

海绵城市理念在城市水利工程设计中的应用

邓秋桓

珠海市水利勘测设计院

摘要:随着城市化进程的加速和气候变化的加剧,城市面临着日益严重的水资源管理挑战,如城市内涝、水质污染、水资源短缺等,在这种背景下,海绵城市理念应运而生。将海绵城市理念应用于城市水利工程设计中,有助于提高城市水资源的利用效率,减轻城市水环境负担,实现城市可持续发展。鉴于此,本文针对海绵城市理念在城市水利工程设计中的应用方式展开系统论述,为全面促进水利工程持续发展奠定坚实基础。

关键词:海绵城市;城市水利工程;设计原则;应用方式

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.08.237

海绵城市理念是一种以海绵为比喻,模仿自然生态系统的功能,通过构建具有吸水、蓄水、渗水、净水等特性的城市空间,应对城市化进程中面临的水资源管理挑战,其强调在城市规划、设计和建设中,将雨水资源合理利用,并通过绿色基础设施、自然生态系统的恢复与保护等措施,减少城市洪涝灾害、改善水质、提升城市生态环境质量。城市水利工程设计是指在城市规划、建设和运营过程中,针对城市水资源管理、供水、排水、治水等方面的需求,开展的专门设计工作,通过合理规划和设计,确保城市水资源的有效利用、安全供应和良好环境,降低水灾风险,改善城市生态环境质量。将海绵城市理念应用于城市水利工程设计中具有重要的研究意义,可促进城市水资源的可持续利用和生态环境的改善,提高城市的抗灾能力和适应性,有效减少城市径流污染和洪涝风险,改善城市水环境质量,推动城市水利工程设计与建设向更加智能、绿色、可持续的方向发展,为构建美丽宜居的城市提供技术支撑和思路指导。

一、城市水利工程设计原则

(一) 综合性原则

城市的水资源管理、供水、排水、治水等方面的需求是相互关联、相互制约的,因此,在设计过程中需综合考虑各个方面的因素,确保水利工程的规划和设计与城市的整体发展战略相协调^[1]。城市水利设施不仅仅是单一的功能设施,还应具备多种功能,如供水、排水、防洪、生态保护等,且这些功能之间应相互协调、相互促进,需综合考虑不同功能之间的关系,设计出既能满足城市水资源管理和保护需求,又能提高城市生活质量和环境质量的水利设施系统。

(二) 灵活性原则

城市是一个动态的系统,城市的人口、经济、社会等因素都在不断变化,城市水资源管理的需求也随之而变,需考虑未来城市的发展趋势和变化,预留一定的设计余地,设计出具有适应性的水利设施系统^[2]。面对不同的气候变化、自然灾害和人为活动,城市水利工程设计需采取灵活多样的技术和管理手段,应对不同情况下的水资源管理需求,提高城市排水系统的适应性和韧性。

(三) 可持续性原则

城市水资源是有限的,其供应和利用必须符合可持续发展的原则,需采用节水技术和管理措施,提高城市水资源利用效率,减少水资源的浪费和损失^[3]。城市水利工程设计应该从生态环境的角度出发,采用环保技术和管理措施,减少对生态系统的影响,促进生态环境的恢复和保护。

二、海绵城市理念在城市水利工程设计中的应用方式

(一) 雨水收集与利用

传统城市中,雨水往往被忽视,大量的雨水在城市表面流失,导致城市内涝、水资源浪费等问题,海绵城市理念强调雨水的合理利用,通过建设雨水收集系统,将雨水收集起来用于绿化、灌溉、工业用水等方面,实现雨水资源的有效利用。例如,在建筑物的屋顶、道路、广场等表面设置透水铺装、雨水花园等设施,将雨水收集到指定区域,再通过雨水收集池或地下储水设施进行暂存,待需时进行利用;还可以利用雨水收集系统为农田灌溉、街道清洗、公园绿化等提供可再生的水资源,减少对地下水和自来水的依赖,降低城市的水资源压力,实现城市水资源的可持续利用^[4]。随着人们对城市环境品质要求的提高,城市景观设计越来越注重雨水的收集与利用,通过在城市公园、广场、居民小区等场

所设置雨水花园、雨水绿化带等景观设施，将雨水收集起来用于景观绿化和生态修复，实现城市景观的生态化、可持续发展。例如，在公园的雨水池周围种植吸水性植物，利用雨水进行灌溉，增加植被覆盖面积，改善城市生态环境；在广场设置雨水收集装置，收集雨水用于景观喷泉或人工湖泊的水源，提升景观效果的同时实现雨水资源的再利用，丰富城市景观形态，提升城市绿色形象，促进城市可持续发展。

