

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：冲突水平的变化诱发冲突适应

作者：张孟可；李晴；尹首航；陈安涛*

第一轮

审稿人 1 意见：

此研究基于 Flanker 范式探究了 CSE (congruency sequence effect)，包含一个实验。实验分为一致、低冲突、高冲突三个条件。实验结果发现反应时在部分条件之间存在 CSE。对于高冲突与一致条件之间的 Flanker 效应在一致、低冲突、高冲突两两之间都存在 CSE。但是对于低冲突与一致条件之间的 Flanker 效应在一致、低冲突之间存在 CSE，但是在低冲突与高冲突之间存在反转 CSE (*)。而对于高冲突与低冲突之间的 Flanker 效应在一致、低冲突之间存在反转 CSE (*)，在高、低冲突之间存在 CSE。错误率中不存在 CSE。根据此实验结果，作者认为不止是在高冲突与一致试次之间，在高、低冲突之间也存在 CSE，从而表明冲突量的大小也可以产生 CSE。这个研究的主要问题是部分研究结果支持了作者的结论、部分结果不支持。

回应：非常感谢审稿专家提出的宝贵意见与建议！以下是针对各条意见与建议做出的回复，相关修改在文章中做出了标记。

意见 1：作者似乎忽略了反转 CSE 这一实验结果，这个结果并不支持上面的结论。产生反转 CSE 的原因主要在于低冲突-低冲突这一条件的反应变快，比其它两种低冲突条件快了大约 40 ms。为什么这一实验条件反应时会快这么多，作者也许需要再检查数据？此外，反转 CSE 说明了什么，如何支持或不支持作者的结论？例如，Verguts & Notebaert (2008)也讨论了反转 CSE。

回应：感谢审稿专家的意见和提醒！

- (1) 针对低冲突-低冲突试次的反应时变快，我们对数据进行了仔细检查，但没有发现问题。
- (2) 正如审稿专家指出的，正是低冲突-低冲突过渡(transition)下反应时非常大的下降导致出现反转模式。因为在本研究实验任务中，低冲突试次中间三个字母均为靶，低冲突诱发的认知控制水平的提高使得注意的聚焦范围能够加工中间三个相同的靶字母。相比一个靶的条件，三个相同的字母构成的靶能够获得强有力的促进效应。而这种情况在高冲突-低冲突中则不会出现，因为高冲突所引起的注意选择聚焦范围更小(集中在中心的靶字母上；此时靶只由一个字母构成)，这种调整对于(低冲突的)当前试次的操作不会产生明显的促进作用。也就是说，先前高冲突驱动的认知控制调整，使被试将注意保持在中间一个字母(靶目标)上，反而使当前低冲突试次中靶目标两侧相同的字母没有产生促进效应。这显示了认知控制驱动的注意调节的作用，补充在“4 讨论”第四段(p12，第 4-12 行)，见蓝色字体。
- (3) 抱歉在前一版本稿件中我们没有讨论反转的冲突适应，此次修改对此做了补充说明(见“4 讨论”第五段蓝色字体，p12-13)。具体为：“另外，本研究发现了两个反转的冲突适应现象。高冲突与低冲突之间的 Flanker 效应在无冲突、低冲突之间存在反转的冲突

适应。根据冲突监测理论, 先前试次为无冲突时, 认知控制水平较低, 注意范围较广(五个字母), 导致当前试次为低冲突和高冲突的反应时均较长; 而当先前试次为低冲突时, 认知控制水平相应提高, 注意范围进一步缩小(中间三个字母), 靠近目标字母的分心物对反应具有促进作用, 导致当前试次为低冲突时的反应时显著降低, 而当前高冲突试次的加工受到认知控制水平和注意策略的制约, 因而呈现反转的冲突适应模式。此外, 低冲突与无冲突条件之间的 **Flanker** 效应在低冲突与高冲突之间存在边缘显著的反转的冲突适应。与先前低冲突相比, 先前高冲突时认知控制水平得到了更大的提升, 使注意集中于目标位置(中心字母), 反而阻碍了当前无冲突和低冲突试次的加工, 因为靠近目标的分心物(与目标一致)对反应具有促进效应, 这种促进效应的消失导致干扰效应增大。因此, 反转的冲突适应的出现可能与认知控制水平及注意策略的调整有关。值得注意的是, 反转的冲突适应发生在先前试次类型与当前试次类型不完全相同的组合下, 区别于无冲突和低冲突、无冲突和高冲突、低冲突和高冲突之间的冲突适应现象。因此这些反转的冲突适应现象是先前试次一致性和当前试次一致性交互作用的结果, 与整体的任务环境和空间注意策略有关, 同样支持更大的冲突驱动更强的认知控制调整。”再次感谢审稿专家的意见, 使文章对反转的冲突适应的讨论更加严谨丰富。

意见 2: 冲突是一个连续变量 (参见, Botvinick et al., 2001 的定义), 而不是二分的有或无的关系。据此可以推测更大的冲突可以引起更大的控制调节。所以说, 此项研究的结果不太能说是“挑战”了主流理论。而是为现有理论提供了更多的支持证据。

回应: 非常感谢审稿专家的指正和建议。根据“conflict may be operationally defined as the simultaneous activation of incompatible representations. In the models we will consider here, incompatible representations (e.g., representations of alternative responses) correspond to units interconnected by inhibitory weights. Thus, conflict can here be defined as the simultaneous activation of mutually inhibiting units” (Botvinick et al., 2001, p.630), 冲突被定义为同时激活的相互抑制的单元。我们同意冲突是一个连续变量这一观点, 认知监控系统根据冲突的程度进行自上而下的认知控制调节, 因此可以推测经历的冲突越大, 触发的认知控制越强。然而, 先前研究大多用不一致和一致试次(即, 仅仅对比有冲突和无冲突)来研究冲突适应效应, 无法直接观察冲突量的变化对认知控制调整的影响。本研究在实验设计上排除了特征整合的作用(详见对意见 3 的回复(2))。冲突监测理论能够很好地容纳本研究的结果。由于本研究是一项行为研究, 无法直接检验绑定学习理论有关神经唤醒水平变化的假设。同时, 本研究采用的实验范式和设计也无法直接检验分心物启动假说和情境-控制学习等新理论。未来需结合神经生理指标或采用不同的实验范式操纵冲突量进一步探究。因此, 本研究的结果为冲突监测理论提供了直接的支持证据。表述不够严谨的地方已在摘要(p1)和“4 讨论”最后一段(p13)进行了修改补充, 见蓝色字体。

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.

