

基于STEAM教学理念的“波的干涉”教学设计

刘 焯 梅孝安

湖南理工大学物理与电子科学学院，岳阳

摘要 | 基于高中生已有的认知水平，本文以“波的干涉”教学设计为研究对象，在提升学生核心素养的背景下，系统融入STEAM教学理念，采用“虚拟仿真技术（GeoGebra软件）+演示实验教具（发波水槽）+工程实践（直立式防波堤）”相结合的模式，精心设计教学活动。通过多元化教学实施策略，帮助学生深入理解“波的干涉”原理，同时通过工程实践问题的引入，实现物理学科与工程技术的跨学科融合。

关键词 | 波的干涉；STEAM教学理念；高中物理

Copyright © 2026 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

STEAM教学理念作为一种具有创新性的教育模式，经过不断发展与完善，现已形成融合科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）、艺术（Art）与数学（Mathematics）的综合性教育理念，旨在培养既具备扎实科学素养，又拥有实践创新能力的新型复合型人才，为全球范围内的教育教学改革提供了重要方向。^[1, 4]

近年来，我国新高考制度在各地逐步推进，“新课程、新教材、新高考”的“三新”教育理念应运而生。^[3]这一理念以落实“立德树人”根本任务为核心，注重学生核心素养的培养，致力于构建科学晚上的课程与教材体系，突破传统学科界限，推动评价方式多元化发展，促进教育公平。STEAM教学理念与我国“三新”教育理念呈现出高度契合性，二者均强调跨学科实践深

度融合，注重理论知识与实践技能的协同发展，提倡构建多元化的评价体系。^[5]因此，在高中物理教学设计中融入STEAM理念，不仅具有理论上的可行性，更具备重要的实践价值。

2 “波的干涉”教学设计

2.1 教材分析

本节课内容选自人教版2019年版普通高中教科书《物理》选择性必修第一册，在教材知识体系中具有承上启下的重要地位。“波的干涉”被安排在“波的形成”“波的描述”及“波的反射、折射和衍射”等基础内容之后，既是对前面知识的综合应用与深化，也是学生构建完整波动知识体系的关键内容。通过学习“波的干涉”原理，学生能够从本质上理解波的叠加原理，为

基金项目：2023年度湖南省普通高等教育教学改革研究项目（湘教通〔2023〕352号）（HNJG-20230849）。

作者简介：刘焯（第一作者）（2003-），男，湖南衡阳人，湖南理工大学学科教学（物理）专业在读硕士研究生，研究方向：物理实验与物理教学方法；梅孝安（通讯作者）（1973-），男，湖南岳阳人，湖南理工大学副教授，硕士生导师，研究方向：物理实验与物理教学方法。

文章引用：刘焯，梅孝安. 基于STEAM教学理念的“波的干涉”教学设计[J]. 教育研讨, 2026, 8(4): 415-419.

<https://doi.org/10.35534/es.0804075>

后续学习光的干涉、衍射等光学内容奠定坚实基础。

2.2 学情分析

从学生的认知基础来看，在学习本节课前，已经初步掌握了波的基本概念、产生条件及相关现象，具备了一定的“波现象”知识储备。然而，学生对波的本质理解（特别是波的叠加原理），往往只停留在表面认知层面。“波的干涉”的学习，能帮助学生从本质上深化对波的概念理解，为后续学习光的干涉、衍射等内容搭建认知桥梁。这种通过类比实现的知识迁移，不仅有助于学生构建系统化的波动知识体系，更能够显著提升其科学思维和认知能力。

