

大家之言

刘江涛, 杨伟明. 平急两用内涝防治设施规划探索[J]. 净水技术, 2025, 44(1): 1-7.

LIU J T, YANG W M. Exploration of planning for waterlogging control facilities on dual-purpose of daily and emergency situations[J]. Water Purification Technology, 2025, 44(1): 1-7.

平急两用内涝防治设施规划探索

刘江涛, 杨伟明*

(深圳市规划国土发展研究中心, 广东深圳 518034)

摘要 【目的】 深圳等超大、特大城市已进入存量土地开发的新阶段, 在城市用地空间紧约束发展的新形势下, 为解决用地空间紧张导致的内涝防治设施落地难问题, 以有效应对极端暴雨事件频发背景下日益严峻的城市内涝防治问题。【方法】 文章探索将“平急两用”理念融入内涝防治设施规划建设中, 系统推进多功能空间或多功能兼容模式的“平急两用”内涝防治设施规划建设。在准确理解把握“平急两用”内涵的基础上, 借鉴典型案例, 突出复合融合理念, 综合平衡安全与效率的关系, 研究探索将城市内涝防治设施融入城市的规划路径。【结果】 系统提出了“3+3+7”的总体框架, 即“安全、效率、功能”3大思路原则, “一地多用、一道多用、一房多用”3个建设模式和“蓄滞洪区和湿地、多功能雨水调蓄空间、多功能地下隧道建设、应急行洪道路、防洪休闲河道、高地应急避难场所建设、海啸应急避难塔”7个具体建设类型, 并以深圳为例进行了一定的探索实践。【结论】 “平急两用”设施对于解决城市内涝问题有重要意义, 尤其是对于用地空间紧张的建成区, 通过空间和功能等不同方式的嵌入, 可为解决城市内涝问题提供新的解决方案。

关键词 平急两用 内涝防治 一地多用 一道多用 一房多用

中图分类号: TU992 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-0177(2025)01-0001-07

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2025.01.001

Exploration of Planning for Waterlogging Control Facilities on Dual-Purpose of Daily and Emergency Situations

LIU Jiangtao, YANG Weiming*

(Shenzhen Planning and Land Development Research Center, Shenzhen 518034, China)

Abstract [Objective] Shenzhen and other mega cities have entered a new stage of developing existing land. In the new situation of tight constraints on urban land space development, to solve the problem of difficult implementation of urban waterlogging control facilities caused by tight land space, and effectively respond to the increasingly severe urban waterlogging control problem under the background of frequent extreme rainstorm events. [Methods] This paper was explored the integration of the concept of "dual-purpose of daily and emergency situations" into the planning and construction of flooding prevention and control facilities, and systematically promoted the planning and construction of "dual-purpose of daily and emergency situations" flooding prevention and control facilities in multi-functional spaces or multi-functional compatible modes. On the basis of accurately understanding and grasping the connotation of "dual-purpose of daily and emergency situations", drawing on typical cases, highlighting the concept of composite integration, and comprehensively balancing the relationship between safety and efficiency, this paper was explored the integration of urban waterlogging control facilities into urban planning paths. [Results] The overall framework of "3+3+7" was systematically

[收稿日期] 2024-09-18

[作者简介] 刘江涛(1979—), 男, 正高级工程师, 研究方向为水系统规划、市政基础设施规划、海绵城市、韧性城市等, E-mail: ljtblue@163.com。

[通信作者] 杨伟明, 男, 注册公用设备工程师(给排水), 研究方向为市政给排水工程和排水防涝系统规划设计等, E-mail: 704865103@qq.com。

proposed, which included three principles of "safety, efficiency, and function", three construction modes of "one land for multiple purposes, one channel for multiple purposes, and one building for multiple purposes", and seven specific construction types of "flood storage and detention areas and wetlands, multi-functional rainwater storage spaces, multi-functional underground tunnels, emergency flood discharge roads, flood control leisure rivers, high-altitude emergency shelters, and tsunami emergency shelters". And Shenzhen was taken as an example for certain exploration and practice. [Conclusion] The "dual-purpose of daily and emergency situations" facilities are of great significance in solving urban waterlogging problems, especially in built-up areas with limited land space. By embedding different ways such as space and function, new solutions can be provided for solving urban flooding problems.

