

## 海绵城市理念下的雨水花园设计研究

王圆圆

河北天艺建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**近些年来,伴随着城市人口急剧的增加、工商业的快速发展以及环境污染问题日益凸显对城市的生态环境以及居民的生活质量造成严重的影响。海绵城市理念通过模仿自然界的水循环过程,旨在解决城市化进程中水资源短缺、水环境污染等难题。雨水花园在海绵城市中发挥着至关重要的作用,作为影响开发的核心设施,兼具水文调节、水质净化与生态景观多重价值。文章研究对海绵城市理念的雨水花园设计的技术要点进行了深入分析,并对目前设计过程中所存在的不足进行探讨和分析,同时提出具有针对性的优化策略,以供参考。

**[关键词]**海绵城市;雨水花园;水文调控;生态设计;低影响开发

DOI: 10.33142/ec.v8i12.18765

中图分类号: TU985.12

文献标识码: A

## Research on Rainwater Garden Design under the Sponge City Concept

WANG Yuanyuan

Hebei Tianyi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** In recent years, with the rapid increase of urban population, the rapid development of industry and commerce, and the increasingly prominent environmental pollution problems, the ecological environment of cities and the quality of life of residents have been seriously affected. The concept of sponge city aims to solve the problems of water scarcity and environmental pollution in the process of urbanization by imitating the natural water cycle process. Rainwater gardens play a crucial role in sponge cities, serving as a core facility that influences development and possessing multiple values including hydrological regulation, water quality purification, and ecological landscape. The article conducts an in-depth analysis of the technical key points of rainwater garden design based on the sponge city concept, and explores and analyzes the shortcomings in the current design process. At the same time, targeted optimization strategies are proposed for reference.

**Keywords:** sponge city; rainwater garden; hydrological regulation; ecological design; low impact development

### 引言

随着我国城市化进程的加快,城市面貌发生了很大的变化,硬质铺装面积大幅度增加,自然下地面被大面积的沥青、水泥等硬质材料过度侵占,从而给城市的水微循环带来很大的影响,甚至出现诸多水生态相关问题,城市水系统面临三重矛盾,倒逼基础设施绿色转型:其一,水安全风险加剧,2022年全国多数城市发生内涝灾害,传统排水系统在应对百年一遇降雨事件时失效率较高,急需海绵设施提升调蓄能力;其二,水资源供需失衡,人均水资源量与污水再生利用率不足形成尖锐矛盾,迫切需要通过再生水回用来缓解供需间的矛盾。在此背景之下,海绵城市理念应运而生。通过模仿自然湿地的生态系统,构建一个较为完整的雨水管理网络,在降雨时可以实现雨水的滞蓄、渗透、净化与回用,以满足城市的生活需求,同时著

有诸多的优势,例如无需大规模的工程改造、生态效益好、具有很强的适配性等,在道路绿化带、城市公园等领域中得到了广泛的应用。然而,目前我国雨水花园设计过程中存在一些问题,严重制约了其功能的充分发挥。基于此,本文研究亟需开展针对性的设计研究与优化探索,助力海绵城市建设目标的实现,确保雨水在花园中的停留时间和排水顺畅,促进城市水生态系统修复与可持续发展。

### 1 海绵城市与雨水花园的核心关联及作用机理

#### 1.1 核心关联解析

海绵城市摒弃了传统城市建设中对自然生态系统的粗暴干预,尊重自然水文循环,是自然形成或人工挖掘的浅凹形绿地,通过低影响开发策略尽可能的降低城市建设对于自然生态系统的影响。在暴雨来袭时,海绵城市的各种低影响开发设施可以吸收和储存大量的雨水,减少地表

径流,避免短时间内大量雨水汇聚形成内涝。海绵城市通过增加雨水的下渗量,补充地下水,有助于改善水资源供需平衡,雨水花园中的植被和土壤可以吸附和过滤雨水中的悬浮物和部分污染物,保护城市水体环境。

