

产教融合背景下应用型本科土工实验教学改革研究

赵柳 李萍 潘境盛

成都工业学院 四川成都 611700

【摘要】土工实验是土力学课程的重要实践环节。文章根据应用型本科高校“教学内容与工程实际相融合”的要求，针对土工实验课程教学现状，结合学生土工实验创新性不足、实验与科研和产业脱节等特点，对实验教学模式、实验项目类型进行探索。提出以学生为中心，将科学研究、工程案例贯穿于实验教学全过程实验教学体系，通过线上平台进行课前预习和虚拟仿真实验，增设综合性、创新性实验，建设开放性实验平台，设置多元化考核机制，从而激发学生创新性思维，提升综合能力，培养“立即用得上、永远跟得上”的高质量应用型人才。

【关键词】土工实验；产教融合；教学改革；应用型人才

【基金项目】成都工业学院2022年材料与工程工程学院实验室开放基金立项项目“产教融合背景下应用型本科土工实验教学改革研究（2022CHZH08）”。

1 引言

为破解科教发展短板，着眼未来长远发展，产教融合是现阶段地方应用型本科进行人才培养和教学研究的重要手段。深化高校实验室的建设研究，是促进教学内容与工程实际相融合、教学过程与工作过程相融合的重要途径。同时，加快高校科研成果转化，是落实国家实施创新驱动发展战略、推进高校建设的必然要求，是高校自身改革发展的内在需求。

“土力学”是土木、路桥、水利等有关专业的重要专业基础课，同时也是被列入国家工科力学基地建设的课程之一，其理论性和实践性都很强^[1]。土工实验是土力学课程教学中至关重要的环节，有助于加深学生对理论原理的理解，提高学生的动手能力和对知识的运用能力，帮助学生打通理论认识与实践应用的关节，为将来进行科研或从事实际工程打下坚实的基础^[2]。为激发学生创新意识、培养学生工程意识及提高学生学术素养，部分高校在土工实验教学改革研究中提出了一些观点和方法，并取得了一定的成效。例如，朱锐等详细论述了土力学多学科交叉融合的特征，探索了土力学实验教学改革措施，创新优化了土力学实验教学评价体系^[3]；夏琼等将数值模拟方法应用于土力学实验教学中，弥补了课堂理论讲解、室内实验等教学手段的不足^[4]；王智德等从影响实验教学质量评定的因素出发，综合分析实验教学当前现状和存在的问题，通过相应的改革完善实验课程成绩评定体系^[5]；徐慧等通过查找文献，归纳出国内一些高校土力学实验课程教学的现状和授课方式；丁国权等通过分析土力学实验的特点及教学困难，针对性地提出了多层次、多形式

按需施教的土力学实验教学体系。

传统的实验教学难以满足产教融合背景下人才需求与人才供给的有效融合。本文以应用型人才培养为导向，分析了土工实验教学现状及存在的问题，探索了提高土工实验教学质量的模式与教学方法，以培养学生的专业素养与创新能力，满足行业生产实践对高质量应用型人才的需求。

2 土工实验教学现状分析

2.1 实验教学内容单一

各本科院校土工实验以课内实验为主，土力学课程教学总学时大多为32~40学时，其中实验学时大多为6~8学时，通常一个实验项目为2学时，课内只能开展3~4个实验项目。各实验项目从总体上看是密切相关的，但因各实验项目单独开设，一次实验只能测得某试样的某个物理力学性质指标，由于打开的土样难以原状保存，故下一次测定其他指标时，还需重新制备试样。若实验室每次准备的土样不一致，学生难以将各实验结果进行联系、全面分析。同时，各实验项目间存在着相同的实验内容，如液塑限联合测定实验和压缩固结实验中土样含水率的测定在原理和方法上是相同的，此类基础实验又相对简单，多次重复实验占用本就紧张的实验课时。

按实验性质可分为验证性实验、综合性实验、设计性实验和创新性实验。由于课时限制，目前开设的实验项目大多以验证性实验为主，综合性、设计性和创新性实验的开设率相对较低。如土粒比重、密度、含水率等基本物理指标测定实验、颗粒分析实验、液塑限联合测定实验、土的压缩实验、直接剪切实验、击实实验等均属于验证性实

验,通过验证性实验对课堂教学中土的各项指标及理论公式进行验证,加深了学生对理论知识的理解。但实验缺少依托的工程背景,实验内容与工程实际联系不紧密,学生对实验目的与工程问题解决之间的关系理解不透彻。

2.2 实验教学模式单一

完整的土工实验都需经历“土样制备-仪器操作-数据处理”,但该过程往往耗时较长,若开展完整的实验过程,则不便于教学安排和实验室管理。为在规定时间内完成实验,实验教师需在课前完成土样制备、仪器调试等工作。在2个课时的课堂内,教师首先需要对实验目的、实验原理、操作步骤、数据处理和注意事项进行讲解,然后示范实验,学生在课堂上只进行几个实验操作环节,不能参与实验全过程,对土样的制作过程不了解,对于耗时较长的部分实验(如固结实验)也不能严格按照规程进行。

