

《心理学报》论文自检报告

请作者填写以下内容, 粘贴在稿件的首页。

1. 请以“研究亮点”的形式列出最多三条本研究的创新性贡献, 总共不超过 200 字。

《心理学报》的目标是发表“既科学优秀, 又具有广泛兴趣和意义”(be both scientifically excellent and of particularly broad interest and significance)的心理学前沿研究。如果您的研究只有小修小补的贡献, 没有尝试开创新的研究领域(new areas of inquiry)或提出独到见解和创新视角(unique and innovative perspectives), 特别纯粹只是研究没有明确心理学问题的算法或技术的工作, 这类研究被本刊接受的机会小, 建议另投他刊。

答: 本研究首次在 SNARC 冲突中发现 LSPC 效应, 即 LSPC 效应在不同的冲突中具备稳定性。其次, 以往研究发现 LSPC 效应跨空间位置的迁移具有空间特异性, 即只发生在具有外显空间信息的材料构建的冲突上。本研究创新性地采用具有内隐空间信息的数字材料探究 LSPC 效应跨空间位置的迁移, 结果发现该迁移性不仅表现在外显空间信息上, 同时也可表现在内隐空间信息上, 并且这种迁移受到内隐空间信息表征强度的影响。

2. 作者已经投稿或发表的文章中是否采用了与本研究相同的数据? 如果是, 请把文章附上审查。(我们不赞成作者用同一数据发表多篇变量相同的文章, 也不赞成将一系列的相关研究拆成多个研究来发表的做法。)

答: 否。

3. 管理、临床、人格和社会等领域仅有自我报告(问卷法)的**非实验非干预**研究, 需要检查数据是否存在共同方法偏差(common method bias)。为控制或证明这种偏差不会影响研究结论的效度, 你使用了什么方法? 采取了哪些措施? (共同方法偏差的有关文献可参见:

<http://journal.psych.ac.cn/xlkxjz/CN/abstract/abstract894.shtml>)基于横断数据, 仅有自我报告, 仅仅在方便样本中施测, 这样的研究数据易取得, 但通常创新性价值不大, 被本刊接受的机会小。

答: 本研究为实验研究。

4. 是否报告并分析了效果量(effect sizes; 如: t 检验: Cohen's d ; 方差分析: η^2 或 η_p^2 ; 标准化回归系数)? (很多研究只是机械地报告了效果量, 但没有做必要的分析或说明, 如效果量是大中小? 有什么理论意义或应用意义?)。(在 google 中搜索“effect size calculator”, 可搜到许多计算方便的 APP。效应量的有关解释, 中文可参考:

<http://journal.psych.ac.cn/xlkxjz/CN/abstract/abstract1150.shtml>; 英文可参看: <http://www.uccs.edu/lbecker/effect-size.html>

是否报告统计分析的 95% CI? (如, 差异的 95% CI; 相关/回归系数的 95% CI)置信区间的有关计算和绘图可参考 <https://thenewstatistics.com/itns/esci/>)

答: 对效果量和 95%CI 均进行了如实报告。

5. 请写出计划的样本量, 实际的样本量。如果二者有差别, 请写出理由。以往心理学研究中普遍存在样本量不足导致的低统计功效(power)问题, 我们建议在论文的方法部分解释您计算及认定样本量的依据。应该以有一定依据的效果量(effect size)、期望的功效来确定样本量, 并报告计算用软件或程序。样本量计划的理由和做法可参考

<https://osf.io/5awp4/>

答: 实验 1a, 实验 1b 和实验 2 均使用 G*power3.1 软件对实验所需的样本量进行了估计, 计划取样 32 名被试可以使得统计检验力达到 0.9, 实验 1a 实际取样 33 名被试, 实验 1b 实际取样 36 名被试, 实验 2 实际取样 38 名被试, 均大于计划样本量。

6. 假设检验中, 如果是零假设显著性检验(NHST), 需报告精确 p 值而不是 p 的区间(小于 0.001 的报告区间, 其他报告精确 p 值)。你的论文是否符合该项要求? 如果是贝叶斯因素, 是否已报告其对先验分布假定的敏感性?

答: 本研究的实验结果部分已经精确报告 p 值(当 $p > 0.001$ 时)。

7. 为保证论文中数据报告的完备性, 统计分析中如果剔除了部分数据, 是否在文中报告? 原因是什么? 包含这部分数据的统计结果如何变化? 统计分析中是如何处理缺失数据的?

使用量表时是否删除了其中的个别题目? 原因是什么? 如果包含这部分题目, 统计结果会如何变化? 是否有测量的项目或者变量没有报告? 原因是什么? 请写出在论文中的位置。

答: 已经在实验报告(各实验部分的“被试”和“数据分析与结果”部分)中如实报告了剔除数据的原因及方法; 与针对原始数据的统计分析相比, 在按一定标准剔除数据之后, 统计分析所得效应量有一定增加, 但效应方向不变; 无缺失数据。

8. 研究用到的未经过同行评议和审查的实验材料、量表或问卷, 是否附在文件的末尾以供审查? 如果没有, 请写出理由。如果该文发表, 您是否愿意公开这些材料与其他研究者共享?
答: 已附于文件末尾; 同意公开。

9. 本刊要求作者提供原始数据, 请在以下 3 种里选择一种打 √:

- a) 投稿后将数据发至编辑部邮箱 ()
- b) 数据可以从如下链接中获得 _____ ()
- c) 原始数据和程序已在科学数据银行(<https://www.scidb.cn/surl/xlxb>)上分享 (√)
- d) 如不能提供, 请说明理由或提供有关证明。

10. 您的研究是否是临床干预或实验室实验? 是(√) 否()

如果是, 请提供预先备案登记号 _____。

如果没有, 请说明原因 实验室研究, 根据导师的研究项目衍生出来的实验设计, 之后会预先备案。

注: 临床干预或实验室实验, 建议在收集数据前预先备案(pre-register)。也鼓励其他实验研究预先备案。备案要求写出所有的研究假设及其支持, 以及实验/干预的详细过程和步骤。本期刊的预先备案网站 <https://osf.io/> 或 <https://aspredicted.org/>。如果您的研究有预先备案, 会显著增加被录用的机会。预先备案的重要性可参考 <https://osf.io/5awp4/>。

11. 您的研究如果用到了人类或动物被试, 是否得到所在单位伦理委员会的批准? 如果是, 请把扫描版发至编辑部邮箱。如果否, 请说明理由。

答: 是

12. 是否依据编辑部网站发布的“英文摘要写作注意事项”撰写 400~500 个单词的英文大摘要? 英文题目和摘要是否已请英语好的专业人士把关或者已送专业 SCI/SSCI 论文编辑公司修改润色?

答: 是; 是。

13. 如果第一作者是学生, 请导师单独给编辑部(xuebao@psych.ac.cn)发邮件, 说明已阅读本文并认真把关。是否已提醒导师给编辑部发邮件? (编辑部收到导师邮件后才会考虑进入稿件处理流程)

答: 是

14. 请到编辑部网站首页右侧“下载中心”下载并填写“稿件不涉密证明”, 加盖通讯作者单位的保密办公章, 把扫描件发至编辑部邮箱(xuebao@psych.ac.cn)。如没有保密办公章, 请加盖通讯作者的单位公章。是否已发邮件?

答: 是

内隐空间信息可诱发认知控制的迁移

摘要 位置特异性比例一致(Location-Specific Proportion Compatibility, LSPC)效应是探究认知控制迁移性的指标之一,是指在不同位置上操纵冲突的一致和不一致试次的比例,发现更多一致试次(mostly congruent, MC)位置上的冲突效应量比更多不一致试次(mostly incongruent, MI)位置更大的现象。进一步研究发现 LSPC 效应可产生跨空间位置的迁移,即当等比呈现一致和不一致试次时,临近 MC 位置(near MC, NMC)的冲突效应量依然大于临近 MI(near MI, NMI)位置。先前研究提出 LSPC 效应能否产生跨空间位置迁移的前提是构建冲突的刺激材料必须具备外显空间信息(如箭头、方向词),而具备内隐空间信息的材料(如数字)能否诱发 LSPC 效应跨空间位置的迁移尚无定论。为探究这一问题,本研究采用具备内隐空间信息的数字材料构建冲突,设计两个实验(实验 1:数字 SNARC 冲突,实验 2:数字 Flanker 冲突)。结果发现:在两种冲突中,均观察到 LSPC 效应,并且在数字 Flanker 冲突上进一步观察到 LSPC 效应跨空间位置的迁移。该结果表明具备内隐空间信息的材料构建的冲突也可产生 LSPC 效应及其跨空间位置的迁移,且内隐空间信息的强度会影响 LSPC 效应跨空间位置的迁移。本研究结果进一步扩展了 LSPC 效应发生跨空间位置迁移的条件边界,支持了认知控制可迁移的假设。

关键词 认知控制, LSPC 效应, 迁移, 内隐空间信息

分类号 B842

1 引言

认知控制(cognitive control)作为大脑的一种高级认知功能,是指大脑可以根据当前任务目标,自上而下地在多种信息中选择任务相关信息,并对其进行储存、计划和操控,以顺利完成当前任务(Liu et al., 2013)。已有研究发现认知控制具有一定的迁移性,即当任务改变时,前一任务诱发的认知控制能够帮助人们更好地完成另外一种任务(杨国春等, 2019)。这种迁移性体现了大脑在处理复杂信息时的灵活性和适应性,保证人类能够快速适应多变的环境。

