

专题研究

基于海绵城市理念的玉溪东风广场改造及效果

刘龙志¹, 黄威², 李亮¹, 吴昊³, 杜焱²

(1. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381; 2. 中国建筑第二工程局有限公司, 北京 100160; 3. 瓦地工程设计咨询<北京>有限公司, 北京 100022)

摘要: 东风广场是玉溪市海绵城市建设的重点项目,改造过程中坚持系统性、适宜性、经济性原则,重点采用“净、用”两种措施,解决了广场的雨水径流污染问题,建立了雨水回用系统,解决了公园用水需求。同时将景观设计与海绵城市设计成功地紧密结合,创造出了一系列的动态文化空间,使东风广场这片开敞空间重新成为聚集城市活力的标志性场所。该项目营造了优美自然生态环境,带来了较好的社会经济效益,其改造工程的设计思路和技术路线可供国内类似公园海绵城市设计参考。

关键词: 海绵城市; 生态公园; 雨水湿塘; 雨水回用; 公园改造

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)12-0001-06

Reconstruction and Effect of Yuxi Dongfeng Square Based on Sponge City Concept

LIU Long-zhi¹, HUANG Wei², LI Liang¹, WU Hao³, DU Yao²

(1. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China; 2. China Construction Second Engineering Bureau Ltd., Beijing 100160, China; 3. Wadi Engineering Design Consulting <Beijing> Co. Ltd., Beijing 100022, China)

Abstract: Dongfeng Square is a key construction project of sponge city in Yuxi City. In the process of reconstruction, the principles of systematization, suitability, and economy were adhered to. The two measures of “purification” and “use” were emphasized to solve the problem of rainwater runoff pollution in the square. The rainwater reuse system was established to solve the water demand of the park. At the same time, the landscape design and sponge city design were successfully combined to create a series of dynamic cultural spaces so that the open space of Dongfeng Square became a landmark place for gathering urban vitality. The project had created a beautiful natural ecological environment and brought good social and economic benefits. The design ideas and technical route of the renovation project could be used as a reference for similar park sponge city design in China.

Key words: sponge city; ecological park; rainwater wet ponds; rainwater reuse; park renovation

1 项目概况

东风广场位于玉溪市红塔区,是国家级海绵城市试点玉溪市老城片区海绵工程的首批样板工程项目。东风广场是多年来市民聚会、休闲、娱乐的重要

场地,是兼具生态、美化、防灾等作用的城市绿地。项目总用地面积为 43 624 m²。根据海绵城市建设整体要求,场地的年径流总量控制率需要达到 92%,通过构建生态缓冲及雨水调蓄控制体系,使项

目建成后具有推广性以及示范性。同时业主要求在解决雨水径流污染问题的前提下,提升景观环境品质,改善交通组织,使陈旧的老广场重新焕发活力。

2 问题与需求分析

东风广场是老城片区最具活力及体现城市形象的一片公共区域,许多集会活动如周末市场、节日庆典、手工集市、小型音乐会等都在此举行。

① 广场铺装大多数为大块青石构成的不透水铺装,多处区域存在严重破损现象。玉溪短时暴雨强度大,形成径流量较大^[1],且径流污染严重,需通过源头减排措施削减雨水径流及污染。

② 广场内现状绿地高出道路广场,且土壤渗透性差,不利于雨水滞留渗排^[2]。拟对需下渗的区域原状土进行换填处理,增加设施的下渗与净化能力。

③ 现状排水设施部分破损,缺少休息类公共设施。需要修复破损的基础设施,增加休憩设施,提升景观品质。

④ 广场上无明显的场地特征及功能分区,结合广场内功能分区的划分,重新梳理交通流线,创建步行者优先的环境。

3 改造目标

根据《玉溪市海绵城市试点区老城片区海绵工程系统方案》,本项目设计目标如下:①径流体积控制目标,年径流总量控制率不低于92%,对应设计降雨量为32.4 mm。②径流污染总量控制目标,SS总量削减率不低于45%。③雨水资源化利用目标,雨水资源化利用率达到12%。

4 设计原则及实施流程

设计原则如下:

① 系统性原则。结合老城片区的系统方案,扩大东风广场的设计范围,完整系统地对广场及周围区域的雨水、污水进行规划设计,综合实现雨水源头削减、净化资源化利用以及降雨径流安全排放等多重目标。

