·基础、实验与工效·

组块紧密性导致组块破解困难：部件类型还是交错关系？*

张忠炉[1,2,3] 邢 强[1] 雷 怡**[2] 李 红[2]
（[1]广州大学心理系，广州，510006）（[2]深圳大学脑功能与心理科学研究中心，深圳，518060）
（[3]辽宁师范大学脑与认知神经科学研究中心，大连，116029）

摘 要 本研究的目的是澄清“组块紧密性为何导致组块破解困难”。研究基于汉字减法任务，也即让被试从一个源汉字中移动一个目标部件从而得到一个新汉字，在三个实验中检验了部件类型和交错关系的作用。结果显示，交错条件比非交错条件解答率更低反应时更长；而部件类型效应则主要体现在非交错条件的反应时指标上。结果提示，组块紧密性导致了组块破解困难，这主要取决于空间交错关系；相对的，部件类型作用较小。

关键词 组块破解 组块紧密性 部件类型 交错关系 问题解决

1 引言

创造性或者顿悟式问题解决常伴随困境的出现，即一种停滞不前不知所措的状态（Cranford & Moss, 2012; Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999; Moss, Kotovsky, & Cagan, 2011; Ohlsson, 1992）。通过顿悟的方式超越困境困难需要重构问题表征或重新组织问题元素（Kounios & Beeman, 2014; Qiu et al., 2010）。组块破（分）解则是实现问题重构的一种重要机制，它指的是将知觉组块破解为更细小的部件从而有利于新组合或者产生新解答 (Zhang et al., 2015)。一个最基本的假设是组块紧密性导致了组块破解困难，具体而言，研究者区分了紧组块和松组块。紧组块由空间上非独立的、无意义部件构成，如罗马字符“X”中的“/”和“\”，而松组块则由空间上独立的、有意义成分构成，如字符“VI”中的“V”和“I”。前人研究假设紧组块破解（顿悟）比松组块破解（非顿悟）更难（Knoblich et al., 1999, 2001; Luo, Niki, & Knoblich, 2006）。研究者在火柴棒算数问题（Knoblich et al., 1999; Knoblich, Ohlsson, & Raney, 2001），汉字转换任务（Luo et al., 2006; Wu, Knoblich, Wei, & Luo, 2009; Zhang et al., 2015），汉字减法任务（Wu, Knoblich, & Luo, 2013; Tang et al., 2016）中验证了这个假设。

然而关于组块紧密性为何导致问题困难，前人研究可能存在疏忽。自 Knoblich 等（1999）提出顿悟的组块破解机制以来，研究者一直认为，组块紧密性之所以导致组块破解困难主要取决于被移动的部件类型：紧组块破解涉及移动无意义的非组块而松组块破解则涉及移动有意义的组块（黄福荣，和美，罗劲，2017； Knoblich et al., 1999, 2001; Luo et al., 2006; Tang et al., 2016; Wu et al., 2009, 2013）。直到近期，Zhang 等人（2015）指出，这种基于部件类型的解释忽略了来自加工对象空间结构方面的作用。比如为了使火柴棒算数问题“XI = III + III”成立，紧组块“X”需要首先被破解为部件“\”和“/”。然而这个紧组块问题之所以难，不仅仅是因为紧组块“X”中的部件“\”和“/”是无意义的非组块，还可能是因为“\”和“/”在源组块“X”的空间结构上呈交错关系。他们运用汉字转换任务分

* 本项目得到教育部人文社科青年基金项目（18YJC190033）、国家自然科学基金 (31571153, 31571144, 31671150)、广东省普通高校创新团队建设项目（2015KCXTD009）、深圳市基础研究布局项目（JCYJ20150729104249783）、广东教育科学十二五规划 (1201421342)、深圳孔雀团队计划 (KQTD2015033016104926) 和广东省珠江学者创新团队项目 (2016ZT06S220) 的资助。

** 通讯作者：雷怡。E-mail: leiyi821@vip.sina.com

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20190101

离了部件类型和交错关系在组块破解困难中的作用。在他们的研究中，被试完成汉字转换任务，也即同时呈现左右两个汉字，被试通过从右边汉字移动任何部件到左边汉字上从而形成两个新汉字。被移动部件要么是汉字水平或者非汉字水平并且被移动部件和剩余部件呈交错或者非交错的空间关系。研究结果显示，两种因素对组块破解困难都有影响，但交错关系而不是部件类型主要导致了组块破解困难（Zhang et al., 2015）。

