

城市雨水管理

以某小学为例的公建类小区海绵改造工程施工研究

李 玲

(同济大学建筑设计研究院<集团>有限公司, 上海 200092)

摘 要: 基于海绵城市建设要求,以某小学海绵化改造为例,探讨了已建公建类小区海绵化改造的途径,重点论述了改造与地形、建筑等景观要素的结合,与学生户外活动的结合,与安全、后期维护、教育展示问题的结合,以及不能为了“海绵”而“海绵”的规模优化设计方法。公建类小区是城市人居环境的重要组成部分,这一案例可综合解决水安全、水环境等问题,实现很好的经济效益和环境效益,可以为公建类小区海绵改造提供借鉴。

关键词: 公建类小区; 海绵改造; 环境景观; 规模优化

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)09-0118-05

Sponge Retrofit Design of Public Infrastructure: Case Study of a Primary School

LI Ling

(Tongji Architectural Design <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract: Based on the construction requirements of sponge city, the retrofit technologies for public infrastructures were discussed in this paper, and demonstrated at a primary school as an example. The paper focused on the integration of retrofits with existing terrains, buildings and outdoor activities. The integration with safety, maintenance and education was discussed as well. As an important component of the urban settlement system, this primary school case provided a comprehensive solution to the water safety and water environment problems, and achieved remarkable economic and environmental benefits. The example was highly profound and could be an extensive reference for the retrofits of public infrastructures.

Key words: public infrastructure; sponge retrofit; landscape; scale optimization

为贯彻习近平总书记讲话及中央城镇化工作会议精神,建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市,住房和城乡建设部组织编制了《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》,并要求各地结合实际,参照本技术指南,积极推进海绵城市建设。迄今为止,国家已经正式启动了31座城市的试点工作,以期能从试点中总结出设计和建设经验,并向全国推广。

目前,海绵建设与改造系统存在控制目标单一、设施规模不合理、单一系统实现控制目标压力过大

等^[1]“为了海绵而海绵”的问题。如何针对项目的特点,实现综合目标最优、与景观营造有机结合、与人类的日常生活有机结合等是首要解决的问题。因此,笔者以某小学海绵化改造为案例,分析公建类小区雨水控制利用项目的优化设计方案。

1 项目现状概况

该小学总用地面积为21 656 m²,其中,建筑面积为2 324 m²,绿地面积为3 215 m²,道路、操场和其他场地面积为16 117 m²。现状绿地率为15%,绿地主要集中在校园南侧及教学楼东侧,景观效果单

一、缺乏活力;道路、广场、操场及其他活动空间均为不透水路路面(见图 1)。经计算,现状下垫面径流系数高达 0.72。

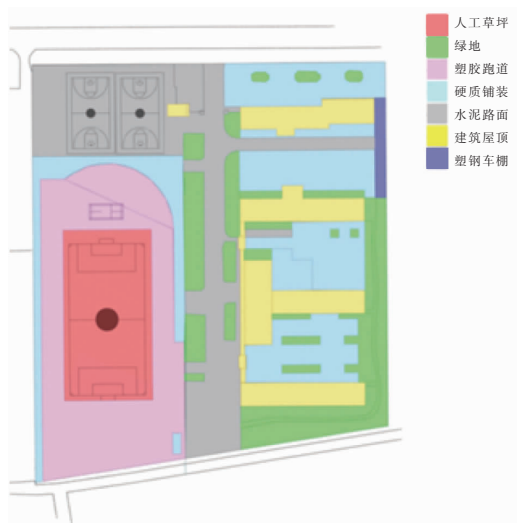


图 1 现状下垫面示意

Fig.1 Present landscape analysis

排水设施:场地内共计 47 根落水管,分别通过楼前混凝土沟槽接入 DN300 雨水或污水管中。分别于道路及篮球场设置两根 DN300 雨水管道,接入和谐路雨水管道中;于道路设置一根 DN300 污水管道,接入和谐路污水管道中。两栋建筑之间屋面落水及路面雨水接入 DN300 污水管道,故雨天建筑内部一楼马桶会出现翻水现象。

