

自主开发土力学快捷计算小程序辅助课程教学改革的探索与实践

韩博文¹, 杨斌^{1,*}, 史欣鑫¹, 张泽²

1. 辽宁科技大学, 土木工程学院, 辽宁 鞍山, 114051

2. 内蒙古工业大学, 新能源学院, 内蒙古 鄂尔多斯, 010321

摘要: 针对土力学与地基基础课程中计算内容繁杂、公式推导抽象、学生工程判断能力培养不足等问题, 依托教学培训实践自主研发了一款集物理指标换算、沉降分析、承载力评估及土压力计算于一体的土力学快捷计算小程序。文章阐述了该工具的设计思路、模块功能与可视化特点, 探索了“课前预习-课中演示-课后探究-过程考核”的教学融入路径, 并结合教学试点与问卷反馈分析了应用成效。实践表明, 该小程序能够有效降低计算门槛, 增强学生对参数变化规律的理解, 提升学习兴趣与效率。同时, 通过软件著作权申请固化成果, 为学科信息化建设和产学研合作提供了支撑。研究为开展教学创新提供了可行路径。

关键词: 土力学; 快捷计算小程序; 教学改革; 课程信息化; 软件著作权

Exploration and practice of a self-developed quick calculation mini-program for soil mechanics assisting course teaching reform

Bowen Han¹, Bin Yang^{1,*}, Xinxin Shi¹, Ze Zhang²

1. School of Civil Engineering, University of science and technology Liaoning, Anshan, Liaoning, 114051, China

2. School of New Energy, Inner Mongolia University of Technology, Ordos, Inner Mongolia, 010321, China

Abstract: To address the problems of complex calculations, abstract formula derivations, and insufficient development of students' engineering judgment in the Soil Mechanics and Foundation Engineering course, a quick calculation mini-program for soil mechanics was independently developed based on teaching training practice. This tool integrates physical parameter conversion, settlement analysis, bearing capacity assessment, and earth pressure calculation. This paper describes the design philosophy, module functions, and visualization features of the tool, explores a teaching integration pathway of "pre-class preparation—in-class demonstration—post-class inquiry—process assessment", and analyzes its application effectiveness based on teaching pilots and questionnaire feedback. Practice has shown that the mini-program can effectively lower the computational threshold, enhance students' understanding of parameter variation patterns, and improve learning interest and efficiency. Meanwhile, by securing the results through software copyright application, it provides support for the digitalization of the discipline and industry-academia-research collaboration. This research offers a viable path for teaching innovation.

Keywords: Soil mechanics; Quick calculation mini-program; Teaching reform; Course digitization; Software copyright

土力学与地基基础是土木工程、岩土工程等专业的核心课程, 具有理论性强、经验公式多、计算步骤繁琐等特点^[1]。学生在物理指标换算、地基沉降计算、承载力确定和土压力分析等环节常面临“一听就懂、一算就错、一用就慌”的困境, 而传统教学受课时限制难以覆盖多种工况, 课后练习也常

因计算繁琐导致学生失去耐心^[2-4]。随着教育信息化的发展,将计算工具引入课程教学已成为提升教学效果的重要手段^[5-6]。然而,通用软件如 Excel、MATLAB 等虽功能强大,但存在建模门槛高、针对性不强、与课程内容衔接不紧密等问题;大型岩土有限元软件如 PLAXIS、ABAQUS 则更适合科研与工程设计,难以在日常教学中快速推广^[7]。现有商业软件虽功能完善,但授权费用高、操作复杂,且计算逻辑对初学者不透明,难以满足课堂教学中“理解原理、快速验证”的双重需求。因此,开发一款轻量、模块化、操作简便、贴合课程知识体系的土力学计算工具,具有现实意义。本文以辽宁科技大学岩土工程学科自主研发的土力学快捷计算小程序为对象,探讨该工具融入《土力学与地基基础》课程教学的具体路径、实施效果及软件著作权申请对成果固化和学科建设的积极作用。

