

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.02.010

欢迎按以下格式引用:姚未来,刘元雪,陈进,等.新工科背景下岩土工程学科研究生培养科研支架式教学模式构建[J].高等建筑教育,2022,31(2):66-76.

新工科背景下岩土工程学科研究生培养科研支架式教学模式构建

姚未来,刘元雪,陈进,程香

(中国人民解放军陆军勤务学院军事设施系,重庆 401311)

摘要:在新工科学科交叉融合发展的大背景下,岩土工程卓越科技人才的培养对研究生教育提出了更高的创新型、科研型、学术型需求。与现有教学模式不同,文章提出的科研支架式教学模式首次在“能力域”下进行思考,面向能力素质而非知识内容进行教学设计。其提出研究生整体培养过程是能力体系的构建过程,即“科研能力支架”的建设过程。研究生培养方案前端的课程教学作为科研能力体系建设的起始部分和重要组成部分,被赋予了鲜明的科研属性。课程教学注重学科内容的跨界交叉,以专题形式展开,形成学一个专题即开展一项研究的教学新格局,将科研创新能力的训练提至培养起点,并贯通培养始终。文章讨论了该模式的理论基础,阐述了该模式的设计思想,研究了该模式的基本流程和能力架构,探索了该模式的实施方案,并取得了良好的实践成效,打开了“学”“研”并轨的教学新局面。

关键词:新工科;岩土工程;研究生教育;科研能力支架;教学模式

中图分类号:G420;TU4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2022)02-0066-11

为主动应对新一轮科技革命与产业变革,支撑服务创新驱动发展、“中国制造2025”等一系列国家战略,教育部启动了“新工科”发展研究工作^[1],形成了“‘新工科’即新兴、新型、新生建设的复旦共识”^[2],明确了“新工科”的行动路线——“天大行动”^[3]。高等院校工程学科的人才培养,特别是硕、博士研究生的培养思路应与新工科建设的宗旨相契合,坚持创新是灵魂、科研是核心。

“新工科”不仅指与新兴产业相关的学科专业,如人工智能、智能制造、机器学习、大数据、云计算等,也包括对传统工科专业的升级改造和交叉融合。在过去的发展历程中,多学科交叉有力地带动了多项新技术的发展。新型学科(人工智能、大数据、信息科学等)与传统学科(土木工程、机械工

修回日期:2021-05-25

基金项目:重庆市高等教育教学改革研究项目(213503;193352)

作者简介:姚未来(1990—),男,中国人民解放军陆军勤务学院军事设施系讲师,博士,主要从事岩土塑性力学、纤维增强复合材料在土木工程中的应用研究,(E-mail)1131015227@qq.com;(通信作者)刘元雪(1969—),男,中国人民解放军陆军勤务学院军事设施系教授,博士生导师,主要从事岩土工程教学与科研工作,(E-mail)lyuanxue@vip.sina.com。

程、电气工程等)的交叉融合,已成为“新工科”建设的重要组成部分,将在未来的技术革新中发挥重要作用。

事实上,随着西部大开发战略持续推进,城市化进程的进一步深化,国家重大工程的建设正快速展开,涉及深部高应力地下工程安全性评估与设计优化、高陡边坡稳定性问题、高放核废物深地质处置安全性等问题,对大数据背景下多物理场耦合机制开展研究的需求日益增加。因此,目前岩土工程学科研究生的人才培养应立足学科交叉,同时充分考虑研究生教育重创新、重科研、重学术的特征,对岩土工程专业研究生课程的教学模式与思路进行相应升级。

近年来,不少学者对工程教育的创新教学模式进行了探索。段娜等^[4]依据工程专业人才培养的能力素质要求,开展了环境工程学科课程混合式教学模式的改革与探索,形成了围绕专题教学的线上线下教学模式,采用了多元化的教学方法和评价体系。Dai等^[5]基于脑科学和神经科学,以脑认知的宏微观原理为基础,结合影响土木工程课程教学的各种因素,建立了全时空渗透教学体系的模型,并提出了教学策略,学生的创新、互动能力得到了提升。邓建等^[6]针对测绘工程实践教学中学生积极性、主动性不高,实习效果较差等问题,设计了以项目教学为导向的教学环境、教学环节、教学组织,形成以项目为导向,以学生为中心,以教师为主导的课程教学模式。Zhou等^[7]在制药工程重大实验教学中,引入了工程项目认定标准的思想,提出了综合实验教学模式,学生在自主学习、创新能力、学科进步等方面都取得了明显进步。倪芳等^[8]对新型教学模式进行了探索,通过完善师资队伍配置,借鉴传统师徒传承关系,增加认识实习环节比重,改革教学方法等多途径培养学生的应用型创新能力。

