

抑制控制在被动与主动语码切换中的作用

李雅蕾 刘晓娜 罗继媛 李福洪 李长江 孙宏伟* 贾丽萍*

(潍坊医学院心理学院, 潍坊 261053)

摘要:本研究探讨被动与主动语码切换过程中的语码切换代价及抑制控制的作用。该实验以阿拉伯数字为实验材料,随机选取高校汉-英双语大学生为被试,要求被试完成数字命名任务。结果表明,被动语码切换过程存在语码切换代价且代价对称,这一现象既可以用特定语言选择假说解释,也可以用抑制控制模型来解释,但未能直接支持抑制控制真正参与被动语码切换,有待进一步研究;主动语码切换过程中,目标语言为汉语时存在语码切换代价,而目标语言为英语时不存在语码切换代价,可能是抑制控制机制与词汇选择策略共同参与的结果。

关键词:语码切换代价;主动语码切换;被动语码切换;抑制控制

中图分类号:B842.5

文献标识码:A

文章编号:1003-5184(2021)04-0309-06

1 引言

语言是沟通交流的工具,不同场合下灵活运用多种语言的情况越来越普遍,这种在两种或多种语言之间灵活切换以达到沟通目的的现象,称为语码切换(Grainger & Beauvillain, 1987; 王敬欣等, 2014; Bobb & Wodniecka, 2013)。Meuter 和 Allport (1999)首次对语码切换现象进行了研究,把不同背景颜色作为提示线索,要求双语者按照提示线索运用不同的语言命名阿拉伯数字,结果发现双语切换过程中存在语码切换代价,即相比于非切换系列,切换系列所用的反应时更长,错误率更高。语码切换及其代价已成为研究双语认知加工的主要手段,也是心理学领域和语言学领域的研究热点。

双语切换可分为被动语码切换与主动语码切换。被动语码切换研究通常采用线索提示切换范式,被试需要按照线索要求(例如,国旗、颜色、字符等)采用相应语言进行反应,大量研究发现双语者在被动语码切换过程中产生了语码切换代价及代价不对称性(Jevtović, Duñabeitia, & De Bruin, 2020; Philipp, Gade, & Koch, 2007),这一现象主要与抑制控制相关(Blanco-Elorrieta & Pylkkänen, 2016; Verhoef, Roelofs, & Chwilla, 2009; Christoffels et al., 2007; Xie et al., 2019)。现有文献研究显示抑制控制是导致被动语码切换代价产生的重要因素(Guo et al., 2011; 易保树, 倪传斌, 2017; Blumenfeld & Marian, 2013; Li et al., 2018),其支持理论以 Green

的抑制控制模型(the Inhibitory Control Model)为代表,该模型认为两种语言共同参与选择竞争,当切换至目标语言时,被试需要解除先前施加在目标语言上的抑制,同时对非目标语言进行抑制,但由于双语优势程度不相同,所需解除的时间和施加的抑制也不相同,就形成了不同语言切换代价上的差异(Green, 1998)。Jackson 等(2001)把线索提示数字命名过程与 ERPs 技术相结合考察双语者在双语切换中抑制控制功能。ERPs 数据显示切换系列在 320ms 左右引发前额更大负性 N2 成分,该成分与大脑抑制控制密切相关, N2 效应进一步表明切换至目标语言时对非目标语言进行了抑制。

然而被动语码切换明显与双语者日常生活中按照自己意愿自由采取某种语言的情形不一致。日常交流中的语码切换与主动语码切换更加相似(Jevtović, Duñabeitia, & De Bruin, 2020)。主动语码切换中,被试无需按照外源线索提示,可自愿采用合适的语言进行反应(Gollan & Ferreira, 2009)。适应控制理论认为主动语码切换的语言选择更加自主与灵活,不需要太多抑制控制(Green & Abutalebi, 2013)。

Gollan 和 Ferreira (2009)实验一采用主动图片命名任务,考察了英语-西班牙语双语者的主动语码切换现象,结果发现,切换系列与非切换系列在反应时上存在显著差异,产生了主动语码切换代价,并且代价对称。研究者认为,被试在主动语码切换任

