

背景任务对前瞻记忆策略加工的影响：一项 ERPs 研究*

郭丰波¹ 韦义平^{2,3} 高宇¹ 王益文¹

(1 天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300074) (2 广西师范大学教育学部, 桂林 541004)

(3 认知神经科学与应用心理广西高校重点实验室, 桂林 541004)

摘要 采用事件相关电位技术 (ERPs), 用双任务加工范式探讨背景任务的难度对前瞻记忆策略加工的影响。行为结果表明, 背景任务的反应时显著长于前瞻任务, 随着任务难度的增大, 被试的反应时增加; 脑电结果表明, 前瞻线索诱发的 N300 的潜伏期在高难度任务条件下短于低难度任务条件, 而波幅在高难度任务条件下小于低难度任务条件。前瞻线索诱发的前瞻正波的波幅在高难度任务条件下高于低难度任务条件。这一结果表明, 背景任务的特征调节了前瞻记忆的加工策略。

关键词 前瞻记忆, 背景任务, 策略加工, N300, 前瞻正波。

分类号 B842.3

1 引言

前瞻记忆 (*Prospective Memory*, PM) 是指对未来要完成的事件或活动的记忆 (Brandimonte, Einstein, & McDaniel, 1996)。依据前瞻线索的类型可将前瞻记忆分为事件性前瞻记忆 (*event-based prospective memory*, EBPM) 和时间性前瞻记忆 (*time-based prospective memory*, TBPM)。前者是指由特定的事件或线索诱发的意向行为; 后者是指在特定的时间或一段时间后执行先前计划好的目标活动, 当前研究主要聚焦于事件性前瞻记忆。Kliegel 和 Martin (2003) 调查发现 50%~70% 的日常记忆障碍均属前瞻记忆问题。前瞻记忆是人类日常生活能力的核心, 如果个体缺乏前瞻记忆, 将不断进行言语复述直至特定时间或情景的出现, 否则将无法执行已有计划的行动。

Einstein, Holland, McDaniel 和 Guynn (1992) 将事件性前瞻记忆的加工过程分为线索识别 (*cue identification*) 和意向提取 (*intention retrieval*) 两种成分, 线索识别是指对需要执行某种活动的线索觉察, 意向提取是指回忆应该执行什么意向行为。当前对前瞻记忆加工机制争议的焦点在于: 线索识别和意向提取是否需要消耗认知资源, 即这两种成分自动加工还是控制加工。自动加工观点认为前

瞻记忆的完成不需要注意资源的参与, 是相对自动化的过程。McDaniel, Robinson-Riegler 和 Einstein (1998) 提出前瞻记忆的自动激活理论, 认为前瞻记忆是由自发的联想记忆系统所调节的, 个体接受前瞻记忆任务后, 形成一个有关靶线索—行动的联结编码, 当这个编码从工作记忆中消失后就处于阈下激活状态, 当靶线索出现时, 这个联结就提升至阈上水平进入意识, 当个体注意到靶线索, 从靶线索—行动的路径自动激活扩散, 实现对前瞻记忆任务的提取。因此, 前瞻记忆失败是由前瞻线索未被识别所导致的, 这一观点获得已有研究的支持 (Einstein & McDaniel, 2005; Einstein et al., 2005; Scullin, Einstein, & McDaniel, 2009)。

控制加工观点则认为前瞻记忆的完成需要注意资源的参与, 它由执行注意系统或监控注意系统所调节。Smith (2003, 2004) 提出预备注意加工和记忆加工理论 (*preparatory attentional processes and memory theory*, PAM), 认为成功的前瞻记忆包含预备注意加工和回溯记忆, 预备注意加工是一种维持执行任务的准备状态, 包括维持意向和对环境中可能出现的靶线索的监测; 回溯记忆指对靶线索进行确认并提取意向行为。成功的前瞻记忆需要占用注意资源, 当执行前瞻记忆任务时, 个体会进行预备注意加工以监控前瞻线索是否出现。前瞻记忆失

收稿日期: 2015-4-4

* 基金项目: 天津师范大学 2016 年博士研究生学术新人项目 (2016BSXR006)。

通讯作者: 韦义平, E-mail: wypjky@126.com。

败可能是注意资源没有投入到对目标的监测之中,使得意向行为未能从记忆中提取出来。此观点也获得已有研究的支持 (Smith, 2003; 陈思佚, 周仁来, 2010; 王永跃, 葛列众, 王健, 2010), Smith (2003) 通过比较有无前瞻任务嵌入时背景任务的完成情况, 结果发现当存在前瞻任务嵌入时, 背景任务成绩受损, 这表明在完成前瞻记忆任务时需要消耗认知资源用来监控环境中的靶线索。

