

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.05.013

欢迎按以下格式引用:赵志宏,刘沫,刘晓丽,等.海绵城市导论课程建设与思政融合初探[J].高等建筑教育,2023,32(5):106-115.

海绵城市导论课程建设与思政融合 初探

赵志宏^{1a}, 刘沫^{1b}, 刘晓丽^{1c}, 郑克白², 陈思聪^{1a}

(1.清华大学 a.土木工程系;b.修缮校园管理中心;c.水利水电工程系,北京 100084;
2.北京市建筑设计研究院有限公司,北京 100045)

摘要:土木工程招生与培养向大类模式发展已成必然趋势,为适应大类培养的需要,亟须建设一批具有学科交叉性与综合性的专业课程。海绵城市是指城市像“海绵”一样,下雨时吸水、蓄水、渗水、浸水,需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。海绵城市涉及水系统、建筑住宅区系统、道路广场系统、地下空间系统等,其设计与建造又需要土木工程、水利工程、建筑学、城乡规划学、风景园林学、环境科学与工程、气候学、生态学、社会学等多学科的共同支撑;因此,海绵城市相关课程满足大类模式“宽口径、厚基础、强实践、多样化”的培养目标。然而,现有海绵城市相关课程面临教学内容系统性不强、教学过程学生参与度不高、教学各环节思政导入不够等问题。清华大学自2017年面向土木大类本科生开设海绵城市导论课程,经过五年的教学实践与改革,充分考虑课程内容深度与广度的平衡,构建了具有大类培养特色的海绵城市课程体系与教学方法,形成了由专业教师、校外专家、修缮校园管理中心教师组成的三位一体的教学团队,并在教学过程中加强了思政内容的导入,基本建成了适合大类模式的海绵城市导论课程。

关键词:土木大类;海绵城市;课程体系;课程思政

中图分类号:TU-4;G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2023)05-0106-10

近年来,土木工程学科呈现更系统、更综合、更交叉的发展趋势。《普通高等学校本科专业目录》(2020年版)中土木类已包含有土木工程、建筑环境与能源应用工程、给排水科学与工程、建筑电气与智能化、城市地下空间工程、道路桥梁与渡河工程、铁道工程、智能建造、土木水利与海洋工程、土木水利与交通工程、城市水系统工程等11个招生专业。2018年,清华大学在全国率先获批开设宽口径的本科专业——土木、水利与海洋工程,涵盖土木工程、水利科学与工程、工程管理、交通工程、海洋科学与工程等5个专业方向。为完善“大类招生、大类培养、大类出口”的本科生培养方案,清华

修回日期:2022-04-28

基金项目:清华大学本科教学改革项目

作者简介:赵志宏(1983—),男,清华大学土木系副教授,博导,主要从事深地工程多场耦合研究,(E-mail)zhzhao@tsinghua.edu.cn。

大学于2017年开设了海绵城市导论(1学分)本科生课程,重点讲授海绵城市的设计理念、关键技术、典型案例等。

水是城市的血液,也是城市的命脉。中国城市面临着严峻的水质污染、水资源枯竭、洪旱灾频繁等问题,海绵城市建设刻不容缓。自2013年中央城镇化工作会议提出“建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”以来,国家密集出台了一系列推动海绵城市建设的政策与指南,如2014年住建部编制了《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建(试行)》^[1],2015年国务院办公厅印发了《关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发[2015]75号)。2015—2016年,全国30个城市分两批入选了国家海绵城市建设试点名单(城市建成区典型区域建设试点),2021年又有20个城市入选了海绵城市建设示范名单(城市建成区全域系统性建设示范)。可见,海绵城市建设已在我国取得了快速发展,而且社会效益日益显著。

