

中外土木工程专业力学课程对比分析

方自虎

(深圳大学 土木工程学院,广东 深圳 518060)

摘要:文章以麻省理工学院、加州大学伯克利分校和国内的土木工程专业本科教学作为研究对象,从力学课程设置到课程管理进行对比分析,针对目前国内土木工程本科力学课程设置和管理存在的问题,给出了课程改革的建议。

关键词:土木工程;力学课程;教学改革

中图分类号:TU3-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2010)05-0059-03

文章力学是土木工程专业的主干课程,也是广大土木工程专业教师极为关心与悉心研究的课程^[1-3]。文章讨论的对象仅仅是固体力学部分,并且不包括象岩土、混凝土这类特殊材料。文章与国外的对比对象选定两所大学:麻省理工学院和加州大学伯克利分校。这两所大学的土木工程专业在该领域的地位是众所周知的,分析他们的力学课程设置和课程管理的相关情况,无疑能起到借鉴作用。下面就课程设置和管理进行对比分析,并给出笔者关于土木工程专业本科力学课程改革的建议。

一、课程设置对比

麻省土木与环境工程本科所涉及的与固体力学相关课程包括^[4]: Mechanics of Structures and Soils(编号 1.035)、Engineering Mechanics I(1.050)、Mechanics of Structures(1.052)和 Structural Mechanics(1.573)(见表1)。

加州伯克利土木与环境工程本科涉及的力学课程包括^[5]: Introduction to Solid Mechanics(CE C30)、Structural Engineering(CE 120)、Advanced Structural Analysis(CE 121)、Mechanics of Materials I(CE 130)、Mechanics of Structures(CE 130N)、Advanced Mechanics of Materials(CE 131)和 Engineering Analysis Using the Finite Element Method(CE 133)(见表2)。

国内土木工程专业^[6],包括台湾大学^[7],基本上都是由理论力学、材料力学、结构力学和弹性力学四部分组成。结构力学分为基础部分(静定和超静定结构静力效应确定方法)和专题部分(动力学、稳定和极限荷载),有些学校还将矩阵位移法部分脱离成独立的计算结构力学,理论力学分为静力学和运动与动力学两部分。

国内外主要差别有:(1)动力学部分。国内最低也是作为选修课,而国外都是作为研究生课程。(2)国外强调结构分析的计算机软件应用。(3)必修科目国内多于国外。

收稿日期:2010-07-21

作者简介:方自虎(1962-),男,深圳大学土建工程学院博士,主要从事土木工程专业力学课程教学研究,
(E-mail)fangzh@szu.edu.cn。

表1 麻省土木工程专业力学课程内容

编号	课程内容	要求	学分
1.035	包含梁、板、索和拱的静定结构和超静定结构分析;结构分析的矩阵方法介绍;钢、混凝土和岩土建筑材料的力学性能;钢和混凝土结构体系的特性;钢和混凝土结构中的应力集中与非线性原因;钢筋混凝土单元的组合特性、混凝土预应力;地下水渗流、有效应力和土固结、边坡稳定原理;岩土与结构的相互作用;测定材料性能和理解结构特性的实验	必修	18
1.050	描述材料、结构和流体的力学基本原理;量纲分析,动量守恒,静力平衡,应力应变状态,流体静力学,力矩和力;材料和结构的强度准则;变形和应变;线弹性力学的能量守恒;能量耗散;塑性和脆性;岩土和结构工程经验和试验录像	必修	12
1.052	材料力学,弹性和塑性性能,疲劳和断裂;确定复杂结构(梁、轴、桁架、刚架、索)静力效应的分析与计算技术;阐明平衡、稳定、虚功原理以及用来导出位移和屈曲荷载近似计算的能量法;使用 MATLAB 和 PC 版商用有限元的实例;机械、海洋和土木工程应用。	选修	12
1.573	结构力学基本概念及其应用;残余应力,热效应,常见材料的梁柱、拉梁、桁架、刚架、缆索及轴的分析;柱的弹性屈曲;精确解法及近似解法、能量法、虚功法;结构计算力学绪论;土木、机械、及船舶海洋结构的实例研究	选修	12

表2 加州伯克利土木工程专业力学课程内容

编号	课程内容	要求	学分
C30	质点系和刚体的平衡回顾;桁架应用;变形、应变和应力概念;连续体的平衡方程;线弹性理论基础;平面应力和平面应变状态;基本弹性问题(弯曲梁、圆杆扭转)的解	必修	3
120	结构设计和分析介绍;荷载及其布置;钢、钢筋混凝土和木材在结构中比例;结构分析理论;手算和电算方法,电算结果的确认;桥梁、刚架、大跨缆索分析	选修	3
121	结构分析的理论 and 应用;刚度和柔度法,着重直接刚度法;平衡与协调;虚功;静力荷载下结构的线性和简单非线性效应;应用计算机程序分析结构;二维和三维结构的模拟;结构效应的校核	选修	3
130	变形体力学绪论;材料的弹性和极限抗力;杆、轴、梁、柱的应力和变形;组合应力;能量法;超静定体系;弹性稳定	*	3
130N	杆、轴、梁、柱的弹性、塑性应力和变形;能量和变分法;结构的塑性分析;结构的稳定分析;求解工程问题的计算机辅助数值技术和计算机程序方法	必修	3
131	应力、应变、应力应变关系、功和能、边值问题;扭转;梁板弯曲、非对称弯曲、热弹性弯曲、薄壁和夹层梁、板筒介;压杆屈曲	选修	3
133	有限元技术基本内容;结构离散、插值、边界条件、组装和求解;几种场问题的有限元格式的推导;着重计算机模拟与分析固体和流体、热传导、电磁等实际工程问题;课程使用 FEMLAB 软件	选修	3

