

基于 OBE 理念的《工程流体力学》特色课程建设与实践

梁颖 刘洁莹 王金玺

榆林学院 化学与化工学院, 中国·陕西 榆林 719000

摘要:《工程流体力学》是石油工程、油气储运工程、能源动力等众多工程应用类专业的核心课程,同时也是中国各大高校相关专业研究生入学考试的唯一指定专业科目。榆林学院基于 OBE 理念,以“能源化工特色引领,差异化教学方法,工程素养提升着力,思政元素教学相佐”为培养内核,以实践性学习能力、深入研究能力、分析应用能力三种能力为核心,围绕“流体为基、核心规划、特色开拓”三个原则设计课程教学模式,通过特色内容、校企合作、前沿项目驱动的方式完善课程体系。

关键词: OBE; 流体力学; 差异化教学; 工程应用能力; 思政

Construction and Practice of Characteristic Course of *Engineering Fluid Mechanics* Based on OBE Concept

Ying Liang Jieying Liu Jinxi Wang

School of Chemistry and Chemical Engineering, Yulin University, Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract: *Engineering Fluid Mechanics* is the core course of many engineering application majors such as petroleum engineering, oil and gas storage and transportation engineering, energy and power, and it is also the only designated professional subject in the postgraduate entrance examination of relevant majors in major universities in China. Based on the OBE concept, Yulin College takes “energy and chemical industry characteristics leading, differentiated teaching methods, engineering literacy improvement efforts, ideological and political elements teaching together” as the core of training, takes practical learning ability, in-depth research ability, analysis and application ability as the core, and designs the course teaching model around the three principles of “fluid-based, core planning, and characteristic development”. The curriculum system is improved by means of characteristic content, school-enterprise cooperation and cutting-edge projects.

Keywords: OBE; fluid mechanics; differentiated teaching; engineering application ability; curriculum ideology and politics

0 前言

实际上“流体力学”可以分为两部分:理论流体力学和工程流体力学。针对工程专业,后者更偏重于工程应用,因此常常以工程流体力学作为教学重点。课程主要是建立在连续介质假设基础上,通过牛顿经典力学和高等数学等基础知识对流体静止和运动规律进行研究,可通过运用高等数学中微积分等方法首先对流动现象进行数学建模,根据模型解决不同流体流动的问题。

1 课程教学现状及问题分析

该课程既有基础学科的性质,又具有鲜明的技术应用学科的特点;是对力学课程的延伸,主要包括流体微团的运动学分析、流体运动的微分方程与积分方程、理想流体运动的基本特性、不可压理想流体平面无旋流动,以及流体力学基本方程的实际应用、适定的边界条件及其求解方法等。通过理论学习,学生掌握流体力学的基本原理和方程,并能够应用数学方法推导和解决流体力学方程,从而理解流体的运动规律和性质^[1-2]。通过系统学习,学生才能够全面了解流体力学的基本原理和应用领域,通过课程的学习,使学生建立流体力学相关知识体系,并在理论上进行应用,同时培养

学生独立分析解决流体流动相关问题的能力,为学生以后从事相关科学研究、工作奠定基础^[3]。目前,课程教学活动组织开展具体涵盖 6 个章节,具体设计内容如表 1 所示。

该课程主要根据学习过程考核和期末考试表现,分别计算各课程目标达成值与总评成绩,并进行综合评价,两个课程目标达成值个体分布图如图 1 所示。由图 1(a)可知,学生 78 人中其余学生的评价价值均高于 0.60,平均值为 0.83,达到良好及以上的学生较多,说明绝大部分学生对流体运动的基本概念、基本原理和基本计算方法(课程目标一)掌握较好,达到毕业要求指标点要求学生具备的能力。由图 1(b)可知,课程目标二的达成值与课程目标一类似,参加考试的 77 人中,全部学生评价价值均在及格线以上,平均值为 0.86,说明课程目标二平均达成情况也较好,绝大部分学生通过修读该课程可较好地达到毕业指标点要求,具备运用流体力学相关科学原理和基础知识正确分析与解决环境工程领域复杂工程问题的能力。在接近于 15 年的教学改革过程中,针对能动专业工程流体力学在教育过程中的现状,将 OBE 教育理念有效融入课程教学设计中,进而实现三个转变,一是教师为中心到学生为中心,二是学科导向到目标导向,三是质量监控到持续改进。