海绵城市是指城市能够像海绵一样,在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”,下雨时吸水、蓄水、渗水、净水,需要时将蓄存的水“释放”并加以利用,其涉及水系统、建筑住宅区系统、道路广场系统、地下空间系统、道路广场系统等^[1-3]。海绵城市建设需要土木工程、水利工程、建筑学、城乡规划学、风景园林学、环境科学与工程、气候学、生态学、社会学等多学科的共同支撑。关于海绵城市建设的教材和专著已有很多^[3-9],在此基础上部分高校开设了海绵城市相关的通识课或专业课,如福州大学的海绵城市建设理念与工程应用(慕课)^[10]、江苏科技大学的海绵城市建设工程^[11]等。此外,也有不少高校将海绵城市的相关内容融入已有的课程中,如中国石油大学(北京)的水污染控制工程^[12]、江西理工大学的给水排水管网系统^[13]等。但是,海绵城市相关课程仍面临教学内容系统性不强、教学过程学生参与度不高、教学各环节思政导入不够等问题^[10]。

在清华大学本科教学改革项目“海绵城市导论课程与校内实习基地建设”的资助下,针对课程内容、教学方式、考核办法等进行了改革,并在教学实践中检验了改革效果。本文系统总结了过去五年的教学实践与改革经验,详细介绍了清华大学针对大类学生开设海绵城市导论课程的目标、思路及特色,以帮助大类学生从直观感性的角度理解土木工程在未来城市发展中的重要作用,提升后续专业课学习的积极性,深化对系统工程概念的认识。

一、课程大纲

(一) 教学目标与教学内容

海绵城市导论课程的教学目标为:使学生掌握海绵城市的定义及其构建方法,理解“海绵城市”的哲学及基本理论知识,了解在不同尺度和规划层次上的海绵城市规划方法;为未来科学家、工程师、人文和法律工作者,奠定正确的认识论,树立正确的伦理观;为深入研究和决策提供理论基础和常识。围绕上述教学目标,课程以海绵城市基本理念与构建方法为主线,注重教学内容的宽广度与实践性,具体教学内容与课时安排如表1所示。

1. 海绵城市概念与构建方法(6学时)

海绵城市的概念与构建方法为本课程的核心内容,重点讲授海绵城市的科学定义、古代与现代城市雨洪管理方法,以及不同尺度的海绵城市构建方法。海绵城市,作为新一代城市雨洪管理概念,目前在学术界尚未形成统一的定义,故通过对比多个海绵城市的定义(表2),启发学生深刻理解海绵城市的内涵与外延。同时,将海绵城市的定义与其他现代雨洪管理进行对比,进一步明晰海绵城市这一雨洪管理概念的系统性与创新性(表3)。

表1 海绵城市导论课程教学内容与课时安排

序号	教学内容	教学重点	课时安排
1	海绵城市概述	(1)“海绵城市”定义 (2)古城治水理念与启示 (3)现代城市雨洪管理发展综述	2学时
2	现状调研汇报交流	学生研讨:调研城市内涝现状与原因	1学时
3	海绵城市构建方法	(1)城市或区域尺度 (2)微观尺度	5学时
4	文献阅读汇报交流	学生研讨:国际低影响开发技术前沿	1学时
5	专家特邀讲座	(1)海绵城市工程系统设计与案例 (2)清华海绵校园建设现状	3学时
6	地下水库建造技术	(1)地下水库设计与建造方法 (2)地下水库示范工程	2学时
7	课程设计汇报交流	清华大学海绵校园设计	2学时
8	现场调研实习	参观清华大学胜因院及校河(改造工程)	1学时(课外)

表2 海绵城市定义对比

序号	出处	定义
1	国标《海绵城市建设专项规划与设计标准》(征求意见稿)	海绵城市是使城市能够像“海绵”一样,在适应环境变化、抵御自然灾害等方面具有良好的“弹性”,实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展理念和方式,有利于达到修复城市水生态、涵养城市水源、改善城市水环境、保障城市水安全、复兴城市水文化的多重目标
2	《海绵城市——理论与实践》(俞孔坚等)	海绵城市是建立在生态基础设施之上的生态型城市。这个生态基础设施有别于传统的、以单一目标为导向的工程性的“灰色”基础设施,而是以综合生态系统服务为导向、利用生态学的原理、运用景观设计学的途径、通过“渗、蓄、净、用、排”等关键技术,来实现城市内涝和雨洪管理为主的、同时包括生态防洪、水质净化、地下水补给、生态修复、生态栖息地保护和恢复、公园绿地建设及城市微气候调节等综合目标
3	香港渠务署	Sponge City means that a city could function like a sponge that has great “resilience” to environmental changes and natural disaster. The stormwater could be absorbed, stored, infiltrated and cleaned during rainy days, and could be “released” and utilized as needed to enhance the ecological function of the city and reduce the flooding in the city

