

认知负荷对顿悟问题解决的影响^{*}

邢强^{**1,2}, 黄伟东³

(1、广州大学心理学系, 广州 510006)(2、西南大学心理学院, 重庆 400715)(3、华南师大心理学系, 广州 510631)

摘 要 顿悟问题解决有许多影响因素, 其中认知资源的耗费会影响到工作记忆的容量及加工效果, 进而影响顿悟问题解决的效果。本实验通过三种呈现时间间隔, 两种活动任务(高负荷任务和低负荷任务), 组合为五种实验条件, 探讨了源问题与靶问题呈现时间间隔与间隔期间活动任务(即不同的认知资源耗费程度)对关键启发信息激活的影响。结果表明: 认知资源的耗费是影响顿悟问题解决的重要因素, 认知资源耗费越多, 关键启发信息越难激活; 如果没有其他信息的干扰, 源靶问题之间的时间间隔越长, 有助于被试对源问题中的关键启发信息的思考与归纳, 进而在解答靶问题过程中就越容易提取出关键启发信息。

关键词: 认知负荷 顿悟 关键启发信息 激活

1 问题的提出

近一个世纪以来, 顿悟的本质一直是思维心理学研究的主要问题之一(Mayer, 1995)^[1], 但是在二十世纪 60—70 年代, 关于顿悟问题解决的研究进入了一个相对停滞期。从二十世纪 90 年代开始顿悟问题解决研究又引起了认知心理学家的极大兴趣, 研究者对顿悟问题解决机制进行了更为深入的探讨, 如: Knoblich (1999)^[2]、MacGregor (2001)^[3]、Ormerod 和 MacGregor (2002)^[4]、Laura 等人 (2003)^[5]、Chronicle 等人 (2004)^[6]、Kershaw 和 Ohlsson (2004)^[7] 等研究。但是目前关于顿悟问题研究的各种争论仍然非常明显, 如表征转换理论 (Knoblich, 1999)^[8]、限制理论 (Finke, 1995)^[9]、选择性加工理论 (Davidson, 1995)^[10] 之间的争论, 这在一定程度上说明了顿悟现象本身的复杂性。我国学者张庆林教授及其课题组提出了顿悟认知机制的新设想^[11], 认为现实生活中的顿悟是原型启发的结果, 实验中的顿悟研究应该主要探究原型事件中所隐含的关键启发信息的激活。这里所说的原型事件是指对当前顿悟问题的解决具有启发作用的认知事件, 它一旦被问题解决者注意或者出现于问题解决者的心理视野, 称为“激活”。原型激活并不一定能顿悟, 因为原型本身涵盖了很多的信息, 只有原型中的“关键启发信息”被激活, 才有助于顿悟问题的解决。

为了探究原型中的“关键启发信息”激活的条件和机制, 本研究采用顿悟研究的新范型: “不同型的 2 个源问题+2 个靶问题”, 以探讨在头脑中多个源表征信息中激活最有启发性表征的条件和机制。

显然, 解决顿悟问题的认知加工需要使用工作记忆中的认知资源。由此可以设想认知资源的耗费肯定会影响到工作记忆的认知资源, 进而影响顿悟问题解决的效果。但是目前还没有研究针对认知资源的耗费对于顿悟问题解决的影响进行深入探讨, 因此, 本实验通过三种呈现时间间隔, 两种活动任务(高负荷任务和低负荷任务), 组合为五种实验条件, 来探讨源问题与靶问题呈现时间间隔与间隔期间活动任务(即不同的认知资源耗费程度)对关键启发信息激活的影

响, 以探究可能影响关键启发信息激活的因素和机制。

本实验假设, 高负荷任务条件下的成绩会比低负荷任务条件下的成绩差, 因为高负荷任务中, 附加在任务本身的认知负荷较大, 解决者的认知资源耗费程度大, 所以不利于关键启发信息的激活。另一方面, 没有间隔条件(没有附加的认知资源耗费)下成绩会优于短间隔条件下的成绩, 而长间隔条件下最差。

