

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2022.02.022

新工科背景下水力学课程赋能教学探讨 ——以蚌埠学院为例

杨 兰,戚晓明,潘争伟,张 慧,汪艳芳,姜 丽

(蚌埠学院土木与水利工程学院,安徽 蚌埠 233030)

摘 要:赋能教学即通过多种教学手段,使学生在课程学习过程中积极主动地不断赋予自己新的能力,满足不断变化的行业需求与职业要求。以新工科为背景,针对水力学课程特点及教学现状,结合多年教学实践,通过丰富课程教学方法、优化实验及实践教学、深入发掘课程思政元素、鼓励学生参加学科竞赛等实施水力学课程赋能教学的尝试与实践,探索水力学课程教学新模式。

关键词:新工科;水力学;赋能教学;教学模式

中图分类号:TV13-4;G642.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2022)02-0114-05

Empowerment Teaching Discussion on Hydraulics Course in the Context of New Engineering: Taking Courses in Bengbu University as an Example

YANG Lan, QI Xiaoming, PAN Zhengwei, ZHANG Hui, WANG Yanfang, JIANG Li
(College of Civil and Hydraulic Engineering, Bengbu University, Bengbu, Anhui 233030, China)

Abstract: Empowerment teaching means a variety of teaching methods are used to empower students with new abilities actively and continuously in the course learning process to meet the changing demands of the industry and career requirements. The paper was an attempt and practice to implement the teaching of hydraulics according to the characteristics and teaching status quo of hydraulics course. It puts years of teaching practice in the context of new engineering. The methods of empowering teaching attempt and practice through enriching teaching methods, optimizing experimental and practical teaching, exploring ideological and political elements, encouraging students to participate in discipline competitions and other aspects were used to implement empowerment teaching and explore a new teaching mode for hydraulic course.

Keywords: new engineering; hydraulics; empowerment teaching; teaching model

0 引言

2017年,国家大力提倡并推动突出以“五新”,即新理念、新结构、新模式、新质量和新体系为特点的“新工科”教育教学改革,旨在全面落实立德树人根本任务,以一流人才培养、一流本科教育和一流专业建设为目标^[1-2],培养新型工程科技人才以适应新时期发展的需求。在“复旦共识”^[3]、“天大行动”^[4]、“北京指南”^[5]等会议的基础上,提出了新工科建设指导意见,教育部、工业和信息化部、中国工

程院联合出台了《关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见》(教高[2018]3号),进一步推动新工科建设,探索形成具有中国特色的工程教育体系,促进我国从工程教育大国走向工程教育强国。“赋能”是管理学领域中盛行的一种理论,课程赋能教学即在课程教学过程中,实施赋能教育机制建设的尝试与实践,让学生能够根据不断变化的行业需求与职业要求,在课程学习的过程中积极主动地不断赋予自己新的能力^[6]。

党的十九大报告将水利放在基础设施建设的

收稿日期:2021-11-29

基金项目:蚌埠学院新工科试点专业项目(2020XGKSD3);安徽省省级教学研究项目(2020jyxm1155);蚌埠学院校级线下课程(2020xxkc3,2020xxkc1);蚌埠学院校级教学研究项目(2020jyxm6)。

