

城市道路建设中海绵城市设计的探索

王涛¹, 刘爱翠¹, 葛一新², 邓飞¹, 曾非儿¹

(1. 江苏省科佳工程设计有限公司, 江苏 无锡 214002; 2. 无锡市城乡给排水工程设计院有限责任公司, 江苏 无锡 214031)

摘要: 城市道路受用地面积限制, 绿化面积少, 下垫面硬质面积多, 地表径流量大, 初期雨水污染重。在城市道路建设中, 如何将降雨最大限度地消纳在城市道路的有限空间内, 净化初期雨水径流污染, 已成为海绵城市设计的重中之重。为此, 通过对无锡市典型海绵型城市道路设计的分析总结, 对道路用地面积受限、绿化面积较少条件下海绵城市道路的合理设计进行了探索, 提出了能适应全域推广的海绵城市建设优化方案。

关键词: 海绵城市; 城市道路; 初期雨水截流; 生物滞留池

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)04-0160-04

Exploration of Sponge City Design in Urban Road Construction

WANG Tao¹, LIU Aicui¹, GE Yixin², DENG Fei¹, ZENG Feier¹

(1. Jiangsu Kejia Engineering Design Co., Ltd., Wuxi 214002, China; 2. Wuxi Urban and Rural Water Supply and Drainage Engineering Design Institute Co., Ltd., Wuxi 214031, China)

Abstract: Urban roads are constrained by land area, therefore the green space is less, hard area of underlying surface is more, amount of surface runoff is large and pollution of the initial rainwater is serious. In urban road construction, how to maximize the absorption of rainfall within the limited space of urban roads and to purify the pollution of initial rainwater runoff has become a critical focus in the design of sponge cities. Therefore, the design of typical sponge-type urban roads in Wuxi City are analyzed and summarized. The rational design of sponge urban road under the conditions of limited road land area and less green space is explored. The optimum scheme for the sponge city construction suitable for promotion throughout the region is put forward.

Keywords: sponge city; urban road; initial rainwater interception; bioretention tank

0 引言

近年来,城市频繁遭受暴雨洪涝灾害,极端气候和城市建设是造成内涝的主要成因。由于全球气候变暖,降雨时空不均匀分布,导致暴雨瞬时集中降落某个区域;而随着城市的发展,地块被不断开发,河道则被占用填埋,致使城市竖向规划不合理,硬质地面面积逐年扩大,城市蓄水调节能力日渐式微,一旦暴雨来临,地面会因无法消纳而迅速形成暴雨灾害。目前,治理暴雨内涝灾害的工程性措施主要有扩建排涝泵站、建设调蓄池、扩建雨水管网等。但这些措施存在占用城市地下空间、造价高、运行维护难等问题。

城市内涝积水治理工作是党的二十大提出“打造宜居、韧性、智慧城市”的重要内容之一。海绵城

市建设旨在转变原有城市发展理念,构建绿色生态韧性智慧城市。海绵型城市道路即是拥有海绵的功效,通过“渗、滞、蓄、净、利、排”等多种技术措施和管理理念,削减初期地表径流污染,将降雨就地消纳,以延缓暴雨时期洪峰流量到达时间,缓解城市内涝;同时,降低初期雨水对城市水体环境的污染,构建低碳环保型智慧城市。

本文通过对无锡市典型海绵型城市道路设计的分析,对道路用地受限、绿化面积较少条件下海绵城市道路的合理设计进行了探索,提出了能适应全域推广的海绵城市建设优化方案。

1 海绵城市概况

1.1 海绵城市理念

2015年10月11日,国务院办公厅颁布了《关于推进海绵城市建设的指导意见》,明确指出应推进海绵型道路与广场建设,改变雨水快排、直排的传统做法,增强道路绿化带对雨水的消纳功能,减轻对市政

