

样例学习研究的发展及问题*

邢 强

莫 雷

(广州大学心理系, 广州 510400)

(华南师范大学心理系, 广州 510631)

朱新明**

(中国科学院心理研究所, 北京 100101)

摘 要 样例学习是教育心理学古老的研究课题, 受到认知和教育心理学家的高度重视。文章主要介绍了 20 世纪 80 年代以来对样例内特征、样例间特征以及自我解释效应的研究成果, 指出了样例学习研究尚待进一步解决的问题, 为将来进一步探讨样例学习提供了新的参考框架。

关键词 样例, 样例内特征, 样例间特征, 自我解释。

分类号 B842

1 引言

近年来, “样例(worked example)” 学习受到了研究者的极大关注^[1-3], 特别是在数学、物理、计算机程序等领域。但是, 通过样例学习是心理学的古老研究领域。实际上, 在 20 世纪 50、60 年代样例学习已成为教育心理学研究的主题。在 20 世纪 50 年代中期到 70 年代, 认知和教育心理学家就采用“例中学(learning-by-example)” 的范式研究和描述概念形成的加工过程^[4]。在 70 年代中期, 大量的研究指出应找出一种途径来促进概念的学习, 但是越来越多的认知教育研究者对样例的研究却超越了仅仅研究概念的获得, 相反研究者转向了关注较复杂的知识和学习形式^[5]。研究者的兴趣主要集中在专家和新手问题解决的研究, 例如: 专家和新手解决象棋、几何、代数、物理等问题的研究。专家新手问题解决的研究表明: 专家在解释或解决问题时注意问题的深层方面, 而新手常常受表面特征的误导。研究者为了说明专家和新手之间成绩的差异, 于是提出了图式这一概念。图式被看作是专家所拥有的能够再认问题和的复杂记忆结构。

从 80 年代开始, Sweller 及其同事^[6]开始探讨基于练习的教学对问题解决的作用, 可是, Sweller 的研究所积累的大量证据表明: 基于练习的问题解决并不是提高问题解决成绩的重要方法。实验口头报告研究表明: 传统的练习条件下, 学习者倾向于使用典型的新手策略, 诸如: 试误, 而在解决问题之前呈现样例的条件下, 学习者使用较为有效的问题解决策略, 表现为集中注意问题的结构方面。正是由于 Sweller 的一系列研究及其课堂调查激发了样例学习研究的高潮, 现在普遍称之为“样例研究(worked example research)”。

2 20 世纪 80 年代以来样例学习研究的焦点

从 20 世纪 80 年代至今, 大量的样例学习研究主要集中在样例内特征(intra-example feature)、样例间特征(inter-example feature)和学习者与样例的相互作用的探讨。

收稿日期: 2002-06-12

* 全国教育科学规划“十五”国家课题资助项目。

** 作者为华南师范大学心理应用研究中心兼职教授。

2.1 样例内特征的研究

样例内特征主要指单个样例的组成特征,反映在样例设计上就是指单个的文本设计和步骤编码设计。

2.1.1 样例设计与认知负荷

虽然样例在指导学习的过程中起着十分重要的作用,但是多重信息源的教学材料如果设计不当就会分散学生的注意,增加认知负荷,即产生“分散注意效应”^[7],从而影响学生从样例获得表征该领域知识的基本概念和图式。因此,样例学习研究非常关心样例的设计与认知负荷的关系问题,认为在教学设计时,应该整合文本和图解信息,减轻认知负荷,促进学习。文本和图解的整合是一种视觉因素的整合,研究还发现整合材料的视听表征能提高问题解决的成绩和促进问题解决迁移。Mousavi、Low 和 Sweller^[8]通过一系列实验说明了这一假设。这些研究的基本范式是:在学习阶段,呈现给被试 2 对项目,每一对包括样例和相应的练习问题。在这个阶段,记录被试学习样例和解决练习问题的时间以及不能正确解决问题的被试数。在测验阶段,被试接受 4 项测验问题,2 项问题和学习样例相似,2 项问题是迁移问题,要求通过新的途径使用他们从样例中习得的知识。记录被试每一个问题解决的时间和正确率。结果发现:视听信息的整合促进了问题解决迁移的成绩。

