

## The Influence of Stroop Effect on Color Inhibition of Return

Li Wei\* Bu Xiaoyan

School of Education and Psychology, Hubei Engineering University, Xiaogan

**Abstract:** The aim of this experiment was to explore the cognitive processing mechanism of color inhibition of return under the condition of Stroop effect by using 2 (Color: non-repeated vs. repeated)  $\times$  3 (Stroop: neutral vs. congruent vs. incongruent)  $\times$  2 (SOA: 300 ms vs. 800 ms) within subject design. The conclusions suggested that: (1) color inhibition of return was influenced by Stroop effect, whose process mechanism was more complex than spatial IOR's. In cued case the Stroop effect was enhanced by inhibitory tagging, while in un-cued case it was improved by the priming effect of the word of target. (2) It can be inferred from the Cohen's *d* effect size of the difference paired sample t-test of both cued and un-cued samples under different SOA conditions that there is likely to be an IOR effect in the non-spatial repetition inhibition phenomenon, which can be verified in future studies.

**Key words:** Non-spatial inhibition of return; Repetition blindness; Stroop effect

Received: 2019-07-12 ; Accepted: 2020-01-06 ; Published: 2020-01-10

# Stroop 效应对颜色返回抑制的影响

李 为\* 卜晓艳

湖北工程学院教育与心理学院, 孝感

邮箱: 13797117033@163.com

**摘 要:** 为了探究颜色返回抑制在 Stroop 效应上的认知加工机制, 将 Stroop 色词任务中引入颜色返回抑制。实验采用 2 (线索—靶子颜色关系: 线索化 vs. 非线索化) × 3 (色词一致性: 无关 vs. 一致 vs. 冲突) × 2 (SOA: 300ms vs. 800ms) 的三因素被试内实验设计, 考察了在不同 SOA 条件下颜色返回抑制效应对 Stroop 效应的影响。实验结论: (1) 颜色返回抑制受到 Stroop 效应的影响, 其作用机制比空间 IOR 的作用机制更加复杂, 在线索化条件下抑制标签发挥作用来加强 Stroop 效应, 非线索化条件下通过对字义的启动效应来加强 Stroop 效应。(2) 由不同 SOA 条件下, 线索化与非线索化的差值配对样本 t 检验的 cohen's *d* 效应量可以推测, 非空间重复抑制现象中很可能存在 IOR 效应的作用, 这可以在未来的研究中进行验证。

**关键词:** 非空间返回抑制; 重复盲; Stroop 效应

收稿日期: 2019-07-12; 录用日期: 2020-01-06; 发表日期: 2020-01-10

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## 1 引言

### 1.1 返回抑制与重复盲

返回抑制 (inhibition of return, IOR) 最初是 Posner 采用空间“线索—靶子”范式发现的。他们的实验观察到在短时间间隔 (stimulus onset asynchrony, SOA) 下线索对靶子是促进作用, 而在长 SOA 下是抑制作用, 这种抑制作用表现为个体对线索化位置上目标的反应速度降低, 该抑制作用又被称为重复劣势效应 (repetition disadvantage, RD) [1]。

后又有研究者得出了基于客体的非空间 IOR 效应。Law 等人用颜色块作为实验材料, 将线索和靶刺激均呈现在屏幕中央, 并在线索和靶子之间插入一个中性刺激 (灰色颜色块), 将被试的注意从线索上吸引过来。实验结果表明, 相较于线索与靶子颜色不同时, 颜色相同时被试对靶子的反应更慢, 产生了基于颜色的 RD 效应。他们将其称为基于颜色的 IOR 效应, 并把该实验范式称为颜色 IOR 范式 [2]。此外, 后来也有研究者得出了基于形状、线条长度和语义的 IOR 效应 [3]。

但有研究者认为 Law 观察到的 RD 现象并不是 IOR 效应, 而是重复盲 (repetition blinking, RB) 效应。RB 是指在相同位置快速呈现刺激系列任务中, 对与前一项目相同的项目在加工上抑制的现象 [1], 抑制效应量会随 SOA 的增加而减少, 在短 SOA 下抑制效应大于长 SOA。RB 不仅出现在视觉上相同的字母上, 而且也出现在意义上相同但在视觉上不同的字母 [4]。也就是说无论线索与靶子的物理特征的差异, 只要实验任务所要求反应的某一特征相同就能产生 RD 效应。有许多实验支持了以上结论。Taylor 重复了 Law 的实验, 操纵不同的 SOA, 并没有观察到类似空间 IOR 的早期易化效应, 只观察到稳定的 RD 效

