

机械工程专业四层次实验教学体系的探索

黄志诚 刘宏飞 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: 针对目前新型智能制造的背景和传统实验教学体系存在的问题, 亟需构建出一套服务于培养复合创新型人才的实验教学多层次方案。围绕以学生为主和以工程实际创新能力为导向, 并结合本校的陶瓷特色的机械装备背景下, 探索出四层次实验教学体系, 通过多层次教学体系的融合, 逐层提高学生的自主学习和创新的能力, 从而培育出更多的适应市场需求的复合应用型人才。

关键词: 四层次教学体系; 自主学习; 创新; 多层次

一、引言

机械工程实验是机械类各专业重要的实验课程, 是一门独立的实践课, 它包含了机械原理、机械设计、公差配合等机械基础课程的实验内容。实验教学是机械类专业课程教学过程中的一个重要环节, 对锻炼学生的实践能力和创新能力有着极为重要的作用。

机械工业和机械工程是国家经济建设、社会发展的支柱和基础产业, 随着美国工业互联网、德国工业 4.0 以及中国制造 2025 的相继推出, 传统制造业正加速向智能制造方向变革。机械专业的人才培养至关重要。随着教育的改革, 理论课程建设已经取得了很大进步, 但是实验教学体系的完善确不够, 实验教学在整个教学中具有重要的地位, 是知识理论与实践的相结合, 是培养学生具有独立思考解决问题和创新精神的重要实践课程。实验教学在培养学生动手能力、观察能力、查阅资料能力、思维能力、想象能力、表达能力、分析和解决问题的能力方面起着不可低估的作用, 是培养具有开拓精神和创造能力的高素质工程技术人才的重要途径之一。为了学生的专业素养提高, 本文也提出了一套四层次教学体系, 全方位提升学生的专业基础实践能力和创新开拓能力, 促进大学生全面发展和适应当前的市场需求。四层次实验教学实验体系的建设和完善已经在培育学生综合能力方面以及提升学校的教学质量方面发挥了重要的作用和取得了显著的成效。

二、传统实验教学体系存在的问题

首先是实验教学内容、方法单一。实验课大都依附于理论课程, 实验内容以演示型和验证型为主, 缺乏工艺型、综合型、设计型和创新型实验传统机械基础实验体系, 基本上是根据教学基本要求来配置实验, 并且很多是单一的验证性实验。使学生很难对整体的知识体系融会贯通, 难以适应当前时代背景下信息化、智能化的机械装备产业。

其次实验教学体系不完善, 目前高校的人才培养模式主要是以课堂传授理论知识为主, 教学评价也主要依据学生理论知识的掌握程度, 实验教学的组织缺乏系统性、协调性和衔接性, 缺少专门的实验教学规划、管理、研究、评价机制。学生缺少实验的关键性指导, 对做实验目的、内容、方法缺乏必要的认识和思考, 达不到实践动手能力的提高和创新思维的训练。

目前的实验教学体系已不能满足应用型本科教育人才培养的要求, 必须对其进行改革与探索, 实现从“知识导向”向“能力导向”转变, 从强调工程科学与理论分析为主的学科模式向注重工程实践与技术创新为主的工程模式转变。所以必须根据国际工程教育专业认证和教育部提出的新工科背景以及学校教学优势特色, 科学合理地探索出一个多层次实验教学体系。

三、实验教学改革思路

1. 构建以学生为主, 提升学生的自主学习能力的教学模式。

在机械课程实验中必须改变原有的课程设计, 重新充分整合专业实验内容并且增加学科竞赛项目, 构建一种多元化培养模式, 使学生对现代化的机械工程学科有更深刻的认识和独特的见解。通过引进虚拟教学仿真平台等方式全方位地激发学生的兴趣爱好, 并引导学生自主动手和独立思考完成实验项目。

2. 构建以机械系统总体设计原理的实验教学方案, 现代机械装备系统往往是由零件到组件、再复合组成复杂的机电液一体化数字智能化系统, 同时是由静态机构及计算机智能电子电路集成的数字信息化动态系统。针对机械工程的学科交叉的特性, 必须从广度和深度上拓展实验课程教学体系, 优化实验内容, 建设具有综合性、创新性和完整项目制的实验教学课程安排, 多举办创新实践活动比赛, 促使学生的融会贯通的思维和工程实践能力的提高。

