

基于事件相关电位的隐藏信息测试的两种研究取向

朱 千, 罗 禹, 陈 红

(认知与人格教育部重点实验室(西南大学), 西南大学 心理学部, 重庆市 400715)

摘 要:事件相关电位技术与隐藏信息测试相结合(ERP-CIT)是目前犯罪测谎研究的主要方法,包括实验室研究和现场研究两种不同取向。在实验室研究中ERP-CIT主要以P300为鉴别指标,犯罪侦测率逐渐提高,但易被反测谎击败,生态效度低。复合反应范式(CTP)提高了识别反测谎措施使用的准确率。现场犯罪测谎取向的脑指纹测试范式(BF)以P300-MERMER为测谎指标,结论已可作为法庭证据采信。ERP-CIT在范式、指标、效度等方面仍存在不足,将来应区分真实记忆与错误记忆、目击者与犯罪人,探索自我控制等调节变量对测试的影响,并与生理测谎指标相结合,针对不同犯罪群体进行现场研究。

关键词:事件相关电位;隐藏信息测试;复合反应范式;脑指纹技术;反测谎

中图分类号:B848 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9841(2014)01-0068-09

一、引 言

隐藏信息测试(Concealed Information Test, CIT)也被称为犯罪情景测试(Guilty Knowledge Test, GKT)^[1],旨在区分真实否认情节的“无罪”者与虚假否认情节的“有罪”者。CIT通过结合是非问答题,比较被试对所呈现许多题目的生理反应(如皮肤电、血压、呼吸和心率等指标)来侦测隐藏信息^[2-3],最初是为心理生理测谎(Psychophysiological Deception Detection, PDD)技术——尤其传统测谎仪(polygraph)而设计的^[4-9]。

影响CIT的因素很多,从客观方面来看,CIT与刺激显著性、新颖性、刺激朝向及识别相关;主观方面则与注意捕获与转移、工作记忆、长时记忆以及语境更新(context updating)等心理过程相关^[10]。

一项有关测谎的元分析研究指出,CIT的测谎准确率不够高,有罪认定准确率大约为80%,识别无辜者的准确率则在90%左右,且易被反测谎措施(countermeasures)击败^[11]。还有研究认为CIT的漏报率(false-negative rate)较高^[6,12]。因此有研究者提出使用可能更为准确的中枢神经系统反应指标(如event-related potentials, ERP)来代替自主神经的反应指标^[13-15]。Kubo与Nittono的研究^[16]也表明ERP与适当的任务相结合可以揭示隐藏的心理过程。现在已有众多研究将CIT与ERP技术结合起来侦测隐藏犯罪信息,测谎准确率达到95%左右^[7]。

ERP-CIT以认知加工尤其记忆为基础,以检测个体对犯罪相关信息的记忆和再认^[17]。尽管ERP-CIT也易受反测谎的影响^[14,18],但因其具有时间分辨率高、施测便利且成本低、无创性等优

* 收稿日期:2012-11-30

作者简介:朱千,西南大学心理学部,认知与人格教育部重点实验室,博士研究生。

通讯作者:陈红,教授,博士生导师。

基金项目:重庆市教育委员会巴渝学者人才项目资助(2010-2014),项目负责人:陈红。

点,目前仍不失为最受欢迎的主要测谎方法之一。本文将对近期 ERP-CIT 的实验室研究(包括实验室测谎与反测谎研究)以及现场应用研究进行梳理,对比实验室研究和现场研究两种不同研究取向,指出现有 ERP-CIT 研究存在的问题,并提出研究的未来发展趋势。

二、ERP-CIT 实验室研究取向

(一)P300-CIT 范式

P300 被用来侦测隐藏信息已有多年历史^[13,19],在 ERP-CIT 测谎的实验室研究中最常用的鉴别指标。一般认为,P300 是由新异刺激所诱发的^[17],反映与新异感觉输入所引起的改变相关的注意/记忆过程^[20],或被试对某种信息记忆程度的语境更新^[21],其波幅大小直接受到注意资源分配的影响^[22]。根据波峰出现时间的先后,可区分为 P3a(250—350ms)与 P3b(350—600ms),P3a 与朝向及注意转换相关,P3b 则与正在进行的工作及说谎系列加工过程中的决策形式相关,后者是迄今为止 ERP 测谎研究中报告最多的一个成分^[23]。经典的 P300 成分通常在 oddball 任务中诱发。Oddball 任务中有靶刺激与非靶刺激两类,要求被试对小概率的靶刺激(target)与大概率的非靶刺激(non-target)做出不同的反应,靶刺激比非靶刺激会诱发更大的 P300 波幅,反映了刺激间差异的显著性或刺激间的冲突^[24-26]。

