

汽车有限元软件应用与工程实例融合教学模式研究

张文卓 王淑芬 王诗璇 徐婧文 徐进
大连大学, 中国·辽宁 大连 116622

摘要: 随着汽车工业的快速发展和市场竞争的加剧, 对汽车设计的高效性和准确性要求日益提高。论文探讨了汽车有限元软件应用与工程实例融合教学模式的核心内容。论文提出了将工程实例与有限元软件应用相结合的教学模式, 旨在通过实际工程案例深化学生对汽车有限元软件应用的理解, 提升学生解决复杂工程问题的能力。该教学模式强调了理论与实践、基础与拓展、自主学习与团队合作的紧密结合。通过制定教学计划, 并合理开展教学活动, 结果表明该教学模式能显著提高教学效果, 为汽车有限元软件教学的进一步发展提供了借鉴及参考。

关键词: 有限元软件应用; 工程实例; 融合教学模式

Research on the Integration Teaching Mode of Automotive Finite Element Software Application and Engineering Examples

Wenzhuo Zhang Shufen Wang Shixuan Wang Jingwen Xu Jin Xu

Dalian University, Dalian, Liaoning, 116622, China

Abstract: With the rapid development of the automotive industry and the intensification of market competition, the requirements for efficiency and accuracy in automotive design are increasing gradually. Aiming to deepen the students to understand the automotive finite element software applications and enhance their ability to solve complex engineering problems, this article proposes a combination teaching model of engineering examples with finite element software applications. The teaching mode emphasizes the close integration of theory and practice, foundation and expansion as well as the self-directed learning and teamwork. By developing appropriate teaching plans and conducting sufficient teaching activities, the results show that this teaching model can significantly improve teaching effectiveness, which provides reference for the further development of automotive finite element software teaching.

Keywords: finite element software application; engineering examples; integrated teaching mode

0 前言

汽车设计过程对于汽车的性能、安全性、舒适性以及燃油经济性等方面具有决定性的影响^[1,2]。然而, 在汽车设计过程中, 如何判断设计成果是否满足预定的要求和标准, 一直是工程师们面临的一个重大挑战^[3,4]。传统的试验方法虽然直观可靠, 但往往耗时长、成本高, 且难以在设计早期阶段准确了解汽车的相关性能。为了克服这些限制, 有限元仿真技术应运而生, 并逐渐成为汽车设计中不可或缺的工具。有限元分析 (Finite Element Analysis, FEA) 是一种强大的计算工具, 它能够模拟和分析复杂结构在各种载荷和边界条件下的行为。通过将连续的结构离散化为有限数量的元素, FEA 可以预测结构的应力、变形、振动等特性, 从而为设计决策提供科学依据^[5-8]。在汽车工程领域, 有限元软件应用已经成为评估汽车零部件强度、刚度、疲劳寿命以及碰撞安全性的重要手段^[9,10]。

鉴于有限元仿真在汽车设计中的重要作用, 各大学及相关研究所均开设了有限元相关课程, 旨在培养学生的有限元分析能力和工程实践技能^[11,12]。《汽车有限元软件应用》

课程通常包含有限元理论基础、静力学分析及动力学分析的基础理论以及软件的实操与应用等, 如三维模型建立与网格划分、边界条件设置和结果分析等内容。学生通过这门课程的学习, 不仅能够明确有限元方法的基础理论, 也能够掌握有限元软件的使用技巧。然而, 当前《汽车有限元软件应用》课程面临着一个关键问题, 现有的课程设计方法与工程实践之间存在严重脱节。尽管学生们可以在课堂上学习到有限元软件的操作方法, 但他们往往缺乏将这些技能应用于实际工程问题的机会。这种脱节导致了学生在学习过程中难以充分理解有限元分析的实际意义和分析方法, 也影响了学生在专业领域内解决实际问题的能力。

