伴随性负变化(CNV)中心理因素之研究进展

魏景汉

中国科学院心理研究所

近年来，随着电子计算机技术的应用而出现的事件相关电位研究取得了很大进展，其中伴随性负变化（CNV）所含心理因素的分析研究在心理学界引起广泛的兴趣。

CNV是由W、G、Walter等人于1964年发现的[1]。他们当时对被试者进行反应时实验，记录人脑表面诱发电位，要求被试者听到声响（作为命令信号，S_2）时尽快按键，按键即将声音切断。又在声响前1秒钟先使被试者看到一个闪光（作为警告信号，S_1）。对此种情况下被试者的脑电进行迭加10次左右，即可在S_1与S_2之间记录到一种负性慢电位，波幅约20μv，他们将其命名为伴随性负变化（Contingent Negative Variatien），简称CNV。Walter的这一发现在心理现象与神经心理学间架起了一座桥梁，启迪人们去应用这一发现深入探讨心理现象的脑机制。这里首先遇到的问题即CNV与哪些心理因素有关。二十年来生理心理学家围绕这个问题的实验研究工作，提出了一系列假说，兹予简单的实验研究评介。

期待假说

W.G.Walter（1965）[2]提出了期待假说。他的主要依据是关于改变S_2出现机率的实验。实验中S_1总是出现，但S_2不一定出现，从而破坏了S_1与S_2的伴随性，他们认为这样也就降低了被试者的期待程度。结果发现随着S_2出现机率的减小，CNV幅度也相应降低。此外还发现CNV在脑表的分布以额叶占优势，这也支持CNV的期待说。这种假说在六十年代流行甚广，至今尚有人称CNV为“期待波”。但后来发现它是不全面的。

意动假说

Low、Borda、Frost和Kellaway（1966）[3]提出，意动（即进行一种动作的意向）是决定CNV出现的主要心理因素。例如，他们发现，当要求被试者增加反应力量时，CNV幅度随之升高。他们在灵长类动物和人身上进行的实验都说明意动确为CNV发生的重要因素。但有些实验事实却不能为意动说所解释。例如，当被试者不对S_2进行反应时也出现CNV；当被试反应不变而仅改变刺激参量时CNV幅度也将发生相应变化。

动机假说

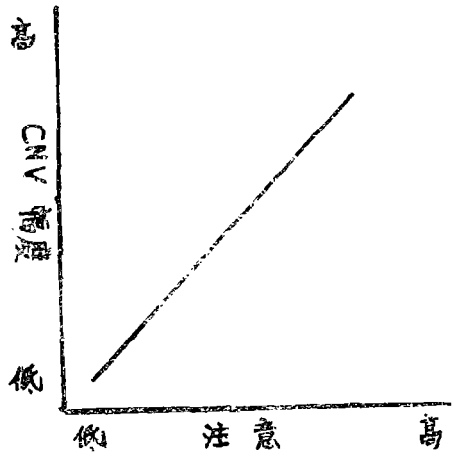
一些实验支持动机说，例如，实验时若减小S_2（比如声音变小），以增加被觉察的难度，从而提高被试者觉察它的努力程度时，CNV幅度将会提高。这一假说可以解释上

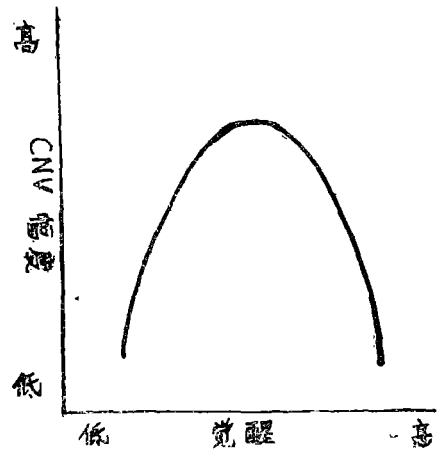
© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

