

# 青少年 Stroop 效应和反转 Stroop 效应的脑事件相关电位研究<sup>\*</sup>

刘兆敏<sup>1,2</sup>, 刘 昌<sup>2</sup>

(1. 首都师范大学 教育科学学院, 北京 100037; 2. 南京师范大学 认知神经科学实验室, 南京 210097)

**摘 要:** 研究了初中生、高中生和大学生在完成 Stroop 任务时的脑事件相关电位特征。以中文 Stroop 色字为材料, 对颜色和字义任务中一致刺激和不一致刺激的脑电叠加平均, 并相减(不一致刺激减一致刺激)得到差异波, 比较各组被试的波形。结果发现: 在顶区, 初中生的 P3 比高中生和大学生更为正走向; 大学生、高中生和初中生的头皮分布呈现出不同的特征; Nd4 与 Stroop 效应和反转的 Stroop 效应有关, 可能反映了对无关信息的抑制, 而 Pd6 则反映了对语义信息的再加工。

**关键词:** Stroop 效应; 反转 Stroop 效应; 事件相关电位; 年龄

**中图分类号:** B842.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-5184(2007)03-0048-07

## 1 引言

Stroop 任务<sup>[1]</sup>要求被试对不一致的(如绿色的“红”)一致的(如红色的“红”)和中性的(如红色的“XXX”)颜色词做出颜色判断, 结果会发现, 被试对不一致刺激的反应时和错误率高于中性刺激的, 这种现象被称为 Stroop 干扰(Stroop interference); 而被试对一致刺激的反应时和错误率比中性刺激低的现象被称为 Stroop 易化(Stroop facilitation)<sup>[2,3]</sup>。Stroop 干扰和 Stroop 易化又被通称为 Stroop 效应, 它反映了词义信息对颜色加工的影响; 但当要求被试对颜色词的词义做出判断时, 颜色信息对词义加工所产生的相对较弱的影响则被称为反转的 Stroop 效应(reverse Stroop effect)<sup>[3]</sup>。

在 Duncan-Johnson 和 Kopel<sup>[4]</sup>的 ERP 研究中发现一致、中性和不一致刺激的 P300 波幅和潜伏期没有差异, 然而一致和不一致刺激的反应时存在很大差异。Rebai 等人<sup>[5]</sup>发现, 任务的一致和不一致刺激诱发的 P300 波幅和潜伏期无差异。Liotti 等人的研究<sup>[6]</sup>却发现一致和不一致刺激在 350~500ms 的脑部中线位置有一个差异负波(N410), 它在口头和手动反应条件下产生了不同的头皮分布, 他们认为这是前部扣带回进行冲突加工和冲突解决的证据。左侧颞顶区还有一个 500~800ms 之间的差异正成分, 研究者认为这反映了在解决完颜色和词义的反

映冲突之后对词义的补充加工过程。West 和 Alair<sup>[7]</sup>对 Stroop 效应的时程进行了考察并报告在中央区, 不一致刺激诱发的差异负波更大, 该成分出现在 500~1000ms 间, 比 Rebai 等和 Liotti 等报告的差异负波的潜伏期长。在 West<sup>[8]</sup>的研究中, 发现了一个 N450 成分和一个冲突持续电位(conflict sustained potential, 简称冲突 SP), 他认为 N450 反映了冲突探测, 而“冲突 SP”则反映了对相互冲突的信息的解决。

至于反转的 Stroop 效应, 有研究者认为它是不存在的<sup>[9]</sup>。但也有研究者<sup>[10]</sup>通过实验证实了反转 Stroop 效应的存在。Aine 和 Harter 采用 ERP 技术考察了对颜色和字义的独立加工过程<sup>[11,12]</sup>, 实验要求被试看到目标刺激(单词或颜色)后就做出相应的按键反应, 结果发现, 注意颜色和注意词义这两种实验条件能把单词选择效应和颜色选择效应区别开。Rebai 等人<sup>[5]</sup>的研究中也采用单词阅读条件来检测反转的 Stroop 效应, 但行为数据中没有出现干扰效应。Atkinson 等人<sup>[3]</sup>发现, 在颜色判断和单词阅读任务中, 不一致刺激在额区都产生了晚期的负性偏移, 他们认为这种负偏移反映了语义的复查效应(word-rechecking effects)。

