

# 方位和视空间工作记忆广度对空间情境模型更新的影响\*

贾 宁<sup>1</sup>, 鲁忠义<sup>2</sup>, 代景华<sup>3</sup>

(1. 天津师范大学 心理与行为研究院, 天津 300074; 2. 河北师范大学 教育科学学院, 石家庄 050091; 3. 石家庄卫生学校, 石家庄 050228)

**摘 要** :该研究采用混合实验设计,以含有空间信息的语篇为实验材料,选取 32 名不同视空间工作记忆广度的大学生作为被试,考察方位和视空间工作记忆广度对空间情境模型更新的影响。研究发现:方位对空间情境模型更新的影响是显著的,视空间工作记忆广度对模型更新后的左右方位的判断有显著影响。研究验证了方位效应的稳定性,发现了视空间工作记忆广度对空间情境模型更新的影响。

**关键词** :空间情境模型;方位效应;视空间工作记忆广度

中图分类号 :B842.2

文献标识码 :A

文章编号 :1003-5184(2007)01-0041-04

## 1 问题提出

Perrig 和 Kintsch(1985)的实验证实了空间情境模型的存在<sup>[1]</sup>。在大量关于空间情境模型的研究中,方位效应是国内外近几年研究的热点。Franklin 和 Tversky(1990)研究了故事阅读所产生的想象空间中的物体搜索,发现对不同方位的反应时差别的模式为前 < 后 < 左 = 右,并将这种模式称为方位效应<sup>[2]</sup>。他们认为,这种方位效应是空间表征固有特征的外部表现,具有不变性,并根据这个模式提出了“自我中心结构”(Egocentric Framework)理论。该理论认为故事描述的主角和周围的物体的空间关系是在以身体为中心的坐标下计算的,前后容易区分是由于前-后轴在知觉和运动中有明显的不对称性;而左-右轴因没有明显的不对称线索而难以区分。方位效应的提出引起了国内学者对相关问题的研究<sup>[3-7]</sup>,主要集中于当被试阅读含有空间信息的语篇时,在想象旋转和物理旋转条件下方位效应的表现。

近期的研究开始关注工作记忆在情境模型加工中的表现,一般认为,言语工作记忆在推导语篇中未清晰说明的因果连接上起着关键的作用,而另一些研究发现视空间工作记忆是影响情境模型空间信息的重要因素。有证据显示,当涉及到空间或是时间信息时,视空间模板参与其加工过程<sup>[8]</sup>。这些证据来自行为研究如语言理解<sup>[9]</sup>和推理<sup>[10]</sup>,以及 fMRI

研究数据<sup>[11]</sup>。Friedman(2000)研究发现,言语工作记忆支持情境模型因果方面的保持和精加工,而视空间工作记忆支持情境模型空间方面的保持与精加工。因为言语和视空间工作记忆是分离的,由此推论,情境模型的空间和因果维度可能是分别加工的,彼此没有相互影响<sup>[9]</sup>。

综合以往的研究发现:1)Franklin 和 Tversky 在研究空间情境模型的建立过程中提出“自我中心结构”(Egocentric Framework)理论,而这一理论在空间情境模型更新过程中的适用性需要进一步验证;2)对于工作记忆与情境模型的关系的研究大多是侧重于工作记忆的构成成分(语音回路、视空间模板)在情境模型建立中的参与情况,而工作记忆广度对空间情境模型更新过程的影响的研究还不多。因此,研究旨在考察:1)空间情境模型更新过程中的方位效应;2)视空间工作记忆广度对空间情境模型更新的影响。

## 2 实验

### 2.1 被试

实验被试从河北师范大学教育科学学院一年级学生 106 人中进行筛选。筛选标准是被试的视空间工作记忆广度。视空间工作记忆广度的测量程序是参照张明等人的实验程序<sup>[12]</sup>。测试材料用电脑屏幕呈现,每次呈现的刺激由大写英文字母 F 或 J 组成,这两个字母都有八种可能的方位,即左上、左中、

