

低碳理念下滨水建筑与水循环系统整合设计

郭嘉琪

长江勘测规划设计研究有限责任公司 湖北 武汉 430014

摘要: 本文聚焦低碳理念下滨水建筑与水循环系统的整合设计。阐述低碳理念在滨水建筑中的内涵延伸,以系统论为整合设计理论基础。从建筑形态与水循环空间整合、水循环系统工艺与建筑设备整合、景观水文与建筑外部水系统整合三方面提出策略,涵盖建筑形态适应水动力、水源热泵系统整合、海绵城市理念落地等内容,旨在实现滨水建筑低碳发展与水资源高效利用。

关键词: 滨水建筑; 低碳设计; 水循环系统; 海绵城市

引言: 在全球倡导低碳发展的大背景下,滨水建筑作为城市重要组成部分,其低碳设计意义重大。滨水建筑因临水特性,在水资源利用与碳减排方面具备独特优势。然而,传统设计往往忽视水循环系统与建筑的协同。本文旨在探讨低碳理念下滨水建筑与水循环系统的整合设计,通过理论分析与策略研究,为打造生态友好、低碳节能的滨水建筑提供思路与方法。

1 低碳理念与滨水建筑水循环系统整合的理论基础

1.1 低碳理念在滨水建筑中的内涵延伸

低碳理念在滨水建筑中的内涵已超越传统节能降耗,延伸为“低排放、高适配、强协同”的综合发展理念,核心是实现建筑全生命周期与滨水环境的生态共生。不同于普通建筑的低碳设计,滨水建筑需结合临水区位优势,将水资源利用与碳减排深度绑定,既要降低建筑自身水循环过程中的碳排放,也要依托滨水特性构建碳汇体系。其内涵涵盖三个维度:一是减少水循环系统的能源消耗,优化设备运行效率,降低化石能源依赖;二是最大化利用天然水资源,减少自来水开采与污水排放,降低水资源循环的碳足迹;三是通过水循环系统与滨水环境的协同,提升建筑碳汇能力,实现“用水减碳、治水固碳”。这种延伸让低碳理念不再是单一的节能目标,而是贯穿建筑设计、施工、运营全流程,兼顾生态保护、水资源利用与碳减排的系统性理念,为滨水建筑水循环系统整合提供核心价值导向^[1]。

1.2 整合设计的系统论基础

低碳理念与滨水建筑水循环系统的整合设计,以系统论为核心理论基础,强调将建筑、水循环系统与滨水环境视为一个不可分割的有机整体,而非孤立的个体模块。系统论强调整体最优原则,要求整合设计打破各子系统的壁垒,实现供水、用水、排水、回用等环节的协同联动,同时兼顾建筑功能、水资源利用与碳减排目

标的统一。从系统关联性来看,滨水建筑的形态、功能布局直接影响水循环系统的布置的效率,而水循环系统的运行状态也会反作用于建筑的低碳性能与滨水环境质量。系统论的动态平衡原理,要求整合设计适应滨水区域的水文变化、气候特征,实现水循环系统的动态优化,确保在不同工况下均能维持低碳运行。此外,系统论的层次性原理指导整合设计划分优先级,优先解决高碳排放环节、核心水循环节点,逐步实现全系统的低碳升级,为整合策略的制定提供科学的理论支撑。

2 滨水建筑形态与水循环系统的空间整合策略

2.1 建筑形态适应水动力过程

滨水建筑形态的设计需充分适应滨水区水动力过程,实现建筑空间与水循环系统的空间适配,降低碳排放。滨水区水动力主要包括地表径流、潮汐涨落、水体对流等,建筑形态设计需规避水动力对建筑的不利影响,同时利用水动力优化水循环效率。在平面布局上,采用舒展式、退台式形态,减少建筑对地表径流的阻挡,引导雨水自然汇流,降低雨水收集的能耗;在立面设计上,结合潮汐规律设置高低错落的亲水界面,利用潮汐能辅助实现水资源的自然循环,减少人工抽水设备的使用。建筑形态需考虑水体对流特性,合理布置通风廊道,利用水体比热容大的特点调节建筑微气候,减少空调系统能耗,间接降低水循环系统的碳负荷。通过建筑形态与水动力过程的适配,实现空间利用与低碳目标的协同,让建筑形态成为水循环系统低碳运行的重要支撑。

2.2 屋顶与立体空间的雨水管理

屋顶与立体空间是滨水建筑雨水管理的核心区域,其整合设计需实现雨水的高效收集、暂存与回用,减少雨水流失与处理能耗,践行低碳理念。屋顶区域采用绿色屋顶设计,种植耐旱、固碳能力强的植物,既可以减缓雨水径流速度,增加雨水下渗,又能通过植物光合

