

# 行为决策中的“作为”与“不作为”:事件相关电位研究

周海波, 钟毅平

(湖南师范大学教育科学学院, 湖南 长沙 410081)

**【摘要】** 目的:探讨“作为”与“不作为”两种不同决策行为下,“差”结果引起的大脑电位活动差异。方法:采用事件相关电位技术,让被试进行模拟股票购买操作,记录给予被试“涨”或“跌”反馈结果时的脑部电位。结果:观察到明显的反馈相关负波(feedback related negativity FRN)与 P300 成分,但未发现“作为”与“不作为”在两个成分上的显著差异,继而对“作为”与“不作为”两种情境下的差异波分析发现,在 P300 时间窗内,“作为”情境产生了更大的差异波。结论:“作为”与“不作为”两种决策情境导致的“差”结果在 FRN 时间窗内差异不显著,但 P300 时间窗内“作为”情境诱发了更大的差异波,这可能与“作为”情境下更多的正性情绪体验相关。

**【关键词】** 作为; 不作为; 反馈相关负波; P300

中图分类号: R395.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2011)03-0296-03

## Action and Inaction in Decision-making: A Event-related Potential Study

ZHOU Hai-bo, ZHONG Yi-ping

Department of Psychology, Hunan Normal University, Changsha 410081, China

**【Abstract】 Objective:** To compare the brain activations followed two choices of action and inaction. **Methods:** With event-related potentials (ERP), present study make subjects performance a mock-stock trading, and while the author recording the results of feedback-related negativity(FRN) and P300. **Results:** With four experimental conditions(purchase/rise, purchase/fall, not purchase/rise, and not purchase/fall), the results showed that there's no difference between FRN and P300 amplitude with action and inaction. The difference wave shows no difference between action and inaction for FRN, but action with larger P300. **Conclusion:** There is no difference of FRN between action and inaction in this study, but action with more larger difference waves suggested more intense emotional activation.

**【Key words】** Action; Inaction; Feedback-related negativity; P300

行为决策在人类生活中时时刻刻发生着,借助于现代认知神经科学研究技术,人们可以对决策过程中大脑“黑箱”进行探讨<sup>[1]</sup>。决策失利的现状可由两种方式产生,一是由于“作为”(action),即采取了行动,二是“不作为”(inaction),即未采取行动。Kahneman 比较了两种决策后果的差异,尽管损失相等额度的金钱,结果发现人们对“作为”导致的“差”结果更后悔<sup>[2]</sup>。Kahneman 将其称之为作为效应(Action Effect),即由行动所导致的后悔要大于不行动<sup>[2]</sup>。作为效应的提出引起了众多研究者的关注,人们对作为效应的适用条件、影响因素等进行了进一步的探讨。后继研究中既有支持作为效应<sup>[3]</sup>,也有反对作为效应的,如作为效应随时间模式(temporal)而改变<sup>[4]</sup>,接近效应调节“作为”与“不作为”的情绪体验<sup>[5]</sup>,甚至在作为取向情境下,不作为所引起的后悔要大于作为<sup>[6]</sup>。同时我们发现“作为”与“不作为”决策现象的研究手段也从行为研究方法(如情境描述<sup>[7]</sup>,个体回忆<sup>[8]</sup>,量表<sup>[5]</sup>等)向电生理、脑成像方式发展。特别是

事件相关电位(event related potential,ERP)技术在决策研究中的广泛应用<sup>[9,10]</sup>,通过一些特异性脑电成分如反馈相关负波(feedback-related negativity, FRN)<sup>[11,12]</sup>、P300<sup>[13]</sup>,我们可以了解决策失利时大脑的实时脑电活动情况。

本研究借助 ERP 技术的高时间分辨率探讨作为与不作为情境下个体的大脑活动。

## 1 对象与方法

### 1.1 被试

16 名大学生(男 7,女 9)参与本实验,年龄为 18-23 岁(M=20.13)。所有被试均为右利手,视力或矫正视力正常。被试依据反馈结果给予一定的物质奖励。

