

基于线上线下融合的流体力学教学研究

樊艳红, 李兴莉, 杨雪霞

太原科技大学应用科学学院, 山西 太原 030024

DOI:10.61369/EDTR.2026050009

摘 要 : 本文结合流体力学课程特点, 整合线上线下教学资源, 采用一课堂三平台线上线下相融合的教学模式, 设计“课前—课中—课后”三平台线上线下相融合的教学模式, 以流体力学中伯努利方程相关内容为例, 进行流体力学的创新教学研究, 旨在提升教学效果, 培养学生的专业能力、创新思维与家国情怀。

关 键 词 : 线上线下; 流体力学; 教学研究

Teaching and Research on Fluid Mechanics Based on the Integration of Online and Offline Approaches

Fan Yanhong, Li Xingli, Yang Xuexia

College of Applied Science, Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan, Shanxi 030024

Abstract : This paper combines the characteristics of the fluid mechanics course and integrates online and offline teaching resources. It adopts a teaching model that combines one classroom with three platforms, both online and offline, and designs a teaching model that integrates online and offline platforms for the "pre-class, in-class, and post-class" stages. Taking the content related to Bernoulli's equation in fluid mechanics as an example, this paper conducts innovative teaching research on fluid mechanics, aiming to enhance teaching effectiveness and cultivate students' professional abilities, innovative thinking, and patriotism.

Keywords : online and offline; fluid mechanics; teaching research

一、研究背景与教学目标

(一) 研究背景

流体力学作为机械专业的核心基础课程, 兼具理论性、实践性与工程性, 是衔接基础理论与工程应用的关键纽带, 在新工科人才培养体系中占据重要地位。新工科教育理念强调人才的全面发展, 不仅要求学生掌握扎实的流体力学理论知识、计算方法与实验技能, 更注重培育其思想道德品质、工程素养、创新能力与社会责任。这就要求流体力学课程教学突破传统模式, 在传授专业知识的同时, 肩负起思政教育的重要使命, 同步开展价值引领, 做到育人与育才步调一致。

作为流体力学核心内容之一, 伯努利方程是能量守恒原理在流体运动中的具体表现形式, 深刻反映了流体运动过程中能量传递与转化的内在约束, 既是连接流体静力学与动力学的关键纽带, 也是培养学生逻辑思维、工程应用能力和科学素养的重要载体。在传统流体力学教学中, 存在“重理论推导、轻实践应用”“重课堂讲授、轻互动反馈”“重知识传递、轻思政融入”的问题, 学生难以理解抽象的流体能量关系, 也无法灵活运用伯努利方程解决工程实际问题。

随着数字化工具在高校的广泛应用, 借助超星学习通、企业微信等平台, 开展线上线下融合教学, 已成为解决传统教学中理论与实践脱节、学生参与度不足等痛点的有效方式。结合流体力学课程理论性强、与工程实际联系紧密的特点, 笔者整合线上

线下各类教学资源, 设计了“课前—课中—课后”三平台联动的线上线下融合教学模式(见图1), 核心目的是切实提升课堂教学效果, 助力学生扎实掌握专业知识, 培养专业应用能力、创新思维, 同时渗透家国情怀教育。

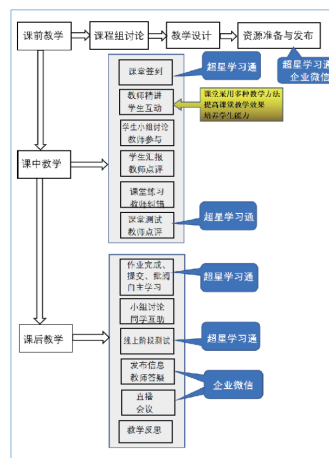


图1 一课堂三平台线上线下相融合的教学模式

(二) 教学目标

结合课程思政建设要求, 贴合学生的认知规律和学习特点, 本次课程明确了知识、能力、素质三维教学目标, 具体如下:

1. 知识目标: 让学生深入理解流体速度与压强的内在关联, 熟练掌握伯努利方程的完整推导过程, 清晰界定理想流体、恒定流动等核心概念的内涵, 明确伯努利方程的适用场景与限制条

