

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.11.032

# 城市低等级道路中海绵设施的应用研究

## ——以广州市为例

李兴富

(广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510060)

**摘要:** 城市低等级道路宽度窄,且用地条件受限,可以选择的海绵设施较少。结合广州市的设计案例,对城市低等级道路中海绵设施的应用进行研究,提出透水铺装、微型下沉式绿地、线性排水沟、生态树池等几种能够应用于城市低等级道路的海绵设施。

**关键词:** 海绵城市;低等级道路;海绵设施;线性排水沟

**中图分类号:** U414.1

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2022)11-0115-03

## 0 引言

随着我国城市化进程的发展,城市面积和人口数量不断扩大,而城市内涝现象屡见不鲜。人群高度集中的城市区域正在遭受愈加严重的雨水径流污染和水资源短缺问题,人们呼吁绿色、生态、干净、协调的城市居住环境。水资源是城镇化质量强大的约束力,未来生态环境系统将会与城镇化质量关系越来越密切<sup>[1]</sup>。

海绵城市建设是落实习近平生态文明思想的重要举措,是实现修复水生态、改善水环境、涵养水资源、提升水安全等目标的有效手段。2014年,住建部正式印发海绵城市建设技术指南,我国开始大范围推行海绵城市建设。广州市在国家方针政策的引导下,开始进行海绵城市的探讨研究和工程建设。广州市水务局和交通局相继印发了《广州市海绵城市建设技术指引及标准图集(试行)》、《广州市海绵城市规划导则—低影响开发雨水系统构建(试行)》、《广州市海绵型道路建设技术指引》,并组建了广州市海绵城市建设专家库。

海绵城市的建设取得了一些成就,同时也还存在一些问题需要进一步研究,比如城市低等级道路中海绵设施问题。

## 1 存在的问题

### 1.1 建设空间受限

在城市道路中,快速路和主干路等高等级道路

宽度较大,而次干路和支路等低等级道路,宽度较小,一般仅为 10~20 m,双向 2~4 个车道,没有较宽的绿化分隔带,常沿道路设置一排行道树,做成树池形式,其余范围全部硬化或者铺砖。

低等级道路多数位于城区内部,与人们的生产、生活息息相关。由于道路建设空间受到限制,海绵设施种类虽然很多,但是能够应用低等级道路中的海绵设施却很少,而且难以实施。许多城市仍然采用的是快排模式,即雨水落在硬化地面上形成径流,汇流后经管道收集并集中快排,造成径流污染和水资源浪费。

对于城市低等级道路,不管是新建道路,还是现状道路升级改造,均难以达到海绵城市相关的指标要求。

### 1.2 雨水径流污染严重

雨水径流是面源污染,具有较大的随机性、广泛性,控制和处理难度较大,已成为城市水污染的重要因素。

下雨时,雨水降落过程中溶解空气中的汽车尾气、工业废气等污染性气体,落到地面后溶解路面积累的颗粒污染物,初期雨水中含有大量污染物质。由于地面被硬化,降雨初期污染较重的雨水难以渗透到土层中,无法利用土层的渗透、吸收、过滤功能。污染雨水在路面形成径流,形成更大范围的污染,最后直接进入雨水管网,排入河涌、湖泊等,对水体造成非常严重的污染,既影响了水资源的可持续利用,又加剧了面源污染。

路面径流污染程度很高,初期的雨水径流比中后

收稿日期:2022-02-17

作者简介:李兴富(1989—),男,硕士,工程师,从事市政工程设计工作。

期的雨水径流污染得更厉害,雨水径流污染物主要来源于轮胎磨损、运载物品产生的固体颗粒。商业区雨水径流是所有功能区中污染程度最严重的,污染物峰值浓度出现在降雨前 10 min 内<sup>[6]</sup>,而海绵城市建设可以提升项目地块范围内的年径流总量控制率并削减污染负荷<sup>[4-5]</sup>。

综合以上分析,城市低等级道路与人们的生活密切相关,海绵设施少,径流污染最严重,需要因地制宜地选择合适的海绵设施,减小雨水径流污染。

## 2 案例概述

南沙区位于广州市最南端,地形中间高、四周低,亚热带季风性海洋气候,温暖、多雨、湿润。

2018 年南沙区“一路一品”品质化提升工程包括天后路和港前大道南。天后路是该工程的重点,旨在完善道路交通设施,提升道路景观,解决道路水浸问题,为景点游客和周边居民提供更加舒适的行走体验,同时采用多种透水铺装材料,具有试验道路的性质。

