

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：工作记忆与知觉负载对工作记忆表征引导注意的调节

作者：张豹；胡岑楼；陈颜璋；缪素媚；黄赛；

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：主要的问题：研究的结论（3）指出“视觉搜索任务的知觉负载也能通过外部注意的方式调控对认知资源的需求来影响注意引导效应”。这句话的外部注意方式指的是什么，论文并没有探讨知觉负载调节引导效应的机制。如果作者记录了整个搜索过程中的眼动数据，可以对目标确认阶段的眼动指标进行分析，因为作者对知觉负载的操纵是通过变化任务难度来实现的，很可能知觉负载会影响目标的确认。

回应：非常感谢审稿专家的意见。研究中外部注意是根据 Chun 等(2011)对外部注意和内部注意的定义，指对视觉搜索任务中的视觉刺激的注意选择。本研究通过改变视觉搜索靶子与干扰刺激之间的相似性来操纵视觉搜索任务的知觉负载（难度），从而操纵外部注意对认知资源的消耗。在修改稿中，“视觉搜索任务的知觉负载也能通过外部注意的方式调控对认知资源的需求来影响注意引导效应”中的“外部注意的方式”表述不太恰当，容易让人费解，因此在修改稿中已修改为“视觉搜索任务的知觉负载也能通过调控外部注意对认知资源的需求来影响注意引导效应”（P15,结论（3））。

此外，专家建议对目标确认阶段的眼动指标进行分析的建议非常好，但作者考虑到相对于前人的研究来说，本研究其中一个主要创新之处在于采用眼动追踪技术（首次注视点）来获取视觉搜索早期阶段的空间注意调度，以尽可能地减少认知控制因素对注意引导效应的影响（见前言，pp3-4）。因此本研究的主要结论是基于视觉搜索早期阶段的首次注视点百分率的结果。而且从结果来看，知觉负载确实也对早期阶段的注意影响效应有影响。作者认为目标确认阶段的注意引导效应容易受到认知控制因素的影响，故在修改稿中未对此阶段的眼动数据进行分析，希望专家谅解。在今后的相关研究中，作者将认真考虑专家的建议，参考相关文献(例如 Castelhana, Pollatsek, & Cave, 2008; Malcolm & Henderson, 2009; Solman, Allan Cheyne, & Smilek, 2011)将视觉搜索分阶段进行详细考察。

意见 2：文章的题目可以考虑加入知觉负载，因为除了工作记忆负载外，知觉负载也对工作记忆表征的引导效应有调节作用。

回应：修改稿中已根据专家的宝贵意见将题目修改为“工作记忆与知觉负载对工作记忆表征引导注意的调节”，以能反映知觉负载对注意引导效应的调节作用。

意见 3：为了方便读者对实验结果之间的比较，建议将图 2 和图 4，图 3 和图 5 中反应时的坐标轴（右侧坐标轴）的起点保持一致。基于上述评审意见，建议修后再审。

回应：根据审稿专家的意见，已对图 2 和图 4，图 3 和图 5 中反应时的坐标轴起点进行了调整，将其保持一致以增加可比性。

审稿人 2 意见:

意见 1: 前沿中文献的引用存在较多失误: 如前言第一句的参考文献 Conway, Cowan, & Bunting, 2001 并非谈视觉工作记忆的文献, 而是一篇谈鸡尾酒会效应的言语工作记忆文献; 类似的“注意模板能够引导注意快速地从视觉场景中搜索到目标刺激, 优化视觉搜索效率 (Wolfe, 1994)”此处所应用的 Wolfe 1994 并未涉及工作记忆的引导作用, 工作记忆的引导作用从 Downing (2000) 方开始涉及。文中类似地方还有不少, 建议作者仔细梳理。