② 适宜性原则。针对玉溪土壤和干热气候条件,分析“渗、滞、蓄、净、用、排”各项措施的特点。在东风广场海绵改造项目中,重点采用“净、用”两种措施,通过LID设施达到减少雨水径流污染、改善出水水质的目的。收集的地表径流及LID设施净化出水、雨水回用于公园内绿化喷灌系统。

③ 经济性原则。结合项目条件,甄选适宜本

地气候特征的植物种类进行配置;合理利用地形、管网条件,充分发挥绿色雨水设计、管网等不同设施的耦合功能,降低建设和运营维护难度。

本项目的工作实施流程如图1所示。

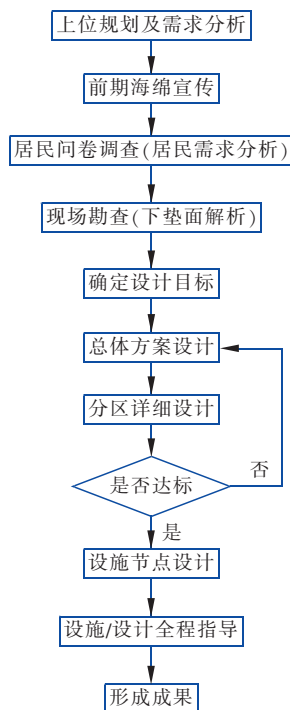


图1 工作实施流程

Fig.1 Implementation flow chart

5 设计方案

5.1 汇水分区划分及指标分解

依据广场布局、地形因素,同时结合道路竖向设计、雨水管网等限制因素,按照就近分散、重力排放的原则,将东风广场分为13个汇水分区(见图2)。

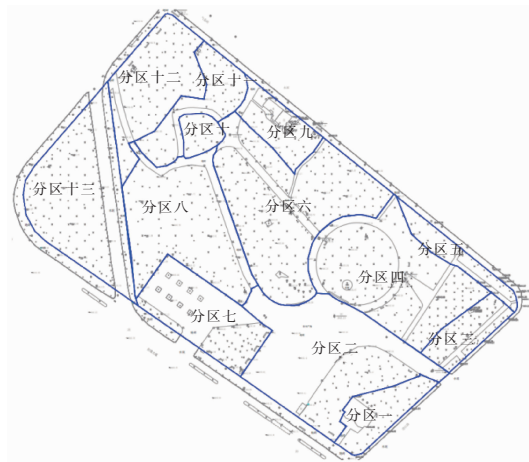


图2 汇水分区

Fig.2 Catchment area

根据下垫面解析情况,采用容积法计算各个调蓄量:

$$V=10H\Psi F$$
 (1)

式中 V ——设计调蓄容积, m^3

H ——设计降雨量, mm

Ψ ——综合雨量径流系数

F ——汇水面积, hm^2

计算结果如表 1 所示。

表 1 各分区调蓄量计算

Tab.1 Calculation of storage capacity in each catchment area

分区	面积/ m^2	径流系数	设计调蓄量/ m^3
1	1 366	0.33	14.6
2	5 843	0.65	123.1
3	1 156	0.30	11.2
4	5 366	0.41	71.3
5	949	0.28	8.6
6	6 324	0.27	55.3
7	2 798	0.65	58.9
8	4 786	0.31	48.1
9	1 306	0.43	18.2
10	523	0.20	3.4
11	1 710	0.75	41.6
12	3 040	0.81	79.8
13	4 978	0.39	62.9

