

热与流体课程实验“五位一体”教学模式探究

唐 丹¹ 原天龙^{1*} 宋晓蓓¹ 邵正日¹ 杨忠国^{2*}

1. 营口理工学院, 辽宁 营口 115014

2. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江 大庆 163319

[摘要] 热与流体课程实验课程是能源动力类专业的核心课程之一。作者以成果导向教育理念为方向, 设计以学生毕业能力要求为中心的实验课程教学改革, 扭转实验教学中学生被动角色为目标, 采用了“五位一体”实验教学模式。通过“五位一体”的创新教学模式的应用, 在实验课程中有效锻炼了学生的动手能力, 提高了学生思考创新能力, 通过具体实操过程, 激发、巩固和提升了学生对本专业的学习兴趣和综合素质。

[关键词] 热与流体课程实验; “五位一体”实验教学模式; 教学改革

DOI: 10.33142/fme.v6i2.15405

中图分类号: G642

文献标识码: A

Exploration on the "Five in One" Teaching Mode for Thermal and Fluid Course Experiment

TANG Dan¹, YUAN Tianlong^{1*}, SONG Xiaobei¹, SHAO Zhengri¹, YANG Zhongguo^{2*}

1. Yingkou Institute of Technology, Yingkou, Liaoning, 115014, China

2. Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang, 163319, China

Abstract: Thermal and Fluid Experimental Course is one of the core courses in energy and power majors. The author takes the achievement oriented education concept as the direction and designs an experimental course teaching reform centered on the requirements of students' graduation ability. The goal is to reverse the passive role of students in experimental teaching and adopt the "Five in One" experimental teaching mode. Through the application of the innovative teaching mode of "Five in One", students' hands-on ability has been effectively exercised and their thinking and innovation ability has been improved in the experimental course. Through specific practical processes, students' interest in learning and comprehensive quality in this major have been stimulated, consolidated and enhanced.

Keywords: thermal and fluid course experiment; the "Five in One" experimental teaching model; teaching reform

引言

随着新一轮产业变革与科技创新对现代教育的要求, 我国各高等院校积极推进新工科建设。新工科主要基调是学科的实用综合性, 工程应用的实践能力培养^[1]为教学改革的核心, 这种新工科建设对高校的教学体系产生重大影响。为了满足经济和社会发展对复合型人才的要求, 高校在专业实验课程教学方面进行了全面的教学改革, 教学改革的最终目的就是实验教学质量提升, 教学效果得到显著改善, 提高专业的人才质量, 为学生解决问题的创新能力和实际动手能力的培养提供一定的手段支持。至今为止, 虽然教学改革手段现阶段层出不穷, 但高等教育进行的专业课程的实验教学改革并没有达到预期要求。在有效实施教学改革实施过程中, 面临的一些实际问题往往需要解决, 这些实际问题的解决, 需要社会机构、学校管理部门、专业教师和学生等之间的密切配合与支持, 并且在专业实验课改革实施的过程中, 上面提到的每一个环节都要紧密相连, 各环节相互间要保持一致性和连贯性。这样的专业实验课程的教学改革才能有望走向成功。

《热与流体课程实验》是《普通高等学校本科专业类

教学质量国家标准》中规定的能源动力类专业的核心课程之一, 它将能源动力类三大专业基础课程《工程热力学》《流体力学》《传热学》的相关实验及实验设备使用方法有机融合为一体, 是营口理工学院新能源科学与工程、能源与环境系统工程专业学生重要的实验教学课程。这门课程传统的教学方法在授课过程中存在一定的弊端。传统教学方法使学生学习过程中会感觉疲惫, 教学取得的效果不是十分理想^[2]。传统的教学方法都采用教师为主要传授人的教学模式, 即教师课前备课时将教学资料准备齐全, 授课内容也进行了固定, 授课过程中只是按照课前准备的内容进行展开讲授。这种教学方法下, 教师所讲授的课程受到课程学时的限制, 教师讲授的知识点学生只能被动地进行吸收, 学生对所学知识的实际吸收情况和学习时的心理状况却很少被教师关注。这种教学模式效果是教师讲得很辛苦, 学生也学得疲惫, 学生的积极性很难调动, 授课教师授课过程中按照课前设计的内容讲了很多知识点, 但学生在课堂学习过程中真正理解掌握的知识点却很少, 这种授课模式最终会使得学生厌学情绪会逐渐增加。另外, 学生受多方面条件的影响, 导致其学习的基础各不相同,

