

Exploration of Teaching Methods for *Plate and Shell Theory* that Integrate Engineering Cases and Cutting-edge Disciplines

Lele Zhang Changsong Zhu Hua Li

Department of Engineering Mechanics, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang, Hebei, 050043, China

Abstract

This paper analyzes many problems existing in the traditional teaching methods of *Plate and Shell Theory*, such as too theoretical teaching methods, out of line with practical engineering application, making it difficult for students to understand and flexibly apply the knowledge to practical scenarios. Based on the background of new engineering construction, the multiple application methods of engineering cases in the teaching process of *Plate and Shell Theory* are expounded in detail. By introducing rich and diverse practical engineering cases, the abstract theoretical knowledge is embodied, so that students can intuitively feel the practicability of knowledge, and then effectively improve their ability to solve practical problems. At the same time, the paper systematically introduces the specific methods of integrating the latest subject research results and cutting-edge technologies into the teaching content, aiming to provide reference for effectively improving the teaching quality of *Plate and Shell Theory* to meet the needs of new engineering.

Keywords

new engineering; *Plate and Shell Theory*; case teaching; subject frontier; teaching reform

融入工程案例和学科前沿的《板壳理论》教学方法探索

张乐乐 朱长松 李华

石家庄铁道大学工程力学系, 中国·河北 石家庄 050043

摘要

论文剖析了《板壳理论》课程传统教学方法存在的诸多问题,如教学方式过于理论化,与实际工程应用脱节,导致学生理解困难且难以将所学知识灵活运用到实际场景之中。基于新工科建设背景,详细阐述了工程案例在《板壳理论》教学过程中的多元应用方式,通过引入丰富多样的实际工程案例,让抽象的理论知识具象化,使学生直观感受知识的实用性,进而有效提升其解决实际问题的能力。同时,系统介绍了将最新的学科研究成果、前沿技术等融入教学内容的具体方法,旨在为切实提升《板壳理论》课程教学质量以适应新工科需求提供参考。

关键词

新工科;《板壳理论》;案例教学;学科前沿;教学改革

1 引言

新工科建设是基于国家战略发展新需求、国际竞争新形势、立德树人新要求,由教育部提出的新一轮工程教育改革,旨在培养具备更强创新能力、跨学科知识和工程实践能力的高素质人才,以满足新时代对工程技术人才的新需求^[1]。

《板壳理论》作为力学、土木工程、机械工程等众多工科专业的重要基础课程,在工程结构分析与设计中起着关键作用。然而,传统的《板壳理论》教学方法在新工科背景下逐渐暴露出一些问题,难以有效培养学生的创新思维和实践能力,

因此探索适应新工科要求的教学方法迫在眉睫^[2-3]。

新工科建设的核心诉求在于切实提高学生对工程背景的透彻理解以及对工程实践的清晰认知,全方位培养学生解决实际工程问题的能力。在此背景下,案例教学法应运而生,并在国内教育领域呈现出蓬勃发展之势。案例教学法以工程案例作为坚实依托,将自主学习设定为开展教学活动的基础,把交流互动视作重要手段,旨在充分挖掘学生潜力,大力增强学生运用所学理论知识有效解决实际问题的能力。这种教学法被广泛视作能够引领未来教学走向成功的典范模式。相较于传统的以单纯课堂知识传授为主导的教学方式,案例教学法有着显著的特点与优势。它极为注重学生主体性、主动性以及自主性的充分发挥。在案例教学的具体实施过程中,学生需要主动去收集来自各个方面的相关资料与信息,随后针对所获取的已有资料展开多角度、全方位的深入分析。在此过程中,学生应当综合运用各类理论知识,对

【基金项目】石家庄铁道大学高等教育教学研究项目(项目编号: Z2022-18)。

【作者简介】张乐乐(1989-),中国内蒙古托克托人,博士,副教授,从事板壳结构力学研究。

解决问题所形成的最终方案进行严谨的判断与审慎的决策。通过这样一系列的实践活动,学生能够从中切实锻炼自身分析问题以及解决问题的综合能力,从而更好地适应新工科建设发展对于人才培养的高标准要求。

此外,从国内外诸多已经开展的教学实践情况来看,倘若教师能够巧妙地将自身所从事的科研活动与教学紧密结合起来,把那些和所授课程息息相关的最新研究成果精心挑选出来,并将其当作生动鲜活的案例融入到日常的教学活动之中,那么将会产生诸多积极的影响。一方面,这样做能够显著提升学生对于课程学习的兴趣。相较于传统相对枯燥、抽象的理论讲解,以最新研究成果为案例的教学方式更加新颖、有趣,能够吸引学生的注意力,让他们更加主动地投入到学习当中。另一方面,此举还可以有效地帮助学生深入了解学科研究的前沿动态。学生们能够借此机会近距离接触到本学科领域内最新的研究进展、创新思路以及尚未完全攻克的难题等,从而极大地拓展了他们的学术视野,使他们站在更高的角度去看待所学专业,为今后进一步深入学习、开展科研工作或者投身相关行业打下更为坚实的基础。

