

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2018.01.013

欢迎按以下格式引用:王春香,周鹏,胡恒山.依据课程定位深化材料力学教学改革[J].高等建筑教育,2018,27(1):53-56.

依据课程定位深化材料力学教学改革

王春香,周鹏,胡恒山

(哈尔滨工业大学 航天学院,黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要:依据材料力学课程定位,围绕创新人才培养目标,通过课程考核驱动教学内容、教学方法、教学形式的相应改革。建立教与考一体、教与学一体、理论与工程实践一体,课内与课外一体、课前与课后一体的多维教学改革模式,重点培养学生工程素质、自学能力、解决实际问题的能力,增强创新意识。

关键词:课程定位;材料力学;创新能力;教学改革

中图分类号:TU501;G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2018)01-0053-04

毋庸置疑,多年的教学改革,推动了高等教育的发展,提高了人才培养质量。但在改革过程中,也出现了某些偏颇,如忽略课程自身在人才培养中的定位,违背教与学的基本规律,照搬同一改革模式等问题,不可小视其对教学及人才培养的负面冲击。哈尔滨工业大学材料力学课程在不断改革的基础上,总结前期的经验教训,认真分析课程性质和课程在人才培养中的作用,结合新技术、新材料给工程设计带来的变革及当今学生的知识水平,制定切实可行的改革方案,稳步深化教学改革,为培养造就创新型科技人才做出贡献^[1]。

一、依据课程定位,综合制定改革方案

材料力学是变形体力学的重要基础分支之一,是学习构件设计理论的重要技术基础课,也是本科生最早(大学二年级)接触到的与工程实际联系密切的课程。课程既培养学生具有良好的理论分析能力,又锻炼学生的工程实践能力,其课程内容不仅为后续课程奠定必要的力学基础,其分析方法、计算手段也可直接应用于实际工程设计中。因此,课程在培养学生基本素质、启迪创新思维、培养分析及创新能力等方面具有其他课程不可替代的作用^[2]。

学生创新能力及素质培养是一项综合系统工程,需要在不同时期、不同课程中逐步实施。根据学生所处阶段及所具有的预备知识,制定切实可行的改革方案,使学生通过努力达到预期学习目标,享受成功的愉悦,从而提高学习兴趣,激发创新热情。

收稿日期:2016-12-20

基金项目:国家精品资源共享课程建设项目;黑龙江省高等教育教学改革高教综合改革试点专项项目(GJZ201201082)

作者简介:王春香(1956—),女,哈尔滨工业大学航天学院教授,主要从事固体力学研究,(E-mail) wangchunxiang@hit.edu.cn。

材料力学以培养创新型人才为目标,构建教与考、教与学、理论与实践、课内与课外多位一体的教学改革方案。特别是通过课程考核驱动教学内容、教学方法、教学形式的相应改革。教学方法改革和考核方法改革相辅相成、紧密结合。考核方式的改革,为部分教学方法的改革提供相应的实施平台,教学方法改革则由相应的考核方式保障。

二、各项改革相辅相成协调发展

(一) 教学内容及教学方法改革与实施

1. 教学内容改革

随着科学技术的发展,工程设计、分析、计算、制造等理念、方法也发生了深刻变革,工程技术人员对力学基础知识的需求也在发生改变。新技术、新材料的不断涌现及广泛应用,促使我们重新考虑材料力学基本知识的继承与更新。在保留其基本知识结构、基本分析方法的前提下,增加部分内容。适当引入课程前沿相关内容,建立与其他相关力学课程之间的关系,为学生将来继续学习开辟窗口。材料力学对变形固体的研究,是在均匀、连续、各向同性的前提下,基本不涉及各向异性材料。然而,各向异性复合材料在航天航空、核工业、水利水电以及民用产品等领域已广泛应用,因此在材料力学课程中,各向异性材料内容应有所体现,讲课时加入了各向异性材料性能简介^[3]。讲材料应力应变关系时,从一般到特殊,先介绍一般各向异性材料的广义胡克定律,再到正交各向异性材料,最后到各向同性材料。对一般各向异性材料,过一点产生6个独立应力分量,其中每一个应力分量都要引起6个应变分量,如6个应力分量引起 x 方向的应变 ε_x 表达式如下:

$$\varepsilon_x = k_{11}\sigma_x + k_{12}\sigma_y + k_{13}\sigma_z + k_{14}\tau_{xy} + k_{15}\tau_{yz} + k_{16}\tau_{zx}$$

另外5个应变分量也可类似写出。 k_{ij} 为材料弹性常数,共36个,由于 $k_{ij} = k_{ji}$,因此各向异性材料最多21个弹性常数。正交各向异性材料最多9个弹性常数,如果是各向同性材料,最多3个弹性常数,即 E 、 ν 和 G 。虽然只是简单介绍,却为学生后续学习和应用打开了一个窗口。

