

项目编号_____

基础教育教材综合研究基地科研基金项目
申报书

项 目 名 称	数字教材中情绪设计的作用机制及其实证研究
申 报 组 别	<input type="checkbox"/> 本科、硕士生组 <input checked="" type="checkbox"/> 博士生组
申 请 人 姓 名	徐文文
所 在 院 系 所	教育学部教育技术学院
申请人电话及手机	徐文文 13835808006
申请人电子信箱	897302572@qq. com
导 师 姓 名	董艳
导 师 职 称	教授
导师所 在 单 位	教育学部教育技术学院
导师电话及手机	18618260020
导 师 电 子 信 箱	yan. dong@bnu. edu. cn
填 表 日 期	2025. 10. 19

填 表 说 明

- 1、 申报书各项内容，务必实事求是，表达明确严谨，字迹清晰，格式正确，否则不予受理。
- 2、 申报书请用 A4 纸双面印制，左侧装订。格式、内容应与电子版相同。

项目研究方案（可另附纸）

（一）立论依据（项目的背景，理论与实践意义，拟研究问题的国内外现状分析，预见其成果应用后的影响与作用，本项目的新意和独到之处）

一、研究背景

（一）在线学习环境中情绪体验亟待关注

随着生成式人工智能等前沿技术的迅猛发展，数字教育正迎来深刻变革，数字教材作为核心学习载体也面临智能化转型与创新契机。数字教材的设计质量直接影响在线学习成效，已成为当前研究关注的重点。然而，实践表明，在线学习环境中学习者主要与数字教材等学习资源开展人机交互，与教师和学习同伴存在时空隔阂，难以建立情感联结与共鸣，容易产生孤独、焦虑等负面情绪，从而导致学习效果不尽如人意。在技术赋能教育创新的背景下，亟须对数字教材进行情绪设计，以改善学习者的情绪体验，从而实现提升在线学习成效的根本目标。

（二）数字教材设计仍缺乏情绪层面系统考量

当前数字教材的设计与实践存在明显的“重认知轻情感”倾向。现有研究多集中于内容组织、交互反馈等认知层面的优化，例如如何通过结构化呈现促进信息加工，或借助生成式人工智能实现内容自适应推送。这些研究虽在认知支持方面取得进展，却普遍忽视学习过程中的情感体验。数字教材往往被视作冰冷的信息容器，而非具有情感温度的学习伙伴，难以引发学习者的情绪共鸣与投入，其育人效果也因此受限。在智能技术推动教育形态演进的关键时期，数字教材资源亟待优化，其学习过程中引发的情绪情感等多维价值体验将成为数字化时代值得关注的重要研究方向。

（三）情绪设计影响数字教材学习的机制尚待深入探索

大量研究表明，情绪在学习过程中扮演着关键角色，不仅影响认知加工效率，也制约最终学习成效。情绪设计旨在通过对学习材料视觉、交互等要素的精心设计，激发学习者积极情绪，从而促进学习效果。尽管该理念已受到关注，但在数字教材领域，情绪设计仍属新兴研究方向，缺乏系统性的设计框架与实证基础。现有研究多依赖自我报告与成绩测试等传统方法，对情绪设计如何通过眼动行为、神经活动等多模态路径影响学习过程，尚缺乏机制层面的深入探讨。在生成式人工智能引发教育数字化转型的背景下，系统探索数字教材中情绪设计的作用机制，并构建与之相适应的设计规则，具有重要的理论价值与实践意义。

二、理论与实践意义

本研究拟从数字教材中多层次、多要素的情绪设计对学习者的视频学习的认知、情绪和行为的影响出发开展系列研究，

1. 理论意义

通过构建和验证数字化学习资源中情绪设计的**理论模型**，系统分析其设计层次、要素、途径及内部作用机制，为数字教材中多媒体画面情绪设计提供理论指导；

通过对数字教材中情绪设计规律的探索，进一步补充其情绪设计的语法规则，从而构建更加完备的数字教材画面优化设计**规则体系**；

构建针对数字教材学习的认知、情感与行为多模态数据**分析框架**，为后续同类实证研究提供方法论借鉴和参考。

2. 实践意义

通过系统化构建数字教材多媒体画面情绪设计的理论模型，为相关研究提供结构清晰、要素明确的**可操作化框架**，有效拓宽并指引该领域的研究与实践方向；

通过开展系列实验研究，提炼出数字教材的情绪设计具体规则，并与已有的认知设计规则相融合，形成系统的设计指南，为数字教材的设计和制作提供有意义的**具体化规则指导**；

采用主观报告与生理测量相结合的技术路径，综合运用多模态数据采集与分析技术，通过对学习者的生理反应、认知行为、学习体验与效果的多重考察与分析，为数字教材等学习资源的效果测评提供科学、立体、多元化的**方法借鉴**。

三、国内外研究现状

（一）数字教材设计的相关研究

1. 数字教材设计的理论研究

目前国内外与数字教材设计相关特别是与画面设计有关的典型理论包括多媒体学习认知理论、多媒体学习认知情感理论和多媒体画面语言学等，为数字教材的设计和应用提供了基本的理论依据。

（1）多媒体学习认知理论

多媒体学习研究之父 Mayer 以双通道、容量有限和主动加工三个假设为出发点，以工作记忆理论、双重编码理论、认知负荷理论为基础，创立了多媒体学习认知理论（Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML）。该理论认为多媒体学习是一个生成性的学习过程，包括三个不同的认知加工阶段：选择、组织和整合。在此基础上，Mayer 及其研究团队展开了大量实验，总结出十二条多媒体学习材料的设计原则，用于指导数字教材中所涉及的教学媒体的设计。

（2）多媒体学习认知情感理论

多媒体学习认知理论侧重于学习中的认知因素，但忽略了动机和元认知因素对多媒体学习的潜在影响。Moreno 将情绪动机和元认知因素整合到多媒体学习认知加工过程当中，进一步提出了多媒体学习认知情感理论（Cognitive Affective Theory of Learning with Media, CATLM）。该理论认为学习者的情绪动机和元认知因素将启动、维持或控制认知的选择、组织和整合过程，进而影响认知投入和学习绩效。该理论正视了情绪在多媒体学习中的功效。

（3）多媒体画面语言学

多媒体画面语言学的核心观点是认为设计教学媒体与编写文字教材一样，都是基于一种语言指导之上的。可以将画面语言类比为文字语言：教学媒体画面中的各类“媒体要素（图、文、声、像）”相当于“单词”；“媒体要素之间的组合搭配（如：文+图）”，相当于“短语”；若干“短语”形成的“多媒体画面”相当于“句子”；“多个相互关联的画面”则相当于“句群”。“教学媒体画面”需要相应的画面语言语法规则将各类“媒体要素”和“媒体要素的组合”有效设计并组织，才能使得画面的设计符合认知和审美需求。申请人所在团队在对“多媒体画面语言学”的理论架构、研究方法、研究内容等基本理论问题进行梳理的基础上，运用科学实证的方法探索各类教学媒体画面的优化设计，积累了大量画面语言语法规则和基础数据，为数字教材中所涉及的教学媒体优化设计提供了切实可依且涵盖较全的基本“语法规则”。

2. 数字教材设计的实证研究

目前国内外数字教材设计的实证研究特别是相关教学媒体画面设计研究主要从认知要素出发，集中于线索、字幕、教师形象、教师引导、交互方式等方面。例如：杨九民等人的研究表明，学习含有视觉线索的教学媒体材料对低知识经验水平学习者的学习满意度和学习效果有显著提升作用；王雪等人的研究也表明，视觉线索与文本线索的结合更有助于学习者在迁移测试中取得更好成绩；Matteucci 等人的研究表明，教师在教学视频等媒体材料中出镜有利于增强其责任感与教学投入；同样杨九民等人的研究也表明，教师出镜虽然增加了教师的心理压力，但有提高学习者学习效果的作用；Pi 等人借助眼动仪和测试题探究了教学视频这一典型媒体材料中教师的定向凝视和手势引导对学习者的注意力以及学习效果的影响，结果表明，不管教师是否使用定向凝视，手势引导均能显著增加学习者对所指内容的视觉认知投入，提升学习效果；王雪等人使用眼动仪探究了不同知识类型的教学媒体材料中交互自主控制程度的合理化设计，发现完全自主选择是最优的控制程度，可以帮助学习者有效控制认知负荷，获得最优的视觉认知行为、学习体验和效果。

