

不同语言环境对认知控制权衡机制的影响

——来自 ERP 的证据

王彩霞 祁乐瑛 牛颖

青海师范大学教育学院, 青海

摘要 | 本研究采用 AX-CPT 范式, 通过设置不同的语言环境, 运用 ERP 技术, 探讨在不同的语言环境中, 个体的认知控制的权衡机制, 观察认知控制在激活区域、时间和强度上的差异。实验要求被试分别在汉语即熟悉的语言环境下和英语即不熟悉的语言环境下进行 AX-CPT 连续性任务的反应。结果发现个体在熟悉的语言环境下更加倾向于主动性控制, 在不熟悉的语言环境下更加倾向于反应性控制。

关键词 | 认知控制; AX-CPT; N2; P3a

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

认知控制是指当个体在面对任务要求时能够灵活的调整自身的观念和行为, 并能够管理好与任务相关的信息与不相关信息之间冲突的能力^[1]。近年来认知控制又提出主动控制和反应控制的研究新视角, 其中主动控制是指在反应前维持目标的相关信息表征来预防冲突, 而反应控制是指在反应时重新激活目标相关信息以解决冲突^[2]。基于此, 我们希望能够探讨个体在不同的语言环境下会采用何种的认知控制方式。

1.1 双重认知控制理论

Braver 及其同事在前人研究的基础上提出了双重认知控制理论 (dual mechanisms of cognitive control account, 简称 DMC 理论)^[3]。该理论认为, 认知控制所包含的主动控制和反应控制在被个体运用时是相互独立且能够为个体同时所应用的, 并不是二者择其一的关系。在执行任务过程中, 采用主动性控制

通讯作者: 祁乐瑛, 女, 1971年3月生, 青海师范大学教育学院教师, 心理学教授, 理学博士。研究方向: 基础心理学。

文章引用: 王彩霞, 祁乐瑛, 牛颖, 等. 不同语言环境对认知控制权衡机制的影响——来自 ERP 的证据 [J]. 中国心理学前沿, 2021, 3, (4): 336-348.

<https://doi.org/10.35534/pc.0304042>

的个体倾向于在反应前维持线索信息的表征来阻止冲突，被认为是一种早期选择加工。而采用反应性控制的个体在反应前期准备阶段，相关任务信息的表征较少，相关的反映准备的也不多，不会产生太多的认知负载，被认为是一种晚期修正加工。因主动性控制和反应性控制各有千秋，因而在任务中个体会进行认知控制的权衡。

认知控制的双重机制理论（DMC）为认知控制的权衡提供了一种可参考的理论框架，并提出认知控制由两种不同性质的模式组成，即主动性控制和反应性控制^[4]。根据DMC理论，如果是主动性控制参与则采用自上而下的方式主动维护目标相关信息，这种对信息的持续加工使得个体能够做出最佳的反映准备，且能够在冲突发生之前运用预先防御的方式采取行动以防止冲突的发生。与主动性控制相反的是反应性控制，如果是反应性控制则采用短暂的自下而上的方式将目标重新激活，由此认知控制被及时地动员起来以进行之后的检测和冲突解决。DMC假定这两种控制模式都具有互补的成本和效益。而成功的认知主要取决于两者成功的实施^[4]。根据DMC理论框架，情境因素的细微变化，比如上下文信息预测值、维持间隔的持续时间、对干扰的期望都将导致个体使用认知控制发生变化，即个体认知控制权衡发生了变化，因此，不同的语言环境会带来个体认知控制权衡的变化。

1.2 不同语言环境对认知控制的影响

在语言与认知能力关系上，Whorf提出假设指出拥有不同语言的个体，观察和分析世界的方式是不同的，并认为语言影响并塑造我们的思维模式和认知能力^[5]。Gordon也认为来自不同的文化背景，使用不同的语言也会使我们在认知能力上存在显著性的差异^[6]。后来，对同一文化背景下拥有多种语言的个体进行研究发现，在认知能力方面双语者相比较于单语者在执行功能方面占优势^[7, 8]，这就是所谓的“双语认知优势效应”。一些研究认为，双语者不管是使用一种语言，或者是两种，他们都会同时激活他们所使用的语言^[9, 10]。因而，双语者需要运用语言选择机制来减少非必要语言的入侵以及干扰。研究者们认为这种语言选择机制类似于非语言任务中的冲突解决^[11, 12]。所以双语者相比较单语者更能获得认知控制资源，并利用这种资源在任务中获得更好的表现。

最近Morales等人通过AX-CPT任务对双语者在认知控制的行为研究支持了双语调节不同控制机制的观点，认为在监测和抑制之间进行调整时，双语者是优于单语者的^[13]。随后进一步研究表明双语在AX-CPT任务中主动控制和反应控制是通过动态的组合来产生作用^[14]。Colzato等人的研究也表明，双语者有效的监测和目标维护可以使其在注意力任务中表现得更好^[15, 16]。正如最近自适应控制假说所指出的那样^[17]，交互式双语环境需要不同的认知控制过程协同作用以实现成功的沟通。

综上所述，双语者在监测、抑制与解决冲突等认知控制功能方面要更胜一筹，那么基于此我们提出，作为拥有两种及以上语言的个体，在熟悉的语言环境下与不熟悉的语言环境下，他们在不同的语言环境下更倾向于采用主动性控制，还是反应性控制。

1.3 AX-CPT

AX-CPT是研究主动性控制与反应性控制及其之间相互作用的极好的工具，个体在完成任务时为了使其产生的错误最小化，协调这两个过程则变得至关重要。而这两个过程主要是根据任务需要通过检测

