

基于ADAMS虚拟样机技术的《机械工程基础1》 课程改革探索

曹徐伟 雷锦帆

杭州电子科技大学机械工程学院, 中国·浙江 杭州 310018

【摘要】针对当前《机械工程基础1》教学大纲所安排的课程学时较少, 而教学内容较多的问题, 推进了此次教学改革。将ADAMS技术应用到课堂, 教师在以教材内容教学的基础上运用ADAMS软件教学, 优化教学内容和方式, 并以平时作业加强学生对ADAMS的学习。此外, 以大作业的形式考察学生将课本理论知识运用到实际的综合能力。此次教学改革强化ADAMS软件的学习, 在提升教学质量的基础上也为培养创新型人才打下基础。

【关键词】机械工程基础; ADAMS; 虚拟样机; 教学改革

【基金项目】杭州电子科技大学2024年度校级高等教育教学改革研究一般项目(YBJG202423)。

1 引言

《机械工程基础1》是高等学校面向智能制造工程、智能制造学生所开的一门主干专业基础课, 是学习专业课程和从事专业工作的必备基础, 为学生今后从事机械设计、研究和开发创新奠定必要的基础。由于部分学生对《工程图学》《理论力学》《高等数学》等先修课程的掌握并不十分理想, 再加上本课程偏重理论, 导致教学过程中教师难以明确阐述关键教学要点和难点, 而学生在理解和吸收课程内容方面也存在困难。“机械原理”是《机械工程基础1》的主要教学内容, 其理论体系属于机构学的范畴, 同时又有着很强的工程实践性。机构学历史悠久, 是典型的传统学科, 但不断涌现新生长点。近年来, 在应用的驱动下, 机构学基础理论发生了巨大变化, 进入现代机构学时代, 传统机构设计理念也在不断受到新的冲击, 进而影响“机械原理”教育本身。

《机械工程基础1》的大纲除了要求学生掌握机构与机械组成原理、运动学和动力学分析与设计的基本理论以及常用机构的设计方法、计算等理论知识, 还明确要求具备机械系统总体设计方案的能力, 具备运用实验方法研究机构与机械的能力。随着计算机技术的发展, 教师虽然能够采用多媒体技术展示平面结构的运动过程, 但并不能真实反映各构件之间的运动关系, 学生难以理解机构组成原理^[1]。因此, 引入ADAMS虚拟样机技术, 将其与《机械工程基础1》课程相结合, 是提高教学效果和学生实践能力的有效途径^[2]。

ADAMS是由美国机械动力公司开发的机械工程类软件, 软件主要分为三个模块, 即用户界面模块: 采用交互式图

形环境, 将多种功能集成, 便于用户操作; 求解器模块: 自动形成动力学方程, 提供静力学、运动学和动力学的解答结果; 后处理模块: 可绘制曲线、制作仿真演示等, 能清晰呈现模型特征。目前广泛应用于机械系统仿真, 可模拟各种机械系统。

2 《机械工程基础1》教学现状分析

2.1 理论性较强

机械工程系课程内容理论性较强, 《机械工程基础1》课程涵盖了数学、物理学、力学等先修课程, 若学生对这些课程的基础薄弱, 学生将难以理解该课程中的理论。当学生提前预习课本时, 学生也会因繁杂的理论知识, 抽象的数学、物理公式, 失去对该课程的兴趣。而课堂上, 教师也通常以课本为教学基础, 理论知识的授课主要时对课本的笼统复述, 而当前对平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等的教学, 主要依赖于平面动画演示, 这种方式虽然能让学生观察到机构的运动, 但缺乏对机构演变过程的深入理解, 导致学生常常只能知其表象而无法洞悉其背后原理, 以至于课后复习仍然要花大量时间^[3]。

2.2 传统图解法求解过程繁琐

机械原理无论是期末考试还是考研考试, 作图的部分是离不开考核范围, 而在机械原理的授课过程中对于运动学内容的求解仍以传统的图解法^[4]为主, 让学生会用图解法做题, 其最终目的也是为了考试。传统图解法求解过程复杂繁琐, 效率低下, 且精度不高, 所得结果仅为静态呈现。这种侧重应试的教学模式, 无法满足现代机械产品设计对动态、高效及高精度求解能力的需求。

2.3 理论知识与实践教学未能有效衔接

教学大纲中,理论课程《机械工程基础1》对应了一门实践课程《创新实践2》,该课程旨在教导学生运用ADAMS软件对机构进行精确建模,并施加相应的约束条件,以解决机械结构的运动学和动力学问题,而这一学习过程要求学生事先掌握一定的机械原理基础知识。由于课程设置原因,该课程安排在《机械工程基础1》之前,在进行ADAMS授课时学生对机械原理相关知识欠缺了解,对ADAMS软件的理解仅停留在实践操作层面,难以从理论层面判断结果的准确性;在《机械工程基础1》授课时,学生又忘记前面所学的实践知识,因此,难以达到理论与实践相结合的教学目的。

