

建环专业流体力学课程的教学改革与探索

贾涛 杨锦鹏 江巍雪 于加 张强

扬州大学电气与能源动力工程学院, 中国·江苏 扬州 225127

摘要: 流体力学是建筑环境与能源应用工程专业的一门非常重要的专业基础课程, 此课程有许多抽象的概念、复杂的公式推导, 对于初学者来说晦涩难懂。此外, 流体力学课程内容量大、课时有限, 对于学生来说学习效果普遍不佳。本文针对建环专业流体力学课程教学中存在的问题, 从教学理念、教学内容、教学方法、考核方式四个方面进行了探索和尝试, 加强教学理念的革新、注重课程教学内容的合理选取、加强教学方法的改进和提高过程考核的比重, 以提高课程的教学效果。

关键词: 新工科; 建筑环境与能源应用工程; 流体力学; 教学改革

Teaching Reform and Exploration of Fluid Dynamics Course for Architectural Environment and Energy Application Engineering

Jia Tao, Yang Jinpeng, Jiang Weixue, Yu Jia, Zhang Qiang

College of Electrical, Energy and Power Engineering, Yangzhou University, China Jiangsu Yangzhou 225127

Abstract: Fluid dynamics is a very important professional basic course for architectural environment and energy application engineering. It includes many abstract concepts and complex formula derivations, which are difficult to understand and master for beginners. In addition, this course has large contents and limited class hours, cause the learning effect is generally poor for students. Aiming at the existing teaching problems of fluid dynamics for architectural environment and energy application engineering, the teaching philosophy, teaching contents, teaching methods and assessment methods are explored and tried to improve the teaching quality of the course in this work. It needs pay attention to the innovation of teaching philosophy, the reasonable selection of teaching contents, the strengthen improvement of teaching methods, and the increases the proportion of process assessment.

Keywords: Emerging engineering education; Architectural environment and energy application engineering; Fluid dynamics; Teaching reform

0 引言

建筑环境与能源应用工程专业(以下简称建环)是“流体”的专业, 不管是供冷、供热、供燃气还是给排水, 都是以流体为工作介质。因此流体力学是建环专业本科生必修的专业基础课程, 也是后续专业基础课程的先导, 如流体输配管网、传热学等, 更是学生学习后继专业课程和从事本专业的科研、生产工作所必备的理论基础^[1]。

新工科人才培养要求增加人文社科类课程、学科前沿课程等, 势必会导致教学计划中专业基础课的课时量减少^[2]。随着近年来教学改革的不断深化, 教学计划中专业基础课教学课时减少, 使流体力学课程的教学难度增大了。此外, 流体力学涉及先修高等数学、大学物理等课程知识, 有许多复杂的现象和抽象的概念, 理论分析复杂、概念和方程推导较多, 也增大了流体力学课程的教学难度^[3-4]。针对目前本门课程教学中存在的问题, 笔者就教学理念、教学内容、教学方法和考核方式四个方面进行以下研究。

1 教学课程的改革

1.1 教学理念的革新

首先正视课程之“难”, 将其转化为教学的动力。教学理念应从“教师教的如何”转向“学生学到什么程度”以及能力达成度, 贯穿以学生为中心的教学理念。教学目标应从单一的知识传授, 转向价值观引领, 引导学生学会自主学习、学会合作、学会在不确定的情境中求解。随着学生发展需求的多样化、社会信息环境的变化和学校办学目标的更新, 力求让教学理念的更新成为日常课堂的自我迭代过程。

流体力学的教学改革要求教师既要能将抽象理论讲深讲透, 又要能激发学生兴趣、培养工程思维、塑造价值观念。教师需积极参与教学技能竞赛和教改项目, 在备课和授课中持续积累、精益求精。同时, 教师应主动拥抱 AI 等新技术, 积极探索人工智能赋能教育教学。积极拥抱 AI, 但不依赖、不迷信, 需要对结果验证。

1.2 教学内容的选取

在知识内容、学时限制的条件下,课程内容要选取适当,学时数要合理分配^[5],笔者针对该专业流体力学课程的学时限制,专业内部不同课程之间内容重复的现象非常突出,对重复的内容作了删减。如取消“可压缩性流动基础”章节中的部分内容,这章中喷管、拉伐尔喷管的原理和设计工程热力学课程重复的地方作了删减。另外,对部分与中学物理等重复的内容也作了删减。比如,浮力问题、表面张力等。

