

汉语讲话者的时间隐喻的视觉-运动通道效应^{*}

宋宜琪¹ 张积家^{1,2} 许峥烨¹

(¹ 华南师范大学心理应用研究中心, 广州 510631) (² 中国人民大学心理学系, 北京 100873)

摘 要 采用空间 Stroop 任务, 通过 4 个实验, 考察汉语讲话者的时间隐喻在视觉通道中和运动通道中的差异。实验 1 以红色方块的呈现位置作为空间启动刺激, 证明水平方向和竖直方向的空间一致性效应在视觉通道中和运动通道中不存在显著差异。实验 2 发现, 汉语讲话者在视觉通道中和运动通道中均存在水平方向的时间隐喻, 加工时间序列靠前(后)的词会加速对呈现在屏幕左边(右边)的箭头的识别, 亦会加快对朝向左边(右边)的箭头的按键反应。实验 3 发现, 汉语讲话者在视觉通道中存在完整的竖直方向的时间隐喻, 而在运动通道中的竖直方向的时间隐喻则不完整。实验 4 发现, 将水平方向和竖直方向的探测任务结合在一起后, 在运动通道中原本不完整的竖直方向的时间隐喻消失了。整个研究表明, 时间概念加工所激活的空间概念仍然具有知觉属性, 支持知觉符号理论的假设。

关键词 时间隐喻; 知觉符号理论; 命题符号理论; 时空一致性效应

分类号 B842

1 前言

时间不具有实体。人类对于时间并没有直接的感官体验。人们习惯于借助熟悉的、具体的空间概念来理解和表征时间, 这就是时间的空间隐喻 (Lakoff, 1987; Paivio & Walsh, 1993)。“前-后”、“上-下”、“左-右”等方位概念和时间概念相联系, 构成了各种空间意象图式 (Lakoff & Johnson, 1980)。空间意象图式在时间概念的表征中十分重要。研究发现, 当被试判断词汇的时间属性时, 当表征过去的词呈现在计算机屏幕的左边或者用左键反应时更快, 当表征将来的词呈现在计算机屏幕的右边或者用右键反应时更快 (Santiago, Lupiáñez, Pérez, & Funes, 2007; Torralbo, Santiago, & Lupiáñez, 2006)。这说明, “左/过去, 右/将来”的空间意象图式具有心理现实性。已有研究表明, 阅读方向和书写方向作为重要的视觉经验和运动经验, 影响着人们的“左/过去, 右/将来”的空间意象图式的形成。具有相反的书写方向和阅读方向的人群, 亦具有相反的空间意象图式。从左向右地阅读和书写的英语讲话

者倾向于用左边表示过去、用右边表示将来; 从右向左地阅读和书写的希伯来语讲话者倾向于用右边表示过去、用左边表示将来 (Fuhrman & Boroditsky, 2007)。

张积家和宋宜琪(2012)通过对比盲人和明眼人关于时间的空间意象图式发现, 时间空间一致性效应仅存在于获取空间具身经验的感觉运动通道之内。明眼人在运动通道(手部运动)中存在着时间的空间意象图式, 而在听觉通道中则不存在。时间空间一致性效应具有通道的差异。这一结果支持知觉符号理论的假设。知觉符号理论 (Perceptual Symbol Theory) 认为, 概念表征会激活相关的感觉运动通道的信息, 这些信息仍然保有感觉通道或运动通道的知觉属性, 概念表征存在着通道差异 (Glenberg, 1997; Pecher & Zwaan, 2005; Pecher, van Dantzig, Zwaan, & Zeelenberg, 2009; Solomon & Barsalou, 2001, 2004; Stanfield & Zwaan, 2001)。对视力正常的人而言, 在阅读和书写的过程中, 从视觉通道中和运动通道中获得了“左”和“右”的空间经验。从左向右地阅读和书写的人就将先出现的事物或事件

收稿日期: 2012-08-31

^{*} 华南师范大学研究生科研创新基金资助。

通讯作者: 张积家, E-mail: Zhangjj1955@163.com

与表示左边的知觉符号相联结; 将后出现的事物或事件与表示右边的知觉符号相联结。知觉符号由于获得通道的不同而不同, 依然会保持有各自通道的知觉属性。当表征时间概念时, 仅激活了视觉通道和运动通道的空间知觉符号。所以, 通过视觉通道和运动通道获得的空间意象图式仅存在于视觉通道中和运动通道中。但是, Ouellet, Santiago, Israeli 和 Gabay (2009)发现, “左/过去, 右/将来”的时间水平方向隐喻是跨通道的。他们通过听觉向明眼人遮眼组呈现时间词, 要求被试对词汇做时间性质判断, 发现左右意象图式不仅存在于运动通道中, 也存在于听觉通道中。这一结果支持命题符号理论的预言: 在阅读和书写中所形成的时间-空间映射会抽象成为抽象符号之间的联结。时间概念所激活的空间概念是不具有知觉属性的抽象符号, 在视觉通道中和运动通道中的时空联结不存在差异。

因此, 通过比较获得通道和非获得通道的时空意象图式的差异, 依然未能够解决知觉符号理论和命题符号理论对于时间的空间意象图式在大脑中如何形成和储存的争论。根据知觉符号理论, 在视觉通道中和运动通道中的时空隐喻也应该存在着差异。书写和阅读虽然都由感觉运动神经支配, 却涉及两个不同的感觉运动器官的活动。书写涉及手部肌肉的运动, 阅读涉及视觉注意的转移。在书写和阅读的具身经验的基础上所形成的空间意象图式由于存有各自通道的知觉属性而具有差异。因此, 通过比较在视觉通道中和在运动通道中的时空意象图式的差异, 就可以为解决知觉符号理论和命题符号理论的争论提供证据。然而, 迄今为止, 尚未出现比较视觉通道中和运动通道中的时空隐喻差异的研究。这可能是因为在大多数文化中, 阅读和书写的方向一致, 视觉扫视和手指运动具有高度一致的空间映射机制 (Briand, Larrison, & Sereno, 2000; Khatoon, Briand, & Sereno, 2002), 因而很难将视觉空间意象图式和运动空间意象图式分离开来, 以检验两者之间的差异。

汉语讲话者不仅具有与现行的阅读方向和书写方向一致的“左/过去, 右/将来”的水平方向的空间意象图式, 还具有竖直方向的空间意象图式。在古代和近代, 汉语讲话者的阅读方向和书写方向都是竖直的。在当代, 即使水平的阅读方向和书写方向就总体而言已经取代了竖直的阅读方向和书写方向, 但是, 在汉语讲话者的心目中, 依旧存在着竖直方向的空间意象图式。汉语讲话者经常使用竖

直方位“上/下”来表征时间发生的顺序(张积家, 谢书书, 和秀梅, 2008)。例如, “上星期/下星期”、“上个月/下个月”、“上学期/下学期”, 等等。Chen (2007)发现, 在汉语讲话者的书面语中, 有 36%的时间隐喻是竖直方向的。虽然英语讲话者有时也采用竖直方向的空间术语来表征时间[例如, “hand down” (传给后代)], 但这种用法很少。Boroditsky (2001)、Boroditsky, Fuhrman 和 McCormick (2011)、刘丽虹和张积家(2009)发现, 与英语母语者相比, 竖直的空间关系对于汉语讲话者的时间关系判断的促进作用更加显著。Boroditsky (2008)采用事件排列任务, 将空间维度拓展到身体周围的三维空间中, 发现 42%的汉语讲话者选择了竖直方向, 而在英语母语者中, 只有 5%的人选择了竖直方向。

对当代的汉语讲话者而言, 自左向右的阅读方向和书写方向影响着他们的水平方向的时间隐喻的形成。而在竖直方向上, 由于竖直方向的读写经验的逐渐消失, 影响竖直方向的空间意象图式形成的具身经验也变得丰富多样, 这种变化程度在视觉通道中和运动通道中存在着差异。在视觉通道中, 由先前的逐列的竖直阅读变成了篇章整体的自上而下地阅读; 而在运动通道中, 时间和运动方向的联系途径不仅仅局限于书写活动。触摸阅读方式的兴起, 使得在阅读中手指的上、下活动变得越来越重要。汉语讲话者的阅读方向和书写方向的改变有可能导致在视觉通道中和运动通道中的空间意象图式发生不同的变化, 从而为证明视觉通道和运动通道的时间隐喻的差异提供了可能。可以推论, 在水平方向上, 阅读方向和书写作为时间隐喻的重要具身经验, 汉语讲话者在视觉通道中和运动通道中均会存在着水平方向的时间空间一致性效应。而在竖直方向上, 由于视觉和运动的具身经验的变化, 有可能会导致汉语讲话者的时间空间一致性效应在视觉通道和运动通道之间存在着差异。如果上述的推论成立, 一方面, 说明水平方向和竖直方向的时间隐喻由于影响其形成的具身经验不同而存在差异, 证明了认知具身性的假设; 另一方面, 竖直方向的时间空间隐喻的视觉-运动通道的差异, 也可以为视觉通道和运动通道的空间意象图式存在通道属性的差异提供了证据。

因此, 本研究拟采用与 Ouellet, Santiago, Funes 和 Lupiáñez (2010)相同的空间 Stroop 任务来考察水平方向的和竖直方向的时间空间一致性效应在视觉通道中和运动通道中的差异。在加工时间

词之后,通过记录和比较被试对不同呈现位置的箭头的察觉速度来反映时间词对视觉注意定向速度的影响,即视觉通道的时间空间一致性效应。而运动通道的时间空间一致性的观测则需要借助于箭头指向这一视觉信息激活手部的运动来完成,如果被试对时间词的表征激活了运动通道中的时间空间意象图式,那么,当时间词消失之后,箭头指向所激活的手部运动方向与时间词表征激活的运动方向相同时,就会加速手指的按键运动;反之,就会减慢手指的按键运动。但是,如果被试对时间词的表征没有激活运动通道中的时间空间意象图式,那么,被试对箭头指向的判断则不会受到时间概念表征影响。然而,水平方向和竖直方向的空间知觉和反应本身就存在着一定的差异。一方面,由于人的眼睛长在面部,在直立时,人的双眼能够看到身前左右 200°、上下 120°的范围,这就使得人们对于距离中心等距的、位于左/右和上/下的刺激的知觉速度存在着差异。与竖直方向相比,人们会更快地识别水平方向的刺激。另一方面,水平方向和竖直方向的空间反应选择和动作控制机制存在着一定的差异。有研究发现,刺激-反应相容效应在水平方向上和竖直方向上存在着差异。刺激-反应相容效应是指当对空间位置(左侧/右侧)做空间反应(左键/右键)时,刺激位置和反应位置在同侧时比在对侧时反应得更快(Proctor & Lu, 1999; 梁娟, 金志成, 2007)。水平方向的刺激-反应相容效应主要源于刺激位置自动激活其同侧反应,这一过程快捷而且短暂;竖直方向的刺激-反应相容效应源于表征刺激位置和表征反应位置编码的相互干扰,编码的形成需要一定的时间,效应产生得缓慢(Buetti & Kerzel, 2008; Vallesi & Umiltà, 2009)。水平方向和竖直方向的刺激-反应相容效应的差异是否影响两个方向的空间启动对视觉和运动的定向效果?因此,本研究首先以空间正方形作为空间 Stroop 任务的启动刺激,检验水平方向和竖直方向的空间一致性在视觉通道中和运动通道中是否存在着差异。

