

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：不同类型的一体化编码对青年人和老年人在联结记忆任务中项目再认的影响

作者：王宝玺; 王雪静; 金朝晖; 程琛; 向玲

---

### 第一轮

**审稿人 1 意见：**研究从认知资源的角度出发，借助老年人认知资源下降的天然特点，探究了一体化编码对老年人和年轻人联结记忆的不同影响，从而为“只有收益”观点和“收支平衡”观点提供一定的证据支持，研究具有重要的理论和应用价值。但论文还存在一些问题，需要进一步修改和完善，以下建议供作者参考：

#### 意见 1：创新和贡献

作者仅通过招募老年被试，与年轻被试进行了对比研究，并未体现老年人一体化编码对联结记忆中单个项目产生影响的独特机制，仍从“熟悉性”和“回想”两个角度去解释一体化编码的促进或削弱现象，创新不够明显，建议作者进一步论证分析研究的创新价值和贡献。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

在问题提出部分，从老年人群体的认知资源下降和不同类型的一体化编码对认知资源的需求量的差异引入研究问题。在总讨论部分，增加了老年人利用先验知识框架（图式）促进记忆，以及老年人认知资源不足时，存在神经资源的补偿来解释当前的发现。

**意见 2：引言部分：**一体化对老年人的联结记忆起促进作用时，对单个项目的记忆会有促进还是削弱的作用尚不清楚。文章是解决促进的问题还是削弱的问题，没有解释清楚，以及为什么有的研究发现促进，有的研究发现削弱，也没有进行详细分析。如果作者意图解决机制的问题，建议进一步论证分析，将上述问题交代清楚。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

在问题提出方面进行论证，如下：

我们认为不同类型的一体化编码对认知资源的需求量的差异可能是两种观点出现差异的原因。无论是“收支平衡”观点还是“只有收益”观点从本质上来说，都是在讨论认知资源是如何在联结编码与项目编码之间进行分配（刘泽军 & 刘伟，2022；赵春宇 & 郭春彦，2023）。“收支平衡”的观点认为被试把认知资源用于一体化编码而剩余较少的认知资源用于

项目编码。而“只有收益”的观点认为被试把认知资源即用于一体化编码也用于项目编码。一体化包括自上而下的一体化和自下而上的一体化（Tibon et al., 2014）。被试如何分配有限的认知资源受到一体化编码类型的调节，在自上而下的一体化编码中，由于刺激材料之间的语义相关性低，被试建立一体化表征需要更多的认知资源。因此剩余较少的认知资源用于项目编码，项目记忆成绩受损。而在自下而上的一体化编码中，由于材料预先存在的语义联系，被试需要较少的认知资源建立一体化表征，剩余较多的认知资源用于项目编码，项目记忆没有降低，甚至有一定程度的提高。基于此，对认知资源的需求不同的自上而下和自下而上的一体化编码方式来检验“收支平衡”和“只有收益”的观点。

Tibon, R., Gronau, N., Scheuplein, A. L., Mecklinger, A., & Levy, D. A. (2014). Associative recognition processes are modulated by the semantic unitizability of memoranda. *Brain and Cognition*, 92, 19-31.

刘泽军, 刘伟. (2022). 一体化促进联结记忆的作用机制: 熟悉性和回想加工. *心理科学进展*, 30(10), 2240-2253.

赵春宇, 郭春彦.(2023). 合体字与复合词中联结构编码和项目编码的关系. *心理学报*,55(04),513-528.

**意见 3:** 作者在 p4 介绍了 Pilgrim 等人（2012）的研究，其中行为学的结果发现编码条件下的项目再认表现相当，ERP 的结果支持“收支平衡”观点；p5 提到 Parks 和 Yonelinas（2015）的行为研究结果表明两种编码条件下的项目再认成绩没有显著差异，支持“只有收益”观点。为什么两个研究从行为学上的结果看一样的，支持的观点却不同呢？

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

Pilgrim 等人（2012）在讨论中也提出行为和脑电结果存在分离的现象。如果产生了代价，那么不同编码条件下的行为结果是有差异的。基于此，从行为与脑电分别支持不同的观点。Pilgrim 等人（2012）研究中支持“收支平衡”观点是因为 ERP 数据显示熟悉性对再认的贡献有所降低。即从行为结果上是支持“只有收益”的观点，但从脑电结果上是支持“收支平衡”的观点。在文章引言部分已做出相应修改。

Pilgrim, L. K., Murray, J. G., & Donaldson, D. I. (2012). Characterizing Episodic Memory Retrieval: Electrophysiological Evidence for Diminished Familiarity following Unitization. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1671-1681.

**意见 4:** 研究还有一个比较重要的问题需要解释：文中分析了“收支平衡”观点和“只有收益”观点关注的角度不同，收支平衡观点关注认知资源竞争的问题，只有收益观点关注的是认知

资源分配先后顺序的问题。老年人存在认知资源缺陷，可以解决竞争的问题，但如何解决先后顺序的分配问题呢？仅借助老年人认知资源存在缺陷，能调和两种理论的矛盾吗？

回应：感谢审稿专家的意见。

根据另一个专家的意见：“收支平衡”和“只有受益”并不是两种对立的理论，而是展现出来的结果。建议作者在写作过程中弱化理论对立的描述，而集中在资源和加工方式对于老年人一体化加工中项目记忆的影响。在引言部分做出相应修改。

我们认为不同类型的一体化编码对认知资源的需求量的差异可能是两种观点出现差异的原因。无论是“收支平衡”观点还是“只有收益”观点从本质上来说，都是在讨论认知资源是如何在联结编码与项目编码之间进行分配（刘泽军 & 刘伟，2022；赵春宇 & 郭春彦，2023）。“收支平衡”的观点认为被试把认知资源用于一体化编码而剩余较少的认知资源用于项目编码。而“只有收益”的观点认为被试把认知资源即用于一体化编码也用于项目编码。一体化包括自上而下的一体化和自下而上的一体化（Tibon et al., 2014）。被试如何分配有限的认知资源受到一体化编码类型的调节，在自上而下的一体化编码中，由于刺激材料之间的语义相关性低，被试建立一体化表征需要更多的认知资源。因此剩余较少的认知资源用于项目编码，项目记忆成绩受损。而在自下而上的一体化编码中，由于材料预先存在的语义联系，被试需要较少的认知资源建立一体化表征，剩余较多的认知资源用于项目编码，项目记忆没有降低，甚至有一定程度的提高。基于此，对认知资源的需求不同的自上而下和自下而上的一体化编码方式来检验“收支平衡”和“只有收益”的观点。

Tibon, R., Gronau, N., Scheuplein, A. L., Mecklinger, A., & Levy, D. A. (2014). Associative recognition processes are modulated by the semantic unitizability of memoranda. *Brain and Cognition*, 92, 19-31.

刘泽军, 刘伟. (2022). 一体化促进联结记忆的作用机制：熟悉性和回想加工. *心理科学进展*, 30(10), 2240-2253.

赵春宇, 郭春彦.(2023).合体字与复合词中联结构编码和项目编码的关系. *心理学报*,55(04),513-528.

**意见 5：方法部分：**实验中操纵的复合词、定义和造句在“只有收益”观点的文章中进行过介绍，文章这样操纵编码条件的本质是什么？是有无一体化编码，还是编码类型等，需要表述清楚。

回应：感谢审稿专家的意见。

文章使用定义和造句编码来操纵有无一体化编码。参照以往的研究同样使用复合词和无关词、定义和造句来操纵有无一体化编码（Liu et al., 2020; Liu et al., 2021; Bader et al., 2010;

Parks et al., 2015; Tibon et al., 2014; Li et al., 2019)。在文章中实验材料部分已进行修改。

Bader, R., Mecklinger, A., Hoppstädter, M., & Meyer, P. (2010). Recognition memory for one-trial-unitized word pairs: Evidence from event-related potentials. *Neuroimage*, 50(2), 772–781.

Li, B., Han, M., Guo, C., & Tibon, R. (2019). Unitization modulates recognition of within-domain and cross-domain associations: Evidence from event-related potentials. *Psychophysiology*, 56(11), 1–14.

Liu, Z., Wang, Y., & Guo, C. (2020). Under the condition of unitization at encoding rather than unitization at retrieval, familiarity could support associative recognition and the relationship between unitization and recollection was moderated by unitization-congruence. *Learning & Memory*, 27(3), 104–113.

Liu, Z., & Guo, C. (2021). Unitization could facilitate item recognition but inhibit verbatim recognition for picture stimuli: Behavioral and event-related potential study. *Psychological Research*, 85(8), 2935–2953.

Parks, C. M., & Yonelinas, A. P. (2015). The importance of unitization for familiarity-based learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(3), 881–903.

Tibon, R., Gronau, N., Scheuplein, A. L., Mecklinger, A., & Levy, D. A. (2014). Associative recognition processes are modulated by the semantic unitizability of memoranda. *Brain and Cognition*, 92C, 19–31.

**意见 6:** 两个实验的被试量是如何确定的？

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

采用 G power (Faul, Erdfelder, Lang & Buchner, 2007) 以统计功效 0.8、效应量 0.25 计算实验中所需样本量至少为 34 名。青年组和老年组各需要 17 名。实验一共 49 名，其中青年人 23 名，老年人 19 名。实验二共 39 名，其中青年人 19 名，老年人 20 名。实验中被试人数符合计算所需样本量。被试量的确定方法已在文章部分进行相应修改

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. G. (2007). G\*power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191.

**意见 7:** 实验材料的介绍应更详细。例如复合词和无义词是一些怎样的词，可以举例。文章最后还应附上实验材料。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

实验的复合词采用的是预先存在的语义联系的词语来建立一体化表征，例如希腊-神话。无义词是采用语义相关性低的词语，例如羊毛-钢筋(Ahmad & Hockley, 2014; Liu et al., 2020;

Liu & Guo, 2021; Rugg & Curran, 2007; Zheng et al., 2015;). 关于复合词和无关词的举例已在实验材料部分进行修改。部分实验材料附在在文章最后。

Ahmad, F. N., & Hockley, W. E. (2014). The role of familiarity in associative recognition of unitized compound word pairs. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(12), 2301-2324.

Liu, Z., Wang, Y., & Guo, C.(2020a). Under the condition of unitization at encoding rather than unitization at retrieval, familiarity could support associative recognition and the relationship between unitization and recollection was moderated by unitization-congruence. *Learning & Memory*, 27(3), 104-113.

Liu, Z., & Guo, C. (2021). Unitization could facilitate item recognition but inhibit verbatim recognition for picture stimuli: Behavioral and event-related potential study. *Psychological Research*, 85(8), 2935-2953.

Rugg, M. D., & Curran, T. (2007). Event-related potentials and recognition memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(6), 251-257.

Zheng, Z. W., Li, J., Xiao, F. Q., Broster, L. S., & Jiang, Y. (2015). Electrophysiological evidence for the effects of unitization on associative recognition memory in older adults. *Neurobiology of Learning and Memory*, 121, 59-71.

**意见 8:** 实验程序中，被试先进行练习程序，是有除实验材料以外的练习材料，还是直接实验材料的一部分作为练习，也应表述清楚。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

练习材料是除实验材料以外的练习材料。实验分为练习和正式实验部分，正式实验的实验材料和练习阶段的实验材料不一致，已在文章中进行相应修改。

**意见 9: 结果部分:** 结果报告应当完整，例如 t 值，Cohen'd 等都需要报告。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

方差分析部分报告了相应的 p 值和  $\eta^2$ ，未报告部分在文章中数据分析部分已补充完整。

**意见 10:** 结果呈现以后，一般需要阐述其所代表的心理学意义，脑电结果有总结，行为结果只是简单呈现，需要进一步完善。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

行为结果呈现后的进一步总结在文章中已总结了其代表的心理学意义。

**意见 11：讨论部分：**文章仅从熟悉性和回想两个方面探讨老年人一体化编码下的不同表现，能不能再有进一步的提升，从其他角度考虑一下。例如能不能探讨老年人更倾向于自上而下的加工还是自下而上的加工，或者老年人两种不同加工表现出的特点，对一体化编码有没有什么影响。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

我们从先验知识框架（图式）促进记忆及神经资源的补偿的角度来分析当前结果，具体如下：

老年人在自下而上的一体化条件下在项目再认上表现出促进作用，在脑电上依赖于熟悉性和回想过程，这一结果上支持“只有收益”理论(Ahmad et al., 2015; Ahmad & Hockley, 2014)。尽管老年人的认知能力随着年龄的增长而有所下降，但是那些依赖于先验知识的记忆方面仍然保存完好，甚至表现出改善的趋势（Cabeza et al., 2018; Salthouse, 2010; Whatley & Castel, 2022），表明老年人仍保留了利用先验知识框架（图式）保留记忆的能力。先验知识对老年人联结记忆的促进作用比对青年人更大（Aghayan et al., 2021; Badham et al., 2012; Badham et al., 2016; 王余娟等, 2021）。自下而上一体化编码能够利用预先存在的语义联系建立一体化编码，占用较少的认知资源（Ahmad & Hockley, 2014; Rugg & Curran, 2007）。因此，老年人在认知资源有限的情况下，会更倾向于利用其先验知识进行一体化编码（Park et al., 2002），剩余较多的认知资源用于项目编码。而在非一体化编码对两个无关项目进行绑定加工需要较多的认知资源，同时也促进了对每个项目的精细加工。跟青年人相比，老年人的认知资源下降(Kim & Giovanello, 2011; Wong, Lecompte, & Yang, 2021)，老年人在自下而上的编码条件下还有剩余的认知资源对项目进行加工编码，但是剩余的认知资源对于项目的精细加工可能是不足的，需要额外的神经资源来补偿（Cabeza, 2002，郑志伟等, 2022）。老年人在自下而上的一体化编码条件下存在双侧顶区新/旧效应也表明存在这种补偿机制。因此，老年人在一体化条件下的项目再认时依赖于回想和熟悉性，而在非一体化编码条件下的项目再认时只依赖于回想。

Ahmad, F. N., & Hockley, W. E. (2014). The role of familiarity in associative recognition of unitized compound word pairs. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(12), 2301-2324.

Ahmad, F. N., Fernandes, M., & Hockley, W. E. (2015). Improving associative memory in older adults with unitization. *Aging Neuropsychology and Cognition*, 22(4), 452-472.

