

基于虚拟仿真技术的结构力学课程教学改革研究

鲜威 王景玄

兰州理工大学

摘要：结构力学作为工程领域中的核心学科，主要研究的是物体在受力情况下的变形和破坏规律，其是工程设计和结构分析的基础。然而在传统结构力学课程教学中，教师们往往依赖理论讲授与物理实验相结合的方式，存在设备昂贵、安全风险高、实验周期长等问题，从而限制了教学效果和教学效率。而虚拟仿真技术为结构力学课程教学带来了新的机遇和挑战，引入虚拟仿真技术成为教学改革的重要方向。本研究旨在探讨基于虚拟仿真技术的结构力学课程教学改革。

关键词：虚拟仿真技术；结构力学；教学改革；实践能力

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2026.01.045

引言

结构力学作为工程类专业的重要基础课程，具有理论性强、抽象性高、实践性强等特点。传统的教学方法往往难以满足此专业学生的学习需求。虚拟仿真技术可以为学生创建逼真的虚拟环境，从而让学生能够在其中进行观察、操作和实验，提高学生的学习兴趣和参与度。同时，虚拟仿真技术还可以为学生提供安全、便捷、高效的实践平台，进而增强学生的实践能力和创新精神。因此，引入虚拟仿真技术对结构力学课程进行教学改革具有重要的现实意义。

一、虚拟仿真技术与结构力学课程教学

（一）虚拟仿真技术的概念和特点

虚拟仿真技术是一种利用计算机技术和虚拟现实技术，创建一个虚拟的环境，能够让用户在其中进行各种模拟和交互操作的技术。其本质是通过对现实世界的物理、化学、生物等现象进行建模和仿真，进而使得用户可以在虚拟环境中进行观察、实验、分析和决策等活动。目前虚拟仿真技术被分为桌面式虚拟仿真、沉浸式虚拟仿真和分布式虚拟仿真等不同类型，每种类型都有其独有的特点和应用场景。

虚拟仿真技术的特点包括：一是临场感好，VR技术可以模拟出真实的场景，让人有身临其境之感。二是交互性强：运用虚拟仿真技术可以在虚拟场景中对物体进行各种交互操作，包括旋转、缩放、移动、点击等。三是安全性高：因为虚拟仿真技术可以在用户进行各种危险或者高成本的实验和操作时，不危及用户的安全，大大降低实验和操作的風險以及成本，增加用户的信心和学习的积极性^[1]。四是重复性高：虚拟仿真的安全特性可以实现虚拟环境中的多次重复试验及操作，不用担心实际操作过程中存在的误差和不确定性。

（二）结构力学课程的特点和教学要求

1. 结构力学课程的内容和特点

（1）内容：结构力学主要研究结构的受力、变形和稳定性等问题，其内容包括杆件结构的内力分析、位移计算、稳定性分析、动力分析等。

（2）特点：理论性强。结构力学课程之中涉及了大量的数学和力学理论，如平衡方程、几何方程、物理方程、虚功原理、能量原理等，这些理论需要学生具备扎实的数学和力学基础；抽象性高。结构力学课程中的很多概念和原理都是比较抽象的，如内力、位移、应变、应力、刚度、强度等，对于这些抽象的概念和原理，则需要学生具备较强的空间想象力和逻辑思维能力；实践性强。结构力学课程包含实验、课程设计、毕业设计等环节，各个环节均需要学生将所学的理论知识应用到实际的结构设计和分析中^[2]。

2. 结构力学课程的教学目标和要求

（1）教学目标：培养学生掌握结构力学的基本理论和方法，使其具备分析和解决结构力学问题的能力，从而为其在后续专业课程的学习和实际工程应用打下坚实的基础。

（2）教学要求：为了实现上述教学目标，结构力学课程的教学要求主要包括以下几个方面：一是教学内容要系统、全面、深入，涵盖结构力学的各个方面，同时还需要注重与实际工程的结合。二是教学方法要灵活、多样、有效，对此教师可采用课堂讲授、实验教学、课程设计、案例分析等多种教学方法，激发学生的学习兴趣 and 积极性，提高学生的学习效果和能力。三是教学手段要先进、实用、便捷，教师应积极采用多媒体教学、虚拟仿真教学、网络教学等多种教学手段，丰富教育教学资源和教学形式，最终提高课程教学效率和质量。四是考核方式要科学、合理、公正，教师应采用考

