

支持早期选择学说的注意痕迹理论及生理指标——加工负波

傅世敏 魏景汉

中国科学院心理研究所(北京 100012)

[摘要] 刺激选择发生在加工的早期还是晚期是认知心理学注意理论中存在争论的问题之一。本文介绍一个基于事件相关电位(ERP)研究证据而提出的选择性注意理论——注意痕迹理论,以及该理论的支柱——加工负波(PN),概括了对该理论的主要争论并作了简单评价。

关键词 选择性注意,注意痕迹,加工负波,早期选择

注意问题在心理学创建时期就得到充分重视,但在本世纪 20 年代,行为主义的兴起使注意的研究陷入低潮;格式塔学派则以研究知觉代替研究注意。五、六十年代崛起的认知心理学,重新对在信息加工中起重要作用的注意机制予以重视。由于注意现象之复杂性,一些问题仍悬而未决,例如对注意机制在信息加工中所处的位置,存在早期选择和晚期选择之争。

早期选择学说认为,注意机制位于觉察和识别之间,并不是所有的信息都能进入高级分析而被识别;晚期选择学说认为,注意机制位于识别和反应之间,所有的信息都可被识别,但只有一小部分可以引起反应。双方争论持续至今。

传统心理学由于方法学的局限,对此争论未能提供有非常有说服力的证据。本世纪六、七十年代随计算机的发展而发展起来的事件相关电位(event-related potentials,简称 ERP)方法,比传统心理学反应时和错误率的指标更加丰富:分析其潜伏期,可估计加工事件的时间进程;分析其波幅,可以估计信息加工时的心理过程强度;分析其头皮分布,可以估计对刺激加工起作用的脑内源。芬兰科学家 Naatanen 正是借助 ERP 方法学上的独特性,发现了加工负波的存在,为早期和晚期选择之争论提供了重要证据,并提出了其选择性注意理论。

1 从“N1 效应”到加工负波(Processing Negativity,PN)

Hillyard 等的经典研究中^[1],使用双耳分听任务,左、右耳的标准刺激(大概率刺激)分别是 1500Hz 和 800Hz,偏差刺激(小概率刺激)分别是 1560Hz 和 840Hz,刺激间隔为 100—800ms 随机变化。被试的任务是数出指令耳中随机出现的偏差刺激的数目并忽视另一耳的所有刺激。结果发现,被注意耳比非注意耳刺激的 ERP 在 Cz 点的 N1 波更大。这就是注意的“N1 效应”。此后,在视觉道以及视听通道结合的研究中也验证了这个现象。

Naatanen 等^[2]使用类似于 Hillyard 等人的实验模式,不过延长并固定刺激间隔为 800ms,结果没有发现 N1 效应;但是被注意的标准刺激产生了晚期负偏移,它从刺激呈现后 150ms 开始,持续约 500ms。研究者们称之为加工负波,并认为 PN 与注意相关,是内源性成分。他们还认为,Hillyard 等人发现的 N1 效应就是 PN,只是由于 Hillyard 所采用的刺激间

隔太短,刺激负荷较大,因而加快了注意效应的起始,使PN和外源N1成分重叠在一起,因此似乎是注意引起了N1的增大。

PN的存在得到了许多实验的证实。Hansen等^[3]观察到了负差波(Negative difference, Nd,见图1)。Nd是注意刺激的ERP减去非注意刺激的ERP得到的。对于任务相关刺激和任务无关刺激来说,最初被选择时都诱发出相同的ERP成分,包含在PN之中;通过相减,这部分成分被减去了,因此Nd中没有这一最初的ERP成分。而后相关刺激被进一步加工而无关刺激的加工被终止,因此这一过程所引起的ERP差异在PN和Nd中是相同的。Nd的大小取决于PN。Naatanen认为,获得PN的最好办法是,从注意刺激的ERP中减去被忽视刺激(例如被试阅读一本书时)的ERP。

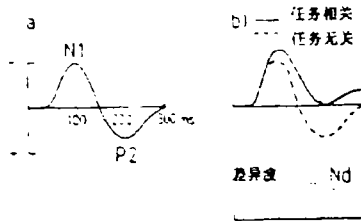


图1

图(a)为听觉刺激诱发的N1、P2图;图(b)上部为相关刺激和无关刺激诱发的ERP示意图;下部为负差波(Nd),通过相关刺激的ERP减去无关刺激的ERP而得到。引自Naatanen(1990)。

2 Naatanen 的注意痕迹理论简介

Naatanen 的选择性注意理论中,核心概念是注意痕迹(attentional trace)。对一个重复出现的刺激的多次排练(rehearsal),就在脑内留下注意痕迹;对刺激的加工以此为模板进行。注意痕迹由动机和认知因素决定,对刺激匹配作反应,是自主地和有选择地起作用的,而且在任何时刻,只能有一个注意痕迹。注意痕迹的存在已得到一些证据^[4]。

