

《心理科学进展》审稿意见与作者回应

题目：词汇快速映射学习的认知神经机制

作者：王艺璇, 杨剑峰

第一轮

审稿人 1 意见：

总体评价

本文围绕词汇快速映射（fast mapping, FM）学习的认知神经机制展开综述，选题具有较强的理论意义和前沿性，契合当前语言学习、记忆机制与认知神经科学交叉研究的热点问题。文章整体结构较为清晰，能够从 FM 学习的行为表现、神经基础及相关理论争议等方面进行梳理，并在 FM 学习的独特性、与传统学习理论的关系等问题上体现出一定的问题意识和理论整合尝试，具有较好的综述价值。

总体而言，本文具备较好的文献基础与选题价值，但在概念界定的清晰性、章节组织的聚焦性以及机制阐释的严谨性方面仍有进一步提升空间。部分章节目前更偏向研究结果罗列，对核心科学问题的整合尚可加强；个别论述中存在概念层级或推断强度略不匹配的情况。以下是具体意见。

回应：非常感谢审稿专家对本文的肯定与建议。我们完全认同您提出的关于概念界定、章节组织及机制阐述等方面的改进方向。希望此次修改对文章有很大程度的提升。下面针对具体的意见进行了详细回复。

意见 1：建议进一步明确快速映射学习（fast mapping, FM）的概念边界及其不同分析层级。当前文中虽对 FM 进行了经典定义，但在后续论述中，FM 有时指代一种学习范式，有时指代快速编码或在线推断过程，有时又被视为快速皮层整合机制。不同层级的概念在部分段落中存在交叉使用，可能影响全文论述的一致性与清晰度。例如，前文将 FM 界定为通过排除式线索建立新词联结的学习范式，但后续部分又直接将 FM 作为快速皮层整合机制的代表，并据此讨论其对传统学习理论的挑战。若不同分析层级之间缺乏明确区分，可能使论证对象及推理路径不够清晰。建议作者在前文或相关章节中进一步区分 FM 作为任务范式、在线认知过程、行为学习结果与潜在神经机制等不同层面，并在全文中尽量保持术语使用的一致性，从而增强文章概念框架的清晰度与理论论证的严谨性。

回应：非常感谢审稿专家关于概念界定及区分不同分析层级的宝贵建议。诚如专家所言，在初稿中我们的确存在 FM 指代不明的情况，因此有必要对 FM 的概念进行界定以及从不同层面予以区分。经过对文献中 FM 所指称概念的梳理，此次修改我们将快速映射明确定义为一种不同于外显编码的学习方式或策略，文中统一使用“FM 学习”这一表述指代学习方式本身，其中用于考察 FM 学习的实验室任务、FM 学习通过设置已知语义参照，需要学习者进行排除推理所涉及的认知过程、以及支持 FM 学习的神经基础，均属于 FM 学习方式下的不同层面。对于部分段落需要明确其属于 FM 学习哪种层面的情况，我们在文中会使用“FM 学习范式”、“FM 学习过程”、“FM 学习机制”进一步分别描述，以增加论证的严谨性。具体修改在正文中以蓝色字体标示。

意见 2：建议进一步增强章节内容与标题之间的对应关系。例如，2.1 节“快速映射学习及其优势”中纳入了 Sharon 等人（2011）关于海马损伤患者与 ATL 损伤患者的研究。该研究的重要贡献主要在于揭示 FM 学习可能涉及不同于外显编码的神经系统基础，更适合作为神经机制证据置于后文讨论。若置于“优势”部分，可能使章节功能边界略显模糊。建议作者适当调整相关内容的位置，或进一步说明该研究作为 FM 潜在优势的逻辑依据。

回应：非常感谢审稿专家关于章节组织调整的建议。此次修改我们将 Sharon 等人(2011)的研究置于后文的神经机制部分，将其作为揭示 FM 学习可能具有独特神经基础的开创性证据进行论述，对“优势”部分的内容重新进行整合。具体修改在正文 2.1 部分用蓝色字体标示。为方便您快速查看，我们将修改后的正文部分内容附在下面。

修改：

对发育中的大脑而言，FM 学习机制通常在自然语境中被激活，使得儿童即使短暂接触过新词也能迅速将其映射到心理词典中(Carey & Bartlett, 1978)。成人是否能够通过 FM 习得新词？目前已发展出词汇 FM 学习的实验室范式用于考察成人的学习表现：新客体与其它熟悉客体同时呈现，要求被试回答新词汇所指的客体是否具有某种感知特征(如“XX 是否仰着头”等)的判断问题，引导被试通过判断熟悉客体是否具有该特征，从而推断出新客体的名称即为新词，并建立二者的联系(Merhav et al., 2015)。利用 FM 学习的实验室范式，研究发现，健康成年被试能够受益于词汇 FM 学习，并表现出 FM 学习与传统外显编码学习的区别(Chen et al., 2023; Coutanche & Thompson-Schill, 2014)。例如，Li 等人(2020)发现，词汇的 FM 学习相较外显编码的学习在词汇保持效果上更好，其对新词的遗忘缓慢，遗忘率甚至呈负向变化；而且，先验知识/熟悉的类别对新词学习的促进作用在 FM 学习后立即出现，而在外显编码

学习中需经一周的时间，表明词汇的 FM 学习能够快速习得词汇-客体的联结。Chen 等人(2023)延长学习与测试的时间间隔(最长间隔 1.5 年)，结果发现新词在外显编码学习下的正确率随时间显著降低，而 FM 学习下的新词记忆不易衰退。根据健康成人的认知表现可知，词汇的 FM 学习不仅能够快速建立新词与客体的关联，而且学习效果的持续时间更长。

