

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.02.012

# 浅析城市道路人行道的海绵化设计

游强盛

(江西省城乡规划设计研究院有限公司, 江西 南昌市 330095)

**摘要:** 在面临迅速的城市化和极端天气这两大挑战的情况下,我国正采取一种新策略,将城市变成巨大的“海绵”,城市“海绵化”改造被提上建设日程,促进雨水资源的利用和生态环境保护的“海绵城市”建设正日益受到重视。海绵城市对于系统解决城市发展中的水问题,具有举足轻重的意义。参照国家海绵城市建设第一批试点城市萍乡市的建设经验,结合相关规范、标准和图集,因地制宜地进行了人行道的海绵化设计,可供后续低影响开发建设项目提供参考价值。

**关键词:** 海绵;LID设施;透水铺装;生物滞留带;生态树池

**中图分类号:** U412

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2023)02-0048-04

## 0 引言

我国正处在城镇化快速发展时期,城市建设取得显著成就的同时,也存在开发强度高、硬质铺装多等问题,导致下垫面过度硬化,改变了城市原有的自然生态本底和水文特征。城市开发建设破坏了自然的“海绵体”,导致“逢雨必涝、雨后即旱”。同时,在开发建设时也带来了水环境污染、水资源紧缺、水安全缺乏保障、水文化消失等一系列问题,这些现象在我国已十分普遍。

海绵城市建设的本质是通过控制雨水径流,恢复城市原始的水文生态特征,使其地表径流尽可能达到开发前的自然状态,即恢复“海绵体”,从而实现修复水生态、改善水环境、涵养水资源、提高水安全、复兴水文化的五位一体的目标。通过人工和自然的结合、生态措施和工程措施的结合、地上和地下的结合,既解决城市内涝问题、水体黑臭的问题,又可以调节微气候、改善人居环境。

为贯彻落实《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发[2015]75号)和《江西省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》(赣府厅发[2016]4号)的要求,江西省各地陆续推进了若干城市的海绵专项规划、海绵化设计及工程实施等工作内容。

本文结合江西省南昌县芳湖路工程,响应国家政策,推进海绵城市建设,依据政府部门和业主要

求,该项目人行道拟采用海绵化设计,从传统“快排”模式转化为“渗、滞、蓄、净、用、排”<sup>[1]</sup>,从而实现源头减排、过程控制、系统治理的海绵建设技术路线。

## 1 工程概况

芳湖路(沿江大道—抚生路)位于南昌县象湖新城,西接沿江大道,东接现状芳湖路及抚生路,全长约1 km,道路红线宽30 m,道路北侧为规划绿地,南侧为新洪城大市场。道路标准横断面为单幅路型式,见图1,半幅车行道宽8 m,绿化带宽3 m,人行道宽4 m。此外在路口及加宽路段的人行道上设置1.5 m × 1.5 m树池,人行道宽4 m。

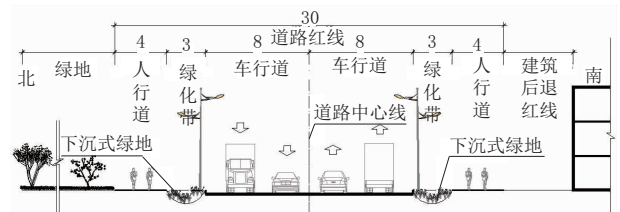


图1 道路标准横断面图(单位:m)

根据南昌县委县政府统一安排,城区内所有新建和改建项目有条件的均需要增加海绵设施,县委县政府将其作为海绵化试点工程之一。本次采取的LID设施<sup>[1]</sup>主要有生物滞留带、人行道透水铺装以及生态树池等。

芳湖路沿线岩土层分7个工程地质层,自上而下分别为杂填土、淤泥、粉质黏土、细砂、中砂、砾砂。道路工程在对路基处理时,对分布杂填土及淤泥层的特殊路基处理采取水泥搅拌桩的处理办法,其余路段人行道及绿化带下采用清表后回填中粗砂并在中粗砂层以上设置80 cm黏土封层。

收稿日期: 2022-06-12

作者简介: 游强盛(1978—),男,学士,高级工程师,从事道路设计工作。

根据工勘及道路路基处理方案可知,本项目海绵设施落于黏土层,黏土层下即为中粗砂层,黏土层透水能力较差,路面雨水下渗至补充地下水较为困难,需在海绵设施底部设施渗排管将过量雨水排放至雨水管道内。

## 2 透水人行道铺装

透水铺装<sup>[2]</sup>是指利用透水材料代替传统的混凝土、沥青、水泥等,铺设人行道、广场、园路、停车场等硬化路面,使其在保持原有功能的前提下,提高雨水的下渗能力,减少下垫层径流系数的雨水设施。本次人行道采用全透式的透水铺装设计,见图2,透水铺装下设置渗排管道。