P300-CIT 范式常使用三刺激范式,在 oddball 任务基础上增加了一类小概率的探测刺激(probe),即对于某些被试有意义而对于其他被试无意义的刺激。在犯罪测试情境中,探测刺激是与犯罪相关的隐藏信息,对有罪被试有意义而对无罪被试无意义;无关刺激是与犯罪事实无关的同类信息,对所有被试都没有意义;靶刺激是仅用于维持被试注意力的同类刺激。被试对探测刺激和无关刺激按相同键反应,而对靶刺激按另一个不同的键进行反应。探测刺激和无关刺激的按键反应是内隐的选择,而靶刺激的按键反应则是外显反应。这样,探测刺激是隐藏的具有特殊意义的犯罪相关信息或个人信息,所以对于有罪被试而言,它所诱发 P300 波幅会显著大于无关刺激;而对于无罪被试而言,探测刺激与无关刺激都没有特殊意义,都不会诱发显著的 P300 波幅。靶刺激由于与外显任务相关,不管被试是否有罪,都会诱发显著的 P300 波幅^[14,18,26-28]。

P300-CIT 范式中常使用含有实物的类似真实情景编码程序(如模拟犯罪情景),刺激呈现类型多样的特点。多数研究使用书面词汇而非图片作为刺激^[18,19,25,29-30]。Meegan 认为这是因为对于受过教育的被试而言,词汇是可识别的刺激,这样靶刺激、探测刺激与无关刺激在测试背景下才能发挥各自的作用^[31]。也有研究使用实物图片^[9,32-33]、声音刺激^[10]或图片与书面词汇相结合^[34]的刺激呈现形式。Ambach 等人的研究表明,使用不同类型的刺激并不影响 ERP 的测谎准确率^[34]。

一般认为,典型的 P300-CIT 加工包括诸如注意、情景记忆、情绪、应答选择和运动应答(motor response)等心理加工过程^[35-36],也有人认为 P300-CIT 包含有工作记忆等心理过程的参与^[37-39]。这分别与上述 P300 及 CIT 所包含的心理意义相符,是二者的结合。Kubo 和 Nittono 认为,在 P300-CIT 中,较大的 P300 波幅并非由于特定的说谎加工所诱发,而是由于附加加工所导致的刺激显著性增加而引起的^[16]。至于 P300 对隐藏信息是否敏感,也有不同的观点。Meijer 等人认为被试对不同类型刺激的单纯识别即可以诱发 P300,所以 P300 对隐藏信息敏感^[40-41],而 Gamer 与 Berti 却认为,P300 波幅特异地增加是由于要求被试对刺激做偏差应答,这主要与既定背景下的任务相关,而对隐藏信息并不敏感^[32]。

(二)ERP-CIT 测谎的其他指标

除了 P300 外,ERP-CIT 研究中还使用 N200 和 N400 作为鉴别指标。N200 是一个与说谎时注意转换任务相关的 ERP 成分^[42],两类刺激的 CIT 中,N200 与刺激的显著性相联系,三类刺激的 CIT 中由于靶刺激的存在,N200 则可能与隐藏信息的冲突监控或认知控制相联系^[23]。有研究也发现,在高概率的习惯化反应背景下要求做偏差应答的低概率试次(trial)中,N200 波幅会有本质

上的增加^[43-44],可能对应答冲突和刺激概率^[45],或者更普遍地对认知控制敏感^[46]。最近研究认为,N200可能适合于检验CIT范式中反应选择加工的重要性^[46],与无关刺激相比较,探测刺激在中央区诱发更大负波(N2b, 205—298 ms),在顶枕区诱发更大正波(正慢波,502—744 ms)^[10]。N200波幅对早期编码信息敏感,并与应答监控加工有潜在的关联,而在CIT中N200对隐藏信息的敏感性至今尚未得到研究^[32]。目前N200-CIT的测谎研究仅仅是在探索测谎过程中N200所表示的心理意义,尚未有研究报告测谎准确率。

也有研究者在ERP-CIT中使用N400来甄别被试是否说谎。N400是一个主要反映语言认知的过程的ERP内源性成分,在语句阅读任务中由结尾语义不匹配的词汇诱发的一个负波^[47-48]。Boaz等人测谎研究表明^[49],阅读与犯罪情节有关的语义错误、不匹配的句子时,被试即使不做任何外显反应,也无法消除所诱发的显著的N400效应。如果被试拥有相关犯罪信息,错误、不匹配的句子会诱发显著N400;如果被试是无辜的,那么就会出现一个没有差异的N400,测谎准确率约为78%。Vendemia等人则认为^[23],N400与内部真实语义的比较相关,模拟犯罪实验中也证实了N400测谎鉴别罪犯和无辜较高的准确率。Sun、Chan和Lee在类似于CIT的测试中使用直接说谎任务(directed-lying task)探索识别任务中一致反应与不一致反应的辨别与归类过程之间的差别,发现其中涉及N400与P600两个ERP成分,N400与任务相似性的判断和归类相联系,而P600只与任务辨别过程相关^[50]。

(三)复合反应范式(CTP)

Rosenfeld等人发现^[14],被试如果对无关刺激进行简单的心理或生理反应(如挪动身体某一部分或想象被攻击),导致测试的准确率降低至50%左右,因此会很容易受到反测谎措施的攻击。其它类似研究也发现,即使没有使用反测谎,准确率也很低^[18,26,51]。后续研究认为,反测谎措施将内隐的无关刺激转化为外显任务相关的靶刺激,也会诱发显著的P300波幅,这样无关刺激看起来和靶刺激相似,从而无法从探测刺激中区分出无关刺激。探测刺激与无关刺激之间一旦没有差异,那么三刺激范式也就不起作用了^[18,27]。Rosenfeld等人^[7]认为导致这种现象的主要原因在于,在P300-CIT中被试需要完成双重竞争任务,被试不但要完成从探测刺激(关键的“犯罪信息”刺激)与无关刺激中区分出靶刺激的外显任务,同时还要完成识别具有特殊意义的探测刺激的内隐任务。也就是说,被试不仅要区分靶刺激与非靶刺激,还要从非靶刺激中区分出探测刺激与无关刺激,因此可以推断,从所呈现的三类刺激中意识到探测刺激或靶刺激的出现会导致认知资源分散而降低P300波幅,从而造成CIT易受到反测谎的攻击。

