



中国当代心理学文库

教育部社会科学委员会教育学心理学部 推荐



快速序列视觉呈现中 面孔加工的神经机制

罗文波 © 著

The Neural Mechanism of Facial Processing
with Rapid Serial Visual Presentation



中国出版集团



世界图书出版公司

作者简介

罗文波，博士、教授、博士生导师，中国心理学会学校心理专业委员会委员、国际社会神经科学学会中国分会理事。主要从事认知神经科学相关领域的研究。2006年以来在*NeuroImage*, *Social Cognitive & Affective Neuroscience*, *Biological Psychology*以及《心理学报》《心理科学》等国际、国内刊物上发表论文30余篇，其中SCI收录20篇。博士学位论文获全国优秀博士学位论文提名奖。主持、参与国家级、省部级项目近20项。目前担任*PLoS One*和《心理学进展》编委，同时也是14种国际、国内知名刊物的审稿人。



策 划：三仓出版

网 址：<http://www.sancangbook.com>

征稿电话：400-090-9995

投稿邮箱：xlxbook@163.com

责任编辑：黄利军

封面设计：高 燕

快速序列视觉呈现中 面孔加工的神经机制

The Neural Mechanism of Facial Processing
with Rapid Serial Visual Presentation

ISBN 978-7-5100-8578-9



定价：33.00元

图书在版编目(C I P)数据

快速序列视觉呈现中面孔加工的神经机制 / 罗文波
著. —广州: 世界图书出版广东有限公司, 2014.9
ISBN 978-7-5100-8578-9

I. ①快… II. ①罗… III. ①认知心理学—研究
IV. ①B842.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 212115 号

快速序列视觉呈现中面孔加工的神经机制

责任编辑 黄利军

封面设计 高 燕

出版发行 世界图书出版广东有限公司

地 址 广州市新港西路大江冲 25 号

邮 箱 xlxbook@163.com

印 刷 虎彩印艺股份有限公司

规 格 787mm × 1092mm 1/16

印 张 9.75

字 数 163 千字

版 次 2014 年 10 月第 1 版 2015 年 3 月第 2 次印刷

ISBN 978-7-5100-8578-9/B · 0097

定 价 33.00 元

版权所有, 翻印必究

《中国当代心理学文库》
编委会

(按姓氏笔画排序)

方晓义	白学军	张 卫
张文新	张 明	李 红
沈模卫	连 榕	周宗奎
周晓林	周爱保	苗丹民
胡竹菁	郭本禹	郭永玉
聂衍刚	游旭群	彭运石

目 录

第 1 章 文献综述

1.1 面孔身份和面孔表情的定义	2
1.2 快速序列视觉呈现范式与注意瞬脱效应	2
1.3 面孔加工的神经心理学研究	4
1.4 面孔加工的神经生理学研究	7
1.5 面孔加工的电生理学研究	7
1.5.1 面孔加工的特异性成分	7
1.5.2 面孔表情加工	8
1.6 注意与面孔加工的电生理学研究	9
1.6.1 注意对面孔和面孔表情的偏向	10
1.6.2 面孔加工的注意资源	10
1.6.3 表情编码的注意资源	12
1.7 面孔加工的脑成像研究	13
1.7.1 面孔识别的脑成像研究	13
1.7.2 面孔表情加工的脑成像研究	16
1.8 面孔加工的有关模型	18
1.8.1 Bruce-Young 面孔结构编码认知模型	18
1.8.2 面孔知觉的分布式人类神经系统模型	20
1.8.3 Adolphs 以时间为函数的面孔表情加工模型	21
1.8.4 面孔知觉和注意系统模型	23
1.9 问题的提出及研究假设	24
1.9.1 问题的提出	24

