

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：邻近效应对多媒体学习中图文整合的影响：线索的作用

作者：王福兴，段朝辉，周宗奎，陈珺

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：“contiguity”一般翻译为“邻近”而非“临近”，尤其该文研究的是空间邻近。邻近表示两个空间或时间因素彼此靠近，而临近则有主次之分，在空间上，一个因素为主，另一个因素靠近它，在时间上，一个因素 A 预设在先，另一个因素 B 出现在个预设因素的前夕，但不能反过来说 A “临近” B，因此没有彼此靠近的意思。

回应：感谢审稿人对文字表述和措辞认真而严谨的推敲，对于“contiguity”一词翻译问题，我们查阅了翻译成中文的《多媒体学习》（理查德 E. 迈耶 著，牛勇，邱香 译，出版社：商务印书馆，2006 年）中第五章和第六章内容，该书译作“空间接近”和“时间接近”。同时我们也查阅了《现代汉语词典》，对比了“临近”与“邻近”区别，发现原文中确实是我们使用错误。我们采纳审稿人建议，并且考虑到用词准确和书面表达，修改稿中将统一使用“空间邻近”，并且替换了原来有误的用词。为了在汉语中区分，关于时间临近，其中一处仍然使用了“时间临近”。

意见 2：几个假设之间的内在联系，尤其是有关学习过程的眼动数据如何影响学习保持以及迁移结果的？如何综合起来，提供一个完整的解释？

回应：原稿写作中假设主要参照了英文杂志中有关多媒体学习的写法（参见：Learning and Instruction, Computer in Human Behavior 杂志），目的是突出所有假设，能够让繁琐结果表述与假设对应，方便理解。因为多媒体学习眼动研究结果比较多（包含眼动以及前测、学习测验、主观评定等），所以这种写法被大部分研究者所采用。结合第二位审稿专家的意见 1，两位审稿专家都对于假设写法提出了一些疑问。修改稿中作者修改了假设的表述方式，并且对假设逻辑关系进行了重新写作，以突出假设间内在联系（修改后假设见正文第 2 页）。假设修改后摘录内容见意见 3 回应。

对于各个假设如何综合在一起提供一个完整的解释，作者在修改稿中重新修改了文献综述表述和讨论内容，以突出研究假设与研究结论关系，同时从更加逻辑和系统的角度把文章表述清楚。具体内容请审阅正文第 7-8 页讨论部分红色字体。

对于学习过程的眼动数据与学习测验关系问题（可参照意见 5 回应），现有的研究主要还是从眼动在心理学应用研究中的眼脑假设进行推测（眼脑假设参考：Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329-354; Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.）。而在多媒体学习的眼动研究中，对于如何把眼动结果与学习结果关联起来进行解释，确实存在一些质疑和解释上的不足（评述参见：Hyönä J. (2010). The use of eye movements in the study of multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 172-176.），但是并不能完全否定眼动在多媒体学习研究对于学习过程的考察价值（评述见：Mayer, R. E. (2010). Unique contributions of eye-tracking research to the study of learning with graphics. *Learning and Instruction*, 20(2), 167-171）。所以，大部分研究者都利用眼动来了解学习者在学习过程中如何加工信息的，并且把学习过程与学习结果直接联合来解释学习结果(Van Gog, T., & Scheiter, K. (2010). Eye tracking as a tool to

study and enhance multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 95-99.)。比如: Boucheix 和 Lowe (2010)的研究发现当使用动态颜色作为线索时, 被试对学习材料中线索突显的兴趣区注视更多、注视时间更长, 并且学习测验结果也发现线索作用显著, 研究者因此讨论和推断认为, 学习者在学习过程中因为更多关注与学习主题相关的线索区域而导致学习测验成绩提高, 从而说明线索有效地引导了注意。也有研究使用眼动数据与学习结果相关来解释眼动数据与学习的关系(见: Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A., & Glowalla, U. (2010). Explaining the modality and contiguity effects: New insights from investigating students' viewing behaviour. *Applied Cognitive Psychology*, 24(2), 226-237. 或正文 1.1 中关于此研究表述), 从统计角度, 眼动差异显著和眼动与学习相关趋势是一致的, 本研究只报告了各组差异, 没有做相关分析。所以, 本研究也是基于相同假设去解释眼动数据与测验之间的关系。

意见 3: 假设的理由是什么, 有些假设只是沿用了相互矛盾文献中的一方的结果(参见批注 8、9), 为什么? 交互作用的假设的具体方向是什么(像简单效应分析那样预测差异方向)?

回应: 关于假设理由和逻辑关系, 原稿中写作确实缺少汇总和陈述, 结合意见 2 和第二位审稿人意见 1, 作者对假设表述进行了精简, 并且重新写作了假设的内容。关于交互作用的具体方向, 修改稿中直接进行了陈述。具体表述摘录如下:

以往关于空间邻近效应研究大部分都证明了空间邻近要好于空间远离(Cierniak et al., 2009; Ginns, 2006; Kester, Kirschner, & van Merriënboer, 2005; Mayer & Moreno, 1998), 所以研究预期假设认为: 图文位置邻近排列更有利于学习, 并且会促进学习者对学习材料的视觉搜索, 即邻近排列的图文会让被试更多注视线索信息或文字信息。对线索综述也可以发现, 颜色线索在很多研究中都能有效引导注意、促进知识整合(Kalyuga et al., 1999; Ozcelik et al., 2010; Ozcelik et al., 2009), 研究预期学习材料中加入线索会促进学习效果, 有线索的测验成绩要好于无线索。根据线索可以引导注意假设(De Koning et al., 2009; Mautone & Mayer, 2001; 王福兴等人, 2013), 线索加入会凸显关键信息, 被试对有颜色线索的信息注视会更多。对于线索和图文的物理排列位置相互作用, 根据近期的眼动研究(Johnson & Mayer, 2012; Schmidt-Weigand et al., 2010), 研究推测线索会更加凸显邻近效应, 即位置邻近且有线索时最有利于学习者视觉搜索, 从而促进学习的效果。

关于审稿人提到的沿用了相互矛盾文献问题, 作者查看了审稿中批注 8 和批注 9, 并且对比了两处蓝色标记文字, 并没有发现文献矛盾, 可能是写作上不清楚或缺少相关背景的理解偏差。本文陈述结果中, 并没有回避任何一方的研究结果和有争议的结论。其中 1.1 第二段提到关于邻近效应研究(审稿人标记蓝色内容: 这样的呈现效果比隔开呈现能使学生的学习效果更好(Ayres & Sweller, 2005; Cierniak, Scheiter, & Gerjets, 2009; Mayer & Moreno, 1998)。Ginns(2006)对 50 项有关邻近原则的多媒体学习研究进行了元分析发现, 邻近效应确实有利于学习成绩的提高或改进学习的效果($d = 0.85$).....)旨在说明邻近效应在大部分研究中得到了证实。而审稿人认为矛盾文献结果(原文蓝色标记内容: 最近, Schmidt-Weigand, Kohnert 和 Glowalla(2010)采用眼动技术探讨了通道效应和邻近效应的认知加工过程, 研究虽然没有发现学习测验上的邻近效应.....)是用于说明关于空间邻近的眼动研究。在 Schmidt-Weigand 等人研究(2010)中, 他们的学习测验确实没能发现邻近效应的主效应, 主要是由于他的实验同时把通道效应也纳入了考察会存在相互干扰以及样本量影响等因素。在多媒体学习中这种情况时常发生, 被一些研究者界定为边界条件(boundary condition)(Mayer, 2010), 即一个效应如果加入其他变量或改变了条件, 其作用就可能消失。这也正是这个研究的价值所在, 即探讨邻近效应起作用的影响或调节变量。但是, 这个研究结果并不影响邻近效应结论, 以往他们研究设计中还有其他变量。关键的内容在于 Schmidt-Weigand 等人研究(2010)报告了邻近效应的眼动结果, 为本研究推测眼动差异, 以

