

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2025.05.028

数字化时代思政元素融入土力学课程的实践路径

吴杨,任晶媛,宋金良,崔杰,丁瑞阳

(广州大学土木与交通工程学院,广东广州510006)

摘要: 针对在数字化时代,土力学课程教学面临学生参与度不足和思政元素融入不足的问题,提出一种“五元教学·四维融合·三环互动·双轨评估·一个目标”的培养模式。该模式依托智能课堂、实验、实践基地、在线社区和社会实践等多元教学方式,深度融合专业知识与思政教育。通过知德并进、践思相融、智教赋能和数资优化的体系架构,整合教学要素,优化理论学习、实践应用和思政教育的互动机制,并建立过程评估与结果评估相结合的双轨评估模式,旨在培养德才兼备的学习者。研究结果表明:该模式为学生提供了广阔的学习空间,促进了其全面发展,为培养优秀的土木学习者奠定了基础。同时,强调教师需提升教学和思政素养,优化教学策略,以适应数字化时代的教育需求。

关键词: 数字化时代;土力学;思政教育;德才兼备的学习者;课程建设

中图分类号: TU43;G641

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2025)05-0201-08

Practical Path of Integrating Ideological and Political Elements into Soil Mechanics Courses in the Digital Age

WU Yang, REN Jingyuan, SONG Jinliang, CUI Jie, DING Ruiyang

(College of Civil and Transportation Engineering, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong 510006, China)

Abstract: In the digital age, the teaching of soil mechanics courses is confronted with problems such as insufficient student participation and the unsystematic integration of ideological and political elements. To this end, the research proposes a training model of "five-element teaching, four-element integration, three-ring interaction, dual-track assessment, and one goal". This model relies on diverse teaching methods such as intelligent classrooms, experiments, practice bases, online communities and social practices, and deeply integrates professional knowledge with ideological and political education. Through a system architecture that integrates knowledge and virtue, combines practice and thinking, empowers intelligent education, and optimizes digital resources, this integrate teaching elements, optimize the interaction mechanism among theoretical learning, practical application, and ideological and political education, and establish a dual-track assessment model that combines process assessment and result assessment, aiming to cultivate learners with both moral integrity and professional competence. The research results show that this model provides students with a broad learning space, promotes their all-round development, and lays a foundation for cultivating excellent civil engineering learners. Meanwhile, it is emphasized that teachers need to enhance their teaching and ideological and political literacy, optimize teaching strategies, and adapt to the educational demands of the digital age.

Keywords: digital age; soil mechanics; ideological education; having both ability and political integrity of the learner; curricula construction

土力学作为土木工程专业的核心课程之一,教学不仅需要培养学生专业的知识技能,还应该培养

学生的职业道德与社会责任感,承担着传授学生知识技能与培养学生综合素养的任务。这对新时代土

收稿日期:2025-05-11

修稿日期:2025-06-23

基金项目:广东省自然科学基金项目(2024A1515010170);广州市科技计划项目(2024A04J4771,2025A03J3116)

作者简介:吴杨(1985—),男(满族),博士,教授,博导,主要从事土力学教学工作。E-mail:yangwu@gzhu.edu.cn

通讯作者:宋金良(1965—),男,博士,副教授,硕导,主要从事土力学教学工作。E-mail:songjingliang@gzhu.edu.cn

木工程专业的教学方式提出了新的要求。

土力学教学中融入思政教育是新时代高等教育改革的重要方向。《高校思想政治工作质量提升工程实施纲要》明确提出,要深入挖掘专业课程中的思政元素并将其融入课堂教学,实现思想政治教育与专业知识教育的有机统一^[1]。通过培养学生专业知识以及社会主义核心价值观、法律法规、职业道德以及环境保护等思政元素,可以培养符合新时代所需要的德才兼备的专业学习者。

该课程凭借着该教学培养模式,在广东省第七届高校青年教师教学大赛中荣获二等奖,这彰显了该培养模式在土力学思政融合取得的成效。在教学中,以案例为切入点,将思政元素融入理论知识,确保学生在掌握专业知识的同时能够树立正确的价值观。

1 教学现状与挑战

1.1 土力学目前教学现状

在数字化时代的浪潮中,土力学作为一门研究土的力学特性及行为的学科,其教学目标不仅在于传授学生土体的物理和力学性质、土压力计算、地基承载力分析等专业知识,更在于要培养学生在实际工程中解决问题的能力^[2]。但当前土力学教学模式主要是以讲授为主,学生的参与度与积极性相对较低。随着数字化技术的引入,在实践层面如何进行土力学教学内容设计、如何融入思想政治教育等问题,是当下高等教育所关注的重点话题之一^[3-4]。

