

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.12.020

陕西省省级城市内涝治理实施方案编制的探索与思考

李昂臻¹, 沈旭¹, 王勇², 顾思文¹, 李梦阳², 赵梦阳¹,
王棋¹, 潘兆辉², 韩项¹

(1. 中国城市规划设计研究院, 北京 100044; 2. 陕西省城乡规划设计研究院, 陕西
西安 710021)

摘要: 从系统协调、提质增效的角度出发,对陕西省城市内涝治理实施方案编制进行探讨。从流域区域和城市层级两个方面精准识别内涝治理问题,分析认为陕西省城市建成区现存314个易涝积水点的主要原因为管道建设标准低、上下游管段缺乏有效衔接和设施管理不到位。结合陕北、关中和陕南三大区自然地理条件和城市建设条件,从区域流域层面、城市层面、设施提升改造层面提出内涝治理措施,并建立多层次实施保障体系,发挥省级方案“对上、对中、对下”的作用,为指导各城市补齐城市排水防涝设施短板、推进陕西省内涝治理工作落地见效、国家了解掌握陕西省内涝治理工作进度和计划夯实工作基础。

关键词: 提质增效; 内涝治理; 实施方案

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)12-0125-07

Exploration and Reflection on the Compilation of the Provincial Implementation Plan of Urban Waterlogging Control in Shaanxi Province

LI Ang-zhen¹, SHEN Xu¹, WANG Yong², GU Si-wen¹, LI Meng-yang²,
ZHAO Meng-yang¹, WANG Qi¹, PAN Zhao-hui², HAN Xiang¹

(1. China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100044, China; 2. Shaanxi Institute of Urban & Rural Planning and Design, Xi'an 710021, China)

Abstract: From the perspective of system coordination, quality and efficiency improvement, an implementation plan for urban waterlogging control in Shaanxi Province was studied. The waterlogging control problems were accurately indentified from two aspects of watershed region and urban level. The main causes of the existing 314 waterlogging-prone points in the built-up areas of the province were analyzed, which were due to low pipeline construction standards, lack of effective connection between upstream and downstream pipelines, and inadequate facility management. Combined with the geographical conditions and urban constructions of the three major regions of the central Shaanxi plain, the north and south of Shaanxi Province, waterlogging control measures were proposed from the regional watershed level, the urban level, facility upgrading and renovation level. Furthermore, a multi-level implementation guarantee system was established. The provincial plan played the role of “targeting the top, the middle and the bottom”. This work could guide the cities to make up for the shortcomings of

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51808512); 住房和城乡建设部科学技术计划项目(2021-R-059)

通信作者: 李昂臻 E-mail: liaz@nwqc.gov.cn

urban drainage and promote the implementation of waterlogging control in the whole province. Thus, the provincial plan laid a solid foundation for the state to master the progress of waterlogging control in Shaanxi Province.

Key words: quality and efficiency improvement; waterlogging management; implementation plan

城市排水防涝设施建设既是重大民生工程,又是重大发展工程,有利于提升城市防灾减灾水平和推动城市高质量发展。近年来,各地市大力推进排水防涝设施建设,取得了积极进展,但仍存在自然调蓄空间不足、排水设施建设滞后、应急管理能力不强等问题,“城市看海”现象还时有发生,与全面提升城市安全保障水平和满足人民群众期盼仍有较大差距。

2021年4月,国务院办公厅印发《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》(国办发〔2021〕11号),对“十四五”期间加快治理城市内涝做出顶层设计和总体部署,并要求各省级行业主管部门牵头组织编制本行政区域内城市内涝治理实施方案。浙江省、河南省、贵州省、宁夏回族自治区等均已出台省级城市内涝治理实施方案。

以陕西省为例,在全面分析城市内涝治理现状和问题的基础上,根据海绵城市建设、韧性城市要求,按照已建区坚持以问题为导向、新建区以突出目标为导向的思路,因地制宜、分区推动、因城施策,从区域流域治理、城市层面治理、设施提升改造层面提出内涝治理措施,抓实全省城市内涝治理工作任务,做好项目滚动储备,并建立多层次实施保障体系,用统筹的方式、系统的方法解决城市内涝问题,体现省级方案的特色性、与城市方案的差异性,以及考虑部门协调联动的落地性,切实发挥省级方案作用。

