

基于海绵城市建设理念的校园排水系统综合改造设计方案 ——以新沂第一中学为例

施溯帆 曹万春 张炜²

1. 中规院（北京）规划设计公司江苏分公司；2. 新沂市住房和城乡建设局

摘要：以新沂市第一中学为例，基于校园现状内涝实际情况，从管网系统和生态环境方面全面分析校园排水系统存在的问题，并基于模型对内涝风险因素进行了量化的评价。设计方案以解决现状场地内涝为主要出发点，落实海绵城市建设理念，不仅全面提升了校园排水防涝标准，实现了地块全面雨污分流，还因地制宜组织雨水径流，多元化运用雨水花箱、湿地池、生物滞留池等海绵技术。同时结合校园周边市政的“透水环”通道，打造了校园水系沟通与循环路径，实现了内涝治理、雨污分流、海绵城市建设和生态景观提升的综合效益。

关键词：海绵城市建设；雨污分流；内涝治理；景观综合提升

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.01.237

一、项目背景

2017年5月，新沂市成功申报江苏省第二批省级海绵试点城市，划定了4.8平方公里的海绵城市建设试点区域。

新沂市海绵城市建设试点区的重要抓手之一是泛水环海绵工程。泛水环海绵工程以“三横四纵”绿地水系为骨干框架，串联零散的道路、小区和公建海绵项目，形成“点一线一面”相结合的系统结构，实现了项目联动效应，形成了独特的建设范式。

新沂市第一中学位于新沂海绵城市试点区域西北部，东至新华南路、南至北京路、西至轻工路、北至新戴南路，占地面积约为19ha，主要有教学楼、图书馆、食堂、宿舍、田径场等，在校学生和教职工约3500人。

二、现状问题及分析

（一）校园内涝风险高

近年来，由于极端降雨频发，同时校园也在不断建设与改造，硬质下垫面积也越来越大，校园内涝风险较高。以2019年7月30日和8月10日~12日两场降雨为例，校园自行车棚和操场部分积水严重。

经分析，校园排水系统总体分为东、西两大排水分区，共三个市政排口，但现状由于综合管廊建设导致西侧排口封堵。校园排水管网设计之初采用分流制，但后期使用过程中逐步形成事实上的合流制，现状管道排水（雨水）能力不足。校园排水管网缺乏疏通养护，管道过水能力大幅减少。

基于校园现状内涝情况，判断内涝风险因素，通过模型对各因素的影响程度进行了评价，发现合流制高水位顶托和管道淤积严重是导致内涝的重要原因，而单纯扩大管径并不能有效解决内涝积水问题。校园排涝能力提升需要综合施策。

（二）景观环境生态性不足

下垫面主要为建筑屋面、路面铺装、绿地、景观水体等。其中绿地和景观水体总面积约占总面积的43.6%，综合雨量径流系数0.53，海绵城市建设的基底良好，但现状道路广场等硬质铺装均不透水，采用快速排水模式，雨水径流滞蓄能力不足。绿地浇洒和水景补水需水量大，校园现状雨水收集回用系统未有效发挥效益。校园南侧景观湖和图书馆水系互相割裂，且未与规划泛水环考虑衔接，循环自净能力不足。

三、设计思路及目标

（一）设计理念

在充分调研校园本底情况的基础上，以解决“场地有内涝、雨污水合流、排水不生态、景观生态差”四大现状问题为导向，系统实施校园综合改造：①深入分析内涝成因，通过转换市政接口、增加管网排水能力等措施，全面提高校园内涝防治标准；②梳理校园排水体制和管网系统，严格实施雨污分流改造，完善排水管网系统；③统筹雨水排放系统，灰绿结合，

基于校园原有水绿景观，因地制宜布局海绵设施，赋予地块内绿地景观生态系统服务功能，控制雨水径流总量，削减雨水径流污染；④提档升级景观湖和生活区域景观质量，丰富季相景观。沟通校园水景，形成闭合循环，提升水环境质量，远期考虑将校园水景与新华南路规划泛水环有机衔接，作为绿地浇洒、道路冲洗和水景补水的重要补水来源。

