

冲突适应效应研究述评*

刘培朵 杨文静 田 夏 陈安涛

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

摘 要 冲突适应效应指在一致性任务的试次序列中, 被试在前一试次中经历冲突后会使其在当前试次中更好的解决冲突。目前对于该效应有冲突监测理论、特征整合理论和学习理论三种不同的解释。研究者们对冲突适应的产生条件(诱发冲突适应的冲突性质、范围和程度)进行了大量的研究, 同时, 对冲突适应效应的影响因素(工作记忆、注意资源及动机和情绪)也做了探讨。未来的研究应将认知因素和非认知因素结合起来探讨冲突适应效应的产生条件及影响因素, 并加强神经机制的研究, 以更好的揭示冲突适应效应的实质。

关键词 冲突适应效应; 冲突监测; 特征整合; 学习理论; 认知控制

分类号 B842

在日常生活、学习中, 人们为了更好地完成目标任务, 常常会根据先前的经验来调整当前的行为。在我国成语中有很多这样的表述, 如“前车之鉴”、“吃一堑长一智”、“前事不忘后事之师”等, 说明先前的经验对当前问题解决的重要性。实验室研究也发现, 在人类的认知控制过程中, 在经历了冲突后, 如果随后又遇到了相似的冲突, 个体可以更好地解决这些冲突, 这一现象即为冲突适应效应(conflict adaptation effect, CAE)。也就是说大脑可以根据先前的经验来优化当前问题的解决。探索冲突适应效应这一现象背后的机制对于理解人类如何适应复杂的环境具有重要意义。

1 冲突适应效应

冲突适应效应又称为 Gratton 效应(Gratton, Coles, & Donchin, 1992), 是指在一致性任务的试次序列中, 被试在前一试次中经历冲突后会使其在当前试次中更好的解决冲突。研究者在三种主要的冲突范式(Flanker 任务、Simon 任务和 Stroop 任务)中对冲突适应效应进行了研究。以箭头 Flanker 任务为例, 刺激是由中间的靶刺激和两侧的干扰刺激组成, 分为一致试次(congruent trial,

简称 C 试次, 如 < < < < <)和不一致试次(incongruent trial, 简称 I 试次, 如 < < > < <)。不一致试次反应时与一致试次反应时之差称为 Flanker 效应。在该任务中, 若先前试次为不一致试次, 当前试次也为不一致试次, 则将此种情况下的当前试次界定为 II (incongruent-incongruent)试次; 若先前试次为一致试次, 当前试次为不一致试次则将当前试次界定为 CI (congruent-incongruent)试次, 相似地, 还存在 CC (congruent-congruent)和 IC (incongruent-congruent)试次。冲突适应效应表现为 Flanker 效应在不一致试次之后(RT_{II-IC})比一致试次之后(RT_{CI-CC})更小, 表现出一种交互作用(Notebaert, Gevers, Verbruggen, & Liefvooghe, 2006; Ullsperger, Bylsma, & Botvinick, 2005; Verbruggen, Notebaert, Liefvooghe, & Vandierendonck, 2006)。同样在 Simon 任务和 Stroop 任务中也都观察到了冲突适应效应(Kerns, 2006; Kerns et al., 2004; Larson, Kaufman, & Perlstein, 2009a; Notebaert et al., 2006; Notebaert & Verguts, 2010; Wühr & Ansorge, 2005)。

2 冲突适应效应的理论解释

目前对冲突适应效应的解释主要有三种理论: 冲突监测理论(conflict monitoring theory)(Botvinick, Nystrom, Fissell, Carter, & Cohen, 1999; Botvinick, Cohen, & Carter, 2004), 特征整合理论

收稿日期: 2011-06-10

* 国家自然科学基金项目(31170980)资助。

通讯作者: 陈安涛, E-mail: xscat@swu.edu.cn

(feature integration account) (Hommel, Proctor, & Vu, 2004)和学习理论(learning account) (Verguts & Notebaert, 2009)。

2.1 冲突监测理论

冲突监测理论认为冲突适应效应是由于个体对先前冲突的监测,提高了认知控制及调整,更好的完成当前试次中的任务。具体为当先前试次为一致试次时,由于没有冲突信息可以触发调整机制,认知控制水平相对较低;相反,当先前试次为不一致试次时则触发了调整机制,认知控制水平相对较高,由此导致一致性效应在不一致试次之后比在一致试次之后小,表现为对冲突的“适应”(Botvinick, Nystrom, Fissell, Carter, & Cohen, 1999)。更进一步说,在先前不一致试次之后,相对于任务无关的信息而言,认知系统提高了对当前试次中任务相关信息的注意偏向,任务相关信息加工得到提高的同时,也减少了无关信息对行为表现的影响;而当先前试次为一致试次时,则没有此类调整,故表现出 CI 试次反应时比 II 试次长。同理,CC 反应时长于 IC 反应时,从而造成了交互作用的趋势(Botvinick et al., 1999; Botvinick, Cohen, & Carter, 2004; Notebaert & Verguts, 2010; Ullsperger et al., 2005)。

