

知识逻辑结构图在《C语言》期末总复习课中的应用与实践

Application and Practice of Knowledge Logic Structure Maps in the review lesson of C

Language Course

马超，*周颖，李葆萍

北京师范大学教育学部教育技术学院

* yzh@bnu.edu.cn

【摘要】课程知识的繁多与复杂造成了学生记忆和学习的困难。本研究构造了C语言课程的知识逻辑结构图，力图简化课程内容、提炼课程知识体系，帮助学生记忆和运用知识。本研究使用特定的教学法在C语言课程的日常教学以及期末复习课中应用了知识逻辑结构图。在期末总复习课中使用知识逻辑结构图进行整个课程知识的整理和复习，并获取了学生反馈意见。学生对知识逻辑结构图在课程中的使用给出了较多的正面反馈和一定的改进意见。

【关键字】知识逻辑结构图；C语言；复习课

Abstract: Students are burdened with learning and remembering complicated and large amount of knowledge. The study constructed knowledge logic structure maps of C language course and endeavors to simplify and refine the curriculum knowledge for students' memorizing. The course adopted the specific pedagogics which applies knowledge logic structure maps in daily teaching and review classes. The Knowledge logic structure maps were used to systemize and review knowledge in the last lesson and students' feedback was collected. Suggestions and positive assessment were given by students.

Keywords: knowledge logic structure maps, C language, review lesson

1. 引言

在社会信息化进程逐渐加快的当代，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，致使许多学生对学习产生畏难情绪，学习效果欠佳。

杨炳儒较早地预见到了社会信息化进程中教学方式变革的必然，提出“知识（逻辑）结构核心论教学观”（杨炳儒，1998），知识逻辑结构的表达形式是知识逻辑结构图（简称K图），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。K图是知识图的一种；一张一张的K图以分层递接结构构成“知识塔”，完全打破了构造知识常用的线性结构。

本研究构造了《C语言》的知识逻辑结构图31张，除在日常教学中应用外，本文重点报道其在复习课中的应用和学生反馈，对知识图的教学应用研究具有积极的意义。

2. 国内外知识图研究进展

使用图示化的方法或者说知识图来进行教学的历史由来已久，奥苏贝尔的有意义学习中就

Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). *Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016*. Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education.

蕴涵图示组织对于概念学习和认知的帮助 (Ausubel,1968), 认知科学的实验证据也表明对知识进行视觉表征可以加强学习 (Vekiri,2002;Winn,1991), 而图示化对于记忆存储的作用 (Larkin & Simon ,1987) 和知识可视化工具对于有意义教学的作用 (Hay & Kinchin&Lygo-Baker, 2008) 也都被验证。本研究中的知识逻辑结构图作为一种新的知识图由于提出时间较晚、发展较为缓慢, 可借鉴的研究也较少。而同为知识图的概念图教学研究在国内外如火如荼地发展着, Novak 将概念图 (Concept Map) 定义为: 使用节点代表概念, 使用连线表示概念之间关系的知识组织和表征工具 (Novak,1990)。由于概念图与知识逻辑结构图皆为知识表征工具同时及其提出时的学术背景决定了概念图的教学研究成果相对丰富、严谨且具有较高的水平, 故以下简要论述概念图的教学研究进展, 借此给本研究以相应的借鉴。

Novak 最初把概念图作为一种评价工具, 应用于研究儿童科学知识的掌握, 测定学习者已有的知识。目前概念图已作为一种学习工具, 被许多教师掌握和应用。概念图作为一种有效的知识图对教学具有积极的影响, 比如: 国内外研究者普遍认为概念图作为一种学习策略, 能促进学生的意义学习, 合作学习和创造学习、最终能使学生会学习 (Chang, Sung& Chen, 2002; Chularut& DeBacker, 2004; Guastello, Beasley& Sinatra,2000); 概念图可以作为一种元认知策略, 提高学生的自学能力, 思维能力和自我反思能力 (朱学庆, 2002)。

