

何时获取帮助更有效

——基于眼动追踪的多媒体教学效果研究

侯冠华 屠祎博

(宁波大学 潘天寿建筑与艺术设计学院, 浙江宁波 315211)

【摘要】 独立思考被普遍认为有助于锻炼学习能力,但线索标记、提示等辅助信息可能对学习者学习有潜在帮助。为探索多媒体教学中受助类型对学习效果的促进原理,本研究采用眼动追踪技术,分别让参与在独立学习时获取工具型受助和情感型受助,开展完全随机实验。其中,工具型受助按照添加位置分内线索受助、外线索受助和综合线索受助;情感型受助按照情绪诱发性质分积极情绪受助和消极情绪受助。结果表明,内、外线索受助在不同学习环节各具阶段性优势,内线索受助适用于迁移学习,外线索受助适用于保持学习;学习者获取内线索受助时师生交互体验最佳,视觉注意最集中;消极情绪受助能激发学习者竞争意识,增强学习投入,促进新知识迁移。上述研究结论为优化多媒体教学效果提供了实证依据。

【关键词】 多媒体学习;受助类型;眼动行为;学习体验;设计教学

【中图分类号】 G434

【文献标识码】 A

【文章编号】 1007-2179(2023)03-0086-10

一、引言

信息技术发展促使多媒体学习技术成为课堂教学的有益补充。学习者通过多媒体课堂汲取知识、培养自主学习意识(何克抗,2007)。多媒体学习中,线索标记、辅助提示等受助工具有利于为学习者提取材料重点(刘儒德等,2009)。有研究(王雪等,2015)聚焦线索标记,提出标注线索有助于学习者搜索目标知识(张智君等,2004),提升对文本内容的理解,加深视觉注意(杨九民等,2020)。此外,教师的动作(杨九民等,2019;皮忠玲等,2019)、形象(匡子翌,2021;王红艳等2018)、出镜形式(王

雪等,2022)会影响学习者对课件的持续注意。然而,研究者多从施教者视角探讨课件设计、授课效果,缺少从受教者视角探究自主学习效果。本研究从受助视角探究多媒体学习优化策略,为多媒体教学的受助模式提供设计依据。

工具型受助(received instrumental helping)可缓解学习者认知压力,提升学习效果。该受助类型通过线索标记、材料呈现等途径帮助学习者提炼知识、标记重点。研究发现,多媒体课件文本添加学习线索,有助于学习者分配认知资源,减少认知负荷(王雪等,2015);线索标记可帮助学习者设立学习目标,建构知识框架(刘儒德等,2009),提升信息

【收稿日期】 2023-02-23

【修回日期】 2023-04-21

【DOI 编码】 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2023.03.009

【基金项目】 浙江省高校重大人文社科项目“信息交互情感体验设计研究”(2021QN020)。

【作者简介】 侯冠华,博士,教授,硕士生导师,宁波大学潘天寿建筑与艺术设计学院,研究方向:包容性设计、适老化设计、设计教育、用户体验设计(50477041@qq.com);屠祎博(通讯作者),硕士研究生,宁波大学潘天寿建筑与艺术设计学院,研究方向:设计创造力、在线教育、设计教育、用户体验设计。

【引用信息】 侯冠华,屠祎博(2023). 何时获取帮助更有效——基于眼动追踪的多媒体教学效果研究[J]. 开放教育研究,29(3): 86-95.

搜索效率, 加大学习投入(梁昌豪等, 2022)。材料呈现通过组织化结构影响认知加工过程, 进而影响学习效果(杨九民等, 2020)。譬如, 树状知识结构的的学习效果显著优于线性知识结构(梁昌豪等, 2022); 在时间受限情境下, 链接网状知识结构的的学习效果优于传统线性知识结构(王雪等, 2015)。综上, 工具型受助从阅读效率、认知过程与知识呈现等方面影响教学效果。此外, 教师目光(杨九民等, 2020)、手势、鼓励等(于永顺, 2019)情感型线索也会影响学习过程, 情感型受助(received emotional helping)逐渐成为多媒体教学研究热点之一。

情感型受助(received emotional helping)旨在诱发积极或消极情绪, 催化学习吸引力(熊俊梅等, 2018; 巴深等, 2021)。依据受助内容, 情感型受助可分视觉维度受助、言语维度受助、经验维度受助等。视觉受助研究方面, 普拉斯等(Plass et al., 2014)指出圆润化、暖色系、精巧细致的知识素材能激发学习者的积极情绪、促进理解和迁移, 彩色拟人化素材有利于激发积极情绪、提升迁移测试成绩(Wang et al., 2022)。动态视觉能激发学习意愿、提升学习质量(冷晓雪等, 2022; 王改花等, 2021)。言语受助研究表明, 教师鼓励、关怀能激发学习者积极情绪(蔡旻君等, 2020), 培养感恩意识, 提升学习满意度(郭丽君等, 2022)。经验受助中, 受助效果受学习者知识水平的影响(Anna & Julie, 2018), 但特殊情境会弱化学员的自我认知与独立思考(詹元芳等, 2022), 降低学习投入。另有研究(王振宏等, 2000)指出, 当学习者产生落后意识时, 相应的成就欲望会激发学习动机, 改善学习态度, 但成就压力也存在降低学习主动性的可能, 进而干扰学习状态(孟林等, 2012)。综上所述可以看出, 情感型受助对学习效果的的影响的研究结论尚未达成一致。

受助类型对学习效果、情感体验有显著影响。工具型受助可帮助学习者提取材料重点, 提升学习效果。但受助效应存在边界条件, 与工具线索的呈现结构、功能有关。本研究采用眼动追踪技术, 分别采集学习者的总注视时长、平均注视持续时间和眼跳幅度, 探究眼动行为在多媒体学习中的搜索绩效和视觉专注度。其中, 实验一围绕线索类型探究工具型受助对多媒体学习的促进机制。同时, 情感型受助诱发积极或消极情绪, 影响学习体验。现

