

顿悟的原型启发机制的研究

张庆林, 朱海雪, 邱江, 罗俊龙

(西南大学心理学院, 重庆 400715)

摘要: 简述“原型启发”理论的提出, 概述了原型启发认知机制和脑机制的研究进展, 提出了原型启发的未来研究设想。

关键词: 顿悟; 原型激活; 认知机制; 脑机制

中图分类号: B842 **文献标识码:** A

文章编号: 1008-0627(2011)01-0045-05

一、顿悟的原型启发理论的提出

顿悟的概念最早是由格式塔心理学家 Kohler 提出。^[1]Kohler 认为顿悟问题解决的过程是以“突变”而不是“渐变”的方式发生, 是将整个情境改组成一种新结构的过程, 表现为对整个问题情境的顿悟。在格式塔心理学家们看来, 顿悟包含着一种特殊的加工过程, 不同于常规的、线性信息加工思维。^[2]Wallas 提出了创造性思维一般模型——四阶段论。他认为创造过程主要包括: 准备阶段 (preparation)、酝酿阶段 (incubation)、明朗阶段 (illumination) 和验证阶段 (verification)。当个体进入明朗阶段后, 会突然间被特定情景下的某一个启发信息唤醒, 产生新奇的想法和意识, 以前的困扰顿时一一化解, 问题顺利得到解决。^[3]Simon 认为顿悟的特征或操作性定义是: 顿悟前常有一段时间的失败, 并伴随有挫折感; 顿悟中, 突然出现的或者是问题解决方案, 或者是解决方案即出现的意识; 顿悟通常与一种新的问题表征方式有关; 有时顿悟前有一段“潜伏期”, 在这期间没有有意识地注意到该问题。^[4]

近来有关顿悟的实证研究, 主要是从信息加工的角度来探讨顿悟的认知过程。但到目前为止, 有关顿悟认知机制的认识仍然没有达成共识。总体上来看, 当前主要存在两种代表性的观点: 以 Simon 和 Kaplan 为代表的表征转变 (representation change) 理论;^[5]以 Ormerod 和

Chronicle 为代表的进程监控 (progress monitoring) 理论。^[6]

Kaplan 和 Simon 提出了顿悟的“表征转变理论”, 试图用问题表征方式的突然改变来阐释顿悟的内在认知机制^[5]。该理论认为, 人在解决问题的时候, 往往首先根据题目本身所提示的方式来表征问题, 并在相应的问题空间中进行搜索, 如果在问题空间中长时间找不到办法使问题得以解决, 就需要寻找新的问题表征方式, 而潜在的可能的新的表征方式是很多的, 这就需要在元水平空间 (meta-level space) 中搜索一个恰当的表征, 一旦搜索到一个恰当的表征, 顿悟问题便很快得到解决。简言之, 问题表征方式的转换就是顿悟的心理机制。

Chronicle 和 Ormerod 提出了顿悟的进程监控理论, 试图用手段一目的分析法来阐释顿悟的内在认知机制。^[6]他们认为影响顿悟问题解决的因素主要有两个: Constraints (各种抑制因素和思维定势) 和 Dynamic (个体试图寻找其它解决方法的驱动力)。个体会依据将要达到的问题目标状态, 确定一些看似有效且必须的内在标准 (Criterion) 来监控每一个局部行为 (手段) 的有效性, 一旦个体认识到所有的行为手段都不符合内在标准的时候就会出现“标准失败” (Criterion Failure) 的感觉, 因此会产生一种内在的动力 (Driving Force), 促使他去解除抑制 (已有知识经验的限制), 寻找其它的解题途径。

收稿日期: 2010-10-10

基金项目: 浙江省教育科学规划 2010 年度课题 (SCG381)

第一作者简介: 张庆林 (1948-), 男, 江苏扬州人, 教授/博导, 主要研究方向: 学习、创造和脑科学等。E-mail: zhangql@swu.edu.cn