以往研究采用了多种指标来探索认知控制的迁移性(杨国春等, 2019),经典指标包括冲突适应效应(conflict adaptation, CA)(Braem et al., 2014)和比例一致效应(proportion congruence, PC)(Funes et al., 2010)等。本研究主要关注由 PC 效应衍生而来的位置特异性

比例一致(Location-Specific Proportion Compatibility, LSPC)效应(Corballis & Gratton, 2003), 具体是指在不同位置上操纵冲突的一致和不一致试次的比例, 发现更多一致试次(mostly congruent, MC)位置上的冲突效应量比更多不一致试次(mostly incongruent, MI)位置更大的现象。以往研究已在不同冲突、不同位置、不同的刺激材料上均发现稳定的 LSPC 效应。具体而言, 不同冲突包括 Flanker 冲突(Colvett et al., 2023)、Stroop 冲突(Crump et al., 2017)、Simon 冲突(Ronald & Shreyasi, 2016)、双任务范式(Caroline & Rico, 2017)等; 不同位置包括在注视点垂直方向, 如注视点上方和下方(Crump & Milliken, 2009)、注视点下方不同位置(Weidler et al., 2022), 在注视点水平方向, 如注视点左侧和右侧(Corballis & Gratton, 2003)以及注视点左侧不同位置(Weidler et al., 2022), 以及屏幕对角线方向, 如注视点右上方和左下方(Weidler & Bugg, 2016)等; 不同刺激材料包括箭头(Colvett & Bugg, 2022)、字母(Corballis & Gratton, 2003)、字词(Pickel et al., 2019)等。

LSPC 效应的产生主要有两种理论解释, 其一是注意调节假说, 该假说强调认知控制的作用, 即当冲突发生时, 认知控制会根据当前的情境, 自上而下地调节注意分配(Botvinick et al., 2001)。该假说认为 LSPC 效应反映了不同位置、比例一致性以及该位置上的认知控制之间的联结学习(Crump et al., 2006, 2008)。具体而言, 空间位置信息具有优先编码的特点(Lehle & Hübner, 2008), 在 LSPC 效应中, 空间位置又可作为任务相关信息(试次一致性)的有效线索。当刺激出现在 MC 位置上时, 被试预期会出现一致试次, 因此会将更多的注意资源分配到位置信息的加工中, 以降低认知加工的负担。而当刺激出现在 MI 位置上时, 被试预期会出现不一致试次, 因此为避免位置信息的干扰, 将分配更多的注意资源用于抑制位置信息的优先加工, 以作出正确的反应。经过训练之后, 在某个位置上再次呈现刺激时, 与之相关的认知控制就会被提取出来。在 MC 位置上一致试次更多, 使得一致试次的反应变快, 不一致试次的反应变慢, 从而表现出 MC 位置上的冲突效应量更大的现象(Crump & Milliken, 2009)。与注意调节假说不同, 可能性学习假说则认为在 LSPC 效应产生过程中, 认知控制并不是必需的, 被试通过学习, 发现与任务无关的刺激特征(如空间位置)与正确反应之间的概率关系, 并根据这种概率关系预测正确反应(Schmidt & Lemercier, 2019)。这一理论认为, 在 MC 位置上, 一致试次出现的可能性更大, 因此出现一致试次的反应更快, 不一致试次反应更慢, 表现出在 MC 位置上更大的冲突效应量。反之, MI 位置上不一致试次更多, 不一致试次的反应变快, 一致试次的反应变慢, 表现出在 MI 位置上冲突效应量更小的现象。注意调节理论和可能性学习理论均能解释 LSPC 效应。然而近期有研究发现 LSPC 效应能够迁移(Weidler et al., 2022), 该结果反驳了

可能性学习假说，进一步支持注意调节理论。接下来我们将详细阐述 LSPC 效应迁移的相关内容。

已有研究发现 LSPC 效应具有迁移性，这种迁移性不仅表现在原位置上(Crump & Milliken, 2009)，还表现在不同的空间位置之间(Weidler & Bugg, 2016)。Crump 和 Milliken(2009)采用 Stroop 冲突首次发现 LSPC 效应可以在同一位置的不同刺激之间迁移。在训练阶段，操纵不同位置的一致试次和不一致试次比例，形成 MC 位置（更多一致试次）和 MI 位置（更多不一致试次）。迁移阶段，将一致试次和不一致试次比例设置为 1:1，呈现刺激不同，但呈现位置相同。结果显示，迁移阶段仍表现出原 MC 位置的冲突效应大于原 MI 位置的现象，表明 LSPC 效应发生迁移。最初 LSPC 效应迁移的相关研究只在相同的位置上采用不同的刺激项目来探究其迁移的内在机制，之后 Weidler 和 Bugg(2016)采用经典的箭头 Flanker 冲突发现 LSPC 效应能迁移到不同位置上。具体而言，在训练阶段构建 MC 和 MI 位置，而在迁移阶段，在邻近 MC 位置(near MC, NMC)和邻近 MI 位置(near MI, NMI)呈现刺激，且一致试次和不一致试次的比例为 1:1。结果发现，在训练阶段中，MC 位置下的冲突效应量显著大于 MI 位置，即产生了 LSPC 效应。在迁移阶段，即使一致试次和不一致试次在数量上不存在差别，但结果仍然表现出 NMC 位置上的冲突效应量显著大于 NMI 位置的现象，即 LSPC 效应发生跨空间位置的迁移。Weidler 等(2020)进一步使用可视边界将 MC 位置和 NMC 位置、MI 位置和 NMI 位置区分开，不论是无意义的矩形边框还是有生态意义的岛状边框（附加指南针图案），仍可观察到 LSPC 效应跨空间位置的迁移。

注意调节假说和可能性学习假说均能够解释 LSPC 效应。然而，只有注意调节假说能够解释 LSPC 效应的迁移(Weidler et al., 2022)。根据可能性学习假说，在 NMC 和 NMI 位置上，一致试次与不一致试次的比例为 1:1，因此无关维度（即空间位置）与正确反应之间的概率相等，这意味着 NMC 和 NMI 位置之间不应存在显著的 LSPC 效应差异，即 LSPC 效应迁移现象不会出现。因此，可能性学习假说无法解释 LSPC 效应的迁移。而注意调节假说认为，LSPC 效应迁移的发生是由于当刺激出现在 NMC 和 NMI 位置时，会自动调用与之临近的 MC 和 MI 位置的认知控制模式(Weidler et al., 2022)，结果表现出在 NMC 位置的冲突效应量比在 NMI 位置更大，从而表现出 LSPC 效应的迁移。

然而 LSPC 效应跨空间位置的迁移并不是稳定发生的，这种迁移有一定的前提条件(Pickel et al., 2019)。Pickel 等人(2019)分别采用三种冲突（经典 Stroop 冲突、颜色和字词分离 Stroop 冲突、由上、下、左、右四个方位词构建的 Stroop 冲突）探究 LSPC 效应跨空间

位置的迁移。结果发现在三种冲突中均出现稳定的 LSPC 效应，但只有由方位词构建的 Stroop 冲突中发生了 LSPC 效应跨空间位置的迁移。因此，Pickel 等人认为只有使用具有位置信息的刺激材料时，才会发生 LSPC 效应跨空间位置的迁移。除方位词之外，采用同样具有方位指向信息的箭头作为刺激材料构建冲突(Weidler & Bugg, 2016; Weidler et al., 2020, 2022)，也可诱发 LSPC 效应在不同位置之间的迁移。也就是说，LSPC 效应跨空间位置的迁移具有空间特异性，即只有使用具有空间信息的材料（方位词或箭头）时，才会产生 LSPC 效应跨空间位置的迁移。

与方位词和箭头材料不同，数字同时具有数量信息和空间信息，且这种空间信息是内隐的(颜丽珠 等, 2022)。Galton(1880)首次指出数字具有空间特性。之后 Dehaene 等人(1993)采用实验法进一步验证数字的空间特性。该研究过程中，要求被试使用左、右手按键对随机呈现的数字进行分类反应。结果发现，左手对小数的反应更快，右手对大数的反应更快。Dehaene(1993)将这种现象命名为空间-数字反应编码联合(Spatial-Numerical Association of Response Codes effect, SNARC)效应，即与右手相比，左手对小数反应更快更准确，反之，与左手相比，右手对大数反应更快更准确。Fischer 和 Shaki (2014)通过实验也进一步验证数字可以引导空间注意，当屏幕中央呈现小数时，被试有更多的注意偏向左侧空间，当屏幕中央呈现大数时，被试有更多的注意偏向右侧空间。近年来神经影像学的研究也发现对空间注意和数字的内部表征在顶叶上存在重叠的通路，这可能是数字和空间之间联结的神经学基础(Blais et al., 2016)。因此，以 SNARC 效应作为实验指标，可清晰地表明数字空间联结的存在，反映出小数与左侧空间、大数与右侧空间有更强联结(颜丽珠 等, 2022)。

