

# 与现代 CAD 技术相结合的机械设计基础教学方法研究\*

咸 斌

(盐城工学院,江苏 盐城 224003)

**摘 要:**对机械设计基础在相关专业教学中的地位与作用、其教学目标与基本要求进行了总结,对该课程教学中存在的问题进行了分析。针对现有教学方法的不足,提出了与现代 CAD 技术相结合的机械设计基础课程的教学方法,结合曲柄连杆机构的在 CAD 系统中的建模、分析与仿真实现,对相关的教学改革措施进行了研究。

**关键词:**机械设计基础;教学方法;现代 CAD 技术

**中图分类号:** TG642

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-532X(2005)02-0072-04

机械设计基础是机械类、机电类、近机类专业必修的一门技术基础课,它在教学计划中起着承先启后的桥梁作用,为学生学习后续的专业课打下必要的基础。它不仅具有较强的理论性,同时具有较强的实用性。它在培养机械类、机电类、近机类工程技术人员的全局中,具有增强学生的机械理论基础,提高学生对机械技术工作的适应性,培养其开发创新能力的作用<sup>[1-4]</sup>。该课程的作用在于培养学生掌握机械设计的基本知识、基本理论和基本方法,培养学生具备机械设计中的一般通用零部件设计方法的能力,为后继专业课程学习和今后从事设计工作打下坚实的基础。

本课程通过理论教学使学生掌握关于机构的结构分析、机构的运动分析、受力和机器动力学方面的基本理论和基本知识,并具有初步的分析和设计能力。掌握通用机械零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律,具有设计一般通用零部件和一般机器装置的能力,逐渐形成规范的设计思想和逻辑思维能力,具有运用标准、规范、手册和查阅有关技术资料的能力,掌握典型机械零件的实验方法及技能;了解一些机械领域的新成果和发展动向。培养学生掌握机械设计的基本理论、基本方法、基础知识和具备一定的机械设计基本技能。通过课程设计,综合运用所学理论知

识,培养学生设计并分析机械系统的实际工作能力。

## 1 机械设计课程教学及现代工程应用技术发展的现状

该课程教学中虽然各院校不同程度地采用了现代多媒体技术,极大地丰富了课堂教学,激发了学生的学习热情,提高了学习兴趣,教学效果有明显提高。但与上述教学目标与基本要求还有一定的差距,多媒体技术的应用很多停留于表面,虽然也不同程度地提供了图片、相关的动态演示等,并未真正与现代工程技术提供的技术手段相结合,对学生实际工作能力的提高还显得很欠缺。主要表现在以下几个方面:

(1)教师的知识结构不合理,课本知识比较熟悉,而对现代 CAD 技术缺乏应有的应用能力。

(2)教学实验手段落后,难以实施相关内容的教学。条件较好的学校可能有较多的教学实物模型,但由于太多,太笨重,无法全部带入课堂进行逐一演示。

(3)无法有效地激发学生学习兴趣,往往流于课本的公式演算和列数式介绍,与实际工程应用脱节。虽然为后续的专业课打下必要的基础,但由于没有现代技术手段作为支撑,所学机械设计

\* 收稿日期:2004-12-10

作者简介:咸斌(1963-)盐城工学院讲师,主要研究方向为机械设计教学、研究及相关开发、应用。

基础的内容无法在专业课的学习中对专业知识的学习提供高效的应用技术支持。

(4) 由于内容多,有些内容必须让学生自学,但又无法让学生以有效的工具来验证自学内容,难以达到较好的自学效果。

现代CAD技术对机械设计的诸多方面提供了有力支持,不仅可以利用它进行与机械设计相关的各类建模,而且能提供相关的分析、仿真工具,如果利用得当,将大幅度提高机械设计的质量和效率,对本课程的学习无疑也将起到促进作用。机械设计基础课程的教学与现代CAD技术融合,将成为提高机械设计基础教学效果的有效途径之一。

## 2 课程教学与CAD技术结合的方法研究

### 2.1 提高教师的工程应用水平

现代工程中提供了大量的产品零件设计、装配设计、机构运动分析、机构运动仿真、动力学分析、工程图、加工仿真等工具,这些工具在工程实践中已越来越广泛地应用。由于教师的工程实践偏少,不断地忙于应付繁重的教学任务,对这些工具的了解和掌握就显得不足。虽然有些学校也开出了CAD技术应用的课程,但并未在机械设计基础的教学内容与教学内容融合,形成新的教学体系。通过原机械设计基础的教学,学生能形成规范的设计思想和逻辑思维能力,但要把这种能力转化为工程应用能力,不应用现代技术,当然能实现,但至少那不是一种高效率的实现,或者不是一种更易于交流的实现手段,学生在学习中难以达举一反三的效果。

