

虚拟仿真与装配在机械原理与设计课程群教学中的应用

申焱^{a,b}, 王明强^{a,b}, 袁明新^{a,b}, 冯振^a, 陈文^a

(江苏科技大学 a. 机电与汽车工程学院; b. 苏州理工学院, 江苏 张家港 215600)

摘要:针对机械原理与设计课程群知识点多而抽象,且与工程实践结合紧密的特点,提出了基于虚拟仿真与装配技术的工程化课程教学改革。在课程群的理论教学中,结合工程案例,通过虚拟仿真技术来诠释知识点原理及其在工程中的应用;在综合实践教学,基于机构创新实验设备,通过虚拟装配技术来提高学生的知识应用及创新设计能力。教学改革实践成果表明,基于工程的虚拟仿真与装配技术有助于加深学生对课程知识的理解,激发了学生的学习兴趣,培养了学生的创新设计能力,达到了教学改革的目的。

关键词:虚拟仿真;虚拟装配;机械原理;机械设计;教学改革

中图分类号:G642.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5884(2013)12-0079-03

《机械原理》和《机械设计》课程是工科院校机械类专业学生的主干课程,对培养学生综合机械设计能力起着至关重要的作用。机械原理和设计课程群呈现出知识点多而难的特点,学生在上课时往往感觉内容抽象,且非常枯燥,大大降低了学习积极性。近年来,随着专业结构的调整和课程体系的深化,该课程群的教学内容在不断更新和增加,而课时却在不断减少,如何解决学时与教学内容的冲突,并在有限学时内提高学生的机械设计和创新能力,已经成为广大一线教师开展教学改革的目标。段巍为了提高学生的设计和创新能力,针对《机械原理》课程中的机构分析重点,通过内容精简、调整和更新来使教学目标更明确,教学重点更突出。李克旺等通过对机械原理与设计课程群的教学内容优化、教学方法与手段改革、课程设计整合等来培养学生的创新精神与实践能力。从已有的改革成果来看,目前改革更多地将重点放在了教学体系和内容的调整上,在教学手段上更多地采用多媒体。但该课程群的教学内容与工程实际结合紧密,且具有非常强的实践性,而学生自身往往缺乏工程应用背景。这在理论教学中需要能尽量将知识点与工程实体相结合,帮助学生理解知识点原理以及在工程中的应用;而在实践教学中,同样需要结合工程实体,将课程知识点应用到工程中去,只有这

样才能切实提高课程群的教学效果。为此,文中结合工程案例,提出了基于虚拟仿真与装配技术的机械原理与设计课程群教学改革,加深了学生对知识的理解,激发了学生的学习积极性,培养了学生的创新设计能力。

一 虚拟仿真技术在机械原理课程教学中的应用

《机械原理》主要研究机械中机构的结构和运动,以及机器的结构、受力、质量和运动。课程教学内容归纳起来主要包括两类:一类是根据机构的结构和主要参数来分析它们的各种特性,即机构和机器的分析;另一类是根据预期的各种特性来确定新机构或机器的型式、结构和主要参数,即机构和机器的综合。由于课程很多知识点是现实机构的简化,因此与工程实际结合紧密,而这对于无工程背景的学生来说,却相对比较抽象,学生学习的积极性并不高,为此,课题组针对各章内容首先引入了如表1所示的工程案例。比如在讲解铰链四杆机构时,通过惯性筛的实际工作过程来诠释双曲柄机构的运动及功能,以此来将知识形象化、趣味化,增强学生的感性认识,提高学生的学习积极性。为了进一步帮

收稿日期:2013-08-01

基金项目:2013 江苏省现代教育技术研究课题(2013-R-24771);江苏科技大学苏州理工学院教改教研重点课题(GXS201304)

作者简介:申焱(1976-),女,湖南邵东人,副教授,主要从事智能计算、机械结构优化设计研究。

助学生对知识原理的理解以及在工程中的应用,课题组在工程案例基础上加强了虚拟仿真技术的应用。首先利用 Pro/E 等软件对机构运动进行动态仿真,使得学生能对机构的运动有一个直观的了解,同时利用 Pro/E 强大的造型、变参和装配等功能,帮助学生进行曲柄摇杆等机构的参数化设计,提高知识点的工程应用能力;其次,利用 Matlab 强大的计算和图示化功能,对平面连杆等机构的动力进行辅助分析,从而提高学生的机构设计能力。

表 1 课程部分重要知识点及其工程案例

课本章节	知识点	工程案例
§ 2.3	机构运动简图的绘制	颚式破碎机、压力机
§ 2.5	机构自由度的计算	包装机送纸机构、大筛机构
§ 8.2	四杆机构的基本类型	缝纫机踏板 港口用起重吊车
§ 9.1	凸轮机构的应用	发动机配气机构 机床进给机构
§ 10.2	齿轮齿廓曲线的形成	渐开线的形成
§ 11.2	定轴轮系中首、末轮转向确定	齿轮减速器(直、斜、锥、蜗轮蜗杆)
§ 11.3	混合轮系传动比的计算	滚齿机