和解决由意想不到的刺激 (Y) 使先前上下文信息 (A) 无效的程序所引起的冲突来调整的。依据连续性任务的修改版本 (CPT) [18], AX-CPT 任务要求被试对每一个“X”探测刺激反应“YES”, 在每一个“X”探测刺激之前都有一个线索提示“A”, 对任何违反规则的探测刺激 (即 BX、AY 或 BY) 反应“NO”。由于 AX 组合发生在非常高的频率 (70% 试次), 因而采用主动性控制的被试在看到线索提示“A”后则准备回答“YES”。借鉴前人经验, 在本研究中, 我们使用了 AX-CPT, 在该研究中如果被试看到 A 则准备反应“J”键, 如果看到线索 X 时, 则反应“J”键; 如果看到探测刺激“Y”时, 则突然抑制按“J”键的反应, 且在看到线索“B”时直接准备按“F”, 我们则认为该被试采用主动性控制反应。相反, 反应性控制的被试更倾向于将所有的探测刺激和线索刺激检测完再进行反应。因而它所需用的反应时间要长。

以往研究表明, 当任务对认知要求更高时或者说当需要组合不同的执行过程以获得最佳性能时, 双语优势更明显 [19]。那么对于双语者而言, 他们在母语即熟悉的语言环境下与二语即不熟悉的语言环境下会更加倾向采用哪种认知控制的方式? 有的版本通过操作线索提示 (A/B) 间隔时间来观察主动控制 [20], 由于较长的线索提示间隔需要更好的上下文维护, 因而在如此严厉的条件下, 主动控制的个体差异能够的到更好的观测 [21]。我们则采用 AX-CPT 任务, 通过设置不同的语言环境, 并分析 AX、BX、AY 和 BY 相关的 ERP 成分, 以此来探讨不同语言环境下个体主动性控制和反应性控制之间的相互作用, 使我们能更好的区分个体在不同的语言环境下主动性控制和反应性控制的脑区的激活状态。

1.4 N2 和 p3a

在本研究中, 我们意在通过分析脑图 (EEG) 的记录, 来探讨在不同的语言环境下双语者在执行 AX-CPT 任务时采用的认知控制权衡机制, 以此了解不同语言环境对个体认知控制的影响。由于脑图具有高时分辨率, 因而我们能够实时观察到与任务有关的皮质反应并能够监控正在进行的神经过程, 以此评估主动控制与反应控制。先前有关 ERP 和神经影像学的研究明确指出与 AX-CPT 相关的大脑区域和 ERP 反应了个体的认知过程 [22]。Aben 等人认为虽然主动性控制与反应性控制都是在顶叶脑区激活, 但是他们激活的时间点不同, 主动控制主要与顶叶区的早期和持续激活有关, 而反应性控制主要与顶叶区的晚期和短暂激活有关 [23, 24]。

N2 是与冲突监测有关的脑区成分, 在探测刺激呈现之后达到峰值 200 ~ 350 ms 时进行检测 [25]。它与刺激分类过程和冲突监测有关 [26], 对不太频繁或不太占优势的刺激反应更大 [27], 并且它与扣带前皮质 (ACC) 的活动有关, 而 ACC 是冲突监测的关键结构 [28]。N2 被认为反应了抑制不正确反应的必要性 [29] 并反应了由无关刺激信息引起的冲突 [30]。在健康的年轻人中, 相比于 AX、BX、BY 任务 AY 任务将引起更大的 N2 振幅 [20], 研究人员认为是被试在看到线索 A 时准备 YES 响应。有趣的是, N2 成分也与双语语言选择有关, 因为当双语者需要阻止来自不想要的语言时它就会上升 [31, 32]。因而双语者在涉及冲突监测的非语言任务中也表现出比单语者更大的 N2 振幅 (Go-NoGo task; Fernandez et al., 2013)。

相反, 晚期前成分 P3a 反映了反应抑制, 在探测刺激呈现之后达峰值 300 ~ 600 ms 时进行检测 [33-35]。与其他 AX-CPT 条件相比, AY 试验显示出正激活, 这是因为有必要监测抑制过程, 以克服由 A 提示引起的准备好的 YES 反应 [20, 36]。

2 方法

2.1 被试

此次共有 27 名在校大学生参与本次实验，被试样本包括 19 名女性被试和 8 名男性被试。所有被试的熟悉的语言均为国家通用语，不熟悉的语言均为在校所学二语。（注：本研究所选被试的二语均为英语）