* 通讯作者:孙宏伟, E-mail: sunhw@wfmc.edu.cn; 贾丽萍, E-mail: lpjia@wfmc.edu.cn。

务中对切换与非切换系列施加了同等程度的抑制,这与线索提示切换中对优势语言施加更大的抑制是不同的。Jevtović 等(2020)、de Burin, Samuel 和 Duñabeitia(2018)的研究在双语命名图片任务中均发现了主动语码切换代价,与被动语码切换代价比较后发现,主动语码切换整体上反应时更短,切换代价更小。但是,有的研究中却未发现主动语码切换代价。Gollan, Kleinman 和 Wierenga(2014)实验二考察西班牙语-英语双语者在重复命名图片下双语语码切换行为表现,被试按照语言加工方式,分为自上而下加工类型与自下而上加工类型,结果发现,前者产生了显著的主动语码切换代价,相反后者却未产生。他们认为,主动语码切换代价消失受自下而上的认知加工和高词汇通达的影响,抑制控制影响甚微(Kleinman & Gollan, 2016)。Blanco-Elorrieta 和 Pykkänen(2017)利用 MEG 技术探究语码切换的脑机制,结果发现,在主动语码切换中,行为学上没有产生主动语码切换代价,同时与完成任务目标、监控冲突和抑制干扰相关的核心脑区的激活程度也较小,这也进一步支持了主动语码切换中抑制控制能力在减弱。

综上所述,目前关于主动语码切换是否存在语码切换代价以及抑制控制是否参与还没有达成一致意见。本研究随机选取汉-英双语大学生,采用数字命名任务,考察汉-英双语者在被动与主动语码切换中的语码切换代价及抑制控制的作用。前人研究发现,被动语码切换代价的出现与抑制控制、对线索的检测、自上而下的语言认知控制密切相关。然而主动语码切换中无需对线索进行加工,切换选择更加自主,更多依赖于自下而上的认知加工。因此,本研究假设:(1)被动语码切换过程中可观察到被动语码切换代价及其不对称性,抑制控制参与程度较高。(2)主动语码切换过程不会出现主动语码切换代价,抑制控制参与程度较低。

2 实验方法

2.1 被试

选取山东某高校学生 31 名,全国大学生英语六级成绩均大于 500 分。年龄范围 20~22 岁,平均年龄 21.12 ± 0.6 岁。初始接触英语平均年龄为 7 岁,所有被试身体健康,视力或矫正视力正常,听力和言语表达能力均正常,均为右利手。所有被试先前均未参加过类似实验,实验完成后获得一定奖励。

2.2 实验设计

采用 $2(\text{目标语言:汉语,英语}) \times 2(\text{切换类型:}$

有,无) $\times 2(\text{实验条件:被动语码切换,主动语码切换})$ 的完全被试内设计。

2.3 实验材料

选用 0~9,共 10 个阿拉伯数字。

2.4 实验仪器

采用 E-Prime3.0 进行数字命名任务的编程和运行,19 英寸 DELL P1919s 台式电脑呈现实验刺激,屏幕分辨率为 1280×1024 像素,电脑连接了反应盒和麦克风记录反应时。

2.5 实验程序

被试首先填写人口学因素问卷,讲解注意事项,熟悉实验室环境。实验开始时,被试坐在电脑屏幕正前方,距离显示屏 70cm,距离麦克风 10cm,数字呈现在屏幕正中央。此实验包括被动语码切换与主动语码切换两个任务,各有两个阶段:练习阶段、正式实验阶段。两阶段实验程序一致。练习阶段中,每个任务各包含 15 个试次,以熟悉实验流程。正式实验阶段中每个任务各包含 240 个试次,2 个任务随机呈现。

在被动语码切换任务中,首先屏幕上出现指导语,要求被试又快又准根据提示线索进行命名,按键后指导语消失,接着会出现一个 500ms 的注视点“+”,其次呈现 500ms 的提示线索“汉”或“English”,接着呈现目标数字,被试做出反应后数字消失(例,提示线索为“汉”,被试用汉语发声报告),如果被试没有做出反应,那么数字在 1000ms 后自动消失,之后空屏 500ms 进入下一个试次。最后,此任务全程大约持续 10 分钟。实验流程如图 1。在主动语码切换任务中,指导语要求被试运用第一时间出现在脑海中的英语或汉语进行命名,线索不再呈现,其余部分与被动语码切换过程一致。此任务全程大约持续 8 分钟。实验流程如图 2。在以上任务中,当后一个试次中数字报告所使用的语言与前一个试次报告中所使用的语言不同时,该试次的切换类型为有切换,包含了汉-英(L1-L2)、英-汉(L2-L1)。当后一个试次中数字报告所使用的语言与前一个试次报告中所使用的语言相同时,该试次的切换类型是无切换,包含了汉-汉(L1-L1)、英-英(L2-L2)。整个实验过程中均进行录音,主试记录正确与否。