本研究未选取表征“过去/将来”的时间词作为材料,而是选取了 8 组时间序列词,每组时间序列词均有各自的排列顺序,每个时间词在各自的序列中具有固定的位置。按照概念隐喻理论,由于自左向右的阅读方向和书写方向和时间概念的外显性(时间词自身就存在着是属于过去还是属于未来的标记,如“昨天”、“明天”)有关,人们对于表征“过去/将来”的时间词和左右空间具有直接的映射关系,

会自动地激活“左/过去,右/将来”的空间意象图式;而在加工时间序列词时,人们首先需要回忆起某个时间词在时间序列中的相对位置,从而激活与之对应的空间信息。这种间接的时空映射关系是否会影响被试的视觉注意定向和手指运动反应?实验假设是:即使缺乏明显的“过去/将来”的时态标记,时间序列词汇的表征依旧会激活被试的空间意象图式,并对空间操作产生影响。

2 实验 1 汉语讲话者在水平方向和竖直方向的空间一致性的通道差异

实验 1 考察汉语讲话者在水平方向和竖直方向的空间一致性效应在视觉通道中和运动通道中是否存在着差异。视觉通道的水平方向(竖直方向)的空间一致性效应是指呈现在计算机屏幕左边(上边)的红色方块消失后,被试对呈现在屏幕左边(上边)的箭头反应更快;呈现在计算机屏幕右边(下边)的红色方块消失后,对呈现在屏幕右边(下边)的箭头反应更快。运动通道的水平方向(竖直方向)的空间一致性效应是指呈现在计算机屏幕左边(上边)的红色方块消失后,对朝向左边(上边)的箭头反应更快;呈现在计算机屏幕右边(下边)的红色方块消失后,对朝向右边(下边)的箭头反应更快。

2.1 方法

2.1.1 被试

27 名本科生,女生 17 名,男生 10 名。视力正常或校正后正常,皆为右利手。

2.1.2 设计

对水平方向和竖直方向的数据进行方差分析。2(数轴方向:水平/竖直)×2(启动刺激位置:数轴前方/数轴后方)×2(箭头呈现位置:数轴前方/数轴后方)×2(箭头朝向:数轴前方/数轴后方)四因素重复测量设计。数轴方向是指呈现位置和箭头朝向所在的数轴。水平方向的数轴是自左向右的,因而数轴的前方为屏幕左边,数轴的后方为屏幕右边;竖直方向的数轴是自上而下的,因而数轴的前方为屏幕上边,数轴的后方为屏幕下边。启动刺激位置是指红色方块呈现在屏幕中的位置。启动刺激呈现在数轴的前方是指呈现在屏幕左边或上边;启动刺激呈现在数轴的后方是指呈现在屏幕右边或下边。箭头呈现位置是指作为提示线索的方块消失以后箭头呈现在屏幕中的位置。箭头朝向是指箭头的指向。箭头朝向数轴的前方是指箭头朝向屏幕左边或上

边; 箭头朝向数轴的后方是指箭头朝向屏幕右边或下边。因变量为被试对箭头朝向按键反应的反应时和错误率。

2.1.3 材料与仪器

实验材料为计算机屏幕上呈现的红色的正方形和箭头。红色的正方形的边长为 13 mm, 箭头长 13 mm、宽 12 mm。实验仪器为 IBM 台式机, 显示器分辨率为 1280 × 1024, 刷新率为 75 Hz, 键盘自带数字键盘。

2.1.4 程序

采用 E-Prime 软件编程。被试的双眼距离屏幕的距离为 60 cm。首先, 呈现注视点 500 ms, 注视点消失以后, 在屏幕的上、下、左、右距注视点 7.75 cm 处呈现红色方块(视角为 7.39°) 300 ms, 再次呈现注视点 250 ms; 紧接着, 在距中心点相同距离的上、下、左、右呈现箭头(视角约为 7.39°) 50 ms, 反应界面呈现 2300 ms, 被试需要忽略箭头的呈现位置, 对箭头的朝向进行反应。箭头朝左, 按 4; 箭头朝右, 按 6; 箭头朝上, 按 8; 箭头朝下, 按 2。被试按键后, 进入 1000 ms 的缓冲界面, 然后进入下一次试验。水平方向的正方形消失后, 仅有水平朝向的箭头呈现在水平位置; 竖直方向的正方形消失后, 仅有竖直朝向的箭头呈现在竖直位置。每个位置的正方形均要结合 4 种箭头呈现方式, 共有 16 种结合方式。每种结合方式各出现 16 次, 共有 256 次试验, 水平方向和竖直方向的试验各有 128 次。计算机自动记录被试的反应时和反应的正误, 计时单位为 ms, 误差为 ±1 ms。

2.2 结果与分析

错误反应不计入数据分析, 删去反应时 $M \pm 2.5 SD$ 以外的数据, 占全部数据的 1.50%。结果见

表 1。

重复测量的方差分析表明, 数轴方向的主效应边缘显著, $F(1, 26) = 3.95, p = 0.058$ 。水平方向的反应时($M = 529$ ms)显著短于竖直方向($M = 547$ ms)。其它的主效应、三因素的交互作用和四因素的交互作用均不显著, $p > 0.05$ 。数轴方向和其它变量的交互作用均不显著, $p > 0.05$ 。启动刺激呈现位置和箭头呈现位置的交互作用显著, $F(1, 26) = 6.24, p < 0.05$ 。简单效应分析表明, 当启动刺激呈现在数轴的前方时, 箭头呈现在数轴的后方时反应时显著长于箭头呈现在数轴的前方, $p < 0.05$ 。反之亦然。具体来说, 在水平轴上, 当启动刺激呈现在屏幕左边时, 箭头呈现在屏幕左边的反应时($M = 506$ ms)显著短于箭头呈现在屏幕右边($M = 545$ ms), $p < 0.05$; 当启动刺激呈现在屏幕右边时, 箭头呈现在屏幕右边的反应时($M = 510$ ms)显著短于箭头呈现在屏幕左边($M = 549$ ms), $p < 0.05$ (图 1); 在竖直轴上, 当启动刺激呈现在屏幕上边时, 箭头呈现在屏幕上边的反应时($M = 536$ ms)显著短于箭头呈现在屏幕下边($M = 564$ ms), $p < 0.05$; 当启动刺激呈现在屏幕下边时, 箭头呈现在屏幕下边的反应时($M = 537$ ms)显著短于箭头呈现在屏幕上边($M = 557$ ms), $p < 0.05$ (图 2); 启动刺激呈现位置和箭头朝向的交互作用显著, $F(1, 26) = 9.87, p < 0.05$ 。简单效应分析表明, 当启动刺激呈现在数轴的前方时, 箭头朝向数轴的后方的反应时显著长于箭头朝向数轴前方, $p < 0.05$ 。反之亦然。具体说, 在水平轴上, 当启动刺激呈现在屏幕左边时, 箭头朝左时的反应时($M = 513$ ms)显著短于箭头朝右时($M = 539$ ms), $p < 0.05$; 当启动刺激呈现在屏幕右边时, 箭头朝右时的反应时($M = 515$ ms)显著短于箭头朝左时($M = 544$ ms),

表 1 水平方向和竖直方向启动下被试对箭头朝向判断的平均反应时(ms)和平均错误率(%)

箭头朝向	呈现位置	启动线索呈现位置: 数轴前方 (左边或上边)		启动线索呈现位置: 数轴后方 (右边或下边)	
		反应时(ms)	错误率(%)	反应时(ms)	错误率(%)
左	左	463 (118)	1.85 (4.47)	536 (109)	3.07 (3.17)
	右	562 (116)	4.72 (5.71)	552 (116)	4.85 (2.46)
右	左	550 (119)	4.84 (4.65)	562 (115)	4.50 (2.29)
	右	528 (106)	3.22 (4.46)	468 (112)	1.87 (4.50)
上	上	491 (110)	1.93 (4.41)	543 (140)	3.20 (4.07)
	下	570 (123)	4.48 (3.89)	579 (117)	4.59 (4.61)
下	上	579 (113)	4.56 (3.61)	572 (147)	4.52 (5.90)
	下	557 (115)	3.28 (4.98)	496 (99)	1.93 (3.92)

注: 括号内的数字为标准差, 下同。

$p < 0.05$ (图 3)。在垂直轴上, 当启动刺激呈现在屏幕上边时, 箭头朝上时的反应时($M = 531$ ms)显著短于箭头朝下时($M = 568$ ms), $p < 0.01$; 当启动刺激呈现在屏幕下边时, 箭头朝下时的反应时($M = 534$ ms)显著短于箭头朝上时($M = 561$ ms), $p < 0.01$ (图 4)。箭头呈现位置和箭头朝向的交互作用显著, $F(1, 26) = 44.77$, $p < 0.01$ 。简单效应分析表明, 当箭头呈现位置和箭头朝向一致时($M = 510$ ms), 反应时显著短于两者不一致时($M = 566$ ms), $p < 0.01$ 。

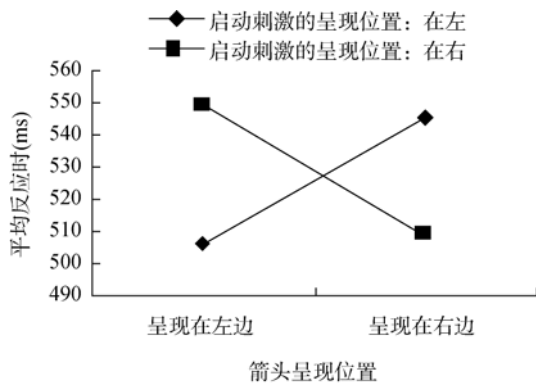


图 1 水平方向启动下对不同位置箭头判断的平均反应时(ms)