2.2 材料和方法

所有参与者在测试前签署同意书。他们在一个安静的房间里进行的 AX-CPT 任务。

2.2.1 AX- 连续性能任务 (AX-CPT)

本次任务中我们使用了 Beste 及其同事提出的 AX-CPT 的过程^[20]。与其不同的是在开始 AX-CPT 之前，给被试设置了不同的语言环境，一种是汉语环境，一种是英语环境。所谓汉语环境即给被试呈现一个颜色块，每个颜色块出现 1000 ms，然后呈现一个数字，数字出现 2000 ms，要求当被试看到绿色颜色块时，用汉语读出呈现的数字，并按 Q 键开始下一个试次。所谓英语环境是指当被试看到红色颜色块时，用英语读出呈现的数字，并按 Q 键开始下一个试次（见图 1）。在环境设置之后，我们给被试呈现成对的大写字母，由线索 A、B 和探测刺激 X、Y 组成。要求被试对所有的探测刺激作出反应，即要求被试在看到 A-X 时按“j”键，在看到 A-Y、B-X、B-Y 时按“f”键。在实验试次中 AX 出现的概率为 70%，其余三种（AY、BX、BY）出现的概率均为 10%。每个线索出现 300 ms，然后是一个 1000 ms 的空白间隔，空白间隔呈现后，探测刺激出现 300 ms，参与者被告知在探测刺激出现 700 ms 内做出反应（见图 2）。任务开始于一个由 5 个试验组成的练习块，包括绿色颜色块读汉语，红色颜色块读英语和所有四个可能的实验条件：AX（提示“A”，然后是探针“X”）；BX（探针“X”之前有非 A 提示）；AY（任何探针，除“X”之前有字母“A”）和 BY（任何线索，除“A”和任何探针，除“x”）。在每一个试次结束后，向被试提供关于准确性和反应时间的反馈。完成练习块之后是实验块。总之，实验部分包括 720 个试验，分为四个区块（2 个区块按间隔条件）。间隔条件和响应按钮的顺序在参与者之间被平衡。

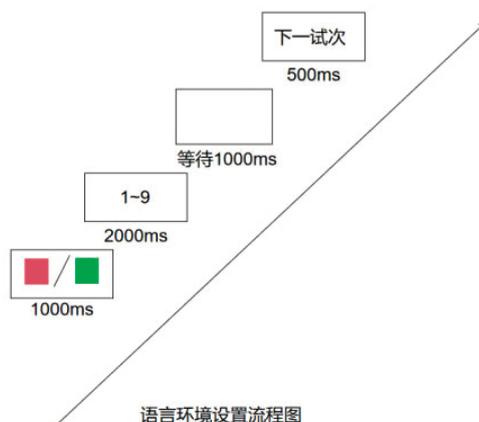


图 1 语言环境设置流程图

Figure 1 The flow chart of the locale setting

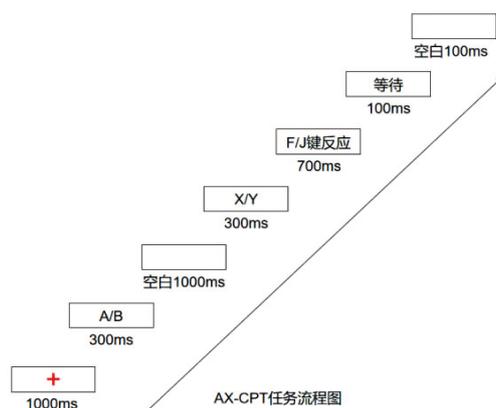


图2 AX - CPT 任务流程图

Figure 2 AX - CPT task flow chart

2.2.2 ERP 数据采集与分析

我们使用德国产的 BrainProduct 仪器，采用 BrainVision Recorder 软件从安装在脑电帽中的 64 个头皮电极（Quick-Cap, NeuroscanInc.）上记录了连续脑电图（EEG），收集了脑电数据。在被试进行 AX-CPT 任务期间，电极被引用到顶点电极（REF），接地电极（GND）被安装在前额上。垂直和水平的眼睛运动也记录在垂直（VEOG）和横向（HEOG）的双极对电极上，以便纠正人为眨眼。用 Neuroscan 同步放大器对电信号进行放大，采样率为 500Hz，带宽滤波器为 0.05–30Hz。电极阻抗保持在 10k Ω 以下。在任务结束后，采用 BrainVision Analyzer 2.2 软件分析采集的数据，通过 New reference 转换参考，然后运用 Filters 进行滤波处理，Ocular Correction 去眼电，Raw Data Inspection 违迹处理，以此的到被试处理后的脑电数据。

我们在分段的 ERP 成分上以及以前对 AX-CPT 任务的 ERP 分析的基础上进行研究^[20, 37]。因此，我们对实验条件，实验任务以及被试都进行了平均时分段，然后将时段分割范围设置在 -200 ms 到 1000 ms 之间。由此产生不同组与不同任务的时间分段。为了获得每个成分在相应的电极感兴趣的位置，从 0.01（高通滤波器）和 30 Hz（低通滤波器）、斜率 24 dB/ 倍频程离线过滤 EEG。对于 N2 成分的分析，考虑到 N2 成分倾向于被较大的 P3 吸收，这可能掩盖了其振幅在不同条件下的变化，我们用 2 Hz（高通）和 12 Hz（斜率 24 dB/ 八次波）带通滤波器滤除了 P3^[38]。

3 结果

3.1 行为结果

我们分析了 AX-CPT 任务上的反应时和正确率的比例（见表 1）。对不同条件（国家通用语，二语），反应类型（AX, BX, AY, BY）与反应时和对错反应进行方差分析。结果发现，反应类型主效应显著 $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.79$, 不同条件主效应显著, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.015$, 反应类型与不同条件交互作用显著, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.005$ 。

表 1 AX-CPT 任务的反应时和正确率

Table 1 AX-CPT response time and accuracy of the task

刺激类型	<i>n</i>		正确率 (%)		反应时 (ms)	
	汉语	英语	汉语	英语	汉语	英语
AX	1638	2730	0.94 ± 0.23	0.94 ± 0.24	346.98 ± 125.91	389.20 ± 150.66
BX	234	390	0.64 ± 0.48	0.77 ± 0.42	248.31 ± 215.33	302.52 ± 203.50
AY	234	390	0.70 ± 0.45	0.73 ± 0.44	400.80 ± 181.24	450.90 ± 187.57
BY	234	390	0.70 ± 0.46	0.88 ± 0.32	239.64 ± 212.12	301.15 ± 182.25

