

海绵城市建设中海绵系统方案的构建

——以望城滨水新城张家湖片区为例

王季方

湖南省农林工业勘察设计研究总院

摘要：随着全球气候变暖的加剧以及我国生态文明建设的推进，海绵城市因其良好的吸水性、持水性和释水性，逐步成为国家统筹解决水资源、水安全、水环境等水系统问题的重要措施和手段，我国海绵城市建设的脚步开始逐渐加快。本文以望城滨水新城张家湖片区为例，对海绵城市建设中海绵系统方案的构建进行了探讨，并对目标可达性进行了分析，为湖南省开展海绵城市建设提供参考和借鉴。

关键词：望城滨水新城；海绵城市；海绵系统方案；构建

一、项目概况

长沙市望城区黄金河水系河湖连通工程（张家湖生态湿地一期）的定位为以水系连通、湿地生态系统修复为核心功能，以自然式文化休闲、亲子活动为特色的生态湿地。项目总规划用地为101.38公顷。

二、场地现状分析

项目场地位于望城区中部，靠近湘江西岸，雷锋大道东侧，张家湖东路西侧，旺旺东路以北，望府东路以南的地块中。现状场地内用地性质主要以塘、湖及田地为主，其次为绿地、建筑及道路等。

（一）现状地形分析

现状张家湖与周边道路高差4-6m，张家湖水位高于湘江水位。整个场地现状最低标高28.11，最高标高37.18。

（二）现状水系分析

现状水系面积约64.8公顷，坑塘占主要部分，面积约54.9公顷。河道为老马桥河，面积约9.9公顷。

（三）现状排水情况

根据现状调查，场内周边共有8个市政雨水排水口排入本地。张家湖东路两处，分别为Y26-1雨水检查井，管径DN1200，管底标高29.70，以及2.2米箱涵雨水排水，管底标高29.60。郡智路两处，排口Y-72雨水检查井，管径DN2000，管底标高28.681，以及排口Y-145雨水检查井，管径DN2000，管底标高28.602。小湖河南路市政雨水一处，排口为管径DN800，管底标高28.12。望府东路政雨水一处，排口为管径DN1200，管底标高28.50。旺旺路市政雨水排口二处，两个排口位置分别在涵洞两侧，第一处管底标高为31.30，管径DN800，第二处管底标高为31.60，管径DN600。其中张家湖东路及郡智路这两条路均已设计海绵城市，道路初期雨水均经过海绵设施沉淀过滤后排入湖体。其他三条路未设计海绵城市，雨水直接排至湖水。

三、海绵系统方案构建

望城滨水新城张家湖片区海绵系统方案由三个部分构成：雨水径流控制系统、雨水管道系统和内涝防治系统。

（一）雨水径流控制系统

张家湖公园占地面积1013841平方米，将公园分为19个汇水区域，各汇水区域内雨水源头控制系统方案为：（1）在种植区域雨水首先被上层乔灌木树冠截留部分，落到地面上的雨水首先通过植物根茎叶片吸收再经过土壤下渗，多余的雨水通过地表径流的方式排入周边生态滞留草沟内，然后汇流至雨水花园（2）在区域道路和铺装上雨水首先通过透水面层和基层下渗，来不及下渗的雨水形成地表径流后排至外侧生态滞留草沟内，草沟将雨水输送至附近的雨水花园，雨水在雨水花园和草沟内下渗、调蓄、过滤、净化后通过暗管排入附近水体。（3）本区域内部分建筑屋顶设计成屋顶绿化屋面，降雨时雨水首先被植被层吸收，多余的雨水通过自然坡度排至周边的草沟内。然后通过草沟汇集

到雨水花园，其他建筑硬质屋顶上的雨水通过管道收集后输送到雨水花园或者雨水湿塘。（4）外部道路的雨水通过地表径流的形式流入本区域路边的草沟和雨水官网，收集后输送至雨水花园和中心湖面。

（二）雨水管道系统

场地内雨水结合植被缓冲带、生态滞留草沟、雨水花园等海绵设施的布置，分段设置溢流雨水口，超渗雨水进入溢流检查井，通过雨水管道系统排放到张家湖水体中。

场地场外八个市政排水口的排入对水体水质影响较为严重，由于张家湖东路及郡智路这两条路均已设计海绵城市，道路初期雨水均经过海绵设施沉淀过滤后排入湖体。场地内仅考虑雨水滞留口进行缓冲沉淀后排入湖体。其他三条路由于未设计海绵城市，初期径流雨水污染较大，对湖水水质严重破坏。其中旺旺路路政雨水排口中混有周边少量污水，根据目前正在进行的雨污分流工程跟本项目建设基本能同期完成，故在项目建成时，不会有污水排入湖水。设计根据各个排口位置、水质、标高等进行了海绵设置组合处理，达到水质标准后排入湖水。