LSPC 效应跨空间位置的迁移具有空间特异性，意味着只有使用具有位置信息的材料时，才会产生跨空间位置的迁移。以往研究主要通过使用具有外显空间信息的材料（例如方位词或箭头）来构建冲突，鉴于外显空间信息和内隐空间信息均具备空间信息，那么使用具有内隐空间信息的材料构建的冲突，是否同样能诱发 LSPC 效应及其跨空间位置的迁移？LSPC 效应跨空间位置的迁移具有空间特异性这一条件是否可扩展至内隐空间信息的材料上？为回答以上问题，本研究使用数字材料构建的冲突设计两个实验：实验 1 采用单个数字材料构建数字 SNARC 冲突，实验 2 采用多个数字材料构建数字 Flanker 冲突。实验预期：两种冲突中均能观察到 LSPC 效应，具体表现为 MC 位置的冲突效应量大于 MI 位置上的冲突效应量。除此之外，进一步观察到 LSPC 效应发生跨空间位置的迁移，具体表现为 NMC 位置的冲突效应量大于 NMI 位置。若 LSPC 效应能进一步发生跨空间位置的迁移，则说明与具有外显空间位置信息的材料相同，具有内隐空间位置信息的数字材料构建的冲

突也能诱发 LSPC 效应及其跨空间位置的迁移，进一步支持认知控制的可迁移性。反之，则说明具有内隐位置信息的材料构建的冲突不能诱发 LSPC 效应跨空间位置的迁移，LSPC 效应跨空间位置的迁移所具有的空间特异性仅局限在具有外显空间信息的材料构建的冲突上。

2 实验 1 数字 SNARC 冲突中的 LSPC 效应及其跨空间位置的迁移

本实验采用数字 SNARC 冲突，在不同空间位置对试次类型进行比例操纵，观察 LSPC 效应及其跨空间位置的迁移。若 MC 位置上的 SNARC 冲突效应量显著大于 MI 位置，则存在 LSPC 效应；若 NMC 位置上的 SNARC 冲突效应量显著大于 NMI 位置，则存在 LSPC 效应跨空间位置的迁移。

2.1 实验 1a 数字 SNARC 冲突中的 LSPC 效应

2.1.1 实验目的

以往研究未在 SNARC 冲突中探究过 LSPC 效应，因此实验 1a 采用数字 SNARC 冲突，在注视点上、下两个空间位置操纵试次类型比例。预期在数字 SNARC 冲突中观察到 LSPC 效应。

2.1.2 被试

采用 G*Power 3.1 软件对所需被试样本量进行先验分析，在中等水平效应 $f = 0.25$ (Cohen, 1988)， α 水平为 0.05，统计检验力为 0.9 的前提下，计算被试样本量为 32 人。共招募 33 名在校大学生，剔除一名左利手女性被试的数据，最终有效数据为 32 人。其中男性 5 名，女性 27 名，平均年龄为 19.66 ± 1.56 岁。被试均为右利手，视力或矫正视力正常，无色弱或色盲情况，无精神病史。实验前所有被试均签署被试知情同意书，实验后给予一定报酬。

2.1.3 实验仪器与材料

在实验过程中，被试坐在暗室里，眼睛距离屏幕 60 厘米。实验刺激材料呈现在 27 英寸的液晶显示器，屏幕分辨率设置为 1024×768 像素，刷新率为 100Hz，以黑色为刺激呈现背景。刺激呈现和记录使用 E-prime2.0 软件 (Psychological software Tools, Inc., Pittsburgh, PA) 实现。首先在屏幕中央呈现白色注视点“+”，字体为 Courier New，加粗，视角为 $2.3^\circ \times 2.3^\circ$ 。刺激材料为单个数字 (“1”、“2”、“3”、“4”、“6”、“7”、“8”、“9”)，颜色为白色，视角为 $2.3^\circ \times 2.3^\circ$ ，字体为 Courier New，加粗。刺激出现的空间位置为位于注视点上、下两个分位置，距离中心注视点均为 8.8° 。

2.1.4 实验设计

实验设计为 2（试次类型：一致、不一致） \times 2（比例水平：MC、MI）被试内设计。因变量为反应时和错误率。试次类型包括一致试次和不一致试次两种水平，一致试次是指小数用左手反应和大数用右手反应的试次（“1”、“3”、“6”、“8”），不一致试次是指小数右手反应和大数左手反应的试次（“2”、“4”、“7”、“9”）。比例水平包括 MC（75%一致试次，25%不一致试次）和 MI（25%一致试次，75%不一致试次）两种水平，操纵比例的空间位置位于注视点上、下两个分位置，MC、MI 位置在被试间平衡。

实验分为 6 个组块，每个组块中有 96 个试次（MC 和 MI 各 48 个试次），共 576 个试次。每个组块结束后要求被试闭眼休息 1 分钟，实验总时长约 40 分钟。在正式实验之前，被试先完成 24 个练习试次，正确率超过 90% 进入正式实验。练习阶段在每个试次后均反馈正确与否，正式实验部分在每个组块结束后反馈当前组块的正确率和平均反应时。

2.1.5 实验程序

首先在显示器中央呈现 1000ms 的注视点“+”。随后出现数字刺激，持续呈现直到被试做出反应。刺激随机呈现在屏幕的上或下的位置。要求被试对屏幕中呈现数字的奇偶属性做判断。如果数字是奇数，用左手食指按“F”键；反之则用右手食指按“J”键。按键规则和 MC、MI 位置均在被试间平衡。要求被试在保证正确率的前提下尽快做出反应。实验程序如图 1 所示。

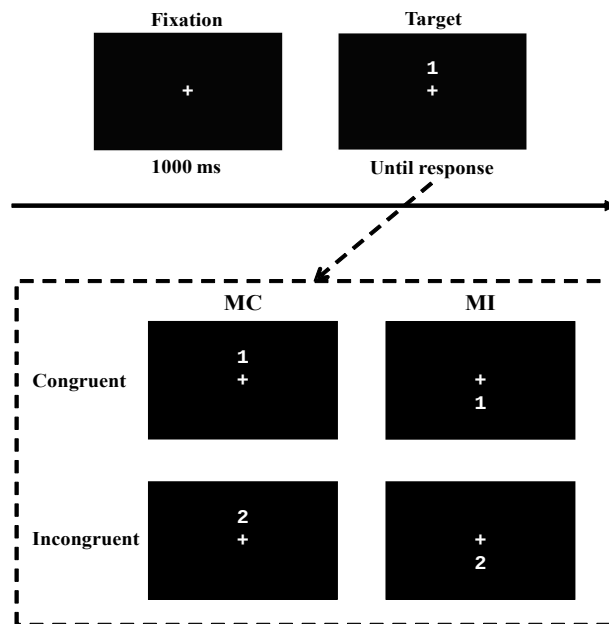


图 1 实验 1a 流程图

2.1.6 数据分析和结果

在结果分析之前，首先剔除错误反应和极端值，剔除的标准是低于 200ms 和高于 2500ms 的试次以及超过平均数三个标准差的数据，删除数据占全部数据的 3.9%。之后对平均反应时和错误率进行 2（试次类型：一致、不一致） \times 2（比例水平：MC、MI）的重复测量方差分析。此外计算 MC 和 MI 条件下的 SNARC 冲突效应量，并进行配对样本 t 检验。

反应时结果如下，试次类型的主效应不显著， $F(1, 31) = 0.003$, $p = 0.99$ ；比例水平的主效应不显著， $F(1, 31) = 0.61$, $p = 0.44$ ；试次类型和比例水平交互作用显著， $F(1, 31) = 13.50$, $p = 0.001$, $\eta^2_p = 0.30$ 。简单效应分析发现，MC 条件下的 SNARC 冲突效应量(8ms)显著大于 MI 条件下的 SNARC 冲突效应量(-8ms)， $t(31) = 3.68$, $p = 0.001$, Cohen's $d = 0.65$, 95%CI = [7.71,26.94]。

错误率结果如下，主效应和交互作用均不显著， $ps > 0.05$ 。

表 1 实验 1a 平均反应时和错误率及其标准误

比例水平	反应时(ms)		错误率(%)	
	一致	不一致	一致	不一致
MC	600(14)	612(15)	3.5(0.4)	3.3(0.7)
MI	609(15)	603(14)	5.0(0.8)	4.1(0.6)

