

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2026.06.004

水质工程学(1)课程数智化重构与思政融合路径探索

张盛楠¹, 徐 泽¹, 王腾飞², 耿 雪¹, 赵伟高³

(1. 天津仁爱学院 建筑工程学院, 天津 301636; 2. 中水北方勘测设计研究有限责任公司, 天津 300222; 3. 天津大学 环境科学与工程学院, 天津 300072)

摘 要: 在新工科与教育数字化转型背景下,针对传统教学“重理论轻实践、重技术轻价值”等问题,以水质工程学(1)课程的数智化建设为主线,提出“数智驱动、思政引领”的教学改革路径。依托超星学习通平台打造融合基础知识和前沿导论的知识图谱,创新“数智资源支撑-线上线下联动-人工智能(AI)精准赋能”混合式教学模式,结合虚拟仿真、建筑信息模型(BIM)建模、三维(3D)打印及AI辅助工具构建数智化教学生态。基于“纵向历史传承+横向国际对标”形成双线思政教育框架,实现思政元素与专业内容的深度绑定。实践表明,该模式显著提升了学生的工程实践能力、创新思维与社会责任感,并在学科竞赛、大创项目与育人成效方面取得多项成果,为同类课程的数智化建设提供借鉴。

关键词: 水质工程学(1)课程; 数智化课程; 课程思政; 教学改革

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2026)06-0018-06

Exploration of the Path for Digital-intelligent Reconstruction and Ideological and Political Integration in the Course Water Quality Engineering I

ZHANG Shengnan¹, XU Ze¹, WANG Tengfei², GENG Xue¹, ZHAO Weigao³

(1. School of Civil Engineering, Tianjin Ren'ai College, Tianjin 301636, China; 2. China Water Resources Beifang Investigation, Design & Research Co. Ltd., Tianjin 300222, China; 3. School of Environmental Science & Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: Against the backdrop of the emerging engineering education initiative and the digital transformation of education, in response to the problems of traditional teaching that emphasizes theory over practice and technology over value, this research proposes a reform pathway characterized by “digital intelligence-driven innovation with ideological and political guidance”, with the digital and intelligent construction of the course Water Quality Engineering I as the main line. Based on the Chaoxing learning platform, a knowledge graph integrating basic knowledge and cutting-edge introductions was built. An innovative blended teaching model of “digital intelligence resource support-online to offline linkage-artificial intelligence (AI) precise empowerment” was established. A digital-intelligent teaching ecosystem was constructed by combining virtual simulation, BIM (building information modeling) modeling, 3D (three dimensional) printing, and AI-assisted tools. Furthermore, through the combination of vertical historical inheritance and horizontal international benchmarking, a dual line ideological and

基金项目: 天津市第三批一流本科建设课程项目; 2024年度天津仁爱学院课程思政示范课程建设项目; 天津仁爱学院2024年度智慧课程建设项目(ZK2514); 天津市教委科研计划项目(2024KJ132)

通信作者: 赵伟高 E-mail: zhaoweigao@tju.edu.cn

political education framework was formed to achieve a deep integration of ideological and political elements with professional content. Practice shows that this teaching model has significantly improved students' engineering practice ability, innovative thinking, and sense of social responsibility, achieving positive outcomes in subject competitions, innovation projects, and overall educational effectiveness. It provides reference for the digital-intelligent construction of similar courses.

Keywords: the course Water Quality Engineering I; digital-intelligent course; course ideology and politics; educational reform

在新工科建设和教育数字化转型的双重背景下,给排水行业正经历以智慧化、低碳化为特征的深刻变革^[1],对专业人才的工程实践能力与综合素养提出了更高要求。水质工程学(1)作为给排水科学与工程专业核心必修课,承担着培养兼具给水处理技术、工程设计能力以及行业素养的给排水专业复合人才的重要使命^[2]。然而,传统教学模式已凸显三大短板:一是传统教材课件难以直观呈现复杂水处理构筑物结构及工艺运行过程,导致知识理解低效;二是纸质教材更新周期长、内容迭代慢,难以及时融入智慧水务、人工智能(AI)等学科前沿内容^[3],造成教学内容与行业发展存在明显代际差;三是重理论轻实践的教学模式使学生缺乏沉浸式工程体验,复杂工程问题解决能力不足,难以契合工程教育认证要求。