雨水花园主要由地表植被、蓄水层、覆盖层、种植土壤层、砂层、砾石层及穿孔管等组成,海绵城市与雨水花园两者之间的核心理念呈现出高度的契合,从理念层面来看,海绵城市的理念为雨水花园的设计指明了核心的方向,立足于自然的循环规律,在面对降雨时结合具体情况,优先采用生态化技术。从设施落地层面来看,雨水花园可将海绵城市抽象的理念转化为实实在在的空间设施,可以有效的调节城市的雨水循环,同时,雨水能够逐渐渗透到地下,补充地下水资源,改善城市的水资源供需平衡,助力城市形成“渗、滞、蓄、净、用、排”的雨水处理体系。此外,园林雨水花园与城市绿地、水系相结合,形成连续的生态廊道,为生物提供栖息地和迁徙通道,改善城市微气候,缓解城市热岛效应,与其他海绵城市设施一起,为城市居民创造更加舒适、健康、宜居的生活环境。

## 1.2 雨水花园的作用机理

### 1.2.1 水文调控机理

雨水花园是一种模仿自然水文循环的景观设计,它利用植物、土壤和微生物的综合作用,实现雨水的收集、过滤和渗透,旨在解决城市雨水径流带来的污染问题。在现代景观设计领域,雨水花园的应用越来越普遍,具备水文调控核心功能,减缓雨水径流的速度、提升雨水下渗量。具体机理如下:一是滞蓄作用,雨水花园巧妙地借助人工塑造的下凹式地形,打造出雨水汇集的理想区域,当发生降雨时,雨水可以快速的汇入花园的内部,缓解汛期排水压力。同时具有渗透作用,雨水花园的土壤层并非普通的土壤,而是结合雨水花园的功能需求、当地的土壤条件进行专门的改良,同时搭配砾石层、砂层等透水结构,当雨水被滞蓄在花园内后,便会开始逐步下渗,补充地下水。此外,在雨水花园的水文调控过程中,部分未下渗的雨水会通过收集设施储存起来,经过一系列的处理,将雨水中的污染物、杂质去除,广泛应用于道路清扫、绿化灌溉等非饮用水领域中。

### 1.2.2 生态净化机理

雨水花园对雨水的净化作用是物理、化学与生物作用协同的结果,具体机理包括三个方面:一是物理净化,雨水经过植被冠层拦截,去除部分悬浮颗粒物;下渗过程中,土壤颗粒、砾石等对悬浮颗粒物进行过滤、吸附,实现污

染物的初步去除;二是生物净化,植被根系与土壤中的微生物形成共生系统,微生物通过代谢作用降解雨水中的有机污染物,植被根系吸附重金属与营养物质,同时根系分泌物可促进微生物活性提升,进一步增强净化效果;二是化学净化,土壤中的矿物质与雨水中的污染物发生化学反应,如重金属离子与土壤胶体发生吸附、沉淀反应,氮磷等营养物质与土壤中的化学物质结合,降低污染物活性。

## 2 海绵城市理念下雨水花园的核心设计要素与技术要点

### 2.1 地形设计

雨水花园在城市海绵体建设中尤为关键,而地形设计作为雨水花园实现雨水滞蓄与汇流的基础,对于水花园能否稳定高效的运行、达到预期的环境效益与生态效益有着直接的影响。雨水花园的核心地形设计中充分利用地势差异,为雨水汇集创造有利的条件,通常塑造下凹式地形,在设计期间综合考虑土壤的渗透性、场地的地形地貌以及降雨的特征合理规划汇水范围与坡度。在设计汇水范围时不仅要结合场地规模,同时也要考虑周围环境的实际状况,以海绵城市建设的要求为依据,单个雨水花园的汇水面积宜控制在 $50\sim 500\text{m}^2$ 。在规划汇水范围时,可充分利用路缘石开口、植草沟等设施将周边地表径流均匀地引入雨水花园。坡度设计要兼顾滞蓄与渗透,雨水花园内部坡度宜 $1\%\sim 5\%$ ,在花园边缘设边坡,坡度宜 $1:3\sim 1:5$ 。下凹式地形深度依据降雨强度和土壤渗透系数确定,一般 $10\sim 30\text{cm}$ 。