### 1.2 材料与程序

告知被试这是一个股票模拟购买测试。给被试呈现一年的月 K 线图,通过对月 K 线图的分析,来选择是否购买此股票。在被试做出选择后,立即呈现该股票 6 个月后真实涨跌的收益情况,提示被试决策的正确与否。在实验的四个水平中,购买/跌与未购买/涨为决策失利情况,而购买/涨与未购买/跌为

**【基金项目】** 湖南省社科基金项目(09YBB268);湖南省研究生科研创新项目(CX2009B090)

通讯作者:钟毅平

决策正确。

被试坐在安静、灯光柔和的隔音房中,双眼距电脑屏幕 1m 左右,水平与垂直视角均在  $5^\circ$  以内。每个 trial 开始时,在电脑屏幕中央呈现一个“+”提示实验开始,呈现时间为 500ms,随后呈现该张股票一年的月 K 线图,提示在过去一年中的涨跌情况。被试有足够的时间分析该 K 线图,然后做出反应。当被试做出相应的“购买”或“不购买”的按键反应后,K 线图消失,随后以向上或向下的箭头呈现该股票 6 个月后的涨跌收益情况,呈现时间为 2000ms。500ms 空屏后进入下一个 trial。实验分为四种情境,每种情境包含 100 个 trial,一共 400 个 trial,分为 8 个 block 呈现。实验正式开始前,给予 20 个 trial 的练习,让被试熟悉实验。为增加实验的真实度与被试的参与热情,告知被试其报酬与所选股票的收益情况相关(而所有被试最后真实的报酬是相同的),并且 block 休息中间报告被试的操作结果。

### 1.3 ERP 记录与分析

采用 Neuroscan 4.3 脑电记录与分析系统,使用 64 导电极帽采集脑电,电极导联参照 10-20 国际脑电记录系统,将参考电极置于左侧乳突(离线分析时转换为双侧乳突参考),垂直眼电置于左眼上下眼眶,双眼外侧记录水平眼电。带通滤波范围为 0.05-100Hz,采样频率为 500Hz,头皮电阻小于  $5k\Omega$ 。

对记录的脑电文件进行离线分析(off-line),选取反馈呈现前 200ms 到呈现后 1000ms 的脑电,按刺激类型进行叠加。依据总平均波形,确定 FRN (220-270ms)、P300 (320-500ms)的时间窗口。依据总平均波形,分别为 FRN (额区 F1, Fz, F2, FC1, FCz, FC2)与 P300 (中央顶区 CP1, CPz, CP2, P1, Pz, P2)选择 6 个电极点进行分析。采用重复测量方差分析对 FRN 与 P300 的平均波幅进行方差分析。使用 Greenhouse Geisser 法矫正  $P$  值。同时为了直接比较作为与不作为状况下的脑电差异,采用差异波的分析方法。FRN 差异波由“坏”决策—“好”决策:作为情境下购买/跌—购买/涨,而不作为情境是未购买/涨—未购买/跌;P300 差异波由“好”决策—“差”决策,作为情境下为购买/涨—购买/跌,而不作为情境是由未购买/跌—未购买/涨。

## 2 结 果

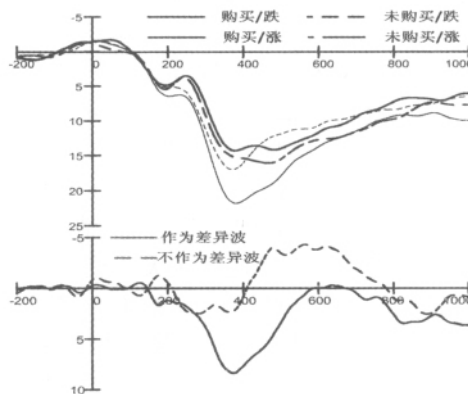
### 2.1 FRN 结果

方差分析结果表明不论是购买行为(购买 VS. 不购买)还是结果(涨 VS. 跌)主效应均不显著, [ $F_{\text{行为}}$

(1, 15)=0.031,  $P=0.864$ ;  $F_{\text{结果}}$ (1, 15)=1.418,  $P=0.151$ ]。但购买行为与结果的交互作用显著,简单效应分析发现在作为情境下,结果涨比跌诱发了更大的 FRN [ $F(1, 15)=26.1, P<0.01$ ],而在不作为情境下,涨与跌差异不显著 [ $F(1, 15)=3.21, P=0.111$ ]。而在涨的情况下,未购买比购买诱发了更大的 FRN [ $F(1, 15)=7.10, P<0.05$ ],在跌的情况下,两者差异不显著 [ $F(1, 15)=4.43, P=0.068$ ]。

