

基于KM教学法的知识图开发、 教学及评估研究*

——以《C语言》为例

周颖, 李葆萍, 马超, 平字栋

(北京师范大学 教育学部, 北京 100875)

摘要: 信息化社会中, 人类学习时间的有限性与知识积累的丰富性之间的矛盾日趋尖锐, 针对这一矛盾, KM教学法主张在教学过程中融入知识逻辑结构图(K图)和思维形式注记图(M图), 以符合信息化学习方式变革的需求。该文基于KM教学法开发了《C语言程序设计》KM图用于教学中, 研发了KMC辅助教学平台, 将课程的KM图链接起来。学生可以通过总图点击进入知识点, 达到反复强化知识结构、牢固掌握知识和知识间的关系的目的。这种学习方式既有助于在学习、复习或编程等实验前聚焦关键知识点, 同时也有助于在课程结束后对本课知识结构留下深刻印象。实验发现中等成绩的学生在使用KM图辅助学习后, 其后测基本语法成绩显著高于使用教材学习的对照组学生。最后, 文章给出了绘制KM图的建议和展望。

关键词: KM教学法; 知识逻辑结构图; 思维形式注记图; 信息化学习方式; 知识图谱

中图分类号: G434 **文献标识码:** A

20世纪90年代后期, 受全球化和信息化双方面的强力推动, 人们可获取的信息量按几何级数增长, 呈信息爆炸之势, 随着时间的推移, 人类学习时间的有限性与知识积累的极大丰富性之间的矛盾日趋尖锐。特别是在大学理科课程的学习中, 学生经常会感到内容太多、头绪纷乱、无从下手; 学后忘前, 遗忘率高; 概念、法则等发生混淆或运用时忽略前提条件等, 在大一新生中这种现象表现得尤其突出, 致使许多学生对当初所选专业产生怀疑、萌生退意。

黄荣怀指出以知识精加工为主的传统学习方式, 即“学习者要在规定的时间内, 按照统一要求和预设的知识单元顺序, 逐个达到规定的测试要求, 对所学内容进行全面掌握的过程”将面临巨大挑战; 在社会信息化进程逐渐加快的当代, 传统学习方式应向信息化学习方式转变; 而信息化学习方式将以知识贯通式学习为主, 所谓知识贯通式学习, 就是学习者在规定的时间内, 在同一学习目标下从了解知识来源和知识结构出发, 逐步掌握关键性知识内容, 对所学内容进行整体掌握的过程。基于此, 其团队所开发的电子教材从内容上超越传统

意义上的教材: “它关注知识单元之间的联系超过知识单元本身”, 在电子教材中将知识单元之间的联系可视化的方法是绘制知识图, 知识图是一种以知识点为基本单位, 对特定课程的学科内容进行结构化表征的图形^[1]。

与此同时, 将各种知识图^[2-10]融入教学过程在近几年来渐成趋势, 如姜强等在C语言教学中将章节学习内容以知识图谱可视化方式呈现给学生, 结合学习数据分析达到了提升学习效果的目标^[11]。教育工作者普遍意识到将知识之间的关系用图形结构表达利于学生理解和接受知识, 这其中以概念图(发明人: 康奈尔大学Joseph D. Novak博士)和思维导图(发明人: 英国心理学家Tony Buzan)的应用最为广泛。赵国庆检索分析了从2001至2011年以“概念图”和“思维导图”为主题词的579篇论文发现, 这些论文中实践应用型论文占比已超过80%, 但存在着研究质量不高、研究创新少、实证研究少、理论提升不够等问题^[12]。