及其他结果差异提供了基础和参照。在修改稿中,作者修改了表述和逻辑关系,以避免歧义。

另外,对审稿人批注中几处关于表述内容进行了修改。具体见正文中红色字体。

意见 4: 为什么要设置两种学习结果(保持和迁移)的测验?两种测验在解释多媒体信息整合时各自的作用是什么?如果两者的结果是一致的,则说明什么内在机制,如果不一致又说明了什么内在机制呢?

回应: 为了考察学习效果,在多媒体学习研究中都使用多个测验测查学习效果,其中保持测验和迁移测验是最常见的形式,在多媒体学习中属于经典测验方式(相关综述或研究参见:理查德 E. 迈耶 著,牛勇,邱香 译,《多媒体学习》.商务印书馆,2006 年;Mayer, R. E. (Ed.). (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press; Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 358-368)。在王福兴、段朝辉、周宗奎(2013)最近一篇中文综述中,他们对近 20 篇多媒体线索研究文献梳理中,列出了对学习结果的测验,其中大部分研究都使用了保持和迁移测验(该论文信息见文章参考文献,结果测验见该论文 1432 页,表 1)。

对于两种测验的内在机制,大部分研究都认为它们分别代表着对知识的不同记忆深度和不同的信息加工程度,可以用来估计不同层次的学习效果。纵观大部分多媒体学习研究,保持测验的题目涉及的都是学习材料中已经出现过的内容,目的在于考察学习者对知识的识记能力。而迁移测验的题目则是在理解的基础上把知识迁移并应用到新的情景中,目的在于测量学习者根据所学知识进行问题解决能力(参见本文附录部分所附的两种测验,以帮助理解测验差异)。对于本研究的图-文整合,本研究利用两个测验目的是了解学习者在图-文不同整合条件下对知识记忆和理解、应用是否有差异。

当两者结果一致,比如:在自变量上保持测验和迁移测验差异都显著(如: Ozcelik, E., Karakus, T., Kursun, E., & Cagiltay, K. (2009). An eye-tracking study of how color coding affects multimedia learning. *Computers & Education*, 53(2), 445-453.),则说明学习者对所学知识记忆和迁移、应用都很好。这是研究理想的预期结果,说明研究所操作的变量既可以让学习者记住所学知识内容,同时学习者在识记的基础上理解了知识,并且把知识应用到问题情景中解决实际问题。如果两者结果不一致,分两种情况:第一,在自变量上保持测验差异显著而迁移测验不显著(如: Tabbers, H. K., Martens, R. L., & Van Merriënboer, J. J. G. (2004). Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 71-81.),说明研究对自变量操作仅仅影响了被试记忆知识或知识识记,但是被试并不能深层理解并应用这些知识。第二,保持测验不显著而迁移测验显著(如: Ozcelik, E., Arslan-Ari, I., & Cagiltay, K. (2010). Why does signaling enhance multimedia learning? Evidence from eye movements. *Computers in Human Behavior*, 26(1), 110-117.),说明对自变量操作可以让被试很好理解知识,并且有助于其应用知识解决问题,但是没有很好记住知识或知识细节。在多媒体学习研究中,后面这种情况比较少在研究中见到,但是确实在有些机械系统原理(如: Ozcelik 等人(2010)使用的喷气发动机原理)、生物学知识学习中存在这种情况。说明学习者理解了知识的框架原理,但是对细节不是很明白。因为对于一些特定知识,对整体原理的把握比细节更重要。在本文写作中,确实没有考虑到更大读者面,对这些知识没有介绍清楚,在修改稿中,对一些表述进行了修改,并且标注了一些参考文献或书籍,供感兴趣读者查阅、了解这些相关知识。修改稿中增加对两个测验解释内容,其中在“2.2.3 保持测验与迁移测验”(正文第 4 页标记红色字体),增加了如下内容:

保持测验要求学生写出闪电的形成过程,评分点共 19 个,满分 19 分。保持测验目的在于考察学习者对知识的识记能力.....迁移测验目的是测查把知识迁移并应用到新的情景中解

决问题的能力。

其中在结果部分(3.1),修改中增加了如下内容:

为了检验学生在不同的材料呈现形式及线索有无条件下的对学习材料的识记和理解、应用,研究采用了保持测验和迁移测验……

意见 5: 具体眼动指标(诸如注视时间比、注视点数量以及首次注视时长等)对说明注意分配上的含义与作用是什么?

回应: 本研究中使用了 EyeLink 眼动仪,其所输出眼动指标多而且复杂,所以在眼动指标上存在一些表述不清楚问题。结合第二位审稿人对于兴趣区概念的建议,在修改稿中,作者重新表述了关于眼动指标的名称和界定,在名称后面加上了对指标含义的解释,以利于读者条理、逻辑地理解眼动指标含义及其与研究假设的关系(具体见正文第 5 页的结果 3.2 和第 6 页结果 3.3,红色字体突显的内容)。摘录部分内容如下:

选取的眼动指标有兴趣区停留时间百分比(Dwell Time Percent of AOI,简称 DTP,指注视停留在图片或文字区的时间与停留在整个动画上时间的比值,数值越大说明对图或文的加工越长)、兴趣区注视点个数(Fixation Count of AOI,简称 FC,是指被试注视图片或文字区域的注视点数量,数值越大说明注视次数越多)以及在兴趣区的首次注视时间(First Fixation Time of AOI,简称 FFT,指的是对图片区或文字区第一次注视加工的时间,反应了被试对图或文字的第一次加工时间)(有关眼动指标含义参见:闫国利 等人,2013)。这三个指标都可以说明学习者对兴趣区(图或文字)的关注程度,一般而言,值越大就代表对兴趣区的注意加工越多。

选取的眼动指标有兴趣区停留时间百分比(DTP,含义同 3.2 中解释)、兴趣区注视点个数百分比(Fixation Count percent of AOI,简称 FCP,是指对线索注视点个数占对整个动画注视点个数比例,值越大说明对线索注视和加工越多)和进出兴趣区次数(Run Count of AOI,简称为 RC,是指被试频繁地在线索和其他区域间来回注视的次数,值越大说明对兴趣区关注越多)共 3 个指标……。

