

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.06.016

欢迎按以下格式引用:高笑娟,李跃辉.以提高学生综合素质为目标的土力学课程教学改革[J].高等建筑教育,2022,31(6):123-129.

# 以提高学生综合素质为目标的 土力学课程教学改革

高笑娟,李跃辉

(河南科技大学 土木建筑学院,河南 洛阳 471000)

**摘要:**对学生综合素质的培养是教育改革的重要目标,工科大学教师课堂教学不仅要提高学生的理论知识水平,培养学生的专业技能,而且应恰当地将价值观念、职业道德观念、专业法律观念等渗透到教学的每一个环节。以土力学课程为例,结合当地工程项目,通过选用身边的案例使学生参与其中,启发学生在工程现象中找到理论支撑,将土力学的理论知识应用于解决工程实际问题过程,从而深刻理解有关计算方法中所做假设的理论基础,体会工程问题与科学问题之间的本质联系;充分发挥教师科研优势,将数值模拟方法引入课堂,将复杂的土体透明化,能够观察内部应力、变形和渗流的发展过程,增强理论知识直观性和生动性;通过建立合适的数值分析模型,加强课本中知识点之间的联系,使学生将前后知识融会贯通,不仅知其果,还能知其因,在学生参与的案例教学中发掘课堂思政元素,培养学生专业自豪感、社会责任感和科学求实精神,从多方面培养专业素质高、实践能力强、有责任、有担当的综合型人才。

**关键词:**土力学;综合素质;数值方法;课堂思政

**中图分类号:**G642.0

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2022)06-0123-07

大学生的综合素质是知识水平、道德修养、价值观念、身心素质等多方面的综合体现,全面提升大学生的综合素质是社会发展的要求和趋势。大学生综合素质的培养,是大学生教育的核心部分,比单纯提高知识水平更为重要。当前推行的素质教育是以全面提高人的基本素质为根本目的,是社会发展的实际需要。为深入推进素质教育,提高教育质量,高校不断进行教育体制改革,并根据社会发展需要调整专业课程设置,根据当代大学生自我价值实现的需要修正教学大纲,目的在于培养和造就有知识、有担当的综合型人才。

土木工程专业学生所学的专业课程同实际工程紧密相连,工程质量是关系到生命存亡的大事。土体可以作为建筑物的地基,也可以作为工程材料或者工程环境;可以是工程的根基,也可以是加

修回日期:2021-03-25

作者简介:高笑娟,(1973—),女,河南科技大学土木建筑学院教授,硕士生导师,主要从事岩土和地下工程方面研究,(E-mail) gaoxjly@

163.com。

载结构上的荷载;既可以造成“万丈高楼平地起”的雄伟壮观景象,也可以造成“千里之堤,毁于蚁穴”或“地基不牢,地动山摇”的触目惊心景象。土体作为自然界的一部分,具有较强的复杂性和多样性,土力学是利用力学原理来解释土体各种工程性质的一门学科,具有一定的经验性和抽象性。学生在学习本课程时不仅要学到专业知识,而且应该具有求实精神和强烈的职业责任感。任课教师应做到在传授学生专业知识的同时,起到培养学生优良品格,塑造学生正确的价值观、职业观等方面的作用<sup>[1]</sup>。

## 一、土力学课程的特点

土力学课程是土木工程专业一门重要的专业基础课,是衔接基础课与专业课之间的纽带和桥梁,是集实践性和应用性于一体的课程,对建筑工程、岩土工程、道路桥梁工程、水利工程、矿业工程等相关专业的学习至关重要。土力学课程的学时少、内容多,我校土力学课程仅有32学时,一般上课时间为8周,讲授包括土的基本物理性质指标、土的渗透性和渗流问题、土中的应力、土的变形问题和压缩性、土的抗剪强度、土压力、土坡稳定分析、地基承载力等8章内容。按照课程安排,上课时间仅能仓促地讲完课本知识点,很难进行外延和扩展。

## 二、当前学生学习中存在的困难

土力学包括三大主要问题:强度问题、变形问题和渗流问题,所讲内容比较抽象。自然界的土体是半无限空间体,在外部因素的作用下土体中的应力和变形过程难于观察,学生缺乏主观认识,学习起来较为困难。例如,地基的承载力问题不是定值,而是与工程对地基的变形要求和土体中塑性区深度的要求有关;土体的压缩性指标不是常数,而是与荷载的大小和加载的过程有关;地基上承受过大的竖向荷载时,土体会发生剪切破坏而不是压缩破坏等,这些内容与学生前期所学的材料力学中的概念完全不同,会对学生造成一定的困惑。对于渗流问题和强度问题,由于土体的不透明性,无法看到内部的变化过程,对地下水的流动特征也难以具象化。