作用吸收二氧化碳,提升建筑碳汇能力;同时,在屋顶设置雨水收集槽、过滤装置,对雨水进行初步净化,减少后续净化工艺的能耗。立体空间如阳台、垂直绿化墙面,设置垂直雨水收集系统,将墙面径流引入屋顶或地面储存设施,实现雨水的梯级收集^[2]。结合建筑立体空间布局,设置雨水回用管网,将收集的雨水用于绿化灌溉、道路清扫、卫生间冲洗等,替代自来水使用,降低水资源开采与处理的碳排放,实现屋顶与立体空间雨水资源的最大化利用,构建“收集-过滤-储存-回用”的立体雨水管理体系。

2.3 滨水地下空间的水系统集成

滨水地下空间的水系统集成是实现水循环系统低碳整合的关键环节,需结合地下空间特性,整合雨水储存、污水预处理、水资源回用等功能,减少空间占用与能源消耗。滨水地下空间地势较低,易汇集雨水与地下水,可利用其天然优势设置地下雨水调蓄池,储存屋顶与地面收集的雨水,调节雨水径流峰值,减少雨水排放压力,同时降低人工调蓄设备的能耗。地下空间集成污水预处理系统,对建筑产生的污水进行初步沉淀、过滤,减少污水输送至市政管网的能耗与污染物排放,为后续污水资源化利用奠定基础。另外,将地下水资源回用设备、水泵房等辅助设施集中布置,优化管网布局,缩短水流路径,降低设备运行能耗;同时,采取防渗、防涝措施,避免地下水污染与倒灌,保障水系统稳定运行,实现地下空间水系统的集约化、低碳化集成,提升整体水循环效率。

3 低碳导向的水循环系统工艺与建筑设备整合

3.1 水源热泵系统与建筑冷热源整合

水源热泵系统与建筑冷热源的整合,是滨水建筑水循环系统低碳化的核心技术路径,核心是利用滨水资源的热交换优势,替代传统化石能源驱动的冷热源设备,降低碳排放。滨水区域的地表水、地下水温度稳定,冬季高于环境温度、夏季低于环境温度,是理想的热泵热源/冷源。整合设计中,将水源热泵系统与建筑空调系统、生活热水系统联动,冬季通过热泵提取水体热量,为建筑供暖;夏季提取建筑室内热量释放至水体,实现制冷,同时利用热泵余热制备生活热水,实现“一机多用”。优化水源热泵系统的取水、回水工艺,采用低能耗取水设备,缩短取水路径,减少水体换热过程中的能源损耗;同时,将热泵设备与建筑设备机房集约化布置,优化系统控制,实现设备联动运行,提高能源利用效率。通过这种整合,可大幅降低建筑冷热源系统的碳排放,实现水资源与能源的协同利用。

3.2 雨水收集-净化-回用与建筑水系统耦合

雨水收集-净化-回用系统与建筑水系统的耦合,需打破两者的独立运行模式,实现水资源的循环利用,降低自来水消耗与污水排放的碳排放。耦合设计中,将雨水收集系统与建筑给水系统、排水系统、绿化灌溉系统深度联动,构建闭环水循环体系^[3]。雨水经屋顶、地面收集后,通过过滤、沉淀、消毒等低碳净化工艺处理,去除杂质与污染物,达到回用标准;处理后的雨水通过专用管网接入建筑杂用水系统,用于卫生间冲洗、绿化灌溉、道路清扫等,替代自来水;未回用的雨水经处理后接入景观水系统,补充景观用水,减少景观用水的自来水消耗。优化耦合系统的控制逻辑,根据建筑用水需求、雨水收集量动态调节回用比例,避免水资源浪费与设备无效运行;采用低能耗净化设备与管网材料,降低系统运行与维护的碳排放,实现雨水资源的最大化利用与建筑水系统的低碳升级。

3.3 灰水/黑水资源化与建筑排水系统优化

灰水、黑水资源化与建筑排水系统的优化整合,是减少污水排放、降低碳排放的重要举措,核心是实现污水的分类收集、分级处理与循环回用。优化建筑排水系统布局,设置灰水、黑水分类收集管网,将洗漱、厨房等灰水与卫生间黑水分开收集,避免混合污水处理的高能耗与高污染。灰水经简易过滤、消毒处理后,用于绿化灌溉、地面冲洗等杂用,实现就近回用;黑水经厌氧发酵、脱氮除磷等低碳处理工艺,转化为再生水,用于景观补水或农田灌溉,同时产生的沼气可作为辅助能源,实现能源回收利用。此外,优化排水管网的坡度与管径,减少排水泵的使用频率,降低设备运行能耗;设置污水缓冲池,调节排水峰值,避免污水倒灌与管网堵塞,减少管网维护的碳排放,通过排水系统优化与水资源化利用,实现“污水变资源”的低碳目标。

