

# 不同任务难度条件下认知老化对冲突适应能力的影响<sup>\*</sup>

宋晓蕾 李小芳 赵媛 何丹

(陕西师范大学心理学院; 陕西省行为与认知神经科学重点实验室, 西安 710062)

**摘要:** 采用任务冲突范式考察在不同任务难度条件下认知老化对个体冲突适应能力的影响。实验1采用经典Flanker任务考察在需要较少认知资源的低难度任务上, 老年人与年轻人的冲突适应能力是否有差异; 实验2则进一步采用Flanker与Simon任务的交叉整合任务, 探讨在需要更多认知资源的高难度任务上, 认知老化对冲突适应能力的影响。结果表明在低难度任务条件下, 认知老化并未对冲突适应能力产生影响; 而当冲突调控所需认知资源超出老化大脑最大代偿潜能时, 老年人的冲突适应能力受损严重, 认知老化会显著影响冲突适应能力。本研究最终支持了脑功能代偿说和资源限制理论。

**关键词:** Flanker冲突; Simon冲突; 冲突适应效应; 认知老化; 认知控制

**分类号:** B844

## 1 引言

生活中充满了各种相互竞争的信息, 若不能保持对目标的注意、过滤掉干扰信息, 就很容易受到任务无关信息的干扰。在复杂的环境中, 要想使行为更高效, 人脑就需要通过认知控制系统对这些信息进行有效地监测和控制, 从而在相互竞争的信息之间获取有效信息解决任务之间的冲突, 指导行为高效有序地进行。这种当面临多种相互竞争的冲突情境时, 人们通过认知控制有效地优化当前行为的现象即冲突适应效应(Conflict adaption effect)(Gratton, Coles, & Donchin, 1992; 刘培朵, 杨文静, 田夏, 陈安涛, 2012)。对此问题的研究有助于人们更好地克服干扰信息, 最大限度地优化当前行为。

冲突适应会使得被试在经历过前次的冲突后, 更好地解决随后出现的冲突, 如在Simon任务或Flanker任务中, 前次试次中经历的冲突会使当前试次的反应更快, 准确率更高(刘培朵等, 2012), 这是认知控制能力的表现(Botvinick, Braver, Barch, Carter, & Cohen, 2001)。冲突适应效应最先由Gratton等(1992)在研究Flanker效应时提出, 后来研究者在Simon任务和Stroop任务中同样观察到了稳定的冲突适应效应(Jiménez & Méndez, 2012; Larson, Kaufman, & Perlstein, 2009), 研究这种先前

冲突处理的经验对随后冲突解决的影响和易化作用具有重要的现实意义。

以往大量研究探讨了冲突适应效应的认知神经机制(蒋军, 向玲, 庆林, 陈安涛, 2014; 唐丹丹, 陈安涛, 2013; Cohen & Cavanagh, 2011; Cohen & Gaal, 2013; Jiang, Xiang, Zhang, & Chen, 2014; Kim, Johnson, & Gold, 2014; Li et al., 2015), 引发冲突适应效应的影响因素(Chechko, Kellermann, Schneider, & Habel, 2014; Xue, Ren, Kong, Liu, & Qiu, 2015), 以及冲突的类型(胡凤培, 王倩, 徐莲, 葛列众, 2012; Kan et al., 2013)等, 认为冲突适应的产生是前次试次中遇到的冲突激活了前扣带回, 前扣带回检测到冲突信息后决定如何进行认知控制调节, 并将信号传递给背外侧前额叶等具体负责认知控制的脑区, 使大脑在当前试次出现之前就处于积极的准备状态, 进而能更好地对当前出现的冲突进行控制(Shenhav, Botvinick, & Cohen, 2013)。但这些研究都是以正常成年人为样本, 较少有研究考察认知能力有缺陷的人群, 如老年人的冲突适应问题。而对于认知能力已开始衰退的老年人来说, 考察认知衰退给认知控制能力带来的影响, 对于预防和减少这样的影响和损害尤为重要。

以往有关认知老化的研究表明, 认知老化使得老年人的认知控制能力降低(Aisenberg et al.,

<sup>\*</sup> 基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31671147); 陕西师范大学理工科中央高校课题项目(GK201703087); 陕西师范大学教师教育研究专项资助(JSJY2015J018)。

通讯作者: 宋晓蕾, E-mail: songxiaolei@snnu.edu.cn

2015)、加工速度减慢(王大华,黄一帆,彭华茂,陈晓敏,2012)。在有关采用 Simon 任务考察老年人认知控制的研究中,发现老年人的反应时更长,Simon 效应更大(Proctor, Pick, Vu, & Anderson, 2005)。Craig 和 Salthouse(2010)认为老年人之所以出现更大的 Simon 效应是由于因年龄增加使得认知资源衰减而引发的普遍性反应减缓;Castel 等(2007)则认为,这可能要归因于老年人对于无关信息自动反应激活的抑制能力的衰退;Proctor 等(2013)也认为认知老化所导致的老年人抑制能力的缺陷会使得其抗干扰能力减弱。以往有关老年人 Flanker 任务的研究非常少,少量研究表明老年人也存在 Flanker 效应(Mitchell & Perlmutter, 1985);另一项采用垂直 Flanker 任务的研究发现老年人的 Flanker 效应比年轻人更大,表现为老年人在自动化任务上的抑制能力较年轻人更弱(Shaw, 1992)。Flanker 任务是基于刺激的冲突,主要激活的脑区是顶叶皮层(Egner, 2007, 2008; Egner, Delano, & Hirsch, 2007),而 Simon 冲突是基于反应的冲突,主要激活前运动皮层和背外侧前额叶等脑区(Kim, Chung, & Kim, 2010; Kim et al., 2014),两种任务都激活了认知/注意网络,尤其是前扣带回皮层。老年人在 Simon 任务和 Flanker 任务上的效应量都比年轻人更大,表明在基于顶叶和额叶、以及前运动皮层区域的自动化任务上,老年人的抑制控制能力受到了认知老化影响。而冲突适应效应主要依赖前扣带回、背外侧前额叶等脑区(Kim et al., 2014),据此推测,老年人的冲突适应能力可能会比年轻人更差。

