

# The Application of Pro/E to course teaching in Machine Designing Foundation Curriculum

ZHU Dai-gen, YANG Can-yu, ZHAO Ai-ping

College of Communication, Machinery and Civil Engineering, Southwest Forestry University, Kunming, China

e-mail: argen243@163.com

**Abstract:** According to present Situation of Machine Designing Foundation Curriculum, the computer-aided design software Pro / E was applied to its teaching. By the motion simulation of mechanism, the restrictions of traditional teaching methods were broken, teaching quality and effectiveness were improved and the investment of experimental equipment was reduced.

**Keywords:** machine design foundation; Pro/E; Teaching

## Pro/E 软件在《机械设计基础》课程教学中的应用

朱代根, 杨灿宇, 赵爱萍

西南林业大学交通机械与土木工程学院, 昆明, 中国, 650224

e-mail: argen243@163.com

**摘要:** 针对《机械设计基础》课程内容抽象、授课学时减少这一现状, 将计算机辅助设计软件 Pro/E 运用到教学中。通过对机构的运动仿真, 突破传统教学手段的限制, 以提高教学质量与效果, 减少实验设备的投入。

**关键词:** 机械设计基础; Pro/E; 教学

《机械设计基础》课程是近机械类专业的一门重要技术基础课, 该课程由《机械原理》和《机械设计》两门课程组成, 主要研究常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、基本设计理论和计算方法[1]。但在教学过程中, 学生普遍反映该课程内容抽象、繁杂、枯燥[2, 3], 学生的学习积极性有待提高。同时, 随着“厚基础、宽口径、高素质、强能力”办学理念的进一步推广, 高校对《机械设计基础》课程教学学时进行了不同程度的缩减[4], 形成了课程教学内容多与学时少的矛盾。

Pro/Engineer (缩写 Pro/E) 软件目前已成为专业设计人员使用的最为广泛的三维 CAD 设计工具之一。该软件完整地集成了各种模块, 如实体设计、机械装配、运动仿真等<sup>[5]</sup>。其运动仿真模块不仅可以展

现机构真实运动过程, 而且还可以对其运动学、动力学和结构等进行分析。因此, 本文以铰链四杆机构为例, 将 Pro/E 软件应用到课程的教学教程中, 通过对常用机构的运动仿真, 将理论教学内容转化生动形象的三维动画, 以期激发和培养学生的学习兴趣, 提高《机械设计基础》课程教学质量。

### 1. 机构模型的建立

在实体设计模块中设计铰链四杆机构。如图 1 所示, 构杆 1、2、3 和 4 的长度分别为 45、120、80 和 120。由于最短杆与最长杆之和小于其余两杆之和, 所以该机构满足铰链四杆机构有整转副的条件。为了仿真连杆曲线, 在构件 2 上设计了点 E 和 F。

在装配模块组装铰链四杆机构。为了与教学内容相对应, 组装的机构为曲柄摇杆机构, 即取最短杆的邻边 4 为机架, 所以在缺省的位置装配构件 4。构件间通过销钉连接, 装配时使构件 2 和 4 在相互平行的

基金项目: 西南林业大学教研基金资助, “基于素质教育机械设计基础教学方法研究”。

Project supported by the teaching reform Foundation of Southwest Forestry University, China.

平面上，以避免运动干涉。

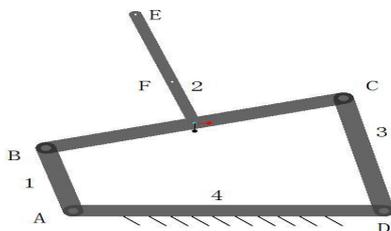


Figure 1. Crank-rocker mechanism  
图1. 曲柄摇杆机构

### 2. 机构运动仿真

完成上述机构创建后，定义机构的驱动器，即定义原动件的运动类型和运动参数。本文以构件1为原动件，将伺服电动机安装该构件上，其角速度为60(rad/s)。在运动分析中设定运动时间为12秒，即构件1绕A点转两周。以上参数设置完后，即可进行曲柄摇杆机构的运动仿真。

### 3. 运动学分析

当曲柄作等速转动时，摇杆摆动时空回行程的平均速度大于工作行程的平均速度，这种性质称为机构的急回特性。急回特性可用行程速度变化系数表示，该系数随各杆相对尺寸的不同而变化。在讲授该部分内容时，教师通常用实物模型辅助进行讲解，但该方法不能给出急回运动实时变化情况，不利于学生的深入理解。图2给出了曲柄摇杆机构中，摇杆上C点线速度变化规律。C点速度呈周期性变化，根据急回特性可知，在一运动周期内，从2.3秒到5.3秒为回程行程，5.3秒到8.3秒为工作行程。