因此，Zhang 等（2015）的研究提示了组块紧密性导致组块破解困难主要取决于交错关系。然而该研究仍然存在缺陷：类似于火柴棒算数问题，汉字转换任务不仅涉及组块的破解过程还涉及了组块的组合过程，然而实验并没有对之进行恰当的控制。鉴于此，本研究的目的是：在排除组合过程的情况下探讨部件类型和交错关系在组块破解困难中的作用。研究采用汉字减法任务（Tang et al., 2016; Wu et al., 2013）：被试只需从源汉字中移动目标部件从而形成一个新汉字，因此只涉及组块破解而排除了组块组合的干扰。实验 1 和 2 仍然操纵部件类型和交错关系两个变量，不同的是，实验 1 中，被移动部件和源汉字同时呈现（Tang et al., 2016; Wu et al., 2013），实验 2 中，被移动部件和源汉字相继呈现（张忠炉等，2016），实验 1 和实验 2 主要考察部件类型和交错关系在组块破解困难上的效应是否具有跨呈现方式上的一致性。实验 3 进一步比较交错关系条件和上下及左右关系条件，从而考察组块破解困难的交错关系效应是否依然存在。

2 实验 1

2.1 方法

2.1.1 设计

实验采用 2（交错关系：非交错 vs. 交错）× 2（部件类型：汉字水平 vs. 非汉字水平）的被试内实验设计。

2.1.2 被试

32 名大学生志愿者（16 位女性；年龄：20.38 ± 2.08 岁）参加本次实验。所有被试的母语都为汉语、右利手、视力或者校正视力正常。实验后得到恰当的报酬。

2.1.3 材料

收集 160 个常见汉字作为源汉字。所有的源汉字都可以拆分为两个汉字或者笔画 / 部首和一个汉字。根据被移动部件的类型以及被移动部件和剩余部件的空间关系，160 个源汉字被均等分在 4 个条件里（见图 1A）。具体而言，在汉字且非交错的条件下，被移动部件为汉字类型且和剩余部分呈空间非交错（上下结构的）关系。在非汉字且非交错的条件下，被移动部件为笔画或部首且和剩余部分呈空间非交错的（上下结构的）关系。在汉字且交错类型条件下，40 个源汉字中被移动的部件为汉字且和剩余部分呈空间交错关系。在非汉字且交错类型条件下，40 个源汉字中被移动的部件为笔画或部首且和剩余部分呈空间交错关系。四个条件下的源汉字、被移动部分和剩余部分的笔画数都分别为 6.65, 3.05, 3.6。四个条件的源汉字在字频上没有显著差异：（汉字且非交错条件下源汉字的字频（$M \pm SD$）为（.0206 ± .0227)%，非汉字且非交错条件下源汉字的字频（$M \pm SD$）为（.0542 ± .1434)%，汉字且交错条件下源汉字的字频（$M \pm SD$）为（.0779 ± .1204)%，非汉字且交错条件下源汉字的字频（$M \pm SD$）为（.0477 ± .0915)%，方差分析显示，四组字频没有显著差异，$F(3, 156)= 2.03$, $p = .11$（参考现代汉语语料库汉字字频表 www.cncorpus.org; 语料规模为 2000 万字）。为了平衡按键反应倾向，另外增加 160 个源汉字作为填充刺激，他们共同的特点是能相减但得不到一个真实有效的汉字。所有的材料都以图片格式呈现。

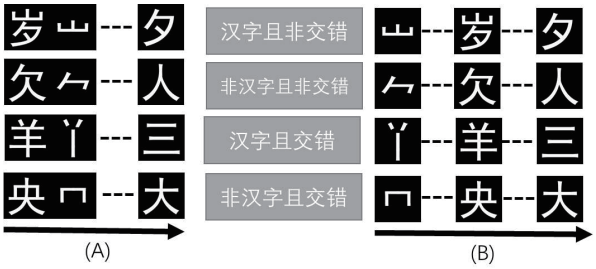


图 1 实验 1 和 2 中四种条件下组块破解示例

2.1.4 程序

被试坐在安静的屋子里进行单个测试。被试进行汉字减法任务。在 0.8~1.2 秒的注视点之后，源汉字和被移动的汉字部件同时呈现 4 秒（源汉字呈现在左边，被移动汉字部件呈现在右边，如图 1A 所示），被试的任务是将右边的汉字部件从左边源汉字中移动或移除以致剩余部分是否为有效汉字，被试根据得出的答案是否为有效汉字用右手食指或者中指按 1 或者 2 键。按键在被试间进行平衡。0.8 秒之后，呈现剩余部件作为答案反馈 1 秒，但被试不需要按键。

