

《心理科学进展》审稿意见与作者回应

题目：预测性认知形成的影响因素及神经机制：基于言语信息加工的视角

作者：隋雪 李昱霖 岳泽明 刘新 李雨桐 刘顺华

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：请作者再思考：当前的标题是否需要修整，目前的标题“预测性认知形成的影响因素及神经机制”无法第一时间让读者知道该文是针对言语信息的。例如，视知觉领域也有一些预测相关的研究（例 Blom et al,2020）。建议修改为“言语预测性认知形成的影响因素及神经机制”或“预测性认知形成的影响因素及神经机制：基于言语信息加工的视角”，或者作者也可以思考其他更合适的修改方式。

Blom, T., Feuerriegel, D., Johnson, P., Bode, S., & Hogendoorn, H. (2020). Predictions drive neural representations of visual events ahead of incoming sensory information. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(13), 7510-7515.

回应：

感谢审稿专家给出题目修改建议。我们按照审稿专家建议把题目修改为：“预测性认知形成的影响因素及神经机制：基于言语信息加工的视角”。

意见 2：部分表述存在不够清晰、不易理解。如第 5 页 2.1 部分里“综上，预测性认知形成于主体内部，主体已有知识，或者说个体先前经验过的知识（先验知识）起到了很大作用，也是影响预测性认知形成的主体因素，也是导致认知偏差形成的主要因素”，这里的表述体现不出明确的主-谓-(宾)句子结构，或者说表述不容易让读者理解。

回应：

感谢审稿专家提出这个问题。我们对这里的表述进行了如下修改：“综上可知，先验知识是较为稳定的因素，先验知识决定了主体的认知能力，没有相应的先验知识就无法对当前的语境发展进行预测，可以说，先验知识解决能不能预测的问题。有了先验知识，比如都是物理学研究者，不同的知识水平导致形成不同层次的预测性认知，可以说，先验知识是预测性认知形成的关键因素，当然，它也是导致认知偏差形成的主要因素。”

我们也对全文类似问题进行了统一修改，让语句的表述更为通顺。

意见 3：文章在梳理主要影响因素的部分中，包括个体知识和语境信息，两个因素的内容篇幅差异巨大，不平衡。考虑到“当然，语境信息和个体已有知识对预测性认知形成的作用不是孤立、分离的……”（第 6 页）这段以下的内容主要是讨论两个因素对预测性认知共同作用

相关内容，请作者再思考：对于这部分内容是否需要添加一个新的小标题，例如“2.3 两者在预测性认知形成中的共同作用”，或者作者可以思考其他更合适的小标题。

回应：

感谢审稿专家的建议。我们对文章进行了认真的研读，发现确实如专家所说的，两个因素的篇幅差异过大。我们已在文中对先验知识的内容进行了大量补充，对语境信息的内容进行了少量补充和调整，修改后文中两部分内容篇幅长度较为平衡。

同时，把“当然，语境信息和个体已有知识对预测性认知形成的作用不是孤立、分离的……”之后部分独立出来，增加小标题“2.3 先验知识和语境信息在预测性认知形成中的共同作用”。并对这部分内容进行了充实。

意见 4：文章标题既然突出了神经机制，那么是否应该有着重讨论预测性认知形成的神经机制的内容，例如，增加一章标题可为“预测性认知形成的神经机制”，或者将第 7 页的理论解释部分内容改为从神经机制的方面论述，再与相关理论解释结合。希望作者再仔细思考，同时也可以参考该领域最新发表的综述的结构来进行修改。

Ryskin, R., & Nieuwland, M. S. (2023). Prediction during language comprehension: what is next?. *Trends in Cognitive Sciences*.

回应：

感谢审稿专家的建议。按照审稿专家的建议，我们在文中增加了一部分，重点讨论预测性认知形成的神经机制的章节，标题为“**4 预测性认知形成的神经机制**”。并且，认真研读了专家给的这篇文献(Ryskin & Nieuwland, 2023)，基于文献结构对理论解释部分内容进行了修改。具体为在小标题“**3.1 预测编码理论对预测性认知形成的解释**”部分添加内容“该理论将编码理论模型应用于语言领域，强调预测信号向下传播到最低的代表水平，而由感觉输入和预测的比较而产生的预测误差信号沿着平行路径向上传播(Ryskin & Nieuwland, 2023)。结合引言中提到的先验知识和语境信息的结合形成预测性认知，我们可以将言语加工中的预测编码理论理解为：在言语加工过程中存在一个神经网络模型(neural network mode)，模型中不同的层级映射到大脑不同的区域。先验知识从高的层级向低的层级传递信号，语境信息从低的层级向高的层级传递信号，大脑将先验知识和语境信息传递的信号建立链接并形成反馈，这一反馈就是形成的预测性认知，而预测性认知会随着语境信息传递的信号进行不断的更新，以保证对输入的推断和加工适应当前的环境。而预测性认知的更新存在两种情况（预测正确和预测错误），对于这两种情况信号的传递和编码仍然没有定论。基于神经解剖学(Davis & Sohoglu, 2020)推测，预测正确和预测错误的信号由不同功能的神经元进行传递，只有这样才能保证预测错误信号的向下传递以及预测正确信号的向上反馈。但这种推测也引发了预测编码理论的后续细化理论之间的争议焦点，即预测错误情况是否会阻碍加工。”

