



陈耀亭

化学教育文集

中国劳动出版社

化学教育文集

陈 耀 亭

中國勞動出版社

(京) 新登字114号

化 学 教 育 文 集

陈 耀 亭

责任编辑 胡雅泉

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街3号)

北京市朝阳区北苑印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 32开本 6.75印张 149千字

1992年11月北京第1版 1993年3月北京第1次印刷

印数：1100册

ISBN 7-5045-0818-7/G·177 定价：2.90元

前 言

80年代,我国化学教育有了一些突飞猛进的发展。其主要标志是从以化学基础知识、技能为中心的传统的化学教育,逐渐开始向化学基础知识、技能、方法和培养能力的现代化方向转变。一些理科教育较为发达的国家,例如美国是在1956年、英国在1960年、日本在1961年、苏联在1965年就开始了这次转变。我国因为种种原因起步晚了一些(约为15~20年),但从化学教育发展史来说,仍然不能不说已经有了一个质的转变和发展。

化学教育现代化的一些主要标志——在“双基”的基础上培养能力,开展科学方法教育和科学态度教育,一般是在80年代列入我国化学教学大纲里的。当时只是做为一项教育任务和要求向教师提出来的,而未能明确地指出完成这些教育任务的途径和方法;再加上有关的教务行政部门或学术研究机构也未认真地组织研讨,结果,教师们只能按照自己的理解行事。例如在化学教学中培养能力问题,究竟培养什么能力?需要采用什么途径和方法来培养等问题,直到现在仍处于研讨、争论之中。

对于这样重大的新课题,我感觉日本利用几年的时间,有计划和有目的地在全国范围内开办理科教育现代化讲座,从培训和提高理科教师入手的做法是值得借鉴的。

总之,现在回顾起来,在化学教育的内容和方法实现现

代化的转变过程中，思想准备和具体工作准备上似乎有些欠缺。恐怕短期内还不易达到认识上基本统一和实践上大体一致的地步，开展有领导和有组织地研究讨论十分必要。

编入这本小册子的文章，多是我从80年代初期开始，为满足本科和研究生班的教学需要，大体上围绕我国化学教育现代化这一基本课题，吸取一些国外的先进经验和做法，在教研室同志们积极的帮助之下写成的。希望能为研讨我国化学教育现代化这一课题，起到一点点参考作用。

本书略去了合作者的尊名。我深知没有合作者的大力帮助是难以完成这些研究任务的。在此，特向合作的同志们表示感谢。

陈 耀 事

1991, 10, 1.

目 录

培养能力应以自然科学方法论为依据.....	1
化学教育里的电化教学.....	18
日本高中化学教材简介.....	28
日本中学化学教育的变迁和展望.....	39
化学教学里培养能力的几个理论问题初探.....	49
论化学史教育.....	56
拉瓦锡的功与过.....	65
化学教学法的指导理论需要发展.....	75
中学化学教材内容的历史演变.....	84
日本初中化学教材的特点与借鉴.....	96
试论开设综合理科的几个理论问题.....	107
日本高中理科新设课程	
——《综合理科》的教学大纲.....	119
日本高中理科的新改革.....	123
教学大纲里培养能力的提法亟待研讨.....	132
日本高中理科新设课程	
——化学IA、IB、Ⅱ的教学大纲.....	140
日本初中化学教学的新改革及借鉴.....	148
发现法的历史演变.....	162
化学教师要学习一点自然科学方法论.....	171
中日两国初中化学教学大纲比较研究.....	201

培养能力应以自然科学 方法论为依据

随着四化建设的发展，越来越感觉到在化学教学中培养能力这个问题的迫切性和重要性。

半年来，一些报刊曾组织过研究讨论；中学化学教学研究会、座谈会也多涉及到这个问题；研究培养能力的论文逐渐增多；活跃于化学教学第一线的一部分教师，为满足四化建设的需要，不满足按教科书就“双基”教“双基”的传统教学法，积极开展了一些教育实验活动，并在有关报刊上介绍了培养能力的经验。这些经验虽然是初步和零散的，但是从重视这个问题的角度来说，确实是迈出了可喜的一大步。

