

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：视听呈现言语工作记忆内容在语义水平的注意捕获

作者：李毕琴，李玲，王爱君，张明

第一轮

审稿专家 1: 修改意见:本文考察了工作记忆内容对注意的自动引导作用,通过两个实验分别考察了视觉和听觉呈现的言语记忆内容对注意捕获的影响,具有一定的理论创新意义。总体来说实验设计合理、数据处理恰当。但在发表之前尚需要做以下修改:

意见 1: 正文第 4 页,关于潘毅(2010)研究内容的描述不准确,该研究中使用的言语记忆材料都是描述颜色或形状的单词,而不是既有颜色又有形状。另外该研究中的实验处理条件不是简单的有记忆匹配条件和无匹配条件,作者需要重新描述该研究的内容。

回应: 非常感谢审稿人指出对该文献引用的问题,我们对该处的引用予以修正,并在对全文中主要参考文献重新核实,最终补充了表 1,并对文章中其他引用也进行了修改。具体如下:

“潘毅(2010)采用言语刺激为记忆项,即描述颜色或形状的字词(如“红色”或“圆形”),结果发现,保存在外显记忆(工作记忆)或内隐记忆的抽象语义信息,都会自动引导注意选择视场中与之匹配的视觉信息,即工作记忆中抽象语义维度与注意任务特征维度不一致条件下的反应比一致条件更慢。”。详见 1 引言第二段。

表 1 与言语 WM 内容引导注意现象有关的研究文献

研究文献	记忆存储或线索	搜索项目
潘毅 (2007)	颜色或形状词	色块
Belke, Humphreys, Watson, Meyer, & Telling (2008)	单词(搜索靶)	简笔画
Huang, & Pashler (2007)	单词	带数字的单词
Kawashima & Matsumoto (2017)	单词或色块	兰道环
Olivers, Meijer, & Theeuwes (2006).	色盘	带线条的色盘
Moore, Laiti, & Chelazzi (2003)	单词(搜索靶)	简笔画
Sasin & Nieuwenstein (2016)	单词	简笔画
Soto & Humphreys (2007)	单词或色块	带线条的色块
Sun, Shen, Shaw, Cant, & Ferber (2015)	单词或色盘	带线条的色盘
Telling, Kumar, Meyer, & Humphreys (2010)	单词(搜索靶)	简笔画
Wolfe, Horowitz, Kenner, Hyle, & Vasan (2004).	单词(搜索靶)	线索

意见 2: 正文第 5 页,“对言语 WM 内容在语义水平是否引导注意提出质疑....”应改为“对言语 WM 内容在语义水平上引导注意提出质疑...”。类似的语言表达问题在文中还有若干处,建议作者仔细检查修改。

回应: 非常感谢审稿人给出的宝贵意见,我们修正了该句话,并对全文中句子重新梳理,将一些有歧义的表述都重写,修改部分在全文中已经用蓝色标出。

意见 3: 正文第 5 页, “Baddeley (2000) 认为视觉呈现的言语信息可以通过复述等方式进行语音编码以间接进入言语 WM, 而听觉呈现的言语信息则可以直接进入言语 WM, 相对而言, 后者是更为纯粹的言语 WM。”

这句话中存在言语工作记忆和语音工作记忆概念不清的问题, 建议修改。

回应: 非常感谢审稿人给出的宝贵意见, 针对这个部分, 我们补充了 Baddeley (2003) 的一篇综述进一步解释了听觉呈现和视觉呈现的言语 WM 之间的区别。“Baddeley (2000) 的工作记忆模型指出, 语音回路是一个由语音短时存储和默读复述组成的子模型, 以听觉呈现的言语信息可以直接进入语音短时存储装置, 而视觉呈现的言语信息则需要通过外部或内部发音装置的默读复述才能进入语音短时存储。而且在言语产生的过程中, 视觉呈现和听觉呈现相同信息是通过不同感觉通道的分析通路来进入语音编码和加工过程 (Baddeley, 2003)。”

本文在工作记忆任务中使用的是汉字, 因此是言语工作记忆 (verbal working memory), 而不同于语音工作记忆 (phonological working memory, 指涉及非文字语音信息)。为了避免混淆, 本文全统一为言语工作记忆, 没有使用语音工作记忆。详见 1 引言最后一段。

意见 4: 正文第 6 页, “实验材料记忆项和搜索项。记忆项是视角为 $1.03^\circ \times 1.03^\circ$ 彩色正方形, 图形颜色包括红色 (255/0/0)、绿色 (0/255/0)、黄色 (255/255/0) 和蓝色 (0/0/255) 四种。”但本文实验中的材料是色词, 并不是彩色正方形。另外, 正文第 8 页中说“本实验中记忆项是既有颜色又有颜色意义的汉字”, 但这些都未在实验方法部分中介绍。作者需要在方法部分仔细描述其实验材料的特点。