由于自动加工和控制加工观点均获得实验研究的支持, 单一加工模型不能全面解释前瞻记忆的加工过程。McDaniel 和 Einstein (2000) 采用双重加工理论来解释前瞻记忆的加工机制, 认为前瞻记忆的意向提取既依赖于自动加工又依赖于控制加工。不同条件下采取何种加工方式取决于各种因素, 例如: 靶线索特征 (陈思佚, 张庆男, 周仁来, 2009; Scullin, McDaniel, & Einstein, 2010; Scullin, McDaniel, Shelton, & Lee, 2010; 潘玲, 白学军, 2011)、个体差异 (李寿欣, 宋艳春, 2006)、背景任务特征 (王永跃, 葛列众, 王健, 2010; 张芝, 葛列众, 2011) 等。此观点较符合我们的日常经验, 即有时感觉前瞻记忆活动是突然出现于意识之中, 而有时则需要注意监控。

双任务范式 (*dual task paradigm*) 是事件性前瞻记忆的最佳实验研究范式 (刘伟, 王丽娟, 2008), 它是将前瞻记忆任务嵌入背景任务 (*ongoing task*) 之中, 当前瞻线索出现时, 中断背景任务完成前瞻记忆任务。West, Herndon 和 Crewdson (2001) 以英文单词为材料, 采用双任务范式并结合事件相关电位技术 (*event-related potentials*, ERPs) 对前瞻记忆进行研究, 实验中背景任务为语义相关判断, 前瞻线索 (大写英文单词) 出现时做前瞻记忆任务, 结果发现了两个与前瞻记忆加工有关的特异性 ERPs 成分——N300 和前瞻性正波 (*prospective positivity*)。陈幼贞等 (2007) 采用 ERPs 技术对前瞻记忆进行研究, 也发现前瞻记忆的加工过程主要发生在刺激呈现 200ms 以后。N300 是前瞻线索呈现后 300–500ms 在枕顶区出现的负波, 相对于前瞻记忆任务的漏报和背景任务, 前瞻记忆任务的正确完成所诱发的 N300 波幅更大。为进一步区分 N300 和 N2, West 等 (2001) 将实验分为两部分, 前一部分是忽略前瞻线索只做语义相关判断, 后一部分是前瞻线索出现时做前瞻记忆反应, 结果发现大脑左半球在实验中两部分所诱发的 N300 不存在显著差异, 这可能与靶线索知觉特征的加工有关, 它所代表的心理意义与 N2 成分类似, 而

大脑右半球在实验后半部分诱发的 N300 比实验前半部分诱发的 N300 更负。这表明右半球的 N300 与 N2 是不同的成分, N300 是前瞻记忆任务诱发的特有成分, 它反映了前瞻记忆任务中对靶线索的觉察。前瞻性正波是前瞻线索出现后 400–1200ms 出现, 广泛分布于中央区、顶区和枕区的正波, 相对于前瞻记忆漏报, 击中所诱发的前瞻性正波更正 (West & Krompinger, 2005), 它反映了前瞻记忆意向提取之后的加工过程。

Smith (2003, 2004) 采用前瞻干扰效应 (*prospective interference effect*) 来探讨前瞻记忆的加工机制, 实验任务中设置一个只执行背景任务的对照条件和一个背景任务中嵌有前瞻线索的实验条件, 通过比较有无前瞻线索条件下背景任务的完成情况来探讨前瞻记忆的加工机制, 如果前瞻线索对背景任务产生影响, 则被认为存在前瞻干扰效应, 即表明前瞻记忆是控制加工的过程。本研究采用双任务范式, 在实验中设置对照条件和实验条件, 并对实验条件中背景任务的难度进行操纵, 通过改变背景任务的难度自下而上地操纵其完成过程中注意资源的消耗, 来探讨有限地注意资源在背景任务和前瞻任务中的分配情况。利用行为与 ERPs 技术相结合的方法, 不仅能够观测到背景任务的难度对背景任务和前瞻记忆任务完成绩效的影响, 还能够进一步的揭示出前瞻记忆完成过程中随时间变化的大脑加工特点, 以确定背景任务对前瞻记忆的加工过程产生的影响。因此, 本研究预测: (1) 相对于无前瞻线索嵌入条件, 有前瞻线索嵌入时完成背景任务的反应时更长。(2) 前瞻线索存在时, 前瞻任务的正确率高于背景任务, 且前瞻任务的反应时比背景任务短。(3) 背景任务难度调节前瞻记忆的完成绩效, 相对于低难度条件, 高难度条件下前瞻记忆诱发的前瞻性正波的波幅更大。

2 研究方法

2.1 被试

23 名在校大学生 (10 男 13 女), 年龄为 19 ~ 25 岁。右利手, 视力或矫正视力正常, 无生理或精神方面的疾病。所有被试之前均未参与过类似的实验。实验前均签署知情同意书, 完成实验后给予小额报酬。2 名男生由于伪迹过大而被剔除。

2.2 实验设计

使用双任务范式, 将前瞻记忆任务嵌入到正在执行的背景任务之中, 前瞻记忆任务出现时, 中断

正在进行的背景任务做前瞻反应, 背景任务为 n -back 任务。实验采用被试内设计, 包括三种条件: 对照条件, 即无前瞻任务嵌入的背景任务 (1-back 任务), “是”/“否”反应各占 50%; 实验条件, 根据背景任务的难度将实验条件区分为低难度实验条件 ($n=1$) 和高难度实验条件 ($n=3$)。背景任务中嵌有 20% 的前瞻记忆任务, “是”/“否”反应各占 40%。对前瞻线索反应完毕后重新开始执行背景任务直至下一个前瞻线索出现。

