

# 海绵城市设计技术在港口工程的应用

邓林锋

广州港工程设计院有限公司 广东 广州 510700

**摘要:** 港口工程作为海陆交汇的关键节点,面临着防洪排涝与生态环境保护的双重挑战。海绵城市设计技术的引入,通过构建雨水收集与利用系统、生态护岸、透水铺装及智能监测等措施,有效提升了港口的防洪排涝能力,同时促进了雨水资源的再利用和生态环境的修复。这些技术的应用不仅增强了港口工程的韧性,还提升了其生态价值,为实现绿色、可持续的港口发展提供了有力支撑。本文深入探讨了海绵城市设计技术在港口工程中的具体应用与效果,为相关实践提供了参考。

**关键词:** 海绵城市设计技术;港口工程;应用

引言:在全球化与海洋经济蓬勃发展的背景下,港口工程作为连接内陆与海洋的桥梁,其重要性日益凸显。然而,随着气候变化引发的极端天气事件频发,港口工程面临着前所未有的防洪排涝挑战。同时,作为生态环境的重要组成部分,港口区域的生态保护亦不容忽视。在此背景下,海绵城市设计技术以其独特的雨水管理理念,为港口工程的防洪排涝与生态保护提供了新的解决方案。本文将深入探讨海绵城市设计技术在港口工程中的应用,以期构建更加安全、绿色、可持续的港口环境提供有益参考。

## 1 海绵城市设计技术概述

### 1.1 海绵城市的基本概念

(1) 定义与特点。海绵城市是一种新型的城市雨洪管理理念,旨在通过一系列设计和技术手段,使城市能够像海绵一样,在适应环境变化和应对自然灾害时具有良好的“弹性”。它的核心特点是“渗、滞、蓄、净、用、排”六字方针,即在降雨时吸水、蓄水、渗水、净水,并在需要时将蓄存的水释放并加以利用,从而达到优化城市排水系统的目的。(2) 主要功能与目标。海绵城市的主要功能包括防洪减灾、雨水资源化、生态修复和环境改善。其目标是构建一个可持续发展的城市水循环系统,实现雨水的自然积存、渗透和净化,减少城市内涝风险,提高雨水资源的利用效率,同时保护和改善城市生态环境。

### 1.2 关键设计技术

(1) 雨水收集与净化技术。雨水收集与净化是海绵城市建设的关键环节。通过建设雨水花园、生物滞留设施等,可以有效收集雨水并进行初步净化。这些设施利用植物、土壤和微生物的协同作用,去除雨水中的污染物,提高水质。同时,通过透水铺装、下沉式绿地等

技术手段,增加雨水的下渗量,减少地表径流,进一步减轻城市排水系统的压力。(2) 绿色屋顶与生态墙面技术。绿色屋顶和生态墙面是海绵城市建设的创新点之一。通过在建筑物屋顶和墙面种植植被,可以增加城市的绿地面积,提高雨水的滞留和净化能力。同时,绿色屋顶和生态墙面还能起到保温隔热、降低能耗、美化环境等多重作用<sup>[1]</sup>。(3) 透水铺装与下沉式绿地技术。透水铺装是一种新型的铺装材料,具有良好的透水性能。通过采用透水铺装,可以增加雨水的下渗量,减少地表径流。下沉式绿地则是一种低洼绿地,通过下凹式设计,收集并储存雨水,进一步增加雨水的滞留时间,提高净化效果。(4) 智能管网与监测系统。智能管网与监测系统是海绵城市建设的重要组成部分。通过安装传感器、监测设备等,可以实时监测城市雨水管网的运行状况,及时发现并解决问题。同时,智能管网还能根据降雨情况自动调节排水量,提高排水效率。

## 2 港口工程的特殊性及其对海绵城市设计的要求

### 2.1 港口工程的地理与环境特点

(1) 临水区域的地形地貌。港口工程通常位于临水区域,这些区域的地形地貌复杂多变,包括河流、海湾、海峡等自然水体以及人工开挖的航道和泊位。这些地形地貌特征对港口工程的规划和建设提出了特殊要求,尤其是在防洪排涝、地基处理和岸线利用等方面。此外,港口区域的地质条件也往往较为复杂,需要综合考虑土壤承载力、地下水位和地基稳定性等因素。(2) 海洋气候的影响。港口工程所处的海洋气候环境具有显著的特点,如温差大、湿度高、风力强和多风暴等。这些气候因素不仅影响港口设施的结构安全和使用寿命,还对港口运输和物流活动产生重要影响。例如,强风和风暴可能导致船舶停航、货物损坏和港口设施受损,而

高温高湿环境则可能加速港口设备的老化和腐蚀。(3) 港口运输与物流活动。港口作为海上运输的枢纽,承担着大量的货物运输和物流活动。这些活动对港口的交通、仓储、装卸和转运等基础设施提出了高要求。同时,港口运输和物流活动还可能产生噪声、废气和固体废弃物等环境污染问题,对周边生态环境造成压力。