通过对最新研究进展的总结分析,发现当前创新教学模式具有以下发展趋势:(1)借助互联网等先进科技成果,从单一教学模式转变为现代化、多元化混合型教学模式^[4,9-11]; (2)由基于教学实践经验的归纳型教学模式转变为具有理论基础的演绎型教学模式^[5,12]; (3)突出学生的主体地位,强调学生的自主性,由以“教”为主的教学模式转变为以“学”为主的教学模式,重视学生的教学参与性和可操作性^[7,13-14]。另外,对于硕、博士研究生的教学,还应充分考虑研究生的培养目标,突出创新能力的核心地位^[15-16]。

一、科研支架式教学模式的理论基础

结合目前创新教学模式的最新研究成果,本文提出新工科背景下针对研究生教育的科研支架式教学模式,基本理论如下。

(一)最近发展区理论

著名心理学家维果茨基在研究儿童发展与教学开展之间的关系时指出,学习者存在以下两种水平:一是已经达到的既有发展水平(第一发展水平);二是可能达到的潜在发展水平,具体表现为学习者不能独立完成某项学习任务,但在教学者的帮助和指导下可以达到的水平(第二发展水平)^[17]。上述两种水平之间的差异区域被称为“最近发展区”。基于学习者的第一发展水平,由教学创造最近发展区,将学习者的智力水平不断由一个水平提升至另一个较高的水平^[17]。

(二)支架式教学理论

在最近发展区理论基础上,进一步发展出了支架式教学理论。罗森赛恩认为,教学者或能力水平更高的同伴为那些不能独立解决问题的学习者提供帮助和协助的过程即是支架式教学^[18]。唐纳

德则将支架式教学定义为一种情景化教学,即知识水平更高的参与者^[19],比如教师为一同参与的新手提供支撑条件,以帮助新手提升知识技能水平的过程。普里斯里认为支架式教学是一种帮助式教学,通过适时为学习者提供帮助,使学习者的知识水平和学习能力不断提升,然后逐渐去除帮助,实现学习者对知识的自主建构^[17]。目前,支架式教学模式最广为接受的定义源自欧共体“远距离教育与训练项目”的相关文件,其认为支架式教学是为学习者建构知识理解概念框架,用于学习者对问题进一步理解的过程。根据“最近发展区”理论,将复杂的教学任务加以分解,对教学内容建立“支架式”概念框架,通过教师适时搭设“支架”,使学习者自己沿着“支架”逐步攀升,从而实现学习者对复杂教学内容完成的意义建构^[17]。

整体来看,支架式教学模式的思想可大致概括为:目标分解,由浅入深,适时点拨,渐入佳境。总体上来讲,支架式教学理论既强调学习者的自主建构和创新探索过程,又强调教学者的诱导和帮助,重视循序渐进、逐步提升,对研究生教学具有较好的理论、实践意义。

二、科研支架式教学模式的设计初衷

综合分析目前的创新教学模式与教育学理论中的经典教学模式,对其行为轨迹和教学流程进行总结,如表1所示。分析发现,无论是经典教学模式还是近年来提出的创新教学模式,其教学流程本质上是一系列教学行为或者学习行为构成的动作序列。确切地说,上述动作是针对教学知识内容的处理行为,其最终目的是通过一系列的行为操作,促进和实现学习者对知识内容的深入理解和运用。如,课前学习、协作自主学习、课堂教学、考核等。又如,在传统意义上的“支架式”教学模式中,其“目标分解”行为实质上是在“最近发展区”理论的指导下对教学内容进行解构,形成知识概念框架,以便于学习者能更好地对知识内容进行理解。以上的动作行为面向教学内容设计,主要着眼于学习者对知识内容的加工、处理过程,仅具有单纯的动作特征,而不是某种能力,没有突出能力素质的导向。当然,在完成以上一系列动作程序的同时,相应的能力素质将得到锻炼和提升。但总体上看,迄今为止,教学模式的设计主要关注学习者接受和消化知识的过程,致力于提出一套科学有效的方案进行教学内容铺设与操作实施,促进和加深学习者对知识的理解,但对能力素质的指向性不明确。

对于研究生而言,学习者已经具备较完整的知识结构体系和较强的学习能力,基本胜任对知识内容的自主建构,不应再过度关注学生对知识内容的吸收、理解过程,而应转向关注能力体系建设这一更高层次目标。为此,本文提出转变思维角度,以能力素质为指针,构建针对研究生培养的全新教学模式。现有教学模式强调对学习者的知识吸收情况的关注,面向知识内容设计,在“内容域”中开展研究。本文提出的科研支架式教学模式,在传统支架教学理论的基础上,直截了当地关注能力素质的培养,面向素质训练,在“能力域”中开展讨论。事实上,对于研究生这类高复杂性学习者而言,教学应着重关注能力的塑造,更适合在“能力域”下开展研究。“内容域”与“能力域”类似于信号处理领域中的“时域”与“频域”概念,二者存在一定内在联系,即基于内容的教学设计同时伴随对能力的训练,基于能力的教学设计也必然牵涉对教学内容的铺设与安排。以经典的“探究式”教学模式为例,基于知识内容的教学行为与能力素质训练的关联如图1所示。通过在教育领域作“傅里叶变换”(图1),不再在“时域(内容域)”中讨论教学模式,转而在“频域(能力域)”中设计创新教学模式,直接面向能力素质的塑造,使岩土工程专业的研究生教育更满足新时代、新工科的要求。

