

TPACK框架下GeoGebra动态参数提升高中三角函数直观想象能力的研究

王昕雨, 贾彦娜*

太原师范学院数学与统计学院, 山西 晋中

收稿日期: 2026年9月10日; 录用日期: 2026年10月12日; 发布日期: 2026年10月19日

摘 要

本研究聚焦高中三角函数教学中直观想象能力培养的抽象性难题, 基于TPACK框架, 探究GeoGebra动态参数工具对学生理解三角函数图象变换规律的作用机制。通过理论建构、教学设计案例分析与实证研究发现, GeoGebra的动态参数功能, 能够将三角函数中振幅(A)、频率(ω)、初相(φ)等抽象参数转化为可视化、可操作的动态对象, 支持学生通过“猜想-调节参数-观察图象-归纳规律”的探究路径, 建立“解析式-图象-性质”的深度关联。

关键词

TPACK框架, GeoGebra, 直观想象能力, 高中三角函数

A Study on Enhancing High School Students' Visual Imagination Ability of Trigonometric Functions Using Dynamic Parameters with GeoGebra under the TPACK Framework

Xinyu Wang, Yanna Jia*

School of Mathematics and Statistics, Taiyuan Normal University, Jinzhong Shanxi

Received: September 10, 2026; accepted: October 12, 2026; published: October 19, 2026

Abstract

This study focuses on the challenge of cultivating visual imagination ability in high school trigonometry

*通讯作者。

文章引用: 王昕雨, 贾彦娜. TPACK 框架下 GeoGebra 动态参数提升高中三角函数直观想象能力的研究[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 1031-1040. DOI: 10.12677/ae.2026.16102201

teaching, particularly the abstract nature of teaching trigonometric function image transformations. Based on the TPACK framework (Technology-Pedagogy-Content Knowledge), this research explores the mechanism of GeoGebra's dynamic parameters in helping students understand the transformation rules of trigonometric function images. Through theoretical construction, teaching design case analysis, and empirical research, it is found that GeoGebra's dynamic parameter function can transform abstract parameters in trigonometric functions, such as amplitude (A), frequency (ω), and initial phase (φ), into visual and operable dynamic objects. This supports students in establishing a deep connection among "analytical expressions-image-properties" through an inquiry path of "conjecture-parameter adjustment-image observation-law induction".

Keywords

TPACK Framework, GeoGebra, Intuitive Visualization Skills, Trigonometric Functions in High School

Copyright © 2026 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. 引言

在 2020 版修订的普通高中数学课程标准当中, 直观想象被列为数学学科六大核心素养, 该素养重点要求学习者依托几何直观掌握悉数学内在规律, 以此处理难度较高的数学问题。三角函数是体现数形结合思想的代表性内容, 图像的平移、伸缩等动态空间变换操作是该章节的重要学习内容, 也是培育学生几何感知与空间构想能力的重要教学载体。但实际课堂教学中, 不少教师偏向灌输既定结论、侧重数值运算训练, 忽视知识生成过程与图形表征建构, 使得学生无法建立参数改变和图像动态演变之间的认知框架, 该认知缺口阻碍了学生直观想象素养的进一步提升。伴随教育信息化 2.0 建设推进, TPACK 理论框架为化解上述教学难题给出可行研究思路。本研究选取 GeoGebra 软件作为技术支撑工具, 该平台兼具动态几何绘制、代数演算、数据可视化多重功能, 自带滑块交互与图像即时渲染的功能特征, 和三角函数课堂教学的现实需求高度适配。借助参数可视化演示, 能够把抽象的数学概念转化为可供学生动手操作的认知素材, 同时搭建探究型课堂学习情境, 让学习者自主调节参数, 自主归纳数学内在规律, 依靠技术工具化解传统课堂存在的认知障碍。

本研究跳出传统 TPACK 理论偏向知识讲授的研究视角, 立足核心素养自主生成的内在机理, 搭建起技术工具、教学实施策略与素养培育三者的关联分析模型, 阐释动态参数作用于直观想象素养的内在作用机理, 拓展信息化环境下数学核心素养培育的相关理论研究, 也为同领域后续探究提供新的理论参考。

2. 研究背景

随着教育信息化持续推进, TPACK 理论成为信息技术赋能学科教学的重要指导框架, 国内外围绕 TPACK 理论、学科教学设计、教师素养、智慧课堂建设等方面已经形成较为丰富的研究成果, 同时数学可视化工具与 TPACK 结合开展课堂教学也成为中学数学教学研究热点。