3 ADAMS在机械原理教学的应用案例

随着计算机及软件技术的发展,机械领域使用的软件越来越丰富^[5],包括制图软件AutoCAD等,建模软件SolidWorks、UG等,仿真软件ADAMS等,以及编程软件MATLAB、STM32等。目前越来越多的高校的机械专业将虚拟仿真软件作为重要的教学软件,例如应用ADAMS软件帮助学生理解机械系统的运动特性。在运用软件的过程中,可以提高学生的创新能力、动手能力,有效地将课堂理论知识运用于实践;通过ADAMS进行虚拟样机的建模和仿真,学生能够直观地看到机械系统的运动过程和动力学特性,使书本上的理论知识直观化。

在理论课程《机械工程基础1》所对应的实践课程《创新实践2》中,其实践教学环节涉及到ADAMS的应用,国内多所高校也在尝试将机械原理与ADAMS结合教学。南京林业大学尤晶晶^[6]基于ADAMS虚拟样机建立曲柄摇杆机构模型,对其系统进行运动、力学等仿真分析,通过仿真验证了构件角速度之间的加法公式、三心定理等相关理论知识以及教材中所求解的结果,且结合仿真过程的动画、数据,学生能够更加直观地感知机械地运动特性,大大提高了学生对理论知识的消化吸收。景德镇陶瓷大学廖达海^[7]基于ADAMS对六杆机构仿真分析,首先建立模型,即建立构成机构的实体模型、运动副、驱动三部分,通过仿真分析了运动、位移、速度和加速度的动态变化以及四者之间的联系,将抽象的理论知识通过计算机生动形象地展现出来。

4 教学改革的探索

鉴于《机械工程基础1》偏重理论与《创新实践2》强调实践应用的特点,将二者有机结合,通过ADAMS软件创建典型机构的虚拟模型,并进行运动学和动力学的仿真分析,这一举措有效克服了传统机械原理教学中核心机构运动原理表

述不清、学生理解难度大及解题过程复杂的问题,显著提升了课堂教学成效,为学生学习后续的《机械工程基础2》、《机械工程基础3》等专业课程奠定了坚实的基础。

本次课程改革项目拟在机械工程学院选择两个智能制造工程班级作为对比,其中一个班级采用传统的教学方案(非试点班),另一个班级采用新的教学方案(试点班),试点班针对平时作业、专项考核、成绩评定三个环节的具体改革方案如下:

4.1 平时作业环节

结合课堂教学环节,通过随机选取学生上台讲解自己的作业内容,作为评估其完成情况的一种方式,这在一定程度上能够有效遏制学生的抄袭行为。如有必要,可以合理组建学习小组,让学生以互补的方式配对,促进相互学习与深入讨论。将ADAMS虚拟样机技术引入平时作业中来,作为平时考核的一部分。指导学生利用ADAMS软件建立所学平面连杆机构等内容的虚拟样机,并进行动画仿真,更直观、详尽地呈现机构的运动特性,突破在应试教育环境下学生以考试为目的而学习的局限意识。

4.2 专项考核环节

在给定时间内以团队形式提交大作业,以学生自主设计为核心,辅以教师的指导与答疑,并融合设计实践、报告撰写及答辩等多个教学环节,课程总成绩采用百分制进行评定,由绘图质量及设计的合理性机构图纸及设计图(60%)、说明书撰写(20%)、答辩成绩(20%)三部分组成。试点班学生提前一周将机构仿真及机构设计的全部资料发给学生,辅助学生完成课程大作业。在完成教学任务后,将对两个班级学生的课程成绩以及课程目标达成度进行综合评估与分析。在大作业的执行过程中,团队分工明确,定期总结汇报,穿插提问交流,确保全面了解项目各环节,每人熟悉一领域。汇报锻炼总结、表达、分析及讨论能力,促进团队知识共享与技能提升。此外,鼓励学生积极参与学校、省级乃至全国性的机械类竞赛(如机械创新设计大赛),在老师的悉心指导下,将所学知识亲自应用于实践项目中。在这一过程中,学生通过向指导老师请教、自主查阅资料以及团队内部深入探讨等方式,共同协作完成任务。

4.3 成绩评定环节

《机械工程基础1》的学生总评成绩由期末考试成绩(60%)、实验成绩(10%)和平时成绩(30%)组成,其中,平时成绩由平时作业、课堂讨论及表现、专项考核等

组成。本项目在不改变教学大纲的前提下,要求学生以大作业的形式提交仿真报告,并将报告成绩作为专项考核的评定依据。除了图解法练习题之外,平时作业可以适当增加一些ADAMS练习题,以此巩固学习成效。通过上述举措,ADAMS仿真可以贯穿课程始终,从而验证所提方案的可行性,在逻辑上形成闭环。