Cabeza, R., Albert, M., Belleville, S., Craik, F. I. M., Duarte, A., Grady, C. L., Lindenberger, U., Nyberg, L., Park, D. C., Reuter-Lorenz, P. A., Rugg, M. D., Steffener, J., & Rajah, M. N. (2018). Maintenance, reserve and

- compensation: The cognitive neuroscience of healthy ageing. *Nature Reviews Neuroscience*, *19*(11),701-710.
- Cabeza, R., Anderson, N. D., Locantore, J. K., & McIntosh, A. R. (2002). Aging gracefully: compensatory brain activity in high-performing older adults. *NeuroImage*, *17*(3), 1394–1402.
- Salthouse, T. A. (2010). Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *16*(5), 754–757.
- Whatley, M. C., & Castel, A. D. (2022). The role of metacognition and schematic support in younger and older adults' episodic memory. *Memory & cognition*, *50*(3), 601–616.
- Wong, B. I., Lecompte, M., & Yang, L. X. (2021). The age-related associative deficit simulated by relational divided attention: encoding strategy and recollection. *Memory*, *29*(3), 406-415.
- 郑志伟, 肖凤秋, 邵琦, 赵晓凤, 黄妍, 李娟. (2022). 情景记忆成功年老化的神经机制. *心理科学进展*, *30*(10), 2254-2268.
- Rugg, M. D., & Curran, T. (2007). Event-related potentials and recognition memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*(6), 251-257.
- Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, *17*(2), 299-320.
- Kim, S. Y., & Giovanello, K. S. (2011). The Effects of Attention on Age-Related Relational Memory Deficits: Evidence From a Novel Attentional Manipulation. *Psychology and Aging*, *26*(3), 678-688.
- Aghayan Golkashani, H. (2021). Schema-driven memory benefits boost transitive inference in older adults. *Psychology and Aging*, *36*(4), 463–47
- Badham, S. P., Estes, Z., & Maylor, E. A. (2012). Integrative and semantic relations equally alleviate age-related associative memory deficits. *Psychology and aging*, *27*(1), 141–152.
- Badham, S. P., Hay, M., Foxon, N., Kaur, K., & Maylor, E. A. (2016). When does prior knowledge disproportionately benefit older adults' memory? *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition*, *23*(3), 338–365.
- Cabeza, R., Albert, M., Belleville, S., Craik, F. I. M., Duarte, A., Grady, C. L., Lindenberger, U., Nyberg, L., Park, D. C., Reuter-Lorenz, P. A., Rugg, M. D., Steffener, J., & Rajah, M. N. (2018). Maintenance, reserve and compensation: The cognitive neuroscience of healthy ageing. *Nature Reviews Neuroscience*, *19*(11),701-710

Salthouse, T. A. (2010). Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16(5), 754–7.

Whatley, M. C., & Castel, A. D. (2022). The role of metacognition and schematic support in younger and older adults' episodic memory. *Memory & cognition*, 50(3), 601–616.

意见 12: 参考文献相对比较老, 2020 年以后的文章仅有 3 篇, 希望可以更新一下文献。

回应: 感谢审稿专家的意见。

已更新 2020 年后的文章, 具体如下。

Aghayan Golkashani, H. (2021). Schema-driven memory benefits boost transitive inference in older adults. *Psychology and Aging*, 36(4), 463–47.

Liu, Z., Wang, Y., & Guo, C. (2020). Under the condition of unitization at encoding rather than unitization at retrieval, familiarity could support associative recognition and the relationship between unitization and recollection was moderated by unitization-congruence. *Learning & Memory*, 27(3), 104–113.

Liu, Z., & Guo, C. (2021). Unitization could facilitate item recognition but inhibit verbatim recognition for picture stimuli: Behavioral and event-related potential study. *Psychological Research*, 85(8), 2935–2953.

Lu, B., Liu, Z., Wang, Y., & Guo, C. (2020). The different effects of concept definition and interactive imagery encoding on associative recognition for word and picture stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 158, 178–189.

Nie, A., & Wu, Y. (2023). Differentiation of the Contribution of Familiarity and Recollection to the Old/New Effects in Associative Recognition: Insight from Semantic Relation. *Brain sciences*, 13(4), 553.

Tu, H. W., & Diana, R. A. (2021). The interaction of relational encoding and unitization: Effects on medial temporal lobe processing during retrieval. *Behavioural brain research*, 396, 112878.

Whatley, M. C., & Castel, A. D. (2022). The role of metacognition and schematic support in younger and older adults' episodic memory. *Memory & cognition*, 50(3), 601–616.

Zhao, M. F., Zimmer, H. D., Fu, X., & Zheng, Z. (2020). Unitization of internal and external features contributes to associative recognition for faces: Evidence from modulations of the FN400. *Brain research*, 1748, 147077.

刘泽军 & 刘伟.(2022).一体化促进联结记忆的作用机制: 熟悉性和回想加工. *心理科学进展*(10),2240-2253.

王余娟, 李兵兵.(2021). 先前知识对老年人联结再认的促进作用. *中国老年学杂志*, 41(4),806-809

赵春宇, 郭春彦.(2023).合体字与复合词中联结编码和项目编码的关系. *心理学报*(4),513-528.

郑志伟, 肖凤秋, 邵琦, 赵晓凤, 黄妍, 李娟. (2022). 情景记忆成功老龄化的神经机制. *心理科学进展*, 30(10), 2254-2268.

.....

**审稿人 2 意见:**

该文章考察了不同类型一体化编码对老年人联结记忆任务中项目再认的影响。研究通过两个脑电实验开展, 研究发现当采用复合词进行一体化操纵时, 老年人在复合词条件下的项目再认显著高于无关词, 且仅在复合词条件出现了顶区的新/旧效应; 当采用定义一体化策略时, 老年人表现出在定义条件下的项目再认成绩显著低于造句条件, 且定义一体化条件仅存在顶区的新/旧效应而缺乏额区的新/旧效应。作者认为实验一的结果支持了“只有收益”观点, 而实验二支持了“收支平衡”的观点。

总体而言研究有助于我们进一步理解记忆一体化的老化效应。然而目前文章在条件设置、材料编制、结果呈现、结果解释方面还存在较多问题。

**意见 1:** 整个文章围绕老年人在两种一体化策略的不同结果进行撰写, 文章不管是从题目、问题提出、以及最后的结论都没有体现出纳入青年组的必要性。建议作者要么将内容集中在老年人不同任务的探讨, 删除青年组; 要么增加对纳入青年组必要性的说明, 增加年龄效应的探讨及说明, 该年龄组的加入对回答文章的科学问题具有什么贡献, 需要在文章中阐明

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

另一位审稿专家也提到类似的意见。我们在文章讨论部分纳入了联结再认和项目再认年龄差异的讨论。

(1) 在联结再认上, 无论自下而上的一体化还是自上而下的一体化都能促进老年人的联结再认成绩, 但并不能使其达到与青年人一样的水平。这些结果表明无论自下而上的一体化还是自上而下的一体化都能促进老年人的联结再认成绩。老年人在一体化条件下能够利用保存完好的熟悉性促进联结再认(Bastin et al., 2013; Delhayé & Bastin, 2018; Zheng, Li, Xiao, Ren, & He, 2016), 因此观察到一体化能够促进老年人联结再认成绩。Zheng 等人(2015)使用复合词和无关词操纵自下而上的一体化水平, 发现在复合词条件下的联结再认成绩好于无关词条件。ERP 结果发现老年人在复合词条件下存在明显的额区新/旧效应, 而无关词条件下缺失。这表明自下而上的一体化编码基于熟悉性提高老年人的联结再认成绩。王宝玺 (2014)

使用定义和造句操纵自上而下的一体化水平，发现定义条件能够促进老年人的联结再认成绩。在 ERP 指标上发现了老年人在定义条件下有额区新/旧效应，而无顶区新/旧效应；与此相反，在造句条件下，无额区新/旧效应，而有顶区新/旧效应。

(2) 目前研究发现青年人在自下而上的一体化选择性减少了顶区新/旧效应强度，而自上而下的一体化缺少额区新/旧效应，可以从联结编码与项目编码之间的关系可能不是此消彼长，更有可能是相辅相成、互相促进的观点进行解释（赵春宇 & 郭春彦，2023）。青年人对自下而上的一体化编码过程较为简单，会消耗较少的认知资源，导致项目得到的加工变少。但是在自上而下的一体化编码过程较为困难，会消耗较多的认知资源，但会促进项目的加工。因此青年人在自下而上的一体化条件下进行项目再认选择性的减少了顶区新/旧效应强度，较少的依赖回想。而在自上而下的一体化条件下进行项目再认只有顶区新/旧效应，更多的依赖回想。

Bastin, C., Diana, R. A., Simon, J., Collette, F., Yonelinas, A. P., & Salmon, E. (2013). Associative Memory in Aging: The Effect of Unitization on Source Memory. *Psychology and Aging*, 28(1), 275-283.

Delhay, E., & Bastin, C. (2018). The impact of aging on associative memory for preexisting unitized associations. *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition*, 25(1), 70-98. doi:10.1080/13825585.2016.1263725

Zheng, Z. W., Li, J., Xiao, F. Q., Ren, W. C., & He, R. Q. (2016). Unitization improves source memory in older adults: An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 89, 232-244.

王宝玺. (2014). 定义一体化促进老年人联结记忆—认知神经机制及其应用研究（博士学位论文）. 中国科学院心理研究所，北京.

赵春宇，郭春彦.(2023). 合体字与复合词中联结编码和项目编码的关系. *心理学报*,55(04),513-528.

**意见 2：**再认过程中项目记忆和联结记忆的测试存在不对等问题：项目加入新词作为 filler，而联结记忆中没有新词，仅是已有词的重新配对。这造成比较突出的问题，在实验一中采用复合词作为一体化策略，如果在再认过程中没有加入新的复合词，而只是把旧的重组重组，这会降低联结记忆再认的难度，进而观察到年轻人一体化联结记忆无提升，而老年人提升显著。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

(1) 目前的再认阶段只考虑旧的-完整和旧的-重组, 是为了更好的考察联结记忆。同以往研究一样 (Liu & Guo, 2021), 实验分别对项目和联结进行测试。Liu 等人 (2021) 的研究中, 在项目测试中是加入新词作为 filler, 而联结测试中是将已有的词对重组, 分为相关-完整、相关-重组、不相关-完整、不相关-重组。我们的研究采用同样的方式, 对已有的词进行重新配对。(2) 实验中观察到年轻人在一体化条件下的联结记忆没有增强, 其中可能的原因是相较于老年人来说, 青年人回想能力相较于老年人保存较好(Castel & Craik, 2003; Craik, 1983; Park et al., 2002), 无论是在一体化条件还是非一体化条件下都能够利用回想进行联结再认。进而观察到年轻人一体化联结记忆无提升, 而老年人提升显著。(3) 其他研究也观察到青年人在一体化条件和非一体化联结再认成绩没有显著差异 (Bader et al., 2010; Kamp et al., 2016; Shao et al., 2016)。

Bader, R., Mecklinger, A., Hoppstädter, M., & Meyer, P. (2010). Recognition memory for one-trial-unitized word pairs: Evidence from event-related potentials. *Neuroimage*, 50(2), 772–781.

Castel, A. D., & Craik, F. I. M. (2003). The effects of aging and divided attention on memory for item and associative information. *Psychology and Aging*, 18(4), 873-885.

Craik, F. I. M. (1983). On the transfer of information from temporary to permanent memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 302, 341–359.

Kamp, S. M., Bader, R., & Mecklinger, A. (2016). The effect of unitizing word pairs on recollection versus familiarity based retrieval-further evidence from ERPs. *Advances in Cognitive Psychology*, 12(4), 169–178

Liu, Z., & Guo, C. (2021). Unitization could facilitate item recognition but inhibit verbatim recognition for picture stimuli: behavioral and event-related potential study. *Psychological research*, 85(8), 2935–2953.

Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17(2), 299-320.

Shao, H., Opitz, B., Yang, J., & Weng, X. (2016). Recollection reduces unitised familiarity effect. *Memory*, 24(4), 535–547.

**意见 3:** 整个文章的结果成果呈现需要做较大提升。图和表提供信息少且不明确。首先, 图建议做组合图, 流程图应该有个实验一和实验二的组合图, 结果也应该以组合图的形式出现, 包括行为结果最主要的是项目记忆, 却只提供了联结记忆的图。图上需要标注显著性信息;

其次，所有的表仅提供了描述性统计的信息，最好在表里把推论统计的信息也呈现出来，让人一目了然。特别是两个实验最核心的 ERP 的全方差分析结果最好以表的形式呈现出来。

回应：感谢审稿专家的意见。

已在文章中相应部分加上实验一、二的流程图。行为结果全部修改为表格形式。两个实验的 ERP 分析结果已具体描述，表格如下。在文章数据结果部分有相应修改。

#### 实验一 ERP 结果方差分析表

表 1 青年人在复合词和无关词条件下额区新/旧效应（300-500ms）上的方差分析表

变异缘	无关词				复合词			
	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
项目类型	1	14.363	0.001	0.395	1	34.954	0.000	0.614
电极点	3	11.492	0.000	0.633	3	16.702	0.000	0.715
项目类型*电极点	3	1.59	0.223	0.193	4	1.905	0.161	0.222

表 2 老年人在复合词和无关词条件下额区新/旧效应（300-500ms）上的方差分析表

变异缘	无关词				复合词			
	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
项目类型	1	0.262	0.615	0.014	1	5.209	0.035	0.224
电极点	3	1.857	0.178	0.258	3	1.110	0.374	0.172
项目类型*电极点	3	3.421	0.043	0.391	3	1.530	0.245	0.223

表 3 青年人在复合词和无关词条件下顶区新/旧效应（500-700ms）上的方差分析表

变异缘	无关词				复合词			
	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
项目类型	1	61.877	0.000	0.738	1	23.321	0.000	0.515
电极点	3	4.456	0.015	0.401	3	5.486	0.006	0.451
项目类型*电极点	3	2.316	0.107	0.258	4	1.351	0.286	0.168

表 4 青年人在复合词和无关词条件下顶区新/旧效应（500-700ms）上的方差分析表

变异源	无关词				复合词			
	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
项目类型	1	2.612	0.123	0.127	1	8.593	0.009	0.323
电极点	3	3.811	0.031	0.417	3	1.002	0.417	0.158
项目类型*电极点	3	5.312	0.01	0.499	4	1.446	0.267	0.213