2.3 实验材料和程序

刺激材料为 26 个大写英文字母, 前瞻线索为 “P”。使用 Photoshop 软件将每个字母制作成字号为 40 号, 字体为 Times New Roman 格式的黑底白字的图片。被试距离显示器约为 70cm, 视角为 $3.2^{\circ} \times 2.4^{\circ}$ 。实验分为三个部分 (block), 每个部分由练习实验和正式实验组成, 练习以确保被试熟悉实验程序和按键方式。每部分完成后休息一次, 三部分在被试间平衡。实验中被试的任务是判断当前呈现的字母是否与此前的一个字母 (1-back) 或此

前的第三个字母 (3-back) 是否一致, 如果一致做 “是” 反应, 如果不一致做 “否” 反应, 如果被试当前完成的是实验条件时若呈现的字母为前瞻线索则做前瞻反应。每部分的正式实验包含 300 个试次 (trial), 实验共有 900 个试次, 其中对照条件下被试要做 150 次 “是” 反应 (靶反应) 和 150 次 “否” 反应 (非靶反应)。实验条件下被试要做 120 次 “是” 反应、120 次 “否” 反应和 60 次前瞻反应。练习实验的行为数据不记录, 脑电数据不纳入分析。使用 E-Prime 软件呈现实验刺激, 具体程序如图 1 所示。实验开始时在屏幕中央呈现一个 500ms 的 “+” 注视点, 提示实验材料出现的位置。每个试次 (trial) 由呈现 500ms 的实验材料和 2000ms 等待反应的黑屏构成, 被试需在 2000ms 中做按键反应, 如果在 2000ms 中未按键则自动进入下一个试次。在 1-back 条件中被试不需要对第一个刺激做按键反应, 在 3-back 条件中被试不需要对前三个刺激做按键反应。“是” 反应按 “1”, “否” 反应按 “2”, 前瞻反应按 “3”。

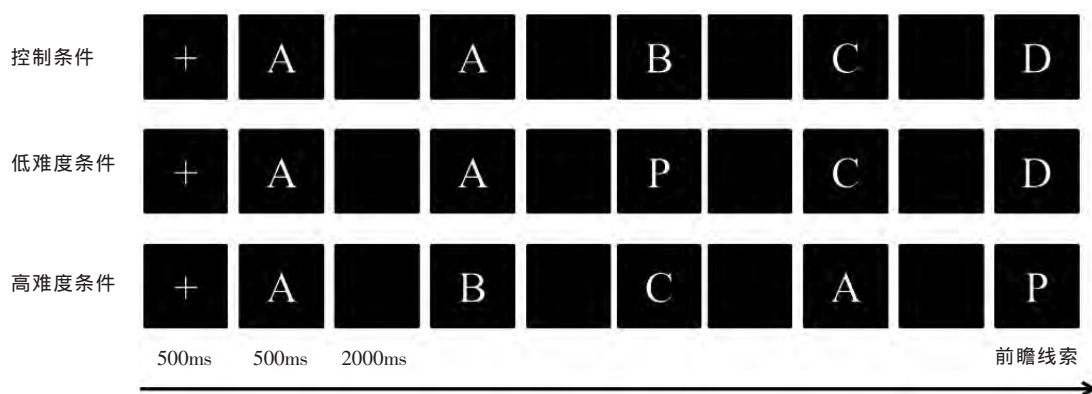


图1 实验流程示意图

2.4 EEG 记录和分析

采用 NeuroScan ERP 记录与分析系统 (NeuroScan Inc., USA), 按国际 10-20 系统扩展的 64 导电极帽记录脑电波。脑电记录时以左乳突 (M1) 为参考电极, 离线分析时再以置于右乳突 (M2) 的电极进行再参考 (*re-reference*)。置于双眼外侧的电极记录水平眼电 (HEOG), 置于左眼上下的电极记录垂直眼电 (VEOG), 前额接地 (GND)。连续采样率为 1000Hz, 脑电记录带宽为 0.1-100Hz, 脑电采集过程中所有电极阻抗始终低于 5K Ω 。数据离线处理采用 30Hz 低通滤波, 自动校正 VEOG 和 HEOG, 所有导联电压超过 $\pm 100\mu V$ 视为伪迹自动剔除。

脑电分析时程为 -200~1000ms, 刺激呈现前的

200ms 作为基线。只对正确反应的 ERPs 进行叠加。参考已有研究 (West, Herndon, & Crewdson, 2001; 陈幼贞等, 2007) 和本研究的目的, 取电极 Fz、Cz、CPz、Pz、POz 和 Oz 进行分析, 对背景任务的分析时段为 300~500ms 和 700~900ms, 对前瞻线索进行分析的时段为 300~500ms 和 400~800ms。方差分析的 p 值采用 Greenhouse-Geisser 法矫正。

