

# 土木工程专业力学系列课程体系的改革思路\*

郭光林, 卢红琴

(南京工业大学 土木学院, 江苏 南京 210009)

**[摘要]** 分析了目前土木工程专业力学课程体系设置的不合理性, 并对如何设置土木工程专业力学课程体系这一问题进行了探讨和研究, 最后给出了切实可行的力学系列课程新体系。

**[关键词]** 力学系列课程; 改革; 整合; 新体系

**[中图分类号]** TU6; G642

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1005-2909(2007)01-0064-03

理论力学、材料力学和结构力学等力学系列课程是土木工程专业的主干课程, 它与先修课程(如高等数学、线性代数)联系紧密, 教学中要求学生具备扎实的数学等基础知识, 同时, 该系列课程教学效果的好坏直接影响后续专业课程(如钢筋混凝土结构、钢结构、结构的抗震设计)的学习, 决定着专业培养目标能否实现。正因为力学系列课程在土木工程专业学生从基础知识的学习转向专业知识的学习过程中起着桥梁和纽带作用, 所以该系列课程良好的教学效果一直是有关教师努力探索的目标。高等教育实行教学改革后, 出现了课程学时数减少与信息量增大、学生学与用脱节等问题。我们感到, 如果继续采用原有的力学系列课程体系很难完成教学任务及达到良好的教学效果。因此, 通过对力学系列课程的认真研究后, 我们给出了新的力学系列课程体系。

## 一、原有课程体系存在的问题

目前国内绝大多数高校是按照理论力学、材料力学和结构力学这三门独立的课程来设置土木工程专业力学课程体系的, 与此对应的课程建设及课程改革均在各门课程的范围各自进行<sup>[1-2]</sup>; 有部分院校将这三门力学课程合为一门课程(通常称工程力学), 其内容只是这三门课程内容的简单叠合, 三大力学课程内容仍然相互独立。这样的力学课程体

系存在以下问题:

一是人为地阻隔了固体力学学科各部分之间的联系, 造成部分内容的脱节或重复赘述。如材料力学课程中的静定结构和超静定结构与结构力学课程中的几何组成分析、材料力学课程中的中压杆稳定与结构力学课程中结构的稳定分析之间缺乏联系; 材料力学课程中杆件的内力分析与结构力学课程中的静定结构内力分析部分内容重复; 个体与集群的分析方法的相互割裂(如构件的力学分析与结构的力学分析)等。课程之间内容的重复导致了课时的浪费, 内容的脱节则导致了学生学习困难, 学习积极性不高, 这一切都直接影响力学课程的教学效果, 使得该课程学生不及格率高, 给后续课程的教学造成困难。

二是过去的力学体系只注重理论知识的学习, 学生应用知识来分析问题、解决问题的能力较差。如书中的例题、习题大多是理想结构, 与工程实例联系不紧密, 学与用严重脱节。这导致学生只会做习题不会分析实际结构, 给将来的学习和工作造成困难。

为了克服以上缺点, 近几年许多院校进行了力学课程体系的改革试验, 主要模式有两种: 一种是将理论力学与材料力学课程有机整合, 按照刚体静力学、刚体动力学和弹性体静力学的体系进行划分, 但结构力学仍单独设置; 另一种是将理论力学、材料力学和结构力学内容各自分割成许多独立模块, 再根

\* [收稿日期] 2007-01-12

[作者简介] 郭光林(1962-), 男, 福建莆田人, 南京工业大学副教授, 从事固体力学教学研究。

据各专业特点进行组合,从而形成新的力学课程体系<sup>[3]</sup>。以上两种模式都没能解决三大力学课程内容整合的问题,特别是没有能够解决结构力学与材料力学内容的脱节与重复赘述等诸多问题。因此,力学课程改革趋势是打破原来各课程界限,按照其内在规律重新组合,重新建立一套联系紧密的新力学系列课程体系。同时为了培养学生分析和解决工程实际问题的能力,有必要在新的体系中加入阶段性的实践性综合训练和练习,这样既强化了学生学用结合的能力,又能提高学生学习理论知识的兴趣。

