

基于 ANSYS 有限元分析技术培训课程的实际探索

李文中, 王丽, 李长玉

广州城市理工学院 汽车与交通工程学院, 广东 广州 510800

DOI: 10.61369/TACS.2026070050

摘 要 : 随着仿真分析技术在汽车工业设计中的不断应用, 有限元分析技术已成为广大设计人员必须掌握的核心技能之一。ANSYS 作为目前全球领先的有限元分析软件, 在各行各业中得到极大推广。本文主要以 ANSYS 软件为例, 并结合现代工程实践出发, 提出了一套基于 ANSYS 的有限元分析技术的培训体系, 旨在帮助相关人员更好的掌握这门软件技术。本文通过对课程体系的设计、教学方法的实施及工程案例的分析, 探讨对培训效果的如何优化, 从而更好的培养出对实际工程问题的解决和分析能力。文章比较详细的阐述了整套课程的设计、教学方法、实践工程案例及培训效果的测估, 为各类机构开展 CAE 技术培训提供了一定的的经验。

关 键 词 : ANSYS; 有限元分析; 汽车结构设计; 仿真分析

Practical Exploration of the Training Course Based on ANSYS Finite Element Analysis Technology

Li Wenzhong, Wang Li, Li Changyu

School of Automotive and Traffic Engineering, Guangzhou City University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510800

Abstract : With the continuous application of simulation analysis technology in automotive industrial design, finite element analysis technology has become one of the core skills that most designers must master. ANSYS, as the currently leading finite element analysis software worldwide, has been widely promoted in various industries. This paper mainly takes the ANSYS software as an example and based on modern engineering practice, proposes a training system for finite element analysis technology based on ANSYS, aiming to help relevant personnel better master this software technology. Through the design of the course system, the implementation of teaching methods, and the analysis of engineering cases, this paper discusses how to optimize the training effect, so as to better cultivate the ability to solve and analyze practical engineering problems. The article elaborates in detail on the design of the entire course, the implementation of teaching methods, practical engineering cases, and the assessment of training effects, providing certain experience for various institutions to carry out CAE technology training.

Keywords : ANSYS; finite element analysis; automotive structural design; simulation analysis

引言

随着国家“智能制造”口号的提出, 计算机辅助工程 (Computer Aided Engineering, CAE) 技术已成为改进产品设计、降低研发成本的的核心依靠, 而有限元分析作为此技术的关键组成部分, 已成为整个制造业和工业界工程师所必备的核心技能之一。ANSYS 软件自问世以来凭借其强大功能, 在全球 CAE 领域具有举足轻重的地位。然而在当前的软件技术教学中存在重理论, 轻实践的问题, 且大部分课程侧重对理论的推导, 软件操作与实践案例相结合的训练较少。在现有研究中, 王晓明^[1]系统介绍了 ANSYS 操作流程, 但未形成完整的课程体系; 张卫民^[2]强调工程案例库的重要性, 却未涉及教学方法的创新。本文针对以上不足, 以汽车结构设计为切入点, 打造了“理论 - 软件 - 案例”三位一体的培训课程方案, 并通过驱动式教学与相应评估体系, 实现了从简单的知识传播到实际能力培养的巨大转变。

基金项目: 广州城市理工学院质量工程项目 (J1124024)

作者简介: 李文中 (1981 —), 男, 硕士, 工程师, 就职广州城市理工学院, 研究方向为车辆工程、建模与仿真分析。

一、ANSYS 培训课程体系的设计

（一）课程目标

本课程主要是使学生掌握有限元分析的理论、方法、培养学生对汽车类零部件的设计、分析和优化能力，提高学生应用现代工程软件的能力，为后期项目研究、毕业设计和 CAE 类技术工作打下基础。具体可以分为两个方面的目标：

1. 知识、技能目标

熟悉有限元分析基本理论和分析步骤；掌握 ANSYS Workbench 有限元分析前处理环节：材料属性设置、网格划分、施加载荷与约束^[9]；掌握 ANSYS Workbench 静力学分析、模态分析、谐响应分析、结构优化等功能模块。

2. 方法、能力目标

提升学员推理、分析、判断等逻辑思维能力；提升解决实际工程问题的设计及创新能力，并能根据问题建立与之对应的有限元分析模型；提升学员自学能力、用文字和图象的表达能力以及一定的识图能力。