刘艳以广东省中小学初任教师为对象开展调研, 研究发现初任教师 TPACK 整体水平存在差异, 技术知识与学科教学知识融合不足是普遍存在的现实问题[1], 技术、教学法、学科内容三者割裂制约信息化课堂落地。谢美娟立足人工智能教育时代, 提出 AI-TPACK 概念, 调研中学数学教师的 AI-TPACK 现实状态[2], 指出教师不仅要掌握传统 TPACK 知识, 还需要具备适配人工智能工具的技术整合能力, 为

新时代数学教师专业发展提供参考依据。马汉涛跳出单一课堂教学设计视角, 基于 TPACK 框架构建初中数学 AI 课堂评价指标体系[3], 从评价维度层面完善 TPACK 落地课堂的评判标准, 为技术赋能数学课堂的效果评估提供可参考框架, 推动 TPACK 从理论走向课堂评价实践。李婷婷将 TPACK 视角延伸至小学数学, 探究信息技术和项目式教学的融合路径[4], 提出项目任务驱动下 TPACK 各要素协同实施的教学策略, 证实 TPACK 框架对中小学各学段数学信息化教学均具备指导价值。

综合现有文献可以看出: 当前 TPACK 相关研究已经涵盖教师素养调查、课堂评价、多学科课例设计、智慧课堂模式建构, 数学可视化教学研究也积累一定实践成果, 但将 TPACK 完整落地到三角函数, 围绕 GeoGebra 动态参数探究、指向直观想象素养进阶的系统性教学设计研究仍有待深化。现有课例多侧重工具演示, 较少把 TPACK 七大要素完整拆解对应到教学环节, 对学生“猜想-调节参数-观察图象-归纳规律”探究路径的设计不够系统, 本研究就此展开进一步探究。

3. 理论基础与概念界定

3.1. TPACK 框架理论

TPACK 理论即技术整合型学科教学知识, 由国外学者 Koehler 与 Mishra 在 2005 年基于 Shulman 的学科教学知识理论拓展而来, 该全新理论清晰界定了学科内容、教学方法与信息技术三类知识维度的深层关联。

Koehler 与 Mishra 团队以经典 PCK 理论为研究基底, 将现代技术要素系统性融入原有知识体系, 成功搭建起成熟的 TPACK 分析框架。该理论明确指出, 教师开展教学设计工作时, 需要实现技术知识、学科知识与教学法知识的动态交融, 构建三者协同统一的专业化知识体系。这一理论成果具备扎实的前期研究根基, 并非独立衍生的学术观点, 其雏形可追溯至 Pierson 的前沿探索。作为技术融合教学领域的先行者, Pierson 首次将技术变量纳入 PCK 研究范畴, 初步搭建起技术赋能的教师知识结构模型, 为后续 TPACK 理论的完善成型筑牢了学理根基, 使该理论成为教育信息化时代教师专业发展的经典范式[5]。

TPACK 属于面向教师群体的技术融合类知识分析框架, 该理论包含三项基础核心组分, 如图 1, 依次为学科内容知识 CK、教学方法知识 PK 以及技术层面知识 TK。教师若想合理落地依托该理论的信息化教学手段, 就需要充分剖析三类知识要素之间错综复杂的内在联系。想要实现课堂授课成效的提升, 教育工作者还需深度研判各组分的相互作用模式。完整的 TPACK 理论体系一共涵盖七个知识维度, 该理论体系能够为高中数学课堂的信息化实践提供理论依据。

3.2. GeoGebra 动态参数特点

相较于义务教育阶段, 高中数学知识具备更强的理论深度, 涉及大量高度抽象的概念体系。即便学习者投入较多精力开展数学研习, 实际习得成效依旧存在较大提升空间。借助 GeoGebra 工具, 授课教师可把晦涩难懂的数学理论转化为可视、可感知的教学素材, 引导学习者完整感知知识生成脉络, 强化逻辑推演的严密程度, 进而助力学生构建层次更为完备的数学思维模式。著名数学家华罗庚曾提出: “数无形时少直观, 形无数时难入微。”数形结合是数学研习过程中最为核心的数学思想方法, 而 GeoGebra 教学软件可高效实现代数规律与几何形态的深度融合, 呈现传统板书教学难以展示的动态图像效果。该软件具备双向联动的可视化优势, 当使用者修改代数模块的变量参数时, 几何视图内对应的图形形态、尺寸规格会随之实时更新。反之, 若手动调整几何图形的各项属性, 代数界面也会同步反馈出对应的数值参数与结构特征, 在界面上实现了数与形动态的清晰的结合[6]。

