

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.24.002

基于雨洪控制的给排水科学与工程专业课程体系修订与优化

刘焕君¹, 刘志生², 张小雨², 韦新东¹, 宋铁红²

(1. 吉林建筑大学 政策与院校研究中心, 吉林 长春 130118; 2. 吉林建筑大学 市政与环境工程学院, 吉林 长春 130118)

摘 要: 为满足社会发展对人才的迫切需求,对给排水科学与工程专业现有课程体系和教学内容进行优化,以增加雨洪控制工程建设与管理技术人才的工程应用能力培养为课程目标,以通识教育和自然科学课程模块为平台、专业课程和工程实践模块为支柱、毕业设计为课程体系的顶点和终点,整合、增加教学内容。基于课程类型、教学内容、学分比例、进程安排、场所配置以及功能等要素对课程结构进行优化设计,修订给排水科学与工程专业课程体系,填补了其在雨洪控制方向人才培养方面的空白。

关键词: 工程应用能力; 雨洪控制与管理; 课程体系

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)24-0006-05

Curriculum System Revision and Teaching Content Optimization of Water Supply and Drainage Science and Engineering Based on Stormwater Control

LIU Huan-jun¹, LIU Zhi-sheng², ZHANG Xiao-yu², WEI Xin-dong¹,
SONG Tie-hong²

(1. Center for Policy and College Studies, Jilin Jianzhu University, Changchun 130118, China; 2. School of Municipal and Environmental Engineering, Jilin Jianzhu University, Changchun 130118, China)

Abstract: In order to meet the urgent demand of technical personnel for social development, the existing curriculum system and teaching content of water supply and drainage science and engineering need further optimization. The curriculum system revised by integration and increasing teaching content, which aims to cultivate students' ability to apply for the sponge city project, and utilize general education and natural science module as a platform, take professional courses and engineering practice module as the pillar and take the graduation project as the vertex and end of the course system. Based on the curriculum type, teaching content, credit ratio, process arrangement, site configuration and function etc., the curriculum structure was designed and optimized, and the curriculum system for water supply and drainage science and engineering was revised, which could fill the gap in talent cultivation in the control and utilization of rainwater direction.

Key words: engineering application ability; control and management of stormwater; curriculum system

基金项目: 吉林省教育科学规划重点课题(ZD17094)
通信作者: 刘志生 E-mail:33806540@qq.com

1 雨洪控制工程人才培养现状及紧迫性

随着我国城市化的快速发展,土地性质发生了较大变化,植被覆盖率和水面率等快速下降,不透水地面迅速增加,改变了地面滞蓄及地表径流路径,破坏了城市自然水文循环机制,最终导致城市地区雨洪径流峰值增高,峰现时间提前,内涝和水体污染事件频繁发生且日益严重。因此,有效削减和滞留暴雨径流及其污染物,有效应对和管理城市暴雨洪涝灾害受到广泛关注。美国在20世纪70年代初提出雨洪管理理念,取得了成功,并很快被英国、法国、加拿大等其他国家接受、采用、完善和推广。我国于20世纪90年代开展城市雨洪管理研究,修建了试点工程,但局限在以局部场地为单元的状态,跟不上城市化的快速发展。随着生态环境问题的日益严重,以及频繁发生的内涝和洪灾,以低影响开发雨水设施、灰绿结合、超标雨水径流排放等为基础,城市雨洪安全已成为我国城市发展的基本理念^[1]。

城市雨洪安全设施建设以给排水科学与工程专业为基础,涉及城市规划和建筑、水利工程、园林景观工程等专业,要求多专业相互融合,但是,目前研究和科技储备不足,具备城市雨洪安全管理理论和工程实践能力技术人员匮乏。从事雨洪安全管理工作的技术人员,主要依靠参加各种学术交流会和实践,自学弥补理论和建设经验的不足。作为人才培养基地的高等学校,在城市雨洪控制与管理领域方面明显滞后。截至2016年,全国高校中只有北京建筑大学为本科生和研究生开设了城市雨洪控制方向的课程。为适应城市发展,给排水科学与工程专业需修订培养目标,毕业指标中应增加雨洪安全工程方面的要求,课程体系和教学内容也需相应增加雨水安全工程类内容。对此,基于吉林建筑大学给排水科学与工程专业现有2016年培养方案,修订课程体系、整合教学内容,增设城市雨洪工程基础理论和实践课程,优化课程结构,培养可在城市建设中有效工作的工程师,以回应当代社会工业和产业人力资源市场的需求。