2.1.2 表面内容效应

研究发现^[9]人们在解决当前问题时总会想到以前学过的例子并利用这些例子来解决当前问题,也难怪许多研究者也把样例比喻为“潜在的教师”。由于样例学习克服了抽象信息较难获得的局限,因此研究者就非常感兴趣于在学习和问题解决过程中样例的选择和使用,形成了样例学习研究的一大热点。透视这一热点研究,可以发现研究者都或明或暗的进行着 2 个角度的探讨:一是关于样例的通达和运用;二是关于样例和问题间表面与结构的相似性,而且这是 2 个相辅相成的问题,样例的通达和运用受到样例和问题表面相似性和结构相似性的影响。研究者都承认结构相似性对通达和运用的影响,而对表面相似性效应却存在着不同观点:有人认为^[10],通达和运用只受结构相似性的影响;有人认为^[11],表面相似性对通达有着巨大影响而对运用几乎没有影响。后来 Ross (1996) 把表面内容进一步区分为表面概貌和客体对应,发现了表面相似性对通达和运用的影响^[12]。在国内莫雷教授(2000)对样例和问题的表面内容对通达和运用的影响做了进一步的研究^[13],把样例表面内容作了进一步划分,弥补了 Ross 等人的研究局限。目前来看,关于样例表面内容对通达和运用的影响研究的一般结论是:样例的表面概貌不仅影响通达,而且影响运用;客体对应应在表面概貌相似的情况下影响通达,客体对应影响原理的运用。

2.1.3 步骤编码

关于样例解决步骤的子目标编码是近年来样例内特征对学习影响研究的另一热点。从 1989 到 2001 年,Catrambone 等人仔细的研究了样例程序的子目标建构问题,提出了子目标学习模型,强调样例学习时问题解法的概念性意义组块或子目标对学习的作用。他认为在呈现样例的解法时应通过附着一个标签或用视觉分离的方法着重强调它的子目标,这样可以帮助学习者积极的归纳样例的基本目标结构,从而帮助学习者形成有用的概化。Catrambone 认为这些结构线索通过鼓励学习者决定第一个目标或子目标,接着自我解释这些步骤为什么组合在一起来提高学习。这种认知活动期望能够帮助学习者归纳表征某领域原理或图式的深层结构。因此,他认为,如果改变样例的设计形式,使之产生不同的目标结构,并清晰地表示出子目标、达到子目标所需的策略和方法以及子目标间的等级关系,则会改变学生的问题表征,从而有利于学生学习的迁移。基于以上原因,Catrambone 在样例解题步骤中的子目标处,加上标签,以此引导学生建立子目标。而且 Catrambone 认为是呈现的标签,而不是标签的语义内容影响了子目标的形成。他认为标签起到把一系列步骤组块在一起的作用,促使学习者对这些步骤为什么组织在一起进行解释。总之,Catrambone 相信:

结构化的样例强调有语义的信息组块,提高了学习者成功解决新问题的能力^[14]。

2.2 样例间特征的探讨

样例间特征主要指多重样例的变异性以及多重样例的组织 and 呈现方式。

2.2.1 多重样例及样例的变异性

样例学习中样例的数量多少也一直是心理学家探讨的问题,许多研究表明在教学的过程中提供多重样例有利于习得复杂的概念。Reed 和 Bolstad 研究了一个样例和 2 个样例在不同呈现方式下学习的效果^[15],结果认为 2 个样例条件下被试可以灵活的使用样例信息进行问题解决。但是多重样例的呈现又引出了另外一个问题——样例的变异性问题。直至今日,多重样例的相似性或差异性对学习和迁移的影响一直是样例研究中尚未解决的问题。因为,一方面,如果样例的变异性较大,那么就很难找到基本结构相同的样例;另一方面,如果把表面特征的变化视为样例变异的关键特征,这样界定样例的变异性似乎也不太正确,表面的变异毕竟不及结构的变异。

