

言语工作记忆对视觉工作记忆的影响

吴文春¹ 金志成²

(1. 韩山师范学院 教育系,潮州 521041 2. 华南师范大学 心理系,广州 510631)

摘 要 工作记忆是当前认知心理学中的一个研究热点,而其言语子系统与视觉子系统之间的关系又是一个颇具争论性的问题。实验 1、2 采用双任务范式考察了言语工作记忆对视觉工作记忆的影响。结果发现,满负荷言语负载条件下的视觉记忆的成绩显著低于无言语负载条件。这表明,言语工作记忆影响了视觉工作记忆任务的完成。

关键词 言语工作记忆 视觉客体工作记忆 视觉空间工作记忆 双任务范式

中图分类号:B842.5

文献标识码:A

文章编号:1003-5184(2008)03-0027-05

1 引言

工作记忆(Working memory, WM)是当前认知心理学中应用非常广泛的一个概念。但不同的研究者对此往往有不同的理解。有些研究者直接把它等同于短时记忆,有些则把它看成是人们从长时记忆中将信息调遗出来进行加工的活动记忆^[1]。而目前人们普遍认同也较具权威的解释是 Baddeley 等人^[2,3]对这一概念的界定。他们认为,工作记忆是一种对信息进行暂时性加工和储存的资源有限的记忆系统。

随着研究的深入,Baddeley 等人最初提出的模型在许多方面都取得了显著的进展,包括言语工作记忆(语音回路)的结构及其功能、视觉工作记忆的储存与加工机制以及中央执行系统的一般性功能^[4-6]。不过就目前来看,以往的研究主要是侧重于某一个子系统或中央执行系统,而对三成分模型中两个子系统之间关系的研究并不多见。下面先就这一方面的研究作简要介绍。

Luck 和 Vogel^[7]在他们的实验中对被试可能用言语编码来记忆视觉刺激进行控制,以探讨言语工作记忆是否影响视觉工作记忆。在一半的试验(实验条件)中,给被试呈现 2 个随机的数字作为言语负载,而在另一半试验(控制条件)中则不呈现数字,即没有言语负载。结果发现,实验条件下的视觉系列比较成绩与控制条件下的成绩没有差异,言语负载并没有对视觉工作记忆成绩产生影响。但 Cocchini, G. 等人^[8]的研究结果却与此相佐。他们在实验中比较了单一任务与双任务条件(将一个任务嵌套于另一个任务之中)下的记忆正确率。例如,在一种双任务条件下,首先让被试听一系列随机的数字(即言语负载,其广度通过实验前测确定),然

后呈现一个视觉模式,接着让他们回忆视觉模式,最后要求他们按顺序回忆数字序列。实验结果发现,单一任务与双任务条件下视觉模式的回忆成绩差异显著。这表明,言语工作记忆任务影响了视觉工作记忆的成绩,也表明双任务条件下的两种记忆任务可能需要共同的认知资源。之后,Morey, C. C 和 Cowan, N.^[9]采用与 Cocchini, G. 等人相似的实验范式来考察言语工作记忆是否影响视觉工作记忆。结果发现,被试对视觉系列的记忆成绩不受同时保存在记忆中的两数字系列或熟悉的七数字系列所影响,但当言语负载为随机的七数字序列(他们以此定为被试平均的言语记忆广度)时,视觉工作记忆的成绩显著下降。也就是说,当言语负载容量接近短时记忆的容量时,视觉工作记忆的成绩就要受到显著的影响。

从上述的研究结果来看,关于言语工作记忆是否影响视觉工作记忆这一问题,目前存在着两种观点。第一种观点认为,言语工作记忆不影响视觉工作记忆。第二种观点认为,在完成视觉工作记忆任务的同时,若言语负载达到言语工作记忆的储存容量,那么视觉工作记忆的成绩就会显著地下降,即言语工作记忆影响了视觉工作记忆任务的完成。

