

# 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：三维空间深度位置上基于空间的返回抑制

作者：王爱君，李毕琴，张明

## 第一轮

### 审稿人 1 意见：

意见 1：Bourke, Partridge 和 Pollux (2006)在 Theeuwes 和 Pratt (2003)的实验的基础上增加水平距离后会产生少量的返回抑制，那么近处与远处空间同一位置上的两个刺激间的“遮挡”是否是影响 Theeuwes 实验中未出现空间返回抑制的原因？你的实验中怎么确定的近处和远处空间同一位置两个刺激的水平距离？

回应：针对审稿人提出的问题，我们做出如下回答：

Bourke, Partridge 和 Pollux (2006)在 Theeuwes 和 Pratt (2003)实验的基础上增加了“不同深度同一位置”两个刺激的水平距离，这会导致原本“不同深度同一位置”的两个刺激不但在深度维度(Z 轴方向)上不同，而且在水平维度(X 轴方向)上的位置也不同。所以，实验结果中深度位置间出现的少量空间返回抑制可能来自于两个刺激在 X 轴方向的位置不同(而不是深度维度)而导致注意在 X 轴方向的两个位置间定向/重定向而产生的返回抑制。

在我们的实验中“不同深度同一位置”两个刺激具有相同的水平维度(X 轴坐标一致)。为了这两个刺激之间相互不产生遮挡，近处和远处空间同一位置上的刺激都稍微地倾斜一定的角度，即，近处空间与远处空间同一位置上的刺激与垂直方向倾斜了  $2.36^{\circ}$ ，这样的设置能够避免 Theeuwes 和 Pratt (2003)实验中产生的遮挡问题，也能有效地避免 Bourke, Partridge 和 Pollux (2006)实验中“不同深度同一位置”两个刺激在 X 轴方向上位置不同而对实验结果产生的混淆。

意见 2：实验 2 中将注意转移方向设置为沿着单纯的深度位置，但实质上注意只是在左侧视野和右侧视野进行定向，而没有考察注意在中央视野位置沿着深度转移的过程。即使将左右视野作为一个变量进行统计分析，未发现左右视野返回抑制存在差异，也只能说明左侧视野和右侧视野之间返回抑制无显著差异。那么，注意沿着中央视野位置的深度方向进行定向是否也能够产生返回抑制？

回应：针对审稿人提出的问题，我们做出如下回答：

关于注意沿着中央视野位置的深度方向进行定向是否也能够产生返回抑制这一问题，我们也曾做过实验考察注意在中央视野位置( $0^{\circ}$  离心率)和偏外周视野位置( $8.5^{\circ}$  离心率)上沿深度位置定向产生的返回抑制差异。

实验为 2 (目标的深度：近处 vs.远处)×2 (线索有效性：有效 vs.无效)×2 (视野：中央视野 vs.外周视野)的被试内设计。实验中的外周视野分为左侧视野和右侧视野，两者比例为 1:1。

此外，中央视野与外周视野的比例为 1:1。结果发现，在中央视野位置，目标深度的主效应显著， $F(1, 24) = 8.52$ ， $p < 0.01$ ， $\eta^2 = 0.26$ ，表明了目标出现在远处空间的反应时(355ms)显著长于目标出现在近处空间的反应时(345ms)。线索有效性的主效应显著， $F(1, 24) = 20.32$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.46$ ，表明了线索有效条件下的反应时(358ms)显著长于目标出现在近处空间的反应时(344ms)。此外，两者的交互作用显著， $F(1, 24) = 6.06$ ， $p < 0.05$ ， $\eta^2 = 0.20$ ，进一步分析发现，当目标出现在远处空间时，线索有效条件下的反应时与线索无效条件下的反应时之间差异接近显著， $t(24) = 1.81$ ， $p = 0.08$ ，线索有效条件下的反应时(359ms)长于线索无效条件下的反应时(351ms)，返回抑制的效应量为 8ms；当目标出现在近处空间时，线索有效条件下的反应时与线索无效条件下的反应时之间差异显著  $t(24) = 5.56$ ， $p < 0.001$ ，线索有效条件下的反应时(356ms)长于线索无效条件下的反应时(336ms)，返回抑制的效应量为 20ms。

