

面向卓越工程师计划的机械原理教学方法改革与实践

田桂中 周宏根 李滨城 李纯金 王淑妍

(江苏科技大学 机械工程学院,江苏 镇江 212003)

[摘要]面向机械设计制造及其自动化专业卓越工程师教育培养计划,进行了课程体系梳理和教学方法改革与实践。构建了课程间协调衔接、章节间有机联系的教学内容体系,实践了基于慧鱼组合模型的机械系统概念强化、基于网络教学资源的学生自主学习、基于计算机和编程技术的项目式课外大作业等教学模式,总结了教学改革与实践的注意事项。实践证明,教学改革方法激发了学生学习兴趣和主动性,可有效培养学生专业知识、创新能力、工程意识、科研素养。

[关键词]机械原理 卓越工程师计划 教学内容与课程体系 CDIO 教学方法改革

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2095-3437(2015)01-0132-03

机械原理是机械类和近机类专业十分重要的主干技术基础课程,是理论课程向工程实践课程转换的过渡性环节,具有增强学生对机械技术工作的适应能力和开发创造能力的作用,在机械类高级工程技术人才培养的基础系列课程中是不可替代的。^[1]但是,传统机械原理教学存在目标单一、内容陈旧、方法死板、考核简单片面等不足,与理论力学、机械设计等相关课程间存在教学内容重复或脱节、整体协调性不足等问题^{[2][3]},导致教师讲课费力,学生听课乏力,教与学的效果不理想,甚至造成对立的师生关系。

学校针对机械设计制造及其自动化专业国家级“卓越工程师教育培养计划”项目的实施需要,进行了基于项目的 CDIO 教学模式、基于网络资源和创意兴趣的自主学习模式等教学方法改革探索与实践。本文从机械原理的课程体系、教学方法等角度进行全面介绍。

一、面向卓越工程师教育培养计划的教学内容体系构建

处理好机械原理与理论力学、机械设计等专业基础课间分工和衔接,不同于机械制图与建模、刚体运动与力分析、零部件强度计算与校核、材料成型与加工等专一知识和能力的培养^[4],机械原理以培养学生面向机械系统的机构设计与分析能力为主,在机构学、机器动力学和常用机构等基本知识学习基础上,更加注重机械系统的设计和综合创新能力培养。^[5]处理好机械原理课程内部各章节间内在关系,机械原理教学内容可划分为机械系统、基本原理和常用机构三大模块,构建各教学模块间有机联系,课程体系与教学模块关系如图 1 所示。

机械系统模块是培养学生系统观念的重要途径,利用完整的机械系统实例把课程知识点串联,贯穿绪论、机器人机构及其设计、机械系统方案设计等章节的教学

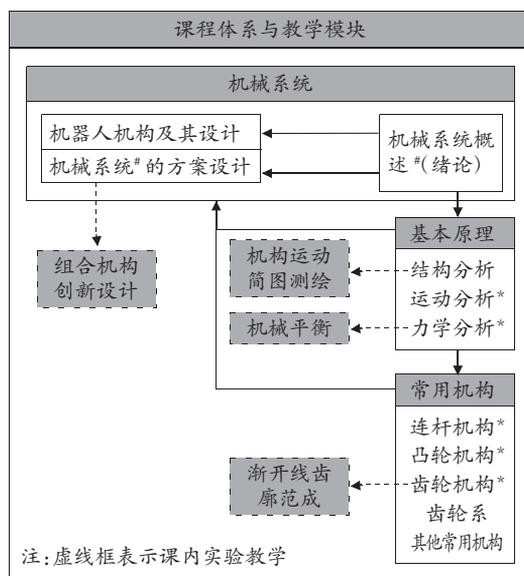


图 1 机械原理课程体系与教学模块

全过程,形成闭环。

基本原理模块包括结构分析、运动分析、力分析、效率与自锁、机械平衡、机械运转速度波动调节等章节,重点讲授:1.机构结构分析中机构组成、自由度计算,组成原理和型综合等知识点;2.机构运动分析中解析法;3.平面机构力分析中运动副总反力和机构受力分析;4.机械自锁和速度波动调节。而与理论力学等前期基础课联系紧密的运动分析图解法采用实例化教学,在学生自学、练习、讨论基础上,点明速度影像和加速度影像等知识点;实践性较强的机构运动简图、机械平衡以实验教学为主线。

常用机构模块包括连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、齿轮系和其他常用机构等章节,重点讲授:1.连杆机构中平面四杆机构设计的图解法和解析法;2.凸轮机构中轮廓

