

# 浅谈工程力学教学中实践与创新能力的培养

刘 静, 周晓玲, 汪中厚

(上海理工大学 机械工程学院, 上海 200093)

**摘要:** 在分析工程力学教学特点的基础上, 提出针对实践与创新能力培养的工程力学教学方法。通过在课堂理论教学中渗透工程实践, 设置综合性课程实验, 开展基于课题的综合课程设计; 进行启发式教学, 研讨课教学和研究型教学, 培养学生的实践与创新能力, 从而在提高教学效果的同时, 实现工程应用与创新人才培养的目标。

**关键词:** 工程力学; 教学; 实践; 创新

中图分类号: G 642.3 文献标志码: A 文章编号: 1009-895X(2013)02-0177-04

## A Tentative Discussion on the Development of Practical and Innovative Ability in the Teaching of Engineering Mechanics

Liu Jing, Zhou Xiaoling, Wang Zhonghou

(College of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** Based on the analysis of the characteristics of engineering mechanics teaching, reflections on its teaching methodology are presented for the development of practical and innovative abilities. The reflections involve combining the classroom teaching with engineering applications, setting a comprehensive curriculum experiments and developing a comprehensive curriculum design based on project research; using a heuristic method of teaching, seminar teaching and research teaching to improve mechanics engineering application and innovation ability of the students. It can be expected that students' practical and innovative ability as well as the teaching effect can be improved to some extent.

**Key words:** engineering mechanics; teaching; practice; innovation

### 一、工程力学教学特点

工程力学课程是工科众多专业的重要专业基础课, 包括理论力学和材料力学。通过理论力学教学, 使学生掌握质点、质点系和刚体机械运动(包括平衡)的基本规律和研究方法, 能进行多物体运动机构的分析, 求解多自由度系统的动力学问题, 并具备从身边的力学问题中, 建立初步的力学模型进行定

性分析和研究的能力。通过材料力学的教学, 使学生掌握构件的强度、刚度及稳定性的计算方法, 掌握材料力学的基本概念和理论, 能够求解变形体在受力后的强度、刚度和稳定性问题。

工程力学课程涉及的专业面广, 学生人数众多, 为工科学生学习后续专业课程起承上启下的桥梁作用, 并且其理论在工程技术领域有着广泛的应用。它既具有广泛的通用性和较强的理论性, 又具有鲜明的实践性和工程性<sup>[1]</sup>, 同时又具有伴随科技和学

收稿日期: 2012-03-15

基金项目: 上海市重点课程建设资助项目; 上海市第三期本科教育高地建设资助项目

作者简介: 刘 静(1977-), 女, 讲师。研究方向: CAE 技术及应用。E-mail: liujingslg@163.com

科发展的更新和创新性。这就要求工程力学教学要适应学科发展的需要,从理论教学、实验教学和课程设计三方面,思考和重视教学设计与规划,实现以知识为载体,以教学为平台,以科学的教学设计为手段,达到学生既能扎实掌握工程力学的理论体系,又能分析和解决工程实际问题,并主动运用创新思维及方法,实现工程应用和创新的目的,从而培养创新型人才。

## 二、教学中的实践能力培养探索

### (一) 理论中渗透工程实践的课堂教学

工程力学的理论知识比较抽象,而学生又缺少对工程实际的认识,所以在课堂教学中教师应注意教学的直观性,充分利用实物、多媒体等手段,增加学生的感性认识,从而加深对理论的理解。在课堂教学中,讲解课程基础理论知识的同时,引入大量的工程实例以及生活中的力学问题,以激发学生的学习兴趣,加强其工程分析能力,使学生掌握基本的工程计算方法。同时,注重多媒体课件的设计,在课件中插入大量的工程图片、例题和动画,以及各种力学分析 CAE 软件。如此,通过增加每堂课的信息

量,来调动学生的课堂积极性,拓展学生视野,使其在加深教学内容理解的同时,了解基本理论在工程实际中的应用,培养学生主动运用所学知识解释和解决问题的习惯,锻炼他们的力学思维能力。