表 1 现有典型教学模式的实施流程总结

类别	教学模式	实施流程
创新教学 模式	段娜模式 ^[4]	课前学习—知识提升—参与式讨论—实践式教学
	Dai 模式 ^[5]	引起注意—唤醒记忆—教学执行
	Zhou 模式 ^[7]	基础试验—成果获取—过程考评—成果整合—高级试验
	张斌模式 ^[9]	创设问题情景—学生分组安排—协作自主学习—学习相互评价
	张登攀模式 ^[10]	知识点交互—实践教学—理论教学—案例教学
	严志虎模式 ^[11]	课前准备—课堂教学—课后巩固
	粟文斌模式 ^[12]	明确内容方向—建设内容体系—强化实践
	魏强林模式 ^[13]	学习—教学—考核
	费景洲模式 ^[14]	虚拟预习—自主试验;现实拓展—自主课堂
	Ellis 模式 ^[15]	团队组建—课题识别—探究—成果展示
Xin 模式 ^[16]	项目实践—文献研讨—交互指导	
经典教学 模式 ^[20-21]	传递—接受式	复习旧课—激发动机—讲授新课—巩固练习—检查评价—间歇性复习
	自学辅导式	自学—讨论—启发—总结—练习巩固
	探究式	问题提出—假设—推理—验证—总结提高
	巴特勒式	情景设置—激发动机—组织教学—应用新知—检测评价—固练习—拓展迁移
	抛锚式	创设情境—确定问题—自主学习—协作学习—效果评价
经典教学 模式 ^[20-21]	支架式	搭脚手架—进入情景—独立探索—合作学习—效果评价
	加涅模式	引起注意—告知目标—刺激回忆—呈现刺激—提供指导—引发业绩—保持与迁移
	现象分析式	出现现象—解释现象—结果分析—方法分析

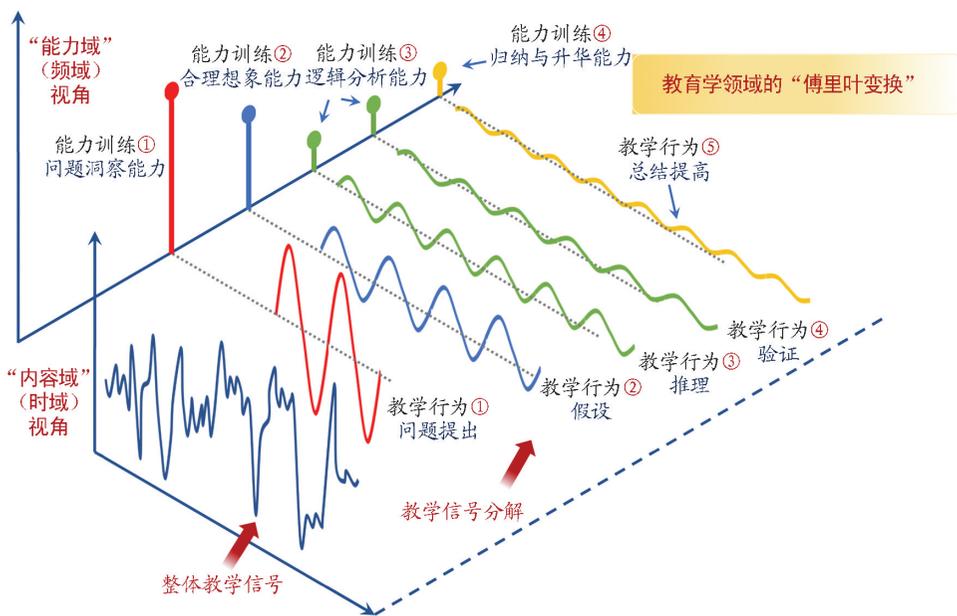


图 1 不同视域下的教学模式

三、科研支架式教学模式的的教学目标和构建思想

(一) 教学目标:面向能力素质,立足学术前沿,锻造创新品质

研究生教育是整个教育链条的顶端,作为国民教育体系中最高层次的存在样态,是知识生产体

系和国家科技创新体系的重要组成部分^[22],其区别于其他类型教育的根本点在于研究性、学术性和对高层次能力素质培养的重视。研究生培养在夯实理论基础,掌握系统专业知识的基础上,更重要的是始终秉持创新精神,培育独特而自立的科研素养^[23]。因此,研究生的课程教学不应止步于知识传递,而应进一步以拓宽学术视野,提升科学思维能力为目标,坚持创新是灵魂、科研是核心。