\* 基金项目:国家社会科学基金项目(04BYY008),河北省教育厅资助项目(s040606)。

左下、中上、中下、右上、右中、右下。每次呈现一个字母,呈现时间为 500ms,字母消失后要求被试判断这个字母是 F 还是 J,判断时间是 3000ms,如果超时记为判断错误,然后出现下一字母,如此循环直到完成实验。一个系列的字母全部呈现完后,要求被试顺序回忆字母出现的位置,不限定回忆时间。难度分为 5 个等级,最低级的系列是两个字母,最高级的系列是六个字母,如果被试连续两次不能完成某个等级的字母系列,则认为他的视空间记忆广度是前一个等级,如果没有完成最低系列则广度记为 0 级,最高等级为 5 级(即全部正确判断出呈现的字母,并正确顺序回忆出字母出现的位置)。

根据测量结果,将高等级(4、5)广度的被试定义为高广度组,有 18 人,占全部被试的 17%;低等级(0、1)广度的被试定义为低广度组,有 20 人,占全部被试的 19%。由于被试流失,完成实验的被试为高广度 16 人,低广度 16 人。

## 2.2 仪器

E-Prime 心理专业软件、方正奔腾 II 微机、GW1547M 显示器。

## 2.3 实验材料

共有 6 个语篇,4 个语篇为测试材料,2 个语篇为填充材料。每个语篇有 5 句话,包含着四个字母与“你”的相对位置。需要正确判断和错误判断的判断句数量相同。在材料的设计中,判断句的错误描述有四种情况:前面变成后面,后面变成前面,左面变成右面,右面变成左面。测试材料的指示语为“后转”,即要求被试想象向后转 180°,被试想象后转并形成新的空间情境模型的过程被定义为模型的更新。填充材料的指示语为“不动”。实验材料的例子如下。

语篇内容:你在中心位置,A 在你的左面,B 在你的右面,C 在你的前面,D 在你的后面。

指示语:后转/不动;判断句:A 在你的左面(错误判断)或 C 在你的后面(正确判断)。

## 2.4 实验设计

实验采用  $2 \times 2$  混合设计。第一个自变量为广度,分为两个水平:高广度和低广度,被试间变量;第二个自变量为方位,分为两个水平:前后和左右,被试内变量。因变量是判断时间。

## 2.5 实验程序

要求被试正坐在计算机前,距屏幕 60cm,然后请被试仔细阅读指导语,接着进入练习。练习时,语篇是由计算机整篇呈现,要求被试确定完全记住语篇信息并在脑中形成了一个空间情境后,按空格键,接着屏幕上的语篇消失,出现指示语(“不动”和“后转”)。要求被试按照指示语在脑中旋转空间情境,然后按空格键,屏幕出现判断句,要求被试在保证准确的前提下尽快地判断判断句是否与旋转后的空间情境相符,相符按“J”键,不相符按“F”键。然后出现提示语“下一个语篇”,接着下一个语篇开始呈现,如此进行。要求被试在保证准确的基础上尽快地阅读和判断。被试熟练操作后开始正式实验。正式实验的程序与练习相同。

## 3 实验结果

首先对被试完成空间情境模型更新任务的正确性进行检验,通过单样本  $t$  检验发现,不同广度的被试在两个方位上的正确判断个数显著高于随机判断个数(2 个),可以判定被试认真完成了实验,见表 1。

表 1 被试完成更新任务的正确性

广度	方位	$n$	$\bar{x}$	$s$	$t$	$p$
低广度	前后	16	2.75	0.447	6.708	0.000
	左右	16	3.00	1.317	3.038	0.008
高广度	前后	16	2.63	0.719	3.478	0.003
	左右	16	3.19	1.047	4.538	0.000

确定被试认真地完成空间情境模型更新后,对被试的反应时进行统计分析。

表 2 被试完成更新任务的反应时(ms)

广度	方位	$n$	$\bar{x}$	$s$
低广度	前后	16	2250	475.62
	左右	16	3700	1128.58
高广度	前后	16	2281	543.04
	左右	16	2956	895.04