1 城市内涝治理现状与问题分析

1.1 城市内涝治理现状

1.1.1 区域流域防洪体系

陕西省8大流域(无定河流域、延河流域、渭河流域、泾河流域、洛河流域、嘉陵江流域、汉江流域、丹江流域)均开展了重要支流、中小河流、重点防治段、险工段的防洪基础设施建设,已初步形成防洪工程措施、预警体系相结合的防洪体系。目前全省已建水库1 102座,总库容 $943\,527\times 10^4\text{ m}^3$;堤防总

长度7 504 km,其中达标堤防长度4 895 km。

1.1.2 城市排水防涝设施

① 排水防涝设施建设有序推进。陕西省各城市排水方式以自排为主、强排为辅。全省建成区排水管网密度为 7.07 km/km^2 ,较全国平均水平(10.50 km/km^2)相差32%,各城市现状市政排水管网统计情况见表1;已建雨水排放管网90%为分流制,新建地区排水管网设计重现期多为2~3年;已建排水泵站总规模为 $259.37\text{ m}^3/\text{s}$,大多布局在关中平原地区。

表1 现状市政排水管网统计情况

Tab.1 Statistics of current municipal drainage network

项 目	雨水管网/km	合流制管网/km	雨水管网占比/%
西安市	2 731	133	95
宝鸡市	711	40	95
咸阳市	66	108	38
铜川市	200	26	88
渭南市	203	25	89
延安市	206	70	75
榆林市	210	82	72
汉中市	102	29	78
安康市	87	39	69
商洛市	84	6	93
杨凌示范区	117	7	94
韩城市	86	3	97
西咸新区	447	6	99
合计	5 250	574	90

② 易涝积水点有待加快整治。陕西省城市建成区现存易涝积水点共314个,其中,74%分布在关中地区,13%分布在陕北地区,13%分布在陕南地区。管道建设标准低、上下游管段缺乏有效衔接和设施管理不到位是导致易涝积水点的主要原因。

③ 城市内涝治理体系初步建立。陕西省各市(区)均已编制《城市排水防涝综合规划》《排水防涝工作手册》等文件;初步建立了城市内涝治理管

理体制机制、防汛防涝应急响应机制、排水防涝设施排查养护制度体系和排水防涝设施的管养经费机制。此外,在《关于推进海绵城市建设的实施意见》(陕政办发〔2016〕20号)、《陕西省海绵城市规划设计导则》(DBJ 61/T 126—2017)等文件的指导和规范下,全省海绵城市建设也在积极有序推进中。

1.2 问题与成因分析

1.2.1 流域区域问题分析

① 生态空间被挤占。陕南、陕北局部地区存在河道、沟渠被侵占的问题;关中局部地区存在天然洼地、湿地、林草地等未得到有效管理,河湖坑塘被填埋,明渠改暗沟等现象,破坏了原有的自然排水系统。

② 个别城市洪水灾害风险仍较高。陕西省县级以上城市大多未形成完整的防洪体系,现状部分防洪工程标准偏低。陕南、陕北中小城市大多位于山区,由山洪、泥石流引发的滑坡频繁发生;关中地区部分城市南塬、北山等区域山洪入城,未衔接好城市防洪和排涝的关系^[1]。

1.2.2 城市内涝治理问题分析

① 城市规划建设与水系统缺乏统筹。陕西省部分城市存在城市建设挤占自然调蓄空间、排水分区和排水出路划分不合理、雨水系统与受纳水体衔接不畅等问题,导致个别城市存在排水安全隐患。

② 排水防涝设施欠账较多。陕西省部分市县老城区排水系统建设年代久远,排水管渠和泵站等设施设计标准偏低;新建地区部分排水管道局部混错接、上下游管道衔接不畅等问题突出,影响排水防涝系统的整体排水能力。此外,部分城市存在