意见 6: 从学习结果(学习保持和学习迁移)上看,只有图文位置主效应显著,线索主效应不显著,位置与线索的交互作用也不显著。实际上只是证实了早已成为定论的空间邻近效应而已。而且,在眼动数据的三个指标(时间比、注视点以及首次注视时长)上,各种主效应以及交互作用有的显著、有的不显著,并没有表现出一致性的倾向,而且也没有事先说明眼动各个指标的意义、作用和关系以及对学习过程的影响,情况相当繁杂无序,所以难以做出与学习结果差异状况相一致的机制上的解释。

回应: 对于眼动各个指标含义问题,在意见 5 和意见 2 中已经进行了回应和修改。在此不再赘述。

如审稿专家所述,本研究中确实只发现了图文位置主效应显著,线索主效应不显著。关于线索主效应不显著问题,作者在论文中进行了讨论,并没有回避这个问题。而且就本研究结论而言,线索在空间邻近中不显著可能说明了线索在空间邻近效应中作用是微弱的。有可能是线索仅仅体现了引导功能,组织和整合功能没有体现出来,线索对多媒体学习效果的机制还需要进一步研究。可能原文中对 De Koning 关于线索对注意引导、知识组织和整合功能没有解释清楚。修改稿中重新进行了调整和写作(见修改稿第 8 页)。

关于眼动数据的三个指标(时间比、注视点以及首次注视时长)上,各种主效应以及交互作用有的显著、有的不显著,并没有表现出一致性的倾向的问题。由于眼动技术在多媒体学习中应用较晚,所以一些早期研究更多使用注视时间这个指标,但是,眼动研究专家更鼓励使用多指标来衡量和评估学习的注视过程(Hyönä J. (2010). The use of eye movements in

the study of multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20(2), p 174)。由于眼动可以提供数据相对比较丰富，但是很多指标之间并不一定会出现一致的差异方向，所以报告可能相关的眼动指标有助于研究进一步了解注视过程的真相（见：闫国利，熊建萍，臧传丽，余莉莉，崔磊，白学军. (2013). 阅读研究中的主要眼动指标评述. *心理科学进展*, 21(4), p 600 眼动指标选择）。可能在多媒体学习研究中，很多眼动指标不一定敏感，但是作者在分析时还是尽量多的呈现了与研究相关指标，以供未来研究参照和选择。这样才能帮助多媒体学习研究者学会如何根据不同的学习材料、呈现方式选择眼动指标。另外，在眼动指标上没有表现出一致差异这也是正常现象，在以往研究中多有报告，比如下表中一些研究。

文献	显著眼动指标	不显著眼动指标
Ozcelik, E., Karakus, T., Kursun, E., & Cagiltay, K. (2009). An eye-tracking study of how color coding affects multimedia learning. <i>Computers & Education</i> , 53(2), 445-453.	平均注视时间（average fixation duration），搜索定位时间（time locating the corresponding terms）	总注视时间（total fixation time）
Ozcelik, E., Arslan-Ari, I., & Cagiltay, K. (2010). Why does signaling enhance multimedia learning? Evidence from eye movements. <i>Computers in Human Behavior</i> , 26(1), 110-117.	总注视时间(total fixation duration), 注视次数(fixation count)	平均注视时间(mean fixation duration)
De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2010). Attention guidance in learning from a complex animation: Seeing is understanding? <i>Learning and Instruction</i> , 20(2), 111-122.	注视次数（Fixation frequency）	平均注视时间（Average fixation duration）和注视频率(number of fixations per second)

对于学习结果与眼动相一致的机制上解释问题，作者在意见2中对这个问题已经有所解释。多媒体学习研究之所以使用眼动技术并不是因为它与学习结果相对应，而是因为眼动可以帮助了解学习的潜在过程，这是使用传统的多媒体学习测量无法发掘到的。如果眼动与学习结果不对应，说明这两者之间还有其他的变量需要去探讨，或者原来测验结果只反映了结果变量差异，而眼动反应了过程差异。而眼动只是帮助我们更进一步地了解学习过程。诚然，没有完美无缺的方法，任何的方法都存在优点和缺点。就眼动而言，它虽然可以考察多媒体学习过程，为了解多媒体学习过程中对信息搜索和加工提供直接证据，但是眼动在解释学习结果（注视信息后如何去理解和加工信息）上确实是存在不足(Hyönä J. (2010). The use of eye movements in the study of multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20(2), p 173)。所以，研究者才使用了保持和迁移测验来了解学习者是否记住或理解了所学知识。当然，从学习过程（眼动）到学习结果（测验）之间仍然存在一个解释的缺口，这个问题是目前所有研究都无法逾越的问题。除非采用特别的口头报告或出声思考方法进行弥补（Kaakinen, J. K., & Hyona, J. (2005). Perspective effects on expository text comprehension: Evidence from think-aloud protocols, eyetracking, and recalls. *Discourse Processes*, 40(3), 239-257.）。对于本实验眼动及学习结果，线索与位置交互并没有影响学习者测验结果。却在眼动注视上发现了一些差异，而这些差异说明线索可以在图文邻近时候引导注意，但单纯注意引导并不能影响学习的结果。对于研究假设问题讨论在原稿中是分邻近效应和线索作用单独讨论，没有深入讨论两者关系。修改稿中，我们对讨论逻辑关系进行了调整，并且增加了审稿人质疑问题的讨论。

审稿人2意见：

研究选题具有较好的实践意义。研究方法正确，结论可信。文章有如下的问题：

意见 1: 在 1.3 部分, 提出了 5 个非常具体的假设, 这些假设提出的依据是什么? 这些假设是否可以精简为 1-2 个核心假设?

回应: 结合第一位审稿专家的意见 3, 两位审稿专家都对于假设写法提出了一些建议和疑问, 综合两位审稿人意见, 作者对假设表述进行了修改, 具体内容摘录如下:

以往关于空间邻近效应研究大部分都证明了空间邻近要好于空间远离(Cierniak et al., 2009; Ginns, 2006; Kester, Kirschner, & van Merriënboer, 2005; Mayer & Moreno, 1998), 所以研究预期假设认为: 图文位置邻近排列更有利于学习, 并且会促进学习者对学习材料的视觉搜索, 即邻近排列的图文会让被试更多注视线索信息或文字信息。对线索综述也可以发现, 颜色线索在很多研究中都能有效引导注意、促进知识整合(Kalyuga et al., 1999; Ozcelik et al., 2010; Ozcelik et al., 2009), 研究预期学习材料中加入线索会促进学习效果, 有线索的测验成绩要好于无线索。根据线索可以引导注意假设(De Koning et al., 2009; Mautone & Mayer, 2001; 王福兴 等人, 2013), 线索加入会凸显关键信息, 被试对有颜色线索的信息注视会更多。对于线索和图文的物理排列位置相互作用, 根据近期的眼动研究(Johnson & Mayer, 2012; Schmidt-Weigand et al., 2010), 研究推测线索会更加凸显邻近效应, 即位置邻近且有线索时最有利于学习者视觉搜索, 从而促进学习的效果。

意见 2: 在 2.2.1 部分, 图 1 中, 当文字在上方时, 为什么将文字排列为两行? 而当文字在下方时, 排列为一行? 这是出于什么考虑?