实验二 ERP 结果方差分析表

表 5 青年人、老年人在额区新/旧效应上的方差分析表

变异源	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
年龄	1	23.348	0	0.387
编码条件	1	0.191	0.664	0.005
项目类型	1	34.989	0	0.486
电极点	3	1.149	0.333	0.03
编码条件*年龄	1	0.537	0.468	0.014
编码条件*项目类型	1	10.65	0.002	0.224
编码条件*电极点	3	0.631	0.596	0.017
项目类型*年龄	1	0.457	0.503	0.012
项目类型*电极点	3	2.191	0.093	0.056
电极点*年龄	3	3.529	0.017	0.087
编码条件*项目类型*年龄	1	0.463	0.501	0.012
编码条件*项目类型*电极点	3	0.384	0.765	0.01
编码条件*电极点*年龄	3	1.454	0.231	0.038
项目类型*电极点*年龄	3	2.126	0.101	0.054
编码条件*项目类型*电极点*年 龄	3	0.933	0.428	0.025

表 6 青年人、老年人在顶区新/旧效应上的方差分析表

变异源	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
年龄	1	4.682	0.037	0.112
编码条件	1	0.256	0.616	0.007
项目类型	1	4.486	0.041	0.108
电极点	3	6.086	0.001	0.141
编码条件*年龄	1	4.162	0.049	0.101
编码条件*项目类型	1	0.009	0.924	0
编码条件*电极点	3	1.045	0.375	0.027
项目类型*年龄	1	1.084	0.305	0.028
项目类型*电极点	3	10.565	0	0.222
电极点*年龄	3	2.201	0.092	0.056
编码条件*项目类型*年龄	1	0.017	0.897	0
编码条件*项目类型*电极点	3	0.212	0.888	0.006
编码条件*电极点*年龄	3	1.684	0.175	0.044
项目类型*电极点*年龄	3	0.37	0.775	0.01
编码条件*项目类型*电极点*年 龄	3	1.383	0.252	0.036

**意见 4:** 数据分析及结果报告不全面，已有数据结果无法支撑结论。作者依据额叶顶区的新/旧效应说明老年人的项目记忆在实验二中只依赖于回想过程，这样下结论太武断。至少应该提供一个脑电效应与行为的相关分析。此外，在脑电数据的报告中，仅选择性的报告了一些全方差中的效应，建议放全方差分析的结果，以表的形式呈现。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

- (1) 我们对老年人的 FN400 及 LPC 振幅与辨别力重新做了相关分析，结果发现脑电效应与行为结果不存在相关（所有的  $p$ s 均大于 0.05）。自上而下的一体化编码时老年人的项目记忆在实验二中可能依赖于回想。与 Nie 和 Wu (2023) 文章中正确反应比例与 FN400、LPC 效应的相关分析结果一样，并没有发现存在显著相关。可能因为当前的新/旧效应与行为辨别力不敏感。

(2) 我们在正文中补充了所有与假设相关的效应的 F 值、p 值、 $\eta^2$ ，具体方差分析结果见表 1、2、3、4、5、6。

**意见 5:** “收支平衡”和“只有受益”并不是两种对立的理论，而是展现出来的结果。建议作者在写作过程中弱化理论对立的描述，而集中在资源和加工方式对于老年人一体化加工中项目记忆的影响。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

无论是“收支平衡”观点还是“只有收益”观点从本质上来说，都是在讨论认知资源是如何在联结编码与项目编码之间进行分配（刘泽军 & 刘伟，2022；赵春宇 & 郭春彦，2023）。“收支平衡”的观点认为被试把认知资源用于一体化编码而剩余较少的认知资源用于项目编码。而“只有收益”的观点认为被试把认知资源即用于一体化编码也用于项目编码。一体化包括自上而下的一体化和自下而上的一体化（Tibon et al., 2014）。被试如何分配有限的认知资源受到一体化编码类型的调节，在自上而下的一体化编码中，由于刺激材料之间的语义相关性低，被试建立一体化表征需要更多的认知资源。因此剩余较少的认知资源用于项目编码，项目记忆成绩受损。而在自下而上的一体化编码中，由于材料预先存在的语义联系，被试需要较少的认知资源建立一体化表征，剩余较多的认知资源用于项目编码，项目记忆没有降低，甚至有一定程度的提高。基于此，对认知资源的需求不同的自上而下和自下而上的一体化编码方式来检验“收支平衡”和“只有收益”的观点。

Tibon, R., Gronau, N., Scheuplein, A. L., Mecklinger, A., & Levy, D. A. (2014). Associative recognition processes are modulated by the semantic unitizability of memoranda. *Brain and Cognition*, 92, 19-31.

刘泽军, 刘伟. (2022). 一体化促进联结记忆的作用机制: 熟悉性和回想加工. *心理科学进展*, 30(10), 2240-2253.

赵春宇, 郭春彦.(2023). 合体字与复合词中联编码和项目编码的关系. *心理学报*,55(04),513-528.

**意见 6:** 在实验二中，最为关键的项目记忆中老年人的正确击中并没有一体化带来的负面效应，仅有的效应体现在虚报和辨别力上，这点有可能是老年人的反应偏向带来的。击中上的阴性结果使得结果的稳健性受到影响。同时，结合脑电结果作者认为是影响了回想，如果是回想就更应该体现在击中而非虚报上。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

(1) 以反应偏向  $\beta$  为因变量进行 2 年龄（青年、老年） $\times$  2 编码条件（定义、造句）重

复测量方差分析。结果发现，编码条件和年龄的主效应及其交互作用都不显著（编码条件： $F(1, 37) = 2.73, p > 0.05$ ；年龄： $F(1, 37) = 1.69, p > 0.05$ ；交互作用： $F(1, 37) = 0.64, p > 0.05$ ），说明青年人和老年人在两种编码条件下的判断标准无显著差异。

（2）老年人记忆下降的主要原因是回想受损导致的虚报率的提高（Isingrini et al., 1995; Searcy et al., 1999; Peterson et al., 2017）。因此可以观察到老年人定义条件下的辨别力比造句条件下更差。Curran 和 Cleary（2003）的研究比较了学过的旧图片和诱饵图片（对旧图片进行镜像反转）诱发的脑电波，结果发现在旧图片和诱饵图片之间存在顶区新/旧效应。这说明顶区新/旧效应反映了回想过程，因为旧图片和诱饵图片有相似的熟悉性水平，在两者之间正确辨别必须需要回想的参与。

Curran, T., & Cleary, A. M. (2003). Using ERPs to dissociate recollection from familiarity in picture recognition. *Cognitive Brain Research*, 15(2), 191-205.

Searcy, J. H., Bartlett, J. C., & Memon, A. (1999). Age differences in accuracy and choosing in eyewitness identification and face recognition. *Memory & cognition*, 27(3), 538-552.

Isingrini, M., Fontaine, R., Taconnat, L., & Duportail, A. (1995). Aging and encoding in memory: false alarms and decision criteria in a word-pair recognition task. *International journal of aging & human development*, 41(1), 79-88.

Peterson, D. J., Schmidt, N. E., & Naveh-Benjamin, M. (2017). The role of schematic support in age-related associative deficits in short-term and long-term memory. *Journal of Memory and Language*, 92, 79-97.

意见 7：目前的结果显示一体化加工并非在所有情况都增强老年人的项目记忆，那么在现实层面，作者可以在文章结尾增加一些针对老年人一体化策略应用的建议。

回应：感谢审稿专家的意见。

一体化加工促进了基于熟悉性的联结再认（Lu et al., 2020; Nie & Wu, 2023; Quamme, Yonelinas, & Normani, 2007）。利用老年人回想受损而熟悉性保存完好的特点，一体化编码为老年人的联结记忆促进提供了一种有效的方法。把一体化的编码条件应用老年人的记忆训练可能是研究转化的一种有益尝试。当前研究发现为老年人选择一体化编码条件还需要考虑认知资源容量的个体差异以及不同一体化编码对认知资源的需求不同情况。

Quamme, J. R., Yonelinas, A. P., & Normani, K. A. (2007). Effect of unitization on associative recognition in amnesia. *Hippocampus*, 17(3), 192-200.

Lu, B., Liu, Z., Wang, Y., & Guo, C. (2020). The different effects of concept definition and interactive imagery encoding on associative recognition for word and picture stimuli. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 158, 178–189.

Nie, A., & Wu, Y. (2023). Differentiation of the Contribution of Familiarity and Recollection to the Old/New Effects in Associative Recognition: Insight from Semantic Relation. *Brain sciences*, 13(4), 553.

**意见 8:** 文章撰写的规范性和严谨性需要进一步加强。目前文章中遍布着文字错误：**a** 摘要“而定义一体化条件下只存在顶区新/旧效应而确实额区新/旧效应”；**b** P7，实验材料部分标点错误“测试阶段先进行项目再认再进行联结再认。。”；**c** P18“脑电结果表明老年人在自上而下的一体化下进行项目再认依赖熟悉性和回想过程，而非一体化条件下的项目再认只依赖于熟悉性过程。”根据结果，此处应为“自下而上”。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

文章中的文字错误已进行相应修改。

**意见 9:** 在实验一中如何解释青年人无关键词的顶区新/旧效应显著大于复合词。对无关键词的回想更好了？

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

目前的研究发现青年人无关键词顶区新/旧效应大于复合词，与 Liu 等人（2020）研究结果一致。赵春宇和郭春彦（2023）的研究提出联结编码与项目编码之间的关系可能不是此消彼长的权衡,更有可能是相辅相成、互相促进的。青年人对复合词的一体化编码过程较为简单，会消耗认知资源，导致项目得到的加工变少。在无关键词条件下，将两个项目进行联结表征比较困难，会消耗认知资源，但会促进项目的加工。因此，在项目再认的时候，青年人在复合词条件下较少的依赖于回想，而在无关键词条件下更多的依赖于回想，从而表现出当前的脑电模式。

Liu, Z., Wu, J., Wang, Y., & Guo, C. (2020). Unitization does not impede overall item recognition performance: Behavioral and event-related potential study. *Neurobiology of Learning and Memory*, 167.

赵春宇 & 郭春彦.(2023).合体字与复合词中联结构编码和项目编码的关系. *心理学报* 55(04),513-528.

**意见 10:** 造句和定义策略除了一体化差异以外，在加工深度上也不一样。有没有控制思考或反应时长，在造句或定义阶段。

回应：感谢审稿专家的意见。

当前研究控制了词对呈现的时长以及定义和造句的句子长度。根据以往的研究，定义和造句呈现的时间都是 5000ms（Bader et al., 2010; Lu et al., 2020）

Bader, R., Mecklinger, A., Hoppstädter, M., & Meyer, P. (2010). Recognition memory for one-trial-unitized word pairs: Evidence from event-related potentials. *Neuroimage*, 50(2), 772–781.

Lu, B., Liu, Z., Wang, Y., & Guo, C. (2020). The different effects of concept definition and interactive imagery encoding on associative recognition for word and picture stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 158, 178–189.

意见 11：如果作者要保留青年组，务必在讨论部分增加年龄差异的探讨。

回应：感谢审稿专家意见。

另一位审稿专家也提出了增加年龄差异的探讨。我们查询了相关文献，在文章讨论部分做了相应修改。具体如下

(1) 在联结再认上，无论自下而上的一体化还是自上而下的一体化都能促进老年人的联结再认成绩，但并不能使其达到与青年人一样的水平。这些结果表明无论自下而上的一体化还是自上而下的一体化都能促进老年人的联结再认成绩。老年人在一体化条件下能够利用保存完好的熟悉性促进联结再认(Bastin et al., 2013; Delhayé & Bastin, 2018; Zheng, Li, Xiao, Ren, & He, 2016)，因此观察到一体化能够促进老年人联结再认成绩。Zheng 等人(2015)使用复合词和无关词操纵自下而上的一体化水平，发现在复合词条件下的联结再认成绩好于无关词条件。ERP 结果发现老年人在复合词条件下存在明显的额区新/旧效应，而无关词条件下缺失。这表明自下而上的一体化编码基于熟悉性提高老年人的联结再认成绩。王宝玺（2014）使用定义和造句操纵自上而下的一体化水平，发现定义条件能够促进老年人的联结再认成绩。在 ERP 指标上发现了老年人在定义条件下有额区新/旧效应，而无顶区新/旧效应；与此相反，在造句条件下，无额区新/旧效应，而有顶区新/旧效应。

(2) 目前研究发现青年人在自下而上的一体化选择性减少了顶区新/旧效应强度，而自上而下的一体化缺少额区新/旧效应，可以从联结编码与项目编码之间的关系可能不是此消彼长，更有可能是相辅相成、互相促进的观点进行解释（赵春宇 & 郭春彦，2023）。青年人对自下而上的一体化编码过程较为简单，会消耗较少的认知资源，导致项目得到的加工变少。但是在自上而下的一体化编码过程较为困难，会消耗较多的认知资源，但会促进项目的加工。因此青年人在自下而上的一体化条件下进行项目再认选择性的减少了顶区新/旧效应

强度，较少的依赖回想。而在自上而下的一体化条件下进行项目再认只有顶区新/旧效应，更多的依赖回想。

Bastin, C., Diana, R. A., Simon, J., Collette, F., Yonelinas, A. P., & Salmon, E. (2013). Associative Memory in Aging: The Effect of Unitization on Source Memory. *Psychology and Aging*, 28(1), 275-283.

Delhay, E., & Bastin, C. (2018). The impact of aging on associative memory for preexisting unitized associations. *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition*, 25(1), 70-98. doi:10.1080/13825585.2016.1263725

Zheng, Z. W., Li, J., Xiao, F. Q., Ren, W. C., & He, R. Q. (2016). Unitization improves source memory in older adults: An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 89, 232-244.

王宝玺. (2014). 定义一体化促进老年人联结记忆—认知神经机制及其应用研究（博士学位论文）. 中国科学院心理研究所，北京.

赵春宇，郭春彦.(2023). 合体字与复合词中联结编码和项目编码的关系. *心理学报*,55(04),513-528.

.....