关于海绵城市的构建方法,主要参考俞孔坚等的专著《海绵城市——理论与实践》^[3],从宏观、中观、微观三个层面进行讲解。其中,简略介绍城市、区域等宏观、中观尺度海绵城市的构建方法,重点讲解微观海绵体的设计原则与方法。宏观海绵城市是指运用生态学理论与水文过程空间分析方法,在国土或区域尺度上构建以水为核心的生态安全格局和基础设施。中国幅员辽阔,不同地区气候及地理地质情况复杂多样,城市所面临的雨洪问题各异,解决思路亦不相同,故本课程以北京、杭州、遂宁等海绵系统为代表,讲解在我国华北地区、江南水乡、四川盆地等典型地区构建宏观海绵系统的原理和方法。北京位于华北平原西北隅,地势西北高、东南低,从山区外围到中心城构建了三环水系:连通北海后海等“六海”、筒子河、菖蒲河等河湖形成约20公里的“一环”水带;连通长河、北护城河、南护城河、通惠河等10条河道及玉渊潭、龙潭湖、朝阳公园等8个公园的湖泊形成约60公里

的“二环”水带;连通永定河、京密引水渠、北运河,以及东沙河、北沙河、南沙河、凉水河、新风河等河道形成约230公里的“三环”水带。杭州地处长三角洲南翼,钱塘江下游,京杭大运河南端,通过规划水系网络进行雨洪管理分区,尽力在城市中保留、恢复或新建坑塘湿地、河流水系,以保证水系统格局的完整性与连续性。遂宁位于四川盆地中部,涪江中游,是两侧为山体、中间为河流代表性城市,保留和打通山体与中央水系的横向径流通道,将其纳入城市蓝线保护范围内,加以强制执行保护。

表3 雨洪管理基本方法对比分析

管理方法	最佳管理措施(BMPS)	低影响开发(LID)	可持续排水系统(SUDS)	水敏性城市(WSUD)
目标	实现城市水文管理和洪涝治理	可持续的城市水文管理和水环境发展;实现雨水源头管理,维持或重现自然状态下的水文条件	可持续的城市水文管理和水环境发展;实现雨水的源头管理和就地处理	可持续的城市水文管理和水环境发展;从开发尺度降低城市发展对水循环的影响
空间尺度	兼有大尺度和小尺度	分散式、小尺度为主	区域性、大跨度为主	区域性、大跨度为主
核心任务	雨洪调节、滞留,实现暴雨径流控制、土地侵蚀控制、非点源污染控制	雨水源头管理,最大限度减少和降低土地开发导致的场地水文变化	从维持良性水循环的高度和对城市排水系统和区域水系进行可持续设计和优化	通过减少地表径流、增加场地雨水滞留和降低不透水面积来削减洪峰流量
影响因素	多学科角度,强调与自然条件相结合	多学科角度,综合考虑生态效益与经济效益,具有整合性和多功能性	多学科角度,与自然、生态、社区因素相结合	多学科角度,综合考虑生态效益与经济效益,具有整合性和多功能性
措施	a. 工程性措施: 雨水池、储水设施、雨水湿地、渗透系统和过滤系统 b. 非工程性措施: 土地使用规划、城市环境管理、街道清扫、垃圾管理	a. 工程性措施:生物滞留池或雨水花园、植被浅沟、植被过滤带、洼地、绿色屋顶、透水铺装、种植器、蓄水池、渗透沟、干井 b. 非工程性措施:合理布局街道和建筑、增加植被面积和可透水路面面积	a. 工程性措施: 源头控制、场地控制、区域控制,包括过滤带、可透水地面、渗透系统、滞留盆地和池塘 b. 非工程性措施: 管理和预防措施	与BMPS类似
技术	核心为调节、滞留技术	核心为微工程技术	核心为单元式技术、体系	核心为城市综合水管理
适用性	需要大块的土地和较高的费用,适用性受限	造价和维护费用低,运行维护简单,适应性强	既能发挥已有排水系统的作用,又适用于新的开发建设	适用性较强