回应: 感谢审稿人细致的审阅! 图文位置是研究中一个重要操作变量, 为了控制邻近效应并且缩短空间距离, 在材料设计时, 图文邻近的文字有 4 处被排列成了两行以尽量邻近图示中图解的内容。这个技术问题作者在设计材料的时候进行过讨论, 但是没有做足够的分析和思考。此次修改中, 作者查阅了使用相同“闪电形成原理”素材, 但是文字排版行数有差异的研究, 并没有任何数据差异认为文字行数影响了多媒体学习的图-文空间邻近效应。比如: 本研究 and Schmidt-Weigand 等人的研究(具体见: Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A., & Glowalla, U. (2010). Explaining the modality and contiguity effects: New insights from investigating students' viewing behaviour. *Applied Cognitive Psychology*, 24(2), 226-237.) 都使用了 Moreno 和 Mayer 研究 (Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 358-368.) 中的素材, 而 Schmidt-Weigand 等人由于将文字翻译成了德语, 所以句子长度整体增长了 17% (见该论文 p230), 而且设计中也为了保证效果使用了多行文字排版 (见该研究图片 p231), 但是这种文字长度和排列并没有发现影响到空间邻近效应。所以, 这个排列问题更多是为了突显邻近效应, 而不对实验产生影响。

意见 3: 线索的类型繁多, 本研究为什么选择颜色作为本研究的线索, 应该说明原因。

回应: 确实如审稿人的疑问, 线索的类型很多, 之所以选择颜色作为研究的线索主要原因有两点: 第一, 颜色线索有典型性和代表性, 以往研究发现颜色线索是引导注意最有效的一种多媒体学习线索方式 (颜色线索有效性研究见: Kalyuga, Chandler, & Sweller, 1999; Ozcelik, Arslan-Ari, & Cagiltay, 2010; Ozcelik, Karakus, Kursun, & Cagiltay, 2009, 中文综述评价见: 王福兴 等人, 2013. p1431)。第二, 颜色线索是人们日常生活和教学设计中最常用也最容易操作的线索类型, 具有普遍性和适用性的特点。原文在写作中确实没有交代清楚, 根据专家建议进行了补充 (正文第 2 页, 标题 1.2) 补充的内容摘录如下:

综述以往研究发现, 对多媒体学习注意引导最有效的线索是颜色(Kalyuga, Chandler, & Sweller, 1999; Ozcelik, Arslan-Ari, & Cagiltay, 2010; Ozcelik, Karakus, Kursun, & Cagiltay, 2009) 和对比度变化(De Koning, Tabbers, Rikers, & Paas, 2007, 2010)。并且考虑到教学设置的操作

性和实用性，研究采用颜色作为线索，通过对学习材料中的关键信息进行颜色凸显以区别于其他信息的方式来引导注意加工、促进学习(不同类型线索有效性评价见:王福兴 et al., 2013. p1431)。

意见 4: 文章中多处使用信息区和兴趣区的概念。通常，都统一使用兴趣区(area of interest)这个概念。

回应: 根据审稿人的建议，修改稿中已按照专家的意见统一使用兴趣区这个概念。

意见 5: 文章多出现第一人称的写法，请更正。

回应: 感谢审稿人细致审阅，修改稿中已更正了第一人称的写法，采用更加中立的第三人称写法，并且细致校对了全文。

意见 6: 被试看的实验材料是什么？是动态的还是静态的？文章似乎没有具体说明。如果是动态的，如何进行数据分析？

回应: 关于实验材料介绍，原文中介绍内容确实不够清楚，不容易理解。根据审稿人建议，作者在修改稿中修改了关于实验材料表述。并且补充了实验数据分析（见第 3 页，2.2.1 学习材料），具体内容摘录如下：

研究将学习材料制作成一段动态的动画呈现，动画素材格式为 800×600 像素的 AVI，由 16 幅图片素材和 16 段文字内容构成，整个动画持续时间为 155 秒。其中图片与文本描述在动画中一一对应，由电脑控制使图文同步呈现……

对于眼动数据分析介绍，修改稿在“3.2 图片和文字的兴趣区眼动数据”（第 6 页）中增加了如下内容：

由于学习材料为动态视频，所以眼动数据处理时根据 16 幅图片素材将动画视频切分为 16 个片段，在每个片段上划兴趣区（图片、文字、线索），使用 EyeLink 自带的数据分析软件 DataViewer 导出 16 个片段的眼动数据，最后再将 16 个片段平均后注视数据作为每个被试对兴趣区注视数据进入统计分析……

意见 7: 表 2 中，首次注视时间使用的单位是毫秒。毫秒不需要保留小数点后面的位数

回应: 感谢审稿人的建议，修改稿中已按照要求去掉了首次注视时间后的小数点，保留数值整数形式。

第二轮

审稿人 1 意见:

作者对两位评审的意见经过认真研究后进行了回复与修改，修改后的文章显得逻辑清晰，论证可靠，结论可信。同意发表。

审稿人 2 意见:

作者对第二个审稿人提出的审稿意见进行了认真的修改和回答。同意发表。

意见 1: 另外，本人对作者对第二个意见的回复仍然有异议。作为一个严格的实验，文字无论是在上方还是在下方，应该都排位两行，这样，是操作了文字所在的位置。否则，文字在上方时是两行，文字在下方时是三行，那么，结果的差异是由文字在上下造成的，还是由于文字的所在的位置（上、下）和文字的行数不同二者共同造成的？容易造成变量的混淆。

回应：很感谢第二位审稿人对文字行数这个问题的质疑。作者在一审的修改意见中引用了 Schmidt-Weigand 等人的研究(具体见: Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A., & Glowalla, U. (2010). Explaining the modality and contiguity effects: New insights from investigating students' viewing behaviour. *Applied Cognitive Psychology*, 24(2), 226-237.) 对这个问题进行了回复。即文字由英文翻译成其他语言后会有长度变化,从而在排版中确实存在行数变化。此外,作者进一步查阅了 Mayer 等人的原始实验材料,发现在他们研究中使用材料也存在这种单、双行混排的现象,甚至多行文字设置的问题,如下面附图 1 中 Mayer 和 Moreno (1998) 研究中使用材料。

作者检索了相关研究文献,研究中对于这个文字行数问题既没有控制,也没有说明。所以,作者也感觉仅仅引用这些文献来证明或说明这个问题显得比较苍白无力。作者重新设计了一个实验,对这个文字行数与图文位置邻近(即审稿人通俗指的文字在上和在下一)问题进行了单独验证。研究采集了 39 名被试数据信息,控制了文字行数和图文位置,通过 2(文字行数:单行,双行)×2(图文位置:邻近,远离)的实验设计探讨这个问题。结果发现:无论是学习后测验,还是眼动和主观评定,都没有发现文字行数导致的差异;但是发现了保持测验上的多媒体学习的图文邻近效应。仅在眼跳幅度一个眼动指标上发现了文字行数和位置的交互作用,其他 5 个眼动指标均未发现(具体见后面“补充验证实验”)。所以,作者有理由认为投稿论文中虽然没有做到把所有文字都单行或双行排列,但是文字行数对多媒体学习的邻近效应及其眼动结果不产生影响,原文的实验结果是有效的,结论是可靠的。

