

基于ISM法的高中生物学教材的比较与分析

牟森深, 唐发辉*

重庆师范大学生命科学学院, 重庆

摘要: 本文围绕人教版和北师大版高中生物学教材《分子与细胞》中的“物质基础”专题, 通过知识要素的提取、各知识要素之间关系的确定、形成邻接矩阵、要素层级分布图的构建, 利用ISM法分析两版教材的编写特点、逻辑以及在内容选取上的差异等等, 旨在为一线教师进行教学设计和开展教学提供依据。

关键词: ISM; 教材对比; 物质基础; 人教版; 北师大版

Comparison and Analysis of High School Biology Textbooks Based on ISM Method

Sen-shen Mou, Fhui Tang*

College of Life Sciences, Chongqing Normal University, Chongqing

Abstract: This article focuses on the topic of “material basis” in the high school biology textbooks “Molecules and Cells” published by the People’s Education Press and Beijing Normal University Press. Through the extraction of knowledge elements, the determination of relationships between various knowledge elements, the formation of adjacency matrices, and the construction of element level distribution maps, the ISM method is used to analyze the writing characteristics, logic, and differences in content selection between the two editions of the textbooks. The aim is to provide a basis for front line teachers to design and carry out teaching.

Keywords: ISM; Comparison of Textbooks; Material Basis; People’s Education Press; Beijing Normal University Press

* 通信作者: 唐发辉 (1979.6—), 女, 汉族, 重庆人, 博士研究生, 教授, 研究方向为学科教学 (生物)。

1 前言

高中生物学教学的开展必须遵循国家的教育政策和方针,《中国教育现代化2035》[1]等文件提出了关于提高学生综合素质和科学素养的要求,《高中生物学课程标准》(2017年版2020年修订,以下简称“课标”)[2]也将培养学生的学科核心素养作为宗旨,教材作为教师教学和学生学的主要依据和重要工具,在实现该要求过程中发挥着举足轻重的作用。但是许多教师在分析教材时,往往出现以下三种倾向,一是局限于某一版本的教材,过分遵循教材的逻辑结构,忽视对教材进行横向比较;二是仅凭自己的主观经验分析教材,难以准确地分析出教材内在的知识要素结构;三是没有深入研读课程标准中的教学实施建议,缺乏对教学内容进行有机整合,忽视围绕大概念帮助学生构建合理的知识框架。本文将“ISM法”对人教版高中生物学教科书和北师大版高中生物学教科书中的部分内容(人教版为第二章“组成细胞的分子”,北师大版本为第三章“细胞的物质基础”)的知识要素进行比较研究,旨在突破以上三种不良倾向,明晰教材该章节的知识结构要素,为一线教师开展教学工作提供依据。

2 ISM法简介

解释结构模型法(Interpreter Structural Modeling, 简称为ISM法)是一种解释和分析复杂结构系统的方法,可以将众多复杂要素进行综合,显示出各要素之间的层级结构,以便对其进行分析和解释。ISM法最初是由美国的沃菲尔德(John N. Warfield)教授提出并应用于解释各种复杂的社会问题[3]。1978年,经日本的佐藤隆博证实可以应用于教育研究后[4],科研工作者将其积极地应用于教育学领域,比如运用ISM法进行教材分析。当前运用ISM法分

析教材知识结构的方式主要分为两种,一种是借助Matlab或SAPSS AU软件,另一种是借助excel和图示的方法,两种方式都有各自的优缺点[5]。第一种方法的优点是节约时间,只需要知道知识要素之间有无直接关系即可,由软件导出层级分布图;第二种方法则需要对教材的逻辑和知识分布的结构充分了解,用图示等工具构建层级分布图。本文对《分子与细胞》的“物质基础”专题进行分析,分析范围较小且作者的目的是对比两版教材的结构和内容,为开展教学提供建议,所以选用第二种方法,其流程可以分为4步(图1)。

3 借助ISM法对高中生物学教材进行对比分析

3.1 关键知识要素的选取

《分子与细胞》是高考和教育研究关注的焦点,自ISM应用于教材分析以来,许多章节已被研究,但仍有未分析部分,例如组成细胞的分子。这部分内容在高考中常以选择题形式出现,是学习其他知识的基础,并且知识点繁多且分散,适合进行ISM分析。

