

## 《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：基于通道的内源性注意对声音诱发闪光错觉的影响

作者：张明, 唐晓雨, 于薇, 宁波, 王智楠, 王爱君

### 第一轮

审稿人 1 意见：文章立意明确，实验逻辑清楚。建议做以下修改和补充：

意见 1：第 12 页，不同实验条件之间的分析，应该用方差检验，而不是 t 检验。

回应：根据审稿专家的建议，我们将文中正确率和反应时部分不同条件间的差异检验均改为单因素的方差分析(重新编辑页码后，文中 p6 和 p8，蓝色字体标注)。

意见 2：第 13 页“按照 Andersen 等人(2004)的算法计算了裂变错觉和融合错觉的量，也能够更加清晰地比较出不同实验条件下错觉效应的大小(表 2 和表 3)”，请详细介绍一下 Andersen 等人(2004)的方法。看起来表 2 和表 3 所列的数值和文中所提的试次数不一致？

回应：尽管裂变错觉和融合错觉是一个稳定且普遍的现象，但每个人的错觉量存在差异。因此，为了避免这种个体差异，Andersen, Tiippana 和 Sams (2004)采用了一个新的指标来表示裂变错觉和融合错觉效应量的大小，这个指标即**比值比率**。求比值比率，首先要将所有被试在双通道条件下能产生裂变错觉的试次总数求出，接着求出其中真正产生裂变错觉(即感觉到的闪光个数多于实际呈现的闪光个数)的试次数，二者的差值就是没有产生裂变错觉的试次数，用产生裂变错觉的试次总数与没有产生裂变错觉的试次数量进行比较，可以得到一个比值。同理，求出单通道条件下相应的比值(单通道条件下能产生裂变错觉的试次即闪光个数与双通道条件下闪光个数一致的试次)。将这两个比值再进行比较，得到的比值比率能更清晰地反映出裂变错觉的效应量大小。当比值比率大于 1 的时候，说明在双通道条件下产生的裂变错觉比在单通道条件下产生的裂变错觉更大，即听觉声音影响了对视觉闪光的判断，比值比率的值越大，说明错觉效应量越大。融合错觉的计算与此一致(Andersen, Tiippana, & Sams, 2004) (文中补充见 p7，蓝色字体标注)。

表 2 和表 3 所列的数值和文中所提的试次数不一致的问题：表 2 为裂变错觉的比值比率，表 3 为融合错觉的比值比率。表 2 实验 1 中，总数  $1472 = 23$  (被试数量)  $\times 64$  (F1B2 的总试次数量)；实验 2 中，总数  $1600 = 25$  (被试数量)  $\times 64$  (F1B2 的总试次数量)；实验 3 中，总数  $1536 = 24$  (被试数量)  $\times 64$  (F1B2 的总试次数量)；视听刺激裂变错觉  $972 = 23$  (被试数量)  $\times 64$  (F1B2 的总试次数量)  $\times 66\%$ ；视听刺激无裂变错觉  $500 = 23$  (被试数量)  $\times 64$  (F1B2 的总试次数量)  $\times 34\%$ ；视觉刺激裂变错觉  $147 = 23$  (被试数量)  $\times 64$  (F1 的总试次数量)  $\times 10\%$ ；视听刺激无裂变错觉  $1325 = 23$  (被试数量)  $\times 64$  (F1B2 的总试次数量)  $\times 90\%$ ；同理，实验 2 和实验 3 的计

算同实验 1。表 3 中数据的计算方法同表 2，只是将视听刺激用 F2B1 条件下的正确率计算，视觉刺激用 F2 条件下的正确率计算。

**意见 3：**第 15 页 "上述分析的结果表明，在 F1B2 条件中(裂变错觉)，相对于有错觉条件(F1B2\_W)，无错觉条件下(F1B2\_R)的反应时都明显增长，即被试需要付出更多注意资源才能正确辨别视觉闪光刺激的个数，这种现象无论在实验 1 (50 ms)、实验 2 (88 ms)还是实验 3 (26 ms)都存在。" 按此推论，那么是否有错觉的条件下不需要付出更多的注意资源？那么内源性的注意又是怎么体现的。

