

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：预期对注意的影响受制于被预期主体是目标还是分心物

作者：周子暖，陈颜璋，傅世敏

第一轮

审稿人 1 意见：

作者通过四个系列的实验探讨了预期和注意及其交互作用对感知的影响，研究问题具有较好的基础理论意义和创新性，研究设计科学严谨，逻辑思路清晰，结果和结论可靠，得到了具有一定创新性和理论贡献与意义的结论。具体有一些细节的修改建议，供作者修改参考，具体见正文批注。

意见 1：摘要处：“这表明，空间预期是否影响空间注意效应受制于预期主体——当预期主体为目标时，预期和注意两者交互式地影响感知行为；当预期主体为分心物时，预期和注意独立地影响感知行为；而且，预期和注意之间的关系不受任务难度影响。”这个结论是本研究中难度对预期与注意关系影响的主要贡献。

回应：感谢审稿人的认可。

意见 2：人名大写 Posner，其他英文（cueing）加中文标注或用中文术语。

回应：感谢审稿人的指正，已在文中作出修改。

意见 3：原文中引言第二段：“Wyart 等人(2012)从信号检测论视角利用反向关联技术(reverse-correlation technique)对预期和注意进行了研究，发现注意主要通过抑制信号处理过程中的内部噪声来影响感知，而预期主要通过影响使信号选择单元的基线活动偏置来对感知造成影响。”“偏置”一词用更易懂的词语表述

回应：感谢审稿人的意见，参考文献中原文的表述为：cues predicting greater probability increased both the frequency and the sensitivity of false positives by biasing the baseline activity of signal-selective units.文中已使用“影响信号选择单元的基线活动”代替“使信号选择单元基线活动偏置”。

意见 4：原文中 1.引言第二段：“注意增益效应和预期衰减效应，并且认为两者属于不同的神经机制”可以引用阐述具体不同的神经机制表现在哪些方面？

回应：已在文中作出相应修改。目前关于注意和预期属于不同机制的证据主要有：(1)有 ERP 研究表明，预期和注意相关的时间窗口不同，认为注意会影响早期和晚期过程，而预期仅会影响晚期过程(Rungratsameetaweemana et al., 2018)。(2)在 fMRI 研究和 ERP 里，普遍观察到预期条件使 BOLD 信号/ERP(N1,N1pc)信号衰减，而反之，注意条件使 BOLD 信号/ERP 信号增强 Kok et al., 2012; Marzecova, Widmann, SanMiguel, Kotz, & Schroger, 2017;Alink, Schwiedrzik, Kohler, Singer, & Muckli, 2010)。已在文中添加相关阐述。

意见 5：多体素模式分析(MVPA)给出英文全文，并且详细阐述 fMRI 的结果和结论。

回应：MVPA 英文全文为 multivoxel pattern analysis，已在文中补充英文全文。

并且已在文中补充所引用研究的结论：实验结果发现，在注意条件下，预期维度生成的分类器区分预期条件的精确度高于非注意条件，该研究认为支持了预测误差促进模型，认为注意能够极大地提高预测误差的精度。

意见 6：将：“种种证据表明”改为“上述研究表明”。

回应：已在文中进行具体修改。

意见 7：原文 1.引言中第三段：“例如 Kok 等人(2012)的一项利用空间提示范式的 fMRI 研究曾指出，注意和预期存在交互作用。”具体是如何交互的，交互的结果补充一下？

回应：感谢审稿人的意见。已在文中调整相关阐述，Kok 等人（2012）年的研究主要结果为：注意和预期在初级视觉皮层(V1)检测到的 BOLD 信号具有交互作用。Kok 等人将这种交互作用解释为注意逆转了预期衰减，具体表现为在非注意条件下，与预期一致的 BOLD 信号小于与预期不一致的 BOLD 信号，即信号预期衰减；而在注意条件下，与预期一致的 BOLD 信号大于与预期不一致的 BOLD 信号。