此外,脑功能影像学的研究发现老年人脑半球非对称性减弱(Cabeza, 2002),在高级认知活动中发现双侧脑激活的增加(Cabeza, 2002; Park & Reuter-Lorenz, 2009),这被认为与普通脑老化的机制有关,即脑网络的去分化(Li & Lindenberger, 1999)或者双侧脑结构功能补偿式参与(Cabeza, 2002)。认知老化的代偿假说(Reuter-Lorenz & Cap-pell, 2008)认为老化减少了认知加工资源,导致认知功能缺损,这种非对称的激活模式反映了老年人募集了任务相关脑区以外的其他脑区以补给认知资源的不足。为了达到与年轻大脑相同水平的输出,老化大脑会募集更多的神经资源来补偿该不足。因此,老年人的冲突适应能力也可能会达到和年轻人一样的水平。然而,资源限制理论(Kahneman, 1973)指出人的心理资源总量是有限的,加工任务越复杂,占用的认知资源越多,若进行的任务所需的

资源之和不超过个体的认知资源总和,任务就可能顺利完成,而如果所需资源总和超出个体认知资源总和,完成这项任务就会出现困难,就会导致与年龄相关的认知功能下降。

基于此,本研究将采用任务冲突范式,共设计了 2 个实验以考察不同任务难度条件下认知老化对冲冲突适应能力的影响。实验 1 首先采用 Flanker 范式,探究在需要较少资源的低难度任务上,老年人的冲突适应能力与年轻人是否有差异;实验 2 进一步采用 Flanker 和 Simon 的交叉整合范式,将 Flanker 和 Simon 冲突整合为难度更大、需要更多认知资源的冲突控制任务,考察在需要更多心理资源的高难度任务上,老年人与年轻人冲突适应能力的差异,最终揭示不同任务难度条件下认知老化对冲冲突适应能力的影响。本研究假设如果认知老化使得认知功能下降,但是大脑功能的代偿作用有效,那么在低难度的任务上老年人的冲突适应能力和年轻人无差异;若代偿无效,则在低难度的任务上老年人的冲突适应能力也会和年轻人有显著差异,而在高难度的任务中,由于受资源总量有限的限制,老年人的冲突适应能力会低于年轻人,认知老化只有在高难度任务中对冲突适应能力产生影响。

## 2 实验 1 低难度任务上老年人的冲突适应效应

采用 Flanker 任务考察在低难度任务上,老年人与年轻人的冲突适应效应是否有差异。如果在简单的基于刺激的 Flanker 任务上老年人冲突适应效应与年轻人无差异,那么表明老年人的代偿能力足以应付低难度的任务。

### 2.1 方法

#### 2.1.1 被试

青年组 32 名(女 19 人),年龄 18~22 岁,平均年龄 19.4 岁。老年组 35 人(女 21 人),年龄 60~80 岁,平均年龄 69.2 岁。所有被试均为右利手,视力或矫正视力正常,身体状况良好。实验后均获得一定的报酬。

#### 2.1.2 仪器和材料

实验通过计算机呈现刺激和进行按键反应,17 寸显示屏,分辨率为 1024×768。在安静的实验室进行实验,屏幕背景为白色。被试眼睛距离屏幕中心约为 60cm。实验刺激有两种(见图 1),是七个水平排列的箭头组。一致的刺激七个箭头的指向一致(congruent, C),不一致(incongruent, I)的刺激中间

箭头的指向和边侧箭头的指向方向相反。实验程序采用 E-prime1.1 编写和呈现。

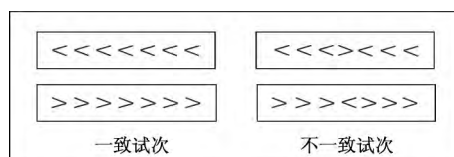


图1 两种实验刺激

### 2.1.3 设计和程序

采用 2(前次试次的一致性: 一致、不一致)  $\times$  2(当前试次的一致性: 一致、不一致)  $\times$  2(年龄: 年轻、年老) 的混合设计。其中前次试次的一致性(一致 c, 不一致 i) 和当前试次的一致性(一致 C, 不一致 I) 是被试内变量, 年龄是被试间变量。实验流程图见图 2。首先, 在屏幕中央呈现黑色注视点 1200 ms; 然后注视点消失, 呈现 400 ~ 600 ms 的空屏; 最后在屏幕中央呈现黑色的目标刺激, 被试做出按键反应后目标刺激消失, 进入下一个试次。试次间隔 1500 ms。