绘制知识图时, 思维导图善于表达具有分类暨发散性思维特征的若干知识点间的关系, 尽管思

* 本文受2014年中央高校基本科研业务费专项资金“KM图教学应用评价研究”(项目编号: SKZZY2014105)资助。

维导图软件支持插入注释和表格等内容,但树形结构仍是其最核心的外在特征,并作为它的本质特征为广大使用者所熟知;概念图擅长表现两两节点间的关系,可继而构成知识网络^[13]。但思维导图和概念图存在两个局限:一为它们首先强调图形的外在形式,其结果是知识之间关系的内涵被限定为树形(思维导图)和点与点间的对应关系(概念图),但是知识之间的关系是丰富多样的,这由知识所具有的本质特征所决定,而不应被某一形式所限定;二为从已发布的两种图形上看,它们更善于表达知识与知识间的微观关系,但除了微观关系,知识之间也具有宏观关系,比如粗粒度知识模块之间所具有的复杂而丰富的关系是宏观的而不是具体的细节知识。

KM教学法(发明人:北京科技大学计算机科学家、首席教授杨炳儒)完全符合当今的信息化学习方式变革的迫切需求,其中所采用的知识图——KM图关注知识及其关系的内涵胜于形式,既可以表达知识点间的微观关系,同时可以表达知识模块间的宏观关系。KM教学法的首篇论文《知识(逻辑)结构核心论教学观初探》^[14]发表于1989年,其中提出的教学观构成了KM教学法成型的思想基础,在至今的26年间,在《数学分析》《价值工程》《离散数学》《知识工程》《C++程序设计》《数据结构》等课程中实践、改进和总结。在实践中进一步明确了该教学观指导下的教学思想、内容、方法等方面的改革方向与操作方法。2006年明确了KM的定义,提出KM教学法,2012年以KM教学法为核心的“认知结构教学论”获得北京市高等教育教学成果一等奖。

尽管KM教学法获得了较为广泛的应用,但除了与思维导图和概念图教学研究同样存在研究质量不高等问题外,已有研究尚存在以下问题:(1)KM图仅用于课堂教学环节,对学生自主学习尚未形成有效支持,学生利用KM图进行的学习并不高效;(2)针对KM教学法的教学效果评估的实验研究中存在着实验设计不严格、统计方法不恰当、结果描述不专业、结果讨论不充分的问题。故此,针对上述两个问题,本研究以《C语言》课程为例,首先经过抽点、连线、成网等步骤绘制KM图,用以支持《C语言》理论课、实验课、复习课的教学,开发KMC教学辅助平台支持学生自主学习;经过相对严格的变量控制进行准实验研究,验证了现有的以语法知识点为主的KM图对实验组学生的语法成绩的提高显著高于对照组学生,并且对中等成绩学生的语法成绩的提高是显著有效的。本文对实验结果进行了充分的讨论,论述了结果的合理性。

一、KM教学法相关概念简介

KM教学法指经深层逻辑思维加工,通过抽点—连线—成网的三步绘图法,及薄—厚—薄的三步教学法,分别在宏观架构与微观演绎层面上,形成知识逻辑结构(Knowledge Logic Structure)与思维形式笔记(Learning in Mind Form)相融合的教学方法。

从宏观层面而论:知识逻辑结构的主要表达形式是知识逻辑结构图(简称K图),具有结构清晰、融会贯通等特点,可使我们对于知识的全貌有一个宏观的认识,并且理清在知识总体上所归纳出的几条线索,这样只要牵动一点就可带动一串,便于记忆与运用。

从微观层面而论:“思维”的主要表达形式是思维形式笔记图(M图),它要融入到每一节的概念、推理、证明、问题求解等环节中,表征其具体、细致、动态、发展的逻辑构成与逻辑推演特征,揭示其形成概念、证明与问题求解的思路,揭示其逐步精化的过程。

KM图并非毫无关联地以单张形式独立存在。KM教学法提出立体化的、优化的教学内容结构——“塔式分层递阶”结构,将图与图之间建立联系,与现有教学内容的“平面化”结构形成了鲜明的对照。由于教学毋庸置疑是一个复杂系统,现代研究表明:分层递阶结构是降低系统复杂度最有效的处理手段,而有序的粒度空间理论是建立复杂系统的分层递阶结构最有效的手段之一。“塔式分层递阶”结构图,如图1所示^[15],是K图和M图的融合,它对应于课程知识的整体结构,甚或于一个学科的整体结构。在该结构中,每一个粗粒度知识点的K图或M图处于它的下一层,是它的诸多子知识点构成的知识逻辑结构图,或它自身的思维形式笔记图。

