

AI技术在高等数学可视化教学中的融合创新与实践研究

赵光普¹ 陈星宇¹ 刘海英¹ 周凤玲¹ 解智勇²

1. 内蒙古工业大学理学院数学系, 呼和浩特;

2. 内蒙古大学数学科学学院, 呼和浩特

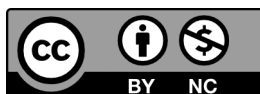
摘要 | 高等数学教学的核心挑战在于其抽象性与逻辑性, 而传统教学手段在将核心概念直观化、动态化方面存在明显局限。人工智能的兴起, 特别是其强大的图像生成、自然语言交互与动态模拟能力为高等数学可视化教学带来了革命性突破。本文聚焦于AI技术在该领域的应用, 系统构建了“智能图解生成”“交互实验探究”与“动态过程模拟”三种教学模式, 并结合马鞍面、向量场、积分等典型案例展开深入分析。此外, 本文进一步探讨了AI可视化教学的理论基础与实践路径, 旨在为推动高等数学教学从“静态抽象”向“动态直观”的范式转型提供一定的理论指导。

关键词 | 人工智能; 高等数学; 可视化教学; 交互探究

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: 可视化教学的困境与AI的赋能契机

高等数学是所有理工科课程的基石, 其核心概念具有高度抽象性, 如极限的“ $\epsilon-\delta$ ”语言、导数的瞬时变化率、积分在无限分割下的整体累积, 以及微分方程对动态世界更深层的刻画。传统的板书与静态PPT教学, 难以将这种抽象、无限、高维且与现实紧密关联的数学

思维过程有效传递给学生, 因此可视化教学成为破解此困境的关键路径。然而, 传统可视化工具如几何画板, 因技术门槛高、作图效率低、交互性有限, 难以在日常教学中实现大规模灵活应用。近年来, 以语言模型和计算机图形学为代表的人工智能技术, 为应对上述挑战提供了新的解决方案。AI不仅能够按需生成精准的数学图像, 更能通过自然语言交互支持学生进行动态探索与过程模拟, 从而将可视化从静态的演示工具, 升级为贯穿

基金项目: 内蒙古自然科学基金(2018LH01015、2024QN01001、2025MS01004); 内蒙古自治区教育科学研究“十四五”规划课题(NGJGH2024096)。

通讯作者: 解智勇, 内蒙古大学数学科学学院, 副教授, 博士研究生, 研究方向: 应用数学。

文章引用: 赵光普, 陈星宇, 刘海英, 等. AI技术在高等数学可视化教学中的融合创新与实践研究[J]. 教育研讨, 2026, 8(1): 58-63.

<https://doi.org/10.35534/es.0801012>

教学全过程的认知与探究工具^[1-5]。

2 AI驱动的高等数学可视化教学：核心模式与案例

2.1 智能图解生成——从公式到直觉的“瞬时翻译”

该模式旨在利用AI的图像生成能力，将抽象的数学公式与定理实时转化为精确、直观的几何图形，从而有效降低学生的认知负荷。以学习多元函数 $z=x^2-y^2$ （双曲抛物面，即马鞍面）^[6, 7]为例，学生仅凭代数表达

式难以构建其三维空间形态，更不易理解“鞍点”同时具备极大与极小特性的几何意义。在此模式下，教师或学生只需输入自然语言指令，AI即可生成对应图像，实现从形式化描述到空间直觉的快速转换。自然语言指令如下：

“用数学软件MATLAB绘制函数 $z=x^2-y^2$ 的三维曲面图，并用红色圆点标出 $(0, 0)$ 点。同时，在旁边分别绘制沿 x 轴（ $y=0$ ）的截面 $z=x^2$ 和沿 y 轴（ $x=0$ ）的截面 $z=-y^2$ 。”MATLAB生成的马鞍面可视化分析情况如图1所示。

