

Construction and Management Practice of Innovation Base for Postgraduates of Mechanical Engineering Facing the Training of Innovation Practice Ability

Dingxin Yang, Li Chen

College of Intelligence Science and Technology, National University of Defense Technology, Changsha Hunan
Email: yangdingxincn@163.com, summer0212006@163.com

Received: Jun. 7th, 2019; accepted: Jun. 21st, 2019; published: Jun. 28th, 2019

Abstract

The innovation practice ability of graduate students in mechanical engineering is an important part of improving the quality of graduate training. Combining with the construction and management practice of innovation base for graduate students of mechanical engineering in our university, this paper makes practice and exploration on the cultivation of innovation practice ability for graduate students from the aspects of the construction of innovation practice ability training system, the construction of experimental conditions, the allocation of teachers, the management of open experimental teaching and development of innovation practice activities. We hope to provide some useful references for the innovation ability cultivation of graduate students to fulfill the high requirements of the "double first-class" construction.

Keywords

Mechanical Engineering Discipline, Postgraduates Cultivation, Innovation Practice Ability

面向创新实践能力培养的机械工程学科研究生创新基地建设与管理实践

杨定新, 陈 丽

国防科技大学智能科学学院, 湖南 长沙
Email: yangdingxincn@163.com, summer0212006@163.com

收稿日期: 2019年6月7日; 录用日期: 2019年6月21日; 发布日期: 2019年6月28日

摘要

机械工程学科研究生的创新实践能力是提高研究生培养质量的重要组成部分。本文结合我校机械工程学科研究生创新基地建设与管理实践,从创新实践能力培养体系构建、实验条件建设、师资配置、开放式实验教学管理、创新实践活动开展等方面对本学科研究生创新实践能力的培养进行了实践与探索,以期面向“双一流”研究生创新能力培养提供一些有益的参考与借鉴。

关键词

机械工程学科, 研究生培养, 创新实践能力

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

科技创新驱动,实现高质量发展已成为国家战略。研究生是科技创新的生力军,研究生毕业后也将成为各行各业科技创新的中坚力量。培养和提高研究生的创新能力是实施科教兴国战略,建设创新型国家的必然要求[1]。

机械工程与人类社会活动关系十分密切、应用非常广泛。同时机械工程学科也是一门实践性非常强的学科,因此研究生创新实践能力的培养尤为重要。国内各大高校为提高机械工程学科研究生的创新实践能力,推出了许多举措。如上海交通大学机械动力学院,以设计与制造、信息与控制、工程与实践为三大支柱,以创新实践为牵引,构建了集成式机械工程教学实验中心,致力培养学生机械、电子和控制一体的数字化建模、系统分析和整体设计的能力,为学生提供提高创新实践能力的机会[2][3]。浙江大学建设了若干研究生公共实验教学平台和交叉学科创新平台,其中面向机械工程学科的有智能制造与智能控制实验教学平台和大规模数据计算与仿真创新平台[4][5]。西北工业大学建设了“研究生创新实验中心”,该中心以全程开放为原则,以研究生“自行设计、自由探索、自己动手、自主创新”和研究生自主管理为宗旨,集电子、机械、控制于一体,从提出问题、分析问题、解决问题到独立验证的整个过程,全面训练和培养研究生的科技创新能力[6]。

我校肩负着培养高素质新型军事人才的历史使命,对如何提高研究生创新实践能力非常重视,大力支持开展各学科创新基地建设,构建各学科研究生创新实践能力培养体系,并进行研究与实践探索。下面结合机械工程学科特点,从创新实践能力需求与培养体系构建、师资配置与开放式实验教学管理、创新实践活动等方面介绍我校机械工程学科研究生创新基地建设与管理的具体实践。