2.6 数据分析

31 名被试中共剔除了 6 名被试,其中 1 名被试数据出现缺损,其余 5 名被试在主动语码切换条件

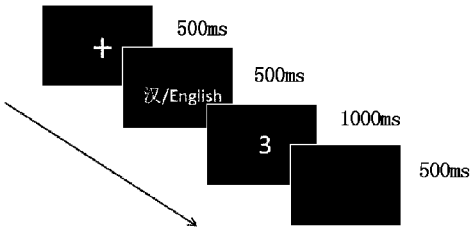


图 1 被动语码切换实验流程图

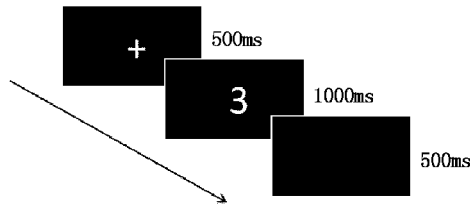


图 2 主动语码切换实验流程图

中没有主动进行汉 - 英语码切换。剩余 25 名有效被试数据,剔除 ± 2.5 个标准差之外的极端数据及错误数据。切换代价的计算方法是有切换类型反应时减去无切换类型反应时。最后采用 SPSS22.0 进行重复测量方差分析。

3 结果

两个实验任务的有效数据共 11756 试次,有效率 97.97%。被动语码切换中,每个被试平均 L1 - L1 试次数为 59.04,平均 L2 - L2 试次数为 59,平均 L2 - L1 试次数为 59,平均 L1 - L2 试次数为 59。主动语码切换中,每个被试平均 L1 - L1 试次数为 59.08,平均 L2 - L2 试次数为 56.52,平均 L2 - L1 试次数为 60.88,平均 L1 - L2 试次数为 57.72。经分析后发现所有条件正确率均大于 95%,所以以下不再对正确率进行分析。

被动语码切换下被试反应时情况如表 1 所示,进行 2(目标语言:汉语、英语) \times 2(切换类型:有、无)的重复测量方差分析。结果显示,目标语言主效应显著, $F(1,24) = 28.81, p < 0.01, \eta^2 = 0.55$,目标语言为英语的反应时(490.99ms)显著大于目标语言为汉语的反应时(453.96ms)。切换类型主效应显著, $F(1,24) = 23.15, p < 0.01, \eta^2 = 0.49$,有切换类型反应时(481.38ms)显著大于无切换类型反应时(463.57ms)。目标语言和切换类型交互作用不显著, $F(1,24) = 0.01, p > 0.05$ 。对 L1 - L2、L2 - L1 切换代价进行配对 t 检验,结果发现,L1 - L2 与 L2 - L1 之间的切换代价差异不显著, $t(24) = 0.10, p > 0.05$ 。

主动语码切换下被试反应时情况如表 2 所示。进行 2(目标语言:汉语、英语) \times 2(切换类型:有、

无)的重复测量方差分析。结果显示,目标语言主效应显著, $F(1,24) = 21.95, p < 0.01, \eta^2 = 0.48$ 。目标语言为英语的反应时(472.73ms)显著大于目标语言为汉语的反应时(451.40ms)。切换类型主效应不显著, $F(1,24) = 2.97, p > 0.05$ 。目标语言与切换类型交互作用显著, $F(1,24) = 4.65, p < 0.05, \eta^2 = 0.16$ 。进一步简单效应分析发现,在目标语言为汉语的条件下,有切换类型反应时(459.90ms)显著长于无切换类型反应时(442.91ms), $p < 0.05$;在目标语言为英语的条件下,有切换类型反应时(472.57ms)与无切换类型反应时(472.88ms)之间无显著差异, $p > 0.05$ 。

