

言语记忆对视觉选择的影响： 基于维度的自动注意引导*

潘 毅

(杭州师范大学心理系, 杭州 310036)

摘 要 两个实验分别考察外显和内隐言语记忆中的特征维度信息对基于维度的视觉选择性注意的自动引导作用。实验一要求被试在言语工作记忆(外显言语记忆)保持阶段完成一个视觉注意任务, 结果发现了显著的一致性效应, 即记忆任务相关维度和注意任务相关维度不一致条件下的注意任务反应时要显著慢于两者一致条件下的反应时; 实验二采用 go/no-go 任务以考察内隐言语记忆对视觉选择的影响, 结果也发现了类似的一致性效应。这些结果表明外显和内隐言语记忆中的抽象维度信息自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度, 而不管该维度是否为当前注意任务的相关维度。

关键词 言语记忆; 特征维度; 视觉选择性注意; 一致性效应

分类号 B842

1 引言

视觉系统是一个资源有限的信息加工系统, 尽管环境中存在大量信息, 但在任何时刻视觉系统只能对其中的少量信息进行加工。在这个过程中视觉选择性注意机制扮演着重要角色, 注意从冗杂的视场中选择有限刺激做进一步加工并同时抑制其他刺激, 以保证有限的加工资源能够分配给被选择的刺激, 而不至于被其他刺激所消耗。视觉选择性注意既可能受自下而上因素(bottom-up factors)的控制, 例如, 视场中突显(pop-out)或突现(abrupt onset)刺激对视觉选择的自动捕获作用(Theeuwes, 1992; Yantis, 1993), 也可能会受自上而下因素(top-down factors)的控制, 例如, 对线索提示空间位置的注意期待(Posner, 1980), 或保持在工作记忆中的目标模板对注意的引导作用(Duncan & Humphreys, 1989; Hodsoll & Humphreys, 2001)。

视觉注意是个体藉以选择任务相关信息并抑制无关信息的一种认知机制, 而工作记忆是在外界刺激消失后个体藉以积极保持任务相关信息并抑

制无关干扰的另一种认知机制。因此, 视觉注意与工作记忆在功能定义上非常相似, 两者都选择与当前任务有关的物体表征并同时抑制其他无关刺激(Olivers, 2008; Olivers, Meijer, & Theeuwes, 2006)。不仅如此, 视觉注意与工作记忆所涉及的脑区也具有相当大的重叠(LaBar, Gitelman, Parrish, & Mesulam, 1999), 这些都提示视觉注意与工作记忆之间具有非常紧密的联系。近年来, 工作记忆与视觉注意之间的交互作用成为认知心理学的一个热点研究领域, 其中, 工作记忆内容对视觉注意偏向的影响就是认知心理学家比较感兴趣的一个主题(Olivers, 2008; Soto, Hodsoll, Rotshtein, & Humphreys, 2008; 张明, 张阳, 2007; 潘毅, 许百华, 胡信奎, 2007; 潘毅, 2010)。例如, 请想象下面的情景: 你行走在熙熙攘攘的街道上, 并且头脑中正在想着一个你最近非常想念的朋友。突然, 前面人群中有一人引起了你的注意。这时, 你发现他和你正在想的那位朋友长得非常相像。这个例子说明我们当前的工作记忆内容会自动引导视觉注意, 视场中与工作记忆内容相同或相似的物体(记忆匹

收稿日期: 2009-08-05

* 国家自然科学基金青年项目(31000462)和浙江省社科规划课题(10CGJY11YB)资助。

通讯作者: 潘毅, E-mail: panyirich@zju.edu.cn

配项)会优先获得注意偏向并得到进一步的认知加工。按照 Desimone 和 Duncan (1995) 所提出的偏向竞争模型(biased competition model), 工作记忆内容对视觉注意的引导作用是解决视场中多个物体竞争有限注意资源的一种重要方式。如前所述, 视觉场景中常常充满了超过视觉系统加工能力的大量物体, 由于注意资源有限, 不同物体表征就会以相互抑制的方式竞争注意资源以获得更高水平的加工, “获胜者”将最终得以控制个体的知觉和行为反应。那些具有显著(salient)特征的“与众不同”的物体会以自下而上的方式捕获视觉注意, 然而这种刺激驱动注意一般只在被试没有明确任务目标时才会发生(Ruz & Lupianez, 2002)。此时, 个体当前工作记忆中正在保持的表征内容会以自上而下的方式增强早期视觉皮层中与之匹配的知觉表征的激活程度, 从而使得视场中与工作记忆内容匹配的物体取得竞争优势并最终获得注意偏向。

迄今为止, 工作记忆内容对视觉注意的自动引导作用已经得到了大量实验证据的支持(最新综述见 Soto, Hodsoll, Rotshtein, & Humphreys, 2008; 潘毅, 2010)。在已往大多数研究中, 工作记忆与视觉注意之间的联系建立在具体的物理特征水平上, 记忆匹配项往往被定义为视场中与工作记忆内容具有相同特征值(feature value, 如红色/圆形)的物体。然而, 一个很重要的问题是, 当工作记忆内容与视场中的刺激在具体特征值上并不匹配而仅在抽象的特征维度(feature dimension, 如颜色/形状)上匹配时, 当前工作记忆中正在积极保持的维度信息是否能够自动引导注意选择视场中与之匹配的特征维度呢? Pan, Xu 和 Soto (2009) 首次对该问题进行了研究, 他们的实验一采用双任务实验范式, 要求被试在视觉工作记忆保持阶段判断两个同时呈现的物体的颜色或形状是否相同, 并且同时呈现的两个物体的颜色和形状所引起的反应永远都是不一致的, 如两个物体的颜色相同但形状却不同, 反之亦然。由于同时呈现的两个物体的两个维度所引起的反应是不一致的, 被试需要有选择地注意任务相关维度而尽量忽视任务无关维度。Pan 等人假设, 若工作记忆中的维度信息能自动引导注意选择视场中与之匹配的特征维度的话, 那么当工作记忆任务相关维度与注意任务无关维度相同时, 被试将会很难忽视注意任务的无关维度而导致绩效下降。实验结果证实了他们的假设, 尽管被试在每次试验前都明确知道注意任务的相关维度, 但工作记忆任务