中观海绵城市是指在城区、乡镇、村域尺度对海绵系统提出规划和设计概念,以及建设方案。考虑到中国仍处于城镇化快速发展期,故课程选取武汉五里界新城、北京中关村生命科学园为代表讲解新建海绵系统构建方法。在武汉五里界新城,首先构建以雨洪管理为核心的生态基础设施作为新城的基本构架,再设计三个级别的绿色廊道处理不同强度的雨水径流。在北京中关村生命科学园,构建了一个由湿地水源、外围生活污水处理湿地、总部景观和休闲湿地组成的可持续湿地系统。

微观海绵城市是指具体的海绵体,即应用生态化的渗、滞、蓄、净、用、排等雨洪管理技术和各种

生态修复技术,实现具有综合生态服务功能的海绵体。考虑到学生以校园生活为主,故课程以国际关系学院、沈阳建筑大学为代表,分别讲解了在老校区进行海绵校园改造和在新校区进行海绵校园建设的原理和方法。在此基础上,重点讲授了绿色屋顶、雨水罐、下沉式绿地、透水铺面、植被过滤带、植草沟、入渗沟、砂滤池、生物滞留地等海绵城市技术措施的设计方法^[1]。而对于管路控制措施、末端处理措施只做一般性介绍,推荐有兴趣的学生选修给排水科学与工程导论、水和废水处理的工艺与技术等课程。

2. 专题报告与讲座(5学时)

专题报告与讲座涉及三部分内容。为进一步帮助学生了解海绵城市的设计流程,邀请了北京市建筑设计研究院有限公司郑克白讲解海绵城市工程系统设计与案例,赏析的案例有北京市CBD核心区、北京奥林匹克公园中心区、池州市黄梅片区、厦门翔安生活基地、通州图书馆,较为全面地囊括了城市密集区、城市公共空间、城市老旧小区、城市现代住宅、城市公共建筑等场景。

为帮助学生更好地完成课程设计,邀请清华大学修缮中心刘沫介绍清华海绵校园建设现状及规划(图1)。清华大学校内设有气象监测系统和水文监测系统,较好地掌握了校园雨洪现状^[14];持续按低影响开发理念建设海绵校园^[15],现有雨水花园共五处,总面积约1 000平方米,绿色屋顶三处^[16],雨水收集池13座,其中雨水调蓄池2座。

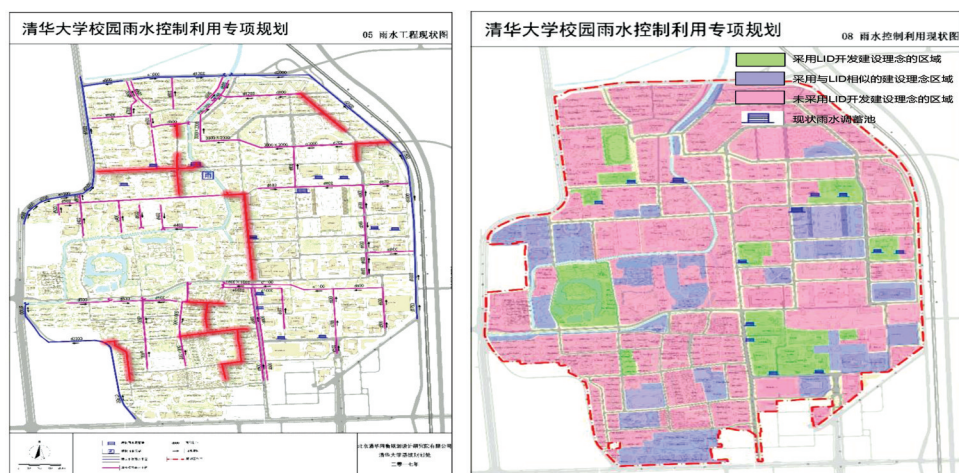


图1 清华大学校园雨水控制利用现状

为拓宽学生的试验,由清华大学水利系刘晓丽讲授地下水库前沿进展。地下水库是指利用天然地下空间兴建的具有拦蓄、调节和利用地下水流作用的一种特殊的水库。以北京西郊地下水库、大柳塔煤矿地下水库为例,介绍了地下水库选址条件、建造方法及调蓄模式^[17-18]。

