

工程教育认证背景下基础力学课程 教学改革探索与实践^{*}

孙双双¹, 郭建章¹, 王霞²

(青岛科技大学 1.机电工程学院, 2.教务处, 山东 青岛 266061)

[摘要]基础力学课程是高校工科专业的核心专业基础课,对高校的人才培养起着至关重要的作用。文章结合工程教育专业认证标准和青岛科技大学机械类相关专业的毕业要求,分析了传统基础力学课程教学中存在的与工程教育专业认证要求不相符的问题,提出了基于工程教育专业认证的基础力学课程教学改革措施。教改取得了良好的效果。

[关键词]工程教育认证; 基础力学; 教学改革; 教学实践

Teaching Reform Exploration and Practice of Basic Mechanics Courses under the Background of Engineering Education Accreditation

Sun Shuangshuang¹, Guo Jianzhang¹, Wang Xia²

(1.College of Electromechanical Engineering, 2.Office of Academic Affairs, Qingdao
University of Science & Technology, Qingdao, Shandong 266061)

Abstract: Basic mechanics courses are the core fundamental courses of university engineering majors. They are very important for cultivating university students. According to the engineering education accreditation criteria and the graduation requirements of mechanical and near mechanical majors in Qingdao University of Science and Technology, the problems existing in traditional teaching of basic mechanics courses, which are not in line with engineering education requirements were analyzed in this paper. Some teaching reform measures based on the engineering education accreditation were proposed and practiced. Good practical effect was obtained.

Key words: Engineering education accreditation; Basic mechanics; Teaching reform; Teaching practice

[作者简介] 孙双双(1971-),女,教授,博士,校级教学名师。

[通信作者] 孙双双, E-mail: sunkira2011@163.com。

^{*} 基金项目:青岛科技大学“基础力学高水平教学团队建设”项目(编号:201707);青岛科技大学教研项目“新工科背景下基于专业认证理念的机械类专业人才培养模式改革实践研究”(编号:2018MS23)。

工程教育认证是国际通用的工程教育质量保障制度,是实现工程教育国际互认的基础。2016年,我国正式加入国际工程联盟《华盛顿协议》,这标志着我国工程教育质量认证体系实现了国际实质等效,我国工程专业质量标准获得了国际认可^[1]。工程教育专业认证标准是我国现行的最权威的工程教育本科专业认证标准^[2],包括学生、培养目标、毕业要求、持续改进、课程体系、师资队伍和支持条件七项内容,是判断专业是否达到认证要求的依据。工程教育专业认证的三个基本理念是成果导向教育、以学生为中心和持续改进。其中,成果导向教育(简称“OBE”)是以学生学习成果为导向的教育理念^[3],强调教学设计和教学实施的目标是学生通过教育所取得的学习成果。OBE理论强调以学生为中心,通过持续改进等措施,不断提高学生培养质量。“以学生为中心”是指以学生发展为中心、以学生学习为中心、以学习效果为中心^[4],即教学应以促进学生发展为目的,以学生学到、学会为目的。这就要求教师在教学过程中关注学生的学习效果,随时通过学习反馈调整教学,以帮助学生更好地学习。因此,形成性评价是工程教育中非常重要的一个环节。

青岛科技大学的工程教育专业认证工作走在山东省各高校的前列^[5]。学校从2016年开始进行工程教育专业认证,并相继有12个专业顺利通过认证。基础力学课程作为机械类和机械相关专业的核心专业基础课程,对专业的人才培养目标、毕业要求及课程体系等都具有非常重要的支撑作用。在我校通过认证的专业中,机械工程、过程装备与控制工程、环境工程、高分子材料与工程等专业都设置了基础力学课程。因此,客观分析我校基础力学课程的教学状况,找出教学中存在的与工程教育专业认证要求不相符的问题,提出有针对性的教学改革措施,不仅能为我校工程教育专业认证方案的顺利实施提供保障,而且对基础力学课程建设能起到极大的促进作用。

本文结合我校基础力学课程教学的实际情况及笔者的教学经验和体会,分析了该课程教学中

存在的与工程教育专业认证要求不相符的问题,并提出了课程教学改革措施。这些措施的实施取得了良好的成效。

一、基础力学课程教学状况及存在的主要问题

(一)以教师讲授为主,学生被动学习

在以教师的“教”为主的教学模式下,教师是教学中的主角。因此,任课教师在备课时主要关注怎样把课讲好,往往会忽视学生对力学知识的理解程度、学习效果等方面。学生始终处于被动学习状态,对课程学习的参与度较低,课堂上睡觉、玩手机等现象普遍存在。

