新时代背景下《土动力学》课程教学改革

——以川藏铁路建设工程需求为例

唐 亮1,2，田 爽1,2，凌贤长1,2

(1. 哈尔滨工业大学土木工程学院，黑龙江哈尔滨 150090；2. 黑龙江省寒区轨道交通工程技术研究中心，黑龙江哈尔滨 150090)

[摘要]《土动力学》课程是城市地下空间工程专业重要的必修课，是一门理论与实践紧密结合的课程。立足新时代中国教育转型发展的大背景，聚焦复合型人才培养目标，结合川藏铁路伟大工程建设的实际需求，以推进一流课程建设为契机，致力于《土动力学》教学内容、教学模式和评价机制等方面教学改革，构建一套行之有效的教学改革措施，旨在建立以重大工程需求为牵引、土动力学前沿知识为支撑的新时代教学改革范式。

[关键词]新时代；土动力学；课程改革；人才培养；川藏铁路

[基金项目]2021年度哈尔滨工业大学研究生教育教学改革研究项目“依托地方研究院的产学研用融合岩土地震工程专业学位研究生培养机制”(21HX0402)

[作者简介]唐亮(1981-)，河南信阳人，博士，哈尔滨工业大学土木工程学院教授，博士生导师，主要研究方向为土动力学与岩土地震工程；田爽(1989-)，辽宁沈阳人，博士，哈尔滨工业大学土木工程学院博士后，主要研究方向为冻土动力学与寒区路基工程；凌贤长(1963-)，安徽合肥人，博士，哈尔滨工业大学土木工程学院教授，博士生导师，主要研究方向为寒区轨道交通动力学与岩土地震工程。

[中图分类号] G642.0 [文献标识码] A [文章编号] [收稿日期]

一、引言

习近平总书记在党的十九大报告指出：“中国特色社会主义进入了新时代，我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾[1]。”新时代赋予中国教育前所未有的重任，建设教育强国、培养创新人才是实现中华民族伟大复兴中国梦的重要支撑，是实现中国特色社会主义奋斗目标的重要力量，是中国走向世界舞台中央的重要“软实力”。

被誉为“世纪工程”的川藏铁路是贯彻落实党中央“治边稳藏”重要战略思想，实施“一带一路”倡议、深入推进西部大开发战略，构建国家对外开放战略格局的重要举措和重大部署。习近平总书记对川藏铁路作出重要指示：“要把川藏铁路这件大事办成办好”、“发挥科技创新关键性作用”。然而，川藏铁路沿线地质环境、地理环境和气候环境极其恶劣。工程地质区域位于世界两大地震带之一即喜马拉雅－地中海地震带(在中国，称之为滇西－西藏地震带)，在碰撞造山、快速抬升、高陡深谷、强烈卸荷、断裂发育、穿越新构造、高频强震、高寒冻融、地形急变等这一特殊而复杂地质与地貌背景下，使得川藏铁路设计建设难度极大，集中了各种工程重难点问题。涉及到的主要土动力学问题有内外动力耦合作用下地质特征与灾害链孕育机理、超大埋深极高地应力隧道大变形演化机理、复杂地形近断层强震区铁路桥梁抗震理论等。

新时代人才培养，应紧跟国家重大战略工程调整及社会经济形势变化，摒弃“千人一面”的教育模式，突破既有思维逻辑，创新方式方法，从不同层次引导学生、从不同角度培育学生、从不同方面历练学生，培养未来多元化、创新型卓越工程人才，为我国川藏铁路等国家重大战略工程的建设做出重要贡献。

二、新时代背景下《土动力学》课程建设现状

哈尔滨工业大学《土动力学》课程自20世纪90年代创建以来，对标世界一流学校相关课程、面向我国经济社会发展重大需求、培养土动力学领域行业技术人才，形成了独树一帜的土动力学理论体系和国际国内广泛影响力。然而，哈尔滨工业大学《土动力学》课程仍存在一些问题和不足。比如，《土动力学》课程知识点多、专业性强、理论抽象、逻辑性强、学习难度大，短课时要求与大容量课程内容的矛盾凸显，如何实现课程“课时少、质量优”的教学效果，是亟待解决的第一关键问题。《土动力学》课程体系设置和教学内容忽略了实践应用和能力培养，导致目前高校人才培养落后于工程建设企业发展速度，如何及时对接川藏铁路建设发展要求，实现多学科交叉融合的高素质复合创新型人才培养路径，是亟待解决的第二关键问题。综上所述，在新时代背景下，如何解决国家建设伟大工程的需要和《土动力学》课程不平衡不充分育人体系发展之间的矛盾已成为当务之急[3]。基于此，笔者所在课程组教师积极进行教学改革及探索实践，将信息化手段融入《土动力学》课程教学、将传统知识传授与工程实践相结合，实现知识点之间的合理统筹、交叉融合，取得了较好的教学成效。

