



基于解释结构模型的高中化学必修1内容比较分析*

徐晶晶 黄紫洋**

(福建师范大学化学与化工学院 福建 福州 350007)

摘要:基于解释结构模型(ISM)的基本原理和操作步骤,以人教版和苏教版高中化学教材必修1的内容“氯的性质”为例,构建邻接矩阵并将其转化为可达矩阵,通过所得的层级有向图比较两个版本对于相同知识点在编排顺序上的差异,分析两版本不同的风格,为教材的比较研究提供一种独特的新视角。

关键词:解释结构模型;层级有向图;教材分析;比较分析

文章编号:1008-0546(2017)04-0002-03

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2017.04.001

《普通高中化学课程标准(实验)》(简称“课标”)明确强调,在备课环节中,教师应该细致分析教材,并处理好不同模块之间的联系,帮助学生更好地认识科学的本质,掌握化学基础知识与基本技能,从而具备解决实际问题的能力^[1]。不难发现,对化学教材的正确分析,准确把握教材各知识点之间的联系,是有效教学的起点,也是制定合理的教学目标与设计恰当的教学程序的前提。

教材的编写在一定程度上反映了编写者的教师观与学生观,不同的编写者对相同教学内容的编写,则会体现出不同的编排意图。由于不同的教学研究者为教师和学生提供了多个版本的教材对比素材,更便于不同教材之间的相互借鉴与促进,有利于不同教师依据实际需要选择合适的教材编排顺序,设计更为符合学生认知规律的教学程序。当前,对于如何进行教学设计,如何更为有效地进行高中化学的备课,不免存在以下两个问题:一是教师过分遵循课本的教材内容框架体系,机械式照本宣科进行教材分析;二是教师依据自身的经验分析、解读教材,由于缺乏科学的分析方法,在教材分析环节中,难以准确呈现化学基本知识要素以及知识之间的内在联系。故笔者尝试运用解释结构模型(ISM)分析法,对人教版与苏教版教材中“氯的性质”内容进行比较分析,探讨各自的特点,为高中化学教材比较分析提供一种科学性、量化的新视角,旨在抛砖引玉,为一线教师在高中化学教材的比较分析上提供一种借

鉴。

一、ISM 分析法

Warfield 教授于 1973 年提出了解释结构模型(Interpretive Structural Modeling, ISM)^[2]。该模型最早用于将一个复杂的系统进行精细化,分解成多个子系统(要素),并基于人们日常生活、工作中的实践经验以及计算机的帮助,最终得到一个多级递阶的结构模型^[3-4]。1978 年,日本的佐藤隆博教授证实,运用该模型可对教学进行研究,便于开发教材。通过这个方法,教师在进行教学设计环节中,能够将主观的认识与实践经验有机地融入教材分析,最终达到将教学内容以直观的层级有向图呈现出来的可视化效果,实现教材的结构化与序列化。通过该模型可以细致地对教学系统内的要素以及各要素间的内在关系进行比较分析^[5-6]。ISM 分析教材的过程包括以下 4 步:

(1)抽取学科教材知识要素。ISM 分析法中知识要素需要符合以下三个标准:一是在教材中有明确的概念讲解;二是在整个章节体系当中占据节点地位;三是在每节课的小结中,可以作为主要知识点。

(2)确定知识要素间的关联,获得邻接矩阵。根据 ISM 对教材的分析,如果学生要想掌握 S_2 要素,前提是要先学会并掌握 S_1 , 则认为 S_1 和 S_2 之间是存在关联的,即 S_1 是 S_2 的直接子目标。依据该方法对某部分内容的所有要素建立关系图,最后将要素关系图转化为邻接矩阵。

