

Project-Oriented Mechanical Experimental Teaching and Its Platform Construction

Jinsong Zheng, Xiaodong Hu, Linjun Xie

College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou Zhejiang
Email: Zhengjs1975@163.com

Received: Apr. 29th, 2017; accepted: May 15th, 2017; published: May 18th, 2017

Abstract

According to the characteristics of mechanics course and the practice of engineering project, the experimental teaching method of designing the basic project and the comprehensive project is proposed. The experimental teaching platform based on engineering project and students' subjectivity, created with the aid of information technology. The project type experimental teaching activities are organized and managed efficiently. The experimental teaching takes project design, project implementation, completion of the project and project evaluation report as the framework, with the module of theories of knowledge management, teachers' intelligent guidance, student feedback management and experimental education management. Based on the experimental teaching of engineering project, in the cultivation of students' engineering consciousness and innovative spirit, enhancing students' ability to analyze and solve engineering problems is of great significance. Based on the engineering project experimental teaching platform, the theoretical teachers, the experimental teachers and the students are closely related. Platform with information technology manages experimental teaching activities based on project efficiently.

Keywords

Theoretical Mechanics Experiment, Instructional Reform, Project Teaching

基于工程项目的力学实验教学及平台建设

郑劲松, 胡晓东, 谢林君

浙江工业大学机械工程学院, 浙江 杭州
Email: Zhengjs1975@163.com

收稿日期: 2017年4月29日; 录用日期: 2017年5月15日; 发布日期: 2017年5月18日

摘要

结合力学课程特征与工程项目的实践性,提出了设计基本项目和综合项目作为力学专业本科生实践学习的实验教学方法。借助信息技术,创建基于项目,突出学生主体性的实验教学平台,把项目式实验教学活动高效地组织管理起来。实验教学平台以工程项目设计、项目实施及项目完成及项目报告评价为框架,辅以学生理论知识管理、教师智能指导管理、学生反馈管理和实验教育效果管理等模块。基于工程项目式的实验教学,在培养学生的工程意识与创新精神;提高学生分析解决工程问题的能力等方面具有重要意义。基于工程项目式实验教学平台把理论教师、实验教师和学生紧密联系在一起,借助信息技术高效管理项目式实验教学活动。

关键词

力学实验, 教学改革, 项目教学模式

Copyright © 2017 by authors 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

项目式教育法是符合构建教育理论促进学生全面发展的科学的的教学方法,国内外很多高校已广泛开展和运用了项目式教学方法,在教学效果方面也取得了积极的成效。项目教学法是指在教学活动中,通过师生共同完成一个完整的、具体的和有实际工程价值的“项目”或“产品”的教学方法[1][2]。教师将项目以人物的形式交给学生,由学生按照项目完整实施步骤,在教师的指导下完成。项目教育法能充分发挥学生自主性学习特点,教师则起辅助指导和启发的作用。

由于力学专业的偏重理论性,亟需培养学生的科学研究能力,而项目式教学法的优点在于将实践与研究融入教学过程,所以在力学专业实验实践教学实施项目教学法是十分必要的[3]。实验教学强调学生的主体性[4]和实践性,它与项目式教学法一致,因此在力学实验教学中运用项目式教学方法必将起到更好的效果。理论力学是一门理论性和实践性都很强的课程,理论力学问题广泛存在于工程实际中,如建筑设计、桥梁、机械、航天航空等,理论力学的实践具有很好的工程项目基础[5]。在理论力学实验环节中推行项目式教学,把学习置于复杂的、有意义的问题情景中,通过学习者的自主探究和合作解决问题,从而牢固掌握隐含在问题背后的科学知识,培养解决问题的技能和自主学习的能力;在自主探究这个过程中,可以充分调动每个学生创造性地解决问题。这种模式不仅可以理论联系实践,理论指导实践,还可以实践创新理论,实践创造理论,对于提高大学生的学习兴趣和实践能力大有好处。

