

基于海绵城市理念的道路设计分析

——以武汉市南新街为例

邵文祎

(中冶南方城市建设工程技术有限公司, 湖北 武汉 430070)

摘要: 为在“海绵城市”理念的指导下,探索城市道路设计的方法和目标,通过分析城市海绵道路设计的建设内容及要点,明确了海绵设施功能技术类型的分类,将多种指标类型划分为强制性或引导性。并以武汉市高新开发区南新街道路工程设计为例,阐明了海绵道路的建设内容及目标取值,提出海绵城市道路设计需因地制宜,在设计过程中梳理城市道路建设的内容及要点,并秉承将海绵道路设计做到最优化的宏观设计理念,为海绵道路城市的设计工作提供设计思路。

关键词: 海绵城市;道路建设;设计思路

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)02-0063-05

Analysis of Road Design Based on Sponge City Concept for Nanxin Street in Wuhan

SHAO Wenyi

(MCC Southern Urban Construction Engineering Technology Co., Ltd., Wuhan 430070, China)

Abstract: Under the guidance of the “sponge city” concept, the methods and objectives of urban road design are explored. By analyzing the construction contents and key points in the sponge design of urban roads, the classification of functional technical types of sponge facilities are clarified, and various indicators are categorized into the mandatory or guiding types. Taking the design of the Wuhan High-tech Development Zone Nanxin Street Road Project as an example, the construction contents and target values of sponge roads are elucidated. It is pointed out that the design of sponge city roads should be tailored to local conditions, the content and key points of urban road construction should be sorted out in the process of design, and the sponge road design is adhered to optimize the macro design concept, which provides the design ideas for the design of sponge road cities.

Keywords: sponge city; road construction; design ideas

0 引言

2012年4月,在《2012低碳城市与区域发展科技论坛》中,海绵城市的概念首次被提出。随后,在2013年12月12日的《中央城镇化工作会议》上,习近平总书记强调了建设海绵城市的重要性,指出要优先考虑把有限的雨水留下来,利用自然力量排水,建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市。

海绵城市作为实现绿色城市建设的重要举措之一,通过模拟自然水循环过程,实现对雨水的有效管理和利用,缓解城市排水系统的压力,提高城市的生态环境质量^[1]。

此外,海绵城市还可以提供其他的城市生态优化作用,如:缓解热岛效应。高温环境会加剧空气污染、激化臭氧生成,对城市居民的健康产生威胁。同时,热岛效应也会破坏城市的生态平衡,影响植被的生长和分布,对城市绿化和生态建设造成负面影响。

海绵城市设计有宏观与微观之分,其最终目标是实现整个城市的海绵联动。其中,海绵城市道路设计是其中的一个重难点,通过增加城市绿地面积、优化城市下垫面结构如增加透水材料的使用等措施,达到促进城市水体循环和净化效率、降低城市表面温度,减少热岛效应的效果。但在实际道路设计项目中,往往面临着绿化面积不足、道路下垫面结构类别受限等缺点,导致海绵设计功能性不足。

收稿日期: 2024-04-01

作者简介: 邵文祎(1991—),女,硕士,工程师,从事土木工程、结构工程、海绵城市设计工作。

1 海绵城市道路建设内容、要点及效果分析

1.1 建设内容

根据武汉市海绵城市设计标准及武汉市海绵城市设计文件编制规定及技术审查要点推荐的海绵道路设施类别及适用性总结见表1^[2]。

表1 海绵设施类别及其功能实用性分析表

技术类型	单项设施	适用性	适用类型
渗透技术	透水砖铺装	●	人行道、停车场、广场等荷载较小的道路
	透水水泥混凝土	◎	人行道、停车场、广场等荷载较小的道路
	透水沥青混凝土	◎	人行道、停车场、广场等荷载较小的道路
	下沉式绿地	●	最小绿化带宽度要求为大于等于3 m,最佳绿化带宽度要求为大于5 m
	生物滞留设施(雨水花园、生物滞留带、生态树池等)	●	道路绿化带、停车场周边绿地等
	渗透塘	◎	适用于汇水面积较大(大于1 hm ²)并且有一定空间条件的区域、如广场立交下大型绿地
储存技术	渗井	◎	空间受限的邻里街道
	湿塘	◎	具有一定空间条件的城市道路且需要保留常水位景观效应
	雨水湿地	●	排水管线末端、道路红线外绿地、滨水带等区域
转输技术	转输型植草沟	●	绿化带
	干式植草沟	●	绿化带
	湿式植草沟	●	绿化带
	渗管/渠	●	绿化带、非机动车道、人行道中转输流量较小的区域