为了提高ERP测谎的准确性以及应对反测谎效应,Rosenfeld等人^[7]在P300-CIT测谎技术的基础上设计了复合反应范式(Complex Trial Protocol, CTP)。CTP范式由两个独立阶段构成,第一个阶段随机呈现探测刺激或无关刺激(S1),二者比例为1:4,被试只要按键表示看到了该刺激即可(R1,也称为“I saw it”反应);第二个阶段则随机呈现靶刺激或非靶刺激(S2),要求被试根据刺激呈现的颜色来按键完成颜色辨别任务(R2)(见图1)。由于探测/无关刺激分辨任务从靶/非靶刺激决定任务中分离出来,二者相互独立,因此,对于既定刺激,被试在R1与R2之间不会分散注意力,可以消除双重任务的竞争,获得更大的P300波幅和对反测谎策略更多的抵抗。研究认为,S1诱发了P300波幅,表明是对探测刺激的识别。根据S1中无关刺激的反应时是否延长还可以甄别被试是否使用反测谎措施,因此这主要是针对无关刺激反测谎设计的^[7]。

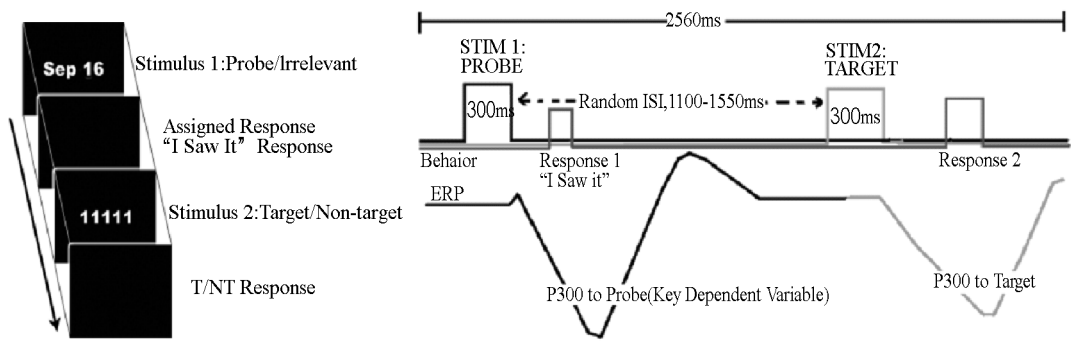


图 1 CTP 范式流程图 (采自 Rosenfeld et al., 2008, 2010)

Rosenfeld 等人^[7]在 CTP 范式中要求反测谎组被试对 4 个无关刺激都实施反测谎,结果犯罪组中非反测谎组被试的犯罪侦测率为 100%,而反测谎组被试的侦测率为 92%,反测谎组被试的探测刺激与无关刺激差异显著。Meixner 与 Rosenfeld 使用 CTP 范式探讨了 P300-CIT 中反测谎组心理机制,发现当有罪组被试对各无关刺激做外显反应并忽略了探测刺激时,探测刺激诱发了更大的 P300 波幅,研究认为这是由于未对探测刺激实施反测谎的忽略效应所导致的^[27]。

Rosenfeld 和 Labkovsky 的研究^[52]使用 CTP 范式对 4 个无关刺激中的两个无关刺激实施反测谎,发现在 Cz 和 Fz 位置出现了一个显著的 ERP 新成分 P900,这个成分在以前研究^[7]中对 4 个无关刺激都实施反测谎时没有出现过。他们认为 P900 是被试在刺激确认后不再作反应的信号,没有使用反测谎的无关刺激与探测刺激相似,但是不要求进一步认知加工。Rosenfeld 和 Labkovsky 进一步操纵了 CTP 中对探测刺激和 4 个无关刺激使用反测谎的比例,认为 P900 是侦测反测谎使用的一个有用的附加信息^[53]。

Meixner 和 Rosenfeld 还将 CTP 范式应用到模拟现场的实验研究中来。在模拟犯罪情景中被试计划在不同时间对不同城市实施恐怖袭击,而非实施具体犯罪任务^[54]。研究将数据合并为所有无关刺激平均波幅(Iall)、无关刺激最大波幅(Imax)和不能确定无关刺激与探测刺激时的无关刺激最大波幅(Blind Imax)三个独立的区组(block),分别比较探测刺激与无关刺激的平均值、探测刺激与无关刺激最大值,以及前后两个相邻 P300 的最大值,最终确定有罪和无罪,结果获得了 100%的准确率。他们认为,合并为三个独立区组的方法减少了偶然出现的不充分区组效果,通过从每个被试取样中获得更多信息而使信噪比得到有效增加。结果说明 CTP 范式可以有效侦测恐怖袭击计划相关的隐藏信息,在未来可识别尚未发生的恐怖活动^[54]。

