

新工科背景下应用型本科《水力学》实践教学 改革研究

韩淑新*, 付 敦#, 刘文沛, 何 胜

宿州学院资源与土木工程学院, 安徽 宿州

收稿日期: 2025年2月5日; 录用日期: 2025年3月7日; 发布日期: 2025年3月14日

摘 要

新工科背景下, 结合地方应用型本科高校办学定位和专业课程特色, 经过探索和研究, 提出了水力学实践改革措施, 包括优化管道类实验课时, 建立“前-中-后”三阶段实验教学方法, 增加数值模拟实践教学内容扩充线上实验资源, 同时将思政内容融入实践环节, 并建立“前-中-后”综合实践考核方式。改革后的实践课程体系及考核体系将学生作为实践课程的主体, 教师作为指导者, 可有效提高学生的参与度, 以适应地方应用型本科高校的人才培养目标, 为社会及水利行业培养具有创新意识、创新能力和具备实操性的专业人才。

关键词

新工科, 水力学, 实验课程, 实践教学

Research on the Reform of Practical Teaching of Applied Undergraduate Course “Hydraulics” under the Background of New Engineering

Shuxin Han*, Dun Fu#, Wenpei Liu, Sheng He

School of Resources and Civil Engineering, Suzhou University, Suzhou Anhui

Received: Feb. 5th, 2025; accepted: Mar. 7th, 2025; published: Mar. 14th, 2025

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 韩淑新, 付敦, 刘文沛, 何胜. 新工科背景下应用型本科《水力学》实践教学改革研究[J]. 教育进展, 2025, 15(3): 448-453. DOI: 10.12677/ae.2025.153422

Abstract

Under the background of new engineering disciplines, combined with the educational positioning and professional course characteristics of local application-oriented undergraduate universities, after exploration and research, measures for hydraulic practice reform have been proposed, including optimizing pipeline experimental class hours, establishing a three-stage experimental teaching method of “front middle back”, adding numerical simulation practical teaching content to expand online experimental resources, integrating ideological and political content into practical activities, and establishing a comprehensive practical assessment method of “front middle back”. The reformed practical course system and assessment system make students the main body of practical courses and teachers the guides, which can effectively improve students’ participation and adapt to the talent cultivation goals of local applied undergraduate universities. It aims to cultivate professional talents with innovative consciousness, innovation ability, and practicality for society and the water conservancy industry.

Keywords

New Engineering Disciplines, Hydraulics, Experimental Courses, Practice Teaching

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

“新工科”是我国为适应新时代技术变革和挑战、推动高等教育改革创新的重要战略选择，新工科要求培养出的人才要能适应未来新兴产业的发展，要有强的实践力、创新力和竞争力[1][2]。与此同时，地方本科高校培养“应用型”人才是我国人才培养战略调整的另一重要举措，是教育在经济社会发展中转变方式调结构的必然选择[3][4]。应用型本科要求所培养的应用型人才主要是知识应用型和专业技术应用型人才，强调以应用型人才培养为目标的课程设置，加大实践教学，突出教学内容的应用性。实践教学是培养学生实践能力和创新能力的重要手段，也是提高学生社会职业素养和就业竞争力的重要途径[5][6]。新工科背景下，不仅要求学生牢固掌握所需专业知识，还需要具备利用所学知识解决简单工程实际问题的实践能力。可见，如何提高学生实践能力，使其更好地适应社会生产的需要是“新工科”背景下应用型本科高校面临的新挑战[7]。

《水力学》是水文与水资源工程专业的一门重要的专业基础课，主要研究液体平衡状态和机械运动规律及其在工程中的应用，其典型的特征为“理论性强、公式繁多”。对于水力学的实践教学研究，已有多位同行进行了探索。韩延成等人[8]提出了基于课堂、实验、科研项目、真实工程实践为主要内容的多元化实践教学方法，让学生们在最短的时间内理解和掌握水力学知识，激发学习兴趣。吴凌壹等人[9]以身边海绵城市建设项目为背景，将水力学实践教学和实际项目紧密结合在一起，设计和实施了综合性、创新性实验教学项目，培养了学生的工程实践能力和创新思想。孙俊伟等人[10]从优化师资队伍、创新实验仪器、丰富教学模式、完善考核方式等方面进行水力学实验教学改革与实践，有利于提高学生获取知识的能力、应用知识的能力和创新能力。亦有多位同行针对水力学不同实验方法、实验考核及实验教学改革等进行了探讨，为提高水力学实验教学提供了丰富的参考。

