

# 汉语成语谜语问题解决中思路竞争的眼动研究

黄福荣<sup>1,2</sup> 周冶金<sup>1</sup> 赵庆柏<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 青少年网络心理与行为教育部重点实验室; 湖北省人的发展与心理健康重点实验室; 华中师范大学心理学院, 武汉 430079)

(<sup>2</sup> 北京市“学习与认知”重点实验室; 首都师范大学心理系, 北京 100048)

**摘要** 在谜语问题解决过程中,可能存在着通过简单联想和新异联想寻找答案这两种思路。两个实验中设置了包括寻常答案与新颖答案在内的若干备择答案(实验1为4个,实验2为6个)供被试选择,利用眼动技术记录被试在解题过程中的不同时间段内对新颖答案与寻常答案的平均注视时间,考察汉语成语谜语问题解决中两种思路之间冲突的过程。实验1操纵了任务要求,实验2操纵了规则线索的有效性。实验结果表明:(1)在成语谜语问题解决中的一段时间内新异联想和简单联想能够同时发生且形成竞争;(2)选择“新颖且合适答案”的任务要求,提高了成功形成新颖语义联结的概率,但是并没有加快新异联想发生、发展的进程,也没有改变两种思路相互竞争的局面;(3)有效的规则线索可以抑制简单联想,阻止其发生,同时可以加快新异联想发生、发展的进程。

**关键词** 成语谜题; 新异联想; 简单联想; 眼动

**分类号** B842

## 1 引言

在顿悟问题的解决过程中,问题解决者往往会经历一个明显的“僵局”(impasses),感到思维停滞不前(Schooler, Ohlsson, & Brooks, 1993)。关于僵局产生的原因,“心理定势理论”认为思维习惯会使问题解决者不再致力于寻找新的、可能是更为有效的问题解决途径。“心理成规理论”认为,僵局的产生是由于反复尝试使用某种错误的搜索路径增强了该路径的激活程度,相应地降低了搜索其他解题路径的可能性,它强调问题解决过程中的“强迫症”倾向。“功能固着理论”认为物体的心理表征与它的常用功能属性相关,如果在特定的问题中,需要利用它的不寻常的功能属性,自动提取的常用功能属性会阻碍不寻常功能属性的激活和利用,僵局就产生了(罗劲, 2004)。

那么,僵局又是怎样被打破的?“表征转换理论”认为顿悟问题的成功解决取决于问题表征方式的转换,它可以通过限制消除、组块破解等多种方式对无效的、错误的初始表征进行重构(Knoblich,

Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999),也可能只需要额外注意和编码问题中的其他关键信息,对初始表征进行修复就可以打破僵局(Kaplan & Simon, 1990)。“进程监控理论”的基本观点是,问题解决者会依据将要达到的问题目标状态,确定一些看似有效的内在标准,并根据这些标准来监控每一个局部行动的有效性。一旦个体意识到这些行动不会成功时,就会产生一种内驱力,促使个体去解除过去知识经验的限制,寻找其它解题途径(Chronicle, MacGregor, & Ormerod, 2004; MacGregor, Ormerod, & Chronicle, 2001)。

上述有关顿悟问题解决的两类理论中,前一类理论着眼于说明采用常规的思维方式,就会形成无效的解题思路,从而使问题解决陷入僵局;后一类理论则着眼于说明新颖(有效)的解题思路是如何形成的。由此可见,在顿悟问题解决过程中,可能存在着无效的常规解题思路与有效的新颖解题思路之间的冲突。有关顿悟神经生理机制的研究为两种思路之间的冲突提供了证据。例如,脑功能成像研究发现,当顿悟发生时,与认知冲突的监控相关的

前扣带回被激活了(Aziz-Zadeh, Kaplan, & Iacoboni, 2009; Kounios et al., 2006; 罗劲, 2004)。有关顿悟感产生的 ERP 研究也发现, 与没有顿悟感的条件相比, 顿悟感出现的条件下, 新颖答案诱发出 N320/N380 成分, 该成分溯源于前扣带回(买晓琴, 罗劲, 吴建辉, 罗跃嘉, 2005; 邱江, 罗跃嘉, 吴真真, 张庆林, 2006), 这说明顿悟问题解决过程中包含着两种解题思路之间的冲突。

在两种思路的冲突中, 常规的无效思路对新颖的有效思路必然起着干扰和阻碍作用(Öllinger, Jones, & Knoblich, 2008)。虽然表征转换理论和进程监控理论认为, 顿悟的产生需要解除过去知识经验的限制, 但是没有阐明过去知识经验(即无效解题思路)与新颖有效的解题思路之间冲突的发生、发展过程。毕竟, 新颖有效的思路需要战胜常规无效的思路才能出现顿悟。所以, 仅描述新颖有效思路形成过程不足以全面反映顿悟产生过程, 而深入探究新颖有效思路的发生、发展过程, 以及新颖思路战胜常规无效思路的过程, 才能更深入地揭示顿悟问题解决的规律。

从表征转换理论可以推论, 新颖思路与常规思路之间转换可能是瞬间完成的。罗劲(2004)认为, 顿悟是问题解决视角的瞬间“新旧交替”过程。有关顿悟问题解决中预热感判断和对关键信息注视时间的变化为此观点提供了实验证据。例如, Metcalfe 考察了被试在问题解决中接近问题解决的预热感(feeling of warmth, FOW), 研究发现被试对常规问题解决的预热感是逐渐上升的, 但是对顿悟问题解决的预热感在问题解决前一直很低, 在问题解决瞬间突然上升(Metcalfe, 1986; Metcalfe & Wiebe, 1987)。Knoblich, Ohlsson 和 Raney (2001)分析了被试解决“火柴棒算式问题”时的注视时间的变化趋势, 发现关键元素的注视时间在问题解决前陡增。这些研究结果倾向于支持顿悟问题解决中新颖有效的解题思路是突然形成, 并且在瞬间替代了常规无效的解题思路。但是, 这些研究并未直接考察新旧两种思路之间冲突的发生、发展过程。

从进程监控理论可以推论, 新颖思路是一个逐渐发生的过程。一些实验研究也确实发现新颖思路不是突然发生的。例如, Yaniv 和 Meyer (1987)认为 Metcalfe (1986, 1987)的结论只适用于语义信息不丰富的顿悟问题, 在语义信息丰富的顿悟问题解决过程中, 与答案相关的语义信息在酝酿期是逐渐积累的。Ellis, Glaholt 和 Reingold (2011)通过分析被

试在解决英语字谜问题过程中的注视时间发现, 被试对关键词素和干扰词素的注视时间比例在问题解决初期是没有显著差异的, 直到问题解决前几秒钟, 干扰词素的注视时间比例逐渐下降。这说明, 在语义信息丰富的顿悟问题解决中, 新颖有效的解题思路和常规无效的解题思路有可能同时发生, 并相互竞争。

