

不同熟练水平中-英双语者的抑制控制加工

蔡厚德

(南京师范大学教育科学学院脑与认知实验室, 江苏 南京 210097)

[摘要] 采用中文和英文 Stroop 测验, 检查了不同熟练水平大学生中-英双语者在语言内(中-中和英-英)干扰和语言间(中-英和英-中)干扰条件下的抑制控制加工。结果发现: (1) 熟练双语者在 2 种语言内条件下的干扰效应均明显小于不熟练双语者, 提示双语学习可以明显提高双语者的语言抑制控制能力; (2) 在中-英语言间条件下没有出现不同熟练水平双语者的干扰效应差异, 但在英-中语言间条件下熟练双语者的干扰效应明显强于不熟练双语者, 提示双语者在用目标语言表达时会受到来自非目标语言的竞争性抑制。本研究结果为双语词汇产生的抑制控制(IC)模型提供了更为直接的证据。

[关键词] 双语者, 熟练水平, 语言内和语言间干扰, 抑制控制加工

[中图分类号] B842 [文献标识码] A [文章编号] 1001-4616(2010)01-0078-06

Inhibitory Control Processing for Chinese-English Bilinguals With Different Proficient Levels

Cai Houde

(Lab of Brain and Cognition, School of Educational Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract The present study examined the inhibitory control processing for Chinese-English bilingual students with different proficient levels using Chinese and English Stroop versions under conditions of intralingual (Chinese-Chinese and English-English) and interlingual (Chinese-English and English-Chinese) interferences. The results showed (1) the interference effect for two intralingual conditions was smaller for the more proficient bilinguals than for the less proficient ones, indicating that bilingual learning could enhance the ability of language inhibitory control for bilinguals. (2) there was no different effect of proficient levels on the interference of the condition of Chinese-English, but the more proficient bilinguals exhibited greater interlingual interference on the condition of Chinese-English than the less proficient ones did, suggesting that there could be a competitive inhibition from the non-target language when speaking with the target language. These results provided some more direct evidence supporting the inhibitory control (IC) model involving lexical production in bilinguals.

Key words bilinguals, proficient levels, intra- and interlingual interference, inhibitory control processing

Green^[1]提出的双语词汇产生的抑制控制(inhibitory control, IC)模型认为, 双语者在提取目标词汇时会同时激活 2 种语言的词汇表征(目标词汇和非目标词汇), 并且非目标词汇会与目标词汇竞争词汇产生。为了有效提取目标词汇, 双语者可能会启用注意监管系统(supervisory attention system, SAS)^[2]来控制语言任务图式(language task schema), 以便抑制已激活的非目标语言词汇。由此, Prince 和 Green^[3]进一步推测, 与不熟练双语者或单语者相比, 熟练双语者的抑制控制能力可能会更强。

近期的一些研究提供了支持这一模型的证据。如采用图片命名切换任务(switching task)的研究^[4, 5]结果显示, 不熟练双语者在言语产生中从不熟练语言(L2)向熟练语言(L1)的切换速度要明显慢于从熟练语言(L1)向不熟练语言(L2)的切换速度。也就是说, 在语言产生中由不熟练语言向熟练语言切换时存在更大的时间消耗(cost)。研究者认为, 这种不对称切换消耗(asymmetrical switching cost)是由于双语者在用不熟练语言(L2)表达时需要启用较强的抑制来压制熟练语言(L1)的表征。如果随后的图片需要用 L1 来命

收稿日期: 2009-09-27

通讯联系人: 蔡厚德, 教授, 研究方向: 认知、语言和情绪的神经机制。E-mail: caihoude@163.com

名, 双语者就必须克服这种已经施加给 L1 的较强抑制。相反, 双语者在用 L1 表达时就无需对 L2 的词汇表征施加太多的抑制。如果随后的图片需要用 L2 来命名, 这种切换消耗明显要小。脑事件相关电位 (ERPs) 和功能磁共振成像 (MRI) 的研究证据也显示, 双语者在语言产生中需要激活与抑制控制有关的脑区^[6]。