（二）自然滞留与渗透

在城市规划和设计中，合理设置绿地和花园，能够增加城市的绿化覆盖率，提高土地的透水性，促进雨水在地表的自然滞留，科学设计湿地和生态池等湿地景观，利用湿地植被和湿地土壤的吸水性，能够增加雨水在地表停留的时间，并通过湿地的自然过滤作用，净化雨水中的污染物，达到雨水渗透和净化的效果。例如，在城市公园和社区绿地中设置雨水花园和雨水湿地，利用花草树木的吸水功能和湿地植被的过滤作用，实现雨水的自然滞留和渗透，提高城市的雨水管理能力^[5]。在城市道路、广场、人行道等场所，可以采用透水铺装材料，如透水混凝土、透水砖石等，替代传统的不透水铺装，能够增加雨水的渗透面积，减少地表积水，在城市地下设置地下渗透带，利用地下渗透带的吸水性和渗透性，将雨水引导到地下，形成地下储水层，补充地下水资源，降低地表水位，减缓雨水径流速度，实现雨水的渗透和储存。例如，在城市道路中设置透水砖石铺装，使雨水可以直接渗透到地下，减少路面积水，改善交通安全和行车环境；在城市公园和广场下方设置地下渗透带，收集并储存雨水，供给植物生长和地下水补给，实现雨水的渗透和利用。

（三）绿色基础设施建设

绿色屋顶和墙体是一种利用植被和透水材料覆盖建筑物表面的设计方式，具有吸收雨水、减少地表径流、改善城市热岛效应、提高空气质量等多重功能，在城市水利工程设计中，可以推广绿色屋顶和墙体的建设，通过植被和透水材料吸收和滞留雨水，减少雨水径流量，降低城市内涝风险。例如，绿色屋顶可以采用花园屋顶、草皮屋顶等设计，将建筑物的屋顶覆盖成绿色植被，利用植被吸收和蓄存雨水，降低雨水径流量；绿色墙体可以采用爬山虎、垂直花园等设计，将建筑物的墙

面绿化，增加表面积，促进雨水的自然滞留和渗透，改善城市环境质量^[6]。雨水花园和湿地公园是一种利用植被和土壤过滤雨水的自然生态空间，具有净化雨水、改善水质、增强生态系统功能等多重作用，通过布局和建设雨水花园和湿地公园，利用植被和土壤的吸水和过滤功能，净化雨水中的污染物，提高雨水的质量，为城市居民提供休闲娱乐场所。例如，在城市公园、社区绿地等场所建设雨水花园，设置透水铺装和雨水收集设施，将雨水引导到花园内，利用植被和土壤对雨水进行过滤和净化，提高雨水的水质，改善城市环境；建设湿地公园，促进城市生态环境的保护和修复。

（四）地下蓄水与渗透

地下水库是一种利用地下空间储存雨水的设施，通常是在地下建造的水贮藏室或水箱，用于收集和储存雨水，应对暴雨等极端天气条件下的雨水涌入，科学规划和建设地下水库，将其作为城市雨水管理的重要设施。例如，在城市地下建造地下蓄水池或地下蓄水库，利用地下深层空间储存雨水，通过地下管网和泵站调节和控制雨水的流动，达到雨水的暂时储存与调蓄的目的；地下水库还可以与地铁、地下停车场等地下建筑相结合，充分利用地下空间，提高城市土地利用效率，实现雨水资源的最大化利用^[7]。渗透层和渗透带是一种具有较强透水性和渗透性的地下构造，可以促进雨水的自然渗透和地下补给，提高地下水位和地下水资源的可持续利用，采用地下渗透带和渗透层的设计方式，将其布置在城市地下，促进雨水的渗透和储存，减缓雨水径流速度，降低地表水位，改善城市水环境。例如，在城市地下设置透水性混凝土板、透水砾石层等渗透层，促进雨水的渗透和地下补给；利用地下渗透带和渗透层的自然过滤作用，净化雨水中的污染物，提高地下水质量，保护地下水资源；采用人工渗井和地下渗漏管等技术手段，加速雨水的渗透和地下补给，提高地下水位和地下水资源的可持续利用。

（五）源头控制与末端处理

源头控制是指在雨水产生的源头进行控制，通过改变城市土地利用方式和开发模式，减少雨水径流的产生，降低城市内涝风险，采用多种手段进行源头控制，包括合理规划城市绿地和湿地、提高透水铺装比例、设置雨水收集设施等。例如，在城市规划中合理规划绿地