事后检验表明，在汉语条件下，反应类型 BX 和 AY 的正确率不存在显著性差异， $p>0.05$ ，但是反应时存在显著性的差异 $p<0.01$ ；反应类型 BX 与 BY 在正确率与反应时上均不存在显著性的差异， $p>0.05$ 。在英语条件下，反应类型 BX 和 AY 的正确率也不存在显著性差异， $p>0.05$ ，但是反应时存在显著性的差异 $p<0.01$ ；反应类型 BX 和 BY 的反应时不存在显著性的差异 $p>0.05$ ，但是正确率存在显著性的差异 $p<0.01$ （见图 3）。对此，我们采用速度—准确性的权衡进行分析，发现对于 BX 反应类型，汉语条件下要比英语条件下反应更好，对于 AY 反应，汉语条件下同样比英语条件下反应更好，且不论是汉语条件还是英语条件，AY 所需时间都要高于其他三种反应类型（AX、BX、BY）（见图 4）。

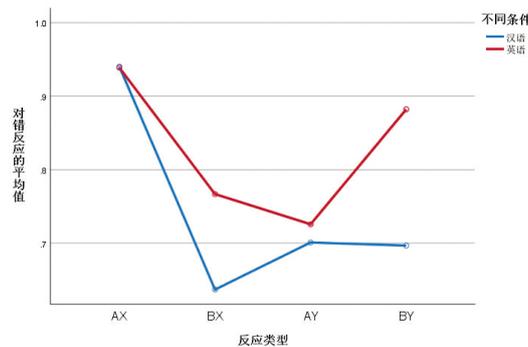


图 3 不同条件下反应类型的正确率

Figure 3 Reaction type under different conditions of the time

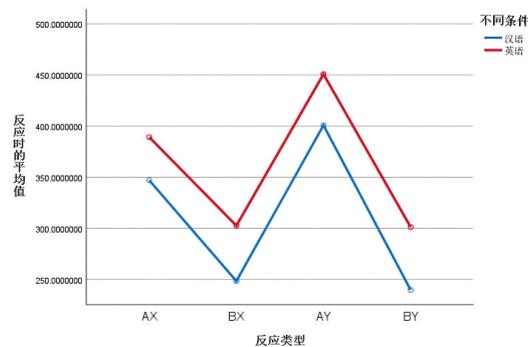


图 4 不同条件下反应类型的反应时

Figure 4 The type of reaction under different conditions

3.2 ERP 结果

下面详细分析了不同语言环境下 AX-CPT 的进程。首先，我们通过比较不同语言环境获得的 ERP 成分的平均振幅，来获得不同环境带来的不同影响，其次，我们报告了与探测刺激相关的成分（N2 和 P3a）。

3.2.1 不同语言环境处理成分

在被试进行 AX-CPT 任务之前，我们设置了不同的语言环境的氛围，以期获得被试在熟悉语境下的脑成分和不熟悉语境下的脑成分（见图 5）。由于实验运用汉语和英语报告被试所看到的数字，因而我们运用 N450 成分来分析语言环境所造成的冲突^[39]。结果发现汉语环境与英语环境所激活的脑区不同，且英语环境比汉语环境有更长的潜伏期和更强的波幅。

