

# 面向不同力学基础学生的土力学教学改革与实践

夏红春

(徐州工程学院 土木工程学院, 江苏 徐州 221000)

**摘要:**改变传统土力学教学统一大纲、统一教学内容、统一教学模式的现状,将课程内容分为三大模块。对不同工程力学基础的学生,制定不同模块的教学大纲,按照“因人施教、分类培养”的原则,有选择地讲授不同模块的内容,最大限度地调动学生学习土力学的积极性,培养学生的学习兴趣,切实掌握土力学的核心内容,增强学生的独立思考能力与工程实践能力。实施结果表明,所提出的教学改革措施合理有效。

**关键词:**土力学;教学内容;教学改革

中图分类号:G642.0;TU4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)01-0054-05

土力学是一门研究土的物理、力学性质及其与工程问题有关的学科,根据土的应力、应变、强度关系提出力学计算模型,用数学、力学方法求解土的应力分布、变形、渗透性、土压力、地基承载力以及边坡稳定等课题,是土木工程、水利工程、市政工程等多学科的专业基础课,也是从事工业与民用建筑工程、道路与桥梁工程、地下空间工程、水利水电枢纽工程以及岩土环境治理等必备的基础理论知识。作为土木工程专业的一门专业基础课,土力学具有极其重要的学科地位。

工程力学课程在高等数学、大学物理等课程的基础上开设,其主要内容包括理论力学和材料力学两部分。理论力学主要研究物体的受力分析、力系简化和物体及物体系统的平衡,点和刚体的运动学分析,质点与质点系的动力学分析等。材料力学的主要任务是在满足强度、刚度、稳定性的要求下,为工程设计提供必要的理论基础和计算方法。

土力学是用数学、力学方法求解土在各种条件下的应力分布、变形、渗透性、土压力、地基承载力以及土坡稳定等课题。由此可见,土力学课程学习的效果在很大程度上取决于学生对工程力学相关知识掌握与运用的熟练程度。即学生的工程力学知识水平对土力学课程的学习有较大影响。

## 一、教学中面临的问题

为满足建筑行业对安全技术与管理类人才的需求,徐州工程学院自2013年起开始招收土木工程(安全技术与管理)专升本学生,当年招收的70余名学生

收稿日期:2014-09-11

作者简介:夏红春(1970-),男,徐州工程学院土木工程学院副教授,博士,主要从事岩土工程研究,(E-mail)hongchun.xia@163.com。

分别来自江苏建筑职业技术学院、扬州工业职业技术学院以及常州工业职业技术学院等省内 20 余所高校,涵盖了工程造价、建筑技术以及工程监理等 10 余个不同专业。因此,学生的物理、数学以及工程力学基础差异较大。甚至有少部分学生来自于计算机网络技术、矿山机电等与土建类关联度较低的专业,数学及力学知识基础相对较差。即使原来在高职院校所学的专业为土建类或与土建类相关,但由于不同学校的师资水平以及对力学和数学的重视程度不同,学生的工程力学知识水平也存在着较大差别。由此可见,在学生工程力学知识水平差异较大的情况下,应合理地组织土力学的理论与实践教学,将土力学这门集物理、化学、数学以及力学等多学科于一体的专业基础课讲得通俗易懂,从而激发学生的学习兴趣,提高学生的学习积极性,使学生切实掌握土力学的基本概念、基本理论与基本技能,并具有一定的解决实际问题的能力。

对于如何提高土力学课程的教学效果,国内的专家学者进行了大量研究,并发表文章百余篇,概括起来基本可分为以下几个方面。

(1)在理论教学方面,主要是对课程中的一些基本概念及公式推导等进行讨论。如,李栋伟、汪仁和<sup>[1]</sup>对一维固结渗流理论公式、土粒颗粒级配以及最优含水量与塑限关系等进行了探讨,王仕传<sup>[2]</sup>、杨雪强等<sup>[3]</sup>对有效应力原理的理解进行了较为详细的阐述,朱建群、高文华<sup>[4]</sup>对土的三相比例指标之间的换算、有效应力原理以及挡土结构上的土压力和水压力等问题分别进行了较为详尽的分析。