2.3 教学目标

(1) 物理观念

理解“波的干涉”原理，掌握波的相干条件及干涉图样特征，能够运用“波的干涉”原理解释直立式防波堤的消浪机制。

(2) 科学思维

通过演示教具与GeoGebra仿真实验的对比分析，构建“波的干涉”模型，并迁移至直立式防波堤等工程情境，提升学生提出问题、分析问题、模型建构与逻辑推理的能力。

(3) 科学探究

通过“演示实验观察—仿真实验探究—工程方案设计”的教学流程，掌握科学探究方法，学会借助GeoGebra软件等工具总结“波的干涉”条件。

(4) 科学态度与责任

在直立式防波堤消浪方案的设计中，体会物理原理的实际应用价值，引领学生关注社会现实问题，树立社会责任意识、安全工程意识及科学严谨的态度。

2.4 教学重点与难点

(1) 教学重点

深入理解“波的干涉”原理及其产生条件，准确把握干涉图样的空间分布特征，建立“波的干涉”原理与直立式防波堤工程应用之间的有机联系。

(2) 教学难点

从实验现象中抽象出波的叠加本质，理解干涉图样中振动加强区与减弱区的分布规律，特别是其与波程差、波长等参数的定量关系，能够运用“波的干涉”原理解释复杂工程情境中的消浪现象。

2.5 “波的干涉”教学案例

2.5.1 创设工程情境

教师活动：教师播放“钱塘江大潮”的壮观视频（如图1所示），随后展示大潮冲击堤坝的视角图片（如图2所示），引导学生思考：“浪潮冲击力如此巨大，为何堤坝能够安然无恙？”，以此巧妙引入“直立式防波堤消浪原理”的工程情境，激发学生的探究欲望。



图 1 钱塘江大潮

Figure 1 Qiantang Bore

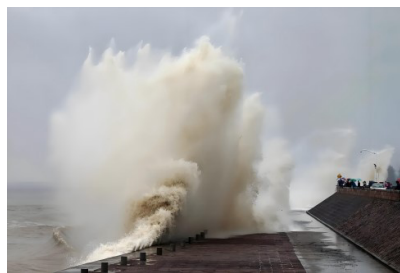


图 2 钱塘江大潮冲击堤坝

Figure 2 Qiantang Bore impacts the dam

学生活动：在观看视频的过程中，学生不仅被自然景观的壮美所震撼，更在教师引导下深度思考：堤坝的结构设计是否蕴含特殊的物理原理？通过思考，激发自身学习兴趣和探究动机。

设计意图：通过钱塘江大潮这一真实工程情境，实现从生活到物理的自然过渡。视频的视觉冲击与认知冲突，能够迅速吸引学生注意力，为后续教学活动的开展奠定基础。

2.5.2 演示教具展示

教师活动：使用J2208发波水槽（如图3所示）进行分层演示：首先演示单波源的水波传播特征，引导学生观察圆形波纹的传播规律；随后启动双波源，通过对比观察，引导学生关注干涉图样的形成过程，并提出引导性问题：“两列波相遇后，波纹发生了什么变化？振动有何特征？”



图 3 J2208发波水槽

Figure 3 J2208 Ripple Tank

学生活动：通过细致观察，学生能够清晰发现：单波源产生规则的圆形波纹，双波源叠加后，水面上出现稳定的振动加强区和减弱区，形成了独特的干涉条纹。这种鲜明的对比观察，为学生理解干涉现象提供了直观的感性认识。

设计意图：实物演示的优势在于其真实性和直观性，能够让学生获得第一手观察经验。通过单、双波源的对比演示，制造认知冲突，激发学生的思维活动，为后续干涉原理的理论学习搭建必要的感性认知基础。

2.5.3 “波的干涉”原理

教师活动：在前一阶段学习的基础上，教师引导学生回顾实验现象，提出核心问题：“为什么会出现如此规则的干涉条纹？”，进而系统讲解“波的干涉”原理，先系统讲解“波的干涉”本质是波的叠加。明确机械波的相干条件：频率相同、相位差恒定、振动方向相同，这是产生稳定干涉的基础。随后，结合板书辨析易混淆概念，指出“在同一介质中传播”和“振动在空间同一点叠加”是干涉现象得以呈现的外部条件。同时，说明机械波与电磁波在相干条件上的共性与差异，并通过图示展示干涉图样的形成机制。

