

# 土木工程大类专业结构力学教学探讨

蔡东升, 刘荣桂

(江苏大学 土木工程与力学学院, 江苏 镇江 212013)

**摘要:** 结构力学是土木工程大类专业的一门重要专业基础课程, 在培养土木工程大类专业复合型人才教学计划体系中起着承上启下的重要作用。在“大土木”背景下, 从结构力学的学科体系出发, 对教学内容、教学方法及政策导向等方面进行分析探讨, 以促进教学方法的改革。

**关键词:** 土木工程大类专业; 结构力学; 教学内容; 教学方法

**中图分类号:** TU311; G642.0      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-2909(2012)04-0062-04

1998年10月教育部颁布了《普通高等学校本科专业目录》, 将原土木建筑类的8个专业(建筑工程专业、交通土建工程专业、城镇建设专业(部分)、矿山建设专业、工业设备安装工程专业、涉外建筑工程专业、饭店工程专业、土木工程专业)合并为土木工程专业。土木工程学科由20世纪50年代较窄的专业模式转变为如今的“大土木”模式, 现今的“大土木”范畴并不是以前土木工程相关专业的简单归并与重复, 而是更高意义上的整合和扩展, 文章称之为“土木工程大类专业”。同时, 伴随着中国经济的快速发展与市场化程度日益深化, 土木工程类企业参与国际市场的机遇与挑战并存, 对土木工程大类专业人才的培养质量提出了更高的要求。土木工程大类专业人才培养一直以来存在“专”与“通”的矛盾, 即专业技术应用型人才和复合型人才培养的矛盾<sup>[1]</sup>。

目前, 相关教育管理部门、各高校及学者基本形成共识: 土木工程大类专业人才的培养应“强基础、宽口径、多方向”。其中, “强基础”是“宽口径、多方向”的前提, 国内开设土木工程大类专业的高校学制4年的总学时一般控制在2 500学时左右, 公共平台课(含公共基础课、专业基础课及人文社科选修课)占教学计划总学时的80%, 约2 000学时, 基础课和专业基础课的学时较为充裕, 能较好地满足土木工程大类专业复合型人才“强基础”的培养要求。国外土木工程大类专业特别注重力学类课程的学习, 如: 密歇根州立大学力学类课程为17学分, 占总学分(128学分)的13%; 佛罗里达大学力学类课程26学分, 占总学分(131学分)的20%; 威斯康星麦迪逊大学力学类课程24学分, 占总学分(125学分)的19%; 南加利福尼亚大学力学类课程21学分, 占总学分(135学分)的16%。力学类课程在总学分中所占的比重高是“强基础”的充分体现<sup>[2]</sup>。需要强调的是: 基础课根据培养目标要求, 重在让学生掌握必要的基础理论。基础教学不仅应从专业教育的需要来考虑, 还应着眼于学生今后的发展, 为“宽专业”的培养目标打下坚实的基础。

收稿日期: 2012-03-12

基金项目: 江苏大学教育教学改革与研究重点项目(2011JGZD007)

作者简介: 蔡东升(1974-), 男, 江苏大学土木工程与力学学院副教授, 主要从事土木工程与新材料在工程结构中的应用研究, (E-mail) caids@ujs.edu.cn。

结构力学是固体力学的一个分支,主要研究工程结构受力和传力的规律、工程结构的优化等内容。结构力学任务是:研究工程结构在外载荷作用下的应力、应变和位移等规律;分析不同形式和不同材料的工程结构,为工程设计提供分析方法和计算公式;确定工程结构承受和传递外力的能力;研究和发展新型工程结构。作为土木工程大类专业承接专业基础课和专业课的重要课程,结构力学课程历来受到各高校、教学管理部门及专业协会、学会的重视。中国土木工程学会教育工作委员会江苏分会于2011年组织举办了江苏省高校首届土木工程青年教师讲课竞赛,结构力学作为四门竞赛课程之一,江苏省大部分土木工程类院校都安排青年教师参加,是参赛人数最多的课程,充分体现了结构力学课程的重要性。随着科学的发展和技术的进步,以及力学解题方法的增加和计算机的普及,结构力学涉及的内容越来越多。同时,由于中国高校本科专业的调整、压缩,相关课程学时的减少,如何在有限的学时内把结构力学教好,以及如何合理调整教学内容、改进教学方法以适应形势的发展和现实的需要,就显得尤为重要。但目前“大土木”背景下有关结构力学的教学探讨还不够充分,文章从结构力学的学科体系出发,从课程内容设置、教学方法几个方面探讨了“大土木”背景下结构力学课程的教学工作。

