

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2017.05.025

欢迎按以下格式引用:谭晓慧,侯晓亮,储诚富,等.基于研究性理念的土工实验教学改革探索[J].高等建筑教育,2017,26(5):104-107.

# 基于研究性理念的土工实验教学改革探索

谭晓慧,侯晓亮,储诚富,查甫生,钱家忠,马雷

(合肥工业大学资源与环境工程学院,安徽合肥 230009)

**摘要:**实验教学是高等学校教学工作的重要组成部分,是沟通理论与实践的桥梁。为了提高实验教学质量,培养具有较高科研素质、较强创新精神和实践能力的创新型拔尖人才,提出了土工实验教学改革的具体办法:要求学生进行研究性预习,提交实验所需的电子表格;对实验过程进行数值模拟分析,深入理解实验过程及影响因素。通过教学改革,可以提高学生的预习效果,提高实验课教学质量;可以更好地将理论与实践相结合,促进学生对实验过程、现象及影响因素的深入理解,学会深入分析问题。这种改革有利于培养具有扎实理论基础、较强工程实践能力及创新能力的高素质人才。

**关键词:**实验教学;教学改革;研究性;土工实验

**中图分类号:**G642;423;TU41

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2017)05-0104-04

## 一、研究背景

培养创新型拔尖人才是新时期高等教育教学改革的核心目标之一,“加强自主创新、建设创新型国家”已成为中国社会主义现代化建设的国家战略。培养和造就创新型人才,是建设创新型国家、实施科教兴国战略和人才强国战略的关键所在。创新型人才是指具有创新意识、创新精神、创新能力,能够取得创新成果的人才。创新型拔尖人才的培养最重要地是培养创新能力和创新思维。在培养过程中,应充分调动学生学习的积极性和主动性,要通过一系列的创新型教育活动,使学生学会提出问题、分析问题和解决问题<sup>[1]</sup>。

实验室是高校教学与科研的重要基地,实验教学是教学工作的重要组成部分,是培养具有创新精神和实践能力的创新型拔尖人才的重要环节,是沟通理论与实践的桥梁<sup>[2]</sup>。理论教学与实验教学两者相互依存、相互促进,二者的有机结合有利于培养全面发展的创新型高层次专业技术人才。实验教学可以增加学生对抽象理论的感性认识,加深对理论知识的理解,它不仅可以培养学生的实际动手能力,培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,还可以培养学生独立思考的工作作风和科学思维。这对于学生毕业后从事工程实践或科学研究具有十分积极的意义<sup>[3]</sup>。

收稿日期:2016-10-16

基金项目:安徽省高等学校质量工程项目(2014jyxm040);合肥工业大学青年教师教学研究项目(JYQN1616)

作者简介:谭晓慧(1971-),女,合肥工业大学资源与环境工程学院教授,博士,主要从事岩土力学研究,  
(E-mail) tantan9666@126.com。

土工实验是土木工程、地质工程、水利工程等专业重要的实验内容之一。随着国家基础设施建设步伐的加快,高层建筑、复杂水利水电工程、高速公路与铁路等工程大量兴建,社会对土木工程人才的需求越来越高,这种需求不仅表现在数量上,而且更注重质量的提升。如何培养具有扎实理论基础、较强工程实践能力、具有创新思维及创新能力的高素质人才,已成为当前高等院校土木、地质、水利等相关专业教学中面临的十分重要的课题<sup>[2,4-5]</sup>。

在计算机技术高速发展的今天,高校学生具有较为开阔的专业视野,有跟踪热点工程的意愿和浓厚的科研兴趣<sup>[6]</sup>。高校教师大多具有从事科研工作的丰富经验,有扎实的土力学知识、良好的实验技术和计算能力。在实验教学中,教师结合学生的求知意识,注重培养学生的科学探究能力,可以充分调动学生学习的热情,提高教学效果。研究性实践教学是培养创新型及应用型人才的内在要求,能够为社会培养所需的基础宽、能力强的复合型、应用型、创新型人才<sup>[7]</sup>。为此,笔者以土工实验教学为例,探讨基于研究性理念的工科实验教学模式与方法。

