

结构力学课程多媒体辅助教学软件的研发和应用

侯祥林, 郑夕健, 费 焯

(沈阳建筑大学 机械工程学院, 辽宁 沈阳 110168)

摘要:基于结构力学课程的教学体系、教学内容及教学改革研究,探讨结构力学课程多媒体辅助教学软件的开发理念、软件内容及其教学中的运用等。具体介绍了辅助教学内容、考核测试、交互计算分析和媒体欣赏等四大方面14个功能模块辅助软件的设计,剖析了软件各功能模块的意义与使用,展示了多媒体辅助教学软件在结构力学课程教学应用中的良好效果。

关键词:结构力学;多媒体教学软件;辅助教学;教学改革

中图分类号:G642.0;TU311

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)04-0139-08

结构力学是建筑类高校机械专业的核心课程和特色课程,其内容涉及起重机、混凝土泵车等高耸大型建筑机械的力学问题分析。随着现代大型机械的工程应用,结构力学课程的重要性不断提升。随着计算机技术的发展和教学理念的不断更新,计算机的课堂应用成为教学改革的重点。在教学实践中,人们逐渐认识到多媒体软件在辅助教学中的重要性,多媒体辅助教学软件的研发与应用成为现代教育的重要话题^[1-8]。

2005年以来,笔者开始研发系列力学课程辅助教学系统软件,在多年的力学系列课程教学和辅助教学软件的开发中,逐渐形成了以板书教学为主、多媒体教学手段为辅的多媒体辅助软件开发理念,高水平教学软件的开发极大地促进了教学。2012年,笔者申请获批辽宁省高等教育本科教学改革研究项目“机械类结构力学课程体系和内容的改革与实践研究”。在教学体系、教学方法和教学内容的改革中,研发了结构力学课程多媒体辅助教学与测试系统,完成了辅助教学、考核与测试、交互分析计算、动画与图片等四大部分14个功能模块的可视化程序设计。课件先后获得第十届全国多媒体课件大赛一等奖、辽宁省教育软件一等奖和建筑类多媒体课件大赛二等奖^[9-11]。以下通过软件程序功能使用和辅助教学应用两个方面谈谈体会。

收稿日期:2014-09-26

基金项目:辽宁省高等教育本科教学改革研究项目“机械类结构力学课程体系和内容的改革与实践研究”;沈阳建筑大学研究生教学改革与实践专项项目“机械类结构动力学课程体系和内容的建设与实践”(YB2012002)

作者简介:侯祥林(1962-),男,沈阳建筑大学机械工程学院教授,博士,主要从事机械工程中的力学研究,(E-mail)drhouxl@tom.com。

一、软件程序的功能与描述

结构力学课程辅助教学软件是在 Visual Basic 平台下, 嵌入 3Dmax, Powerpoint, Photoshop, Mathematica 和 Excel 等技术。内容包括辅助教学、考核测试、交互计算、动画与图片等四大部分, 具体由电子教案、习题解答、理论教学、计算机辅助计算、选择判断、填空练习、辨析正误、静定结构约束力、静定梁