在神经机制上,冲突监测理论将认知控制区分为对冲突出现的监测和对冲突干扰的控制两个加工阶段,分别将冲突监测与扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)、冲突控制与背外侧前额叶(dorsal lateral prefrontal cortex, DLPFC)相联系,认为在认知控制过程中存在从 ACC 到 DLPFC 的联结通路(Botvinick et al., 2004)。该理论认为冲突适应效应的神经机制是:前一试次中的冲突激活了 ACC,随后 ACC 将监测到的冲突作为信号传递给 DLPFC 等具体负责控制的脑区,使大脑在当前试次出现之前处于积极的准备状态,在当前冲突试次出现后能更好的对冲突进行控制(Botvinick, 2007; Botvinick, Braver, Barch, Carter, & Cohen, 2001)。

2.2 特征整合理论

特征整合理论将冲突适应效应归因于刺激-反应特征的整合过程(Hommel et al., 2004)。按照特征整合理论,若刺激和反应同时发生,刺激特征和反应特征就会整合到一个共同的情境记忆表征(episodic memory representation)中,或者说两

种特征捆绑在一起。在随后的试次中,任一在先前试次中表征过的特征都会自动激活另一特征。这样,若当前试次与先前试次中的刺激特征和反应特征完全重复,使得当前试次中一种特征的激活会自动激活另一种特征,因此表征所需的资源最小速度也最快,这种情况也叫重复启动效应(Fischer, Plessow, Kunde, & Kiesel, 2010; Hommel et al., 2004; Nieuwenhuis et al., 2006);若当前试次和先前试次刺激特征和反应特征完全改变时,当前试次中特征的表征就不会受先前试次中记忆表征的影响,因此当前试次中的特征也能够得到相应的激活,只是速度较完全重复慢;但若为部分重复,先前和当前试次中只有一个特征相同,另一个特征不同,相同特征的出现不但不能激活不同的特征,反而因为另一特征的不同需要努力克服这种特征的捆绑,故相对于完全重复和完全改变,当前试次和先前试次特征部分重复时反应最慢(Hommel, 2004)。

以上文提到的箭头 flanker 任务为例,CC 试次和 II 试次都是完全重复或完全改变的试次,而 CI 试次和 IC 则都是部分重复的试次。如在 II 试次中,当前试次<<<<之前的试次可以是<<<<<(分心物特征重复,靶刺激特征重复,反应特征重复)或者是>>>>>(分心物特征改变,靶刺激特征改变,反应特征改变);而在 CI 试次中,当前试次<<<<之前的试次可以是<<<<<(分心物特征重复,靶刺激特征改变,反应特征改变)或者是>>>>>(分心物特征改变,靶刺激特征重复,反应特征重复)。根据特征整合理论,完全重复或完全改变试次的反应时会小于部分重复试次的反应时,因此 $RT_{II} < RT_{CI}$, 同理 $RT_{IC} > RT_{CC}$, 先前试次和当前试次就呈现出交互作用,表现出冲突适应效应(Fischer et al., 2010; Hommel et al., 2004; Mayr, Awh, & Laurey, 2003; Nieuwenhuis et al., 2006)。从以上的分析中我们可以看出,特征整合理论认为冲突适应效应完全是特征整合或者是特征捆绑的结果,不需要冲突监测或者冲突控制的参与。

2.3 学习理论

由于以往研究中存在的差异和理论上的争论,Verguts 和 Notebaert (2009)整合了冲突监测理论和特征整合理论提出了学习理论,又称整合的适应理论(Verguts & Notebaert, 2008, 2009)。该理论认为,冲突适应可能是在线学习过程和唤醒之间

交互作用的结果(在线学习又称赫布学习, Hebbian learning, 赫布学习是一种神经网络学习, 指同一时间被激发的神经元之间的联系会被强化(Verguts & Notebaert, 2008))。

和冲突监测理论一样, 学习理论认为如果先前试次是不一致试次, 这个冲突在反应水平被冲突监测系统(内侧额叶皮质, medial frontal cortex, MFC)探测到。和冲突监测理论不同的是, 学习理论认为这个冲突监测系统并不是把冲突信息传递到可以保持任务相关信息的工作记忆系统(DLPFC), 而是引起了神经递质分泌系统(如蓝斑, locus coeruleus, LC)的唤醒反应, 蓝斑系统可以调节实时的赫布学习进而影响在线任务中相关刺激的主动表征, 尤其是在不一致试次中, 这种赫布学习会被增强。由于赫布学习可以影响相关任务的主动表征, 这种学习的结果就导致了在认知控制相关的任务中表现出更好的适应(Verguts & Notebaert, 2009)。

根据学习理论, 在一致性序列任务中, ACC会监测到冲突并把冲突信号传递给LC, LC会释放出波及全脑的去甲肾上腺素进而影响赫布学习, 不一致试次就会比一致试次得到更多的学习, 任务相关特征的联结就会增强, 从而出现适应现象, 在接下来的冲突试次中就会有更好的表现。以Stroop任务为例, 颜色特征是任务相关的特征, 当先前试次为不一致试次(如, 红颜色的“绿”字)时, 由于赫布学习的特性, 不但“红色”这一特征的表征会增强, 其它颜色(如, “绿色”)也会得到轻微的相应表征(Verguts & Notebaert, 2009)。因此, 在接下来的试次中与任务相关特征的联结就会增强, 表现出冲突适应现象。正是基于这种联结学习的特性, 使得这种适应不但在刺激-反应重复的条件下会出现冲突适应效应, 在刺激-反应改变的条件下也会出现冲突适应效应。由于赫布学习的本质是一种联结的学习, 因此Verguts和Notebaert(2009)认为认知控制的本质也是一个联结的过程。在这个意义上, 学习理论整合了冲突监测理论和特征整合理论, 把认知控制概念化为一个整合的适应过程。该理论的一个关键假设是冲突监测系统通过蓝斑来影响保持任务信息的工作记忆系统。