意见 3: CSE 是认知控制研究中的经典范式。作者需要在前言中为读者介绍相关理论的最新进展, 例如 Egner, 2014, Weissman et al. 2014, 2015, Dignath et al., 2019。此外, CSE 研究中很重要的一点是无关变量的控制, 例如 feature repetition 与 contingency learning。作者需要说明实验设计中这些无关变量如何得到了控制, 亦或是在数据分析中控制了无关变量。作者提到采用四字母的 **Flanker** 任务似乎可以排除特征重复这一无关变量, 请详细说明。

回应：非常感谢审稿专家提出的宝贵意见。

- (1) CSE 相关理论的最新进展已补充在“1 引言”第二段(p2, 第 3-13 行, 蓝色字体), 也增加了相应的参考文献。具体内容如下: “近年来, 有学者为冲突适应现象提供了一些新的理论解释。分心物启动假说(distracter head start hypothesis)认为排除特征重复和偶发学习后, 分心物先于目标出现更容易诱发冲突适应, 强调反应激活的时间差异对驱动认知控制的调整有重要作用(Weissman, Egner, Hawks, & Link, 2015; Weissman, Jiang, & Egner, 2014)。此外, Egner (2014)整合了解释一致性序列效应的“联结”(自下而上)和“控制”(自上而下)视角, 提出了多层级学习理论, 认为不同水平的学习协同完成目标。具体而言, 学习将外部刺激与合适的内部状态联结起来。基于认知和神经证据, Chiu 和 Egner (2019)又提出了情境-控制学习(context-control learning), 外部线索以自下而上的方式触发适当的自上而下的控制设置。另外, Dignath 等(2019)整合了控制和情景检索理论, 认为抽象的控制设置可以和刺激、反应以及情境编码共同储存在事件夹中。这些理论基于不同的实验范式 and 设计, 从不同角度揭示了冲突适应现象的本质, 可能互为补充。”

Chiu, Y.-C., & Egner, T. (2019). Cortical and subcortical contributions to context-control learning. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 99, 33–41.

Dignath, D., Johannsen, L., Hommel, B., & Kiesel, A. (2019). Reconciling cognitive-control and episodic-retrieval accounts of sequential conflict modulation: Binding of control-states into event-files. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 45(9), 1265–1270.

Egner, T. (2014). Creatures of habit (and control): a multi-level learning perspective on the modulation of congruency effects. *Frontiers in Psychology*, 5, 1247.

Weissman, D. H., Egner, T., Hawks, Z., & Link, J. (2015). The congruency sequence effect emerges when the distracter precedes the target. *Acta Psychologica*, 156, 8–21.

Weissman, D. H., Jiang, J., & Egner, T. (2014). Determinants of congruency sequence effects without learning and memory confounds. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(5), 2022–2037.

- (2) 正如专家所言, 无关变量的控制对冲突适应的相关研究至关重要。本研究对无关变量的控制已在“2.3 任务和程序”第三段(p5, 第 3-8 行)用蓝色字体进行详细补充。

一致性序列效应研究中通常要排除低水平学习的混淆, 如特征重复(feature repetition)和偶发学习(contingency learning)。特征整合理论认为, 刺激和反应特征被绑定整合到一个共同的情境记忆表征中, 随后试次重新出现的任一特征都会激活与之绑定的另一特征(Hommel, 2004)。因此完全重复或完全改变试次(cc 和 ii 试次)的反应时会小于部分重复试次(ci 和 ic 试次)的反应时, 呈现一致性序列效应。偶发学习是指刺激-反应集大于两个时, 一致刺激类型比不一致刺激类型出现的频率更高, 被试可以预测到每一种分心物与高概率的一致反应之间的联结程度更高, 进而加速对一致试次的反应, 产生序列偶然性效应(Schmidt & De Houwer, 2011)。

排除特征重复的方法有两种, 一种是在实验设计中允许特征重复存在但在事后分析中进行删除, 可能会导致统计功效的降低; 另一种是在实验设计上避免特征重复出现, 扩大刺激和反应集的大小, 即采用至少四个的刺激-反应映射集。但是在大多数采用四择一(four-alternative forced choice, 4-AFC)任务的研究中, 每种分心物与一致的目标配对的次数比与不一致的目标配对的次数多, 引入了偶然性学习。所以, 为了同时排除特征

整合和偶发学习的混淆,可采用将 4-AFC 任务划分为两个 2-AFC 任务交替呈现(Jimenez & Mendez, 2013)。

本研究采用四字母 Flanker 任务,刺激集“F, H, N 和 P”分别映射反应集“1, 2, 9 和 0”。试次伪随机排列,在实验设计上避免分心物(侧翼)-分心物、分心物-目标(中心字母)、目标-分心物和目标-目标的重复,即前一试次的目标刺激和干扰刺激与当前试次的目标刺激和干扰刺激均不同,避免特征整合效应。由于本研究中一致试次占 50%,低冲突和高冲突试次各占 25%,每种分心物与一致目标配对的频率比与低冲突和高冲突目标配对的概率更高,因而存在偶发学习的混淆;但在低冲突和高冲突试次中,各种刺激类型出现的频率相同,不存在偶发学习的影响。

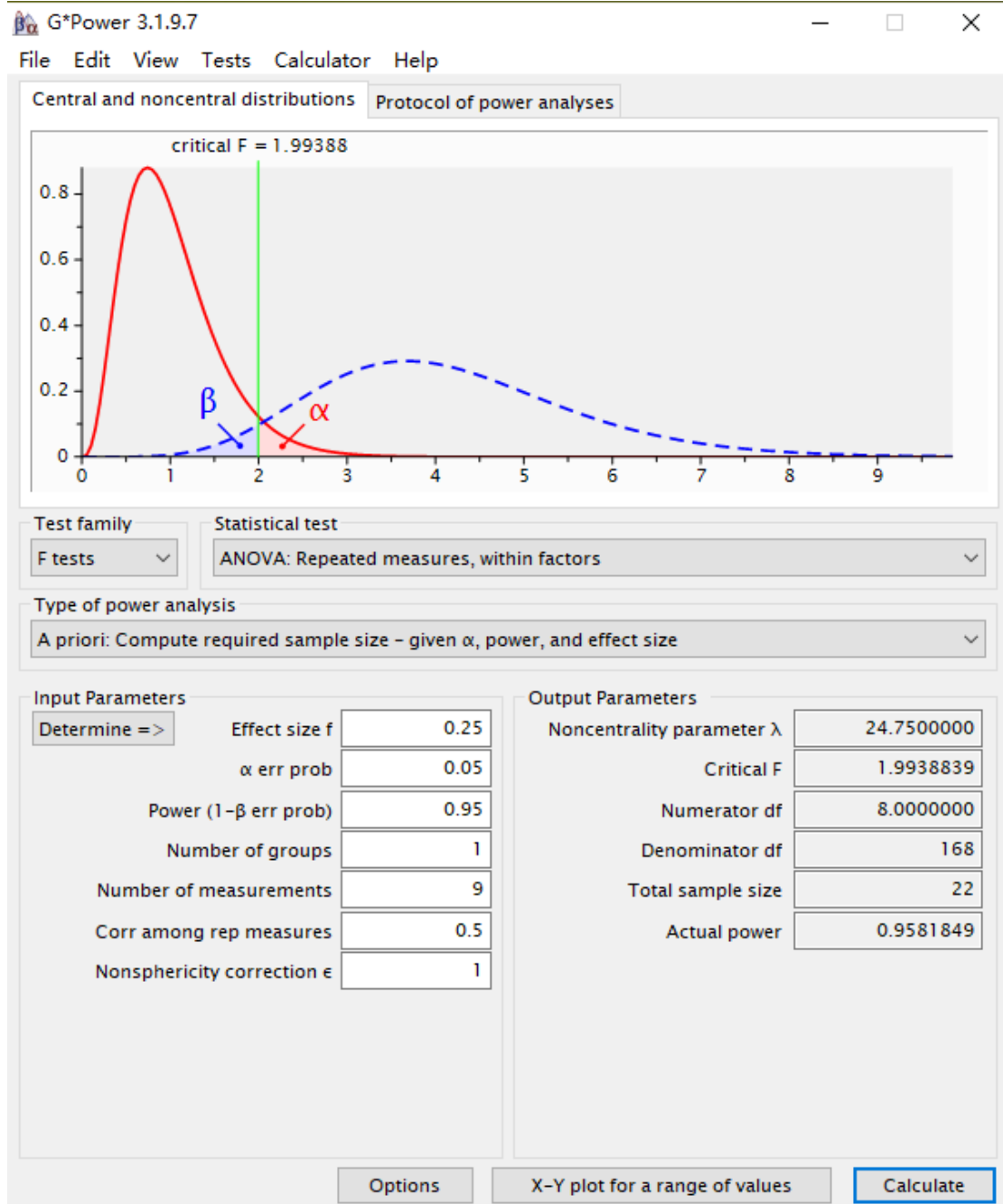
Hommel, B. (2004). Event files: feature binding in and across perception and action. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(11), 494–500.