通过重复测量一个因素的两因素方差分析发现,广度主效应不显著, $F_{(1,30)} = 2.238, p > 0.05$ 。方位主效应显著, $\bar{x}_{前后} = 2266.03ms, \bar{x}_{左右} = 3328.38ms, F_{(1,30)} = 46.316, p < 0.05$ 。前后方位的判断反应时显著短于左右方位。方位和广度的交互作用显著, $F_{(1,30)} = 6.185, p < 0.05$ 。

对方位与广度的交互作用进行简单效应分析发现,高低广度的被试对前后信息判断的反应时没有显著差异, $F_{(1,30)} = 0.03, p > 0.05$ ;对左右信息判断

的反应时有显著差异,  $F_{(1,30)} = 4.28, p < 0.05$ , 高广度被试的判断时间显著短于低广度被试。高广度被试前后方位的判断反应时显著短于左右方位,  $F_{(1,30)} = 43.18, p < 0.05$ ; 低广度被试对前后方位的判断反应时显著短于左右方位,  $F_{(1,30)} = 9.33, p < 0.05$ 。

## 4 讨论

### 4.1 方位效应

研究将方位分为两个方位轴(前-后轴和左-右轴), 通过分析这两个方位轴对空间情景模型的更新的影响发现, 前后反应显著快于左右反应。这一结果支持并扩展了 Franklin 和 Tversky(1990)的“自我中心结构”理论<sup>[3]</sup>。该理论的主要观点是, 故事描述的主角和周围的物体的空间关系是在以身体为中心的坐标下计算的, 前后方位容易区分是由于前后在知觉和运动中有不对称性; 而左右没有明显的不对称线索, 所以难以区分, 因此对于前后的判断要快于对左右的判断。

在实验中, 被试进行的是空间情景模型的更新任务。在任务中, 被试想象自己后转 180°后对空间情境模型进行了更新, 新的空间情境模型中的前后位置发生对调, 即前变成后、后变成前。那么经过这种更新后, 前后方位的不对称性是否会受到影响呢? 实验证明, 模型更新后的方位效应仍然显著, 即对前-后轴的判断显著快于对左-右轴的判断。这一结果揭示了“自我中心结构”中的前-后轴的不对称性具有较高的强度和灵活性, 即个体不但能够很快地在更新后的情境模型中建立新的前-后轴, 而且这种更新的前-后轴仍具有较强的不对称性。而左-右轴的不对称性较弱, 在更新后也就不会显著变化。这样, 更新后的前-后轴的不对称性强于左-右轴, 方位效应就出现了。以正确性为指标的研究进行分析时并没有发现情景模型更新后的方位效应<sup>[13]</sup>, 而研究以反应时为指标发现了方位效应, 这证明反应时是方位效应的较为敏感的指标。同时, 以反应时为指标将方位效应的研究扩展到了模型更新的任务中。

同时, 研究还分析了工作记忆容量对方位效应的影响, 结果发现, 高低广度的被试在空间情境模型更新的加工中, 都是对前后方位的加工快于左右方位。由此证实方位效应不受工作记忆容量的影响,

也进一步检验了方位效应的稳定性。

### 4.2 视空间工作记忆广度的影响

前人的研究已证实工作记忆与空间情境模型有关<sup>[8,9,14]</sup>。其中 Friedman 等人(2000)的研究发现, 视空间工作记忆与情境模型的空间信息的保持和精加工有关<sup>[9]</sup>。Cañas 等(2003)的实验证实工作记忆的视空间成分参与了心理模型结构信息和功能信息的加工<sup>[14]</sup>。研究没有发现广度的主效应。但是发现了广度与方位的交互作用, 进一步分析显示, 高低广度的被试对前后信息判断的反应时没有显著差异; 对左右信息判断的反应时有显著差异, 高广度被试的判断显著快于低广度被试。根据“自我中心理论”, 前-后轴就有明显的不对称性, 即对前后判断任务很简单, 不需要过多的工作记忆资源, 因此不受工作记忆资源的限制。而左-右轴的不对称性较弱, 对于左右判断任务就需要更多的工作记忆资源的参加。因此, 高低广度不同的被试在对左右轴的判断上出现了个体差异, 即高广度的被试能够有更多的认知资源来加工空间信息, 从而在做判断时显著快于低广度被试。

