

# 记住部分策略对老年人视觉工作记忆容量的影响<sup>\*</sup>

王宝玺<sup>1</sup>, 陈晨<sup>1,2</sup>, 吴思远<sup>1</sup>, 王雪静<sup>1</sup>

(1. 江西师范大学心理学院, 南昌 330022; 2. 信阳科技职业学院, 信阳 464000)

**摘要:**采用变化检测任务探讨记住部分策略和记住全部策略对青年人和老年人视觉工作记忆容量的影响。结果发现:在老年人中,无论项目数量为3个还是5个,使用记住部分策略的视觉工作记忆表现好于记住全部策略;在青年人中,当项目数量为3个时,记忆策略之间没有显著差异;当项目数量为5个时,使用记住部分策略的视觉工作记忆表现好于记住全部策略。这表明,当超出视觉工作记忆容量时,记住部分策略是提高青年人和老年人视觉工作记忆表现的最佳策略。

**关键词:**视觉工作记忆;记忆策略;变化检测任务

**中图分类号:**B842.5

**文献标志码:**A

**文章编号:**1003-5184(2024)04-0327-06

## 1 引言

视觉工作记忆(Visual working memory, VWM)是一种临时存储和加工当前任务相关信息的资源有限的认知系统(Baddeley, 2010; Wang et al., 2020)。保持较高的视觉工作记忆能力是许多认知活动的必要条件。

视觉工作记忆对年龄的变化十分敏感,并表现出与老化相关的衰退(Allen et al., 2021; Brockmole & Logie, 2013; Esfahan et al., 2024)。在老化过程中,视觉工作记忆容量从40岁开始减少(Salthouse & Timothy, 1994)。视觉工作记忆项目的特征及特征之间绑定的能力也随着老化而呈现下降的趋势(Guazzo et al., 2020)。例如,Peich等人(2013)使用双特征工作记忆任务探讨老化对项目特征的精度和特征绑定的影响。在编码阶段,被试要记住目标刺激的颜色和方向。经过一个短暂的延迟进入测试阶段,被试通过操作刻度盘对目标刺激的颜色和方向进行再认。结果表明,随着年龄的增长老年人视觉工作记忆能力受损,项目的视觉特征在记忆中保持的精度会下降。

如何通过特定的记忆策略来提高视觉工作记忆容量成为研究的关注点(Bengson & Luck, 2016; Nicholls & English, 2020)。先前研究表明,被试关注部分或者全部项目影响视觉工作记忆容量。在编码阶段,被试可能会关注全部呈现的项目,确保探测阶段对项目的识别。一旦记忆项目数量超出视觉工作

记忆容量,将导致被试难以识别部分甚至全部项目(Gathercole, 2006)。研究发现记住部分策略,即在编码阶段只专注于所呈现项目的一部分,可以提高视觉工作记忆容量(Emrich et al., 2013; Linke et al., 2011; Postle & Bradley, 2015)。Atkinson等人(2018)的研究使用线索回忆任务考察了编码策略对青年人和老年人视觉工作记忆容量的影响。该研究首先给被试呈现几个颜色不同的形状,在短暂的延迟之后,会给被试提示一个形状的轮廓,并要求被试对颜色进行回忆。结果发现,记住部分策略能够提高两个年龄组的视觉工作记忆容量。也有研究发现老年人更可能自发使用记住部分策略,将注意力集中在部分项目上,可以在认知资源有限的情况下保持一定的视觉工作记忆表现(Brown et al., 2017)。

然而也有研究发现记住全部策略可以提高视觉工作记忆容量,如Bengson和Luck(2016)以青年人为被试,使用变化检测任务要求被试判断探测阶段的彩色方形阵列与编码阶段的是否相同。结果发现,与记住部分策略相比,记住全部策略可以提高青年人的视觉工作记忆容量。这可能是由于该研究使用的材料只有颜色维度,被试只需要对单一维度的特征做出判断。在实际生活中,视觉对象包括更多的特征维度,如颜色、形状和深度,这些特征必须被准确地结合在一起(Ueno et al., 2011)。如果记忆项目为需要特征绑定的复杂项目,是否会出现类似

