

人工智能在《工程传热学》本科教学中的应用探索

李明 徐青^{通讯作者}

广东海洋大学海洋工程与能源学院 广东 湛江 524088

摘要：文章以《工程传热学》教学为例，采用案例分析的方法，以 ChatGPT3.5 版本语言模型为研究平台，探索人工智能在本科课程教学中的应用方式和效果。结果表明，当前的语言模型可以在专业课教学中给学生提供操作便捷、响应快速的个性化、高准确性、高层次性的辅导服务，这大大弥补了传统本科大课教学模式中对个性学生针对性不强的问题。特别是在教师利用 AI 开展项目化教学和翻转课堂时，学生的兴趣和课堂参与度显著提升，有效促进了对复杂概念的理解和应用。尽管目前阶段，人工智能还无法避免偶尔出现错误回复的问题，但通过积极的验证和辨识可以有效降低这种偶发的错误对使用造成的影响。总之，人工智能在本科教学中的应用，可以大大提高学生获得专业知识的广度和效率，是一项值得尝试的教学创新举措。

关键词：ChatGPT；工程传热学；本科教学；个性化；人工智能

工程传热学，作为热力学的一个关键分支学科，涉及研究热量如何在不同物质之间传递，以及如何控制或优化这一过程^[1-3]。该课程通常包括导热、对流、辐射和换热器设计等多个重要的研究内容。在能源工程、材料科学、制冷与空调、环境工程等众多领域中有着广泛的应用^[4]。理解和掌握工程传热学知识对于解决工程问题和优化能源利用至关重要。随着能源效率与环保要求的提升，工程传热学在现代工程项目中扮演着越来越重要的角色，例如在绿色建筑、高效能源系统中的应用。这门课程为工程师提供必备技能，使他们能够设计更高效、更可持续的传热系统^[5]。

工程传热学是本科三年级开设的一门理论性极强的专业课程，其前序课程包括《高等数学》、《大学物理》、《流体力学》、《工程热力学》等多门难度较大的课程。工程传热学的学习前提是学生需具备坚实的数学和物理基础，能够理解和应用复杂的传热微分方程来描述热传递过程。

因此，了解并积极应用这些技术对于未来教育尤为关键。将 AI 应用于本科教学是一种创新尝试，它能有效解决传统教学模式中难以准确满足每个学生需求的问题。然而，研究发现，AI 在本科教学中的实际应用仍然相对有限。文章针对广东海洋大学海洋工程与能源学院的 300 名学生进行了调研。尽管所有学生都听说过 ChatGPT，其中 62% 表示使用过 ChatGPT 或类似的 AI 软件，但仅有 15% 的学生曾在大学课程中使用它。这表明，在 AI 技术快速发展的今天，学生对于跟进未来科技的趋势还显得不够积极，因此加强对学生在 AI 使用和驾驭能力方面的引导，特别是在大学课程学习中的应用，显得尤为重要和迫切。文章将以热能与动力工程专业的重要专业课《工程传热学》学习为例，以当前最为流行且免费的 ChatGPT 3.5 版本 AI 语言模型为平台，探讨 AI 在本科教学中的应用。

1 ChatGPT在《工程传热学》教学中的应用

1.1 使用ChatGPT对《工程传热学》中的重要概念进行解析

传热学中，对流换热是一个重要的研究内容，在研究流体的换热时涉及到层流和紊流的概念。层流指的是流体以有序的、层次分明的方式流动，而紊流则是流体以无序、混乱的方式流动。这两种流动性质在传热过程中会对换热系数产生不同的影响。判断流体换热中的层流和紊流通常需要使用雷诺数 (Reynolds number)，这是《工程流体力学》里的知识^[6]。在学习这部分内容时，学生往往对雷诺数的概念不够清晰，有时甚至完全没有印象。由于教学进度的限制，教师通常只能进行简单的回顾，难以确保学生能够完全掌握雷诺数的方方面面。

这时，ChatGPT 的个性化针对性辅导就显得尤为重要。

在使用 ChatGPT 时，首先需要对话的主体进行准确的特性设定，例如告诉 AI 咨询人是一名正在学习工程传热学的大三学生，这样 ChatGPT 在后续的答复中会针对大三级大学生的需求进行针对性回复。学生可以根据个人需求，提出具体问题。这个提问过程可以是层次渐进的。例如，在让 ChatGPT 对层流、紊流和雷诺数概念进行解析时，ChatGPT 会以专业且层次分明的方式进行讲解。它不仅提供了附带英文表述的概念定义，还解释了层流和紊流的区别，并特别指出了流体流动状态和雷诺数之间的关系。在讲解雷诺数时，ChatGPT 不仅给出了计算公式 $Re = (\rho * v * L) / \mu$ ，并对每个参数进行了详细解释，特别是在解释特征长度“L”时，以管道直径为例进行说明。通过这种方式，ChatGPT 不仅仅是重复网上现有的信息，而是以分析和总结的方式，简明而专业地阐释了问题，准确把握了大学生需要掌握的知识点，并通过案例进行了进一步的说明。基于上述讲解，学生可以高效且简便地获得对雷诺数较为全面的理解。