2.4 三种理论的比较和分析

尽管冲突监测理论可以很好的解释冲突适应

效应, 一些ERP研究(Folstein & van Petten, 2008; Larson, Kaufman, & Perlstein, 2009b; 朱湘茹, 刘昌, 2008), 神经影像学(Badre & Wagner, 2004; Botvinick et al., 2001, 2004; Kerns, 2006; Kerns et al., 2004)也支持这一理论假设。然而C. Kim, Chung和J. Kim(2010)发现基于刺激冲突监控的脑机制与基于反应冲突监控的脑机制是相互分离的, 而且DLPFC只在反应冲突中激活。另外Egner(2011)发现腹外侧前额叶(ventrolateral PFC)在冲突适应的个体差异中起着调节作用。这些研究说明冲突监测理论的神经机制可能是更加复杂的。

在行为研究中, 一些研究也支持冲突监测理论假设(Notebaert & Verguts, 2006; Ullsperger et al., 2005; Verbruggen et al., 2006)。但也有很多研究发现, 在控制了特征和反应重复的条件下, 没有发现冲突适应效应(Mayr et al., 2003; Nieuwenhuis et al., 2006; Wendt, Kluwe, & Peters, 2006)。还有一些研究发现了反转的冲突适应效应(Sturmer, Leuthold, Soetens, Schröter, & Sommer, 2002; Wendt et al., 2006), 这些都是冲突监测理论所不能解释的。另外, 冲突监测理论过度简化了认知控制过程, 忽视了非认知因素对冲突适应效应的影响, 如情绪和动机等因素对冲突适应效应的影响。

特征整合理论认为冲突适应是由于自下而上的特征重复或特征整合的作用。这一假设可以解释一些冲突监测理论所不能解释的研究结果, 如在改变条件下没有观察到冲突适应效应, 而只在特征-反应重复的条件下观察到了冲突适应效应(Fischer et al., 2010; Mayr et al., 2003; Nieuwenhuis et al., 2006), 然而特征整合理论把冲突适应效应看成仅仅是自下而上特征整合的作用, 忽视了认知控制过程中自上而下主动调节的作用。同时和冲突监测理论一样, 也没有考虑非认知因素对冲突适应效应可能的影响。

冲突监测理论和特征整合理论争论的焦点是在控制特征-反应重复的条件下是否可以观察到冲突适应效应。尽管一些研究在控制了特征和反应重复以后观察到了冲突适应效应, 而一些研究在控制了特征反应的重复后却得到了相反的结果(Nieuwenhuis et al., 2006; Ullsperger et al., 2005), 但大多数的研究证明冲突适应效应是冲突监测和特征整合共同作用的结果(Akçay & Hazeltine, 2007, 2008; Egner, 2007; Kerns et al., 2004;

Notebaert et al., 2006; Wühr & Ansorge, 2005)。

学习理论通过引入赫布学习这个概念,整合了冲突监测和特征整合的过程,认为冲突适应是联结学习的结果或者说是一种整合的适应过程,这是一个不错的尝试。Notebaert 和 Verguts (2010)也验证了这一理论。其他人也提出了类似的联结理论(Blais, Robidoux, Risko, & Besner, 2007; Davelaar & Stevens, 2009)。学习理论的一个关键假设是冲突监测系统是通过蓝斑来影响可以保持任务信息的工作记忆系统,但在冲突适应相关的神经成像研究中,并没有观察到蓝斑的激活(Verguts & Notebaert, 2009)。另外我们知道,冲突适应效应是一种试次到试次之间的序列调整,是一个准确而快速的调整过程,神经递质的传递相对于神经电信号的传导则是一个缓慢的过程。因此,蓝斑对于背外侧额叶的调整和行为上表现出来的调整是否可以在时间上同步,这是学习理论中的一个疑惑。

此外,在以上的理论解释中,由于缺少对冲突适应效应本身一些性质及影响因素的考虑,就不可能对冲突适应效应这一现象做出准确全面的解释。针对这一问题,近年来研究者们对冲突适应效应产生的条件以及影响因素做了相关的研究,以期更进一步的揭示冲突适应效应。

3 冲突适应效应的产生条件

在探讨理论解释的同时,为了对冲突适应效应有一个更清晰的界定,研究者们对其性质也做了大量研究。这些研究主要针对以下三个方面:引发冲突适应效应的冲突性质,引发冲突适应效应的冲突程度,引发冲突适应效应的冲突范围。

3.1 引发冲突适应效应的冲突性质:是基于刺激冲突还是基于反应冲突?