在我校课程结构设置上包括 12 学时的实验环节,传统教学注重理论的推导计算,而实践环节以验证性实验为主,未能充分发挥实践在课程中的作用,根据我校应用型本科的办学定位,如何提高水力学实践教学值得思考。

2. 实践教学存在的问题

应用型本科高校“水力学”的教学应着重培养学生解决实际工程问题的能力。分析以往教学工作经验,虽然在教学方法上设置了课内实验环节,但对于我校应用型人才培养目标而言,实践内容和实践形式上仍显不足,已不能满足工科人才的培养要求[8],目前传统实践教学模式主要存在以下问题:

(1) 实践教学内容不够完善

因实验室条件限制,水力学课内实践以演示型和验证型实验为主,此类实验的优点是设备造价较为低廉,占地面积较小。主要实验内容包括静压传递实验、雷诺实验、伯努利方程实验、文丘里实验及水头损失实验,均为管道类实验项目,实验内容无层次递进,实验过程难度较低,难以扩充升级为综合型实验和应用型实验[11]。实验内容偏向于对理论知识的重复,而缺少理论知识的应用,导致学生实验兴趣不高。

(2) 实践教学方式相对落后

传统的实验课程中以教师讲授和演示为主,学生操作仅为调节阀门开度、观察现象和记录数据,缺少思考的过程。学生按部就班完成固定的实验操作,无法发现问题,这种“被动式”培养方式不需要学生探索、研究,长此以往,学生会对实验课程丧失积极性和主动性。另外,单一线下实验课程严重依赖实验设备,一旦遇到不可抗力(如新冠疫情),实验课程被迫终止,无法做到与理论课程的衔接[12]。

(3) 实践考核方式较为单一

传统对实验课程成绩的评定主要包括实验报告和出勤,实验报告为统一固定模式,小组实验存在抄袭报告的情况,实验数据的处理和实验报告的提交流于形式。这种单一的评价模式不能衡量学生的真实掌握情况,考核深度不够导致学生对实验课程的忽视,不利于学生在实验过程中培养其创新能力及工程应用能力,也会影响教师对实验教学效果的客观评价[13]。

3. 实践教学改革措施

3.1. 丰富实践教学内容及方式

(1) 优化管道类实验课时,建立“前-中-后”三阶段实验教学方法

计划将原本管道类实验 12 课时压缩为 8 课时,划分为演示型实验(2 课时)、验证型实验(2 课时)及设计测定型实验(4 课时)三级,难度逐渐增加。首先,演示型实验包括流动演示及流谱演示,目的是加深学生对水流现象和流动特性的理解。其次,验证型实验包括伯努利方程及雷诺实验,目的是通过实验现象和实验结论使学生对理论公式有更深入的理解。最后,设计测定型实验应包含至少 4 种课题,学生可以根据自己实际兴趣选择其中两种完成,包括利用静压原理测定未知液体密度、文丘里管测量河道流量、毕托管测量管道流速及测定水头损失系数等实验,此类实验中学生可以接触到一些特定仪器,在使用过程中可以掌握仪器的构造、原理及具体使用方法,甚至可以通过小组进行实验方案设计,增强学生在实验过程中的参与感。

采用“前-中-后”三阶段实验教学方法。对于演示型和验证型实验,在开展实验课程之前借助网络平台开展实验的动画模拟,帮助学生完成预习,同时,重视实验过程,根据实验目的和学生的特点设置不同难度的问题,引导学生根据实验操作和小组讨论来寻找答案。例如,雷诺实验中,分层次设置问题“水流是否存在两种流态,两种流态的流动特点是什么,判别层流和紊流的标准是什么,雷诺数都与