海绵设施和雨洪消纳调蓄设施数量不足、布局不合理的问题。

③ 排水设施精细化管理水平偏低。部分城市仍未完全理顺排水设施管理体制,对涉水事务缺乏协调联动管理制度,管理效率不高。部分城市排水防涝设施养护专项资金、内涝治理专项资金保障不足,制约排水防涝工作的正常开展。

④ 应急联调和信息化水平偏低。各市(区)对城市河道、湖泊水位控制与外围流域水系、水库、水闸的预排预泄联动不够及时、紧密,防洪排涝应急联合调度水平、排水防涝设施管理和调度信息化水平有待提升。

2 治理目标与策略

2.1 编制范围和期限

陕西省城市内涝治理实施方案编制范围为省内19个城市(10个设区市、杨凌农业高新技术产业示范区、韩城市、西咸新区和6个县级市)的建成区及“十四五”期间新开发建设区域。陕西省城市内涝治理实施方案编制期限为2021年—2025年。

2.2 编制目标和原则

立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局,坚持系统思维、整体推进、综合治理,提出“系统治理,蓝绿融合;远近结合,突出重点;因地制宜,一城一策;多措并举,建管并重”的治理原则。

根据近期国家政策文件要求、国家和陕西省标准规范以及省内各城市建设管理实际情况,因地制宜,从风险管控、环境提升、资源利用和智慧赋能四方面构建省级内涝治理主要指标,分别提出2025年的量化要求和属性。陕西省城市内涝治理分类指标见表2。

表2 陕西省城市内涝治理分类指标

Tab.2 Indices of urban waterlogging control in Shaanxi Province

项 目	2025年目标	指标属性
城市防洪达标率/%	≥80	约束性
城市内涝防治达标率/%	10个设区市、杨凌农业高新技术产业示范区、韩城市、西咸新区≥95,县级市≥90	引导性
城市应急排涝能力达标率/%	10个设区市、杨凌农业高新技术产业示范区、韩城市、西咸新区≥95,县级市≥90	引导性
易涝积水点消除比例	现状内涝点基本消除	约束性
新建区雨水管道密度/(km·km ⁻²)	10个设区市、杨凌农业高新技术产业示范区、韩城市、西咸新区≥9,县级市≥6	引导性
新建项目透水地面面积比例/%	≥60	引导性
雨水资源化利用	基本全覆盖	引导性
城市排水防涝综合管理平台覆盖率	基本全覆盖	引导性

2.3 治理策略与技术路线

按照《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的

实施意见》(国办发〔2021〕11号)等国家政策文件和陕西省标准规范的要求,结合陕北、关中和陕南三

大区自然地理条件和城市建设条件,开展陕西省内涝治理现状调查与研究,从流域区域和城市层级两方面,精准识别内涝治理现状问题。从系统协调、提质增效的角度出发,统筹区域流域生态环境治理和城市建设、统筹城市水资源利用和防灾减灾、统筹城市防洪和排涝工作。提出“四大原则”,构建“四类指标”,从区域流域层面、城市层面治理、设施提升改造层面,确定“三大层级措施”,建立多层次实施保障体系,发挥省级方案“对上、对中、对下”的作用。

研究思路与技术路线如图1所示。

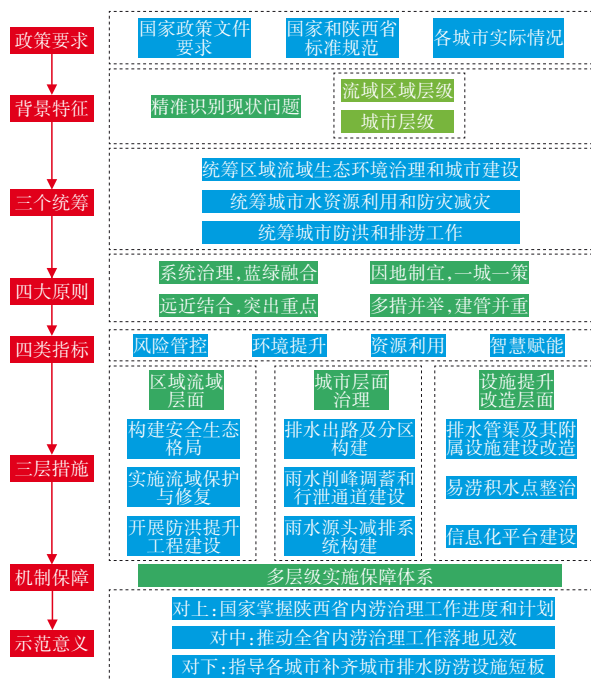


图1 陕西省城市内涝治理实施方案技术路线

Fig.1 Technical route of the implementation plan for urban waterlogging control in Shaanxi Province