Jimenez, L., & Mendez, A. (2013). It is not what you expect: Dissociating conflict adaptation from expectancies in a Stroop task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39, 271–284.

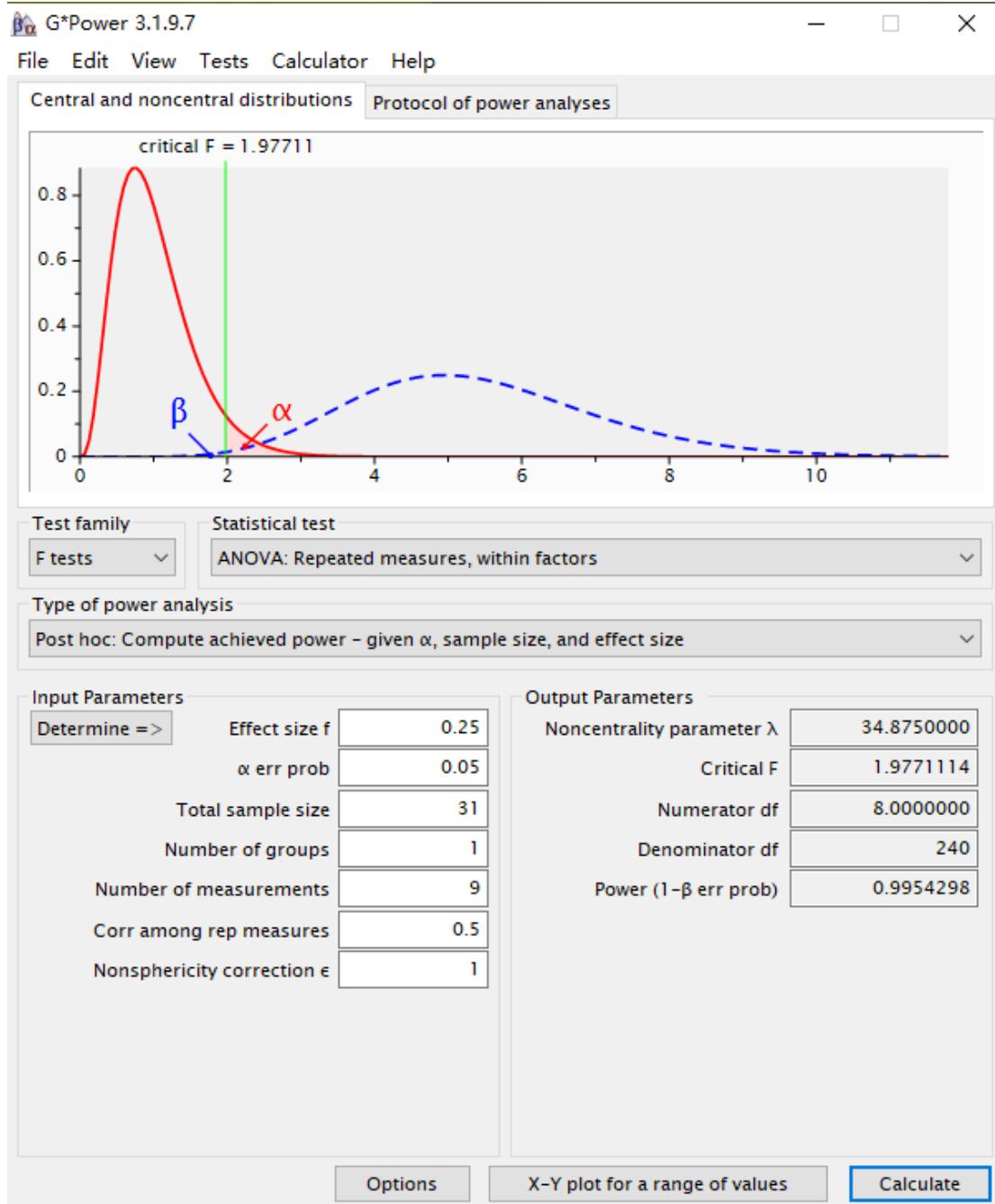
Schmidt, J. R., & De Houwer, J. (2011). Now you see it, now you don't: Controlling for contingencies and stimulus repetitions eliminates the Gratton effect. *Acta Psychologica*, 138, 176–186.

意见 4: 作者提到当效应量为 0.25,只需要样本量为 22,就可以达到 0.95 的 power ($\alpha = .05$)。这让我有些惊讶,如此小的样本量(相对效应量来说)是否可以达到.95 的 power? 请详细说明如何计算的样本量,例如效应量类型 (Cohen's d?)、何种统计检验 (t 检验?)。

回应: 非常感谢审稿专家的提醒和细致的审阅。本研究采用 G*Power 3.1.9.7 软件进行事前样本量的估计(先验分析),根据 3 (先前试次一致性:无冲突、低冲突、高冲突) \times 3 (当前试次一致性:无冲突、低冲突、高冲突)的被试内的实验设计,选择 F 检验中的“ANOVA: Repeated measures, within factors”。设置效应量为 0.25(中等大小), α 水平为 0.05, power($1-\beta$) 为 0.95, 分组数量为 1, 重复测量次数为 9, 组内相关系数为 0.5(默认数值),球形检验系统为 1(默认数值),计算出样本量为 22。如下图所示:



采用 G*Power 3.1.9.7 软件进行事后 power 的计算（事后检验），根据 3 (先前试次一致性：无冲突、低冲突、高冲突) \times 3 (当前试次一致性：无冲突、低冲突、高冲突) 的被试内的实验设计，选择 F 检验中的“ANOVA: Repeated measures, within factors”。设置效应量为 0.25 (中等大小)， α 水平为 0.05，样本量为 31，分组数量为 1，重复测量次数为 9，组内相关系数为 0.5 (默认数值)，球形检验系统为 1 (默认数值)，计算出 $\text{power}(1-\beta)$ 约为 0.995。如下图所示：



因此，对样本量的事前分析和事后检验均表明，当效应量为 0.25 时该实验的样本量可以达到 0.95 以上的 power ($\alpha = 0.05$)。

意见 5： 细节 (1) 错误率的描述性统计结果没有呈现。(2) 请把反应时与错误率用表的形式、按前一试次一致性/当前试次一致性为条件呈现。(3) 低冲突与一致条件之间的 Flanker 效应在高、低冲突之间的反转 CSE 统计上是否显著。(4) 文中的统计值有几处没有给出效应量，例如“ $F(2,60) = 1.17, p = 0.318$ ”，第 6 页下方。(5) 反应时的小数精度不统一，有时为 2 位，有时没有小数。(6) “这些发现对主流理论提出了挑战，冲突监测理论和绑定学习理论认为一致刺激和不一致刺激均会产生不同程度的冲突，因此通常将一致和不一致试次

作为低冲突和高冲突条件进行探究。”。不确认这这句话是否正确。为什么这两种理论认为一致条件下也会产生冲突？（一致条件下也存在较高的控制是可能的）

回应：非常感谢审稿专家的细心审阅和宝贵意见。

- (1) 错误率的描述性统计结果见已补充在图 2B、2D，见“3.2 冲突适应效应”(p9)。
- (2) 先前试次一致性与当前试次一致性的反应时和错误率已在修改稿中补充，见“3.2 冲突适应效应”表 1 (p8)。
- (3) 低冲突与一致条件之间的 Flanker 效应在高、低冲突之间的反转的冲突适应在统计上边缘显著，补充见“3.2 冲突适应效应”第三段(p7, 第 13-16 行) 蓝色字体，具体修改为：“先前试次一致性(低冲突、高冲突) 和当前试次一致性(无冲突、低冲突)的主效应均显著($p_s < 0.001$)，交互作用边缘显著， $F(1, 30) = 3.55$ ， $p = 0.069$ ， $\eta_p^2 = 0.11$ ，90%CI[0.00,0.28]，呈现反转的冲突适应模式，表明高冲突试次后无冲突与低冲突之间的干扰效应(31.00 ms)边缘显著大于低冲突试次后的干扰效应(15.67 ms)。”此外，我们将先前试次一致性与当前试次一致性的反应时的统计分析结果整理，新增表 2，见“3.2 冲突适应效应”(p10)，方便读者阅读。
- (4) 文中的统计值均给出效应量，遗漏的已修改。
- (5) 反应时的小数精度已统一为 2 位。
- (6) 冲突监测理论认为，一致试次会引发神经机制上的冲突，因为刺激的任务相关维度和任务无关维度会同时激活相应的反应选择通道，即使两个通道的反应一致也会产生竞争，因而产生一定程度的冲突。考虑到严谨和准确性，我们将这句重新更正为“这些发现为冲突监测理论提供了直接的支持证据。然而，冲突监测理论认为一致刺激和不一致刺激的任务相关维度及任务无关维度同时激活的反应选择通道相互竞争，即使最终的反应一致，也会在神经机制上产生不同程度的冲突(Egner, Jamieson, & Gruzelier, 2005)，因此通常将一致和不一致试次作为低冲突和高冲突条件进行探究。”详见“4 讨论”最后一段 (p13, 第 7-10 行，蓝色字体)。

Egner, T., Jamieson, G., & Gruzelier, J. (2005). Hypnosis decouples cognitive control from conflict monitoring processes of the frontal lobe. *NeuroImage*, 27(4), 969–978.

.....

审稿人 2 意见：这项研究采用 Flanker 的变式来考察冲突量对冲突适应可能的调节作用，这种对冲突适应的量化研究具有一定的理论和现实意义。但是，本研究存在一些问题，值得进一步思考。

回应：非常感谢审稿专家提出的宝贵意见与建议！以下是针对各条意见与建议做出的回复，相关修改在文章中做出了标记。

意见 1：作者试图考察“冲突量”对冲突适应的调节作用，而且强调这与前人的研究相比是定量的而非定性的。但是全文并没有报告冲突量的值与冲突适应之间的量化关系（如相关性）。如果冲突适应在无冲突、低冲突和高冲突条件之间存在差异，可能说明冲突适应受到冲突水平的调节，但描述为量化的调节似乎不太合适。如果要检验量化的影响，也许可以考虑另一个角度：同一种条件下（如高冲突）的不同个体之间也应该存在冲突量的差异，这种差异能否调节对应的冲突适应效应呢？如果有这方面的证据，则能为文章的结论提供更有力的支

持。

回应：非常感谢审稿专家提供了宝贵的意见和思路。为了检验冲突量与冲突适应之间的量化关系，同时考虑到冲突适应效应受到先前试次一致性效应的影响，在反应时上，我们对低冲突减去无冲突之差异(先前试次为低冲突和无冲突)、高冲突减去低冲突之差异(先前试次为高冲突和低冲突)、高冲突减去无冲突之差异(先前试次为高冲突和无冲突)，与各自对应的冲突适应效应做了相关分析，在冲突效应与其对应的冲突适应效应之间均不存在显著相关。这些结果并不奇怪，实际上它们与先前研究是一致的，即冲突效应与冲突适应效应不存在相关关系(Liu, Yang, Chen, Huang, & Chen, 2013, Tables 1 & 4)。此外，Weissman, Hawks 和 Egner (2016)也发现一致性效应与一致性序列效应不存在一致的关系。原因在于，冲突效应反映的是个体的冲突控制能力；而冲突适应效应反映的是个体的适应能力。因此，冲突控制和控制适应是两种不同性质的认知控制现象(Boy, Husain, & Sumner, 2010; Egner, Jamieson, & Gruzelier, 2005)。可以认为，冲突量差异产生的冲突效应反映了冲突控制（或抑制控制）能力，冲突适应则反映了控制适应的过程。因此，考察冲突量的差异(用冲突效应衡量)和对应的冲突适应效应之间的相关性并不能为文章的结论提供支持。

在本研究中，冲突量的操纵反映在低冲突和高冲突之间，这两个条件均有冲突，且均是 flanker 冲突，所不同的是冲突量的不同。基于这两个条件所进行的冲突适应效应分析(先前试次(低冲突、高冲突)*当前试次(低冲突、高冲突))反映了(先前试次)冲突量变化所引起的冲突适应效应。在此次修改中，我们对冲突量变化所引起的冲突适应进行了更充分的分析、讨论，见“4 讨论”第四段(p12, 第 12-18 行)蓝色字体。

值得注意的是，由于分析发现冲突量的差异(冲突效应)与其对应的冲突适应效应不存在显著相关，前一版本稿件中“冲突量调节冲突适应”这一说法并不恰当。先前试次的冲突量调节当前试次的认知控制水平，导致冲突适应。因此，此次修改将研究标题更正为“冲突量的变化诱发冲突适应”，同时将正文中表述不严谨的地方用蓝色字体进行了修改。再次感谢审稿专家的意见，使文章内容更加科学严谨。

Boy, F., Husain, M., & Sumner, P. (2010). Unconscious inhibition separates two forms of cognitive control. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(24), 11134–11139.