## 5 结论

空间情境模型的更新过程与其建立过程一样也存在方位效应, 而且它不受视空间工作记忆容量的影响, 具有很强的稳定性。“自我中心结构”中, 前-后轴的不对称性具有较高的强度和灵活性, 不受视空间工作记忆容量的影响; 左-右轴的不对称性较弱, 在不同广度被试的表现上存在差异。

## 参考文献

- 1 Perrig W, Kintsch W. Propositional and situational representations of text. *Journal of Memory and Language*, 1985, 24: 503-518.
- 2 Franklin N, Tversky B. Searching imagined environments. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1990, 119: 63-76.
- 3 牟炜民, 杨姗, 张侃. 身体转向模式对方位效应和相对位置效应的影响. *心理学报*, 2000, 32(1): 45-48.
- 4 牟炜民, 杨姗, 张侃. 想象空间中物体搜索的方位效应和注意效应. *心理学报*, 1999, 31(3): 291-298.
- 5 张侃, 牟炜民, 郭素梅. 想象空间中物体搜索的阶段模型的证实. *心理学报*, 2000, 32(1): 40-44.
- 6 张侃, 牟炜民, 郭素梅. 空间相对位置效应的时间特征. *心理学报*, 2001, 33(1): 24-29.

- 7 周荣刚,张侃.性别和参照系整合方向对主方位判断的影响.人类工效学,2004,10(1):10-13.
- 8 Denis M,Cocude M. On the metric properties of visual images generated from verbal descriptions: Evidence for the robustness of the mental scanning effect. European Journal of Cognitive Psychology,1997,9:353-379.
- 9 Friedman N P,Miyake A. Differential roles for visuospatial and verbal working memory in situation model construction. Journal of Experimental Psychology: General,2000,129(1):61-83.
- 10 Vandierdonck A,De Vooght G. Working memory constraints on linear reasoning with spatial and temporal contents. The Quarterly Journal of Experimental Psychology,1997,50(4):803-820.
- 11 Knauff M,Kassubek J,Mulack T,et al.. Cortical activation evoked by visual mental imagery as measured by functional MRI. NeuroReport,2002,11:3957-3962.
- 12 张明,隋洁,方伟军.学习困难学生视空间工作记忆提取能力的多项指标分析.心理科学,2002,25(5):565-568.
- 13 鲁忠义,贾宁.空间情景模型建立和更新的影响因素.心理学报,2006,38(5):654-662.
- 14 Cañas J J,Salmerón L,Antolí A,et al.. Differential roles for visuospatial and verbal working memory in the construction of mental models of physical systems. International Journal of Cognitive Technology,2003,8:45-53.

## Influence of Direction and Visuospatial Working Memory Span on the Process of Spatial Situation Model Updating

Jia Ning<sup>1</sup>, Lu Zhongyi<sup>2</sup>, Dai Jinghua<sup>3</sup>

( 1. Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074;

2. College of Education Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050091 3. Shijiazhuang Health School, Shijiazhuang 050228)

**Abstract:** This experiment was a  $2$  (direction: front-back; left-right)  $\times$   $2$  (visuospatial working memory span: high span; low span) mixed design. The study explored the influence of directions and visuospatial WM span on the process of spatial situation model updating. The materials were the simple spatial information texts and the participants were 32 undergraduates of different visuospatial WM span. The results showed that: directions influence the process of spatial situation model updating. There was the influence of visuospatial WM span on the judgment of left-right direction. The results validated the direction effect in the process of spatial situation model updating, and found the influence of visuospatial WM span on the process of spatial situation model updating.

**Key words:** spatial situation model; direction; visuospatial working memory span