为了进一步说明虚拟仿真技术在《机械原理》课程教学中的应用,文中以课程的周转轮系运动和传动比计算知识难点为例,来具体阐述如何通过动态仿真来诠释知识点。课题组首先针对周转轮系结构引入手持式电动螺丝刀变速装置,如图 1(a)所示,然后利用 Pro/E 软件设计了如图 1(b)所示的动画模型。图中,1 和 3 为中心轮,2 为行星轮,4 为系杆,5 为机座。通过该模型的运动仿真可以非常直观地将周转轮系运动展示给学生,加深学生对周转轮系机构的理解。在讲解该机构传动比时,此时动画中系杆 4 固定,而中心轮 1、3 绕 O 点,行星轮 2 绕 H 点作定轴转动。因此,在计算周转轮系传动比之前,首先引导学生去思考把周转轮系转化为“转化轮系”,即定轴轮系;然后在考虑“转化轮系”中各构件之间相对运动关系与原轮系一致的前提下,协助学生轻松推导出周转轮系传动比的计算公式,从而把深奥难懂的知识形象化。

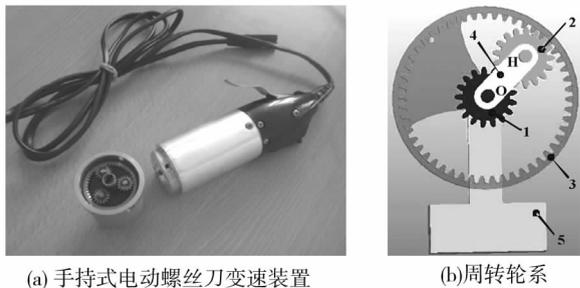


图 1 变速装置及其周转轮系

二 虚拟仿真技术在机械设计课程教学中的应用

《机械设计》是一门论述机械设计理论、方法,培养学生具有机械设计能力的技术基础课,任务是使学生掌握如何设计和选用通用机械零部件,进而具有设计机械传动装置和简单机械的能力。教学内容包括:联接设计(如螺纹、键和销联接等);机械传动设计(如带传动、链传动和齿轮传动等)和轴系零、部件设计(如滑动轴承、滚动轴承、联轴器与离合器等)。与《机械原理》相比,《机械设计》课程知识点同样具有多、难、散、枯燥的特点,知识点虽不是工程实体的简化,但与工程应用联系更为紧密。在课程教学时,教师不仅需要在工程中来诠释知识点的原理和功能;更需要结合工程实际来强调如何应用,只有这样才能在帮助学生掌握知识点的同时,提高学生的知识应用能力,进而培养学生的机械创新设计能力。为此,课题组针对该课程的特点,在教学中强调了课程知识点的工程应用。但限于有限的实验室硬件设备资源,教学中再次强化了虚拟仿真技术的应用。以机械传动知识点为例,教学中若仅齿轮传动本身讲解,不仅教师觉得枯燥无味,学生听起来也更加无趣,更无从谈起工程应用。因此,课题组引入了工程实例——气象雷达。将气象雷达的俯仰多级传动机构作为教学对象,并结合实验设备,利用 Pro/E 进行设计并构建了多级传动机构的三维动态仿真图,结果如图 2 所示。雷达安装在连杆 8 上,通过改变连杆的运动来达到改变雷达俯仰角,实现信号的接收。其动力传递过程:由电机 1 带动锥齿轮 2,然后带动一对直齿轮 4、5,接着传给蜗杆 6、蜗轮 7,最后传到安装雷达的连杆 8 上,从而实现了雷达的俯仰。该工程实例涉及到了锥齿轮—直齿轮—蜗轮蜗杆的三级传动以及四杆机构。通过该教学实例,学生不仅能掌握锥齿轮、直齿轮、蜗轮蜗杆的传动特点,而且通过动画能够掌握系统的动力传递过程,实现了知识点与工程实际的紧密结合,激发了学生的学习兴趣,提高了课堂教学效果。