降雨条件:根据邻近气象站 1952 年—2005 年的资料统计,多年平均降雨量为 1 483 mm,最大年降雨量为 2 285 mm(1954 年),最小年降雨量为 889 mm(1978 年),多年平均降雨天数为 142 d。根据该市排水防涝专项规划中对 $P=3$ 年和 $P=30$ 年暴雨时程分布建立降雨模型。

土壤地质:根据周边地块的地质报告,该区域地下水主要为填土中的上层滞水和圆砾层中的孔隙水,混合静止水位(埋深)为 2.5~2.6 m。地下主要是杂填土、粉质粘土、淤泥质粉质粘土和圆砾等,岩土层的第一层渗透性能良好,渗透系数为 $(2\sim3)\times 10^{-2}$ cm/s,层后约 1.7~1.9 m,基本能满足场地透水铺装、下凹式绿地等海绵化改造的渗透要求。

2 存在的问题

① 学校现状排水管道设计标准偏低,部分检查井淤堵破损,雨天低洼区域积水现象较为严重。

② 部分屋面雨水仍与污水混流接入学校排水

管道中,雨污混流现象仍旧存在。

③ 学校现状硬化比例较高,绿地率较低,景观效果一般。

3 建设目标

建设海绵城市,构建低影响开发雨水系统,规划控制目标一般包括径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等。各地应结合水环境现状、水文地质条件等,合理选择其中一项或多项目标作为规划控制目标。鉴于径流污染控制目标、雨水资源化利用目标大多可通过径流总量控制实现,除超标雨水径流排放系统(也称超常规雨水径流蓄排系统或大排水系统)和雨水管渠系统(也称常规雨水径流蓄排系统或小排水系统)规划设计标准外,可选择径流总量控制作为低影响开发雨水系统构建的重要控制目标^[2,3]。

确定规划控制目标和定量分析指标因子,需要根据海绵城市和城市排水防涝的要求,确定具体的控制性目标,例如年径流总量、地表径流污染物控制率、综合径流系数等,并且将这些指标拆解成能够定量统计的指标因子,以便在设计过程中采用数学模型或定量计算的方式进行分析 and 评价,确定最终符合控制目标的低影响开发排水规划设计方案^[3]。

根据该市海绵城市专项规划,该市规划年径流总量控制率为 75%,所在片区规划公建类项目海绵改造年径流总量控制率应达到 80% 的控制目标。经分析,该小学现状绿化率仅为 15% 左右,现状道路、广场、操场及其他活动空间均为不透水路路面,径流系数高达 0.72;改造还需考虑学生的活动空间,不宜设置过多的雨水花园;塑胶操场及篮球场改造难度大,若全部考虑设置透水铺装,工程造价将大幅上涨。综合考虑该小学实际情况,经过多次方案比选,研究区域控制目标设置如下:

①年径流总量控制率:65%,对应降雨量为 18.8 mm;②径流污染控制率:TSS 总削减率达到 40%;③排水标准:结合现状排水管网及有效地形设计,综合达到 3 年一遇的排水标准;④环境整治目标:景观提升,增加纳凉休闲设施、运动场所、垃圾箱等基础服务设施建设;⑤排水防涝目标:通过海绵城市改造消除历史积水点。

4 设计方案

4.1 设计策略

设计策略如图 2 所示。

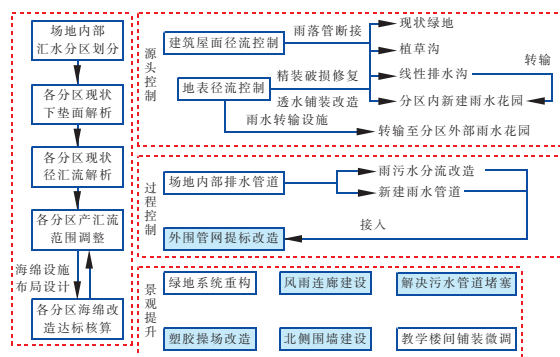


图2 设计策略

Fig.2 Design strategy

4.2 工程内容

本次设计主要通过狭义的LID实现总量控制目标(年径流总量控制率及设计降雨量),并结合地块内的排水管道系统达到新的排水标准^[4]。

本工程改造主要包括以下几部分内容:①建筑改造——屋面径流控制;②铺装改造——地面径流控制;③跑道区改造——大面积功能性硬质铺装径流控制;④绿地改造——地面雨水传输和蓄存;⑤雨水系统改造——系统梳理、评估、改造;⑥环境景观提升——构建和谐生态校园。

