

思维导图在物理化学教学中的应用

陈亚芍* 宁清茹

(陕西师范大学化学化工学院, 西安 710119)

摘要: 通过介绍思维导图的特征以及思维导图软件XMind的主要功能特点, 阐述了思维导图应用于物理化学的理论基础。以XMind软件作为绘制工具, 以“热力学第二定律”为例, 探讨了将思维导图运用于单元总结中, 在建构知识体系、把握知识脉络以及训练思维能力方面的有效作用。进一步以本章重要知识点“熵增加原理”为例, 尝试思维导图在知识点的理解掌握、拓展应用等方面的具体应用。

关键词: 思维导图; XMind; 物理化学; 单元总结; 知识点

中图分类号: G64; O642

Application of Mind Mapping in Physical Chemistry Teaching

CHEN Ya-Shao* NING Qing-Ru

(School of Chemistry & Chemical Engineering, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, P. R. China)

Abstract: By introducing the characteristics of Mind Mapping and the associated software (XMind), the theoretical basis for applying Mind Mapping to physical chemistry is elaborated. Taking the second law of thermodynamics as an example, the effective role of Mind Mapping in constructing the knowledge system, mastering the knowledge, and training the thinking ability is illustrated.

Key Words: Mind Mapping; XMind; Physical chemistry; Summary; Knowledge points

物理化学是物理学和化学相互渗透的一门交叉学科, 作为化学、化工、材料专业的一门重要课程, 它集数学、物理、化学知识于一体, 具有内容逻辑性强、概念多、公式应用条件严格、记忆量大等特点。在物理化学学习初期, 部分学生会感觉不适应该课程的思维方式和教学内容^[1]。对讲授这门课程的教师而言, 物理化学有着严谨、完整的知识体系, 许多概念、公式并非孤立存在, 关键是如何帮助学生从看似杂乱无序的知识点、知识群之间建立关联, 以点成线、成面, 形成知识网络, 使其富有层次感、逻辑性, 以提高学生对物理化学的学习效率, 是理工科物理化学教学工作亟待解决的问题。

近年来, 随着教学信息化的实施, 思维导图作为一种可视化的教学辅助工具在各个学科领域得到广泛应用。其特色主要体现在能激发和整理思维, 促使学习者整合新旧知识, 建构知识网络, 进而从整体上把握知识, 促进有效学习。目前, 关于思维导图在化学类课程中的教学研究多集中在中学, 将其应用于大学教学中的研究涉及较少^[2], 并主要集中在有机化学、高分子化学等方面^[3-5], 在物理化学、结构化学课程教学中的探讨较少。笔者从学生对物理化学知识的掌握和思维能力培养角度, 尝试将思维导图应用于物理化学教学中。

*通讯作者, Email: yschen@snnu.edu.cn

基金资助: 教育部高等学校化学类专业教学指导委员会教学改革项目; 陕西师范大学教学改革研究与建设项目(16KG23)

1 思维导图简介

1.1 思维导图的特征

思维导图(Mind Mapping), 又叫心智图, 是由英国著名教育家托尼·巴赞(Tony Buzan)提出的一种新型思维方式。与以单一枯燥的语言符号为载体的线性思维模式相比, 思维导图侧重于由图形、颜色、代码、线条、形状、联想等多维因素所构成的图式在认知结构中的重要性。思维导图是放射性思维的具体化。所谓放射性思维, 是以问题(主题)为中心, 通过对大脑中的信息进行加工、编码、分类, 使其成为中心主题向外发散的分支上的关节点, 而每一关节点又可看成是子主题, 再向外发散形成更低一级的分支……, 以此形成有条理的思维。

思维导图作为一种非线性的思考方式, 其目的主要是为了激发和整理思维, 从而使零散琐碎的信息结构化、系统化。它的基本特征表现在: (1) 焦点集中, 主干发散。焦点清晰地集中在画布中央, 主干作为分支从中央图像向四周发散, 每一主干下面又有各自的内容, 条理清晰。(2) 内容简洁, 层次分明。每一个分支上由一个关键词组成, 关键词的使用使得观点简洁凝练、核心突出^[6]。另外, 导图是按照知识的内部结构进行分层加工, 重要话题、与中心主题关联性强的话题往往放在靠近导图中心的位置。(3) 边学边做, 不断更新。随着对事物认识的深入, 人的思维总是在发生着变化。所以, 思维导图没有完成时, 需要绘图者定期去维护。(4) 在文字之外引入图形、颜色、线条, 使记录变得轻松愉快, 让学生享受整理思绪的乐趣。