通过上述研究发现：当前有关数字教材设计的研究重“知”轻“情”，即主要以促进学习者认知为目的展开研究，缺乏对数字教材中情绪因素设计的关注。**本研究拟将情绪设计的理念引入数字教材的设计当中，探索情绪设计的层次、要素和途径，及其对数字教材学习影响的路径与机制，以满足学习者数字教材学习的认知和情感需求，为数字教材学习资源的有效设计提供理论依据。**

（二）情绪设计的相关研究

1. 情绪对学习的影响

情绪对学习很重要，它与学习效果之间存在高度的相关性。一方面，情绪可以通过影响学习者的注意和记忆等认知活动过程来影响学习。相比中性和消极情绪，积极情绪更能扩展学习者的注意范围；相比不含情绪色彩的外部刺激，隐含情绪色彩的刺激更能吸引学习者的注意，进而引发注意偏向。另一方面，情绪还会通过影响学习者的学习动机、学习策略的使用以及学习兴趣等来影响学习。积极情绪（如，喜悦、自豪等）可以使学习者保持更长时间的学习兴趣，提高学习动机和努力程度，促进更灵活且创造性地使用学习策略，有利于学习者的自我调节学习。消极情绪（如，厌倦、失望等）则会降低学习动机和努力程度，使学习者更多地使用一些刻板的学习策略，从而使学习效率也降低，但也有少数研究表明，消极情绪（如，羞愧等）也会促使学习者改变学习行为，从而使学习成绩得到提高。

2. 情绪设计的定义

“情绪设计”一词源于 20 世纪 80 年代末，是一种兴起于产品设计领域的设计理念，在国外一般用“Emotional design”或“Affective design”来表示，国内研究者根据自己的研究内容将其有侧重地翻译为“情感化设计”、“情绪性设计”或“情绪设计”。在工程学、管理学和艺术设计中研究者多使用“情感化设计”一词。而在多媒体学习领域，则多称为“情绪设计（Emotional design）”。“情绪设计”的概念最早于 2011 年英国埃克塞特举办的第十四届欧洲学习和教学研究会（EARLI）上首次在教育领域被提出，强调可通过设计学习环境和教育产品等方式将产品设计领域的情绪性设计理念运用到教育研究中。Um 等人率先探究了对多媒体材料中表达关键信息图片的颜色和形状进行积极情绪设计能否促进学习者学习效果的提升，研究者们将这种设计称为情绪设计；接着 Mayer 等人提出情绪设计是指对多媒体学习材料中呈现教学内容的关键元素进行再设计和再修饰，目的是增强学习材料的吸引力，进而提升学习者的学习动机、引发学习者的积极情绪；后来 Plass 等人又进一步提出，多媒体学习中的情绪设计是指设计和运用学习材料中的不同元素，目的在于影响学习者的情绪并提升学习效果，这些设计特征中一些与信息的呈现方式有关，一些与学习环境中交互的构造方式有关。

综合上述定义和本研究的目标与内容，本研究将数字教材中的“情绪设计”界定为，从与教学内容相关的内部承载媒体（图、文、声、像、交互）以及教学环境中的外部组成成分（如学生、教师、媒介设备、其他应用环境等）有关的设计特征入手，对数字教材及其应用环境中可能影响学习者情绪的因素进行控制或设计，以激发学习者的积极情绪、促进其学习投入、改善数字教材的学习效果。

3. 多媒体学习材料（含数字教材）的情绪设计

鉴于情绪对学习的影响以及情绪设计理念的逐步发展，国内外研究者也开始将情绪设计理念引入多媒体学习材料（含数字教材）的设计，可以归纳为两种方式：一种是通过情绪诱导程序诱发情绪，如通过听音乐、看视频、自我报告、任务实施等形式实现；另一种是通过对学习材料进行情绪

设计来诱发情绪。

（1）内部的情绪设计

多媒体学习材料（含数字教材）内部的情绪设计主要聚焦于学习材料中各种媒体要素的设计，包括文本、图形、图像等元素的视觉情绪设计，声音元素的听觉情绪设计以及交互元素的动觉情绪设计。

其中，视觉情绪设计一般涉及有颜色、形状、字体、布局、拟人化等属性的设计。如 Um 等人最早将情绪设计用于动画的设计，发现视觉因素（颜色、形状和拟人化特征）的情绪设计可诱发积极情绪，促进知识的理解和迁移。随后，诸多研究者开展了有关视觉因素的一系列实证研究和元分析研究，例如：Park 等人发现教学 PPT 中的拟人化设计并没有引发积极的情绪，但眼动跟踪数据证明学习者的注意力被拟人化的设计元素所吸引；王雪等人一项前期研究对数字化教学视频中表达关键信息的图形进行视觉情绪设计，发现图形的“彩色+拟人”能够激发学习者的积极情绪、引导视觉注意分配、促进高水平的大脑认知投入，从而提高学习质量；王雪等人的另一项前期研究对数字化学习画面中的反馈内容进行了情感化、图式化以及拟人化的情绪设计，发现反馈的情绪设计不仅能有效诱发学习者的积极情绪，还能增加其相关认知负荷，使其投入更多的视觉认知资源。

听觉情绪设计较多涉及声音（如解说）的音调、音高、音色、节奏等属性的设计。Laukka 等人的研究证实叙述之类的口头文本可以通过语音（例如音调或节奏）来传达其情绪音调。熊俊梅等人通过实验研究发现动画中的听觉情绪设计可以诱发学习者的积极情绪，提高相关认知负荷、保持和迁移成绩；王雪等人通过视觉与听觉的双重实验，发现单独的“真人低音”式解说无法引发学习者情绪的波动，但能促进其对知识的记忆，而“智能合成音”解说配合视觉上的“彩色+拟人”情绪设计表现最佳，使学习者更容易产生积极的情绪，分配更多的视觉注意力到关键区域，促进整体学习效果的提升。

涉及交互的情绪设计研究则较少，目前几乎没有研究从情绪设计角度探究不同交互功能所带来的情绪与学习效果差异，只有少数研究者从学习者与学习材料之间的信息交互视角出发，探索不同的设计其情绪状态与学习效果的差异，如聂阳阳通过对比微课的中立情绪 APA（Animated Pedagogical Agent，动画教学代理）和热情情绪 APA 对学习者的情绪、动机和学习效果的影响，发现热情情绪的 APA 对学习者的情绪、动机和学习效果均有积极的影响作用。

（2）外部的的情绪诱导

以往传统研究中，多用如实验前赠送免费礼物，或参与任务游戏等形式来诱导积极的情绪，但在多媒体学习环境中，此类方法存在一定限制，且所引发的情绪状态能维持多久亦未可知。Seibert 和 Ellis 开发了适用于实验室的自我参照式情绪诱导程序，并在相关研究中成功验证其有效性。此后 Babette 和 Knorzer 等继续沿用 Seibert 等开发出的程序，通过让被试观看并朗读屏幕上所显示的带有不同情绪色彩的语词（如“没有比这更好”“活得很好”等积极情绪诱导词）诱导学习者情绪的生成。Plass 和 Hayward 则在实验中通过观看具有激烈情感冲突的预告片视频，聆听舒缓音乐等方式成功

实现参与者等情绪诱导。

通过上述研究发现：首先，多媒体学习材料的情绪设计引起了研究者的关注，部分研究者还开展了内外不同层次教学视频的情绪设计研究，但尚未综合考虑教学系统中各要素（如，教学内容、教学环境等）的变化对情绪设计整体效果的影响；其次，对情绪设计引发的学习行为数据的测量多采用量表等主观报告方式，仅有个别研究借助了眼动仪、EEG 等工具测量了认知过程；最后，研究大多局限于情绪设计能否促进学习，对为什么（why）促进学习（即内部机制），和怎么（how）促进学习（即设计方法），缺乏深入的研究。**本研究拟从内部情绪设计和外部情绪诱导两方面出发，综合考虑教学系统中各要素对情绪设计效果的调节作用，利用眼动仪、脑波仪、情绪测试仪、量表等测量数字教材中情绪设计对学习者的视觉认知、脑认知、情绪状态、学习行为的影响，对情绪设计为什么促进数字教材的学习（即内部机制），和怎么促进数字教材的学习（即设计方法）开展深入研究。**

（三）学习者情绪与学习行为分析的相关研究

随着智能技术的发展，使得情绪识别和学习行为分析技术应用于课堂领域和在线学习领域成为可能。从整体来看，国内外研究者大多从学习者情绪识别与干预、学习行为记录与影响因素分析、学习行为建模几个方面开展相关研究。

