

《结构力学（一）》课堂教学改革的实践与探索

李碧坤

广东理工学院建设学院

摘要：聚焦土木工程专业核心基础课《结构力学（一）》课程教学痛点，进行了一系列课堂教学改革。结合广东理工学院《结构力学（一）》课程具体教学案例，基于 OBE（成果导向教育）理念，通过知识体系重构、教学方法创新、评价体系改革及多维资源整合等立体化改革策略，分析改革实施路径与阶段性成效，旨在为工科专业课程的应用型教学改革提供可借鉴的实践范式。

关键词：结构力学；OBE 理念；任务驱动教学；过程性评价；教学资源建设

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.09.176

引言

在土木工程专业课程体系中，《结构力学（一）》作为承上启下的核心基础课程，其教学质量直接关联学生对后续专业课程的知识迁移与工程应用能力。然而，传统教学模式长期受困于三大突出矛盾：其一，教学内容以抽象理论为中心，与真实场景割裂，导致学生难以构建“力学理论—工程问题”的转化思维^[1]；其二，学生因先修课程基础薄弱及概念理解障碍，产生畏难情绪，学习呈现“被动输入”特征，课后自主知识建构动力匮乏；其三，评价体系过度依赖期末笔试，对实践技能考核缺位，难以动态追踪学生的能力成长轨迹^[2]。

在“新工科”建设与 OBE 理念深化的背景下，破解传统教学痛点、重构应用型人才培养模式成为迫切需求。研究者基于广东理工学院课程改革项目（KTJXGG2024040），以培养学生工程问题分析能力为核心，通过知识体系模块化重构、“启发式+混合式+虚拟仿真”教学方法创新、全过程能力画像评价体系构建及多维资源生态整合，探索工科课程的立体化改革路径。本文结合教学实践案例，系统分析改革实施策略与阶段性成效，以为同类课程提供可借鉴的教学模式。

一、改革目标的多维建构

对知识体系的模块化重构，打破传统章节壁垒，将教学内容拆解为“基础理论—静定结构—超静定结构—影响线”四大模块，每个模块细化为可操作的学习任务，如“静

定桁架内力计算”任务链，引导学生通过“案例导入—理论学习—仿真验证”三步法完成知识建构^[3]。基于 OBE 理念，以培养“复杂工程问题分析能力”为核心目标，明确“能运用图乘法计算结构位移”、“能使用结构大师软件验证手算结果”等具体成果指标，并将其贯穿于教学目标、内容设计与评价体系^[4,6,8]。借助“雨课堂”平台，建立覆盖“课前预习—课堂互动—课后实践”全流程的动态评价机制，实现学习过程可视化、能力评估多元化^[5]。线上线下混合式资源生态构建：开发“导学视频—案例库—习题库—软件模型”四位一体的教学资源，满足学生个性化学习需求，打造“泛在学习”环境^[7,9]。

二、改革内容与实施路径

（一）教学内容重构——从“知识堆砌”到“任务驱动的能力培养”

依据教学大纲，进行知识模块的颗粒化拆解与重构，将课程内容系统划分为表 1 中的四大知识板块、12 个知识单元、48 个学习任务。如图 1，以“静定结构位移计算”模块为例，细分为“虚功原理与单位荷载法”、“图乘法”、“温度变化位移计算”、“弹性支座位移分析”等单元，每个单元设置“理论认知—案例分析—仿真验证”三级任务。如“图乘法”单元中，主线任务为“掌握图乘法公式推导与适用条件”，支线任务为“运用图乘法计算简支梁在均布荷载下的挠度”，并通过“雨课堂”发布课件任务卡，明确学习目标、资源链接与完成时限。