从上述研究可以看出,他们的实验结果存在差异的关键在于:言语工作记忆的负载量到底应该怎样设定以及实验中应该采用何种双任务范式来控制被试对视觉刺激的言语编码。在 Luck 等人的实验中,言语负载为 2 个随机的数字,而事实上要完成这个负载任务只需占用少量的言语系统资源。这样,被试可以动用剩余的资源来对视觉刺激进行言语编码,以提高视觉工作记忆的成绩。Cocchini, G. 等人的实验解决了这个问题,只是其采用的双任务范式

没能控制好被试的言语编码。在后来的研究中, Moray 等人注意到这两个问题并对其加以改进和控制,但没有根据被试的个体差异来设定言语负载量。而对所有被试一律采用随机的 7 数字序列作为其言语负载容量显然会降低实验结果的效度。

此外,在视觉工作记忆的材料选取方面也存在着片面性。许多神经心理学及脑成像研究表明,视觉工作记忆又可分为视觉客体工作记忆和视觉空间工作记忆^[10,11]。在 Cocchini, G. 等人的实验中,他们采用西洋棋盘格式的“视觉模式”作为视觉记忆材料,这里主要考查的是被试的视觉空间记忆能力。Moray 等人采用单颜色框作为视觉记忆材料,且在实验的系列比较任务中,检测系列的变化只发生在某一色框的颜色维度上,其位置并不发生改变。因此,这里主要检测的应该是被试的视觉客体记忆能力,其视觉空间记忆能力却未能考查到。

为此,文章试图采用 Moray 等人的双任务范式,从言语材料的选取、言语负载的设定以及视觉材料的选取等方面来改进实验,以进一步探讨言语工作记忆是否对视觉工作记忆产生影响。这样,既可对前人的研究结果作出更为合理的解释,也可进一步完善 Baddeley 的工作记忆理论模型。

2 实验 1 言语工作记忆对视觉客体工作记忆的影响

2.1 目的

考察言语负载是否影响视觉客体工作记忆任务的完成。

2.2 方法

2.2.1 被试

21 名华南师范大学本科生,9 名男生,12 名女生,视力或矫正视力正常,色觉正常,听觉正常,之前均未做过类似实验。实验后送给他们小礼物。

2.2.2 设计

2×3 两因素被试内设计。因素一为汉字言语负载条件,有 2 个水平:无言语负载条件以及满负荷言语负载条件。在无言语负载条件下,每一次试验(trial)都给被试呈现“嘟嘟”声;实际上这是为了与满负荷言语负载条件进行对比而设置的控制条件。在满负荷言语负载条件下,每一次试验都给被试听觉呈现相同数目的汉字,汉字数目就是被试的汉字记忆广度。假设某一被试在实验前测中测出的汉字广度为 6,那么在正式实验中每一次都呈现 6 个汉字的音频材料;同理,在无言语负载条件下每次都给他连续呈现 6 个短暂的“嘟嘟”声。因素二为视觉客体序列的集合大小,有 3 个水平:4、6 或 8 个单色

框。因变量为汉字序列回忆的正确率以及视觉客体系列检测的正确率。

2.2.3 仪器与材料

实验仪器为 IBM 奔腾 III 电脑,实验时显示器分辨率为 1024×768,实验程序用心理实验专用开发软件 E-prime 编程。电脑屏幕背景为白色,但视觉刺激序列与检测序列呈现时背景为中等灰色。被试与屏幕的距离大约 57cm。在视觉系列比较任务中,识记材料为随机呈现于注视点周围不同位置上的 4、6 或 8 个单色框,单色框的大小为 1×1 cm。每两个色框之间(从色框的中心来测量)至少相隔 3cm。备选颜色共有 7 种:红、绿、蓝、黄、紫、黑、白;每个色框的颜色都从中随机选择。在言语负载任务中,从《现代汉语常用字表》^[12]统计的 2500 个常用字中选取 30 个汉字。汉字音频材料采用专用录音软件 Cool Edit 2000 来编辑。汉字由一个以汉语为母语的女研究生(普通话水平为一乙)读出,每个汉字的发音时间大约为 500ms。在前测实验和正式实验中每个汉字的呈现时间均为 600ms。为了控制词长效应(word-length effect),每个汉字的音节大致相同;此外,为了防止被试采用记忆策略,所选取的 30 个汉字中任何两个之间都基本没有语义联系,也即被试难以将它们组合成自己熟悉的双字词、三字词、四字成语或一些常用的专有名词。