例如,在理论力学教学中,就具体的工程案例,进行理论推导求解之后,可以利用多体动力学仿真软件 ADAMS 建立相应的可视化力学模型,并快速求解和显示动力学参数。如图 1,为讲解桁架结构受力分析时的一个例子,讲授用节点法和截面法求解桁架中各杆的受力情况。在 ADAMS 中建立一个典型桁架的结构力学模型,运行仿真之后,在后处理窗口可以很直观方便地查看每个杆的受力情况,再同理论推导结果相对比,验证理论推导结果的正确性。同样在材料力学教学中,讲解物体受力变形,可以利用有限元仿真软件 ANSYS 建立三维有限元模型,直观显示物体在不同的受力及约束条件下,不同位置的变形、应力、应变情况。如,在推导应力公式时,通过演示经过映射网格划分后的杆、梁的拉伸、弯曲和扭转变形动画,学生可以清楚地看到相邻截面间的变形情况。利用软件的三维可视性,可以激发学生的兴趣,加深对理论知识的掌握和理解。

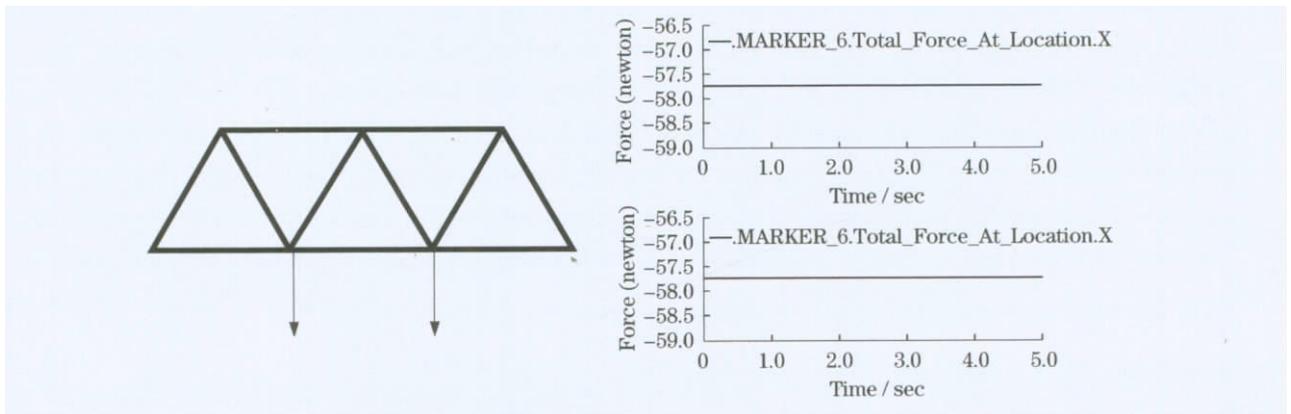


图1 桁架结构的 ADAMS 力学仿真

Fig.1 Dynamic simulation of truss in ADAMS

在理论教学中穿插工程实践的求解案例,不仅有助于学生对力学理论的掌握,而且可以帮助学生了解工程力学领域知识的发展及应用现状,提高学生主动学习知识和分析软件的兴趣,在活跃课堂气氛的同时,培养学生的力学应用能力,取得良好的教学效果。

### (二) 综合性课程实验

在工程力学课程实验方面,设置基础的课程实

验和综合性的课程实验,将教师所从事的部分科研内容节选下来辅助该课程的实验教学。这样,学生既能掌握工程力学课程基本的实验方法,又能学习实际应用中的其它先进的实验手段,提高解决实际工程问题的能力。

综合实验部分的内容要体现其综合性,并非单一性。可以针对几个不同的实验对象,综合多种实验方法来解决实际问题。例如,同时设置减速箱齿轮啮合时齿根应力集中系数测定实验、减速箱输出轴的