有研究多聚焦消极情绪引发的负面影响, 忽略其在适应逆境、增强学习动机等方面的作用(谢和平等, 2016; Chen et al., 2021)。因此, 实验二探究情感型受助诱发的情绪对多媒体学习的促进机制。

二、理论基础与研究假设

(一)工具型受助与情感型受助

受助指学习者从多媒体教学中获得的学习或情感支持。学习者可通过受助获取信息提示, 进而提升学习绩效与情绪体验。受助分工具型受助与情感型受助。工具型受助通过学习线索、影音动效激发学习者灵感, 提高学习效果; 情感型受助通过同情、理解、关怀和鞭策缓解学习压力(杨刚等, 2021), 激发学习主动性。

工具型受助旨在为学习者提供帮助线索和知识框架。依据提供帮助的性质, 它可分多种类型, 按添加位置可分内线索受助(received internal clues helping)、外线索受助(received external clues helping)和综合线索受助(received integrated clues helping), 即通过标记重点、指出目标, 辅助图文信息整合, 用于文本形式的多媒体学习; 按提示形式可分言语线索受助和视觉线索受助, 前者指通过标题、大纲强调信息之间的内在关系, 后者指通过箭头、颜色和线框引导学习者注意关键信息(杨九民等, 2019), 帮助学习者回忆概念性知识, 适合以动画视频为主的多媒体学习(段朝辉等, 2013)。本研究聚焦答题情境分析受助效果, 选择添加位置作为工具型受助的分类依据, 包含内线索受助、外线索受助和综合线索受助三种模式。其中, 内线索直接呈现于课件内容中, 以增加下划线、加粗字体、倾斜文本等形式彰显知识结构、重难点, 引导学生注意课件重点, 建立知识点之间的联系(王雪等, 2015; Mayer & Chandler, 2001)(见图 1a); 外线索间接与课件内容关联, 通过线框、图例引导学习者注意核心信息或知识内容, 聚焦视觉注意(王红艳等, 2019)(见图 1b); 综合线索采用内、外线索相结合的形式, 即课件内容呈现提示的同时, 也在文本内容外呈现线索指引, 形式不限于文字、语音和动画(见图 1c)。

有研究发现, 积极情绪有助于增强学习动机(Pekrun et al., 2002), 如拟人化材料诱发的正向情绪可使学习者保持长时间专注, 加深理解(Efklides et al.,

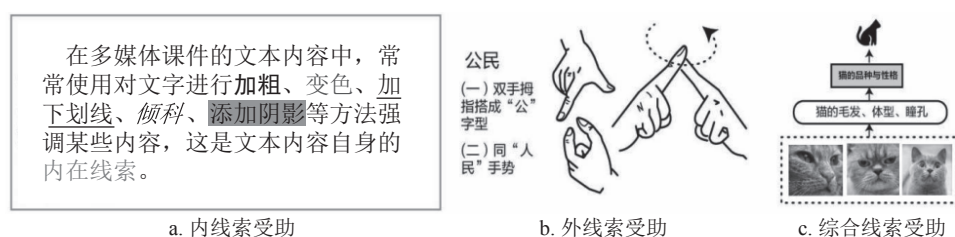


图1 工具型受助

2006); 教学素材采用暖调色彩可以激活正向情绪, 通过优化素材审美降低学习者的外在认知负荷(蒋文君等, 2019)。但消极情绪会干扰学习状态, 降低学习投入。如教师批评会引发挫折情绪, 削弱学习者的自我效能和学习动机(姚东旻等, 2021)。但消极情绪也存在积极效应, 当学习者成就欲望强烈时, 压力、落后意识会激励学习者产生驱动力。综上, 消极情绪对学习者的影响学界尚未得出一致结论。本研究中积极情绪受助(received positive emotion helping)将拟人神态、暖调色彩、卡通形象等情绪诱发线索添加至课件内, 吸引学习者视觉注意和学习兴趣(见图 2a); 消极情绪受助(received negative emotion helping)以简单

几何、线框、文字短语等形式呈现, 通过评价反馈诱发学习者负性情绪, 干扰学习状态(见图 2b)。

(二)保持成绩与迁移成绩

保持成绩和迁移成绩是衡量工具型受助与情感型受助作用效果的重要标准(Mayer, 2017)。保持成绩反映学习者记忆知识的准确性。迁移测试考察学习者的知识提炼和概括能力, 可预示学习者将知识原理迁移至相似原理知识的应用水平(王红艳等, 2018)。本研究采用保持成绩与迁移成绩考察受助类型对多媒体学习的作用机制, 从受助者视角检验多媒体课件设计的效果。

综上, 受助类型对多媒体学习作用机制尚待明确, 本研究重点解决以下问题:

(1)工具型受助如何影响学习者的学习体验、学习效果和眼动行为?

(2)情感型受助如何影响学习者的学习体验、学习效果和眼动行为?