由此可见, 深入研究顿悟问题解决过程中, 新颖有效思路的发生、发展过程及其影响因素, 以及新颖思路战胜常规无效思路的过程, 是揭示顿悟问题解决认知机制的一条重要途径。谜语问题属于语义丰富的顿悟问题, 在谜语问题解决中存在两种解题思路, 一种是根据谜面语义所进行的简单联想, 另一种是寻找并激活谜面(或谜底)不寻常的语义信息所进行的新异联想(买晓琴, 罗劲, 吴建辉, 罗跃嘉, 2005; 邱江, 罗跃嘉, 吴真真, 张庆林, 2006; 沈汪兵, 刘昌, 张小将, 陈亚林, 2011; 朱新秤, 李瑞菊, 周冶金, 2009)。所以, 本研究拟采用汉语成语谜语问题为实验材料, 探讨实验任务要求与规则线索的有效性对谜语问题解决中两种解题思路发生、发展过程的影响。在实验任务的选择上, 虽然答案生成任务最能体现问题解决的过程与特点, 但是采用此实验任务难以监测两种思路发生、发展的进程。采用呈现答案并确定顿悟感的判断任务, 又难以反映完整的问题解决过程。所以, 本研究采用选择答案的任务范式, 为每一道谜题设置寻常答案、新颖答案(谜底)、似是而非答案和无关答案等几类备择答案, 采用眼动追踪技术记录被试在解题过程中对新颖答案与寻常答案的注视时间, 来推测谜语问题解决中新异联想的发生、发展过程, 以及新异联想与简单联想之间冲突的过程。

之所以选择采用眼动追踪技术, 是因为传统认知实验心理学研究方法, 以及 ERP 或 fMRI 等认知神经科学技术, 都难以直接考察顿悟问题解决中两种解题思路发生、发展及其相互竞争的过程; 而眼动记录仪可以直接“记录”问题解决的进程。近几年来, 越来越多的研究者使用这种技术研究问题解决过程(Bilalic, McLeod, & Gobet, 2008; Kaller, Rahm, Bolkenius, & Unterrainer, 2009; Patsenko & Altmann, 2010; Thomas & Lleras, 2007)和顿悟问题解决过程(Ellis, Glaholt, & Reingold, 2011; Grant & Spivey, 2003; Jones, 2003; Knoblich, Ohlsson, & Raney, 2001; Thomas & Lleras, 2009)。Knoblich 等人(2001)除了统计分析顿悟问题解决过程中的总注

视时间以外,还把整个问题解决过程分成三个相等的时间阶段,分析不同阶段中注视时间的变化。Ellis, Glaholt 和 Reingold (2011)把英语字谜问题解决过程按照 100ms 的标准划分成若干相等的时间阶段,分析注视时间的变化趋势,这种数据分析方法能更好地考察创造性问题解决的进程。所以,本研究拟将谜语问题解决过程中的眼动数据进行分时间段分析,考察成语谜语问题解决中新颖有效思路和常规无效思路的发生、发展进程。

## 2 实验 1

### 2.1 实验目的

采用眼动仪记录被试解决成语谜语的眼动轨迹,首先对新颖答案和寻常答案的相对注视时间与选择比例进行相关分析,证实对新颖答案和寻常答案的注视能够敏感反映新异联想和简单联想。然后分析解题过程中的每一时间段内对新颖答案、寻常答案与无关答案的注视时间差异,考察新异联想和简单联想的发生、发展进程,检验两种联想之间是否会发生竞争。本实验还操纵了指导语,尝试检验任务要求是否会改变两种联想的发生、发展进程和竞争过程。

### 2.2 实验方法

**2.2.1 实验设计** 实验 1 采用单因素组间设计,自变量为指导语中的任务要求(合适组 vs 新颖组),合适组要求被试选择合适答案,新颖组要求被试选择新颖且合适的答案,并且提示被试不是所有与谜面之间存在语义关联的备择答案都满足新颖性要求。新颖组被试在解题过程中可能会意识到存在两个或两个以上的答案,但是实验中并没有给予如何处理的指示。因变量为选择新颖答案和寻常答案的百分数,以及对各类备择答案兴趣区的注视时间。

**2.2.2 被试** 44 名来自武汉某大学的本科生参加了本实验,其中男生 20 名,女生 24 名。将被试随机分成两组,每组 22 人。所有被试的视力或矫正视力均正常,实验结束后被试获得一件小礼物。

**2.2.3 实验仪器** 实验仪器是加拿大 SR 公司生产的 Eyelink 1000 型眼动仪,采样频率设置为 1000 Hz,采用瞳孔+角膜模式采集数据。呈现刺激的显示器为 21 inch,刷新频率为 60Hz,分辨率为 1024×768。

**2.2.4 实验材料** 从汉语成语谜语库中(朱新秤,李瑞菊,周治金,2009)筛选了 48 道谜题,为每道谜题设置了 4 个备择答案,包括一个新颖答案、一个

寻常答案和两个无关答案。新颖答案是成语谜语词典中所提供的谜底,它与谜面之间存在内隐而非直接的语义关联。在预实验中请一组被试根据谜面进行自由联想,生成与谜面之间存在语义关联的答案,然后从被试根据谜面所生成的答案中筛选出生成概率最高的成语作为该谜题的寻常答案。无关答案是从被试根据其它谜面生成的答案中选择的,且与谜面不存在语义关联的成语。表 1 列举了实验 1 中使用的 4 道谜题及其备择答案。

表 1 实验 1 中使用的实验材料举例

谜面	寻常答案	新颖答案	无关答案 I	无关答案 II
破晓	旭日东升	毁于一旦	良莠不齐	寿终正寝
越做越快	熟能生巧	积劳成疾	察言观色	言简意赅
善战而多谋	足智多谋	精打细算	旧地重游	孤苦伶仃
交通业的兴起	四通八达	应运而生	洁身自好	精雕细刻

**2.2.5 实验程序** 实验在隔音的眼动实验室内完成。实验开始前,被试的前额和下颏放在托架上以固定头部,眼睛距离显示器大约 75 cm。进行校准和确认后,被试先进行 12 道题的练习,熟悉实验程序之后进入正式实验。正式实验流程是:首先在屏幕中央呈现一个“十”注视点 500 ms,然后呈现谜面 4000 ms,之后谜面不消失,并且在谜面下方呈现 4 个备择答案(4 个备择答案的位置进行了平衡),要求被试在 6000 ms 内按要求选择答案。间隔 2000 ms 后,呈现下一道谜题。

正式实验中呈现备选答案的同时,眼动仪开始记录被试的眼动轨迹等数据,被试按键选择答案之后,眼动仪停止记录。每一道谜题呈现之前,都会进行一次漂移校正以保证眼动记录的准确性。

**2.2.6 数据处理** 首先在备择答案图片上划分出 5 个兴趣区:谜面、寻常答案、新颖答案、无关答案 I、无关答案 II。通过 SR 公司提供的 Dataviewer 数据分析软件导出各个兴趣区的眼动数据,然后使用 SPSS 11.5 统计软件包进行统计分析。

### 2.3 结果与分析

**2.3.1 选择答案的百分数** 表 2 所示的是两组被试选择寻常答案与选择新颖答案的百分数。

表 2 选择寻常答案和新颖答案的百分数

任务要求	选择寻常答案	选择新颖答案
合适组	0.62 (0.11)	0.32 (0.11)
新颖组	0.38 (0.22)	0.48 (0.18)

注:括号内数据为标准差。

对寻常答案的选择百分数进行独立样本 T 检验, 结果显示,  $t(42)=4.75, p<0.001$ , 合适组的选择百分数更高。对新颖答案的选择百分数进行独立样本 T 检验, 结果显示,  $t(42)=3.63, p<0.005$ , 新颖组的选择百分数更高。

