

教育数字化转型中《传热学》教材建设及辅助教材编写研究

楚化强, 许 年, 姚锦芳, 汪雪梅, 汪冬冬, 闫宪尧

安徽工业大学能源与环境学院, 安徽 马鞍山

收稿日期: 2024年11月25日; 录用日期: 2024年12月23日; 发布日期: 2024年12月30日

摘 要

数字社会发展推动着教育培养目标和内容不断变革,《传热学》作为高校工程学科的重要课程之一,其教材编写及教学方法的设计对于学生的学习成效和工程实践转型具有关键意义。本文围绕《传热学》基础教材,探讨教材更新在实际教学中的应用与意义。此外,也对数字化资源赋能《传热学》课程规划进行分析,包括数值模拟习题的计算代码、视频学习资料等。这些资源从拓宽学习渠道和知识点具象化两方面,完善时时能学、处处可学、人人皆学的新型数字化平台的搭建。文章强调,教材选择、辅助教材的编写以及数字化教学资源的充分利用,能够有效提升学生学习兴趣,推动《传热学》教学高质量发展。

关键词

传热学教材, 教学方法, 数字化教学资源, 数值模拟, 工程实践

Study on “Heat Transfer” Textbooks Construction and Auxiliary Textbooks Compilation in Digital Transformation of Education

Huaqiang Chu, Nian Xu, Jinfang Yao, Xuemei Wang, Dongdong Wang, Xianyao Yan

School of Energy and Environment, Anhui University of Technology, Ma'anshan Anhui

Received: Nov. 25th, 2024; accepted: Dec. 23rd, 2024; published: Dec. 30th, 2024

Abstract

As one of the important courses for college engineering majors, the compilation of heat transfer

文章引用: 楚化强, 许年, 姚锦芳, 汪雪梅, 汪冬冬, 闫宪尧. 教育数字化转型中《传热学》教材建设及辅助教材编写研究[J]. 教育进展, 2024, 14(12): 1336-1342. DOI: 10.12677/ae.2024.14122420

textbooks and the design of teaching methods are key factors to the learning effect of students and the transformation of engineering practice. Based on various heat transfer textbooks, the application and significance of textbook reform in practical teaching are discussed. Additionally, the course planning of heat transfer empowered by digital resources is analyzed, which includes the calculation code of numerical simulation exercises and video learning materials. All the online learning resources enhance the development of the new digital platform, which is anytime to learn, everywhere to learn and everyone to learn, through broadening learning channels and concreting knowledge. This paper emphasizes that selecting textbooks, compiling auxiliary teaching materials, fully using digital teaching resources can effectively improve students' interest in learning interest and promote the high-quality development of heat transfer teaching.

Keywords

Heat Transfer Textbooks, Teaching Method, Digital Teaching Resources, Numerical Simulation, Engineering Practice

Copyright © 2024 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

《传热学》课程是适用于高校能源与动力工程相关专业学生，为培养工程技术人才提供必要的理论基础和实际应用知识。《传热学》课程是研究自然界热量传递规律的学科，具体来说，内容涉及能源转换、材料加工、热管理、航空航天等跨学科和多领域[1]-[3]。因此，《传热学》教学在培养工程技术人才、推动科学研究、促进能源节约与环保等方面发挥着不可替代的作用。在传统中医“望问切”诊疗方法的启发下，笔者总结如图1所示的《传热学》课程核心内容与教学重点。

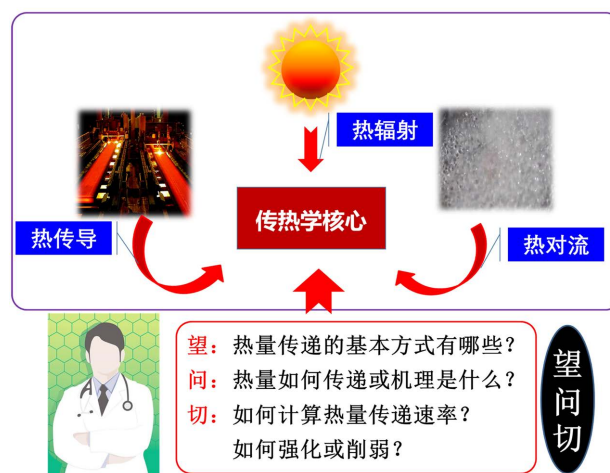


Figure 1. The three basic modes of heat transfer and the methods of looking, asking and feeling approach [2]