3. 交流与讨论(5学时)

学生课上的交流讨论涉及三部分内容。为使学生真正理解海绵城市建设的意义及各种技术措施的合理性,安排学生调研城市内涝现状与原因。比如:在2021年的教学中,由来自河南郑州的学生介绍郑州“7·20”特大暴雨灾害的亲身经历,并通过文献调研对灾害原因进行深入分析;在2018年的教学中,有学生介绍了北京“7·21”暴雨灾害作为游客的亲身经历。通过在课堂上分享经历并深入剖析灾害形成的自然与人为原因,培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力。

为使学生能够了解海绵城市发展的学术前沿,安排学生开展文献调研与分享。文献来源之一是美国土木工程师学会(ASCE)每2年一次的国际低影响开发大会论文集,论文涉及雨洪管理规划

和设计方法、雨洪基础设施投资测量、韧性城市等诸多方面。此外,还鼓励学生自己查收最新的文献。

为使学生融会贯通本课程的内容,安排学生针对清华大学校园内局部区域进行海绵校园设计,并进行汇报展示,详见第4节考核方法。

4. 现场调研实习(1学时)

现场调研实习主要安排在清华大学胜因院及校河沿线。清华大学胜因院环境改造工程由刘海龙及其团队主持设计^[19],在雨洪径流产生的源头着手处理,采用合理的场地竖向设计、下垫面渗透性改善措施,并利用场地现有的绿地景观元素调蓄、处理并削减径流总量,将雨洪管理措施与场地景观营造有机融合(图2)。



图2 清华大学胜因院雨水花园^[19]

清华大学校河改造工程的总体任务:改造北校河,使得该段河道在满足行洪要求的基础上,尽量保持常水位水面景观,为建设校园多样化生态滨水空间创造条件,包括新建1座景观闸、河底全段铺设DN800再生水引水管线2.5公里、沿河6处亲水节点挡墙改造及景观规划;改造南校河,新建雨洪利用的地下水库,为上层生态景观水面预留空间,下层地下水库参与行洪排涝,滞蓄涝水,包括新建长780米、宽5米的南支地下水库,改建明渠110米,规划修建南支河生态景观;为校内水系引接清河再生水,保证校河每年136万方的生态需水量,设计流量0.6方/秒,为清华段补水,同时为万泉河补水预留条件(图3)。

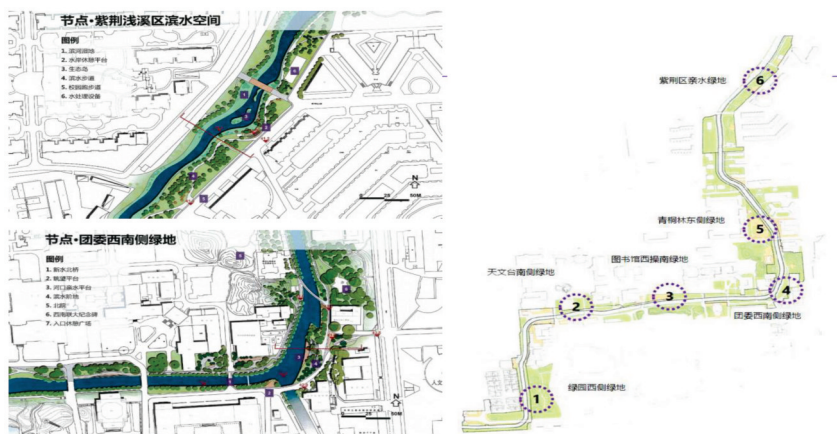


图3 清华大学校河景观节点景观改造规划设计方案

(二) 思政内容

课程教学中贯彻“以本为本”的教育理念,深入挖掘教学内容中的道德话题、工程伦理资源、思政教育资源等,将专业知识与思政内容有机结合,做到科学性与价值性、知识性与思想性的辩证统一,注重对学生进行爱国主义情怀、工程伦理道德、基本职业素养等方面的教育。