(3)通过计算机程序将邻接矩阵转化为可达矩

* 本文系福建师范大学本科教学改革研究项目(项目编号:1201401016)的研究成果。

** 通讯联系人,邮箱:zyhuang@fjnu.edu.cn



阵,制作要素层级分布表。E 是单位矩阵,A 是邻接矩阵,根据布尔运算,当 $(A+E)^k \neq (A+E)^{k+1} = (A+E)^{k+2}$ 可求得可达矩阵。由于人工计算工作量大,本文通过计算机进行 Visual FoxPro 6.0 软件编程,输入邻接矩阵后可以直接求得可达矩阵 M。

(4)探讨、修正,形成要素层级有向图。教师在实际运用解释结构模型的过程中,应根据教材内容、学生的实际学习情况等对得出的要素层级有向图进行探讨,通过具体的实践过程,讨论某些要素是否需要删除与变更,同一层级的要素在教学过程中出现的先后顺序,亦或是各要素间的形成关系判断是否正确,若需修正,则返回上一步骤,直到所得的要素层级有向图符合实际情况为止,以便使 ISM 分析法更适应于教材分析。

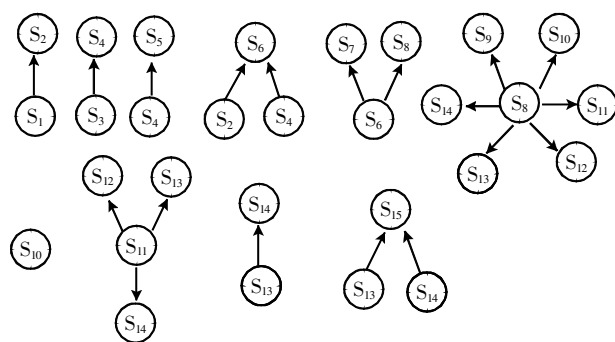
二、“氯的性质”教材内容的 ISM 分析

依据上述对知识要素确定的标准,并结合课标的要求,即“通过实验了解氯、氮、硫、硅等非金属及其重要化合物的主要性质,认识其在生产中的应用和对生态环境的影响”^[1]。抽取苏教版化学必修 1 教材中“氯的性质”的知识要素 15 个,同样人教版教材中“氯的性质”的知识要素也有 15 个,分别标注为 S_1, S_2, \dots, S_{15} ,如表 1 所示。

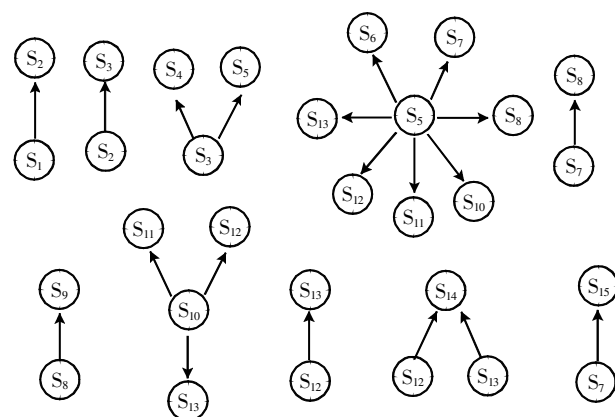
表 1 “氯的性质”知识要素

标注	苏教版	人教版
S_1	电解饱和食盐水	Cl_2 的发现
S_2	氯碱工业原理	实验室制取 Cl_2
S_3	Cl_2 的发现	Cl_2 的性质
S_4	实验室制取 Cl_2	Cl_2 的物理性质
S_5	制备 Cl_2 的实验装置流程	Cl_2 的化学性质
S_6	Cl_2 的性质	Cl_2 与金属单质反应
S_7	Cl_2 的物理性质	Cl_2 与非金属单质反应
S_8	Cl_2 的化学性质	H_2 在 Cl_2 中燃烧
S_9	Cl_2 与金属单质反应	对燃烧本质的新认识
S_{10}	Cl_2 与非金属单质反应	氯水的性质
S_{11}	氯水的性质	HClO 的性质
S_{12}	HClO 的性质	工业制漂白液
S_{13}	Cl_2 的尾气处理	工业制漂白粉和漂白精
S_{14}	工业制备漂白粉	Cl_2 的生产生活应用
S_{15}	Cl_2 的生产生活应用	Cl ⁻ 的检验

