

# 国外关于 Simon效应及其反转现象的研究述评

宋晓蕾 游旭群

(陕西师范大学心理学系, 西安 710062)

**摘 要** 刺激—反应相容性是心理学的一个重要研究领域, Simon效应是一种典型的刺激—反应相容性现象。本文结合实证研究回顾了近年来国外关于此现象的研究, 阐释了 Simon效应的传统解释及其反转现象的逻辑再编码及显示—控制排列对应性假说等观点, 分析了关于 Simon效应的发生阶段及其本质问题的某些争论。最后尝试从空间注意以及电生理等角度来揭示此现象的作用机制。

**关键词** Simon效应 Simon效应的反转 刺激—反应相容性

**中图分类号:** B842

**文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6020(2007)-02-0138-06

## 1 引 言

刺激—反应相容性 (stimulus-response compatibility, SRC) 的研究源于第二次世界大战美国空军对显示屏的研究, 而真正使 SR相容性成为心理学课题之一的是 Fitts 等的研究。他们首先系统地研究了空间刺激和动作反应的相容性问题, 结果发现: 当刺激的空间位置与动作反应的空间模式一致时, 可获得最佳的反应结果。因此, 将 SR相容性定义为: 当特定刺激与反应匹配会产生较好的结果时, 这时 SR匹配就具有了相容性。

随后, 心理学家对 SR相容性进行了大量的研究。最初这类研究主要集中在人机

系统的设计中, 使信号的显示与动作控制器的空间安排达到一致或相近, 以利于人的操作活动。于是, 人们通常把 SR相容性归于工程心理学或人机工效学的研究范畴。随着认知心理学的发展, 心理学家开始更注意对 SR相容性机制的研究。Simon等发现, 当刺激位置与反应位置一致时, 被试的反应会加快<sup>[2]</sup>。他据此提出, 存在一种不同于一般空间物理和语义概念上的空间 SR现象, 即 Simon效应<sup>[1]</sup>, 即使目标刺激的位置维度与当前任务不相关, 空间 SR相容性效应也会出现。该现象揭示了刺激出现的空间位置对反应效果的影响。

从理论上讲, 此现象所探讨的是刺激—反应的加工问题, 这是人类认知信息加工的主要问题, 对此问题的研究可增加对人类信

息加工过程的了解;从实践应用上说,相容性一直是人机系统设计应遵循的一个基本原则,对此问题的研究可有效提高人机系统的功效。近年来,随着心理学研究方法的不断创新和研究工具的不断改进,研究者对 Simon 效应的研究方兴未艾。本文将回顾近年来国外对此现象的研究,也为国内开展此领域的研究做抛砖引玉之用。

## 2 有关 Simon 效应的理论解释

### 2.1 注意理论及编码理论

Simon 等首先揭示了刺激出现的空间位置与反应速度的关系,并且把这种效应命名为 Simon 效应<sup>[2]</sup>。在实验中,给被试双耳呈现方位词“左”和“右”,要求对按词意义标记的键进行反应,结果发现与任务无关的线索(刺激出现的空间位置)竟然影响反应的结果,表现为当刺激位置与反应位置一致时,能加快反应的完成。

对此,Simon 等提出以注意理论加以解释,认为人类的反应机制中存在着一种对刺激源进行自动反应的基本倾向,类似低等生物对刺激源的直接反应,正是这种自然反应倾向导致 Simon 效应的发生<sup>[2]</sup>。刺激源本身吸引了人的注意,诱发朝向刺激源自动反应的倾向,当此倾向与反应要求一致时,就会加快反应的完成。

而 Wallace 等提出了编码理论,认为产生 Simon 效应的关键因素在于刺激位置与反应位置编码的对应性。当接受一个刺激后,人们会将它编码为一系列空间坐标,并与反应的空间坐标相比较。如果刺激与反应有着相同的空间编码方式,反应较快。因此,在 Simon 效应中,刺激—反应组合在空间上的一致性和相似性,有助于操作者对刺激和反应编码的加工,从而缩短了反应时并减少错误反应。

由此可看出,注意理论只注重刺激本身,而编码理论则注重反应。注意的作用不仅是对刺激做准备,也可以是对反应输出做准备,因而它既影响对刺激的指向,也

影响反应的输出。当刺激和反应加工集中于某个半球,就增加了该半球的注意,可加快反应的输出,因而注意机制和编码机制共同起了作用。通常被试可使注意指向完成任务所需的刺激,减少对刺激的未知,而忽略注意对反应的作用。但是,在相容性反应中不应忽略这种作用,将手放在一个特殊的位置(如反应键上),注意自然而然就指向了这个位置,这一准备活动不仅激活了运动神经,也激活了对动作位置的空间表征。大脑对空间的编码在加工早期以人的生理中线为标准,后期则依靠对外界的知觉,对反应输出的准备是以反应位置的空间编码为主的。这与对刺激的注意相似,因此,即使刺激位置与任务无关,它仍是影响反应时的一个因素。考虑到注意在信息加工过程中的作用,可考虑结合注意理论和编码理论来解释 Simon 效应。