**回应：**首先，在 F1B2 条件中(裂变错觉)，相对于有错觉条件(F1B2\_W)，无错觉条件下(F1B2\_R)的反应时都明显增长。无论在实验 1 (50 ms)、实验 2 (88 ms)还是实验 3 (26 ms)中，这种反应时的增加都是一个相对的概念，是指相对于产生错觉的情况，如果被试需要正确按键，则需要消耗更多的注意资源。因此，有错觉条件下也需要注意资源，只是在程度上少于无错觉条件。**其次**，以往关于感觉主导效应，很少使用反应时这一指标作为因变量，无论是在视觉主导效应还是在听觉主导效应。我们之所以在声音诱发闪光错觉这种听觉主导效应中选用反应时作为其中的一个因变量，是借鉴 Huang 等人(2015)在 Journal of Neuroscience 上发表的关于 Colavita 视觉主导效应的研究。Huang 等人的研究结果发现，相对于先按视觉键后按听觉键，先按听觉键后按视觉键需要多消耗 61 ms(行为实验)，56 ms (ERP 实验行为结果)，63 ms (fMRI 实验行为结果)。其研究结果说明，如果听觉要主导视觉，则比视觉主导听觉付出更多的注意资源。

关于内源性的注意如何体现的问题，我们做出如下解释：内源性注意，也被称为自主的或目标驱动的注意，其涉及了一个更为有目的的和更需要集中努力的定向加工(Macaluso, 2010)。例如，当有人告诉你，你的朋友在红桌子旁后，你会定向到红桌子。关于通道注意调节感觉主导效应的一个可能的解释为优先进入原则，即同时呈现两个刺激，先注意到的刺激被试倾向于认为其先出现。优先进入效应的发生可能是由于被试内源地注意视觉/听觉通路，也有可能是因为视觉/听觉刺激本身的出现外源地捕捉了被试的注意(Posner et al., 1976; Turatto et al., 2002)。因此，当被试将注意以内源性的方式指向视觉通道时，被试会倾向于认为在双通道试次中视觉刺激先于听觉刺激出现；当被试将注意以内源性的方式指向听觉通道时，被试会倾向于认为在双通道试次中听觉刺激先于视觉刺激出现。许多研究采用不同的方式将被试的内源性注意指向其中一个通道，其中运用最普遍的便是改变不同通道试次出现的比例。如 Sinnett, Spence 和 Soto-faraco (2007)在实验中将单通道视觉目标的比例增加到 60%，与此同时将单通道听觉目标的比例减少至 20% (剩下的 20%的试次为双通道试次)来考察内源性的通道注意对 Colavita 视觉主导效应的影响，实验结果发现 Colavita 视觉主导效应变大；而当单通道视觉目标的比例为 20%，单通道听觉目标的比例为 60%时 Colavita 视觉主导效应变小。因此，也说明了这样的操纵可以成功地将被试的注意内源地转移至出现频次较多的通道上。我们研究中的内源性也是通过操纵通道刺激的比例方式，使得被试的注意内源地指向视觉通道(实验 2)或者听觉通道(实验 3)。

**意见 4:** 建议所有的图形加上详细的图注说明。

**回应:** 根据审稿专家的建议, 我们对文中的图 1 和图 2 均加上了详细的图注说明(文中蓝色字体标注)。

**意见 5:** 请作者补充实验试次的安排, 作者操纵了比例来调节“内源性注意”, 从当前的实验数据中, 可否进一步看出随着试次的展开, “裂变错觉”行为汇报的动态变化?

**回应:** 根据审稿专家的建议, 我们在文中补充了实验试次的安排(见文中方法部分 p4、5 和 6, 蓝色字体标注)。关于是否可以从数据结果中看出随着试次的展开, “裂变错觉”行为汇报的动态变化这一问题, 我们对此做出如下解释: **首先**, 在我们的实验中, 每个被试完成的实验试次的序列都是随机出现的不同序列, 我们在实验设计的过程中并没有考虑随着试次的展开行为结果是如何变化的, 因此, 想要分离出实验试次按比例变化的结果, 目前的数据不适合进行这样的整理。**其次**, 以往关于调控通道试次比例影响感觉主导效应的研究中并没有类似这样的报告, 所以我们在实验设计的过程中没有考虑到这一点。**但是**, 我们非常感谢审稿专家提出的这一有价值的问题, 我们后续研究可以在本研究的基础上更进一步地考察随着试次的展开, 错觉量大小的动态变化, 并且可以将比例设置的范围拉大来更加明确地看出随着试次比例的不断展开, 错觉量大小的动态变化, 以此来更进一步地证实内源性通道注意中的“内源性”究竟在多大程度上能够影响声音诱发闪光错觉效应。