相关维度和注意任务无关维度相同条件下的注意任务反应时却明显慢于两者不同条件下的反应时, 说明工作记忆中的维度信息能够自动引导注意选择视场中与之匹配的特征维度。

除了工作记忆这种外显记忆机制以外, 人类还拥有内隐记忆机制, 它通常表现为启动效应(priming effect), 即被试对先前加工过的刺激比对先前未加工过的刺激有着更快的反应(Cave, Bost, & Cobb, 1996), 说明在没有外显记忆要求时先前刺激会被保持在内隐记忆系统中, 并且这种内隐记忆会以自下而上的方式自动影响接下来的认知加工。已往研究表明, 无论对刺激进行视觉编码还是言语编码, 必须外显地要求被试将刺激保持在工作记忆之中才能产生基于特征值匹配的自动注意引导效应, 否则, 如果没有外显记忆要求的话, 被试仅仅对刺激进行知觉加工(内隐记忆)不会产生自动的注意引导效应(Downing, 2000; Soto, Heinke, Humphreys, & Blanco, 2005; Olivers, Meijer, & Theeuwes, 2006; Soto & Humphreys, 2007; Pan & Soto, 2010)。与此相反, 基于维度匹配的注意引导效应似乎并不要求维度信息一定要积极保持在工作记忆中。Pan 等人(2009)在实验二中将记忆测试放在注意测试之前, 以排除工作记忆对注意任务的影响, 结果发现先前加工过的维度信息也能够自动引导注意选择视场中与之匹配的特征维度, 说明保持在内隐记忆中的维度信息也可以自动引导视觉注意, 尽管这种基于内隐记忆的效应要小于基于工作记忆的效应。这些研究提示我们, 特征维度比特征值更难被忽视, 维度信息一旦得到加工, 不管它保存在外显记忆(工作记忆)还是内隐记忆中, 都会自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度。

然而, 迄今为止, 关于记忆中的维度信息对视觉注意的自动引导作用的研究还非常少见, 而且已往研究仅局限于视觉记忆中的维度信息对视觉注意的影响, 要求被试记忆的刺激材料是以视觉形式呈现的非言语刺激, 这使得记忆与注意之间的维度匹配关系仍然是一种较为具体的“视觉匹配”(Pan, Xu, & Soto, 2009)。然而, 人类不同于动物的本质特征之一是人类拥有抽象的语言符号系统, 言语活动在人类生活中起着非常重要的作用。因此, 一个很自然的问题是, 当记忆材料是言语刺激时, 外显和内隐言语记忆中的抽象维度信息对基于维度的视觉注意会有何影响? 此时, 记忆与注意之间更为抽象的维度匹配关系是否能够自动引导视觉注意?

如果答案是肯定的,那么相对于视觉记忆中的维度信息对视觉注意的影响具有很强的自动性而言,言语记忆中的维度信息对视觉注意的影响是否会因为言语记忆与视觉注意之间匹配关系的抽象性和间接性而变弱?亦即言语记忆中的抽象维度信息对视觉注意的自动引导作用是否会受到某些因素的调节呢?

2 实验一:外显言语记忆中维度信息对视觉注意的自动引导作用

实验一考察当刺激材料以言语形式进行编码并存储在工作记忆(外显记忆)中时,注意是否能自动选择视场中与当前言语工作记忆中积极保持的维度信息相匹配的视觉维度?实验采用类似于 Pan 等人(2009)的双任务范式,要求被试在言语工作记忆的保持阶段判断两个同时呈现的物体的颜色或形状是否相同,并且同时呈现的两个物体的颜色和形状所引起的反应永远都是不一致的。由于同时呈现的两个物体的两个维度所引起的反应是不一致的,被试需要有选择地注意任务相关维度而尽量忽视无关维度。若言语工作记忆中的维度信息能自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度,那么当工作记忆任务的相关维度与注意任务的无关维度相同时,被试将会很难忽视注意任务的无关维度而导致注意任务绩效下降。换句话说,如果言语工作记忆中的维度信息可以自动引导视觉注意的话,那么工作记忆任务相关维度与注意任务相关维度不一致条件下的注意任务反应时要显著慢于两者一致条件下的反应时,即出现一致性效应(congruency effect)。

2.1 方法

2.1.1 被试 12 名在校学生(6 名男生和 6 名女生)参加了本次实验,年龄在 18~25 岁之间,所有被试

均报告视力或矫正视力正常,无色盲或色弱,右利手且以前没有参加过类似实验。

2.1.2 仪器和材料 实验程序用 Presentation 软件(0.71 版)编制,实验由一台 Pentium IV 2.4 GHz 计算机控制,刺激呈现在 17 英寸彩色 CRT 显示器上,屏幕分辨率为 1024×768 pixels,刷新率为 85 Hz。被试眼睛距离屏幕中心约 57 cm。记忆材料是描述颜色或形状的中文单词,描述颜色的单词有“红色”、“绿色”、“蓝色”、“黄色”和“青色”,描述形状的单词有“圆形”、“菱形”、“梯形”、“扇形”和“矩形”。每个单词的大小约为 $2.2^\circ \times 1^\circ$ 。注意任务所涉及的刺激物为彩色几何图形,其填充颜色可能是红(RGB: 214, 13, 30)、绿(RGB: 0, 160, 78)、黄(RGB: 168, 162, 38)、蓝(RGB: 0, 11, 247)或青(RGB: 70, 138, 180),其形状可能为圆形($3^\circ \times 3^\circ$)、三角形($2.6^\circ \times 2.1^\circ$)、菱形($3^\circ \times 3^\circ$)、五边形($2.7^\circ \times 2.7^\circ$)或六边形($3^\circ \times 2.5^\circ$)。因此,实验所涉及的彩色图形共有 $5 \times 5 = 25$ 个。注视点为白色“+”,其大小为 $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ 。所有刺激均呈现在灰色背景上。