2.2.4 实验前测

在正式实验之前,先对参加实验的被试进行汉字广度记忆测试。每个被试的测试都是在独立的小房间里进行,以避免汉字报告时相互之间的语音干扰。其程序为:被试先听取一系列汉字,300ms 之后,要求他们将听到的汉字按顺序口头报告出来。汉字报告的正误由主试在事先准备好的汉字广度测试材料纸上记录。

被试的汉字记忆广度是根据一定的正确率来确定的。首先给被试呈现的是由三个汉字组成的序列,在正确报告出三列中的两列之后序列长度增加一个汉字,然后程序继续进行。汉字报告的时间不限,发音尽量准确。每种长度的序列呈现三次;当被试有两次报告错误时测试停止。被试的汉字记忆广度就定为至少三次中的两次正确报告的最长那一列。

2.2.5 程序

实验采用双任务范式来进行。实验程序如下:首先通过耳机给被试听觉呈现言语负载(汉字序列或“嘟嘟”声);接着在屏幕中心出现指示语,要求被试在必要条件下(即听到汉字的试验中)立即按呈

现顺序连续不断地大声复述刚才听到的汉字,其目的主要是为了防止被试对视觉客体系列进行言语编码,指示语消失之后,空白屏幕持续 500ms;紧接着视觉客体系列(样本系列)呈现 500ms;延迟 900ms 之后,检测系列(其中一个色框被一个黑色圆圈所圈住)出现,要求被试判断检测系列与样本系列是否完全相同,相同按“J”键,不同按“F”键,检测系列与样本系列中的色框要么在颜色与位置上完全相同,要么检测系列中被黑色圆圈所圈住的那个色框的颜色发生了变化,变化的几率为 50%。当检测系列一出现,被试立即停止言语复述并尽可能快而准确地做出判断。判断反应之后,若言语负载条件为汉字序列,则要求被试将记住的汉字序列按顺序口头报告出来,直至对答案感到满意为止;接着按“Q”键进入下一个试验。汉字报告的正误由主试在事先准备好的材料纸上进行。

记录。若言语负载条件为“嘟嘟”声,则不必报告而直接按“Q”键进入下一个试验。每个被试都是在一个独立安静的小隔间里进行实验,而且每个小隔间均有一名主试,以确保被试对言语负载进行复述并对被试的汉字报告进行正误记录。实验程序见图 1。

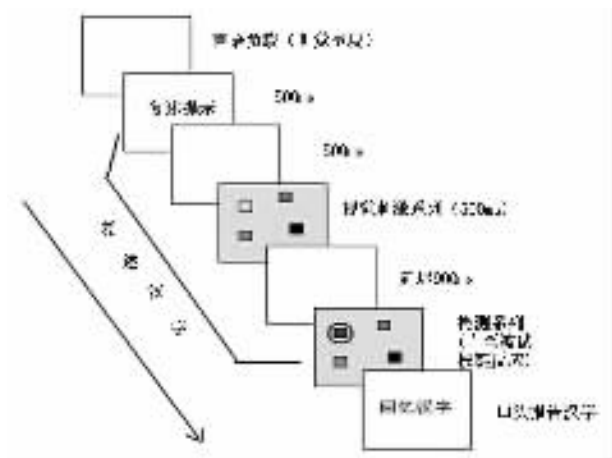


图 1 一个试验的流程图

实验共有 6 种处理条件,每种处理条件进行 24 次正式试验,整个实验共 144 次。为控制顺序误差,6 种处理条件下的试验随机呈现。在正式实验之前,先做练习,直至被试完全理解实验要求并进行稳定反应。为消除疲劳误差,每完成 36 个试验(trial),被试可休息 2~3 分钟。完成整个实验约需 40 分钟。

