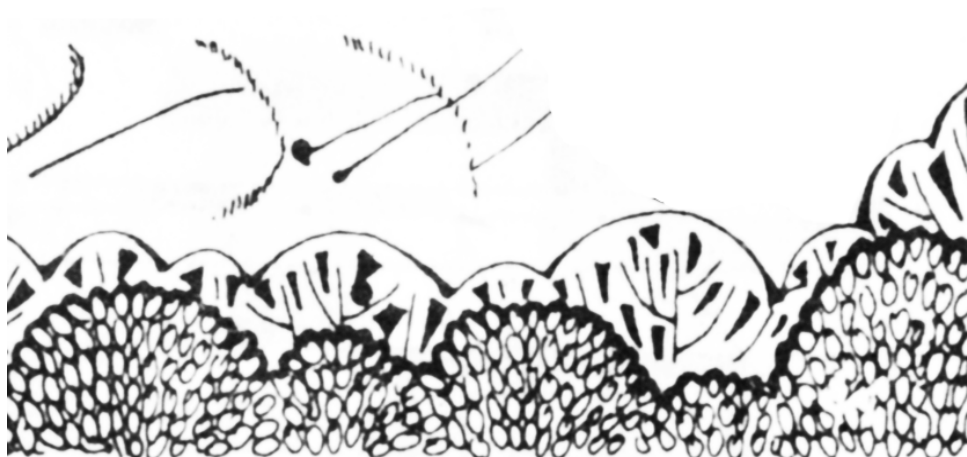


化学教育学原理

文强 编著



目 录

化学教育的发展与功能.....	1
化学教育的发展分期	1
化学教育的目的和任务	9
化学教育的价值与功能	14
化学课程设置与开发	16
化学课程的历史沿革	16
化学课程的结构模式	19
现代化学课程改革特征	23
化学教材编制评析	26
化学教学原则.....	32
化学教学原则的发展概述.....	32
化学教学原则的多层次体系	36
化学教学原则的内容例析.....	38
化学教学方法.....	49
化学教学方法的理论基础.....	49
典型的化学教学方法评注.....	59
化学方法与教学方法的融合	86
化学教学目标.....	92
化学教学目标的分类	93
化学教学目标的表述	96
化学知识的教学策略	110
理论性知识的教学策略	111
事实性知识的教学策略	123
技能性知识的教学策略	131
化学学习过程优化	134
化学学习的特征	135

化学学习动机.....	136
化学学习能力.....	145
化学元认知能力.....	157
化学实验教学.....	166
化学实验的教学价值.....	166
化学实验的教学类型.....	170
化学实验的教学模式.....	181
化学实验教学研究.....	186

化学教育的发展与功能

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

化学教育的发展分期

一、近代化学与化学教育

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

从波义耳明确给出元素的科学概念到拉瓦锡 (Antoine L. Lavoisier, 1743—1794) 推翻燃素说确立燃烧理论的氧化说；从拉瓦锡到道尔顿 (John Dalton, 1766—1844) 建立科学的原子论体系；以及阿伏加德罗 (Amedeo Avogadro, 1776—1856) 确立分子学说，到 1869 年门捷列夫 (Dmitri Mendeleev, 1834—1907) 发现元素周期律，为数众多的化学家以他们的睿智创新、

探求真理的科学精神及严谨治学、坚持实践的治学风范为化学做出了卓越贡献。

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

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

究，对大量的显色反应和沉淀反应进行系统分类等等，把当时的定性分析实验归纳成一个系统，创立了分析化学以及定性实验归纳法的基础。应当说，波义耳为使化学方法从准实验方法发展到以定性实验归纳法为代表的经验方法阶段奠定了基础。

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

17世纪中叶以后，欧洲陆续成立的科学研究机构和团体，对科学及化学教育的发展起到了很大的推动作用。如1666年成立的法国巴黎科学院、1700年普鲁士成立的柏林科学院等，在当时都是科学研究的中心，也是各学派大师育人和推动科学教育发展的中心。尽管捷克著名教育家夸美纽斯（JohannA.Comenius，1591—1670）于17世纪已率先提出了对全体儿童进行广泛的普通教育及实施班级授课制的先进主张，并自编过一本包括天文、物理、化学、动物、植物以及人类学等一些科学知识因素的《物理学概观》，还亲自担任中学高级班的物理

学教学工作。英国唯物主义思想家培根(Francis Bacon, 1561—1626)也早就主张学校里应当讲授自然科学。但是,因为受当时学校课程设置历来重文轻理的限制,波义耳时代的化学教育仍局限于少数人研究学问、交流研究成果及在学会组织的演讲会等这样小规模的范围之中。