从实验结果来看，注意在中央视野位置沿着深度位置间进行定向/重定向时，目标出现在远处空间和近处空间的返回抑制存在差异。目标出现在近处空间的返回抑制量大于目标出现在远处空间(与本研究实验中实验 1 和实验 2 结果模式相似)，尽管目标出现在远处空间时，线索化与非线索化的反应时之间不存在显著差异。造成这样结果的原因可能是因为，中央视野位置“不同深度同一位置”的两个刺激在视网膜上的位置较为接近，导致了被试不能有效的在这两个位置间进行注意定向。但从整个实验结果来看，当目标出现在近处空间时出现了典型的返回抑制效应，也能够表明被试在深度位置间可以进行定向/重定向而产生返回抑制，也同样可以表明返回抑制不是“深度盲”。

**意见 3:** 既然实验 1 结果中的返回抑制效应可能既包括了水平平面的因素也包含了深度平面的因素，而实验 2 研究结果中的返回抑制效应则为注意沿着单纯的深度位置定向而产生的。但研究的统计分析中为何未直接将实验 1 和实验 2 的返回抑制量进行对比分析？

**回应:** 针对审稿人提出的问题，我们在文中做出了补充(蓝色字体标注)：

将实验 1 中出现的返回抑制量与实验 2 中返回抑制的量对比分析，可以考察两种不同直线转移方式之间是否存在差异。如果两者之间存在显著差异，可以说明实验 1 结果中深度位置间出现的返回抑制混淆着注意在同一平面(X 轴方向)定向的影响；如果两者之间不存在显著差异，那么一方面可以说明实验 1 的结果可能未包含注意在同一平面(X 轴方向)定向的影响，另一方面也可以进一步证实深度位置间确实存在返回抑制。

通过文中脚注 1 的算法分别得到了实验 1 和实验 2 目标出现在远处空间和近处空间返回抑制的量。将实验 1 目标出现在远处空间的返回抑制量和实验 2 目标出现在远处空间的返回抑制量进行独立样本  $t$  检验， $t < 1$ ，表明了实验 1 和实验 2 目标出现在远处空间时返回抑制的量不存在显著差异；同样地，将实验 1 目标出现在近处空间的返回抑制量和实验 2 目标出现在近处空间的返回抑制量进行独立样本  $t$  检验， $t < 1$ ，表明了实验 1 和实验 2 目标出现在近处空间时返回抑制的量不存在显著差异。

因此，我们可以认为，实验 1 的结果未包含注意在同一平面(X 轴方向)定向的影响，也

可以进一步证实三维空间深度位置上确实存在基于空间的返回抑制，返回抑制并非“深度盲”。

**意见 4：**文中存在表述不当之处。如，实验 2 中将左右视野作为一个变量进行分析是为了考察是否其对二次线索化产生影响，这样表述不准确。而应是注意在左右视野位置上进行定向是否对返回抑制产生不同影响。视野主效应不显著，说明了左右视野的什么之间无显著差异；所有的交互作用不显著，说明的应该是左右视野对产生返回抑制无影响，而不是对二次线索化的影响；