正式试验包含 520 个试次, 分 8 个 Block 呈现, Block 间有 1 分钟的休息。因为冲突适应效应前次冲突的试次对随后冲突的易化效应, Flanker 刺激共有一致(C) 和 不一致(I) 两种, 所以试次伪随机产生 4 种配对的试次(前次试次 - 当前试次: c-C, c-I, i-C, i-I)。正式实验前, 先有 16 个试次的练习, 练习所用的材料和反应规则与正式实验相同, 并给予反馈。要求被试对中间箭头的朝向做出判断并按键反

应。如, 当中间的箭头朝向左时, 请用你的左手食指按“Z”键; 当中间的箭头朝向右时, 用右手食指按“/”键; 目标朝向和反应手在被试间平衡。要求被试在每次试验中注视于屏幕中央, 并尽可能准确、快速地做出反应。

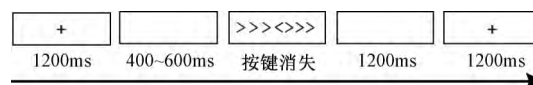


图2 实验1流程图

### 2.2 结果与分析

剔除反应时在正负三个标准差之外、正确率低于 90% 的数据, 以及每个 block 的第一个没有前次试次的试次。有研究表明错误试次的反应时更快而错误后试次的反应时更慢(Clayson & Larson, 2011; Larson, Clayson, & Baldwin, 2012), 所以错误试次和错误后试次也剔除。最终共 59 名被试(青年组 29 人, 老年组 30 人) 的数据均进入统计分析, 数据剔除率为 3.6%。以往研究发现冲突后增强的认知控制主要对反应时产生了调节作用, 对错误率的影响很小(Freitas, Bahar, Yang, & Banai, 2007), 所以只对反应时做统计分析。表 1 为各类试次平均反应时和冲突适应效应量。冲突适应量(CAE) 的计算为:  $(cI - cC) - (iI - iC)$  的反应时差,  $RTs(iI - iC) < RTs(cI - cC)$ , 反应时差值越大则说明冲突适应效应越强, 个体对冲突控制的调节能力越强(Gratton, Coles, & Donchin, 1992; 唐丹丹等, 2013)。

表1 各类试次平均反应时会和冲突适应效应量( $M \pm SD$ )

	c-C	c-I	i-C	i-I	CAE
老年组	738.33 $\pm$ 157.71	779.72 $\pm$ 172.21	758.83 $\pm$ 164.09	769.97 $\pm$ 17.51	30.25**
青年组	499.86 $\pm$ 63.98	526.02 $\pm$ 69.67	514.41 $\pm$ 7.04	518.89 $\pm$ 67.86	21.68*

注: \*\*\* 表示  $p < 0.001$ , \*\* 表示  $p < 0.01$ , 小写字母代表前次试次的一致性, 大写字母代表当前试次的一致性, cC 表示前次试次一致-当前试次一致, cI 表示前次试次一致-当前试次不一致, iC 表示前次试次不一致-当前试次一致, iI 表示前次试次不一致-当前试次不一致, CAE 是冲突适应效应,  $CAE = (cI - cC) - (iI - iC)$ 。

以年龄、前次试次一致性和当前试次一致性为自变量, 以反应时为因变量进行重复测量方差分析。结果表明, 年龄主效应显著,  $F(1, 57) = 55.54$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.49$ , 老年组的反应时( $M = 761.71$  ms) 显著长于青年组( $M = 514.79$  ms)。当前试次一致性主效应显著,  $F(1, 57) = 75.97$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.57$ , 当前一致试次反应时( $M = 630.51$ ) 比当前不一致试次反应时( $M = 651.95$ ) 短; 前次试次一致性主效应不显著,  $F < 1$ 。

前次试次和当前试次二因素交互作用显著,  $F(1, 57) = 126.92$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.69$ , 表明出现了显著的冲突适应效应。进一步的简单效应分析发

现, 一致试次后的一致试次的反应时显著快于不一致试次后的一致试次的反应时, 即  $RT_{cC} < RT_{iC}$ ,  $F(1, 58) = 75.25$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.72$ ; 不一致试次后的不一致试次的反应时显著快于一致试次后的不一致试次试次的反应时, 即  $RT_{iI} < RT_{cI}$ ,  $F(1, 58) = 23.09$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.35$ , 得到了 26 ms 显著的冲突适应效应。前次试次一致性和当前试次分别与年龄分组的二因素及三因素的交互作用均不显著,  $F_s < 1$ , 表明 Flanker 冲突适应效应在两组被试间不存在差异。

### 2.3 小结

实验 1 的结果表明, 在 Flanker 任务上, 老年人

的冲突适应效应和年轻人无显著差异。说明在低难度任务上,虽然老年人的反应速度慢于年轻人,但老年人的冲突适应效应与年轻人相比并没有显著差异。为了考察在需要更多心理资源的高难度任务上,老年人是否还能保持和年轻人一样的认知控制能力,本研究进行了实验 2 的研究。

### 3 实验 2 高难度任务上老年人的冲突适应效应

实验 2 在实验 1 Flanker 任务的基础上,将箭头组左右呈现,要求被试忽略箭头组呈现的左右位置,还是只对中间箭头的朝向做反应,将需较少认知资源的 Flanker 任务变成了 Flanker 任务和 Simon 任务的交叉整合任务,这使得任务难度大于单纯的 Flanker 任务,且 Simon 任务是基于反应的冲突,需要激活更多的额叶,占用更多的认知资源(Egner, 2007; Egner et al., 2007; Kim et al., 2010; Kim et al., 2014)。如果代偿足够,老年人的冲突适应效应将和年轻人的无差异,如果代偿不足,那么老年人的冲突适应效应将会小于年轻人的。本实验旨在通过操控任务难度的变化来进一步考察认知老化对冲冲突适应效应的影响。