同时,作者在修改稿方法部分以页下注的方式对这个文字行数问题进行了补充说明,以方便读者理解。由于学报可以公开审稿意见,如果论文可以发表,读者也可以参照此修改说明后面的这个“补充验证实验”,对这个问题有所了解。增加的页下注文字信息具体见修改稿正文第 4 页的页下注。

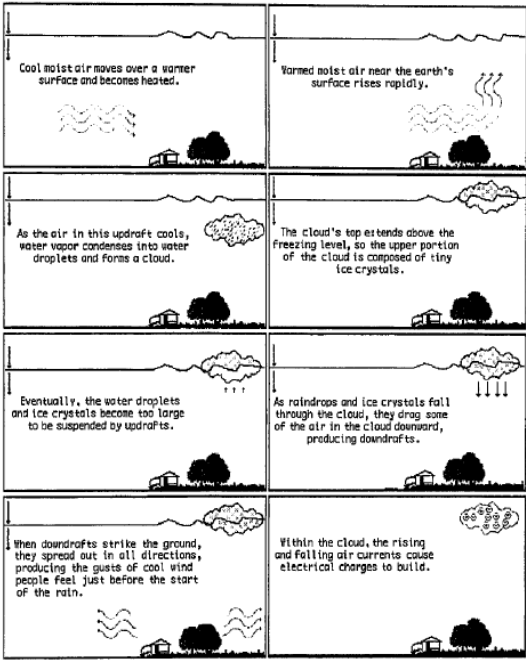


Figure 1. Selected frames from a multimedia lesson on the formation of lightning.

附图 1 Mayer 和 Moreno (1998, p313) 研究中使用的动画素材存在行数不一致问题

补充验证实验
方法

总共招募被试 41 人, 2 人数据未进入最终分析(双行远离条件 1 人, 由于态度不认真, 测验没有完成; 单行远离条件 1 人, 事后报告数月前参加过此实验), 进入数据分析的有效被试为 39 人(女 27 人)。平均年龄 23.0 ($SD = 2.3$)。所有被试视力或矫正视力正常。

实验为 2(文字行数: 单行, 双行) \times 2(图文位置: 邻近, 远离) 的被试间设计, 实验控制了文字呈现行数, 即文字单行呈现或文字双行呈现和图文的位置排列(具体见附表 2 中实验材料截图)。所有文字为楷体, 字号大小为 PhotoShop 软件中 7 号字体。材料格式和尺寸等同论文正文中实验。为了能够方便呈现, 保证文字大小一致, 有 5 处文字材料在单行条件下设置为了双行, 在双行条件下设置为了 3 行。对于这个问题, 作者进行了细致讨论, 并且邮件咨询了国外多媒体学习的学者, 认为这种设置是可以接受和合理的。因为在已有研究中, 都存在不等的多行设置(有关文献见: Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A., & Glowalla, U. 2010; Mayer & Moreno, 1998)。所有被试被随机分配到单行邻近、单行远离、双行邻近、双行远离 4 种实验条件下。

实验仪器和程序同正文中实验。

结果

两名独立评分者对该补充实验的保持测验和迁移测验进行了评定, 取两人均值作为测验结果。两人保持测验评分的皮尔逊相关系数为 0.92 ($p < 0.01$), 迁移测验为 0.82 ($p < 0.01$)。研究选取了被试在观看学习材料过程中的平均注视时间、注视次数、眼跳次数、瞳孔直径和眨眼次数作为眼动指标。

对实验前的前测知识测验进行分析发现, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) = 0.57, p = 0.46, \eta_p^2 = 0.02$; 图文位置主效应不显著 $F(1, 35) = 0.51, p = 0.48, \eta_p^2 = 0.01$; 二者交互作用也不显著 $F(1, 35) = 0.01, p = 0.94, \eta_p^2 < 0.001$ 。

保持测验上, 行数主效应不显著 $F(1, 35) = 0.85, p = 0.36, \eta_p^2 = 0.02$; 图文位置主效应显著 $F(1, 35) = 4.54, p = 0.04, \eta_p^2 = 0.12$, 邻近条件保持测验成绩高于远离, 证明了多媒体学习的邻近效应; 二者交互作用不显著 $F(1, 35) = 2.50, p = 0.12, \eta_p^2 = 0.07$ 。

迁移测验上, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) < 0.001, p = 0.996, \eta_p^2 < 0.001$; 图文位置主效应不显著 $F(1, 35) < 0.001, p = 0.996, \eta_p^2 < 0.001$; 二者交互作用也不显著 $F(1, 35) = 0.01, p = 0.91, \eta_p^2 < 0.001$ 。

平均注视时间上, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) = 1.01, p = 0.32, \eta_p^2 = 0.03$; 图文位置主效应不显著 $F(1, 35) = 0.22, p = 0.65, \eta_p^2 = 0.01$; 二者交互作用也不显著 $F(1, 35) = 1.29, p = 0.26, \eta_p^2 = 0.04$ 。

注视次数上, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) = 0.12, p = 0.73, \eta_p^2 = 0.03$; 图文位置主效应不显著 $F(1, 35) = 0.28, p = 0.60, \eta_p^2 = 0.01$; 二者交互作用也不显著 $F(1, 35) = 0.002, p = 0.96, \eta_p^2 < 0.001$ 。

眼跳幅度上, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) = 2.71, p = 0.11, \eta_p^2 = 0.07$; 图文位置主效应显著 $F(1, 35) = 22.39, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.39$, 图文远离的眼跳幅度大于图文邻近; 二者交互作用显著 $F(1, 35) = 7.28, p = 0.011, \eta_p^2 = 0.17$, 表现为图文邻近时单行眼跳幅度大于双行, 文字双行呈现时图文远离的眼跳幅度大于图文邻近。

在眼跳次数上, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) = 0.004, p = 0.95, \eta_p^2 < 0.001$; 图文位置主效应不显著 $F(1, 35) = 0.79, p = 0.38, \eta_p^2 = 0.02$; 二者交互作用也不显著 $F(1, 35) = 0.39, p = 0.54, \eta_p^2 = 0.01$ 。

在瞳孔直径上, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) = 1.68, p = 0.20, \eta_p^2 = 0.05$; 图文位置主效应不显著 $F(1, 35) = 0.001, p = 0.98, \eta_p^2 < 0.001$; 二者交互作用也不显著 $F(1, 35) = 0.66, p = 0.42, \eta_p^2 = 0.02$ 。

在眨眼次数上, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) = 1.59, p = 0.22, \eta_p^2 = 0.04$; 图文位置主效应不显著 $F(1, 35) = 1.02, p = 0.32, \eta_p^2 = 0.03$; 二者交互作用也不显著 $F(1, 35) = 0.03, p = 0.85, \eta_p^2 = 0.001$ 。

