

海绵城市在市政道路设计中的应用策略分析

李睿 高鹏

中国城市建设研究院有限公司湖北分院

摘要：市政道路是城市基础建设的基石，市政道路不仅承载着本身的交通功能，道路下排水管网的建设也是将周边散排雨污水纳入城市排水系统的重要举措。海绵城市的理念可用于市政道路工程建设，在确保城市排水防涝安全的前提下，最大限度地实现雨水在城市区域的积存、渗透和净化，促进雨水资源的利用和生态环境保护。

关键词：海绵城市；道路设计；应用

引言

海绵城市建设统筹自然降水、地表水和地下水的系统性，协调给水、排水等水循环利用各环节，通过技术措施落实到“渗、滞、蓄、净、用、排”，构建“源头一小排水一大排水”综合体系，保护和恢复区域生态功能，提高城市排水标准，提升城市防洪抗灾，应对自然灾害的能力，同时改善城市水环境。

本文结合具体工程实例，对海绵城市理念在市政道路工程中的应用进行介绍。

一、项目基本情况

荆州街位于武汉市青山区，是武汉市海绵城市试点项目之一。道路紧邻南干渠游园，西起工业路，东至工业四路，道路长约1.7km，红线宽度20m，道路等级为城市支路。

规划在荆州街下新建雨水箱涵，配合港西泵站的建设，打通雨水排放主通道，排放超标雨水，缓解南干渠片区渍水问题。对沿线道路进行新建或改造，构建排水、道路、生态景观等有机结合的多功能海绵体。

（一）道路竖向分析

项目所在区域整体地势较为平坦，高程位于20.802m~21.651m之间，沿线相交的工业路、工业一路、工业二路、工业三路及工业四路为局部的最低点。较为有利于周边及路面的雨水收集及排放。

（二）地下管网建设及排水能力评估

荆州街（工业路~工业一路、工业三路~工业四路）现状道路下均敷设有雨污水管道，其余路段现状为游园，局部位置敷设有污水管道，雨水管道缺失。

利用模型对荆州街（工业四路~工业路）现状排水管网进行校核评估，现状排水管网过流能力不能满足重现期P=1的要求（管道呈现满管承压流状态）。

（三）下垫面情况

项目实施前，荆州街仅在局部段形成了道路（机动车道宽度约为7m），其余路段为南干渠游园用地，工程范围内的下垫面具体情况如下：

下垫面类型	总面积 (m ²)	所占比率 (%)
机动车道（不透水沥青或混凝土路面）	6056	16.99%
人行道（干砌砖石路面）	15306	42.93%
绿地（行道树及绿化）	11065	31.04%
红线内拆迁建筑屋面（硬化屋面）	3225	9.05%
合计	35652	100.00%

（四）土壤渗透情况及地下水位

场地地基土主要由填土、黏性土及砂性土构成，土壤渗透系数约为0.016~0.28m/d，土壤渗透性能为弱透水，地下水位埋深约0.5~1.5m，水位年变化幅度为0.5~1.0m左右。

二、问题需求分析

（一）雨水系统不完善，内涝积水风险较高

荆州街沿线及汇水区域为渍水重灾区，导致渍水的主要原因是仅在局部路段敷设有d500~d600雨水管道，大部分路段缺失雨水管道，同时现状雨水管建设标准偏低（P=0.3~1），建设年代较早，排水能力不足；地面硬化率高，阻隔雨水下渗，内涝风险提高。

