

高等(工程)流体力学课程教学改革

——以沈阳建筑大学为例

邹惠芬¹,王素君²,叶盛³

(1. 沈阳建筑大学市政与环境工程学院, 辽宁 沈阳 110168; 2. 沈阳建筑大学高等教育研究中心, 辽宁 沈阳 110168; 3. 沈阳建筑大学管理学院, 辽宁 沈阳 110168)

摘要:高等流体力学是目前高等院校普遍开设的研究生课程。该课程基础理论抽象,与实践脱节,学生学习起来感觉有一定难度,整体教学效果不好。结合高等流体力学教改项目,在课程结构调整、教学方式及教学资源建设等方面进行了改革和实践,提出了基于“项目化”的研讨式教学方法,并加强实践环节,建立了基于计算流体动力学的教学平台,着重培养学生的科研精神和创新思维能力,全面提高学生的学习兴趣与教学效果。

关键词:高等流体力学;课程结构;教学方法;教学效果

中图分类号:G420 **文献标志码:**A

在气态、液态、固态3种物态中,气、液2相都属于流体,由此可知流体力学涉及范围之广及其在相关自然科学和工程技术领域中的重要性。自18世纪以来,流体力学逐步发展为一门学科,经过200余年来教育事业的不断发展和进步,这门学科也得到了充分发展和不断深化,形成了完整的理论体系。高等流体力学是相对于大学本科“流体力学”或“水力学”课程而言的,在相关问题上进行了更深入的理论分析和论述^[1]。沈阳建筑大学的高等流体力学课程和高等工程流体力学课程是面向市政与环境工程学院的供热、供燃气、通风与空调工程(学术硕士)和建筑与土木工程(专业硕士)的学位课程。该课程基础理论抽象,与实践脱节,学生学习起来感觉有一定难度,整体教学效果不好。为了上好这门课程,让学生在这门课程的学习过

程中掌握和理解更多的课程内容,笔者根据多年的教学经验总结出了“项目化”的研讨式教学方法。

一、《高等(工程)流体力学》课程概述

流体力学是应用面非常广的专业基础课,在航空、航天、机械、动力、化工、能源、环境等专业领域涉及广泛。该课程通过帮助学生建立知识结构和能力结构的对应关系,从而培养学生数学、自然科学和工程知识的应用能力,对工程问题的识别和提炼、定义和表达、分析和实证的能力以及运用技术、技能和现代工程工具从事工程实践的能力。最终,为学生以后学习专业课程,进行与流体力学相关的科学研究以及工程技术工作奠定坚实的基础。

流体力学学科发展到现阶段,已经具备

了符合现代化教育事业的研究手段,并且与其他工程类的学科结合更加密切和深入,符合当前高校推广的“学科交叉”的教学思想,同时也显示了流体力学这门学科的复杂程度。虽然学生每天处处接触流体,但他们普遍缺乏对流体的感性认识。此外,流体力学理论性较强,概念抽象,对数学功底要求高,因而高等(工程)流体力学课程历来是教师难教、学生难学的课程之一^[2]。针对这一实际问题,沈阳建筑大学教师团队在对照国内外先进教学经验的基础上,更加注重培养学生的学习和动手实践的积极性,为学生提供更多分析和讨论实际流体力学问题的平台,鼓励学生多思考、多应用,从而建成了具有一定特色的课程体系。

二、教与学的方法

已有的研究表明:讲授主导式和读书讨论式是现行主流的研究生课堂教学模式。讲授主导式强调学生对人类既定知识的吸收与消化,但却弱化了他们对新事物的敏感性,钝化了他们对知识的探求意识;而读书讨论式能够激发研究生的研究热情,锻炼研究生的研究思维,但该教学模式缺乏计划性,不利于研究生系统掌握本课程的基础理论^[3]。融合两种教学模式的优势并克服它们的不足正是研究生课程改革需要探究的问题。笔者结合教改项目的实施,在课程结构调整、教学方式及教学资源建设等方面进行了改革和实践,提出“项目化”的研讨式教学方法,并加强实践环节,建立了基于计算流体动力学的教学平台,着重培养学生的科研精神和创新思维能力,全面提高学生的学习兴趣与教学效果^[4-5]。

1. 师生双主体的教学过程

教师在开学初期给学生布置主要参考教材,在授课过程中根据不同学生的学习需要提供辅助参考资料,提纲挈领地带领学生共同研讨课程内容,坚持“教师引导,学生主体”的原则^[6],充分发挥学生的主体作用与教师的引导作用,并采取结果性与过程性考