三、研究方法

为探究受助类型如何影响多媒体学习的效果和体验, 克服以往对受助类型研究不足、消极情绪影响结论片面等问题, 本研究基于眼动行为, 从受助者视角总结多媒体答题系统的设计规则。

(一)被试

本研究从某大学随机招募 50 名大学生作为被试, 其中本科生和研究生各 25 名, 平均年龄 23 岁, 男女占比接近 1:1。为确保被试学习基础无差异, 本研究通过前测问卷测试被试, 单样本 T 检验结果表明被试间先前知识水平无显著差异($p=0.592$), 并采用完全随机分组将被试分配到实验中。

(二)实验材料

1. 视频学习材料

实验采用多媒体视频呈现程序性知识材料。视频材料由一名女教师讲解 Adobe Illustrator 2022



a. 积极情绪受助



b. 消极情绪受助

图2 情感型受助

版 3D 立体与膨胀功能的操作步骤和案例分析。视频时长 7 分 36 秒, 格式为 mp4。为控制无关变量, 所有被试观看视频时均环境安静, 视频音量相同。看完教学视频后, 被试点击鼠标进入受助与答题环节, 操作无限制时间。

2. 受助材料

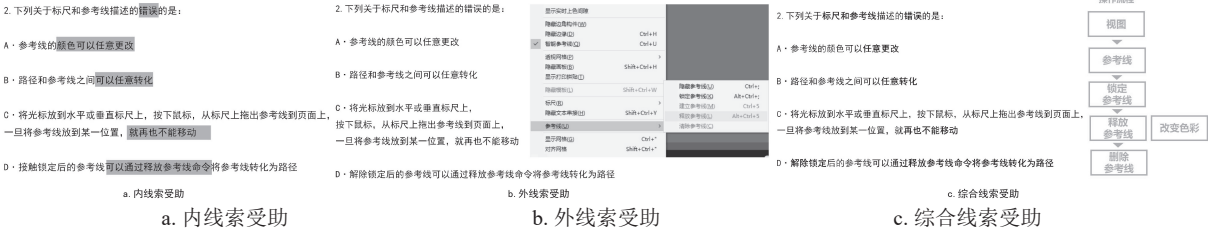


图 3 工具型受助

情感型受助结合提示设计穿插于课件材料内, 分为积极情绪受助(见图 4a)和消极情绪受助(见图 4b)。积极情绪受助包含卡通教师形象、拟人化表情、鼓励言语等情绪催化媒介, 消极情绪受助以考点难度预测、答题正确率、班级排名等评估线索诱发消极情绪。



图 4 情感型受助

3. 学习效果测验

保持测验主要考察学习者记忆与理解教学内容的程度, 即要求被试基本掌握操作流程。测试包含 10 道选择题, 总分为 100。题目示例: 在 AI 中哪个快捷键可关闭除工具箱外的所有调板? A.Tab 键; B.Shift+Tab 键; C.Shift 键; D.Alt 键/Option 键。

在答题情境下, 工具型受助将线索直接呈现于课件材料中。其中, 内线索受助在课件文本处添加红色背景提示学习者注意关键信息(见图 3a); 外线索受助提供工具栏图例激发学习记忆(见图 3b); 综合线索受助通过加粗字体、流程图线索为学习者提供辅助信息(见图 3c)。

迁移测试主要考察学习者应用所学内容的能力, 被试需深度理解操作流程, 通过所学知识回答迁移性问题。迁移测试包含 2 道简答题, 共 100 分。题目示例: 请你以江南水乡为题设计一款矢量品牌标识, 并简述原因和所需工具。两名专家评分, 两者平均分作为学习效果的评估值。

4. 学习体验评定

学习体验测量采用斯塔尔等(Stull et al., 2018)开发的量表, 测量被试在学习动机、师生互动和参与度方面的评分。量表采用七级李克特量表(见表 1), “1”表示非常不同意, “7”表示非常同意。题项 9 在数据统计时被反向计分。评分越高, 表明

表 1 学习体验问卷

学习体验问卷		
题项	内涵	维度
1.我喜欢这种学习方式	喜爱	学习动机维度
2.将来我会采用这种方法学习	学习意愿	
3.我对材料有很好的了解	内容理解	
4.这节课后, 我将期待学习更多相关知识	兴趣	
5.这节课对我很有用	有用性	
6.我感到有理解材料的动力	学习动力	师生交互维度
7.老师帮助我理解材料	提示帮助	
8.视频中老师的教学方式能够让人投入其中	交流互动	参与度维度
9.这个主题很难	感知难度	
10.我为理解学习内容付出了多少努力	心理努力	

被试的综合学习体验越好。

(三) 实验设计

本研究采用两个单因素完全随机实验法, 分别探究工具型受助和情感型受助对学习体验和学习效果的影响。实验一对比内线索受助、外线索受助和综合线索受助三种条件下学习者的学习效果与体验。因变量包括学习效果(保持测试成绩和迁移测试成绩)、学习体验(学习动机体验、师生交互体验和参与度体验)和眼动行为指标(总注视时间、平均注视持续时长和眼跳幅度)。

实验基于华硕笔记本电脑和 Tobii Pro 眼动仪完成。视频材料以投影呈现于眼动仪屏幕, 声音由 USB 外接扩音设备播放, 实验开始前电脑音量调试至标准水平(声音清晰且无杂音), 实验期间保持不变。实验二的自变量为情感型受助, 对比积极情绪受助和消极情绪受助对学习者的影响。因变量与实验一同。

(四) 实验程序

实验一流程见图 5a。模拟教学时长 20 分钟。研究者将被试随机分配到内线索、外线索和综合线索受助组, 每组 10 人。实验开始前, 被试需浏览实验流程、了解注意事项。待视频学习结束后, 被试单击鼠标开始答题并获取工具型受助, 答题时长不受限制。答题结束后, 被试需完成学习体验测试和 5 分钟访谈。保持测试在多媒体学习结束后的第七天进行。