有研究从纯粹的行为实验角度对 Stroop 效应或反转 Stroop 效应的年龄发展特点进行了探讨, 发现在完成 Stroop 任务的过程中, 儿童受到的 Stroop 干

<sup>\*</sup> 基金项目: 国家自然科学基金(30200082), 高等学校全国优秀博士学位论文专项资金(200006)。

扰明显大于成年人的。一种解释就是 , 年龄较小的儿童抑制无关信息的能力比年龄较大的儿童差 , 因此他们会体验到更大的干扰。Daniel 等人<sup>[13]</sup>对 65 名小学生( 7 ~ 11 岁 ) 认知控制以及克服 Stroop 干扰的发展情况进行了行为评定 , 他们采用了任务转换的范式 , 实验要求被试对一个颜色词进行颜色判断后 , 接着大声读出之后呈现在黑背景上的单词 , 然后再继续进行颜色判断和单词阅读。结果发现 , 年龄较小的儿童( 小于 9 岁 ) 表现出较大的 Stroop 干扰 , 但是他们对单词阅读的控制却比年龄大的儿童要好。他们认为 , 年龄小的儿童并非抑制单词阅读的能力较差 , 而是因为无法始终如一地持续进行颜色判断任务 , 也就是说 , 年龄小的儿童并不是抑制无关信息的能力较差 , 而是保持与任务相关信息的能力较差。

另有研究<sup>[14]</sup>使用 fMRI 探讨了 7 ~ 22 岁被试进行 Stroop 任务的脑活动定位 , 他们把被试分成三个年龄组来探讨各脑区间的年龄相关变化 , 结果发现 : 18 ~ 22 岁被试比 12 ~ 16 岁被试的左侧额中回有更明显的激活 , 而 12 ~ 16 岁被试比 7 ~ 11 岁被试其左侧额中回、前部扣带回和左侧顶区和顶枕区的激活更明显。与 7 ~ 11 岁被试相比 , 12 ~ 16 岁被试和 18 ~ 22 岁被试的顶皮质激活更强烈 , 但后两者之间没有差异。这表明 , 12 ~ 16 岁被试与 Stroop 任务相关的功能发展在顶叶 , 而与之相关的前额皮质功能的发展直到 18 ~ 22 岁才得以实现。但是 , 这项研究却不能提供不同被试在 Stroop 任务执行中脑区激活的时程信息。Stuart 等人<sup>[15]</sup>曾使用听觉的 Go/NoGo 任务对儿童( 10.8 岁 ) 青年人( 20.7 岁 ) 和成年人( 36.4 岁 ) 的行为激活与行为抑制的 ERP 特征进行了研究。他们发现 , 随着年龄的增长 , 任务成绩逐渐提高 , 各 ERP 成分( 如 N1、P2、N2 和 P3 ) 的潜伏期缩短 , 峰值变小。虽然如此 , 目前尚没有关于青少年( 10 ~ 20 岁 ) Stroop 效应和反转 Stroop 效应的 ERP 研究。青少年是毕生认知发展过程的一个关键阶段 , 对其 Stroop 效应和反转 Stroop 效应的脑电活动特点进行探讨有助于进一步探明青少年的注意和抑制能力的发展机制。

2 方法

2.1 被试

随机选取 20 名初二学生( 11 名男生 , 平均年龄为 14 岁 )、21 名高二学生( 10 名男生 , 平均年龄为 17 岁 ) 和 20 名大二学生( 10 名男生 , 平均年龄为 20 岁 )。视力或矫正视力 1.0 以上 , 色觉正常 , 右利手 , 有偿参加实验。

2.2 材料与程序

刺激材料由两个中文颜色字( “红”和“绿” ) 和两种颜色( 红色和绿色 ) 两两搭配组成两种刺激。每个任务中一致刺激和不一致刺激分别为 70 个 , 以伪随机顺序呈现。颜色字为 48 号仿宋体 , 呈现于计算机 17 寸显示器屏幕中央 , 视角为 2.2°。

实验由一个颜色判断任务和一个字义判断任务组成。任务顺序在被试间平衡。正式实验首先呈现指导语 , 要求被试做字义判断或颜色判断任务 , 被试按任意键后屏幕( 背景为黑色 ) 上出现一个颜色字 , 呈现时间为 200ms , 刺激间隔( ISI ) 2000ms , 被试要在 2000ms 内做出按键判断 , 接着出现下一个颜色字 , 被试继续进行相同的判断任务。在任务中要求被试尽可能又快又准地反应。