回应: 非常感谢审稿人指出的错误, 本研究是研究言语 WM 内容对注意的捕获, 因此记忆项都是使用描述颜色的汉字, 并且都是白色汉字, 并没有颜色。针对这一错误, 本文对 **2.1.2 实验设备与材料**进行了修改。

审稿专家 2: 《视听呈现言语工作记忆内容的语义表征对注意的引导作用》一文分别采用视、听两种通道呈现记忆刺激, 探讨了不同呈现方式下言语工作记忆内容的语义表征对注意的引导作用。结果发现视觉呈现的言语工作记忆内容及其语义匹配刺激均能够捕获注意, 但听觉呈现的言语工作记忆内容时只在视觉搜索早期阶段观察到了注意捕获效应, 而在视觉搜索晚期反而观察到了反转的注意抑制效应。该研究具有一定的理论意义, 但仍存在如下问题。主要问题:

意见 1: 论文主要探讨“言语工作记忆内容的语义表征”, 语义属于长时记忆的范畴, 作者如何界定与区分研究中言语工作记忆表征与长时记忆表征?

回应: 感谢审稿人提出的宝贵意见, 对语义编码或语义表征 (semantic encoding/semantic presentation) 在言语工作记忆和长时记忆的区别主要是从时间上来区分, 在短时延迟内出现的语义表征指向短时记忆或工作记忆内容, 而长时间内的则是长时记忆 (Baddeley (2003))。长时记忆中语义表征的存在毋庸置疑, 然而短时记忆或工作记忆中是否存在语义编码或语义表征未能被广泛接受。诸多研究证实言语工作记忆 (短时记忆) 存在语义编码 (Campoy & Baddeley, 2008; Haarmann & Usher, 2001; Walker & Hulme, 1999), 其中具体性效应 (concreteness effect) 就是语义编码存在的主要证据 (Campoy, et al., 2015), 即对于具体的更容易想象出来的字词, 这类字词的即时序列回忆成绩会比更抽象的字词更好, 如铅笔 VS 方法 (Walker & Hulme, 1999)。但是, 对短时记忆或工作记忆中存在语义编码或语义表征的证据, 并没有回答该编码或表征形式与长时记忆中语义表征有什么差异。因此基于我们实验

范式中短时程（记忆项出现后 2s 内）设计，我们把这个时间内出现的与语义有关的信息编码和表征理解为言语工作记忆内容的语义表征。

Campoy, G., & Baddeley, A. (2008). Phonological and semantic strategies in immediate serial recall. *Memory*, 16, 329–340.

Haarmann, H. J., & Usher, M. (2001). Maintenance of semantic information in capacity-limited item short term memory. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8, 568–578.

Walker, I., & Hulme, C. (1999). Concrete words are easier to recall than abstract: Evidence for a semantic contribution to short-term serial recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 1256–1271.

Campoy, G., Castella, J., Provencio, V., Hitch, G. J., Baddeley, A. D. (2015). Automatic semantic encoding in verbal short-term memory: evidence from the concreteness effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68(4), 759–778.

意见 2: 实验 2 中作者采用语音的形式呈现汉字语音，而主要实验任务是以视觉方式呈现，采用的实验材料又是被试非常熟悉的颜色，如何保证语音编码不会转变成为视觉编码？如何存在上述编码转换，对实验结果可能会产生什么样的影响？

回应: 非常感谢审稿人提出的宝贵意见，对这一问题我们在之前的问题提出中没能表述清楚，在实验 1 中我们不能完全避免被试在存储过程中对言语 WM 内容进行心理表象，转换为视觉编码，但我们可以通过对实验结果来判断被试是否倾向于视觉编码的搜索策略。实验 1 通过相同记忆项来直接比较语义水平和知觉水平对注意的引导过程。以往研究无法同时比较两种引导过程，从而不能直接检验言语 WM 内容在语义水平的引导过程。实验预期如果被试仍倾向于视觉编码的搜索策略，那么语义匹配将存在引导注意，但知觉匹配则不能引导。如果不存在这种策略，那么知觉匹配和语义匹配都可能存在，且是两种不同的引导方式。

最终结果表明“基于相同言语 WM 内容下，知觉水平和语义水平的匹配刺激都可以捕获注意，不同水平的引导机制可能不同，视觉编码优先策略并不能解释语义水平的引导是由于言语 WM 内容的视觉表征造成。最后，知觉语义匹配条件的反应时比控制条件更长，而与知觉匹配条件、语义匹配条件之间没有差异，这说明知觉和语义两种匹配同时存在的情况下，刺激仍会捕获注意，但捕获效应量并没有出现知觉和语义水平的叠加。表明存在两种引导方式。”