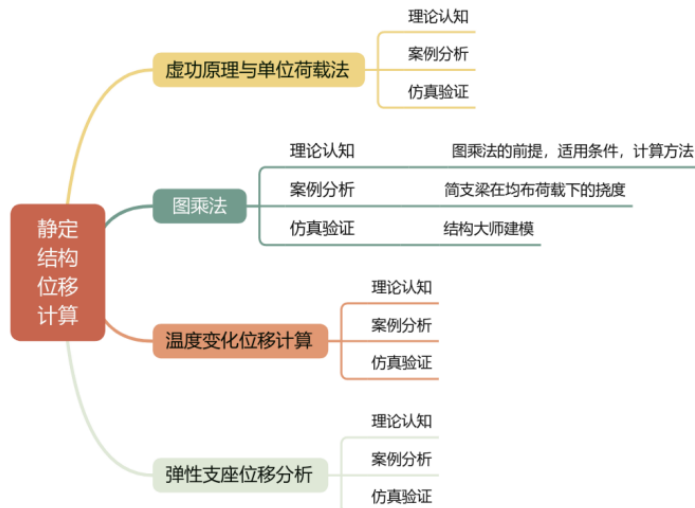


图 1 超静定结构位移计算内容重构

表1 课程内容划分

知识板块	知识单元	学习任务
基础知识	1. 绪论	1.1 定义与研究范畴
		1.2 分类与简化
		1.3 基本假设与荷载分类
		1.4 结构力学学习方法
2. 几何构造分析	2. 几何构造分析	2.1 几何组成分析
		2.2 自由度与约束
		2.3 二元体规则及应用
		2.4 瞬变与常变体系判别
3. 静定结构内力基础	3. 静定结构内力基础	3.1 静定结构基本特性
		3.2 分隔法与平衡方程
		3.3 内力符号规定
		3.4 叠加原理、内力图规律
4. 静定梁与刚架	4. 静定梁与刚架	4.1 单跨静定梁内力
		4.2 多跨静定梁分析
		4.3 静定平面刚架内力
		4.4 复杂刚架内力校核
5. 静定拱结构	5. 静定拱结构	5.1 三铰拱几何构造
		5.2 三铰拱内力
		5.3 合理拱轴线推导
		5.4 带拉杆拱的受力分析
6. 静定桁架分析	6. 静定桁架分析	6.1 桁架分类与基本假设
		6.2 结点法与截面法应用
		6.3 零杆识别技巧
		6.4 对称性简化计算
7. 组合结构分析	7. 组合结构分析	7.1 组合结构受力特点
		7.2 组合结构内力计算步骤
		7.3 桁架与梁组合分析
		7.4 工程实例解析
8. 结构位移计算	8. 结构位移计算	8.1 虚功原理与单位荷载法
		8.2 图乘法计算技巧
		8.3 温度变化位移计算
		8.4 弹性支座位移分析
9. 力法	9. 力法	9.1 超静定次数判定
		9.2 力法基本方程建立
		9.3 对称性简化计算
		9.4 力法典型方程应用
10. 位移法	10. 位移法	10.1 位移法基本未知量
		10.2 转角位移方程推导
		10.3 位移法典型方程建立
		10.4 剪力分配法应用
11. 力矩分配法和矩阵位移法	11. 力矩分配法和矩阵位移法	11.1 力矩分配法原理
		11.2 无剪力分配法应用
		11.3 单元刚度矩阵
		11.4 整体刚度矩阵
影响线	12. 影响线	12.1 移动荷载与影响线
		12.2 静力法绘制影响线
		12.3 机动法快速绘制技巧
		12.4 最不利荷载位置确定

进行工程案例的系统化嵌入，建立“基础理论—典型结构—复杂工程”三级案例库，在基础理论层，引入“简支梁受力变形”等直观案例，通过动画演示帮助学生建立力学概念；在典型结构层，以“工业厂房排架结构”为例，讲解结构简化过程，培养学生“从实际到力学模型”的抽象思维。在复杂工程层，结合“某高层建筑剪力墙

结构位移计算”项目，展示超静定结构分析的全流程，对接后续专业课程内容，强化知识的系统性与应用性。

(二) 教学方法创新——构建“启发式+混合式+虚拟仿真”教学模式

以“结构位移计算”教学为例，采用“事故导入—问题链引导—自主探究”模式，首先播放“加拿大魁北克大桥因位移计算失误坍塌”视频，提出“如何避免类似事故？结构位移计算的核心是什么？”引发认知冲突。接着依次抛出“位移计算的理论基础是什么？”、“图乘法的适用条件如何推导？”、“复杂图形如何分段图乘？”等问题，引导学生通过小组讨论、公式推导等方式逐步解疑。最后布置“简支梁在集中荷载与均布荷载共同作用下的位移计算”任务，要求学生运用图乘法求解并对比手算与软件（结构大师）结果，深化对知识的理解。