1.2 土力学与思政元素融合的必要性的必要性

在当代社会中,高等教育仍肩负着社会主义建

设者与接班人的历史使命。在全国高校思想政治工作会议上习近平总书记强调,应将各类课程与思政理论紧密结合,形成教育合力。总书记提出的“课程思政”理念,是实现“立德树人”根本任务的关键举措,同时也是构建德智体美劳全面培养教育体系和高水平人才培养体系的重要途径,并且是完善“三全育人”格局的关键环节^[5]。在传统的土力学教学中,教师往往通过课堂讲解、板书以及 PPT 展示等方式传授学生知识以及技能。此外,实验课程以及案例分析也是帮助学生理解、掌握理论知识的方式。该教学的优点是能够系统地帮助学生建立知识体系;缺点是教学方式单一,缺乏培养学生的创新能力与批判思维。

如今,土力学的教学已经远远超过了技术传授范畴,它不仅需要涵盖知识技能方面的教育,还应该包括培养政治素养、塑造职业道德、提升环保意识以及培养学生的综合能力。该教学方式能够提升学生的综合素质以及培养其成为德才兼备的专业学习者;关键点在于平衡土力学专业教育与思政教育的比重,以及将专业知识与思政元素有机融合,使学生在学会专业知识的同时,能够理解并掌握思政教育的内涵^[6]。

与传统的土力学教学方式相对比,两者的区别主要表现在教学目标及教学内容上。如图 1 所示,传统土力学教学更加注重对学生知识与技能的传授,而如今的土力学教学则增加了对学生价值观与道德观的培养,强调专业知识与国家发展、社会责任、职业道德的紧密联系。



图 1 传统教学与当代教学的对比

2 教学方法创新与思政元素的融合

在土力学教学过程中,专业知识传授扮演着“塑造躯体”的角色,为学生构建理论基础;课程思政的融合相当于“铸造灵魂”,为专业课程注入思想

的深度,通过知识传授与思政融合,达成“塑造躯体”与“铸造灵魂”的双重目标。教学者深挖土力学课程思政元素是该课程思政建设的关键。土力学每一章教学内容中都包涵思政元素,如表1所示。

表1 土力学教学内容与思政元素的结合点

章节	内容	知识点	思政素材	思政元素
第一章	土的物理性质与工程分类	土的结构与组成	黄土窑洞的存在—反映了土在不同的结构性下的差异	爱国主义教育
		土的物理性质指标	土是万物之根基。古代:地者,生万物之本也;当代:万丈高楼平地起	文化传承和民族认同
第二章	土的渗透性及渗流	渗透性与渗透变形	美国密歇根州大坝由于连续降雨导致水位不断上涨,伊登维尔大坝疏于管理、年久失修导致溃决	提升工程伦理意识
第三章	地基中的应力计算	土中应力	上海莲花河畔“楼倒”事故,这反映了在工程建设中忽视安全规范和操作规程的严重后果,强调了工程安全 and 责任意识的重要性	职业道德与工程伦理;人与自然和谐共生
第四章	土的压缩性与地基的沉降计算	土的压缩性	旧金山千禧大厦沉降事故,人与自然和谐共生	学会从失败中学习
		土的单向固结理论	关西机场每年下沉7 cm	重视理论与实践结合
第五章	土的抗剪强度	莫尔-库仑强度准则	深圳市光明新区因降雨使渣土含水过多,没有有效排水通道,形成软弱滑动带;严重超量堆载,渣土失稳转移导致特大滑坡	法律法规与监管执行
第六章	土压力	朗肯土压力理论	临沂市兰陵县兰陵顺天运输有限公司“5.9”挡土墙重大坍塌事故。事故直接原因是挡土墙未进行正规设计,施工管理混乱、施工工序不正确,砌筑质量不符合施工规范要求	安全生产法规的重要性

除挖掘每章土力学中的元素外,我们提出了一种新的培养方案——“五元教学·四维融合·三环互动·双轨评估·一个目标”。即通过智能课堂、土力学实验、实践基地、在线社区以及社会实践活动五个学习渠道,将理论、思政、实践三方面学习内容融合为“理论+思政”、“实践+思政”、“AI+案例”、“AI+整合”四部分,通过“过程评估”与“结果评估”达成“培养德才兼备的专业学习者”的目标。如图2所示。