1. 学习者情绪识别与干预

课堂领域和在线学习领域的情绪识别与干预研究主要依据学习者面部表情、姿态、生理指标等。例如：Yang 等人通过一种基于面部表情识别的方法来识别学生在远程学习过程的情绪状态，根据数据库中六种基本表情类别判断学习者的情绪状态，教师可根据情绪识别结果来调整教学策略；D'Mello 等人基于智能代理分析了身体姿势与情绪的关系；黎孟雄等人通过监控学习者敲击键盘和鼠标的频率、力度，感知其情绪状态，教师可根据学习者的情绪状态为远程智能教学提供自适应调节策略；师杨则借助皮肤电反应，根据皮肤传导率的变化识别学习者的情绪状态。

2. 学习行为记录与影响因素分析

目前部分研究仍主要采用访谈、自我报告、学习效果测试或基于学习平台的学习行为数据记录等方法，未来研究的潜在方向之一是探索学习过程中生物计量指标的作用，如，眼动数据、脑电数据、皮肤电活动、或心率变异性等。研究学习行为影响因素的目的在于找到某种行为产生的原因，从心理学、教育学、计算机科学等视角深度挖掘学习行为产生的驱动力所在，探究学习行为与影响因素之间的作用机制。目前研究者大多从学习者自身、学习环境等因素出发展开在线学习行为的探究，很少关注视频等学习资源对学习行为的影响，例如：叶伟剑在 Venkatesh 和 Davis 的“技术采纳与利用整合理论”基础上形成问卷，分析绩效期望、努力期望、社群影响、促成因素和学生学习意愿这五个因素对在线学习行为的影响；Madhusudhana 的研究便从学习者自身角度分析了学习动机、学习经验、学习策略、先前知识等因素对在线学习行为的影响。

3. 学习行为特征建模

学习行为的特征建模主要基于多模态数据的融合建模，涵盖数字、文本、音视频、生理指标等多种数据类型，映射了学习者的行为、情感、心理和生理特征，具有情境性、时序性和层级性等特点。Giannakos 等人通过跟踪 17 名用户在游戏中的点击事件流预测学习成绩，结果发现，当采用传统方法时错误率高达 39%，当采用多模态数据，包括眼动、EEG、视频和腕部数据，错误率可以降低到 12%；王丽英等人利用自动化操作行为事件监听、表情识别、生理特征监测等技术，从行为、情绪和认知三个维度进行时序数据同步融合、分层递进诊断评估和统计聚类分析，形成学习过程状态数据的采集、分析、融合、评估和反馈等多层体系结构，较为全面地构建了在线学习行为的多模态数据融合模型。

通过上述研究发现：首先，学习者情绪与学习行为分析的相关研究，不管是在研究思路还是技术手段上，均为本研究的展开提供了可借鉴之处；其次，关于学习者情绪识别与干预的研究是一种以“止损”为出发点的研究，即当学习者出现不良情绪时，识别出来并采取手段进行干预“止损”，尚缺乏从资源本身的情绪设计入手的“避损”研究，即通过合理的资源设计避免学习者产生不良情绪；最后，目前情绪设计对视频学习影响的多模态数据采集以及数据之间的融合分析研究还是空白。**本研究将从数字教材的情绪设计入手，开展激发学生的积极情绪、促进学习投入与效果的“避损”研究，利用结构方程模型和多模态数据融合分析手段深入探究情绪设计对数字教材学习的线性作用路径和对数字教材学习者认知、情绪与行为的交互影响机制。**

（四）述评

通过文献综述发现，国内外研究者对数字教材特别是涉及到数字媒体与画面设计已有一定的研究成果，但大多集中在数字教材中的认知因素方面。已有实证研究表明，多媒体学习材料的情绪设计对学习者的情绪和学习效果具有明显的影响。为了更好地通过数字教材中情绪设计实现对学习者认知和情感的支持，提升数字学习成效，亟需对情绪设计影响数字教材学习的内在机理作深入的探究，同时提供规则体系对数字教材的情绪设计提供参考和支持。而目前已有研究主要存在以下不足：

1.尚未厘清数字教材中情绪设计影响其学习的作用机制。具体表现为：①现有的数字教材设计研究重“知”轻“情”；②产品设计领域的情绪设计已相对成熟，但其思路方法能否迁移至教育领域仍缺乏验证；③多媒体学习材料（含数字教材）的情绪设计研究仍停留在能否促进学习的浅层水平上，对于为何促进的内部机制、怎样促进的方法的深层研究仍存在空白；④学习者情绪识别与干预的研究是一种以“止损”为出发点的研究，尚缺乏从教材资源本身的情绪设计入手的“避损”研究；⑤多模态的学习分析技术为本研究提供了可借鉴的思路和方法，但情绪设计对数字教材学习影响的多模态数据采集以及数据之间的融合分析研究仍存在空白。

2.缺乏数字教材情绪设计的规则体系和优化方法。数字教材优化设计目前仍缺乏系统的设计理论和完整的规则指导，且主要局限于对学习资源画面元素设计的支持，忽视了教学系统中的复杂因素对学习资源设计的特殊要求，缺乏足够的实证研究对情绪设计进行效果验证和对规则进行有效提

取和应用。

四、预期成果及效用

高质量期刊论文 1 篇《数字教材中情绪设计对学习效果的影响机制研究——基于多模态视角》及必要的研究报告。

本研究所取得的成果可以为学部，甚至是学校的教材建设研究基地开展相关数字教材的开发建设提供设计规则框架指导及多模态学习实证数据分析参考，相关理论模型和规则体系经检验完善成熟后可在师范院校内进一步扩大推广。

五、特色与创新之处

（一）将情绪设计理念引入数字教材资源设计领域

现有数字教材资源设计研究大多关注其中的认知因素，对情绪因素关注不足。本研究将情绪设计理念引入数字教材资源设计领域，结合教学内容和教学环境的变化，探索适合的数字教材学习资源内部的视听觉要素、交互功能的情绪设计规则和外部情绪诱发策略，在研究视角和研究内容上具有一定的创新性。

（二）从情绪设计对数字教材资源学习的作用路径和对学习者的认知、情绪、行为交互影响相结合的视角，深入探究情绪设计对数字教材资源学习的影响机制

现有学习资源的情绪设计研究对学习行为的测量多采用量表等主观报告方式，且研究局限于情绪设计能否促进学习，对为什么促进学习即内部机制问题，缺乏深入的研究。本研究通过实验研究采集视频学习者的认知、情绪和行为数据，综合利用结构方程模型和多模态数据融合分析技术探究情绪设计对数字教材资源学习的线性作用路径，及其对数字教材学习者的认知、情绪、行为的交互影响机制，深入探究情绪设计对数字教材学习的影响机制，在研究内容和方法上具有一定的创新性。

（三）研究不限于已有研究的“情绪设计能否促进数字教材资源学习”，深入到“情绪设计为何促进数字教材资源学习（机制）”和“情绪设计怎样促进数字教材资源学习（方法）”层面

本研究的系列研究以情绪设计对数字教材学习的影响机制为基础，构建数字教材的情绪设计规则体系，形成由“影响机制分析”到“设计规则体系建构”到“实践应用及检验”的系统研究路径，将科研成果落地指向实践应用，并对科研成果的有效性进行检验，将研究深入到情绪设计“为何促进数字教材资源学习（机制）”和“怎样促进数字教材资源学习（方法）”层面，这是对以往单点式研究的拓展和深化，是本研究的另一特色。

（二）研究目标、内容、拟解决的关键问题

一、研究目标

本研究从数字教材资源多媒体画面设计入手，通过引入情绪设计理念，开展系列实验研究，挖掘数字教材中的情绪设计规律，揭示数字教材中情绪设计的作用机制，提取形成数字教材的情绪设计规则体系，为数字教材资源多媒体画面的情绪设计研究提供一定的理论和实践指导：

目的 1：理论模型构建。在多媒体学习认知情感理论、学业情绪的控制--价值等相关理论和相关研究的基础上，系统搭建数字教材情绪设计的基础理论模型，分析并形成数字教材的情绪设计的层次、要素及途径。

目的 2：实验研究探索。基于前期的理论模型，提取数字教材情绪设计所涉及的各类因素，开展系列实验研究，拓宽数字教材情绪设计的研究层次和研究深度，同时借助实验验证，形成对基础理论模型的有益补充，扩充理论体系。