2 课程体系目标修订

经过近40年的发展,吉林建筑大学给排水科学与工程专业课程体系已开设给水工程、排水工程以及建筑给水排水工程等三个方向。为适应行业需求,在原有基础上,增设雨洪控制工程方向。

课程体系目标应满足预期的学习效果,与教学

目的一致,是课程开发的顶层设计,也是课程结构构建、教学内容选择、教学组织和学习评价的主要依据^[2]。雨洪安全建设是工程技术,不可脱离工程实践,给排水科学与专业的学生是未来雨洪安全工程建设的主体,因此,该专业毕业生必须具备该方面的专业能力。此外,是否具备工程专业能力也是检验人才培养质量和评价毕业生的标准^[3]。因此,本专业将雨洪控制工程专业能力作为给排水科学与工程专业课程体系的目标之一,以解决原有人才培养体系与社会需求的矛盾。

有研究表明,课程体系目标的制定由高等学校和企业共同完成更符合工程本质,同时校企还应共同构建课程结构、共同优选和设定教学内容、共同实施培养过程、共同评价培养质量^[4]。据此,课程体系目标修订期间,咨询了吉林省海绵城市协会,邀请了国家第一批试点城市吉林省白城市的设计师和项目施工单位总负责人为专家,并结合卓越工程师的行业标准。课程体系修订后,在原目标基础上增加了新的目标,具体如下:

① 具有丰富的人文科学素养及从事城市雨洪控制工程建设开发和技术知识。具有雨洪控制工程建设开发和技术所需的科学技术知识及人文科学知识;掌握扎实的雨洪控制与利用理论和技术。

② 具有科学理论基础和实践方法的应用能力,可分析、解决、构思、设计、实现以及运行的全生命周期中所面临的复杂的雨洪控制工程问题。可主持雨洪控制工程建设任务方案设计、开发,能够创造性地发现和选择所需技术方法,优选解决方案;可主动汲取信息,改进设计方案;具有创新性、系统性思维能力,具有技术研发的初步能力,具有工程项目集成的基本能力。

③ 具有参与雨洪控制工程建设项目及管理的能力。掌握与雨洪控制工程建设相关的政策、法律和法规;主持和指导项目工程评估并提出改进建议。

④ 具有有效的交流沟通能力。具有使用技术语言在跨文化背景下进行沟通与表达的能力;可进行雨洪控制工程文件的编纂、说明、阐释;可跟踪雨洪控制工程建设最新技术发展趋势,具有收集、分析、选择国内外相关技术信息的能力。