1.3 教学方法的改进

1.3.1 注重板书和多媒体相结合

授课过程中针对理论性与逻辑性较强的公式采用传统的板书授课,突出理论知识的系统性和完整性,比如:不管是连续性方程、伯努利方程还是动量方程,都是通过以下步骤来推导:首先,在流体中任意选取一个正六面体微团,通过对流体微团的受力分析,分析流体微团受到哪些表面力和质量力,然后根据质量守恒可以推导出连续性方程,根据牛顿第二定律可以推导出动量方程,根据牛顿第二定律的基础上附加一些条件(理想均质不可压缩流体、定常流动等)可以推导出沿流线的伯努利方程。

对于流体力学中的经典实验和实际工程应用如流线演示、雷诺实验、卡门涡街等则采用现代计算机媒体技术,通过动画、流动数值模拟等手段将抽象的流动现象展示出来,如图 1,有助于加深学生对抽象概念的理解,提高学生学习的积极性。

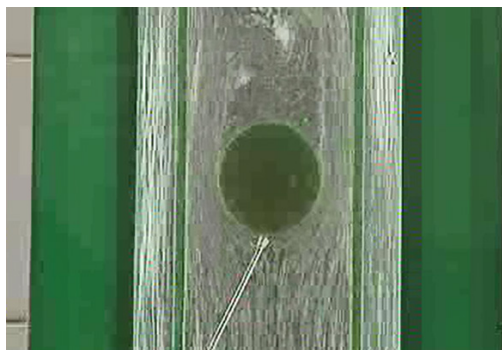


图1 流线演示动画的截图

1.3.2 注重线上和线下相结合

由于流体力学抽象、难懂、学习难度大,需要让学生提前预习,学生一方面可以看教材、参考书,另一方面可以借助网络 MOOC、智慧树、Bilibili 学习平台,比如 MOOC 上西安交通大学的《流体力学》、上海交通大学的《流体力学》和大连理工大学的《流体力学》等,预习效果大幅度提升。每次上课前,进行课堂回顾,对学生们

进行提问,可以了解学生们的掌握情况,也可以引出新的内容,使内容连贯有序。

上课过程中可以设置问题,让学生们来回答,防止学生上课过程中开小差及了解学生的听课情况。在点名提问过程中,为了增加学生的紧张度、让学生有公平地叫到机会,可以编个小程序来提问,如图 2。同时,课堂中引入雨课堂,增加互动,鼓励学生弹幕发言、在线回答问题,有助于增加课堂活力,全面了解学生们的课堂状态。每次下课前,总结每次课的学习内容,突出重点内容、难点内容。

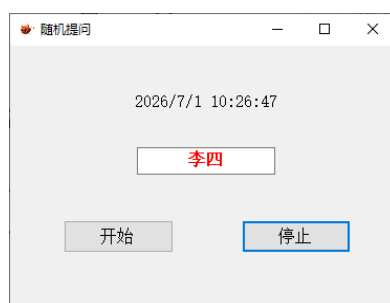


图2 随机点名小程序

课下,学生可以通过事先创建好的班级 QQ 群将难理解的或者没听懂的知识点反映出来^[6],学生们可以在群里讨论,教师也可以在群里对同学们的问题进行回答。教师可以在群里上传课件 PPT 和学习资料,供学生们学习,如图 3。



图3 PPT和学习资料

1.3.3 注重引导式教学

教学内容应打破经典理论与工程实践之间的壁垒,做到“理论具象化、前言课程化、生态开放化”。从工程案例和生活现象入手,引出流体力学的知识点,阐述每个知识点解决什么问题的,真正使学生做到知其然知其所以然,能够学以致用。比如:在讲解伯努利方程时从“快速运动的船相近时容易碰撞?”这一问题入手。在讲减阻时,从“网球、高尔夫球为啥不是和乒乓球一样是光滑的表面,而

是布满凹坑?”这一有趣问题入手,自然引出边界层理论。在讲势流理论时,从“怎么踢出香蕉球?”入手。通过这门课的学习,要使学生学会用流体力学的知识识别和描述建环专业和生活中的流动现象。

流体力学是后续专业课程的先导,因此需要在授课过程中,给学生们讲述后续课程需要哪些流体力学知识,可以打消学生们的抽象、枯燥的感觉,也让学生知道学这门课具体有什么用,提高学生的积极性。比如:流体输配管网中,均匀送风管道如何保证每个送风口送风量相等,需要用到流体力学课程中静压、动压的知识,如果每个送风口面积相等,只要保证每个送风口的静压相等就可以满足送风量相等。通风工程中,自然通风章节中,风压作用下建筑物迎风面和背风面的压力分布,需要用到总流伯努利方程的知识,动压与静压的相互转换。

