

# 地方院校结构力学课程教学改革探索

阳令明,张俭民

(湖南科技学院 土木与环境工程学院,湖南 永州 4251992)

**摘要:**在分析结构力学课程教学现状的基础上,结合课程建设的目标和专业发展的需要,以课程教学改革为背景,从教学内容、教学方法、实践教学及考核方式等几个方面探讨了提高结构力学教学质量的方法,为地方高校结构力学课程的教学改革与创新提供参考。

**关键词:**结构力学;教学方法;实践教学;考核方式

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2016)01-0088-04

## 一、结构力学课程的教学现状

结构力学是土木工程专业一门重要的专业基础课,旨在培养学生掌握结构力学的基本理论和方法,培养学生将工程实际问题抽象为相应的力学模型,并运用相关理论和计算分析软件进行分析和求解的基本能力。它既是前续理论力学、材料力学课程的深化与延续,也是后续混凝土结构设计、钢结构等专业课程的基础,在整个专业培养计划中占有重要地位。但在现有的培养模式下,结构力学课程教学内容多,课时分配少;课堂讲授多,实践教学少,学生的学习积极性不高,学习效率较低,常出现“理论易懂,题目难解”的现象,而且很多学生无法对实际结构进行分析计算。许多教育工作者对以上问题进行了研究与探讨,主要集中在教学手段、实践教学等方面<sup>[1-5]</sup>。结构力学教学应从单一的课堂教学为主逐步走向多种途径的专业能力培养,实现课堂教学与课外培养、理论与实践的统一与结合。

## 二、课程教学改革的思考

### (一)优化教学内容

#### 1. 课程内容的删减与弱化

随着学科的发展,结构力学课时在不断减少,而课本教学内容依然不变,如何在有限的时间内按时按质完成基本教学任务,需要对课程内容进行合理的优化和取舍。例如理论力学中详细讲解的静定平面桁架内力计算只需温故一下,无需重复讲解;材料力学中学习的静定梁、静定刚架的内力计算及内力图的绘制,只需简单带过,侧重于不同的绘制技巧便可。由于专业技术的发展,曾经适用或有价值的理论可能变得不再适用或重要,而教材可能仍保留了这些内容,因此,根据教学任务安排教学计划时应注重教学内容的调整。如曾经广为流行

的弯矩分配法、剪力分配法、图乘法,以及力法的简化等技巧方法,均以手算为基础,虽然技巧巧妙,但由于计算机技术的发展和工程软件技术的开发应用,该内容应在教学过程中逐步弱化。

## 2. 课程内容的补充与加强

根据学科发展和社会现实需要,有必要对某些章节内容提高认识度。如静定或超静定结构影响线的计算,影响线加载目前在局部加载中应用相当广泛,又如位移法、矩阵位移法,这些现代工程结构分析技术所必需的经典理论内容,尽管内容抽象、难度较大,但结构力学采用现代计算手段是发展的总趋势,而矩阵正是实现机算的基础,因此需要加强对位移法与矩阵位移法的基本原理、基本方法及基本应用的讲解,实现从手算逐步走向机算。另外,也可以根据学科发展的需要有针对性地补充完善相关的内容,如增加结构定性分析的内容,讲解结构分析内力图的校核,从而培养学生定性分析、判断内力正确性

和自我纠错的能力。

## (二) 优选教学方法

教学方法多种多样,每一种都有其优势所在,也有一定的局限性,通过各种教学方法科学合理地结合,教学才能达到较好的效果。

### 1. 归纳教学法

结构力学课程概念性较强,课程知识点较多,学生在学习时容易抓不住要点,计算时往往不知道如何下手,容易出现“理论易懂,题目难解”的现象。因此课堂讲解计算基本理论与计算方法或技巧时,应帮助学生构成一个条理清晰的知识结构体系,并辅以基本原理展开讲解,通过基本理论与解题方法的结合,以及相似原理或方法的比较、串连,学生便可针对不同的结构类型较快构建对应的解题思路,从而提高解题速度与效率。结构力学教材中的主要知识体系如表1所示。

表1 结构力学教材中的主要知识体系

结构力学中的主要教学内容		计算方法
平面杆件体系几何组成分析(包括自由度、几何不变体系的组成规则)	结构的静力计算(内力M、V、N,位移 $\Delta$ ,稳定性,极限承载力 $P_u$ )	静定结构(静定梁、静定刚架、三铰拱、静定桁架和组合结构) 超静定结构(超静定梁、超静定排架、刚架、超静定拱、超静定桁架)
	结构的动力计算(动力响应)	单自由度体系、多自由度体系
	影响线计算(R、M、V、N)	静定梁、三铰拱、静定桁架、超静定梁、超静定拱、超静定桁架
几何可变体系(瞬变、可变)		内力计算:力矩平衡方程、力的投影平衡方程 位移计算:单位荷载法 柔度法、刚度法 静力法、机动法(挠度法)