学生个体存在差异、自主学习态度也十分不同。授课教师受学时限制,授课过程中没有时间去关注学生对知识点的实际掌握情况,从而会出现在课程讲授过程中,有些学生的学习节奏能理解掌握老师的知识点,而有的学生却不能理解最基本的授课内容。时间长了学生会出现“被动接受知识”的现象。这种情况下,授课教师很难实现因材施教,致使学生学习能力下降,导致课程教学效果不显著的现象发生。随着数字化飞速地发展,学生可以在网络上搜寻到很多高质量的与其课程相关的学习资源,然而传统的专业实验课教学模式却忽略了网络上的各类资源,导致专业实验课程的教学内容乏味枯燥。专业实验课程授课教师如果能充分利用所授课程的线上讨论、线上答疑、线上交流等课程数字模块,将会大大提升学生的自主学习能力,课程的教学效果会显著提升。

2 实验教学改革过程的整体设计

根据教育部、财政部等部门联合发布的《关于引导部分地方普通本科高校向应用型转变的指导意见》《关于加快发展现代职业教育的决定》,结合营口理工学院新能源科学与工程专业的自身实际情况,本课题的改革目标是以成果导向教育理念为方向,设计以学生毕业能力要求为中心的教学改革,扭转实验教学中学生被动角色为目标,打破“灌输式”教育模式,开创“五位一体”实验教学模式,明确培养具有创新实践能力的综合性应用型人才。

浙江大学流体力学课题组为了培养学生的创新能力在实验课程中增加了自主设计创新实验学生根据流体力学教材中理论知识选定内容,也可在现有实验仪器基础上进行优化设计新的实验,利用课上或课后时间完成实验,最终提交包含实验目的、实验原理、实验方案、仪器工作原理等内容的实验指导书。考虑实验课学时的限制,合理压缩验证和综合实验内容,确保研究性实验和自主设计创新实验的完成质量。例如,在实验室条件下对雷诺实验装置设置示踪剂分样盒,同时放置3种不同颜色的试剂,实现对于不同管径范围同时测量和观察,解决实验多样性问题,从中收获宝贵经验。学生从验证和综合实验中培养了基本实践能力,又通过研究性、自主设计创新实验强化了利用理论解决实际问题的能力以及培养创新思维^[3]。河南理工大学安全科学与工程学院围绕工程热力学与传热学实验教学进行了改革。课程中重难点包括热力学第一定律、理想气体热力性质与热力过程、热力学第二定律、水蒸气与湿空气、导热、对流换热、辐射换热等内容。为了使实验平衡,工程热力学部分与传热学部分各设置两个实验,或者工程热力学部分设置三个实验,传热学部分设置一个综合型实验。例如,在工程热力学部分设置空气绝热指数测试实验、二氧化碳临界状态参数观察及 $p-v-T$ 关系测试实验以及制冷供热系数测定实验,为增强学生的动手实践能力,这些实验均要由验证性或演示性实验改进为设计性或综合性实验。如空气绝热指数测定实验,要让学生在