**意见 6:** 讨论部分-第 17 页“本研究中, 将注意内源地指向视觉通道时, 视觉通道内信息的神经反应被增强, 而听觉通道内信息的神经反应被减弱, 行为结果表现为被试判断视觉闪光个数的正确率提高, 进而表现出裂变错觉效应减小(图 2 和表 2); 而将注意内源地指向听觉通道时, 听觉通道内信息的神经反应被增强, 而视觉通道内信息的神经反应被减弱, 行为结果表现为被试判断视觉闪光个数更容易受到听觉声音刺激的干扰, 使得被试反应的正确率下降, 进而表现出裂变错觉效应增大(图 2 和表 2)。”这部分的描述是本文实验结果和机制讨论的重点, 但感觉仍旧未“点题”, 这里是强调不同感觉通道的注意, 还是说通道之间的相互影响? 其内在的机制又是什么?

**回应:** 本研究采用经典的声音诱发闪光错觉的范式, 将注意以内源性的方式(操控通道刺激出现的比例)指向视觉通道或者听觉通道, 考察基于通道的内源性注意对声音诱发闪光错觉的影响。实验 2 注意内源地指向视觉通道, 实验 3 注意内源地指向听觉通道。这里**强调的是不同感觉通道的注意**, 本研究中实验任务为判断视觉通道刺激的个数, 因此, 当注意内源地指向视觉通道时, 被试并不需要注意听觉通道的刺激, 因此可以视为**集中注意**视觉单一通道。但是当注意内源地指向听觉通道时, 被试一方面需要注意听觉通道的刺激, 另一方面也需要注意视觉通道的刺激(任务需求), 因此可以视为**分散注意**视觉通道和听觉通道。因此, 我们做出如下修改和完善:

首先，我们将这段内容做出如下调整：“本研究中，将注意内源地指向视觉通道时，视觉通道内信息的神经反应被增强，行为结果表现为被试判断视觉闪光个数的正确率提高，进而表现出裂变错觉效应减小(图 2 和表 2)；将注意内源地指向听觉通道时，听觉通道内信息的神经反应被增强，行为结果表现为被试判断视觉闪光个数更容易受到听觉声音刺激的干扰，使得被试反应的正确率下降，进而表现出裂变错觉效应呈现增大的趋势(图 2 和表 2)。”这样调整的目的在于，在本研究中，当注意内源性的指向某一通道时，该通道内的信息的神经反应加强，但并不能准确地认为非注意通道内的信息的神经反应减弱。