1.9.2 研究假设	24
1.10 本研究的目的、意义和创新	25

第2章 RSVP 中面孔表情加工的神经机制

2.1 引言	26
2.2 方法	28
2.2.1 被试	28
2.2.2 刺激材料	28
2.2.3 程序	28
2.2.4 ERP 记录	29
2.2.5 ERP 数据分析和统计	30
2.2.6 偶极子源分析	30
2.3 实验结果	31
2.3.1 行为数据	31
2.3.2 ERP 数据	32
2.3.3 偶极子源分析结果	38
2.4 讨论	42
2.5 结论	45

第3章 面孔表情加工三阶段模型的单试次 ERP 证据

3.1 引言	46
3.2 材料与方法	48
3.2.1 被试	48
3.2.2 刺激与实验程序	49
3.2.3 EEG 数据采集和预处理	50
3.2.4 传统的平均 ERP 分析	50
3.2.5 单试次 ERP 峰值检测及分析	51
3.3 结果	52
3.3.1 传统 ERP 叠加分析	52

3.3.2	幅度和潜伏期的单试次 ERP	53
3.3.3	多重线性回归	58
3.4	讨 论	60
3.4.1	单试次特征及总平均波幅差异的潜在神经机制	60
3.4.2	面孔表情三阶段加工的汇聚性证据	62
3.4.3	技术及其他方面的问题	63
3.5	结 语	64

第4章 单试次 ERP 分析揭示面孔表情分类的三阶段模型

4.1	引 言	65
4.2	方 法	66
4.2.1	被试	66
4.2.2	刺激和实验步骤	67
4.2.3	脑电图数据记录和预处理	68
4.2.4	平均 ERP 的获取与分析	69
4.2.5	基于三阶段方案的单个试次种类区分	70
4.2.6	分类器绩效评估	70
4.3	结 果	71
4.3.1	行为结果	71
4.3.2	传统平均 ERP 值	72
4.3.3	分类器 1: 恐惧偏向	72
4.3.4	分类器 2: 情绪性或非情绪性的区分	73
4.3.5	分类器 3: 完全分离	74
4.3.6	综合的种类预测	75
4.4	讨 论	75
4.4.1	三阶段中的种类预测表现	75
4.4.2	其他考虑	77
4.4.3	以后的任务	78
4.5	结 论	79

第5章 RSVP 中面孔与房屋加工的 ERP 研究

5.1 引言	80
5.2 方法	81
5.2.1 被试	81
5.2.2 刺激材料	81
5.2.3 程序	82
5.2.4 ERP 记录	83
5.2.5 ERP 数据分析和统计	83
5.2.6 偶极子源分析	83
5.3 实验结果	84
5.3.1 行为数据	84
5.3.2 ERP 数据	84
5.3.3 偶极子源分析结果	89
5.4 讨论	90
5.5 结论	93

第6章 RSVP 中面孔倒置效应的 ERP 研究

6.1 实验目的	94
6.2 方法	94
6.2.1 被试	94
6.2.2 刺激材料	94
6.2.3 程序	95
6.2.4 ERP 记录	96
6.2.5 ERP 数据分析和统计	96
6.2.6 偶极子源分析	96
6.3 实验结果	97
6.3.1 行为数据	97

6.3.2 ERP 数据 97

6.3.3 偶极子源分析结果 102

6.4 讨 论 103

6.5 结 论 104

第 7 章 总讨论和结论

7.1 总讨论 106

7.1.1 面孔加工中的注意效应 106

7.1.2 面孔表情加工的 ERP 效应 108

7.1.3 面孔身份加工的 ERP 效应 112

7.2 总结论 113

7.3 研究不足及展望 114

参考文献..... 116

第1章

文献综述

面孔包含了很多信息,例如,性别、年龄、魅力、情绪、身份、种族等等。在人类的文明中,你随处可以看到面孔的重要性,在中西方的绘画作品中有关人物面孔的巨作不胜枚举,在文学作品中凡是涉及到人物大多都少不了对面孔的描述,而在语言词汇中,与面孔有关的也比比皆是。这些都表明了面孔在社会交往和生物进化过程中的重要意义,因此,早在从达尔文起就开始了对面孔的科学研究,近来更是受到国际众多心理学家和认知神经科学家的高度关注(De Martino et al., 2009; Furey et al., 2006; Liu et al., 2002; Moeller et al., 2008; Rajimehr et al., 2009; Righart & de Gelder, 2007; Sereno & Huang, 2006; Thierry et al., 2007; Tsao et al., 2006; Zion-Golumbic & Bentin, 2007)。