## 三、课堂教学采取的措施

针对土力学教学过程中存在的问题,为提高学生的积极性,增强教学效果,不少高校相关教师均进行了有目的性的改革和探索,并取得了较为明显的效果<sup>[2-3]</sup>。河南科技大学土木工程学院土力学教学组成员也进行过课堂教学方法改革<sup>[4-5]</sup>,虽然在一定程度上提高了课堂的活跃性,但未形成一套系统的教学方法,学生“举一反三”“由此及彼”的扩展性思维能力和科研意识未得到明显提升;部分学生对专业的认同感不强,学习积极性不高;实验过程敷衍,实验数据不真实等现象也时有出现。在当前素质教育背景下,为提升学生的综合素质,提高学生发现问题、解决问题和深入思考的能力,并培养学生的社会责任感和职业自豪感,从2018年开始,笔者逐渐采取更多贴近于学生生活的工程实例,学生自己动手参与编写讲课素材,根据素材发掘科研课题,在实践过程中培养学生科学求实精神等一系列的做法,从而有效地提高学生的综合素质。

### (一) 引用学生身边的案例增强代入感

土力学课本中有许多经典案例,在说明土力学的三大问题时具有很强的代表性。例如,土的渗流问题中所列举的美国蒂顿坝破坏事件,能够显示出溃口出现的位置、扩展过程以及带来的灾难性

后果;在解释土的变形特性引起的工程问题时,最典型案例是法国比萨斜塔,由于土体的不均匀沉降引起塔身倾斜;对于土体的强度问题,最著名案例是加拿大特朗斯康大谷仓,由于地基的承载力问题在装入粮食的过程中出现倾倒现象,造成了巨大的经济损失。上述经典案例虽具有代表性,但距离学生的生活遥远,学生学习过程中仅仅是在听别人的故事,缺乏切身体会,对涉及的土力学问题理解不够深刻。

自 2018 年以来,在课堂上尽量采用洛阳市内特别是学校以内的工程案例来进行教学,并且让学生们尽可能地参与到工程实例数据的取得和资料整理过程,使学生能够体会到所处位置的基本土层情况,增强对土层性质的认知,拉近课本知识与现实生活的距离,有助于学习效果的提升。例如,对于渗流的问题,以课题组所做的洛阳地铁 1 号线相关课题为例,展示洛阳地下水水位面的分布特征,如图 1 所示。洛阳的地面和地下水位面高程为西高东低,对于整条线路来说,在有水头差的情况下,可能发生渗流;对于局部车站基坑,抽水形成的水头差会产生持续不断的渗流。对于土的变形问题引用学校内部东南角土堆的沉降进行说明,该土堆是在修建体育场时整平场地弃土堆成。根据历届学生测量实习所测的土堆高度数值表明,在过去几年时间内,土堆本身产生了 1 m 左右的压缩变形,这是土层的固结沉降问题,就说明了新回填的土层在自重作用下会发生压缩沉降;土堆周边的人行道砖发生向土堆的倾斜,说明土堆的重量作为外加荷载在原有地基内部产生附加应力,引起了地面的压缩变形。对于土的强度问题所采用的案例是学校体育场附近的边坡在夏秋多雨季节所出现的局部塌方,通过该案例展示土坡破坏前后的外形特征,使学生可以初步了解剪切破坏和滑移面的形状和位置。