由于许多研究者认为, 画概念图的行为可以促进学生对概念的学习 (Martinez, Perez, Suero, & Pardo, 2013), 故此在概念图的众多研究中, 存在相当数量的研究均由学生自己绘制概念图 (Martinez, Perez, Suero & Pardo, 2013; Ingec, Sebnem & Analysing, 2009; Rollnick, Mundalamo & Booth, 2013), 例如: 曹培杰将概念图用于小学作文教学中, 针对众多概念, 学生以小组为单位进行合作绘图, 然后进行写作, 控制组仅在是否绘图上与实验组不同, 结果表明概念图教学在促进学生确立文章中心和写作条理性方面具有显著的作用 (曹培杰、王济军、李敏和何克抗, 2013)。保罗·基尔希纳在《为什么“少教不教”不管用》一文中指出: 人的认知架构特点、专家和新手的区别以及认知负荷理论都充分证实了“指导性教学”的优越性, 重视对学习过程提供指导比一味主张少教不教效果更好、效率更高 (保罗·基尔希纳、约翰·斯维勒、理查德·克拉克、钟丽佳和盛群力, 2015)。也就是说, 虽然大量研究证明引导学生画图比不引导学生画图教学效果更好, 但这并不意味着引导学生画图的少指导性教学能超越教师使用专家图开展的指导性教学的效果。另外, 早有研究证明概念图可以帮助专家更清晰地传递自己的知识给学习者, 从而帮助学习者更好地理解知识的结构, 且由专家所制作的概念图是学科知识教与学的有效工具, 对短期学习和长期学习均有正向影响 (Martinez, Perez, Suero, & Pardo, 2013)。故此, 本课题对教师自身运用 K 图进行教学及其效果进行研究, 希望提升教师直接运用知识图进行教学的水平。

另外, 与概念图不同的是, K 图不将知识点之间的关系仅限于以二元为主的具象关系, 与思维导图不同的是, K 图不将知识的形式仅限于以发散为主的树形结构。事实上, 知识间的关系是丰富多样的, 应该由知识的内在的、本质的逻辑结构所决定。K 图以知识的逻辑内涵为构图的核心基础, 以对图形形式的追求为辅助手段, 终极目标是最大化地促进教育教学效果, 故此无论从内涵和形式上 K 图都涵盖了概念图和思维导图, 且比之更加丰富。基于此, 本研究选择将知识逻辑结构图用于教学之中。

3. 教学案例

3.1. 教学对象

笔者所选择课程为《C 语言》, 也可称为《C 语言程序设计》或《C 程序设计》, 18 个教学周, 每周四课时, 包含二课时理论课和二课时编程实验课, 系全校公选课。参加本次复习课的学生人数共 30 人, 男女比例为 1:1, 他们来自于物理、化学、生物等专业, 在大学一年

级第二学期学习本课。本课程系计算机专业课程，作为通识教育课为学生开设，绝大多数学生没有编程基础和计算思维，也不会继续学习其后续计算机课程，故对学习内容容易提不起兴趣。

本次复习课是本学期最后一次课，学生的知识基础状况为：除有学生多次因前一节实验课未完成而在其他课留堂等各种原因未能到本课、有落课的情况外，学生们完成了一学期的教学，参加了每周一次的编程实验，了解了本课程的知识、具有一定的编程能力。

3.2. 教学过程

本研究经过抽点—连线—成网三步法，使用 Microsoft Office Visio 和 Excel 软件绘制知识逻辑结构图。首先绘制出第一版进行教学应用，在应用的基础上对发现的问题进行改进，改进的原则为：不重图形形式，而以充分表达知识的内在逻辑为第一要务，即形式为内容服务，如绘图中既采用了概念图、思维导图，也采用了二维表等其他形式；以最大化地促进教育教学效果为目标，如为了减轻学生的认知负担，不把太多知识点放在一张图中，注意给知识点分层。改进后形成第二版共 31 张 K 图，涵盖了《C 语言》95% 的语法知识点，且从顶层图开始，31 张知识图从上自下由于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，通过电子演示文档演示，该演示文档仅能通过点击链接进入其他页面。K 图由多年 C 语言课程教学经验的教师设计和改进，期间采纳教学专家的意见及学生的有效建议。

在一学期中采用 K 图开展教学的过程如下：

(1) 每课之始给出粗略的知识逻辑结构图，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，这是第一个“总”。然后具体讲解各个知识点的知识细节，这是“分”。用知识逻辑结构图进行下课前的总结，这是第二个“总”，但与第一个“总”不同，而是包含了高度概括的具体知识点和知识点之间关系的“总”，即数学家华罗庚所说的“真正的会读书是能够将一本书读成一张纸，又能将一张纸读成一本书”。

