

基于目标达成的应用型材料力学教学改革研究

何丽丽, 周小利, 郭雅欣

(河北工程大学 土木工程学院, 河北 邯郸 056038)

[摘要]材料力学是工科专业一门重要的技术基础课。随着高等学校教育教学改革的不断深化,各高校技术基础课程的学时不断缩减,而当今社会对大学生工程实践能力的要求却逐年提高。材料力学课程的理论性相对较强,课程内容比较抽象,学生前期的知识储备差异性较大,并且在有限的学时内,通过理论课程的学习,同时兼顾社会和行业需求,参照工程教育认证标准,并以学校的定位和人才培养目标为基础,加强工程实践能力的培养,进而达到良好的课程教学效果,难度较大。因此,文章首先对材料力学教学内容进行重构设计,然后从有机融入课程思政元素,采用线上、线下混合式教学,案例、竞赛资源双重融入,以及优化考试考核方式四个方面进行应用型材料力学教学实施。教学成果分析表明,学生学习的积极性和主动性得到明显提升,理论知识的掌握程度和解决复杂工程问题的能力也有了显著进步,达到了良好的育人目标和教学效果。

[关键词]材料力学;目标达成;应用型;案例法;工程实践

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2024.03.015

[中图分类号]G647

[文献标识码]A

[文章编号]1673-9477(2024)03-0107-08

材料力学是高等院校土木、机械、矿测、水利水电等工科专业一门重要的技术基础课程,在基础课和专业课之间起着承上启下的桥梁作用,在高等院校各类工科专业本科生的培养方案中具有十分重要的地位。^[1]然而,这门课程的特点是概念抽象、公式较多、计算要求高,理论性和实践性都非常强,部分学生学起来往往感到比较困难。随着高等学校教育教学改革的不断深化,技术基础课程的学时量呈现不断下降趋势。如何优化课程教学内容,并通过有效的教学方法和教学手段创新教学模式,在有限的学时内完成繁重的教学任务,使学生们牢固掌握课程理论知识的同时,结合工程实际,提升学生们认识问题、分析问题、解决问题的工程实践能力,成为当下材料力学课程教学亟待解决的问题。

在目前材料力学的教学模式下,大多高校普遍存在以下问题:教学内容体系比较冗繁,教学方法和教学手段相对单调,考试考核体系与工程实践能力的培养相脱节等。^[2]本文针对以上问题,根据材料力学课程本身的特点,结合多年教学经验从以下几个方面进行改革:首先,从整合教学内容、优化教学次序、融合各知识点及与后续课程之间的衔接等方面进行教学内容优化设计;其次,从有机融入课程思政

元素,采用线上、线下混合式教学,案例、竞赛资源双重融入,以及优化考试考核方式四个方面进行应用型材料力学教学实施;最后,对实施教改后的教学效果进行了成效分析。教学实践结果表明,学生上课的积极性、课堂讨论参与度、理论知识掌握程度、参加学科竞赛的积极性和学习成绩的改善方面都有了明显进步,同时,学生认识、分析和解决复杂工程实际问题的能力也有了显著提升,教学改革对全面提高材料力学的教学质量有良好的促进作用,也可为其他院校的课程教学提供一定的借鉴。

一、应用型材料力学教学设计

(一) 整合教学内容

材料力学主要研究工程上最简单、最常见的杆状变形构件的承载能力,构件的变形主要包括“拉压、剪切、扭转、弯曲”等基本变形。本课程的教学目标是学生通过学习,对杆件的强度、刚度和稳定性问题具有明确的基本概念和一定的计算能力,以及初步的实验分析和动手能力,从而能够对本专业的工程问题进行初步的力学分析。当今社会对大学生工程实践能力的要求不断提高,因此,材料力学课程的教学内容应首先根据专业特点而合理安排,充分植

[投稿日期]2024-04-18

[基金项目]河北省高等教育教学改革研究与实践项目(编号:2020GJJG187,2021GJJG261);河北工程大学高等教育教学改革研究与实践项目(编号:JG2022030)