## 二、土工实验教学现状

土工实验是土木工程、地质工程、水利工程等专业课程教学体系中非常重要的实践性教学环节,是相关专业本科实验教学的基础。通过土工实验,可以使学生深入了解土的工程性质,熟悉土工实验各种仪器设备的操作,培养学生动手操作、分析整理实验报告、独立思考和创新能力,为今后从事专业技术工作打下良好的基础<sup>[8]</sup>。

传统土工实验教学普遍存在实验内容单一、验证性实验多、综合设计类实验少的问题;不重视实验预习环节,注重实验过程对学生操作技能的训练,忽视对其科研素质及创新能力的培养;实验结束,只是简单套用公式或图表对实验数据进行计算分析,未展开对实验结果的比对分析,虽然在实验过程中学生也会进行分析、探讨,但分析较为简单,缺乏深度。

为了提高人才培养质量,满足国家对创新型拔尖人才的需求,很多高校进行了土工实验教学改革,提出了一系列改革措施<sup>[2,6,9]</sup>。如:增购仪器设备、建立开放实验室、增加综合与设计性实验的比例、自制模型演示实验、加强校企合作<sup>[10]</sup>等。这些改革举措为提高土工实验的教学效果起到了促进作用,但具体执行效果仍有待进一步提高。如:增购实验仪器需要层层报批,具体落实有难度。建立开放实验室,学生做实验的时间相对灵活,能充分挖掘学生的潜

力,训练学生的动手能力,培养学生的创新思维,但开放实验室学生做实验的时间战线较长,教师无法全程陪同并及时给予指导,实验教学的效果取决于学生自身的态度。增加综合与设计性实验的比例是提高学生创新实践能力的有效措施,但实验教学效果也与学生的学习态度和教师对实验过程的掌控息息相关。

为充分调动学生的积极性,激发其创新潜质,在现有的教学条件下,在实验教学过程中强调研究性预习及实验后续数值分析的重要性,为培养创新性拔尖人才提供了一种新途径。

## 三、基于研究性理念的实验教学改革

### (一) 研究性预习

预习对于实验教学同样具有重要作用,良好的预习是保证学生动手实践能力和创新能力得以提升的基础。在常规的实验教学中,教师一般要求学生在实验课前预习,了解实验内容、目的、原理、方法和注意事项等。虽然多年来教师一直强调实验预习的重要性,但学生预习效果差强人意。多年的实验教学经验表明:很多学生在预习时只关注具体的实验内容及步骤,保证能按时完成实验任务;学习态度较为认真的学生还会准备实验记录表格,以便及时填入实验数据,但是,学生在实验之前很少关注实验数据的具体处理方法。由此导致的结果往往是学生机械地做实验,记录实验结果,至于为何进行这样的实验,实验数据是否正确,如何对实验结果进行分析处理,缺乏更为深层的思考。如果实验结果有问题,学生也很难及时重复实验或改进实验方法。

为了提高学生实验课预习的质量,提前布置研究性预习任务,要求学生课前不仅要阅读实验指导书、了解实验内容,而且要用 EXCEL 做好电子表格。电子表格做好后在实验课之前上交教师评阅、修改、打分。在电子表格中,要明确区分实验数据记录区域及实验数据处理区域。在数据记录区只能填写实验过程中直接观测到的读数,而在结果处理区域,则要求输入相应的计算公式,并计算最终结果,必要时,还可绘制实验结果曲线图。

上述内容看似简单,但近年来的教学实践表明,这样的研究性预习有如下优点。

(1) 将传统教学中实验结束后部分工作提前至实验开始之前,让学生做到有的放矢。学生研究性预习后必须提交电子表格,因而教师能对学生的预习效果有明确的检验标准。学生的预习不再流于形式,而需要花大量时间,精心准备。学生通过带有明确任务的研究性预习,能够对实验目的与内容有更好的了解。通过制表,学生能明确实验过程中需要