应 [5]。此外, Fox 发现了 SOA 为 200 ms 的 RD 效应, 且 RD 效应随着 SOA 的增加而减小。这种变化趋势与空间 IOR 效应不相符 [6]。但 RB 效应并不能完全解释所有的实验现象。

在空间位置确定的情况下。范海楠和许百华得出了显著的非空间 IOR 只发生在较长 SOA 条件下 (1200 ms) 的结论 [7]。Hu 等发现了基于颜色的 RD 变化趋势与空间 IOR 变化趋势几乎相同, 不存在显著差异 [8]。这些都与 Fox 的结论相矛盾。这可能是由于采用的实验设计不同, 范海楠、Hu 等人的实验是在复杂的任务情境中进行, 而 Fox 的实验是在简单的任务情境中进行的, 所以会得出上述的矛盾现象。此外, 张明等人在空间位置不确定的情况下发现了基于颜色的 RD 效应。这些研究结果都否定了基于客体的 RD 现象是一种 RB 效应。张明根据他的研究推测, 空间位置不确定时产生的 RD 只体现了 IOR 的作用机制, 而空间位置确定时出现的 RD 是 RB 和 IOR 共同发挥的作用。虽然 Law 等假设 RB 能在更长的 SOA 上产生作用, 使得 RB 可以解释长 SOA 下存在的 RD, 但这一假设却一直没有得到研究的验证, 而 IOR 不用任何前提假设就可以解释长 SOA 条件下基于颜色的 RD [1]。所以, 目前对于颜色 RD 效应还是普遍地认为是一种 IOR 效应。

## 1.2 返回抑制加工机制

对于空间 IOR 的信息加工机制, 一直存在争论: 早期的知觉抑制理论、反应抑制理论和双成分理论都不能解释 IOR 与一些复杂机制之间的交互作用, 比如, Stroop 效应 [9]。Fuentes 等人将语义启动和空间 IOR 范式结合起来, 发现了有趣的现象, 在 SOA 为 250 ms 的情况下, 在非线索化位置出现了正常的语义启动效应, 当目标出现在线索化位置则出现了语义启动的反转 [10]。类似的现象也在 Vivas 等人使用色词 Stroop 任务的实验中发现, 当在线索化位置时, Stroop 效应会减少甚至消失 [11]。对此现象他们提出了抑制标签 (Inhibitory tagging, IT) 理论, IT 作用于刺激表征通达反应表征的连接上, 通过暂时地中断“刺激—反应”连接来发挥作用。所以才在线索化位置上发生了语义启动的反转以及 Stroop 效应的减小 [12]。同样, 线索化的非空间特征可能也会被贴上“抑

制标签”，阻断了这一特征表征与反应之间的通路，防止之后再次注意这种特征，从而产生了非空间 IOR 效应 [3]。

目前关于非空间 IOR 对 Stroop 的研究还不全面，对于上述存在的问题需要进一步探索。Law、Fox 的实验在早期不出现易化现象的原因可能是采用了简单的实验范式。若本次实验将靶子换为复杂的 Stroop 任务，结果是否还会相同？本次实验设置两种 SOA，来观察颜色 RD 的变化。基于 Fox 发现了在 SOA 为 300 ms 的颜色 RD 效应，所以短 SOA 设置为 300 ms（线索呈现 200 ms，中性刺激 100 ms）。Law 认为转移注意的中性刺激是产生颜色 RD 的关键。所以将长 SOA 设置为 800 ms（线索呈现 200 ms，中性刺激 600 ms）。

同时，探究 Stroop 效应与颜色重复抑制两者之间的影响。Vivas 和 Fuentes 的实验在 SOA 为 250 ms、500 ms 条件下均没有发现返回抑制效应。说明了 Stroop 效应相较于 IOR 效应在争夺认知加工资源上是占优势的 [11]。