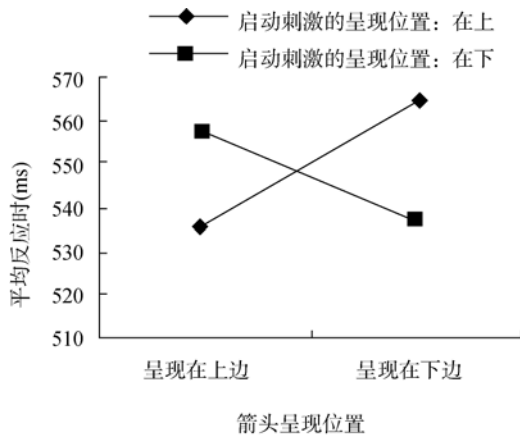


图 2 垂直方向启动下对不同位置箭头判断的平均反应时(ms)

由于被试的平均错误率很低, 数据难以符合正态分布, 所以进行了平均数多重比较。结果表明, 水平方向的错误率($M = 3.6\%$)和垂直方向的错误率($M = 3.6\%$)差异不显著, $t = 0.43$, $p > 0.05$ 。不论启动刺激的呈现位置如何, 箭头呈现位置和箭头朝向一致时的错误率($M = 2.5\%$)均显著低于不一致时($M = 4.6\%$), $t = 4.52$, $p < 0.01$ 。当启动刺激呈现在屏幕左边时, 箭头朝左时的错误率($M = 3.3\%$)显著低于箭头朝右时($M = 4.0\%$), $t = 5.41$, $p < 0.01$, 箭头呈现在

屏幕左边的错误率($M = 3.4\%$)显著低于箭头呈现在屏幕右边($M = 4.0\%$), $t = 4.38$, $p < 0.01$; 当启动刺激呈现在屏幕右边时, 箭头朝右时的错误率($M = 3.2\%$)显著低于箭头朝左时($M = 4.0\%$), $t = 7.30$, $p < 0.01$, 箭头呈现在屏幕右边的错误率($M = 3.4\%$)显著低于箭头呈现在左边($M = 3.8\%$), $t = 2.17$, $p < 0.05$ 。当启动刺激呈现在屏幕上边时, 箭头朝上时的错误率($M = 3.2\%$)显著低于箭头朝下时($M = 3.9\%$), $t = 7.75$, $p < 0.01$, 箭头呈现在屏幕上边的错误率($M = 3.2\%$)显著低于箭头呈现在屏幕下边($M = 3.9\%$), $t = 5.83$, $p < 0.01$; 当启动刺激呈现在屏幕下边时, 箭头朝下时的错误率($M = 3.2\%$)显著低于箭头朝上时($M = 3.9\%$), $t = 6.62$, $p < 0.01$, 箭头呈现在屏幕下边的错误率($M = 3.3\%$)显著低于箭头呈现在屏幕上边($M = 3.9\%$), $t = 5.84$, $p < 0.05$ 。

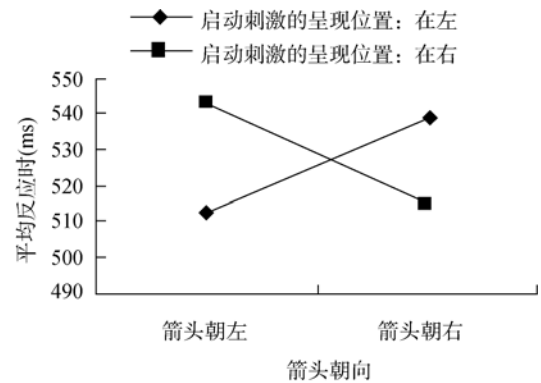


图 3 水平方向启动条件下对不同朝向箭头判断的平均反应时(ms)

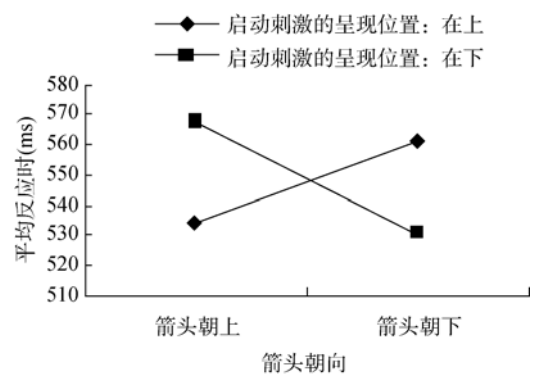


图 4 垂直方向启动条件下对不同朝向箭头的平均反应时(ms)

2.3 讨论

实验 1 表明, 水平方向呈现的启动刺激加速了对呈现在同一方向的箭头的识别和对朝向同一方向箭头的判断。同样地, 垂直方向呈现的启动刺激

也加速了对同方向的视觉注意定向和手指按键运动。并且,两个方向的空间一致性效应不存在显著的差异。这说明,水平方向和竖直方向的空间启动在视觉通道中和运动通道中具有同样的空间一致性效应。刺激-反应相容效应的差异并不影响水平方向的和竖直方向的启动刺激对视觉注意和手指运动的定向作用。因此,可以通过实验来探讨水平方向和竖直方向的时间空间一致性效应是否存在视觉-运动通道的差异。

3 实验2 汉语讲话者在视觉通道中和运动通道中的水平方向的时间隐喻比较

实验1表明,由空间启动刺激引发的水平方向的和竖直方向的空间一致性效应在视觉通道和运动通道之间不存在显著的差异。那么,在时间概念表征激活的空间意象图式中,水平方向和竖直方向的时间空间一致性效应是否会存在着视觉-运动通道的差异?实验2考察时间序列词的加工是否影响视觉通道中和运动通道中的水平方向的空间任务,即在视觉通道中和运动通道中是否存在着“左/时间靠前,右/时间靠后”的时空一致性效应。视觉水平的时空一致性效应是指当序列位置靠前的词汇呈现以后,被试对呈现在屏幕左边的箭头反应更快;序列位置靠后的词汇呈现以后,被试对呈现在屏幕右边的箭头反应更快。运动水平的时空一致性效应是指当序列位置靠前的词汇呈现以后,被试对朝向左边的箭头反应更快;序列位置靠后的词呈现以后,被试对朝向右边的箭头反应更快(宋宜琪,张积家,2012)。

3.1 方法

3.1.1 被试

50名本科生,男女各半,视力正常或校正后正常,皆为右利手。

3.1.2 设计

2(时间词的序列位置:前/后)×2(箭头呈现位置:左、右)×2(箭头朝向:左、右)三因素重复测量设计。箭头呈现位置是指作为提示线索的时间词汇消失后箭头呈现在屏幕上的位置;箭头朝向是指箭头的指向。因变量为被试对箭头朝向按键反应的反应时和错误率。

3.1.3 材料与仪器

实验材料分为学习材料和测试材料。学习材料由8组时间序列词组成,包含76个具有时间顺序的词汇。每组词按照固定的时间顺序进行排列。测试材料是每组学习材料中时间序列位置靠前和靠后的时间词,共48个。表2中为76个学习材料,字体加粗的时间词汇作为测试材料。实验仪器同实验1。

3.1.4 程序

分为学习阶段和测试阶段。在学习阶段,主试将8组时间序列词读给被试听,避免由书写方向提供的空间信息对时间隐喻的影响。要求被试记住每个序列中时间词的顺序,每个被试的学习次数不同,直到能够准确地按照时间顺序复述每个序列的时间词。在测试阶段,采用E-Prime软件编程。指导语为:“在实验开始时,在屏幕的中央首先会出现一个红色的‘+’注视点,注视点会很快消失,接着在屏幕的中央会出现一个时间词。这个时间词选自你学习过的材料,你需要记住这个词并回忆其在时间序列中的位置。在实验结束以后,会有一个测试来检测你的记忆。记住这个词后按数字键盘中的5,时间词就会消失;然后,在屏幕的中央会呈现一个注视点。紧接着,在屏幕的左边或右边呈现一个箭头,箭头朝向也有左、右两种可能。你需要忽略箭头的呈现位置,对箭头的朝向进行反应:箭头朝左,按4;箭头朝右,按6。箭头消失以后,在屏幕上又将出现一个红色的‘+’注视点,表明下一任务的开始。”被试明白实验要求以后,按Q键开始练习,练

表2 实验2的材料

组号	时间序列词
1	黎明、早晨、上午、中午、下午、黄昏、夜晚
2	立春、雨水、春分、清明、谷雨、立夏、大暑、立秋、白露、立冬、大雪、冬至、小寒、大寒
3	元旦、春节、元宵节、妇女节、清明节、劳动节、端午节、儿童节、中秋节、教师节、国庆节、重阳节
4	情人节、愚人节、母亲节、父亲节、万圣节、感恩节、圣诞节
5	幼儿园、学前班、小学、初中、高中、大学、工作
6	孩提、豆蔻、弱冠、而立、不惑、半百、花甲、古稀
7	婴儿、儿童、少年、青年、中年、老年、晚年
8	夏朝、春秋、战国、秦朝、汉朝、三国、南北朝、隋朝、唐朝、宋朝、元朝、明朝、清朝、民国

习完后进入正式实验。被试的双眼距离屏幕 60 cm。在每次试验中, 首先呈现注视点 500 ms, 时间词在被试按下数字键“5”之后消失, 再次呈现注视点 250 ms。紧接着在屏幕的左边[27%, 50% (x, y)]或右边[73%, 50% (x, y)]距离注视点 7.75 cm 处呈现一个长 13 mm、宽 12 mm 的箭头(视角约为 7.39°)。箭头呈现 50 ms, 反应界面呈现 2300 ms, 被试按键以后消失。缓冲 1000 ms 之后, 进入下一次试验。每一时间词结合 4 种箭头呈现方式呈现 4 次。测试阶段包含了 16 次练习试验和 192 次正式试验。练习材料与学习材料无关。计算机自动记录被试的按键反应和反应时, 计时单位为 ms, 误差为 ± 1 ms。具体的实验流程见图 5。

3.2 结果与分析

剔除平均错误率超过 20% 的 2 个被试的数据。错误反应不计入数据分析, 删去反应时 $M \pm 2.5 SD$ 以外的数据, 占分析数据的 1.80%, 结果见表 3。