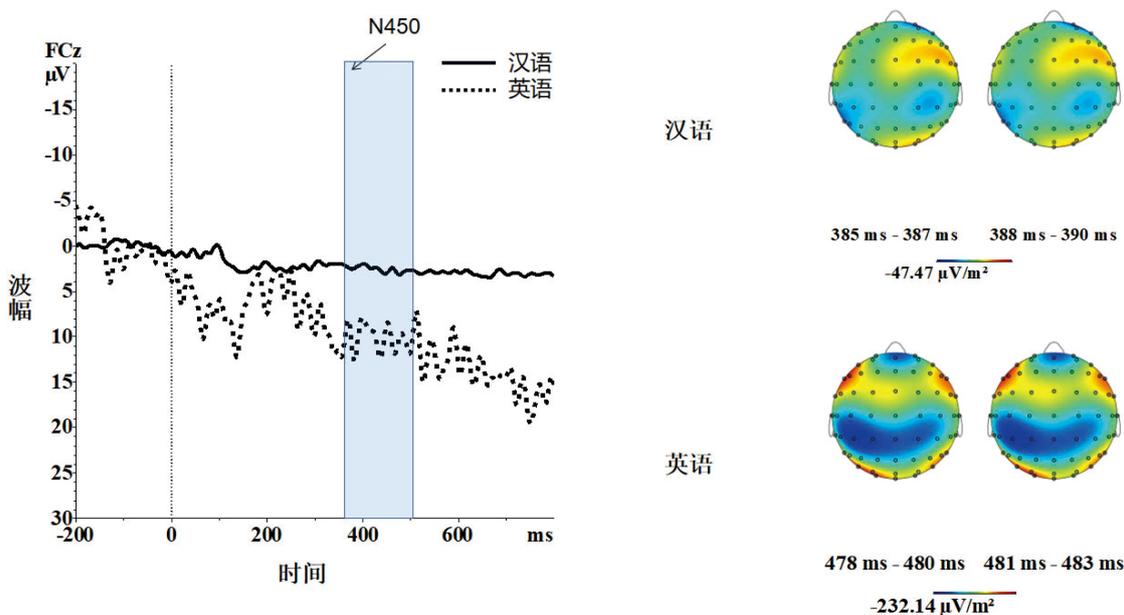


图 5 不同条件下在 FCZ 电位的 N450 成分

Figure 5 The ingredients of FCZ potential N450 under different conditions

3.2.2 探测刺激处理成分

我们将 N2 和 P3a 成分的探测刺激基线设置为从 -200 ms 开始显示探测刺激，在前中心电极 Fz、FCz、FC3 和 FC4 上测量。遵循先前研究的数据分析这项任务^[37]，我们对每个成分进行了位置（FCz、Fz、FC3 和 FC4）和不同条件（汉语、英语）作为因素的混合方差分析。但是研究发现，我们的电极在 Fz 是最大振幅的电极（见图 6）。我们在 Fz 对反应类型（AX，BX，AY，BY）和不同条件（汉语，英语）进行方差分析，以此评估由于不同语言环境而导致的冲突监测和反应抑制的调节。

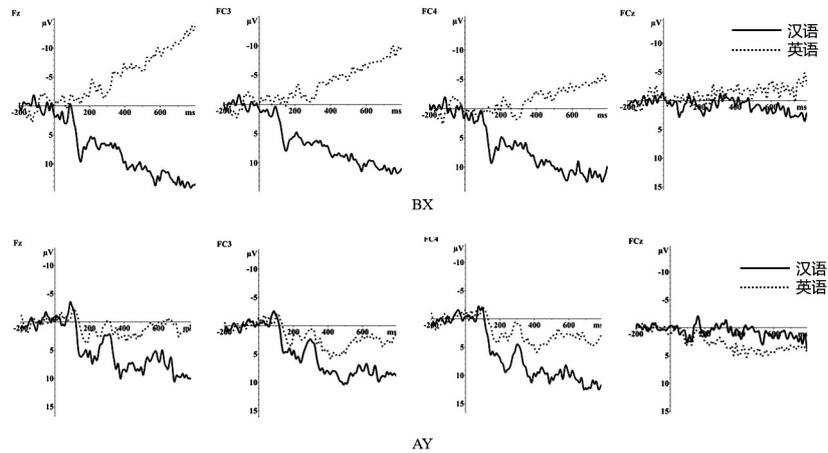


图6 不同条件下反应类型BX与AY在FZ、FC3、FC4、FCZ电位上的平均振幅的

Figure 6 Under the condition of different reaction type BX and AY on FZ, FC3, FC4, FCZ potential average amplitude

N2。在探测刺激呈现后 250 ~ 350 ms 的时间窗口测量 N2 的平均振幅。为了评估参与者语言经验对冲突监测的调节，我们对被试内因素（FZ、FCZ、FC3、FC4）四个电位的平均振幅和试验任务（AY、BX、BY）与被试间因素不同条件（汉语、英语）进行了重复测量方差分析。结果显示，电位主效应不显著，分组与电位的交互作用不显著（ $F < 1$ ），分组与试验任务的交互作用也不显著（ $F < 1$ ），但任务主效应显著 $F(3, 21) = 2.83$, $MSE = 230.53$, $p < 0.05$ ，试验任务与电位也存在显著的交互作用 $F(12, 21) = 4.17$, $MSE = 17.68$, $p < 0.05$ 。随后独立样本 T 检验显示，在 FC3 电位上，BX 任务在不同语言环境下有显著性差异 $t(20) > 1$, $p = 0.27$ 。在 FZ 电位上，BX 任务在不同语言环境下也存在显著性差异 $t(20) > 1$, $p = 0.49$ ，但是在 AY 试验任务中，不同电位之间不存在显著性差异。配对样本 T 检验表明，在汉语条件下，不同电位之间 BX 与 AY 之间不存在显著性差异。在英语条件下，不同电位之间 BX 与 AY 之间也不存在显著性差异。对于 BX 试验，在 FZ 电位，英语的负均值振幅英语（ $M = -6.43 \mu V$ ）比汉语（ $M = 4.08 \mu V$ ）的更多， $t(20) = 2.38$, $p = 0.27$ 。对于 AY 实验，在 FZ 电位，英语的负均值振幅（ $M = -8.28 \mu V$ ）比汉语（ $M = 3.02 \mu V$ ）的更多， $t(20) = 2.10$, $p = 0.49$ 。

表2 不同条件下汉语与英语在 FZ、FC3、FC4、FCZ 电位的 N2 平均振幅

Table 2 Average N2 amplitude of FZ, FC3, FC4 and FCZ potentials of Chinese and English under different conditions

		AX	BX	AY	BY
汉语	FZ	2.32 ± 2.76	3.02 ± 3.66	-1.74 ± 3.29	-0.17 ± 3.03
	FC3	2.67 ± 2.25	4.08 ± 3.14	0.04 ± 2.24	1.03 ± 2.59
	FC4	6.18 ± 2.30	2.13 ± 3.6	1.83 ± 2.63	1.99 ± 3.09
	FCZ	-1.41 ± 2.28	-2.78 ± 2.34	-3.40 ± 2.42	-2.25 ± 2.25
英语	FZ	-2.09 ± 2.89	-6.43 ± 3.84	-2.40 ± 3.45	-5.05 ± 3.18
	FC3	-0.71 ± 2.36	-5.56 ± 3.30	-0.89 ± 2.35	-3.49 ± 2.72
	FC4	-0.36 ± 2.42	-5.02 ± 3.31	-1.23 ± 2.76	-4.42 ± 3.24
	FCZ	2.19 ± 2.39	0.02.19 ± 2.39	0.60 ± 2.54	0.14 ± 2.36