（二）课程主要内容

该课程内容主要分为三个模块：有限元基础模块、前处理技术模块和结构分析模块。

1. 有限元基础模块

此模块主要讲授有限元分析基本理论、ANSYS Workbench 软件界面与基本操作，其中重点讲解鼠标和快捷键使用技巧。

2. 前处理技术模块

此模块主要包含材料设置、几何建模及简化、网格划分、载荷与约束施加等四个方面。

3. 结构分析模块

此模块主要包含静力学分析、模态分析、谐响应分析、疲劳分析、热分析、流体力学分析及结构优化等。

二、教学实施方法

教学实施过程中要坚持以学生发展为中心，首先要激发学生学习兴趣，才能提高学生自主学习能力，培养良好的学习习惯以及思考问题的方法^[4]。

首先，理论与实践缺一不可：在理论教学中，要结合实际案例讲解有限元分析，使学员能够充分地理解抽象概念；在实践操作当中，通过具体的软件操作练习，加深学生对理论知识的理解和应用能力。

其次，项目阶段式教学法：将培训课程设计成多个项目任务，每个任务对应一个实际工程问题，学生在完成项目任务的过程中，逐步掌握 ANSYS 软件的使用方法和有限元分析的技巧。

最后，小组讨论协作学习：将学生分成小组，对现实案例进行讨论，通过小组讨论后，最后总结各小组讨论结果，以此来培养学生的团队协作能力，并且也提高了学生自身问题解决能力。

三、实践分析与结果反馈

（一）实践案例

本文选择一些典型的汽车零部件分析来检验学习效果，具体案例有：汽车车架的模态分析、发动机缸体热-结构耦合分析、汽车悬架系统模态分析以及疲劳寿命预测等。在这些案例中涉及到有限元建模、网格划分、边界条件施加、求解和结果后处理等完整实践过程，因此能够全面检验学员的学习成果。

1. 汽车车架模态分析案例

汽车车架结构强度与稳定性是至关重要的承载部件^[9]。培训中，通过模拟汽车车架在急刹车、满载行驶这些情况时承受的载荷，来分析车架各个部件的受力分布，同时开展模态分析，研究车架固有频率和振型，避免在行驶过程中因共振导致结构损坏。这种方法能让学生更明白如何通过有限元分析优化车架结构设计，进而提升车辆的安全性和可靠性。

2. 发动机缸体热-结构耦合分析案例

发动机缸体是发动机的核心部件，其性能直接影响发动机的工作效率和寿命^[9]。在教学中，以某款发动机缸体为例，运用 ANSYS 软件进行热-结构耦合分析。考虑发动机工作时缸体内部高温燃气的热载荷以及活塞运动产生的机械载荷，分析缸体的温度场分布、热应力和变形情况。此外，进行结构优化设计，通过调整缸体的壁厚、加强筋布局等参数，在保证缸体强度和刚度的前提下，减轻缸体重量，降低发动机能耗，使学生掌握复杂零部件多物理场分析和优化的方法。

3. 汽车悬架系统模态分析和疲劳寿命预测案例

汽车悬架系统对车辆的舒适性、操控稳定性有着重要影响^[7]。选取悬架系统中的减震器、弹簧等关键零部件作为案例，利用 ANSYS 软件进行动力学分析。对减震器进行阻尼特性分析，模拟其在不同路面激励下的工作状态，减震器内部油液的流动特性和阻尼力变化规律。对悬架弹簧进行科学、精准的疲劳寿命测试，是验证其可靠性、耐久性及整车品质不可或缺的环节。通过本案例的学习，可以让学生了解到 ANSYS 技术在汽车悬架系统设计中的应用，从而有效提升学生分析解决实际工程问题的能力。

（二）实践过程

1. 建模与网格划分操作

在 ANSYS 中，实体建模是构建几何模型的基石，学员可以通过布尔运算来创建更为复杂的形状，此外还可以通过外部从其他 CAD 软件导入模型，为了取得更精确的分析结果，还需要对建立的模型进行简化。而网格划分是有限元分析中将连续的物理结构离散化的过程。正确的网格类型选择对于保证分析精度和提高计算效率至关重要^[8]。

2. 求解设置与结果分析操作

在此阶段学生将根据分析类型（如静力学分析、动力学分析、振动分析等）选择合适的求解器，并设置相应的求解参数，如求解时间步长、收敛准则等。同时学会使用 ANSYS 提供的后处理工具来查看和分析计算结果。例如，查看应力、应变、位移等结果的云图、等值线图、矢量图等，并且从这些结果中提取有用的