在冲突监测理论中,需要阐明的一个问题是:什么类型的冲突导致了冲突适应效应:是基于刺激的冲突导致了冲突适应效应,还是基于反应的冲突导致了冲突适应?两个刺激映射一个反应的实验范式(2-1 mapping paradigm)可以很好的分离基于刺激的冲突和基于反应的冲突(De Houwer, 2003; van Veen & Carter, 2002; 2005)。2-1 映射的实验范式包含三种类型的试次:一致性试次(CO, compatible trials)即靶刺激和干扰刺激相同;刺激冲突的试次(SI, stimulus incompatible trials)即靶

刺激和干扰刺激不同但和它们相对应的按键反应是相同的;反应冲突的试次(RI, response incompatible trials)即靶刺激和分心刺激不同,它们相对应的按键反应也不同。对比 CO 试次和 SI 试次可以得出刺激冲突的大小,对比 SI 试次和 RI 试次可以得出反应冲突的大小。

Verbruggen 等人(2006)在 6 种颜色刺激的 2-1 映射的 Flanker 任务中发现基于刺激的冲突和基于反应的冲突都导致了冲突适应效应,而 Wendt, Heldmann, Münte 和 Kluwe (2007)在四个字母映射两个反应的 Flanker 任务中发现,在反应改变条件下,刺激的冲突和反应的冲突下都没有出现冲突适应效应。Notebaert 和 Verguts (2006)用数字 Flanker 任务分离出了刺激冲突和反应冲突,结果发现刺激冲突会导致冲突效应,反应冲突则只是预期了被试的反应时间,不会导致冲突适应效应。

在上述三例研究中,由于实验任务本身存在的一些问题,导致实验结果出现了较大的差异。例如:Verbruggen 等人(2006)在实验中用的是单手反应,这是不平衡的设计,另外,该研究虽然控制了反应之间的平衡,但并没有控制刺激之间的平衡;Wendt 等人(2007)的实验任务中刺激集较小,实验中共用到四个刺激和对应的两个按键反应,当四个刺激映射两个反应时,RI 试次到 RI 试次至少有一个刺激是重复的,无法有效的控制负启动效应;而 Notebaert 和 Verguts (2006)的反应集合达到 9 个,与其他研究相比,反应之间的转换要相对困难一些,反应冲突就会增大,从而干扰了冲突适应效应。因此,冲突适应效应的产生是基于刺激冲突还是基于反应冲突还没有一个清晰的结论。未来的研究要尽可能的控制重复启动效应和负启动效应,这就需要采用刺激反应集合较大的任务,同时要做到刺激和反应之间的平衡,试次到试次之间转换的平衡。

3.2 引发冲突适应效应的冲突程度:是意识的还是无意识的?

是可见的冲突诱发了冲突适应效应,还是不可见的冲突或者无意识的冲突诱发了冲突适应效应?研究该问题一般用元对比范式(prime-target metacontrast paradigm) (Kunde, 2003; van Gaal, Lamme, & Ridderinkhof, 2010)。在该范式中,被试对一个箭头靶刺激的方向做反应(左或右),靶刺

激呈现之前会先呈现一个启动刺激,启动刺激是比靶刺激形状小一点的复制品。在一致的条件下,启动刺激的方向和靶刺激的方向是一样的;在不一致的条件下,启动刺激和靶刺激的方向相反;在中性条件下,启动刺激指向左和右两个方向。该范式的关键是启动刺激的形状可以拟合靶刺激中间的形状,通过改变启动刺激的呈现时间,就可以控制意识和无意识(如,当启动刺激在呈现14毫秒时是模糊的或者是意识不到的,当启动刺激呈现的时间为126ms时是可见的(van Gaal et al., 2010))。

Kunde (2003)发现只有前一试次中的启动刺激是阈上刺激时,当前试次才出现了冲突适应现象。这说明被试的意识状态和对任务中冲突的觉知会影响到认知控制的调节,当前一冲突是无意识的时候,冲突适应效应就会消失。这一现象在其他研究中也得到了证实(Frings & Wentura, 2008)。例如,在Ansorge, Fuchs, Khalid 和 Kunde (2010)的实验中,被试参加了类似的启动反应任务,每个启动刺激的意识性在反应后都会得到评估。结果发现只有在冲突是可意识的情况下才会出现冲突适应效应,即使被试在不可见的启动条件下偶然正确判断出启动刺激的信息,依然没有观察到冲突适应效应。然而 van Gaal 等人(2010)在元对比范式中发现,冲突适应效应在冲突是可意识的条件下和无意识的条件下都出现了。朱湘茹和刘昌(2008)采用产生 SNARC (spatial-numerical association of response codes, 反应编码的空间数字联系)效应的奇偶判断任务,结果发现在冲突是无意识的条件下也出现了冲突适应效应。

目前在冲突是有意识的条件下,观察到冲突适应效应是没有争论的。然而 Kunde (2003)和 van Gaal 等人(2010)采用了同样的实验范式,在无意识的条件下却得到了相矛盾的结论。一方面两个实验的启动刺激到靶刺激的时间间隔不同。有研究发现启动刺激到靶刺激的时间间隔对掩蔽的效果有很大的影响(Ansorge et al., 2010; Vorberg, Mattler, Heinecke, Schmidt, & Schwarzbach, 2003),且增加启动到靶之间的时间间隔会降低一致性效应或者产生反转的一致性效应,进而影响这种试次到试次之间的冲突适应效应。另一方面是在实验设置上的差异, Kunde 等人(2003)的实验设计中,在每一对的启动-靶刺激之前的750ms都会呈

现一个提示的声音,这可能会干扰由先前冲突试次诱发的序列调整。在 van Gaal 等人(2010)的实验设计中,去掉了试次中的提示信号,并且缩短了试次之间的时间间隔。这些因素都可能是同样的范式得到不同结果的原因。

而 Ansorge 等人(2010)、朱湘茹和刘昌(2008)的研究由于实验材料和实验范式的不同,实验中涉及到的认知加工水平、无意识冲突的性质也不同,因此实验结果上的差异可能是多种因素造成的。对于引发冲突适应效应的冲突的意识性问题,目前还没有统一的结论。然而,一些研究发现无意识的错误反应会导致随后试次反应变慢(Cohen, van Gaal, Ridderinkhof, & Lamme, 2009; Pavone, Marzi, & Girelli, 2009)。而且在 EEG 的研究中发现,无意识的错误会导致在随后的试次中前额叶与视觉皮层电极点之间震荡相位同步(oscillatory phase synchrony)的增强(Cohen et al., 2009),这些研究至少说明了无意识的信息对于我们的行为可能有着持续的较长时间的影响(在这种情况下通常为2秒左右),而不是像先前认为的没有影响。因此无意识的冲突能否诱发冲突适应效应还有待进一步的研究。

3.3 引发冲突适应效应的冲突范围:是任务特定的还是任务一般的?