[作者简介]何丽丽(1981-),女,河北保定人,硕士,副教授,研究方向:压电智能结构振动主动控制、力学教学研究。

入本专业相关的力学问题,为学生工程实践能力的培养奠定力学基础。本次教学改革内容从2019级土木工程专业和2019级机械工程专业开始进行并拓展实施。以土木工程类专业为例,在土木工程中常用到的是梁、柱等受弯构件和受压构件,而类似轴类的受扭构件则用得相对较少。土木工程类专业的教学重点应为轴向拉压、弯曲变形,以及拉弯组合变形等内容,而在机械工程专业中,应用较多的是传动轴等受扭构件。因此,除了轴向拉压以外,教学重点应放在受扭构件的扭转变形方面。此外,在例题的讲授、课堂问答、课后思考题和课后作业题的布置上最好也应该与专业特色相吻合,这样不仅有助于学生更好地了解和掌握与本专业相关的理论知识,而且能够培养学生认识、分析问题的能力,为学生解决本专业相关问题和工程实践能力的培养打下良好的力学基础。

(二) 优化教学次序

材料力学是面向高等学校各工科专业开设的一门必修课程,在我国很多高校开设的材料力学课程中,教学主线以构件的基本变形为主,针对每种基本变形问题,都按“内力—应力—变形”的次序进行讲授,同时,又均采用“平截面假设—变形几何方程—物理方程—静力学平衡方程—应力公式”等相类似的推导过程依次讲授。^[3]然而,在实际教学工作中,这种循环模式内容重复多、学时耗费量大,不利于学生全面掌握材料力学的基本原理和分析方法。为了更好地适应在学时不断缩减的情况下,学生工程实践能力需要逐步提高的现状,原有课堂教学内容和教学次序势必要进行优化凝练,加强知识点之间的相互渗透,减少课程内容重叠,缩减教学学时。

因此,材料力学的教学次序可以打破原有“拉压—剪切—扭转—弯曲”等基本变形的“内力—应力—变形”的固定次序,以“外力—内力—应力—变形—强度—刚度”为主线,具体可以描述为按照“外力的特点—平截面法计算内力—应力的分布规律和计算—变形特征和计算—强度条件的建立和应用—刚度条件的建立和应用”等次序将材料力学的基本变形问题讲授完毕。^[4-5]在具体的教学实施过程中,要首先系统讲解轴向拉伸与压缩这一简单的基本变形规律,在讲授完轴向拉压内容后,不必立即展开剪切变形的教学,而是组织学生集中讨论构件在各种变形下的共性问题,总结内力、应力、变形的求解方法。比如,研究轴向拉压构件的内力、应力和变形,一般从所受外力情况入手,采用平截面法,利用平衡

方程和应力分布规律求解得出内力和应力,然后根据本构关系求解变形。

在总结完轴向拉压的基本研究方法后,在学生们夯实此部分研究内容的基础上,通过相同的讲授思路进行剪切、扭转、弯曲等基本变形规律的讲解。针对每一种变形,课时没有必要平均分配。比如,比较简单的轴向拉压基本变形,可以适当缩减课时,但是一定要带领学生们进行认真总结,夯实基础。对于相对比较复杂的扭转和弯曲变形,可以引导学生利用相同的研究方法思考和学习,适当增加课时,讲解透彻,使学生们熟练掌握内力、应力、变形等基本概念和求解方法,进而掌握强度和刚度的计算问题,理解材料力学普遍用于研究各种基本变形的一般思路和方法。同时,结合工程实例,指导学生根据理论知识简单分析和解决工程实际问题,根据每种变形的特点对学生启发、提示,提高学生动手动脑的能力。这样讲授既能够强化概念理解,突出各类变形的共性,夯实了理论基础知识的学习和知识点之间的衔接,使学生们对基本概念的理解更加深刻,又避免了相似的推导过程和相同内容之间的重复,缩减了课时,使学生认识和分析工程实际问题的力学素养也得到了大大提高。

(三) 融合后续衔接

材料力学的一个突出特点就是公式多,初学者经常由于知识积累不足很容易混淆,但仔细研究会发现许多公式具有严整性和相似性。比如,拉压、扭转、弯曲各基本变形的应力计算公式,如公式(1)所示。

$$\begin{cases} \sigma = \frac{F_N}{A} \cdot 1 & \text{拉压} \\ \tau = \frac{T}{I_p} \cdot \rho & \text{扭转} \\ \sigma = \frac{M}{I_z} \cdot y & \text{弯曲} \end{cases} \quad (1)$$

