

Design Analysis of Sponge City System for Urban Roads

Fan Yu¹ Li Wang² Shiyang Chen² Gu Dong¹

1. Hunan Beishan Construction Group Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

2. China Machinery International Engineering Design & Research Institute Co., Ltd, Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

Starting from the concept of sponge city, by analyzing the problems existing in traditional road design, the necessity and advantages of urban road sponge construction are obtained. Sponge-type urban roads have many advantages such as mitigating road area water, reducing road initial rainwater runoff pollution, regulating urban climate, and stagnation of rainwater resources. In the system design of sponge-type urban roads, it is necessary to ensure that the rainwater runoff can smoothly enter or be discharged into the sponge facility in the vertical design. Attention should also be paid to the design of the road ecological drainage system, the selection of landscape plants and the stability of the road structure.

Keywords

sponge city; sponge-type urban roads; system design; ecological drainage system

城市道路的海绵城市系统设计分析

余凡¹ 王莉² 陈世洋² 董固¹

1. 湖南北山建设集团股份有限公司, 中国·湖南长沙 410000

2. 中机国际工程设计研究院有限责任公司, 中国·湖南长沙 410000

摘要

从海绵城市理念出发,通过分析传统道路设计存在的问题,得出城市道路海绵建设的必要性和优势,海绵型城市道路具有缓解路面积水、削减道路初期雨水径流污染、调节城市气候、滞蓄雨水资源等诸多优点。在海绵型城市道路的系统设计中,应在竖向设计上确保雨水径流能顺利进入或导排到海绵设施中,还应注意道路生态排水系统的设计、景观植物的选择及道路结构的稳定等问题。

关键词

海绵城市; 海绵型城市道路; 系统设计; 生态排水系统

1 海绵城市建设理念

中国城镇化正处于高速发展阶段,城市快速发展在带来经济社会群聚红利的同时,城市内涝、水质污染、水量短缺等城市水问题也日益加剧。针对城市水危机,国务院办公厅早在2013年先后发布国办发[2013]23号、国发[2013]36号政策文件,高度关注城市基础设施建设问题,2014年10月,《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》出台(以下简称《指南》),旨在指导各地新型城镇化建设,优先利用自然排水系统,建设生态排水设施,充分发挥城市绿地、道路、水系等对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用^[1]。

2 城市道路海绵城市设计的重要性

《指南》^[1]中将海绵城市建设工程按雨水系统分为建筑与

小区、城市道路、城市绿地与广场和城市水系四大类。其中,城市道路在城市发展过程中承担了重要的交通功能,是经济发展、对外联系的重要纽带,要保证道路行车通畅、景观优美、污染量小,需经过海绵城市规划建设,综合统筹道路、结构、园林、排水、建筑、水文等相关专业共同设计。

2.1 传统城市道路设计存在问题

传统城市道路设计时通常将路面部分(车行道、慢行道)和绿化带部分单独设计,且绿化带常高于路面,下雨时路面积水无法进入绿化带,由雨水篦子收集直接排入市政雨水管网^[2]。且降雨时,和其他下垫面相比,城市道路的雨水径流污染最严重^[3],王婧^[4]等对中国北京市城区某路面的降雨径流水质监测结果表明,由于大气沉降、汽车尾气、汽车和行人的携带物等的影响,该区域的降雨径流COD_{Cr}和总氮平均值超过《地表

水环境质量标准》V类标准,SS超出《城镇污水处理厂污染物排放标准》二级标准,因此传统城市道路排水存在排洪压力大、雨水径流污染重、雨水资源流失量大等问题^[5]。图1为传统型单幅路雨水径流组织图。

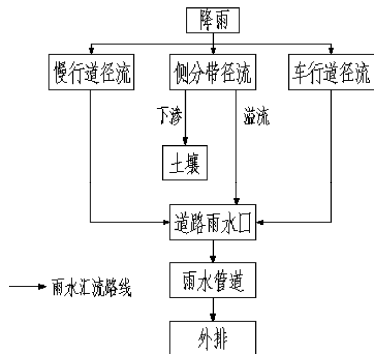


图1 传统型单幅路雨水径流组织示意图

2.2 海绵型道路控制初期雨水径流污染

王浩升^[3]对沥青路面降雨过程中COD、总氮、总磷和SS等径流污染物浓度的监测结果表明:初期降雨径流中携带的污染物浓度最高,随着降雨历时的延长,污染物浓度降低并趋于稳定,即暴雨径流的初期冲刷效应^[4]。