冲突适应的范围问题是指冲突适应是任务特定的还是任务一般的。如果冲突适应是任务特定的,则冲突适应只会出现在相同类型的冲突之间,即前后试次的冲突须是同类的,才能获得冲突适应效应;如果冲突适应是任务一般的,则前后两个试次中只要有冲突,不管它们的类型是否相同,都能引起冲突适应效应。已有研究常用任务转换(task-switching)设计(Akçay & Hazeltine, 2008; Fernandez-Duque & Knight, 2008; Freitas, Bahar, Yang, & Banai, 2007; Kiesel, Kunde, & Hoffmann, 2006; Notebaert & Verguts, 2008)或整合的交叉任务(factorial task-crossing)设计(Egner, 2008; Kunde & Wühr, 2006)来研究冲突适应的范围问题。任务转换设计是在同一个 Block 中包含了两个或两个以上的任务,且不同任务在试次之间进行转换;整合的交叉任务则是将两种任务整合为一个任务,使得刺激同时具有两种任务的特征。

已有研究使用同样的任务却得到了不同的结果。比如, Kunde 和 Wühr (2006)和 Egner, Delano

和 Hirsch (2007)均使用了整合的交叉任务,但 Kunde 和 Wühr (2006)发现冲突适应是任务一般的,而 Egner 等人(2007)发现冲突适应是任务特定的。Freitas 等人(2007), Kiesel 等人(2006), Notebaert 和 Verguts (2008), Akçay 和 Hazeltine (2008), Fernandez-Duque 和 Knight (2008)都使用了转换任务范式, Freitas 等人(2007)发现冲突适应是任务一般的,而 Kiesel 等人(2006), Notebaert 和 Verguts (2008)发现冲突适应是任务特定的。不过, Akçay 和 Hazeltine (2008), Fernandez-Duque 和 Knight (2008)的研究似乎使这一问题变得更加混乱。在这两项研究中,他们注意到了冲突适应包含特征重复启动效应的问题,如果要观察纯净的冲突适应效应,需要去除前后重复的试次。而在去除重复试次(特征重复启动效应)之后, Akçay 和 Hazeltine (2008)观察到冲突适应是任务特定的,而 Fernandez-Duque 和 Knight (2008)则发现冲突适应效应消失了,因而无法评价该效应是任务特定的还是任务一般的。

我们注意到这些研究大多采用了任务转换设计,但研究结果却存在很大差异。导致这些实验结果不同的原因可能有三方面,其一,重复启动效应的控制: Freitas 等人(2007)和 Kiesel 等人(2006)在研究中没有控制重复启动的影响,而 Akçayh 和 Hazeltine (2008), Fernandez-Duque 和 Knight (2008)则控制了重复启动的影响。其二,任务范式的差异: Akçayh 和 Hazeltine (2008)实验四中采用字母任务和颜色任务的转换范式,而 Fernandez-Duque 和 Knight (2008)采用标准 Stroop 任务和数字 Stroop 任务的转换范式。其三,在任务之间进行转换时,冲突类型之间的转换与任务之间的转换是混淆在一起的。而两种冲突类型之间进行转换时,被试需要提取任务相关的刺激-反应联系,并对加工的优先级进行相应的重组,同时任务转换本身也需要认知控制的资源,反映在行为上即为“转换消耗”(switching costs),因此任务转换效应有可能与冲突引发的控制相互干扰(Ullsperger et al., 2005)。比如, Brown, Reynolds 和 Braver (2007)发现在任务转换范式中,不一致试次之后的“转换消耗”要大于一致试次之后的“转换消耗”,即任务转换效应与冲突适应效应之间存在显著的交互作用。因此任务转换设计可能不适合用于研究冲突适应的范围问题。

在未来的研究中,一方面要控制重复启动的影响,这就需要采用刺激-反应集合较大的任务,只有当特征重复启动效应得到有效控制之后,才能称为严格意义上的冲突适应效应。另一方面要避免任务转换效应对冲突适应的干扰,可以采用整合的交叉任务设计来避免这一问题。

4 冲突适应效应的影响因素

我们可以看到,关于冲突适应效应的理论解释和产生条件存在许多争论,为了解决这些争论,研究者试图在更广泛的领域来探讨这一问题。如工作记忆、注意资源及动机和情绪对冲突适应效应的影响。然而却发现对冲突适应效应研究的越多,争论就越多。

Keye, Wilhelm, Oberauer 和 van Ravenzwaaij (2009)研究了个体在工作记忆方面的差异对冲突适应效应的影响。尽管 Heitz 和 Engle (2007)发现工作记忆的广度和冲突控制存在一定的关系,高工作记忆容量的被试在不一致试次上的反应要快于低工作记忆容量的被试。但是 Keye 等人(2009)发现工作记忆和一般的反应速度有关系,和冲突控制以及控制的适应并没有显著的相关。因此 Keye 等人(2009)认为,冲突监测和冲突适应的过程可能是一个自动化的环路,不需要工作记忆的参与。

