

Reform and Practice of *Fluid Mechanics* Course Teaching in the Intelligent Era

Juan Liu

School of Engineering, Beijing Forestry University, Beijing, 100083, China

Abstract

The “14th Five-Year” Plan clearly proposes to “promote the deep integration of the Internet, big data, artificial intelligence and other industries”. In response to the characteristics of the course *Fluid Mechanics*, in order to improve the compatibility of teaching content and methods with the intelligent era, and to take into account practical life applications, this paper proposes a dual drive teaching concept of “based on the field” and “intelligent navigation”. Based on the project-based learning (PBL) concept, a through project design scheme is proposed, and a “Kuete Flow” teaching case is designed. The teaching method of “learning before class context, problem driven classroom teaching, through project practice, and full cycle evaluation of teaching” is proposed. This case is based on the actual life scene, the content links the past through the course, the intelligent simulation implementation, and the practical practice of the proposed dual-drive teaching concept. The successful implementation of this case provides reference for the research of PBL based teaching methods for the course of “Fluid Mechanics”, greatly cultivating students’ knowledge application ability and research-based learning ability.

Keywords

intelligent age; fluid mechanics; PBL; teaching reform

智能时代下《流体力学》课程教学改革与实践

刘娟

北京林业大学工学院, 中国·北京 100083

摘要

“十四五”规划明确提出“推动互联网、大数据、人工智能等同各产业深度融合”。针对《流体力学》课程特色,为了提高教学内容和方式与智能时代的契合,并兼顾贴合实际生活应用,论文提出“立足实地”“智能领航”双驱动教学理念,并基于项目式学习(PBL)理念,提出贯通式项目设计方案,设计了“库埃特流动”教学案例,提出课前脉络先学、问题驱动课堂教学、贯通式项目实践、教学全周期考评的教学方式。该案例立足实际生活场景,内容承前启后贯通课程,采用智能仿真实现,切实践行所提双驱动教学理念。该案例的成功实施为基于PBL的“流体力学”课程教学方法研究提供参考,极大培养了学生的知识应用能力与研究性学习能力。

关键词

智能时代; 流体力学; PBL; 教学改革

1 引言

“十四五”规划明确提出“推动互联网、大数据、人工智能等同各产业深度融合”,并且“中国智造2025”的发布为传统工科的发展提供了重大机遇,亟须发展传统工科与智能技术的结合。培养适应于智能时代的新工科人才,不言而喻。其中,“流体力学”在工科基础课程中占有重要地位,其课程特色是重大机遇,亟须发展传统工科与智能技术的结合。培养适应于智能时代的新工科人才,不言而喻。其中,“流体力学”在工科基础课程中占有重要地位,其课程特色鲜明,兼具很强的理论难度与实际应用性,并且智能

时代前沿下,已发展出基于人工智能等的“流体力学”研究方向。由此,面对新形势下的“流体力学”课程建设,如何结合其课程特色,调动学生理论学习的积极性,提高学生实际问题动手能力,适应智能时代对新工科人才的需求^[1],已经成为“流体力学”课程改革的热点问题。

2 “流体力学”课程背景与教学现状分析

2.1 主题式教学缺乏实际贯通案例

流体力学课程重点突出,大量的基本概念往往是围绕三大方程展开。已发展出的主题式教学方式关注于知识点的各个击破,极少用一个生活化案例将主题内容及主体间的关系贯通,从发展的、递进的角度进行教学。未能充分利用已学的知识背景,与主题间的递进联系。在密集的教学节奏、

【作者简介】刘娟(1992-),女,讲师,从事人工智能领域研究。

有限的教学课时下,使得学生难以在教学课时内完全理解所学内容,聚焦当前课堂内容。因此,贴合“流体力学”课程特色的贯穿式实际案例设计非常必要。

2.2 教学内容脱节智能时代研究热点

流体力学中涉及大量的微分方程求解问题,现有教学中局限于学生的手动求解能力(计算器),很难展开大型的、实际的应用。当今智能时代,已发展出多种基于人工智能的流体力学仿真与求解方法,使得本科生切实动手解决实际问题成为可能。因此,有必要提出契合当前研究热点的人工智能实践应用,提高学生动手能力,适应智能时代对新工科人才的需求,为学生创新创业、学科竞赛等奠定基础。

3 “流体力学”课程教学改革双驱动探索

3.1 教学内容革新

为了切实践行所提教学理念,确保学生在实践与理论中均衡发展,我们以培养目标和毕业要求为基础,提出了对“流体力学”课程的全面修订更新方案,以契合智能新时代的发展需求。

其一,依据内容自身特点与关联性,将课程内容进行精简和优化,去除冗余部分,确保主题式教学方案的各个教学主题更具针对性和实用性,为贯通式项目设计奠定基础。通过精简教学主题,我们能够更加聚焦于流体力学的核心知识和关键应用,避免内容重复和学生负担过重的问题。