2.3 信号记录与数据处理

实验仪器为 32 导 ERP 工作站 , 采用 10 - 20 系统电极帽 , 电极材料为 AgCl。参考电极置于双侧乳突连线 , 同时记录水平和垂直眼电。滤波带通为 0.01 ~ 30 Hz , 采样频率为 1000 Hz/导 , 头皮阻抗小于 5kΩ。分析时程为 1800ms , 含基线 300ms , 自动矫正眨眼等伪迹 , 波幅大于 ± 100uV 者在叠加中被自动剔除。

对三组被试的波形分别叠加处理。根据实验设计 , 得到四种正确判断的 ERP 平均波形 : 颜色判断任务不一致刺激的 ERP 和一致刺激的 ERP , 字义判断任务不一致刺激的 ERP 和一致刺激的 ERP。分别用各任务中不一致刺激的 ERP 减去一致刺激的 ERP 得到各任务的差异波。对各 ERP 波成分和差异波及其脑地形分布进行比较 , 采用 spss10.0 做重复测量的方差分析 , P 值用 Greenhouse - Geisser 法校正。

3 结果

3.1 行为数据

各年龄组被试在不同条件下反应时( ms ) 与错误率( % ) 的基本数据见表 1。

对所得数据进行重复测量的 ANOVA 分析( 年

龄作为被试间变量,判断任务类型和 Stroop 条件类型(判断任务类型和 Stroop 条件类型为被试内变量)结果发现:在反应时上,年龄的主效应不显著, $F_{(2,57)}=0.584, p>0.05$ ,说明不同年龄的被试面对各种 Stroop 任务做出反应的时间并没有明显的不同。判断任务(颜色判断和字义判断)和 Stroop 条件(一致与不一致条件)的主效应非常显著, $F_{任务(1,57)}=18.314, p<0.001, F_{条件(1,57)}=109.299, p<0.001$ 。此外,判断任务与 Stroop 条件之间存在显著的交互作用, $F_{(1,57)}=30.750, p<0.001$ 。进一步简单效应分析发现,无论颜色判断任务还是字义判断任务,被试在不一致条件的反应时

都显著长于一致条件的反应时, $F_{字义(1,59)}=55.03, p<0.001, F_{颜色(1,59)}=78.31, p<0.001$ 。判断任务与年龄、Stroop 条件与年龄以及三者之间的交互作用不显著;在错误率上,年龄存在显著的主效应, $F_{(2,57)}=7.012, p<0.01$ 。判断任务与 Stroop 条件存在交互作用, $F_{(1,57)}=9.311, p<0.01$ 。进一步简单效应分析发现,无论颜色判断任务还是字义判断任务,被试在不一致条件的错误率都显著高于一致条件的, $F_{字义(1,57)}=6.10, p<0.05, F_{颜色(1,57)}=28.70, p<0.001$ 。判断任务与年龄、Stroop 条件与年龄及三者间的交互作用不显著。

表 1 各组被试的反应时( ms )和错误率( % )

组 别	颜色判断任务				字义判断任务			
	不一致条件		一致条件		不一致条件		一致条件	
	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$
初中生								
反应时	496	124.8	449	95.3	442	71.0	420	62.5
错误率	0.12	0.13	0.06	0.08	0.08	0.09	0.07	0.10
高中生								
反应时	496	124.4	444	91.8	439	65.7	421	65.3
错误率	0.04	0.04	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05
大学生								
反应时	458	104.3	423	99.0	417	84.2	407	78.4
错误率	0.04	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.01	0.02

3.2 ERP 数据

3.2.1 基本波形分析

各组被试的头皮 ERP 成分具体见图 1、图 2 和图 3。三组被试在枕顶区都表现出 P1、N2、P3 和 LPC,在前部脑区为 N1、P2、P3、N4 和 LPC。几乎在全脑区,都有一个峰值约在 330 ~ 390ms 之间的正成