目的 3：作用机制分析。通过系列实验研究采集情绪设计影响数字教材资源学习的多模态数据，借助结构方程模型探究情绪设计对数字教材学习的线性作用路径，采用多模态数据融合分析技术构建情绪设计对数字教材学习者的认知、情绪和行为的交互影响机制模型。进而提取出数字教材的情绪设计规则，结合前期研究积累，建构数字教材情绪设计规则体系。

二、研究内容

本研究拟围绕情绪设计对数字教材资源学习的影响机制开展实证研究，重点构建数字教材资源中多媒体画面情绪设计的理论模型，包括设计层次、要素与途径，结合系列实验研究解决数字教材中情绪设计的作用机制问题，探明线性作用路径以及学习者认知、情绪与行为的交互影响机制，构建数字教材中情绪设计的优化规则体系。通过理论与实验研究的有机结合，争取在数字教材设计和数字教材学习领域获得理论与方法技术的创新。

1. 数字教材资源多媒体画面中情绪设计理论模型的构建

数字教材资源多媒体画面中不同的情绪设计特征会引发学习者不同的认知投入、情绪状态与行为表现，这是深入分析情绪设计影响数字教材资源学习的基础。研究拟在多媒体画面语言学、多媒体学习认知情感理论、学业情绪的控制--价值理论等的基础上，系统化构建数字教材资源多媒体画面中情绪设计的理论模型。

(1) 数字教材资源多媒体画面中情绪设计的层次、要素和途径确定

理论模型的第一部分在于确定数字教材资源多媒体画面中情绪设计的层次、要素和途径。研究拟参考多媒体画面语言学对构成数字教材资源多媒体画面的各类要素较为成熟的分类研究结果，从数字教材中教学内容及其表达载体的内部情绪设计和教学环境的外部情绪诱发两个层次，分析教学内容中各种媒体要素的内部情绪设计要素及其组合，以及教学环境中实现外部情绪诱发的方法途径。

(2) 数字教材中情绪设计发生作用的内在机理解释

理论模型的第二部分主要描述数字教材中情绪设计发生作用的内在机理。其中，多媒体学习认知情感理论、学业情绪的控制--价值理论等共同作为解释性理论，成为数字教材资源学习过程中分析其内部认知活动的理论基础，同时也是数字教材资源学习效果的评估标准。在此基础上组织形成数字教材中情绪设计的内在机制解释框架，为后续实证研究的结果评判提供标准界定。

2. 数字教材中情绪设计实验研究的开展

按照理论模型中所确定的数字教材资源多媒体画面中情绪设计的层次、要素和途径，分层分类开展系列实验室实验和教学实验研究，对比情绪设计与非情绪设计对数字教材资源学习影响的差别；采用线上线下相结合、实验室实验与教学实验相结合、主观报告与生理测量相结合的手段，获取学习者的认知过程、情绪状态和行为表现三个维度的数据。

(1) 数字教材资源多媒体画面中各媒体要素的情绪设计

情绪设计：对数字教材资源多媒体画面中教学内容的表达载体即各类媒体要素（文本、图形图像、动画视频、声音、交互功能）通过情绪设计手段和技术（如：使用会话式语言、积极情绪主题词或表情包、条理清晰的结构图示、拟人化形状、靓丽的色彩、富有情感的解说声音、较高程度的交互控制、加入价值诱导文案、装饰性图片、舒缓的背景音乐、实时弹幕交互等）添加情绪刺激符号，以引导学生的注意力、诱发积极情绪、改善学习体验、提高学习效果。

调节变量：因数字教材资源学习发生于复杂多变的信息化教学系统之中，学习者的认知过程、情绪体验和学习效果会综合受到系统内各要素的交互影响，因此要同时考虑其他因素（如教学内容类型、学习者特征等）对数字教材情绪设计效果的调节作用。

(2) 实验数据跟踪与采集

根据理论模型作用机制部分所涉及到的认知加工过程与环节，相应地利用眼动仪、脑波仪、情绪测试仪、问卷量表、学习行为记录等工具获取数字教材资源学习者的认知过程（视觉认知、大脑认知）、情绪（过程性情绪、结果性情绪）和行为（学习体验、学习效果）三个维度的多模态数据。

视觉认知过程：利用眼动仪进行眼动加工数据的采集，主要获取学习者数字教材资源学习的注视时间、注视次数、眼跳、注视热点、眼动轨迹等指标，从视觉空间视角探索情绪设计对数字教材学习者视觉认知加工影响的特征与规律。

大脑认知过程：借助脑电仪采集学习者的脑电生理数据，主要获取学习者使用数字教材学习时的专注度、放松度、Beta 波、Gamma 波等，从大脑认知加工视角探索情绪设计对数字教材学习者脑电波影响的变化趋势和脑电生理机制。

过程性情绪状态：通过情绪测试仪获取实时的过程性情绪状态数据，主要提取学习者使用数字

教材学习时的心率变异性、呼吸节律，从心率状态变化的视角探索情绪设计对数字教材学习者的学习过程中情绪状态的影响规律。

结果性情绪状态：通过问卷量表测量结果性情绪数据，主要获取学习者完成数字教材学习后的积极情绪和消极情绪等结果性情绪状态数据，从学习者主观报告的视角判断学习者的情绪投入状态。

学习行为：利用行为事件记录进行学习行为数据的表征，主要获取情绪设计影响数字教材学习者的学习时长、暂停、回看、倍速等操作习惯数据。

学习体验与效果：利用问卷量表测量认知负荷、动机、满意度等学习体验数据，学习数量、学习质量等学习效果数据，从学习体验和效果视角探索情绪设计影响数字教材学习者的认知行为特点与规律。

3. 情绪设计对数字教材学习的作用路径与交互影响

在实验开展的基础上，利用所收集的多模态数据。从情绪设计对数字教材学习线性的作用路径和对数字教材学习者认知、情绪、行为的交互影响机制的双重视角，利用不同的数据分析方式，综合探究情绪设计对数字教材学习的影响机制，其中作用路径分析可作为交互影响机制建模的参考依据。

（1）情绪设计对数字教材学习的作用路径分析

研究拟通过结构方程模型分析实验所获取的认知、情绪、行为各维度数据，对情绪设计影响数字教材学习的假设模型进行验证和修订，探究情绪设计引发的认知过程与情绪状态变化对学习体验与效果的调节作用和中介效应，形成验证后的情绪设计对数字教材学习的作用路径。

（2）情绪设计影响数字教材学习认知、情绪与行为的交互影响机制分析

研究拟分析学习者认知、情绪与行为的多模态数据的特点，对多维度数据进行结构化处理、时序对齐同步整合，同时参考结构方程模型所分析的作用路径的系数值，为各维度数据所占比重赋值，开展统计分析、聚类分析、回归分析等，构建情绪设计对数字教材学习者的认知、情绪与行为综合交互影响的机制模型，明确情绪设计影响数字教材学习的内部交互机制。

（3）模型的论证、验证与修订

邀请多媒体学习领域、心理学领域、教育神经科学领域、教育技术学领域、计算机科学领域的多名专家对前期理论模型以及后期经实验验证后所构建的情绪设计交互影响机制模型进行专家评定，验证其是否具有科学性与合理性；将该模型作为数字教材中情绪设计的理论基础，应用于在线教学实践中，验证其有效性，并根据教学实践效果对模型进行修订。

4. 数字教材的情绪设计规则体系的构建

以情绪设计对数字教材学习的影响机制为理论基础、多媒体画面语言学理论框架为依据，建构数字教材资源多媒体画面的情绪设计规则体系，作为具有可操作性的数字教材情绪设计的方法体系。

研究将以情绪设计对数字教材学习的影响机制为理论基础，从中提取出教学内容中各媒体要素的情绪设计规则，以及教学环境中情绪诱发策略的设计规则，同时明确其适用情境和约束条件，依据多媒体画面语言学的理论框架，分析并形成各设计规则之间的关系和优先级别等。另一方面，结合前期研究积累的认知因素设计规则，共同梳理形成数字教材情绪设计规则体系。

三、拟解决的关键问题

1. 情绪设计影响数字教材学习的作用模型及机制

在梳理相关理论上，明确数字教材资源多媒体画面中情绪设计的层次、要素和途径，从而构建数字教材资源多媒体画面中情绪设计的理论模型。在模型指导下，通过系列实验研究获取数字教材中情绪设计对学习者的认知过程、情绪状态与行为表现影响的多模态数据，综合使用结构方程模型探究情绪设计对数字教材学习的线性作用路径，多模态数据融合分析手段探究情绪设计对数字教材学习者的认知、情绪与行为的交互影响机制，验证前期理论模型的正确性，最终形成情绪设计对数字教材学习的影响机制，完成数字教材有效设计的基础规律性问题探索。