意见 8：原文 1.引言中第三段：需要解释清楚“任务相关但概率无关”的含义或如何操纵的？

回应：被试的任务为仅当目标出现在中央箭头指向一侧时做出反应，并且中央箭头提示的指向是完全随机的。已在文中作出具体说明。

意见 9：原文 1.引言中第三段：“Jiang 等人(2013)利用不同类别材料进行了一项跨视听通道的 fMRI 研究，并进行了多体素模式分析(MVPA)分析，发现预期和注意交互地影响着感知”具体是如何影响的，可以具体阐述说明。

回应：感谢审稿人的意见。具体的影响为“注意能够提高预测误差精度”。即，多体素模式分析的结果显示，在注意条件下，根据 fMRI 数据所生成的分类器区分预期，非预期的精确度要高于非注意条件。已在文中给出具体说明。

意见 10：原文 1.引言中第三段：“预测误差能够在同一物体的不同维度上进行传递”这句话中的具体表达的含义是什么，可以用通俗易懂的语言阐述？

回应：已在修改文中相关表述。研究表明，同一物体某一特征不符合预期时，会使大脑产生预测误差，预测误差能从该特征维度扩散到其他特征维度，从而使整个物体都处于非预期状态。

意见 11：标注引文的时间

回应：已在文中补充标注引文时间。

意见 12：将“迄今”修改为“综合上述研究结果”，将“结论仍不统一”修改为“仍然没有统一结论。”

回应：已在文中作出修改。

意见 13：原文 1.引言中第五段：“并将其与任务相关，这使得预期与任务无关而注意与任务相关，导致两者对于感知作用的不平衡。”这句话的意思可以理解，但表述的不够顺畅，可以通俗易懂表述清楚。

回应：感谢审稿人的意见。已修改为：并将其与任务相关，此时预期与任务无关而注意与任务相关，这使得预期和注意的任务相关性并不相同，导致两者对于感知作用的不平衡。

意见 14：原文 1.引言中第六段：这里可以先具体阐述本研究拟研究的主要问题，然后在阐述针对研究问题和存在的问题，做了如下的改进，这样逻辑上更清晰。另外，上下文总体上可以让语言表述更精炼，以往研究文献综述和提出的研究问题之间的逻辑关系更紧密，阅读起来简明扼要，使研究问题的思路和逻辑更为清晰。

回应：已在阐述针对研究问题和存在问题之前补充了本研究拟研究的主要问题：本研究主要聚焦于探讨在不同预期主体的情况下，预期和注意以何种方式作用于感知。

意见 15：原文 1.引言中第六段：不直接关联的具体含义？使有关联还是没有关联，如果有关联使如何关联的？需要阐述清楚。

回应：此处不直接关联即无关联。已在文中作出相应修改。

意见 16: 原文 1.引言中第七段: 研究问题与假设和结果预期可以阐述的更详细一些, 如如何独立和交互影响感知? 另外, 这里需要阐述一下研究的理论和实践方面的贡献及其意义与价值。

回应: 已作出相关补充: 预期主体为目标时, 两者呈交互式地影响感知, 并且由于预期条件下外界输入刺激与大脑预测模型相符, 预测模型并不需要更新, 从而预期精度更高, 可能会使得注意提示的效率也相对较高, 所以我们猜测预期条件下的注意效应大于非预期条件下的注意效应; 而由于对分心物的抑制与对目标的识别由不同的神经通路实现, 因此我们预测, 当预期主体为分心物时, 两者呈独立式地影响感知。本研究将有助于我们更准确的预期和注意之间的交互作用和关系及其影响因素。

意见 17: 加上实验标题。

回应: 已加上相关的实验标题。

实验一: 纵向预期和横向注意对目标与分心物的影响

实验二: 横向预期和纵向注意对目标与分心物的影响

实验三: 控制左右视野后的预期和注意对目标与分心物的影响

实验四: 多分心物情况下预期和注意对目标的影响

意见 18: 给出平均年龄和标准差 ($X \pm SD$)

回应: 感谢审稿人的意见, 四个实验都已经补充平均年龄和标准差。

实验一被试年龄范围为 17~27 岁, 平均年龄为 20.24 ± 2.13 岁

实验二被试年龄范围为 18~22 岁, 平均年龄为 19.25 ± 1.29 岁

实验三被试年龄范围为 17~21 岁, 平均年龄为 19.48 ± 0.98 岁

实验四被试年龄范围为 19~23 岁, 平均年龄为 20.65 ± 1.09 岁

意见 19: 给出具体的颜色参数和矩形线条的宽度参数?

