

# 基于专业认证的工程流体力学教学改革初探

李国珍 姚约东 王文明

(中国石油大学(北京) 北京昌平 102249)

**摘要:** 本文介绍了工程专业认证背景下工程流体力学的教学改革研究。围绕毕业要求,对教学大纲重新进行了修订工作。引入了现代信息技术工具-数值计算软件 Fluent 实现对复杂工程问题的模拟和预测,增加了实践教学部分,将线上教育与线下课堂相结合,取得了很好的教学效果。

**关键词:** 专业认证;工程流体力学; Fluent 软件;雨课堂

Professional certification based on the teaching reform of engineering fluid mechanics

About east wen-ming wang guo-zhen li yao

(China university of petroleum (Beijing) Beijing changping, 102249).

**Abstract:** this paper introduces the engineering professional certification under the background of the teaching reform of engineering fluid mechanics research. Around the graduation requirements of the syllabus to has carried on the revision work. The introduction of modern information technology tools - implementation of complex engineering problems of numerical calculation software Fluent simulation and prediction, increases the practice teaching, combining classroom online education and off-line, has obtained the good teaching effect.

**Key words:** professional certification; Engineering fluid mechanics; Fluent software; The rain classroom

《工程流体力学》是机械专业开设的一门非常重要的专业基础课,对后续的专业课学习起着非常重要的作用。近年来国内众多学者针对流体力学课程的教学改革展开了大量研究工作,但是基于工程专业认证的流体力学教学改革较少<sup>[1-3]</sup>。随着我国加入《华盛顿协议》,专业认证工作迅速在我国高校得到推广,工程认证理念已经成为工科专业教学改革的主要方向<sup>[4]</sup>。本文以中国石油大学(北京)工程流体力学课程为例,探讨了专业认证背景下的教学改革,旨在通过教学内容、教学手段、考核方式等方面的改革,全面提升大学生的创新能力和动手实践能力。

## 一、整合教学内容

根据机械设计制造及自动化专业培养方案的教学任务和目标,专业认证调整了《工程流体力学》这门课程所支撑的毕业要求。最新的毕业要求观测点增加了 5-1(能够了解、选择与使用恰当技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,实现对复杂机械工程问题的预测和模拟,并正确理解其局限性)和 10-1(能够就机械工程领域内的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令),同时课时由原来的 32 学时增至 40 学时。为了满足课程对应的毕业要求,对课程教学大纲重新进行了修订工作,调整了教学内容,删减了部分课堂学时,改为课下自学内容,并在原有内容基础上增加了 4 学时的实验和 6 学时的流体数值仿真计算。

实验部分在本校流体力学实验室进行,根据课程要求安排了四个项目:伯努利方程,毕托管流速测量,雷诺实验,沿程水头损失和阻力系数测量实验。通过这部分的学习,要求学生能够运用相似原理和量纲分析的方法分析、指导和求解流体力学的实验问题,掌握常用测量仪器的使用方法,具有处理实验数据和编写实验报告的能力,对应课程目标二。学生通过在实验室观察流动现象,对流体力学理论有了形象直观的认识,并激发了他们的学习热情。在实验过程中,使用仪器进行流动参数的测量,通过对实验数据的整理分析,得出结论,加深了学生对流体理论的认识程度。通过编写实验报告,提高了学生的撰写能力和表达能力。

流体数值计算部分要求学生了解流体力学数值解法的基本思想,能够对简单流动进行分析、建模,并采用软件进行求解,对应课程目标四。根据课程要求,结合学生的自身情况,安排了 Fluent 数值计算软件的学习。Fluent 软件是国际上比较流行的商用 CFD 软件包,具有丰富的物理模型、灵活的前处理系统、完善的后处理系统和方便的模块接口,在石油天然气、航空航天、汽车设计等方面

都有着广泛的应用。

这部分内容在机房上课,授课时长为六学时。课堂上由教师负责讲授流体数值模拟基础知识及 Fluent 软件的使用,然后布置几个简单的流动案例,学生分组完成,学会使用软件解决简单的流体计算问题。

另外,在课堂教学中注重引进本学科国内外最新研究成果,结合国内外近期研究成果,不断更新教学内容。课堂上精选一些与后续专业课程中紧密联系的案例,启发学生思考,用流体力学理论解决实际问题。使学生明白该课程的重要性,增强学习兴趣,明确学习目标。同时积极引入解决工程问题必须的管理、法律和社会知识,培养学生的人文素养。