由公式(1)可以看出,轴向拉压、扭转、弯曲各基本变形的横截面上的应力,有如下规律:应力=内力/几何量*分布规律。再比如,材料力学构件各基本变形的变形计算公式,如公式(2)所示。

$$\begin{cases} \Delta L = \frac{F_N L}{EA} & \text{拉压} \\ \phi = \frac{TL}{GI_p} & \text{扭转} \\ \theta = \frac{M(x)L}{EI_z} & \text{弯曲} \end{cases} \quad (2)$$

由公式(2)可以看出,轴向拉压、扭转、弯曲构件变形的求解公式也具有相似性,分子为相应内力与杆件长度的乘积,分母分别为杆件的抗拉压刚度、抗扭转刚度和抗弯曲刚度。

因此,教师在系统讲授完轴向拉压杆件的内力、应力、变形、强度、刚度等问题之后,可引导学生利用相同的研究方法和研究思路对扭转变形、弯曲变形等相关内容进行预习。教师在授课过程中要重点对此类公式进行归纳总结,提醒学生们要注意采用相同的研究方法和研究思路。虽然各种公式看起来貌似复杂,但是仔细研究会发现其具有很强的严整性和相似性。因此,通过归纳总结,学生们对基本概念的理解会更加深刻,公式掌握得会更加牢固,不再容易混淆。在实践教学中,学生们反馈采用上述教学思路和学习方法,对材料力学的学习大有裨益。

此外,材料力学在各工科专业中是一门承上启下的技术基础课,因此,材料力学的教学还应为后续课程的学习打下坚实的力学基础,注意与后续专业课程的衔接,并保持连贯统一。比如,在材料力学的教学中规定画弯矩图首先要建立坐标系,正的弯矩要画在杆件的上方,负的弯矩要画在杆件的下方,同时要标明弯矩正负号,而在后续结构力学和其他相关专业课程的学习中规定,弯矩要画在构件受拉的一侧,无须再建立坐标系,也没有必要再标明弯矩的正负。因此,对于各工科专业的学生来说,为了能够尽早按照专业要求对学生进行培养和技能训练,在讲到材料力学的弯曲变形部分内容时,应适当引入结构力学和其他相关专业课程的规定,在奠定良好的力学素养的基础上,也提前为专业课程的学习打下基础。

二、应用型材料力学教学实施

(一) 凸显课程思政育人

材料力学课程的教学任务除了达到与课程相关的知识目标 and 能力目标外,还要实现培养学生科学思维方法、家国情怀、创新意识和严谨的科学素养的素质目标。^[6-9]本课题组教学时将思政元素有机融入,凸显育人功能,实现知识传授与价值引领的有机统一。

首先,融入辩证唯物主义的认识论,培养学生科学思维。推导轴向拉压、扭转及弯曲变形应力公式时,由实验现象可以观察到杆件表面的变形规律,通过去粗取精、去伪存真提出必要的假设,然后应用逻辑推理得出规律性的认识(即理性的、本质的认识),体现了辩证唯物主义的认识论是从感性到理性、从

现象到本质的规律,培养学生科学的思维方法。

其次,融入中华元素,培养文化自信,厚植爱国主义情怀。讲解绪论时介绍中国古代的建筑成果,如赵州桥和山西应县木塔;讲解扭转章节时介绍“蓝鲸二号”钻井平台;讲解胡克定律时介绍早在2500年前东汉经学家郑玄揭示的变形与力的线性关系的内容;讲解强度理论时介绍我国俞茂洪教授的统一强度理论。中国传统文化博大精深,古今建筑形式多样,理论成果颇丰。在授课时结合课堂教学内容,将中华元素有效地融入教学,极大地提高了学生们的民族自豪感和爱国主义情怀。

再次,融入工程元素,培养学生的工程能力和职业素养。如借用桥梁的安全事故、压杆稳定性安全事故等,对学生进行工程安全教育,培养学生的职业素养。通过案例分析,培养学生分析问题、解决问题的能力 and 工程创新意识。

最后,融入科学家事迹,对学生进行价值塑造。如引入我国力学家钱学森的事迹,让学生体会到科学无国界但科学家有国家的精神;介绍欧拉身残志坚的生平,培养学生克服困难、勇于追求的科学素养;讲述卡斯蒂利亚诺提出卡氏定理时,提示学生当时我国正处于积贫积弱的清朝后期,以此激发学生向强者学、向能者学、向优者学的人文素养。

(二) 创新线上、线下混合教学

1. 建立线上教学资源

传统教学模式以教师一对多的课堂讲授为主,学生被动式学习。学生参与意识不强,动力不足,缺乏自主性,且学生实践能力得不到良好的激发和锻炼,从而导致学习效果 and 最终育人目标不理想。

