

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.02.015

欢迎按以下格式引用:曹艳梅,于桂兰,向宏军,等.“3E+3E”工程化教学理念下的结构力学一流课程建设[J].高等建筑教育,2022,31(2):110-118.

“3E+3E”工程化教学理念下的 结构力学一流课程建设

曹艳梅,于桂兰,向宏军,徐艳秋,贾影,石志飞

(北京交通大学 土木建筑工程学院,北京 100044)

摘要:结构力学课程是土木工程、铁道工程、水利工程等专业的核心专业基础课,是连接基础课和专业课的重要桥梁。北京交通大学结构力学获批2020年首批国家线下一流本科课程,标志着结构力学课程建设和人才培养工作进入了一个新阶段。针对课程建设过程中遇到的问题和难点,教学团队以立德树人为根本,以培养未来多元化、创新性卓越人才为目标,以提高课程的高阶性、突出课程的创新性、增加课程的挑战度为课程建设的基本要求,提出“感性入手,理性探究”的“3E+3E”工程化教学理念。在教学实施过程中,从课程思政的承载、教学目标的优化、教学方法创新方面进行了探索和实践。教学实践表明,“3E+3E”工程化教学理念不仅为“课程思政”和“两性一度”的融合提供了新思路,而且为知识、能力、素质全面发展的人才培养创造了条件,为“传授式”教学向“探究式”教学转变探索了一条有效途径。

关键词:结构力学;一流课程;工程化教学;立德树人;两性一度

中图分类号:G642.3;TU311

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2022)02-0110-09

2019年,教育部发布《关于一流本科课程建设的实施意见》(教高[2019]8号),明确提出以“落实立德树人根本任务”为指导思想,以“提升课程高阶性、突出课程创新性、增加课程挑战度”(以下简称“两性一度”)为基本原则的国家一流课程建设要求^[1]。一流课程是一流专业的基础,一流专业是一流本科的核心,课程质量直接决定了人才培养质量^[2]。结构力学是土木工程、铁道工程、水利工程等专业的核心专业基础课程,在基础理论课到专业课的整个知识体系中起到重要纽带和桥梁作用,对学生分析问题能力培养、价值观塑造、工程素质教育、科学思维锻炼等至关重要。

随着教学改革的不断深入,一线教研人员在结构力学教学理论、教学模式、教学方法、教学手段

修回日期:2021-08-25

基金项目:2021年北京交通大学教学改革研究与建设项目

作者简介:曹艳梅(1979—),女,北京交通大学土木建筑工程学院副教授,主要从事工程结构振动与控制等研究,(E-mail)ymcao@bjtu.edu.cn;(通信作者)于桂兰(1965—),女,北京交通大学土木建筑工程学院教授,主要从事结构力学、弹性力学与有限元等研究,(E-mail)glyu@bjtu.edu.cn。

等方面展开探索,取得了卓有成效的改革成果^[3-6]。然而,结构力学教学存在“四重四轻”现象:重理论轻应用,重计算简图轻工程实际,重知识讲授轻能力锻炼,重内容传授轻思维培养。同时,在教学实施中还存在一些教学难点,如课时缩减情况下的教学内容取舍难、课堂中调动学生的参与式学习难、传授知识与立德树人融合难、手算与智能软件应用互补难、课程内容的传承与创新结合难、科学研究与课程教学交叉难等。针对以上问题,以立德树人为根本,“两性一度”为基本要求,提出“感性入手,理性探究”的“3E+3E”工程化教学理念,并将其深入贯彻到实际教学中,取得了较好的教学效果。

一、“感性入手,理性探究”的“3E+3E”工程化教学理念

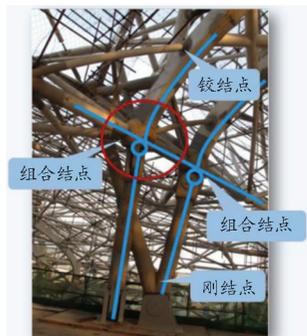
结构力学是工程力学专业基础课,在教学设计时应追溯其本质,使其回归工程、服务工程。

