

语境对双语者认知控制影响的研究综述

姚建斌

内蒙古师范大学心理学院, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2025年3月6日; 录用日期: 2025年3月31日; 发布日期: 2025年4月14日

摘要

近年来, 双语经验与认知控制的关系成为认知心理学研究的热点。本文系统综述了语境对双语者认知控制的影响, 整合适应性控制假说、双重认知控制理论及语言经验轨迹模型等理论框架, 揭示了不同语言环境对认知控制成分与认知控制模式的动态塑造机制。长期语境差异促使双语者认知控制模式的改变, 并通过增强默认模式网络与认知控制网络的连接, 提升任务切换效率。情境性语境操控进一步表明, 混合语言环境可即时优化冲突解决, 但对不同认知成分存在异质性影响。未来研究需整合相关理论模型, 探索认知控制与语境的双向交互效应, 并扩展至不同语言群体, 以深化对语言经验与神经可塑性关系的理解。

关键词

语境, 认知控制, 认知控制模式

A Review of the Impact of Language Context on Cognitive Control in Bilinguals

Jianbin Yao

Department of Psychology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot Inner Mongolia

Received: Mar. 6th, 2025; accepted: Mar. 31st, 2025; published: Apr. 14th, 2025

Abstract

In recent years, the relationship between bilingual experience and cognitive control has become a focal point in cognitive psychology research. This article systematically reviews the impact of linguistic contexts on bilinguals' cognitive control, integrating theoretical frameworks including the Adaptive Control Hypothesis, the Dual Mechanisms of Control Framework, and the Language Experience Trajectory Model. It elucidates the dynamic mechanisms through which different language environments shape both components of cognitive control and cognitive control patterns. Long-term contextual differences drive adaptive changes in bilinguals' cognitive control patterns, enhancing

task-switching efficiency through strengthened connectivity between the default mode network and cognitive control networks. Situational context manipulation further indicates that mixed language environments can immediately optimize conflict resolution while exerting heterogeneous effects on distinct cognitive components. Future research should integrate relevant theoretical models to explore bidirectional interactions between cognitive control and linguistic contexts, extend investigations to diverse language populations, and deepen understanding of the relationship between language experience and neural plasticity.

Keywords

Language Context, Cognitive Control, Cognitive Control Mode

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在全球化进程持续加速的大背景下，掌握双语或多语已成为个体适应国际交流的必备素养。在这种趋势下，语言学习所带来的认知控制优势与学习代价成为认知心理学研究的重要课题(Diamond, 2010)。目前关于双语优势的研究中，多为比较双语者与单语者在认知控制任务中的表现，但关于双语者与单语者的界定并不清晰，很多研究中的单语者都报告不只会讲一种语言，这可能会模糊组间差异并导致双语优势现象不稳定(于睿等, 2023)。有研究表明，双语者在不同的语言环境中会获得不同的语言切换经验，语言环境指说话群体中反复出现的对话交流模式，这是影响双语优势水平的关键(Verreyt et al., 2016)。因此，通过研究双语者所处语境与认知控制之间的关系，而不是对语言群体进行简单区分，可能会发现更稳定的双语优势现象。

目前关于语境对认知控制的影响主要有两种研究方向。第一种研究方向从认知控制成分维度出发，探究语境对认知控制成分的影响(刘聪等, 2016)，认知控制成分包括 Miyake et al. (2000)提出的三个变量：工作记忆更新、认知灵活性和抑制。也有学者将冲突监控(conflict monitoring)纳入认知控制的研究，认为冲突监控是认知控制的基础与前提(van Gaal & Lamme, 2012)。另一种研究方向从认知控制模式特征出发，将研究重点放在认知控制模式的变化过程，即认知控制如何根据不同的任务目标灵活地调动认知资源，从而调整思想和行为的动态过程(Morales et al., 2015)。