(2) 编程实验中，供学生随时查阅，学生经多次查询，可以逐步强化知识的结构，帮助学生减少头脑中的知识断点。

(3) 每课之初回顾上节课的知识、随时复习（比如章、节结束）、总复习知识串讲。

在一学期使用 K 图开展教学的基础上，笔者使用本演示文档在 100 分钟内为学生进行了考前总复习知识串讲，然后请学生对这次基于知识图的总复习方法写下感想，并提出了他们希望的改进意见，不少于 50 字。此过程类似于无结构访谈，过程中教师未给任何暗示。

本研究共收集学生感想 30 份，对学生的感想进行词频统计等分析，得出研究结论。

4. 研究结果

4.1. 知识逻辑结构图及其解读

《C 语言》课程知识包括语法和算法，以语法为主，是教学重点。使用 31 张知识逻辑结构图进行复习，旨在帮助学生通过了解知识点及知识点与知识点之间的关系，在不增加学习时间的情况下提升学生的记忆力，可以记得更牢、更长久；提升理解力，可以理解得更透，能够融会贯通地掌握知识；提升问题解决能力，可以更好地运用知识解决问题；长久以往可以提升联想力和创新能力。

图 1 是《C 语言》课程总图，即顶层图，图中每一个灰色的小圆点处都有一个链接，点击它可以打开对应的二层图。该顶层图涵盖了本学期《C 语言》教学的总体内容，它将《C 语言》知识纵向定义为“数据结构+算法”，进一步分为“定义数据+输入数据+计算数据+输出数据”，横向上，根据知识的递进关系分为三个层次，然后将粗粒度知识点嵌入纵横两向的架构中，有机地构成知识网络。如：定义数据包含基本数据类型、数组、函数、指针和结构体的定义；

每一个数据类型向下都对应了它相应的构造算法的方法，如：就函数而言，输入数据的方法是通过函数参数，计算数据的方法是调用函数，输出数据的方法是函数返回，而程序控制的三种结构是面向所有数据通用的。如此，清晰、简洁地告诉学生看似纷繁复杂的课程知识点并不复杂也不纷乱，知识点及其间的关系可以一目了然。