Naatanen 提出:选择性注意中刺激选择的基本原则是:以注意痕迹为模板进行匹配。当任务相关刺激和任务无关刺激在物理特征上有明显差异时,通过匹配过程就从无关刺激中选出相关刺激,进行进一步的加工。感觉输入与注意痕迹越相似,匹配过程持续越长;两者完全相同时,持续最长。完全匹配的刺激,根据任务要求的不同,得到进一步的加工或者作出反应。而呈现无关刺激时,这个加工就过早地结束了,并且无关刺激与相关刺激之间的差异越大,结束得越早。

PN就是由这个大脑的匹配过程产生的。相关刺激与注意痕迹匹配最好,所以PN最大;感觉输入与注意痕迹越相似,PN越大;很不匹配的刺激,PN很小。Alho^[5]证实了这个观点。他使用的刺激是三组等概率的声音,刺激强度分别是低、中、高。被试的任务是数出每一组刺激中某一强度声音的数目。不同组中声音的差异分大、中、小三种。结果任务相关刺激比任务无关刺激诱发出了更负的ERP。而当其它刺激被数时,该刺激就从任务相关刺激变为任务无关刺激,其ERP也较小。在听觉空间注意条件下也得到了类似的结果。

图2是注意痕迹理论中刺激选择的图示。其中的注意痕迹是对相关刺激的认识机制,越在加工的晚期,它对刺激特征的辨别越严格。从图中可以看到,无关刺激(1)的频率特征与注意痕迹最不符合,因此其加工最早结束,引起的PN最小,无关刺激(2)的频率特征与注意痕迹部分相似,因此对其进行了部分加工,因而引起了比无关刺激(1)更大的PN。相关刺激(3)的频率完全和注意痕迹匹配,所以得到完全的加工,引起最大的PN。值得一提的是,无关刺激也引起了较小的PN。这是由于其特征符合注意痕迹中较大范围的周边部分的要求,因而得到了周边机制的加工,从而诱发出较小的加工负波。

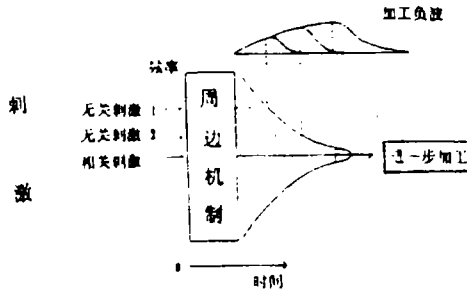


图2 注意痕迹理论中的刺激加工图示(说明见正文)。引自 Naatanen(1990)。

从图2可以推论:相关刺激与无关刺激越相似,Nd起始越晚,波幅越小;越不相似,Nd起始越早,波幅越大。Nd的起始潜伏期反映了注意痕迹机制拒绝无关刺激所需要的时间。相关刺激与无关刺激所引起的ERP相比,在较早的时程上就表现出了差异。由于刺激选择以注意痕迹为模板进行,因此任务相关刺激得到了完全彻底的加工,而任务无关刺激在中枢加工早期就因其与注意痕迹不匹配而被拒绝进入进一步的加工。这表明注意机制对刺激的选择发生在早期,支持了注意的早期选择观点。

3 关于 Naatanen 选择性注意理论的主要争论

3.1 注意痕迹的争论

Naatanen^[6]认为听觉道注意痕迹位于听觉皮质,大约在第二皮质区。Woods认为,选择性注意除了需要听觉皮质之外,还需要其它脑区,例如额叶、顶叶、扣带回、基底神经节或者丘脑。他提出PN是一个由多个子成分组成的家族,其产生部位因不同刺激特征而异。Woods证明,早期PN在听觉皮质中的产生位置,可能因根据空间位置选择还是根据频率选择而不同。不过Naatanen认为,其它脑区的作用可能只是维持选择性注意的状态,不是直接对选择性注意起作用。

与注意痕迹概念相关的另一争论与分配性注意有关。根据Wickens的观点,分配性注意行为是由于两个任务之间快速的注意转换。而Okita和Parasuraman则认为,分配性注意是真正的注意分配。这实际上是“可以同时存在几个注意痕迹”的争论。Alho等^[7]的实验表明,两个注意痕迹不可能同时并存,或者至少不能同时起作用,支持了注意转换的观点。

关于刺激选择过程是否存在自上而下控制也存在争论。有学者对以注意痕迹为基础的匹配表示怀疑。Tipper 等^[8]认为,可能存在一个抑制机制,它主动地抑制被忽略刺激的分析。另外,Naatanen 认为,一旦感觉痕迹消失,注意痕迹就不能维持;而 Cowan 认为,即使没有注意痕迹,心理表象中包含着从感觉刺激中抽取出来的特征,可以象注意痕迹那样起作用。这对匹配所依据的模板提出了补充。

3.2 PN 是否是唯一的注意效应?

Naatanen 的选择性注意理论中,把与注意相关的 ERP 负波都解释成类似 PN 的内源成分,即 PN 是唯一的注意效应。但是,许多资料与 Naatanen 的看法有所冲突。