1. 爱国主义情怀教育

我国古代城镇在长期的水资源管理及与旱涝灾害斗争的过程中,不断适应和改造城镇的水系统,面对水资源短缺和水灾害,积累了大量具有朴素生态价值的经验,增强了人类适应水环境的能力,这些朴素的生态经验及其形成的景观,是独特而珍贵的文化遗产^[20-22]。比如:北京古城多管齐下解决雨洪问题,城外修筑永定河河堤拦截洪水,西山利用皇家园林群调蓄山洪,城内构建河道水系防止内涝;赣州古城凭借“江河为池、龟背地形”等自然条件,构建了“章贡二江(环城段)-城壕-福寿沟-低洼水塘”城市排水蓄水体系。在课程教学中,深入讨论我国古代城镇把水作为一个整体系统来认识和解决水资源、水灾害问题的思想与经验,增强了学生的民族自豪感和自信心,激发了学生对现代“海绵城市”理念的思考。此外,多位清华大学知名教授曾在本课程实习场地之一的胜因院居住过,比如梁思成和林徽因夫妇等,在此进行海绵城市实习,不仅学习海绵城市实操技术,还通过师生讨论曾在此处居住的清华教授的人生经历,使学生理解“肩负使命、追求卓越”的思想内涵。

2. 工程伦理道德教育

随着我国“海绵城市”建设的快速发展,工程规模越来越大,一旦出现事故,后果将十分严重。在课堂教学中,加入大量工程事故案例,时刻提醒和教育学生在勘察、设计和施工中严格遵守相关规范和法规,维护自身权利,履行应尽义务。

3. 基本职业素养教育

将职业素养教育贯穿教学过程始终,明确学生作为未来土木工程建设者的责任和使命,在海绵城市导论课程中设置“海绵校园”设计环节,培养学生发现问题、解决问题的综合能力。

二、教学团队与方法

(一) 教学团队

为保证高质量地完成海绵城市导论课程的教学任务,贯彻“三全育人”的育人理念,组建了由主讲教师、校外专家、学校后勤中心教师三位一体的教学团队。主讲教师由土水学院专业教师担任,北京市建筑设计研究院有限公司专业设计人员和学校修缮校园管理中心教师作为讲座专家参与课堂和现场教学。此外,还可邀请校内工程设计人员参与现场实习部分的讲解。通过组建复合式的教学团队,提高教学质量。

(二) 教学过程

1. 课程讲授

本课程在课程讲授环节中以启发学生为核心。考虑到海绵城市课程的强实践性,故在课程教学中设置了较多的案例来引导学生思考。比如:讲授海绵城市的构建方法时,首先给出每个案例面临的问题,学生根据构建方法提出具体对策,最后再与实际的设计实施结果进行对比,剖析其中的优点与不足,加深学生对所学知识的理解。

2. 翻转课堂

本课程在课程教学中强调以学生为主人,除了正常教学中的师生互动外,还特意在教学的前、

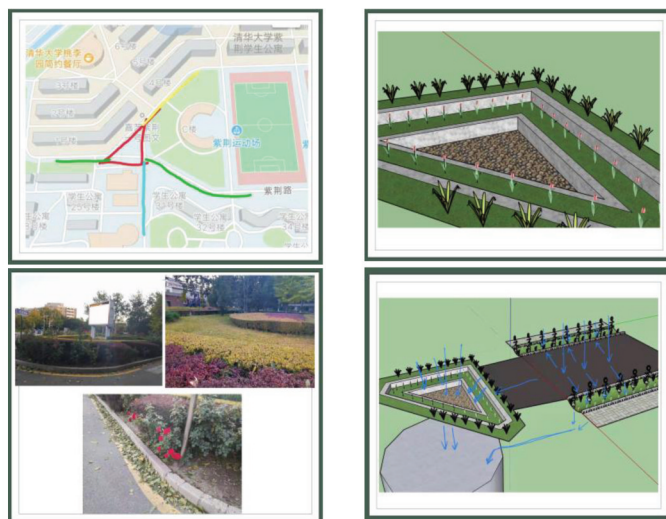
中、后三个时间点设置了集中交流研讨时间(表1)。第一次研讨的主题是“城市内涝现状与原因”,让学生带着问题学习海绵城市的构建方法;第二次研讨的主题是“国际低影响开发技术前沿”,让学生了解海绵城市的发展趋势;最后是课程设计集中展示环节,通过师生对设计方案的点评,让学生总结反思海绵城市如何落地。