5.2 LID 设施平面布局

改造后 LID 设施的平面布局及场地的雨水径流组织如图 3 所示。

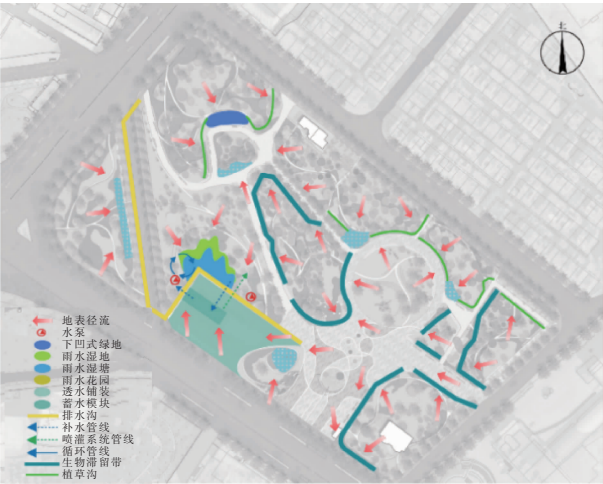


图 3 LID 设施平面布置

Fig.3 LID facilities layout

LID 设施径流控制量的具体计算结果如表 2 所示。

表 2 径流控制量计算结果

Tab.2 Calculation results of runoff control volume

设施类型	面积/ m^2	设计参数	径流控制量/ m^3
植草沟	179	临时蓄水高度 0.1 m	0
雨水花园	462	蓄水高度 0.2 m, 介质土 0.5 m, 碎石层 0.3 m	92.4
下凹式绿地	71	蓄水高度 0.1 m, 介质土 0.25 m, 碎石层 0.3 m	10.7
生物滞留带	791	蓄水高度 0.2 m, 介质土 0.4 m, 碎石层 0.3 m	158.2
渗透铺装	1 150	仅参与综合雨量径流系数计算	0
湿塘	174	有效调蓄高度 0.3 m	52.2
蓄水模块	300	有效储水容积 300 m^3	300.0
合 计			613.5
注: 实际年径流总量控制率为 93%。			

- ① 保留一部分条件较好的青石板铺装,应用陶瓷透水砖对另一部分铺装进行透水化改造;
- ② 路缘石开口,依据地形高差,引导广场雨水进入雨水花园等 LID 措施;
- ③ 中央广场透水铺装下设置雨水收集回用系统,收集 LID 设施溢流水及地表径流;
- ④ 增设景观效果较好的湿塘,增加亲水性;
- ⑤ 连通雨水收集系统与湿塘,设置雨水循环系统,通过小型净化湿地循环处理净化雨水;
- ⑥ 雨水回用系统连接自动喷灌系统,利用回用水浇灌绿地。

5.3 排水工程设计

① 现有排水管道校核

广场内现状排水为雨污分流制,污水来自广场内两座公共厕所,公共厕所内污水直接排放至澄江路与气象路的市政污水管网。

现状雨水排水管道管径为 DN750,坡度为 3.01%,输水能力为 826 L/s,满足 5 年一遇 552 L/s 的管道过流能力要求。广场内部不需要新建或扩建雨水管道。

② LID 设施与现状排水管道的衔接

LID 设施与现状雨水系统主要通过溢流雨水井衔接。在雨水花园及生物滞留带中新建溢流井,利用溢流井连通管与现状雨水井相连。

溢流井相对标高如下:生物滞留带中溢流井高出底部 200 mm,低于路面 50 mm;下沉绿地中溢流井高出底部 100 mm,低于路面 50 mm;雨水花园中

溢流井高出底部 200 mm, 低于路面 50 mm。

按照五年一遇降雨量核算, 溢流井前挡水堰水头高度为 19 mm, 小于 50 mm 的安全高度, 雨水可安全排出。2017 年 6 月 20 日, 玉溪市 2 h 实际降雨 66 mm 情境下, 场地内铺装没有积水, LID 设施溢流排水正常。

5.4 雨水收集利用系统

雨水资源化利用是海绵城市建设中的一个重要环节。结合东风广场的布局, 规划雨水蓄水池工程设施, 将收集的雨水用于广场内绿化及补充景观水体, 可节约城市大量水资源^[3]。

设计对公园内湿塘及蓄水模块水量的流入项和消耗项进行分析, 以确定蓄水模块容积规模及雨水利用方案。流入项包括分流制管网收集雨水、湿塘系统汇水面积内的径流雨水、水面降雨量; 消耗项包括水面蒸发量、下渗量及雨水资源化利用量。

方案设计阶段采用 SWMM 模型模拟典型年降雨条件公园内雨水收集及利用过程。雨水资源化利用率 = 年雨水利用量 / 年降雨总量, 模拟结果显示, 年雨水利用总量为 6 420 m³, 年雨水资源利用率为 16.2%, 满足年利用率 12% 的设计目标。