**回应：**针对审稿人指出的问题，我们在文章中做出了修改(蓝色字体标注)。

**意见 5：**文中有些地方可以脚注的形式呈现，而不必呈现在正文中。比如，插入预实验的内容对问题提出进行的解释，以及对不同空间主导性下返回抑制量的算法。

**回应：**针对审稿人指出的问题，我们在文章中做出了修改(蓝色字体标注)。

**意见 6：**一些格式体例上的小问题：

(1) “基于空间的返回抑制是注意定向对位置加工的抑制效应，有利于提高个体进行空间搜索的效率 (Klein, 2000)。” Klein 前多一个空格。

(2) “结果来看，两个实验条件下返回抑制的量不存在差异，说明了无论注意沿着何种方向的直线转移方式均能产生基于空间的返回抑制，也表明了空间返回抑制效应敏感于深度线索，而非以往研究得出的三维空间深度位置上不存在基于空间的返回抑制 (Theeuwes & Pratt, 2003)，也非三维空间深度位置上存在较小的基于空间返回抑制 (Bourke, et al., 2006)。” Bourke 后多一逗号。

(3) 文中多处标出英文单词或词组，建议统一采取首字母大写或小写的写作格式。

(4) 建议作者根据期刊要求进一步规范参考文献列表：除期刊名之外，期卷号未使用斜体标出；有的文献保有了期号，也有的未保留；存在标题里所有实词首字母都大写了的情况。

**回应：**针对审稿人指出的格式问题，我们在文章中做出了修改(蓝色字体标注)。

## **审稿人 2 意见：**

文章“三维空间深度位置上基于空间的返回抑制”通过控制注意在空间中进行直线转移，考察了注意在三维空间不同深度上进行注意定向中的晚期抑制效应。文中通过两个实验，证明了无论注意沿何种直线转移，都在深度位置上发现了基于空间的反回抵制，且表现为近处目标的返回抑制量大于远处目标。支持了返回抑制不是“深度盲”这一观点。

文章行文流畅，逻辑清楚，书写规范。采用虚拟现实技术形成三维空间中的深度知觉，并且考察不同深度上的基于空间的返回抑制，具有较大的创新意义。

文中如下地方还可再进一步改进：

**意见 1：**文中第二页第 2—3 行，表述有误，“相对于注意从近处定向到远处，注意从近处

定向到远处消耗了更多的注意资源”，应为当无效线索引起注意在空间内转移时，由近处向远处转移注意时出现的注意损耗比从远处向近处转移的注意损耗大。

回应：针对审稿人指出的表述问题，我们在文章中做出了修改(蓝色字体标注)。

意见 2：摘要中关于“通过两个实验操纵了注意的不同直线转移方式”表述不够清楚。

回应：针对审稿人指出的问题，我们在摘要中改为“通过两个实验操纵了注意沿着不同方向进行直线转移”(蓝色字体标注)。

意见 3：文中第八页有两处“双眼时差”改为“双眼视差”。

回应：针对审稿人指出的笔误问题，我们在文章中做出了修改(蓝色字体标注)。

意见 4：文中第 12 页第 1 行，关于采用注意的梯度理论来解释结果需要斟酌。注意的梯度理论并没有明确提出是基于观察者为中心的，只是说注意是以注意焦点为中心，随着与注意焦点的距离增强，注意会越来越下降。注意焦点的位置与当前实验要求有关系，已有的文献报告中既可以是中央视野，也可以是边缘视野。那么可以预期注意焦点可以放在近处空间，也可以放在远处空间。

回应：针对审稿人提出的问题，我们在文章中做出了修改(蓝色字体标注)。确实如审稿人所言，注意的梯度理论认为，注意的强度是以注意焦点为中心向四周扩散，注意的焦点可在任意位置，既可在近处空间也可在远处空间。因此，我们引入了 Andersen 和 Kramer(1993)提出的基于观察者为中心的空间表征理论。该理论认为，当注意从距离观察者较远的深度位置定向到较近的深度位置时的速度要快于注意从较近的深度位置定向到较远的深度位置，说明了注意具有以观察者为中心(viewer-centered)的空间表征。结合上述的两种理论观点，我们可以认为，在三维空间的深度位置上，注意资源的分布从距离观察者较近的位置向远处位置逐渐递减，在反应时间上表现为从近处到远处成递增趋势。