Keywords dual-purpose of daily and emergency situations waterlogging control one land for multiple purposes one channel for multiple-purpose purposes one building for multiple purposes



刘江涛,深圳市规划国土发展研究中心副总规划师,正高级工程师,中国测绘学会地下管线专业委员会专家委员,中国城镇供水排水协会青年工作者委员会委员,深圳市海绵城市建设工作领导小组办公室专家库专家,深圳市应急管理专家库专家。长期从事深圳市市政基础设施和城市水系统规划编制和研究工作,主持完成深圳市水战略、给水、污水、雨水和内涝防治、雨洪利用、蓝线、管线综合等全市性专项规划编制,以及多项城市给排水规划标准和地下管线政策研究及制定等工作,主编参编国家、地方、行业标准5项,获得各类奖项40余项,其中国优9项、省(部)优4项、市优20余项。

各地经过10余年排水防涝系统的规划建设,在内涝防治方面取得了一定的成效,但受全球极端气候变化等因素影响,内涝防治形势依然严峻,尤其是近年来极端暴雨事件频发,为城市安全敲响了警钟。2023年4月,习总书记在中共中央政治局会议上提出“在超大特大城市积极稳步推进城中村改造和‘平急两用’公共基础设施建设”的总体要求。2023年7月,国务院常务会议审议通过了《关于积极稳步推进超大特大城市“平急两用”公共基础设施建设的指导意见》。“平急两用”,顾名思义,即“平时”和“急时”有2种不同用途。“平急两用”是平战结合理念的继承和延展,也是韧性城市建设的重要体现。“平急两用”内涵广泛,不仅涉及公共卫生、传染病等事件,而且涵盖地震、洪涝、火灾等其他灾害。

城市内涝风险具有突发性特征。城市内涝防治设施主要应对不同规模城市的50年一遇或100年一遇的雨洪调蓄和排放,并有效化解超标暴雨等极端暴雨风险,普遍存在空间需求较大、功能相对单一且利用率不高等问题。在城市用地空间紧且约束发展的新形势下,将“平急两用”理念融入内涝防治设施建设中,探索灵活多变的“平急两用”多功能空间或功能兼容模式。“平时”主要承担公共服务等功能,“急时”支撑洪涝灾害等紧急情况发生后的应急除险、临时安置、物资保障等需求,可解决城市内涝防治设施落地难问题,并能充分发挥空间综合利用效能,但空间融合要求的提高以及“平急”2种工况

下功能的叠加,也为传统设计带来了挑战,如何因地制宜系统化推进“平急两用”内涝防治设施建设是当前城市规划建设的新课题。

1 总体思路原则

综合解析“内涝治理”和“平急两用”的相关政策,结合城市内涝防治规划建设需求,“平急两用”内涝防治设施的规划建设应坚持安全底线,注重空间提效和功能兼容的总体思路原则。

1.1 坚持安全底线

规划首先要做好风险评估,处理好“平时”主体功能和“急时”安全的关系。城市内涝风险评估是内涝防治工作的基础。“平急两用”内涝防治设施的布局和规模应根据内涝风险评估结果综合确定。要坚守安全底线,处理好“平时”主体功能和应急工况的关系,“急时”内涝防治功能的叠加,应以满足主体设施自身安全为前提,进行相关的事前损失及风险评估预测。

1.2 注重空间提效

规划应坚持问题和目标导向,最大限度地利用和盘活好低效和闲置资源。超大城市排水防涝基础设施建设的主要问题在于:一方面城市开发建设挤压了大量的雨水渗、滞、蓄、排空间;另一方面排水防涝设施又面临空间不足等落地实施难题。因此,要坚持问题导向和目标导向,综合城市内涝治理、低效和闲置用地盘活等需求,回答好“建多少、在哪建、怎么建、用什么地、如何配套、如何管理”等问题。