互联网技术的快速发展为解决材料力学课程面临的问题提供了有效的技术支持。线上慕课的蓬勃发展,极大地推进了高等教育与信息技术的深度融合,同时为教学提供了便利的辅助教学工具,为学生实现个性化、自主学习创造了方便条件,使传统的大学课堂教学变得灵活、开放、高效、智能,极大地助推了线上、线下混合式教学模式的广泛兴起。^[10-11]将在线教学和传统线下教学的优势结合起来,有机结合两种教学形式,可以多方面兼顾学生的学习情况,把学习者的学习由被动到主动、由浅到深地引向深度学习。^[12]

为了深入贯彻“以学生为中心”的教育理念,充分利用信息化教学手段,本课程组在教学过程中采用了“线上+线下”和“课前+课中+课后”的混合式教学模式。自2019年起,本课题组开始在学习通慕课平台上进行线上资源建设。课程网站如图1所示,共

包含12个章节的学习内容,含教学视频、单元测试题、教学课件及其他学习资源。材料力学课程作为省级精品在线开放课程和省级一流课程,目前已经开设

了11期的教学内容,累计选课人数达7707人,使用学校也由最初的1所学校增至7所学校,强有力的线上资源建设为混合式教学的开展提供了有效的支持。



图1 材料力学课程网站首页

2. 线上线下混合式教学实施

丰富的线上教学资源及以学生为中心的教学目标促使授课教师重新规划教学内容、设计教学形式,课程组有效实施了“基础在线上、提升在线下、拓展在课后”的混合式教学。

课前:将知识点细化,通过学习通平台推送给学生,学生在规定时间内,在线自主学习,掌握基础理论知识,实现记忆和理解的教学目标,如基本变形概念、内力概念、强度条件等。课中:线下精讲重难点内容,充分发挥学生课堂主体作用,结合特定工程案例展开深入讨论学习,如弯曲强度理论在吊车梁设计中的应用。通过讨论、点评、总结等课堂环节,引导学生进行深度、广度学习,充分培养学生解决复杂工程问题的能力,注重学生实践能力的提升。课后:通过线下作业、讨论答疑、实验教学、力学竞赛资源拓展、Simdroid 仿真拓展等形式的学习,进一步巩固加深课堂教学效果,同时注重课程反思和持续改进,实现教学相长。

(三) 融合案例、竞赛双重资源

1. 开展案例式教学

目前材料力学的课程教学体系大多采用铁木辛柯体系,即以简单的基本变形、拉伸与压缩变形、剪切变形、扭转变形和弯曲变形为研究的出发点,然后再研究与工程实际接近的组合变形:斜弯曲、拉压与弯曲、偏心压缩、弯扭组合等。而在实际工程中,大部分构件是复杂变形,课堂所学理论知识与工程实际问题相差较大,相当一部分学生在学习完材料力学后,面对实际工程问题,仍然出现无从下手、

不知所以然的局面。针对以上问题,为了更好地将理论教学与工程实际接轨,进一步培养学生分析、解决复杂工程问题的能力,这就要求教师在实际教学过程中首先明确理论联系实际的教学思想,注重工程案例的积累。案例教学通过模拟或者重现的方法将学生带入现实案例场景,通过研究和讨论来实现教学目的。^[13]熟练运用案例教学法需要教师查阅大量的资料,掌握与具体的课堂情境有关的实践知识,进行案例收集、整理、分析;同时还需要任课教师加强自身的工程实践锻炼,通过与企业的交流和合作,获取最贴近工程实际的案例。

教师还应开展案例式教学。首先,案例收集要有典型性、针对性,教学案例要与学生专业高度契合,还要注意知识点与知识面理论和实践的结合。比如授课教师讲解压杆稳定时,以某建筑楼外墙装饰时脚手架发生失稳而导致的典型事故为教学案例,提出稳定性的概念,然后讲解稳定性设计的依据和原理,使学生充分认识到稳定性计算的重要性和计算方法。此外,授课教师采用案例式教学还要设计好教学问题,恰如其分的问题设计,可以让学生积极地参与讨论。比如针对脚手架稳定失效问题,授课教师可以在课堂上抛出以下问题引导学生思考解决:脚手架为什么会坍塌?脚手架坍塌后整个结构都会破坏吗?对于土木工程专业的学生,以学生认识实习中某地一大型钢结构工业厂房的施工过程为例,让学生认识案例中哪些构件可以被假定为轴向拉压杆件、哪些杆件会发生剪切变形、哪些构件是受扭构件、哪些构件会发生弯曲变形。为了保证工