2. 创新实践能力培养体系与实验条件建设

实践性强是机械工程学科的显著特点。我校机械工程学科的主要研究方向包括“机械系统设计与特性分析”、“精密机械加工与测控”、“振动噪声分析与控制”、“机电系统动力学”等方向,通过分析各方向对研究生创新实践能力的需求,梳理得到机械工程学科研究生应具备的创新实践能力需求,如图1所示。

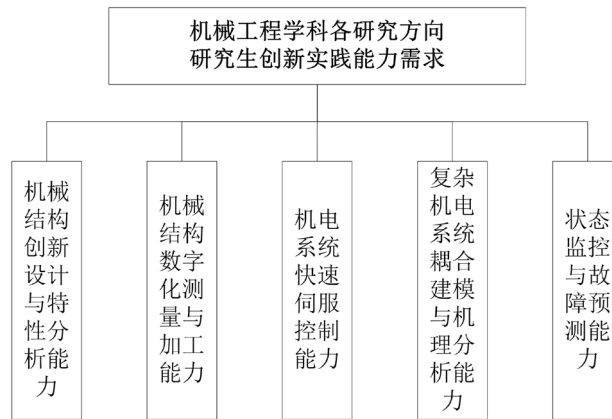


Figure 1. Demand analysis of innovative practical ability of graduate students majoring in mechanical engineering
图 1. 机械工程专业研究生创新实践能力需求分析

由图 1 可知, 研究生创新实践能力需求涉及从机械系统设计、制造到测试、控制、动力学分析等各个方面, 针对以上创新实践能力需求, 在研究生创新实践基地建设中, 通过广泛调研, 专家咨询, 按照“机械结构创新设计与特性分析 - 数字化精密测量与制造 - 机电系统伺服控制 - 机电系统动力学”四个方面的进行创新实践能力培养体系构建, 设置了以下创新实践能力培养体系, 总体框架如图 2 所示, 体系着重为培养上述能力提供综合实践模块与实验条件支撑。

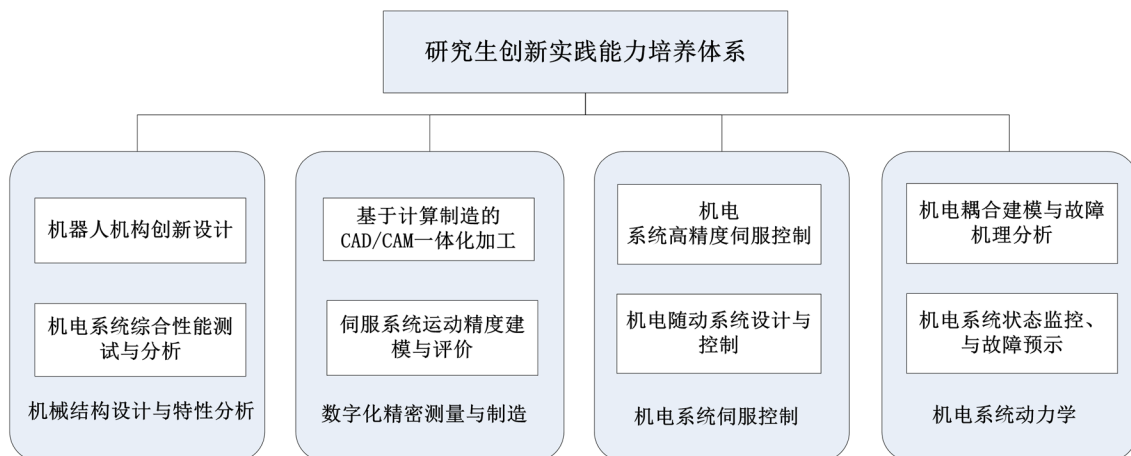


Figure 2. The block diagram of innovative practical ability training system for graduate students majoring in mechanical engineering
图 2. 机械工程专业研究生创新实践能力培养体系框图

围绕以上培养体系, 设计了相应的 8 个创新实践能力培养项目, 并进行了实验条件建设, 研究生可根据学习情况或研究课题选择至少 2 个实践项目, 为提高综合实践能力与创新实践能力打下基础。相应创新能力培养项目及所构建的主要实验条件简介如下:

1) 机器人机构创新设计

以轮式空间机器人移动机构为对象, 综合利用 RecurDyn 虚拟样机系列软件、轮式机器人移动机构创新设计组合、运动学和力学传感器进行机器人机构创新设计与特性分析的综合实践。所构建的实验条件主要包括: 机械系统虚拟设计与分析软件 RecurDyn、轮式机器人移动机构创新设计组合一套(三维 CAD 模型和物理样机)。

2) 机器人移动机构特性测试和分析

以机器人轮系为对象, 研究转动惯量、刚度、阻尼、摩擦、力矩、速度、加速度等常见机械量的测量方法; 制定试验方案, 测试地面与轮系的相互作用力及其对机器人移动性能影响; 对机器人移动机构整机运动学、动力学特性进行测试和分析。所构建的实验条件主要包括: 机器人移动机构、运动控制模块、数据采集卡、运动学和力学传感器等。

3) 基于计算制造的 CAD/CAM 一体化加工

在基于工件的计算定位理论和方法的基础上, 对典型曲面工件进行 CAD/CAM 一体化加工实验, 使研究生了解并掌握基本工件的计算定位方法及其在 CAM 系统中的应用原理, 提升学生从数学建模和计算的角度来综合考虑制造系统和制造过程的各种计算问题的能力, 并更加深入了解计算制造内涵。所构建的实验条件主要包括: 高性能计算机以及三维 CAD/CAM 软件、多轴数控系统、三轴以上(含)数控铣床、高精度测头及其采集系统、实验样件毛坯等。

4) 伺服系统运动精度建模与评价

通过对典型的三轴伺服系统进行精度建模与评价实验, 使学生掌握一般机构空间运动精度的测量与分析评价方法。主要内容包括了解双频激光干涉仪测量位移、角度的基本原理, 掌握利用双频激光干涉仪测量伺服轴的定位误差、姿态误差的方法, 以及测量空间两坐标轴垂直度的方法, 建立阿贝误差的概念, 深刻理解轴运动的精度、直线度、姿态误差等概念, 从而培养和训练研究生在运动精度检测与评价方面的科学实验能力和综合实践技能。所构建的实验条件主要包括: 四轴伺服系统、激光干涉仪、开放式数控系统等。

5) 机电随动系统设计与控制

跟踪、瞄准系统的核心就是机电随动系统, 以电机、减速器、结构件等构成的典型机电装置为对象, 测试分析在不同载荷和装配特性条件下, 装置内部转矩、摩擦、刚度等机械参数的变化规律, 开展静动力学性能修改、机构优化方面的实验研究。通过项目使研究生掌握典型随动装置机电混合特性的测试与建模方法, 控制器模型设计与参数选择方法。所构建的实验条件主要包括: 中小功率交直流伺服电机测试系统、负载特性测试分析试验台、DSPACE 半实物仿真系统, 直流伺服电机驱动器等

6) 机电系统快速高精度伺服控制

围绕机电系统平台快速、高精度伺服稳定跟踪装置设计、快速控制算法设计等内容开展创新实践活动。应用光机电系统集成优化技术对稳定跟踪平台进行机构、传感、驱动、电源、控制算法的分析与控制。利用平台电机实验台观察和研究高速高精运动控制中的非线性现象, 研究先进非线性运动控制算法。所构建的实验条件主要包括: 稳定跟踪实验平台、微机电陀螺、高分辨率编码器, 激光跟踪仪、USB 高速数据采集系统等。

7) 机电系统耦合建模与故障机理分析

基于机电动力学分析软件对机电系统关键部件, 进行机电耦合动力学建模, 进行故障机理分析。利用振动与模态测试系统, 对机电系统关键结构件构建振动与模态测试环境, 进行振动特性与模态测试, 得到关键结构的振动与模态特征, 以典型结构件为对象, 进行疲劳实验, 对结构的故障失效机理进行分析。所构建的主要实验条件包括: 机电动力学分析软件、高频功率放大器、振动测试分析系统、模态测试分析系统、微机控制疲劳试验机等。