核并重的考核评价方法^[7]。现在许多学生学习目的不明确,不知道学习对人生的重要作用,而将学习看作比生病吃药还痛苦的事情。在这种情况下,上课的过程对于学生来说,就是教师给学生灌药的过程,学生非常痛苦和麻木,教师心理也非常不舒服。教师可以通过转变教学方法来增加学生的学习压力,进而形成动力。例如布置多样化任务,让学生查文献、查公式,在推导过程中学习数学知识及相关的计算流体力学模拟软件;让学生查阅与本专业相关的应用流体力学知识及可以用来解决问题的文献,深入细致地研读和学习那些对自己研究方向参考价值比较大的文献内容,加强对高等流体力学教材中晦涩难懂的公式和理论知识的理解和消化吸收;让学生翻看本科阶段学习过的高等数学和研究生阶段学习的数值分析等数学书籍,更深刻地理解数学这门工具科目不光是用来解决数学问题的,还可以用来解决物理问题、工程问题等学科的相关问题。

学会软件不是目的,学习软件是为了求解科研项目中的问题。学生在学习软件的过程中会遇到各种各样的问题,解决这些问题会涉及大量的高等流体力学知识,学生因需求而学习,学习的动力更强。研究流体流动问题有传统的理论分析方法、实验测试方法和计算流体力学(Computational Fluid Dynamics, CFD)方法。CFD方法能够对包含流体流动和热交换等相关物料现象的系统作出分析,通过在理论分析方法基础上构建控制方程组以及计算机的数值计算和图像显示能形象地再现流动景象。

2. 基于“项目化”的研讨式教学方法

项目教学法是指以项目为线索,以子项目为模块,通过知识与技术、过程与方法相结合的一体化实践项目构建,将理论与实践有机地结合于教学中的教学方法。这种方法打破了长期以来理论与实践相分离的教学模式,能促使学生由被动接受知识转化为主动学习知识,有利于在培养学生创新精神、合作意识以及提升学生科研能力等方面开辟新的

途径,探索有效的教学方法和思路^[8-10]。

学习是可以使学生获得成长并可以用来享受的一种求知行为,是特定环境下的自助与自发性行为,项目教学法的教学模式为这种求知行为赋予了更鲜明的特征——主动、高效、愉快,这种探究式、研究式的教学方式也是实践教学的最高形式。通俗地说,项目教学就是教师和学生共同完成某一具体的工作任务,过程中强调学生的主体地位,淡化教师的主导地位,强化创造、创新思维,淡化僵硬、标准的线性思维。因而项目教学法在课程中的应用势必产生事半功倍的学习效果,其重要性与必要性是不言而喻的^[11]。

沈阳建筑大学教师团队通过“项目化”教学方法的实践,构建了一个针对供热、供燃气、通风及空调工程专业(学硕和专硕)的有利于创新精神、创新能力、实践能力培养的教学体系。在教学中体现了教与学并重的特点,调动了学生听课的积极性。通过灵活运用多种教学方法,一方面,教师能够准确掌握学生的学习情况,便于及时改进教学;另一方面,能改变灌输式传授知识的方式,激发学生的学习兴趣和创新意识。通过项目化教学方法的尝试,克服了以前学生学完课程后不能将所学内容灵活应用于工程实际的问题,大大增强了学生的工程意识,缩短了理论与实践的距离。

三、实践教学

2017年秋季学期,沈阳建筑大学的高等流体力学课程不仅面向全日制研究生,还面向非全日制研究生。研究生由学术硕士和专业硕士组成,针对专业硕士,在教学内容上增加了工程实践部分,结合学生的工程实践经验,可以减少纯理论的授课内容。课程内容的制定要求专业、多样、严谨,允许学生在导师的指导下订制自己的课程内容。

1. 操作方法

在流体力学的实践教学要规避单一的教学方法,教学方式要灵活多变,秉持教学中教与学并重的理念,并准确把握教师的引导

作用,从而充分调动学生的积极性,具体操作方法总结如下:

(1) 文献查阅。要求学生查阅近5年的英文文献,其中,要求查阅文献的关键词有关流体力学数值模拟(涉及计算流体力学的相关内容)的,权重在50%以上;有关本专业(供热、供燃气、通风与空调工程)的,权重为20%~30%;有关自己研究方向的,权重为10%~20%。查文献的成绩占研究生课程总成绩的10%。提高文献查阅的有效性可以帮助研究生在科学研究的路上少走弯路,教师在课下对学生查阅文献情况进行汇总检查,在符合要求的文献中挑选精品作为范例,在课堂上进行细致的讲解,使学生既能读懂文献,又能学到许多前沿性的理论方法和研究方法。

(2) 实验调研。要求学生对本专业实验室中的实验设备和测试仪器作调研,要求报告图文并茂(包括文字排版、设备介绍和功能介绍),该项成绩占研究生课程总成绩的5%;学生通过对实验室和实验设备的调研,知道自己所在实验室能够做哪些实验,并且掌握各种实验仪器的工作原理和适用环境以及能测试的参数范围,在课题研究过程中制定自己的实验方案,夯实研究基础。

(3) 考勤+课堂笔记。该项占研究生课程总成绩的20%。考勤和检查课堂笔记可以约束学生不轻易请假和无故缺课,并认真听讲,仔细记笔记,提高课堂学习效率。

(4) 数值模拟。该项占研究生课程总成绩的15%。流体力学是一门工科专业基础课程,具有理论性强、概念抽象的特征,是学生普遍认为难懂、难学的常规的理论课程之一。计算流体力学软件(Airpak或Fluent)是对抽象复杂的流体力学理论以及实验知识进行验证和演示的工具,它的应用既有利于加深学生对流体力学复杂理论知识的理解,又可以改变流体力学教学过程的单一性。同时,此等数值模拟软件是对当前理论教学的补充、实验教学的拓展,能够充分体现知识与能力、理论和实践的有机结合,有利

于培养学生严谨求实的科学态度。

(5) 流体力学作业。该项占研究生课程总成绩的 15%。知识的传播是通过教师在课堂上的讲授完成的,但知识的内化则通过学生课后的作业、操作以及实践来实现。学生如果课后不进行有效的学习,对知识的掌握程度就会大打折扣。课上学习、课后消化的科学方法能够引导学生消化吸收所学的新知识。

(6) 期末考试。该项占研究生课程总成绩的 35%。为了对高等(工程)流体力学课程所讲授内容进行提炼,对所学知识进行归纳和总结,设立了期末考试,通过闭卷考试使学生的学习能力在备考过程中得到锻炼。

2. 教学效果

笔者根据自己多年的教学经验及与国内外专家研讨,整理出一套教学方法并在 2017 年秋季学期付诸实践。学生反馈效果良好,认为通过学习该门课程收获很大,并给予了一致认可(见表 1、图 1、图 2)。笔者将评分标准划分为 5 个等级:优秀(90~100 分)、良好(80~89 分)、一般(70~79 分)、及格(60~69 分)、很差(0~59 分)。其中,学硕(高等流体力学)的课程评分为 94.7 分,学生参评率为 95.24%;专硕(高等工程流体力学)的评分为 97.94 分,学生的参评率为 100%。

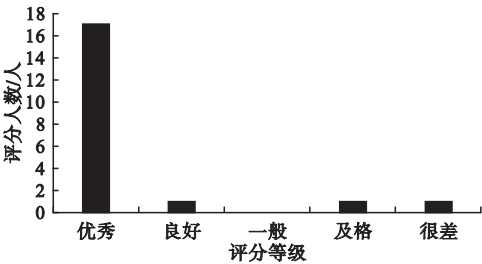


图 1 高等流体力学课程评分(学硕)

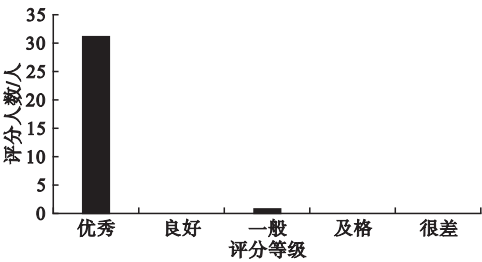


图 2 高等工程流体力学课程评分(专硕)