3 结果分析

3.1 行为数据结果

对被试完成背景任务的正确率进行条件类型 (对照条件、低难度条件、高难度条件) 的单因素重

复测量方差分析, 结果表明条件类型的主效应显著, $F(2,40) = 6.68, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.25$, 对照条件的正确率 ($68.6 \pm 16.9\%$) 显著低于实验条件的正确率 ($76.0 \pm 15.5\%$; $77.9 \pm 11.3\%$) ($p < 0.05$)。对实验条件下的正确率进行 2 (条件: 低难度条件、高难度条件) \times 2 (任务: 背景任务、前瞻任务) 重复测量方差分析, 结果表明, 任务类型的主效应显著, $F(1,20) = 24.05, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.55$, 前瞻任务的正确率 ($90.9 \pm 2\%$) 显著高于背景任务的正确率 ($76.9 \pm 2\%$); 不同难度背景任务的正确率不存在显著差异, $F(1,20) = 0.74, p > 0.05$; 条件和任务之间的交互作用不显著, $F(1,20) = 0.87, p > 0.05$ 。

对被试完成背景任务的反应时进行条件类型 (对照条件、低难度条件、高难度条件) 的单因素重复测量方差分析, 结果表明条件类型的主效应显著, $F(2,40) = 12.71, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.39$ 。对照条件 ($776 \pm 164\text{ms}$) 和低难度背景任务 ($801 \pm 115\text{ms}$) 的反应时不存在显著差异 ($p > 0.05$), 但是高难度

背景任务的反应时 ($881 \pm 129\text{ms}$) 均显著长于对照条件和低难度背景任务 ($p < 0.05$)。对实验条件下的反应时进行 2 (条件: 低难度条件、高难度条件) \times 2 (任务: 背景任务、前瞻任务) 重复测量方差分析, 结果表明, 条件和任务的交互作用显著, $F(1,20) = 5.09, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.20$ 。低难度条件下, 背景任务的反应时 ($801 \pm 25\text{ms}$) 显著长于前瞻任务 ($770 \pm 20\text{ms}$) ($p < 0.05$), 高难度条件下, 背景任务的反应时 ($881 \pm 28\text{ms}$) 显著长于前瞻任务 ($812 \pm 18\text{ms}$) ($p < 0.01$), 但背景任务和前瞻任务的反应时差异在高难度条件下更大。

3.2 ERPs 结果

在实验过程中被试需要对背景任务做靶反应 (是反应) 或非靶反应 (否反应), 对前瞻线索做前瞻反应。因此, 在脑电分析中将被试的 ERPs 分三类进行叠加: 靶、非靶、前瞻反应。实验中背景任务的 ERPs 波形图和前瞻线索 ERPs 波形图分别见图 2 和图 3。