其次，我们在讨论部分增加了内源性通道注意调控对于声音诱发闪光错觉效应影响的机制解释(也见文中讨论部分 p10 和 p11，蓝色字体标注)：本研究通过比例设置的方式将注意内源地指向视觉通道和听觉通道，结果也发现，同 Colavita 视觉主导效应一样，声音诱发双闪光错觉(裂变错觉)也会受到内源性通道注意的影响，使得裂变错觉的效应减小或增大。研究结果与 Sinnett, Spence 和 Soto-faraco (2007)考察内源性的通道注意对 Colavita 视觉主导效应影响的结果一致，发现了通过比例设置操纵的内源性通道注意可以影响感觉主导效应的大小。实验 2 中注意内源地指向视觉通道，实验 3 中注意内源地指向听觉通道。这里我们强调的是不同感觉通道的注意，研究中实验任务为判断视觉通道刺激的个数，因此，当注意内源地指向视觉通道时，被试并不需要注意听觉通道的刺激，因此可以视为集中注意视觉单一通道。但是当注意内源地指向听觉通道时，被试一方面需要注意听觉通道的刺激，另一方面也需要注意视觉通道的刺激(任务需求)，因此可以视为分散注意视觉通道和听觉通道。有研究发现，相比于注意一个特定通道，注意两个通道的成本要更高，这个成本与当注意分配到通道间时在额顶区或额上皮质中更为强烈的激活有关(Degerman et al., 2007; Santangelo, Fagioli, & Macaluso, 2010)。我们近期的一项研究也发现，相对于注意一个通道而言，同时注意两个通道可以影响声音诱发闪光错觉现象，说明了通道分散的注意能够影响声音诱发闪光错觉(于薇, 王爱君, 张明, 2016)。关于通道注意调节感觉主导效应的一个可能的解释为优先进入原则，即同时呈现两个刺激，先注意到的刺激被试倾向于认为其先出现。优先进入效应的发生可能是由于被试内源地注意视觉/听觉通路，也有可能是因为视觉/听觉刺激本身的出现外源地捕捉了被试的注意(Posner et al., 1976; Turatto, Benso, Galfano, & Umilt, 2002)。因此，当被试将注意以内源性的方式指向视觉通道时，被试会倾向于选择性地注意集中在视觉通道，导致视觉通道信息的神经反应增强，即被试在判断视觉闪光刺激的个数不容易受到听觉通道刺激的干扰；当被试将注意以内源性的方式指向听觉通道时，被试需要将注意分散在视觉通道和听觉通道，相比于集中注意单一视觉通道，被试听觉通道信息的神经反应增强，即被试在判断视觉闪光刺激的个数更容易受到听觉通道刺激的干扰。

本研究中，当注意内源性指向**视觉通道**可以视为被试在判断视觉闪光刺激的个数**不容易**受到听觉通道刺激的干扰；当注意内源性指向**听觉通道**可以视为被试在判断视觉闪光刺激的个数**更容易**受到听觉通道刺激的干扰。在多感觉整合/竞争的研究中，一个重要的影响因素就是分心刺激在多大程度上会和目标刺激竞争被试的注意资源。根据 Lavie (2005)的知觉负载理

论,相比于无负载或者低负载条件,被试在高负载的条件下需要将注意全部集中在当前的任务,因此,如果被试的注意被分散到多个感觉通道间(高负载条件),被试分配给其中某一个通道的注意资源较少,表现为行为反应较差(Tang, Wu, & Shen, 2016)。因此,实验 2 被试只需注意单一的视觉通道,被试在完成视觉判断任务时并不受到听觉通道刺激的干扰,表现为错觉量的减小;实验 3 被试需要注意视觉和听觉双通道,被试在完成视觉判断任务会受到听觉通道刺激的干扰,表现为错觉量的增大的趋势。

.....

**审稿人 2 意见: 该论文通过操控内源注意指向视觉通道和听觉通道的比率,研究了内源注意对声音诱发闪光错觉的影响,有一定创新性。具体意见如下:**

**意见 1:** 研究中的三个实验,差别在于三种视觉通道试次、听觉通道试次和视听双通道试次的比例,是否更适合整合为一个实验的三个水平。

**回应:** 非常感谢审稿专家提出的将目前的 3 个实验整合成 1 个实验的 3 个水平的建议。我们在进行研究设计的时候也考虑到这点。之所以采取目前这样处理的方式原因有:**其一**,目前的实验时间已经较长(实验环境为低亮度的屏蔽室内,加上声音诱发闪光错觉实验的实验材料的呈现方式是白色闪光呈现在黑色背景上,刺激的对比很强,因此被试在完成实验任务的时候极容易出现视觉疲劳)。目前的实验如果将 3 个实验整合为一个实验,实验的时间比较长,被试会产生疲劳效应,影响数据的质量;**其二**,声音诱发闪光错觉是一种非常稳定的听觉主导效应,虽然在声音诱发闪光错觉这一现象中存在个体差异,但是从总体上来看,实验中每个被试都存在这种错觉效应,尽管有的被试错觉量较大,有的较小。比如,实验 1 这种实验设计,我们前期用多批被试做过多次重复实验,其结果的 pattern 基本一致(也见于薇,王爱君,张明,2017,心理学报)。因此,本研究将比例调控设置为被试间变量也会并不会受到被试间的差异而对实验结果产生影响;**其三**,在 Colavita 视觉主导效应的研究中,Sinnett, Spence 和 Soto-faraco (2007)也是在不同的实验中(被试不同),设置了不同通道刺激的比例,研究结果发现了通过比例设置操纵的内源性通道注意可以影响 Colavita 视觉主导效应的大小。