意见 3：建议进一步优化 2.2 节“神经基础”部分的组织方式。目前该部分主要依据研究方法（如 fMRI、EEG 及神经调控技术）展开综述，这种写法有助于呈现研究手段，但在一定程度上偏向技术分类，不利于突出“认知神经机制”这一核心问题。建议考虑以关键脑区或功能网络（如海马体、前颞叶、前额叶等）为主线，对相关证据进行整合性梳理，从而更清晰地呈现不同脑区在 FM 学习中的功能分工及其相互关系。

回应：非常感谢审稿专家关于调整“神经机制”部分组织方式的建议。根据您的建议，我们以关键脑区为主线，基于词汇学习的不同阶段(编码、回忆检索、新词加工)对 FM 学习的神经基础进行了梳理与阐述，具体修改在正文 2.3 部分用蓝色字体标示。为方便您快速查看，我们将修改内容附在下面。

修改：

研究者广泛探讨了 FM 学习的神经机制，发现 FM 学习由以颞叶前部(Anterior Temporal Lobe, ATL)为核心的皮层网络主导，其并不依赖新信息从海马体向皮层的逐渐转移，而是较少依赖甚至独立于海马体(Sharon et al., 2011; Shtyrov et al., 2022; Zaiser, Bader, & Meyer, 2022)。研究常采用 FM 学习与外显编码学习比较的方式以揭示 FM 学习的脑机制的独特性。Sharon 等人(2011)最早对比海马体损伤的健忘症患者与左侧 ATL 损伤的患者在 FM 与外显编码学习下行为结果的差异，为 FM 学习可能涉及不同于外显编码的神经基础提供了开创性证据，研究发现，海马体受损患者可以通过 FM 学习获得新词-新客体的关联，但是无法通过词汇与客体之间外显编码的记忆方式实现对新词的学习；而左侧 ATL 受损的患者表现出在 FM 学习方面的缺陷，但在外显编码的学习方式下表现出一定的学习效应。该结果首次表明，词汇的 FM 学习可能不需要依赖海马体对新词进行情景记忆编码与表征，可以在左侧颞叶皮层快速建立新词与客体语义之间的联结。

来自健康群体的研究进一步发现，在 FM 学习的不同阶段，均依赖以颞叶前部为枢纽的分布式皮层网络的参与(Atir-Sharon et al., 2015; Merhav et al., 2015; Shtyrov et al., 2022)。其中，FM 学习的编码过程涉及感知觉皮层的激活，包括双侧枕中回和梭状回的皮层区域，其参与物体识别与视觉特征表征(Carricarte et al., 2024; Grill-Spector et al., 2001)，而与语义习得

直接相关的皮层活动包括颞叶前部、顶下小叶及腹外侧前额叶，这些区域均为语义记忆系统的组成部分(Binder et al., 2009)，颞叶前部作为语义枢纽，接受多模态信息并整合为概念表征，同时将新词形与新概念知识相关联(Atir-Sharon et al., 2015)，顶下小叶参与新词的语义加工与学习(Qu et al., 2021)，而编码时腹外侧前额叶的激活被认为支持长时记忆的形成(Galli et al., 2017)，且与语义分类有关(Matsumoto et al., 2021)。尤为重要的是，编码阶段皮层区域的激活模式可准确预测后续的记忆成绩，这反映了新语义关联在皮层网络中的快速整合(Atir-Sharon et al., 2015)；而外显编码学习下对新关联的成功记忆主要依赖海马-前额叶系统的激活(Atir-Sharon et al., 2015)，符合情景记忆编码的神经回路(Kirchhoff et al., 2000; Kurdziel et al., 2017)。进一步操纵 FM 学习范式中新旧客体之间特征重叠的程度，结果显示，高度的特征重叠会诱发颞叶前部和鼻周皮层在编码时的强烈激活，鼻周皮层具有分辨复杂且高度相似的物体的功能(如两种鸟类的形态、颜色)(Mundy et al., 2012)，其负责将视觉特征与词形绑定为整合单元(Zaiser, Bader, & Meyer, 2022)；与此同时，已知客体可使相应语义图式更易被激活(如鸟类范畴)，ATL 则参与以促进新关联快速融入已有皮层网络(Zaiser, Bader, & Meyer, 2022)。当进行记忆检索时，经整夜巩固后 FM 学习下对新关联的检索所激活的网络始终以 ATL 为核心，并且 ATL 与后部外侧皮层(如枕颞叶、顶叶)的功能连接保持稳定；外显编码学习下的关联检索涉及海马体和腹内侧前额叶(Ventromedial Prefrontal Cortex, vmPFC)相关网络，经夜间巩固后 vmPFC 经海马体到皮层的功能连接增强(Merhav et al., 2015)。其中，vmPFC 与图式加工与记忆巩固有关(Gilboa & Marlatte, 2017; Giuliano et al., 2021)，其与海马体协同以完成情景记忆到语义图式的转化(Gilboa & Marlatte, 2017; Sekeres et al., 2018)。该对比清楚说明，外显编码学习下对记忆的存储依赖于海马体到皮层的动态转移，这一过程需要时间(如睡眠)的支持；而 FM 学习则直接驱动 ATL 等皮层区域快速完成对新词的整合与存储，无需睡眠介导的巩固过程(Merhav et al., 2015)。

近期的系列研究表明，即使在 FM 学习与外显编码学习下以相似的水平成功习得新词，但对新词加工的神经基础仍存在差异，FM 学习依赖语言网络的快速整合，外显编码则需要认知控制网络的支持。研究者从时间进程角度考察所学新词诱发的大脑反应，结果发现两种学习方式在早期 N170 成分的峰值已存在差异，表现为 FM 学习的 N170 呈现左侧偏侧化，溯源分析发现，核心语言系统尤其是左侧颞叶前部的激活最强(Shtyrov et al., 2021)，反映了词汇记忆痕迹的快速自动激活(MacGregor et al., 2012)；而外显编码学习需要双侧额-中央区域的支持，可能与注意力分配与执行控制相关(Shtyrov et al., 2021)，类似的结果得到 Shtyrov 等人(2022)研究的进一步证实。这些差异化的激活模式表明，FM 学习涉及早期自动化的词