抓住力学分析中的共性问题,调整课程体系。教学中以应力、应变分析为主线,重点讨论解决力学问题通用的三大基本方程,即平衡方程、几何协调方程和物理方程^[4]。

由于计算机技术的发展和大型通用力学软件在工程设计中发挥的重要作用,将计算机求解引入教

学势在必行。例如,在教学中增加了教材中没有的“有限差分法”,增加了MATLAB在力学中的应用简介,供学生课外学习^[5]。

创新除需要扎实的理论基础外,还要具备基本的工程素质,因此在教学中增加了强化工程概念、拓宽学生工程视野的内容。材料力学教科书所涉及的工程结构都以受力简图的形式出现,至于简图如何抽象而来,学生并不清楚,不能与实际结构相对应,理论与工程脱节,严重影响学习的积极性,阻碍了学生对材料力学基本理论的理解。因此,在课堂上引入教师自己拍摄录制的工程实际结构、机械设备零部件等视频资料,通过这些视频信息,引导学生分析实际工况,简化相应的约束、受力及结构形状,得到计算简图,之后通过简图进行力学分析、计算。经过这样的训练之后,作为课后学习任务,针对教材中某些受力简图及其变形特征,要求学生留意寻找实际工程中与之对应的部分,定时反馈给教师,教师综合后分析讲解。这种课内与课外相结合的学习方式,使学生明确了学习材料力学的目标,很受欢迎,教学效果较好。另外,还通过网络视频资料引入国内外典型工程案例,包括某些工程事故,引导学生从材料力学的角度分析原因。例如,2012年8月24日横跨松花江的哈尔滨阳明滩大桥引桥发生特大倾覆事故,造成3人死亡,5人受伤。针对这一案例,要求学生上网查询相关资料,分析原因,提出改进措施和预防事故发生的意见,写出简要报告。同一个事故,学生利用已学的材料力学知识、理论力学知识,从结构设计、载荷分布、强度、稳定等诸多方面,提出不同意见,有的见解非常独到。这种理论与实践一体的教学方法,使学生进一步明确所学知识的应用范围,提高了学习积极性,同时也提高了学生的工程素质,为创新能力培养奠定基础。

2. 教学方法改革

改革材料力学“上机课”。以前,“上机课”仅供学生观看课件,或用课件做一些自测题,学生只能被动学习,未能充分发挥“上机课”环节在人才培养中的作用,只是传统课堂教学的简单延伸和补充。改革后的上机课,从注重学生工程素质教育与创新能力培养出发,结合新形势下对工程技术人员计算机基本素质的要求,提出新的教学目标,要求学生利用上机课独立编写、设计制作解决工程实际问题的计算机分析软件大作业,并作为考核的一部分计入课

程总成绩。

将教师主讲的课堂,部分变为师生互动的课堂。选择部分教学内容,如截面几何性质、弯曲正应力公式推导等内容,让学生课前预习、查找资料、准备讲稿。教师根据关键内容,课上随机抽找2~3个学生讲解,每人3 min左右,总时间控制在10 min之内,之后教师点评总结,形成师生互动共同研究的讨论课。这种教学一体、师生互动的教学方法效果很好,培养了学生独立学习的能力。此外,还可通过设置问题的方式培养学生自学能力。教师设置问题,课后学生寻找答案,下次课开始时,让学生用少量时间介绍自己的解决方案。例如,讲完一次静不定的力法正则方程及例题之后,布置学生课后推导高次静不定结构的力法正则方程,学生只需解释正则方程中某个系数的物理意义,教师即可判断他对这部分内容理解及掌握的情况,通过这种方式,培养学生独立获取知识的能力,从“学会”到“会学”。

在课外开设第二课堂。教师有自己的教学、科研主攻方向,不可能各科皆通,根据课程定位,如果需要与其他学科知识结合解决工程问题时,可以邀请相关学科的专业人士参与指导,在课外共同完成相应教学内容。例如, MATLAB 是一款功能较强的科学计算软件,对分析力学问题很有帮助,邀请相关专业人士,完成“MATLAB 在力学中的应用简介”视频资料,组织学生课外观看。这种学习方式学生很感兴趣,学习的积极性很高,提高了软件设计大作业的质量。

开展每年一届的“哈工大材料力学软件设计竞赛”活动,获奖者可在材料力学总成绩中额外加5分,此竞赛为学生进行创造性学习、发挥创新潜能、施展才华提供一个平台,是学生理论联系实际的一个载体。

持续建设网络学习资源系统。材料力学从第一批“国家精品课程”到第一批“国家精品资源共享课程”,再到教育部的“MOOC-材料力学”,历时10多年,此间不断丰富网络教学资源,内容包括国家教学名师和多位教授的讲课视频、学习自测题、试题库、工程案例、专题讲座、参考书及参考资料等,为学生课外自主学习提供丰富资源。学生可根据自己的实际情况和能力,作为课堂学习的一个补充,选择相应的资源学习材料力学。