另外, Bialystok 等^[7-10]对双语儿童的一系列研究证据表明, 熟练双语儿童在完成语言和非语言任务加工时的注意控制能力均明显强于不熟练双语儿童或单语儿童, 提示双语学习可以提高儿童的抑制控制能力。对中老年双语者采用西蒙测验和工作记忆任务进行的研究还发现, 双语者不仅具有更强执行控制能力, 双语现象还可以减缓老年人认知控制能力的衰退^[11]。Zied 等^[12]的研究也显示, 在双语色词干涉测验 (Stroop test) 中熟练水平较高的老年双语者抑制干扰的能力更强。

尽管以上证据已经提示, 双语者在语言产生中可能会启用抑制控制加工, 双语现象也可能会提高双语者的抑制控制能力, 但这 2 种效应均是以不同的双语者被试在不同实验任务条件下分别得到的。进一步的研究需要对不同熟练水平双语者采用相同的任务范式来考察是否同时存在 2 种效应, 即不仅出现了熟练水平对双语者抑制控制能力的影响, 而且还存在语言产生中非目标语言与目标语言的相互间竞争性抑制, 这将为验证 IC 模型提供更为直接的证据。为此, 本研究将采用中文和英文色词干涉测验检查不同熟练水平大学生中-英双语者在语言内 (中-中和英-英) 干扰和语言间 (中-英和英-中) 干扰条件下的抑制控制加工。在中-中语言内条件下, 要求被试用中文命名以中文呈现的色词颜色; 在英-英语言内条件下, 需要被试用英文命名以英文呈现的色词颜色。在中-英语言间条件下, 要求被试用英文命名以中文呈现的色词颜色; 在英-中语言间条件下, 则需要被试用中文命名以英文呈现的色词颜色。根据 IC 模型可以预测, 如果双语学习确实可以提高双语者的抑制控制能力, 熟练双语者在中-中和英-英 2 种语言内条件下色词干扰的一致性效应要明显小于不熟练双语者。如果语言产生中确实存在与熟练水平相关的语言间的竞争性抑制效应, 由于熟练与不熟练双语者的中文熟练水平基本相当, 因此可以推测两组被试在中-英条件下抑制中文色词干扰的一致性效应没有明显差异; 但由于熟练双语者的英文熟练水平明显高于不熟练双语者, 因此熟练双语者用中文命名色词颜色时更易受到来自英文色词冲突信息的干扰, 其色词干扰的一致性效应可能更大一些。

1 方法

1.1 被试

母语 (L1) 为汉语, 第二语言 (L2) 为英语的在校本科生和硕士研究生 40 名。其中, 20 名一次性通过专业英语八级者组成双语熟练组, 20 名 2 次或 2 次以上未通过大学英语四级者组成双语不熟练组。每组男女各半, 被试年龄在 20~27 岁 ($M = 22.87$, $SD = 1.68$)。视力或矫正视力 1.0 以上。采用色觉检查图测查, 所有被试均色觉正常。

1.2 刺激材料

中文色词“红”、“绿”和 2 种颜色 (红色和绿色) 两两搭配组成 4 种刺激, 即红色写的“红”、红色写的“绿”、绿色写的“绿”和绿色写的“红”; 中文色词“蓝”、“紫”和 2 种颜色 (蓝色和紫色) 两两搭配组成 4 种刺激, 即蓝色写的“蓝”、蓝色写的“紫”、紫色写的“紫”和紫色写的“蓝”, 总共 8 种中文刺激, 其中色词一致刺激和色词不一致刺激各半。英文色词“red”、“green”和 2 种颜色 (红色和绿色) 两两搭配组成 4 种刺激, 即红色写的“red”、红色写的“green”、绿色写的“green”和绿色写的“red”; 英文色词“blue”、“purple”和 2 种颜色 (蓝色和紫色) 两两搭配组成 4 种刺激, 即蓝色写的“blue”、蓝色写的“purple”、紫色写的“purple”和紫色写的“blue”, 总共 8 种英文刺激。其中色词一致刺激和色词不一致刺激各半。