表 1 高等流体力学课程总体评价

参评学生	评分	评语
学生 1	100	老师对学生要求严格,给学生们指引前进的道路,让我们受益匪浅
学生 2	100	很好的老师
学生 3	100	认真负责
学生 4	100	好
学生 5	100	老师上课认真,讲解有耐心
学生 6	100	教学方式新颖,认真负责,博学多识
学生 7	100	很喜欢老师的课
学生 8	100	课堂创新,思路清晰
学生 9	100	教学严谨,风趣幽默,负责任
学生 10	100	老师很严厉,但学术水平高,对我帮助很大
学生 11	100	老师备课充分,讲解清晰明了,课堂气氛特别好,通过老师的讲解学会很多知识
学生 12	100	上课态度认真,上课方式新颖,师生一起努力学习知识,知识渊博
学生 13	100	老师讲课生动,课堂互动丰富
学生 14	98	好
学生 15	98	讲课内容很充实,对学生学习很有帮助
学生 16	98	讲课内容很充实,对学生学习很有帮助
学生 17	98	课程内容丰富,老师认真负责
学生 18	96	老师讲课认真专业,对学生要求严格,能为我们指引前进方向
学生 19	96	认真负责,讲课认真
学生 20	94	喜欢老师

四、结 语

基于“项目化”的研讨式教学模式对高效利用课堂时间、增强师生互动、提高学习兴趣、扩展问题探索深度、开启创新思维具有积极作用,所以笔者根据实际的教学任务和教学目标来构建自己的教学模式,既能发挥教师在教学过程中的引导、启发以及监控作用,又能保证研究生在充分掌握基础理论系统知识的前提下,充分发挥作为学习过程主体的主动性,调动其学习的积极性,激发其敢于探索的创新热情,提高其实践应用和科研创新的能力。

在今后的教学工作中,面对教学过程中尚未解决的问题,要从学生的自身情况出发,通过不断突破和创新,有针对性地采取措施,而且要持续地积累教学经验,多与学生进行沟通和交流,及时发现潜在的教学问题。同时,还需要加强与国内各高校相关教学人员的交流,相互借鉴有效的教学方式,促使教学工作日臻完善。

参考文献:

[1] 高学平. 高等流体力学[M]. 天津:天津大学出版社,2005.

[2] 郭楚文,王利军. 关于工程流体力学若干问题的探讨[J]. 山东电力高等专科学校学报, 2011,14(1):37-39.

[3] 陈丽萍,陆青松,程璟涛. 优秀研究生课程高等流体力学的建设[J]. 化工高等教育,2013(4):4-6.

[4] 陈怡,赵呈领. 基于翻转课堂模式的教学设计及应用研究[J]. 现代教育技术,2014(2):49-54.

[5] 赵冬梅. “建构-探究”式化学教学模式研究[D]. 武汉:华中师范大学,2006.

[6] 傅四保. 建构主义学习理论指导下的项目教学法初探[J]. 中国大学教学,2011(2):56-58.

[7] 李旭,张为公. 基于科研项目的数字电路创新型实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2015,34(1):168-171.

[8] 王红宁,陈红英,马晓雁,等. 基于项目化教学的专业课程教学方法改革[J]. 教育教学论坛,2012(27):75-76.

[9] 李琦. 浅析项目式教学法的应用[N]. 发展导报,2017-12-15(26).

[10] 余红剑,王沁莹,陈芳. 高校课堂教学改革项目教学法应用研究[J]. 浙江工商职业技术学院学报,2017,16(1):61-67.

[11] 龙宝新. 论“研究性课堂”的架构与创建:兼论人文学科研究生课堂教学的合理结构[J]. 学位与研究生教育,2011(7):31-38.

Teaching Reform of Advanced Fluid Mechanics Based on Scientific Research: Taking Shenyang Jianzhu University as an Example

ZOU Huifen¹, WANG Sujun², YE Sheng³

(1. School of Municipal and Environment Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China; 2. Higher Education Research Institute, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China; 3. School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: Advanced fluid mechanics is a postgraduate course commonly offered in colleges and universities. The basic theory of curriculum is abstract and it is disjointed from practice. Students feel somewhat difficult to learn, and the whole teaching effect is not good. With the implementation of the teaching reform project, in terms of curriculum structure adjustment, teaching methods and teaching resources construction, reform and practice are carried out in the paper. The curriculum structure about “the two segment system of double subject between teachers and students” and “Discussion teaching method” based on subject are put forward. Meanwhile, the practice link is strengthened and a teaching platform based on computational fluid dynamics is established. It focuses on cultivating students’ scientific research spirit and innovative thinking ability, and comprehensively improving students’ interest in learning and teaching effect.

Key words: advanced fluid mechanics; curriculum structure; teaching method; teaching effectiveness