和湿地,增加城市绿化覆盖率,提高土地的透水性,减少城市地表的不透水面积,降低雨水径流量;在城市道路、广场等场所增加透水铺装比例,采用透水混凝土、透水砖石等材料替代传统的不透水铺装,增加雨水的渗透面积,减少地表积水,改善城市水环境质量^[8]。末端处理是指在雨水流入城市排水系统的末端进行处理,通过建设雨水收集池、湿地过滤带等设施,对雨水进行收集、过滤和净化,提高雨水的治理效率和水质净化能力,末端处理技术多种较多,如湿地过滤、人工湖泊、雨水收集池等。例如,在城市排水系统的末端设置雨水收集池,用于收集雨水并进行暂时储存,然后通过自然过滤和沉淀作用,净化雨水中的污染物,提高雨水的水质;在城市公园和绿地等场所建设湿地过滤带,利用湿地植被和土壤的过滤和吸附作用,净化雨水,提高雨水的水质。

(六) 智能化管理与监测

智能化监测系统可以通过传感器、遥感技术、物联网等手段,对城市水环境的水质、水量、水位等关键参数进行实时监测和数据采集,实现对城市雨水、污水和地下水的全面监控,建设智能化监测系统,将其应用于城市排水系统、雨水收集设施、水质监测站等关键节点,实现对城市水环境的全方位监测。例如,在城市排水管网中设置水质传感器和水位监测器,实时监测管网内的水质变化和水位波动,及时发现和预警管网堵塞、泄漏等问题,提高城市排水系统的运行效率和应急响应能力;在雨水收集设施和污水处理厂设置远程监控设备,监测雨水和污水的收集、处理和排放情况,确保雨水和污水的安全处理,维护城市水环境的健康和稳定^[9]。人工智能技术可以通过大数据分析、模型仿真、智能决策等手段,对城市水利工程的运行情况进行智能化管理和优化调度,实现对城市水资源的合理利用和高效管理,建立城市水资源管理与调度平台,通过分析历史数据和实时监测数据,预测未来的水资源需求和供应情况,优化水资源配置和调度方案。例如,利用人工智能技术开发智能排水调度系统,根据雨水预报和城市排水管网的实时监测数据,自动调整排水泵站的运行参数和排水流量,实现对城市雨水的快速排放和控制;利用人工智能技术优化污水处理流程,提高污水处理厂的运

行效率和处理能力,降低污染物排放量,保护城市水环境的整体质量^[10]。

结束语

海绵城市理念在城市水利工程设计中的应用具有重要的理论和实践意义,应充分认识到海绵城市理念对城市水资源管理和生态环境保护的重要作用,加强理论研究与技术创新,积极探索适合城市实际情况的海绵城市建设路径。相信在不久的将来,海绵城市理念将在城市水利工程设计中得到更广泛的应用,为推动城市可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 高庆保. 海绵城市理念在水利工程设计中的融合路径[J]. 砖瓦世界, 2022(23): 157-159.
- [2] 杨平先. 海绵城市理念在城市水利工程水土保持设计中的应用[J]. 大科技, 2020(27): 63-64.
- [3] 董传海, 王冰, 李方超. 浅谈“海绵城市”规划下构建海堤工程“生态堤防”的探索[J]. 水上安全, 2023(10): 64-66.
- [4] 陈燕, 许遐祯, 孙佳丽, 等. 降雨控制模式对海绵城市设计参数的影响——以江苏省为例[J]. 水资源与水工程学报, 2021, 32(4): 15-23.
- [5] 成婷, 袁绍春, 陈焱, 等. 海绵城市改造对河流水质的影响评价——以重庆市万州龙宝河为例[J]. 三峡生态环境监测, 2021, 6(3): 22-29.
- [6] 李文英, 贾斌凯, 李怀恩, 等. 西安小寨商业区海绵城市改建效益货币化计算与分析[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2021, 53(3): 452-462.
- [7] 杨宗璞. 基于海绵城市理念的市政道路给排水设计探讨[J]. 大众标准化, 2022(11): 87-89.
- [8] 马越, 胡艺泓, 姬国强, 等. 海绵城市雨水渗井系统建设关键问题探讨[J]. 给水排水, 2022, 48(4): 13-20.
- [9] 李云, 徐连三, 陈建良, 等. 基于海绵城市建设的水文地质结构模型构建——以武汉市长江新城起步区为例[J]. 资源环境与工程, 2022, 36(2): 198-203.
- [10] 夏晓娟, 牛冬春, 石方健. 阶梯式生态框挡墙在徐州市海绵城市试点项目截水沟工程中的应用[J]. 建筑技术开发, 2023, 50(3): 77-79.