哪些因素有关？”逐步引导学生操作实验仪器，并通过实验进行思考，逐一寻找答案，提高学生实验过程的参与度。实验课结束后，要求学生按时按质完成实验报告。

对于设计测定型实验，应重视实验前的准备工作。在实验前以学生为主，学生可以利用丰富的网络资源和图书馆资源进行实验初步设计，并经小组讨论形成初步实验方案。实验中由老师配合学生完成实验方案的优化、实验数据的测定及实验方案的验证，遇到问题时师生合作找到解决问题的方法。例如，静压原理测定未知液体密度实验中，由教师提供提前配置好的已知密度的液体提供给学生，引导学生利用小组的方案测定密度，出现误差时，师生共同探讨误差原因及实验方案改进措施。实验后由学生完成实验数据的处理，并在老师的指导下完成实验的总结，同时将设计的实验方案形成可执行的具体文本，作为下届学生的参考，可起到“传帮带”的教学效果[14]。

(2) 增加数值模拟实践教学内容，扩充线上实验平台

单纯的管道类实验达不到“应用型”人才培养的目标，在压缩管道类实验课时的基础上，结合实际工程案例，将实际工程中常用的数值模拟内容引入实践教学中。考虑学生的学习基础和软件的可操作性，选择将 HEC-RAS 软件[15]应用于水力学实践课程中较为适宜。

增加“HEC-RAS 软件完成某明渠非恒定流水面曲线计算”实践课程(4 课时)，课前指导学生完成软件的安装，学生通过微课学习软件的基本操作。课上，给定不同小组不同的实际工程案例，学生利用软件可生成河道横断面形态图、流量及水位过程线、复式河道三维断面图等图表，学生在软件操作过程中，可以更好地理解水面曲线推求的原理和明渠的水力要素。同时，实际工程案例能让学生更加感兴趣，更能调动学生实践的积极性。根据软件中不同参数的设定，可以设置不同的实践项目，每位同学都可参与其中，都可以得到不同的图表，避免了线下实验课程的单一和抄袭。有条件时也可以引入其他虚拟仿真实验平台，丰富线上实践资源。

3.2. 实践环节融入课程思政

“新工科”的特点决定了专业课程在工科院校思想政治教育中的重要地位，在“新工科”背景下，将课程思政融入水力学实践课程中，实现理论知识的传授与思政育人的交叉和碰撞。例如，在伯努利方程实验、雷诺实验、文丘里实验中，通过对丹尼尔·伯努利、雷诺、文丘里人物原型介绍，让学生了解其在水力学中作出的突出贡献，激发学生通过对实验科学的热爱。在静力学实验中，观察“静压奇观”现象时，引入电影“银河补习班”中主人公利用等压面原理，轻松解决工程实际问题的案例，培养学生的实验观察能力，提高学生对专业的认可和热爱。在局部水头损失实验中，引入都江堰利用弯道环流分流分沙的实际工程案例[16]，让学生们感知我国古代劳动人民的智慧，提高学生水利大国和水利强国的自豪感。

此外，“前-中-后”三阶段实验教学过程中，学生通过团队协作、方案设计、沟通学习，能够潜移默化地引导学生自主学习，改变以往枯燥的实践模式。通过实践前的准备工作、实践中教师的引导和实践后的总结，学生可以将理论知识与实际工程相结合，提高学生学习积极性的同时，引导学生“学以致用”，并树立正确的人生观、价值观和就业观。在培养民族自豪感和专业情怀的基础上，培养学生成为能“应用”的复合型人才。

3.3. 建立“前-中-后”综合实践考核方式

配合“前-中-后”三阶段实验教学方法，将传统完全依据考勤和实验报告评分制改为“前-中-后”综合实践考核方式，将学生学习效果评价与实践教学过程相融合，将实践前的准备情况、实践中的表现、课后的延伸进行综合考虑，制定多元化的考核方式。

在实践课程之前，学生各组间通过讨论，互相评价知识预习和方案设计情况，给学生一定的评价权利，能够引起学生对实践的重视。

在实践过程中，考核包括教师对学生的考核以及学生互评。教师以学生实验设备、软件的操作情况为评价基础，同时通过提问的方式侧面考察学生的出勤情况。突出学生为主体，将学生实践过程中遇到的问题及问题解决情况列为考核内容，能够在实验过程中提出问题，本身就反映了学生正在进行思考，能及时提出问题的解决方案更能体现学生的能动性。

在实践课程结束后，主要是教师评价阶段，可以从两方面入手，一方面是学生提交的实验报告，根据数据分析处理情况及实验报告的整体完成情况进行评价；另一方面是学生后期能够依托实践内容进行的延伸，包括但不限于参与大学生创新创业项目、互联网+项目、撰写相关论文等。对于实践内容的延伸评价能更好地体现“应用型”人才的培养目标，但由于学生将所学应用于实践中相对于课程结束而言有一定滞后性，因此其占比不宜过高。综合考虑“前-中-后”考核特点，具体考核内容及赋分可参照表1。