试、作业、实验报告、课程设计报告等多种考核方式,来全面评价学生的学习成绩和能力水平,以此激励学生不断进步和提高。

(三) 虚拟仿真技术在结构力学课程教学中的应用优势

1. 提高学生的学习兴趣和参与度

在教学中使用虚拟仿真技术,可将抽象的结构力学知识变成直观、生动、有趣的虚拟场景,在虚拟场景下实现对结构力学的观察、操作、探索和学习。例如,教师利用虚拟仿真技术向学生呈现各类结构的三维模型、受力情况及变形过程等,学生就能较为直观地理解结构力学中的基本概念和原理了。或者借助虚拟仿真手段让学生在虚拟环境下完成对结构的加载、卸载、改变结构参数等工作,让学生能够深入了解结构力学的分析方法以及计算方法^[3]。

2. 增强学生的实践能力和创新精神

虚拟仿真技术可为学生提供一个安全、方便、高效的教学环境,使学生能够在虚拟环境中开展各种结构的试验、设计、分析及优化等实践活动。运用该方法有助于培养学生的实践能力以及创新精神,提升学生的综合素养及竞争能力。如在虚拟环境下开展结构的倒塌仿真、地震仿真等危险或者成本较高的试验,让学生进一步了解结构的破坏机理及抗震性能。

3. 优化教学过程,提高教学效率

除了给学生带来应用优势外,虚拟仿真技术还能给老师带来丰富、多元、方便的教学资源和教学方法。比如VR提供的各种结构形式的三维模型、动画、视频等教学资源,在教学过程中可以更加形象、直观地向同学们讲授结构力学的基本概念和原理。与此同时,虚拟仿真技术还能够为教师提供各类结构的分析软件和计算工具,使教师对结构的分析和计算更加方便、快捷,从而提升教师的教学效率和精度。

二、结构力学课程教学现状分析

(一) 教学方法单一,缺乏趣味性和互动性

在传统的结构力学教学中,教师们以课堂讲授为主,即教师在讲台上讲解理论知识,而学生被动地接受。此教学方法在实践中的应用缺乏趣味性,也就难以激发学生的学习兴趣。比如,教师在讲解复杂的力学原理和公式时,只是在黑板上进行公式推导和图形绘制,学生往往会感到枯燥乏味、很难理解,易产生厌学情绪^[4]。

(二) 实践教学环节薄弱,学生动手能力不足

在传统的结构力学课程中,实践教学环节所占比重

较小,学生缺乏实际操作的机会,更别说将理论知识与实际工程相结合了。究其原因是部分高校实践教学设施和条件有限,难以满足学生的实践需求。

(三) 教学内容抽象,学生理解困难

结构力学中的很多概念和原理都较为抽象,教师往往只通过文字和图形来为学生讲解这些概念,对学生而言难以直观地理解。同时,教学内容与实际工程联系不够紧密,学生难以将所学知识应用到实际工程中。

三、基于虚拟仿真技术的结构力学课程教学改革策略

(一) 教学内容改革

1. 整合虚拟仿真教学资源,丰富教学内容

首先,教师在课下积极地从专业的教育软件公司、学术机构和在线教育平台,收集和整理现有的结构力学虚拟仿真教学资源,包括各种结构模型、力学实验模拟、工程案例等。然后,对这些资源进行分类和整合,按照结构力学的知识点和教学进度对其进行编排,形成一个系统的虚拟仿真教学资源库。最后,教师根据教学需要,自主地开发一些虚拟仿真教学资源,如特定结构的受力分析动画、复杂工程问题的虚拟仿真案例等。

2. 将虚拟仿真技术与理论教学相结合,增强教学效果

在理论教学中,适时引入虚拟仿真技术能够帮助学生更好地理解抽象的力学概念和理论^[5]。一方面,可以利用虚拟仿真技术为学生们进行案例分析,将理论知识与实际工程问题相结合。教师可以选择一些典型的结构工程案例,通过虚拟仿真模拟其受力情况和破坏过程,引导学生运用所学的结构力学知识进行分析和解决问题。另一方面,教师可开展虚拟仿真实验与理论教学的同步教学。学生在进行虚拟仿真实验的过程中可以实时观察实验结果,并且与理论计算进行对比,最终加深其对理论知识的理解和掌握。

(二) 教学方法改革

1. 采用虚拟仿真实验教学,增强学生的实践能力

课堂上教师可以为学生们设计一系列结构力学虚拟仿真实验项目,其中应涵盖梁的弯曲实验、柱的受压实验、桁架的受力分析等多个方面。基于此,学生可在虚拟环境中进行实验操作,如加载、测量、数据分析等,进而掌握有关的实验方法和技能。课后,教师可引导学生自主设计虚拟仿真实验,即教师给出实验题目和要求,学生利用虚拟仿真软件自行设计实验方案、进行实验操作和数据分析,借此培养学生创新和实践能力。

2. 运用虚拟仿真案例教学, 提高学生分析和解决问题的能力

教师在实践中运用虚拟仿真案例教学, 首先选择具有代表性的结构力学案例, 然后引导学生对案例进行深入讨论和分析。而教师在这个过程中需要给予指导和点评, 帮助学生提高分析和解决问题的能力。教师要鼓励学生将虚拟仿真案例与实际工程问题相结合, 并在此基础上进行拓展研究和创新设计。