分,即 P3。不同波成分的峰值和潜伏期由于年龄、任务和实验条件的不同而有所差异。由于早期的 ERP 成分主要反映了个体对刺激的视知觉加工,因此不是分析的重点。根据以往的研究和实验设计,研究将重点分析 P3 成分,并对各组被试在颜色判断任务和字义判断任务的差异波进行比较。

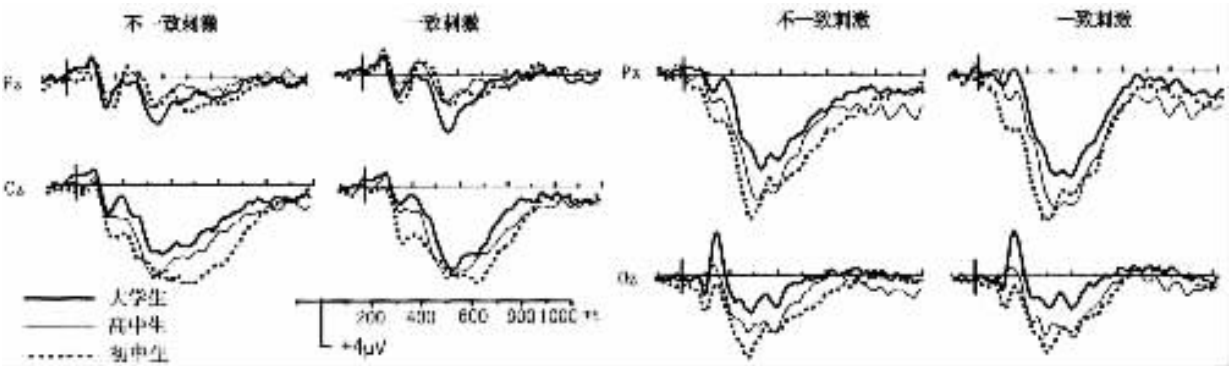


图 1 颜色判断任务中不同被试的 ERP 基本波形

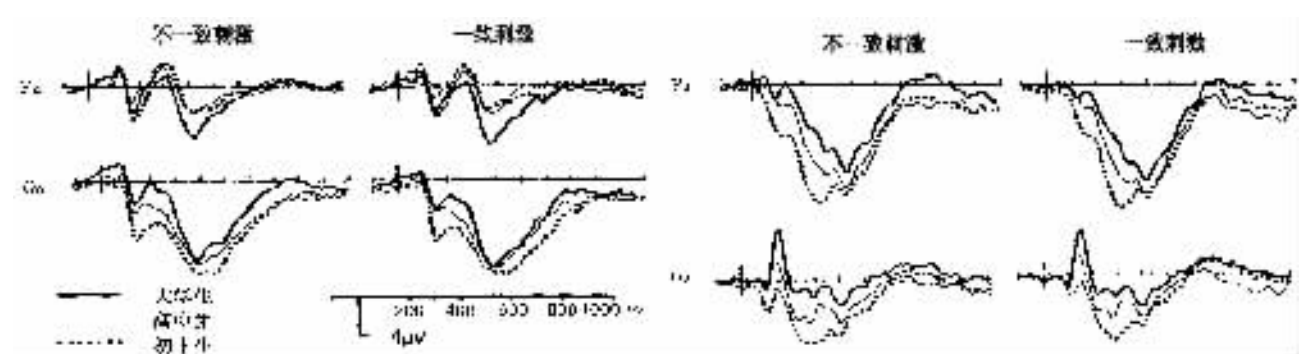


图 2 字义判断任务中不同被试的 ERP 基本波形

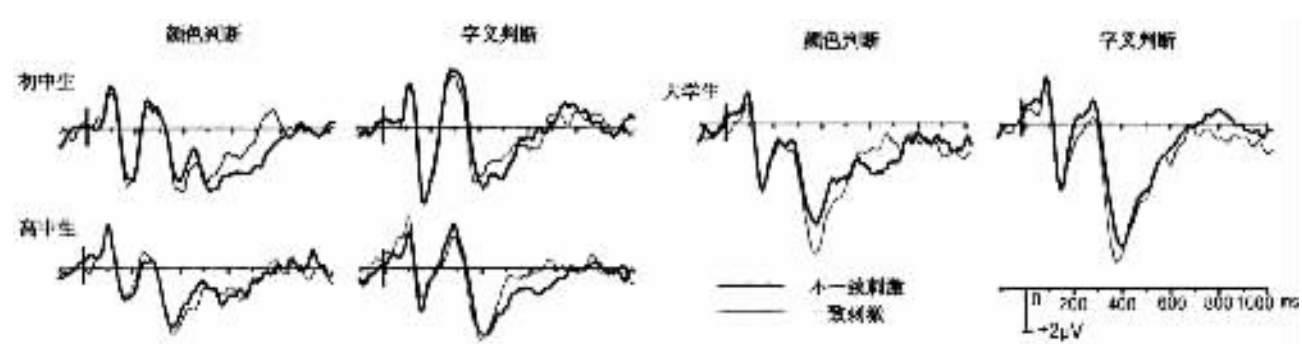


图 3 各年龄组在不同任务中 FZ 点不一致条件和一致条件的 ERP 比较图

3.2.2 P3 成分

选取顶区( P3/Pz/P4 ),中央区 ( C3/Cz/C4 )和额区( F3/Fz/F4/ )等九个电极进行重复测量的方差分析。结果发现 ,在选取的头皮区域中 ,P3 潜伏期的年龄差异均不显著。在顶区 ,任务类型差异显著 ,  $F_{(1\ 45)} = 6.807$  ,  $p < 0.05$  ,颜色判断任务的潜伏期( 339ms )短于字义判断任务的( 351ms ) ;判断任务、实验条件和组别的交互作用显著 ,  $F_{(2\ 45)} = 3.88$  ,  $p < 0.05$  ;中央区和额区各实验处理均不显著。在峰值方面 ,顶区的年龄差异显著 ,  $F_{(2\ 45)} = 7.12$  ,  $p < 0.01$  ,比较发现 ,大学生与初中生的差异最大 ,其次是大学生和高中生 ,初中生和高中生的差异不显著。Stroop 条件的差异只在顶区显著 ,  $F_{(1\ 45)} = 5.32$  ,  $p < 0.05$  ,一致刺激的峰值大于不一致刺激的。