3 城市内涝治理实施方案

3.1 区域流域层面

3.1.1 构建安全生态格局

坚持山水林田湖草沙综合治理、系统治理、源头治理,有效加强秦岭生态保护和修复,突出对黄河流域生态保护和高质量发展、长江经济带发展等国家重大战略的生态支撑,构建“一山两河、四区六带”的生态安全格局,在宏观层面通过蓝绿空间来保障城市的内涝治理基底。

3.1.2 实施流域保护与修复

合理恢复湿地功能,维护生态功能格局。陕北

长城沿线风沙湿地区重点加强湿地水资源保护与协调,实施功能退化的自然湿地修复和盐碱化土地复湿。陕北黄土高原及关中渭河川地湿地区建立湿地保护和合理利用示范区,恢复因农业开发丧失的自然湿地,实施湿地内工业水源的污染治理。陕南秦巴低山湿地区重点保障生态用水;恢复湿地生态功能。

3.1.3 开展防洪提升工程建设

加快推进陕西省河流治理工作,保障城市防洪及排涝安全。加快渭河、汉江、无定河、延河、黄河干流陕西段右岸等13条重点河流(段)堤防达标建设和河道整治。按照整体性规划、全流域推进、分阶段实施的思路,推进120条中小河流治理工作,确保河道行洪安全,避免外水入城。

抓好水库除险加固整改,彻底消除水库安全隐患。充分发挥水库的雨洪调蓄功能,控制洪峰,上下游联动调蓄,保障城市的防洪排涝安全^[2]。尽早实施已完成前期工作的病险水库除险加固,全面解决存量问题,建立除险加固长效机制,彻底消除水库安全隐患。

完善山洪灾害防治体系,加强山洪灾害监测预警。完善山洪灾害监测预警系统、群测群防体系和应急保障体系,避免山洪入城引发内涝^[3]。开展100条重点山洪沟治理,升级完善省级监测预警平台,加强山洪灾害预警信息社会化服务。

3.2 城市层面治理

3.2.1 城市排水出路和排水分区构建

① 统筹考虑城市排水出路。充分利用城市规划区范围内的江河、湖泊、沟壑、川道等自然汇水路径,按照“自然、就近、安全、稳定”的原则,统筹兼顾城市水安全、水生态、水环境、水资源、水文化目标,明确城市排水出路,并与城市防洪、海绵城市、河道水系、道路交通和园林绿地系统相协调。

② 系统划分城市排水分区。根据城市排水出路和现状排水设施情况,结合国土空间规划中城市功能分区、用地布局、道路交通、城市竖向等因素,按照“就近分散、自流排放、高水高排、低水低排”的原则,分级划分城市排水分区,具体见图2。因城市建设导致排水分区变化时,应开展充分的论证分析,评估既有排水出路和排水设施能力,系统性消除因排水分区划定不合理导致的内涝风险隐患^[4]。



图2 排水分区划分原则

Fig.2 Principle of drainage zoning

3.2.2 雨水削峰调蓄和行泄通道建设

① 分区布局雨水削峰调蓄设施。按照“绿灰结合”的原则,合理布置雨水削峰调蓄设施及其进出通道。新开发地区应尽量多地保留利用原有自然洼地、沟、塘、渠等地表雨水调蓄空间,并结合城市湿地、公园等公共设施,合理布局临时性的雨水调蓄空间,实现多功能的蓝绿公共空间格局。老城区应因地制宜地恢复因历史原因封盖、填埋的天然排水沟、河道等,利用绿地、植草沟等构建超标雨水临时排放通道,增强区域雨水调蓄能力^[5]。

