

基于仿真与实操结合的多元化教学模式的改革与实践

——以流体力学实验为例

邓立君 赵新学 孙鲁青 章健* 邢进

山东航空学院 航空宇航与机械学院 山东 滨州 256600

【摘要】：基于实际实验平台的局限性和虚拟仿真技术的发展，多元化实验教学模式的探索成为实验教学改革的关键。以学生学习效果为出发点，从教学现状分析、教学模式的改革设计、教学效果的评估与改进方面进行论述，并融入课程思政，提出了“理论+仿真+实操”多元化的实验教学模式。多样性的实验平台和直观的体验相结合，可以使学生沉浸式了解每一个实验以及支撑实验的理论。

【关键词】：多元化教学模式；教学改革；教学效果；课程思政

DOI:10.12417/2982-3811.25.06.039

引言

随着高等教育的不断发展，课程思政已经成为当前教育改革的热点话题。高校教师将以学生为中心的教学理念，实现总书记提出的“课程思政”任务的关键做法是将思政元素引入到相关的非思政课程中，从而引导学生树立正确的人生观、价值观和世界观，于无声中厚植学生的爱国情怀和民族自豪感，实现教书和育人的协同发展^[1-2]。高校思想政治教育愈加成熟，体系化、制度化建设逐渐完善，积累了丰富成果，“思政育人”大格局逐步成型^[3]。为了进一步改善实验教学效果，深入挖掘思政元素，提升学生理论联系实际的能力以及创新意识，传统实验教学模式的改革势在必行^[4-7]。

随着信息技术的发展以及高等学校对实验教学要求的不断提高。虽然以学习成果为导向，可以弥补传统教学过于理论化的缺陷^[8-10]，但实际实验教学中仍然存在实验平台相对落后的情况，限制了学生的自由设计和探索。因此，虚拟仿真实验教学在高等学校的应用日益增多^[11-12]。虚拟仿真实验虽然有其局限性，但也可以在一定程度上弥补真实实验在实验条件、实验成本和安全性等方面的不足^[13]。仿真实验与真实实验教学结合，相互补充，可以在有效促进高校学生实践能力的提高^[14]的同时，提高部分学生的创新能力，但其课程体系尚不够完善。国外大学也对流体力学实验教学进行了创新探索。采用“虚拟+实操”的混合式教学模式，通过高端的流体力学仿真软件，使学生能够在虚拟环境中进行各类实验模拟，在进行现场操作之前，先通过仿真平台获得理论验证。通过引入基于云计算的

虚拟实验平台的方式，极大地促进了学生的自主学习。学生可以通过云平台访问各种仿真工具，模拟不同的流体动力学现象，并结合实地操作实验进行对比分析，提升了实践与理论相结合的能力。因此，将仿真与实操相结合，探索多元化的实验教学模式，成为当前教学改革的重要方向。

综上所述，针对本校机械设计制造及其自动化专业流体力学实验教学情况，探索实验教学方式，实现实验教学多元化并融入课程思政是必要的。因此，本研究的主要目的是探索基于仿真与实操结合的多元化实验教学模式的有效实施路径，并验证其对学生学习效果的提升作用。此外，研究还将注重思政教育元素的融入，引导学生树立正确的价值观和社会责任感，培养其全面素质。

1 教学现状分析

目前，大多数流体力学实验课程都是采用流体力学综合实验台进行教学。根据往届学生的反馈和教学过程中的体验，目前流体力学实验教学和考核存在以下问题。

(1) 实验内容及步骤固化操作，限制了学生的探索

所有流体力学综合实验台上的实验常规操作基本一样。打开电源，点击进行压力校正、流量校正，观察各测压点有无堵塞，漏水等问题，并排掉气泡。开启水泵实现恒压供水后打开试管管上的流量调节阀，排气及调节完成后进行试验。实验结束。这种机械化操作，大大限制了学生探索的可能。

作者简介：邓立君（1986—），女，汉族，山东茌平，工学博士，副教授。研究方向：主要从事流体力学等课程的教学研究工作。

通讯作者：章健（1982—），男，汉族，河北沧州，工学博士，教授。研究方向：主要从事教学管理工作和教学模式研究。

(2) 实验场地及实验条件阻碍学生的积极性

由于实验场地固定, 实验装置数量有限, 学生必须分组进行同一实验。同组同学对理论知识的掌握不同, 实验过程参与度不一, 实验操作的积极性不同, 有的学生在实验过程中只承担开、闭阀门的偷懒性工作或记录现成数据的工作, 对完整实验流程理解不足。

(3) 实验课时有限, 难以满足学生的求知欲

目前的流体力学实验课程学时有限, 且多为验证性基础实验。由于多个实验的实验原理差异性小, 实验数据相对较少, 再加上学时的限制, 使得部分学生的实验过程成为观察性实验。这种上课模式不但难以满足学生将理论知识与工程实践相结合的求知欲, 还增加了公平考核的难度。