内力、结构变形、超静定梁内力、动画欣赏、结构图片和力学巨匠等 14 个功能模块组成。在界面设计上 有菜单和按钮直接导航, 每个子模块中具有使用说明。

(一) 软件首页面

图 1 为软件首页面, 有按钮和菜单两种引导方式。



(a) 软件进入画面



(b) 软件首页面

图 1 软件首页面

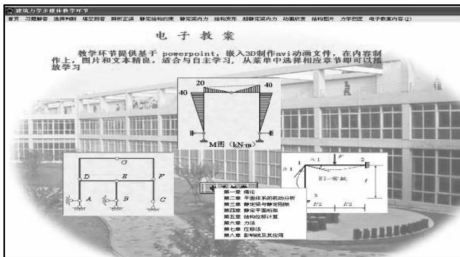
(二) 辅助教学部分

具体包括电子教案、理论教学、习题解答、软件辅助计算等 4 个模块。

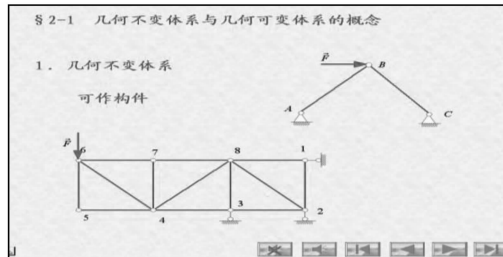
1. 电子教案模块

由 Powerpoint 设计, 涵盖绪论、平面体系的机动分析、静定梁与静定刚架、静定平面桁架、结构位移

计算、力法、位移法和影响线及其应用等 8 章内容。注重教学内容更新, 通俗易懂, 适合学生课前与课后辅助学习。图 2(a) 为电子教案的引导画面, 图 2 (b) 为电子教案中某一章节画面, 每页由按钮引导, 具体含义为: 音乐停止, 播放音乐, 到首页, 前翻一页, 后翻一页, 到尾页。