根据 ISM 对教材的分析过程,两种版本的“氯的性质”中 15 个知识要素间的相互关系如图 1 所示。



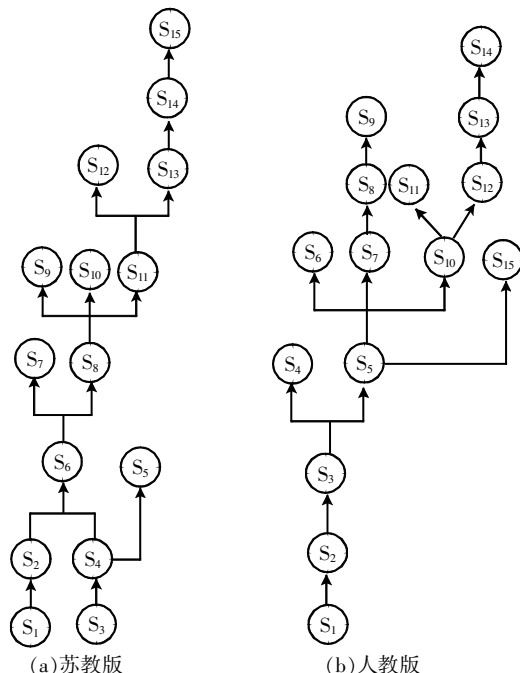
(a)苏教版



(b)人教版

图 1 知识要素间的关系形成图

根据图 1 的知识要素间的关系形成图,编制得到邻接矩阵。接着通过计算机编程求得可达矩阵。并由可达矩阵运算得到要素层级分布表,最后根据层级分布表得到如图 2 所示的两个层级有向图。



(a)苏教版

(b)人教版

图 2 “氯的性质”层级有向图



三、结果分析与讨论

根据人教版和苏教版化学教材必修1的“氯的性质”层级有向图(图2),结合ISM分析法,可得到以下几点对比与分析结果^[7]。

1. 核心概念选择的异同

通过对人教版和苏教版高中化学必修1“氯的性质”这一节内容的层级有向图的比较发现,两者的核心要素选择大致相同。氯是学生在高中阶段接触到的第一种非金属元素,因而,两本教材都从学生的生活实际出发,引起兴趣。从学生熟悉的大海出发,由海水资源引出对“氯的性质”的学习,最后回归到化学在生产生活中的应用,所以,各要素的安排是合理又科学的。其中,苏教版教材在正文中,引入高中阶段较为重要的知识“氯碱工业原理”,以及“制备Cl₂的实验装置流程”,人教版教材则是增加了“H₂在Cl₂中燃烧”的实验,进而使学生对“燃烧本质”有新的认识、以及具备对“Cl⁻的检验”等知识要素的理解。

苏教版教材首先通过介绍“氯碱工业原理”进而引出实验室制取Cl₂的方法,紧接着介绍实验室制备Cl₂的装置。由于Cl₂制备装置的各部分作用是高考较为常见的知识点,教师有必要对学生进行细致的讲解,让学生真正理解,达到灵活应用的效果。因而,苏教版的安排较为合理。人教版则在教材中引入“Cl⁻的检验”,该要素也是不可忽略的,人教版通过实验的辅助讲解,可以让学生深刻理解,为什么在检验Cl⁻的时候,在滴加AgNO₃溶液后还需要再滴加稀硝酸。如果学生能正确理解该内容,对以后的解题将产生很大的帮助。同时,通过H₂在Cl₂中燃烧的实验,让学生转变以往对燃烧本质的错误理解,即并不是燃烧就一定要有O₂的参与。任何发光、发热的剧烈的化学反应,都可以称之为燃烧。通过增加该知识点的讲解,使得学生对于燃烧本质的认识更为科学、正确,同时也加深对氧化还原反应的认识。所以,教师在教学过程中,可以适当增加该知识要素的讲解。