试次之间的间隔为 2.5 秒。实验用 E-Prime 1.1 进行编程，所有 320 个试次随机呈现，被试每 64 个试次休息一次。正式实验前有 32 个练习试次。对实验材料（非填充材料）的正确反应为“是”（实验 1、2 都是如此）。

2.2 结果

解答率如图 2A 左边所示，在解答率上进行 2（部件类型：汉字水平和非汉字水平）×2（交错关系：非交错和交错）的重复测量方差分析。结果发现，交错关系主效应显著，交错关系条件 (M = .73, SD = .08) 比非交错关系条件 (M = .95, SD = .03) 的组块破解的解答率更低，F (1, 31) = 285.23, p <.001, η^2 = .90。部件类型的主效应边缘显著 F (1, 31) = 3.74, p = .06, η^2 = .11。部件类型和交错关系的交互效应不显著，F (1, 31) = .002, p = .96。

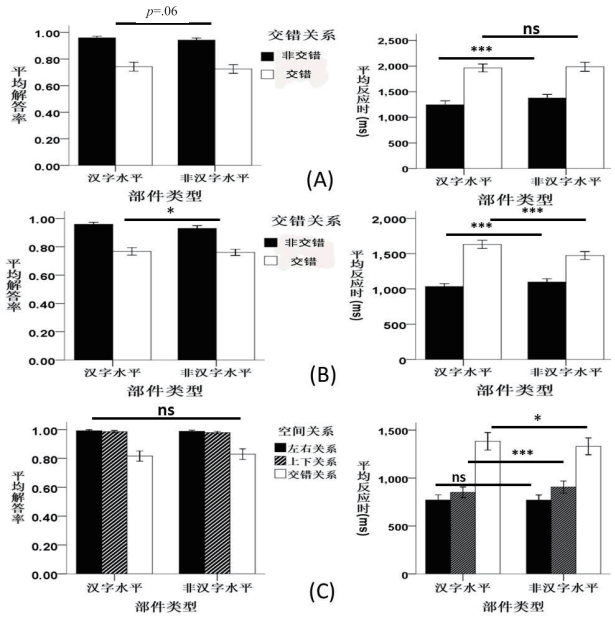


图 2 三个实验中汉字转换任务中部件类型和交错关系正确率（左）和反应时（右）上的效应（实验 1:A; 实验 2:B; 实验 3:C）。

注：误差条表示 95% 的置信区间；* 表示 p<.05；*** 表示 p<.001

反应时如图 2A 右所示，在反应时上进行 2（部件类型：汉字水平和非汉字水平）×2（交错关系：非交错和交错）的重复测量方差分析。结果发现，交错关系主效应显著，交错关系条件比非交错关系条件的组块破解反应时更长，F (1, 31) = 592.71, p <.001, η^2 = .95。部件类型的主效应显著 F (1, 31) = 15.47, p < .001, η^2 = .33。部件类型和交错关系的交互效应显著，F (1, 31) = 17.89, p <.001, η^2 = .37。进一步简单效应分析发现，在非交错关系条件下，非汉字水平（M = 1376.86, SD = 197.34）比汉字水平（M = 1246.01, SD = 214.00）反应时显著更大，F (1, 31) = 49.58, p <.001, η^2 = .62；在交错关系条件下，非汉字水平（M = 1987.25, SD = 244.07）和汉字水平（M = 1964.83, SD = 213.55）没有显著差别，F (1, 31) = .68, p =.42。而对于交错关系效应，不论在汉字水平还是非汉字水平，交错关系条件的组块破解都比非交错关系条件的组块破解反应时显著更长。对于汉字水平，F (1, 31) = 530.10, p < .001, η^2 = .95；对于非汉字水平，F (1, 31) = 441.30, p < .001, η^2 = .93。

2.3 讨论

与前人结果一致 (Zhang et al., 2015)，实验 1 发现了交错关系稳定的效应：交错关系条件比非交错关系条件正确率显著更低，反应时显著更长。而对于部件类型，则仅仅在反应时指标上在非交错条件下体现出来。