2.1.3 实验设计与过程 实验采用 2(单词所属维度:颜色或形状)×2(注意任务相关维度:颜色或形状)被试内设计。被试按空格键开始每一次试验(trial),单次试验流程见图 1。首先在屏幕中央呈现注视点 500ms,注视点消失后在屏幕中央呈现一个中文单词(记忆项)1000ms,要求被试记住该单词所描述的颜色(或形状),并同时小声读出该单词,以保证被试确实将相关信息保持在工作记忆中(Soto & Humphreys, 2007)。延迟 4000ms 后在屏幕中心左右两侧同时呈现两个彩色图形,两物体之间的中心距离约为 6° ,此时要求被试在保证正确的前提下尽快判断两个物体的颜色(或形状)是否相同,如果相同则按鼠标左键,否则按鼠标右键,两个物体直到被试做出按键反应后才会消失。接着经过 500ms

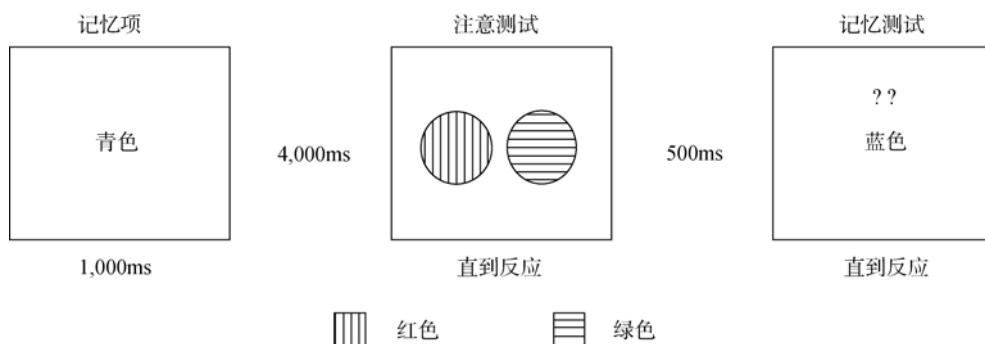


图 1 实验一中的试验程序和刺激示例

的延迟之后在屏幕中央呈现一个中文单词(记忆测试项), 并且在其正上方同时呈现两个黑色问号“??”, 以提示被试判断该单词所描述的颜色(或形状)是否与记忆项所描述的颜色(或形状)相同, 如果相同则按鼠标左键, 否则按鼠标右键, 并且告诉被试要尽量判断正确, 但对反应速度没有要求, 记忆测试项也是直到被试做出按键反应后才会消失。

每次试验中注意任务所涉及的两个物体的颜色和形状所引发的反应都是不一致的(在一半试验中两个物体的颜色相同但形状不同, 在另一半试验中两者颜色不同但形状相同), 并且每次试验中这两个物体在颜色与形状上都与记忆项所描述的颜色或形状是不同的, 以避免言语工作记忆中具体特征值对视觉注意的影响。在 50%试验中记忆项所属维度与注意任务相关维度是相同的(描述颜色的单词-注意颜色、描述形状的单词-注意形状各占一半), 而在另外 50%试验中记忆项所属维度与注意任务相关维度是不同的(描述颜色的单词-注意形状、描述形状的单词-注意颜色各占一半)。另外, 整个实验中有 50%试验中记忆测试项与记忆项是相同的, 而在另外 50%试验中两者不同。

根据单词所属维度(颜色或形状)与注意任务的相关维度(颜色或形状)将正式实验分为 4 个 blocks: (1)颜色-形状, (2)颜色-颜色, (3)形状-颜色, 和(4)形状-形状。每个 block 包含 30 次试验。每个 block 开始之前都会在屏幕上呈现指导语以告知被试在这个 block 内单词所属维度与注意任务相关维度。各 block 之间的顺序在被试间做了平衡。每个被试在正式实验前先接受 20 次练习试验以熟悉任务要求, 整个实验约需 25min, 期间被试可稍作休息。

2.2 结果与分析

注意任务的平均错误率为 3%, 记忆任务的平均错误率为 2.9%, 各处理条件下的注意任务和记忆任务错误率见表 1。对注意任务错误率和记忆任务错误率分别进行 2(单词所属维度: 颜色或形状) $\times$ 2(注意任务相关维度: 颜色或形状)重复测量方差分析没有发现任何效应达到统计显著性, $F_s < 3.09$, $ps > 0.107$ 。

表 1 实验一中各处理条件下注意任务与记忆任务错误率

单词所属维度	注意任务错误率		记忆任务错误率	
	注意颜色	注意形状	注意颜色	注意形状
颜色	3.6%	1.1%	1.4%	3.9%
形状	1.7%	2.2%	2.5%	2.8%