确定分析章节后,从中选取知识要素,并将其界定为 R_i 和 B_i (R : 人教版教材的知识要素; B : 北师大版教材的知识要素; i : 该知识要素在教材中出现的顺序,不代表知识的概括程度)。实施这一步骤存在一定的主观因素,教学研究者可以适当询问专家学者及其他有经验的老师、结合自身的经验充分研读课程标准、学生的学习情况等来抽取知识要素。一般而言,满足以下三个条件之一即可选取为知识要素[6]: 1、教材中明确界定的概念; 2、该概念在教学内容结构中起着承上启下的作用; 3、教学目标中应达成的知识点。

依据标准,从人教版“组成细胞的分子”中选

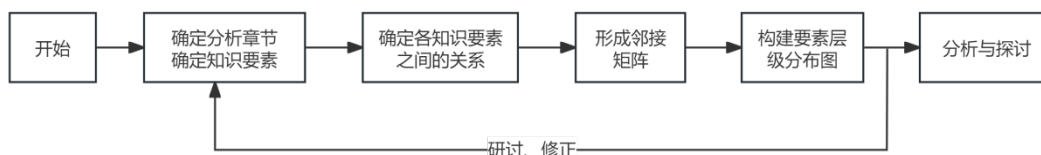


图1. ISM分析法操作流程

取27个知识要素，从北师大版“细胞的物质基础”中选取26个知识要素（表1）。

3.2 知识要素关系的确定

确定知识要素关系的具体操作如下：根据ISM算法规定，如果学生掌握知识要素R_i之前，要先学习知识要素R_j，我们就称R_i和R_j有直接关系，且R_j是R_i的先行要素，R_i是R_j的可达要素。按照上述规定，依次对人教版和北师大版的知识要素进行分析，确定它们之间的关系，得直接关系表（表2）。

3.3 邻接矩阵的构建

接下来，将各知识要素之间的关系转换成邻接矩阵。具体操作方法如下：①根据知识要素的数量建立一个矩阵，横轴上的所有要素界定为可达要

素，纵轴上的所有要素界定为先行要素，若知识要素的个数为m个，则建立起一个m×m的二向关系表格。②若R_i和R_j有直接关系，则在该表格内记为“1”（比如，R₁₀是R₁₁的先行要素，则在第十行的第十一列标记为“1”），若没有直接关系，则为空格。基于上述方法，构建人教版教材的邻接矩阵和北师大版教材的邻接矩阵。

3.4 层级要素分布图的构建

根据邻接矩阵求出剩余目标矩阵，构建知识要素的层级关系图。具体操作如下：①若某一知识要素只作为先行要素，不作为可达要素（即在邻接矩阵中某知识要素这一列全为“0”），那么就说明该知识要素是学习该章节剩余知识要素的前提，观察邻接矩阵，可以发现人教版有2列，分别为R₃、R₄，北师大版有17列，分别是B₃、B₄、B₇、B₈、

表1. 物质基础专题的知识要素

序号	人教版知识要素	序号	北师大版知识要素
R1	组成细胞的分子	B1	细胞的物质基础
R2	细胞中的元素	B2	水与无机盐
R3	大量元素	B3	水在生命体中具有重要作用
R4	微量元素	B4	无机盐与生命活动密切相关
R5	组成细胞的化合物	B5	糖类
R6	细胞中的无机物	B6	脂质
R7	细胞中的有机物	B7	糖类是生命活动的主要能源物质
R8	水	B8	单糖
R9	无机盐	B9	二糖
R10	糖类	B10	多糖
R11	糖类是主要的能源物质	B11	糖类与脂质可以相互转化
R12	单糖	B12	脂质对维持细胞结构与功能有重要作用
R13	二糖	B13	脂肪
R14	多糖	B14	磷脂
R15	脂质	B15	固醇
R16	脂肪	B16	蛋白质
R17	磷脂	B17	细胞的功能主要由蛋白质完成
R18	固醇	B18	蛋白质通常由20种氨基酸分子组成
R19	糖类和脂质可以相互转化	B19	氨基酸有序连接形成蛋白质的一级结构
R20	蛋白质是生命活动的主要承担者	B20	蛋白质的一级结构是形成空间结构的基础
R21	蛋白质	B21	蛋白质的结构决定其功能
R22	氨基酸	B22	核酸
R23	蛋白质的结构及其多样性	B23	核酸由核苷酸聚合而成
R24	核酸	B24	核酸是储存和传递遗传信息的生物学大分子
R25	核酸是遗传信息的携带者	B25	细胞主要由C、H、O、N、P、S等元素组成
R26	核苷酸	B26	以碳链为骨架形成生物学大分子
R27	生物学大分子以碳链为骨架		