Egner, T., Jamieson, G., & Gruzelier, J. (2005). Hypnosis decouples cognitive control from conflict monitoring processes of the frontal lobe. *NeuroImage*, 27(4), 969–978.

Liu, P. D., Yang, W. J., Chen, J., Huang, X. T., & Chen, A. (2013). Alertness modulates conflict adaptation and feature integration in an opposite way. *Plos One*, 8(11), e79146.

Weissman, D. H., Hawks, Z. W., & Egner, T. (2016). Different levels of learning interact to shape the congruency sequence effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42(4), 566–583.

意见 2：实验证据存在一些难以解释的结果，如（无冲突、低冲突、高冲突）*（无冲突、低冲突）分析中的低冲突和高冲突后的干扰效应无显著差异，（无冲突、低冲突、高冲突）*（无冲突、高冲突）分析中的低冲突和无冲突后的干扰效应无显著差异，尤其是（无冲突、低冲突、高冲突）*（低冲突、高冲突）分析中的低冲突后的干扰效应显著大于无冲突后的干扰效应（反转冲突适应）。而且讨论部分对于这些关键实验结果的解读明显不充分。

回应：非常感谢审稿专家的细心审阅和宝贵意见。

(1) 值得注意的是，先前试次一致性(无冲突、低冲突、高冲突)*当前试次一致性(无冲突、低冲突)分析中的低冲突和高冲突后的干扰效应的差异边缘显著，存在反转的冲突适应

现象，补充见“3.2 冲突适应效应”第三段(p7, 第 13-16 行)蓝色字体。

- (2) 我们在“4 讨论”第五段用蓝色字体(p12-13)补充了对这些关键结果的解释。具体修改如下：“另外，本研究发现了两个反转的冲突适应现象。高冲突与低冲突之间的 Flanker 效应在无冲突、低冲突之间存在反转的冲突适应。根据冲突监测理论，先前试次为无冲突时，认知控制水平较低，注意范围较广(五个字母)，导致当前试次为低冲突和高冲突的反应时均较长；而当先前试次为低冲突时，认知控制水平相应提高，注意范围进一步缩小(中间三个字母)，靠近目标字母的分心物对反应具有促进作用，导致当前试次为低冲突时的反应时显著降低，而当前高冲突试次的加工受到认知控制水平和注意策略的制约，因而呈现反转的冲突适应模式。此外，低冲突与无冲突条件之间的 Flanker 效应在低冲突与高冲突之间存在边缘显著的反转的冲突适应。与先前低冲突相比，先前高冲突时认知控制水平得到了更大的提升，使注意集中于目标位置(中心字母)，反而阻碍了当前无冲突和低冲突试次的加工，因为靠近目标的分心物(与目标一致)对反应具有促进效应，这种促进效应的消失导致干扰效应增大。因此，反转的冲突适应的出现可能与认知控制水平及注意策略的调整有关。值得注意的是，反转的冲突适应发生在先前试次类型与当前试次类型不完全相同的组合下，区别于无冲突和低冲突、无冲突和高冲突、低冲突和高冲突之间的冲突适应现象。因此这些反转的冲突适应现象是先前试次一致性和当前试次一致性交互作用的结果，与整体的任务环境和空间注意策略有关，同样支持更大的冲突驱动更强的认知控制调整。”
- (3) 正如审稿专家所言，本研究存在个别难以解释的结果，如无冲突与高冲突之间的干扰效应在无冲突和低冲突试次后无显著差异，低冲突与高冲突之间的干扰效应在无冲突和高冲突试次后无显著差异。这发生在先前试次一致性与当前试次一致性不对应的情况下，可能与复杂的任务环境有关。已在“4 讨论”最后一段(p13, 第 22-25 行)用蓝色字体说明。

意见 3: 文章的创新性存疑，前人曾探究过冲突量对冲突适应的调节这一问题(Rey-Mermet, 2014),但作者文章并未引用和比较。Rey-Mermet, A., & Meier, B. 2014. More conflict does not trigger more adjustment of cognitive control for subsequent events: A study of the bivalency effect. *Acta Psychologica*, 145, 111-117.

回应: 非常感谢审稿专家的细心审阅和宝贵意见。我们对 Rey-Mermet 和 Meier (2014)的研究进行研读后发现，其在双价效应下探究冲突量对认知控制调整的影响，与本研究的问题存在相似之处，但在实验范式、理论解释上存在较大差异。

- (1) 首先，双价效应和冲突适应效应的本质不同。任务转换时，如果一个刺激不仅包含当前任务的特征还包含另一任务的关联特征，这样的刺激被称为双价刺激。双价刺激能影响个体对单价刺激的加工，使个体对后续所有单价刺激的反应减慢，这种现象被称为双价效应(bivalency effect)。而在冲突任务中，不一致试次之后的干扰效应相对一致试次之后的干扰效应降低的现象称为冲突适应效应。其次，关于两种效应的理论解释也不同。对双价效应的理论解释主要有情境捆绑说和基于经验的预测模型(杜玮玮, 宋婷, 李富洪, 2018); 而冲突适应效应的主流理论有冲突监测和绑定学习理论。因此 Rey-Mermet 和 Meier (2014)的这篇研究并不影响本文的创新性。
- (2) Rey-Mermet 和 Meier (2014)的研究与本文的研究问题存在相似性，因此我们在“4 讨论”第三段(p11, 第 6-16 行)用蓝色字体进行了补充和比较。具体修改如下：“为了探究更大的冲突是否会引发随后任务更强的认知控制调整，Rey-Mermet 和 Meier (2014)通过两个改编的任务转换实验检验双价刺激(具有两个任务相关的特征)诱发的冲突量如何影响

双价效应(双价刺激诱发冲突后的认知控制调整), 双价刺激分为一致(反应相同)和不一致(反应不同), 因此一致双价刺激只包含任务冲突, 而不一致双价刺激既有任务冲突又有反应冲突。单价刺激则无冲突(仅具有单个任务的相关特征)。结果显示, 一致双价刺激和不一致双价刺激后的双价效应相似, 表明更大的冲突并不能驱动随后任务更大的认知控制调整, 因此双价效应下的认知控制调整只对冲突的出现而非大小敏感。而 Grundy 和 Shedden (2014)的研究则得出了相反的结论, 发现不一致双价刺激较一致双价刺激引起了更大的双价效应。因此他们认为, 冲突越大, 引发的双价效应越大。但是, 这两项研究对冲突量的操纵并非在同一冲突性质前提下, 结论上也存在争议。因此双价效应的研究结论并不能直接迁移到冲突适应效应上。”

Du, W. W., Song, T., Li, F. H. (2018). Bivalency effect and its cognitive mechanism. *Advances in Psychological Science*, 26(11), 1969–1975.

