

“新工科”背景下研究生《机械动力学》课程 创新型实验教学模式研究

黄志诚 彭焕有 王兴国 李晓高

(景德镇陶瓷大学机械电子工程学院, 江西 景德镇 333000)

摘要: 创新能力是研究生的重要培养方向之一, 而创新型实验教学模式是达成这一培养目标的有效途径。针对研究生《机械动力学》实验课程存在的问题, 对其进行创新型实验教学模式探索。通过引入自主型实验、基础型实验、选择型实验、综合型和专题型实验, 构建了研究生机械动力学创新实验体系。教学实践效果表明, 新的实验教学体系对培养研究生的创新能力等方面效果显著。

关键词: 研究生教育; 机械动力学; 教学实验; 创新能力

“新工科”是我国基于国家战略发展新需求、国际竞争新形势、立德树人新要求而提出的工程教育改革方向。研究生教育在我国教育体系中属于最高层次教育, 在培养新时代科技人才和创新型人才中至关重要。在迎来新时代飞速发展时期, 研究生将成为当骨干力量。近年来考研人数逐年上升, 据统计从2015年到2021年, 报考人数从165万人增加到377万人, 招生人数从57万人增加到110万人。研究生大规模扩招的同时, 进一步凸显着目前研究生存在科研能力差, 创新意识薄弱, 实践动手能力的培养不足, 因此需要进一步发掘研究生培养重点。

目前, 在国内外顶尖大学都非常注重研究生的实验能力的培养。美国麻省理工大学、斯坦福大学以及加州大学在研究生专业课程教学上, 注重培养学生的主动学习能力。让学生自主实践, 自主思考, 自主完成实验。通常在学习专业课程时, 会伴随着以本堂课重点作为典型案例, 运用所学习到的专业知识进行自主搭建实验平台, 进行课题研究, 得出所需要数据, 掌握实验方法。最后在课堂依次汇报成果, 老师在课堂上针对每个人表现进行打分。在近几十年, 在我国高等院校研究生教育当中依旧存在着过分重视理论课教育, 从而缺少了实践和实验课程, 缺少有层次教育, 让学生缺少学习动力, 丧失学习兴趣。近年来我国研究生人数逐步增加, 规模扩大, 创新与实践能力已经慢慢变成了研究生培养重点。

一、目前机械动力学实验课程存在问题及分析

机械动力学是机械类专业研究生的一门专业基础课, 机械原理是主要组成部分。主要讲述在力的作用下, 研究机械的运动情况。或者机械在运动的情况, 研究运动产生的作用力, 研究力与运动的关系。可以是给出主动力来求运动或约束力, 也可以是给定运动情况求主动力和约束力。因此对于机械类研究生是一门非常重要的专业课。学习完此课程, 学生应当能够对一些简单的机械系统进行建模, 以及对该模型进行动力学分析, 清楚必要的理论知识, 对于机械系统的动力学方面计算能力。但是, 目前国内高等教育, 本专业课程面临课时数少、内容多案例难等问题。想要提高机械动力学的教学质量, 必须转变教学重点。不能仅仅只传授课本上的知识点, 需要改变传统教育理念, 老师台上讲一整堂课, 学生在被动接受知识灌输。应该树立全新教育理念, 老师将课堂知识、能力培养与综合能力融为一体。通过课堂教学、经典案例讲解、课堂上共同研究和讨论、布置课堂作业、老师亲自指导, 最后通过实验验证。经过这一整个过程, 老师也能发现每个同学问题, 并且给予点评, 解决学生本堂课碰到得难点, 也培养了学生自主学习能力、创新能力, 以及发现问题、分析问题和解决问题能力。目前, 机械动力学实验课程教学存在以下问题:

(1) 学生基础知识能力掌握不够牢靠, 绝大多数学生对于振动理论不熟悉, 甚至没有学习过类似专业课, 例如: 机械设计和机

械原理, 材料力学和理论力学, 导致实验课程项目无法参与。

(2) 没有课程专门的实验平台, 目前机械动力学实验更多的还是要靠自己搭建, 平常也是在机房或者自己导师的课题组实验室。对于本科生教育, 学校会专门搭建开放实验室, 每一个学科都有类型的开放实验室, 提供实验所需要的机械设备和材料。相反, 对于研究生教育来说, 很多高等院校并没有特意提供某一门课程的专业实验室。一般来说, 攻读研究生期间, 在修完所有课程以后, 都是待在自己的实验室。而专业实验室, 机械动力学课程实验室, 学校给予的经费过少, 老师也只能根据自己的经验来搭建简易实验室来提供教学, 更多的还是依靠学生自己完成实验过程, 这也是在教学过程存在不可避免的问题。