2.1 五元教学格局的构建:数字化赋能土力学教学多元化

2.1.1 智能课堂:数字化教学平台的创新应用

智能课堂是五元格局的基石。在课堂教学过程中合理运用智能化平台可促使土力学教学过程更为多样化,增强老师与学生之间的互动,从而有效提高学生的兴趣与教学效率^[7-8]。在不同课堂中,教师可通过雨课堂、超星学习通、钉钉、腾讯会议等媒介来进行课前预习布置、课堂随机点名、实时发送习题以及课下在线讨论等,实现贯穿课前预习、课中学习、课后温习的全链条教学,既能提升教学趣味性,

又能加深学生对于土力学知识的理解,这为后续的实验、实践、在线社区以及社会实践等环境奠定了坚实的基础,使学生对知识框架有了更加清晰的了解。

2.1.2 土力学实验:直观理解土力学理论的渠道

土力学实验是五元格局中的重要一环,它与智能课堂紧密相连。学生在智能课堂上预习了理论知识后,通过土力学实验进一步理解并掌握理论知识。比如,在进行直剪实验前,学生可通过提前了解实验步骤、复习理论知识以及明确实验目的来巩固基本理论知识;在操作直剪试验时,学生可通过观察土样在剪切力的作用下的位移以及变形,从而提升自身对土力学的感性认识。

2.1.3 实践基地:校企合作与实践教学的深度融合

实践基地是将理论与实践紧密结合的关键环节,它与智能课堂、实验环节相互呼应。学生在智能课堂上学习的理论知识和在实验中积累的经验,能够在实践基地的企业项目中得到检验。在课堂教学外,充分利用学校与企业建立的实践基地能够为学生提供—一个将理论知识与实践应用深度融合的平台。学生可在企业实施项目的过程中,通过到现场