以及在小标题 3.1 和 3.3 之间添加“**3.2 语境限制性对预测性认知形成的解释**”的部分。

意见 5: 文章第三部分的理论解释中引用的电生理证据不够新（近五年只有一篇 2020 的），而且也比较少。如果文章想要重点讨论神经机制的话，除了 EEG 成分分析证据，也应关注其它分析证据（如 MEG/EEG 的表征相似性分析）。希望作者可以再检索一些近五年的文献（在这里提供一些近年较新的文献作参考）。

Wang, L., Wlotko, E., Alexander, E., Schoot, L., Kim, M., Warnke, L., & Kuperberg, G. R. (2020). Neural evidence for the prediction of animacy features during language comprehension: evidence from MEG and EEG representational similarity analysis. *Journal of Neuroscience*, 40(16), 3278-3291.

Wang, L., Kuperberg, G., & Jensen, O. (2018). Specific lexico-semantic predictions are associated with unique spatial and temporal patterns of neural activity. *elife*, 7, e39061.

Hubbard, R. J., & Federmeier, K. D. (2021). Representational pattern similarity of electrical brain activity reveals rapid and specific prediction during language comprehension. *Cerebral Cortex*, 31(9), 4300-4313.

Huang, Z., Feng, C., & Qu, Q. (2023). Predicting coarse-grained semantic features in language comprehension: evidence from ERP representational similarity analysis and Chinese classifier. *Cerebral Cortex*, 33(13), 8312-8320.

Wei, W., Huang, Z., Feng, C., & Qu, Q. (2023). Predicting phonological information in language comprehension: evidence from ERP representational similarity analysis and Chinese idioms. *Cerebral Cortex*, 33(15), 9367-9375.

回应:

感谢审稿专家的建议以及提供的文献。我们对以上文献进行了认真的研读，也搜索了新文献（已在参考文献部分标红），都添加到了正文中。第三部分“**3 预测性认知形成的理论解释**”得到了充实与完善，同时添加了完整的第四部分“**4 预测性认知形成的神经机制**”。

.....

审稿人 2 意见:

意见 1: 作者认为，预测认知机制受到两方面的影响：个体先验知识和语境信息。从综述的角度来讲，需要具体介绍个体先验知识和语境信息分别是什么，有何差异，分别是如何影响预测认知机制的，又是如何互相作用影响预测认知机制的。但是在这篇文章中，对于以上这些信息的介绍比较简略，很多重要的观点并没有很强的支撑证据。特别是对于如何界定和区分个体先验知识和语境信息、如何在实验过程中操控这两个因素，并没有给出很好的总结。而在介绍先验知识和语境信息共同影响预测认知机制的形成时，二者的交互作用应该被具体介绍和分析。这些点对于文章的主旨有重要的影响，但却没有看到重点的分析和讨论。

回应:

感谢审稿专家的建议。已对有关先验知识和语境信息的分析和讨论进行了添加，在正文中进行了如下修改：**第一部分“1 引言”第一段添加内容**“在言语交流过程中，不仅包含随着语境信息呈现而进行的自下而上加工(Federmeier et al., 2007)，还包含依靠先验知识促进语境信息加工的自上而下的整合加工，这种自上而下的整合加工被称为预测性加工(Bar, 2007)，先验知识和语境信息是预测性加工的主要依据(Afflerbach, 1990; Broeker et al., 2020; Sohoglu et al., 2012)。先验知识是个体以往接受的教育及亲身经历所形成的对事物及事物之间关系的