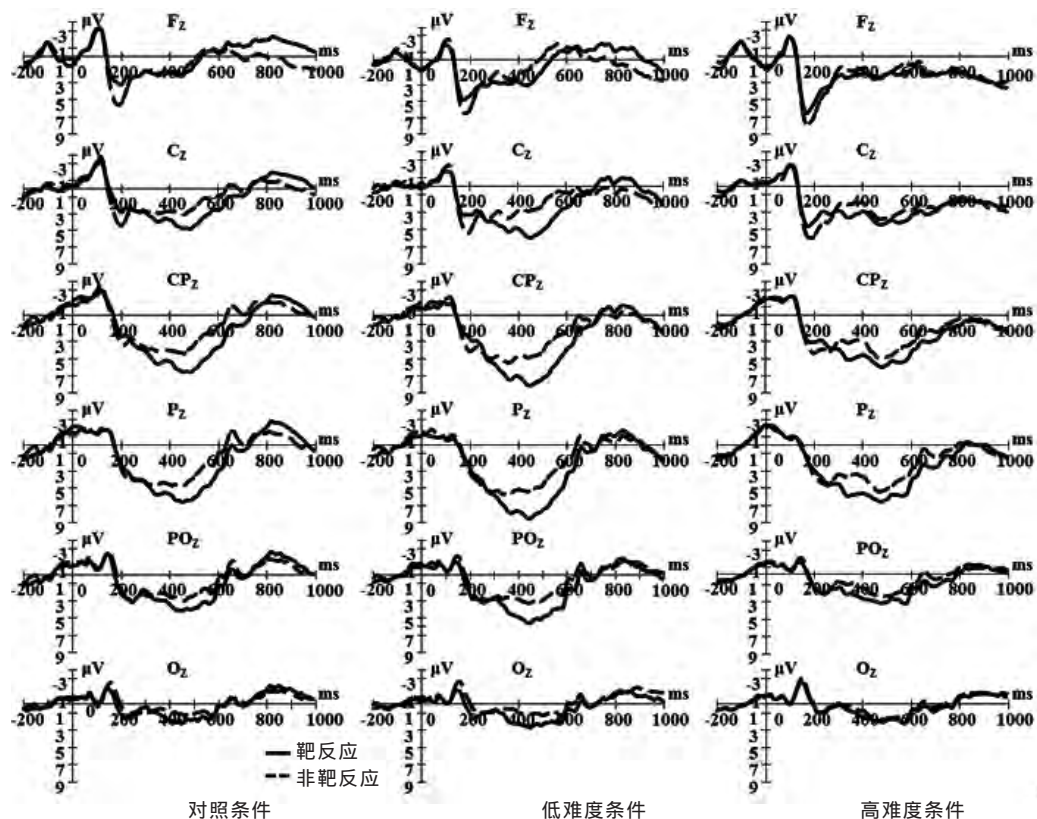


图 2 背景任务 ERPs 波形图

3.2.1 不同实验条件背景任务的 ERPs 比较

对背景任务中刺激出现后 300~500ms 时窗内正波的平均波幅进行条件 (对照条件、低难度条件、高难度条件) \times 反应类型 (靶反应、非靶反

应) \times 电极点 (Fz、Cz、CPz、Pz、POz、Oz) 的三因素重复测量方差分析, 结果表明电极点的主效应显著, $F(5,100) = 17.73, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.47$, Cz、CPz、Pz 的波幅显著大于其他区域 ($p < 0.05$); 反

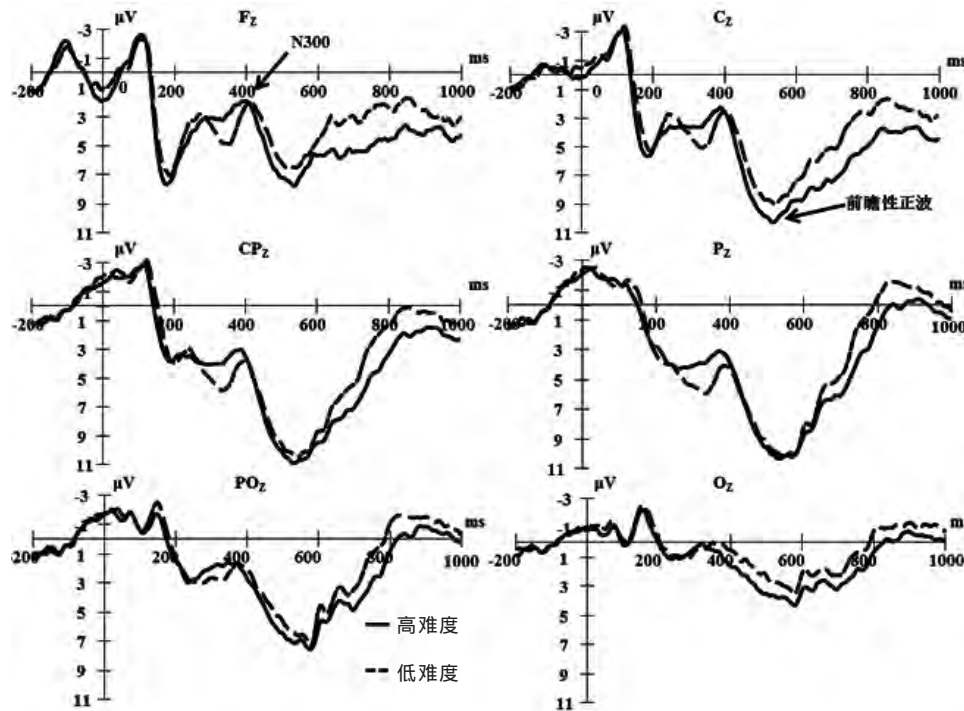


图3 前瞻任务 ERPs 波形图

应类型的主效应显著, $F(1,20) = 25.08$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.56$, 靶反应的波幅 ($4.11 \pm 5.58 \mu V$) 比非靶反应的波幅 ($2.75 \pm 5.55 \mu V$) 更正 ($p < 0.05$)。条件和反应类型之间的交互作用显著, $F(2,40) = 4.976$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.20$, 不同条件下靶反应的波幅均大于非靶的波幅, 且在低难度和高难度条件下这种差异显著大于对照条件。条件和电极位置的交互作用显著, $F(10,200) = 2.61$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.12$, 在 F_z 、 C_z 和 O_z 上, 三种条件的波幅之间不存在显著差异 ($ps > 0.05$), 在 CP_z 上低难度条件的波幅显著大于高难度条件的波幅 ($p < 0.05$), 在 P_z 和 PO_z 上低难度条件的波幅显著大于对照条件和高难度条件的波幅 ($ps < 0.05$); 反应类型和电极位置的交互作用显著, $F(5,100) = 4.02$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.17$, 在 F_z 上靶反应的波幅和非靶反应的波幅没有显著差异 ($p = 0.14$), 而在其他电极位置, 靶反应的波幅显著大于非靶反应 ($ps < 0.05$);

对背景任务中刺激出现后 700~900ms 时窗内负波的平均波幅进行条件 (对照条件、低难度条件、高难度条件) \times 反应类型 (靶反应、非靶反应) \times 电极点 (F_z 、 C_z 、 CP_z 、 P_z 、 PO_z 、 O_z) 的三因素重复测量方差分析, 结果表明电极点的主效应显著, $F(5,100) = 3.79$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.16$, C_z 的波幅显著大于 CP_z 、 P_z 、 PO_z 、 O_z 的波幅 ($ps <$