由于强调了能力的培养，传统的化学教学法得到了飞速的发展，并不断地取得了成绩，这已为一些国家的教育实践所证实。50年代中期开始，由于科学技术的迅猛发现，资本主义国家为了开展经济竞争和军备竞赛，对教育和人才开发的要求日益迫切。随之而起的是世界性的科学教育现代化运动，这个运动提倡教学内容方面要精选基础知识，并把能力的培养至少置于传授知识的同等地位，只有这样才能满足日益增长的客观需要。从此，理科教学内容和方法的改革，速度之快、规模之大实为教育史上所罕见。曾有一种形象地说法，由于“知识的爆炸”引起了“教育的爆炸”。就拿美国来说，在这个期间集中了大批的人力物力，编写了以培养能力

为主的教科书籍，计有PSSC物理（1956）、CBA化学（1957）、BSCS生物（1958）、ESCP地学（1967）和CHEMS化学（1960）等。不久，英国也出版了培养想象力的NF化学（1962），日本除翻译了英美的大部分新编的教科书外，费时6年编写了论结构和变化的化学教学参考书（1973）。

教学法方面，仅1968年世界各国研究理科教育培养能力的论文多达230篇；另外，熟知的布鲁纳（J.S.Bruner）发表《教育过程》（1960），休瓦布（J.J.Schwab）发表了探究教学法等。日本受美国的影响，在总结自己的经验的基础上，于1960年，把教学计划里的能力的培养提到传授知识的前面，并于1968年推广培养能力的探究教学法。日本科学技术20年来的飞速发展，以及80年代世界中学生数理化比赛中曾两次蝉联第一名，与此恐有直接关系。

可见，改革和发展传统的化学教学法，为满足四化建设的需要，把培养能力与化学基础知识同样的列为化学教学内容，是化学教育历史发展的必然趋势，是化学教学内容现代化的重要标志之一。^①

化学教学中如何培养能力这个问题，无论在理论上或实践上对我们来说都是新的问题，所以众说纷纷，分歧较大。这就需要通过研究讨论，总结实践经验以求得统一认识。

当前，在认识上的问题，有的把能力和基础知识两者对立起来，而不是从对立统一的辩证关系的角度来理解，也有对国外的成功经验抱有怀疑态度，怕陷入教条主义泥坑里，等等。实际上，一是究竟培养什么能力的看法问题；二是如何培养的观点问题。笔者想就这两个问题提一些粗浅看法。

^①化学基础知识的选择也有现代化问题，不属本题，从略

教学论正处在变化发展阶段，能力及其有关的基本概念尚无定论，对这两个问题只能根据化学教学法来讨论。化学教学里究竟培养什么能力，翻阅一些师范院校的化学教学法大纲和讲义，或多或少地谈到的有观察、实验、使用化学用语、计算、笔记、绘图、思维、阅读和使用教科书、解题的能力等，看来似乎象是能力，实际都属于基本技能，也就是“双基”的一个部分。因为这些都是为了形成、理解、运用化学基础知识时所需要的，有的虽然有时体现为能力，如解题思维和实验等，但是按其原义仍是为知识服务为主的，对学习化学基础知识是有益的，但在表现为能力时，又是布散的、孤立的和暂时的，没有形成一个有着内在联系的过程，又缺乏马克思主义认识论的理论基础和未以自然科学方法论为依据，在分析、解决化学问题时容易显得无能为力。

有的单位，为了研讨和贯彻培养能力问题，把所有要培养的能力列成单子，大至阅读化学教科书的自学能力，小至使用试管的所谓实验操作能力，多达几十种，表面上克服了上述分散、孤立的欠缺，但因同样理由，后果不会有大的区别。

这样的做法，国外已经有过尝试和教训。40年代末期和50年代初期，日本在实施所谓生活理科教育期间，为培养学生的科学能力和态度，曾在教学大纲里明文规定了13种观察能力和思考能力，以及7种技术性能力；还有20项培养科学态度的具体规定。结果因为过于繁杂、分散，因为由于上述的同样理由，知识与能力之间产生了尖锐的矛盾，削弱了基础知识的学习，不久只能作为教训而留入史册。