### 一、结构力学的学科体系

结构力学根据研究性质和对象的不同分为结构静力学,结构动力学,结构稳定理论,结构断裂、疲劳理论,杆系结构理论,薄壁结构理论和整体结构理论等。

结构静力学主要研究工程结构在静载荷作用下的弹性变形和应力状态以及结构优化问题,是结构力学其他分支学科的基础。结构动力学是研究工程结构在动载荷作用下的响应和性能的分支学科,由于涉及时间因素,结构动力学的研究内容一般比结构静力学复杂。结构稳定理论是研究工程结构稳定性的分支,主要研究细杆、薄板和薄壳在受压时应力小于屈服极限的情况下发生失稳(皱损或曲屈)的问题。结构断裂和疲劳理论是研究因工程结构内部裂纹在外载荷作用下扩展引起断裂破坏,或在幅值较小的交变载荷作用下引起疲劳破坏的学科。另外在对各种工程结构的理论和实验研究中,针对研究对象的维度差别还形成了杆系结构理论、薄壁结构

理论和整体结构理论三类。随着科学技术的不断发展,又涌现出夹层结构和复合材料结构<sup>[3]</sup>。

结构力学是一门古老且如今发展迅速的学科,新型工程材料和新型工程结构的大量涌现为结构力学提供了新的研究内容并提出了新的要求。同时,计算机技术的发展为结构力学提供了有力的计算工具。结构力学对数学及其他学科的发展起到了很好的推动作用,如有限元法这一数学方法的出现和发展就与结构力学的研究有密切关系。

### 二、结构力学教学内容改革探讨

目前的土木工程大类专业结构力学的教学内容根据其研究性质和对象的不同主要由三部分组成,分别是结构静力学、结构动力学、结构稳定理论。以结构静力学和结构动力学为主,涉及少量结构稳定理论。主要教学内容大致可分为两类,一类是针对全体学生以巩固力学基础和分析、解决问题的能力为目的,要求熟练掌握。包括几何组成分析,静定结构的受力分析,影响线,荷载、温度、支座移动作用下的位移计算,超静定结构计算方法(力法、位移法,力矩分配法、矩阵位移法),结构动力计算基础等力学经典内容<sup>[4]</sup>。另一类是延伸学习内容包括结构位移计算中的温度作用下的位移计算、变形体的虚功原理、用力法计算求解超静定的桁架和组合结构,两铰拱、无铰拱、支座移动和温度改变时的计算,超静定结构位移的计算,无剪力分配法、力矩分配法与位移法的联合应用,迭代法、超静定结构的影响线、多自由度体系及无限自由度体系的振动,能量法求自振频率、结构的稳定计算、结构的塑性分析和极限荷载等内容<sup>[5]</sup>。课时分配一般根据专业情况有所区别,如江苏大学对结构类土木工程大类专业如土木建筑、交通土建分两学期进行,分设结构静力学和结构动力学两门课程,课时都为45学时,共计6学分,非结构类土木工程大类专业如工程管理、交通工程等为一学期,课时为45学时,计3个学分。

从教学内容上看,结构类专业基本包括了上述结构力学的大部分教学内容,而非结构类专业在动力学和稳定理论上涉及较少,共同的教学内容为结构静力学计算分析理论及其应用。笔者认为现行的教学内容基本能满足不同专业对力学知识的要求。但对非结构类土木工程大类专业学生而言,相应的教学内容偏少,不利于“大土木”背景下复合型人才的培养;现行的教学内容与后续专业课的联系不够

紧密,尤其是课程内容与现行规范存在较严重的脱节,对工程结构上的作用荷载叙述不多;计算机的普及,以“手算”方法为主体的理论教学内容,同当前工程结构设计的实际状况明显脱节,滞后于现实需要。为适应21世纪的教学需要,电算应成为其主要计算手段,而现有的课程内容未能较好地体现计算机应用与结构力学课程的关系。

改革现有的结构力学课程教学内容,将土木工程类专业分设两门课程,即结构力学基础理论和工程结构力学。对于非结构类专业,可以只设置结构力学基础理论。相应教学内容及安排见表1所示。

表1 结构力学教学内容及课时分配

结构力学基础理论教学内容	学时	工程结构力学教学内容	学时
结构荷载	2	变形体的虚功原理及其应用	4
几何组成分析	4	无剪力分配法	4
静定结构内力、位移计算	6	力矩分配法	4
力法	6	矩阵力法	4
位移法	4	矩阵位移法	4
影响线	2	超静定结构位移的计算	2
结构动力计算基础	6	超静定结构的影响线	4
结构稳定计算	4	多自由度体系振动	6
结构极限荷载	4	结构的稳定计算	4
板系结构	5	结构的塑性分析	4
电算基础	2	结构电算	5

### 三、结构力学教学方法探讨

结构力学课程理论性、逻辑性较强,概念抽象,公式推导过程复杂,在教学过程中若偏重于理论的直接导入,容易导致学生产生畏难情绪,学习兴趣降低,进而导致学习的主动性差<sup>[6]</sup>。如何激发学生的学习兴趣,培养其自主发现问题的能力,合适的教学方法尤为重要。文章认为可采用以下的教学方法以激发学生学习兴趣。

