

基于海绵城市理念的市政工程与风景园林设计实践

黄春洪

保利华南实业有限公司 广东 佛山 528200

摘要: 随着城市化进程的加速和气候变化的影响,城市水资源管理与防洪排涝面临严峻挑战。海绵城市理念作为一种新型的城市雨洪管理策略,通过模仿自然生态系统,构建具有高效自净能力的城市水系统,旨在实现雨水的自然渗透、储存、净化和利用。本文将从海绵城市理念的提出、关键技术设施、市政工程与风景园林设计实践等方面进行探讨,旨在为城市可持续发展提供理论支持和实践指导。

关键词: 海绵城市; 市政工程; 风景园林; 设计

引言

海绵城市理念起源于荷兰,其核心在于通过合理规划和设计,减少城市硬化面积,增加绿地和透水铺装,使雨水得以自然渗透,从而控制径流污染,减轻城市内涝风险,并实现水资源的可持续利用。在我国,随着城市化进程的加快,海绵城市建设已成为解决城市水问题的重要途径。本文将从市政工程与风景园林设计的角度,详细阐述海绵城市理念的具体应用。

1 海绵城市理念的提出与核心思想

1.1 理念的提出

海绵城市理念作为一种先进的城市雨洪管理策略,其起源可追溯至国外的城市规划和水资源管理实践。该理念的核心目标是通过模拟自然生态系统的水循环过程,构建一个具有强大吸水、蓄水、渗水和净水功能的城市水系统。这一理念的提出,旨在应对城市化进程中日益严峻的水资源短缺、城市内涝和水环境污染等问题,推动城市水资源的可持续利用。近年来,随着我国城市化进程的加速和气候变化的影响,城市水资源管理和防洪排涝面临的挑战愈发严峻。为了应对这些挑战,我国政府积极响应国家政策号召,将海绵城市建设纳入国家发展战略,大力推进海绵城市的建设和实践。通过海绵城市的建设,旨在解决城市内涝、改善城市水环境、提升城市生态承载力,推动城市的可持续发展^[1]。

1.2 核心思想

海绵城市理念的核心思想可以概括为“自然优先、源头控制、过程控制、终端控制”。这一思想强调了在城市规划和建设中,应充分尊重和保护自然生态系统,以自然的方式管理和利用雨水资源。具体来说,“自然优先”强调在城市建设中应尽可能保持和恢复自然的水文循环和生态过程,减少人为干预对自然生态系统的影响。“源头控制”则通过增加城市绿地和透水铺装等措

施,减少雨水径流,使雨水在源头得到有效控制。“过程控制”则通过构建滞留渗透系统和传输进化系统等关键技术设施,实现雨水的自然渗透、净化和储存。“终端控制”则强调在雨水的最终利用环节,应合理规划和设计城市的水资源利用系统,满足城市绿化、农业灌溉等多种需求,实现水资源的最大化利用和可持续管理。

2 海绵城市理念下的关键技术设施

2.1 滞留渗透系统

滞留渗透系统是海绵城市理念中至关重要的技术设施,其核心在于通过自然和人工手段,增加雨水在城市中的滞留时间和渗透量。生物滞留设施作为其中的重要组成部分,通常包括生物滞留带、雨水花园等形式。这些设施利用土壤层和浅表植被的净化作用,有效清除雨水中的悬浮物、有机物等污染物,同时增加雨水的渗透率,减少地表径流。在设计生物滞留设施时,需根据当地气候条件、土壤类型和植被特点进行合理配置,以确保其净化效果和生态功能的最大化。透水路面是滞流渗透系统的另一重要组成部分。它采用多孔材料设计,如透水混凝土、透水沥青等,使雨水能够及时渗入地下,补充地下水,同时减少地表积水,降低城市内涝风险。透水路面的设计需考虑材料的透水性、耐久性和安全性等因素,以确保其在实际应用中的可靠性和稳定性^[2]。

2.2 传输净化系统

传输净化系统是海绵城市理念中用于传输和净化雨水的关键技术设施。草洼地作为其中的一种典型形式,通过植被的覆盖和土壤的渗透作用,实现雨水的边传输边过滤,有效减少径流污染。在设计草洼地时,需根据地形、土壤和水文条件进行合理布局,同时选择适宜的植被种类和种植密度,以确保其净化效果和生态功能的最大化。水体景观是传输进化系统中的另一重要组成部分。它不仅具有观赏价值,还能通过合理地设计和维

护,保护生物多样性,提升城市生态景观品质。在水体景观的设计中,需注重水体的自然循环和净化功能,通过配置水生植物、设置人工湿地等方式,提高水体的自净能力,同时考虑水体的蓄存和排放问题,以确保其稳定与安全。