如表2所示,在汉语条件下,BX产生更多的负均值振幅,在英语条件,BX同样产生更多的负均值振幅,在汉语与英语不同条件对比下发现英语环境比汉语环境产生更大N2波幅(见图7),这说明在英语条件下,BX任务引起了更强的冲突检测。而在AX-CPT任务中,被试如果偏向反应性控制,BX试次的冲突将增大、AY试次的冲突将减小,N2成分也会表现出相应的变化。以此推断英语条件下更倾向于反映性控制。

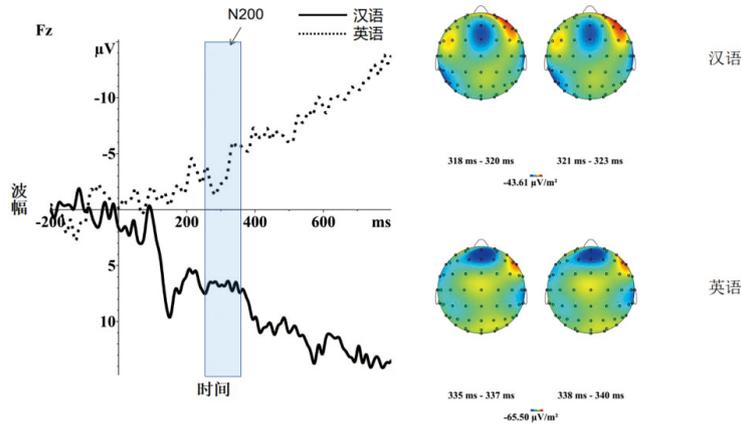


图7 不同条件下BX任务在FZ电位的N2平均振幅

Figure 7 Under the condition of different BX task in FZ potential average amplitude of N2

P3a: 在探测刺激呈现后350~500ms的时间窗口测量P3a的平均振幅。我们对被试内因素(FZ、FCZ、FC3、FC4)四个电位的平均振幅和试验任务(AX、AY、BX、BY)与被试间因素分组(汉语、英语)进行了重复测量方差分析。结果显示,电位主效应不显著,但是分组与电位存在显著的交互作用 $F(3, 21) = 3.64, p < 0.05, \eta^2 = 0.16$ 。任务主效应显著 $F(3, 21) = 4.85, P < 0.05, \eta^2 = 0.20$,但分组与任务的交互作用不显著。进一步分析发现,在汉语条件下,FC4电位($M = 12.28 \mu V$)的平均振幅最高,在英语条件下FCZ电位($M = 5.42 \mu V$)的平均振幅最高,且汉语条件下的平均振幅高于英语条件下的平均振幅。重复测量方差分析结果表明,在汉语条件下,AY试验产生的P3a平均振幅更多,在英语条件下,AY试验同样产生更多的P3a平均振幅,且在汉语环境下产生的P3a平均振幅要比英语环境下产生的P3a平均振幅多(见图8)。这说明汉语条件下对AY进行了成功抑制。

表3 不同条件下汉语与英语在FZ、FC3、FC4、FCZ电位的P3a平均振幅

Table 3 P3A mean amplitude of potentials of FZ, FC3, FC4 and FCZ of Chinese and English under different conditions

		AX	BX	AY	BY
汉语	FZ	8.66 ± 3.29	14.04 ± 4.29	14.79 ± 3.21	10.42 ± 3.11
	FC3	7.68 ± 2.60	11.41 ± 3.70	13.14 ± 2.45	7.79 ± 2.65
	FC4	10.05 ± 2.79	13.02 ± 3.60	16.02 ± 2.65	10.04 ± 3.42
	FCZ	1.63 ± 2.76	4.46 ± 2.91	3.78 ± 2.97	4.04 ± 2.76
英语	FZ	3.04 ± 3.45	1.15 ± 4.50	6.44 ± 3.37	3.11 ± 3.26
	FC3	3.03 ± 2.73	1.54 ± 3.89	8.21 ± 2.57	4.99 ± 2.78
	FC4	4.29 ± 2.92	1.42 ± 3.77	7.84 ± 2.78	4.13 ± 3.59
	FCZ	5.59 ± 2.90	4.54 ± 3.05	6.94 ± 3.11	4.61 ± 2.89

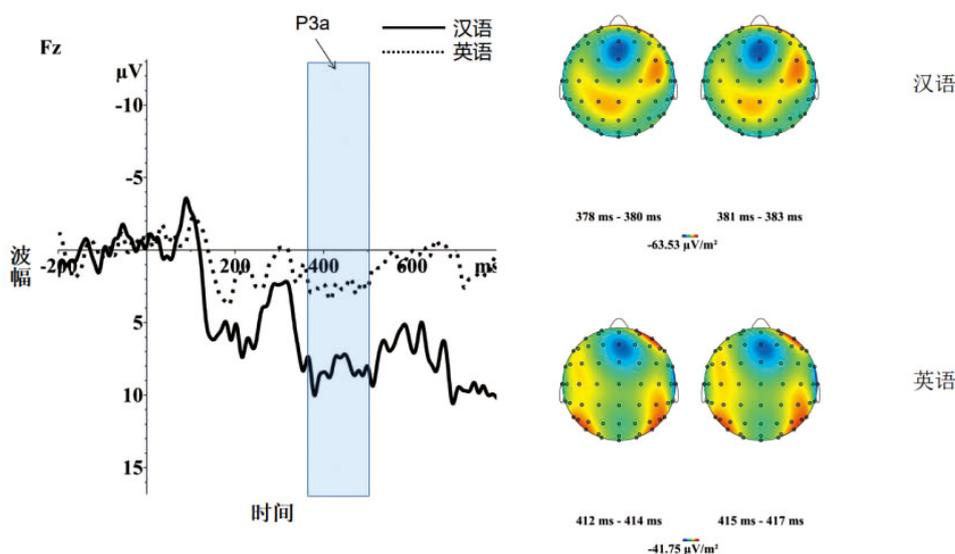


图8 不同条件下AY任务在FZ电位的P3a平均振幅

Figure 8 AY under the condition of different tasks in FZ potential P3a average amplitude