1.2 使用ChatGPT对课程信息资料进行整理、收集

在工程传热学的学习过程中，了解各类材料的导热物性参数也是非常重要的。此时，ChatGPT 在资料搜集、归纳和分析方面的能力便显得尤为关键。例如，当研究人员要求 ChatGPT 列举生活中常见材料并给出其导热系数时，ChatGPT 迅速给出了 10 种常见材料的导热系数，“铜：398W/m·K；铝：237W/m·K；铁（钢）：50-80W/m·K；木材（松木）：0.12-0.25W/m·K；空气（室温，干燥）：0.024-0.030W/m·K；水：0.6W/m·K；玻璃：0.8-1.2W/m·K；塑料（聚乙烯）：0.3-0.5W/m·K；石膏板：0.16-0.22W/m·K；橡胶：0.1-0.2W/m·K”。这些数据直观地展示了铜、铝、铁等金属材料的导热系数远大于塑料、木材等非金属材料，帮助学生形成了对常见金属和非金属材料导热系数差异的直观认识。另外，ChatGPT 还在总结中严谨地强调了“导热系数通常会受到温度、材料的密度和结构等因素的影响，所以具体数值可能会有所变化”，这通常是上课时老师需要指出的重要知识点。

但传热学课程中并没有详细讲解不同材料导热系数的差异性，这些内容涉及到材料学的范畴。若不进行深入的资料调研，这些差异性很难被清晰理解。此时，学生可以借助 ChatGPT 进一步深入学习。通过简单的询问，ChatGPT 能从原子和电子的层面详细解释这个问题。例如，它解释说，在金属中由于自由电子的离域性更强，电子作为热传递的介质使得热量传导更加高效。而非金属材料中，由于原子间排布不如金属那样紧

作者简介：李明（1985—），男，汉族，江苏徐州人，博士，讲师，研究方向：主要从事能源热转换方面的研究。

通讯作者：徐青，教授，研究方向：主要从事能源高效利用研究。

密, 电子的离域性较差, 导致其热量传导能力相对较弱。借助 ChatGPT 的帮助, 学生可以在不花费大量时间和精力, 快速回顾并理解涉及多个前序课程的概念, 从而显著降低了学习难度。

1.3 使用ChatGPT对课程题目进行讲解

AI 在作业辅导方面也具有极大的潜力。在此, 我们以《工程传热学》中的常见考题为例, 考察了 ChatGPT 在回答简答题和计算题方面的效果。

在简答题测试中, 选择了双层暖水壶 / 保温杯保温原理这一题目。ChatGPT 对此问题进行了深入分析, 层次分明地从导热、对流换热和热辐射三个方面给出了详尽的解答。首先分析了保温杯的中空层如何有效减少热量的传导; 接着解释了保温杯外涂层采用不透明材料如何降低热辐射, 从而抑制辐射换热; 最后强调了空气被封闭在真空层或低导热材料层中, 如何减少了空气流动, 并因此降低了对流热损失。ChatGPT 的回答全面且有充分的依据, 对所提问题进行了全面的讲解。

在计算题方面, 文章选择了如下案例进行研究: 一个空调机组内的表冷器, 气侧表面对流换热系数 h_1 为 $100\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$, 壁面厚 5mm , 导热系数 λ 为 $60\text{W}/(\text{m} \cdot \text{k})$, 水侧表面对流换热系数 h_2 为 $6000\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$ 。假设传热壁为平壁, 要求计算各环节单位面积的热阻以及从气体到水的总传热系数, 并确定改进传热效率的起始环节。ChatGPT 首先分别计算了空气侧、壁体、水侧三个传热环节的单位面积热阻。在计算过程中, ChatGPT 不仅详细给出了各计算公式, 还清楚解释了公式中的每个参数。接着, 根据各环节热阻计算了总传热系数。最后, ChatGPT 指出内部导热热阻是最大的, 因此是需要优先改进的主要环节。

2 教师可以借助AI开展项目式学习和翻转课堂

在《工程传热学》的教学中, 将 AI 工具与项目式学习和翻转课堂相结合, 不仅可以提升学生的学习兴趣, 增强学生的课堂参与度, 还能有效地提高教学质量及学生的学习成效。

2.1 项目式学习

例如以“热交换器效率优化项目”开展项目式学习, 在某个项目中, 将 30 名学生被分为 10 个小组, 每组负责设计一个热交换器, 目标是优化其效率。利用 ChatGPT, 学生们首先搜索了热交换器的基础知识, 包括 2 种不同类型的热交换器和它们各自的效率范围 (例如板式热交换器的效率大约在 60%-80% 之间)。然后, 各小组在 AI 工具的辅助下完成初步设计, 包括决定热交换器的尺寸、材料选择以及流体速度等。这种学习方法与传统教学模式相比, 更强调知识的应用, 同时也有助于培养学生的职业素养。