汇-语义加工，并可能依赖于既存的概念表征(Tomasello, 2025)，而外显编码学习下新词尚未完全词汇化，还需以前额叶为核心的认知控制机制的参与，以监测新词的情景记忆痕迹的形成(Ramos-Escobar, Laine, et al., 2021)。最新的研究首次考察了学龄前儿童 FM 学习的大脑时空动态，结果显示，学龄前儿童在单次视听语义学习任务后即可建立词汇表征，表现为早期 N400 效应，以反映对词汇语义通达和检索的过程，且这一效应主要源于右侧颞叶活动，这可能与儿童语言处理需右半球参与有关，随年龄逐渐依赖于左半球(Vasilyeva et al., 2025)。

新增参考文献

- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 19(12), 2767–2796.
- Carricarte, T., Iamshchinina, P., Trampel, R., Chaimow, D., Weiskopf, N., & Cichy, R. M. (2024). Laminar dissociation of feedforward and feedback in high-level ventral visual cortex during imagery and perception. *iScience*, 27(7), 110229.
- Galli, G., Feurra, M., Pavone, E. F., Sirota, M., & Rossi, S. (2017). Dynamic changes in prefrontal cortex involvement during verbal episodic memory formation. *Biological Psychology*, 125, 36–44.
- Gilboa, A., & Marlatte, H. (2017). Neurobiology of schemas and schema-mediated memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(8), 618–631.
- Giuliano, A. E., Bonasia, K., Ghosh, V. E., Moscovitch, M., & Gilboa, A. (2021). Differential influence of ventromedial prefrontal cortex lesions on neural representations of schema and semantic category knowledge. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 33(9), 1928–1955.
- Grill-Spector, K., Kourtzi, Z., & Kanwisher, N. (2001). The lateral occipital complex and its role in object recognition. *Vision Research*, 41(10-11), 1409–1422.
- Kirchhoff, B. A., Wagner, A. D., Maril, A., & Stern, C. E. (2000). Prefrontal-temporal circuitry for episodic encoding and subsequent memory. *The Journal of Neuroscience*, 20(16), 6173–6180.
- Kurdziel, L. B. F., Mantua, J., & Spencer, R. M. C. (2017). Novel word learning in older adults: A role for sleep?. *Brain and Language*, 167, 106–113.
- MacGregor, L. J., Pulvermüller, F., van Casteren, M., & Shtyrov, Y. (2012). Ultra-rapid access to words in the brain. *Nature Communications*, 3, 711.
- Matsumoto, A., Soshi, T., Fujimaki, N., & Ihara, A. S. (2021). Distinctive responses in anterior temporal lobe and ventrolateral prefrontal cortex during categorization of semantic information. *Scientific Reports*, 11(1), 13343.
- Ramos-Escobar, N., Laine, M., Sanseverino-Dillenburg, M., Cucurell, D., François, C., & Rodriguez-Fornells, A. (2021). The interplay between domain-general and domain-specific mechanisms during the time-course of verbal associative learning: An event-related potential study. *NeuroImage*, 242, 118443.
- Sekeres, M. J., Winocur, G., & Moscovitch, M. (2018). The hippocampus and related neocortical structures in memory transformation. *Neuroscience Letters*, 680, 39–53.

意见 4：文中部分讨论试图由局部实证结果上升到较宏观的理论结论，例如 FM 对传统学习理论的挑战、皮层在 FM 学习中的关键作用或 FM 对海马系统依赖较弱等。这些观点具有启发性，但当前相关证据仍存在结果不一致、操作定义差异及方法局限等情况。建议作者进一步区分哪些结论已获得较一致支持，哪些仍属解释性推断或有待进一步验证，从而使结论强

度与现有证据基础更加匹配。

回应：非常感谢审稿专家关于结论推断的建议。本文由实证研究结果上升至理论结论的论述主要涉及两方面：一方面是 FM 学习对传统学习理论的挑战，该结论目前已得到行为尤其是神经层面证据较为稳定的支持；另一方面是本文尝试用系统重组的理论框架解释 FM 学习，其中 FM 学习所体现出的“非时间依赖性”可用“皮层直接参与”以及“皮层主导-海马辅助”的动态协作结果予以解释，而“神经-心理表征对应原则”获得了海马受损患者通过 FM 学习获益的部分支持，今后还需进一步验证。我们在原文中对现有结果与结论推论的对应关系做了进一步明确阐述。具体修改在正文 3.3.1 部分第三段与 3.3.2 部分第三段用蓝色字体标示。为方便您快速查看，我们将修改后的正文部分内容附在下面。

修改：

3.3.1 FM 与系统巩固理论

另一方面，FM 学习对系统巩固相关理论的挑战，体现在新词学习后能快速形成皮层记忆痕迹并得以表达。在 FM 学习中，“新词记忆无需依赖海马-皮层通路的缓慢信息转移”已获得较一致或稳定的支持(Vasilyeva et al., 2025; Zaiser et al., 2019)，其中，行为指标层面，词汇竞争与语义启动的效应表明所学新词已整合进入心理词典(Qu, 2024; Wu et al., 2025)，最新的一项研究对健康成人 FM 学习的行为结果进行元分析，证实 FM 学习对记忆表现产生中等强度的显著效应，学习后新词与已知词记忆痕迹的相互作用表明 FM 学习确实能促进新词快速整合进皮层网络(Coutanche, 2026)。此外，神经影像学的结果显示，在编码阶段皮层就已参与并支持词汇学习(Atir-Sharon et al., 2015; Zaiser, Bader, & Meyer, 2022)，在检索阶段，无论学习发生时间的远近，通过 FM 学习获取的词汇均会激活相同的皮层网络，未表现出皮层激活程度随记忆时长增加而广泛增强的趋势(Merhav et al., 2015)——这与 CLS 理论的观点相悖：该理论认为皮层只能逐步接管记忆，词汇的皮层表征必须经过长时离线巩固才能建立(Palma & Titone, 2021; Takashima et al., 2017)。