工程教育认证提出的“学生中心、产出导向、持续改进”的理念^[4],要求课程冲破时空束缚,形成教学资源的智能优化、教学模式的创新变革、评价体系的精准闭环。此外,新时代复合型人才的培养也提出了在专业教学中有机渗透课程思政内容的要求^[5]。因此,推进课程数智化建设已是必然趋势。以数智化技术为切入点,重构水质工程学(1)课程内容与教学模式,破解传统教学痛点,同时实现课程思政的有机渗透,可为同类课程建设提供参考。

1 数智化课程内容重构

1.1 动态知识体系的数智化建设

依托超星学习通平台,整合专业核心内容,打造融合基础知识、前沿导论、跨课关联资源的知识图谱。课程知识图谱采取分层构建策略,以给水处理工艺的原理、设备、工艺参数等作为实体,构建8个核心知识模块,将各模块细化为270个精准知识点,明确知识点间的上下游、因果等逻辑关系及设备参数、水质指标等属性,形成完整知识网络。知

识图谱链接课件、视频、试题、案例、虚拟仿真等数字化资源并动态更新,满足学生个性化学习需求。

借助知识图谱实现教学内容的“吐故纳新”:一方面,对工艺落后、工程应用极少的内容进行智能标注,将其转为线上自学模块,以节省课堂时间;另一方面,将最新行业规范、智慧水务等国家热点需求技术录入教学资源库。此外,通过知识图谱关联“水流紊动”“胶体稳定性”等先修知识点,破解跨课程知识脱节问题。

针对水处理构筑物认知难题,引入三维(3D)建模和打印技术,将二维图纸转化为可拆解三维模型,学生通过交互式体验观察水处理构筑物的内部构造,在动画模拟中理解工艺运行过程,突破图纸难懂、实物难见的窘境。

1.2 科研与产教资源的数智化转化

将智慧水厂设计等教师科研课题、创新创业项目和学科竞赛成果转化与整合为案例视频、仿真模块,上传至学习通平台的“科研前沿”专区,学生可直观观察构筑物结构、处理实际水质监测数据,理解理论教学与实际工程问题的关联,实现科研反哺教学。

联合企业构建产教融合、虚实结合的实践教学体系:一方面,联合企业开发集教学、科研、技术创新于一体的净水工艺中试基地,集成智能加药系统、膜分离装置、物联网监测系统等先进技术模块,构成一个可操作、可观测的微型水厂实景教学平台,有效支撑实验验证、工艺设计、运行调控等实践教学环节;另一方面,基于数字孪生技术构建动态工程案例库,系统收录多座智慧水厂设计方案与运行数据,学生可通过分组讨论分析工艺设计中的节能与环保措施,培养将科研思维转化为工程实践的能力。

通过数智化平台的资源整合,科教融合不再局限于课堂讲授,而是延伸为案例探究-实践验证-成

果转化的全链条学习,使学生在掌握理论知识的同时,同步接触行业前沿的技术与方法。

1.3 思政元素的挖掘与有机融入

依托数智化思政图谱与案例库建设,课程整合七大“关联”思政模块(见图1),形成以“历史传承-工程实践-前沿创新”为纵向脉络、以“国际对标-差距奋进-责任唤醒”为横向脉络的双线思政教育框架,构建“专业知识点-思政元素-育人目标”深度融合的全维度课程思政教育体系。

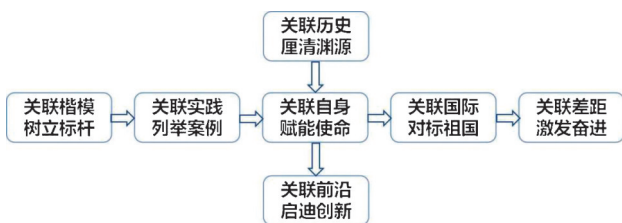


图1 水质工程学(1)全维度课程思政教育体系

Fig.1 Comprehensive course ideological and political education system of Water Quality Engineering I