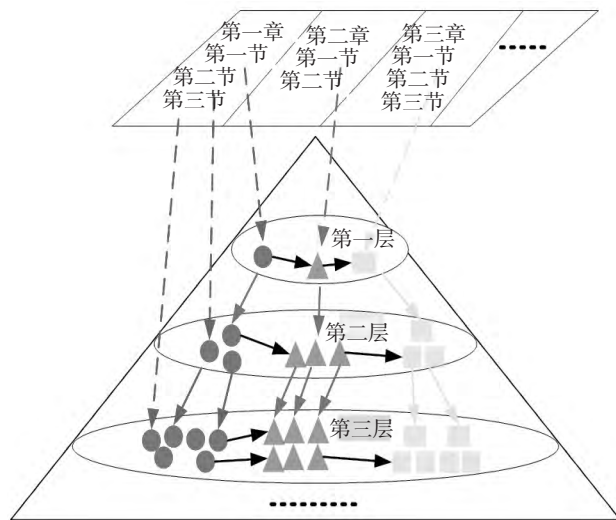


图1 基于KM教学法的教学内容的塔式分层递接结构



二、KMC教学平台的设计和开发

KM教学法的教学目标有两个：一是通过基于KM图的课堂讲解，帮助学生易于理解知识、快速记忆知识；二是帮助学生建立关于课程知识的塔式结构，在更大的知识范围内帮助学生将掌握的知识“串成串”，能够牵一发而动全身，从而利于在实践中运用知识，进一步转化为问题解决能力；利于在知识节点间构建联想，进一步激发创新能力。

但是囿于课堂容量有限，第一个目标由于直接针对每一堂课的教学，故利于目标达成；但课程整体的KM图是在整个学期的教学中陆续呈现给学生的，这就使得学生对图与图之间的关系印象模糊，也就难以建立课程的塔式结构，非常不利于课程知识的整体掌握、长时记忆的保持、问题解决能力的生成和创新能力的激发。

基于此，本研究设计开发了KMC平台用以解决上述问题。KMC平台的核心功能是可以呈现一门课程的所有KM图，且可以将各图链接起来，所有图和它们的链接就构成了这门课程完整的塔式结构。

KMC教学平台的开发和设计不仅仅是将KM图罗列在网站上，它利用网站的链接功能更好地将知识点按照塔式结构的层次展现出来，而不是像纸张一样平面的展示。教学平台上的知识点按照逻辑结构展开，不但方便了学生们在疑难或复习时的查阅，同时在教学平台上通过知识逻辑结构的总图，也就是K图向下查阅思维形式记图即M图中的具体知识，也是一个帮助学生理解和掌握知识逻辑结构的一个过程，学生对于课程知识的逻辑结构在知识路径的查找过程中会获得更清晰的理解。

三、KM图的开发、教学应用和效果评估——以C语言为例

(一) KM图的开发

KM教学法在C语言课程中的实践目前已是第二年，经过第一年的预研究画出以知识逻辑结构图为主的KM图第一版，经过第二年改进，目前已形成30张可以涵盖95%语法知识点的KM图(KM图3个案例，如图2、图3和下页图4所示)。

在KMC平台，这30张图从上至下由知识所具有的内在逻辑结构而链接在一起，形成塔式的知识结构，即学生头脑中的知识是以知识内在的、本质的逻辑结构串成串的。例如：课程顶层图(如图2所示)中的“选择结构”处链接了第二层图(包含if、Switch)，再由第二层图中的“Switch”链接至塔式结构的第三层，即图3，由此，学生在找到Switch语

法点的同时，了解并多次强化Switch这一知识点在C语言整体课程知识点中的位置及与其他知识点的关系。学生们在复习特别是做编程实验时需要查阅知识，以此方式学习，完全改变了传统的看书或课件的线性的知识查阅方式，改为从第一层图开始，逐层点击直至找到当前要查阅的知识点，并在这个过程中将关键知识点及其间关系通过多次强化牢固记忆下来。

