DOI:10.19789/j.1004-9398.2018.03.010

基于ISM分析法的高中有机化学"先行组织者"体系的构建

王梦秦[1] 韩 蓉[2] 吴晗清[1,2*]

(1. 首都师范大学教师教育学院,北京 100037; 2. 首都师范大学化学教育研究所,北京 100048.)

摘 要

ISM分析法是一种结构模型化技术,是解释结构模型法的简称. 主要是将复杂系统里的各个要素进行层级结构化,从而明了各个要素彼此之间的关系及在整个系统之内的地位. 本文利用ISM分析法对高中有机化合物体系进行了研究,构建了高中有机化学"先行组织者"体系的结构,不仅有利于教学有条不紊地进行,还能促进学生高度精致有效知识结构的生成.

关键词: 高中化学,先行组织者,ISM分析法.

中图分类号: G633.8

1 概 述

1.1 ISM分析法

ISM分析法是解释结构模型法(interpretative structural modeling method)的简称. 由美国Warfield教授为分析复杂社会经济系统问题于1973年开发出来的一种结构模型化技术.

ISM分析法解决问题的一般流程[1]:明确研究的对象或系统;找出构成研究对象或系统的基本要素或成分;分析并确定各要素之间的关系;用各要素之间的关系图来确定各要素在整个对象或系统中的地位和作用;用图示等方法直观地表示出ISM分析的结果;确定各要素的活动序列. ISM分析法在各个领域内都有广泛的应用,尤其在教育学、管理学、工程学等领域.

1.2 使用"ISM分析法"探究"先行组织者"思路

ISM分析法属于一种结构模型化技术,将简明直观的概念用结构图表示,可使得各要素之间的关系明朗化,易得出要素之间的层级顺序及活动序列. 得出活动序列之后,便可得出其中的上下位关系. 同时,"先行组织者"是学习者在学习新内容之前,在原有知识与学习新知识之间架设了一道桥梁的一种材料. 因此,借助"ISM分析法"可用于得出众多要素中的层级顺序,逻辑严密地呈现出"先行组织者"的结构体系,是促进教学顺利开展的有效手段.

1.3 研究的新颖性

本研究将ISM分析法用于对高中有机化学教材的分析,从而得出有机化合物的结构复杂程度的排序,剖析了学习有机物的先后顺序,为教师的教学提供参考.

2 高中有机化学知识点的结构分析

有机化学的概念明确且易于表征,适合用概念结构图表示各要素之间的关系,即有效地达到教材的结构化和序列化[2].

有机化合物中都含有碳元素,所以有机化合物就是碳化合物. 显然,由于碳原子的价层电子数为4,有机物分子是由不同的共价键连接不同的原子组成的. 共价键的实质是电子云的偏移,而非得失电子的结果.

在高中有机化学的认知框架之下,且以杂化轨道理论、价键理论作为理论基础,这时候我们会发现有机化合物的结构主要由化学键种类和原子种类决定. 而通过对有机物分子结构(即化学键和成键原子)的分析,可以在一定程度上为有机物的学习提供指导与帮助.

2.1 高中有机化学中的化学键及重要化合物

将高中有机化学中所涉及的常见化学键(即有机物分子片断)和有机物列出,如下图所示.

收稿日期: 2017-04-10

* 通信作者

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　有机化学中重要的化学键和分子片段

序号	化学键或分子片段
①	C-C 单键
②	C-H 键
③	碳碳双键、碳碳三键
④	-X、-NH_2、-OH 等仅含单键的杂原子取代基
⑤	苯基(即离域大 π 键)
⑥	-COOH、-CHO、-COO-等含双键的杂原子取代基

表 2　有机化学中重要的烃类化合物

序号	烃类化合物
a	烷烃
b	苯的同系物
c	芳香烃
d	脂肪烃

表 3　具有复杂结构的有机化合物

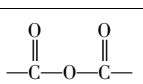
序号	复杂结构的有机化合物
i	以芳基为母体的酸、磺酸、酯等(即芳香族化合物)
ii	脂肪烃基取代的酸、磺酸、酯等
iii	含取代基(包括杂原子、碳碳双键、碳碳三键)的酸、磺酸、酯等

笔者在上表中,之所以将表 3 中编号 i 至编号 iii 的物质种类归属于“酸、磺酸、酯等”,原因是: 当分子中含有多种官能团时,首先要确定一个主官能团,确定主官能团的方法参见下文表 4《常见官能团的词头、词尾名称》,表中排在前面的官能团是主官能团[3]. 然后,选含有主官能团及尽可能含较多官能团的最长碳链为主链. 主链编号的原则是要让主官能团的位次尽可能小. 命名时根据主官能团确定母体的名称,其它官能团作为取代基用词头表示,分子中如涉及立体结构要在名称最前面表明其构型. 最后根据名称的基本格式写出名称[4].