“海绵型道路”是指将海绵城市理念运用于城市道路建设中,主要让雨水通过生物滞留带、透水铺装、生态树池等设施自然下渗、消纳,或通过地形向低点的海绵设施或雨水调蓄池汇集,初期雨水中的污染物经过海绵设施的拦截、过滤及预处理,最后排入雨水管中,可降低下游水体的环境污染负荷。

2.3 海绵型道路缓解道路积水、滞蓄雨水资源

传统道路的雨水通过快排进入雨水管道,雨水资源浪费大,径流峰值流量大,容易导致管道排水不畅,路面积水,建设海绵型道路则可以缓排慢释,让雨水径流错峰排放,有效降低内涝风险。图2为海绵型单幅路(无退后绿化带)的雨水径流组织图。

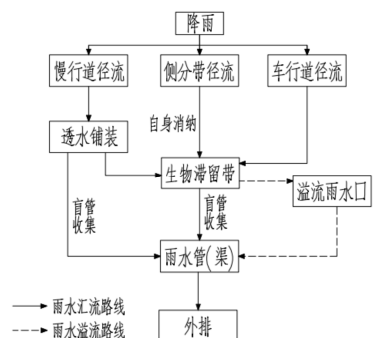


图2 海绵型单幅路雨水径流组织示意图

2.4 海绵型道路作为城市雨洪行泄通道

根据哥本哈根的暴雨管理经验,将次要街道区域改造成绿色街道,利用透水路面和洼地蓄渗雨水,将道路中间的绿化带充分下凹,创建大容量雨水滞蓄空间,收集周边社区街道的雨水,暴雨时作为泄洪通道,形成“城市河流”^[6]。即在城市道路竖向设计时将道路作为区域的低点,并在下游和湿地、河流、湖泊等衔接,暴雨时依靠道路行洪,可将内涝对居民生命财产的损失降到最低。

3 城市道路海绵城市系统设计

城市道路海绵城市设计以径流总量控制和径流污染控制为目标,根据目标要求,在现状和规划可实施的前提下,尽可能多地布置海绵设施。

3.1 系统设计

项目设计过程中,应根据项目特征因地制宜,坚持自然生态的理念,遵循科学性、系统性、多样性、经济性、可监测性等原则,合理规划道路本身及周边雨水径流组织路径,进行平面布置和竖向设计,必要时通过模型验证不同降雨情景下城市道路的排水能力。

3.2 设施布置

城市道路的海绵设施布置需要根据场地建设条件因地制宜,将城市道路按照道路功能将其划分为机动车道、慢行道和绿化带等,因此可将硬质地面改造成为透水铺装,绿化带设置为生物滞留带或生态树池。

3.3 细节设计

道路海绵细节设计则包含各海绵设施各内部结构层、海绵设施之间或道路与生物滞留设施带之间的衔接、开口路牙、沉沙设施、消能设施、下渗盲管等。具体要求可参照《城市道路工程设计规范》CJJ37-2012(2016年版)^[7],该规范中按照海绵的要求局部修订增加了相关内容,如道路分隔带及绿化带的宽度要求、道路横坡坡向、路缘石形式、海绵设施内植物种植要求等。

在考虑将慢行道或车行道设置为透水铺装时,铺装材料的选择通常为人行道的透水砖、非机动车道和机动车道为透水水泥混凝土或透水沥青混凝土^[8],但由于雨水下渗会对路基稳定性造成一定影响,因此需结合地质水文条件,科学谨慎地选

择是否选用透水铺装,或采用有效的防渗、排水措施,以免影响道路通行安全。

4 城市道路海绵设计注意要点

4.1 生态排水系统

传统城市道路雨水排放的唯一通道是市政管道,而海绵型城市道路需结合生态排水系统和管道排水系统,共同组织雨水收集、下渗或排出。

4.1.1 进水

海绵型道路绿化带的进水需考虑进水口的设计对进水的影 响,为了有效收集道路径流至绿化带消纳,道路和绿化带之间应采用开口立缘石或平缘石;绿化带集中进水处应采取碎石消能设施;路面沉积物多,降雨冲刷大的路段,其道路径流进入绿化带处,宜设置沉砂井。