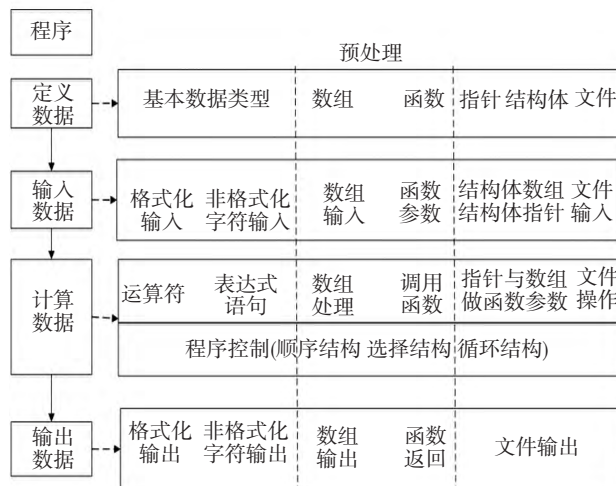


图2 《C语言程序设计》塔式知识结构的顶层图

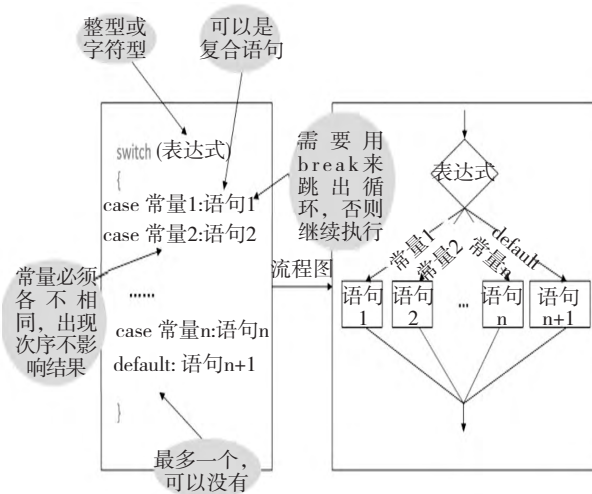


图3 Switch知识图

(二) KM图的教学应用

这30张图在以下教学环节中使用：(1)每课开始给出粗略的知识结构图(相对来说位于塔式结构上层)，供学生了解本课大致教学内容及与其他知识点之间的关系，即“总分总”的教学结构，在KM教学法中将之称为“薄厚薄”，这是第一个“薄”，然后具体讲解各个知识点，这是“厚”；(2)用细图进行阶段总结(相对来说位于塔式结构下层)。这是第二个“薄”，但与第一个“薄”不

根据前测成绩将学生分为高、中、低三组,分别对实验组和对照组中的三组学生进行差异性检验,结果表明在成绩中等学生中两组在基本语



法上存在显著性差异,如表3所示。

表3 成绩中等学生后测得分差异性检验

	F	t	df	Sig. (双侧)	均值 差值	标准 误差值	差分的 95% 置信区间	
							下限	上限
时间	4.11	-2.02	22.00	0.06	-13.08	6.48	-26.52	0.35
基本语法	25.78	2.53	13.42	0.03	0.67	0.26	0.10	1.23
函数	1.10	0.13	22.00	0.90	0.08	0.63	-1.22	1.38
算法	1.37	1.08	22.00	0.29	0.50	0.46	-0.46	1.46
总分	0.04	0.73	22.00	0.47	0.75	1.02	-1.37	2.87

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

从表3可以看出实验组的中等成绩学生在基本语法上与对照组中等成绩学生相比存在显著差异, $\text{Sig.} = 0.03 (p < 0.05)$ 。在耗时方面 $\text{Sig.} = 0.056 \approx 0.06$, 属边缘性显著。