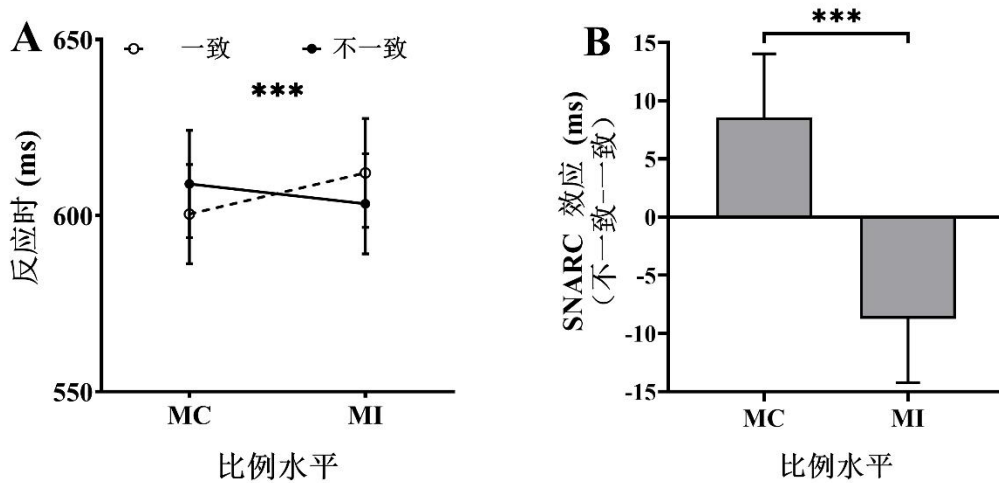


图 2 实验 1a 反应时结果

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

2.1.7 讨论

实验 1a 首次发现在数字 SNARC 冲突中观察到 LSPC 效应, 即与 MI 位置相比, MC 位置上冲突效应量更大。实验 1b 在 1a 基础上, 增加 NMC 和 NMI 位置 (50%一致试次, 50%不一致试次), 进一步探究在数字 SNARC 冲突中 LSPC 效应能否产生跨空间位置的迁移。

2.2 实验 1b 数字 SNARC 冲突中的 LSPC 效应及其跨空间位置的迁移

2.2.1 实验目的

实验 1b 采用数字 SNARC 冲突, 在注视点上、下四个空间位置 (见图 3) 操纵试次类型比例。预期重复实验 1a 结果, 并进一步观察到 LSPC 效应跨空间位置的迁移。

2.2.2 被试

采用 G*Power 3.1 软件对所需被试样本量进行先验分析, 在中等水平效应 $f = 0.25$ (Cohen, 1988), α 水平为 0.05, 统计检验力为 0.9 的前提下, 计算被试样本量为 32 人。共招募 36 名在校大学生, 其中男性 10 名, 女性 26 名, 平均年龄为 20.06 ± 1.43 岁。被试均为右利手, 视力或矫正视力正常, 无色弱或色盲情况, 无精神病史。实验前所有被试均签署被试知情同意书, 实验后给予一定报酬。

2.2.3 实验仪器和材料

在实验过程中, 被试坐在暗室里, 眼睛距离屏幕 60 厘米。实验刺激材料呈现在 27 英寸的液晶显示器, 屏幕分辨率设置为 1024×768 像素, 刷新率为 100Hz, 以黑色为刺激呈现背景。刺激呈现和记录使用 E-prime2.0 软件 (Psychological software Tools, Inc., Pittsburgh, PA) 实现。首先在屏幕中央呈现白色注视点 “+”, 字体为 Courier New, 加粗, 视角为 $2.3^\circ \times 2.3^\circ$ 。刺激材料为单个数字 (“1”、“2”、“3”、“4”、“6”、“7”、“8”、“9”), 颜色为白色, 视角为 $2.3^\circ \times 2.3^\circ$, 字体为 Courier New, 加粗。刺激出现的空间位置为位于注视点上下四个空间位置 (上、下各两个位置), 距离中心注视点分别为 8.8° 和 14.2° 。

2.2.4 实验设计

实验设计为 2 (试次类型: 一致、不一致) \times 2 (训练位置: MC、MI) \times 2 (迁移位置: NMC、NMI) 被试内设计。因变量为反应时和错误率。试次类型包括一致试次和不一致试次两种, 一致试次为小数用左手反应和大数用右手反应的试次 (“1”、“3”、“6”、“8”), 不一致试次为小数用右手反应和大数用左手反应的试次 (“2”、“4”、“7”、“9”)。训练位置包括 MC (75%一致试次, 25%不一致试次)、MI (25%一致试次, 75%不一致试次)。迁移

位置包括 NMC(50%一致试次, 50%一致试次)和 NMI(50%一致试次, 50%一致试次)。操纵比例的空间位置位于注视点上下 4 个位置, 中心注视点到目标刺激的距离分别为 8.8° (MC、MI) 和 14.2° (NMC、NMI)。MI、MC、NMI、NMC 条件和位置在被试间平衡。

实验分为 6 个组块, 包括 5 个训练组块, 1 个迁移组块。训练组块中, 每个组块有 96 个试次(MC 和 MI 各 48 个试次), 共 480 个试次。迁移组块中, 共 192 个试次(MC、MI、NMC 和 NMI 各 48 个试次)。每个组块结束后要求被试闭眼休息 1 分钟, 实验总时长约 50 分钟。在正式实验之前, 被试先完成 24 个练习试次, 正确率超过 90%进入正式实验。练习阶段在每个试次结束后均反馈正确与否, 而正式实验部分则是在每个组块结束后反馈当前组块的正确率和平均反应时。

2.2.5 实验程序

首先在显示器中央呈现 1000ms 的注视点“+”。随后出现数字刺激, 持续呈现直到被试做出反应。在训练组块中, 刺激会随机呈现在屏幕中 MI 和 MC 两个位置之一, 在迁移组块中, 刺激会随机呈现在屏幕中 NMI、MI、MC、NMC 四个位置之一。要求被试对屏幕中呈现数字的奇偶做判断。如果数字是奇数, 用左手食指按“F”键; 反之则用右手食指按“J”键。按键规则和 MC、MI、NMC、NMI 条件均在被试间平衡。要求被试在保证正确率的前提下尽快做出反应。实验程序如图 3 所示。

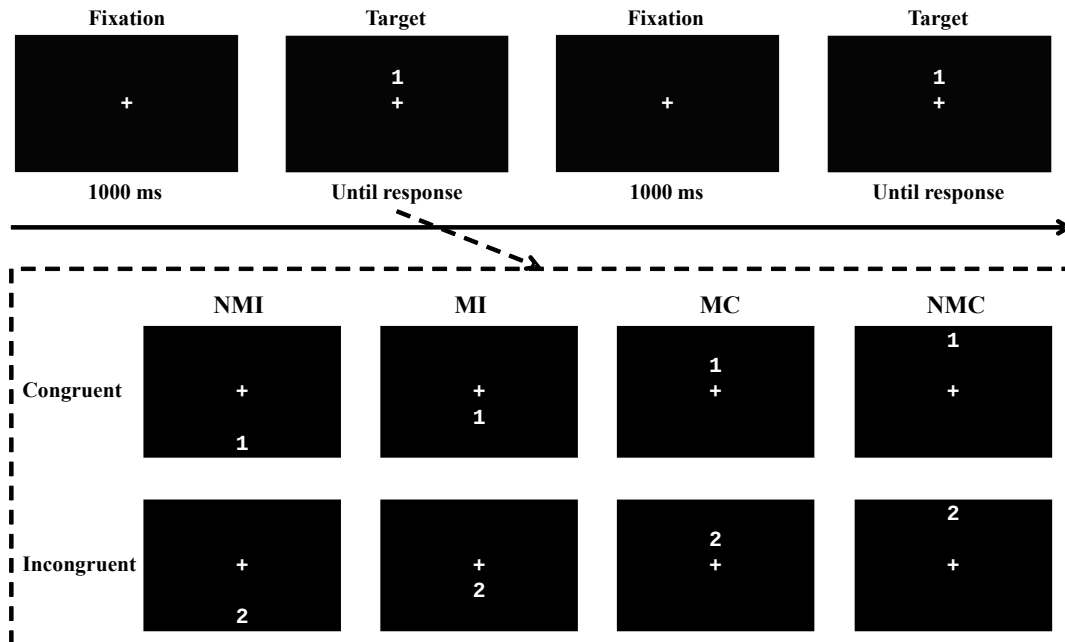


图 3 实验 1b 流程图

2.2.6 数据分析及结果

在结果分析之前，首先剔除错误反应和极端值，剔除的标准是低于 200ms 和高于 2500ms 的试次以及超过平均数三个标准差的数据，删除数据占全部数据的 3.5%。为检验 LSPC 效应，对训练组块和迁移组块的平均反应时和错误率进行 2（试次类型：一致、不一致）×2（训练位置：MC、MI）的重复测量方差分析。计算 MC 和 MI 条件下的 SNARC 冲突效应量，并进行配对样本 t 检验。为检验 LSPC 效应跨空间位置的迁移，对迁移组块的平均反应时和错误率进行 2（试次类型：一致、不一致）×2（迁移位置：NMC、NMI）的重复测量方差分析。计算 NMC 和 NMI 条件下的 SNARC 冲突效应量，并进行配对样本 t 检验。

为检验 LSPC 效应，对训练组块和迁移组块的平均反应时和错误率进行分析。反应时结果如下，试次类型的主效应不显著， $F(1, 35) = 0.06, p = 0.81$ ；比例水平的主效应不显著， $F(1, 35) = 0.02, p = 0.88$ ；试次类型和比例水平交互作用显著， $F(1, 35) = 4.33, p = 0.045$ ， $\eta^2_p = 0.11$ 。简单效应分析发现，MC 条件下的 SNARC 冲突效应量(7ms)显著大于 MI 条件下的 SNARC 冲突效应量(-4ms)， $t(31) = 2.08, p = 0.045$ ，Cohen's $d = 0.35$ ，95%CI = [0.29,24.05]。错误率结果如下，主效应和交互作用均不显著， $ps > 0.05$ 。