在动画难度评定上, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) = 0.22, p = 0.64, \eta_p^2 = 0.01$; 图文位置主效应不显著 $F(1, 35) = 0.22, p = 0.64, \eta_p^2 = 0.01$; 二者交互作用也不显著 $F(1, 35) = 0.103, p = 0.75, \eta_p^2 = 0.003$ 。

在测验难度评定上, 文字行数主效应不显著 $F(1, 35) = 0.50, p = 0.48, \eta_p^2 = 0.01$; 图文位置主效应不显著 $F(1, 35) = 0.78, p = 0.38, \eta_p^2 = 0.02$; 二者交互作用也不显著 $F(1, 35) = 0.09, p = 0.77, \eta_p^2 = 0.003$ 。

附表 1 邻近效应的文字单、双行排列对多媒体学习和眼动影响描述统计



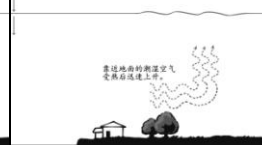

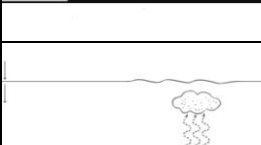

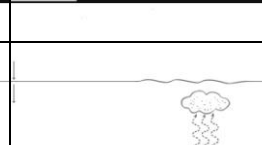

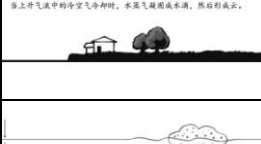
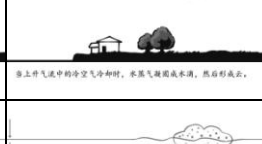
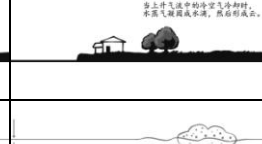
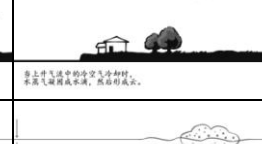





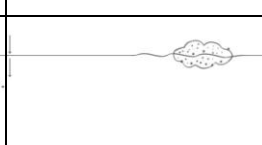
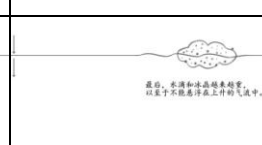
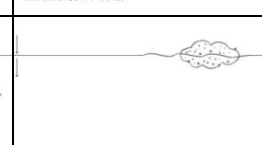
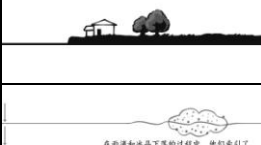
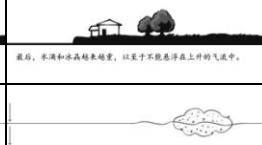
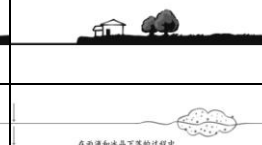
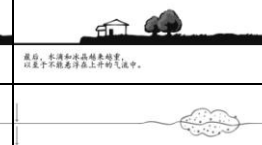





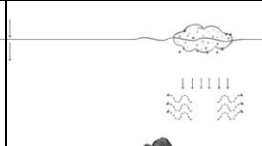

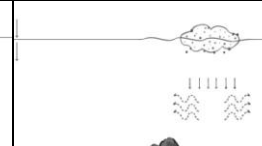



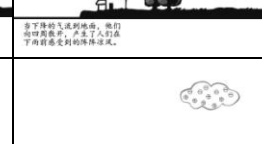
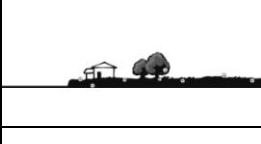

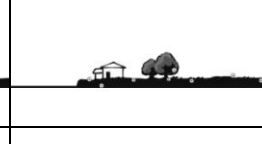






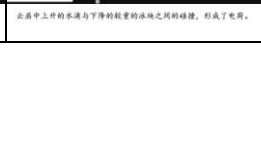

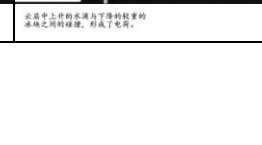








类别	因变量	单行				双行			
		邻近(N=10)		远离(N=9)		邻近(N=9)		远离(N=11)	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
测验	前测知识测验	19.10	7.52	20.89	6.03	17.56	7.67	19.00	6.94
	保持测验	7.60	2.04	7.22	2.06	8.06	2.77	5.50	1.67
	迁移测验	3.45	1.30	3.50	1.25	3.50	1.39	3.45	1.35
眼动	平均注视时间(ms)	241.09	13.33	246.29	18.90	257.66	35.60	245.28	23.93
	注视次数	497.10	62.61	487.67	39.90	490.67	41.90	482.82	52.54
	眼跳幅度(度)	3.74	0.34	4.06	0.51	3.05	0.50	4.22	0.58
	眼跳次数	555.10	39.37	560.11	44.06	542.00	67.33	570.91	75.95
	瞳孔直径(mm)	619.66	150.81	558.09	122.80	657.99	318.68	724.54	312.49
	眨眼次数	89.20	53.73	110.00	87.14	52.67	41.61	82.82	107.57
主观评定	动画难度(9 点评定)	5.60	1.43	5.67	1.00	5.67	1.50	6.00	1.26
	测验难度(9 点评定)								
		7.20	0.92	7.44	1.01	6.78	2.11	7.27	0.90









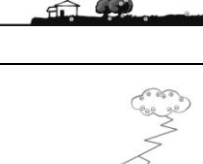

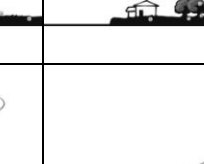





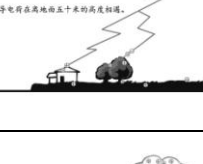



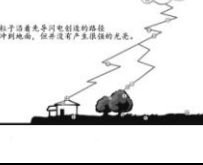
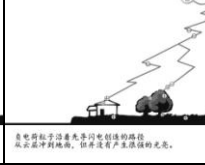
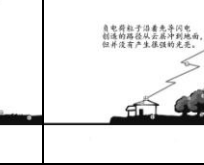

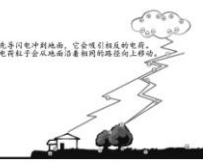
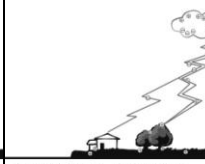
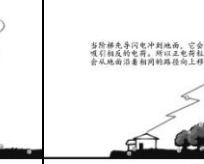

结论

在所有学习测验、眼动指标和主观评定上均没有发现文字行数对实验结果影响的主效应。仅在眼跳幅度上发现了文字行数与图文位置的交互作用。所以, 研究结论认为, 多媒体邻近效应中文字行数对学习结果和眼动不产生影响。

