

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2013.03.034

研究生实验课程《机械工程综合实践》 教学改革*

杨定新, 陶利民, 邝溯琼

(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] 针对机械工程专业硕士研究生实践能力培养问题, 通过开设“机械工程综合实践”实验课程来提高研究生的基础实践能力与综合实践能力是一种新的探索。结合近年来的具体教学实践, 从实验课程教学实践项目设置、教学过程实施、课程考核与成绩评定模式等方面进行了分析与探讨, 以期对研究生实验课程的教学以及研究生综合实践能力与创新实践能力的培养提供有益的借鉴与参考。

[关键词] 机械工程; 研究生; 实验课程; 教学实践

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)03-0107-03

Teaching Practice and Exploration of Graduate Students' Course “Integrated Practice for Mechanical Engineering”

YANG Ding-xin, TAO Li-min, KUANG Su-qiong

(College of Mechatronics Engineering and Automation, NUDT, Changsha 410073, China)

Abstract: For the cultivation practical ability of graduate students in mechanical engineering, it is a new kind of exploration to improve the fundamental and integrated practice ability by means of setting experiment course “Integrated Practice for Mechanical Engineering”. Combined with teaching practice in recent years, the setting of teaching practice projects, the fulfillment of teaching process and performance rating are analyzed and discussed in detail. It is intended to provide useful reference for the teaching of the experiment course and the cultivation of integrated practical ability and innovative ability of graduate students.

Key words: mechanical engineering; graduate students; experimental courses; teaching practice

实践是培养学生综合应用所学的理论知识, 提高分析和解决问题能力的重要环节, 是培育学生综合素质和创新能力的重要途径^[1,2]。为了提高机械工程专业硕士研究生的综合实践能力与创新实践能力, 在理论学习与课题研究之间架起一座“增强实践能力”的桥梁, 我校在机械工程专业硕士研究生培养中, 专门新增开设了“机械工程综合实践”实验课程, 通过基础实践项目和综合实践项目的锻炼来提高研究生学员的实践能力, 以满足从事课题研究, 出创新性成果的需要。下面结合近年来的教学实践谈一谈实验课程教学过程中的一些心得与体会, 以期对研究生实验课程的教学以及学员综合实践能力的提高提供参考。

一、结合专业方向, 合理设置实践能力培养项目

目前, 国内外机械工程专业排名靠前的大学都很重视硕士研究生实践能力的培养。美国麻省理工大学、斯坦福大学以及加州大学机械工程专业非常注重研究生自主实践能力与动手能力的培养^[3,4,5]。研究生在学习专业课程的同时, 通常会被要求以典型实际系统为对象, 运用所学知识

自主完成一个小的研究课题, 然后进行专题讨论和汇报, 汇报结果作为课程成绩的一部分, 而且所有研究工作都是利用课余时间完成。国内机械工程专业排名靠前的清华大学、西安交通大学、上海交通大学、华中科技大学的研究生机械工程实践能力培养均与专业课程紧密结合, 通常以课程实验的方式进行^[6]。我校针对机械工程专业研究生, 专门开设实验能力培养课程是在教学改革中一次全新的尝试, 比较而言, 本课程的实验能力培养项目设置更加突出我校机械工程学科的优势研究方向, 更加贴近武器装备的实际应用需求。

课程以研究生机电工程综合实验中心为实验条件依托, 从提高基础实践能力和综合实践能力两方面开展课程建设, 共设置8个教学实践项目, 包括1个基础实践项目, 7个综合实践项目。其中基础实践项目设置为机械量传感与测试系统设计, 该项目注重基本专业技能的培养, 学员通过基础实践项目训练, 要求掌握机械工程专业所必须的基础实践技能, 包括握常用软、硬件仪器设备(如力传感器、位

* [收稿日期] 2012-09-18

[作者简介] 杨定新(1975-), 男, 江苏高淳人, 国防科学技术大学机电工程与自动化学院副研究员, 博士, 硕士研究生导师。

移传感器、加速度传感器、信号发生器、示波器、激振器、力锤、滤波器、放大器、数据采集卡、Matlab 软件)的使用与操作;同时要求学员掌握机械系统静、动态特性的评价方法,并能够对测试结果进行正确地数据分析与处理。

综合实践项目则是通过综合设计实验内容,培养研究生在机电系统设计、分析、测试与控制等方面的综合实践能力。课程以复杂、精密机电系统为典型对象,开设的7个综合实践项目分别为:机器人机构创新设计与特性分析、基于计算制造的CAD/CAM一体化加工、伺服系统运动精度建模与评价、直接驱动高速高精度运动控制、机电随动系统设计与控制、机电系统运行状态监测与故障诊断、装备典型结构振动与噪声控制等。