(一)结合生活中的常见结构与工程实际进行启发式教学

在教学过程中采用结合实例、案例的启发式教学方法是提高学生学习兴趣的有效途径。教学过程中,注意引导学生将实际生活中的现象与结构力学中的相关问题联系起来,先分析实际问题,再提出其

中的力学问题,进而引入力学原理进行分析计算,最后再返回去解决实际问题。如在讲解几何组成分析时,自由度概念可通过“开着的教室门是否自由”,“关着的教室门是否自由”,“学生的桌子是否自由”,“学生是否自由”等类似与生活直接相关的问题引入,进而分析其原因,导入课程重点、杆件的平面自由度、空间自由度的概念。又如讲解拱结构的合理拱轴概念时,笔者选取了实际工程中的典型拱结构工程图片进行展示,其中一幅是赵州桥的图片,抛出“作为桥梁鼻祖、世界土木工程里程碑的赵州桥为什么能屹立至今”的问题,再引入合理拱轴的概念及其分析、计算方法。

(二)让学生参与教学过程,将其作为教学的主体

根据课程内容,在启发式教学的基础上,采用课堂讲解、课堂讨论、课堂习题等多样化的教学方式,进行课程内容的传授。为学生能切实参与实际教学过程,可布置一些课程内容让学生试讲和讨论。为使尽可能多的学生参与课程内容的讨论,可将4~6名学生分为一组,分析讨论试讲的内容是否正确、清楚,是否理解了相应的课堂内容,有无补充等问题。最后由教师进行教学点评和总结,以达到课堂教学目标。安排习题课以巩固理论知识,习题课可选择多个典型题,要求只讨论分析求解思路,不进行具体的解算,以培养学生分析、解决问题的能力,具体计算结果可由学生课后完成并以作业的方式上交。

### 四、政策导向促进教师教学方法的改革

教师是实现教学计划、人才培养目标的主要执行者,其教学行为直接影响人才培养的质量和高校声誉。由于目前高校对教师的评价体系存在“重科研”现象,教师的职务晋升与科研成果(课题、论文)直接挂钩,而与教学关系不大。教师在教学上只需满足基本工作量即可,教学水平的评价结果与职务晋升的关系不够明确,使部分教师轻视教学。为保证教学效果,应要求教师精心备课,明确讲课重点、突出难点,尽量采用现代化教学手段,不断改进教学方法;认真批改作业,辅导答疑,及时了解并解决教学中存在的问题;实行教考分离,考试均用试题库A、B卷及标准答案,流水批卷;对考核结果及时作出分析,提出改进意见。根据期中课程教学情况、院系期中教学检查情况和学生反馈,提出改进措施;期末总结本学期教学情况及考试情况,并对下次开

课提出看法;平时不定期组织听课、教研活动和撰写教研论文。通过上述措施规范教师的基本教学行为,保证教学质量。最后,对教学效果优良的教师应予以适当的奖励,同时在职务晋升政策上与教学效果挂钩,以提高教师改革教学方法的积极性,重视教学,为高校的发展提供坚实的基础。

### 五、结语

结构力学是土木工程大类专业的一门重要专业基础课,在培养土木工程大类专业复合型人才教学计划体系中起着承上启下的重要作用。在“大土木”背景下,文章从结构力学的学科体系出发,在结构力学教学内容改革、教学方法及如何促进教师教学方法的改革方面进行了一定的探讨,以期为“大土木”背景下如何更好地培养土木工程大类专业复合型人才提供参考、讨论。需要指出的是,结构力学教学改

革是一项极具复杂性、系统性的工程,其内容与方法也在不断地变化,需要在实际教学活动中不断探索和发展。

### 参考文献:

- [1]柳炳康.培养土木工程专业通专结合的复合型人才的探讨[J].高等建筑教育,2006,15(2):42-44.
- [2]车国文,付忠义.土木工程专业课程体系探讨[J].白城师范学院学报,2005,19(3):64-65.
- [3]潘永祥.物理学简史[M].湖北:湖北教育出版社,1991.
- [4]王煥定,章梓茂,景瑞.结构力学[M].北京:高等教育出版社,2010.
- [5]包世华.结构力学[M].武汉:武汉理工大学出版社,2010.
- [6]吕恒林,宋明志,周淑春.结构力学课程教学的几点建议[J].理工高教研究,2007,26(1):114-115.

## Teaching of structure mechanics for civil engineering speciality

CAI Dongsheng, LIU Ronggui

(Faculty of Civil Engineering and Mechanics, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, Jiangsu, P. R. China)

**Abstract:** Structure mechanics is an important professional basic course in civil engineering specialty, it is important to connect the preceding with the following in teaching plan system of talent training for civil engineering specialty. Under big civil engineering background, beginning from the subject system of structural mechanics, some discussions of reforming teaching content, teaching method and the policy to promote teaching method reform was made in this paper.

**Keywords:** civil engineering specialty; structural mechanics; teaching content; teaching method

(编辑 詹燕平)