

# 熟练双语者负性情绪干扰下的认知优势效应： 来自 2-back 的证据\*

赵 艺<sup>1,2</sup>, 刘 毅<sup>1,2</sup>, 焦江丽<sup>1,2</sup>

(1. 新疆心智发展与学习科学重点实验室, 乌鲁木齐 830017; 2. 新疆师范大学心理学院, 乌鲁木齐 830017)

**摘 要:** 熟练双语者在空间工作记忆中存在认知优势,但是在负性情绪干扰下熟练双语者在空间工作记忆中是否存在认知优势尚不清楚。空间工作记忆和负性情绪均以大脑右半球为优势脑区,加工效能理论认为空间工作记忆和负性情绪的加工使用同样的认知资源。研究采用情绪空间 2-back 任务,探究在负性情绪刺激干扰下的空间工作记忆任务中熟练双语者是否存在认知优势。结果表明,熟练双语者在该任务中表现出比非熟练双语者更高的正确率和更短的反应时。这一结果说明,尽管存在负性情绪刺激的干扰,相比非熟练双语者,熟练双语者在空间工作记忆中仍然表现出了认知优势。

**关键词:** 熟练双语者; 负性情绪; 空间工作记忆; 双语认知优势

中图分类号: B842.5

文献标识码: A

文章编号: 1003-5184(2022)05-0416-06

## 1 引言

双语者被广泛地定义为在生活中可以灵活应用一种以上的语言知识的个人或群体(Nagel et al., 2015)。根据掌握第二语言的熟练程度,双语者分为熟练双语者和非熟练双语者,熟练双语者指第二语言的熟练程度与母语相当,非熟练双语者指第二语言的熟练程度不及母语,日常生活和学习中仍以母语为主(叶嘉文等,2011)。研究显示,非熟练双语者在执行功能方面与单语者之间不存在显著差异(Poarch & Bialystok, 2015)。双语经验对执行功能的促进作用称为双语认知优势(焦江丽等,2020),主要表现为双语者在工作记忆、抑制控制和认知灵活性方面比单语者表现更好(姜淞秀等,2015; 邱旭升等,2019; Elma et al., 2017)。双语者的两种语言是同时激活并持续竞争的,双语者必须不断地监控环境以选择合适的语言并抑制另一种语言,这种持续的双语控制经验导致大脑结构和功能的变化,从而产生双语认知优势(Champoux - Larsson & Dylman, 2020)。

工作记忆是一个资源有限的系统,在短时间内对当前所执行的认知任务所需要的信息进行存储和

操作(Baddeley, 1992),工作记忆不仅是执行功能的重要组成部分之一,也被认为是各种认知过程的核心,在学习、推理、问题解决等认知活动中发挥重要作用(赵鑫,周仁来,2010)。研究发现,双语经验对工作记忆能力存在一定的促进作用。邱旭升等(2019)采用数字 2-back 任务发现熟练双语者在任务中的正确率显著高于非熟练双语者,说明熟练双语者在工作记忆更新中存在认知优势。Morrison 等(2019)通过 ERP(event-related potential)技术发现青年英法双语者在 n-back 任务中的 P300 波幅比英语单语者更大,说明双语者有更多的认知资源用于完成认知要求更高的任务,他们可以用较少的努力和较高的效率完成比较困难的认知任务。在工作记忆的成分上,双语认知优势的相关研究发现这一优势效应主要体现在空间工作记忆中(黄嫣等,2022),而言语工作记忆方面往往未发现这一效应(Sullivan et al., 2016)。

情绪对个体的认知活动有着重要的影响,情绪与执行功能的加工之间存在交互作用,个体依据情绪的体验调整其相关评价、感觉和行为。以往有关双语认知优势的研究主要集中在不含情绪刺激的纯

\* 基金项目: 2019 年度国家社科基金项目“课语整合式”学习视角下的少数民族学生国家通用语言学习策略研究(19XJM203), 新疆师范大学博士科研启动基金项目(XJNUBS202116)(XJNUBS202010)。