作者简介:杨兰(1988—),女,甘肃白银人,讲师,硕士,研究方向:水力学及河流动力学。

首位,可见国家和党中央高度重视水利工作^[7]。中国特色社会主义进入了新时代,水利事业发展也进入了新时代^[8],这对未来的水利人才提出了新要求,为实现这些新要求就要实施新时代水利创新人才培养。新工科的建设正是推进水利水电工程专业特色办学、高水平办学的契机。水力学是水利类专业重要的专业基础课程,其基本理论在水利水电工程、工民建筑、石油化工、冶金、交通运输等领域应用广泛,工程中和流体运动相关问题的解决大都需要具备水力学的理论知识。随着社会经济水平的不断发展,出现了更复杂的水力学问题,水力学课程内容要随水力学技术的快速发展而不断更新,涉及范围广,理论性和实践性强。国内有很多高校的学者们围绕水力学课程的教学方法进行了一些教学改革研究,金建华等^[9]以水力学课程为例,在教学过程中深入挖掘水力学课程中蕴涵的思政元素,对课程思政教学进行了探索;王玉才^[10]针对水力学课程传统的教学模式,对讲授法和讨论法进行了讨论分析,结合水力学课程的自身特点和在高等院校课程体系中的地位,提出了多元化的教学模式;杨扬等^[11]围绕土木工程专业水力学课程,制定改革实施计划,采用学生授课、项目案例式教学、翻转课堂、换班交流等教学方式方法开展教学方式方法改革与研究。已有的水力学课程教学改革研究对提高学生的学习积极主动性有一定的作用,水力学课程的学习,不仅要求学生掌握水力学相关的基本理论和应用技能,更重要的是培养他们独立思考问题和解决实际工程问题的能力。新工科致力于培养适应新时代需要的高素质应用型人才,不仅要具备高等教育工程人才的基本素质,还要具备复合型、掌握新工具、主动学习、社会责任感强等新特征。在新工科背景下,水力学课程作为水利类专业最重要的专业基础课程之一,其教学改革应面向水利现代化,顺应水利行业发展需求,还要结合本省、本区域和蚌埠学院的资源优势进行规划并应有所侧重。在综合分析课程背景和现状的基础上,探讨在新工科背景下,课程赋能教学方法的设计和建立,对激发学生学习的积极主动性,提升学生的工程实践能力具有重要的现实意义。

1 水力学课程现状及存在问题

1.1 课程综合性强,学习难度大

蚌埠学院水利水电工程专业的水力学课程共计72学时,其中60学时的理论教学包括水静力学、水动力学等10章内容。水力学研究液体处于平衡

或相对平衡状态时的规律及其应用,与高等数学微积分及理论力学联系紧密,研究对象由静态到动态,由受力到能量、动量,包含大量的新概念及理论公式,公式中又出现大量的经验公式和经验系数,内容较为抽象。因此,如何帮助学生在这些繁杂的知识中构建自己的知识体系,激发学习兴趣,总结规律并用以指导工程实践,给课程的教与学都带来了较大的挑战性。

1.2 教学方法单一,与工程实际相脱离

在以往的课程教学中,课程的理论知识一般采用多媒体PPT讲解为主,在PPT制作时虽有部分动画演示,能增加学生对一些水流特征的理解,但讲授仍偏于理论,与工程实践相脱离。蚌埠学院水利水电工程专业水力学课程开设在第4学期,学生在课程学习之前接触到的专业知识较少,工程认知缺乏。在进行部分水工建筑物的水力设计计算时,甚至都不知其用途和名称,更加难以体会如何利用所学理论知识解决实际工程问题,从而学习迷茫,积极主动性降低。

1.3 实验项目固定,缺乏创新

课程包含12学时的实验教学,实验项目包括静水压强、毕托管流速系数测定、文丘里管流量系数测定、局部水头损失系数测定、沿程水头损失系数测定、孔口管嘴出流6个实验项目,均为验证性实验。学校有课程配套的水力学实验室,在实验过程中,学生只需根据实验步骤,对课堂中已经得到的规律或结果加以验证即可。因此,学生的创造性和主观能动性没有得到较好的发挥,一些有意义的想法无从验证,不足以满足“新工科”实践教学的要求。

1.4 课程思政元素欠缺

“课程思政”教学通过将思想政治和社会主义核心价值观融于课程的全教学活动中,落实“立德树人”的根本任务,增强课程的吸引力,提高教学质量。在本课程的教学过程中,注重讲解专业知识,从国际、行业文化及历史等方面对课程的多维演绎较少^[12],应付式、被动式地开展“课程思政”现象较为普遍,对充分发挥课程的思政价值有待进一步探索。

2 课程赋能教学改革

2.1 多元化教学方法,丰富教学手段

针对蚌埠学院水力学课程理论教学存在的问题,充分借鉴先进的教学理念,在教学中贯穿启发式、任务驱动式、案例式等多种教学方法,采用线上线下相结合等教学手段,提高学生的学习积极性。