8) 机电系统状态监控与故障预示

基于嵌入式传感器, 设计机电系统嵌入式测试装置, 对关键部件实现自检测; 构建机电系统状态信息便携式测试与感知的设计与实验环境, 进行“多源状态信息感知方案设计及验证”, 进行机电系统的状态监控与诊断系统设计掌握多种状态信息获取的主要技术手段和实验方法, 培养研究生对典型故障的

故障模式与响应的认知, 在故障诊断、评估与预测理论与方法等方面培养研究生创造性地分析、解决问题的能力。所构建的主要实验条件包括: 轴承实验台、转子实验台、嵌入式转速、扭矩、姿态传感器、振动加速度计、高速数采卡、激光位移传感器、诊断服务器等。

以上综合创新实践能力培养体系覆盖了我校机械工程学科各主要研究方向, 为研究生创新实践能力培养提供了平台体系支撑。在实践教学中, 我们将各创新实践项目, 融入到实践课程与课程实验中, 使得研究生创新实践能力环节在实验时间与实验条件得到了保障, 以保证培养体系的得到落实。在实验教学方面, 我们强调加强实验教学师资力量, 并根据研究生特点探索开放式实验教学管理模式。

3. 师资配置与开放式实验教学管理

为将研究生创新实践能力培养落到实处, 我们专门开设了“机械工程综合实践”实验课程, 列为机械工程专业硕士研究生必修课, 同时为了加强指导的针对性, 从各研究方向, 选调工作在教科研一线、实践经验丰富的教师担当创新实践项目指导老师, 并有计划地对实验室专职实验老师进行专业技术培训。目前, 创新基地已建成一支由 1 名教授, 3 名副教授, 2 名讲师及 2 名实验室专职人员组成的结构合理、高素质实验指导和管理队伍。同时, 基地还设立博士生助管岗位, 吸收创新实践能力强的高年级博士生参与创新实验指导工作。

为适合研究生实验时间自由度高、内容多样的特点, 创新基地对开放式实验教学管理模式进行了探索实践。首先建立健全了开放式实验室管理制度, 制定了十余项适合开放式实验教学的管理制度。其次, 借助现代信息技术, 建设适用于开放式实验教学模式的信息系统, 建立了实验预约系统, 学生通过预约系统, 能及时了解实验动态, 查阅设备资源情况, 实现实验预约, 网上预习实验原理、方法以及仪器设备操作说明, 与实验指导教师在线交流等。实验信息管理平台上为实验教学开放提供了保证, 提高了开放实验的便捷性和工作效率。

基于开放式实验教学管理系统, 创新基地采用定时开放和预约开放相结合的实验教学管理模式。定时开放是根据课程实验的教学计划而定; 预约开放是面向研究生的全天候开放, 研究生用校园一卡通注册后, 通过实验预约系统自主预约实验, 智能门禁管理系统自动授权, 实验室工作人员进行排课安排和信息反馈, 学生根据预约反馈信息, 刷卡进入实验室, 自主完成实验[7]。

在实验指导方面, 进行定期答疑, 把握实践项目的目的与要求, 注重关键点指导, 定期答疑, 并组织进度汇报, 加强对学生实验过程的指导与管理, 检查其是否按时间节点完成实践内容。采用虚实结合方针, 利用计算机辅助教学, 建立实验指导专家知识库; 并可通过网络建立可视化视频实验指导, 尽可能地使学生在实验过程中得到快速、准确地指导, 缓解大量的学生课外自主预约与老师实验指导任务的压力。