3 实验 2

3.1 方法

另外的 30 名大学生志愿者（15 位女性；年龄：20.33 ± 1.73 岁）参加实验。设计和材料部分同实验 1。程序部分基本同实验 1（如图 1B），不同之处在于，实验的被移动部件和源汉字先后相继呈现：首先呈现被移动部件 1 秒，在 0.8~1.2 秒的随机间隔之后接着呈现源汉字 3 秒。

3.2 结果

和实验 1 一样进行同样的分析（结果如图 2B）。在解答率上，交错关系主效应显著，交错关系条件（M = .76, SD = .06）比非交错关系条件（M = .94, SD = .04）的组块破解更难，F (1, 29) = 182.45, p <.001, η^2 = .86。部件类型的主效应显著，非汉字水平（M = .85, SD = .03）比汉字水平（M = .86, SD = .04）的组块破解解答率更低，F (1, 29) = 5.36, p = .03, η^2 = .16。部件类型和交错关系的交互效应边缘显著，F (1, 29) = 3.86, p = .06, η^2 = .12。

在反应时上，交错关系主效应显著，交错关系条件比非交错关系条件的组块破解需更长时间，F (1, 29) = 541.34, p <.001, η^2 = .95。部件类型的主效应显著，非汉字水平比汉字水平的任务反应时更长，F (1, 29) = 12.81, p = .001, η^2 = .31。部件类型和交错关系的交互效应显著，F (1, 29) = 59.30, p <.001, η^2 = .67。进一步简单效应分析发现，在非交错关系条件下，非汉字水平（M = 1097.54, SD = 126.74）比汉字水平（M = 1034.22, SD = 111.45）反应时显著更

长，F (1, 29) = 18.98, p <.001, η^2 = .40；在交错关系条件下，非汉字水平（M = 1473.18, SD = 149.14）比汉字水平（M = 1631.21, SD = 157.36）反应时显著更短，F (1, 29) = 45.23, p <.001, η^2 = .61。而对于交错关系效应，不论在汉字水平还是非汉字水平，交错关系条件的组块破解都比非交错关系条件的组块破解反应时显著更长。对于汉字水平，F (1, 29) = 466.08, p < .001, η^2 = .94；对于非汉字水平，F (1, 29) = 270.19, p < .001, η^2 = .90。

3.3 讨论

实验 2 的结果再一次证实了交错关系在组块破解困难中稳定的作用。同时，本实验还证实了部件类型的显著效应，但同样的，部件类型效应仍然受交错关系的限制。实验 1 和 2 中，被移动部件和剩余部件的非交错关系都是上下结构。实验 3 增加另外一种非交错关系——左右关系，进一步检验交错关系效应。

4 实验 3

4.1 方法

4.1.1 设计

实验采用 3（空间关系：上下 vs. 左右 vs. 交错）×2（部件类型：汉字水平 vs. 非汉字水平）的被试内实验设计。

4.1.2 被试

30 名大学生志愿者（ 15 位女性；年龄：20.63 ± 1.83 岁）。其他同实验 1。

4.1.3 材料

在实验 2 材料的基础上增加两组：汉字且左右条件（被移动部件为汉字且和剩余部件之间呈左右关系），非汉字且左右条件（被移动部件为笔画或部首且和剩余部件之间呈左右关系）。六种条件下的笔画数如表 1 所示，它们分别在被移动部件的笔画上，源汉字的笔画数上，剩余部件的笔画数上都没有显著差异。方差分析显示，所有的 Fs < 1）。六个条件的源汉字在字频上没有显著差异 : (汉字且左右条件下源汉字的字频 (M ± SD) 为 (.0713 ± .1218)%，非汉字且左右条件下源汉字的字频 (M ± SD) 为 (.0473 ± .0838) %，其他条件同实验 1。方差分析显示，六组字频没有显著差异，F(5, 234) = 1.51, p = .19。另外有 40 个填充材料中被试无法相减，20 个填充材料中相减无法得到汉字，40 个填充材料中相减能得到汉字但是提供错误的核对答案。这些可以尽可能的避免被试的反应倾向以及使被试保持注意力。所有试次混在一起随机呈现，每 68 个试次之后提供休息。所有的材料都以图片格式呈现。