反应时的重复测量方差分析表明, 各种主效应和三因素的交互作用均不显著, $p > 0.05$ 。时间词的序列位置和箭头呈现位置的交互作用显著, $F_1(1, 47) = 31.28, p < 0.01$; $F_2(1, 46) = 45.72, p < 0.01$ 。简单效应分析表明, 当时间词的序列位置靠前时, 箭头呈现在屏幕左边的反应时($M = 471$ ms)显著短于箭头呈现在屏幕右边($M = 501$ ms), $p < 0.01$; 当时间词的序列位置靠后时, 箭头呈现在屏幕右边的反应时($M = 479$ ms)显著短于箭头呈现在屏幕左边($M = 500$ ms), $p < 0.01$ (图 6); 时间词的序列位置和箭头朝向的交互作用显著, $F_1(1, 47) = 79.12, p < 0.01$; $F_2(1, 46) = 80.19, p < 0.01$ 。简单效应分析表明, 当时间词的序列位置靠前时, 箭头朝左时反应时($M = 477$ ms)显著短于箭头朝右时($M = 496$ ms), $p < 0.05$; 当时间词的序列位置靠后时, 箭头朝右时反应时($M = 467$ ms)显著短于箭头朝左时($M = 512$ ms), $p < 0.01$ (图 7)。箭头呈现位置和箭头朝向的交互作用显著, $F_1(1, 47) = 131.89, p < 0.01$; $F_2(1, 46) = 112.28, p < 0.01$ 。简单效应分析表明, 当箭头呈现位

置和箭头朝向一致时反应时($M = 456$ ms)显著短于两者不一致时($M = 519$ ms), $p < 0.01$ 。

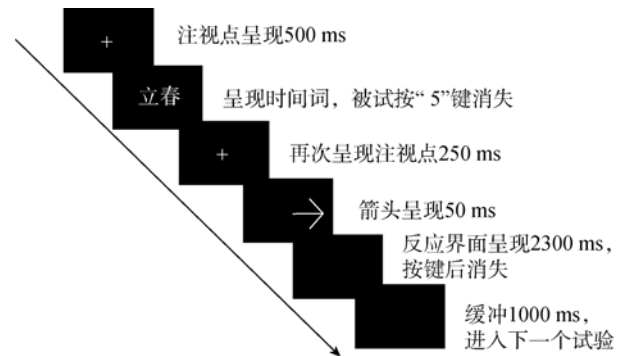


图 5 实验 2 的实验流程图

由于被试的平均错误率低, 数据难以符合正态分布, 所以进行了平均数的多重比较。结果表明, 不论时间词的序列位置是靠前还是靠后, 箭头呈现位置和箭头朝向一致时的错误率($M = 2.0\%$)均显著低于不一致时($M = 4.4\%$), $p < 0.05$ 。

3.3 讨论

实验 2 表明, 时间序列位置靠前的时间词呈现后, 汉语讲话者对呈现在左边的箭头反应显著快于呈现在右边的箭头; 对朝向左边的箭头反应显著快于对朝向右边的箭头。序列位置靠后的时间词亦具有相同的时空一致性效应。这说明, 在汉语讲话者的头脑中, 存在着一条水平方向的时间线的心理表征, 序列位置靠前的时间词在时间线的左端, 序列位置靠后的时间词在时间线的右端。时间序列词在水平方向是自左向右地表征的。实验 2 还表明, 被试对时间序列词的加工会激活其在水平线上的空间位置信息, 从而影响随后的视觉注意定向和手指运动反应。这说明, 汉语讲话者在视觉通道中和运动通道中均存在着与阅读方向和书写方向一致的“左/时间靠前, 右/时间靠后”的时间隐喻。

但是, 实验 2 的错误率分析只发现了箭头呈现位置和箭头朝向这两类空间信息的相互干扰, 并未

表 3 被试对箭头朝向判断的平均反应时和平均错误率

箭头朝向	呈现位置	时间序列词的时间属性:前		时间序列词的时间属性:后	
		反应时(ms)	错误率(%)	反应时(ms)	错误率(%)
左	左	430 (86)	1.95 (5.97)	490 (93)	2.08 (4.16)
	右	523 (105)	4.17 (4.75)	533 (106)	4.56 (3.30)
右	左	512 (106)	4.94 (2.60)	509 (107)	4.04 (2.18)
	右	479 (104)	2.29 (3.81)	425 (91)	1.63 (5.16)

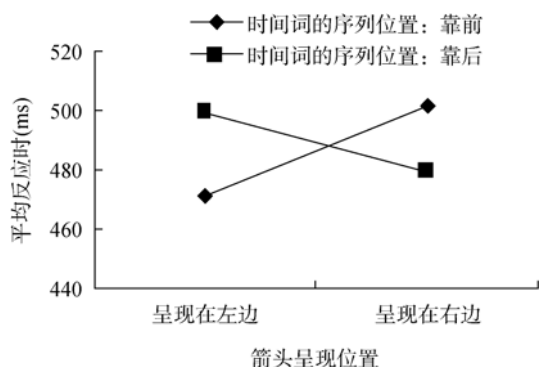


图6 对不同位置箭头判断的平均反应时(ms)

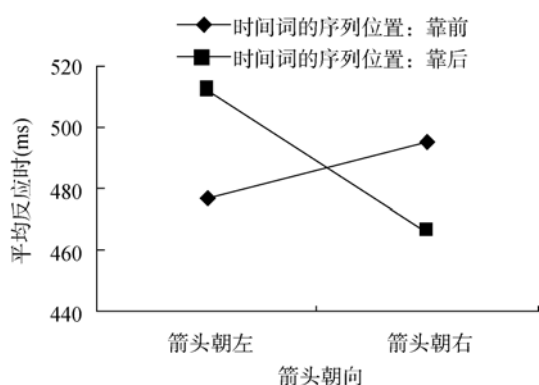


图7 对不同朝向箭头的平均反应时(ms)

发现时间词序列位置的影响。这可能是由于实验2的按键判断是单纯的空间朝向判断,与时间表征缺乏外显的关联,时间表征对空间判断的影响变得更加内隐。因而当箭头朝向和时间词激活的空间信息相冲突时,只是延长了反应时,并未增加反应的错误率。

4 实验3 汉语讲话者在视觉通道中和运动通道中的竖直方向的时间隐喻比较

实验2发现,汉语讲话者的时间表征同时激活了视觉通道中和运动通道中的水平方向的空间信息,即汉语讲话者的水平方向的时间隐喻不存在通道差异。汉语讲话者的竖直方向的时间隐喻是否存在通道差异?

4.1 方法

4.1.1 被试

48名本科生,男女各半,视力正常或校正后正常,皆为右利手。未参加实验1和实验2。

4.1.2 设计

2(时间词的序列位置:前/后) $\times$ 2(箭头呈现位置:上、下) $\times$ 2(箭头朝向:上、下)三因素重复测量设计。

因变量为被试对箭头朝向按键反应的反应时和错误率。

4.1.3 材料与仪器

同实验1。

4.1.4 程序

分为学习阶段和测试阶段。学习阶段同实验2完全一致,测试阶段将箭头呈现位置和朝向改为上和下。高13 mm、宽12 mm的箭头呈现在屏幕上边或下边距离注视点7.75 cm的位置(视角约为7.39°)。被试需要忽略箭头的呈现位置,对箭头的朝向进行反应。箭头朝上,按8;箭头朝下,按2。其他方面同实验2。具体的实验流程见图8。

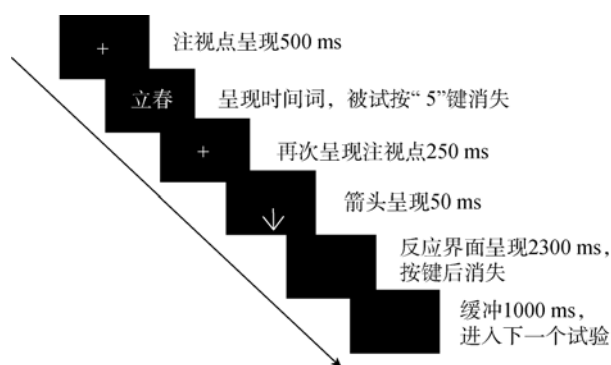


图8 实验3的实验流程图

4.2 结果与分析

错误反应不计入数据分析,删去反应时 $M \pm 2.5 SD$ 以外的数据,占分析数据的1.40%,结果见表4。

反应时的重复测量方差分析表明,各种主效应和三因素的交互作用皆不显著, $p > 0.05$ 。时间词的序列位置和箭头呈现位置的交互作用显著, $F_1(1, 47) = 25.99, p < 0.01$; $F_2(1, 46) = 10.52, p < 0.01$ 。简单效应分析表明,当时间词的序列位置靠前时,呈现在屏幕上方的箭头的反应时($M = 558$ ms)显著短于呈现在屏幕下方的箭头的反应时($M = 594$ ms), $p < 0.01$;当时间词的序列位置靠后时,呈现在屏幕下方的箭头的反应时($M = 568$ ms)显著短于呈现在屏幕上方的箭头的反应时($M = 584$ ms),两者之间的差异边缘显著, $p = 0.06$ (图9)。时间词的序列位置和箭头朝向的交互作用显著, $F_1(1, 47) = 10.79, p < 0.01$; $F_2(1, 46) = 7.51, p < 0.05$ 。简单效应分析表明,当时间词的序列位置靠前时,箭头朝上时的反应时($M = 567$ ms)显著短于箭头朝下时的反应时($M = 585$ ms), $p < 0.01$;当时间词的序列位置靠后时,箭头朝上时的反应时($M = 578$ ms)

表 4 对箭头朝向判断的平均反应时和平均错误率

箭头朝向	呈现位置	时间词的序列位置:前		时间词的序列位置:后	
		反应时(ms)	错误率(%)	反应时(ms)	错误率(%)
上	上	510 (123)	1.43 (4.77)	546 (114)	2.02 (4.61)
	下	623 (98)	4.69 (3.59)	609 (99)	4.82 (3.01)
下	上	606 (112)	4.49 (2.11)	622 (101)	4.75 (3.29)
	下	564 (109)	2.15 (3.70)	527 (95)	1.89 (3.92)

和箭头朝下时的反应时($M = 575$ ms)差异不显著, $p > 0.05$ (图 10)。箭头呈现位置和箭头朝向的交互作用显著, $F_1(1, 47) = 250.92, p < 0.01$; $F_2(1, 46) = 134.44, p < 0.01$ 。简单效应分析表明, 当箭头呈现位置和箭头朝向一致时反应时($M = 537$ ms)显著短于两者不一致时($M = 615$ ms), $p < 0.01$ 。