或远程观看的方式学习项目的操作流程,进而获取实验数据与经验,避免学生所学的知识停留在对知

识的片面理解,使学生更加重视实践内容。与此同时,学生可通过向企业提交相关的项目方案。

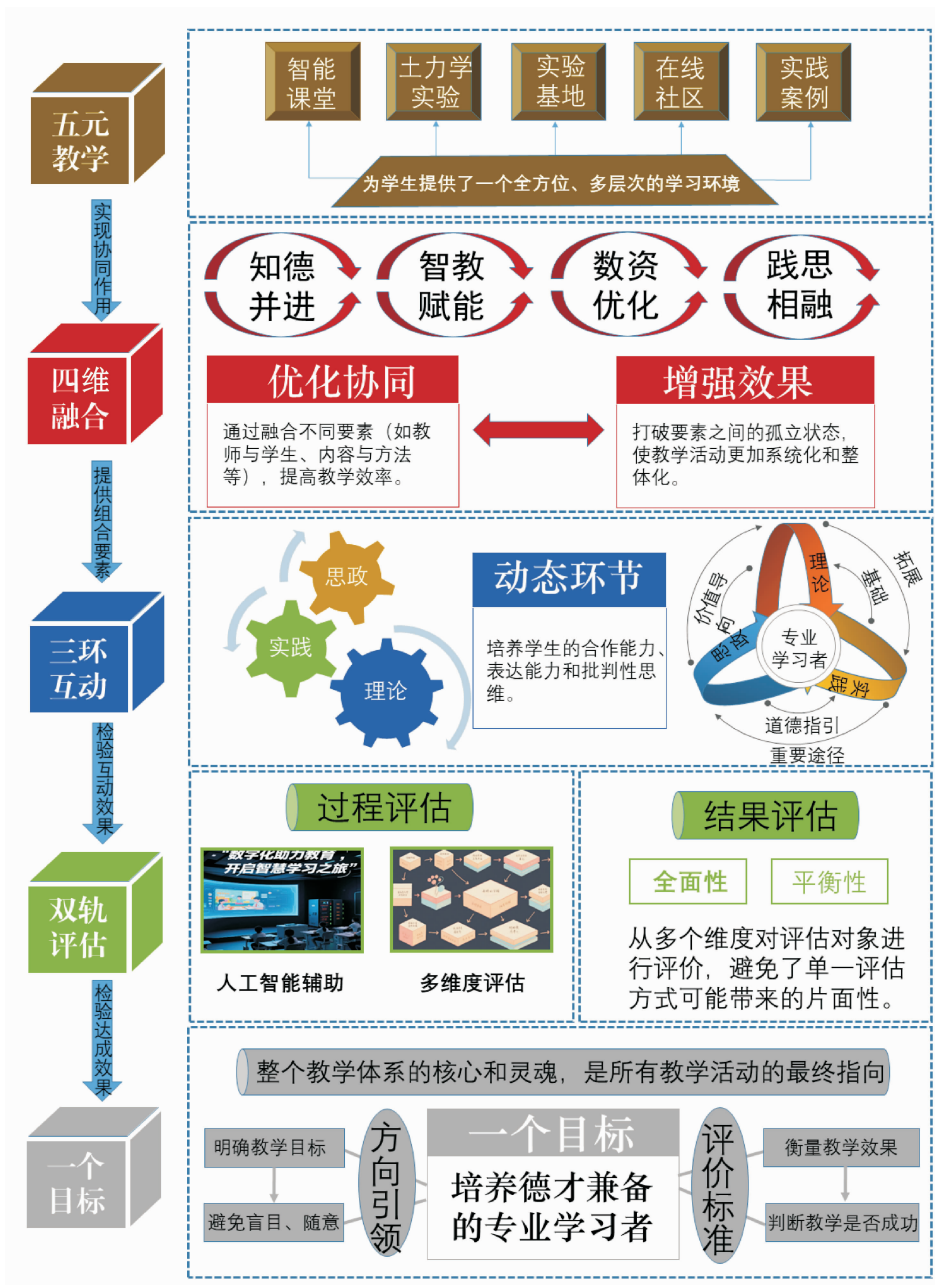


图2 “五元教学·四维融合·三环互动·双轨评估·一个目标”整体课程设计

2.1.4 在线社区:土力学学习社区的建设与互动机制

在线社区是五元格局中拓展学习空间、促进知识共享的重要平台,它与智能课堂、实验、实践基地相互补充。数字化时代的在线网络平台能够为学生学习提供更广阔的空间。教师可以在网络平台上创建专门学习土力学的社区。比如,教师可在小红书平台建立土力学社区,来自各地的学生可以在社区中分享自己的土力学笔记、交流实验心得以及探讨理论知识的重难点;同时,教师可在社区中与学生分

享相关考点的思考题,引导学生深入思考并且激发学生的主观能动性,从而使学生对本节课的知识有更好的内化。不仅有助于学生巩固所学的知识,还能够拓展学生的知识视野,使其了解科学前沿并且培养批判性思维与独立思考能力。

2.1.5 社会实践活动:思政教育与土力学社会实践的有机结合实践案例

社会实践活动是五元格局中将专业知识与思政教育相结合的重要环节,它与智能课堂、实验、实践

基地和在线社区相互呼应。土力学社会实践活动在数字化时代下有了新颖且高效的方式。了解土力学在大众生活中的作用时,学生可通过小程序中的在线调研工具对城市建设中土力学的应用进行调研。比如,在了解土力学在地下停车场建设各阶段的具体应用,学生可用小程序在线调研工具设计问卷,向城市建设的规划部门、设计单位、施工单位以及监理单位等相关人员发放。对于调研过程中发现的新问题及新需求,可以为土力学的学科发展提供方向,从而更好地服务于城市建设中。

2.2 四维融合体系的实施:数字化助力土力学教学要素有机整合

2.2.1 知德并进(专业知识与思政教育的深度融合)

知德并进是四维融合体系的核心,它贯穿于五元格局的各个环节。在智能课堂中,教师利用在线课程及多媒体等资源,不仅能够丰富教学手段,还能够使专业理论知识与思政教育深度融合。例如,教师在讲解地基中应力计算的内容时,可以先在课堂上引入上海莲花河畔楼倒事件,以吸引学生的兴趣,同时向学生揭示:如果在工程建设过程中忽视安全规范,将会带来的严重后果。这样的教学方式能够使对于安全规范有更加深刻的认识,并激发他们对知识的热情。

2.2.2 践思相融(实践能力培养中的思政教育渗透)

践思相融是四维融合体系的重要组成部分,它与知德并进相互呼应,共同促进学生的全面发展。教师可以在教学过程中引导学生思考土力学是如何

应用到实际生活中的,与此同时,教师可通过将最新的经济、政治、社会新闻以及热点事件融入相关的课程内容,这样可以有效地提升教学的相关性以及学生的兴趣^[9-10]。比如,学生在学习土的渗透性与渗透破坏的章节时,教师可以引入美国密歇根州大坝溃决的具体情境,帮助学生更好地识别问题、分析问题并提出可能的解决方案,从而更好地理解并复习理论知识。这个过程能够将知识传授、能力培养以及价值观教育都融入其中,能够有效地激发学生互动及思考的热情。