雨水收集及处理工艺流程如图 4 所示。

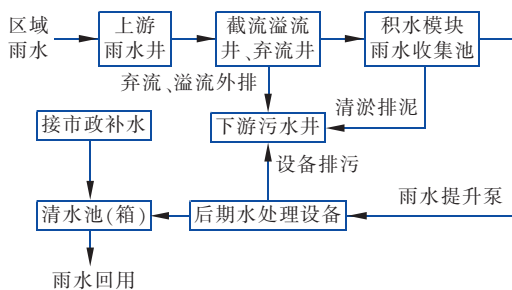


图4 雨水收集及处理工艺流程

Fig. 4 Process flow chart of rainwater utilization

本项目的雨水收集利用系统分为雨水储水池、清水池和设备间三部分, 雨水储水池主体结构为玻璃钢材质, 现场组合拼装完成。

东风广场雨水收集回用系统对初期雨水进行弃流^[4], 经初期弃流后 COD 为 70 ~ 100 mg/L、SS 为 20 ~ 40 mg/L、色度为 10 ~ 40 度。经净化处理后的雨水水质符合以下指标: COD ≤ 30 mg/L、SS ≤ 10 mg/L。

蓄水模块雨水回用管监测数据显示, 自 2017 年 5 月广场改造完工运行至今, 累计雨水回用水量为 8 349 m³。

5.5 湿塘和净化湿地一体化系统

树阵广场地表雨水汇入一角湿塘, 湿塘面积约 174 m², 湿塘底部采用两布一膜复合土工膜进行防渗, 平日作为景观观赏水塘, 枯水期采用地下蓄水池收集的雨水进行补充, 补充的雨水进入湿塘前需要进入净化湿地进行净化, 其剖面如图 5 所示。湿塘一侧湿地面积约 52 m², 采用 70 cm 厚的垂直滤床工艺, 滤料采用 2 ~ 4 mm 粗砂和火山岩颗粒混合^[5]。净化湿地和湿塘通过潜水泵进行循环流动, 流量为 80 m³/d, 对维持湿塘水质起到关键作用, 也构成了对市民进行生态科普教育的场所, 建成效果如图 6、7 所示。

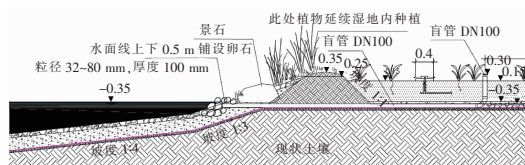


图5 湿地剖面图

Fig. 5 Wetlands profile



图6 湿地建成效果

Fig. 6 Engineering real scene of wetlands



图7 湿塘建成效果

Fig. 7 Engineering real scene of wet pond

5.6 景观提升方案

改造后的广场通过增设小品、构筑物及 LID 设施增加了行人休息的场所, 如生态展示区、公园遛鸟区、活力舞台、主题广场等, 完善的基础设施也为行人创造了许多舒适的步行空间, 使东风广场成为步行者、本土植被以及周边城市结构之间的纽带, 并增加了行人与生态之间的交流^[6]。景观设计总平面

如图8所示。



图8 景观总平面

Fig.8 General plane of landscape

对公共空间的交通信息重新划分,增加了透水碎石路、市民健身步道、银杏步道、透水人行道等。交通分析如图9所示。

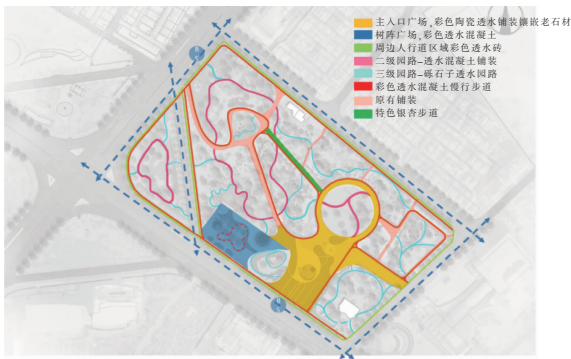


图9 交通分析

Fig.9 Traffic analysis

建成之后的鸟瞰图如图10所示。



图10 建成鸟瞰图

Fig.10 Aerial view

景观铺装:原有铺装整体为青石板地面,老旧且渗水性差,缺乏空间氛围及引导性,对部分原有铺装进行透水化、艺术化处理,增加体现当地文化及符合空间使用功能的色彩,吸引市民及游客。