3. 开展虚拟仿真项目教学, 培养学生的创新精神和团队合作能力

进行教学时, 教师可以设计一些综合性的虚拟仿真项目, 如结构设计大赛、工程模拟项目等。而在项目实施过程中, 教师可以要求学生以小组为单位, 共同完成项目的设计、分析和报告撰写等任务。在此过程中, 学生需要分工合作, 充分发挥各自的专业优势, 与同伴共同解决项目中遇到的问题。教师对项目要全程指导和评估, 在学生完成项目时及时给予学生反馈和建议, 并且鼓励学生进行创新设计和实践。

(三) 教学手段改革

1. 建设虚拟仿真教学平台, 提供便捷的教学服务

首先, 学校应主动开发或者引进专门针对结构力学课程的专业虚拟仿真实验教学平台, 它应该能实现模型展示、实验操作、数据分析、在线测试等功能; 其次, 该虚拟仿真实验教学平台应该具有友好的人机界面及交互功能, 便于老师和学生的使用, 教师利用该平台可随时随地向学生发布教学资源、布置作业、组织考试等, 而学生可以进行自主学习、实验操作、上交作业等。第三, 学校要定期对这个教学平台进行维护及更新, 以此来保证该平台的稳定以及安全。

2. 利用多媒体技术, 增强教学的直观性和趣味性

最常见的是教师结合图片、动画、视频等多媒体手段, 给学生制作结构力学虚拟仿真教学课件, 这样会将结构力学知识点以及试验过程在课堂教学中生动形象地展现出来。若学校配备了多媒体教室, 教师也可使用多媒体教室授课, 从而增加教学的形象性和生动性, 提升学生的积极性和主动性。

(四) 考核方式改革

1. 建立多元化的考核体系

(1) 教师必须采用多种考核方式相结合的方法对学生进行终结性评价, 如考试、作业、实验报告、项目设计等。考试可以考查学生对结构力学理论知识的掌握程度, 而作业和实验报告则可以考查学生的学习态度和实践能力, 项目设计能够考查学生的创新能力和团队合作能力。

(2) 除终结性评价之外, 教师还需要建立过程性评价机制, 注重对学生学习过程的评价。教师可以根据学生在课堂表现、作业完成情况、实验操作等方面的表现, 给予其及时的反馈和评价, 进而激励学生积极参与学习。

(3) 常见的教学主体都是教师, 因而教师还可以引入学生互评和自评机制, 借此机会让学生参与到考核过程中。学生在互评和自评中, 能够发现自己的不足之处, 从而提高自我认知和学习能力。

2. 加大实践考核比重

教学评价时, 教师应提高实践考核在总成绩中的比重, 例如将实践考核成绩占总成绩的比例提高到40%或50%。基于此, 还应细化学生的实践考核内容和标准, 其中包括虚拟仿真实验操作的准确性、数据分析的合理性、实验报告的规范性等。

结语

基于虚拟仿真技术开展的结构力学课程教学改革是一项具有重要意义的研究。实践中, 教师通过整合虚拟仿真教学资源、采用虚拟仿真实验教学、建设虚拟仿真教学平台、建立多元化考核体系等改革策略, 能够有效地提高学生的学习兴趣、实践能力和创新精神, 提升教学质量。

参考文献

- [1] 孙宏昌, 许航, 蒋永翔, 等. 基于虚拟仿真技术的智慧课程教学的改革与创新——以“工业机器人编程与操作”课程为例[J]. 装备制造技术, 2024(09): 63-66.
- [2] 吴金栋, 任光辉, 黄东键, 等. 基于虚拟仿真技术开展实践教学改革的研究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(05): 240-244.
- [3] 赵雪. 基于MES模式的高职院校课程教学改革研究——以“水污染控制技术”课程为例[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(12): 216-221.
- [4] 陈瑾, 秦霞, 黄慧, 等. 基于虚拟仿真技术的细胞凋亡流式检测线上线下混合式教学改革实践[J]. 中国组织化学与细胞化学杂志, 2021, 30(03): 301-306.
- [5] 董彬, 吴涛, 姚志刚, 等. 基于虚拟仿真技术的生物工程类综合实验教学改革与实践[J]. 生物工程学报, 2022, 38(04): 1671-1684.

作者简介: 鲜威, 男, 1991年9月出生, 汉族, 四川省崇州市人, 博士, 副教授, 研究方向为钢与混凝土组合结构。

基金项目: 本文系兰州理工大学高等教育研究重点项目“以赛促教”目标导向下高校青年教师教学能力提升模式与路径研究(编号: GJ2023A-6)。