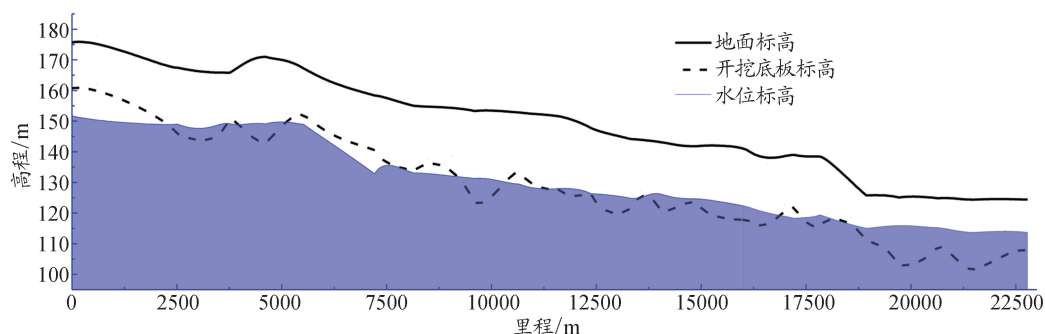


图 1 洛阳地铁 1 号线沿线地下水位

文章选取附近的工程实例,其优势在于课下作业可以给学生身临其境参与其中的机会。例如,对学校内土堆和土坡的现场调研,要求从不同角度拍摄土堆和边坡的照片,发挥自身想象力,结合绿色生态理念,以小组为单位设计出治理方案,使其变得与周围环境更加和谐。对各小组的方案进行评比,作为小组平时成绩的依据之一,优秀方案也可以作为 SRTP(大学生创新训练计划)项目基础或者课外竞赛的素材。事实证明,以学生身边实例来进行教学,对学生有更加明显的吸引力,这些土力学的相关知识不再是课本上的理论,而是存在于自己身边的实际工程之中,学生除了上课观看现场图片之外,还可以在课下到现场去观看实际工况,从而激发学生的科研热情,使岩土工程问题变得生动有趣。

## (二) 用数值模拟方法增强理论知识的直观性

由于土体是“半无限空间体”,在荷载作用下,其内部应力和变形特征难于观察,对于需要再现工程内部的变化特征和不同工况下应力和变形规律的情况,数值模拟方法有着不可替代的作用。

不管是对于现场试验还是室内试验,均需要花费极大的人力、物力和财力,而且受外界客观因素和人主观因素的影响,所得出的结果通常具有随机性。利用在课堂上运用数值模拟结果<sup>[6-7]</sup>或者采用数值仿真实验<sup>[8]</sup>的方法增强学生的理解能力,有部分教师进行了尝试,以动态视图效果增加教学趣味,以便学生理解,并达到提升教学质量的目的。数值模拟方法的优势在于可以便捷地改变土体的各种参数、模型的边界条件、施加荷载的方式等,不仅能够增强学生们的直观认识,活跃课堂气氛、激发学习兴趣;同时能使学生想象力得到发挥,引导学生养成深入思考的习惯,为以后从事科研工作打下基础。

对于土力学中的渗流问题,数值模拟方法可以很好地展示土体内部渗流发生的特征。以上述地铁1号线最东部的杨湾站基坑降水工程为例,由于是深厚砂卵石地层,为了基坑周边的稳定和增大地下水的渗流路径,降低水力梯度,基坑周边设置有悬挂式止水帷幕。分别以有悬挂式止水帷幕和敞开式两种条件建立数值模型,模拟基坑侧面及底部以下土体中地下水的渗流,所得土层中地下水的渗流方向和水力梯度分布如图2所示,由于降水可能引发的管涌区域如图3所示。由图2中地下水渗流的方向可知,在有悬挂式止水帷幕情况下,基坑外侧的地下水渗流要绕过帷幕,延长了渗透路径,减小了水力梯度,管涌发生区域仅仅出现在帷幕底端小范围内;没有帷幕时,基坑外侧的地下水可以从基坑周围和底部大范围直接渗入基坑,发生管涌的区域明显增大。