(a) 电子教案分章引导画面



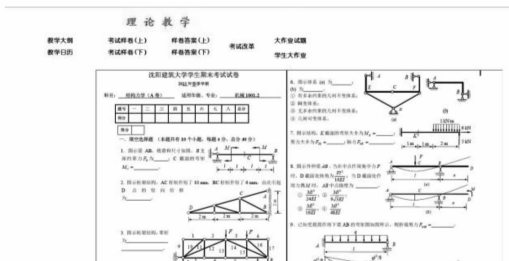
(b) 电子教案例画面

图 2 电子教案模块

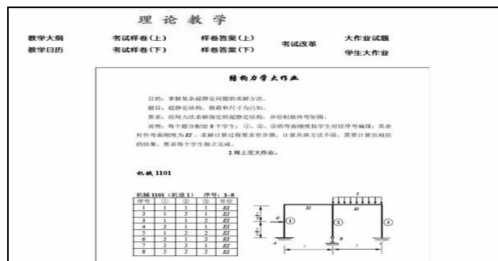
2. 理论教学模块

包含教学大纲、教学日历、考试样卷、样卷答案、考试改革、大作业题与学生大作业实拍等具体内容。

本模块旨在强化学生对教学大纲、教学内容、考试改革、试卷与大作业理论教学内容的理解。图 3(a)、(b) 分别为理论教学模块的试卷截图和大作业截图。



(a) 理论教学模块的试卷截图



(b) 理论教学模块的大作业题截图

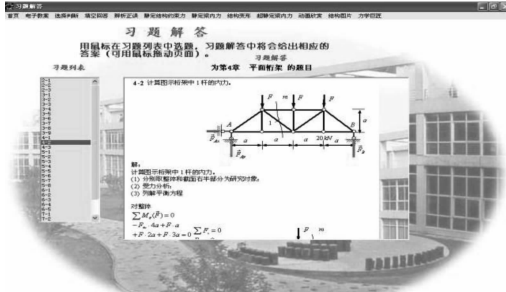
图 3 理论教学模块部分截图

3. 习题解答模块

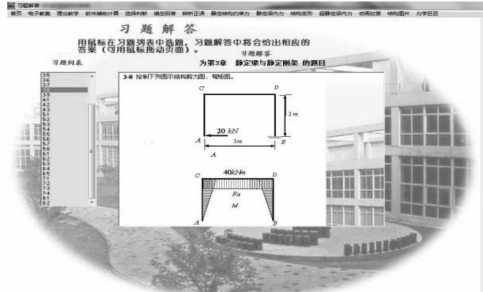
本模块列出教材各章节部分重要典型习题, 并

按步骤给出正确的解答过程,指导平时作业如何按步骤与要求分析求解,以强化作业环节。图4(a)、

(b)分别为桁架和刚架内力计算的两个实例图。



(a) 习题解答实例图1



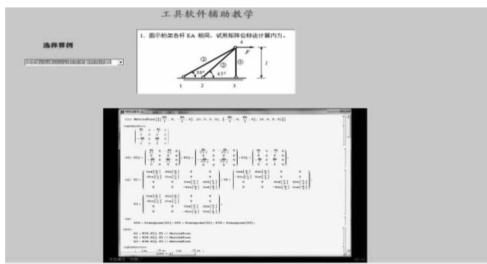
(b) 习题解答实例图2

图4 习题解答模块

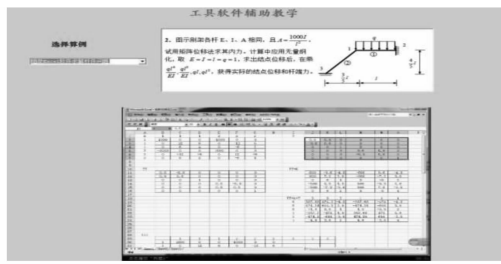
4. 软件辅助计算模块

本模块针对结构力学中矩阵位移法基本原理的实际问题进行分析,以实际教学录像的形式,讲述矩阵位移法求解过程。图5(a)、(b)分别讲述了

Mathematica 和 Excel 软件求解刚架和桁架两类重要问题的辅助计算求解方法,旨在强化对有限元方法的认识。



(a) 矩阵位移法Mathematica软件辅助求解



(b) 矩阵位移法Excel软件辅助求解

图5 软件辅助计算模块

(三) 考核测试部分

包括选择判断、填空练习、辨析正误等3个模块。

本模块为填空测试题型。通过随机产生题目,要求填写答案,给出判定结果,旨在考核对结构力学基本概念的理解。图7为填空练习模块实例图。

1. 选择判断模块

本模块为四选一测试题型。通过随机产生题目,交互选择正确答案,加深学生对结构力学概念的理解。同时给出测试成绩,以反映对这类题型的掌握情况。图6为选择判断模块的实例图。

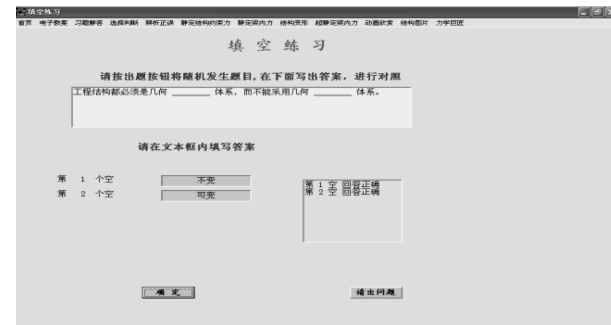


图7 填空练习模块实例图

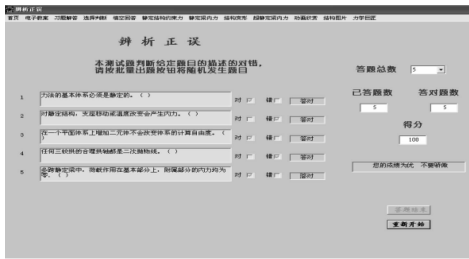


图6 选择判断模块实例图

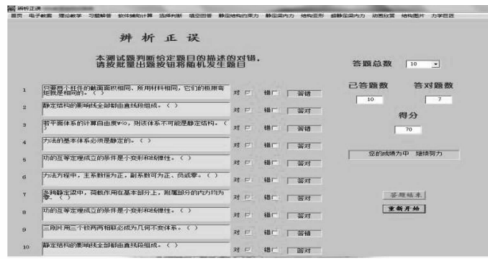
3. 辨析正误模块

本模块为是非判断题型。通过批量产生题目,要求判断题目描述问题的对与错,程序给出评价的结果。图8(a)、(b)分别为5个一组和10个一组两种情况实例的正误判断。

2. 填空练习模块



(a) 辨析正误5个一组实例图



(b) 辨析正误10个一组实例图

图8 辨析正误模块画面图

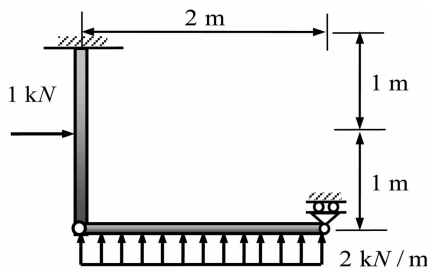
(四) 交互计算分析部分

含静定结构约束力计算、静定梁内力、结构变形、超静定梁内力等4个模块。

1. 静定结构约束力模块

本模块用于任意构件系统约束力计算的交互分

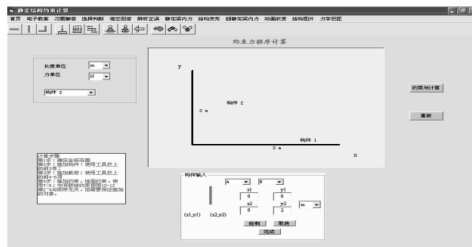
析求解,通过交互形式输入构件、约束、载荷,软件将计算输出结构的约束力结果。此方法可检验学生约束力求解的正误。图9(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g)为图9(a)实例的求解过程。



