

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2015.02.0010

土木工程专业研究生课程智能材料与结构教学实践

王自平, 骆 英

(江苏大学 土木工程与力学学院, 江苏 镇江 212013)

摘要:文章根据土木工程行业发展对人才需求及土木工程专业的培养目标定位,提出在高等院校土木专业研究生阶段加强智能材料与结构课程内容设置的必要性,结合土木工程专业学生特点探讨智能材料与结构课程研究生教学的授课内容,并对教学方法和手段进行了实践与探索。

关键词:智能材料与结构;研究生教学;实践与探索

中图分类号:G643.2

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)02-0041-03

智能材料结构是材料学与多学科交叉融合发展起来的高新技术结构,是集传感、驱动及信息处理等功能于一体的功能性材料结构,具有自诊断、自适应、自学习、自修复、自增值、自衰减等六大生命功能^[1]。近20年来,智能材料结构随着材料科学、力学、控制理论、计算机技术、信息理论等学科的发展已成为国内外最活跃的研究领域之一,国内外学者对智能结构的研究及探索不断深入,智能结构领域及技术迅速发展^[2]。智能材料与智能结构是力学的重要分支,其研究涉及土木工程、力学、材料学、化学、信息论、电子技术、机械工程、光学、计算机技术、仿生学、控制理论等一系列学科中的先进技术,同时引发出新的研究领域。如仿生机器人、结构健康监测、传感材料、驱动材料、元器件及材料制造新技术和新的控制理论等^[3]。

智能材料与结构在土木工程领域中有着巨大的应用前景,其发展不仅意味着增强结构功能,提高结构使用效率及优化结构设计形式,而且也打破了许多土木工程结构在设计、建造、维护和使用控制等方面的传统观念。目前,在土木工程结构领域,智能材料结构系统的应用主要集中在结构的健康监测,形状自适应记忆合金材料及结构减振抗风降噪的自适应控制等方面^[4]。为提高工程结构质量和结构安全性及使用可靠性,将智能材料中先进的自诊断理念引入研究领域,针对重大工程中结构损伤特征及应用对象和领域,研制应用于土木工程结构的主动减振、精密位移控制、损伤主动在线监测技术的智能材料与结构。

在土木工程专业研究生教学中开设智能材料与结构课程非常有必要。目前,智能材料与结构课程教学在课程体系上较封闭,学生知识面不够导致

收稿日期:2014-08-18

基金项目:国家自然科学基金项目(11402101);江苏大学高级专业人才科研启动基金(14JDC022)

作者简介:王自平(1979-),男,江苏大学土木工程与力学学院讲师,主要从事土木工程中智能材料与结构研究,(E-mail)wzpxx2004@126.com。

学习积极性不高,且由于该门课程学时的限制,教师授课时只能挑选部分章节讲授,疑难问题不断增加,给研究生科研指导不大,忽略了这门课程对研究生实践能力的培养,严重影响了学生学习内容的深度和广度。

文中针对土木工程专业研究生的研究及专业工作背景,将智能材料与结构课程作为选修课,对如何实现这门课程的教学目标,提高教学质量,提高研究生学习的科研兴趣和实践能力进行了思考,对这门课程的选修内容及教学、实践、成绩评定等环节进行了探索研究。

一、教学内容

智能材料与结构是以材料—器件—结构—系统为主线,将基本理论与工程应用紧密结合,从材料与智能、智能材料、智能器件、智能材料结构和智能结构系统等方面循序渐进地介绍智能材料与结构系统的基本概念、性能特征、发展和应用等。结合土木工程专业研究生研究课题及就业背景,选择与土木工程行业紧密相关的智能材料与结构内容作为教学主讲内容。

首先介绍智能材料与结构的一些基本概况,包括驱动材料、驱动器与传感器,以及自适应复合材料系统中的模型与应用、自适应系统、旋翼应用、航空器控制和智能结构应用等。根据实例引入形状记忆合金的概况,包括工作原理及应用,重点介绍形状记忆合金在土木工程中的隔震体系、粘弹性阻尼器、自修复埋入式智能监测的实例。在工程结构无损中应用最为广泛的领域中,需介绍压电复合材料的力学原理及应用,重点介绍其作为智能驱动器与传感器时在土木工程领域中结构健康监测方面的应用实例。在土木工程结构抗震设计中,介绍电/磁致伸缩与电/磁流变体的工作原理,磁致伸缩智能材料是一种磁致伸缩效应强烈,具有高磁致伸缩系数并具有电磁能/机械能转换功能的材料。磁致伸缩材料作为智能材料与结构在土木工程领域中主要用于传感、监测和远距离信息传输方面,具有较好的应用前景。将智能器件置于土木工程结构中,实现其自适应的结构功能,主要介绍智能光纤材料的工作原理及其应用,复合材料中埋入光纤传感器和驱动器是目前应用前景最广、技术基础最成熟的一种智能材料。最后对智能材料与结构的应用前景及发展进行总结和展望。