Fischer 等人(2010)在双任务的条件下研究了注意资源的限制是否会影响冲突适应效应。结果发现,即使在每个试次中注意资源都受到限制(最高的知觉负荷)的情况下,依然在 Simon 任务中发现了冲突适应效应,但这种序列的调整依赖于任务情境的重复或者是刺激-反应的重复。也就是说这种序列效应的调整不受认知资源的限制。

van Steenbergen, Band 和 Hommel (2009, 2010)分别研究了动机和情绪对冲突适应效应的影响。他们在实验中观察到冲突适应效应和被试获得奖励的动机有关。实验中非预期的金钱奖励会大幅度的削弱冲突适应效应,研究者分析奖励动机可能是通过多巴胺系统影响冲突适应效应的。情绪的愉快维度对冲突适应有影响,较少的愉悦会引起较大的冲突适应效应,也就是说负性情绪会增强冲突适应效应,而唤醒度对于冲突适应效应则没有影响。他们认为愉悦情绪会和冲突本身诱发出的负性情绪相互抵消从而减弱了冲突

适应效应。

不过 Padmala, Bauer 和 Pessoa (2011) 在研究中却发现负性情绪会削弱冲突适应效应, 他们认为这是由于冲突适应控制过程和情绪加工过程中资源共享的原因。这与 van Steenbergen 等人(2010)的结果是相互矛盾的, 而且对于结果的解释也存在很大的差异。不过这两者研究中的差异可能是由于二者诱发情绪的方式不同造成的。在 van Steenbergen 等人(2010)的研究中, 通过播放音乐和图片诱发情绪, 而 Padmala 等人(2011)是在实验任务的试次之间呈现图片诱发情绪。虽然情绪对冲突适应效应的影响没有一致的结论, 但最新研究发现冲突适应控制的脑区和情绪控制以及疼痛控制相关激活的脑区存在重叠(Shackman et al., 2011), 说明冲突适应效应和情绪之间可能是相互影响的, 但二者之间如何相互影响还有待进一步的研究。

到目前为止, 对冲突适应影响因素的研究主要分为两种, 认知因素和非认知因素。认知因素包含注意资源和工作记忆, 非认知因素包含情绪和动机等。有趣的是注意资源和工作记忆等认知因素没有影响冲突适应效应, 而非认知因素情绪动机却对冲突适应效应有明显的影响。这让我们反思已有冲突适应效应的理论解释: 冲突监测理论和特征整合理论都只是单纯的从认知的角度来解释冲突适应效应, 忽视了情绪和动机等非认知因素对冲突适应效应的影响。因此未来在探索冲突适应效应机制的时候可能要更多的考虑非认知因素如情绪和动机的作用。

5 小结与展望

冲突适应效应是认知控制过程中的一个基本现象, 以往研究对该效应的理论解释、产生条件及影响因素的探讨都还存在很多迷惑和不确定性, 未来该领域还有很多值得注意和研究的地方。

首先, 在对冲突适应效应的理论解释中, 目前大多数研究都认为冲突监测和特征整合是冲突适应效应的两个不同的来源, 但冲突监测和特征整合之间的关系是什么, 是独立的影响冲突适应效应, 还是交互的对冲突适应起作用? 冲突适应效应的三个理论都没有对这一问题给出明确的说明, 因此在未来研究中需要特别关注这些问题。

其次, 今后的研究在关注冲突适应理论解释

的同时, 要对冲突适应效应本身的性质及其影响因素做更加充分的探讨。除了工作记忆广度、注意资源、情绪和动机, 其它个体差异: 如, 警觉水平、注意朝向及认知风格等因素是否会影响冲突适应效应, 也有待进一步的探讨。

最后, 冲突适应效应在临床方面有较高的应用价值。冲突适应效应作为认知过程中一个较为灵敏的指标, 反应了试次到试次之间的认知调整过程。一些研究发现, 广泛性焦虑障碍个体、抑郁症患者与正常人在冲突适应上有明显的差异(Etkin, Prater, Hoeft, Menon, & Schatzberg, 2010; Holmes & Pizzagalli, 2007; Paulesu et al., 2010)。未来的研究需更加关注冲突适应效应在临床方面的应用, 比如, 自闭症、多动症、老龄化以及药物成瘾等方面对冲突适应效应的影响。

总之, 冲突适应效应是目前认知控制研究中的热点, 揭示该现象背后复杂的机制, 对于理解人类在复杂的环境中如何排除外界或内部的干扰, 更有效的完成目标任务具有重要的意义。未来该领域将会有更多有趣的研究结果出现。

参考文献

- 朱湘茹, 刘昌. (2008). 空间-数字反应编码联合效应下冲突适应过程的 ERP 研究. *心理学报*, 40(3), 283-290.
- Akçay, Ç., & Hazeltine, E. (2007). Conflict monitoring and feature overlap: Two sources of sequential modulations. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(4), 742-748.
- Akçay, Ç., & Hazeltine, E. (2008). Conflict adaptation depends on task structure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(4), 958-973.
- Ansorge, U., Fuchs, I., Khalid, S., & Kunde, W. (2010). No conflict control in the absence of awareness. *Psychological Research*, 75(5), 351-365.
- Badre, D., & Wagner, A. D. (2004). Selection, integration, and conflict monitoring: Assessing the nature and generality of prefrontal cognitive control mechanisms. *Neuron*, 41(3), 473-487.
- Blais, C., Robidoux, S., Risko, E. F., & Besner, D. (2007). Item-specific adaptation and the conflict-monitoring hypothesis: A computational model. *Psychological Review*, 114(4), 1076-1086.
- Botvinick, M., Nystrom, L. E., Fissell, K., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (1999). Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex. *Nature*, 402(6758), 179-181.
- Botvinick, M. M. (2007). Conflict monitoring and decision

