

交叉学科背景下岩土工程防灾韧性课程的教学改革探讨

周海祚^{1,2} 郑刚^{1,2} 于晓旋^{1,2} 刁钰^{1,2}

(1. 天津大学建筑工程学院, 天津 300072;

2. 滨海土木工程结构与安全教育部重点实验室(天津大学), 天津 300072)

摘要: 岩土工程防灾韧性课程以岩土地下工程和信息科学为核心, 它具有跨学科的典型特征, 其作为多学科交叉融合共建专业, 已经成为传统学科发展的必然走向。在岩土工程传统专业建设和信息科学研究的基础上, 依托多学科交叉复合思想, 注重对学生的韧性思维的培养, 在科教产出方针的引导下, 基于工程教育专业认证理念, 把多学科交叉的综合理念贯穿于课程教学实践的各个细节。在对韧性防灾实践教学体系进行多方面划分基础上, 搭建综合平台促进实践学科交叉复合发展的思想, 层层递进引导学生防灾分析思维由传统工程问题独立求解, 转向对复杂问题进行系统集成分析, 使解决方案智能化、信息化与现代化, 实现韧性防灾的探索和实践。建立同时反映专业课程特色, 又能满足土木行业实际防灾设计需要的人才培养模式, 培养具有多学科领域背景的新工科复合型人才, 使其既能无缝连接信息科学所涉及的企业需求, 适应社会对大数据人才日益增长的需求, 促进岩土防灾韧性产业的蓬勃发展。

关键词: 防灾韧性; 新工科; 实践教学; 科教融合; 产教融合

随着岩土工程和计算机科学领域研究的不断深入, 多学科间交叉和融合逐步加深, 作为新兴学科(人工智能, 大数据和信息科学等)与传统学科(土木工程)的典型代表, 岩土工程防灾韧性研究和教学的兴起可使对岩土工程的认知从服务于工程实际角度的静态安全性能评价发展为基于工程实际数据的动态防灾控制的研究, 从地下建筑物或构筑物性能静态机理分析这一传统角度跨越到基于工程数据和机理分析探索性能动态演化, 实现对工程系统全面、准确的管控, 有助于促进岩土工程向更广阔的领域、更深的层次发展。近几年来, 为了积极应对未来的科技创新和产业剧变, 教育部启动“新工科”发展调研, 岩土工程的防灾韧性在地下建筑方面有着举足轻重的地位, 可以更好地处理与国家经济社会发展有关的主要科学技术问题。所以, 岩土防灾韧性课程的设置具有深远的影响。

一、岩土抗震韧性多学科交叉复合的重要性

韧性这一概念相继在工程学、社会科学等学科提出。以人体系统为例, 机体具有先天性、特异性免疫系统, 在收到外界条件侵害时, 可以靠免疫系统自适应地回复到健康的水平。1973年, Holling从生态学的角度提出了韧性的概念, 用来定义生态系统在外部影响下不断维持平衡的状态, 或平衡被打破后回到原状的本领。目前对于土工工程领域, Bruneau等人用四个方面来对韧性进行阐述: 鲁棒性, 快速性, 快速性, 冗余。鲁棒性是指工程结构或者社区要具有抗灾能力, 受灾害影响时, 损失应尽量减轻。对地震灾害来说, 工程结构抗震能力对鲁棒性至关重要。快速性是指一遇到灾难, 能快速、高效地采取减灾救灾措施, 包括灾前各项预案、演习等, 对保证快速性至关重要。资源性是在灾难之后, 应提供充足资源, 以满足灾后的应急与重建需求。包括灾前各类物资储备, 灾后物资适时调度等。冗余性是指灾害发生, 使社区或者城市中的某些功能出现故障之后, 必须具备备用手段。比如,

当灾害造成某一条交通路线被切断时, 要有其他备用路线来完成人员和物资的运输。城市韧性可以概括城市对外界扰动的承受能力, 描述系统动态平衡能力。此外, 韧性并不只是指现有体系回复到原始状态的功能, 它也包含了对系统进行改善调适与改造等功能。岩土工程将韧性定义为对灾害的控制及消除灾害影响的能力, 韧性岩土建筑物或者构筑物受到极端事件(自然灾害或者人为事故)影响时, 能把损失限制到可以接受的程度, 以及采取适当减灾控制措施, 降低灾害影响后果; 同时, 对岩土建筑物和构筑韧性量化评价方法进行完善, 指出韧性评价应该在较长时间(例如, 地下结构全寿命周期等)中进行, 采用高功能函数测量该时期的平均值, 最后建立了城镇建筑物韧性评价体系。岩土工程领域由于地下工程建筑物和构筑物本身与周围土体相互作用的复杂性, 将导致高功能函数高度非线性, 造成计算和评价困难。而信息科学的引入, 通过大数据分析和人工智能方法, 减少评价过程的计算代价, 从而促使韧性来定义系统受外界因素影响后回复至稳原有状态的效率, 也就是用现行体系能够经受的扰动程度界定体系韧性。因此, 遵循“多专业融合”的发展思路, 定义明确的基于交叉学科背景的岩土工程抗灾韧性的教学体系与框架, 促进岩土工程灾害风险防治体系以及大数据优化计算方法的融合, 对满足防灾减灾事业需求以及解决的复杂工程化难题具有重要意义。

