

# 视觉工作记忆更新操作过程独立于刺激类型\*

岳珍珠 周晓林

(北京大学脑科学与认知科学中心, 北京大学心理学系, 北京 100871)

**摘要** 采用 4×2 被试内设计和 2-back 视觉工作记忆更新任务, 探讨不同刺激类型对任务的影响, 并且分离更新任务中的操作与存储成分。结果发现, 字母、具体意义的汉字、抽象意义的汉字以及图片的更新任务成绩没有差异, 表明更新是一种程序化的认知过程, 独立于刺激类型; 不同材料的再认成绩存在差异, 字母的再认率低于其它三种材料, 汉字的再认率也略低于图片, 表明更新任务中的存储与更新操作是相互独立的过程, 在作业任务上可以产生分离。

**关键词** 视觉工作记忆, 记忆更新, 刺激类型, 2-back。

**分类号** B84

## 1 前言

记忆更新 (memory updating) 功能是根据新呈现的信息, 对工作记忆 (working memory, WM) 中的内容进行持续修正的能力<sup>[1]</sup>。一般认为它是中央执行系统的主要功能之一。更新功能要求对 WM 中的内容进行动态的操作: 对新进入 WM 中的信息进行监控和编码, 以使之与当前进行的任务相关; 然后再适当地修正 WM 中的项目, 用新的更为相关的信息来代替那些已经不再与当前任务有关的信息。概括来说, 不同的更新任务主要都包含两个成分: 更新操作和与任务相关信息的存储<sup>[2]</sup>。

以往研究发现工作记忆中, 当信息是通过听觉获得时, 呈现出与视觉相当不同的脑激活模式<sup>[3]</sup>。但在工作记忆更新任务中, 不同通道类型的刺激更新成绩是一样的<sup>[4]</sup>。在不同的通道 (视、听) 信息的更新过程激活了同样的脑区 (主要是左半球的背外侧前额皮层, 布洛卡区, 辅助运动区, 前运动区; 以及双侧顶叶皮层的上部和后部, 双侧的前扣带回; 以及右侧的小脑)。虽然在反应时上, 对视觉刺激的反应明显快于对听觉刺激的反应, 但在准确率上, 两者之间没有差别。这提示我们, 更新操作可能表现出与一般的工作记忆任务不同的模式, 即与刺激输入的通道无关。

虽然更新任务的操作可能独立于刺激输入的通道, 但在同一通道 (如视觉) 内部, 不同类型、不同性质的刺激材料是否具有相似的更新操作过程呢? 以往的许多研究发现, 人们对不同类型的刺激材料的记忆成绩是不一样的。Cavanaugh 发现, 不同材料的短时记忆容量按照数字、颜色、字母、字词、几何图形、随机图形、无意义音节依次下降<sup>[5]</sup>, 但对更新成绩、更新过程是否依不同材料的类型而有所差异, 目前几乎还没有研究。本研究将采用 N-back 范式, 考察 4 种实验材料 (英文辅音字母、抽象意义的汉语单字词、具体意义的汉语单字词、以及有意义并且可用汉语单字词命名的图片) 在视觉更新任务中是否存在作业成绩上的差异, 从而探讨视觉工作记忆中的更新操作是否受到材料性质的影响。

N-back 范式常用于考察记忆的更新能力。其中项目系列呈现, 被试要评估每个项目是否与 n 个项目之前的那一个相似或相关。这一任务一般包含编码、暂时保持和复述信息、系列顺序的追踪、更新和比较、以及运动反应等一系列过程。归纳起来, 它包含两种最主要的操作成分: 一个是要求被试在工作记忆中储存一个或多个项目, 项目数量取决于任务中 n 的值; 另一个是要求被试在每出现一个新项目时, 对工作记忆中的内容进行更新, 即删



务而在做更新任务时对项目进行有意记忆。

被试在实验之前更新任务的练习正确率达到 85% 以上, 方可进行正式实验。

### 3 实验结果

删除 1 名在更新任务中平均正确率低于 75% 的被试 (男), 最后共有 16 名被试的数据参与了最后的统计分析。不同条件下的作业成绩如表 1 所示。

表 1 被试完成更新任务及再认任务的平均成绩  
(其中反应时为中数)

材料类型	执行要求高				执行要求低			
	字母	具体字	抽象字	图	字母	具体字	抽象字	图
更新反应时 (ms)	936	897	916	891	976	915	966	912
更新正确率 (%)	90.8	92.7	91.6	91.4	96.7	96.8	97.7	95.8
再认正确率 (%)	64.8	68.5	73.4	82.6	58.1	74.7	71.1	72.4