学生活动：在教师的启发下，学生通过类比“力的合成”等已有知识，理解波的矢量叠加原理，逐步建构干涉现象的理论模型，通过小组讨论深入理解“波的干涉”原理。

设计意图：通过现象回顾与理论讲解的有机结合，实现学生从感性认识到理性认识的飞跃。类比方法的运用，促进了学生知识的正向迁移，帮助其建立不同知识领域间的联系；精确的概念表述和原理阐释，有助于学生形成完整的认知结构。

2.5.4 GeoGebra 仿真实验与数学建模

教师活动：学生初步掌握“波的干涉”原理后，教师引导其利用GeoGebra软件进行数学建模，该软件构建的模型如图4、图5所示。

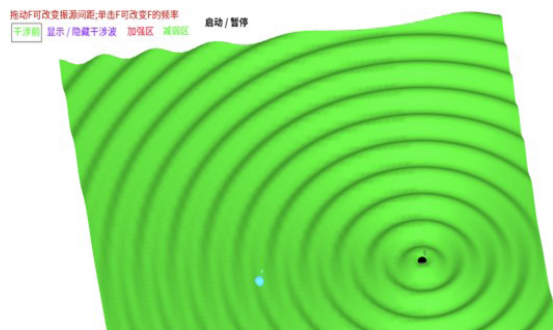


图4 干涉前的GeoGebra仿真图样
Figure 4 GeoGebra simulation pattern before interference

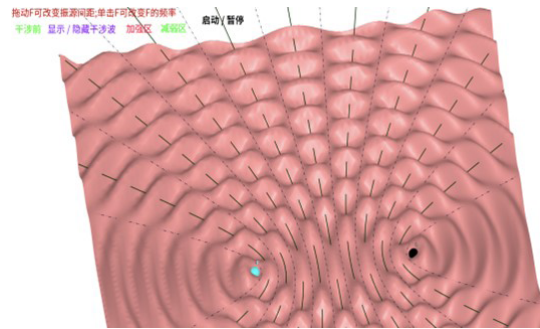


图5 干涉后的GeoGebra仿真图样
Figure 5 GeoGebra simulation pattern after interference

随后，教师带领学生学习波函数的概念，假设从波源 S_1 和 S_2 发出的两列相干波，在空间某点P相遇，其振动方程可表示为： $y_1=A_1\cos(\omega t-2\pi r_1/\lambda+\varphi_1)$ (1)， $y_2=A_2\cos(\omega t-2\pi r_2/\lambda+\varphi_2)$ (2)，其中，A为振幅， ω 为角频率， r 为波程， λ 为波长， φ 为初相位。

两列波在P点的合成振动为 $y=y_1+y_2$ (3)，振幅的平方 A^2 取决于两列波的波程差 $\Delta r=|r_1-r_2|$ (4)和相位差 $\Delta\varphi$ 。教师明确指出：形成稳定干涉图样的关键在于相位差恒定，即 $\Delta\varphi=\varphi_1-\varphi_2-2\pi(r_1-r_2)/\lambda$ (5)为定值。在此基础上，教师引导学生推导出干涉的极值条件：

当波程差满足 $\Delta r=|r_1-r_2|=k\lambda$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) (6)时，合振幅最大，为振动加强点；

当波程差满足 $\Delta r=|r_1-r_2|=(2k+1)\lambda/2$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) (7)时，合振幅最小，为振动减弱点。讲解过程中，教师强调公式(6)与公式(7)仅适用于两波源初相位相同的特殊情况。

讲解结束后，教师布置分组探究任务：各小组利用GeoGebra仿真软件，通过定量调节两波源的频率（波长）、初相位和位置，观察干涉加强点和减弱点的空间分布规律。

学生活动：在教师的引导下，学生理解干涉现象的数学模型，通过GeoGebra软件输入和调节数学参数（如波长 λ 、波源间距 d ），“创造”和“控制”干涉图样。学生发现，当波程差 Δr 为波长 λ 的整数倍时，软件中显示为亮纹（加强区）；当 Δr 为半波长的奇数倍时，显示为暗纹（减弱区），并借助该软件验证了干涉条件。