三、新时代背景下《土动力学》课程改革措施

(一) 丰富实践教学，融合理论知识和工程需求

新时代背景下的《土动力学》课程要瞄准伟大工程建设发展需求，围绕课程定位和发展目标，体现课程特色优势，助力一流本科专业建设，将“学生中心、服务工程、与时俱进”理念贯穿人才培养全过程。着力培养理论知识体系完整、工程实践经验丰富、解决问题能力突出的高素质复合型人才。

**1. 增加试验课时**

《土动力学》主要介绍地震荷载、行车荷载和风荷载等动荷载作用下土体材料特性和土体动力稳定性内容，还包括地震工程学、弹性动力学、土力学与基础工程等一些学科交叉的力学理论[4]。掌握其中的基本概念和基础理论，是学生解决工程实际问题的关键，也是授课过程中学生感觉枯燥乏味、难以理解的部分。

目前，土动力学主要依据实验建立各种理论模型和参数选取。鉴于此，在当前工科基础课程课时大幅度削减的新时代背景下，不仅不能压缩实验课课时，反而应当增加，力图通过实际动手深化学生对基本概念和基础理论的理解，通过学以致用来加强学生对复杂土动力学理论的学习和掌握。

例如：组织学生5~6人为一组，系统开展土动三轴试验，制备湿度、密度等物理状态不同的土样，施加形式和强度等应力状态不同的振动荷载，基于试验结果，指导学生撰写试验报告，利用科学的语言描述动应力－动应变关系演化规律，并基于学习的理论知识，自主采用编程等手段，由原始试验数据求得累积应变、孔隙压力、回弹模量和阻尼比等动力学指标，在此基础上，进一步选用经典的动本构模型，研究确定模型参数，绘制试验结果与计算结果对比图。据此，将枯燥的土动力学理论学习融入到有趣的实验中，由被动接收知识转为主动探索问题，大大加深学生对理论模型的理解。

**2. 增加案例教学**

基于川藏铁路建设进程，收集和整理大量源自实际工程的土动力学案例，建设土动力学问题案例教学资源库。首先，通过在教学过程中介绍工程案例，引入土动力学基本概念及其发展简史，并激发学生对我国基础建设科技创新能力的自信与学习土动力学并投身国家重大工程建设的兴趣。其次，甄选并展示地震台站记录的地震动数据与土体响应，引出对“土体动力计算模型”与“土体动力性能”等知识的讲解。然后，通过展示2008年汶川地震中桥梁震害实例，讲授“土体－结构地震相互作用”知识点，掌握土体－结构相地震互作用机制及分析方法、弹簧系数的确定方法、土体－结构接触面相对变形的机制和类型。最后，布置开放式作业，启发学生根据实际工程凝练土动力学科学问题，并鼓励学生采取文献调研、统计分析、数值模拟和实验等相结合的研究手段解决工程实际问题，更加全面深刻的理解土动力学理论知识在解决实际工程问题的重要作用。

(二) 更新教学模式，构建互联网+混合式教学平台

党的十九大报告提出，进一步推动互联网、大数据和人工智能技术应用场景落地，强调利用人工智能+教育的模式推动人才培养模式改革和教学方法改革。新时代背景下，高等教育教学应能够充分适应信息化社会发展趋势，构建互联网+混合式教学平台[5]，有效解决《土动力学》课程学时不足、容量扩张的问题，重构教学流程，探寻、构建更具实用性的现代化教育模式。

**1. 线虚拟教学平台**

利用现代信息技术，开发基于Linux平台的《土动力学》课程在线虚拟教学平台。在教学中，教师将现场试验、数值试验等录制成视频推送至平台上。学生通过观看剪切波速试验、振动台试验、离心机试验、数值模拟建模和运算等不易在理论和试验课程中开展的教学过程，引导学生在课下主动钻研并掌握试验基本原理、操作流程、建模方法和数据处理等低难度的知识点，而且通过视频使学生对所学内容有更直观的认识，加深记忆。同时，通过精心设计的问题，反馈学生对自学内容的掌握情况，从而针对性地优化教学内容，在课堂教学时间重点讲述学生无法理解的难点内容，并适当对知识的深度及广度加以适当拓展。打破了“唯课本是尊”的传统，提高教育教学的灵活性、机动性，实现对课余时间的合理、高效利用。

**2. 工程一线互动授课**

得益于新时代信息化技术的快速发展，课堂教学不再受限于线下授课模式，而是可以通过互联网连线川藏铁路工程建设一线人员为学生实时分享工程技术难题、措施等。例如，邀请川藏铁路总设计师提纲挈领地为学生讲述“川藏铁路的‘世界之最’”、邀请设计院设计人员为学生讲述川藏铁路线路图、规划图的诞生、邀请施工单位建设人员为学生讲述川藏铁路施工过程遇到的突发状况与应急措施。使学生从不同视角，全面了解川藏铁路建设的意义和挑战，进而引发学生学习热情和兴趣。