<sup>\*</sup> 基金项目:江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ150316)。

通信作者:王雪静, E-mail: 15170321471@126.com。

的结果,还需要进一步探究。材料复杂度的增加可能使个体难以有效地编码所有的视觉对象特征,导致记住全部策略的失效。

总之记忆策略对视觉工作记忆影响的研究存在不一致的发现。一些研究发现记住部分策略可以提高青年人的视觉工作记忆容量 (Atkinson et al., 2018; Linke et al., 2011), 而也有研究发现记住全部策略可以提高青年人的视觉工作记忆容量 (Bengson & Luck, 2016)。这些不一致结果可能是源于记忆项目的数量以及记忆项目复杂性影响。随着年龄的增长,老年人的视觉工作记忆能力下降,导致其难以编码全部记忆项目,记住部分策略对其视觉工作记忆的影响可能表现出和青年人不同的模式。因此,目前研究进一步探讨记住部分策略对视觉工作记忆的影响,考察不同年龄组人群记忆策略的使用是否受项目数量的影响。

研究使用单探针变化检测任务,以绑定多个特征的复杂图形为记忆材料,记忆项目数量为 3 个和 5 个,探讨记忆策略对不同年龄组人群视觉工作记忆容量的影响。研究提出以下假设:(1)在青年人中,当项目数量为 3 个时,记忆策略之间无显著差异;当项目数量为 5 个时,使用记住部分策略的视觉工作记忆表现都要好于使用记住全部策略。(2)在老年人中,由于受到视觉工作记忆老化的影响,老年人的视觉工作记忆容量不会随着项目数量的增多而增大。即老年人在不同的项目数量下,使用记住部分策略的视觉工作记忆表现都要好于使用记住全部策略。

## 2 方法

### 2.1 研究设计

采用 2(记忆策略:记住部分,记住全部)×2(项目数量:3 个,5 个)×2(年龄:青年人,老年人)三因素混合实验设计,其中记忆策略和项目数量为被试内变量。视觉工作记忆以 K 值和反应时为因变量。

### 2.2 被试

采用 G - Power 以统计功效  $power = 0.8$ , 中等效应量  $f = 0.25$  和重复测量 4 为参数估计的最小样本量  $N = 34$ 。研究实际共有 44 名被试参加。从某高校招募 22 名大学生作为青年被试,其中 13 名男性,9 名女性,平均年龄为  $21.09 \pm 2.18$  岁,受教育年限为  $13.55 \pm 1.06$  年。从大学周围社区招募 22 名老年被试,其中 10 名男性,12 名女性,平均年龄为  $68.73 \pm 5.09$  岁,受教育年限为  $11.64 \pm 2.42$  年。

老年被试入组标准为:自我报告健康状况良好,简易精神状态评价量表 (Mini - mental State Examination, MMSE) 评分  $\geq 26$ 。

### 2.3 实验材料

实验材料为中等灰色背景 (RGB = 127, 127, 127) 下的彩色图形。图形包括三角形、圆形、正方形、正六边形和十字形。图形的颜色从五种不同的颜色中选择,分别为:红色 (RGB = 255, 0, 0), 绿色 (RGB = 0, 255, 0), 蓝色 (RGB = 0, 0, 255), 黄色 (RGB = 255, 255, 0), 紫色 (RGB = 255, 0, 255)。每种颜色和图形仅出现一次,且颜色和图形的绑定是唯一的。项目随机呈现在  $7^\circ \times 5^\circ$  区域内,且不同项目之间的距离是  $2.4^\circ$  (一个项目的中心到另一个项目的中心)。