为检验 LSPC 效应跨空间位置的迁移，对迁移组块的平均反应时和错误率进行分析。反应时结果如下。主效应和交互作用均不显著， $ps > 0.05$ 。试次类型的主效应不显著， $F(1, 35) = 0.23, p = 0.64$ ；比例水平的主效应不显著， $F(1, 35) = 1.15, p = 0.29$ ；试次类型和比例水平交互作用不显著， $F(1, 35) = 0.68, p = 0.42$ 。错误率结果如下。主效应和交互作用均不显著， $ps > 0.05$ 。

表 2 实验 1b 平均反应时和错误率及其标准误

比例水平	反应时 (ms)		错误率(%)	
	一致	不一致	一致	不一致
MC	608(15)	615(12)	3.2(0.5)	3.1(0.7)
MI	614(15)	610(14)	3.8(0.8)	3.7(0.5)
NMC	634(16)	644(16)	2.8(0.6)	3.9(0.7)
NMI	650(22)	648(19)	4.9(1.1)	4.7(0.8)

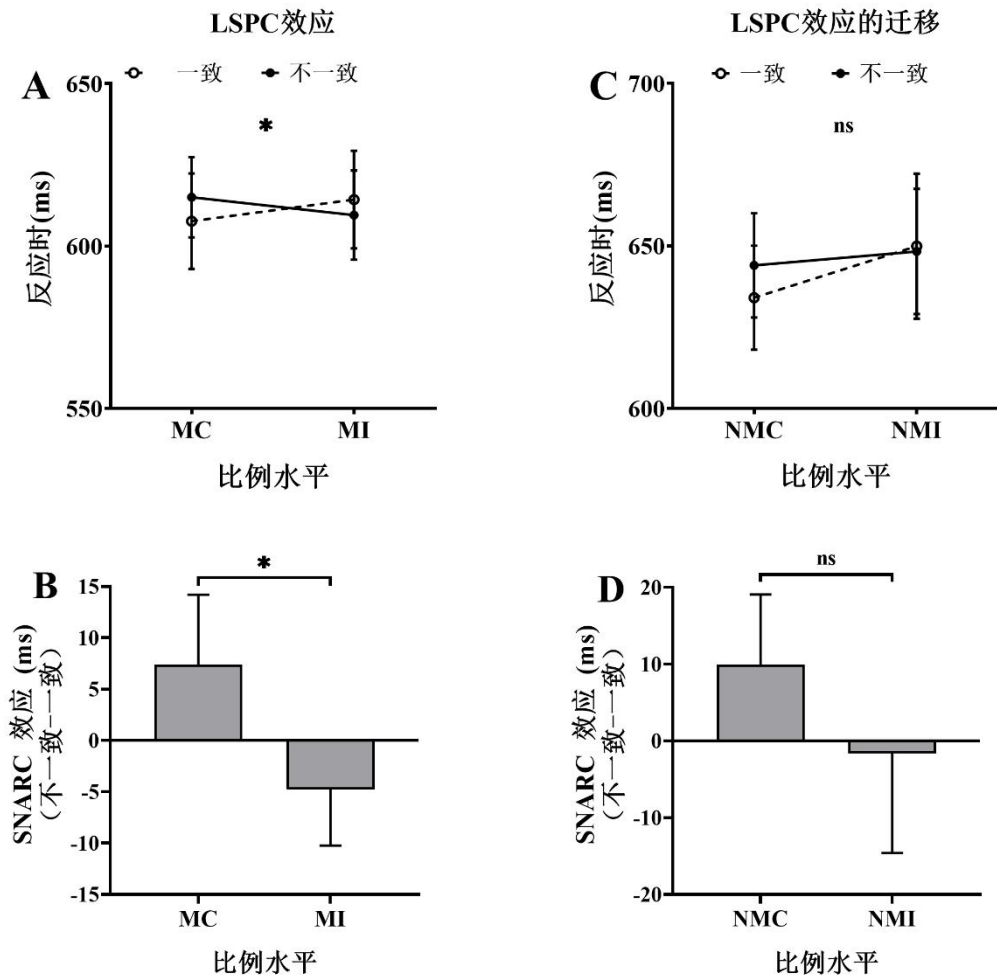


图4 实验 1b 反应时结果

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

2.2.7 讨论

在实验 1b 中, 重复了实验 1a 的结果, 观察到 LSPC 效应, 即与 MI 位置相比, MC 位置上冲突效应量更大。虽然并未达到显著水平, 但 LSPC 效应跨空间位置的迁移存在趋势 (NMC 位置上的冲突效应量大于 NMI 位置)。这可能是由于空间信息表征强度不足。首先, 数字和按键的匹配需要不断转换, 不足以激活空间编码。此外, 奇偶性质是任务无关的信息, 刺激表征信息转化为空间表征信息的过程中存在更多干扰, 使得空间表征单元信息的削弱。因此, 空间信息表征强度似乎也对 LSPC 效应跨空间位置的迁移有着重要影响。与奇偶判断任务不同, 大小判断任务的空间信息表征更强(Crollen et al., 2013)。因此, 为探究空间信息表征强度对 LSPC 效应跨空间位置的迁移的影响, 实验 2 将数字奇偶判断任务改为内隐空间信息表征较强的数字大小判断任务。

3 实验 2 数字 Flanker 冲突中的 LSPC 效应及其跨空间位置的迁移

3.1 实验目的

由于 SNARC 冲突的大小判断任务中一致和不一致条件是组块设计，无法进一步在组块内设置 MC 和 MI 条件，所以采用数字 Flanker 冲突的大小判断任务。此外，为更好地诱发 LSPC 效应及其跨空间位置的迁移，实验其他参数设置均参照 Weidler 和 Bugg (2016) Flanker 冲突的实验设计。

实验 2 采用数字 Flanker 冲突，在屏幕左下角至右上角直线上等分的五个位置对试次类型比例进行操纵。预期在数字 Flanker 冲突中观察到 LSPC 效应跨空间位置的迁移。若 MC 位置上的 Flanker 冲突效应量显著大于 MI 位置，则存在 LSPC 效应；若 NMC 位置上的 Flanker 冲突效应量显著大于 NMI 位置，则存在 LSPC 效应跨空间位置的迁移。

3.2 被试

采用 G*Power 3.1 软件对所需被试样本量进行先验分析，在中等水平效应 $f = 0.25$ (Cohen, 1988)， α 水平为 0.05，统计检验力为 0.9 的前提下，计算被试样本量为 32 人。共招募 38 名在校大学生，其中男性 9 名，女性 29 名，平均年龄为 20.02 ± 2.01 岁。被试均为右利手，视力或矫正视力正常，无色弱或色盲情况，无精神病史。实验前所有被试均签署被试知情同意书，实验后给予一定报酬。

3.3 实验仪器与材料

在实验过程中，被试坐在暗室里，眼睛距离屏幕 60 厘米。实验刺激材料呈现在 27 英寸的液晶显示器，屏幕分辨率设置为 1024×768 像素，刷新率为 100Hz，以黑色为刺激呈现背景。刺激呈现和记录使用 E-prime2.0 软件 (Psychological software Tools, Inc., Pittsburgh, PA) 实现。首先在屏幕中央呈现白色注视点“+”，字体为 Courier New，加粗，视角为 $1.4^\circ \times 1.4^\circ$ 。刺激材料为由数字(“1”、“2”、“8”、“9”； $1.4^\circ \times 1.4^\circ$)组成的 Flanker 组合(如“11211”)，颜色为白色，视角为 $6.9^\circ \times 1.4^\circ$ ，字体为 Courier New，加粗。刺激出现的空间位置为左下角至右上角直线上等分的 5 个位置，各位置之间距离约为 10.2° 。

3.4 实验设计

实验设计为 2 (试次类型：一致、不一致) \times 2 (训练位置：MC、MI) \times 2 (迁移位置：NMC、NMI) 被试内设计。因变量为反应时和错误率。试次类型包括一致试次和不一致试次。刺激材料为由数字(“1”、“2”、“8”、“9”)组成的 Flanker 组合(如

“11211”)。一致试次为中心靶刺激和两侧分心刺激一致的试次(“11111”、“22222”、“88888”、“99999”)。不一致试次为中心靶刺激和两侧分心刺激不一致的试次(如“11211”、“22822”等)。呈现刺激的位置共包括 MC(75%一致试次, 25%不一致试次)、MI (25%一致试次, 75%不一致试次)、Neutral(50%一致试次, 50%一致试次)、NMC(50%一致试次, 50%一致试次)和 NMI(50%一致试次, 50%一致试次)。操纵比例的空间位置为从左下角至右上角直线上等分的 5 个位置, 各位置之间距离约为 10.2°。NMI、MI、MC、NMC 四种条件在被试间平衡。

实验分为 4 个组块, 包括 3 个训练组块, 1 个迁移组块。训练组块中, 每个组块 144 个试次(MI、MC、Neutral 条件各 48 个试次), 共 432 个试次。迁移组块中, 共 240 个试次(MI、MC、Neutral、NMC 和 NMI 各 48 个试次)。每个组块结束后要求被试闭眼休息 1 分钟, 实验总时长大约 50 分钟。在正式实验之前, 被试先完成 36 个练习试次, 正确率超过 90%进入正式实验。练习阶段在每个试次结束后均反馈正确与否, 而正式实验部分则是在每个组块结束后反馈当前组块的正确率和平均反应时。