意见 3: 参考文献引用不规范，例如正文中引用中文文献时姓名之间不要用“&”，英文名“&”后要加空格；另外，文后参考文献建议按心理学报格式逐条核对。

回应: 感谢审稿人提出的宝贵意见，我们将对参考文献逐条核对，按 APA 格式呈现。

意见 4: 语句表达还有比较大的改善空间，避免使用太过口语化的语言。

回应: 感谢审稿人提出的宝贵意见，我们对全文的语句重新梳理，修改了文章中表述不适当的句子。修改部分在全文中已经用蓝色标出。

意见 5: 第一段“处于激活状态的 WM 内容会以自上而下的方式使得视觉范围内与之相同或相似的客体或特征获得竞争优势而被优先选择，这种模型也得到了神经生理学研究的支持（Eimer, 2014）。例如 Chelazzi 等人（1993）的研究发现”，前面引用的是 Eimer (2014) 的研究，但后面的举例又是 Chelazzi 等人（1993），建议前后呼应，加强文章逻辑性。

回应: 感谢审稿人提出的宝贵意见，Eimer (2014) 的文章是一篇综述，Chelazzi 等人（1993）是实验研究，对此，我们调整了文献引用的顺序。详见 **1 引言第一段**。

意见 6: 引言”最后一段,“本研究中实验 1 将探讨言语 WM 内容在语义水平是否引导注意,其中搜索项由汉字和外框组成,与记忆项匹配的是汉字,但搜索任务仍是图形,这样被试倾向于知觉水平的搜索策略将不会对语义匹配产生影响。”。这一推论逻辑是什么?联系到后面的实验设计,在语义匹配条件及知觉语义匹配条件下,颜色特征将搜索刺激分为两类,被试完全可以采用知觉分类的策略。

回应:感谢审稿人提出的宝贵意见,问题提出是本文重要的部分,但这个地方的确表述不清,我们对本段进行了修改(详见 1 引言倒数第二段和倒数第一段)。修改突出了本研究与以往研究的最大不同,即通过相同记忆项来直接比较语义水平和知觉水平对注意的引导过程。在实验中记忆项是汉字,搜索任务是图形,虽然被试仍可能使用知觉分类的策略来搜索注意,即被试优先看与记忆项相同颜色搜索项,但发现这不是目标,只能重新搜索(事实上与记忆相符的搜索项永远不会成为项,被试有意使用知觉分类的策略并不会带来好处)。如果这种搜索策略存在,那么当搜索项仅知觉匹配(即汉字匹配而颜色不匹配)时,就不能捕获注意(因为基于知觉分类这与记忆项是无关的颜色)。但事实上不管是语义水平还是知觉水平的注意引导都存在,这个结果也成为我们证明语义水平引导的直接证据。

意见 7: 图 1 中对匹配条件各水平的名称与实验设计及数据与分析中的表述不一致。

回应:感谢审稿人提出的宝贵意见,我们对图 1 中的名称进行了修改,同时为了使文章数据更清楚,我们把文章中的表 1 和表 1 换成了直方图。

意见 8: 反应时数据有没有进行极端数据剔除;在描述反应时数据时不用保留小数位;匹配条件主效显著之后,应进行多重比较,而非两两比较。

回应:感谢审稿人提出的宝贵意见,我们对结果与分析进行了修改。首先,反应时分析选取记忆探测判断正确和搜索任务均反应正确的试次,并剔除反应时在正负三个标准差之外的试次。其次,由于我们感兴趣的是三种匹配条件与控制条件相比的注意捕获效应,因此我们分别将 3 种匹配条件与控制条件的反应时分别进行配对样本 t 检验。详见 2.2 结果与分析和 3.2 结果与分析。

审稿专家 3: 论文《视听呈现言语工作记忆内容的语义表征对注意的引导作用》通过两个实验考察了言语 WM 和知觉 WM 对注意捕获的影响。研究的问题有一定的理论意义。但实验设计和实验逻辑有较大的缺陷:实验设计方面,语义匹配条件只有与记忆项语义一致的颜色作为分心物,没有与记忆项语义不一致的颜色作为分心物来控制颜色凸显(pop out)这个重要的影响因素,以此结果不可靠,不能完全反映语义 WM 的作用。此外,实验 2 加入的语音 WM 的设计在引言和问题提出部分均没有较好的逻辑,无法和实验 1 形成完整深入的研究。建议退稿。

意见 1: 语义表征的匹配与言语 WM 的注意捕获应该不是一个概念,引言第二段引入听觉 WM 的注意捕获有些突兀。

回应:感谢审稿人的宝贵意见,“语义表征的匹配”与“言语 WM 的注意捕获”的确不是一个概念,前者是匹配关系(即工作记忆内容与注意之间存在的、在语义水平的匹配关系),后者是捕获的结果(即言语 WM 会捕获注意)。在正文中部分表述未能很好的区分这些概念,特此进行修改(文章中用蓝色标出)。其次,第二段引入听觉呈现的言语 WM 的注意捕获是基于 Baddeley (2003) 对不同呈现方式的言语 WM 结构的构想(图 1-1),我们尝试探讨信