根据 Gick 和 Holyoak(1983)的研究发现^[16],不管学习变异性的样例还是学习相似性的样例被试问题解决迁移的成绩没有区别。但是,Paas 等(1994)研究发现^[17]:被试在高变异性的样例组比低变异性的样例组问题解决迁移的成绩好,而且高变异性组的被试花在样例上的时间较长。显然这是 2 个完全不同的结论,而且后者的结论似乎让人感觉是因为学生在高变异的样例上花的时间较多,因而迁移成绩好。

Ross 等(1997)关于样例内容对问题归类和问题解决迁移的影响的研究发现^[10],新手更可能受表面的影响,因此问题的表面和结构 2 个方面影响了提取。换句话说,新手更注意问题的情境,较少注意问题的较深层结构。于是他们认为:对新手而言应该在同类问题上保持表面内容的相似性。

2.2.2 多重样例的呈现方式

课堂教学中,经常使用的是样例加练习的形式。实际上,研究者发现:在问题解决过程中一些学生似乎更依赖样例。那么样例与练习问题应该如何配对呢?这方面的研究相对较少。Trafton 和 Reiser(1993)在对这一问题的研究中^[18],设计了 2 种呈现方式:交互式、分块式。在交互式的条件下,呈现给被试 6 个样例练习对(样例表面内容是不一样的,每个样例有不同的虚构故事)——样例 1,练习 1;……样例 6,练习 6。分块条件下,样例和问题的呈现方式是:样例 1……样例 6;练习 1……练习 6。结果发现:在交互式条件下被试比分块式条件下的解题时间短、正确迁移的数量多。这一结果与学习的知识编辑模型是一致的,认为在问题解决的过程中,样例必须可以利用。但是与样例概化模型是有差异的,样例概化模型认为:通过样例学习可以获得问题解决的规则。也就是说样例学习的知识编辑观支持交互式的教学条件,而样例学习的概化观支持分块式的教学条件。

另外一些学者提出了不完整样例呈现模式。Stark(1999)设计了一个巧妙的实验对样例不完整性的作用进行了研究^[3]。在他的研究中,一半被试使用不完整的样例,一半被试学习完整的样例。在实验组,用问号代替部分解题步骤,要求学习者发现缺失的解题步骤,在此之后或至少做出努力之后,呈现给学习者完整的解决步骤,以便给学习者以正确的反馈。与学习完整样例组相比较,发现:不完整组被试的自我解释质量较高,获得了问题解决方法的迁移。但这一研究结果和 Paas(1992)的研究结果不一致,他在不完整和完整样例学习间没有发现差异^[19]。

2.3 学习者与样例的相互作用——解释效应

早期关于样例学习的有效性的研究都假定:样例加工方式不存在个体差异,不重视某些被试在学习样例的时候可能或多或少的使用了某些有效的学习方式。近年来,一些研究发现,个体在从样例进行学习的时候存在着个别差异。其中 Chi 及其同事(1989)首先对样例加工过程中的个体差异进行了研究,提出了