- making: Reconciling two perspectives on anterior cingulate function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7(4), 356–366.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108(3), 624–652.
- Botvinick, M. M., Cohen, J. D., & Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: An update. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(12), 539–546.
- Brown, J. W., Reynolds, J. R., & Braver, T. S. (2007). A computational model of fractionated conflict-control mechanisms in task-switching. *Cognitive Psychology*, 55(1), 37–85.
- Cohen, M. X., van Gaal, S., Ridderinkhof, K. R., & Lamme, V. A. F. (2009). Unconscious errors enhance prefrontal-occipital oscillatory synchrony. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3, 54.
- Davelaar, E. J., & Stevens, J. (2009). Sequential dependencies in the Eriksen flanker task: A direct comparison of two competing accounts. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(1), 121–126.
- De Houwer, J. (2003). On the role of stimulus-response and stimulus-stimulus compatibility in the Stroop effect. *Memory & Cognition*, 31(3), 353–359.
- Egner, T. (2007). Congruency sequence effects and cognitive control. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7(4), 380–390.
- Egner, T. (2008). Multiple conflict-driven control mechanisms in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(10), 374–380.
- Egner, T. (2011). Right ventrolateral prefrontal cortex mediates individual differences in conflict-driven cognitive control. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(12), 3903–3913.
- Egner, T., Delano, M., & Hirsch, J. (2007). Separate conflict-specific cognitive control mechanisms in the human brain. *Neuroimage*, 35(2), 940–948.
- Etkin, A., Prater, K. E., Hoeff, F., Menon, V., & Schatzberg, A. F. (2010). Failure of anterior cingulate activation and connectivity with the amygdala during implicit regulation of emotional processing in generalized anxiety disorder. *The American Journal of Psychiatry*, 167(5), 545–554.
- Fernandez-Duque, D., & Knight, M. (2008). Cognitive control: Dynamic, sustained, and voluntary influences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(2), 340–355.
- Fischer, R., Plessow, F., Kunde, W., & Kiesel, A. (2010). Trial-to-trial modulations of the Simon effect in conditions of attentional limitations: Evidence from dual tasks. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(6), 1576–1594.
- Folstein, J. R., & van Petten, C. (2008). Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: A review. *Psychophysiology*, 45, 152–170.
- Freitas, A. L., Bahar, M., Yang, S., & Banai, R. (2007). Contextual adjustments in cognitive control across tasks. *Psychological Science*, 18(12), 1040–1043.
- Frings, C., & Wentura, D. (2008). Trial-by-trial effects in the affective priming paradigm. *Acta Psychologica (Amsterdam)*, 128(2), 318–323.
- Gratton, G., Coles, M. G., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121(4), 480–506.
- Heitz, R. P., & Engle, R. W. (2007). Focusing the spotlight: Individual differences in visual attention control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136, 217–240.
- Holmes, A. J., & Pizzagalli, D. A. (2007). Task feedback effects on conflict monitoring and executive control: Relationship to subclinical measures of depression. *Emotion*, 7(1), 68–76.
- Hommel, B. (2004). Event files: Feature binding in and across perception and action. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(11), 494–500.
- Hommel, B., Proctor, R. W., & Vu, K. P. (2004). A feature-integration account of sequential effects in the Simon task. *Psychological Research*, 68(1), 1–17.
- Kerns, J. G. (2006). Anterior cingulate and prefrontal cortex activity in an fMRI study of trial-to-trial adjustments on the Simon task. *Neuroimage*, 33(1), 399–405.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., 3rd, Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, 303(5660), 1023–1026.
- Keye, D., Wilhelm, O., Oberauer, K., & van Ravenzwaaij, D. (2009). Individual differences in conflict-monitoring: Testing means and covariance hypothesis about the Simon and the Eriksen Flanker task. *Psychological Research*, 73(6), 762–776.
- Kiesel, A., Kunde, W., & Hoffmann, J. (2006). Evidence for task-specific resolution of response conflict. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(5), 800–806.
- Kim, C., Chung, C., & Kim, J. (2010). Multiple cognitive control mechanisms associated with the nature of conflict. *Neuroscience Letters*, 476, 156–160.
- Kunde, W. (2003). Sequential modulations of stimulus-response correspondence effects depend on awareness of response conflict. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10(1), 198–205.
- Kunde, W., & Wühr, P. (2006). Sequential modulations of