4.3 雨水控制流程

建筑四周绿地设计成雨水花园,主要处理车行道、屋面及自身的雨水。屋面雨水通过雨落管引入雨水花园,靠近道路一侧设置开口路牙或者盖板沟,将道路雨水引入雨水花园,下渗净化后通过盲管收集,排入雨水管道;在开口路牙、盖板沟和屋面雨落管出水口处设置初步过滤净化设施,对路面及屋面雨水进行初期过滤净化后再排入雨水花园;在雨水花园内设置溢流井,当遇到超标暴雨时,雨水花园调蓄容量小于降雨量,则在雨水花园内形成洼蓄,高于设计调蓄高度时,滞蓄的雨水溢流进溢流井,排往雨水管道。

4.4 海绵化改造设计方案

改造方案的排水分区和径流路径分析如图3和图4所示。分区一:行政楼南侧屋面雨水通过雨落管引入排水暗沟转输至雨水花园。明德楼北侧屋面雨水断接导流至楼前绿地,继而进入雨水花园。保留原有楼前硬质铺装,利用原有地势坡度,在原水泥路边沿设置线性排水沟,转输雨水至明德楼东侧绿化带设置的雨水花园处理。

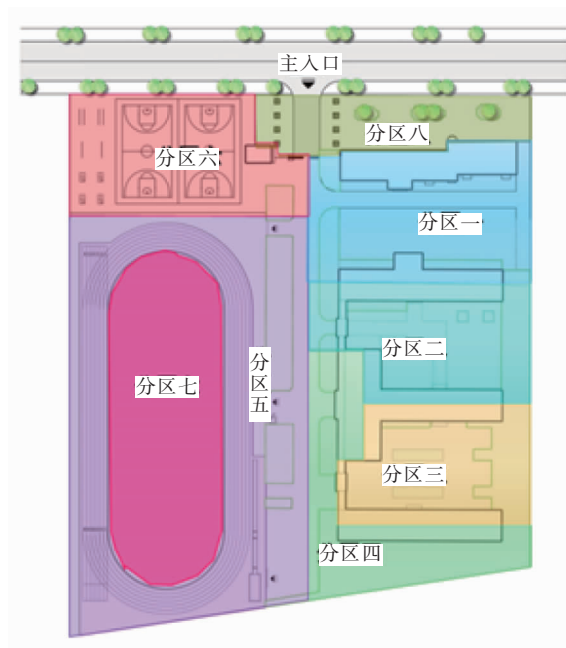


图3 排水分区示意

Fig.3 Schematic diagram of drainage subarea

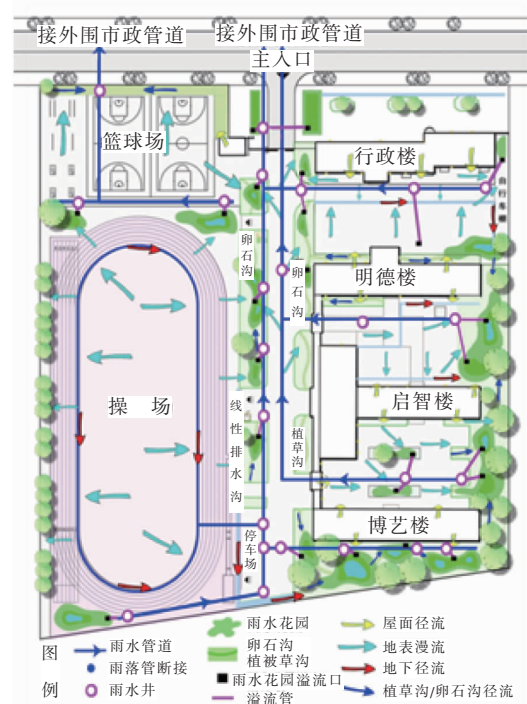


图4 径流路径分析示意

Fig.4 Schematic diagram of runoff path

分区二:明德楼南侧与启智楼北侧屋雨水管经断接后均导流至楼前绿地,继而进入雨水花园。两栋楼之间的绿地通沟北侧现状排水边沟和南侧新建排水边沟收集雨水转输至场地东侧新建雨水花园