三、现场测谎研究取向

ERP-CIT 实验室测谎研究使用犯罪模拟情景,生态效度较低,很难适用到现场测谎中来。与实验室测谎研究同时发展的还有现场测谎技术的研究。Farwell 和 Donchin 于 1991 年研发了所谓“脑指纹”(Brain Fingerprinting, BF)的现场犯罪测谎技术^[19]。这种测谎技术以 ERP-CIT 为基础,通过测量脑电波反应来侦测犯罪嫌疑人脑中是否拥有犯罪相关信息,亦即侦测犯罪嫌疑人的大脑认知信息加工。BF 并非侦测犯罪嫌疑人的情绪、应激、意图和行为,所以脑指纹测试并不是侦测犯罪嫌疑人是否犯罪^[55-57]。BF 测谎结果已被美国个别州立法庭作为证据得以采信^[58]。

Farwell 把 BF 测谎指标称为 P300-MERMER(memory and encoding related multifaceted electroencephalographic response),由 P300 及紧随其后的晚期负波(late negative peak, LNP)共同构成^[55-57],其波幅在 Pz 位置上最大^[59]。和以往多数 ERP 的实验室测谎研究一样,BF 范式也包含了靶刺激、无关刺激和探测刺激等三类刺激。靶刺激是被试所知道的是否实施犯罪的调查情景信息,犯罪背景下对于所有被试都是显著的,所以不管被试是否知道有关犯罪的其他重要信息,都会诱发显著的 P300-MERMER 脑电反应。无关刺激是与犯罪和被试都无关的信息,由看似合理却不正确

的犯罪特征构成,它在刺激呈现背景下并不显著,所以无论被试是否拥有犯罪相关信息,无关刺激都不能诱发 P300-MERMER。探测刺激则是犯罪人在实施犯罪中经历的与犯罪有关的信息,拥有犯罪相关信息的被试,探测刺激会和靶刺激一样诱发 P300-MERMER;而没有犯罪相关信息的被试不能区分探测刺激与无关刺激,就不能诱发 P300-MERMER。由上可知,拥有犯罪信息的被试在探测刺激和靶刺激上都能诱发 P300-MERMER,而无关刺激不能诱发 P300-MERMER;没有犯罪相关信息的被试只有靶刺激能诱发 P300-MERMER,而探测刺激和无关刺激都不能诱发 P300-MERMER。Farwell 宣称^[55],利用探测刺激和靶刺激的相关系数与探测刺激和无关刺激的相关系数的差异值进行个体诊断统计,分别包括 P300 和 P300-MERMER 两种方法,二者的准确率分别为 99.6% 和 99.9%,错误率均为 0%。

Farwell 的脑指纹范式检验探测刺激/无关刺激诱发的 P300-MERMER 是否比探测刺激/靶刺激诱发的 P300-MERMER 更大。对此,Rosenfeld 提出了异议^[24],认为如果一个被试的探测刺激/靶刺激图谱变化相关比探测刺激—无关刺激的图谱变化相关更大,即探测刺激的 P300 看起来更像靶刺激的 P300,人们将不知这意味着什么。

四、两种不同研究取向的比较

实验室研究的 ERP-CIT 测谎范式试图探索一种有效方法,尽可能防止反测谎措施的使用,并使用模拟犯罪程序,以便于迁移到现场测谎中,提高生态效度。Brain Fingerprinting 现场测谎范式中,P300-MERMER 脑指纹测谎研究则被应用到犯罪现场,研究者宣称获得了 100% 正确率以及 0% 漏报率和虚报率的完美测谎范式,在法庭上作为证据获得采信。这两种不同取向的范式存在以下几点差异。

首先,靶刺激作用的不同。在 ERP-CIT 范式中靶刺激只起维持被试注意的作用,而在 P300-MERMER 脑指纹范式中靶刺激则包含了犯罪人知道的犯罪相关信息,在数据统计时被作为基线值最终参与决定被试有罪与否。

其次,判断指标及其心理含义不同。ERP-CIT 范式中除最主要的 ERP 成分 P300 之外,还包括 N200、N400、P600 及 P900 等判断指标,但这些指标在目前测谎研究中所反映的心理意义尚不明确;脑指纹范式的核心指标 P300-MERMER 则包括 P300 及其之后的晚期负波(late negative peak, LNP),与记忆和编码有关,但在相关研究中也并未指明其中的晚期负波在脑指纹技术中的心理含义。

第三,反测谎研究的差异。近几年研究者设计并使用 CTP 范式进行了系统的实验室反测谎研究,同时也有将 CTP 范式应用到现场中的趋势,尽管准确率有了进一步提高,但是以 BF 技术设定的科学标准来看,这种二择一的 CTP 范式在现场犯罪测谎中是无效、不可靠、不能使用的^[60-61]。