天后路道路等级为城市支路,现状道路宽度为 12 m,机动车道宽 7 m,人行道各宽 1.5 m,道路两侧行道树带宽约 1 m,树木为美丽的落羽杉,需要就地保护利用,不能砍伐迁移,如图 1 所示。

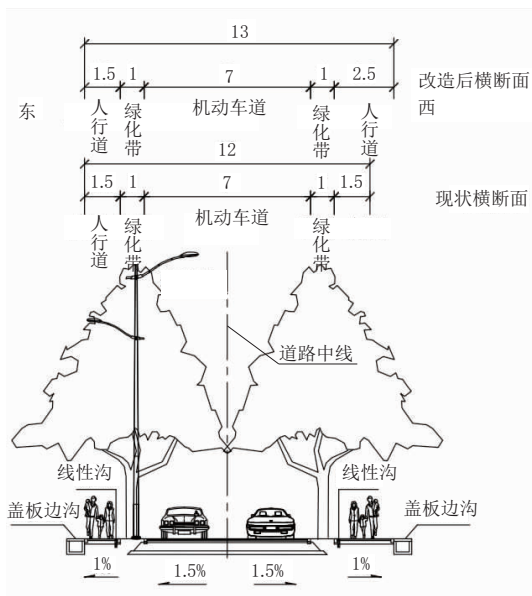


图 1 天后路标准横断面图

## 3 海绵设施应用

### 3.1 透水人行道铺装

透水铺装是目前最常见的适用范围最广的海绵设施,可以将人行道范围的雨水直接下渗,减少甚至消除地面径流,行走更安全舒适。

目前,国内多数透水铺装是从增加透水铺装材料孔隙率的角度来提高透水系数,也有通过合理设置透水砖铺装缝隙增加透水性<sup>[7]</sup>,并且取得了良好的效果。

广州市常用的做法是透水砖面层加透水混凝土基层,并在路面结构和土基之间设置一层防水土工布,避免雨水进入土基造成土基水损害,渗入路面结构的雨水经纵向盲沟汇集后接入雨水管网系统。

严格地说,这种做法既非全透水又非半透水,雨水进入路面结构基层,但是并不能进入土基,只是从路面结构中渗透通过后排走,对减少路面径流有一定的作用,而净水、蓄水作用较小。

天后路的人行道采用全透式路面结构,人行道砖采用陶瓷透水砖、砂基滤水砖、仿石透水砖、高性能混凝土透水砖和现浇砂基透水路面,如表 1 所列,还采用了花岗岩、高性能混凝土砖等不透水材料。

表 1 透水铺装性能指标一览表

种类	厚度 /cm	抗折强度 /MPa	抗压强度 /MPa	透水系数 / $(\text{mm} \cdot \text{s}^{-1})$
陶瓷透水砖	5.5	6	50	0.3
砂基滤水砖	6	12.5~20	40~50	1.0
现浇砂基透水路面	6	12.5~20	40~50	1.0
仿石透水砖	4	3.5	48	0.2
高性能混凝土透水砖	6	5	60	0.15
透水混凝土基层	20	3	30	0.5

从表 1 可以看出,各种透水铺装材料的抗压、抗折强度均较高,透水系数也远大于规范要求值。其中,砂基滤水砖和现浇砂基透水路面的性能最突出。陶瓷透水砖的制作原料为建筑废瓷、工业废瓷及矿渣等,生态环保、性能稳定、清洗方便。

从建成运营结果看:(1)降雨初期,透水路面的径流量较小甚至没有。随着时间推移或者雨量增大,效果有所降低。分析其原因主要为土基的渗透性控制,土基渗透性较弱,对地表径流系数影响较大,建议其他项目可以考虑采用砂砾石换填地表一定厚度范围土层。(2)降雨初期,透水路面路段排水沟的雨水相对较清澈,降雨后期排水沟的雨水相差不多,说明透水铺装对降雨前期的径流污染具有一定作用。