设计意图：本环节的设计旨在深刻体现STEAM教育中数学理念的核心作用。通过引入波函数和叠加原理，将抽象的干涉现象转化为精确的数学模型，培养了学生的数学建模能力；利用GeoGebra这一兼具数学计算与动态可视化的功能工具，实现了从“数”到“形”的桥梁搭建，使学生能够直观验证数学推导结论，理解波程差这一关键物理量与干涉图样的定量关系。这不仅深化了学生对物理原理的理解，更展示了数学作为

物理学基础语言的重要作用，实现了科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）、数学（Mathematics）四者的有机融合。

2.5.5 直立式防波堤原理探究

教师活动：在完成“波的干涉”原理学习与仿真验证后，教师将学生的注意力拉回课堂最开始的“钱塘江大潮”工程情境。首先展示直立式防波堤的简化结构模型（如图6所示），并明确其核心消浪构件——前、后两道消波幕板。

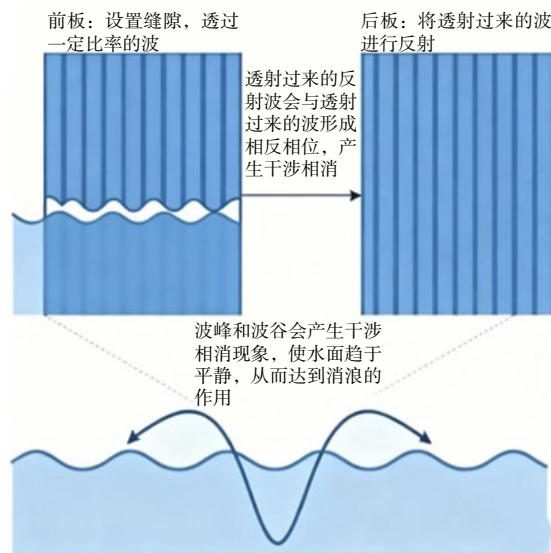


图6 直立式防波堤的简化结构模型

Figure 6 Simplified structural model of vertical breakwater

为帮助学生直观理解，教师采用一个生动的类比进行解释：“我们可以将冲击堤坝的入射波想象成一列整齐前进的‘波队’。直立式防波堤的第一道幕板（前幕板）会反射回一部分‘波队’，形成反射波1；同时，另一部分波会穿过前幕板，继续前进并碰到第二道幕板（后幕板），再次被反射，形成反射波2。工程设计的关键在于，通过精确控制两道幕板之间的距离（幕板间距 d ），使得反射波2‘追赶’上反射波1时，两者的步调（即相位）恰好相反——一个在‘波峰’时，另一个在‘波谷’。”

紧接着，教师结合直立式防波堤工程简易原理说明：“工程研究与实践证明，为了实现最佳的干涉相消效果，幕板间距 d 的设计需要参考常见海浪的波长（ λ ），它们之间只有在满足一定关系的前提下，才会在堤坝前方主要区域产生显著的干涉相消效应，极大地消耗波浪的能量。”^[2]

最后，教师引导学生进行知识迁移：“现在大家能不能运用刚才学习的‘波的干涉’原理，解释钱塘江

大潮的堤坝为何能抵御巨浪冲击？”，引导学生得出结论：直立式防波堤通过特殊结构设计，主动产生与入射波相位相反的反射波，利用“波的干涉”相消原理，将大部分波的能量抵消，从而保护了堤坝安全。

学生活动：在教师引导和直立式防波堤工程设计参数的支撑下，学生将抽象的干涉原理与具体的工程结构建立关联。学生能够运用“干涉相消”原理解释直立式防波堤的防波机制，完成从物理模型到工程应用的解释闭环，并体会到精准工程设计对发挥物理原理效果的重要性。

设计意图：本环节旨在深度体现STEAM教育中工程（Engineering）与科学（Science）、技术（Technology）、数学（Mathematics）的融合。首先，通过生动的类比（“波队”和“步调”），将复杂的相位控制原理转化为高中生易于理解的模型，实现了复杂工程原理简化的思路。其次，将教学内容依托现有工程实践，增强了内容的科学性与说服力。最后，通过呈现高效的工程解决方案（直立式防波堤），进一步加强学生对物理原理（“波的干涉”）的理解，完整展现了从科学理论到工程实践的创新过程。