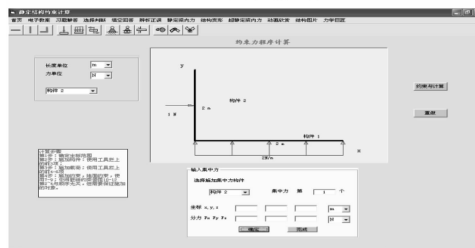
(a) 计算实例



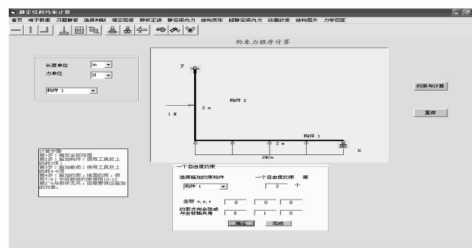
(b) 确定坐标



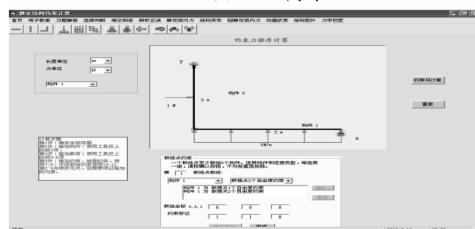
(c) 施加构件1和2



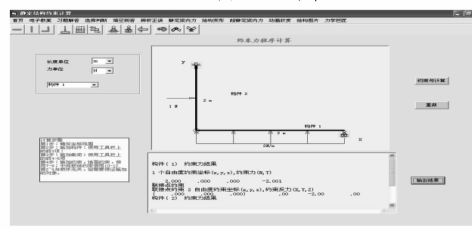
(d) 施加载荷



(e) 施加约束



(f) 施加联接点约束



(g) 按计算约束按钮,计算求解

图9 静定结构约束力模块实例求解画面

2. 静定梁内力模块

本模块用于梁结构内力分析的交互式弯矩剪力

图绘制。程序给出两个步骤:第一步是直接给出约束力计算;第二步是根据计算结果绘制弯矩剪力图,

并针对梁所承受载荷情况进行分析,加强学生对内力分析部分概念的理解。图 10(b)、(c)、(d)、(e) 为图 10(a) 实例的求解过程。

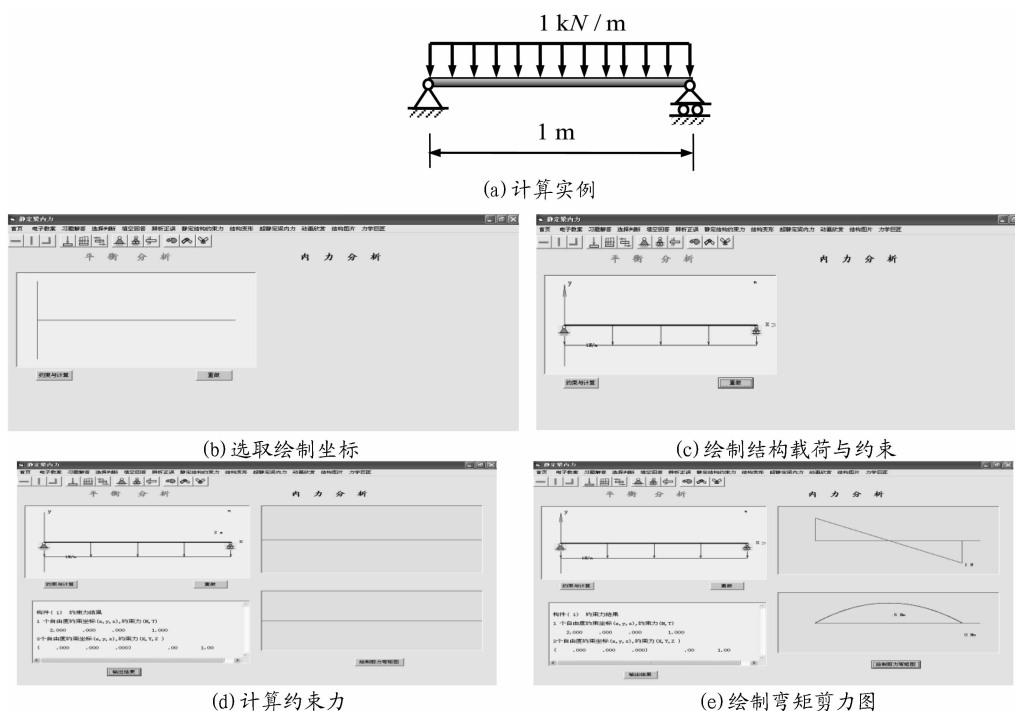


图 10 静定梁内力模块实例求解画面