**意见 2:** 研究中三个实验采用了被试间的设计,为何不采用被试内设计? 是否有别的考虑? 如果有,请加以补充。

**回应:** 同上解释。关于三个实验采用被试间设计而非被试内设计的原因在文中讨论部分补充(文中讨论部分 p9 和 p10, [蓝色字体标注](#))。

**意见 3:** 研究中的三个实验的被试男女比例都接近 1:2,请问这个设定是否有额外考虑,另外男女被试之间差异是否对所研究的效应有所影响。

**回应:** **首先**,声音诱发闪光错觉是一种稳定存在的听觉主导效应,而且目前并没有发现声音诱发闪光错觉这种听觉主导效应的研究中有针对性别进行差异检验;其次,以往的研究中对



于被试样本的选取也存在男女性别比例不均的现象,比如该现象的提出者 Shams 等人(2002)发表在 *Cognitive Brain Research* 上的“Visual illusion induced by sound”一文中,所用的被试数量为 8 人,其中 6 位女性被试。Fiedler 等人(2011)发表在 *Experiment Brain Research* 中的“Illusory double flashes can speed up responses like physical ones : evidence from the sound-induced flash illusion”中,研究者所使用的 26 个被试,其中 22 名是女性。Keil 等人(2013)在 *Cerebral Cortex* 上发表的“Prestimulus Beta Power and Phase Synchrony Influence the Sound-Induced Flash Illusion”中,选取了 14 名被试,其中女性被试 13 名。**其次**,鉴于本研究中男女性别比例存在不均现象,我们对 2017 年 1 月份发表在 *心理学报* 上的文章“集中和分散注意对多感觉整合中听觉主导效应的影响”中实验 1 的数据( $n = 27$ , 12 名男生, 15 名女生)进行了性别差异检验。结果发现,在 F1B2 条件下,性别差异检验的结果为男女差异不显著,  $t = 0.800$ ,  $p = 0.441$ ; 在 F2B1 条件下,性别差异检验的结果为男女差异不显著,  $t = 0.390$ ,  $p = 0.704$ 。结果可以说明,无论是在裂变错觉(F1B2)条件还是在融合错觉(F2B1)条件下都没有发现男女性别存在显著差异。因此,我们认为声音诱发闪光错觉是非常稳定的现象,且不受性别因素的影响。

**意见 4:** 此实验为视听实验,被试除了视力需要正常之外,听力是否也需要实验前的检测?

**回应:** 我们实验中所用的声音刺激为纯音,从网络上直接 Download 的 Shams 等人经典实验研究的纯音(Shams et al., 2000, 2002),频率为 3.5 kHz。Shams 等人的研究中,声音的分贝为 75 dB。因此,在我们的实验中也通过使用分贝仪将声音的大小设置为 75 dB。在实验的练习阶段,我们询问被试声音的大小是否合适,如果被试觉得声音不合适,可适当地进行调整。由于在我们的研究中并不涉及声音的方位信息,声音刺激的呈现均是通过双耳同时呈现,且实验过程中仅有一个纯音,也不需要被试进行声音的辨别,被试对于声音刺激的呈现并不存在听不清楚。因此,我们并未对听力进行实验前的特殊检测。