第一,Hillyard 等人认为,使用较短的 ISI,并且注意与非注意的差异较大时,可能存在“真正的 N1 增强”;Giard 等发现,在感觉区存在几个连续的注意波,其中峰潜伏期为 70ms 的负波是对 N1 成分的调节,其后较晚并且较大的负波是 PN。

第二,Woldorff 等^[9]发现,在中潜伏期 ERP 中,有早至刺激后 20—30ms 的注意相关变化;Curry 等发现,听觉 ERP 中刺激后 10—15ms 有任务相关的变化。这对注意痕迹理论提出了挑战:(1)一些早期被动成分有注意调节效应;(2)匹配过程似乎不可能这么早就开始,因为这样早的时程所对应的是皮质下的加工或者感觉输入刚刚达到第一听觉皮质区^[10]。视觉道和躯体感觉道的研究也充分表明,选择性注意调节了加工的早期阶段的外源成分,另外,Woldorff 等^[9]还发现了早期选择性注意的“P20—50”增大。

因此,早期注意效应主要由 PN 引起,但是不能排除外源成分随注意而增大的可能性^[11]。由于对颞上 N1 的子成分了解不多,问题比较复杂。

4 对 Naatanen 选择性注意理论简单评价

Naatanen 基于用 ERP 方法所得到的证据,提出了一个听觉道的选择性注意理论,支持了早期选择学说,这对于传统心理学关于注意的研究提供了重要内容,引起了学术界的重视。

但是其理论中也存在一些问题。首先,对于注意痕迹的机制及位置尚有不同看法;其次,对以注意痕迹为模板的匹配机制尚有不同观点。Naatanen 认为,匹配原则是刺激选择的基本原则,这仅仅考虑了自下而上的加工;自上而下加工的存在表明,除了匹配之外,可能还会有诸如抑制等其它机制存在。而且,从选择性注意的研究现状看,并不能排除在 PN 之外的早期成分上的注意效应。所以,Naatanen 的理论有待于进一步验证。

参考文献

- [1]Hillyard S A, Hunk R F, et al. Electrical signs of selective attention in the human brain. *Science*, 1973,182:177—80.
- [2]Naatanen R, Gaillard A W K, Mantysalo S. Early selective attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica*, 1978,42:313—29.
- [3]Hansen J C, Hillyard S. Endogenous brain potentials associated with selective auditory attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1980,40:277—90.
- [4]Naatanen R. The role of attention in auditory information processing as revealed by event-related potentials. *Behavioral*

and brain sciences, 1990, 13:199—290.

[5]Alho K, Paavilainen P, et al. Separability of different negative components of the event-related potential associated with auditory stimulus processing. *Psychophysiology*, 1986, 23:613—23.

[6]Naatanen R. Processing negativity: an evoked potential reflection of selective attention. *Psychological Bulletin*, 1982, 92:605—40.

[7]Alho K, Sams M, Paavilainen P, Reinikainen K, Naatanen R. Event-related brain potentials reflecting processing of relevant and irrelevant stimuli during selective listening. *Psychophysiology*, 1989, 23: 189—97.

[8]Tipper S P. The negative priming effect: Inhibitory effects of ignored primes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1985, 37A: 571—90.

[9]Woldorff M, Hansen J C, Hillyard S A. Evidence for effects of selective attention in the mid-latency range of the human auditory event-related brain potential. In: Johnson, Rohrbaugh, Parasuraman (Eds), *Current trends in event-related brain potentials*. 1987.

[10]Hacklay S. An evaluation of the automaticity of sensory processing using event-related potentials and brain-stem reflex. *Psychophysiology*, 1993, 30: 415—28.

[11]Trejo W, Alho K, et al. Interstimulus interval and the selective attention effect on auditory ERPs: "N1 enhancement" Versus processing negativity. *Psychophysiology*, 1993, 30:71—81.

征订《美国心理学期刊目录》

美国心理学会编辑出版有 20 多种期刊。现收集整理下列 18 种心理学期刊的 1995 年上半年各期目录。每一种期刊半年目录订价 10 元(包括国内邮费), 18 种期刊目录全订者可优惠。欢迎征订。来信及汇款请寄 100086 北京西颐北馆新 1 楼《心理学动态编辑部》胡小平收。

American Psychologist

美国心理学家

Abnormal Psychology

变态心理学

Applied Psychology

应用心理学

Counseling Psychology

咨询心理学

Developmental Psychology

发展心理学

Educational Psychology

教育心理学

Experimental Psychology—Animal

实验心理学—动物

Experimental Psychology—Applied

实验心理学—应用

Experimental Psychology—General

实验心理学—普通

Experimental Psychology—Learning

实验心理学—学习

Experimental Psychology—Perception

实验心理学—知觉

Family Psychology

家庭心理学

Health Psychology

健康心理学

Neuropsychology

神经心理学

Personality and Social Psychology

个性与社会心理学

Psychological Bulletin

心理学通报

Psychology and Aging

心理学和老年

Psychology, Public Policy and Law

心理学和法律