Table 1. Content and method system of practical assessment
表 1. 实践考核内容及方法体系

阶段	考核内容	考核方法	占比赋分
实践前	知识准备、实践方案设计情况	学生小组讨论，互评	20
	实验设备、软件操作情况	教师评分	20
实践中	实践过程中遇到的问题及解决情况	学生小组讨论，互评	30
实践后	实践报告、数据计算处理情况	教师评分	20
	依托实践项目，参与大学生创新创业项目、互联网+项目等	教师评分	10

4. 结语

“新工科”背景下培养应用型人才是地方本科高校的主要使命之一，而实践教学是培养应用型人才的重要环节之一。对于理论性较强的《水力学》课程而言，高效的课内实践教学，可以将抽象的理论知识更为形象化。探索在优化传统管道类实验的基础上，优化实践内容，将数值模拟实践课程引入，配合实际工程案例，使学生更加明确所学知识在工程中的具体应用，符合应用型人才的培养目标。改革实践考核方式，建立“前-中-后”综合实践考核方式，突出学生的主体地位，将学生培养为具有扎实的理论基础，同时具有实际应用能力的创新型人才。

基金项目

宿州学院质量工程项目(szxy2024jyxm29, szxy2024jyxm15, szxy2023ksjy09)；宿州学院博士科研启动项目(2019jb14)；宿州学院第五批优秀学术技术骨干项目(2024XJGG12)。

参考文献

[1] 郑庆华. 新工科建设内涵解析及实践探索[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 25-30.
[2] 吴爱华, 杨秋波, 郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019(1): 1-7, 61.
[3] 黄树坤, 林旭聪, 徐艺文. 新工科背景下应用型本科高校校企协同人才培养与实践研究——以福州大学至诚学院为例[J]. 化工高等教育, 2023, 40(6): 45-50.

-
- [4] 王鑫, 李玉, 于景伟. 地方应用型本科高校教学内部治理数字化转型思考[J]. 教育探索, 2022(12): 37-40.
 - [5] 张景华, 吴国新, 刘一飞, 等. 构建实践教学体系促进创新人才培养[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(2): 25-27.
 - [6] 谢火木, 刘李春, 钟杰, 等. 构建“一体四翼”实践教学体系加强本科生实践创新能力培养[J]. 中国大学教学, 2017(8): 40-44.
 - [7] 郭晓云, 尤钦民, 温东荣, 杨玉凤, 王海斌. 地方应用型本科高校实践育人现状的调研与分析[J]. 高教学刊, 2021, 7(21): 46-49.
 - [8] 韩延成, 杜艳青. 基于课堂、实验、科研项目、真实工程的多元水力学实践教学模式研究[J]. 课程教育研究, 2013(21): 164-165.
 - [9] 吴凌壹, 刘建. 结合工程教育的水力学实验教学方法[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(12): 209-211.
 - [10] 孙俊伟, 张明, 赵昌爽, 等. 基于高素质应用型人才培养的水力学实验教学改革与实践[J]. 兴义民族师范学院学报, 2022(4): 90-95.
 - [11] 宋志文, 牛秋林, 杨国庆. 工程教育专业认证背景下流体力学实验教学改革[J]. 教育教学论坛, 2024(9): 67-70.
 - [12] 李乃良, 杜雪平, 王利军. 虚拟仿真驱动的混合式流体力学实验教学方法探索[J]. 力学与实践, 2024, 46(6): 1303-1309.
 - [13] 张鹏, 景秀丽, 孙明霞, 等. 水力学实验教学内容与方法改革探讨[J]. 中国教育技术装备, 2024(6): 124-126, 129.
 - [14] 张永昌, 底慧萍. 传帮带分组教学模式在大班授课中的应用研究[J]. 现代职业教育, 2018(5): 60-61.
 - [15] 韩淑新, 冯松宝. HEC-RAS 在水力学课程教学中的应用探讨[J]. 科技视界, 2021(30): 91-92.
 - [16] 王晓哲, 刘丽萍, 王京盈, 等. BOPPPS 模式下工程流体力学实验教学研究[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(5): 206-210.