2 实验方法

2.1 被试

广州大学心理系 146 名本科生参加实验。随机分配到五种实验条件下。

2.2 材料与程序

通过预测试, 从四巧板图形中选择具有一定难度的图形 4 个作为实验材料, 根据所包含的关键启发信息类型不同可以分为 2 种图形, 1 种图形包含关系信息(即位置旋转信息: 指解决该图形问题需要将其中某一块拼板旋转到合适的位置), 1 种图形包含构型信息(即缺口封闭信息: 指解决该图形问题需要将其中某一块拼板与另一块拼板的接口接好)。每个被试均完成相同的 4 个图形题目, 其中包含 2 个源问题(关系源问题与构型源问题各一个), 2 个靶问题(关系源问题与构型源问题各一个)。图形材料制作成幻灯片用计算机呈现, 每个被试独立使用一台计算机, 独立完成图形题目。

实验开始前, 先让被试仔细阅读答题册上的操作说明(包括指导语与示例), 明白实验要求后单击鼠标左键进入实验。

首先, 依次呈现关系源问题与构型源问题, 每个题目呈现 5 分钟, 被试在 5 分钟内想到如何作答时就在答题册的相应位置作答, 作答完成后点击计算机鼠标会依次出现源问题的答案, 让被试对照答案并点击相应的选项(共有 3 个选项, 其中一个是关键启发信息项)。如果被试作答正确则呈现下一个源问题答案; 如果作答错误或者无法作答则呈现解题关键, 以确保被试可以发现该题的关键启发信息。

然后, 给予认知资源耗任务。从少年奥林匹克竞赛题

^{*} 广东省哲学社会科学十一五规划项目资助(07SXQ002)。

^{**} 通讯作者, 邢强, 男, E-mail: qing-xingpsy@126.com

目中选择数学题 6 道,经过前测,每道题目的解答时间均在 2 分钟以上,这样能够确保在 12 分钟内达到足够的认知资源耗费。从纯音乐曲目中选取轻音乐 3 首,共 12 分钟。根据呈现时间间隔的不同与间隔期间任务类型的不同将被试随机分为 5 组,让第一组被试解答数学题 12 分钟,让第二组被试听轻音乐 12 分钟,让第三组被试解答数学题 4 分钟,让第四组被试听轻音乐 4 分钟,第五组被试没有任务(即没有间隔),直接进入靶问题测试。

最后,进行靶问题测试任务,随机呈现关系靶问题和构型靶问题,每个问题呈现 5 分钟,要求被试在 5 分钟内完成任务,超时完成任务的结果视为不正确答案。

2.3 设计

实验操纵了呈现时间间隔(长间隔:12 分钟;短间隔:4 分钟;没有间隔)和间隔期间的活动任务类型(高负荷任务——解数学题;低负荷任务——听轻音乐)。2 个变量组合成 5 种实验条件:(1)长间隔——高负荷任务(2)长间隔——低负荷任务(3)短间隔——高负荷任务(4)短间隔——低负荷任务(5)没有间隔。采用随机分组的被试间设计。

因变量为靶问题解答的正确率。计分方法为每道靶问题正确计 1 分,错误计 0 分。

用 SPSS10.0 for windows 对实验数据进行统计分析。

3 结果与分析

首先,对五组被试的解答靶问题的正确率进行统计分析,结果见表 1;

表 1 不同源靶呈现间隔与不同任务类型条件下顿悟问题解决的正确率

| | 长间隔 | 短间隔 | 没有间隔 |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| 高负荷任务 | 0.188±0.372 | 0.202±0.363 | |
| 低负荷任务 | 0.550±0.438 | 0.500±0.333 | |
| 无负荷任务 | | | 0.444±0.301 |

从任务类型来看,在长短两种呈现间隔条件下,低负荷任务组被试的成绩都倾向于比高负荷任务组的被试好,即任务类型对靶问题解答的正确率有影响,而无负荷组(即没有间隔组)介于低负荷任务组与高负荷任务组之间。进一步对不同间隔条件下,高负荷任务组与低负荷任务组正确解决四巧板问题的成绩进行 χ^2 检验。结果发现:长间隔条件下高负荷任务组和低负荷任务组之间的差异显著, $\chi^2=2.254$, $p=0.024$;短间隔条件下高负荷任务组和低负荷任务组之间的差异达到边缘显著水平下, $\chi^2=5.754$, $p=0.056$ 。

从间隔时间来看,高负荷任务组与低负荷任务组呈现出不同的趋势:在低负荷任务组随着间隔时间增加,正确率呈直线上升趋势,在高负荷任务组,随着时间间隔的增加,正确率有下降的趋势。其趋势可以从图 1 看出。