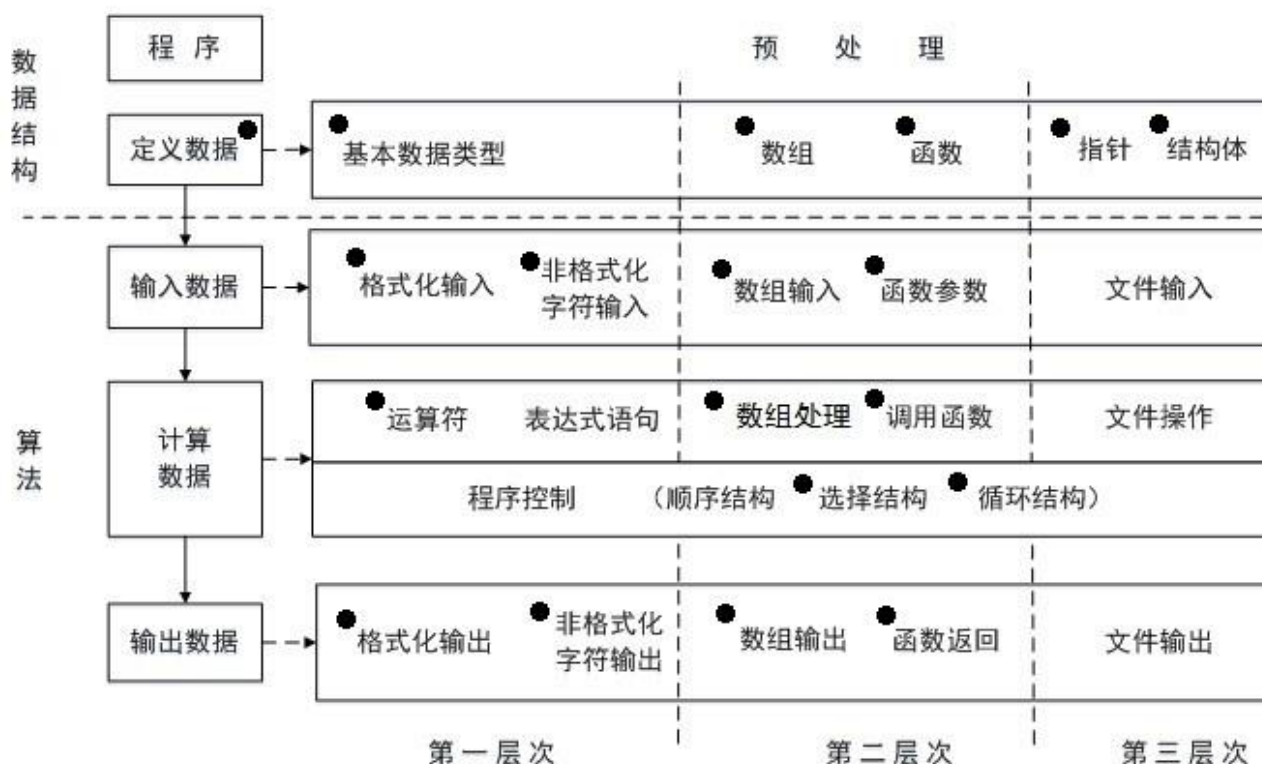


图1 《C语言》知识逻辑结构顶层图

总复习也由此开始，以第一层次至第三层次的顺序陆续点击链接，打开二层知识图，进而三层或更深层知识图，进一步向学生展示细节知识。每次打开一张知识图，可以沿链接继续深入点击或返回上层知识图，再从上层图中进入平行的知识节点对应的知识图。

本次开发的31张图中，顶层图一张，其中有19处链接，但有二层图18张，其中两处链接共用一张二层图，三层图11张，其中一张既是一张图的三层图，又是另一张图的四层图，故此，31张图所形成的塔式结构并非树状结构，而是以树状为主的网状结构，即图与图之间的链接仍然不受形式所限，仅由图与图的本质关系来决定。

图1的图形形式既不是概念图也不是思维导图，如果用这两种图来表示图1的内涵，所得图形将变得复杂且不清晰。图2是点击“基本数据类型”后打开的二层图，它以二维表形式来呈现知识及其间的关系。与“基本数据类型”这一知识点类似，很多知识点可以从不同角度将其做不同的细分，得到不同的子维度，如基本数据类型可以分为整型、浮点型和字符型等子维度，也可以分为数据类型的类型符、所占字节、取值范围等子维度，从两个不同的角度得到的子维度交叉就可以得到具体的子知识点，如从图2的二维表中可以看出“字符型”“所占字节”为1（个字节）。

数据类型	类型符	符号修饰符	值域修饰符	符号符+值域符+类型符	含义	所占字节	取值范围 (在VC++ 6.0 中)	实例
整型	int	signed 可省略	short	[signed] short [int]	有符号短整型	2	-32768~32767	short a=-3,b=0,c=33;
				[signed] int	有符号整型	4	-2147483648~2147483647	int a=-3,b=0,c=33;
			long	[signed] long [int]	有符号长整型	4	-2147483648~2147483647	long m=223467;
	unsigned	short	unsigned short [int]	无符号短整型	2	0~65535	unsigned short a=1000;	
			unsigned int	无符号整型	4	0~4294967295	unsigned int u=1000;	
		long	unsigned long [int]	无符号长整型	4	0~4294967295	unsigned long m=0x1FABCEf;	
单精度浮点型	float		float	单精度型	4	0 及 1.2×10^{38} ~ 3.4×10^{38} 有效数字: 6	float f=2.14f;	
双精度浮点型	double		double	双精度型	8	有效数字: 15	double x,y;	
		long	long double	长双精度型	8	有效数字: 18	long double x,y;	
字符型	char		char	字符型	1	0~255	char c='A';	

注: []表示其中内容为可选项
 变量定义格式: 类型符 变量名 1,变量名 2,...变量名 k;
 变量命名规则: (1) 由 a-z、A-Z、0-9、_ 组成; (2) 变量名的第一个字符不能是数字; (3) 关键字不能作为变量名; (4) 区分大小写;