2.3 结果与分析

论文的实验数据均采用 SPSS10.0 统计软件包处理。由于主要考察言语工作记忆对视觉客体工作

记忆的影响,因此主要对视觉客体系列的检测正确率进行分析。剔除 3 个被试的数据(汉字回忆正确率低于 67%)以及剩下 18 个被试的数据中汉字回忆错误的试验的数据,实验结果如图 2 所示。2×3 两因素被试内方差分析表明,言语负载条件的主效应显著 $F_{(1,17)} = 28.19, p = 0.00$,视觉客体系列的主效应也显著 $F_{(2,34)} = 41.31, p = 0.00$ 。但言语负载条件与视觉客体系列的交互作用不显著 $F < 1$ 。

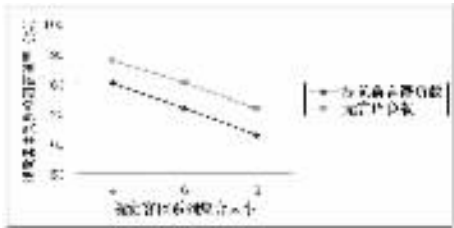


图 2 不同言语负载条件下视觉客体系列的检测正确率

从图 2 可以看出,被试在无言语负载条件下的视觉客体平均正确率要好于满负荷言语负载条件下的平均正确率,方差分析也表明,言语负载条件主效应显著,也就是说,被试在无言语负载条件下的视觉客体记忆成绩要显著高于满负荷言语负载条件下的记忆成绩。因此,当言语负载达到满负荷容量时,视觉客体工作记忆成绩受到显著的影响,即言语工作记忆影响了视觉客体工作记忆任务的完成。

从图 2 还可以看出,被试的视觉客体系列检测正确率在 3 个水平上有较大的差异。方差分析表明,视觉客体系列主效应显著,这说明视觉客体工作记忆成绩随着记忆项目的增加而显著下降。进一步事后多重比较发现,6 个色框的视觉客体记忆成绩显著高于 4 个色框,8 个色框的记忆成绩显著高于 6 个色框。

3 实验 2 言语工作记忆对视觉空间工作记忆的影响

3.1 目的

考察言语负载是否影响视觉空间工作记忆任务的完成。

3.2 方法

3.2.1 被试

另外 20 名华南师范大学本科生,10 名男生,10 名女生,视力或矫正视力正常,色觉正常,听觉正常,之前均未做过类似实验。实验后送给他们小礼物。

3.2.2 设计

2×3 两因素被试内设计。因素一与实验 1 完全相同。因素二为视觉空间系列的集合大小,有 3 个水平:4、6 或 8 个直径为 1cm 的黑色圆点,分别分布在一个假想的 4×4 方格矩阵中周围 12 个方格

中。因变量为汉字系列回忆的正确率以及视觉空间系列检测的正确率。

3.2.3 仪器与材料

所采用的仪器以及运行环境均同实验 1。言语负载任务中所采用的汉字也同实验 1。只是电脑屏幕背景一律为白色;且将视觉系列比较任务中的材料改为直径为 1cm 的黑色圆点。每两个黑色圆点之间(从圆点的中心来测量)至少相隔 3cm。

3.2.4 实验前测

实验前测同实验 1。

3.2.5 程序

实验采用双任务范式来进行。实验程序与实验 1 基本相同,只是将视觉刺激系列(样本系列)改为视觉空间系列,且其呈现时间为 100ms。实验处理条件与实验 1 相同。

3.3 结果与分析

由于实验主要考察言语工作记忆对视觉空间工作记忆的影响,因此主要对视觉空间系列的检测正确率进行分析。剔除 2 个被试的数据(汉字回忆正确率低于 67%)以及剩下 18 个被试的数据中汉字回忆错误的试验的数据,实验结果如图 3 所示。