以上综合实践项目涵盖了“机械系统设计与特性分析”、“精密机械测控”、“振动噪声分析与控制”、“机电系统动力学”等我校机械工程学科的主要研究方向。实践项目设计注重难度与可操作性的结合,学员可以根据实践项目要求,查阅文献资料,设计实验方案,充分发挥主观能动性。实践项目还尽量突出了军队技术院校特色和军队装备发展对机电工程专业研究生的实际需求。例如,在“机电随动系统设计与控制”实践项目中,以自动武器站的瞄准系统为背景进行项目设置;在“装置典型结构振动与噪声控制”中则强调了以潜艇结构的减振降噪为背景的军事应用,注重激发学员的兴趣,努力培养学生的创新思维。

研究生通过以上实践项目的锻炼,一方面可以掌握机电工程专业通用的实践技能,另一方面可以针对自己的研究方向培养与提高相应的的综合实践能力,为进行课题研究打下良好的实践能力基础。

二、革新教学模式,开放实验与节点管理相结合

研究生实验课程教学与一般课程教学存在着明显的不同。课程计划为36学时,但学员要投入的时间远远超出了学时要求,需要更多地利用课余时间进行实验。为保证开放式实验教学的实施以及实验课程教学目标的顺利实现,探索了将开放实验与过程目标节点管理有效结合的实验教学模式。

教学实践中,将“机械工程综合实践”课的教学实施过程分为三个阶段。第一阶段为课程介绍与实践项目熟悉,集中在课程开课后第一次课。首先由主讲教员在课堂上集中讲授课程目的、课程内容,初步介绍各实践项目的。接下来,组织研究生到实验中心现场参观,事先根据研究生学员人数,分成3-4组,每组10人左右,分组轮流参观各个实践项目。现场由各实践项目的指导教员介绍项目的实验目的、实验设备、实验方案与实验要求,并进行现场演示,每个实践项目参观时间大约30分钟左右。学员通过课程讲授、现场参观和观看实验演示,对各个实践项目有了一个感性认识与现场体验。

第二阶段为实践项目选择。学员根据研究方向与个人兴趣选择实践项目,要求每名学员至少选择2个综合实践项目,而且其中1个综合实践项目必须为非本人研究方向的项目,这样尽可能拓宽研究生的学术视野。项目选择情

况汇总后,名单报给实践项目指导教员。各指导教员再召集学员集中、详细讲解项目的实验要求、实验内容、实验步骤、实验过程中的目标节点、实验设备使用及相关注意事项,并与学员交流沟通,指导学员从整体上把握实践项目,并且找准下一步实验开展的切入点。

第三阶段是以研究生为主体的实验阶段。实验中以指导老师为主导、研究生为主体,倡导研究生多动脑、勤思考、敢提问,并且给予研究生主动权,鼓励学员自主设计完成实践项目的实验任务。在教学实施过程中,考虑到研究生学员的特点,强调将开放式实验与目标节点管理相统一的实验指导模式。研究生学员要完成综合实践项目,需要投入大量的时间与精力,实验设备的使用时间长、频次高,而实验设备的台套数一般只有一到两套。为解决实验设备台套数限制,保证每名学员能有充分的时间开展实验,依托研究生机电工程综合实验中心的门禁与预约系统实施了开放式实验模式,学员在实验中心用一卡通注册后,即可通过军网预约一周以内的实验,实验室工作人员对学员预约情况进行审核。审核通过后,学员可以在预约的时间刷卡进入实验室开展实验。这样一方面提高了实验设备的使用效率,另一方面保证了学员有充足的时间完成各实践模块的实验任务。

为了保证在开放式实验过程中各项目指导教员能够提供有效的指导,引入了过程目标节点管理与实时情况反馈机制。所谓过程目标节点管理,其核心是教员准确把握实验进展情况,进行关键点指导与答疑,目标节点管理是教员把握学员实践项目进展情况重要方式。以“机电系统运行状态监测与故障诊断”综合实践项目为例。该实践项目所用主要设备为“轴承齿轮故障诊断实验系统”,课程在该实践项目实验过程中设置了3个目标节点。第一个目标节点是要求学员掌握轴承齿轮故障诊断实验系统的原理、结构、组成,熟练掌握系统软硬件操作、故障件更换,完成故障诊断实验。在这个目标节点,学员必须熟悉和掌握现有的实验系统原理与操作。指导教员会对每名选择了该项目的学员进行考核,在确认达到了节点目标后,再进行下一步的实验。第二个目标节点是要求基于原有的实验系统,利用采集的数据,编程进行信号分析,提取故障特征。要完成这一目标,学员需要学习掌握轴承齿轮故障诊断、信号处理的相关理论,掌握软件编程的相关知识并完成软件编制。第三个目标节点是要求学员自己搭建硬件采集系统,并编程控制数据采集卡完成信号的采集与处理。要完成这一目标,学员需要掌握机电系统常用测量传感器原理、电荷放大器使用、信号滤波与放大,采集卡软件编程驱动与控制、信号处理算法等相关知识并能够付诸实践。学员在实验过程中遇到疑问与困难,通过自己努力仍然得不到解决时,可以及时反馈给实验指导教员,指导教员有针对性地进行指导。通过以上三个目标节点的有效管理,能够顺利实现“机电系统运行状态监测与故障诊断”综合实践模块的教学目标要求,在解决实际问题中使学员的综合实践能力得到锻炼与提高。

