

基于卓越工程师培养的有限元分析教改探索

吴入军

上海电机学院机械学院, 上海
Email: wurujunwurujun@163.com

收稿日期: 2020年9月8日; 录用日期: 2020年9月21日; 发布日期: 2020年9月28日

摘要

《有限元分析》已经广泛应用于各行各业, 但是, 该课程具有理论性和实践性强的特点。为了提高教学质量, 满足机械设计制造及其自动化专业工程教育认证的要求, 修订了现有的《有限元分析》课程教学内容、教学方法和考核方式。同学们自主学习的积极性明显提高, 分析解决复杂工程问题的能力得到了增强, 达到了培养卓越工程师的目的。

关键词

有限元分析, 考核方式, 教研教改

Exploration on the Reform of Finite Element Analysis Based on Cultivation of Remarkable Engineer

Rujun Wu

Shanghai Dianji University, Shanghai
Email: wurujunwurujun@163.com

Received: Sep. 8th, 2020; accepted: Sep. 21st, 2020; published: Sep. 28th, 2020

Abstract

Finite element analysis has been widely used in all walks of life, however, the course has strong theoretical property and practicalness. To improve the quality of teaching and meet the requirements of Engineering Education Certification for Mechanical Design manufacture and Automation Major, a series of changes related to teaching content, teaching method and examination way have

been made. As a result, the students' enthusiasm for independent learning improved significantly, and their ability to analyze and solve complex engineering problems was also enhanced. In this way, the goal of training excellent engineers has been achieved.

Keywords

Finite Element Analysis, Assessment Method, Teaching Research and Reform

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着计算机软硬件技术的逐渐发展,有限元分析技术得到了快速发展并逐渐成熟起来,例如,静力学、动力学、流体动力学、疲劳寿命、传热学、电磁场等,并且开发出了一批通用软件和专用软件[1][2]。现如今,有限元分析技术已经深入到各行各业,特别是在通用机械、汽车、航空、建筑、土木工程以及桥梁领域中的应用尤为突出,有限元分析技术作为计算机辅助分析工具,可以高效的辅助工程技术人员进行设计、校核和优化创新,如,减轻结构重量,优化结构设计,提高结构性能,加快设计研发周期等。有限元分析技术在设计和创新阶段具有无与伦比的巨大优势,为企业取得了较大的经济效益,有限元分析技术已经成为驱动技术进步和发明创新的新引擎[3]。

随着各行各业对有限元分析技术的逐渐重视,我国各类学校开始逐步培养掌握有限元分析技术的储备人才,以满足企业对大学毕业生越来越高的要求。由于《有限元分析》是一门专业课,以高等数学、线性代数、材料力学、弹性力学、流体力学、数值算法等学科为基础,需要学生掌握扎实的数学和力学知识,因此,上海电机学院机械设计制造及其自动化专业在本科三年级下学期开设《有限元分析》课程。通过《有限元分析》课程的学习,培养学生了解有限元分析的基本思想,熟练使用一款常用的有限元分析软件,能够对常见的工程问题进行分析并得出可靠的计算结果,提高解决复杂工程技术问题的能力,无论是今后继续攻读研究生进行科学研究,还是走向工作岗位参加工作,《有限元分析》的学习对个人的发展具有很大的帮助[4][5]。

2. 《有限元分析》课程教学中存在的问题

2.1. 重理论轻实践

传统的《有限元分析》课程主要教学内容是讲授一维桁架和梁问题,二维平面应力、平面应变和轴对称问题以及三维问题,并配有少量简单算例。在实际上课过程中,有大量的公式需要推导和计算,且内容复杂难以理解,学生们普遍感觉比较乏味,并且《有限元分析》只有32课时,课时较少,教学效果不甚理想,并且在课时分配上,理论学习占据了大部分课时,上机实践课程偏少。导致学生软件操作不熟练,理论学习效果不佳,难以达到理想的教学效果。

2.2. 缺少对工程问题得理解和分析

有限元分析技术不仅具有理论性强,软件操作能力要求高的特点,并且要求学生对于工程问题具有较为深刻的认识和理解,而传统的《有限元分析》课程教学内容主要为理论教学,而软件操作仅仅进行简

单的算例练习，缺乏对实际工程问题的理解、分析和计算。为了适应社会对学生越来越高的要求，满足机械设计制造及其自动化专业工程教育认证，迫切需要在《有限元分析》的教学内容中增加企业实际工程问题和科研项目中遇到的科研问题，供学生们学习和分析，以提高学生解决实际问题的能力，满足社会对复合型人才的需要，达到教育部高等教育教学评估中心提出的卓越工程师教育培养目标。

3. 有限元方法教学改革措施

教育部卓越工程师计划要求强化工程应用和创新能力为重点改革人才培养模式，强化和培养学生的工程能力和创新能力，为提高《有限元分析》这门课程的教学效果，提高学生学习积极性，增强学生利用有限元技术解决复杂工程技术问题的能力，达到卓越工程师教育培养目标，满足工程教育认证的要求，进行以下改革。

3.1. 课程教学目标与毕业要求指标点

根据教育部高等教育评估中心提出的卓越工程师教育培养目标，设定《有限元分析》课程教学目标，并建立课程教学目标与毕业设计指标点之间的支撑关系表，见表 1，表 1 中体现了不同的课程教学目标对应不同的毕业要求指标点。