基金项目: 山西省高等学校教学改革创新项目(项目编号: J20240959、J20240990); 山西省一流课程(编号: K2024224);

件，能够灵活运用流体动能与势能的转化关系，解决工程及生活中的实际应用问题。

2. 能力目标：通过本节课的系统学习，引导学生能够运用伯努利方程分析各类工程实际中的流体力学问题，掌握“理想化模型构建”“类比推理”等常用科学研究方法，逐步提升建立力学分析模型、精准分析问题并解决实际问题的实践能力。

3. 素质目标：注重培养学生的逻辑思维、创新思维与批判性思维，鼓励学生主动独立思考、自主探究学习；强化学生的科学素养与工程伦理意识，引导学生在解决实际工程问题时树立节能环保理念；结合航天领域相关案例的讲解，潜移默化渗透爱国情怀，激发学生的科学探索热情。

二、学情分析与教学方法设计

（一）学情分析

在学习伯努利方程之前，学生已经系统学习了流体力学的基本概念、连续性方程等基础理论知识，具备一定的流体受力分析和能量计算能力，但对于流体能量转化的本质的理解还不够深入，在将理论知识与工程实际应用结合方面存在明显不足，缺乏主动联系实际意识。同时，当代学生自幼接触数字化工具，能够熟练操作超星学习通、企业微信等平台，具备线上自主学习的基础条件，这为本次线上线下融合教学的顺利开展提供了便利。结合以上学情，教学过程中需重点针对学生“抽象思维薄弱、知识应用能力欠缺”的突出特点，加强课堂互动引导和实际案例渗透，帮助学生突破学习难点。

（二）教学方法设计

结合流体力学课程理论性强、实践性突出的特点，本次教学综合采用启发式、类比式、讨论式、互动式和案例教学等多种教学方法，围绕知识传授与能力培养的核心目标，优化教学设计，提升教学实效。

1. 案例教学法：以火车站安全线为案例，把伯努利原理用于实际场景，强化知识运用和安全教育。

2. 启发式教学法：从流体现象、工程案例出发，引导学生分析管流中流体的受力与能量转换，从能量守恒推导伯努利方程，提高其学习积极性。

3. 类比式教学法：由机械能守恒定律，类比分析，帮助学生理解伯努利方程的能量关系，能举一反三。

4. 讨论式教学法：讲完例题，提出新问题，分组讨论，使学生主动交流，提升其分析问题、团队协作能力。

5. 互动式教学法：采用课上随机提问、学生板书演算、小组讨论等，调动学生的积极性，实现师生、生生互动。

三、线上线下融合教学设计（45分钟）

（一）课前：预习与知识回顾（4分钟）

课前通过超星学习通、企业微信实现资源上传与预习引导，为课中教学准备：集体研讨，资源准备与发布，进行教学设计，

调动学生的学习积极性，引导他们自主预习；课初通过超星学习通发放理想流体（忽略流体体积的变化和内部的摩擦，认为流体是不可压缩的且无黏性的流体）、恒定流动（如果流体质点在流经空间各点的速度不随时间变化，既流速场分布不随时间变化，这种流动叫恒定流动）、连续性原理（在理想流体的恒定流动中，同一流管的任一截面处的流速和该横截面积之积是一常量，即 $v_s = \text{恒量}$ ）等核心概念检测题，设置提问环节。教师强调理想流体是理想模型是科学的抽象，把复杂问题简单化的处理方法。师生共同回顾知识点，强化基础认知，为伯努利方程推导做好铺垫。

（二）课中教学：核心推导与应用探究（36分钟）

课中以“推导—分析—应用”为主线，结合线上工具实现高效互动，突破教学重难点。

1. 课堂导入（4分钟）：

以俄国历史上一起真实的惨案——“神秘的力量”为切入点，向学生介绍：1905年冬天的一个上午，俄国一座古老小站上发生了一起严重事故，包括站长在内的38人不幸遇难、4人重伤。随后提出问题：“伯努利方程为何能揭开这起惨案的真相？”，结合俄国科学家齐奥尔科夫斯基对此类现象的感慨，激发学生的探究兴趣；同时回顾学生日常生活中常见的火车站黄色安全线现象，初步渗透伯努利原理的生活应用，引导学生主动联想生活中的相关案例。