息输入通道不同，但相同存储内容下的言语 WM 对注意的引导作用。为了进一步说明，本文在引言最后一段补充了文字，并用蓝色标出。详见 1 引言最后一段。具体如下：

“Baddeley (2000) 的工作记忆模型指出，语音回路是一个由语音短时存储和默读复述组成的子模型，以听觉呈现的言语信息可以直接进入语音短时存储装置，而视觉呈现的言语信息则需要通过外部或内部发音装置的默读复述才能进入语音短时存储。而且在言语产生的过程中，视觉呈现和听觉呈现相同信息是通过不同感觉通道的分析通路来进入语音编码和加工过程 (Baddeley, 2003)。既然不同呈现方式在编码和加工过程存在区别，那么听觉呈现的言语 WM 内容将直接以语音编码的形式进入到语音短时存储，不同感觉通道的编码将同时竞争注意资源。由于跨通道选择性注意的加工过程存在通道特异性 (modality-specific) (Chambers, Stokes, & Mattingley, 2004; Santangelo, Fagioli, & Macaluso, 2010)。即注意资源可以被有效的分为两个部分，分别完成视觉任务和听觉任务，对视觉和听觉事件的加工是平行的、相互独立的，这就是注意资源的感觉通道特异性(Wickens, 2002)。这意味着视觉、听觉注意网络在空间上相对分离，不同信息在视觉和听觉通道独立地进行表征，不同感觉通道的信息编码和加工存在不同 (Donohue, et al., 2012)。因此，实验 2 将考察听觉呈现方式下与 WM 内容不同匹配类型的刺激对注意的引导作用，上述通道特异性是否会影响基于 WM 的注意捕获？以及不同感觉通道的编码将同时竞争注意资源过程中，视觉搜索任务对注意资源的需求是否会抑制听觉通道的信息编码？”

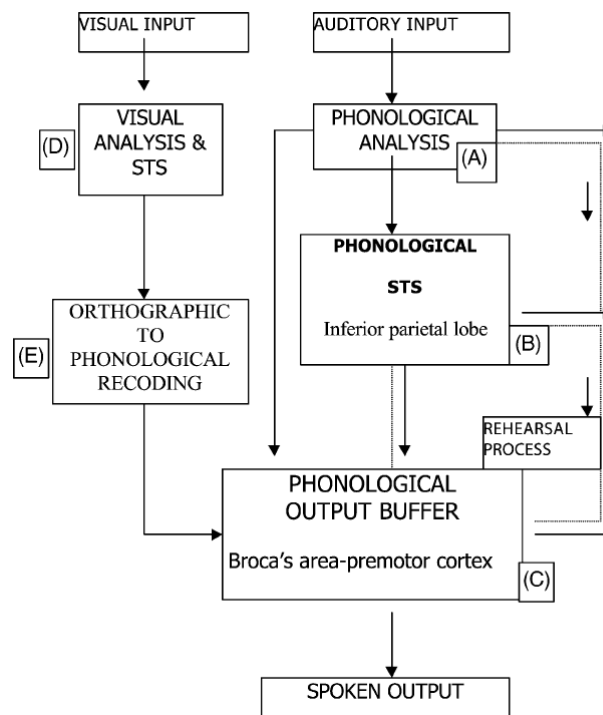


图 1-1 工作记忆中语音回路结构构想 (Baddeley, 2003)

Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208.

意见 2: “结果发现，在易视觉条件下出现了注意捕获效应，而在易言语条件注意捕获效应消失，甚至出现了易化现象。”注意捕获效应是指？易化现象是指？两者是对立的吗？怎么从结果上体现出来的呢？

回应：感谢审稿人的宝贵意见。首先本文的“注意捕获效应”是基于 WM 的注意捕获效应。本文对此处表述进行了修改。这种注意捕获在结果上是当记忆项与视觉搜索项中的靶匹配时，

搜索反应变快，而与干扰项匹配时，则反应变慢（对此本文在引言第一段进行了修改）。其次，“易化现象”在结果上是指，在易言语条件下（记忆命名的图形），匹配条件的反应时还比不匹配条件短（统计上效应不显著）。由于此处“易化现象”的使用不太恰当，我们对此处进行了修改。具体如下：

“例如，Olivers 等（2006）比较了易言语（more verbal）条件（记忆项颜色容易命名，如红、黄、蓝和绿）和易视觉（more visual）条件（记忆项颜色不容易命名，如饱和度不同的几种红色）。结果发现，易视觉条件下出现了基于工作记忆的注意捕获效应，而易言语条件的注意捕获效应消失，即与记忆项匹配的干扰项与无匹配条件反应时没差异。”