实验过程中边操作边讲解热力系统经历的状态,让学生亲眼观察热力过程中绝热、定容及定温等定值热力过程的实现方法,观察和分析热力系的状态和过程特征,熟悉以绝热膨胀、定容加热基本热力过程为工作原理的绝热指数测定实验方法,通过该实验让学生掌握理想气体基本热力过程这一章内容,与课堂教学内容融合贯通,从而让学生产生更深刻的记忆^[4]。很多验证性的实验项目,完全可以发挥学生的主观能动性,从验证性向设计性或综合性转变。对于传热学部分的实验,可以让学生设计一个综合性传热实验,集合导热、对流等传热过程,加深对导热系数、导热系数、对流换热系数的理解和认识^[2]。课程考试改革尤其是实践教学考试改革是改善教学质量、培养创新型应用人才、践行素质教育、评价和改进教学工作的基本途径,有助于良好学风和教风的形成。河海大学力学与材料学院针对流体力学实验课考核现状及存在的问题,在考核、评估方式方面进行了探索,强化实验过程管理,采用形成性考核和终结性评价相结合的方式,进行多环节、系列化综合考核评价^[3]。

3 “五位一体”实验教学改革

本次教学改革中力图扭转学生被动式学习模式,充分调动学生学习积极性,从不同层面激发学生的实践与创新能力。以“热与流体课程实验”为例,从以下5个方面进行课程优化:

(1) 实验课程的先进性。实验课程的排课节点按照理论课教学进度进行排课,这样做的目的是保证理论课程的每一个知识点都有与该知识点相关的实验课,使得学生在学习和掌握了课堂授课中的知识点以后,学生通过自己动手并设计相关实验课的实验步骤,根据自己获得的实验结果来验证理论课上所学到的知识和原理,理论和实践的结合不仅加深了学生对理论知识的认识和掌握,还能起到学生通过实践来巩固知识点的作用。这样的理论和实践的课程安排,可以将理论知识和实践能力培养更好地结合起来,更加有效地帮助学生对所学习的理论课程知识点的吸收、应用和掌握。

在实验报告里对所进行的实验原理进行解析的过程中,学生可以进一步有针对性地了解“流体力学”工程的实践应用背景。通过在教学内容中加入大量相关示例,学生感兴趣地进一步学习和深入探索专业知识的强烈愿望被激发,使学生明白了所学专业在自己从事的工作中具体应用场景,促进了学生自主学习的积极性。

(2) 实验教学的数字化。在专业实验授课的过程中,授课教师将充分地合理使用现代教育资源。在课程建设超星学习平台中,对所制定的实验的原理、仪器设备、实验步骤和实验结果的处理方法进行有效地解释。学生通过超星学习平台,将能够更直接、更明确地获得高质量的实验资源。在进行专业课实验时,学生可以依据课程平台中的教学资源,自己动手组装和进行设备调试,亲身体验实验

效果, 并进行实验数据的采集和处理, 根据自己记录的实验结果进行实验报告的撰写。通过实验教学的数字化方式, 学生在专业实验课课堂上的参与度得到提高, 学生在实践过程对所学知识主动探索的积极性得到激发, 专业实验课的课程教学效果和实验报告的撰写质量都会得到大幅度的提升。

(3) 采用启发式线下教学方式。在传统的专业实验课授课过程中, 授课教师需要先将实验仪器的组装和使用进行演示, 然后学生按照授课教师的方法和方式进行实验, 记录实验数据后撰写报告, 这样的实验课教学方式, 学生在实验过程中将很少有自己的思想融入到实验过程, 并且这种授课教师课前预先设置好的专业课实验, 学生的参与度达不到标准, 对专业课实验的理解只能停留在表面, 从而导致教学效果差。因此, 在专业实验课授课过程中, 将学生分成若干组进而采用小组教学的方式, 缩短教师的讲解时间。在专业课实验进行过程中, 学生有时间进行思考并自己提出问题, 充分发挥学生的主观能动性。在解释实验课程之前, 结合 Study Pass 的在线资源为学生分配预习任务, 然后通过提问检查他们的知识掌握情况, 鼓励学生深入思考专业课程所学习的内容, 加深学生对专业知识实际应用的了解。

