

多模态在高中物理教学中的应用研究

——以高中物理必修三第九章“静电场及其应用”为例

叶张胜, 杨树林*

黄冈师范学院物理与电信学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2024年12月17日; 录用日期: 2025年4月21日; 发布日期: 2025年4月29日

摘要

文章以人教版高中物理必修三第九章《静电场及其应用》为例, 研究了多模态教学在高中物理教学中的应用。结合多模态理论, 文章探讨如何通过视觉、听觉、触觉等多种教学模式优化静电场教学, 提高学生对抽象物理概念的理解与掌握。研究通过理论分析, 提出了多模态教学设计方案, 以期物理教学改革提供新的思路与借鉴。

关键词

多模态教学, 高中物理, 静电场, 教学设计

Multimodal Applications in High School Physics Teaching

—A Case Study on Chapter 9 “Electrostatic Field and Its Applications” in Senior High School Compulsory Physics Module 3

Zhangsheng Ye, Shulin Yang*

School of Physics and Telecommunications, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: Dec. 17th, 2024; accepted: Apr. 21st, 2025; published: Apr. 29th, 2025

Abstract

This study explores the application of multimodal teaching methods in high school physics, focusing on Chapter 9, “Electrostatic Field and Its Applications,” from the Compulsory Physics Module 3 of the People’s Education Press curriculum. Based on multimodal theory, the research discusses how

*通讯作者。

文章引用: 叶张胜, 杨树林. 多模态在高中物理教学中的应用研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(4): 688-696.
DOI: 10.12677/ces.2025.134299

diverse teaching modalities—visual, auditory, and tactile—can enhance students’ understanding of abstract physical concepts such as the electrostatic field. Through theoretical analysis, this study proposes a multimodal instructional design aimed at optimizing physics education and providing insights for innovative pedagogical practices.

Keywords

Multimodal Teaching, High School Physics, Electrostatic Field, Instructional Design

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

新课程改革背景下,高中物理教学的目标逐步从知识传授向能力培养转变,特别注重科学探究精神与创新思维的培养[1]。然而,当前物理课堂中,教学手段仍然较为单一,许多复杂的物理现象难以通过传统方法直观呈现,导致学生在学习抽象概念时出现理解困难。以电场为例,电场线、电场强度等概念抽象且依赖空间想象力,成为学生理解的难点。如电场线、电场强度、电势能等概念抽象复杂,依赖较强的空间想象力,给学生的理解带来困难。

多模态教学理论强调通过语言、图像、声音、动画等多种信息载体的协同作用,提升教学的直观性、互动性和参与度[2]。与传统单一教学模式相比,多模态教学更注重多感官协同,能够有效激发学生的学习兴趣,帮助他们在多维度信息中建构知识理解。

本文以人教版高中物理必修三第九章《静电场及其应用》为研究案例,设计了一套多模态教学方案,结合视觉、听觉和触觉等感官模态,解决传统教学中静电场概念难以理解和实验条件受限的问题。为验证该方案的实际效果,本研究通过课堂实验对比多模态教学与传统教学的差异,收集并分析学生学习数据,进一步探讨多模态教学在高中物理教学中的实际应用价值。

2. 多模态物理教学的理论基础

多模态教学理论强调通过多种信息形式的结合,帮助学生从不同角度理解和掌握知识,适应个体认知差异,提升学习效果。这一理论基础涉及教育学、认知心理学等多个领域。

2.1. 符号多模态理论

符号多模态理论强调知识的传递不仅依赖于文字或语言,还应结合图像、动画、声音等多种表达形式,形成多样化的信息呈现[3]。每种符号形式都有其独特优势,例如,文字适合定义物理概念,动画能够生动展示动态变化,图表则清晰反映变量间的关系。在高中物理教学中,通过这些符号的结合,可以帮助学生快速理解复杂的物理现象。这种理论认为,不同符号模态各具优势,能够针对不同的认知特点进行补充和强化。对于高中物理教学而言,抽象概念如电场线、电场强度等,难以仅靠文字或语言进行有效传达。图像、动画和实验演示等视觉符号的加入,能够使复杂概念更加直观,帮助学生快速建立清晰的认知框架。