在面孔包含的诸多信息中,两类信息受到的关注最多。第一类,面孔身份信息(identity)。第二类,面孔表情信息(expression)。正常人都能够轻松完成面孔身份和面孔表情识别,这可能表明了人类的进化过程中形成了加工面孔的高度特异性的系统或系统群。当前经典的面孔认知加工模型(Bruce & Young, 1986; Haxby, 2000)都认为面孔身份和表情加工是分离的,但是这两个模型都无法解释一些行为学(Ganel & Goshen-Gottstein, 2004)、神经心理学(de Gelder et al., 2003; Young et al., 1996)和神经生理学(Sugase et al., 1999)实验的结果。另外孤独症、亨廷顿症以及脑受损等病症通常都会联系到面孔的身份或表情加工的受损,因而对面孔身份和表情加工及其关系的研究将是非常必要的。



1.1 面孔身份和面孔表情的定义

在《现代汉语辞海》中对“面孔”、“身份”和“表情”的解释分别是“脸,相貌”,“人在法律上或社会上的地位;受人尊敬的地位”,“思想感情在面貌上的表现”(倪文杰等,1994)。本研究中的面孔身份并不是“面孔”和“身份”两个词语意思的简单组合,本研究中面孔身份是指:由面孔各组成部分的形状和相对空间位置所决定的人与人之间不同的独特个体信息。而本研究中面孔表情的定义是:面孔所表达的情绪信息,这与《现代汉语辞海》的定义相似。其实在汉字中最早是以“色”来代表表情的意思,“色”是会意字,甲骨文“色”字像一个人驮另一个人,仰承其脸色。《说文》中指出“色,颜气也。”(徐中舒等,1990)现代汉语中“色”仍然可以解释为表情,例如成语“眉飞色舞”中的“色”就是表情的意义。而在英汉词典中“色”对应的英文解释也主要有两条:color 和 facial expression(梁实秋等,1960)。

1.2 快速序列视觉呈现范式与注意瞬脱效应

大多数关于视觉注意的研究都集中在空间注意方面,而且通常采用视觉搜索范式,这种范式通常要求被试在一系列分布在不同空间位置的分心刺激中探测靶刺激。近二十年来学者们对注意时间维度特点的研究兴趣日益增长,而快速序列视觉呈现(rapid serial visual presentation, RSVP)任务是研究知觉和注意加工时间特点的常用工具。该范式的具体操作是将字母、数字、单词、图形等刺激在同一空间位置上以 6~20 个刺激/秒的速度连续呈现给被试,要求被试辨别刺激流中的靶刺激(Target,以下简称 T1),通常靶刺激与其它刺激存在某种不同,例如靶刺激的呈现颜色不同。采用多任务的 RSVP 研究已经表明了正确辨别第一个靶刺激(T1)的代价是对出现在 T1 之后一段时间内的第二个靶刺激(T2)的辨别缺陷(D. E. Broadbent & M. H. P. Broadbent, 1987; Kanwisher, 1987; Kanwisher & Potter, 1989, 1990; Reeves & Sperling, 1986; Weichselgartner & Sperling, 1987)。Raymond 等人(1992)采用快速序列视觉呈现(rapid serial visual presentation, RSVP)范式进一步