提高教师对现代工程技术的应用水平,能使教师把课本知识与工程技术相结合,不仅可以丰富课堂教学,而且可以提高教师的科研及社会服务能力。教师在课堂教学中运用现代CAD技术提供的参数化手段可方便地实现同一机构的多种变形,可大幅度地减少使用生硬的实物模型,使教学更灵活,更具说服力,从中也能培养学生利用现代CAD技术解决工程问题的能力。

### 2.2 现代CAD技术手段与教学内容紧密结合

在课堂教学中,把所讲述的各种机构运用现代CAD技术构建的模型进行演示、分析,运用其中提供的分析报告来验证课本的涉及的一些原理,无疑会比课本的语言、公式的描述更具说服力。当然,由于课内学时的限制,不能也不可能对

所有的类型的机构进行相关演示,但可以通过典型机构的演示,启发学生课后运用CAD技术构造一些课堂内未作演示的机构模型,这样既启发学生的学习本课程的兴趣,又能保持正常的课程进度。一些自学内容的课后作业可布置为相关机构的建模及动态仿真、分析。这样,对学生在工程应用层面上能力和创新能力的提高大有帮助。

### 2.3 实验环节中把现代技术提供的设计、仿真、分析工具与传统的实物模拟方法相结合

机械设计基础课程中涉及大量实验,例如机构运动简图测绘、减速器结构装拆、轴系结构分析、轮系结构分析、渐开线齿廓范成、V型带传动测试、回转构件动平衡、滑动轴承、动压润滑、机构运动参数测试、实验空间机构运动仿真等,这些实验需要用到大量的实物实验装置,这些装置往往需要专人维护,而且应用中易于损耗,可以视不同情况减少实物实验,有些实物实验可以用实物演示与现代CAD技术提供的技术手段相结合的方式来进行,例如渐开线齿廓范成,有些直接取消实物实验,例如减速器的结构装拆可以用三维CAD的装配建模代替。这样既可以在很大程度上减少对实验的资金投入,又能促进学生工程化CAD工具应用水平的提高。当然其中教学人员的指导和参与是必须的。

### 2.4 课程设计也要充分运用现代工程技术手段

机械设计基础课程设计是培养学生创新能力和工程素质的重要的实践性环节,结合现代CAD技术进行此教学实践过程,就显得很有意义。因为现代CAD技术提供的草图功能、曲线曲面建模、基于特征的实体建模、虚拟装配建模、机构运动仿真、分析等技术手段,给工程技术人员进行机构设计提供了极大的方便。相关技术手段的结合应用,不仅能快速构建出相关的机构的抽象模型,也能把这种模型快速地映射于机构的装配模型,还能对机构进行快速的运动分析仿真、运动干涉检查、动力学分析等。

通过合适的选题,使学生在该教学环节中巩固机械设计基础课程的课堂教学内容,学到利用现代工程手段解决实际问题的方法,使教学工作更贴近实际工程的需要。

## 3 课堂教学实例及有待解决问题的分析

基于课本的课堂教学中,在讲授曲柄连杆机构的时候,只介绍了这种机构组成的连杆在什么

样的尺寸组合下,各连杆表为何种运动形式,运动的可能范围,连杆机构的简图如何画,也有的课本介绍了对机构进行运动分析、动力学分析的相关算法,以及如何用计算机程序实现其计算和仿真。这种讲授体系,偏于对理论的学习,虽然可通过一些参数无法进行修改的教具给学生一些感性认识,也可在黑板上勾画相应的简图,但由于表现力有限,无法使学生的实际应用水平的得到提高,而要提高实际应用水平,只能另外再把相关内容排到课程设计中,使实际的教学工作量增加。

采用与 CAD 技术相结合的机械设计基础教学方法,可以使学生掌握对机构简图的画法,通过参数的动态修改,理解机构中构件取不同参数时,机构的运动学特性、动力学特性,并且如果基于机构简图的构件线而构建的实体模型加入机构中,可使学生获得对机构的感性认识,这样不仅摆脱了生硬的教具,而且可以使相关的课程设计任务的教学任务要求的教学效果在课堂教学中达到。

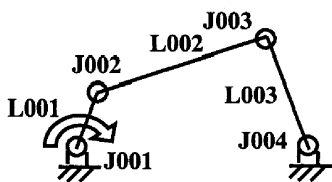


图 1 曲柄连杆机构

Fig.1 Mechanism of winch and pitman

由于上述曲柄连杆机构是用参数化的草图构建的,因此,可对其进行任意的编辑,可方便地修改任一连杆的长度、任一铰链的空间位置,以基于原有的模型快速生成新的机构,并能方便地对各种情况进行运动、动力学分析、仿真。这样通过运动分析、仿真,便能方便地验证课本中所述及的该机构各类情况的形成规律及其运动特点。并且,如果把抽象模型映射到相应的机构装配模型,便能进行相关的动力学分析。

