

The Stop and Go Processes Share Processing Capacity in Response Inhibition

Bochuan Mou, Zhengyu Yang

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: moumbc@gmail.com

Received: Mar. 10th, 2018; accepted: Mar. 21st, 2018; published: Mar. 28th, 2018

Abstract

To explore whether stop and go processes share processing capacity, we combined stop-signal task paradigm and large-small Stroop task in the same experiment. We conducted experiments in which 31 university students each performed large-small Stroop task, to vary the load on capacity in the go task. And then to explore whether stop-signal reaction time is affected by the go processes. The results show that stop-signal reaction time significantly increase as the go processes have conflict interference in stop-signal task. Suggesting that the stop processes are affected by the go processes, and stop processes shares processing capacity with the go processes.

Keywords

Stop-Signal Task, Large-Small Stroop Task, Bidirectional Interferences, Processing Capacity, Inhibition Control

反应抑制中停止加工和反应加工共享加工资源

牟博川, 杨正宇

西南大学心理学部, 重庆
Email: moumbc@gmail.com

收稿日期: 2018年3月10日; 录用日期: 2018年3月21日; 发布日期: 2018年3月28日

摘要

结合大小Stroop任务和停止信号任务范式, 探讨停止加工和反应加工是否共享加工资源。选取31名在校大学生为被试, 通过大小Stroop任务操作反应加工所占用的加工资源, 进而研究停止信号反应时是否受到反应加工的影响。结果发现在停止信号任务中, 当反应加工存在冲突干扰时, 停止信号反应时显著增

加。表明停止加工受到反应加工所占用资源大小的影响, 停止加工和反应加工共享着加工资源。

关键词

停止信号任务, 大小Stroop任务, 双向干扰, 加工资源, 抑制控制

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

抑制住不恰当的想法和行为是执行控制能力的一个主要组成部分。抑制控制在日常生活中的认知加工过程中扮演着重要角色, 对人们产生灵活的以及具有适应性的行为有着重要作用(Goldman-Rakic, Cools, & Srivastava, 1996; Logan, Yamaguchi, Schall, & Palmeri, 2015; Swick, Ashley, & Turken, 2011)。抑制控制的受损跟冲动行为、强迫症、注意缺陷多动障碍(ADHD)等多种心理和神经疾病相关(Chamberlain, Fineberg, Blackwell, Robbins, & Sahakian, 2006; Enticott, Ogloff, & Bradshaw, 2008; Hart, Radua, Nakao, Mataix-Cols, & Rubia, 2013; Pontifex, Saliba, Raine, Picchetti, & Hillman, 2013)。因此, 理解抑制加工的本质成为心理学家和神经学家主要感兴趣的研究方向。

停止信号任务(Stop-signal task, SST)范式(Logan, Schachar, & Tannock, 1997; Verbruggen, Logan, & Stevens, 2008)是一种被广泛用于研究抑制控制的实验范式。在 SST 中, 被试需要快速准确的执行一个反应, 或者停止已经形成的反应冲动。比如, 在经典停止信号任务中, 要求被试做一个简单选择反应时任务, 如看到字母“X”按 Q 键, 看到字母“O”按 P 键。被试在完成该反应任务的加工中, 有时会突然出现一个停止信号(如, 一个纯音), 那么被试就要在当前试次抑制住已经形成的按键冲动, 不做任何的按键反应。在实验中, 有的反应刺激出现后有声音信号, 而有的出现后没有声音信号, 因此根据有无停止信号出现将任务分为无信号任务(Non-Signal task)和停止信号任务。反应刺激与停止信号之间的时间称为停止信号延迟 (Stop-signal delay, SSD)。SSD 设置得越长, 抑制控制的难度越大; 相反, SSD 越短, 抑制控制的难度越低。在 SST 中, 主要用停止信号反应时(Stop-signal reaction time, SSRT), 来衡量反应抑制能力。SSRT 指停止信号的出现到成功完成停止任务的时间, 即被试成功抑制一个按键冲动的内在反应时间。SSRT 与反应抑制能力成反比, SSRT 越长说明被试反应抑制的能力越弱。

Logan 和 Cowan (1984)提出独立竞争模型 (independent race model)计算停止信号反应时。该模型假设停止加工发生于停止信号之后, 并且停止加工与反应加工是一种平行竞争的关系。如果停止加工先于反应加工完成, 那么反应将被抑制; 相反, 如果反应加工先于停止加工完成, 那么反应将被执行。停止加工和反应加工被认为是相互独立并且不相关的, 这两种过程的加工完成时间不受彼此干扰。如此看来, 在停止信号任务中, 停止加工和反应加工似乎不共享加工资源(processing capacity)。已有研究发现 SSRT 同许多实验中的简单反应时任务一样快速, 在 SST 中不会被反应加工所影响(Logan & Burkell, 1986)。Yamaguchi, Logan 和 Bissett (2012)在双任务实验中测量 SSRT, 要求被试必须停止两种反应任务中的一种反应。Yamaguchi 他们发现 SSRT 不受在时间上重叠的两种反应任务的影响, 在单任务、双任务中 SSRT 都没有显著差异。由于多项选择反应时任务能体现出资源有限性(Leite & Ratcliff, 2010; Schneider & Anderson, 2011), Logan 等人 Logan, Van Zandt, Verbruggen 和 Wagenmakers (2014)通过操作选择反应任务的

数量, 以改变反应加工所占用的加工资源, 从而研究反应加工和停止加工是否共享加工资源。结果发现 SSRT 不受选择反应任务数量的影响。上述研究都表明反应加工和停止加工是不共享加工资源的。