每种语言的色词刺激都重复 20 次, 各有 160 (20×8) 个刺激, 2 种语言共 320 (160×2) 个刺激, 其中色词一致和色词不一致刺激各半。汉字为仿宋 GB2312 粗体字, 48 号; 英文单词为 Times New Roman 字体, 48 号。

1.3 实验设计

采用 2 熟练水平 (熟练与不熟练) \times 4 语言条件 (中-中、英-英、中-英和英-中) \times 2 一致性 (一致与不一致) 三因素混合实验设计。其中, 熟练水平是被试间变量, 语言条件和一致性是组内变量。

1.4 实验程序

采用 E-prime 实验软件编制并呈现实验材料, 显示器分辨率为 800 × 600 背景灰色. 测验时被试端坐于距离显示器 50 cm 处, 测试前屏幕中央出现一“+”字 500 ms, 提示被试须注视看屏幕中央, 随即色词刺激呈现在视野中央. 每个刺激最多呈现 1 000 ms, 被试须尽可能快地正确口头报告词的颜色. 计算机通过话筒记录被试每次报告的反应时, 主试按键记录每次报告的反应正误. 如果被试在 1 000 ms 内没有反应, 结果视为错误, 随即呈现下一个刺激.

测验中 4 种颜色刺激随机出现, 一致与不一致半随机出现. 所有被试先做语言内条件的测验, 再做语言间条件的测验. 语言内和语言间条件下中文和英文版本的 Stroop 色词测验顺序在被试和性别间平衡.

实验前告知被试实验的顺序, 并在每种小实验开始前进行练习实验, 每种语言条件下的练习实验都包括 8 个练习项目, 全部做对后开始正式实验.

2 结果

2.1 平均正确反应时

不同熟练水平大学生双语者在 4 种语言条件下完成 Stroop 色词测验时对中、英文色词颜色命名的平均正确反应时结果见表 1.

表 1 不同熟练水平双语者在 4 种语言条件下命名色词颜色的平均正确反应时 (ms)

Table 1 The mean correct RTs(ms) of color naming for Chinese-English bilinguals with different proficient levels under the four language conditions

		中-中		英-英		中-英		英-中	
		一致	不一致	一致	不一致	一致	不一致	一致	不一致
熟练组	M	634.15	756.40	676.10	807.95	678.00	745.85	652.65	712.30
	SD	55.41	56.51	65.95	61.71	56.73	72.09	66.19	72.32
不熟练组	M	656.10	807.55	730.70	908.00	755.30	806.05	700.00	736.00
	SD	91.60	90.14	64.08	66.55	77.44	66.12	76.96	83.73

注: M = 均值; SD = 标准差.

对正确反应时的数据进行 2 熟练水平 (熟练与不熟练) × 4 语言条件 (中-中、英-英、中-英和英-中) × 2 一致性 (一致与不一致) 的重复测量 (GLM-repeated measures) 的多维方差分析 (MANOVA). 结果显示: 熟练水平主效应显著 [$F(1, 38) = 9.02, p = 0.005$], 表现为熟练双语者的反应时 ($M = 707.93$ ms) 明显短于不熟练双语者 ($M = 762.46$ ms); 语言条件主效应显著 [$F(3, 36) = 34.66, p = 0.000$], 提示不同语言条件下的反应时存在差异; 一致性主效应显著 [$F(1, 38) = 612.21, p = 0.000$], 表现为色词一致条件的反应时 ($M = 685.38$ ms) 明显短于色词不一致条件 ($M = 785.01$ ms), 提示存在明显的色词一致性效应.

语言条件 × 一致性交互作用显著 [$F(3, 36) = 47.58, p = 0.000$], 表明不同语言条件下的一致性效应表现不同; 熟练水平 × 语言条件 × 一致性交互作用也显著 [$F(3, 36) = 4.70, p = 0.007$], 表明熟练双语者与不熟练双语者在不同语言条件下的一致性效应表现不相同; 其它交互作用不显著.