收稿日期: 2024-04-03

作者简介: 王涛(1978—),男,学士,高级工程师,从事给排水设计工作。

排水系统的压力^[1]。

所谓海绵城市建设,就是采用“渗、滞、蓄、净、利、排”等多种技术措施和管理理念,实现城市水体环境的良性循环,加强初期雨水收集、渗透、净化、调蓄、利用效能,使得城市海绵功能得以恢复^[2-3],从而让城市犹如生态“海绵”,与自然界实现互给共生。

1.2 海绵城市在城市道路中的作用

城市要发展,道路需先行。道路是城市的“血脉”,城市的高速发展,离不开路网的不断完善。城市道路发展,势必带来硬质路面面积增大,改变整个区域下垫面条件,使得传统排水模式——雨水管网的快排模式,已远远不符合现今的建设条件。因此,建设海绵型城市道路是迫在眉睫、十分必要的。

城市道路受用地面积限制,绿化面积少,下垫面硬质面积多,地表径流量大,初期雨水污染重。在城市道路建设中,如何将降雨最大限度地消纳在城市道路的有限空间内,净化初期雨水径流污染,已成为海绵城市设计的重中之重。海绵型城市道路通过生

物滞留池、下凹式绿地、透水铺装等海绵设施来提高其韧性,使城市开发建设前后的水文特征相同或相近,从而有效缓解城市内涝,降低热岛效应,改善水体环境。

2 城市道路的海绵设施选型

根据无锡地区实际情况,结合《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》^[4]中推荐城市道路的海绵设施,例如转输型植草沟、透水铺装、生物滞留池、下凹式绿地、雨水花园等,制定项目的控制目标并进行竖向设计和汇水特征分析,从性能、处理效果、投资和提升景观效果上出发,合理选用海绵设施。

2.1 透水铺装

根据透水层材料不同,透水铺装可分为透水砖、透水混凝土、透水沥青混凝土、植草砖等(见表1)。透水砖、透水混凝土抗压强度较沥青混凝土弱,主要适用于车辆荷载轻的停车位、广场等;透水沥青混凝土路面可用于机动车道^[5]。

表1 透水铺装分类表

种类	分类	制成材料	性能
透水砖	陶瓷透水砖	陶瓷	耐久性和抗压性能好
	混凝土透水砖	混凝土	透水性能和抗压性能好
	聚合物透水砖	聚合物	透水性能和耐候性能好
	石材透水砖	天然石材或人造石材	透水性能和装饰效果好
	草坪透水砖	草坪材料和透水基底结合制成	透水性能和绿化效果好
	格栅透水砖	树脂格栅结合透水混凝土结构	透水孔隙和排水能力强
	多孔陶瓷透水砖	多孔陶瓷材质	透水性能和抗污染能力高
透水混凝土	骨料透水混凝土	使用特殊制备的骨料,通过精确的配比和制备方法制备而成	透水性能好,抗压强度高
	水泥透水混凝土	以水泥为主要原料,混合细石、粗石和一定比例的水,再加入特殊添加剂制备而成	透水性能优异,但强度相对较低
	树脂透水混凝土	将树脂和骨料进行混合,在一定的温度和时间下形成透水性材料	透水性能好,还具有较高的强度和耐候性
透水沥青	普通透层沥青	一种基于沥青和无机材料的混合物,通常通过喷洒涂布形成透水层	透水性能好,又能满足抗压强度要求
	自粘卷材透层沥青	具有自粘性能的新型透水沥青	安装时不需要使用外部胶水,具有施工方便、工期短、无需冷作业等优点
	凝胶胶体透层沥青	一种基于聚合物和无机材料的混合物	具有较高抗压强度和排水性能的透水层
	SBS 透层沥青	一种基于合成橡胶SBS的混合物,通常与矿渣碎石混合形成透水层	具有优异的抗老化性能、耐热性能和弹性恢复性能,适用于各种温度和气候条件下的建筑工程

根据具体的使用环境和需求,选择适合的透水铺装材料,以确保透水性能、耐久性和装饰效果。同时,透水铺装的铺设和维护需要按照相应的规范和要求进行,以保证其正常使用和效果。