**2.3.2 问题解决过程中的总注视时间** 表 3 所示的是两组被试选择寻常答案与选择新颖答案过程中, 分别对新颖答案、寻常答案和无关答案兴趣区的总注视时间(该兴趣区内所有注视点的总时间)。其中无关答案区的总注视时间是两个无关答案选项兴趣区的总注视时间的平均值。

为了检验对新颖答案区、寻常答案区的注视与新异联想、简单联想的关系, 对新颖答案和寻常答案的选择百分数与三类兴趣区注视时间比例之间分别进行相关分析。兴趣区注视时间比例是指每类答案区的总注视时间占三类答案兴趣区的总注视时间的百分数。结果显示, 新颖答案的选择百分数与对新颖答案兴趣区注视时间的比例呈显著正相关,  $r=0.86, p<0.01$ , 与对寻常答案区注视时间的比例呈显著负相关,  $r=-0.85, p<0.01$ , 与对无关答案区注视时间的比例也呈显著负相关,  $r=-0.85, p<0.01$ 。寻常答案的选择百分数与对新颖答案区注视时间的比例呈显著负相关,  $r=-0.83, p<0.01$ , 与对寻常答案区注视时间的比例呈显著正相关,  $r=0.91, p<0.01$ , 与对无关答案区注视时间的比例呈显著负相关,  $r=-0.91, p<0.01$ 。

**2.3.3 选择新颖答案过程中的不同时间阶段内的注视时间** 表 4 所示的是两组被试在选择新颖答

案过程中的不同时间阶段内对不同兴趣区的注视时间。

为了进一步考察谜语问题解决的加工进程, 本实验参考 Ellis 等人(2011)和沃建中等人(2006)所采用的分时间阶段考察注视轨迹的数据分析方法。具体做法是: 取每 500 ms 为一个时间样本, 计算被试在每一个时间样本内对三类答案区的注视时间。实验 1 统计分析了 0~3.5 s 的时间范围注视轨迹的数据, 作此选择的理由是: 被试选择新颖答案的平均时间是 3441( $\pm 514$ ) ms, 我们对实验数据的预处理发现, 在 3.5s 前后的三个时间阶段内, 对各兴趣区注视时间之间的数量关系比较稳定, 说明无论完成答案选择的时间是短于平均选择时间, 还是长于平均选择时间, 答案选择过程中所涉及的思维成分与特点具有一致性。

对于选择新颖答案的解题过程的注视时间进行 2 (任务要求: 合适组; 新颖组)  $\times$  3 (兴趣区类型: 寻常答案区; 新颖答案区; 无关答案区)  $\times$  7 (时间段: 0~0.5 s; 0.5~1 s; 1~1.5 s; 1.5~2 s; 2~2.5 s; 2.5~3 s; 3~3.5 s) 三因素方差分析, 重点分析兴趣区与时间段的交互作用, 考察在不同时间段内对三类兴趣区注视时间的差异。若对新颖答案区或寻常答案区的注视时间长于无关答案区, 说明新异联想或简单联想已经发生了, 若对新颖答案区的注视时间也长于寻常答案区, 说明新异联想开始占据主导地位。结果显示, 任务要求的主效应不显著,  $F(1, 42)=0.60, p=0.44$ ; 兴趣区类型的主效应显著,  $F(2, 84)=295.18, p<0.001$ ; 时间段的主效应显著,  $F(6, 252)=207.10,$

表 3 问题解决过程中的总注视时间(ms)

任务要求	选择类型	寻常答案区	新颖答案区	无关答案区
合适组	选择寻常答案	884 (0.47)	556 (0.30)	442 (0.23)
	选择新颖答案	548 (0.26)	1098 (0.53)	433 (0.21)
新颖组	选择寻常答案	1031 (0.47)	653 (0.29)	524 (0.24)
	选择新颖答案	532 (0.24)	1226 (0.56)	438 (0.20)

注: 括号内数据为注视时间比例。

表 4 选择新颖答案过程中的不同阶段内的注视时间(ms)

任务要求	兴趣区	0~0.5 s	0.5~1 s	1~1.5 s	1.5~2 s	2~2.5 s	2.5~3 s	3~3.5 s
合适组	新颖答案区	7	62	130	153	146	146	139
	寻常答案区	4	21	95	83	110	76	50
	无关答案区	4	50	89	73	62	54	36
新颖组	新颖答案区	4	53	138	155	170	170	145
	寻常答案区	2	40	98	89	90	74	56
	无关答案区	6	48	75	67	54	56	46

$p < 0.001$ ; 任务要求与兴趣区类型的交互作用不显著,  $F(2,84)=1.03$ ,  $p=0.36$ ; 任务要求与时间段的交互作用不显著,  $F(6,252)=0.72$ ,  $p=0.63$ ; 兴趣区类型与时间段的交互作用显著,  $F(12,504)=14.25$ ,  $p < 0.001$ , 从 1s 开始, 对新颖答案区的注视时间长于无关答案区, 在 2~2.5s 和 2.5~3s 阶段, 对寻常答案区的注视时间长于无关答案区, 并且从 0.5s 开始对新颖答案区的注视时间长于寻常答案区; 三因素交互作用不显著,  $F(12, 504)=1.19$ ,  $p=0.28$ 。合适组和新颖组的注视时间进程分别如图 1、图 2 所示。

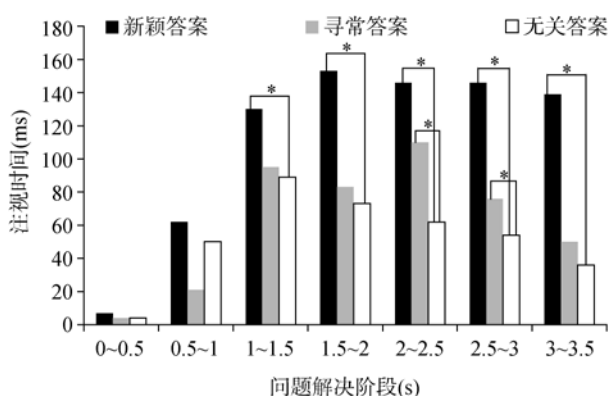


图 1 合适组选择新颖答案的注视时间进程

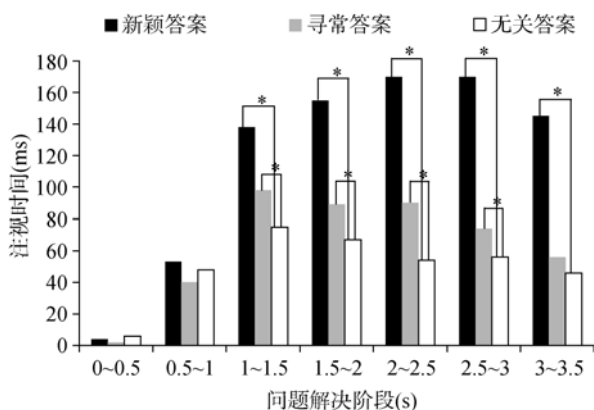


图 2 新颖组选择新颖答案的注视时间进程

在三因素方差分析基础之上, 选取新颖答案区和寻常答案区的注视时间都显著长于无关答案区的时间阶段, 进一步比较新颖答案区与寻常答案区注视时间之差。结果显示, 在合适组解题的 2~2.5s 和 2.5~3s 时间段内对新颖答案区与寻常答案区的注视时间之差没有显著差异,  $t(21)=1.44$ ,  $p=0.17$ 。在新颖组解题的 1~1.5s、1.5~2s、2~2.5s 和 2.5~3s 时间段内, 对新颖答案区与寻常答案区的注视时间之差存在显著差异,  $F(3,63)=3.18$ ,  $p < 0.05$ , 其中

