

浅析认知负荷教学设计理论的问题^①

石 伟

西南大学 文化与社会发展学院, 重庆 400715

摘要: 对认知负荷理论存在的一些问题进行了探讨, 认为: ①理清认知负荷与学习之间的关系, 可探索影响工作记忆及调节认知过程的个体差异变量对认知负荷的作用; ②澄清三种认知负荷的定义, 可将其与教学目标相联系, 并考虑先前知识、工作记忆容量和具体领域能力的个体差异, 加强直接测量认知负荷的实证研究; ③应该明确假设工作记忆的结构及其与认知负荷的关系, 认知负荷的可加性假设也应建立在工作记忆不同的亚系统基础之上; ④认知负荷研究应采用并接纳其他可提高外部效度的研究方法, 并将其研究内容扩展到定义不良的学科领域.

关键词: 认知负荷; 工作记忆; 可加性假设; 外部效度

中图分类号: B84

文献标志码: A

认知负荷理论(cognitive load theory, 简称 CLT)认为教学应该根据人类认知系统的结构与特征进行设计, 这样才能促进学习. 它假设工作记忆是信息加工的主要场所, 但它对新信息的容量和保存时间有限, 而长时记忆是信息储存的主要场所, 其容量和保存时间无限, 并且加工从长时记忆提取出的图式信息不受工作记忆容量和时间的限制, 甚至会以自动化的方式运行^[1]. 学习就是构建图式, 是长时记忆的内容发生持久变化的过程, 这个过程是积极的, 但需消耗心理资源, 当学习所需的心理资源的总量超过了认知系统本身所具有的心理资源的总量时, 就会出现过载, 从而影响学习效果. 而教学设计的目的就是最大限度地降低阻碍学习的认知负荷, 优化促进学习的认知负荷, 使学习者达到最佳的学习效果.

认知负荷理论这一有关教学设计的心理学理论自 1980 年提出以来, 在教学研究领域产生了巨大的影响, 引发了众多的实证研究, 不断地丰富着教学设计的各项指导原则, 并广泛应用于复杂问题解决、样例教学、多媒体学习等领域的教学实践. 尽管认知负荷理论在理论和实践上都取得了不少成果, 但它的一些基本概念与假设并没有得到实证研究结果的一致支持, 因而需要进行修正. 本文从认知负荷与学习的关系、三种认知负荷的定义、认知负荷与工作记忆的关系以及认知负荷研究的外部效度这四个方面分析认知负荷理论存在的问题, 提出可能的解决途径.

1 认知负荷与学习的关系问题

认知负荷与学习呈负相关关系这一认知负荷理论发展初期的基本假设得到了许多认知负荷效应研究的实证支持^[2]. 例如, 注意分散效应和一致效应的研究显示, 当教学设计要求学习者整合视觉和言语材料或加工额外信息时, 内在或外在认知负荷增加, 学习因而受到阻碍; 样例效应的研究也显示, 学生研究样例可降低其外在和内在认知负荷, 从而增进学习^[3]. 总之, 这类研究似乎暗示教学设计就是应该降低学习者

① 收稿日期: 2010-09-13

作者简介: 石 伟(1966-), 男, 重庆人, 副教授, 博士, 主要从事人格与社会心理学的研究.

的认知负荷,从而让学习更容易或学习者付出尽可能少的努力。

然而,也有一些研究对这一结论提出质疑。例如,认知负荷与学习的负相关关系取决于学习者先前的知识水平^[4],对于初学者而言,二者的关系可能是负相关的,会出现注意分散效应,但对于拥有较高知识水平的“专家”,他们更可能从无整合信息而非整合信息中学有所得,注意分散效应会消失;另外,“专家”独立地进行问题解决练习的学习效果也优于样例学习。学习太容易反而会阻碍学习,可能是因为这样的学习不足以激发学习者的学习动机。因此,对于新手应提供足够的教学支持,而随着其专业知识水平的提高,则应逐渐减少教学支持。

因此,教学设计的核心原则不应该是降低认知负荷量,而是为每个学习者找到恰当水平的认知负荷量,因为认知负荷与学习之间的关系可能是倒U型的,而要为每个学习者找到恰当水平的认知负荷量,就必须考察影响认知负荷的个体差异变量。除了研究较为深入的先前知识水平这一变量外,今后的研究还应寻找影响认知负荷量的其他个体差异变量。由于影响工作记忆的个体差异变量可能影响认知负荷,进而影响学习效果,因此,从影响工作记忆的其他个体差异因素入手可能是一个比较好的路径。例如,空间能力上的个体差异。空间能力在很大程度上取决于工作记忆资源,特别是工作记忆中的视觉空间速写器和中央控制成分,因此有必要探索空间能力与教学设计对认知负荷的交互作用,而涉及视觉空间的教学材料在现实与虚拟学习环境中的呈现方式对空间能力不同的学生的学习效果可能是不同的。