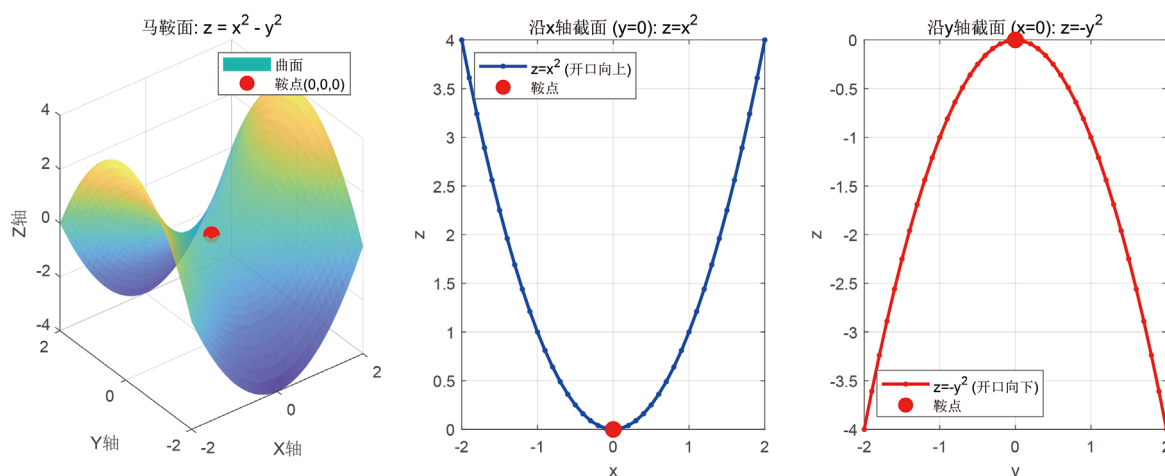


图1 MATLAB生成的马鞍面可视化分析

Figure 1 Visualization analysis of hyperbolic paraboloid in MATLAB

左图清晰展示了曲面的三维形态；中图与右图则分别呈现了鞍点 $(0, 0)$ 处沿 x 轴与 y 轴方向的截面。通过对比这两个截面，学生可以直观理解：该点沿 x 方向呈极小值（如“山谷”），沿 y 方向却呈极大值（如“山脊”），从而深刻把握鞍点“在不同方向上分别呈现极值”的特性。

AI可视化教学的核心价值在于其即时性与多视角关联性：一方面，它能在几秒内生成图像，使课堂讨论得以围绕图形实时展开；另一方面，它可联动呈现三维曲面与二维截面，帮助学生在空间与方向之间建立对应关系，从而深刻理解鞍点的本质。

2.2 交互实验探究——从被动观看到主动建构

此模式超越了传统静态图像的局限，允许学生通过调整参数或修改自然语言指令，与数学模型进行实时交互。这种“在交互中学习”的方式，能有效培养学生的科学探究能力。以理解一阶微分方程 $dy/dx=f(x, y)$ 及其解的含义为例^[6, 7]，学生常难以想象向量场的整体结构与不同初值条件如何决定微分方程的解（积分曲线）的轨迹。通过AI交互功能，学生只需输入描述性的指令，