1.3 注重功能兼容

规划应统筹好发展和安全,考虑同一空间“平急”功能叠加和快速转换。城市内涝的发生具有一定的突发性,属于非常态化事件,因此将内涝防治设施纳入“平急两用”设施可最大化提升设施的利用效率。在相关设施的建设中,要准确把握“平急”功能复合的内涵,“平时”保发展和公共服务,“急时”保城市防洪排涝安全,将“平急”的不同功能叠加到同一用地或空间上,并做到“平时”和“急时”功能的兼容和快速转换。

2 典型案例剖析

“平急两用”公共基础设施的概念虽然为新近提出,但相关设施的建设在国内外已有实践案例,主要有多功能调蓄、泄洪和应急设施等多种形式。如日本的多功能防洪排涝和应急设施、马来西亚吉隆坡 SMART 隧道和荷兰鹿特丹河岸潮汐公园等,相关经验可为国内“平急两用”内涝防治设施规划建设提供参考。

2.1 日本多功能防洪排涝和应急设施

日本是海啸、风暴潮和暴雨灾害多发的国家,基本上每年都会发生由台风和暴雨引起的灾害。为此,日本各大城市制定了完善的防海啸、防洪潮和排水防涝体系,其中多类设施体现了“平急两用”的理念,包括多功能调蓄设施、海啸避难塔等。

(1) 多功能调蓄设施

日本土地资源紧张,因此,非常注重雨水调蓄设施的多功能应用,要求在城市中的新开发土地应附设 $500 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ($1 \text{ hm}^2 = 10000 \text{ m}^2$) 的雨洪调蓄池。多功能调蓄设施是在传统、功能单一的雨水调节池的基础上发展起来的,将雨水调蓄设施与不同用地功能相融合,如景观池、校园、公园、底层架空式批发

商业中心、运动场所、停车场、学校、高尔夫球场、草坪广场等^[1-2]。文献^[1]记载了约 10 座多功能的雨水调蓄设施,其中与景观池、公园、停车场、运动场等公共空间融合建设的占比较高,代表性设施包括东京都两国国技馆、东京晴空塔等。

(2) 海啸避难塔

2011 年东日本大地震和大海啸灾难后,日本以建设能够防风防雨,抵御严寒且能够居住的海啸避难场所为目标,斥巨资在全国沿海边建造了近 500 座海啸避难塔。避难塔采用钢筋混凝土结构,塔高一般依据海啸掀起的海浪高度而定,塔内空间约为 100 m^2 ,能够容纳 100 人左右,并且还备有食物、通信设备和紧急救生艇等。海啸避难塔“平时”多被设计为博物馆供市民参观,当海啸达到 L2 级别(超过海堤设计标准可能发生的最大级别海啸且“千年一遇”)启动应急避险功能^[3]。

2.2 马来西亚吉隆坡 SMART 隧道

为解决马来西亚吉隆坡市中心洪涝问题,2007 年吉隆坡市创新性建设了兼具洪水分流与道路系统的 SMART 隧道,该隧道全长为 9.7 km ,直径为 11.8 m ,分双层建设,为吉隆坡的交通和雨水管理问题提供了独特的综合解决方案,并获得了联合国人居荣誉奖项。该隧道可按小雨、中雨、暴雨 3 种模式运行,如图 1 所示。模式一是在晴天或小雨条件下,雨水不分流至隧道,正常通车;模式二是在中度降雨时,洪水被分流到高速公路隧道降低段的底层排水隧道,车行隧道不受影响,正常通车;模式三是遭遇大暴雨时,隧道不通车,全段隧道全部用来疏导洪水,最大可行洪能力可达 $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ^[4]。