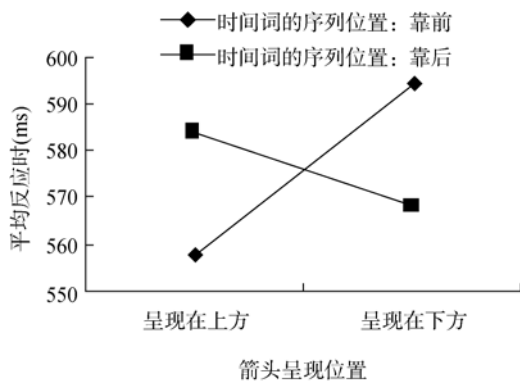


图 9 对不同呈现位置箭头的平均反应时(ms)

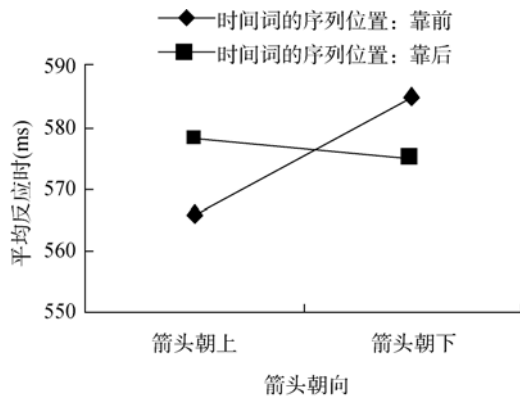


图 10 对不同朝向箭头的平均反应时(ms)

错误率的平均数多重比较表明, 箭头呈现位置和箭头朝向一致时的错误率($M = 1.9\%$)均显著低于箭头呈现位置和箭头朝向不一致时($M = 4.7\%$), $p < 0.05$ 。

4.3 讨论

实验 3 表明, 汉语讲话者对序列位置靠前的时间词的加工使其对呈现在上方的箭头反应更快, 并对朝向上方的箭头反应更快。但是, 加工序列位置

靠后的时间词只在视觉通道中表现出竖直方向的时空一致性效应, 即对呈现在下方的箭头反应更快; 而在运动通道中, 加工序列位置靠后的时间词并未影响箭头朝向的判断反应。这说明, 在汉语讲话者的头脑中, 存在着时间序列的竖直方向的表征。但是, 竖直方向的时间表征在视觉通道中和运动通道中存在着差异。在视觉通道中, 具有完整的时空一致性效应, 即不论时间词的序列位置如何, 均影响被试对箭头位置的探测; 而在运动通道中, 竖直方向的时空一致性效应却不完整, 只在加工序列位置靠前的时间词之后观察到了时空一致性效应, 而在加工序列位置靠后的时间词之后, 并未观察到时空一致性效应。

实验 2 和实验 3 分别测量了汉语讲话者的水平方向和竖直方向的时空一致性效应的通道差异。如果增加任务的难度, 增加箭头呈现位置和箭头朝向的数目, 使得水平方向的空间信息和竖直方向的空间信息存在着竞争, 会对两个方向的时空一致性效应的通道差异造成怎样的影响? 为了回答这一问题, 设计了实验 4。

5 实验 4 汉语讲话者的水平方向和竖直方向的时间隐喻的关系

实验 2 和实验 3 表明, 当水平方向和竖直方向的空间任务分离时, 汉语讲话者在水平方向上的时间表征既可以激活视觉通道中的空间信息, 又可以激活运动通道中的空间信息, 存在着双通道的时空一致性效应。在视觉通道中, 存在着完整的竖直方向的时空一致性效应; 在运动通道中, 这种时空一致性效应却变得不完整。实验 4 将考察当两个方向的空间信息相互竞争时, 水平方向的两个通道的时空一致性效应和竖直方向的视觉通道的时空一致性效应是否依然保持完整。

5.1 方法

5.1.1 被试

64 名本科生, 男女各半, 视力正常或校正后正

常, 皆为右利手, 均未参加过实验 1、实验 2 和实验 3。

5.1.2 设计

2(时间词的序列位置: 前/后)×4(箭头呈现位置: 上、下、左、右)×4(箭头朝向: 上、下、左、右)三因素重复测量设计。因变量为被试对箭头朝向按键反应的反应时和错误率。

5.1.3 材料与仪器

同实验 2。

5.1.4 程序

分为学习阶段和测试阶段。学习阶段的程序同实验 2 和实验 3 的程序一致。在测试阶段, 在时间词呈现以后, 在距离注视点 7.75 cm 的屏幕上、下、左、右四个位置之一呈现一个箭头, 箭头朝向也有上、下、左、右 4 种可能。箭头的大小同前三个实验中的箭头一致。被试需要忽略箭头的呈现位置, 对箭头的朝向进行反应。箭头朝上, 按 8; 箭头朝下, 按 2; 箭头朝左, 按 4; 箭头朝右, 按 6。每个时间词呈现 4 次。测试阶段包含 16 个练习试验和 192 个正式试验。时间词和箭头的结合方式在材料和被试间均进行了拉丁方平衡, 使得每个时间词均可以同箭头的 16 种呈现方式组合呈现。其他方面同实验 2。具体的实验流程参见实验 2 和实验 3 的实验流程图。

5.2 结果与分析

剔除平均错误率超过 20% 的 2 个被试的数据。错误反应不计入数据分析, 删去反应时 $M \pm 2.5 SD$ 以外的数据, 占分析数据的 2.0%, 结果见表 5。

反应时的重复测量方差分析表明, 箭头呈现位置的主效应显著, $F_1(3, 183) = 45.72, p < 0.01$; $F_2(3, 138) = 11.31, p < 0.01$ 。平均数的多重比较显示, 对呈现在屏幕左边和右边的箭头的反应显著快于对呈现在屏幕上边和下边的箭头的反应, $p < 0.01$; 对呈现在屏幕左边的箭头的反应时($M = 549$ ms)和呈现在屏幕右边的箭头的反应时($M = 539$ ms)差异不显著, $p > 0.05$, 对呈现在屏幕上边的箭头的反应时($M = 596$ ms)和呈现在屏幕下边的箭头的反应时($M = 608$ ms)差异亦不显著, $p > 0.05$ 。这说明, 对水平方向刺激的觉察显著快于对竖直方向刺激的觉察。箭头朝向的主效应显著, $F_1(3, 183) = 28.64, p < 0.01$; $F_2(3, 138) = 21.33, p < 0.01$ 。平均数的多重比较显示, 向左和向右按键的速度显著快于向上和向下按键的速度, $p < 0.01$; 向左按键的速度($M = 562$ ms)和向右按键的速度($M = 563$ ms)差异不显著, $p > 0.05$, 向上按键的速度($M = 579$ ms)和向下按键的速度(M

$= 589$ ms)差异亦不显著, $p > 0.05$ 。这说明, 被试的手指按键运动同样存在着空间轴的差异, 水平运动显著快于竖直运动。时间词的序列位置和箭头呈现位置的交互作用显著, $F_1(3, 183) = 42.18, p < 0.01$; $F_2(3, 138) = 18.72, p < 0.01$ 。简单效应分析表明, 时间词的序列位置影响被试对呈现在不同位置的箭头的反应。序列位置靠前的时间词呈现以后, 对呈现在屏幕左边($M = 537$ ms)和上边($M = 583$ ms)的箭头的反应分别显著快于序列位置靠后的时间词呈现后对呈现在屏幕左边($M = 562$ ms)和上边($M =$

表 5 被试判断箭头朝向的平均反应时(ms)和平均错误率(%)

箭头朝向	时间词的序列位置	箭头呈现位置	平均反应时(ms)	平均错误率(%)
上	前	上	523 (123)	2.19 (5.71)
		下	625 (95)	6.18 (4.25)
		左	574 (122)	4.84 (4.00)
		右	579 (120)	5.11 (5.36)
	后	上	550 (115)	1.89 (6.37)
		下	619 (97)	6.45 (3.71)
		左	601 (130)	4.57 (4.19)
		右	562 (130)	4.80 (4.61)
下	前	上	610 (110)	6.10 (5.42)
		下	568 (100)	1.34 (2.35)
		左	580 (109)	3.49 (3.01)
		右	607 (128)	4.30 (4.79)
	后	上	634 (113)	6.72 (3.90)
		下	540 (93)	2.69 (5.27)
		左	599 (121)	3.76 (4.94)
		右	577 (130)	4.92 (5.83)
左	前	上	599 (113)	4.57 (4.03)
		下	633 (93)	4.30 (6.41)
		左	455 (94)	1.78 (5.12)
		右	526 (109)	6.72 (6.02)
	后	上	639 (135)	4.00 (5.10)
		下	623 (98)	5.38 (5.42)
		左	502 (96)	1.61 (3.95)
		右	524 (111)	7.00 (5.49)
右	前	上	602 (120)	4.38 (4.50)
		下	650 (106)	4.94 (4.65)
		左	538 (104)	6.45 (5.22)
		右	490 (106)	1.34 (4.64)
	后	上	613 (111)	3.76 (5.06)
		下	613 (108)	3.23 (2.37)
		左	548 (105)	5.91 (2.59)
		右	450 (111)	2.14 (4.90)

609 ms)的箭头的反应, $p < 0.01$ 。同样, 序列位置靠后的时间词呈现以后, 对呈现在屏幕右边($M = 528$ ms)和下边($M = 598$ ms)的箭头的反应分别显著均快于序列位置靠前的时间词呈现以后对呈现在屏幕右边($M = 551$ ms)和下边($M = 619$ ms)的箭头的反应, $p < 0.01$ 。这说明, 汉语讲话者在注意水平上存在着水平方向的时间隐喻和竖直方向的时间隐喻(图 11)。时间词的序列位置和箭头朝向的交互作用显著, $F_1(3, 183) = 11.67, p < 0.01$; $F_2(3, 138) = 4.18, p < 0.01$ 。简单效应分析表明, 同样是对朝左箭头的反应, 由于时间词的序列位置不同而出现了不同的结果。序列位置靠前的时间词呈现以后, 对朝左箭头的反应($M = 553$ ms)显著快于序列位置靠后的时间词呈现后对朝左箭头的反应($M = 573$ ms), $p < 0.01$ 。对朝右箭头的反应则表现出相反的结果。在序列位置靠后的时间词呈现以后, 对朝右箭头的反应($M = 555$ ms)显著快于序列位置靠前的时间词呈现后对朝右箭头的反应($M = 570$ ms)。但是, 被试对朝上和朝下的箭头的反应则没有受到时间词的序列位置的影响。这说明, 汉语讲话者在动作水平上仅存在着水平方向的时间隐喻。左边代表时间序列中的先前, 右边代表时间序列中的后来(图 12)。箭头呈现位置和箭头朝向的交互作用显著, $F_1(9, 549) = 109.39, p < 0.01$; $F_2(9, 414) = 54.45, p < 0.01$ 。简单效应分析表明, 箭头呈现位置和箭头朝向一致时反应时($M = 510$ ms)显著短于箭头呈现位置和箭头朝向不一致时($M = 595$ ms), $p < 0.01$ 。这说明, 被试对呈现在不同位置的不同朝向的箭头的反应表现出空间 Stroop 效应。