[杜玮玮, 宋婷, 李富洪. (2018). 双价效应及其认知机制. *心理科学进展*, 26(11), 1969–1975.]

Grundy, J. G., & Shedden, J. M. (2014). A role for recency of response conflict in producing the bivalency effect. *Psychological Research*, 78(5), 679–691.

Rey-Mermet, A., & Meier, B. (2014). More conflict does not trigger more adjustment of cognitive control for subsequent events: A study of the bivalency effect. *Acta Psychologica*, 145, 111–117.

意见 4: 另有两点建议:

- (1) 无显著差异的结果, p 值报告为精确值, 而非 $p>0.05$.
- (2) 冲突适应的反应时结果报告部分过于冗长, 建议分段。

回应: 非常感谢审稿专家的细心审阅和宝贵意见。

- (1) 无显著差异的结果, p 值报告已修改为精确值。
- (2) 已对冲突适应的反应时结果报告进行分段, 且将先前试次一致性与当前试次一致性的反应时的统计分析结果整理, 新增表 2, 见“3.2 冲突适应效应”(p10), 方便读者阅读。

第二轮

审稿人 1 意见: 文章的作者已经根据审稿意见对文章进行了认真的修改, 建议发表。

回应: 感谢审稿专家的肯定!

审稿人 2 意见: 本文相比之前提升了很多, 但仍有几个问题可以探讨:

回应: 非常感谢审稿专家提出的宝贵意见与建议! 以下是针对各条意见与建议做出的回复, 相关修改在文章中做出了标记。

意见 1: 作者操纵的自变量“冲突量”, 容易被误读为“冲突效应量”, 因此最好在文章的前言部分进行说明。

回应：感谢审稿专家的提醒。本文操纵的自变量“冲突量”存在歧义，且每种冲突的大小难以用具体数值量化，因此将“冲突量”改为“冲突水平”也许更为恰当。相应修改见文中蓝色字体。

意见 2：作者对冲突适应的讨论中采用了注意聚焦的思想，比较好地解释了实验结果。这个解释是否有理论依据（参考文献）？作者似乎认定无冲突时被试的注意范围是五个字母，低冲突时被试的注意范围是三个字母，高冲突时被试的注意范围是中心字母。那么如果这个 Flanker 任务中的字母一共有七个而不是五个呢？这应该只是一种理论猜测，作者应委婉地进行阐述（如加上“可能”之类的词）。这个理论是否成立，最好的方法是通过眼动实验来验证；另外，如果低冲突不是 HNNH，而是 NHNH，结果是否会不同，也可能是检验这个理论的一种方法。在讨论部分也可以对此进行一个简单的展望。

回应：感谢审稿专家提出宝贵的意见和建议。

(1) 本研究解释冲突适应效应所采用的注意聚焦思想，是我们基于聚焦镜头模型和冲突监测理论做出的推测。

Eriksen 和 James (1986)曾提出空间注意的聚焦镜头(zoom-lens)模型，该模型将视觉空间的注意比喻为大小可变的聚光灯。首先，注意焦点的大小可以通过预先设定(precue)来控制，且这个注意焦点区域具有加工资源基本均匀分布的特点；其次，注意焦点的大小与加工的有效性成反比，当注意区域增大时，区域内的加工资源密度降低。如在 Flanker 任务中，目标和分心物位置不同，刺激呈现后被试可能会减少空间注意的聚焦并“放大”目标位置，即注意窗口有可能在刺激呈现时就包含了分心物，但随后该窗口缩小到了目标位置，因而降低了分心物的干扰(Frings & Wühr, 2014)。

此外,Botvinick, Braver, Barch, Carter 和 Cohen (2001)在模拟研究 2A 中探究 Eriksen Flanker 任务的序列调整，评估 Gratton 等(1992)报告的行为模式是否可以通过建立从冲突监测到自上而下的控制的反馈环路来复制，因而使得不一致试次中冲突的出现驱动后续试次空间注意力的聚焦，如下图所示(Botvinick et al., 2001; p640, Figure 7)。冲突被定义为相互抑制(不兼容)单元的同时激活，在模型的响应层(Response)以能量(energy)的形式量化。冲突监测(Conflict monitoring)系统将冲突信号转化为控制信号传递到空间注意层(Attention)。基于冲突监测的输出，注意层的输入在试次之间调整，进而实现控制功能，即高冲突导致注意层中心单元的输入更加集中，而低冲突导致注意层输入的分配更加均匀。假设输入到注意层的控制信号的累积量保持恒定，注意层输入的分配在未聚焦[1 1 1]和紧密聚焦[0 3 0]之间变化。具体而言，不一致试次往往与高冲突相联系，导致控制信号的转换，使得下一试次注意层的输入更加紧密地集中在中心单元，进而降低侧翼对加工的影响，不一致试次的反应更快更准确而一致试次的反应时变慢；一致试次与较小的冲突相关，对控制产生了相反的影响，导致对注意层的输入分配更加均匀，从而受侧翼的影响更大。

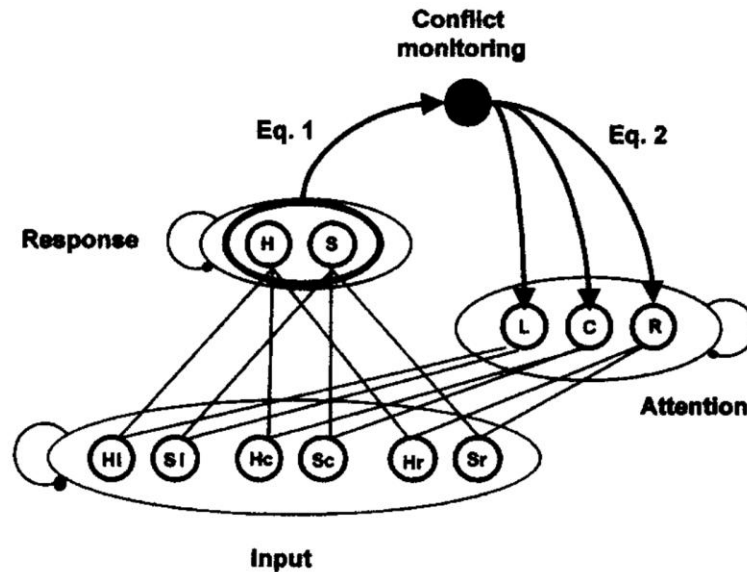


Figure 7. Structure of model used to simulate results of Gratton, Coles, and Donchin (1992). Eq. = equation; L = left; C = center; R = right; HI = H left; SI = S left; Hc = H center; Sc = S center; Hr = H right; Sr = S right.