五、现有研究存在的问题

(一)两种范式的理论假设问题

ERP-CIT 测谎范式存在的一个重要问题是,它假设只有实施犯罪行为的犯罪者才拥有犯罪相关信息并对其做出反应^[49],而在现实犯罪现场中除了犯罪行为实施者之外,犯罪事件的目击者往往也知晓此类信息。在测试中目击者可能会和犯罪实施者做出同样的反应,这样,测试结果就会把目击者也归类为犯罪人,从而发生虚报的情况。同样,因为脑指纹技术只是侦测被试是否拥有犯罪相关信息,而不侦测被试是否实施犯罪行为,所以也不能区分目击者和犯罪实施者,可能导致虚报率升高。

脑指纹测谎范式还存在其他几个重要问题。首先,BF 技术假设脑电波总是稳定的,但事实上一个人脑电波的波形和类型都会因时间、年龄、大脑创伤及大脑器官性症状不同而有差异。其次,现场测谎的脑指纹技术是基于记忆本身,认为记忆是磨灭不掉的,是恒定的。但根据现代研究,情

景记忆本身具有可变性,个体情景记忆的提取会受衰退、干扰和错误信息等因素的影响而发生错误,准确性并不高^[62-63]。记忆的准确性还会受到被试的年龄、身体健康状况以及任务的重要程度等因素的影响,如最新研究发现,任务重要程度不影响基于事件前瞻记忆的注意资源分配加工,但是会改变基于时间和事件的混合前瞻记忆的加工过程^[64]。此外,大脑的电生理反应往往会受到情绪唤醒以及动机的影响,情绪唤醒程度越高,动机越强烈,对脑电反应的影响越大,这种状况犯罪实施者尤其表现更加明显。但脑指纹测谎范式并不侦测被试的情绪和动机,也未对这些因素进行操控,这就很难排除情绪与动机对脑指纹测试结果造成额外影响。

(二)指标的问题

P300-CIT 范式是建立在朝向反射理论框架上的,假设被试会对新异刺激产生特异性的反应^[65-66]。P300 一般是对新异的、具有特殊意义的探测刺激敏感而产生的特异性反应指标,所以拥有犯罪相关信息的被试会对探测刺激产生显著的 P300 反应。但如果出现犯罪情节记忆错误的情况时,被试可能会将探测刺激当做无关刺激进行反应,这时二者之间的反应就不会有显著差异,P300 就不能成为有效区别真实说谎与错误记忆的敏感指标。在脑指纹范式中的 P300-MERMER 指标也可能出现这种情况。

在 CIT 中自主神经测试与中枢神经测试之间存在刺激间时间间隔(ISI)、刺激构成以及刺激呈现方式等方面差异,并影响中枢神经系统的活动^[10,25,67],所以这两种来自不同神经系统的指标整合到同一研究中会存在一定困难,需要在实验设计方面兼顾上述几方面的差异,以确保各个指标都能真实反映各自神经系统的特性。

(三)ERP-CIT 测谎的效度问题

实验室研究通常采用自行设计的模拟犯罪情景(mock crime scenario),并从中选取具有意义的信息作为探测刺激^[18,19,29,30]。在这种严格控制实验条件的犯罪模拟情景中,多数研究都选取在校大学生作为被试,且模拟的犯罪情节远没有真实犯罪情节复杂,因此研究结果很难概括犯罪实施者在真实犯罪现场中表现出来的脑电神经反应,范式的生态效度也受到影响。

现场测谎研究的推广应用也存在诸多困难。首先,在现场测试中,真正的犯罪行为实施者往往不能认真配合测试,比如在测试过程中不按指示随意按键做出反应,或注意力根本不能集中,致使测试结果信度降低。其次,许多物质滥用者由于长期酗酒、吸毒以及使用成瘾性精神药物,导致其大脑结构、高级认知神经功能及生物机制发生改变,且可能普遍存在病理性说谎现象,所以这个群体测试结果的准确性会受到影响。再次,具有反社会人格的连环杀人罪犯的犯罪行为具有高度重复性,测试所选择的探测刺激对于他们而言可能没有特殊意义,所以即使他们拥有犯罪的相关信息,也可能会表现出“information absent”(信息缺失)的结果,而不是特异性反应。最后,脑指纹技术要求所选择的刺激应是只有犯罪者才知道的犯罪相关信息,且这些信息不能被媒体公布和大众所知,而现实中发生犯罪事件后,相关信息往往在测试前就早已被各类媒体公布于众。如果犯罪嫌疑人知道调查者所知道的关于犯罪的一切信息,脑指纹测试将不能适用。

六、小结与展望

近年来,认知神经科学领域对具有法律意义心理和行为(如错误记忆、反社会行为和欺骗行为等)的神经机制进行了大量研究,其中主要内容之一就是运用认知神经科学的方法来检验言词证据的真实性和准确性^[68]。因此,如何既能准确区分目击者和犯罪实施者,又能准确区分真实记忆与错误记忆,是 ERP-CIT 测谎研究所面临的亟待完善和解决的问题,将成为此领域中重要发展趋势之一。

传统 polygraph 测谎和生理心理测谎范式的主要理论基础是说谎时被试由于紧张或恐惧情绪而导致生理指标发生变化,而目前测谎研究的 ERP-CIT 范式与脑指纹范式则主要以注意朝向和记

忆为理论基础,较少涉及动机和自我控制等方面。如果将这些高级调控因素引入到 ERP-CIT 测试范式中,无疑将会减少额外因素对测谎准确性的影响,对侦测反测谎、提高测谎的信效度大有裨益。