1.2 XMind7.5的功能和特点

思维导图的广泛应用, 使得制作思维导图的软件开发如雨后春笋般涌现。与手绘相比, 使用软件制作思维导图更符合数字信息化要求, 便于复制、编辑加工、传播、移植、共享^[7]。可以用来绘制思维导图的软件有很多种, 例如, MindManager、iMindMap、MindMapper、XMind、FreeMind、NovaMind、Inspiration、Coggle等等。大多数的思维导图软件都支持 Windows/Mac 平台, 随着技术的日趋成熟, 不少软件研发公司已经着手思维导图 APP 的开发。

XMind 作为国产的开源跨平台思维导图软件, 它采用 Java 语言开发, 非常注重软件的可扩展、跨平台、稳定性等^[8]。XMind 有免费版和商业版, 与 MindManager、FreeMind 相比, 作为后起之秀的 XMind, 其独有的功能特点使绘图者应用起来更加方便、快捷。具体体现在: (1) 多样化的模板。XMind 的模板美观实用, 风格多变。它除了具备一般思维导图的功能外, 还能够绘制鱼骨图、矩阵图、甘特图、组织结构图等。并且能够在一张画布上根据自己的作图需要插入多种风格的视图。(2) 强大的附件。在 XMind 中, 对于比较重要但所占篇幅较大的内容, 可以在关键词处插入附件, 使思维导图变得“丰满”。附件可以是文本、表格、图片、音频、视频等等。(3) 可伸缩性良好。可以利用 XMind 中的上钻下钻功能, 选择其中一个主题, 进行下钻, 以该主题为中心连同它的子节点都会出现在新图中, 通过上钻又可返回到原图^[9]。利用上下钻间的伸缩性, 学习者可以将精力集中在关键的分支上。(4) 轻松多页打印。XMind 可以将一个超级大的思维导图打印在多张纸上, 然后把各部分拼接起来, 这样, 我们可以将一个章节甚至是一本书的内容全部绘制在一副大图上, 只要对着它, 很快就能找到关键的知识点。(5) 共享促进成长。分享、交流是激发思维的最好方式。可以借助 XMind 的共享功能, 将自己做好的 XMind 文件发送给同伴或者老师, 获取意见或建议。他们能够利用 XMind 里的“批注”功能, 做出评论, 学习者通过查看点评, 反思并再次修图。

2 思维导图在大学物理化学中的应用

2.1 将思维导图应用于物理化学的理论基础

物理化学是一门组织有序、各章节联系紧密的学科, 往往为了解决一个问题, 要引入许多相关的概念和公式。但是深入学习后不难发现, 很多公式的引入都是由一些基本公式推导而来, 例如关于热

力学第一定律的计算,主要公式只有体积功、热的定义式及热力学第一定律,其他公式都是在此基础上结合特定条件推导而来。思维导图是以每一个关键词为中心,在这个词的四周扩充新的关键词,再由这些词进一步联想到相关的词……,通过这个过程,人的思维不断地被激发,在学习热力学的内容时便很容易从简单、基础的概念或是定律出发,通过创设条件,推出其他公式。因此,将思维导图引入物理化学的教学中是一种值得探究的学习方法。

建构主义认为,学习是学习者在原有知识经验的基础上,在一定的社会文化环境中,主动对新信息进行加工处理,建构知识的意义的过程。授人以鱼不如授人以渔,针对物理化学概念多、易混淆的特点,教授学生思维导图的画法,通过师生之间、生生之间的交流与评价,为学生提供一个建构知识的大环境。学生在绘图的过程中,能够将自己每天所学的新知识通过比较、归类不断地补充到原有的知识图中,由于新知识的注入,原图需要做出相应的调整,而这个过程正是对新旧知识的整合。同时,学生根据自己的回忆和理解绘图,不断挖掘自己对知识的理解,遇到有疑惑或是回忆不起来的情况,可以再次打开书本进行阅读,理解后再继续画图,如此反复的过程正是在对信息不断地提取并努力建构信息之间的关系,这便形成了有意义的学习。