教师在讲解电场线时,可以将文字讲解与动画结合,将正电荷和负电荷的电场分布通过动态图呈现出来,动态地展示电场线的发散或汇聚特性。此外,学生还可以通过观察不同电荷间电场线的叠加效果,逐步理解电场的空间分布与电场强度的关系。这种多符号协同的教学方式,克服了单一符号带来的局限,

使学生能够更高效地理解和记忆知识点。

2.2. 建构主义学习理论

建构主义学习理论由皮亚杰等教育学家提出, 核心思想是学习是学生在已有知识基础上主动建构新知识的过程。建构主义强调学习者的主体性和实践性, 强调通过动手探究、思考和互动来完成知识意义的建构[4]。多模态教学与建构主义的核心理念高度契合, 它通过丰富的学习资源和多感官体验, 为学生提供充分的探究和实践机会, 促进知识的主动建构。

在静电场教学中, 建构主义学习理论的应用尤为突出。教师可以利用虚拟实验平台设计探究任务, 让学生调整不同电荷的数量和位置, 观察电场线分布的变化规律。在这个过程中, 学生需要思考、操作和总结, 从而形成对电场概念的深层次理解。这种基于建构主义理念的教学设计, 突破了传统教学中“教师讲、学生听”的单一模式, 激发了学生的自主学习能力和探究精神, 帮助他们在实践中逐步构建完整的物理认知框架。

2.3. 认知负荷理论

认知负荷理论由斯威勒提出, 认为个体的认知资源是有限的, 信息输入过多或过于复杂时, 容易导致学习者的认知负荷过重, 从而影响学习效果[5]。因此, 合理设计的信息呈现方式能够有效降低认知负担, 提升学习效率。多模态教学通过将信息分散到不同的模态通道, 避免信息过载, 帮助学生轻松理解复杂知识。

在静电场教学中, 教师可以通过逐步引导的方式呈现教学内容, 结合图像、动画和语言描述, 使学生逐步消化知识点。例如, 在讲解电场强度时, 教师先通过简明的语言引入电场概念, 然后使用动态动画展示电场线的方向和强度分布, 接着结合具体的物理情境进行问题分析。这种图文并茂、逐层推进的方式, 有效地分散了学生的认知负荷, 降低了抽象概念的学习难度, 使学生更容易理解并掌握知识。

2.4. 多通道学习理论

多通道学习理论认为, 人类的学习过程可以通过视觉、听觉、触觉等多种感官通道进行, 各通道的信息输入可以相互补充和强化, 提高学习的效率和质量[6]。尤其在复杂的物理概念教学中, 单一的语言讲解往往不足以帮助学生全面掌握知识, 而多通道协同的方式能够让学习更加立体和全面。

以高中静电场教学为例, 教师可以通过以下方式进行多通道设计: 视觉通道通过动画演示电场线的动态变化, 听觉通道通过教师讲解和问题引导, 触觉通道则通过虚拟实验或实际操作让学生动手探究。在这种多通道的协同作用下, 学生不仅可以直观地看到物理现象, 还能通过听觉理解其规律, 并通过实践操作进一步加深记忆和理解。这种多通道学习设计, 充分调动了学生的多感官参与, 使物理教学更加高效和深入。

2.5. 双编码理论

双编码理论由帕维奥提出, 认为人类的信息处理系统包括语言系统和非语言系统, 语言系统负责处理文本和语言信息, 非语言系统负责处理图像、符号和空间信息。两个系统的协同作用能够增强信息的加工和记忆效果[7]。多模态教学通过图文并茂、动态演示等方式激活这两个系统, 帮助学生更好地理解和记忆知识。