图1. 传热的三大基本方式及望问切方法[2]

《传热学》教材的编写与教学方法的设计，直接影响着学生对传热现象的理解和其应用能力的培养。近年来，随着科学技术的快速发展和教育改革的深入，各类《传热学》教材在内容、教学方式等方面都

发生了积极的变化[4] [5]。尤其在教育数字化转型这一全球教育改革的趋势下，不仅提升了教育的公平性，还增强了学生的学习自主性，激发他们的创新能力[6]。此外，数字化转型与现代社会的发展紧密相连，不仅满足了经济对高素质人才的需求，也推动了科学技术的进步，为未来的知识经济奠定了基础[7]。

围绕《传热学》基础教材建设，本文着重讨论不同版本教材的编写逻辑与教学方法的侧重点，分析它们在教学变革中的创新与意义，并对《传热学》教材编写和教学方法的发展提出建议，以期进一步扩大《传热学》课程的影响力。同时，还将深入探讨数字化教学资源在《传热学》中的应用，如数值模拟习题的计算代码、视频学习资料等。教材版本的更新和数字化教学资源的引入，有助于《传热学》课程的发展和教学质量的提高，更有助于培养更多优秀的工程技术人才，为工程实践搭建坚实的理论基础。

2. 《传热学》教材的进展

在教材建设过程中，教育学理论的指导作用至关重要，特别是建构主义学习理论和多元智能理论的应用，能够有效地提升教材的针对性与有效性[8]。此外，多元智能理论指出，每个学生都有独特的智能组合和学习方式[9]。在这理论的指导下，教材编写应考虑到不同学生的学习需求和个性化发展，提供多样化的学习资源和活动，满足视觉、听觉等不同方式的学习偏好。结合这两种理论，众多学者致力于能够创造出更加灵活和包容的教材，旨在促进所有学生的全面发展，提高其学习动机和成效。

作为工程学科中的一门专业基础课程，《传热学》教材的编写及教学方法的设计，对于学生学习成效和工程实践能力的培养起着至关重要的作用。在教学过程中，这些教材的应用将带来巨大的益处。如图 2 所示，本文总结了近年来常见的《传热学》教材以及辅导教材的编写思路，它们在内容、难度和应用方面存在差异，为不同高校根据课程要求和学生群体的特点进行选择提供便捷。例如，陶文铨编写的《传热学(第五版)》《传热学(第六版)》在内容上力争反映最新科技成就及国内代表性单位的研究成果，注重培养学生的科学兴趣和工程思维能力[10] [11]；赵镇南的《传热学(第二版)》更注重基本概念和传热综合应用的解释，适用于培养学生基础的知识体系和问题解决能力[12]；戴锅生的《传热学(第二版)》则更关注实际工程应用和数值模拟，适用于培养学生的工程实践能力[13]。围绕热传导、热对流、热辐射三种基本方式，《传热学》教材的编写基本思路如图 2 所示。



Figure 2. Basic idea of textbook
图 2. 教材编写基本思路

陶文铨院士所著《传热学(第五版)》[10]，共计 11 章内容，教材在原有基础上，对章节内容进行了调整，增加了新的研究成果以及基于 MATLAB 求解的题目，每章末尾增加了“兴趣阅读”板块，纠正了部

分欠妥乃至有误的内容。需要说明的是,第五版教材在《传热学(第四版)》[14]的基础上强调了传质学的重要性,相对于其他版本的传热学书籍,创新融合传质学知识并归纳为单独章节。这进一步丰富了教材的内容,使学生能够全面了解传热和传质的关系,帮助其更好地应用于工程实践中。