回应: 非常感谢专家的细致而又专业的审稿意见! 作者已对论文及参考文献进行了全面细致的检查与梳理, 并已综合专家后面的审稿意见在修改稿中进行了全面修改。

Conway, Cowan, & Bunting (2001) 这篇参考文献由于作者粗心在 ENDNOTE 中选择错误以致出现低级错误, 实属不该。

意见 2: 前言中作者详细论述了工作记忆表征对注意的引导作用, 并认为该引导效应是一个自动化的过程。工作记忆表征对注意的引导是否为自动化的过程是近 10 年来领域里存在争论的问题。除了作者所引用支持自动化观点的研究外, Woodman 等人给出了明确的行为与脑成像证据, 指出该过程并非自动化的过程, 而是受自上而下的认知控制调节 (e.g., Carlisle, N. B., & Woodman, G. F. (2011). Automatic and strategic effects in the guidance of attention by working memory representations. *Acta Psychologica*, 137(2), 217-225. doi:10.1016/j.actpsy.2010.06.012; Carlisle, N. B., & Woodman, G. F. (2013). Reconciling conflicting electrophysiological findings on the guidance of attention by working memory. *Attention Perception & Psychophysics*, 75(7), 1330-1335. doi:10.3758/s13414-013-0529-7; Carlisle, N. B., & Woodman, G. F. (2011). When memory is not enough: Electrophysiological evidence for goal-dependent use of working memory representations in guiding visual attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(10), 2650-2664)。作者需要在前沿中涉及相关内容, 否则会给予读者错误的引导。更进一步, 审稿人认为从注意的自动化引导组织论文似乎并不妥当 (除存在其他观点外, 还使得行文非常拖沓冗长), 直接从工作记忆负荷对注意引导效应的调节入手更直接。相关的, 作者在第三段提出“根据 Hasher 等对自动化加工的界定, 如果基于工作记忆表征的注意引导效应属于自动化加工, 那么该效应应该不受资源负载的影响”, 审稿人认为该推理是有问题的: 自动化加工与工作记忆的负荷是相互独立的两个问题, 即工作记忆引导的自动化与否与记忆负荷无关。而已有的工作记忆引导效应研究 (根据审稿人所掌握的文献) 也并非从这个角度切入探讨工作记忆负荷对注意引导效应的调节。

回应: 专家这一中肯的审稿意见让作者很受启发。虽然 Soto 等认为工作记忆对注意的引导效应是一个自动化的过程, 以及 Woodman 等的一系列相关研究表明工作记忆表征对注意的引导效应确实会受到自上而下的认知控制的影响, 但“自动化加工与工作记忆的负荷是相互独立的两个问题”。故作者已遵照专家的建议, 在修改稿中直接从“工作记忆负载对注意引导效应的调节”这一研究问题切入, 并未在文中强调注意引导效应是自动化还是受认知控制自上而下的调节。

意见 3: 作者对于已有研究的表述存在诸多不清晰或者失误的地方。如“在此视觉搜索过程中, 与当前任务相关的目标刺激以注意模板 (attentional template) 或者靶子模板 (target template) 的形式存储视觉工作记忆系统中 (Bundesen, Habekost, & Kyllingsbæk, 2005; Desimone & Duncan, 1995)”, Woodman 等人已经给出明确的证据, 如果搜索目标不变, 3~5 个 trial 后目标就不存储工作记忆中, 而是长时记忆 (e.g., Carlisle, N. B., Arita, J. T., Pardo, D., & Woodman, G. F. (2011). Attentional templates in visual working memory. *Journal of Neuroscience*, 31(25), 9315-9322. doi:10.1523/JNEUROSCI.1097-11.2011);”Downing 认为被激

活的视觉工作记忆表征能够自上而下地捕获视觉注意，从而促进视觉搜索效率”此处对 Downing 的结果解释非常模糊，或者未解释清楚作用机制：该研究谈的是工作记忆存储表征导致注意驻留在 match-face 的位置，导致 probe 出现在该位置时出现利化。

回应：诚如专家所说，注意模板既可以存储在工作记忆中，也可以存储在长时记忆中。由于作者原稿中表述不当，导致审稿专家误解，本文其实主要想表达“工作记忆可以用来存储注意模板”，因此修改稿中已经将相应表述修改为“工作记忆会以注意模板 (attentional template) 或者靶子模板(target template)的形式存储与当前任务相关的目标刺激” (P1,前言第 1 段)。另外，修改稿中也对 Downing 的结果解释进行了调整以使表述更清晰，“因此，Downing 认为视觉工作记忆表征能引导注意偏向与之匹配的视觉刺激，从而促进对出现在该位置的探测刺激的检测速度” (P1,前言第 2 段蓝色标记部分)。

意见 4: 关键理论的描述在前沿中有待进一步明确：如 Soto (2008,2012)认为高工作记忆负荷导致注意引导效应减弱或消失是由于随着记忆负荷的提高认知资源的消耗提高，使得前额对枕叶视皮层自上而下的引导作用消失（作者在讨论中也提及）。作者在前沿中论述为“使工作记忆表征无法维持强健的工作记忆表征来自上而下地引导注意偏向”（实质是个病句），很难如实体现 Soto 的真实解释。与之相关，该解释若谈清楚了，那么知觉负载调节的预测（P4 第二段）其实也可以更加明确：实质起作用的并非知觉负荷，而是由于记忆项-干扰子间的相似性提高，影响了前额对枕叶的调节（即起到了同工作记忆负荷提高相同的作用）。“如果工作记忆负载对注意引导效应是通过注意资源的分配起作用，视觉搜索任务的知觉负载亦有可能在工作记忆负载影响注意引导效应的过程中起作用”虽有类似意思，但让读者很难理解“工作记忆负载对注意引导效应是通过注意资源的分配起作用”的含义。此外，Carlisle & Woodman (2013) 对于刺激材料对注意引导的影响也有讨论，建议作者仔细读下 (cf. Carlisle, N. B., & Woodman, G. F. (2013). Reconciling conflicting electrophysiological findings on the guidance of attention by working memory. *Attention Perception & Psychophysics*, 75(7), 1330-1335.)