4.1.4 程序

程序与实验 2 大致相同。在 1 秒的注视点之后，首先呈现移动部件 .6 秒，在 .6~.8 秒的随机间隔之后接着呈现源汉字 3 秒，被试的任务是从中移动前面呈现的部件看是否能得出一个有效汉字，被试根据得出的答案是否为有效汉字用右手食指或者中指按 1 或者 2 键。.6~.8 秒的空屏之后，呈现答案反馈 2s，被试判断是否和其想到的汉字一致，如果一致按 1 键，如果不一致或者之前没有想到答案按 2 键。两次按键（按 1 或 2 键）在被试间进行平衡。试次之间的间隔为 2 秒。每 68 个试次之后提供休息。两次按键为“是”计正确解答。

4.2 结果

填充试次按键的正确率为 87%。表明被试认真完成了任务。正式实验条件的解答率如图 2C 左边所示，在解答率上进行 2（部件类型：汉字水平和非汉字水平）×3（空间关系：上下，左右，交错）的重复测量方差分析。结果发现，空间关系主效应显著，F (2, 58) = 107.56, p <.001, η^2 = .79。进一步事后检验发现，交错关系条件（M = .82, SD = .09 ）比上下条件（M = .98, SD = .02）或者左右条件（M = .99, SD = .02）的解答率都显著低（ps < .001），而上下条件和左右条件之间则没有显著差别 (p = .10)。部件类型的主效应不显著 F (1, 29) = .03, p = .87。部件类型和空间关系的交互效应不显著，F (2, 58) = 1.34, p = .26。

反应时如图 2C 右边所示，在反应时上进行 2（部件类型：汉字水平和非汉字水平）×3（空间关系：上下，左右，交错）的重复测量方差分析。结果发现，空间关系主效应显著，F (2, 58) = 411.17, p <.001, η^2 = .93。部件类型的主效应不显著 F (1, 29) = .01, p = .95。部件类型和空间关系的交互效应显著，F (2, 58) = 13.59, p <.001, η^2 = .32。进一步简单效应分析发现，在上下结构条件下，非汉字水平（M = 905.94, SD = 167.49）比汉字水平反应时（M = 850.65, SD = 148.88）显著更大，F (1, 29) = 42.68, p <.001, η^2 = .60；在左右结构条件下，非汉字水平（M = 770.37, SD = 144.21）和汉字水平（M = 770.92, SD = 146.94）反应时没有显著差异，F (1, 29) = .01, p = .94；在交错关系条件下，非汉字水平（M = 1330.00, SD = 236.26）反而比汉字水平（M = 1383.01, SD = 245.87）反应时显著更小，F (1, 29) =

表 1 六种实验条件下三类刺激的笔画数

	汉字且交错条件	非汉字且交错条件	汉字且上下条件	非汉字且上下条件	汉字且左右条件	非汉字且左右条件
被移动部件	3.05±1.54	3.05±1.11	3.05±.75	3.05±1.28	3.125±.72	2.875±.76
源汉字	6.65±2.12	6.65±1.55	6.65±1.19	6.65±1.73	6.775±1.53	6.75±1.43
剩余部件	3.6±1.50	3.6±1.26	3.6± .93	3.6±1.43	3.65±1.33	3.875±1.20

5.42, p =.03, η^2= .16。分别在汉字水平和非汉字水平对三种空间结构进行简单效应分析发现，在汉字水平和非汉字水平上简单效应都显著（汉字水平：F (2, 28) = 204.23, p <.001, η^2 = .94；非汉字水平：F (2, 28) = 170.02, p <.001, η^2 = .93）。在两种水平上，三种空间关系的反应时差异都呈现相同的显著模式即，左右 < 上下 < 交错（ps < .001）。

4.3 讨论

实验 3 在增加左右的非交错对照后也基本上重复了交错关系效应。不论与上下的或者左右的非交错条件比较，交错条件组块破解更难。而部件类型效应则体现在反应时指标上并且受限于空间关系。