2. 《理论力学》实验教学内容及现状

理论力学是一门工科专业基础课程,是现代工程技术基础理论之一。力学的基本概念、公理、定理、原理、建模思路、实验技巧及思维方法等对开拓思维以及研究处理重大工程问题、技术革新等用处很大,其研究的物体机械运动广泛存在于日常生活和工程实践中。理论力学课程的理论性强,公式多,内容抽象,目前课程教育也更多的侧重于理论讲授,亟待加强理论力学的实践教学方法研究,促进理论力学课程教学效果[6]。

建国以来,我国的理论力学课程一直沿袭前苏联的模式,在该课程的教学大纲中只有理论讲授部分而无实验内容。直到90年代,国内部分高校才提出理论力学也应该有实验,就陆续研制出了一些实验仪器设备,并开发了一些理论力学实验项目,做得比较好的有浙江大学、上海交通大学、清华大学。浙江大学于2000年创建了“理论力学创新应用实验室”。实验室包括一个多功能实验台、三个理论力学测试实验装置和20多项理论力学工程应用的演示教具[7],实验室共开设9个实验项目,6个实验学时。浙江工业大学机械工程学院在2006年引入“理论力学创新应用实验室”,开始创建理论力学实验室,在2007年为06级本科生开出第一次理论力学实验,至今已连续为8届本科生做过理论力学实验。目前情况是,理论力学的实验项目都是以验证型实验为主,一个实验项目验证一个知识点,学生运用学到的知识点,创造性地解决实际问题的能力锻炼很少。目前理论力学实验主要分为以下两大类:

(一) 演示性实验

通过大量工业产品和科技成果模型向学生展示《理论力学》的工程意义和工程应用,开阔学生的眼界,学生们对于展出的很多实物和模型普遍非常感兴趣,也觉得非常不同于其他课程的实验。通过学生对大量工业产品和科技成果的观察分析和图文并茂的图板阅读(对于比较典型的力学模型,我们还专门制作了详细讲解地图板);通过学生动手操作,加深对《理论力学》基本概念的理解,巩固力学分析方法的掌握。培养、训练学生的创新思维,提高、锻炼他们建立力学模型的能力。

(二) 静力学、运动学和动力学创新应用实验

目前理论力学课程开设有9个创新应用实验,前面3个分别是静力学、运动学和动力学的单独应用的创新应用型实验,后6个都是在理论力学综合多功能实验台上进行。此项目让学生学会相关仪器的使用与应用,认识了工程实际中对模型的建立、试验方法的确定以及进行误差分析的方法;锻炼学生分析能力、实验方法设计能力和实验操作能力。

不难看出,当初在设计的这些理论力学实验项目几乎涉及到了理论力学全部内容,但是学生做完后,感觉基本上是按照实验指导书的步骤,按部就班地完成,完成实验后,也没有太多的人去进一步思考。另外,这些实验项目共6个学时,分两个单独时间独立进行,学生很难找到各个实验项目的有机联系及有关知识点的交叉和综合应用。总的来说,实验教学效果不是很理想。

根据理论力学课程内容和其实验要求,基于工程项目的教学方法可以解决目前在理论力学教学中存在的问题。工程项目要解决的是具体的工程问题,蕴含着大量综合性的理论知识,以问题的基础的探究性理论学习,必然会极大地提高学生学习的主动性和积极性,也会让学生深入掌握理论知识,同时可以提升学生科研项目的组织管理与研发创新综合能力。理论和实践相结合的项目式实验教学方法,实践证明,在学生深入掌握理论知识和培养学生的创新能力培养方面富有成效,教学效果反馈良好。

3. 项目式《理论力学》实验教学模式的特点

项目教学法是在很多理论课程讲授中已有应用,起到很好的效果,但是在《理论力学》实验教学中少有应用。在项目式教育方法的核心是工程项目的设计,每一个工程项目都理论和实践的综合体。在项目式实验教学过程中以项目为核心,以学生为主体,以教师为主导,从开放实验中,不断树立学生的创新思维和意识[8]。对开放式实验教学实行项目式管理是一种实验方式的创新,通过建立项目的形式,让学生作为实验项目的负责人,这样既提高了学生的主动性、参与性又提高了学生对全过程的理解和掌握。使学生能够充分发挥其科学思维方式和科学的预见性。