以言语负载条件和视觉空间系列为自变量的 2×3 被试内方差分析表明,言语负载条件主效应显著 $F_{(1,17)} = 9.49$ $p = 0.007$,视觉空间系列的主效应也显著 $F_{(2,34)} = 11.23$ $p = 0.00$ 。但言语负载条件与视觉空间系列的交互作用不显著 $F < 1$ 。

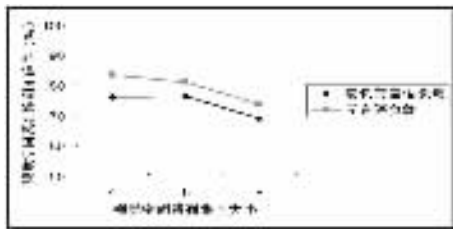


图3 不同言语负载条件下视觉空间系列的检测正确率

方差分析表明,言语负载条件主效应显著,这说明被试在无言语音负载条件下的视觉空间记忆成绩要显著高于满负荷言语条件下的记忆成绩。这一结果从表 2 中两种言语负载条件下的平均正确率也可以看出。因此,当言语负载达到满负荷容量时,视觉空间工作记忆成绩受到显著的影响,也就是说,言语工作记忆影响了视觉空间工作记忆任务的完成。

方差分析结果表明,视觉空间系列主效应也显著,这说明视觉空间工作记忆成绩随着空间位置项目的增加而显著下降。进一步事后多重比较发现 4 个空间位置与 6 个空间位置的记忆成绩之间差异不

显著,与 8 个空间位置的记忆成绩显著高于 6 个空间位置。

4 结论与讨论

采用双任务范式,实验 1、2 分别考察了言语工作记忆对视觉客体工作记忆、视觉空间工作记忆的影响。结果发现,满负荷言语负载条件下的视觉客体与视觉空间工作记忆成绩均显著低于无言语音负载条件下的记忆成绩。这表明,当言语负载容量达到个体满负荷状态时,视觉工作记忆任务的完成受到影响,也就是说言语工作记忆对视觉工作记忆产生了影响,干扰了视觉工作记忆任务的完成。该结果与 Cocchini, G.^[8]和 Morey, C. C.^[9]等人的研究结论相一致,但与 Luck 等^[7]得出的言语负载不影响视觉工作记忆的结论相佐。而这一结果也证实了前言中提出的问题,即前人的研究结果不一致是因言语负载量的设定不同所致。Luck 等^[14]得出言语负载对视觉系列比较无影响效应的主要原因在于 2 个随机数字的负载量太小,不足以占用所有的言语工作记忆资源;而研究与 Cocchini, G. 和 Morey, C. C. 等人的研究对这一变量都进行合理的设定。此外,从实验设计来看,研究还将视觉材料细分为视觉客体和视觉空间两种,将言语材料改为单个的汉字,这又使得实验的结论更具普遍性,也更有说服力。最近的研究^[13]表明,工作记忆系统对颜色和空间信息的控制与加工是相互独立而互不干扰的。这一结论为视觉材料的选取(视觉客体选用颜色框、视觉空间选用方位圆点)提供了有力的证据。

当然,研究结果还可在一定程度上修正和完善 Baddeley 的工作记忆模型。Baddeley^[14]于 2000 年提出的多成分模型中增加了一个子成分——情景缓冲器,认为它是一个可以使言语子系统和视空间子系统之间相互作用的机制,与言语和视空间子系统并列存在,也受中央执行系统控制。但目前还没有明确的实验证据表明情景缓冲器具有这一功能,且新模型也未指出言语子系统与视空间子系统之间的关系。而研究结果至少可证明言语子系统对视空间子系统存在着一种单向的制约和影响。至于这种单向的影响是否通过情景缓冲器起作用,以及视空间子系统是否反过来影响言语子系统,这需要进行进一步的研究。