2.3 荷兰鹿特丹河岸潮汐公园

荷兰是与水共存的典型国家。鹿特丹市在城市

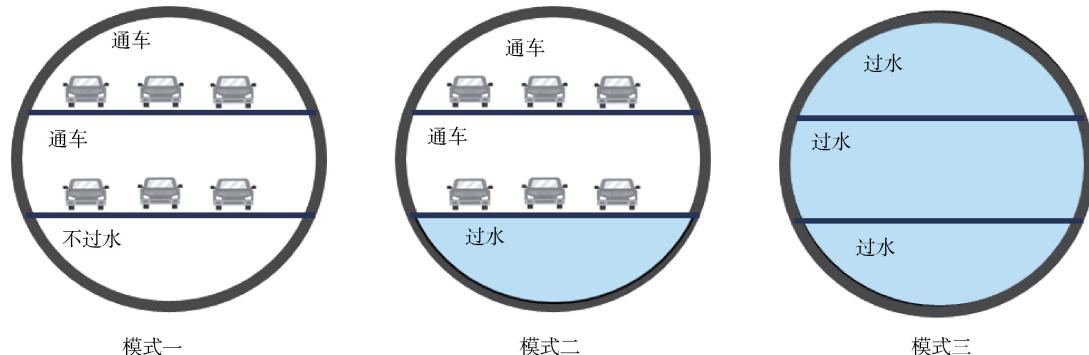


图 1 马来西亚吉隆坡 SMART 隧道运行模式

Fig. 1 Operation Mode of SMART Tunnel in Kuala Lumpur, Malaysia

开发建设与防洪排涝的空间协调方面做了大量的创新设计,主要包括潮汐公园、多功能水广场、水上移动社区或移动建筑等,代表性工程包括鹿特丹城市水广场、河岸潮汐公园等。其中鹿特丹城市水广场是世界上第一个公共水上公园,兼备集水和休闲双重功能,“平时”作为市民和游客的户外运动场、绿化区以及剧院,“急时”作为雨水存储空间,通过将雨水汇流至下沉广场临时储存,可调蓄约 700 m³ 的雨水^[5]。

3 建设模式探索

借鉴国外城市的研究和实践,结合当前国内内涝防治设施建设需求,对于“平急两用”内涝防治设施的建设,可重点考虑以提升空间综合利用效益为目标,综合公共服务和排涝应急的需求,通过空间的嵌入和融合设计以及“平时”和“急时”的功能兼容性设计等多种手段,让同一空间兼具“平时”城市公共服务和“急时”排水防涝的多种功能用途。“平急两用”的内涝防治设施为城市内涝防治工作提供了新思路,对于类似深圳等建成区用地空间紧张的城市尤为适用,一方面可通过空间嵌入和融合,解决当前的内涝防治设施落地难题;另一方面可通过对城市公共服务基础设施的改造,让其具备排涝应急的功能。

“平急两用”内涝防治设施的规划建设重点在于功能附加和兼容,综合“平急两用”基础设施的内涵,以及城市内涝防治的需求,借鉴相关案例,探索提出“一地多用、一道多用、一房多用”3 种“平急两用”内涝防治设施规划建设模式。

3.1 “一地多用”模式

“一地多用”就是赋予同一用地多个功能用途,从洪涝防治的角度,主要建设方式包括设置蓄滞洪区、湿地和多功能雨水调蓄空间等,重点预留城市留白和融合空间,为城市洪涝水留空间、留出路。

(1) 蓄滞洪区和湿地

可在蓄滞洪区和湿地传统建设模式的基础上,考虑与城市公园、公共绿地等用地的复合和公共服务功能融合,实现“平时”公园景观和“急时”调蓄洪涝水的功能切换,如深圳洪湖公园^[6]。

(2) 多功能雨水调蓄空间

多功能雨水调蓄空间是城市“平急两用”内涝防治设施建设的重点。可借鉴日本多功能调蓄设施和荷兰鹿特丹河岸潮汐公园等建设经验,考虑结合

公园绿地、学校、运动场、下沉式广场、停车场等用地,建设多功能雨水调蓄空间,设置“平时”和“急时”2 种功能,实现水城融合设计。

3.2 “一道多用”模式

“一道多用”就是同一通道按照多个功能统筹设计,主要建设方式包括多功能地下隧道、应急行洪道路和河流碧道等,重点为洪涝水预留行泄通道的同时,兼顾其他的公共服务功能。

(1) 多功能地下隧道建设

目前单一功能的地下排水深隧建设尚存在一定争议,主要表现在投资大、利用率低等方面,可借鉴马来西亚吉隆坡 SMART 隧道的建设经验,统筹交通和排涝需求,设置多功能地下隧道,实现“平时”交通功能和“急时”行泄功能的转换,最大化利用地下隧道空间。

