

演绎推理中的心理模型理论及相关研究*

毕鸿燕 方 格 王桂琴 杨小冬

(中国科学院心理研究所,北京,100101)

1 前言

推理是问题解决中的一个重要研究领域,多年来一直受到心理学家们的关注。推理有多种形式,演绎推理是其重要的一个组成部分。

人们关于推理的最初假设是心理逻辑假设,认为人们在推理中将逻辑规则运用于心理操作。根据这种观点,人们在推理中首先要将前提“翻译”成类似语言的心理表征,使其逻辑形式明确化,这样就可将推理规则应用于这些表征,从而得出推理结论。但逻辑规则必须与逻辑形式一致,如果前提不能和逻辑规则形式匹配,就不能运用这些规则。相应地,解决推理问题的困难就在于缺乏相应的推理规则或规则所要求的步骤太长。尽管这一理论多年来一直占据着统治地位,为许多心理学家所认同,然而,至今也没有令人信服实验证据作为支持。

二十世纪八十年代,心理模型理论的提出,给心理逻辑理论带来了严重的挑战,在认知领域中引起了一场激烈的争论。

心理模型(mental model)理论是目前关于推理的最重要的心理学理论之一,这一理论带来了关于推理的内部表征的一场革命。从它的提出到现在,仅仅短短的十几年时间,但是,心理模型假设取得了巨大的成功,在认知科学领域中,“心理模型”这个词的影响之大仅次于“产生式语法”^[1]。

2 心理模型理论简介

心理模型理论(Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991)认为^{[2][3]},演绎推理基本上不具有逻辑性质,也即在推理中无须应用逻辑规则。依照这一理论演绎推理要三个阶段才能完成。首先,建构关于前提的心理模型,即人们利用他们的语言和一般性的知识对前提加以理解,建构一个关于前提所描述的事件状态的内部模型;其次,人们试图形成一个关于所建构模型的简练的描述,这种描述通常提示着某个结论,如果没有这种结论,他们就会作出由前提得出任何结论的判断;最后,被试试图通过建构关于前提的其它模型来对这一结论进行证伪,如果他们不能建构其它的模型,被试就会把最初的结论当作正确的答案。如果他们能建构其它的模型,谨慎的推理者就会返回到第二个阶段,试图发现是否有在所有建构的模型中都正确的结论,这样反复进行下去,以穷尽所有可能的模型。

心理模型这个概念在推理心理学领域中非常重要,但其核心含义却很简单:心理模型是一个真实的或想象的事件状态的类似表征,类似表征与命题表征相比较而言,它不含有

人为结构,类似表征的结构与被表征的事件状态是相似的。心理模型表征的是事物(世界)的结构,这与表象理论不同,表象理论中的表象则是事物的知觉相关物。心理模型理论认为人们对推理的加工是以心理模型为基础的,而非以命题表征为基础,但心理模型理论并不反对命题表征,它把命题表征看成是某种加工的输入,人们根据这种加工而建立起与言语所描述的情境相符合的心理模型^[3]。

以形式规则为基础的理论认为,演绎推理的难度取决于推理步骤的长短,而模型理论则认为演绎推理的难度是由人们所必须建构的模型数目决定的。模型理论还预期错误的结论与前提的真实性趋于一致,而非与前提相悖,这是因为推理者经常仅根据前提的某些可能模型得出结论,而并未穷尽所有可能模型。目前建立在推理的形式规则基础之上的理论,并没有系统地对错误结论的特征进行预测,这也是人们对它的批评之一。另外,模型理论还预测知识会影响演绎推理的加工,如果所推导的结论难以令人置信,被试就会竭力搜寻其它模型,这也正是形式规则理论没做出预期的非逻辑因素的影响。