1~1.5s 阶段的注视时间之差显著小于 2.5~3s 阶段, 其余时间段之间的差异均没有达到显著水平。如图 3 所示。

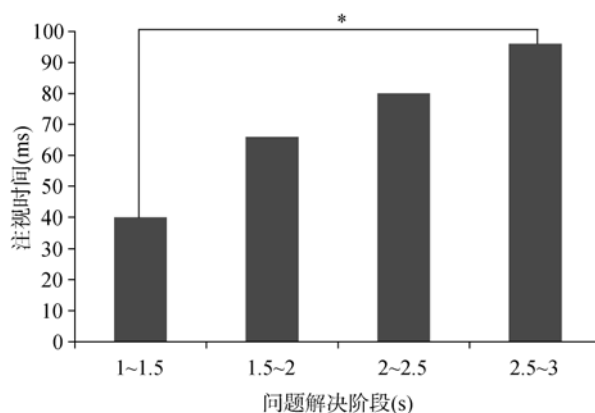


图 3 新颖组的新颖答案与寻常答案区注视时间之差

## 2.4 讨论

实验 1 的结果表明, 被试选择新颖答案的百分数与其对新颖答案的注视时间呈高度正相关, 而与其对寻常答案和无关答案的注视时间呈高度负相关。反过来, 被试选择寻常答案的百分数与其对寻常答案的注视时间呈高度正相关, 而与其对新颖答案和无关答案的注视时间呈高度负相关。这说明, 被试对两类答案的注视(时间)与其对两类答案的选择高度一致。进而言之, 被试注视新颖答案时, 他所进行的主要是新异联想, 被试注视寻常答案时, 他所进行的主要是简单联想。

当然, 被试注视无关答案时, 并不代表他没有进行思考, 他可能进行着各种尝试、探索性的思考。当他发现无关答案与谜面之间无法形成语义联结时, 就会放弃该答案, 转而注视其它答案。这种尝试建立备择答案与谜面之间语义联结的过程, 是本实验中较具代表性的思考过程。所以, 如果被试对新颖答案或寻常答案的注视时间长于对无关答案的注视时间, 就说明新异联想或简单联想发生了, 并处于比较稳定的发展过程之中。

在合适组选择新颖答案过程中, 从 1s 开始新异联想发生了, 在 2~3 s 阶段简单联想也发生了。在新颖组选择新颖答案过程中, 从 1s 开始新异联想发生了, 在 1~3 s 阶段简单联想也发生了。由此可知, 在汉语成语谜语问题解决过程中的某些时间阶段, 新异联想和简单联想能够同时发生。而新异联想与简单联想都是针对同一谜题进行的, 并且被试往往更习惯进行简单联想, 新异联想的顺利进行

需要抑制简单联想的思维习惯,所以,两种联想之间可能存在着竞争关系。在新异联想和简单联想都发生的阶段,新颖答案区和寻常答案区的注视时间之差越小表示两种联想之间的竞争程度越高,随着问题的解决,新异联想与简单联想之间的竞争程度逐渐减弱。在选择新颖答案过程中的思路竞争阶段,对新颖答案的注视时间一直长于寻常答案,表明新异联想占居主导地位。

注视时间的三次交互作用不显著,说明实验任务要求没有改变简单联想和新异联想的发生、发展进程,新颖组和合适组被试的新异联想都从 1 秒后开始占据主导地位,两组被试选择新颖答案的“相对速度”也是一致的,到 3441 ms (平均解题时间)时的累积百分数分别为 50%和 51%。实验任务要求也没有改变两种解题思路可以同时发生且形成相互竞争的局面,但是影响了两种思路竞争的周期,合适组的思路竞争发生在 2~3 s 阶段,而新颖组的竞争发生在 1~3s 阶段。可能原因在于,新颖组根据指导语中的任务要求知道谜题既有新颖答案,也有寻常答案,能够更加有意识地主动抑制简单联想。

实验 1 中,在选择新颖答案过程中,短于平均选择时间三个标准差的两个时间阶段内(1~1.5 s 和 1.5~2.0 s),对新颖答案区的注视时间显著长于无关答案区,可能反映了被试对新颖答案的直觉偏好。

为了进一步探索谜语问题解决过程中常规思路与新颖思路发生、发展的特点及其影响因素,实验 2 操纵了规则线索的有效性,重点考察有效和无效规则线索是否影响新颖思路的发生、发展过程,以及常规思路是否同时发生并与新颖思路形成竞争。在实验 1 中,被试有可能采用“排除法”策略来选择答案,为了尽量减少“排除法”策略的使用,提高考察新颖思路发生、发展过程的有效性,实验 2 增加了两个似是而非答案选项,它们与谜面之间有字面上的关联,但不存在严格的语义扣合关系。

## 3 实验 2

### 3.1 实验目的

采用眼动仪记录被试解决成语谜题的眼动轨迹,通过分析不同线索条件下的解题过程中的每一时间段内对新颖答案、寻常答案与无关答案的注视时间的差异,考察总体规则线索和具体规则线索如何影响新异联想和简单联想的发生、发展进程,以及两种联想的竞争过程。

### 3.2 实验方法

**3.2.1 实验设计** 实验采用 2 (总体规则线索有效性:有效 vs 无效) × 2 (具体规则线索有效性:有效 vs 无效)的两因素组内设计。为了确保被试信任并利用线索解题,两类规则线索有效的数量都占 2/3,无效的数量占 1/3,实验中为每一道谜题同时提供一条总体规则线索和一条具体规则线索。实验指导语要求被试选择新颖且合适的答案,并且提示被试不是所有与谜面之间存在语义关联的备择答案都符合新颖性要求。因变量为选择新颖答案的百分数,以及选择新颖答案过程中对各类备择答案的注视时间。

**3.2.2 被试** 22 名来自武汉某大学的本科生参加了本实验,其中男生 10 名,女生 12 名。所有被试的视力或矫正视力均正常,此前未参加过类似实验,实验结束后获赠一件小礼物。

**3.2.3 实验仪器** 实验仪器同实验一

**3.2.4 实验材料** 从汉语成语谜语库中抽取 90 道谜题,分别属于正扣和反扣两种总体规则,以及会意、结果、象形和性质特点等四种不同的具体规则。为每道谜题设置 6 个备择答案,其中包括一个新颖答案、一个寻常答案、两个似是而非答案和两个无关答案。新颖答案、寻常答案和无关答案的编制方法同实验 1,似是而非答案是在预实验中从被试根据谜面所生成的答案中选取生成概率非常低,与谜面中的某个字存在关联的成语。表 5 列举了实验 2 中使用的 4 道谜题及其备择答案。