2. 数字教材的情绪设计优化规则体系

以情绪设计对数字教材学习的影响机制为依据，从系列实证研究中有效提取出数字教材的情绪设计规则及其所适用的教学内容和教学环境条件，结合前期研究积累的认知因素设计规则，明确设计规则的约束条件，从而搭建设计规则的基本关系网络，形成数字教材的情绪设计规则体系，使得数字教材的情绪设计有“章”可循。数字教材的情绪设计规则体系建立正是研究成果有效性的验证，也是后续实践应用层面能够保证落实数字教材优化设计的前提和关键。

四、研究技术路线与具体研究内容

本研究在多媒体画面语言学、数字教育资源认知因素设计的研究成果、以及对多媒体画面中情绪设计初步探索的前期相关研究基础上，采用理论、方法与应用创新相结合的方式，凝练出关键研究问题，并采用科学手段予以解决，技术路线如图 1 所示。

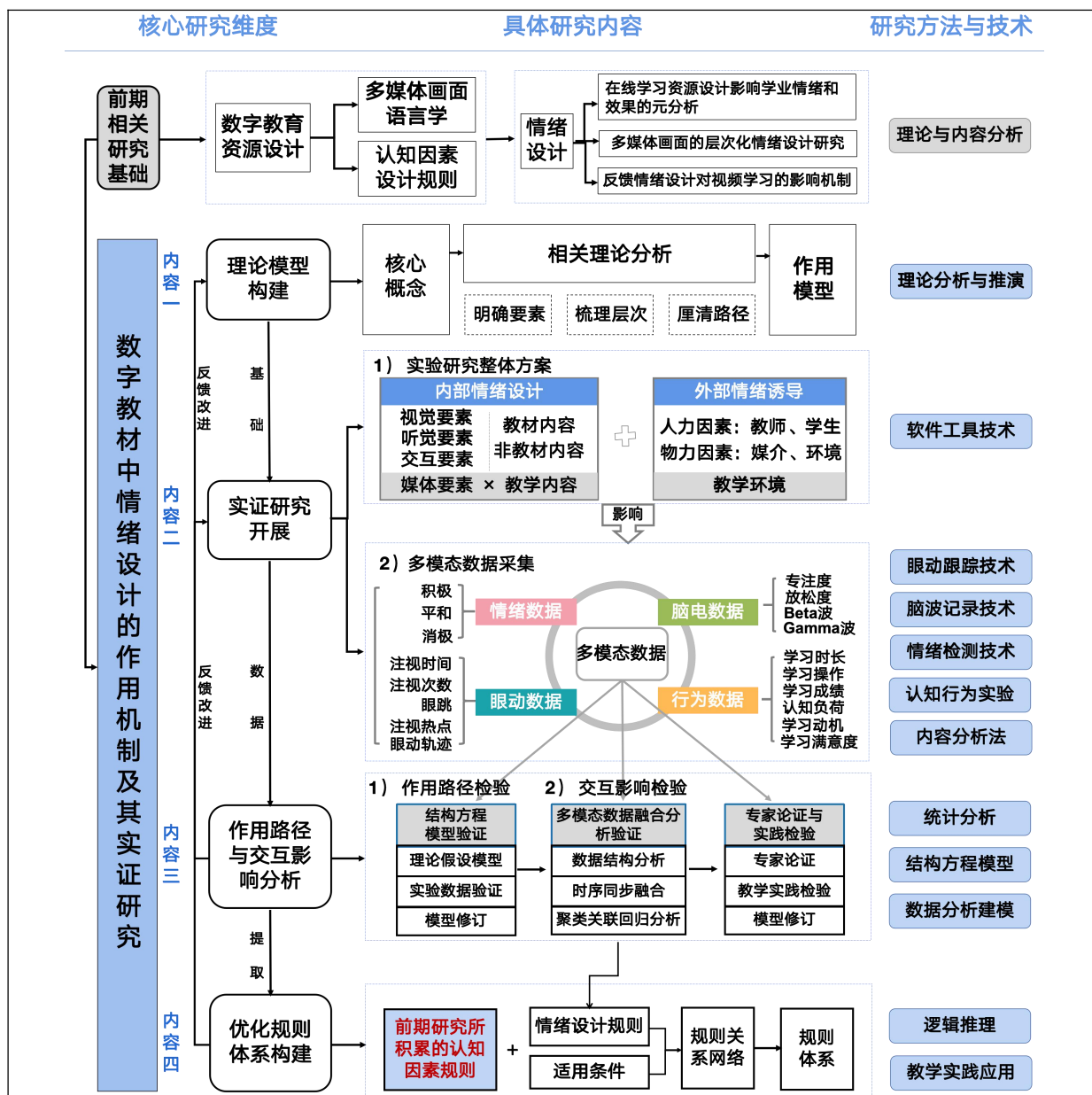


图 1 技术路线

下面针对本研究所提出的四部分研究内容，分别阐述具体的研究方案。

1. 数字教材中情绪设计理论模型的构建

(1) 数字教材资源多媒体画面中情绪设计的层次、要素和途径确定

核心概念。以多媒体画面语言学、多媒体学习认知情感理论、学业情绪的控制--价值理论和项目组的前期研究成果等为基础，对“多媒体画面”、“数字教材画面设计”、“情绪设计”、“情感化设计”等核心概念、内涵与外延、表现形态、内容方法、分类组合、优先级别、优化数字教材资源的途径进行深入探讨，通过理论分析，明确数字教材中情绪设计的层次、要素和作用途径，形成本研究的

理论基础。

明确要素。前期研究形成了多媒体画面语言学理论框架，作为规范数字教材资源画面设计和应用的语言工具，多媒体画面语言学由画面语构学、画面语义学、画面语用学三个部分组成。画面语构学研究各类媒体之间的结构和关系；画面语义学研究各类媒体与其所表达或传递的教学内容信息之间的关系；画面语用学研究各类媒体与信息化教学环境之间的关系。多媒体画面语言学的三个组成部分不是相互独立的，它们之间存在相互影响、相互作用。多媒体画面语言学为数字教材资源多媒体画面的情绪设计方案提供了较为全面的设计因素来源和层次，见表 1。

表 1 情绪设计的部分媒体要素及其属性举例

维度来源	要素类型	属性特征
画面语构学	图片	点、线、面、构图、光线、色彩、大小、位置、分辨率、图片类型.....
	文本	字体、字号、字形、字间距、行间距、段落、板式、位置、对齐方式.....
	声音	解说、背景音乐、音响效果、音色、音调、响度、语速、节奏、韵律、时长、采样频率.....
	动画视频	拍摄视角、剪辑手法、色彩、光线、构图、类型、时长、分辨率、编码格式、帧速率.....
	交互功能	输入方式、输出方式、交互类型、控制程度、有无反馈、防错功能、结构层级.....
画面语义学	教学内容	核心内容、装饰内容、知识类型、内容难度、学科分类、所属学段.....
画面语用学	教学环境	教师特征、学生特征、媒介设备特点、应用环境.....

梳理层次。前期理论分析表明，数字教材资源多媒体画面的情绪设计有两个层次：基于教学内容的内部情绪设计和基于教学环境的外部情绪诱发。内部情绪设计主要是对数字教材画面中呈现教学信息的视听觉要素（文本、图片、动画视频、声音）和控制教学过程的交互功能（如，自主控制、反馈、教学代理等）开展情绪设计。外部情绪诱发主要是通过控制外部教学环境的变化，从教师、学生、媒介及其他应用环境因素入手，采用不同的教与学手段干预，如在数字教材开头或学习过程中添加或穿插积极情绪诱发程序、利用自我报告、提问等不同设计策略进行态度观念诱导等开展情绪设计。情绪设计的方式主要是利用动画创作、原画创作、声音处理、编程控制等软件工具技术为情绪设计要素添加情绪刺激符号，例如：为图片增添诱人的色彩、拟人化表情，为解说声音增添饱满的情绪，在数字教材资源的开始插入价值诱导对话程序等，综合考虑情绪设计的层次、要素及其组合对数字教材学习的影响。

与此同时，因数字教材的学习发生于复杂多变的信息化教学系统之中，学习者的认知过程、情绪状态、学习体验和效果会综合受到复杂信息化教学系统内各要素的综合影响，同时分析教学系统内其他因素，包括教学内容内部（如知识类型、内容难度等）和教学环境内部（如应用环境中的学习者特征、教师风格、技能水平等），对情绪设计影响数字教材学习的调节作用。据此，此阶段研究的整体方案如图 2 所示。