3 课程体系修订与教学内容整体优化

3.1 课程体系内容

为将修订后的课程目标具体化为可教学、可评

价的表述,在知识、技能和态度等维度指导下,对给排水科学与工程专业的教学内容进行整合、优化与设定。雨洪控制工程专业培养属于工程教育,课程

内容的设置涵盖科学理论基础、工程技术知识、学生实践能力训练,三者并重,使知识与能力间处于平衡状态^[5]。修订后的课程体系目标及内容见表 1。

表 1 修订后的课程体系目标及内容

Tab. 1 New objectives and contents of revised curriculum system

新增课程体系目标	内容实现
具有应用数学、物理、化学、微生物学等自然科学知识、工程基础及专业知识,从事城市雨洪控制工程建设开发和设计的能力	高等数学、线性代数、概率与数理统计、大学物理、有机化学、无机化学、程序设计语言、物理化学、工程力学、工程制图、BIM 三维土木工程制图、给排水专业应用识图、水处理微生物学、水泵及水泵站、流体力学、水文学及水文地质、水质工程学、建筑给排水工程、给水排水管道系统、水分析化学、水资源利用与保护、城市雨水控制与利用系统、城市水工程新技术、雨洪控制与利用工程建设案例分析、黑臭水体治理技术、大学生创新创业基础
具有理论和实践方法的应用能力,可分析、解决城市在构思、设计、实现以及运行的全生命周期中所面临的复杂的雨洪控制工程问题	大学物理实验、数学建模、大学生创新创业基础、给排水工程导论、水文学及水文地质、水质工程学、建筑给排水工程、给水排水管道系统、城市雨水控制与利用系统、城市水工程新技术、雨洪控制与利用工程建设案例分析、黑臭水体治理技术、水质工程学课程设计、水泵及水泵站课程设计、城市雨水控制与利用系统课程设计、排水管网系统课程设计、建筑给排水工程课程设计、认识实习、生产实习、毕业实习、毕业设计
具有丰富的人文科学素养以及参与雨洪控制工程建设项目的管理的能力	思想道德修养与法律基础、大学生心理健康、法律伦理类、工程项目管理、建设工程法规、水文学及水文地质、水质工程学、建筑给排水工程、给水排水管道系统、城市雨水控制与利用系统、水资源利用与保护、城市水工程新技术、雨洪控制与利用工程建设案例分析、黑臭水体治理技术、企业考察
具有有效的沟通与交流能力	各类学科竞赛、课外研学、企业工程训练、答辩、实验报告、技术报告、项目申请书、科研报告、项目总结、毕业设计

3.2 课程模块

课程体系修订后,给排水科学与工程专业课程

体系内容分为 4 大模块,分别为通识教育、自然科学课程、专业课程、工程实践,具体内容见表 2。

表 2 修订的给排水科学与工程专业课程体系要素设计

Tab. 2 Element design of revised curriculum system based on water supply and drainage science and engineering

模 块	类型	学分比例/%	进程安排	场所配置	功能	
通识教育	分类选修课	10.06	第 2 学期 ~ 第 3 学期	校内	知识 - 态度	
	政治理论课		第 1 学期 ~ 第 4 学期			
自然科学课程	数学、逻辑与思维	29.56	第 1 学期 ~ 第 3 学期	校内	知识	
	基础科学		第 1 学期 ~ 第 3 学期			
	技术科学		第 1 学期 ~ 第 7 学期			
	工程科学		第 1 学期 ~ 第 7 学期			
专业课程	专业核心课程	25.32	第 4 学期 ~ 第 5 学期	校内	知识 - 技能	
	专业方向课程		第 5 学期 ~ 第 7 学期			
工程实践	实验系列课程	25.82	第 1 学期 ~ 第 6 学期	校内 - 企业	知识 - 技能 - 态度 (工程专业能力)	
	本科生科研项目		第 4 学期 ~ 第 7 学期			
	工程设计课程		第 4 学期 ~ 第 7 学期	企业		
	企业课程		第 4 学期 ~ 第 8 学期			
	课外活动课程	9.24	第 5 学期 ~ 第 7 学期	企业		
	毕业设计/论文		第 8 学期	校内 - 企业		

雨洪控制工程专业能力的培养,既重视学科理论知识,又注重其在实践中的应用,科学、技术知识是基础,工程实践是本真,二者构成了工程教育的源与流,不可互相替代。换言之,课程不仅应面向工程实践,而且应将理论与实践相结合,形成共生共进的助推效应。

因此,在原体系的专业课程和工程实践内增设雨洪控制工程建设和管理所必需的课程,但两大课程模块所占学分比例不变,分别为 25.32% 和 25.82%。

修订后的给排水科学与工程课程体系结构如图 1 所示。

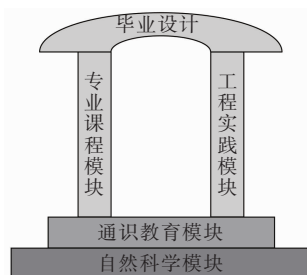


图1 修订后的课程体系结构

Fig. 1 Structure of revised curriculum system

3.2.1 通识教育模块和自然科学模块

通识教育模块为学生提供人文与社会科学知识及做人态度;自然科学课程模块为学生学习工程打下坚实的科学基础。上述两模块位于结构底层,是平台地基。通识教育模块和自然科学课程模块是给排水科学与工程专业课程体系的给水工程、排水工程、建筑给排水工程的平台地基,也是新增的雨洪控制工程的平台地基,因此在修订的课程体系中这两个模块课程的内容、结构等均不变。