通讯作者: 焦江丽 E-mail: jiaoannie@126.com。

认知任务。近年来,研究者们尝试探讨情绪刺激影响下的执行功能中是否存在双语认知优势效应,相关研究主要集中于对工作记忆的探讨。例如:Janus和Bialystok(2018)以儿童为被试,探究双语者和单语者在情绪面孔n-back任务中的表现差异,结果发现双语儿童的正确率高于单语儿童,但在反应时上没有发现双语儿童的工作记忆优势。Barker和Bialystok(2019)以青年大学生为被试,在记录脑电的同时让被试完成情绪n-back任务,以此探究情绪刺激干扰下双语者和单语者在工作记忆任务中的认知加工差异,结果发现双语者在任务中受到情绪刺激的干扰比单语者小,但是在反应时和正确率上均没有发现显著的双语认知优势。国内学者对此也展开了相关研究, Ma等(2020)采用延迟样本匹配任务和n-back任务考察熟练双语者和非熟练双语者在情绪刺激干扰下的工作记忆差异,结果表明,在情绪延迟样本匹配任务中,高负荷条件下的反应时和正确率结果显示出了一致的双语认知优势,但在情绪n-back任务中,仅在反应时上出现了双语认知优势。综合上述研究结果,基于加工效能理论的观点,该理论认为工作记忆系统的资源是有限的,负性情绪由于会被认知系统优先识别而抢占有限的工作记忆资源,从而导致可以分配给认知任务加工的工作记忆资源相应减少,故负性情绪会使个体完成认知任务的效率下降,这种影响在对工作记忆能力要求更高的任务中表现得更为明显(Eysenck & Calvo, 1992)。在工作记忆系统中,空间工作记忆以大脑右半球为优势脑区,言语工作记忆以大脑左半球为优势脑区,而负性情绪加工同样是以大脑右半球为优势脑区(Davidson, 1993)。即:负性情绪和空间工作记忆的优势脑区都是大脑右半球。此外,有研究者发现在工作记忆任务中,负性情绪选择性地影响空间工作记忆,而没有对言语工作记忆产生影响(李雪冰,罗跃嘉,2011),故负性情绪信息加工和空间工作记忆之间是资源竞争的关系。

综上所述,目前关于情绪刺激干扰下工作记忆中双语认知优势的研究在反应时和正确率指标上并未发现一致的结论。在这一争议的基础上,基于负性情绪信息加工和空间工作记忆之间的资源竞争关系,研究采用情绪空间2-back任务进一步探讨负性情绪刺激干扰下,熟练双语者在空间工作记忆中

是否存在认知优势效应。

## 2 方法

### 2.1 被试

熟练双语者为30名汉族大学生,选取标准为:英语专业,均通过专业八级考试,英语获得年龄为8~12岁,平均年龄 $22.43 \pm 1.73$ 岁,男生9名,女生21名。使用《语言经历和语言水平问卷》(谢枝龙,2014)评定其语言使用经历,该问卷评估了参与者的第二语言习得年龄、流利程度、口语和理解能力,以及他们所学过的所有语言的日常使用情况。近三个月内在听力、口语、阅读和写作四个方面的语言接触均超过50%者可以参加实验。非熟练双语者为30名汉族大学生,选取标准为:非英语专业,未通过大学英语四级考试,除学校必修的英语课程之外无其他语言学习经历,平均年龄 $21.60 \pm 2.14$ 岁,男生11名,女生19名。

为避免由于智力因素所导致的英语成绩差异,使用简版瑞文高级推理测验对所有被试的智力进行评估(Costa et al., 2009)。此外,在双语认知优势的研究中,有研究认为家庭社会经济地位可能是影响双语认知优势效应的关键因素,因此研究对两组被试的家庭社会经济地位进行平衡,使用《家庭SES问卷》进行测量(师保国,申继亮,2007),总分范围为4-22分。对所有被试进行《焦虑自评量表》(SAS)和《抑郁自评量表》(SDS)的评定,以排除情绪问题对实验结果的影响。SAS标准总分小于50分,SDS平均分小于0.5分的被试可参加实验。所有被试的视力、矫正视力及听力均正常,均为右利手,没有其他的身体疾病,实验结束后获得相应的报酬。