3. 构建坚持以市场导向为主的实验教学体系, 在课堂教学中理论问题能讲得清晰, 但是实际解决生产问题的能力却比较弱。所以促进建立校企合作的实践平台和创新基地, 促使实验课程能深入生产第一线, 使学生能参与企业的产品设计和市场分析 & 创新设计优化。进而提升学生的工程技术应用能力和开拓教师和学生对市场需求的认知, 往后也能更好地促进教学与产业相融合, 培养有竞争力的应用型人才的质量。

四、构建实验教学四层次体系

按照机械学科的特点和发展趋势, 以“加强基础、突出创新、开拓思维、培养能力、提高素质”作为机械工程专业课程实验教学改革的指导思想, 在实验中既要突出专业特色, 同时又要对实践教学进行调整和整合, 既考虑到各门课程的独立性, 又要考虑到各门课程之间的连续性和专业知识的系统性, 故特此构建一个四层次的实验教学体系, 四层次实验体系的目标是逐步提升学生综合能力和工程素养, 开拓学生的创新能力, 最终形成一个立体化的课程体系。四层次教学体系具体如下:

(一) 第一层次: 技术基础型实验

第一层次实验包括机械基础、电工电子和机电控制三个实验模块。机械基础实验模块主要有简单机构、零件、刀具认知、材料力学性能测试分析, 测量原理与基本测量工具使用典型机械机构、零件的拆装与测绘等。电工电子基础实验模块主要有电工电子基本原理验证, 常用电工电子仪器、仪表的使用, 数电、模电控制基础认知。机电控制实验模块主要有常用液压元件拆装与基本回路设计, PLC 控制方案设计 & 接线, 单片机硬件接口实验等应用实验。

第一层次主要是演示和验证型实验, 目的是通过基础操作训练培养学生实验规范, 掌握常规实验仪器设备的使用方法以及实验数据处理和撰写实验报告的方法, 获取基础知识。培养学生工程力学、机械、电工电子、机电控制等方面基础实验的基本操作

方法和技能;培养学生对实验常规仪器和设备的使用方法和规范,具备严谨的处理实验数据和书写实验报告的态度。为第二层次的综合、设计性实验打下基础。

(二) 第二层次:专业型实验

第二层次实验主要为机械类各专业综合型、设计型实验。包括机械制造及其自动化、材料成型工艺、机械电子工程、智能制造工艺和虚拟仿真实验模块。机械设计制造及其自动化实验模块主要包括机构创新设计及搭接、轴系设计搭接及测量、机械传动综合设计及传动参数测量及分析、机械速度波动的测量及飞轮的设计。材料成型工艺实验主要有刀具、夹具、量具的选择与使用典型机械零件精密测量,车、铣、钳等基本操作典型机械零件工艺设计。机械电子工程实验模块包括机电一体化系统综合设计实验、步进电机多段速控制实验、电力拖动自动控制系统实验。智能制造工艺实验模块主要有设备通讯与网络搭建、PLC 总控编程、机器人搬运编程。计算机虚拟仿真实验模块主要有机械 CAD, CAE, CAM, 陶瓷机械装备虚拟实验, VR 体验等。

第二层次的目的是提升专业技能,要求学生完成实验项目的综合设计。包括实验方案论证、实验流程制订、实验台的设计搭接、设备调试、数据测试和结果分析等,培养学生在机械制造及其自动化、材料成型、机电工程、智能制造工程等方面利用专业知识解决问题的能力;培养和提高学生科学实验能力、动手能力、分析解决问题能力及团队协作能力。

(三) 第三层次:开放创新型实验

第三层次包括科技创新实验模块和专业特色实验模块,科技创新实验模块是结合大学生创新创业项目、学科竞赛、教师科研项目等。主要有机械创新设计大赛作品设计制造,大学生机电产品创新大赛、探索者机器人设计大赛、全国大学生慧鱼大赛、学生工程训练综合能力竞赛作品设计制造,大学生各类机器人竞赛中各种机器人搭建与控制等。在教师引导下,让学生自主进行实验设计与操作。

这部分实验主要以项目或竞赛为导向,注重培养学生对所学理论知识综合运用、创新性设计和实践操作的能力以及对机械系统全局性的把握。使学生具备初步的科技创新应用能力。

(四) 第四层次:专业拓展实验

第四层次主要包括专业综合实训和工程实践。专业拓展实验是为培养学生的创新思维和综合运用知识开展实践活动以及解决工程实际问题能力而设置的,主要面向机械类专业的大三、大四的本科学生开设。安排学生去校企合作的实践创新基地,参与企业部分产品的设计和研发。基本的实验内容有陶瓷机械典型设备参数设计、测绘及测试、机械生产线的自动控制等。