传统的“填鸭式”教学模式中教师处于主导地位,教师讲解实验目的、原理、操作步骤、数据处理和注意事项,再示范操作。学生采用分组的形式进行实验操作、记录实验数据、完成实验报告。该种教学模式下,学生处于被动学习状态,缺少预习,实验操作不熟练,组内实验数据雷同、各组间实验结果离散性较大,少数学生可能出现不做实验等实验数据的现象。由于课堂时间紧张,学生也只顾完成实验,没有时间进行过多的思考和创新。

2.3 实验考核模式单一

由于土力学理论课程和实验课程并未分开,且实验课程没有学分,故不论是在教学中还是成绩评定体系中,均以理论为主,实验为辅,实验成绩占比较小,导致学生不重视实验课程的学习,实验课前也未按要求预习实验指导书及相关规范。教师在成绩评定时,由于不能完全掌握每位同学实验课堂的表现情况,通常直接将考勤和实验报告成绩作为学生的实验成绩,缺乏实验过程考核,使学生存在实验课程不重要的错误认识,存在应付学习的现象,不能激发学生的主动性和积极性。

2.4 实验教学师资不足

目前部门高校土木工程类专业实验教师不足,通常土工实验课程教师由土力学理论课程教师兼任,理论课程教师对实验仪器、实验操作步骤的掌握程度不一定全面。同时教师缺乏实际工程经验,使得教师在教学时难免脱离工程实际,无法达到产教融合的授课目标。

2.5 实验设备资源利用率低

由于土力学课程每年只上一学期,土工实验课集中在2~3周内完成,导致其他时间实验室处于闲置状态。同时,由于很多实验课都是专业课教师兼任,缺少专职的实验教

师,实验室只有在实验课时才开放,从而也导致了实验设备资源利用率低。

3 土工实验教学改革方法探索

3.1 增设综合性、创新性实验项目

土工实验是理论知识与工程实践的桥梁,但现已开设的多为单一的室内实验,并不能满足学生应用于工程实际的需求。因此,在验证性实验的基础上增设综合性、创新性实验。以实际工程为依托设计综合性实验,将几个单一的验证性实验结合在一起,把一个试样的多个指标综合起来。例如,若实验课时为6个课时,通常只开展液塑限联合测定实验、压缩固结实验和直接剪切实验。如根据工程背景设计综合性实验时,可将这三个单一实验结合在一起,学生集中完成,同一土样的含水率等基础性实验只需进行一次,节省学生时间,同时提高学生对实验资料、实验数据的综合分析处理能力。

例如,设计饱和黏土地基固结与沉降分析实验,通过该实验掌握天然含水率、土粒比重、天然密度这三个土的基本物理性质指标的实验室测定方法,掌握用三个基本指标推算土的其他三相指标(如孔隙比、饱和度等)的方法;掌握通过固结压缩实验确定土的压缩曲线、压缩模量、压缩系数、压缩指数、回弹指数、固结系数的方法;掌握通过压缩曲线确定超固结土的先期固结压力与现场原位压缩曲线的方法;基于前述获得的相关参数,结合工程实际,利用土力学的变形与固结理论进行地基的变形量与固结度的分析与计算。还可设计砂土边坡稳定及地基承载力评价实验,通过该实验初步认识砂土,了解现场原位确定砂土密实度的方法,掌握砂土相对密度的实验室测定方法;掌握实验室抗剪强度参数的测定方法,包括天然休止角实验、直剪实验、三轴剪切实验;针对具体工程实例,基于实验得到的参数进行无黏性土坡稳定分析和地基承载力确定。

教师可以引导学生多看学术论文,结合教师的科研课题、学校实验室开放基金项目、学科竞赛等设计创新性实验项目,发挥科研对教学的促进作用,从中去思考是否可对现有仪器设备进行改造、对现使用实验方法进行优化等,同时完成科研成果转化。

3.2 多元混合式实验教学模式

大部分学生对土样来源、土样制备过程都表现出了浓厚的兴趣,学生可在熟知实验室安全操作细则及《土工试验方法标准》的前提下,整个实验过程从查找资料、设计实验方案、仪器设备的选用调试、土样的制备、实际操作直至结论分析以及实验报告撰写,全部由学生独立完成。学生也可从学校周边建筑工地取土制备土样来测定该土的力