《传热学(第六版)》是陶文铨院士在第五版基础上,围绕“双碳目标”、总结近年来教学改革成果修订而成的[11]。该版紧跟当前世界范围内科学技术和高等教育的发展,在教材内容上力争反映最新科技成就及国内代表性单位的研究成果,注重学生的科学和工程思维能力培养。全书编写基本思路和体例与第五版教材基本相同,主要变化包括四个方面。其一,严格规范了教材专业术语的表达。其二,吸收学科及相关工程领域发展的新内容,汇编了包括新能源领域中光伏板散热、塔式吸热器传热、锂电池冷却、芯片散热等内容,特别是在新增第12章中设置了四个专题。其三,丰富了具体工程实践案例,并将思政教育融入教材。其四,引入新的教学媒介和国产自主知识产权教学辅助软件 MHT-Learning,丰富学生学习渠道。

除了陶文铨编写的传热学教材外,还有许多其他版本的教材,每一本都有其特点和优势。下面将进一步分析几本重要的传热学教材结构,以及它们在教学中的应用和意义。

《传热学(第二版)》是赵镇南所著,于2008年出版[12]。这本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,适用于能源动力类、化工制药类、航空航天类、机械类等多个专业的传热学课程。在第二版的基础上,赵镇南保持原有体系和风格,修订了《传热学(第三版)》[15]。该教材分为十章,以能量守恒原理为主线,深入介绍了导热、对流和辐射传热的基本原理、计算方法以及热交换器的热设计计算。赵镇南阐释了清晰的物理概念、正确的建模和求解方法对于引导学生学习的重要性,着重强调对基本概念的对工程传热问题的分析。该教材还引入了一些新内容,拓展了书本知识在工程领域的实际应用。此外,例题数量增多,每个例题都设置有详细的答案解析和讨论。教材也附带数字资源,包括全部习题参考答案、课后复习思考题及参考答案、求解器 HTSolver 功能的介绍等。

戴锅生编写的《传热学(第二版)》[13]以面向21世纪教学内容和课程体系改革计划为背景,针对我国高等工科教育的要求进行了修订。全书共11章,从热传导、对流、辐射,传热过程和换热器等方面进行叙述。特别在“工程应用实例”一章中,深入剖析了某些典型的工程传热问题,介绍了传热学在高科技领域中的应用,进一步将理论联系到实际工程中,帮助学生理解和应用传热学知识。此外,这本书加入数值模拟及习题,丰富了学习内容,帮助学生掌握传热现象的数值模拟方法。



Figure 3. “Tree of heat transfer” of heat transfer knowledge [16]

图3. 传热知识点的“传热之树” [16]

需要特别强调的是,刘彦丰等人编著《传热学(第2版)》[16]是“十四五”普通高等教育本科国家级规划教材。该教材对《传热学》知识进行系统性阐述,并归纳出“传热之树”形象的传热知识点总结,如图3所示。此外,教材每章设有重点知识归纳,包括思维导图及知识总结等,以及拓展延伸,包括软件模拟、微课视频等数字资料。

3. 《传热学》辅助教材的编写

辅助教材在《传热学》课程教学中起着重要的补充作用,它能够有效帮助提高学生理解和应用传热学知识的能力。辅助教材的编写应包括各类参数表、公式总结、索引(中英文对照)、扩展数字资源等内容。其中,数值模拟习题的代码、视频学习资料等数字资源,不仅可以直观地展示传热现象,更契合教育数字化转型发展,符合新时代高校学生学习特点。

线上资源是教育数字化转型的关键组成部分,辅助教材的编写和数字资源丰富了教学手段。市场常见的辅助教材可分为三类,一是知识点总结,二是习题解答,三是基于计算机可视化习题计算。特别是第三类,对提高学生的计算能力和AI技术应用发挥着重要的作用。

为推进《传热学》课程的数字化转型、调动学习者在知识建构中的主动性和参与性,并充分利用现代信息技术,笔者历时六年编写出版了《MATLAB在传热学例题中的应用》一书[17],其封面及特色如图4所示。