2.2 翻转课堂

以复杂热流问题的计算机模拟教学为例, 在这个翻转课堂案例中, 教师使用 AI 辅助创建了一系列关于复杂热流问题的计算机模拟教学视频。视频中展示了如何使用计算流体动力学 (CFD) 软件模拟不同条件下的热流场景, 如流体在不同速度 (1 米 / 秒、2 米 / 秒、3 米 / 秒) 通过特定几何形状的管道时的温度分布和热流路径。学生们在课前观看视频, 学习基本的 CFD 模拟概念和操作步骤, 并记录下不同条件下模拟结果的关键参数, 比如在 2 米 / 秒流速下管道某一点的温度达到了 40°C 。此外, 也鼓励学生思考模拟中使用的假设和模型的限制。

3 ChatGPT引入教学面临的问题及应对

如上所述, AI 在本科教学中是一个极其便利的帮手, 它使得学生获取知识更加便利快捷, 同时又可以针对不同对象的个性化特点提供针对性的服务。然而, 不难想象 AI 的引入也同样面临着一些问题。

3.1 对学生学习态度的影响

虽然 ChatGPT 具有强大的功能, 可以快速提供问题的答案, 但这也可能导致部分学生依赖于 AI, 从而减少自主学习的动力。防止学生在学习中滥用 ChatGPT 或其他 AI 工具是至关重要的。以下是一些可能的策略来防止学生利用 ChatGPT 偷懒和抄袭作业答案:

教育和道德: 强调诚实和道德的重要性, 鼓励学生自主学习 and 思考。

指导和监督: 确保学生正确理解和完成作业, 监控作业进度并提供反馈。

定制作业: 设计个性化作业, 要求学生运用理解和思考能力。

反抄袭查询: 使用 ChatGPT 的反抄袭功能来检测疑似抄袭的作业。

强调参考和引用: 鼓励学生正确引用和参考他人的工作。

讨论和对话: 鼓励学生在学习过程中与同学和老师进行讨论和对话。

3.2 ChatGPT答案的准确性和可靠性

尽管 ChatGPT 在许多情况下提供了准确的答案, 但在某些情况下, 其回答可能不完全可靠。例如, 在解决一个涉及耐火砖和红砖组成的双层砖墙导热问题时, ChatGPT 未能考虑到两层砖墙的设定, 导致答案不准确。为确保答案的准确性, 可以采取以下措施:

交叉验证: 将 ChatGPT 的答案与其他可信信息源进行对比。

多模型对比: 使用不同的 AI 模型来回答同一问题, 并比较答案。

深入探询: 对 ChatGPT 的答案进行深入探询以获得更准确的信息。

提供充足上下文: 确保向 ChatGPT 提供足够的问题背景信息。

4 总结与展望

文章通过对《工程传热学》教学实践的深入分析, 研究了 ChatGPT 3.5 版语言模型在本科课程教学中的应用价值。研究发现, 利用 AI 技术不仅能够提供便捷、高准确性的个性化辅导服务, 还能够显著提高学生的学习兴趣 and 参与度, 特别是在项目化教学和翻转课堂的应用中, AI 工具表现出显著的优势。它有效地促进了对复杂概念的理解和应用, 弥补了传统教学模式在个性化教学方面的不足。

然而, AI 技术的引入也带来了一定的挑战, 特别是在学生的学习态度和 AI 答案的准确性方面。为此, 需要采取一系列措施, 如强化诚实与道德教育、提供有效的指导和监督、设计个性化作业以及实施交叉验证和深入探询等, 以确保 AI 工具在教育中的正确和高效使用。

参考文献

- [1] 王昌龙, 鲁进利, 孙彦红. 传热学课程教学改革探究[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2021, 38(5): 83-84.
- [2] 任素波, 金昕, 张兴中等. 基于 MOOC 的混合式教学改革探索与实践——以传热学课程为例[J]. 高教学刊, 2021, 7(33): 121-124.
- [3] 黄军, 武文斐, 郑坤灿等. 能源与动力工程系《传热学》课程教学改革实践[J]. 中国电力教育, 2021(6): 59-60.
- [4] 刘雨薇, 陈浩, 安科科等. 基于虚拟仿真的传热学实践教学探索[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(3): 186-190, 225.
- [5] 张红欣, 韩晨, 徐得公等. “传热学”课程教学的探索——以昌吉学院为例[J]. 现代制造技术与装备, 2021, 57(8): 206-208.
- [6] 邹开亮, 刘祖兵. 论类 ChatGPT 通用人工智能治理——基于算法安全审查视角[J/OL]. 河海大学学报(哲学社会科学版): 1-13
- [7] 李佩芳, 陈佳丽, 宁宁等. ChatGPT 在医学领域的应用进展及思考[J]. 华西医学, 2023, 38(10): 1456-1460.
- [8] 沈昱明. 工程流体力学基础(V)[J]. 流体测量与控制, 2023, 4(5): 73-76.