研究了上述现象,并把这种现象命名为注意瞬脱(attentional blink)。他们采用大写字母作为刺激材料,以黑色字母刺激流中出现的一个白色字母为T1,以T1之后出现的黑色X字母为Probe刺激(后来一般称T2),结果发现注意瞬脱的精确时间窗口是T1刺激出现后的大约200 ms到500 ms。已有的研究已经发现注意瞬脱有三个必要条件:第一,T1、T2任务本身需要足够的注意资源;第二,必须要求被试报告T1和T2,如果仅报告T2,被试的正确率几乎不受影响;第三,在T1和T2之后必须有掩蔽刺激的出现,实验发现如果在T1或T2之后呈现一个空白而不是一个掩蔽刺激,那么就不会出现注意瞬脱现象(Giesbrecht & Di Lollo, 1998; Grandison, Ghirardelli, & Egeth, 1997; Shapiro et al., 1997; Sieffert & Di Lollo, 1997)。

注意瞬脱效应表明了干扰是出现在对视觉感知形成意识的关键阶段。对注意瞬脱的解释主要有三种。Duncan 等人(1994)认为注意瞬脱是由于维持物体表征在能够报告状态的资源限制造成的。换句话说就是不同物体对注意资源的竞争导致了注意瞬脱。对辨别T2的遗漏是因为T1已经占据了能够报告T2信息的必需资源。第二种解释则认为严重的容量限制使得刺激难以在工作记忆中形成稳定的痕迹,因而阻碍了对随后几百毫秒内呈现刺激的成功巩固。当T2呈现在这几百毫秒内时,知觉痕迹就不能被成功巩固,因此容易受到后来刺激的覆盖造成注意瞬脱(Chun & Potter, 1995; Giesbrecht & Di Lollo, 1998; Potter et al., 2002;)。第三种解释认为注意瞬脱的原因是(Shapiro, Caldwell, & Sorensen, 1997):早期的知觉分析进入了视觉短时记忆(visual short-term memory, VSTM),而在VSTM中每一项目都被赋予了一个权重,这种权重决定了这种信息能被报告的概率。因为这些权重来自于一个限制性的资源池,所以第一个靶刺激之后的项目不能被报告的原因是它们没有分配到进行成功提取所必需的足够权重。尽管这些解释存在很大的差异,但是他们都认为所有视觉刺激的加工都需要一个单独的资源,而对T1的加工占用了这个单独的资源,因此导致了对T2视知觉的中央加工瓶颈(central processing bottleneck)。

在ERP研究中,快速呈现的视觉刺激诱发的事件相关电位(event-related potential, ERP)各成分之间会产生重叠效应,为了消除重叠现象,Vogel 等人(1998)通过设置相减的任务来消除紧邻的刺激之间的波形重叠,具体原理如图1-1。本研究将采用他们的方法原理来消除快速呈现的刺激所产生的ERP重叠效应。