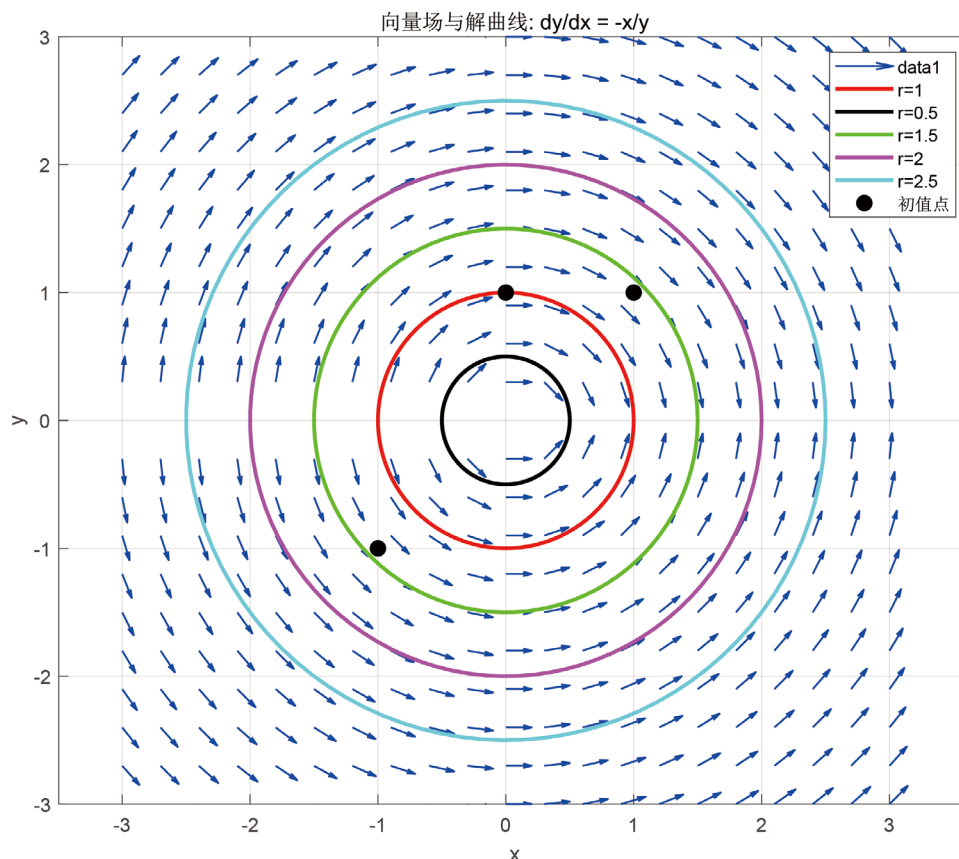
系统即可动态生成对应向量场与多条积分曲线，并支持实时调整初值或参数，从而直观揭示“积分曲线族”的几何形态与动态演化过程。其中，学生应用AI时，可以下达如下指令：

“用数学软件MATLAB绘制微分方程 $dy/dx=-x/y$ 的向量场，并绘制过点 $(1, 1)$ ， $(0, 1)$ ， $(-1, -1)$ 的三条解曲线。”AI生成的MATLAB代码与图例如图2所示。

通过对图像的分析，学生可以直观观察到解曲线如何沿着向量场方向延伸，深刻理解微分方程解的几何意义。AI技术的应用，其教学价值体现在以下几方面：第一，促进猜想与验证，学生可以先预测结果，再通过AI可视化进行验证，这与真实的科学研究流程一致，能增强探究的主动性；第二，建立全局观念，向量场从整体上展示了“流”的趋势，而解曲线则是个体轨迹，二者结合帮助学生形成对微分方程解的系统性理解；第三，可以帮助学生直观理解抽象概念，AI能将不可见的数学结构转化为动态可视的图形，降低理解门槛，增强空间想象能力；第四，支持交互探索，学生可通过调整初

值、参数等实时观察解的变化，体会解对条件的依赖性和方程的动态特性；第五，将理论与应用衔接，用可视化的图像呈现不同领域的微分方程模型（如物理运动、生态演化），帮助学生看到数学工具的实际作用；第六，可以培养学生数学建模意识，学生可以从向量场中逆向思考微分方程的构建过程，提升从现象到模型的数

学抽象能力。这一过程不仅深化了几何直观，也让学生体会到数学结构的内在一致性与美感，促进其从“计算求解”向“理解结构”的思维转变。AI技术的应用，其教学价值体现为促进学生猜想与验证，学生可以先预测结果，再通过AI可视化进行验证，这与真实的科学研究流程一致。