### 2.4 实验程序

实验程序用 E - prime 2.0 软件编制,在 15 英寸的电脑显示器呈现记忆项目。被试与电脑屏幕之间的距离为 60 cm。整个实验包括 4 个组块,记住全部策略和记住部分策略下各 2 个组块,每个组块有 50 个试次。在每个组块中,每种项目数量条件 (3 个和 5 个) 各有 25 个试次,随机呈现,为了保证被试在每个组块中始终使用同一种记忆策略,在每次实验开始之前都会向被试呈现相应的指导语,告知被试在接下来的组块中需要使用的记忆策略。被试使用相应的记忆策略完成项目数量为 3 和项目数量为 5 的视觉工作记忆任务。研究指导语参照了 Bengson 和 Luck (2016) 的研究。其中记住全部策略的指导语为:“无论呈现了多少个图形,都要记住所有图形的形状和颜色”。记住部分策略的指导语为:“如果你不能记住所有图形的形状和颜色,那么你可以只关注其中的一部分图形并记住它们”。

实验流程为在屏幕中间呈现一个注视点 500 ms,然后呈现记忆项目 1000 ms,记忆项目数量可能为 3 个也可能为 5 个。在 1000 ms 空屏后,屏幕中间出现一个测试项目 4000 ms,被试需要判断测试项目与之前学习的项目是否相同,被试通过按键做出反应,被试判断不同按“F”键,判断“相同”按“J”键 (见图 1)。改变和不改变试次的概率相等,在 50% 的试次中,探测项目没有发生改变。在另外 50% 的试次中,探测项目发生改变,与记忆项目不同。

为确保被试完全理解记忆策略的指导语,所有被试进行正式实验之前会先进行练习,练习阶段包

括40个试次,只有当被试在练习阶段的正确率大于60%,且能正确复述不同记忆策略的指导语时,才能进入正式实验。

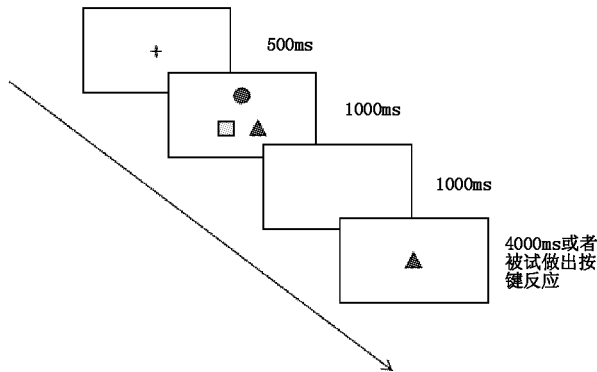


图1 实验流程示意图

## 2.5 统计方法

根据Cowan的公式  $K = N \times (H - FA) / (1 - FA)$  计算视觉工作记忆中的表征个数(Cowan, 2001; Rouder et al., 2011)。N表示记忆项目集合大小, H为“相同”的项目击中率。FA为“不同”项目的虚报率。在计算击中率和虚报率时,剔除实验前的练习试次和实验中未反应试次,并剔除 $\pm 3$ 个标准差之外的数据2个。

## 3 结果

### 3.1 视觉工作记忆容量

青年人和老年人在不同记忆策略条件下的视觉工作记忆容量分别见图2和图3。以视觉工作记忆容量(K)为因变量,进行2(记忆策略:记住部分,记住全部) $\times$ 2(项目数量:3个,5个) $\times$ 2(年龄:青年人,老年人)的重复测量方差分析,结果表明:记忆策略主效应显著,  $F(1, 42) = 22.44, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.35$ , 记住部分策略比记住全部策略表现出更大的视觉工作记忆容量;年龄主效应显著,  $F(1, 42) = 42.20, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.50$ , 青年人比老年人表现出更大的视觉工作记忆容量;项目数量主效应不显著,  $F(1, 42) = 0.67, p = 0.42$ 。项目数量和年龄的交互作用显著,  $F(1, 42) = 4.18, p = 0.05, \eta_p^2 = 0.09$ ;记忆策略和项目数量的交互作用显著  $F(1, 42) = 15.73, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.27$ ;记忆策略和年龄的交互作用不显著,  $F(1, 42) = 0.20, p = 0.66$ 。记忆策略、项目数量和年龄的三因素交互作用显著,  $F(1, 42) = 9.10, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.18$ 。