(二)注重知识传授,忽视学生实践能力培养

由于课程教学注重知识的传授,因此各项教学活动都是围绕如何将力学知识系统地传授给学生、如何使学生牢固掌握力学知识而开展的。基础力学课程属于技术基础课,与工程实例联系非常紧密,因此任课教师在授课过程中一般会引入合理的工程背景和较多的工程实例。但是在介绍这些工程实例时,教师受时间或自身能力所限,不会具体讲解怎样进行力学建模及怎样用力学知识去解决实际问题,这就导致学生的力学建模能力和应用力学知识合理地分析、设计工程构件及结构的能力得不到有效培养。

(三)以多媒体与板书相结合的教学手段为主,信息化教学手段使用较少

基础力学课程涉及较多的基本理论、基本概念和公式,而充分利用形象直观、图文清晰规范、信息量大的多媒体技术,有助于教学的顺利进行。我校的基础力学课程教学中较早引入了多媒体技术,教师在讲授基本概念、基本理论时,基本全部采用多媒体课件,还会播放大量工程实例的图片或视频,以便于学生理解。而对于公式推导过程,教师仍采用板书形式进行讲解,注重引导和启发学生思考,保证学生跟上讲课节奏。以上教学手段的使用虽然达到了知识传授的目的,但不能使教师及时、全面地掌握学生的学习情况和学习效果,也不利于教师适时地改进或调整教学策略。

(四)课程考核以总结性评价为主,形成性评价占比很低

由于师资紧张,我校的基础力学课程一般采用大班授课模式,任课教师会通过随机点名、随机提问的方式了解学生的出勤情况及对知识点的掌握情况,但这种做法难以全面掌握所有学生的学习情况。此外,由于课程作业量比较大,教师没有足够的时间批改所有学生的作业。基于以上原因,基础力学课程主要采用总结性评价,以期末闭卷考试评价学生的学习情况,而形成性评价的占比很低。这种考核方式易使学习自觉性较差的学生不重视平时学习,想靠期末临时突击取得好成绩,考核起不到应有的作用。

以上问题的存在使得学生的工程思维和创新力被束缚,自主学习及应用力学知识解决复杂工程问题的能力得不到有效培养,这与工程教育的目标要求明显不符。因此,如何在课程教学中体现工程教育要求,更好地实现人才培养目标,既是基础力学课程教学改革的重点,也是各工科专业亟待解决的问题。

二、基于工程教育专业认证的课程教学改革措施

针对传统基础力学课程教学中存在的问题,课程组以工程教育专业认证的基本理念及我校工科专业的12条毕业要求为指导,对基础力学课程教学进行了改革。各项教学改革措施相互交叉、相辅相成,共同保证了教学目标的实现。

(一)修订课程教学大纲,完善教学目标,优化教学内容,健全课程考核方式

教学大纲是课程教学的指导性文件。为了在教学中体现工程教育的思想和理念,我们对基础力学课程的教学大纲进行了修订。

在教学目标方面,我们除了对学生必须掌握的知识点提出要求外,还进一步强化了学生创新能力及利用力学知识解决复杂工程问题能力的培养要求,同时增加了对学生工程思维的培养要求。

在教学内容方面,我们在强化基本概念、基本理论和基本方法的基础上,简化了许多理论推导和公式证明,增加了大量工程案例,以突出实用

性,加强学生思维和能力的训练,充分体现工程教育的特点。如在材料力学中弯扭组合变形的强度计算部分,教师在课堂教学中,一般只简单讲解得到强度条件不等式的思路,而将具体推导过程留给学生课前自学或者课后自己推导。另外,教师除了向学生展示大量工程实例的图片或视频外,通常还会就某一个有代表性的工程实例进行重点讲解。以卷扬机(见图1)为例,教师让学生先对其进行力学建模,然后进行静力平衡分析和计算,最后利用相关力学知识检验传动轴的强度是否满足要求。若不满足要求,教师还会让学生思考应采取哪些措施提高其强度,并强调措施要在保证传动轴安全的前提下体现经济和绿色环保的理念。