5 总讨论

本研究的一个重要贡献是发现并证实了稳定的交错关系效应。主要体现在：第一，交错关系作用具有跨任务范式的稳定性。也即不管是汉字转换任务（Zhang et al., 2015）还是汉字减法任务（实验 1~3），或者改变刺激材料的呈现方式（实验 1 中的源汉字和被移动汉字的同时呈现以及实验 2~3 中的相继呈现方式），交错关系的效应都是稳定一致的：交错关系条件比非交错关系条件的组块破解更难。第二，交错关系效应在正确率和反应时两个指标上都表现了稳定一致的结果（都是交错关系条件比非交错关系条件引发了更小的解答率和更长的反应时）。第三，交错关系在组块破解困难上的作用不受部件类型的影响，也即不论在汉字水平还是非汉字水平，交错关系条件比非交错关系条件的问题更难解答。与前人研究一致 (Knoblich et al., 1999, 2001; Luo et al., 2006)，本研究确实发现部件类型效应。但是这个效应存在限制：第一，部件类型效应主要局限在延长了组块破解的反应时；更关键的是，部件类型受限于空间关系。也就是说在非交错条件下存在部件类型效应，在交错条件下则不存在甚至呈现相反的模态。相对于交错关系的作用效应，部件类型对顿悟式组块破解的作用较小。

为何交错关系相对于部件类型在组块破解困难上产生更大作用，并且后者受限于前者？一种可能的解释是，交错条件打破了原有“部件”的知觉模式，使被试无法按照通常的识别方式来处理“部件”或“整字”。以汉字知觉加工为例，日常的汉字学习、书写和阅读过程大多按照字型结构的独体字、上（中）下、左（中）右、包围、半包围等类型进行，不会采用视觉“交错”的方式进行。非交错条件相当于对原有汉字“组块”或“部件”的整体拆分和识别，交错条件则需要打破汉字原有的“部件”或“组块”，进行以笔画为基础的重新拆分、组合和识别。换句话说，交错关系破坏了原有的部件类型效应，而在非交错条件下，部件类型对顿悟式组块破解仍然起作用。总之，交错关系之所以作用更明显，可能受汉字独特的空间书写方式、任务设置以及母语被试对材料的熟悉程度影响。未来研究可对这种可能性进行检验。

交错关系和部件类型可能代表了知觉组块破解困难的两个完全不同的来源：交错关系代表了组块破解任务甚至是顿悟问题解决需要打破来自于知觉格式塔中部件之间交错的空间关系的限制；而部件类型则代表了顿悟式组块破解需要加工知觉格式塔中的新异部件或者客体特征。本研究的结果提示，一方面，知觉组块的破解需要加工来自空间关系和部件特征两方面的信息；另一方面，知觉组块的破解主要是需要打破来自空间关系的束缚，相对而言，来自部件特征的束缚则是相对次要的影响因素。

总之，本研究证实：相对于部件类型，交错关系是组块紧密性导致组块破解困难的主要原因。未来研究可以考虑进一步分离并检验基于部件类型和基于空间交错的组块紧密性影响组块破解的神经机制。

参考文献

黄福荣 , 和美 , 罗劲 . (2017). 组块破解形态顿悟的脑认知机理 . *科学通报 , 62(31),* 3594–3604.

张忠炉 , 张嘉卉 , 宋欣欣 , 窦皓然 , 杨文龙 , 于龙等 . (2016). P300 与创造性组块分解 . *科学通报 , 61(22),* 2494–2501.

Cranford, E. A., & Moss, J. (2012). Is insight always the same? A protocol analysis of insight in compound remote associate problems. *The Journal of Problem Solving, 4(2)*, 128–153.

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.

Knoblich, G., Ohlsson, S., & Raney, G. E. (2001). An eye movement study of

insight problem solving. *Memory and Cognition, 29(7)*, 1000–1009.

Kounios, J., & Beeman, M. (2014). The cognitive neuroscience of insight. *Annual Review of Psychology, 65(1)*, 71–93.

Luo, J., Niki, K., & Knoblich, G. (2006). Perceptual contributions to problem solving: Chunk decomposition of Chinese characters. *Brain Research Bulletin, 70(4–6),* 430–443.

Moss, J., Kotovsky, K., & Cagan, J. (2011). The effect of incidental hints when problems are suspended before, during, or after an impasse. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 37(1)*, 140–148.

Ohlsson, S. (1992). Information–processing explanations of insight and related phenomena. In K. J. Gilhooley (Ed.), *Advances in the psychology of thinking* (pp. 1–44). London: Harvester–Wheatsheaf.

Qiu, J., Li, H., Jou, J., Liu, J., Luo, Y. J., Feng, T. Y., et al. (2010). Neural correlates of the "Aha" experiences: Evidence from an fMRI Study of insight problem solving. *Cortex, 46(3)*, 397–403.