3.5 实验程序

首先在显示器中央呈现 1000ms 的注视点“+”。随后出现由数字组成的字符串, 持续呈现直到被试做出反应。刺激随机呈现在屏幕中 NMI、MI、Neutral、MC、NMC 五个位置之一。要求被试对 Flanker 组合中位于中间位置的数字大小进行判断。如果字符串位于中间位置的数字小于 5, 用左手食指按“F”键; 若大于 5 则用右手食指按“J”键。NMI、MI、MC、NMC 位置在被试间平衡。要求被试在保证正确率的前提下尽快做出反应。实验程序如图 5 所示。

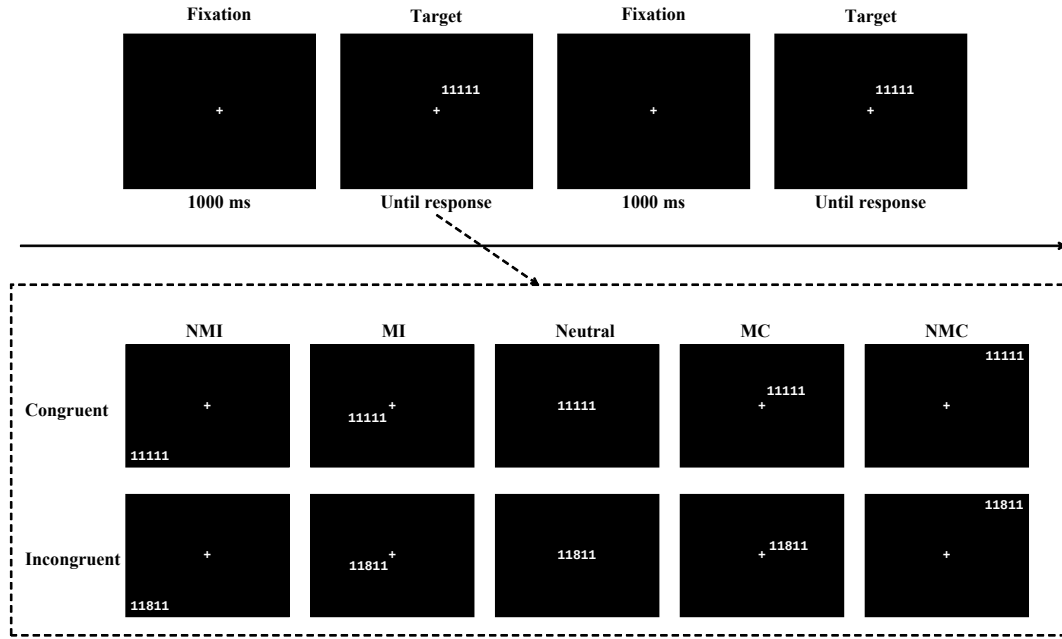


图5 实验2流程图

3.6 数据分析及结果

在结果分析之前，首先剔除错误反应和极端值，剔除的标准是低于 200ms 和高于 2500ms 的试次以及超过平均数三个标准差的数据，删除数据占全部数据的 2.6%。为检验 LSPC 效应，对训练组块和迁移组块的平均反应时和错误率进行 2（试次类型：一致、不一致）×2（训练位置：MC、MI）重复测量方差分析。计算 MC 条件和 MI 条件的 Flanker 冲突效应量，并进行配对样本 t 检验。为检验 LSPC 效应跨空间位置的迁移，对迁移组块的平均反应时和错误率进行 2（试次类型：一致、不一致）×2（迁移位置：NMC、NMI）的重复测量方差分析。计算 NMC 和 NMI 条件下的 Flanker 冲突效应量，并进行配对样本 t 检验。中间（Neutral）位置一致与不一致试次比例为 50:50 只作为一个基线情境，未纳入本分析(参考 Weidler & Bugg, 2016)。

3.6.1 LSPC 效应

反应时结果如下，试次类型的主效应显著， $F(1, 37) = 258.53, p < 0.001, \eta^2_p = 0.88$ ；比例水平的主效应不显著， $F(1, 37) = 0.07, p = 0.79$ ；试次类型和比例水平交互作用显著， $F(1, 37) = 5.40, p = 0.03, \eta^2_p = 0.13$ 。简单效应分析发现，MC 条件下的 Flanker 冲突效应量(65ms)显著大于 MI 条件下的 Flanker 冲突效应量(55ms)， $t(37) = 2.33, p = 0.03$ ，Cohen's $d = 0.38, 95\%CI = [1.23, 17.95]$ 。

错误率结果如下，试次类型的主效应显著， $F(1, 37) = 14.85, p < 0.001, \eta^2_p = 0.29$ ；比例水平主效应和两者交互作用不显著， $ps > 0.05$ 。

3.6.2 LSPC 效应跨空间位置的迁移

反应时结果如下，试次类型的主效应显著， $F(1, 37) = 160.84, p < 0.001, \eta^2_p = 0.81$ ；比例水平的主效应不显著， $F(1, 37) = 0.13, p = 0.72$ ；试次类型和比例水平交互作用显著， $F(1, 37) = 4.68, p = 0.04, \eta^2_p = 0.11$ 。简单效应分析发现，NMC 条件下的 Flanker 冲突效应量(61ms)显著大于 NMI 条件下的 Flanker 冲突效应量(46ms)， $t(37) = 2.16, p = 0.04$ ，Cohen's $d = 0.35, 95\%CI = [0.95, 29.04]$ 。

错误率结果如下。试次类型的主效应显著， $F(1, 37) = 12.73, p = 0.001, \eta^2_p = 0.26$ ；比例水平主效应和两者交互作用不显著， $ps > 0.05$ 。

表 3 实验 2 平均反应时和错误率及其标准误

比例水平	反应时(ms)		错误率(%)	
	一致	不一致	一致	不一致
MC	580(8)	645(8)	2.1(0.3)	4.1(0.4)
Neutral	524(8)	554(10)	1.9(0.3)	2.6(0.4)
MI	585(9)	641(9)	2.0(0.6)	3.5(0.5)
NMC	622(10)	684(9)	1.9(0.4)	1.8(1.2)
NMI	631(11)	678(10)	5.8(0.5)	3.5(0.7)

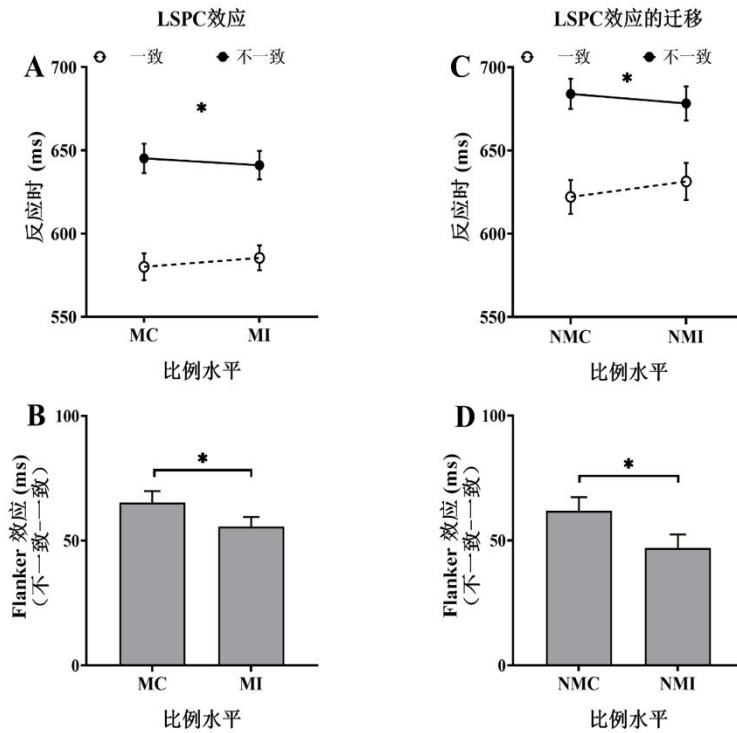


图6 实验2 反应时结果

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

3.7 讨论

在实验2中,首次在数字Flanker冲突上观察到了LSPC效应,即与MI位置相比,MC位置的冲突效应量更大。更重要的是,观察到LSPC效应跨空间位置的迁移,即与NMI位置相比,NMC位置的冲突效应量更大。实验2结果表明具备内隐空间信息的冲突也能诱发LSPC效应跨空间位置的迁移。实验1采用奇偶判断任务未出现LSPC效应的转移,实验2改为大小判断任务之后,LSPC效应出现跨空间位置的迁移,说明内隐空间信息表征的强度可能对LSPC效应跨空间位置的迁移产生影响。

4 总讨论

本研究进一步发现LSPC效应在不同类型的冲突任务中具有稳定性。具体而言,在数字SNARC冲突(实验一)和数字Flanker冲突(实验二)任务中,均出现显著的LSPC效应。这一发现表明,LSPC效应在不同冲突中具备稳定性。其次,本研究发现内隐空间信息也能够诱发LSPC效应跨空间位置的迁移,并且这种迁移受到内隐空间信息表征强度的影响。实验二通过将奇偶判断任务改为大小判断任务增强内隐空间信息的表征强度,从而观察到LSPC效应跨空间位置的迁移。该结果表明,内隐空间信息不仅能够激活LSPC效应,还能够影响LSPC效应跨空间位置的迁移。