最近许多 ERP-CIT 研究同时还记录了外周生理反应指标^[10,32,34,40],并从中发现了皮肤电高于 ERP 的增量效度(incremental validity)。Gamer 和 Berti 认为这种结果反映了中枢神经系统和自主神经系统对隐藏信息的反应差异^[32],而 Ambach 等人却对此提出质疑,认为不能确定这种结果是由 CIT 不同的次加工反射引起的还是仅因额外的数据误差方差(error variance)减少所导致的^[34]。可见,虽然目前与自主神经反应相联系的中枢神经活动仍不清楚^[10],但这两种不同神经系统的反应在 CIT 中是同步发生的,将二者结合起来互相印证的测谎结果可能会更可靠,也将会成为测谎领域的发展趋势之一。

另外,在犯罪现场中,犯罪现场除了涉及作为隐藏信息的复杂犯罪情节,还会涉及与犯罪现场有关的各种群体,比如犯罪者、目击者、旁观者、受害者、执法者等。而犯罪者的构成复杂,除了一般意义上的犯罪人之外,还有特殊的犯罪人群体,如成瘾人群、累犯、连环犯罪人等。为提高 ERP-CIT 范式的生态效度,对不同犯罪群体尤其是特殊群体进行系统研究将成为 ERP-CIT 测谎研究的另一发展趋势。

参考文献:

- [1] Lykken D T. The GSR in the Detection of Guilt[J]. *Journal of Applied Psychology*, 1959, 43(6): 385-388.
- [2] Elaad E. The Challenge of the Concealed Knowledge Polygraph Test[J]. *Expert Evidence*, 1998, 6(3): 161-187.
- [3] Ben-Shakhar G, Elaad E. The Validity of Psychophysiological Detection of Information with the Guilty Knowledge Test: A Meta-analytic Review[J]. *Journal of Applied Psychology*, 2003, 88(1): 131-151.
- [4] Ben-Shakhar G, Bar-Hillel M, Kremnitzer M. Trial by Polygraph: Reconsidering the Use of the Guilty Knowledge Technique in Court[J]. *Law and Human Behavior*, 2002, 26(5): 527-541.
- [5] Elaad E. Effects of Context and State of Guilt on the Detection of Concealed Crime Information[J]. *International Journal of Psychophysiology*, 2009, 71(3): 225-234.
- [6] Gronau N, Ben-Shakhar G, Cohen A. Behavioral and Physiological Measures in the Detection of Concealed Information[J]. *Journal of Applied Psychology*, 2005, 90(1): 147-157.
- [7] Rosenfeld J P, Labkovsky E, Winograd M, et al. The Complex Trial Protocol (CTP): A New, Countermeasure-resistant, Accurate, P300-based Method for Detection of Concealed Information[J]. *Psychophysiology*, 2008, 45(6): 906-919.
- [8] Sullivan E. *The Concise Book of Lying*[M]. Picador USA, 2002.
- [9] Verschuere B, Crombez G, De Clercq A, et al. Autonomic and Behavioral Responding to Concealed Information: Differentiating Orienting and Defensive Responses[J]. *Psychophysiology*, 2004, 41(3): 461-466.
- [10] Matsuda I, Nittano H, Hirota A, et al. Event-related Brain Potentials During the Standard Autonomic-based Concealed Information Test[J]. *International Journal of Psychophysiology*, 2009, 74(1): 58-68.
- [11] Masip Palleja J, Garrido Martín E, Herrero Alonso C. The Nonverbal Approach to the Detection of Deception: Judgemental Accuracy[J]. *Psychology in Spain*, 2004 (8): 48-59.
- [12] MacLaren V V. A Quantitative Review of the Guilty Knowledge Test[J]. *Journal of Applied Psychology*, 2001, 86(4): 674-683.
- [13] Rosenfeld J P, Cantwell B, Nasman V T, et al. A Modified, Event-related Potential-based Guilty Knowledge Test[J]. *International Journal of Neuroscience*, 1988, 42(1-2): 157-161.
- [14] Rosenfeld J P, Soskins M, Bosh G, et al. Simple, Effective Countermeasures to P300-based Tests of Detection of Concealed Information[J]. *Psychophysiology*, 2004, 41(2): 205-219.
- [15] Spence S A, Hunter M D, Farrow T F, et al. A Cognitive Neurobiological Account of Deception: Evidence from Functional Neuroimaging[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science*, 2004, 359(1451): 1755-1762.
- [16] Kubo K, Nittano H. Detecting the Intention to Conceal the Truth: An Event-related Potential Study[J]. *Proceedings*, 2008: 55-58.
- [17] Rosenfeld J P. Event-related Potentials in the Detection of Deception, Malingering, and False Memories[M]. In Kleiner M.(Ed.) *Handbook of Polygraph Testing*. New York, Academic Press, 2002: 265-286.
- [18] Mertens R, Allen J J B. The Role of Psychophysiology in Forensic Assessments: Deception Detection, ERPs, and Virtual Reality Mock Crime Scenarios[J]. *Psychophysiology*, 2008, 45(2): 286-298.