信息，评估结构的性能。

3. 案例讨论与总结

在完成相应实践任务后，开展组织学生对案例进行分组讨论。在此阶段每组的代表分享建模思路、求解过程和结果分析，其他组学生可以进行对其进行提问和发表建议。通过分组讨论，大家能够相互学习，并发现自己的不足，最后总结经验和教训，进一步提升自己的实践能力。

（三）实践结果与反馈

为了使评估结果更加科学化、全面化，本研究引入一种从学生、教师、行业的三维评估体系进行量化评估。

1. 学生维度评估

对学生的评估主要从三个方面考查：理论考试、实践操作和过程性考核。其中理论考试主要测试学生对有限元分析理论、ANSYS 软件操作原理等知识的掌握情况，评估学生理论知识的学习效果；实践操作要求学生完成分析任务并提交报告，教师根据学生的操作流程规范性、分析结果准确性、报告撰写质量等方面进行综合评分，量化评估学生的实践操作能力；过程考核主要是教师通过课堂观察、作业完成情况、小组评价等方式，对学习过程表现进行评分，反映学生在学习过程中的综合表现。三项考核所占总成绩的比例分别为 30%、40%、30%。最终成绩由三项相加组成，考核结果采用五级制，具体见表 1。

表 1 考核成绩与结果对照表

考核成绩	90 以上	80-90	70-80	60-70	60 以下
考核结果	优秀	良好	中等	及格	不及格

2. 教师维度评估

此维度是教师对教学目标的达成状况进行评估。主要通过统计学生在实际项目中运用所学知识解决问题的成功率，并分析学生在有限元分析过程中出现的共性问题，以此来评价教学内容和

方法是否具有有效性。其次教师之间也可以开展互评和观摩教学过程等活动，最后从教学方法、课堂组织、案例讲解等方面进行评价，共同促进教学质量提升。

3. 行业维度评估

此维度是通过与合作企业之间保持沟通，然后收集学生在企业实践或实习阶段表现的反馈。此评估主要从三个方面对学生进行评价：实际项目中的有限元分析技术运用能力、工作态度、以及团队协作表现。评价的结果以评分数据或文字评语的形式反馈给老师，用于判断学生的岗位胜任水平。

通过对实践结果的评估，发现学生在以下几个方面的能力得到了较为显著的提升：

（1）理论水平提高：学生能够准确描述有限元分析的基本原理和步骤，并能够结合实际案例进行分析。

（2）操作能力增强：学生可熟练地完成建模、网格划分、求解及后处理的完整操作，且操作流程一步到位。

（3）实践能力提升：学生能够独立完成汽车零部件有限元分析的全部过程，并且能够对其结果进行合理的解释和验证。

四、结论

通过实践探索，本文设计了一套基于 ANSYS 的有限元分析技术培训的课程体现，并在实际教学中取得了良好的效果。主要体现在学生的理论知识和实践操作能力方面都有了显著提高，同时，也认识到本培训课程体系仍存在一些不足之处，在以后的教学工作中，也将根据学生的反馈意见，不断优化教学方法和课程安排，同时加强理论与实践的结合，为更多的工程技术人员提供高质量的 ANSYS 有限元分析技术培训，提高学员的专业能力，为工程领域的发展做出贡献。

参考文献

- [1] 王晓明. ANSYS 有限元分析基础与实例教程 [M]. 北京：清华大学出版社，2020.
- [2] 王建国. ANSYS 结构有限元高级分析方法与范例应用 [M]. 水利水电出版社，2021
- [3]. 张强. 基于 ANSYS 的有限元分析技术应用研究 [J]. 工程技术，2021，(3): 45-48.
- [4] 李华. 工程技术人员培训课程设计与实践 [J]. 职业教育研究，2022，(2): 56-60.
- [5] 张卫民. 有限元分析教学中的工程案例库建设 [J]. 实验技术与管理，2020，37(5): 189-192.
- [6] 刘伟. 基于 ANSYS 的汽车零部件有限元分析与优化设计研究 [J]. 汽车工程，2023，(4): 56-60.
- [7] 陈明. 汽车结构分析与设计中的有限元方法 [M]. 北京：机械工业出版社，2022.
- [8] 赵刚. 汽车零部件疲劳寿命分析与优化设计 [M]. 北京：科学出版社，2023.