程质量,必须考虑一系列的强度和刚度措施,采取什么措施可以提高这些构件的强度和刚度等一系列的问题会提前呈现在学生们面前,学生们带着这些问题学习课堂教学内容,自然而然会对这门课产生极大兴趣。

在教学中可以采用案例式教学法,授课教师要明确材料力学来源于工程实际、服务于工程实际的本质。另外还要明确案例只是作为佐证,不能让案例“喧宾夺主”,冲淡对教学内容的讲授。通过开展案例式教学,学生对材料力学在实际工程中应用方面的认识得到了显著提升。

在案例式教学的具体实施过程中可以分为如下几个步骤:组建学习小组—确定工程案例—在课堂内进行案例教学—分解工程案例—课堂外学习小组讨论学习,撰写学习报告—课堂内小组汇报交流,教师点评打分—学习小组抽查答辩,将此过程中学生的表现计入总成绩中。

2. 拓展竞赛资源建设

材料力学是一门理论与实践相结合的技术基础课程。专业的性质和定位,以及服务于学生就业的长远目标决定了实践教学在培养学生实践能力和创新思想中的重要地位和作用。学科竞赛是实践教学的重要组成部分之一,也是培养学生综合能力和创新思想的重要手段。在日常教学中,任课教师要注重课堂教学与竞赛资源相结合,对学生因材施教,进行赛前培训、赛中指导、赛后总结,进一步培养学生的动手能力、创新能力和团队协作精神。教师通过鼓励学生参与课程相关的学科竞赛,提高学生的工程实践素质和综合能力,进一步激发学生学习材料力学的兴趣。^[14]

比如,在2023年度第十四届全国周培源大学生力学竞赛中,我校共84名学生报名参赛,其中荣获全国三等奖学生1名、优秀奖21名;荣获河北赛区一等奖学生2名、二等奖7名、三等奖16名,获奖人数和获奖比例在全省高校中名列前茅。在2023年度第五届河北省大学生力学竞赛团体赛中,我校共组织两支队伍报名参赛,全部获奖,其中荣获一等奖1项,二等奖1项。在国家级和省级力学竞赛中获得如此佳绩,充分体现了加强竞赛资源建设在激发学生学习兴趣、提高学生工程实践能力方面的积极作用。

(四) 优化考试考核方式

传统的材料力学考核制度是任课老师“一包到底”,通过期末考试来检验学生对课本理论知识的掌握程度和水平,对学生学习过程和实践能力的考核相对较少,这种考试方式无疑存在着很大弊病,难以检

查教师对教学改革的研究水平和教学效果,不利于检查学生对知识体系的把握程度,也不利于考查学生的学习过程及分析和解决工程实际问题的能力。

对于基于目标达成的应用型材料力学教学改革而言,根据材料力学案例式教学法的宗旨和教学目标搜集整理案例、运用教学案例库、实现教考分离是有效的改革方法,这样必然促使学生重视学习过程,也会引起教师对教学工作的重视,在检验学生学习成绩的同时,也检验教师的教学水平和教学效果。因此,注重学生平时学习过程的培养,适时改革和优化材料力学课程的最终考核方式,建立与工程实践能力培养相适应的力学课程综合素质能力考核和学习效果评价体系势在必行。

同时,加大过程性考核力度,提高平时成绩的比重。最终成绩可由三部分组成,平时成绩占40%、实验成绩占20%、期末成绩占40%。平时成绩又分为三部分,其中考勤和作业占30%、案例分析环节表现占40%、线上学习占30%。案例分析成绩,主要依据案例分析讨论课的表现和最终报告给出,需要教师认真做好平时记录。期末考试以闭卷的形式进行,重点考查学生对基本概念和知识体系的掌握程度。这种全过程、多维度的考核体系,不仅督促学生在课程中自始至终认真学习,还提高了学生对工程实际问题的重视程度,学生们在完成案例的过程中查阅文献、分析问题、应用所学知识解决实际问题的能力也得到明显提升。