所谓数学可视化, 依赖于图形、图像、动画等外在形式, 把概念定理、内在关联、思考模式等抽象数学内容予以完整具象展示, 帮助学习者形成形象立体、全面透彻的认知。依托 GeoGebra 平台, 教师能够灵活完成代数与几何形态的相互转换, 搭建起具象可视内容和抽象数学知识之间的直接桥梁。该软件在

教学场景下的使用准则整理于表 1。

Table 1. Application principles for GeoGebra software
表 1. GeoGebra 软件的应用原则

原则	要求
学生主体性	教学活动均以学生活动为中心，确保学生在教学中的主体地位
启发促进性	教师需要激发学生自主学习主动性，带领学生自主思考，发散学生的思维
探究思考性	带领学生展开协同互动，进行有针对性、指向性地独立探索

而通过滑动条、输入框等交互组件，将三角函数解析式中的常数参数($A/\omega/\varphi$)转化为可动态调节的变量，实现“参数值改变 - 函数图象实时更新 - 几何特征同步显现”的技术功能。其核心教学价值在于构建“猜想 - 操作 - 观察 - 归纳 - 应用”的探究闭环，支持学生在交互过程中发现参数与图象的内在联系，如通过滑动 ω 滑动条观察周期变化，直观理解 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 的数学本质。GeoGebra 动态参数的核心特点在于将技术的“交互性、可视化”与数学的“抽象性、逻辑性”深度融合，形成“操作 - 观察 - 思考 - 应用”的良性循环。其不仅是教学演示工具，更是学生主动探究的认知工具，通过降低抽象概念的理解难度、支持个性化探究过程、强化数形结合思维，为高中三角函数教学中直观想象能力的培养提供了技术赋能的有效路径[7]。

3.3. 直观想象能力内涵

直观想象属于数学学科核心素养的重要组成部分，既是开展问题、发掘问题剖析与问题处理的关键思维工具，也为推导论证方向、开展逻辑推演以及搭建抽象数学体系提供思维根基，对促进学习者综合能力成长具备不可忽视的价值。该素养要求学习者依托几何感知与空间构想能力，从空间位置、数量关联当中把握图形演化与运动内在法则，基于代数与几何的内在逻辑建构全新数学模型，透过表层现象把握事物本质，最终完成问题求解。由此可见，依托中小学数学课堂发展该素养具备现实意义，如何以学科课程内容为支撑载体，挖掘适配的教学手段与实施路径，是当前亟待研究的现实课题。课程标准明确提出教学指引，教师应当确立指向数学核心素养培育的授课理念，把素养培育渗透到课堂各个环节之中。直观想象的成长过程可以划分为生活原型感知、原型直观加工、多形式具象表征以及抽象思辨判断四个层次，各个层次不仅具备逐级攀升的逻辑次序，彼此之间还存在相互作用的动态联系。

想要在实际课堂当中真正落地直观想象素养的培育目标，教学设计与课堂组织工作必须顺应素养自身的演化规律。基于上述认识，把 GeoGebra 软件深度嵌入三角函数课堂的实践方案，应当紧扣直观想象素养的各成长阶段进行设计，以此构建匹配素养逐级提升规律的教学框架。依据课标定义与三角函数学习特征，本研究将直观想象能力解构为三个维度，如下表 2 所示。

Table 2. Three-dimensional intuitive imagination ability
表 2. 直观想象能力三维度

能力维度	核心内涵	关键表现指标
图形表征能力	解析式与图象的双向映射能力	能根据解析式准确绘制图象并标注特征； 能从图象反推解析式参数
动态变换能力	参数变化与图象变换的规律理解能力	能解释参数 $A/\omega/\varphi$ 变化对图象的影响机制； 归纳复合变换的顺序规则
数形结合能力	图象与代数问题的迁移应用能力	能借助图象分析函数性质； 通过图象解决方程求解、参数范围等问题

4. 高中三角函数教学现状与问题分析

4.1. 传统教学困境

三角函数作为代数体系中极具代表性的周期性函数, 在各类研究领域与实际场景中有着极为广泛的运用。在国内各地高考数学命题体系中, 三角函数的图像特征与核心性质始终是重点考查内容。其中, 结合参数 A 、 ω 、 φ 分析函数周期、单调区间及对称特征的综合性题型, 是高中数学的难点题型之一。此类题目命题条件隐晦、设问形式灵活多变, 知识考点分布零散, 极易导致学生解题思维卡顿、难以建立完整解题逻辑, 成为学生解题的主要障碍。基于这一学情特征, 在三角函数解题教学过程中, 需将多参数复杂题型回归学科本源, 夯实基础概念与核心原理, 梳理知识生成与演化的内在逻辑, 以此探寻科学解题思路, 帮助学生深度体悟数学内核, 形成和发展数学学科素养[8]。