#### 3.1 方法

##### 3.1.1 被试

青年组 30 人(女 16 人),年龄在 17~21 岁,平均年龄 19 岁。老年组 30 人(女 20 人),年龄 60~78 岁,平均年龄 69 岁。所有被试均为右利手,视力或矫正后视力正常,身体状况良好。实验后均获得一定报酬。

##### 3.1.2 仪器和材料

实验仪器同实验 1,实验材料为五个箭头组,箭头组有 4 种,全朝上、全朝下、中间朝上边侧朝下、中间朝下边侧朝上(见图 3)。

##### 3.1.3 设计和程序

采用 2( Simon 前次试次一致性:一致、不一致)  $\times$  2( Flanker 前次试次一致性:一致、不一致)  $\times$  2( Simon 当前试次一致性:一致、不一致)  $\times$  2( Flanker 当前试次一致性:一致、不一致)  $\times$  2( 年龄:年轻、年老) 的混合设计,其中年龄是被试间变量。实验流程图见图 3。

首先,在屏幕中央呈现注视点 400~600 ms;注视点消失后在屏幕的左或右边出现目标刺激,被试按键反应后目标刺激消失,进入下一试次。试次之间的间隔为 1500 ms。前次试次的类型有四种:

Flanker 一致( Fc) + Simon 一致( Sc)、Flanker 一致( Fc) + Simon 不一致( Si)、Flanker 不一致( Fi) + Simon 一致( Sc)、Flanker 不一致( Fi) + Simon 不一致( Si)(见图 3 上边 4 个刺激),随后试次伪随机呈现产生 16 种配对的试次(前次试次-当前试次: FcSc-FCSC、FcSc-FCSI、FcSc-FISI、FcSc-FISC、FcSi-FCSC、FcSi-FCSI、FcSi-FISC、FcSi-FISI、FiSc-FCSC、FiSc-FCSI、FiSc-FISC、FiSc-FISI、FiSi-FCSC、FiSi-FCSI、FiSi-FISC、FiSi-FISI)。实验共 272 个试次,分 16 个 block 呈现,每一个 block 有 17 个试次,其中第一个试次不收集数据,剩下的 16 个试次对应刺激组合的 16 种类型。正式实验开始前,有 16 个练习试次。要求被试忽略两边的箭头朝向和呈现的左右方位,只对中央箭头的朝向反应。如当中间箭头朝上时,用左手食指按“Z”键,当中间箭头朝下时,用右手食指按“/”键目标朝向和反应手在被试间平衡。

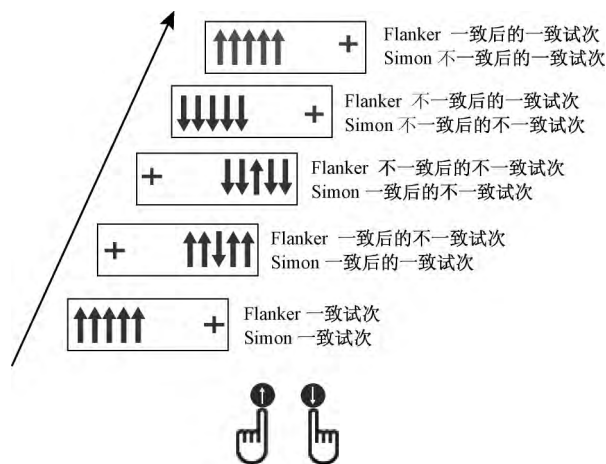


图 3 实验 2 的流程图

#### 3.2 结果与分析

数据剔除标准同实验 1,剔除率为 5.7%。最终共 50 名被试(青年组 26 人,老年组 24 人)的数据进入统计分析。表 2 为平均反应时和效应量数据。

实验 2 的交叉整合任务中包含了一个 Flanker 任务和一个 Simon 任务,分别对 Simon 任务和 Flanker 任务的反应时数据进行  $2 \times 2 \times 2$  的重复测量方差分析。结果表明,在 Flanker 和 Simon 任务上,年龄主效应都显著,  $F(1, 48) = 75.65, p < 0.001, \eta^2 = 0.61$ ;  $F(1, 48) = 75.65, p < 0.001, \eta^2 = 0.61$ 。老年组的反应时( $M = 1017.65$  ms)显著长于青年组( $M = 635.79$  ms)。当前试次一致性主效应均显著,  $F(1, 48) = 390.16, p < 0.001, \eta^2 = 0.89$ ;  $F(1, 48) = 234.81, p < 0.001, \eta^2 = 0.83$ ; 前次试次一致性主效应不显著,  $F < 1$ 。

Flanker 任务和 Simon 任务的前次试次和当前试次二因素交互作用均显著,  $F(1, 48) = 333.53, p < 0.001, \eta^2 = 0.87$ ;  $F(1, 48) = 118.04, p < 0.001, \eta^2 = 0.71$  表明分别出现了显著的 Flanker 和 Simon 冲突适应效应。Simon 任务的前次与当前试次一致性分别与年龄的二因素交互作用均不显著,  $F_s < 1$ ; Flanker 任务的前次与当前试次一致性分别与年龄的二因素交互作用均显著,  $F(1, 48) = 47.99, p < 0.001, \eta^2 = 0.50$ ;  $F(1, 48) = 6.17, p < 0.05, \eta^2 = 0.11$ ; Flanker 任务的前次试次一致性和当前试次分别与年龄分组的二因素交互作用均显著,  $F(1, 48) = 47.99, p < 0.001, \eta^2 = 0.50$ ;  $F(1, 48) = 6.17, p < 0.05, \eta^2 = 0.11$ 。年龄  $\times$  前次 Simon 一致性  $\times$  当前 Simon 一致性不显著,  $F(1, 48) = 2.61, p = 0.087, \eta^2 = 0.09$ ; 年龄  $\times$  前次 Flanker 一致性  $\times$  当前 Flanker 一致性三因素