表2. 两版教材知识要素的直接关系表

可达要素	先行要素	可达要素	先行要素
R1	R5	B1	B25、B26
R2	R3、R4	B2	B3、B4
R3		B3	
R4		B4	
R5	R6、R7、R27	B5	B7、B8、B9、B10
R6	R8、R9	B6	B12、B13、B14、B15
R7	R10、R15、R20	B7	
R8	R2	B8	
R9	R2	B9	
R10	R11、R12、R13、R14	B10	B5、B6
R11	R2	B11	
R12	R2	B12	
R13	R2	B13	
R14	R2	B14	
R15	R16、R17、R18	B15	
R16	R2	B16	B17、B18、B19、B20、B21
R17	R2	B17	
R18	R2	B18	
R19	R10、R15	B19	
R20	R2	B20	
R21	R20、R22、R23	B21	
R22	R2	B22	B23、B24
R23	R2	B23	
R24	R25、R26	B24	
R25	R2	B25	B2、B5、B6、B16、B22
R26	R2	B26	B5、B16、B22
R27	R10、R21、R24		

表3. 人教版与北师大版知识要素层级表

层级	人教版	北师大版
第一层	R3R4	B3、B4、B7、B8、B9、B10、B12、B13、B14、B15、B17、B18、B19、B20、B21、B23、B24
第二层	R2	B2、B5、B6、B16、B22
第三层	R8、R9、R11、R12、R13、R14、R16、R17、R18、R20、R22、R23、R25、R26	B11、B25、B26
第四层	R6、R10、R15、R21、R24	B1
第五层	R7、R11、R27	
第六层	R5	
第七层	R1	

B9、B10、B12、B13、B14、B15、B17、B18、B19、B20、B21、B23、B24；②将第一层中的知识要素所对应横行中的“1”记为空格，得到剩余目标矩阵，观察剩余目标矩阵中无先行要素的知识要素，记为第二层；③重复上述操作，直至矩阵全

为零。
基于上述操作，根据人教版和北师大版的邻接矩阵和剩余目标矩阵，分别计算出人教版和北师大版的知识要素层级为七层和四层，所有的知识要素构成了知识要素层级表（表3），由此构建出两版

教材的层级分布图（图2和图3）。

4 知识要素异同

根据这两个版本的知识要素层级分布图，分别从知识要素的选择、知识要素之间关系的异同、起始要素、结点要素这四个方面对教材进行对比分析。

4.1 知识要素的选择

对比两版教材“组成细胞的分子”和“细胞的物质基础”专题的层级分布图，发现两版教材的知识要素基本相同，均选取了人类需要的几类营养物质——水、无机盐、糖类、脂质、蛋白质和核酸。