在静电场教学中, 教师可以通过图文结合的方式呈现电场的空间分布情况, 如将电场线的图像与文字描述同步展示, 让学生同时获取语言和视觉信息。此外, 动态动画可以进一步补充静态图像的不足, 通过运动的电场线帮助学生理解电场强度与位置关系的变化。这种双编码的方式, 有效地将抽象概念形

象化、具体化, 提高了学生的学习效率和记忆效果。

3. 多模态研究设计

3.1. 实验目标

本研究通过对比实验, 评估多模态教学与传统教学在高中物理教学中的效果, 特别是针对静电场这一抽象概念的教学。具体实验目标为: 1) 比较多模态教学与传统教学在帮助学生理解静电场相关概念(如电场线、电场强度等)方面的差异。2) 评估两种教学方法在提升学生对物理概念记忆和应用能力方面的效果。3) 分析不同教学方法对学生课堂参与度、学习兴趣及学习态度的影响。

3.2. 实验方法

本研究采用对照实验设计, 设置实验组和对照组两组学生, 确保研究结果的可靠性和科学性。实验组: 采用多模态教学方法, 通过结合视觉(动画、视频)、听觉(讲解、讨论)及触觉(虚拟实验等动手操作)等多感官通道进行教学。对照组: 采用传统教学方法, 主要依赖口头讲解、板书展示以及文本资料说明。

3.3. 数据收集

为全面评估两种教学方法的效果, 本研究将在实验过程中通过以下三种方式进行数据收集。

前后测试: 在实验开始前和结束后, 分别对学生进行相同内容的测试, 主要涉及静电场的相关概念, 如电场线、电场强度等。这些测试将包括选择题、简答题和应用题, 以全面评估学生对概念的理解和应用能力。

课堂观察: 课堂观察将用于记录学生在课堂上的参与情况和互动频率, 包括学生提问的次数、课堂讨论的参与度以及实验活动中的动手操作等。通过这些观察数据, 评估不同教学方法对学生课堂活跃度的影响。

学生反馈: 实验结束后, 向学生发放问卷, 收集他们对两种教学方法的反馈。问卷内容包括学生对教学方法的偏好、学习过程中遇到的困难以及他们的参与感受等, 以深入了解学生的主观体验和教学效果。

3.4. 数据分析方法

本研究的数据分析将使用 Python 中的相关库进行, 具体分析步骤为: 1) 前后测成绩对比将通过独立样本 t 检验进行。我们将比较实验组和对照组在测试前后成绩的差异, 以评估不同教学方法对学生学习成效的影响。2) 课堂参与度分析将通过计算学生在课堂中的参与频率(如提问次数、课堂讨论参与等)来进行。我们将通过比较两组学生的参与度, 探讨不同教学方法对课堂互动的影响。3) 学生反馈分析将主要采用描述性统计, 分析学生对两种教学方法的偏好及反馈。通过分析问卷数据, 了解学生的学习态度和体验, 并根据需要使用卡方检验来判断反馈差异是否显著。

4. 多模态物理教学设计——以静电场教学为例

本文以高中物理必修三第九章第3节“电场 电场强度”为例, 探索如何通过多媒体、虚拟实验平台等手段构建一个多感官学习环境, 提升学生对电场概念的理解。教学设计从视觉、听觉、触觉以及其他辅助模态四个方面进行展开[8]。通过这些多模态的融合, 教学不仅更加生动直观, 也能帮助学生克服抽象物理概念的认知障碍, 促进其深刻理解物理现象。本次的教学目标为: 1) 知道电场是电荷周围客观存在的一种特殊物质。2) 了解电场强度, 体会用物理量之比定义新物理量的方法。3) 会用电场线描述电场。

4.1. 视觉模态的应用

在静电场教学中，视觉模态发挥着重要作用。借助图像、动画与视频等多种手段，教师可以将抽象的电场概念转化为直观可视的内容。例如，通过动态动画演示正电荷和负电荷周围电场线的分布，让学生清晰地看到电场线如何发散或汇聚，帮助他们更直观地理解电场的方向性和强度变化。在静电场教学中，视觉模态的优势主要体现在以下几个方面。