Figure 4. Cover and features of “MATLAB in Heat Transfer Example Problems”
图4. 《MATLAB在传热学例题中的应用》封面及特色

在编写过程中,笔者首先选定了陶文铨教授的经典著作《传热学(第五版)》[10]中的例题作为主要参考。这本书不仅涵盖了传热学的基本理论和实例,还为笔者后续材料的编写提供了扎实的基础。具体来说,笔者按照章节的结构将内容分为三大块:求解思路、理论过程和程序代码。

在求解思路部分,笔者着重展示了不同传热问题的解决策略,旨在帮助读者掌握从实际问题出发,如何运用传热学的理论知识进行有效分析的思路。在理论过程部分,笔者详细列出了相关的数学推导和物理原理,确保读者能够理解每一个例题背后的理论基础。这些理论的阐述不仅限于书本上的公式,还包括了应用案例的分析,便于学生消理解。程序代码部分则是实践操作的核心,笔者将相应的MATLAB代码逐段讲解,确保读者在学习理论的同时,能够迅速运用这些知识进行编程实践。

为了提高教材的可读性和学习兴趣,笔者在书中加入了简洁的二维码和形象的图形演示。通过扫描二维码,读者可以直接访问相关的在线资源和示例程序,实现理论与实践的无缝对接。此外,笔者为每一章均总结了基本概念和重要公式,使得读者能够在复习时迅速找到所需的信息。

教材的创新之处还在于,鼓励读者在已有代码的基础上进行简单的修改和扩展。在这些拓展练习中,学生不仅能加深对传热学问题的理解,还能培养独立思考和解决问题的能力,从而降低实践成本,为他们的创造性思维提供了一个良好的平台。

在附录部分,笔者特别提供了传热学的彩图,以帮助学生更直观地理解课程与现实生活之间的联系,增强学习的趣味性。同时,笔者还纳入了课程思政素材和一系列思考题。这一方面旨在让学生发现《传热学》课程与其日常生活的密切关系,激发他们的学习兴趣;另一方面则是结合高等教育中思想政治教育的实际需求,探索如何将思政内容与课程教学有机结合,为构建专业学习与立德树人融合发展的课程思政体系提供了重要的素材支撑。

通过这样的编写过程和内容安排,笔者希望《MATLAB 在传热学例题中的应用》不仅能成为一本实用性的教材,更能够在传热学教学中发挥重要的引导作用,帮助学生掌握知识、技能,为其未来的学习和工作奠定坚实的基础。

4. 《传热学》教学的新形式

除传统纸质教材外,数字化教学资源也逐渐成为《传热学》教学不可或缺的一部分[3][5]。数字化教学资源包括在线课程、模拟实验、交互式学习工具、视频教程以及数值模拟习题的计算代码等。这些资源的引入不仅可以增加教学的趣味性和互动性,还能够提供更多的实践机会,加深学生对传热概念的理解,进而更好地将理论知识与工程实践相结合。

数值模拟在传热领域具有重要意义,它能够帮助学生更深入地理解传热现象、解决复杂的传热问题,并且为工程设计和优化提供有力支持。将数值模拟与教材内容相结合,可以让学生通过编写传热模型、运行模拟程序来探索实际问题,提高他们的计算和分析能力[2]。因此,将数值模拟习题的计算代码作为辅助教材的延伸内容,供学生参考和学习是可行且有效的。

视频学习资料也是数字化教学资源中的重要组成部分。《传热学》中的许多概念和现象是抽象的,通过实际示例和演示视频,可以帮助学生更好地理解这些抽象概念,加深对传热原理的认识[18]。视频教程可以展示实验操作过程、传热现象的观测等,使学生能够直观地感受传热学中的各种现象,提高学习效果。学生也可以根据自己的学习需求和兴趣,自主选择适合的学习资源,提高学习的针对性和效率[19][20]。同时,这些资源也丰富了教师的教学工具及教学内容,实现了教学的多样性和灵活性。例如,教师可以设计在线测验,通过模拟实验让学生切实感受传热现象,还可以与学生在线讨论,解答疑惑,增强互动。在教学过程中,综合利用这些数字化教学资源,可以有效地提高课程教学的质量和效果。