综上，根据 RD 现象是 IOR 效应的理论，基于客体的 RD 的变化效应与空间 IOR 变化趋势几乎相同，即存在早期易化和晚期抑制现象。而把 RD 现象看作是 RB 效应的理论则认为，RD 的变化趋势并不存在早期易化效应，抑制效应随着时间的增加而减小。据此，可以提出实验假设一：若本次实验 SOA 与线索化交互作用显著，短 SOA 与长 SOA 的 RD 效应显著且变化方向相反，则认为基于颜色的 RD 现象是 IOR 效应；若变化方向相同，则认为基于颜色的 RD 现象是 RB 效应。

其次，根据抑制标签理论，线索化位置的 Stroop 效应会减小或消失。然而，Vivas 和 Fuentes 的实验发现了 Stroop 效应相较于 IOR 效应在争夺认知加工资源上是占优势的。本次实验与空间 IOR 不同的是基于非空间的颜色特征，该特征是与 Stroop 色词任务占用相同的认知资源。因此提出实验假设二：Stroop 效应会影响非空间颜色 RD 效应，其效应将减小或消失。

## 2 研究方法

### 2.1 被试

随机选取大学生 31 名，其中男生 16 人，女生 15 人，年龄 20—25 岁，平

均年龄 22.19 岁。裸视或矫正视力均正常，无色弱色盲。

## 2.2 实验设计和材料

采用 2 (线索—靶子关系: 线索化 vs. 非线索化)  $\times$  3 (色词一致性: 无关 vs. 一致 vs. 冲突)  $\times$  2 (SOA: 300 ms vs. 800 ms) 的三因素被试内实验设计。线索—靶子关系是指线索颜色与靶子颜色的关系, 颜色相同是线索化, 不同是非线索化。色词一致性是指色词关系, 颜色和词义一致时称为一致, 不一致时称为冲突, 无关系时称为无关。SOA 是指线索和靶子之间的时间间隔, SOA 为 300 ms 是线索和中性刺激分别呈现 200 ms、100 ms, SOA 为 800 ms 是线索和中性刺激分别呈现 200 ms、600 ms。因变量为被试对靶子颜色反应的反应时和正确率。每种实验条件下实验条件顺序经过 ABBA 平衡。实验总共 220 个试次, 其中反应试次 192 个, 探测试次 28 个。

实验显示器分辨率为 1024  $\times$  768, 刷新率为 60 Hz。采用 E-prime2.0 软件编制实验程序。实验材料包括灰色 (129, 129, 129)、红色 (255, 0, 0)、蓝色 (0, 0, 255) 方块; 文字材料: 司、买、红、蓝。实验刺激均呈现在黑色背景中央, 线索为蓝色或红色色块, 靶刺激为红色或蓝的文字。被试眼睛距离屏幕 60 cm。

## 2.3 实验程序

整个实验过程中, 都要求被试将注意力集中在屏幕中央。每个试次都以一个 150 ms 的“滴”声开始, 随后呈现中性刺激灰色色块 500 ms 作为注视刺激, 接着呈现线索刺激红色或蓝色色块 200 ms。之后被中性 100 ms 或 600 ms 的灰色色块替代, 将被试的注意力转移到灰色色块上。最后呈现靶子色词。要求被试又快又准地对靶刺激的颜色进行按键反应。一半被试看见蓝色按“f”键, 看见红色按“j”键。另一半被试则相反。每一次反应后都跟随 1000 ms 的间隔。整个实验约 20 分钟, 实验过程中允许被试休息 3 次。实验流程如图 1。