3. 实验讨论

KMC平台上的KM图中的知识点全部为语法点, 不涉及任一算法。从KM教学法的角度看, 参与实验的KM图主要为知识逻辑结构图(K图)。由此看, 实验组和对照组在语法上存在显著差异是合理的。函数、算法和总分中都包含算法的成分, 虽不具有显著差异, 但实验组的成绩均值都一致地高于对照组, 且实验组用时少于对照组, 这些趋势都是明显的。未来研究将对表达算法的思维形式记图(M图)进行深入研究 and 开发, 预计大约会开发近20张M图, 并且与算法流程图不同, 力争引导学生找到算法精髓、关键步骤及其设计背后的思想——算法思维、理清同类算法之间的区别和联系, 最终促使学生在自行设计算法时能以一个清晰的思路、并基于扎实的知识(以K图辅助实现)高效地完成算法设计和程序开发。

两组成绩中等的学生在基本语法方面存在显著性差异, 而成绩高和低的学生这种差异并不明显。分析认为, 成绩高的学生具有较强的学习能力, 相对来说, 他们能够较快地自行理清知识头绪, 故此知识图对他们的帮助并不显著是合理的; 而成绩低的学生由于其知识基础较差, 学习能力可能相对较低, 学习方法可能相对单一, 故此在面对知识图时难以在短时间内理出头绪, 获得有效帮助, 也是合理的, 比如, 在本实验前期的预实验中发现, 一位前期成绩低的学生使用KM图学习, 在看到第一张图时即停下借助KMC而改为翻阅教材, 经询问得知, 她还是想回到书中看具体的知识讲解, 因为她自述——看不懂也不习惯。

四、结论、建议和应用展望

本研究开发了《C语言》整门课程语法知识点

的30张KM图并形成塔式知识结构, 利用开发的KMC辅助教学平台首次将塔式知识结构形式化地展现了出来; 将30张图用于一学期的多种课型中, 如理论课、实验课和复习课, 在复习课后收到学生全面的正面评价; 最后通过准实验研究验证了使用KM图辅助学习的显著促进作用。

经过KM图绘制及用于教学中的实践, 特别是对学习效果的观察和评估, 笔者建议如下: 用Office Visio绘制KM图, 其中可以插入Excel表格, 抓住软件特征并熟练后, 可以快速画出KM图; 为降低学生的认知负担, 一张图中尽可能少地使用文字; 图形要简洁, 用关键词表示知识点, 用简洁的关键词语表示知识点间的关系, 可以简略的词汇尽量简略; 图形的美观很重要, 注意布局和配色, 布局方面要注意图形重心平衡、重点节点突出、图形要舒展大方; 配色方面要注意使用多于一种但不超三种颜色, 使用同色系或对比色, 而不是随意选色; 在KMC网站上, 在一屏中完整显示一张图, 不需上下或左右拖动; 在PPT中显示, 要注意文字大小, 使得坐在最后一排的学生也可以清晰看到; 不要把太多知识点放在一张图中, 注意给知识点分层; 要判断图中节点是否确实是知识点, 并选取合适的知识点; 注意新手有更多使用树形图的倾向, 这与没有深入探究知识点之间的关系是有联系的; 不要迷信印刷文字和其作者, 要看清知识点之间真正的内在逻辑关系并表达出来; 为了促进教学效果, 不断改进已有的KM图。

卢强对“翻转课堂”的实证研究发现: 翻转课堂并没有大幅度提高教学效果^[16]。分析可知, 原因之一是在“翻转课堂”的教学模式中, 教师将各知识点的讲解录制为微视频, 单个视频长度一般控制在5-15分钟, 将知识点做如此切分本意是利于学生保持注意力, 提升学习效果, 但过多的微视频也切断了知识间的联系, 忽视了建立知识结构, 建议教师在实施翻转课堂时引入KM教学法, 用KM图为学生搭建知识结构, 在课堂教学中适时地给出知识粗框架或精框架, 并用KMC平台作为微视频的“目录”, 学生从KM图中的一个知识点处点击微视频观看, 这样学生在学习微视频的同时也在头脑中建立了课程知识的塔式结构, 将众多微视频嵌入在一个牵一点可以带动相关知识点的富结构的知识网络中。类似的, 由于碎片化的特性, 网络微课件、微课程、微视频等微型教与学内容都存在类似的问题, KM教学法将大有用武之地。