**意见 5:** 规范性: 比如引言第三段第一句中“内源性第通道注意”,“第”字是否为“的”字的错别字,请认真检查全文。

**回应:** 根据审稿专家的意见,我们对此问题进行了修改。除此之外,我们对全文进行了认真检查。

**意见 6:** 如何保证被试盯着注视点而不是直接瞄着目标刺激?

**回应:** **首先**,声音诱发闪光错觉的实验范式中,通常将视觉闪光刺激呈现在中央注视点下方 5°视角处,是因为以往的研究发现,在听觉声音刺激伴随下,视觉闪光刺激位于外周视野时的错觉效应最大(Shams et al., 2002)。**其次**,本研究中我们仍然将视觉闪光刺激呈现在中央注视点下方 5°视角处,根据我们前期同类系列实验被试的反馈情况来看,被试如果直接盯着目标刺激,更不容易判断出闪光刺激的个数,特别是裂变错觉(F1B2),这也与以往的研究结果一致。**再次**,我们前期的系列实验中,有将视野的不同位置作为一个自变量来考察中央凹

视野、偏外周视野和外周视野等条件下声音诱发闪光错觉效应的大小。结果发现，视觉闪光位于偏外周视野和外周视野条件下的错觉效应大。因此，我们可以在一定程度上认为被试为了更准确地判断闪光刺激的个数，会根据指导语的提示盯着注视点而不是直接盯着目标刺激。

**意见 7：**表 1 下方应该标注三种实验条件下的具体信息，以免读者在阅读过程中需要来回翻看文献。

**回应：**根据审稿人的建议，我们对此问题进行了修改(见文中 p4，蓝色字体标注)。

**审稿人 3 意见：**该文章控制了内源性注意指向的通道，考察注意调控对于经典的声音诱发闪光错觉的影响。文章实验设计清楚，写作规范，是一篇较好的文章。有如下问题建议修改和思考。

**意见 1：**文章中摘要报告“结果发现,当注意内源性地指向视觉通道时，相对于基线条件，裂变错觉的量显著减小；当注意内源性地指向听觉通道时，相对于基线条件，裂变错觉的量增大。”但实际上结果只支持了前一部分（见图 2），即当注意内源性的指向视觉通道时，裂变效应显著减小。但并没有发现 F1B2 条件下实验一与实验三间的显著差异，建议修改。

**回应：**根据审稿专家的建议，我们修改为“当注意内源性地指向听觉通道时，相对于基线条件，裂变错觉的量存在增大的趋势”(见文中摘要部分，蓝色字体标注)。

**意见 2：**文章第 3 页第 1 段，假设部分“具体表现为当注意内源性地指向视觉通道时,闪光错觉效应减小； 当注意内源性地指向听觉通道时，闪光错觉效应增大”缺乏过渡，有些突然。

**回应：**根据审稿专家的建议，我们对研究假设部分修改为“当注意内源性地指向视觉通道时，视觉通道内信息的神经反应被增强，行为结果表现为被试判断视觉闪光个数的正确率提高，进而表现出闪光错觉效应减小；当注意内源性地指向听觉通道时，听觉通道内信息的神经反应被增强，行为结果表现为被试判断视觉闪光个数更容易受到听觉声音刺激的干扰，闪光错觉效应增大。”(见文中 p3，蓝色字体标注)。

**意见 3：**文章第 6 页结果综合分析 5.1 正确率部分（即图 2 所示结果）。建议先做一个以内源性注意（实验 1，2，VS 3）和错觉类型（FUSION VS FISSION）的二重交互作用后，再做单因素的方差分析。

**回应：**根据审稿专家的建议，我们将正确率进行了 3（实验 1、2、VS 3）×2（FUSION VS FISSION）的重复测量方差分析，然后再将 FUSION 和 FISSION 下的不同实验间差异分别进行单因素的方差分析(见文中 p6，蓝色字体标注)。