三、完善评价体系,“三位一体”的考核评定机制

“机械工程综合实践”作为实验课程,如何对学员进行合理、有效的考核也是一个新问题。在教学实践中,我们综合考虑学员实践项目完成情况、书面实验报告质量、实验结果汇报的口头表达能力以及学员所付出的时间,探索了“三位一体”的课程考核与成绩评定机制。

第一方面是书面实验报告评价。每个综合实践项目完成以后,学员必须提交完整的实验报告,详细阐述项目的实验原理、步骤、实验过程、记录实验数据的处理与分析过程,写下实践体会,提出实践项目改进建议。实验报告是对实践项目完成情况的文字记录与书面表达,可以考察学员实践项目完成的整体情况以及书面表达能力。指导教师根据所提交实验报告的水平与质量,对每名学员实践项目的完成情况按百分制进行评分。

第二部分是实验汇报及表达能力评价。课程结束前,学员完成所有综合实践项目实验以后,组织学员进行实验汇报。根据实践项目选择情况,将学员分组,每名学员必须上台对自己所完成的综合实践项目进行汇报,时间控制在5分钟左右。教员通过听汇报、现场提问、学员作答,可以进一步掌握每名学员实践项目的完成质量,同时学员的口头表达能力也作为考察的一部分,并按百分制给出评分。

第三部分是学员课程付出时间的评价。这一部分主要考察学员在实验课程中的“出勤”情况。由于学员的基础知识和特长、理论水平和实践能力不同,客观上存在一些差距,但对待实验课程的态度是一个主观因素。通过实验预约系统,统计课程期间学员预约并完成实验的次数,所付出的时间等信息,得到完成每个实践项目的平均预约次数及平均时间,以此为基础对学员付出的时间及努力程度进行评价,同样按百分制给出成绩评分。这种评价方式虽然不能百分之百反映学员的在实验课程中确切付出的时间和精力,但是在一定程度上能够反映学员对待实验的态度与努力程度。最后,综合以上三方面的评价情况,根据一定的加权系数,评定学员“机械工程综合实践”实验课程的成绩,尽可能客观、公正、全面地对学员实验课程的完成情况进行评价。

四、结束语

“机械工程综合实践”作为培养提高研究生机械工程综

合实践能力的专门实验课程,是一种新的探索。课程小组在教学过程中,严格按照课程大纲的要求组织实施课程教学,使研究生综合实践能力得到了加强,具备了顺利开展论文课题研究的实践基础,同时促进了学员创新实践能力的提高。目前,已有两届学员完成了课程学习任务,从学员进入课题研究以及参加创新实践活动的反馈情况来看,取得了不错的效果。例如,研究生刘海明将综合实践项目“机电随动系统设计与控制”中掌握的实践经验应用于课题研究中,实现了并联六自由度运动平台的控制,用于模拟海上环境,为课题研究获得了逼真的试验环境。2009级研究生廖波、刘海波、于乃辉以“机器人机构创新设计与特性分析”综合实践项目为基础,进行新型机器人运动机构创新设计,作品“模块化轮式移动机器人”获得第九届湖南省“挑战杯”大学生课外学术科技竞赛二等奖。

从课程下一步建设来看,主要有三方面的工作。一是在已有基础上,进一步优化、完善实践项目的设置,使课程实践项目设置更加贴近工程实际、更具军队特色。二是要更加注重在综合实践基础上的学员创新能力的培养,依托实验中心的创新实践活动,新增一批有挑战性、能激发学员创新意识的实践项目。三是为适应开放式实验教学的要求,要进一步丰富、完善课程的实验教学资源,将复杂设备的操作、学员实践成果展示等视频内容上网,供后续学员学习参考;更加细化各实践项目的目标节点,严格目标考核,做到开放式实验教学与目标节点管理的统一,不断提升课程水平。

[参考文献]

- [1] 俞莉莹. 新模式在创新实验室建设中的作用[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28 (6): 5-6, 10.
- [2] 张晓宁. 国家级实验教学示范中心建设状况[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28 (10): 85-88, 161.
- [3] <http://web.mit.edu/urop>
- [4] <http://www.caltech.edu>
- [5] 关雪. MIT 机械工程系研究生培养类型及借鉴[J]. 中国电力教育, 2009(2): 238-239
- [6] 宋继忠, 喻子敬. 机械类专业学生创新素质培养的探索与实践[J]. 高等教育研究报, 2010, 33(1): 97-99.

(责任编辑: 胡志刚)