进一步对 4 种语言条件下的正确反应时数据进行 2 (熟练水平) × 2 (一致性) 的方差分析. 结果 (见图 1) 显示: 在中-中语言内条件下, 熟练水平 × 一致性的交互作用边缘显著 [$F(1, 38) = 3.27, p = 0.079, 0.05 < p < 0.1$], 显示不熟练双语者的一致性效应量 ($M = 151.45$ ms) 略大于熟练双语者的一致性效应量 ($M = 122.25$ ms); 在英-英语言内条件下, 熟练水平 × 一致性的交互作用显著 [$F(1, 38) = 7.95, p = 0.008$], 表明不熟练双语者的一致性效应量 ($M = 177.30$ ms) 明显大于熟练双语者的一

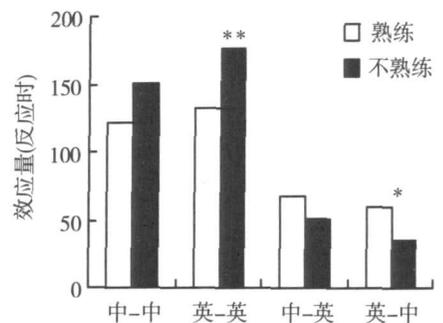


图 1 熟练双语者和不熟练双语者在 4 种语言条件下反应时的一致性效应量, 其中一致性效应量是以色词不一致条件的反应时减去色词一致条件的反应时 (** $p < 0.001$; * $p < 0.05$)

Fig. 1 The effect amount of consistency of RTs for skilled and unskilled bilinguals under the four language conditions, in which the effect amount of consistency was calculated from RTs for inconsistent condition minus RTs for consistent condition (** $p < 0.001$; * $p < 0.05$)

致性效应量 ($M = 131.85\text{ ms}$); 在中-英语言间条件下, 熟练水平 \times 一致性的交互作用不显著 [$F(1, 38) = 1.86, p = 0.181$], 表明不熟练双语者的一致性效应量 (50.75 ms) 与熟练双语者的一致性效应量 (67.85 ms) 大致相当; 在英-中语言间条件下, 熟练水平 \times 一致性的交互作用显著 [$F(1, 38) = 5.93, p = 0.021$], 表明熟练双语者的一致性效应量 ($M = 59.65\text{ ms}$) 明显大于不熟练双语者的一致性效应量 ($M = 36.00\text{ ms}$)。

2.2 平均错误百分数

不同熟练水平大学生双语者在 4 种语言条件下完成 Stroop 色词测验时命名色词颜色的平均错误百分数结果见表 2

表 2 不同熟练水平双语者在 4 种语言条件下命名色词颜色的平均错误百分数

Table 2 The mean error percentage of color naming for Chinese-English bilinguals with different proficient levels under the four language conditions

		中-中		英-英		中-英		英-中	
		一致	不一致	一致	不一致	一致	不一致	一致	不一致
熟练组	<i>M</i>	2.15	5.10	2.95	5.20	3.10	4.05	2.65	2.50
	<i>SD</i>	1.42	3.37	2.13	3.20	2.05	2.70	2.39	1.53
不熟练组	<i>M</i>	2.75	9.45	3.45	10.50	4.85	5.85	3.25	3.45
	<i>SD</i>	3.04	3.83	2.63	5.28	3.07	3.88	2.29	2.46

注: *M* = 均值; *SD* = 标准差。

对平均错误百分数的数据进行 2 熟练水平 (熟练与不熟练) \times 4 语言条件 (中-中、英-英、中-英和英-中) \times 2 一致性 (一致与不一致) 的重复测量 (GIM-repeated measures) 的多维方差分析 (MANOVA)。结果显示: 熟练水平主效应显著 [$F(1, 38) = 11.55, p = 0.002$], 表现为熟练双语者的错误百分数 ($M = 3.46$) 明显小于不熟练双语者 ($M = 5.44$); 语言条件主效应显著 [$F(3, 36) = 13.10, p = 0.000$], 表明 4 种语言条件下的错误百分数存在差异; 一致性主效应显著 [$F(1, 38) = 101.27, p = 0.000$], 表现为一致条件下的错误百分数 ($M = 3.14$) 明显小于不一致条件 ($M = 5.67$)。