附表 2 用于制作动画材料的 16 幅文字和图片混排的素材截图

图片编号	单行		双行	
	邻近	远离	邻近	远离
01				

02	 <p>靠近地面的潮湿空气受热后迅速上升。</p>	 <p>靠近地面的潮湿空气受热后迅速上升。</p>	 <p>靠近地面的潮湿空气受热后迅速上升。</p>	 <p>靠近地面的潮湿空气受热后迅速上升。</p>
	 <p>靠近地面的潮湿空气受热后迅速上升。</p>	 <p>靠近地面的潮湿空气受热后迅速上升。</p>	 <p>靠近地面的潮湿空气受热后迅速上升。</p>	 <p>靠近地面的潮湿空气受热后迅速上升。</p>
03	 <p>当上升气流中的冷空气冷却时，水蒸气凝结成水滴，然后形成云。</p>	 <p>当上升气流中的冷空气冷却时，水蒸气凝结成水滴，然后形成云。</p>	 <p>当上升气流中的冷空气冷却时，水蒸气凝结成水滴，然后形成云。</p>	 <p>当上升气流中的冷空气冷却时，水蒸气凝结成水滴，然后形成云。</p>
	 <p>当上升气流中的冷空气冷却时，水蒸气凝结成水滴，然后形成云。</p>	 <p>当上升气流中的冷空气冷却时，水蒸气凝结成水滴，然后形成云。</p>	 <p>当上升气流中的冷空气冷却时，水蒸气凝结成水滴，然后形成云。</p>	 <p>当上升气流中的冷空气冷却时，水蒸气凝结成水滴，然后形成云。</p>
04	 <p>云的底部超过了结冻面，结冻面之上的云形成了细小的冰晶。</p>	 <p>云的底部超过了结冻面，结冻面之上的云形成了细小的冰晶。</p>	 <p>云的底部超过了结冻面，结冻面之上的云形成了细小的冰晶。</p>	 <p>云的底部超过了结冻面，结冻面之上的云形成了细小的冰晶。</p>
	 <p>云的底部超过了结冻面，结冻面之上的云形成了细小的冰晶。</p>	 <p>云的底部超过了结冻面，结冻面之上的云形成了细小的冰晶。</p>	 <p>云的底部超过了结冻面，结冻面之上的云形成了细小的冰晶。</p>	 <p>云的底部超过了结冻面，结冻面之上的云形成了细小的冰晶。</p>
05	 <p>最后，水滴和冰晶越来越大，以至于不能悬停在上升的气流中。</p>	 <p>最后，水滴和冰晶越来越大，以至于不能悬停在上升的气流中。</p>	 <p>最后，水滴和冰晶越来越大，以至于不能悬停在上升的气流中。</p>	 <p>最后，水滴和冰晶越来越大，以至于不能悬停在上升的气流中。</p>
	 <p>最后，水滴和冰晶越来越大，以至于不能悬停在上升的气流中。</p>	 <p>最后，水滴和冰晶越来越大，以至于不能悬停在上升的气流中。</p>	 <p>最后，水滴和冰晶越来越大，以至于不能悬停在上升的气流中。</p>	 <p>最后，水滴和冰晶越来越大，以至于不能悬停在上升的气流中。</p>
06*	 <p>在雨滴和冰晶下落的过程中，他们牵引了一部分云中的空气下行，形成了向下的气流。</p>	 <p>在雨滴和冰晶下落的过程中，他们牵引了一部分云中的空气下行，形成了向下的气流。</p>	 <p>在雨滴和冰晶下落的过程中，他们牵引了一部分云中的空气下行，形成了向下的气流。</p>	 <p>在雨滴和冰晶下落的过程中，他们牵引了一部分云中的空气下行，形成了向下的气流。</p>
	 <p>在雨滴和冰晶下落的过程中，他们牵引了一部分云中的空气下行，形成了向下的气流。</p>	 <p>在雨滴和冰晶下落的过程中，他们牵引了一部分云中的空气下行，形成了向下的气流。</p>	 <p>在雨滴和冰晶下落的过程中，他们牵引了一部分云中的空气下行，形成了向下的气流。</p>	 <p>在雨滴和冰晶下落的过程中，他们牵引了一部分云中的空气下行，形成了向下的气流。</p>
07*	 <p>当下降的气流到达地面，他们向四周散开，产生了人们在下雨前感受到的阵阵凉风。</p>	 <p>当下降的气流到达地面，他们向四周散开，产生了人们在下雨前感受到的阵阵凉风。</p>	 <p>当下降的气流到达地面，他们向四周散开，产生了人们在下雨前感受到的阵阵凉风。</p>	 <p>当下降的气流到达地面，他们向四周散开，产生了人们在下雨前感受到的阵阵凉风。</p>
	 <p>当下降的气流到达地面，他们向四周散开，产生了人们在下雨前感受到的阵阵凉风。</p>	 <p>当下降的气流到达地面，他们向四周散开，产生了人们在下雨前感受到的阵阵凉风。</p>	 <p>当下降的气流到达地面，他们向四周散开，产生了人们在下雨前感受到的阵阵凉风。</p>	 <p>当下降的气流到达地面，他们向四周散开，产生了人们在下雨前感受到的阵阵凉风。</p>
08	 <p>在云层中，上升和下降的气流导致了电荷的产生。</p>	 <p>在云层中，上升和下降的气流导致了电荷的产生。</p>	 <p>在云层中，上升和下降的气流导致了电荷的产生。</p>	 <p>在云层中，上升和下降的气流导致了电荷的产生。</p>
	 <p>在云层中，上升和下降的气流导致了电荷的产生。</p>	 <p>在云层中，上升和下降的气流导致了电荷的产生。</p>	 <p>在云层中，上升和下降的气流导致了电荷的产生。</p>	 <p>在云层中，上升和下降的气流导致了电荷的产生。</p>
09	<p>云层中上升的水滴与下降的冰晶之间的碰撞，形成了电荷。</p>	<p>云层中上升的水滴与下降的冰晶之间的碰撞，形成了电荷。</p>	<p>云层中上升的水滴与下降的冰晶之间的碰撞，形成了电荷。</p>	<p>云层中上升的水滴与下降的冰晶之间的碰撞，形成了电荷。</p>
	<p>云层中上升的水滴与下降的冰晶之间的碰撞，形成了电荷。</p>	<p>云层中上升的水滴与下降的冰晶之间的碰撞，形成了电荷。</p>	<p>云层中上升的水滴与下降的冰晶之间的碰撞，形成了电荷。</p>	<p>云层中上升的水滴与下降的冰晶之间的碰撞，形成了电荷。</p>