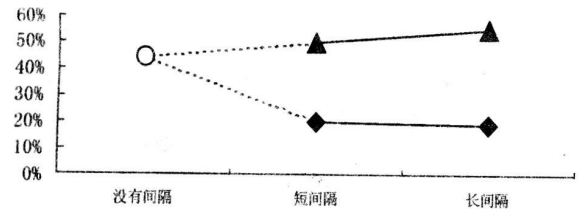


图 1 5 个组正确率的比较

进一步对不同高负荷任务条件下,长间隔组与短间隔组

进行 χ^2 检验,差异未达到显著水平,结果如下:高负荷任务条件下, $\chi^2=1.036$, $p=0.596$;低负荷任务条件下, $\chi^2=1.867$, $p=0.393$ 。

其次,对不同条件下靶问题解答情况进行方差分析,结果表明,呈现时间间隔主效应边缘显著 $F=0.338$, $p=0.056$;任务类型主效应显著 $F=5.875$, $p=0.020$;呈现时间间隔与任务类型之间交互作用不显著 $F=0.028$, $p=0.868$ 。

4 讨论

4.1 关键启发信息的激活与大脑认知资源的充分程度的关系

首先,从任务类型来看,任务类型有主效应:在不同的间隔时间条件下,均为低负荷任务组优于高负荷任务组,支持了本实验的假设。这种差异的原因是:高负荷任务的认知负荷较大(大多数被试第一道数学题都无法解答),被试在源靶问题的解决间隔时间内耗费了大量的认知资源,所以当进入到靶问题的解答时认知资源严重不足,从而影响了高负荷任务组靶问题解决的效果。已有许多研究表明,认知容量能够容纳和加工信息的数量要受到信息的结构、信息的呈现方式、长时记忆知识网络的组织化、认知容量个别差异等因素的制约。工作记忆在接收、保持、加工信息的过程中如果容量超载,就会影响加工的效率或使加工无法完成^[12]。有研究者考查了认知负荷对问题解决和资源分配策略的影响,结果显示不同的认知负荷程度对于类比推理问题解决的影响是不同的^[13],而且认知负荷的大小会明显的影响工作记忆资源分配的策略^[14]。

没有间隔(没有任务)组由于在源靶问题解决的过渡期间没有额外的认知资源耗费,被试有限的认知资源能够投入到靶问题解答中,特别是源问题的新近性程度比较高,对源问题中关键启发信息的激活有很大的促进作用,所以正确率较高。而低负荷任务组的被试靶问题正确率最高正是顿悟问题解决(创造性)的特点之一,在本实验中,低负荷任务组被试在间隔期间的活动任务是听没有歌词的纯音乐曲目,没有认知任务,不需要额外的认知资源,而是起到一个放松的作用,所以有助于创造主体从解决问题的紧张状态下释放出来,从而有助于靶问题的解决,所以低负荷任务组被试的靶问题正确率最高。

4.2 源事件中关键启发信息是意义信息,不受时间推移的影响

如果按照短时记忆理论,随着时间的推移,再加上没有机会让他们对这些信息进行进一步加工,保存在头脑中的关于源问题解决的信息就会很快遗忘掉,但是本研究结果似乎并不支持这一结论,因为在低负荷组,有相当部分的被试还是利用头脑中存储的关于源问题解决的有用信息,正确地解决了靶问题。这就说明源事件中关键启发信息的记忆是一个意义记忆的过程,它的激活不受时间影响。

4.3 顿悟问题解决中酝酿效应分析

从间隔时间来看,在低负荷任务条件下,长间隔组的正确率都高于短间隔组,但是在高负荷任务条件下,长间隔时间组的成绩低于短间隔组的成绩。由此我们可以认为在顿悟问题解决过程中存在一个“酝酿效应”,也就是说存在一个无意识的加工过程。本实验中,在源问题解决后我们会给予被试源问题的答案,让其对照答案。所以可以推想,在进入

认知资源耗任务时虽然源问题解答已经结束,但是被试仍然会对前面源问题中的关键启发信息进行加工,源问题的解答以及其中包含的信息还会停留在被试的心理视野。而顿悟问题的解决是一个平行加工的过程,所以被试在进行认知资源耗任务期间,还会同时加工前面的源问题。因此时间间隔越长,被试对源问题中的关键启发信息的思考与归纳的时间就越多,进而在解答靶问题过程中就越容易提取出关键启发信息,所以促进了靶问题的解决。