在关联历史维度,深度挖掘《天工开物》等典籍文献记载的水处理工艺演进脉络,使学生在明晰水处理工艺发展逻辑的同时,实现中华文脉与专业认知的同频传承。在关联自身维度,通过讲解习近平生态文明思想,培养学生的生态文明理念和素养,提升学生的社会责任意识。在关联楷模维度,设计“课前推送感知-课中专题讲解-课后反思内化”的教学路径,将专业技术讲解与行业专家事迹深度绑定,自然渗透求实、奉献、创新精神。关联实践维度聚焦工程落地,在“水厂设计”中接入典型工程案例,渗透绿色低碳理念与民生责任意识。在关联国际维度,采用“数据驱动、对比反思”的教学策略,课上引导学生分析中外饮用水水质标准差异及其背后的原因,呈现我国标准“以人为本、因地制宜”的优势,培育民族自豪感;在关联差距维度,补充中外用水效率差距数据,激发奋进动力;在关联前沿维度,以“智慧水务”案例启迪创新思维。

思政案例库采用数智化形式呈现,在关键工艺节点嵌入行业楷模事迹、虚拟仿真操作或3D模型,学生可自主查看并参与讨论,教师则依据反馈动态优化思政图谱与案例匹配度,确保思政融入的精准性与实效性。

2 数智化教学模式创新与思政实践融合

2.1 线上线下混合式教学的数智化设计

课程以数智化技术为纽带,构建“认知筑基-实

践砺能-价值塑魂”的递进式教学体系,通过线上线教学环节的有机衔接,形成知识理解-能力应用-素养升华的完整培养链条(见图2)。

	线上	AI辅助教学	线下
课前	部署预习资源 发布预习任务 发布预习测试	动态学情分析 生成知识点掌握热力图 制定针对性教学	预习内容 完成任务包 教师梳理共性疑难问题
课中	情景导入 随堂练习 发送主题讨论 布置分组任务	知识点检测 弹幕互动 匿名评分 辩论观点汇总与分析	薄弱点讲解 专题讨论和汇报 专题实训 总结提升
课后	推送创新任务包 布置设计作业	个性化答疑 完善全过程评价	总结复习课堂内容 完成设计作业
拓展	虚拟仿真操作 思政案例推送 个性化作业推送 竞赛项目推送	设计作业评价 专题讨论汇报质量分析 思政素养分析	模型展示和工艺讲解 完成个性化作业 参加大学生创新项目 参加竞赛

图2 水质工程学(1)课程的数智化设计

Fig.2 Digital-intelligent design of the course Water Quality Engineering I

2.1.1 “认知筑基-实践砺能-价值塑魂”教学体系

① 认知筑基阶段:知识建构与文化浸润

采用“线上预习+线下启导”的混合教学模式。以混凝为例,线上环节通过学习通平台推送包含思政元素的预习资源包和预习测试。学生完成预习并进行测试,平台自动统计资料查阅时长与相关测试题作答情况,生成知识点掌握热力图。教师根据学生的预习反馈数据,精准定位知识薄弱点,并在课堂进行针对性讲解。线下课堂以明矾净水实验导入,先展示学生线上预习时对思政材料的讨论热点,视频演示明矾处理浊水的过程,通过实验现象衔接至现代混凝工艺的原理讲解,实现传统文化与现代技术的有机融合。

② 实践砺能阶段:能力培养与工程思维塑造

构建“虚拟仿真+案例研讨”的实践体系。学生通过线上虚拟仿真系统完成水处理工艺运行任务,系统实时反馈操作评分并提示工程安全、责任担当等工程伦理问题;线下基于仿真数据开展工程案例辩论,借助智慧教学系统实现观点实时汇总与分析,引导学生建立技术、经济、环境等多维度的工程决策思维。

③ 价值塑魂阶段:创新实践与社会责任培育

采用“项目驱动+成果凝练”的教学方式。教师在线上提供包含智慧水务文献、国家政策解读等拓

展资源的创新任务包,支持学生通过线上协作平台开展项目创新,共享思路、迭代方案。线下通过学生的3D模型展示、建筑信息模型(BIM)动画汇报等形式呈现成果,重点阐述项目技术创新点与社会价值。师生通过弹幕互动、匿名评分等方式提出建议,最终形成技术方案+社会责任报告,使学生在成果输出中深化工程服务社会的认知,强化社会责任感。

2.1.2 AI技术工具的思政应用

课程以数智化工具为隐形思政教育载体,依托“线上+线下”混合式教学框架,通过分层设计思政内容的呈现与互动方式,将价值引领自然融入专业教学全流程,实现专业能力培养与思政教育的同频共振。