(二)课程考核改革

1. 转变考核观念

课程考核是教学的重要组成部分,应贯穿于教学全程。考试不仅要考核学生学的情况,也应该考核教师教的情况,更是及时反馈教学效果的渠道,也是教学的“指挥棒”。课程考核不能只是总结性的期末闭卷考试,不能只注重测评学生掌握知识的书面笔试能力,而应将重点放在创新能力的考核上。因此,对课程考核的基本构架、主要方式、考核内容等进行调整,形成重学习过程、重基本知识积累、重综合应用、重实践能力培养、重发掘学生潜质、重创新能力培养的“累加+开卷”全新考核模式,从而使课程考核科学全面地评价学生综合素质,达到以考促学、以考促教的目的。通过课程考核转变学生只注重考试成绩,不注重学习过程观念,通过课程考核驱动教学内容、教学方法、教学形式的相应改革。

2. 改革考核方式

为发挥课程考核对教与学的驱动作用,必须改革考核形式。将期末闭卷考试改为贯穿整个教学过程的多环节、多层次考核,形成“累加+开卷”考核模式。所有的答卷考试均为开卷,包括3~4次随堂阶段性测试、期中考试、期末考试。总成绩由多项不同形式的考核成绩累加,各项考核及所占比例如下:平时作业占10%;随堂阶段性测试占10%;上机课软件设计大作业占10%;期中考试占25%;期末考试占45%。另外,还有两项附加考核(额外加分):“哈工大材料力学软件设计竞赛”获奖者加5分,预习讲稿和教师布置的课后问题解决方案共3分。

关于开卷考试并不陌生,常见于小班课、专业课,而且只可以查阅教科书(教材)。材料力学是技术基础课,基本是大班(5~7个小班)上课,开卷也是广义开卷,即可以查阅参考书、习题解答、学习指导等任何资料。特别是开卷的大班阶段性测试,由于是随堂考试,人数多且间隔小,分布密集,为避免互相之间抄袭,达到考核公正,每次测试教师要拟定6~10套不同试卷,测试时前后左右按一定规律下发试卷,每个考生周围的试卷都各不相同。

闭卷考试均改为开卷考试,彻底将学生从死记硬背的被动学习中解脱出来。开卷考试也增大了命题范围,强调对学生综合性分析能力、创造性应用能力的考核。

3. 改革考试内容

由于是广义开卷考试,推进了试题内容的改革,跳出仅局限于教学大纲要求、知识点单一、有公式套用的出题范围,取而代之的是教师自己编制的多个知识点相综合、多种求解途径的考题。重点考核学生分析问题、解决问题的能力,各知识点融会贯通综合应用的能力,创造性应用所学知识的能力。

三、结语

材料力学课程改革主导思想是:依据课程定位,围绕创新人才培养目标,通过课程考核驱动教学内容、教学方法、教学形式的相应改革。这样的综合改革,形成教与考一体、教与学一体、理论与工程实践一体、课内与课外一体、课前与课后一体的多维教学模式。实践证明,基本达到了预期目标,学生更加注重学习过程,注重理论联系实际,从“学会”到“会学”,初步掌握解决工程问题和科学研究的基本方法,对自身潜在能力有所认识,增加了自信及对创新的欲望。促使学生积极参加各类竞赛,以此证明自己的能力。学生的材料力学软件设计作品获得“全国虚拟仪器设计大赛(软件组)”三等奖,有的作品还被纳入《材料力学课堂教学多媒体系统》,由机械工业出版社正式出版。2013年“第九届周培源全国

大学生力学竞赛”中,哈尔滨工业大学获团体赛一等奖2项,获个人赛一等奖3人,二等奖6人。2015年“第十届周培源全国大学生力学竞赛”中,哈尔滨工业大学学生获特等奖1人(成绩第一名)、一等奖4人、二等奖10人,再次刷新历史最好成绩。材料力学“累加+开卷”考核模式、材料力学上机课改革分获黑龙江省教学成果二等奖。

总之,教学改革不是一劳永逸的事,是动态的过程,还需要教育工作者继续努力。

参考文献:

- [1] 教育部. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[EB/OL]. (2010-07-29) [2010-10-07]. http://www.gov.cn/jrzq/2010-07-29/content_1667143.html.
- [2] 钱国英. 教育创新与应用型创新人才培养[M]. 杭州:浙江大学出版社,2009.
- [3] 王春香. 基础材料力学[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [4] 张少实. 新编材料力学[M]. 北京:机械工业出版社,2010.
- [5] 邱李华. MATLAB 7及工程问题解决方案[M]. 北京:机械工业出版社,2006.

Enhance teaching reform in mechanics of materials according to course orientation

WANG Chunxiang, ZHOU Peng, HU Hengshan

(School of Astronautics, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, P. R. China)

Abstract: According to the course orientation of mechanics of materials, to develop talents with innovative skills, the reform in teaching content, method and form should be driven by course evaluation. A multi-dimensional teaching innovation model where teaching and assessment, teaching and learning, theory and real engineering application, in-class and out-class activities, pre-lecture and after-lecture exercises are combined should be developed. The goal is to develop students' engineering acumen, self-learning ability, and the capability to solve real-world problems, and to improve students' creativity.

Keywords: course orientation; mechanics of material; creativity; teaching reform

(编辑 周沫)