化学教学里到底应该培养什么能力，确是值得研讨而又必须解决的迫切问题，因为这个问题不解决，如何培养就无

从谈起。我认为应该集中力量，在整个教学过程中有计划地培养解决化学方面问题的能力。这里所说的问题，包括远至学生将来可能参与的化学科学技术上的发明创造和革新，近至现在化学教学里需经过认识上的飞跃而获得新的化学概念，以及需要经过思维加工才能解答的习题作业和研究课题，等等。这些想解决的问题，在内容上和性质上千差万别，但有两个共同点。第一是对学生的认识来说，不是停留于原有的基础和水平，不是摹仿或抄袭过去的成果，而是有新的前进、新的飞跃和新的提高。要解决这样的问题，当然，首先得有必要而又充分的化学基础知识和技能；同时要有必要的方法。双方密切结合，缺一不可。这里所说的方法不是平常所说的狭义的方法，而是为了达到解决问题的目的，包括所采取的手段、工具、进行的步骤和过程，以及有关的思维活动和技术措施等方面的总和。换言之，就是方法论。这个方法论就是自然科学方法论。自然科学方法论是自然科学一般研究方法的规律性理论，化学是自然科学的一个分支，任何化学问题的解决，当然必须得以自然科学方法论为依据。当前，培养能力时常以教学论的原则和方法结合一些化学上的事例的做法，就是忽略化学科学本身特点的缘故。这是讲述教育学时所采取的方法，不是化学教学法的研究内容和对象。以自然科学方法论为依据，就可以得出第二个共同点，就是无论遇到什么化学问题时，都得按下述的基本步骤和过程来解决。



在明确要解决问题的内容、性质和要求之后，搜集有关资料和数据属于感性认识阶段，分析、研究和处理资料和数据

据是在进行抽象概括、推理判断完成认识上的第一个飞跃，发现规律性、得出结论已是上升到理性认识阶段。所以，自然科学方法论的基本步骤和过程是与认识论相一致的。在化学教学过程里经过反复训练，使学生掌握并初步能够运用这个基本步骤和过程，就能从根本上逐渐提高解决问题的能力。

在化学教学过程中，培养学生解决化学方面问题时，需将上述基本步骤和过程具体化。

第一，搜集有关资料、数据过程：1. 观察 2. 实验
3. 控制条件 4. 测定 5. 记录

第二，资料、数据的处理过程：6. 数据处理和解释(表格化、线图化) 7. 分类 8. 抽象概括、推理判断

第三，发现规律性，得出结论过程：9. 发现规律性
10. 模型化 11. 提出假说 12. 验证假说

上述12项^①具体方法是以认识论为理论基础，以自然科学方法论为依据，从内容上来看是以形式逻辑和辩证逻辑、抽象思维和形象思维、理论和实际相结合，形成具有内在联系的一个具体过程。用这样的具体过程学习化学基础知识，在学习化学基础知识的基础上，用这样具体过程解决化学问题，就能使能力和知识相互促进，共同提高。

教学法工作向来是反对千篇一律和墨守成规的。想解决的化学方面的问题，由于目的、要求、性质和内容的不同，再加上学生的具体情况又很复杂，所以这12项具体方法使用上也应不同，也就是不但在数量上应有增减，而且整个过程中的顺序和步骤也可以有变化。

这些具体方法并不都是陌生的。因为篇幅所限，不能一

^①自然科学方法论不仅这些，这里选其主要的。

一详细说明，拟选其中几个具体方法，从自然科学方法论的角度做些补充解释。

1. 观察

观察是人们对自然现象所进行的有计划的周密细致的感觉活动。只要自然科学的研究活动要以自然现象为对象，它就是一种不可缺少的重要的研究方法。

为提高观察质量要注意以下几个方面：

(1) 首先必须明确观察目的，准确地确定观察对象。随便看看不是观察，在明确观察目的之后，要制定观察计划，必要时反复观察。

(2) 要根据观察目的确定观察手段。一提到观察容易联想到目视，不仅这样，应该有效地使用所有的感觉器官，有时还要使用扩大感知范围的科学仪器。

(3) 要尽量做到客观地观察。观察时不能带有任何偏见，因为人们总是愿意采取自己方便的做法从事一切活动。

(4) 要善于掌握现象发生时的各种条件。因为实际上，在自然界里发生的现象，常常包括有很复杂的变化，掌握各种条件是很重要的。

(5) 要机智地抓住现象的变化，正确地做好记录。因为只有做好记录，才便于分析现象的因果。应该注意划清观察的现象和对现象所做解释的界限。例如，蜡烛燃烧的观察记录，不能记为“蜡烛芯的底部有融化了的蜡”，应该记为“在蜡烛芯的底部有无色液体”，因为那是蜡熔化的，还是经过什么变化生成的，只靠观察是得不出结论的，还需要进行别的观察和实验才能解决。观察的结果只是事物的外部联系，如果跟观察的解释相混淆，就容易影响以后的结论。