对三重交互作用进行简单效应分析,结果表明:在青年人中,当项目数量为5个时,使用记住部分策略的视觉工作记忆容量显著大于记住全部策略的

( $p < 0.001$ );当项目数量为3个时,记忆策略之间没有显著差异( $p = 0.91$ )。在老年人中无论项目数量为3个还是5个时,使用记住部分策略的视觉工作记忆容量都显著大于记住全部策略的(3个数量: $p = 0.02$ ;5个数量: $p = 0.02$ )。这说明在记忆多个特征绑定的无意义复杂图形时会占据更多的认知资源,老年人可以记忆的项目数量更少。无论项目数量为3个还是5个时,可能均超出其容量限制,使用记住部分策略才能获得更好的视觉工作记忆表现。

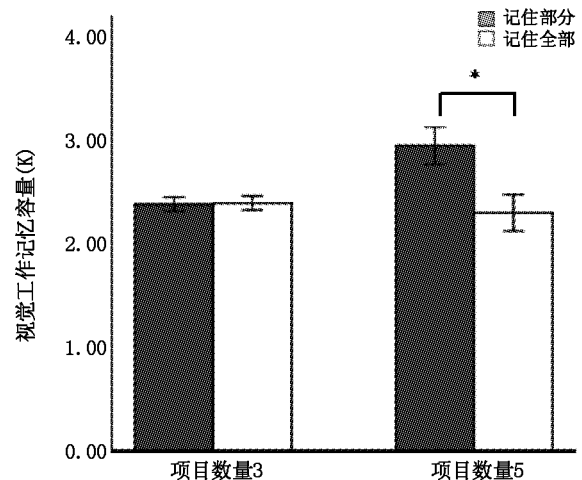


图2 青年人在不同条件下的视觉工作记忆容量(K)

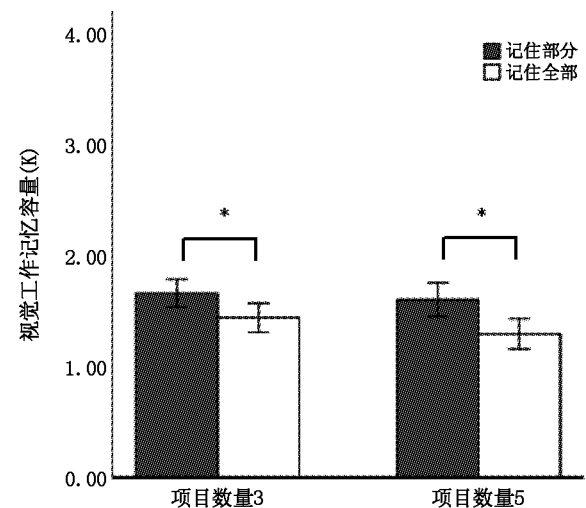


图3 老年人在不同条件下的视觉工作记忆容量(K)

### 3.2 反应时

青年人和老年人在不同记忆策略条件下的反应时,见表1。对反应时进行2(记忆策略:记住部分,记住全部) $\times$ 2(项目数量:3个,5个) $\times$ 2年龄(年龄:青年人,老年人) $\times$ 2(反应类型:相同,不同)四因素重复测量方差分析。结果显示:年龄的主效应显著,  $F(1, 42) = 6.36, p = 0.02, \eta_p^2 = 0.13$ , 青年人