(一) 工程化教学理念的提出

由于授课对象为大学二年级学生,他们大多没有生产实践经验,甚至缺乏最基本的工程常识。课堂上抽象的理论传授,尤其是完全利用计算简图而不对应实际工程讲授的方式,只会让学生机械地重复记忆,无法生动再现概念、理论及方法之来源、意义和最终应用。在这一学情背景下,课程组首先对各时代大量的工程素材和工程案例进行收集,建立了与课程内容相关的工程素材库(图1)和工程案例库(图2)。



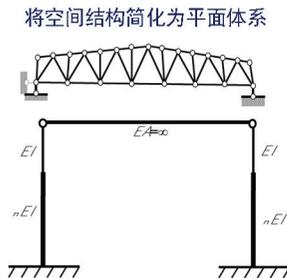
(a) 工程素材: 首都机场T3航站楼钢结构骨架



(b) 对应知识点: 结点的类型及特点



(c) 工程素材: 单层工业厂房排架结构



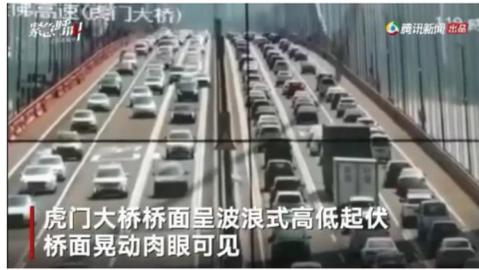
(d) 对应知识点: 结构计算简图

图1 工程素材库示例

课堂中引用工程素材或工程案例激发学生的学习兴趣,但单纯引用工程素材或工程案例而未形成教学体系,不能充分锻炼学生分析问题、解决问题的能力,更谈不上对学生综合素质的培养。因此,基于前期建立的工程素材库和工程案例库提出“感性入手,理性探究”的“3E+3E”工程化教学理念,如图3所示。



(a) 知识点: 桁架结构的位移计算



(b) 知识点: 结构的振动频率及振型

图2 工程案例库示例

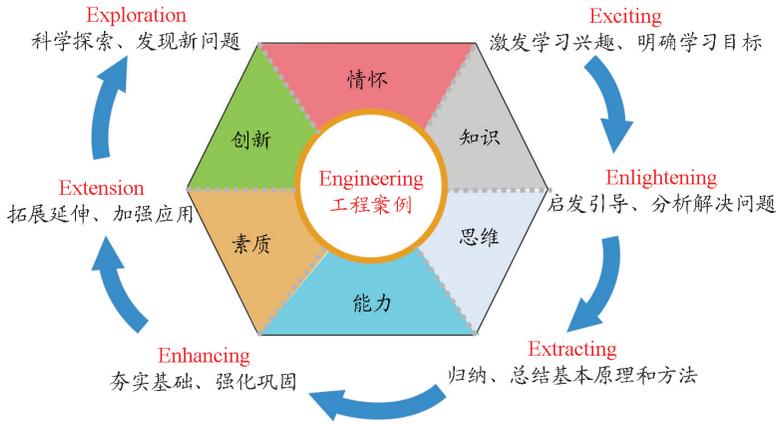


图3 “感性入手,理性探究”的“3E+3E”工程化教学理念

(二) 工程化教学理念的前“3E”阶段

“感性入手,理性探究”的“3E+3E”工程化教学理念强调整个教学循环始终围绕工程案例进行,并分为前“3E”阶段和后“3E”阶段,前“3E”阶段是后“3E”阶段的基础,后“3E”阶段是前“3E”阶段的升华。

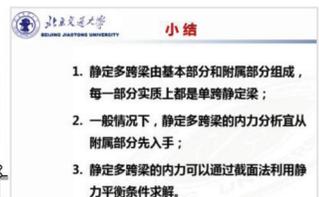
在工程化教学理念的前“3E”阶段,通过工程问题的导入,激发学生的学习兴趣,明确学习目标,即“Exciting”;基于学生的认知规律采用启发、引导、互动讨论的教学方法,和学生一起分层次剖析工程问题,探究解决问题的思路和方法(Enlightening);总结整个分析过程,水到渠成地提炼结构力学的基本概念、基本原理和基本方法(Extracting)。例如,在学习“多跨静定梁的内力计算”这一知识点时,首先导入南宁邕江大桥这一工程素材,如图4(a)所示,引出如何求解主梁在自重作用下的内力这一主要问题。引导学生通过观察分析主梁的结构形式、支座约束、接缝构造等,确定其计算简图,如图4(b)所示,图中将桥梁自重等效为均布荷载。然后,启发学生分析多跨静定梁的构造特征,通过几何组成分析找到切入点,通过截面法利用静力平衡条件求解内力。最后,针对多跨静定梁的构造特征、内力求解的思路和方法进行凝练和总结,如图4(c)所示。