回应: 已补充具体颜色参数。红色矩形: (CIE: 0.64/0.33, 21.26 cd/cm²)

绿色矩形: (CIE: 0.3/0.6, 16.44 cd/cm²)

黄色矩形: (CIE: 0.42/0.51, 92.78 cd/cm²)

蓝色矩形: (CIE: 0.16/0.06, 8.22 cd/cm²)

实验材料中的矩形均为矩形色块, 不带有线条边框。

意见 20: 背景照度报告的含糊了, 可以用照度计测量实验室的照度, 给出一个光照度指标 (LUX), 或者是其他量化照度的方法。

回应: 本研究在进行实验时, 并没有使用照度计测量实验室照度, 但所有被试均采用相同的灯光完成实验, 因此照度属于一个系统性因素, 不影响实验条件之间的差异。

意见 21: CRT 通常是电子管显示器, 液晶显示器通常为 LCD 或 LED, 这里作者再确认。

回应: 感谢审稿人的指正, 研究中使用的均为液晶显示器, 已在文中改正错误表述。

意见 22: 这里在方差分析之前, 建议报告三因素实验设计的描述统计平均数和标准差结果。

同时, 需要对反应的正确率或错误率做方差分析, 避免速度准确性的权衡问题。

回应: 相关描述统计已在进行三因素方差分析报告主效应时以括号的形式将均值和标准差附于分析数据之后。

另四个实验均已补充正确率的方差分析, 结合正确率和反应时的分析结果结合表明均不存在速度准确性权衡的问题。

意见 23: 根据任务难度和文献依据, 说明提出数据的范围的依据以及提出比例的合理性。

回应: 已在文中引用相应的参考文献。参照 Egly 等人(1994)的研究, 将三个标准差以外的数据以及反应时小于 150 ms 的数据剔除。

意见 24: 这是边缘显著的结果, 看一下如何解释更为客观?

回应: 为了进一步评估注意和预期在锚定分心物时的交互作用, 将数据纳入同样的 2×2 贝叶斯重复测量方差分析, 结果显示代表交互作用的 BF_{01} 为 1.43, 表明数据有 1.43 倍的证据支持两者对反应时的影响相互独立。

已在文中以脚注的形式添加贝叶斯统计结果说明。

意见 25: 这是 MD 值么?

回应: 此处为 MD 值, 已作出相关的补充。

意见 26: 这也是一个非常接近显著的临界值, 看如何客观解释? 可以从效应的显著性水平和效应量上解释差异?

回应: 尽管统计上非预期条件下对分心物的注意效应呈边缘显著, 但代表该条件的 BF_{10} 显示, 数据有 1.15 倍的证据支持注意和非注意条件之间存在显著性差异。

已在文中以脚注的形式添加贝叶斯统计结果说明。该边缘显著结果并不影响本研究的主要结论。

意见 27: 建议还是简要阐述具体自变量和实验设计。

回应: 已在实验二、实验三、实验四补充简要的自变量说明和实验设计。

实验二和实验三为 2（注意：注意 vs. 非注意）×2（预期：预期 vs. 非预期）×2（预期主体：目标 vs. 分心物）的完全被试内实验设计。

实验四 2（注意：注意 vs. 非注意）×2（预期：预期 vs. 非预期）完全被试内实验设计。

意见 28: 实验设计中还应该包括这个实验的核心变量：刺激数量变化？

回应: 实验四主要进行了 2（预期 vs 非预期）×2（注意 vs 非注意）的实验设计，在该实验中刺激数量为 4。但为了当预期主体为目标时，4 刺激与 2 刺激的不同情况下，预期和注意的关系是否仍然相同，在实验之后进行了实验间的对比分析，纳入实验一的相关数据进行了 2×（4 刺激 vs 2 刺激）2（预期 vs 非预期）×2（注意 vs 非注意）的重复测量方差分析。