图 2 基本数据类型的知识逻辑结构图

图 3 位于第三层，由“选择结构”点开包含 if 和 switch 的二层图，再点击 switch 而得到。图 3 中使用了三种颜色，其中红色标示了易错之处，提醒学生注意。5 个椭圆型内以尽可能简洁、易懂的语言说明了 switch 语法的 5 条注意事项，也即 switch 语法中需要掌握的全部知识点，5 个椭圆型使用了 2 种颜色：橙色和白色，一方面起调节作用，避免视觉疲劳，另一方面与红色一起不超过 3 种颜色，同样是为了避免由凌乱造成的视觉疲劳。同时在颜色的搭配、字体大小和图形的布局上均注意了以美观大方为原则，最终目的是为了达到最好的教育教学效果。

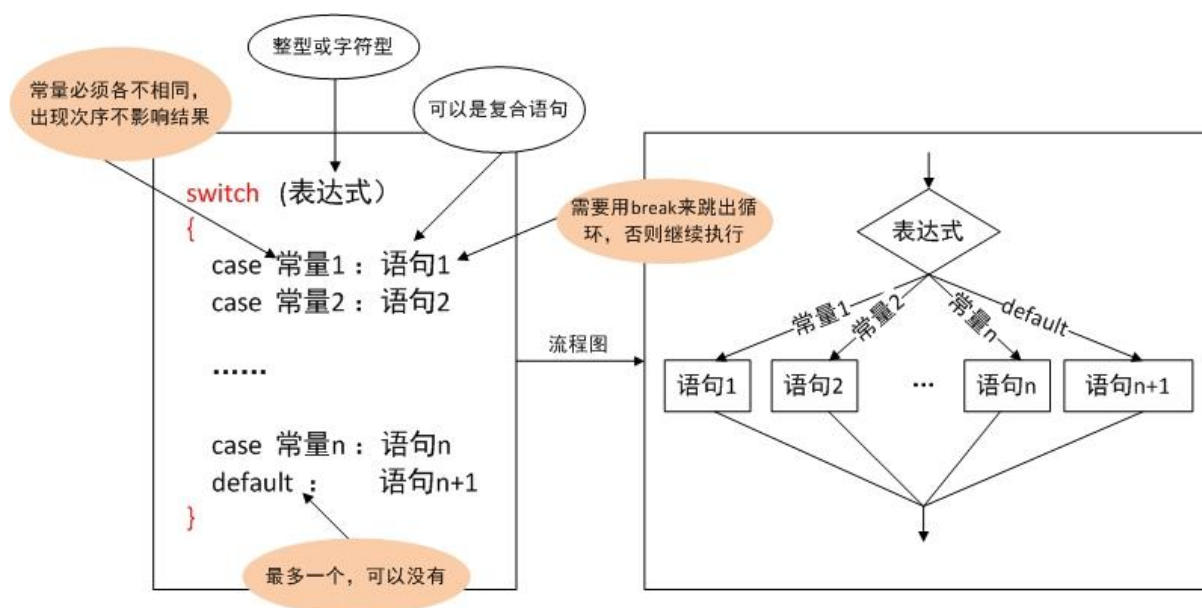


图 3 switch 的知识逻辑结构图

图 4 是点击“定义数据”打开的二层图，该图是多种图形形式的灵活运用，但对图形形式的追求不是目的，k 图绘制的最终目标始终是通过科学、清晰、准确的方法表达知识的内涵——内在逻辑结构来取得最大化的教育教学效果。