## 二、土木专业力学系列课程新体系

一般说来,力学课程研究的范畴包含两个方面:力的规律和力作用下物体的效应(外效应和内效应)。新力学课程体系由三篇组成。第一篇为静力分析(包括结构机动分析)。为了研究力的规律,通常选择刚体作为力的载体,以便使力的规律的研究简单化,但这里的许多力学原理只适用于刚体却不适合变形体。因此,我们将每个力学原理(定律)分别在刚体和变形体两种情况下讨论,这样可以使学生在将来的结构分析中正确使用这些力学原理。第二篇为弹性体静力学。它研究静力作用下物体的内效应问题,我们将所有的分析计算按先构件后结构的顺序展开。比如:在介绍杆件的内力之后介绍刚架和结构内力,并把杆件作为刚架和结构的特例来处理;材料力学中的压杆稳定只是结构稳定分析中的特例,我们将其合并介绍。这一篇中我们加强了能量法的应用,在介绍虚功原理和位移法、力法等之后,杆件和结构的静定超静定计算都可以按规则进行。这样,原来材料力学中由于没有引入能量法而用几何图解法求位移等内容则可以删节,从而大大简化原来材料力学中杆件的许多计算。第三篇为动力分析。它研究力作用下物体的运动效应问题,这里的分析对象有两个,即刚体和变形体。在对物体的运动学描述或某些动力分析时,物体的变形在一定条件下被忽略,可以用刚体模拟物体的运动状态。在物体的振动分析中,我们按照刚体、变形体顺序介绍,并将刚体作为变形体的特例处理,即:先介绍质点或刚体的振动分析,然后过渡到变形梁和结构的振动分析。这样,由特殊到一般、由简单到复杂的内容体系非常便于学生理解和掌握。

我们将力学课程体系的三篇内容由八个独立模块组成。这些模块可以根据专业、课时等要求进行组合,故该力学课程体系也可供其他专业使用。八大模块介绍如下:

表1 力学课程模块及综合练习安排

| 篇名     | 子模块     | 综合练习安排 |
|--------|---------|--------|
| 静力分析   | 物体受力分析  | 综合练习一  |
|        | 结构机动分析  |        |
|        | 结构强度分析  | 综合练习二  |
| 弹性体静力学 | 结构位移分析  | 综合练习三  |
|        | 超静定结构分析 |        |
|        | 结构稳定分析  | 综合练习四  |
| 动力分析   | 运动分析    | 综合练习五  |
|        | 动力分析    |        |

刚体静力分析介绍静力学原理、物体受力分析、力学简化与平衡、杆件及刚架的内力分析等,在这里介绍了单个杆件内力之后,可以进入曲杆、拱及刚架等内力分析。

结构机动分析介绍结构机动分析及静定、超静定分析等,可以将机动分析方法拓展应用到静定、超静定分析中。

杆件系统强度分析介绍杆件及结构的强度分析、点的应力状态分析、材料性能、物理关系及各种失效准则、影响线及其应用等。这里在处理固定载荷之后,可引入影响线概念处理移动载荷问题。

位移分析介绍能量法基本知识及利用能量法计算杆件和结构位移的方法,介绍杆件及结构的刚度计算,这里可以省去材料力学中求解位移的几何法,将计算杆件和结构位移的方法统一到能量法上。

超静定结构分析介绍力法的基本原理及其力法在超静定结构分析中的应用;位移法和力矩分配法的原理和应用;位移法和力矩分配法在超静定结构分析中的应用等,原材料力学中的拉、压超静定用几何法确定几何方程,既费时又没有必要,完全可以省去,将超静定结构的分析方法统一起来。