在物理化学的学习中,除了严谨的逻辑推理能力,许多知识点需要学生去记忆,好的记忆方法则显得尤为重要。根据认知负荷理论,人类的认知结构由工作记忆和长时记忆组成,其中工作记忆的容量仅为 7 ± 2 条信息组块,而长时记忆的容量几乎是无限的。教学的主要功能是将信息存储于长时记忆中去^[9]。但是信息的加工与编码都是在工作记忆中完成,由于工作记忆的容量有限,为了提高记忆只能在“组块”上下功夫,即通过长时记忆中的已有信息对新接收到的短暂、孤立、项目较小的信息加以组织,使其变为自己熟悉的有意义的组块。通过组块化可以将较小的记忆材料整合到较大的记忆单元中去,这样就能释放更大的活动空间,提高工作记忆的效率。物理化学的知识点繁多且琐碎,如果不对其进行加工,显然不利于长时记忆。思维导图通过图示形式表示知识以及相关关系,通过对知识的细化与整理可以大大地减少冗余的信息,降低工作记忆的负荷。另外,思维导图将零散的知识组织成一个新的有意义的整体,扩充到原有组块中去,使得存储容量有限的工作记忆信息量增加,为思维加工提供了便捷的条件。

2.2 思维导图在物理化学教学中的应用

2.2.1 思维导图在单元总结中的运用

“上课似乎都能听懂,但遇到实际问题时却无从下手”是很多学生在学习物理化学时经常遇到的问题。究其原因,是这些学生课后没有及时归纳总结,没能找到知识的框架主干。物理化学的概念多且抽象,其学科特点决定了物理化学学习需要一定的总结归纳和有序记忆的能力。思维导图是一种很好的帮助学生梳理知识脉络、提高记忆的工具。学生可以在学完一节内容后,对其进行提炼,找出关键词,绘制本节课的思维导图;等到一章内容学完后,可参照每一节的思维导图,概括出单元复习的思维导图。下面以傅献彩、沈文霞等编著的《物理化学》(第5版)中的第三章“热力学第二定律”内容为例,分析思维导图在单元总结中的应用,导图详情见图1。

图1思维导图的制作思路:以“热力学第二定律”为中心节点,以“自发过程”、热力学第二定律的“文字表述”、“Carnot定理”等关键词作为主节点,将整章的主要内容囊括在六部分组成的分支上。基本按照学生对知识的认知顺序,绘制本章总结的思维导图见图1。由图1可知,这一章首先介绍了“自发变化”及其特征(1),在此基础上又引出了Clausius和Kelvin对热力学第二定律的经典表述(2),这两种文字表述都是指某种过程发生的不可逆性和方向性。前者指热传导过程的方向性和不可逆性,后者指热功转换过程的方向性和不可逆性^[1]。这部分内容和第一个分支的内容间存在联系,可以用XMind中的“☞”(联系)符号将两者连接,使知识由点到线,成为一体。同样,Clausius和Kelvin的这两种说法又是等效的,虽然表述的内容不同,但可以从一种说法推断出另一种说法是正确的,它们都