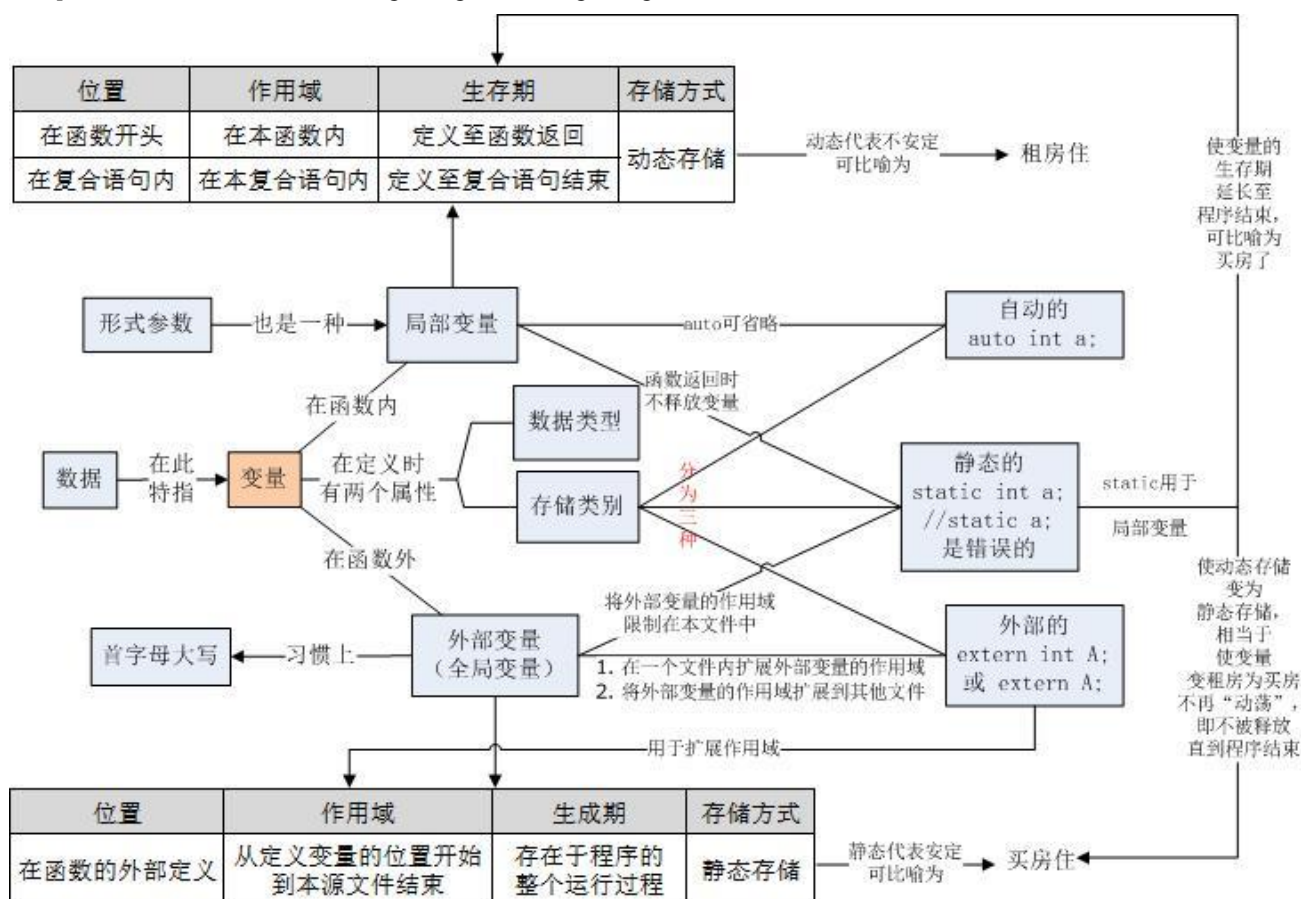


图 4 定义数据的知识逻辑结构图

4.2. 学生对复习课反馈

学期末，笔者使用 31 张 KM 图在 100 分钟内为学生进行了考前总复习，然后请学生对这次基于知识图的总复习方法写下感想，并提出了他们希望的改进意见，整理学生的感受主要为：

(1) 知识图有逻辑结构，例如“知识呈网状结构，与教材的线性结构相比，更利于融会贯通。”、“是一种很科学的复习方式，对于我这种对于 C 语言学科整体把握不是很充分的人来说能有一个高屋建瓴的系统性认识，有利于快速理解整个知识系统的学科构架，各知识点之间的关系。”、“信息量大，浓度高，很爽，点赞！提纲挈领！”、“以这种结构图来复习，优点是各知识模块之间的结构清楚，相比直接用书本复习要直观，而且省时。”等。

(2) 知识涵盖全面，例如“知识点总结十分全面，清晰，使用该图复习可以起到事半功倍的作用。”、“我觉得这种方法很好，十分直观，而且流畅，将知识点梳理了一遍，感觉知识点强化了不少，很有用。”、“非常棒，知识点基本能够掌握，相比于复习课本更加快捷，思路也比较清晰，但是缺少了相应例题，在运用上欠缺一些。”

而统计共 30 份学生感想，可以发现：29 位同学给出了正面评价，并在其中包含了他们的建议。学生的评价中包含正面评价和建议，可以提炼出的正面评价和出现频率如表一所示：