虽然表征转变理论与进程监控理论对顿悟机制的解释有许多不同之处,但是两者有许多一致之处:首先,两种理论都认为顿悟问题解决之初都会遇到已有知识或经验的限制而不能够用新颖的观点去分析和解决眼前的问题,因此产生一种思维上的困境;其次,两种理论都承认顿悟问题的解决必须打破已有的思维定势,用新奇的眼光去重新审视眼前的问题,并产生一种新的有效的问题解决方法;最后,两种理论都认为顿悟是实验室条件下所能够观测得到的创造性思维,顿悟问题是创造性思维实验的有效工具。总的来说,两种理论都把握了顿悟的本质和研究意义,但是都没有真正揭示顿悟过程中在“打破已有的思维定势”之后怎样才能够有效地“发现新颖的思路”。针对这个问题,我国学者最近提出了顿悟的原型启发理论,并认为这是创造性思维的一个比较普遍的理论解释。^[7]

这一理论更符合现实生活中的创造性思维本质。现实中的顿悟、灵感、直觉的发生往往都离不开原型启发。科学界关于“原型启发”催化创造性思维产生的事例十分普遍,从中国的“鲁班从带锯齿边的茅草中得到启发而发明锯子”的传说,到“瓦特从沸腾的开水壶盖上受到启发而发明蒸汽机”的经典故事,都说明“原型启发”在创造性思维中的重要地位。

顿悟的“原型启发”理论认为,在解决顿悟问题的思考过程中,如果能够在脑中激活恰当的原型及其所包含的“启发信息”,那么顿悟就能够发生。这里所谓的“原型”,不是指客观的外界事物,而是指头脑中的对外界事物的主观认知或表征,即能对目前的顿悟问题解决起到启发作用的认知事件。它可能是实验操纵中主试提供的“源问题”在被试头脑中的表征,也可能是被试头脑中已有的某一个问题的解决方法,更可能是被试在解决当前问题的过程中新发现的带有思路启发作用的事物的认知。由于原型中所包含的信息很多,并不一定对当前顿悟问题的解决都具有启发作用,因此原型中所包含的对于解决当前顿悟问题最具决定性和指导性的启发信息才是关键性的“启发信息”。

顿悟的“原型启发”理论提出以后,已经产生了一系列关于原型启发的认知机制和脑机制

的研究成果,在国际国内产生了一定的影响。

二、原型启发的认知机制研究

为了检验和发展顿悟的“原型启发”理论,相关的研究者用不同的实验任务和实验范型、从不同的角度对原型启发理论进行了有益的探索。

任国防等运用中国古典的“装缸问题”深入探讨了顿悟问题的认知加工过程。^[8]研究结果发现,顿悟问题的解决既需要跳出错误的问题空间,更需要在“元水平空间”的搜索中得到正确的启发,才能很快找到问题的解决方法。也就是说,表征转变理论和进程监控理论可能主要解释了顿悟问题为什么困难,却没能很好地解释顿悟问题最终是如何得到解决的,而原型启发理论正是要回答这个问题。

张庆林、邱江采用先学习原型、后进行顿悟问题测试的两阶段实验范式,探讨了“九点问题”解决中的原型启发效应。^[9]实验中还设了内隐组和外显组,研究结果显示,解决九点问题的过程中如果激活了恰当的“原型”则正确率大大提高,而且内隐学习组与外显学习组的差异不显著,证明原型启发的过程主要是一种自动加工的过程。通过对口语报告的进一步分析发现,原型的激活并不能够保证九点问题的成功解决,只有从原型中获取关键启发信息才是提高正确率的真正原因。所以该研究证实了原型启发的思维过程包括“原型激活”和“关键启发信息的激活”两个加工阶段的存在。

曹贵康等对四等分问题解决过程中的原型启发的思维过程做了进一步研究,也进一步发现,内隐学习条件和外显学习条件下“激活原型”的人次比并无显著差异。^[10]但是,在外显学习条件下更容易在激活原型后激活原型中所隐含的启发信息。因此得出结论:原型事件的激活是自动加工,而原型事件中所包含的关键启发信息的激活是控制加工。

吴真真等以中国传统字谜为实验材料,采用“学习多个原型字谜学习一测试多个目标字谜”的两阶段研究范式,^[11]结果发现,先学习3个(或6个,或9个)原型字谜之后测试3个(或6个,或9个)目标字谜,其正确率和反应时不受数目多少(3个,6个,或9个)的影响,而原型字谜的启发量大小(有原型字谜学习和无原