4 讨论

本研究的主要目的是运用 AX-CPT 任务，通过测量相关的 ERP 成分来评估不同语言环境下拥有双语的被试会更倾向于采用怎样的认知控制方式（主动控制和反应控制）。以此了解不同语言环境对个体认知方式的影响。研究结果显示，无论在汉语条件还是英语条件下，AY 任务反应的时间最长，但是总体来讲英语环境下完成任务所需时间显著高于汉语环境。由于四种反应类型的错误率不存在显著性差异，因而我们依据反应时进行分析。经过行为数据的探讨，我们运用脑电进一步分析差距产生的原因，发现英语环境下个体在 BX 任务上产生更大的 N2 波幅，这说明个体对 BX 任务产生了更强的冲突监测，而汉语环境下个体在 AY 任务上产生更大的 N2 波幅，且汉语条件下在 AY 上产生了更大的 P3a 振幅，这说明汉语条件下，AY 任务产生了更强的冲突监测，并产生了更强的抑制性反应。

5 结论

本研究主要考察了双语者在熟悉的语言环境下与不熟悉的语言环境下更倾向于采用主动性控制还是反应性控制，研究发现双语者在行为表现上不论是哪种语言环境都表现为主动性反应，这符合前人的研究，但是在进一步分析 ERP 时发现，个体对同样的任务在不同环境下所激活的脑区是不同的，通过分析数据得出个体在熟悉的语言环境下更倾向于采用主动控制，在不熟悉的语言环境下更倾向于采用反应性控制。这一发现有利于我们更进一步的讨论环境对我们认知的影响，也更有利于我们在不同环境下改变我们的策略。但研究也有不足，我们对于个体在单一环境下对认知控制的权衡并没有深入了解，其次，不管是熟悉的语言环境还是不熟悉的语言环境，采用的是简单的语境，对于复杂的语境下，个体会采用何种认知控制方式，我们也并没有深入的研究。希望在后来的研究中进一步分析。

参考文献

- [1] Kim C, Chung C, Kim J. Conflict adjustment through domain-specific multiple cognitive control mechanisms [J] . *Brain Research*, 2012, 1444: 55–64.
- [2] 徐雷, 唐丹丹, 陈安涛. 主动性和反应性认知控制的权衡机制及影响因素 [J] . *心理科学进展*, 2012, 20 (07) : 1012–1022.
- [3] Braver T S, Gray J R, Burgess G C. In: Conway A R A. , Jarrold C, Kane A, Miyake A, Towse J N, *Explaining the Many Varieties of Working Memory Variation: Dual mechanisms of Cognitive Control* [M] . Oxford University Press, New York, NY, 2007: 76–106.
- [4] Braver T S. The variable nature of cognitive control: a dual mechanisms framework [J] . *Trends Cognit Sci*, 2012, 16: 106–113.
- [5] Trager G L, Whorf B L, Carroll J B. *Language, Thought, and Reality: Selected Writings of Benjamin Lee Whorf* [J] . *Language*, 1956, 33 (3) : 421.
- [6] Gordon P. Numerical cognition without words: Evidence from Amazonia [J] . *Science*, 2004, 306: 496–499.
- [7] Carter C S, Barch D M, Buchanan R W, et al. Identifying cognitive mechanisms targeted for treatment development in schizophrenia: An overview of the first meeting of the cognitive neuroscience treatment research to improve cognition in schizophrenia initiative [J] . *Biological Psychiatry*, 2008, 64: 4–10.
- [8] Poulin-Dubois D, Blaye A, Coutya J, et al. The effects of bilingualism on toddlers' executive functioning [J] . *Journal of Experimental Child Psychology*, 2011, 108: 567–579.
- [9] Bialystok E, Craik F I M, Green D W, et al. Bilingual minds [J] . *Psychol Sci Public Interest*, 2009, 10: 89–129.
- [10] Kroll J F, Bobb S C, Wodniecka Z. Language selectivity is the exception, not the rule: arguments against a fixed locus of language selection in bilingual speech [J] . *Bilingualism*, 2006, 9: 119–135.
- [11] Baker C. *Foundations of bilingual education and bilingualism* [M] . Multilingual Matters Ltd, 1993.
- [12] Abutalebi J, Green D W. Bilingual language production: the neurocognition of language representation and control [J] . *Neurolinguistics*, 2007, 20: 242–275.
- [13] Morales J, Gómez-Ariza C, Bajo M. Dual mechanisms of cognitive control in bilinguals and monolinguals [J] . *Cognit Psychol*, 2013, 25: 531–546.
- [14] Julia Morales, Carolina Yudes, Carlos J, et al. Bilingualism modulates dual mechanisms of cognitive control: Evidence from ERPs [J] . *Neuropsychologia*, 2015, 66: 157–169.
- [15] Colzato L S, Bajo M T, van den Wildenberg W, et al. How does bilingualism improve executive control A comparison of active and reactive inhibition mechanisms [J] . *Psychol Learn, Memory Cognit*, 2008, 34: 302–312.
- [16] Costa A, Hernández M, Costa-Faidella J, et al. On the bilingual advantage in conflict processing: now you see it, now you don't [J] . *Cognition*, 2009, 113: 135–149.
- [17] Green D W, Abutalebi J. Language control in bilinguals: the adaptive control hypothesis [J] . *Cognit Psychol*, 2013, 25: 515–530.
- [18] Rosvold H E, Mirsky A F, Sarason I, Bransome E D, et al. A continuous performance test of brain damage [J] . *Consult Psychol*, 1956, 20: 343–350.