例如在讲解课程第 8 章水流衔接与消能部分的内容时,在课前学生可先通过 MOOC 视频等初步认识常见的 3 种消能方式,了解为什么要在泄水建筑物下游进行消能,其消能机理是什么。要求学生自行查阅资料,对我国水利工程中分别采用底流消能、挑流消能和面流消能的工程进行了解,思考为什么选取此种消能方式,其优缺点有哪些。在课堂上,老师强调概念及消能工设计中要注意的问题,根据学生的查阅结果,和学生共同总结不同消能方式的优缺点,分别选取我国采用底流消能、挑流消能和面流消能,具有代表性的大型水利工程,如向家坝、新安江、富春江水利工程为例。针对工程所处的地形地质、水位、坝高等实际情况分析消能方式的选取,介绍消能工的规模,并展示工程图片、图纸,帮助学生在理解理论知识的同时加深学生的记忆。课后,可通过布置相关的设计性任务,学生自主完成某工程的消能工设计。对于这个任务,学生可参考已建工程,自行采用一种或者多种消能方式,在完成的过程中,培养学生独立思考的能力,激发学习兴趣。

2.2 调整实践教学,优化实验教学

新工科以应对变化、塑造未来为建设理念,专业实践不能只依靠理论教学。水力学实践教学要努力克服长期以来固定的专业实践教学模式,要主动面向行业、面向世界、面向未来,通过实践“赋能”使学生成为未来应用型和技术技能型人才。

1) 创建水力学实验教学多媒体库。

水力学课程中有很多比较抽象的概念,如水流的流态特征中急流、缓流、临界流等,靠单纯的理论讲解,学生理解不够清楚,如有相关的视频演示,学生观看视频可加深对概念的理解。由于实验设备有限,一些经典的水力学实验如尼古拉兹实验、达西实验等不具备条件做,可以在网上下载相关的实验录像,课堂上理论讲解之后播放录像,使学生更好地理解。建成水力学实验教学录像库,学生在任何时间、任何地点有需要都可以去查阅相关实验录像,为学生提供更好的学习条件。

2) 结合仿真的综合性水力学实验。

现今,以计算机为工具的数值计算方法迅速发展,流体力学仿真软件的使用越来越广泛。很多仿真软件模块丰富,界面友好,学生容易上手。在水力学课程实验教学中,针对课程知识点内容,结合流体力学仿真软件,制定相关的仿真性实验。例如在进行实际液体恒定总流能量方程推导时,用断面平均流速代替实际流速,涉及到动能修正系数 α 的

取值。教材中提到 α 的大小取决于过水断面上流速分布情况,水流流速分布越均匀, α 的值越接近于 1,反之流速越不均匀,取值越大于 1。这时,有学生就会思考 α 的取值有没有可能小于 1,什么情况下会小于 1? 由于实验室缺乏实验条件,也无从验证其在何种情况下会出现小于 1 的情况。通过老师的讲解,学生会有所了解,但还是不够直观。此时,采用计算流体力学软件,对丁坝扰流流场或圆柱绕流流场等简单情况进行数值模拟计算,可非常直观地看到整个流场中流线、流速、压强等的分布情况,如图 1 所示为丁坝附近流线分布,图 2 所示为流动方向的流速分布。据此,学生可进一步计算坝前水流流速均匀处、坝后漩涡断面的 α 值,从而对理论知识加以验证。

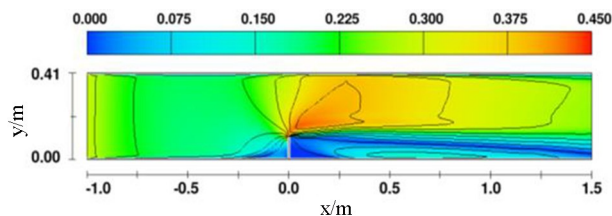


图 1 丁坝周围流线分布

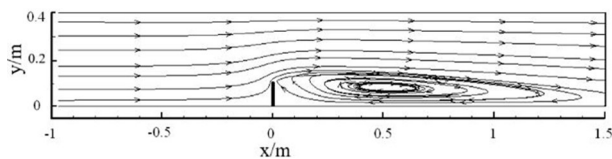


图 2 丁坝周围流向速度分布

根据课程内容,制定相应的仿真性实验任务,如不同边界时局部水头损失系数的测定实验、动能修正系数与动量修正系数的验证实验、糙率对过流能力的影响、薄壁堰水流特征仿真研究等。学生在学习的过程中,对自己感兴趣的某个知识点进行模拟计算及验证,通过对结果的分析处理,进一步优化模型,将计算结果与工程实际应用相结合,提高学生的工程实践技能与科研素养。