注:1. ●表示宜选用;2. ◎表示可选用。

1.2 海绵城市道路建设要点分析

(1)指标的确定

根据各个地区的海绵城市设计文件及要求来确定目标指标,例如在湖北省武汉市,根据《武汉市海绵城市设计文件编制规定及技术审查要点》及相应项目的《道路和排水修建规划》要求,需要考虑的强制性指标有绿地率、非机动车路面铺装中可渗透路面占比;引导性指标则有年径流总量控制率、峰值径流系数及面源污染削减率。

(2)雨水径流组织的设计

在确定海绵设施标准横断面之前,需要针对道路进行因地制宜的雨水径流组织的设计,以实现雨水径流组织的路径为目的,合理的选择上表中具有该功能的的海绵设施布置在适宜的位置。例如:在

机动车道、非机动车道之间的分隔绿化带设置下沉式绿地,使路面雨水径流先进入下沉式绿地进行积蓄,超过下沉式绿地蓄水容积的雨水再通过溢流式雨水口排入雨水管网或者直接下渗,缓解下游雨水管网的排放压力。下沉式绿地中的植被、土壤对雨水径流可以进行截留与净化,部分雨水还可被植物根系、叶片及土壤吸收储存,提升了雨水回用率。

(3)海绵设施标准横断面的确定

在海绵道路城市横断面设计中,将城市道路的铺设材料替换为透水性能更好的的材料,打通路面雨水下渗到自然土壤的通路,在减少路面径流的同时,径流中携带的由行驶车辆等造成的可溶性污染物经过海绵城市道路结构的逐层吸附与净化,最后渗入地下水进行地下水补充或经由排水管道排走。此外,道路设计通常配有临近的绿化带,规范上要求的适宜做下沉式绿地的绿化带宽度最小为3 m,但在实际工程中宽度大于5 m的绿化带更适合设计为下沉式绿地或雨水花园,拥有较宽绿化带的设计道路的生态性也会更加优越。

(4)宏观海绵的设计理念

海绵道路城市设计,对于大多数绿地面积有限的道路项目来说,在其功能性上看来更像是一个海绵转输途径设计,因其总体设计范围受限,能够完成年径流总量控制率、绿地率、面源污染削减率等功能的能力通常是不足的。因此在红线外临近的区域也应该在之后的设计中配合海绵道路来共同实现成规模的海绵城市功能^[3]。宏观海绵设计是以水为动脉、以植物为触手,去循环带动和调控城市生态系统的宏观设计理念。因此在做一个海绵城市道路项目时,需要同时考虑其未来和周边的项目协同合作的可能性。

2 工程分析

以武汉市南新街(豹溪路—光谷六路)道路和排水工程项目海绵城市道路为例,该项目位于东湖高新区,道路全长约2 120 m,红线宽30~40 m。

2.1 海绵城市目标取值分析

因该项目位于武汉,因此在进行海绵道路城市目标取值时,需要根据《武汉市海绵年城市设计文件编制规定及技术审查要点(2019.2)》及该街道道路和排水修建规划的要求来选取合适的目标值。因其道路设计标准横断面的宽度有30 m和40 m两种,因此在计算绿地率时需对两种类型的宽度分段进行目

标值取值,见表2。

表2 指标类型分类表				
指标类型	序号	指标名称	影响因素	目标值
强制性	1	绿地率	园林景观绿地率不得小于40%	—
			红线宽度大于50 m的道路绿地率不得小于30%	—
			红线宽度在40~50 m的道路绿地率不得小于25%	25%
			红线宽度小于40 m的道路绿地率不得小于20%	20%
	2	非机动车路面铺装中可渗透路面占比	城市道路改、扩建项目的非机动车路面中,可渗透路面占比不宜低于40%	≥70%
引导性	3	绿化地面中下沉绿地占比	城市道路非机动车道及人行道的横坡应坡向相邻绿化带	
	4	年径流总量控制率	排水分区 道路红线宽度 建设阶段 豹澥湖汇水区 30~40 m 新建	80%
	5	峰值径流系数		≤0.60
引导性	6	面源污染削减率	所在汇水分区 II类、III类湖泊汇水区	新月溪、台山溪子系统及豹子溪系统 不小于70%