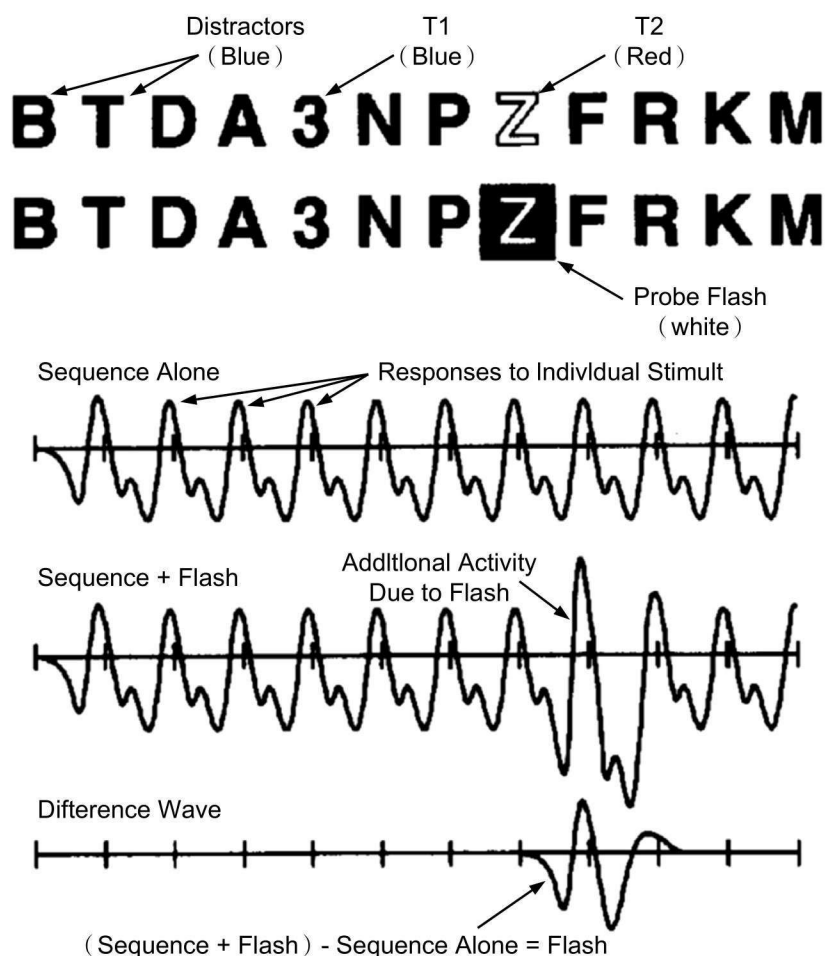


图 1-1 快速序列视觉呈现范式中快速呈现刺激之间相互影响的消除原理
(from Vogel et al., 1998)

1.3 面孔加工的神经心理学研究

神经心理学研究发现,在一些人群中特别是脑的某些区域受到损伤的病人中存在一种不能识别交往密切的朋友、亲戚甚至他们自己面孔的症状,这种症状被称为面孔失认症。面孔失认症患者主要通过诸如声音、步法和其它典型特征去识别他人,但是他们却仍然有正常的识别基本面孔表情情绪的能力 (Etcoff, 1984;



Posamentier, 2002; Tranel et al., 1988)。这些研究为面孔身份和表情识别存在分离提供了有力的证据。研究还观察到面孔身份和表情识别存在双重分离:即面孔失认症患者面孔身份识别削弱,但是有完整的面孔表情加工,其他被试面孔表情加工削弱但是仍然能识别面孔身份。

面孔失认症又分为“联合性(associative)面孔失认症”和“知觉性(apperceptive)面孔失认症”。联合性面孔失认症表现为知觉系统允许识别,却不能完成识别。联合性面孔失认症患者通常是由双侧枕下和颞叶视觉皮层受损造成的,也由颞叶后部区域受损导致。而知觉性面孔失认症是由于视知觉受损造成的。病人不能正常地看到面孔,因而不能识别它。这种面孔失认症患者的枕、顶叶区域内的右侧视觉联合皮层受到损害。面孔失认症患者面孔加工能力的受损已经说明了面孔和非面孔加工以及面孔身份识别和面孔表情识别的分离。通常大脑右半球的损伤能够导致面孔识别的缺陷,因而对面孔识别缺陷的一个解释是:病人的面孔整体加工受损,他们以部分特征为基础分析面孔。面孔整体加工被认为是右半球的功能,而特征分析受左半球支持(Rhodes, 1985; Rhodes, 1993)。

Penfield和Perot(1963)在上世纪60年代采用单细胞记录技术,对大脑皮层的大量区域进行了制图,指出了不同的大脑皮层代表的身体部位。Ojemann等人(1992)首次使用单细胞记录在11位病人身上进行了面孔加工的研究。在颞上回和颞中回的13个位置记录了21个神经元的活动。研究表明身份匹配和表情归类任务分别显著改变了62%和52%的神经激活。面孔表情任务的神经反应更多地局限于颞中回,反映出了对面孔反应的神经特异性。这些发现与Hasselmo等人(1989)发现的灵长类动物对身份和表情加工存在不同的激活模式是类似的。