(2) 应急行洪道路

城市涝水最开始主要在市政道路形成,可借鉴相关道路行泄通道规划设计等经验^[7-8],“急时”可考虑利用部分竖向条件较好且垂直河道的市政道路作为行泄通道。

(3) 防洪休闲河道

广东省正在大力推进碧道建设,在河流碧道建设方面,统筹行洪安全和市民亲水、慢行交通等需求,结合河道蓝线和管理线设置上下游贯通的河道阶梯式生态景观驳岸,协同水岸空间关系,兼顾“平时”休闲和“急时”行洪功能。

3.3 “一房多用”模式

“一房多用”就是赋予公共建筑以洪涝灾害应急工况下的应急避险功能,主要包括高地应急避难场所、海啸应急避难塔等。

(1) 高地应急避难场所建设

近年超标暴雨事件频发,可考虑超标工况下不同洪涝灾害情景,结合学校、体育馆等公共设施,在地势较高的区域建设可兼顾防洪涝灾害的应急避难场所,“平时”作为公共基础设施,“急时”为市民提供应急避险空间。

(2) 海啸应急避难塔

沿海城市面临海啸和风暴潮的风险,可借鉴日本经验,结合海堤和滨海休闲带的建设,融合应急避险和驿站服务、展览展示、公共服务等功能,“平时”作为公共服务功能,“急时”作为滨海居民的紧急避险场所。

4 深圳规划探索实践研究

深圳作为小地盘、高密度、高建成度的超大城市,土地资源紧张,地上和地下空间高度开发,近年来持续注重土地集约利用和空间复合开发利用,在内涝防治相关规划中逐步融入了“平急两用”规划理念和设施建设模式。

4.1 深圳洪涝风险特征分析

深圳洪涝风险具有“三高”的特征,主要表现在降雨强度高、风险因素高、灾害影响大。

(1) 高强度降雨频发

根据《深圳市气候公报》记载,2023年在“拉尼娜”向“厄尔尼诺”转换的背景下,深圳气候呈现“暴雨频发雨强大、极端特大暴雨全面破纪录”的特点。全年暴雨日数为12 d,其中,“9·7”极端特大暴雨和“5·23”局部大暴雨两场降雨均打破深圳历史极值^[9]。通过对2024年1月—10月各区降雨统计分析(图2),坪山区、大鹏新区、盐田区、光明区等区域的降雨较常年平均降雨量(1 932.9 mm)明显增大,增幅达20.5%~41.0%。

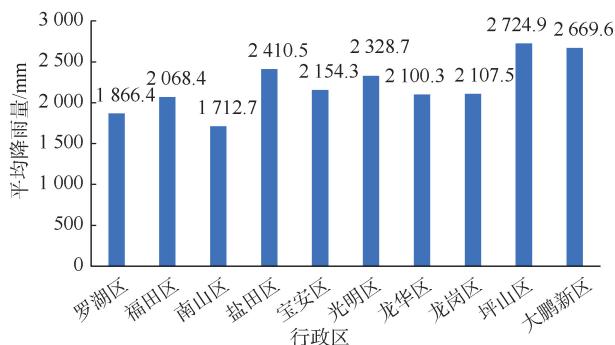


图2 2024年深圳各区平均降雨量统计分析(1月—10月)

Fig. 2 Statistical Analysis of Average Precipitation in Districts in Shenzhen in 2024 (from January to October)

(2) 高风险因素叠加

以深圳市九大流域100年一遇24 h降雨过程线作为降雨边界,以土地变更调查和建筑普查数据作为下垫面分析基础,采用DHI MIKE模型构建雨水管网、地形和河道边界耦合的内涝模型^[10]。通过模拟分析,在内涝防治标准下,从积水时间、积水深度和积水范围等因素综合考虑,全市现状潜在易涝风险区面积约为46 km²,占全市建成区面积近4.2%。以MIKE 21构建各流域宏观模型^[11],以深圳“9·7”极端特大暴雨、郑州“7·20特大暴雨”等作为降雨边界,进行宏观情景模拟,建成区内有