交互显著,  $F(1, 48) = 13.51, p < 0.01, \eta^2 = 0.22$ 。

进一步分别对老年组和青年组的 Simon 冲突和 Flanker 冲突的当前试次和前次试次一致性的交互作用进行简单效应分析。对于青年组: Simon 任务 ( $F(1, 25) = 15.14, p = 0.001, \eta^2 = 0.38$ ) 与 Flanker ( $F(1, 25) = 21.23, p < 0.001, \eta^2 = 0.46$ ) 任务的当前试次一致性与前次试次一致性的交互作用均显著, 即青年组的 Simon 效应 (14.4 ms) 和 Flanker 冲突适应效应 (24.5 ms) 显著。而对于老年组: Simon 任务 ( $F(1, 23) = 1.75, p = 0.199, \eta^2 = 0.07$ ) 与 Flanker ( $F(1, 23) = 2.62, p = 0.12, \eta^2 = 0.10$ ) 任务的当前试次一致性和前次试次一致性的交互作用均不显著, 即老年组在 Simon 任务上的冲突适应效应 (10.6 ms) 和在 Flanker 任务上的冲突适应效应 (17.2 ms) 均未达到显著水平。

表 2 中青年组和老年组的反应时描述性统计分析 ( $M \pm SD$ )

		FCSC	FISC	FCSI	FISI	FCAE	SCAE
青年组	FeSe	535.9 $\pm$ 65.6	649.8 $\pm$ 62.5	607.4 $\pm$ 7.3	741.9 $\pm$ 68.3		
	FiSe	56.6 $\pm$ 72.2	64.3 $\pm$ 61.2	627.5 $\pm$ 72.9	73.6 $\pm$ 66.9		
	FeSi	546.5 $\pm$ 72.9	644.7 $\pm$ 67.8	613.1 $\pm$ 68.6	715.5 $\pm$ 73.3	24.5 ***	14.4 **
	FiSi	561.7 $\pm$ 74.8	651.7 $\pm$ 63.8	629.0 $\pm$ 73.9	726.8 $\pm$ 7.8		
老年组	FeSe	902.8 $\pm$ 227.4	1023 $\pm$ 216.9	962.8 $\pm$ 205.5	1163 $\pm$ 215.1		
	FiSe	908.9 $\pm$ 224.2	1043.7 $\pm$ 228.9	992.8 $\pm$ 212.5	1129 $\pm$ 21.7		
	FeSi	991.3 $\pm$ 232.2	1039.1 $\pm$ 211.6	994.7 $\pm$ 213.7	1135.9 $\pm$ 227	17.2	10.6
	FiSi	921.6 $\pm$ 235.3	1036.8 $\pm$ 233.6	976.1 $\pm$ 201.3	1137 $\pm$ 22.7		

注: \*\*\* 表示  $p < 0.001$ , \*\* 表示  $p < 0.01$ 。小写字母表示前次试次的一致性, 大写字母表示当前试次的一致性, 例如, FeSe 表示前次试次 Flanker 一致 Simon 一致, FCSC 表示当前试次 Flanker 一致 Simon 一致, FCAE 为 Flanker 冲突适应效应, SCAE 为 Simon 冲突适应效应。

### 3.3 小结

实验 2 结果表明在 Flanker 与 Simon 任务交叉整合的高难度任务上, 青年组得到显著的冲突适应效应, 但老年组不管是在 Simon 任务还是 Flanker 任务上, 均未能出现显著的冲突适应效应。这与实验预期一致, 说明高难度任务上, 脑代偿作用所提供的资源不足以让老年人适当地根据先前试次的冲突强度有效地调节当前试次的认知控制水平, 从而没有表现出对任务冲突的适应效应。另外, 老年组仍得到了 17.2ms 的 Flanker 冲突适应效应也说明 Flanker 基于刺激的冲突所激活的顶叶皮层受认知老化影响较少, 虽然也并未能达到显著的水平 ( $p = 0.12$ )。

## 4 总讨论

获得和保持认知资源, 并对其进行有效地调整, 以监测和调节与任务相关行为的能力是正常认知和行为功能的重要组成部分 (Botvinick et al., 2001; Folstein & Van, 2008; Yeung & Cohen, 2006)。本

研究采用任务冲突范式考察在需要不同认知资源的高、低难度任务上, 认知老化对冲突适应能力的影响。根据脑功能代偿说和资源限制理论, 老年人会通过募集其他脑区的资源以补偿老化所致的认知资源的损耗, 但是当任务所需资源超出代偿所能补偿的范围时, 老年人监测和调节任务相关的行为就会失败。