**意见 4:** 文章第 7 页中, 请先给读者解释说明下 ANDERSON (2004) 年的比值比率算法是如何计算的, 以及值高低代表什么。另外, 第 7 页文字部分, 对于比值比率的统计是否显著没有统计值的支持, 需要报告下。

**回应:** 尽管裂变错觉和融合错觉是一个稳定且普遍现象, 但每个人的错觉量存在差异。因此, 为了避免这种个体差异, Andersen, Tiippana 和 Sams (2004) 采用了一个新的指标来表示裂变错觉和融合错觉效应量的大小, 这个指标即**比值比率**。求比值比率, 首先要将所有被试在双通道条件下能产生裂变错觉的试次总数求出, 接着求出其中真正产生裂变(即感觉到的闪光个数多于实际呈现的闪光个数)的试次数, 二者的差值就是没有产生裂变错觉的试次数, 用产生裂变错觉的试次总数与没有产生裂变错觉的试次数量进行比较, 可以得到一个比值。同理, 求出单通道条件下相应的比值(单通道条件下能产生裂变错觉的试次即闪光个数与双通道条件下闪光个数一致的试次)。将这两个比值再进行比较, 得到的比值比率能更清晰地反映出裂变错觉的效应量大小。当比值比率大于 1 的时候, 说明在双通道条件下产生的裂变错觉比单通道条件下更大, 即听觉声音影响了对视觉闪光的判断, 比值比率的值越大, 说明错觉效应量越大。融合错觉的计算与此一致(Andersen, Tiippana, & Sams, 2004) (文中补充见 p7, 蓝色字体标注)。

对于比值比率的统计是否显著没有统计值的支持的问题, 我们对此的解释是, **比值比率**仅仅是一个值, 3 个实验就得到了 3 个值, 没有办法进行统计的差异检验。比值比率的值越大, 说明错觉效应量越大。因此, 就裂变错觉条件而言只能说明, 实验 3 的错觉效应量大于实验 1, 实验 1 的错觉效应量大于实验 2。

**意见 5:** 第 8 页中, 反应部分的分析, 是否可以从如下角度。在进行完混合的方差分析之后, 纵向比较下不同的实验之间的 F1B2-W (F2B1-W) 间的比较。即比较不同内源性注意操纵条件下, 裂变效应和融合效应相应的变化。以验证与前面结果分析的一致性。

**回应:** 根据审稿专家的建议, 统计分析部分, 在进行方差分析之后, 我们增加了不同的实验之间的 F1B2\_W 和 F2B1\_W 的比较, 即比较了不同内源性注意操纵条件下, 裂变效应和融合效应相应的变化(见文中 p9, 蓝色字体标注)。

**意见 6:** 第 9 页最后一段, 这段话有 80% 的内容与前言中的内容重复, 建议删除并修改。

**回应:** 根据审稿专家的建议, 我们在文中将其删除并且进行了修改。

**意见 7:** 文章讨论中内源性注意调控对于裂变效应和融合错觉的影响的机制解释, 还可以进一步深入。同时, 需要考虑到, 实验本身是一个视觉任务, 被试判断视觉 FLASH 的个数, 所以我们 FISSION 条件会发现在实验二中有显著的正确率的上升。

**回应:** 根据审稿专家的意见, 我们在讨论部分对内源性注意调控对于裂变效应和融合错觉的影响的机制进行了进一步的解释(见文中 p10 和 p11, 蓝色字体标注)。

本研究通过比例设置的方式将注意内源性地指向视觉通道和听觉通道, 结果也发现, 同 Colavita 视觉主导效应一样, 声音诱发双闪光错觉(裂变错觉)也会受到内源性通道注意的影响。