② 合理设置雨水行泄通道。雨水行泄通道应尽量保留利用自然的排涝路径,优先考虑地面设施,如大的排水干沟、干管,并结合泵站等,合理设计泄流通道的纵坡与横断面,衔接地表滞蓄系统与涝水排放系统,确保超过城市管网设计标准的雨水能够有路径进入受纳水体。各城市内涝高风险区均应结合其地理位置、地形特点、受纳水体等设置雨水行泄通道。

③ 加强调蓄设施与行泄通道的联合调度与管控。关中地区城市应根据城市排水和内涝防治标准,制定城市内河水系综合治理方案,在汛期时应使城市内河水系保持低水位,加强外部河湖与内河、排洪沟、桥涵、闸门和排水管渠等在水位标高、排水能力方面的衔接。陕北、陕南地区应根据城市建成区地形特点和水系分布情况,制定城市山洪防御方案,通过“截、导、疏”相结合,避免外围洪水进入城区,降低洪涝水叠加风险^[6]。

3.2.3 雨水源头减排系统构建

① 分区构建雨水源头减排系统。老城区以问题为导向,结合城市更新、完整居住社区建设、排水设施提标改造等工作实施海绵化改造。新建城区以目标为导向,体现高质量发展内涵。在公共建筑、居住社区、道路广场、公园绿地建设过程中全面落实低影响开发理念,从源头上削减城市雨水径流^[7]。

② 因地制宜开展雨水源头减排建设。避免

在陕北湿陷性黄土区设置透水铺装、透水沥青等地下渗透设施,采取必要的防冻措施防止源头减排设施受冻融破坏,科学选择并合理配置耐寒、耐旱、耐涝、耐污的适生植物。关中地区可适当提高建设要求和建设目标,结合城区地块黄土湿陷性等级,采取铺设防水土工布、人工换填生物滞留介质等工程措施^[8];在渭河平原局部土壤盐渍化较为严重的地区,科学选择并合理配置耐寒、耐旱、耐碱、耐涝、耐污的本土适生植物;在历史文化遗迹分布众多的地区,杜绝盲目设置雨水汇流、下渗设施,避免对遗址或历史建筑造成损害。在陕南膨胀土分布区布设雨水源头减排设施时,应符合膨胀土地区建筑设计规范的规定,防止次生灾害;优先考虑布置具备雨水径流总量和径流峰值控制功能的源头减排设施,因地制宜地选择雨水塘、陂塘、水堰等设施^[9];科学选择并合理配置具有滞留、促渗功能的本土适生植物。

3.3 设施提升改造层面

3.3.1 排水管渠系统及其附属设施建设改造

① 科学推进雨污分流改造。新建地区采用雨污分流制,现状雨污合流区域统筹兼顾内涝治理、城市水环境治理、污水提质增效等工作要求,合理确定改造时序,科学制定改造方案。位于近期雨污分流改造片区的合流制管道,按雨污分流方案进行改造;位于近期合流制保留片区的合流制管道,进行排水能力的提升改造。

② 提高雨水管渠排水能力。根据排水能力评估结果,对现有瓶颈管段进行提标改造,新建雨水管渠满足规范要求,构建完善安全的雨水排放体系。

③ 实施排水泵站增设扩容。对于地势平缓或局部低洼、重力排水存在困难的区域,以及部分内涝高风险区,应建设排水泵站^[10];对未按规划修建排水泵站,或抽排能力不足的已建泵站,实施泵站增设扩容或更新改造工程。

3.3.2 易涝积水点整治

各城市应在现状易涝点排查梳理和逐点成因分析的基础上,对现状易涝点制定“一点一策”精准整治方案。对于非系统性原因造成的易涝点,可采取如下的整治措施:由于局部地区竖向设置不合理导致的易涝点,打通水系附近易涝点入河通道^[11];由于雨水管网建设标准低导致的易涝点,开展雨水

管网提标改造工作;由于城市建设时序造成的雨水管“断头”等问题,应重视城市发展与基础设施建设的统筹协调,新建地区排水管网建设应与道路建设同步推进;对于受纳水体顶托造成的易涝积水点,应疏浚河道,使河道过水能力达到排涝标准要求;由于排水设施管养不善导致的易涝点,应加强排水设施管理和运维力度,保障排水防涝设施日常维护和汛前检修。