实验 1 首先采用低难度的 Flanker 任务, 考察了老年组和青年组在低难度任务上冲突适应效应的差异, 结果发现两组均出现了显著的冲突适应效应, 这与人研究一致 (胡凤培等, 2012), 说明在低难度任务上的冲突会引发认知控制系统的策略性调整, 当不一致试次出现时, 前扣带回会将监测到的冲突信息作为信号传递给背外侧前额叶, 从而提高认知控制水平, 以增强个体在随后试次中认知系统对冲突的调节作用, 最终减小了下一个试次中的冲突水平。另外, 老年组的冲突适应能力达到了青年组的水平, 这也验证了研究假设, 表明在低难度的任务上, 虽然老年人的额叶有所

损害(Hedden & Gabrieli, 2004; Kwee & Nakada, 2003),使得执行控制能力受损(Tapp et al., 2004),但是在所需认知资源较少的 Flanker 任务上,老年人的冲突适应能力与年轻人并无显著差异,这可能是因为老年人大脑的代偿作用为认知老化提供了一定的功能补偿。

实验 2 采用 Flanker 和 Simon 任务的交叉整合任务范式,进一步考察在需要更多心理资源的高难度任务上,老年人与年轻人冲突适应能力的差异以及认知老化对冲突适应能力的影响。根据研究假设,即使脑老化使得老年人的认知功能下降,尤其是前额叶区受损较严重,但是,如果脑老化的代偿作用募集其他脑区的资源补偿了这一缺损,那么,至少在需要认知资源较少的低难度任务上,老年人的冲突适应能力可以达到年轻人的水平;而在高难度任务上,受资源总量有限的限制,脑代偿的资源已经不足以补偿老化对认知资源的损害,老年人的冲突适应能力更会低于年轻人。实验结果证实了这一假设,在高难度任务上,年轻人的冲突适应效应仍然显著,而老年人的冲突适应效应却消失了。此结果与资源限制理论的预期一致,即使大脑代偿作用可以补偿认识老化导致的认知资源不足,但是对于老年人来说,这种代偿只在低难度的任务上有效,当任务所需认知资源超出代偿所能补偿的能力时,代偿就会失败。说明老化给冲突适应能力带来的影响主要表现在高难度的任务上,当所需资源超出人们资源总量时,任务完成困难。

Flanker 冲突是基于刺激的冲突,激活额叶的区域较少,Simon 任务是基于反应的冲突,需要激活更多的额叶区域(Egner, 2007; Egner et al., 2007; Kim et al., 2010; Kim et al., 2014)。整合 Simon 任务后,难度大于单纯的 Flanker 任务,需要消耗更多的认知资源。实验 1 和实验 2 的结果说明,老年人在低难度的 Flanker 任务上表现出了和年轻人水平相当的冲突适应能力,但是在 Flanker 和 Simon 冲突整合的高难度任务上却没有表现出冲突适应效应,说明其冲突适应能力严重受损。认知老化的代偿假说认为老年人在完成一些认知干扰任务时常过度激活对侧半球的相应脑区,这种大脑活动模式的差异可能反映了老年人通过募集其他脑区以补偿认知功能的衰退(Reuterlorenz & Cappell, 2008),说明认知老化的代偿作用在资源不足的情况下能够募集更多的脑区,以达到所需的资源输出;但当额叶受损严重的老年人进行需要大量激活额叶区域的高难度

任务时,募集的资源不足以补偿老年人因老化而衰退的认知功能了,从而导致对冲突后认知控制的调节失败,表现为冲突适应功能受损。这也与 Kray 等(2012)的研究结果一致,即任务难度会影响被试的认知控制能力,并且这种影响会随被试的年龄高低而不同。Benikos 等(2013)的研究也证实了任务难度对抑制控制能力有影响。上述实验结果在一定程度上为资源有限理论和认知老化的代偿假说提供了支持,说明认知老化只有在需要较多认知资源的高难度任务中对冲突适应能力产生影响。

目前认知老化的代偿说主要在记忆任务中对认知老化进行了考察,并没有采用冲突任务范式对其进行探讨。本研究进行了严格的行为实验,研究结果也符合大脑功能代偿说的观点,但因未能结合脑电和脑成像技术对其进行更深入地探讨,不能为脑功能的代偿说提供更加直接的证据,未来研究可采用不同的任务冲突范式,并结合脑电和脑成像技术更加深入地揭示老年人冲突适应效应的认知神经机制。此外,本研究只是简单地将被试划分为青年组和老年组,无法清晰反映冲突适应效应随年龄变化而产生的发展趋势,未来研究可以对研究对象进行细分,划分出不同年龄段的被试组,得出冲突适应效应的发展渐变趋势,这样可以对不同的年龄阶段的认知控制能力有更清晰的认识,并得出更加具有指导意义的结论。最后,因为高任务难度条件下认知老化对冲突控制能力的影响较大,建议老年人在日常生活中降低任务工作难度,尽量少从事一些复杂的任务变换频率过快的高难度任务,可从事一些程式化低难度任务操作,以提高其任务绩效和自我效能感。

## 5 结论

研究发现:(1)在低难度任务上,认知老化并未对冲突适应能力产生影响,老年人表现出了与年轻人水平相当的冲突后认知控制调节能力;(2)高难度任务上,认知老化对冲突适应效应产生显著的影响。本研究结果为脑功能的代偿说和资源限制理论提供了一定的支持证据。

### 参考文献:

- Aisenberg, D., Cohen, N., Pick, H., Tressman, I., Rappaport, M., Shenberg, T., & Henik, A. (2015). Social Priming Improves Cognitive Control in Elderly Adults—Evidence from the Simon Task. *Plos One*, 10(1), 9–17.
- Benikos, N., Johnstone, S. J., & Roodenrys, S. J. (2013). Varying

