

# 面孔表情的 ERP 研究进展

王 妍, 罗跃嘉\*

(中国科学院心理研究所心理健康重点实验室 北京 100101)

**【摘要】** 情绪(emotion)是情感的外部表现,是人们适应性的一种表现,也构成了一个基本的动机系统。面孔是人类表达、认知情感的重要工具和途径,正确的表达和识别面部表情是人类生存的一项重要的技能。人们运用各种手段研究面孔、情绪、大脑及其与其他认知方面的关系,本文总结了前人利用事件相关电位(ERP)技术研究面孔和情绪的方法、结果、影响因素并且对面孔及情绪的 ERP 研究提出问题并做出了展望。

**【关键词】** 情绪; ERP; 面孔表情

中图分类号:R395.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3611(2004)04-0428-04

## Trends of ERP Studies in Facial Expression

WANG Yan, LUO Yue - jia

Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

**【Abstract】** Emotion is the exterior representation of feelings. It is the outcome of evolution, one kind of the representations of human being's adaptability and it also forms a basic motive system. Face is important for expression and recognition. The accuracy of expression and recognition is an important ability for human being. Various means of research have been used in studying faces, emotion, cerebrum and their relationship with other cognitive aspects. This article reviewed the methods, results, influencing factors on the ERP research, and put forward problems and prospects in the ERP research on face and emotion.

**【Key words】** Emotion; ERP; Facial expression

情绪(emotion)是个体与环境意义事件之间关系的反应,是情感(feeling)的外部表现。情感的加工是不需要意识觉察的<sup>[1]</sup>。表情是情绪发生时身体各部分的变化,以面部变化最为丰富。

事件相关电位(event-related potentials, ERP)直接反映了神经的电活动,具有实时性和无创性的特点,它将刺激事件、心理反应和脑电活动有机地联系起来。ERP技术可以对不同的视觉刺激进行分类,从而分离不同的情绪状态;在ERP测试中也不一定需要被试做出反应,可以用来测量人们不希望表露出的情感态度<sup>[1]</sup>。ERP在脑电波与心理因素之间架起了一座桥梁,被誉为“观察脑的高级功能的窗口”<sup>[2]</sup>。这些特点使ERP在情绪研究中具有独特的地位和重要的意义。

## 1 面孔材料和研究方法

### 1.1 面部表情

面孔是图片刺激物中较特殊的一种,具有独特的性质,它本身就带有丰富的表情,受情绪的影响。一般来说,用一系列带有不同表情的面孔(例如高兴、悲伤、愤怒、厌恶、惊奇、恐惧和愉快)作为刺激材料<sup>[3]</sup>,通过不同的任务,记录实验过程中的ERP成分(如P1, N1, P3a, P3b和慢波),观察其变化,从而了解情绪活动在大脑中的加工过程。此外,Campanella等<sup>[4]</sup>则将负性表情与不同概率的Oddball实验范式结合起来,调查偏差刺激产生的N2/P3a是否为大、小概率的面部表情所调节。

**【基金项目】** 国家杰出青年科学基金(30325026),中国科学院重要方向项目(KSCX2-SW-221)支持

一般实验都用静止的图像作为刺激物,但是面部表情是高度活动的信号,为了解静态和动态的面部表情是否存在不同的神经解码过程,Klits<sup>[5]</sup>将情绪信息编码在一个面部活动过程中作为刺激物,对比健康人在面对愤怒、高兴的静态和动态面部表情时的大脑活性。

### 1.2 面孔与其他物体的比较

目前一般认为面孔识别与其他物体识别的过程是相互独立的,不同的ERP对应于不同的面部识别加工过程。将带有正性、中性、负性情绪的面孔和其它物体一同呈现给被试,对比面孔和其它物体诱发的ERP成分的波幅、潜伏期等因素的差异,可以判断对应于面孔和不同情绪特征的特异性ERP成分,及其脑定位<sup>[6]</sup>。Pizzagalli等<sup>[7]</sup>给被试呈现喜欢的、中性的和厌恶的面孔刺激以及棋盘格反转刺激,从而了解与非任务相关的内隐的大脑活性以及情感因素是否对早期面孔加工过程有调节作用。