4.1 内隐空间信息也能诱发 LSPC 效应及其跨空间位置的迁移

在以往的研究中, Flanker 任务(Colvett et al., 2023)、Stroop 冲突(Crump et al., 2017)、Simon 冲突(Ronald & Shreyasi, 2016)、双任务范式(Caroline & Rico, 2017)被广泛用于研究 LSPC 效应。然而, 本研究首次发现, 使用 SNARC 冲突(实验 1)也能够产生 LSPC 效应。本研究的结果进一步表明, LSPC 效应不仅在传统的冲突任务中表现出稳定性和一致性, 在涉及数字与空间联结的任务中也同样适用。这一发现拓展了 LSPC 效应的适用范围, 验证了其在不同类型的冲突任务中的普遍性。

更为重要的是, 以往研究发现 LSPC 效应跨空间位置的迁移并不总能稳定发生, 而是具有一定的空间特异性(Pickel et al., 2019)。Pickel 等人(2019)提出, 只有使用具有明确空间信息的材料时, 才会观察到 LSPC 效应跨空间位置的迁移。该研究表明, 这种迁移依赖于刺激材料(方位词)中所包含的外显空间信息。随后, Weidler 等人(2022)也采用具有方位指向信息的箭头作为刺激材料构建冲突, 进一步验证这一观点, 证明在具有外显空间信息的情境下, LSPC 效应能够在不同空间位置间迁移。然而, 以往研究均采用具有外显空间信息的材料, 如方位词或箭头, 来探讨 LSPC 效应在空间位置上的迁移。与以往研究不同, 本研究结果首次发现, 即使在使用具备内隐空间信息的数字冲突任务中, 也能够观察到 LSPC 效应跨空间位置的迁移(实验 2)。这一发现拓展了 LSPC 效应跨空间位置迁移的前提条件, 表明不仅是外显空间信息, 具备内隐空间信息的材料也能够诱发 LSPC 效应跨空间位置的迁移。

4.2 内隐空间信息表征强度影响 LSPC 效应跨空间位置的迁移

在研究一中, 虽然在数字 SNARC 冲突中发现了稳定的 LSPC 效应, 但并未发现 LSPC 效应跨空间位置的迁移。为了增强空间信息表征的强度, 研究二将数字 SNARC 冲突的奇偶判断任务改为数字 Flanker 冲突的大小判断任务。结果显示, LSPC 效应在大小判断任务中得到了跨空间位置的迁移, 该结果意味着空间信息表征的强度会影响 LSPC 效应的跨空间位置的迁移。

与奇偶任务相比, 大小判断任务与空间编码的联系更为紧密。具体而言, 在奇偶判断任务中, 数字与按键匹配需要不断转换, 难以有效激活空间编码。然而, 大小判断任务依赖于视空间编码机制(Crollen et al., 2013), 数字大小与反应之间的关系更加明确和稳定: 小于或大于参考标准的数字对应相同类别的反应, 促进了数字与反应的空间编码(邓之君等, 2017)。此外, 数字大小信息具有更强的空间信息表征强度。奇偶性质作为任务无关的信息, 在刺激表征信息转化为空间表征信息的过程中会产生更多的干扰。被试为完成任务, 会增

强刺激表征单元的信息，而抑制空间表征单元的信息(Xiang et al., 2022)，这削弱了空间信息表征的强度。而大小性质与内隐空间信息的联系更为紧密：小数具有左侧的内隐空间属性，大数具有右侧的内隐空间属性(颜丽珠等, 2022)。在大小判断任务中，刺激表征信息转化为空间表征信息的过程中干扰更少，空间表征单元的信息更强，即空间信息表征强度更高。

综上所述，大小判断任务中所体现的内隐空间信息表征强度显著高于奇偶判断任务。在奇偶判断任务中，由于空间信息表征强度不足，LSPC 效应未能发生跨空间位置的迁移；而在大小判断任务中，由于空间信息表征强度较强，LSPC 效应成功发生了跨空间位置的迁移。因此，可以得出结论，内隐空间信息表征强度的提升能够促进 LSPC 效应的跨空间位置迁移。

4.3 实验 1 中 SNARC 冲突的消失与反转

在研究一中并未出现显著的 SNARC 冲突效应。根据 SNARC 工作记忆机制的理论，SNARC 效应是在任务执行过程中暂时形成的顺序表征(Ginsburg et al., 2014)。这一效应的产生依赖于有意使用的或者任务所需的空间参考框架，而并非由固定生成的空间参考标准决定。因此，空间参考框架对 SNARC 冲突效应的产生有重要影响。在研究一中，数字被随机呈现在不同的位置上，这种设计无法形成任务所需的空间参考框架，因此未能显著产生 SNARC 冲突效应。

其次，在更多不一致试次 (MI) 条件下，SNARC 冲突效应发生了反转。Tagliabue 等 (2000) 的研究表明，练习所产生的短时联结会影响间接通路中任务反应的速度，降低不一致试次的反应时。双通道理论模型进一步解释了这一现象，指出在间接通路中，习得的空间联结引发的反应会与工作记忆中任务要求所引起的反应相互作用，使得一致试次反应加快，不一致时反应延迟(王力等, 2012)。因此，在 MI 条件下，不一致试次的反应时减少，一致试次的反应时增加，导致 SNARC 冲突效应的逆转。

总而言之，研究一中未能显著观察到 SNARC 冲突效应的原因在于未能形成稳定的空间参考框架，即数字在随机位置呈现时，无法有效激活 SNARC 效应所需的顺序表征。而在 MI 条件下，由于练习形成的短时联结和双通道理论模型中的受控 (间接) 通路 with 任务需求的交互作用，导致 SNARC 冲突效应出现反转。

4.4 不足与展望

在当前研究中，SNARC 冲突中未能观察到 LSPC 效应跨空间位置的迁移现象，这可能是由于奇偶判断任务中空间信息表征强度不足。因此，研究二将奇偶判断任务改为大小判

断任务，以增强空间信息表征强度(Crollen et al., 2013)，并进一步探究 LSPC 效应跨空间位置的迁移的机制。由于 SNARC 冲突的大小判断任务中一致和不一致条件采用的是组块设计，无法在组块内进一步设置更多一致试次（MC）条件和更多不一致试次（MI）条件，因此转而采用数字 Flanker 冲突来进行设置，希望在增强空间信息表征强度的条件下，进一步探索 LSPC 效应跨空间位置的迁移现象。然而，由于在 SNARC 冲突任务中未能成功增强空间信息表征强度，因此当前研究无法确定 SNARC 冲突本身的性质是否会影响 LSPC 效应跨空间位置的迁移。这一限制提示了未来研究的方向，即需要进一步厘清 SNARC 冲突与 LSPC 效应之间的关系。未来的研究可以通过改进实验设计，尝试在 SNARC 冲突中增强空间信息表征强度，从而更清晰地揭示 SNARC 冲突是否以及如何影响 LSPC 效应跨空间位置的迁移。例如，研究者可以探讨不同的任务设计或刺激呈现方式，以确保在 SNARC 冲突任务中能够有效激活足够强的空间信息表征。此外，还可以研究其他与 SNARC 冲突相关的认知机制，以全面了解其与 LSPC 效应跨空间位置的迁移之间的潜在联系。

总之，尽管当前研究在 SNARC 冲突中未能观察到 LSPC 效应跨空间位置的迁移，但这一结果并未排除 SNARC 冲突在特定条件下影响 LSPC 效应跨空间位置迁移的可能性。未来研究需要进一步优化实验设计，以便更准确地探讨 SNARC 冲突与 LSPC 效应的关系。

5 结论

本研究首先证明了 LSPC 效应在不同类型的冲突任务中具有稳定性。其次，本研究发现内隐空间信息也能够引发 LSPC 效应跨空间位置的迁移，并且这种迁移受到内隐空间信息表征强度的影响。进一步支持了认知控制可迁移的假设。

参 考 文 献

- Blais, C., Hubbard, E., & Mangun, G. R. (2016). ERP Evidence for Implicit Priming of Top-Down Control of Attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28(5), 763–772. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00925
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108(3), 624–652. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.3.624>
- Braem, S., Hickey, C., Duthoo, W., & Notebaert, W. (2014). Reward determines the context-sensitivity of cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(5), 1769–1778. <https://doi.org/10.1037/a0037554>