2.5.6 课堂小结

教师活动：引导学生系统梳理本节课知识体系，重点回顾波的相干条件和干涉原理，结合直立式防波堤案例强调物理知识与工程实践的密切联系，并启发学生寻找生活中其他“波的干涉”应用实例，拓展思维空间。

学生活动：在教师指导下，自主构建知识网络，深入理解干涉原理的核心内涵，通过举例等方式展示本节课学习成果，实现知识内化和能力提升。

设计意图：课堂小结不仅是对知识的简单回顾，更是对学习过程的系统提升。通过知识的结构化整理和实际应用拓展，既能够帮助学生形成完整的认知体系，又能够培养其知识迁移能力和终身学习能力。

2.5.7 教学反思

本教学设计通过多种教学手段的有机整合，成功构建了以学生为主体的探究式学习环境。从钱塘江大潮的真实情境引入，到发波水槽的直观演示，再到GeoGebra软件的仿真探究，最后回归直立式防波堤的工程应用，形成完整的教学闭环，充分体现了STEAM教育的核心理念。

在STEAM要素融合方面，本设计实现了多层次的专业整合：发波水槽演示体现了科学探究与技术应用的结合；GeoGebra仿真实验的开发与运用需要扎实的数学基础，体现了数学工具的支撑作用；直立式防波堤的工程案例分析，将物理学原理与工程技术完美融合。这种跨学科深度融合，不仅丰富了教学内容，更拓展了学生的视野和思维。

此外，本设计通过钱塘江大潮这一本土真实工程案

例, 增强学生的科学应用意识与社会责任感, 实现了知识传授、能力培养与价值引领的有机统一, 与我国“三新”教育理念高度契合, 为物理教学中落实核心素养培养提供了可借鉴的范例。

3 结语

本节教学设计立足学生的认知发展规律, 打破传统单一讲授模式的局限, 构建了多元化教学体系。通过创设真实工程情境、运用先进教学工具、组织合作探究活动, 有效提升了学生的问题解决能力和创新思维能力。教学实践表明, 这种融合STEAM理念的教学设计, 不仅符合现代教育的发展趋势, 也与我国新时期教育改革方向高度一致, 充分体现了以学生发展为中心的教育理念, 为培养全面发展的高素质人才提供了有力支撑。

参考文献

- [1] 李沙, 马玲. 基于STEAM教育理念的互感与自感的教学设计[J]. 物理教学, 2021, 43(3): 7-10.
- [2] 陈悦. 透空式防波堤在渔船避风港中的综合研究[J]. 珠江水运, 2023(15): 13-15.
- [3] 梅沈慧. “三新”教育理念下高三数学复习课中的教学评一体化研究——以“数列”复习课为例[J]. 数学之友, 2025(5): 37-42.
- [4] 史书勇. STEAM教育理念下初中物理实验教学创新设计[J]. 数理化解题研究, 2025(26): 87-89.
- [5] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017版2020修订)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2020.

A STEAM-Informed Instructional Design for the “Wave Interference” Physics Lesson

Liu Ye Mei Xiao'an

School of Physics and Electronic Science, Hunan Polytechnic University, Yueyang

Abstract: Based on the existing cognitive level of senior high school students, this paper takes the instructional design of “Wave Interference” as a case study. Against the backdrop of cultivating students’ core competencies, it systematically integrates the STEAM teaching philosophy and meticulously designs teaching activities by combining virtual simulation technology (GeoGebra software), demonstration experiment apparatus (ripple tank) and engineering practice (breakwater). Through this diversified teaching strategy, this study not only helps students deeply understand the essential characteristics of “Wave Interference”, but also achieves the interdisciplinary integration of physics and engineering technology by introducing engineering practice problems.

Key words: Wave Interference; STEAM teaching philosophy; Senior high school physics