传统课堂的三角函数教学存在明显短板, 依托黑板手绘的图像呈现形式仅能实现静态展示, 教师需要多次涂改重绘才能呈现不同形态的函数曲线, 且手绘图像存在不可避免的人为偏差, 无法精准呈现参数微调带来的图像细微变化。即便 PPT 课件可实现基础可视化效果, 但依托预设关键帧制作的动画仅能展示间断的图像状态。以相位参数 φ 从 $-\pi$ 到 π 区间的变化演示为例, 课件仅能呈现若干特殊取值对应的函数图像, 无法还原图像整体连续平移的动态全过程。

致使学生无法直观感知参数微调对函数图像形态的调控规律, 最终对“左加右减”的图像变换法则仅形成口诀式机械记忆, 完全缺失对底层几何原理的深度理解。教学实践调研发现, 该教学短板引发的学情问题尤为突出: 仅有少数学生能够精准阐释相位平移的几何本质, 多数学生存在概念混淆、逻辑偏差等认知问题; 在多参数叠加的复合变换题型中, 绝大部分学生因未掌握变换顺序对图像形态的作用机理, 频繁出现解题步骤错乱的问题。上述学情现状, 充分凸显了传统授课模式在培育学生空间想象素养与数学逻辑思维方面的局限性, 也为引入动态交互型信息化教学工具、优化三角函数课堂教学模式提供了充分的实践依据。

4.2. GeoGebra 动态参数的适配优势

GeoGebra 具有即时交互性, 能够及时构建动态的关联认知。参数调节与图象变化的同步响应, 使学生能通过反复调试参数, 观察图象平移的连续性, 从而建立“参数微小变化 - 图象渐进移动”的动态关联。在实际操作中, 学生可通过滑动条或数值输入框精准控制参数变化, GeoGebra 软件可以实时更新图象, 避免因延迟导致的认知断裂。在探究函数 $y = A\sin(\omega x + \varphi)$ 时, 当学生将 φ 从 0 逐步增加到 π , 可清晰观察到正弦曲线沿 x 轴正向平稳移动, 直观感受相位变换对图象位置的影响。

调节 ω 参数时, 这种动态关联的教学价值更为显著。学生拖动 ω 滑动条不断增大的过程中, 会发现图象在 x 轴方向以视觉可辨的速度逐渐压缩, 原本占据 2π 区间的单个完整波形, 随着 ω 的增大, 单位长度内波形数量相应增加。结合 GeoGebra 的坐标网格与数值标注功能, 学生能够直接读取不同 ω 值对应的周期长度($T = 2\pi/\omega$), 通过实验数据与图象变化的双重验证, 深刻理解周期与 ω 的反比关系。这种“操作 - 观察 - 验证”的闭环学习模式, 将抽象的数学公式转化为可视化、可交互的探究过程, 有效促进学生直观想象能力的发展[9]。

同理, 在调节 A 参数时, 在 GeoGebra 中, 通过改变参数 A 的取值, 可以直观地观察到函数 $y = A\sin(\omega x + \varphi)$ 的振幅的变化。当 $|A|$ 增大, 函数图象在 y 轴方向的波动幅度相应增大, 即最高点与最低点离开平衡位置的距离增加; 反之, 当 $|A|$ 减小时, 距离减小。在 GeoGebra 的可视化界面中, 这一点可以通过拖动 A 的滑块来实时观察, 从而以动态的方式验证这一理论特性。从几何变换的角度来看, 参数 A 的改变主要引起函数图象在 y 轴方向的伸缩变换。这一现象同样可以通过 GeoGebra 的动态演示功

能得以验证。

5. 函数 $y = A\sin(\omega x + \varphi)$ 的性质与图象的教学设计案例

TPACK 理论框架的“函数 $y = A\sin(\omega x + \varphi)$ 的图象”教学设计

环节 1: 情境导入

阅读教材 231~232 页, 观察古代筒车的形状, 想象它的作用。师生共同研究得出函数 $y = A\sin(\omega x + \varphi)$, 引出课题内容。