(2)在实践教学方面,主要是对目前土力学实验教学中存在的问题进行分析,并提出了不同的改进措施与建议。如,王俊杰<sup>[5]</sup>在大量调查研究的基础上,分析了土力学在实验教学中存在的不足,并有针对性地提出了改进土力学实验教学的措施;李广信<sup>[6]</sup>认为在课堂上向本科生引入实践教学环节非常重要,重点介绍了清华大学土力学实践教学环节中富有特色的方面;郑运桃<sup>[7]</sup>从青海大学土力学实验教学的特点出发,通过对土力学实验教学的现状分析,对土力学教学内容、实验成绩考核方法以及拓宽实验内容等改革提出了一些思考及建议;赵志峰、王海波等<sup>[8]</sup>对当前土力学实验教学在制度和管理等方面存在的问题进行了分析,并提出了实验课单独开设、单独考核以及建立开放型实验室等措施。

(3)在创新性能力培养方面,张绪涛<sup>[9]</sup>从土力学教师的基本素质、课堂教学的质量、教学的手段与方法等几方面阐述了培养大学生创造性思维能力的问题;费康、许朝阳<sup>[9]</sup>对研究性学习模式在土力学教学中的应用进行了设计,并介绍了教学设计思路、教学内容和课堂讨论问题设计等。

(4)在教学方法方面,璩继立、李陈财等<sup>[10]</sup>在土力学的教学中引入了 PBL(即“以问题为基础的学习”)教学法,提高了学生的学习兴趣 and 自主学习能力;王伟、陶菲菲等<sup>[11]</sup>介绍了启发式教学在土力学中的应用,并论述了应用启发式教学应注意的问题;马时强<sup>[12]</sup>则提出,在土力学的教学中,对一些属于重难点的概念和原理(如砂土液化、土的抗剪强度、有效应力原理、变形模量等)进行恰当有趣的比喻,将有助于学生深刻理解,同时对激发学生学习兴趣、活跃课堂氛围、和谐师生关系大有裨益;丁树云<sup>[13]</sup>在土力学教学过程中,以数学知识作为切入点,结合土力学基本问题,启发学生的思维。

由此可见,尽管对土力学教学方面进行了大量研究,取得了比较丰硕的研究成果,但上述研究均基于一个前提,即学生在学习土力学课程之前,都学习过高等数学、工程力学等课程,具有一定的工程力学基础。对于专升本的学生,在同一班级中,工程力学基础存在明显差异,如何针对不同力学基础学生的接受能力和学习特点,在有限的课时内,使学生切实掌握这门基本概念、计算理论及计算公式均较多的专业基础课,高质量地完成教学任务,是一个值得研究的课题。

## 二、教学改革

### (一)分模块制定教学大纲

土力学主要讲授有关土的基本概念、土的强度问题、变形问题、渗流问题以及土的动力特性等。按照其内容将土力学分为三个模块,如图 1 所示。

模块一为土的基本概念,主要讲述土的形成及分类和物理性质两大部分内容,该部分为土力学的基础,包括土的形成、组成、结构和构造、土的三相比例指标、土的水理性质、土的击实性以及土的工程分类和特殊土的工程地质特征。该部分繁杂的计算公式较少,大部分为叙述性内容或基本概念,学生理解基本没有困难。