线上线下混合式学习流程是在课前通过“雨课堂”推送微视频、电子讲义及测试题，系统自动统计答题正确率，教师根据错题分布调整课堂重点。课堂上采用“20分钟理论精讲+20分钟实时测试+5分钟总结”模式。例如，在讲解“力法原理”时，通过实时答题功能推送“力法基本未知量如何确定？”等问题，即时反馈学习效果。组织小组讨论“超静定结构与静定结构的本质区别”，培养批判性思维；课后发布分层作业，提供习题的详细视频解析，并开放“结构大师”软件建模教程，鼓励学生通过“手算—软件验证—误差分析”流程提升实践能力。

虚拟仿真实践依托“结构大师”软件，开发“静定结构内力验证”、“超静定结构位移分析”等虚拟实验项目，学生可通过调整荷载参数、观察内力云图，直观理解力学概念。

(三) 评价体系改革：从“终结性考核”到“全过程能力画像”

构建多元化评价指标体系，建立“知识掌握—能力发展—素质提升”三维评价框架，具体指标及权重如下：

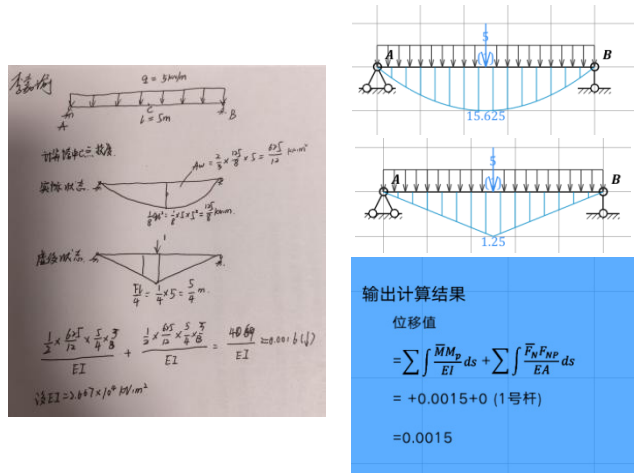
表2 三维评价指标及权重

一级指标	二级指标	评价方式	权重
知识掌握	理论概念理解	课堂提问	20%
	公式推导与计算	课堂任务	20%
能力发展	结构简化与建模能力	软件建模成果	30%
	问题解决能力	小组讨论表现课后作业	20%
素质提升	团队协作与沟通	小组作业评价	10%

实施过程性评价的数字化，依托“雨课堂”动态记录，自动采集学生的课前预习完成率、课堂答题正确率、讨论区发帖质量等数据，实时反馈学习进展。采用“双阶段”作业评价，学生先独立完成作业并提交，观看教师录制的讲解视频后进行自评修改，培养自主反思能力。

表3 部分学生观看视频前后作业成绩

学号	几何构造分析		静定梁与钢架		力法	
	观看前	观看后	观看前	观看后	前	后
46	65	86	76	91	80	90
02	68	90	77	95	86	90
04	60	90	90	95	85	95
05	57	87	70	88	95	99
06	70	99	77	98	90	96



(a) 学生手算 (b) 学生电算

图2 学生图乘法手算与电算

三、改革成果与创新

(一) 教学资源的体系化建设成效

初步构建课程资源库，整理了习题解析手册，覆盖典型习题，附带“易错点标注”与“思路导引”；全面建立“结构大师”软件建模案例库，包含教材所有例题模型，学生可直接调用模型进行参数修改与仿真验证。

(二) 学生能力提升的多维度表现

在知识掌握深度与应用能力方面，对比改革前后的单元测试数据，学生在“结构位移计算”等核心知识的平均得分均有所提高，其中“图乘法适用条件”等易错点的正确率提高最为明显。