3.3.3 信息化平台建设

建立和完善省、市两级联动的排水防涝综合管理平台,省级层面侧重全省排水防涝数据整合、政策发布和重点任务下达、技术指导、职能监督、综合评价;市级平台侧重政策落地和任务落实、排水防涝综合管理和调度、相关业务部门统筹协调、对上工作成果报送;省、市两级平台基础数据库互联互通,确保指令畅达、信息畅通,实现立体化、实时化共享联动;充分发挥省级平台的统筹协调作用,建立全省城市排水防涝协作联动机制,强化城市之间协作配合和调度支援,实现全省各市(区)排水防涝工作全方位监管和全局化调度。

4 建设任务

“十四五”期间,考虑到该省排水防涝工作需要,本次治理重点实施排水管渠及其附属设施建设工程,同时包括城市内河水系治理、雨水削峰调蓄工程、雨水源头减排工程、城市竖向优化工程、防洪提升工程、生态保护和修复工程、信息化平台建设工程等8类614个项目,具体见表3。

表3 陕西省城市内涝治理不同工程类型项目数量

Tab.3 Number of different types of urban waterlogging control projects in Shaanxi Province

项 目	数量
排水管渠及其附属设施建设工程	399
城市内河水系治理工程	11
雨水削峰调蓄工程	46
雨水源头减排工程	48
城市竖向优化工程	8
防洪提升工程	61
生态保护和修复工程	18
信息化平台建设工程	23
总计	614

到2025年,陕西省各城市基本建成满足韧性城市建设要求、融入海绵城市理念的城市排水防涝工

程体系,形成较为完备的信息共享和应急联动机制,城市载体功能和排水防涝能力显著提升。基本消除城市内涝严重现象,针对城市内涝防治标准内的降雨,老城区雨停后能够及时排干积水,低洼地区防洪排涝能力大幅提升,新城区不再出现“城市看海”现象;发生超过城市内涝防治标准的降雨时,不发生严重内涝、不出现堤防失守事故、不造成重大财产损失和人员伤亡。

5 保障措施

在组织保障方面,省人民政府要加大指导、协调和监督力度,各市(区)人民政府进一步细化主体责任,各司其职,督促指导和落实城市内涝治理工作。各级部门要坚持立足全局、洪涝统筹,对内涝严重城市和重点防洪城市加大力度推进统筹协调、重点把控的内涝治理机制。

在政策保障方面,各级政府应将统筹考虑、系统解决等理念融入城市内涝治理规划,强化规划引领作用;提高城市内涝治理项目建设用地保障,统筹协调城市地上、地下空间利用;进一步加强排水防涝项目全过程监督,加大执法力度,严查违法违规相关行为。

在资金保障方面,各市(区)加大资金投入力度,科学合理地提高城市内涝治理项目资金,要将排水防涝设施运维专项经费足额列入政府年度财政预算;进一步提高政府资本的引导和撬动效应,鼓励不同经济成分和各类投资主体以多种形式参与城市内涝治理;完善落实专项资金管理办法,健全相关制度。

在能力保障方面,各市(区)认真落实内涝治理设施运维要求,加大日常维护力度;加快完善相关应急预案,全面提升应急响应能力;积极组建城市内涝治理和应急管理专家团队,着力提升防汛抢险专业能力。

6 思考与结论

以陕西省城市内涝治理方案编制为例,思考和研究了省级内涝治理方案的思路要点和实施路径。

① 从城市规划建设与水系统缺乏统筹、排水防涝设施欠账较多、排水设施精细化管理水平偏低、应急联调和信息化水平偏低等方面,精准识别内涝治理问题。

② 结合省内各城市建设管理实际情况,因地

制宜地从风险管控、环境提升、资源利用和智慧赋能四方面构建省级内涝治理主要指标。

③ 针对陕北、关中和陕南的实际需求和问题,从区域流域层面、城市层面、设施提升改造层面提出内涝治理措施,并建立多层次实施保障体系;“十四五”期间,陕西省城市内涝治理计划实施8类614个项目,推动省级方案落地实施。