比老年人的反应时更短;项目数量主效应显著,  $F(1, 42) = 48.66, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.54$ , 项目数量为 3 个比项目数量为 5 个的反应时更短;反应类型的主

效应显著,  $F(1, 42) = 14.71, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.26$ , 相同反应比不同反应的反应时更短。交互作用均不显著( $ps > 0.05$ )。

表 1 青年人和老年人在不同记忆策略条件下的反应时,  $M(SE)$

年龄	记住部分				记住全部			
	项目数量 3		项目数量 5		项目数量 3		项目数量 5	
	相同反应	不同反应	相同反应	不同反应	相同反应	不同反应	相同反应	不同反应
青年人	995 (64)	1016 (59)	1092 (70)	1159 (80)	914 (51)	986 (50)	1085 (63)	1124 (69)
老年人	1091 (63)	1261 (76)	1228 (55)	1342 (76)	1130 (64)	1276 (80)	1310 (67)	1376 (70)

#### 4 讨论

采用单探针变化检测任务探究记忆多个特征绑定的复杂图形时记忆策略、项目数量和年龄差异对视觉工作记忆的影响。结果发现:在青年人中,当项目数量为 3 个时,两种记忆策略条件下的视觉工作记忆容量无显著差异;当项目数量为 5 个时,与记住全部策略相比,记住部分策略可以显著提高视觉工作记忆容量。在老年人中无论项目数量为 3 个还是 5 个,与记住全部策略相比,使用记住部分策略可以显著提高视觉工作记忆容量。

与先前研究结果一致,记忆策略影响视觉工作记忆表现。当视觉工作记忆容量出现记忆负荷时,记住部分策略会提高视觉工作记忆容量(Atkinson et al., 2018; Hu et al., 2016; Linke et al., 2011)。不同年龄组被试记忆策略的效果受项目数量的影响,青年人在项目数量为 5 个的条件下记住部分策略存在明显优势,而在项目数量为 3 个的条件下青年人记住部分策略的优势效应并不显著,这可能是由于记忆 3 个项目没有超过青年人的视觉工作记忆容量(Cowan, 2001)。老年人无论在项目数量为 3 个还是 5 个时,记住部分策略都存在优势。无论项目数量为 3 个还是 5 个,老年人使用记住部分策略比使用记住全部策略获得更好的视觉工作记忆表现。在记忆复杂图形时,多个项目特征的绑定占据更多的认知资源,减少视觉工作记忆中可以维持的项目数量(Bays & Husain, 2008)。随着年龄的增长,老年人的视觉工作记忆容量逐渐降低(Nicholls & English, 2020; Salthouse & Timothy, 1994)。目前研究使用多个特征绑定的无意义复杂图形导致老年人记忆负荷增加,项目数量为 3 个和 5 个可能都超出老年人视觉工作记忆容量上限,使用记住部分策略的视觉工作记忆表现显著好于记住全部策略。

与记住全部策略相比,记住部分策略的记忆项目数量较少,被试有比较充足的时间对记忆项目进

行编码和加工,产生更加精确的视觉表征,在不超出视觉工作记忆容量的情况下对视觉信息进行检索,从而提高视觉工作记忆的表现。相反,使用记住全部策略时意味着被试只有很短的时间对每个项目进行编码和加工,难以产生精确的视觉表征(Donkin et al., 2016)。记住全部项目可能会导致视觉工作记忆负荷过重,使得被试难以有效地保持或检索视觉信息(Gathercole, 2006)。

但是有研究发现在超出视觉工作记忆容量时,被试使用记住全部策略的任务表现要好于记住部分策略(Bengson & Luck, 2016)。这可能是因为他们的记忆材料是单维颜色项目(彩色方块),目前研究使用的材料是绑定多个特征的复杂项目。这表明记忆策略的有效性可能取决于项目的复杂度以及是否需要特征绑定。当项目只有一个特征时,可能对全部记忆项目的视觉信息进行编码更有效。相反,当项目更复杂且需要多个特征绑定时,需要精确的视觉表征,此时对全部项目进行编码变得十分困难,关注部分项目就成了最优策略(Atkinson et al., 2018)。