意见 3:“综上，对言语 WM 内容在语义水平是否引导注意提出质疑的研究者认为，”这段应该和上一段整合在一起，都表述了对语义水平注意捕获的质疑。

回应:感谢审稿人的宝贵意见。针对审稿人给出的建议，我们对引言这部分的结果进行了调整，整合了前后段的逻辑，进而从两个方面梳理了现有研究的问题，并补充了表 1。具体修改在文中已经用蓝色标出。详见 **1 引言第三段和第四段**。

意见 4:“以往研究中记忆任务是字词，而搜索任务中匹配记忆项都是图片，此时个体可能更倾向于激活知觉表征，以减少加工过程的任务转换。”这个任务设置是以往两种对立观点的关键之处吗？如果是，要在文中有所突出（最好放在第一句或者单独有一段来表述解决以往两种研究矛盾之处的关键）。如果不是，请丰富问题提出部分，讲清楚实验 1 设计的必要性。

回应:感谢审稿人的宝贵意见。记忆项与搜索项之间的关系是本文中关键的任务设置，这在文章中未能很清楚的表达出来。为了更好的说明，我们补充了表 1 来列举了以往的研究，并在引言中的第三段进行了阐述。最终，在引言的最后一段我们修改补充了问题提出，更明确的指出了实验研究的关键设计。详见 **1 引言最后一段**。

意见 5:“如果听觉呈现的言语 WM 内容将获得直接的语音编码形式，这就可能存在通道特异性以及跨通道的干扰抑制，那么语音呈现的言语 WM 内容是否仍能够捕获注意？”实验 2 的问题提出部分比较薄弱，前言综述里面基本没有提及，且此句的假设没有背景知识介绍，完全没有讲清楚逻辑。

回应:感谢审稿人的宝贵意见。我们修改了引言最后一段对实验 2 的问题提出，具体解释了感觉通道特异性，并补充了部分参考文献。同时在“3.3 讨论”部分增加了对该内容的解释说明。详见 **3.3 讨论**。

意见 6:实验材料采用的“图形颜色包括红色（255/0/0）、绿色（0/255/0）、黄色（255/255/0）和蓝色（0/0/255）四种”的亮度不能匹配，物理特征不匹配会引发结果不可靠。

回应:感谢审稿人的宝贵意见。实验 1 中语义匹配和知觉语义匹配条件的搜索屏里白干扰项图形颜色是彩色的，而控制条件下搜索屏都是白色。虽然在有颜色搜索屏中搜索项一共 6 个，有 3 个彩色和 3 个白色，且各占 50%（5 个干扰项，1 个靶）。但因为与控制条件在物理特征上不同，可能存在颜色（或者说亮度）引起的注意捕获现象。为了回答这个问题，我们事后收集了 16 个被试（ $M = 19$, $SE = 2.54$ ）的数据，比较了控制条件和不匹配条件（有彩色干扰项但与记忆项不匹配，如下图 1-2 所示）。结果发现并没有因为颜色干扰项的出现而捕获注意。控制条件（1487ms）与不匹配条件（1482ms）在反应时并没有差异， $t(15) = 0.18$, $p = 0.861 > 0.05$, $d = 0.05$ 。由此可见，基于刺激驱动的自下而上注意过程是由于外界信息的特异性决定的，在刺激特征上存在奇异性、新颖性或突显性，以往研究突显或奇异干扰项一

般指独特子或在出现概率上低于 30% 才是新异或凸显刺激 (Additional Singleton, Theeuwes, 1994; Oddball, Näätänen, 1990)。然而, 本实验中彩色干扰项在整个搜索屏的比例是 50%, 在当前搜索屏中并不是传统意义上的凸显, 实验结果也说明不匹配干扰条件下不存在注意捕获, 与控制条件并没有差异。

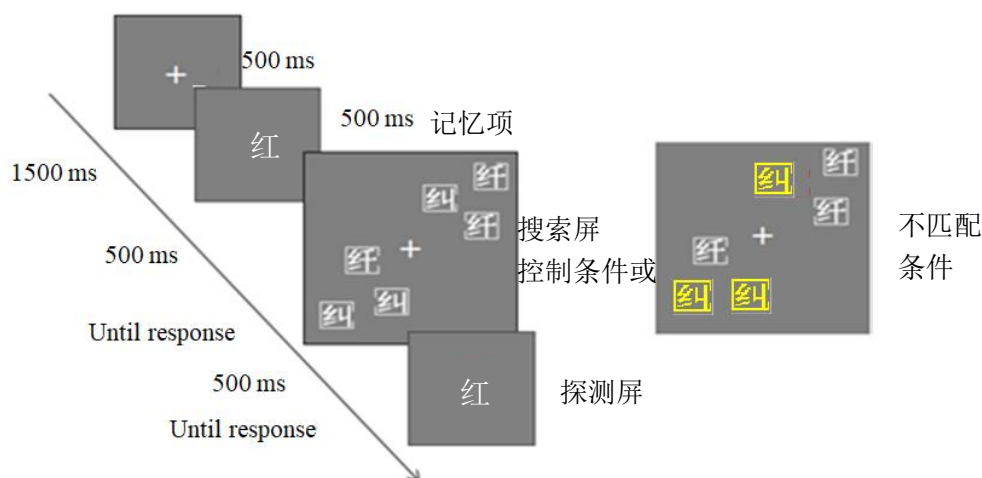


图 1-2 控制条件与不匹配条件流程图

Näätänen, R. (1990). The role of attention in auditory information processing as revealed by event-related potentials and other brain measures of cognitive function. *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 201-288.