对熟练双语组和非熟练双语组的基本信息进行统计分析,如表1所示,熟练双语组和非熟练双语组在性别、年龄、智力以及家庭社会经济地位方面均不存在显著差异。

表1 被试基本信息

信息类型	熟练双语者	非熟练双语者	t	p
性别	9男	11男	0.54	0.59
年龄	$22.43 \pm 1.73$	$21.60 \pm 2.14$	1.66	0.10
智力	$9.40 \pm 1.38$	$9.47 \pm 1.38$	1.19	0.85
SES	$12.60 \pm 3.23$	$11.93 \pm 3.17$	0.81	0.42

### 2.2 实验设计

采用2(被试类型:熟练双语者、非熟练双语者)

×2(干扰刺激效价:中性情绪、负性情绪)的两因素混合实验设计。被试类型为被试间变量,干扰刺激效价为被试内变量,因变量为被试完成任务的反应时和正确率。

### 2.3 实验材料

目标刺激为0-9的阿拉伯数字,字体为Times New Roman,颜色为白色,字号为96,垂直视角为2.25°,分辨率为1024×768,屏幕背景为黑色。情绪图片选自《国际情绪图片系统》(International Affective Picture System; Lang et al., 2005),该系统包括图片的效价和唤醒度的平均等级,根据其效价和唤醒度进行选择,32张中性图片(效价: $M = 5.03$ ,  $SD = 0.38$ ,唤醒度: $M = 2.95$ ,  $SD = 0.56$ ),32张负性情绪图片(效价: $M = 1.91$ ,  $SD = 0.84$ ,唤醒度: $M = 6.72$ ,  $SD = 0.67$ ),中性图片和负性情绪图片在效价和唤醒度方面差异显著( $p < 0.001$ )。

### 2.4 实验程序

首先呈现白色注视点“+”500ms,随后呈现情

绪图片2000ms,再次呈现注视点500ms,接下来同时呈现3个目标刺激1000ms,被试需要记忆所有目标刺激出现的位置,随后第2次呈现情绪图片2000ms,注视点500ms,然后第2次呈现目标刺激,之后再次呈现情绪图片2000ms,注视点500ms,当第3次呈现目标刺激时,被试需要做出判断,当前呈现的目标刺激所处的位置与往前数第2次呈现的目标刺激所处的位置是否全部一致,若一致被试需要按“F”键,若不一致被试需要按“J”键。被试做出反应后,目标刺激消失,开始下一试次。正式实验中,中性Block和负性Block出现的顺序在被试间平衡,中间被试休息10分钟。每个Block包括30个试次,相同和不同的判断分别为15个试次。被试要在保证正确率的前提下尽量快速地做出反应。在正式实验之前,被试需要进行不含情绪图片的15个试次的传统空间2-back任务的练习,当被试明确了实验目标以及实验流程,则进入正式实验部分。实验流程图如下所示:

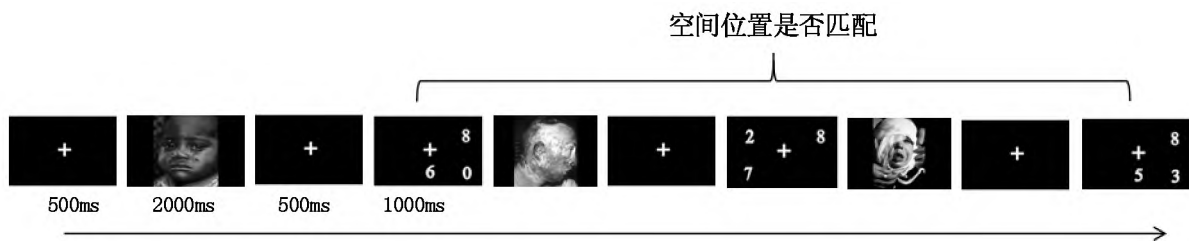


图1 负性情绪刺激干扰条件下的空间2-back任务

## 3 结果

熟练双语者和非熟练双语者在两种情绪干扰条

件下的正确率(ACC)和平均反应时(RT)如表2所示。

表2 被试在两种干扰条件下的正确率(%)与平均反应时(ms)

	熟练双语者		非熟练双语者	
	中性	负性	中性	负性
正确率	74.89 ± 6.71	71.78 ± 7.10	71.00 ± 7.49	65.22 ± 5.85
反应时	756.44 ± 67.09	780.20 ± 61.15	791.62 ± 55.74	821.85 ± 48.94