### 审稿人 3 意见：

本论文探究了不同类型一体化编码对老年人和年轻人联结记忆任务中项目再认的影响，具有一定理论和应用价值。然而，本论文的创新性有待进一步明确，在实验设置、结果呈现和解释等方面也存在可以进一步完善的空间。

本研究主要探讨不同类型的一体化编码对老年人项目再认的影响。实验 1 关注自下而上的一体化对项目再认的影响；实验 2 关注自上而下的一体化对项目再认的影响。结果发现，自下而上的一体化会促进老年人的项目再认表现，且这一促进效应得益于更多的回想加工，支持“只有收益”观点。相反，自上而下的一体化则会损害项目再认的表现，且这一损害效应源于熟悉性加工的缺失，支持“收支平衡”观点。这些研究结果表明，一体化编码对构成联结记忆的单个项目再认的影响及其熟悉性和回想在项目再认中贡献依赖于不同类型的一体化编码。尽管研究问题较为明确，且有一定的实际意义，但整个论文的数据分析和结果部分存在较大的问题，导致论文的准确性有待检验。具体问题如下：

意见 1：格式问题：（1）论文中存在很多独句成段的情况；（2）数字和字母字体的问题。

回应：感谢审稿专家的意见。

已对文章中独句成段，数字和字母字体以及其他格式方面问题进行了相应修改。

**意见 2：表达问题：**论文中存在较多的书写错误，如摘要中的“确实”、引言中关于 frontal old/new effect 的翻译“额叶新/旧效应”也不准确、“只有获益”的观点、顶叶新/旧效应(LPC)、Pilgrim 等人的研究结果表明熟悉性对项目再认的贡献在一体化条件下减小，等等。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

参考胡哲等人（2013）有关 frontal old/new effect 重新翻译为额区新/旧效应。文章中出现的书写错误已进行相应修改。

胡哲,张钦,梁九清,郭春彦.(2013).不同情绪背景下来源记忆的 ERPs 研究. *心理学报*(07),725-739.

**意见 3：实验被试问题，**实验 1 中青年人（n=23）和老年人（n=19），实验 2 中青年人（n=19）和老年人（n=20），样本量都较小，有必要再增加一定量的被试来提高样本的统计检验力。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

采用 G power（Faul, Erdfelder, Lang& Buchner, 2007）以统计功效 0.8、效应量 0.25 计算实验所需样本量至少为 34 名。青年组和老年组各需要 17 名。实验一共 49 名，其中青年人 23 名，老年人 19 名。实验二共 39 名，其中青年人 19 名，老年人 20 名。满足统计检验所需要的样本量。

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. G. (2007). G\*power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191.

**意见 4：数据分析和结果部分的问题，**这是主要问题的所在。具体而言，

（1）对于实验 1，2.1.5 脑电数据采集与分析部分，“根据对波形图观察和已有研究，额叶新/旧效应选取电极点（F1, F2, F3, F4），测量 300-500ms 的平均波幅。顶叶新/旧效应选取电极点（P1, P2, P3, P4），测量 500-700ms 的平均波幅(Wang et al., 2012; Zheng et al., 2015)”。Zheng 等(2015)的研究中数据分析的时窗和电极点与本研究分析的时窗和电极点并不完全一致。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

本研究对于额区新/旧效应选取电极点（F1,F2,F3,F4）300-500ms 的平均波幅。对于顶区新/旧效应选取电极点（P1,P2,P3,P4）500-700ms 平均波幅。分析时窗和电极点的选择参照了

以往研究及对波形图的观察 (Bader et al., 2010; Eppinger et al., 2010; Liu & Guo, 2021; Wang et al., 2012)。Zheng 等 (2015) 研究中选取 300-500、500-700、700-1500 分别探讨额区新/旧效应, 顶区新/旧效应和晚期新/旧效应。晚期额区新/旧效应(700-1500ms)反映记忆提取后监控与评价过程 (Friedman,2013; Hayama & Rugg,2008), 本研究主要关注熟悉性和回想过程。因此没有考虑 700-1500ms 时间窗。

Bader, R., Mecklinger, A., Hoppstadter, M., & Meyer, P. (2010). Recognition memory for one-trial-unitized word pairs: evidence from event-related potentials. *NeuroImage*, 50, 772-781.

Eppinger, B., Herbert, M., & Kray, J. (2010). We remember the good things: Age differences in learning and memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 93(4), 515-521.

Friedman, D. (2013). The cognitive aging of episodic memory: A view based on the 928 event-related brain potential. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7, 111.

Hayama, H. R., Johnson, J. D., & Rugg, M. D. (2008). The relationship between the 947 right frontal old/new ERP effect and post-retrieval monitoring: Specific or nonspecific? *Neuropsychologia*, 46, 1211-1223.

Liu, Z., & Guo, C. (2021). Unitization could facilitate item recognition but inhibit verbatim recognition for picture stimuli: Behavioral and event-related potential study. *Psychological Research*, 85(8), 2935-2953.

Wang, T. H., de Chastelaine, M., Minton, B., & Rugg, M. D. (2012). Effects of Age on the Neural Correlates of Familiarity as Indexed by ERPs. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(5), 1055-1068.

意见 5: 2.2.1 项目再认行为结果分析, “在击中率和  $d'$  上, 青年人比老年人有更高的击中率 ( $F(1,40)=4.08$ ,  $p=0.05$ ,  $\eta^2 = 0.09$ ) 和辨别力 ( $F(1,40)=19.28$ ,  $p<0.0001$ ,  $\eta^2 = 0.33$ ); 编码条件与年龄交互作用显著 (击中率:  $F(1,40)=4.56$ ,  $p=0.04$ ,  $\eta^2 = 0.10$ ;  $d'$ :  $F(1,40)=5.24$ ,  $p=0.03$ ,  $\eta^2 = 0.12$ )。 ”结果混乱。击中率和  $d'$  应该分别进行的 2 (年龄)  $\times$  2 (编码条件) 的方差分析。编码条件在击中率和  $d'$  上是否存在差异, 无从得知。

回应: 感谢审稿专家的意见。

已经在文章中分别对击中率和  $d'$  进行 2 (年龄)  $\times$  2 (编码条件) 的方差分析。结果发现编码条件在击中率和  $d'$  上不存在显著差异。具体分析如下。

在击中率上, 青年人比老年人有更高的击中率 ( $F(1,40)=4.08$ ,  $p=0.05$ ,  $\eta^2 = 0.09$ ), 编码条件的主效应不显著 ( $F(1, 40) = 2.74, p=0.11$ )。编码条件和年龄的交互作用显著 ( $F(1, 40) = 4.56$ ,  $p=0.04$ ,  $\eta^2 = 0.10$ )。对交互作用进行简单效应分析表明, 青年人在两种编码条件上不存在显著差异 ( $F(1, 40) = 0.13$ ,  $p=0.72$ ), 老年人在复合词条件上的表现显著好于

无关词条件 ( $F(1, 40) = 6.55, p = 0.01, \eta^2 = 0.14$ ), 这表明自下而上一体化编码能够提高老年人项目再认的击中率。

在  $d'$  上, 青年人比老年人有更高的辨别力 ( $F(1,40)=19.28, p < 0.001, \eta^2 = 0.33$ ), 编码条件的主效应不显著 ( $F(1, 40) = 0.63, p = 0.43$ )。编码条件和年龄的交互作用显著 ( $F(1,40)=5.24, p = 0.03, \eta^2 = 0.12$ )。对交互作用进行简单效应分析表明, 青年人在两种编码条件上不存在显著差异 ( $F(1, 40) = 1.24, p = 0.27$ ), 老年人在复合词条件上的表现显著好于无关词条件 ( $F(1, 40) = 4.33, p = 0.04, \eta^2 = 0.1$ ), 说明老年人在复合词条件比在无关词条件有更好的项目再认成绩。

**意见 6:** “在  $\beta$  上, 年龄和编码条件的主效应都不显著 ( $p > 0.26$ ), 年龄和编码条件交互作用显著,  $F(1,40)=4.27, p = 0.05, \eta^2 = 0.10$ , 对其进行简单效应分析表明: 青年人在两种编码条件下的判断标准无显著差异 ( $p = 0.40$ ), 而老年人在复合词条件下在边缘水平上大于无关词条件 ( $p = 0.05$ ), 说明老年人在复合词条件下的判断标准比无关词严格。”,  $p = 0.05$ , 也不能表述为交互效应显著; “老年人在复合词条件下的判断标准比无关词严格”表述与数据不符, 老年人在复合词条件下的判断标准要比无关词更宽松

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

已经将  $p = 0.05$  “交互效应显著”改为“交互效应边缘显著”, “老年人在复合词条件下的判断标准比无关词严格”改为“老年人在复合词条件下的判断标准要比无关词更宽松”

**意见 7:** 另外, 对于多个不显著的主效应和交互效应, 仅报告  $p$  值似乎也不够, 应该将  $F$  值也报告出来。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

已在文章中进行相应修改, 对于不显著的主效应和交互作用添加了  $F$  值。

**意见 8:** 关于联结再认的结果, 除了报告联结再认的指标( $d'$ )外, 也有必要报告击中率和虚报率, 有助于读者更好的理解不同被试对不同词对的记忆情况。击中率和虚报率可能包含了不同加工过程(熟悉性和回想)对记忆的贡献。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

对实验一和实验二联结再认的报告增加了击中率和虚报率, 用表格的形式呈现。实验一、二结果部分已进行修改。具体如下。

### 2.2.2 联结再认

青年人和老年人联结再认的击中率、虚报率和辨别力见表 2。分别以击中率、虚报率和辨别力 ( $d'$ ) 为因变量, 进行 2 年龄 (青年、老年)  $\times$  2 编码条件 (复合词、无义词) 重复测量方差分析。

表 2 青年人和老年人在复合词和无义词下联结再认的击中率、虚报率、辨别力 ( $d'$ ), Mean (SE)

	老年人		青年人	
	复合词	无义词	复合词	无义词
击中率	0.79(0.02)	0.75(0.04)	0.74(0.02)	0.69(0.03)
虚报率	0.45(0.03)	0.59(0.04)	0.24(0.03)	0.16(0.03)
$d'$	0.98(0.43)	0.52(0.56)	1.40(0.25)	1.65(0.72)

在击中率上, 编码条件主效应显著 ( $F(1, 40) = 5.75, p = 0.02, \eta^2 = 0.13$ ), 复合词条件下的击中率显著大于无义词条件。年龄主效应、年龄和编码条件的交互作用不显著 (年龄:  $F(1, 40) = 2.48, p = 0.12$ ; 交互作用:  $F(1, 40) = 0.04, p = 0.85$ ), 说明无论是青年人还是老年人, 自下而上的一体化编码都能够提高联结再认的击中率。

在虚报率上, 年龄主效应显著 ( $F(1, 40) = 70.31, p < 0.0001, \eta^2 = 0.64$ ), 老年人的虚报率比青年人更高。编码条件的主效应不显著 ( $F(1, 40) = 1.41, p = 0.24$ )。年龄和编码条件的交互作用显著 ( $F(1, 40) = 18.64, p < 0.001, \eta^2 = 0.32$ )。对交互作用进行简单效应分析发现: 青年人在复合词条件下的虚报率显著大于无义词条件 ( $F(1, 40) = 5.42, p = 0.03, \eta^2 = 0.12$ ), 老年人在无义词条件下的虚报率显著大于复合词 ( $F(1, 40) = 13.82, p = 0.001, \eta^2 = 2.56$ )。

在辨别力上, 结果发现年龄的主效应显著,  $F(1, 40) = 42.87, p < 0.001, \eta^2 = 0.52$ 。年龄和编码条件的交互作用显著,  $F(1, 40) = 10.28, p = 0.003, \eta^2 = 0.20$ , 对交互作用进行简单效应分析发现, 青年人在两种编码条件下的联结再认无显著差异 ( $F(1, 40) = 2.71, p = 0.11$ ), 老年人在复合词条件下的联结再认成绩显著大于无义词条件 ( $F(1, 40) = 8.05, p = 0.007, \eta^2 = 0.17$ ), 表明自下而上一体化提高了老年人联结再认成绩。

### 3.2.2 联结再认

青年人和老年人在联结再认中的击中率、虚报率和辨别力 ( $d'$ ) 见表 8。分别以击中率、虚报率和  $d'$  为因变量进行 2 年龄 (青年、老年)  $\times$  2 编码条件 (定义、造句) 重复测量方差分析。

在击中率上，青年人的联结再认成绩比老年人更好， $F(1, 37) = 3.40, p = 0.05, \eta^2 = 0.1$ 。编码条件以及编码条件和年龄的交互作用不显著（编码条件： $F(1, 37) = 3.27, p = 0.08$ ；交互作用： $F(1, 37) = 3.10, p = 0.09$ ）。在虚报率上，老年人的虚报率显著高于青年人， $F(1, 37) = 72.44, p < 0.001, \eta^2 = 0.66$ 。编码条件的主效应及两者的交互作用不显著（编码条件： $F(1, 37) = 0.16, p = 0.68$ ；交互作用： $F(1, 37) = 1.74, p = 0.20$ ）

在辨别力上，结果发现年龄的主效应显著， $F(1, 37) = 42.87, p < 0.0001, \eta^2 = 0.60$ 。年龄和编码条件的交互作用显著， $F(1, 37) = 5.19, p = 0.03, \eta^2 = 0.12$ ，简单效应分析发现，青年人在两种编码条件下的联结再认成绩无显著差异（ $F(1, 37) = 0.43, p = 0.52$ ），老年人在定义条件下的联结再认成绩显著大于造句条件（ $F(1, 37) = 6.72, p = 0.01, \eta^2 = 0.15$ ）。说明自上而下一体化促进了老年人的联结记忆而不影响青年人联结记忆成绩。

表 8 青年人和老年人在定义和造句下联结再认的击中率、辨别力 ( $d'$ )、虚报率，Mean (SE)

	老年人		青年人	
	定义	造句	定义	造句
击中率	0.77(0.02)	0.67(0.04)	0.82(0.04)	0.81(0.04)
虚报率	0.53(0.03)	0.57(0.04)	0.20(0.03)	0.17(0.04)
$d'$	0.26(0.76)	0.75(0.52)	2.17(0.84)	2.04(0.96)

意见 9：“2.2.3 ERP 结果”部分，“以 300-500ms 的平均波幅作为因变量，进行 2 年龄（青年、老年） $\times$  2 编码条件（复合词、无义词） $\times$  2 项目类型（旧的、新的） $\times$  4 电极点（F1、F2、F3、F4）重复测量方差分析”可能有误。从实验材料来看，实验 1 中应该只有一组新词，及不区分复合-新词和无词-新词。因此，不存在 2 编码条件（复合词、无义词） $\times$  2 项目类型（旧的、新的）的 4 种处理水平。