三、应用型材料力学教学成效分析

(一) 教学效果

自2019年实施教学改革后,特别是通过整合教学内容,增加了线上教学及案例教学的教学方式后,通过观察课堂表现发现学生上课的参与度、求知欲和积极主动性大大被激发出来。表1为2019—2020第二学期学习通慕课教学平台正式投入使用以来的统计数据。根据统计结果发现,学生在线学习的视频观看率逐年增多,学生的参与度很高,留言区讨论也相当活跃,线下课堂出勤率也明显提高,同学们带着问题参与课堂学习,课堂气氛活跃。学生通过课下组建学习小组,以小组形式完成案例分析,并用PPT汇报展示学习成果。通过课堂表现发现,学生的自信力得到明显提升,利用基础力学理论知识解决复杂工程问题的能力也得到显著改善。这些结果表明,初步的教学改革对培养学生学习主动性、上课积极性和目标达成意识均产生了积极的影响。

表1 2019—2024 学年近 10 个学期学习通慕课平台统计数据

期数	累计选课人数	视频观看人数	视频观看率	累计发帖讨论人数	累计发帖讨论率
2019—2020 第 1 学期	544	334	61.40%	76	13.97%
2019—2020 第 2 学期	549	361	65.76%	186	33.88%
2020—2021 第 1 学期	615	445	72.36%	228	37.07%
2020—2021 第 2 学期	675	504	74.67%	331	49.04%
2021—2022 第 1 学期	726	551	75.90%	424	58.40%
2021—2022 第 2 学期	740	597	80.68%	451	60.95%
2022—2023 第 1 学期	781	671	85.92%	560	71.70%
2022—2023 第 2 学期	843	762	90.39%	589	69.87%
2023—2024 第 1 学期	908	849	93.50%	671	73.90%
2023—2024 第 2 学期	1144	1095	95.71%	893	78.06%

(二) 综合成绩分析

表 2 为 2017—2022 级选修该课程学生的综合成绩的对比。其中,2017、2018 级学生采用传统计算方法,即平时成绩(主要包含课堂到课率、上课回答问题积极性、平时作业)、实验成绩和期末考试卷面成绩的综合统计结果。综合成绩=平时成绩 20%+实验成绩 20%+期末卷面成绩 60%,平时成绩占比较小,综合成绩主要以最终的期末卷面成绩为主,学生的及格率在 80%左右。2019—2022 级学生综合成绩为土木工程专业通过工程教育专业认证和国家级一流专业立项建设并实施教改之后,加大过程性考核和平时成绩占比,将过程性评价指标和线上评价指标纳入综合成绩评定中的统计结果。结果表明,综合成绩的平均分和学生及格率均大致呈现逐年递增的趋势。从近三年的统计数据来看,学生的平均分稳定在 80—85 范围内,及格率稳定在 90%—95%之间,这说明教学改革的效果是明显的,对提高学生培养质量和教学目标的达成度起到良好的促进作用。

表 2 不同年级学生成绩

年级	人数	平均分	及格人数	及格率
2017	149	70.59	122	81.88%
2018	156	73.28	128	82.05%
2019	162	78.24	145	89.51%
2020	134	79.25	121	90.30%
2021	151	82.35	139	92.05%
2022	148	85.98	138	93.24%

为进一步分析学生成绩分布情况,本研究将分值分为 5 个分数区间,即 0—60、60—70、70—80、80—90、90—100。2017—2022 级学生的课程成绩分数区间对比如表 3 所示。由表 3 可以看出,2017 级和 2018 级的学生成绩主要分布在 60—70 和 70—80 分数区间,其中,2017 级成绩在 60—70 和 70—80 分

数区间的学生占总人数的比例分别为 29.92% 和 25.94%;2018 级成绩在 60—70 和 70—80 分数区间的学生占总人数的比例分别为 28.31% 和 27.97%;2017 级成绩在 80—90 分数区间的学生人数比例为 19.75%,90 分以上人数仅占 6.27%;2018 级成绩在 80—90 分数区间的学生比例为 18.39%,90 分以上人数仅占 7.38%。这说明在实施教改之前,学生的综合成绩集中在 60—70 和 70—80 两个分数区间,整体教学效果一般。本质原因是考核方式单一,过程性考核占比较小,最终的期末卷面成绩占比较大,而且仅以课堂到课率和平时作业作为评价指标使学生的平时成绩区分度较小,学生们单纯依靠考前突击和死记硬背取得的卷面成绩,在很大程度上决定着期末综合成绩的评定,并不能体现学生学习的综合能力。