测定的物理量,能够计算得到具体值以及实验数据处理的具体方法。学生在实验过程中及时将实验数据填入电子表格之后,能够实时得出计算结果,这有助于判断实验结果是否正确,及时分析实验过程中存在的问题。

(2)有助于培养学生的研究性思维及创新实践能力。学生在充分了解实验内容的基础上再进行实验操作,更有利于理解实验内容及本质。此时,学生不再被动按照教材或教师的指导按部就班地完成实验,他们有更多的时间思考实验过程中遇到的问题,并提出相应解决办法,这对于培养学生的研究性思维及创新实践能力有促进作用。

(3)有助于提高学生对电子表格及计算机的应用能力。EXCEL是办公软件OFFICE的组件之一,熟练使用EXCEL是大学学生的必备技能之一。虽然EXCEL的入门非常简单,但能真正利用其强大的计算及绘图功能却有一定难度。通过研究性预习,学生可以在电子表格中直接输入简单公式。当公式较为复杂时,还可以通过EXCEL内嵌的VB编程功能编写小程序,使数据处理更为简洁。对于计算所得数据,还可以用图形直观表示数据间的内在关系,有助于深入分析实验结果。这样,学生既能学习专业知识,又能提高自己的计算机应用能力,满足用人单位对复合型人才的需求,达到事半功倍的效果。

## (二)实验过程的数值模拟

在传统的实验教学过程中,分析处理实验数据、编写实验报告是实验结束之后的主要任务。在教学过程中我们发现,很多学生愿意主动去学相关数值分析软件(如:有限差分软件FLAC,有限元软件ANSYS, SIGMA/W等),但由于缺乏合适的工程实例作支撑,学生自学效果不佳。按照书本指导去学习软件只能达到入门级要求,带着具体的工程问题去学习软件才能达到对软件的深入了解和灵活应用。

土工实验一般安排在大三进行,由于大三学生的专业知识较为欠缺,让他们用数值计算软件去分析实际工程问题难度很大。但是,在实验教学之后,让学生用软件分析实验过程却相对简单。学生通过对实验过程的数值模拟,既能学习专业软件的使用,又能对实验内容进行深入分析。例如,以土的直剪实验为例,可以让学生模拟直剪实验的全过程,了解土样在实验过程中的应力与应变的变化规律,以及初始条件与边界条件对数值计算结果的影响;可以选择不同的本构模型进行数值模拟,了解不同本构模型对应的土体应力与应变特性;可以结合固结与渗流分析,让学生分析快剪、固结快剪与慢剪的实验过程,分析三种实验方法的本质区别;可以改变土工参数,分析参数

的敏感性,了解土的黏聚力、内摩擦角、弹性模量及泊松比等对抗剪强度及土体变形的影响。

学生通过对实验过程的数值模拟分析,可以达到以下效果。

(1)数值模拟分析可以与实验教学互为补充,相互促进。相同条件下的实验结果与数值模拟结果可以互为验证,使得理论与实践结合更为紧密。在数值模拟过程中需要输入相应的计算参数,而计算参数的获取又必须通过实验获取。不同的计算参数对应不同的计算结果,这种形象化计算会让学生深入理解土工实验的重要性,培养学生认真开展土工实验的科学态度。

(2)数值模拟分析可以促进学生对理论知识的理解与掌握。培养学生的动手实践能力是实践教学的主要任务,但由于实验学时数有限,实验条件也相对固定,要想开展大量的土工实验不切实际,而且,一些土工实验历时较长,学生在短时间内无法真正完成实验。例如:黏性土的固结实验,实验教学中只能让学生模拟实验操作,通过数值模拟计算可以灵活改变实验条件,分析实验过程及各种实验条件的影响。这对培养学生的创新思维及创新能力有良好的促进作用。