### 1.3 自我表情

当被试观察屏幕上带有情绪的面孔时,他们自己的表情也会出现变化,虽然并不是严格的对应,但这一反应同样伴随着情绪:高兴的面孔增加高兴的情绪,愤怒的面孔使人产生恐惧的情绪<sup>[3]</sup>。

### 1.4 面孔的物理变化

相对于正常状态下的面孔,在部分研究中采用了一些特殊的有情绪内涵的面孔诱发ERP,包括模糊面孔<sup>[8]</sup>、倒置面孔<sup>[9]</sup>以及表情变形(将人物的嘴和眼睛进行倒置的面孔,ET)<sup>[10]</sup>等。Kayser等<sup>[11]</sup>用32张患有皮肤病的病人的面孔图

片作为刺激物,半数图片展示在手术前和手术刚刚结束时的面孔患病区域,另一半展示术后多年该区域的图像,从而产生消极的和积极的情绪刺激,将图片呈现在单侧视觉区域内以检验情绪刺激在左右大脑半球中的差异,这种刺激模式的好处是在每个图片组中,中性刺激与阴性刺激的区别只限于情绪相关因素,而其他的方面都相同。

### 1.5 心境障碍

在排除药物干扰的条件下,给被试呈现不同情绪的图片,将其 ERP 数据及行为过程与正常控制组进行比较,可以从患者识别情绪的能力上了解其认知缺陷,有利于更加准确的了解认知过程及其在大脑中的定位。例如,Sato 等<sup>[12]</sup>设计两个实验,在实验 1 中,让双侧杏仁核损伤的患者(HY)区别六种不同的标准面部表情,给它们安上合适的短语,发现 HY 患者在识别恐惧表情上存在缺陷,他们将恐惧和愤怒的表情与高兴的表情混为一谈。在实验 2 中,给被试呈现高兴与恐惧,高兴与愤怒,高兴与悲伤混合的图像,要求被试将其分类。HY 患者更倾向于将高兴与恐惧或愤怒的混合认为是高兴的面孔。

## 2 表情的 ERP 效应

根据任务的难易以及被试的唤醒情况和情绪情况,ERP 的波幅、潜伏期、头皮分布区都有所不同。人类面孔尤其是带有情绪的面孔在大脑中引起特殊的加工过程,有特定的 ERP 成分与之相对应。由面孔传递的情感因素调节面孔结构编码<sup>[7]</sup>。

### 2.1 面孔的特异性 ERP 成分

ERP 和脑磁图(MEG)研究指出,面孔的结构编码出现在 170ms 左右<sup>[7]</sup>。对情绪的分析和对面部结构的编码是两个平行的过程,面孔特异性 N170 成分不受面部表情的影响<sup>[13]</sup>。Streit 等<sup>[8]</sup>用模糊面孔和清晰面孔作为刺激物,除了产生面孔特异成分 N170 和与最基本的视觉认知相对应的 P120,他们还发现当任务中存在需要解码的情绪时,面孔在 240ms 左右产生较高的波幅,这也许反映了一个对面部表情进行解码的特殊的大脑加工过程。然而,Rossion 等<sup>[9]</sup>在实验中得到了不同的结果,他们给被试呈现正常放置和倒置的视觉刺激,包括人类面孔和新奇物体(Greebles),有趣的是 N170 成分在所有的刺激组中被找到,但是,只有倒置的面孔延迟并加强 N170(双侧的)。由于在新奇物体刺激中也发现 N170,因此他们认为 N170 不仅仅是面孔的特异成分。

### 2.2 面部表情诱发的 ERP

情绪刺激会诱发 P300(P3)成分。当呈现一系列面孔图片时,愉快的面孔引起的 P300 波幅最小,愤怒、悲伤及无表情面孔图片引起的波幅相对较大,P300 的区域显示出与波幅相似的变化,但 P300 潜伏期的变化与前两项有所不同,悲伤的画面使 P300 的潜伏期最长<sup>[14]</sup>。