Boucher, Palmeri, Logan 和 Schall (2007) 在眼动扫描撤销(Saccade Countermanding)任务中发现眼动转移和眼动保持的神经网络有着交互作用, 这种神经生理结果和独立竞争模型相悖。基于此, Boucher 提出交互竞争模型(interactive race model), 交互竞争模型认为停止加工有两个阶段: 一个输入阶段, 即发现停止信号并理解它的意义, 这个阶段停止和反应的加工是相互独立的; 另外一个交互作用阶段, 停止加工对反应加工起到短暂的干扰而抑制反应加工。交互竞争模型表明, 在停止信号任务中, 停止加工和反应加工不是完全的相互独立, 那么对于它们之间是否共享加工资源还有待研究。并且, 只通过将简单反应时任务变为选择反应时任务来增加反应过程所占用的资源, 是片面的。虽然有少部分研究表明, 停止信号反应时在冲突条件下高于无冲突条件下。但是仅仅解释为抑制控制和冲突控制存在着交互作用 (Kalanthoff, Goldfarb, & Henik, 2013; Verbruggen, Liefvooghe, & Vandierendonck, 2004), 却忽略了其交互作用有可能是两种控制的资源有限的结果。

Kahneman 和 Chajczyk (1983) 发现稀释 Stroop 任务中颜色命名和单词阅读的冲突干扰后, 任务成绩提高, 认为冲突干扰的不同将占用不同的资源, 由于加工资源的有限性, 导致了结果的显著差异。因此, 可以通过操作反应加工的冲突大小来探讨反应加工和停止加工是否共享加工资源。已有研究在特定条件下的 Stroop 任务中发现了双向干扰效应 (Melara & Mounts, 1993)。双向干扰指在刺激和反应不变的情况下, 靶维度和分心维度互换都可以获得干扰。比如, 如果 Stroop 任务中单词阅读干扰颜色命名, 反过来颜色命名也干扰单词阅读, 就可认为出现了双向干扰。Grégoire 等将音符名称(如“LA”)标在五线谱的不同位置上, 以受过多年音乐训练的音乐家为被试(他们均能熟练地根据音符的名称和位置发声), 发现音符名称和音符位置会相互干扰 (Grégoire, Perruchet, & Poulin-Charronnat, 2013, 2014)。但是该实验范式对于被试要求太高, 难以进行广泛应用。陈安涛等(2015)设计了大小 Stroop 任务应用于普通被试, 该任务同时向被试提供两类信息, 语义尺度(字义)的“大”和“小”, 以及视觉尺度(字号)的“大”和“小”, 构成一致(字义与字号相同)和不一致(字义与字号不同)两类刺激。要求被试分别以口头和按键两种方式根据字义或字号做反应, 发现两种反应方式下都出现了双向干扰(字义显著地干扰字号, 字号反过来也显著地干扰字义), 获得了稳定的双向干扰效应。这种双向干扰的冲突干扰可能不需要注意资源, 但是需要占用加工资源, 并且双向干扰的冲突大小是不同的, 这样便可以通过双向干扰影响停止信号任务中的反应加工所占用的资源。

本研究将通过大小 Stroop 任务和停止信号任务的整合, 来探讨停止信号任务中反应加工和停止加工是否共享加工资源。

2. 实验

2.1. 实验一

2.1.1. 被试

随机招募在校大学生被试 31 名(女生 26 名, 男生 5 名)参加实验。被试年龄范围为 20 至 23 岁。所有被试均为右利手, 视力或者矫正视力正常。所有被试自愿参加, 实验完成后给予适当金钱报酬。

2.1.2. 刺激和仪器

刺激材料是两种字号的汉字“大”、“小”(字体为宋体, 字色是白色), 刺激材料呈现在屏幕中央, 屏幕背景为黑色, 被试距离显示器约 70 cm。字号较大的汉字“大”(长宽分别为: 5 cm × 4.5 cm, 视角为 4.09° × 3.67°)、字号较大的汉字“小”(5 cm × 4.5 cm, 4.09° × 3.67°)、字号较小的汉字“大”(3 cm × 2.5

cm, 2.46° × 2.05°)、字号较小的汉字“小”(3 cm × 2.5 cm, 2.46° × 2.05°)。

实验刺激在 18.5 英寸 DELL E1919H 显示器上呈现, 分辨率 1366 × 768, 刷新率 60 Hz。实验刺激的呈现和被试反应数据的记录使用 E-prime 1.1 软件实现。

2.1.3. 实验设计和程序

实验采用 2 (任务变量: 根据字义做反应、根据字号做反应) × 2 (一致性变量: 一致、不一致) 两因素被试内设计。

每个被试先接受 20 个试次的练习, 正确率达到 85% 以上者进入正式实验。正式实验分为两个组块, 每个组块包括 80 个试次。一组为根据刺激的字义作反应, 另一组根据刺激的字号作反应。两个任务组块的出现顺序和按键在被试间加以平衡。

实验流程见图 1(a)。实验首先呈现 500 ms 注视点, 然后呈现 1500 ms 的刺激材料, 要求被试做按键反应(根据指导语按 q 或 p), 按键之后消失, 最后出现一个 800 ms~1200 ms 的随机空屏。