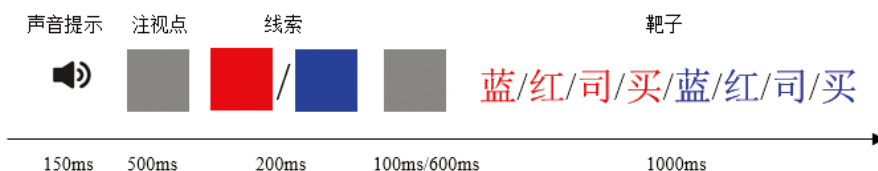


图 1 实验流程图

Figure 1 The procedure of the experiment

### 3 实验结果

#### 3.1 速度准确性权衡分析

根据韩明的研究 [13], 剔除正确率低于 85% 的 2 名被试数据。对剩余数据的正确率进行多因素重复测量方差分析。线索化主效应显著,  $F(1, 28) = 4.62, p < 0.05$ , 线索化正确率显著小于非线索化正确率。色词一致性主效应显著,  $F(2, 56) = 21.86, p < 0.001$ , 色词一致和无关的正确率显著大于冲突的正确率。SOA 主效应不显著,  $F(1, 28) = 0.62, p > 0.05$ 。四种交互作用均不显著。因此本次实验中不存在速度准确性权衡现象。

#### 3.2 正确反应时分析

根据韩明的研究 [13], 剔除正确率低于 85% 的 2 名被试数据和 2.5 个标准差以外的反应时数据。对剩余的正确反应时进行多因素重复测量方差分析。表 1 呈现了在线索化、色词一致性和 SOA 各条件下的正确反应时。色词一致性主效应显著,  $F(1, 28) = 21.22, p < 0.05$ , 一致条件下的反应时 (523 ms) 和无关条件下的反应时 (536 ms) 显著的小于冲突条件下的反应时 (566 ms), Stroop 效应量 (冲突条件的反应时减一致条件的反应时) 为 43 ms。SOA 主效应显著,  $F(1, 28) = 10.53, p < 0.01$ , SOA 为 300 ms 的反应时 (532.55 ms) 显著快于 SOA 为 800 ms 的反应时 (550.79 ms)。线索化主效应不显著,  $F(1, 28) = 0.01, p > 0.05$ 。三者间的交互作用不显著。两两交互作用均不显著, 但值得注意的是, 虽然线索化与 SOA 的交互作用不显著,  $F(1, 28) = 3.81, p = 0.061$ ,

$\eta^2_p$  为 0.12。但是却明显观察到了在两种 SOA 条件下线索—靶子一致性各水平的大小变化方向是相反的，如图 2。可能是由于实验处理分别在两个不同方向产生了不同影响，因此两种变化趋势的差异可能是显著的。所以对不同 SOA 条件下，线索化与非线索化的差值进行配对样本  $t$  检验，使分散的实验效应叠加起来。 $t(28) = -2.02, p = 0.053, \text{Cohen's } d = 0.52$ 。Cohen's  $d$  效果量较大。所以该结果不显著可能是由于实验设计和被试控制上引起的误差导致的，而非实验处理真的没有差异。因此可以推测，如果误差得到了更好的控制，那么出 300 ms 下线索化与非线索化的差值（-5.47 ms）小于 800 ms 下线索化与非线索化的差值（7.04 ms）很可能在统计学上有显著差异。

表 1 线索化、色词一致性和 SOA 的正确反应时 (ms)

Table 1 The mean reaction time in all experimental conditions (ms)

	线索化				非线索化			
	300 ms		800 ms		300 ms		800 ms	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
色词一致性								
无关	518.31	12.87	553.36	14.07	529.17	12.94	543.43	16.33
一致	513.59	13.27	532.09	15.15	515.13	14.19	530.16	13.18
冲突	558.08	20.59	575.68	16.33	561.04	19.71	570.00	18.54