区域内内涝积水风险点如图1：

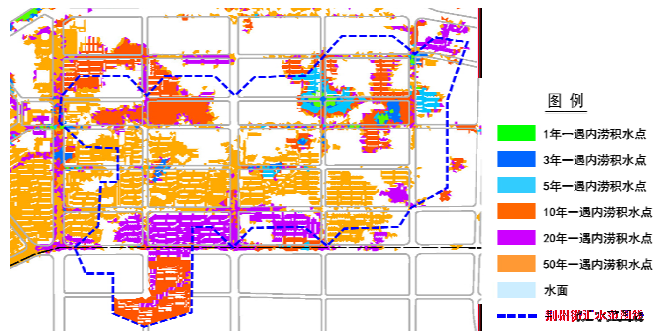


图1 荆州街雨水箱涵服务范围内涝积水风险图

（二）污染物进入下游水体，导致水环境污染

改造前局部路段缺失污水管网，存在雨污混错接现象；现状道路为硬质路面，地表径流污染严重；混流污水及初期雨水均通过雨水系统直排入江，污染水体。

三、设计目标

根据上位规划，并结合工程实际，确定本项目内涝控制目标为50年一遇、年径流总量控制目标为75%、污染控制目标（以TSS计）为50%。

雨污分流完成率：根据《武汉市主城区污水收集与处理专项规划》，本工程所在区域规划排水体制为雨污分流制，污水收集率大道100%，雨污分流完成率达到100%。

道路改造目标：（一）对已形成的路段按规划进行改造，未行成道路的断面按规划进行新建，荆州街基本实现全线交通的贯通，形成安全、舒适的行车环境。（二）结合海绵城市理念，将人行道及非机动车道新建（或改造）为透水铺装，从而达到削减峰值流量及净化雨水的作用，减轻城市雨水管网的负担，形成“会呼吸的道路”。

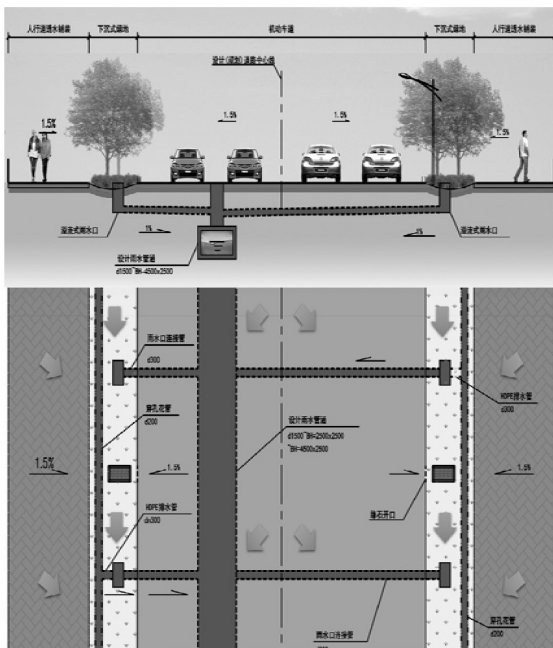
四、总体方案

（一）总体方案设计

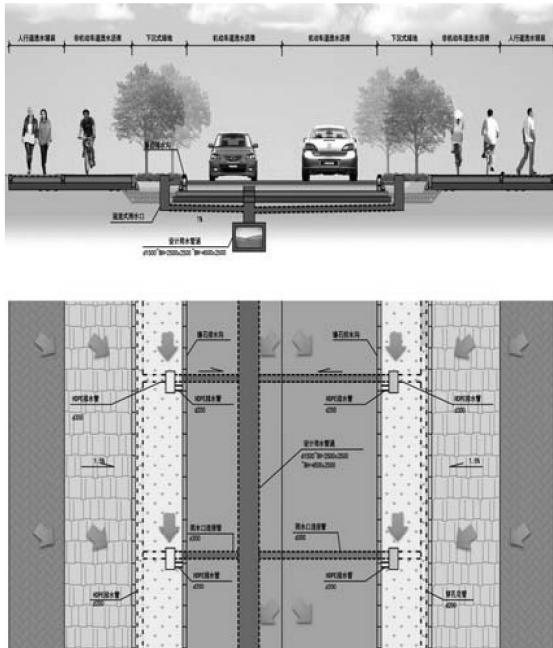
1. 新建雨水排放主通道

荆州街汇水面积172.87hm²，管网最远接入约为2300m，平均水力坡降为0.0006，汇流时间为35min。按照P=3年设计标准，荆州街雨水箱涵规模为17.2m³/s。

沿荆州街自东向西布置一排d1500mm~BH=2500×2500mm~



设施分布及雨水径流组织示意图2



设施分布及雨水径流组织示意图3

4500×2500mm的雨水箱涵，汇集上游路段来水和道路两侧的雨水，接入工业路与荆州街路口2BH=3000×2900mm的雨水箱涵，非汛期自排入长江，汛期通过港西二期泵站抽排入长江。