（三）内涝防治系统

本项目同时为黄金河水系一部分，需要同时满足黄金河水系的内涝防治。根据已批复已批复洪水影响评价报告，黄金河水系中张家湖段的内涝防治工程措施如下：

张家湖作为黄金河水系一部分，具体工程实施为，张家湖水体输挖，驳岸整治，增加水体可调蓄容积。新开挖20m宽渠道引至新马桥河。这样工程建成后，可使区域内排涝能力由现状不足10年了一遇，提高至50年一遇。根据目前时间安排，黄金河水系连通工程同本项目建设时间完成节点基本一致，可以满足本项目建成后内涝防治要求。

四、目标可达性分析

（一）年径流总量控制率

（1）目标控制要求

根据望城区海绵城市设计指导要求，滨水新城总体年径流量控制率为75%，控制降雨量为24.14mm，以及根据《望城滨水新城核心区海绵城市建设专项规划（2016-2030）》，本公园径流总量控制率为91.70%。

（2）年径流总量控制率

根据《望城滨水新城核心区控制性详细规划》中确定的张家湖片区设计范围内各类典型用地面积统计，加权平均计算得出设计范围内目标年径流总量控制率为94.1%，其对应目标设计降雨量为41.72mm。

$$\text{设计范围内目标年径流总量控制率} = \frac{F_{\text{现}} \times 75\% + F_{\text{绿}} \times 90\% + F_{\text{道}} \times 80\% + F_{\text{水}} \times 100\%}{F_{\text{总}}}$$

$$= \frac{23088 \times 0.75 + 311511 \times 90\% + 50240 \times 80\% + 616644 \times 100\%}{1013841} = 94.1\%$$

$$\text{设计范围内目标设计降雨量} = \frac{V_{\text{道路与广场}} \times 17.01 + V_{\text{绿地}} \times 46.09 + V_{\text{二类居住用地}} \times 24.14}{V_{\text{总面积}}}$$

$$= \frac{58186 \times 17.01 + 336189 \times 46.09 + 1697 \times 24.14}{396072} = 41.72\text{mm}$$

（3）设计指标核算

本次规划以年径流总量控制为主要目标，根据《长沙市望城区海绵城市建设技术导则（试行）》内相关核算方法进行核算。计算公式及主要参数如下：

$$Hi = 0.6 \times (S_{\text{下沉式绿地}} \times h2 + S_{\text{雨水湿地}} \times h3) / (S_{\text{总汇水面积}} \times \Phi)$$

根据《导则》内容，透水铺装、植草沟原则上不计入设施控制降雨量计算。

经计算得出，区域内设施总控制降雨量为42.51mm，对应年径流总量控制94.2%>91.6%，符合上位规划目标控制要求。

(二) 雨水蓄积量

根据容积法计算本区域内需要消纳的径流总量：

$$V=10H\psi F$$

式中：V：径流总量（m³）、H：设计降雨量mm、 ψ ：综合雨量径流系数。

$$\psi = (\psi_{绿} * F_{绿} + \psi_{硬} * F_{硬} + \psi_{透} * F_{透}) / (F_{绿} + F_{硬} + F_{透}) = (0.15 * F_{绿} + 0.9 * F_{硬} + 0.6 * F_{透} / F_{总}) = (0.15 * 311511 + 0.9 * 23088 + 0.6 * 50240 / 397197) = 0.24$$

$$V=10 * 41.7 * 0.24 * 101.3 = 10138.1m^3$$

项目区域内设计各海绵设施面积及雨水蓄水量如表1所示，总蓄水量为301743.2m³，另外本区域需要消纳周边的初期道路雨水量为5121m³，因此本公园海绵设计的雨水蓄水量大于年径流量总控制率目标值对应的水量和周边初期径流雨水之和，满足要求。

表1 各海绵设施雨水蓄水量

海绵设施名称	面积 (m ²)	蓄水深度 (m)	蓄水量 (m ³)	tss平均去除率
雨水花园	28231	0.3	8469.3	70
雨水湿地	17844	0.3	5353.2	70
生态滞留草沟	3628	0.15	544.2	80
水塘	574753	0.5	287376.5	70
透水铺装	50240		0	80
植被缓冲带	265346		0	85
合计			301743.2	