由一个复杂的视觉面孔 Oddball 模型引发的 N2/P3a,与新奇刺激有关,参与复杂的分析过程。经典的 oddball 模式采用一个标准刺激和一个偏差刺激,而 Campanella 等<sup>[4]</sup>对此实

验模式进行了创新,他们采用一个标准刺激和两个偏差刺激。给予被试特定重复的面部表情(例如悲伤)和两种不同的偏差刺激,并进行 ERP 记录。在经典的 oddball 模式中,当被试处于注意缺乏的状态下,偏差刺激会诱发失匹配负波(MMN),当处于注意条件下 N2/P3a 会掩盖 MMN,P3b 成分也会被记录到。Campanella 的复杂 oddball 模式不会对注意产生影响。他们发现两种偏差刺激(例如恐惧)比标准刺激诱发出的 N2/P3a 复合波的波幅大,当偏差刺激描述与标准刺激相同的情绪时,N2/P3a 的潜伏期被推迟。因此也支持了在察觉生理面部变化方面人们更容易察觉新奇刺激的结论,这可能是机体适应性的表现。

### 2.3 面孔与其他物体的比较

在面孔与其他物体的比较研究中发现,情感面孔影响早期 ERP 成分(112ms)<sup>[7]</sup>。Hermann 等<sup>[6]</sup>的研究指出,面孔诱发的特殊 ERP 成分在刺激物呈现后 160ms 左右出现,主要在顶部占优势(Cz),对不同的面部表情没有显著的潜伏期和波幅的不同;面部表情刺激比其他物体(建筑图画)引起更显著的 ERP 正成分(P2 和 P3);对面孔刺激,P2 潜伏期为 162.6ms,对于其他物体 P2 潜伏期为 175.3ms。

### 2.4 心境障碍者的 ERP 改变

对面孔失认症患者的研究指出,N170 反应出对面部刺激的前期结构编码过程,而 'N400f'(由熟悉面孔诱发的潜伏期在 300 - 500ms 的负波)和 'N600f'(潜伏期大于 500ms 的正波)则指示出后期的面部识别过程。损伤的结构编码能导致面部识别机能的瓦解,由此我们可以将 N170 和后来的 ERP 成分作为人面失认症患者面孔识别研究中的指示物<sup>[15]</sup>。

Kayser<sup>[11]</sup>发现,对抑郁症患者,将对其进行的负面情绪刺激和中性情绪刺激(给予负性和中性情绪图片作为刺激)相对比,无论在大脑的哪个半球,对负性刺激,晚期 P460 成分都没有显示出增长,而且比正常控制组的晚期 P460 幅度要小。但是对负性刺激患者显示出比中性刺激波幅更大的早期 P330 成分,由此推测抑郁与在右顶区中的一个对晚期情绪刺激选择的缺陷有关,造成对情绪认知的异常行为,但是早期分辨过程并未受损。

## 3 影响因素

面部表情与个人因素、社会环境有很大关系,对面面表情的认知、加工及相应的 ERP 成分受到许多内部或外部因素的影响。情绪是伴随个人的立场观点和生活经历为转移的,受到各种社会环境因素的影响,所以对情绪的研究比对其他认知行为的研究更为复杂。

### 3.1 物理因素

所选刺激材料的任何一点变化都能改变对情绪表达的解释,甚至是看起来很小的细节,例如频繁呈现的面孔刺激,黑白图片比彩色图片更能引起强烈的情绪<sup>[16]</sup>,也影响感知到的情绪<sup>[17]</sup>。在视觉系统中的情绪影响被非情绪变量所混淆,不能直接与视觉刺激的情绪效应相联系,这一混淆可能与注意<sup>[18]</sup>,再认的程度<sup>[19]</sup>,唤起<sup>[20]</sup>,分类特征和视觉特征<sup>[10]</sup>有