对更新任务进行重复测量的方差分析, 其中有两个被试内因素: 执行要求 (刺激间间隔 1000ms, 2000ms) 和刺激类型 (字母, 具体的汉字, 抽象的汉字, 以及图片)。反应时数据表明, 执行要求的主效应显著,  $F(1,15) = 6.031, p < 0.05$ , 表现为被试反应时在执行要求高时 (910ms) 显著快于执行要求低时 (942ms)。刺激类型的主效应不显著,  $F(3,45) = 1.612, p > 0.1$ , 且与执行要求没有交互作用,  $F(3,45) = 0.753, p > 0.5$ 。这说明, 虽然在更新任务中对不同类型刺激的反应时在数值上有所不同, 但在本质上并没有绝对的差别。

更新任务正确率的模式表现出与反应时数据类似。执行要求的主效应显著,  $F(1,15) = 23.734, p < 0.001$ , 表现为被试反应的正确率在执行要求高时 (91.6%) 明显低于执行要求低时 (96.8%)。考虑到执行要求高低在反应时上的差异, 本研究表现出了反应时—正确率之间的权衡, 使得反应快时错误率也高。不同类型的刺激材料间没有差异,  $F(3,45) = 0.832, p > 0.4$ 。与执行要求也没有交互作用,  $F(3,45) = 0.13, p > 0.9$ 。

对再认任务中不同条件下的再认率 (正确反应的旧词—错误反应的新词) 进行重复测量的方差分析, 结果表明, 不同类型的材料间存在显著差异,  $F(3,45) = 17.557, p < 0.001$ 。进一步分析表明, 对字母的再认率 (61.5%) 明显低于对具体汉字 (71.6%)、抽象汉字 (72.3%) 和图片 (77.5%) 的再认率。两种汉字之间没有差异, 但它们都略低于

对图片的再认率。更新材料和执行要求间的交互作用显著,  $F(3,45) = 4.956, p < 0.01$ 。对二者间的交互作用做进一步的简单效应检验, 发现字母、具体汉字和抽象汉字 3 种材料的再认率在不同的执行要求下没有显著差异, 但图片的再认率在执行要求高时显著高于执行要求低时 ( $p < 0.01$ )。