二、学科交叉理念在岩土防灾韧性教学体系中的实现

人工智能与大数据等信息科学新兴领域, 定位于通识课程专业课程体系、概论性课程培养了学生解决复杂工程问题能力, 各学科之间进行沟通协作的根本要领。同时, 在传统的岩土工程专业课程引入新的概念性知识, 对传统专业课程进行多方面升级。基于多学科交叉的背景下, 推动专业相互交流, 实现对传统且复杂的防灾问题中不确定性影响因素的数字化自动化监测、大数据分析和智能化计算, 达到及时、精确定量分析, 提高解决问题效率与准确性。针对现行岩土工程防灾教学体系在培养目标, 由防灾韧性人才培养目标向课程知识点分层次过渡, 对培养任务进行细化分解, 建立一套学科交叉复合岩土工程防灾专业教学培养方案及课程实施案例。根据工程教育专业认证的理念, 依据学科交叉课程知识点支撑课程目标, 学科交叉强化岩土工程领域这一思想贯穿人才培养始终, 通过修改课程教学大纲, 设置了课程典型的实际工程分析案例。最终使学生对岩土工程韧性防灾有关课程的原理有系统的理解, 由简单课程知识点向复杂工程问题转化, 掌握整合的岩土工程防灾韧性交叉学科专业知识、发现问题提出问题解决问题的创新型思维。

(一) 基于学科交叉创新实践教学模式

综合运用跨学科的专业选修课、学术讲座、学科竞赛、大学生创新创业等其他表现形式, 介绍了人工智能与大数据等新技术, 引导学生在探究多元化问题的新想法。建立体现多学科关联的岩土工程韧性实践教学体系和构建完整的专业课程实施案例体系, 利用行业专家的意见和学生的信息反馈, 对改造升级后岩土工程防震减灾专业实践教学体系的实施成效进行了全面评估, 提出了持续改进措施, 构成闭环验证修改。

学科交叉注重将前沿知识和原有知识体系整合在一起,具体地说,就是岩土工程学科,将专业主干课和信息科学相结合,是建立课程体系的主要着力点。为缓解新增课程多给课时带来的压力和避免类似知识点反复讲授,教学内容要求由重视知识向重视学习方法转变,关注共性、关注思维方式等,以调和学时数的减少与教学内容的冲突。

建设岩土工程防灾韧性模块化的课程体系,将相关学科交叉课程的师资集中起来,并在一定范围内进行信息共享。把相关课程总结为传统防灾、智能防灾,韧性防灾三大模块,构建贯穿岩土工程的防灾韧性全生命周期分析课程体系。当前,专业课程的设置出现脱离于行业技术的发展、课程质量良莠不齐的情况,对此,教学内容要反映前沿性和时代性,适时地把岩土工程防灾韧性研究的新学术和国内外科技发展的前沿性成果引进课堂,确保课程教学优质。

(二)以解决工程实际为导向,改革教学方法

交叉学科教育模式不同于传统教学模式的最大特点是更重视学生知识迁移,更重视实践能力。岩土工程专业实践教学体系应更突出学生实践能力。使学生能够独立地获得知识,独立解决设计评价方案优化评价方法,让学生自主学习、训练韧性分析逻辑,良好地培养团队协作和知识迁移运用结合的能力。

岩土工程防灾韧性课程的编排可参考该形式,由导师指导,团队配合,以实际工程项目为载体,号召学生广泛参加防灾韧性设计与评估,使学生从“实践中学习,学习中实践”,将学习到的知识、理念同实际工程案例相关联,通过大量的实践训练,促进学生实际能力发展,把人工智能、大数据运用于传统岩土工程项目。

(三)搭建创新实践的综合教学平台

构建实践教学平台是达到岩土工程韧性防灾实践教学目的的有效手段。学生实践课程应当包含需要基于实际工程的创新性的科研项目,需搭建适应不同需要的综合韧性防灾评价实践教学平台。综合性实践平台以课程工程案例设计和分析方法优化运用为主,科技创新项目为辅。通过此平台,学生能初步运用现有岩土工程专业知识,开展实践训练,发挥岩土工程韧性防灾方面的创造力。