对反应时进行2×2重复测量方差分析,结果发现:干扰刺激效价主效应显著, $F(1, 58) = 20.43$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.26$ ,被试在负性情绪刺激干扰下的反应时(801.75ms)显著大于中性条件下的反应时(773.79ms);被试类型主效应显著, $F(1, 58) = 7.63$ ,  $p = 0.008$ ,  $\eta_p^2 = 0.12$ ,熟练双语者的反应时显著小于非熟练双语者;被试类型与干扰刺激效价交互作用不显著, $F(1, 58) = 0.29$ ,  $p = 0.590$ 。使用事

后检验进行进一步分析,中性条件和负性情绪刺激干扰下熟练双语者的反应时均显著小于非熟练双语者( $p = 0.031$ ,  $Cohen's d = 0.57$ ;  $p = 0.005$ ,  $Cohen's d = 0.73$ )。

对正确率进行2×2重复测量方差分析,结果发现:干扰刺激效价主效应显著, $F(1, 58) = 16.55$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.22$ ,被试在中性条件下的正确率(73.06%)显著高于负性情绪刺激干扰条件下的正

准确率(68.67%);被试类型主效应显著, $F(1,58) = 14.34, p = 0.003, \eta_p^2 = 0.20$ ,熟练双语者的正确率显著高于非熟练双语者;被试类型与干扰刺激效价交互作用不显著, $F(1,58) = 1.50, p = 0.227$ 。使用事后检验进行进一步分析,中性条件下和负性情绪刺激干扰条件下熟练双语者的正确率均显著高于非熟练双语者( $p = 0.038, Cohen's d = 0.54; p < 0.001, Cohen's d = 1.01$ )。

#### 4 讨论

采用情绪空间2-back任务,探讨了熟练双语者在负性情绪干扰下是否存在双语认知优势效应。结果发现,熟练双语者比非熟练双语者在负性情绪干扰下的任务中具有更高的正确率和更短的反应时,在正确率和反应时指标上均表现出了双语认知优势效应。

首先,在与记忆有关的认知任务中,与任务无关的干扰刺激的加工可能对记忆的准确性产生不利影响,这种额外的刺激加工由于给工作记忆增加了认知负荷,从而降低了用于完成目标任务的工作记忆效率。加工效能理论认为,在涉及工作记忆和负性情绪信息的同时加工中,二者会竞争有限的工作记忆系统资源(Eysenck & Calvo, 1992)。研究结果发现,相比于中性条件,两组被试在负性情绪干扰条件下具有较低的正确率和较长的反应时。基于这一理论,负性情绪信息的加工和空间2-back任务共同竞争认知资源,由于负性情绪占用了部分资源,导致被试在2-back任务中没有足够的资源加工记忆信息,出现相比于中性条件下更差的认知成绩。

其次,在中性条件下,熟练双语者表现出更高的正确率和更短的反应时,说明熟练双语者在空间工作记忆方面存在认知优势,这与以往的研究结果一致。例如:Warmington等(2019)以青年人为被试,测量了双语者和单语者在视空间短时记忆和视空间执行任务中的表现,结果表明双语者在所有空间工作记忆任务中的表现都好于单语者。Calvo和Bialystok(2014)使用青蛙矩阵任务探究双语经验对儿童工作记忆能力的影响,任务设置了四种条件:简单广度条件、掩蔽条件、顺序呈现条件和操作条件,这四种条件的难度是依次递增的,其结果发现,双语组在四种条件下的表现均显著好于单语组,说明双语者有更好的空间工作记忆能力。