10	 <p>带负电的粒子下降到云底部，而大部分的正电荷上升到云的顶部。</p>	 <p>带负电的粒子下降到云底部，而大部分的正电荷上升到云的顶部。</p>	 <p>带负电的粒子下降到云底部，而大部分的正电荷上升到云的顶部。</p>	 <p>带负电的粒子下降到云底部，而大部分的正电荷上升到云的顶部。</p>
11	 <p>阶梯先导电荷逐渐下降，直到接触地面。</p>	 <p>阶梯先导电荷逐渐下降，直到接触地面。</p>	 <p>阶梯先导电荷逐渐下降，直到接触地面。</p>	 <p>阶梯先导电荷逐渐下降，直到接触地面。</p>
12	 <p>正电荷沿树木、建筑等物体向上移动。</p>	 <p>正电荷沿树木、建筑等物体向上移动。</p>	 <p>正电荷沿树木、建筑等物体向上移动。</p>	 <p>正电荷沿树木、建筑等物体向上移动。</p>
13	 <p>两种先导电荷在离地面五十米的高度相遇。</p>	 <p>两种先导电荷在离地面五十米的高度相遇。</p>	 <p>两种先导电荷在离地面五十米的高度相遇。</p>	 <p>两种先导电荷在离地面五十米的高度相遇。</p>
14*	 <p>负电荷粒子沿着先导闪电创造的路径从云层冲到地面，但并没有产生很强的光亮。</p>	 <p>负电荷粒子沿着先导闪电创造的路径从云层冲到地面，但并没有产生很强的光亮。</p>	 <p>负电荷粒子沿着先导闪电创造的路径从云层冲到地面，但并没有产生很强的光亮。</p>	 <p>负电荷粒子沿着先导闪电创造的路径从云层冲到地面，但并没有产生很强的光亮。</p>
15*	 <p>当阶梯先导闪电冲到地面，它会吸引相反的电荷，所以正电荷粒子会从地面沿着相同的路径向上移动。</p>	 <p>当阶梯先导闪电冲到地面，它会吸引相反的电荷，所以正电荷粒子会从地面沿着相同的路径向上移动。</p>	 <p>当阶梯先导闪电冲到地面，它会吸引相反的电荷，所以正电荷粒子会从地面沿着相同的路径向上移动。</p>	 <p>当阶梯先导闪电冲到地面，它会吸引相反的电荷，所以正电荷粒子会从地面沿着相同的路径向上移动。</p>
16*	 <p>这个向上的电荷流便是回击闪电，它产生的亮光便是人们肉眼所见的闪电。</p>	 <p>这个向上的电荷流便是回击闪电，它产生的亮光便是人们肉眼所见的闪电。</p>	 <p>这个向上的电荷流便是回击闪电，它产生的亮光便是人们肉眼所见的闪电。</p>	 <p>这个向上的电荷流便是回击闪电，它产生的亮光便是人们肉眼所见的闪电。</p>

注：*****编号为 06,07,14,15,16 的图片素材，文字单行无法排列，单行条件下设置为了双行，而双行条件下设置为三行。

第三轮

编委意见:

意见 1:文中 1.1“综述多媒体图文整合的研究发现,良好的图文编排方式能够有效地引导学习者的注意,并提高学习者的学习效果”。建议修改为“已有研究发现,良好的图文编排方式能够有效地引导学习者的注意,并提高学习者的学习效果”。

回应:参照编委的意见,在文中 1.1“综述多媒体图文整合的研究发现,良好的图文编排方式

能够有效地引导学习者的注意，并提高学习者的学习效果”已经修改为“已有研究发现，良好的图文编排方式能够有效地引导学习者的注意，并提高学习者的学习效果”。

意见 2:“研究者将图片信息和文本信息邻近排列而提高学习成绩称为邻近效应”，建议修改为“研究者将图片信息和文本信息邻近排列而提高学习成绩的现象称为邻近效应”。

回应:已如编委所述，进行了相应的修改，具体请见修改稿的正文第 1 页蓝色字体。

意见 3:“它包括空间邻近效应 (spatial contiguity effect) 和时间临近效应 (temporal contiguity principle) (Mayer, 2001)。在研究中仅探讨空间邻近效应。”建议在后面直接给出这两个效应的定义。

回应:结合编委的建议，在修改稿中对此修改为：“根据具体操作因素的不同，它又分为两大类。一种是在空间位置上，图片信息和文本信息邻近排列而促进学习的现象，称为空间邻近效应 (spatial contiguity effect)。另一种是在时间因素上，图片信息和文本信息同步编排而促进学习的现象，称为时间临近效应 (temporal contiguity principle) (Mayer, 2001)”。

意见 4:“Johnson 和 Mayer(2012)研究发现，图文邻近呈现组在图片和文字间眼动多于图文远离。”不明白意思是什么？

回应:感谢编委的细致审查，此处为语句表述不当。意思应该是：在 Johnson 和 Mayer(2012)的研究中发现，相对于图文远离组，图文邻近组的注视点在图片区和文字区，这两大区域上切换得更加频繁。这也是图文邻近编排利于视觉搜索的体现。为了方便读者理解，在修改稿中改为：“Johnson 和 Mayer(2012)研究发现，图文邻近呈现组在图片和文字间的注视点转换比图文远离时更加频繁。”

意见 5:“这就需要记录学习者学习过程中的注意信息，进一步验证是否图-文邻近有利于学习者的注意加工过程。”这句话中“注意信息”是间接测量的，说法有误。

回应:如编委所言“注意信息”是在对眼动信息分析后得出的，不能直接记录。在此记录的应该为眼动数据，所以此句话在修改稿中改为：“这就需要记录学习者学习过程中的眼动数据，进一步验证是否图-文邻近有利于学习者的注意加工过程。”

意见 6:“借助于即时记录(moment to moment)”建议修改为“借助于即时(moment to moment)记录”。

回应:感谢审稿人的细致审查，修改稿中已将“借助于即时记录(moment to moment)”修改为“借助于即时(moment to moment)记录”。

意见 7:“实验按线索效应和图文邻近效应分为 2（线索：无线索；有线索）×2（图文位置：远离；邻近）的两因素被试间设计，”建议简化，直接讲实验设计。

回应:参考编委建议，又结合意见 8，修改稿中将实验设计与被试分开，单独作为一行排列在 2 方法后。具体改为：“实验设计为线索（无线索、有线索）和图文位置（远离、邻近）的两因素被试间设计，具体处理见图 1。”

意见 8:“2.1 实验设计和被试”。这种写法没有道理，建议分开写。“实验有效被试一共有 51 人，随机分配到四种条件下，”，作者没有交待在实验时，共做了多少被试。

回应:结合编委的意见，修改稿中已将实验设计和被试分开。实验设计单独作为一行放在被试之前。而“2.1 实验设计和被试”改为“2.1 被试”。

关于实验被试问题：实验共招募被试 57 人，但由于 6 名被试的眼动数据异常，所以最后有效被试为 51 人。在修改稿中对此进行了更改，具体为：“实验共招募被试 57 人，删除眼动数据异常的 6 人。最后有效被试一共有 51 人，随机分配到四种条件下。”

意见 9: 建议作者将兴趣区的划分直接标在图 1 上。更有利读者理解实验的过程。

回应: 在修改稿中已将兴趣区直接标在图 1，并在兴趣区部分进行了说明。

意见 10: 文章最后两段需要调整。结论已经有了，为什么后面还写一段话。

回应: 参考编委建议，修改稿中调整了最后两段的顺序，并修改了一些表述。

第四轮

主编意见:

意见 1: 需要修改或添加的问题：建议把结论部分作为一个单独的部分列出。

回应: 已经根据主编意见，正文中增加了“5 结论”，并且把其作为一个单独的部分列出，具体见正文第 9 页。