相关理论补充见“4 讨论”第4段第4-16行蓝色字体(p12)。具体修改为“聚焦镜头(zoom-lens)模型认为，注意焦点的大小可以通过预先设定(precue)来控制，且这个注意焦点区域具有加工资源基本均匀分布的特点；此外，注意焦点的大小与加工的有效性成反比，当注意区域增大时，区域内的加工资源密度降低(Eriksen & James, 1986)。另外，Botvinick 等(2001)对 Eriksen Flanker 任务的序列调整(Gratton et al., 1992)进行了模拟研究，建立了冲突监测-控制的反馈模型。冲突监测(Conflict monitoring)系统将反应层(Response)中的冲突信号转化为控制信号传递到空间注意层(Attention)。基于冲突监测的输出，注意层的输入在试次之间调整，进而实现控制功能，即高冲突导致注意层中心单位的输入更加集中，而低冲突导致注意层输入的分配更加均匀。假设输入到注意层的控制信号的累积量保持恒定，注意层输入的分配在未聚焦[1 1 1]和紧密聚焦[0 3 0]之间变化(Botvinick et al., 2001; p640, Figure 7)。由此推论，冲突监测评估冲突大小(如多个反应同时激活的程度)，而冲突水平的变化会调节对任务相关和任务无关维度的注意分配权重，导致选择性加工的逐步变化，即冲突诱发的认知控制的功能可能通过注意聚焦实现。”

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.

Eriksen, C. W., & St. James, J. D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 40(4), 225–240.

Frings, C., & Wüth, P. (2014). Top-down deactivation of interference from irrelevant spatial or verbal stimulus features. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76(8), 2360–2374.

Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121(4), 480–506.

- (2) 本研究所采用的字母 **Flanker** 任务为五字母，对无冲突、低冲突和高冲突的注意范围的理论推测特定于本任务，其在七字母 **Flanker** 等任务中不同冲突水平条件下的注意范围会相应改变(我们认为这种注意聚焦的思想仍成立)，因此我们在阐述不够准确的地方加上了“可能、推测”之类的词，具体修改见“4 讨论”第 4-5 段蓝色字体(p12-13)。
- (3) 感谢审稿专家提出的理论检验可能的方法，拓宽了文章的研究思路。我们同意审稿专家的观点，可采用眼动实验和改变低冲突条件(HNNNH→NHNHN)来检验注意聚焦的理论，因此我们在讨论部分补充了研究展望，见“4 讨论”最后一段倒数第 1-3 行(p14)蓝色字体，具体修改如下：“值得注意的是，本研究采用的注意聚焦理论是基于冲突监测理论和聚焦镜头模型做出的拓展，未来可通过眼动实验或改变低冲突条件(如 HNNNH→NHNHN)等进一步验证。”

意见 3: 第 12 页倒数第 5 行，“此外，低冲突与无冲突条件之间的 **Flanker** 效应在低冲突与高冲突之间存在边缘显著的反转的冲突适应。”对这个结果的解释似乎有些不妥。按照注意聚焦的假设，在前一试次为低冲突的情况下，注意集中于中间三个字母，这种情况下无冲突和低冲突都是 NNN（忽略掉两侧的字母），而在前一试次为高冲突情况下，注意集中于中间一个字母，都是 N。那么，这种情况下的 **Flanker** 效应和反转冲突适应都是不应该存在的。而且，这里是边缘显著，解释起来需谨慎，考虑到错误率的对应结果没有反转冲突适应，也许这里不能解释为反转冲突适应。

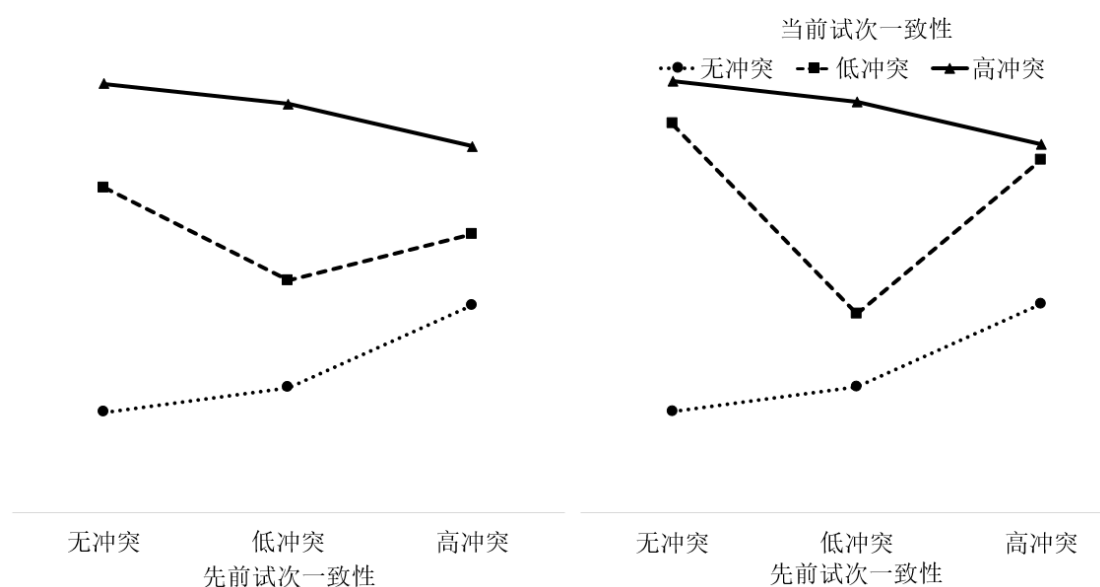
回应: 感谢审稿专家的宝贵意见和建议。我们同意审稿专家的观点，边缘显著的结果需谨慎解释。在反应时上，低冲突与无冲突之间的 **Flanker** 效应在低冲突与高冲突之间的差异边缘显著。根据注意聚焦的理论，理想情况下，假设被试熟练运用注意聚焦策略，低冲突试次之后注意范围缩小至中心三个字母，高冲突试次之后注意聚焦于中心字母，那么当前试次为无冲突和低冲突时，低冲突和高冲突后的被试注意聚焦分别为“NNN”和“N”，不应该产生 **Flanker** 效应和(反转)冲突适应效应；而如果被试不运用或不能灵活运用注意聚焦策略，采用平行策略，则可能产生 **Flanker** 效应和(反转)冲突适应效应。也就是说，假设输入到注意层的控制信号的累积量保持不变，注意层输入的分配可能在未聚焦[1 1 1 1 1]、中度聚焦[0 5/3 5/3 5/3 0]和紧密聚焦[0 0 5 0 0]之间变化。

