# 基于 AI+Matlab 的热传导方程推导与求解教学改革研究

邢杰，陈南博
桂林电子科技大学，数学与计算科学学院，广西 桂林 541004
DOI: 10.61369/RTED.2026180035

**摘　　要：** 热传导方程作为《数学物理方程》的核心之一，其推导与求解过程的复杂性给传统教学带来挑战。单纯理论推导易使学生无法理解从数学结论到物理现象转化，因此，本文构建了新的 AI 与 Matlab 辅助的热传导方程教学方法，从物理建模、严谨推导、解的求解及可视化分析四方面进行教学重构。设计 AI 引导的推导路径与 Matlab 数值求解方案，帮助学生深刻理解方程本质。教学实践表明，该方法有效降低了理论学习的抽象性，显著提升了学生的数学建模与数值计算能力。

**关 键 词：** AI；Matlab；数学物理方程；热传导方程；教学改革

## Research on Teaching Reform of Derivation and Solution of Heat Conduction Equation Based on AI + Matlab

Xing Jie, Chen Nanbo
School of Mathematics and Computational Science, Guilin University of Electronic Technology, Guilin, Guangxi 541004

**Abstract:** As a core content of Mathematical Physics Equations, the heat conduction equation involves complex derivation and solution processes, which poses challenges to traditional classroom teaching. Pure theoretical derivation makes it difficult for students to understand the transformation from mathematical conclusions to physical phenomena. Therefore, this paper constructs an innovative teaching method for the heat conduction equation assisted by AI and Matlab, and restructures the teaching system from four aspects: physical modeling, rigorous theoretical derivation, equation solving and visual analysis. By designing AI-guided derivation paths and Matlab numerical solution schemes, the proposed method helps students deeply understand the essence of the heat conduction equation. Teaching practice shows that the method effectively reduces the abstraction of theoretical learning and significantly improves students' abilities in mathematical modeling and numerical calculation.

**Keywords:** AI; Matlab; mathematical physics equation; heat conduction equation; teaching reform

## 引言

热传导方程作为描述热量传递规律的典型抛物型偏微分方程，是学生学习非线性偏微分方程的重要铺垫。该方程的教学重点在于从物理守恒定律推导方程形式、根据不同定解条件求解方程、解读解的物理意义。传统的热传导方程教学以理论为主，教师主导公式推导全过程，学生被动接受知识，存在两大突出问题：一是仅通过文字描述微元体的热量守恒，学生难以直观理解热传导方程的推导过程，导致方程推导与物理本质脱节；二是求解过程仅关注解析法（分离变量法、傅里叶级数法）的公式演算，缺乏对数值解的实现与可视化，学生无法理解解随时间、空间的变化规律，因此无法将数学结论和物理现象相结合。

随着人工智能与教学的深度融合，AI 大模型的思路引导、逻辑推理能力与 Matlab 的数值计算、可视化功能形成互补，为数学物理方程的教学改革提供了新路径。目前已有诸多研究将 Matlab 引入数学物理方程教学[1-5]，但多集中于单一软件的可视化应用，尚未将 AI 技术与方程的推导、求解、分析全过程融合。本文以热传导方程的推导与求解为核心，构建 AI 引导推导 +Matlab 实现求解 + 可视化解读物理意义的教学模式开展改革，旨在让学生从“被动记公式”转变为“主动建模型求解”，切实提升课程教学质量与学生的综合应用能力。

项目信息：桂林电子科技大学教学改革项目 (JGB202421)，广西高等教育本科教学改革工程项目 (2025JGZ132)。

Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License 

## 一、AI 辅助下热传导方程的模型构建与严谨推导

热传导方程的推导基于热量守恒定律和傅里叶热传导定律，是“物理规律→数学建模”的典型过程，传统教学中教师直接给出微元体的热量平衡关系，学生难以理解推导的逻辑起点与步骤衔接。本文引入 AI 大模型（如 ChatGPT、Deepseek、豆包）作为学习助手，通过问题引导帮助学生自主梳理推导思路，教师则聚焦核心难点进行精讲，实现创新教学。

在课堂推导前，向学生布置 AI 交互任务：让学生向 AI 大模型输入“如何从物理规律推导一维热传导方程？”“傅里叶热传导定律的数学表达式是什么？”等问题，通过 AI 的分步解答，让学生初步建立推导的逻辑框架，明确三个核心要素：1）选取一维均匀细杆为研究对象，假设杆的横截面积为 $S$，热传导系数为 $K$，比热容为 $c$，密度为 $p$，忽略杆的侧向热交换；2）定义温度函数 $u(x,t)$，表示 $t$ 时刻细杆 $x$ 处的温度；3）围绕微元体 $[x,x+dx]$ 开展热量平衡分析。