熟练水平 \times 一致性交互作用显著 [$F(1, 38) = 18.48, p = 0.000$], 表明不同熟练水平双语者的错误百分数一致性效应表现不同; 语言条件 \times 一致性交互作用显著 [$F(3, 36) = 27.23, p = 0.000$], 表明不同语言条件下的错误百分数一致性效应表现不同; 熟练水平 \times 语言条件 \times 一致性交互作用显著 [$F(3, 36) = 5.47, p = 0.003$], 表明熟练与不熟练双语者在不同语言条件下的错误百分数一致性效应也不同; 其它交互作用不显著。

进一步分别对 4 种语言条件下的平均错误百分数进行 2 熟练水平 (熟练与不熟练) \times 2 一致性 (一致与不一致) 的方差分析。结果 (见图 2) 显示: 在中-中语言内条件下, 熟练水平 \times 一致性的交互作用显著 [$F(1, 38) = 16.14, p = 0.000$], 表现为不熟练双语者的错误百分数一致性效应量 ($M = 6.70$) 明显大于熟练双语者的一致性效应量 ($M = 2.95$); 在英-英语言内条件下, 熟练水平 \times 一致性的交互作用也显著 [$F(1, 38) = 14.02, p = 0.001$], 表现为不熟练双语者错误百分数的一致性效应量 ($M = 7.05$) 也明显大于熟练双语者的一致性效应量 ($M = 2.25$); 在中-英 [$F(1, 38) = 0.04, p = 0.949$] 和英-中 [$F(1, 38) = 0.19, p = 0.670$] 条件下熟练水平 \times 一致性的交互作用均不显著。

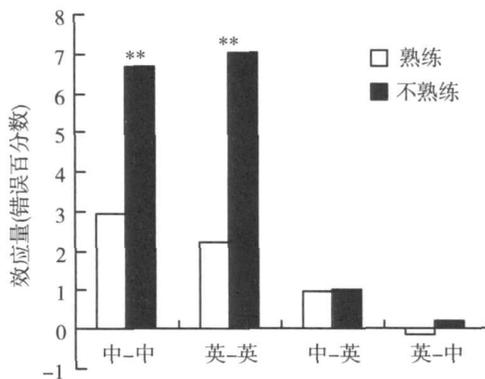


图 2 熟练双语者和不熟练双语者在 4 种语言条件下错误百分数的一致性效应量, 一致性效应量是 (以色词不一致条件的错误百分数减去色词一致条件的错误百分数) ($**p < 0.01$)

Fig. 2 The effect amount of consistency of error percentage for skilled and unskilled bilinguals under the four language conditions, in which the effect amount of consistency was calculated from error percentage for inconsistent condition minus those for consistent condition ($**p < 0.01$)

3 讨论

本研究采用中文和英文 Stroop 测验检查了不同熟练水平中-英大学生双语者的抑制控制加工。预计

在 2 种语言内干扰条件下熟练双语者相对于不熟练双语者具有更强的抑制控制能力, 结果与这一假设基本一致. 正确反应时的结果(见表 1 和图 1)显示, 在中-中语言内干扰条件下熟练水平 \times 一致性交互作用边缘显著, 表现为熟练双语者的反应时一致性效应量倾向于小于不熟练双语者; 在英-英语言内干扰条件下熟练水平 \times 一致性交互作用显著, 表现为熟练双语者的反应时一致性效应量明显小于不熟练双语者. 错误百分数的结果(见表 2 和图 2)也出现了与反应时类似的交互效应, 即熟练双语者在中-中和英-英 2 种语言内干扰条件下的错误百分数一致性效应量都明显小于不熟练双语者. 可见, 熟练双语者不仅在他们相对熟练的英-英语言条件下抑制色词冲突干扰的能力明显强于不熟练双语者, 也在中-中语言条件下表现出更小的干扰效应, 提示双语学习提高了大学生双语者的语言抑制控制能力.