表 1 被动语码切换任务的平均反应时情况(ms) ($M \pm SD$)

切换类型	目标语言	
	汉语	英语
有	463.02 \pm 67.40	499.73 \pm 71.82
无	444.89 \pm 59.72	482.24 \pm 65.97
切换代价	18.13	17.49

表 2 主动语码切换任务的平均反应时情况(ms) ($M \pm SD$)

切换类型	目标语言	
	汉语	英语
有	459.90 \pm 62.04	472.57 \pm 57.71
无	442.91 \pm 52.65	472.88 \pm 54.46
切换代价	16.99	-0.31

4 讨论

本研究考察了被动与主动语码切换中的语码切换代价及抑制控制的作用。结果表明汉 - 英双语大学生在被动语码切换过程中存在语码切换代价,且代价呈现对称性,而主动语码切换下,目标语言为汉语时存在语码切换代价,目标语言为英语时不存在语码切换代价。

4.1 被动语码切换中抑制控制的作用

本研究中被被动与主动语码切换下结果均显示目标语言主效应显著,目标语言为汉语命名反应时小于目标语言为英语命名反应时。这与范琳和张淑静(2015)的研究结果一致。该研究选取高校英语专业硕士研究生为被试,采用图片命名任务考察汉 - 英 - 日三语者语言产出过程中语码转换抑制加工,结果发现,汉语命名图片反应时显著小于英语命名图片反应时。即使采用高校英语专业硕士研究生为被试,汉语命名与英语命名仍存在一定差异,但差异较小。本研究中,选择被试的标准是六级大于 500 分,习得年龄在 7 岁左右,英语训练与接触时间相对普通学生较长,英语为较熟练语言,但英语表达

场所主要集中于课堂,生活中英语使用频率和语言环境不及汉语,从而英语未能达到汉语的高熟练水平,因此,本实验中被试汉语为高熟练水平,英语为较熟练水平,英语命名反应时更长。

被动语码切换中有切换类型反应时显著更长,存在明显语码切换代价,且代价在语言方向上差异不显著,呈现对称性。这与 Costa 和 Santesteban (2004)、Costa, Santesteban 和 Ivanova (2006) 的研究结果部分一致。Costa, Santesteban 和 Ivanova (2006) 实验二要求精通西班牙语-加泰罗尼亚语的双语者根据颜色线索使用第一语言或第二语言命名图片,结果发现了语码切换代价和代价对称。他们认为线索下语码切换代价存在的原因是当进行语言转换时需要选择新的语言图式和重新设置认知系统,这一过程是需要时间的。根据特定语言选择理论,在转换语言过程中两种语言词汇系统激活之后,目标语言词汇会由于词汇化概念、语言域、线索化等条件影响而变得激活程度更高 (Schwieter & Sunderman, 2008),非目标语言不参与竞争,被试只需要在已激活的目标词汇系统中进行选择,无需对非目标语言进行抑制控制,因此切换代价呈现对称性。

但是非特定语言选择理论,如抑制控制模型,也可以解释这一现象。根据抑制控制模型,进行语言转换时,两种语言的词汇系统同时激活,非目标语言参与竞争,当进行目标语言语音产出时,被试还需要抑制非目标语言词汇,而目标语言也需要从上一个任务中解除之前所施加的抑制。抑制非目标语言和解除之前对目标语言的抑制都需要花费一定的时间,这一花费的时间皆与双语熟练程度密切相关。范琳和张淑静 (2015) 对汉-英-日三语转换过程与抑制加工的研究认为,当所使用的两种语言之间优势程度或熟练程度差异相对较小时,语码切换代价不对称性也会减小。在本研究中被试英语相对熟练,汉语高度熟练,双语水平虽存在差异,但差异较小,那么抑制两种语言的程度差异也小,同时解除两种语言上的抑制所耗费的时间差异也小,因此 L1-L2 与 L2-L1 之间切换代价差异并不显著,被动语码切换代价在语言方向上呈现对称性,这也与崔占玲、张积家和顾维忱 (2009) 的研究中提出的看法相一致。由此,仅依据行为数据结果无法确定抑制控制是否真正参与了双语被动语码切换过程。之后仍需借助高空间分辨率的 fMRI 技术、高时间分辨率的 ERPs 技术等先进认知神经科学方面技术,进一