2. 实验

实验，实际上是在控制条件下进行的观察。实验的作用，首先是能把自然现象根据需要抽出来观察某一特定过程；其次是在自然界很难发生的现象可以人工再现。

按着既定目的进行实验时，需要细致的思想准备、充分的物质准备和较为熟练的实验技能和技巧。

从自然现象里，抽出某一种变化的过程来研究时，可能出现的其他种种变化的周围状况，叫做实验的环境条件。在自然状态一般总是存在有几个条件，如果按一个条件的状态变化进行研究时，其他条件都得保持一定，只有这样才能只观察到原计划的那个变化，换句话说就是使环境条件保持一定是十分必要的。但有时比较困难，这点要引起重视。

3. 测定

用数值来表示物理量所进行的操作叫做测定。测定不可能绝对精确，只能力求精确，尽最大可能提高精密度。在中学里比较有效的办法是多次重复同一测定，然后分析比较它的结果。

如果有一个变数含有偶然误差的一组测定值，想求它最精确的数值时，一般常用的简单办法是求它的算术平均值。如果变数过多，就比较复杂。德国的数学家高斯（C.F.Gauss, 1777~1855）关于误差的分布曾提出过三条前提性的假设：

- （1）绝对值小的误差比大的容易产生；
- （2）程度相等的误差，向正负两方面产生的几率相等；
- （3）超越一定限度的误差是很少有的。高斯的假设通俗易懂、适用范围广泛，并常跟事实相一致，所以很有实用价值。

4. 数据的处理 and 解释

观察、测定的结果属于事物的感性知识，需要研究、处

理和解释，以便发现规律性或得出结论。为了便于统计、整理和分析，一般很少使用繁琐的文字叙述，常用表格化和线图化（座标图形）。这是科学形式的语言，也是对数据处理和解释能力的一种表现。所以应该培养学生能够习惯运用正确的说明和解释。

美国获得两次优秀教师奖的罗伯逊（W.B.Robertson）曾强调在化学教学过程中，要从一种实验的测定方法和步骤，有计划地推广和发展到其他测定实验中去，并经常要求用图形来表示数据的指导方法，值得参考。

表格是用必要的几条横竖线画成的，把测定的数据依次地记录于格内，它能显而易见地反映出数据之间的关系和变化情况。线图就是在这个基础上用直线、曲线进一步指出两种数量的变化关系，有时还能予想出未测领域中的发展趋势。一般，常用的有矩形图、折线图和曲线图三种，可根据需要选用。

〔例〕今有一定量、一定浓度的 KIO_3 溶液，加入一定量的浓度不同的 NaHSO_3 ，以淀粉为指示剂，测定游离出来碘的时间。

NaHSO_3 的浓度 (mol/l)	反应时所要的时间 (s)	NaHSO_3 的浓度 (mol/l)	反应时所要的时间 (s)
0.0075	63	0.018	29
0.010	51	0.020	25
0.013	41	0.023	24
0.015	35	0.025	23

测定的不同浓度的 NaHSO_3 反应完了所要的时间列入表内，分析一下这个记录能说明什么问题。首先能看出一系列反应所要的时间（秒），其次能看出浓度增加时，时间减

少。但是在浓度为 0.012mol/l 时，反应要多少秒，或者反过来，如果45秒反应完了，浓度为若干？对这样问题从表上就难以立即回答。也就是说明这个记录不能直接反映出任何浓度和任何时间的关系。

如果把测定的结果，改用线图来表示的话，矩形图图1(a)比上面的表格容易看出浓度和时间的关系，但测定值以外的情况仍难知晓。如果把测定的数据用点来表示，然后用直线连接成为折线图(b)。这种线画虽然便于查看，但上述困难仍未解决。最后，把这样点线画成曲线图(c)，测定范围内的任意浓度和任意时间都较易于求出，并对测定范围外的情况也能推测到一定程度。所以，曲线图是最能正确地反映出测定结果的。