2.2　三层十三要素之间的指向关系

用箭头表示要素之间的关系,如下图所示,以“苯乙酸”这一芳香族化合物为例,可以将其看作是苯甲基与羧基相连形成的化合物. 首先是苯甲基,对应“苯的同系物”(编号 b),其结构包含编号“①”、

表 4　常见官能团的词头、词尾名称

优先序号	基团	词头名称	词尾名称	优先序号	基团	词头名称	词尾名称
1	-COOH	羧基	酸	9		羰基	酮
2	-SO_3H	磺酸基	磺酸	10	-OH	羟基	醇
3	-COOR	酯基	酯	11	-OH	羟基	酚
4	-COX	卤甲酰基	酰卤	12	-NH_2	氨基	胺
5	-$CONH_2$	氨基 甲酰基	酰胺	13	-OR	烃氧基	醚
6		—	酸酐	14	-R	烃基	—
7	-CN	氰基	腈	15	-NO_2	硝基	—
8	-CHO	甲酰基或醛基	醛	16	-NO	亚硝基	—

编号“②”和编号“⑤”,即碳碳单键、碳氢键和苯基; 其次是羧基,其编号为“⑥”. 在二者基础上,才能掌握“芳香族化合物”(编号 i)的结构.

那么,碳碳单键(编号①)、碳氢键(编号②)和苯基(编号⑤)与苯的同系物(编号 b)之间存在“直接关系”; 苯的同系物(编号 b)与芳香族化合物(编号 i)之间,以及羧基(编号⑥)与芳香族化合物(编号 i)之间存在“直接关系”,如图 1 所示.

按照上面的规则,将高中阶段有机化学中涉及的“直接关系”悉数列出,如图 2 所示.

2.3　上级目标知识与下级基础知识的对应关系

列出表格,纵轴表示某级基本要素(教学目标),横轴表示此级基本要素的直接子关系要素(已有知识). 如果存在直接的上下关系,则在横纵轴相交处填入“* ”号,其余空白. 横行对应的空格内

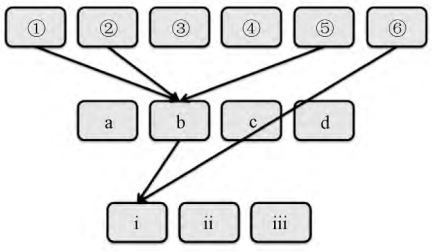


图 1　苯乙酸对应的三层各要素之间的“直接关系”示意图

“* ”号越多,表明结构越复杂,所需的基础知识越多. 其中,a、b、c、d 对应的“* ”号总数为 2、4、6、4,意味着 b、d 以 a 为基础,而 c 又以 b、d 为基础. 同样地,i、ii、iii 对应的“* ”号总数为 8、7、8,意味着 i、iii 以 ii 为基础.

2.4　高中有机化学“先行组织者”体系的结构

根据 2.3 所述,对应的“* ”号越多,表明结构

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

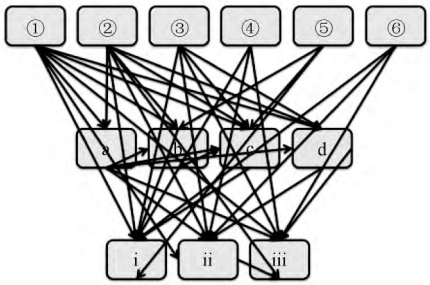


图 2 有机物分子片段与有机物分子“直接关系”图

越复杂,所需的基础知识越多. 如“i”代表的“以芳基为母体的酸、磺酸、酯等(即芳香族化合物)”,以及“iii”代表的“含取代基(包括杂原子、碳碳双键、碳碳三键)的酸、磺酸、酯等”,其两者对应的“* ”号最多,均为 8 个. 意味着两者是并列关系,且均以 7 个“* ”号的 ii(代表脂肪烃基取代的酸、磺酸、酯等)为基础. 其余以此类推,即可构建下列不同层次的结构,作为有机化学教学的先行组织者体系,以便于学生形成高度精致有效的知识结构. 具体如图 3.