### 2.2 维度重合理论(Dimensional Overlap Model 简称 DO 模型)

认知心理学中有许多事例说明,无关信息以一定的方式出现会影响反应成绩。例如,在 Stroop 任务中,给被试呈现有颜色背景的色词,指导他们对颜色命名,当颜色和色词相容时,反应较快;在 SR 相容性任务中,给被试呈现空间刺激并指导其作出空间反应,当刺激与反应相容时,在 Simon 任务中,给被试在左耳或右耳呈现声音,指导他们根据声音音调按左右键,当声音和按键在一侧相容时,反应较快。这些任务之间有许多相似性,当一个任务的无关特征与相关特征一致(相容)时,反应加快了。

针对上述现象,Kornblum 等在 1990 年提出了维度重合理论<sup>[3]</sup>。该理论从刺激集与反应集的关系,来揭示产生刺激—反应相容性的根源。该理论认为,只要刺激集与反应集之间具有相同或相似的特征,刺激的出现就会自动激活相应的反应,反应的结果取决于单个刺激与反应间的一致性<sup>[4]</sup>。如果刺激与反应间维度重合且一致,激活反应与任务反应一致,能有效促进反应的加工过程。

DO 模型从集合关系入手,将刺激—反

应相容性的范围扩大到刺激—刺激和反应—反应关系,为 Simon 效应以及 Stroop 效应找到了一个共同的结构。Bradley 等对 Stroop 任务和 Simon 任务的 fMRI 进行了比较,发现两项任务的大脑激活方式非常相似<sup>[5]</sup>。在 Stroop 任务和 Simon 任务中,激活的时间过程在两个任务之间也非常相似。因此,尽管这两个任务应用了明显不同的刺激属性,但导致较好反应的神经系统的加工方式非常相似。但是,DO 模型认为自动激活是一个全或无的过程,因此不能从理论上对相容性程度作出适当的解释。

### 3 有关 Simon 效应反转现象的研究

使用类似 Simon 任务的实验范式,Proctor 等发现了用上述理论无法解释的结果,即 Simon 效应的反转现象<sup>[6]</sup>。他们用刺激颜色标记反应键,用两个带颜色的灯光作为刺激,对两个颜色键进行反应。刺激—反应匹配条件分为两种情形,在相同颜色匹配时有 Simon 效应,而在相反颜色匹配时则出现了 Simon 效应的反转,即相对于不相容条件,相容条件下的反应时更长。此研究吸引了众多研究者的兴趣,因为它违反了当刺激与反应位置对应时反应更快的原则。

#### 3.1 逻辑再编码理论 (Logic Recoding Theory)

针对 Simon 效应的反转现象,Proctor 等提出了逻辑再编码理论,认为任务要求不仅决定了对刺激相关维度的编码,同样决定了对刺激无关维度的编码,空间的相容性在很大程度上是由对刺激空间位置的无意识加工决定,而此空间位置又要受到任务要求的制约。即对无关刺激维度的编码将遵循与任务要求相同的编码逻辑<sup>[6]</sup>。

例如,在不相容试验中,当刺激在右边位置出现时,“逆反应”规则会产生“左”,如果正确反应是左,则促进反应;如果是右,则干扰反应。它把这些刺激特征与反应的特征属性联系起来,相同颜色或相同位置被“确认”,相反颜色或相反位置则“反”。当无关位置的再编码与相关颜色的

再编码是同一类型时,反应较快。换句话说,操作成绩依赖于试验中用了—个还是两个编码规则。就此规则而言,刺激的相关(颜色)和无关(位置)属性与其正确反应的各自属性是有关联的。对相关的刺激和反应属性(颜色),逻辑再编码执行“确认规则”(SR 匹配相容)或“反转规则”(SR 匹配不相容);对无关的刺激和反应属性(位置),逻辑再编码也执行“确认规则”(与无关的 SRC 一致)或“反转规则”(与无关的 SRC 不一致)。对此,Zhang 认为,对—既定相关属性(颜色)的逻辑再编码(确认或反转),当无关属性(位置)的再编码与相关属性的再编码是同一逻辑类型时,反应更快<sup>[7]</sup>。这样,逻辑再编码理论可对 Simon 效应及其反转现象作出合理的解释。