28%~30%存在潜在洪涝风险。

(3) 高灾害影响加剧

深圳近年来发生了多次超城市内涝防治能力的突发特大暴雨灾害,短时极端强降水和长时极端强降水交替出现,为城市安全造成严重威胁。深圳市近10年典型洪涝灾害的影响如表1所示。

表1 深圳近10年典型洪涝灾害的影响

Tab. 1 Impact of Typical Flood and Waterlogging in Shenzhen during the Last Ten Years

近年暴雨事件	灾害影响
2014年“5·11”暴雨	造成全市300余处道路积水、约50个片区发生内涝,20条河流水毁、约2 500辆汽车受淹,未造成人员伤亡
2018年“8·29”暴雨	造成全市219处内涝积水点,98余处道路积水,约61个片区内涝,18条河道局部河段河水漫堤,50宗水库泄洪
2019年“4·11”暴雨	造成全市多个区域突发洪水,造成部分区域受灾,福田区、罗湖区多处暗渠、暗涵出现人员遭遇洪水淹溺死亡或失联
2023年“9·7”暴雨	引发城市大面积内涝、河道漫溢、地下空间被淹、山体滑坡、生命线中断等次生衍生灾害,造成22.13万人受灾

4.2 规划思路

规划主要以内涝防治标准情景下的潜在易涝风险区为对象,以蓄排结合治理涝水为路径,以应对超标暴雨保障城市安全为目的,统筹内涝防治和公共服务需求,通过对同一空间多功能的叠加,有序推进“平急两用”内涝防治设施建设。

4.3 主要规划举措

应对城市内涝防治,深圳在内涝防治等相关规划中,研究制定了系统化的内涝防治规划措施^[10,12],对“平急两用”内涝防治设施进行了一定的探索,主要措施包括多功能调蓄、多功能行泄通道、高地应急避难场所等。

(1) 一地多用,多功能调蓄,为城市涝水提供出路

坚持用地复合、功能复合、管控复合原则,根据内涝模型评估结果中呈点状分布的涝区或局部需承接或分流的线状涝区的空间分布,采取“地上地下、天然人工、绿广池隧”等多种形式,通过合理运用绿地广场、城市水体、运动场、桥下空间、隧道等,按照“上游分流、中游旁通、下游承接”的方式,如图3所示。建立多功能雨水调蓄空间,具体包括绿地型、水体型(包含湿地)、调蓄池3种形式,共规划新增调

蓄空间 194 处,总调蓄容积超过 1 000 万 m^3 。一般采取地上雨水调蓄空间的模式,如结合公园或绿地设置的雨水调蓄空间,在不影响原有用地功能的情

况下,下凹深度按照 0.3 m 计算。并要求在城市更新过程中,除城镇公共道路外,每 1 万 m^2 硬化面积应当配建不小于 300 m^3 的雨水调蓄设施。

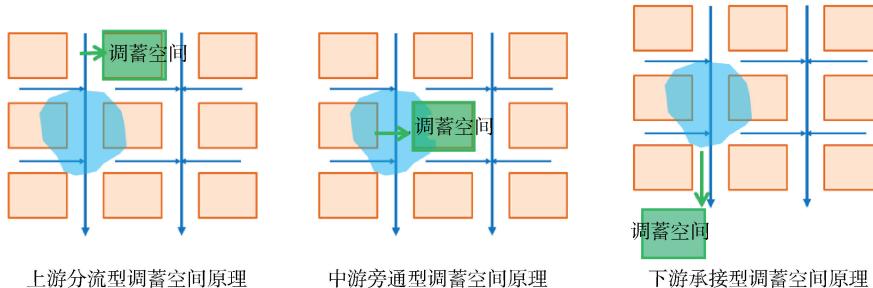


图 3 城市多元调蓄空间

Fig. 3 Urban Multiple Storage Spaces

(2) 一道多用,多功能行泄通道,构筑城市立体排涝体系

行泄通道承担防涝系统雨水径流输送和排放功能。多功能行泄通道主要针对内涝模型评估结果中呈线性分布或连片分布的内涝积水区域,通过合理运用河道、明渠、道路、隧道、渠道、生态用地等,因地制宜采取在竖向条件较好的区域进行设置,可采用

