

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：注意力资源限制与双任务的相互干扰机制

作者：吴彦文，游旭群，李海霞

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：该文主要讨论了 T2 对 T1 的干扰（PRP）问题，应该在引言中总结 T2 对 T1 干扰的现状及其存在的问题。

回应：按照专家的意见，本文在引言部分总结了 T2 对 T1 干扰的现状及其存在的问题。具体文字为“到目前为止，绝大多数 PRP 效应的研究主要集中在较简单的知觉任务判断中，且由于 RSB 模型关于 RT1 不受 SOA 和 T2 难度影响这一预测的强影响力，以往绝大多数研究者常把关注点放在 T1 对 T2 各阶段加工的影响上(Pashler, 1994; Pashler, Harris & Nuechterlein, 2008)，近年来一些研究报告开始考察 SOA 和 T2 难度是否同样对 T1 各阶段产生显著的影响(Tombu & Jolicoeur, 2002, 2003, 2005; Miller & Rolke, 2009; Pannebakker et al., 2011; Piai & Roelofs, 2013; Lien, Croswaite & Ruthruff, 2011; Töllner, Strobach, Schubert & Müller, 2012)，但鲜有研究关注 T1 和 T2 的相互影响”。请专家批评指正。

意见 2：同意“PRP 范式的研究仅局限于简单的知觉刺激辨别”的观点，但作者并未突破。可否考虑操纵不同复杂度，从识别、反应选择、反应触发三个阶段考对 T1 和 T2 的影响？该文仅仅考察了反应选择阶段，或者再增加识别阶段？

回应：由于本研究没有操纵对不同难度 T2 的知觉识别加工，所以无法对识别阶段的加工进行精确检测和分析，这一点在修改稿中作了说明。在文章的结尾部分也提出“本研究仅仅检测了在重叠的双任务加工中，两个任务在中枢反应选择和反应执行阶段的相互干扰效应，进一步的研究重在探讨两个任务的知觉加工阶段是否同样需要占用较多的注意资源，即 T2 的知觉加工是否对 T1 各阶段的加工产生显著的影响”，以期待后续研究或其他学者在将来的研究中能操纵刺激识别，以全面揭示双任务干扰的实质。谢谢专家的提醒和帮助，操纵识别阶段的认知加工是一个很有价值的研究课题。

意见 3: “两个任务的加工相互影响、相互制约，这种制约机制可能不仅仅存在于中枢反应选择阶段，在反应执行阶段仍然存在”。这里的反应执行实际上指反应触发，该文意指 T1 与 T2 影响反应触发？实际上资源与瓶颈理论并非绝对对立，瓶颈也同样存在单通道的容量问题！“资源”非常抽象，类似于哲学概念。可否从信息（刺激、任务）特征（信息量、类型等）的角度，提出新的“概念”进行解释。

回应: 按照专家的意见，我们查阅了较多的文献，发现 Tombu & Jolicoeur(2002, 2003, 2005)、Miller & Rolke(2009)、Lien, Crosswaite & Ruthruff(2011)、Töllner, Strobach, Schubert & Müller(2012)等人的研究中都采用注意资源问题，而且上述研究都认为注意资源的分配和最优共享可以有效地解释他们的研究结果，而且“资源理论”是心理学中的常用概念，所以本研究绝大多数部分依然采用注意资源的竞争、共享、分配等来解释本研究的结果。

另外，我们认为，一般意义上瓶颈的特点主要单通道的，一次只能加工一个任务，如 Pashler 的瓶颈模型中，当一个任务在瓶颈中加工时，另一任务必须处于暂停或等待，而不研究结果发现被试对双任务各阶段的加工主要以平行加工为主，显然以纯粹的瓶颈来解释不太合适，而资源共享模型认为对任务的加工是平行进行的，一次多于一个任务的加工，用该理论能够更好地解释本研究的结果。