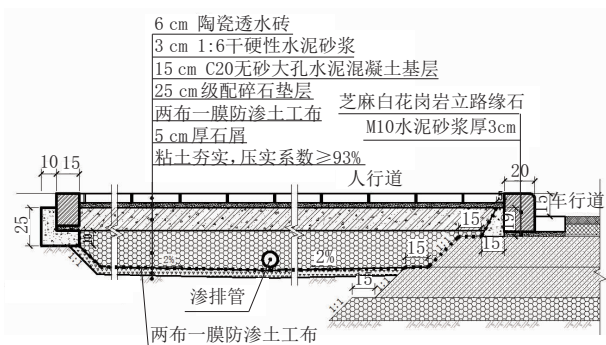


图2 透水人行道铺装设计图(单位:cm)

透水铺装面层采用6 cm陶瓷透水砖,下设3 cm的干硬性水泥砂浆,具备调平和透水功能,基层采用15 cm透水型的C20无砂大孔混凝土,具备承载和透水功能,垫层采用25 cm级配碎石,再布设两布一膜防渗土工布,为便于上部土工材料的铺设,在最底层铺撒一层5 cm石屑。

人行道距离外侧路缘石0.5 m处设置盲道,盲道宽度0.5 m,盲道面砖也采用透水砖。

## 3 生物滞留带

绿化带建设为生物滞留带<sup>[1]</sup>,在生物滞留带内设置溢流式雨水口,底部设置渗排管,车行道雨水经开口式路缘石进入生物滞留带内,开口式路缘石应设置在生物滞留带上游起端。人行道路面雨水进入生物滞留带内,在生物滞留带经下渗后由底部设置的渗排管排至雨水管道内,超出下渗量的雨水经溢流式雨水口排至雨水管道内<sup>[3]</sup>。

生物滞留带由50 cm种植土层、10 cm中粗砂层、30 cm砾石层组成,见图3,遇种植乔木处,绿化带内仍按绿化专业需求设置树穴,树穴大小为1.5 m × 1.5 m。

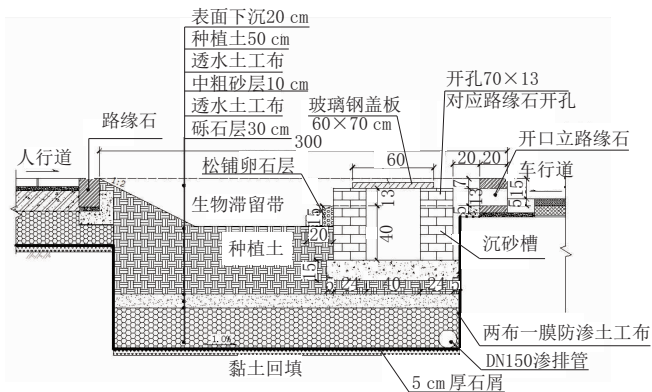


图3 生物滞留带结构设计图(单位:cm)

## 4 开口路缘石及生态树池

在靠近生物滞留带侧每隔一定距离设置一组开口路缘石,见图4,将雨水排入生物滞留带中,开口路缘石后设置沉砂槽拦截水中泥砂和垃圾,后侧设置卵石层以减少雨水对生物滞留带的冲刷。

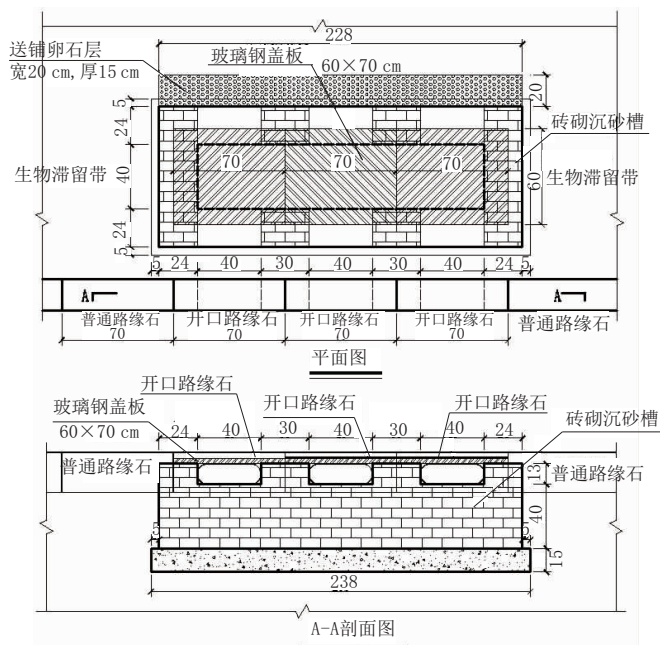


图4 开口路缘石设计图(单位:cm)