注：蓝色箭头表示向量场方向，彩色曲线表示在不同初值条件下的解。

图2 MATLAB生成的微分方程向量场与解曲线

Figure 2 Vector fields and solution curves of differential equations generated by MATLAB

2.3 模式三：动态过程模拟——揭示“无限逼近”的数学本质

此模式利用AI的动画生成能力，将数学中关键的动态、极限过程可视化，让“无限逼近”的思想变得可见可感。

例如，在重构积分概念时，定积分“求面积”的定义依赖于极限过程^[6,7]。传统教学通常只能展示有限分割的静态图像作为近似，这种呈现方式既不严谨，也难以直观传递“趋近于极限”的动态本质。应用AI技术阐释积分定义，学生可以下达如下指令：

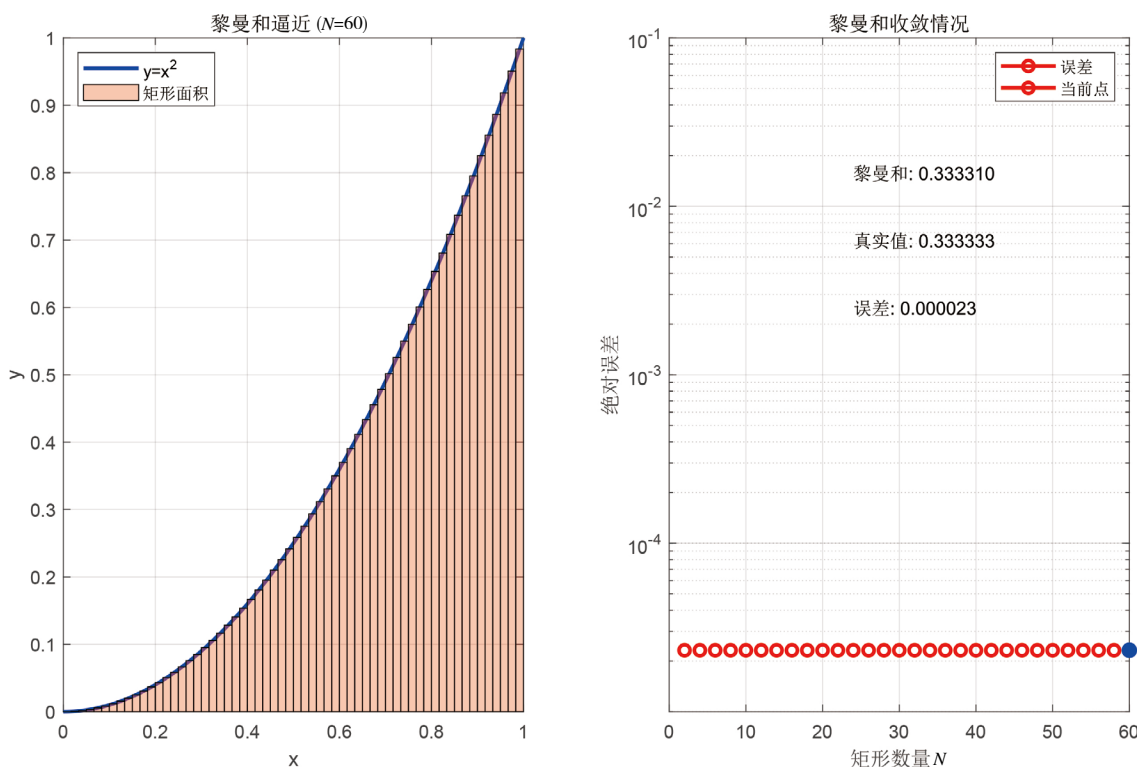
“用MATLAB生成一个动画，展示函数 $y=x^2$ 在区

间 $[0, 1]$ 上，从2个矩形分割逐步增加到60个矩形分割时，黎曼和如何逼近真实积分值的过程。”AI生成的MATLAB代码与图例如图3所示。

这种动态可视化使“无限细分”的极限思想变得直观可见。AI可视化的呈现，既可以将极限思想具体化，将微积分最核心的“无限逼近”思想以动态形式呈现，帮助学生形成严谨的直觉理解；又能够实现定量分析，结合误差分析图表培养学生对数值方法收敛性的理解。通过MATLAB编程实现动画，可以提升学生的计算思维能力。动态演绎极限过程方面，AI可以连续演示分割不断加细（ $n \rightarrow \infty$ ）的过程，将“无穷分割、无穷求和”的