回应：感谢审稿专家的意见。

参考已有研究（Liu & Guo, 2021; Pilgrim et al., 2012）的分析方法我们重新分析了数据。具体如下

### 2.2.3 ERP 结果

青年人和老年人在不同编码条件下的额区（F1、F2、F3、F4）和顶区（P1、P2、P3、P4）电极点诱发的平均波幅分别见图 2 和 3。由于新词无法区分出复合词和无义词条件。在额区新/旧效应（300-500ms）和顶区新/旧效应（500-700ms）上，分别对青年人和老年人在复合词和无义词条件进行 2 项目类型（旧的、新的） $\times$  4 电极点（额区：（F1、F2、F3、F4）

或顶区 (P1、P2、P3、P4)) 重复测量方差分析。

(1) 额区新/旧效应 (300-500ms)

对青年人在复合词条件和无关词条件下的额区新/旧效应分别进行方差分析。结果显示, 在复合词条件下: 项目类型的主效应显著,  $F(1, 22) = 34.954, p < 0.001, \eta^2 = 0.61$ ; 电极点的主效应显著,  $F(3, 20) = 16.702, p < 0.001, \eta^2 = 0.72$ ; 项目类型与电极点的交互作用不显著,  $F(3, 20) = 1.91, p = 1.61$ 。结果表明, 在复合词条件下“旧的”诱发的波幅比“新的”更正, 存在额区新/旧效应。在无关词条件下: 项目类型的主效应显著,  $F(1, 22) = 14.363, p = 0.001, \eta^2 = 0.40$ , “旧的”诱发的波幅比“新的”更正; 电极点主效应显著,  $F(3, 20) = 11.492, p < 0.001, \eta^2 = 0.63$ ; 项目类型与电极点的交互作用不显著,  $F(3, 20) = 1.60, p = 0.22$ 。说明青年人在两种编码条件下都存在额区新/旧效应。进一步对青年人新/旧效应强度 (“旧的”减去“新的”平均波幅) 进行 2 编码条件 (无关词、复合词)  $\times$  4 电极点 (F1、F2、F3、F4) 两因素重复测量方差分析, 结果发现编码条件的主效应不显著,  $F(1, 22) = 0.21, p = 0.65$ ; 电极点主效应不显著,  $F(3, 20) = 2.2, p = 0.12$ ; 编码条件和电极点交互作用不显著,  $F(3, 20) = 0.11, p = 0.96$ 。这些结果表明, 青年人在无关词和复合词条件下的额区新/旧效应强度没有显著差异。

对老年人在复合词条件和无关词条件下的额区新/旧效应分别进行方差分析。结果显示在复合词条件下: 项目类型主效应显著,  $F(1, 18) = 5.21, p = 0.04, \eta^2 = 0.22$ ; 电极点主效应不显著,  $F(3, 16) = 1.11, p = 0.37$ ; 项目类型和电极点的交互作用不显著,  $F(3, 16) = 1.53, p = 0.25$ 。结果说明, 老年人在复合词条件下“旧的”诱发的波幅显著大于“新的”, 存在额区新/旧效应。在无关词条件下: 项目类型主效应不显著,  $F(1, 18) = 0.26, p = 0.62$ ; 电极点主效应不显著,  $F(3, 16) = 1.86, p = 0.18$ 。项目类型和电极点交互作用显著,  $F(3, 16) = 3.42, p = 0.04, \eta^2 = 0.39$ 。对项目类型和电极点交互作用进行简单效应分析, 结果发现, 在所有电极点 (F1、F2、F3、F4) 上旧词与新词诱发的波幅没有显著差异。这些结果表明, 老年人仅在复合词条件下存在额区新/旧效应。

(2) 顶区新/旧效应 (500-700ms)

对青年人在复合词条件和无关词条件下的顶区新/旧效应分别进行方差分析。结果显示: 在复合词条件下, 项目类型的主效应显著  $F(1, 22) = 23.32, p < 0.001, \eta^2 = 0.52$ , “旧的”诱发的平均波幅显著大于“新的”; 电极点主效应显著,  $F(3, 20) = 5.49, p = 0.006, \eta^2 = 0.45$ ; 项目类型和电极点的交互作用不显著,  $F(3, 20) = 1.35, p = 0.29$ 。在无关词条件下: 项目类型的主效应显著,  $F(1, 22) = 62.88, p < 0.001, \eta^2 = 0.74$ , “旧的”诱发的平均波幅显著

大于“新的”；电极点主效应显著， $F(3, 20) = 4.46$ ,  $p = 0.02$ ,  $\eta^2 = 0.40$ ；项目类型和电极点的交互作用不显著， $F(3, 20) = 2.32$ ,  $p = 0.11$ 。这些结果表明青年人在复合词和无关词条件下都存在顶区新/旧效应。进一步对新/旧效应强度（“旧的”减去“新的”平均波幅）进行 2 编码条件（无关词、复合词） $\times$  4 电极点（P1、P2、P3、P4）两因素重复测量方差分析，结果显示编码条件主效应显著， $F(1, 40) = 5.645$ ,  $p = 0.03$ ,  $\eta^2 = 0.204$ ，无关词条件下的顶区新/旧效应强度显著大于复合词；编码条件和电极点的交互作用不显著， $F(3, 66) = 0.88$ ,  $p = 0.46$ ，这些结果表明，青年人在复合词和无关词条件下的项目再认都存在顶区新/旧效应，并且复合词条件下的顶区新/旧效应强度小于无关词条件。

对老年人在复合词和无关词条件下的顶区新/旧效应分别进行方差分析，结果显示：在复合词条件下，项目类型的主效应显著， $F(1, 18) = 5.59$ ,  $p = 0.009$ ,  $\eta^2 = 0.32$ ；电极点主效应不显著， $F(3, 16) = 1.002$ ,  $p = 0.42$ ；项目类型与电极点的交互作用不显著， $F(3, 16) = 1.45$ ,  $p = 0.27$ 。表明老年人在复合词条件下存在顶区新/旧效应，“旧的”平均波幅显著大于“新的”平均波幅。在无关词条件下，项目类型的主效应不显著， $F(1, 18) = 2.61$ ,  $p = 0.12$ ；电极点主效应显著， $F(3, 16) = 3.81$ ,  $p = 0.03$ ,  $\eta^2 = 0.42$ ；项目类型和电极点的交互作用显著， $F(3, 16) = 5.31$ ,  $p = 0.01$ ,  $\eta^2 = 0.5$ 。对项目类型和电极点的交互作用进行简单效应分析，结果显示在 P1 电极点上，“旧的”平均波幅显著大于“新的”平均波幅（ $F(1, 18) = 8.85$ ,  $p = 0.008$ ,  $\eta^2 = 0.33$ ）。这些结果表明，老年人在复合词条件下在左侧和右侧顶区存在顶区新/旧效应，而无关词条件下只存在左侧顶区新/旧效应。进一步对新/旧效应强度（“旧的”减去“新的”平均波幅）进行 2 编码条件（无关词、复合词） $\times$  4 电极点（P1、P2、P3、P4）两因素重复测量方差分析，结果发现编码条件主效应不显著， $F(1, 18) = 2.81$ ,  $p = 0.11$ ；电极点主效应显著， $F(3, 16) = 4.58$ ,  $p = 0.017$ ,  $\eta^2 = 0.46$ ；编码条件和电极点的交互作用不显著， $F(3, 16) = 1.56$ ,  $p = 0.24$ ，结果表明老年人在无关词和复合词条件下的顶区新/旧效应强度没有显著差异。

Liu, Z., & Guo, C. (2021). Unitization could facilitate item recognition but inhibit verbatim recognition for picture stimuli: Behavioral and event-related potential study. *Psychological Research*, 85(8), 2935-2953.

Pilgrim, L. K., Murray, J. G., & Donaldson, D. I. (2012). Characterizing Episodic Memory Retrieval: Electrophysiological Evidence for Diminished Familiarity following Unitization. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1671-1681.

意见 10：“结果显示：（1）年龄的主效应显著（2）项目类型的主效应显著；电极点主效应

显著；(3) 项目类型和电极点的交互作用显著，简单效应分析表明：在 F1、F2、F3、F4 电极点上，所有的“旧的”反应诱发的平均波幅均显著的大于“新的”反应诱发的平均波幅 ( $p < 0.009$ )。项目类型和编码条件的交互作用，以及其他交互作用均不显著 ( $p > 0.17$ )，结果说明青年人和老年人在两种编码条件下都存在额区新/旧效应。”不明白作者为什么对这些主效应和交互效应区分了 (1) (2) (3) 的表述。此外，“项目类型和编码条件的交互作用”缺乏相应的数据以及后续分析。“结果说明青年人和老年人在两种编码条件下都存在额区新/旧效应”这一结果并未直接验证。虽然项目类型和电极点的交互作用显著，但这一交互是在合并青年人和老年人数据的基础上得出的，并不能直接推广到青年人和老年人各自的结果上。且从波形图上直观的看，老年人并不一定存在这一新/旧效应。

回应：感谢审稿专家的意见。

重新分析的结果表明青年人在复合词和无关词条件下均存在额叶新/旧效应。而老年人在复合词条件下存在额叶新/旧效应，无关词条件下缺失。具体分析见对审稿专家提出意见 9 的回应部分。

意见 11：“(2) 顶部新/旧效应 (LPC)”部分，“编码条件和年龄的主效应显著， $F(1,40)=8.027$ ， $p=0.007$ ， $\eta^2=0.167$ ；项目类型和电极点的主效应显著， $F(3,120)=5.797$ ， $p=0.001$ ， $\eta^2=0.127$ ”，表述应该有误，此处应该是交互效应而非主效应显著。

回应：感谢审稿专家的意见。

具体分析见对审稿专家提出的意见 9 的回应部分。

意见 12：实验 2 中的数据分析同样存在上述问题。另外，虽然实验 2 中发现，老年人在造句条件下的辨别力显著好于定义条件，但通过对数据的检查发现这一损害作用主要来源于老年人在新词虚报率上的差异，而在旧词的击中率上并没有显著的差异。另外，检查 ERP 数据也发现，对于老年人，定义-新词和句子-新词的波幅存在明显的分离，这可能是由于新词材料未很好的匹配。因此，作者需要检查一下实验材料，尤其是新词本身之间是否存在差异。

回应：感谢审稿专家的意见。

检查了造句和定义条件下新词的词性和词频，两种条件下的新词都是名词。造句新词的词频为 146 (SD=227)，定义新词的词频为 112 (SD=151)，独立样本 T 检验发现两种条件下的词频无显著差异， $t(126)=1.0$ ， $p=0.319$ 。研究发现，老年人的较差的表现记忆主要源于回想受损导致的虚报率的提高 (Isingrini et al., 1995; Peterson et al., 2017; Searcy et al.,

1999; )。

Searcy, J. H., Bartlett, J. C., & Memon, A. (1999). Age differences in accuracy and choosing in eyewitness identification and face recognition. *Memory & cognition*, 27(3), 538–552.

Isingrini, M., Fontaine, R., Taconnat, L., & Duportail, A. (1995). Aging and encoding in memory: false alarms and decision criteria in a word-pair recognition task. *International journal of aging & human development*, 41(1), 79–88.

Peterson, D. J. , Schmidt, N. E. , & Naveh-Benjamin, M. . (2017). The role of schematic support in age-related associative deficits in short-term and long-term memory. *Journal of Memory and Language*, 92, 79-97.

## 第二轮

审稿人 2 意见：

作者对上一轮的修改意见和建议进行了较好的答复和文章修订。目前还有下列意见：

意见 1：图表的呈现还可以进一步优化：建议两个实验流程图合并。因为测试阶段都是一样的，可以不用重复；行为成绩的表可以增加一列把交互作用的相应表征出来，这样读者看表就能获得结果信息。

回应：感谢审稿专家的意见。

我们已将两个实验流程图进行合并，见图 1，具体如下。每个行为成绩的表的下方已用文字描述的方式呈现交互作用相关的  $F$ 、 $p$  和  $\eta^2$  等统计值。（修改内容见 P58）

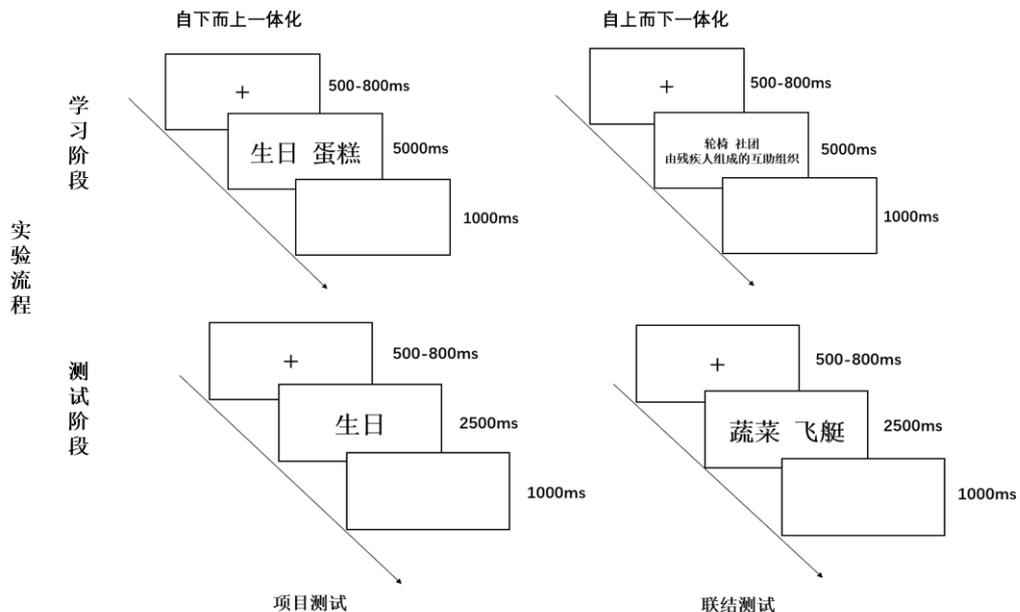


图 1 实验一、二流程示意图

意见 2：之前问题“作者依据额叶顶区的新/旧效应说明老年人的项目记忆在实验二中只依赖

于回想过程，这样下结论太武断。至少应该提供一个脑电效应与行为的相关分析。”作者回答相关不显著，且别人研究也不显著。这不能成为合适的理由。如果相关不显著，怎么能表明选取的脑电指标是适合的呢？除了辨别力，可以试一下正确率等指标。

回应：感谢审稿专家的意见。

我们对老年人的额区新/旧效应及顶区新/旧效应与击中率、虚报率、辨别力、反应偏向做了相关分析，结果发现自上而下编码条件下的脑电效应与行为结果不存在显著相关 ( $p > 0.05$ )，只在定义条件下发现击中率和顶区脑电效应有相关趋势， $r = 0.36$ ， $p = 0.11$ ，见表格。

因此我们在修改稿讨论部分修改了这种武断化的表述(修改内容见 P73 讨论 4.3 部分第一段)，具体如下：

脑电结果发现定义和造句条件都存在顶区新/旧效应，但在额区新/旧效应上，定义条件下缺失而造句条件下存在，说明定义条件下的项目再认缺失熟悉性的加工过程，可能依赖于回想过程。

Nie 和 Wu (2023) 也发现记忆成绩与额区新/旧效应和顶区新/旧效应没有显著相关，他们认为这可能是因为当前的新/旧效应与辨别力、击中率等指标的关系不敏感。

Nie, A., & Wu, Y. (2023). Differentiation of the Contribution of Familiarity and Recollection to the Old/New Effects in Associative Recognition: Insight from Semantic Relation. *Brain sciences*, 13(4), 553.