目标 1：掌握有限元分析的基本原理和方法，能用于机械结构问题的数学建模和数值求解。

目标 2：能够应用力学、材料科学等工程基础知识和科学基本原理，用于机械结构问题的数学建模。

目标 3：掌握有限元法求解问题的基本步骤，能够应用有限元分析工程软件，对机械结构进行预测与模拟，并能够理解其局限性。

目标 4：能够运用力学等基本原理和方法，对有限元数值结果进行分析，研究机械结构的强度设计。

Table 1. Relationship between teaching objectives and graduation requirements index points

表 1. 教学目标与毕业要求指标点关系表

教学目标 \ 指标点	1.1	2.2	4.3	5.1	9.2	10.1	10.2
目标 1	☆☆			☆			
目标 2		☆☆		☆			
目标 3				☆☆☆	☆	☆☆	☆☆
目标 4			☆☆				

注：用☆☆☆、☆☆、☆分别表示教学目标对毕业要求的贡献度为强、中、弱。

3.2. 优化教学内容

现有的教学内容主要是一维问题、二维问题和三维问题的相关理论为主，实践为辅，学生普遍感觉枯燥，重点不突出。因此，根据《有限元分析》课程教学目标，重新设定合理的教学内容，由于上海电机学院机械学院主讲的《有限元分析》课程主要针对机械设计制造及其自动化的本科生设立的，因此，选择静力学结构分析模块为主进行讲解，并以三维静力学分析为主，振动分析和屈曲分析为辅，同时兼顾一维和二维静力学结构问题。

《有限元分析》是以高等数学、线性代数、力学和数值分析为基础的课程的，在实际教学过程中，简化有限元理论知识，充分结合学生已经学过的相关知识，利用学生们学过的知识进行延伸和扩展，在复习既有知识的同时，掌握有限元分析的理论基础，比如，讲解单元刚度时会用到矩阵的运算，矩阵的相关知识同学们在大二已经学过，我们可以带领大家从矩阵角度出发，添加力学本构关系进行讲解，这

样只需要在学过的矩阵知识基础上进行补充扩展就可以掌握单元刚度的知识。适当提高《有限元分析》课程上机课时，增强学生软件操作能力，提高学生掌握有限元软件的熟练程度，以增加学生学习的兴趣和运用操作软件的能力。

3.3. 理论与实际工程案例相结合的教学方式

传统的教学方式，大都采用“老师讲，学生听”的教学模式，学生需要听就可以了，并不能真正参与到课堂中，没有很好的得到应有的启发，难以构建完整的理论知识体系。因此，在《有限元分析》理论教学和软件教学中，充分与机械行业中的相关工程技术问题相结合，带领学生们一起利用有限元知识解决工程问题，启发学生积极思考问题、积极发言，比如，针对材料力学、机械设计课本中一些杆、梁等构件的受力分析，利用有限元知识进行计算分析，并将得到的有限元解和理论解进行对比，以验证计算的精度。利用所学的知识去解决实际工程问题，在解决实际工程问题的过程中，加深对有限元分析理论的理解，熟练软件操作，增强运用有限元分析技术解决实际问题的能力，达到学以致用为目的，充分理解了有限元分析技术在工程领域中的应用。

3.4. 强化实践教学环节

加强上机实践，安排 16 节上机实践课程，提供 8 个实际工程问题给学生，要求学生利用 Ansys 软件自主建立模型、计算和分析，锻炼学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，学生在解决问题的过程中熟练掌握软件，加深对工程问题的理解，培养学生将实际工程问题转化为有限元问题的能力，达到学以致用为目的。在上机实践的结束后，由老师提供大约 10 个左右的实际工程问题，让学生分组完成，并提交课程项目报告，进一步提高学生分析问题和解决问题的能力。

3.5. 考核形式多样化改革

为了适应教育部推行的卓越工程师教育培养计划，达到机械设计制造及其自动化专业工程认证要求，在《有限元分析》课程考核中，主要考察学生分析问题和解决问题的能力。因此修改后的考核方式主要分为以下三部分：一是平时成绩考核，该部分占 30%，主要包括考勤和作业两部分，作业主要考察有限元理论知识，作业部分占 20%，考勤部分占 10%，二是课程项目考核，以分组的形式，每个小组共同完成一个项目，明确每个学生的具体任务，共同完成课程项目，该部分成绩占 35%，期末考试主要考察学生解决工程技术的能力为主，考察形式为上机考试，该部分占 35%。

4. 结论

为适应教育部提出的卓越工程师培养计划，达到机械设计制造及其自动化专业教育认证要求，总结多年的教学经验，从教学内容、教学方式、考核方法、软件应用等几个方面进行教学改革，大大改进了现有教学环节中的不足之处，提高了教学质量。通过教学改革，加强了学生分析复杂工程问题的能力，达到学以致用为目的。随着科学技术突飞猛进的发展，对当代大学生提出了越来越高的要求，《有限元分析》课程教学必须适应现代科学技术的发展，培养能够解决复杂工程技术问题的应用型人才，达到国家新时代的教学战略。

参考文献

- [1] 郭利明, 周新建, 张庆敏. 高校本科生有限元方法课程的教改探讨[J]. 教育教学论坛, 2017(5): 118-119.
- [2] 铁瑛, 李成, 赵华东. 教研结合模式下的机械类专业有限元课程研究[J]. 中国科技信息, 2010(14): 242-243.
- [3] 杨创创, 刘洪萍. 有限元法课程的教与学[J]. 教育教学论坛, 2013(46): 93-95.

- [4] 舒海, 王典国. 有限元理论与运用教改探索[J]. 江西煤炭科技, 2013(3): 127-129.
- [5] 张洪伟, 席军, 许月梅. 基于应用能力培养的本科有限元法课程的教改探讨[J]. 中国现代教育装备, 2016, 239(7): 68-70.