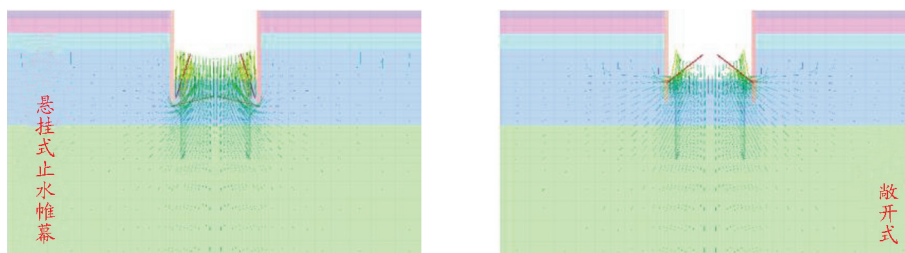


图2 基坑降水过程中地下水的渗流

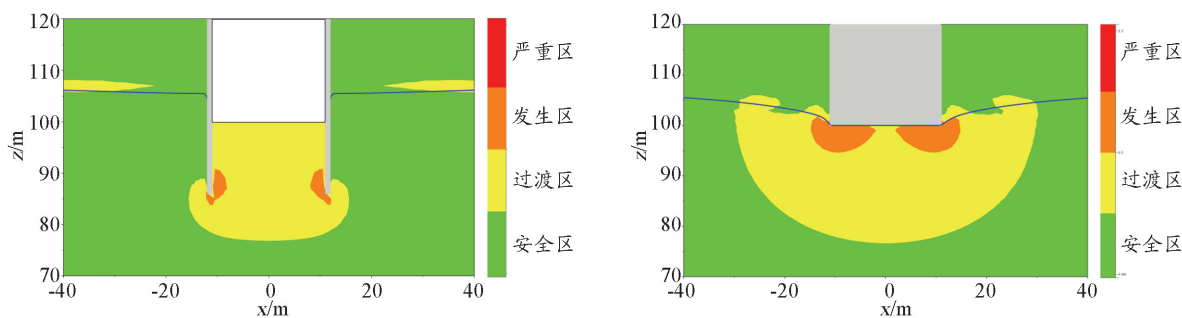


图3 基坑降水过程中可能出现管涌的区域

对于地基变形和强度问题,采用竖向荷载下宽度为3m的条形基础底面以下土体的塑性应变和沉降变形。由图4可以看出,随着竖向荷载的增大,地基中塑性区逐渐发展。由于应力集中原因,基础两侧边缘处的竖向应力最大,基础底面中间部位应力最小,基础底面靠近中间部位有弹性压密区,未出现塑性变形,这表现出刚性基础的“架越作用”。塑性破坏区域先从基础底面的两侧开始,逐渐向下发展,在土体中形成连通的塑性区,最终导致地基破坏。土中应力的方向显示,地基土发生的是剪切破坏而不是压缩破坏。而地基的沉降曲线显示基础底面以下的竖向位移等值线为抛物线形式,基础中心线上的沉降值最大,也验证了地基沉降计算时取基础底面中心点或者中心线位置



数值的正确性。

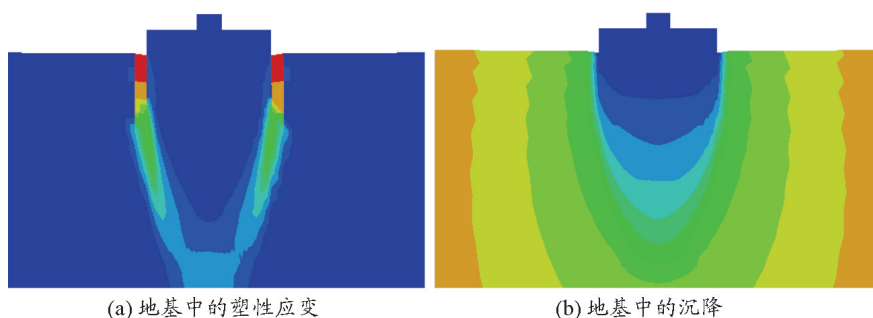


图4 条形基础下地基中的塑性应变与沉降变形

### (三) 以土体力学性质的根本串联知识点

土体区别于其他材料的重要性质就是具有“三相性”,土体是由固体颗粒、土中的水和空隙中气体组成。正是由于“三相性”,导致了土体具有不同于其他材料的一系列的工程性质,如果处理不当,会带来一系列工程问题,因此土的“三相性”是本质,它决定了土的渗流、变形和强度特征。

例如土的渗流问题,正是由于土体内部有大量空隙,有水的情况下土体内部才能够产生渗流,渗流对工程产生的破坏有流土和管涌两种形式。砂卵石地层中的降水,容易引起管涌问题,这和渗流的水力梯度以及土颗粒的级配有直接关系。为了了解砂土颗粒级配和渗流特征之间的关系,利用课题之便,组织学生到杨湾站参与抽水试验,并进行现场基坑开挖面取土和颗粒筛分实验,如图5所示。学生根据抽水试验反算出渗透系数,根据颗粒筛分实验画出颗粒级配曲线,如图6所示。根据颗粒级配曲线求出特征粒径,根据教材和规范对于砂卵石发生管涌的判断标准,判定 $\textcircled{3}_{9,3}$ 土层属于管涌土。结合图3的数值模拟结果,判定有、无帷幕情况下土层中可能发生管涌现象的区域。根据抽水井附近场地分层沉降观测点FC4在抽水过程中其下部7m和13m深度处所测试的沉降结果(图7)可知,下部测点FC4-13m在降水达到一定程度之后沉降出现急剧增大的现象,可以推断为该位置内部发生管涌,部分细颗粒流失,引起塌陷。