3. 结构变形

本模块用于梁结构弯曲变形图的交互绘制,直观获得结构在任意约束和载荷作用下的变形曲线,

为掌握结构变形问题提供条件。图 11(a)、(c) 为外伸梁的一个实例求解过程;图 11(b)、(d) 为简支梁的一个实例求解过程。

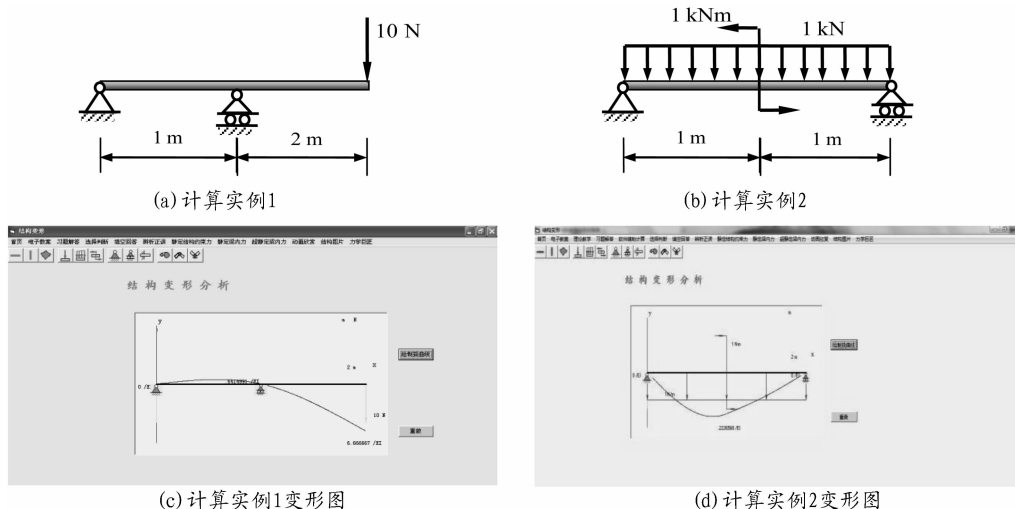


图 11 结构变形模块实例求解画面

4. 超静定结构梁内力

本模块绘制超静定连续梁的内力图。通过施加杆件、施加约束、施加载荷与绘制内力图等几个步

骤,完成连续梁内力图绘制。图 12(b)、(c)、(d)、(e) 为图 12(a) 实例的求解过程。

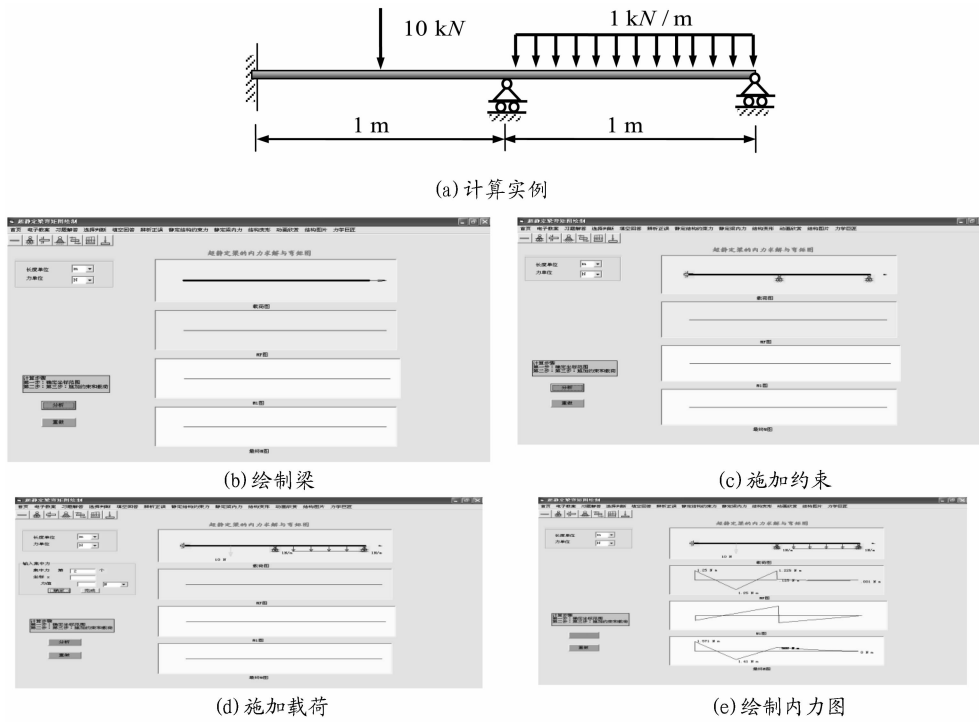


图12 超静定结构梁内力实例求解画面

(五) 动画与图片

包含动画欣赏、结构图片和力学巨匠等3个模块。

1. 动画欣赏模块

提供观看动画文件环境,集成与结构力学课程

教学内容相关的30个动画,动画由3Dmax软件制作,可以通过文件列表中单击选取。在播放的同时,动画内容说明框描述所演示动画的目的。该模块主要强化学生对结构变形和破坏等方面的认识。图13为动画欣赏模块的两个具体实例画面。