表 5 上级目标知识与下级基础知识的对应关系

	①	②	③	④	⑤	⑥	a	b	c	d	i	ii	iii	* 号数
a	*	*												2
b	*	*			*		*							4
c	*	*	*		*		*	*						6
d	*	*	*				*							4
i	*	*	*	*	*	*		*	*					8
ii	*	*	*	*		*	*			*				7
iii	*	*	*	*		*	*			*		*		8

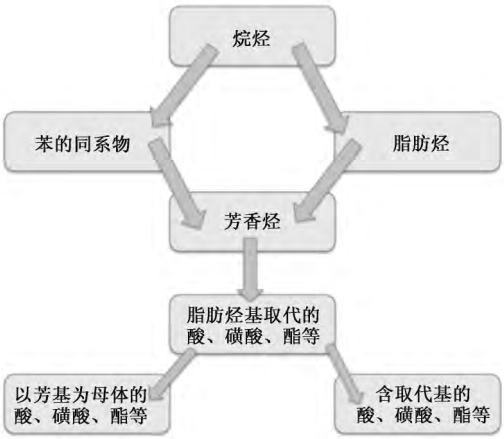


图 3 高中有机化学“先行组织者”体系的结构

由图中归纳可知,在高中阶段的有机化学知识体系中,烷烃为结构最简单的有机物,而(饱和及不饱和)脂肪烃、苯的同系物次之,其后,随着分子结构逐渐变得复杂,学习新物质的难度加大. 因此,在有机化学物知识体系的建构过程中,较简单结构的有机物可在一定程度上充当较复杂结构的有机物的先行组织者.

3 反思及建议

结构较复杂的有机物可以看成是一些结构相对简单的分子或分子片段组成,因此将整个体系结构化,循序渐进,有利于学生的知识掌握和能力的培养. 同层次的有机物属于“比较性组织者”,结构复杂程度的高与低的关系则构成“上位组织者”及“下位组织者”,从而清晰明了地呈现出个要素之间的关系. 无论处于新课还是复习阶段,掌握一种较为普适的分析方法来宏观地把握教材结构,并系统地学习、掌握知识,这都是不可或缺的. 对于一线教师而言,掌握一种主客观结合的分析工具,不仅保证了分析过程的相对科学性,重要的是可以充分发挥他们的创造性,有助于学生思维能力的发展以及课程目标的高效达成.

参 考 文 献

[1] 刘彩玲. 例谈 ISM 分析法在高中物理教材分析中的应用[J]. 新课程,2013(01):88-89.
[2] 皇甫倩,王后雄. 基于结构解释模型的高中化学教材分析[J]. 化学教学,2013(2):8-10.
[3] 中国化学会. 有机化学命名原则(1980)[M]. 北京:科学出版社,1982:53-56.
[4] 邢其毅,裴伟伟,徐瑞秋,等. 基础有机化学(第 3 版)[M]. 北京:高等教育出版社. 2005:34-64.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Construction of the Advance Organizer System in High School Organic Chemistry Teaching Based on Logistic-ISM Model

Wang Mengqin[1]　Han Rong[2]　Wu Hanqing[1,2]

(1. The College of Teacher Education of CNU, Beijing　100037;
2. The Department of Chemistry of CNU, Beijing　100048)

Abstract

The ISM is a structural modeling technique, which is a short form for Interpretative Structural Modeling. Its main function is about structuralizing the elements in a complex system, as well as clarifying the position and relationship. The article analyzes on organic compounds in high school, forming a system of advance organizer. The system benefits not only teachers, but students as well.

Key words: chemistry in high school, advance organizer, ISM analysis.

作者简介　王梦秦,女,汉族. 1993 年 10 月生,北京人. 硕士研究生,主要从事化学教学论研究.
韩蓉,女,汉族,1993 年 5 月生,陕西西安人. 硕士研究生,主要从事化学教学论研究.
通信作者　吴晗清,男,汉族,1981 年生,安徽宿松人. 教育学博士,心理学博士后. 首都师范大学副教授,北京师范大学教育学部兼职教授. 主要从事教师教育,课程与教学论研究.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net