(4) 教学方法未更新, 教学效果难提升

传统流体力学实验教学通常由教师讲解实验原理, 演示实验步骤, 提问重点知识的方式进行教学。而学生一般都是“照着葫芦画瓢”, 根据教师指导步骤, 参照实验指导书上的提示完成实验, 记录相关实验数据。缺乏主观能动性, 缺乏对实验结果的探讨, 使得教学效果难达预期。

这些问题严重影响了流体力学实验教学的质量和效果。如何结合课程思政元素, 探索流体力学实验课程的多元化教学方法, 是提升学生创新思维和实践能力的关键。

2 教学模式设计与实施

为了解决“机械式”的实验课堂, 打破实验场地的“禁锢”, 充分开发利用“弹性”教学学时。通过对流体力学实验课程的多元化教学模式探索, 重新设计实验教学模式, 增加课堂互动, 提高学生的学习兴趣和学习效果, 同时加强思政教育在教学过程中的渗透和引导, 促进学生思想观念和价值观念的培养。

(1) 教学方法和教学手段的设计与改变

无论理论课堂教学还是实验课堂教学, 想要好的教学效果, 其根本在于创新。创新体现在整个教学活动中。在进行教学设计时, 除了要将教学内容设计出逻辑关系, 将思政元素插入适当的位置, 还要设计每一环节的教学方法。例如, 圆管内的流动实验中需要用到指示剂, 提到指示剂时可给学生演示指示剂落入水中的形态。

为了更好的开展教学活动, 教师需要借助有效的教学手段。教学手段是教学活动实现的载体。实验教学中, 可使用的教学手段除了黑板板述、多媒体展示, 每个专业还有专业特色的教学手段。例如, 多元化教学除了传统教学手段, 还需要仿真软件这个载体, 需要视频播放平台等。教学手段和教学方法紧密相连, 创新的教学设计搭载有效的教学手段和灵活的教学方法, 可以更好的呈现教学内容。

(2) 构建流体力学实验课程的多元化教学模式

结合现有实验设备与虚拟仿真技术, 设计不同类型的实验项目, 模拟不同流体力学实验场景, 包括基础性实验、创新性实验等, 通过仿真与实操结合的方式, 提供多样化的实验环境和操作场景, 以调动学生主动性。既通过实际操作增强了学生实践能力, 又通过仿真分析提高了学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力。

以圆管内的层流和湍流流动为例, 首先讲解圆管内流动状态的判定依据(雷诺数)、实验操作过程, 通过雷诺试验介绍圆管层流和湍流的流动现象区别, 并测量相应的雷诺数。根据圆管临界雷诺数小于2320, 假定来流速度均匀, 且垂直于进口流场方向的流体速度为零, 进行仿真模拟。然后将实验和仿真结果对比, 实验示意及仿真结果如图1所示。通过对比, 学生可以直观的感受理论与实践结果的一致。另外, 学生可以通过仿真软件观察层流与湍流的流动模式变化, 鼓励学生在仿真平台中自由调整参数, 例如增加管道复杂性以模拟真实工程环境。甚至测试极端情况下的实验结果, 从而培养批判性和发散性思维。

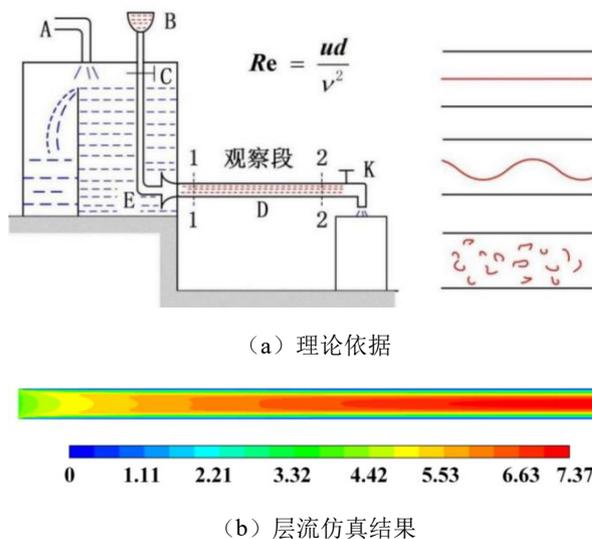


图1 理论和仿真结果示意图

(3) 融入思政元素教学

思政教育是共情的一种体现, 而这种情感的共鸣源于学生对于思政元素的理解。不着痕迹的将思政元素带入实验的教学内容里, 并引导学生自我理解实验内容和思政元素直接的逻辑关系, 从而达到课程思政的目的。虽然, 思政教育切入点可以在课堂的任意时段插入, 但带来的效果却不尽相同。为了避免直接将思政内容以“灌输”的形式“倒”入学生脑子里, 需要对整个实验教学活动进行设计优化。其中, 最关键的是精准定位思政元素的切入点。根据2023年秋季学期上课统计, 大约需要7-10分钟可以完整的将思政元素引入到实验教学活动中, 引发学生的共鸣。以伯努利方程实验验证为例, 首先得复习测压管水头和总水头的理论, 如图2所示, 讲解在实验台上如何