在具体的实验中，研究者往往采用问卷来筛选生活在不同语境中的双语者，通过对比其认知控制能力的差异，探讨语言环境对双语者持续性影响(Li et al., 2021; Gullifer et al., 2018)。有研究者认为，研究中发现的认知控制优势可能不是双语经验导致的，而是由于其他额外变量所引起，为进一步揭示语境与认知控制的因果关系，可通过直接操控短期的语言环境变化来观察双语优势。这类研究强调语境对认知控制的动态适应机制，揭示语言控制向非语言领域的迁移效应(Wu & Thierry, 2013)。

综上所述，语境对认知控制影响的研究中，有不同的研究方向与研究方法。本文试图从理论层面、神经机制与研究结果对现有研究进行梳理与回顾，提出该领域存在的问题与未来研究方向。

2. 理论基础

2.1. 适应性控制假说

Green 和 Abutalebi (2013)提出适应性控制假说(Adaptive Control Hypothesis)，认为不同的语言环境需

要不同程度的认知控制, 认知控制会自适应不同语境提出的要求。该理论提出三种语境: 单语语境、双语语境与密集语码转换语境。在单语语境中, 双语者会根据不同的场合或不同的人群, 选择合适的语言来交流, 在这种环境中, 语言之间的切换并不频繁, 双语者通常在一个特定的环境中只使用一种语言进行交流。在双语语境中, 双语者在同一场合中可能会使用两种语言, 通常是对不同的人使用不同的语言, 语言切换可能会在对话中发生, 但通常不会在一个句子内切换语言。在密集语码转换语境中, 双语者在一个句子中频繁地交替使用两种语言, 并且可能会将一种语言的词汇或语法结构融入到另一种语言中。这三种语言环境对双语者的语言控制过程提出了不同的要求, 语言控制过程与非言语任务之间存在共同成分, 从而影响他们的认知控制能力。

2.2. 双重认知控制理论

双重认知控制模型(Dual Mechanisms of Control, DMC)将认知控制分为两种模式: 主动性控制与反应性控制, 以更好的理解认知控制的可变性(Braver, 2012)。主动性控制模式会提前优化注意与行为, 通过前额叶皮层(prefrontal cortex, PFC)持续维持目标信息, 反应性控制模式仅在干扰出现后再调动认知资源, 依赖冲突监测的参与。不同任务要求、不同群体都可能会引起认知控制模式的变化。

2.3. 语言经验轨迹模型

语言经验轨迹模型(Unifying the Bilingual Experience Trajectories, UBET)融合了适应性控制假说、双重认知控制理论等相关模型, 是解释双语或多语者语言经验如何塑造其认知和神经适应性的理论框架(DeLuca et al., 2020)。该模型强调语言使用的动态性和多样性, 认为语言经验会通过特定的认知机制影响大脑的可塑性, 进而形成不同的神经适应轨迹。UBET 模型将语言经验分为多个维度, 包括: 语言使用的强度和多样性、语言切换、相对熟练程度与第二语言使用时间, 这些维度共同塑造双语者的认知和神经适应性。其中使用强度和多样性是指一种额外语言在日常生活中使用的程度, 来源于适应性控制假说中语境的概念。当第二语言使用的强度大幅增加时, 语言控制需求会发生显著变化, 与语言控制相关的认知过程承受的压力越来越大, 大脑也会相应地进行适应, 包括增强冲突监测和干扰抑制能力(Janssens et al., 2018; Nigbur et al., 2011), 并表现为更偏向于主动性控制。