### 2.2 土壤设计

土壤作为雨水花园实现渗透与净化的核心载体,其设计与构建对于水花园功能的发挥有着直接的影响。因此,为了确保雨水可以更加顺利的下渗,在雨水花园土壤设计中需要充分考虑场地的原生土壤条件,优化土壤的配比,一般砂质壤土占 $60\%\sim 70\%$ 、腐殖质占 $20\%\sim 30\%$ 、砾石占 $5\%\sim 10\%$ ,改良后的土壤渗透系数宜控制在 $1\times 10^{-4}\sim 1\times 10^{-3}\text{m/s}$ 。再结合植被类型以及水文调控需求,合理设计土壤层的厚度,本植物根系比较浅,因此草本植物区域的土壤层厚度控制在 $30\sim 50\text{cm}$ ;反之,乔木根系比较发达,因此,此区域的土壤层厚度应该控制在 $80\sim 120\text{cm}$ 。

另外,为了确保雨水花园的正常运行,在土壤层下方合理设置排水层以及过渡层。排水层建议采用碎石,粒径为 $2\sim 4\text{cm}$ ,厚度控制在 $20\sim 30\text{cm}$ 范围内,以形成良好的孔隙结构。过渡层建议采用砂层,厚度控制在 $10\sim 15\text{cm}$ 范围内,其主要作用是避免土壤颗粒随着雨水而下渗到排

水层,从而导致排水管堵塞。下图1为雨水花园土壤剖面结构示意图。

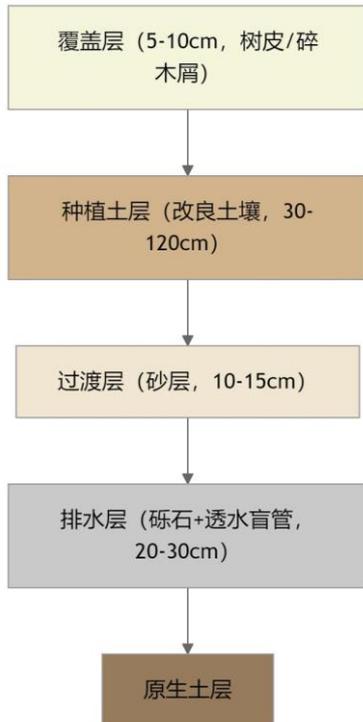


图1 雨水花园土壤剖面结构示意图

### 2.3 植被设计

植被是雨水花园的“灵魂”,应该结合雨水花园的水分分布特点,合理的选择植被。芦苇、香蒲等湿生植物,主要种植于雨水花园底部积水区域;紫花地丁、景天等旱生植物,主要种植于花园边缘非积水区域;鸢尾、萱草等中生植物,主要种植于花园中部过渡区域;另外,为了增强植被菌落的稳定性,可以搭配垂柳、紫薇等少量的本土灌木与乔木。植物的配置同时也要注重群落的结构优化,植被配置需注重群落结构优化,运用“乔灌草”多层组合配置方式,不仅有助于增强生态系统的抗逆能力,而且有助于提高净化效果的稳定性。与此同时,也要充分考虑植物的生长周期,根据实际情况挑选花期不同、叶色多样的植物,以此营造出一种四季有景的景观效果。

### 2.4 防渗与溢流设施设计

防渗与溢流设施不仅可以平衡雨水渗透与防渗漏需求,同时可应对超设计暴雨,防止出现积水内涝现象。因此,需要结合水质要求以及场地地下水埋深合理设计防渗措施,全防渗设置方案主要应用于地下水埋深较浅、易发生地下水污染的区域,另外,为了避免雨水下渗对地下水造成污染,可铺设防渗膜(如HDPE防渗膜);无防渗设

计方案主要适用于地下水匮乏、需重点补充地下水的区域,从而实现雨水充分下渗;半防渗设计方案主要应用于地下水埋深较深、水质较好的区域,另外,为了可以控制雨水下渗的速度,应该在排水层的下方铺设部分防渗膜,控制雨水下渗速度。溢流设施设计要满足超设计暴雨排水需求,溢流口设于雨水花园最高处并连城市雨水管网,确保超量雨水速排防淹周边。其尺寸依设计暴雨强度与汇水面积算。另外,为了避免悬浮颗粒物造成城市雨水管网的堵塞,设格栅,拦截悬浮物。