2.2 下凹式绿地

下凹式绿地指低于周边铺装地面或道路 10~

20 cm 以内的绿地。下凹式绿地造价和维护成本均较低,但占地面积大,调蓄容积较小。

2.3 雨水花园

雨水花园是一种能够有效吸收、存储和净化雨水的新型园林景观。与传统的排水系统相比,雨水花园能够更好地利用雨水资源,同时减少城市排水

系统的压力。雨水花园是利用低于周边道路的下凹式绿地,用于集聚地表径流雨水,通过改良土壤、适宜植物的综合作用来净化雨水,净化后的雨水再通过底部的盲管排入雨水管网内。雨水花园蓄水层滞蓄的雨水可补给植物生长,超标雨水通过溢流口溢流至雨水管网^[6]。

雨水花园布置灵活,可以根据覆土深度栽种各类植物。但渗透能力一般,占地面积大。

2.4 生物滞留池

生物滞留池的构造原理与雨水花园相似,唯一区别在于生物滞留池采用混凝土墙,因而占地面积较小,但造价高于雨水花园。

2.5 植草沟

植草沟是绿化带内开挖的覆植的排水浅沟,能够收集沿线路面雨水、转输雨水至雨水花园等海绵设施或直接排入河道,亦具有初期雨水净化功能。城市道路上常用转输型植草沟。植草沟投资低、施工工艺简单、运行维护便利。

3 新型海绵城市道路设计探索

2022年7月25日,无锡市政府办公室印发的《无锡市系统化全域推进海绵示范城市建设行动计划》指出:到2024年,海绵城市理念在“城乡全区域、建设全领域”得到有效落实;城市人居环境和生态品质得到明显改善;城市水系统低碳韧性水平显著提高,全面建成“内外兼修、独具特色、示范引领”的海绵城市。

海绵型城市道路受用地面积限制,具有硬质面积大、绿化面积小、径流污染严重等问题。本文着重探讨1块板断面的城市道路海绵城市建设方案(见图1)。

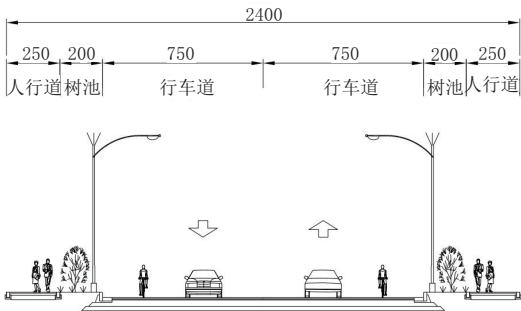


图1 道路标准横断面(仅有人行道连续树池)(单位:cm)

3.1 初雨截流型雨水口

若路幅内无人行道,仅有行车道,无条件实施其他海绵设施时,可采用环保型雨水口(见图2)和初雨

截流型雨水口(1)(见图3)。环保型雨水口通过透水混凝土隔板、初雨截流型雨水口(1)通过玻璃轻石过滤层来净化初期雨水,超标雨水则通过溢流堰排入雨水管网中,拥有工程费用低、用地空间节约、便于检修维护的优势,但调蓄空间小。若路幅内仅有人行道、行车道,无人行道连续树池,无条件建设其他海绵设施时,可采用初雨截流型雨水口2(见图4),通过蓄水托盘收集地表初期径流雨水,转输入人行道级配碎石层内,对初期雨水进行净化、调蓄;超标雨水则通过蓄水托盘中间孔洞,排入雨水管网中。初雨截流型雨水口2节约用地空间,便于检修维护,工程费用略高,但调蓄空间大。