5 教学改革效果分析

本次教学改革主要在传统授课基础上结合ADAMS软件并以大作业的形式考核学生学以致用能力,突破了传统的照搬教材内容教学的局限。以大作业的形式考核,学生将课本知识运用到实际,同时也能够让学生掌握一系列相关软件,大大提高了解决机械工程问题的效率。

5.1 促进对学生创新能力的培养

在课堂上,教师结合实例阐释机构的运动学、动力学特性,并给学生一些常用机构,学生当堂用ADAMS软件建模并给出仿真计算结果,能够促进学生主动思考,并激发学生的创新思维与创造力。在平时作业等环节融入创新设计元素,让学生将课堂所学的理论知识与社会生活和生产需求相结合,自主探索亟需解决的问题,随后运用《机械工程基础1》中学到的知识和方法,构思新产品的设计方案,并利用ADAMS软件来验证方案的可行性;学生也可以采用教师提供的题目,从中选取一个作为创新设计的作业。这有助于学生将理论知识运用到实际生产生活中,为培养应用技术型高级人才打下基础。

5.2 提高学生的综合设计能力

以大作业为考核形式,基于实现特定功能的需求,学生首先构思产品的机械运动方案,随后完成该方案的设计及相关设计计算。接着,绘制出产品的机构运动简图,并利用ADAMS软件进行仿真分析,以获得产品的运动特性曲线。这种教学方式旨在进一步加深学生对课程阶段理论知识的理解和巩固,掌握机械运动学和动力学分析与设计方法,增强计算、绘图、使用技术资料的能力。此举有效解决了产品方案设计教学与结构设计教学之间的脱节问题,使学生在设计实践中得到全面系统的训练,从而具备产品开发的综合设计能力,且有利于学生将教材上各章节独立的知识点构成一个知识体系,并拓展到数学、力学、计算机等学科。在完成大作业的环节中,以小组的形式促进了团队合作意识。不仅学到相关知识,对学生性格的培养、团队合作精神培养等也都大有作用。

5.3 课堂教学的质量和效率得到提高

教学大纲中《机械工程基础1》所安排的理论课时较少,而内容较多,为解决这一矛盾,机械工程学院建立了机械原理与机械设计实验室、数字化设计与CAE工程实验室等,并配备了相关多媒体投影系统、电教设备等。在课堂教学中,教师能够运用ADAMS仿真分析技术,动态仿真机构的组成及其运动过程,以直观且生动的方式呈现教学内容。这一做法不仅极大地激发了学生的学习兴趣,加深了他们的理解程度,还有效缩短了教师的备课时间,丰富了课堂教学的内容,显著提升了课堂教学的质量和效率。

6 结语

本次研究将ADAMS虚拟样机技术引入课堂中教学,首先借助ADAMS软件帮助学生学习机械原理知识,通过仿真机构的运动让静态的理论知识生动形象,提高学生学习理论知识的积极性,在平时作业中也引入ADAMS软件的学习,学生课后通过对ADAMS软件的实际操作来回顾课堂上所学的相关知识。在专项考核环节中,学生结合实际生产生活设计机械产品并通过一系列计算、绘图和仿真的方式团队完成设计,培养了学生的创新意识、实践意识、合作意识。加强理论实践教学模式,有利于学生今后的就业深造,更有利于推动“高端智能制造”的战略。

参考文献:

- [1] 王辉, 郑竹安, 刘行, 等. 仿真软件在《机械原理》新工科教学改革中的应用[J]. 时代汽车, 2024, (06): 74-76+98.
- [2] 杨强, 李启森, 闻聪聪, 等. 一种新的机械原理课程教学设计案例设计[J]. 机械设计, 2018, 35 (S2): 153-155.
- [3] 丁羽, 马雪亭, 赵劲飞. 机械原理课后作业环节的设计思路探讨[J]. 湖北农机化, 2019, (17): 115-116.
- [4] 郑文纬, 吴克坚. 机械原理(第7版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 1997.
- [5] 华剑, 徐小兵. 虚拟仿真软件在机械专业教学中的应用实践[J]. 大学教育, 2020, (02): 14-16.
- [6] 尤晶晶, 刘英. 机械原理与仿真软件的捆绑教学模式探索[J]. 科技创新导报, 2018, 15 (15): 227-229.
- [7] 廖达海, 李冠彪, 徐镇宇. 虚拟样机仿真在机械原理课程教学中的应用[J]. 科教文汇(上旬刊), 2018, (31): 48-50.

作者简介:

曹徐伟(1992-), 男, 汉, 浙江桐乡人, 学历: 博士, 职称: 讲师, 研究方向: 复合材料检测、结构健康监测。