- task difficulty in the Go/Nogo task: the effects of inhibitory control , arousal , and perceived effort on ERP components. *International Journal of Psychophysiology Official Journal of the International Organization of Psychophysiology* , 87( 3 ) , 262 – 272.
- Botvinick , M. M. , Braver , T. S. , Barch , D. M. , Carter , C. S. , & Cohen , J. D. ( 2001 ) . Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review* , 108( 3 ) , 624 – 652.
- Cabeza , R. ( 2002 ) . Hemispheric asymmetry reduction in older adults: the HAROLD model. *Psychology & Aging* , 17( 1 ) , 85 – 100.
- Castel , A. D. , Balota , D. A. , Hutchison , K. A. , Logan , J. M. , & Mj. , Y. ( 2007 ) . Spatial attention and response control in healthy younger and older adults and individuals with Alzheimer' s disease : evidence for disproportionate selection impairments in the Simon task. *Neuropsychology* , 21( 2 ) , 170 – 182.
- Chechko , N. , Kellermann , T. , Schneider , F. , & Habel , U. ( 2014 ) . Conflict adaptation in emotional task underlies the amplification of target. *Emotion* , 14( 2 ) , 321 – 330.
- Clayson , P. E. , & Larson , M. J. ( 2011 ) . Conflict adaptation and sequential trial effects: Support for the conflict monitoring theory. *Neuropsychologia* , 49( 7 ) , 1953 – 1961.
- Cohen , M. X. , & Cavanagh , J. F. ( 2011 ) . Single-Trial Regression Elucidates the Role of Prefrontal Theta Oscillations in Response Conflict. *Frontiers in Psychology* , 2( 4 ) , 30.
- Cohen , M. X. , & Gaal , S. V. ( 2013 ) . Dynamic Interactions between Large-Scale Brain Networks Predict Behavioral Adaptation after Perceptual Errors. *Cerebral Cortex* , 23( 5 ) , 1061 – 1072.
- Craik , F. I. M. , & Salthouse , T. A. ( 2010 ) . The handbook of aging and cognition. *Applied Cognitive Psychology* , 15( 5 ) , 585 – 586.
- Egner , T. ( 2007 ) . Congruency sequence effects and cognitive control. *Cognitive , Affective , & Behavioral Neuroscience* , 7( 4 ) , 380 – 390.
- Egner , T. ( 2008 ) . Multiple conflict-driven control mechanisms in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences* , 12( 10 ) , 374 – 380.
- Egner , T. , Delano , M. , & Hirsch , J. ( 2007 ) . Separate conflict-specific cognitive control mechanisms in the human brain. *Neuroimage* , 35( 2 ) , 940 – 948.
- Folstein , J. R. , & Van , P. C. ( 2008 ) . Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: a review. *Psychophysiology* , 45( 1 ) , 152 – 170.
- Freitas , A. L. , Bahar , M. , Yang , S. , & Banai , R. ( 2007 ) . Contextual adjustments in cognitive control across tasks. *Psychological Science* , 18( 12 ) , 1040 – 1043.
- Gratton , G. , Coles , M. G. H. , & Donchin , E. ( 1992 ) . Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General* , 121( 4 ) , 480 – 506.
- Hedden , T. , & Gabrieli , J. D. ( 2004 ) . Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience* , 5( 2 ) , 87 – 96.
- Jiang , J. , Xiang , L. , Zhang , Q. , & Chen , A. ( 2014 ) . Conflict Adaptation Is Independent of Consciousness: Behavioral and ERP Evidence. *Acta Psychologica Sinica* , 46( 5 ) , 581 – 592.
- Jiménez , L. , & Méndez , A. ( 2012 ) . It is not what you expect: dissociating conflict adaptation from expectancies in a Stroop task. *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance* , 39( 1 ) , 271 – 284.
- Kahneman , D. ( 1973 ) . Attention and effort. Englewood Cliffs , NJ: Prentice-Hall.
- Kan , I. P. , Teubner-Rhodes , S. , Drummey , A. B. , Nuttle , L. , Krupa , L. , & Novick , J. M. ( 2013 ) . To adapt or not to adapt: The question of domain-general cognitive control. *Cognition* , 129( 3 ) , 637 – 651.
- Kim , C. , Chung , C. , & Kim , J. ( 2010 ) . Multiple cognitive control mechanisms associated with the nature of conflict. *Neuroscience Letters* , 476( 3 ) , 156 – 160.
- Kim , C. , Johnson , N. F. , & Gold , B. T. ( 2014 ) . Conflict adaptation in prefrontal cortex: Now you see it , now you don' t. *Cortex* , 50( 3 ) , 76 – 85.
- Kray , J. , Karbach , J. , & Blaye , A. ( 2012 ) . The influence of stimulus-set size on developmental changes in cognitive control and conflict adaptation. *Acta Psychologica* , 140( 2 ) , 119 – 128.
- Kwee , I. L. , & Nakada , T. ( 2003 ) . Dorsolateral prefrontal lobe activation declines significantly with age——functional NIRS study. *Journal of Neurology* , 250( 5 ) , 525 – 529.
- Larson , M. J. , Clayson , P. E. , & Baldwin , S. A. ( 2012 ) . Performance monitoring following conflict: Internal adjustments in cognitive control? *Neuropsychologia* , 50( 3 ) , 426 – 433.
- Larson , M. J. , Kaufman , D. A. , & Perlstein , W. M. ( 2009 ) . Conflict adaptation and cognitive control adjustments following traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society* , 15( 6 ) , 927 – 937.
- Li , Q. , Wang , K. , Nan , W. , Zheng , Y. , Wu , H. , Wang , H. , & Liu , X. ( 2015 ) . Electrophysiological dynamics reveal distinct processing of stimulus-stimulus and stimulus-response conflicts. *Psychophysiology* , 52( 4 ) , 562 – 571.
- Li , S. C. , & Lindenberger , U. ( 1999 ) . Cross-level unification: A computational exploration of the link between deterioration of neurotransmitter systems and dedifferentiation of cognitive abilities in old age. *Statistics in Medicine* , 18( 2 ) , 139 – 154.
- Mitchell , D. B. , & Perlmutter , M. ( 1985 ) . Semantic activation and episodic memory: Age similarities and differences. *Developmental Psychology* , 22( 1 ) , 86 – 94.
- Park , D. C. , & Reuter-Lorenz , P. ( 2009 ) . The adaptive brain: Aging and neurocognitive scaffolding. *Psychology* , 60( 60 ) , 173 – 196.
- Proctor , R. W. , Pick , D. F. , Vu , K. P. L. , & Anderson , R. E. ( 2005 ) . The enhanced Simon effect for older adults is reduced when the irrelevant location information is conveyed by an accessory stimulus. *Acta Psychologica* , 119( 1 ) , 21 – 40.
- Proctor , R. W. , Zhang , Y. , & Vu , K. P. L. ( 2013 ) . Older and Younger Adults Show Comparable Affective Compatibility and Simon Effects. *Experimental Aging Research* , 39( 1 ) , 44 – 69.
- Reuterlorenz , P. A. , & Cappell , K. A. ( 2008 ) . Neurocognitive aging and the compensation hypothesis. *Current Directions in Psychological Science* , 17( 3 ) , 177 – 182.
- Shaw , R. J. ( 1992 ) . Age-related increases in the effects of automatic semantic activation. *Psychology & Aging* , 6( 4 ) , 595 – 604.