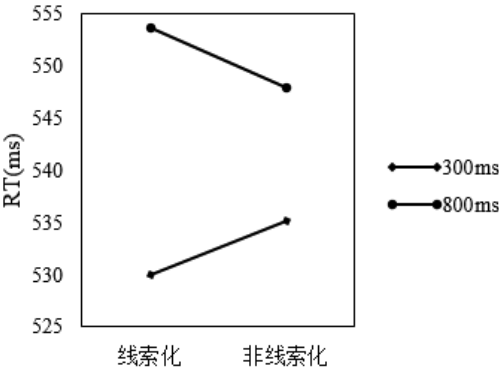


图 2 SOA 与线索化的反应时

Figure 2 The reaction time of SOA and color

4 讨论

首先，色词一致性主效应显著，说明本研究对 Stroop 效应的实验操作是有



效可靠的。那么 Stroop 效应在线索—靶子关系这一变量上的变化是怎样的？

本研究得出线索化和色词一致性的交互作用不显著，但线索与靶子都存在对颜色的加工，所以两者的交互作用不显著并不能说明颜色 IOR 与 Stroop 效应是两个独立的加工过程。许多前人的研究发现当 Stroop 效应出现在线索化位置时，Stroop 效应量会减小。与前人研究不一致的一种原因可能是由于前人采用的是空间 IOR 范式，涉及的位置加工与 Stroop 任务涉及的颜色和语言加工是相互独立的，分别占用的是不同类型的认知资源，彼此竞争相对较小，但是会加大工作记忆负荷量，导致线索化位置的 Stroop 效应量变小。而本次研究中，颜色 IOR 范式与 Stroop 任务在颜色加工上是重合的，因此二者共同竞争这部分的认知资源，且 Stroop 效应相对于 IOR 来说在争夺认知加工资源上是占优势的，所以颜色 IOR 对 Stroop 任务的干扰作用也降低了。

另一种可能的原因可以用抑制标签理论来解释。在线索化、Stroop 色词冲突的条件下（如，线索为红色色块，色词为红色的蓝字），线索使色词的颜色打上了 IT，抑制了被试对靶子的颜色的反应，同时色词冲突关系也抑制了被试对靶子颜色的反应。IT 与 Stroop 冲突的叠加抑制产生了更强的 Stroop 效应。在非线索化、Stroop 色词冲突的条件下（如，线索为红色色块，色词为蓝色的红字），线索颜色不会给靶子颜色打上 IT，而是对靶子的字义产生了启动效应，从而使得 Stroop 效应更强。综上分析，虽然在线索化和非线索化的 Stroop 效应量在统计学上无显著差异，但是两种条件下发挥作用的机制并不相同。非空间的颜色 IOR 对 Stroop 效应的影响机制比空间 IOR 的影响机制更加复杂。按照 IT 理论分析，线索化、Stroop 色词一致的反应速度应该要快于非线索化、Stroop 色词一致性的反应速度，但实验中两种条件的反应时无显著差异，并且反应时均小于 Stroop 色词无关的反应时。这是因为 Stroop 效应占用了较多的认知加工资源。

还有一点值得思考的是，为何在 Fox 等人的实验中 SOA 为 200 ms 都出现 RD 效应，而在本次实验中 SOA 为 300 ms 下没产生 RD 效应？对于 Fox 在短 SOA 下出现的抑制效应的结果来看，是因为在短 SOA 下，线索一呈现就与感觉加工产生了联系，这一加工抵消了早期的注意易化，而产生了抑制。有其他研究也发现了注意易化和 IOR 是两个分离的加工过程 [4]。本次实验加入的

Stroop 任务更复杂, 不仅仅只涉及感觉加工, 还涉及言语的加工, 这有可能阻断了线索与感觉加工之间的联系, 所以在短 SOA 下没有产生 RD 效应。

其次, 线索化、SOA、色词一致性三因素的交互作用、SOA 与色词一致性交互作用以及线索化与色词一致交互作用不显著, 这三个不显著的交互作用说明了本次研究中 SOA、线索化与 Stroop 效应在统计学上无关。他们相互独立, 但又分别出现关联。可以得知, 这是因为他们内在的加工联系使他们之间的相互干扰变小, 所以看似相互独立的加工过程, 其实相互之间是存在联系的。所以, 验证了假设, 由于 Stroop 效应的影响使颜色 IOR 效应消失。

最后, 线索化与 SOA 的交互作用不显著, 配对样本 *t* 检验也不显著, 但其 *cohen's d* 效果量较大。可以推论实验结果不显著是实验设计, 控制变量的原因导致的。今后可改善对实验自变量的操纵、对误差进行操控, 可得到更显著的结果。由此可以推论, 在 SOA 为 300 ms 时, RD 效应量为 -5.74 ms; 而在 SOA 为 800 ms 时, RD 效应量为 +7.04 ms。这说明了两者的变化方向相反。这一结果与 Hu、范海楠的研究结果相同, 他们的研究均在长 SOA (1200 ms) 下发现了非空间返回抑制效应, 且 Hu 发现了基于颜色返回抑制的变化趋势与空间 IOR 变化趋势几乎相同, 不存在显著差异。结合上述前人研究结果可以预测: 若 SOA 更长可能会出现更显著的颜色 IOR 效应。综合上述的分析, 虽然不能验证是否是 IOR 和 RB 的共同作用, 却验证了非空间 RD 效应中可能存在 IOR 效应的作用。