【设计意图】: 创设数学情境, 并且与中国古代数学文化进行融合, 教学中可依托物理学科知识搭建衔接纽带, 围绕三角函数图像与核心性质搭建研究框架, 顺势引出本次探究的数学模型。该教学方式能够激活学生已储备的三角函数相关认知经验, 使其直观感知不同学科知识的互通性与融合性, 同时在跨学科探究过程中提高学生的数学建模核心素养。

环节 2: 新课讲授

(1) 探究 φ 对 $y = \sin(x + \varphi)$ 图象的影响

在两组函数对应的曲线上, 见图 1, 分别挑选纵坐标取值一致的点, 同步拖动两组选点并追踪对应横坐标的改变, 由此探究参数 φ 会给曲线带来何种作用, 同时比对两条曲线之间存在何种内在联系。

若为 φ 取不同的值, 绘制得到对应曲线, 判断生成的曲线和原来曲线有什么共同特征。

多次模拟操作能够发现, φ 取其他的是也有类似的情况。由此可得, φ 大于零时向左侧平移, φ 小于零时向右侧平移, 平移的单位长度由参数绝对值决定。

教学实施环节中, 教师依托 GeoGebra 开展数字化数学探究, 动态呈现图像演变全过程, 经过观测, 学习者能够归纳得到两组选点的横坐标始终维持固定差值。

依托信息化工具开展探究实验, 让学习者观测 φ 取多组数值条件下函数曲线形态, 对比该图像与基准正弦图像的对应关系, 检验前述推导得到的规律是否普遍成立。

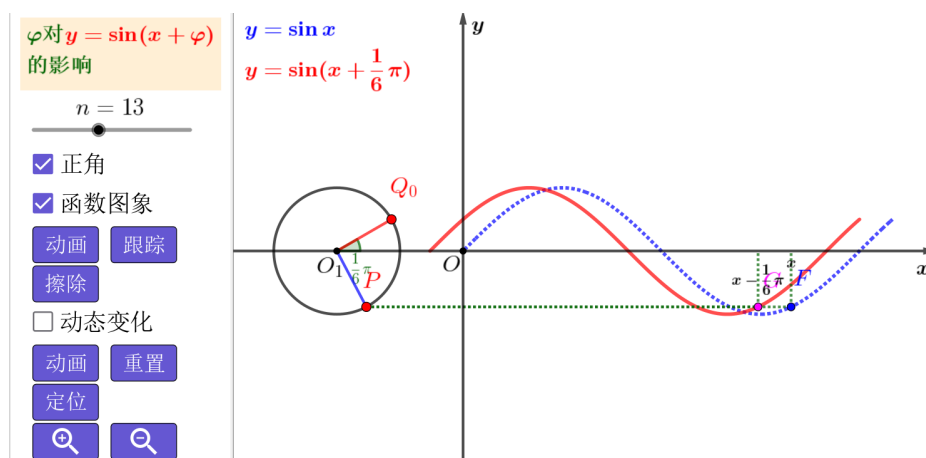


Figure 1. The effect of φ on the $y = \sin(x + \varphi)$ image

图 1. φ 对 $y = \sin(x + \varphi)$ 图象的影响

【设计意图】: 通过观察函数 $y = \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right)$ 和 $y = \sin x$ 的图象上点的坐标的关系, 使学生获得 φ 对函数 $y = \sin(x + \varphi)$ 的图象的影响的具体认识。使学生获得更多的关于 φ 对 $y = \sin(x + \varphi)$ 的图象的影响的经验。让学生自己概况认识 φ 对于 $y = \sin(x + \varphi)$ 的图象的影响。

(2) 探究 ω 对 $y = \sin(\omega x + \varphi)$ 图象的影响

学习者可否沿用前面所采用的探究思路, 分析参数 ω 给函数曲线带来的几何改变?

从普遍规律来看, 该类函数具备固定周期。当 ω 取值大于 1 时进行横向压缩, 若 $0 < \omega < 1$ 则实施横向拉伸, 缩放比例取 $\frac{1}{\omega}$, 经过该变换便可生成目标函数对应的 $y = \sin(\omega x + \varphi)$ 的图象。

师: 同样的, 教师借助 GeoGebra 做一个数学实验, 见图 2 动态演示变换过程, 观察 ω 参数对函数 $y = \sin\left(2x + \frac{\pi}{6}\right)$ 和 $y = \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right)$ 的图象的影响。学生独立完成, 教师作适当指导, 注意提醒学生按照从具体到一般的思路得出结论, 并与教材相关段落对照。

