

注视线索在工作记忆保持阶段中的作用

陈艾睿 王美懿 吴 虹

苏州科技大学教育学院，苏州

摘 要 | 当人们发现其他人正在看某个方向时，他们会自动跟随他的注视并注意到同样的位置，这就是共同注意。工作记忆是一种具有有限能量处理和存储的记忆系统。它具有短暂性和可加工性的特点。工作记忆的过程包括三个连续的阶段：编码、保持和检索。共同注意是否影响工作记忆的保持还尚未可知。研究结合注视线索和经典的视觉工作记忆任务，探讨了注视线索方向和记忆项目位置的一致性对工作记忆保持阶段的影响。结果并未发现注视线索方向对工作记忆保持有显著性影响，也未发现自闭特质水平在其中的作用。

关键词 | 共同注意；注视线索；工作记忆；自闭特质

Copyright © 2024 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

共同注意是指两个个体关注同一个人、物体或事件的现象^[1-3]。它通常出现在9个月左右的婴儿身上，是语言发展、学习和社会互动的基础^[1,3]。不仅在人类中，在灵长类动物中也存在类似共同注意现象^[4]。在实验室中，采用 Posner 注意范式来量化共同注意，当目标物和注视方向相同时，检测该目标的速度会变快，相反，速度就会变慢，这种现象被称为注视线索效应（gaze cue effect, GCE）^[5]

在当前信息过载的时代里，工作记忆在日常生活中的作用愈发凸显。一旦个体注意并加工了接收到的信息，工作记忆便承担起编码和储存相关信息的任务。工作记忆对人类进行推理、理解和学习有着重要作用^[6]。它是一种在脑中短暂保持少量不再能从环境中获得的信息的能力，并利用这些信息来指导接下来的行为表现^[7]。同样，这个特点使得人类有意识地去获取对自己有利的信息，例如，追随他人的注意并且保存通过注意所得到的重要视觉、言语以及空间信息，直到那些信息被我们利用或者不再和我们的任务相关时才会消退。工作记忆都包括编码、保持、提取三个认知加工过程^[7]。能够被个体优

先感知到的信息可能与任务的相关性或者相关动机有关，是自下而上和自上而下相结合对视觉信息的加工方式^[8]。这就说明被注意到的物体能够被更容易记住。在工作记忆中编码的项目越多，反应越慢，说明工作记忆加工的能力有限^[9]。

共同注意与记忆之间的关系尤其值得关注。工作记忆中储存的眼神方向信息，能够加快参与者对记忆中眼神方向相同一侧的目标反应^[10]。有研究表明，共同注意的调节可以增强关于独立思考的长时记忆^[11]。当参与者被告知他们和其他执行相同任务的参与者正在观看同一幅图片时，他们对图片的回忆准确性比观看不同图片时更高。这表明，共同注意所传递的信息能够增强长期记忆的编码效果。同样，图片在共同注意条件下的长期认知也可以得到更好的编码^[3]。此外，格雷戈里（Gregory）等人的研究进一步揭示了注视线索对工作记忆的积极影响^[12]。在注视线索一致的条件下，工作记忆的准确性更高，反应速度更快。注视线索不仅仅是对兴趣^[13, 14]或欲望^[15]的指向性的确认，它还揭示了个体基于兴趣采取行动^[16]的过程。这种行动是目标导向的，有助于个体进行目标导向的思考和行为。共同注意对于我们预测即将发生的行为以及合作有着重要的作用。我们倾向于记住那些对于我们目标重要的事情，并且通过共同注意而得到加强的信息价值增强了目标导向工作记忆过程。总的来说，共同注意的调节不仅能够增强长时记忆的效果，还能够提高工作记忆的准确性和效率。这些研究为我们理解共同注意与工作记忆之间的复杂关系提供了重要的证据。

虽然格雷戈里等人的研究结果表明共同注意增强了视觉工作记忆准确性^[12]，但是他们并没分离记忆的编码、保持、提取三个阶段，来探究共同注意对工作记忆编码、保持、提取的分别影响，所以本研究更进一步地探索共同注意对工作记忆保持阶段的影响，利用视觉工作记忆范式和注视线索，设计了一个单因素被试内实验设计。若方向一致与方向不一致条件下的工作记忆保持有显著差异的话，则说明共同注意对工作记忆保持阶段有影响。