表 1 教学活动组织开展相关信息

教学内容	计划学时	对应教学目标	教学模式
第一章：绪论	2	理解流体的主要物理性质与作用在流体上的力的特征。理解连续介质模型、不可压缩流体、理想流体与实际流体的概念	课堂讲授、热点问题讨论
第二章：流体静力学	8	熟练掌握流体静压强的相关概念；（相对压强、绝对压强真空值和等压面等）与计算、液体作用在平面和曲面上的总压力的计算；液体相对平衡的概念及其计算、液柱式测压计的测压原理	课堂讲授、案例分析、课堂问答
第三章：流体动力学理论基础	10	了解流体运动的描述方法与流体运动的微元分析法；理解连续性微分方程和欧拉方程；了解流体微团运动的基本形式；熟练掌握流体连续性方程、能量方程和动量方程	课堂讲授、案例分析、课堂问答
第四章：量纲分析和相似理论	4	熟练掌握量纲分析的方法、相似准则及其应用；理解力学相似的基本概念、量纲分析的基本概念（量纲与单位、无量纲量、量纲齐次性原理等）	课堂讲授、课堂问答
第五章：流动阻力和水头损失	8	掌握黏性流体运动的流动形态及流态判别；理解圆管中层流与紊流的运动规律与计算特性；了解附加切应力及混合长度的概念；理解沿程与局部能量损失的成因、沿程阻力系数的变化规律与影响因素；掌握沿程水头损失与局部损失的计算方法	课堂讲授、课堂问答、课堂讨论
第六章：孔口、管嘴和有压管道流动	8	掌握孔口及管嘴恒定出流的水力计算；理解工程实践中短管和长管的判别及其水力计算方法；了解离心泵的构造的工作原理；理解离心泵的性能曲线，掌握泵的选型	课堂讲授、课堂问答、案例分析、课堂讨论

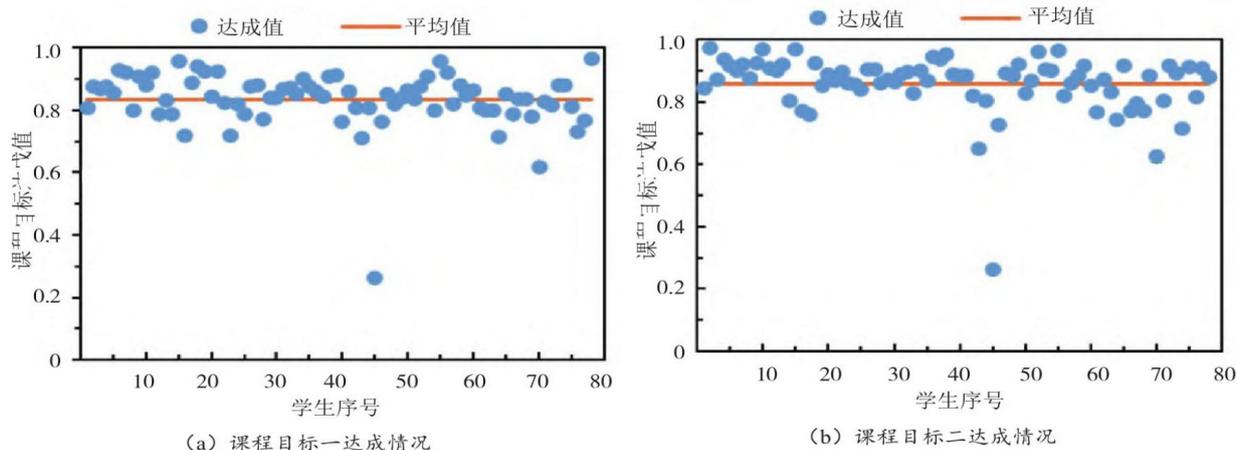


图 1 课程目标达成度情况分布图

2 “OBE” 教学模式的内涵及优势

2.1 提高学生基于研究命题的实践性学习能力

在问题的理论分析、实验观测或数值模拟过程中，学生更加深入、直观地理解流体力学的理论知识，并将其应用于实际场景解决实际问题，提高学生的学习主动性和参与度。同时，还提高学生对流体力学知识的理解和掌握程度，帮助学生建立更加完整和实用的流体力学知识体系。

2.2 促进学生基于某一特定流体力学领域或问题的深入研究能力

通过深入研究，进一步拓展和深化对该领域知识的理解，有助于提高学生掌握流体力学相关知识的深度和广度，激发学生的学习兴趣，提高学生的课程投入度。

2.3 培养学生基于自然界或工程实际问题的分析应用能力

学生通过流体力学问题的理论分析、实验观测或数值

模拟环节，能够将所学知识应用于解决实际工程问题，各实践环节使学生能够将抽象的理论知识与实际问题相结合。

3 基于 OBE 理念的《工程流体力学》特色课程建设与实践途径

3.1 强化与专业前沿方向和工程应用的教学内容，体现能源化工特色，突出教学重点

依据 OBE 理念，以榆林学院应用型人才培养的办学定位和经济社会对各专业人才的需求为出发点，设定“工程流体力学”课程目标，课程目标清晰反映所支撑毕业要求指标点。围绕能源与动力工程专业、过程装备与控制工程专业、油气储运工程专业的研究方向，概括总结了以“应用型”人才培养为目标的主要教学模块，教学内容注重贴近石油及化工行业的实际应用的原理、规律素材的选择。而对于教学过程中涉及的大量公式的推导和理论分析要基于专业培养目标和毕业要求，有针对性地讲授。注重经典力学理论知识构