结构稳定分析介绍压杆及结构的稳定计算等,原来材料力学花了许多篇幅讨论压杆稳定问题,在结构力学中又重复讨论。课程内容整合后可先讨论直杆,后讨论组合压杆等结构稳定问题,这样既节省了课时又理顺了内容体系,且学生更容易理解和掌握。

运动分析介绍坐标系、点的运动和刚体运动等。

动力分析介绍刚体动力学、振动分析、结构动力学等。原来在理论力学课程中讨论的质点、弹簧系统振动问题,在结构力学课程中又会重复讨论。而现在可以按单自由度、多自由度及无限自由度体系讨论以上问题,这就大大提高了课程的教学效率。

### 三、力学系列课程新体系通过设置综合分析大作业强化学用结合

如何解决学与用脱节的问题以提高学生分析问题、解决问题的能力,是力学课程体系改革的另一个重要任务。为此,在阶段性课程模块之后,共安排了5次综合性训练作业,这些作业可安排学生课余分组完成,优异者给予适当鼓励和奖励等,这样既可以大大提高学生学习的积极性,又强化了学生学与用的结合,提高了学生综合分析问题的能力。

第一次综合分析大作业,可在静力分析结束后安排,内容主要是工程结构如何转化为计算模型及对模型进行力学分析和机动分析,并进一步分析结构的内力等。目的是锻炼学生分析和处理实际工程问题的能力。

第二次综合分析大作业,主要是强化构件和结构的强度分析及点的应力状态分析理论的应用,巩固力学实验知识,突出实验与计算在结构分析中的应用等。目的是提高学生对复杂结构的强度分析能力及力学实验能力。

第三次综合分析大作业,主要是强化能量方法在结构分析中的综合应用,特别是力法、位移法的应用,强化利用计算机进行结构计算的能力。目的是全面深刻理解能量方法在结构分析中的应用,培养学生应用现代计算技术进行结构分析的能力。

第四次综合分析大作业,主要是强化结构稳定性理论知识,提高学生对结构分析中强度、刚度和稳

定性问题的综合分析能力。目的是深化学生对结构稳定性问题的认识,培养学生全面考虑结构安全问题的良好习惯。

第五次综合分析大作业,主要是训练学生正确认识刚体动力学和弹性连续体动力学的异同点以及工程结构的振动分析等。目的是使学生理解结构静力与动力分析区别,掌握振动分析的基础知识及实际应用,为将来结构的抗震分析设计打下坚实基础。

各专业可根据具体情况,对这五次综合分析大作业进行增删。

### 四、结语

本文给出的力学课程新体系,使三大力学课程有机地整合在一起,有利于学生全面了解结构分析的力学规律,同时模块化结构可以任意组合,以供各专业选择使用。由于新体系使课程内容更加,因此紧凑节省了许多课时,这些节余的课时可以用于阶段性综合训练,锻炼学生能够应用所学的理论知识来分析实际问题的能力。本文提供的这种打破原来各课程界限,按照其内在规律重新组合建立新课程体系的课程改革思路,对今后其他课程的改革同样具有参考意义。本课程体系通过阶段性综合训练来培养和提高学生分析和处理实际工程问题的能力的实践,对力学课程改革也不失为一种有益的尝试。

#### [参考文献]

- [1] 唐晓雯. 工程力学课程改革的探索与实践[J]. 北京高等教育, 2000, (9): 35-38.
- [2] 袁健. 理论力学的主动教学模式探讨[J]. 力学与实践, 2006, (1): 23-26.
- [3] 戴少度, 陈维毅, 陈昭怡. 工科力学系列课程改革的探讨与进展[J]. 太原理工大学学报(社会科学版), 2001, (3): 20-23.

## Thought on the reform of civil engineering mechanics series courses

GUO Guang-lin, LU Hong-qin

(College of Civil Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)

**Abstract:** There are some problems on the system of civil engineering mechanics series courses. In this paper, we study analyze the reason and discuss how to solve it. at last, new system of civil engineering mechanics series courses is presented.

**Key words:** mechanics series courses; reform; mix together; new system.