• 南宁邕江大桥, 两端跨径为45m的单悬臂梁, 中间5孔跨度各长55m, 采用23m中间挂梁的双悬臂梁。



(b) 计算简图



(c) 内力求解小结

图4 工程化教学理念的前“3E”阶段

工程化教学理念的前“3E”阶段不再是直接用计算简图进行单纯的理论讲解和知识传授,而是用实际工程引导学生感知并绘制计算简图,将解决工程问题的思维和方法逐步渗透到结构力学理论教学中。该教学思路践行了茅以升“习而促其学,习而知其用”的教育思想^[7],不仅能完成课程的知识学习目标,而且能对学生的工程思维、分析问题和解决问题的能力进行培养,可有效解决“四重四轻”中的重计算简图轻工程实际、重内容传授轻思维培养的矛盾。

(三) 工程化教学理念的后“3E”阶段

课程组在前“3E”阶段的基础上,通过多个工程案例让学生对重难点问题产生深度思考,完成参与式学习,从而达到对基础知识的夯实、强化和巩固(Enhancing),将基本原理和基本方法的精髓通过工程应用的深化进行拓展延伸(Extension),培养学生的工程直觉^[8]和定性分析能力,结合科学前沿知识给学生布置研究性或讨论性专题,激发学生的探索欲(Exploration),此即工程化教学理念的后“3E”阶段。仍以“多跨静定梁的内力计算”知识点为例,完成前“3E”后,通过不同构型相同荷载作用等多个工程案例,如图5(a)所示,强化巩固学生对这一知识点的掌握。在此基础上,进一步引导学生分析接缝位置对主梁内力的影响,对接缝的合理位置进行探讨和延伸思考,如图5(b)所示,最后通过布置如图5(c)所示的课下任务督促学生独立思考,自主开展科学探索。



图5 工程化教学理念的后“3E”阶段

可以看出,工程化教学理念的后“3E”阶段和前“3E”阶段无缝衔接,相辅相成,共同“求和”达到了感性与理性、理论与实践的完美统一。该教学理念以工程案例为载体,不再采用“灌输式”的知识传授,注重发挥学生的思考、分析和归纳能力,强化学生用基础理论解决复杂工程问题的本领,不仅强化学生工程思维,而且培养其主动探究和勇于创新的科学精神,进而有效解决教学过程中“重理论轻应用、重计算简图轻工程实际、重知识讲授轻能力锻炼、重内容传授轻思维培养”的问题。

二、工程化教学理念与一流课程建设的深度融合

课程组以立德树人为根本,以“两性一度”为基本要求,将“3E+3E”工程化教学理念深入贯彻到实际教学中,取得了较好的教学效果。

(一) 工程化教学理念与课程思政相融合

如何坚持立德树人,把培育和践行社会主义核心价值观融入教书育人全过程是教学团队重点思考的问题。基于“3E+3E”工程化教学理念,教学过程中不断累积建立的工程素材库和工程案例库为课程承载思政、思政融入课堂提供了“肥沃的土壤”和“丰富的载体”。从我国历史上著名的工程结构、自主承建的国家现代重大工程、热点案例以及大师成长道路等多方面挖掘思政元素,培养青年一代的科学精神、民族情怀、社会责任、绿色环保意识等,使课程思政之“盐”不着痕迹地融入专业之“水”^[9],达到春风化雨、润物无声的育人效果,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统