参考文献:

- [1] 黄曦涛,李怀恩,张瑜,等.基于PSR和AHP方法的西安市城市内涝脆弱性评价体系构建与脆弱度评估[J].自然灾害学报,2019,28(6):167-175.
HUANG Xitao, LI Huai'en, ZHANG Yu, et al. Construction of urban waterlogging vulnerability assessment system and vulnerability assessment based on PSR & AHP method in Xi'an City [J]. Journal of Natural Disasters, 2019, 28(6): 167-175 (in Chinese).
- [2] 杨宇璐,陈安,杨华舒,等.城市内涝综合治理方案探析[J].科技创新与应用,2017(28):76-78.
YANG Yulu, CHEN An, YANG Huashu, et al. Analysis on the comprehensive control scheme of urban waterlogging [J]. Technology Innovation and Application, 2017(28): 76-78 (in Chinese).
- [3] SINGH P, SINHA V S P, VIJHANI A, et al. Vulnerability assessment of urban road network from urban flood [J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2018, 28: 237-250.
- [4] 李威,刘云华.系统化构建城市内涝防治系统初探[J].市政技术,2021,39(3):95-98.
LI Wei, LIU Yunhua. Discussion on systematic construction of urban waterlogging control system [J]. Municipal Engineering Technology, 2021, 39(3): 95-98 (in Chinese).
- [5] 高海宜,曲晨昊,朱雨凡.城市内涝现状、产生机理及治理方案研究[J].现代物业(中旬刊),2020(5):108-109.
GAO Haiyi, QU Chenhao, ZHU Yufan. Research on the current situation, generation mechanism and treatment plan of urban waterlogging [J]. Modern Property Management, 2020(5): 108-109 (in Chinese).
- [6] 于月增.从中日治水经验谈未来城市型洪涝灾害的应对策略[J].中国防汛抗旱,2021,31(9):30-36.
YU Yuezheng. The future prevention strategies of urban

flood based on the experiences of water control in China and Japan [J]. China Flood & Drought Management, 2021, 31(9): 30-36 (in Chinese).

- [7] 赵丰昌,章林伟,高伟.海绵城市理念下城市内涝防治体系构建的探讨[J].给水排水,2021,47(8):37-44.
ZHAO Fengchang, ZHANG Linwei, GAO Wei. Discussion on the construction of urban flooding control system under the concept of sponge city [J]. Water & Wastewater Engineering, 2021, 47(8): 37-44 (in Chinese).
- [8] 刘力,侯精明,李家科,等.西咸新区海绵城市建设对中型降雨致涝影响[J].水资源与水工程学报,2018,29(1):155-159.
LIU Li, HOU Jingming, LI Jiake, et al. Effects of LID measures on urban flood waterlogging for medium-sized rainfalls in Xi'an new district sponge city program [J]. Journal of Water Resources and Water Engineering, 2018, 29(1): 155-159 (in Chinese).
- [9] DIETZ M E. Low impact development practices: a review of current research and recommendations for future directions [J]. Water, Air, and Soil Pollution, 2007, 186(1/4): 351-363.
- [10] 唐磊,周飞祥,王巍巍,等.北方城市典型内涝积水问题的系统化解决方案[J].中国给水排水,2020,36(13):139-144.
TANG Lei, ZHOU Feixiang, WANG Weiwei, et al. Systematic solution to typical waterlogging problems in northern cities [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(13): 139-144 (in Chinese).
- [11] 秦珺.平原地区城市积水片综合治理对策分析[J].天津建设科技,2022,32(1):41-45.
QIN Jun. Analysis on comprehensive treatment countermeasures of urban ponding in plain area [J]. Tianjin Construction Science and Technology, 2022, 32(1): 41-45 (in Chinese).

作者简介:李昂臻(1985-),女,陕西西安人,博士,副研究员,中规院水务院工程规划研究所副所长,研究方向为城市水系统与节水、内涝治理、水环境治理方面的规划、研究和咨询。

E-mail: liaz@nwqc.gov.cn

收稿日期:2022-04-29

修回日期:2022-05-05

(编辑:丁彩娟)