自我解释效应^[20]。

自我解释是学习者经常用来帮助自己理解以各种形式呈现的外部信息的加工过程。Chi 等认为自我解释是一种特殊的心理活动，它与谈话、大声思维和各种推理等是不同的。谈话行为可以不产生任何与内容相关的推理，自我解释的焦点在于理解学习材料和弄清学习材料的意思，而谈话只是向听众传达信息；自我解释不一定需要完整和连贯的解释，而谈话必须保持连贯和完整性。自我解释与大声思维相比，它有着较多的思考和精加工活动；自我解释推理与其他类型的推理相比，自我解释和自我解释推理被认为是一种知识推理，首先，它不同于过渡性推理 (bridging inference)，因为过渡性推理提供了额外的知识；第二，它不同于改写 (paraphrase)，因为改写通常并不增加新知识；第三，它不同于逻辑类型的推理，如：“所有的人是凡人，约翰是人，约翰是凡人吗？”；第四，它不同于基于图式的推理，基于图式的推理建立在先前知识的基础之上。Chi 等人认为推理应该是一个建构的过程而不是一个提取的过程。因此与心理学文献中经常研究的几种类型的推理相比，自我解释推理不像这些类型的推理，自我解释推理是一个学生自己的建构过程，是一种产生新知识的推理。那么自我解释的建构过程又是怎样的呢？推理生成观 (inference-generating view) 认为：样例文本是有空缺的，而且样例文本的空缺和心理模型的空缺是相对应的，自我解释的目的就是产生推理填补这种空缺。但是这种推理生成观受到了不完全心理模型观 (imperfect mental model view) 的质疑，认为自我解释的目的是推理样例中缺失的信息，样例中的信息应该是自我解释的内容，而且由于学习者是带着不同完整程度的心理模型进入学习情景的，所以自我解释是更新或矫正学习者样例学习之前所拥有的心理模型的过程。针对这种争论，Chi (2000) 经过多方引证，认为样例学习中的自我解释是产生推理和修补心理学模型的双加工过程^[21]。

3 有待进一步解决的问题

纵观当前样例学习研究的焦点问题，我们认为存在以下一些有待解决的问题：

3.1 子目标编码问题

Catrambone 等人所倡导的子目标学习模型确实可以帮助学习者形成概化，习得任务的子目标，但是他所提出的子目标标签的建构还值得进一步探讨。因为他认为是标签而不是标签的语义内容促进了学习的概化，而实际上在他的实验中发现了背景知识与标签语义内容的交互作用，这就说明标签的指引作用受学习者背景知识的限制，如果不考虑背景知识来建构标签，那么学习者还是比较难从样例中获取信息。为此，我们提出应该针对不同背景知识被试建构各自恰当的标签来促进学习的概化。

3.2 样例的变异性效应和样例的呈现方式问题

研究者对样例变异效应之所以持不同观点，我们认为问题的关键是在于研究者所考虑的测验指标存在差异。虽然都是考察问题解决迁移的效果，但是与 Gick 和 Holyoak 不同，Paas 所使用的测验材料与样例问题相比，明显的具有一系列的层级结构，也就是说问题解决的完成必须先要解决一系列的子目标才能实现，看来 Paas 更加考虑的是远迁移问题，而 Gick 和 Holyoak 考虑的是近迁移问题。另外，学习者对不同变异性样例的理解受其先前知识的影响，特别是先前主题知识的影响。而先前研究混淆了对这些具体细节的进一步区分。所以，对多重样例变异性的研究首先必须分清 2 个实验指标：近迁移和远迁移，并同时考虑学习者的背景知识。

多重样例呈现方式效果的进一步探讨也是今后必须澄清的问题。我们认为应该结合样例问题配对和不完全样例这 2 种呈现方式，因为按照 Anderson(1997) 认知技能获得的四阶段模型^[2]，当学习者在第一阶段(类比)或开始进入第二阶段(学习抽象规则)时与纯粹的问题解决相关的样例学习是非常重要的，而当教学

目标是促进第三阶段（产生式规则阶段）的获得时，样例可能不是一个首选的方法，问题解决练习就显得特别关键。所以在样例学习的不同阶段其呈现方式应随之变化，应该注意到从样例学习到问题解决的动态转变过程，因此样例和问题解决的整合不仅可以提供学习的模仿（完整样例）而且可以提供支架问题（不完整样例）和独立的问题解决，这种动态的学习过程应该是非常有效的。

3.3 教学条件对各种样例组织的支持

我们认为不管是多重样例的变异性还是不完整样例的呈现，都应该找到外部教学的积极支持。因为提供多样性的样例和利用不完整样例并不足以引起自发迁移，只有在明显的指导被试比较样例的相似性或结构的完整性时才能提高迁移。在没有图式归纳教学的情况下，多重样例几乎没用。这就表明在呈现多重样例和不完整结构的情况下图式归纳并不能自动进行，自发的学习活动还不能满足图式归纳的要求。如果要获得问题图式学习者必须得到教学手段的支持。为此我们假设，如果在注重样例呈现方式的同时，诱发学习者的自我解释，这种教学条件更能有助于学习的迁移，这种观点也与建构主义学习观相一致。