2.1.4. 结果

除了对被试反应时数据进行统计分析。剔除错误试次及平均反应时在 ±3 个标准差之外的数据, 对字义作反应的数据占 1.09%, 对字号作反应的数据占 1.00%。平均反应时重复测量方差分析结果见图 1(b)。任务变量(语义尺度、视觉尺度)的主效应边缘显著, $F(1,30) = 4.19, p = .050$; 一致性变量(一致、不一致)的主效应显著, $F(1,30) = 136.95, p < .001$; 任务变量和一致性变量的交互作用显著, $F(1,30) = 20.13, p < .001$ 。简单效应检验表明, 在语义尺度上, 一致性变量的简单效应显著, $F(1,30) = 55.43, p < .001$; 在视觉尺度上, 一致性变量的简单效应也显著, $F(1,30) = 93.86, p < .001$ 。因此, 一致性变量受任务变量的影响, 相比语义尺度条件下的干扰效应, 视觉尺度条件下的干扰效应更大。

对反应正确率进行统计分析。以字义为目标信息的一致与不一致条件下的平均正确率分别为 99.37% 和 98.44%, 以字号为目标信息的一致与不一致条件下的平均正确率分别为 99.65% 和 97.81%。对正确率的重复测量方差分析显示, 任务变量(语义尺度、视觉尺度)的主效应不显著, $F(1,30) = 0.30, p = .589$; 一致性变量(一致、不一致)的主效应显著, $F(1,30) = 26.65, p < .001$; 任务变量和一致性变量的交互作用不显著, $F(1,30) = 2.54, p = .121$ 。因为被试反应时在一致条件下较之不一致条件下更短, 但正确率却更高, 因此被试在任务操作上不存在速度 - 正确率权衡。

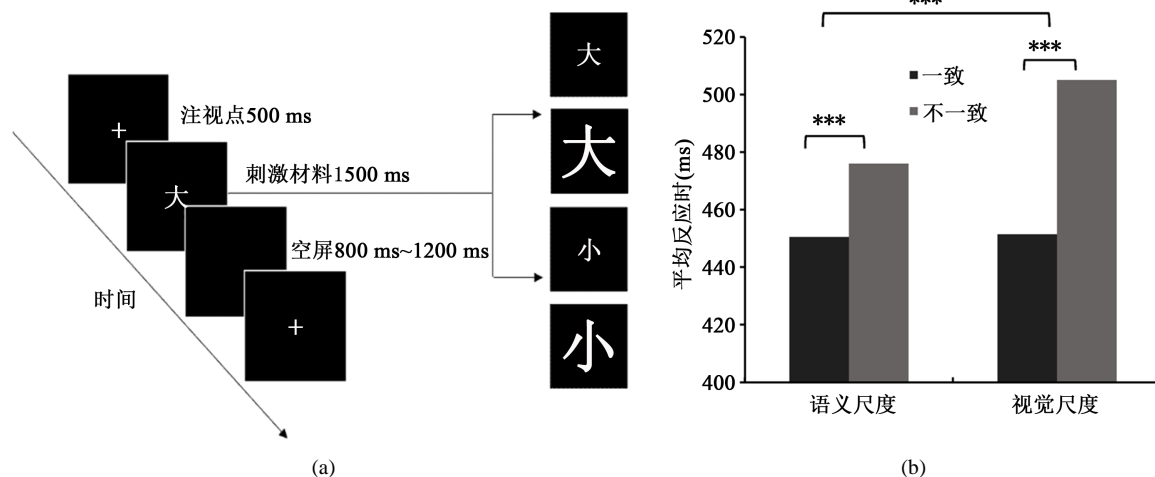


Figure 1. (a) Procedure of the Experiment 1; (b) The ANOVA results of the Experiment 1

图 1. (a) 实验一流程图; (b) 实验一方差分析结果

2.2. 实验二

2.2.1. 被试

随机招募在校大学生被试 31 名(女生 26 名, 男生 5 名)参加实验。被试年龄范围为 20 至 23 岁。所有被试均为右利手, 视力或者矫正视力正常。所有被试自愿参加, 实验完成后给予适当得金钱报酬。

2.2.2. 刺激和仪器

刺激材料是两种字号的汉字“大”、“小”(字体为宋体, 字色是白色), 刺激材料呈现在屏幕中央, 屏幕背景为黑色, 被试距离显示器约 70 cm。字号较大的汉字“大”(长宽分别为: 5 cm × 4.5 cm, 视角为 4.09° × 3.67°)、字号较大的汉字“小”(5 cm × 4.5 cm, 4.09° × 3.67°)、字号较小的汉字“大”(3 cm × 2.5 cm, 2.46° × 2.05°)、字号较小的汉字“小”(3 cm × 2.5 cm, 2.46° × 2.05°)。声音刺激: 1000 Hz 纯音, 响度适中。

实验刺激在 18.5 英寸 DELL E1919H 显示器上呈现, 分辨率 1366 × 768, 刷新率 60 Hz。实验刺激的呈现和被试反应数据的记录使用 E-prime 1.1 软件实现。

2.2.3. 实验设计和程序

实验采用 2 (任务变量: 根据字义做反应、根据字号做反应) × 2 (一致性变量: 一致、不一致) 两因素被试内设计。

每个被试先接受 40 个试次的练习, 再进行正式实验。正式实验分为四个组块, 每个组块包括 112 个试次, 反应试次和停止试次的比例为 3: 1, 两种顺序随机排列。其中两组为根据刺激的字义作反应, 另外两组根据刺激的字号作反应。两类任务组块的出现顺序和按键在被试间加以平衡。