对于专家提出的“反应执行实际上指反应触发”，通过查阅资料发现，在研究中用反应触发(response initiation)概念的文献并不多(De Jong, 1993, 李永建等, 1997, 1999)，而且对反应触发的考察更多的应用于 Go-NoGo 实验中，主要考察在排除被试对 T1 反应动作执行条件下 T1 对 T2 加工是否还会产生干扰。当前绝大多数文献对反应的动作执行更多的用反应执行(response execution)这个词，它是指在双任务加工中对两个任务完成中枢反应选择后对反应选择的动作执行，从这个意义上来讲，反应触发和反应执行的基本含义相同，所以本研究依然采用经典的 PRP 效应中一些学者通用的反应执行这一词语来表述对反应选择的动作执行这一概念，请专家批评指正。

意见 4: 根据 T2 对 T1 的干扰，“本研究得出的实验证据和 RSB 模型以及 CCS 模型对双任务加工的某些预测相矛盾，针对这一问题，本研究用 CCS 模型对中枢注意资源共享的假设作出了新的解释，并认为瓶颈不仅仅发生在中枢反应选择阶段，在反应执行阶段依然存在瓶颈，”也已经有人提出双瓶颈理论，是否可从其他角度构造解释。

回应: 按照专家的意见，我们查阅了相关的研究资料，尤其是 De Jong(1993)提出的双瓶颈模型以及其他研究关于反应触发瓶颈（反应执行瓶颈）的研究文献，认为在对反应的动作执

行仍然存在类似瓶颈的制约机制，结果支持反应触发瓶颈(De Jong, 1993)以及反应执行属于瓶颈加工的一部分的观点(Ulrich et al., 2006; Tölnner, Strobach, Schubert & Müller, 2012)。但本研究认为，反应选择属于主瓶颈，反应执行属于次瓶颈，二者的认知加工都需要占用大量的注意资源，但反应选择需要更多的注意资源才能保证任务的正常进行，而反应执行需要较少的注意资源量就能完成任务加工等的观点，并从反应执行瓶颈和反应选择瓶颈两个瓶颈的观点揭示了本研究的结果，请专家批评指正。

意见 5: 能否基于研究内容与结果，就人机系统提出概念性的启示或意义。

回应: 按照专家的意见和本研究的结果，我们提出了：“本研究的实验证据对于理解人类自身能力的有限性具有非常重要的实际价值，因为当前人机系统中对机器的设计主要依赖于人类操作能力的水平，更好地理解人类认知和操作能力的有限性可以帮助机器和程序设计系统更加人性化，以最大限度地提高人类在复杂的认知和决策任务中的工作效率”，稿件 16 页，用蓝色标识出的部分，请专家批评指正。

意见 6: 以高低音反应时差异说明复杂度问题缺乏合理性。

回应: 本研究采用高低音作为任务 1，一是绝大多数经典的 PRP 效应研究都采用高低音作为任务 1，主要考察当被试对高低音进行任务判断（主要考察任务 1 的反应选择和反应执行加工）时对任务 2 加工的影响，考察以往的 PRP 范式研究，每项研究都是事先假定在单任务条件下的高低音在难度上是相等的 ($p>0.05$)，本研究同样事先假定高低音在难度上是相等的，但在双任务情境中，如 SOA 和具有不同难度阶差的任务 2 导致在任务 1 上同样出现了 SOA 效应和任务 2 的难度阶差效应，说明 SOA 和任务 2 的难度阶差间接影响到了任务 1，所以本研究优先检验了高音和低音两种不同的音调辨别任务在刺激难度上是否存在显著区别，两个研究结果对纯粹的高音和低音条件下的反应时数据通过配对 t 检验发现二者的差异均不显著($p>0.05$)，说明两种不同的音调辨别任务本身在刺激难度上无显著的差别。那么 RT1 随任务 2 和 SOA 组合条件下的变化而变化，这个变化不是任务 1 本身造成的，原因只能来自任务 2 和 SOA 组合产生的难度和复杂度的变化。所以高低音反应时差异实质上反映了 SOA 和任务 2 难度、复杂度变化对高低音反应时的间接影响，同时也说明了任务 2 对任务 1 的间接影响。