## 2. 案例教学法

结构力学课程具有概念抽象、逻辑性强的特点,虽然知识来源于工程实际,但又与实践存在较大差距。在新概念教学或与工程实际联系紧密的知识教学时,理论联系实际,精选一些常见的、容易理解的工程案例,不仅可以提高学生兴趣,还可以培养学生解决实际问题的能力。例如在讲解工程结构的简化时,可联系到该栋教学楼的梁柱、基础、节点、荷载以及梁柱各部分的联系等内容如何简化的问题;在讲平面体系的几何组成分析时,可联系到生活中三角形稳定性及平行四边形不稳定等日常知识;讲解拱

结构的合理拱轴概念时,例举桥梁鼻祖的赵州桥“为什么能屹立至今”的问题;讲解组合结构的受力分析时,联系生活中的秋千或者吊床来加以说明如何正确区分链杆和梁式杆;讲解移动荷载和影响线的概念时,例举火车和汽车通过桥梁的问题等;讲解温度作用下的位移计算,引入物体热胀冷缩的案例。

### 3. 对比式教学法

对比式教学法可加深学生对知识点的理解和记忆,有利于活跃思维、扩展知识,同时培养学生分析与解决问题的能力,因此在讲解新概念或相关规定要求时优先采用。例如讲解结构力学的内力图绘制

要求时,可以与材料力学关于弯矩图绘制的要求进行对比,材料力学规定弯矩使杆件下部受拉时为正,弯矩图应标明正负号,而结构力学中不规定弯矩正负号,但弯矩图应绘制在受拉纤维一边,不标明正负号;讲解轴力的正负号定义时,一般结构(梁、刚架、组合结构)规定以受拉为正,而在拱结构中则规定以受压为正<sup>[6]</sup>;讲解静定结构的影响线时,可以与结构的内力图进行比较,影响线是指某个截面在移动荷载作用下的内力变化规律,而内力图是指结构各个截面在固定荷载作用下的内力值,尤其是图形绘制的要求,区别很大。讲解静定梁、静定刚架、静定拱等结构内力计算时,一般按结构隔离体(杆件)结构的拆合进行分析,而静定桁架则按结构隔离体(结点、截面)结构的拆合进行分析;讲解矩阵位移法解超静定结构时,可以与力法进行比较,力法是将多余的约束去掉,暴露其所有的未知约束力,而原超静定结构已转化为静定结构,矩阵位移法是将所有独立结点的角位移及线位移约束住,即补充约束,将整体结构问题转化为单个杆件问题进行求解。

### (三) 强化实践教学

#### 1. 培养结构电算能力

随着计算机技术和现代数值计算方法的发展,利用计算机进行结构分析、设计和研究已成为必然趋势。计算分析软件的使用,提高了超静定结构的计算速度,也解决了复杂空间结构简化计算的难题。目前,结构力学常用的计算分析软件有结构力学求解器、ANSYS、Midas/Civil、ABAQUS、PKPM等,它们均适用于桁架、拱、梁和刚架等杆系结构,其中ANSYS和ABAQUS还适用于实体结构分析,当然也可以应用C语言程序、MATLAB编写通用程序进行结构内力求解。地方本科院校土木工程专业结构力学课程教学安排时,可适当选择一种或者几种软件纳入教学环节,安排10个左右课时;同时,根据章节内容,编制综合类上机题目,阶段性安排上机训练,通过对课后习题的电算,以及复杂空间结构的分析,加深对力学概念、计算方法的理解。上述方法既激发了学生的学习兴趣,又拓展了学生分析与解决问题的能力。