对注意任务反应时的分析仅包括注意任务与记忆任务都正确反应的试验数据, 各处理条件下的平均正确反应时见图 2。2(单词所属维度: 颜色或形状) $\times$ 2(注意任务相关维度: 颜色或形状)重复测量方差分析结果显示, 单词所属维度的主效应没有达到统计显著性, $F(1,11) = 2.56$, $p = 0.138$, $\eta^2 = 0.189$; 注意任务相关维度的主效应达到统计显著性, $F(1,11) = 8.71$, $p = 0.013$, $\eta^2 = 0.442$, 被试对物体颜色的判断($M = 691\text{ms}$)明显快于对物体形状的判断($M = 743\text{ms}$), 即出现颜色优势效应; 更为重要的是, 两自变量之间的交互效应也达到了统计显著性, $F(1,11) = 6.44$, $p = 0.028$, $\eta^2 = 0.369$ 。当注意任务的相关维度为颜色时, 记忆描述物体形状单词的试验(不一致试验)中的注意任务反应时($M = 734\text{ms}$)要显著慢于记忆描述物体颜色单词的试验(一致性试验)中的注意任务反应时($M = 649\text{ms}$), $t(11) = 2.74$, $p = 0.019$; 当注意任务的相关维度为形状时, 记忆描述物体颜色单词的试验(不一致试验)中的注意任务反应时($M = 755\text{ms}$)也慢于记忆描述物体形状单词的试验(一致性试验)中的注意任务反应时($M = 731\text{ms}$), 但这个差异没有达到统计显著性, $t(11) = 0.91$, $p = 0.381$ 。

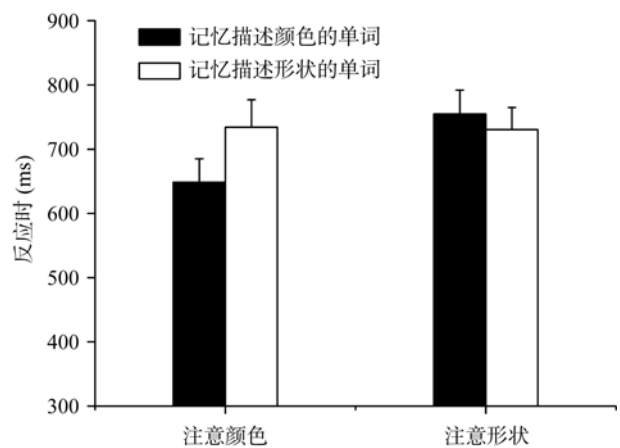


图 2 实验一中各处理条件下注意任务的平均正确反应时及其标准误

注意任务相关维度为颜色时所表现出来的显著一致性效应说明, 保持在言语工作记忆中的抽象维度信息自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度, 而不管该维度是否为当前注意任务的相关维度。具体而言, 当注意任务相关维度为颜色时, 在不一致试验中言语工作记忆中的形状维度引导注意优先选择注意任务的形状维度, 在一致性试验

中言语工作记忆中的颜色维度引导注意优先选择注意任务的颜色维度,由于此时注意任务的相关维度是颜色,从而导致不一致试验中的注意任务反应时大于一致性试验中的注意任务反应时。然而,当注意任务相关维度为形状时却并没有表现出显著的一致性效应,说明言语工作记忆中的维度信息对视觉注意的自动引导作用并不非常强,它能够受到某些因素的调节而减弱(见讨论)。

3 实验二:内隐言语记忆中维度信息对视觉注意的自动引导作用

实验一结果表明,当明确要求被试记忆言语刺激时,保持在工作记忆中的维度信息能够自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度。然而这种基于维度的注意引导作用是否必须要求维度信息积极保持在工作记忆中?也就是说,如果被试对言语刺激仅仅进行知觉加工而并没有保持在外显记忆中,此时言语维度信息应该保持在内隐记忆之中,那么这种保持在内隐言语记忆中的抽象维度信息是否也能够自动引导视觉注意?

3.1 方法

3.1.1 被试 9名在校学生(4名男生和5名女生)参加了本次实验,年龄在18~25岁之间,所有被试均报告视力或矫正视力正常,无色盲或色弱,右利手且以前没有参加过类似实验。

3.1.2 仪器和材料 同实验一,并且描述颜色和形状的中文单词各增加一个,分别是“白色”和“方形”。

3.1.3 实验设计与过程 基本同实验一,但在实验二中没有工作记忆任务,而采用 go/no-go 程序以使得被试对言语刺激仅仅进行知觉加工而无外显记忆加工。每次试验开始时呈现一个描述颜色或形状的中文单词,告知被试实验只涉及一个注意任务,对中文单词不要求记忆也不要求读出,但若出现“白色”或“方形”时不要对注意任务进行按键反应,以等待注意任务呈现3s后自动消失。当被试对注意任务做按键反应后或注意任务呈现时间超过3s后单次试验结束,被试按空格键开始下一次试验。

根据单词所属维度(颜色或形状)与注意任务的相关维度(颜色或形状)将正式实验分为4个 blocks: (1)颜色-形状, (2)颜色-颜色, (3)形状-颜色, 和(4)形状-形状。每个 block 包含40次试验,其中25%为 no-go 试验。每个 block 开始之前都会在屏幕上呈现指导语以告知被试在这个 block 内注意任务的相

关维度。各 block 之间的顺序在被试间做了平衡。每个被试在正式实验前先接受20次练习试验以熟悉任务要求,整个实验约需20min,期间被试可稍作休息。

3.2 结果与分析

被试能够按照指导语恰当地完成实验任务,在各处理条件下当出现“白色”或“方形”单词时被试都能够按要求停止按键反应。注意任务的平均错误率为1%,各处理条件下的注意任务错误率见表2。对注意任务错误率进行2(单词所属维度:颜色或形状)×2(注意任务相关维度:颜色或形状)重复测量方差分析,没有发现任何效应达到统计显著性, $F_s < 2.74$, $p_s > 0.142$ 。