意见 5：文中第 2 页下数第 10 行，前人研究中“不同深度位置间并不存在基于空间的返回抑制”这里不同深度位置间表述不够清楚，与之前发现 IOR 的“不同深度位置，相同的水平或垂直位置”有何区别。请稍微明确。

回应：针对审稿人指出的问题，我们对文中该处的论述做了明确(蓝色字体标注)。总体上的意思为，Theeuwes 和 Pratt (2003)的研究认为不同深度位置间并不存在基于空间的返回抑制，这里的不同深度位置间的意思是，当注意在深度位置之间进行定向/重定向时不存在返回抑制(比如，当线索化近处平面时，随后的目标出现在近处平面时为有效条件，而目标出现在远处平面时为无效条件，目标出现在近处与目标出现在远处的反应时之间无显著差异)。Theeuwes 和 Pratt (2003)的研究认为，同平面出现的返回抑制效应可以扩散到与其不同深度平面但同一位置上(比如，注意在近处平面的左右位置间定向产生的返回抑制，即线索化位置的反应时更长，这种抑制效应可以扩散到远处平面与近处平面线索化位置具有相同水平和

垂直位置的位置)。

**意见 6:** 参考文献中有部分文献写了期号, 有的没写, 请统一。

**回应:** 针对审稿人指出的参考文献问题, 我们在文章中做出了修改 (蓝色字体标注)。

**意见 7:** 英文的摘要有几处冠词和单复数的问题, 请再校对。

**回应:** 针对审稿人指出的英文摘要问题, 我们检查了英文摘要, 进行了仔细地校对, 并做出了修改 (蓝色字体标注)。

## 第二轮

作者已根据审稿人的意见对文章进行了修改, 研究结果可靠、有理论意义, 建议发表。

### 编委复审

文章采用虚拟现实技术, 通过两个实验探索了三维空间深度位置上是否存在基于空间的返回抑制现象, 选题具有较好的前沿性和创新性, 且实验设计严谨, 数据分析可靠, 具有较高的内部效度, 证明了无论注意沿何种直线转移, 都在深度位置上存在基于空间的返回抵制, 支持了返回抑制不是“深度盲”这一观点, 研究成果理论意义重大。此外, 文章语言流畅, 引证准确, 逻辑分明, 格式规范, 故建议发表。

### 主编终审

论文探讨了三维空间中基于线索的返回抑制效应, 通过两个实验检验了深度这一维度上的返回抑制现象, 选题有意义, 逻辑清晰, 实验设计得当, 结果和结论对返回抑制乃至空间注意定向研究有所贡献。现主要有如下三点疑问和建议。

**意见 1:** 作者结合 Bourke 等人 (2006)、Theeuwes 和 Pratt (2003) 的研究及本文实验 1 讨论了水平维度 (X 轴) 的混淆因素, 但从图 1 的刺激示意来看, 本文实验 1 同时也存在垂直方向的混淆, 即远近不同深度位置的线索/目标刺激之间存在二维平面上 y 轴方向上的差异。实验 2 增加了两个空间位置试图排除 x 轴方向上的混淆, 但并未给出相应的示意图。综上, 本文研究何以排除水平平面 Y 轴上注意定向和重定向的混淆?

**回应:** 三维空间中远处空间和近处空间相同位置上两个刺激的坐标如果完全一致, 那么就会产生相互遮挡现象。为了使得不同空间的刺激之间相互不产生遮挡, 每个空间的刺激都稍微地倾斜一定的角度, 即近处空间与远处空间刺激的位置与垂直方向倾斜了 2.36 度。其中一半被试完成近处空间占位符的空间位置较低的试次(仰视的感觉), 而另外一半被试完成近处空间占位符的空间位置较高的试次(俯视的感觉)。通过这样的叠加平衡来使得 Y 轴上差异带来的影响尽可能的降低。此外, 我们分别对两种条件下的结果进行分析并未发现两种条件下的结果存在显著差异, 因此, 我们可以认为 Y 轴差异带来的影响较小。此外, 在本实验中我们更关注的是实验条件间的交互作用, 假使 Y 轴上的差异会带来影响, 那么每个实验条