实验二流程见图 5b。研究者将被试完全随机分配至积极情绪受助组与消极情绪受助组, 每组

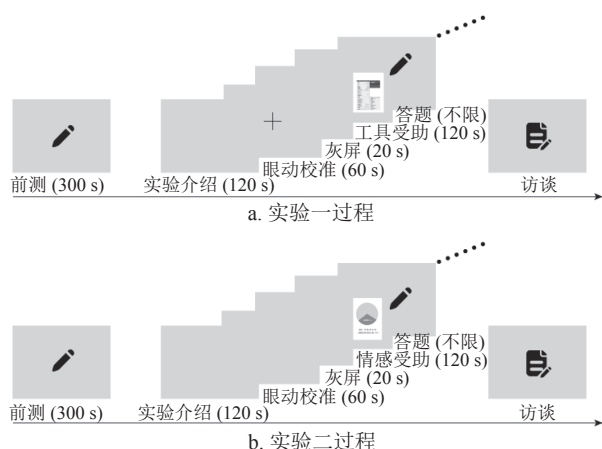


图 5 实验过程

10 人, 共 20 位被试。被试在答题环节可获得情感型受助, 其余流程与实验一同。实验结束后, 被试参与学习体验测试、访谈等活动。

四、研究结果

实验探究了受助类型对多媒体学习的影响机制和调节效应。研究表明, 尽管受助有利于学习者提取知识, 但工具型受助和情感型受助只在部分学习阶段产生积极效应。这意味着, 只有按照学习阶段提供适宜的受助类型, 方能有效吸引学习者的注意力, 产生理想的学习效果。同时, 本研究证实了情感型受助可从学习动机、师生交互、参与度等方面影响学习情绪, 竞争、警惕等非正向情绪也能发挥积极作用, 加大学习投入, 增强学习主动性。研究还基于眼动追踪技术证实了工具型受助和情感型受助对学习者的视觉注意的积极效用, 提出了多媒体教学的设计建议。

(一) 受助类型对学习体验评价的影响

1. 工具型受助对学习体验评价的影响

本研究以学习动机、师生交互和参与度的体验得分为因变量, 工具受助类型为自变量开展单因素方差分析。其中, 学习动机维度包括学习喜爱、学习意愿、内容理解、学习兴趣、感知有用性、学习动力等; 师生交互维度包括提示帮助和交流互动; 参与度评分取决于学习者的感知难度和心理努力。结果显示, 工具型受助对学习动机($p=0.499$)、师生交互($p=0.137$)和参与度($p=0.821$)体验主效应不显著, 说明工具型受助的呈现方式不会引起学习心态的转变。多重比较分析结果表明, 内线索受助组的师生交互体验评价显著高于外线索受助组(5.6 ± 0.74 vs 4.6 ± 0.65 , $p=0.054$), 其评分在三组中最佳(见表 2)。这意味着直接呈现于课件文本的内线索受助更有利于满足学习者的课堂互动需求。

表 2 工具型受助影响学习动机、师生交互和参与度的单因素方差分析

因变量	自由度	均方	F 值	p 值
学习动机维度	2	0.866	0.737	0.499
师生交互维度	2	1.317	2.358	0.137
参与度维度	2	0.217	0.200	0.821

注: 显著性水平 $p=0.05$ 。

2. 情感型受助对学习体验评价的积极影响

实验以学习动机、师生交互和参与度得分为因变量,情感受助类型为自变量。独立样本 T 检验分析结果显示,情感型受助对学习动机($t=2.204, p=0.059$)、师生交互($t=2.390, p=0.044$)体验影响的主效应显著,对参与度体验影响不显著($t=0.466, p=0.654$)。这表明,在多媒体学习中采用情感型受助,可显著提高学习投入,增强师生互动感知(见表 3)。

表 3 情感型受助影响学习动机、师生交互和参与度的独立样本 T 检验分析

因变量	组别	均值	t 值	p 值
学习动机	积极情绪	4.9	2.204	0.059
	消极情绪	5.97		
师生交互	积极情绪	5.5	2.390	0.044
	消极情绪	6.5		
参与度	积极情绪	3.70	0.466	0.654
	消极情绪	4.00		

注:显著性水平 $p=0.05$ 。

本研究分析发现,消极情绪受助组的学习动机体验评价显著高于积极情绪受助组(5.97 ± 0.88 vs $4.9\pm0.63, p=0.059$);消极情绪受助组的师生交互体验评价显著优于积极情绪受助组(6.5 ± 0.5 vs $5.5\pm0.79, p=0.044$)。相较于积极情绪,消极情绪提供的参与度体验更佳(4.00 ± 0.83 vs $3.70\pm1.17, p=0.654$)。但两组在统计学上无显著差异。对情感型受助的学习动机评分做内部比较后可知,积极情绪受助组与消极情绪受助组对学习的喜爱程度有显著差异($t=2.546, p=0.034$)。对比结果表明,采用消极情绪受助的学习者的主观学习体验评价更好,这意味着消极情绪受助有益于激发学习动力、丰富交互体验。从主观评价看,学习者更认可消极情绪的刺激形式,其体验评分显著高于积极情绪受助。这可能是由于成就目标与学习能动性之间存在正向关系,强烈的成就欲望会促使学习者通过理性施压、良性竞争等加强学习投入(蔡林等, 2020)。

(二)受助形式对学习效果的影响

1. 工具型受助对学习效果的影响

学习效果采用保持成绩和迁移成绩表征。保持成绩越高,表明学习者识记教学内容的程度越深;

迁移成绩越高,意味着学习者将知识应用到新情境的能力越强。本研究以保持成绩和迁移成绩为因变量,工具受助类型为自变量。单因素方差分析结果(见表 4)表明,工具型受助对保持成绩主效应显著($F=4.317, p=0.039$),对迁移成绩主效应不显著($F=3.592, p=0.060$),即工具型受助能提升学习者的知识记忆,但对新场景的迁移应用无显著影响。