## 二、线上线下混合式教学模式

本课程在学习过程中涉及到大量繁杂的理论和公式的推导,需要学生具备坚实的数理力学基础。对于一些基础比较薄弱的学生来说,大量的数学方程的推导过程使他们疲于应付,继而对该门课程产生畏难情绪,并逐渐丧失学习兴趣与积极主动性。因此往届总有个别学生反映该课程难度大,学不懂,对课程产生强烈的抵触情绪。此外,该课程学时较少,在有限的学时内既要讲清楚静力学、运动学、动力学的所有理论知识,还要把这些理论在实际中的应用讲完,确实难度较大。为此,本课程尝试将雨课堂应用到课堂教学过程中,实现线上与线下相结合的授课模式。

通过雨课堂可以推送给学生配有语音的课件,以供学生预习和自学使用。学生利用课余时间预习,并带着问题来到课堂,有助于学生对课堂内容的掌握。部分自学内容,比如 N-S 方程的推导、动量矩方程的推导等等,学生可以利用课余碎片化时间学习,节省了课堂学时,也避免了将课程变成枯燥的数学理论课。此外雨课堂提供了丰富的习题应答系统,教师通过雨课堂发布习题,通过学生的提交情况,可以检测学生对知识点的掌握情况。

线上学习与线下课堂相结合的混合式教学模式是当今高等教育发展的必然趋势<sup>[5]</sup>。本课程通过雨课堂、微信群等在线平台,帮助学生更好地利用课余碎片化时间学习,将枯燥的理论知识用另一种形式呈现在学生面前,并通过习题应答等手段检验学生的掌握情况,激发学生的学习积极性。下一步计划制作慕课,将各个重要的知识点制作成一个短视频,便于学生的在线学习,使课程更好地适应这个信息化与数字化的时代。

## 三、探究型教学方式的引入

传统的教学模式时“老师在上面讲,学生在下面学”,课堂围绕

教师的教学内容,以教师为中心。这种授课方式虽然有很多优势,但是在培养学生的创新能力、自学能力、科研素养等方面有一定的局限性<sup>[6]</sup>。因此本课程特别关注“以学生为中心”,课堂教学中尊重学生及其认知规律。学生可以在课堂上随时提问题,发表见解,老师积极引导、鼓励、开展讨论。部分内容可留给学生自学研讨。教学中注重引进国内外相关的学科新成果。同时课堂教学中引入思政内容,增加对本学科的了解和使命感。例如在讲解流体力学发展简史时,介绍牛顿、普朗特、欧拉等科学家,使学生更多的了解学科发展的脉络。在压力管路的水力计算部分,介绍我国管道事业的发展,增强学生的民族自豪感,激发学生为国家的发展做出自己贡献的担当,将学生培养成德才兼备的人才,达到“教书育人”的目的。

同时,本课程积极尝试组织开展研究性学习活动。以每单元的重点难点为依据,设计和构造与专业基础理论相关的、或与油田开发生产相关的问题组织学生进行讨论。从不同角度加强对基本概念和基本思路的理解,达到让学生对基本概念、基本理论、基本方法的融会贯通。

四、基本理论与工程实践相结合

本课程是一门实用性很强的工程应用基础课程,主要任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体平衡和运动的一般规律及有关的基本概念,基本理论、基本计算方法和基本实验技能,并利用流体的基本理论解决实际工程问题。所以在授课过程中,注重理论与实践相结合,通过引入一些工程案例,帮助学生更好地消化理解理论知识,明白所学理论的重要性和实用性,激发他们的学习兴趣和主观能动性。例如在讲解伯努利方程和连续性方程时,除了皮托管、节流式流量计、喷射泵等经典案例之外,还有结合管道的水力计算,对泵的扬程、功率等流动参数进行设计计算,为泵站的选取提供依据。在讲解流体静力学时,以各种形状的闸门、水塔、油罐等为研究对象,计算它们所受的静水压力,为后面的强度校核打下基础。

课程的最后一个章节是压力管路的水力计算,本章内容是基于前面的流体力学理论知识的一个工程实践应用。教师首先在课堂上给出几个开放式的作业,以问题为导向,学生围绕给定问题,分组讨论,课后调研,共同完成。学生在课堂上将问题的分析结论给大家讲解,教师点评并拓展知识,并引导学生展开讨论。通过这种方式,提高了学生分析问题和解决问题的能力,活跃了课堂氛围,增强了学生的学习积极性,加深了学生对知识的掌握程度。