1 工程实例与有限元软件应用融合的教学模式

汽车有限元软件应用与工程实例融合教学模式其研究思路如图 1 所示。在教学设计环节就把工程实例加入教学环节中, 把有限元理论与教学案例深度融合, 再通过软件仿真计算获得仿真结果。培养学生的专业素养, 并提升专业技术能力。

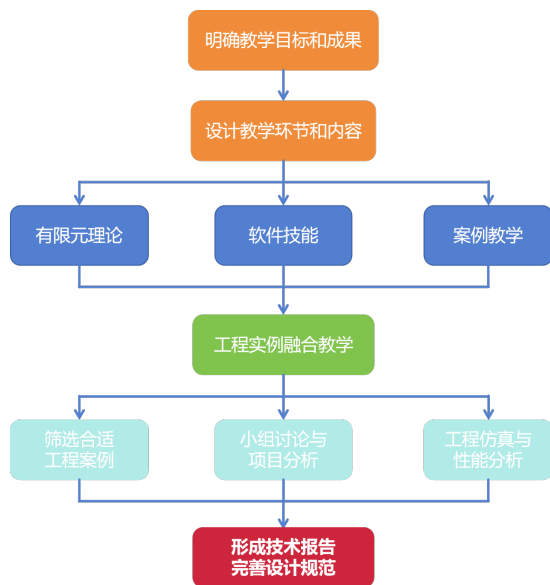


图 1 研究思路

1.1 理论与实践相结合

在理论教学阶段，本课程在传统的讲授方式上，利用互动软件和在线资源，以生动、直观的方式向学生展示有限元分析的基本原理和常用软件的基本操作。同时，会结合汽车工程中的实际案例，将理论知识与实际应用紧密结合，使学生能够在理解原理的同时，对有限元软件的应用与分析有一个更加清晰的认识。课程设计环节深入应用成果导向教育（Outcome-Based Education）理论，明确学生在完成学业后应该达到的能力和成果，以此来反向设计教学活动。

在实践教学阶段，并不采用简单的模仿和练习，而是真正地让学生身临其境，在工程实践案例融入课程中。教师在课前精心准备和挑选典型的汽车工程案例，这些案例既能够涵盖有限元软件的主要功能及理论，又能够充分反映汽车工程中的实际问题。这样的教学方法不仅能够激发学生的学习热情，还能够培养他们的创新精神和团队协作能力。在整个教学过程中，始终坚持以学生为中心的教学理念。课程注重培养学生的自主学习能力，鼓励学生通过查阅文献、观看视频、参与在线讨论等方式，拓宽自己的知识视野。

1.2 基础与拓展相结合

在基础教学阶段，课程强调学生对有限元分析理论的深入理解与掌握。这不仅仅是对数学公式的记忆，更是对有限元方法背后的物理意义、工程应用及其局限性的全面认识。课程通过生动的案例、互动的讨论和实际的演示，帮助学生建立对有限元分析方法的直观认识，并引导他们思考如何在工程实践中运用这些理论知识。课程通过引入更高级的分析方法，如多物理场耦合分析、非线性分析等，让学生了解有限元方法的最新进展和应用领域。同时，课程结合汽车工程中的实际案例，如车身结构优化设计、碰撞安全性能分析等，让学生亲自动手进行建模、仿真和分析，并提出优化改进方法。在拓展知识的教学过程中，课程鼓励学生主动发

掘问题、研究解决方案并提出改进方法。同时，课程最终的仿真教学环节会提供个性化的拓展教学方案，根据学生的兴趣和需求，引导他们在感兴趣领域或问题进行深入研究，以提升自己的专业技能和竞争力。

1.3 自主学习与团队合作相结合

在汽车有限元软件应用与工程实例融合的教学模式中，自主学习与团队合作的结合是一种重要而有效的教学策略。自主学习能力是学生在未来学习和工作中持续发展的关键，而团队协作精神是当今社会各公司及企业都至关重要的。这一策略旨在通过培养学生的自主学习能力和团队协作精神，提升他们的专业技能和综合素质。