3.3.2 FM 与系统重组理论

其次，NPRC 原则强调，不同心理表征由特定神经结构介导，表现为细节丰富的事件特异性信息的编码、保持总是由海马体负责，不受记忆获得后间隔时间长短的影响，而语义记忆独立于海马体在皮层中表征，在许多情况下，语义和图式可在不依赖海马体的条件下获得(Moscovitch & Gilboa, 2022)，例如，内侧颞叶受损的健忘症患者其情景记忆虽受损，但可依赖皮层习得新词(Elward & Vargha-Khadem, 2018)，尤其是当患者能够将新信息锚定在已获得的知识上时，其新语义学习能力会更明显(Skotko et al., 2004)。但目前关于健忘症患者能否

通过 FM 学习获得新词尚未得出一致结论(Elward et al., 2019; Smith et al., 2014), 除考虑海马受损的程度外, 未来还需确定患者对熟悉客体是否具有完整的表征(Mak, 2019)。此外, 神经-心理表征对应关系并非将心理表征与特定结构简单关联, 例如, 结构的激活水平可能无法追踪心理表征的变化, 可能还需通过多变量分析技术从结构的激活模式或跨分布的结构网络解释心理表征(Moscovitch & Gilboa, 2022)。

新增参考文献

Coutanche, M. N. (2026). Meta-analytic evidence for fast mapping in healthy adults. *Learning & Memory*, 33(2-3), a054168.

Qu, Y. (2024). Second language action words learning in Chinese EFL learners through fast-mapping and explicit encoding. *Journal of Linguistics and Communication Studies*., 3(4), 76–89.

意见 5: 在描述 Shtyrov 等人 (2021) 的结果时, 文中提到“左侧颞叶的激活最强”。ERP 信号主要反映头皮电位分布, 若涉及具体脑区定位, 通常需基于溯源分析 (source reconstruction) 结果。建议明确说明该结论是否来源于溯源分析, 以避免从电极分布直接推断皮层来源。

回应: 感谢审稿专家的意见。“左侧颞叶的激活最强”这一结论来源于溯源分析, 在修改稿中我们补充了明确说明。

意见 6: 在描述 Shtyrov 等人 (2022) 的结果时, 文中一方面报告“前颞叶区域的左侧化活动”(脑区层面), 另一方面又使用“双侧电极的激活”(头皮电极层面) 描述外显编码学习结果。两种表述对应不同分析层级, 建议统一表述口径, 或明确区分不同分析方法所得结论。

回应: 感谢审稿专家的指正。对 Shtyrov 等人(2022)的结果的描述基于溯源分析, 我们从脑区层面对结果进行了表述。

意见 7: 建议在文中首次引入“词汇构型”和“词汇融合”等概念时补充对应英文术语 (如 lexical configuration, lexical integration/engagement), 以便读者准确对应相关原始文献, 并提升术语表达的规范性。

回应: 感谢审稿专家的建议。我们在原文中对“词汇构型”(lexical configuration)和“词汇融合”(lexical engagement)的英文表述进行了补充。

意见 8: 在研究展望部分, 作者提出可采用时频分析从神经振荡动力学角度考查 FM 学习的

神经机制。建议进一步说明该方法相较于传统 ERP 或 fMRI 的独特理论价值，例如其在区分不同认知加工过程（如记忆绑定、语义整合）以及揭示脑区间动态交互方面的优势，从而更清晰地说明其如何帮助解决 FM 学习中的核心问题。

回应：非常感谢审稿专家关于进一步说明时频分析优势的建议。我们补充了时频分析在区分词汇学习不同阶段的神经机制的介绍，对应用时频分析技术考察 FM 学习的价值进行了阐述。具体修改在展望部分用蓝色字体标示。为方便您快速查看，我们将修改后的正文部分内容附在下面。

修改：

第二，需结合多种技术手段进一步揭示词汇 FM 学习的神经机制。在探究 FM 学习的时间进程时，除了事件相关电位的时域技术，可进一步采用时频分析技术(Momsen et al., 2022; Ramos-Escobar, Segura, et al., 2021)从神经振荡动力学的角度考察 FM 学习的神经动态。词汇学习涉及编码、巩固、提取等多个阶段，时频分析可通过监测不同频段功率的动态变化，在词汇学习的不同阶段区分具体的认知过程。例如，研究发现，在编码阶段，学习者通过试错建立新词-语义关联时，该假设检验的过程与全脑广泛分布的 β 频段去同步化有关(Pavlova et al., 2023)，而对通过外显编码获得的新词进行检索时，左侧颞叶的 θ 频段同步化以及顶枕区域的 α 与 β 频段的去同步化则表明新词经长时离线巩固后完成了语义整合(Bakker et al., 2015; Bakker-Marshall et al., 2018; Zappa et al., 2025)。FM 学习具有不同于外显编码学习的编码策略与学习结果，因此有必要应用时频分析技术区分 FM 学习的不同认知过程并揭示其神经标记，在神经振荡层面为 FM 学习具有独特的神经基础提供支持。此外，不同频段的同步关系也被视为脑区间信息传递的体现(Giuliano et al., 2021)，可用于揭示词汇学习中的不同脑区的协同活动与动态交互(Momsen & Abel, 2022; Pavlova et al., 2023)，这对验证“FM 学习更适用于用记忆系统重组的理论进行解释”而言尤为关键。

新增参考文献

- Bakker, I., Takashima, A., van Hell, J. G., Janzen, G., & McQueen, J. M. (2015). Changes in theta and beta oscillations as signatures of novel word consolidation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(7), 1286–1297.
- Giuliano, A. E., Bonasia, K., Ghosh, V. E., Moscovitch, M., & Gilboa, A. (2021). Differential influence of ventromedial prefrontal cortex lesions on neural representations of schema and semantic category knowledge. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 33(9), 1928–1955.
- Momsen, J. P., & Abel, A. D. (2022). Neural oscillations reflect meaning identification for novel words in context. *Neurobiology of Language*, 3(1), 132–148.
- Pavlova, A., Tyulenev, N., Tretyakova, V., Skavronskaya, V., Nikolaeva, A., Prokofyev, A., ... Chernyshev, B.