(二) 构建思想:“学”“研”并轨,架设科研能力支架

研究生培养的最终目标是学生完成科研能力体系的构建。培养方案中的前期课程教学与后期毕业课题的研究之间不应出现割裂,而均应服务于建构科研创新能力这一核心目标。

近年来,工程学科的教学模式虽在不断尝试改革创新,但对于研究生教育的专属性思考仍不够充分,当前研究生的培养普遍存在教学与科研脱轨的问题。学制的第1—2年为课程教学阶段,虽不乏试验课程、参观见学等动手实践环节,但主要还是进行“传递—接受”式的理论知识教学,科研的存在感较低,与本科阶段的学习体验大体相当。该阶段,大多数学生虽在导师指导下已经明确后续课题研究的大致方向,但科研参与度较低,主要靠偶尔阅读文献、参与团队组会、协助高年级学生开展试验与数据处理等方式零星参与科研活动。科研能力的正式塑造开始于课程教学结束之后的毕业课题研究,但相当数量的学生会感觉到有剧烈跳跃感,科研能力存在明显短板,创新思维不足,在文献调研、关键问题提炼、研究计划拟定等诸多方面捉襟见肘,最终形成虽然完成学业,但实质上科研能力构建完成度不高的常见格局。

对前期课程教学与后期课题研究的培养结构进行审视,造成上述现状的重要原因是教学与科研彼此独立、相互脱轨。课程教学过程仅专注于完成知识传递这一最低要求,而没有较好地服务于科研创新能力构建这一核心目标。同时,现有教学模式在“内容域”视角下进行讨论,对能力素质培养的指向性不够明确。

为此,本文提出了针对研究生培养的科研支架式教学模式。该模式首次尝试在“能力域”下全新思考,直接面向学习者能力素质的培养,并在此基础上进一步提出“学”“研”并轨的思想,致力于教学与科研的“血肉”融合。立足于研究生培养的特殊性,教学与科研不应出现明显的割裂性,教学模式也不应仅仅服务于教学,而应同时服务于科研能力的培塑,注入创新驱动的元素。研究生的整体培养过程是能力素质的塑造过程,即“科研能力支架”的建设过程。培养方案前端的课程教学是“科研能力支架”建设的起始部分和重要组成部分,在教学过程中加入科研模式,以科研创新能力培养为指针,增强教学与科研的对接,形成一入学上课即开始科研能力训练的教学新局面,将科研创新能力的培养提至起点并贯穿研究生培养始终。

四、科研支架式教学模式的基本流程和能力架构

继承传统支架式教学理论的精髓,在“能力域”中进行讨论,将“科研能力支架”分解为7大能力支柱,遵照循序渐进、教学者适时协助、能力支柱逐个建立直至形成科研能力体系的原则设计教学模式。秉持传承经典理论、开拓前沿研究的理念开展教学活动。“学”“研”并轨,其中,“学”是基础,“研”是主要。在完成经典理论学习的基础上,立足前沿开展热点问题的进一步研究,形成经典内容自主学习,前沿内容深入研讨的模式,倡导教学来源于经典,但又力求超越经典,面向未来。

科研支架式教学模式的基本流程和能力架构如下。

(一) 科研能力支柱之一:快速学习能力与批判性思维

教材经典理论内容的学习在该环节展开。教学者明确教学内容,下发文献资料清单。清单的内容包括但不限于:教材的某章节、与教学内容相关的论文、网上学习资料等。基于互联网先进技术,充分利用线上平台,研究生自主开展文献研读与知识学习,培养对知识内容的快速接收和消化理解能力。科研没有完成时,只有进行时,即便是现有的成熟理论也可能存在瑕疵,学习时应多鼓励学生变换视角、多方验证、结果倒推、合理质疑、敢于挑战经典,以培养批判性思维。

(二) 科研能力支柱之二:洞察与创新能力

通过上一环节的质疑性学习,在教学者的提示和引导下,培养学生洞察问题的技能,敏锐感知现有研究(包括经典理论)中存在的不足。立足前沿视角,形成独到理解,提出针对现有不足的创新改进方向,提炼主要创新点,酝酿下一步的研究课题。

(三) 科研能力支柱之三:统筹规划能力

针对现有研究存在的问题,推定进一步的课题研究计划,训练学生统筹规划能力。以研究生为主体,教学者为主导,整体谋划,全盘考虑,吸纳前人优点,注入自身创新,创建完整研究方案,包括研究目标、研究方法、关键问题、研究内容、技术路线和关键技术等。

(四) 科研能力支柱之四:执行能力与科研韧性

扎实贯彻研究计划,向研究纵深不断推进,训练学生实际执行能力。科研探究是波浪式推进,螺旋式上升的过程;是不断试错,攻关问题,各个击破,最终得到满意结果的过程。锻炼研究生的意志力与抗压能力,培养遭遇困境,冷静分析,寻求突破的科研韧性,牢固树立坚定向前终将取得进展的科研信念。