- correspondence effects across spatial dimensions and tasks. *Memory & Cognition*, 34(2), 356–367.
- Larson, M. J., Kaufman, D. A. S., & Perlstein, W. M. (2009a). Neural time course of conflict adaptation effects on the Stroop task. *Neuropsychologia*, 47(3), 663–670.
- Larson, M. J., Kaufman, D. A. S., & Perlstein, W. M. (2009b). Conflict adaptation and cognitive control adjustments following traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15(6), 927–937.
- Mayr, U., Awh, E., & Laurey, P. (2003). Conflict adaptation effects in the absence of executive control. *Nature Neuroscience*, 6(5), 450–452.
- Nieuwenhuis, S., Stins, J. F., Posthuma, D., Polderman, T. J., Boomsma, D. I., & de Geus, E. J. (2006). Accounting for sequential trial effects in the flanker task: Conflict adaptation or associative priming? *Memory & Cognition*, 34(6), 1260–1272.
- Notebaert, W., Gevers, W., Verbruggen, F., & Liefoghe, B. (2006). Top-down and bottom-up sequential modulations of congruency effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(1), 112–117.
- Notebaert, W., & Verguts, T. (2006). Stimulus conflict predicts conflict adaptation in a numerical flanker task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(6), 1078–1084.
- Notebaert, W., & Verguts, T. (2008). Cognitive control acts locally. *Cognition*, 106(2), 1071–1080.
- Notebaert, W., & Verguts, T. (2010). Conflict and error adaptation in the Simon task. *Acta Psychologica*, 136(2), 212–216.
- Padmala, S., Bauer, A., & Pessoa, L. (2011). Negative emotion impairs conflict-driven executive control. *Frontiers in Psychology*, 2, 192.
- Paulesu, E., Sambugaro, E., Torti, T., Danelli, L., Ferri, F., Scialfa, G., et al. (2010). Neural correlates of worry in generalized anxiety disorder and in normal controls: A functional MRI study. *Psychological Medicine*, 40(1), 117–124.
- Pavone, E. F., Marzi, C. A., & Girelli, M. (2009). Does subliminal visual perception have an error-monitoring system? *European Journal of Neuroscience*, 30(7), 1424–1431.
- Shackman, A. J., Salomons, T. V., Slagter, H. A., Fox, A. S., Winter, J. J., & Davidson, R. J. (2011). The integration of negative affect, pain and cognitive control in the cingulate cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(3), 154–167.
- Sturmer, B., Leuthold, H., Soetens, E., Schröter, H., & Sommer, W. (2002). Control over location-based response activation in the Simon task: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(6), 1345–1363.
- Ullsperger, M., Bylsma, L. M., & Botvinick, M. M. (2005). The conflict adaptation effect: It's not just priming. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 5(4), 467–472.
- van Gaal, S., Lamme, V. A., & Ridderinkhof, K. R. (2010). Unconsciously triggered conflict adaptation. *PLoS One*, 5(7), e11508.
- van Steenbergen, H., Band, G. P. H., & Hommel, B. (2009). Reward counteracts conflict adaptation: Evidence for a role of affect in executive control. *Psychological Science*, 20(12), 1473–1477.
- van Steenbergen, H., Band, G. P. H., & Hommel, B. (2010). In the mood for adaptation: How affect regulates conflict-driven control. *Psychological Science*, 21(11), 1629–1634.
- van Veen, V., & Carter, C. S. (2002). The anterior cingulate as a conflict monitor: fMRI and ERP studies. *Physiology & Behavior*, 77(4-5), 477–482.
- van Veen, V., & Carter, C. S. (2005). Separating semantic conflict and response conflict in the Stroop task: A functional MRI study. *Neuroimage*, 27(3), 497–504.
- Verbruggen, F., Notebaert, W., Liefoghe, B., & Vandierendonck, A. (2006). Stimulus- and response-conflict-induced cognitive control in the flanker task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(2), 328–333.
- Verguts, T., & Notebaert, W. (2008). Hebbian learning of cognitive control: Dealing with specific and nonspecific adaptation. *Psychological Review*, 115(2), 518–525.
- Verguts, T., & Notebaert, W. (2009). Adaptation by binding: A learning account of cognitive control. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(6), 252–257.
- Vorberg, D., Mattler, U., Heinecke, A., Schmidt, T., & Schwarzbach, J. (2003). Different time courses for visual perception and action priming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(10), 6275–6280.
- Wendt, M., Heldmann, M., Münte, T. F., & Kluwe, R. H. (2007). Disentangling sequential effects of stimulus- and response-related conflict and stimulus-response repetition using brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(7), 1104–1112.
- Wendt, M., Kluwe, R. H., & Peters, A. (2006). Sequential modulations of interference evoked by processing task-irrelevant stimulus features. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(3), 644–667.
- Wühr, P., & Ansorge, U. (2005). Exploring trial-by-trial modulations of the Simon effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 58(4), 705–731.

An Overview of Current Studies about the Conflict Adaptation Effect

LIU Pei-Duo; YANG Wen-Jing; TIAN Xia; CHEN An-Tao

(Key laboratory of cognition and personality of ministry of education, school of psychology, Southwest University, Chongqing, 400715, China)

Abstract: The conflict adaptation effect (CAE) refers to the phenomenon that the interference effects are smaller following an incongruent stimulus than following a congruent one. Three theoretical accounts are developed to explain the mechanisms underlying CAE: conflict monitoring theory, feature integration account, and online learning account. Many studies have been conducted for CAE in these three fields (investigating the nature, domain and extent of the conflicts which induce CAE). Meanwhile, a few studies have been conducted investigating the influencing factors of CAE. In order to get a clear view of the CAE essence, future studies should combine the cognitive factors and non-cognitive factors to explore the influence factors of CAE. Furthermore, it is important to strengthen the neural mechanisms study.

Key words: conflict adaptation effect, conflict monitoring theory, feature integration account, online learning account, cognitive control