4.1.1. 动态演示电场线分布

对于电场线的发散性和汇聚性，教师可以利用动画软件直观展示正电荷和负电荷周围的电场线分布规律。相比于静态图片，动画演示更能体现电场的空间分布和电场强度的变化特点，让学生轻松建立起直观的概念认知。

4.1.2. 视频资源强理解

教师可以播放模拟实验视频，通过可视化手段展示电荷间的相互作用，尤其是在均匀电场和非均匀电场中电场线的变化规律。通过动态现象的观察，学生能够清楚地看到电场强度与距离的关系，并直观感受到空间电场的分布特征。

4.1.3. 结合图表进行解析

在讲解电场力和电场线的关系时，教师可以将电场的图像与力的方向结合起来，利用图表标注出电场强度的大小和方向关系，帮助学生建立从几何形态到数学关系的桥梁。

这种多样化的视觉呈现，能够将抽象的物理概念转化为可视化的知识结构，帮助学生理解难点，培养他们的空间想象力和物理思维能力。

4.2. 听觉模态的应用

听觉模态主要通过教师的讲解、学生间的讨论以及辅助音频资源，为静电场教学提供语言引导和逻辑支撑。在静电场教学过程中，听觉模态的具体应用包括以下几个方面。

4.2.1. 教师分层讲解知识点

面对电场线、电场强度和电势能等核心概念，教师的讲解应注重循序渐进，逐步深入。在课堂上，教师可以通过调整语速、语调与停顿，突出重难点内容。例如，在讲解“电场线不能相交”这一概念时，教师通过强调“电场线方向的唯一性”引导学生理解其合理性。

4.2.2. 课堂讨论与启发

听觉模态的另一重要形式是师生之间、学生之间的互动讨论。教师可以提出启发性问题，比如“电场线是如何体现电场强度的？”“电势与电场强度之间的关系是什么？”等，引导学生主动思考，参与讨论。这种过程不仅能够巩固知识，还能帮助学生在交流中解决疑惑，逐步形成逻辑链条。

4.2.3. 音频资源辅助理解

在教学中，教师可以适当引入电磁放电音效、虚拟实验音频或专家科普讲解音频，作为课堂补充资源。这种音频化的教学手段可以调动学生的听觉专注力，打破单调的课堂节奏，增强学生对物理现象的感知。

通过语言的精准讲解、问题的引导和音频的辅助，听觉模态有助于学生更清晰地理解抽象概念，并激发他们的课堂参与度与学习兴趣。

4.3. 触觉模态的应用

触觉模态强调学生通过实际操作、实验探究和虚拟操作，在实践中掌握静电场的相关概念和规律。

这种动手操作的教学方法,能够有效弥补传统讲授法的不足,促进学生科学思维的发展。

4.3.1. 虚拟实验平台的应用

现代教学技术为触觉模态提供了丰富的资源。教师可以借助虚拟实验平台,让学生自主设计和操作电荷分布的实验。例如,学生可以通过调整电荷的位置、大小和数量,动态观察电场线的分布变化,进而理解电场强度随距离的变化规律。这种虚拟实验打破了实际器材的局限性,使抽象的电场概念变得可操作、可探索。

4.3.2. 实际操作实验探究

在条件允许的情况下,教师可以设计简单的电场力实验,比如使用验电器、带电小球或导体材料,观察电荷间的相互作用现象,直观验证电场力与电场强度的关系。这类实验帮助学生通过实际触摸和观察,感知静电力的存在,培养他们的实验动手能力和科学探究精神。