0.05)。条件的主效应显著, $F(2,40) = 21.54$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.52$, 低难度条件下的波幅 ($-0.54 \pm 0.37 \mu V$) 和对照条件下的波幅 ($-1.09 \pm 0.35 \mu V$) 之间的差异不显著 ($p = 0.058$), 但是高难度条件下的波幅 ($0.79 \pm 0.31 \mu V$) 显著大于低难度条件和对照条件 ($ps < 0.05$)。反应类型和电极点之间存在显著交互作用, $F(5,100) = 3.63$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.15$, 在 F_z 上非靶反应的波幅 ($-0.86 \pm 0.39 \mu V$) 显著大于靶反应的波幅 ($-0.37 \pm 0.51 \mu V$) ($p < 0.05$)。条件和反应类型之间交互作用显著, $F(2,40) = 3.69$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.16$, 在靶反应上高难度条件的波幅 ($0.97 \pm 0.35 \mu V$) 显著大于低难度条件 ($-0.85 \pm 0.43 \mu V$) 和对照条件 ($-1.39 \pm 0.39 \mu V$) ($ps < 0.05$), 在非靶反应上高难度条件的波幅 ($0.60 \pm 0.33 \mu V$) 大于对照条件 ($-0.78 \pm 0.42 \mu V$) ($p < 0.05$), 但是高低难度之间的波幅没有显著差异。条件和电极位置之间存在显著交互作用, $F(10,200) = 9.53$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.32$ 。高难度条件下大脑前部 (F_z 、 C_z 、 CP_z) 的波幅大于脑后部 (PO_z 、 O_z) ($ps < 0.05$)。

3.2.2 不同实验条件前瞻任务的 ERPs 比较

对前瞻线索呈现后 300~500ms 内出现的负走向波 (N300) 的峰值及峰值的潜伏期分别进行测量。对其峰值进行条件 (低难度条件、高难度条

件) × 电极点 (Fz、Cz、CPz、Pz、POz、Oz) 的两因素重复测量方差分析, 结果表明低难度条件的峰值 ($1.1 \pm 0.65 \mu V$) 大于高难度条件的峰值 ($0.85 \pm 0.45 \mu V$), 但是未达到显著水平, $F(1, 20) = 0.27$, $p = 0.61$; 电极位置的主效应显著, $F(5, 100) = 6.04$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.23$, POz 和 Oz 的波幅显著小于 Fz 和 Cz ($p < 0.05$), 在枕区高难度条件的波幅大于低难度条件的波幅, 达到边缘显著水平 ($p = 0.056$); 条件和电极位置之间的交互作用不显著, $F(5, 100) = 1.51$, $p = 0.20$ 。

对前瞻线索呈现后 300~500ms 内出现的负走向波的峰值潜伏期进行条件 (低难度条件、高难度条件) × 电极点 (Fz、Cz、CPz、Pz、POz、Oz) 的两因素重复测量方差分析, 结果表明低难度条件的潜伏期 ($368 \pm 8ms$) 长于高难度条件的潜伏期 ($360 \pm 4ms$), 但是未达到显著水平, $F(1, 20) = 1.84$, $p = 0.19$; 电极位置的主效应显著, $F(5, 100) = 4.44$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.18$, POz 和 Oz 的潜伏期显著短于 Fz 和 Cz ($p < 0.05$), 在 Oz 上低难度条件的潜伏期显著长于高难度条件的潜伏期 ($p < 0.05$), 在高难度条件下 Oz 位置的潜伏期显著长于其他区域 ($p < 0.05$)。条件和电极位置之间的交互作用边缘显著, $F(5, 100) = 2.26$, $p = 0.054$, $\eta_p^2 = 0.1$ 。在 Oz 上, 低难度条件的潜伏期 ($357 \pm 10ms$) 显著长于高难度条件的潜伏期 ($332 \pm 6ms$) ($p < 0.05$)。从另一个角度解释, 低难度条件下, 各电极点的潜伏期没有显著差异 ($p > 0.05$); 而高难度条件下, Fz、Cz、CPz 和 Pz 的潜伏期显著大于 POz 和 Oz 的潜伏期 ($p < 0.05$)。

对前瞻线索呈现后 400~800ms 内出现的正波 (前瞻性正波) 的平均波幅进行条件 (低难度条件、高难度条件) × 电极点 (Fz、Cz、CPz、Pz、POz、Oz) 的两因素重复测量方差分析, 结果表明条件的主效应显著, $F(1, 20) = 7.96$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.29$, 高难度条件的波幅 ($5.96 \pm 0.51 \mu V$) 显著大于低难度条件的波幅 ($4.79 \pm 0.54 \mu V$) ($p < 0.05$); 电极位置的主效应显著, $F(5, 100) = 23.65$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.54$, 在 Fz、Cz、POz 和 Oz 上高难度条件的波幅均大于低难度条件 ($p < 0.05$)。条件和电极之间的交互作用不显著, $F(5, 100) = 0.94$, $p = 0.46$ 。

4 讨论

4.1 前瞻干扰效应

前瞻干扰效应 (*prospective interference effect*)