#### 3.2 显示—控制排列对应性观点 (Display-Control Arrangement Correspondence)

然而,Simon 等的研究<sup>[2]</sup>发现,当刺激—反应匹配相容时,没有出现 Simon 效应;当匹配不相容时,有正的 Simon 效应。这与 Proctor 等发现的相关刺激—反应不相容匹配的反转效应相矛盾。对此,Simon 等提出了另一种观点,显示—控制排列对应性观点,即认为颜色刺激位置和相同颜色反应键位置之间的对应性关系是产生 Simon 效应及其反转现象的关键<sup>[7]</sup>。

如果刺激和反应在感官水平用同一形式,显示—控制排列对应性的发生存在一定偶然性,但逻辑再编码无此限制。如用不同形式的刺激可剔除在显示—控制排列对应性和逻辑再编码之间的混淆。因此,Simon 等以屏幕中央呈现的刺激颜色作为相关维度,左右耳呈现的声音为无关维度<sup>[2]</sup>。此操作可剔除显示—控制排列对应性的影响,但可保留逻辑再编码的联系,因为当视觉刺激在中心呈现时,既没有显示—控制对应性,也没有非对应性。结果发现,尽管也出现了正的 Simon 效应,但没有发现 Simon 效应的反转。按照逻辑再编码理论,反转主要是由于在不相容条件下,对无关的刺激维度(位置)逆向使用反应规则

的结果。然而,这种解释受到了 Simon 等的挑战,他们认为反转是显示一控制排列对应性的结果,即颜色刺激的位置与相同颜色反应键的对应性。

为此,笔者曾进行了 Simon 效应及其反转现象作用机制的实证研究<sup>[8]</sup>,试图从探讨刺激出现的空间位置与反应效果之间的关系来推测该现象的作用机制。结果表明:(1)当相关刺激一反应匹配不相容时,颜色刺激在左、右位置呈现,当明显标记反应键时,出现 Simon 效应的反转;(2)当手指遮住反应键的标记时,没有反转;(3)当颜色刺激在中央位置,声音在左、右耳发生时,没有反转。说明显示一控制排列对应性是产生 Simon 效应反转的最重要因素,逻辑再编码只起到次要的作用。

### 3.3 双重加工模型 (Dual Processing Model)

从上述理论可见,在解释 Simon 效应中无关刺激的空间相容性时,Simon 强调的是与任务要求无关的自动加工,而 Proctor 等则提出了有赖于任务要求的自动加工。为考察任务要求与 Simon 效应中无关刺激一反应相容性的关系, Jong D 等进行了一系列的实验研究<sup>[9]</sup>,打破了传统上对 Simon 效应及其反转现象单一因素的解释,提出了一个类似的机制,即相关和无关刺激特征都运用了刺激一反应转换规则。于是,在相同颜色匹配时(确认规则),在相容试验中一个反应被激活,在不相容试验中两个反应竞争;在相反颜色匹配时(反转规则),在相容试验中两个反应竞争,在不相容试验中只有一个反应被激活。据此,他们提出了 Simon 效应的双重加工模型。按照此模型,Simon 效应是两个刺激一反应维度加工的结果。首先,刺激的位置自动、迅速地激活了空间上相容的反应(无关任务刺激一反应路径);其次,刺激的非空间识别被用来选择正确的反应(相关任务刺激一反应路径)。相关任务路径较慢且基本由意识所控制<sup>[9 10]</sup>。按照 De Jong 等的观点,对相关刺激属性的再编码自动地应用于无关刺激属性。

由此可见,在 Simon 效应中,与刺激位

置对应的空间反应编码的激活先于对刺激识别相关属性的空间反应编码,因为由位置维度产生的编码是无关的,它会被延迟或抑制<sup>[11]</sup>。当两个编码一致时,较大的重叠会促进反应,反应成绩较好;当两个编码冲突时,会抑制反应,反应成绩会较差。此观点的重要性就在于提出了在反应选择中,Simon 效应的大小与无关任务刺激一反应路径的强弱成比例,Simon 效应是一种典型的反应选择现象<sup>[3 12]</sup>。