3.4 滨水建筑特有的水-能协同技术

滨水建筑特有的水-能协同技术,是实现水循环系统与建筑能源系统低碳整合的关键,依托滨水资源优势,构建“水资源利用-能源回收-碳减排”的协同体系。核心技术包括水体换热协同空调系统、潮汐能辅助供水系统、污水能源回收系统等。水体换热协同技术利用滨水水体与建筑室内的温差,通过热交换器实现建筑室内温度调节,减少空调系统能耗;潮汐能辅助供水系统利用潮汐涨落产生的势能,驱动供水设备运行,降低电力消耗。污水能源回收系统通过提取污水中的热能,用于建筑供暖或生活热水制备,实现能源的循环利用;同时结合太阳能、风能等可再生能源,为水循环系统设备供

电,进一步降低化石能源依赖。这些协同技术的整合应用,实现了水资源与能源的双向赋能,既提升了水循环系统的运行效率,又降低了建筑整体的碳排放,彰显滨水建筑的低碳优势。

4 景观水文与建筑外部水系统的低碳整合

4.1 海绵城市理念在滨水建筑场地的落地

海绵城市理念在滨水建筑场地的落地,是景观水文与建筑外部水系统低碳整合的核心导向,核心是构建“渗、滞、蓄、净、用、排”的雨水管理体系,实现雨水资源的自然循环与低碳利用。在建筑场地设计中,结合滨水地形,设置透水铺装、下沉式绿地、雨水花园等海绵设施,替代传统硬化铺装,增加雨水下渗量,减少地表径流,降低雨水收集与排放的能耗;下沉式绿地与雨水花园可对雨水进行自然过滤、净化,减少人工净化工艺的使用,降低碳排放。同时,将海绵设施与建筑外部雨水收集系统、景观水系统联动,将收集的雨水用于景观补水、绿化灌溉,实现雨水资源的循环利用;优化场地排水路径,引导雨水自然汇流至海绵设施或滨水水体,避免人工排水设备的过度使用。通过海绵城市理念的落地,实现建筑场地雨水管理的低碳化、生态化,提升场地的水文调节能力与碳汇水平。

4.2 滨水湿地系统与建筑碳汇协同

滨水湿地系统与建筑碳汇的协同整合,是利用湿地的生态功能,提升建筑整体碳汇能力,同时实现建筑外部水系统的低碳运行。在滨水建筑周边构建人工湿地或修复天然湿地,湿地中的水生植物、微生物可吸收二氧化碳,降解水体中的污染物,实现“固碳减污”双重目标;湿地可作为建筑外部水系统的天然净化设施,承接建筑排放的再生水、雨水,通过自然净化进一步提升水质,减少人工净化设备的能耗。整合设计中,将湿地系统与建筑污水回用系统、景观水系统联动,建筑产生的灰水、处理后的黑水排入湿地进行深度净化,净化后的水用于景观补水或循环回用;湿地的蓄水功能可调节建筑外部水系统的水量平衡,减少水资源浪费。通过湿地系统与建筑碳汇的协同,实现生态保护、水资源利用与碳减排的共赢,提升滨水建筑的生态低碳效益。

4.3 滨水公共空间的水景低碳营造

滨水公共空间的水景低碳营造,需兼顾景观效果与低碳目标,避免传统水景高能耗、高耗水的弊端,实现水景与建筑外部水系统的低碳整合。水景营造优先采用再生水、雨水作为水源,替代自来水,降低水资源开采的碳排放;采用生态型水景设计,如溪流、浅滩、生态池塘等,替代传统喷泉、人工瀑布等高能耗水景,减少水泵运行的能源消耗^[4]。同时优化水景水循环系统,设置水景自净设施,利用水生植物、微生物实现水景水体的自然净化,减少换水频率与药剂使用,降低维护过程的碳排放;将水景与建筑外部雨水收集系统、湿地系统联动,实现水景水体的循环复用,避免水体浪费。另外,水景营造结合滨水公共空间的功能布局,打造兼具生态、景观与休闲功能的低碳水景,既提升公共空间的品质,又实现水资源的高效利用,彰显滨水建筑的低碳生态特色。

结束语

低碳理念下滨水建筑与水循环系统的整合设计,是推动建筑行业可持续发展的关键举措。通过建筑形态、工艺设备、景观水文等多方面的整合策略,可实现水资源的高效循环利用与碳排放的有效降低。未来,应持续深入研究,结合实际项目不断优化整合设计方法,让滨水建筑更好地融入滨水环境,为城市生态建设与低碳发展贡献力量。

参考文献

- [1]孙凤丹,李冉.绿色低碳时代下的滨水城市公园景观规划设计研究——以猎人角南海滨公园为例[J].工业设计,2025(1):65-68.
- [2]黄园园,林海转,陈可嘉."三生融合"理念视角下滨水绿道更新建设研究——以温州鹿城区滨水绿道为例[J].中国园林,2024,40(z1):71-77.
- [3]初晓.低碳住宅建筑理念在建筑设计中的应用[J].中国建筑装饰装修,2022(11):81-83.
- [4]覃旻.基于建筑技术的桂北城市滨水建筑环境韧性改造应用[J].中国建筑装饰装修,2026(3):175-177.