#### 2. 培养实验分析能力

根据教育部制订的“注重能力培养、注重素质教育”的教学改革总方针,部分高校开展了结构力学实验课,主要构建了土木工程综合性实验教学平台,即

将结构力学、材料力学、土力学、混凝土基本理论、土木工程材料等课程的实验整合成一门专业基础实验课程。地方本科院校可根据学科发展的实际情况,将结构力学实验划分为基础型、提高型及创造型三个层次,安排11个左右的实验课时。其中,基础型实验要求学生根据实验来验证所学相关理论的正确性,可开展的实验有:结构几何组成分析以及简支梁、多跨静定梁、静定平行弦桁架、悬臂刚架的内力测试(实验时数为3学时,几何组成必选,其他4选1)。提高型实验涉及该课程的综合知识,要求学生综合运用两种及以上的实验方法完成同一个实验,可开展的实验有:一次超静定刚架内力测试、结构优化试验、简支梁的影响线(实验时数为2学时,3选1)。创造型实验要求学生依据给定的实验目的和实验条件,设计实验方案,选择实验器材,制定操作程序,可开展的实验有:给定一个结构增加部分杆件使其变成几何不变体系、结构模型创新大赛相关试题、结构力学大赛相关试题(实验时数为5学时,3选1)。通过结构方案的设计、结构受力的分析、结构模型的制作、试验数据的采集,以及实测数据和电算结果的比较分析,既加深学生对基本理论和概念的理解,又提高学生分析与解决问题及科研探索的能力。

### (四) 改革考核方式

目前结构力学课程的成绩评定有如下三种方法:①期末考试卷面所得成绩;②平时考核成绩+期末考试卷面成绩综合(作业和平时测试、课堂纪律和提问、期末卷面成绩的分数比重为21%:9%:70%);③期末考试卷面成绩和课程教学过程中的过程考核成绩综合。

第一种方法以期末成绩为单一考核,易导致学生只关注期末的复习背诵。第二种方法是目前大多数院校采用的方法,它虽调动了学生日常学习的主动性和积极性,但期末考试成绩比重依然较大,平时考核作用不突出,且考核内容单一。第三种方法能较好引导学生在教学过程中的参与、思考,但由于过程成绩的评定缺乏一个科学合理的量化标准,很多情况下变成了人为调整学生成绩的机动砝码。

现在根据第三种方法,制定相应的量化标准,其中平时成绩引入笔记记录情况指标,期末考试引入定性分析考核指标。结构力学综合成绩采用“期末考试卷面成绩+教学的过程考核成绩”的形式(分数比重50%:50%)。期末考试可采用开卷或闭卷形

式,卷面分值采用“计算题型+定性分析题型”形式(分数比重 90%:10%)。过程考核成绩采用“平时考核+实践考核”的形式(分数比重 40%:60%)。平时考核采用“平时测试、提问和参与讨论+课堂纪律和到课情况+作业、笔记记录情况”形式(分数比重 30%:40%:30%)。实践考核包括结构手算与实验数据比较分析报告、电算分析报告、分析程序编写报告等三项,可任选一项,按五级评分,两项以上取平均值。以上各分数比重可上下浮动 10%。

### 三、结语

结构力学课程教学改革的目的是为了提高结构力学课程教学质量,它一方面要求以适当的方法将知识传授给学生,另一方面要求培养学生学习兴趣、创新思维以及计算与分析的能力。随着计算机的发展和时代的需要,只有不断改进结构力学教学模式,

提高学生的结构分析能力和计算能力,增强学生的市场竞争力,才能实现应用型专业人才的培养要求。

### 参考文献:

- [1] 韩衍群. 土木工程专业《结构力学》教学改革探讨[J]. 长沙铁道学院学报:社会科学版, 2014, 4(15): 147-148.
- [2] 李延强. 面向应用的结构力学课程教学研究[J]. 教育与职业, 2012, 24(736): 142-143.
- [3] 李建慧, 端茂军. 结构力学课程内容设置及教学策略探讨[J]. 苏州市职业大学学报, 2014, 1(25): 75-77.
- [4] 张茫茫, 王霖云. 提升结构力学趣味性的教学探讨[J]. 中国建设教育, 2015(1): 67-71.
- [5] 孙旭峰, 陶阳. 土木工程专业结构力学课程实验教学实践探讨[J]. 高等建筑教育, 2013, 5(22): 133-136.
- [6] 朱伯钦, 周竞欧, 许哲明. 结构力学(第三版)[M]. 上海: 同济大学出版社, 2014.

## Teaching reform of structural mechanics course in local colleges

YANG Lingming, ZHANG Jianmin

(College of Civil and Environmental Engineering, Hunan University of Science and Engineering, Yongzhou 425199, P. R. China)

**Abstract:** Based on the analysis of current teaching situation of structural mechanics course, combined with the course construction objectives and professional developing needs, under the background of course teaching reform the paper discussed the teaching method from teaching content, teaching methods, practice teaching and exam-giving forms to improve the classroom teaching quality of structural mechanics, and provided a reference for teaching reform and innovation in college structural mechanics course.

**Keywords:** structural mechanics; teaching method; practice teaching; exam-giving forms

(编辑 胡 玥)