*:CE 130 已经由 CE 130N 取代

二、课程管理对比

麻省要求本科在自然科学方面修6科、社会人文艺术方面修8科、科技限选课2科、实验课1科,共17科,其中要修讨论课4科,包括2科社会人文和2科主修。土木与环境学院必修力学科是1.050,而土木工程专业还要必修1.035。而在学院给定的

包含1.052和1.573在内的12科中只要选1科即可。可见学生选课非常自由。但是,麻省对前修课程要求非常严格,如果前修课程成绩为D,则后续课程必须得C以上,才算通过。

而伯克利土木与环境工程学院则是将大学四年的课程,除必修外分成:基础科学(大二下学期,4学

分)、工程科学与可持续性(大二下,3 学分)、专业核心(大三上,9 学分,大三下 3 学分,结构专业推荐力学课程编号是 120)、工程科学(大三下,3 学分)、工程技术(大四上,15 学分,结构专业推荐力学课程的编号是 121、131、133)、设计(大四下,3~4 学分)和任选(大四下,5~7 学分)。总学分 120,每学期平均学分 15 分,学生修读学分要接近平均学分。如果每学期选课低于 12 或者高于 20.5 学分,都必须得到教务长的批准。

就笔者所了解的情况,目前国内大学在课程管理方面忽视了这三个方面:(1)前修课程;(2)课程分类指导与专业推荐;(3)每学期所修学分的限定。

三、力学课程改革建议

课程改革包括硬件和软件两方面:硬件指课程内容设定和教材建设,软件指教学管理。一般教学管理是制度建立和执行问题,只要有好的方案,实践起来就比较容易。而课程内容设定涉及到师资和教材,如果改革力度太大,实践起来就困难。

关于动力学,由于受到本科基础知识的限制,目前教学内容都是弹性质点系的自由振动和瑞利-里兹法,而强迫振动部分仍以简谐荷载为主,知识的深度和广度都不适合本科教育,还要有运动学知识作基础。如果将动力学从本科教学中剔除,则理论力学的运动学和动力学部分可以在课程中删除,剩下的静力学部分可以并入到材料力学中。

增加结构分析或设计课程,特别是增加商业软件的使用。关于商业软件,国内的 PKPM 软件制造商应该增加其在高等教育领域的免费推广力度。

因此,建议课程设置:工程力学、结构力学和弹性力学。工程力学是土木工程专业(包括交通、环

境、工程管理专业)的必修课。内容包括:质点系和刚体平面体系的平衡;应力和应变的概念;梁、桁架、圆轴、拉杆的变形和静力效应;平面应力和应变状态;强度理论;组合应力。弹性力学内容不变,作为选修课程。原有结构力学中删除动力学,矩阵位移法、力矩分配法转移到结构分析或设计课程中,将静定结构转移到工程力学中。即结构力学内容安排为:虚功原理和位移计算、超静定结构分析方法,还可以适当增加索结构分析。结构力学作为土木工程专业

的必修课。

教学管理方面,严格管理每科前修课程的学习,在教务管理系统中增加前修课程没有通过,无法修读后续学分的课程。每个学期的修读学分要严格受到限制,严格管理少修和多修。学院增加对学生选课的专业指导。

参考文献:

- [1]黄再兴,胡海岩.国内外大学工科专业力学课程设置情况对比[J].力学与实践,2003,25(1):72-73.
- [2]郭光林,卢红琴.土木工程专业力学系列课程体系的改革思路[J].高等建筑教育,2007,16(1):64-66.
- [3]杨金花.论土建类“结构力学”教学改革[J].湘潭师范学院学报(自然科学版),2009,31(3):104-105.
- [4]Massachusetts Institute of Technology[EB/OL].[2010-08-17].<http://web.mit.edu/>.
- [5]BERKELEY.[EB/OL].[2010-08-12].<http://berkeley.edu/>.
- [6]魏德敏.土木工程专业力学课程教学改革动态分析[J].科技情报开发与经济,2004,14(4):159-160.
- [7]土木工程学系.[EB/OL].<http://www.ce.ntu.edu.tw/cht/index-c.htm>.

Comparison and analysis of mechanical courses of civil engineering specialty in P. R. China and other countries

FANG Zi-hu

(College of civil engineering, Shenzhen University, Shenzhen 518060, Guangdong, P. R. China)

Abstract: I analyzed the undergraduate education of civil engineering major in Massachusetts Institute of Technology, University of California, Berkeley, and some universities in P. R. China. Teaching contents of mechanical courses and requirements for learning these courses were compared and analyzed. According to the current problem in the course design and management of Chinese civil engineering specialty, I proposed some suggestions for curriculum reform.

Keywords: civil engineering; mechanical course; teaching reform