(4) 工程问题与实验教学相结合。在以往的专业课实验教学过程中, 授课教师仅仅依靠实验课教材中提供的资源来实现教学目标, 这样的教学内容与实际生产不能实现紧密联系。这样的专业实验课程可能会使学生在未来工作中对接触到的一些设备和工作原理不了解。为此作者在《热与流体课程实验 III》中增加了大量的工程传热装置, 以图文并茂的形式对学生进行展示。在轻松的学习氛围下, 学生在直观印象中对这些内容进行学习, 从而掌握传热的基本原理和换热设备的工作特性, 专业课程的实验课程的教学效果会大大提高。

在专业实验课程教学过程中, 授课教师可以有意识地对课程相关领域的创新方向进行讲解, 为学生的进一步学习研究指明方向。在业余时间带领学生利用所学知识进行的科研活动, 指导学生积极申请相关专利, 积极带领学生申报大学创新创业项目。通过将专业课的实验教学内容与课外技术活动相结合的方式, 学生对专业知识灵活运用的能力和自行思考的学习能力都会得到显著提高。

(5) 实验考核方法的科学性。在以往的专业课实验课程的实验结果评价中, 结果评价大多都是基于学生实验报告的评分, 这样的评价模式存在一定的单一性和不客观性, 对学生的实践能力不能进行多元量化。为此, 本文作者在结果评价过程中实验结果将分为两部分, 一部分是对实验课程内容的预习情况以及在实验课程课堂上表现作为常规成绩, 另一部分是实验报告的撰写质量成绩, 两部分成绩均各占总数的 50%。课堂表现主要包括学生在实验过程中是否积极思考老师提出的问题, 实验过程中遇到问题的解决能力、态度、自己动手能力和独立完成实验的能

力。授课教师根据学生在实验过程中的表现进行评分。这种增强过程考核力度的评价方法, 可以调动实验过程中学生参与实验的积极性, 使学生从态度上重视专业课程的实验教学。该方法可以及时发现实验数据采集的正确性和实验数据处理过程中存在的问题, 对具有良好综合实验能力和研究精神的学生更公平。

4 实验教学改革效果

在“五位一体”实验教学模式的不断探索与实施中, 不断优化新能源科学与工程专业“热与流体课程实验”的教学内容与线上平台建设, 逐渐实施“以学生为主体”, 激发他们的学习积极性及潜在能力, 更好的应用理论知识解决实际问题, 经过几年来教学团队的共同努力, 学生的成绩呈现逐渐提升的趋势。以本校新能源科学与工程专业和能源与环境系统工程两个专业, 2020、2021 和 2022 三个年级成绩为例, 其中 20 级是没有采用五位一体教学模式下的课程成绩。《热与流体课程实验》课程中两个实验的成绩统计结果如图 1 和图 2 所示。

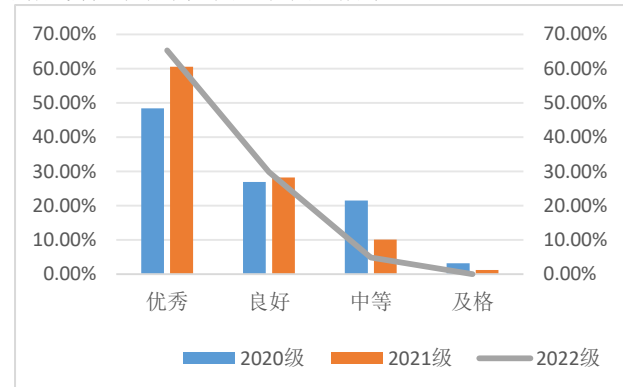


图 1 热与流体课程实验 II 成绩统计

由图 1 可见, 三个年级中热与流体课程实验 II 成绩也呈现逐渐提升的趋势, 其中, 2020 级学生优秀百分比为 48.4%, 2021 级优秀百分比为 60.5%, 2022 级优秀百分比为 65.3%。2021 级优秀成百分比与 2020 级优秀百分比相比较, 其成绩优秀率增加近 25%, 而 2022 级相比 2021 级优秀率增加近 35%。除优秀率逐年增加外, 其成绩为良好的百分比也逐年增加, 而合格和及格率也呈现逐年减少的趋势。

