结构和性能的关系，深入研究化学反应理论和寻找反应的最佳过程”^② 最终服务于社会的发展和人类生产、生活的需求。

二、化学史的教育功能

我国著名的教育家、化学家傅鹰教授常说：“一种科学的历史是那门科学最宝贵的一部分。科学只给我们知识，而历史却给我们智慧……作为科学的继承者，我们应当知道前辈的成就。前辈的成就不但是后辈的榜样，而且也是路标。明白了发展的途径常常可以使避免许多弯路。”

姚 磊 明 ,化学、人类、社会与化学教育 ,武汉：华中理工大学出版社 ,1999

^② 唐有祺、王夔 ,化学与社会北京：高等教育出版社，1997.244

西方的科学史的教育可以追溯到 19 世纪中叶。一个多世纪过去了 人类已经迈进了 21 世纪 科技飞速发展 科学知识的发展日新月异,这时会有很多问题摆在人们面前。从大的方面看,每个人所能够掌握的知识是非常有限的,即使是科学家也不可能全面掌握方方面面的知识,在这种社会分工越来越细、学科分类越来越具体的形势下,人们往往只关注自己所研究的、很狭小的领域内的一点点事物,这势必造成人文科学和自然科学的严重脱节。怎样才能弥补这种缺憾呢?从小的方面看,学生在课堂上掌握知识的同时,他们了解过程、掌握方法了吗?他们独立分析问题、解决问题的能力得到增强了吗?这些都是非常现实需要面对的问题。科学史是一剂良药。科学知识在变,不变的是科学方法和科学思想。在化学史的应用上,过去曾存在一种偏见,即认为课堂上偶然引用一些化学史的内容,似乎作为课堂教学的“调味剂”起着一种锦上添花的作用 可有可无 实际上这远远没有发掘出化学史真正的教育价值。化学史的内容具有丰富的知识教育功能和德育功能,现分别讨论如下。

(一) 知识教育功能

在我们的传统教学中,往往过于注重知识的传授,而忽略了培养学生的科学素养 忽略了科学思想、科学方法、科学态度、科学精神的培养和训练,这在一定程度上已经偏离了化学学科的精髓。在基础教育阶段,如果将传授给学生的化学课程完全知识化,从长远来看,对于化学学科的发展是非常不利的。

傅鹰先生是我国化学教育的一代宗师,在讲授“水的组成”一节时,他详细讲述了二百多年以来化学家们是如何弄清水的成分和水中氢氧比例的。他说:“关于这个题目,我们用了很多的篇幅。这固然是因为这是一个基本的数据,也因为自这个研究的历史可以体会到科学研究的精神……读者不但可以得到许多宝贵的知识 同时也可以知道什么是科学研究的方法。例如,

我们的教材上在介绍氨碱法的时候，只是简略地提到比利时人索尔维的方法和我国的侯氏制碱法。侯德榜是我国化学工业的先驱，是杰出的爱国科学家，在这里如果不介绍他的事迹、他考虑问题的方法、所采取的措施是非常可惜的，这里渗透一些最基本的化学生产的原则和方法，从中可以了解到理论是如何与实践相结合的。实际上学生应用自己学过的知识，对于这两种工业生产方法的优劣是可以理解并做出评判的，并且通过讨论的过程可以更深刻地理解化工生产的一些重要的原则和思路，这个知识点完全可以设计成一个训练学生应用所学知识解决实际问题的专题。由于学生的学习是一种再认识的过程，因此，学生获得某项知识所用的思维方式，应该与前人是一样的。

（二）德育功能

化学史向学生展现了一代代的化学家醉心于科学研究，为了人类的发展和进步，前赴后继，创造出巨大的精神财富和物质财富。居里夫人就是其中一位杰出的代表。爱因斯坦在居里夫人悼念会上曾做过一篇演讲——《悼念玛丽·居里》他这样评述居里夫人：“我幸运地同居里夫人有二十年崇高而真挚的友谊。我对她的人格的伟大愈来愈感到钦佩。她的坚强，她的意志的纯洁 她的律己之严 她的客观 她的公正不阿的判断——所有这些都难得地集中在一个人的身上。她在任何时候都意识到自己是社会的公仆，她的极端的谦虚，永远不给自满留下任何余地。由于社会的严酷和不平等，她的心情总是抑郁的。这就使得她具有那样严肃的外貌，很容易使那些不接近她的人发生误解——这是一种无法用任何艺术气质来解脱的少见的严肃性。一旦她认识到某一条道路是正确的，她就毫不妥协地并且极端顽强地坚持走下去。她一生中最伟大的科学功绩——证明放射性元素的存在并把它们分离出来——所以能取得，不仅是靠着大胆的直觉，而且也靠着难以想象的极端困难情况下工作的热