表 4 工具型受助影响学习效果的单因素方差分析

	均方	F 值	P 值
保持成绩	726.667	4.317	0.039
迁移成绩	1365.00	3.592	0.060

注:显著性水平为 $p=0.05$ 。

为分析内线索、外线索和综合线索影响多媒体学习效果的机制,本研究发现,外线索受助组的保持成绩显著优于综合线索受助组(60 ± 2.0 vs $40\pm7.0, p=0.013$);外线索受助组与内线索受助组保持成绩的差异不显著(60 ± 2.0 vs $50\pm6.5, p=0.114$),内线索受助组与综合线索受助组保持成绩的差异不显著(50 ± 6.5 vs $40\pm7.0, p=0.246$),外线索受助能帮助学习者回忆更多知识,产生更好的实时学习效果。这表明,要提升学习者的记忆力与答题准确性,多媒体教学应遵循外线索受助的设计范式。

2. 情感型受助对学习效果的影响

本研究以保持成绩和迁移成绩为因变量,情感型受助为自变量开展研究。独立样本 T 检验结果表明,情感型受助对迁移学习效果主效应显著($t=2.764, p=0.025$),对保持学习效果主效应不显著($t=0.981, p=0.350$)。这意味着情感型受助可促使学习者将知识迁移至新领域,但对学习者知识记忆的影响不显著(见表 5)。

表 5 情感型受助影响学习效果的独立样本 T 检验

因变量	组别	均值	t 值	p 值
保持成绩	积极情绪	50	0.981	0.025
	消极情绪	58		
迁移成绩	积极情绪	55	2.764	0.350
	消极情绪	71		

注:显著性水平为 $p=0.05$ 。

由综合迁移测试成绩可知(见表 6),情感型受助对学习者的迁移成绩产生了重要影响,消极情绪

受助组的迁移测试成绩显著优于积极情绪受助组($t=2.764, p=0.025$)。这意味着消极情绪受助有益于迁移成绩,可促使学习者加深知识理解,并灵活应用到新领域。消极情绪受助会诱发学习效能感,即帮助学习者感知自我学业状态;消极情绪受助的难度等级、竞争排名、错误率预测等可视化模块有助于学习者评估学业水平,调节学习策略,最终强化学习能动性(高洁, 2016)。这表明,要提升迁移成绩,多媒体教学设计应采用消极情绪受助的引导形式,从竞争、成就渴望、进步目标等维度激发学习兴趣、提升学习效果。

表 6 积极情绪受助组和消极情绪受助组的迁移成绩平均值($M \pm SD$)

	积极情绪受助 ($M \pm SD$)	消极情绪受助 ($M \pm SD$)
保持成绩	50 $\pm$ 16.20	58 $\pm$ 8.37
迁移成绩	55 $\pm$ 7.07	71 $\pm$ 10.84

注:显著性水平为 $p=0.05$ 。

(三)受助类型对眼动行为的影响

1. 工具型受助对材料理解和视觉搜索的积极影响

注视时间指被试在该区域处理信息消耗的时间。总注视时间越长,说明学习者对该区域信息越感兴趣,认知付出越多。平均注视持续时间指学习者在某一区域平均注视的时长,持续时间越久,意味着对重点材料的搜索时间越长、学习注意越集中(闫国利等, 2013)。眼跳幅度指将视野从一点移到另一点的跨度,眼跳幅度越大,表明该区域知识信息密集程度越低,学习者对该区域学习材料的难度评估越低(黎昂等, 2021)。本研究将总注视时长、平均注视持续时间和眼跳幅度标准化后,对其进行单因素方差分析。

分析结果表明,工具型受助会影响学习者的材料解读能力和知识搜索行为。在答题情境下,外线索受助组被试的总注视时间最长,综合线索受助组最短,组间差异不显著($F=1.576, p=0.247$)。综合线索受助组平均注视持续时间最长,内线索受助组最短,组间差异不显著($F=1.584, p=0.245$);外线索受助组眼跳幅度最大,内线索受助组最小,组间无显著差异($F=2.498, p=0.124$)。

工具型受助组被试的眼动数据无显著差异(见表 7)。这说明工具型受助对信息搜索效率无影响。多重分析结果表明,面对同等价值材料,外线索受助组的平均眼跳幅度显著大于内线索受助(9.84 ± 1.96 vs $6.06 \pm 2.71, p=0.056$)。综合统计数据可知,外线索受助组在工具型受助组的眼动幅度最大、总注视时长最久。这表明,采用外线索受助有益于学习者评估学习任务难度,调节学习投入,获取优异学习表现。因此,多媒体教学可从外线索受助汲取启发。

表 7 工具型受助对学习者的眼动行为的单因素方差检验

因变量	均方	F 值	p 值
总注视时长	41717.71	1.576	0.247
平均注视持续时长	8646.19	1.584	0.245
平均眼跳幅度	19.91	2.498	0.124

注:显著性水平为 $p=0.05$ 。

2. 情感型受助对眼动行为的影响

本研究将情感型受助的情绪诱发线索和答题界面视为兴趣区,记录兴趣区内的眼动行为。尽管积极情绪受助组的总注视时长和平均眼跳幅度大于消极情绪受助组,平均注视时长少于消极情绪受助组,但在统计学上无显著意义(见表 8),即积极、消极情绪受助组的眼动行为基本相同。这说明,情感型受助未对学习者的信息获取和材料理解产生重要影响,在答题情境下学习者眼动行为不受提示材料的正负情感影响。

表 8 情感型受助对学习者的眼动行为的独立样本 T 检验

因变量	组别	均值	t 值	p 值
总注视时长	积极情绪	726.74	0.313	0.762
	消极情绪	685.36		
平均注视持续时长	积极情绪	176.50	0.263	0.799
	消极情绪	184.24		
平均眼跳幅度	积极情绪	9.86	1.023	0.336
	消极情绪	7.66		