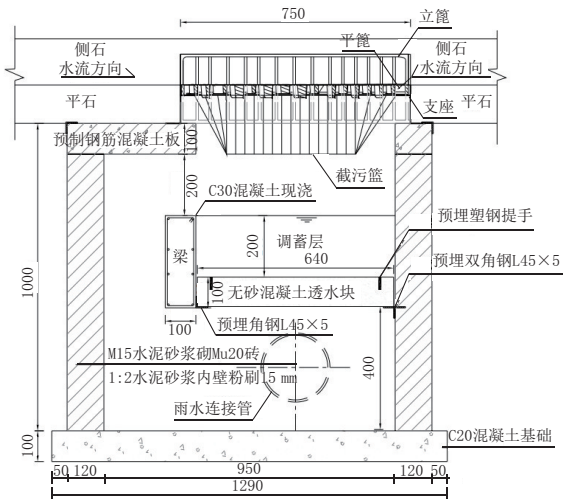


图2 环保型雨水口(单位:mm)

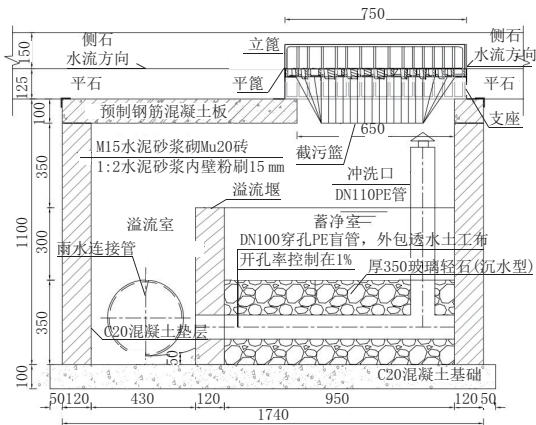


图3 初雨截流型雨水口1(单位:mm)

3.2 初雨截流型边沟

道路交叉口范围硬质面积大,往往是初期雨水径流污染的重点区域。在交叉口范围内布设初雨截流型边沟(见图5),沟内敷设有玻璃轻石,初期雨水通过地表径流进入初雨截流型边沟,经净化、调蓄后通过盲管进入雨水管网,超标雨水则通过溢流堰直接进入雨水管网。边沟雨水篦子采用定制球磨铸铁

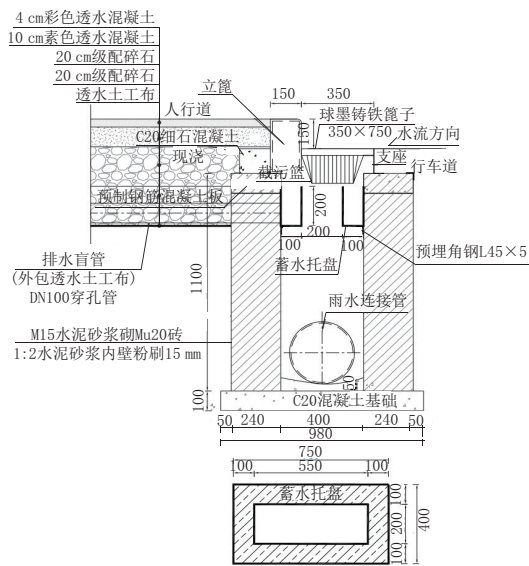


图4 初雨截流型雨水口2(单位:mm)

材质,贴合道路转弯半径,美观且抗压强度大,但调蓄容积有限。

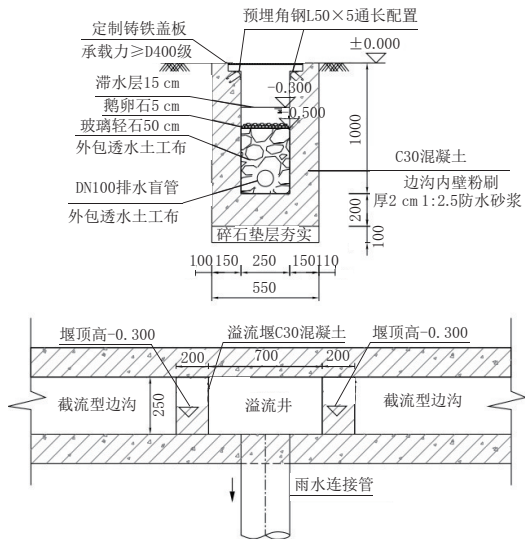


图5 初雨截流型边沟(单位:mm)