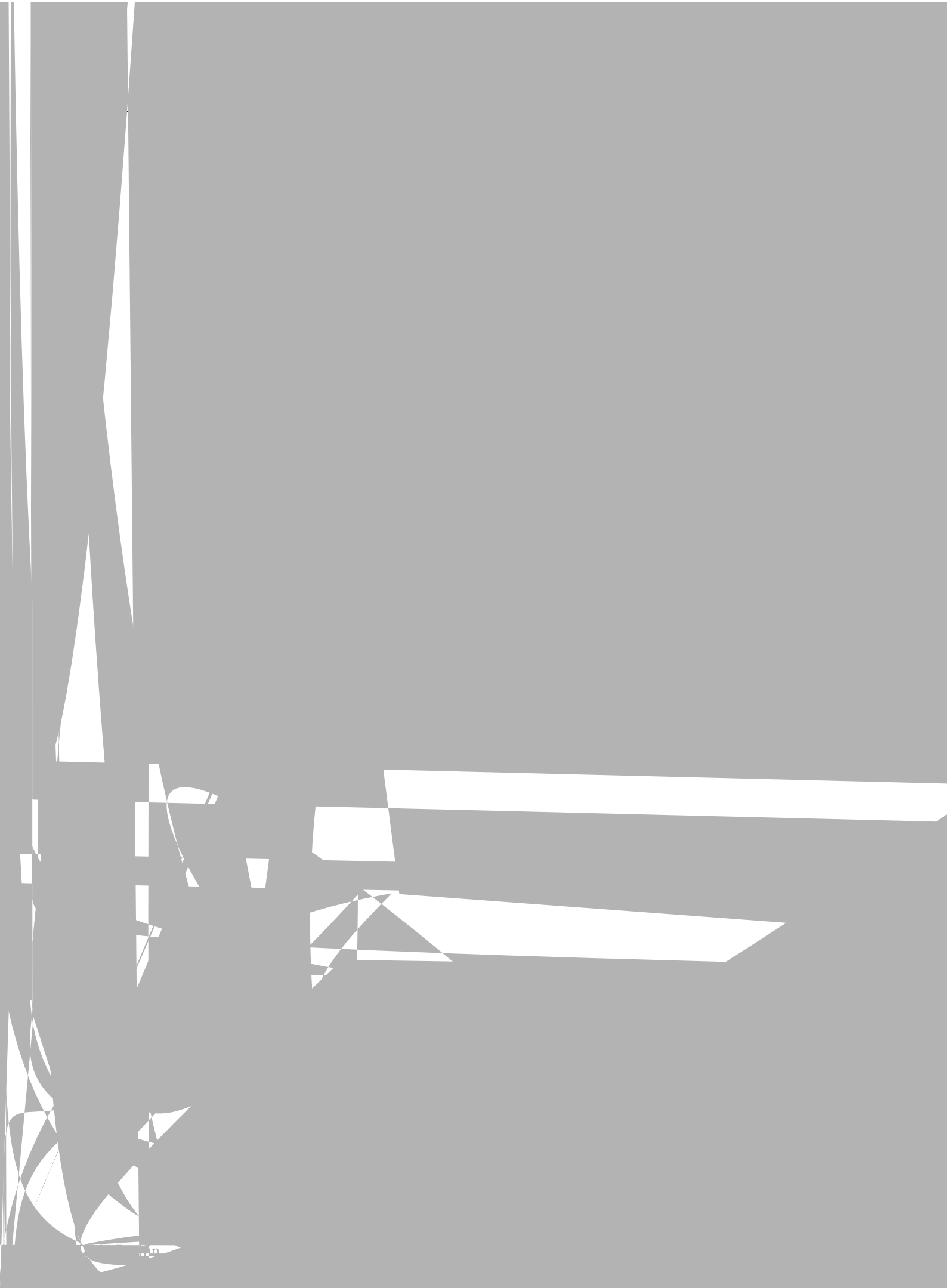
### 4 讨论

#### 4.1 不同类型材料的更新

视觉工作记忆系统对于人类的思维过程具有重要的作用, 但目前的已有研究一般都采用抽象刺激, 比如字母和数字 (如 Smith, 1996; Jonides, 1997) [61], 只有较少的研究采用了具体的词 (Clark, 2000) [12]。本研究中同时采用不同类型的视觉刺激材料, 除抽象的字母外, 还增加了具体意义的单字词, 抽象意义的单字词, 以及可用单字命名的实物图片, 发现材料之间在更新成绩上没有差异。这说明更新操作是一种程序化的认知过程, 独立于呈现的刺激类型。

本研究发现不同视觉刺激类型的更新操作没有差异, 那么其它类型的刺激, 包括任务类型、听觉通道内部等是否也表现出类似的模式? 更新过程功能上的一致性是否具有同样的神经基础? 有研究发现, 丘脑损害的病人在完成更新任务时, 相对于言语和空间的更新作业来说, 客体的更新成绩损害较少 [13], 这暗示着不同的更新任务可能具有不同的脑机制。Rama 等人采用不同情感的语音材料 (如生气、害怕、惊讶、责备的语调等), 完成从 0-back 到 2-back 3 个水平的更新任务, 结果发现一个在枕叶、顶叶, 以及额叶区域的分散性的神经网络参与不同情感的语音加工, 说明更新任务不一定只基于额叶, 可能随着采用的任务类型或刺激材料而有变化 [14]。Alexander 等人的研究也支持这一观点 [15]。他们采用 2-back 任务, 发现对语音 (voice) 和词 (word) 进行更新操作时, 二者涉及的神经系统是截然不同的。

早期的证据表明额叶和顶叶的激活与工作记忆中言语材料的保持和复述相关: 额下回以及与言语相关的区域用于复述, 而上顶皮层和后顶皮层与存储有关。本研究中采用不同视觉刺激材料, 尽管更新成绩在反应时和正确率上没有显著差异, 表现出功能层次上的一致性, 但它们是否使用相同的神经网络还有待于进一步的研究。



VISUAL WORKING MEMORY UPDATING AND MAINTENANCE: A COGNITIVE OPERATION INDEPENDENT OF STIMULUS TYPE

VISUAL WORKING MEMORY UPDATING AND MAINTENANCE: A COGNITIVE OPERATION INDEPENDENT OF STIMULUS TYPE

Xiaolin  
(Department of Psychology, Beijing University, Beijing 100871)

This study was to explore whether the processes in visual working memory updating and whether the manipulation and maintenance components in updating can be differentiated experimentally. A 4 × 2 within-subject design was used, in which participants were given a visual 2-back task, followed by a recognition task in each trial. The four conditions were Chinese characters with concrete meaning, Chinese characters with abstract meaning, object pictures, and object pictures with no significant difference found in the recognition performance. In contrast, for the maintenance components, the recognition performance was the best for pictures, with Chinese characters in the middle. The results suggested that the manipulation and maintenance operations in visual working memory updating were cognitively independent of stimulus type and functionally dissociated.

This study was to explore whether the processes in visual working memory updating and whether the manipulation and maintenance components in updating can be differentiated experimentally. A 4 × 2 within-subject design was used, in which participants were given a visual 2-back task, followed by a recognition task in each trial. The four conditions were Chinese characters with concrete meaning, Chinese characters with abstract meaning, object pictures, and object pictures with no significant difference found in the recognition performance. In contrast, for the maintenance components, the recognition performance was the best for pictures, with Chinese characters in the middle. The results suggested that the manipulation and maintenance operations in visual working memory updating were cognitively independent of stimulus type and functionally dissociated.