4.1.2 集水

海绵型道路绿化带的集水需考虑道路坡向对集水的影响,慢行道宜单向横坡至绿化带,车道根据路幅宽度可单向或双向路拱横坡坡向分隔绿化带,道路横坡宜采用 1.0%~1.5%^[7]。

4.1.3 排水

海绵型道路在有绿化带收集雨水的位置可不设雨水口,道路雨水进入绿地下渗消纳,超标雨水可经过绿化带内的溢流口溢流排出,进入市政雨水管道。生物滞留带和透水铺装的砾石层内敷设盲管,可排走多余的下渗雨水。

4.2 绿地景观系统

海绵城市理念下城市道路景观设计不仅需要考虑植物搭配的美观,还需要让植物满足雨水处理及其生长生存的需求。

在雨季,海绵设施内部的土壤为了能快速下渗排走雨水,需满足土壤下渗率在 10mm/h~360mm/h 的要求^[9],根据《纳什维尔手册》^[10],若原土土壤下渗率小于 0.5 英寸/小时(12.7mm/h),则需要在种植土下方设置排水盲管,让多余的雨水缓慢排出;在旱季,由于土质疏松,土壤水分蒸发快,容易造成土壤干燥,因此,海绵设施内的植物选择不仅需要有一定的净化污染能力,还需要适应土壤水分条件,耐涝耐旱,植物品种选择上尽量本土化,可持续生长且生命力旺盛。

4.3 道路结构考虑

道路路面的海绵做法主要为透水铺装,透水铺装对减少地面径流、净化雨水、缓解热岛效应等具有重要作用。但道路透水铺装在满足海绵功能的同时还需承受车辆、行人等荷载,

这对道路结构提出了更高的要求。

城市道路的透水路面应符合道路功能,防水、防滑、防噪声,且保证道路结构的使用安全和长久耐用^[11]。为了尽量减小下渗雨水对路基产生的影响,应采取路基内敷设排水管,道路与邻近的海绵设施之间用防水土工布隔开等措施。

5 结语

随着中国新型城镇化的不断推进,城市道路在促进经济社会发展、促进物质和文明的交流等方面承担着重要的功能,同时,城市道路作为硬质面积占比较大的一类场地,在降雨时将产生较多的径流量及径流污染,因此,为实现生态宜居、和谐发展的城镇化,采用海绵城市理念合理规划设计城市道路很有必要。但是海绵型城市道路需要考虑的因素很多,从场地竖向和雨水径流的系统组织,到生态排水、绿化景观及道路结构的细节设计,最后将施工运行与维护管理并重,才能保证海绵型城市道路既不影响道路交通功能,又可呈现生态宜人景观,保障城市排涝行洪安全,并实现海绵城市中雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”的自然水文循环。

参考文献

- [1] 住建部.海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建(试行)[D].2014,2014.
- [2] 黄月华.关于“海绵城市”理念对市政道路设计的影响研究[J].中国住宅设施,2018,16-17.
- [3] 王浩升.武汉市不同下垫面降雨径流污染特征分析与污染负荷估算[D].华中科技大学,2015.
- [4] 王婧,荆红卫,王浩正,等.北京市城区降雨径流污染特征监测与分析[J].给水排水,2011,1.
- [5] 高圣博,陈国佳.海绵城市在市政道路工程中标准化应用研究[J].中国标准化,2017(22):54.
- [6] 高尚涛,杨颖,潘越.哥本哈根的宜居城市建设[J].前线,2017(3):79-83.
- [7] CJJ37-2012(2016年版).城市道路工程设计规范[S].
- [8] 王晓森,陈琳,苑文萍.海绵城市建设理念下道路雨水系统设计[J].低碳世界,2019:184-185.
- [9] CJ/T340-2016.绿化种植土壤规范[S].
- [10] Stormwater Management Manual[M].Metropolitan Nashville:Davidson County, 2016.
- [11] 罗正高.小议基于海绵城市理念的城市道路路面结构设计[J].低碳世界,2017(29):230-231.