(一) 项目须与现实生活或工程实际相关、有实际意义,容易引起学生兴趣

项目式教学模式是指对现实生活或工程实际中的某一个具体问题(具有学习和研究价值并且是学生

们感兴趣的问题)进行深入地、直接地了解、观察,从亲身完成项目的解决过程中获得经验和学习方法的一种以学生为本的教育活动。实验教学效果的好坏取决于实验项目内容对学生的吸引力和兴趣、实验项目的现实意义,因此项目的选择应与现实生活或工程实际紧密相关。只有这样,实验教学才能更好的与学生日后的工作结合。

(二) 项目须具有整体性和系统性,注重培养学生的多种能力

项目式实验教学需要将整个理论力学实验教学内容有机的、相互联系的溶合到一个或几个项目中予以完成,即设计的实验项目必须具有整体性和系统性。因此项目式实验教学绝对不是将原有的实验教序项目简单地拼凑在一起,而是应该设计一个与工程实际紧密相关,在完成这个项目的过程中,需要运用到理论力学很多的知识点,甚至可能还会牵涉到其他课程的一些内容和自学一些未知知识,才能顺利、圆满完成项目。项目式实验教学过程,让学生亲身经历课堂上学到的理论知识应用到实际问题中解决实际问题,培养了学生的自学能力、观察能力、动手能力、研究和分析问题的能力、协作和互助能力、交际和交流能力、以及创新思维与创新能力。

(三) 创建基于项目的实验教学平台,让理论教师、实验教师和学生三位一体

项目教学法是一套教学策略,教师借此引导学生对现实生活或工程实际中的问题进行深入的学习与研究。此教学法有一个灵活但较复杂的框架指示出教与学活动中的特征。借助计算机技术与网络通讯技术,创建项目式实验教学平台,贯彻项目教学策略,把理论教师、实验教师和学生三方融入平台。该平台辅助教师高效地实施项目教学活动,激发学生的学习积极性,让他们自觉地学习并高质量地完成项目作业。项目教学法有一套完整的体系,它要求教师有极大的创造性和应变能力;教学计划的具体实施经常需要临时调整,实现这些要求就是基于信息技术的实验教学平台的优势。

4. 项目式《理论力学》实验教学的实施

《理论力学》是一门理论性和实践性都很强的课程,理论力学问题广泛存在于工程实际中,如建筑设计、桥梁、机械、航天航空等,理论力学实践具有很好的工程项目基础。项目式《理论力学》实验教学模式的实施必须紧密联系实际,结合工程问题。

实验项目按照知识规模和范围分为难中易三个难度等级。由教师根据本课程核心知识及调动学生兴趣为目的设计的项目,如:在我们“理论力学创新应用实验室”里,有大量介绍工程应用和实例展示题板和演示教具,都属于基本项目,难度中等。基本项目是理论结合实际,让学生了解理论力学的应用场合,可以在课程学习课堂教学过程中使用,让学生了解他们所学的这些理论在实际工程中如何应用,加深对理论知识的掌握,提高学生积极性和课堂教学效果。综合项目是以培养学生的解决问题能力和训练创造性思维为目的的项目。综合性的项目让学生运用已掌握的课程核心知识自主探究,解决问题,使他们能理论联系实际,理论指导实践,实践创新理路,实践创造理论。

基本项目主要是演示介绍理论力学的核心知识内容,实施主要是教师为主,学生为辅,所以对于《理论力学》实验教学项目实施,我们介绍综合项目的实施步骤和方法,如图1所示。

(一) 项目设计

项目式实验教学有规定项目和自选项目两种。规定项目是由教师根据学生已掌握知识与技能,结合自己科研内容,按照实践教学的要求设计的项目。自选项目是由学生从生活中选取感兴趣的素材,草拟初步方案,和教师论证可行条件之后,填写实验项目申请表。学生选择项目,可以结合自己实际情况,各取所需,各取所好。设计得工程项目,要考虑工程性和理论性兼备,表明难度等级,写清楚涉及背景知识,明确考核重点和技术难点,允许学生自由发挥。对于规定项目,学生也可以自行选择项目和指导教师,更好的完成实验任务。例如,我们可以进行如下项目设计:

项目编号	LLLX2016101001	项目名称	斜拉索桥拉索设计
难度等级	按难中易分三级	指导教师	张三, 李四,
项目背景	介绍该工程项目的一些背景知识, 描述问题由来, 工程意义等, 让学生了解项目意义。		
知识点及考核重点	阐述设计该项目的目的, 需要学生掌握那些知识, 解决问题需要哪些理论知识, 考核重点是什么。理论知识涉及到哪些课程。		
技术难点	描述完成该工程项目的技术难点有哪些。		

(二) 指导教师选择和方案制定

根据所选项目的背景和内容, 学生自主选择熟悉此项目的某一位指导教师。项目的方案包括项目名称、项目用途、项目图纸、材料、工具、仪器设备、人员配备(包括指导教师和合作同学)、完成时间、实验场地等方面内容。

确定项目后, 首先明确设计思路, 明确项目中有哪些关键问题, 需要哪些关键知识点, 须要哪些工具、仪器设备。技术难题解决后要规划项目实施进程, 填写相应的规划表。学生在设计项目方案过程中碰到问题, 可以与指导教师讨论, 制定好项目方案后, 可以跟指导教师一起, 论证方案, 完善方案。

(三) 项目实施

一旦选定了具体工程项目并指定对应的解决方案后, 项目实施需要学生按照制定的方案进度严格执行, 实施过程中需要调整方案, 需要和指导教师讨论, 共同决定。项目实施过程中, 对于难度大的或者规模大的项目, 学生之间根据各自特点可以分工合作。

按照项目教育法的理论, 学生将由 3~5 人为一组分为若干个项目小组。学生在项目组中要有所分工, 团结协作共同完成项目。在分组时, 可以先让学生自主组队, 教师可以充分考虑学生的意愿和水平能力差异进行完善。项目实施后, 实验室要提供场地, 让项目小组成员进行项目讨论、研发, 对于在实施过程中遇到的技术问题, 教师要给予适当的指导; 在实施过程中遇到费用问题, 实验室要给予经费支持, 从而激发其学习兴趣、创新灵感, 树立成功信念, 保证项目顺利实施。在实施过程中, 每个项目小组的工作进度会不同, 教师要进行适当的调整, 避免不同小组工作进度差距过大, 以致于影响到整个教学计划的实施。学生在完成项目后, 应该写一份项目总结报告, 总结项目的收获和不足。

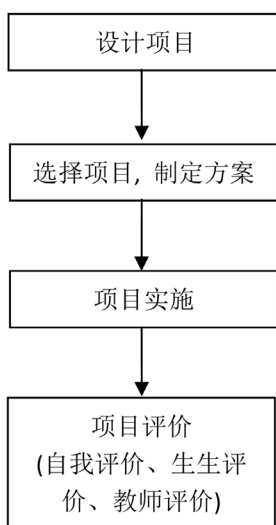


Figure 1. Project-oriented teaching mode implementation steps

图 1. 项目式教学模式实施步骤

(四) 项目评价

项目评价包括自我评价、生生评价、教师评价等。学生先进行自我评价，之后进行生生互评，最后教师评价，给出学生最后的成绩。自我评价可以从项目完成过程中所用的知识点，工程问题简化和力学模型提炼，优点与不足等方面进行。生生评价可以让擦出思想火花。教师评价要表扬优秀作品中值得学习和借鉴的地方，对那些相对较差的作品也要给予鼓励，使其认识到努力的方向和改进的切入点，从而激励学生的学习成就感。教师还要指出作品中存在的目前尚不能解决的问题，为后面的课程学习留下供学生思考的问题，拓展延伸，引发学生的深度思考。对于项目完成情况良好的同学引导他们申请校级创新训练计划项目；对于项目完成情况优秀，学有余力的学生，协助学院做好引导他们申报省级、国家级机械设计大赛，省级、国家级的大学生创新训练计划项目，针对性地选拔、组织学生参加“挑战杯”全国大学生课外科技作品竞赛。

