

# The Structural Seismic Design Course under the ‘New Engineering’ Paradigm: AI-Driven Reform and Implementation

Junjie Huang

School of Civil and Transportation Engineering Foshan University, Foshan, Guangdong, 528225, China

## Abstract

With rapid advances in AI and the rollout of the New Engineering initiative, teaching in Seismic Design of Building Structures faces challenges and transition. Current teaching practices are characterized by monotonous instructional methods, insufficient practical training, outdated curriculum content, and rigid assessment mechanisms, which severely constrain the cultivation of innovative engineering talents. This paper examines the existing pedagogical landscape of structural seismic design courses and explores viable pathways for integrating AI into course design, delivery, and assessment. The proposed framework integrates several key innovations: an intelligent knowledge graph to structure the curriculum, virtual simulation labs to enhance practical skills, an AI tutoring system for personalized support, and a diversified intelligent evaluation system. The objective is to establish an innovative and holistic teaching model that can serve as a replicable paradigm for the continuous advancement of structural seismic design education under the New Engineering paradigm.

## Keywords

Seismic Design of Building Structures; New Engineering Initiative; Educational Reform; Undergraduate Education

# 新工科背景下 AI 赋能建筑结构抗震设计课程教学改革与实践

黄俊杰

佛山大学土木与交通学院, 中国·广东 佛山 528225

## 摘要

随着人工智能技术的快速发展和新工科建设的深入推进, 传统建筑结构抗震设计教学模式面临挑战与变革。当前建筑结构抗震设计教学普遍存在教学方法单一、实践环节薄弱、课程内容更新滞后、考核方式固化等突出问题, 严重制约了创新型工程人才的培养质量。本文剖析了建筑结构抗震设计教学现状, 探讨了人工智能技术与该课程教学深度融合的可行路径。研究提出通过构建智能化知识图谱、开发虚拟仿真实验平台、建立智能辅导与答疑系统、实施多元化智能评价等举措, 全方位推动建筑结构抗震设计教学模式创新, 为抗震设计课程在新工科背景下的持续升级提供可借鉴范式。

## 关键词

建筑结构抗震设计; 新工科; 教学改革; 本科教学

## 1 引言

随着新一轮科技革命和产业变革的兴起, 教育部于2017年启动了“新工科”建设, 统筹考虑“新的工科专业、工科的新要求”, 改造升级传统工科专业, 发展新兴工科专业。“新工科”建设是一项重大战略行动计划, 它并非对传统工科的简单升级, 而是一场深刻的范式变革, 旨在从新理念、新结构、新模式、新质量等方面全面重塑工程教育体系, 培养面向未来的卓越工程人才。新工科教育理念强调跨学科融合、产学研协同和创新实践能力培养, 这一理念要求工程

教育突破传统学科壁垒, 强调学科的交叉与融合, 将人工智能、大数据、物联网等新兴技术融入传统工科专业, 以服务国家战略、满足产业需求和面向未来发展为导向<sup>[1-4]</sup>。

土木工程学科作为传统工科的重要领域, 同样面临如何顺应“新工科”浪潮、优化课程体系以满足新时代要求的问题。建筑结构抗震设计作为土木工程专业的核心课程, 承担着培养学生掌握地震工程基本理论、抗震设计方法和工程实践能力的重要任务。近年来, 我国地震灾害频发, 汶川地震、玉树地震、芦山地震等重大地震事件的发生, 不仅造成了巨大的人员伤亡和经济损失, 也对建筑结构抗震设计提出了更高要求。与此同时, 随着超高层建筑、大跨度结构、复杂空间结构等新型建筑形式的不断涌现, 以及隔震、消能减震等新技术的广泛应用, 传统的建筑结构抗震设计课程教学

【作者简介】黄俊杰(1981-), 男, 中国广东惠州人, 博士, 讲师, 从事多尺度随机计算力学研究。

内容和方法已难以满足行业发展需求。特别是在新工科建设背景下,如何将人工智能、大数据、云计算等新一代信息技术与建筑结构抗震设计教学深度融合,培养具有创新精神、工程思维和实践能力的复合型人才,成为当前亟待解决的重要课题。

目前,建筑结构抗震设计的课程教学还存在诸多不足之处。传统教学中课堂以教师讲授为主、学生被动接受,教学内容偏重公式推导和规范条文讲解,学生自主探索和创新思考的空间有限。此外,由于抗震设计涉及复杂的力学原理和试验验证,受制于课时和条件限制,实践教学环节相对薄弱,不少学生反映理论知识抽象难懂,与工程实际脱节,学习积极性不高。同时,随着工程领域新技术的发展(如性能化抗震设计、新材料应用等),课程内容亟需更新以反映最新工程实践,但课程大纲更新往往滞后。这些问题导致传统教学模式难以充分满足新工科背景下对复合型、创新型土木工程人才培养的要求。因此,如何将新工科理念融入土木工程专业课程体系,培养具备深厚工程意识和卓越创新能力的毕业生,已成为当前工程教育改革的紧迫任务。