3 市政工程中的海绵城市设计实践

3.1 道路设计

3.1.1 透水式人行道设计

材料选择:透水砖和透水混凝土是常见的透水材料。透水砖的透水系数一般不低于 $1.0 \times 10^{-3} \text{mm/s}$,透水混凝土孔隙率不低于15%,透水系数不低于 1mm/s 。

设计要点:一是坡度设计:人行道应设计有适当的坡度(一般不大于2%),以确保雨水能够顺畅流向透水材料并渗透。二是与绿地衔接:人行道边缘应设计开口路缘石,使雨水能够顺利流入绿地,增加雨水的自然净化和滞留效果。三是结构层次:透水砖或透水混凝土层下方应设置砂石过滤层和排水盲管,确保雨水在渗透过程中得到有效过滤,避免堵塞^[3]。

3.1.2 透水路面设计

材料选择:透水沥青的空隙率一般控制在20%左右,透水水泥混凝土孔隙率不低于15%。

设计要点:一是结构层次:透水路面从上至下依次为透水沥青或透水水泥混凝土层、级配碎石层、排水盲管层和原土基层。二是排水系统:设置雨水收集系统,将收集的雨水导入蓄水池,用于绿化灌溉、道路清洗等。三是承载力与耐久性:通过合理设计路面结构层厚度和强度,确保透水路面满足车行道承载力和耐久性要求。

计算示例:以透水沥青为例,假设车行道宽度为10米,长度为500米,空隙率为20%,单次降雨量为 0.015m 。则理论上,该段车行道每小时可渗透的雨量约为:

$$\text{渗透量} = 10\text{m} \times 500\text{m} \times 0.015\text{m} \times 0.2 = 15\text{m}^3 = 15000\text{L}$$

3.1.3 道路树池设计

道路树池的设计不仅为树木提供生长所需的水分和养分,还增加了道路的绿化面积和生态功能。

设计要点:一是土壤与填料:树池内应填充透水性良好的土壤和有机填料,如砂土、腐殖土等,以便雨水快速渗透。二是结构层次:树池底部应设置排水盲管,确保多余雨水能够顺利排出,避免积水。三是与绿地衔接:树池边缘应设计缓坡或开口,使雨水能够顺畅流入周边绿地,形成完整的雨水渗透和净化系统。

3.2 公共区域设计

3.2.1 广场设计

广场作为城市公共活动的重要空间,其设计应采用透水铺装材料和渗水装置,以增加地面的透水性能,并实现雨水的资源化利用。

透水铺装材料:透水砖和透水混凝土是常用的透水铺装材料。透水砖的透水系数应不低于 $1.0 \times 10^{-3} \text{mm/s}$,透水混凝土的孔隙率应不低于15%。

渗水装置:在广场的绿地和景观区域设置渗水井和渗水沟。渗水井的直径一般为0.5-1.0米,深度不小于1.0米;渗水沟的宽度和深度应根据实际情况设计,但应保证雨水能够顺畅渗透。

雨水收集系统:在广场周边设置雨水收集系统,包括雨水管道、雨水收集池和雨水处理设备。雨水管道应采用耐腐蚀、耐磨损的材料,如PVC或HDPE;雨水收集池的体积应根据广场面积和降雨量计算确定;雨水处理设备能够去除雨水中的杂质和污染物。假设广场面积为10000平方米,采用透水砖铺设,透水系数为 $1.5 \times 10^{-3} \text{mm/s}$,单次降雨量为 20mm 。则理论上,该广场每小时可渗透的雨量约为:

$$\text{渗透量} = (10000\text{m}^2 \times 0.02\text{m}) / (3600\text{s}) \times 1.5 \times 10^{-3} \text{mm/s} \times 3600\text{s} = 0.3\text{m}^3/\text{h} = 300\text{L}/\text{h}$$

若设置雨水收集系统,假设收集效率为80%,则每小时可收集的雨水量约为 240000L 。

3.2.2 案例分析:北京市奥林匹克公园

北京市奥林匹克公园在设计中充分考虑了海绵城市理念,通过设置渗水装置和雨水收集系统,实现了雨水资源的有效利用。①渗水装置:在公园的绿地和景观区域设置了大量的渗水井和渗水沟。渗水井的直径一般为0.6-0.8米,深度为1.2-1.5米;渗水沟的宽度为0.3-0.5米,深度为0.4-0.6米。这些渗水装置使雨水能够迅速渗透到地下,补充地下水。②雨水收集系统:公园内设置了多个雨水收集池和雨水花园。雨水收集池的体积根据公园面积和降雨量计算确定,一般为几百到几千立方米;雨水花园的面积根据实际情况设计,一般为几百到几千平方米。这些雨水收集系统将收集的雨水用于绿化灌溉和景观水体补水,既美化了环境,又节约了水资源^[4]。