## 4 问题与展望

自从 Simon 等<sup>[2]</sup>在方位词判断任务中发现 Simon 效应以来,研究者在不同控制条件、不同刺激类型、不同刺激呈现和反应方式下开展了大量的研究,都一致证明刺激位置和反应之间存在着 Simon 效应。在刺激类型方面,无论是采用方位词、箭头还是空间位置<sup>[13]</sup>,都有相关研究报告 Simon 效应的存在;在刺激呈现方面,无论目标刺激是水平呈现还是垂直呈现<sup>[14]</sup>,无论采用的是视觉呈现还是听觉呈现<sup>[2]</sup>,都出现了标准的 Simon 效应;在反应方式上,无论是单手反应、双手反应<sup>[6]</sup>还是语言反应<sup>[2]</sup>,结果仍出现了 Simon 效应。由此可见,刺激的位置和反应之间的空间联系不是一种偶然现象,而是具有相当的稳定性和广泛性。

纵观国外近几十年来对 Simon 效应的研究,大都围绕 Simon 效应的作用机制展开,不管是在实证研究方面还是在理论建构方面都取得了较为丰富的研究成果。但现有理论在解释许多结果时均表现出它的局限性。直至目前,还没有一种有普遍意义的、经得起检验的理论模型。其中,在一些基本问题上仍存在争论。争论最激烈的就是 Simon 效应的发生阶段问题,对此问题的探讨可更直接地揭示刺激的空间信息参与信息编码的具体进程,从而有利于更清晰地认识刺激与反应相互作用的过程和本质。目前关于 Simon 效应的发生阶段仍有不同的看法,Stoffel 等提出此效应是在刺激识别

加工过程中刺激相关特征与无关特征相互竞争的结果<sup>[15]</sup>,也就是说它发生在刺激识别阶段。而 Koblum 和 Proctor 等认为此效应是一种典型的反应选择现象<sup>[11, 16]</sup>。无关刺激位置激活了某一特定的反应编码,它与基于相关刺激特征的反应编码相互竞争,其结果导致 Simon 效应的发生。那么,刺激的空间编码到底是起源于哪个阶段? Ideno 等采用 ERP 对 Simon 效应的刺激识别和反应选择观点进行了验证<sup>[17]</sup>。结果表明,Simon 效应可在知觉加工和反应选择阶段产生。对知觉加工的证据主要在于刺激-反应不相容试验中 P300 潜伏期的增加,而对反应选择模型的支持主要来源于在不相容试验中不正确反应的激活<sup>[14]</sup>。由此可见,现有理论往往各自为阵,它们只能解释有限的事实,没有能统一上述观点的结论。

另一个亟待解决的问题是关于 Simon 效应的本质。人们还不能确定到底是什么因素引发了 Simon 效应,虽然现有研究大部分都是用刺激与反应在空间方位上的一致性来解释 Simon 效应,但也有不少研究指出感觉效应器 (sensory effector) 与特定的刺激任务之间的关联引起 Simon 效应,而不是刺激的空间表征方式使然。这就会使人想到,Simon 效应可能不是刺激的内部表征特性,而是过量学习形成的一种刺激与反应间的运动联接和习惯。

为此,笔者认为在对 Simon 效应的作用机制进行研究时,可否考虑从以下几个方面展开:

(1) 对现有研究范式进行有效整合。Simon 效应是一种典型的刺激-反应相容性现象,因此在研究中应充分考虑 SR 之间的关系以及不同感觉通道的刺激呈现方式可能引起的不同结果。现有的研究往往只围绕其中一个或几个方面展开,没有把各种因素综合起来。例如,从 SR 之间的关系入手,将 Hedge & Marsh 任务及 Simon 任务两种实验范式有效结合起来进行较为系统的探讨,通过改变自变量以及 SR 间的关系,来考察这些变量的变化对能否出现 Si-

mon 效应及其反转现象的影响,分析产生此现象的原因,从而揭示其作用机制。

(2) 挖掘空间注意和反应加工的研究。空间信息的加工离不开注意的参与,同样在反应加工过程中注意的转移和分配也是重要的影响因素。一般认为后部顶叶皮层主要负责空间注意的分配、转移和调控等,在涉及空间操作的任务中,都会激活该皮层区域<sup>[18]</sup>。将同一任务中的自动激活成分与精细加工成分分离出来并加以直接测量,可在理论建构上突出意识和无意识之间的关系。

(3) 使用电生理研究的方法。行为研究只能借助于间接方法对 Simon 效应的作用机制进行推测。电生理方法不仅能够确定 Simon 效应的发生阶段,而且能够更深刻揭示其作用机制。随着神经心理学的迅猛发展,研究已经在进行心理实验的同时,借助神经心理学和 ERP<sup>[18]</sup>、眼动记录仪、fMRI (功能磁共振成像)<sup>[5, 18]</sup> 等脑成像技术准确记录被试的生理反应,为 Simon 效应实验中行为指标的解释提供更有力的证据。如 Xun 等<sup>[18]</sup> 提出,在 Simon 任务中,大脑前扣带回皮层、辅助运动区、楔前叶以及视空间运动联想区有明显激活,而在 Stroop 任务中,顶下叶皮质有较多激活。这些发现表明两种任务的干扰效应是由不同类型的冲突引起的,但两者均引起相似的顶-底加工模式。