三、基于多学科交叉复合理念的防灾韧性科教融合

信息科学和岩土工程防灾的学科交叉融合,是一项过程漫长形式复杂的探索工程,要立足于高等院校的课程设置、多领域企业根本需要与科研水平发展等多个维度进行整合。通过使用高性能服务器和网络设备,搭建岩土工程防灾韧性教学大数据云平台等,达到岩土工程数据采集挖掘的目的,进行分析管理与可视化操作相结合的集成封装应用。

人才培养将通过多学科相互交流学习,推动多种岩土工程防灾韧性新知识在多学科中相互碰撞,协同发展。人才培养方案从确定防灾韧性课程培养目标入手、改进防灾减灾领域人才培养模式、健全韧性防灾课程体系、优化传统教学方式与方法等防灾。融专业性、实践性、交叉性和工程性为一体的“新工科”综合性学科,建设目标是“解决了岩土工程中韧性防灾的难题”,注重训练学生对大数据和人工智能方面先进技术的学习应用,有效地交流,分析,评判和解释他们的研究结果。岩土工程防灾韧性课程体系建设从模块课程体系、项目性实践、双创实践、学生竞赛、等诸多方面进行建构,通过重视强化实践和培养学生创新能力的修正,优化韧性课程的设置,构建多维度耦合的学生培养制度,

专注落实符合岩土工程行业企业人才培养要求的科研项目与实践教学,其注重岩土工程防灾韧性的“实践与创新”培养体系。

四、基于多学科交叉复合理念的防灾韧性产教融合

以产出为根本,对于岩土工程防灾韧性专业实践教学体系课程实例设计、产学研合作、大学生创新创业项目、毕业设计等多项培养重点,区分各个方法层次、清晰培养目标定位、有机交叉组合、有序开展创新。以工程实例为基础,开展多方法多评价标准的全生命周期的岩土工程防灾韧性分析体系的建设,循序渐进地培养学生科研导向从简单实践过渡到复杂岩土防灾韧性问题的求解。同时,经过岩土工程韧性实践教学的多维度划分,践行多学科交叉与复合理念,实现从简单工程问题的独立解决方案到复杂工程问题集成系统的建设,克服学科领域与专业方向的局限,实现资源的整合。

各院校需掌握行业最新动向,掌握企业需求,探索校企合作的教学模式,对有关的实践课程进行了合理的策划,联合建设企业现场工程实测分析。高校通过开发企业项目韧性防灾岩土工程情景教学方式,以企业正在建设或取得成功的工程为课程内容进行强化实践训练,培养同学们在岩土防灾韧性分析项目中处理复杂工程问题的思维。同时,高校应加强校内外专业实践基地的建设,以互惠互利,合作共赢为基础,基于校企合作,联合开发项目,并运用企业应用信息技术前沿信息与实践经验,从项目开发,技术应用等方面,再到岩土工程韧性防灾成果转化及其他方面的项目协作。高校可与闲逛企业联合建设实践基地和平台,依托对工程项目进行完整韧性设计与评价,取得资助项目开发的科研经费。高校要整合社会隐形资源,起到沟通作用,创建工程信息共享体系并建立长期合作关系。

五、结论

开发韧性防灾的评价体系、促进传统岩土工程产业的转型,对于推动防灾减灾的评价发展,对项目全生命周期内安全韧性的防灾建造与服役起着决定作用。构建交叉学科的韧性防灾教学课程,培养具有岩土工程减灾防灾能力的创新型先进工程科技人才,是达到这一目的的关键。我国岩土工程灾害风险防治体系的构建方面,为实现新时代防灾事业的现代化仍存在一系列复杂的工程问题亟待解决,在新工科快速推进的时代背景下,人工智能,大数据等其他信息科学技术,为智能化、精确化解决韧性防灾评价问题提供了一个新的方向。基于多学科交叉的根本思想,改造和升级岩土工程防灾韧性专业人才培养的理论课程和实践课程教学方式。通过融入多元化课程,发展学生跨学科沟通、协作的思维,以及处理复杂工程问题的能力等。通过对实践教学体系进行多模块整合优化和层次划分,专业实践平台的交叉学习分享,训练学生从简单模型到复杂实际工程问题的创新型思维与技能。在多学科交叉复合思想基础上实现科教融合和产教融合。针对岩土工程防灾行业的主要需求,跨界合作,破解复杂工程难题,凝练科研成果,积极推动岩土工程韧性防灾的现代化。

参考文献:

- [1] 李广信,张丙印,于玉贞.土力学.第2版[M].清华大学出版社,2013.
- [2] 李彤玥.韧性城市研究新进展[J].国际城市规划,2017,32(5):11.
- [3] 林健.多学科交叉融合的新工科专业建设[J].高等工程教育研究,2018(1):32-45.