注:显著性水平为 $p=0.05$ 。

3. 受助类型对注视热点图的影响

注视热点图可按照眼动轨迹进行标注。随着注视点密集程度的下降,注视热点的颜色由红色逐

渐变为黄色,最终过渡至绿色。注视热点颜色越红,表示该区域视觉注意越集中;颜色越绿,说明该区域视觉注意越分散。

内线索受助组的注视热点最集中,且提示区域的视觉注意加工时间最长;外线索受助组的注视热点分布最松散(图示略)。这表明,获内线索受助时,学习者的视觉注意更集中于文本内容;以图片呈现的外线索受助会分散知识信息的密集程度,使学习者的视觉注意分布更广泛(侯冠华, 2020)。

学习者更关注消极情感受助的饼图线索。积极情绪受助中,文字提示被学习者视为最有效的线索(图示略)。尽管注视热点图显示,积极情绪受助可促使学习者更专注文本信息,但学习绩效却低于消极情绪受助。这意味着,相较于线框提示、拟人图案等正向情绪线索,正确率统计、难度评估等负向情绪线索更能引起学习者的关注。

五、简要讨论

本研究证实了工具型受助和情感型受助对多媒体学习效果、师生交互体验与视觉注意的影响,为多媒体教学设计提供了新思路。

(一)工具型受助对学习效果、视觉搜索和交互体验的影响

实验结果表明,学习者借助外线索受助时保持成绩最高,采用综合线索受助时保持成绩最低。就迁移成绩而言,内线索受助组的学习表现最佳,综合线索受助组成绩最不理想。这意味着,工具型受助对学习效果影响并非单一的,即内线索受助与外线索受助在不同学习情境下各自具有阶段性优势;与内、外线索受助相比,综合线索受助组的保持成绩、迁移成绩最低,不推荐用于答题情境下的多媒体教学设计。内线索受助通过加粗字体、叠加色彩、添加下划线等帮助学习者关注课件重点,有利于构建知识框架,可用于课后测试情境;外线索受助以图例提示为表征,有助于学习者快速捕捉材料信息、激活记忆,可用于随堂测试。

眼动行为数据表明,学习者借助外线索受助时平均注视持续时间最长,注意力最集中,该结果与已有研究结论一致(Pi et al., 2020),即视觉引导线索比标题线索更能吸引学习者注意。同时,外线索受助组学习者在理解知识材料时保持较大的眼跳

幅度。这说明,面对相同材料时,该组学习者能轻松理解材料、认知付出低。其原因在于外线索受助为眼跳行为提供了辅助,外在信息线索引导学习者观察课件文本的目标性更强(马云飞等, 2022),进而有助于加深学习印象,提升保持成绩。另一方面,与内线索受助相比,外线索受助提供的图例线索改变了知识信息的密集程度,这会直接影响学习者浏览信息的眼跳行为。

除学习表现与眼动行为外,工具型受助还影响师生交互维度的学习体验。内线索受助组的师生交互体验显著优于外线索受助组。内线索受助直接显现在课件文本上,视觉冲击更强,有助于学习者接收教师提示。学习进步和学习体验感知都取决于多媒体教学的交流互动;教师提供的帮助越详细,学习者收到的提示越具体,解决问题效率就越高;交互方式越适宜,教师给学习者的体验印象也越亲切。因此,多媒体教学设计应采用内线索受助范式提升师生交互体验。

(二)情感受助对学习者的学习效果、眼动指标和学习体验的影响

已有研究指出积极情绪的学习者会表现出更高的学习绩效(Cohn & Fredrickson, 2009),并对知识信息保持更长的视觉关注(Park et al., 2015)。然而,本研究发现,消极情绪受助亦有益于保持和迁移成绩。负性情感是一种多元化意识,包含愧疚、悲伤、无聊、焦虑、愤怒等。有研究探讨了负性情感对学习工作的干扰影响(Horwitz, 1986),但也有学者认为负性情感存在积极效益,即悲伤、羞愧等消极情绪会激励学习者应对逆境、提升受挫能力。本研究结论支持负性情感的积极价值,发现消极情绪受助能激发学习者的竞争意识,有助于催生积极心理暗示和学习自信。这可能是由于消极情绪受助中的能力排名、难度评估和错题率统计等模块有助于学习者评估自身知识水平和学习状态,调动学习积极性。同时,消极情绪受助激发的积极竞争意识有助于达成学习目标,增强学习成就感。

综合主观评价可知,消极情绪受助促发的竞争情绪有利于提升学习投入、增进师生交流。但已有研究认为学习者在消极环境中易产生倦怠、失望情绪,有损学习体验(D'Mello, 2013)。这些研究结论的差异可能是源于消极情绪受助的呈现形式

所致。消极情绪线索以数据可视化形式呈现, 更客观、准确地预估任务价值, 促使学习者按实际能力投入学习努力, 降低未知难度和单一线索带来的挫败感和厌倦体验。因此, 多媒体教学可从积极竞争、成就心理等方面设计消极情绪受助, 如设置成就积分或能力排行榜, 营造积极的学习氛围。

眼动数据显示, 情感型受助对学习者的眼动行为影响不显著。尽管有研究表明积极情绪线索能促使学习者长时间的视觉专注(Schmitz et al., 2009), 但答题情景下学习者关注文本内容强于积极情绪线索, 这可能是源于实验的积极情绪受助以线框、提示语等隐性形式呈现, 给学习者的视觉冲击不强烈。因此, 多媒体教学应按照具体情境设计情绪线索以吸引学习者视觉注意与学习兴趣。