(五) 科研能力支柱之五:写作逻辑与科研表达能力

学术论文、研究报告等文字文件是课题研究成果的重要表现形式,是衡量科研人员学术水平的重要标尺。国内工科教育偏重习题训练,不够关注论文写作技能培训。应当注意到,科研能力的塑造不仅仅是扎实推进研究进程,逐个攻克疑难问题,以规范的、具有较好可读性的文字形式表达研究成果同样是科研能力训练的重要环节。研究生应参照正式学术论文的结构撰写完整研究报告,规范呈现最新研究进展综述、问题引出、探究方法、理论推导、结果讨论、结论提炼等内容,训练严密、完整的写作逻辑,不断提升语言功底。

(六) 科研能力支柱之六:展示与沟通能力

训练成果传播和答辩沟通技能,要求研究生整合研究成果,制作展示课件,当众演讲并参加质询讨论。该环节借鉴研究生的毕业论文答辩模式,严格规定汇报时间,引导学生完成详略得当、重点突出、特点鲜明、脉络清晰的汇报展示。展示完毕后,由教师 and 其余学生充当评审专家,开展交叉质询和讨论,注重形成开放、热烈、交互气氛浓厚的课堂氛围。

(七) 科研能力支柱之七:反思能力与发展眼光

收拢课堂,由教师主导,对每个学生的知识掌握情况、选题情况、研究情况、展示情况等总结评价,引导学生开展反思,用发展眼光审视自己的整个研究过程。相互讨论,出谋划策,为今后研究提出建议,明确未来研究方向。

上述7大科研能力支柱的建立过程如图2所示,“能力支柱①”的建立过程是“学”的过程,之后

则是“研”的过程,整个教学模式的科研属性鲜明,同时,“能力支柱②、③、⑦”的建立过程有教学者的引导和辅助,继承了传统支架式教学理论中教师适时协助的优秀理念。7根能力支柱的建设过程既是科研支架式教学模式的基本流程,又指明了科研创新素质的能力架构。与现有教学模式不同,以上流程虽具有动作行为特性,具备明确的可操作性,但在“能力域”中进行探讨,不再关注研究生对教学内容的吸收与理解过程,而是直接面向能力素质的构建与培养,对每个环节的科研能力指标作明确指示,并直接以能力素质的塑造为教学目标。

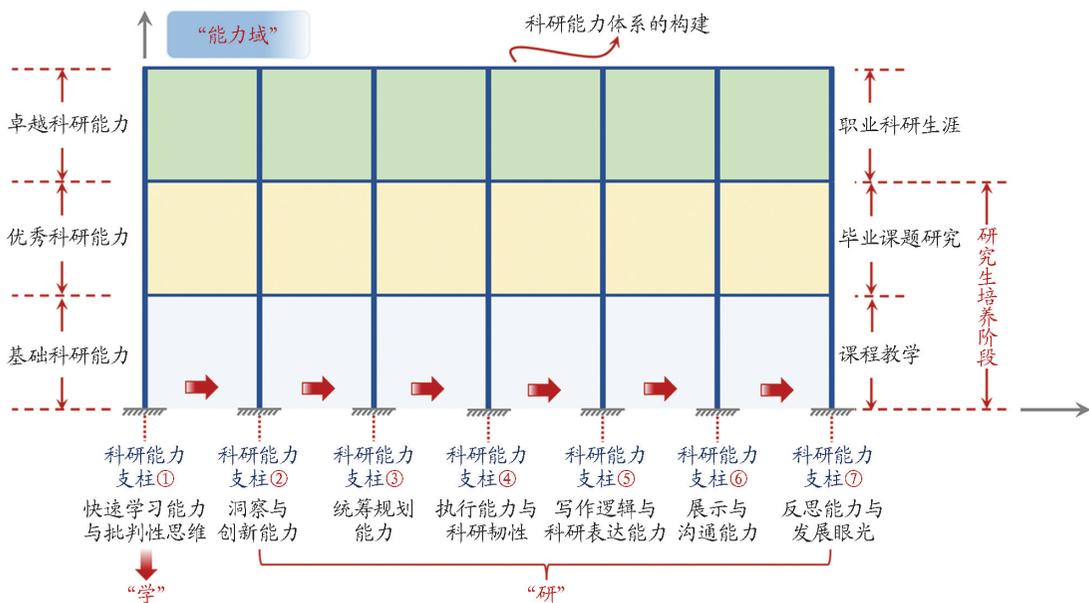


图2 “科研能力支架”的构建

另外,科研创新能力体系的建立是一个长期过程,分为不同层次,课程教学是研究生培养的前端部分,主要完成基础构建和“底层框架”建设,高层次能力框架的进一步建设将在后期研究生毕业课题研究和科研职业生涯中逐步完成。