5. 结论

《传热学》教材与辅助教材的编写和教学方法的设计需要根据教学目标、学生特点以及应用需求进行综合考虑。合理选择教材,结合辅助教材和数字资源,可以提升学生的学习效果,培养优秀的工程技术人员,为工程实践提供坚实的理论基础。《传热学》教材的更迭体现了我国学者在传热学领域的研究成果,有利于激发学生的自豪感和学习热情。

数字化教学资源的引入为传热学课程转型带来了新的可能性和机遇。它们丰富了教学内容,增强了教学效果,能帮助学生更好地理解《传热学》基础知识,培养其实际应用能力。通过引入 MATLAB 编程,笔者详细介绍了辅助教材《MATLAB 在传热学例题中的应用》的编写初衷和过程,以推动《传热学》教材及教学质量不断向更高水平发展。同时,随着科技的不断进步,未来还可以进一步探索和创新,将更多的新技术应用于《传热学》的教材与教学中,为培养优秀的工程技术人员做出更大的贡献。

基金项目

本文得到教育部“双万计划”国家级一流本科专业建设点、安徽工业大学校级教学团队(XJ2021001)项目的支持。

参考文献

- [1] 赵金秀. 提高传热学课程教学效果的方法研究与实践[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(4): 90-93.
- [2] 楚化强, 周勇, 陈光, 等. 新工科背景下传热学课程改革探索与实践——MATLAB 在传热学例题中的应用[J]. 高等工程教育研究, 2019(S1): 28-29.
- [3] 王义江, 冯伟, 高蓬辉, 等. 成果导向模式的传热学教学改革及实践研究[J]. 高等建筑教育, 2024, 33(4): 129-137.
- [4] 刘晓燕, 陈梦鸽, 徐颖, 等. 大庆精神融入传热学课程思政路径探析[J]. 高等工程教育研究, 2023(S1): 209-212.
- [5] 王舫, 密腾阁, 陈文波, 等. “双目标”下《传热学》课程“三合”教学创新探索与实践[J]. 中国电力教育, 2022(10): 83-84.
- [6] Huang, R., Ritzhaupt, A.D., Sommer, M., Zhu, J., Stephen, A., Valle, N., et al. (2020) The Impact of Gamification in Educational Settings on Student Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1875-1901. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09807-z>
- [7] 杨阳, 王维. 数字化转型推动研究生教育改革的探索与实践[J]. 化工高等教育, 2024, 41(5): 23-27, 39.
- [8] 王坦. 论合作学习的基本理念[J]. 教育研究, 2002, 23(2): 68-72.
- [9] 李祖祥. 主题教学: 内涵、策略与实践反思[J]. 中国教育学刊, 2012(9): 52-56.
- [10] 陶文铨. 传热学[M]. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2019.
- [11] 陶文铨. 传热学[M]. 第6版. 北京: 高等教育出版社, 2024.
- [12] 赵镇南. 传热学[M]. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [13] 戴锅生. 传热学[M]. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [14] 杨世铭, 陶文铨. 传热学[M]. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [15] 赵镇男. 传热学[M]. 第33版. 北京: 高等教育出版社, 2019.
- [16] 刘彦丰, 梁秀俊, 高正阳, 等. 传热学[M]. 第2版. 北京: 中国电力出版社, 2021.
- [17] 楚化强, 马维刚, 李朝祥. MATLAB 在传热学例题中的应用[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2022.
- [18] 赵佳悦. “金课”建设背景下基于 BOPPPS 模型的课堂教学设计——以传热学课程为例[J]. 工程技术研究, 2020, 5(15): 234-236.
- [19] 王瑜, 张淑娟, 谈美兰, 等. 本科生科技创新能力培养的实践与思考——以建环专业传热学课程为例[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(2): 97-102.
- [20] 陶文铨. 传热学教材 60 年的主要变迁及《传热学》[M]. 第5版. 北京: 中国大学教学, 2020: 92-96.