对于“关联楷模”等基础普适的思政内容,采用“平台推送+课堂讲授”的轻量化融入模式。例如,讲解流动电流检测系统前,平台推送“李圭白院士团队研发我国首台流动电流检测系统”的案例,并要求学生思考评论技术自主化的意义;课中讲解相关知识点时,自然融入李圭白院士团队攻坚克难、打破国外技术垄断的研发历程,课后学生上传感悟,AI系统自动提取学生感悟中“责任担当”等关键词并生成语义分析报告,作为思政素养评价的依据。

针对与专业强相关的核心思政内容,借助学习通构建“预习-研讨-巩固”闭环。以“关联国际”维度为例,课前发布中外饮用水水质卫生标准对比任务单;课上引导学生分组讨论水质标准差异背后的国情考量,教师通过智慧课堂系统实时汇总各组观点,结合共建“一带一路”国家水厂援建案例,引导学生理解标准背后“以人为本、因地制宜”的制定理念;课后要求学生提交简短分析报告,论述我国水质标准的特色与优势,在培育民族自豪感的同时,激发学生投身水务技术革新的使命担当。

对于高阶知识点,采用翻转课堂+探究式学习模式。以“膜分离技术与农村饮水安全”等时政热点为专题,课前发布任务包及虚拟仿真操作指南;学生分组完成资料梳理、技术经济分析和工艺设计后,将成果上传至平台讨论区,教师批注方案调整建议;课上各小组借助翻转课堂展示方案,教师引导学生关联“乡村振兴战略”等国家战略与工程师的责任,自然深化学生对“工程服务民生”的认知。

2.2 实践环节的数智化与思政融合

2.2.1 虚拟仿真实验

受实习场地限制,学生极少能接触结构复杂、设备隐蔽的水处理构筑物的操作运行,无法将水处理工艺操作及关键参数与实际运行效果产生关联。

借助水处理虚拟仿真实验软件,以水厂主要工艺单元为载体进行虚拟仿真实验教学,让学生开展药剂投加、滤池反冲洗等操作过程,熟悉水泵、阀门等设备的联控逻辑及参数对水质的影响,很好地解决了理论教学和实践分离的弊端,帮助学生在安全便捷的环境下认识工艺,培养工程实践能力,且通过软件在操作规范方面的反馈设置还可同步增强学生的工程责任意识。

2.2.2 课程设计

将净水厂设计项目拆解为设计大作业,依托BIM工具构建“协同建模-碰撞优化-施工模拟-成果物化”的全流程实践体系,实现理论知识向实践能力的深度转化,同步培养学生的规范意识与思政素养,实现专业知识内化与核心价值观塑造的有效统一。

在设计和建模环节,以典型水处理构筑物的设计任务为载体,学生以团队形式分工开展协同设计建模并同步至云端实现数据互通,在跨模块衔接中直观理解水处理工艺系统逻辑。在设计过程中,平台推送规范条文与工程失误警示案例,强化工匠精神。学生需通过软件进行管道碰撞检测、优化和施工模拟,引用规范条文对照检查优化方案是否合规,动态调整施工计划^[6],将抽象的规范要求和施工组织管理知识内化为实体的空间布置行动和动态决策能力。最终,设计成果通过3D打印转化为可触可感的实体模型,使学生可以亲身体验智慧化设计,深化了工程认知与专业认同。

3 全周期数智化评价与闭环优化

突破传统“一卷定成绩”的单一评价模式,课程依托数智化工具构建覆盖知识掌握、能力提升、素质养成的三维评价体系,并深度融合AI辅助评价机制,将传统评价中模糊化的过程表现转化为可量化、可追溯的动态数据,形成“数据驱动-智能分析-靶向反馈-迭代优化”的教学闭环,实现过程性考核与终结性评价、技术能力与思政素养的有机融合。

在知识掌握维度,主要通过线上学习通测试配

合线下期末考试检测学生的理论知识掌握情况。AI 技术充分提取学生线上学习过程和考核测试数据,利用大数据学情分析工具对学生的知识掌握情况进行分析并形成知识点掌握热力图和知识遗漏清单,为教师调整教学重点、学生查漏补缺指明方向。