本次实验存在的一些不足之处。首先, 在自变量的操作上, 长 SOA 的设置可以在 1000 ms 以上, 使实验结果更显著。其次, 可以将 Stroop 色词任务的启动刺激换为与颜色词同音的词, 来进一步探究 Stroop 效应的言语加工对颜色返回抑制的影响。最后, 对实验误差的控制上应该更严格。如, 实验需在暗室下实施, 可避免强光对被试产生的视觉疲劳。

## 5 结论

综上, 得到下列结论: 颜色返回抑制受到 Stroop 效应的干扰, 其作用机制比空间 IOR 的作用机制更加复杂, 在线索化条件下抑制标签发挥用来加强 Stroop 效应, 非线索化条件下通过对字义的启动效应来加强 Stroop 效应。

## 参考文献

- [1] 张明, 张阳. 基于颜色的重复劣势效应: 是重复盲还是返回抑制? [J]. 应用心理学, 2005, 11 (2): 122-127.  
<https://doi.org/10.1017/S1079898600003577>
- [2] Law M B, Pratt J, Abrams R A. Color-based inhibition of return [J]. Perception & Psychophysics, 1995, 57 (3): 402-408.  
<https://doi.org/10.3758/BF03213064>
- [3] 石芮, 刘岩, 张奇. 颜色和形状工作记忆对非空间返回抑制效应的影响 [J]. 心理科学, 2018, 41 (4): 809-815.
- [4] Riggio L, Patteri I, Umiltà C. Location and shape in inhibition of return [J]. Psychol Res, 2004, 68 (1): 41-54.  
<https://doi.org/10.1007/s00426-003-0136-7>
- [5] Taylor T L, Klein R M. Inhibition of return to color: A replication and nonextension of Law, Pratt, and Abrams (1995) [J]. Perception & Psychophysics, 1998, 60 (8): 1452-1456.  
<https://doi.org/10.3758/BF03208005>
- [6] Fox E, Fockert J W D. Inhibitory Effects of Return or Repetition Blindness? [J]. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2001, 27 (4): 798-812.  
<https://doi.org/10.1037/0096-1523.27.4.798>
- [7] 范海楠, 许百华. 动态情景中颜色特征和身份特征在返回抑制中的作用 [J]. 心理学报, 2014, 46 (11): 1628-1638.
- [8] Hu F K, Samuel A G, Chan A S. Eliminating inhibition of return by changing salient nonspatial attributes in a complex environment [J]. Journal of Experimental Psychology: General, 2011, 140 (1): 35-50.  
<https://doi.org/10.1037/a0021091>
- [9] 付佳, 张明. 返回抑制对空间 Stroop 效应的影响 [J]. 心理与行为科学,

- 2009, 7 ( 4 ) : 265–268.
- [ 10 ] Fuentes L J, Vivas A B, Humphreys G W. Inhibitory Tagging of Stimulus Properties in Inhibition of Return: Effects on Semantic Priming and Flanker Interference [ J ] . The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 1999, 52 ( 1 ) : 149–164. <https://doi.org/10.1080/713755797>
- [ 11 ] Vivas A B, Fuentes L J. Stroop interference is affected in inhibition of return [ J ] . Psychonomic Bulletin & Review, 2001, 8 ( 2 ) : 315–323. <https://doi.org/10.3758/BF03196167>
- [ 12 ] 张阳, 彭春花, 孙洋, 等. 视觉返回抑制的认知机制 [ J ] . 心理科学进展, 2013, 21 ( 11 ) : 1913–1926. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2013.01913>
- [ 13 ] 韩明, 卢忠凤. 色词旋转对 Stroop 任务加工的影响 [ J ] . 牡丹江大学学报, 2016, 25 ( 8 ) : 98–103.