### 3.2 微型下沉式绿地

海绵设施中的下沉式绿地有宽度要求,一般不小于 2 m,而城市低等级道路受用地条件限制,一般不设置绿化带,无法设置下沉式绿地。

天后路结合现状行道树设置 1 m 宽侧绿化带,绿化带填土低于车行道路面 3~5 cm,被行道树分隔成一个个小块的凹地,沿道路两侧纵向布置。车行道两侧不设置凸出的路缘石,路面雨水沿道路横坡排向两侧下凹绿地,下渗进入土壤中,以达到渗水、净水、蓄水的效果,如图 2 所示。如果雨水还有多余,则横向溢出进入排水设施。

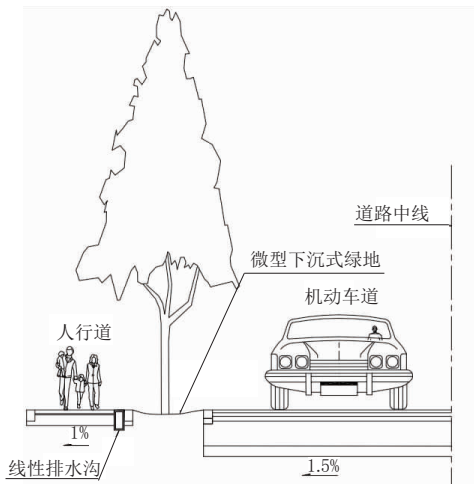


图 2 天后路微型下沉式绿地示意图

由于这种做法的下沉式绿地没有溢流井等设施,蓄水功能较小,但是对于单向 1~2 个车道宽度约 4~8 m 的车行道范围内的雨水已经足够,故称为微型下沉式绿地。

实践证明,对于雨量较小时,结合透水路面结构和微型下沉式绿地,人行道基本无径流,微型下沉式绿地可以下渗、净化雨水,同时沉淀污浊的雨水、储存雨水还能满足一定的灌溉需求,收效较好。

### 3.3 线性排水沟

线性排水沟在国内已经广泛使用,由于看起来精致美观,给人一种档次很高的感觉,主要使用在市中心商业区,其断面尺寸较小,一般宽度为 10~20 cm。

天后路考虑到微型下沉式绿地的渗水、蓄水功能有限,当雨量较大时,雨水可能会溢出,从而淹没人行道,带出的泥土等甚至堵塞人行道透水结构,因此在两侧人行道靠近绿化带一侧各设置了一条线性排水沟。其材质为新型树脂混凝土,材料构成大部分为自然状态的矿石,具有耐弯、耐压、水密性能好、表面光洁、抗化学腐蚀、沟内残余物易于清除的特点,如图 3 所示。

实践证明,采用模块化拼装的线性排水沟,施工中安装方便,容易清洁养护,完美解决了排水问题,且与人行道协调美观。

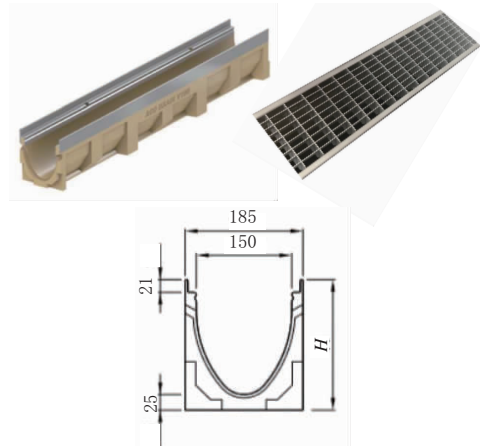


图 3 天后路分体式线性沟示意图

### 3.4 生态树池

对于城市低等级道路,虽然没有条件做绿化带,但是行道树一般是必不可少的,生态树池则是一种非常重要的海绵设施。

生态树池做法简单,填土面略低于路面,可以收集路面雨水径流,在一定程度上缓解道路积水问题,同时将污染的雨水过滤、吸收,多余的雨水则排入排水系统。

种植土可以利用枯枝落叶,有机物被分解吸收,土壤则变得像真正的海绵一样疏松,能够起到蓄水、保水功能。

生态树池对于城市低等级道路实现海绵城市目标具有重要的意义,但是也有其局限性。天后路改造时,不能动道路沿线现状树木,所以无法实施生态树池。附近的黄阁东二路道路等级为支路,宽 23m,改动较大,沿线全部行道树均进行了移植,故能够同步改造成生态树池,如图 4 所示。