(3) 课程大纲知识陈旧、缺少与最新科研成果有关联的机械动力学知识。应该顺应发展, 适当更改教学大纲、融入新鲜血液, 在旧的教学大纲当中, 很大一部分知识点重合, 机械动力学和机械振动理论很多学生分不清, 重复学习, 增加学习难度, 学习效率大大地降低。在课程结束时, 绝大多数学生只学习了基本的动力学概念、能够利用软件进行简单建模分析、但是对于实际工程问题的动力学分析还是无法解决。对于课题组项目中动力学分析还需要进一步学习。

(4) 教师与学生的创新精神至关重要, 机械动力学是一门历史悠久的专业课程, 大多数教材都是侧重于传统知识讲解, 对当代科技前沿的机械技术知识介绍过少, 从而老师和学生在学习教材时, 无法通过课程了解到该知识与最新科研如何结合以及未来如何发展。此时, 可以想象如果有一批具有创新意识的老师和学生敢于向传统提出挑战, 敢于创新, 在教学上, 在学习, 在生活中存满热情。无论在什么条件下都对科研都抱有创新精神, 抱有高度热情, 那么机械动力学实验课程也将迎来翻天覆地的改变。

二、“机械动力学”实验课程教学改革的探索与实践

(一) 精选研究生实验教学内容, 突出培养重点

机械动力学是一门难度较大的专业课程, 所涉及知识很广泛, 因此理论知识、实验和实践的课时比例要有很大调整。应当根据学生实际情况, 有针对性的列出教学大纲, 关注学生应该学习的重点。当代研究生偏重于课程的实用性, 对于专业课知识应当选择性学习, 也希望能够在老师的带领完成工程和项目, 积累经验, 为下一次能够自己独立完成。本项目目标之一是为景德镇陶瓷大学机械工程专业研究生“机械振动理论及应用”, “机械动力学”, 等课程服务, 结束这些课程没有配套实验的历史。与这些课程相关理论结合, 培养研究生的实验能力, 所以要精心组织研究生实验教学内容。为了能在较短的时间内对不同层次研究生的培养起积极的作用, 在实验内容的安排、选择及合理分配上, 将是非常重要的。为此, 根据不同层次的研究生对实验有不同的

实验要求,由浅入深、由点到面,分层次精心组织实验。拟构建层次化、系列化的实验教学课程体系,包括4个层次模块:基本实验技能训练、综合性测试技术实验、设计测试技术实验、先进测试技术专题实验。课程体系要实现实验内容由简单到复杂、由被动模仿到主动设计及综合运用,满足了不同层次学生、不同教学实验的要求。

(二) 基础课程知识必做动力学仿真与实验

研究生课程学习非常紧张,尤其是机械动力学,课时较少,所以想要完成此课程全部内容学习,几乎不太现实,根据课程由浅入深、循序渐进的内容,设立基本实验。如各种传感器的特性及其使用;加速度信号的产生、变换和测量;静载试验测量分析、各种转速的测量方法等。以使非机械专业及测试基础较差的研究生迅速掌握基本测试能力。因此,首要目标是需要教会学生的学习方法,列出经典案例,对于基础理论知识要讲透彻,挑选机械原理中重要机构进行动力学实验分析,例如:曲柄摇杆机构运动学仿真与实验、质量弹簧阻尼系统的建模与实验分析、齿轮机构和凸轮机构动力学仿真与实验等等,实行一人一组,课堂老师讲解理论知识,实验重点,以及介绍几款科研必备软件; Matlab, Adams 等。

(三) 针对研究生不同科研方向选择性实验

目前研究生都是在自己导师实验室进行学习,由于每个导师研究方向各有不同,因此实验室也围绕课题组方向基础上建立的。实验设备都是在各自导师的管理和指导下使用,从而导致了实验设备各不相同,并且相对独立。然而机械动力学是一门交叉学科,因此要根据每位同学的科研方向制定选择性实验,因材施教。由于实验学时的限制,研究生不可能也没有必要把机械动态信号采集、分析与处理所有开设的实验全做,因此,结合其研究方向,可选择不同的实验,以加强其在相关研究领域的实验及分析、动手能力。如可选做电涡流传感器的静态标定及振幅测量;信号示波和采样、幅频相频曲线测试、失真度测试分析、波形编辑和数字滤波、扭振分析、采样波形重构、FFT自谱分析、互相关分析、小波分析等。