一。部分知识点中融入的思政教学案例如表1所示。

表1 结构力学课程部分知识点中的思政元素

| 知识点 | 思政案例 | 思政目标 |
|----------------|--|--|
| 结构力学的研究对象和研究内容 | 港珠澳大桥、京张高铁等国家重大工程中的科技攻关;虎门大桥的颤振;火神山和雷神山医院的中国速度 | (1)社会主义核心价值观 (2)对国家的认同感 (3)工程人的使命感 (4)学好专业知识的责任和义务 |
| 结点的类型及受力特点 | 中国古建筑中的榫卯结点及其力学性能分析 | (1)民族自豪感、爱国主义精神 (2)家国情怀、文化自信 (3)勇于创新的科学精神 |
| 价值观的塑造 | 拱结构的内力特点 | 赵州桥的巧妙设计 工匠精神、文化自信、民族自豪感 |
| | 桁架结构的内力分析 | 联拱桥:卢沟桥的结构特点 (1)爱国情怀 (2)工程师的使命和担当 |
| | 图乘法 | 钱塘江大桥与茅以升的故事 北京大兴国际机场中的桁架结构“工程师之戒” (1)工程师牺牲自我的大爱精神 (2)工程师的职业素养 (3)打破陈规的创新思维 |
| | 力法基本原理 | 图乘法的由来 培养学生直面问题、解放思想、大胆创新的科学精神 |
| | 位移法的基本原理 | 悬臂阳台和有支柱阳台工程案例,分析内力有何不同 (1)工程师专业功底的重要性 (2)工程师的职业素养 |
| 结构的计算简图 | 在解决实际工程问题时,由于工程问题自身的复杂性,不可能兼顾所有因素,只能关注对其起主要影响的因素 | 抓主要矛盾去研究问题,忽略对问题影响不大的次要矛盾 ^[10] 。通过这种哲学思想的映射,培养学生在解决工程问题时的科学精神和工程思维 |
| 哲学思维的培养 | 平面体系的几何组成分析 | 分析几何组成的3个基本规则是相通的,可以相互转化。解决同一个问题,可以有多种分析思路和方法 (1)通过课程的学习培养学生的唯物主义辩证思维 (2)引导学生多思考,多创新 |
| | 力法的基本原理 | 去多余约束,将超静定结构转化为静定结构 方法论:将未知问题转化为已知问题的科学思维和方法 |
| | 超静定结构与静定结构的对比 | 从不同角度对比超静定结构和静定结构的异同,体会超静定结构中的多余约束是否真正“多余” “人皆知有用之用,而莫知无用之用也”,启发学生思考在校期间人文素质的培养和综合素质的发展 |

在教学实施过程中,将思政元素分为国家层面、精神层面、人格层面和科学观层面^[11]。针对不同层面采取不同的实施方式,对家国情怀、民族精神、政治认同、文化自信等国家层面的思政元素,采取优秀工程结构分享、课堂案例分析、课后拓展阅读、文献综述训练的实施方式,而对科学观层面,采取课堂案例分析、趣味结构力学活动、结构设计竞赛、探究式专题训练的实施方式。每个层面的载体和实施方式如图6所示。

通过图6所示的思政教学设计和实施方式,不仅不会增加教学负担,而且能使课堂“有趣”和“生动”,激发学生的学习动力和学习热情,引导学生在国家发展和个人前途的交汇点上思考人生,有效解决了传授知识与立德树人融合难这一问题。同时,将“3E+3E”工程化教学理念和“课程思政”有机结合,通过课后拓展、阅读科普、科技论文、大师风采、匠人精神、社会热点新闻等材料,增加教学内容的广度,开阔学生的视野,培养学生的创新思维和开拓精神,启发他们在精神层面、人格层面的思考,为国家培养有能力、有担当、有情怀的建设者与接班人。