为了培养学生的自主学习能力，课程鼓励学生积极利用各种资源，如教材、学术文献、在线教程、专业视频等，进行深入的自我学习和探索，帮助学生构建适合自己的学习路径。此外，课程还鼓励学生主动提出问题、寻求答案，通过独立思考和解决问题，不断提升自己的学习能力和专业素养。然而，自主学习并不意味着孤立学习。相反，课程重视团队合作在这一教学模式中的作用。通过小组作业和项目开发等形式，鼓励学生之间积极交流和合作。在团队合作中，学生通过共同探讨问题、分享经验、互相学习，从而更全面地掌握有限元软件和汽车工程的相关知识。

1.4 工程实例与教学环节相融合

以汽车空调管路的结构优化为例，从汽车噪声、振动和声振粗糙度（NVH）性能的基本概念开始，向学生介绍汽车 NVH 技术的发展背景及其在汽车行业中的应用，并详细解释流固耦合仿真方法在此领域中的应用和优势。课程将深入探讨如何通过优化管路的结构来降低空调开启带来的管路和设备的振动，减少由空调冷媒的脉动引起的振动与噪声，改善汽车的性能。课程的仿真教学部分将引导学生学习使用动力学仿真模块来仿真管路的振动性能，并采用专用声学仿真软件，明确管路的噪声性能。在此基础上对管路结构进行优化设计，对比传统设计与改进设计之间的性能差异，以展示优化设计的实际效果。

2 教学实践效果分析

2.1 教学效果显著

在汽车有限元软件应用与工程实例融合教学模式的实践中，学生的综合素质和实践能力均得到了显著的提升。具体表现为实践能力的大幅增强和学习效果与满意度的提高。学生不仅能够熟练掌握有限元软件的基本操作，更能在实际工程案例中灵活运用这些技能，挑选合适的仿真软件和模块，进行模拟和分析，有效解决实际问题。这种实践能力的提升，使学生更好地适应了未来的工作需求。同时，教学模式的理论与实践相结合的特点，极大地激发了学生的学习兴趣 and 积极性，使他们能够更加主动地参与学习过程，通过实践操作深化对理论知识的理解，进而提升了学习效果和满意

度。形成一个正反馈的循环模式，如图 2 所示。

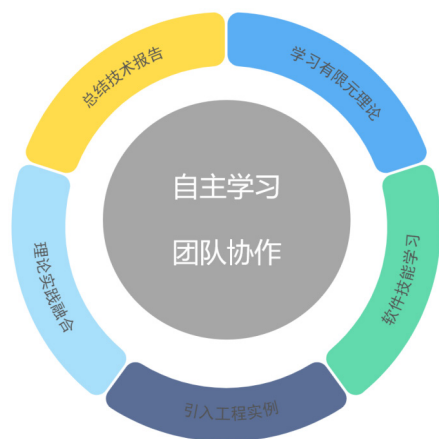


图 2 课程学习正反馈效果

2.2 教学模式创新

该教学模式的普适性体现在其跨专业的适用性和教学内容的灵活性上。它不仅能够满足车辆工程专业学生的需求，而且通过适当调整教学内容和教学方法，还能轻松应用于其他工程类专业软件使用的教学中。这种跨专业的适用性使得该教学模式具有广泛的推广价值。同时，教师能够根据具体的教学需求和学生的实际情况，灵活调整教学内容和难度，以满足不同专业和层次学生的需求，进一步增强了该教学模式的针对性和实效性。

2.3 存在问题与改进方向

尽管该教学模式在实践中取得了显著效果，但在实施过程中也暴露出一些问题，其关键问题是目前学生的掌握和学习能力差异较大，因此采用统一的实例来评价所有的学生会带来学习深度不足以及学生能力不能完全发挥的问题。因此，需要大量引进具有代表性的工程实例，来提升学生解决复杂工程问题的能力。通过增加和丰富更多实际的、具有代表性和挑战性的工程实例来改进教学模式。这些实例应涵盖不同的汽车工程领域，如材料力学行为、结构动力学响应、碰撞模拟以及汽车 NVH 性能优化等，以展示有限元方法在不同场景下的应用。不同学习能力及兴趣的学生小组，根据自己的水平和兴趣来挑选合适难度及方向的课题，来完成自己的工程实践环节。这就需要补充更多的工程实例。