课堂中，教师以书中微元法为核心[6]，开展一维热传导方程的严谨推导，推导过程见如下流程图：

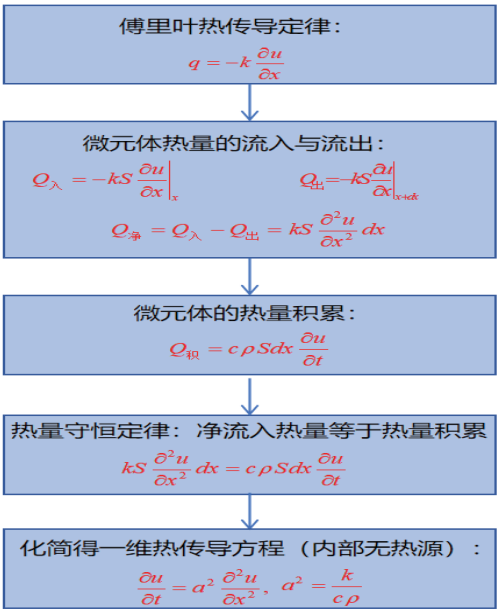



图 1：热传导方程推导流程图。

## 二、基于 Matlab 的热传导方程求解

热传导方程的求解需根据定解条件（初始条件 + 边界条件）选择解析法或数值法，解析法适用于简单定解条件下的精确求解，数值法（如有限差分法）适用于复杂定解条件下的工程实际问题。传统教学中重解析轻数值，导致学生“会算不会用”，本文将 Matlab 作为求解与可视化工具，分别实现一维有限长细杆热传导方程的分离变量法解析解和有限差分法数值解，通过代码编写、运行、绘图，让学生直观看到温度场随时间、空间的变化规律，同时理解解析解与数值解的优缺点。

### （一）定解问题的设定

选取一维有限长细杆的热传导问题为典型案例，设定定解条件如下：

控制方程：$\frac{\partial u}{\partial t}=a^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2},0<x\langle L,\ t\rangle 0$；

边界条件（第一类齐次边界条件，杆两端保持零度）：$u(0,t)=0$，$u(L,t)=0$，$t\geq 0$；

初始条件（杆的初始温度分布为正弦分布）：$u(x,0)=\sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$，$0\leq x\leq L$。

### （二）解析解的 Matlab 实现

通过分离变量法求解上述定解问题，令 $u(x,t)=X(x)T(t)$，代入控制方程与边界条件，求得特征值 $\lambda_n=\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2$，特征函数 $X_n(x)=\sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$，时间函数 $T_n(t)=e^{-a^2\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2 t}$，结合初始条件的傅里叶级数展开，得到解析解：

$$u(x,t)=e^{-a^2\left(\frac{\pi}{L}\right)^2 t}\sin\left(\frac{\pi x}{L}\right).$$

（注：因初始条件为单一项正弦函数，傅里叶级数仅保留 $n=1$ 项。）

参考文献 [7] 中的方法，可编写 Matlab 代码实现解析解的计算与可视化，设置参数：细杆长度 $L=1$，热扩散系数 $a^2=0.01$，空间步长 $dx=0.01$，时间步长 $dt=0.1$，时间范围 $t\in[0,5]$，代码可直接运行并生成温度场时空分布图和不同时刻的温度分布曲线：

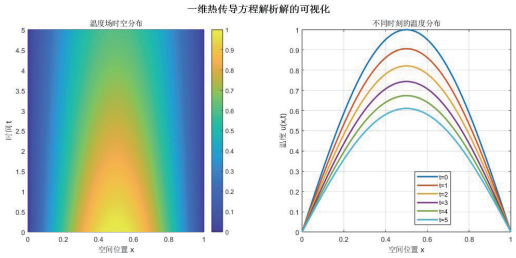



图2：左：一维热传导方程温度时空分布图；右：一维热传导方程不同时刻温度分布图。

图 2 左边是温度场的时空伪彩色图，颜色由黄到蓝表示温度从高到低，可直观看到热量从杆中间向两端传导，温度随时间逐渐降低最后趋于零；右边是不同时刻的温度分布曲线，$t=0$ 时温度为初始正弦分布，随着时间推移，曲线逐渐下移，斜率减小，表明温度随时间扩散并趋于平均。通过图片展示，学生能将解析解的数学表达式与物理上的热传导过程直接关联，理解解的指数衰减项 $e^{-a^2\left(\frac{\pi}{L}\right)^2 t}$ 表示温度随时间的衰减规律，正弦项 $\sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$ 表示温度的空间分布规律。

## 三、基于 AI+Matlab 的热传导方程教学改革实践设计

为将 AI+Matlab 的教学模式落地，本文从课前预习、课堂教学、课后实践三个环节进行系统性设计，构建完整的教学体系，让 AI 与 Matlab 贯穿教学全过程，实现学生从“理解理论”到“应

 Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

用实践”的能力提升。

**（一）课前预习：AI 引导 + 任务驱动**

课前，教师通过学习通、雨课堂等平台发布预习任务，包含：1）让学生通过 AI 大模型梳理热传导方程的物理背景、推导思路、定解条件分类；2）让学生复习分离变量法、傅里叶级数的基本内容；3）让学生熟悉 Matlab 的 meshgrid、pcolor、plot 等绘图函数的基本用法。教师通过平台收集学生的预习疑问，针对高频问题在课堂上重点讲解，实现“以学定教”。