心理模型假设一产生就引起了心理学家的广泛关注,因为它提供了一种探查推理的内部表征本质的新思路,于是,人们开始在推理的各个领域对心理模型假设进行检验。

3 主要研究结果

3.1 实验心理学的研究

3.1.1 在关系推理中证明了心理模型理论。

所谓关系推理就是指以“大于”、“恰好”和“在……之后”等关系的逻辑属性为基础的推理,比如,由 $A > B, B > C$ 推出 $A > C$ 。Byrne和Johnson-Laird(1989)在空间关系推理中发现,单模型问题的反应正确率(70%)高于伴有效答案的多模型问题(46%)高于伴无效答案的多模型问题(8%)。这样的结果支持模型理论,而与形式规则理论相悖^[4]。Schaeken和Johnson-Laird(1996)在类似的有关时间关系的问题中也获得了相同的结论,他们发现被试对单模型问题所作的正确结论要快于对多模型问题所作的结论^[5]。

3.1.2 在多量词推理中证明了心理模型理论。

所谓多量词推理就是指以前提包含不止一个量词为基础的推理,比如,“小王所画的一些图比任何其它中国画家所画的图都更有价值”。模型理论认为在多量词推理中,推理者满足于一个合适的结论,而不再寻找其它模型会妨碍其作出正确的推理判断。模型理论可以对多量词推理的难度进行预测,而规则理论则不能。Johnson-Laird, Byrne和Tabossi(1989)在实验中证实了单模型的多量词推理比多模型的多

* 本研究为国家攀登计划项目95-专-09;国家自然科学基金资助项目(39730180、39970260)的部分工作。

量词推理更容易^[6]。

3.1.3 在以否定和诸如“如果”、“或”、“和”等连词为基础的命题推理中证实了心理模型理论。

Bauer 和 Johnson-Laird (1993) 在诸如“Raphael 在塔科马或 Jane 在西雅图,或两个都”“Jane 在西雅图或 Paul 在费城,或两个都”的推理中证实了心理模型理论。他们发现用图来表征前提会使问题解决的可能性提高。他们在实验中发现,用图示的被试所得结论的有效性比用同样的言语问题所得结论高 30%^[7],从而说明模型有利于推理问题的解决。

3.1.4 Legrenzi, Grotto, 和 Johnson-Laird (1993) 发现不同类前提(条件前提、范畴前提)的排列顺序对推理有影响^[8],而 Grotto 等(1997)在条件推理中没有发现前提序列效应^[9],毕鸿燕(2001)在幼儿的空间方位关系推理中未发现前提的不同排列方式对推理有影响^[10]。可见,前提的序列效应在不同的推理类型中或在不同的被试中会有不同的表现,心理模型理论并未对此做出明确的预期。

3.1.5 Jean-Baptiste van der Henst (1999)^[11]发现关键性前提所在位置的不同对推理有影响。关键性前提在最后位置的双模型问题比关键性前提在最前位置的双模型问题容易;关键性前提在最后位置的双模型问题的难度与单模型问题一样,这表明问题的模型数量并不是预测问题难度的唯一因素。为此,他认为前提与问题的相关程度影响着问题的解决,这是对心理模型理论的一个补充。

3.2 神经心理学的研究证据

由于心理模型理论主张推理的主要成分是非言语性的,即模型的结构与情境的结构相符,所以,该理论认为大脑右半球应当在推理中起重要作用。有几项研究表明大脑右半球受损会损害患者的推理能力,比如,Caramazza 等(1976)就证明了该类患者对于诸如“John 比 Bill 高,谁更矮?”的问题难以解决^[12];Read(1981)也发现该类患者在解决如“Arthur 比 Bill 高,Bill 比 Charles 高,谁最矮?”的三项系列问题上障碍^[13]。Whitaker 等(1991)对两组同样做过双侧前颞叶切除术的癫痫患者进行推理实验,一组病人是大脑右半球有病灶,另一组病人是大脑左半球有病灶。当推理的前提条件为“如果天上下雨街道就会是干的。天上下雨了”,大脑右半球受损的一组患者提出了一致性的结论:街道会湿^[14]。可见,大脑右半球受损的患者对错误的前提条件进行推理的成绩,比大脑左半球受损患者的成绩更差,也可以说,大脑右半球受损的患者不能脱离自己对现实的认识来完成演绎推理的过程,即其推理能力受到影响。