要全面理清认知负荷与学习之间的复杂关系,还应将认知负荷理论从认知领域扩展到其他领域。目前对认知负荷领域的研究还局限于对学习者的认知过程的研究,但学习不是一个纯粹的认知现象,动机、情感和元认知等对学习都有重要的作用,它们与学习之间的关系已为许多有价值的研究成果所证实,但却长期被认知负荷研究者忽视^[5],造成至今仍然不清楚它们对认知负荷的具体作用。可喜的是,Mayer为此做出了努力^[6],他将认知、情感和元认知因素整合起来解释源于不同教学方法和媒体的学习,但这仅仅只是一个开端,因为还有许多问题需要实证研究来回答。例如,已有研究表明,自我调节水平是学习效果的一个重要预测变量^[7],但现在仍然不清楚自我调节水平与各种认知负荷的相互关系。例如,先前的知识水平可能会通过影响学习者的学习策略的选择来影响其自我调节活动,进而影响内在认知负荷;反过来,内在负荷也会影响学习者的自我调节活动,较高的内在负荷通常会降低自我调节活动。因此,还需要实证研究来理清先前的知识水平、自我调节水平与内在负荷之间相互作用的路径。另外,自我调节活动本身可能会产生外在负荷,因为自我调节中的监控与反思活动需要投入额外的心理努力,因此,自我调节的要求至少会降低自我调节水平低的学习者的表现,而这些假设也都需要得到实证研究的证据。

总之,要认清认知负荷与学习的关系,还需要考虑其他个体差异变量。由于空间能力与工作记忆有非常密切的关系,因此探讨空间能力的个体差异对认知负荷的影响是一个研究方向。另外,由于自我调节能力是影响学习效果的一个重要的个体差异变量,因此探索自我调节水平与各种认知负荷之间的关系是另一个研究方向。

2 三种认知负荷的定义问题

随着对认知负荷与学习之间关系的研究的不断深入,认知负荷理论研究者将认知负荷细分为内在负荷、外在负荷与关联负荷三种类型,对这三种来源的认知负荷的定义及区分似乎是清晰而合理的,但仔细分析就会发现其似是而非之处。例如,内在负荷与关联负荷可能是相互联系的,认知任务本身固有的内在负荷越高,完成任务所需的关联负荷也就越高,也就是说,学习者感受到的内在负荷不仅依赖于认知任务本身的复杂性,还依赖于学习者实际卷入认知任务的程度。内在负荷不仅与关联负荷相联系,而且有可能通过教学设计改变它,而这与内在负荷的定义相违背。内在负荷一直被定义为认知任务本身的一种特征,是认知任务本身所包含的信息元素及其交互性所决定的负荷,因而它与教学设计无关,然而,分割原则也可以解释为把教学材料组块化为较小的单元以减少内在负荷的一种教学方法。内在负荷定义的另外一个问

题是, 认知任务的难度还取决于学习者的先前知识. 同一个认知任务, 对初学者是一个难题, 而对一个领域的“专家”则可能是一件易事, 因为对于初学者而言要学习的许多元素, “专家”可以将其有效地组块化为一个元素. 因此, 内在负荷的定义还必须考虑学习者的特征, 不仅要考虑学习者先前知识的个体差异, 还应考虑工作记忆容量和具体领域能力的个体差异, 只有这样才能准确预测一项任务对于学习者的内在负荷.

另一个问题是外在负荷和关联负荷实际上存在着循环定义的问题. 认知负荷理论认为, 外在负荷源于非最佳教学设计给学习者带来的不必要的认知负荷, 但何谓最佳教学设计呢? 认知负荷理论研究者通常是通过观察比较各种教学方法产生的学习效果来确定. 如果学习效果好, 就认为这种方法降低了外在负荷, 增加了关联负荷, 或产生了两种负荷的联合效应, 因而是最佳的; 反之, 如果发现学习效果差, 则认为这种方法增加了外在负荷. 大多数多媒体教学设计原则都是建立在这种实证研究的基础上, 但这些研究并没有实际测量各种认知负荷^[8], 因此, 需要更多的直接测量认知负荷的实证研究来明确外在负荷和关联负荷的定义特征. 另外, 认知负荷理论将关联负荷定义为增强学习者图式获得的教学设计所带来的认知负荷, 但却没有描述什么类型的信息加工可增强学习者的图式获得以及图式如何获得. 这个问题还牵涉到认知负荷理论的一个更基本的假设, 即学习的结果就是图式的获得, 但这是一个基本未经证实的假设.