4.3.3. 数据记录与分析

触觉模态的另一个重要环节是实验数据的记录与分析。学生在实验过程中需要记录实验数据,通过绘制电场强度与距离的关系图,分析数据背后的物理规律,深化对电场概念的理解。

通过亲身体验和反复操作,触觉模态让学生在“做中学”,逐步掌握物理规律,提高他们的实践能力和逻辑思维能力。

4.4. 其他辅助模态

除了视觉、听觉和触觉模态外,多模态教学中还可以结合其他辅助模态,为静电场教学提供更为丰富和全面的支持。

4.4.1. 文本模态的应用

文本模态作为传统教学的重要组成部分,依然具有不可替代的作用。教师可以通过编写清晰简练的学习单、课件资料和课堂笔记,将核心知识点总结归纳,帮助学生课后复习与巩固。

4.4.2. 虚拟现实(VR)技术的探索

随着技术的不断发展,虚拟现实技术开始在教学中崭露头角。在静电场教学中,VR技术可以构建三维的电场空间,让学生“置身”于电场中,动态观察电场线的分布与方向,感受电场强度的变化。这种沉浸式体验有助于培养学生的空间思维能力,弥补传统二维图示的不足。

4.4.3. 反馈与评价系统的辅助

通过在线测试和即时反馈系统,教师可以实时了解学生对知识的掌握情况,发现存在的共性问题,并及时调整教学内容和方法。这种基于数据反馈的教学手段,能够有效提升课堂教学的针对性和实效性。

多模态教学通过这些辅助模态的结合,使课堂教学更加多元化、立体化,为学生提供更加全面的学习支持和体验。

5. 实验结果与结论

本章将呈现实验数据的分析结果,并对比多模态教学与传统教学在高中物理教学中的应用效果,尤其是在静电场概念的学习方面。通过对前后测成绩、课堂参与度及学生反馈的分析,探讨两种教学方法的相对效果和应用价值。

5.1. 前后测成绩对比

通过对实验组和对照组学生在前后测试中的成绩进行独立样本 t 检验,发现两组在测试成绩上存在

一定差异，如表 1 实验组与对照组前后测成绩对比表所示。且实验组的成绩提升幅度较大。实验组在静电场相关概念的理解和应用能力上取得了更大的进步，尤其是在电场线和电场强度等抽象物理概念的掌握方面。实验组的成绩提升幅度显著高于对照组，表明多模态教学在帮助学生理解这些难度较大的概念上表现更为有效，如前后测成绩对比图 1 所示。

Table 1. Results of experimental group and control group before and after test
表 1. 实验组与对照组前后测成绩对比

组别	前测平均分	前测标准差	后测平均分	后测标准差	提升幅度(%)
实验组	72	4.2	88	3.8	22.2%
对照组	70	4.5	78	4.1	11.4%