通过增强与行业龙头企业的联系，系统收集当前汽车工业中的实际问题，将这些实时的问题转化为教学案例。同时，团队教师定期进行研讨，以发现和整合新的工程实例进入课程内容，确保教学内容的前沿性和实用性。进一步，对于每个引入的新实例，需要详细规划其教学过程。同时，为了帮助学生更好地理解这些复杂实例，可以配合实验数据、模拟结果及案例分析的视频材料，使学生可以直观地理解问题的背景和解决方案。另外，鼓励学生参与实例的深入分析和解决方案的提出，通过小组合作和项目学习方式，促进学生之间的交流与合作，也提高学生独立解决问题的能力。最

后，通过定期的测验、项目报告和口头展示等形式，实时跟踪并评价学生对工程实例的理解深度和解决问题的能力。

3 结语

通过本研究，可以看出将工程实例与有限元软件应用融合的教学模式在汽车工程教育中具有显著的优势。该模式不仅能够提高学生的学习兴趣和动力，还能有效促进学生将理论知识应用于实际工程问题中，从而提升他们的实践能力和解决问题的能力。同时，该教学模式也为学生提供了更多的自主学习和团队合作的机会，有助于培养他们的创新精神和团队协作能力。另外，该教学模式能够加强教师和企业之间的联合与培养，引入更多案例实例。未来，随着汽车工业的快速发展和有限元技术的不断更新，该教学模式的应用将会更加广泛，为汽车工程教育的发展注入新的活力。

参考文献：

- [1] 靖娟,王友华.汽车轮毂模态及刚度性能有限元分析[J].汽车实用技术,2023,48(19):112-115.
- [2] 蒋萍,戴卫刚,李锋宝,等.汽车吊具有限元分析与优化设计[J].机械制造,2023,61(2):67-69.
- [3] 苏绍丹,陈俊峰,刘丽霞,等.基于有限元的无副车架重型自卸汽车车架结构改进设计[J].拖拉机与农用运输车,2023,50(4):42-45+49.
- [4] 解淑英.基于有限元法的汽车发动机连杆应力与疲劳分析模型及应用[J].微型电脑应用,2022,38(10):32-34+49.
- [5] 张丹丹,夏旭东.汽车起重机转台有限元分析与结构优化[J].装备制造,2023,(01):37-40.
- [6] 刘昕.汽车车桥结构的有限元分析[J].汽车与新动力,2022,5(2):62-64.
- [7] 卢晓莉,陆美娟,钱波.某工程车白车身刚度有限元分析[J].汽车零部件,2021(5):62-64.
- [8] 华逢志,王东方,缪小冬,等.基于ANSYS Workbench软件的汽车盘式制动器轻量化研究[J].机械制造,2020,58(9):40-44.
- [9] Wei Y W, Lai J F, Sun X B, et al. Fracture failure analysis and finite element assessment of bridge detection vehicle. Engineering Failure Analysis,2021(125):105423.
- [10] 李健,王小美,沈易晨.电动汽车的减速器设计及有限元分析[J].汽车与驾驶维修(维修版),2021(5):70-71.
- [11] 肖平,杨东德,马建国,等.基于ANSYS的车辆工程教学中有限元软件教学研究[J].科技视界,2022(30):104-106.
- [12] 姚嘉,卢伟,匡兵.“车辆有限元法分析”课程创新教学的设计与开展[J].装备制造技术,2021(8):105-106+133.

作者简介：张文卓（1991-），男，博士，讲师，从事机械部件振动噪声控制及结构优化研究。

基金项目：大连大学教学改革立项项目“《汽车有限元软件应用》课程与工程实例的融合与改革”（项目编号：0601048）。