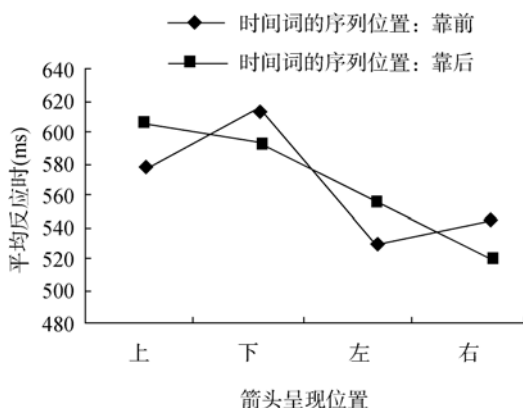


图 11 对不同呈现位置箭头的平均反应时(ms)

另外, 在箭头呈现位置和箭头朝向不一致时, 当箭头朝向为水平方向时, 对呈现在水平方向箭头的反应($M = 534$ ms)显著快于对呈现在竖直方向的

箭头($M = 622$ ms), $p < 0.01$; 对呈现在竖直方向的箭头的反应则不存在显著差异, $p > 0.05$ 。当箭头朝向为竖直方向时, 由于视觉注意和手指运动的劣势, 对呈现在竖直方向的箭头的反应($M = 622$ ms)仍然慢于对呈现在水平方向的箭头($M = 585$ ms), $p < 0.01$; 对呈现在水平方向的箭头的反应则不存在显著差异, $p > 0.05$ 。其余的主效应和交互作用均不显著, $p > 0.05$ 。

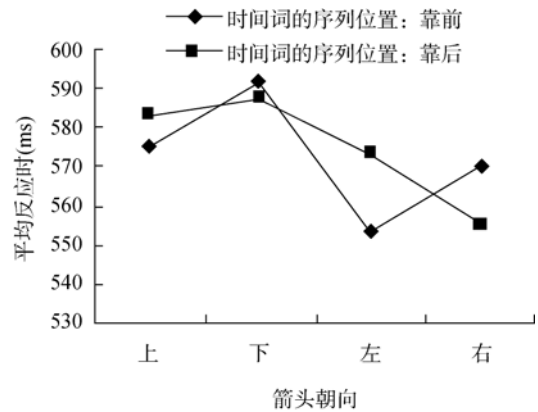


图 12 对不同朝向箭头的平均反应时(ms)

在任务的难度增加以后, 被试的错误率明显地增加了。方差分析表明, 仅有箭头呈现位置和箭头朝向的交互作用显著, $F_1(9, 549) = 14.70, p < 0.01$; $F_2(9, 414) = 9.62, p < 0.01$ 。简单效应分析表明, 当箭头呈现位置和箭头朝向所处的空间轴不一致时, 错误率显著高于箭头呈现位置和箭头朝向一致时, $p < 0.05$ 。而箭头呈现位置和箭头朝向所处的空间轴一致时, 箭头呈现位置和箭头朝向不一致时错误率显著高于两者一致时, $p < 0.01$ 。例如, 当箭头呈现在屏幕上方时, 对朝上的箭头的反应错误率($M = 2.0\%$)显著低于对朝左($M = 4.3\%$)和朝右的箭头($M = 4.1\%$), $p < 0.05$, 并且显著低于朝下的箭头的错误率($M = 6.4\%$), $p < 0.01$ 。这说明, 箭头呈现位置和箭头朝向所提供的空间信息在空间轴内存在矛盾时, 会进一步增加反应的错误率。

5.3 讨论

实验 3 发现, 汉语讲话者在运动通道中存在着不完整的竖直方向的时空一致性效应。实验 4 发现, 在运动通道中, 汉语讲话者仅具有水平方向的时空一致性效应, 不存在竖直方向的时空一致性效应。这说明, 水平方向的空间信息和竖直方向的空间信息存在着竞争, 使得在竖直方向上原本不完整的动作水平的时空一致性效应完全消失了; 而在视觉通道中, 汉语讲话者仍然具有完整的水平方向的和竖

直方向的时空一致性效应, 两个空间轴之间的信息竞争并未影响竖直方向的视觉水平的时空一致性效应。因此, 实验 4 进一步证明, 竖直方向的时间隐喻在视觉通道中和运动通道中存在着显著差异。同时也说明, 水平方向的时空一致性效应的强度大于竖直方向的时空一致性效应。

6 综合讨论

6.1 汉语讲话者在水平方向和竖直方向的时间隐喻的通道差异

实验 1 表明, 在单纯的空间位置启动下, 水平方向和竖直方向的启动刺激引发的空间一致性效应在视觉通道中和运动通道中不存在显著差异。但是, 综合实验 2、实验 3 和实验 4 的结果可以发现, 汉语讲话者对时间概念的加工自动激活了水平方向的空间意象图式和竖直方向的空间意象图式。但是, 两个方向的空间意象图式对视觉注意定向和运动反应激活的影响程度存在着差异。实验 2 发现, 被试对时间词的加工影响了对左/右箭头的识别速度, 亦影响了手指向左/右按键的速度。在被试的视觉通道中和运动通道中, 均存在着水平方向的时空一致性效应。实验 3 发现, 汉语讲话者对时间词的加工影响了对上/下箭头的识别速度。然而, 在运动通道中, 只有加工序列位置靠前的时间词才会加快对朝上箭头的按键反应; 加工序列位置靠后的时间词并未影响被试的按键反应的速度和错误率。这表明, 在运动通道中, 汉语讲话者的竖直方向的时间隐喻不完整, 时间概念和竖直空间概念之间的联系比较弱。实验 4 的结果进一步证实了这一点。当箭头呈现位置和箭头朝向均增加到上、下、左、右 4 个方向时, 对时间词的加工依然影响对水平方向呈现的箭头的识别及对水平朝向箭头的按键, 但是, 在竖直方向上, 时空一致性效应仅存在于视觉通道中, 而在运动通道中, 原本不完整的时空一致性效应完全消失了。因此, 4 个实验的结果说明, 水平方向和竖直方向的空间启动刺激不仅影响了汉语讲话者的视觉的注意定向, 也影响了他们的手指的按键运动。但是, 汉语讲话者对时间概念的加工所激活的空间意象图式具有明显的通道不对称的特点: 在视觉通道中, 竖直方向的空间关系与时间关系的联系强度大于在运动通道中的空间关系与时间关系的联系强度; 加工时间概念仅对汉语讲话者的竖直方向的视觉注意定向产生了影响, 并未影响到汉语讲话者对竖直方向的手指按键运动。

吴念阳、徐凝婷和张琰(2007)发现, 竖直空间图式使被试理解时间表达的速度加快。刘丽虹和张积家(2009)发现, 水平空间关系和竖直空间关系对汉语讲话者的时间关系判断均具有促进作用, 但竖直空间关系对时间判断的促进作用更强。与水平空间关系相比, 竖直空间关系在汉语讲话者的时间隐喻中作用更大, 竖直空间关系更容易映射于汉语讲话者的时间概念。这些研究发现了汉语讲话者的水平方向和竖直方向的时间隐喻的差异, 却并未揭示出水平方向和竖直方向的时间隐喻的通道差异。本研究的结果与上述两项研究的结果并不一致。这是由于本研究 and 已有研究考察的是两个相反的过程。已有研究使用空间启动范式考察从空间概念到时间概念的映射过程。在这一过程中, 汉语讲话者的竖直空间关系更容易映射于时间概念。本研究将时间词作为提示线索, 探讨时间概念加工对空间意象图式的自动激活。在这一过程中, 汉语讲话者激活了更强的水平方向的意象图式。这意味着, 空间对时间的映射和时间对空间的激活在水平方向上和竖直方向上存在着不对称。竖直的空间关系更容易映射于时间, 而时间概念更容易激活水平方向的空间意象图式。至于这其中的原因, 还有待于进一步的研究。

6.2 汉语讲话者的阅读方向、书写方向和时间隐喻

Lakoff 和 Johnson (1980)认为, 人类的概念系统是通过很小一部分具体概念来建构的, 抽象概念的建构和表达需要借助这些具体概念的映射来完成。空间概念是人们在日常生活中身体和外界环境相互作用而较早形成的最熟悉、最基本的概念。阅读和书写是人们习得空间经验并将其与时间概念相联系的熟悉活动。人们正是通过阅读方向和书写方向, 将空间意象图式映射于对时间的主观体验。人们将先读到或先写出的内容知觉为在时间上靠前的, 将后读到或后写出的内容知觉为在时间上靠后的。而后, 将阅读方向和书写方向与这种对时间的主观体验联系形成了时间和空间相对应的时间隐喻。已有的研究证实了这一假设。研究发现, 阅读方向和书写方向相反的人, 亦具有相反的时间空间隐喻 (Chan & Bergen, 2005; Fuhrman & Boroditsky, 2007)。对汉语讲话者而言, 时间隐喻的形成深受两种阅读方向和书写方向的影响。由于竹简在中国古代很长时间内被用来记录文字, 所以, 自上而下的竖直的阅读方向和书写方向贯穿于汉

文化的历史发展中。直到清朝末年,由于受西方文化的影响,才将几千年来传统的自上而下的竖直的阅读方式和书写方式改为自左向右的水平阅读方式和书写方式。因而,在汉语中,可以发现大量的带有竖直空间词的时间隐喻表达。虽然现代汉语讲话者已经不再主要以竖直方向为书写方向和阅读方向,但是,在汉语中保留的竖直时间隐喻表达仍然会影响汉语讲话者的时间隐喻的形成。