在能力提升维度,将虚拟仿真操作、设计作业、课堂研讨展示纳入考核,重点评价学生的数智化实践能力与工程思维。AI 系统自动生成设计参数审核清单和优化建议,并将个性化反馈推送至学生

端。教师则针对高频问题组织专题实训,实现能力短板的精准突破。

在素质养成维度,将素质评价指标细化为可观测、可评估的具体表现,并利用数智化工具进行全过程追踪与评价,其核心观测点、评价方法与改进机制如表 1 所示。AI 系统量化分析学生的思政讨论点和设计方案、专题讨论报告中规范合规、绿色低碳理念的践行程度。教师则根据 AI 得出的思政素养发展热力图有针对性地安排课上辩论、案例研讨等,提升价值引领的精准度与有效性。

表 1 素质养成维度评价体系

评价指标	具体观测点	评价标准	评价主体	改进措施
家国情怀与 社会责任感	我国生态文明建设战略理解 认同度;专题讨论体现国家 战略需求情况	专题资料在线学习时长;线上讨 论和专题汇报发言中国家战略等 关键词的 AI 语义分析	AI 系统、教师	组织专题研讨,强化民生关联认 知;提供国家水务政策解读资料; 期末考试加入思政案例分析题
责任担当和团 队协作能力	协同设计任务完成度;平台 讨论区和团队日志中沟通、 配合、反馈情况	协同设计平台个人任务完成占 比;团队日志中沟通次数、文档贡 献度及成员互评	教师、学生 互评	制定任务分工清单和阶段节点检 查表;开展团队协作专题分享会
创新精神与前 沿视野	设计方案中体现前沿理念; 工艺优化建议	设计成果中技术创新点可行性; 学科竞赛参与度与获奖情况	教师、AI 系统、 竞赛评委	优秀方案纳入案例库;鼓励并指 导学生将项目转化为专利或论文
工匠精神与工 程伦理意识	设计作业规范符合度;虚拟 仿真操作规范性;设计方案 体现节能减排理念	设计成果的“规范符合性审查清 单”得分;虚拟仿真系统操作得 分;设计方案和讨论报告中环保 措施可行性	教师、仿真系 统、AI 系统、企 业导师	组织规范知识竞赛;推送规范解 读文件与高频误操作相关专项训 练;设计方案中补充“双碳”节能 案例

多维评价体系通过数智化工具实现了教学过
程全周期全维度的数据追踪与智能诊断,打破了传
统评价“重结果轻过程、重分数轻素养”的局限,实
现以评促学、以评育人的闭环培养。

4 数智化教学成效验证

水质工程学(1)课程的数智化改革通过教学载
体迭代更新、知识呈现升级、实践教学拓展、师生互
动优化、思政深度融入,互动反馈及时、教学评价完
善的全环节改进,解决了传统教学的痛点,拓展了
教学的深度和广度,在知识传递上实现了从抽象到
具象的转变,在能力培养上实现了从理论到实践的
落地,在价值引领上实现了思政教育从脱节到融合
的突破,确立了以学生为中心的全新教学生态。

课程教学创新模式在教学实践中得到了学生
的广泛认可。问卷调查结果显示,85%的同学认为
教学安排合理,通过新的教学模式掌握了大部分教
学内容。近 5 年,学生考试不及格率由 18% 逐渐下
降至 3% 左右。传统课堂焕发新的生机,学生学习

兴趣显著提高。

学生运用课堂所学内容开展了智慧水厂综合
运维系统设计、农村一体化供水系统优化等聚焦国
家战略需求的课题研究,累计申请国家级和天津市
级大创项目 6 项,并在“互联网+”“挑战杯”等学科竞
赛中屡获佳绩,创新实践能力、分析解决问题能力
和团队协作能力明显提升。在科研实践方面,学生
积极参与教师的科研项目,共同发表论文 8 篇,师生
联合申请发明和实用新型专利 20 余项。

课程思政教育成效显著,帮助学生树立了投身
国家生态保护事业的信念,每年均有不少于 12% 的
毕业生考取研究生继续深造,以扎实的专业能力建
设美丽中国,立志成为祖国所需的优秀人才,实现
了“润物无声”与“掷地有声”的思政育人成果。