## 参考文献

- [1] Hammel B. Stimulus-response compatibility and the Simon effect toward an empirical clarification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 1995, 21(4): 764~775
- [2] Simon JR. The effects of an irrelevant directional cue on human information processing. In: Proctor W, Reeve T G, eds. *Stimulus-response compatibility: an integrated perspective*. Amsterdam: North-Holland 1990, 31~86
- [3] Zhang J, Koblum S. Distributional analysis and De Jong Elzing and Lamer (1994) dual-process model of the Simon effect. *Journal of Experimental Psycho-*

- logy: Human Perception and Performance 1997, 23(5): 1543~1551
- [4] 刘艳芳, 张侃. 两类线索相容性的比较研究. 心理学报, 2001, 33(2): 132~136
- [5] Bradley S B, Michael J K, Alexander G M, et al. An event-related functional MRI study comparing interference effects in the Simon and Stroop tasks. Cognitive Brain Research, 2002, 13(6): 427~440
- [6] Proctor R W, Pick D F. Display-control arrangement correspondence and logical recoding in the Hedge and Marsh reversal of the Simon effect. Acta Psychologica, 2003, 112(3): 259~278
- [7] Zhang H. The Simon effect and its reversal in three-choice Hedge and Marsh tasks: evidence for irrelevant stimulus-response compatibility and stimulus congruity. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2000, 26(3): 1018~1037
- [8] 宋晓蕾, 游旭群. Simon效应及其反转现象作用机制的研究. 心理科学, 2006, 29(2): 305~307
- [9] Jong D, Liang R. Conditional and unconditional automaticity: a dual-process model of effects of spatial stimulus-response correspondence. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1994, 20(2): 731~750
- [10] Burle B, Possamai C, Bonnet F M, et al. Executive control in the Simon effect: an electromyographic and distributional analysis. Psychological Research, 2002, 66(4): 324~336
- [11] Ivanoff J. On spatial response code activation in a Simon task. Acta Psychologica, 2003, 112(2): 157~179
- [12] Lammertyn J, Notebaert W, Gevers W, et al. The size of the Simon effect depends on the nature of the relevant task. Experimental Psychology, 2007, 54(3): 202~214
- [13] Marble G J, Proctor R W. Mixing location-relevant and location-irrelevant choice-reaction tasks: influence of location mapping on the Simon effect. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2000, 26(5): 1515~1533
- [14] Vallesi A, Mapelli D, Schiff S, et al. Horizontal and vertical Simon effect: different underlying mechanisms? Cognition, 2005(96): B33~B43
- [15] Stoffels E, J Molen V D, Keuss P J G. Intersensory facilitation and inhibition: immediate arousal and location effects of auditory noise on visual choice reaction time. Acta Psychologica, 1985, 47(6): 63~81
- [16] Proctor R W, Marble J G, Phuong L V. Mixing incompatibly mapped location-relevant trials with location-irrelevant trials: effects of stimulus mode on the reverse Simon effect. Psychological Research, 2000, 64(3): 11~24
- [17] Ideno T, Ishizu T, Tujii T, et al. Event-related potentials in the Simon task. International Congress Series, 2005, 1278(2): 131~134
- [18] Xun L, Marie T B, Benjamin L. Common and distinct neural substrates of attentional control in an integrated Simon and spatial Stroop task as assessed by event-related MRI. NeuroImage, 2004, 22(1): 1097~1106

## A Review of Researches Abroad on the Simon Effect and Its Reversal

SONG Xiao-lei YOU Xu-qun

(Department of Psychology, Shanxi Normal University, Xi'an 710062)

### Abstract

Stimulus-response Compatibility is an important research field in contemporary psychology. The Simon effect is a typical spatial stimulus-response compatibility phenomenon. The paper reviews the studies abroad on the functional mechanism of this phenomenon in recent years by means of experimental researches. It explains the traditional theories about Simon effect, the display-control arrangement correspon-

dence hypothesis and the logical recoding theory about its reversal and analyzes some discussions on this question. Then from the spatial attention and psychophysiological perspective, the paper further explores the functional mechanism of the Simon effect and its reversal.

**Key words:** Simon effect, reversal of the Simon effect, Stimulus-response compatibility