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

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

了，从燃素说的语言翻译成了现今通用的化学的语言，并且至今它们还一直保持着自己的有效性。”

从拉瓦锡到道尔顿（John Dalton，1766—1844）这一时期，是定量分析方法迅速发展的时期，被人们称为“定量化学”的发展时期。而道尔顿则把化学带入了一个新的发展时期。

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

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

道尔顿研究问题的典型方法包括：一是通过严密的观察、搜集事实、进行类比，直到得出一般规律；二是随后用设计好的实验来检验或征询同行学者的意见，汲取他们的经验。这种研究方法在道尔顿发现分压定律和

倍比定律的过程中得以运用，取得显著成效。道尔顿还具有极为活跃的想象力，例如把原子符号化、图式化。他克服了患色盲症的生理缺陷的障碍，自制仪器，坚持实验，搜集实验数据，深邃思考，从而获得了异乎寻常的洞察力，使他得以抓住由实验提供的线索，运用科学的理论思维去把握原子的存在和运动，从而引向原子论体系的建立。

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

化学教育于 18 世纪末叶，首先进入法国和德国大学的化学、药学实验室里，19 世纪末叶，英美和欧洲大陆各国始将化学列入中学教学计划之中。这样方得以在基础教育阶段对儿童、少年实施化学教育。这一教育体制上的重大举措为化学教育的发展和普及开创了必需的社会条件。

二、化学教育的发展分期

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

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

从物质设备看，随着社会生产所创造的社会生存必需的物质资料的变化，为实施化学教育所提供的实验室

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

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

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

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

课程进行提高理论、提高学习起点，删削某些化学内容等改革。

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

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

“ 有关化学的教育 ”，作为化学教育的新时期，是适应化学教育为大众服务、要重视提高国民的化学素养的时代要求而形成的。化学教育必须适应学生群体兴趣与目的多样性的需要，方可使其自身不断前进。学生群体中立志成为化学家和化工专家的占极少数。从基础教育阶段的化学教育体系、内容来看，如果不注意人人每天都会接触到营养和食物、环境保护、水源和能源、材料和资源等等问题，而仍局限在提高学科内容的理论水

平、追求学科知识体系的严密完整，势必造成广大学生失去学习化学的兴趣，或者学了用不上或不会用，而对社会的、科技的、经济与人文的实际问题又毫无所知，造成大批的“化学盲”或“科学盲”。这将是化学教育界所面对的严峻挑战。

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

化学教育的目的和任务

一、化学教育的目的

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

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

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

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

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

(3)某些优秀的教师认为唤起学生的科学精神比教给科学方法更重要；

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

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

以基础教育阶段为例，在《奏定中学堂章程》中规定物理和化学学科的设置目的是：

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

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

1923年、1924年、1926年各地举办暑期讲习会(均有化学组),以加强在职教师专业训练,以利化学教育目的的实施。

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

1936年公布的《初高级中学课程标准》所规定的中学化学教学的目的是:

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

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

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

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

“使学生自觉地掌握巩固的、系统的化学基础知识;培养学生观察并解释自然界里和生产中发生的化学现象的技能;培养学生使用药品、仪器、连接实验装置并进

行简单化学实验的技巧；使学生了解化学生产的基本原理，了解化学在国民经济各个部门和日常生活里的应用，了解化学在我国社会主义建设中的作用。在化学教学中应该培养学生的辩证唯物主义世界观的基础和爱国主义精神。”

上述规定，较 20 世纪 30 年代，又向精确性方面有了进一步发展。

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

(1) 使学生了解在化学状态下物质的结构及物质变化等学科知识架构；

(2) 使学生形成关于这些知识的可能性和局限性的明确认识，促使他们了解所学知识在社会中的影响和应用，培养他们适应科技时代生活的需要；

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

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

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

二、化学教育的任务

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

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

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

(1) 结合社会生产、人们生活和自然现象，对青少年实施普遍的公共教育；

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

(3) 根据社会和青少年个性发展的需要，对青少年进行专业和深造的预备教育。

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

任务得以落实、实现。

以《社会中的化学》为例，该课程从非理科学生的需要和发展出发，结合社会所面对的种种课题和挑战，确定以化学概念为基础，帮助学生了解与当代的科技相关联的社会问题为基点，力求实现下述教育任务：(1)使学生认识到化学在他们个人和职业生活中所起的重要作用。

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

(3)发展学生关于科学和技术的潜力与局限性的终身意识。

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

化学教育的价值与功能

一、化学教育的价值

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

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