已有研究^[7-10]虽然提示双语学习可以提高儿童和中老年人的注意控制能力, 但 Biolytok 等^[13, 14]在比较双语与单语大学生完成双重任务和西蒙任务的研究中并没有发现双语大学生在注意控制能力的明显优势. 近期, Costa 等^[15]采用注意网络任务(attentional network task, ANT)检查了大学生熟练双语和单语者, 发现熟练双语者的警觉和执行网络功能都明显强于单语者, 提示青年人的注意控制能力同样会受到双语学习的影响, 这与本研究结果是一致的. 我们推测, 既然大学生的注意加工能力都比较强, 任务难度不够导致反应时的天花板效应可能是某些研究^[13, 14]没有出现双语现象影响注意控制能力的原因之一. 我们的中文和英文 Stroop 测验选择了比读词任务更难的色词颜色命名任务, 它更容易受到读词倾向的干扰, 这样就会使任务加工有了更好的区分度.

与中-中和英-英 2 种语言内加工条件不同, 通过考察中-英双语者在中-英和英-中 2 种语言间条件下色词干涉的冲突一致性效应, 可以评价他们在用目标语言表达时是否受到了来自非目标语言的竞争性抑制, 特别是非目标语言的熟练水平是否影响了目标语言的加工. 在中-英语言间条件下, 被试需要对中文呈现的颜色词用英文命名颜色, 英文是目标语言, 而中文是非目标语言, 被试在有效激活词颜色的英文名图式的同时, 还需抑制词颜色的中文名图式的竞争. 相反, 在英-中语言间条件下, 中文是目标语言, 而英文则是非目标语言, 被试在有效激活词颜色中文名图式的同时, 还需抑制来自词颜色英文名图式的竞争. 本研究的结果(见表 1 和图 1)显示: 中-英语言条件下熟练水平 \times 一致性交互作用不显著, 提示 2 组被试在用英文命名中文呈现的色词颜色时受到的来自中文色词不一致的干扰程度几乎是相当的; 但在英-中语言条件下熟练水平 \times 一致性交互作用显著, 表现为熟练双语者与不熟练双语者相比, 用中文命名英文呈现的色词时出现了更大的干扰效应, 提示熟练双语者受到了来自英文色词不一致效应更强的干扰. 已有研究^[4, 5]显示, 双语者在用目标语言表达时需要有效抑制非目标语言的激活, 且非目标语言越是熟练, 所需的抑制控制就越强. 由于本研究中两组双语者的中文熟练水平基本相同, 他们在用英文命名中文色词颜色时, 所受的来自中文相关图式的干扰强度没有明显差异; 然而, 由于熟练双语者的英文水平要明显高于不熟练双语者, 因此他们在英-中语言条件下自然会受到来自非目标的英文色词相关图式的更强干扰. Zied 等^[12]在法文和阿拉伯文 Stroop 测验的语言间条件下也发现, 老年不平衡双语者在用第二语言反应以第一语言呈现的刺激时出现更大的干扰效应, 提示非目标语言的相对熟练水平会影响目标语言的加工效率. 本研究中熟练双语者受到了来自非目标英文色词的更强干扰, 提示双语者的 2 种语言在表达时可能确实存在相互间的竞争性抑制, 且非目标语言的熟练程度越高, 这种抑制效应就越强. 同时, 熟练双语者在中-中和英-英 2 种语言内条件下的抑制控制能力都明显强于不熟练双语者. 熟练双语者在语言内与语言间出现的这种分离效应验证当前有关双语现象提高抑制控制能力的解释, 即双语者较高的抑制控制或注意控制能力是由于他们需要频繁控制两个相互竞争的语言系统所致^[3, 7-15].

目前, 虽然已有一些研究^[16-19]采用 Stroop 测验考察了中-英双语者或维-汉双语者的语言内干扰或语言间干扰效应, 但均没有将对语言内与语言间干扰效应的评价有机联系起来, 也没有根据抑制控制(IC)模型集中探讨双语者的不同熟练水平与抑制控制能力的关系. 陈小异等人^[19]曾采用事件相关电位(ERPs)技术考察中英文 Stroop 干扰效应的皮层电活动, 发现脑电活动在皮层位置与时程上存在语言干扰类型的差异. 进一步的研究需要采用 ERPs 技术或神经功能成像技术探查不同熟练水平中-英双语者抑制控制加工的认知神经机制.