Theeuwes J. (1994). Stimulus-driven capture and attentional set: selective search for color and visual abrupt onsets. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 20, 799~806.

意见 7: 汉字的选取基于什么标准? 请详述。

回应: 感谢审稿人的宝贵意见。本研究从《现代汉语常用字表》选取了四组字词, 选取的标准是每组字的字形基本相似 (选用相同偏旁或字结构), 从而保证与记忆项匹配的字不是从整体结构上就可以快速被区分。这个选取标准我们也将实验材料中进一步说明。详见 2.1.2 实验设备与材料。

意见 8: “语义匹配条件下记忆项词义颜色与分心物的颜色匹配”? 如果没有与词义颜色不匹配的凸显颜色作为控制变量, 那么这个“语义匹配条件”可以认为是由于凸显颜色 (即知觉显著) 所造成的注意捕获, 而非真正的语义 WM 的作用。

回应: 感谢审稿人的宝贵意见。由于以往研究凸显或奇异干扰项一般指独特子或在出现概率上低于 30% 才是新异或凸显刺激 (Additional Singleton, Theeuwes, 1994; Oddball, Näätänen, 1990), 因此我们将搜索屏中颜色与非颜色对半分, 并没有考虑到可能还是需要进一步加入不匹配条件作为语义匹配条件的控制变量。对此问题, 我们事先补充了控制条件与不匹配条件之间的比较, 结果发现并没有因为颜色干扰项的出现而捕获注意。控制条件 (1487ms) 与不匹配条件 (1482ms) 在反应时并没有差异, $t(15)=0.18$, $d=0.05$, $p=0.861>0.05$, $r=0.80$ 。这说明与无颜色相相, 不匹配的占一半的颜色在搜索任务中并没有捕获注意。我们认为本实验搜索屏中的颜色干扰在一定程序上未达到新异或凸显的条件, 行为结果也说明这没有对搜索任务的完成产生影响。

意见 9: 探测项和记忆项一致和不一致的比例是多少?

回应：感谢审稿人的宝贵意见。感谢审稿人的意见，实验中有一半试次的探测项与记忆项相同。对此，我们在文章中进行了补充。详见 **2.1.4 实验程序**。

意见 10：分心物的空间排列是怎样的？

回应：感谢审稿人的宝贵意见。搜索屏中搜索项目距离屏幕中央至少 1° ，且搜索项之间距离最少 1° （参考了 Woodman & Luck, 2007 的实验参数）。在文章中我们已经补充并用蓝色标出。详见 **2.1.2 实验设备与材料**。

Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2007). Do the contents of visual working memory automatically influence attentional selection during visual search? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(2), 363-377.

意见 11：数学符号“=, >”等前后要隔空格，反应时保留整数即可，不要小数点后两位。

回应：感谢审稿人的宝贵意见。我们对文章中的数学符号前后进行了修改，反应时也修改为保留整数。详见 **2.2 结果与分析** 和 **3.2 结果与分析**。

意见 12：反应时累计分布的统计检验结果和方差分析的结果一致，为什么还要用这个方法呢？请说明理由。

回应：感谢审稿人的宝贵意见。实验 1 中反应时累计分布的统计检验结果和方差分析结果是一致的，但实验 2 两者的结果并不一致，为了在数据分析上前后实验保持一致，我们对两个实验都进行了反应时累计分布的统计分析。

意见 13：“研究预期是搜索项与记忆项在知觉表征上匹配时，能够自动捕获注意，且搜索项与记忆项在语义表征上匹配时，也能够自动捕获注意。”为什么会有这个预期？不是解决前人两种观点吗？为什么会预期支持一方而不支持另一方呢？

回应：感谢审稿人的宝贵意见。对以往研究的结果进行分析（见表 1），对 WM 内容在语义水平是否能捕获注意存在的争议，主要原因是实验记忆存储项的不同，部分实验用言语 WM 内容来研究 WM 内容在语义水平是否引导，但这可能存在视觉编码的转换问题，且由于实验中不能同时设置知觉匹配条件和语义匹配条件进行比较，因此无法证实 WM 内容在语义水平的引导是否单独存在。另外言语 WM 在记忆存储过程中可以通过视觉和听觉两种呈现方式输入，进一步的实验 2 使用听觉呈现后，更有利的为 WM 内容在知觉水平和语义水平的两种引导提供了直接证据。结合审稿人的意见，我们对 **1 引言的问题提出** 和 **4 总讨论** 进行了修改，具体已经在文章中用蓝色标出。