步深入探究被动语码切换与抑制控制的关系。

4.2 主动语码切换中抑制控制的作用

本研究发现,主动语码切换中目标语言为汉语时存在语码切换代价,但目标语言为英语时不存在语码切换代价,与被动语码切换的结果不一致。根据适应控制理论 (Green & Abutalebi, 2013),被动语码切换语境中需要更多的认知加工以解决冲突干扰和抑制非目标语言,而在主动语码切换语境中,被试可采用机运性计划 (opportunistic planning) 方式以灵活应对,可直接选择脑海中准备充分、高通达的语言。在主动语码切换下,被试可自由对词汇进行选择安排与计划。被试如果优先检索或考虑英语,遇到准备充分、检索容易的词汇可直接选择英语。然而,当被试第一时间未能成功检索到英语词汇或该英语词汇未准备好,则改用汉语以确保正确。这个过程的选择时间就增加了主动语码切换代价。基于上述分析,主动语码切换中出现的结果可能与词汇选择策略有关。

另外,在这一过程中抑制控制可能也起到较小作用 (De Bruin, Samuel, & Duñabeitia, 2018)。主动语码切换任务中,被试优先考虑选择英语命名,那么对英语的抑制程度减小,解除抑制英语的时间也相应减少,同时对汉语的抑制程度增加,解除抑制汉语的时间也相应增加。这也会导致目标语言为汉语时出现主动语码切换代价,而目标语言为英语时未出现主动语码切换代价。因此,抑制控制在主动语码切换中也可能存在。

综上,抑制控制可能随语境变化而动态变化。主动语码切换可能包括自上而下的抑制加工过程和自下而上的高词汇通达过程,是多种机制共同参与的结果。综合本研究结果和前人文献分析发现,仅依据语码切换代价的反应时数据或者错误率数据来探讨抑制控制作用仍旧存在不少模糊之处,无法直接揭露其本质,日后的研究可结合认知神经科学方向技术进一步深入探讨。

5 结论

本研究在语言产生过程中发现,在被动语码切换下,汉-英双语大学生存在被动语码切换代价及代价对称,但这不能直接支持抑制控制真正参与被动语码切换过程,有待进一步确定;在主动语码切换下,目标语言为汉语时存在语码切换代价,而目标语言为英语时不存在语码切换代价,可能是抑制控制机制与词汇选择策略共同参与的结果。