针对 2019—2022 级学生,实施教学改革初步探索之后,学生不及格率逐年下降,60—70 分数区间的学生人数比例大幅减少,70—80 分数区间的学生人数比例也有所下降,而 80 分以上的人数比例逐渐增加。以 2021 级学生为例,80—90 分数区间的学生人数比例为 41.13%,90—100 分数区间的人数比例则达到了 14.17%。由表 3 的数据统计表明,实施教改后,学生的课程成绩不及格率在下降的同时,获得高分的比例呈现逐年增加的趋势,学生的综合能力和学习水平得到有效提高。由此可知,初步的教学改革发挥了积极作用。

(三) 课程目标达成分析

表 4 为 2020—2021 秋季学期,土木工程专业 2019 级 1—3 班的课程目标达成情况评价表。由表 4 可以看出,以课程目标(2)“能够利用杆件承载能力的基本理论,对杆件进行强度、刚度及稳定性的设计计算”为例,在平时成绩和期中成绩环节的考核中,合格率均为 100%,在期末考试环节的考核中,共

表3 不同年级学生课程成绩分数段对比

年级	<60	60—70	70—80	80—90	90—100
2017	18.12%	29.92%	25.94%	19.75%	6.27%
2018	17.95%	28.31%	27.97%	18.39%	7.38%
2019	10.49%	24.28%	26.93%	27.34%	10.96%
2020	9.70%	17.25%	24.85%	35.71%	12.49%
2021	7.95%	13.38%	23.37%	41.13%	14.17%
2022	6.76%	10.50%	24.56%	44.20%	13.98%

有90分的题目考察到了此课程目标的学习,考核环节合格率为84.3%,课程目标达成情况取各考核环节合格率的加权平均值,最终计算结果为92.2%。依此计算依据,课程目标(1)、(3)目标达成情况分别为94.0%、100%,说明实施教改后,该课程目标达

成情况良好,学生在充分掌握力学概念的同时,具备一定的计算能力和初步的实验分析和动手能力,学生对本专业的工程问题具备一定的分析和解决能力,为后续专业课程的学习奠定了坚实的基础。

表4 土木工程专业课程目标达成情况评价表

课程目标	对应考核环节	考核环节对应的试题号或考核项	考核环节合格率	课程目标达成情况 (考核环节合格率的加权平均)
(1)了解材料力学的任务及研究对象,以及能量法、冲击、疲劳等概念。掌握杆件的强度、刚度及稳定性的基本概念、基本理论。	平时成绩	考勤、作业等	100%	$0.2 * 100% + 0.3 * 100% + 0.5 * 88.0% = 94.0%$
	期中成绩	在线学习	100%	
	期末考试	一:1,2,3,4,5 (10分)	88.0%	
(2)能够利用杆件承载能力的基本理论,对杆件进行强度、刚度及稳定性的设计计算。	平时成绩	考勤、作业等	100%	$0.2 * 100% + 0.3 * 100% + 0.5 * 84.3% = 92.2%$
	期中成绩	在线学习	100%	
	期末考试	二;三;四;五;六(90分)	84.3%	
(3)掌握材料的力学性能,能够通过实验测定材料的基本力学参数及杆件的主应力。能够利用实验结论解释材料或杆件的失效原因。	实验	实验成绩	100%	100%

四、结语

基于目标达成的应用型材料力学教学改革是对传统教学模式的一次革命,也是对教师教学能力提高的一次新的挑战。首先,本文针对不同专业的特点,充分结合当代社会对学生工程实践能力的需求,从整合教学内容、优化教学次序、融合各知识点及与后续课程之间的衔接等方面进行了教学内容方面的优化设计,并在2019级土木工程专业和机械工程专业首先开展实施。然后,从有机融入课程思政元素,采用线上、线下混合式教学,案例、竞赛资源双重融入,以及优化考试考核方式四个方面进行应用型材料力学教学实施。在实施过程中,深入贯彻“以学生为中心”的教育理念,注重学生家国情怀的培养,并充分利用信息化教学手段,把学生的学习由被动向主动引导,从而充分发挥案例教学资源 and 竞赛资源对课程内容教学的助推作用。在考核阶段,加大过程性考核力度,使学生在课程学习中自始至终保持