分别对颜色任务和字义任务的 P3 进行重复测量的方差分析 ,结果发现 ,在潜伏期指标上 ,颜色任务在顶区存在 Stroop 条件和年龄的交互作用 ,  $F_{(2\ 45)} = 3.77$  ,  $p < 0.05$  ;字义任务在中央区 Stroop 条件的差异显著 ,  $F_{(1\ 45)} = 4.08$  ,  $p < 0.05$  ,不一致刺激的潜伏期长于

一致刺激的。

在 P3 的峰值上 ,颜色任务和字义任务在顶区的年龄差异显著 ,  $F_{颜色(2\ 45)} = 5.36$  ,  $p < 0.01$  ,  $F_{字义(2\ 45)} = 8.73$  ,  $p = 0.001$  ;字义任务的 Stroop 条件差异显著 ,  $F_{(1\ 45)} = 5.39$  ,  $p < 0.05$  ,不一致刺激的峰值小于一致刺激的 ;Stroop 条件和年龄的交互作用显著 ,  $F_{(2\ 45)} = 4.83$  ,  $p < 0.05$  。在中央区 ,颜色任务的年龄差异接近显著 ,  $F_{(2\ 45)} = 3.12$  ,  $p = 0.054$  ;额区各实验处理的差异不显著。

3.2.3 差异波及脑地形图

分别用颜色判断任务和字义判断任务中的不一致刺激的 ERP 减去一致刺激的 ERP 得到各任务的差异波 ,具体见图 4。两个任务中 ,不一致刺激均比一致刺激在 250 ~ 450ms 间更为负偏移 ,该成分的潜伏期约为 370ms( Nd4 )。此外 ,颜色判断任务在 500 ~ 800ms 之间的正成分( Pd6 )总体上比字义判断任务的明显 ,初中生的峰值最大 ,大学生的次之 ,高中生的最小。而在字义任务中 ,只有高中生的 Pd6 较明显 ,大学生和初中生的 Pd6 较不明显。