模块二为土的强度特性及变形特性,主要讲述土的强度和变形的理论计算和试验。包括土的自重

应力及附加应力计算、基底压力及基底附加压力计算、有效应力原理、地基最终沉降量计算、土的抗剪强度理论及抗剪强度测定方法、地基的破坏模式和

极限承载力以及土压力理论和土坡稳定分析等内容。该部分内容是土力学的核心内容。

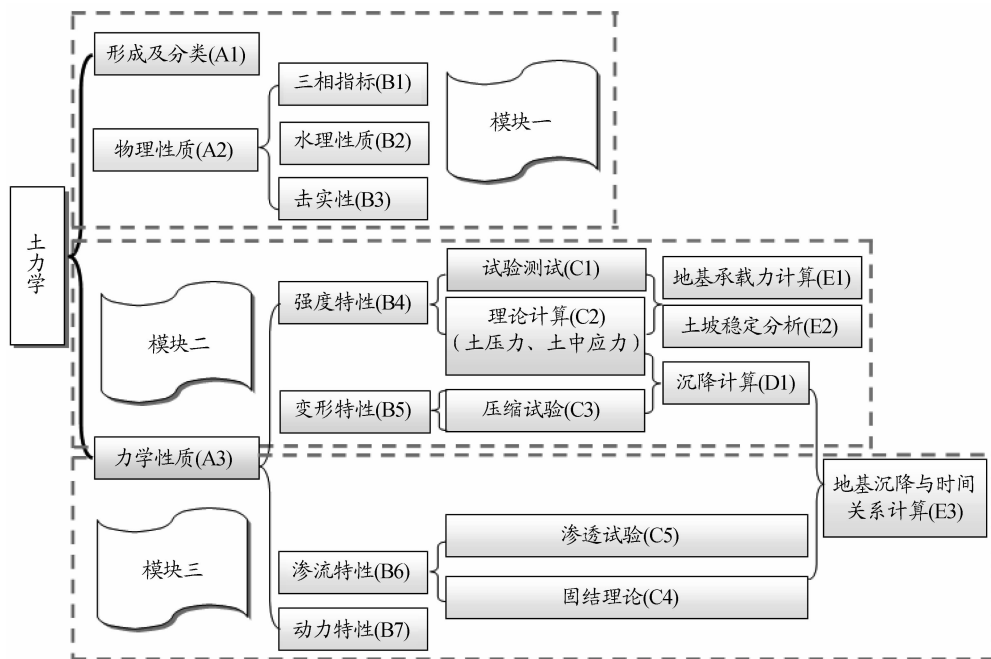


图1 土力学课程核心内容模块划分

模块三主要是土的渗流特性与动力特性。主要包括达西定律、土中的二维渗流及流网、渗透破坏、饱和土的单向固结理论、地基沉降与时间关系计算以及动荷载作用下土的力学特性等内容。该部分内容为整个土力学的难点,尤其是二维渗流、饱和土的单向固结理论以及土的动力特性等内容,其理论性均较强。

## (二) 因人施教、分类培养

对于不同工程力学基础的学生,模块一的内容较容易理解与掌握。模块二中的实验部分,其实验方法与相关参数的获取均比较容易,而理论计算中,由于涉及组合变形时的应力计算(如基底压力的计算)、应力状态理论(如土的抗剪强度计算)以及弹性力学中的相关知识(如地基的自重应力及附加应力计算),故该部分内容对于大多数学生来说,理解与掌握均有一定的难度。在讲解该部分内容时,应根据学生的具体情况合理取舍,而不应拘泥于对所有公式的繁琐推导,如竖向集中力作用下地基中某点附加应力的计算(即布辛奈斯克解答),由于学生没有学习过弹性力学,故只需将计算结果告诉学生即可,而没必要讲述公式的推导过程。对于偏心荷载作用下基底压力的计算,则应让学生理解其实质类似于杆件在压弯组合变形下横截面上任意一点的

应力计算。对于土的抗剪强度理论公式的推导,实质是平面应力状态下,任意截面上的正应力和切应力的求解问题。这样,有利于一定工程力学基础的学生,对问题的理解和掌握。而对没有工程力学基础的学生,在讲解上述问题之前,则应简单介绍应力和应力状态的概念,以及杆件在压弯组合变形条件下,横截面上任一点的正应力计算方法,以利于他们对相关问题的理解。模块三的内容由于涉及流体力学、土的动力学等内容,而这两部分内容,大部分学生几乎没有接触过,所以相对较难,故只需对达西定律、饱和土的单向固结理论等内容简单讲解即可。主要是让学生会利用固结度与时间因数的关系曲线,对地基沉降与时间关系进行计算。