此外，依托“黑龙江省寒区轨道交通工程技术研究中心”和“坝道工程医院寒区轨道交通分院”，鼓励授课教师深入工程建设一线，明确工程建设迫切需求、理解工程现场已有技术方案，通过课程实时连线、制作短视频等新时代学生易于接受的授课模式，将工程一线最真实的情况和需求，实时的传递给学生，以增强解决实际工程问题的实践经历与综合创新能力。

综上，以“企业人员上讲堂”和“高校教师进一线”互为依托和支撑，共建校企实践流动岗位，引导和支持教师自主自愿地走上学科融合、知识多元的道路，建立《土动力学》课程高水平授课团队。

(三) 创新评价机制，建立多元成绩评价体系

新时代，我国高等教育体系也随之改变，对实践能力和职业素养的培养越来越重视，形成了科学理论与工程实践有机融合、课上与课下相互结合、线下与线上科学联动的教学模式，亟需一个反映道德品质、学习能力、创新意识和工程实践能力的全方位学生评价体系[6]。

**1. 期末考试**

占总成绩比例50%，主要考察学生对课程重要理论知识点的掌握程度，测试学生“学以致用”的创新思维与实践能力。采用开卷考核模式，强调思维能力解题，逐步摈弃记忆性解题。

**2. 试验报告**

占总成绩比例30%，主要考察学生的团队合作、独立思考、动手实践、综合分析、创新革新和数据处理等方面能力，引导和鼓励学生以小组为单位完成一份依托真实工程的试验报告，并鼓励学生结合所学知识给出相应的工程建议。

**3. 平时成绩**

占总成绩比例20%，主要包括在线虚拟教学视频课程完成度、课堂提问、课堂测试、课后作业和出勤等内容。注重引导学生主动思考和钻研问题，鼓励学生有效利用课余时间，培养学生从实际工程凝练科学问题的能力及运用土动力学知识解决实际工程的能力。

基于上述，探索建立“创新导向、团队参与、综合评价”的培养评价机制，将团队评价、实践训练成绩、创新创业能力和综合素质考核引入创新创业人才培养工作。以“注重过程，淡化结果”为理念，以强调过程考核、表扬、激励为主要方法，引导学生自主研究和团队协作。

四、结语

新时代背景下，信息化技术的飞跃式发展必然带来高等教育的快速变革，课程组以培养满足新时代川藏铁路伟大工程建设需求的创新型、复合型人才为目标，基于丰富实践教学理念和重大战略工程需求重构教学内容，建立“互联网+课内、课外”的线上线下混合式教学模式，探索多维度、多途径的评价机制，注重工程实践与理论相结合，由实际工程问题引出蕴含的土动力学知识，并跟踪国际热点，不断更新教学内容，提高学生善于解决工程实际问题的能力，最大程度地发挥课程的协同效应，实现知识传授、能力培养的统一。

参考文献

1. 习近平. 决胜全面建成小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[M]. 北京：人民出版社，2017: 11.
2. 彭建兵, 崔鹏, 庄建琦. 川藏铁路对工程地质提出的挑战[J]. 岩石力学与工程学报, 2020, 39(12): 2377-2389.
3. 蒋宗礼. 本科工程教育: 聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养[J]. 中国大学教学, 2016(11): 27-30+84.
4. 张克绪, 凌贤长等. 岩土地震工程及工程振动[M]. 科学出版社, 2016.
5. 李政涛. 基础教育的后疫情时代, 是“双线混融教学”的新时代[J]. 中国教育学刊, 2020(05): 5.
6. 柴少波, 胡军, 高志华等. 城市地下空间工程专业土力学课程教学改革探索[J]. 高等建筑教育, 2021, 30(06): 47-5.

**Reform of soil Dynamics teaching in the New Era-A case study of Sichuan-Tibet Railway Construction Project**

TANG Liang1,2, TIAN Shuang1,2, LING Xianzhang1,2

(1. School of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang 150090, China; 2. Heilongjiang Research Center for Rail Transit Engineering in Cold Regions, Harbin, Heilongjiang 150090, China)

**Abstract:** Soil dynamics is an important compulsory course for the major of urban underground space engineering, which is closely combined with theory and practice. Based on the background of new era, focusing on the undergraduate talents training target, relying on the Sichuan-Tibet railway construction project needs, promoting the construction of first-class courses as an opportunity. Committed to the teaching reform of soil dynamics in terms of teaching content, teaching model and evaluation mechanism, build a set of effective teaching reform measures, aims to establish a major engineering demand for traction, soil dynamics frontier knowledge supported by the new era of teaching reform paradigm.

**Keywords:** New era; Soil Dynamics; Teaching exploration; Talent cultivation; Sichuan-Tibet Railway