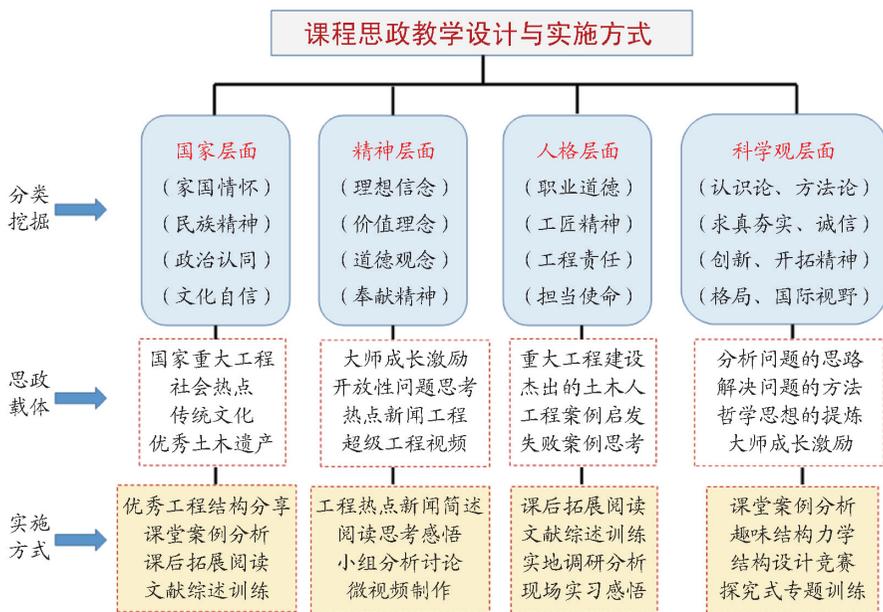


图6 结构力学课程思政教学设计与实施方式

(二) 工程化教学理念与“两性一度”相融合

结构力学是一门经典的力学课程,又是一门不断发展和创新的课程,在以“两性一度”为基本原则的一流课程建设中具有其自身独特性。其“不变性”体现在对经典知识的传承上,而其“可变性”则体现为二点:一是体现在其为工程服务的特点上,即国家对重大工程的需求、行业的发展、技术的革新等对结构力学教学内容的广度和深度提出了更高的要求;二是体现在不断变化的授课对象上,“00后”学生具有较敏锐的思想、较好的行为能力,有主见、有个性^[12],他们具有较强的反叛意识,排斥“满堂灌”而更喜欢参与式学习,看重学习过程中的收获感和成就感^[13]。因此,如何对结构力学这一传统课程进行高阶性、创新性和挑战度的改革是一流课程建设过程中要解决的关键问题。

“3E+3E”工程化教学理念为“两性一度”一流课程的建设提供了重要抓手,以“50分钟课堂”为主战场,以“参与式”和“探究式”课堂教学改革为突破口,基于工程化教学理念对教学设计和教学方法进行了改革和实践。

1. 教学目标的优化

教学目标是教学活动的出发点和归宿,决定教学内容的确定与安排、教学方法的选择与运用。因此,课程组首先根据国际上通用的布鲁姆教育目标分类^[14]重新优化和梳理结构力学课程每一章、每一节、每个知识点的课程目标(图7),将教育目标中的记忆、理解设定为初级目标,将应用、分析设定为中级目标,将分析、评价、创新设定为高级目标。

教学过程中,从学生角度出发,利用可衡量的“动词”明确给出学生学习某个知识点应达到的效果和程度。例如,“力法基本原理的工程应用”这一知识点的学习目标设定为“用力学思维去识别实际工程中的超静定结构,进而应用力法基本原理对结构的内力和位移求解,并能对一些常见类型工程结构进行力学性能的定性分析”。该目标通过“识别”“应用”“求解”“定性分析”这几个动词体现了学习的初级目标、中级目标和高级目标,比通常采用的“理解”“熟悉”“掌握”之类的目标动词具有更强的可操作性和可衡量性,使学生更容易把握和自查。只有目标明确后,教学设计才能做到有的放矢,突出重难点,思学生之所想,答学生之所疑,解学生之所惑,从根本上实现“以教为本”向“以

学为本”的转变。



图7 布鲁姆教育目标分类与课程建设目标的对应

2. 强化“学生参与式学习”的教学设计和教学方法

为解决课堂中参与式学习难这一“教学痛点”，课程组以优化后的教学目标为导向，采用BOPPPS教学结构^[15]，将“3E+3E”工程化教学理念融入一流课程的建设，在强化学生“参与式学习”的同时提升课程质量。