关。许多研究显示知觉两个相同情绪不同形态的面孔比知觉两个不同情绪不同形态的面孔要难,甚至对生理距离相同的也不例外<sup>[4]</sup>。

### 3.2 生理因素

性别:人类男性和女性之间从生理到心理方面存在着许多的差异。有研究表明,从三岁开始女性就比男性有更好的识别面部表情的能力<sup>[21]</sup>。Lee等<sup>[22]</sup>在让被试观看交互呈现的高兴或者悲伤的面孔时,检查性别在大脑活性的量和模式上的影响。选择作为刺激的照片以及被试都是男女各半。发现不论呈现高兴还是悲伤的表情,男性和女性大脑的活性区域都不同,这一点在加工悲伤面孔时变得更加明显。

年龄:ERP成分本身具有年龄相关变化。增长的年龄使识别恐惧表情的能力下降。但对识别厌恶表情没有影响。从而推论不同的脑区对应恐惧情绪和厌恶情绪<sup>[23]</sup>。

### 3.3 社会因素

人们的文化背景和所受训练都会影响情绪的识别和表达。情绪的交流在相同文化背景的人群中更加的准确。Izard(1971)在辨认美洲人表情的研究中发现,美洲组和欧洲组能正确辨认出75-83%的面孔图片,日本人只能辨认65%的照片,而非洲人的正确率只有50%。Efenbein和Ambady证实情绪识别的普遍性和文化差异<sup>[24]</sup>。对面部表情的正确判断也取决于观察者所受的训练。大学生在接受训练前后,其辨认婴儿在不同情绪状态下的面部表情的能力有很大的差异,其准确率在受训练后有不同水平的提高<sup>[25]</sup>。

## 4 问题及展望

ERP作为人们了解大脑机制和人类认知功能的一种重要的手段,已越来越引起了人们的重视。现在将ERP与面孔情绪因素结合将有助于我们更好的了解情绪的认知过程,当然还存在许多的问题等待我们去解决。

普遍的观点认为N170是面孔的特殊成分,但是Rossion等<sup>[9]</sup>研究发现N170不止是面孔的特殊成分,也在新奇物体中被发现。同时还有人认为P200、P210-240等也可能是面孔的特异性成分。Streit等<sup>[8]</sup>用模糊和清晰面孔作为刺激物,发现有情绪因素时,在240ms左右有较高的波幅,这也许反映了一个与面部表情有关的特殊的大脑加工过程。可见对于面孔的特异性成分特别是与情绪相关成分的确定还需要进一步的去研究证实。

对面孔加工的特殊性是天生的还是后天习得的问题也尚不清楚。Nelson<sup>[26]</sup>支持生命开始的六个月中面孔即被看作一个独立的事物类型的观点,认为面孔识别的神经基础也在这段时间形成,但不确定的是依赖于这些事件的机制是否发生,还不清楚面孔识别是怎样变得特殊的,是什么驱动支持这一能力的神经系统的发展。也有人认为对面孔的识别是部分天生的,婴儿也同样表现出能够区别面部表情,模仿成人,领会他们的情绪进程的能力<sup>[27]</sup>,其理解面孔的能力随着年龄的增长而加强。

Dimberg等<sup>[28]</sup>发现对情绪刺激的反应女性比男性有更强

的面部表达。但是,Kring等<sup>[29]</sup>用电影片断和后来的对高兴、悲伤、愤怒、恐惧、惊奇和厌恶的研究中,发现被试报告的情绪体验并没有性别不同。在人类的交流中,人们经常被同伴所表现的情绪“传染”,情绪发出者表现的面部表情越强烈则激起观察者越强烈的感情,而且女性比男性更容易受到情绪感染,但是也同样有实验证明情绪的传染并不受性别的影响<sup>[3]</sup>。所以性别的影响也还有待证实。