表 5 实验 2 中使用的实验材料举例

谜面	总体规则	具体规则	寻常答案	新颖答案	似是而非答案	无关答案
降落伞	正扣	性质特点联想	从天而降	随机应变	落落大方	明察秋毫
五指	正扣	象形联想	长短不一	三长两短	首屈一指	以身作则
泣别	反扣	会意联想	依依不舍	不欢而散	曲终人散	门庭若市
都成眷属	反扣	结果联想	成双成对	无独有偶	独善其身	水泄不通

**3.2.5 实验程序** 实验在隔音的眼动实验室内完成。实验开始前,被试的前额和下颏放在托架上以固定头部,眼睛距离显示器大约 75 cm。进行校准和确认后,被试先进行 8 道题的练习,熟悉实验程序后进入正式实验。正式实验流程是:首先在屏幕中央呈现一个“十”注视点 500 ms,然后呈现谜面 3000 ms,之后在谜面下方同时呈现两条规则线索,其中具体规则线索在左侧,总体规则线索在右侧,2000 ms 之后再在线索下方呈现 6 个备择答案(6 个备择答案的位置进行了平衡),要求被试在 15s 内选择谜题的新颖答案。间隔 2000 ms 后,呈现下一道谜题。

正式实验中呈现备择答案的同时,眼动仪开始记录被试的眼动轨迹等数据,被试按键选择答案之后,眼动仪停止记录。每一道谜题呈现之前,都会进行一次漂移校正以保证眼动记录的准确性。

**3.2.6 数据处理** 将整个注视画面划分为 9 个兴趣区:谜面、总体规则线索、具体规则线索、新颖答案、寻常答案、似是而非答案 I、似是而非答案 II、无关答案 I、无关答案 II。通过 SR 公司提供的 Dataviewer 数据分析软件导出各个兴趣区的眼动数据,使用 SPSS 11.5 统计软件包进行统计分析。

### 3.3 结果与分析

**3.3.1 选择新颖答案的百分数** 表 6 所示的是被试在不同规则线索条件下选择新颖答案的百分数。

对新颖答案的选择百分数进行 2 (总体规则线索有效性) × 2 (具体规则线索有效性) 的两因素方差分析,结果显示,总体规则线索有效性的主效应显著,  $F(1,21)=28.33, p < 0.001$ , 有效水平的选择比例更高;具体规则线索有效性的主效应不显著,

$F(1,21)=1.33, p=0.26$ ; 交互作用不显著,  $F(1,21)=0.84, p=0.37$ 。

表 6 选择新颖答案的百分数

总体规则线索	具体规则线索	选择新颖答案的百分数
有效	有效	0.54 (0.17)
	无效	0.50 (0.14)
无效	有效	0.37 (0.17)
	无效	0.36 (0.15)

注:括号内数据为标准差。

**3.3.2 选择新颖答案过程中的不同时间段内的注视时间** 表 7 所示的是被试在选择新颖答案过程中的不同时间段内对不同兴趣区的注视时间。

为了考察谜语问题的正确解决过程中新异联想和简单联想的发生、发展进程,依然采用分时间段数据分析方法,进行 2 (总体规则线索有效性) × 2 (具体规则线索有效性) × 3 (兴趣区类型:新颖答案区,寻常答案区,无关答案区) × 8 (时间段:0~1 s, 1~2 s, 2~3 s, 3~4 s, 4~5 s, 5~6 s, 6~7 s, 7~8 s) 四因素组内设计的方差分析。重点分析总体规则线索有效性、具体规则线索有效性、兴趣区类型、时间段的四次交互作用,即考察四种规则线索有效性组合条件下,在不同时间段,对新颖答案区、寻常答案区和无关答案区的注视时间的差异。被试选择新颖答案的平均时间是 8300(±1636) ms,所以实验 2 分析 8s 以内时间范围注视时间数据,理由同实验 1。

方差分析的结果表明,总体规则线索有效性的主效应边缘显著,  $F(1,21)=4.05, p=0.057$ ; 具体规则线索有效性的主效应不显著,  $F(1,21)=1.32, p=0.26$ ;

表 7 选择新颖答案过程中的不同阶段内的注视时间(ms)

总体规则线索	具体规则线索	兴趣区	0~1s	1~2s	2~3s	3~4s	4~5s	5~6s	6~7s	7~8s
有效	有效	新颖答案区	105	149	196	190	179	189	157	141
		寻常答案区	103	82	97	78	67	62	50	47
		无关答案区	69	75	61	64	57	50	50	42
	无效	新颖答案区	30	128	147	173	170	160	204	189
		寻常答案区	39	83	77	79	80	87	47	32
		无关答案区	77	66	84	64	57	49	44	37
无效	有效	新颖答案区	53	120	180	168	209	183	199	116
		寻常答案区	48	112	60	70	87	68	77	44
		无关答案区	90	85	55	56	54	55	41	37
	无效	新颖答案区	217	143	124	214	165	232	237	151
		寻常答案区	198	70	71	84	92	58	29	27
		无关答案区	38	46	61	81	80	50	59	30

兴趣区类型的主效应显著,  $F(2,42)=129.98$ ,  $p < 0.001$ , 对新颖答案区的注视时间长于无关答案区 ( $p < 0.001$ ), 也长于寻常答案区 ( $p < 0.05$ ); 对寻常答案区的注视时间长于无关答案区 ( $p < 0.001$ )。时间段的主效应显著,  $F(7,147)=5.81$ ,  $p < 0.001$ ; 总体规则线索有效性与具体规则线索有效性的交互作用显著,  $F(1,21)=9.16$ ,  $p < 0.01$ ; 总体规则线索有效性与时间的交互作用显著,  $F(7,147)=3.68$ ,  $p < 0.005$ ; 兴趣区类型与时间段的交互作用显著,  $F(14,249)=6.73$ ,  $p < 0.001$ ; 总体规则线索有效性、具体规则线索有效性与时间段的交互作用显著,  $F(7,147)=8.12$ ,  $p < 0.001$ 。具体规则线索有效性、兴趣区类型与时间段的交互作用显著,  $F(14,294)=2.05$ ,  $p < 0.05$ 。四因素的交互作用显著,  $F(14,294)=3.19$ ,  $p < 0.001$ 。其他交互作用均不显著。

对于四因素的交互作用, 重点分析总体规则线索有效性与具有规则线索有效性形成的四种组合条件下, 不同时间段上, 对三类答案兴趣区注视时间的差异。简单效应分析发现: (1)当总体规则线索和具体规则线索都有效时, 各时间段上, 对新颖答案区的注视时间显著长于无关答案区; 在 0~1 s 和 2~3 s 时间段上, 对寻常答案区的注视时间显著长于无关答案区; 从 1~2 s 时间阶段开始, 对新颖答案区的注视时间就显著长于寻常答案区。(2)当总体规则线索有效但具体规则线索无效时, 在 1~2 s 和 2~3 s 时间阶段对新颖答案区的注视时间长于无关答案区的注视时间, 差异边缘显著, 3 s 以后对新颖答案区的注视时间显著长于无关答案区; 对寻常答案区和无关答案区的注视时间在各时间阶段都没有显著差异; 从 2~3 s 时间阶段以后, 对新颖答案区的注视时间显著长于寻常答案区。(3)当总体规则线索无效但具体规则线索有效时, 从 2~3 s 时间阶段以后, 对新颖答案区的注视时间显著长于无关答案区; 各时间阶段上, 对寻常答案区和无关答案区的注视时间都没有显著差异; 从 2~3 s 时间阶段以后, 对新颖答案区的注视时间显著长于寻常答案区。(4)当总体规则线索和具体规则线索都无效时, 各时间阶段上, 对新颖答案区的注视时间显著长于无关答案区; 在 0~1 s 阶段, 对寻常答案区的注视时间显著长于无关答案区, 1 s 之后对寻常答案区和无关答案区的注视时间又没有显著差异; 从 3~4 s 时间阶段以后, 对新颖答案区的注视时间显著长于寻常答案区。如图 4、图 5、图 6 和图 7 所示。