第二，采用高低音作为任务 1，高低音本身没有多少价值，其真正的价值在于形成双任务情境。

第三，按照以往绝大多数研究结果，在不同通道上呈现不同类型的刺激，相比较在同一通道上呈现相同类型的刺激（如都是视觉的言语刺激），可以更好地降低双任务的相互干扰程度，所以本研究的任务 1 还是采用经典的高低音作为任务 1，请专家批评指正。

意见 7：如果样本足够大，可以比较实验 1 与 2 的差异。

回应：本研究两个实验的样本量足够，所以在结果及讨论部分对两个实验的结果进行了比较，根据两个实验的共同特性来讨论人类的认知加工。请专家批评指正。

审稿人 2 意见：

意见 1：反应时保留到毫秒，毫秒后不要有小数。

回应：按照专家的意见全部修改了反应时数据后的小数点，精确到整数。

意见 2：数据分析时先分析任务 2 再分析任务 1 感觉上不顺，既然要考察相互影响，不如先分析任务 1。

回应：按照专家的意见，在结果部分调整了任务 1 和任务 2 的顺序。

意见 3：实验 2 中要求被试忽略颜色，虽然可以减弱控制加工的成分，但不能减弱自动加工的成分，因此在分析任务性质时要谨慎。

回应：专家的这一条意见很重要，本研究实验二中已采纳，把原文“若实验要求被试忽略字色，那么具有控制性加工特征的字色就很难被激活，这是否将有效避免字色和字义两个维度对有限注意资源的竞争？”文字修改为“若实验要求被试忽略字色，对具有控制性加工特征的字色的加工将会大幅减弱，这是否将有效避免字色和字义两个维度对有限注意资源的竞争？”谢谢专家的提醒。

另外，本研究融合 Stroop 任务范式，主要是利用了 Stroop 任务中字色与字义两个维度冲突时相比两个维度一致时被试表现出非常稳定的认知冲突这一特性来控制 T2 两个水平的不同任务难度。由于本文主要关心的是 PRP 效应以及两个任务的相互干扰效应，同时限于篇幅，并未对 Stroop 任务各成分的加工特性展开探讨，而对 Stroop 任务中的自动加工成分和控制性成分应由专门的 Stroop 效应研究进行探讨。谢谢专家的提醒，请批评指正。

意见 4：作者在讨论部分应该提出自己的修正的模型。

回应：按照专家的意见提出了修正模型，见图 5，并对修正模型的加工过程做了较详尽的解释，请专家批评指正。

其他修改的部分：

- 1.调整了 14—16 页修正模型加工中 SOA 由短到长三种加工过程的文字改为四种，并改变了描述的顺序，把原稿中（1）调整为（4），并增加了（2），原稿中的（2）调整为（1），在原稿基础上增加了重叠情境一到重叠情境四。
- 2.原稿中修改的部分按照编辑部要求用蓝色书写。
- 3.新增了与修改稿引用相关的参考文献。

第二轮

审稿人 1 补充意见：

意见 1：修改稿“同意“PRP 范式的研究仅局限于简单的知觉刺激辨别”的观点”应质疑，T1 与 T2，特别是 T2 的各阶段的特征（如选择与反应复杂度）在 PRP 范式研究中并不鲜见。