3. 神经机制

根据上述理论, 语境对认知控制的改变来源于复杂语境中语言控制的增加, 那么单语与混合语言语境下的语言控制神经机制应存在差异, 并最终改变一般认知控制的神经机制。研究发现, 单语语境依赖稳定的语言特异性回路实现自动化处理, 尤其在使用 L1 (优势语言)进行图片命名时最高效, 而使用 L2 (非优势语言)命名时, 由于 L2 的熟练度更低, 需激活左侧顶叶下小脑(left inferior parietal lobule, IPL)和小脑等区域以补偿认知资源; 双语语境则需通过动态重构通用认知控制网, 自动激活并选择目标语言(L2 或 L1), 其中负责领域认知控制的辅助运动区(supplementary motor area, SMA)与背侧前扣带皮层(dorsal anterior cingulate cortex, dACC)的激活与错误检测、任务监控和冲突解决密切相关, 说明在使用 L1 命名时, 由于 L1 受到更大程度的抑制, 双语者需要更多的神经资源来监测 L2 干扰引起的冲突。这些结果表明, 双语者在语言转换时必须加强对潜在错误的监控, 调动更多的注意控制资源, 单语语境以“自动化”为核心, 双语语境以“主动抑制与选择”为主导, 揭示大脑通过区域特异性激活和网络层级交互来适应不同语言环境需求(Fu et al., 2017)。

为进一步确定语言控制时大脑激活的模式信息, Yuan 等(2021)对双语者在语言切换与非切换语境中神经机制进行研究。发现切换条件需激活背外侧前额皮质(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC)、左侧额下回(left inferior frontal gyrus, LIFG)、补充运动区(left supplementary motor area, LSMA)、扣带回(anterior

cingulate cortex, ACC)及左小脑(left cerebellum, LCEREB)等区域,形成以 LSMA 为核心的网络,通过动态连接协调冲突监控、动作准备和实时调控,体现了通用认知控制网络的参与;非切换条件则依赖左侧颞叶-角回-韦尼克区的自动化语言回路,前额叶活动减弱,认知控制需求降低。前者通过局部神经元模式的精细重组和网络内拮抗性连接(LSMA-LDLPFC 与 ACC-LDLPFC 的负相关)实现灵活状态调整,后者以高效稳定的语言处理为主。这一发现揭示了语言控制不仅依赖特定脑区的激活强度变化,同时涉及动态神经网络的适应性重构,支持了语言控制与一般认知控制存在共享的神经机制。

综上所述,不同语境下语言控制的神经机制并不相同,更复杂的语言环境会引起额叶与扣带回等一般认知控制网络的额外激活,这种激活在监控、抑制与主动性控制中发挥着重要作用,为语境改变认知控制提供了生理基础。

4. 长期语境差异对认知控制的塑造作用

4.1. 认知控制成分维度

语言熵(language entropy)是指交际语境中语言使用的多样性,是衡量不同语境的良好指标。语言熵通过问卷对双语者在特定环境(如家庭、工作、学校和社交媒体)中使用哪种语言的情况进行量化,以表明不同语境下语言使用的多样性。熵值越高,表明语言使用的多样性越大、语境越复杂与可预测性越低(Gullifer & Titone, 2020)。

有研究者采用语言熵衡量双语者的语言经验,探讨语境如何通过静息态脑功能网络(resting-state functional connectivity, FC)影响认知控制任务的表现(Li et al., 2021),FC 是衡量不同大脑区域自发神经信号之间时间同步的一种方法,已被证明对扫描内和扫描外任务中广泛认知过程中的个体差异很敏感(Vaidya & Gordon, 2013)。研究结果发现,语言熵值越大的参与者表现出的转换成本越小,但没有发现双语变量对混合成本或 Stroop 冲突效应有显著的调节作用。对神经机制进一步分析,发现高语言熵双语者在默认模式网络(Default Mode Network, DMN)与执行控制网络(Executive Control Network, ECN)间连接更强,且 DMN 内部及与感觉运动网络的连接更密集,DMN 与 ECN 的强连接可能促进内外部任务状态的灵活切换(如任务切换时快速调用相关网络)。高语言熵者 DMN、边缘系统和感觉运动区域信号变异性更低,这表明神经活动的稳定性,有助于高效处理多任务需求,在快速切换语言时保持认知资源稳定。