**（二）课堂教学：AI 启思 + 教师精讲 +Matlab 实操**

课堂教学采用“30分钟理论讲解 +15分钟实操练习”的模式：前30分钟，教师精讲热传导方程的推导、定解条件的物理意义、解析解的求解方法，针对学生的预习疑问进行解答；后15分钟，学生进行 Matlab 实操，编写求解热传导方程的代码，运行并绘制图形，教师巡回指导，针对学生的代码错误、绘图问题进行辅导。实操过程中，提醒学生可借助 AI 大模型解决代码问题，如向 AI 输入“Matlab 中 pcolor 函数如何调用？”“有限差分法的迭代如何编写？”等，实现高效利用，即时答疑。

**（三）课后实践：案例拓展 + 综合探究**

课后让学生修改 Matlab 代码中的参数（如热扩散系数 $a^2$ 、初始条件、边界条件），观察温度场的变化规律，撰写实验报告，分析参数对热传导过程的影响；在此基础上，让学生以 AI 为辅助，推导非齐次热传导方程（含热源项）的解析解，并用 Matlab 实现求解与可视化。

教师对学生的实践成果进行批改与点评，将优秀的代码、可视化图形、探究报告在课堂上展示，激发学生的学习兴趣与探究热情。

## 四、教学改革实践效果与反思

**（一）实践效果**

本教学改革模式在我校2023级数学与应用数学专业的数学物理方程课程中进行了实践，选取两个班级为对比组，其中实验班采用“AI+Matlab”的教学模式，对照班采用传统的公式推导教学模式，通过课堂参与度、课程成绩、实践能力三个维度进行效果评价，结果如下：

1）课堂参与度显著提升：实验班学生的课堂实操参与率达100%，主动提问率较对照班提升45%，学生从“被动听课”转变为“主动实操”，课堂氛围更加活跃；

2）课程成绩明显提高：实验班的课程平均分（82.5分）较对照班（71.2分）提升11.3分，及格率（98.6%）较对照班（85.7%）提升12.9%，尤其是热传导方程模块的解答题得分率，实验班较对照班提升20% 以上；

3）实践能力大幅增强：实验班学生都能独立编写代码完成热传导方程的 Matlab 求解，80% 以上的学生能修改方程参数分析不同的热传导过程，探究参数变化对温度分布的影响，60% 以上的学生能进一步完成非齐次热传导方程的建模与数值求解，而对照班学生仅能从理论上掌握解析解的公式推导，而缺乏数值实现能力。

**（二）教学反思**

在教学改革实践过程中，也发现了一些需要改进的问题：1）部分基础薄弱的学生对 Matlab 编程存在畏难情绪，代码编写能力不足；2）AI 大模型的解答也存在逻辑错误，学生对此缺乏辨别能力；3）课堂实操时间有限，学生难以在短时间完成代码编写。因此，针对编程基础薄弱的学生，需编写简易的 Matlab 入门教程，让学生快速掌握编程技巧；其次，在课堂上针对 AI 的典型错误进行分析，引导学生辩证看待 AI 的结果，将 AI 作为“辅助工具”而非“标准答案”；并且，将 AI 引导思路、Matlab 代码、物理问题整合为教学附件，发布在智慧课程平台上，让学生课后也能随时学习。

## 五、结论

本文将人工智能技术与 Matlab 软件融入热传导方程教学，构建 AI 助力教学新模式。其创新点在于：利用 AI 引导学生自主梳理推导思路，解决传统教学抽象难懂的问题；借助 Matlab 实现求解与可视化，破解重理论轻应用的短板。但是，教学过程中需把握好尺度，教师要始终坚守主导地位，引导学生合理运用 AI 与 Matlab 工具，杜绝因过度依赖工具而淡化理论推导、忽视独立思考的问题；学生也要凸显学习主体地位，主动参与数学建模、公式推导、编程实践的全过程，才能显著提升自身的综合能力。

*参考文献*


[1] 谭佳，赵润，苏明明 . 数学软件在数学物理方法课程教学中的应用 [J]. 科教文汇 ,2023,(14):74-77.

[2] 王春朋 . 数学物理方程课程建设与教学改革研究 [J]. 吉林省教育学院学报 ,2025,41(06):102-107.

[3] 杨红，黄勇刚，邓科，等 . Matlab 在数学物理方法中应用 [J]. 中国西部科技 ,2015,15 (7):16-17.

[4] 焦志莲 . MATLAB 在数学物理方法中的应用 [J]. 计算机光盘软件与应用 ,2014, 17(20):83-85.

[5] 高慧昀，王晓丽 ." 数学物理方程 " 可视化教学与 MATLAB [J]. 科技信息 ,2013(19):215.

[6] 谷超豪，李大潜，陈恕行等 . 数学物理方程，第四版 [M]. 北京：高等教育出版社 ,2023.

[7] 李萍，张磊，王垚廷 . 基于 Matlab 的偏微分方程数值计算 [J]. 齐鲁工业大学学报，2017, 31(4): 39-43.


Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License 