我们在教学中不仅应要求学生掌握对机构分析的基本方法,还应要求学生充分运用现代 CAD 技术的相关模块,从中获得相关的运动学、动力学分析报告,掌握基于 CAD 技术的工程设计及验证方法。做到以基本理论促进工程应用水平的提

而且这种教学方法能激发学生相关的应用及创新能力的提高。

如下图 1 所示的曲柄连杆机构,运用草图构建三根相连的线,再进入运动分析模块,在运动分析导航器中构造一个新的分析工程。下一步就可依次定义该平面机中的各连杆(L001、L002、L003),连杆之间、连杆与固定端点之间形成的铰链(J001、J002、J003、J004)。通过定义形成的铰链符号与课本介绍的符号正面看上去是相同的,但通过图形的旋转操作可知其空间的方向,这种表现形式,源于课本,但比课本更直观。课本上定义为图形,而现代 CAD 技术上定义的机构表现为一个可进行人机交互的模型。

定义完成后,运动分析导航器如图 2 所示,可以选择中的任一对象进行编辑(例如重新选择对象、重定义其方向、运动速度大小、运动初始位置等等)。这样通过不同情况的分析、仿真,可帮助学生充分理解课本对该类机构相关知识的描述。

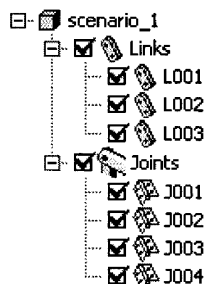


图 2 运动分析导航器

Fig.2 Guiding device for movement analysis

高,以工程应用加深对基本理论的理解,培养分学生的实际工作能力。

#### 4 结束语

从近几年的教学、科研实践中,我们深切体会到重视培养与训练学生把现代工程技术提供的技术手段与课程教学内容相结合,可使教学更加生动,富于启发性,并且有利于学生理解和掌握课程内容,提高学生分析问题、解决问题的能力,充分调动学生的主动性。在我们感到在课时紧、学生感性认识和实践经验缺乏的情况下,重视培养与训练学生工程应用能力,促进其创新能力的提高,的确可以达到较理想的教学效果。其中需要教学人员把握现代工程应用技术的应用和发展方向,

不断学习先进的工程应用技术,使自身的教学、教研、科研能力不断提高。本文对机械设计基础课程在机械类、近机类专业教学中的地位、作用与教学基本要求进行了总结,提出了把机械设计基础课程教学与现代工程技术手段相结合的教学方法,并对该方法的实施进行了探讨,从教师业务能力

力的提高、现代技术与课堂讲授、实验、课程设计相结合等方面进行了阐述。这无疑将对通过本课程的学习来提高学生的工程应用水平和创新能力,促进该课程教学改革和教学水平的提高,更圆满达到教学目标的起到积极推动作用。

参考文献:

- [1] 陈秀宁.机械设计基础[M].浙江:浙江大学出版社,1993.
- [2] 陈秀宁,施高义.机械设计课程设计[M].浙江:浙江大学出版社,1995.
- [3] 邱宣怀.机械设计[M].第3版.北京:高等教育出版社,1989.
- [4] 杨可桢,程光蕴.机械设计基础[M].第3版.北京:高等教育出版社,1989.

## The Research of Teaching Method of Basic Theory of Machines and Mechanisms Combined with Modern Technology of CAD

XIAN Bin

(Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China)

**Abstract:** The present paper sums up the status and function of Basic Theory of Machines and Mechanisms course and its teaching goal and basic requirements. Aiming at shortcoming of existing teaching method, the author points out the teaching method of Basic Theory of Machines and Mechanisms combined with modern CAD technology, united with the realization of analysis and stimulation of mechanism of winch and pitman, researching related teaching method.

**Keywords:** Basic Theory of Machines and Mechanisms; teaching method; modern technology of CAD

(上接第 71 页)

## Analysis of Main Influent Factor of Pre – drilling Pressure Meter Test

PEI Hui – fang<sup>[1]</sup>, JIANG Shu – gao<sup>[2]</sup>

- (1. Yancheng City Center of Project Management, Jiangsu Yancheng 224001, China)
- (2. Huaiyin Construction engineering Bureau, Jiangsu Huai'an 223001, China)

**Abstract:** This paper briefly introduce the principle of pre – drilling pressure meter test, the analysis of engineering main influent factors. The effective control methods and the accuracy of testing result are put forward. It foundation design.

**Keywords:** pre – drilling pressure meter test, elastic confine, proportional limit pressure, ultimate pressure, Analysis of Main Influent Factor of Pre – drilling Pressure Meter Test