(五) 实验教学平台建设

在理论力学实验教学中，借助于信息技术的应用作为提高教学质量的重要手段[9]。实验教学平台以项目为核心，融合理论教师，实验教师和学生三方，推进教学方法的改革，重点突破实验教学环节。理论力学实验教学共享平台包含课程实验项目(工程项目)资源库管理和基于校园网的网络平台管理。课程实验项目(工程项目)资源库管理模块中，教师和学生可以自主设计新项目入库，另外，基于校园有线和无线网络平台我们还开发了基于学生学习帮助请求主动推送系统，在此基础上可建立虚拟实验室，丰富了实验教学手段，提高了实验教学效率、改善了实验教学效果、从而提升学生实验的自主性和创新能力。虚拟实验室是一个资源高效，共享程度很高的一个平台，她还可以根据具体需求拓展出许多新功能，满足学生多样化需求，对于高校实验教学改革意义重大。

理论力学实验教学开放式网络平台[10]提供了全方位的基于项目式实验教学辅助功能，包括：门户网站、实验前的理论学习、实验的开课管理、典型实验项目(工程项目)库的管理、实验过程的智能指导和基于移动设备的教师实时在线指导、实验结果的反馈、基于移动设备的教师实时在线答疑、实验教学成果评估等功能，同时该平台可扩展集成第三方的实验课程资源或自建课程资源，为学校其他各类院校项目式实验教学活动提供服务并进行相应的管理。该开放性平台是一个实验项目的共享平台，是一个项目式实验教学的管理平台，也是教师和学生进行交流的信息平台。平台利用先进的计算机技术和基于校园网的通讯平台，可以高效地实施项目式实验教育活动。基于项目的实验教学的管理和共享平台的框架示意图如图2所示。

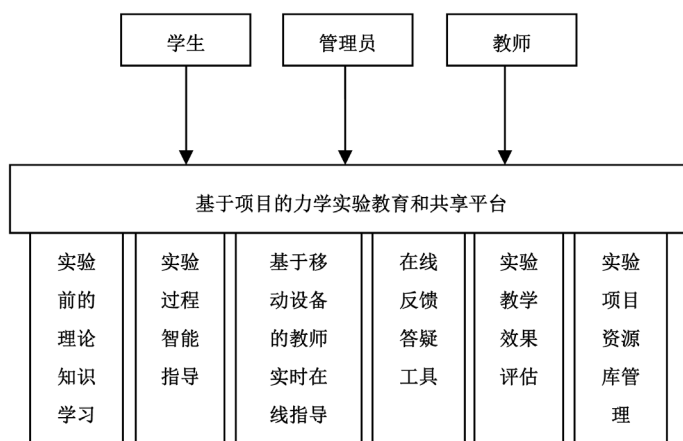


Figure 2. Mechanics experiment teaching management and sharing platform
图2. 力学实验教学管理和共享平台

教师可以根据课程教育要求自主设计基本工程项目, 或者可以根据自己科研项目成果设计综合性项目。学生也可以根据自己日常生活经历自主设计实验项目, 通过该开放式网上共享平台, 把这些项目录入平台的项目资源库中。工程项目紧贴理论力学课程教学大纲的要求, 结合我校自身实际情况, 我们在情感、认知、解决三个领域制定机械工程类实验教学的目标。情感领域的实验教学目标, 主要包括: 兴趣, 动机, 态度, 习惯四个方面。认知领域是理论课程实验教学的一个重要部分, 实验仪器的原理, 工程问题分解, 实验的方法和步骤, 实验数据的读取和误差的分析和处理, 实验的设计等均归此项内容中。解决领域既考查学生的工程问题解决方案和技术路线设计、仪器设备选用, 实验观察、实验操作技能, 又要考查学生对工程实际问题解决后总结和展望能力。理论力学实验教学开放式网络共享平台在情感、认知、解决等三个实验教学目标进行深度融合。