实验流程见图 2。实验首先呈现 500 ms 注视点, 然后呈现 1500 ms 的刺激材料, 要求被试做按键反应(根据指导语按 q 或 p), 按键之后消失, 最后出现一个 800 ms~1200 ms 的随机空屏。在 25% 的试次中, 出现刺激材料后, 会出现一个声音刺激(停止信号, 1000 Hz 纯音, 100 ms), 要求被试在听到停止信号之后尽可能停止按键反应。停止信号出现在可变的停止信号延迟之后。SSD 最初设定为 250 ms, 追踪程序根据被试的反应结果作出调整, 当停止信号出现时, 被试成功停止反应, 下一个 SSD 将会增加 50 ms, 使难度增加, 如果被试在停止信号出现时, 没能停止反应, 则下一个 SSD 减少 50 ms, 使难度降低。以确保被试成功停止反应的概率接近 50%。

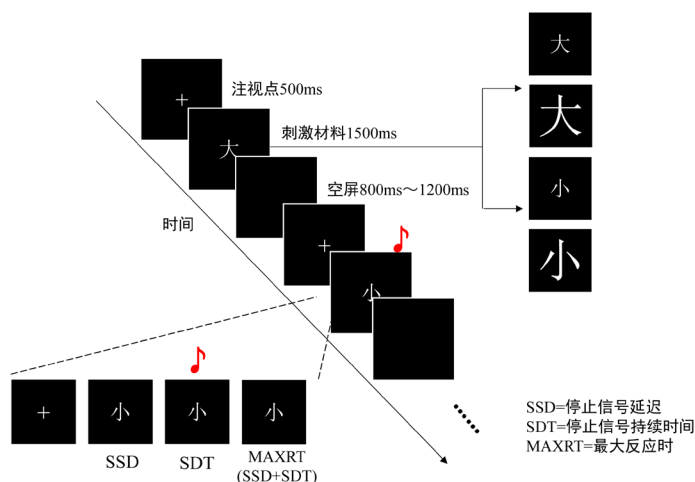


Figure 2. Procedure of the experiment 2

图 2. 实验二流程图

2.2.4. 结果

剔除对停止信号反应的概率 $p(\text{respond/signal}) > 80\%$ 和 $< 20\%$ 的数据, 2 名被试的数据被排除。对字义作反应时, 平均 $p(r/s) = 53.20\%$, $SD = 0.50$; 对字号作反应时, 平均 $p(r/s) = 52.65\%$, $SD = 0.50$ 。 $p(r/s)$ 维持在 50% 左右, 说明追踪程序有效。

对反应任务反应时(go RT)进行统计分析。删除错误试次和反应时在 ± 3 个标准差之外的数据。对字义作反应的数据占 2.59%, 对字号作反应的数据占 2.69%。Go RT 方差分析结果见图 3(a)。任务变量(语义尺度、视觉尺度)的主效应不显著, $F(1,28)=0.00$, $p = .976$; 一致性变量(一致、不一致)的主效应显著, $F(1,28)=50.05$, $p < .001$; 任务变量和一致性变量的交互作用显著, $F(1,28) = 6.42$, $p < .05$ 。简单效应检验表明, 在语义尺度上, 一致性变量的简单效应显著, $F(1,28) = 10.84$, $p < .01$; 在视觉尺度上, 一致性变量的简单效应也显著, $F(1,28) = 35.45$; $p < .001$ 。因此, 一致性变量受任务变量的影响, 相比语义尺度条件下的干扰效应, 视觉尺度条件下的干扰效应更大。

对反应正确率进行统计分析。以字义为目标信息的一致与不一致条件下的平均正确率分别为 97.74% 和 97.09%, 以字号为目标信息的一致与不一致条件下的平均正确率分别为 99.10% 和 95.53%。对正确率的重复测量方差分析显示, 任务变量(语义尺度、视觉尺度)的主效应不显著, $F(1,28) = 0.05$, $p = .824$; 一致性变量(一致、不一致)的主效应显著, $F(1,28) = 25.53$, $p < .001$; 任务变量和一致性变量的交互作用显著, $F(1,28) = 11.33$, $p < .005$ 。简单效应检验表明, 在语义尺度上, 一致性变量的简单效应不显著, $F(1,28) = 1.30$, $p = .263$; 在视觉尺度上, 一致性变量的简单效应显著, $F(1,28) = 32.33$; $p < .001$ 。因为被试反应时在一致条件下较之不一致条件下更短, 但正确率却更高, 因此被试在任务操作上不存在速度-正确率权衡。

根据 Logan 等人(1997)的 SSRT 计算公式 $\text{mean SSRT} = \text{mean go RT} - \text{mean SSD}$ 计算出停止信号反应时, 对 SSRT 进行统计分析。SSRT 方差分析结果见图 3(b)。任务变量(语义尺度、视觉尺度)的主效应不显著, $F(1,28) = 0.48$, $p = .496$; 一致性变量(一致、不一致)的主效应显著, $F(1,28) = 19.25$, $p < .001$; 任务变量和一致性变量的交互作用不显著, $F(1,28) = 0.41$, $p = .528$ 。

3. 讨论

实验一重复了大小 Stroop 任务。当任务变量是视觉尺度(字号)时, 不一致条件下反应时显著慢于一直条件下反应时, 说明此时的干扰信息(字义)对字号的加工有显著的干扰效应。并且, 但任务变量为语义