中处理。楼前保留原有场地,满足学生活动空间的需求。

分区三:启智楼南侧屋面雨水通过雨落管引入硬质铺装,通过地表漫流排往雨水花园。博艺楼北侧屋面雨水导流至楼前绿地,继而进入雨水花园。两栋楼之间绿地设计成雨水花园,主要处理屋面及自身的雨水。

分区四:主要接纳分区五的雨水,汇入分区四内设置的雨水花园。

分区五和分区七:主要产流对象为操场。分区七人工草坪内的径流通过原操场 1 000 mm × 350 mm 雨水边沟排入小学雨水管线,因排水边沟埋深较深,难以导流至地表进行控制,雨水直接排入市政管线。塑胶跑道通过跑道面层的重建同步调整跑道微地形,将产生的径流依地势汇入周边南、北以及东侧设置的雨水花园中,同时于操场东侧设计一条盖板沟,接纳东南部操场径流,继而导流至分区四的雨水花园中进行消纳。分区五中路面雨水通过路牙石改造,将雨水引至道路两侧的下凹式绿地中。在下凹式绿地中内设置溢流井。

分区六:主要产流对象为篮球场及健身场地。通过局部竖向的调整,将地面径流导流至北侧设置的下凹绿地中消纳,超标雨水则进一步溢流至学校内雨水管道中。

分区八:小学围墙外围规划保留的人员疏散场地,主要的产流对象为硬质铺装。因铺装现状保存较好,不采取大面积改造设计。在汇流低点,沿隔离桩设置一排线性排水边沟,收集铺装雨水后,转输至校门树池改造的雨水花园中消纳,超标雨水则进一步溢流至学校内雨水管道中。

4.5 宣传板和监测设施布局

本工程属于该市海绵城市建设的项目,项目条件及特点具有可推广性和示范性。为了对建成后的实施效果进行观测,在校内共设置两个监测点及监测显示屏,进行流量监测。同时为了使市民更好地了解海绵城市,在校园进口处设置一块宣传展板,介绍学校内部所有的海绵设施及其相关作用,使海绵城市建设深入人心。

4.6 景观提升

景观设计主要包括以下几方面:①与雨水控制目标契合的绿化空间的延展;②学生活动场地氛围改善;③整体环境的营造;④教学楼连廊的设计;⑤

校园围墙(栏)的更新;⑥操场围栏的更新。

5 达标计算

5.1 径流量控制达标计算

小学现状综合径流系数为 0.72,通过海绵化改造,综合径流系数可降至 0.65,改造后所需调蓄容积为 265.9 m³。

根据场地的建筑空间和绿化改造,设计下凹式绿地、植草沟和卵石沟为 308 m²,雨水花园为 1 050 m²,透水铺装为 272 m²,总调蓄容积为 371 m³,大于所需调蓄容积,满足 65% 的年径流总量控制率要求。

5.2 径流污染控制达标计算

雨水花园对各径流污染物的去除效果显著,其中,对 TSS 的滞留率最高且稳定,对重金属的去除率一般能达到 90% 以上,对 TP 的滞留率平均可达到 70% 以上。生态草沟可滞留雨水径流中 93% 以上的 TSS,同时可减少有机污染物,去除 Pb、Zn、Cu、Al 等部分金属离子和油类物质。

根据各分区海绵城市相关设施的布置,计算各分区的 TSS 削减率,得到场地的 TSS 综合削减率为 64%,满足 40% 的径流污染控制要求。

6 模型校核

在收集到的 2004 年—2015 年的逐年逐日降雨资料中,选择 2009 年 1 554.8 mm 的降雨作为典型年降雨雨型进行连续模拟。

分别采用 SWMM 模型和 InfoWorks ICM 模型对设计方案进行校核。结果发现,针对 2009 年的降雨、下渗、出流和蓄水过程,改造后的海绵系统出流量和出流频率明显减少,有效缓解了对市政管网的压力。SWMM 模型的模拟结果表明,径流总量为 11 218 m³(即 518 mm 径流深),总降雨控制量为 1 036.8 mm,高于 1 010.1 mm 的控制目标率,满足 65% 的年径流总量控制率要求;InfoWorks ICM 模型的模拟结果表明,在 2009 年全年降雨条件下,径流总量为 11 178 m³(即 516 mm 径流深),总降雨控制量为 1 038.8 mm,高于 1 010.1 mm 的控制目标率,满足 65% 的年径流总量控制率要求。