明确的学习目标和积极的学习态度,有效避免了考前突击现象的发生。最后,本文对实施教改后的教学效果进行了成绩和目标达成分析。实践教学结果表明,学生上课的积极性、课堂讨论参与度、理论知识掌握程度、参加学科竞赛的积极性和学习成绩的改善方面都有明显进步,同时,学生认识、分析和解决复杂工程实际问题的能力也有了显著提升,教学改革对全面提高材料力学的教学质量有良好的促进作用,也可对其他院校的课程教学提供一定的借鉴作用。

参考文献

- [1] 韩国旗,王晨,吕志栓. 基于应用型人才培养的材料力学教学改革探讨[J]. 内江科技, 2020, 41(2): 151-152.
- [2] 宋瑞雪,张晓琴,吕超颖,等. 基于工程应用的材料力学课程教学创新改革研究[J]. 山西青年, 2022, (10): 29-31.
- [3] 花少震. 材料力学课程内容模块化教学改革探讨[J]. 科技风, 2023, (12): 123-125.
- [4] 于敏,缙瑞宾,但文蛟,等. OBE导向下专业基础课程知识体系重构方法研究——以“材料力学”课程为例[J]. 浙

- 江水利水电学院学报,2021,33(5):84-86.
- [5] 栗东平,王睿,李现敏.材料力学课程的教学研究与实践[J].河北工程大学学报(社会科学版),2019,36(4):105-109.
- [6] 艾心荧,潘兆东,刘良坤,等.新时代背景下土木类力学课程思政建设研究[J].东莞理工学院学报,2023,30(5):124-129.
- [7] 赵增辉,李龙飞,刘星光,等.材料力学课程思政设计理念、实施方法与教学实践[J].中国现代教育装备,2023,(3):109-111.
- [8] 魏刚,宋淑萍,胡建强,等.材料力学课程思政研究与思政元素挖掘[J].科教导刊,2022,(9):125-127.
- [9] 李娜,张乃芳,王璋琦.“点线面”结合构建“材料力学”课程思政体系[J].教育教学论坛,2020,(48):81-83.
- [10] 赵佳宁,张大伟,霍鹏飞.材料力学课程线上线下结合教学改革探索[J].广东化工,2022,49(2):161-163.
- [11] 黄丽华,王跃方,曲激婷,等.材料力学课程线上线下“混合式”教学模式的改革与实践[J].高教学刊,2021,7(19):126-129.
- [12] 张青霞,曲艳东,高凌霞,等.OBE导向下材料力学课程线上线下混合式教学模式改革[J].高教学刊,2023,9(15):123-126.
- [13] 孙双双,曲淑英,李剑光.案例教学法在材料力学中的应用探索[J].高教学刊,2023,9(29):116-120.
- [14] 李霄琳,周立明,于莉,等.注重基础、立足工程、强化实践、融入模拟、激励创新——材料力学教学改革探索[J].力学与实践,2024,46(1):179-187.

[责任编辑 李新]

Research on the Teaching Reform of Applied Mechanics of Materials Based on Goal Achievement

HE Lili, ZHOU Xiaoli, GUO Yaxin

(School of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Handan, Hebei 056038, China)

Abstract: Mechanics of materials is an important basic technical course for most engineering majors. With the deepening of education and teaching reform in colleges and universities, the teaching hours of basic technical course have been reduced, but the requirements of college students' engineering practice ability have been gradually increased. Mechanics of materials is a relatively theoretical and abstract course, and the students' knowledge reserve in the early stage varies a lot. Therefore, it is difficult to balance the study of theoretical knowledge and the needs of society and the industry in the limited credit hours; in this sense, it is more difficult to strengthen students' engineering practical ability and achieve good teaching effect, which is mainly based on the certification standards of engineering education and the education orientation and the talent cultivation goal of the university. Accordingly, this paper firstly reconstructs and designs the teaching content of material mechanics, and then implements the teaching of the applied material mechanics from four aspects; that is, the organic integration of ideological and political elements into the curriculum, adopting a blended online and offline teaching approach, the dual integration of case studies and disciplinary contest resources into teaching, and the optimization of examination and assessment methods. The analysis of teaching achievements shows that the students' learning enthusiasm and initiatives as well as their mastery of theoretical knowledge and ability to solve complex engineering problems have been significantly improved. In this sense, this teaching reform, with a good teaching effect, has achieved the goal of cultivating talents.

Key Words: mechanics of materials; goal achievement; the applied type; case teaching method; engineering practice