回应：本研究提出“绝大多数 PRP 效应的研究主要集中在较简单的知觉任务判断中”，主要是指研究材料主要集中在较简单的知觉判断任务中，对 T1 绝大多数研究者采用经典的高低音辨别任务，对 T2 主要采用较简单的知觉辨别任务，如 Pashler（1989）的经典研究中，要求被试判断屏幕上出现的视觉刺激（A、B、C、D）到底是 A 下面有下划线还是 B、C 或 D 下面有下划线；再如 Töllner, Strobach, Schubert & Müller(2012)的研究要求被试对 T2 判断是红色还是绿色半圆，Ulrich, R., Fernandez, S. R., Jentsch, I., Rolke, B., Schröter, H., & Leuthold, H. (2006)的研究中要求被试对 T2 判断屏幕上出现的是字母“X”还是“O”等等。以前的研究主要是对刺激作出类别判断。据我们已查阅的资料所知，像 Stroop 任务这样需要做较深层次语义加工认知任务还没有出现在对 PRP 效应的探讨中，所以为了进一步了解双任务干扰的制约因素以及进一步拓展 PRP 效应的研究范围，本研究中的 T2 采用 Stroop 任务。

审稿专家所说的“T2 的各阶段的特征（如选择与反应复杂度）”主要应该指任何一个认知加工任务（哪怕是最简单的选择反应时任务，如看见绿灯亮按 1 键反应，看见红灯亮按 2 键反应）都存在对刺激的察觉、刺激整合、反应选择，最后到对反应选择结果的执行等阶段，但这个反应过程依然是对简单刺激的分类任务。

鉴于原稿件中“到目前为止，在绝大多数 PRP 效应的研究主要集中在较简单的知觉任务

判断中”一句可能没有表达清楚应该表达的意思，所以修改稿中已修改为“到目前为止，在绝大多数 PRP 效应的研究中，对 T2 主要采用较简单的刺激分类任务（如箭头朝上还是朝下，图形的颜色是绿色还是红色等），但对于较复杂的需要进行语义加工的 T2 材料还尚未涉及。”正确与否，请专家批评指正。

意见 2：根据信息加工的观点看，“反应触发”与“反应执行”不同。从顺序上看，触发后执行；从方式上看，触发是动作指令可通过通道，执行是按照动作指令操作，如同计算机的分时原理。

回应：针对专家提出的这一条意见，我们查阅了国内外大量关于双任务研究的文献发现，绝大多数研究较少对“反应触发”和“反应执行”这两个词做区分或探讨它们的先后顺序，绝大多数文献对反应选择的加工阶段主要采用“反应执行(response execution)”这一词汇，据我们所查阅的文献中，只有为数不多的几篇研究报告采用“反应触发(response initiation)”，由于本研究主要关注的是 SOA 和 T2 是否对 T1 产生相应的影响，以及 T1 和 T2 是否会产生显著的交互效应等问题，所以对每一种任务的认知加工阶段依然沿用经典 PRP 效应理论对一个任务各阶段的划分，同样为了能让读者更简明扼要的了解双任务加工中两个任务的反应时走势，所以在本研究报告中对反应选择加工阶段后的加工阶段依然采用国外学者普遍采用的属于“反应执行(response execution)”这一词汇。请专家批评指正。

意见 3：提出的应用“更加人性化”，不足以说明，应该映射或者联系人工智能的基本问题，模拟人类智能的问题。

回应：针对专家的意见，把原稿中“因为在当前人机系统中对机器的设计主要依赖于人类操作能力的水平，更好地理解人类认知和操作能力的限制机制可以帮助机器和程序设计系统更加人性化，以最大限度地提高人类在复杂认知和决策任务中的工作效率。”改为“因为在当前人机系统中对机器的设计主要依赖于人类操作能力的水平，更好地理解人类认知和操作能力的限制机制，在机器和程序设计系统中充分利用人工智能具有的强大记忆力、信息的快速搜索和准确的执行能力来辅助人脑认知加工和操作能力的不足，以最大限度地提高人类在复杂认知和决策任务中的工作效率。”请专家批评指正。

编委专家意见

意见 1：作者已经根据审稿专家的意见做了很好的修改或回答，但是还是有一些修改意见：

第一，2个实验中的每一种处理的重复是2次，显得太少，很难避免偶然因素的影响。而且本来重复2次就偏少，再加上剔除的试次就更少了。建议作者增加重复次数，再重复做一下，看结果是否稳定。