2. 完善污水管网，实施雨污分流改造

在排水管渠改造的过程中，沿道路（工业一路~工业三路）南侧新建一排d500mm污水管道，排入恩施街现状污水管道，最终排入落步咀污水处理厂。

3. 同步对道路进行海绵改造

荆州街服务的南干渠汇水片为城市建成区，不透水面积逐年增加也加大了区域排涝压力。因此在排水管渠改造的过程中，结合“海绵城市”的建设要求，对道路进行新建或改造。

(二) 道路断面及竖向设计

1. 道路建设断面如下：

改造路段：根据上位规划及红线宽度，将机动车道两侧人行道铺装（含树池）改造为约2m宽连续下沉式绿化带+2.5m宽非机动车道+2m宽人行道（局部路段对各功能分区宽度进行了适当调整）。

新建路段：根据上位规划，新建7m宽机动车道，并在两侧设置2m宽连续下沉式绿化带+2.5m宽非机动车道+2m宽人行道。

2. 竖向设计：

未对道路坡向进行较大调整，低点仍位于沿线道口，便于雨水收集与排放。

(三) 雨水径流组织设计

根据现场实际情况，选取荆州街（工业一路~工业二路）为试验段，机动车道路面采取透水结构形式，根据不同的道路结构形式，本次道路海绵低影响开发设施布局主要采用两种方式：

1. 低影响开发设施布局一（机动车道为不透水路面）

机动车道及人行道坡向下沉式绿地，人行道采用透水铺装，雨天时，降雨前段，雨水渗入透水铺装，待透水砖蓄水饱和后，雨水通过人行道横坡流入下沉式绿地；在有下沉式绿化带的路段，站石每隔25m开口，开口处安装球墨铸铁箅子，对应设置生态雨水口。机动车道雨水通过开口，直接汇入生态雨

水口，将泥沙等杂物滞留在生态雨水口中，雨水漫溢到下沉绿地，当雨量较大时，下沉绿地蓄水饱和，水位上升至溢流雨水口顶标高时溢流入溢流雨水口，排入雨水管涵。为保证下沉式绿化带内积水渗排效果，下沉绿地沿线布置dn225mm穿孔管，穿孔管沿道路走向布置，以0.005坡向邻近的溢流雨水口或检查井，管外侧包裹透水土布，管周采用中粗砂回填，以保证透水性和导排效果，详见图2。

2. 低影响开发设施布局二（机动车道为透水路面）

机动车道及人行道采用透水铺装，雨天时，降雨前段，雨水渗入透水铺装，待透水结构层蓄水饱和后，机动车道下渗雨水通过道路横坡排至路缘石排水沟，再进入下沉绿地内设置的溢流雨水口中，排入雨水管涵；人行道雨水通过道路横坡流入下沉式绿地，当雨量较大时，下沉绿地蓄水饱和，水位上升至溢流雨水口顶标高时溢流入溢流雨水口，排入雨水管涵。为保证下沉式绿化带内积水渗排效果，下沉绿地沿线敷设穿孔管，就近接入溢流雨水口或检查井，详见图3。

(四) 设施节点设计

1. 下沉式绿地：结构层自上而下依次为30cm厚种植营养土+透水土工布+10cm厚砂滤层+透水土工布+10cm中粗砂+穿孔管+10cm中粗砂+防渗膜

2. 机动车道透水铺装：结构层自上而下依次为5cm厚PAC—13细粒式透水沥青砼+防水粘结层（SBS改性乳化沥青粘层油）+7cm厚AC—20中粒式改性沥青砼+30cm厚水泥混凝土基层（两层）+15cm厚级配碎石底基层。路表水进入表面层后进入临近排水设施（本项目采用路缘石排水沟）。

3. 人行道透水铺装：结构层为5cm厚透水砖+2cm厚粗砂干拌+透水土工布+15cm厚C20透水水泥混凝土+20cm厚开级配碎石+透水土工布+压实路基

4. 非机动车道透水铺装：结构层自上而下依次为3cm厚PAC—10细粒式透水沥青砼+4cm厚PAC—16中粒式透水沥青砼+15cm厚C20透水水泥混凝土+20cm厚开级配碎石。