海绵城市道路项目在设计时需要明确的是设计目的,即需要满足的强制性指标和引导性指标是什么?由于海绵道路通常在设计时受到红线范围的限制,在实际工程设计中,往往有些指标是无法达成的,例如绿地率这一项,在用地比较紧张的路段,绿地面积会被压缩,从而导致绿地率无法满足。即便如此,在设计中需要遵循的原则依然是海绵城市效果最大化,即尽可能多的在合适的区域设置最适宜的海绵设施,达到全面应用海绵城市理念、形成一定规模的海绵城市系统的设计效果。如果海绵城市指标无法达到,则需要提出相应的未来优化可能性,即在未来与周边工程设计项目协同合作,共同考虑区域海绵功能,形成更宏观的海绵系统,从而进一步提升该道路片区削减面源污染和滞蓄削峰能力并改善道路生态环境。

2.2 雨水径流组织设计

合理的径流组织设计是海绵城市道路项目方案设计的牵引线,“海绵城市”的技术思路的五个关键词,即:渗、滞、蓄、净、排”^[4]在径流组织设计中将得到充分体现,围绕着这五个海绵城市功能,将适用的海绵设施布置在相应的位置,最终实现海绵城市的设计目标。

在本项目中,根据实际情况,该道路设计有两种横断面,其一为标准红线宽为30 m的道路标准横断面,即30 m=2 m人行道+2.5 m非机动车道+3 m侧分带+15 m机动车道+3 m侧分带+2.5 m非机动车道+2 m人行道,见图1;其二为标准红线宽为40 m的道路标准横断面,即40 m=4.5 m人行道+2.5 m非机动车道+5.5 m侧分带+15 m机动车道+5.5 m侧分带+2.5 m非机动车道+4.5 m人行道,见图2。

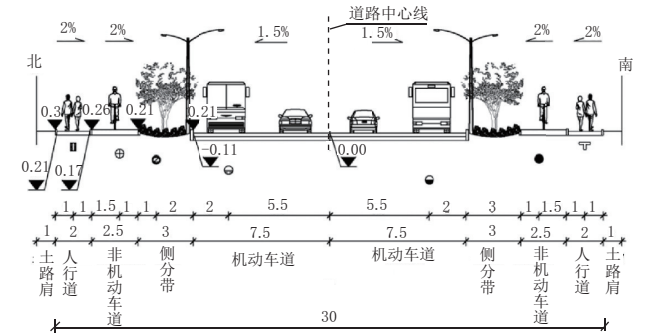


图1 30 m红线宽道路标准横断面(单位:m)

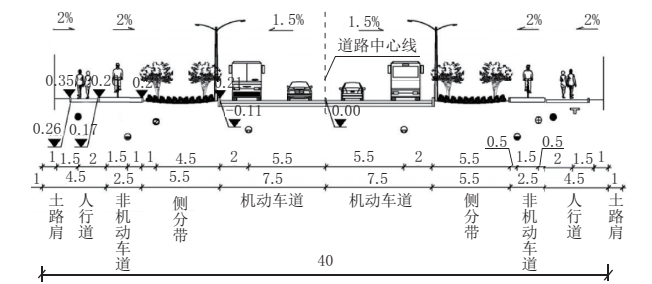


图2 40 m红线宽道路标准横断面(单位:m)

该道路两侧路面横坡均坡向侧分带,因此两侧道路路面雨水可随坡度直接引入侧分绿化带,有效减少路面径流。因在该设计项目中有两种宽度的绿化带,而适宜做下沉式绿化带的绿地宽度是有一定要求的,在综合考虑实际绿地景观效果及经过该项目的专家审查后,遵循专家意见,将宽度5 m以下的侧分带设计为普通绿地;当侧分带宽度达到5 m时,将其设计为下沉式绿地。在下沉式绿地区域,在其临近车行道一侧每隔一定距离设置开孔路缘石,使车行道上的部分雨水部分进入下沉式绿地进行净化与下渗,随后进入雨水管网。非机动车道及人行道的雨水一部分下渗后通过透水铺装下的渗透管收集