- [19] Costa A, Hernández M, Sebastián-Gallés N. Bilingualism aids conflict resolution: evidence from the ANT task [J] . *Cognition*, 2008, 106: 59–86.
- [20] Beste C, Domschke K, Radenz B, et al. The functional 5-HT1A receptor polymorphism affects response inhibition processes in a context-dependent manner [J] . *Neuropsychologia*, 2011, 49: 2664–2672.
- [21] Braver T S, Barch D M. A theory of cognitive control, aging cognition, and neuromodulation [J] . *Neurosci Biobeh Rev*, 2002, 26: 809–817.
- [22] Hämmerer D, Li S C, Müller V, et al. An electrophysiological study of response conflict processing across the lifespan: assessing the roles of conflict monitoring, cue utilization, response anticipation, and response suppression [J] . *Neuropsychologia*, 2010, 48: 3305–3316.
- [23] Aben B, Calderon C B, Van der Cruyssen L, et al. Context-dependent modulation of cognitive control involves different temporal profiles of fronto-parietal activity [J] . *Neuroimage*, 2019, 189: 755–762.
- [24] Aben B, Calderon C B, Van den Bussche E, et al. Cognitive effort modulates connectivity between dorsal anterior cingulate cortex and task-relevant cortical areas [J] . *Neurosci*, 2020, 40: 3838–3848.
- [25] Folstein J R, van Petten C. Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: a review [J] . *Psychophysiology*, 2008, 45: 152–170.
- [26] Yeung N, Botvinick M M, Cohen J D. The neural basis of error detection: conflict monitoring and the error-related negativity. *Psychol [J] . Rev*, 2004, 111: 931–959.
- [27] Donkers F C L, van Boxtel G J. The N2 in go/no-go tasks reflects conflict monitoring not response inhibition [J] . *Brain Cognit*, 2004, 56: 165–176.
- [28] Falkenstein M. Inhibition, conflict and the Nogo-N2 [J] . *Clin Neurophysiol*, 2006, 117: 1638–1640.
- [29] Jodo E, Kayama Y. Relation of a negative ERP component to response inhibition in a go/no-go task [J] . *Electroencephal Clin Neurophysiol*, 1992, 82: 477–482.
- [30] Yeung N, Cohen J D. The impact of cognitive deficits on conflict monitoring [J] . *Psychol Sci*, 2006, 17: 164–171.
- [31] Moreno E M, Rodríguez-Fornells A, Laine M. Event-related potentials (ERPs) in the study of bilingual language processing [J] . *Vol*, 2008, 21: 477–508.
- [32] Rodríguez-Fornells A, De Diego Balaguer R, Münte T F. Executive control in bilingual language processing [J] . *Lang Learn*, 2006, 56: 133–190.
- [33] Bekker E M, Kenemans J L, Verbaten M N. Electrophysiological correlates of attention, inhibition, sensitivity and bias in a continuous performance task [J] . *Clin Neurophysiol*, 2004, 115: 2001–2013.
- [34] Bruin K J, Wijers A A. Inhibition, response mode, and stimulus probability: a comparative event-related potential study [J] . *Clin Neurophysiol*, 2002, 113: 1172–1182.
- [35] Schupp H T, Lutzenberger W, Rau H, et al. Positive shifts of event-related potentials: a state of cortical disfacilitation as reflected by the startle reflex probe [J] . *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1994, 90: 135–144.
- [36] Kam J W Y, Dominelli R, Carlson S R. Differential relationships between sub-traits of BIS-11 impulsivity and executive processes: an ERP study [J] . *Psychophysiol*, 2012, 85: 174–187.
- [37] Van Wouwe N C, Band G P H, Ridderinkhof K R. Positive affect modulates flexibility and evaluative control [J] . *Cognit Neurosci*, 2011, 23: 524–539.
- [38] Donkers F C L, Nieuwenhuis S, van Boxtel G J. Medial frontal negativities in the absence of responding [J] .

Cognit Brain Res, 2005, 25: 777-787.

- [39] 何文广, 陈宝国. 语言对认知的影响—基于双语认知“优势效应”的分析[J]. 心理科学进展, 2011, 19(11): 1615-1624.

The Influence of Different Language Environment for Cognitive Control Weighing Mechanism —Evidence From ERP

Wang Caixia Qi Leying Niu Ying

College of Education, Qinghai Normal University, Qinghai

Abstract: This study adopts the AX - CPT paradigm, by setting the different language environment, using ERP technology, discuss the different language environment, the trade-off between cognitive control individual mechanism, observe cognitive control in the area of activation, time and strength differences. Experiment required subjects in Chinese is familiar with the language environment and English is not familiar with the language environment of AX - the task of CPT continuity under reaction. The results found that individuals in more familiar language environment tend to initiative control, in an unfamiliar language environment is more inclined to reactive control.

Keywords: Cognitive control; AX - CPT; N2; P3a