长期语言经验对抑制控制和认知灵活性也会产生影响。Han (2022)探讨了语言经验对 41 名中英双语成人认知灵活性和抑制的影响,参与者的抑制控制和认知灵活性效率是通过言语和空间 Stroop 任务以及颜色形状转换任务来测量。研究发现高频单一语言使用者在低监控需求任务中(如单任务块)抑制效率更高,反映其更强的目标维持能力,更高的 L2 环境暴露(如社交场景)与更快的非语言抑制反应相关。结合以上不同的研究来看,语境的变化会引起双语者神经网络连接改变,最终体现在监控和认知灵活性等认知控制成分的变化。

4.2. 认知控制模式特征

在双语语言加工过程中,认知控制需要解决并行语言激活引发的竞争性干扰,并完成跨语言模式动态切换。认知神经科学研究表明,当双语者能够通过语境线索预测优势语言的使用概率,或能够通过预激活目标语言表征来优化语言选择机制时,其认知系统会优先采用主动性控制策略(proactive control),即通过前额叶皮层持续性维持目标语言信息,从而显著降低语言产出错误的风险。相比之下,在单语环境下的语言加工过程无需面临跨语言选择的认知负荷,因此主动性控制机制的参与程度显著降低,主要依赖自动化处理模式完成语言任务。这种控制策略的动态切换现象,充分体现了认知资源分配对语言使用情境的适应性调节机制。Gullifer et al. (2018)研究表明,双语者的第二语言习得年龄和使用多样性(语言熵)

通过不同神经机制塑造大脑控制网络：早期语言习得会强化左右额下回间的功能连接，降低对主动控制的依赖；日常生活中社会语言使用的更多样性与前扣带皮层和壳核之间更大的连通性有关，并且在任务中增加了对主动控制的依赖。

5. 情境性语境操控对认知控制的即时调控

5.1. 认知控制成分维度

Wu & Thierry (2013)等首次在实验室操纵语境的变化，来考察语境对认知控制的影响。实验过程会间歇性地呈现威尔士语、英语或两种语言的单词，单词消失后会呈现 5 个水平方向的箭头，被试需要判断中间的箭头与两侧箭头朝向是否一致。结果发现，混合语境中的不一致试验错误率更低、P3 波幅更小，表明参与者在混合语言环境中受到不一致侧面的干扰较少，解决冲突更容易。这不但支持了自适应控制假说，还将语境的影响范围从长期语言经验扩展到短期语境的变化，即在同一个体中操纵当前的语言环境可以调节由长期经验形成的大脑机制，即使该语境与正在进行的非语言任务无关。为进一步研究语境是否对其他认知控制成分有影响，刘聪等人(2016)采用面孔任务，探究语言转换情境是否影响非熟练双语者的认知控制，该任务通过不同实验条件的创设与比较，分别测量被试的反应抑制能力、干扰抑制能力和认知灵活性。结果表明，语言转换情境能够即时地促进反应抑制，阻碍干扰抑制，但对认知灵活性没有影响。这些研究证明语境的改变可以影响双语者的认知控制，但对不同认知控制成分的影响并不相同。

虽然通过实验操纵语境变化的方法，可以更好地揭示语境与认知控制变化的因果关系，但这种语境与自然语境存在很大差别，对结果的解释可能无法推广到日常语言使用情景中。为改变这一状况，Kalamala 等(2021)根据适应性控制假说，通过对话游戏模拟自然语言使用场景，来研究语境对抑制控制的影响。抑制控制的测量采用停止信号任务和 Stroop 任务，分别用来测量反应抑制与干扰抑制。结果发现在非母语语境(L2)下，停止信号任务的 P3 波幅要高于母语语境(L1)，更大的 P3 振幅反映了成功的反应抑制所涉及的机制(Senderecka, 2018)。双语语境和 L2 单语语境下，不一致和一致试验之间的 N450 振幅差异要比 L1 单语语境更小，反映了这两种语境对墨水颜色和单词含义之间语义干扰的更强的监测能力，之所以双语者在 L2 单语语境下的表现与双语语境相同，是因为 L2 单语语境需要对优势语言进行抑制，投入了更多认知资源。综合来看，双语语境和 L2 单语语境在神经层面上促进了个体干扰抑制控制能力，但是对反应抑制没有影响，支持适应性控制假说，即不同语言使用模式(尤其是双语言切换和单语非母语使用)通过训练前额叶 - 顶叶的抑制网络，增强了认知控制的神经表征。