2.2.3 智教赋能(人工智能技术在土力学教学中的应用)

智教赋能是四维融合体系中的技术支撑,它为五元格局的各个环节提供了强大的技术支持。人工智能已经深入到土力学教学过程中的各个方面,为教学提供了前所未有的支持。学生可借助机器算法对实验数据进行系统的分析,从而能更加准确地了解土的力学性质。人工智能辅助教学系统也能够为学生提供一系列的学习资源,包括思维导图、章节总结、学习拓展资料等内容,使学生在原有知识的基础上,进行进一步的汇总与拓展。此外,学生可以根据自己的学习进度与掌握程度在智能教学辅助系统上进行个性化学习,提高自己的综合素养。

2.2.4 数资优化(数字化教学资源的整合与优化)

数资优化是四维融合体系中的资源保障,它为五元格局的各个环节提供了丰富的教学资源。数字化时代有利于教师进行教学资源信息整合,提升学生的学习兴趣,实现教学效率的提高。教师可以从

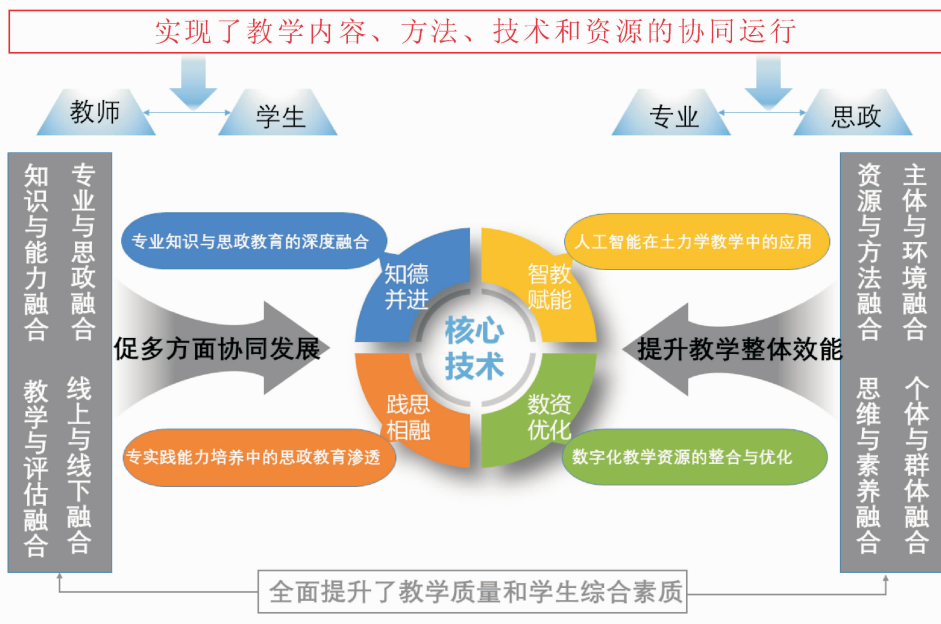


图3 四维融合逻辑剖析图

超星学习通、中国大学 MOOC 以及哔哩哔哩等平台获取资源,例如,中国大学 MOOC 能够提供国家精品课程、高质量的教学课件、学术前沿文献以及多媒体素材等资源。此外,在实验操作方面,线上的国家虚拟仿真实验教学课程共享平台(ilab-x)同样能够为学生打造一个真实的实验场景,学生进行实验操作前,可在 ilab-x 平台上进行培训,熟悉实验步骤,降低实验成本。教师通过对这些教学资源进行整合,与同学共享,能够极大地提升学生的学习体验与效果。

2.3 三环互动机制的优化:数字化驱动土力学教学全过程协同

2.3.1 理论学习环:线上线下教学模式的创新

理论学习环是环互动机制的起点,它与五元格局和四维融合体系紧密相连。线上线下教学模式为土力学的理论学习带来了革命性的变革,提供了更为高效、灵活的学习方式。课前阶段,学生可以依托智慧树在线平台开展自主预习:了解土力学的基本概念观看教学视频以及进行线上测试,这能够使生初步搭建理论知识框架。课堂上,教师可以根据学生的预习情况有针对性的讲解重难点,同时,可以组织学生进行课堂讨论以加深理解。课后知识巩固阶段,学生通过线上平台完成作业和拓展任务,教师根据反馈信息在下节课进行针对性巩固,由此可构建起“课前预习—课中学习—课后复习”的线上线下闭合教学回路。这不仅仅提高了理论学习的效率,还为实验、实践基地、社区互动和社会实践活动提供了理论基础。