实验2和实验3发现,汉语讲话者的水平方向的和竖直方向的时间隐喻在视觉通道中和运动通道中存在着差异。汉语讲话者在视觉通道中和运动通道中存在着完整的水平方向的时间隐喻,而表达竖直方向的时间概念的加工仅激活了完整的视觉通道的空间信息,所激活的运动通道的空间信息则不完整。这可能是由于阅读方向和书写方向的改变造成的。现代汉语讲话者通常使用自左向右的阅读和书写的方式,这就使得人们在视觉通道中和运动通道中将自左向右阅读和书写的具身体验和时间概念进行联系,形成了水平方向的时间隐喻,对时间概念的加工会自动地激活左右的空间意象图式,从而影响视觉的水平方向的注意定向和按键运动。然而,在现代汉语中,仍然存在着对时间概念的竖直空间隐喻,汉语讲话者需要寻找竖直方向和时间概念相联系的具身经验,来理解那些使用竖直方向术语描绘时间概念的表达方式。但是,由于竖直方向的阅读方式和书写方式逐渐消失,汉语讲话者的竖直方向和时间概念的联系在视觉通道中和运动通道中也发生了变化。在视觉通道中,汉语讲话者自左向右地阅读每行的内容,而行与行之间的阅读仍然是自上而下的。另外,虽然自上而下的阅读方式就整体而言是趋于消失,但是,在少量的读物(如在古籍、对联、广告、标语)中还继续存在着。而在运动通道中,一方面,和视觉通道的变化一致,自左向右地书写每行的内容,行与行之间的空间关系是自上而下的;另一方面,由于电子阅读方式的兴起和盛行,触摸屏幕的普及,使得人们在阅读过程中,改变了上、下空间经验和时间概念的联系方式。在使用触屏手机和电脑阅读时,手指向上滑动来阅读后边的内容,手指向下滑动来阅读前边的内容。这种阅读方式将“上”与“将来”联系,将“下”与“过去”联系,影响了“上-过去,下-将来”的时间隐喻中空间概念和时间概念的联系强度。因此,由于阅读方式和书写方式的变化在视觉通道中和运动通道中存在着差异,导致汉语讲话者在视觉通道中

存在着完整的竖直方向的时间隐喻,而在运动通道中则存在着不完整的竖直方向的时间隐喻。当然,对新型的触摸阅读方式对时间隐喻的影响还需要进一步的实证研究。

6.3 汉语讲话者的竖直方向的时间隐喻的视觉-运动通道差异和知觉符号理论

概念隐喻理论认为,隐喻是从一个具体的概念域向一个抽象的概念域的系统映射,其本质是概念性的。在时间的空间隐喻中,具体的空间概念怎样被表征,又怎样与时间概念联系在一起?针对这一问题,知觉符号理论和命题符号理论具有不同的看法。知觉符号理论认为,人们在阅读和书写的过程中,大脑运动区中的神经系统从外界环境和自身的知觉中获取了空间信息,形成了以知觉为基础的神经理表征。但是,视觉通道和运动通道的空间知觉符号都储存于独立的脑区。视觉通道和运动通道的空间知觉符号与时间概念相联系,形成了时间空间隐喻。而在概念表征中,通过模拟重现感知觉经验,形成了多通道的概念表征(Brunyé, Dittman, Mahoney, Walters, & Taylor, 2010; Engelen, Bouwmeester, de Bruin, & Zwaan, 2011; Louwerse, & Jeuniaux, 2010; Mahon & Caramazza, 2008)。人们在理解时间概念时,会通过心理模拟重现视觉的和手部的运动,因而形成了视觉通道和运动通道的空间概念表征。所以,时间的空间隐喻具有通道差异性。然而,命题符号理论却认为,在阅读和书写的过程中,空间信息表征为抽象的符号,不再具有感知觉的属性。抽象的空间符号与抽象的时间概念相联结,形成了时间隐喻。时间概念的表征会激活与之相联结的抽象空间符号,而抽象的空间符号不会受到感觉经验影响,因而也不会具有通道差异性。

本研究利用汉语讲话者的特殊的阅读方式和书写方式的变化过程,通过考察竖直方向的时间隐喻在视觉通道中和运动通道中的差异,试图检验知觉符号理论和命题符号理论的争论。实验3和实验4发现,汉语讲话者在视觉通道中存在着完整的竖直方向的时间隐喻,但是,在运动通道中,竖直方向的时间隐喻却不完整。当水平方向的任务和竖直方向的任务同时进行,这一不完整的竖直方向的时间隐喻完全消失了。这说明,竖直方向的时间隐喻在视觉通道中和运动通道中存在着差异。由于现代汉语讲话者已经较少使用竖直方向的阅读方式和书写方式,人们在平时的阅读和书写过程中获得的竖直方向的空间信息有限。在阅读时,眼睛在自

上而下地逐行阅读中获取了与时间相联系的空间信息,形成了以视觉为基础的知觉符号,将此种知觉符号用于隐喻时间,就形成了在视觉通道中的“上-过去,下-将来”的时间隐喻;手部运动方式的情况则相对复杂。一方面,在手指的自上而下地书写活动中,感觉运动区的神经系统从手部运动中形成了“上-过去,下-将来”的知觉符号;另一方面,在触摸屏幕等新兴的阅读方式中,感觉运动区的神经系统从手部运动中形成了“上-将来,下-过去”的知觉符号。在呈现时间词时,刺激信息激活了时间概念和视觉通道以及在运动通道中的知觉符号。由于在运动通道中存在着方向相反的两种知觉符号,在两种知觉符号的相互干扰和相互竞争下,减弱了知觉符号对手指运动方向的影响。因此,汉语讲话者仅在视觉通道中存在“上-过去,下-将来”的知觉符号,这种知觉符号影响了他们的视觉注意定向,而通过运动获得的知觉符号却并没有影响视觉注意定向。这说明,即使都是通过肌肉运动获得的空间信息,由于感觉器官不同而存在着差异,说明用来表征时间的空间概念仍然是知觉性的。这也说明,知觉符号的分类和储存相当精细,通过运动而形成的知觉符号,由于运动器官的不同亦存在着差异。

命题符号理论难以解释汉语讲话者的竖直方向的时间隐喻的视觉-运动的通道差异。根据命题符号理论,汉语讲话者的“上-将来,下-过去”的手指滑动的空间信息被抽象成抽象符号,这种抽象符号同时间概念相联结。当呈现时间词时,时间的概念表征和相应的空间概念表征均会被激活。由于相应的空间概念表征已经抽象为普遍的上、下概念,所以“上-将来,下-过去”也会影响视觉通道中的时间隐喻,汉语讲话者的竖直方向的时间隐喻在视觉通道中也应该同在运动通道中一样,也是不完整的。这与本研究的结果不符。因此,本研究发现的竖直方向的时间空间隐喻在视觉通道中和在运动通道中的差异(不对称)符合知觉符号理论的预言,不符合命题符号理论的预言。

6.4 汉语讲话者在时间序列关系表征中空间意象图式的自动激活

空间意象图式是“空间关系和空间位移的动态类比表征”(Lakoff, 1987)。在抽象概念理解的过程中,人们将空间图式的结构映射到目标域上,用空间关系来类比和表征抽象的事物。空间意象图式具有极强的产生性,不仅可以帮助人们表征时间、数字等抽象概念,还可以帮助人们理解权势、亲疏等

社会关系。大量的研究证实,人们对于数字具有一条“左/小,右/大”的心理数字线,当小数字呈现在屏幕左边或用左键反应时更快,当大数字呈现在屏幕右边或用右键反应时更快(Fischer, Castel, Dodd, & Pratt, 2003; Pecher, Boot, & van Dantzig, 2011)。对权势关系,人们具有“上/高权势,下/低权势”的空间意象图式,当高权势词呈现在上方识别得更快,当低权势词呈现在下方识别得更快(Giessner & Schubert, 2007; Meier & Robinson, 2004; Schubert, 2005)。不仅如此,人们对抽象概念加工会自动激活与之相关的空间意象图式,进而影响视觉空间注意和按键运动。抽象概念同指示方向的线索和符号(例如,箭头和面部朝向)一样,可以将视觉注意和运动指向特定的空间位置。Zanolie 等(2012)发现,加工高权势词会加快对方上方字母的识别,加工低权势词会加快对方下方字母的识别。这些研究都说明,人们在加工抽象概念时会自动地激活空间意象图式。

本研究采用同 Ouellet 等(2010)相同的实验范式,将表征“过去/将来”的词转换为时间序列关系词。时间序列关系词不同于表征“过去/未来”的时间词,它们本身并不具有外显的“过去/将来”的时间标记,它们的时间属性是由其在时间序列中的相对位置来决定的,其时间属性更加内隐,因而时间序列词的表征激活空间意象图式的机制不同于表征“过去/将来”的时间词。实验 2 发现,对序列位置靠前的时间词的加工加快了对左边箭头的识别,同时加快了手指向左的运动;对序列位置靠后的时间词的加工会加快对右边箭头的识别,同时也加快了手指向右的运动。这说明,虽然时间序列词和空间概念之间具有间接的映射关系,同样会自动地激活水平方向的空间意象图式,进而影响视觉的注意定向和手指的运动反应。但是,时间序列词对竖直方向的空间意象图式的激活却具有局限性:在视觉通道中,时间序列词能够自动地激活竖直方向的空间意象图式,但强度却弱于对水平方向的空间意象图式的激活;而在运动通道中,时间序列词对竖直方向的空间意象图式的激活既微弱又不完整。在现代汉语中,不仅存在着大量时间属性内隐的时间序列词,还存在着其他种类的时间词,如表征时间长短的时间词(如“秒”、“天”、“月”、“年”等),表征时间延续性的词汇(如“一直”、“总是”、“有时”、“偶而”、“从不”等),等等。对这些词汇的加工是否也会自动地激活空间意象图式?如果能够自动地激活空间意

象图式, 这种激活又具有什么样的特点? 是否也存在着通道的差异? 对于这些问题的探讨将为知觉符号理论和命题符号理论的争论提供进一步的证据。

7 结论

(1) 汉语讲话者对时间序列词的加工自动激活了水平方向和竖直方向的空间意象图式。

(2) 汉语讲话者的水平方向和竖直方向的空间意象图式存在着通道效应。汉语讲话者在视觉通道中和运动通道中均存在着完整的水平方向的时间隐喻; 却仅在视觉通道中存在着完整的竖直方向的时间隐喻, 在运动通道中的竖直方向的时间隐喻则不完整。这一结果支持知觉符号理论的假设。