(四) 提高性的综合选做实验

针对机械动力学部分重难点,根据实际情况,经过挑选进行实验,培养学生解决综合性问题。给予学生充分时间,让研究生在实验室中充分发挥创造力和创新力,同时也能培养学生克服困难的能力,激发学生主动的、积极地进行科研创新。在实验教学中,特别是在学生自己设计的综合性、探讨性的实验中,既有形象思维活动,又有逻辑思维活动,这是培养学生综合运用所学知识,解决实际问题的良好机会。为此,拟开设更接近工程实际的振动加速度、速度、位移测量系统实验,以使研究生在综合运用课程所学内容的基础上,进一步获得较强的综合实验测试及分析能力。

(五) 先进测试技术专题实验

如何以最短的时间,最有效地让研究生综合集成地掌握现代化的知识和技能,全面发展人才素质,使其有更高的创造力,这是研究生实验教学必须完成的任务。在资金投入少、时间短的情况下,为进一步扩大了研究生的知识面,开发其创造力,在课程最后并结合项目申请者的科研成果,为研究生开设演示实验—粘弹复合结构模态实验,其内容包括实验方案制订,传感器选型和布置,振动信号的激励、采集和分析处理全套内容。让研究生近距离直观感受到先进测试技术在解决实际科研问题中的作用,进一步地激发他们自己动手做实验的兴趣。

(六) 利用项目研究培养研究生综合实验能力

美国的工程教育研究提出:“希望学生既是问题提出者,又是问题解决者。不希望学生仅仅等待由别人指派课题然后去解

决。从一个设计过程来看,设计过程并非始于解决给定的问题,而是始于能够论证或定义什么问题你应该解决。”为了在课程中实践这些教育理念,除上述传统的实验外,拟加入项目研究(Project Research)环节。由学生自己组建项目团队,完成一个实验设计项目。项目可以选择推荐项目和自选项目。鼓励选择研究生导师在研的课题项目,这有助于把最新的科研成果融入到实验教学环节中去。通过将前瞻性、先进性的科研成果转化到研究生的实验教学中,使研究生了解和掌握现代最先进的技术思想;另外用典型性的研究成果进行实验教学,使研究生掌握现代科技发展中具有代表性的重要研究方法。

三、实验教学效果

相比于之前的实验教学方式,学生主要还是依靠实验说明书,被动地接受老师的讲解,机械式操作实验步骤,课后完成实验报告的书写。最后老师根据实验报告给出分数,学生的学习热情不高涨,积极性较差。通过实验教学改革,在近几年的实行教学后,根据问卷形式,得出良好的反馈。具体表现为:

(1) 学生能够主动地进行思考、分析和讨论实验项目,遇到困难能够积极学习。每位同学都能够专心投入到实验中的每一个步骤,彻底改变了原来被动学习机械化枯燥的实验方式。符合以学生为主体,老师作为引导者的教学理念,实验课堂上充满着生机与活力。

(2) 通过实验课程内容的调整,学生的学习压力也大大地降低。学习的目的性与针对性明显增强,学生的学习动力充分提高,将难度较大的机械动力学问题进行分解,一步一步让每位同学都能够接受。学生也比较乐意接受这种教学模式,符合因材施教的教学理念。

(3) 通过进行选择性实验和针对性实验,不仅仅是节省学生的时间成本,更重要的是有效地利用了实验仪器和实验设备。提高了资源利用率,在经费不够充足情况下,有效地节约了成本。同时也提高实验的“趣味性”,培养了学生的创新与实践实践能力。

(4) 提高了学生查找资料与调查研究能力。在实验的过程中,学生遇到困难时,更多还是需要靠自己解决。自主通过网上查找相关资料,相关论文来进行学习,面对复杂机械机构,还需要有调查研究能力。掌握这些本领,对于以后的科研项目还是未来的工作都打下了基础作为铺垫。

四、结语

通过实验教学模式改革探索提高研究生创新能力和实践能力的措施。针对现有的研究生实验教学存在问题,以《机械动力学》课程实验教学为例,引入自主型实验、基础型实验、选择型实验、综合型和专题型实验,构建了研究生机械动力学创新实验体系,提高了研究生创新与实验能力。本文成果对促进机械专业研究生课程教学实验改革也是一种有益尝试。

参考文献:

- [1] 杨晓红,王凯渊,王兆春,唐颖,吴嘉荟.设计性实验教学在研究生创新能力培养中的探索与实践[J].西南师范大学学报(自然科学版),2018,43(11):166-171.
- [2] 董振标,褚忠,聂文忠,付泽民,李国华.新形势下研究生创新实践能力培养体系的优化探索[J].教育教学论坛,2020(34):65-67.
- [3] 崔玉鑫,李风,杨彬,杨洋,王超飞.现代机械设计技术之机械系统动力学教学改革实践与探索[J].中国教育技术装备,2018(16):88-89.

基金项目:景德镇陶瓷大学研究生教育教学改革研究项目(08128)