五、考核方式改革

传统的考核方式是学生在完成本课程的学习后,由教师命题组

表1 课程目标与考核形式的对应关系

课程目标	考核形式及成绩比例(%)			成绩比例(%)
	实验	平时(作业+课堂测验)	期末考试	
课程目标1	5	18	42	65
课程目标2	5	3	9	17
课程目标3		3	9	12
课程目标4		6		6
合计	10	30	60	100

六、结语

根据专业认证的培养要求,以学生为中心作为指导原则,探索教学目标、教学策略和教学媒体及教学评价为基准的《工程流体力学》课程教学设计,形成较为系统的《工程流体力学》课程教学内容。同时运用多元化的现代化教学手段,促进学生的学习积极性和主动性。课程考核主要基于作业、问题研讨、测验和期末考试等多部分进行综合评价。通过总结学生学习成果,面向产出,持续改进,全面提升大学生的创新能力和科研素养。

参考文献:

[1]张丹,赵薇,刘峥,董傲霜.以“工程项目”为任务驱动的教学改革——以流体力学课程为例[J].辽宁工业大学学报(社会科学版),2020,22(02):127-129+136.  
 [2]沙毅,李其朋.机械类流体力学课程教学改革思考与实践[J].

织考试,将卷面考试成绩作为学生的评价依据。这种评价方式的弊端是学生容易形成期末突击学习的态度,学生通过短期内对考试范围内的知识点进行总结学习获得高的分数,造成自我感觉“学得好”的错觉,但过后会遗忘大部分知识。而后面一届的学生也会根据上届师长的学习经验,将这种不好的学习态度继承下去。

经过多年的教学研究与实践,中国石油大学(北京)流体力学教学团队总结出一套新的评价考核标准。考核的主要依据原则是强调以学生为主体,注重学生的学习过程与学习态度,面向工程专业认证需求,以学生学习成果为导向,持续改进。

课程考核内容包括:实验、平时作业、大作业、课堂测验和期末考试等环节,成绩构成为:平时成绩30%+实验10%+期末成绩60%。平时成绩包括课堂作业、大作业、随堂测试、课堂讨论和考勤。课程考核方式采用线上考核与线下考核相结合的方式,课堂上随时根据所讲内容雨课堂发布线上测试题,可以考察学生的掌握程度、出勤情况以及课堂活跃度。学生利用课余时间通过在线平台进行预习和自学,这些都可以通过雨课堂得到反馈,并根据情况计入平时成绩。

实验研究是流体力学的非常重要的手段,对于学生动手实践能力和创新能力的培养起着关键性的作用。因此考核方式的改革将实验成绩计入总成绩,此部分的考核方式,主要是依据学生提交的实验报告结合实验操作水平给出分数,实验成绩占总成绩的10%。

针对流体数值计算部分的考核方式,主要依据提交的大作业给出得分。精选了一些典型的数值计算案例,通过对一些流动问题的仿真计算,掌握软件的使用并正确理解其局限性。作业分组进行,每个小组5~6人,组内同学可以讨论交流,共同促进学习。要求学生除了计算流场外,还需要结合流体力学理论对仿真计算结果进行分析,并通过文献调研,比较验证计算结果的正确性。以上因素都会作为大作业的考核评价依据。通过流体数值计算部分的学习,学生学会了使用现代信息技术工具,实现对复杂机械工程问题的预测和模拟,同时提高了学生的文献检索能力和小组合作能力。

通过线上线下相结合的考核方式,将阶段测验、问题研讨、实验报告、大作业、平时作业、期末考试等纳入考核评价体系,以激励学生更好地进行学习,培养学生的自主学习能力、小组合作能力及理论实践相结合的能力。考核形式及成绩比例如表1所示。

上述教学改革措施应用于2022年春季学期,通过师生的共同努力,达到很好的教学效果。4项课程目标达成情况分别为:88%、83%、91%和90%,学生反馈效果良好。

浙江科技学院学报,2018,30(01):75-79.

[3]贾敏,陈小榆,张涛,刘恩斌,肖东.石油类专业工程流体力学课程教学改革探讨[J].教育现代化,2019,6(26):64-65.

[4]高冰.基于工程认证理念的流体力学与流体机械课程改革初探[J].教育现代化,2018,5(50):32-33.

[5]刘丽丽,范家伟,孙启冀.基于线上线下混合模式的“工程流体力学”课程教学改革[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2021(06):18-19.

[6]李伟锋,刘海峰.“探究型”流体力学课程改革探索[J].化工高等教育,2018,35(05):42-44.

作者简介:李国珍,女,山东省高唐县,汉,1976.10,博士,讲师,研究方向:机械设计,流体力学。