最后,研究结果表明负性情绪干扰下熟练双语者在空间工作记忆任务中仍然存在双语认知优势效应,这与双语认知优势效应的本质解释存在一定的关系。双语认知优势的产生主要源于双语经验对熟练双语者注意控制能力的提升。双语者在日常生活中交替使用两种语言,由于两种语言时常处于激活状态,而目标语言只有一种,因此需要一种选择机制,在两个相互竞争的语言系统之间进行目标选择,这个机制很可能位于额叶皮层的执行控制系统中。研究发现,涉及语言转换的额叶执行控制系统与非言语任务中进行选择性注意的额叶执行控制系统相同,并且双语者使用这些执行控制网络的效率高于单语者(Gold et al., 2013; Luk et al., 2012)。Abutalebi等(2012)也发现前扣带回皮层是一般执行控制网络的关键部分,也是负责监测和控制两种语言的注意监控中心。这些研究均表明,双语经验可能会对个体的注意控制产生积极影响,表现为对目标任务的选择性和持续性注意的维持。此外,有研究者提出,选择性和持续性注意是工作记忆的组成成分,更好的工作记忆能力代表了个体更好的注意控制能力(Eriksson et al., 2015; Grundy & Timmer, 2017)。Li等(2005)认为,负性情绪会对空间工作记忆产生影响,可能是因为负性情绪的自动加工占据了空间工作记忆加工所需要的注意资源。基于以上分析,由于熟练双语者的双语经验对注意控制能力的提升,使得其注意选择和维持能力好于非熟练双语者,并体现在工作记忆任务中。因此,熟练双语者在负性情绪干扰下,其空间工作记忆任务成绩好于非熟练双语者,表现出双语认知优势效应。

研究通过情绪空间2-back范式探讨了情绪信息影响下的双语认知优势效应,拓展了双语认知优势效应的研究领域。研究主要以反应时和正确率为指标,研究结论的解释停留于行为层面,未来研究可以结合ERP等认知神经科学的研究方法,进一步探讨情绪信息影响下的双语认知优势效应的神经机制。

#### 5 结论

负性情绪刺激干扰了被试在空间工作记忆任务中的表现;熟练双语者在负性情绪刺激干扰下的空间工作记忆任务中存在双语认知优势。

## 参考文献

- 黄嫣, 陈艺苑, 徐永, 饶恒毅. (2022). 双语经验影响工作记忆的元分析研究. *现代外语*, 45(1), 114-125.
- 焦江丽, 刘毅, 闻素霞. (2020). 中英双语者情绪注意偏向中的双语优势效应. *心理与行为研究*, 18(5), 590-595.
- 姜沁秀, 李杰, 刘兴宇, 七十三, 杨伊生. (2015). 不同熟练度双语者非语言任务转换的差异——来自 ERP 的证据. *心理学报*, 47(6), 40-50.
- 李雪冰, 罗跃嘉. (2011). 空间及言语工作记忆任务的情绪效应: 来自 ERP/fMRI 的证据. *心理科学进展*, 19(2), 166-174.
- 邱旭升, 焦江丽, 刘毅. (2019). 工作记忆更新任务中的认知优势效应. *心理科学*, 42(4), 784-789.
- 师保国, 申继亮. (2007). 家庭社会经济地位、智力和内部动机与创造性的关系. *心理发展与教育*, 23(1), 32-36.
- 谢枝龙. (2014). 双语水平与认知控制心智转换. *心理发展与教育*, 30(5), 512-519.
- 叶嘉文, 王瑞明, 李利, 范梦. (2011). 语言产生过程中非目标语言的激活与抑制. *心理学报*, 43(11), 1263-1272.
- 赵鑫, 周仁来. (2010). 工作记忆训练: 一个很有价值的研究方向. *心理科学进展*, 18(5), 711-717.
- Abutalebi, J., Rosa, P., Green, D. W., Hernandez, M., Scifo, P., Keim, R., ... Costa, A. (2012). Bilingualism tunes the anterior cingulate cortex for conflict monitoring. *Cerebral Cortex*, 22(2), 2076-2086.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Barker, R. M., & Bialystok, E. (2019). Processing differences between monolingual and bilingual young adults on an emotion n-back task. *Brain and Cognition*, 134(1), 29-43.
- Champoux-Larsson, M. F., & Dylman, A. S. (2020). Different measurements of bilingualism and their effect on performance on a Simon task. *Applied Psycholinguistics*, 42(2), 505-526.
- Costa, A., Hernández, M., Costa-Faidella, J., & Sebastián-Gallés, N. (2009). On the bilingual advantage in conflict processing: Now you see it, now you don't. *Cognition*, 113(2), 135-149.
- Calvo, A., & Bialystok, E. (2014). Independent effects of bilingualism and socioeconomic status on language ability and executive functioning. *Cognition*, 130(3), 278-288.
- Davidson, R. J. (1993). Parsing affective space: Perspectives from neuropsychology and psychophysiology. *Neuropsychology*, 7(4), 464-475.
- Elma, B., Tessel, B., Evelyn, B., Leonie, C., & Emma, E. (2017). Cognitive advantages of bilingual children in different sociolinguistic contexts. *Frontiers in Psychology*, 8, 552-563.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & Emotion*, 6(6), 409-434.
- Eriksson, J., Vogel, E., Lansner, A., Bergström, F., & Nyberg, L. (2015). Neurocognitive architecture of working memory. *Neuron*, 88(1), 33-46.
- Gold, B. T., Kim, C., Johnson, N. F., Kryscio, R. J., & Smith, C. D. (2013). Lifelong bilingualism maintains neural efficiency for cognitive control in aging. *Journal of Neuroscience the Official Journal of the Society for Neuroscience*, 33(2), 387-396.
- Grundy, J. G., & Timmer, K. (2017). Bilingualism and working memory capacity: A comprehensive meta-analysis. *Second Language Research*, 33(3), 325-340.
- Janus, M., & Bialystok, E. (2018). Working memory with emotional distraction in monolingual and bilingual children. *Frontiers in Psychology*, 9, 1582-1593.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2005). *International affective picture system (IAPS): Instruction manual and affective ratings*. Technical Report A-6, The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Luk, G., Green, D. W., Abutalebi, J., & Grady, C. (2012). Cognitive control for language switching in bilinguals: A quantitative meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Language & Cognitive Processes*, 27(10), 1479-1488.
- Li, X. B., Li, X. Y., & Luo, Y. J. (2005, April). *Selective effect of negative emotion on spatial and verbal working memory: An ERP study*. Proceedings of 2005 International Conference on Neural Networks & Brain, Beijing, China.
- Morrison, C., Kamal, F., & Taler, V. (2019). The influence of bilingualism on working memory event-related potentials. *Bilingualism: Language and Cognition*, 22(1), 191-199.
- Ma, X., Ma, X., Li, P., & Liu, Y. (2020). Differences in working memory with emotional distraction between proficient and non-proficient bilinguals. *Frontiers in Psychology*, 11, 1414-1453.
- Nagel, O. V., Temnikova, I. G., Wylie, J., & Koksharova, N. F. (2015). Functional bilingualism: Definition and ways of assessment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 215, 218-224.
- Poarch, G. J., & Bialystok, E. (2015). Bilingualism as a model for multitasking. *Developmental Review*, 35(1), 113-124.
- Sullivan, M. D., Prescott, Y., Goldberg, D., & Bialystok, E.