基于“3E+3E”工程化教学理念的BOPPPS教学设计如图8所示，整个教学活动围绕工程问题展开，每一部分的教学设计都有明确的教学目的。课堂不再是教师的“独角戏”，而是“教为主导，学为主体”的模式。教学实施中，辅以雨课堂、引导启发式教学、互动式讨论、同伴教学法、对分课堂等多种教学方法和手段实现“学生参与式学习”，在夯实基础、攻克重难点的同时强化课程的挑战度。在课后测试部分，则基于工程难点、行业发展趋势、科研成果等内容，采用思维导图、拓展思考、研究性专题等多种形式进行知识拓展应用(Extension)和探究式训练(Exploration)，提高课程的高阶性、创新性和挑战度，解决课程内容的传承与创新结合难、科学研究与课程教学交叉难的问题。为保证课程的与时俱进，引导学生通过本课程开设的MOOC/SPOC、课程公众号进行线上学习和拓展，鼓励学生利用结构力学求解器、ANSYS、MIDAS、ABAQUS等数值仿真软件，并与手算结果进行对比和验证来完成探究式作业，以解决手算与智能软件应用互补难的问题。表2为“静定结构内力”全部学习完成后布置的一个研究性专题案例。



图8 基于“3E+3E”工程化教学理念的BOPPPS有效教学设计

(三) 教学改革效果反馈

基于“3E+3E”工程化教学理念开展的课堂实践和一流课程建设得到了学生的一致肯定。2018—2021年，共有46名学生在“周培源大学生力学竞赛”中获奖，由结构力学任课教师指导的学生在北京市大学生建筑结构设计竞赛中连续三年获得一等奖，在第二届和第三届“全国大学生‘茅

以升公益桥——‘小桥工程’设计大赛”中分别荣获一等奖、优胜奖和社会实践优秀奖。图9是对学习完结构力学课程的大三和大四79名学生进行的问卷调查结果,可以看出,64.56%的学生认为结构力学课程组基于案例分析的工程化教学对后续专业课的学习非常有帮助,34.18%的学生认为有一定帮助。

表2 研究性专题教学案例

| 题目 | 单跨公路桥选型设计 |
|------|---|
| 基本资料 | 1. 使用条件:公路桥,跨越山涧,宽度为30 m,山体为坚硬岩石 2. 桥面布置:单车道,桥面宽度4 m 3. 建筑材料:低碳钢 $[\sigma] = 240 \text{ MPa}$ 4. 设计荷载:暂不考虑结构的自重及附属设施的重量,仅考虑汽车荷载,按均布荷载计算 $q = 10.5 \text{ kN/m}$ |
| 设计要求 | 1. 备选结构类型(静定结构):梁、刚架、拱、桁架、组合结构,每个小组至少选择两种类型的结构 2. 强度要求:确保结构在使用荷载作用下,各个杆件不发生强度破坏及失稳 3. 经济性要求:计算用钢量,坚持用钢量最省原则 4. 同时使用手算和计算机软件计算(不限制软件类型),并对比验证计算结果 5. 总结完成整个作业的感悟、思考和收获 |

3.近几年结构力学课程进行了教学改革,即在授课过程中引用了大量工程案例,你感觉这种基于案例分析进行理论学习的工程化教学对后续专业课的学习是否有帮助?[单选题]

| 选项 | 小计 | 比例 |
|----------|----|--------|
| 非常有帮助 | 51 | 64.56% |
| 有一定帮助 | 27 | 34.18% |
| 帮助不大 | 1 | 1.27% |
| 不太清楚 | 0 | 0% |
| 本题有效填写人次 | 79 | |

图9 课程组进行的工程化教学对后续专业课学习的帮助性调查

问卷反馈结果表明,教学团队提出的“3E+3E”工程化教学理念和基于此开展的以“立德树人”为基础,“两性一度并举”为基本要求的一流课程建设对学生在知识、能力和素质方面起到极大的提升作用,具有良好的教学效果。

三、结语

立足结构力学课程“来源工程、回归工程”这一课程特点,课程组提出了“感性入手,理性探究”的“3E+3E”工程化教学理念,并将其深入贯彻到实际教学过程中,开展了以立德树人为根本,以培养未来多元化、创新性卓越人才为目标,以提高课程的高阶性、突出课程的创新性、增加课程的挑战度为课程建设的基本要求,将“3E+3E”工程化教学理念与“课程思政”和“两性一度”进行了有机融合。通过课程思政的承载、教学目标的优化、教学方法的创新几个方面进行了教学实践,结果表明,基于“3E+3E”工程化教学理念的一流课程建设不仅构建了价值塑造、能力培养、知识传授“三位一体”的教学模式,而且使教师实现了从“知识传播者”到激发学生创新创造的“引导者”的角色转变,使学生从“学会”到“会学”再到“好学”,为实现“传授式”到“探究式”的人才培养模式转变探索了一条有效的途径。诚然,一流课程建设在教学改革和应用中还会遇到一些新的问题,需要在实践中不断改进和完善。

参考文献:

[1]教育部关于一流本科课程建设的实施意见[EB/OL]. [2021-07-10]. (2019-10-30). <http://www.moe.gov.cn/>

srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html.