1.3.4 注重基本概念和分析方法

教师在讲课的过程中不仅要讲知识,还要讲知识的产生、来源和推演过程,讲清每个公式的来龙去脉,理解每一步推导中的物理含义和数学要领,使学生了解相关知识提出的背景、采用的思维方法与处理手段,形成较为完整的逻辑演绎体系^[7]。比如:在流体力学的研究中,实验室和工程领域经常能获得的是欧拉方法下参数,因此欧拉方法比拉格朗日方法更常用。为了解决采用欧拉方法描述流体运动时如何表示一个流体质点的速度变化率,引出了物质导数的概念,通过加速度的定义推导出欧拉方法下流体质点的加速度。

1.3.5 注重习题测验和作业

习题测验、指导学生作业是提高学生灵活运用所学知识的重要方法^[8]。在普通高校中,大多数学生主动学习性太差,要求做的才做,因此需要教师增加测验习题。每一章节后都要进行课堂习题测验,找学生做题,选择题,判断题,老师剖析每一个选项,计算题让学生讲解自己的解题思路,教师剖析其中的难点和关键点,使学生明确解题思路。课后,布置作业,通过批改作业,并对作业中的共性问题进行讲评,以巩固学生对所学知识的理解。

1.4 考核方式的改革

传统单一期末考试的弊端日益凸显。原先的流体力学考核方法以期末闭卷考试为主,期末成绩占 70%,平时成绩占 30%^[8]。为更好地督促学生进行学习,对课程考核方式进行改革,课程成绩的评定由平时成绩 34%、实验成绩 10% 和期末成绩 56% 组成,课程成绩的具体构成及比例见表 1。原先的实验成绩是作为平时成绩的一部分,现改为

平时成绩占 34%,实验成绩占 10%,相当于增大平时成绩和实验成绩的比重。平时成绩根据考勤情况、回答课前回顾问题情况、回答课中问题情况、课堂测试和平时作业等进行评定。此外,一定要抓考勤,好多不去的学生自学能力差,去都不去,更学不会。实验成绩根据实验报告、出勤率、回答问题情况等进行评定。新的考核方式加强了过程考核的比重,不只是看期末成绩,还要看学习能力、协作贡献等,充分体现“过程育人”理念。

总而言之,唯有在教学理念、教学内容、教学方法和考核方式等多个维度持续探索和创新,才能真正把这门“难课”变成学生终身受益的“宝藏课”。

表1 课程成绩构成及比例

课程成绩构成要素	考核分项内容	所占比例
平时成绩	考勤率	5%
	课堂回答问题情况	5%
	课堂测试	9%
	平时作业	15%
实验成绩	出勤率	2%
	回答问题情况	2%
	实验报告	6%
期末成绩	笔试卷面成绩	56%

2 结语

流体力学的概念抽象、理论分析复杂,是一门非常复杂但又非常重要的课程。本文主要从教学理念的革新、教学内容的选取、教学方法的改进、考核方式的改革等方面进行研究,以提高课程的教学质量,为后续专业课程奠定基础。

参考文献:

- [1] 张鸣远. 流体力学[M]. 北京: 高教出版社, 2010.
- [2] 张东海, 高蓬辉, 黄建恩等. 新工科背景下多学科交叉融合的建环专业人才培养模式探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(1): 1-9.
- [3] 张洪生. 流体力学课程教学方法的几点探讨[J]. 高教学刊, 2017(14): 91-93.
- [4] 陈皓, 陈波. 浅谈 CFD 仿真技术在流体力学课程教学中的应用[J]. 教育现代化, 2021, 8(60): 13-16.
- [5] 张学静, 恽志东. 建筑环境与设备工程专业基础核心课程《流体力学》的教学改革与实践[J]. 长沙铁道学院学报(社会科学版), 2012, 13(1): 133-135.
- [6] 张飞燕, 韩颖, 李波等. 云课堂混合式教学方法研究与实践——以《爆破安全》课程为例[J]. 教育现代化, 2021, 8(27): 7-12.
- [7] 马进伟, 胡宁, 王晏平. 建筑环境与能源应用工程

专业流体力学教学方式的探索与思考[J]. 江西建材, 2017, (17): 267.

[8] 于加, 贾涛, 张强等. 环工专业暖通概论课程的教学改革与探索[J]. 科技风, 2024, 8: 10-12.

基金项目: 江苏省自然科学基金青年基金项目

(BK20230596); 江苏省能源动力高端装备工程研究中心(JSNYDL-202503); 扬州大学 2022 年校教改研究课题项目(YZUJX2022—C12, YZUJX2022—C11)。

作者简介: 贾涛(1988-), 男, 汉族, 安徽宿州人, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 纳米流体热物性。