表 1 与言语 WM 内容引导注意现象有关的研究文献

研究文献	记忆存储或线索	搜索项目
潘毅 (2007)	描述颜色或形状的字 词	色块
Belke, Humphreys, Watson, Meyer, & Telling (2008)	单词(搜索靶)	简笔画
Huang, & Pashler (2007)	单词	带数字的单词
Kawashima & Matsumoto (2017)	单词或色块	兰道环
Olivers, Meijer, & Theeuwes (2006).	色盘	带线条的色盘
Moore, Laiti, & Chelazzi (2003)	单词(搜索靶)	简笔画
Sasin & Nieuwenstein (2016)	单词	简笔画
Soto & Humphreys (2007)	单词或色块	带线条的色块
Sun, Shen, Shaw, Cant, & Ferber (2015)	单词或色盘	带线条的色盘
Telling, Kumar, Meyer, & Humphreys (2010)	单词(搜索靶)	简笔画
Wolfe, Horowitz, Kenner, Hyle, & Vasan (2004).	单词(搜索靶)	线索

意见 14: “注意捕获效应的叠加效应”前文没有介绍, 这个结论基于什么研究或者理论吗?

回应: 感谢审稿人指出本处的错误, 我们对这里的“叠加效应”进行了删除。这里的本意其实就是想看基于知觉水平和基于语义水平的两种注意捕获效应在同时存在的条件下是否效应量都会存在。同时实验 1 结果也显示三种匹配条件之间并没有显著差异。

意见 15: 实验 2 的逻辑和实验必要没有说清楚, 如果是为了更加纯粹的言语 WM, 那么听觉和视觉的跨通道差异可能会大过所谓的“纯粹”和“不纯粹”。而实验 2 的结果也说明了这一点, 如讨论中说到的“记忆刺激和搜索刺激的通道一致时, 注意捕获效应更加自动化和更加稳固, 而二者的通道不一致时, 注意捕获效应更容易受到策略性抑制或者抑制动机的影响, 自动化程度和稳固程度降低”。所以实验 2 只是为了检验听觉和视觉的言语 WM 的差异? 这又和问题提出时的目的不同了。

回应: 感谢审稿人的宝贵意见。针对“3.3 讨论”部分上述描述, 我们重新组织语言对在 1 引言中对实验 2 的问题提出更明确, 并对实验 2 出现的实验结果进行具体的分析与讨论。详见 1 引言最后一段和 3.3 讨论。具体如下:

“Baddeley (2000) 的工作记忆模型指出, 语音回路是一个由语音短时存储和默读复述组成的子模型, 以听觉呈现的言语信息可以直接进入语音短时存储装置, 而视觉呈现的言语信息则需要通过外部或内部发音装置的默读复述才能进入语音短时存储。而且在言语产生的过程中, 视觉呈现和听觉呈现相同信息是通过不同感觉通道的分析通路来进入语音编码和加工过程 (Baddeley, 2003)。既然不同呈现方式在编码和加工过程存在区别, 那么听觉呈现的言语 WM 内容将直接以语音编码的形式进入到语音短时存储, 不同感觉通道的编码将同时竞争注意资源。由于跨通道选择性注意的加工过程存在通道特异性 (modality-specific) (Chambers, Stokes, & Mattingley, 2004; Santangelo, Fagioli, & Macaluso, 2010)。即注意资源可以被有效的分为两个部分, 分别完成视觉任务和听觉任务, 对视觉和听觉事件的加工是平行的、相互独立的, 这就是注意资源的感觉通道特异性(Wickens, 2002)。这意味着视觉、听觉注意网络在空间上相对分离, 不同信息在视觉和听觉通道独立地进行表征, 不同感觉通道的信息编码和加工存在不同 (Donohue, et al., 2012)。因此, 实验 2 将考察听觉呈现方式下与 WM 内容不同匹配类型的刺激对注意的引导作用, 上述通道特异性是否会影响基于 WM

的注意捕获？以及不同感觉通道的编码将同时竞争注意资源过程中，视觉搜索任务对注意资源的需求是否会抑制听觉通道的信息编码？”