获取测压管水头和总水头的值,根据实例拓展伯努利方程的物理意义。然后通过讲述皮托管在飞机上应用的工程案例,在引导学生如何利用伯努利方程解决实际工程问题的过程中切入思政内容。通过讨论皮托管在航空工业中的应用,引导学生认识科学技术对国家发展的重要性。思政元素的引入不仅帮助学生理解理论的实际意义,还能培养其科学态度和责任意识。

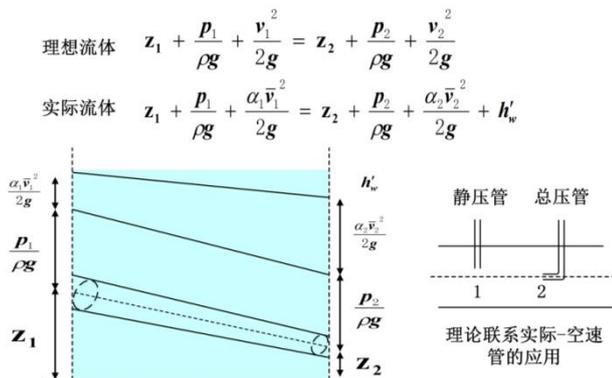


图2 伯努利实验理论示意图

从2023年11月开设的力学基础实验2开始,流体力学实验部分开展试点工作,部分学生额外参与仿真实验平台的学习与模拟,部分学生额外参与线上实验教学平台的演示实验,部分同学只参与线下实操性实验,及时了解学生的学习体验和效果反馈。根据最终此部分的达成度结果来看,额外参与仿真实

验平台的学习与模拟和额外参与线上实验教学平台演示实验的学生,考核达成度更高。因此,学生在多元化教学体验中,能够接触到不同的知识领域,拓展视野,拥有跨学科的思维和创新精神,从而更好地适应未来的社会需求。

3 结论

“理论+仿真+实操”多元化的实验教学模式,以鼓励学生探索为主,利用先进的教学手段搭载仿真模拟平台和实验平台,多样性的实验平台和直观的体验大大提高了学生学习的积极性,更好的满足学生的求知欲,提升了教学效果。除了课堂上的多元化操作,还将继续探索利用校企产学研合作项目进行实验项目教学的模式,真正提高学生的实际操作技能和创新能

4 致谢

本文相关研究得到了教育部产学合作协同育人项目:2022年山东省本科教学改革研究项目:新工科背景下应用型本科院校航空制造专业群建设研究与实践(Z2022260)、2024年山东省本科教学改革研究项目:低空制造领域新质应用型人才培养的路径研究与实践(Z2024281)、山东航空学院实验技术项目(BZXYSYXM202309)、山东航空学院教学研究项目(BYJYZD201903、BYJYB202121)的支持。

参考文献:

- [1] 张屹,方婷,龙湘云,等.高校机械类专业课程思政体系的探索与实践[J].高教学刊,2022,8(24):85-88+93.
- [2] 车树林.新时代背景下思政课程建设面临的突出问题与改进路径[J].大学教育,2022,(08):42-44.
- [3] 郑晓航,元钧雷,隋解和,等.“课堂+”模式下高校研究生课程思政改革探索与实践[J].高教学刊,2024,10(09):34-37.
- [4] 赵洪洋.多元化实验教学模式研究[J].实验科学与技术,2021,19(02):123-127.
- [5] 李超凡,刘颖杰,才曜恺,等.流体力学管道损失装置虚拟实验平台教学改革研究[J].中国教育技术装备,2023,(20):7-9.
- [6] 申峰,刘赵淼,逢燕.新时代“实验流体力学”教学改革探索[J].实验室科学,2021,24(04):130-132+136.
- [7] 赵洪洋,胡鹏,杨志国,等.以能力培养为核心的流体力学实验教学改革[J].实验室科学,2021,24(06):100-103+107.
- [8] 李乃良,王利军,韩东太,等.OBE理念驱动的流体力学实验教学研究与实践[J].中国电力教育,2023,(10):93-94.
- [9] 李峰,陆新晓,朱红青,等.流体力学实验课程项目式教学模式与高阶思维能力培养[J].实验室研究与探索,2023,42(05):204-211.
- [10] 陈羽,王毅刚,张智明.新工科下“流体力学与液压传动”的实验教学探索[J].教育教学论坛,2023,(13):34-37.
- [11] 张金菊,孙士国,龚思颖,等.虚拟仿真实验教学一流课程持续改进[J].实验室研究与探索,2024,43(1):1-5.
- [12] 刘程琳,宗原,束忠明,等.基于CFD的流体力学实验教学探索与实践[J].化工高等教育,2023,40(03):100-105.
- [13] 徐东华,魏安,钟碧良,等.高校流体力学课程虚拟仿真实验教学模式创新研究[C]//香港新世纪文化出版有限公司.2023年第七届国际科技创新与教育发展学术会议论文集(第二卷).广州航海学院实验中心,2023:3.
- [14] 张淑君,戴昱.流体力学实验课程综合评价体系探索与实践[J].中国冶金教育,2022,(06):51-53.