### 2.2 P300 结果

附图显示了四种条件下 P300 在 Pz 的总平均波形图。方差分析结果表明结果效价差异显著, [ $F(1, 15)=11.376, P<0.05$ ], 涨比跌诱发了更大的 P300 (20.012 uV vs. 15.702 uV), 但购买行为主效应差异不显著 [ $F(1, 15)=3.739, P=0.089, 18.903 \text{ uV vs. } 16.812 \text{ uV}$ ]。购买行为与结果的交互作用显著,通过简单效应分析发现,在涨情境下,购买比未购买诱发了更大的 P300, [ $F(1, 15)=9.23, P<0.05$ ],而在跌情境下,二者差异不显著, [ $F(1, 15)=0.64, P=0.89$ ]。在购买情境下,涨比跌诱发了更大的 P300, [ $F(1, 15)=13.53, P<0.01$ ],而在未购买情境下,二者差异不显著, [ $F(1, 15)=0.61, P=0.459$ ]。



附图 四种条件下 Fcz 点总平均波形及“作为”与“不作为”差异波

### 2.3 差异波结果

为了直接比较作为与不作为的差异,我们分别统计了作为与不作为情境下的差异波。在 FRN 时间窗内,作为与不作为的差异波差异不显著 [ $F(1, 15)=0.271, P=0.612$ ],而在 P300 时间窗内,作为诱发了更大的负波 [ $F(1, 15)=10.371, P<0.01$ ]。

## 3 讨 论

本研究发现,在 FRN 与 P300 时间窗内,作为与不作为差异不明显,在 P300 时间窗内,正性结果诱发了更大的正波。而随后的差异波分析表明,在

FRN 时间窗内,作为与不作为差异不显著,但作为比不作为诱发了更大的 P300 差异波。

本研究中,购买/跌与未购买/涨视为“差”决策,对被试而言,都意味着决策失利。结果表明,在作为情境下,“差”决策诱发了更大的 FRN。这一结果与前人研究一致,表示 FRN 是对结果好坏二维评估<sup>[1]</sup>,负性结果诱发更大的 FRN<sup>[11]</sup>,而在涨情境下,未购买/涨比购买/涨诱发了更大的负波表明 FRN 对结果效价敏感<sup>[9]</sup>。

前人关于 FRN 神经机制的研究揭示了两个理论解释。一是强化学习理论<sup>[10,14]</sup>,即 FRN 反映了前扣带回(anterior cingulate cortex,ACC)通过多巴胺对当前行为的调节。依照强化学习理论,FRN 是由负性强化信号通过中脑多巴胺系统传输到 ACC 时产生的,从而调节当前行为。基底神经节参与对当前结果的评估,如果错误的行为反应造成的结果比期望差,多巴胺相位活动减弱,多巴胺系统进而将信息传递给 ACC,FRN 产生大的负波。而如果结果比期望好,中脑多巴胺神经细胞引起相位活动增加,从而产生波幅较低的 FRN<sup>[10]</sup>。二是情绪动机假说。近来关于决策认知机制的神经成像研究表明与情绪动机相关<sup>[15]</sup>,如反映了对错误行为或者负性反馈引起的情绪动机意义的评价<sup>[15]</sup>。溯源分析与脑成像研究也表明 FRN 源于 ACC 附近<sup>[10,14]</sup>,同时,脑成像研究发现决策中的后悔与 ACC 及眶额叶皮质活动相关<sup>[15]</sup>,同样源于 ACC,FRN 可能涉及了决策中的某些复杂情绪<sup>[15]</sup>。在本研究中,负性结果 FRN 要大于正性结果,其结果支持强化学习理论。