参考文献:

- [1] 黄荣怀,张晓英等.面向信息化学习方式的电子教材设计与开发[J].开放教育研究,2012,18(3):27-33.
- [2] Liu SH, Lee GG. Using a concept map knowledge management system to enhance the learning of biology[J]. Computers & Education,2013,(68):105-116.
- [3] Hwang GJ, Yang LH. A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses[J]. Computers & Education,2013,(69):121-130.
- [4] 周新香.思维导图在中学信息技术教学中的应用研究[J].中国电化教育,2010,(18):30-32.
- [5] 杨开城,林凡.教学系统的IIS图分析法及其实证研究[J].中国电化教育,2010,(2):31-34.
- [6] 李白清.语义图在外语教学中的运用与价值[J].外语界,1997,(3):17-21.
- [7] 寇海莲,万正刚.概念图用于C程序设计教学评价的实践研究[J].中国电化教育,2012,(10):114-119.
- [8] 赵红华,陈丽华.思维导图在钢结构教学过程中的应用[J].现代教育技术,2010,20(2):74-76.
- [9] Groth RE, Bergner JA. Mapping the structure of knowledge for teaching nominal categorical data analysis[J]. Educational Studies in Mathematics,2013,83(2):247-265.
- [10] 姚正东.巧用统计图训练逻辑思维——浅谈“图形化”教学思想在小学科学教学中的渗透[J].中国教育信息化,2011,(8):43-44.
- [11] 姜强,赵蔚,王朋娇,王丽萍.基于大数据的个性化自适应在线学习分析模型及实现[J].中国电化教育,2015,(1):85-92.
- [12] 赵国庆.概念图——思维导图教学应用若干重要问题的探讨[J].电化教育研究,2012,(5):78-84.
- [13] 蔡慧英,陈婧雅,顾小清.支持可视化学习过程的学习技术研究[J].中国电化教育,2013,(12):27-33.
- [14] 杨炳儒.知识(逻辑)结构核心论教学观初探[J].天津高教研究,1989,(2),37-40.
- [15] 杨炳儒,马楠,谢永红.知识逻辑结构与思维形式注记教学法研究与探索[J].中国大学教学,2011,(4):57-59.
- [16] 卢强.翻转课堂的冷思考:实证与反思[J].电化教育研究,2013,(8):91-97.

作者简介:

周颖:博士,副教授,硕士生导师,研究方向为创新性教学法、人工智能教育应用、青少年网络素养教育(yzh@bnu.edu.cn)。

李葆萍:博士,讲师,硕士生导师,研究方向为智慧学习环境、1对1数字化创新学习(libp@bnu.edu.cn)。

The Development of the Knowledge Graph, Teaching and Its Evaluation Based on KM Teaching Method

—Take “C Language” as an Example

Zhou Ying, Li Baoping, Ma Chao, Ping Zidong

(Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract: In the information society, a contradiction has been sharp increasingly between the limitations of human learning time and the great richness of accumulated knowledge. In order to solve this contradiction, KM teaching method advocated to integrate the knowledge logic structure diagram (K) and the diagram of Learning in Mind Form (M) in the teaching process. It can meet the demand of change of information learning style. Based on KM, this study developed KMC auxiliary teaching platform, linking the KM graphs of the course. By clicking to enter into the current knowledge point from general drawing, students can strengthen the tower structure of knowledge again and again and further firmly grasp the relationship among knowledge to help to focus on the key knowledge points before experiment, such as in programming. The learning style can improve the students' learning achievement to improve learning interest, but also help to remember deeply this knowledge structure at the end of the course. Based on a teaching experiment, the study found that the students having middle grade in experimental group were better than the students in control group at the basic grammar of programming. At last, the paper gives some advices on applying KM teaching method.

Keywords: KM Teaching Method; Knowledge Logic Structure; Learning in Mind Form; Information Learning Style; Knowledge Map

收稿日期: 2016年3月4日

责任编辑: 宋灵青