2. 起始要素安排的异同

所谓起始要素,是指在层级有向图中,该要素与其他要素具有关联,而本身无其他要素的支撑,在整个层级有向图中充当基石的作用。该部分知识中人教版与苏教版教材的起始要素不同,苏教版教材采用“电解饱和食盐水”和“氯的发现”,而人教版教材采用“氯的发现”。

通过比较可以发现,两版本起始要素有所差异,都体现在制取Cl₂时的引入。新课程的基本理念重视

学生所学的知识与生活实际相联系,因而,两版本都注重培养学生“化学源于生活,又服务于生活”的思想。苏教版教材从海水晒盐导入新课,从生活实际出发,引起学生兴趣的同时,顺势引出工业上用电解食盐水制取Cl₂的方法,这也是高中化学阶段学生需要掌握的“氯碱工业原理”。接着由工业制Cl₂的原理引出实验室制Cl₂的方法。这两种制取Cl₂的方式都是高中阶段学生需要掌握和学会应用的内容。况且,电解食盐水的方程式是《化学2》电化学部分需要掌握的方程式,学生在此提前了解,对今后学习电化学知识也有所帮助,因而,苏教版的安排较为合理,教师可以根据实际情况选择补充这一知识点。

3. 最高要素选择的异同

位于层级有向图中最高层的知识要素(亦为第一层)即为最高要素。两版本的教材在“氯的性质”这一部分内容的最高学习目标都定位在“Cl₂的生活生产应用”上,可以看出,两版本教材都重视化学在生产、生活中的应用,以期培养学生化学与生活联系的思想。

4. 要素间形成关系的比较

两版本教材在内容编排上大致是按照Cl₂的制取、Cl₂的物理性质、Cl₂的化学性质和Cl₂的生活生产应用的先后顺序呈现的。通过对照不难发现,在人教版与苏教版教材中,知识要素的编排都遵循循序渐进的思想,高层级的要素都有相应的低层级要素作为依托,体现学习由易到难的原则,同时这种教学顺序也符合学生的认知规律,从他们已有的认知基础出发,学习起来才会更加顺畅,便于对知识的理解。此外,该编排顺序使得整个教材的脉络更为清晰,也有利于教师的教学以及明确各阶段应当达到的教学目标。

四、结论

基于解释结构模型(ISM)对人教版和苏教版《化学1》“氯的性质”一节中提取的15个知识要素进行比较、分析,得到两个版本关于同一教材知识内容的层级有向图,并通过核心概念的选择、起始要素的异同、最高要素的选择以及各知识要素间的形成关系进行比照。结果发现,人教版与苏教版教材的知识结构安排大体上是相似的,仅在个别核心要素及起始要素上有所差异。因此,教师需要根据自己的教学经验、学生水平的不同以及实际教学情况,对教材进行合理地删、增、补、拓与重组,尽可能使得教学内容更适于学生学习的需要以及教师教学的要求。(下转第84页)



不可对于一些有“上位”学科知识的问题,缺少深度研究,自身似懂非懂,说不清、道不明而“忽悠”学生,或以讹传讹、传授伪科学知识。这既是教师坚守诚信品格的“底线”,也是教师学科素养与品质的展现,更是作为一名优秀教师的高尚美德。