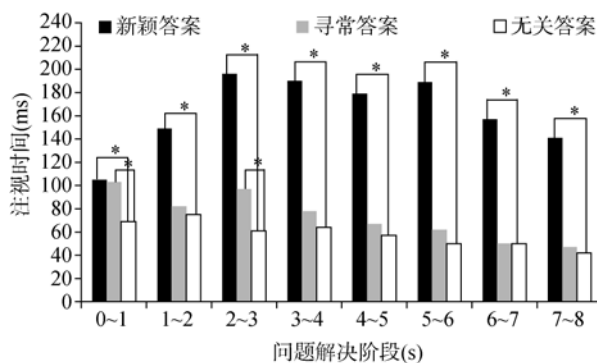


图 4 总规规则有效、具体规则有效

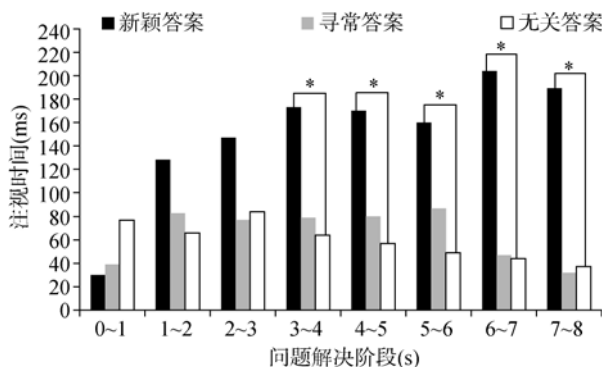


图 5 总体规则有效、具体规则无效

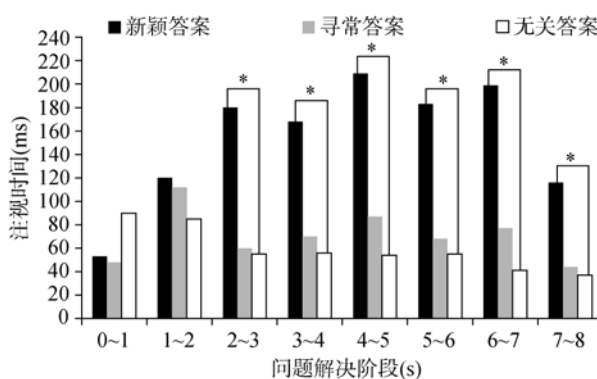


图 6 总体规则无效、具体规则有效

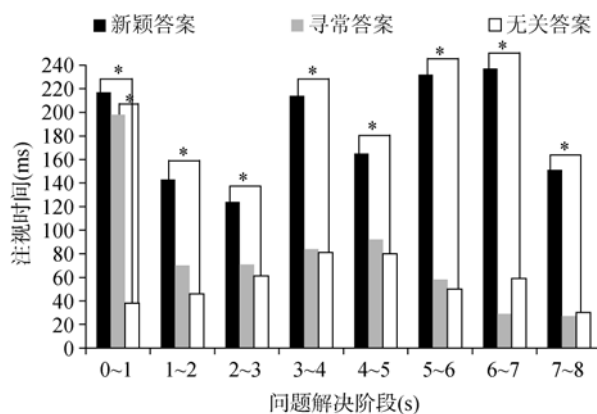


图 7 总体规则无效、具体规则无效



### 3.4 讨论

实验 2 结果表明,有效的总体规则线索提高了新颖答案选择的比例,促进了新颖语义联结的形成;当总体规则线索无效时,它明显阻碍了新颖语义联结的形成。具体规则线索的有效性对新颖答案的选择并没有显著的作用。可能是因为总体规则线索提供的总体联想方向的真伪难以区分,而具体规则线索提供的联想的具体形式的真伪相对容易区分,被试能够批判性地利用具体规则线索,所以只发现了总体规则线索有效性对于新颖答案选择的显著影响。在两条规则线索都无效时,他们选择新颖答案的百分数(36%)显著高于随机选择的概率(16.7%)。这也能够说明,被试并没有完全受线索的约束,他们能够主动调整思路,寻找新颖答案,建立谜面与答案之间的新颖语义联结。

在选择新颖答案过程中,无论两条规则线索是否有效,一般在 3 秒后,被试对新颖答案区的注视时间就显著长于无关答案区,而被试对寻常答案区与无关答案区的注视时间都没有显著差异,这说明新异联想发生了并占据主导地位,而稳定的简单联想基本上没有发生。可能的原因是,在提供了解题线索并要求被试选择新颖且合适答案的条件下,更加激发了被试寻找新颖答案的动机,他们利用两种规则线索努力进行新异联想,同时抑制简单联想。所以,在正确选择新颖答案的解题过程中,没有出现稳定的新异联想与简单联想同时发生且相互竞争的过程。

规则线索有效性的作用也反映在新异联想的发生、发展进程上。到 8300 ms (平均解题时间)时,在两类规则线索所形成的四种有效性条件下,选择新颖答案的累积百分比分别为 54%、47%、46%和 48%。在两条规则线索都有效性时,选择新颖答案的“相对速度”快于其它三种实验条件。两类规则线索的有效性对新异联想发生、发展的作用不是独立的,因为正确的新异联想不仅需要确定正向思考或反向思考的总体方向,还需要确定具体的会意、性质特点、结果或象形联想等具体方向,任何一条线索无效,都会对恰当的新异联想产生误导,所以两类规则线索同时有效才能促进新异联想发生、发展的进程。

实验 2 中,在选择新颖答案过程中短于平均选择时间三个标准差的两个时间阶段内(1~2s 和 2~3s),对新颖答案区的注视时间显著长于无关答案区,反映了被试对新颖答案的偏好。这种对新颖答案的偏

好并不受规则线索有效性的影响,因此可以进一步认为,在这两个时间阶段对于新颖答案更长时间的注视属于直觉加工过程。

## 4 总讨论

### 4.1 谜语问题解决中新异联想与简单联想竞争的过程

联结主义认为创造就是把头脑中的观点按照不寻常的、新颖独特且有用的方式加以组合,从而形成一种新颖的联结的过程,或者说通过远距离联想形成信息间新颖联结。但是,由于“思维惰性”,人们往往习惯于进行一些简单的联想。本研究提供了包括寻常答案与新颖答案在内的 4 个(或 6 个)备择答案,在尝试发现并建立谜面与各个答案之间可能的语义联结过程中,通过语义激活扩散就可以自动建立谜面和寻常答案之间的寻常语义联结,这是简单联想;而打破常规思维方式,发现并建立谜面和新颖答案之间的新颖语义联结,这是新异联想。在谜语问题解决中,被试需要努力尝试解决问题的新颖思路,发现并建立谜面与谜底之间的新颖语义联结。