动态应力测定实验、减速箱输出轴的振动测量实验等。这三个实验均要求学生在掌握动态电测、平面光弹等实验手段的基础上,以团队形式,对一个具体的工程问题,就实验原理及方法进行设计,自己动手实验、标定,用计算机和数码相机等手段记录实验数据,通过自己编写程序处理数据,独立完成实验报告。图 2 是学生自己搭建的实验装置,其实验情况如表 1 所示<sup>[2]</sup>。这些实验可以锻炼学生查询资料、搭建实验装置、进行实验总结、撰写报告以及团队协作等多种能力。

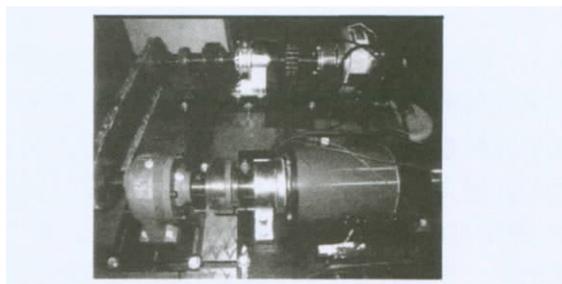


图 2 学生自主搭建的实验装置

Fig. 2 Experimental apparatus built by students

表 1 学生实验情况

Tab. 1 Experimental conditions of students

学生实验情况	比例	实验完成情况
按照自己想法独立做出实验,基础比较好,动手能力和想象能力比较强	10%	能够很好地完成实验,灵活运用知识,达到学以致用用的效果,有比较好的创造力
按照预定的方案完成实验,具有一定的动手能力	80%	能够独立完成实验,掌握基本知识,通过实验很好地理解所学的理论知识
按照预定方案在老师的指导下完成实验	10%	能够在老师的帮助下完成实验,对知识的了解有了一定的进步

### (三) 基于课题的综合课程设计

工程力学的工程应用背景广泛,很多课题研究都与力学相关,为了锻炼学生的工程实践能力,可借助相关课题平台,在大课题中提取相关的小模块,作为学生综合课程设计的题目。通过以解决实际工程问题为背景的课程设计,学生的工程实践能力得以

锻炼和提高,以期毕业后能迅速解决工程实际问题,从而满足企业对应用型人才的要求。

例如,在工程力学课程设计中设置工程计算模块,通过进行具体计算等环节的实践及训练,让学生掌握当前国际上先进的有限元计算方法,在加深理解工程力学基本理论知识的同时,其工程计算能力也得到锻炼和提高(见表 2)。

表 2 工程力学课程设计安排表

Fig. 2 Course design schedule of engineering mechanics

模块	课程设计及上机安排	课时数
课堂教学	有限元计算理论、方法简介及与工程力学的关系	2 学时
	ANSYS 软件介绍、图形用户界面及分析的基本步骤	2 学时
	创建有限元模型、加载—求解—后处理、高级建模技术	2 学时
上机实习	桁架结构分析、工字型截面简支梁计算分析	2 学时
	角架的分析、长方形板计算分析	2 学时
	机械连杆计算分析	2 学时
	板壳单元分析、轴承座建模分析、悬臂梁受力变形分析	2 学时
考查	上机考查及撰写设计报告	2 学时

## 三、教学中的创新能力培养探索

### (一) 启发式教学

启发式教学就是通过教材的重点、难点、疑点处创设一种问题情境,以引起学生注意,并作适当

启发,培养学生的创新思维,鼓励学生主动地、独立地分析问题和解决问题<sup>[3]</sup>。这样既增加了学生的自信心,又激发了学生的求知欲,不仅可以培养学生学习的积极性,还可以引导学生的思维导向,培养学生思考、分析问题的能力<sup>[4]</sup>。

在工程力学教学中采用启发式教学方法,可以从教学内容及专业背景入手,利用讲座、图片、多

媒体等多种形式,介绍学科的最新发展以及学科发展史中一些创新实例,让学生了解相关知识应用的价值,并认识到力学是推动科技进步的基础学科,从而激发学生的创新意识。在课堂教学中,针对课程的重点和难点,可以结合讲授工程实例,提出开阔思维的问题,启发学生通过查找资料,提出自己的见解,并给出解决方案。教师通过组织讨论分析,对学生的每一种想法要给予引导,并给出建设性的积极评价,从而打开学生的想象空间,锻炼学生自主学习的能力,将灌输式教学转变为启发式教学。