3.2.2 专业课程模块

原有课程体系中的专业课程模块是重点优化构建内容,除增设雨洪控制工程专业及方向课程外,对原有课程的教学内容也进行了整合、优化。

专业核心课程中水处理微生物学、水泵与水泵站、流体力学以及水分析化学等课程的内容与原有课程体系相同。雨洪控制与利用工程建设中的设计径流总量控制率及设计降雨、暴雨强度等通过降雨资料的收集、整理、分析、计算确定,所以为满足修订后的课程体系目标,对“水文学与水文地质”的教学内容进行优化改革,在课程学时不变的情况下,削减水文学与给排水工程关系、地下水物理化学性质、地下水资源评价以及供水水质评价(该部分与“水资源综合利用”课程内容整合)等,增加暴雨时空变化特性及城市设计暴雨雨型,暴雨径流形成过程及暴雨洪峰流量,流域产流理论、汇流分析及水文模型等内容;开设水文测验和降雨径流过程2项共4学时实验;同时对作业习题量及难度提高要求,并增加重现期 ≤ 10 a的暴雨强度公式推求、暴雨洪峰流量计算2次课后作业,作业情况是期末考核的重要依据。

为满足雨洪控制工程人才培养目标,增设专业方向课程“城市雨水控制与利用工程技术”和“黑臭水体治理技术”。开设于第5学期的专业必修课“城市雨水控制与利用工程技术”,36学时,2.5学

分,主要内容:城市雨水与水循环系统,雨水控制与利用系统设计参数,雨水水质与处理,雨水收集与截污,雨水调蓄,雨水处理与净化技术,雨水集蓄利用系统设计,雨水渗透技术与系统设计,雨洪管理模型及应用,雨水利用系统与相关子系统的关系等,其中雨水调蓄内容与“给水排水管道系统”整合,在课程中只讲授低影响开发系统调蓄设施^[6]。

开设于第7学期的专业选修课“黑臭水体治理技术”,24学时,1.5学分,主要内容:流域污染现状及原因分析,点源和面源污染物削减,底泥清淤及改良,雨水调蓄工程,水生态治理,水利防洪工程等。

在开设新的专业方向课基础上,为了进一步完善给排水科学与工程专业课程体系,对原有课程内容进行优化、整合、改革。大学一年级是影响本科课程质量的两个关键节点之一,“给水排水工程导论”是开设于大学一年级的专业方向课,在课程体系中具有举足轻重的地位,为了使能很好地了解雨洪控制工程的概貌和实际工作等,增加雨水控制与利用系统部分内容;“水质工程学2”增加污水自然处理技术方面的课时,强化人工湿地、污水土壤处理以及稳定塘等适用于雨水径流导致的城市面源污染治理技术等内容;“建筑给排水工程”增加建筑与小区雨水控制及利用工程等内容;“给水排水管道系统”删除排洪沟设计计算内容,增加雨水径流调节、雨水调蓄池、隧道调蓄以及道路行洪等内涝防治设施设计计算;“水工程施工”增加低影响雨水开发设施、河道水利以及园林景观等施工技术内容。

3.2.3 工程实践模块

在给排水科学与工程专业课程体系修订过程中,为培养学生的工程实践能力,课程内容和结构中单独设置工程实践模块。工程实践模块为学生应用知识、训练技能和养成态度提供课程学习经验,以此发展学生的工程专业能力^[5]。该模块是课程体系中的另一重点修订模块。

修订后的给排水科学与工程专业课程体系工程实践模块实验系列中,增加水文测验和降雨径流过程2项内容,其他不变。

雨洪控制工程建设人才的培养以工程设计能力为主,对此开设、改革课程设计教学内容。其中,最重要的是增加了为期1周的“城市雨水控制与利用工程技术”课程设计,且要求指导老师必须具有丰富的工程实践经验,由企业工程师和校内老师共同