(2023). Learning of new associations invokes a major change in modulations of cortical beta oscillations in human adults. *Psychophysiology*, 60(8), e14284.

Zappa, A., León-Cabrera, P., Ramos-Escobar, N., Laine, M., Rodriguez-Fornells, A., & François, C. (2025). Alpha and beta desynchronization during consolidation of newly learned words. *NeuroImage*, 318, 121410.

意见 9：如条件允许，建议作者关注并补充近年相关综述或元分析证据，以增强文献覆盖的时效性与全面性。例如：Coutanche (2026) 关于 healthy adults fast mapping 的元分析研究。

Coutanche, M. N. (2026). Meta-analytic evidence for fast mapping in healthy adults. *Learning & Memory*, 33(2-3), a054168.

回应：感谢审稿专家的建议。按照您的建议我们对近年的综述或元分析证据进行了补充，在阐述 3.3 部分时将其作为新论据纳入。

.....

审稿人 2 意见：

论文（jz26-019）系统梳理了词汇快速映射学习的优势、认知神经机制、以及目前相关的研究争论，并提出了未来的研究方向。具体意见及建议如下：

意见 1：作者先在 2.2 部分介绍了词汇快速映射学习的神经机制，然后在 2.3 部分介绍了影响机制。从内容上看，2.3 部分可能命名为“词汇快速映射学习的认知机制”更合适一些。因此，是否可以考虑将这两个部分调换一下顺序？

回应：非常感谢审稿专家的建议。我们将 2.3 部分重新命名为“词汇快速映射学习的认知机制”，并将其与“快速映射学习的神经基础”部分调换了行文顺序。

意见 2：“词汇学习可以区分为词汇构型和词汇融合两个方面”是否可以给出“词汇构型”和“词汇融合”两个短语的英文？如果“融合”的英文是“integration”，译为“整合”更合适。

回应：非常感谢审稿专家的细致审读。在此次修改中，我们在原文中补充了两个短语的英文表述：“词汇构型”的英文表述为 lexical configuration，“词汇融合”的英文表述为 lexical engagement，也可译为“词汇参与”。“词汇融合”(lexical engagement)和“词汇整合”(lexical integration)是类似的概念(Leach & Samuel, 2007; Tamura et al., 2017)，但“词汇融合”通常与“词汇构型”一同呈现，用于区分词汇学习涉及的两个方面。

参考文献

- Leach, L., & Samuel, A. G. (2007). Lexical configuration and lexical engagement: When adults learn new words. *Cognitive Psychology*, 55(4), 306–353.
- Tamura, N., Castles, A., & Nation, K. (2017). Orthographic learning, fast and slow: Lexical competition effects reveal the time course of word learning in developing readers. *Cognition*, 163, 93–102.

意见 3: 在 3.2 部分，作者认为外显编码比快速映射在词汇构型方面的学习更有优势，然而 2.3.2 部分表明通过快速映射学习的词汇会立刻引发词汇竞争效应，如何解决二者的矛盾？

回应: 非常感谢审稿专家的意见。这是我们在 2.2.2 部分(原 2.3.2 部分)表述的疏忽。词汇学习分为词汇构型与词汇融合两方面，FM 学习与外显编码两种学习方式在两方面各有优势，表现为在词汇融合学习中，FM 学习比外显编码学习表现出更大的优势；而在词汇构型方面存在着外显编码学习比 FM 学习更明显的优势。其中，词汇构型是指对新词不同知识的习得，例如对其形-音-义的不同属性的学习；而在词汇融合方面，词汇竞争效应是反映词汇融合的指标，具体是指若新词整合进心理词典，则会对词形相似的已知词的识别产生干扰，使其识别反应时变慢，词汇竞争效应被认为反映了新词从情景表征到词汇表征的质的转变(Bakker et al., 2015)。由于我们在初稿中并未对词汇竞争效应以及该效应与词汇学习的关系进行解释，导致在 3.2 部分“外显编码比快速映射在词汇构型方面的学习更有优势”的观点与原 2.3.2 部分“通过快速映射学习的词汇会立刻引发词汇竞争效应”的表述产生矛盾。在此次修改中，我们在 2.2.2 部分补充了对词汇竞争效应的介绍，并修改了 3.2 词汇融合部分的个别表述，以解决两部分在阐述上存在矛盾的情况。具体修改在 2.2.2 部分第一段以及 3.2 部分第四段用蓝色字体标示。为方便您快速查看，我们将修改后的正文部分内容附在下面。

修改:

2.2.2 先验知识的支持

先验知识在词汇 FM 学习中起到了至关重要的作用。Coutanche 与 Thompson-Schill(2014)最先考察先验知识是否对 FM 学习产生影响，结果发现，通过 FM 学习几乎立刻就会引发词汇竞争(若新词实现整合，则会对词形相似的已知词的识别产生干扰，使其识别反应时变慢，即发生词汇竞争效应)，但当任务中不呈现已知项目时，词汇竞争效应并不存在，从而证实伴随未知客体出现的已知概念对通过 FM 学习过程快速整合词汇的重要作用。研究者认为，FM 学习可能与已有相关知识结构的图式效应有关(周帆 等, 2024; Hebscher et al., 2019)。知识的先验状态及其与新知识的兼容性会影响学习的速度(Kumaran et al., 2016; McClelland, 2013; Sekeres et al., 2024)，建立与图式一致的新关联能够通过皮层记忆快速习得，从而能够独立于海马(Tse et al., 2007, 2011)。

3.2 不同类型词汇学习的差异

相反的是，FM 学习的词汇融合能够快速发生，这被视为 FM 与外显编码学习的关键差异(Coutanche, 2019; Gurunandan et al., 2023; Vasilyeva et al., 2025)。例如，Coutanche 和 Thompson-Schill(2014)在词形学习的研究中以内隐测量来探究 FM 词汇学习的效应，通过改变无语音邻域的已知词的音节来创建新词，要求被试学习建立新词与新动物之间的关联，**结果发现，FM 学习只经过两次编码就可以在同一天内产生词汇竞争效应，实现新词与已知词之间的整合，而在外显编码学习中并没有发现类似的快速整合。近期的研究再次确认了新词形和语义的整合可以在 FM 学习后立即发生，语义整合同样采用内隐测量的方式，常以语义启动作为指标(Takashima et al., 2019)，结果证实只需要少量的暴露次数就可以建立新词与已知词的关联，并对已知词的加工产生影响(Zaiser, Meyer, & Bader, 2022)。**以二语词汇作为学习材料的研究同样观察到了快速的语义整合现象(洪炜 等, 2018; Wu et al., 2025)。此外，对比 FM 学习前后的事件相关电位发现，左侧额-颞皮层仅经过一次新词学习的训练，就能被诱发显著增强的电生理反应，从而为 FM 学习能够促进新词快速整合到大脑皮层的记忆网络提供了神经生理证据(Vasilyeva et al., 2019)。

参考文献

Bakker, I., Takashima, A., van Hell, J. G., Janzen, G., & McQueen, J. M. (2015). Changes in theta and beta oscillations as signatures of novel word consolidation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(7), 1286–1297.

意见 4：“表现为学习后立即施测时外显的陈述性记忆水平更高”，进一步解释“陈述性记忆水平更高”会更有利于读者理解。

回应：非常感谢审稿专家的指正。我们对“陈述性记忆水平更高”进行了进一步解释，具体包括自由回忆、迫选识别、图-词匹配等涉及明确检索的外显记忆任务。具体修改在正文 3.2 部分第二段用**蓝色字体**标示。

意见 5：全文都使用的“考查”，“考察”是否更合适一些？

回应：感谢审稿专家的建议。我们已将文中的“考查”这一表述修改为“考察”。

意见 6：2.2 第二段第二行有两个“发现”。

回应：感谢审稿专家的指正。我们已将重复表述删除。具体阐述为：研究者从时间进程角度考察所学新词诱发的大脑反应，结果发现两种学习方式在早期 N170 成分的峰值已存在差异。

意见 7: 2.3.2 第一段第一行“Coutanchey”多了一个“y”。

回应: 感谢审稿专家对文章的仔细审读。我们已对错误表述进行修改, 修正后的表述为:
Coutanche 与 Thompson-Schill(2014)最先考察先验知识是否对 FM 学习产生影响。

意见 8: 全文逻辑很清楚, 行文大多也很流畅, 但有一些语句翻译感很重, 对于读者不太友好。比如“儿童通过 FM 学习时所学新词快速在皮层形成记忆回路并表达是存在的”、“目前更为有趣和关键的是更系统地关注不同的……”、“词汇 FM 学习的独特机制已经成为研究者广泛争论的问题, 面临的主要挑战即不同研究得到了不一致的结果发现。”、“今后从神经认知角度设计进一步实验对更好的理解 FM 学习下词汇的快速整合机制是必要的”。

回应: 感谢审稿专家对文章的仔细审读。我们已对部分语句的表述进行了修改并在原文中用蓝色字体标示, 具体修改如下文所示:

“儿童通过 FM 学习所习得的新词可以在皮层快速形成记忆回路并得到表达”;

“目前关键的是更系统地关注不同的编码环境如何影响早期词汇学习”;

“词汇 FM 学习的独特机制已成为研究者广泛争论的问题, 主要挑战在于不同研究得出了不一致的结果。”;

“今后需要从认知神经角度设计进一步实验, 以便更好地理解 FM 学习下词汇快速整合的机制”。

意见 9: “由此可见, 以往 FM 学习的研究更多侧重在词汇构型方面考查词汇学习……”这句话中的“由此可见”好像并不成立, 如何得出的“以往 FM 学习的研究更多侧重在词汇构型方面考查词汇学习”这个结论。

回应: 非常感谢审稿专家的意见。这是我们在该部分表述的欠缺。梳理以往研究发现, 对 FM 学习效应的考察多以外显记忆为主, 即从词汇构型方面进行考察, 例如采用识别测试或图-词匹配测试, 以评估学习者对于新词的形-音-义不同属性以及词形-语义关联的记忆程度, 故我们将这句话“以往 FM 学习的研究更多侧重在词汇构型方面考查词汇学习……”调整到段首的论点后陈述更为合适。具体修改在原文 3.2 部分第二段以蓝色字体标示, 为方便您快速查看, 我们将修改后的正文部分内容附在下面。

修改:

词汇构型方面的学习存在着外显编码学习比 FM 学习更明显的优势。以往 FM 学习的研究更多侧重在词汇构型方面考查词汇学习, 比如对比 FM 学习与外显编码学习在新词相关知