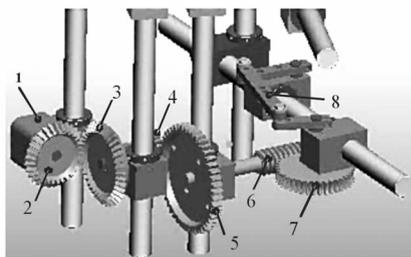


图 2 多级传动机构动态仿真图

三 虚拟装配技术在课程群综合实践教学中的应用

实践教学是巩固理论知识,加深对理论知识认识和利用的有效途径。《机械原理》和《机械设计》各课程都有相应的课内实验,但为了提高学生对课程群知识的综合利用

和机械系统设计能力,课题组基于机构创新实验室的设备,将综合实验与课程设计相结合,开展了综合实践教学改革。配合该教学改革,目前我院配备了各类平面机构创意组合实验台、机械系统创新综合实验台等十余套设备。在教学中,课题组一改以往按图索骥式的减速器设计,从实际工程项目中提炼题目,并要求学生完成以下几个步骤:(1)针对工程项目进行机构简化;(2)结合创新实验设备进行机械零件三维造型;(3)完成机构的虚拟装配;(4)在实验设备上进行实体搭建;(5)完成工程项目的完整设计、计算及绘图。与以往综合实践教学相比,新教学改革中强调了结合实验设备的造型和虚拟装配技术的应用。通过虚拟装配及动态仿真不仅能对所设计机构进行合理性分析和验证,而且能提高学生的机械设计软件应用能力。

为了阐明课程群的综合实践教学改革内容,文中再次给出了一个教学案例。图3(a)为用于综合设计的冲床实体图,课题要求学生按照上述五个步骤进行相应机械设计。图3(b)为学生对冲床的简化图。杆2好比电动机,当杆2按照顺时针旋转时,连杆3就会随着杆2旋转,并带动杆4、5、6、7按一定角度转动,最终实现导杆8的上下往复直线运动,即实现冲床机构对工件冲压的功能。

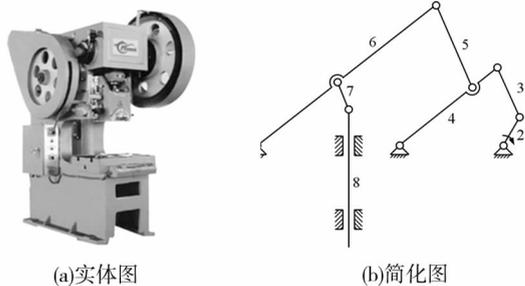


图3 冲床实体及其简化

为了验证所简化机构的有效性,并能在实验室的PCC-II型平面创意组合实验台上搭建,学生根据实验台的机械零件,首先利用Pro/E软件进行零件的三维造型,并结合实验台和简化图进行虚拟装配,从而获得如图4(a)所示结果;然后在此基础上通过运动仿真来进行机构的运动干涉检查,以确保机构简化和设计的合理性;最后在实验设备上进行实体的搭建,如图4(b)所示。在完成上述所有的简化、虚拟装配和实体搭建等内容后,学生还需完成实体机械的设计、计算和绘图。

通过该综合性实践项目,能帮助学生将课程群知识点进行综合运用,从而提高机械系统的综合设计能力,培养机构创新设计素质。而虚拟装配技术一方面加深了学生对机械零件的认识,提高了设计软件的应用能力和产品的

虚拟设计能力;另一方面也有助于学生解决机械产品从设计到生产过程会出现的技术问题,从而进一步提高系统的设计能力。

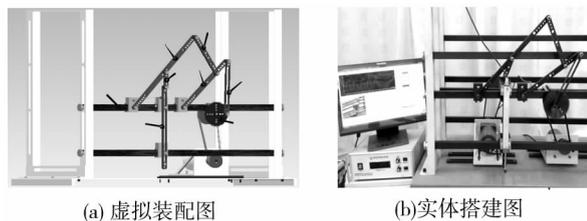


图4 冲床虚拟装配及实体搭建

四 结论

作为机械类学生的重要核心课程,《机械原理》和《机械设计》的教学改革一直被各任课老师所持续关注。学生的机械综合设计能力将直接决定了学生的专业业务素质,从而影响了学生的就业竞争力。为了提高我院机械类专业学生的机械设计能力,课题组在将课程知识点与工程案例紧密结合的基础上,通过强化虚拟仿真与装配在教学中的应用来进行教学改革,改革内容涉及了理论教学和实践教学。开展教学改革三年以来,课题组协助学生成功申请到近十项本科机械创新项目,其中两项为江苏省大学生实践创新训练计划。项目中的“四轴飞行器”和“智能家居中的服务机器人”参加了2010和2012年的江苏省机械创新比赛,并都获得了二等奖。2012年另外三个项目作品参加了全国机械创新慧鱼组比赛,都获得了三等奖。一系列成果在说明学生机械综合设计能力得到提高的同时,也验证了课题组所开展教学改革的有效性。

参考文献:

- [1] 段 巍.《机械原理》课程改革实践与创新能力的培养[J].中国电力教育,2008(2):81-82.
- [2] 吴祥恩.虚拟现实技术在“现代教育技术”课程中的应用研究[J].中国电化教育,2011(3):96-100.
- [3] 孙 桓.机械原理[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [4] 李滨城,徐 超.机械原理MATLAB辅助分析[M].北京:化学工业出版社,2011.
- [5] 张 晶,张悦平,杨淑艳.创新教材中周转轮系课题引入实例的选用[J].职业,2010(23):123-124.

(责任编辑 朱正余)