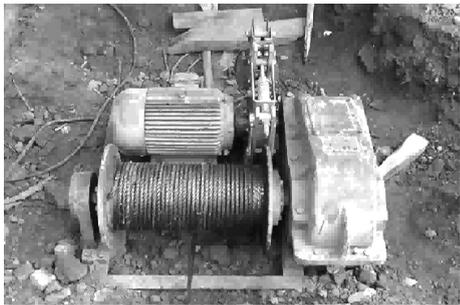


图1 卷扬机

在考核方式方面,我们将过程考核的比例由10%提高到30%。过程考核包括出勤、作业、平时课堂表现、测验、实验、期中考试等环节。其中,测验包括平时随堂测验、章测验、单元测验等,实验包括实验预习、实验操作和实验报告三部分,作业包括基础型作业及综合性大作业。基础型作业一般是课后习题,而综合性大作业通常需要学生在查阅文献资料的基础上经过综合分析、计算、对比等步骤才能完成。大作业往往没有固定的标准答案。如教师给出特大风载荷作用时电线杆被刮断的工程实例(见图2),让学生用学过的力学知识分析电线杆在根部断裂的原因,并从设计的角度思考采取哪些措施可以避免此类现象发生。

(二)更新教学理念,转变教学模式

为了促进教师的教学理念由“以教师为中心”向“以学生为中心”转变,课程组以提高学生学习参与度和学习效果为目标,开展了一系列教学改



图2 被风刮断的电线杆

革和创新活动:1.利用信息化教学工具辅助教学,30秒内即可完成课堂考勤,以保证学生的课堂出勤率,即“身在课堂”;2.通过互动、随堂练习、随堂测验、板书演示解题过程、小组讨论、发言或展示等,让学生动脑、动手、动口,即“心在课堂”;3.通过让学生在查资料的基础上完成大作业、向学生推送MOOC视频进行预习或复习、给学生布置课后讨论题目、给学生布置作业批改任务等,保证学生对知识的有效内化和吸收。这样做的目的,在于让教师成为学生学习的组织者、引导者、帮助者、激励者,而让学生作为教学的主体,成为学习者和主要参与者。

为充分发挥学生的主观能动性,真正体现“以学生为中心”,我们根据教学内容的特点,采用了对分课堂(PAD课堂)这一新的教学模式^[6],拿出一部分课堂时间讲解课程主要内容、重点和难点,而将另一部分时间留给学生,根据主题进行小组讨论式、探究式学习。如在工程力学中的典型约束部分的教学,教师在当次课堂的后半部分时间先简单介绍工程中的几类典型约束、每一类典型约束判断的依据及学习难点,然后布置课后作业,让学生课下自学教材中的相关内容并查阅文献资料,列举出每一种典型约束的工程实例5~8个,同时说明原因。在第二次课上,教师利用前半部分时间让学生以小组为单位讨论上次课后布置的作业,并随机让学生发言或让每个小组派代表发言,以便了解学生对教学内容的掌握情况。让学生主动参与课堂教学,一方面可以锻炼学生自主学习、独立思考和分析并解决问题的能力,另一方面可以通过小组讨论、班级讨论的方式,提高学

生的交流沟通能力和团队合作精神。

(三)创新教学方法,革新教学手段

为了在基础力学课程教学中充分体现工程教育的理念,我们会根据需要分别采用案例式教学、基于问题的教学、小组讨论式教学、探究式教学等方法。如在材料力学中提高弯曲强度的措施部分的教学,教师在课堂上通常会给出龙门吊重装置(见图3)、车厢上的油罐(见图4)等工程实例的图片,让学生思考:为什么龙门吊重装置中的两根立柱及油罐下面的两个鞍座不直接放到最外侧布置而是往里移了一定的距离?直接布置到最外侧是否安全?学生在课堂上一般有3~5分钟的思考和讨论时间,然后各小组派代表介绍讨论的结果,并说明原因。教师再根据学生回答的情况进行补充说明。



图3 龙门吊重装置



图4 车厢上的油罐

另外,我们在多媒体与板书有机结合的基础上,引入“对分易”“雨课堂”等具有考勤、课堂随机提问、推送教学资源、投票、发布调查问卷等功能的智慧化教学工具进行辅助教学。教师利用信息化教学手段,不仅可以在课堂上进行高效考勤,而且可以随时随地与学生互动、交流甚至批改作业。这有助于教师及时掌握学生对某个知识点或某些