识(词形、语义)习得上的效果(Atir-Sharon et al., 2015; Chen et al., 2023; Perikova et al., 2023)。结果显示, 外显编码用于词汇构型方面的学习时效果更好, 表现为学习后立即施测时外显的陈述性记忆水平更高, 具体包括自由回忆、迫选识别、图-词匹配等涉及明确检索的外显记忆任务(Chen et al., 2023; Shtyrov et al., 2021)。相应的, FM 学习在词汇构型方面虽然表现出学习, 但其学习效果略低于外显编码学习(Shtyrov et al., 2021)。只有在特定条件下, FM 学习能够达到外显编码的学习效果。例如, 研究发现, 外显编码学习下新词的陈述性记忆水平在学习后立即施测时虽更好, 但在延迟后, FM 学习下对新词的保持率与外显编码学习的结果相当甚至更好(Chen et al., 2023; Li et al., 2020)。而且, 当学习的词汇项数较少且学习次数较多时, 两种学习在新词的外显检索水平上并无差异(Perikova et al., 2023)。

意见 10: “非时间依赖性与神经-心理表征对应 (Neural-Psychological Representation Correspondence, NPRC)”这里的“非时间依赖性”的英文是什么?

回应: 感谢审稿专家的意见。“非时间依赖性”这一概念在关于记忆系统重组理论的文献中并未给出直接对应的英文术语, 而是通过对传统系统巩固理论中时间依赖性前提的批判, 以及对记忆动态变化机制的阐述来体现这一概念, 所引用文献中的表述为“Memory reorganization is not a unidirectional, time-dependent process.”(Moscovitch & Gilboa, 2022), 故为严谨起见, 我们在原文中并未给出其英文表述。

参考文献

Moscovitch, M., & Gilboa, A. (2022). Has the concept of systems consolidation outlived its usefulness? Identification and evaluation of premises underlying systems consolidation. *Faculty Reviews*, 11, 33.

第二轮

审稿人 1 意见:

修改后的论文在内容准确性与整体结构方面均有明显改进, 作者也较充分地回应了审稿过程中提出的问题与顾虑。

回应: 非常感谢审稿专家对于修改意见回复以及修改后论文的肯定, 同时感谢审稿专家提供的宝贵意见, 对改善本文的质量起到了重要作用。

.....

审稿人 2 意见:

感谢作者对论文(jz26-019)的细致修改。目前整个文章逻辑清楚, 有两个小的建议供参考。

回应：非常感谢审稿专家对第一轮修改后论文的认可以及建议。希望该次修改对文章有进一步的提升。下面针对具体的意见进行了详细回复。

意见 1：作者将“影响机制”修改为“认知机制”，并将其提到了“神经机制”之前，可能需要在摘要和引言中对关于全文结构的表述做出相应修改。

回应：非常感谢审稿专家的指正。我们将中英文摘要与引言部分“影响机制”的表述均修改为“认知机制”，具体修改在文中用红色字体标示。

意见 2：“非时间依赖性与神经-心理表征对应 (Neural-Psychological Representation Correspondence, NPRC) 的原则”，这里的原则应该指的是两个原则，目前的呈现方式让人以为是一个原则。或者可以对“非时间依赖性”以及“神经-心理表征对应”稍作解释后，再呈现实证证据。

回应：非常感谢审稿专家的建议。修改稿将呈现“非时间依赖性”原则与“神经-心理表征对应 (Neural-Psychological Representation Correspondence, NPRC)”原则的方式进行了修改，以对两种原则做出区分。在提出两种原则后，分别以两种原则为核心分两段进行解释以及证据说明，以规避对两个原则的表述边界不清晰的情况。具体修改在正文 3.3.2 部分第二段用红色字体标示。为方便您快速查看，我们将修改后的正文部分内容附在下面。

修改：

FM 学习最核心的发现在于皮层直接参与并促进新词整合，体现出重组理论中“非时间依赖性”原则以及“神经-心理表征对应 (Neural-Psychological Representation Correspondence, NPRC)”的原则。首先，FM 学习倾向于提供了一种人类通过皮层快速学习词汇的策略，这支持了“非时间依赖性”原则认为记忆的本质并非单纯随时间实现海马至皮层的线性变化的观点 (Moscovitch & Gilboa, 2022)。“学习中存在快速的皮层通路”最早在一般学习中被发现，Tse 等人于 2007 年和 2011 年发表在 *Science* 的研究以大鼠为对象，为“先验知识可促进皮层直接参与学习”提供了开创性证据。在语言学习领域，近年的研究表明，短暂学习符合母语语音规则的新词形后，大脑对新词的反应显著提高，新词在左背侧语言皮层，尤其是在颞叶前部会诱发与已知词相当的激活水平 (Shtyrov et al., 2010)。这种激活的增加，反映了新词形神经记忆回路的快速形成 (Kimppa et al., 2015; Partanen et al., 2018; Shtyrov & MacGregor, 2016)。在语义学习层面也有类似的发现 (Hofstetter et al., 2017)，尤其是当参与者主动发现词形与指称的对应关系时，与词汇学习相关的皮层可塑性会在学习后甚至在编码过程中立即发

生在语言相关网络(Razorenova et al., 2020; Vukovic et al., 2021)。正如前文对 FM 学习认知机制的阐述, FM 学习涉及排除推理和先验知识两种属性的作用, 二者共同促进了新词皮层记忆表征的快速形成, 其中, 推断和主动构建关联导致更深层次的编码, 从而减少了新词习得对海马的依赖(Hebscher et al., 2019), 而 FM 中已知项目的存在提高了语义网络的可及性(Coutanche, 2026), ATL 作为语义网络的枢纽, 支持新词更快地整合到现有的语义存储中(Zaiser et al., 2019)。