述被试者无反应时也出现CNV的现象，但动机一词过于笼统抽象。

注意与觉醒假说

J.J. Tecce (1972) [4] 提出，CNV和注意与觉醒这两种既有区别又有联系的心理过程均有关系，并绘图表示，作为其理论模式（见下图）。





他认为CNV和注意成正比关系。例如，使被试者分心时则CNV幅度降低（McCallum et al、1968; Tecce et al、1969）[5,6]。在他们引以为据的实验中，被试者的分心是可靠的：（1）被试者进行了对分心刺激物的信息加工（表现为被试者记往了分心刺激物），（2）S_2信息的加工受到了影响（表现为被试者的反应时延长了）。另一方面，当被试者对S_2进行运动反应时比无反应时CNV幅度要高（Low et al、1966; Straumanis, 1969; Walter et al、1964）。当运动反应可切断S_2时，CNV幅度要高（Peters et al, 1970）。当反应速度加快时CNV幅度升高（Connor et al、1969; Lacey et al、1970; Tecce et al, 1969）。这些实验都说明注意因素在CNV发生中起着重要作用。

Tecce还认为，在CNV产生过程中觉醒因素也是不可忽视的，因为动物实验表明，CNV的产生涉及到了与觉醒有关的皮层下机制为网状结构和丘脑。再者，由于S_1-S_2的时间间隔在一次实验中固定不变，被试者可于S_1后予知S_2何时出现，因此就有可能提高S_1-S_2间这一特定时程中的觉醒水平。于是Tecce在提出注意假说的同时也提出了觉醒假说。按照该项假说，CNV的幅度与觉醒水平成倒U字关系，如上图所示。这就是说，当要求被试者加强注意时CNV幅度随觉醒水平的提高而升高，而当要求被试者处于紧张状态时CNV幅度随觉醒水平的提高而下降。上述被试者对S_2注意力加强的实验案例即意味着S_1-S_2间觉醒水平的提高，因此可用以说明CNV幅度和觉醒水平成正相关，这就构成了曲线的上升段。关于曲线的下降段，主要是基于这样一些实验：例如，分心使CNV幅度下降，同时却增加了被试者的紧张性觉醒水平，因为此时测得被试者心率加快，反应时变慢（Tecce et al, 1969）[6]。同样，若实验时使被试者觉醒水平下降（测试可知其在S_1-S_2期间心率减慢），则CNV幅度升高（Lacey、et al、1970）[7]。

综上所述，从1964年CNV被发现至1972年的七、八年内，已就CNV的心理因素问题

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

提出了不少假说，此一时期可谓“立说时期”。这些假说虽各有其一定的实验依据，但从当时积累的实验资料已可看出CNV中的心理因素是复杂的，尚不能为上述某一假说所完全解释。至此，问题的研究已经展开，摆在学者们面前的任务是如何论证、发展这些假说。

J.W.Rohrbaugh, et al, (1976) [8] 在14名被试者身上将S_1与S_2间的时间间隔延长至4秒，在头皮不同点上同时记录CNV。他们发现，CNV含有功能上，头皮分布上皆不相同的两种成分：早成分和晚成分。在功能上，早成分在迭加时幅度随迭加次数的增加而递减，即第61-80次的迭加幅度＞第41-60次＞第21-40次＞第1-20次迭加幅度；晚成分则无此现象。晚成分随被试者反应时的减小而增大，而早成分不受反应时之影响。在分布上，早成分的幅度沿头皮正中线从前往后渐减，即Fz＞Cz＞Pz，而晚成分则以Cz点记录者最大，即Cz＞Fz，Cz＞Pz。早成分与哪只手反应无关，晚成分幅度却以反应手对侧头皮点记录者为最大。作者据此提出，早成分的渐增性说明它不是朝向反应的结果，而与被试者对刺激的注意有关，而晚成分可能是运动前的予备电位。1978年，1979年这些作者[9,10]据其实验研究继续指出，早成分可能是一种S_1引起的负后波，此波与S_1、S_2的拌随性无关，而是与觉醒、注意有关的中枢反应。接着，Rohrbaugh, et al (1980) [11] 又进行了一项著名的实验，他们在同一被试者分别单独获得负后波和预备电位，然后把二者加在一起得到一个人士合成波，以此与同一被试者所得到的短S_1-S_2间隔CNV进行比较，发现二者很相似，以致无论用肉眼还是用数学方法都不能将二者区分开来。显然，这是一项证明CNV确含早、晚二种成分的很有说服力的工作。