(上接第08页)

入直接相关。社会资本以利益和风险的分配为特征，通过必要的“政府支付”和“用户支付”获得合理的投资回报：分工通常由社会资本进行。大部分基础设施的设计，建设，运营和维护工作。政府部门负责基础设施以及对公共服务质量和价格的监督。股权或项目公司可以通过贷款和公司债券借入债务和市场债务。政府对债务的偿还不承担任何责任。

四、城市综合开发领域PPP模式的探索与创新路径

深度PPP模型是一种超越土地开发和世界一流房地产开发的深度PPP模型。这是未来发展的方向，不仅着眼于土地出让金，而且还着眼于提高地区价值和增加税收。深度部署PPP模式的内容更加复杂，操作方法多样化，风险分配精简，收入来源多样化，政府与企业之间的紧密合作以及更深的产业链。其发展内容包括：一是土地整理。二是基础设施建设；第三，工业发展服务；第四，综合公园服务。

中国交通城市投资的创新性和深度PPP模式意味着它已经与政府达成了发展合作协议。在约定的合作期内，他负责土地整理，道路管理和其他内部基础设施建设工作，包括学校，医院，文化，公共体育设施的建设管理和运营，产业规划，项目投资，促销等工业发展服务，空间规划，建筑设计，物业管理，公共项目维护等基本服务。同时，CCCC将通过地方政府在综合开发领域（即从中央，省和市各级扣除收入后）使用地方政府新收入中

(三) TSS削减率

根据海绵城市建设技术指南中针对TSS（固体悬浮物）削减率的计算公式：

年TSS去除率=年径流总量控制率*低影响开发设施对SS的平均去除率

而低影响开发设施对SS的平均去除率是取现有低影响开发设施的SS去除率的加权平均值（f）

$$f = (F_{雨} * 70\% + F_{生} * 80\% + F_{湿} * 80\% + F_{透} * 80\% + F_{植} * 85\%) / F_{总面积} * 年径流总量控制率 = 69.3\% * 94.1\% = 65.21\%$$

故经计算本次张家湖公园LID设施对TSS的总量去除率=65.21%，满足年径流污染控制率60%的要求。

五、结语

海绵城市从本质上看，就是对生态的补偿和自然的回归，将城市作为主体，以生态保护和修复为抓手，借助多种技术手段，实现雨洪和谐共存、生态环境改善、提升城市品味等诸多目标。本文以望城滨水新城张家湖片区为例，对城市新区海绵城市建设中海绵系统方案的构建进行了实际的研究和探索，经计算，年径流总量控制率、雨水蓄积量、TSS削减率均可达到望城区海绵城市设计要求，海绵系统方案具有可行性。

参考文献

[1] 陈虎, 赵迪, 田宇荃. 海绵城市理念下的生态海绵体建设——以常德市海绵城市示范区为例[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020 (04): 111-113.
 [2] 孔俊婷, 李倩, 李坤焱. 基于海绵城市理念的城区规划建设与LID措施研究——以西安曲江新区核心区为例[J]. 建筑节能, 2020, 48 (04): 118-125.
 [3] 夏洋, 曹靓, 张婷婷, 等. 海绵城市建设规划思路及策略——以浙江省宁波杭州湾新区为例[J]. 规划师, 2016, 32 (05): 35-40.

五、结语

综上所述，城市综合开发模式的进程是随着经济的发展和时代的进步协调进行的。只有基于区域经济前提进行细微调查。在ppp模式的帮助和新城市规划理念下进行法规的制定和土地财政的指引性资源分配。程序性的进行区域价值和品牌定义的提升，全面构建合作式共赢创新驱动体系。全面优化土地一级开发、房地产开发的矛盾。获取可持续性发展结果。

参考文献

[1] 穆建会. 城市地下综合管廊项目PPP模式应用路径研究[J]. 环球市场, 2018, 000 (005): 196.
 [2] 武艳, 郭思璇, 韩铸, 等. 城市综合开发领域PPP模式的风险研究r——以固安工业区为例[J]. 商情, 2018, 000 (003): 60.
 [3] 郑灵辉. 城市区域综合开发PPP项目前期策划研究[D].
 [4] 郑季良, 王娟. 城市化进程中环保领域PPP模式应用及其创新发展研究[J]. 昆明理工大学学报: 社会科学版, 2017 (4).