4 风景园林设计中的海绵城市实践

4.1 雨水花园设计

4.1.1 选址与规模

选址原则:避免雨水浸泡地基,距建筑基础至少3米,有地下室的建筑至少9米;优选阳面或半日照条件,地势平坦且土壤渗透性良好的区域。

规模计算:雨水花园的面积可根据设计降雨量、汇水面积以及设施的下凹深度等因素来确定。常用的计算

公式为:

$$S = 10H\phi F/h$$

其中, S是雨水花园的设计面积(m^2), H是设计降雨量(mm), ϕ 是综合雨量径流系数, F是汇水面积(m^2), h是设施的下凹深度(m)。一般来说, 居住区合理的雨水花园面积范围是9~27 m^2 。

4.1.2 土壤与结构

雨水花园的土壤需具备一定的渗透率, 理想组合为50%砂土、20%表土、30%复合土壤。若土壤渗透性不足, 可通过局部换土来实现。雨水花园主要由蓄水层、覆盖层、植被及种植土层、人工填料层和砾石层组成。蓄水层深度一般为10-20cm, 底部应平坦以防止积水。在填料层和砾石层之间可铺设一层砂层或土工布。

4.1.3 溢流与排水

一是溢流装置: 若雨水花园所在位置不便直接排入排水系统, 需设计溢流装置。溢流设施顶一般应低于汇水面100mm。二是排水设计: 雨水花园应确保超过其设计能力的雨水能及时排入周围草坪、林地或排水系统。若条件允许, 可设计雨水沿四周高坎流进排水系统。

4.2 下凹绿地设计

4.2.1 设计原则与目标

下凹式绿地设计应遵循生态优先、因地制宜、经济合理的原则, 确保绿地既能发挥雨水管理功能, 又能与城市景观相协调。目标是增加城市绿化覆盖率, 改善城市生态环境, 提供休闲活动空间, 同时减少地表径流, 补充地下水, 提高雨水资源利用率。

4.2.2 设计参数与计算

下凹深度: 下凹式绿地的设计深度一般根据当地降雨强度、土壤渗透系数等因素确定。通常, 下凹深度在5~30cm之间, 以确保雨水能够有效蓄渗。

面积计算: 下凹式绿地的面积应根据汇水面积、设计降雨量、土壤渗透系数等因素综合确定。常用的计算公式包括水量平衡方程, 如:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

其中, Q_1 为设计降雨总量, Q_2 为下凹式绿地蓄渗

量, Q_3 为溢流外排量。通过调整下凹式绿地的面积和深度, 使 Q_2 最大化, 从而减少 Q_3 。

土壤渗透系数: 土壤渗透系数是影响下凹式绿地蓄渗能力的重要因素。设计时需进行现场实测或通过文献资料获取准确的渗透系数值。渗透系数越大, 下凹式绿地的蓄渗能力越强。

径流系数: 径流系数反映了地表径流与降雨量的关系。下凹式绿地所在区域的径流系数受地表覆盖、土地利用类型等因素影响。设计时需考虑如何降低径流系数, 提高雨水滞留率。

4.2.3 结构与设施

下凹式绿地通常包括植被层、种植土层、砂滤层、砾石层和防渗层等结构层次。各层次之间通过合理搭配, 确保雨水能够顺畅下渗并得到有效净化。根据实际需求, 下凹式绿地可设置雨水收集管、溢流井、观察井等配套设施。雨水收集管用于收集绿地内的雨水, 溢流井则用于在雨水量超过绿地蓄渗能力时及时排放雨水, 观察井则用于监测绿地内的水位和水质情况。

结语

海绵城市理念在市政工程与风景园林设计中的应用, 为城市水资源管理和防洪排涝提供了新思路和新方法。通过构建滞留渗透系统、传输进化系统等关键技术设施, 实现雨水的自然渗透、储存、净化和利用, 有助于提升城市生态环境质量, 推动城市可持续发展。未来, 随着海绵城市理念的不断深入和技术的不断创新, 相信我国城市将迎来更加清洁、美丽、宜居的发展前景。

参考文献

- [1]马允恒.海绵城市在市政工程中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(23):199-201.
- [2]黄兴勇.海绵城市理念在市政工程中的应用[J].江西建材,2023,(01):351-352.
- [3]莫奕群.基于海绵城市理论的兴业大道景观改造设计研究[D].哈尔滨工业大学,2020.
- [4]肖月.海绵城市理念下风景园林专业面临的挑战及对策[J].住宅与房地产,2020,(35):181+183.