(3)通过对室内实验进行数值模拟分析,学生不仅可以熟练地掌握数值模拟软件的操作和使用方法,而且还可以为其今后的工作和学习打下良好的基础。

## 四、结语

实验教学是高等学校教学工作的重要组成部分,是理论联系实际的桥梁,是培养创新型拔尖人才的重要环节。为了提高实验教学的质量,培养具有较高科研素质、较强创新精神和实践能力的创新型拔尖人才,笔者提出了基于研究性理念的土工实验教学改革的两个具体办法:一是要求学生开展研究性预习,让学生制作并提交实验所需的电子表格;二是要求学生实验过程采用专业软件进行数值模拟分析及参数敏感性分析,让学生理解实验过程及实验的各种影响因素。通过改革,可以增强实验课的预习效果,提高实验课教学质量;可以更好地将理论与实践相结合,促进学生对理论知识的深入理解;可以使学生较为全面地分析实验过程的多种影响因素,学会科学的思维方法,培养具有扎实理论基础、较强工程实践能力及创新能力的高素质人才。

## 参考文献:

- [1] 张玲彬,李冠华,季斐斐. 河海大学创新型拔尖人才培养模式探析[J]. 黄河水利职业技术学院学报, 2013, 25

- (4): 71 - 73.
- [2] 贾彩虹. 土力学实验课教学的改革与创新[J]. 实验科学与技术, 2010, 8(2): 115 - 117.
- [3] 孙华飞, 单仁亮, 孙强, 高峰. 土木工程专业土力学实验教学中的问题与改革措施[J]. 煤炭高等教育, 2014, 32(1): 117 - 120.
- [4] 徐岩, 赵俭斌. 培养创新型人才的土力学教学方法探讨[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(5): 51 - 54.
- [5] 樊铭京. 土工实验教学中的操作技能训练[J]. 中国现代教育装备, 2013, (15): 43 - 44.
- [6] 胡敏云, 许四法, 陈禹. 对开口型土力学理论与试验教学方法
- 的再认识[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(5): 76 - 79.
- [7] 朱鹏, 赵绍成. 开展研究性实践教学, 创新实践教学模式[J]. 西南农业大学学报: 社会科学版, 2009, 7(5): 212 - 215.
- [8] 周莉, 韩雪, 杨海涛. 应用型人才培养的土力学实验教学模式改革与实践[J]. 黑龙江高教研究, 2014(3): 168 - 170.
- [9] 袁俊平, 曲晨飞, 丁国权. 挡土墙土压力实验演示装置研制[J]. 实验科学与技术, 2012, 10(8): 11 - 13, 46.
- [10] 吕玉增, 韦柳柳. 勘查技术与工程专业实验教学改革探讨[J]. 中国地质教育, 2008(1): 113 - 115.

## Exploration of teaching reform of geotechnical test based on research-oriented concept

TAN Xiaohui, HOU Xiaoliang, CHU Chengfu, ZHA Fusheng, QIAN Jiazhong, MA Lei

(School of Resource and Environmental Engineering,  
Hefei University of Technology, Hefei 230009, P. R. China)

**Abstract:** Experimental teaching is an important part of teaching work in colleges and universities. It is a bridge of communication between theory and practice. To improve the quality of experimental teaching and to cultivate innovative talents with high scientific research qualities, strong innovative spirits and practice abilities, two specific methods for the reform of geotechnical experimental teaching were proposed. The first method is to demand students to conduct research-oriented preview and then design and submit spreadsheets for the geotechnical experiments. The second method is to carry out numerical simulations for some geotechnical experiments and to analyze the influence factors on the experimental process. Through this teaching reform, the quality of preview and the experimental teaching can be improved and the combination between theory and practice can be promoted. Students can understand the experiment process, phenomenon and influence factors more clearly and they can learn to analyze problems deeply. This teaching reform helps to cultivate high-quality talents with solid theoretical foundation, strong engineering practice abilities and innovative abilities.

**Keywords:** experimental teaching; teaching reform; research-oriented; geotechnical experiment

(编辑 梁远华)