4 结论

本研究采用中文和英文 Stroop 测验, 考察了不同熟练水平大学生中-英双语者在语言内(中-中和英-

英)干扰和语言间(中-英和英-中)干扰条件下的抑制控制加工. 研究结果不仅表明双语学习可以提高双语者的语言抑制控制能力,而且提示双语者在用目标语言表达时会受到来自非目标语言的竞争性抑制. 这些发现为双语词汇产生的抑制控制(IC)模型提供了更为直接的证据.

[参考文献]

- [1] Green DW. Mental control of the bilingual lexico-semantic system [J]. *Bilingualism*, 1998, 1: 67-81
- [2] Norman D A, Shallice T. Attention to action: Willed and automatic control of behavior. Center for human information processing[M]. // Davidson R J, Schwartz G E, Shapiro D (Eds). *Consciousness and self-regulation*. New York: Plenum Press, 1986(4): 1-18
- [3] Price C J, Green D W. A functional imaging study of translation and language switching [J]. *Brain*, 1999, 122: 221-235
- [4] Costa A, Santesteban M. Lexical access in bilingual speech production: evidence from language switching in highly proficient bilinguals and L2 learners [J]. *Journal of Memory and Language*, 2004, 50: 491-511.
- [5] Costa A, Santesteban M, Ivanova I. How do highly-proficient bilinguals control their lexicalization process? Inhibitory and language-specific selection mechanisms are both functional [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2006, 21: 2035-2041.
- [6] Kroll J F, Bobb S C, Misra M, et al. Language selection in bilingual speech: Evidence for inhibitory processes [J]. *Acta Psychologica*, 2008, 128: 416-430
- [7] Bialystok E, Majumder S. The relationship between bilingualism and the development of cognitive processes in problem solving [J]. *Applied Psycholinguistics*, 1998, 19: 69-85.
- [8] Bialystok E. Levels of bilingualism and levels of linguistic awareness [J]. *Developmental Psychology*, 1988, 24: 560-567.
- [9] Bialystok E, Shenfield T, Codd J. Languages, scripts, and the environment: factors in developing concepts of print [J]. *Developmental Psychology*, 2000, 36: 66-76
- [10] Bialystok E. Cognitive complexity and attentional control in the bilingual mind [J]. *Child Development*, 1999, 70: 636-640
- [11] Bialystok E, Craik F, Klein P, et al. Bilingualism, aging, and cognitive control: evidence from the Simon task [J]. *Psychology and Aging*, 2004, 19: 290-303
- [12] Zeh K M, Phillippe A, P. Karine P, et al. Bilingualism and adult differences in inhibitory mechanisms: Evidence from a bilingual Stroop task [J]. *Brain and Cognition*, 2004, 54: 254-256
- [13] Bialystok E, Craik F, Ruocco A. Dualmodality monitoring in a classification task: the effects of bilingualism and ageing [J]. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2006, 59: 1968-1983
- [14] Bialystok E. Effect of bilingualism and computer video game experience on the Simon task [J]. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 2006, 60(1): 68-79.
- [15] Costa A, Hernandez M, Sebastian-Galles N. Bilingualism aids conflict resolution: Evidence from the ANT task [J]. *Cognition*, 2008, 116: 59-86
- [16] 涂柳. 双语 Stroop 色词效应实验研究 [D]. 广州: 暨南大学外国语学院, 2007.
- [17] 鲜红林. 维汉双语者心理词典的双语 Stroop 实验研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学人文学院, 2006
- [18] 刘海程, 翁旭初. 汉字、拼音、英文 Stroop 干扰效应的比较研究 [J]. *心理科学*, 2007, 30(2): 365-368
- [19] 陈小异, 邱江, 袁宏, 等. 中英文 Stroop 干扰效应的脑机制 [J]. *心理科学*, 2007, 30(3): 529-534

[责任编辑: 孙德泉]