综上,论文旨在探索如何在新工科背景下,将工程案例和学科前沿有机融入《板壳理论》教学过程,以克服传统教学方法的局限,提升学生的学习体验、知识应用能力以及创新实践素养,使学生更好地掌握板壳理论知识并能将其应用于实际工程问题的解决,从而更好地契合新工科人才培养的目标。

2 《板壳理论》的课程特点

板壳理论在航空航天、机械制造、土木工程、船舶工程等众多领域都有着重要的应用。掌握板壳理论知识对于合理设计和分析工程结构的性能、确保结构的安全性和可靠性至关重要。其课程特点主要体现在以下两个方面。

2.1 力学原理复杂

《板壳理论》主要探讨板壳结构在各类载荷作用下的力学响应,涉及到薄板与薄壳的弯曲、振动以及稳定等问题。板壳结构的几何形状不规则且受力情况复杂,其力学分析需综合考虑材料特性、几何尺寸、边界条件等多方面因素,这使得相关力学原理的推导和理解颇具难度。

2.2 数学要求较高

在对具体板壳问题进行求解时,离不开数学工具,如偏微分方程、张量分析、级数展开、矩阵运算等。学生需具备扎实的数学基础,方能准确理解和运用板壳理论中的各种计算公式和求解方法。

3 《板壳理论》教学现状与问题

目前,《板壳理论》的教学还是以教师课堂教授为主。这种传统的教学方式往往侧重于理论知识的灌输,如对板壳理论的各种公式推导、定理证明等进行详细讲解。然而,这些抽象的理论内容对于学生来说理解难度较大,容易导致学

生产生畏难情绪,降低了学习积极性。此外,如上文所述,《板壳理论》涉及大量复杂的数学运算,这对于部分数学基础相对薄弱的学生而言是一大挑战。复杂的数学计算过程不仅耗费学生大量时间和精力,还可能使他们在学习过程中迷失方向,无法真正掌握课程核心内容。再者,板壳理论涵盖的知识点众多,包括薄板的小挠度弯曲理论、薄壳理论、板壳的振动和稳定问题等。然而,在实际教学安排中,课时往往相对有限,难以在有限的课时内将所有知识点详细讲解清楚,导致教师只能选择重点内容进行讲授,学生对一些知识点的理解不够深入。具体到教学方式,目前存在的局限性主要有:

3.1 教师主导课堂

传统的《板壳理论》教学方式主要以教师的口头讲授为主,教师在讲台上讲解理论知识,学生在台下被动地听讲。这种单一的教学方式缺乏互动性和趣味性,学生参与度较低,难以激发学生的学习兴趣 and 主动性。

3.2 实践教学薄弱

教学过程中实践环节相对薄弱,学生大多是通过理论学习来掌握板壳理论知识,缺乏将理论应用于实际工程的实践机会。这使得学生虽然在课堂上学习了相关理论,但在面对实际工程问题时,往往不知如何下手,无法将所学知识有效地转化为解决实际问题的能力。

3.3 新型教学模式应用受限

虽然近年来慕课、翻转课堂等新型教学模式在其他课程中得到了一定的应用,但在《板壳理论》教学中,由于课程本身理论性强、数学计算复杂等特点,使得这些新型教学模式的实施面临较大困难。例如,慕课视频难以将复杂的理论推导和数学计算过程清晰地呈现给学生,翻转课堂中学生在课前自主学习时也容易遇到较多难题,导致教学效果不理想。

4 工程案例在《板壳理论》教学中的应用

针对上述《板壳理论》在教学中存在的问题,探索在课程讲授时引入更多相关工程应用实例。这是因为工程案例能够将抽象的板壳理论知识具象化,通过展示实际工程中的板壳结构应用场景,如飞机机翼的弯曲、建筑屋面的受力分析等,让学生更直观地理解板壳理论在实际工程中的作用和意义,降低理论理解的难度。在具体的案例选取上,应遵循以下原则:①代表性:选择能够代表不同领域、不同类型板壳结构应用的案例,如航空航天领域的飞机机翼、机身案例,土木建筑领域的桥梁面板、建筑屋面案例,机械制造领域的汽车车身、压力容器案例等;②针对性:案例应与《板壳理论》课程中的知识点紧密结合,能够涵盖板壳的弯曲、振动、稳定等主要知识点,以便学生在分析案例的过程中,能够深入理解和巩固所学知识;③难易适度:案例的难度应根据学生的实际学习情况进行调整,既不能过于简单,使学生得不到足够的锻炼,也不能过于复杂,让学生望而却步。