六、结论与局限

本研究采用工具型受助、情感型受助两类变量对多媒体教学展开设计实验, 同时结合眼动追踪技术探究受助类型对学习效果和体验的影响, 最终得出以下结论: 1) 内线索受助与外线索受助在不同学习情境下各具有阶段性优势, 内线索适用于迁移学习, 外线索适用于保持学习; 2) 学习者获取内线索受助对师生交互评价最好; 3) 采用外线索受助, 学习者视觉注意集中, 认知压力低; 4) 消极情绪受助有利于激发学习者竞争意识, 增强学习投入。以上结论对多媒体教学具有一定优化价值。

综上所述, 多媒体教学设计需注重工具型受助的时机, 即在课堂教学环节为学习者提供外线索受助, 通过图表增强知识点记忆, 激发学习兴趣; 在课后自测阶段采用内线索受助, 将重点直接标注在课件文本上, 串联知识节点, 构建学习框架。消极情绪受助能激发学习者竞争意识和学习动机, 有利于学习者提高学习投入, 提升学习效果。

本研究仍存在局限: 首先, 研究在实验室进行, 与真实课堂环境与学习状态可能存在差异。多媒体学习是连续、累积的过程, 实验结论能否推广到真实教学中, 仍需考证; 其次, 两个单因素完全随机实验均只探索了受助类型的一种变量, 未同时对两种变量进行优先级与组合式探究, 研究结论仅可回答单一受助变量对学习体验、效果和眼动行为的影响; 最后, 多媒体学习的消极情绪有多种形式, 本研究仅涉

及消极情绪的竞争意识, 实验结论仅适用于竞争情绪下的多媒体学习环境。

〔参考文献〕

- [1] Anna, R., & Julie, F.(2018). Understanding the role of negative emotions in adult learning and achievement: A social functional perspective[J]. Behavioral Sciences, 8(2): 27.
- [2] Efklides, A., Kourkoulou, A., Mitsiou, F., & Ziliaskopoulou, D.(2006). Metacognitive knowledge of effort, personality factors, and mood state: Their relationships with effort-related metacognitive experiences[J]. Metacognition and Learning, 1(1): 33-49.
- [3] 巴深, 刘清堂, 吴林静, 于钦春(2021). 教育智能体情绪线索对大学生学习情绪与动机的影响研究[J]. 远程教育杂志, (6): 48-57.
- [4] Chen, L., Zeng, S., & Wang, W.(2021). The influence of emotion and learner control on multimedia learning[J]. Learning and Motivation, 76: 101762.
- [5] 蔡林, 贾绪计(2020). 学业自我效能感与在线学习投入的关系: 学习动机和心流体验的链式中介作用[J]. 心理与行为研究, (6): 805-811.
- [6] 蔡曼君, 郭婉璐, 娄颜超(2020). 在线学习过程中如何实施有效的反馈——基于自我调节学习理论的在线反馈探讨[J]. 电化教育研究, (10): 82-88.
- [7] D'Mello, S.(2013). A selective meta-analysis on the relative incidence of discrete affective states during learning with technology[J]. Journal of Educational Psychology, 105(4): 1082-1099.
- [8] 段朝辉, 颜志强, 王福兴, 周宗奎(2013). 动画呈现速度对多媒体学习效果影响的眼动研究[J]. 心理发展与教育, (1): 46-53.
- [9] Cohn, M. A., & Fredrickson, B. L.(2009). Positive emotions[J]. Oxford Handbook of Positive Psychology, 2: 13-24.
- [10] 高洁(2016). 在线学业情绪对学习投入的影响——社会认知理论的视角[J]. 开放教育研究, (2): 89-95.
- [11] 郭丽君, 胡何琼(2022). 在线教学中教师关怀与大学生学习满意度的关系: 学习投入的中介作用[J]. 当代教育论坛, (2): 42-50.
- [12] Horwitz, E. K.(1986). Preliminary evidence for the reliability and validity of a foreign language anxiety scale[J]. Tesol Quarterly, 20(3): 559-562.
- [13] 何克抗(2007). 多媒体课件及网络课程在教学中的运用[J]. 中国大学教学, (5): 74-77.
- [14] 侯冠华(2020). 数字图书信息界面布局影响老年人信息检索交互绩效的眼动实证研究[J]. 国家图书馆学刊, 29(5): 21-32.
- [15] 蒋文君, 包洪娟, 杨振, 王笃明, 李宏汀(2019). 情绪设计和呈现方式对多媒体学习的影响——行为和眼动研究[J]. 教育现代化, (45): 273-278.
- [16] 匡子翌, 张洋, 王福兴, 杨晓梦, 胡祥恩(2021). 教师的存在能否促进视频学习?[J]. 心理科学进展, (12): 2184-2194.
- [17] 冷晓雪, 成美霞, 王福兴(2022). 测验与反馈在分段视频学习中的作用[J]. 心理与行为研究, (1): 52-58.
- [18] 黎昂, 杨锦绵, 朱磊(2021). 局部注意干扰效应中的眼动特征[J]. 心理科学, (6): 1282-1289.
- [19] 梁昌豪, 张鹏翼(2022). 学习材料知识表示形式对数字阅读效果的影响研究[J/OL]. [2022-06-26]. 图书情报工作: 1-8. DOI: 10.13266/j.issn.0252-3116.
- [20] 刘儒德, 徐娟(2009). 外在暗示线索对学习者在多媒体学习中自我调节学习过程的影响[J]. 应用心理学, (2): 131-138.