- Caroline, G., & Rico, F. (2017). Activation of context-specific attentional control sets by exogenous allocation of visual attention to the context? *Psychological Research*, *81*(2).
<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=WWJD&dbname=GARJ2017&filename=SJPDEEF81390D48D4F2D1192BCA062CBBEE4&v=>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Colvett, J. S., & Bugg, J. M. (2022). Meaningful boundaries create boundary conditions for control. *Psychological Research*, *86*(5), 1615–1635. <https://doi.org/10.1007/s00426-021-01580-9>
- Colvett, J. S., Weidler, B. J., & Bugg, J. M. (2023). The location-specific proportion congruence effect: Are left/right locations special? *Attention, Perception & Psychophysics*, *85*(8), 2598–2609.
<https://doi.org/10.3758/s13414-023-02676-7>
- Corballis, P. M., & Gratton, G. (2003). Independent control of processing strategies for different locations in the visual field. *Biological Psychology*, *64*(1–2), 191–209. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(03\)00109-1](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(03)00109-1)
- Crollen, V., Dormal, G., Seron, X., Lepore, F., & Collignon, O. (2013). Embodied numbers: The role of vision in the development of number–space interactions. *Cortex*, *49*(1), 276–283.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.11.006>
- Crump, M. J. C., Brosowsky, N. P., & Milliken, B. (2017). Reproducing the Location-Based Context-Specific Proportion Congruent Effect for Frequency Unbiased Items: A Reply to Hutcheon and Spieler (2016). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *70*(9), 1792–1807. <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1206130>
- Crump, M. J. C., Gong, Z., & Milliken, B. (2006). The context-specific proportion congruent Stroop effect: Location as a contextual cue. *Psychonomic Bulletin & Review*, *13*(2), 316–321.
<https://doi.org/10.3758/BF03193850>
- Crump, M. J. C., & Milliken, B. (2009). Short article: The flexibility of context-specific control: Evidence for context-driven generalization of item-specific control settings. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *62*(8), 1523–1532. <https://doi.org/10.1080/17470210902752096>
- Crump, M. J. C., Vaquero, J. M. M., & Milliken, B. (2008). Context-specific learning and control: The roles of awareness, task relevance, and relative salience. *Consciousness and Cognition*, *17*(1), 22–36.
<https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.01.004>
- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, *122*(3), 371–396. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.122.3.371>

- Fischer, M. H., & Shaki, S. (2014). Spatial Associations in Numerical Cognition—From Single Digits to Arithmetic. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *67*(8), 1461–1483.
<https://doi.org/10.1080/17470218.2014.927515>
- Funes, M. J., Lupiáñez, J., & Humphreys, G. (2010). Sustained vs. transient cognitive control: Evidence of a behavioral dissociation. *Cognition*, *114*(3), 338–347. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.10.007>
- Galton, F. (1880). Visualised Numerals. *Nature*, *21*(533), Article 533. <https://doi.org/10.1038/021252a0>
- Ginsburg, V., van Dijck, J.-P., Previtali, P., Fias, W., & Gevers, W. (2014). The impact of verbal working memory on number–space associations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *40*(4), 976–986. <https://doi.org/10.1037/a0036378>
- Lehle, C., & Hübner, R. (2008). On-the-fly adaptation of selectivity in the flanker task. *Psychonomic Bulletin & Review*, *15*(4), 814–818. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.4.814>
- Liu, X., Nan, W., Wang, K., & Li, Q. (2013). Modular Organization of Cognitive Control: Modular Organization of Cognitive Control. *Advances in Psychological Science*, *21*(12), 2091–2102.
<https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2013.02091>
- Pickel, L., Pratt, J., & Weidler, B. J. (2019). The transfer of location-based control requires location-based conflict. *Attention, Perception & Psychophysics*, *81*(8), 2788–2797. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01785-6>
- Ronald, H., & Shreyasi, M. (2016). Location-specific attentional control is also possible in the Simon task. *Psychonomic Bulletin & Review*, *23*(6).
<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=WWJD&dbname=GARJ2016&filename=SJPD121F700744EF21A66D7B4E88A42987CF&v=>
- Schmidt, J. R., & Lemercier, C. (2019). Context-specific proportion congruent effects: Compound-cue contingency learning in disguise. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *72*(5), 1119–1130.
<https://doi.org/10.1177/1747021818787155>
- Tagliabue, M., Zorzi, M., Umiltà, C., & Bassignani, F. (2000). The role of long-term-memory and short-term-memory links in the Simon effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *26*(2), 648–670. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.26.2.648>
- Weidler, B. J., & Bugg, J. M. (2016). Transfer of location-specific control to untrained locations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *69*(11), 2202–2217. <https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1111396>
- Weidler, B. J., Dey, A., & Bugg, J. M. (2020). Attentional control transfers beyond the reference frame. *Psychological Research*, *84*(1), 217–230. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-0984-9>

- Weidler, B. J., Pratt, J., & Bugg, J. M. (2022). How is location defined? Implications for learning and transfer of location-specific control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 48(4), 312–330. <https://doi.org/10.1037/xhp0000989>
- Xiang, X., Yan, L., Fu, S., & Nan, W. (2022). Processing stage flexibility of the SNARC effect: Task relevance or magnitude relevance? *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1022999>
- Yang, G.C., Li, Z.H., Wu, H.Y., & Liu, X. (2019). Generality and specificity of cognitive control: research logics and debates. *Acta Physiologica Sinica*, 71(1), 140–148. <https://doi.org/10.13294/j.aps.2018.0096>
- [杨国春, 李政汉, 伍海燕, & 刘勋. (2019). 认知控制的一般性/特异性机制:研究逻辑和争论. *生理学报*, 71(1), 140–148. <https://doi.org/10.13294/j.aps.2018.0096>]
- Wang, L., Zhang, L.W., Zhang, M.L., & Chen A.T.(2012). The Influencing Factors and Mechanisms of the Visuomotor Simon Effect and Cognitive Simon Effect. *Advances in Psychological Science* , 20(5), 662–671.
- [王力, 张栎文, 张明亮, & 陈安涛. (2012). 视觉运动Simon效应和认知Simon效应的影响因素及机制. *心理科学进展*, 20(5), 662–671.]
- Deng, Z. J., Wu, H. Z., & Chen, Y. H. (2017). The working memory account of the spatial-numerical associations. *Advances in Psychological Science* , 25(9), 1492–1502.
- [邓之君, 吴慧中, & 陈英和. (2017). 数字空间联结的工作记忆机制. *心理科学进展*, 25(9), 1492–1502.]
- Yan, L. Z., Chen, Y.X., Liu, X., Fu, S.M., & Nan, W. Z.(2022). The flexibility of spatial-numerical associations and its internal mechanism. *Advances in Psychological Science* , 30(1), 51–64 .
- [颜丽珠, 陈妍秀, 刘勋, 傅世敏, & 南威治. (2022). 数字空间联结的灵活性及其内在机制. *心理科学进展*, 30(1), 51–64.]

附录：数字 Flanker 冲突中由“1”、“2”、“8”、“9”组成的材料：

11111, 11211, 11811, 11911

22122, 22222, 22822, 22922

88188, 88288, 88888, 88988

99199, 99299, 99899, 99999

Implicit location-based conflict can induce the spatial transfer of location-based control

Abstract

The location-specific proportion compatibility (LSPC) effect, as a key index to test cognitive control, using location as a contextual cue to manipulate the proportion of conflict congruent and incongruent trials, shows a larger conflict in location with more congruent trials (MC) compared to that with more incongruent trials (MI). Previous researches have found that LSPC effect can transfer to near MC (NMC) and near MI (NMI) locations with same proportion of congruent and incongruent trials, showing a larger conflict in NMC location than that in NMI location. And the spatial information of stimulus is a prerequisite for this transfer. However, these studies only utilized the stimuli with explicit spatial information (e.g., arrow) to construct conflict, leaving it unclear whether the conflict constructed by the stimuli with implicit spatial information (e.g., number) could induce the transfer of LSPC effect.

In this study, numeric stimuli (1,2,3,4,6,7,8,9) with implicit spatial information were used to construct conflicts in two experiments. A number parity judgment task was adopted to construct a SNARC conflict in experiment 1 (Experiment 1a: 33 participants; Experiment 1b: 36 participants). Experiment 1a investigated LSPC effect within SNARC conflict by manipulating proportion congruency at two spatial positions. Experiment 1b extended this design to four positions, aiming to replicate Experiment 1a results and examine spatial transfer of the LSPC effect. To enhance the strength of implicit spatial information representation, experiment 2 manipulated proportion congruency at five positions along a diagonal line, using a magnitude comparison task to construct a numerical Flanker conflict (38 participants), expecting to observe LSPC effect and its spatial transfer.

In Experiment 1a, the LSPC effect was observed for the first time in SNARC conflict, with a larger conflict in the MC location compared to the MI location. In Experiment 1b, the LSPC effect was replicated. However, there was no spatial transfer of the LSPC effect, showing that the conflict at the NMC location was not significantly larger than that at the NMI location. This lack of spatial transfer might be attributed to relatively weak implicit spatial information representation in the parity judgment task. In Experiment 2, the LSPC effect and its spatial transfer were observed, with a larger conflict effect at the MC/NMC location than at the MI/NMI location.

These results indicated the robustness of the LSPC effect across diverse conflict tasks. Furthermore, it identifies that implicit spatial information can facilitate the spatial transfer of the

LSPC effect. And the strength of implicit spatial information representation might impact the spatial transfer of the LSPC effect. These findings support the attentional modulation hypothesis that cognitive control plays a significant role in the spatial transfer of LSPC effect. These results highlight the adaptability of cognitive processes across varying contexts, underscoring the role of implicit spatial information in modulating cognitive control mechanisms.

Keywords cognitive control; LSPC; transfer; implicit spatial information