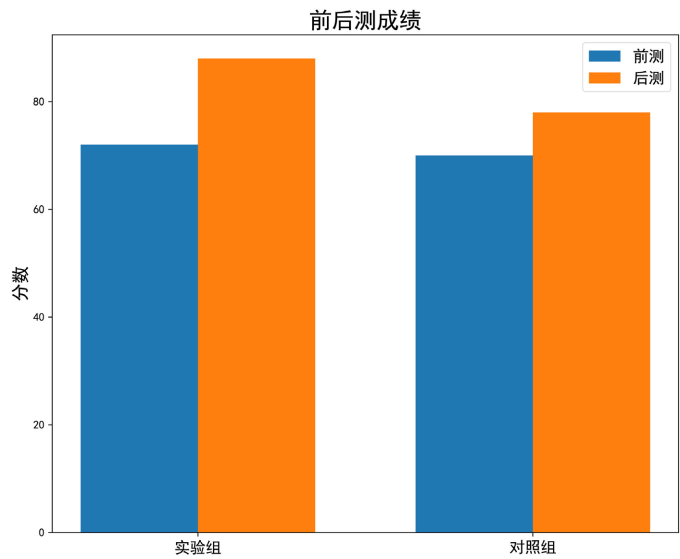


Figure 1. Comparison chart of pre-test and post-test results
图 1. 前后测成绩对比图

数据表明，实验组在课堂中的互动更加频繁，尤其是在动手实验和讨论环节，进一步支持了多模态教学方法在提升课堂参与度方面的优势。

5.2. 课堂参与度分析

在课堂参与度的分析中，我们记录了实验组和对照组学生的提问次数、课堂讨论的参与度以及动手实验的参与情况。实验结果显示，实验组学生在课堂上的积极参与度明显高于对照组，特别是在动手实验和课堂讨论环节，实验组的互动和参与更加积极，如表 2 实验组与对照组课堂参与度对比表所示。这些结果进一步通过图 2 实验组与对照组课堂参与度对比图得到了可视化展示，进一步验证了实验组在课堂参与度上的优势。

Table 2. Classroom participation of experimental group and control group
表 2. 实验组与对照组课堂参与度对比

组别	提问次数(平均)	讨论参与度(满分 5 分)	动手操作参与度(次/学生)
实验组	9.2	4.7	8.5
对照组	5.4	3.2	4.3

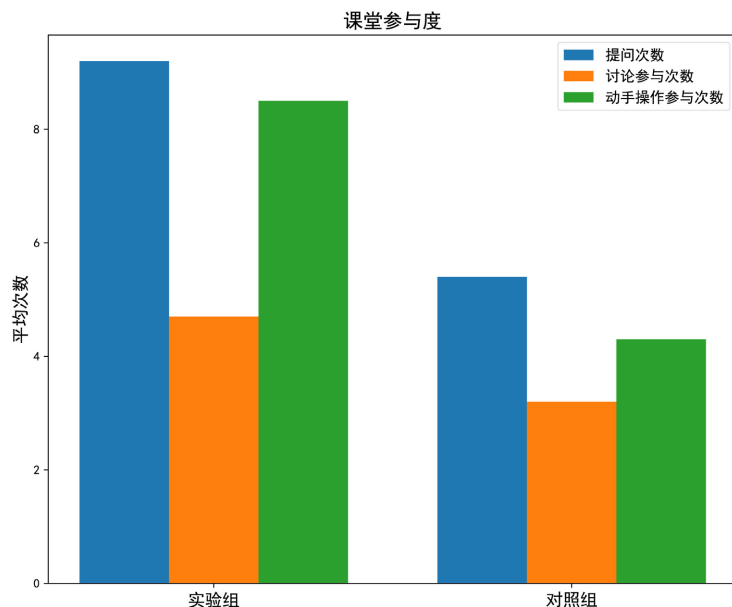


Figure 2. Classroom participation of experimental group and control group
图 2. 实验组与对照组课堂参与度对比图

5.3. 学生反馈分析

通过问卷调查收集的反馈数据表明,大多数学生更偏好多模态教学,认为这种方法有助于他们更好地理解抽象概念,并且具有更高的互动性和趣味性,如图 3 学生对教学方法的偏好图所示。约 82% 的实验组学生表示更倾向于多模态教学,而 55% 的对照组学生则更偏好传统教学。在学习效果方面,约 88% 的实验组学生认为多模态教学有助于他们更好地理解静电场的相关概念,相比之下,64% 的对照组学生表示传统教学帮助他们掌握了这些概念,如图 4 学生对学习的影响图所示。