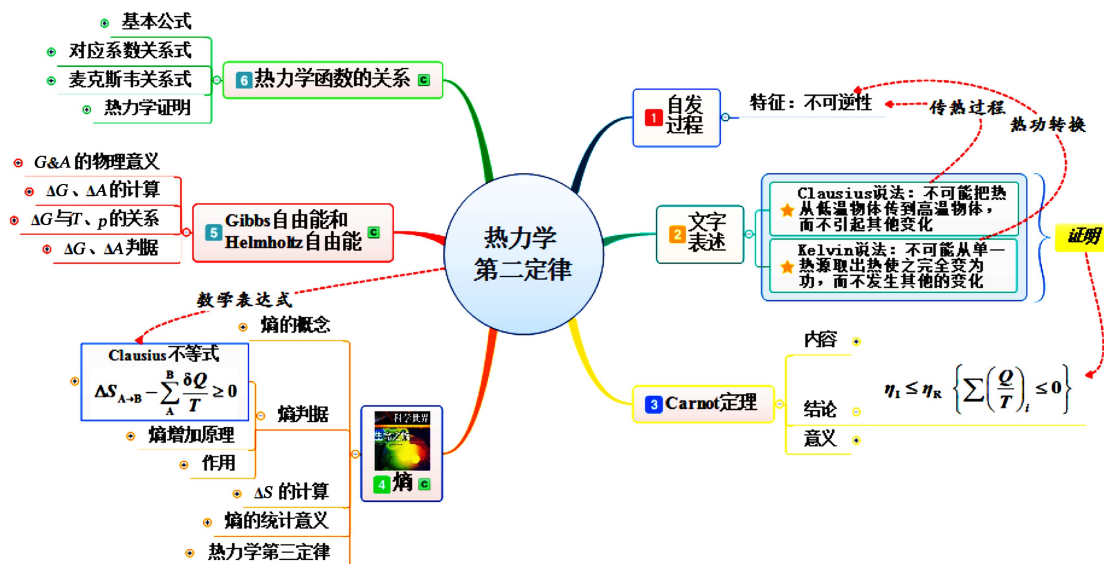


图1 “热力学第二定律”单元总结的思维导图

可以作为Carnot定理中“可逆机效率最大”问题的证明。同样，可以借助XMind中的“☰”（概要）和“☷”符号将三者之间的关系表示出来。整幅图由六个主分支及其子分支构成，向四周发散。从横向看，每一主分支都是按照知识的逻辑顺序展开，将比较重要的项目放在较高层次的分支上，使得层次更为分明；从纵向看，各部分主分支相对独立又彼此关联，通过“联系”符号将相关知识进行连接，这样纵横交错，使琐碎的知识点成为一体，不仅向学生展示了本章内容的整体框架，而且通过知识间的相互联系，可以引导学生关注如何在几个知识点之间建构关联，使知识组块化，提高了工作记忆的效率。

另外，在用XMind制作思维导图后，可将每一子分支处于“+”即关闭状态，这样，先让学生对照着思维导图，回忆每个知识点的内容，如果已经掌握，便不必再浪费时间点击此知识点的具体内容，可以直接看下一个知识点，如果不清楚，可以点击“+”使知识点的具体内容展开。同时，可在各分支上插入图标，将遗忘或有困难的知识作上标记，检测自己对知识的掌握情况，提高学习效率。

由于本章中熵(S)、Gibbs自由能(G)和Helmholtz自由能(A)等内容比较多，如果全部展开，内容太多会给读图和重点理解带来很大影响。思维加工的过程是在工作记忆中进行的，而工作记忆的容量仅为 7 ± 2 条信息组块，依据这个原理，思维导图的分支数以5-7为宜^[6]。为了解决一张图中内容过多的问题，以“熵”的内容为例，可以以“熵”为中心主题建立新画布将其展开(图2)。这样便形成了以“热力学第二定律”为中心的宏观图和以“熵”为中心的微观图。宏观图展示整体，微观图注重细节。同样也可以将“Gibbs自由能(G)和Helmholtz自由能(A)”“热力学函数的关系”等内容作出微观图。另外，这几个图的界面之间可以相互切换，比如现在的界面在图2，再次点击“熵”主分支，又会跳转到原来的宏观图(图1)界面。

通过思维导图向学生展示如何有效地复习，可以实现将几十页的书本知识内容压缩在几张图中，让学生更直观地了解到知识的脉络结构和知识点之间的联系，加深学生对课程内容的记忆，这对于培养学生的总体规划水平也具有重要的作用^[9]。

2.2.2 利用思维导图对知识点进行精加工

在学习了“熵”的相关知识后，到底什么是“熵”，为什么在隔绝系统中，自发过程的熵总是单增增加，等等。这一系列问题着实让初学者对熵函数“伤透脑筋”。在头脑一片混乱的情况下，何不借助思维导图整理思绪，通过对知识点的回顾或拓展，挖掘知识背后的深层关系，使心中的疑惑烟消云散？以“热力学第二定律”一章的“熵增加原理”一节内容为例，图3是绘制的“熵增加原理”思维导图。