表 1 学生正面反馈表

正面反馈	次数
效率高、省时	12 次
知识系统、整体把握、提纲挈领	10 次
清晰	5 次
直观	5 次

记得牢、强化知识	3次
促进理解、易于融会贯通	3次

学生的建议频率如表 2 所示：

表 2 学生建议表

改进意见	次数
加入典型例题	11次
复习时间紧张	4次
希望图形中附页码	2次
字小	2次
脉络复杂、需要细心理解	1次

5. 讨论

在一学期教学的基础上，这次复习课一方面帮助学生巩固、强化所学知识，另一方面再次向学生展示知识与知识间内在的逻辑联系和本质的关系，帮助学生将所学的知识“串”起来，更深入地理解知识。从学生的感想中可以看出在某种程度上达成了教学目标。

而在实际的复习教学中发现针对以下两类的学生的教学存在一定的难度：

- (1) 有缺课且未补上的学生，由于没有学习某章节知识，从而谈不上复习。
- (2) 具有顽固线性思维的学生。

同时从同学们的反馈意见来看对于知识逻辑图的进一步完善可以是：在对于某个具体知识点附上相对应的例题解读和书本页码对照；加强知识图的美化工作。而复习教学中则可以增加一定的课时来帮助学生来消理解。尽管在同期随机选课的三个班级的学生中本班学生的期末成绩最优秀，但是不能排除各班教师教学能力差异的因素，因此 K 图及其教学方法对于学生成绩的影响仍然值得进一步验证。

附注

本文受 2014 年中央高校基本科研业务费专项资金资助（项目批准号：SKZZY2014105），批准项目名称：KM 图教学应用评价研究。

参考文献

- 朱学庆（2002）。概念图的知识及其研究综述。《上海教育科研》，10，31-34。
- 杨炳儒（1989）。知识（逻辑）结构核心论教学观初探。《天津高教研究》，2，37-40 转 45。
- 保罗·基尔希纳、约翰·斯维勒、理查德·克拉克、钟丽佳和盛群力（2015）。为什么“少教不教”不管用——建构教学、发现教学、问题教学、体验教学与探究教学失败析因。《开放教育研究》，02，16-29。
- 曹培杰、王济军、李敏和何克抗（2013）。概念图在小学作文教学中应用的实验研究。《电化教育研究》，05，104-108。
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Chang, K. E., Sung, Y. T., Chen, I. D. (2002). The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization. *Journal of experimental education*, 71(1), 5-23.

Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). *Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016*. Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education.

- Chularut, P., DeBacker, T. K. (2004). The influence of concept mapping on achievement, self-regulation, and self-efficacy in students of English as a second language. *Contemporary Educational Psychology* , 29(3), 248-263.
- Guastello, E. F., Beasley, T. M., Sinatra, R. C. (2000). Concept mapping effects on science content comprehension of low-achieving inner-city seventh graders. *Remedial and Special Education* , 21(6), 356-365.
- Hay, D., Kinchin, I., Lygo-Baker, S. (2008). Making learning visible: the role of concept mapping in higher education. *Studies in Higher Education* , 33(3), 295-311.
- Ingec, S. K. (2009). Analysing Concept Maps as an Assessment Tool in Teaching Physics and Comparison with the Achievement Tests. *International Journal of Science Education* , 31(14), 1897-1915.
- Larkin, J. H., Simon, H. A. (1987). Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words . *Cognitive science* , 11(1), 65-99.
- Martinez, G., Luis Perez, A., Isabel Suero, M., Pardo, P. J. (2013). The Effectiveness of Concept Maps in Teaching Physics Concepts Applied to Engineering Education: Experimental Comparison of the Amount of Learning Achieved With and Without Concept Maps. *Journal of Science Education and Technology* , 22(2), 204-214.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education . *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Rollnick, M., Mundalamo, F., Booth, S. (2013). Concept Maps as Expressions of Teachers' Meaning-Making while Beginning to Teach Semiconductors. *Research in Science Education*, 43(4), 1435-1454.
- Vekiri, I. (2002). What is the value of graphical displays in learning? *Educational Psychology Review*, 14(UNSP pp504-edpr-3743343), 261-312.
- Winn, W. (1991). Learning from Maps and Diagrams. *Educational Psychology Review*, 3(3), 211-247.