2.3.2 实践应用环:项目式学习与实践教学相结合

实践应用环是环互动机制的关键环节,它与理论学习环紧密相连,实现了理论与实践的有机结合。教师可在教学过程中设计实际的工程情景,让学生进行项目式学习^[11]。如在智慧树在线平台上发布某地区软土地基处理方案,学生通过在线平台获取该项目的详细资料,进行方案设计优化。学生在设计过程中遇到难题时,可在平台中提交自己的阶段性成果,教师可利用在线讨论区给予学生相关的修改建议,对学生进行实时指导。这种实践教学模式既能够完成理论知识到实际工程的转化,又能够在复杂问题中培养学生的解题思维。实践应用环中的项目实践成果也为理论学习环提供了反馈,促进了教学内容的优化。

2.3.3 思政教育环:专题讲座与案例分析的思政融入

思政教育环是环互动机制的重要组成部分,它与理论学习环和实践应用环相互呼应,共同促进学生的全面发展。在思政元素融入土力学教学的过程中,除了传统的课堂教学方式,还可通过开展在线专题讲座以及案例分析等形式进行融入^[12]。在教学过程中,教师可不定期邀请土力学领域的专家,开展一系列的专题讲座,向学生深度解析地基沉降控制、跨海大桥的桩基设计等超级工程中所运用的关键土力学技术。通过这样的教学方式不仅能够使学生地学习兴趣得到激发,更能够使学生的爱国情怀得到提升。

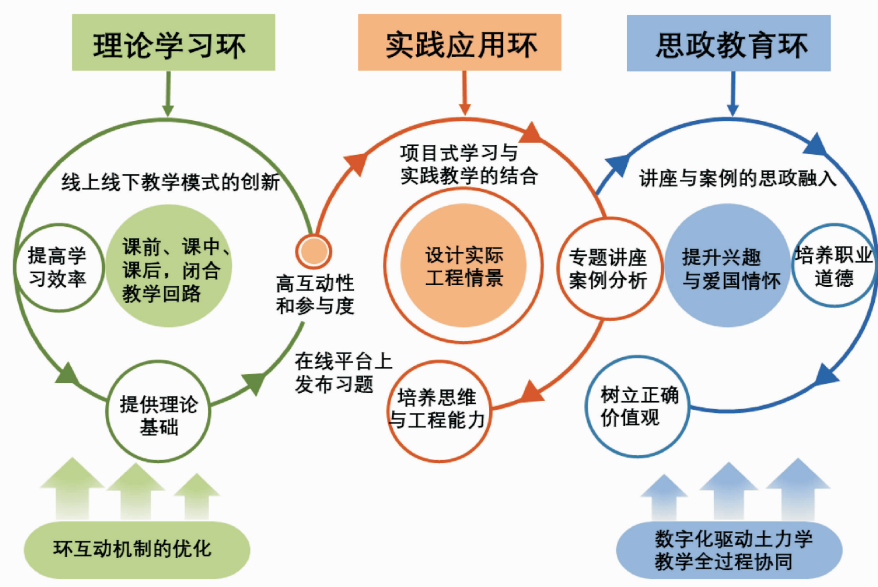


图 4 三环互动逻辑剖析图

2.4 双轨评估模式的构建:数字化支持土力学教学全面评价

2.4.1 过程评估:智能评估系统的实时反馈与指导

过程评估是双轨评估模式的重要组成部分,它与五元格局、四维融合体系和环互动机制紧密相连。智慧树平台的智能评估系统为土力学教学的评估过程提供强有力的支持。智能评估系统能够对学生的在线学习时长、学习过程中的互动表现以及作业的完成情况等关键数据有详细的记录。教师通过深入分析学生的学习数据,能够准确的把握学生对知识的掌握程度,可为学生提供针对性的反馈与指导。