## 2.2 港口工程对海绵城市设计技术的需求

(1) 提高防洪排涝能力。港口工程对防洪排涝能力有着极高的要求。由于港口区域通常地势低洼且紧邻水域,容易受到洪水和内涝的威胁。因此,在海绵城市设计中,需要充分考虑港口的防洪排涝需求,通过构建防洪堤、排水泵站和滞洪区等设施,提高港口的防洪排涝能力,确保港口设施的安全运行和货物运输的畅通无阻。(2) 保护港口生态环境。港口工程的建设和运营对周边生态环境产生深远影响。在海绵城市设计中,需要注重保护港口的生态环境,通过采用生态护坡、湿地保护和雨水净化等技术手段,减少港口工程对生态环境的破坏,促进生态系统的恢复和平衡。同时,还需要加强环境监测和治理工作,及时发现和解决环境污染问题。

(3) 促进水资源的高效利用。港口工程作为海上运输的枢纽,其水资源利用也具有重要的战略意义。在海绵城市设计中,需要充分考虑港口的水资源需求,通过构建雨水收集、处理和回用系统,实现水资源的高效利用。这不仅可以缓解港口区域的水资源短缺问题,还可以减少雨水排放对周边水域的影响,促进水资源的可持续利用<sup>[2]</sup>。

## 3 海绵城市设计技术在港口工程的具体应用

### 3.1 雨水收集与利用系统

(1) 设计雨水收集设施。港口工程所在区域往往具有丰富的雨水资源,这些资源可以通过设计合理的雨水收集设施得到有效利用。雨水花园和生态滞留池是两种常见的雨水收集设施。雨水花园通过种植本土植物和设置雨水收集管道,将雨水导入地下储水层,不仅美化了环境,还有助于减少地表径流。生态滞留池则通过模拟自然湿地的功能,对雨水进行初步净化,同时增加雨水下渗,降低雨水径流峰值。这些设施的设计应考虑地形、植被、土壤类型等因素,确保雨水收集效率和净化效果。(2) 利用雨水进行绿化灌溉、道路清洗等。收集的雨水可以通过简单的处理用于港口的绿化灌溉、道路清洗等非饮用水需求。这不仅可以减少对地下水的开采,降低用水成本,还能提高雨水的利用率,减少雨水排放对周边水域的潜在影响。为了实现这一目标,需要建立雨水处理和储存系统,包括过滤、消毒和储水等环

节。同时,还需要制定雨水利用计划,确保雨水的合理分配和高效利用。

### 3.2 生态护岸与湿地修复

(1) 构建生态护岸。传统的港口护岸往往采用硬质材料,如混凝土或石块,这些材料虽然坚固但缺乏生态功能。生态护岸则通过采用植物、土壤和天然石材等生态材料,构建具有自然形态和功能的护岸系统。生态护岸不仅能够提升水体的自净能力,还能为水生生物提供栖息地,促进生物多样性的增加。在设计生态护岸时,需要充分考虑港口的地理、气候和水文条件,确保护岸的稳定性和生态功能。(2) 恢复湿地生态系统。湿地是自然界中重要的生态系统,具有净化水质、调节气候、提供生物栖息地等多种功能。在港口工程中,由于建设活动可能破坏原有的湿地生态系统,因此需要采取措施进行湿地修复。湿地修复可以通过恢复湿地植被、重建湿地地形、引入水源等方式实现。通过这些措施,可以增强湿地的生物多样性,提升湿地的生态服务功能,为港口的可持续发展提供有力支撑<sup>[3]</sup>。

### 3.3 透水铺装与生态停车场

(1) 采用透水铺装材料。透水铺装是一种新型的铺装材料,具有透水、透气和保水等功能。在港口工程中,采用透水铺装材料可以有效减少地表径流,增加雨水下渗面积,从而减轻排水系统的压力。同时,透水铺装还能改善城市热岛效应,提升城市生态环境质量。在设计透水铺装时,需要选择适合港口环境的透水材料,确保铺装结构的稳定性和耐久性。(2) 建设生态停车场。生态停车场是在传统停车场的基础上,通过引入绿化植被和透水铺装等措施,实现停车场的生态化改造。在港口工程中,建设生态停车场不仅可以增加雨水下渗面积,还能提升停车场的景观效果和使用舒适度。为了实现这一目标,需要在停车场的设计中充分考虑绿化植被的选择和布局,以及透水铺装材料的应用和维护。