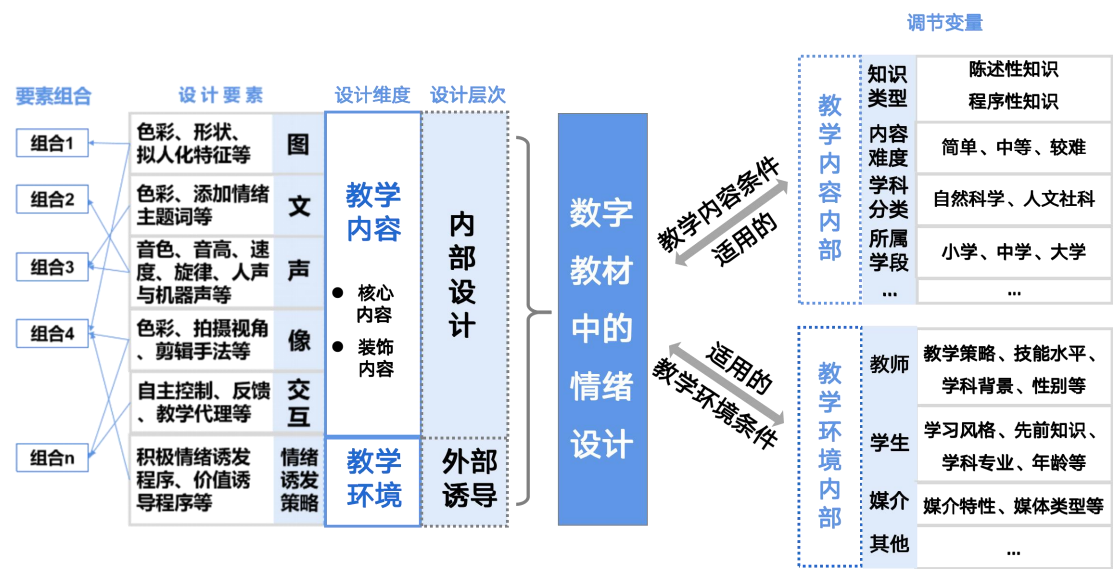


图 2 教学视频的情绪设计整体方案

（2）数字教材中情绪设计发生作用的内在机理解释

厘清路径。数字教材的情绪设计以激发学习者的情绪体验，促进学习效果为根本目的。在确定数字教材资源多媒体画面中情绪设计的因素和结构层次后，研究还需进一步探索数字教材学习过程中情绪对数字教材学习产生作用的内部原理与机制，对此，认知心理学的相关理论已经给出了答案。多媒体学习认知-情感理论（CATLM）充分考虑了情绪这一因素在多媒体学习中所发挥的作用，Plass等研究者在此基础上作了进一步拓展，提出多媒体学习的认知-情绪综合模型，如图 3。该模型提出情绪与认知过程互相交织在一起，学习者在感知环境中的视觉和听觉信息后，将所体验得到的情绪一部分可能归因于特定来源，而另一部分则可能来自于不特定来源，例如心情等。情绪归因主要与学习者所选择的信息来源有关，进而影响工作记忆的选择过程。当学习者在组织阶段进行言语和视觉心理表征时，所产生的与评估相关联的情绪则可能被学习者转归为兴趣和动机，反向调节学习者的言语和视觉心理表征过程。因此，学习过程中体验到的情绪也会形成情绪图式，储存于长时记忆中去，与言语和视觉心理表征共同构成整合的情绪-心理模型。

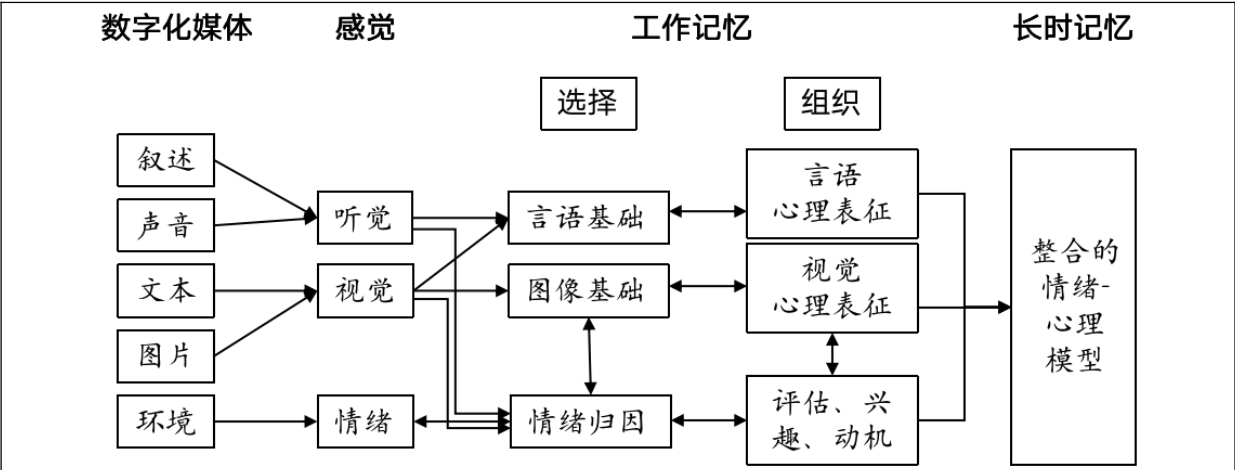


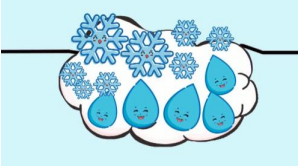

图 3 认知-情绪综合模型可作为数字教材的情绪设计作用路径参考

2. 数字教材中情绪设计实验研究的开展

(1) 数字教材资源中各媒体要素的情绪设计

前期研究中已针对不同类型的媒体要素开展过部分情绪设计研究，其中的部分设计样例如表 2 所示。

表 2 前期部分情绪设计样例表

设计维度	设计要素	实验组（情绪设计）	控制组（无情绪设计）
内部教学内容	图片	 富有吸引力的彩色+拟人化表情	 黑白色+无拟人化表情
	文本	哈，恭喜你答对啦！😊 解释： 感应阶段：抗原 → 吞噬细胞（摄取和处理） → 呈递抗原 → T细胞 → 淋巴因子 → B细胞 直接刺激：抗原 → T细胞 积极情绪主题词+拟人化表情	你的答案是正确的。 解释： 感应阶段：抗原 → 吞噬细胞（摄取和处理） → 呈递抗原 → T细胞 → 淋巴因子 → B细胞 直接刺激：抗原 → T细胞 无积极情绪主题词+无拟人化表情

外部教学环境	声音		
		真人富有感情的低音解说	智能合成音解说
	视频		
		身临其境的第一人称拍摄视角	旁观者的第三人称拍摄视角
	交互		
		由学习者自主控制学习	由程序自动控制学习
外部教学环境	情绪诱导策略		
		引入价值诱导对话	无价值诱导对话
	学习干预策略		<p>肾脏的主要结构及生理机能（尿液的形成过程）</p> <p>肾脏作为身体内部微循环系统，能够平衡体内水盐，过滤废物，肾单位由肾小球和肾小管组成（如肾素——激活维生素D，提升血压；红血球生成素——加快红血球产生）。</p> <p>每个肾脏约有一百万个肾单位，血液通过肾小球过滤，肾小球过滤掉血液中的废物、多余水分、矿物质、蛋白质、葡萄糖、氨基酸等，留下有用的物质，形成原尿。</p> <p>原尿流经肾小管，肾小管将原尿中的水分和有用物质重新吸收回血液，留下废物和多余水分，形成尿液。</p> <p>尿液流经输尿管，进入膀胱，最后通过尿道排出体外。</p>
外部教学环境		仅数字资源学习	<p>资源学习+学生的自我解释笔记</p> 
			资源学习+学生的生成式绘图

在后续案例研究过程中，本研究将在前期研究成果的基础上继续挖掘研究因素，如以信息视觉表征、交互类型、学习状态测量为例，从内部情绪设计——图元关系表征（信息图元关系作为可视

化视觉呈现的基础，将信息图元关系按照网状结构、直方图结构、球体坐标结构和地图分布式结构统一排布，通过设计基本图元关系架构来影响学习者的直观视觉编码）、信息输入方式（在学习资源内部有关教学内容的作答或者讨论、弹幕交流等部分，通过触觉手势输入和语音输入两种交互方式影响学习者的使用体验，检测其对内容的理解深度和表述流畅度）及外部情绪诱发——思维探针与自我发现报告（在任务过程中插入有关学习者自我学习状态的问题让被试随时监测并作答，回答选项分别采用连续型和二分式两种形式来汇报当时的意识体验状态）等等对各类型媒体要素分别进行设计，探究各层次内不同情绪性设计对数字教材学习者情绪体验、认知过程和学习效果的影响，后续部分案例实验研究安排见表 3。

表 3 部分案例研究具体安排

研究层次	研究因素	实验分类
内部情绪设计	图元关系表征	不同图元关系表征对学生情绪体验、认知过程和学习效果的影响
	交互类型	不同信息输入方式对学生情绪体验、认知过程和学习效果的影响
外部情绪诱发	学习状态干预	不同形式学习状态测量对学生情绪体验、认知过程和学习效果的影响
...