杏仁核与情绪特别是恐惧情绪的加工有着特殊的联系,LeDoux(1996)提出恐惧情绪的反应系统包括从丘脑和感觉皮层到杏仁核(amygdala)的平行传输,分别对应着“低”和“高”通路。从丘脑到杏仁核的直接路径是最短和最快的传输路线。这个“低通路”把刺激的粗糙分析提供给杏仁核,这种分析是以个体特征为基础的,使大脑能够立即反应呈现的威胁。“高通路”中信息首先在感觉皮层进行精细的加工,然后再输入杏仁核,这使得该通路的加工更慢但是更精确。目前已经采用外科手术和电刺激研究了癫痫病人的杏仁核,确定了杏仁核在恐惧情绪加工中的重要作用(Davis & Whalen, 2001)。

三个著名的对杏仁核损伤病例的研究揭示了杏仁核在加工面孔表情中的作用。在这三个病例中,恐惧感知都受到特别的损害。Adolphs等人报告了第一个



SM 病例 (Adolphs et al., 1994, 1995)。该病人为女性,测试时刚过 30 岁,她患有 Urbach-Wiethe 病,导致了双侧杏仁核的灰化和萎缩。该研究在一系列的实验任务中以杏仁核单侧受损、其他脑损伤和正常被试作为控制组,通过比较而得出她的面孔表情感知能力。当 SM 判断恐惧面孔时她对恐惧的评估大大低于任何控制组的评估。此外,SM 对于恐惧面孔的评定同正常的评定有很低的相关,她通常把恐惧面孔表情评估为惊奇或愤怒,并且对表情之间的类似或混合理解能力更低。当要求绘制各种面孔表情时,SM 不能绘出恐惧表情,她声明她不知道恐惧面孔的外部特征是什么,然而,她能够理解恐惧的词语意义。SM 在面孔识别中没有困难,这为面孔的情绪和身份识别存在分离又提供了证据 (Damasio et al., 1990; Humphreys et al., 1993)。

Young 等人 (1995) 首先报告了第二个病例。DR, 女, 接受测试时 50 岁出头, 患者在 28 岁时成为癫痫病人。脑成像显示其左杏仁核大面积损伤, 右杏仁核存在较小的损伤, 这些损伤由一系列对杏仁核的外科手术产生。DR 不仅对手术后遇到的人的面孔识别存在困难, 而且对从背景中识别熟人的面孔也有困难, 但是她的非熟悉面孔的匹配能力未受削弱。与此相对, 她的面孔表情匹配和表情识别能力严重受损, 但是像 SM 一样, DR 能描述和定义不同情绪。Young 等人 (1996) 进一步评估了 DR 的面孔表情加工。在面孔表情匹配任务中, 当相同的面孔以不同的表情呈现和不同的面孔以相同的表情呈现时, DR 将难以判断。在身份匹配任务中, 当相同的面孔以不同的表情呈现时, DR 也难以判断。此外, 她想象面孔表情的能力非常差。Calder 等人 (1996) 使用 Ekman 和 Friesen 的面孔表情图片系统也测试了 DR 的面孔表情识别, 他们在实验中对六个原型情绪的照片通过变体创造出一个六边形的连续统一体 (连续的从快乐到惊奇到恐惧到悲伤到厌恶到愤怒再回到快乐), 要求控制组识别这个面孔表情连续统一体不同区域所对应的情绪原型, 与控制组相比 DR 在这个任务中的识别能力受损, 特别是识别恐惧、厌恶、愤怒变体图片受到较大损害, 而 DR 对名人变体面孔的识别能力未受损害。

Anderson 和 Phelps (2000) 报告了第三个案例。SP, 女, 参加测试时 54 岁, 右杏仁核移除, 左杏仁核损伤, 右颞叶切除。SP 的面孔识别能力是完整无缺的, 通过面孔能够正确地判断性别和年龄。与正常被试作为的控制组相比, SP 对恐惧、厌恶和悲伤的评估严重受损, 对快乐的评估也轻微受损, 而对惊奇和愤怒的评估没有受损。如同 SM 和 DR 一样, SP 对情绪的词义理解是正常的。当要求产生面孔表情时, SP 产生的面孔表情与控制组同样精确。她不能感知恐惧面孔, 但是她