2.4.2 结果评估:综合考核与实践成果的全面评估

结果评估是双轨评估模式的另一个重要组成部分,它与过程评估相互呼应,共同构成了全面的评估体系。学生的结果评估在数字化时代有了更加丰富的评估形式。在线考试系统不但能够为学生提供更多考试形式,还能够节省大量的人力物力。此外,在结果评估过程中融入小组讨论、实践操作以及项目作业等多种形式,实现评估学生的综合水平。通过综合考核与实践成果的全面评估,教师能够更准确地了解学生对理论知识的掌握程度,为其提供更具针对性的建议与帮助。

2.5 一个核心目标的贯穿

在“五元格局、四维融合、三环互动、双轨评估”培养模式下,培养德才兼备的专业学习者这一核心目标贯穿于每一个部分。智能课堂、土力学实验、实践基地、在线社区和社会实践活动共同构成了多元化的教学格局,为学生提供了丰富的学习渠道和实践机会;知德并进、践思相融、智教赋能和数资优化四维融合体系,通过数字化技术的支持,实现了教学要素的有机整合,提升了教学质量和效果;理论学习环、实践应用环和思政教育环的互动机制,优化了教学全过程的协同,促进了学生的全面发展;双轨评估模式通过过程评估和结果评估的结合,为学生提供了全面的评价和发展建议。在这样的模式下,能够确保学生在土力学教学课程中掌握扎实的专业知识并且提升实践能力、创新能力以及良好的思想品德。

3 实践教学保障策略

教师应不断提升自身教学方面的专业水平,可以通过定期参与政治理论学习,深入理解国家的教育方针政策,尤其是与思想政治教育相关的指导思想与理论体系。比如定期阅读《人民日报》、新华社以及学习强国等相关官方媒体的报道。除此之外,

可定期参加与专业相关的发展培训以不断更新教育理论,从而更好地适应教育发展的最新要求。

教师应该在教学任务完成后进行自我教学反思,通过观察学生在课堂上的反应:参与度、兴趣及学习成果,总结自己在教学过程中的成功经验与不足之处,并且要注重同学们的反馈,根据学生的意见及建议思考如何改进教学方式,不断优化自己的教学策略。随着教育技术的迅速发展,教师更应该主动学习并且掌握新的教学工具及教学软件,不断地提高教学效率及教学质量,对于教育技术工具教师应该从前期的掌握技术到应用及创新、通过不断摸索不断探究满足数字素养的原始诉求^[13]。《义务教育课程方案和课程标准(2022年版)》中提出了跨学科主题的学习要求,要求教师需不断地跨学科学习,并且该要求指出,跨学科学习是实施跨学科教学以及教育学生核心素养的重要前提条件,通过鼓励教师们跨学科的教学尝试,将土力学与思政教育相融合,拓宽了学生的知识视野。

孔子曰:“与善人居,如入芝兰之室,久而不闻其香,即与之化矣”。教师的人格魅力能够陶冶学生情感及升华学生道德^[14-15]。一个优秀的教师能够通过自身的人格魅力影响学生,那是因为教师可以给学生带来心灵的震撼,使学生在教学活动中不断地受到良好的教育。教师的品格包括道德、人格、作风以及品行等方面,它能够反映在教师的一切言论及行动当中,教师的优秀品格会给学生带来重大影响,学生也会效仿,所以教师应该注重提升个人品德修养及专业素养,从而成为学生的学习榜样。

4 结 语

实施“五元教学·四维融合·三环互动·双轨评估·一个目标”培养方案能够有效地将思政元素融入土力学教学中,能够为学生的未来发展奠定良好的基础,使其在未来能够更好地融入社会,成为一名德才兼备的土木工作者。