3) 增加工程实践教学。

随着经济的不断发展,对具有工程职业素养、创造性思维和社会能力的人才需求越来越大,工程实践教学对学生的专业技能提升及工程素养有重要的意义。蚌埠学院水利水电工程专业的水力学课程在理论教学和实验教学之外,没有安排单独的实践教学环节。任课教师尽可能多地从水利相关设计院、事业单位、网络等渠道为学生收集典型的实际工程水力计算书、设计报告等,用于水力学的理论教学参考或供学生课后实践。实践环节和具

体的工程项目案例紧密结合,在教师的引导下,学生通过自行思考、查阅资料、小组讨论等方式解决实际工程问题,将理论知识融入工程实践,增强学生的学习兴趣 and 自信。

2.3 深入发掘课程思政元素,优化课程内容

根据水利水电工程专业人才培养方案和水力

学课程教学大纲的要求,梳理本课程代表性知识点及其所蕴含的课程思政元素,按照深入浅出、循序渐进的方法^[13],整合形成融入课程思政的教学模块及单元,具体思政教学内容举例如表1所示。通过发掘课程内容中的思政元素,优化课程内容,激发学生的学习动力。

表1 水力学课程思政融入点

序号	单元	教学内容	思政元素融入点举例
1	绪论	水力学的任务与研究对象 水力学发展简史 水力学的研究方法	从都江堰、灵渠、郑国渠等中国古代的水利工程到三峡、白鹤滩等现代大型的水利工程,举例说明水力学在水利工程中的应用及发展,培养学生的民族自豪感和文化自信。
2	水静力学	作用于平面上的静水总压力 作用于曲面上的静水总压力	静水压力对水工建筑物的安全及稳定影响重大,通过三峡船闸实例让学生感受水利工程的伟大及其重要性;通过钱学森水力学试卷强调严谨的工作作风及认真的工作态度。
3	液体运动的 流束理论	恒定总流的连续性方程 恒定总流的能量方程 恒定总流的动量方程	在讲解能量方程时,让学生判断“水一定是从高的地方流向低的地方”是否正确,进一步引申中国俗语“人往高处走,水往低处流”的说法,引导学生自立自强,有力争上游的勇气和信心。
4	流动阻力与 水头损失	液体运动的两种形态 计算沿程水头损失的经验公式	以湍流理论的奠基人周培源为例,讲解其放弃美国优厚待遇坚决回国,战胜重重困难最终提出求解湍流的方法,启发学生的爱国主义情怀及刻苦钻研、不放弃的精神。通过学习雷诺试验、谢才公式、曼宁公式等科学家的研究成果,让学生铭记并对此有敬畏感,继而将正确的科学精神发扬光大。
5	有压管道 流动	简单管道水力计算 复杂管道恒定流的水力计算	通过南水北调中线“邙山隧洞”穿黄工程的示例,说明倒虹吸管等在工程中的实际应用,让学生感受水利工程对经济社会发展的重要性,树立职业理想。
6	明渠流动	明渠水流的基本概念 明渠恒定均匀流 明渠恒定非均匀渐变流	本章计算时采用迭代法、试算法较多,学生迭代时可能由于初值选取不正确而影响计算结果,让学生选好正确的方法,朝自己的目标不断努力和修正,最终一定能得到正确的结果,引导学生不怕困难、不放弃的精神。
7	堰流及闸孔 出流	堰流的类型及计算公式 薄壁堰的水力计算 实用堰的水力计算	堰流公式在工程中应用广泛,以蚌埠闸为例讲解其应用方法,讲述王家坝精神,引导学生顾全大局、自强不息的精神。
8	水流衔接与 消能	底流消能 挑流效能的水力计算 面流及消能戽消能简介	以白鹤滩等典型工程的消能方式,进一步引申各种新型的消能工形式,讲解我国水利工作者如何开展先进技术的研究,每一个伟大的工程背后是一代代水利工作者的辛勤付出,引导学生爱国主义情怀,探索、钻研的精神。

2.4 鼓励学生参加学科竞赛、科研项目

学科竞赛为学有余力的同学提供了很好的学习、交流平台。鼓励学生积极参加本专业相关竞赛,如水科学数值模拟创新大赛、全国大学生先进成图技术与产品信息建模创新大赛(水利类)、水利创新设计大赛等,通过学科竞赛,培养学生的设计能力、动手实践能力和团队协作意识,提高学习兴趣。