参考文献

- 崔占玲,张积家,顾维忱.(2009).藏-汉-英三语者言语产生中的词汇选择机制.《现代外语》,32(1),51-58.
- 范琳,张淑静.(2015).汉-英-日三语者语言产出过程中语码转换抑制加工——基于转换代价不对称性的研究.《外语学刊》,(1),109-113.
- 王敬欣,贾丽萍,何立媛,张阔.(2014).汉-英双语者图片命名任务中的语码切换代价.《心理学探新》,34(2),147-151.
- 易保树,倪传斌.(2017).双语者语言切换的抑制控制及其影响因素.《外国语文》,33(2),91-98.
- Bobb, S. C., & Wodniecka, Z. (2013). Language switching in picture naming: What asymmetric switch costs (do not) tell us about inhibition in bilingual speech planning. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(5), 568-585.
- Blanco-Elorrieta, E., & Pykkänen, L. (2016). Bilingual language control in perception versus action: Meg reveals comprehension control mechanisms in anterior cingulate cortex and domain-general control of production in dorsolateral prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience the Official Journal of the Society for Neuroscience*, 36(2), 290-301.
- Blumenfeld, H. K., & Marian, V. (2013). Parallel language activation and cognitive control during spoken word recognition in bilinguals. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(5), 547-567.
- Blanco-Elorrieta, E., & Pykkänen, L. (2017). Bilingual language switching in the laboratory versus in the wild: The spatiotemporal dynamics of adaptive language control. *The Journal of Neuroscience*, 37(37), 9022-9036.
- Costa, A., Santesteban, M., & Ivanova, I. (2006). How do highly proficient bilinguals control their lexicalization process? Inhibitory and language-specific selection mechanisms are both functional. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 32(5), 1057-1074.
- Christoffels, I. K., Christoffels, I. K., Firk, C., & Schiller, N. O. (2007). Bilingual language control: An event-related brain-potential study. *Brain Research*, 1147(1), 192-208.
- Costa, A., & Santesteban, M. (2004). Lexical access in bilingual speech production: Evidence from language switching in highly proficient bilinguals and L2 learners. *Journal of Memory and Language*, 50(4), 491-511.
- De Bruin, A., Samuel, A. G., & Duñabeitia, J. A. (2018). Voluntary language switching: When and why do bilinguals switch between their languages? *Journal of Memory and Language*, 103, 28-43.
- Grainger, J., & Beauvillain, C. (1987). Language blocking and lexical access in bilinguals. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39(2), 295-319.
- Green, D. W., & Abutalebi, J. (2013). Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology (Hove, England)*, 25(5), 515-530.
- Gollan, T. H., Kleinman, D., & Wierenga, C. E. (2014). What's easier: Doing what you want, or being told what to do? Cued versus voluntary language and task switching. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(6), 2167-2195.
- Green, D. W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1(2), 67-81.
- Guo, T., Liu, H., Misra, M., & Kroll, J. F. (2011). Local and global inhibition in bilingual wordproduction: fMRI evidence from Chinese-English bilinguals. *NeuroImage*, 56(4), 2300-2309.
- Gollan, T. H., & Ferreira, V. S. (2009). Should I stay or should I switch? A cost-benefit analysis of voluntary language switching in young and aging bilinguals. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(3), 640-665.
- Jackson, G., Swainson, R., Cunningham, R., & Jackson, S. (2001). ERP correlates of executive control during repeated language switching. *Bilingualism: Language and Cognition*, 4(2), 169-178.
- Jevtic, M., Dunabeitia, J. A., & De Bruin, A. (2020). How do bilinguals switch between languages in different interactional contexts? A comparison between voluntary and mandatory language switching. *Bilingualism: Language and Cognition*, 23(2), 401-413.
- Kleinman, D., & Gollan, T. H. (2016). Speaking two languages for the price of one bypassing language control mechanisms via accessibility-driven switches. *Psychological Science*, 27(5), 700-714.
- Li, B., Liu, H., Liu, H., Perez, A., & Xie, N. (2018). Cathodal transcranial direct current stimulation over right dorsolateral prefrontal cortex improves language control during language switching. *Behavioural Brain Research*, 351, 34-41.
- Meuter, R. F., & Allport, A. (1999). Bilingual language switching in naming: Asymmetrical costs of language selection. *Journal of Memory and Language*, 40(1), 25-40.
- Philipp, A. M., Gade, M., & Koch, I. (2007). Inhibitory processes in language switching: Evidence from switching language-defined response sets. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19(3), 395-416.
- Schwietzer, J. W., & Sunderman, G. (2008). Language switching in bilingual speech production: In search of the language-specific selection mechanism. *The Mental Lexicon*, 3(2), 214-238.
- Verhoeve, K. M., Roelofs, A., & Chwilla, D. J. (2009). Role of

inhibition in language switching; Evidence from event – related brainpotentials in overt picture naming. *Cognition*, 110 (1), 84 – 99.

Xie, N. , Li, B. , Zhang, M. , & Liu, H. (2019). Role of top –

down language control in bilingual production and comprehension; Evidence from induced oscillations. *International Journal of Bilingualism*, 23(5), 1041 – 1063.

The Role of Inhibition Control in Mandatory and Voluntary Language Switching

Li Yalei Liu Xiaona Luo Jiyan Li Fuhong Li Changjiang Sun Hongwei Jia Liping

(Department of Psychology, Weifang Medical University, Weifang 261053)

Abstract: To investigate the role of inhibition control in mandatory and voluntary language switching, thirty – one Chinese – English bilingual college students participated in the numerical naming tasks. The results showed that there was a symmetric language switching cost in the mandatory language switching which could be explained by the Language – specific Selection Hypothesis or Inhibition Control Model. However, these findings could not directly support that the top – down inhibition control exactly took part in the mandatory language switching, more evidence needs to be provided by further studies. While in the voluntary language switching, language switching cost only existed in the L2 – L1 trials but not in the L1 – L2 trials, suggesting that the inhibition control mechanism and lexical selection strategy worked together in the voluntary language switching.

Key words: language switching cost; voluntary language switching; mandatory language switching; inhibition control