意见 29: 综合讨论篇幅比较大，建议根据限免的讨论内容，可以分 3-4 个问题加上二级标题讨论，这样看着更清楚。另外在讨论时，以研究得出的主体结果和结论作为讨论的重点，研究问题和方法的创新性可以讨论或讨论后总结。最后给出研究结论。

回应: 已添加二级标题，具体如下：

6.1 范式创新

6.2 不同预期主体下预期和注意的关系

6.3 目标预期与注意的关系

6.4 分心物预期与注意的关系

6.5 任务难度对于预期和注意关系的影响

由于本研究对于目前预期和注意之间的关系问题存在的争议中，一个比较重要的贡献是通过正交化操作性定义区分注意和预期，从而避免了两者的混淆，并在此基础上讨论预期和注意的关系。所以仍希望在总括本文主要结论之后，先进行范式创新的探讨，在此基础上再去详细讨论主要结果。

意见 30: 研究结论可以根据实验结果和讨论的几个核心问题，总结几点结论。结论要阐述要具体、包含四个实验的主体结论。

回应: 感谢审稿人的意见，已将结论分点表述。

(1)预期和注意对视觉感知行为的影响受制于预期主体。当预期主体不同时，预期

和注意之间的关系并不相同。

(2)当预期主体为目标时，预期和注意以交互的方式影响视觉感知行为。并且这种模式在一定范围内不受任务难度调节。

(3)当预期主体为分心物时，预期和注意以独立的方式影响视觉感知行为。

审稿人 2 意见：

本论文采用空间提示和视觉搜索范式，通过四个实验，系统考察了自下而上的空间注意与自上而下的空间预期对感知觉的影响，以及二者之间的关系。作者发现预期的主体不同时，注意和预期的交互特性会发生变化。具体来说：当预期主体是任务目标时，预期效应与注意效应会发生交互；而当预期主体是分心物时，预期与注意的效应相互独立；并且，当提高任务难度时，预期与注意之间的交互性不受影响。该论文改进了预期与注意交互作用的研究范式，通过双线索来调节空间注意，通过刺激呈现的概率来调节空间预期，二者在位置上相互正交，从而排除了注意与预期效应的混淆；此外，该论文的四个行为学实验环环相扣，从多个角度来考察注意与预期之间的关系，具有很强的系统性，得到的研究结论可信。所以，我认为本论文是一篇高质量的研究报告，建议被《心理学报》录用。不过，我认为如果能解决以下几个问题，论文的质量将会更高。

意见 1：文中通过调节刺激在某位置上出现的概率来调节预期的位置，例如为了让被试把预期投向上视野的目标刺激，作者让目标刺激以 80% 的概率呈现在上视野位置，这样的设置确实能让被试把预期投向上视野，体现为在结果中预期主体为目标时，预期效应很强（如图 2a 图 4a 图 6a 图 8）。然而，为了让预期投向分心物，作者让分心物以 80% 的概率呈现在某位置（例如上视野），这样的设置会造成一个问题，那就是分心物是与任务无关的，虽然指导语是让被试预期分心物是呈现在某位置，但可能被试做了几个 trial 后反而会把预期投向目标刺激更可能出现的位置，即分心物预期位置的对侧位置，这样导致分心物预期位置设置的失败。这可能导致了分心物预期效应的削弱例如图 2b 图 4b 图 6b 中的预期效应都很小。建议作者对这一问题进行讨论。

回应：感谢审稿人的意见。在我们的实验设计中，当分心物被预期时，实际上目标出现的位置并不带有任何概率。为了排除被试将对于分心物的预期投向目标，我们补充了如下分析：

首先，我们对实验一至实验三分心物组的数据进行分析，当分心物出现的位置符合预期

时，根据目标出现的位置，将试次分为目标出现在分心物预期一侧以及目标出现在分心物非预期一侧，并将两部分试次的反应时数据进行配对样本 t 检验，三个实验的结果均显示不显著（实验一：617 ms vs. 621 ms, $p = 0.466$ ；实验二：630 ms vs. 631 ms, $p = 0.852$ ，实验三：602 ms vs. 599 ms, $p = 0.485$ ），两种情况的反应时并没有显著差异。该结果表明，不管目标出现在分心物更可能出现的位置，或者目标出现在分心物更不可能出现的位置，两者的反应时都是相近的，无显著差异的，即被试并未将对分心物的预期，投向目标刺激。