后进入雨水管网,一部分进入普通绿地或下沉式绿地,进入下沉式绿地的雨水下渗后经下沉式绿地内埋置的渗透管收集后进入雨水管网。该项目雨水径流组织见图3。

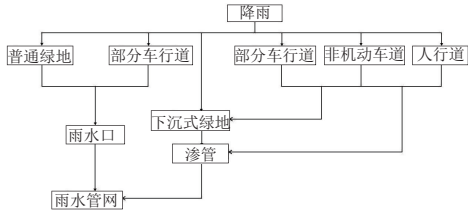


图3 雨水径流组织图

2.3 海绵设施标准横断面设计

为满足上述径流组织路径的设计及功能要求,选择出适宜布置的海绵城市设施,包括:非机动车道透水混凝土、人行道透水砖以及下沉式绿地。该海绵道路设计特点是人行道与非机动车道毗邻,其间没有绿化带;非机动车道与机动车道之间有宽度不一的绿化带。常规的海绵道路横断面设计是在各个区间的开级配碎石底基层中设置各自的排水盲沟,并在排水盲沟中埋入渗透管。而在此案例中,因人行道与非机动车道之间没有绿化带分隔,因此在设计上将两道之间的路缘石设计为齐平于两侧路面,并将两道横断面整体沿同一个坡度,坡向道路绿化带。因透水人行道的结构层与透水非机动车道的结构层的类别及相应厚度设计为一致,因此只在非机动车道下方设置盲沟、埋置一套渗透管,即可收集人行道和非机动车道下渗的雨水。人行道的路面径流除原地下渗外,还可以经过非机动车道流向绿化带进行过滤和收集。在这个径流路径的设计中,将路面径流时间和路径变长,在延缓了路面径流峰值到来的同时,也给予路面径流更多的时间与空间进行过滤、下渗及消能。与此同时,与常规设计相比,此项目也减少了渗透管的埋置工程量。

因该道路沿线的绿化带宽度大小不一,将宽度大于5 m(含5 m)的绿化带设置为下沉式绿地,绿地内设置35 cm深的下沉绿化带,负责绿化带范围内的雨水积蓄和下渗;绿化带内设置渗排和溢流设施,防止超量雨水漫溢。下沉式绿化带结构层自上而下为:100 cm种植土、透水土工布、30 cm开级配碎石垫层、防渗膜。在设计下沉式绿化带时需要兼顾的是景观专业的种植需求,一般情况下,针对不同的植物,景观专业有种植土深度的需求,例如对于本项目来说,景观专业需求的最浅种植土深度为100 cm,因此,下沉式绿化带的结构层里需要有100 cm的种植