应急行洪通道、多功能地下隧道、防洪休闲河道、生态排水通道等举措,具体设计要点如表 2 所示。深圳共规划建设不同类型的雨水行泄通道总长度为 412 km,总设计流量超过 11 000 m^3/s 。行泄通道的设计应能够保证内涝防治设计重现期下的涝水在最大允许退水时间内能够有效退除。深圳市内涝防治设计重现期下的最大允许退水时间如表 3 所示。

表 2 不同类型行泄通道“平急两用”设计要点

Tab. 2 Key Design Points of Different Types of Discharge Channels for "Dual-Use of Daily and Emergency Situations"

类型	特点	要点	适用区域
应急行洪道路	无需工程,投资少	需做好竖向规划,协调交通管控机制	新建区域
多功能地下隧道	排水能力强	考虑与综合管廊和交通功能的叠加	高密度区域
防洪休闲河道	工程简单,投资少	建设碧道,叠加休闲服务功能	全部区域
生态排水通道	工程简单,投资少	生态、服务功能和排水功能的叠加	低密度区域

表 3 内涝防治设计重现期下的最大允许退水时间

Tab. 3 Maximum Allowable Drainage Time under the Recurrence Period of Urban Waterlogging Control Design

城区类型	最大允许退水时间/h
中心城区	1.0
非中心城区	1.5
特别重要地区	0.5

注:最大允许退水时间为雨停后地面积水的最大允许排干时间。

(3) 一房多用,高地应急避难场所,有效应对超标极端暴雨

深圳在全市防洪潮及内涝防治规划编制中研究确定了 100 年一遇的内涝防治标准和 200 年一遇的城市防洪标准,并将 200 年一遇降雨作为超标暴雨应急管控规划的边界条件,开展了超标暴雨情景内涝模型模拟,评估规划方案超标应急情

景的应对能力。应对超标准暴雨,规划通过避开现状内涝点、风暴潮危险区、洪涝危险区等区域,选择地势较高的区域,重点推进高地“中心-长期-短期”固定应急避难场所建设,完善应急疏散通道,避开淹没风险,确保居民在自然灾害发生时能够及时得到有效的帮助和保障。固定应急避难场所设置要点如表 4 所示。

5 结论与展望

当前城市暴雨洪涝问题依然严峻,“平急两用”基础设施建设是新时期系统多元化解决城市内涝问题的新思路。本文基于对“平急两用”理念的理解,针对当前各城市面临的城市内涝防治设施落地难的痛点,突出强调融合和复合等城市发展要求,系统探索了“平急两用”内涝防治设施的规划建设框架思路,重点围绕 3 大主线,总结提出了 3 大建设模式,

表 4 不同类型固定应急避难场所设置要点
Tab. 4 Key Points of Different Types of Setting-Up for Fixed Emergency Shelters

类型	服务半径/ km	有效避难 面积/m ²	人均有效避 难面积/m ²
中心应急避难场所	10	10 000	4.5
长期固定应急避难场所	2~3	5 000	4.5
短期固定应急避难场所	1.0~1.5	2 000	2~3

细化分解了7个具体建设类型的建议,并对深圳已开展的探索实践工作进行了系统阐述。“平急两用”内涝防治设施对于解决新时期各城市存量土地发展阶段的内涝问题有着重要意义。各城市面临的问题不同,在规划阶段,要把握好自身特征和需求,突出问题和目标导向,在坚持安全底线的基础上,灵活运用“平急两用”理念,做好“平时”和“急时”的空间融合和功能兼容转换,因地制宜推进“平急两用”内涝防治设施建设。