5. 路缘石排水沟：路缘石排水沟是一种路边的排水系统，它整体为树脂混凝土，其路缘石内带有排水通道，把路缘石和



图4 改造前后3年一遇降雨积水图

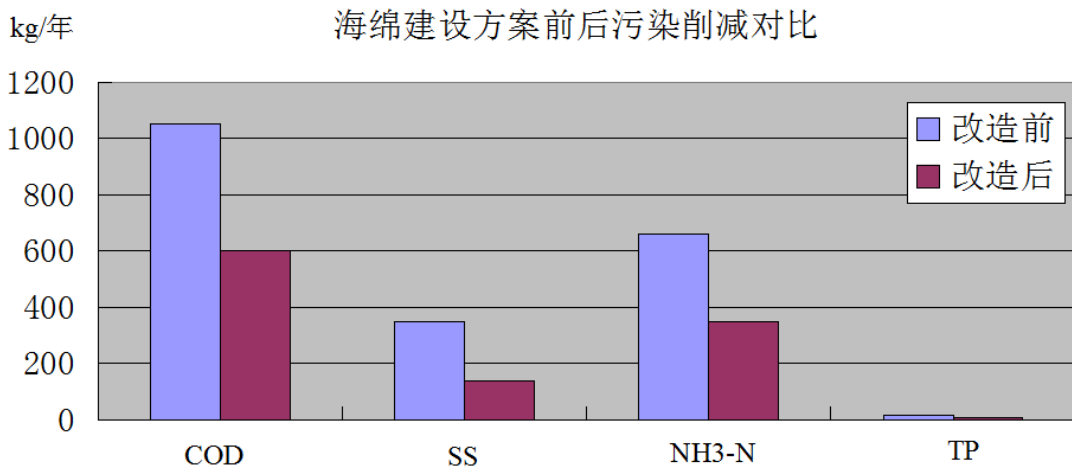


图5 污染物总量削减

排水系统巧妙的结合在一起，兼有两者功能。

五、海绵建设效果评估

(一) 内涝防治目标评估

荆州街雨水管网设计重现期为P=3年，区域内涝防治设计重现期为50年。结合海绵建设内容，通过InfoWorks ICM软件对其雨水管网系统及内涝防治标准进行评估。根据模拟结果，在3年一遇180min降雨情况下，雨水管网在改造前出现漫溢现象，改造后没有漫溢现象；改造前荆州街及汇水区域积水严重，改造后积水情况得到明显改善但仍有部分积水，结合南干渠末端处理设施从整个系统解决积水问题，详见图4。综上，荆州街自身管渠改造后的综合防涝水平能达到设计重现期要求。

(二) 年径流总量控制目标评估

荆州街年径流总量控制目标为75%，利用SWMM模型分别针对现状和海绵改造方案进行年径流总量控制率评估，评估采用降雨总量为1188.5mm的年降雨数据，经过海绵改造后，荆州街年径流总量控制率由现状23.6%提高至79.4%，能达到年径流总量控制75%的目标要求。

(三) 污染控制目标评估

污染控制主要针对面源污染，荆州街面源污染削减率目标

为50%，利用模型对COD、SS、NH₃-N、TP等污染物外排进行模拟，模拟过程及结果如图5所示：

根据模拟计算，污染物COD、SS、NH₃-N和TP在进行海绵建设后，削减率分别为43.5%、59.2%、45.3%和46.2%。

结束语

(一) 防洪排涝能力提升：对比建设前及系统提标升级后，区域管网达标率及内涝缓解情况均有明显提升。

(二) 污染物大幅削减：项目建设中，对所有已发现的雨污混错接点进行了改造，雨污分流完成率100%，地表径流得到有效控制，污染物得到大幅削减。

(三) 本项目部分路段机动车道采用透水沥青，是青山海绵示范区内第一条机动车道采用透水沥青铺装的市政道路。项目建成后，区域内基本消除了滞水情况，道路改造取得了良好效果。

(四) 景观效果提升：海绵改造过程中，同时对沿线绿化进行了调整。植物配置得到丰富，景观效果得到提升，绿地及植被提供了调蓄净化功能。

参考文献

[1] 陈琦. 城市地下管网建设中存在的问题及对策分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2018(08): 98-99.