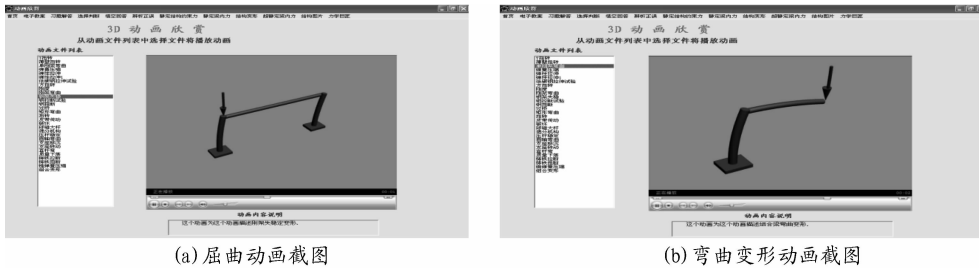


图13 动画欣赏模块实例画面

2. 结构图片模块

该模块给出自行拍摄与结构力学课程内容相关的80张照片,用于加强学生对实际工程机械结构的了解和掌握。图14为结构图片的实例画面。



图14 结构图片实例图

3. 力学巨匠

该模块给出牛顿、达朗贝尔、拉格朗日、周培源、钱学森等12位中外著名力学科学家的力学贡献,旨在激发学生对力学课程的学习兴趣。图15为具体力学巨匠讲解画面。



图15 力学巨匠模块图

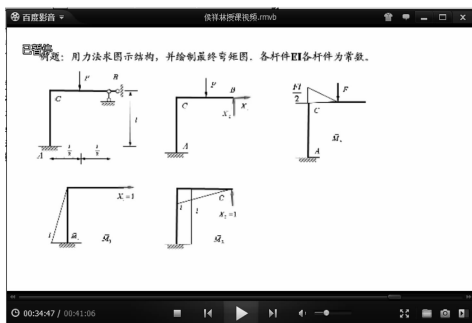
二、辅助教学手段多媒体辅助教学系统的应用

(一) 针对教师

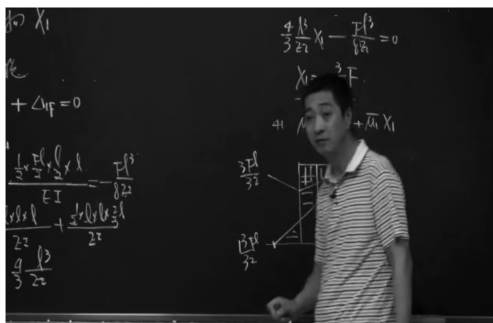
经过多年的理论力学、材料力学、工程力学、弹性力学、结构力学等系列力学课程的教学实践,笔者认为力学课程以传统的板书讲授为主、以多媒体教学为辅的教学手段最适宜。