回复：非常感谢审稿专家的宝贵意见！作者在原稿中对工作记忆负载影响注意引导效应的理论解释表述确实不够清晰，作者已参考专家的审稿意见对理论解释及相应的假设进行了调整。

(1) 有关“资源消耗”的理论解释部分调整为“Soto 等(2008; 2012)认为，工作记忆表征对视觉注意引导依赖于大脑额叶对枕叶视皮层自上而下的调节通路，而这一神经通路需要认知资源来维系，当工作记忆负载的增加时，其所消耗的认知资源会导致维持神经通路的认知资源减少，当工作记忆负载对认知资源的消耗达到一定程度时，工作记忆表征对注意的引导效应就会完全消失。” (P2 第二段)

(2) 有关知觉负载的预测部分已调整为“此外，如前面所分析，以往相关研究采用的视觉搜索任务与注意捕获任务之间还存在知觉负载的差异，从资源消耗的角度来看，视觉搜索任务的知觉负载越大，认知资源消耗就越多，因此视觉搜索任务的知觉负载亦有可能通过消耗认知资源的方式影响注意引导效应。” (P4, 第二段)。

(3) 根据审稿专家的建议，作者仔细阅读了 Carlisle & Woodman (2013) 的文献，他们主要考察了 Kumar 等(2009)与 Carlisle 和 Woodman(2011)两个 ERP 研究结果不一致的原因，结果发现注意引导效应会受到任务相关性的调节，支持了他们一直坚持的观点，但同时他们

也认为注意引导效应某种程度取决于刺激材料是否具有显著性，这一观点与 Olivers(2009)以及 Zhang 等(2010)的观点类似。Carlisle & Woodman (2013)的研究结果可以用来解释 Downing 和 Dodds (2004)和 Peters 等(2009)没有发现注意引导效应的原因，作者认同这种解释，但可能并不是唯一解释（例如 Olivers 2011 年所提出的工作记忆状态的解释），至于哪一种解释更为合理，作者也曾进行探讨，但不是本研究关注的主要问题。本论文主要用来验证 van Moorselaar 等 (2014) 年的研究结果以及与之相关的“工作记忆表征状态的理论解释”，探讨“工作记忆负载如何影响注意引导效应？”以及与之关联的“多工作记忆表征能否引导注意？”。因此引用 Downing 和 Dodds (2004)和 Peters 等(2009)的研究主要是用来对相关的文献进行回溯。另外，本研究采用的实验材料是 Soto 等一直以来采用的彩色几何图形，较少涉及到刺激材料的属性，作者个人认为将刺激材料的解释放入正文中可能会有些不协调。因此修改稿中以脚注的形式对刺激材料属性的解释进行了说明（P2 脚注）。

“由于 Downing 和 Dodds (2004)和 Peters 等(2009)的研究中都采用不规则图形作为工作记忆任务与视觉搜索任务的实验材料，还有一种解释认为他们没有发现注意引导效应是由于实验材料的物理属性不具有较强注意引导效力，刺激能量 (stimulus energy) 较低所致(Carlisle & Woodman, 2013; Olivers, 2009; Zhang, Zhang, Kong, Huang, Yue, & Wang, 2010)。”

意见 5: 语言文字有待进一步改进。如题目建议再仔细斟酌下，目前的题目太过拗口，不利于读者理解；“视觉工作记忆是用于临时存储和控制信息的认知加工系统”该定义其实是值得商榷的，工作记忆一般谈对信息的操纵(manipulation)而非控制；第二段“近年来工作记忆表征对视觉注意的引导受到越来越多研究者的关注”，但是作者随后所举实例基本都是 10 年前的工作，很难说是“近年”。“序列”建议用“系列”，前者带有固定顺序的含义，而后者更为常用。

回复: (1) 作者已根据两位审稿专家的意见，将题目修改为“工作记忆与知觉负载对工作记忆表征引导注意的调节”。(2) 修改稿中前言第一句已改为“视觉工作记忆是用于临时存储和操纵信息的认知加工系统(Cowan, 1999)”，以更精准地反映工作记忆的定义。(3) 虽然近年来确实有越来越多的研究关注注意引导效应，但在原稿中所列举的研究确实都是 10 年以前的，修改稿中已增加引用了近年来的一些文献，以更直观地反映研究进展(P2 第一段)。(4) 修改稿中已将“序列”改为“系列”。

意见 6: 其他小问题：实验中首次眼跳的潜伏期请报告；P8“当负载为 1 时，无效条件下首次注视点百分率显著高于中性条件 (18.54% vs. 18.23%， $p < 0.01$)”无效条件下的数值错误，似乎应当是 28%作用；标准图表中 error bar 的类型。

回复: 修改稿中已根据专家的宝贵意见对错误的数值及进行了修改，对 error bar 的类型进行了标注，并在修改阶段对每个实验的首次跳潜伏期进行了统计分析。

第二轮

审稿专家 1: 作者已经按照评审意见进行了修改，没有问题了，同意发表。

审稿专家 2: 审稿人较好的回答了审稿人提出的问题，建议发表。