教学内容的理解程度,及时获得学生对课程教学的反馈,从而适时地改进或调整教学策略,提高教学效果。采用智慧化教学工具后,教师的工作量也大大减轻了。

(四)优化课程评价体系,持续改进教学

基础力学课程评价体系由早期单一的“评教”模式逐渐向“以评学为主、评教评学相结合”的模式转变。参与评价的主体包括任课教师、学生、教学督导员、校内同行、校外认证专家等。评价指标包括学生出勤、学生课堂表现及学习效果、学生各类型作业质量、学生测验结果、学生期中及期末考试结果、学生实验能力、教师教学态度、教师教学方法、教师教学能力等。评价手段包括教师随堂向学生发起投票、向学生发布调查问卷、教学督导员随堂听课、同行听课、教师根据学生各类学习成果自评、校外认证专家调取相关教学资料进行评价等。根据各类教学评价结果的反馈时间及教学目标的达成情况,教师应进行当堂改进、隔堂改进、当学期改进或下学期改进,以便持续不断地总结、反思和改进教学,提高基础力学课程的教学质量和效果。

三、课程教学改革成效

近三年的教学改革实践与持续改进取得了一定的成效,主要从任课教师反馈、学生反馈、督导员反馈及专业认证专家反馈四个方面来体现。

成果导向、以学生为中心和持续改进的教学理念已被教师广泛接受和认可,并逐渐在教学中实践。教学改革后,基础力学授课教师普遍反映学生的出勤率、课堂互动、作业质量及课堂参与度明显提高,学生的沟通能力、担当意识和团队协作精神也得到了进一步的锻炼和提升,学生自主学习、独立思考的能力及工程思维正在逐渐形成。

针对学生的调查问卷反馈结果表明,学生普遍认为现在的基础力学课堂教学组织形式灵活、新颖。他们比较喜欢小组讨论式学习,并认为综合性大作业才是真正的大学作业。另外,案例式教学能够使学生切身体会到如何利用所学的力学知识解决实际工程问题或专业课中的问题,对于培养学生分析和解决复杂工程问题的能力比较有效。

从督导员随堂听课及专业认证专家根据相关

教学资料反馈的结果看,我校基础力学课程教学改革是有效的,督导员和认证专家都持肯定态度,一致认为主讲教师能够以学生为中心组织教学,且在教学中注重与学生的互动和交流,关注学生“学”的效果,并能根据学生“学”的实际情况及时调整教学方法和手段,持续改进教学。

需要说明的是,上述改革成效只是近期的。“十年树木,百年树人”,人才培养是一个长期的过程。在基于工程教育专业认证的基础力学课程中,更有说服力的改革成效是用人单位对毕业生的高度认可及毕业生良好的职业发展情况。这也是我们今后要关注的重点之一。

四、结语

以我校的工程教育专业认证为契机,我们结合工程教育专业认证标准及工科专业的毕业要求,从教学大纲的修订、教育理论和教学模式的转变、教学方法和手段的革新及课程评价体系的优化等几个方面对基础力学课程进行了改革探索和实践,取得了较好的效果。工程教育专业认证促进了基础力学课程的各项教学活动不断改进和完善,基础力学课程建设也越来越规范。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 李志义.对我国工程教育专业认证十年的回顾与反思之一:我们应该坚持和强化什么[J].中国大学教学,2016(11):10-16.
- [2] 姜海丽,孙秋华,赵言诚.工程教育专业认证背景下工程实例教学模式的探析[J].黑龙江高教研究,2017(2):162-164.
- [3] 李志义.适用认证要求推进工程教育教学改革[J].中国大学教学,2014(6):9-16.
- [4] 赵炬明,高筱卉.关于实施“以学生为中心”的本科教学改革思考[J].中国高教研究,2017(8):36-40.
- [5] 山东省本科高校工程教育专业认证工作经验交流会在我校召开[EB/OL].<https://xinwen.qust.edu.cn/info/1002/38616.htm>,2019-03-11.
- [6] 张学新.对分课堂:大学课堂教学改革的新探索[J].复旦教育论坛,2014,12(5):5-10.