二、教学实践与探索

(一)不同研究方向教师的正确引导

研究生阶段的学习关键已不再是掌握某个知识点,死记一些书本知识,更重要的是培养学生的实践

创新能力,提高学生的自主学习能力,需要在自己学习的基础上进行创新性思维,实现再创造,这就需要教师的正确引导。同样在智能材料与结构这门课程中,对土木工程类研究生的教学,需要通过师生互动形式展开,在课堂上进行课堂互动,让研究生体验从未知到新知的探索过程,将智能材料与结构系统的各个方面实行科普性的讲解,促成研究生学习的主动性,教师的基本职能从“授”转变为“导”,让教师真正成为学生学习的导师。在学习智能材料与结构这门课程中,江苏大学创新地采用多位教师讲授同一门课程的方式,针对所学内容。选择相关研究方向的专业课程教师来上这一章节内容。由于所选教师对研究方向的熟悉程度明显高于以往同一位任课教师,这无形中大大提高了课程的深度和广度,调动了学生学习的热情,拓展了研究生科研知识面。

(二)理论联系实际

智能材料与结构作为一门交叉性的课程,必须与实际相结合才能巩固学习,激发学生的兴趣。所以,在课程教学中,尽量多举土木工程中的实例来说明各智能材料与结构的工作原理,可以从学生感兴趣的结构和目前应用较广的智能材料来阐述,如智能蒙皮、结构监测和寿命预测、土木结构的减振与降噪、环境自适应结构以及住宅智能化等。将理论知识寓于工程应用背景中,效果显著。如在课堂上会增加手工制作环节,采用层合空心板制作桥梁模型,采用硬币搭建省材工程结构,将智能材料的节能减排理念运用到结构设计中。

(三)板书与多媒体演示的结合

智能材料与结构课程信息量大,属于多学科交叉综合,不能完全采用板书教学,插入多媒体教学,可加快教学进程,提高教学效率,结合图案或声音,能大大提高学生的学习兴趣和学习积极性。与传统的板书形式相比,多媒体教学信息量输入紧凑,文字图像信息清晰直观,风格多样,内容丰富,也能活跃课堂气氛,增进教学过程中的互动。但当讲解一些重要的力学基本原理时,也需要放慢讲课速度,通过板书的形式来讲解清楚,尤其是传感器与驱动器等智能元器件的工作原理解释。例如:在讲解形状记忆合金工作原理时,Ti-Ni合金的管接头处于低温状态时,套在需要连接的两根管子上,升温到Ti-Ni合金母相状态的室温,套管内径即可回复到原来的尺寸,从而把两根管子咬紧,完成管子的连接。采用一个版面的动画演示即非常形象直观地向学生解释清楚,可以从中插入大量的工程应用实例图片和录像,调动课堂气氛。同时,在课堂教学中,增加与学生之间的互动,针对不同研究方向的研究生,选择性地讲解智能材料与结构的运用问题,从而不断提高

学生的学习兴趣。因此,在课程教学中板书与多媒体教学相结合更有助于土木工程专业研究生掌握智能材料与结构的相关概念,加深学生印象,提高学习效率。

(四) 实践能力的培养

以智能材料与结构课程中搭建土木工程结构超声无损检测平台实验为例,采用预埋损伤的标准试块进行结构检测(4学时+课余时间),构建一个自动监测、自动控制的桥梁监测系统模型,可将形状记忆合金、磁流变材料及无线传感理念融入其中,学生分组进行,最后分组比较创新性(4学时+课余时间),电测应变测量及应力计算(2学时)。通过搭建实验,进一步锻炼学生的动手能力,训练学生的研究方法,培养学生分析和解决问题的能力。在实验课堂上,让部分土木工程专业优秀本科生参与其中,学生通过实践训练把所学知识应用于解决科研问题。

三、成绩评定

智能材料与结构课程共设30学时,其中实验10学时,需要预修压电测量学。课程教学分为课堂教学、研讨、实验三部分,考核方式采用笔试(闭卷)+平时成绩+实验成绩,实验成绩通过三部分的实验总结报告及学生答辩综合评定。其中考试成绩占70%,平时成绩占10%,实验成绩占20%。通过智

能材料与结构课程三部分的考核与过程管理,既考核了学生的专业基础知识掌握情况,又考核了动手操作能力,更培养了学生的创新意识,开拓了视野。

四、结语

智能材料与结构课程列举了很多实用性和工程性强的实例,融入了最新的科研成果,是一门理论与实验相结合的课程。因此,该领域为广泛新兴产业的快速引进和应用提供了巨大的潜力。通过本课程的学习,研究生将了解智能材料结构在土木工程领域的最新动态和进展,为后续相关课程的学习及科研打好基础。通过智能材料与结构课程在土木工程研究生教学中的实践与探索,为土木工程专业研究生创新能力的培养提供了指导。

参考文献:

- [1] 杨大智. 智能材料与智能系统[M]. 天津:天津大学出版社, 2000.
- [2] Mel Schwartz. Encyclopedia of smart materials[M]. A Wiley - Interscience Publication, 2001.
- [3] 陈英杰,姚素玲. 智能材料[M]. 机械工业出版社, 2013.
- [4] 谢建宏,张为公. 智能材料结构的研究与发展[J]. 传感技术学报, 2004, 3(1): 164 - 167.

Practice and exploration of smart material and structure course teaching for civil engineering postgraduates

WANG Ziping, LUO Ying

(Faculty of Civil Engineering and Mechanics, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, P. R. China)

Abstract: According to the demand of civil engineering industry and the target of civil engineering talent training, we proposed the necessity of strengthening smart material and structure course for professional postgraduates. Combined with the characteristics of civil engineering majors, we discussed on the teaching contents of the course, and practiced and explored the teaching methods and means.

Keywords: smart material and structure; postgraduate teaching; practice and exploration

(编辑 周沫)