教学团队勤耕讲坛,成功将水质工程学(1)课
程申报为天津市一流课程建设项目、天津仁爱学院
课程思政示范课程及智慧课程建设项目,并持续推
进课程体系的完善与创新。

5 结语

针对水质工程学(1)传统教学中理论与实践脱节、内容更新滞后、价值引领不足等痛点,课程以“数智驱动、思政融入”为核心理念,开展了系统化的课程教学改革与实践探索。通过构建知识图谱实现专业内容的结构化呈现与动态更新;创新打造“数智化资源支撑-线上线下联动-AI精准赋能”的混合式教学模式;依托虚拟仿真、BIM建模与3D打印技术,实现了实践训练沉浸化和抽象工艺可视化;借助AI工作台构建“数据驱动-智能分析-靶向反馈-迭代优化”机制,实现学情精准诊断与教学闭环调控。同时,构建“纵向历史传承+横向国际对标”的双线思政教育体系,通过学习通平台的互动、思政案例库、虚拟仿真实验等数智化载体强化思政教育实效,实现思政元素“如盐入水”。教学实践表明,该模式显著提升了学生的学习成效、创新实践能力与社会责任感,并在学科竞赛、科研项目与思政育人方面取得了实质性成果。

然而,课程建设仍面临行业技术迭代迅速,现有数智化资源更新滞后以及教师的技术应用能力与思政元素挖掘能力不足等挑战。未来,课程将重点推进3方面的工作:①深化智能技术赋能,借助虚拟现实(VR)/增强现实(AR)设备构建数字孪生水厂沉浸式教学场景;②加强校企协同,共建动态资源库,及时引入最新工程案例,邀请企业导师参与云课堂讨论;③构建教师发展支持体系,提升教师技术-专业-思政的复合教学能力,为培养兼具数智素养、工程能力与社会责任感的新时代给排水人才提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 明银安,刘丹,张莉,等.基于“双碳”目标的“水污染控制工程”教学创新设计探究[J].中国给水排水,2023,39(16):56-62.
- MING Y A, LIU D, ZHANG L, et al. Research on teaching innovation design of Water Pollution Control Engineering based on the “double carbon” goal [J]. China Water & Wastewater, 2023, 39 (16): 56-62 (in Chinese).
- [2] 梁恒,李伟光,马军,等.新工科背景下《水质工程学》课程建设思考[J].给水排水,2020,46(11):

143-146.

LIANG H, LI W G, MA J, et al. Thinking on the curriculum construction of Water Quality Engineering under the background of emerging engineering education [J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46 (11): 143-146 (in Chinese).

- [3] 王敏,刘占孟,张智,等.给排水专业BIM技术人才培养的思考与实践[J].中国给水排水,2023,39(22):6-12.

WANG M, LIU Z M, ZHANG Z, et al. Reflection and practice on the training of BIM technical talents in water science and engineering [J]. China Water & Wastewater, 2023, 39 (22): 6-12 (in Chinese).

- [4] 陈重军,潘杨,顾晓丹,等.苏州科技大学水污染控制工程课程群建设与实践[J].中国给水排水,2023,39(16):51-55.

CHEN C J, PAN Y, GU X D, et al. Research and practice on water pollution control course group based on engineering education certification: taking Suzhou University of Science and Technology as an example [J]. China Water & Wastewater, 2023, 39 (16): 51-55 (in Chinese).

- [5] 白朗明,鲍现,王金龙,等.水质工程学课程思政与专业融合的新路径:以哈尔滨工业大学为例[J].哈尔滨职业技术学院学报,2024(6):22-25.

BAI L M, BAO X, WANG J L, et al. Novel pathways for integrating ideological and political education with professional curriculum in Water Quality Engineering: a case study of Harbin Institute of Technology [J]. Journal of Harbin Vocational & Technical College, 2024 (6): 22-25 (in Chinese).

- [6] 张盛楠,彭云帆,黄剑华,等.智慧建造技术在给水厂项目中的应用研究[J].供水技术,2021,15(3):34-38.

ZHANG S N, PENG Y F, HUANG J H, et al. Application of smart construction technology in waterworks project [J]. Water Technology, 2021, 15 (3): 34-38 (in Chinese).

作者简介:张盛楠(1984—),女,河北衡水人,博士,副教授,主要从事给排水方向的教学和科研工作。

E-mail:shengnanzhang@126.com

收稿日期:2025-09-04

修回日期:2025-10-31

(编辑:丁彩娟)