件都会受到影响，因此，条件间 Y 轴的影响则会相互平衡。

通过将 Bourke 等人(2006)、Theeuwes 和 Pratt(2003)研究中的 IOR 量与本研究的 IOR 量做对比发现，本研究中深度位置上产生的返回抑制量与以往研究中水平平面(horizontal plane)返回抑制量持平，甚至更大(如表 1)。因此，我们认为，造成以往研究中深度位置上未出现返回抑制或者很小的返回抑制的根本原因在于，注意在深度位置间转移的过程中二次线索化的位置仍然为中央注视点造成了注意沿深度位置间转移的路径并非直线转移，进而导致返回抑制的量减小甚至消失。Bennett 和 Pratt (2002)认为相对于直线转移，注意沿着非直线转移的过程会削弱返回抑制的量。且 Pratt, O'donnell 和 Morgan (2000)认为，返回抑制范式中的二次线索化位置如果是固定的中央注视点位置也会削弱返回抑制的量。此外，注意动量假说认为，每个试次均存在三种注意的运动方式：从中央注视点到线索、从线索返回到中央注视点以及从注视点到目标。当注意的第三次运动的路径和方向与第二次相同时，注意定向/重定向到目标的速度最快(Pratt, Adam, & McAuliffe, 1998; Pratt, Spalek, & Bradshaw, 1999)。因此，当目标出现在与线索化位置正相反直线位置上的非线索化位置上的反应最快，因而，这种直线转移方式下的返回抑制量也为最大。综上所述，我们认为当注意在深度位置间沿着直线路径转移的情况下存在基于空间的返回抑制，即返回抑制并不是“深度盲”。

表 1 Mean IOR (ms) relative to noncued location

	IOR in depth space	IOR in horizontal space
Theeuwes et al (2003)	-1 ms	12 ms
Bourke et al (2006)	13 ms	23 ms
Experiment 1 in present study	22.5 ms	
Experiment 2 in present study	21.5 ms	