生态树池采取下沉处理,即种植土顶面比人行道路面低6 cm,上覆5 cm厚树皮,树池尺寸为1.5 m × 1.5 m。

## 5 主要材料技术要求

### 5.1 透水砖

人行道及盲道均采用透水砖<sup>[4]</sup>,透水砖厚度采用60 mm,平面尺寸可采用150 mm × 150 mm,也可根据业主要求采用其它尺寸,盲道颜色为中黄色。

透水砖的平均抗压强度 $\geq 40$  MPa,单块最小抗压强度 $\geq 35$  MPa,平均抗折强度 $\geq 5.0$  M,单块抗折强度 $\geq 4.2$  MPa。当产品的边长/厚度 $\geq 5$ 时,其抗折

破坏荷载应不小于 6 kN。透水砖材料的物理性能应满足下列要求,见表 1。

表 1 透水砖材料的物理性能要求

项目	物理性能要求
透水系数 / (cm·s <sup>-1</sup> )	≥0.01
有效孔隙率 / %	≥15
保水性 / (g·cm <sup>-2</sup> )	≥0.6
耐磨性 / mm	磨坑长度 ≤ 35
抗冻性	冻融循环 25 次,无明显损伤(裂纹、脱皮); 5 次冻融试验的质量损失率不应大于 3%; 强度损失不得大于 20%

透水砖面板防滑等级为 R3,相应防滑性能指标 BPN ≥ 65;透水砖的外观质量、尺寸偏差及其他性能应满足现行行业规范和标准的要求;透水砖之间接缝宽度 2~3 mm,中间用砂填充。

### 5.2 无砂大孔混凝土

无砂大孔混凝土<sup>[5]</sup>属于骨架空隙结构,采用开级配,粗集料较多,靠彼此间较大的内摩阻力形成强度,细集料没有,不足以填充空隙,从而形成较大的空隙率。骨料(石)应分别采用 5~10 mm、10~20 mm 的单一粒径的碎石,并严格控制针片状颗粒,石子粒径 5 mm 以下的颗粒含量不应大于 35%,集料技术要求见表 2。

表 2 粗集料(碎石)技术要求

项目	要求
压碎指标	≤12%
针片状颗粒含量	≤15%
含泥量	≤1.0%
表观密度 / (kg·m <sup>-3</sup> )	≥2 500
紧装堆积密度 / (kg·m <sup>-3</sup> )	≥1 350
空隙率	≤47%

无砂混凝土的集料压碎值应不大于 26%,最大粒径不宜大于 31.5 mm,集料中小于 2.36 mm 的颗粒含量不大于 7%,集料级配见表 3。

表 3 透水混凝土集料级配表

方筛孔 / mm	质量百分率 / %	方筛孔 / mm	质量百分率 / %
31.5	100	9.5	17 ~ 71
26.5	90 ~ 100	4.75	8 ~ 16
19	72 ~ 89	2.36	0 ~ 7

无砂混凝土的渗水系数应不小于 0.35 cm/s(300 m/d),其有效孔隙率应 ≥ 15%。

无砂混凝土抗压强度 ≥ 20 MPa,弯拉强度 ≥ 2.5 MPa。

无砂混凝土配合比参考范围:水灰比约 0.38 左右,水泥用量 245~270 kg/m<sup>3</sup>,碎石用量 1 600 kg/m<sup>3</sup>

左右。

无砂混凝土的水泥应选用强度等级 42.5 及以上的普通硅酸盐水泥。骨料界面黏结剂主要由水泥、矿物掺合料及外加剂组成,是否添加骨料界面黏合剂由试验结果来确定。

### 5.3 级配碎石

级配碎石应采用质地坚硬、多棱角碎石,其压碎值应不大于 30%,针片状含量应小于 20%,软弱颗粒含量应小于 5%。级配碎石垫层的公称最大粒径应小于 26.5 mm,颗粒级配以及 0.5 mm 以下细颗粒的塑性指数应符合相关规范要求,级配碎石的级配组成见表 4。级配碎石顶面压实度不小于 95%。

表 4 级配碎石的级配组成

方筛孔 / mm	质量百分率 / %	方筛孔 / mm	质量百分率 / %
31.5	100	9.5	55 ~ 70
26.5	100	4.75	55 ~ 70
19	85 ~ 95	2.36	0 ~ 2.5
13.5	65 ~ 80	0.075	5 ~ 2

### 5.4 石屑

石屑应采用采石场破碎石料时通过 4.75 mm 的筛下部分,其规格应符合表 5 的要求。采石场在生产石屑的过程中应具备抽吸设备,当生产石屑采用喷水抑制扬尘工艺时,应特别注意含粉量不得超过表 5 要求。