两版教材对内容的详略处理有差异：（1）北

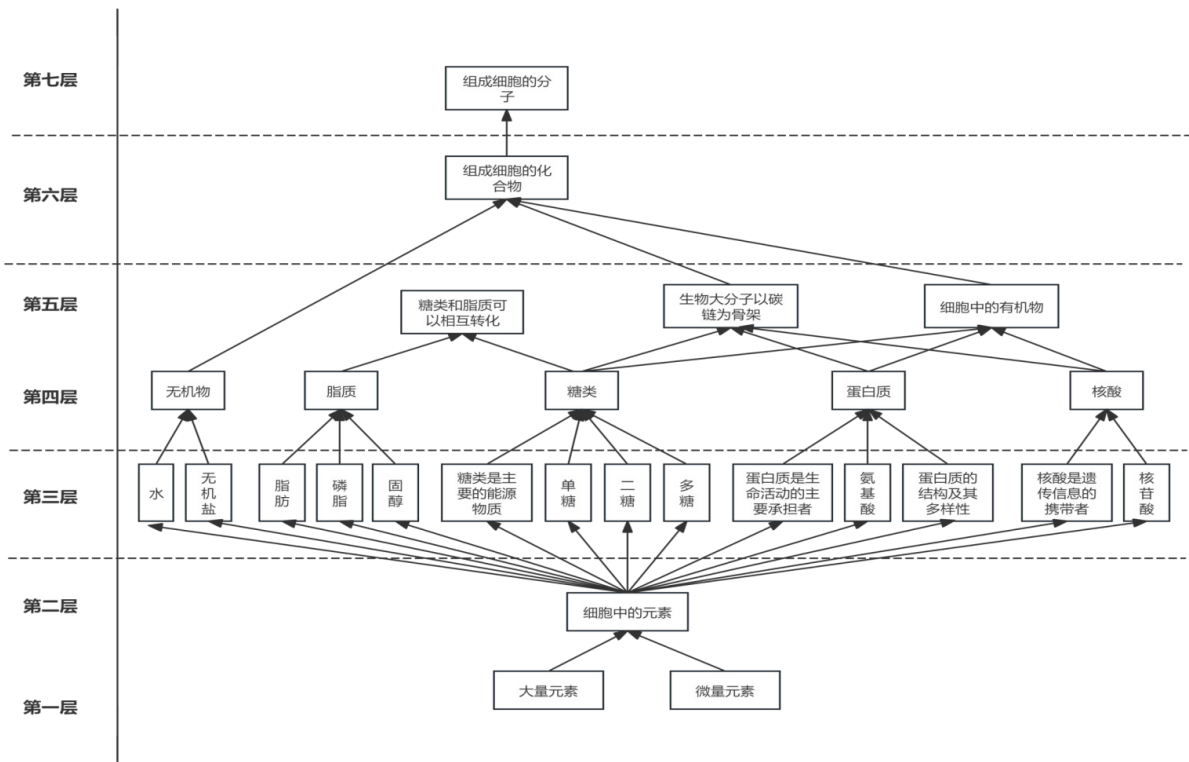


图2. 人教版知识要素层级分布图

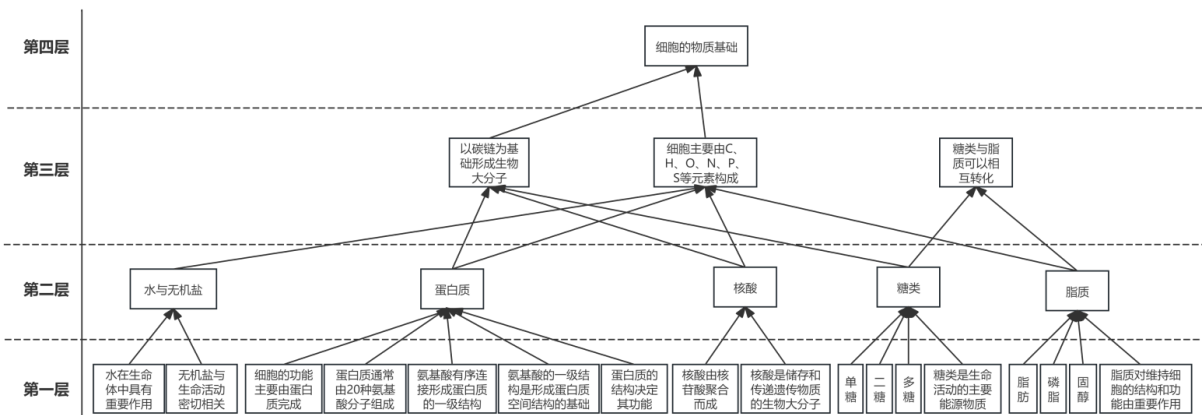


图3. 北师大版知识要素层级分布图

师大版教材通过呈现RNase A的例子，证明了一级结构是空间结构形成的基础，文字资料的呈现提高了学生阅读大量文字、筛选信息的能力；对于蛋白质的形成过程，北师大版教材的用词是“氨基酸残基”，这一说法更科学。（2）人教版教材中的知识要素，比如“有机物”等，能够将细胞中的物质进行归类，将零散的知识系统化，减轻记忆负担。对氨基酸的种类、蛋白质的变性等内容进行了补充。因此，教材编写团队对课标的不同理解也铸就了详略有差异的知识内容和不同的呈现方式，在新授课时，教师应参考其他版本进行补充。