中心水景设计:原广场的废弃喷泉被重新利用,改造成孩子们的戏水乐园,醒目的色彩和有趣的水

循环设施为场地增加了互动参与的可能性,中心水景如图11所示。



图11 旧喷泉改造而成的互动水景

Fig.11 Waterscape transformed from an old fountain

植物设计:雨水花园等海绵设施的景观品质主要通过种植设计来实现。种植植物种类有严格要求,且要考虑景观效果,湿地种植景观见图12。



图12 湿地种植景观

Fig.12 Wetland planting landscape

6 经验总结

东风广场改造是玉溪市海绵城市建设的项目,项目条件及特点具有推广性及示范性。改造不仅解决了东风广场雨水径流污染问题,还提升了景观环境,改善了广场内交通组织。市民切实感受到了“小雨不积水、大雨不内涝、热岛有缓解”的海绵建设成效,增强了市民对城市建设的获得感、认同感,使海绵城市建设理念更加深入人心。

① 公众参与,以人为本。将“公众参与,以人为本”作为海绵城市改造项目最核心理念。设计单位长期驻扎现场,通过实地走访、问卷调查等多种方式,充分听取居民和部门意见,平衡各方利益诉求,共同制定和完善设计方案。

② 本地化设计参数。探索高原干热气候地区海绵城市建设示范,红壤地质条件下海绵城市建设新模式。针对红土保水性差、渗透性差的土质特点,对生态滞留设施的换填介质土配比进行了实验研究。配合比与种植研究的结果反馈到设计当中,对设计进行指导。

③ 海绵城市与景观及使用功能设计紧密结合。通过景观手法展示海绵城市中水的动态、渗透和平衡过程,在实施过程中得到了越来越多的当地市民的支持。

参考文献:

- [1] 胡剑功. 玉溪市山洪地质灾害特征及形成条件分析[D]. 昆明:昆明理工大学,2005.
Hu Jiangong. Characteristic and Formation Condition Analysis of Mountain Torrents Geological Hazard of Yuxi, Yunnan Province [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2005 (in Chinese).
- [2] 张建辉,李勇,杨忠. 云南元谋干热河谷造林区植被生长与土壤渗透性的关系[J]. 山地学报,2001,19(1): 25-28.
Zhang Jianhui, Li Yong, Yang Zhong. Relationship of vegetation growth to soil infiltration in the Yuanmou dry-hot valley, Yunnan Province [J]. Journal of Mountain Science, 2001, 19(1): 25-28 (in Chinese).
- [3] 朱文彬,吕爱锋,曲波. 我国城市雨水资源化利用的效益评价[J]. 给水排水,2017,43(S1):123-127.
Zhu Wenbin, Lü Aifeng, Qu bo. Benefit evaluation of urban rainwater resources utilization in China [J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(S1): 123-127 (in Chinese).
- [4] 车伍,张鹏,张伟,等. 初期雨水与径流总量控制的关系及其应用分析[J]. 中国给水排水,2016,32(6): 9-14.
Che Wu, Zhang Kun, Zhang Wei, et al. Analysis of initial rainfall and total runoff volume control [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(6): 9-14 (in Chinese).
- [5] 王振,刘超翔,董健,等. 人工湿地中除磷填料的筛选及其除磷能力[J]. 中国环境科学,2013,33(2):227-233.
Wang Zhen, Liu Chaoxiang, Dong Jian, et al. Screening of phosphate-removing filter media for use in constructed wetlands and their phosphorus removal capacities [J]. China Environmental Science, 2013, 33(2): 227-233 (in Chinese).
- [6] 吴丹子. 美国坎伯兰公园[J]. 风景园林,2013(3): 77-83.
Wu Danzi. Cumberland Park [J]. Landscape Architecture, 2013(3): 77-83 (in Chinese).



作者简介:刘龙志(1981-),男,湖南衡阳人,硕士,高级工程师,从事污水处理、海绵城市、水环境治理工作。

E-mail: hbyllz@126.com

收稿日期:2018-10-22

加强地下水管理保护,防止地下水超采