## 2 建筑结构抗震设计的教学瓶颈与改革迫切性

### 2.1 建筑结构抗震设计课程教学的现状分析

建筑结构抗震设计是土木工程专业本科教学体系中的一门核心专业课程,通常设置在本科高年级学期。该课程具有显著的“高阶性”和“综合性”特征,它要求学生必须能够融会贯通结构力学、结构动力学、材料力学、土力学、混凝土结构、及地基基础等多门序课程的知识体系。课程内容不仅涉及地震动特性、场地影响等地震学基本知识,还涵盖了从单自由度到多自由度体系的复杂地震反应分析理论,以及基于规范的大量设计计算和构造措施要求<sup>[9]</sup>。课程理论性强、涉及公式推导和规范条文较多,教学中往往以课堂讲授和板书推导为主。在传统教学模式下,该课程呈现出以下特点和问题:

教学方法相对单一。由于课程内容复杂,教师多采用满堂灌的授课方式,侧重于知识点讲解和计算演示,缺乏启发式、讨论式教学环节,学生参与度不高。这种教师主导、学生被动接受的模式容易导致学生学习兴趣不浓,课堂互动不足。

实践教学环节薄弱。建筑结构抗震设计涉及试验研究和工程实践经验,但受到实验设备和场地限制,普通高校难以让每位学生亲身参与抗震模型试验或结构振动台试验。多数情况下,实践教学仅限于课堂演示或观看实验录像,学生缺乏动手实践和直观感受,难以将理论与实际工程现象建立联系。

课程内容更新不及时。近年来土木工程领域出现了诸如基于性能化的抗震设计、隔震减震技术、新型材料与智能结构等前沿方向。然而许多高校教材和课程大纲仍主要停留在

传统抗震设计方法上,对新技术介绍较少。这导致学生对行业最新发展了解不够,课程教学与工程实际需求存在一定脱节。

考核方式较为单一,难以全面衡量学生能力。当前多数高校对本课程的评价仍以期末笔试为主,题目以计算和理论问答为主,对学生实践能力、创新意识的考查不足。这在一定程度上影响了学生对知识的灵活运用和综合能力的培养。

### 2.2 新工科背景下建筑结构抗震设计课程教学的机遇与挑战

新工科背景为建筑结构抗震设计课程的教学改革带来了难得的机遇。一方面,国家和高校高度重视新工科建设,为课程改革提供了政策和资金支持,为更新课程内容、引入新技术手段提供了保障。另一方面,新兴技术的发展为改进教学方法创造了条件。特别是人工智能、大数据、虚拟现实(VR)等技术,在工程领域的应用日趋广泛,这些技术的引入可使抽象的抗震概念更具象化,复杂的结构响应过程可以通过仿真直观展示,从而提升教学效果。然而,新工科背景下建筑结构抗震设计的课程改革也面临一些挑战。首先,教师队伍需具备较高的信息技术应用能力。引入AI和虚拟仿真等手段要求教师不断学习新知识,研发新的教学资源,对教师而言是机遇亦是挑战。其次,课程改革可能需要打破传统的课程体系和授课模式,这可能与现有教学管理体制产生磨合问题,需要学校层面提供支持和协调。除此之外,教学改革效果的评价体系也需要完善。当引入诸如项目作业、实践环节和智能系统辅助教学后,如何客观评估学生的学习效果、如何确保新的考核方式公平有效,都是需要解决的问题。

## 3 新工科背景下建筑结构抗震设计教学改革方法与途径

### 3.1 重构课程内容体系

在AI技术支撑下,建筑结构抗震设计课程内容体系应进行系统重构。首先,强化基础理论与前沿技术的融合。在讲授传统抗震理论的同时,引入机器学习在地震预测、智能优化在结构设计、物联网在健康监测等方面的应用,拓展学生的知识视野。其次,构建模块化、层次化的课程结构。将课程内容划分为基础模块、核心模块、拓展模块和创新模块。基础模块包括地震学基础、结构动力学等;核心模块涵盖抗震设计原理、计算方法、构造措施等;拓展模块包括隔震减震技术、性能化设计等;创新模块则聚焦前沿研究和工程创新。学生可以根据自身基础和兴趣,选择不同的学习路径。再次,加强跨学科知识整合。将BIM技术、物联网技术、新材料技术等融入课程教学,培养学生的跨学科思维。