### 3.4 智能监测与调控系统

(1) 建立雨水监测系统。为了实时掌握港口区域的水文状况,需要建立雨水监测系统。雨水监测系统可以通过安装传感器和数据采集设备,实时监测港口的降雨量、水位、水质等关键指标。这些数据可以用于评估港口的防洪排涝能力、预测暴雨等极端天气事件对港口的影响,以及为雨水资源的分配和利用提供科学依据。(2) 运用智能调控系统。智能调控系统是实现港口雨水资源高效利用的关键手段。通过集成物联网、大数据和人工智能技术,智能调控系统可以实现对港口雨水收集、处理、储存和利用等全过程的实时监测和智能调

控。例如,根据降雨情况和港口实际需求,智能调控系统可以自动调节雨水收集设施的运行状态、优化雨水处理流程、调整雨水储存和分配计划等<sup>[4]</sup>。通过这些措施,可以确保港口在遭遇暴雨等极端天气时能够有效应对,同时实现雨水资源的高效利用和生态环境的保护。

#### 4 挑战与对策

##### 4.1 技术挑战与限制

(1) 复杂地质条件下的技术应用难点。港口工程通常位于水域附近,地质条件复杂多变,包括软土地基、淤泥质土壤等,这对海绵城市设施的建设和维护构成了严峻挑战。例如,透水铺装材料在软土地基上的稳定性和耐久性可能受到影响,而地下排水系统的施工也可能因地质条件复杂而增加难度和成本。此外,港口区域可能存在的地下水位波动和海水侵蚀问题,也对海绵城市设施的材料选择和结构设计提出了更高要求。(2) 高强度开发与生态保护之间的矛盾。港口工程作为重要的交通枢纽和经济发展引擎,往往伴随着高强度的土地开发和建设活动。这种高强度开发往往与生态保护目标相冲突,尤其是在保护湿地、恢复生态多样性方面。海绵城市设计虽然强调生态优先,但在具体实施中,如何在保证港口功能的同时,最大限度地减少对生态环境的影响,成为了一个亟待解决的问题。(3) 技术成本与效益的平衡问题。海绵城市设施的建设和运营维护成本较高,尤其是在港口工程这样的大规模项目中。这些成本包括但不限于透水铺装材料的采购、智能监测系统的安装与维护、湿地保护与恢复工程的实施等。如何在有限的预算内实现最佳的技术效益,成为了海绵城市设计在港口工程中应用的一大难题。同时,还需要考虑长期运营成本与短期经济效益之间的平衡,以确保项目的可持续性和经济可行性。

##### 4.2 应对策略与建议

(1) 加强技术研发与创新,提升技术应用适应性。针对复杂地质条件,应加大技术研发力度,开发适用于不同地质条件的海绵城市设施材料和施工技术。例如,研发具有高强度、耐腐蚀性的透水铺装材料,以及适应软土地基的地下排水系统结构。此外,还可以探索利用新技术如BIM(建筑信息模型)进行精准设计和施工管

理,提高建设效率和质量。(2) 完善相关法律法规,为技术应用提供政策保障。政府应出台相关法律法规,明确海绵城市设施在港口工程中的建设标准、维护责任以及资金投入机制。同时,建立激励机制,鼓励企业采用先进的海绵城市设计技术,并对在生态保护方面做出贡献的企业给予奖励。此外,加强环保法规的执行力,确保港口工程在开发过程中不对生态环境造成不可逆的损害。(3) 加强跨部门协作与公众参与,形成合力推进海绵城市建设。海绵城市的建设和管理涉及多个部门和利益相关方,包括城市规划、水利、环保、交通等部门以及当地居民和企业。因此,应加强跨部门协作,建立信息共享和协调机制,确保各项政策和技术措施的有效落实。同时,提高公众对海绵城市建设的认识和参与度,通过宣传教育、社区活动等方式,激发社会各界对生态保护和雨洪管理的热情和支持。公众的参与不仅有助于提升项目的社会认可度,还能为项目的实施和监督提供有力的社会监督力量。

#### 结束语

综上所述,海绵城市设计技术在港口工程中的应用,不仅增强了港口的防洪排涝能力,还有效促进了雨水资源的再利用和生态环境的修复。通过实施一系列创新性的设计措施,港口工程得以在保障运输功能的同时,更好地融入自然生态系统,实现了人与自然的和谐共生。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,海绵城市设计理念将在港口工程中发挥更加重要的作用,为构建绿色、可持续的港口环境贡献力量,推动海洋经济的健康发展。

#### 参考文献

- [1]熊俊俊.海绵城市设计理念在市政工程中的应用[J].交通世界,2021,(13):147-148.
- [2]韩倩.基于海绵城市建设需求的给排水设计要点探讨[J].中国住宅设施,2021,(10):97-98.
- [3]毕晓芳.海绵城市市政给排水规划设计分析[J].数码世界,2020,(05):64-65.
- [4]周泽华.海绵城市建设与水利景观设计的耦合性探索[J].建筑工程技术与设计,2023,(09):105-106.