例如,飞机机翼是典型的板壳结构,在飞行过程中要承受多种载荷,如空气动力载荷、自身重量载荷等。在教学中,可以引导学生分析机翼的几何形状、材料特性以及边界条件等因素对其弯曲性能的影响。学生通过对飞机机翼结构案例的分析,可以深入理解板壳的弯曲理论,包括薄板的小挠度弯曲方程的应用,以及如何根据实际情况确定边界条件。

在教学组织形式上,应增加小组讨论等比较开放的教学方式,让学生组队完成案例的力学建模与分析,具体可分为如下三个环节:①小组合作:将学生分成若干小组,每个小组负责一个工程案例的分析和讨论。小组合作可以促进学生之间的交流与协作,培养他们的团队合作精神。②教师引导:教师在小组讨论过程中应发挥引导作用,提出相关问题,引导学生运用板壳理论知识进行分析和解答。教师还应及时解答学生在讨论过程中遇到的疑问,确保讨论顺利进行。③汇报展示:每个小组在完成案例分析后,应选派代表进行汇报展示,向全班同学介绍小组的分析思路、解决方案以及在讨论过程中遇到的问题和解决办法。这不仅可以锻炼学生的表达能力,还能让其他同学从不同的案例分析中受益。

为了评估工程案例教学的效果,建议采用以下方式:

①学生反馈:通过问卷调查、课堂提问等方式收集学生对工程案例教学的感受和建议,了解学生在案例分析过程中的收获以及遇到的困难,以便及时调整教学策略;②作业考核:布置与工程案例相关的作业,如根据给定的工程案例进行理论分析、计算等,通过作业完成情况来评估学生对板壳理论知识的掌握程度以及应用能力;③项目评价:将工程案例分析作为一个小型项目,对学生在项目中的表现进行评价,包括团队合作、创新思维、问题解决等方面的表现,以全面评估学生的综合素质。

5 学科前沿在《板壳理论》教学中的融合

学科前沿代表着学科发展的最新动态和研究方向,学生通过了解学科前沿知识,如板壳理论的新进展、先进的板壳结构分析方法等,可以接触到最前沿的创新思维和研究成果,认识到学科之间的交叉融合以及工程技术的不断发展,从而激发自身的创新能力,为培养创新型人才提供动力。具体到教学方法,可以采用以下两种。

5.1 双语教学

采用双语教学是一种有效的将学科前沿融入教学的方法。通过使用英语教材、课件以及在课堂上用英语讲解部分内容,可以让学生直接接触到国际上板壳理论的发展前沿。同时,双语教学还可以提高学生的专业英语水平,为他们今后阅读国际学术文献、参与国际交流合作奠定基础。在实施双语教学时,应选择适合学生英语水平的教材,如一些国外经典的板壳理论教材,并根据课程知识点对教材内容进行适当调整。

5.2 科研项目引导

引导学生参与科研项目也是一种将学科前沿融入教学的有效方式。教师可以结合自己的科研项目或与企业合作的项目,为学生提供参与科研的机会。在科研项目中,学生可以亲身体验到板壳理论在实际科研中的应用,了解到学科前沿的研究方向和方法。例如,在研究新型板壳结构的性能优化项目中,学生可以通过参与实验设计、数据采集和分析等环节,深入了解板壳理论的最新应用和发展趋势。同时,通过参与科研项目,学生的创新能力和实践能力也得到了进一步的培养。

6 结语

在新工科背景下,对《板壳理论》课程进行教学方法的改革是十分必要的。通过将工程案例和学科前沿融入教学过程,能够有效克服传统教学方法的不足,提高学生的学习兴趣、知识掌握程度、创新实践能力。在实际的教学中,应注重工程案例的优化选择和教学实施方式,加强学科前沿与课程内容的深度融合,以更好地适应新工科发展的需求。

参考文献

- [1] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [2] 刘刚,黄一,张崎.基于工程案例的“船舶板壳力学”教学方法改革及实践[J].教育教学论坛,2013(24):31-33.
- [3] 徐岩,王伟.板壳理论课程考试改革探讨[J].土木建筑教育改革理论与实践,2008(10):153-155.
- [4] 徐业鹏,王磊,余天堂.新工科背景下“板壳力学”课程教学改革探索[J].教育教学论坛,2024(19):61-64.