## (二) 研讨课教学

研讨课教学是让学生参与教学,教学相长,师生互动,通过专题研讨使学生主动建构和拓展知识,培养学生的发散思维 and 创新能力<sup>[5]</sup>。教师可以针对课程的重点和难点问题,设置相应学时的专题讨论课。在讨论课上,采用教师引导、学生主动、互动交流、方法为主、拓宽视野的教学模式<sup>[6]</sup>,教师设置适当的讨论题目,这些题目可以没有标准答案,也可以有多种解决方法,让学生分组准备。研讨课的题目要与课程内容相关,应当是学科前沿及热点,需要学生课后查阅文献,自己提出思路、分析和解答。在研讨课上由教师引导,每组学生选代表主讲,通过板书、图片、多媒体、PPT等多种灵活形式展示,并由教师与其他同学进行提问、讨论,最后教师进行总结和点评。这种教学形式改变了传统的“填鸭式”教学,课堂教学实现从“以教师为中心”向“以学生为中心”的转变;在教学目的上实现从“以知识传授为目的”向“以能力培养为中心”转变;在授课效果上实现从听课学习知识转变为锻炼提高研究创新综合素质。研讨课不仅是课堂教学的必要补充,更是实现师生交流的手段与过程,是强化教学效果、发展学生个性的一个重要环节。

## (三) 探索研究型教学

“教学”和“科研”是大学教育的“两条腿”<sup>[7]</sup>,两者的相辅相成和有机结合是培养创新人才的重要保障,开展研究型教学应视为高校教学活动的一部分。学校要注重师资队伍建设和重视教师的研究型教学活动,要切实保障教师有时间、有精力、有资金从事创新和发明创造,因为只有创新的

教师才能培养创新的人才。

教师需要参与科研,了解、熟悉本学科的前沿和发展动态,不断提高自己的科研能力,以学科前沿研究带动教学内容创新。同时教师在教学过程中要将科研的各种最新成果应用于教学,针对性地挖掘与科研环节相融合的教学内容,充分利用每一个教学环节,开展研究或实验,将研究型教学的理念贯穿于教学过程,从讲授型教学向研究型教学过渡。将科研创新融入大学课堂,指导学生紧跟学科前沿,开拓视野,只有这样,才能培养出富有创新精神和创造力的人才。

## 四、结束语

通过分析工程力学课程教学的特点,并结合作者自身的教学及科研体会,就如何在工程力学教学中培养学生的实践和创新能力,在课堂理论教学、课程实验设置以及教学设计等方面进行了一些思考和探索。旨在增加学生对工程实践的感性认识,提高力学知识的综合运用,改进工程力学的教学效果,促进教学改革,为学校长期培养工程应用和创新人才教育的目标提供有效的途径。

## 参考文献:

- [1] 段洁利,卢玉华,严慕容,等. 工程力学教学方法的创新探索与实践[J]. 中国现代教育装备, 2011(7): 56-57, 60.
- [2] 周晓玲,汪中厚,徐名聪. 机械系统集成实验教学方法的构思与实践[J]. 上海理工大学学报(社会科学版), 2011, 33(1): 72-75.
- [3] 李享荣,张雷. 对理论力学教学改革的认识与实践[J]. 上海理工大学学报(社会科学版), 2005, 27(2): 27-28, 63.
- [4] 黄超,刘德华,武建华,等. 提高材料力学课堂教学质量体会[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(5): 88-91.
- [5] 阎绍泽,申永胜. 研究型大学机械类精品课程教学的六个基本要素[J]. 中国大学教育, 2009(9): 5-7.
- [6] 张根保,任艳君,程岩松. 机械工程新生研讨课教学模式探讨[J]. 高等建筑教育, 2010, 19(3): 86-90.
- [7] 仇灏,王尉平,周迎会,等. 高校研究型教学和创新人才培养刍议[J]. 江苏教育学院学报(自然科学版), 2011, 27(5): 8-10.