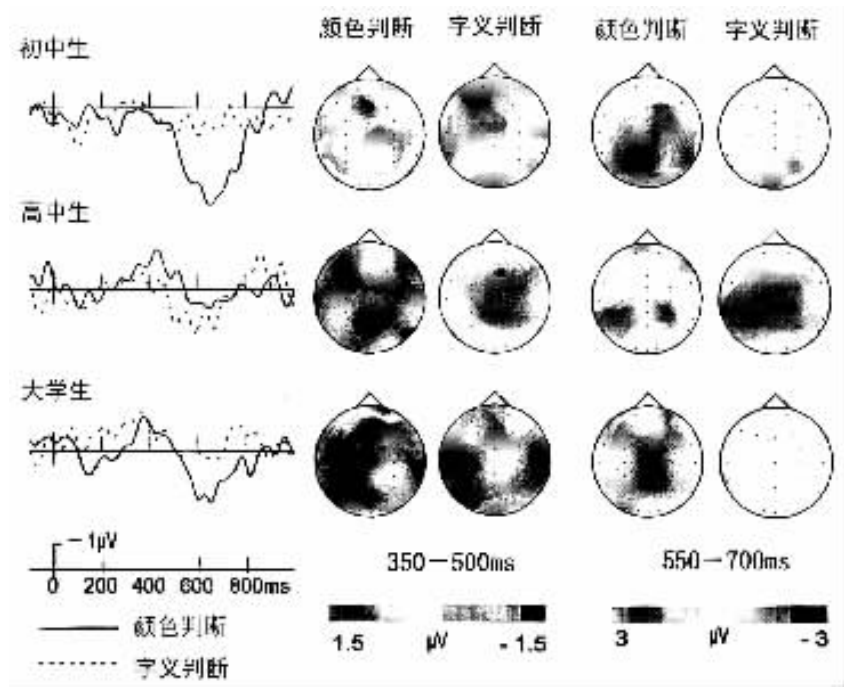


图 4 颜色判断和字义判断任务中被试在 Pz 点的差异波及脑地形图

从脑地形图来看,颜色任务中的 Nd4 在左侧脑区的激活较明显,其中,大学生的左前额区激活最明显,其次是高中生,激活部位也后移,初中生的前部脑区激活不明显。相对来说,字义任务中只有大学生的 Nd4 在左侧脑区和右侧枕顶部的激活较明显。初中生和大学生在 Pd6 上任务间的差异最明显,而高中生在任务间的脑地形分布似乎与大学生和初中生的趋势不同,字义判断任务的 Pd6 的脑激活要大于颜色判断任务的。

4 讨论

Stroop 任务通常被研究者用来阐明人是怎样在冲突的情境中忽视与任务无关的刺激,维持与任务相关的指令并做出较适宜的行为反应。实验的行为数据得到了明显的 Stroop 效应和反转的 Stroop 效应,表明了人们对无关信息的抑制需要付出一定的资源和努力;但是,Stroop 任务表现出不对称性,即 Stroop 效应都比反转的 Stroop 效应大,这初步表明阅读练习的影响,说明人们在阅读中抑制语义信息要比抑制颜色信息困难。而且,从不一致刺激的平均反应时来看,年龄不同的被试其抑制无关信息的能力也不同,大学生的抑制能力强于高中生的,而高中生要比初中生强。

4.1 P3 成分

在 Kray 等人<sup>[16]</sup>对青年人(21.7 岁)和老年人(62.9 岁)的研究中,他们采用线索提示的转换范式,对不同被试在完成单独或混合的 Stroop 任务和反转 Stroop 任务过程中的头皮 ERP 进行了比较。并发现,与靶刺激相关的年龄差异表现在 Ni 和 CRN (Correct response negativity)上。而且,老年人的 Ni 要滞后于青年人的,同时,只有青年人的不一致刺激出现了 CRN。他们认为 Ni 反应了早期的冲突加工,而 CRN 则反映了与反应相关的冲突加工过程。但是,彭聃龄等人<sup>[17]</sup>采用中文颜色字对小学生(11~12 岁)Stroop 效应的 ERP 波形进行了探讨,发现了一个 P300 成分,还有一个 P400-600 成分,且不一致刺激的幅值大于一致刺激的。他们认为, P300 反映了刺激评价,而 P400-600 则反映了汉字意义的加工和反应选择的难易。他们的文章中也提到,儿童的 P300 潜伏期比成人的提前,可能反映了儿童与成人 Stroop 效应产生机制的差异。Ridderinkhof 和 van der M<sup>[18]</sup>认为,小龄儿童对于与任务或刺激相关的信息比大龄儿童和成人更为敏感。所以,他们的结果比实验中三组被试的 P3 潜伏期也提前可能是因为儿童比青少年对刺激的认知更敏感造成的。

