

硕士生专业课程创新型实验教学方法探索*

刘颖, 杨定新, 胡政

(国防科学技术大学 机电工程与自动化学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 根据硕士专业课程的特点和创新型人才培养目标, 分析了现有的实验教学模式及其存在的问题, 研究了适用于课程实验教学的创新型教学方法。以机械工程专业硕士研究生课程《机械系统建模与动态分析》为例, 探索并实践了科研驱动式、分层递进式和贯穿案例式三种实验教学方法, 旨在让学生更好地掌握课程内容的同时, 有效地提高学生的自主创新能力, 在教学实践中取得了很好的效果。

关键词: 实验教学; 硕士专业课; 创新型教学方法

中图分类号: G643 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874 (2015) 01-0113-03

Innovative Experimental Teaching Methods for Graduates' Specialized Courses

LIU Ying, YANG Ding-xin, HU Zheng

(College of Mechatronics and Automation National University
of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: According to characteristics of graduates' specialized courses and the objectives of innovation talents cultivation, existing experimental teaching methods and problems are analyzed and new innovative teaching methods are carried out. Taking a specialized course 《Modeling and Dynamic Analysis of Mechanical Systems》 as an example, three methods are proposed to improve teaching performance, i. e. the scientific research-driven method, the hierarchical method and the case through method. These methods can help students to have a better understanding of the teaching contents and can greatly improve their innovative ability. All these methods are put into practice and good performance is obtained.

Key words: experimental teaching; master specialized course; innovative teaching methods

一、引言

随着素质教育的深入和认识的不断提高, 实验教学作为提高学生实践能力的方式之一, 逐渐成为教学活动中的主要环节。实验教学是“完成简单到综合、知识到能力、知识到智慧转化的催化剂”^[1], 可有助于课堂教学理论的理解和吸收, 对

于提高学生的创新实践能力和应用动手能力有重要作用。从《研究生2009培养方案》开始, 我校便将研究生创新实践能力的培养上升到了重要的地位, 对相应的教学改革项目、实验室建设和创新论坛也给与了大力支持。本文以机械工机械工程专业课程《机械系统建模与动态分析》为例开展讨论。

《机械系统建模与动态分析》是我校机械工程学科的核心课程、“十二五”研究生一流课程体系

* 收稿日期: 2014-06-23

作者简介: 刘颖 (1979-) 女, 河北正定人, 国防科学技术大学机电工程与自动化学院讲师, 博士, 主要研究方向: 故障诊断, 系统建模与动态分析。

建设课程之一,是本专业硕士研究生的一门技术基础课。在课程内容上,该课程是衔接本科阶段基础课与硕士阶段课题研究的桥梁,既是本科专业基础课的延伸、公共基础课的应用,也是硕士课题研究的基础,注重的是能力的培养和提高。为了进一步达到创新实践能力培养的目标,2013 年秋季学期在“高性能机电与控制系统研究生创新基地”的支持下,课程将原来 6 学时的实验增加到 10 个学时;在教学方法上,结合课程的内容和一年级硕士研究生的特点探索了适用于课程实验教学的创新型实验教学方法,重点实践了科研驱动式、分层递进式、贯穿案例式三种方法,取得了很好的效果。

二、研究生实验教学方法现状分析

硕士阶段是科技人才培养中的一个非常重要的阶段,它是衔接基础理论学习和科研应用的重要环节,是学生形成科研能力的关键时期。硕士阶段的课程结束后学生就要真正开始从事科学研究工作,能否实现这个重要的过渡对于人才素质的培养有重要影响。为了让硕士研究生进入课题之前进一步提高创新实践能力,夯实理论基础,很多硕士阶段的专业课程都相应的设置了一定学时的实践教学环节,用以验证或应用课上所学的理论和方法,引导学生了解科学研究的基本过程。

现有的常用的实验教学方法主要包括:

1、以演示为主的实验教学

当授课学时或设备规模受到限制时,在实验教学中常常采用演示实验教学。此类教学以老师主讲和操作为主,引导学生观察、思考和分析实验现象,进而得出结论。这种教学模式,学生较为被动的接受一些设备和实验相关的知识,动手操作实验台的机会比较少,因此存在一些弊端:一方面学生的积极性很难调动,对于实践环节很难有深入的认识和了解;另一方面,对于应用型和以提高实践能力为目的的课程而言,演示实验没办法真正起到促进理论吸收和提高实践能力的作用。

2、以自主实验为主的实验教学

自主实验是实现学生创新能力培养的重要方面^[2]。在实验内容多样性的前提下,要求学生自主思考,针对问题提出解决方案并自己设计实验。此种实验模式能够较大程度的调动学生的积极性,促进学生全面成长。但自主实验对实验课时和设备要求比较高,需要有足够的学时以供学生们进行探

索性的实验,还要有足够的设备和试验台支持各种类型的实验,同时对实验室的管理以及实验指导也有很高的要求。因此自主实验模式适用于课程教学中实验环节所占比例比较大的课程。

3、研究型实验教学

研究型实验是一种与学科发展和科研项目相结合、有利于学生把握学术研究脉络的教学方式^[3]。通常选取与课题相关的案例或专题来进行实验,既能充分利用课题研究中的相关设备和仪器,又能够让学生尽早了解本领域的相关研究,可以较好的激发学生的学习兴趣。但是,在实践中,研究型实验教学方式仍然存在一些问题:例如,此方法更适于小专业方向课程的教学,对于交叉学科或大专业课,实验方案的多样性很难保证,不能满足各个研究方向学生的需求;对课时和设备要求比较高,不适用于课程实验等。

以上分析的三种实验教学方法均是目前研究生课程中常用的方法,尤其是后两种方法常用于课时比较充裕的大型实验课程。《机械系统建模与动态分析》仅有 10 个学时的实验,不能完全照搬自主实验和研究型实验的模式,但受其启发,尝试了适用于课程实验教学的创新型实验教学方法,并在 2012 年、2013 年秋季学期的课程中进行了实践,取得了很好的效果。

三、创新型实验教学方法实践

《机械系统建模与动态分析》主要讲授机电系统动态特性分析和系统模型构建的基本理论和基本方法,包括系统或相关过程的信号分析、特征提取、信息融合、建模和应用等。课程内容在设置上更加注重理论和方法的应用,因此在课程讲述中贯穿了大量的案例,以此增强学生学习的目的性,培养研究生的创新实践能力。实验课程环节的设置是为了让学生对所学内容有一个更为形象和具体的理解,对于加深理解所学理论知识以及以后更好的应用于科学研究有非常积极的作用。

通过对各种实验教学模式的调研以及对学校研究生知识结构和专业分布的分析,在“高性能机电与控制系统研究生创新基地”的支持下,提出并实践了三种新的教学方法。

(一) 科研驱动式实验教学

机械专业的研究生主要来源于机械设计、检测技术、综合保障和机电系统控制等几个研究方向。

在实验教学中很难设计一个在内容上涵盖各个研究方向的实验环节。基于此提出了一个整合和利用全学院教学实验资源的科研驱动式教学方法。实验设计中,提供多个实验对象,让不同研究方向的学生选择与今后研究方向背景相关的实验,既有利于学生快速融入科研团队,又能够快速掌握相关知识。

以系统辨识实验为例。通过实验手段辨识系统的模型是课程教学中的重点。为了结合学生的研究方向,课程中设计了三个系统辨识平台分别供不同研究方向的学生选用。

1. 机械设计方向的学生使用月球车直流力矩电机实验台。月球车是机械设计方向硕士和博士研究生课题典型的研究对象之一,也是相关方向实验室课题研究的重点。通过这次实验可让学生提前接触本方向的相关系统和成果,对提高学习积极性有较大的帮助。