2. 理想流体伯努利方程推导（10分钟）：

引导学生分析流管的受力，其运动时仅压力做功，让他们思考外力做功与流体能量变化关系；根据功能原理，推导外力总功、能量增量，带学生推导；共同整理得出理想流体伯努利方程。

3. 相关概念与应用分析（4分钟）：

讲解伯努利方程的实质——能量守恒定律在流体力学中的体现，说明其适用条件，结合生活中能量转化案例，使学生理解方程的物理意义；课堂互动，使学生明确动能、位能、压强势能的含义。

4. 应用讲解与讨论（10分钟）：

以安全黄线为例：由伯努利方程，解释安全线设计原理，渗透思政教育——远离有形、无形黄线，珍爱生命。再举例：

介绍皮托管测量流体流速的原理，皮托管——压强与流速的关系。皮托管是用来测量流体流量的一种装置。分为两类：液体流速的测量和气体流速的测量。制作原理：以水流速的测量为例，当水流受到迎面物体的阻碍，被迫向四周分流时，在物体表面上受水流顶冲的B点流速等于零，称为水流滞止点（驻点）。驻点处的动能全部转化为压能。推导滞止点流速公式，演示液体与气体流速测量过程，讲解其在航空领域进行飞机速度的测量，其测量管道内的水流速度，在通风管道、炉窑烟道等工业管道中的应用，通过其气流速度，确定流量。结合1779年皮托测量塞纳河流速的历史，皮托管至今仍在应用，简单有效就是“大道至简”。强化科学精神培养。

5. 课堂互动与练习（8分钟）：

通过超星学习通开展课堂签到、随堂练习与课堂测试，教师实时反馈学生掌握情况；组织学生上台板演例题，针对易错点进行纠错，巩固伯努利方程的应用能力。

（三）课后教学：巩固拓展与反思优化（5分钟）

靠学习通平台实现知识巩固，提高教学效率。学生通过超星学习通，提交作业，自主学习平台相关资源；通过企业微信发布拓展资料，拓宽知识面；企业微信开展线上答疑、会议讨论，及时解决学生的疑问；超星学习通发布阶段测试题，督促学生及时复习巩固知识；反思教学环节的时间安排、互动设计，根据学生课堂表现、测试的知识薄弱点，调整教学设计。

四、教学评价与反思

（一）教学评价

为检验线上线下融合教学的效果，从内容、方法、学生参与、教学设计等维度开展评价，具体如下：从伯努利方程的推导过程逻辑性、步骤和适用条件讲解出发，通过课堂互动，学生能够理解方程的内涵，掌握适用条件，知识传授效果好；采用多种教学方法，运用线上工具教学，激发了学生的学习兴趣，切实培养了学生的思维能力；学生参与积极性高，能够主动回答提问、积极参与小组讨论，课堂氛围活跃，互动效果好；各教学环节设计紧贴学生的认知，通过小组讨论等多种形式，有效提升了学生的知识迁移能力。

（二）教学反思

笔者发现教学反思如下：作为授课教师，将持续学习新技术、新方法，研究流体力学课程特点，优化教学设计，提升教学质量；课后主动收集学生的意见和建议，针对学生的理解难点，调整教学策略，优化课堂设计，增强教学的实效性；后续引入过程性评价，丰富评价体系，结合多方面指标，全面评价学习效果。

五、教学创新与思政融合

（一）教学创新点

进行全流程闭环设计：构建“课前一课中一课后”的教学模式，通过超星学习通和企业微信实现教学资源的整合，打破课堂时空限制，使学生随时随地开展学习，提高教学效率；教学中，融入科学研究方法，引导学生掌握科学的思维方式，提高分析问题、解决问题的能力，为后续专业学习奠定基础。

（二）思政教育融合

根据流体力学专业特点，讲授专业理论知识和工程应用的同时，将思政元素融入教学全过程，实现知识传授与价值引领同时发力，实现育人目标与教学目标的高度统一。

1. 爱国情怀培养：

流体力学是航空航天技术的重要理论，中国航天的发展离不开航天人的巨大贡献，更离不开我国航空航天的前辈——航天之父钱学森、“两弹一星”郭永怀的贡献。中国航天经过60余年的探索发展，从神舟飞船到北斗导航，到“天问一号”、“嫦娥”“玉兔”、“祝融”，中华民族复兴之路，就是中华儿女的追梦之路。一代又一代的追梦人，为国奋斗的故事，引导学生用青春谱写奋斗的赞歌，创造属于中国的奇迹。我们只有处在技术制高点上，才能有更加光明的未来。