显然,通过新异联想所形成的新颖且有效的解题思路战胜常规的解题思路是顿悟产生的关键。表征转换理论、进程监控理论以及后续的研究都没有直接考察两种思路冲突的过程,本研究采用眼动技术发现汉语成语谜语问题解决中的一段时间内,新异联想与简单联想可以同时发生并形成竞争(实验 1)。出现这种结果的可能原因是,在选择答案的解题过程中,被试首先需要发现和建立谜面与各个答案之间可能的语义关联,并评估各答案的适切性,在此基础上进一步比较与评估它们的新颖性。在发现并建立谜面与各个答案之间可能的语义联结过程中,虽然简单联想与新异联想都可能满足适切性要求,但是只有新异联想可能满足新颖性要求,而新异联想的发生与发展需要打破简单联想的限制。所以,在选择新颖答案的过程中,简单联想与新异联想可以在一段时间内同时发生,形成了常规思路与新颖思路之间的竞争,直到简单联想得到有效的抑制,两种思路之间的竞争才结束。

新异联想与简单联想之间相互竞争的过程不受实验任务要求的影响。“选择新颖且合适答案”的任务要求虽然提高了被试进行新异联想的认知努力程度,但是并没有改变两种思路相互竞争的过程。可能的原因是,选择“新颖且合适答案”的任

务要求只是对答案提出了新颖性限制,并没有指明新异联想的方向,被试在解题过程中依然需要先尝试形成多种可能的语义联结,然后再比较不同联结之间的新颖性。

然而,在提供解题规则线索并要求被试选择“新颖且合适答案”的实验条件下,被试一般会根据总体规则所指示的总体方向进行正向或逆向思考,同时根据具体规则线索和谜面信息,展开某种具体形式的联想。由于两类规则线索提供了进行新异联想的方向,被试只需要沿着新颖的方向寻找具备适切性的答案,简单联想从一开始就受到了抑制,所以没有出现两种思路之间相互竞争的过程。

#### 4.2 谜语问题解决中新异联想发生发展的进程

在提供备择答案的实验条件下,通过语义激活扩散可以自动建立谜面与寻常答案之间的寻常语义联结,所以,简单联想很快就能发生。然而,发现并建立谜面与新颖答案之间新颖语义联结,则需要抑制谜面或谜底关键字(词)常见意义,而激活其非寻常意义,所以新异联想发生、发展的过程应该较晚。然而,本研究中两个眼动实验的数据都表明,在各种实验条件下选择新颖答案过程中,在问题解决的早期阶段都存在对新颖答案的直觉偏好,反映了对新颖语义关联的无意识加工。国外研究中有类似的结果,例如, Ellis, Glaholt 和 Reingold (2011)在英语字谜问题解决的眼动研究中发现,答案相关的知识在问题解决早期就已经被无意识地激活了。Bowden 和 Jung-Beeman 也发现,顿悟问题的正确答案在被试有意识地提取之前是处于无意识激活状态的(Bowden & Jung-Beeman, 1998; Jung-Beeman & Bowden, 2000)。

在被试最终选择新颖答案的情况下,对新颖答案的注视时间(各时间阶段)都显著长于对无关答案的注视时间,这说明,本研究中新颖语义联结的形成是一个逐渐积累的过程。Yaniv 和 Meyer (1986)也认为,在语义信息丰富的顿悟问题的解决过程中,与答案相关的语义信息是逐渐积累的。本研究的结果比较符合进程监控理论的预期。

本研究还发现,选择“新颖且合适答案”的任务要求增强了问题解决者进行新异联想的认知努力,提高了成功建立新颖语义联结的概率,但是并没有加快建立新颖语义联结的“速度”。可能的原因是,选择“新颖且合适答案”的任务要求虽然对谜面与答案之间的语义联结有了“新颖性”限制,但是,实验任务要求并没有说明如何进行新异联想,

也没有说明朝哪个方向进行新异联想,所以实验任务要求没有加快新异联想发生、发展的进程。

在要求选择“新颖且合适答案”的条件下,提供两类规则线索,加快了新颖语义联结形成的“速度”。因为总体规则线索能够引导被试进行正向或逆向思考,具体规则线索能够引导被试根据谜面信息进行象形、会意、因果等具体方式的联想。遵循有效规则线索的引导,被试能够更快地进行恰当的新异联想,所以有效的规则线索加快了新异联想的发生、发展进程。

#### 4.3 本研究的创新与不足

实验提供新颖答案、寻常答案、似是而非答案和无关答案等几类备择答案,利用眼动技术记录了被试在解题过程中对于新颖答案和寻常答案的注视时间,实验发现对新颖答案的总注视时间与选择新颖答案比例具有高度的正相关,说明对新颖答案注视时间的长短可以作为新异联想的敏感指标。本研究进一步将谜语问题解决时间分为若干阶段,通过比较不同时间阶段内对新颖答案注视时间、对寻常答案的注视与对无关答案的注视时间,直接考察了谜语问题解决过程中新颖有效的解题思路发生、发展的过程,以及常规的解题思路与新颖的解题思路之间冲突过程。本研究所发现的顿悟问题解决过程具有逐渐积累的性质,对于揭示语义信息丰富的顿悟问题解决过程的特性,具有一定的意义。

虽然采用选择答案的实验任务可以较好地操纵(或引导)被试进行新异联想与简单联想,也能有效地控制顿悟问题解决的时间,但是,毕竟产生答案才能最好地体现顿悟问题解决过程。

本研究对被试解决几十道谜题的眼动轨迹,按不同解题时间阶段分别进行平均统计分析,这有利于从整个解题过程上描述新异联想与简单联想发生、发展的特点,但是,采用这种计算方法,难以说明某道谜题的解决过程中是否存在新异联想瞬间替代简单联想的过程。

## 5 结论

根据两个实验的结果,可以得出如下三个结论:(1)在谜语问题解决过程中的一段时间内新异联想和简单联想能够同时发生并形成竞争。(2)选择“新颖且合适答案”的任务要求,提高了成功形成新颖语义联结的概率,但是并没有加快新异联想发生、发展的进程,也没有改变两种思路相互竞争的局面。(3)有效的规则线索可以抑制简单联想,阻止