其二,为了让每个教学主题能够全面呈现,我们制定了详细的教学计划。每个主题将涵盖从流体性质假设、力学性质推导、原理分析,到理想条件简化、实际应用案例分析、数值模拟和实验验证等完整内容。这种系统化的教学计划,确保学生能够全面理解和掌握流体力学的理论基础与实际应用,并通过多角度的分析和验证,加深对理论的实际运用能力。

3.2 “立足实地”“智能领航”双驱动项目理念

3.2.1 PBL 教学设计之“立足实地”驱动

基于所提教学内容革新,本探索提出了以“立足实地”为核心的实践驱动项目理念,以改进现有的简图式习题实践模式。该理念旨在通过启发性、贴合实际且贯通性的实践项目,确保学生在解决问题的过程中能够活学活用所学的流体力学知识。通过实践项目,增强学生对流体力学课程的兴趣,并将兴趣转化为主动学习的动力。流体力学是本科二年级的课程,通过这种实践驱动的教学设计,有助于学生在生活中发现并提炼问题,还能灵活应用理论知识进行解决,从而增强其综合能力和创新意识,学生可以在项目完成过程产生科研启蒙。在实践中,学生按步骤完成项目分析、工况建模、理论建模、数值求解的步骤,提升动手能力,活跃工程师思维。培养学生在生活中发现问题、提炼问题、灵活应用理论知识解决问题的能力^[2,3]。

3.2.2 PBL 教学设计之“智能领航”驱动

传统流体力学实践受限于实验室设备、算力有限等条

件,难以开展。目前,本科生往往采用计算器求解流体力学问题,对于流体力学这样具有强理论、需要强算力的课程来讲远远不够。在当今智能时代,已经发展出的神经网络模型进行流体力学仿真模拟,利用智能方式,解决在“立足实地”阶段产生的方程求解、数值实现等问题已成为大势所趋^[4]。基于“立足实地”阶段的项目理论建模,教师引导把握前沿热点方向,学生分组进行热点调研,进行理论建模,调试参数,运行程序这一完整工程程序,最终完成方程求解、数值实现等目的。项目设计极大提升学生对软件工具的使用动手能力,更加适应智能时代对人才的需求,加深对流体力学理论与应用的理解。项目实践过程中,积淀代码,发散工程师思维,为创新创业、学科竞赛做准备。

最后,我们在课程中引入了智能时代的热点内容。通过增加流体与深度学习的仿真平台,介绍最新的科研论文与流体力学前沿动态,确保课程内容紧跟时代步伐。学生将接触到最新的技术应用和研究进展,使他们能够在学习中了解行业最新动态,适应智能化的发展趋势。这不仅帮助学生拓宽视野,还能培养他们成为应用型、工程型和研究型的综合人才。

3.3 PBL 教学设计之贯通式项目设计

基于双驱动的项目设计理念与教学内容革新,我们提出了一种贯通式项目设计方案,旨在通过与改革后的教学内容紧密结合的真实案例,将流体力学的核心方程融会贯通。此设计将通过细分场景和假设条件,全面覆盖流体力学的主要教学内容。

3.3.1 主题覆盖

贯通式项目的核心在于将流体力学中的主题内容中连续性方程、动量方程、能量方程等整合到一个动态的、发展的实际案例中。该项目将设计一系列细分场景阶段,涵盖不同的流体流动情况和工程应用。每个阶段承前启后,阶段内实践所提“双驱动”项目设计理念。所提项目设计方案与双驱理念,通过在一个动态且发展中的项目中应用这些方程,学生能够更深入地理解这些方程的实际意义及其相互关系,确保理论知识的全面覆盖和应用。

3.3.2 真实案例与假设条件

在项目设计中,我们将选择具有代表性的真实案例,这些案例可能包括流体动力系统的设计、气体流动分析、水资源管理等实际应用场景。通过设置具体的假设条件,如边界条件、流体性质、工作环境等,来形成动态、发展的项目,承前启后项目的各个阶段。学生将在实际情境中运用连续性、动量和能量方程,解决复杂问题,从而强化对流体力学理论的理解和应用。

3.3.3 动态与发展的项目特性

项目的设计将具备动态性和发展性,以模拟现实工程中不断变化的情况。学生将在项目实施过程中,面对实际问题的变化和挑战,这种动态的特性能够更好地反映真实工程

中的复杂性。项目将随着学生的进展不断调整和发展,确保学生在实际操作中持续获得新知识和技能,提升其应对复杂问题的能力。

4 教学模式及案例实践

采用以项目为载体,教师为主导,学生为主体的三合一教学模式。以教学主题内容为主线,以“立足实地”与“智能领航”双驱动为指导,践行贯通式项目设计方案,设计“库埃特流动”(即NS方程)学习案例。该案例作为贯通案例中的一个阶段,前承连续性方程,后接动量方程。本案例设计旨在教学全周期践行教学改革探索理念,关注课前、课时、课后项目以及考核四个阶段。完善主题内容,理清内容承接脉络,探寻实际有趣的应用背景,发掘智能前沿解决方案,完成数值仿真。本案例的教学全周期设计如下。