5.2. 认知控制模式特征

AX-CPT 范式常用来测量被试的认知控制模式，但该范式所需要的测试次数较多，难以保证语境对每一个试次都产生影响，现有研究较少。刘娟等(2023)探讨了高海拔双语者在不同语境下主动性控制与反应性控制的变化，双语者需要根据线索提示，分别用母语和非母语来对数字进行命名，用 AX-CPT 任务测量认知控制模式。与母语语境相比，在非母语语境下 BX 条件的 P3 振幅出现了明显的升高，代表主动性控制得到改善。但该研究只对比了两种单语语境下主动性控制的差别，缺乏与双语语境的比较。

6. 研究展望

在理论层面，自适应控制假说虽然区分了不同的语境，但缺乏与双重认知控制理论的整合，无法解释语境对认知控制模式的调控。语言经验轨迹模型尝试揭示个体经验差异如何通过神经可塑性影响控制能力，将主动性控制模式的偏好与复杂语境相联系，但相关的研究较少。未来可在语言经验轨迹模型的基础上，进一步探索理论整合路径，提供更多实质性证据。

在实验设计上, 现有研究多关注语境对认知控制的单向影响, 还需进一步探讨双向关系。认知控制能力的个体差异如何反向塑造语言环境, 如偏向于主动性控制的双语者, 是否更频繁的切换语言。长期语境与短期操控是否存在交互效应, 如研究情境性语境操控对高语言熵双语者的调控是否更敏感。

在双语群体的选择上, 当前国际双语研究多聚焦于印欧语系下的双语者(邢强等, 2021), 其使用的两种文字属于拼音文字, 在正字法、发音与语法上都很接近, 研究结果无法进一步推广, 未来双语群体的选择可以扩展至不同语言类型(如汉藏语系)。