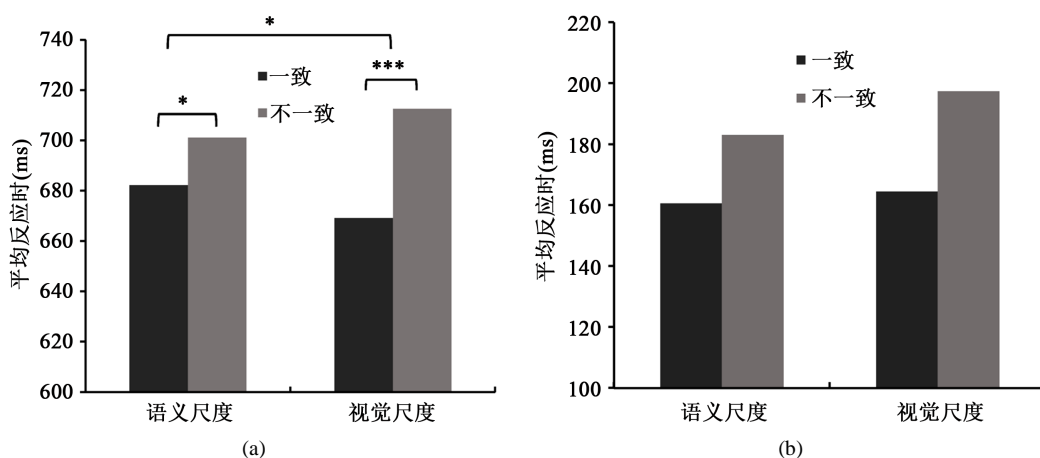


Figure 3. (a) The ANOVA results of Go RT; (b) The ANOVA results of SSRT

图 3. (a) Go RT 方差分析结果; (b) SSRT 方差分析结果

尺度(字义)时,不一致条件下反应时同样显著慢于一致调节下反应时,表明字号也对字义的加工有显著的干扰效应。实验中字义加工显著地干扰字号加工,字号加工反过来也显著地干扰字义加工,因此,实验一通过大小 Stroop 任务获得了显著的双向干扰。简单效应检验表明,在不一致条件下,任务变量的简单效应显著,说明字义对字号的干扰和字号对字义的干扰效应是显著不同的,且字义对字号的干扰显著大于字号对字义的干扰,冲突干扰的不同将占用不同的加工资源(Kahneman & Chajczyk, 1983)。

对实验二中无信号任务试次反应时进行分析,同样发现了字义对字号的加工有显著的干扰效应,字号对字义的加工有显著的干扰效应。这表明,即使加入停止信号任务,大小 Stroop 任务仍然可以产生稳定的双向干扰效应。

Townsend 和 Ashby 使用加工速率来衡量加工资源,以区分无限,有限,固定资源(Townsend & Ashby, 1983)。Townsend 提出对于测量一个加工过程所占用加工资源,就如同是计算一个跑步选手在一场比赛的速度。如果一个加工过程有着无限资源,即使当另外一个加工过程加入进来之后,其加工速率是一样的。就比如一个跑步选手有多条跑道,另一个选手即使进入同一个比赛,但是有足够的跑道给两个选手使用,新进来的选手就不会影响原来跑步选手的速度。相反的是,如果一个选手只有一条跑道,即一个加工过程的加工资源是有限,当另一个选手进入比赛后,那么就会影响原来的选手,使其速度变慢。如此看来,在实验二中,冲突的大小影响了加工资源的占用,如果反应加工的速率将会随着冲突的增大而减小的话,那么表示反应加工是有限资源。如果满足反应加工是有限资源或者固定资源,那么就可以判断停止加工是否和反应加工共享资源。如果停止加工和反应加工共享加工资源,停止加工就会同反应加工相互竞争资源,那么停止加工速率就会随着反应加工所占用资源的增加而减小,同样的,反应加工速率也会减小。如果停止加工和反应加工不共享加工资源,那么停止过程速率将不会受到反应过程所占用资源的大小的影响(Logan et al., 2014)。

使用大小 Stroop 任务,通过操作冲突大小的不同,影响反应加工所占用的资源。如果停止加工和反应加工共享加工资源,那么 SSRT 将会随着冲突的增加而增加。如果停止加工和反应加工不共享资源,那么即使冲突的增加,SSRT 也不会随之改变。在图 3(a)中,一致性变量受任务变量的影响,相比语义尺度条件下的干扰效应,视觉尺度条件下的干扰效应更大,并且反应试次的反应时随着冲突的增加而显著增加,这表明反应加工的加工资源是有限或者固定的。在图 3(b)中,一致性变量的主效应显著,SSRT 随着冲突的增加而显著增加,表明反应加工和停止加工不共享加工资源。停止加工和反应加工共享加工资源应该同停止加工是有限资源区分开来。即使停止加工不和反应加工共享资源,停止加工也有其自己占有的加工资源。但是在这部分加工资源下,停止加工的加工速率只是取决于停止信号的出现概率和分布情况(Cavina-Pratesi, Bricolo, Prior, & Marzi, 2001; Salinas & Stanford, 2013)。而实验中反应加工对停止加工产生的影响则体现在他们所共享的加工资源上。

实验之所以不使用经典颜色词 Stroop 任务,是因为经典 Stroop 任务结果是单向干扰(MacLeod, 1991; van Maanen, van Rijn, & Borst, 2009)。单向干扰是一种不对称的干扰,即字义干扰颜色词命名,而颜色词命名不会对字义产生干扰(Grégoire et al., 2014)。而大小 Stroop 任务会产生双向干扰效应,字义对字号的加工有显著的干扰效应,字号对字义的加工有显著的干扰效应,并且两者的干扰效应大小是不同的,这样对加工资源占用的大小会产生一个梯度的变化,使结果更加可靠。并且有研究表明经典 Stroop 任务存在着两种干扰:信息干扰(informational conflict)和任务干扰(task conflict)。信息干扰即干扰效应,也就是对颜色词读色时,字义会干扰对颜色的加工;而任务干扰就是自动化的读字任务会干扰颜色命名任务(MacLeod & MacDonald, 2000)。根据颜色做反应的时候,不管在不一致条件还是一致条件下,都存在任务干扰,而根据字义做反应的时候,就仅在不一致条件下存在这任务干扰。但是在大小 Stroop 任务中,由于对字义和对字号的加工都是自动化的,因此,不管根据字义还是字号做反应,在一致和不一致条件