土深度,当选择树种、植被不同时,下沉式绿地的深度不同。

30、40 m红线宽海绵道路设施标准横断面见图4、图5。

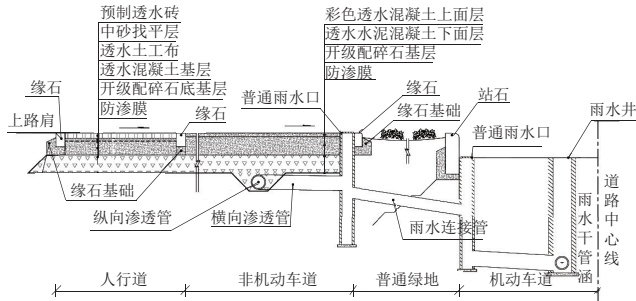


图4 30 m红线宽海绵道路设施标准横断面

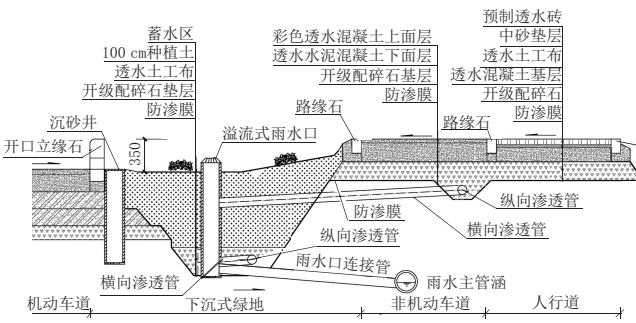


图5 40 m红线宽海绵道路设施标准横断面

2.4 海绵城市建设效果分析

海绵城市的建设效果分析可分为定量分析与定性分析。

(1)定量分析

定量分析即具体指标分析。此项目中的南新街的豹溪路至阳苏路路段,在海绵设施设计完成后,需要对其控制性指标的完成程度进行分析,此项目控制性指标的完成值见表3。可见在该路段的海绵城市控制性指标中,由于道路红线范围及上位规划的限制,绿地率是没有达标的。因此在该项目设计说明中需要对未达标的指标作出解释,并结合宏观海绵的设计理念提出对该道路所在片区未来海绵规划的建议。

表3 综合评价控制性指标评价表

综合评价指标		评价指标	目标值	完成值
综合评价	控制性	绿地率/%	20	12
		非机动车路面铺装中可渗透硬化铺装占比/%	70	100

(2)定性分析

提升及改善城市生态系统的自我修复能力:

海绵道路设计使城市绿化植被的生态机制得到合理运用、提升了城市水资源的利用效率、优化了水

生态系统的循环能力。

增强城市防涝能力:海绵设施的运用减轻了道路排水系统压力,实现海绵排水与市政排水的有效结合。

优化城市景观:海绵道路建设可以通过使用不同色彩及材质的透水砖、碎石子、透水混凝土等多元素铺设的人行道路、非机动车道与道路绿化交错分布,提升城市道路的美观效果。

缓解城市热岛效应:透水地面的使用提升了路面雨水的下渗速度,补充地下水、保持土壤湿润的同时还能吸收地面扬尘,缓解城市热岛效应,特别是在夏季时,海绵路面比常规路面更加凉爽。

因南新街还未完全施工完毕,图6、图7为武汉市高新大道海绵道路建设实景效果图。



图6 武汉市高新大道海绵道路建设效果实景图1



图7 武汉市高新大道海绵道路建设效果实景图2

2.5 宏观海绵的设计理念

在海绵道路的设计中,需要考虑宏观海绵设计,特别是道路红线内控制性指标没有全部达标的海绵

道路设计项目,例如本项目。因此在设计完毕后需提出超出本项目红线设计范围的宏观海绵设计建议,以便日后实现多个海绵体联动的宏观海绵设计效果。类比如:因本道路红线宽度有限,非机动车道、人行道已全部新建为透水铺装,该项目设计范围内可用的空间已经全部按照海绵城市理念进行建设,遵循海绵城市设计需要因地制宜的原则,为了更好的贯彻低影响开发源头减排的建设理念,建议在道路红线外沿线的景观绿化带内设置生物滞留设施、雨水花园、湿塘等低影响开发设施。建议本道路和附近区域作为一个片区共同满足海绵城市建设目标。

3 结语

本文阐述了如何选取海绵城市设计指标的原则、设计合理的径流路线、为实现径流组织设计目的选择合适的海绵城市道路项目建设内容;分析了海绵城市建设效果以及在设计中如何结合宏观海绵理念进行道路设计;介绍了城市海绵道路的设计流程。并以武汉东湖高新区南新街道路工程为案例,介绍了该项目设计思路,比较了与常规项目的优化点,提出了对海绵城市道路项目建设需要因地制宜、考虑宏观效应,将海绵设计做到最优化的设计理念。本文可为海绵城市道路项目的设计工作提供依据。

参考文献:

- [1] 温卓瑜. 广州海绵城市道路建设效果评估的应用和探讨[J]. 山西建筑, 2023, 49(24): 106-109.
- [2] 孙芳. 基于海绵城市的城市道路系统化设计研究[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2015.
- [3] 杨志平, 杨琳蕊. “海绵城市”在市政道路设计中应用的研究[J]. 运输经理世界, 2022(27): 13-15.
- [4] 洪晴琳. 基于海绵城市理念的市政道路排水设计[J]. 城市建设理论(电子版), 2024(3): 205-207.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: roadfloodbridge@163.com