参考文献

- 刘聪, 焦鲁, 孙逊, 王瑞明(2016). 语言转换对非熟练双语者不同认知控制成分的即时影响. *心理学报*, 48(5), 472-481.
- 刘娟, 赵萱婷, 王海昊, 王彩霞, 牛颖(2023). 语言环境对高海拔双语者认知控制的影响——来自 ERP 的证据. *青海师范大学学报(自然科学版)*, 39(3), 55-63.
- 邢强, 吴潇, 王家慰, 张忠炉(2021). 通道呈现方式与感知学习风格的匹配性对粤-普双言切换代价的影响. *心理学报*, 53(10), 1059-1070.
- 于睿, 陶云, 朱晓媛, 田涛(2023). 双语者有更好的冲突监控水平吗? *心理科学*, 46(3), 522-529.
- Braver, T. S. (2012). The Variable Nature of Cognitive Control: A Dual Mechanisms Framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.12.010>
- DeLuca, V., Segaert, K., Mazaheri, A., & Krott, A. (2020). Understanding Bilingual Brain Function and Structure Changes? U Bet! A Unified Bilingual Experience Trajectory Model. *Journal of Neurolinguistics*, 56, Article ID: 100930. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2020.100930>
- Diamond, J. (2010). The Benefits of Multilingualism. *Science*, 330, 332-333. <https://doi.org/10.1126/science.1195067>
- Fu, Y., Lu, D., Kang, C., Wu, J., Ma, F., Ding, G. et al. (2017). Neural Correlates for Naming Disadvantage of the Dominant Language in Bilingual Word Production. *Brain and Language*, 175, 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.10.005>
- Green, D. W., & Abutalebi, J. (2013). Language Control in Bilinguals: The Adaptive Control Hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology*, 25, 515-530. <https://doi.org/10.1080/20445911.2013.796377>
- Gullifer, J. W., & Titone, D. (2020). Characterizing the Social Diversity of Bilingualism Using Language Entropy. *Bilingualism: Language and Cognition*, 23, 283-294. <https://doi.org/10.1017/s1366728919000026>
- Gullifer, J. W., Chai, X. J., Whitford, V., Pivneva, I., Baum, S., Klein, D. et al. (2018). Bilingual Experience and Resting-State Brain Connectivity: Impacts of L2 Age of Acquisition and Social Diversity of Language Use on Control Networks. *Neuropsychologia*, 117, 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.037>
- Han, X. (2022). *An Investigation of the Effects of Language Experience on Cognitive Control in Bilingual Speakers*. Master's Thesis, University College London.
- Janssens, C., De Loof, E., Boehler, C. N., Pourtois, G., & Verguts, T. (2018). Occipital Alpha Power Reveals Fast Attentional Inhibition of Incongruent Distractors. *Psychophysiology*, 55, e13011. <https://doi.org/10.1111/psyp.13011>
- Kałamała, P., Walther, J., Zhang, H., Diaz, M., Senderecka, M., & Wodniecka, Z. (2021). The Use of a Second Language Enhances the Neural Efficiency of Inhibitory Control: An ERP Study. *Bilingualism: Language and Cognition*, 25, 163-180. <https://doi.org/10.1017/s1366728921000389>
- Li, X., Ng, K. K., Wong, J. J. Y., Lee, J. W., Zhou, J. H., & Yow, W. Q. (2021). Bilingual Language Entropy Influences Executive Functions through Functional Connectivity and Signal Variability. *Brain and Language*, 222, Article ID: 105026. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2021.105026>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Morales, J., Yudes, C., Gómez-Ariza, C. J., & Bajo, M. T. (2015). Bilingualism Modulates Dual Mechanisms of Cognitive Control: Evidence from ERPs. *Neuropsychologia*, 66, 157-169. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.11.014>
- Nigbur, R., Ivanova, G., & Stürmer, B. (2011). Theta Power as a Marker for Cognitive Interference. *Clinical Neurophysiology*, 122, 2185-2194. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.03.030>
- Senderecka, M. (2018). Emotional Enhancement of Error Detection—The Role of Perceptual Processing and Inhibition Monitoring in Failed Auditory Stop Trials. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 18, 1-20. <https://doi.org/10.3758/s13415-017-0546-4>

-
- Vaidya, C. J., & Gordon, E. M. (2013). Phenotypic Variability in Resting-State Functional Connectivity: Current Status. *Brain Connectivity*, 3, 99-120. <https://doi.org/10.1089/brain.2012.0110>
- van Gaal, S., & Lamme, V. A. F. (2012). Unconscious High-Level Information Processing: Implication for Neurobiological Theories of Consciousness. *The Neuroscientist*, 18, 287-301. <https://doi.org/10.1177/1073858411404079>
- Verreyt, N., Woumans, E., Vandelandotte, D., Szmalec, A., & Duyck, W. (2016). The Influence of Language-Switching Experience on the Bilingual Executive Control Advantage. *Bilingualism: Language and Cognition*, 19, 181-190. <https://doi.org/10.1017/s1366728914000352>
- Wu, Y. J., & Thierry, G. (2013). Fast Modulation of Executive Function by Language Context in Bilinguals. *The Journal of Neuroscience*, 33, 13533-13537. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.4760-12.2013>
- Yuan, Q., Wu, J., Zhang, M., Zhang, Z., Chen, M., Ding, G. et al. (2021). Patterns and Networks of Language Control in Bilingual Language Production. *Brain Structure and Function*, 226, 963-977. <https://doi.org/10.1007/s00429-021-02218-7>