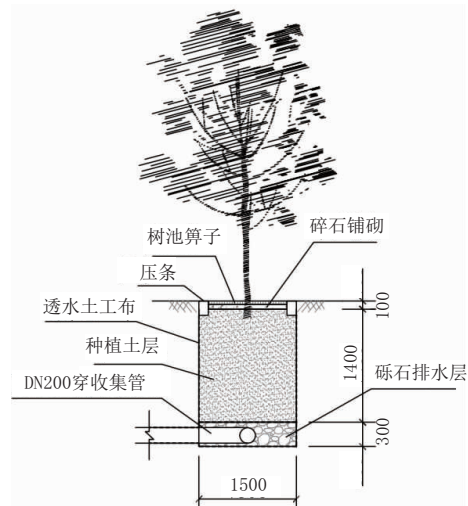


图 4 黄阁东二路生态树池示意图(单位:mm)

## 4 结语

海绵城市的建设并不是海绵设施的生搬硬套,

(下转第 128 页)

表1 工程造价对比表 单位:万元

类型	基坑支护方案	沉井方案
泵房及调蓄池主体	2 000.79	2 616.10
地基处理(钻孔灌注桩)	513.56	601.02
基坑围护	1 769.49	121.09
小计	4 283.84	3 338.21

井方案,极大程度地节省了工程造价,也为今后同类工程设计施工提供了宝贵的工程经验。

### 5 运行模式

当降雨开始后,泵站进水闸门及调蓄池进水闸门均打开,初期雨水经进水管进入雨水泵房,再经泵房集水池西侧调蓄池进水井进入初期雨水调蓄池,当水位达到-3.76 m时,调蓄池进水闸门关闭,泵站出水闸门打开,潜水轴流泵开始工作,后续干净雨水经雨水泵房提升后排入规划2#河(区域内河道)。

当降雨结束后,初雨调蓄池存储的初期雨水在市政污水管网运行低谷期通过放空泵错峰排至二号岛支路十二市政污水管,最终进入京津合作示范区污水处理厂进行净化处理。当调蓄池开始放空时,池

内液位到达指定液位,真空泵启动抽气,存水室内液位上升,至液位达到-6.31 m时,存水室蓄水完成,真空泵自动停止工作。待调蓄池放空后,真空阀打开,真空存水室内蓄水下泄,完成对调蓄池的冲洗。冲洗水和底泥通过调蓄池放空泵排至污水管网。

### 6 结语

泵站主体采用沉井施工方式,在合建型式泵房及调蓄池施工方法层面具有创新性。泵站及调蓄池已完成调试运行,并已于2021年底竣工验收,实现了设计目标。该工程的建设能够确保所服务范围内的雨水顺利排放,保证区域水环境质量,助力京津合作示范区持续健康发展。本文通过对该泵站工程设计的介绍,希望能给后续类似工程带来更多经验,更好地服务于城市建设。

#### 参考文献:

[1] 张辰.基于海绵城市建设理念的排水工程设计[J].给水排水,2019,45(6):1-5.  
 [2] 何志刚,方琦.全地下式雨水泵站及调蓄池在世博园区中的应用[J].城市道桥与防洪,2009(7):122-125.

\*\*\*\*\*  
 (上接第117页)

应该结合每个项目的特点,因地制宜。城市低等级道路虽然受用地条件限制,无法设置规模较大的海绵设施,但是仍然有空间建设海绵设施,比如透水路面结构、微型下沉式绿地、线性排水沟、生态树池等。虽然每一条道路建设的海绵设施规模很小,但是城市每一条道路都有海绵设施,那将是真正的海绵城市。

#### 参考文献:

[1] 郑德凤,徐文瑾,等.中国水资源承载力与城镇化质量演化趋势及协

调发展分析[J].经济地理,2021,41(2):72-81.

[2] 刘嘉华.海绵城市建设背景下广州天河区面源污染模拟与防治措施探讨[D].广州:广东工业大学,2020.  
 [3] 印定坤,陈正侠,等.降雨特征对多雨城市海绵改造小区径流控制效果的影响[J].清华大学学报(自然科学版),2021,61(1):50-56.  
 [4] 廖晖.某市雨水径流污染特征及海绵城市设施控制效果研究[D].广州:广东工业大学,2020.  
 [5] 郑晓光,陈亚杰.缝隙透水型路面关键设计参数及透水功能研究[J].城市道桥与防洪,2021,261(1):161-164.