其次, NPRC 原则强调, 不同心理表征由特定神经结构介导, 表现为细节丰富的事件特异性信息的编码、保持总是由海马体负责, 不受记忆获得后间隔时间长短的影响, 而语义记忆独立于海马体在皮层中表征, 在许多情况下, 语义和图式可在不依赖海马体的条件下获得(Moscovitch & Gilboa, 2022)。例如, 内侧颞叶受损的健忘症患者其情景记忆虽受损, 但可依赖皮层习得新词(Elward & Vargha-Khadem, 2018), 尤其是当患者能够将新信息锚定在已获得的知识上时, 其新语义学习能力会更明显(Skotko et al., 2004)。但目前关于健忘症患者能否通过 FM 学习获得新词尚未得出一致结论(Elward et al., 2019; Smith et al., 2014), 除考虑海马受损的程度外, 未来还需确定患者对熟悉客体是否具有完整的表征(Mak, 2019)。此外, 神经-心理表征对应关系并非将心理表征与特定结构简单关联, 例如, 结构的激活水平可能无法追踪心理表征的变化, 可能还需通过多变量分析技术从结构的激活模式或跨分布的结构网络解释心理表征(Moscovitch & Gilboa, 2022)。

第三轮

编委 1 意见: 本文已达到发表水平, 同意接收。

回应: 非常感谢编委专家对本文的认可和肯定, 同时衷心感谢编委花费宝贵时间对本文进行评审。

编委 2 意见: 这篇稿件经过了两轮审理, 作者进行了认真全面的修改, 两位评审专家均对修改表示满意。我通读全文后认为文章可以接受发表。

回应: 非常感谢编委专家对于本文的认可与宝贵意见。希望此次修改对文章有进一步的提升。下面针对具体意见进行详细回复。

请作者认真地阅读全文, 修改言语表达, 避免低级错误。例如, 文章第一段的句子: “一方面, 研究者深入探讨了 FM 学习的行为表现、认知机制及其神经基础(Chen et al., 2023; Merhav

et al., 2015; Shtyrov et al., 2022); 另一方面, 该探讨也形成研究者争论的热点和焦点问题。”这两个方面表达的是同一个意思。文章中有错别字, 比如“本文系统梳理了词汇 FM 学习在上述两方面的最新研究进展, 扩展了词汇 FM 学习的研究思路。”中的“梳理”。此外, 作为一篇综述, 仅有文献的梳理是不够的, 综述是对已有文献的总结归纳和述评, 建议作者修改以凸显该综述的理论价值。

回应: 非常感谢编委专家关于修改言语表达以及加强综述理论价值述评的宝贵意见。下面针对两方面的意见分别进行回复。

一方面, 我们对文章进行仔细阅读与校对, 对于文中表述不清以及存在错别字的情况进行了修改, 具体修改在正文中用绿色字体标示。

另一方面, 本文主要涉及“系统梳理与归纳词汇快速映射学习的优势、认知机制与神经基础”以及“着重对目前关于快速映射学习的争论问题进行回答与分析, 尤其是对快速映射学习与不同学习理论的关系进行探讨”两部分, 但在对争论部分进行具体论述时, 对该部分理论意义的阐述还需进一步明确与总结。根据编委专家的意见, 我们在正文“3. 词汇快速映射学习的争论”部分加强了对理论意义的述评: 一是在该部分开头与结尾各增加一段整合性论述, 使得该部分的理论贡献得到清晰呈现; 二是在“3.1 FM 学习的独特性”部分增加了对编码方式本质差异的述评。具体修改在正文“3. 词汇快速映射学习的争论”部分中用绿色字体标示。为方便您快速查看, 我们将修改后的正文部分内容附在下面。

修改:

3. 词汇快速映射学习的争论

词汇 FM 学习在认知和神经机制层面均积累了大量稳健的研究证据, 与此同时, FM 学习自提出之初, 就受到了研究者的质疑与挑战。词汇 FM 学习的争论主要集中在三个方面: 它是否具有独特性、它在不同属性的词汇学习中是否存在差异、以及该学习是否挑战了传统学习理论。对这三方面争论的回答与总结, 对于深化对词汇习得机制的认识, 以及阐明 FM 学习与当前不同学习理论取向的关系以推动相应理论的发展具有重要意义。

3.1 FM 学习的独特性

然而, 不论是“扩展映射”还是“海马发育支持新词长时保存”的观点都不能否定 FM 学习的编码本身, FM 与外显编码存在初始映射方式的本质差异, FM 是通过与熟悉指称物对比来推断新词含义, 外显编码是在没有对比的情况下直接进行词形-客体关联的学习与记忆

(Mohan et al., 2022; Shtyrov et al., 2022)。儿童通过 FM 学习所习得的新词可以在皮层快速形成记忆回路并得到表达(Vasilyeva et al., 2025)，这揭示了语言学习的高效性机制，解释了儿童为何能在短时间内快速构建庞大词汇量。同时，这也表明编码方式的差异可能会调节皮层和海马系统的参与(Li et al., 2020)。目前关键的是更系统地关注不同的编码环境如何影响早期词汇学习，以进一步阐明 FM 学习在编码阶段的加工本质。

3.3 FM 与学习理论

综上所述，围绕 FM 学习的争论表明，独特性争议并非否定 FM 学习的编码方式本身，而在于“皮质捷径”的触发可能受限于海马功能状态；词汇构型与词汇融合的区别则将“知识习得”与“整合”剥离为两个机制独立的层面，这一区分为有助于厘清前述行为与神经层面的不一致发现，也深化了对词汇学习内在过程的认识。上述两方面争论共同构成对系统线性巩固观(Davis & Gaskell, 2009)的关键挑战，推动学习理论向“多系统动态协作”的重组观(Moscovitch & Gilboa, 2022)扩展，将核心问题从“所学信息何时转移”转向“皮层在何种条件下可直接参与新词表征建构”。

主编意见：同意发表。