(2) 实验数据跟踪与采集

在上述数字教材的情绪设计基础上，开展系列实验研究，对比不同的情绪设计（如，文本特效字幕的情绪设计、图片表情包的情绪设计、学习干预的思维探针情绪设计等）与无情绪设计对学习 者数字教材学习的影响。综合利用眼动仪、脑波仪、情绪测试仪、问卷量表、学习行为记录等工具获取视频学习者的认知过程（视觉认知、大脑认知）、情绪（过程性情绪、结果性情绪）和行为（学习体验、学习效果）三个维度的多模态数据，数据采集技术方案如图 4，可选择的测量工具及相关指标见表 4。采用内容分析法，提取实验研究中适配的教学内容与教学环境等情境要素数据并存储于情境库中，为后续情绪设计规则体系建构奠定适用约束条件情境基础。



类型	设备名称	使用特点	指标选取	含义解释
眼动实验	<div>遥测式眼动仪</div>  <div>眼镜式眼动仪</div> 	只能在二维平面内测试眼动追踪内容	注视时间	注视时间是指视线停留在一个注视点上的时间，反映了学习者对学习材料的加工程度。具体包括总注视时间、相对注视时间、平均注视时间、首次注视时间等，本研究主要用到总注视时间和平均注视时间。
			注视次数	注视的次数反映了学习者对学习材料的熟练程度、学习的策略以及学习的难易程度。具体包括总注视次数、相对注视次数、平均注视次数等，本研究主要用到总注视次数。
		支持移动状态、真实场景切换，头动范围不受限制	眼动轨迹	眼动轨迹是将眼动数据以数据和图形结合的方式呈现出的轨迹图，能直观反映眼动的时空特征，反映了学习者的视觉浏览过程。
			眼跳次数	眼跳次数指注视点之间的转换次数。眼跳次数受到目标区域范围大小和加工难度的影响，范围越大眼跳次数越多，难度越高学习者也会多次注视该区域，眼跳次数也增多。
			热点图	热点图是指将注视点的密集程度用不同的颜色展示，反映学习者的视觉加工热区。
脑电实验	<div>便携式脑波仪</div> 	非侵入式即戴即用 无需涂导电膏或导电液	Beta 波	在中枢神经系统强烈活动或紧张时出现 Beta 波，反映被试与大脑皮层的兴奋状态。
			Gamma 波	是由注意或感觉刺激所引起的低幅高频波，反映被试的认知加工状态。
			专注度	Gamma 波频率增多时常伴随被试注意力集中、特定条件下感知等精神条件，通过记录此信号可以判断被试此时的注意力水平。
			放松度	伴随 Beta 波的出现，人出现紧张、激动或者亢奋的状态，通过记录此信号可以判断被试此时的放松程度。

	<div>干电极帽</div> 		P300	由出现比例较低的新异刺激诱发，潜伏期在300ms 左右出现的正波，受到刺激概率、任务内容、感知、决策、注意、记忆、情感等多因素影响。在认知和决策任务中，所占用的注意资源越多，其波幅越大，任务难度越高，潜伏期越长。
			N200	是出现在 P300 前潜伏期为 200~300ms 的较大负波，与靶刺激的识别有关。可在一定程度上反映汉字词形的加工，与语音、语义和视觉感知加工之间的联系 ⁴²
情绪测验	<div>情绪测试仪</div> 	非侵入式实时监测心率变异性和呼吸节律	心率变异性	是由情绪变化引起的心率变化，反应被试的积极情绪、平和情绪、消极情绪。
			呼吸节律	是由情绪变化引起的呼吸频率变化，反应被试的积极情绪、平和情绪和消极情绪。

3. 情绪设计对数字教材学习的作用路径与交互影响机制分析

通过结构方程模型、多模态数据融合分析技术对实验研究获取的多模态数据进行深入分析，探索情绪设计对数字教材学习的线性作用路径和情绪设计对学习者的认知、情绪与行为的交互影响机制，从对假设验证和对未知规律探索的双重视角构建情绪设计对学习者的数字教材学习的影响机制模型。其中，作用路径分析是交互影响机制建模的基础，前者可为后者多维度数据融合的权重比例赋值提供参考依据。方案如图 5 所示。

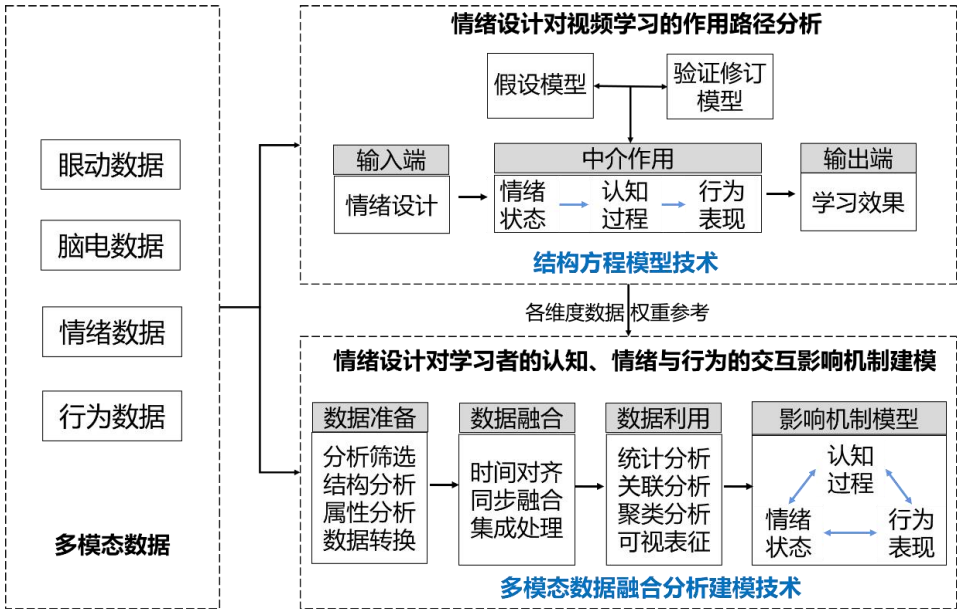


图 5 影响机制分析的技术路线

(1) 情绪设计对数字教材学习的作用路径分析

假设模型阶段：在多媒体学习理论、多媒体认知情感理论、控制--价值理论等认知、学习与情感的基本理论指导下，根据已有研究和实验研究的结果，以数字教材资源多媒体画面的情绪设计为输入端（自变量）、学习效果为输出端（因变量），情绪设计引发的视觉认知、大脑认知、情绪、动机等为中介（调节变量），构建假设模型。

验证并修订模型阶段：通过结构方程模型技术分析实验研究获取的各维度数据，获取作用路径系数，对假设模型进行验证，并根据验证结果和相关理论修订模型。

最终，发现教学视频中情绪设计引发的认知过程、情绪状态、学习动机等的变化，及其对学习效果与体验的调节作用和中介效应，形成情绪设计对数字教材学习的线性作用路径，这是对已有假设模型的验证。

前期相关研究已探明的相关作用路径案例如表 5 所示。

表 5 前期部分研究的作用路径结果

设计维度	设计要素	已探明的作用路径模型
内部 教学 内容	图片	<p>富有吸引力的彩色+拟人化表情</p>
	文本	<p>反馈信息中加入积极情绪主题词+拟人化表情</p>
	视频	<p>采用身临其境的第一人称拍摄视角</p>
外部 教学 环境	学习 干预 策略	<p>视频学习过程中加入生成性学习策略干预</p>