表 1 额区、顶区新旧效应击与中率、虚报率和辨别力的相关系数 (r)

		额区新/旧效应强度				顶区新/旧效应强度			
		F3	F1	F2	F4	P3	P1	P2	P4
击中	造句	0.36	0.31	0.28	0.18	0.52	0.41	0.25	0.04
	定义	0.20	0.10	0.14	0.19	0.30	0.36	0.24	0.25
虚报	造句	0.53	0.35	0.34	0.21	0.51	0.37	0.27	0.02
	定义	0.15	0.15	0.16	0.13	0.20	0.18	0.20	0.22
辨别力	造句	-0.15	-0.20	-0.20	-0.11	0.13	-0.03	-0.06	-0.01
	定义	-0.01	-0.16	-0.14	0.03	-0.04	0.03	-0.08	-0.06

意见 3：在阐明研究实践意义的时候可以更具体一些，“当前研究发现为老年人选择一体化编码条件还需要考虑认知资源容量的个体差异以及不同一体化编码对认知资源的需求不同情况。”明确“不同”是什么。

回应：感谢审稿专家的意见。

我们在修改稿中进行了相应修改(修改内容见 P74)，具体如下：

一体化编码对老年人联结再认任务中的项目记忆是促进还是损害依赖于不同类型一体化编码对认知资源的需求情况。占用较少的认知资源的自下而上一体化编码能够促进项目记忆，而占用较多认知资源的自上而下一体化编码会损害项目记忆。当前研究提示，为老年人选择一体化编码条件时，既要考虑老年人的记忆提取过程特点，还要考虑一体化编码对认知资源的需求情况。

.....

**审稿人 3 意见：**

**意见 1：**前言：“结果发现，相对于青年人，老年人在联结记忆上比在项目记忆上表现出明显的记忆损伤(Old & Naveh-Benjamin, 2008)”这里的比较到底是谁和谁比？是老年人的联结记忆和项目记忆比较？还是青年人和老年人的比较，需要作者澄清。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

我们在修改稿中进行相应修改（**修改内容见 P53**），具体如下：

结果发现，老年人在项目记忆上和青年人表现相当，而在联结记忆上比青年人有更差的记忆表现(Old & Naveh-Benjamin, 2008)。

Old, S. R., & Naveh-Benjamin, M. (2008). Differential effects of age on item and associative measures of memory: A meta-analysis. *Psychology and Aging, 23*(1), 104-118.

**意见 2：**整个前言部分，问题提出的逻辑混乱，若是仅关注“收支平衡”和“只有收益”观点的差异，为何后续又将结果分析的重点放在年龄差异上？若是关注这一差异，前面引言部分的相关背景的介绍又较少。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

我们在修改稿前言部分中重新梳理了问题提出的逻辑，详见修改稿中前言部分（**修改内容见 P53-56**）。

在前言部分既关注了年龄差异，也关注了不同类型一体化的影响模式，并从认知资源的角度假设和分析了青年人和老年人的项目再认在不同类型的一体化条件下的表现模式。

目前修改稿中前言的思路是：先分析已有研究中一体化对项目再认的影响：“只有收益”和“收支平衡”的观点。总结了这些研究主要是针对青年人，尚未有研究关注一体化编码对老年人项目再认的影响。根据联结编码与项目编码的竞争关系，以及不同类型一体化对认知资源的需求不同，我们假设出老年人会表现出和青年人不同的模式。

在结果部分，分析和总结了青年人和老年人在不同类型一体化编码条件下的项目再认表

现模式。

**意见 3:** 2.1.1 实验设计部分: 采用 2 年龄 (青年、老年)  $\times$  2 编码条件(复合词、无关词)  $\times$  2 项目类型 (旧的、新的) 的混合设计, 其中编码条件和项目类型为被试内变量。因变量是什么?

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

我们在修改稿中增加了因变量 (**修改内容见 P56**), 具体如下:

采用 2 年龄 (青年、老年)  $\times$  2 编码条件(复合词、无关词)  $\times$  2 项目类型 (旧的、新的) 的混合设计, 其中编码条件和项目类型为被试内变量。行为指标上项目记忆以击中率、辨别力、判断标准和反应时为因变量, 联结记忆以击中率、虚报率、辨别力为因变量。脑电指标以额区新/旧效应和顶区新/旧效应为因变量。

**意见 4:** 2.1.2 被试: 采用 G power3.1(Faul, Erdfelder, Lang & Buchner, 2007), 以统计功效 0.8、效应量 0.25 计算实验中所需样本量至少为 34 名。也没有介绍这个效应量到底是什么的效应量, 主效应还是交互效应, 而且, 这个效应量的计算可能也是不正确的, 请参考 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/62560195>

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

根据 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/62560195> 提供的方法, 重新计算了样本量并明确了效应量为交互效应 (**修改内容见 P57**)。具体如下:

采用 G power3.1(Faul et al., 2007)计算得到检验交互作用所需样本量至少为 34 (置信水平为 0.05, 统计检验力为 0.8, 中等效应量为 0.25)。

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. G. (2007). G\*power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191.

**意见 5:** 2.1.3 实验材料: “项目再认共有 48 个单词, 每种编码条件学习过的 16 个单词作为旧词, 新增没有学习过的 16 个单词作为新词。——这不是 32 个单词吗?”

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

我们在修改稿修改了令人模糊的表述 (**修改内容见 P57**), 具体如下:

项目再认共有 48 个单词, 其中包括复合词条件下学习过的 16 个旧词、无关词条件下学习过的 16 个旧词和没有学习过的 16 个新词。

**意见 6:** 2.1.3 实验材料：“重组”是指呈现词对的每一个项目都在学习阶段出现过，但是搭配和学习阶段不一致。这里重组词对的一体化属性是否与学习词对一致或是随机组合，也应该给予说明。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

重组词对的属性是随机组合的。本研究重点探讨一体化编码对联结再认任务中项目再认的影响，所以没有匹配重组词对和旧的词对的一体化水平。我们在修改稿中进行了修改（**修改内容见 P57**），具体如下：

“重组”是把学习过词对拆开随机搭配。

**意见 7:** 2.1.5 脑电数据采集与分析：分别对“旧的”和“新的”单词做出正确判断的试次进行叠加平均。各条件下正确叠加的试次数是多少呢？

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

我们修改稿补充了每个条件下正确叠加的平均试次（**修改内容见 P58**），具体如下：

实验一中老年人在每种条件的平均叠加次数分别为 41（无关词）、49（复合词）、45（新词），青年人在每种条件的平均叠加次数分别为 47（无关词）、52（复合词）、51（新词）。实验二中老年人在每种条件的叠加平均次数分别为 40（造句旧词）、54（造句新词）、46（定义旧词）、51（定义新词），青年人在每种条件的平均叠加次数分别为 41（造句旧词）、55（造句新词）、52（定义旧词）、55（定义新词）。

**意见 8:** 表 1 中表题中的术语与 2.2.1 处的实验设计描述不一致，应该保持一致比较好。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

我们在修改稿中进行了修改，统一为判断标准（ $\beta$ ）。具体如下（**修改内容见 P59**）：

青年人和老年人项目再认的击中率、辨别力和判断标准（ $\beta$ ）和反应时（RT）见表 1。分别以击中率、 $d'$ 、 $\beta$  和反应时为因变量，进行 2 年龄（青年、老年） $\times$  2 编码条件（复合词、无关词）重复测量方差分析。

表 1 青年人和老年人项目再认的击中率、 $d'$ 、 $\beta$  和反应时，Mean (SE)

	老年人			青年人		
	复合词	无关词	新词	复合词	无关词	新词
击中率	0.77(0.03)	0.71(0.03)	0.68(0.03)	0.82(0.03)	0.82(0.03)	0.78(0.01)
$d'$	1.38(0.08)	1.17(0.08)		1.88(0.11)	1.98(0.15)	
$\beta$	0.95(0.09)	1.05(0.09)		0.98(0.06)	0.94(0.08)	
RT	995 (38)	1006 (50)	1221 (47)	885 (21)	858 (21)	1063 (21)

**意见 9:** 在 2.2.2 联结再认中：在击中率上，编码条件主效应显著 ( $F(1, 40) = 5.75, p = 0.02, \eta^2 = 0.13$ )，复合词条件下的击中率显著大于无关词条件。年龄主效应、年龄和编码条件的交互作用不显著(年龄:  $F(1, 40) = 2.48, p = 0.12$ ; 交互作用:  $F(1, 40) = 0.04, p = 0.85$ )，说明无论是青年人还是老年人，自下而上的一体化编码都能够提高联结再认的击中率。这个结果可能还是不是很准确。编码条件主效应依然是合并老年人和青年人的结果。至于各自组的差异，并不能从主效应推断出来。希望作者能上传整理好的 SPSS 数据，以便审稿人审查。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

在修改稿中删除了这种可能不是很准确的推论。(修改内容见 P60 击中率方差分析部分)

我们已上传实验一和实验二的行为和脑电的 SPSS 数据到百度网盘，链接为：

<https://pan.baidu.com/s/1H43IRd6aEVC6v8CrcoStJQ> 提取码：hv0g

**意见 10:** 在 2.2.2 联结再认中：在辨别力上，结果发现年龄的主效应显著， $F(1,40) = 42.87, p < 0.001, \eta^2 = 0.52$ 。年龄和编码条件的交互作用显著， $F(1, 40) = 10.28, p = 0.003, \eta^2 = 0.20$ ，对交互作用进行简单效应分析发现，青年人在两种编码条件下的联结再认无显著差异 ( $F(1, 40) = 2.71, p = 0.11$ )，老年人在复合词条件下的联结再认成绩显著大于无关词条件 ( $F(1, 40) = 8.05, p = 0.007, \eta^2 = 0.17$ )，表明自下而上一体化提高了老年人联结再认成绩。这个没有提高青年人联结记忆的成绩，却只提高了老年被试的联结记忆成绩，怪奇怪的，需要在讨论部分给出解释。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

目前的结果与已有研究一致，复合词条件没有提高青年人的联结再认成绩 (Zheng et al., 2015)。另外我们在总讨论部分添加了对此结果的解释 (修改内容见 P70-71 紫色字体)，具体如下：

实验 1 的行为结果表明，青年人在复合词和无关词条件下联结再认成绩相当，可能是因为复合词和无关词条件下青年人都能够利用回想进行联结再认 ( Craik, 1983; Park et al., 2002)。

Craik, F. I. M. (1983). On the transfer of information from temporary to permanent memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 302, 341–359.

Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17(2), 299-320.

Zheng, Z. W., Li, J., Xiao, F. Q., Broster, L. S., & Jiang, Y. (2015). Electrophysiological evidence for the effects of unitization on associative recognition memory in older adults. *Neurobiology of Learning and Memory*, 121, 59-71.