认知，包括先前的知识或期望，先验知识的增加可以显著促进预测性加工的进程(Sohoglu et al., 2012)。语境信息是随着语境的加工所带来的感官信息，语境信息的增加同样能够促进预测性加工的进程,但个体对语境信息的加工需要占用大量的注意资源(Broeker et al., 2020)。”、“先验知识和语境信息是否相互作用以及如何相互作用是研究者们感兴趣的核心问题。” **第二段添加内容**“有研究者认为预测性认知的形成是由于个体对语境信息的加工，语境信息改变先验知识从而形成了预测性认知，因此语境信息对预测性认知的影响更大(Pfister et al., 2012)。也有研究者认为，先验知识比语境信息对预测性认知的影响更大，语境信息的加工并不能导致先验知识被放弃(Gaschler et al., 2018)。争议的双方都把预测性认知当作成固定不变的认知，稳定地影响后续的语义加工(Hinojosa et al., 2019)。”。第二部分添加新的小标题“2.3 先验知识和语境信息在预测性认知形成中的共同作用”，对二者的共同作用的相关内容进行了充实。

意见 2：一些有突出贡献的文献综述过于简略。前人的研究中，有一些可以支持作者所要主张的观点。对于这些文献应该有具体详细的论述。比如研究问题、研究方法、核心自变量是如何操控的、对结果的解释等等。这样读者才能从这篇综述中了解到必要的相关信息，才能算是一篇合理有效的综述。

回应：

感谢审稿专家的建议。已将正文中具有突出贡献的文献进行了详细展开的论述。例如第二部分小标题“2.3 先验知识和语境信息在预测性认知形成中的共同作用”的文献综述进行了详细扩展“有研究(Afflerbach, 1990)采用出声思考范式考察先验知识和文本类型对预测性加工的影响，探究了读者对文章内容的熟悉程度（先验知识）和文本类型（散文和短篇小说）对预测性加工的影响。结果发现，熟悉程度高的读者出现更多的预测性加工，而文本类型对预测性加工没有产生显著影响。这一结果说明，限制性较低的语境信息没有丰富的先验知识对预测性认知的作用更大。如果提高语境信息的约束性，结合先验知识，预测性认知就更大程度地受到语境信息的影响。van Berkum 等(2008)用 ERP 技术结合听句子范式进行研究，结果发现，当基于语境信息形成的预测性认知与后续句子语义不一致条件相比，一致条件产生的 N400 波幅更小。说明预测性认知促进了语义加工。van den Brink 等(2012)在此基础上引入语义错误条件，结果发现，预测性认知对后续不同类型句子加工的脑电波幅不同。他们发现不同被试在相同语境条件下，听到相同刺激时产生的 ERP 波幅有差异。他们认为产生这种差异是因为之前的研究发现的预测性认知与语义不一致情况的反应，不完全是由语境信息导致的，除语境信息以外，可能还与个体先验知识有关。说明个体将语境信息与自身先验知识结合形成预测性认知，在预测性认知形成过程中两者不是独立的”。同时，文章中各个部分关键文献的综述都有所扩充，已在文章进行了标红。

意见 3: 有一些核心文献并没有包括在综述中。关于语言理解中的预测性,有大量关于语境限制性、目标词预测性等的相关实验。这些前人研究对于论证语境信息和个人先验知识如何影响预测机制有重要贡献。这篇综述中所总结的文献并没有包括这些前人研究。在这方便还需要进一步扩展文献的范围和广度。

回应:

感谢审稿专家的建议。已在文章中添加多篇文献(在参考文献处标红),对文章内容进行了大幅度的扩展和补充。

意见 4: 对相关理论模型和观点的总结还需要加入自己的思考。目前这篇文章中,对于前人研究的总结、相关理论和模型的总结还停留在描述和转述的阶段,并没有加入自己基于前人研究对于相关理论和模型思考。而作者自己个人的思考才是综述中最有价值也是最值得论述的部分。

回应:

感谢审稿专家的建议。已添加个人对预测性认知理论和模型思考,在文中第三部分,小标题“**3.1 预测编码理论对预测性认知形成的解释**”添加内容:“该理论将编码理论模型应用于语言领域,强调预测信号向下传播到最低的表征水平,而由感觉输入和预测的比较而产生的预测误差信号沿着平行路径向上传播(Ryskin & Nieuwland, 2023)。结合引言中提到的先验知识和语境信息的结合形成预测性认知,我们可以将言语加工中的预测编码理论理解为:在言语加工过程中存在一个神经网络模型(neural network mode),模型中不同的层级映射到大脑不同的区域。先验知识从高的层级向低的层级传递信号,语境信息从低的层级向高的层级传递信号,大脑将先验知识和语境信息传递的信号建立链接并形成反馈,这一反馈就是形成的预测性认知,而预测性认知会随着语境信息传递的信号进行不断的更新,以保证对输入的推断和加工适应当前的环境。而预测性认知的更新存在两种情况(预测正确和预测错误),对于这两种情况信号的传递和编码仍然没有定论。基于神经解剖学(Davis & Sohoglu, 2020)推测,预测正确和预测错误的信号由不同功能的神经元进行传递,只有这样才能保证预测错误信号的向下传递以及预测正确信号的向上反馈。但这种推测也引发了预测编码理论的后续细化理论之间的争议焦点,即预测错误情况是否会阻碍加工。”