架搭建的基础上,结合验证性实验分析方法,反映流体力学学科研究的常用方法,拓宽学生的知识面,提高学生的实操能力和解决力学新问题时的创新思维能力。

3.2 以学生需求为导向,丰富教学资源,满足差异化教学需求

基于“OBE”理念,从各专业的毕业要求以及学生的“学习需求”出发,建设课程线上教学资源,能够满足不同层次学生的学习需求。教师在授课前按照教学大纲规定的授课顺序,将学生必须掌握的各个章节中学习任务发布给学生,并在每一章节内容的开篇列出章节主要教学内容、教学重点、难点。将授课内容碎片化,将复杂公式和原理的推导过程制作成微课件。通过提出问题、层层深入、回答问题,使得学生抓住问题本质,轻松掌握流体的受力情况以及流体流动的两种研究方法,借助互联网媒介,拓展学习时间和空间,将课堂上难以理解的抽象概念和反应机理以视频、图片等直观易懂的多媒体方式呈现给学生,如雷诺实验、皮托管和文丘里管的管内流动、卡门涡街、绕流流线型物体和非流线型物体的流场、微弱扰动波的传播等,通过这些视频演示,能够发挥更直观、逼真的视觉效果,使学生对流体流动有感性认识,锻炼学生探究问题能力。

3.3 与实践教学和一线科研成果紧密结合,培养创新能力提升工程素养

按照 OBE 教育理念要求,教学过程中要以学生为主体,以学生学习产出为导向,“工程流体力学”课程的教学方法改革以提高学生的知识应用能力和创新能力培养为目标,基于“线上线下”混合教学模式,以“案例教学”为特色,融合了“任务驱动教学”“主题讨论教学”等教学方法,提升课程的教学效果。将最新的科研进展信息在课堂活动中及时传递,如李雪娇高级工程师讲授的“超低能耗电解烟气高效脱硫技术”的部分内容^[4],让学生了解流体力学领域的最新科研成果。结合国内外交流和教学座谈会,通过专业网站与论坛流体力学最新动态。例如,将中国工程院院士王向明《飞机结构设计选型及应用》主旨报告内容充实到“模型相似”对应内容中^[5],为课堂教学提供丰富的工程实践案例和素材。

3.4 坚持立德树人,融入思政教育

有力发掘课程中蕴含的思政教育元素,并将其充分地融入教学设计和讲授中,把古代中国智慧、科学家故事、哲学思维、科学精神、社会主义核心价值观巧妙融入课程教学中。例如,流体力学发展史中引入中国都江堰工程和京杭大运河,增强学生的民族自豪感;讲授涡流时引入循环流化床锅炉中旋风分离器的工程应用,培养学生科学探索精神;通过科研项目、合作企业的科学研究和工程项目建设事迹的背后故事,突出价值引领的教育目标,提升学生的专业自豪感和行业认同感,努力实现具有“全球视野、创新精神、专业素养”的人才培养目标。

4 结语

从教学的初期方案设计、大纲修订、模块化设计,到中期的线上线下整合资源利用,最终落脚点到校企合作的前沿领域探究,同时佐以课程思政的提手左右,突出学生为主体的地位,以培养卓越的工程应用型人才为目标,兼顾就业和深造的深层次需求,打造学生全面综合发展的教学体系。

参考文献:

- [1] 刘金花,郭福生,叶长盛,等.基于OBE理念的旅游地学与规划工程专业实践教学环境构建——以东华理工大学为例[J].东华理工大学学报(社会科学版),2023,42(2):192-196.
- [2] 苏日娜,李庆风,鲍淑娣.应用型本科院校“专业+产业”融通复合型人才培养模式探索——以计算机科学与技术专业为例[J].大学教育,2023(18):105-108.
- [3] 李明珠,余敏.高校思政课混合式教学模式研究[J].湖北经济学院学报(人文社会科学版),2022,19(5):141-145.
- [4] 李雪娇,宋海琛,刘竹昕,等.一种铝电解烟气超低能耗脱硫系统:CN202310246061.5[P].CN116422116A[2024-09-23].
- [5] 王向明.飞机新概念结构设计与工程应用[J].航空科学技术,2020,31(4):1-7.

作者简介:梁颖(1985-),女,中国陕西榆林人,硕士,副教授,从事油罐油气损耗计量及多相流测量技术研究。

基金项目:榆林市科技局项目:延长渣油的梯级分离与其脱油沥青质流化转化特性研究(项目编号:CXY2022-74);榆林学院2024年本科课程建设项目:基于OBE理念的《工程流体力学》特色课程(项目编号:KC2459)。