是探讨前瞻记忆加工机制的良好指标 (Smith, 2003; Smith & Bayen, 2004; 陈幼贞等, 2007)。通过比较有无前瞻线索嵌入时背景任务的完成情况, 来考察前瞻记忆任务对背景任务的影响。如果不同条件下的背景任务的反应时存在显著差异, 即表明前瞻记忆任务对背景任务产生干扰, 也就是前瞻记忆的完成需要消耗认知资源。本研究通过比较被试完成对照条件和实验条件的背景任务的反应时发现, 被试完成不同背景任务的反应时存在显著性差异, 存在前瞻线索嵌入的背景任务的反应时长于没有前瞻线索嵌入的背景任务, 背景任务的反应时显著长于前瞻任务, 且前瞻任务的正确率高于背景任务。这表明实验条件中前瞻线索尚未出现时, 被试已将注意资源投入到与前瞻记忆有关的目标事件的环境之中, 以监控前瞻线索, 从而使得被试完成背景任务的反应时延长。这一结果与 Smith (2003, 2004) 的结果一致, 即使前瞻线索没有出现, 持有执行前瞻记忆任务的意向也会使被试完成背景任务的反应时增长, 为了更好地完成前瞻记忆任务必须进行预备注意加工, 这需要消耗更多的注意资源, 因此, 导致前瞻记忆任务的正确率高于背景任务。

为了进一步探讨背景任务是如何对前瞻记忆的策略加工产生影响的, 本研究对背景任务的特征进行操作, 改变背景任务的难度。通过比较不同难度条件下被试完成背景任务和前瞻任务的差异, 结果表明, 高难度条件下被试的反应时均长于低难度条件, 且高难度背景任务条件下被试完成背景任务和前瞻任务的反应时差异大于低难度背景任务条件。这说明背景任务的难度对前瞻记忆的策略加工具有影响, 这种影响在被试的脑电活动差异上表现出来。

4.2 N300

研究中脑电结果发现, 前瞻线索呈现后 300~500ms 存在一个负走向波, 该成分被定义为 N300。低难度条件下该成分的峰值潜伏期较高难度条件长, 且大脑前部的潜伏期长于大脑后部。但在峰值上, 低难度条件比高难度条件更大。这与 West 等 (2001, 2004, 2005a, 2005b, 2006) 研究结果一致。West 等研究发现在前瞻记忆任务中前瞻线索出现后的 300~500ms 内在顶枕区出现一个负波 (N300), 相对于前瞻记忆的漏报和背景任务、前瞻记忆的击中, N300 的波幅更大。West 等认为 N300 反映了前瞻记忆任务中对前瞻线索的觉察过程。这表明背景任务的难度对前瞻记忆的线索识别产生了影响, 当背景任务难度较高时被试倾向于更

早的将注意资源投入到与前瞻记忆有关的目标事件的环境中, 来监控前瞻线索, 以促使前瞻线索更好的被觉察, 而背景任务难度较低时被试需要分配更多的注意资源对目标事件的环境中, 从而更准确的识别前瞻线索。这表明增加背景任务的难度影响了前瞻线索的识别, 进一步说明了前瞻线索的识别需要消耗认知资源。

4.3 前瞻性正波

研究中脑电结果也发现, 前瞻线索呈现后 400–800ms 存在一个正波, 该成分被认为是前瞻性正波。相对于低难度条件, 高难度条件下前瞻线索诱发的前瞻性正波的平均波幅更正, 这种趋势广泛分布于枕区、枕顶区和中央区。这与 West 等 (2001, 2004, 2005a, 2005b, 2006) 研究结果一致。West 等研究发现在前瞻记忆任务中前瞻线索出现后的 400–1200ms 之间在中央区、顶区、枕区广泛分布一个正波 (前瞻性正波), 并且前瞻记忆击中比漏报的前瞻性正波更正。West 等认为前瞻性正波反映了计划提取后的加工过程。这表明背景任务的难度对前瞻记忆的意向提取具有重要影响, 当背景任务难度较高时个体需要投入更多的注意资源用于对前瞻记忆的意向提取, 以确保前瞻记忆的顺利完成。

5 结论

本研究表明前瞻记忆的完成需要注意资源的参与, 它是一个控制加工的过程。前瞻记忆的加工策略受到背景任务的调节, 当背景任务难度增加时, 前瞻线索被优先加工, 使得对靶线索的监测投入较少注意资源。而在随后的靶线索确认并提取执行意向时, 需要投入更多的注意资源对前瞻线索进行识别, 以使前瞻记忆顺利进行。