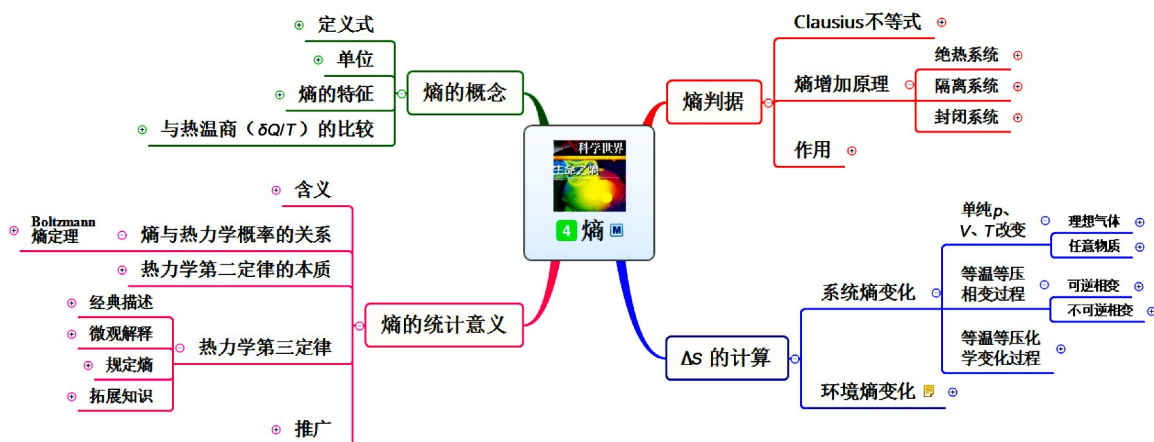


图2 “熵”主分支思维导图的微观图

图3思维导图的制作思路：“熵增加原理”是以Clausius不等式为依据， $\delta Q = 0$ 为条件的引申。它的两种表述都指明熵不会减少，均可直接通过系统 ΔS 的大小关系判断过程可逆与否，只不过在隔离系统中，环境与体系之间没有热与功的传递，熵增加的方向与自发过程的方向一致，所以，熵增加原理有两种类型。在介绍了“熵增加原理”的内容后，研究“熵增加”究竟有何意义，在应用前有什么值得注意的地方？这些问题作为知识体系的一部分，都应该作一小结。作为“强调”内容的第一点“用系统熵变符号……”涉及条目较多，鉴于篇幅有限，作为知识的深化，可以用XMind中的“W” (备注)操作将内容展开(图4)，方便查看。作为知识的引申，“应用”部分中的内容，对培养学生的逻辑思维、知识的灵活运用大有裨益。鉴于学生的水平参差不齐，对知识掌握的深度要求不同，这部分内容可以自行选择学习，但是，如果只停留在将条目罗列出来，给学生的印象或许不够深刻，对于物理化学学习感兴趣的学生得不到提升的空间。但如果将其整个证明过程全部展开，占用篇幅又太多，显然有些本末倒置。为此，可以借助XMind中添加附件的功能，将证明过程以文本的形式镶嵌在思维导图中，如图3中“应用”主分支中的“W”图标，点击进去后可以看到整个应用部分三道典型题的证明过程，这样既节省了空间，也可以实现知识的伸缩，适合不同需求学生的学习。这里的附件不只纯文本一种，表格、图片，甚至是音频、视频都可以插入其中，实现多媒体的交互使用，使教学媒