1 土力学与地基基础课程教学现状分析

土力学与地基基础课程内容涵盖土的物理性质、渗透性、压缩性、抗剪强度、土压力、地基承载力及基础设计等,知识点多且相互关联^[8]。其中,物理指标换算涉及含水量、密度、孔隙比、饱和度等十余个参数,计算公式虽不复杂,但换算链条长,学生容易混淆^[9];沉降分析要求掌握分层总和法、规范法等,需结合压缩曲线和附加应力分布,计算过程繁琐^[10];承载力评估涉及太沙基公式、规范公式等,参数取值受土层条件、基础形式和地下水位影响较大^[11-12]。传统教学中,教师通常采用板书推导公式、例题演算和课后习题等方式训练学生计算能力。但受课时限制,课堂例题数量有限,且板书计算耗时较多,难以覆盖多种工况。此外,传统教学难以直观展示参数变化对计算结果的影响,学生缺乏对土力学规律的整体把握,容易形成“会算不会用”的局面。近年来,部分高校尝试将商业岩土软件等引入土力学教学,取得了一定成效。但其虽然可视化效果好,但安装、授权和学习成本高,不适合日常教学^[13]。因此,亟需开发一款专门面向土力学课程的轻量级计算工具,既能覆盖核心知识点,又能降低使用门槛,真正服务于教学全过程。

2 土力学快捷计算小程序的设计与功能

2.1 开发目标与总体架构

基于上述教学痛点,笔者结合课程大纲和教学需求,设计并开发了一款土力学快捷计算小程序。开发目标为:轻量化、模块化、可视化、易操作,覆盖课程四大核心计算模块,辅助教师课堂演示和学生课后练习。软件采用窗口式界面,无需安装复杂环境,输入参数后即可快速输出计算结果及图形。

2.2 四大核心算法模块设计

2.2.1 物理指标换算模块

该模块基于土的三相比例关系,内置含水量、密度、土粒比重、孔隙比、饱和度等指标之间的换算公式。用户输入任意三个已知指标,系统自动推算其余指标,并绘制三相草图,直观显示土粒、水和空气的体积与质量比例。该模块有助于学生理解各物理指标之间的内在联系^[14]。

2.2.2 沉降分析模块

沉降分析模块支持分层总和法和规范法计算地基最终沉降量。用户可输入土层分层信息、各层压缩模量或压缩曲线参数、基础尺寸及附加应力分布等,系统自动计算各分层沉降量并累加,输出沉降计算书和各分层压缩量柱状图,如图1所示。

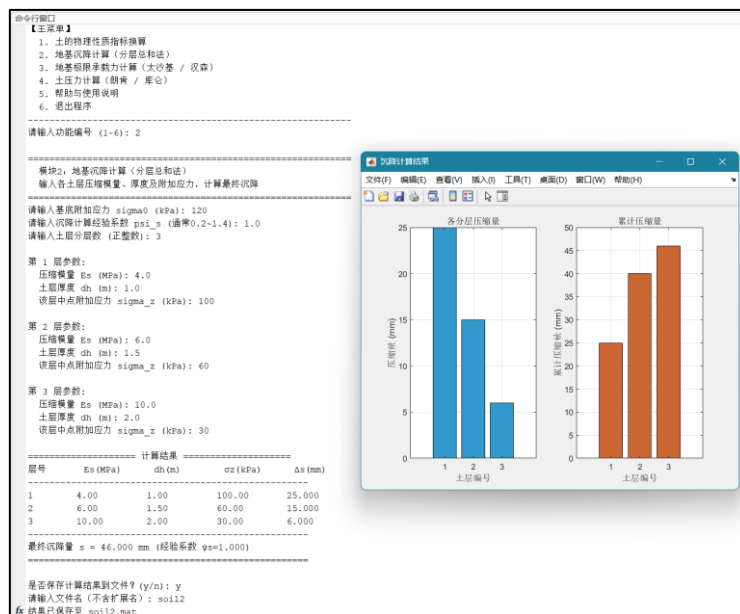


图1 沉降分析模块计算示例

Fig. 1 Example of calculations in the settlement analysis module

2.2.3 承载力评估模块

承载力模块内置太沙基和汉森承载力公式, 支持输入土体抗剪强度指标 (黏聚力、内摩擦角)、基础宽度、埋深、地下水位等参数, 输出地基承载力特征值及安全校核结果^[4]。模块还提供不同基础形式 (条形、矩形、圆形) 的选项, 便于对比分析。

2.2.4 土压力计算模块

土压力计算模块支持朗肯土压力理论和库伦土压力理论, 可处理分层填土、地下水、地表均布超载、墙背倾斜等常见工况。用户输入各层土体参数和挡墙几何信息后, 系统输出主动土压力、被动土压力分布图、合力大小及作用点位置, 并标注各土层分界面处的压力突变值, 帮助学生理解土压力沿深度的变化规律。土压力模块计算示例如图2所示。