积分思想以平滑动画形式呈现，实现从离散到连续的过渡，让学生亲眼看到矩形面积如何随分割数增加而稳定趋近于曲边梯形面积，从而真正理解极限不仅是结果，更是一个动态的收敛过程。通过对比积分的动态生成过程，学生还能直观感受到微分与积分本质上是互逆的极

限过程，深化对微积分基本定理的理解。此外，AI支持参数实时调节与反向探索，学生可自由调整分割细度、函数类型、区间位置等，观察逼近速度与精度的变化，甚至能从直观的极限动画反推形式定义，实现“从直观到形式”的双向建构。



注：左图展示了矩形数量增加时对曲线下面积的逼近情况，右图显示了误差随矩形数量增加而收敛的过程。

图3 黎曼和逼近定积分的动态过程

Figure 3 Visualization of definite integral approximation by riemann sums

3 理论基础与教学成效

AI驱动的可视化教学并非简单的技术堆砌，其背后有着坚实的认知科学理论支撑。首先，AI驱动的动态可视化使学生通过交互行为“体验”数学结构，将抽象概念转化为可感知、可操控的具象载体，促进理解。AI可生成贴合现实问题的高等数学可视化场景（如用微分方程模拟疫情传播、用曲面积分展现流体力学原理），使数学知识“锚定”于具体情境，增强学习的迁移性与意义感。其次，AI技术不仅是数学工具，更是教学理念的载体。基于学生的学习进度与认知状态（如答题数据、交互热点），AI可动态调整可视化内容的复杂性与呈现方式，实现因材施教的个性化的认知支持。学生在操作图形时，AI可实时反馈其数学意义（如显示导数值、曲率变化），甚至可预测学生的认知难点（如对极限概念的理解模糊）并提前介入引

导。再次，实现教学成效三大转变：学生从被动的知识接收者，转变为主动的图形探索者和意义建构者；教师从知识的单向传授者，转变为学习情境的设计者、探究活动的引导者；课程目标从“传授数学知识”向“提升数学素养和综合能力”转变。最后，评价方式得以拓展：除过程性评价外，AI还为教学评价带来新维度，可记录学生与可视化界面交互的全过程（如注意力分布、操作序列、纠错路径），生成个体认知轨迹图，为教师提供精准的学情诊断依据。通过分析学生在探究过程中的策略调整、提问质量与反思深度，AI还可间接评价其元认知发展水平，促进高阶思维培养。

4 挑战与反思

在积极拥抱AI技术的同时，必须保持理性。AI生成

的MATLAB代码可能存在语法错误或逻辑问题，需要师生具备基本的调试能力。而AI生成代码中的错误，可以转变为绝佳的“调试性学习”机会。教师可引导学生共同分析错误原因：是数学公式转换有误？是算法逻辑不严谨？还是语法细节疏忽？这个过程本身就是对计算思维和编程思维的训练。学生的目标不应仅是运行一段正确的代码，而应培养一种能够审阅、质疑、改进AI生成代码的能力。这要求学生具备更扎实的基础知识，从而形成“学习—检验—深化”的良性循环。在教学设计中，需要构建“人机协同”的教学闭环。一个理想的教学单元循环应该是：教师提出核心问题→学生初步思考与猜想→利用AI可视化进行探索与验证→小组讨论发现规律→师生共同归纳数学原理→学生尝试用基础代码复现或迁移应用。要将AI技术有机嵌入“探究”与“验证”环节，服务于“思考”与“归纳”。AI技术终究是手段，而非目的。