教师引导学生总结参数 ω 对函数 $y = \sin(\omega x + \varphi)$ 的图象的影响。

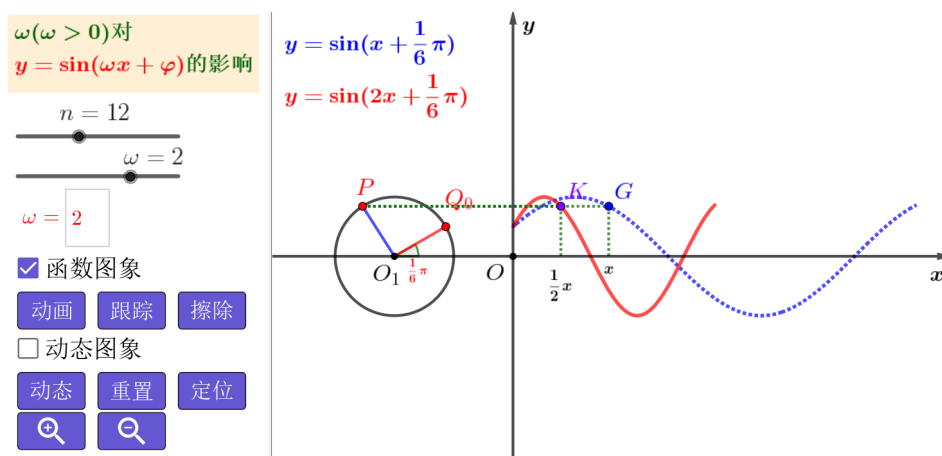


Figure 2. The effect of ω on the $y = \sin(\omega x + \varphi)$ image

图 2. ω 对 $y = \sin(\omega x + \varphi)$ 图象的影响

【设计意图】: 通过让学生根据已有经验独立研究 ω 对函数 $y = \sin\left(\omega x + \frac{\pi}{6}\right)$ 的图象的影响, 进一步熟悉研究方法。

(3) 探究 A 对 $y = A\sin(\omega x + \varphi)$ 图象的影响

学习者可否沿用前面所采用的探究思路, 分析参数 A 给函数曲线带来的几何改变?

就普遍情形而言, 目标函数对应的曲线, 见图 3 可由基准图像上全部点位实施纵向缩放变换生成: 保持横坐标数值维持恒定, 当 $(A > 1)$ 时纵向坐标做拉伸处理, $(0 < A < 1)$ 时实施纵向压缩, 缩放倍数为 A 。基于该变换特征, 能够推导出该函数的值域范围, 其函数最大值为 A , 最小值为 $-A$ 。

课堂教学阶段, 教师利用 GeoGebra 绘图平台, 绘制参数 $A = 2$ 条件下的函数曲线, 组织学习者对比该图形与基准正弦曲线的几何差异, 逐步启发学生梳理归纳参数 A 对于函数图像产生的几何作用。

【设计意图】: 引导学生内化已习得的知识经验, 明晰参数 A 对函数图像产生的作用, 发展学生归纳概括与提炼总结的思维素养。借助 GeoGebra 可视化工具演示参数 A 、 ω 、 φ 发生改变时对应函数图像的动态演变过程, 依托信息技术手段, 将数学课堂的探究活动转化为可视化教学情境, 实现探究过程的直观化呈现。

(4) 探究 A 、 ω 、 φ 对 $y = A\sin(\omega x + \varphi)$ 图象的影响

从基准正弦曲线过渡到目标函数曲线, 可按照 φ - ω - A 的次序完成各参数对应的图形变换见图 4。启发学习者展开思考: 除此之外还存在哪些可行的变换流程?