4.1 课前脉络先学

“流体力学”课程的主要内容中,三大方程均涉及繁琐冗长的数学公式,其概念、背景讲授学习占用大量课堂教学时间,不利于学生内化主要内容。并且,灌输式的讲授公式方式,使得学生上课往往忙于记笔记,抬头率低,课上吸收消化率低,与教师互动少,并且枯燥打击学生学习兴趣与信心。本案例提出知识先学,充分利用雨课堂、企业微信、慕课等线上资源,课前整理好课程脉络,确保课堂45分钟聚焦于知识理解,高效率学习^[9]。所形成的知识脉络可以作为后续项目深入的基础。

4.2 问题驱动课堂时光

课堂教学中首先引入教学主题实际背景,播放库埃特流动的神奇现象,抓住学生注意力与好奇心,抛出问题贯穿课堂,引导学生在课堂学习中探寻答案解决问题。以问题为指导,引入新知识点,介绍NS方程是千禧世纪难题,引发学生的好胜心。结合前序内容中的连续性方程,基于课前先学知识脉络,引入NS方程基本概念,深入方程原理,回顾所抛出问题,引出解决思路。课堂讲授过程中进一步完善课前知识脉络,便于学生课后复习以及习题参考。基于所抛问题的解决思路与NS方程原理,布置课后作业,完成课堂讲授闭环。

4.3 贯通式项目实践

库埃特流动实践作为贯通式项目设计中的一个阶段,基于前序教学的连续性方程,动态变化实际条件,应用于课堂讲授的库埃特流动现象中。通过继续调整动态变化条件,库埃特流动实践为后续能量方程的研究提供基础,体现贯通式项目的动态发展特性。具体以小组为单位,设计实践项目,进行项目立项调研,项目构建,智能求解和结果调试全周期实践。在项目中锻炼学生的软件动手能力,适应智能时代对工科人才的要求。具体地,首先进行案例工况分析,参数解析,工况建模,理论分析建模。然后,NS方程作为没有解析解的千禧年难题,以小组为单位,引导进行关于NS方程

数值求解人工智能方法的前沿热点调研。最后,每组基于所调研方法,进行数值仿真,达成准确率分析。在项目实践中形成可扩展的项目代码,作为学生创新创业和学科竞赛的前备基础,计入项目成绩,作为期末考评的一部分。

4.4 多元考评机制

完善的考评机制需要全面检验学生在教学全周期内的学习成果,依据教育心理学,促进学生的学习动力,提升教学质量。依据上述三个教学阶段,采用课前参与率、课堂表现、作业情况、项目小组、项目个人等过程性考核和期末考试相结合的考核方式,由课改前70%期末成绩、30%作业平时成绩,改革为60%期末成绩、20%过程性项目、20%平时作业成绩。过程性项目考核包括课前参与率10%,主要由雨课堂活动频率、企业微信活跃率、课程脉络整理成果组成;课堂参与度10%,包括学生专注程度、回答问题、参与讨论等;项目实践中个人评分10%以及小组评分10%,包括小组项目完成度、数值求解准确率,小组中个人贡献率。多元全周期的评价机制可以让学生在不同领域全面发展,展现不同的能力,降低单一考核对学生能力木桶效应的影响。

5 课程改革取得的成效与反馈

在2023—2024学年度,笔者进行了智能时代下,基于PBL理论的“流体力学”双驱动理念教学。在教学评价中发现,雨课堂等课前学习提升了学生在课堂上的参与率,并形成了一份宝贵的教学主题脉络资料。企业微信群中,学生与老师的沟通提问频率增加。

在课堂中,氛围活跃,学生的抬头率高,普遍反映对于晦涩难懂的理论公式理解更为透彻,师生关系得到改善。从课前、课时到课后,以问题为驱动极大增加了学生的兴趣与信心。通过组队进行项目实践,学生的团队协作能力得到了锻炼。实际问题求解增强了学生的软件动手能力,使其与智能时代接轨。以项目为驱动的教学方法,提高了学生的动手能力与社会适应性。完成度高的教学主题案例中,部分延伸为学生的大创、学科竞赛等项目,这为有兴趣继续深造的学生提供了研究基础,也为创业就业的学生提供了智能时代的适应性。

参考文献

- [1] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [2] 王小波.基于项目式学习的课堂教学改革研究[J].教育研究,2023,44(3):45-52.
- [3] 陈晓青.项目式学习对学生自主学习能力的研究[J].现代教育技术,2024,34(1):25-32.
- [4] 尤一.计算流体力学技术在流体力学教学改革中的应用[J].教育进展,2023,13(7):5126-5131.
- [5] 苏晓慧.BOPPPS模式与雨课堂结合的教学设计研究[A].新改革新农科—北京林业大学教育教学改革优秀论文选编[C].北京:中国林业出版社,2019:180-189.