（2）情绪设计影响数字教材学习认知、情绪与行为的交互影响机制分析

数据准备阶段：在捕获的认知、情绪与行为多模态数据的基础上，分别对多模态数据进行特点分析和有效性筛选，生成数据集并对其属性进行清理和人工注释，通过结构分析和属性分析提取有效特征数据进行数字化表征，借助特定的转换方法，如，生理信号均值与方差特征提取、行为事件类型与次数统计等，完成对数据集的转换和汇总处理，输出结构化组织的眼动数据、脑波数据、情绪数据、行为数据对象。

数据融合阶段：根据特定属性中可用的共性特征按照一定规则将结构化组织的数据集进行融合，如以时间为线索，将各个数据集的时间轴对齐匹配，序列化写入包括脑认知状态、视觉认知状态、情绪状态、行为状态在内的学习状态进程图表，存储学习状态数据对象，实现多模态时序数据的同步融合与集成处理。

数据利用阶段：首先，运用统计、关系挖掘、分类与聚类、可视化等分析方法或技术对多模态数据流库中的数据进行探索性分析与呈现，包括统计分析、相关性分析、聚类及预测分析，对分析结果做出合理解释，如，按照统计比例或实际需求设置数据分类阈值，实现相应学习状态阶段变化与分布情况的分层诊断评估；其次，参考结构方程模型得出的各维度数据的作用路径系数值作为不同维度学习状态数据的权重，计算得出学习效果总效应值作为数据融合终点，完成学习效果的综合判断与比较，这也将是后续研究中情绪设计规则体系的参考依据。

最终，结合前期理论基础，以可视化表征构建情绪设计对学习者的认知、情绪与行为的交互影响机制模型，这是对未知规律的探索。

（3）模型的论证、验证与修订

聘请专家对研究构建的情绪设计对数字教材学习的影响机制模型进行专家论证及修订，提高其可信度；研究与课程建设、教学实践相结合：运用影响机制模型设计教学视频，并应用于教学实践，作为模型有效性的检验环节，从教学中发掘科研课题，将科研成果充实到教学实践中去。

4. 数字教材的情绪设计规则体系的创建

以情绪设计对数字教材学习的影响机制为理论基础、多媒体画面语言学理论框架为依据，建构数字教材的情绪设计规则体系，作为具有可操作性的数字教材情绪设计的方法体系。研究将以情绪设计对数字教材学习的影响机制为理论基础，从中提取出视听觉要素、交互功能等要素的情绪设计规则，以及情绪诱发策略的设计规则，从情境知识库中调取规则适用的教学内容、教学环境方面的约束条件，依据多媒体画面语言学的理论框架，分析并形成各设计规则之间的关系和优先级别等。

研究拟将数字教材中的情绪设计规则与前期研究积累的认知因素设计规则相结合，经分析推理，建立设计规则、信息表达与功能运用的约束条件、改进策略、所属类别、预估学习成效、优先级别

等的关系结构框架，据此形成情绪设计规则的关系网络，建构数字教材的情绪设计规则体系。

五、研究方法

1. 问卷调查法

本研究中，问卷调查主要分为情绪评定调查、认知负荷调查、内部动机调查、感知成就调查及学习满意度调查几个方面，通过分析问卷数据了解学习者的相关学习情况，为后期的规则构建提供支持。

2. 实验研究法

本研究采用眼动、脑电与认知行为实验相结合的方法，本研究设计系列实验，不同类型的情绪设计要素为自变量，以学习效果、学习行为、情绪体验、脑电反应、眼动行为等作为因变量。通过眼动实验，实时记录学习者的视觉注视过程，采集总注视时间、总注视次数、平均注视时间、眼跳次数及注视热点图等眼动数据，分析学习者的视觉认知情况。但眼动数据仅能反映学习者“看到”的情况，并不一定完全代表其“认知”的情况，因此应结合脑电反应和认知行为实验综合进行分析。认知行为实验主要是在学习之后，测试其学习过程的情绪状态、认知负荷、学习动机、感知成就、学习满意度、保持测验成绩、迁移测验成绩，通过分析测验结果，了解学习者的学习情况。认知行为实验在学习之后进行测试，获得的相关数据并不一定完全代表学习者在学习过程中的学习情况，而实时记录的脑电数据能从一定程度上获取学习者大脑内部的过程性变化，弥补其不足。脑电、眼动与认知行为实验方法相辅相成，有利于提高本研究结果的有效性。

（三）研究的进度安排

文献调研阶段（2025 年 11 月—2026 年 1 月）：本阶段主要进行文献调研，梳理该领域已有的研究成果，包括评价方式、影响因素和干预策略等。

数字教材媒体设计开发阶段（2026 年 2 月—2026 年 4 月）：开发适用于本研究的数字教材媒体资源及完成画面情绪设计，开展小范围的试测学习，审订校正教材内容。

实验设计实施与数据收集阶段（2026 年 4 月—2026 年 6 月）：设计策划实验研究，开发适用于本研究的相关量表工具，招募实验被试，组员分多轮开展数字教材情绪设计实验。同步对数据进行预处理，实时剔除不合格样本。

数据分析处理与论文撰写阶段（2026 年 8 月—2026 年 11 月）：根据研究问题对数据进行正式处理和分析。梳理研究发现并在导师组内将研究成果进行汇报和征询意见，进一步提炼研究结论和提升策略，撰写研究报告和学术论文，最终完成整个课题的研究目标。

（四）研究工作的条件保障（实验室、研究基地等）

学科实践支持：北京师范大学的教育学属于双一流学科。教育学二级学科中的教育技术学学科是国家重点学科。教育技术学院承担了众多国家、省部级和横向委托项目，旗下教师和学生与实践

中锻炼出丰富的项目合作经验，累计发表论文数量与质量居全国教育技术机构前列。并且学院多项教学、科研成果荣获国家教学成果奖、全国教育科学优秀成果一等奖等国家和省部级奖励。先后建设了现代化教育技术研究所、知识工程研究中心、交互媒体与远程学习实验室、远程教育实验室等。这些教育实践与科研方面的成就为本项目提供了丰富的研究理论借鉴与实验校教学资源参考。

平台技术支持：北京师范大学科学教育研究院不仅具有丰富的研究资源与技术设备，同时与海内外教育学、认知神经科学、计算机科学等领域专家具有较好的合作关系，研究团队由科学教育、教育技术学、认知神经科学、计算机科学方向的研究成员构成。该单位围绕我国科学教育实践面临的挑战与问题，汇聚一流科学教育研究力量：整合学校、企业和社会资源，积极开展科学教育创新研究与实践；设立跨学科研究中心，构建跨学科研究中心，围绕 5 个核心研究方向建设科学教育课程与教材实验室、科学教育理论与政策研究实验室、科学教学设计与分析实验室、科学传播与媒体实验室和工程与技术教育实验室。研究院项目的实施提供了高性能工作站、STEM 智慧学习教师以及移动式眼动仪、心率测试仪、无线便携式 fNIRS 近红外脑成像系统等，为本研究多模态相关实验的开展提供了场地技术支持与保障。

前期研究基础：申请人即项目负责人曾系统研究系统研究多媒体画面语言学，参与筹备国家首批一流本科课程、国家级精品资源共享课“多媒体画面艺术设计”的课程建设，熟练掌握多模态实验操作及相关的数据分析工作，其科研方向与课程教学实践无缝对接，从科研到教学实践都取得了一定的成果基础，前期已发表多篇相关主题的 CSSCI 期刊论文，能够保证项目任务的顺利完成：

[1]王雪,徐文文. 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, 2022 (02) :75-82.

[2]王雪,张蕾,杨文亚,卢鑫,徐文文,高泽红. 在线学习资源如何影响学业情绪和学习效果——基于控制—价值理论的元分析[J]. 现代远程教育研究, 2021, 33 (05) :82-93+102.

[3]王雪,高泽红,徐文文,张蕾. 反馈的情绪设计对视频学习的影响机制研究[J]. 电化教育研究, 2021, 42 (03) :69-74.

[4]王雪,徐文文,高泽红,王志军. 虚拟现实技术的教学应用能提升学习效果吗? ——基于教学设计视角的 38 项实验和准实验的元分析[J]. 远程教育杂志, 2019, 37 (06) :61-71.

（五）成果提供形式

综合研究报告 1 份《数字教材中情绪设计的影响机制与实证研究调研报告》

高质量期刊论文 1 篇《数字教材中情绪设计对学习效果的影响机制研究——基于多模态视角》