2 研究方法

2.1 被试

本研究有 27 名在校大学生（男 6 名，女 21 名）被招募来自愿参加我们的实验，所有被试实验结束后会获得一定的报酬（10 元）。被试年龄 18 ~ 23 岁，并且视力正常或矫正视力正常，且没有色弱或者色盲，均为右利手。实验前均告知了被试此次实验为记忆任务实验，讲述实验指导语，被试进入实验室之后手机静音或者关机。本研究还采用了中文版自闭特质问卷来测量了被试的自闭特质得分^[17]。本实验得到了苏州科技大学伦理委员会认可。

2.2 实验仪器与材料

实验刺激均呈现在实验室中的戴尔 16 寸（长 30.5 cm，宽 40.7 cm）显示器上，屏幕分辨率为 1280x1024，刷新频率为 75 Hz，屏幕背景为灰色（RGB: 125, 125, 125）。下颌托放在距离屏幕 60 cm 处。实验程序的编制以及数据采集均使用 MATLAB。

实验场景参考格雷戈里等人实验中的材料^[12]，面孔图片由两男两女构成，其眼神分别向左、向右

以及直视, 图片大小 $3.2^{\circ} \times 2.4^{\circ}$ 。实验刺激由 12 个不同的彩色方块, 方块颜色由黑 (RGB: 0, 0, 0)、蓝 (RGB: 0, 0, 255)、棕 (RGB: 128, 64, 0)、绿 (RGB: 0, 255, 0)、黄 (RGB: 255, 242, 0)、橙 (RGB: 255, 128, 64)、粉 (RGB: 255, 0, 255)、紫 (RGB: 128, 0, 255)、红 (RGB: 255, 0, 0)、粉红 (RGB: 90, 150, 130)、宝石绿 (RGB: 0, 64, 128) 和白色 (RGB: 255, 255, 255) 构成, 彩色方块视角为 $0.8^{\circ} \times 0.8^{\circ}$, 八个方块排列组成的外方框之间距离为 1.1° , 方框距离面孔图片边缘的视角为 1.7° ; 面孔大小统一, 视角是 $3.2^{\circ} \times 4.1^{\circ}$, 黑色中央注视点视角为 0.5° , 距离屏幕 60cm。

2.3 实验设计与程序

实验采用单因素 (注视线索: 一致、不一致、直视) 被试内实验设计。

在正式实验之前进行 20 次的练习试次, 正式实验分为 240 个试次, 其中线索一致、不一致、直视条件下各 80 个试次, 实验分为 4 个 blocks, 每个 block 有 60 个试次, 每两个 block 之间会有一次短暂休息, 被试可以根据自己的疲劳程度决定休息 1 ~ 2 两分钟的时间, 休息完继续进行实验。整个实验做完大约 40 分钟。正式实验首先在屏幕上呈现 1067 ms 的十字注视点, 紧接着呈现八个不同颜色的方块呈现 107 ms; 之后呈现 265 ms 的十字注视点; 然后呈现带有注视方向的面孔, 呈现 533 ms; 接下来出现 107 ms 的十字注视点; 最后出现一个彩色的方块, 方块可能来自左边或者右边, 或者前面没出现过的颜色, 被试只需要又准确又快速判断是否出现过, 有 3200 ms 的时间来回答, 如果没有反应则被判定为错误。实验流程图如图 1 所示。

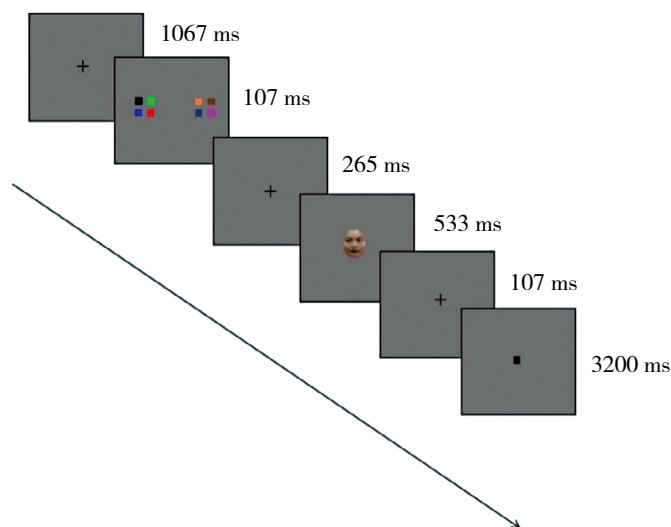


图 1 实验流程图

Figure 1 The experimental procedure

3 结果

实验结果中有三个被试 20 次以上未按键所以被剔除, 剩余 24 个被试进入统计, 他们的平均正确率为 57.9%, 并且剔除各实验条件下靶刺激辨别任务中错误反应的试次和没有反应的试次, 以及处于三个标准差之外的试次。