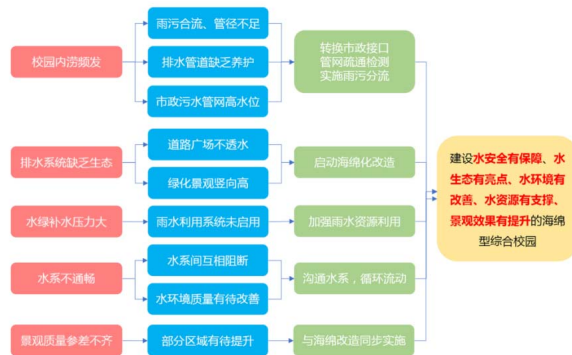


图1 校园海绵化改造技术思路

（二）设计目标

实现校园生态、环境、景观功能的融合和综合提升。内涝防治标准达到20年一遇，完全雨污分流，结合《新沂市海绵城市专项规划》及《新沂市海绵城市建设试点城市实施方案》等相关规划，项目建设年径流总量控制率目标应 $\geq 64\%$ ，年SS总量去除率应 $\geq 38\%$ ，通过雨水净化及循环处理利用，达到《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400-2016）中关于雨水利用的水质要求，作为绿地浇洒用水。

四、总体设计方案

（一）雨污分流和内涝治理

以雨污分流和内涝治理为目标对校园排水管网系统进行改造。

（1）管网疏通检测

对校园现状排水管网进行疏通和排查检测，参照当地市政排水管网的运行维护要求，排水管网中积泥深度不得大于管径（d600及以下）的1/8。

（2）转换市政接口

转换校园雨水管道接口，接入市政雨水管网，既减轻市政污水管道压力，又助力污水处理系统提质增效。基于校园周边市政管网现状情况，校园西侧的市政综合管廊导致校园雨水管与市政雨水管较难衔接；现状东侧市政排水管道为合流管道，不宜接入校园雨水。考虑在保留现状污水管道、改造沟渠污水管的基础上，将现状合流管道尽量改造为污水管；同时新建校园雨水管道系统，现状积水区域的新建雨水管道按3年一遇标准设计，其他区域按2年一遇新建雨水管道^[1]。

校园污水系统改造采用了“基本保留、局部新建”的改造方式，并将西侧分区的污水接入校园北侧d600 mm的市政污水管道。雨水系统在保留源头支末雨水管网的基础上，坚持高水高排、低水低排，在高、低排水分区的交界处，设置截水沟拦截进入低排水分区的雨水。重新划分雨水排水分区，新建主干管道，加密雨水篦，在校园北侧和西侧增设市政排口，确保排水安全。