响,使得裂变错觉的效应减小或增大。研究结果与 Sinnett, Spence 和 Soto-faraco (2007)考察内源性的通道注意对 Colavita 视觉主导效应影响的结果一致,发现了通过比例设置操纵的内源性通道注意可以影响感觉主导效应的大小。**实验 2 中注意内源地指向视觉通道,实验 3 中注意内源地指向听觉通道。**这里我们强调的是不同感觉通道的注意,研究中实验任务**为判断视觉通道刺激的个数**,因此,当注意内源地指向视觉通道时,被试并不需要注意听觉通道的刺激,因此可以视为集中注意视觉单一通道。但是当注意内源地指向听觉通道时,被试一方面需要注意听觉通道的刺激,另一方面也需要**注意视觉通道的刺激(任务需求)**,因此可以视为分散注意视觉通道和听觉通道。有研究发现,相比于注意一个特定通道,注意两个通道的成本要更高,这个成本与当注意分配到通道间时在额顶区或颞上皮层中更为强烈的激活有关(Degerman et al., 2007; Santangelo, Fagioli, & Macaluso, 2010)。我们近期的一项研究也发现,相对于注意一个通道而言,同时注意两个通道可以影响声音诱发闪光错觉现象,说明了通道分散的注意能够影响声音诱发闪光错觉(于薇,王爱君,张明,2016)。关于通道注意调节感觉主导效应的一个可能的解释为优先进入原则,即同时呈现两个刺激,先注意到的刺激被试倾向于认为其先出现。优先进入效应的发生可能是由于被试内源地注意视觉/听觉通路,也有可能是因为视觉/听觉刺激本身的出现外源地捕捉了被试的注意(Posner et al., 1976; Turatto, Benso, Galfano, & Umilt, 2002)。因此,当被试将注意以内源性的方式指向视觉通道时,被试会倾向于选择性地将注意集中在视觉通道,导致视觉通道信息的神经反应增强,即被试在判断视觉闪光刺激的个数不容易受到听觉通道刺激的干扰;当被试将注意以内源性的方式指向听觉通道时,被试需要将注意分散在视觉通道和听觉通道,相比于集中注意单一视觉通道,被试听觉通道信息的神经反应增强,即被试在判断视觉闪光刺激的个数更容易受到听觉通道刺激的干扰。

本研究中,当注意内源性指向**视觉通道**可以视为试在判断视觉闪光刺激的个数**不容易**受到听觉通道刺激的干扰;当注意内源性指向**听觉通道**可以视为试在判断视觉闪光刺激的个数**更容易**受到听觉通道刺激的干扰。在多感觉整合/竞争的研究中,一个重要的影响因素就是分心刺激在多大程度上会和目标刺激竞争被试的注意资源。根据 Lavie (2005)的知觉负载理论,相比于无负载或者低负载条件,被试在高负载的条件下需要将注意全部集中在当前的任务,因此,如果被试的注意被分散到多个感觉通道间时(高负载条件),被试分配给其中某一个通道的注意资源较少,表现为行为反应较差(Tang, Wu, & Shen, 2016)。因此,实验 2 被试只需注意单一的视觉通道,被试在完成视觉判断任务时并不受到听觉通道刺激的干扰,表现为错觉量的减小;实验 3 被试需要注意视觉和听觉双通道,被试在完成视觉判断任务会受到听觉通道刺激的干扰,表现为错觉量的增大的趋势。

**意见 8:** 有一些小问题,建议校对修改。如: 1. 第二页第二段“内源性第通道注意”打字错误; 2. 第 8 页第二段“进一步事后检验发现,实验 1 和实验 2 之间差异不显著,实验 1 和实验 2 之间差异不显著,但实验 2 和实验 3 之间差异显著”中画下划线的地方写错了。

**回应：**根据审稿专家的意见，我们对文中两处进行了修改，除此之外，我们对全文进行了校对式阅读，将书写错误之处进行了改正。

---

## 第二轮

**审稿人 1 意见：**作者对关心的几个问题做了回答。建议接受。

**回应：**谢谢专家。

**审稿人 2 意见：**没有其他意见！

**回应：**谢谢专家。

---

## 第三轮

**编委意见：**文章内容经过修改之后，同意外审专家的意见，达到了学报发表水平。但是，英文摘要的问题非常多，需要精心修改，最好有 **native English speaker** 帮助；另外，学报要求英文摘要为长摘要，本论文也不符合长摘要的规范和要求，结果部分并不够详细清楚。建议作者对英文摘要做出精心修改之后再考虑发表。

**回应：**谢谢编委专家提出的意见。我们按照心理学报长摘要的要求对摘要进行了修改，增加了结果部分的内容描述，重新梳理了长摘要的结构（文中蓝色字体标注）。此外，我们利用 5 月中旬在美国佛罗里达举办的 **Vision Science Society** 会议，邀请了参加会议的 **native English speaker** 对摘要进行了修改和校对。此外，我们还将摘要送到了 **American Journal Experts** 进行了标准化的校对。

---

## 第四轮

**主编意见：**该文章已达到发表的水平，同意刊发。有一点建议，目前的中文文献太少，就一篇。

**回应：**谢谢主编提出的意见。我们增加了相关中文文献。