下都存在着任务干扰。这样,对停止加工和反应加工的加工资源产生影响的冲突干扰就仅仅是信息干扰产生的。

本研究发现停止加工和反应加工共享加工资源,是同已有研究相反的(Logan et al., 2014; Yamaguchi et al., 2012)。可能的原因在于,在认知控制系统中,控制是分层次的,相比于反应选择,反应冲突是属于更高水平的控制(Badre & Wagner, 2004; Kounieher, Charron, & Koechlin, 2009)。并且,停止信号任务这类的抑制控制同样处于较高水平的系统中,不像处于较低水平系统的选择反应或执行系统受到资源的限制(Logan & Cowan, 1984; Logan & Crump, 2011)。两种处于较高水平的加工,在资源分配上有着更高的优先权(Meyer & Kieras, 1997),这样就形成了停止加工和反应加工过程中的冲突处理在加工资源上相互竞争,从而影响停止信号反应时。前人研究表明停止加工和反应加工不共享加工资源,可能是相比较于简单的选择反应时任务,停止加工在资源分配上有着更高的优先权,没有其他的加工过程同停止加工相互竞争资源,这样 SSRT 就不会受到反应加工的影响。但是这种结果还是不能排除停止加工和反应加工是共享着加工资源这一可能。比如,Horstmann (2003)发现停止信号对随后的反应试次产生双任务干扰,停止信号后减慢现象(Bissett & Logan, 2011; Rieger & Gauggel, 1999)同样也可能是停止加工和反应加工共享资源的结果。

根据已有的认知神经方面的证据显示,在 Stroop 任务中,主要出现背外侧前额叶(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC)、前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)、后顶叶(posterior parietal cortex, PPC)脑区的激活(Carter & Van Veen, 2007; Laird et al., 2005; Mansouri, Tanaka, & Buckley, 2009)。ACC 主要负责冲突的监控(Botvinick, Braver, Barch, Carter, & Cohen, 2001; Carter & Van Veen, 2007; Kerns et al., 2004)。Kim, Kroger 和 Kim (2011)发现背外侧前扣带回尾部(caudal dorsal ACC, cdACC)的激活同刺激的冲突的监测相关。同样,在停止信号任务中,主要有右侧额下回(right inferior frontal gyrus, IFG)、ACC、前辅助运动区(pre-supplementary motor area, pre-SMA)、丘脑底核(subthalamic nucleus, STN)脑区显著激活(Bari & Robbins, 2013; Schel, Scheres, & Crone, 2014)。此外, rIFG 和 STN 同 SSRT 显著相关,并且 rIFG 和 STN 的连接增强跟更好抑制控制成绩显著相关(Aron, Behrens, Smith, Frank, & Poldrack, 2007; Forstmann et al., 2012; King et al., 2012); ACC 在停止任务中也有着重要作用,ACC 的激活强度跟反应的成功抑制显著相关(Brown & Braver, 2005; van Boxtel, van der Molen, & Jennings, 2005)。有研究指出反应抑制同反应之间会产生冲突信号,ACC 会对其产生的冲突信号进行监测(Nieuwenhuis, Yeung, Van Den Wildenberg, & Ridderinkhof, 2003)。在本实验中,当被试对有冲突的大小 Stroop 任务进行反应抑制时,ACC 监测到反应加工中的刺激冲突,即字义和字号的不一致,而 ACC 同样会监测到停止加工过程中的冲突信号,两种冲突信号相互之间产生干扰,影响控制系统对资源的分配,从而使 SSRT 显著增加。

4. 结论

实验结合大小 Stroop 任务和停止信号任务,发现在停止信号任务中,停止信号反应时受反应加工所占资源大小的影响,停止加工和反应加工共享着加工资源。

参考文献

- Aron, A. R., Behrens, T. E., Smith, S., Frank, M. J., & Poldrack, R. A. (2007). Triangulating a Cognitive Control Network Using Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Functional MRI. *The Journal of Neuroscience*, 27, 3743-3752. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0519-07.2007>
- Badre, D., & Wagner, A. D. (2004). Selection, Integration, and Conflict Monitoring: Assessing the Nature and Generality of Prefrontal Cognitive Control Mechanisms. *Neuron*, 41, 473-487. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(03\)00851-1](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(03)00851-1)
- Bari, A., & Robbins, T. W. (2013). Inhibition and Impulsivity: Behavioral and Neural Basis of Response Control. *Progress in Neurobiology*, 108, 44-79. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2013.06.005>