- [19] Farwell L A, Donchin E. The Truth Will Out: Interrogative Polygraphy ("Lie Detection") With Event-Related Brain Potentials [J]. *Psychophysiology*, 1991, 28(5): 531-547.
- [20] Luck S J. An Introduction to the Event-related Potential Technique (Cognitive Neuroscience)[M]. 2005.
- [21] Polich J. Updating P300: An Integrative Theory of P3a and P3b[J]. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 2007, 118(10): 2128-2148.
- [22] Gonsalvez C J, Polich J. P300 Amplitude is Determined by Target-to-target Interval[J]. *Psychophysiology*, 2002, 39(3): 388-396.
- [23] Vendemia J M C, Buzan R F, Green E P, et al. Effects of Preparedness to Deceive on ERP Waveforms in a Two-Stimulus Paradigm[J]. *Journal of Neurotherapy*, 2006, 9(3): 45-70.
- [24] Rosenfeld J P. "Brain fingerprinting:" A Critical Analysis[J]. *Scientific Review of Mental Health Practice*, 2005, 4(1):20-37.
- [25] Rosenfeld J P, Biroshak J R, Furedy J J. P300-based Detection of Concealed Autobiographical Versus Incidentally Acquired Information in Target and Non-target Paradigms[J]. *International Journal of Psychophysiology*, 2006, 60(3): 251-259.
- [26] Rosenfeld J P, Shue E, Singer, E. Single Versus Multiple Probe Blocks of P300-based Concealed Information Tests for Self-referring Versus Incidentally Obtained Information[J]. *Biological Psychology*, 2007, 74, 394-404.
- [27] Meixner J B, Rosenfeld J P. Countermeasure Mechanisms in a P300-based Concealed Information Test[J]. *Psychophysiology*, 2010, 47(1): 57-65.
- [28] Verschuere B, Ben-shakhar G, Meijer E. *Memory detection: Theory and Application of the Concealed Information Test*[M]. Cambridge University Press, 2011:63-89.
- [29] Lui M, Rosenfeld J P. Detection of Deception about Multiple, Concealed, Mock Crime Items, Based on a Spatial-temporal Analysis of ERP Amplitude and Scalp Distribution[J]. *Psychophysiology*, 2008, 45(5): 721-730.
- [30] Jokinen A, Santtila P, Ravaja N, et al. Salience of Guilty Knowledge Test Items Affects Accuracy in Realistic Mock Crimes[J]. *International Journal of Psychophysiology*, 2006, 62(1): 175-184.
- [31] Meegan D V. *Neuroimaging Techniques for Memory Detection: Scientific, Ethical, and Legal Issues*[J]. *The American Journal of Bioethics*, 2008, 8(1): 9-20.
- [32] Gamer M, Berti S. Task Relevance and Recognition of Concealed Information have Different Influences on Electrodermal Activity and Event-related Brain Potentials[J]. *Psychophysiology*, 2010, 47(2): 355-364.
- [33] Lefebvre C D, Marchand Y, Smith S M, et al. Determining Eyewitness Identification Accuracy Using Event-related Brain Potentials (ERPs)[J]. *Psychophysiology*, 2007, 44(6): 894-904.
- [34] Ambach W, Bursch S, Stark R, et al. A Concealed Information Test with Multimodal Measurement[J]. *International Journal of Psychophysiology*, 2010, 75(3): 258-267.
- [35] Vendemia J M C, Buzan R F, Green E P. Practice Effects, Workload, and Reaction Time in Eception[J]. *The American Journal of Psychology*, 2005,118(3): 413-429.
- [36] Vendemia J M C, Buzan R F, Simon-Dack S L. Reaction Time of Motor Responses in Two-stimulus Paradigms Involving Deception and Congruity with Varying Levels of Difficulty[J]. *Behavioural Neurology*, 2005, 16(1): 25-36.
- [37] Gamer M, Klimecki O, Bauermann T, et al. fMRI-activation Patterns in the Detection of Concealed Information Rely on Memory-related Effects[J]. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2012, 7(5): 506-515.
- [38] Langleben D D, Schroeder L, Maldjian J A, et al. Brain Activity During Simulated Deception: An Event-related Functional Magnetic Resonance Study[J]. *Neuroimage*, 2002, 15(3): 727-732.
- [39] Walczyk J J, Roper K S, Seemann E, et al. Cognitive Mechanisms Underlying Lying to Questions: Response Time as a Cue to Deception[J]. *Applied Cognitive Psychology*, 2003, 17(7): 755-774.
- [40] Meijer E H, Smulders F T Y, Merkelbach H L G J, et al. The P300 is Sensitive to Concealed Face Recognition[J]. *International Journal of Psychophysiology*, 2007, 66(3): 231-237.
- [41] Meijer E H, Smulders F T Y, Wolf A. The Contribution of mere Recognition to the P300 Effect in a Concealed Information Test [J]. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 2009, 34(3): 221-226.
- [42] Vendemia J M C. *Neural Mechanisms of Deception and Response Congruity to General Knowledge Information and Autobiographical Information in Visual Two-Stimulus Paradigms with Motor Response (in press)*[J]. Department of Defense Polygraph Institute (DoDPI99-P-0010), 2003.
- [43] Donkers F C L, van Boxtel G J M. The N2 in go/no-go Tasks Reflects Conflict Monitoring not Response Inhibition[J]. *Brain and Cognition*, 2004, 56(2): 165-176.
- [44] Gajewski P D, Stoerig P, Falkenstein M. ERP-correlates of Response Selection in a Response Conflict Paradigm[J]. *Brain Research*, 2008, 1189(16): 127-134.
- [45] Nieuwenhuis S, Yeung N, Van Den Wildenberg W, et al. Electrophysiological Correlates of Anterior Cingulate Function in a Go/