（二）水系沟通与循环

现状南侧景观湖水位为27.2 m，图书馆景观水体水位为27.3 m。根据现状实际建设情况，难以按照原先泛水环规划设

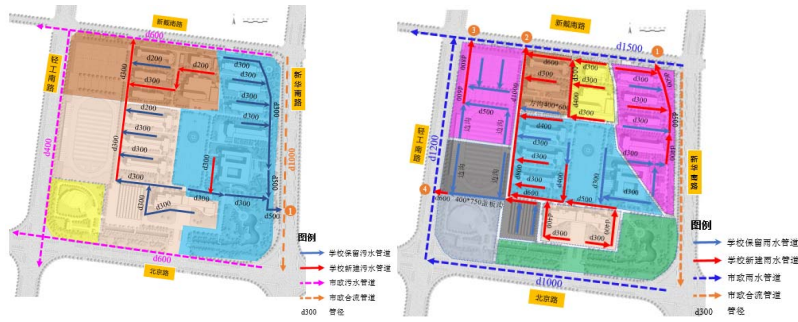


图2 校园排水管网系统改造方案示意图

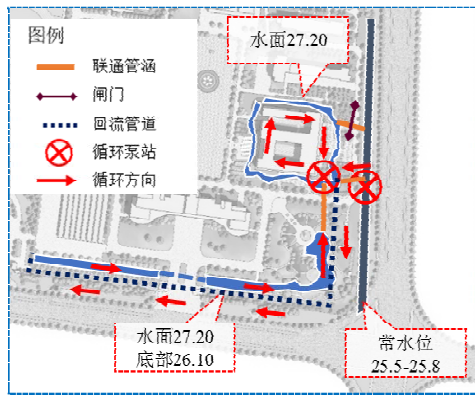


图3 水系沟通与循环方案

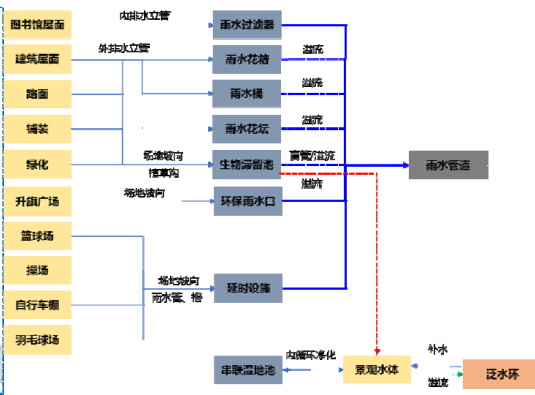


图4 雨水径流组织流程

想(泛水环规划常水位为25.5~25.8 m)，将校园景观水系与东侧市政道路的泛水环直接联通。方案采用了系统串联、整体循环的设计思路，调整图书馆景观水体高位，并与南侧景观湖相通。将校园西南侧景观水体改造提升为湿地池，占地面积约1000m²，日处理量约200 m³。利用原有图书馆循环水泵抽水至南侧景观水体西端，实现内循环，通过湿地池循环净化景观水质，循环总水量约1000 m³，循环周期约5 d；景观水位下降时，通过循环泵利用泛水环对校园水系进行补水及外循环，水位变化深度15 cm，补水时间6 h，补水水量约110 m³/h，循环和补水共用管道，管径200 mm。近期以收集的雨水为补水来源，远期可以同时利用泛水环的水补充校园景观水。

(三) 海绵化改造

①分散式源头处理区：路面、铺装、绿地的雨水经散排或植草沟等收集转输后，进入生物滞留池(过量雨水溢流进入市政管道)，建筑屋面雨水经立管收集散排后，通过雨水花坛、雨水花箱、雨水桶、雨水过滤器等设施；超标雨水溢流进入雨水管道。

②环保雨水口控制区：本项目升旗广场面积较大，广场周边绿地面积较小，结合四周雨水篦布置环保型雨水口，对径流污染进行控制。图书馆周边绿化现状较好，在不改造的前提下，图书馆周边雨水篦子也采用环保雨水口。

③延时调蓄净化设施控制区：在篮球场边沟、操场、羽毛球馆和自行车棚区域设置MSRI雨水口对径流污染进行控制。

④泛水环水景衔接区：综合景观和功能因地制宜设置湿地池，循环净化水水质。在现状景观水池基础上，划分若干种植池，通过种植不同的水生植物以及水流的控制，达到净化水质、提升生态功能和景观品质的多重目标。湿地池雨天和晴天不同工况：雨天工况收集综合楼西南处的初期雨水进行处理；晴天工况循环净化景观水水质。综合楼(毓秀楼)南侧道路的雨水径流，通过地面漫流进入绿地的海绵设施(生物滞留池/下沉式绿地)中，经设施净化后下渗；超标雨水通过植草沟进入景观水系。

⑤景观重点提升片区：维持现有景观平面形态，局部进行

提升改造：更换陈旧破损的铺装、养护不佳或人为踩踏而死亡的植物，修剪因生长旺盛而形态杂乱的植物，增加开花植物和色叶植物，丰富季相景观；清理落叶，防治病虫害滋生。

(四) 投资估算

综合估算总投资约为950万元。其中现状排水管网疏通检测约26万元，雨污分流新建管网300万元，雨水花园500元/m²，透水铺装300元/m²，雨水花箱1500元/m²，雨水花坛1000元/m²，环保雨水口2000元/个，湿地池400元/m²。

五、实施效果

通过全面梳理排水系统，实现雨污彻底分流；坚持绿灰结合，在提升灰色管渠设计标准的同时，合理组织场地雨水径流，优先利用绿色海绵设施进行雨水滞蓄，综合实现内涝防治标准达到20年一遇水平。

根据《新沂市海绵城市建设实施方案》，通过对项目场地划分汇水分区、布置海绵设施和径流设计组织，年径流总量控制率目标达到64%。项目主要采用的污染物控制措施主要有雨水花园、雨水花箱、环保雨水口等，综合实现38%的径流污染削减率。

规模结合回用水量要求确定，雨水回用对象主要为绿地浇灌用水。校园绿地浇灌用水日用水量约130m³，其中雨水桶收集水量60立方米，其余水量从景观水系中抽取；近期以地下水雨水补给景观水量，远期结合泛水环进行补水。

六、结语与讨论

以校园现状积涝问题为切入点，将水安全保障、水环境改善、水生态修复、水景观提升、水资源利用多个方面有机结合，形成了校园排水系统综合改造设计方案，实现了内涝防治、雨污分流、海绵城市建设和景观质量综合提升多的重效益。此外，校园不仅要重视海绵设施的后期运行维护，在校园东侧泛水环实施后，还要加强与“泛水环”的联动协调。

参考文献

[1]黄开,赵赛,赵荣等.基于系统化的老旧小区海绵化改造工程精细化设计案例[J].中国给水排水,2020,36(8):69-76.