鼓励学生积极申报大学生创新创业项目,在专业教师的指导下完成课题的申报。在申报阶段,学生自主选题,通过查阅相关资料及研究进展,确定研究思路及方案,撰写项目申请书。在项目实施阶段,学生团队按照研究方案展开课题的研究,鼓励学生积极参加学术交流,撰写论文或者申请相关专

利,完成项目结项要求及结项报告。同时,教师在自己的科研活动中邀请学生加入,综合提高学生的科研技能和科研素养。

3 成效分析

以蚌埠学院2019级水利水电工程专业为例,在进行水力学课程教学过程中,采取各种“赋能”教学试运行,以检验教学效果。蚌埠学院2019级水利水电工程专业共计53名同学,2021年获批立项大学生创新创业项目6项,近一半学生参与大创项目,参与率高,积极性强。班级有6位同学参与省级、校级自然科学课题,申请软件著作权5项,获得国家级、省级和校级学科竞赛奖若干项。水力学课程期末

考核优秀率为 13.21%, 平均成绩 77.02 分, 与 2018 级相比, 优秀率提高 11.41%, 平均成绩提高 5.2 分, 成效显著。结果表明, 与传统的教学模式相比, “赋能”教学从根本上激发了学生学习的积极性和主动性, 学生实践应用能力、参与项目的积极性和专业知识的应用能力均有进一步的提高。

4 结语

“十四五”时期是安徽省全面加快水利改革发展的重大战略机遇期, 引江济淮工程等重大水利工

程的建设、水旱灾害风险、乡村水利基础设施建设、水资源保护水生态修复、河湖管理保护等重要而艰巨的任务需要大量的工程技术人才。结合蚌埠学院“地方性、应用型”的办学定位和有效服务地方建设的需要, 根据新工科建设发展方向, 结合水力学课程的具体特点, 实施赋能教育机制建设的尝试与实践, 让学生能够根据不断变化的行业需求与职业要求, 在课程学习的过程中积极主动地不断赋予自己新的能力, 有效弥补传统教学方法的不足, 切实提高工程应用能力及科研素养。

参考文献:

- [1] 李华, 胡娜, 游振声. 新工科: 形态、内涵与方向[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 16-19.
- [2] 陆国栋, 李拓宇. 新工科建设与发展的路径思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 20-26.
- [3] 教育部高教局. “新工科”建设复旦共识[EB/OL]. (2017-02-18) [2021-11-29]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201702/t20170223_297122.html.
- [4] 教育部高教局. “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[EB/OL]. (2017-04-08) [2021-11-29]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201704/t20170412_302427.html.
- [5] 新华网. 新工科建设指南(“北京指南”)[EB/OL]. (2017-06-13) [2021-11-29]. http://education.news.cn/2017-06/13/c_129631611.htm.
- [6] 曹福亮, 刘英, 王伊宁, 等. 面向新工科的工程专业实践赋能教育路径[J]. 昆明理工大学学报(社会科学版), 2021, 21(3): 85-91.
- [7] 陈方红. 亲水利、新工科、高水平: 新时代水利行业特色大学发展关键词[J]. 南昌工程学院学报, 2019(2): 83-87.
- [8] 张慧, 戚晓明, 杨兰, 等. 新工科背景下基于 EIP-CDIO 的应用型高校专业建设研究——以水利水电工程专业为例[J]. 宿州教育学院学报, 2021, 2(42): 43-47.
- [9] 金建华, 周青云, 韩娜娜, 等. 思政教育融入“水力学”课程教学的实践与探索[J]. 天津农学院学报, 2021, 28(3): 93-96.
- [10] 王玉才. 多元化教学模式在水力学课程中的应用[J]. 湖南科技学院学报, 2019, 40(6): 92-93.
- [11] 杨扬, 刘海革, 丁剑霆. 基于能力培养的水力学课程教学方式方法改革与实践[J]. 黑龙江工程学院学报, 2017, 31(3): 68-71.
- [12] 董啸天, 朱文谨. 以新工科建设为目标的水力学课程思政改革探讨[J]. 科教文汇, 2021(11): 84-85.
- [13] 杨丽, 李大胜, 赵静. “新工科”背景下机械制造类课程思想政治建设[J]. 佳木斯大学社会科学学报, 2020, 38(3): 210-212.