- no-go Task: Effects of Response Conflict and Trial Type Frequency[J]. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 2003, 3(1): 17-26.
- [46] Folstein J R, Van Petten C. Influence of Cognitive Control and Mismatch on the N2 Component of the ERP: A Review[J]. *Psychophysiology*, 2008, 45(1): 152-170.
- [47] Kutas M, Hillyard S A. Reading Senseless Sentences: Brain Potentials Reflect Semantic Incongruity[J]. *Science*, 1980, 207(4427): 203-205.
- [48] Kutas M, Federmeier K D. Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-related Brain Potential (ERP)[J]. *Annual Review of Psychology*, 2011, 62: 621-647.
- [49] Boaz T L, Perry N W, Raney G, et al. Detection of Guilty Knowledge with Event-related Potentials[J]. *Journal of Applied Psychology*, 1991, 76(6): 788-795.
- [50] Sun D, Chan C C H, Lee T M C. Identification and Classification of Facial Familiarity in Directed Lying: An ERP Study[J]. *PLoS One*, 2012, 7(2): e31250.
- [51] Lefebvre C D. The Use of Event-related Brain Potentials (ERPs) to Assess Eyewitness Identification Accuracy[M]. *Dalhousie University (Canada)*, 2007.
- [52] Rosenfeld J P, Labkovsky E. New P300-based Protocol to Detect Concealed Information: Resistance to Mental Countermeasures Against only Half the Irrelevant Stimuli and a Possible ERP Indicator of Countermeasures[J]. *Psychophysiology*, 2010, 47(6): 1002-1010.
- [53] Labkovsky E, Rosenfeld J P. The P300-based, Complex Trial Protocol for Concealed Information Detection Resists any Number of Sequential Countermeasures Against up to Five Irrelevant Stimuli[J]. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 2012, 37(1): 1-10.
- [54] Meixner J B, Rosenfeld J P. A Mock Terrorism Application of the P300-based Concealed Information Test[J]. *Psychophysiology*, 2011, 48(2): 149-154.
- [55] Farwell L A. Brain Fingerprinting: Corrections to Rosenfeld[J]. *Scientific Review of Mental Health Practice*, 8,(2): 56-68.
- [56] Farwell L A, Richardson D C, Richardson G M. Brain Fingerprinting Field Studies Comparing P300-MERMER and P300 Brain-wave Responses in the Detection of Concealed Information[J]. *Cognitive Neurodynamics*, 2012, 7(4): 236-299.
- [57] Farwell L A. Brain Fingerprinting: a Comprehensive Tutorial Review of Detection of Concealed Information with Event-related Brain Potentials[J]. *Cognitive Neurodynamics*, 2012, 6(2): 115-154. .
- [58] Farwell L A, Smith S S. Using brain MERMER Testing to Detect Concealed Knowledge Despite Efforts to Conceal[J]. *Journal of Forensic Science* ,2001, 46(1): 1-9.
- [59] Farwell, L. A. Method and Apparatus for Brain Fingerprinting Measurement, Assessment and Analysis of Brain Function: WIPO Patent 2002100241[P]. 2002-12-20.
- [60] Farwell L A. Brain Fingerprinting Detects Real Crimes in the Field Despite One-hundred-thousand-dollar Reward for Beating it[J]. *Psychophysiology*, 2008, 45(s1): S1.
- [61] Farwell L A, Richardson D C, Richardson G. Brain Fingerprinting Field Studies Comparing P300-MERMER and P300 ERPs in the Detection of Concealed Information[J]. *Psychophysiology*, 2011, 48: S95-96.
- [62] Loftus E. Our Changeable Memories: Legal and Practical Implications[J]. *Nature Reviews Neuroscience*, 2003, 4(3): 231-234.
- [63] Schacter D L, Slotnick S D. The Cognitive Neuroscience of Memory Distortion[J]. *Neuron*, 2004, 44(1): 149-160.
- [64] 陈幼贞,陈有国. 任务重要性对前瞻记忆不同时段干扰效应的影响[J]. *西南大学学报:社会科学版*, 2013, 39(6): 92-97.
- [65] Vrij A. Detecting lies and deceit: Pitfalls and Opportunities[M]. *Wiley-Interscience*, 2008.
- [66] Winograd M R, Rosenfeld J P. Mock Crime Application of the Complex Trial Protocol (CTP) P300-based Concealed Information Test[J]. *Psychophysiology*, 2011, 48(2): 155-161.
- [67] Strüber D, Polich J. P300 and Slow wave from Oddball and Single-stimulus Visual Tasks: Inter-stimulus Interval Effects[J]. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 2002, 45(3): 187-196.
- [68] 胡传鹏,邓晓红,周冶金,邓小刚. 神经法学:年轻的认知神经科学与古老的法学联姻[J]. *科学通讯*, 2012, 56(36): 3041-3053.