参 考 文 献

- 陈幼贞, 任国防, 袁宏, 黄希庭, 陈有国, 岳彩镇. (2007). 事件性前瞻记忆的加工机制: 来自 ERP 的证据. *心理学报*, 39, 994–1001.
- 陈思佚, 张庆男, 周仁来. (2009). 靶线索与意向关联性对事件性前瞻记忆的影响. *心理与行为研究*, 8, 70–75.
- 陈思佚, 周仁来. (2010). 前瞻记忆需要经过策略加工: 来自眼动的证据. *心理学报*, 42, 1128–1136.
- 李寿欣, 宋艳春. (2006). 不同认知方式中小学生的前瞻记忆的研究. *心理发展与教育*, 22, 18–22.
- 刘伟, 王丽娟. (2008). 前瞻记忆的实验研究方法述评. *心理科学*, 31, 943–945.
- 潘玲, 白学军. (2011). 靶目标预曝光对基于事件前瞻记忆的影响. *心理科学*, 3, 538–545.
- 王永跃, 葛列众, 王健. (2010). 不同难度背景条件下前瞻记忆任务的实验研究. *心理科学*, 33, 612–615.
- 张芝, 葛列众. (2011). 进行中任务加工类型对前瞻记忆 TAP 效应的影响. *心理学探新*, 31, 318–320.
- Brandimonte, M., Einstein, G. O., McDaniel, M. A. (1996). *Prospective memory: Theory and applications*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, New Jersey, 149–155.
- Einstein, G. O., Holland, L. J., McDaniel, M. A., & Guynn, M. J. (1992). Age-related deficits in prospective memory: The influence of task complexity. *Psychology and Aging*, 7, 471–478.
- Einstein G. O., & McDaniel M. A. (2005). Prospective memory multiple retrieval process. *American Psychological Society*, 14, 286–290.
- Einstein G. O., McDaniel M. A., Thomas R., Mayfield S., Shank H., Morrisette N., & Breneiser J. (2005). Multiple processes in prospective memory retrieval: Factors determining monitoring versus spontaneous retrieval. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 327–342.
- Kliegel, M., Martin, M. (2003). Prospective memory research: Why is it relevant? *International Journal of Psychology*, 38, 193–194.
- McDaniel, M. A., Robinson-Riegler, B., & Einstein G. O. (1998). Prospective remembering: Perceptually driven or conceptually driven process? *Memory and Cognition*, 26, 121–134.
- McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2000). Strategic and automatic processes in prospective memory retrieval: A multiprocess framework. *Applied Cognitive Psychology*, 14, 127–144.
- Scullin K. M., Einstein G. O., & McDaniel M. A. (2009). Evidence for spontaneous retrieval of suspended but not finished prospective memories. *Memory & Cognition*, 37, 425–433.
- Scullin, M. K., McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2010). Control of cost in prospective memory: Evidence for spontaneous retrieval processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 190–203.
- Scullin, M. K., McDaniel, M. A., Shelton, J. T., & Lee, J. H. (2010). Focal/nonfocal cue effects in prospective memory: Monitoring difficulty or different retrieval processes? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 736–749.
- Smith, R. E. (2003). The cost of remembering to remember in event-based prospective memory: Investigating the capacity demands of delayed intention performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 347–361.
- Smith, R. E., & Bayen, U. J. (2004). A multinomial model of event-based prospective memory. *Journal of Experimental Psy-*

- chology: *Learning, Memory, and Cognition*, 30, 756–777.
- West, R., Herndon, R. W., & Crewdson, S. J. (2001). Neural activity associated with the realization of a delayed intention. *Cognitive Brain Research*, 12, 1–9.
- West, R., & Wymbs, N. (2004). Is detecting prospective cues the same as selecting targets? An ERP study. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4, 354–363.
- West, R., Krompinger, J., & Bowry, R. (2005). Disruptions of preparatory attention contribute to failures of prospective memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 502–507.
- West, R., & Krompinger, J. (2005). Neural correlates of prospective and retrospective memory. *Neuropsychologia*, 43, 418–433.
- West, R., Bowry, R., & Krompinger, J. (2006). The effects of working memory demands on the neural correlates of prospective memory. *Neuropsychologia*, 44, 197–207.

The Affect of Ongoing Activity On The Strategical Processing of Prospective Memory: An ERPs Investigation

Guo Fengbo¹, Wei Yiping^{2,3}, Gao Yu¹, Wang Yiwen¹

(1 Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074; 2 Faculty of Education, Guangxi Normal University, Guilin 541004; 3 Guangxi Colleges and Universities Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Applied Psychology, Guilin 541004)

Abstract

Prospective memory is remembering to do something at a future time. In this study we adopt dual task paradigm and used ERPs to investigate how the difficulties of the ongoing activity affect the strategically processing of prospective memory. The ongoing activity is tested by n-back task, when the prospective cues were presented. The participant should do the prospective task. The experiment included three conditions: control condition, low difficulty (1-back PM) condition, and high difficulty (3-back PM) condition. The behavior data suggested that the reaction time of the ongoing task is longer than prospective task, and as the difficulties increasing, the RT is increasing. The ERPs data indicate that the latency of the N300 in higher difficulty ongoing task is shorter than that is in lower difficulty ongoing task, whereas the peak amplitude of N300 in higher difficulty condition is smaller than lower difficulty condition. The average amplitude of the prospective positive in higher difficulty ongoing activity condition is larger than that is in lower difficulty ongoing task condition. These results suggested that the prospective memory processing needs cognitive resource, and that the cognitive resource allocation is moderated by the difficulty of ongoing activity. When the difficulty of ongoing activity is increasing, the prospective cue is processed with priority, and this results that less cognitive resource are engaged in the target monitor. However, in the phase of prospective cue identifying and intention retrieval, more cognitive resources are engaged in identifying the prospective cue to ensure that the prospective memory is completed smoothly.

Key words prospective memory, ongoing activity, strategically processing, N300, prospective positive.