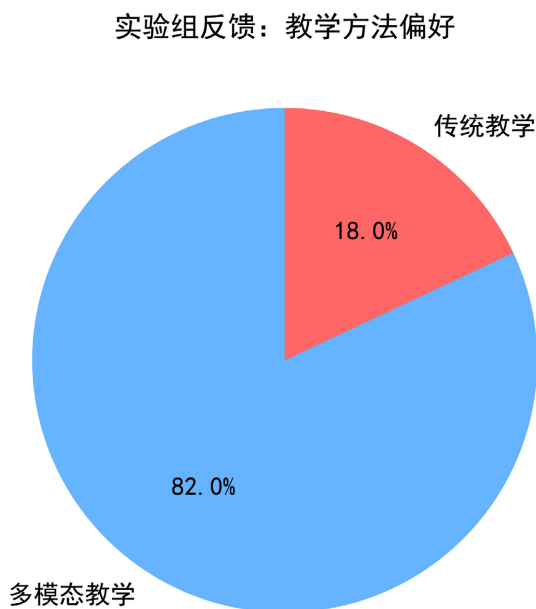


Figure 3. Students' preference for teaching methods
图 3. 学生对教学方法的偏好图

对照组反馈：教学方法偏好

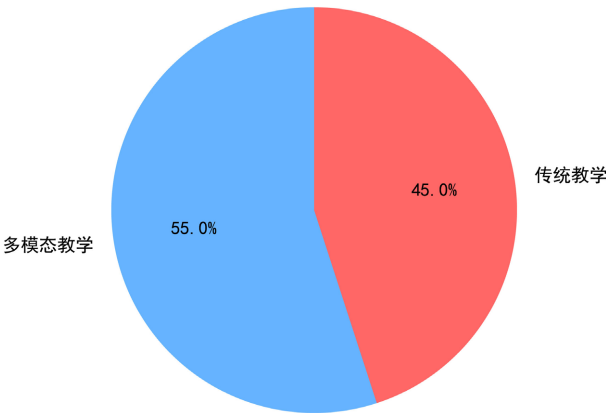


Figure 4. The influence of students on learning
图 4. 学生对学习的影响图

5.4. 结论

综上所述，实验组在成绩提升、课堂参与度以及学生反馈方面均表现优于对照组。这表明，通过结合视觉、听觉和触觉等多种感官体验，多模态教学能够有效帮助学生理解并掌握抽象的物理概念，尤其是在静电场这一较为复杂的内容上。此外，多模态教学还显著提升了学生的课堂参与度和兴趣，激发了他们的学习动机。

然而，本研究也存在一些局限性。首先，实验样本较小，仅涉及一所学校的物理课堂，未来可以通过扩大样本范围、涵盖不同年级和学校来进一步验证多模态教学的效果。其次，本研究仅针对物理课程中的静电场章节进行了实验，未来的研究可以将多模态教学应用于其他物理知识点，进一步探讨其普遍性和长期效果。

基金项目

教育部物理学类专业教学指导委员会课程改革项目“利用第一性原理模拟软件提升固体物理教学的实践探索”(JZW-21-GT-05)，黄冈市教育科学规划 2023 年度课题“ETA 教学法在物理类课程教学中的实践探索”(2023JB14)和黄冈师范学院教学研究项目“专业核心课程多模态教学改革研究与实践——以半导体物理教学为例”(2024CE57)。

参考文献

[1] 罗徽. 新课程改革背景下高中物理教师教学策略转变探讨[J]. 时代教育(教育教学版), 2010(2): 185.

[2] 梁皓, 陆延. 多模态理论在英语听说读写教学中的应用[J]. 教学与管理, 2016(27): 110-112.

[3] 张晓霞. 多模态时代教与学的符号学意蕴[J]. 中国教育科学(中英文), 2020, 3(3): 57-67.

[4] 白倩, 李艺. 皮亚杰发生建构思想下的学习发生[J]. 电化教育研究, 2022, 43(12): 11-17.

[5] Kozan, K.B.R. (2013) Cognitive Load Theory Written by John Sweller, Paul Ayres, and Slava Kalyuga. *The Turkish Online Journal of Distance Education*, **14**, 313-315.

[6] 张德禄, 王璐. 多模态话语模态的协同及在外语教学中的体现[J]. 外语学刊, 2010(2): 97-102.

[7] Mike, R. (2002) “Imagery and Text: A Dual Coding Theory of Reading and Writing” by Mark Sadoski and Allan Paivio. *Document Design. Journal of Research and Problem Solving in Organizational Communication*, **3**, 186-188.

[8] 张晨雨. 初中英语课堂口语能力培养多模态教学设计——以“Do you like ba-nana?”为例[J]. 海外英语, 2022(10): 213-214.