认知控制能力随着年龄的增长而下降,并对老年人的记忆表现产生负面影响,导致老年人自发使用记忆策略的频率较低(Bouazzaoui et al., 2014; Craik & Bialystok, 2006)。但在有具体的策略指导时老年人也能够使用相应的记忆策略,提升他们的记忆表现(Allen et al., 2021; Charlotte et al., 2012)。一些研究发现记忆策略有助于减少与老化相关的记忆损伤,老年人的记忆缺陷在一定程度上是由于缺乏自发启动的策略使用。当为其提供策略指导时,可以有效地弥补记忆损伤(Gavelin et al., 2020; Hudes et al., 2019)目前研究发现在视觉工作记忆任务中老年人和青年人一样,都能从记住部分策略中获益,这表明记忆策略促进效应不受被试特征影响。记忆部分策略能够在编码过程中通过选择、监

控和组织内容来调节记忆功能,从而提升老年人的视觉工作记忆容量,进而帮助老年人提升生活质量。

## 5 结论

在记忆多个特征绑定的复杂图形时,不同记忆策略对青年人和老年人的视觉工作记忆的影响表现为:在视觉工作记忆容量范围内,记住部分策略和记住全部策略对视觉工作记忆的影响无显著差异;在超出视觉工作记忆容量时,青年人和老年人表现出相似的记忆策略优势,即使用记住部分策略的视觉工作记忆表现显著好于使用记住全部策略。

## 参考文献

- Allen, R. J., Atkinson, A. L., & Nicholls, L. A. B. (2021). Strategic prioritisation enhances young and older adults' visual feature binding in working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 74(2), 363–376.
- Atkinson, A. L., Baddeley, A. D., & Allen, R. J. (2018). Remember some or remember all? Ageing and strategy effects in visual working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(7), 1561–1573.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136–140.
- Bays, P. M., & Husain, M. (2008). Dynamic shifts of limited working memory resources in human vision. *Science*, 321(5890), 851–854.
- Bengson, J. J., & Luck, S. J. (2016). Effects of strategy on visual working memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(1), 265–270.
- Bouazzaoui, B., Angel, L., Fay, S., Tacconat, L., Charlotte, F., & Isingrini, M. (2014). Does the greater involvement of executive control in memory with age act as a compensatory mechanism? *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 68(1), 59–66.
- Brockmole, J. R., & Logie, R. H. (2013). Age-related change in visual working memory: A study of 55,753 participants aged 8–75. *Frontiers in Psychology*, 4, 12.
- Brown, L. A., Niven, E. H., Logie, R. H., Rhodes, S., & Allen, R. J. (2017). Visual feature binding in younger and older adults: Encoding and suffix interference effects. *Memory*, 25(2), 261–275.
- Charlotte, F., Badiãa, B., Michel, I., & Laurence, T. (2012). Study time allocation deficit of older adults: The role of environmental support at encoding? *Psychology and Aging*, 27(3), 577–588.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral & Brain Sciences*, 24(1), 87–114.
- Craik, F. I. M., & Bialystok, E. (2006). Cognition through the lifespan: Mechanisms of change. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(3), 131–138.
- Donkin, C., Kary, A., Tahir, F., & Taylor, R. (2016). Resources masquerading as slots: Flexible allocation of visual working memory. *Cognitive Psychology*, 85, 30–42.
- Emrich, S. M., Riggall, A. C., Larocque, J. J., & Postle, B. R. (2013). Distributed patterns of activity in sensory cortex reflect the precision of multiple items maintained in visual short-term memory. *Journal of Neuroscience the Official Journal of the Society for Neuroscience*, 33(15), 6516–6523.
- Esfahan, S. M., Nili, M. H. K., Hatami, J., Sanayei, M., & Rezaayat, E. (2024). Aging decreases the precision of visual working memory. *Neuropsychology, Development, & Cognition*, 31(4), 762–776.
- Gathercole, S. E. (2006). Working memory in the classroom. *Educational Research and Reviews*, 1(5), 382–385.
- Gavelin, H. M., Lampit, A., Hallock, H., Sabatés, J., & Bahar-Fuchs, A. (2020). Cognition-oriented treatments for older adults: A systematic overview of systematic reviews. *Neuropsychology Review*, 30(2), 167–193.
- Guazzo, F., Allen, R. J., Baddeley, A. D., & Della Sala, S. (2020). Unimodal and crossmodal working memory binding is not differentially affected by age or Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, 34(4), 420–436.
- Hu, Y., Allen, R. J., Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2016). Executive control of stimulus-driven and goal-directed attention in visual working memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 78(7), 2164–2175.
- Hudes, R., Rich, J. B., Troyer, A. K., Yusupov, I., & Vandermorris, S. (2019). The impact of memory-strategy training interventions on participant-reported outcomes in healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Psychology and Aging*, 34(4), 587–597.
- Linke, A. C., Vicente-Grabovetsky, A., Mitchell, D. J., & Cusack, R. (2011). Encoding strategy accounts for individual differences in change detection measures of VSTM. *Neuropsychologia*, 49(6), 1476–1486.
- Nicholls, L. A. B., & English, B. (2020). Multimodal coding and strategic approach in young and older adults' visual working memory performance. *Aging, Neuropsychology, & Cognition*, 27(1), 83–113.
- Peich, M. C., Husain, M., & Bays, P. M. (2013). Age-related decline of precision and binding in visual working memory. *Psychology and Aging*, 28(3), 729–743.
- Postle, & Bradley, R. (2015). The cognitive neuroscience of visual short-term memory. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 1, 40–46.