通过介绍钱学森、郭永怀等航天科学家的事迹，展示我国风洞实验室、航天事业发展成就，引导学生感悟民族精神，树立科技报国信念。

2. 安全与责任教育：通过火车站安全黄线等案例，讲解流体力学原理在安全防护中的应用，引导学生遵守规则，敬畏生命，让他们树立安全 and 责任意识。

3. 科学精神培养：讲授皮托管的发明、科学家对流体力学规律的探索、航天领域的探索等，鼓励学生培养好奇心和探索精神，勇于创新、追求真理的科学态度。

六、总结

结合流体力学的特点，设计了线上线下协同的教学模式，通过全流程的教学设计、多元化的教学方法和数字化工具的赋能，解决了传统教学中抽象知识难以理解、理论与实践脱节等问题。教学实践表明，该教学模式不仅有效提升了学生对伯努利方程的理解和应用能力，还培养了学生的科学思维、工程素养与家国情怀，达到了预期的教学目标。

我们将持续优化教学各环节，不断完善教学评价体系，结合学生的反馈意见，及时调整教学策略，发挥线上线下融合教学的优势，进一步提升流体力学课程的教学质量。

参考文献

- [1] 马一伟, 周晓巍, 郑飞飞, 张燕. AI技术助力“流体力学”课程教学提质增效的研究与实践[J]. 2025, 31(7): 125-128.
- [2] 别敦荣. AI技术应用于大学教育教学的理论阐释[J]. 中国大学教学, 2024(5): 4-9.
- [3] 韩凤磊, 汪春辉, 李晗生, 以流体力学为基点的创新教学模式研究[J]. 高教学刊, 2024(21): 63-68.
- [4] 王芳, 刘中秋, 谭建鹏, 等. 以学生为中心的工程流体力学课程体系改革和构建[J]. 力学与实践, 2022, 44(3): 700-705.
- [5] 孟巧, 陈洁, 赵森, 杨锋. 流体力学课程教学改革研究[J]. 船舶职业教育, 2024, 12(5): 26-28.
- [6] 郑德乾, 曹世豪, 戚庆军, 陈俊旗. 基于AI技术与科研项目融合驱动的课程研究性教学设计研究[J]. 科教文汇, 2025, 644(20): 107-111.
- [7] 叶志洪, 安强, 龙天渝, 等. 学科交叉融合下的流体力学课程改革探讨[J]. 化工管理, 2023(32): 22-25.
- [8] 王爽, 郭永存. “流体力学”课程思政建设实践与探索[J]. 安徽理工大学学报, 2025, (27) 1: 95-100.
- [9] 翁庙成, 刘方, 专业基础课程思政元素融入式教学探索——以建筑环境与能源应用工程专业“流体力学”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2024, 8: 112-115.
- [10] 高君. 高校课程思政与思政课程的协同效应[J]. 天津师范大学学报(社会科学版), 2022(2): 122-128.
- [11] 罗靛, 刘滔, 吕辉, 土木工程专业流体力学课程思政探索与实践[J]. 中国教育技术装备, 2024, 10: 71-74.
- [12] 秦智鹏, 李会芬, 卢婵江, 陈国栋, 流体力学课程思政创新探索及实践[J]. 高教学刊, 2024, 35: 73-76.
- [13] 刘岩, 李敏, 李诗诗, 杨艺, 叶彪, 基于OBE理念的混合式教学研究——以流体力学泵与风机课程为例[J]. 中国教育技术装备, 2024, (08): 112-115.
- [14] 赵琴, 陈革新, 刘克毅, 车磊, 贺艳, 新工科视域下产教融合赋能的流体力学课程研究[J]. 高教学刊, 2026, 12(08): 107-113.
- [15] 王学敏, 郑中华, 基于智能技术与数据驱动的工程流体力学课程教学创新模式研究[J]. 中国现代教育装备, 2026(05): 32-34+38.