- Bissett, P. G., & Logan, G. D. (2011). Balancing Cognitive Demands: Control Adjustments in the Stop-Signal Paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *37*, 392. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3064521/pdf/nihms251459.pdf>
<https://doi.org/10.1037/a0021800>
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict Monitoring and Cognitive Control. *Psychological Review*, *108*, 624. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.3.624>
- Boucher, L., Palmeri, T. J., Logan, G. D., & Schall, J. D. (2007). Inhibitory Control in Mind and Brain: An Interactive Race Model of Countermanding Saccades. *Psychological Review*, *114*, 376. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.2.376>
- Brown, J. W., & Braver, T. S. (2005). Learned Predictions of Error Likelihood in the Anterior Cingulate Cortex. *Science*, *307*, 1118-1121. <https://doi.org/10.1126/science.1105783>
- Carter, C. S., & Van Veen, V. (2007). Anterior Cingulate Cortex and Conflict Detection: An Update of Theory and Data. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *7*, 367-379. <https://doi.org/10.3758/CABN.7.4.367>
- Cavina-Pratesi, C., Bricolo, E., Prior, M., & Marzi, C. A. (2001). Redundancy Gain in the Stop-Signal Paradigm: Implications for the Locus of Coactivation in Simple Reaction Time. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *27*, 932. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.27.4.932>
- Chamberlain, S. R., Fineberg, N. A., Blackwell, A. D., Robbins, T. W., & Sahakian, B. J. (2006). Motor Inhibition and Cognitive Flexibility in Obsessive-Compulsive Disorder and Trichotillomania. *The American journal of psychiatry*, *163*, 1282-1284. <https://doi.org/10.1176/ajp.2006.163.7.1282>
- Enticott, P. G., Oglhoff, J. R., & Bradshaw, J. L. (2008). Response Inhibition and Impulsivity in Schizophrenia. *Psychiatry Research*, *157*, 251-254. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2007.04.007>
- Forstmann, B. U., Keuken, M. C., Jahfari, S., Bazin, P.-L., Neumann, J., Schäfer, A., Turner, R. et al. (2012). Cortico-Subthalamic White Matter Tract Strength Predicts Interindividual Efficacy in Stopping a Motor Response. *Neuroimage*, *60*, 370-375. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.12.044>
- Goldman-Rakic, P. S., Cools, A. R., & Srivastava, K. (1996). The Prefrontal Landscape: Implications of Functional Architecture for Understanding Human Mentation and the Central Executive. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *351*, 1445-1453. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0129>
<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/351/1346/1445.long>
- Grégoire, L., Perruchet, P., & Poulin-Charronnat, B. (2013). The Musical Stroop Effect: Opening a New Avenue to Research on Automatisms. *Experimental Psychology*, *60*, 269. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000197>
<http://psycontent.metapress.com/content/122w8661j0718187/?genre=article&id=doi%3a10.1027%2f1618-3169%2fa000197>
- Grégoire, L., Perruchet, P., & Poulin-Charronnat, B. (2014). About the Unidirectionality of Interference: Insight from the Musical Stroop Effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *67*, 2071-2089. http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17470218.2014.896932?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rft_dat=cr_pub%3Dpubmed&https://doi.org/10.1080/17470218.2014.896932
- Hart, H., Radua, J., Nakao, T., Mataix-Cols, D., & Rubia, K. (2013). Meta-Analysis of Functional Magnetic Resonance Imaging Studies of Inhibition and Attention in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Exploring Task-Specific, Stimulant Medication, and Age Effects. *JAMA Psychiatry*, *70*, 185-198. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2013.277>
http://archpsyc.jamanetwork.com/data/Journals/PSYCH/926347/yma120003_185_198.pdf
- Horstmann, G. (2003). The Psychological Refractory Period of Stopping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *29*, 965-981. <http://psycnet.apa.org/journals/xhp/29/5/965/>
<https://doi.org/10.1037/0096-1523.29.5.965>
- Kahneman, D., & Chajczyk, D. (1983). Tests of the Automaticity of Reading: Dilution of Stroop Effects by Color-Irrelevant Stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *9*, 497-509. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.9.4.497>
- Kalanthroff, E., Goldfarb, L., & Henik, A. (2013). Evidence for Interaction between the Stop Signal and the Stroop Task Conflict. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *39*, 579-592. <https://doi.org/10.1037/a0027429>
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior Cingulate Conflict Monitoring and Adjustments in Control. *Science*, *303*, 1023-1026. <https://doi.org/10.1126/science.1089910>
- Kim, C., Kroger, J. K., & Kim, J. (2011). A Functional Dissociation of Conflict Processing within Anterior Cingulate Cortex. *Human Brain Mapping*, *32*, 304-312. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hbm.21020/abstract>
<https://doi.org/10.1002/hbm.21020>
- King, A. V., Linke, J., Gass, A., Hennerici, M. G., Tost, H., Poupon, C., & Wessa, M. (2012). Microstructure of a Three-Way Anatomical Network Predicts Individual Differences in Response Inhibition: A Tractography Study. *Neuroi-*