对多门理工科技术和专业基础课程,全面直接使用多媒体授课达不到教学效果与目的。对逻辑性强的课程,采用以传统板书讲授为主、多媒体教学为辅的教学手段更为合理。将书本内容直接搬上计算机屏幕是非常不可取的。教师不应该是电影放映员和鼠标按键手。教师需要通过合理教学手段,真正将科学知识传授给渴望获得知识的学生,并培养学生的基本素质与能力。同时必须明确的是,幻灯片播放内容与真正意义的讲义是不同的,照读屏幕内容根本就不属于正常授课,PPT不能代替教案,现代

教育与计算机教学也不能对等。教师通过认真备课,以板书为主,以计算机为辅助的合理搭配的教学模式才是可取的。在结构力学课程教学中,笔者体会到,若讲授一个定理,通常可首先引入工程实例,采用多媒体展示相关实例及动画或视频;对定理内容的描述也可以采用多媒体,使其内容保留在屏幕上;而针对定理的证明与推导过程,则应该使用板书来完成,这样的讲授才能加深学生对定理内容的认识和理解;当运用定理分析和求解具体例题时,可以将例题题目借助媒体打在屏幕上,减少教师抄题所用时间,而讲授例题的求解过程,则需要板书按步骤讲解。如力法问题求解,通常给出:确定基本未知量与构成静定体系;列力法方程;图乘法计算方程系数,求解基本未知量;绘制最终内力图。图 16 为笔者讲授力法内容的板书与结合计算机的教学画面。



(a) 力法教学录像截图1



(b) 力法教学录像截图2

图 16 力法教学画面

在辅助软件 PPT 文件设计编制中,需要重视文本、图片和动画的合理配合,采用白底黑字,使得画面清晰,注意文本自定义动画的细节,减缓讲授速度;重视类似黑板教学中的暂留性问题,如讲授例题的受力图应该在相关画面上给予保留;有效采用 office 工具,重视逼真图形处理等问题等。

建立软件辅助计算思想。例如应用矩阵位移法(有限元法)求解杆系,教师需要将 Excel 和 Mathematica 等工具软件引入课堂,求解多阶矩阵和高阶代数方程这类不能直接采用手算求解的问题,这样有助于提高学生的综合能力。

在阶段复习中,可以运用辅助软件系统的考核与测试内容,强调概念性内容,强化对客观题目的了解。

结合考试改革,针对重点和难点内容加以测试;增加力法大作业分析求解,完成手算与软件辅助计算结果的对比,以强化重要知识点的学习。

(二) 针对学生

对学生应激发其学习兴趣,构建一种愉快学习专业知识的思想。辅助教学软件可作为教学参考资料

料,通过测试功能和交互功能的应用,提升学生结构力学课程的学习兴趣。学生在思考软件是怎样分析求解的过程中,也将对程序分析求解的方法和原理产生兴趣,由此,引导学生探讨工程问题计算机应用的程序设计的求解原理与程序实现原理,这对目前计算机在机械工程中的应用与解决实际问题具有一定的意义。

引导学生在课前课后的业余时间使用辅助软件学习。学生可以通过选择判断、判断正误和填空回答等模块的功能,以及客观题目的综合测试,检查自己对结构力学知识点的掌握情况。此外,对分析计算与绘图型题目,可以通过软件的交互计算分析模块,对比自己作同类题目的正确率,来判定自己对主要知识点的掌握情况。