回应：已按照专家的意见，我们重新对两个实验做了一次，为了避免随机误差的影响，新的实验中不仅被试人数都超过了50人（实验一54人，符合实验要求进入统计分析的50人；实验二55人，符合实验要求进入统计分析52人），而且实验次数也由原稿中的288次增加到现在的576次。原稿实验中每种处理条件下做平均值的数据为24个，新的实验中每种处理条件下做平均值的数据为48个，本次修改稿采用的是新的数据结果。

对比以前的实验结果和新的实验结果发现，两个实验结果的趋势是一样的，但在新结果中，可能由于实验次数过多导致被试疲劳等因素，两个新实验结果的反应时均比原稿实验中的反应时长约100多毫秒，但是新的实验结果可能由于实验次数和被试人数都增加的原因，无论是T1、T2还是T1和T2的交互效应的结果更显著，新的结果可能更有效地反映了人类对重叠任务加工中的认知过程。

通过新的实验数据发现，原稿的实验结果和新结果具有很好的一致性和稳定性，说明以前的实验结果正确、可靠，研究结果具有非常稳定的可重复性。

意见2：语句还应该进一步仔细修改，例如，引言中的“SOA越短，T2到达的越快，T1和T2的重叠程度越高，T2等待T1完成瓶颈加工的时间越长，任何延长T1加工的因素都将附加到RT2上。”似乎更适宜于改为“SOA越短，T2到达的越快，T1和T2的重叠程度越高，T2等待T1完成瓶颈加工的时间越长，任何延长T1加工的因素就越容易延长RT2。”

回应：已按照专家的意见，我们对全文通读了好几遍，并对一些可能影响读者阅读的句子做了修改，例如原稿中“CCS模型对RT2的演绎过程不同于RSB模型。从公式(7)中可以看出，RT2同样也不依赖于SP或T2知觉编码时间的影响。（第10页第13行）”一句修改为“CCS模型对RT2的演绎过程不同于RSB模型。从公式(7)中可以看出，RT2同样不依赖于SP或T2知觉加工时间的影响”

原稿中“在PRP范式中，常常采用具有难度级差的T2，以考察T2的难度效应对T1是否产生相应的影响。”修改为“在PRP范式中，常常采用具有难度级差的T2，以考察T2的难度效应是否对T1产生相应的影响”等等，包括编委专家提出需要修改的例句，谢谢专家的提醒。

第三轮

主编终审意见：

意见 1：这篇论文的引言部分一定要改，才能发表。如果不改，很少有人会看懂。

回应：根据主编终审意见，我们讨论认为主编觉得引言部分别人看不懂的地方主要在 RSB 模型和 CCS 模型关于 RT1（T1 的反应时）和 RT2（T2 的反应时）的公式及公式的推导部分，为了能让更多的心理学研究者充分理解 RSB 模型和 CCS 模型的最基本原理，修改稿把原稿第 11 页—13 页（修改稿第 3 页—4 页）中大量的用公式表示的加工阶段和过程以及公式的推导过程部分全部改为文字描述，修改后的稿件完全表达了公式所代表的含义，不影响读者对两个模型思想的理解，具体详见修改稿第 3 页—4 页。谢谢主编给出的中肯意见。

编辑部修改意见：

意见 1：量词单位应规范，见 P16 的“整个实验过程约持续 60 分钟”，应为“整个实验过程约持续 60min”。

回应：已修改，具体见修改稿第 7 页。谢谢编辑部老师的提醒。

意见 2：“3.2.1”与“3.2.2”次序颠倒了。

回应：已修改，具体见修改稿第 10 页。

意见 3：文献格式还需认真检查。卷号应为斜体。

回应：对参考文献的格式我们认真作了检查，完全符合 APA 的格式和规范，对引用的参考文献的文章题目、作者信息、发表刊物都作了仔细校对。参考文献的卷号应为斜体也已做了修改，具体见修改稿参考文献部分。对正文中引用的文献格式也按照编辑部的要求做了修改，谢谢编辑部老师。