[收稿时间]2014-07-19

[基金项目]江苏科技大学教学(考核)方法改革示范课程项目“机械原理”资助。

[作者简介]田桂中(1982-),男,工学博士,副教授,研究方向:仿生微机械,生物力学和微流体系统。

曲线设计解析法 3. 齿轮机构中渐开线直齿圆柱齿轮啮合定律、啮合传动、变位齿轮和斜齿圆柱齿轮 4. 齿轮系的传动比和效率计算。而常见多杆机构、凸轮基本尺寸确定、渐开线特性、其他常用机构等知识点以自学、调研等自主学习方式为主。

二、基于认知规律的“以生为本”教学方法改革与实践

国内众多高校长期开展机械原理精品课程建设,使教学理论、课程体系、教学内容、教学方法与手段等研究工作不断深入,在教材、电子教案、电子教具、教辅参考资料、教学视频和网络平台等教学资源建设方面进展显著,为机械原理课程教学方法改革奠定基础。

(一)基于慧鱼组合模型的机械系统概念强化与贯穿

课程学习前,利用工程训练中心慧鱼创意组合模型,让学生按照已有拼装路线亲手搭建典型的机械系统模型,如各种类型机器人,使课程教学从“积木游戏”场景中开始,逐步了解机械原理所学的连杆、凸轮、齿轮及齿轮系等机构,课程教学结束前,要求学生根据学习内容,自主搭建一个新型的综合型机械系统。学生能够全程深度参与课程教学,实现寓教于乐,激发学生学习兴趣和热情。

以学生自主搭建典型机械系统模型为课程学习对象,贯穿机构结构分析、运动分析和连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、齿轮系等教学全过程。引导学生发现并解决其隐藏的科学问题,包括概念理解、问题分析、问题求解等主要的学习环节,教师承担定义阐述、提出问题、思路引导、方法总结和疑难解答等辅助性工作,激发学生主观能动性,真正实现学生自主学习、教师辅助指导的教学模式。

(二)基于网络教学资源的自主学习模式实践

随着互联网技术的发展,大学校园内学生上网便捷快速,机械原理课程的网络教学资源十分丰富,如国家精品课程资源网^[6]、江苏科技大学课程建设与辅助教学平台^[7]、第一视频教程网^[8]等,为机械原理课程的自主学习模式探索奠定基础。同时,在学校课程建设与辅助教学平台上开设相应的同步网络教学班级,实现上课下课同步进行。随着基于网络教学资源的自主学习模式推广,学生对机械原理课程的学习主动性和积极性逐步得到加强。

由于网络资源自主学习的时间、地点具有很大程度的自由,且学生对自主学习的效率存在差异,教师需做好前期引导和后期考核工作:每次课结束前,应明确下次课教学内容和对应的网络资源材料;每次课开始时,需通过提问、课堂练习等方法检查学生课后自主学习效果,对共同存在的疑难问题要及时解释,强化理解。基于网络教学资源的自主学习模式,不但调动了学生的主动性和积极性,而且自主学习环节实际上是一次学习阶段,课堂提问与检测环节则是二次学习阶段,课后作业、答疑等环节则是三次学习阶段,三者具有一定的时间差,对课程知识点的理论和吸收具有良好效果,尤其是

课程教学。

(三)基于计算机和编程技术的项目式教学模式改革

项目式教学分为科技论文写作与课外大作业两类。在机械原理学科发展方向调研和文献查阅基础上,每位学生选择一个自己感兴趣的方向,如机械发展史、医疗机器人、生物机械、仿生机构、微小机械等,严格按照国家科技论文写作要求和规范撰写报告,包含题目、中英文摘要、中英文关键词、引言、正文、结论和参考文献等部分。

课外大作业是项目式教学的重点,引入计算机技术和 Matlab 软件进行机械原理课程课外大作业的解析法分析。课外大作业包括运动分析、力分析、连杆机构设计、凸轮轮廓曲线设计、齿轮轮廓曲线设计和速度波动调节这六种类型,要求全体学生自行分成 3-4 人一组,从六类大作业题目中分别选择三项,共同完成分析建模、编程求解、报告撰写、演示答辩等环节,各团队成员必须有明确的分工与协作,禁止以逸待劳现象。完成后要求提交大作业实践报告、Matlab 程序源文件及分析建模的关键草稿纸等材料,实践报告应达到内容完整全面、字迹图标工整清晰、格式符合国家科技论文规范等要求,Matlab 程序源文件应达到运行流畅、注释合理充分、格式整齐美观等要求。

项目式教学实施过程中,以学生为主体,教师起引导答疑作用,实现科研基本思路和规范的训练,培养学生运用计算机和编程技术进行学习、研究的能力,为学生后继其他课程的学习、课程设计、毕业设计以至毕业后科研创新打下良好的基础,培养学生进行科学研究或工程设计的良好习惯。

三、课程综合改革实践效果与注意事项

通过机械原理课程教学改革与实践,在掌握课程基本理论、基本知识和基本技能基础上,学生的机构设计、综合、创新等专业能力和系统性工程意识、基本的科研素养得到显著提高,在后续的专业课程、第二课堂(如课外科技制作、机械创新设计大赛等)、毕业设计等学习环节中充分发挥作用,尤其是第二课堂,机械类专业学生兴趣浓厚,积极主动,上手快,创意多,动手实践能力强。