关于CNV早成分、晚成分一词，在1972年Tecce [4] 的论文中已经提及，但当时还仅是设想而已。上述Rohrbaugh等人的工作能够将S_1-S_2间隔显著延长，从而打破了CNV的常规模式（1—2秒），并巧妙地运用了人工合成CNV的方法，他们还运用了1965年H.H.Kornhuber和L.Deeke发现的于运动前出现的预备电位（Readiness Potential）概念[12]，从而科学地论证了CNV早、晚成分的独立存在，这在探讨CNV的心理机制方面无疑作出了重要贡献。但他们尚末能对CNV的心理因素作出进一步证实。

此外，T. C. Wearts et al (1973) [13]，N.E.Lovelless, et al (1974、1980) [14,15] 根据早成分在额叶占优势的事实，提出早成分可能与涉及朝向反应的神经过程有关。A. W. K. Gailard (1977) [16] 对14名男性大学生进行CNV研究，在实验中他使S_2以三种机率出现（0，0.5，0.9），各以不同的S_1标示，他记录了头皮的Fz、Cz、Pz三个点，并令被试者进行三种不同反应（尽快，正确而快，在S_2后延迟1秒再反应）。发现CNV早成分在Fz（额叶）不仅幅度高，而且潜伏期短。还发现在S_2为0机率时，即当不要求被试反应时仍出现了早成分，此时由于不存在期待，因此作者认为他的结果支持关于早成分不是代表期待而是代表朝向反应的观点。关于对晚成分的看法，Gaillard(1978) [17] 的实验表明，晚成分随运动反应速度和强度的增大而增大，头皮分布以中央区占优势，这就进一步证实了Rohrbaugh的实验结果，作者明确指出晚成分就是运动预备电位。

R.Naatanen、et al(1979) [18] 综合当时各实验的实验室结果提出了CNV由四种成分组成的意见：（1）与S_1有关的慢电位，（2）与反应的开始有关的负性慢电位，（3）

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

感觉通道的特异性慢电位，（4）“真正”的CNV，即对S_2的期待所产生的电位。这个意见考虑的内容故然丰富，但实验依据尚嫌不足，特别是（3）（4）两项更加缺乏足够依据。

T. F. Sanquist et al (1981) [19] 提出，经典的短间隔CNV含有四个参量：（1）被试者的运动反应，（2）S_1的信息量，（3）任务的困难性，（4）刺激通道。该作者在实验中也将S_1-S_2间隔延长为4秒，研究了这四个参量。他们使S_1S_2分别由视听，听视、视视、听听组成四种不同通道产生的CNV，将S_2分为难易分辨两种，以S_1之区别预告之，令被试者进行分辨反应。此外尚进行一轮无分辨任务的简单反应CNV实验。结果表明，CNV可分析出四种成分：两个负后波，一个与警告刺激有关的晚正波，一个与运动相关的晚负波。该结果支持这样的意见：普通CNV是由S_1诱发的电位和反应相关的电位组成的，并不包含期待成分。

此外，众能周和，CNV在命令信号后并不立即恢复到基线水平，而是在S_2后持续一段时间才恢复，从而形成所谓“命令信号后负变化”，简称PINV。关于这一现象，P. Abraham, et al (1976) 认为可能与被试者的个性有关 [20] 1978年P. A. Rizzo, et al [20] 发表了他们长期对周期性发作的躁柳精神病人的观察报告。他们发现，在躁狂期出现PINV的延长，即CNV延迟增加，而在抑制期和正常期则不出现。作者认为该现象并非与个性有关，而是一种兴奋状态的表现。