3. 思政导入

本课程将思政内容与专业知识有机融合,将“爱国主义情怀教育”融入“古城治水理念与启示”中,将“工程伦理道德教育”融入“海绵城市工程系统设计与案例”中,将“基本职业素养教育”融入课程设计中,从而避免在授课过程中的假、大、空。

三、考核方法

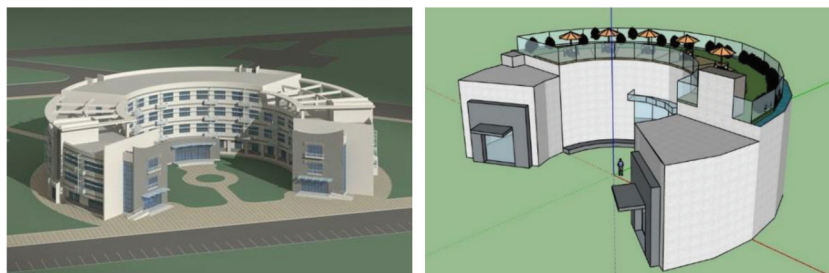
课程成绩评定由四部分组成:平时成绩占20%,主要考查学生课上参与度;城市内涝现状调研报告占10%,主要考查学生发现问题和分析问题的能力;海绵城市文献阅读报告占20%,主要考查学生阅读文献和理解学科前沿的能力;四是课程设计占50%,主要考查学生运用所学知识解决问题的能力。本课程后三项考核任务以2~4人小组合作的形式共同完成(图4),并进行PPT口头汇报,所有学生全程参与交流讨论,学生之间可以互相学习,充分发挥朋辈激励的作用。



现状二:缺乏雨水收集装置

解决方案:下沉绿地+雨水罐

(a) 学生区三角广场设计方案(孟姣、左欣然、易荃山)



(b) 绿色屋顶改造方案(何紫莹、李思语、马晶)

图4 学生课程设计方案

四、结语

基于清华大学土木工程海绵城市导论课程五年的教学实践,构建了适合大类培养模式的海绵城市导论课程体系,形成了较为完善的海绵城市导论课程的教学与考核方法,主要结论如下。

(1)完善教学内容。根据土木大类“宽口径、厚基础、强实践、多样化”的培养目标,本课程涵盖海绵城市的基本理论与前沿进展,聚焦城市微观海绵体的构建方法,增加了大量的案例教学和现场实习环节,启发学生在思考中学习,在学习中实践。

(2)加强课程思政。将思政内容与专业知识有机融合,将爱国主义情怀教育、工程伦理道德教育、基本职业素养教育贯穿教学各环节,做到科学性与价值性、知识性与思想性的辩证统一。