思考 2:化学是令人振奋、充满成就感的学科,好奇心可以帮助学生对化学学科保持持久的兴趣,批判性思维可以帮助学生日常生活或学习中养成正确理解事物的习惯与能力。要使得学生在今后的化学道路上走得更高、更远,甚至将来从事尖端的化学科学研究,中学阶段教师的正确引领是必不可少的,从这个角度说,教师完善的知识结构和良好的学科素养又是必备的基石与关键,尤其是初中化学教师,任重而道远,学生到了高中阶段,能否继续喜欢化学、选修化学,初中化学教师的决定作用非常之大,一个专业素养缺失的教师很难在本学科的研究之中有所作为,也很难成为学科教学的领军人物。对于初中化学教师而言,由于执教学段的客观原因,较少接触高中乃至大学的学科专业知识,对于初中知识的拓展与延伸所涉及的高中或大学知识,都会出现不同程度的陌生感,这都属于普遍现象,更何况化学学科已经进入了一个高速发展的空前阶段,知识的更新与创造日新月异,新的概念与知识不断涌现,高科技手段研制的新物质层出不穷,学科之间的交叉与融合已成为许多原创性成果的源泉。因此,对一名称职的初中化学教师而言,必须做到精通初中知识、熟悉高中教材、不忘大学内容,还要不断地关注相邻学科的知识体系与发展,书桌、办公室要常备高中化学教材以及《无机化学》、《有机化学》、《物质结构》等高校教材,时常去翻

阅、去浏览,或下载相应的 pdf 版本存放在笔记本电脑中,可随时查阅。同时要广泛阅读,养成阅读的好习惯,不断补充自身的信息量,扩充自己的知识面,时刻保持“饥饿”状态,保持敏锐的眼光,深知“一桶水”与“一杯水”的辩证关系,比学生站得更“高”、懂得更多、视野更开阔,在繁重的教学事务之中拥有属于自己时光的“黄金分割”,只有这样,你的课堂教学才能游刃有余,对于一些深奥问题的解读才能驾轻就熟。对于一些涉及到高中乃至大学知识点的相关内容,当然不适宜直接下放到初中课堂,但是,当你具备了良好的学科知识结构以后,你就会从不同的角度理解、诠释,能多维度、多层面的看待问题,智慧而有“度”地、深入浅出地进行教学,特别是对于那些具有发展潜力的优秀学生来说,方能设计一些让他们“跳一跳、够得到”的更能启发深思、引发思维冲突的“亮点”问题,激活思维,点燃思维碰撞的“火花”。如此之举,因材施教、个性化发展就能落地生根开花,具备这种才能的老师至少不会“误人子弟”。

以上实验探究教学的 2 个案例,也许仅仅是偶遇,笔者撰写的目的并非有“吹毛求疵”之意,只是希望能引起同行们的共鸣与关注,使我们的学科实验探究教学在素材的选择与结论的诠释等方面更具有科学性、拓展性,避免把问题讲偏、讲死,讲得太“绝对化”。

参考文献

- [1] 王祖浩.普通高中课程标准实验教科书,化学 2(第六版)[M]. 南京:江苏凤凰教育出版社,2015:41
- [2] <http://www.docin.com/p-396088030.html>

(上接第 4 页)

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(实验)[M].北京:人民教育出版社,2003
- [2] Zhu Lin,Lv Benfu. Simple and convenient method of ISM [J]. Systems Engineering and Electronics,2004(12):1815-1817
- [3] 周德群.系统工程概论[M].北京:科学出版社,2010
- [4] Zhang Bin,Gong Junhua,He Changzheng. OSA-based interpretative structural modeling[J]. Systems Engineering and Electronics,2005(3):453-455
- [5] Dai Minli,Tan Guixin,Lu Feng,et al. Application of ISM method to formulating teaching syllabus[J]. Computer Era, 2006(10):58-60
- [6] Shen Liyin,Song Xiangnan,Wu Ya,et al. Interpretive structural modeling based factor analysis on the implementation of emission trading system in the Chinese building sector [J]. Journal of Cleaner Production,2016,127:214-227
- [7] 郑金.基于 ISM 法的数学教材比较研究实用性探讨——以人教版 A 版及苏教版数学 4 为例[D].武汉:华中师范大学,2014