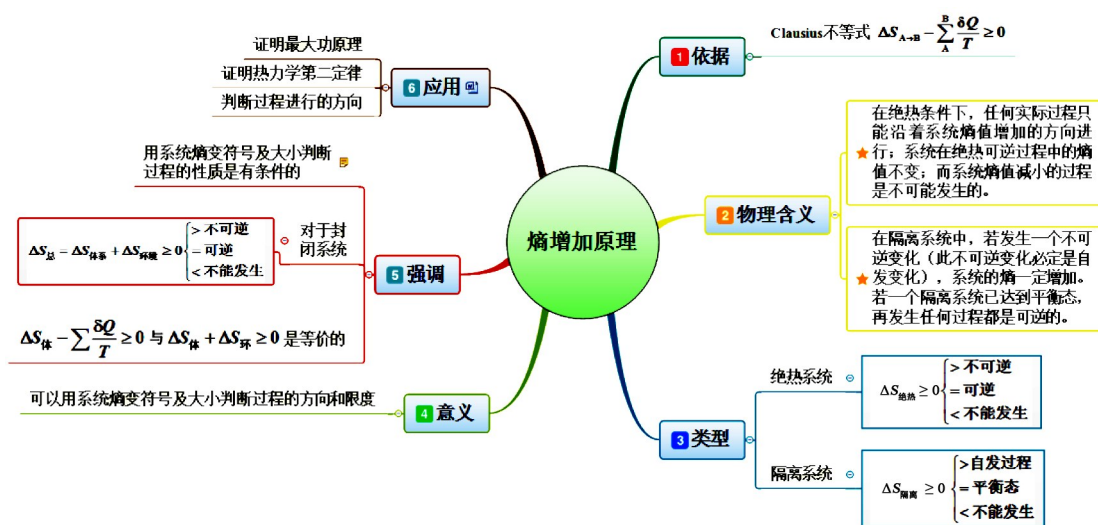


图3 “熵增加原理”知识点的思维导图

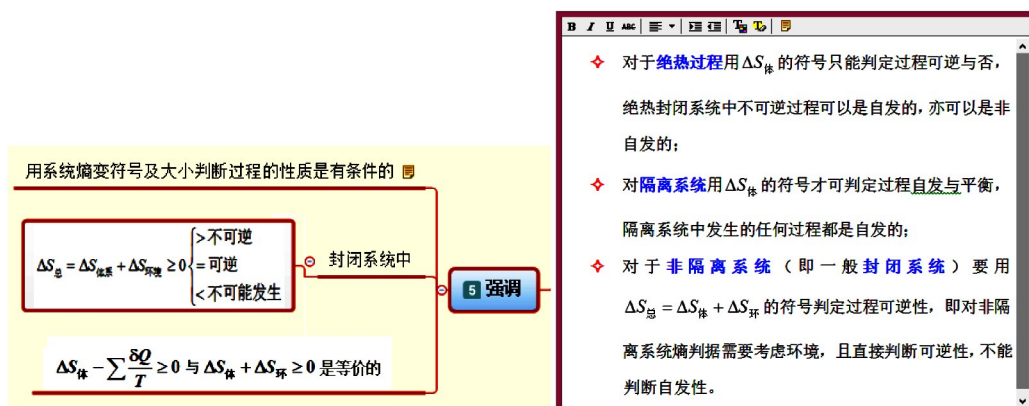


图4 “熵增加原理”知识点思维导图的展开图

介多样化。

中学阶段注重学生基础知识的掌握，而大学的教学更侧重于专业知识、专业技能的培养，教学中适当增加知识的深度是很有必要的。将章节中的重要知识点进行整理，加深对教学内容的理解，非常有利于学生专业知识的巩固和拓展。

3 结 语

本研究以XMind思维导图软件作为辅助工具，分别以“热力学第二定律”单元复习中知识脉络图的构建和“熵增加原理”知识点的精加工为例，尝试将思维导图引入到物理化学的教学中，给学生提供物理化学学习的思维方法。将思维导图应用于总结复习，一方面可以通过对知识的归纳整理，建构知识框架体系，使得章节内容结构化、条理化、系统化；另一方面可以利用思维导图软件中图标标记重难点、易混点，让学生清楚地知道自己对本章内容的掌握情况，及时查漏补缺，使复习更具有针对性。将思维导图运用于知识点的精加工过程中，通过对知识的深层挖掘、拓展延伸，在离散的知识、群之间建立其关联，能够加深对某一主题及相关知识点内容的理解和记忆，从而实现知识的灵活运用。思维导图不仅易学易懂，而且它所体现的发散性思维和物理化学课程体系设置在很大程度上具有相适应性。将思维导图学习法恰当地引入到教学中去，不仅使抽象难懂的物理化学知识变得易于理解，同时，还可以培养学生的自学能力、知识概括能力以及促进学生创新思维的发展。当然，在教育信息化的大趋势下，思维导图作为一种思维工具在教学方面的应用还值得我们进一步探究。

参 考 文 献

- [1] 陈益山. 化学教育, 2015, No. 2, 19.
- [2] 李玉珍, 盖明汉. 学园, 2013, No. 2, 30.
- [3] 陈 博, 陈 凯, 薛蒙伟, 宋 怡. 大学化学, 2009, 24 (2), 66.
- [4] 惠岑峰, 周宜君, 王文蜀, 孙洪波, 冯金朝. 实验室研究与探索, 2013, 32 (3), 153.
- [5] 石 刚, 李 赢, 倪才华. 课程教育研究, 2015, No. 8, 129.
- [6] 赵国庆. 别说你懂思维导图. 北京: 人民邮电出版社, 2015: 12-66.
- [7] 华晓宇, 陈国明. 现代教育技术, 2016, 26 (1), 108.
- [8] 百度百科. XMind. [2016-07-01]. <http://baike.baidu.com/view/1309078.htm>.
- [9] XMind. [2016-07-01]. <http://www.xmindchina.net/chanpin.html>.
- [10] 陈巧芬. 现代教育技术, 2007, 17 (9), 16.
- [11] 傅献彩, 沈文霞, 姚天扬, 侯文华. 物理化学. 北京: 高等教育出版社, 2005: 134-197.