智能评估系统、在线社区以及学校与企业之间的合作能够为学生提供更广阔的学习空间,培养学生的综合能力。教师通过定期参加政治理论学习,持续进行教学反思,确保自身思政教育方面的知识储备,以及不断优化教学过程中的策略,实现教师队伍专业素质的不断提升。该培养方案在数字化时代下的实施,能够为我们培养更多德才兼备的土木工作者,我们将在未来不断完善此模式,以期培养更多优秀的土木工作者。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部. 关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知;教高[2020]3号[Z]. 2020-05-28.
- [2] 河海大学《土力学(第3版)》教材编写组. 土力学[M]. 北京:高等教育出版社,2019:25-26.
- [3] 朱秀清,宋爱红,王旭. 土力学课程融合思政教育教学研究与实践[J]. 教育教学论坛,2020(27):80-81.
- [4] 王中华,雷金波,喻勇. 混合式教学模式下土力学课程思政融入的探讨[J]. 职业教育发展,2024,13(6):2267-2274.
- [5] 刘艳,李伟华,房倩. 将思政教育引入土力学教学的探索[J]. 教育现代化. 2020,7(2):137-138.
- [6] 徐慧,王灏霏. 新工科背景下“土力学与地基基础”课程教学改革实践[J]. 安徽建筑. 2021,28(2):128-129.
- [7] 周京华. 土力学[M]. 北京:中国铁道出版社,2022:35-36.
- [8] 李广信. 高等土力学[M]. 第2版. 北京:清华大学出版社,2016:38-39.
- [9] 牛婷婷,胡怀利,邹久群,等. 土力学教学中思政元素的有机融入[J]. 高等建筑教育,2024,33(1):151-157.
- [10] 孙哲,赵中华,刘爱霞. 新工科背景下土力学课程思政教学研究[J]. 大学,2024(24):137-140.
- [11] 蒋水华,夏陈玮,章浩龙,等. 土力学课程思政教学方法探索[J]. 高等建筑教育,2021,30(6):81-86.
- [12] 王璐,沈扬,刘云,等. “新工科”视角下土木类大学生学习共同体构建[J]. 高等建筑教育,2020,29(4):1-7.
- [13] 董金梅,刘方爱,高洪梅,等. 提升土力学课程学生学习效果的思路与探索[J]. 高教学刊,2023,9(6):121-124.
- [14] 孙永帅,张薇. 基于思政教育的“土力学”课程研究综述[J]. 中国地质教育,2024,33(1):81-86.
- [15] 张晓磊,吴晓峰,曹培. 基于课程思政的土动力学实验教学模式探索[J]. 教育教学论坛,2022(43):41-44.
- [3] 江强强,徐杨青,王浩. 不同含石量条件下土石混合体剪切变形特征的试验研究[J]. 工程地质学报,2020,28(5):951-958.
- [4] 张振平,付晓东,盛谦,等. 基于含石量指标的土石混合体非线性破坏强度准则[J]. 岩石力学与工程学报,2021,40(8):1672-1686.
- [5] 杨忠平,李进,蒋源文,等. 含石率对土石混合体-基岩界面剪切力学特性的影响[J]. 岩土工程学报,2021,43(8):1443-1452.
- [6] 张修军,季思同,戴文杰,等. 含石量与含水率对土石混合体抗剪特性研究综述[J]. 广东土木与建筑,2022,29(6):43-47.
- [7] 李浩民,饶锡保,江泊洳,等. 单剪与常规三轴条件下土石混合体强度特性差异[J]. 长江科学院院报,2023,40(3):105-111.
- [8] 刘宝臣,张辉,林志南,等. 含石量及块石球度对土石混合体剪切特性的影响[J/OL]. 工程科学与技术,2024:1-16[2025-08-13]. <https://link.cnki.net/urlid/51.1773.TB.20240617.1146.002>.
- [9] 杨小彬,侯鑫,裴艳宇,等. 大粒径石块分布对土石混合体稳定性的影响[J]. 科学技术与工程,2020,20(31):12962-12967.
- [10] 刘如珍,乔丹阳,刘正疆. 基于数字图像相关方法分析土石混合体的变形行为[J]. 公路工程,2024,49(3):76-84.
- [11] 何卓岭,张俊云,罗晓龙,等. 红层土石混合体颗粒破碎行为及强度产生机制[J/OL]. 西南交通大学学报,2024:1-11.
- [12] 韩志洋,曹志翔,黄开放. 基于离散元模拟的土石混合体剪切与变形特性研究[J]. 中国农村水利水电,2023(5):238-244.
- [13] 罗璟,董自涛,裴向军,等. 不同含石量条件下TBM渣料剪切特性研究[J/OL]. 工程地质学报,2023:1-15[2025-08-13]. <https://doi.org/10.13544/j.cnki.jeg.2022.0697>.
- [14] 刘晓华,韦彬,唐皓,等. 基于蒙特卡洛随机采样的土石混合体数值模型构建方法[J]. 湖南交通科技,2020,46(2):18-24,53.
- [15] 刘康琦,刘红岩. 地震作用下土石混合体边坡稳定性分析研究[J]. 防灾减灾工程学报,2022,42(1):224-230.
- [16] 贾聿颀,李冬冬. 基于筛分试验的土石混合体三维数值建模方法研究[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版),2023(2):97-103.

(上接第 59 页)