(3)优化考核方法。丰富考核内容,全面考查学生对课程内容掌握情况,包含1次城市内涝现状调研报告、1次文献调研汇报、1个课程设计等,充分调动学生的学习主动性,提高学习效率。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建[M]. 北京:中国工业出版社, 2015.
- [2] 罗毅,李明翰,张保利,等. 海绵城市建设:美国雨洪管理景观设计学课程体系案例[J]. 景观设计学, 2016, 4(2): 62-77.
- [3] 俞孔坚. 海绵城市——理论与实践[M]. 北京:中国工业出版社, 2016.
- [4] 雷晓玲,吕波. 山地海绵城市建设理论与实践[M]. 北京:中国工业出版社, 2017.
- [5] 徐海顺. 城市新区海绵城市规划——理论方法与实践[M]. 北京:中国工业出版社, 2016.
- [6] 王思思,杨珂,车伍,等. 海绵城市建设中的绿色雨水基础设施[M]. 北京:中国工业出版社, 2019.
- [7] 李辉,赵文忠,张超,等. 海绵城市透水铺装技术与应用[M]. 上海:同济大学出版社, 2019.
- [8] 刘娜娜,张婧,王雪琴. 海绵城市概论[M]. 武汉:武汉大学出版社, 2018.
- [9] 周振民,徐苏荣,王学超. 海绵城市建设与雨水资源综合利用[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2018.
- [10] <https://www.icourse163.org/course/FZU-1002330001?tid=1467129590>.
- [11] 郭泽冲,代洪亮,黄诚,等.“海绵城市建设工程”课程改革创新探索——基于“新工科”背景[J]. 现代教育论坛, 2022, 4(11): 8-10.
- [12] 孔繁鑫,陈进富. 融合海绵城市和智慧水务《水污染控制工程》(上册)教学探索[J]. 教育教学论坛, 2020(16): 170-171.
- [13] 成先雄,李新冬,连军锋,等. 基于海绵城市理念的排水系统课程教学研究[J]. 教育教学论坛, 2019(1): 174-175.
- [14] 向晨瑶,刘家宏,王浩,等. 城市水文单元雨洪监测与模拟研究——以清华大学校园为例[J]. 水文, 2017(37): 12-17.
- [15] 刘海龙. 海绵校园——清华大学景观水文设计研究[J]. 城市环境设计, 2016(2): 134-141.
- [16] 周怀宇,刘海龙. 绿色屋顶雨水技术与清华校园案例分析[J]. 建设科技, 2019(377): 69-74.
- [17] 李宇,邵景力,叶超,等. 北京西郊地下水库模式研究[J]. 地学前缘, 2010, 17: 192-199.
- [18] 刘晓丽,曹志国,陈苏社,等. 煤矿分布式地下水库渗流场分析及优化调度[J]. 煤炭学报, 2019(44): 3693-3699.
- [19] 刘海龙,张丹明,李金晨,等. 景观水文与历史场所的融合——清华大学胜因院景观环境改造设计[J]. 中国园林, 2014(1): 7-12.
- [20] 张涛,王沛永. 古代北京城市水系规划对现代海绵城市建设的借鉴意义[J]. 园林, 2015(7): 21-25.
- [21] 吴庆州,李炎,吴运江,等. 赣州古城理水经验对“海绵城市”建设的启示[J]. 城市规划, 2020, 44(3): 84-92.
- [22] Xu Y S, Shen S L, Lai Y, et al. Design of sponge city: lessons learnt from an ancient drainage system in Ganzhou, China

[J]. *Journal of Hydrology*, 2018, 563: 900–908.

Preliminary study on curriculum construction and ideological and political integration of introduction to sponge city

Zhao Zhihong¹, Liu Mo², Liu Xiaoli³, Zheng Kebai⁴, Chen Sicong¹

(*a. School of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, P. R. China; b. Campus Renovation Management Center, Tsinghua University, Beijing 100084, P. R. China; c. Department of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, P. R. China; d. Beijing Architectural Design & Research Institute Co. LTD., Xicheng District, Beijing 100045, P. R. China*)

Abstract: Civil engineering enrollment and education are towards the mode of broad-category, and thus it is urgent to build a batch of interdisciplinary and comprehensive professional courses to meet the need of broad-category education. Sponge city means a city works like a "sponge" that absorbs, stores, seeps, and soaks water when it rains, and "releases" and utilizes the stored water when needed. Sponge city involves water system, building system, road system, and underground space system. Its design and construction require the knowledges and techniques from civil engineering, hydraulic engineering, architecture, urban and rural planning, landscape architecture, and environmental science. Therefore, the courses on sponge city meet the educational objectives of broad-category, i. e., wide vision, solid foundation, strong practical ability, and diversification. However, the existing courses on sponge city have the problems of incomprehensive teaching content, low student participation, and insufficient ideological content. Since 2017, Tsinghua University has opened the course of introduction to sponge city for undergraduates majored in the broad-category of civil engineering. After five years of teaching practice and reform, a systematic curriculum system and teaching methodology have been formed for the introduction to sponge city with the characteristics of broad-category, in which the depth and breadth of the course content are well balanced. The teaching team is composed of professional faculties, industry experts, and staff from the renovation campus management center. The ideological contents are included in the different teaching process. The course of introduction to sponge city is suitable for the mode of broad-category.

Key words: broad-category of civil engineering; sponge city; curriculum system; course ideology

(责任编辑 梁远华)