4.4 本研究存在的可能问题

虽然本研究发现认知负荷的大小影响顿悟问题解决,但是本研究所考察的认知负荷与源问题中关键启发信息的激活的关系是侧重于考察工作记忆中认知资源的消耗大小,还有一些情况可能被忽略了,因为激活是一个非常复杂的心理加工过程,激活一方面与认知资源的消耗有关系,另一方面个体本身的认知差异也是一个值得进一步考虑的因素,这种个体差异包括在实验之前个体大脑的暂时认知状态,如疲劳、药物影响、情感特点、动机等因素,还包括个体在认知资源上确实存在的差异。

5 结论

5.1 认知资源的耗费是影响顿悟问题解决的重要因素,认知资源耗费越多,关键启发信息越难激活。

5.2 如果没有其他信息的干扰,源靶问题之间的时间间隔越长,有助于被试对源问题中的关键启发信息的思考与归纳,进而在解答靶问题过程中就越容易提取出关键启发信息。

6 参考文献

- 1 8 Mayer R E. The search of insight: grappling with Gestalt psychology's unanswered questions. In R J Sternberg, J E Davidson (Eds.), *The nature of insight*. Cambridge, MA: MIT press. 1995; 33—62
- 2 Knoblich G, Ohlsson S, Haider H, Rhenius D. Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1999, 25; 1534—1556

- 3 MacGregor J N, Ormerod T C, Chronicle E P. Information processing and Insight: A process model of performance on the nine-dot problem. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2001, 27(1); 176—201
- 4 Ormerod T C, Macgregor J N, Chronicle E P. Dynamics and constraints in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2002, 28(4); 791—799
- 5 15 Laura R Novick, Steven J Sherman. On the nature of insight solutions: Evidence from skill differences in anagram solution. *Journal of Experimental Psychology*, 2003, 56(2); 351—382
- 6 Edward P Chronicle, James N MacGregor and Thomas C Ormerod. What Makes an Insight Problem? The Roles of Heuristics, Goal Conception, and Solution Recoding in Knowledge — Lean Problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2004 30, (1); 14—27
- 7 Kershaw T C, Ohlsson S. Multiple cause of difficulty in insight: the case of the nine-dot problem. *Journal of Experiment Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2004. 30(1); 3—13
- 9 Finke R A. Creative insight and preinventive forms. In R J Sternberg, J E Davidson (Eds.), *The nature of insight*. Cambridge, MA: MIT press. 1995; 255—280
- 10 Davidson J E. The suddenness of insight. In R J Sternberg, J E Davidson (Eds.), *The nature of insight*. Cambridge, MA: MIT press. 1995; 125—155
- 11 张庆林,邱江,曹贵康.顿悟认知机制的研究述评与理论构想. *心理科学*, 2004, 27(6); 1435—1437
- 12 许远理.听讲式接受学习过程中存在的一些问题——种来自认知负荷的观点. *雁北师范学院学报*, 2002, 18(3); 4—6
- 13 莫雷,邹艳春,金素萍.材料模式与认知负荷对小学生类比学习的影响. *心理科学*, 2003, 23(4); 385—389
- 14 曹宝龙,刘慧娟,林崇德.认知负荷对小学生工作记忆资源分配策略的影响. *心理发展与教育*, 2005(1); 36—42

A Research on the Influence of Cognitive Loads on Insight Problem Solving

Xing Qiang^{1,2}, Huang Weidong³

(1. Department of Psychology, Guangzhou University, Guangzhou 510006)

(2. School of Psychology, Southwest University, Chongqing, 400715)

(3. Department of Psychology, South China Normal University, Guangzhou, 510631)

Abstract Among the many factors which influence insight problem solving, the waste of cognitive resources will influence the capacity and processing effects of working memory, and then insight problem solving. The experiment combined three types of presentational interval with two levels of activity task (high load task and low load task) to have five experimental conditions. From two factors, i.e., the presentational interval, between the base problem and the target problem and activity during the interval, it probed the influence of varying waste levels of cognitive resources on the activation of key heuristic information. The results show that the waste of cognitive resources is an important influential factor in insight problem solving, and the more cognitive resources waste, the more difficult to activate key heuristic information. The results also indicate that if there is no other impending information, longer interval between the base problem and the target problem will contribute to the consideration and summation of key heuristic information on the base problem, and will make it easier to draw out key heuristic information during the target problem resolving.

Key words: cognitive loads, insight, key heuristic information, activation