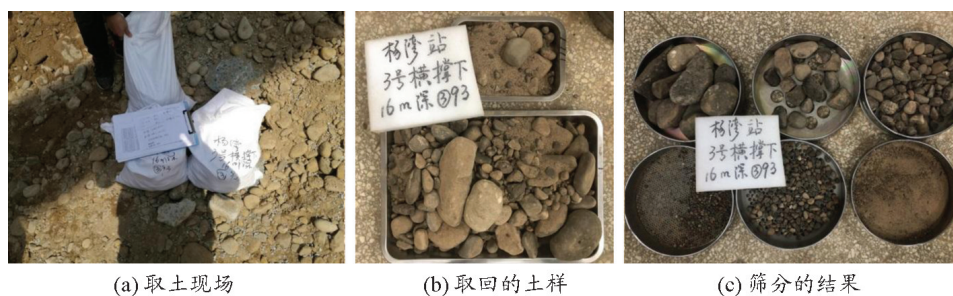


图5 杨湾站 $\textcircled{3}_{9,3}$ 的砂卵石特征

### (四) 利用课堂思政教育培养学生社会责任感

工科专业课程思政是当今“金课”建设的重要内容之一,也是当前课程教学改革的主流方向<sup>[9]</sup>。由于工科专业课程的特点,发掘思政元素是在专业课程中开展思政教育的难点。在土力学课堂上对学生进行思政教育主要围绕工程职业素养和科学求实精神,突出责任意识和规矩意识,引领学生树立正确的职业观和价值观,将课程专业知识学习与激发个人理想和社会责任感进行有机结合,培养学生有良好的职业操守,使学生具有工匠精神、家国情怀和报效国家的使命和担当<sup>[1]</sup>。

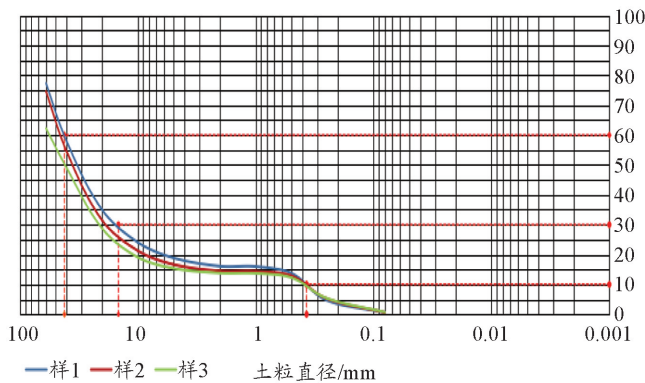
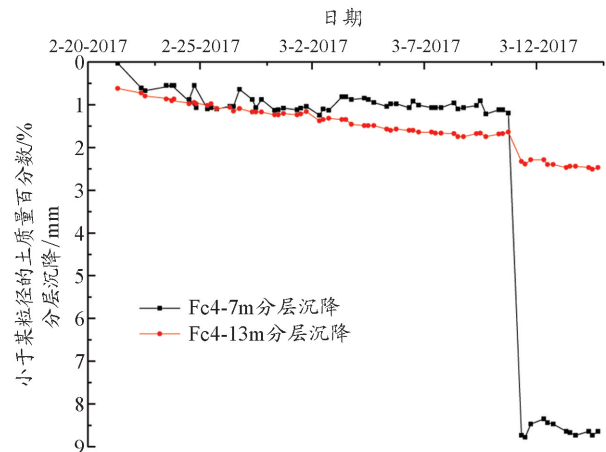
图6 杨湾站③<sub>9-3</sub>的砂卵石颗粒级配曲线

图7 FC4 分层沉降点监测结果

当今我国土木工程飞速发展,“超级工程”层出不穷,令世界瞩目的港珠澳大桥工程是我国综合国力的体现,也是我国工程技术人员“工匠精神”的体现,作为中国人应为其感到自豪,特别是土木工程人员,更会激发专业自豪感。洛阳地铁2号线过洛河段所遇到的砂卵石地层也为施工带来了前所未有的困难,业内专家和工程技术人员献计献策,共渡难关,学生跟随课题参与其中,能够培养学生对专业的自信和热爱。不管是港珠澳大桥桥墩和隧道面临的海底淤泥,还是洛阳地铁面临的巨型卵石,土体的性质参数正确与否关系到工程建设的成败,而土体是天然地质历史的产物,具有不均匀性、不连续性和极大的时空变异性,因此要求从业人员具有严谨的科学求实精神。加拿大的特朗斯康大谷仓之所以出现地基的强度破坏,主要是由于未对谷仓下部地基进行工程勘察,而是参照临近建筑物地基的承载力数据,想当然地认为两个位置的地基承载力相等。实际上,虽然两地相邻,下部土层性质却差距甚远,导致在装入谷物的过程中地基失稳破坏,这是岩土材料复杂性的表现,也是岩土工程师责任感缺失造成的严重后果。教师在课堂上传授知识的同时,将思想政治教育和社会责任感的培养贯穿于每一堂课,对学生起到潜移默化的作用,使专业课程思政成为高等教育中思想政治教育的有效补充。培养学生树立崇高的职业理想,坚持严谨的执业态度,具有严肃的执业法律意识,从而成为全面合格的建设者和接班人。