表2 实验二中各处理条件下注意任务错误率

单词所属维度	注意颜色	注意形状
颜色	0.4%	2.1%
形状	1.3%	0.4%

对注意任务反应时的分析仅包括正确反应的试验数据,各处理条件下的平均正确反应时见图3。2(单词所属维度:颜色或形状)×2(注意任务相关维度:颜色或形状)重复测量方差分析结果显示,单词所属维度的主效应没有达到统计显著性, $F(1,8) = 2.99$, $p = 0.122$, $\eta^2 = 0.272$; 注意任务相关维度的主效应达到统计显著性, $F(1,8) = 33.34$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.806$, 被试对物体颜色的判断($M = 606\text{ms}$)明显快于对物体形状的判断($M = 685\text{ms}$); 两自变量之间的交互效应也达到了统计显著性, $F(1,8) = 10.27$, $p = 0.013$, $\eta^2 = 0.562$ 。当注意任务的相关维度是颜色时,在涉及描述物体形状单词的试验(不一致试验)中的注意任务反应时($M = 633\text{ms}$)要显著慢于涉及描述物体颜色单词的试验(一致性试验)中的注意任务反应时($M = 579\text{ms}$), $t(8) = 2.49$, $p = 0.038$; 而当注意任务的相关维度为形状时,涉及描述物体颜色单词的试验(不一致试验)中的注意任务反应时($M = 684\text{ms}$)与涉及描述物体形状单词的试验(一致性试验)中的注意任务反应时($M = 686\text{ms}$)基本相同, $t(8) = 0.15$, $p = 0.887$ 。与实验一结果类似,注意任务相关维度为颜色时所表现出来的显著一致性效应说明,保持在内隐言语记忆中的抽象维度信息可以自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度,而不管该维度是否为当前注意任务的相关维度。然而,当注意任务相关维度为形状时却并

没有发现这种基于维度的自动注意引导效应, 说明内隐言语记忆中的维度信息对视觉注意的自动引导作用能够受到某些因素的调节而消失(见讨论)。

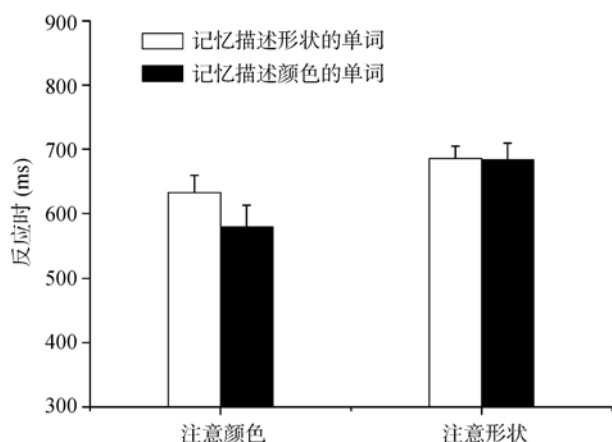


图3 实验二中各处理条件下注意任务的平均正确反应时及其标准误

由于两个实验中注意任务相关维度为形状时均没有明显的一致性效应, 在此仅比较了两个实验中注意任务相关维度为颜色时的一致性效应。2(实验一 Vs. 实验二) × 2(不一致试验 Vs. 一致性试验)混合方差分析结果显示无显著的交互效应($F < 1$), 这表明尽管实验一中的一致性效应(85ms)大于实验二中的一致性效应(54ms), 但是这种差异并没有达到统计显著性, 说明工作记忆并不是基于维度的自动注意引导的必要条件。

4 讨论

本研究共进行了两个实验, 分别考察了外显言语记忆(言语工作记忆)和内隐言语记忆(言语知觉)对基于维度的视觉选择的影响。实验一要求被试在言语工作记忆的保持阶段完成一个注意任务, 结果发现当注意任务相关维度和记忆任务相关维度不同(不一致试验)时的注意任务反应时要显著慢于两者相同(一致性试验)时的注意任务反应时, 这种一致性效应表明言语工作记忆中的抽象维度信息可以自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度。这也进一步扩展了已往相关研究, 说明工作记忆对视觉注意的自动引导作用不仅可以基于具体的匹配关系(Soto, Heinke, Humphreys, & Blanco, 2005; Soto, Humphreys, & Heinke, 2006a; Soto & Humphreys, 2006; 张豹, 金志成, 陈彩琦, 2008; Pan & Soto, 2010; Pan, 2010), 也可以基于抽象的匹

配关系(Moore, Laiti, & Chelazzi, 2003; Moore, & Maxwell, 2008; Huang & Pashler, 2007; Soto & Humphreys, 2007; Pan, Xu, & Soto, 2009)。实验二通过 go/no-go 任务使得被试对言语刺激仅进行知觉加工而无外显记忆加工, 结果也发现了显著的一致性效应, 说明保持在内隐言语记忆中的维度信息也可以自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度。此外, 本研究结果不可能是基于特征值匹配产生的, 因为每次试验中注意任务所涉及的两个物体永远都不包含单词所描述的特征值。结合 Pan 等人(2009)研究结果可以发现, 无论外显/内隐记忆中的维度信息是视觉编码还是言语编码, 它都可以自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度, 而不管该维度是否为当前注意任务的相关维度。然而, 与 Pan 等人(2009)发现将视觉编码的维度信息积极保持在工作记忆中可以增强其对注意的自动引导作用不同, 本研究发现将言语编码的维度信息积极保持在工作记忆中并不能显著增强其对注意的自动引导作用, 说明言语记忆中的维度信息对视觉选择性注意的影响可能并不受工作记忆的调节。