由此可见,对不同工程力学基础的学生,讲课的内容及侧重点应有所区别。

对于力学基础好而且以后有考研意向的学生,在理解并掌握土力学基本内容的同时,开设第二课堂,主要包括以下三个方面内容。

第一,补充讲解与土力学课程内容有关的部分弹性力学以及流体力学知识、土动力学等,从而提高学生的理论水平,即在讲授模块一和模块二的基础上,同时讲授模块三的内容。

第二,设立土力学课程学习兴趣小组,引导学生

进行设计性、创新型实验,鼓励学生积极参加教师的科研项目,加强对学生的科研能力的训练。

第三,对于计算机水平较高的学生,鼓励其利用 Matlab、Abaqus 以及 Ansys 等软件编写程序,通过对软件的二次开发,对土的一维固结过程、三轴试验过程、荷载作用下地基中的应力分布等进行模拟与分析,从而加深学生对理论知识的理解,提高学生的创新能力,激发学生对数值计算软件知识的学习兴趣。

对于力学基础相对较弱且以后准备就业的学生,主要讲授模块一和模块二的内容,对模块三的内容只做简单介绍。对该部分学生,除了要求其掌握土力学的基本概念、基本理论外,应重点培养其动手实践能力,在完成学校规定的必修实验的基础上,增设土的分类及定名、土的压缩固结以及土的承载力等工程实践性较强的实验,培养学生的工程意识,提高学生独立分析问题、解决问题的能力。

### (三)采用合理的成绩考核办法

为改变过去土力学课程考试“重理论轻实践”的弊端,土力学课程的总成绩由试卷成绩和实验课(或第二课堂)成绩两部分组成,试卷成绩(占总成绩的70%)主要考核模块一和模块二中的部分内容,主要评价学生对土力学基本概念以及基本理论的掌握和运用能力,为全体学生的必考内容。将土力学实验课(或第二课堂)成绩在土力学总成绩中的比例由原来的10%调整为30%,使学生的成绩考核更加合理,同时,学生对实验课(或第二课堂)的重视程度显著提高。学生的实验课成绩主要由实验预习、出勤纪律、操作、记录以及结果分析与讨论等综合评定。而第二课堂成绩则由创新性实验能力、软件应用及二次开发能力以及科研小论文撰写等几方面综合评定。

### 三、实施效果

(1)改革后,学生的学习态度发生了明显转变,旷课、迟到及早退现象很少出现。之前,大部分学生认为土力学晦涩难懂,且所学的知识在工程中应用性不强。改革后,学生改变了此种错误观点,消除了学习中的畏难情绪。

(2)无论是基本理论考核,还是实验操作或创新能力考核,学生的成绩均有较大的提高。

图2为土木工程(安全技术与管理)专业学生成绩分布图。从图中可以看出,全班77名学生中仅有2名学生的综合考核成绩在60分以下,成绩在90分

以上的有8名学生,说明绝大部分学生对土力学课程的相关知识掌握较好。

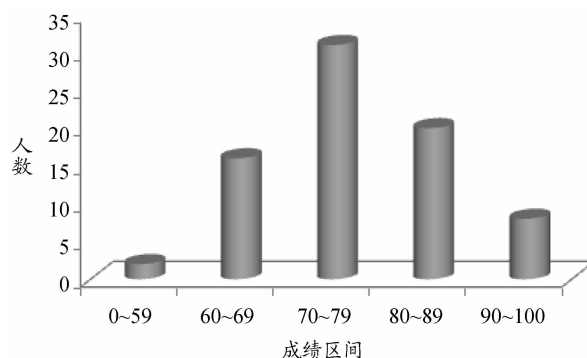


图2 学生总成绩分布

(3)学生对授课教师的教学满意度明显提高,教师的教学综合评价均为优秀。通过问卷调查,90%以上的学生对改革后的教学方法比较满意。

(4)改变了过去理论课教学和实验课教学分别由不同教师担任的做法,采用基础性实验由实验室教师指导,而设计性及创新型实验项目则由理论教学教师或有土力学相关科研项目的教师指导,基本解决了实验室师资不足的问题。