外在负荷与关联负荷不仅存在着循环定义的问题, 而且二者有时还难以区分, 要依具体的教学目标而定. 例如, 如果教学目标是加深对科学原理的理解, 那么用图表来表示科学模拟的结果可能会使学习者产生关联负荷^[9]; 如果教学目标是记忆所学原理, 相同的方法则可能产生外在负荷^[10]. 因此, 任何教学方法导致的负荷类型都依赖于教学目标或更准确地说学习者的学习目标所决定的信息加工类型. 许多情况下, 学习目标与教学目标并不一致, 并且可能随时间而变化. 另外, 在实验室环境下可以有简单而明确的学习目标(如理解、记忆), 但现实学习环境中的学习目标可能是复杂而多变的, 如发展学习策略、提高元认知能力、增强自我效能等, 但这些目标对认知负荷的影响的研究还鲜见于报道.

三种认知负荷的概念不清还造成认知负荷的测量缺乏效度, 各种测量方法对外在负荷、内在负荷和关联负荷^[11]的区分都难以置信, 这可能是当今认知负荷研究陷入困局的一个重要原因. 有的研究试图采用自我报告法来区分这三种负荷, 但结果却显示这三种负荷高度相关, 这反而说明认知负荷的结构可能是一维的. 而要解决认知负荷研究的这一困局, 可能仍然需要回到这三种负荷的定义上来.

3 认知负荷与工作记忆的关系问题

根据认知负荷理论, 当学习者进行认知活动时, 就会感受到有限的工作记忆所承受的认知负荷, 然而, 有证据表明, 这一假设过分简单化. 例如, 注意分散效应是一个工作记忆效应, 但它同样也可以按知觉和注意加工机制来解释; 又如, 颜色编码效应是工作记忆资源量降低的结果, 但它也可以解释为选择性注意过程的结果. 由于认知负荷理论没有明确区分发生在学习期间的知觉、注意和工作记忆过程, 因而可能造成认知负荷效应解释的多样性. 因此, 认知负荷理论需要提出认知系统是如何工作的基本假设. 另外, 认知负荷理论认可的工作记忆模型假设在工作记忆中存在加工视觉信息的视觉空间速写器和加工言语信息的语音回路两个亚系统, 以及一个控制与协调信息加工的中央执行成分, 但它却并没有明确假设工作记忆的结构及其与认知负荷的关系, 如工作记忆的亚系统与认知负荷理论的视觉与言语加工通道产生的工作负荷之间的关系, 以及中央执行成分在其中所起的作用.

认知负荷理论的可加性假设也涉及认知负荷与工作记忆的关系. 可加性假设认为, 在一个学习情境中学习者感受到的认知负荷的总量就是三种认知负荷相加的总和, 并且只有当认知负荷的总量不超过学习者工作记忆的容量时才会发生有效率的学习, 且三种认知负荷所占比例也会影响学习效果. 一般而言, 内在负荷、外在负荷越低, 关联负荷越高, 学习效率就越高, 这一假设看似合理, 但它没有考虑到在工作记忆里存在着相互独立地分别加工言语和非言语信息的两个亚系统, 并且 Baddeley 模型中的这两个亚系统是针

对信息表征而言的,即言语信息总是在语音回路加工,而不管其是书面言语的文本形式还是口头言语的听觉形式,而认知负荷理论通常假设书面言语与口头言语是在不同的通道被加工的,这就涉及从工作记忆的一个子系统到另一个子系统的卸载问题,但现有的研究并未考虑这个问题,如通道效应^[12]。因此,认知负荷的可加性假设需要得到修正,应将其建立在不同工作记忆的子系统的基础上来描述不同认知负荷是如何贡献于总体认知负荷的。

4 认知负荷研究的外部效度问题

认知负荷研究者通常都是在定义良好的学科领域(如数学、统计学等)选取结构良好的学习材料,进行高度控制的实验研究。尽管实验研究是基础心理学研究中最常用的一种方法,但在教育心理学和应用心理学研究中还可以有其他选择,甚至可以同时采用多种方法,但运用其他方法来研究认知负荷常常遭到认知负荷研究者的强烈批评^[13]。

然而,认知负荷理论毕竟是一个应用性极强的教学设计理论,采用实验法需要特别关注其外部效度问题。而现有的研究为了内部效度,在学科及学习材料的选择上受到了很大的限制,其研究结果及衍生的各种教学设计指导原则是否可推广到结构不良的人文社会科学领域(如哲学、历史学等)还不得而知,但二者之间很可能存在差异。例如,在历史学教学中呈现的历史图像的视觉表征功能可能不同于在技术学科中呈现的图像(如一个操作系统)的相应功能,但现在几乎不知道在人文社会科学领域中多个外部表征是如何加工的,对认知负荷又有何作用。因而需要更多的研究来确定定义良好领域发现的认知负荷效应是否可概括到定义不良领域的学科。