对于 P300,方差分析结果表明反馈结果差异显著,在涨的状况下诱发了比跌更大的正波,这一结果与前人研究一致<sup>[9,12]</sup>。而与 FRN 结果类似的是,作为与不作为并没有表现出显著差异。在作为情境下,“好”决策(购买/涨)诱发了更大的正波,而在不作为情境下,并没有显示出这种涨与跌的差异。同样,涨与跌的差异仅体现在购买行为上,而在未购买行为上两者差异不显著。P300 的心理意义及认知机制较复杂,与众多认知过程及影响因素相关,而在 P300 与情绪反应的天空中,前人的研究表明,P300 波幅与刺激情绪效价相关<sup>[16]</sup>,正性结果诱发更大的 P300 波幅<sup>[9]</sup>。在本实验中,作为情境下,购买/涨是一种“好”决策,对个体意味着“收益”,其诱发的大 P300 波幅表明激活了正性的情绪反应,而涨情境下 P300 的结果进一步支持了 P300 与正性情绪反应相关,这一结果与前人研究一致<sup>[13]</sup>。上述的结果并没有发现作为与不作为的显著差异,但正性结果诱发了更大的情绪反应,该结果支持 Zeelenberg 的发现<sup>[17]</sup>。

为更直接比较作为与不作为情境下的脑电活

动,我们进行了差异波分析。差异波结果表明,在 FRN 时间窗内,作为与不作为差异不显著,而在 P300 时间窗内,作为诱发了更大的差异波。其结果支持前面的 FRN 与 P300 原始波的分析,没有发现作为情境下更大的后悔,但作为情境诱发了更大的情绪反应。

### 参 考 文 献

- 1 Simons RF. The way of our errors: Theme and variations. *Psychophysiology*, 2010, 47: 1-14
- 2 Kahneman D, Tversky A. The psychology of preferences. *Sci Am*, 1982, 246: 160-173
- 3 Zhang JH, Walsh C, Bonnefon JF. Between-subject or within-subject measures of regret: Dilemma and solution. *J Exp Soc Psychol*, 2005, 41: 559-566
- 4 Feeney A, Gardiner DR, Johnston K, et al. Is regret for inaction relatively self-enhancing? *Appl Cogn Psychol*, 2005, 19: 761-777
- 5 Li S, Liang Z-Y. Action/inaction and regret: The moderating effect of closeness. *J Appl Soc Psychol*, 2007, 37: 807-821
- 6 McElroy T, Dowd K. Action orientation, consistency and feelings of regret. *Judgm Decis Mak*, 2007, 2: 333-341
- 7 Kahneman D, Miller DT. Norm theory: Comparing reality to its alternatives. *Psychol Rev*, 1986, 93: 136-153
- 8 Feldman J, Miyamoto J, Loftus EF. Are actions regretted more than inactions? *Organ Behav Hum Decis Process*, 1999, 78: 232-255
- 9 Polezzi D, Sartori G, Rumiati R, et al. Brain correlates of risky decision-making. *Neuroimage*, 2010, 49: 1886-1894
- 10 Holroyd CB, Coles MG. The neural basis of human error processing: Reinforcement learning, dopamine, and the error-related negativity. *Psychol Rev*, 2002, 109: 679-709
- 11 Gehring WJ, Willoughby AR. The medial frontal cortex and the rapid processing of monetary gains and losses. *Science*, 2002, 295: 2279-2282
- 12 Yeung N, Sanfey AG. Independent coding of reward magnitude and valence in the human brain. *J Neurosci*, 2004, 24: 6258-6264
- 13 Wu Y, Zhou XL. The P300 and reward valence, magnitude, and expectancy in outcome evaluation. *Brain Res*, 2009, 1286: 114-122
- 14 Leng Y, Zhou X. Modulation of the brain activity in outcome evaluation by interpersonal relationship: An ERP study. *Neuropsychologia*, 2010, 48: 448-455
- 15 Chua HF, Gonzalez R, Taylor SF, et al. Decision-related loss: Regret and disappointment. *Neuroimage*, 2009, 47: 2031-2040
- 16 Nieuwenhuis S, Aston-Jones G, Cohen JD. Decision making, the P3, and the locus coeruleus-norepinephrine system. *Psychol Bull*, 2005, 131: 510-532
- 17 Zeelenberg M, Pligt J, de Vries N. Attributions of responsibility and affective reactions to decision outcomes. *Acta Psychol (Amst)*, 2000, 104: 303-315

(收稿日期:2010-03-03)