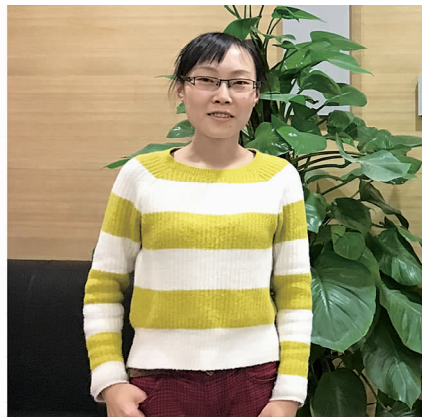
7 结论

本案例依据海绵城市建设理念,结合项目现状及规划情况,有的放矢,不盲目追求“海绵”,提出了公建类小区进行雨水径流总量控制的有效方式。通过多点多目标的综合调控,从而合理优化设计设施

的最佳尺寸,最终可以达到雨水径流体积削减的总目标,同时兼顾分区水质保障、转输截污等综合目标。

参考文献:

- [1] 王庆,李俊奇,王文亮. 北京某坡地小区多目标雨水系统案例研究[J]. 中国给水排水,2015,31(17):95-99.
- [2] 车伍,赵杨,李俊奇,等. 海绵城市建设指南解读之基本概念与综合目标[J]. 中国给水排水,2015,31(8):1-5.
- [3] 李俊奇,王文亮,车伍,等. 海绵城市建设指南解读之降雨径流总量控制目标区域划分[J]. 中国给水排水,2015,31(8):6-12.
- [4] 赵志勇,莫铠,向文艳. 海绵城市规划设计思路:以永定河生态新区为例[J]. 中国给水排水,2015,31(17):111-118.



作者简介:李玲(1984-),女,上海人,硕士,工程师,主要从事给排水工程、综合管廊、海绵城市设计工作。

E-mail:liling19841217@163.com

收稿日期:2016-12-12

· 会议信息 ·

2017年中国城镇污泥处理处置技术与应用高级研讨会(第八届)即将在京召开

为了进一步提高我国污泥处理处置技术水平,了解国内外污泥处理处置的现状、前景与发展趋势,切实达到污泥无害化、减量化、稳定化、资源化的要求,避免由此引起的二次污染,《中国给水排水》杂志社联合北京北排建设有限公司、普拉克环保系统(北京)有限公司、安阳艾尔旺新能源环境有限公司、上海施维英机械制造有限公司、威立雅水务工程(北京)有限公司、国美(天津)水技术工程有限公司、苏伊士新建有限公司、上海复洁环保科技股份有限公司、康碧环境技术(北京)有限公司、上海同臣环保股份有限公司、景津环保股份有限公司、中国市政工程华北设计研究总院、中国市政工程中南设计研究总院等单位决定举办“2017年中国城镇污泥处理处置技术与应用高级研讨会(第八届)”。届时将邀请有关单位领导和专家到会作主题报告,针对污泥处理处置的标准实施、成熟工艺及设备运行经验、污泥处置政策等问题进行解答和研讨交流,同时为相关单位搭建推介城镇污泥处理处置与综合利用新技术、新工艺、新设备的平台。

本届大会以会场研讨交流为主(约40多个专家报告)和现场参观典型工程(北京高碑店再生水厂污泥高级消化工程等)为辅的形式。届时将邀请住房与城乡建设部领导,中国土木工程学会领导,中国城镇供水排水协会领导,中国科学院院士,中国工程院院士,行业内和国内的知名专家、学者,会议同时将邀请全国排水行业设计、科研、运营单位、建设单位的领导、知名专家、学者、工程技术人员以及国内外知名企业参会并作学术交流。

时间:2017年5月24日—27日(24日全天报到,25日—26日研讨会,27日参观)

地点:北京市长安大饭店(北京市朝阳区华威里27号)

有意赞助或在会上进行交流、宣传的水务、工程公司、设备厂家等可与编辑部联系。(022-27835639 13752275003 王领全)

(本刊编辑部 供稿)