- mage, 59, 1949-1959. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.09.008>
- Kouneiher, F., Charron, S., & Koechlin, E. (2009). Motivation and Cognitive Control in the Human Prefrontal Cortex. *Nature Neuroscience*, 12, 939-945. <https://doi.org/10.1038/nn.2321>
- Laird, A. R., McMillan, K. M., Lancaster, J. L., Kochunov, P., Turkeltaub, P. E., Pardo, J. V., & Fox, P. T. (2005). A Comparison of Label-Based Review and ALE Meta-Analysis in the Stroop Task. *Human Brain Mapping*, 25, 6-21. <https://doi.org/10.1002/hbm.20129>
- Leite, F. P., & Ratcliff, R. (2010). Modeling Reaction Time and Accuracy of Multiple-Alternative Decisions. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, 246-273. <https://doi.org/10.3758/APP.72.1.246>
- Logan, G. D., & Burkell, J. (1986). Dependence and Independence in Responding to Double Stimulation: A Comparison of Stop, Change, and Dual-Task Paradigms. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 549-563. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.12.4.549>
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the Ability to Inhibit Thought and Action: A Theory of an Act of Control. *Psychological Review*, 91, 295-327. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.91.3.295>
- Logan, G. D., & Crump, M. J. (2011). Hierarchical Control of Cognitive Processes: The Case for Skilled Typewriting. In B. Ross (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 54, pp. 1-27). Burlington, NJ: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385527-5.00001-2>
- Logan, G. D., Schachar, R. J., & Tannock, R. (1997). Impulsivity and Inhibitory Control. *Psychological Science*, 8, 60-64. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1997.tb00545.x>
- Logan, G. D., Van Zandt, T., Verbruggen, F., & Wagenmakers, E.-J. (2014). On the Ability to Inhibit Thought and Action: General and Special Theories of an Act of Control. *Psychological Review*, 121, 66-95. <https://doi.org/10.1037/a0035230>
- Logan, G. D., Yamaguchi, M., Schall, J. D., & Palmeri, T. J. (2015). Inhibitory Control in Mind and Brain 2.0: Blocked-Input Models of Saccadic Countermanding. *Psychological Review*, 122, 115-147. <https://doi.org/10.1037/a0038893>
<http://psycnet.apa.org/journals/rev/122/2/115/>
- MacLeod, C. M. (1991). Half a Century of Research on the Stroop Effect: An Integrative Review. *Psychological Bulletin*, 109, 163-203. <http://psycnet.apa.org/journals/bul/109/2/163/>
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.2.163>
- MacLeod, C. M., & MacDonald, P. A. (2000). Interdimensional Interference in the Stroop Effect: Uncovering the Cognitive and Neural Anatomy of Attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 383-391. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01530-8](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01530-8)
- Mansouri, F. A., Tanaka, K., & Buckley, M. J. (2009). Conflict-Induced Behavioural Adjustment: A Clue to the Executive Functions of the Prefrontal Cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 10, 141-152. <https://doi.org/10.1038/nrn2538>
- Melara, R. D., & Mounts, J. R. (1993). Selective Attention to Stroop Dimensions: Effects of Baseline Discriminability, Response Mode, and Practice. *Memory & Cognition*, 21, 627-645. <https://doi.org/10.3758/BF03197195>
- Meyer, D. E., & Kieras, D. E. (1997). A Computational Theory of Executive Cognitive Processes and Multiple-Task Performance: Part I. Basic Mechanisms. *Psychological Review*, 104, 3-65. <http://psycnet.apa.org/journals/rev/104/1/3/>
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.104.1.3>
- Nieuwenhuis, S., Yeung, N., Van Den Wildenberg, W., & Ridderinkhof, K. R. (2003). Electrophysiological Correlates of Anterior Cingulate Function in a Go/No-Go Task: Effects of Response Conflict and Trial Type Frequency. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3, 17-26. <https://doi.org/10.3758/CABN.3.1.17>
- Pontifex, M. B., Saliba, B. J., Raine, L. B., Picchiatti, D. L., & Hillman, C. H. (2013). Exercise Improves Behavioral, Neurocognitive, and Scholastic Performance in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *The Journal of Pediatrics*, 162, 543-551. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3556380/pdf/nihms404992.pdf>
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.08.036>
- Rieger, M., & Gauggel, S. (1999). Inhibitory After-Effects in the Stop Signal Paradigm. *British Journal of Psychology*, 90, 509-518. <https://doi.org/10.1348/000712699161585>
- Salinas, E., & Stanford, T. R. (2013). The Countermanding Task Revisited: Fast Stimulus Detection Is a Key Determinant of Psychophysical Performance. *The Journal of Neuroscience*, 33, 5668-5685. <http://www.jneurosci.org/content/33/13/5668.full.pdf>
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3977-12.2013>
- Schel, M. A., Scheres, A., & Crone, E. A. (2014). New Perspectives on Self-Control Development: Highlighting the Role of Intentional Inhibition. *Neuropsychologia*, 65, 236-246. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0028393214002851>
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.022>
- Schneider, D. W., & Anderson, J. R. (2011). A Memory-Based Model of Hick's Law. *Cognitive Psychology*, 62, 193-222.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3031137/pdf/nihms254224.pdf>
<https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2010.11.001>

Swick, D., Ashley, V., & Turken, U. (2011). Are the Neural Correlates of Stopping and Not Going Identical? Quantitative Meta-Analysis of Two Response Inhibition Tasks. *Neuroimage*, 56, 1655-1665.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811911002473>
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.070>

Townsend, J. T., & Ashby, F. G. (1983). *Stochastic Modeling of Elementary Psychological Processes*. CUP Archive.

Van Boxtel, G. J., van der Molen, M. W., & Jennings, J. R. (2005). Differential Involvement of the Anterior Cingulate Cortex in Performance Monitoring during a Stop-Signal Task. *Journal of Psychophysiology*, 19, 1-10.

<https://doi.org/10.1027/0269-8803.19.1.1>

Van Maanen, L., van Rijn, H., & Borst, J. P. (2009). Stroop and Picture—Word Interference Are Two Sides of the Same Coin. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16, 987-999. <https://doi.org/10.3758/PBR.16.6.987>

Verbruggen, F., Liefoghe, B., & Vandierendonck, A. (2004). The Interaction between Stop Signal Inhibition and Distractor Interference in the Flanker and Stroop Task. *Acta Psychologica*, 116, 21-37. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2003.12.011>

Verbruggen, F., Logan, G. D., & Stevens, M. A. (2008). STOP-IT: Windows Executable Software for the Stop-Signal Paradigm. *Behavior Research Methods*, 40, 479-483. <https://doi.org/10.3758/BRM.40.2.479>

Yamaguchi, M., Logan, G. D., & Bissett, P. G. (2012). Stopping While Going! Response Inhibition Does Not Suffer Dual-Task Interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38, 123-134.

<http://psycnet.apa.org/journals/xhp/38/1/123/>
<https://doi.org/10.1037/a0023918>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7273, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ap@hanspub.org