研究者分析教材时发现北师大版注重情境教学和联系学生的生活。其一，在情景教学方面：蛋白质功能的呈现方式是先创设一个情境，从低海拔到高海拔地区，人体发生的变化并引起的外部表现，学生通过感悟自己身体发生的变化，归纳蛋白质的功能：运输氧气。其二，北师大版教材“糖类与脂质”这一小节后的“检测评价”栏目，以糖尿病患者的血液生化化验单的部分信息作为题干，通过对各种检测项目的检测结果与参考范围进行对比分析，判断问题所在，并为该病人提出合理的建议，切身感悟知识与社会生活的紧密联系。教师可以借鉴这些方式进行教学设计，让理论的知识跃出纸外，出现在学生的日常经验中，激发学习的好奇心。

4.2 知识要素之间的关系

两版教材均将本章分为5个小节，且内容都是按照“水和无机盐、糖类、脂质、蛋白质、核酸”的顺序呈现。水是学生在日常生活中接触最多的物质，且化学结构相对简单，在学习“水的极性”时，适合与化学开展跨学科学习，形成结构与功能相适应的生命观念，为本章后面的学习奠定结构基础。蛋白质的学习需要良好的结构基础，两版教材均呈现了蛋白质四级结构的形成过程以及合成蛋白质的相关科技前沿。通过了解科技前沿，启发学生积极运用生物学知识，参与社会议题的讨论并做出理性解释。这种编排方式符合学生的认知规律，有利于学生结合已有的知识，从多学科的角度学习物

质的结构和功能特点。

两版教材的编写逻辑不同。人教版的教材主要是从演绎的逻辑出发，先让学生学习元素，细胞的物质基础，接着再依次学习无机物和有机物。北师大版本的教材主要是从归纳的逻辑出发，先让同学们学习每一类物质，最后一节再从共性上进行总结，根据前面学习过的内容回答为什么同是元素，可以分为大量、微量和基本元素这几类这一问题；从结构的角度进行归纳，生物学大分子均以碳链作为骨架。在进行归纳与演绎思维训练的过程中，两个版本均能促进科学思维的发展，教师可根据学生的实际情况调整教学顺序。

4.3 起始要素的异同

人教版教材将“大量元素”和“微量元素”作为起始要素，在提供的表格资料中，对比总结出生物学所含有最多的元素，引导学生从元素的种类和含量的角度出发思考生物学和非生物学之间的区别，感悟生物学与非生物学之间的联系，形成良好的生态意识。基于此，以“元素大多以化合物的形式存在”引出化合物的学习。北师大版本的起点要素是细胞的物质基础所包含的内容，从水在生命体中具有重要作用开启本章的学习，每一小节都详细地介绍这几类物质。为学生归纳出这几类物质的共性做铺垫。

4.4 结点要素的异同

人教版以“组成细胞的分子”作为结点要素，北师大版本以“细胞的物质基础”作为结点要素，两者均可以用来概括细胞中的元素和化合物，本质上来说，人教版的“组成细胞的分子”本质就是“细胞的物质基础”。这样的安排有利于学生在学习完本章内容后，将前面零散未系统化的知识总结归纳到这一概念下，形成完整的知识结构。

5 结语

利用ISM法进行教材分析时，可以将零散的知识系统化，并将知识之间的关系可视化，构建层级分布图。有利于教师在开展教学工作时，把握好教

学顺序,理清知识的逻辑。另外,两个版本的知识层级分布图的比较和分析,提示教师避免以一种版本的教材作为金标准,应以课标为指引,有侧重地参考多版教材,并结合教学实际情况,充分发挥多版教材的优势,实现优势互补,提升教学质量。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.中国教育现代化2035[M].北京:人民教育出版社,2019.
- [2] 中华人民共和国教育部.高中生物学课程标准(2017年版

2020年修订)[M].北京:人民教育出版社,2020:5-6.

- [3] 傅德荣,章慧敏.教育信息处理[M].北京:北京师范大学出版社,2001.
- [4] 佐藤隆博.ISM构造学习法入门[M].东京:明知图书,1996.
- [5] 陈思宇,王永成.基于ISM法的初中物理新教材知识结构及内容分析——以“光现象”为例[J].中学物理,2025,43(02):15-17.
- [6] 张群喜,张松.基于ISM法的中英高中生物学教材结构的分析与比较——以“变异与育种”内容为例[J].生物学教学,2020,45(01):9-13.