4. 创新实践活动开展

在创新实践能力培养方面, 除了面向机械工程专业所有研究生开设“机械工程综合实践”必修课外, 创新基地还开展丰富多彩的创新实践活动, 主要包括发布研究生创新实践项目和支持研究生参加各类学科竞赛与创新创业大赛。

每学期开始前, 由创新基地公布实验条件、实验时间等信息, 以创新实践项目的形式面向机械工程专业所有研究生发布。项目采用立项评审制度, 成立评审专家委员会。先由博士生、硕士生自由组建的研究小组提出创新项目设想, 再由项目评审专家组进行评审。项目评审通过后拟定实施计划与方案, 开展创新研究, 采购所需器件, 开展实验研究。研究成果经专家评审确认后, 在创新基地综合展示厅展出。创新基地支持的研究生课外创新项目包括: 月球车机械创新机构设计、无人平台(机器人)机构设计、可编

程电源通用控制软件平台开发、快速高精度稳瞄跟踪系统设计、噪声主动控制系统设计等。这种方式使研究生熟悉申报项目、拟定方案、项目研究的整个流程, 另一方面也促进了实验教学与科研相结合。

对学有余力的学生, 鼓励支持开展课外创新实践活动, 积极参加各类创新竞赛, 在大赛中培养锻炼创新实践能力。创新基地积极支持研究生参加学校“创新杯”、“挑战杯”、RoboCup 机器大赛、智能汽车创意竞赛、全国机械创新设计大赛、大学生科技创新创业大赛等国内外相关学科竞赛及相关学术活动, 通过竞赛培养研究生创新实践能力。自 2015 年基地建设以来, 机械工程专业研究生在基地支持下共获得省级/校级研究生创新项目资助 11 项, 教学团队教员指导研究生参加科技创新竞赛, 获得国家或军队一等奖 4 项, 三等奖 2 项, 省级一等奖 3 项, 校级一等奖 2 项的优异成绩。

5. 结语

机械工程学科是一门实践性很强的学科, 培养、提高机械工程学科研究生的创新实践能力是面向“双一流”学科建设, 提高机械工程学科研究生培养质量的重要组成部分。本文结合我校机械工程学科研究生创新基地建设, 从创新实践能力培养体系构建、实验条件建设、师资配置、开放式实验教学管理、创新实践活动开展等方面进行了实践与探索, 取得了一些初步经验, 可为同行提供一些参考。研究生创新实践能力培养是一项长期与艰巨的任务, 不能一蹴而就, 还有很多问题能力培养需求、培养机制问题, 需要我们继续为之实践与探索。

基金项目

湖南省研究生教育教学改革研究课题(JG2017B005), 国防科技大学研究生教育教学改革研究课题(YJSY2018012)资助。

参考文献

- [1] 牟晓璐. 研究生创新实践能力培养探索与实践[J]. 黑龙江科学, 2018, 9(19): 40-41.
- [2] 顾寄南. 机械工程类研究生创新能力培养模式探索与改革研究[J]. 教育教学论坛, 2018(28): 124-125.
- [3] 袁凌杰. 新工科背景下的理工科研究生培养对策研究[J]. 高教学刊, 2018(19): 165-167.
- [4] 田珍, 秦兴方. 研究生创新实践基地的探索与实践[J]. 高教学刊, 2017(21): 38-40.
- [5] 孙瑛, 程文韬, 蒋国璋, 李公法, 熊禾根, 朱文琼, 李翠巧. 研究生创新与实践能力提升途径的研究[J]. 教育教学论坛, 2018(7): 41-43.
- [6] 王海燕, 李春科, 林欢欢, 肖敏. 研究生创新能力培养体系的构建与实践——以西北工业大学“翱翔创新计划”为例[J]. 学位与研究生教育, 2016(11): 28-32.
- [7] 邝溯琼, 杨定新, 陶利民. 构建开放式实验教学模式改革探索[J]. 高等教育研究学报, 2012, 35(3): 100-101.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2167-664X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: mse@hanspub.org