五、科研支架式教学模式的实施方案

(一) 教学内容组织:促进学科交融,开展专题研究式教学

当前,我国高等院校岩土工程专业仍主要局限在本学科内部沿纵向发展,与其他学科横向联系不够。为适应时代的发展,有必要在学科交叉融合的思路下建立岩土工程学科新的课程教学体系。为适应“新工科”教育的重大变革,陆军勤务学院岩土工程学科着力促进学科交叉与信息融合,打破学科知识界限,从专业分割转向跨界交叉,加强岩土工程与信息技术的融合,以大数据技术为平台,以“岩土工程+信息技术”的模式制定全新的课程教学计划。

同时,适当打破教材对知识内容的章节分割形式,开展专题研究式教学。教学者统筹安排一学期的教学内容,划分为4~5个专题,实行模块化教学。以“高等岩土塑性力学”课程为例,可划分为:连续介质力学基础与岩土基本力学特性、岩土弹性本构模型、岩土塑性理论与弹塑性本构模型、含主应力轴旋转的土体一般应力—应变关系,共四个专题。每个专题均按照7大科研能力支柱建立的过程实施教学,轮番强化各项科研能力的培养。即研究生首先自主学习专题内容中的经典理论,

再由教师引导,指明进一步研究方向,接下来实施问题探究,向研究纵深发展。

(二) 教学与课堂形式:一切服务于科研,实行“三课”教学

立足于科研过程的需求,实行由教师主导的讨论课、辅导课与反思课“三课”教学。其中,讨论课主要用于专题内容创新方向研讨与研究成果的展示、交流;辅导课主要用于研究方案的构建;反思课主要用于研究总结与提升。7大科研能力支柱的建设过程对应的教学与课堂形式如表2所示。

表2 教学形式与课时安排

科研能力支柱建设	教学与课堂形式	课时安排
支柱①快速学习能力与批判性思维	课下	
支柱②洞察与创新能力	讨论课	2
支柱③统筹规划能力	辅导课	1
支柱④执行能力与科研韧性	课下	
支柱⑤写作逻辑与科研表达能力	课下	
支柱⑥展示与沟通能力	讨论课	2~4
支柱⑦反思能力与发展眼光	反思课	1

(三) 教学日历与课时安排:保证研究时间,强调持续科研,实行“弹性”课时制

传统教学一般不采用专题模块化的形式,而是围绕零散知识点展开,通常对教学内容实行高频率授课,对学生开展高密度知识刺激:一般将总课时分散到连续的数周内进行教学,每周一般安排1~2次教学,每次教学安排为1~2课时,比如极限有限元及其应用课程总计32课时,安排在连续的8周内,每周安排2次教学,每次为2课时,在一学期的其他周次内,完全不涉及本门课程的教学,知识内容基本处于“闲置”或“遗忘”状态。这种“冲刺”型教学方案主要着眼于对知识点的灌输,以机械完成教学任务为目的,相邻两次教学之间的期限短,学生的反应时间少,基本不具备让学生开展自主研究的条件。

在科研支架式教学模式中,提出改变传统的教学日历与排课方案,将整门课程的安排贯穿学期首尾,以一门课4~5个专题,一学期20个教学周计算,每连续的4~5周为一个教学区间,集中进行某一专题的教学和研究。这样,各专题的研究时间得以充分保证,同时,课程教学期限延长至整学期,科研的持续性得以实现。另外,打破现有教学模式每次教学课时均分等长的方案,根据科研环节的需要,实行“弹性”课时制,以一门课4~5个专题,整门课共32个课时计算,每个专题可分配6~8个课时。

(四) 研究开展形式与课程考核机制:实行独立研究,重视过程管控

强调对研究生独立科研能力的培养,通过变换参数、改变约束条件等方式实行“一人一课题”,鼓励开放讨论,适时寻求教师指导,重视全体参与、人人独立。建立灵活的考核机制,重视对科研活动的过程管控,实行“一专题一考核”,将专题研究报告、专题成果展示作为专题考核的主要内容。大幅增加专题考核成绩在课程总成绩中的比重,甚至可视情况取消期末考试,直接通过专题考核成绩确定课程最终成绩。