在字义任务中,中央区存在 Stroop 条件的主效应,不一致刺激 P3 潜伏期比一致刺激的长,出现反转的 Stroop 效应,说明不一致刺激需要付出更大的努力。在颜色任务中,Stroop 条件的差异虽不显著,但一致刺激的潜伏期也长于一致刺激的。这表明,在刺激评价阶段,两种信息(颜色和字义)出现了相互干扰,既表现出 Stroop 效应,又表现出反转的 Stroop 效应,但反转的 Stroop 效应似乎要比 Stroop 效应明显。此外,在两个任务中,大学生在顶区的 P3 峰值显著小于高中生和初中生的,即随着年龄的增长,P3 的峰值逐渐变小,这与 Stuart 等人<sup>[15]</sup>发现的随年龄增长 P3 的峰值变小的研究结果相一致,它反映了大学生在对刺激的积极加工上付出的努力要比高中生和初中生的小,初中生付出的加工资源最多。

4.2 差异波及脑地形图

在 Qiu Jiang 等人<sup>[19]</sup>对中文颜色字的 ERP 研究也发现了明显的 Stroop 干扰效应。在刺激呈现后的 350 ~ 550ms 之间,不一致刺激诱发的 ERP 更为负走向,而且通过偶极子溯源分析证明,这种效应发生在头皮的额中央部。实验所得到的头皮电位和差异波也验证了这一点。在颜色判断和字义判断任务中,两者共同表现出 Nd4,然而,颜色任务还有一个较为明显的 Pd6 成分。与反应时结果相结合,可以认为,在被试按键之前,对冲突信息的识别已经开始(Nd4,反映了 Stroop 效应和反转的 Stroop 效应);在被试按键之后,颜色任务和字义任务的差异又出现了,表现为各任务中 Pd6 的不同。

在年龄差异方面,大学生在颜色任务 Nd4 的左前额区激活最明显,其次是高中生,初中生虽然也有激活,但较不明显,说明随着年龄的增长,对相互冲突的刺激信息的识别和加工更深刻,而对不存在冲突的刺激信息投入的加工资源相对要少,这正验证了 Aldeman 等人<sup>[14]</sup>的研究结果,即,个体直到成年时与 Stroop 干扰相关的额区激活才发展完善。但是在字义判断任务中,大学生和高中生的 Nd4 在左侧脑区和右侧枕顶部的激活较明显,可能反映了在进行字义判断时,不仅注意到了字义信息,也探测到与字义冲突的颜色信息,并能够对它加以抑制。初中生的这种加工并不明显。

对于 Pd6 来说,初中生和大学生在颜色判断任

务上较明显,而高中生却在字义判断中的明显。这可能是因为,初中生被试的大脑神经机制还有待发展,因此,在反应后还需要对与颜色信息相冲突的字义信息进行再次加工,需要付出较多的加工资源,导致颜色判断中的 Pd6 较大,而高中生对信息的抑制能力可能达到了最高水平,所以 Pd6 不明显。但大学生的抑制能力与高中生相比可能有所回落;在字义判断任务中,大学生和初中生的 Pd6 成分缺失可能是因为人们平常的阅读习惯就是注意字义,很少关注颜色或其它的知觉特征信息,因此,在对字义进行了充分加工后并不需要再加工。

5 结论

研究使用经典的 Stroop 任务,对初中生、高中生和大学生 ERP 波形进行比较,得到了比较明显的行为数据和 ERP 数据的 Stroop 效应和反转的 Stroop 效应。大学生、高中生和初中生在 P3 的峰值上存在年龄差异,而且在差异波 Nd4 和 Pd6 及其脑地形图上也表现出了不同的特点;Nd4 与 Stroop 效应和反转的 Stroop 效应有关,可能反映了对无关信息的抑制,而 Pd6 则反映了语义的重复再加工。