### 3.2 创新教学模式方法

基于AI技术的教学改革应采用多元化、智能化的教学模式。首先,实施翻转课堂教学。利用AI平台提供的微课

视频、交互式课件等资源,学生在课前自主学习基础知识;课堂时间用于讨论、答疑和问题解决,提高课堂教学效率。其次,推行项目驱动式教学。设计贴近工程实际的项目任务,如“某高层建筑抗震设计优化”、“既有建筑抗震加固方案设计”等,学生以小组形式完成项目。AI系统提供项目指导、资源推荐、进度监控等支持,培养学生的团队协作和工程实践能力。再次,开展探究式学习。鼓励学生利用AI工具探索抗震设计中的开放性问题。例如,利用机器学习算法分析历史震害数据,发现影响结构抗震性能的关键因素;使用遗传算法优化结构设计参数,探索最优设计方案。这种探究式学习不仅加深了理论理解,还培养了科研创新能力。此外,实施个性化教学。AI系统根据学生的学习风格、知识基础、学习进度等,提供个性化的学习内容和节奏。对于基础薄弱的学生,系统提供更多基础训练;对于学有余力的学生,推送挑战性任务和前沿文献。这种因材施教的方式,最大程度地发挥了每个学生的潜能。

### 3.3 构建智能化实践教学体系

实践教学是培养学生工程能力的关键环节。基于AI技术,可以构建“虚实结合、循序渐进”的实践教学体系。第一层次是虚拟仿真实验。学生通过虚拟仿真平台,完成地震动输入、结构建模、地震响应分析、抗震性能评估等实验。系统提供实时指导和智能评价,帮助学生掌握实验原理和操作技能。第二层次是混合现实实验。结合AR技术,将虚拟模型叠加到真实的结构模型上,学生可以直观看到结构内力分布、变形情况。通过智能传感器采集真实实验数据,与仿真结果对比,加深对理论知识的理解。第三层次是工程实践项目。与企业合作,让学生参与真实的工程项目。AI系统提供项目管理、技术支持、风险评估等服务。学生在实践中学习规范应用、方案优化、施工配合等工程技能。第四层次是创新设计竞赛。组织学生参加抗震设计竞赛、结构设计大赛等。AI平台提供设计工具、案例库、专家指导等资源支持。通过竞赛激发学生的创新热情,培养竞争意识和团队精神。

### 3.4 建立多元化评价机制

传统的考核方式难以全面评价学生的综合能力。基于AI技术,可以建立过程化、多元化、智能化的评价体系。首先,实施全过程评价。AI系统记录学生的学习轨迹,包括视频学习时长、作业完成情况、讨论参与度、项目贡献等,形成学习档案。基于学习分析技术,生成个性化的学习报告,

反映学生的学习态度、努力程度和进步情况。其次,采用多维度评价。除了知识掌握程度,还要评价学生的应用能力、创新能力、协作能力等。利用AI技术分析学生的设计作品、项目报告、答辩表现等,给出综合评分。同时引入同伴互评、企业评价等多元评价主体。再次,实现智能化评价。开发基于AI的自动评价系统,对学生的作业、设计、报告等进行智能批改和评分。系统不仅给出分数,还提供详细的评价报告,指出优点和不足,提出改进建议。

## 4 结语

新工科建设为建筑结构抗震设计课程教学改革提供了重要机遇,同时也带来了诸多挑战。新工科背景下,建筑结构抗震设计课程的教学改革实践表明,充分利用人工智能技术和虚拟仿真手段,围绕以学生为中心重构教学模式,可以有效提升教学效果和人才培养质量。通过引入AI辅助教学和智能评测,课程实现了对学生个性化学习的支持,激发了学生的学习主动性;借助虚拟仿真实验等实践教学环节,学生将书本知识与工程实际紧密联系起来,创新意识和实践能力得到了锻炼。这些改革举措契合了新工科建设中对土木工程人才培养的要求,使课程教学更好地服务于培养面向未来的创新型工程人才的目标。

新工科背景下的课程改革是一项长期而系统的工作。建筑结构抗震设计课程的改革探索证明,顺应时代发展、主动拥抱新技术的教学创新能够取得良好成效。展望未来,随着AI技术的不断发展和教育理念的持续创新,建筑结构抗震设计教学将呈现智能化、个性化、开放化的发展趋势。高校教育工作者应当把握机遇,勇于创新,不断探索AI技术与工程教育深度融合的新路径,为培养高素质工程技术人才、推动我国工程教育现代化做出积极贡献。

## 参考文献

- [1] 林健. 引领高等教育改革的新工科建设. 中国高等教育, 2017(22): 40-43.
- [2] 张莉, 杨建伟, 鄂娜. 新工科背景下控制工程基础课程教学改革探索. 教育进展, 2024, 14(5): 957-962.
- [3] 赵沛, 杨卫. AI时代的力学教学. 力学与实践, 2025, 47(1): 9-14.
- [4] 教育部推进基础学科系列“101计划”一为拔尖创新人才培养筑基. 中国教育报, 2024-04-20.
- [5] 李国强. 建筑结构抗震设计. 中国建筑工业出版社, 2014.