3.1 辨别力指数 (d')

将自变量三种水平下所得到的 d' 值进行单因素方差分析, 结果显示, 线索一致、线索不一致和直视条件的差异不显著, $F(2, 69) = 0.07$, $p = 0.93$, 95% CI = $[-0.235, 0.235]$ 。表 1 显示了各个条件下被试的平均正确率和 d' 值。

表 1 不同条件下平均正确率 (%) 和 d' 值

Table 1 Mean percentage correct (%) and d-value in different conditions

	有效	无效	直视
平均正确率	49.8%	51%	51%
d'	0.439 (0.43)	0.472 (0.26)	0.44 (0.34)

注: 括号里的内容是标准差。

3.2 反应时

表 2 显示了各个条件下被试的平均反应时。将自变量三种水平下所得到的平均反应时进行单因素方差分析, 结果显示, 线索一致、线索不一致和直视条件的差异不显著, $F(2, 69) = 2.39$, $p = 0.09$, 95% CI = $[-0.045, 0.045]$ 。

表 2 不同条件下平均反应时

Table 2 Average response time under different conditions

	有效	无效	直视
平均反应时	909 (230)	923 (220)	902 (220)

注: 括号里的内容是标准差。

将不一致条件和一致条件的差值与自闭特质得分做相关分析, 结果发现, 注视线索效应量与自闭特质得分相关不显著 ($r = -0.273$, $p = 0.197$)。

4 讨论

本研究的目的是证明共同注意是否影响工作记忆的保持阶段。为了研究这个, 根据前人的研究范式^[12], 即延迟匹配范式, 做进一步的探索。本研究发现共同注意对工作记忆的保持阶段没有影响。并且本研究还对自闭特质和注视线索效应进行了研究。研究发现, 自闭特质和注视线索效应没有显著相关。

共同注意对工作记忆的保持阶段没有影响。那么共同注意有可能影响的是工作记忆的编码阶段或者提取阶段。虽然格雷戈里等人的研究中发现了注视线索增强了彩色方块的视觉工作记忆准确性以及速度, 但是在他们的注视线索实验中方块是和面孔一起呈现的^[12]。有研究表明, 直接注视可能会破坏个体的认知过程^[18]。所以本研究将注视线索和工作记忆的目标刺激进行了分离, 注视线索出现后再出现要求个体判断的目标刺激。但是共同注意对工作记忆其他阶段的影响有待继续探索。

捕获注意的项目被认为在工作记忆中具有加工优势^[19]，在呈现八个方块过程中，捕获注意的可能是右边的方块也可能是左边的方块，或者两边都有，因为两边可能都有更加明亮或者更受个体喜爱的颜色，方块已经被个体所编码了，接下来的注视线索时间呈现时间非常之短，也就是说保持阶段的注视线索有可能就被我们所忽视，所以注视线索对我们保持阶段没有产生影响。而在格雷戈里等人的研究中，彩色方块和线索面孔同时呈现^[12]，两者同时加工，个体本身就有注视追随的效应存在^[20]，所以个体注意到的信息可能会被优先加工。本研究没有发现自闭特质与注视线索效应存在显著相关，另有学者的研究也有相同的发现^[1, 21]。未来需要进一步探索注视线索与自闭特质的关系。

本研究也存在一些局限。首先，任务的正确率不仅代表编码阶段的效率，也要比较加工刺激的难度^[22]，所以被试的正确率低时我们要考虑被试编码不充分、任务流程是否比较难。其次，本研究呈现了八个不同颜色的方块，可能对工作记忆容量产生了挑战。最后，尽管本研究并没有证明共同注意对工作以及保持阶段的影响，但是共同注意可能会影响工作记忆的编码阶段和提取阶段，这还需要进一步研究。