**意见 11：**在 2.2.3ERP 结果中：进一步对青年人新/旧效应强度（“旧的”减去“新的”平均波幅）进行 2 编码条件（无关词、复合词） $\times$ 4 电极点（F1、F2、F3、F4）两因素重复测量方差分析。此处，应该添加一个地形图的结果，方便读者理解编码条件和被试组新旧效应的差异。新旧效应分析时，电极这个变量的意义不大。因为分析的目的并不关注新旧效应在这四个电极间的区别。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

我们在修改稿中添加了地形图，见图 2 和图 3，具体如下：**（修改内容见 P62）**。

根据已有的研究（Bader et al., 2010; Wang et al., 2021）我们选取了额区 F1、F2、F3、F4 四个电极点，同时考虑到老年人在额区各个电极点可能存在不同的脑电表现（Jiang et al., 2021; Li et al., 2017），因此我们尝试引入电极点这个变量进行分析。

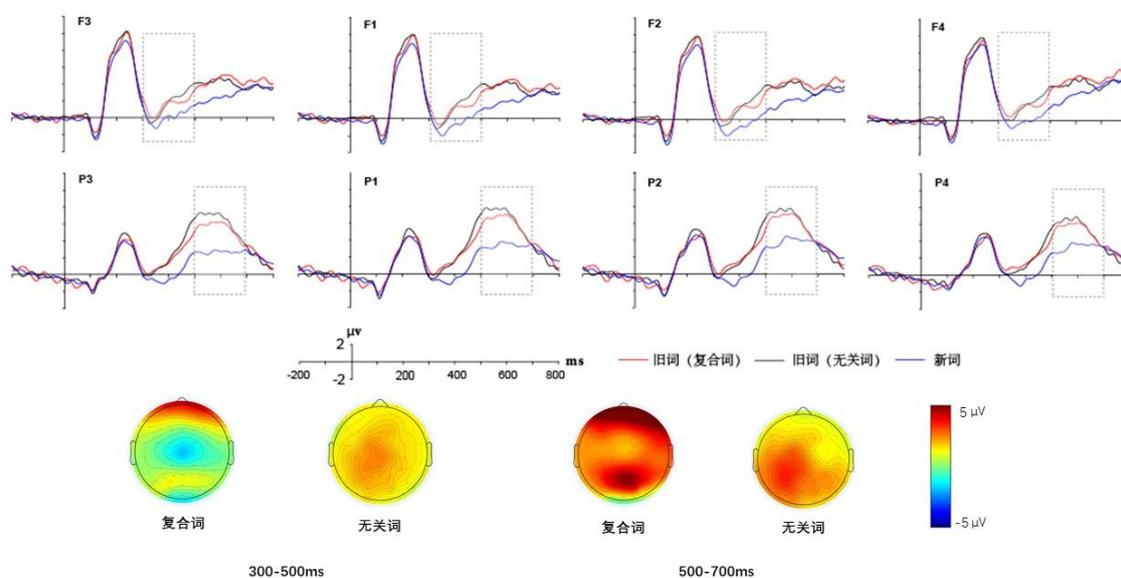


图 2 青年人在复合词和无关词的额区和顶区新/旧效应及地形图

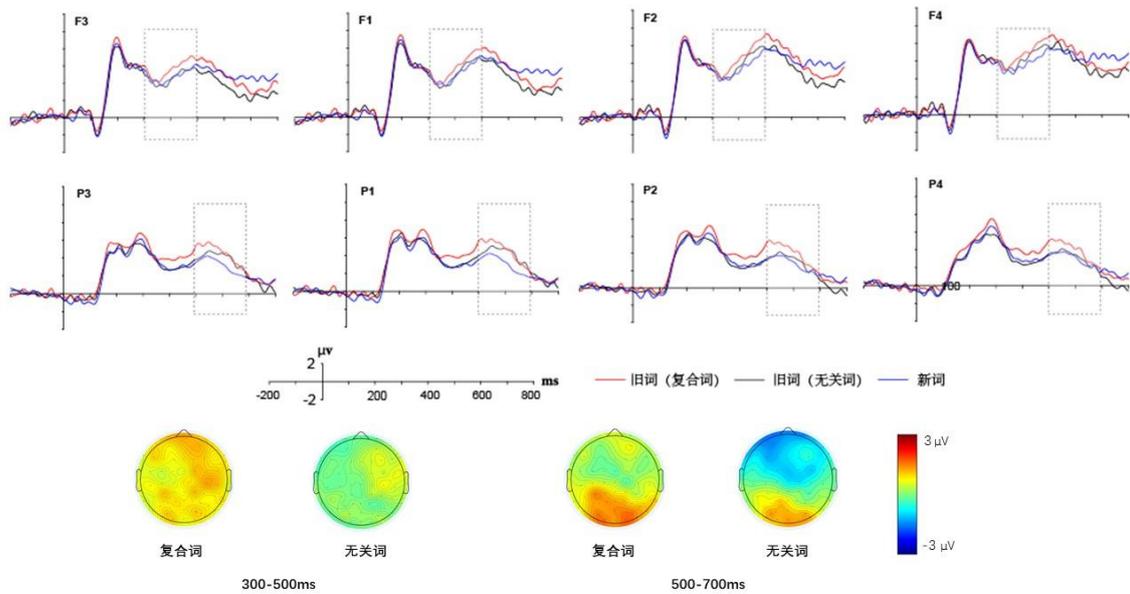


图3 老年人在复合词和无关词的额区和顶区新/旧效应及地形图

- Bader, Regine, Mecklinger, Axel, Hoppstädter, Michael, & Meyer, Patric. (2010). Recognition memory for one-trial-unitized word pairs: Evidence from event-related potentials. *NeuroImage*, 50(2), 772-781.
- Jiang, Y., Li, J., Schmitt, F. A., Jicha, G. A., Munro, N. B., Zhao, X., Smith, C. D., Kryscio, R. J., & Abner, E. L. (2021). Memory-Related Frontal Brainwaves Predict Transition to Mild Cognitive Impairment in Healthy Older Individuals Five Years Before Diagnosis. *Journal of Alzheimer's disease*, 79(2), 531-541.
- Li, J., Broster, L. S., Jicha, G. A., Munro, N. B., Schmitt, F. A., Abner, E., Kryscio, R., Smith, C. D., & Jiang, Y. (2017). A cognitive electrophysiological signature differentiates amnesic mild cognitive impairment from normal aging. *Alzheimer's research & therapy*, 9(1), 3.
- Wang, B., Cheng, C., Jin, Z., Wu, S., & Xiang, L. (2021). The influence of negative emotional intensity on dual-processing recognition. *Biological psychology*, 161, 108083.

意见 12：2.3 实验 1 讨论部分，整个讨论仅仅是对结果的阐述，并未对结果进行解释，也未对实验 2 采用自上而下一体化编码进行任何解释和引入。

回应：感谢审稿专家的意见。

我们在 2.3 实验 1 讨论部分增加了对结果的解释以及对实验 2 的引入(修改内容见 P64)。

具体如下：

青年人在两种编码条件下的联结再认成绩相当，而且项目再认成绩也相当。在脑电指标上两种编码条件下额区新/旧效应强度无差异，但是在顶区新/旧效应强度上复合词条件小于无关词条件，这表明自下而上的一体化减少了项目再认时基于回想的神经活动水平，这种使用较少的神经活动达到相同水平的行为成绩，支持“只有收益”的观点 (Liu & Wu., 2020; Pilgrim et al., 2012)。老年人在复合词条件下的联结再认显著好于无关词条件，在项目再认

上也表现出促进作用。在脑电指标上复合词条件下既有额区新/旧效应又有双侧顶区新/旧效应，但是在无关词条件下只有左侧顶区新/旧效应，这表明自下而上的一体化既依赖于熟悉性又依赖回想的加工过程，支持了“只有收益”观点。

实验 1 考察了复合词对项目再认及其相关脑电成分的影响。复合词是一种自下而上的一体化，对认知资源的需求较少，这可能是老年人和青年人都支持“只有收益”的原因。定义作为一种自上而下的一体化，需要借助于外部指导语实现一体化表征，占用较多的认知资源，可能导致用于项目编码的剩余认知资源在老年人和青年人表现不同。在自上而下一体化编码条件下，由于青年人认知资源充足，剩余较多的资源用于项目编码，从而不会损害项目记忆。而老年人认知资源不足(Castel & Craik, 2003; Craik, 1983; Park et al., 2002)，剩余较少的认知资源用于项目编码，从而损害项目记忆。实验 2 进一步操纵需要认知资源较多的定义编码，检验这种自上而下的一体化对青年人和老年人项目再认的影响。

Castel, A. D., & Craik, F. I. M. (2003). The effects of aging and divided attention on memory for item and associative information. *Psychology and Aging, 18*(4), 873-885.

Craik, F. I. M. (1983). On the transfer of information from temporary to permanent memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, 302*, 341-359.

Liu, Z. J., Wu, J., Wang, Y. J., & Guo, C. Y. (2020). Unitization does not impede overall item recognition performance: Behavioral and event-related potential study. *Neurobiology of Learning and Memory, 167*.

Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging, 17*(2), 299-320.

Pilgrim, L. K., Murray, J. G., & Donaldson, D. I. (2012). Characterizing Episodic Memory Retrieval: Electrophysiological Evidence for Diminished Familiarity following Unitization. *Journal of Cognitive Neuroscience, 24*(8), 1671-1681.

**意见 13:** 联结再认结果表明相对于无关词条件，复合词条件能够提高老年人的联结再认成绩，这可能是因为老年人在复合词条件下利用保存完好的熟悉性促进联结再认(Zheng et al., 2015)。为什么青年人没有出现这一结果模式呢？

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

见第 10 条意见的回应。

**意见 14:** 3.1.1 实验设计部分：采用 2 年龄（青年、老年） $\times$ 2 编码条件（定义、造句） $\times$ 2 项目类型（旧的、新的）的混合设计。编码条件和项目类型为被试内变量。因变量是什么呢？

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

我们在修改稿中添加了因变量指标（**修改内容见 P64-65**），具体如下：

用 2 年龄（青年、老年） $\times$ 2 编码条件（定义、造句） $\times$ 2 项目类型（旧的、新的）的混

合设计。编码条件和项目类型为被试内变量。行为指标上项目记忆以击中率、辨别力、判断标准和反应时为因变量，联结记忆以击中率、虚报率、辨别力为因变量。脑电指标以额区新/旧效应和顶区新/旧效应为因变量。

意见 15：实验二中采用 G power3.1(Faul, Erdfelder, Lang& Buchner, 2007)，以统计功效 0.8、效应量 0.25，计算实验中所需样本量为 36 名。这怎么和实验 1 的 GPower 计算结果还不同呢？

回应：感谢审稿专家的意见。

这是我们的书写错误，已在修改稿中更正(修改内容见 P65)，具体如下：

采用 G power3.1(Faul et al., 2007)计算得到检验交互作用所需样本量至少为 34 (置信水平为 0.05，统计检验力为 0.8，中等效应量为 0.25)

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. G. (2007). G\*power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191.

意见 16：表 3 中多出一列。

回应：感谢审稿专家的意见。

已删除表 3 多余的一列。(修改内容见 P65)

表 3 青年人和老年人在项目再认中的击中率、虚报率、 $d'$ 、 $\beta$  和反应时，Mean (SE)

	老年人		青年人	
	定义	造句	定义	造句
击中率	0.71 (0.03)	0.72 (0.03)	0.81 (0.02)	0.76 (0.02)
虚报率	0.20 (0.03)	0.15 (0.02)	0.15 (0.02)	0.14 (0.01)
$d'$	1.55 (0.08)	1.76 (0.08)	2.06 (0.16)	1.87 (0.09)
$\beta$	1.64 (0.28)	2.39 (0.70)	1.27 (0.12)	1.53 (0.16)
RT-旧的	1023 (42)	1030 (47)	840 (24)	866 (28)
RT-新的	1129 (42)	1117 (40)	901 (32)	889 (32)

意见 17：在 3.2.2 联结再认中，老年人在定义条件下的联结再认成绩显著大于造句条件，与表 4 的数据不符。

回应：感谢审稿专家的意见。

我们把定义和造句数据位置放反了导致错误，已在修改稿更正 (修改内容见 P67)，具

体如下：

表 4 青年人和老年人在定义和造句下联结再认的击中率、辨别力 ( $d'$ )、虚报率, Mean (SE)

	老年人		青年人	
	定义	造句	定义	造句
击中率	0.77(0.03)	0.67(0.05)	0.82(0.04)	0.81(0.03)
虚报率	0.53(0.03)	0.57(0.05)	0.20(0.03)	0.17(0.03)
$d'$	0.75(0.12)	0.26(0.17)	2.17(0.19)	2.04(0.22)

**意见 18：** 在 3.2.3ERP 结果额区新/旧效应中，这些结果说明青年人和老年人只在造句条件存在额区新/旧效应，即只在造句条件下的项目再认中依赖于熟悉性。对这个结果依然存疑。编码条件和项目类型交互作用的简单效应分析是合并青年人和老年人的结果，并不能说明青年人和老年人各自的结果。虽然从波形图上来看，结果似乎也符合报告。

**回应：** 感谢审稿专家的意见。

根据专家的建议和参考已有文献 (Zheng et al., 2015; Zheng et al., 2016)，我们把青年人和老年人的脑电数据分开进行方差分析 (修改内容见 P67-69)，具体如下：

本研究重点关注对每个年龄组在额区新/旧效应和顶区新/旧效应上在两种编码条件下的表现差异，基于已有的研究 (Zheng et al., 2015; Zheng et al., 2016)，在额区新/旧效应 (300-500ms) 和顶区新/旧效应 (500-700ms) 上，分别对青年人和老年人进行 2 编码条件 (定义、造句)  $\times$  2 项目类型 (旧的、新的)  $\times$  4 电极点 (F1、F2、F3、F4) 进行重复测量方差分析。

(1) 额区新/旧效应 (300-500ms)

对青年人在定义和造句条件下的额区新/旧效应进行方差分析，结果发现：项目类型主效应显著， $F(1, 18) = 16.96$ ,  $p = 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.49$ ；电极点主效应显著， $F(3, 16) = 3.8$ ,  $p = 0.02$ ,  $\eta^2 = 0.17$ ；编码条件和项目类型的交互作用显著， $F(1, 18) = 5.09$ ,  $p = 0.04$ ,  $\eta^2 = 0.22$ ；编码条件、项目类型和电极点的交互作用不显著， $F(3, 16) = 0.95$ ,  $p = 0.42$ 。对编码条件和项目类型的交互作用进行简单效应分析表明：在定义条件下“旧的”和“新的”的平均波幅无显著差异 ( $F(1, 18) = 1.35$ ,  $p = 0.26$ )；在造句条件下“旧的”平均波幅显著大于“新的” ( $F(1, 18) = 16.60$ ,  $p = 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.48$ )，表明青年人仅在造句条件下存在额区新/旧效应。

对老年人在定义和造句条件下的额区新/旧效应进行方差分析，结果发现：项目类型主效应显著， $F(1, 19) = 18.42$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.49$ ；项目类型和编码条件的交互作用显著，

$F(1, 19) = 6.38$ ,  $p = 0.02$ ,  $\eta^2 = 0.25$ ; 项目类型、编码条件和电极点的交互作用不显著,  $F(3, 17) = 0.43$ ,  $p = 0.73$ 。对编码条件和项目类型的交互作用进行简单效应分析表明: 在定义条件下“旧的”和“新的”的平均波幅无显著差异( $F(1, 19) = 1.95$ ,  $p = 0.18$ ); 在造句条件下“旧的”平均波幅显著大于“新的”( $F(1, 19) = 35.12$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.65$ ), 表明老年人仅在造句条件下存在额区新/旧效应。这些结果说明青年人和老年人只在造句条件下存在额区新/旧效应。

## (2) 顶区新/旧效应 (500-700ms)

对青年人在定义和造句条件下的顶区新/旧效应进行方差分析, 结果发现: 电极点主效应显著,  $F(3, 16) = 7.25$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.28$ ; 项目类型和电极点的交互作用显著,  $F(3, 16) = 5.80$ ,  $p = 0.002$ ,  $\eta^2 = 0.24$ ; 编码条件、项目类型和电极点的交互作用不显著,  $F(1, 16) = 0.45$ ,  $p = 0.72$ 。对项目类型和电极点的交互作用进行简单效应分析表明: 在 P3 电极点上“旧的”平均波幅显著大于“新的”( $F(1, 18) = 4.99$ ,  $p = 0.04$ ,  $\eta^2 = 0.22$ ); 在 P1、P2、P4 电极点上“旧的”与“新的”平均波幅无显著差异 ( $ps > 0.06$ ), 表明青年人在定义和造句条件下都存在左侧顶区新/旧效应。

对老年人在定义和造句条件下的顶区新/旧效应进行方差分析, 结果发现: 编码条件主效应显著,  $F(1, 19) = 5.36$ ,  $p = 0.03$ ,  $\eta^2 = 0.22$ ; 项目类型和电极点的交互作用显著,  $F(3, 17) = 4.80$ ,  $p = 0.005$ ,  $\eta^2 = 0.20$ ; 编码条件、项目类型和电极点的交互作用不显著,  $F(3, 17) = 1.37$ ,  $p = 0.26$ 。对项目类型和电极点的交互作用进行简单效应分析表明: 在 P3 电极点上“旧的”平均波幅显著大于“新的”( $F(1, 19) = 7.10$ ,  $p = 0.02$ ,  $\eta^2 = 0.27$ ), 在 P1、P2、P4 电极点上“旧的”与“新的”平均波幅无显著差异 ( $ps > 0.08$ ), 表明老年人在定义和造句条件下都存在顶区新/旧效应。这些结果说明青年人和老年人在两种编码条件下都存在左侧顶区新/旧效应。

Zheng, Z. W., Li, J., Xiao, F. Q., Broster, L. S., & Jiang, Y. (2015). Electrophysiological evidence for the effects of unitization on associative recognition memory in older adults. *Neurobiology of Learning and Memory*, 121, 59-71.