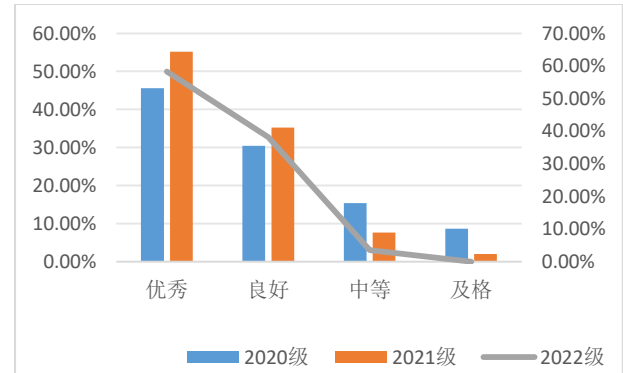


图 2 热与流体课程实验 III 成绩统计

由图 2 可见,三个年级中热与流体课程实验III成绩成逐渐提升的趋势,其中,2020 级学生优秀百分比为 45.6%,2021 级优秀百分比为 55.2%,2022 级优秀百分比为 58.3%。2021 级优秀百分比与 2020 级优秀百分比相比较,其成绩优秀率增加近 21%,而 2022 级相比 2021 级优秀率增加近 28%。除优秀率逐年增加外,其成绩为良好的百分比也逐年增加,而合格和及格率呈现逐年减少的趋势。

除成绩由较好提升以外,学生在参与学科竞赛和科技活动、主持国家级、区级、校级大创项目、“挑战杯”“互联网+”和“创青春”等国家级或省部级学科竞赛中,奖项等级及类别都逐年增加。另外,学生在参与发表学术论文和申请专利等方面,成果产出也十分显著。

5 结论

作者在能源动力类专业《热与流体课程实验》课程教学中,根据当前学生被动式学习模式的现状,充分调动学生学习积极性。根据当前学生思维活跃,接受能力强,但理论基础较差,偏好实践性、互动性、多样性教学过程的现状,课程教学过程中采用“五位一体”的创新教学模式,在实验课的课程教学中,坚持以学生为主体,注重与学生的互动探讨问题和解决问题,进而提高学生实验课程学习热情和兴趣,让实验课中的重难点知识点变得通俗易懂,并且充满科学趣味。通过“五位一体”的创新教学模式的应用,在实验课程中不仅有效锻炼学生的动手能力,而且还提高学生思考创新能力,通过具体实操过程,激发、巩固和提升了学生对本专业的

学习兴趣和综合素质。

基金项目:营口理工学院教育教学改革一般项目(JG202318);黑龙江省高等教育教学改革研究计划项目“OBE+双创”背景下的应用型建环专业实践教学体系构建”(项目编号: SJGZ20200121);黑龙江八一农垦大学学位与研究生教育教学改革研究项目:土木水利专业学位硕士创新人才实践教学体系改革研究(项目编号: YJG202104)。

[参考文献]

- [1]高丽珍,张晓明,李杰,等. “新工科”背景下实践教学体系的探索与建设[J]. 工业和信息化教育,2024(1):41-46.
- [2]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(6):100-103.
- [3]王志军,邓奇根,潘荣锟. “工程热力学与传热学”实验教学改革与优化探讨[J]. 科教导刊(中旬刊),2020,425(29):137-138.
- [4]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,2022,213(6):51-53.

作者简介:唐丹(1983—),女,辽宁丹东人,副教授,主要研究方向为节能减排技术,以及课堂教学改革研究;
*通信作者:原天龙(1988—),男,辽宁营口人,讲师,主要研究方向为储能技术,以及能源专业的课程教学与改革;杨忠国(1979—),男,汉族,中共党员,工学博士,教授,博士生导师,研究方向主要为流体流动与传热。