过度依赖“一键生成”可能导致学生止步于表面认知，难以深入理解其内在机理与原理，忽略了图像背后的数学本质与算法基础。因此，教学法的核心应对策略是设计“逆向可视化”任务：给学生一个经典图形（如双曲抛物面），要求他们先手动推导其方程，再尝试用基础代码绘制，最后用AI工具生成并对比三者的异同。例如，在讲解数值积分时，可让学生同时借助AI生成矩形法、梯形法、辛普森法的可视化，并手动实现其中最基础的一种。通过对比不同方法的计算效率和精度，理解高级算法优化的内在逻辑与原理，让学生知其然且知其所以然。

5 结论

高等数学的可视化教学在AI技术与MATLAB相结合的支撑下，正经历一场深刻的范式变革。这一变革不仅

体现在技术层面，AI能够智能生成可执行代码，实现抽象概念的动态可视化与交互探索，更关键的是，它推动了教学结构与教师角色的根本性演进，教师从知识的单向传授者，转变为学习情境的设计者、探究活动的引导者。未来发展的核心在于构建“人机协同”的智能化教学环境，其中AI承担起高效生成与直观呈现的职能，而教师则专注于启发思维、设计探究情境与培育科学精神。二者的深度融合，将共同指向一个更加生动、深刻，以促进学生本质理解与数学心智成长为根本目标的新教学范式，最终培养出能够驾驭工具、理解数学本质的真正思考者。

参考文献

- [1] 王飞跃, 李秋丹, 李力, 等. 人工智能在教育中的应用与展望 [J]. 华东师范大学学报 (教育科学版), 2021 (12): 1-12.
- [2] 焦建利. 人工智能如何赋能教育 [J]. 电化教育研究, 2021, 42 (1): 5-14.
- [3] 龚佳怡, 王斌, 王耀. 人工智能赋能教育: 自适应学习系统的现状、挑战与未来 [J]. 现代教育技术, 2022, 32 (3): 12-20.
- [4] 刘邦奇, 吴晓如. 人工智能教育应用的发展趋势与实践案例 [J]. 电化教育研究, 2020, 41 (1): 75-81.
- [5] 徐显龙, 王斌, 顾小清. 面向高阶思维培养的智能教育工具设计与应用研究——以数学学科为例 [J]. 中国电化教育, 2021 (5): 114-121.
- [6] MathWorks. MATLAB在数学教学中的应用白皮书 [R]. 纳蒂克: MathWorks, 2022.
- [7] 同济大学数学系. 高等数学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2023.

Integrative Innovation and Practical Research on AI in the Visualization Teaching of Higher Mathematics

Zhao Guangpu¹ Chen Xingyu¹ Liu Haiying¹ Zhou Fengling¹ Xie Zhiyong²

1. Department of Mathematics, School of Science, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot;

2. School of Mathematical Sciences, Inner Mongolia University, Hohhot

Abstract: The teaching of higher mathematics is fundamentally challenged by its abstract and logical nature, while traditional instructional methods show significant limitations in visualizing and dynamizing core concepts. The rise of artificial intelligence has brought revolutionary breakthroughs to the visualization teaching of higher mathematics, largely due to its powerful capabilities in image generation, natural language interaction, and dynamic simulation. This paper focuses on the application of AI technology in this field and systematically constructs three teaching models, “intelligent diagram generation” “interactive experimental exploration”, and “dynamic process simulation”. These models are supported by in-depth analysis of typical cases such as saddle surfaces, vector fields, and integrals. Furthermore, the paper discusses the theoretical foundations and practical pathways of AI visualization teaching, aiming to provide theoretical guidance for promoting the paradigm shift in higher mathematics education from static abstraction to dynamic intuition.

Key words: Artificial intelligence; Higher mathematics; Visual teaching; Interactive exploration