型字谜学习条件下目标字谜测试的正确率之差)对原型启发效应有显著影响,因此再次证实原型激活是一种自动加工,而原型中隐含的关键信息的激活是控制加工。陈丽等以汉语字谜为实验材料,采用先学习原型字谜,接着进行正负情绪诱导(正情绪组、负情绪组和控制组),然后再进行靶字谜测验的三阶段实验设计,探讨正负诱发情绪状态对汉语字谜原型激活的影响。^[12]结果显示:正面情绪诱导组的成绩明显优于控制组和负面情绪诱导组,而负面情绪诱导组与控制组的成绩差异不显著。该研究认为正性情绪对顿悟这种创造性思维存在积极的影响。

以上这些研究都是对顿悟的“原型启发”认知机制的探索,我国学者还对顿悟的“原型启发”的脑机制进行了研究。

三、原型启发的脑机制研究

新近发展起来的脑成像技术(如 fMRI, ERP, EEG 等)为直接观察脑在处理复杂信息时的活动状况提供了有力的研究手段。可以说我国学者在国际上率先进行了顿悟的大脑机制研究。

罗劲等利用功能性磁共振脑成像技术记录了人类大脑在实现顿悟的一瞬间的活动状况。^[13]该研究采用传统的谜语作为实验材料(例如,谜面是“你杀死了她,但却得流你自己的血”,谜底是“蚊子”),通过在被试思考谜语而未找到答案的时候呈现谜底来“催化”顿悟过程。结果表明:1)新异而有效的联系的形成依赖于海马,而顿悟也就意味着新异而有效的联系的形成。2)顿悟中问题表征方式的转换与脑内视觉空间信息加工网络有关。3)扣带前回(ACC)与腹外侧前额叶(ventral lateral PFC)的激活与顿悟问题解决中的打破思维定势所产生的认知冲突有关。参与顿悟的诸多脑区的作用不大可能是等同的,一些区域的作用会比另一些更加关键,要想对这些区域的贡献加以区分,就需要来自“领域内的证据”——操纵不同的实验条件来分析某些功能和“跨领域的证据”(cross-domain validity)——即来自其他相关领域的佐证。

Goel和Vartanian采用fMRI技术考察了13个正常被试在包含定势转移的发散性思维任务中前额叶的参与状况。^[14]实验材料采用吉尔福特的火柴棒问题,如果被试成功解决了问题,就表

示发生了定势转移。基线任务为被试判断提供的答案是否正确。通过比较火柴棒任务与基线任务显示激活了右腹外侧前额叶(right ventral lateral PFC)和左背外侧前额叶(left dorsal lateral PFC)。进一步比较成功解决了火柴棒问题的脑激活区与未成功解决问题的脑激活区,结果显示右腹外侧前额叶(rVLPFC)、左侧额中回(left middle frontal gyrus)和左侧额极(left frontal pole)有显著激活。由此判定右腹外侧前额叶是定势转移或表征转换神经机制的关键脑区。

买晓琴等同样利用谜语作为实验材料,采用事件相关电位(event related potential, ERP)技术从加工的时间过程上探索了问题解决过程中顿悟的神经机制。^[15]结果发现,呈现谜语答案以后,“有顿悟”(理解了谜语答案的巧妙)比“无顿悟”(不理解谜语答案)的ERP波形在250-500 ms内有一个更加负性的偏移。该成分(N380)在额中央区活动最强,偶极子源定位分析结果显示该负成分可能起源于扣带前回,反映了顿悟问题解决过程中思维定势的突破。

顿悟是一个复杂的认知过程,N380 是否真的是顿悟的脑电成分?为了检验这个问题,邱江等选取汉字的字谜作为实验材料(例如,字谜“个个领头干”的谜底是“竿”),分析字谜作业中呈现正确答案以后的“有顿悟”(理解谜底的巧妙之处)和“不理解”与“无顿悟”所诱发的ERP(无顿悟是被试很快自己找到答案,因此这一类题目是十分容易的、非顿悟性的题目)。^[16]结果表明,在谜底呈现后的250~400 ms内,“不理解”与“有顿悟”都比“无顿悟”诱发一个更加负向的偏移,而“不理解”与“有顿悟”之间的差异并未达到显著水平。在差异波中这个负成分的潜伏期约为320 ms(N320)。偶极子溯源分析的结果显示,N320可能起源于ACC以及丘脑核团附近。因此他们认为该负成分仅仅反映了新旧思路之间的认知冲突,而并不能真正揭示顿悟问题解决中“思维定势的突破”以及“恍然大悟”所对应的独特的脑电变化。