也添加了完整的小标题“**3.2 语境限制性对预测性认知形成的解释**”,整部分的内容对以往理论进行总结和思考。

意见 5: 在“未来研究展望”部分,作者提到的对性别因素、时间因素和材料呈现方式的控制都是实验中对“个体先验知识”进行操控的手段,而且已经有研究者进行了相应的探究。这些作为“未来展望”不是特别合适。

回应:

感谢审稿专家的建议。以往研究者对预测性认知改变进行的专门探究仍然较少。文中只是借助以往研究证明预测性认知改变的存在,并尝试为如何操纵预测性认知改变提供思路。之前这部分对未来探究方向的展望可能表述不够清晰。现已在正文第五部分“**5 未来研究展望**”

中进行了如下修改：将**第五部分的第一段**修改为“预测性认知形成具体的时间进程存在争议的原因可能是预测性认知发生即时的改变导致的，这种改变导致被试大脑的神经生理反应有所不同。事实上，以往研究确实很少考察语义预测性加工形成的认知随着时间推移而改变对语义加工产生的影响(van Berkum, 2018, 2019)。以往关于预测性加工时间进程的考查，大部分是基于加工比较固定结构的语境信息(性别、职业、社会地位)所形成的预测性认知，忽略了预测性认知受到先验知识和语境信息的影响会发生变化。未来研究可以从以下几个引起预测性认知改变的方面进行深入探究，考察预测性认知改变的神经活动模式，进而解决预测性认知形成具体的时间进程不一致问题。第一，性别因素导致的先验知识差异引起的预测性认知改变；第二，语境信息呈现的时间引起的预测性认知改变；第三，语境信息的唤醒度引起的预测性认知改变。第四，自变量水平的设置引起的预测性认知改变。”**第四段修改为**“然后，语境信息的唤醒度引起的预测性认知改变。唤醒度高低的不同可能会导致预测性认知的稳定性有所不同，从而引发预测性认知的改变。Zhang 等(2022)在考察双句子阅读时形成一致的预测性认知对情绪词语义加工的影响时，对第一句话的唤醒度和效价进行了操纵，探究了语境信息加工形成的预测性认知对消极词汇加工的影响。ERP 结果发现，高唤醒情绪语境条件，对消极词进行加工时，积极认知比消极认知诱发了波幅更大的 P200 和 LPC。而在低唤醒情绪语境条件下，只观察到 P200 效应。这说明语境信息的唤醒度可能会影响预测性认知的改变。低唤醒度情况形成的预测性认知更容易发生改变，预测性认知的改变只引起早期加工的冲突，没有出现与晚期整合加工相关联的晚期正成分。而高唤醒度情况形成的预测性认知则相反。因此，未来研究可以通过对语境限制性的操纵，探究预测性认知的改变对神经反应时间进程的影响。”以及其他细节部分的修改，让文章未来考察有关预测性认知改变的研究方向更为清晰。

意见 6: 考虑到作者主要的综述目的是探究“预测性认知形成的影响因素及神经机制”，文章中还缺少对与不同神经机制（具体来说，**即不同脑电成分如何反映不同预测认知机制及其时间进程**）的详细汇总和讨论。

回应:

感谢审稿专家的建议。已在文中增加第四部分，大标题为“**4 预测性认知形成的神经机制**”的章节对预测性认知的神经机制进行详细汇总和讨论。

第二轮

审稿人 1 意见:

作者根据意见进行了认真修改，总体上同意发表。目前文章字数比较多，有些地方可以适当精简一下，有些表述也可以进一步润色一下。

回应:

感谢审稿专家同意发表。我们对文章进行了删减，字数减少，也对文章进一步润色。

审稿人 2 意见:

对于我之前提出的意见和建议，作者做出了很好的修改。我没有其他问题了。

回应:

感谢审稿专家的指点与认可。

第三轮

编委 1 意见：同意发表

编委 2 意见：经审阅，论文达到发表要求，同意发表

主编意见：建议发表