- Rouder, J. N. , Morey, R. D. , Morey, C. C. , & Cowan, N. (2011). How to measure working memory capacity in the change detection paradigm. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18(2) ,324 – 330.
- Salthouse, & Timothy, A. (1994). Aging associations: Influence of speed on adult age differences in associative learning. *Journal of Experimental Psychology*, 20(6) ,1486 – 1503.
- Ueno, T. , Allen, R. J. , Baddeley, A. D. , Hitch, G. J. , & Saito, S. (2011). Disruption of visual feature binding in working memory. *Memory & Cognition*, 39(1) ,12 – 23.
- Wang, S. , Itthipuripat, S. , & Ku, Y. (2020). Encoding strategy mediates the effect of electrical stimulation over posterior parietal cortex on visual short – term memory. *Cortex*, 128, 203 – 217.

## Effects of Remember – subset Strategy on Visual Working Memory Capacity in Old Adults

Wang Baoxi<sup>1</sup>, Chen Chen<sup>1,2</sup>, Wu Siyuan<sup>1</sup>, Wang Xuejing<sup>1</sup>

(1. School of Psychology, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022;

2. Xinyang Vocational College of Science and Technology, Xinyang 464000)

**Abstract:** The current study used the change detection paradigm to examine the effects of remember – subset strategy and remember – all strategy on visual working memory in the elderly people. The results showed that in the elderly people, regardless of whether the number of items was 3 or 5, compared with remember – all strategy, using remember – subset strategy could significantly increase the capacity of visual working memory. Among the young people, when the number of items was 3, there was no significant difference between remember – all strategy and remember – subset strategy. On the contrary, when the number of items was 5, compared with remember – all strategy, using remember – subset strategy could significantly increase the capacity of visual working memory. This suggests that remember – subset strategy has a positive influence on the young and the old adults when the number of items exceeds its capacity.

**Key words:** visual working memory; memory strategy; change detection paradigm