邱江等最近采用汉字字谜问题和 fMRI 技术考察了顿悟的原型启发的脑机制。^[17]研究发现,相对于非顿悟条件的脑激活,顿悟条件下脑激活显著增加的区域有楔前叶(precuneus)、左

侧额下/中回(left inferior/middle frontal gyrus)、枕叶下回(inferior occipital gyrus)和小脑(cerebellum)。他们认为楔前叶与情景记忆的成功提取(原型激活)有关,左侧额下/中回与形成新异联系和打破心理定势(原型中所包含的关键性启发信息的利用)有关,枕叶下回和小脑与对字谜的再审视和注意的重置(评价产出是否合适于新颖性的要求)有关。

从上述结果可见,腹外侧前额叶、左侧额下/额中回、额极、前扣带回、楔前叶、右侧颞上回以及枕叶下回和小脑都对顿悟具有重要作用,但是这些脑区在顿悟中的作用还有待进一步研究。

四、未来研究设想

采用谜语和汉字字谜作为实验材料在一定程度上解决了脑机制研究所必需的信号叠加的问题(每一种实验条件需要有30-50次叠加),即解决了同质型实验材料的数量问题,但是它们都属人工性的问题,其生态学效度往往不高。作为与现实生活中密切相关的创造性思维的机制的研究不能脱离实际问题。因此,该领域的研究需要在实验材料上打破人工性的限制,采用更为符合现实中创造性思维产生的科学发明创造问题为实验材料。

张庆林、邱江等人最新编制了《科学发明创造实验问题材料库》,共有84个依据科学家发明创造的最新事例而编制的测试题目,每个题目均包含一个科学问题、一个原型和一个参考答案。下面是一个测试题目的实例:

科学问题:中国神六航天飞机上天之前,科学家们被宇航服的设计难住了。宇航员出舱时候穿的宇航服,既要有一定的坚硬度能够承受气压,又要能够弯曲,便于宇航员出舱操作。怎样使宇航服既有硬度又能自由弯曲呢?

原型:煮熟的虾子,其身体部分的外壳,既坚硬又可以弯曲。

参考答案:将宇航服需要自由弯曲的部位做成虾子外壳的样子。

《科学发明创造实验问题材料库》编制过程中对每个题目进行了一系列测试,建立了如下系列指标:正确率1(指只呈现科学问题时的正确率),对应的反应时为反应时1;正确率2(学

习原型后再解决科学问题的正确率),对应的反应时为反应时2;“原型启发量”,等于正确率2和正确率1之差。

目前,以《科学发明创造实验问题材料库》的测试题目为实验材料,已经完成了一系列的实验,如“发明创造问题解决中的原型位置效应”,“原型知识表征对创造性问题解决中启发效应的影响”,“科学问题发现中的原型启发效应”,“情绪状态对科学问题解决中的原型启发效应的影响”,“创造性问题解决过程中原型启发的脑机制研究”等等,从中发现了很多有趣的现象。例如在“发明创造问题解决中的原型位置效应”研究中发现,“先呈现问题、后呈现原型”的测试成绩优于“先呈现原型、后呈现问题”的成绩,似乎证明带着问题看原型更有利于表征原型的“关键启发信息”,因此更容易在解决问题过程中促进原型启发效应。又例如,在“原型知识表征对创造性问题解决中启发效应的影响”的研究中发现,被试在学习原型的时候,原型文字的小标题(标识)不同(或者指向原理,或者指向原型体,以上述“宇航服”问题为例,其原型文字的小标题或者是“既硬又软的外壳”,或者是“煮熟的虾子”),结果表明其启发作用也就不同,指向原理的标识比指向原型体的标识更能够起到原型启发的作用。