六、科研支架式教学模式的实施成效

岩土工程是陆军勤务学院的“拳头”专业,在国内外学术界具有较高的影响力。该专业创办历史悠久,始终强调将创新作为灵魂,着力培养研究生的前瞻性眼光和科研嗅觉。近年来,科研支架式教学模式的实施与探索使研究生培养阶段前期的课程教学在实现基本知识建构的基础上,进一步成为学生科研能力培养的“预备役”,实现研究素养的早期孕育和不断积累,学生进入论文研究阶段的过程更加平滑、自然。同时,“科研能力支架”的逐步建构为我院岩土工程交叉前沿领域研究的起步和深入提供了素质牵引,研究生创新能量的积蓄度明显提升,科研爆发力增强,开展了一系列站位前端、见解独到的研究。其中,极具代表性的是基于人工智能、机器学习、神经网络和大数据深度挖掘等交叉理论的滑坡地质灾害预警、岩土材料塑性本构模型内禀机制研究,如图3所示^[24-28]。由于切入方向独特,为重庆市三峡库区王爺庙滑坡处置、重庆市渝中区两江桥接口工程等现实重大工程案例提供了有价值的理论依据,取得了喜人的教学、科研成效。

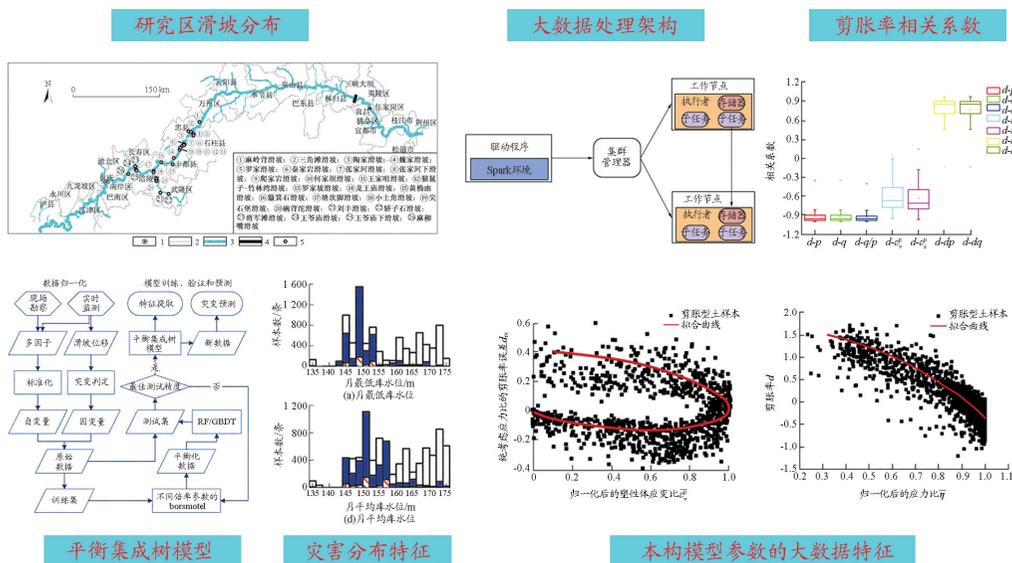


图3 岩土工程交叉前沿领域研究部分成果^[24-28]

七、结语

在新工科建设背景下,本文立足学科交叉,探索岩土工程学科的创新教学模式,提出了针对研究生培养的科研支架式教学模式。该模式首次尝试在“能力域”下思考,直接面向学习者科研能力的塑造与培养,提出研究生的整体培养过程是“科研能力支架”的建设过程。在教学过程中加入科研模式,以科研创新能力培养为指针,实行“学”“研”并轨,开启一入学上课即开始科研能力训练的教学新局面,将科研创新能力的培养提至起点并贯穿研究生培养始终。实践中,该模式取得了良好的教学、科研成效,开启了新工科岩土工程学科人才培养的新局面。

参考文献:

[1] 马海春, 崔可锐, 侯晓亮. 新工科建设背景下计算机技术在岩土工程中应用的教学思考[J]. 合肥工业大学学报(社会

- 科学版),2019,33(1):140-144.
- [2]李德毅,马楠,秦昆.智能时代的教育[J].高等工程教育研究,2018(5):5-10.
- [3]肖荣辉,王爱景,孔佩伊.新工科建设背景下“三创”教育体系构建与实施[J].教育探索,2019(2):69-73.
- [4]段娜,林聪.环境工程学混合式教学模式改革与效果评价[J].农业工程,2019,9(11):86-89.
- [5]DAI C Q, LV Y L, HOU W Z. Creative teaching model of civil engineering classroom based on brain cognitive science[J]. Neuroquantology, 2018, 16(5):334-340.
- [6]邓健,何原荣,栾海军.以项目教学为导向的测绘工程专业实践课程的教学模式研究[J].测绘与空间地理信息,2019, 42(10):15-18.
- [7]ZHOU J, WANG K, ZHANG X L, et al. The comparison between series and parallel: Integrated experimental teaching model for pharmaceutical engineering students based on criteria for accrediting engineering programs in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 172:4421-4434.
- [8]倪芳,熊强,朱本伟,等.基于应用型创新能力培养的新型教学模式探索——以食品科学与工程专业为例[J].食品与发酵科技,2019,55(5):127-130.
- [9]张斌,宇晓明,胡朝斌,等.混合教学模式工程力学云课程平台的建设与实践探索[J].教育教学论坛,2020,(2):218-219.
- [10]张登攀,张明军,林龙.主动创新型研究生教学模式研究[J].教育教学论坛,2020,(2):239-240.
- [11]严志虎,钱锋,孙浩楠,等.基于雨课堂的海洋工程概论混合教学模式研究[J].教书育人(高教论坛),2019,(33):108-109.
- [12]栗文彬,董秀珍,卢虹冰,等.基于建构主义理论的军事生物医学工程专业教学模式的构建与实践[J].中华医学教育杂志,2013(3):394-396.
- [13]魏强林,王玲,刘义保,等.新形势下培养自主学习的“学—教—考”教学模式探索——以“核技术应用”课程教学为例[J].东华理工大学学报(社会科学版),2018,37(4):383-387.
- [14]费景洲,路勇,高峰,等.能源动力类专业开放自主式实验教学模式探索[J].实验室研究与探索,2019,38(1):133-136,152.
- [15]ELLIS L A, PETERSEN A K, LEWIS T M. Assessing learning and teaching strategies of a post-graduate capstone course: Students' perspective[C]//29th Annual Association of Researchers in Construction Management Conference, ARCOM 2013, September 2, 2013-September 4, 2013, 2013:249-258.
- [16]XIN M J, QIN Z H, WANG L P. Research on project-driven teaching method innovation on post-graduate professional courses[C]//2009 International Forum on Computer Science - Technology and Applications. December 25-27, 2009, Chongqing, China. IEEE, 2009:127-130.
- [17]林跃武,胡勇.支架式教学模式在英语教学中的运用[J].教育学术月刊,2010(10):108-109.
- [18]ROSENSHINE B, MEISTER C. The use of scaffolds for teaching higher-level cognitive strategies[J]. Educational Leadership, 1992, 49:26-33.
- [19]DONATO R, LANTOLF J, APPEL G. Collective scaffolding in second language learning[J]. Vygotskian Approaches to Second Language Research, 1994:33-56.
- [20]黄甫全.现代课程与教学论[M].北京:人民教育出版社,2006.
- [21]余文森,刘家访,洪明.现代教学论基础教程[M].长春:东北师范大学出版社,2007.
- [22]郭月兰,汪霞.研究生教育现代化的中国维度:内涵、特征与走向[J].研究生教育研究,2019(6):21-25,34.
- [23]董云川,唐艳婷.试论研究生教育的生命力[J].研究生教育研究,2019(6):8-14.
- [24]何少其,刘元雪,梁叶,等.“阶跃式”滑坡突变预测与核心因子提取的平衡集成树模型[J].中国地质灾害与防治学报,2019,30(5):27-36.
- [25]赵久彬,刘元雪,刘娜,等.FRFPF模型滑坡监测预警关联规则挖掘分析——以三峡库区江津到奉节段为例[J].岩土

工程学报,2019,41(3):492-500.

- [26] 赵久彬,刘元雪,刘娜,等.海量监测数据下分布式BP神经网络区域滑坡空间预测方法[J].岩土力学,2019,40(7):2866-2872.
- [27] 杨骏堂,刘元雪,郑颖人,等.剪胀型土剪胀特性的大数据深度挖掘与模型研究[J].岩土工程学报,2020,42(3):513-522.
- [28] 赵久彬,刘元雪,何少其,等.三峡库区阶跃变形滑坡水平位移与降雨量数学统计模型[J].岩土力学,2020,41(S1):305-311.

Scientific scaffolding teaching mode of graduate education of geotechnical engineering under the background of emerging engineering education

YAO Weilai, LIU Yuanxue, CHEN Jin, CHENG Xiang

(Department of Military Facilities, Army Logistics University of PLA, Chongqing 401311, P. R. China)

Abstract: Under the background of emerging engineering education, the cultivation of outstanding scientific and technological talents in geotechnical engineering asks for higher requirements for graduate education in terms of innovation, scientific research and academy. “Scientific scaffolding” mode recommended by this research is created under “capability domain” for the first time, which is different from the traditional teaching mode, and designed by considering competency training rather than contents of courses. The graduate education is a process of construction of ability system, namely, the building of “scientific scaffolding”. In the training programs, curriculum teaching is the initial period and critical part for the assembling of “scientific scaffolding”, which is given by distinct researching attributes. Courses organized within multi-disciplines, are taught by learning a series of special subjects, forming a new education pattern that learning a special subject, carrying out a research at the same time. The training of scientific research is conducted through the whole process of graduate education from the beginning. In this paper, the theoretical basis of “scientific scaffolding” mode is discussed, the designing idea is presented, the implementation processes are investigated, and ideal teaching effects are highlighted in practice, which may break new frontiers for the graduate education.

Key words: emerging engineering education; geotechnical engineering; postgraduate education; scientific scaffolding; teaching mode

(责任编辑 袁虹)