参考文献

- [1] Chen A W M, Dong B. No effect of autistic traits on social attention: evidence based on single-cue and conflicting-cues scenarios [J]. BMC Psychology, 2024, 12 (295).
- [2] Moore C, Dunham P J, Dunham P. Joint attention: Its origins and role in development [M]. Psychology Press, 2014.
- [3] Kim K, Mundy P. Joint attention, social-cognition, and recognition memory in adults [J]. Frontiers in human neuroscience, 2012 (6): 172.
- [4] Emery N J, Lorincz E N, Perrett D I, et al. Gaze following and joint attention in rhesus monkeys (Macaca mulatta) [J]. Journal of comparative psychology, 1997, 111 (3): 286.
- [5] Friesen C K, Kingstone A. The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze [J]. Psychonomic bulletin & review, 1998, 5 (3): 490-495.
- [6] Baddeley A. Working memory, thought, and action [M]. OuP Oxford, 2007.
- [7] Baddeley A. Working memory: Theories, models, and controversies [J]. Annual review of psychology, 2012 (63): 1-29.
- [8] Soto D, Humphreys G W, Heinke D. Working memory can guide pop-out search [M]. Vision research, 2006, 46 (6/7): 1010-1018.
- [9] Bays P M, Gorgoraptis N, Wee N, et al. Temporal dynamics of encoding, storage, and reallocation of visual working memory [J]. Journal of vision, 2011, 11 (10): 6.
- [10] Ji H, Yuan T, Yu Y, et al. Internal social attention: Gaze cues stored in working memory trigger involuntary attentional orienting [J]. Psychological Science, 2022, 33 (9): 1532-1540.
- [11] Richardson D C, Street C N, Tan J Y, et al. Joint perception: Gaze and social context [J]. Frontiers in human neuroscience, 2012 (6): 194.
- [12] Gregory S E, Jackson M C. Joint attention enhances visual working memory [J]. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 2017, 43 (2): 237.
- [13] Peters C, Pelachaud C, Bevacqua E, et al. A model of attention and interest using gaze behavior [M] //In International Workshop on Intelligent Virtual Agents. Springer, 2005: 229-240.

- [14] Li Y, Xu P, Lagun D, et al. Towards measuring and inferring user interest from gaze [D] . Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion, 2017: 525–533.
- [15] Strick M, Holland R W, van Knippenberg A. Seductive eyes: Attractiveness and direct gaze increase desire for associated objects [J] . Cognition, 2008, 106 (3) : 1487–1496.
- [16] Perez–Osorio J, M ü ller H J, Wiese E, et al. Gaze following is modulated by expectations regarding others' action goals [J] . Plos one, 2015, 10 (11) : e0143614.
- [17] Zhang L, Sun Y, Chen F, et al. Psychometric properties of the Autism–Spectrum Quotient in both clinical and non–clinical samples: Chinese version for mainland China [J] . BMC psychiatry, 2016 (16) : 1–10.
- [18] Wang J J, Apperly I A. Just one look: Direct gaze briefly disrupts visual working memory [J] . Psychonomic bulletin & review, 2017 (24) : 393–399.
- [19] 张明, 王爱君. 视觉搜索中基于工作记忆内容的注意捕获与抑制 [J] . 心理科学进展, 2012, 20 (12) : 1899.
- [20] Kawai N. Attentional shift by eye gaze requires joint attention: Eye gaze cues are unique to shift attention 1 [J] . Japanese Psychological Research, 2011, 53 (3) : 292–301.
- [21] Yu Y, Wang L, Jiang Y. Gaze–Triggered Communicative Intention Compresses Perceived Temporal Duration [J] . Psychological Science, 2023, 34 (11) : 1256–1270.
- [22] Awh E, Barton B, Vogel E K. Visual working memory represents a fixed number of items regardless of complexity [J] . Psychological science, 2007, 18 (7) : 622–628.

The Role of Gaze Cues in the Maintaining Stage of Working Memory

Chen Airui Wang Meiyi Wu Hong

Suzhou University of Science and Technology, Suzhou

Abstract: When people find that someone else is looking in a certain direction, they automatically follow his gaze and notice the same location, which is known as joint attention. Working memory is a memory system with limited energy for processing and storage. It has the characteristics of transience and processability. The process of working memory consists of three successive stages: encoding, maintaining, and retrieval. Whether joint attention affects working memory retention is not yet known. This study combined gaze cues with classical visual working memory tasks to explore the influence of the consistency of gaze cues direction and memory item location on the retention stage of working memory. The results showed that the direction of gaze cues had no significant effect on the retention of working memory, and the level of autistic trait was not found.

Key words: Joint attention; Gaze cues; Working memory; Autistic traits