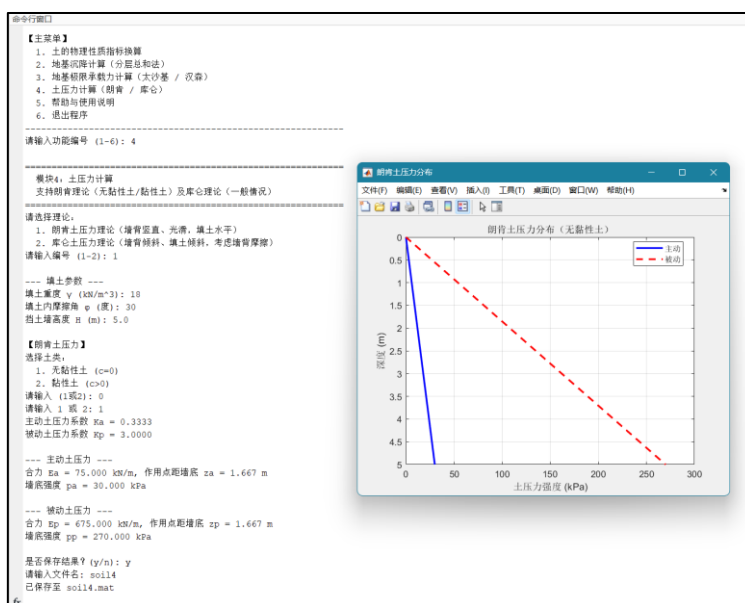


图2 土压力模块计算示例

Fig. 2 Example of soil pressure module calculations

3 小程序融入课程教学的路径设计

3.1 课前预习与概念建构

教师可提前将小程序操作视频和预习任务推送给学生,例如要求学生在学习“物理指标换算”前,自行输入几组不同含水量的土样参数,观察孔隙比、饱和度等指标的变化规律,并记录疑问。通过课前操作,学生形成初步感性认识,课堂讲授时更容易理解公式推导和物理意义。

3.2 课中演示与案例教学

在课堂讲授中,教师利用小程序进行实时演示,将传统板书推导与软件快速计算相结合。例如,在讲解地基沉降时,先手算一个简单例题,再用小程序计算同一题目,对比结果并分析误差来源;随后改变基础尺寸或土层参数,即时展示沉降变化,引导学生讨论参数敏感性和工程优化措施。这种“手算+机算+对比”的方式既巩固了计算能力,又培养了工程思维。

3.3 课后练习与自主探究

课后作业可设计为开放性任务,如“某场地地下水位上升1 m,挡土墙主动土压力如何变化?请使用小程序计算并绘制分布图,分析原因”。学生利用小程序快速完成多工况计算,将精力集中在结果分析和规律总结上,避免陷入繁琐计算。教师还可布置小组探究项目,要求对不同基础形式承载力进行对比,形成小型计算报告,提升综合应用能力。

3.4 课程考核与过程评价

将小程序应用纳入课程过程性考核,平时成绩包含计算报告、课堂演示和小组项目等环节。例如,要求学生提交一份“某多层地基沉降计算与分析”报告,需包含小程序输入参数截图、计算结果图表和个人分析结论。这种方式既考查了学生的工具使用能力,又检验了其计算原理和工程意义的理解,避免纯机算代替思维。小程序融入课程教学流程见图3。