那么,如何解释实验 1、2 所得的结果呢?视觉工作记忆的存储容量可以提供启发。Luck 和 Vogel^[7,15]的研究表明,视觉工作记忆的存储单元是整合的客体,其容量只受客体数量的限制,为 3 到 4 个

客体,而与组成客体的特征维度及数量无关。从实验设计来看,在无言语负载条件下被试可以将言语系统中的资源运用到对视觉刺激的编码和提取上,以提高视觉工作记忆任务的成绩,但在满负荷言语负载条件下,言语系统中的资源已被完全占用而无法将资源分配到视觉工作记忆任务中去,而视觉子系统自身的容量有限(3-4个项目),于是当视觉工作记忆项目数增加时其记忆成绩下降,且显著低于无言语负载条件下的成绩。基于此,笔者认为,言语工作记忆影响视觉工作记忆任务的完成。

参考文献

- 1 朱智贤. 心理学大辞典. 北京:北京师范大学出版社, 1989. 232.
- 2 Baddeley A D, Hitch G J. Working memory. In :G. Bower. Ed. . Recent advances in learning and motivation. New York : Academic Press ,1974. 47 - 89.
- 3 Baddeley A D. Working memory. New York :Oxford University ,1986. 70 - 73.
- 4 刘昌. 人类工作记忆的某些神经影像研究. 心理学报, 2002 ,34(6) :634 - 642.
- 5 Alan Baddeley. Working memory :looking back and looking forward. Nature Reviews Neuroscience 2003 (4) 829 - 839.
- 6 卢又燃 耿道颖. 工作记忆的功能磁共振研究进展. 国外医学临床放射学分册 2005 ,28(4) 222 - 225.
- 7 Luck S J ,Vogel E K. The capacity of visual working memory

for features and conjunctions. Nature ,1997 ,390 279 - 281.

- 8 Cocchini G ,et al. . Concurrent performance of two memory task :Evidence for domain - specific working memory systems. Memory & Cognition 2002 ,30(7) :1086 - 1095.
- 9 Morey C C ,Cowan N. When visual and verbal memories compete Evidence of cross - domain limits in working memory. Psychonomic Bulletin & Review 2004 ,11(2) 296 - 301.
- 10 Collette F ,Van der Linden M. Brain imaging of the central executive component of working memory. Neuroscience and Biobehavioral Reviews 2002 (26) :105 - 125.
- 11 Giuseppe Vallar. Memory systems :The case of phonological short - term memory. A festschrift for Cognitive Neuropsychology. Cognitive Neuropsychology ,2006 ,23(1) :135 - 155.
- 12 国家语言文字工作委员会汉字处编. 现代汉语常用字表. 北京 :语文出版社 ,1988. 96 - 257.
- 13 Harald M. Mohr ,David E J. Linden. Separation of the Systems for Color and Spatial Manipulation in Working Memory Revealed by a Dual - task Procedure. Journal of Cognitive Neuroscience 2005 ,17(2) 355 - 366.
- 14 Baddeley A D. The episodic buffer : A new component of working memory ?Trends in Cognitive Sciences 2000 ,4 :417 - 423.
- 15 Vogel E K ,Woodman G F ,Luck S J. Storage of features ,conjunctions , and objects in working memory. Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance , 2001 ,27(1) 92 - 114.

The Effect of Verbal Working Memory on Visual Working Memory

Wu Wenchun¹ , Jin Zhicheng²

(1. Department of Education ,Hanshan Normal University ,Chaozhou 521041 ;

2. Department of Psychology ,South China Normal University ,Guangzhou 510631)

Abstract : Working memory is a research focus of current cognitive psychology , and the relationship between verbal working memory and visual working memory is a rather controversial problem. Experiment 1 and 2 examined the effect of verbal working memory on visual working memory with dual - task paradigm. The results showed that visual working memory performance decreased significantly when paired with a full - filled verbal preload. This suggests verbal working memory interfered with the accomplishment of visual memory task.

Key words verbal working memory ;visual object working memory ;visual spatial working memory ;dual - task paradigm