- [21] Mayer, R. E. (2017). Using multimedia fore-learning[J]. Journal of Computer Assisted Learning, 33(5): 403-423.
- [22] Mayer, R. E., & Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages?[J]. Journal of Educational Psychology, 93(2): 390.
- [23] 马云飞, 郑旭东, 刘慧, 赵冉 (2022). 线索与自我解释策略影响视频学习效果的实证研究 [J]. 电化教育研究, (6): 86-93.
- [24] 孟林, 杨慧 (2012). 心理资本对大学生学习压力的调节作用——学习压力对大学生心理焦虑、心理抑郁和主观幸福感的影响 [J]. 河南大学学报(社会科学版), 52 (3): 142-150.
- [25] Park, B., Knörzer, L., Plass, J. L., & Brünken, R. (2015). Emotional design and positive emotions in multimedia learning: An eyetracking study on the use of anthropomorphisms[J]. Computers & Education, 86: 30-42.
- [26] Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research[J]. Educational Psychologist, 37(2): 91-105.
- [27] Pi, Z., Xu, K., Liu, C., & Yang, J. (2020). Instructor presence in video lectures: Eye gaze matters, but not body orientation[J]. Computers & Education, 144: 103713.
- [28] Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning[J]. Learning & Instruction, 29: 128-140.
- [29] 皮忠玲, 章仪, 杨九民 (2019). 教师手势对视频学习的影响及其认知神经机制 [J]. 中国电化教育, (4): 103-110.
- [30] Schmitz, T. W., De Rosa, E., & Anderson, A. K. (2009). Opposing influences of affective state valence on visual cortical encoding[J]. The Journal of Neuroscience, 29(22): 7199-7207.
- [31] Stull, A. T., Fiorella, L., Gainer, M. J., & Mayer, R. E. (2018). Using transparent whiteboards to boost learning from online STEM lectures[J]. Computers & Education, 120(may): 146-159.
- [32] Wang X., Mayer R. E., Han M., & Zhang L. (2022). Two emotional design features are more effective than one in multimedia learning [J]. Journal of Educational Computing Research, 60(8): 1991-2014.
- [33] 王改花, 傅钢善 (2021). 知识类型、呈现方式与学习风格对大学生在线学习的影响——基于眼动的证据 [J]. 现代教育技术, (9): 45-54.
- [34] 王红艳, 胡卫平, 皮忠玲, 葛文双, 徐益龙, 范笑天, 梁燕玲 (2018). 教师行为对教学视频学习效果影响的眼动研究 [J]. 远程教育杂志, (5): 103-112.
- [35] 王红艳, 皮忠玲, 黄秀莉, 胡卫平 (2019). 数字学习资源中线索类型对学习效果的的影响 [J]. 中国远程教育, (9): 43-52.
- [36] 王雪, 王志军, 付婷婷, 李晓楠 (2015). 多媒体课件中文本内容线索设计规则的眼动实验研究 [J]. 中国电化教育, (5): 99-104.
- [37] 王雪, 徐文文 (2022). 拍摄视角对视频学习的影响机制——基于多模态数据的分析 [J]. 现代远距离教育, (2): 75-82.
- [38] 王振宏, 刘萍 (2000). 动机因素、学习策略、智力水平对学生学业成就的影响 [J]. 心理学报, (1): 65-69.
- [39] 谢和平, 王福兴, 周宗奎, 吴鹏 (2016). 多媒体学习中线索效应的元分析 [J]. 心理学报, (5): 540-555.
- [40] 熊俊梅, 辛亮, 高苗苗, 王福兴, 周丽, 龚少英 (2018). 视觉和听觉情绪设计对多媒体学习的影响 [J]. 心理科学, (5): 1124-1129.
- [41] 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 [J]. 心理科学进展, (4): 589-605.
- [42] 杨刚, 高梦竹, 纪谱华, 谢懿 (2021). 挑战性—阻碍性压力源是否导致员工知识隐藏?——情绪耗竭与正念思维的作用 [J]. 软科学, (9): 68-74.
- [43] 杨九民, 皮忠玲, 章仪, 徐珂, 喻邱晨, 黄勃 (2020). 教学视频中教师目光作用: 基于眼动的证据 [J]. 中国电化教育, (9): 22-29.
- [44] 杨九民, 徐珂, 韩佳雪, 焦新月, 皮忠玲 (2020). 教学视频中线索类型与学习者先前知识经验对学习的交互影响 [J]. 现代远程教育研究, (1): 93-101.
- [45] 杨九民, 章仪, 李丽, 皮忠玲 (2019). 教师引导行为与学习者先前知识水平对视频学习的交互影响 [J]. 中国电化教育, (7): 74-81.
- [46] 姚东旻, 许艺煊, 李昊洋, 郭鸿昌 (2021). 教师的表扬或批评如何影响学生成绩——基于 CEPS 数据的中介效应分析 [J]. 北京大学教育评论, (1): 109-133+192.
- [47] 于永顺 (2019). 教师期望、教师鼓励与留守儿童学业成绩关系的实证分析——基于 CEPS2013—2014 当年基线调查数据 [J]. 现代教育科学, (2): 36-41.
- [48] 詹元芳, 龙立荣, 周家尧, 望家晴 (2022). 资源获得还是损失? 情感性与工具性求助的积极与消极影响的双路径机制 [J/OL]. 管理评论: 1-10.
- [49] 张智君, 江程铭, 任衍具, 朱伟 (2004). 信息呈现方式、时间压力和认知风格对网上学习的影响 [J]. 浙江大学学报: 理学版, (2): 228-231.

(编辑: 李学书)

When to Get Help is More Effective——A Study on the Effectiveness of Multimedia Teaching based on Eye Tracking

HOU Guanhua & TU Yibo

(Pan Tianshou College of Architecture and Art Design, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: As independent thinking is generally considered helpful to enhance learning skills, cue markers, cues, and other assistive information may have potential benefits for learners. Using

(下转至第 46 页)