其发生,同时可以加快新异联想发生、发展的进程。

### 参 考 文 献

- Aziz-Zadeh, L., Kaplan, J. T., & Iacoboni, M. (2009). "Aha!": The neural correlates of verbal insight solutions. *Human Brain Mapping*, 30(3), 908–916.
- Bilalic, M., McLeod, P., & Gobet, F. (2008). Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect. *Cognition*, 108(3), 652–661.
- Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (1998). Getting the right idea: Semantic activation in the right hemisphere may help solve insight problems. *Psychological Science*, 9(6), 435–440.
- Chronicle, E. P., MacGregor, J. N., & Ormerod, T. C. (2004). 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*, 30(1), 14–27.
- Ellis, J. J., Glaholt, M. G., & Reingold, E. M. (2011). Eye movements reveal solution knowledge prior to insight. *Consciousness and Cognition*, 20(3), 768–776.
- Grant, E. R., & Spivey, M. J. (2003). Eye movements and problem solving: Guiding attention guides thought. *Psychological Science*, 9(5), 462–466.
- Jones, G. (2003). Testing two cognitive theories of insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(5), 1017–1027.
- Jung-Beeman, M., & Bowden, E. M. (2000). The right hemisphere maintains solution-related activation for yet-to-be-solved problems. *Memory & Cognition*, 28(7), 1231.
- Kaller, C. P., Rahm, B., Bolkenius, K., & Unterrainer, J. M. (2009). Eye movements and visuospatial problem solving: Identifying separable phases of complex cognition. *Psychophysiology*, 46(4), 818–830.
- Kaplan, C. A., & Simon, H. A. (1990). In search of insight. *Cognitive Psychology*, 22, 374–419.
- Knoblich, G., Ohlsson, S., & Raney, G. (2001). An eye movement study of insight problem solving. *Memory & Cognition*, 29(7), 1000.
- Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. (1999). Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(6), 1534–1555.
- Kounios, J., Frymiare, J. L., Bowden, E. M., Fleck, J. I., Subramaniam, K., Parrish, T. B., & Jung-Beeman, M. (2006). The prepared mind: Neural activity prior to problem presentation predicts subsequent solution by sudden insight. *Psychological Science*, 17, 882–890.
- Luo, J. (2004). Neural correlates of insight. *Acta Psychologica Sinica*, 36(2), 219–234.
- [罗劲. (2004). 顿悟的大脑机制. *心理学报*, 36(2), 219–234.]
- MacGregor, James N., Ormerod, T. C., & Chronicle, E. P. (2001). Information processing and insight: A process model of performance on the Nine-Dot and related problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(1), 176–201.
- Mai, X. Q., Luo, J., & Wu, J. H. (2005). "Aha!" effects in a guessing riddle task: An event-related potential study. *Acta Psychologica Sinica*, 37(1), 19–25.
- [买晓琴, 罗劲, 吴建辉, 罗跃嘉. (2005). 猜谜作业中顿悟的 ERP 效应. *心理学报*, 37(1), 19–25.]
- Metcalf, J. (1986). Feeling of knowing in memory and problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12(2), 288–294.
- Metcalf, J., & Wiebe, D. (1987). Intuition in insight and noninsight problem solving. *Memory & Cognition*, 15(3), 238.
- Öllinger, M., Jones, G., & Knoblich, G. (2008). Investigating the effect of mental set on insight problem solving. *Experimental Psychology*, 55(4), 269–282.
- Patsenka, E. G., & Altmann, E. M. (2010). How planful is routine behavior? A selective-attention model of performance in the Tower of Hanoi. *Journal of Experimental Psychology: General*, 139(1), 95–116.
- Qiu, J., Luo, Y. J., Wu, Z. Z., & Zhang, Q. L. (2006). A further study of the ERP effects of 'insight' in a riddle guessing task. *Acta Psychologica Sinica*, 38(4), 507–514.
- [邱江, 罗跃嘉, 吴真真, 张庆林. (2006). 再探猜谜作业中“顿悟”的 ERP 效应. *心理学报*, 38(4), 507–514.]
- Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122(2), 166–183.
- Shen, W. B., Liu, C., Zhang, X. J., & Chen, Y. L. (2010). The time course and hemispheric effect of "insight" in three-character Chinese riddles task: An ERP study. *Acta Psychologica Sinica*, 43(3), 229–240.
- [沈汪兵, 刘昌, 张小将, 陈亚林. (2011). 三字字谜顿悟的时间进程和半球效应: 一项 ERP 研究. *心理学报*, 43(3), 229–240.]
- Thomas, L. E., & Lleras, A. (2007). Moving eyes and moving thought: On the spatial compatibility between eye movements and cognition. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14(4), 663–668.
- Thomas, L. E., & Lleras, A. (2009). Covert shifts of attention function as an implicit aid to insight. *Cognition*, 111(2), 168–174.
- Wo, J. Z., Li, Q., & Tian, H. J. (2006). The eye movements study on children with different ability levels in the figure reasoning problem. *Developmental and Educational Psychology*, 3, 6–10.
- [沃建中, 李琪, 田宏杰. (2006). 不同推理水平儿童在图形推理任务中的眼动研究. *心理发展与教育*, 3, 6–10.]
- Yaniv, I., & Meyer, D. E. (1987). Activation and metacognition of inaccessible stored information: Potential bases for incubation effects in problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13(2), 187–205.
- Zhu, X. C., Li, R. J., & Zhou, Z. J. (2009). The role of clues in Chinese idiom riddle solving. *Acta Psychologica Sinica*, 41(5), 397–405.
- [朱新秤, 李瑞菊, 周冶金. (2009). 谜语问题解决中线索的作用. *心理学报*, 41(5), 397–405.]

## An Eye Movement Study of Associate Competition in Chinese Idiom Riddles Solving

HUANG Furong<sup>1,2</sup>; ZHOU Zhijin<sup>1</sup>; ZHAO Qingbai<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Key Laboratory of Adolescent Cyberpsychology and Behavior (CCNU), Ministry of Education;

Key Laboratory of Human Development and Mental Health of Hubei Province;

School of Psychology, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

(<sup>2</sup> Beijing Key Lab of Learning and Cognition, Department of Psychology; Capital Normal University, Beijing 100048, China)

### Abstract

Most Chinese idiom riddles require insightful thoughts to solve. Novel and simple associations can be formed during the process of idiom resolutions. Insightful thought occurs only when novel associations overwhelm simple ones. However, it is unclear how this happens in the mind. According to the Representational Change Theory, the competition happens in a sudden way. But according to the Process Monitoring Theory, it is completed gradually. By using eye-tracking technology, we intended to investigate the time course of insightful problem resolution, using Chinese idiom riddles as experimental materials.

In this study, an option selection task was adopted. Chinese idiom riddles were presented, together with four types of options serving as the spare answers to the riddle (novel, ordinary, plausible and absolutely wrong). Participants were asked to make a choice among options. At the same time, the fixation times of the participants spent on different options were recorded. In Experiment 1, the participants were randomly divided into an appropriate group and a novel group. In different groups, the participants were asked to make a choice between an appropriate answer and a novel and appropriate one. In Experiment 2, a 2 (general solution rule: effective vs. ineffective)  $\times$  2 (special solution rule: effective vs. ineffective) experimental designs was adopted. Besides, a general solving rule and a specific solving rule were presented at the same time.

Results showed that there was a positive correlation between the fixation times of the participants spent on novel or ordinary answers and the percentage of the corresponding selections. The participants were found to have formed novel associations while fixating on novel answers, and simple associations while fixating on ordinary answers. The result further revealed that: (1) Novel associations and simple associations were formed simultaneously and competed to each other for a while before the idiom riddles were solved. (2) The demand of choosing a novel and appropriate answer induced people to make more efforts on novel association formation, and to select more novel answers. However, the task demand did not accelerate the time course of novel association formation, or change the competitive situation. (3) The effective solution rules, which promoted the novel answer selections, not only accelerated the time course of novel association formation, but also inhibited simple association formation, and eliminated the competition between them.

**Key words** Chinese idiom riddle; novel association; simple association; eye movement