(2016). Executive control processes in verbal and nonverbal working memory. *Linguistic Approaches to Bilingualism* 6(1-2), 147-170.

Warmington, M. A., Swathi, K. P., & Hitch, G. J. (2019). Novel - word learning, executive control and working memory: A bilingual advantage. *Bilingualism* 22(4), 763-782.

## Cognitive Advantages of Proficient Bilinguals under the Interference of Negative Emotion: Evidence from the 2-back Task

Zhao Yi<sup>1,2</sup>, Liu Yi<sup>1,2</sup>, Jiao Jiangli<sup>1,2</sup>

(1. Xinjiang Key Laboratory of Mental Development and Learning Science, Urumqi 830017;

2. School of Psychology, Xinjiang Normal University, Urumqi 830017)

**Abstract:** Proficient bilinguals have the cognitive advantage in spatial working memory, however, it is unclear whether proficient bilinguals have cognitive advantages in spatial working memory under the interference of negative emotion. Both spatial working memory and negative emotion are dominated by the right hemisphere of the brain. The processing efficacy theory suggests that the processing of spatial working memory or negative emotion uses the same cognitive resources. This study used the emotional spatial 2-back task to explore whether proficient bilinguals possess the cognitive advantage in spatial working memory task under the interference of negative emotional stimuli. Results indicate that the accuracy of proficient bilinguals was significantly higher than that of non-proficient bilinguals and the reaction times of proficient bilinguals were significantly shorter than that of non-proficient bilinguals. The experimental results show that proficient bilinguals have the cognitive advantage in spatial working memory task compared to non-proficient bilinguals under the interference of negative emotional stimuli.

**Key words:** proficient bilinguals; negative emotion; spatial working memory; bilingual cognitive advantage