3.3 特殊型生物滞留池

若路幅内有连续树池,可在树池内设置生物滞留池(玻璃轻石)(见图6)或隐藏式生物滞留池(玻璃轻石)(见图7)。生物滞留池(玻璃轻石)通过在种植土中增加玻璃轻石填料,可极大地增加下渗速率,提升净化速度,具有占地面积小、调蓄容积大的特点。隐藏式生物滞留池(玻璃轻石)通过在混凝土池体内设置玻璃轻石,使得初期雨水得到净化。与生物滞留池相比,其最大的优势是池体顶部绿化带不需要下凹,能够恰到好处地与周围景观融合。具有占地面积小、调蓄容积大、景观效果好的优势。

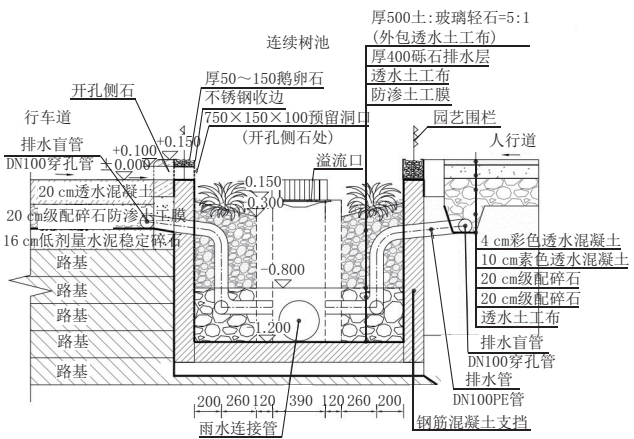


图6 生物滞留池(玻璃轻石)(单位:mm)

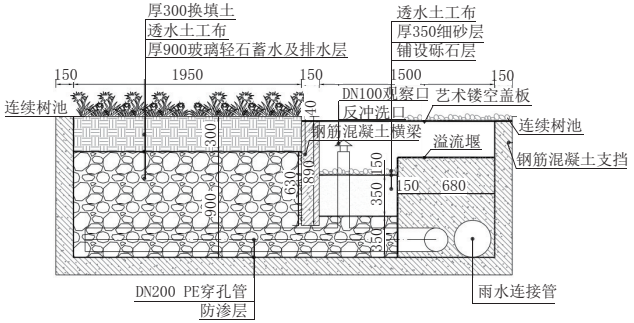


图7 隐藏式生物滞留池(玻璃轻石)(单位:mm)

4 结 语

自2021年无锡市成为首批系统化全域推进海绵城市建设示范城市以来,无锡市在海绵城市的建设方面取得了良好进展,但是与无锡市海绵城市建设的总体目标相比尚有差距。本文通过深度挖掘海绵城市建设潜能,以1块板断面的城市道路海绵城市建设方案为背景,针对性地探讨了有无人行道和树池的情况下,对地面初期雨水径流排放有严格要求地区的海绵城市建设优化方案。

参考文献:

[1] 肖恒婧,李怀恩.透水铺装效益识别与量化方法研究[C]//中国环境科学学会2019年学术年会论文集.北京:中国环境科学出版社,中国环境科学学会,2019:369-375.
[2] 中国科学院.科技承载梦想,创新改变未来——海绵城市[N/OL]. 2017-03-02. [2024-04-01]https://www.cas.cn/kx/kpwz/201703/t20170303_4592127.shtml.
[3] 俞孔坚.美丽中国的水生态基础设施:理论与实践[J]. 鄱阳湖学刊, 2015(1):5-18.
[4] 住房和城乡建设部(建城函[2014]275号),海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)[S].
[5] 王晓梁.海绵城市建设对城市面源污染治理和排水的改善作用[J]. 中国资源综合利用,2020,38(10):177-179.
[6] 袁智翔.海绵城市理念在住宅区中的运用[J]. 现代园艺,2015(11):171.