2. 机电控制方向的学生可选择使用磁悬浮小车实验台。磁悬浮小车是控制系统综合实践实验室的实验台之一,跨学科借用给本课程做实验。磁悬浮小车可近似为一个二阶系统,学生可以在做系统辨识的过程中感受控制系统设计的魅力,为后续控制系统的建模、设计以及课题研究奠定基础。

3. 仪器检测和综合保障方向的学生使用轴承系统压电加速度计实验台,这既是机械方向仪器设备中最常用的设备,也是机电系统故障诊断最常用的传感器,为后续课程和实验的进行打下基础。

实验中分析的对象不同,但是分析方法和实验方法均是类似的,都可以让学生在实验中体会系统辨识的过程和要素,同时又能结合本研究方向常用的仪器和设备来进行,提高了学生的兴趣,取得了很好的效果。

(二) 分层递进式实验教学

自从2013年开始扩招地方研究生以来,机械专业的学生数量急剧上升。为了考虑学生生源不同、基础差异大带来的问题,课程中采用了分层递进式的实验教学方法。实验的内容由浅入深循序渐进,难度由熟悉操作到自主实验逐步加大,让学生在层层实验设计中体会进步的乐趣。

以轴承系统的故障分析实验为例,如果直接把这个综合实验布置给学生,让其进行故障分析实验方案的设计和操作,可能很多学生不知从何处入手。在我们的教学实践中把这个实验分成了四个阶段性的小实验:

1. 首先分析信号的传感器压电加速度计的原

理和使用,用轴承实验台自带软件观察和了解振动信号的特性。在这个实验中,学生可以运用学到的系统动态分析的方法如频域响应法分析加速度计的动态范围、谐振频率等,并能更直观的了解振动信号产生的原因及其特征。

2. 用软件尝试自己编写振动信号采集的程序。这部分是实验的一个小拓展,要求学生们查找资料自学相关软件并编写程序。学生们尝试了很多软件,如Labwindows、Labview、Matlab等,写出了很多数据采集界面,把自己的创新以软件形式展现了出来。

3. 用信号处理方法对振动信号进行分析,获得振动信号特征。要求拿到采集的信号后,用信号处理领域最新的一些研究成果来处理相关信号,并分析得到的结论。这一部分对学生要求比较高,因为需要查阅很多国内外的文献才能确定自己选用的方法,并且要求自己编程实现。

4. 自主设计特征提取后故障识别的方案和算法。最后的实验在算法上未做任何要求,学生们尝试了很多种方案,如聚类、神经网络、核方法等,并分析对比得出了非常有价值的结论。

以上每一个实验步骤都具有一定的针对性,都对应于课程中学到的相应知识,综合起来便完成了机械轴承故障分析的实验。实验结束后,同学们都对故障诊断的全过程有了非常清晰的了解,也对很多相关信号处理、故障诊断方法有了深刻的认识。

(三) 贯穿案例式实验教学

案例教学是一种以学生为主体、老师为主导的教学方式,主要通过运用典型案例,调动学生参与讨论、分析和实践,从而提高其解决具体工程问题的能力^[4,5]。贯穿式案例以贯穿整个学期的综合案例为中心,逐步将新知识融入到案例中,从而加深对知识点的理解^[6],是课堂理论教学中常用的方法之一。借鉴课程教学中贯穿式案例教学的思想,这里采用了一种把实验对象与理论教学中的案例相互统一的方法,理论分析后再针对同一种案例设计并操作实验,便于学生在熟悉的案例和背景下将理论与实践完全结合起来。

在《机械系统建模与动态分析》课程教学中使用了很多经典案例,为了实现贯穿式案例教学的效果我们选用质量弹簧阻尼系统作为理论分析和实验操作的对象。在理论建模和实验建模教学中,用压电加速度计为例进行分析,获得简化的质量弹簧阻尼系统的二阶系统模型;在系 (下转第120页)