4 结语

在过去的 20 年里，样例学习研究有了新的发展，探讨了许多有价值的问题并且出现了许多有价值的样例设计观点和模型，对促进学习和问题解决迁移有着巨大的推动作用。同时样例学习研究中存在的问题为我们将来进一步研究样例学习提供了一个新的参考框架，对探索新的样例设计和开创新的教學模型有着十分重要的意义。

参考文献

- [1] Renkl A, Atkinson R K, Maier U H. From example study to problem solving: Smooth transitions help learning. Freiberg, Germany: University of Freiberg, 2000. 154~168
- [2] Anderson J R, Fincham J M, Douglass S. The role of examples and rules in the acquisition of a cognitive skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1997, 23: 932~945
- [3] Stark R. Learning by worked-out examples: The impact of incomplete solution steps on example elaboration, motivation, and learning outcomes. Bern, CH: Huber, 1999
- [4] Bourne L E, Goldstein S, Link W E. Concept learning as a function of availability of previously learned information. *Journal of Experimental Psychology*, 1964, 67: 439~448
- [5] Brewer W F, Nakamura G V. The nature and function of schemas. In : Wyer R S , Srull T K ed. *Handbook of Social Cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1984. 119~160
- [6] Sweller J, Levine M. Effects of goal specificity on means-ends analysis and learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1982, 8: 463~474
- [7] Sweller J, van Merriënboer J G, Paas F G. Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 1998, 10: 251~296
- [8] Mousavi S Y, Low R, Sweller J. Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 1995, 87: 319~334
- [9] Ross B. This is like that: The use of earlier problems and the separation of similarity effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1987, 13: 629~639
- [10] Holyoak K J, Koh K. Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition*, 1987, 15: 332~340
- [11] Perfetto G A, Bransford J D. Constraints on access in a problem solving context. *Memory, and Cognition*, 1983, 11: 24~31

- [12] Ross B H, Kilbane M C. Effect of principle explanation and superficial similarity on analogical mapping in problem solving. *Journal of Experiment Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1997, 23(2): 427~440
- [13] 莫雷, 唐雪峰. 表面概貌对原理运用的影响的实验研究. *心理学报*, 2000, 32(4): 339~408
- [14] Catrambone R. Subgoal learning and the effect of conceptual computational equations on transfer. In proceeding of the 22nd Annual Conference of the Cognitive Science Society. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 2000. 591~596
- [16] Gick M L, Holyoak K J. Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 1983, 15: 1~38
- [17] Paas F, Van Merriënboer J. Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 1994, 86: 122~133
- [18] Trafton J G, Reiser B J. The contributions of studying examples and solving problems to skill acquisition. In: Polson M ed. *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1993. 1017~1022
- [19] Paas F. Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 1992, 84: 429~434
- [20] Chi M T, Bassok M. Learning from examples via self-explanation. In: L B Resnick ed. *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1989. 251~282
- [21] Chi M T. Self-explaining: The dual process of generating inferences and repairing mental models. In: G R ed. *Advances in instructional psychology*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000

The Development and the Problem on Learning from the Worked Example

Xing Qiang

(Psychology Department, Guangzhou University, Guangzhou, 510400)

Mo Lei

(Psychology Department, South China Normal University, Guangzhou 510631)

Zhu Xinming

(Institute of Psychology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101)

Abstract: Learning from the worked example had a long history in educational psychology research field and received great attention from the cognitive psychologists and the educational psychologists recently. The three research themes, intra-example features and inter-example features of worked example and the self-explanation, are reviewed since 1980s' in the present article. Then, the article points out the problems to be solved and describes the new reference framework for future research about learning from worked example.

Key words: worked example, intra-example feature, inter-example feature, self-explanation.