忱和顽强，这样的困难，在实验科学的历史中是罕见的。居里夫人的品德力量和热忱，哪怕只要有一小部分存在于欧洲的知识分子中间，欧洲就会面临一个比较光明的未来。”^①我们在讲到物质结构的时候，一定要向学生介绍居里夫人（虽然教材上连她的名字都没有提到），介绍她严谨求实的科学态度，高尚无私的人格，在困难、危险面前毫无畏惧的勇敢的科学精神，她非常朴实而著名的一句话：镭不应当成为任何人发财致富的工具，它属于整个世界。这样一位伟大的、杰出的女性，不介绍给学生是非常遗憾的。科学家的人格魅力对学生的影响是潜移默化、不可估量的。有很多杰出的科学家，就是在前辈科学家科学精神的感召下，走上了科学之路。

古人提倡“以史为鉴”，在课堂教学中深入挖掘教材中有关化学史的素材，渗透到课堂教学中，引导学生探究化学知识的发现过程，剖析科学家的思维过程，不仅可以使学生获得知识，还可以受到审美观、创造美能力的教育，感受到科学的魅力，同时还可以使学生的创造能力得到培养和发展。因此，无论是培养未来的化学家，还是现代社会的普通公民，通过化学史的学习都能够从中汲取非常有益的东西。

第二节 思维及化学学科思维特点

一、思维的分类

人们对世界的认识过程分为两个阶段：首先表现为从个别到一般，由感性认识到理性认识的飞跃；第二阶段则表现为从一

般到个别，由理性认识到实践的飞跃。在实践的基础上，从感性认识上升到理性认识，又从理性认识回到实践，并在实践中达到了预期的目的，证实了认识的正确性，这只是完成了某一具体事物或过程的某一具体认识，正确的认识往往需要经过从实践到认识，再由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。

世界统一于物质，物质世界是普遍联系、永恒运动、变化和发展的。化学是研究物质的科学，因此，化学学科的发展，人们对化学知识的认识必然遵守认识过程的规律，也是分为两个阶段。

思维是人脑对客观现实的概括的、间接的反应，是一种高级的认识活动，它能反映一类事物的本质和事物之间的规律性联系。有些心理学方面的专著将思维分为动作思维、形象思维和抽象思维。

钱学森先生在《科学研究中的探索性思维》一文中将思维分为逻辑思维、形象思维和灵感思维。他认为灵感是形象思维扩大到潜意识，如果逻辑思维是线性的、一维的，形象思维是平面的、二维的，那么灵感思维就是空间的、三维的。何克抗先生在他的《创造性思维的培养》一文中指出 抽象思维、形象思维和直觉思维是人类思维的三种基本形式，是实现创造性思维的主体。

无论哪种分类方法，都认为形象思维和抽象思维是人类思维的基本形式，所不同的在于对形象思维概念的界定。

抽象思维又称为逻辑思维，它是以言语的概念为材料的思维 其思维加工的手段、方法主要是运用概念进行分析、综合、抽象、概括、判断和推理。形象思维是以表象为材料的思维，对形象思维的不同界定实质上是对表象界定的不同。形象思维通过对表象的加工和改造进行思维，它的基本方法包括分解、组合、类比、联想、想象等。形象思维和直觉思维的思维材料都属于空间视觉表象，其中形象思维的材料侧重于客体表象，其加工方法

主要是运用事物表象进行分解、组合、联想和想象；直觉思维的材料侧重于关系表象，其加工方法是运用关系表象进行整体把握、直观透视和快速综合判断。

温寒江先生在《构建中小学创新教育体系》一书中指出：要想实现思维认识客观世界的功能，思维必须具备两个条件——外界的信息必须在人脑中得到表征及信息的表征必须是可操作的。完全具备这两种属性的思维只有形象思维和抽象思维，在本书中，我们采用这种观点，将思维分为形象思维和抽象思维两种，侧重于探索在化学教学中发展形象思维的途径。

人类认识事物的过程，是一个从感性的具体升华为思维中的抽象，又上升到思维中的具体这样一种复杂的过程。在认识的感性阶段，我们对事物的认识是具体的，但这是一种感性直观的具体；这种具体，只是对于事物整体的模糊的表象，它无法揭示事物的本质和规律。为了要达到对事物的本质和规律的认识，就必须运用抽象的方法从感性认识进入到理性认识。

抽象就是把思维对象的一切非本质的属性方面都舍弃，有意识地从对象中提取出某种本质的属性加以考察和研究。在科学研究中，我们为了发现事物间的内在规律和联系，经常要运用“理想模型”的方法做出理想化的假设，就是抽象的最好的例证。例如在讨论关于气态方程的时候，规定气体的温度不能太低，压强不能太大，称之为理想气体，在这个前提下推出气体的温度、压强、体积、物质的量之间存在着确定的关系。还有在讨论水的离子积时，也规定需要稀溶液才能满足。再如，在讨论强、弱电解质概念的时候，为了与弱电解质区分，强调强电解质指的是在溶液中完全电离的化合物，而实际上它并不是完全电离。这些都是经过科学抽象的理想模型，为的是在此基础上可以尽量避免一些次要因素的干扰，设计“理想实验”来验证，从而能够顺利地得出物质间普遍存在的规律。