综观上述二十年之研究，可知学者们为探索CNV的心理因素进行了大量工作，不仅提出了许多假说，而且随着研究方法和技术的进步，发现CNV所涉及的心理因素是复杂的，多种的，问题并未解决，尚待继续工作。这使我们想到，也许CNV所代表的不是某些单个的的心理因素，而是心理负荷加重的表现。为此，不久前我们进行了一项实验研究（待发表），发现当被试者心理负荷加重时CNV将再次升高，而当心理负荷解除时CNV则在经过一定潜伏期后陡然翻转为正波。我们认为这个正波具有心理负荷解除的含义。当然这些观点尚有待进一步实验验证。

看来，CNV的发现给心理现象脑机制的研究开辟了一个新途径，CNV象其它事件相关电位一样，对它们的研究除有现实实践意义外，在理论上也将有可能为破译脑的心理活动密码提供必要的资料。

主要参考文献

[1] Walter, W. G. : Nature, 203: 380-384, 1964.

[2] Walter, W. G. : British Journal of Physiologica Optics, 22 : 1-9, 1965.

[3] Low, M. D. et al:Perceptual and Motor Skills, 22 : 443-446, 1966.

[4] Tecce, J. J. : Psychological Bulletin, 77 (2) : 73-108, 1972.

[5] McCallum, W. C. et al : EEG. Clin. Neurophysiol, 24 : 593, 1968.

[6] Tecce, J. J. et al: Science, 164: 331-333, 1969.

[7] Lacey, J. I, et al:In P.Black(Ed.), physiological correlates of emotion. New York:Academic Press, 1970.

[8] Rohrbaugh, J. W. et al:Science, 191:1055-1057, 1976.

（下接48页）

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[4] 酒田英夫：自然7，50—61，1983
[5] 志水彰等：临床脑波25，711—721，1983
[6] 松江克彦等：临床脑波25，722—732，1983
[7] 高濑守一郎等：临床脑波25，733—741，1983
[8] Holzman, P.S.et al: Schizo.Bull.9, 33—36,1983
[9] Lacono, W.G.et al: Arch.Gen.Psychiat.36, 1361—1369, 1979
[10] Lacono, W.G.et al: J.Abnor.Psychol.91, 35—44, 1982
[11] Klein, R.H.etal: Psychophysiol.13, 186, 1976
[12] Latham, C.et al: Arch.Gen.Psychiat.38,997—1003, 1981
[13] Cegalis, J.A et al: J Psychiat.Res 16, 145—161, 1981
[14] Levin.S et al: Schizo Bull. 9, 37—43, 1983
[15] Lipton, R.B et al: Schizo Bull 9, 13—31, 1983
[16] Pivik, R.T: Biol.Psychiat.14, 859—879, 1979
[17] Shagass, C.et al: Biol.Psychiat.9, 245—260, 1974
[18] Spohn H.E et al: Schizo.Bull.9, 50—54.1983
[19] Stark I et al: Schizo.Bull.9, 55—72 1983

(上接第35页)

[9] Rohrbaugh, J. W. et al:EEG.Clin, Neurophysiol.45:551-567.1978.
[10] Rohrbaugh, J. W. et al:EEG.Clin. Neurophysiol.46:416-427, 1979.
[11] Rohrbaugh, J. W.et al:Science, 208:1165-1168, 1980.
[12] Shibaski, H. et al:EEG.Clin.Nearophysiol.49:213-226, 1980.
[13] Weerts, T.C.et al:Biol.Psychol, 1:1-19, 1973 (Abstract) .
[14] Loveless, N.E.et al:J.Gerontol, 29:52-63, 1974 (Abstract) .
[15] Loveless, N.E.et al:In H.D.Kimmel et al (Ed) , The Orienting Reflex in Human. Lawrence Earlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1980:77-100.
[16] Gailard, A.W.K.:Psychophysiology, 14(6):563-568, 1977.
[17] Gailard, A.W.K.:Academishe Pers, Amsterdam, 1978(Abstract).
[18] Naatanen, R.et al:In D. Lehman, et al (Ed) , Human Evoked Potentials:Application and Problems, Plenum Press, New York, 1979, 251-268.
[19] Sanquist, T.F.et al:EEG, Clin.Neurophysiol 51:639-649, 1981.
[20] Rizzo, P.A. et al:Biological Psychiatry, 14(4):581-586, 1979.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net