#### 四、结语

在当前提倡素质教育和注重学生综合能力培养的背景下,以土力学课程为例,针对当前本科生培养模式下土力学课程课时少、知识点多、理论抽象等特点,采取了多种措施增强教学效果。主要采用利用身边的工程实例使学生能够参与其中;利用数值模拟方法增强理论知识的直观性;把握土层的根本特征,做到前后知识融会贯通;克服专业课程与课堂思政联系困难的现象,结合土层的特点和本土案例增强学生的职业自豪感和社会责任感,使学生不仅有完整的专业知识体系,还有家国情怀和工匠精神,将来成为有理想、有担当的高素质建设者和接班人。

#### 参考文献:

- [1]程建军.“土力学”课程思政教学实践外延与内涵探索[J].兵团教育学院学报,2020,30(5):25-28.
- [2]李为腾,吴燕开,王来,等.以兴趣激发为着力点的土力学课程教学改革[J].高等建筑教育,2020,29(4):87-94.

- [3] 王立宪,吴长. 面向工程教育认证的土力学实践课程教学模式探讨[J]. 教育教学论坛,2020(26):383-384.
- [4] 高笑娟,马保卿. 提高土力学地基基础课程教学质量的探讨[J]. 高等建筑教育,2011,20(6):54-57.
- [5] 高笑娟,李跃辉.《土力学地基基础》课程体系及教学方法改革探讨[J]. 廊坊师范学院学报(自然科学版),2010,10(5):123-125,128.
- [6] 吴昌将,包华,吴坤,等. 数值计算在土力学课程教学中的应用研究[J]. 山西建筑,2020,46(22):173-175.
- [7] 鲁海峰,张平松,刘文中,等. 基于数值模拟技术的土力学课程二维渗流的教学研究[J]. 教育教学论坛,2018(42):155-156.
- [8] 徐慧,卜万奎. 基于计算机仿真的开放性土力学实验教学的研究[J]. 菏泽学院学报,2019,41(5):121-124.
- [9] 殷勇,于小娟. 工科土建类专业课程思政建设方法探讨——以土力学与基础工程课程为例[J]. 教育观察,2020,9(25):54-57.

## Teaching reform of soil mechanics course aiming at improving the students' comprehensive quality

GAO Xiaojuan, LI Yuehui

(School of Civil Engineering and Architecture, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, Henan, P. R. China)

**Abstract:** The cultivation of students' comprehensive quality is an important goal of educational reform. The classroom teaching in engineering universities should not only improve students' theoretical knowledge level and cultivate their professional skills, but also appropriately infiltrate values, professional ethics, and professional legal concepts into every link of teaching. Taking the soil mechanics course as an example, in combination with local engineering projects, students are encouraged to find theoretical support in engineering phenomena by selecting cases around them, and apply the theoretical knowledge of soil mechanics to the process of solving practical engineering problems, so as to deeply understand the theoretical basis of assumptions made in relevant calculation methods and understand the essential relationship between engineering problems and scientific problems. Give full play to teachers' scientific research advantages, introduce numerical simulation methods into the classroom, make the complex soil transparent, observe the development process of internal stress, deformation and seepage, and enhance the intuitive and vivid theoretical knowledge. By establishing an appropriate numerical analysis model, we can strengthen the connection between knowledge points in the textbook, so that we can not only know the results, but also know the causes, in the case teaching participated by students, explore the ideological and political elements in the classroom, cultivate students' sense of professional pride, social responsibility and scientific and realistic spirit, and cultivate comprehensive talents with high professional quality, strong practical ability and responsibility from various aspects.

**Key words:** soil mechanics; comprehensive quality; numerical method; ideological and political education

(责任编辑 胡 玥)