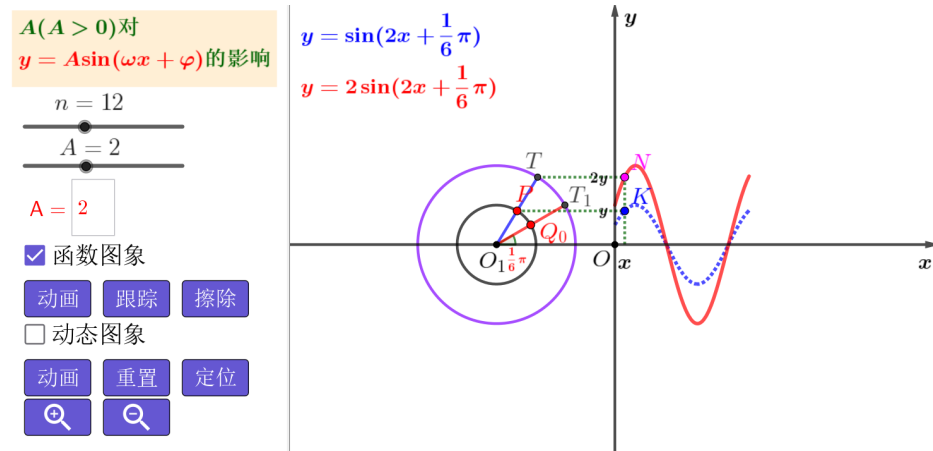


Figure 3. A: Impact on the $y = A \sin(\omega x + \varphi)$ image

图 3. A 对 $y = A \sin(\omega x + \varphi)$ 图象的影响

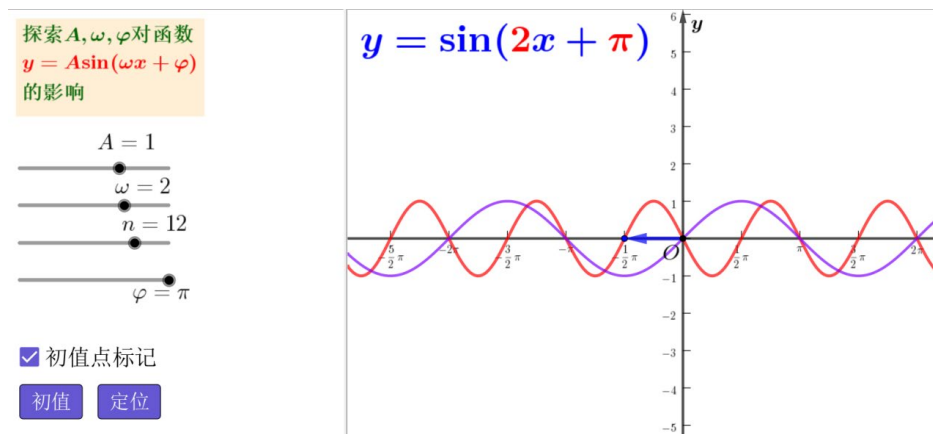


Figure 4. The influence of A , ω , and φ on the $y = A \sin(\omega x + \varphi)$ image

图 4. A、 ω 、 φ 对 $y = A \sin(\omega x + \varphi)$ 图象的影响

调整操作次序,按照 ω - φ - A 的先后顺序开展图形演化,对应的图像演化规则又具备何种特征?

该操作顺序下的图像演化逻辑具体如下:先对基准正弦曲线上全部点位做横向缩放,将横坐标缩放至原有数值的 $\frac{1}{\omega}$ 倍,生成中间函数对应的曲线;再将变换后的整体曲线实施水平平移操作,依据参数正负选择向左或是向右移动相应单位,得到二次变换后的图像;最后对曲线上所有点的纵向坐标进行 A 倍缩放,横坐标维持不变,最终得到目标函数的几何图形。

【设计意图】:使学生掌握由 $y = \sin x$ 的图象得到 $y = A \sin(\omega x + \varphi)$ 的图象的变换方法,提升逻辑推理核心素养。

环节 3: 知识巩固

课堂教学环节中,教师通过 PPT 展示典型习题,布置学生自主完成对应函数草图的绘制任务。在学生完成初步作答后,鼓励其主动阐述个人解题思路与作图步骤,随后依托 GeoGebra 工具完成标准化的图像动态推演验证。学生通过细致观测仿真变换过程,归纳出完整的图像作图流程:以标准正弦曲线为基础原型,先实施水平平移操作,再开展横向尺度缩放处理,继而完成纵向维度的比例拉伸,最终借助数

字化绘图工具验证整体变换效果, 以此完整复刻复杂三角函数图像的生成过程。

【设计意图】: 教师依托典型例题开展教学活动, 促使学生夯实所学知识并自主挖掘内在规律, 鼓励学习者以自身表述阐释函数图像的生成机理, 再结合 GeoGebra 工具帮助学生具象感知图像绘制的完整流程。

6. 研究结论

6.1. 动态参数教学显著提升直观想象能力

依托 TPACK 理论框架所支撑的动态参数交互活动, 学生对于三角函数图像变换的认知模式, 能够摆脱机械背诵的局限, 走向对知识内核的深度理解。本研究将 GeoGebra 动态参数工具创新性运用于高中三角函数课堂。学生可自主完成参数调控操作, 挖掘参数改动同图像演化之间的内在联系, 消解传统授课模式下解析式、图像、性质三者相互割裂的认知鸿沟。