学性质。指导教师需提出目的和任务，对实验原理和方法把关，指导排除实验设备故障，对实验结果进行验收，指导学生进行数据处理并完成实验报告。

因此，在传统的教学形式基础上转变为启发式教学，教学过程中坚持以学生为主，教师在各实验环节作相应的引导。课前教师可根据实验项目要求，通过雨课堂、智慧树等线上平台发布预习任务，包括实验视频、练习题、虚拟仿真实验链接等，形成线上线下混合、虚拟仿真技术与实验教学相融合的多元混合式实验教学模式。利用线上土力学实验视频及虚拟仿真实验平台，能使学生在提前了解相关实验仪器及操作步骤。实验前检查学生的实验准备情况，并进行抽问，课堂上教师只需讲解实验的重点与难点，节约课堂理论讲解时间，同时有利于提高学生的积极性和主动性。还可以通过校企合作，带领学生到工程实地进行十字板剪切实验、平板载荷实验、旁压实验等现场实验的观摩学习。

针对当前应用型本科高校实验教学与科研、企业相脱节的问题，从科教、产教融合着手，构建以综合能力、创新能力培养为核心的实验教学体系，将科研元素、企业元素贯穿于实验教学全过程。科教、产教融合下土工实验教学体系如图1。

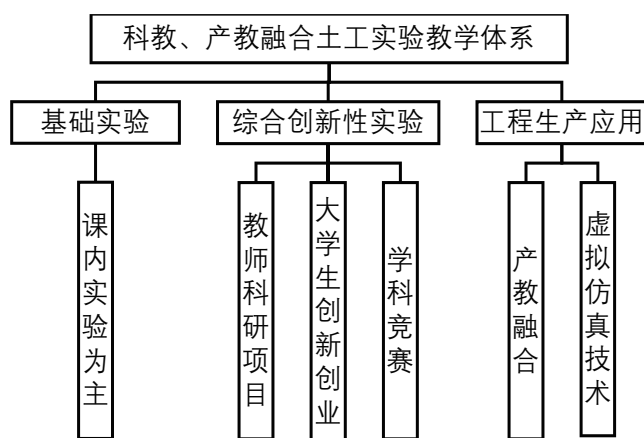


图1: 科教、产教融合土工实验教学体系

3.3 健全实验考核体系

将实验考核贯穿前期实验准备、中期仪器操作、后期数据分析处理全过程，在实验前预习、理论知识考核、仪器操作规范性、数据处理准确性、实验报告完整性等方面均设定评分细则，以便更合理、全面地评定学生实验成绩。对开放性、创新性实验制定相应的奖励机制，如学生在完成一定工作量的实验项目后，可将多做的实验项目评分转化为相应的实践学分或第二课堂积分等，有利于培养学生自主学习能力。

3.4 加强教师队伍建设

强化教师队伍的服务与管理意识，坚持“以学生为中

心，以成果为导向”的教育理念。加强教师实践能力培训，同时多与其他高校相关实验教师交流学习，以提高实验教学能力和教学经验。还可以从校企合作项目里邀请合适的实验人员，承担部分实验课程，以提高实验室综合水平。

3.5 建立开放性实验教学平台

建立实验室信息化管理平台，对实验室实行开放式管理，学生可对土工实验项目进行相对自主的选择，提高实验室利用率。根据教学活动安排，灵活设置实验室开放时间，综合性实验项目可集中在某一段时间内进行，学生可1~3人一组通过预约的方式自主选择实验时间进行预约。同时鼓励学生利用课余时间进行设计性、创新性实验，从而提高土工实验室的利用率。

4 结语

土工实验为工程设计和施工提供技术参数，文章通过分析目前土工实验存在的问题，提出解决思路，将科教、产教与实验教学相融合，形成线上线下混合、虚拟仿真技术与实验教学融合的多元混合式土工实验教学模式。增加综合性、创新性实验教学内容，完善实验考核体系，实现课内基础实验到工程生产应用的有效转化，以科研促进教学，不但能锻炼学生的操作技能、提高动手能力，培养学生的学习兴趣与创新能力，还能更好地满足应用型本科高校培养高质量人才的需要。

参考文献:

[1] 舒志乐, 刘保县. 土力学[M]. 2版. 重庆: 重庆大学出版社, 2018.

[2] 王钰轲. 本科生《土力学》专业课教学与实践结合方式探讨[J]. 工程技术研究, 2019, 4(09): 252-253.

[3] 朱锐, 周峰, 刘恒. 新工科背景下多学科交叉融合的土力学实验教学模式探索[J]. 大学, 2023, (11): 81-84.

[4] 夏琼, 蒋代军, 张延杰. 数值模拟方法在土力学实验教学中的应用[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(12): 158-162.

[5] 王智德, 夏元友, 祝文化, 陈成, 张磊, 尹亚运. 基于实验成绩评定分析的实验教学改革探讨[J]. 高等建筑教育, 202130(04): 158-163.

作者简介:

赵柳(1994-), 女, 硕士, 助教, 主要从事岩土工程、无损检测方向的教学与科研工作。

李萍(1994-), 女, 硕士, 助教, 主要从事工程造价全过程管理、工程项目管理方向的教学与科研工作。

潘境盛(1995-), 男, 硕士, 助教, 主要从事城市地下空间、公路路面治理方向的教学与科研工作。