另外,实验室和真实学习情境之间存在着较大的差异。认知负荷的实验研究通常会安排一个简短的教学序列,学生学习后立即测量其学习效果。显然,这种学习情境并不能代表现实生活中的学习情境。现实生活中,教与学的持续时间都更长,学习效果的评价也更延后,因此,实验研究得出的各种认知负荷效应是否适用于现实生活中的学习仍然是一个未知数。认知负荷研究者不应囿于实验研究一种方法,而应以开放的态度,鼓励采用并接纳其他可提高外部效度的研究方法,以扩大认知负荷理论的应用范围。

尽管认知负荷理论建立起了人类认知结构、学习与教学之间的联系,但它的理论基础还需要进一步夯实,错误定义的概念需要得到修正,模糊的概念与假设需要精确化,这样才能成为将教与学的基础研究与应用研究结合在一起的一个强大的理论框架。

参考文献:

- [1] 赵立影,吴庆麟. 基于认知负荷理论的复杂学习教学设计[J]. 电化教育研究, 2010, 20(4): 44-48.
- [2] MAYER R E. Introduction to Multimedia Learning. In R E Mayer (Ed.), The Cambridge Handbook of Multimedia Learning [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2005: 1-18.
- [3] 唐剑岚,喻平,周莹. 增加样例学习中认知负荷的研究与思考[J]. 心理科学, 2009, 32(3): 663-665.
- [4] SCHNOTZ W, KURSCHNER C. A Reconsideration of Cognitive Load Theory [J]. Educational Psychology Review, 2007, 19(4): 469-508.
- [5] BANNERT M. Effects of Reflection Prompts When Learning with Hypermedia [J]. Journal of Educational Computing Research, 2006, 35(4): 359-375.
- [6] MORENO R. Learning From Animated Classroom Exemplars: The Case for Guiding Student Teachers' Observations with Metacognitive Prompts [J]. Journal of Educational Research and Evaluation, 2009, 15(5): 487-501.
- [7] WHITE B, FREDERIKSEN J. A Theoretical Framework and Approach for Fostering Metacognitive Development [J]. Educational Psychologist, 2005, 40(4): 211-223.
- [8] MAYER R E, CHANDLER P. When Kearning is Just a Click Away: Does Simple User Interaction Foster Deeper Understanding of Multimedia Messages? [J]. Journal of Educational Psychology, 2001, 93(2): 390-397.
- [9] PLASS J L, HOMER B D, MILNE C, et al. Design Factors for Effective Science Simulations: Representation of Infor-

- mation [J]. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 2009, 1(1): 16–35.
- [10] PLASS J L, HOMER B D, HAYWARD E. Design Factors for Educationally Effective Animations and Simulations [J]. *Journal of Computing in Higher Education*, 2009, 21(1): 31–61.
- [11] MORENO R. When Worked Examples Don't Work: Is Cognitive Load Theory at an Impasse? [J]. *Learning and Instruction*, 2006, 16(2): 170–181.
- [12] RUMMER R, SCHWEPPE J, FURSTENBERG A, et al. Working Memory Interference During Processing Texts and Pictures; Implications for the Explanation of the Modality Effect [J]. *Applied Cognitive Psychology*, 2010, 24(2): 164–176.
- [13] KIRSHNER P, SWELLER J, CLARK R. Why Minimal Guidance During Instruction Does Notwork; An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problembased, Experiential, and Inquiry-based Teaching [J]. *Educational Psychologist*, 2006, 41(2): 75–86.

Analysis on Current Issues and Open Questions in Cognitive Load Research

SHI Wei

School of Culture and Social Development Studies, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Cognitive load theory is one of the most influential theories in instructional design. However, several issues arise when delving deeper into the theory. First, there is a need to clarify the relation between cognitive load and learning, so we should explore the effect of the individual differences that can potentially affect working memory and regulate cognitive processing on cognitive loads. Second, there is a need to clarify the definitions of the three cognitive loads, relating them with the specific educational goals of instruction, and considering individual differences in prior knowledge, working memory capacity, and domain-specific abilities, and strengthening empirical research on direct measure of cognitive load. Third, it should be assumed explicitly about the architecture of working memory and its relation to cognitive load, and the additivity should be revised based on the different subsystems of working memory model. Fourth, cognitive load research should accept and use other methods that can increase the external validity, and extend well-defined domains to ill-defined domains.

Key words: cognitive load; working memory; additivity hypothesis; external validity

责任编辑 胡 杨