(三) 教学改革创新突破

基于OBE理念的教学方法得以实施，在实际操作中，将“问题解决能力”细化为可观测、可评价的具体指标，并通过“反向设计”确保教学内容、方法与评价均围绕目标展开。例如，为达成“软件应用能力”目标，专门设置“结构大师”实践课程。依托“雨课堂”平台实现教学过程的全数据化，教师可通过课堂报告数据精准定位群体难点与个体问题，实现“精准施教”。

四、现存问题与改进方向

(一) 改革实施中的现实挑战

尽管进行了知识模块化重构，部分复杂内容仍难以在有限课时内深入展开，存在课时紧张与内容拓展的矛盾。对困难学生的个性化支持仍显不足，部分基础薄弱学生在学习中多次受挫，产生畏难情绪。与《材料力学》先修课程的知识衔接不够紧密，存在部分内容重复讲解或衔接断层的问题。

(二) 可持续改进策略

开发课程知识清单，明确《结构力学（一）》与先修/后续课程的知识点衔接关系，避免重复教学，与《材料力学》团队共同备课，统筹“内力分析—应力应变—结构设计”的逻辑链条。

五、结论与展望

《结构力学（一）》课堂教学改革通过“知识重构—

方法创新—评价转型”的系统化策略，有效破解了传统教学中的痛点问题，显著提升了学生的学习成效。研究表明，OBE理念与数字化技术的深度融合，是实现工科课程“能力导向”教学的有效路径。未来，需进一步深化以下工作：

(一) 探索AI答疑机器人等新技术在教学中的应用，如通过VR技术让学生“沉浸式”体验结构受力变形过程。

(二) 在案例教学中强化“工程伦理”“工匠精神”教育，如通过桥梁坍塌事故分析，引导学生树立“质量第一、安全至上”的职业理念。

(三) 将本课程的改革经验推广至《结构力学（二）》《材料力学》等相关课程，形成一体化的力学课程群改革体系，为土木工程专业的应用型人才培养提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 曹艳梅, 于桂兰, 向宏军, 等. “3E+3E”工程化教学理念下的结构力学一流课程建设 [J]. 高等建筑教育, 2022, 31(02): 110-118.
- [2] 徐伟杰, 徐明, 郭彤, 等. “金课”背景下土木类虚拟仿真实验教学发展趋势——基于2018年国家虚拟仿真实验教学项目共享平台公示数据 [J]. 高等建筑教育, 2020, 29(1): 74-85.
- [3] 曹艳梅, 王蕊, 于桂兰, 等. 结构力学“唤醒式”差异化教学改革与实践 [J/OL]. 高等建筑教育, 1-9 [2025-05-27]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1025.G4.20241119.1236.002.html>.
- [4] 李宝元, 张灵通, 张震, 等. 新工科背景下应用型人才培养教学改革探索——以“结构力学”课程为例 [J]. 科技风, 2024, (17): 43-45.
- [5] 黄欢, 李高扬, 韦未, 等. 基于学习通平台的结构力学过程性考核模式研究 [J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(19): 154-156.
- [6] 鲁军凯, 李明宝, 贾永峰, 等. 基于OBE理念的“结构动力学”课程教学改革与实践 [J]. 教育教学论坛, 2024, (23): 61-64.
- [7] 王国林, 丁文胜, 吴志平, 等. 基于三合一有机混合模式的教学改革与实践——以结构力学课程为例 [J]. 高教学刊, 2024, 10(01): 128-130+134.
- [8] 林彦, 张智, 范夕森. 基于OBE理念的结构力学课程教学改革与实践 [J]. 太原城市职业技术学院学报, 2023, (11): 105-107.
- [9] 马彬, 张永, 杨晶. 以学生为中心的“结构力学”课程教学改革与探索 [J]. 大众科技, 2023, 25(10): 128-131.

作者简介: 李碧坤 (1996.10-), 女, 汉族, 陕西省渭南市, 硕士研究生, 广东理工学院建设学院, 助教, 研究方向: 土木工程教学研究, 道路工程减隔震技术。
基金项目: 广东理工学院2024年度质量工程课堂教学改革项目-结构力学(一) (KTJXGG2024040)。