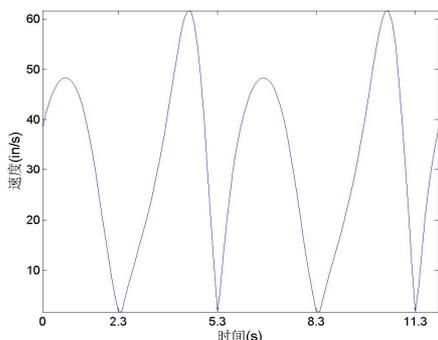


Figure 2. The velocity of point C in members 3  
图2. 构件3 velocity上C点速度

BC杆作用在CD杆上的驱动力与该力作用点绝对速度之间所夹的锐角称为压力角，压力角的余角称为传动角。通过计算压力角和传动角大小可以判断机构运转的轻便程度和效率水平。在进行受力分析时，通常不计各杆重量和运动副中的摩擦力，所以BC杆与CD杆的夹角为传动角的对顶角。但是传动角为锐角，所以当角 $\angle BCD$ 为锐角时， $\angle BCD$ 等于传动角；当 $\angle BCD$ 为钝角时，其与传动角互为补角。图3给出了 $\angle BCD$ 的变化规律，可以得出该机构的最小传动角为 $37.8^\circ$ ，所以最大压力角为 $52.2^\circ$ 。机构仿真给出了压力角和传动角的实时变化，并可将其变化过程做成三维动画。

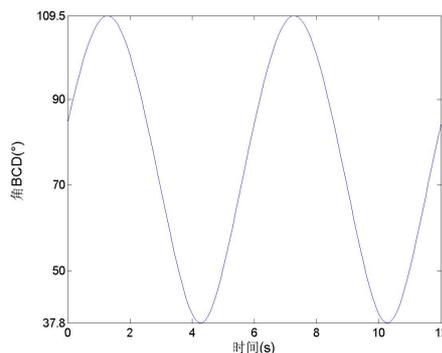


Figure 3.  $\angle BCD$   
图3.  $\angle BCD$

四杆机构运动时，其连杆作平面复合运动，连杆上每一点都描出一条封闭曲线，即连杆曲线。连杆曲线的形状随点在连杆上的位置和各杆相对尺寸的不同而变化。在讲授该部分内容时，同学表现出极大的兴趣，但受学时和实验设备的限制，无法亲手绘制复杂的连杆曲线。图4给出了连杆上E和F点的运动轨迹，同理，可将连杆设计成一薄板，板上给出一定数量的点，通过Pro/E软件的“轨迹曲线”功能，可以仿真薄板上任意点的运动轨迹，同学可以在计算机上进行连杆曲线绘制，从而实现虚拟实验，节约实验设备的投入。

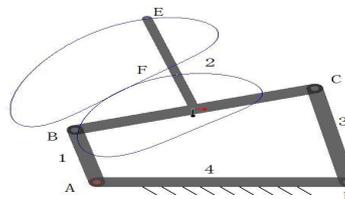


Figure 4. Coupler Curve  
图4 连杆曲线

#### 4. 结语

本文针对《机械设计基础》课程教学过程存在的问题，提出将 Pro/E 软件应用到教学中。以铰链四杆机构的教学为例，介绍了 Pro/E 软件与课程教学的有机结合。借助于 Pro/E 的运动仿真功能，可以使学生深入掌握常用机构的工作原理、结构特点，激发学习兴趣，提高教学的质量和效果，节约教学时间，减少实验设备投入。

#### References(参考文献)

- [1] Yang Kezhen, Cheng Guangyun, Li Chungsheng. Mechanical Design Foundation (Fifth Edition) [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006  
杨可桢, 程光蕴, 李仲生. 机械设计基础(第五版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006
- [2] Zhou Jin, Ma Hizhi, Xu Longxiang. To improve the "Machine Design Foundation" Teaching Quality by Rational using digital information technology [J]. Heilongjiang Higher Education Research, 2004, 7: 141-142  
周瑾, 马希直, 徐龙祥. 合理利用数字化信息技术, 提高高校《机械设计基础》课程教学质量 [J]. 黑龙江高教研究, 2004, 7: 141-142
- [3] Yang Enxia Ying Lixia. The study of practice and research Teaching Mode in Machine Designing Foundation Curriculum [J]. Heilongjiang Higher Education Research, 2008, 11: 165-167  
杨恩霞, 应丽霞. 机械设计基础课实践研究型教学模式的探讨 [J]. 黑龙江高教研究, 2008, 11: 165-167
- [4] Qing Yanmei, Li Zhiwei, Zhang Jianling. " Machine Designing Foundation " Teaching Reform [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2003, 3: 239-240  
卿艳梅, 李志伟, 张建瓴. 《机械设计基础》教学改革的探讨 [J]. 农机化研究, 2003, 3: 239-240
- [5] Kong jianghong, Hang Xiaolong, Gao Hong. Pro / ENGINEER Structural Analysis and Motion Simulation [M]. Beijing: China Railway Press, 2004  
孔江宏, 黄小龙, 高宏. Pro/ENGINEER 结构分析与运动仿真 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004