根据主编的意见，增加了实验 2 的示意图。

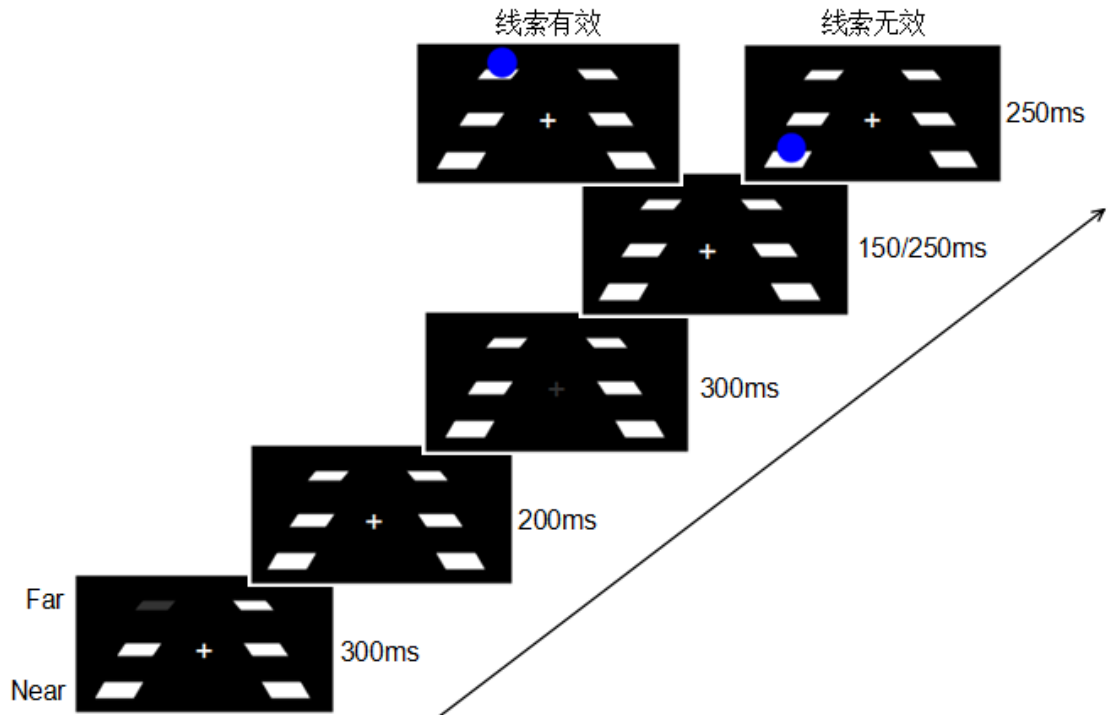


图 3 实验二流程图 (Far 代表实际程序中的远处空间, Near 代表实际程序中的近处空间; 灰色方块代表实际程序中方块快速消失的外周线索, 灰色注视点代表实际程序中注视点快速消失的中央线索)。

**意见 2:** 引言倒数第二段末: “而本研究主要关注的焦点并不是在于三维空间中是否存在与注意相关的返回抑制, 而是注意在三维空间中深度位置上进行定向/重定向时是否可以出现晚期的抑制现象, 即基于空间的返回抑制”。建议更清晰简明地突出本文研究相对于沈模卫等 (2007) 工作的不同之处和创新点。

**回应:** 关于三维空间返回抑制的研究中, 沈模卫等(2007)主要是针对二维平面注意诱导范式下眼跳因素与注意因素未能有效分离, 从而降低了空间返回抑制机制研究的内部效度的角度出发, 以随机点立体图构建三维倾斜平面(含倾斜方向和倾斜程度信息的平面), 将多个倾斜平面置于视野同一位置可不必执行眼跳 (或者眼跳计划)以排除眼跳因素干扰。通过观察有意注意倾斜平面和无意注意倾斜平面与测试平面间的方向一致性和角度一致性对测试平面加工的影响。结果发现, 注意引导平面与测试平面方向一致条件下的反应时显著慢于方向不一致条件下的反应时, 表明了视差线索构造的三维倾斜平面中存在与注意有关的返回抑制效应。而本研究主要采用虚拟现实技术构建一个三维场景, 将 Posner 经典的二维平面线索化范式应用到三维空间, 考察注意在三维场景的近处空间和远处空间进行定向/重定向而产生的基于空间的返回抑制。之所以采用虚拟现实三维场景是因为, 虚拟现实提供了一种仿真实三维环境的途径, 并且能够精确地记录和操纵行为反应(Gamberini, Seraglia, & Priftis, 2008; Standen & Brown, 2005)。

此外，我们的研究采用的是经典的 Posner 线索化范式，操纵目标深度(近处 vs.远处)和线索有效性(有效 vs.无效)两个因素。一方面可以考察注意在深度位置间进行定向/重定向时是否会出现基于空间的返回抑制，另一方面也可以考察目标深度与线索有效性的交互作用，即目标出现在近处空间与出现在远处空间返回抑制的差异。而沈模卫等(2007)研究中采用的实验范式为先对被试进行一个 2000ms 的注意引导，称为引导平面。然后呈现测试平面，要求被试对测试平面进行左倾或者右倾的判断。综上所述，两个研究无论在三维场景的设置、实验范式以及实验目的上都存在差异。

**意见 3：**研究用较多篇幅着眼于注意定向的深度盲问题，从前后呼应、丰富背景和讨论的角度起见，建议在引言中补充有关三维空间中线索导致易化的研究，以更全面的探讨三维空间中的注意定向问题。

**回应：**根据主编的意见，在引言部分增加了三维空间中线索导致易化的研究，文中蓝色字体标注。