对结构变形、屈曲等内容,可以通过软件的动画与图片模块,加深对结构的认识,以及对强度、刚度和稳定性概念的理解。

三、教学效果

对机械类结构力学课程教学体系内容的改革与

实践研究,笔者着重就教学内容模块化、考试改革、多媒体辅助教学软件研发与辅助教学运用等方面进行了思考和探索,取得了一定成效。通过采用以板书为主、多媒体辅助教学为辅的教学手段,较好地完成了结构力学课程教学任务。通过多媒体辅助教学软件的课内外应用,强化对基本概念的认识,通过大作业考核促进学生对重点内容的掌握,通过动画模拟促进对实例问题的理解,通过交互测试促进对具体问题求解方法的掌握。在机械 0901-02、机械 1001-02、机械 1101-02、工程机械 1101、机械 1201-02 和工程机械 1201 等班级的教学实践中,收到预期的良好教学效果,提升了学生运用结构力学知识学习后续课程和毕业设计的能力,激发了学生的学习热情和兴趣。近年来,尽管结构力学课程考试题目难度大,而 2009 级、2010 级和 2011 级机械专业总评成绩均较高,平均成绩为 76.9 分,优秀率为 15.7%,及格率为 97.3%,机械设计方向学生总排名处于机械专业的领先地位。笔者在学校教学质量评价中也多次被评价为 A,获得了学校教学名师称号,多次被评为毕业设计优秀指导教师。

四、结语

如何借助现代教学工具,组织好课堂教学,较好完成教学任务,是新时代教师面临的新课题。作为一名专业教师,应不断充实专业知识,学习最新多媒体技术,掌握现代教学手段,学会辅助教学软件的设计和应用,达到能够熟练运用软件实现辅助教学的水平。教学中要注重板书讲授与多媒体辅助教学的有机结合,充分发挥教师的主体作用和辅助软件在

教学中的应用优势,不断提高教学效果和教学质量。

参考文献:

- [1] 陶宗国. 多媒体辅助教学要有“度”[J]. 当代教育科学, 2003(3):60.
- [2] 陈伟华. 基于多媒体辅助的引探发现教学模式[J]. 教育学报, 2007(10):35-36.
- [3] 侯祥林, 孙雅珍. 浅议大众化教育背景下高校基础课程教学问题与改革措施[J]. 沈阳建筑大学学报:社会科学版, 2010, 12(2):250-252.
- [4] 侯祥林, 孙雅珍, 等. 力学系列课程多媒体辅助教学系统的研发与应用探讨[J]. 沈阳建筑大学学报:社会科学版, 2012, 14(3):318-321.
- [5] 丁春芳. 浅议多媒体辅助教学中教师的体态语言[J]. 教育与职业, 2010(11):174-175.
- [6] 王湘利. 提高多媒体课堂教学质量不能忽视的四个问题[J]. 现代教育科学, 2010(10):79-81.
- [7] 邱李华. Visual Basic 程序设计教程[M]. 北京:机械工业出版社, 2008.
- [8] 陈伟华. 基于多媒体辅助的引探发现教学模式[J]. 教育学报, 2007(10):35-36.
- [9] 教育部教育管理信息中心. 侯祥林, 结构力学多媒体辅助教学系统, 全国第十届多媒体课件大赛高教工科组一等奖[DB/OL]. <http://www.cern.net.cn>, 2010. 10.
- [10] 辽宁省教育厅. 侯祥林, 费焯, 郑夕健, 结构力学辅助教学与测试系统, 2014 年辽宁省教育软件大赛本科组一等奖[DB/OL]. <http://www.lnen.cn>, 2014. 09. 02.
- [11] 中国建筑教育协会. 侯祥林, 费焯, 郑夕健, 结构力学, 建筑类多媒体课件大赛二等奖[DB/OL]. <http://www.ccen.com.cn>, 2012. 05.

Development and application of multimedia assisted teaching system in structural mechanics course

HOU Xianglin, ZHENG Xijian, FEI Ye

(School of Mechanical Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, P. R. China)

Abstract: Based on study of teaching system, teaching contents and teaching reform of structural mechanics curriculum, we analyzed the idea of multimedia assisted teaching system, software contents, and the application in classroom teaching. Four aspects including auxiliary teaching content, assessment testing, mutual analysis and media enjoy interactive computing were designed and fourteen function modules were programmed. Software meaning and use of the functional modules were analyzed. The result shows good teaching effect of structural mechanics course.

Keywords: structural mechanics; multimedia teaching software; auxiliary teaching; teaching reform