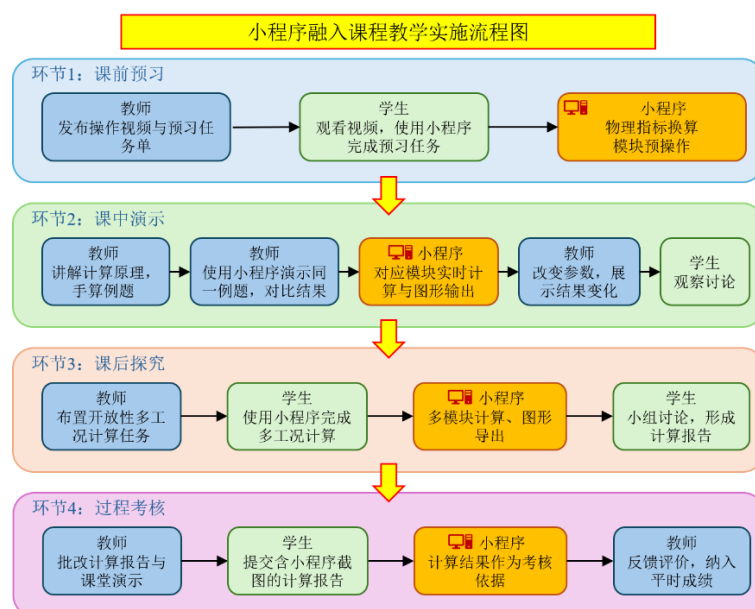


图3 小程序融入课程教学流程图

Fig. 3 Flowchart of integrating mini-programs into the curriculum

4 教学实践与初步成效

笔者选择《土力学与地基基础》课程的四个教学班开展试点,共涉及学生120人。教学过程中,课前推送操作任务,课中结合小程序演示典型案例,课后布置开放性计算作业。同时,通过问卷和访谈收集学生反馈。表1所示的问卷调查结果显示,约85%的学生认为小程序“显著降低了计算难

度”，约 78%的学生表示“更愿意主动完成计算作业”，约 72%的学生认为“对理解参数之间的关系有帮助”。从作业质量看，学生更倾向于在报告中附加图形和参数分析，显示出较强的工程表达能力。需要注意的是，教学中需强调“先懂原理、再用工具”的原则。

表 1 学生使用反馈统计
Table 1 Statistics on student feedback

调查问题	非常同意	同意	一般	不同意
小程序降低计算难度	52%	33%	12%	3%
更愿意主动完成计算作业	46%	32%	17%	5%
有助于理解参数间关系	40%	32%	22%	6%
希望在其他课程中推广类似工具	58%	27%	11%	4%

注：调查样本为试点班 120 名学生，有效问卷回收 116 份。

5 结论

本文阐述了自主开发土力学快捷计算小程序的设计理念、功能模块及教学融入路径。实践表明，该工具能够有效解决土力学课程计算繁琐、直观性不足等问题，提高学生学习积极性和计算效率，同时促进新教师教学能力提升。通过软件著作权申请实现了教学创新成果的知识产权固化，为学科信息化建设和产学研合作提供了支撑。

参考文献

[1] 李广信, 杨进良, 严驰. 土力学[M]. 中国水利水电出版社: 2018.

[2] 孙鸿玲, 徐书平. 土力学与基础工程[M]. 中国水利水电出版社: 2012.

[3] 陈晓平, 傅旭东. 土力学与基础工程[M]. 中国水利水电出版社: 2023.

[4] 何克抗. 信息技术与课程深层次整合的理论与方法[J]. 中国信息界, 2006(4): 47-56.

[5] 教育信息化 2.0 行动计划[C]//全国高职高专校长联席会议 2018 年年会论文集. 2018: 1-34.

[6] 何克抗. 信息技术与课程深层次整合的理论与方法[J]. 电化教育研究, 2005(1): 7-15.

[7] 郑颖人, 赵尚毅. 岩土工程极限分析有限元法及其应用[J]. 土木工程学报, 2005, 38(1): 91-98, 104.

[8] 张芳枝, 符策简. 土力学与地基基础: 第二版[M]. 中国水利水电出版社: 2016.

[9] 徐云博. 土力学与地基基础[M]. 中国水利水电出版社: 2012.

[10] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑地基基础设计规范: GB 50007-2011[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.

[11] 钱家欢, 殷宗泽. 土工原理与计算[M]. 中国水利水电出版社: 1996.

[12] 马克生, 梁仁旺, 白晓红. 谈《土塑性力学》课程的教学[J]. 太原理工大学学报(社会科学版), 2001, 19(z1): 87-88.

[13] 杨现民, 余胜泉. 智慧教育体系架构与关键支撑技术[J]. 中国电化教育, 2015(1): 77-84, 130.

[14] 包承纲. 土力学中若干名词术语诂议[J]. 地基处理, 2021, 3(1): 88-90.

基金项目：新基建背景下“PBL+5E”教学模式助力智能建造专业应用型人才培养——以《流体力学》为例（2025YBXM0216，XJGKC202410），新基建背景下“十”字型智能建造人才的培养与实践——以《岩土工程测试技术》课程为例（LNYJG2024094），工程图学课程“课赛结合”改革与实践（2026266）。

第 1 作者简介：韩博文（1998-），女，博士研究生，讲师，研究方向：节理岩体精细化表征及工程应用；矿山岩体稳定与控制技术；裂隙岩体多物理场耦合。E-mail: hanbowen0402@163.com。

***通讯作者简介：**杨斌（1989-），男，博士研究生，副教授，研究方向：基于多源信息融合与深度学习的尾矿库灾变智能预警研究；矿山采动岩体突冒突涌防治及边坡工程稳定性研究。E-mail: yangbin673039297@126.com。