其实,除了上述的研究之外,《科学发明创造实验问题材料库》还可以用来做很多课题,例如,呈现原型的时候是否配有图片或视频讲解(加强原型的形象表征)对原型启发有什么影响,不同的人格特点(如,不同的认知风格或创造性人格)是否有原型启发的不同表现,原型启发问题解决中是否存在顿悟的酝酿期,大脑的不同状态(如不同的疲劳程度、放松程度、意识集中程度等,还有催眠状态、气功的入静状态、饮酒的麻痹状态等等)对原型启发的影响,不同的动机和情绪状态对原型启发效应的影响等。

由于《科学发明创造实验问题材料库》有84个科学发明创造领域的测试问题,所以可以满足脑成像研究的“重复测试”与所记录的“脑信号叠加”的需要,可以在行为研究的基础上进行一系列顿悟的脑机制的深入研究,为揭示大脑的创造性思维的奥秘做出贡献。

参考文献

- [1] 叶浩生. 西方心理学的历史与体系[M]. 北京: 人民教育出版社, 1998: 441.
- [2] 张奇, 王霞. 顿悟与顿悟问题研究[J]. 宁波大学学报: 教育科学版, 2006, 28(1): 10-13.
- [3] WALLAS G. The art of thght[M]. New York: Harcourt Brace Jo- vanovich, 1926: 10-11.
- [4] 张庆林, ROBERT J. STERNBERG. 创造性研究手册[M]. 成都: 四川教育出版社, 2002(3): 3-5, 232-233.
- [5] KAPLAN C A, SIMON H A. In Search of Insight[J]. Cognitive Psychology, 1990(22): 374-419.
- [6] CHRONICLE E P, ORMEROD T C. When insight just won't come: The failure of visual cues in the nine-dot problem[J]. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2001, 54A(3): 903-919.
- [7] 张庆林, 邱江, 曹贵康. 顿悟认知机制的研究述评与理论构想[J]. 心理科学, 2004, 27(6): 1 435-1 437.
- [8] 任国防, 邱江, 曹贵康, 等. 顿悟: 是进程监控还是表征转换[J]. 心理科学, 2007, 30(5): 1 265-1 268.
- [9] 张庆林, 邱江. 顿悟与源事件中启发信息的激活[J]. 心理科学, 2005, 28(1): 6-9.
- [10] 曹贵康, 杨东, 张庆林. 顿悟问题解决的原型事件激活: 自动还是控制[J]. 心理科学, 2006, 29(5): 1 123-1 127.
- [11] 吴真真, 邱江, 张庆林. 顿悟的原型启发效应机制探索[J]. 心理发展与教育, 2008(1): 31-35.
- [12] 陈丽, 张庆林. 汉语字谜原型激活中的情绪促进效应[J]. 心理学报, 2008, 40(2): 127-135.
- [13] LUO J, NIKI K, PHILLIPS S. Neural correlates of the 'Aha! Reaction'[J]. NeuroReport, 2004, 15(13): 2 013-2 017.
- [14] GOEL V, VARTANIAN O. Dissociating the roles of right ventral lateral and dorsal lateral prefrontal cortex in generation and maintenance of hypotheses in set-shift problems[J]. Cerebral Cortex, 2005, 15(8): 1 170-1 177.
- [15] MAI X Q, LUO J, WU J H, et al. 'Aha!' Effects in Guessing Riddle Task: An ERP Study[J]. Humman Brain Mapping, 2004, 22(4): 261-270.
- [16] QIU J, LI H, LUO Y J, ZHANG, Q L, et al. Brain Mechanism of Cognitive Conflict in a Guessing Chinese logo-griph Task[J]. NeuroReport SCI, 2006, 17(6): 679-682.
- [17] QIU J, LI H, LIU J, et al. Neural correlates of the "Aha" effects: Evidence from an fMRI Study of insight problem solving[J]. Cortex, 2010, 46(3): 397-403.

Upon the Mechanism of Prototype Elicitation in Insight

ZHANG Qing-lin, ZHU Hai-xue, QIU Jiang, LUO Jun-long

(School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstracts: The work is designed to present the origin of prototype elicitation and the trend of researches on its cognitive mechanism and the brain working. It therefore puts forward the prospects of prototype elicitation studies.

Key words: insight; prototype elicitation; cognitive mechanism; neural mechanism

(责任编辑 夏登武)