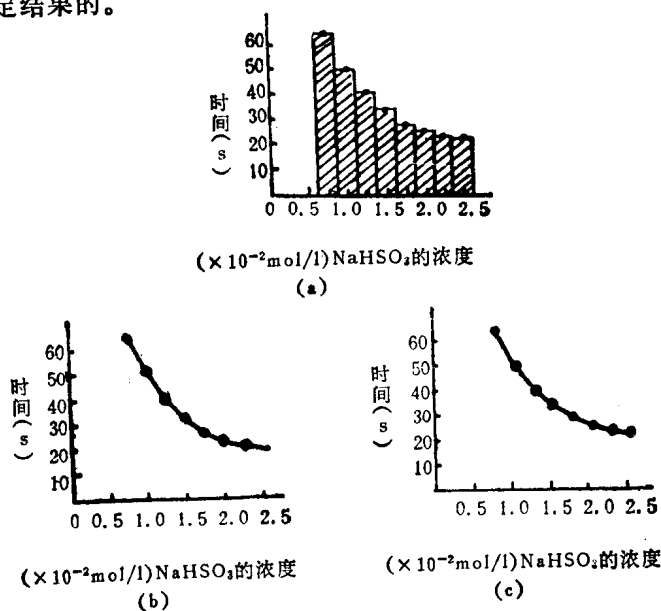


图 1 两种数量的变化关系图

当然，除此之外还有些细节，如横轴纵轴之取法、切取的尺度、实验的精密度和曲线的关系等问题，一般是结合实际事例逐渐使学生理解和掌握。

5. 模型化

常有这样体会，就是在遇到一个新的自然现象时，如果在过去的经验里有过这样类似的现象的话，就比较容易理解这种新现象。原因，就是因为头脑里容易形成模型的关系。道尔顿为了很好地说明气体反应，设想出所有物质都是由于不可分割的基本粒子构成的，这样的粒子就是原子。这就是一种模型。可见，这里所说的模型不是传统习惯上所指的类似实物形状，仅是经过缩小或扩大而表现出来的东西，如儿童玩具等。当然，这种模型在教学上也是必要的。所说的这种模型是象原子或分子那样直接不可视的实物，在用各种间接的方法确认客观存在之后，用这种设想的结构能够满意地说明有关现象，并能进一步形成象原子或分子概念的具象性的东西。

自然科学方法论所指的模型多属此类，有时又叫做思考模型 (mental model)。模型的作用，首先是必须能够说明有关现象。如卢瑟福在从事用 α -粒子在金属箔上的散射实验时，发现大部分穿透，一小部分偏转。从这个现象出发而设想出原子结构模型。其次是能指出新的思考方向而预想未知现象。道尔顿根据设想出的原子模型，而进一步预想到倍比定律，并后经实验所证实。但也应注意，形象化了的思考模型毕竟不是实物，所以在说明问题时是有限度的。例如常用的分子模型是用棍棒连接球而成形的，棍棒只能表示化学键，不能表示键的强弱和键的种类，同时球的形状、大小程度和颜色都跟实际有出入。这是因为这种模型，由于某些原因也包

括一些非本质因素的关系。

总之，模型化能发展逻辑思维和思考作用，能使学过的化学基础知识推理运用到想解决的问题上，因而有助于培养学生创造性的想象力。

6. 假说

假说是根据已知的科学知识，对未知的自然现象或规律性提出一种假定性的说明，或者说是对于要解决问题的真正原因的假设。它是自然科学研究中的一种广泛使用的方法，也是在教学中培养能力的一个重要方法。

从化学发展史上是比较容易理解假说的性质及其作用的。拉瓦锡在研究燃烧理论时开始意识到元素守恒问题，在生成氧化汞时好象氧气是不存在了，但在强热以后又出现了氧气，这个元素守恒实际上是在研究化学变化时最基本的假说。后来发展成为质量守恒定律。

道尔顿在研究气体反应时提出了原子论，这也是一个假说。但是这个假说虽然能够满意地说明质量守恒定律、倍比定律和定比定律等，但是不能说明气体反应定律。阿佛加德罗假说之所以能够对它进行说明，就是证明阿佛加德罗假说修正了道尔顿的原子论假说，并能进一步说明一般的化学变化，假说就发展成为定律，尤其能对定律和定律之间的关系上做出统一的解释，这个作用是很重要的。

上面说的是较为突出的事例，即使在普通的场合也是同样的。如雷利在测定氮气的密度时，发现从空气里分离出来的氮气和由氮化物分解后所得到的氮气不同，前者的密度大些。为了说明这个问题，拉姆塞认为空气中的氮气可能含有密度大的未知气体，这也是一个假说。

如上所述，对一个现象进行各种实验，在解释所得到的数