本研究中低冲突后和高冲突后，无冲突和低冲突的 **Flanker** 效应仍然存在，先前试次一致性与当前试次一致性交互作用有显著趋势。交互趋势的主要来源是，与先前低冲突相比，先前高冲突后低冲突反应时的增加比无冲突反应时增加的更快，呈现反转的冲突适应趋势。这可能与低冲突-低冲突反应时过快有关，低冲突后认知控制的提升使得注意可能聚焦于最中间三个字母，而低冲突试次中靠近靶刺激的字母对目标反应具有强有力的促进作用。高冲突-低冲突的反应时减慢，可能由于目标两侧相同的字母对当前低冲突试次的促进作用消失，导致反应延迟。综合而言，先前试次一致性(低冲突、高冲突)与当前试次一致性(无冲突、低冲突)的交互趋势可能受到整体复杂多变的任务环境和注意策略的影响。

考虑到错误率相应结果无反转冲突适应，我们认为此处的解释需谨慎，修改见“4 讨论”第 5 段第 8-15 行(p13)，具体修改如下：“先前试次一致性(低冲突、高冲突)与当前试次一致性(无冲突、低冲突)的交互作用有显著趋势。交互趋势的主要来源是，与先前低冲突相比，先前高冲突后低冲突反应时的增加比无冲突反应时增加的更快，呈现反转的冲突适应趋势。这可能与低冲突-低冲突反应时过快有关，低冲突后认知控制的提升使得注意可能聚焦于最中间三个字母，而低冲突试次中靠近靶刺激的分心物对目标反应具有强有力的促进作用。高冲突-低冲突的反应时减慢，可能由于目标两侧相同的字母对当前低冲突试次的促进

- (1) 如果冲突诱发的唤醒水平增强任务相关表征采用**注意增强和抑制协同作用**的机制,即增强任务相关刺激加工的同时抑制任务无关刺激的加工,那么低冲突试次中增强中心位置刺激的注意,抑制两翼的加工,最靠近中心位置的分心物对目标的促进作用减弱;高冲突试次中对中心位置刺激的注意更强,对两翼的抑制也更强。先前试次一致性(无冲突、低冲突、高冲突)和当前试次一致性(无冲突、低冲突、高冲突)的反应时行为模式可能如**下图左**所示,无冲突和低冲突、无冲突和高冲突、低冲突和高冲突之间均存在冲突适应效应,且其冲突适应模式相似。
- (2) 如果冲突诱发的唤醒水平增强任务相关表征采用**注意聚焦**机制,那么随着先前试次冲突的增大,当前试次的注意范围可能缩小,即无冲突、低冲突和高冲突试次后的注意范围逐渐聚焦于任务相关信息,推测行为模式与本研究结果类似(如**下图右**所示),无冲突和低冲突、无冲突和高冲突、低冲突和高冲突之间均存在冲突适应效应,但与先前无冲突和高冲突相比,低冲突-低冲突试次的反应时显著大幅下降,显示注意聚焦导致的临近分心物(与目标反应一致)对目标的促进作用。

由于本研究是一项行为实验,无法检验绑定学习理论中神经递质和唤醒水平的变化。因此绑定学习理论对本研究结果的解释尚不明确。具体修改见“4 讨论”第4段最后两行(p13)蓝色字体,修改如下:“绑定学习理论认为冲突导致唤醒水平的增加进而增强赫布学习,如果其采用注意聚焦机制实现,也能解释本研究的结果,未来需结合神经生理指标检验。”另外,此局限在“4 讨论”最后一段最后三行(p14)也有说明。



- Van Bochove, M. E., Van der Haegen, L., Notebaert, W., & Verguts, T. (2013). Blinking predicts enhanced cognitive control. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 13(2), 346–354.
- 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 Science*, 13(6), 252–257.

意见 5: 作者提出假设认为“先前试次的冲突强度与当前试次的认知控制水平存在定量关系”。我并不认为作者的实验设计能探究“定量关系”。正如审稿专家 2 提出的意见 1 “如

果冲突适应在无冲突、低冲突和高冲突条件之间存在差异，可能说明冲突适应受到冲突水平的调节，但描述为量化的调节似乎不太合适”。作者的确增加了一个冲突的水平，即“低冲突”，将传统冲突“有或无”分为了三个水平，但三个水平是否就可以称之为“定量”？

回应：感谢审稿专家深入细致的思考和意见。经过思考和讨论，我们同意审稿专家的观点，本文在同一冲突性质前提下，将冲突水平细分为无冲突、低冲突和高冲突，但此实验设计用来探究“定量关系”并不妥当。探究“定量关系”，未来可考虑建模将冲突量化为具体数值或增加冲突水平来进一步探究。因此，我们修改了不恰当的表述和研究假设，具体为“我们假设，先前试次的冲突强度影响当前试次的认知控制水平，更大的冲突驱动更强的认知控制调整。如果无冲突和低冲突、无冲突和高冲突之间存在冲突适应而低冲突和高冲突之间不存在冲突适应，则可认为先前试次冲突的有无触发冲突适应，更大的冲突不能引发更强的认知控制调整；如果无冲突和低冲突、无冲突和高冲突、低冲突和高冲突之间均存在冲突适应，则说明除了冲突的有无，冲突水平的变化也能诱发冲突适应，验证更大的冲突驱动更强的认知控制调整”，见“1 引言”最后一段蓝色字体，p3。再次感谢审稿专家的意见，使本研究的表述更加严谨准确。

意见 6：讨论部分对于“冲突强度”与“认知控制水平”之间关系的讨论略显不足，更多阐述的是前人研究结果的罗列并没有凸显出自身研究的价值与意义。建议增加一些自身研究如何解释以往研究的结果或是提供了哪些新的角度来回答某个问题。而不是简单地对比前人与当前研究结果的异同。

回应：感谢审稿专家的意见。我们对讨论部分做了梳理和修改，结合自身研究对“冲突强度与认知控制水平的关系”以及“冲突诱发的控制功能的实现”进行了补充讨论。

第 1 段：简述本研究结果。

第 2 段：研究问题与冲突水平的操纵。

第 3 段：**冲突强度和认知控制水平之间关系的讨论。**本研究发现的无冲突和低冲突、无冲突和高冲突、低冲突和高冲突之间的冲突适应结合先前的行为和神经研究进行讨论，互为解释。具体修改见“4 讨论”第 3 段(p11-12)蓝色字体。

第 4 段：**冲突诱发的控制功能的实现。**基于冲突监测理论和聚焦镜头模型做出推论，冲突诱发的认知控制的功能可能通过注意聚焦实现，能很好地解释本研究发现的无冲突和低冲突、无冲突和高冲突、低冲突和高冲突之间的冲突适应。具体修改见“4 讨论”第 4 段(p12-13)蓝色字体。

第 5 段：本研究发现的反转的冲突适应的解释。

第 6 段：研究局限与展望。

编委复审：本论文采用字母 Flanker 任务的变式，通过改变目标与分心物的一致性程度操纵冲突水平，对冲突水平如何影响认知控制调整进行了探究，具有较强的理论和现实意义。多次修改后，本论文已经达到《心理学报》发表文章的相关要求。

主编终审：同意发表。