“如果实验 2 中搜索任务也是听觉呈现，那么知觉匹配条件在早期也可能捕获注意，然而，实验 2 中搜索任务是视觉呈现，那么知觉匹配条件就不能捕获注意。与知觉匹配条件不同，语义匹配条件下记忆项与搜索刺激是具有相同抽象概念意义的，比如概念水平和语义范畴（与长时记忆有关）。这种在语义水平产生的匹配关系比知觉水平的更稳定，不易受感觉通道发音装置的影响。例如，Baddeley & Larsen (2007) 指出言语 WM 进一步编码为视觉或语义信息，语音回路的存储形式中语义编码还与情节缓冲器的参与有关。占用听觉感觉通道（如使用无关言语或发音抑制）可以影响依赖于语音编码的记忆项（非词音节），但不影响依赖于语义编码的记忆项（字词）。”

意见 16：注意偏向模型这个概念在问题提出部分有点多余，而在总讨论中也有些多余。

回应：感谢审稿人的宝贵意见。我们对 4 总讨论中这些重复性描述的语言进行了修改，让总讨论更清晰一些。详见 **4 总讨论第一段**。

意见 17：文中有多处错别字和语义不通顺的地方。

回应：感谢审稿人提出的宝贵意见，我们对全文中的错别字和语义不通顺的地方进行修改，并重新梳理文章，具体修改部分在文章中用蓝色标出。

第二轮

外审专家 2：《视听呈现言语工作记忆内容的语义表征对注意的引导作用》一文经过修改后在研究问题的论证、研究结果的解释及写作的语言表达方面都有了较大的提升，但仍有如下问题需要进一步明确：

意见 1：记忆任务中被试既有可能采用语义编码，也有可能采用语音编码，还有可能采用视觉编码，建议作者在讨论中对此进行分析——为什么是语义水平的注意引导效应。

回应：感谢审稿专家的宝贵意见。为了进一步区分 WM 内容中不同编码对注意的影响，我们结合 Baddeley 的工作记忆模型补充了讨论部分，认为语义水平的注意引导可能与情节缓冲器有关(如下所述)。详见讨论第 2 段。

“实验 1 中视觉呈现的言语 WM 内容在知觉水平和语义水平可同时引导注意，这与 Baddeley (2000) WM 模型中不同子系统理论相符，特别是情节缓冲器的提出证实多通道表征的存在。即虽然言语 WM 的存储加工主要以语音编码为主，但部分字词内容仍能被重新编码 (re-coding) 为视觉代码或语义代码。这种重新编码是基于一定语义关联产生的，与知觉信息的语义分析和分类处理的脑区有关，包括左额下回、左枕颞叶皮质和 BA37，同时这些脑区也与文字和图片之间的语义关联有关系 (Soto, et al., 2010, 2012)。从实验 1 结果来看，言语 WM 在语义水平对注意的引导与视觉代码有关，但这种注意引导并不是基于 Calleja 和 Rich (2013) 所说的视知觉特征水平的注意引导。Baddeley 和 Larsen (2007) 认为言语 WM 可以编码为视觉或语义信息，语音回路中的基于语义水平的重新编码可能与情节缓冲器的参

与有关。情景缓冲器被认为是多通道表征的存储模式，多通道表征包含不同形式的代码，可整合来自不同感觉通道和记忆系统的信息（Baddeley, 2000）。有研究表明言语工作记忆中记忆项的具体性和长呈现时间有助于情节缓冲器的充分介入，使记忆项获得更丰富和更独特的多通道表征（Campoy, Castellà Provencio, et al., 2015）。实验 1 中记忆项在呈现时间和具体性上都有助于多通道表征存储模式的构建，因此知觉和语义水平对注意引导同时存在是可以解释的。”

G Campoy, G., Castellà J., Provencio, V., Hitch, G.J., Baddeley, A. D. (2015). Automatic semantic encoding in verbal short-term memory: evidence from the concreteness effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68 (4), 759-778.

Soto, D., Mannan, S. K., Malhotra, P., Rzeskiewica, A., Humphreys, G.W. (2010). Distinguishing non-spatial from spatial biases in visual selection: Neuropsychological evidence, *Acta Psychologica*. doi:10.1016/j.actpsy.2010.08.010.

意见 2: 个人觉得修改稿中的一些表述仍然可以再提升，建议作者多请几个人阅读修改一下。

回应: 感觉审稿专家的宝贵意见。我们对文章进行了进一步的修改，具体内容在文章中已经用红色标注。

意见 3: 图 1 所示的三种匹配类型应该用空格隔开，实验 1 与实验 2 标题中，1 与 2 后面建议加空格。

回应: 感觉审稿专家的宝贵意见。已经按要求对文章进行修改。

编委意见:

这篇论文送了 3 位外审专家，两位专家的意见非常正面，一位的意见是退稿。我仔细看了专家的退稿意见以及作者的回复与修改，另外，也结合了另外两位专家的评审意见。总体上，我认为这篇论文有一定的理论创新性，建议发表。

主编意见:

请专业英文润色公司修改英文题目与摘要。英文摘要居然出现“The participants were asked to memory the word”这样的句子，令人怀疑作者真的读过所列的英文参考文献。