- Shenhav, A., Botvinick, M. M., & Cohen, J. D. (2013). The expected value of control: an integrative theory of anterior cingulate cortex function. *Neuron*, 79(2), 217–240.
- Tapp, P. D., Siwak, C. T., Gao, F. Q., Chiou, J. Y., Black, S. E., Head, E., Muggenburg, B. A., Cotman, C. W., Milgram, N. W., & Su, M. Y. (2004). Frontal lobe volume, function, and beta-amyloid pathology in a canine model of aging. *Journal of Neuroscience the Official Journal of the Society for Neuroscience*, 24(38), 8205–8213.
- Turner, G. R., & Spreng, R. N. (2012). Executive functions and neurocognitive aging: dissociable patterns of brain activity. *Neurobiology of Aging*, 33(4), 826.e821–813.
- Xue, S., Ren, G., Kong, X., Liu, J., & Qiu, J. (2015). Electro-physiological correlates related to the conflict adaptation effect in an emotional conflict task. *Neuroscience Letters*, 584, 219–223.
- Yeung, N., & Cohen, J. D. (2006). The Impact of Cognitive Deficits on Conflict Monitoring Predictable Dissociations Between the Error-Related Negativity and N2. *Psychological Science*, 17(2), 164–171.
- 胡凤培, 王倩, 徐莲, 葛列众, (2012). 基于 Flanker、Stroop 和 Simon 多重冲突驱动的认知控制机制. *心理科学*, 35(2), 276–281.
- 蒋军, 向玲, 张庆林, 陈安涛. (2014). 冲突适应独立于意识: 来自行为和 ERP 的证据. *心理学报*, 46(5), 581–592.
- 刘培朵, 杨文静, 田夏, 陈安涛. (2012). 冲突适应效应研究述评. *心理科学进展*, 20(4), 532–541.
- 唐丹丹, 陈安涛. (2013). 冲突适应的神经振荡机制. *中国科学: 生命科学*, 43(11), 992–1002.
- 王大华, 黄一帆, 彭华茂, 陈晓敏. (2012). 老年人加工速度的干预研究. *心理学报*, 44(4), 469–477.

## The Influence of Cognitive Aging on Conflict Adaptation under Different Task Difficulties

SONG Xiaolei LI Xiaofang ZHAO Yuan HE Dan

(School of Psychology, Shaanxi Normal University; Shaanxi Key Laboratory of Behavior and Cognitive Neuroscience, Xi'an 710062)

**Abstract:** The ability of conflict adaptation reflected not only the ability of conflict monitoring, but also the ability of modulating top-down cognitive control based on conflict situations. The paradigm of task confusions was adopted in two experiments to explore how the conflict adaptation was influenced by aging problem. Experiment 1 used the classical Flanker task to explore whether the conflict adaptation effect would emerge in both the younger and older adults, and if the conflict adaptation effect was different between them. Experiment 2 integrated the Simon and Flanker conflicts together to examine whether there were some differences between them after increasing the difficulty level. Results indicated that cognitive aging have no influence on conflict adaptation in low difficulty condition, however, when the difficulties of conflict task increased, cognitive resources that older adults recruited from other brain areas can't ever compensate for the damage caused by cognitive aging. Our conclusion is that the influence of cognitive aging on conflict adaptation ability is mainly appeared in high difficulty tasks, which supported compensation theory as well as limited cognitive resources theories.

**Key words:** flanker conflict; simon conflict; conflict adaptation effect; cognitive aging; cognitive control