在该开放式实验项目共享平台中, 有三个很重要的功能模块: 实验过程智能指导, 实验过程中教师的实时在线指导和实验教学效果评估。实验过程智能指导, 我们在设计工程项目的时候, 把学生解决问题过程中的难点和易错点事先设计好, 学生在实验过程中如果需要就可以获得指导。实验过程中学生产生的各种想法和疑问可以提交在线指导请求, 我们设计一个基于移动手机的推送系统, 使教师能随时随地能收到学生的请求帮助消息; 也可以把这些想法和疑问通过留言的方式, 或得教师的离线指导。在该实验项目共享平台中, 在线功能模块都是基于移动设备从请求出发的一个主动推送系统。实验教学评估模块, 我们设计了从实验教学目标中的情感、认知、解决三方面的统计功能, 帮助教师和管理员对于实验教学效果的评估。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020年)》提出学生要坚持能力为重, 优化知识结构, 丰富社会实践, 强化能力培养。提高学生实践创新能力既是社会关注的焦点, 也是高等教育教学改革的热门话题。实验教学作为学生实践创新能力培养的重要手段要充分发挥其主导作用。作为实践教学的主要环节, 实验教学模式改革近年来受到普遍关注。

项目式实验教学模式的建设是一个长期过程, 需要在实施过程中不断总结并完善。我们在积极探索研究项目式教学法和《理论力学》课程实验特点, 创建了一批适合力学理论和实验的特色工程项目。也摸索了项目式教育在力学实验过程中的组织方式和实施步骤, 提高实践教学的效率, 激发学生实验学习的兴趣。我们也建立了一套项目式力学实验教学的成绩评定机制。更为重要的是, 我们创建了一个基于项目式教育的实验教学平台, 这是一个基于计算机技术和校园网络平台的开放的, 共享的平台。通过这个平台, 把教师和学生更好的联结在一起, 提高教师的工作效率, 提高学生学习的方便性和积极性。通过平台创建力学实验项目资源库, 把教师和学生设计的优秀的工程项目科学的管理起来。借助计算机技术, 实验教学平台把学习置于有意义的具体问题情景中, 激发学生能动性, 从而提高力学课程的课堂教学效果。

基金项目

- 1) 浙江工业大学实验教改项目(2015-01);
- 2) 浙江工业大学教学改革项目(JG201610)。

参考文献 (References)

- [1] 杜翔云, 钟秉林, Kohnos, A. 以问题为基础的学习理念及其启示[J]. 中国高等教育, 2008(2): 20-24.
- [2] 陈文杰, 任立军, 张林, 杨锋. 新加坡理工学院基于 CDIO 模式的项目教学改革[J]. 职业技术教育, 2009, 30(35): 91-93.
- [3] 胡志红, 李忠华, 宋维源. 项目式教学法在力学专业实践教学中的应用[J]. 辽宁工学院学报, 2004, 6(5): 116-117.
- [4] 屈波, 程哲. 马忠. 基于自主性学习和研究性教学的本科教学模式的研究与实践[J]. 中国高教研究, 2011(4): 85-87.

- [5] 庄表中, 王惠明. 理论力学工程应用新实例[C]//力学课程报告论坛论文集 2007, 北京: 高等教育出版社, 2008: 55-61.
- [6] 庄表中, 王惠明. 应用理论力学实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [7] 庄表中, 张方红. 理论力学创新应用演示与实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [8] 李志义, 姜文凤, 朱泓. 树立实践教育理念培养拔尖创新人才[J]. 中国高等教育, 2011(21): 20-22.
- [9] 陈巍. 网络管理与维护课程实验教学新探索[J]. 无线互联科技, 2014(11): 204.
- [10] 陈威兵. 移动通信原理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

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

期刊邮箱: ae@hanspub.org