4 最新研究动向

心理模型理论的支持者们一般都认为人们在工作记忆中建构和操作心理模型,至于心理模型是否进入人的长时记忆则未达成一致共识。曾有人提出情景建构痕迹(episodic construction trace)理论(Payne,1993),认为人们记住的不是心理模型,而是建构模型的操作痕迹。目前又有实验对心理模型是存在于工作记忆中的表征形式还是存在于长时记忆中的表征形式进行了研究,结论证明了人们既记住了心理模型建构的过程,也在长时记忆中保持了所描述情境的空间或

时间结构(Baguley 和 Payne,2000)^[15]。他们的实验既支持记忆中保留了建构心理模型过程的痕迹,也支持心理模型本身在长时记忆中的编码。

5 存在的问题

5.1 心理模型理论是基于成人推理得出的假设,对其检验也多在成人中进行,那么,儿童在推理中是否建构模型?有无自己的特点?儿童是经过怎样的过程才达到成人的这种成熟推理水平的?这方面的研究虽有一些,但数量有限,研究不够深入。

5.2 虽然心理模型理论得到了某些神经心理学研究的支持,但这些研究很少,局限性很大,而且有些实验控制并不严格,比如,前提是“比x高”,而问题却是“谁矮?”这就涉及到高与矮在意义上的一种转换,被试在这类问题上发生障碍,就很难说是推理有问题,还是在概念理解和转换上有障碍。所以,从神经心理学角度来说,至今尚未有人作过重要的实验研究,足以在脑科学研究水平上证实心理模型理论。

4 参考文献

- 1 Luca Bonatti. Why should we abandon the mental logic hypothesis? *Cognition*, 1994; 50: 17 - 39
- 2 Johnson-Laird PN. *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Massachusetts: Harvard Univ. Press, 1983: 39-87
- 3 Johnson-Laird PN, Byrne RMJ. *Deduction*. Hove, UK: L. Erlbaum Associates, 1991: 30 - 58
- 4 Byrne RMJ, Johnson-Laird PN. Spatial reasoning. *Journal of Memory and Language*, 1989; 28: 564 - 575
- 5 Schaeken W, Johnson-Laird PN, Ydewalle G. Mental models and temporal reasoning. *Cognition*, 1996; 60: 205 - 234
- 6 Johnson-Laird PN, Byrne RMJ, Tabossi P. Reasoning by model: The case of multiple quantification *Psychol. Rev.*, 1989; 96: 658 - 673
- 7 Bauer MI, Johnson-Laird PN. How diagrams can improve reasoning. *Psychol. Sci.*, 1993; 4: 372 - 378
- 8 Legrenzi P, Grotto V, Johnson-Laird PN. Focussing in reasoning and decision making. *Cognition*, 1993; 49: 37 - 66
- 9 Grotto V. The effect of premise order in conditional reasoning: a test of the mental model theory. *Cognition*, 1997; 63: 1 - 28
- 10 毕鸿燕. 4—6岁幼儿空间方位传递性推理能力的初步实验研究. *心理学报*, 2001; 33(3): 待发表。
- 11 Jean-Baptiste van der Henst. The mental model theory of spatial reasoning reexamined: The role of relevance in premise order. *British Journal of Psychology*, 1999; 90: 73 - 84
- 12 Caramazza A. Right hemispheric damage and verbal problem solving behavior. *Bran Lang*, 1976; 3: 41 - 46
- 13 Read DE. Solving deductive reasoning problems after unilateral temporal lobotomy. *Brain Lang*, 1981; 12: 116 - 127.
- 14 Whitaker HA. Inference deficits after brain damage. Paper presented at the annual INs meeting, San Antonio, Texas, 1991
- 15 Baguley T, Payne SJ. Long-term memory for spatial and temporal mental models includes construction processes and model structure. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2000; 53A(2): 479 - 512