参考文献

- [1] 车伍, 张燕, 李俊奇, 等. 城市雨洪多功能调蓄技术[J]. 给水排水, 2005, 31(9): 25~29.
CHE W, ZHANG Y, LI J Q, et al. Multi-functional storage of rainwater in urban area[J]. Water & Wastewater Engineering, 2005, 31(9): 25~29.
- [2] 杨伟明, 刘江涛, 任翔宇, 等. 深圳内涝防治对策与相似特征城市对比分析[J]. 中国市政工程, 2023(1): 83~87, 98.
YANG W M, LIU J T, REN X Y, et al. Comparative analysis of Shenzhen waterlogging control measures & cities with similar characteristics[J]. China Municipal Engineering, 2023 (1): 83~87, 98.
- [3] 郁皎如, 王江波. 防减结合的日本海岸带海洋灾害应对规划策略及启示[J]. 国际城市规划, 2021, 36(5): 112~120.
XI J R, WANG J B. Counter-measurements and implications from marine disaster prevention and mitigation planning of coastal zones in Japan [J]. Urban Planning International, 2021, 36 (5): 112~120.
- [4] DARBY A, WILSON R. Design of the SMART project, Kuala Lumpur, Malaysia [C]. San Francisco: North American Tunneling 2008 Proceedings, 2008.
- [5] URBANISTEN D. Water square benthemplein in Rotterdam, the Netherlands[J]. Landscape Architecture Frontiers, 2013, 1 (4): 136~143.
- [6] 马亚男. 基于雨洪管理的城市公规划设计研究—以深圳洪湖公园为例[D]. 北京: 北京林业大学, 2020.
- [7] MA Y N. Design of urban park planning based on stormwater management—Take Shenzhen Honghu Park as an example [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2020.
- [8] 孟德娟, 王强, 宋万祯, 等. 基于平急功能复合的城市防涝系统韧性提升规划策略[J]. 给水排水, 2024, 50(10): 52~57.
MENG D J, WANG Q, SONG W Z, et al. The planning strategy to improve the resilience of urban waterlogging prevention system based on normal-emergency functional composite utilization of space[J]. Water & Wastewater Engineering, 2024, 50(10): 52~57.
- [9] 王德康, 王荣, 辛慧宇, 等. 基于平急两用思路下的非常规道路行泄通道设计[J]. 给水排水, 2024, 50(10): 73~80.
WANG D K, WANG R, XIN H Y, et al. Design of unconventional road drainage channels based on the principle of combining emergency and normal use[J]. Water & Wastewater Engineering, 2024, 50(10): 73~80.
- [10] 深圳市气象局. 2023年深圳市气候公报[EB/OL]. (2024-01-25) [2024-09-18]. https://weather.sz.gov.cn/qixiangfuwu/qihoufuwu/qihouguanceyupinggu/nianduqihougongbao/content/post_11121693.html. Meteorological Bureau of Shenzhen Municipality. Shenzhen climate bulletin in 2023 [EB/OL]. (2024-01-25) [2024-09-18]. https://weather.sz.gov.cn/qixiangfuwu/qihoufuwu/qihouguanceyupinggu/nianduqihougongbao/content/post_11121693.html.
- [11] 魏杰, 任大伟, 杨伟明, 等. 超大城市系统化内涝防治规划探索与实践[J]. 给水排水, 2022, 48(7): 57~63.
WEI J, REN D W, YANG W M, et al. Planning exploration and practice of systematic urban flooding prevention and control in mega city[J]. Water & Wastewater Engineering, 2022, 48(7): 57~63.
- [12] 杨伟明, 刘江涛, 魏杰, 等. 基于DHI MIKE的排水防涝模型分级与应用研究[J]. 给水排水, 2023, 49(s1): 478~484.
YANG W M, LIU J T, WEI J, et al. Research on the grading and application of drainage and flooding prevention model based on DHI MIKE[J]. Water & Wastewater Engineering, 2023, 49 (s1): 478~484.
- [13] 魏杰, 任大伟, 杨伟明, 等. 国土空间规划背景下深圳市内涝防治规划传导体系研究[J]. 中国给水排水, 2022, 38 (20): 31~35.
WEI J, REN D W, YANG W M, et al. Research on the transmission system of urban flooding prevention and control planning in Shenzhen under the background of territory spatial planning[J]. China Water & Wastewater, 2022, 38(20): 31~35.