需要特别提出的是, 实验一中当注意任务的相关维度是形状时, 尽管记忆描述颜色特征的单词的试验中的注意任务反应时慢于记忆描述形状特征的单词的试验中的反应时, 但是这种差异并没有达到统计显著性。笔者认为这可能与注意任务的颜色优势效应有关。所谓颜色优势效应是指, 当只要求被试判断两个物体的颜色或形状是否相同而没有记忆负荷时, 被试判断颜色的反应时($M=609\text{ms}$)要明显快于判断形状的反应时($M=708\text{ms}$; $p=0.002$)。这种颜色优势效应是一种自下而上的刺激驱动过程, 表明物体的颜色维度更为显著(salient)而优先捕获视觉注意。因此, 当注意任务相关维度为形状时, 被试需要努力控制颜色维度所引发的选择反应, 可能正是这种较强的认知控制减弱了言语工作记忆中维度信息对注意的自动引导作用, 从而使得一致性效应变得不明显了。而当注意任务相关维度为颜色时, 由于形状维度没有颜色维度那么显著, 被试不需要花很大的努力去控制形状维度所引发的选择反应, 从而为观察一致性效应提供了理想条件。尽管本研究没有直接检验这种可能性, 但是有证据表明, 较强的认知控制确实会使得工作记忆对视觉注意的自动引导作用减弱甚至消失(Han & Kim, 2009; Belke, Humphreys, Watson, Meyer, & Telling, 2008; Soto, Humphreys, & Heinke, 2006b;

Pan & Soto, 2010)。因此, 有理由相信, 当注意任务的无关维度是颜色时, 为克服颜色优势效应而产生的强认知控制使得外显和内隐言语记忆中的维度信息对视觉注意的引导作用消失了。

同 Pan 等人(2009)的实验一结果相比较, 可以发现言语记忆中的维度信息对视觉注意的自动引导作用要明显小于视觉记忆中的维度信息对注意的自动引导作用。在视觉记忆条件下, 无论注意任务的相关维度是形状还是颜色, 都出现了非常显著的一致性效应; 而在言语记忆条件下, 只有当注意任务的相关维度是颜色时, 才观察到了明显的一致性效应。这可能是由于在 Pan 等人(2009)中记忆任务相关维度与注意任务相关维度都是物体的视觉维度, 两者之间的联系较为具体和直接, 而在本实验中记忆任务相关维度是言语表征, 而注意任务所涉及的维度是视觉表征, 两者之间的联系更为抽象和间接。这表明, 与记忆中的视觉维度相比, 尽管记忆中以言语形式编码的维度信息也可以自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度, 但是这种基于抽象匹配关系的自动注意引导作用要明显变弱。

本研究也为 Müller 及其同事提出的维度权重理论(dimension-weighting account; Müller, Heller, & Ziegler, 1995; Found & Müller, 1996)提供了进一步的证据支持。他们采用单特征目标(singleton feature targets)视觉搜索任务, 并且目标特征在试验间随机变化。实验结果显示, 若某一试验中的目标特征维度与其前一个试验中的目标特征维度不同的话(维度间搜索, cross-dimension search), 那么对该试验中的目标觉察反应会明显变慢; 然而, 当目标的特征维度不变而仅仅是特征值发生改变的时候(维度内搜索, within-dimension search), 却没有发现类似的搜索绩效下降的现象。Müller 及其同事引用维度权重这个概念来解释上述实验结果, 认为目标觉察是通过增加对某个特定的维度而不是特征值的注意权重(attentional weight)来实现的, 先前加工过的特征维度会被赋予更多的注意权重, 因此当目标特征维度发生变化时注意需要从先前的目标特征维度转换到当前的目标特征维度, 从而导致觉察反应变慢。与此观点一致, 本研究结果说明, 先前加工过并保存在外显/内隐记忆中的抽象维度被赋予更多的注意权重, 从而使得视场中与之匹配的视觉维度被优先选择, 因此注意维度与记忆维度一致时的注意任务反应时会快于两者不一致时的注意任务

反应时。

Müller, Krummenacher 和 Heller (2004) 研究发现维度权重能够被自上而下的过程所调节, 他们采用经典的单特征目标视觉搜索范式, 目标特征在试验间随机变化。该任务范式的典型结果是: 与目标特征维度在试验间不断变化的情况相比, 目标特征维度在不同试验间保持相同条件下的搜索反应时明显加快, 即出现维度启动效应(dimensional priming effect; Found & Müller, 1996)。Müller 等人(2004)研究结果显示, 当明确要求被试每次试验中在搜索任务完成后记住该试验的目标特征维度以完成接下来的记忆测验时, 维度启动效应显著增加, 表明对目标特征维度的外显记忆会增加对该维度的注意权重, 从而导致在视觉搜索中该维度优先获得注意偏向。然而, 在 Müller 等人的研究中由于目标特征维度在不同试验间随机变化, 被试在每次试验开始前并不知道目标特征维度是什么, 从而导致实验结果可能更多地反映了试验间的维度转换代价(cost of dimensional switching)。而在本研究的实验一中被试被明确告知每次试验的注意任务相关维度, 并且在注意测试开始之前被试有充足的时间(4000ms)以提前准备注意任务相关维度, 从而最大限度地降低了维度转换对实验结果的影响。然而, 尽管如此, 被试仍然不能够忽视保存在言语工作记忆中的特征维度, 表现为注意任务相关维度与单词所属维度不同情况下的注意判断反应时明显慢于两者相同情况下的反应时, 这表明言语工作记忆中的特征维度对视觉注意的自动引导作用。

然而, 值得特别提出的是, 尽管本研究所采用的实验设计最大程度地降低了维度转换代价, 但这并不意味着维度转换代价被彻底消除。Müller, Reimann 和 Krummenacher (2003) 采用经典的单特征目标视觉搜索任务范式, 但是, 与他们之前的研究不同的是, 在每次试验开始前用单词线索提示被试该试验中的目标特征维度。他们的实验二结果显示, 尽管线索有效性达到 100%, 线索提示只能减少维度转换代价, 但却不能彻底消除转换代价, 即仍然存在残余的维度转换代价。与此类似, 在本研究的实验二中, 尽管被试通过指导语明确知道每次试验中的注意任务相关维度, 并且有充足的时间提前准备注意任务相关维度, 结果仍然出现了显著的一致性效应, 而这种一致性效应可以被看作为残余的维度转换代价。由于实验二中对被试没有外显记忆要求, 我认为这种残余的维度转换代价反映了一