表 5 石屑的规格

方筛孔 / mm	质量百分率 / %	方筛孔 / mm	质量百分率 / %
9.5	100	0.6	20 ~ 55
4.75	90 ~ 100	0.3	7 ~ 40
2.36	60 ~ 90	0.15	2 ~ 20
1.18	40 ~ 75	0.075	0 ~ 10

### 5.5 生物滞留带

各层土质要求如下:种植土厚度为 50 cm,应选用适于植物生长的土壤,如腐殖酸土、草坪肥、草炭图、酸碱度 5.5~7.0,湿度 30%~70%,完全疏松,并掺砂 15%;中粗砂层采用 10 cm 厚中粗砂层,中粗砂粒径 5~10 mm;砾石采用 30 cm 厚砾石层,砾石粒径不小于 30% 50 mm。

每层设置透水土工布分隔,透水土工布规格 300 g/m<sup>2</sup>。生物滞留带整体设置两布一膜防渗土工布,遇检查井处需用防渗土工布将检查井井筒整体包裹上翻 30 cm,并将防渗土工布用卡箍固定于井筒上。遇乔木种植树穴处需用防渗土工布将树穴包裹上翻 30 cm。防渗土工布搭接长度不少于 30 cm,敷



设时需保证防渗土工布完好无破损。

生物滞留带地面应低于道路地面 20 cm,内设溢流式雨水口,溢流式雨水口高于绿化带地面 15 cm。生物滞留带底部布置渗排管,渗排管接至溢流式雨水口或环保型雨水口后再接至雨水检查井内。

在溢流口上游设置开口路缘石,将车行道路面雨水引入生物滞留带内,开口路缘石约每隔 35 m 左右设置一处,开口路缘石后设置预处理设施,雨水经沉砂槽沉砂后经铺设卵石消能后进入生物滞留带内。

两布一膜防渗土工布<sup>[6]</sup>规格:600 g/m<sup>2</sup>,断裂强 $\geq 8$  kN/m<sup>2</sup>,CRB 顶破强度 $\geq 1.4$  kN,耐净水压 0.4 MPa。

透水土工布规格:300 g/m<sup>2</sup>,断裂强度 $\geq 8$  kN/m<sup>2</sup>,CRB 顶破强度 $\geq 1.4$  kN,耐净水压 0.4 MPa。

## 6 海绵设施维护管理

### (1)基本要求

本项目的低影响开发设施由城市道路、排水、园林等相关部门按照职责分工负责维护监管。应建立健全、低影响开发设施的维护管理制度和操作规程,配备专职管理人员和相应的监测手段,并对管理人员和操作人员加强专业技术培训。低影响开发设施的维护管理部门应做好雨季来临前和雨季期间设施的检修和维护管理,保障设施正常、安全运行。

### (2)设施维护

生物滞留带:应及时补种修剪植物、清除杂草,进水口、溢流口堵塞或淤泥导致过水不畅时,应及时清理垃圾与沉积物。调蓄空间因沉积物淤积导致调

蓄能力不足时,应及时清理沉积物。

透水铺装:铺装面层出现破损时应及时进行修补或更换,出现不均匀沉降时应进行局部整修找平,当渗透能力大幅下降时应采用冲洗、负压抽吸等方法及时进行清理。

### (3)维护频次

生物滞留带:检修 2 次/a。

透水铺装:检修、疏通透水能力 2 次/a。

## 7 结语

纵观发达国家走过的历程,起初也是先污染后治理,之后从绿色发展中寻求产业和技术升级,实现新一轮经济发展。海绵城市建设作为未来中国城镇化走绿色发展道路的重要举措,可以保证城市生态空间,涵养水源、净化水质,调节城市小气候,减少城市热岛效应,营造生态、优美的景观环境。

本文参照了国家海绵城市建设第一批试点城市萍乡市的建设经验,并结合相关规范、标准和图集,因地制宜地进行了人行道的海绵化设计,但国内海绵工程设计及实施方案仍在摸索当中,本文的设计理念可供后续低影响开发建设项目提供参考价值。

### 参考文献:

- [1] 15MR105,城市道路与开放空间低影响开发雨水设施[S].
- [2] JC/T 945—2005,透水砖[S].
- [3] GB 50014—2006(2016 版),室外排水设计规范[S].
- [4] CJJ/T 188—2012,透水砖路面技术规程[S].
- [5] CJJ/T 135—2009,透水水泥混凝土路面技术规程[S].
- [6] GB/T 17642—2008,土工合成材料非织造布复合土工膜[S].

# 《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

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: [cdq@smedi.com](mailto:cdq@smedi.com)