另外，我们对实验一至实验三的分心物组的实验数据进行分析，计算出每个被试每个 block 的预期效应的大小（预期的反应时-非预期的反应时），并对预期效应进行了分 block 的单因素重复测量方差分析。结果显示，block 间的预期效应差异均不显著（实验一： $p = 0.68$ ，实验二： $p = 0.17$ ，实验三： $p = 0.39$ ），该结果说明，预期效应并没有随着实验进程而显著削弱。分心物预期效应小于目标预期效应可能源自于预期的任务相关性不同。

意见 2： 与问题 1 相关的是，在实验 1-3 中，作者在统计分析时分别对预期为目标和预期为分心物做了 2×2 （注意*预期）的方差分析，这个方差分析中作者只报告了交互效应，建议作者要把注意和预期的主效应也要报告出来，再做各个水平的事后 t 检验。特别是预期的主效应作者没有报告。

回应： 三个实验的 2×2 方差分析均已在文中补充主效应的相关数据。

意见 3： 作者的实验流程和刺激示意图与真实实验刺激相差较大，例如实际实验中刺激是呈现在黑色背景中，而示意图是白色背景；实际实验中注意 cue 是白点，而示意图中是一个黑白棋盘格。建议作者重画刺激示意图，尽可能与实际实验刺激相似。另外，建议作者要报告各个刺激的亮度值、彩色刺激的色度值。

回应： 已对流程图作出修改，并且已报告相关色彩的具体数值。

红色矩形：(CIE: 0.64/0.33, 21.26 cd/cm²)

绿色矩形：(CIE: 0.3/0.6, 16.44 cd/cm²)

黄色矩形：(CIE: 0.42/0.51, 92.78 cd/cm²)

蓝色矩形：(CIE: 0.16/0.06, 8.22 cd/cm²)

意见 4： 图一图注 b 中的刺激实例，目标矩形的颜色是绿色？作者要交代一下。

回应： 图一图注 b 的刺激实际例子中，目标矩形为绿色，分心物矩形为红色，已在文中图注补充说明。

意见 5: 文中有一些写作笔误, 例如: 2.1.4 实验流程下面的第二句话, “刺激呈现在 27 英寸的 CRT 液晶显示器上”, 应该是“刺激呈现在 27 英寸的 液晶显示器上”? 请作者修改这些笔误。

回应: 感谢审稿人的指正, 本研究使用的是液晶显示器, 已将笔误部分进行修改。

第二轮

审稿人 1 意见: 作者已经对审稿意见做了详细的修改和回复, 建议按照学报的格式要求修改后发表。

审稿人 2 意见: 作者已经很好地解决了我提出的问题, 建立录用此文。

编委意见: 根据审稿专家的意见, 建议发表。

主编意见: 可以刊发。

意见 1: 在图 3 下面加的注释: (注释: 在实验二中, 注意提示上下水平随机呈现, 通过指导语引导被试对左侧两个位置或右侧两个位置进行预期。即, 保证注意和预期的空间关系正交。在实际实验过程中, 背景颜色为黑灰色, 注意提示为四个白色正方形紧密相接而组成的图形)

括号中的内容理解起来有点难。建议作者修改, 分左图和右图来说。

同样的问题也在图 5 中的注释里。特别是后半部分: (即, 保证注意和预期的空间关系正交。在实际实验过程中, 背景颜色为黑灰色, 注意提示为四个白色正方形紧密相接而组成的图形), 这一进一步解释, 目的是什么?

回应: 已在图中注释做出相应修改。注释中后半段, 由于第一版稿子所用的图片与实际实验中不同, 所以进行了注释, 但目前所示图片已根据第一轮修改意见做出修改, 目前图片示例已和实际实验相同。

意见 2: 参考文献还需要进一步核查, 如 Feldman, H., & Friston, K. J. (2010). Attention, uncertainty, and free-energy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 215.

回应: 参考文献已进一步核查格式。