种自下而上的维度启动效应,其实质是保存在内隐记忆中的被赋予更多注意权重的特征维度对视觉注意的自动引导作用。由于内隐记忆不受自上而下认知过程的影响,对注意任务相关维度的提前准备和期待并不能完全消除内隐记忆中的特征维度先前所被赋予的注意权重。因此,当注意任务相关维度与内隐记忆维度不一致时,由于内隐记忆维度的自动注意引导作用使得注意需要从内隐记忆维度转移到注意任务相关维度,从而导致残余的维度转换代价。然而,与实验一结果相比,这种基于内隐记忆的自动注意引导效应要小于基于工作记忆的自动注意引导效应,这表明,正如 Müller 等人(2003)所说,维度权重的设置过程既包含自上而下的成分(外显记忆)也包含自下而上的成分(内隐记忆)。综合本研究的两个实验结果,先前经过言语编码的特征维度,不管它当前是保持在外显记忆还是内隐记忆之中,都会被赋予更多的注意权重,从而使得视场中与之匹配的视觉维度优先获得注意偏向。与此不同,言语编码的特征值只有被积极保持在工作记忆中时才会自动引导视觉注意,当没有外显记忆要求时无关特征值并不会影响视觉注意(Soto & Humphreys, 2007)。因此,一旦得到知觉加工,抽象的特征维度将比具体的特征值更难以被忽视。

5 小结

本研究进一步加深了我们对于言语记忆与视觉注意之间的交互作用的理解。先前研究发现保持在言语记忆中的特征值信息能够引导注意选择视场中与之匹配的视觉特征(Potter, 1975),并且这种注意引导效应在一定条件下还能够表现出较强的自动性,即当物体的特征值信息保持在言语工作记忆中时,即使它与当前注意任务无关,它也会自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉特征(Soto & Humphreys, 2007)。在此基础上,本研究进一步发现外显和内隐言语记忆中的抽象维度信息能够自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉维度,而不管该维度是否为当前注意任务的相关维度。然而,相对于视觉记忆中的维度信息对视觉注意的引导作用具有很强的自动性而言(Pan, Xu, & Soto, 2009),言语记忆中的维度信息对视觉注意的引导作用容易受到某些因素的调节而降低甚至消失。

致谢: 本文得益于三位匿名审稿人所提出的建设性意见,作者在此向他们表示感谢!

参 考 文 献

- Belke, E., Humphreys, G. W., Watson, D. G., Meyer, A. S., & Telling, A. L. (2008). Top-down effects of semantic knowledge in visual search are modulated by cognitive but not perceptual load. *Perception & Psychophysics*, 70, 1444–1458.
- Cave, C. B., Bost, P. R., & Cobb, R. E. (1996). Effects of color and pattern on implicit and explicit picture memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 22, 639–653.
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 193–222.
- Downing, P. E. (2000). Interactions between visual working memory and selective attention. *Psychological Science*, 11, 467–473.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96, 433–458.
- Found, A., & Müller, H. J. (1996). Searching for unknown feature targets on more than one dimension: Investigating a “dimension-weighting” account. *Perception & Psychophysics*, 58, 88–101.
- Han, S. W., & Kim, M.-S. (2009). Do the contents of working memory capture attention? Yes, but cognitive control matters. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35, 1292–1302.
- Hodsoll, J., & Humphreys, G. W. (2001). Driving attention with the top down: The relative contribution of target templates to the linear separability effect in the size dimension. *Perception & Psychophysics*, 63, 918–926.
- Huang, L., & Pashler, H. (2007). Working memory and the guidance of visual attention: Consonance-driven orienting. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 148–153.
- LaBar, K. S., Gitelman, D. R., Parrish, T. B., & Mesulam, M. M. (1999). Neuroanatomic overlap of working memory and spatial attention networks: A functional MRI comparison within subjects. *NeuroImage*, 10, 695–704.
- Moores, E., Laiti, L., & Chelazzi, L. (2003). Associative knowledge controls deployment of visual selective attention. *Nature Neuroscience*, 6, 182–189.
- Moores, E., & Maxwell, J. P. (2008). The role of prior exposure in the capture of attention by items in working memory. *Visual Cognition*, 16, 675–695.
- Müller, H. J., Heller, D., & Ziegler, J. (1995). Visual search for singleton feature targets within and across feature discriminations. *Perception & Psychophysics*, 57, 1–17.
- Müller, H. J., Krummenacher, J., & Heller, D. (2004). Dimension-specific intertrial facilitation in visual search for pop-out targets: Evidence for a top-down modifiable visual short-term memory effect. *Visual Cognition*, 11, 577–602.
- Müller, H. J., Reimann, B., & Krummenacher, J. (2003). Visual search for singleton feature targets across dimensions: Stimulus- and expectancy-driven effects in dimensional weighting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 1021–1035.
- Olivers, C. N. L. (2008). Interactions between visual working memory and visual attention. *Frontiers in Bioscience*, 13, 1182–1191.
- Olivers, C. N. L., Meijer, F., & Theeuwes, J. (2006). Feature-based memory-driven attentional capture: Visual