- [2] 张鹏, 王传杰, 朱强, 等. 弹塑性力学一流课程建设的探索与实践[J]. 大学教育, 2021, 10(4): 65-67.
- [3] 程斌, 向升. 结构力学课程“3W3E”教学法[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(1): 119-125.
- [4] 王达淦, 陈朝晖. 面向工程教育认证的结力力学课程混合式教学设计[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(1): 110-118.
- [5] 齐欣, 孟庆成, 余志祥, 等. “新工科”背景下结构力学课程重构与探索[J]. 广西教育学院学报, 2020(5): 183-187.
- [6] 周海龙, 安珍. 基于心流理论的结构力学教学思考[J]. 高教学刊, 2021(1): 82-85.
- [7] 樊治辰. 以“茅以升教育理念”构建拔尖创新人才创新能力培养体系[J]. 今日中国论坛, 2013(11): 106-107.
- [8] 郑玉国. 结构力学课程教学应重视工程直觉的培养[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(1): 100-104.
- [9] 王青. 我的课程思政观——高质量建设[C]//2021 高校课程思政建设系列专题研讨会, 2021.
- [10] 周海龙, 李平, 李昊, 等. 哲学观点在结构力学课程教学中的应用[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(4): 72-74.
- [11] 沈火明. 基础力学课程思政的教学设计与实施路径[C]//新时代高校力学一流课程建设名师直播课, 2021.
- [12] 周桂凤. 无为而治思想在基于00后大学生心理特征的高校班级管理工作中的运用探究[J]. 才智, 2018(7): 118, 120.
- [13] 刘媛媛, 徐宝见. 基于“00后”大学生特征的《形势与政策》课程创新探索—以浙江工商大学为例[J]. 科技视界, 2019(33): 152-153.
- [14] Jessica Shabatura. Using Bloom's Taxonomy to Write Effective Learning Objectives[EB/OL]. [2021-07-10]. (2013-09-27). <https://tips.uark.edu/using-blooms-taxonomy>.
- [15] 王海玲. 基于BOPPPS教学模式的离散数学教学改革探索与实践[J]. 大学数学, 2021, 37(2): 18-23.

First-class course construction of structural mechanics under the engineering teaching idea of “3E+3E”

CAO Yanmei, YU Guilan, XIANG Hongjun, XU Yanqiu, JIA Ying, SHI Zhifei

(School of Civil Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, P. R. China)

Abstract: Structural mechanics is one of the professional foundation courses for the civil engineering, railway engineering, hydraulic engineering, and plays the role of bridge between the foundation course and the professional course. The structural mechanics course of Beijing Jiaotong University is firstly approved to be first-class course in 2020, which indicates the course construction and the talent cultivation are in a new stage. In order to find a way out of the problems and difficulties during the construction of structural mechanics, the “3E+3E” engineering teaching idea following “first emotional perception, then rational exploration” is proposed, in which the moral cultivation plays the guiding role, the diversified and distinguished engineering talents with innovation spirits is taken for the cultivating goal, and improving high level course, highlighting innovation, and increasing challenge level are the basic requirements of course construction. With the ideological and political education, optimization of teaching objectives, innovation of teaching methods during the teaching process, the first-class course construction of structural mechanics is explored. Teaching practice shows that “3E+3E” teaching idea provides the new thinking for the construction of “ideological and political education” and “high-level, innovative and challenging course”, creates the conditions for realizing the talents training with knowledge, capacity, and quality, and explores an advantage approach to teaching transform from “imparting teaching” to “inquiry teaching”.

Key words: structural mechanics; first-class course; engineering teaching; foster virtue through education; high-level, innovative and challenging course