由于机械原理课程教学改革涉及内容体系、课堂教学、课内实验、课外大作业和期末考试以及相应的考核方法,存在面广、点多、工作量大等问题。为保证课程教学与考核方法综合改革实践的效果,应注意以下几个事项:

(一)学生的兴趣与投入。课程学时不断压缩,课堂教学时间越来越短,但教学内容与要求反而提高,而课余活动(尤其是网络普及带来的网络活动)不断丰富,导致学习时间减少。针对现状,必须全面激发学生的学习兴趣,自主投入一定的课外时间用于课外学习,包括项目驱动式课外大作业、课外科技创新与制作等内容。

(二)教师的钻研与投入。目前高校普遍存在“重科研、轻教学”的问题,使职称评审、考核奖励等活动的科研成果要求不断提高,导致教师对教学的专研精神和精

力投入不足,需从学校制度上做适当引导,如我校职称评审中的教学绿色通道和重金奖励的教学模范奖,将教学成绩、学生评价作为考核指标。

(三)课外学习资源的建设与应用。课外学习的硬件资源包括场地(如开放教室、实验室、机房等)和慧鱼组合模型、常用工具、常规机床等设备设施,软件资源包括课外大作业的项目和本科生创新计划、机械设计创新大赛等活动。

四、结束语

为从知识、能力和素质三个层次上提高机械原理课程教学质量,进行了课程体系梳理、教学方法改革与实践,构建有机统一的课程教学模块,实践基于慧鱼组合模型、网络教学资源、计算机和编程技术的新型教学方法,有效提高了学生知识水平、专业能力、工程意识和科研素养。

[注 释]

[1] 孙桓,陈作模,葛文杰.机械原理(第八版)[M].北京:高等

教育出版社,2013.

- [2] 于晓红,王小群,邱丽芳.机械原理与机械设计课程体系的优化整合[J].中国大学教学,2008(7):34-36.
- [3] 赵京,赖德华,门淑贵.以认知学习理论指导机械原理和机械设计课程的教学改革[J].大学教育科学,2004(2):50-52.
- [4] 陈文华,陈秀宁.“机械原理”课程改革的实践与探索[J].机械工业高教研究,2001(1):71-74.
- [5] 于晓红,韩建友,邱丽芳,等.深化机械原理课程教学改革[J].中国大学教学,2005(4):25-26.
- [6] <http://video.jingpinke.com/details?uuid=8a833996-18ac928d-0118-ac9291e8-0636/2014-02-20>.
- [7] <http://ecsi.js.nclass.org/sc8/2014-02-20>.
- [8] <http://video.1kejian.com/university/ligong/24220/2014-02-20>.

[责任编辑:钟 岚]

(上接第 122 页)

模拟电子技术,离不开配套的课后实验环节。通过实物实验,学生可以加深对知识的理解,同时学会使用常用电路测试仪表,了解电路测试技术,提高动手能力。但以往的课后实验都是在单元电路学完后才开展的,在学习时仍然存在不好理解等问题。

随着计算机技术的飞速发展,以计算机辅助设计为基础的电子设计自动化(EDA)技术已成为电子电路分析与设计的主要工具,EDA系统中所包含的虚拟仿真技术可以作为电子技术课堂教学有效的辅助手段,实现对单元电路的演示,帮助学生理解所学知识。我们在教学中采用了 Electronics Workbench(EWB)软件,在课堂上演示基本放大电路、功放电路、振荡电路等单元电路的功能,能够形象地看到一些电路现象,如输出波形的变化及影响因素等。

现在有一种趋势,就是电子技术的课程教学越来越软化,甚至全部用EDA软件仿真替代实物实验,这是不可取的。我们认为模拟电子技术课程教学,一定要仿真和实物实验相配合。在讲授元器件时,把二极管、三极管、集成

运放芯片等拿到课堂上展示。通过在面包板上搭建一个个实物电路,并通过实际仪器仪表对其进行测试和观察,学生才能感受真实单元电路的魅力,提高认知和动手能力。

四、结束语

学会用工程近似方法处理问题,认识各种常用单元电路,学会常用仪器仪表使用和实际电路测试,是“模拟电子技术基础”教学的基本要求。针对学生在学习时存在的诸多难点问题,以上这些教学策略的实施能有效地解决一些疑难问题,帮助学生提升学好模拟电子技术的信心,激发进一步钻研电子技术的兴趣。

[参 考 文 献]

- [1] 刘芸,等.电路与电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [2] 童诗白,等.模拟电子技术基础(第四版)[M].北京:高等教育出版社,2009.

[责任编辑:张 雷]