参考文献

- 1 Stroop J R. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 1935, 18: 643 - 662.
- 2 Ilan A B, Polich J. P300 and response time from a manual Stroop task. *Clinical Neurophysiology*, 1999, 110: 367 - 373.
- 3 Atkinson C M, Drysdale K A, Fulham W R. Event - related potentials to Stroop and reverse Stroop stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 2003, 47: 1 - 21.
- 4 Duncan - Johnson C C, Kopell B S. The Stroop test: brain potentials localize the source of interference. *Science*, 1981, 214: 938 - 940.
- 5 Rebai M, Bernard C, Lannou J. The Stroop test's evokes a negative brain potential, the N400. *International Journal of Neuroscience*, 1997, 91: 85 - 94.
- 6 Liotti M, Woldorff M G, Perez III R, et al. An ERP study of the temporal course of the Stroop color - word interference effect. *Neuropsychologia*, 2000, 38: 701 - 711.
- 7 West R, Alain C. Event - related neural activity associated with the Stroop task. *Cognitive Brain Research*, 1999, 8: 157 - 164.
- 8 West R. The effects of aging on controlled attention and conflict

- processing in the Stroop task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2004 ( 16 ):103 – 113.
- 9 MacLeod C M. Half a century of research on the Stroop effect : An integrative review. *Psychological Bulletin*, 1991, 109( 2 ):163 – 203.
  - 10 Abramczyk R R, Jordan D E, Hegel M. Reverse Stroop effect in the performance of schizophrenics. *Perceptual and motor skills*, 1983, 56( 1 ) 99 – 106.
  - 11 Aine C J, Harter M R. Event – related potentials to Stroop stimuli : color and word processing. *Ann NY Acad Sci*, 1984a, 425 : 152 – 153.
  - 12 Aine C J, Harter M R. Hemispheric differences in Event – related potentials to Stroop stimuli : attention and color – word processing. *Ann NY Acad Sci*, 1984b, 425 :154 – 156.
  - 13 Daniel N B, Michael E J, Masson, et al. . Cognitive control in children :Stroop interference and suppression of word reading. *Psychological Science*, 2006, 17( 4 ) 351 – 357.
  - 14 Adelman N E, Menon V, Christine, et al. . A developmental fMRI study of the Stroop color – word task. *NeuroImage*, 2002, 16 :61 – 75.
  - 15 Stuart J, Johnstone C B, Pleffer R J. Development of inhibitory processing during the Go/NoGo task : A behavioral and Event – Related Potential study of children and adults. *Journal of Psychophysiology*, 2005, 19( 1 ):11 – 23.
  - 16 Jutta Kray, Ben Eppinger, Axel Mechlinger. Age differences in attentional control :An event – related potential approach. *Psychophysiology*, 2005, 42 :406 – 416.
  - 17 彭聃龄, 桃梅, 魏景汉, 等. 儿童 Stroop 效应加工阶段特点的事件相关电位研究. *科学技术与工程*, 2004, 4( 2 ) 84 – 88.
  - 18 Ridderinkhof K R, van der Molen M W. Attention and selection in the growing child : views derived from developmental psychophysiology. *Biological Psychology*, 2000, 54 :55 – 106.
  - 19 Qiu Jiang, Luo Yuejia, Wang Quanhong, et al. . Brain mechanism of Stroop interference effect in Chinese characters. *Brain Research*, 2006, 1072 :186 – 193.

## The Age Differences of Stroop and Reverse Stroop Effect between Adolescents And Young Adults : An ERP Study

Liu Zhaomin<sup>1 2</sup>, Liu Chang<sup>2</sup>

( 1. Department of psychology, Capital Normal University, Beijing 100037 ;

2. Lab of Cognitive Neuroscience, Nanjing Normal University, Nanjing 210097 )

**Abstract** :This study investigated the neural correlates of Stroop task by using event – related potentials( ERPs ). The subjects consisted of juniors, seniors and undergraduates. Chinese Stroop color – word was used. The ERP waves under two conditions in color test and word test were averaged respectively. The difference wave was obtained through subtracting the averaged ERP of the congruent color – words from that of the incongruent ones. By comparing the ERP waveforms of different ages, we found that, in the parietal sites, the P3 in juniors was more positive than that of seniors and undergraduates. The mapping of different groups also showed different characteristics. The difference wave Nd4 is related to the Stroop effect and reverse Stroop effect, which reflects the inhibition of irrelative information, while the Pd6 might reflect the rechecking of word meaning.

**Key words** Stroop effect ;reverse Stroop effect ;Event – related Potential ;age