Tang, X. C., Pang, J. Y., Nie, Q. Y., Conci, M., Luo, J. L., & Luo, J. (2016). Probing the cognitive mechanism of mental representational change during chunk decomposition: A parametric fMRI study. *Cerebral Cortex, 26(7)*, 2991–2999.

Wu, L. L., Knoblich, G., & Luo, J. (2013). The role of chunk tightness and chunk familiarity in problem solving: Evidence from ERPs and FMRI. *Human Brain Mapping, 34(5)*, 1173–1186.

Wu, L. L., Knoblich, G., Wei, G. X., & Luo, J. (2009). How perceptual processes help to generate new meaning: An EEG study of chunk decomposition in Chinese characters. *Brain Research, 1296*, 104–112.

Zhang, Z. L., Yang, K., Warren, C. M., Zhao, G., Li, P., Lei, Y., & Li, H. (2015). The influence of element type and crossed relation on the difficulty of chunk decomposition. *Frontiers in Psychology, 6*, 1025.

Chunk Tightness Causes Chunk Decomposition Difficulty: Element Type or Crossed Relation?

Zhang Zhonglu[1,2,3], *Xing Qiang*[1], *Lei Yi*[2], *Li Hong*[2]

([1]Department of Psychology, Guangzhou University, Guangzhou, 510006) ([2]Research Centre for Brain Function and Psychological Science, Shenzhen University, Shenzhen, 518060) ([3]Research Center of Brain and Cognitive Neuroscience, Liaoning Normal University, Dalian, 116029)

Abstract Chunk decomposition is an important mechanism of re-structuring for overcoming impasse in insight problem solving. However, one basic issue remained unresolved is that why chunk tightness causes the difficulty of chunk decomposition. For this purpose, we examined the role of element type and crossed relation on chunk decomposition difficulty in three experiments based on the Chinese character subtracting task in which participants were asked to remove one target element from a source character in order to get a new character.

In Experiment 1 and 2, the two variables including element type (character level vs. non-character level) and crossed relation (uncrossed relation vs. crossed relation) were manipulated in a within-subject design. Thirty-two volunteers (sixteen females; Average age: 20.38 ± 2.08 years) participated in Experiment 1, whereas thirty volunteers (fifteen females; Average age: 20.33 ± 1.73 years) participated in Experiment 2. All the participants were native Chinese, right-handed, with normal or corrected-to-normal vision. They got proper rewards after the experiments. The main difference between Experiment 1 and Experiment 2 was stimuli presentation style: the source character and the removed element were simultaneously presented in Experiment 1 whereas the presentation of the removed element was followed by the source character in Experiment 2. There were approximately consistent results between the two experiments, which showed that relative to uncrossed relation, crossed relation led to lower solution rates and longer response times in chunk decomposition, regardless of the type of the to-be-removed element; Chunk decomposition in stroke level required longer response times compared to that in character level and this effect was limited to the uncrossed relation condition. For the condition of crossed relation, there were no differences or even different patterns.

The main aim of Experiment 3 was to examine whether the effect of crossed relation on chunk decomposition difficulty still held in contrast to another type of non-crossed relation: left-right spatial relation. For the purpose, in Experiment 3, the two variables: element type (character level vs. stroke level) and spatial relation (left-right relation vs. top-down relation vs. crossed relation) were manipulated in a within-subject design in the Chinese character subtracting task with subsequent presentation style. Thirty volunteers (fifteen females; Average age: 20.63 ± 1.83 years) participated in Experiment 3. All the others were the same with Experiment 1 and 2. The effects of crossed relation and element type on chunk decomposition difficulty were replicated. Additionally, the solution rate was lower in the condition of crossed relation than that in uncrossed relation (whatever in the condition of left-right relation or top-down relation). There was no difference between the two latter conditions.

In conclusion, we demonstrated that chunk tightness was a basic variable that can caused the difficulty of chunk decomposition, which was mainly determined by spatially crossed relation but weakly influenced by element type. Moreover, based on crossed relation, the effect of chunk tightness on the difficulty of chunk decomposition was robust across different paradigms as well as different styles of stimuli presentation (subsequent or simultaneous).

Key words chunk decomposition, chunk tightness, element type, crossed relation, problem solving