面部表情与真实的情绪之间是否存在必然的联系,人们是否真正能通过表情正确识别出其他人的情绪也是值得探讨的问题。人们往往由于社会环境的影响,表情与情绪并不统一。人们通过对一系列表情与心理的对应分析指出在面部表情的研究中应加入环境因素的影响。在面部表情识别上也有两个对立的观点,有人认为表情是有严格界限的,有人则认为面部表情认知是更加阶段性的而且表情被认为是连续的<sup>[30]</sup>。

面孔刺激本身存在着许多的差别,受个体的内部和外部特征的影响很大,而且,即使对一个相同的刺激物,其刺激强度也会因被试的情绪经历而有所不同。因此对情绪成分的效价(affective valence)就显得很重要。最普遍的经验派生模型应包括内在情感的3个方面,即效价(valence)、唤醒(arousal)和优势(dominance)<sup>[11]</sup>。现有的面孔标准图库主要以西方人的面孔系统为主(international affective picture system, IAPS; Matsumoto and Ekman's Pictures of Facial Affect),目前还没有发现中国人自己的面孔标准系统,有待建立一个以中国人面部表情为主的东方人面孔的标准系统,以丰富和完善世界面孔标准系统,为情绪研究者提供便利。

由此可见,在情绪的脑电研究中仍有很多的问题等待人们去解决,虽然研究的方法还存在这样那样的问题,情绪的复杂性也给研究带来很多的困难,但可以肯定的是,用ERP作为研究情绪的手段,将有很大的发展前景,将会对情绪的研究起到重要的作用,也必将更多更准确的揭示出存在于大脑中的情绪的奥秘。

### 参 考 文 献

- 1 Bernat E, Bunce S, Shevrin H. Event-related brain potentials differentiate positive and negative mood adjectives during both supraliminal and subliminal visual processing. *Int J Psychophysiol*, 2001, 42(1): 11-34
- 2 魏景汉,罗跃嘉,主编. 认知事件相关脑电位教程,北京: 经济日报出版社, 2002. 2-5
- 3 Wild B, Erb M, Barthles M. Are emotions contagious? Evoked emotions while viewing emotionally expressive faces: quality, quantity, time course and gender differences. *Psychiatry Research*, 2001, 102: 109-124
- 4 Campanella S, Gaspard C, Debatisse D, et al. Discrimination of emotional facial expressions in a visual oddball task: an ERP study. *Biol Psychol*, 2002, 59(3): 171-186
- 5 Kiltz CD, Egan G, Gideon DA, et al. Dissociable neural pathways are involved in the recognition of emotion in static and dynamic facial expressions. *Neuroimage*, 2003, 18(1): 156-168
- 6 Herrmann MJ, Aranda D, Elgring H, et al. Face-specific