Zheng, Z. W., Li, J., Xiao, F. Q., Ren, W. C., & He, R. Q. (2016). Unitization improves source memory in older adults: An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 89, 232-244.

**意见 19:** 在 3.2.3ERP 结果顶区新/旧效应中, 结果说明青年人和老年人在两种编码条件下都存在左侧顶区新/旧效应。这个结果真的是有点不太能接受, 还是同样的问题, 青年人和老年人合并数据的分析, 并不能直接推论到各自群体。作者是否可以提供直接分析的 SPSS 数据供参考。

**回应：**感谢审稿专家的意见。

根据专家的建议和参考已有文献（Zheng et al., 2015; Zheng et al., 2016），我们把青年人和老年人的脑电数据分开进行方差分析。（修改内容见 P67-69）

数据已上传百度网盘，链接为 <https://pan.baidu.com/s/1H43IRd6aEVC6v8Crc0StJQ> 提取码：hv0g

方差分析的结果如下：

本研究重点关注对每个年龄组在额区新/旧效应和顶区新/旧效应上在两种编码条件下的表现差异，基于已有的研究（Zheng et al., 2015; Zheng et al., 2016），在额区新/旧效应（300-500ms）和顶区新/旧效应（500-700ms）上，分别对青年人和老年人进行 2 编码条件（定义、造句） $\times$ 2 项目类型（旧的、新的） $\times$ 4 电极点（F1、F2、F3、F4）进行重复测量方差分析。

#### （1）额区新/旧效应（300-500ms）

对青年人在定义和造句条件下的额区新/旧效应进行方差分析，结果发现：项目类型主效应显著， $F(1, 18) = 16.96$ ， $p = 0.001$ ， $\eta^2 = 0.49$ ；电极点主效应显著， $F(3, 16) = 3.8$ ， $p = 0.02$ ， $\eta^2 = 0.17$ ；编码条件和项目类型的交互作用显著， $F(1, 18) = 5.09$ ， $p = 0.04$ ， $\eta^2 = 0.22$ ；编码条件、项目类型和电极点的交互作用不显著， $F(3, 16) = 0.95$ ， $p = 0.42$ 。对编码条件和项目类型的交互作用进行简单效应分析表明：在定义条件下“旧的”和“新的”的平均波幅无显著差异（ $F(1, 18) = 1.35$ ， $p = 0.26$ ）；在造句条件下“旧的”平均波幅显著大于“新的”（ $F(1, 18) = 16.60$ ， $p = 0.001$ ， $\eta^2 = 0.48$ ），表明青年人仅在造句条件下存在额区新/旧效应。

对老年人在定义和造句条件下的额区新/旧效应进行方差分析，结果发现：项目类型主效应显著， $F(1, 19) = 18.42$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.49$ ；项目类型和编码条件的交互作用显著， $F(1, 19) = 6.38$ ， $p = 0.02$ ， $\eta^2 = 0.25$ ；项目类型、编码条件和电极点的交互作用不显著， $F(3, 17) = 0.43$ ， $p = 0.73$ 。对编码条件和项目类型的交互作用进行简单效应分析表明：在定义条件下“旧的”和“新的”的平均波幅无显著差异（ $F(1, 19) = 1.95$ ， $p = 0.18$ ）；在造句条件下“旧的”平均波幅显著大于“新的”（ $F(1, 19) = 35.12$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.65$ ），表明老年人仅在造句条件下存在额区新/旧效应。这些结果说明青年人和老年人只在造句条件下存在额区新/旧效应。

#### （2）顶区新/旧效应（500-700ms）

对青年人在定义和造句条件下的顶区新/旧效应进行方差分析，结果发现：电极点主效应显著， $F(3, 16) = 7.25$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.28$ ；项目类型和电极点的交互作用显著， $F(3,$

16) = 5.80,  $p = 0.002$ ,  $\eta^2 = 0.24$ ; 编码条件、项目类型和电极点的交互作用不显著,  $F(1, 16) = 0.45$ ,  $p = 0.72$ 。对项目类型和电极点的交互作用进行简单效应分析表明: 在 P3 电极点上“旧的”平均波幅显著大于“新的”(  $F(1, 18) = 4.99$ ,  $p = 0.04$ ,  $\eta^2 = 0.22$ ); 在 P1、P2、P4 电极点上“旧的”与“新的”平均波幅无显著差异 ( $ps > 0.06$ ), 表明青年人在定义和造句条件下都存在左侧顶区新/旧效应。

对老年人在定义和造句条件下的顶区新/旧效应进行方差分析, 结果发现: 编码条件主效应显著,  $F(1, 19) = 5.36$ ,  $p = 0.03$ ,  $\eta^2 = 0.22$ ; 项目类型和电极点的交互作用显著,  $F(3, 17) = 4.80$ ,  $p = 0.005$ ,  $\eta^2 = 0.20$ ; 编码条件、项目类型和电极点的交互作用不显著,  $F(3, 17) = 1.37$ ,  $p = 0.26$ 。对项目类型和电极点的交互作用进行简单效应分析表明: 在 P3 电极点上“旧的”平均波幅显著大于“新的”(  $F(1, 19) = 7.10$ ,  $p = 0.02$ ,  $\eta^2 = 0.27$ ), 在 P1、P2、P4 电极点上“旧的”与“新的”平均波幅无显著差异 ( $ps > 0.08$ ), 表明老年人在定义和造句条件下都存在顶区新/旧效应。这些结果说明青年人和老年人在两种编码条件下都存在左侧顶区新/旧效应。

Zheng, Z. W., Li, J., Xiao, F. Q., Broster, L. S., & Jiang, Y. (2015). Electrophysiological evidence for the effects of unitization on associative recognition memory in older adults. *Neurobiology of Learning and Memory*, 121, 59-71.

Zheng, Z. W., Li, J., Xiao, F. Q., Ren, W. C., & He, R. Q. (2016). Unitization improves source memory in older adults: An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 89, 232-244.

**意见 20:** 总讨论部分中: 自下而上的一体化和非一体化都存在额区新/旧效应, 但是在顶区新/旧效应强度上一体化小于非一体化条件。本研究中并未比较一体化与非一体化之间的区别, 若是引用他人结果, 应该补充参考文献。

**回应:** 感谢审稿专家的意见。

在修改稿中进一步明确了该结果是本研究中青年人的脑电结果。同时我们对讨论部分重新进行了整理, 分为 3 个模块进行讨论。具体如下: (**详细修改内容见 P70-74**)

4.1 一体化编码对青年人项目再认的影响: “只有收益”

4.2 自下而上一体化编码对老年人项目再认的影响: “只有收益”

4.3 自上而下一体化编码对老年人项目再认的影响: “收支平衡”

**意见 21:** 总讨论部分: 目前研究发现青年人在自下而上的一体化选择性减少了顶区新/旧效应强度, 而自上而下的一体化缺少额区新/旧效应, 可以从联结编码与项目编码之间的关系可能不是此消彼长, 更有可能是相辅相成、互相促进的观点进行解释(赵春宇 & 郭春彦, 2023)。句子表述不清。

回应：感谢审稿专家的意见。

在修改稿中做了一个更为清晰的表述（修改内容见 P71-72，4.1 讨论部分最后一段），具体如下：

与非一体化编码条件相比，自上而下和自下而上的一体化编码方式并没有减少青年人的项目再认成绩，但是减少了项目再认时熟悉性或者回想相关的神经活动水平。有研究认为被试可能通过较少的神经活动达到同等水平的的项目再认成绩，支持了“只有收益”的理论(Liu & Guo, 2019; Liu & Wu, 2020)。青年人相较于老年人有足够的认知资源，不管在认知资源需求较少的自下而上的一体化编码条件还是在认知资源较多的自上而下的一体化编码条件，青年人仍然有剩余的认知资源用于项目编码。因此对于青年人来说，两种一体化编码条件下的一体化联结编码与项目编码之间不是此消彼长，而可能是相辅相成、互相促进的关系（赵春宇 & 郭春彦，2023），支持了“只有收益”的观点。

Liu, Z. J., & Guo, C. Y. (2019). Unitization improves item recognition through less overall neural processing. *Neuroreport*, 30(13), 882-886.

Liu, Z. J., Wu, J., Wang, Y. J., & Guo, C. Y. (2020). Unitization does not impede overall item recognition performance: Behavioral and event-related potential study. *Neurobiology of Learning and Memory*, 167.

赵春宇，郭春彦.(2023).合体字与复合词中联结编码和项目编码的关系. *心理学报*,55(04),513-528.

意见 22：审稿专家在正文中标注了蓝色、下划线、加粗、斜体等标注。

回应：感谢审稿专家的意见。

我们在修改稿中对这些标注部分进行了语句通顺、订正错别字以及规范统计符号等修改。

---

### 第三轮

审稿人 2 意见：作者较好的回答了上一轮提出的问题，并对文章做了相应修改。目前我对该文没有进一步意见和建议。

回应：感谢审稿专家的意见及建议。

审稿人 3 意见：

意见 1：建议作者再找一位本领域的小同行对全文的表述进行修改。总体而言，逻辑已无明显问题，但表述尚不精确和凝练。

回应：感谢审稿专家的意见。

我们已找本领域的小同行对全文进行了挑剔性阅读，凝练了文章的相关表述。具体见修改稿中红色字体。

意见 2：2.2.1 项目再认中：这表明自下而上一体化编码能够提高老年人项目再认的击中率。是否应该统一表述方式。

回应：感谢审稿专家的意见。

我们已统一结果部分的表述方式。具体见修改稿中红色字体。

意见 3：2.2.3 脑电结果（2）顶区新旧效应：复合词条件下的顶区新/旧效应强度显著小于无关键词；编码条件和电极点的交互作用不显著， $F(3, 66) = 0.88$ ， $p = 0.46$ 。青年人结果与图 2 地形图明显不符，需要作者再确定一下。

回应：感谢审稿专家的意见。

我们再次核实了所有数据，发现图 2 青年人复合词条件下的地形图画错了。应该使用青年人复合词条件下旧词与新词差异波的数据，错误使用了青年人复合词平均波的数据。重新画了青年人复合词的地形图，发现青年人复合词地形图与脑电波结果一致。我们对修改稿中的图 2 进行了更正，更正后的地形图如下：

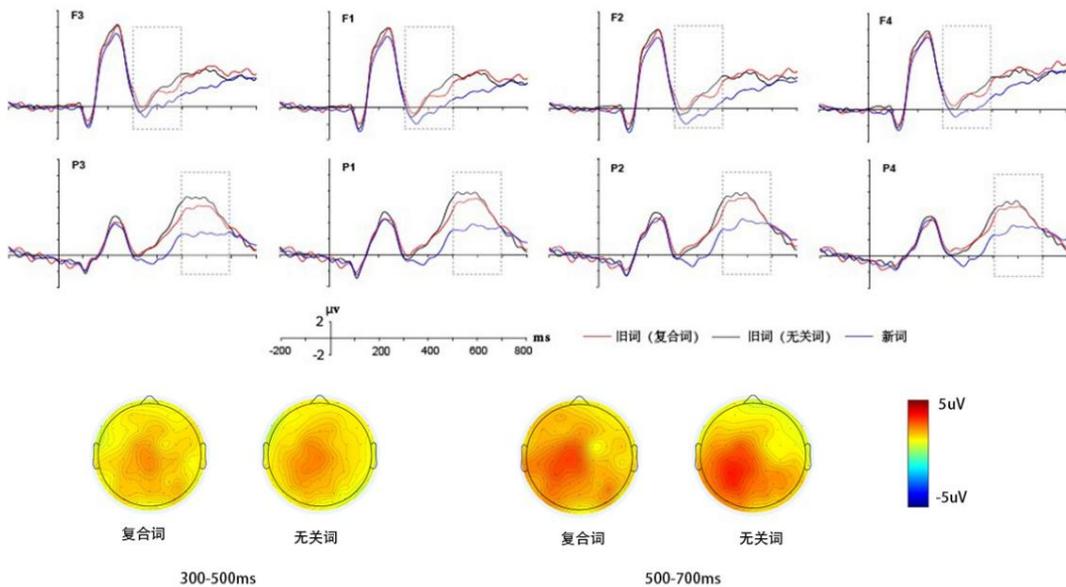


图 2 青年人在复合词和无关键词条件下的额区和顶区新/旧效应及地形图

**编委意见：**本论文借助脑电技术，对一体化编码如何影响老年人和年轻人的联结记忆及其对应的电生理机制进行了考察。本论文的研究选题具有一定新颖性，实验设计合理，所获得的研究结论具有较为重要的理论和应用价值。

**主编意见：**该文经三轮审稿，作者对审稿意见做出详细的回应，整个审稿流程规范，同意接受。