第四层次主要培养学生综合运用所学知识解决复杂工程实际问题能力;在工程实践中培养学生责任意识、质量意识、安全意识,提升学生整体工程素质;培养学生在陶瓷机械方面的综合技术能力。使学生具备工程实践应用能力和初步的创新思维。

在第一层次基础型实验和第二层次的专业型实验课程体系,通过现场教学模式和“做中学,学中做”教学模式,通过直观的实验教学活动、丰富的虚拟教学资源 and 充分的动手操作训练,在夯实学生理论基础的同时,培养学生实验动手能力,实现理论教学与实验教学的结合、实物操作与虚拟仿真的结合;在第三层次的开放创新型实验课程体系中,通过开放式选修类实验,结合丰富多彩的学科竞赛、大学生创新创业项目等活动,拓展学生的知识和视野,将专业知识、实验技能技巧综合应用,实现第一课堂与第二课堂的结合;另外第二层次的综合设计型实验项目和第三

层次的科技竞赛项目均要求学生综合运用多门课程的知识,实现了课程体系贯穿式融合;在第四层次的专业拓展实验项目中,通过包含陶瓷机械装备特色实验项目,使学生将通用机械专业知识应用到陶瓷机械上,实现机械大类实验与陶瓷机械专业特色相融合。后期会通过实践教学反馈的结果,重塑实验内容和理论设计改进,实验体系也会不断完善。

五、四层次实验教学体系保障

1. 实验教学训练中心平台保障。目前机械实验教学训练中心平台已有专业基础实验室和企业合作的创新基地。专业基础实验室主要包括机械原理设计及其仿真平台实验室及、机械总体设计结构分析计算平台实验室、机械关键零部件设计实验室、机械液压控制系统及其虚拟仿真平台、智能制造加工实验室、建筑陶瓷和日用陶瓷生产线各一条,各种陶瓷机械品类等。专业基础实验室涵盖了机械工程学科几乎所有的实验项目和科技竞赛所需的仪器设备和智能数字系统。学院还与多个大中型陶瓷企业(如广东科达制造有限公司)合作建设了创新基地,使学生能够充分利用企业平台资源,同时也开启了校企合作的良性循环机制。校内外的实验平台能够保障四层次实验教学体系的改革实践,提升学生的综合实践专业能力。

2. 师资队伍和制度的保障。四层次实验教学体系改革参与教师均为博士学历,均有多年教学经验,学院每年都会引进高学历、高技术、有工厂经验的教师人才来对学生直接进行实验项目指导,避免实验内容与工程实际脱节。在这过程中教师也会提升业务水平。实验制度也在不断趋于完善,根据学生个人兴趣灵活安排第三、四层次的实现内容,同时建立了激励制度,激励学生创新设计应用。

六、结语

本文提出了涵盖机械工程一级学科和二级学科(机械设计制造及其自动化、智能制造工程、机电一体化)的四层次实验教学体系,结合了本校陶瓷工程装备行业研究特色,坚持以学生为中心,以教师为主体的需求,并依然在不断完善中。目前四层次教学体系在本校实践后已取得了一些丰硕的成果:

(1) 提高了学生对实验学习探索的主动性。科学合理的实验安排和良好的教学指导极大地激发了学生的求知欲和提高了学生的积极主动性,从在实验室不愿动手到主动发现问题并解决问题,实验室也呈现了浓厚的学习氛围。这种培养方式极大地引导学术自主探究,自我评价,从而达到培养学术具有自主创新能力的目标。

(2) 学生的工程素养和创新能力有了稳步提高。通过四层次多模块的实验教学训练和创新设计实验和比赛地磨练,学生的实践能力和创新思维得到了极大的提高。学生培养部门以及用人单位反馈表明,机械工程四层次多模块实验培养学生综合设计能力与创新思维能力起到了重要作用。近几年来,学生在老师的带领下取得了多项省级和国家级的机械创新设计大赛。

参考文献:

[1] 王昕, 刘军, 刘新宇. 工业 4.0 与智能制造背景下对工业工程专业人才培养的几点思考 [J]. 教育教学论坛, 2019 (25): 254-255.

[2] 叶建华, 曾寿金, 黄卫东. 装备制造及自动化虚拟仿真实验教学体系建设 [J]. 福建工程学院学报, 2019, 17 (04): 403-408.

[3] 彭斌, 张永贵, 谢小正. 基于本科生导师制的机械人才创新能力培养的探索与实践 [J]. 产业与科技论坛, 2022, 21 (17): 2.

基金项目: 景德镇陶瓷大学教育教学改革研究课题 (TDJG-22-Z11)