- working memory content affects visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 1243–1265.
- Pan, Y. (2010). Content-based working memory-driven visual attention. *Advances in Psychological Science*, 18, 210–219.
- [潘毅. (2010). 基于工作记忆内容的视觉注意. *心理科学进展*, 18, 210–219.]
- Pan, Y. (2010). Attentional capture by working memory contents. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 64, 124–128.
- Pan, Y., & Soto, D. (2010). The modulation of perceptual selection by working memory is dependent on the focus of spatial attention. *Vision Research*, 50, 1437–1444.
- Pan, Y., Xu, B-H, & Hu, X-K. (2007). The role of visual working memory in visual search. *Advances in Psychological Science*, 15, 754–760.
- [潘毅, 许百华, 胡信奎. (2007). 视觉工作记忆在视觉搜索中的作用. *心理科学进展*, 15, 754–760.]
- Pan, Y., Xu, B., & Soto, D. (2009). Dimension-based working memory-driven capture of visual selection. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1123–1131.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3–25.
- Potter, M. C. (1975). Meaning in visual search. *Science*, 187, 965–966.
- Ruz, M., & Lupianez, J. (2002). A review of attentional capture: On its automaticity and sensitivity to endogenous control. *Psicologica*, 23, 283–309.
- Soto, D., Heinke, D., Humphreys, G. W., & Blanco, M. J. (2005). Early, involuntary top-down guidance of attention from working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 248–261.
- Soto, D., Hodsoll, J., Rotshtein, P., & Humphreys, G. W. (2008). Automatic guidance of attention from working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 342–348.
- Soto, D., & Humphreys, G. W. (2006). Seeing the content of the mind: Enhanced awareness through working memory in patients with visual extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 103, 4789–4792.
- Soto, D., & Humphreys, G. W. (2007). Automatic guidance of visual attention from verbal working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 730–737.
- Soto, D., Humphreys, G. W., & Heinke, D. (2006a). Working memory can guide pop-out search. *Vision Research*, 46, 1010–1018.
- Soto, D., Humphreys, G. W., & Heinke, D. (2006b). Dividing the mind: The necessary role of the frontal lobes in separating memory from search. *Neuropsychologia*, 44, 1282–1289.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51, 599–606.
- Yantis, S. (1993). Stimulus-driven attentional capture. *Current Directions in Psychological Science*, 2, 156–161.
- Zhang, B., Jin, Z-C., & Chen, C-Q. (2008). Visual working memory modulates attentional orienting at preattention stage. *Acta Psychologica Sinica*, 40, 552–561.
- [张豹, 金志成, 陈彩琦. (2008). 视觉工作记忆对前注意阶段注意定向的调节. *心理学报*, 40, 552–561.]
- Zhang, M., & Zhang, Y. (2007). The relationship between working memory and selective attention. *Advances in Psychological Science*, 15, 8–15.
- [张明, 张阳. (2007). 工作记忆与选择性注意的交互关系. *心理科学进展*, 15, 8–15.]

Effects of Verbal Memory on Visual Selection: Dimension-based Automatic Guidance of Attention

PAN Yi

(Department of Psychology, Hangzhou Normal University, Hangzhou 310036, China)

Abstract

According to the biased competition model of Desimone and Duncan (1995), the contents of working memory (WM) may be crucial to resolve the competition for selection amongst different stimuli in the visual scene. Feedback from the item maintained in WM can strengthen the matching representation in early visual cortex, allowing it to win the competition for selection against the other non-matching representations. Previous studies have shown clear evidence that visual WM can automatically guide attention in some conditions, which can be established on both feature-based (e.g., Soto, Heinke, Humphreys, & Blanco, 2005) and dimension-based (e.g., Pan, Xu, & Soto, 2009) matching between memory and attention tasks. Moreover, Soto and Humphreys (2007) demonstrated that when the memory item was verbally represented, the feature-based effect could occur only when there were explicit memory requirements for observers. In other words, implicit verbal memory was not sufficient to automatically bias attention in favor of feature-matching stimuli in the field. In the current study, the author assessed the effects of explicit / implicit verbal memory on dimension-based visual selection. Here,

the questions to be tested were that (1) whether the dimensional information held in verbal WM could guide attention to select the matching dimension of objects in the visual scene? and (2) if the answer was yes, then whether explicit memory of verbal stimuli was necessary for this dimension-based effect?

The present study included two experiments. Experiment 1 explored the effect of explicit verbal memory on visual selection. Twelve naive students participated for cash compensation, and all of them reported having normal or corrected-to-normal visual acuity and normal color vision. All participants were right-handed. The experiment was programmed using Presentation (Version 0.71), and was run on a Pentium IV computer with a 17-inch color monitor. Participants were asked to discriminate whether the colors (or the shapes) of the two objects simultaneously presented to the left and right sides of the screen (separated by approximately 6° from center to center) were the same or different during the retention interval of the verbal WM task. Experiment 2 was designed to explore the effect of implicit verbal memory on visual selection, and its method was very similar to that used in Experiment 1, except that a new group of nine volunteers participated. Here, a go/no-go procedure was used to make participants encode verbal stimuli into implicit memory system. Participants were instructed to withhold the response in the attention task on 25% of trials where a Chinese word referring to either “white” or “square” appeared.

The results showed a significant dimensional congruency effect in both Experiments 1 and 2. That is, regardless of whether verbal memory was explicit or implicit, response times in the color attention task on incongruent trials (i.e., the relevant dimensions of verbal memory and attention tasks were different) were reliably slower than on congruent trials. Moreover, though the size of congruency effect in Experiment 1 was a bit larger than in Experiment 2, this difference did not approach significance. However, there was no dimensional congruency effect when the relevant dimension of the attention task was shape, suggesting that the effect of dimension-based guidance of attention from verbal memory was not very strong and thus could be modulated.

The present findings extend previous work that showed the automatic guidance of visual attention to the objects’ features that matched the particular feature value maintained in verbal WM (Soto & Humphreys, 2007). Here, the author demonstrated that visual selection was involuntarily biased to the objects’ features that matched the specific dimension held in explicit / implicit verbal memory. Moreover, the current results also suggest that feature dimensions may be more difficult to be ignored than feature values (Pan, Xu, & Soto, 2009). Once dimensional information is processed, regardless of whether it is maintained in explicit or implicit memory, it will automatically guide attention in favor of the matching visual dimension in the scene.

Key words verbal memory; feature dimension; visual selective attention; congruency effect