指导,以企业工程师为主,校内老师协助管理,成绩由企业和高校共同评定。

课程设计选题为工程项目,要求学生选择建筑小区雨水控制利用系统方案、确定工艺流程、布局低影响开发设施并进行计算、绘图,培养学生雨洪控制工程专业能力。

基于解决问题的案例教学是高等工程教育教学的有效途径^[7],吉林建筑大学给排水科学与工程专业与长春市市政设计院合作,于第7学期开设“雨洪控制与利用工程建设案例分析”课程,共16学时,1学分,教学场地安排在长春市雨水安全工程示范中心,主讲教师为雨洪控制工程设计、施工、管理经验丰富的工程师。

在认识实习、毕业实习、生产实习等实践课程中,原有课程体系以污水厂、给水厂、高层建筑给排水等作为实习基地,根据修订后的课程安排和教学内容,按照先实践-再理论-再实践的客观事物认识规律,吉林建筑大学给排水科学与工程专业和吉林省海绵城市建设协会签订实习基地建设合同,学生在完成雨洪控制工程建设与管理等理论知识的学习后,进行生产实习和毕业实习,在示范工程中认识低影响开发设施,以巩固内容,实现培养学生具备雨水安全工程建设应用能力的目标。

大学四年级的毕业设计是课程体系的顶点和终点,被界定为本科学习阶段的总结性检查,是理论与实际相结合、传统课程学习与现实项目解决的关键环节,可保证课程结构稳健,是课程体系建构完毕的标志。因此,为了更好地完善给排水科学与工程专业课程体系结构,在已有的大四毕业设计中增加雨洪控制工程方向。

4 结论

为满足雨洪控制工程建设技术人才的行业需求,吉林建筑大学在原有课程体系中,增设雨洪控制工程类课程,并对原有课程体系和教学内容进行改革。修订给排水科学与工程专业课程体系,培养可在城市雨洪控制工程建设中有效工作的工程师,填补了给排水科学与工程专业在人才培养方面的空白,以适应我国当前城市建设发展,满足行业需求。

参考文献:

[1] 宫永伟,李俊奇,师洪洪,等. 城市雨洪管理新技术中

的几个关键问题讨论[J]. 中国给水排水,2012,28(22):50-53.

GONG Yongwei, LI Junqi, SHI Honghong, *et al.* Discussion on several key questions about urban stormwater management techniques[J]. China Water & Wastewater,2012,28(22):50-53(in Chinese).

[2] 车伍,闫攀,赵杨,等. 国际现代雨洪管理体系的发展及剖析[J]. 中国给水排水,2014,30(18):45-51.

CHE Wu, YAN Pan, ZHAO Yang, *et al.* Development and analysis of international updated stormwater management systems[J]. China Water & Wastewater,2014,30(18):45-51(in Chinese).

[3] ZHOU C F. Fostering creative engineers: a key to face the complexity of engineering practice [J]. European Journal of Engineering Education, 2012, 37(4):343-353.

[4] BERO B, KUHLMAN A. Teaching ethics to engineers: ethical decision making parallels the engineering design process[J]. Science and Engineering Ethics, 2011, 17(3):597-605.

[5] 车伍,张伟,李俊奇,等. 中国城市雨洪控制利用模式研究[J]. 中国给水排水,2010,26(16):51-57.

CHE Wu, ZHANG Wei, LI Junqi, *et al.* Study on patterns of urban stormwater management in China [J]. China Water & Wastewater, 2010, 26(16):51-57(in Chinese).

[6] 车伍,赵杨,李俊奇,等. 海绵城市建设指南解读之基本概念与综合目标[J]. 中国给水排水,2015,31(8):1-5.

CHE Wu, ZHAO Yang, LI Junqi, *et al.* Explanation of sponge city development technical guide: basic concepts and comprehensive goals [J]. China Water & Wastewater,2015,31(8):1-5(in Chinese).

[7] 袁立群,崔诗才,赵庆双. 新工科背景下土力学案例教学研究[J]. 高等建筑教育,2019,28(2):58-62.

YUAN Liqun, CUI Shicai, ZHAO Qingshuang. The case study of soil mechanics under the background of emerging engineering education [J]. Journal of Architectural Education in Institutions of Higher Learning, 2019, 28(2):58-62(in Chinese).

作者简介:刘焕君(1980-),女,山东庆云人,硕士,助理研究员,从事高等工程教育研究工作。

E-mail:331777605@qq.com

收稿日期:2019-08-29

修回日期:2019-10-10

(编辑:丁彩娟)