(5)学生的综合素质明显提高,其自主设计能力显著增强,对教师的依赖性明显减小,从而为后续课程(如基础工程)的学习打下了良好的基础。

### 四、结语

虽然土力学的研究对象复杂,实践性强,内容的连贯性相对较差,具有理论繁多、应用公式多、推导公式的假设条件多等特点,但通过对课程内容的合理组织,采用全新的模块教学法,制定不同模块的教学大纲,按照“因人施教、分类培养”的原则,有选择地讲授不同模块的内容,增设工程实践性较强的土力学实验,开展丰富多彩的第二课堂,采用相对合理的成绩考核办法,激发学生对土力学产生浓厚的兴趣,切实理解并掌握土力学的核心内容。

### 参考文献:

- [1]李栋伟,汪仁和.土力学教学中若干问题的商榷和教学方法探讨[J].中国科技信息,2007(18):269-270.
- [2]王仕传.土力学教学中的有效应力原理[J].安徽建筑,2010(4):99-100.
- [3]杨雪强.论有效应力原理在土力学教学中的核心地位[J].高等建筑教育,2009,18(2):60-64.
- [4]朱建群,高文华.土力学教学中几个基本概念的分析[J].高等建筑教育,2008,17(3):78-82.
- [5]王俊杰.工程类专业土力学实验教学改革思考[J].高等

- 建筑教育, 2009, 18(6): 110 - 114.
- [6] 李广信, 吕禾, 张建红. 土力学课程中的实践教学[J]. 实验技术与管理, 2006, 23(12): 13 - 14, 23.
- [7] 郑运桃. 土力学实验教学改革刍议[J]. 青海大学学报: 自然科学版, 2010, 28(2): 92 - 95.
- [8] 赵志峰, 王海波, 何文龙. 土力学实验教学改革思考[J]. 高等建筑教育, 2008, 17(6): 120 - 122.
- [9] 张绪涛, 崔诗才. 土力学教学与大学生创造性思维能力的培养[J]. 聊城大学学报: 自然科学版, 2007, 20(4): 108 - 110.
- [10] 璩继立, 李陈财, 刘宝石. PBL教学法在本科土力学教学中的应用[J]. 教师, 2012(26): 40 - 41.
- [11] 王伟, 陶菲菲, 卢廷浩, 等. 启发式教学在土力学教学中的应用[J]. 高等建筑教育, 2008, 17(5): 83 - 86.
- [12] 马时强. 比喻法在土力学教学中的应用[J]. 聊城大学学报: 自然科学版, 2012, 25(1): 108 - 110.
- [13] 丁树云, 毕庆涛. 从数学的角度讲授土力学[J]. 华北水利水电学院学报: 社会科学版, 2011, 27(1): 183 - 185.

## Teaching reform and practice of soil mechanics for the students with different mechanics level

XIA Hongchun

(School of Civil Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221000, P. R. China)

**Abstract:** The content of soil mechanics is divided into three modules, which changes the traditional soil mechanics teaching status of unified syllabus, unified content and unified teaching mode. The different syllabus of different modules is made for the students with different mechanics level. The teacher can choose different teaching content of different module according to the principle of differential treatment in education. This method can mobilize the students' learning enthusiasm, cultivate the students' interest in learning, help the students to master the core content of soil mechanics, enhance the students' independent thinking and engineering practice ability. The implementation results show that the measures of teaching reformation suggested in this article are reasonable and effective.

**Keywords:** soil mechanics; teaching content; teaching reform

(编辑 周沫)