参 考 文 献

- Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought? English and Mandarin speakers' conceptions of time. *Cognitive Psychology*, 43, 1–22.
- Boroditsky, L. (2008). Do English and Mandarin speakers think differently about time? In B. C. Love, K. McRae, & V. M. Sloutsky (Eds.), *Proceedings of the 30th annual conference of the cognitive science society* (pp. 64–70). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Boroditsky, L., Fuhrman, O., & McCormick, K. (2011). Do English and Mandarin speakers think about time differently? *Cognition*, 118, 123–129.
- Briand, K. A., Larrison, A. L., & Sereno, A. B. (2000). Inhibition of return in manual and saccadic response systems. *Perception and Psychophysics*, 62, 1512–1524.
- Brunyé, T. T., Ditman, T., Mahoney, C. R., Walters, E. K., & Taylor, H. A. (2010). You heard it here first: Readers mentally simulate described sounds. *Acta Psychologica*, 135, 209–215.
- Buetti, S., & Kerzel, D. (2008). Time course of the Simon effect in pointing movements for horizontal, vertical, and acoustic stimuli: Evidence for a common mechanism. *Acta Psychologica*, 129, 420–428.
- Chan, T. T., & Bergen, B. (2005). Writing direction influences spatial cognition. In B. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.), *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 412–417). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Chen, J. Y. (2007). Do Chinese and English speakers think about time differently? Failure of replicating Boroditsky (2001). *Cognition*, 104, 427–436.
- Engelen, J. A. A., Bouwmeester, S., de Bruin, A. B. H., & Zwaan, R. A. (2011). Perceptual simulation in developing language comprehension. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 659–675.
- Fischer, M. H., Castel, A. D., Dodd, M. D., & Pratt, J. (2003). Perceiving numbers causes spatial shifts of attention. *Nature Neuroscience*, 6, 555–556.
- Fuhrman, O., & Boroditsky, L. (2007). Mental time-lines follow writing direction: Comparing English and Hebrew speaker. In D. S. McNamara & J. G. Trafton (Eds.), *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1001–1007). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Giessner, S. R., & Schubert, T. W. (2007). High in the hierarchy: How vertical location and judgments of leaders' power are interrelated. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 104, 30–44.
- Glenberg, A. M. (1997). What memory is for. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 1–19.
- Khatoon, S., Briand, K. A., & Sereno, A. B. (2002). The role of response in spatial attention: Direct versus indirect stimulus-response mappings. *Vision Research*, 42, 2693–2708.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors: We live by*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakoff, G. (1987). *Women, fire, and dangerous things*. Chicago: The University of Chicago.
- Liang, J., & Jin, Z. C. (2007). Advances in the study of Simon effects. *Psychological Science*, 30, 471–473.
- [梁娟, 金志成. (2007). 西蒙效应研究新进展. *心理科学*, 30, 471–473.]
- Liu, L. H., & Zhang, J. J. (2009). The effects of spatial metaphoric representation of time on time cognition. *Foreign Language Teaching and Research*, 41, 266–271.
- [刘丽虹, 张积家. (2009). 时间的空间隐喻对汉语母语者时间认知的影响. *外语教学与研究*, 41, 266–271.]
- Louwerse, M. M., & Jeuniaux, P. (2010). The linguistic and embodied nature of conceptual processing. *Cognition*, 114, 96–104.
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2008). A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of Physiology*, 102, 59–70.
- Meier, B. P., & Robinson, M. D. (2004). Why the sunny side is up: Associations between affect and vertical position. *Psychological Science*, 15, 243–247.
- Ouellet, M., Santiago, J., Israeli, Z., & Gabay, S. (2009). Multimodal influences of orthographic directionality on the "Time is Space" conceptual metaphor. In N. Taatgen & H. van Rijn (Eds.), *Proceedings of 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1840–1845). Amsterdam, Netherlands: Cognitive Science Society, Inc.
- Ouellet, M., Santiago, J., Funes, M. J., & Lupiáñez, J. (2010). Thinking about the future moves attention to the right. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 17–24.
- Paivio, A., & Walsh, M. (1993). Psychological processes in metaphor comprehension and memory. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and thought* (2nd ed., pp. 307–328). New York: Cambridge University Press.
- Pecher, D., & Zwaan, R. A. (2005). *Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thinking*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pecher, D., van Dantzig, S., Zwaan, R. A., & Zeelenberg, R. (2009). Language comprehenders retain implied shape and orientation of objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1108–1114.
- Pecher, D., Boot, I., & van Dantzig, S. (2011). Abstract concepts: Sensory-motor grounding, metaphors, and beyond. In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 54, pp. 217–248). Burlington: Academic Press.
- Proctor, R. W., & Lu, C. H. (1999). Processing irrelevant location information: Practice and transfer effects in

- choice-reaction tasks. *Memory & Cognition*, 27, 63–77.
- Santiago, J., Lupiáñez, J., Pérez, E., & Funes, M. J. (2007). Time (also) flies from left to right. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 512–516.
- Schubert, T. W. (2005). Your highness: Vertical positions as perceptual symbols of power. *Journal of Personality and Social Psychology*, 89, 1–21.(请调整本条文献顺序)
- Solomon, K. O., & Barsalou, L. W. (2001). Representing properties locally. *Cognitive Psychology*, 43, 129–169.
- Solomon, K. O., & Barsalou, L. W. (2004). Perceptual simulation in property verification. *Memory & Cognition*, 32, 244–259.
- Song, Y. Q., & Zhang, J. J. (2012-July-25). STEARC effects: Time-space consistent effects in human time processing. *Chinese Social Science Today*, B-02.
- [宋宜琪, 张积家. (2012-07-25). STEARC 效应:人类时间加工中的时空一致性效应. *中国社会科学报*, B-02.]
- Stanfield, R. A., & Zwaan, R. A. (2001). The effect of implied orientation derived from verbal context on picture recognition. *Psychological Science*, 12, 153–156.
- Torralbo, A., Santiago, J., & Lupiáñez, J. (2006). Flexible conceptual projection of time onto spatial frames of reference. *Cognitive Science*, 30, 745–757.
- Vallesi, A., & Umiltà, C. A. (2009). Decay of stimulus spatial code in horizontal and vertical Simon tasks. *The Journal of General Psychology*, 136, 350–373.
- Wu, N. Y., Xu, N. T., & Zhang, Y. (2007). The facilitation of spatial schema processing on directional temporal expression comprehension. *Psychological Science*, 30, 853–856.
- [吴念阳, 徐凝婷, 张琰. (2007). 空间图式加工促进方向性时间表述的理解. *心理科学*, 30, 853–856.]
- Zanolie, K., van Dantzig, S., Boot, I., Wijnen, J., Schubert, T. W., Giessner, S. R., & Pecher, D. (2012). Mighty metaphors: Behavioral and ERP evidence that power shifts attention on a vertical dimension. *Brain and Cognition*, 78, 50–58.
- Zhang, J. J., & Song, Y. Q. (2012). Modality specificity of horizontal metaphoric representation of time: A comparison study between the blind and sighted people. *Acta Psychologica Sinica*, 44, 40–50.
- [张积家, 宋宜琪. (2012). 盲人的时间水平方向隐喻的通道特异性. *心理学报*, 44, 40–50.]
- Zhang, J. J., Xie, S. S., & He, X. M. (2008). The effect of language and culture on spatial cognition: A comparison of the spatial-terms classification by undergraduates of the Han and Naxi Nationalities. *Acta Psychologica Sinica*, 40, 774–787.
- [张积家, 谢书书, 和秀梅. (2008). 语言和文化对空间认知的影响——汉族和纳西族大学生空间词相似性分类的比较研究. *心理学报*, 40, 774–787.]

Modality Effect of Orientation Derived from Mandarin Speakers Processing Time Series: Visual Attention versus Motor Response

SONG Yiqi¹; ZHANG Jijia^{1,2}; XU Zhengye¹

(¹ Center for Psychological Application, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

(² Department of Psychology, Renmin University of China, Beijing 100873, China)

Abstract

It has been demonstrated that the spatial representation of time is psychologically real, and the experience responsible for the formation of the "Time is Space" conceptual metaphor is associated with reading/writing directionality. Perceptual symbol theory assures that the spatial mapping of time derived from reading/writing is perceptual. That is to say, the temporal-spatial metaphor is grounded on modality-specific systems. Previous studies have shown that facilitation for the association of past with left and future with right was found only in the visual and motor modality, while none in the auditory modality. The difference of time metaphor between the visual and motor modality remains largely unexplored. In this study, three experiments were conducted to compare the spatial mapping of time between the visual and motor modality. In each experiment, a spatial Stroop task was carried out. Time series, which were displayed on the middle of the screen, were used as clues. Arrows, as targets, were displayed on the left, right, top or bottom of the screen, pointing to four directions. Arrow location and pointing direction were completely orthogonal to temporal reference. The participants were asked to indicate the direction to which the arrow pointed.

Experiment 1 used a square as clues to explore whether the horizontal and vertical facilitation effects were

modality-specific. The results proved that the horizontal and vertical facilitation effects existed in the visual and motor modality.

Experiment 2 explored the difference of horizontal time metaphor between the visual and motor modality by Mandarin Speakers. A $2 \times 2 \times 2$ repeated measure design was adopted with independent variables of temporal reference (before/after), target location (left /right) and response side (left / right). The results showed horizontal metaphoric representation of time was observed both at the visual and motor level of Mandarin Speakers. Processing time series affected the orienting of visual attention and the activation of motor responses. Participants were faster both to identify targets and to respond to the left when the cue was a word in a forward position of time series, and the opposite was true when the cue was a word in a afterward position of time series. Experiment 3 adopted the same task as Experiment 2, except changing target location and response side into top/bottom. Experiment 3 observed the same facilitation effect in the visual modality as Experiment 2. But facilitation effect in the motor modality was not complete. Participants were faster to respond to the top only when the cue was a word in a forward position of time series. Processing words in a forward position of time series could not accelerate the response to the bottom.

Experiment 4 increased the number of target location and response side. A $2 \times 4 \times 4$ repeated measure design was adopted with independent variables of temporal reference (before/after), target location (left /right/top/bottom) and response side (left /right/top/bottom). Results showed facilitation effect of vertical direction in the motor modality which was not complete in Experiment 3 totally disappeared. It indicated that vertical metaphoric representation of time in the visual modality was stronger than the one in the motor modality. The explanation could be that Mandarin speakers' former top-down reading/writing directionality has been changed into "from left to right". The vertical sensori-motor experience from the visual and motor modality were unequal, which led to the incomplete time metaphor in the motor modality.

In a word, Spatial information activated when processing time series was perceptual, which was different from the one activated by the spatial clue. In different modalities, time metaphor was different.

Key words time metaphor; perceptual symbol systems; propositional symbol system; temporal-spatial congruency effects