## 3 海绵城市理念下雨水花园设计的现存问题

部分雨水花园设计缺乏系统思维,未结合海绵城市建设目标与场地条件明确功能定位。有的重景观轻水文调控与生态净化,导致雨水调控效率低。同时,未充分考虑场地条件,规模与实际需求不匹配,易积水或无法承接雨水。多数雨水花园设计要素参数不合理,土壤改良未依原生土壤优化配比,影响雨水净化与渗透;地形设计坡度与下凹深度不当,影响植被生长与土壤透气;植被设计物种单一、外来物种多,存活率低且净化功能不稳;溢流与防渗设施设计尺寸不足或方式不当,影响应对暴雨及地下水补给。雨水花园设计生态适配性不足,在植被选择方面,侧重于景观,植物配置单一,生态系统稳定性差。未构建微生物群落,难以实现生态良性循环。

## 4 海绵城市理念下雨水花园设计的优化策略

### 4.1 明确功能定位,构建系统性设计框架

雨水花园作为海绵城市建设中的关键设施,例如海绵城市的核心理念,充分考虑到场地的实际条件,对雨水花园的功能定位进行分析。在设计阶段,首先对场地进行全面细致的勘察,分析场地的汇水范围,深入研究当地的降雨强度特征、地下水埋深、土壤条件等,此外,结合海绵城市的建设目标,对花园的规模、布局、汇流路径进行合理规划。植被作为雨水花园中的关键组成部分,除了为雨水花园增添景观美感外,同时具有生态净化的功能,因此需要充分结合土壤特性、当地的气候条件以及雨水花园的功能需求,合理选择本地的植物品种。雨水花园的景观布置应该与周围城市的空间风格相统一协调,提升城市人居环境质量。加强雨水花园与人工湿地、植草沟等其他海绵设施的协同设计,充分发挥各设施的优势,对雨水进行有效的处理和利用,助力海绵城市建设目标的实现。

### 4.2 强化生态适配性,提升生物多样性

在如今城市生态建设的大背景之下,雨水花园的建设应该以生态优先为核心,从而构建良性循环的生态系统。

在雨水花园建设过程中,严格避免使用外来植物,全面推广本土物种,还应该筛选具有不同生态功能的本土物种,如鸢尾、菖蒲等一些开花的植物,不仅可以观赏,而且能够为昆虫提供花蜜。芦苇、香蒲等水生植物可以有效地固定于土壤之中,在一定程度上防止水分的流失。水生植物的茎叶能够对重金属悬浮物的污染物起到吸附作用。在雨水花园的建设过程中,尽可能的保留部分自然地形与植被,以此形成一个更加自然和谐的生态系统。例如,通过保留自然的沟壑,有助于增加雨水花园地形的多样性。绿水花园通过借鉴自然湿地的功能与结构,构建一个类似水生植物群落以及动物群落,进一步实现雨水花园与自然生态系统的协同发展,既能够高效的管理雨水,还能够改善城市的生态环境。

## 5 结论

雨水花园作为一种生态可持续的雨水利用方式,在城市生态建设中具有广阔的应用前景。本文基于海绵城市理念系统研究雨水花园设计,雨水花园与海绵城市理念的融合,通过有效管理雨水资源、保护生物多样性和调节微气候可以实现雨水资源循环利用与水生态修复。另外,对于

目前雨水花园设计中所存在的不足之处,通过制定优化策略,如强化生态环境的适配性、明确功能定位等策略,提升雨水花园水文调控与生态净化能力。海绵城市建设推进下,雨水花园设计应用前景广阔,未来研究结合不同气候区特点开展针对性设计研究,提升区域适配性。融合智能化技术,实现指标实时监测与智能调控,提升运行及运维智能化水平。

## [参考文献]

- [1]王思思,张丹明.澳大利亚水敏感城市设计及启示[J].中国给水排水,2010,12(20):64-68.
  - [2]杨晓东.城市非建设用地对雨洪管理的影响[J].山西建筑,2013,12(10):12-13.
  - [3]仇保兴.海绵城市(LID)的内涵途径与展望[J].建设科技,2015,11(11):11-18.
  - [4]刘学娇.提高海绵城市雨水收集系统施工措施[J].工程机械与维修,2021,12(14):208-209.
- 作者简介:王圆圆(1996.11—),毕业院校:河北农业大学现代科技学院,所学专业:风景园林,当前工作单位:河北天艺建筑设计有限公司,职务:景观设计师。