- event - related potential in humans is independent from facial expression. *International Journal of Psychophysiology*, 2002, 45: 241 - 244
- 7 Pizzagalli DA, Lehmann D, Hendrick AM, et al. Affective judgments of faces modulate early activity (approximately 160 ms) within the fusiform gyri. *Neuroimage*, 2002, 16 (3): 663 - 677
- 8 Streit M, Wolwer W, Brinkmeyer J. Electrophysiological correlates of emotional and structural face processing in humans. *Neuroscience Letters* 2002, 278:13 - 16
- 9 Rossion B, Gauthier I, Tarr MJ, et al. The N170 occipito-temporal component is delayed and enhanced to inverted faces but not to inverted objects: an electrophysiological account of face-specific processes in the human brain. *Cognitive Neuroscience*, 2002, 111(117): 69 - 74
- 10 Rotshtein P, Malach R, Hadar U, et al. Feeling or Features: Different Sensitivity to Emotion in High-Order Visual Cortex and Amygdala. *Neuron*, 2001, 32:747 - 757
- 11 Kayser J, Gerard E, Bruder, et al. Event-related potentials (ERPs) to hemifield presentations of emotional stimuli: differences between depressed patients and healthy adults in P3 amplitude and asymmetry. *International Journal of Psychophysiology*, 2000, 36: 211 - 236
- 12 Sato W, Kubota Y, Okada T, et al. Seeing happy emotion in fearful and angry faces: qualitative analysis of facial expression recognition in a bilateral amygdala-damaged patient. *Cortex*, 2002, 38 (5):727 - 742
- 13 Eimer M, Holmes A. An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport*. 2002, 13 (4): 427 - 431
- 14 Yoshifumi Morita, Kichiro Morita, Masashi Yamamoto, et al. Effects of facial affect recognition on the auditory P300 in healthy subjects. *Neuroscience Research*, 2001, 41:89 - 95
- 15 Eimer M. Event-related brain potentials distinguish processing stages involved in face perception and recognition. *Clinical Neurophysiology*, 2000, 111:694 - 705
- 16 Barr CL, Kleck RE. Self-other perception of the intensity of facial expressions of emotion: Do we know what we show? *Journal of Personality and Social Psychology*, 1995, 68:608 - 618
- 17 Hess U, Blairy S, Kleck RE. The intensity of emotional facial expressions and decoding accuracy. *Journal of Nonverbal Behavior*, 1997, 21, 241 - 257
- 18 Vuilleumier P, Armony JL, Driver J, et al. Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: an event related fMRI study. *Neuron*, 2001, 30: 829 - 841
- 19 Bar M, Tootell RBH, Schacter DL, et al. Cortical mechanisms specific to explicit visual object recognition. *Neuron*, 2001, 29: 529 - 535
- 20 Taylor SF, Liberzon I, Koeppe RA. The effect of graded aversive stimuli on limbic activation. *Neuropsychologia* 2000, 38: 1415 - 1425
- 21 Boyatzis CJ, Chazan E, Ting CZ. Preschool children's decoding of facial emotions. *Journal of Genetic Psychology*, 1993, 154: 375 - 382
- 22 Lee TMC, Liu HL, Hoosain R, et al. Gender differences in neural correlates of recognition of happy and sad faces in humans assessed by functional magnetic resonance imaging. *Neuroscience Letters* 2002, 333: 13 - 16
- 23 Calder AJ, Keane J, Manly T, et al. Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia*, 2003, 41 (2):195 - 202
- 24 Elfenbein HA, Mandal MK, Ambady N, et al. Cross-cultural patterns in emotion recognition: Highlighting design and analytical techniques. *Emotion*, 2002, 2:75 - 84
- 25 朱滢, 主编, 实验心理学, 北京: 北京大学出版社, 2000.476 - 478
- 26 Nelson CA. The Development and Neural Bases of Face Recognition Infant and Child Development *Inf. Child Dev.* 2001, 10: 3 - 18
- 27 Fridlund AJ, Ekman P, Oster H. Facial expressions of emotion. In Siegman, A. W. & Feldstein, S. (Eds). *Nonverbal behavior and communication* (2nd ed.): Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 1984
- 28 Dimberg U, Lundqvist LO. Gender differences in facial reactions to facial expressions. *Biological Psychology*, 1990, 30:151 - 159
- 29 Krings AM, Gordon AH. Sex differences in emotion: expression, experience, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1998, 74:686 - 703
- 30 Dailey MN, Cottrell GW, Padgett C, et al. EMPATH: a neural network that categorizes facial expressions. *J Cogn Neurosci*, 2002, 14 (8):1158 - 1173

(收稿日期:2004-04-15)

(上接第 423 页)

- 37 Scarone S, Colombo C, Livian S, et al. Increased right caudate nucleus size in obsessive compulsive disorder (OCD): detection with magnetic resonance imaging. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 1992, 45:115 - 121
- 38 Goldberg T, Weinberger D. Probing refrontal function in schizophrenia with Neuropsychological paradigms. *Schizophrenia Bulletin*, 1988, 14:179 - 183
- 39 Choi JS, Kang DH, Kim JJ, et al. Left anterior subregion of orbitofrontal cortex volume reduction and impaired organizational strategies in obsessive-compulsive disorder. *Journal of Psychiatric Research* 2004, 38, 193 - 199

(收稿日期:2004-06-03)