研究梳理出可视化呈现、交互式探究、数形结合迁移应用这一完整实施链条, 通过动态参数工具推动学习者直观想象水平提升, 凸显动态参数在数学概念生成过程中的关键驱动价值, 也为数学学科核心素养的培育工作提供理论思考角度与可参照的实践模式。

6.2. TPACK 深度整合是技术赋能素养发展的核心机制

研究证实, GeoGebra 动态参数的技术特性与探究式教学法、三角函数学科本质的深度融合, 形成“可视化表征 - 交互性探究 - 数形结合应用”的完整路径。促进直观想象能力从“图象识别”向“规律应用”进阶。

针对高中三角函数教学难点, 系统开发了包含概念具象化、交互性探究、分层任务设计的三维教学策略体系。在概念具象化模块, 通过 GeoGebra 动态参数的实时调控, 透彻理解 A 、 ω 、 φ 对函数 $y = A\sin(\omega x + \varphi)$ 图象的影响, 并能准确画出函数图象, 将图象性质转化为可视化图形变化; 交互性探究模块设计了参数动态变化与学生猜想验证的双向反馈机制; 分层任务则依据学生认知水平, 从基础参数调整到复杂函数图象变换逐步进阶。充分体现了 TPACK 深度整合是技术赋能素养发展的核心机制。

7. 研究建议

7.1. 拓展研究的知识范围, 提炼动态通用范式

本研究仅以高中三角函数图象变换为研究载体, 结论的普适性存在局限。后续可将研究拓展至指数函数、圆锥曲线、导数等其他数形结合属性突出的知识模块, 验证动态参数工具提升直观想象能力的通用性, 提炼跨模块的“可视化表征 - 交互探究 - 素养迁移”教学框架, 明确不同知识内容下技术工具的适配策略, 扩大研究结论的应用边界。

7.2. 深化分层作用机制, 建立精准匹配模型

本研究虽提出了分层任务设计的教学策略, 但尚未揭示不同认知水平学生在参数探究中的认知差异与进阶规律。后续可结合学生直观想象能力的初始水平, 划分单参数调控、双参数联动、复合变换探究的阶梯式任务层级, 通过学习行为数据分析, 明确不同层级学生的认知难点与最优探究路径, 实现学情、任务与技术支持的精准适配, 进一步细化素养发展的内生机制。

7.3. 构建阶梯式 TPACK 体系, 破解技术与教学融合问题

本研究证实 TPACK 的深度整合是教学效果的核心保障, 但一线教师普遍存在“会操作软件、不会融

合设计”的能力短板, 现有培训多停留在技术操作层面。后续研究可构建分层进阶的教师 TPACK 培养路径: 基础阶段聚焦 GeoGebra 核心功能操作, 进阶阶段聚焦技术与数学内容的本质融合, 高阶阶段聚焦素养导向的技术整合教学设计, 配套课例资源与校本研修模式, 推动技术融合从“形式应用”走向“深度赋能”。

参考文献

- [1] 刘艳. 中小学初任教师 TPACK 水平现状及影响因素研究——以广东省为例[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南师范大学, 2026.
- [2] 谢美娟. 人工智能教育背景下中学数学教师 AI-TPACK 现状研究[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 广西师范大学, 2026.
- [3] 马汉涛. 基于 TPACK 框架的初中数学 AI 课堂评价指标体系构建探究[J]. 成才之路, 2026(19): 61-64.
- [4] 李婷婷. TPACK 视角下信息技术与小学数学项目式教学的融合实践探究[J]. 中国新通信, 2026, 28(10): 167-169.
- [5] 谭佳琳, 宁绍鹏, 朱亚旸, 等. 基于 TPACK 理论的信息技术与高中数学的整合研究——以“函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ 的图象”为例[J]. 中学课程资源, 2023, 19(5): 7-10.
- [6] 张志勇. 高中数学可视化教学: 原则、途径与策略——基于 GeoGebra 平台[J]. 数学通报, 2018, 57(7): 21-24+28.
- [7] 黄亚洲. 开展数学实验构建数字课堂——以“三角函数中 ω 的范围”为例[J]. 中学数学, 2024(13): 29-30+49.
- [8] 吴启霞. GeoGebra 软件与高中数学问题解决课堂教学深度融合的实践研究——以“函数 $y=Asin(\omega x+\varphi)$ ”为例的教学实践与感悟[J]. 数理天地(高中版), 2022(19): 72-74.
- [9] 项俊. GeoGebra 软件在高中数学教学中的应用探究[J]. 上海中学数学, 2019(4): 25-27.