

海绵城市理念下建筑给排水设计分析

景晓东

山西省城乡规划设计研究院有限公司 山西 太原 030000

摘要: 海绵城市理念以“渗、滞、蓄、净、用、排”为核心,为建筑给排水设计提供全新方向。本文聚焦海绵城市理念与建筑给排水设计的融合,系统阐述海绵城市理念内涵及建筑给排水传统设计局限,明确新理念对设计的新要求。从雨水收集利用、排水系统优化、污水回用三个维度,剖析设计关键技术。深入分析设施占地矛盾、投资成本高、协同机制缺失等现存挑战,针对性提出模块化设计、全生命周期管理、完善标准与补贴等对策。为建筑给排水设计升级提供理论支撑,助力海绵城市建设落地,具有重要现实意义。

关键词: 海绵城市; 建筑给排水; 雨水资源化; 排水系统优化

引言: 城市化进程加速导致城市内涝、水资源短缺等问题日益突出,海绵城市理念应运而生。建筑作为城市的基本单元,其给排水系统设计直接影响海绵城市建设成效,传统建筑给排水设计侧重“快排”,忽视雨水资源化与生态保护,加剧城市水文循环破坏。当前,各地海绵城市建设试点推动建筑给排水设计转型,但实践中仍存在技术融合不足、成本控制困难等问题。本文针对这一短板,深入探讨海绵城市理念在建筑给排水设计中的应用路径,破解设计难题,为建筑实现“小雨不积水、大雨不内涝、水资源循环利用”提供解决方案。

1 海绵城市理念与建筑给排水设计基础

1.1 海绵城市理念概述

海绵城市理念源于城市水文循环修复需求,核心是通过人工干预与自然生态结合,模拟自然水文过程,提升城市对雨水的调蓄与利用能力。其核心内涵涵盖“渗、滞、蓄、净、用、排”六大技术路径,“渗”即通过透水铺装、绿色屋顶等设施增强雨水下渗;“滞”利用植草沟、雨水花园延缓雨水汇流速度;“蓄”借助蓄水池、储水模块储存雨水;“净”通过过滤、吸附等技术净化雨水水质;“用”将处理后的雨水用于绿化灌溉、道路冲洗等;“排”在极端降雨时保障排水安全。理念本质是实现城市水资源的“开源节流”与生态保护的协同,强调建筑、小区、城市等不同尺度的系统联动,建筑层面作为理念落地的关键节点,需通过给排水设计实现雨水的就地处理与循环利用。

1.2 建筑给排水系统传统设计模式

建筑给排水系统传统设计模式以“快速排放”为核心目标,呈现“重排水、轻利用”的特点。给水系统依赖市政供水管网单一水源,未考虑雨水、再生水等非常规水源利用,用水效率低,加剧市政供水压力。排水系

统采用“雨水污水分流”架构,但雨水系统设计仅关注排放功能,通过雨水斗、立管、室外雨水管网将雨水快速排入市政排水系统,未设置雨水调蓄与净化设施,降雨时易形成局部积水,增加城市内涝风险。设计过程中缺乏与建筑景观、生态设计的融合,给排水设施多采用隐蔽式安装,与建筑外观及绿色生态需求脱节^[1]。此外,传统设计以经验公式为核心,对不同区域气候特征、建筑功能的适配性不足,难以应对极端降雨等复杂水文条件。

1.3 海绵城市对建筑给排水设计的新要求

海绵城市理念为建筑给排水设计提出三大新要求,其一为水源多元化,设计需突破单一市政供水依赖,构建“市政供水+雨水利用+污水回用”的复合供水系统,明确雨水与再生水的利用场景与水质标准,如绿化灌溉需达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》标准。其二为排水生态化,改变“快排”模式,采用“源头减排+过程控制+末端治理”的三级排水体系,源头通过绿色屋顶、透水铺装减少雨水径流量,过程利用雨水花园、植草沟调蓄净化,末端优化雨水管网设计,保障排水安全。其三为系统协同化,设计需与建筑规划、景观设计、结构设计深度融合,如绿色屋顶设计需兼顾给排水功能与结构承重,雨水设施布局需与建筑景观一体化,同时要求设计数据与城市海绵系统共享,实现建筑与城市层面的水文协同。

2 海绵城市理念下建筑给排水设计关键技术

2.1 雨水收集与利用系统设计

雨水收集与利用系统设计遵循“源头收集-过程净化-储存利用”的逻辑,构建全流程技术体系。收集环节采用“分类收集”模式,建筑屋顶雨水通过带过滤功能的雨水斗收集,去除树叶、泥沙等大颗粒杂质;地面雨水通过透水铺装与雨水口收集,透水铺装采用透水混凝土

或透水砖,配合碎石垫层增强下渗与过滤效果。净化环节设置两级处理,一级采用格栅与沉淀池去除悬浮物,二级通过生物滤池或人工湿地净化,生物滤池以沸石、活性炭为滤料,吸附雨水污染物,使出水COD去除率达60%以上。储存环节根据建筑空间选择储水设施,屋顶可设置小型储水箱,地下停车场可安装模块化储水罐,储水量按建筑屋面面积与当地降雨强度计算确定。利用环节实现分质供水,处理后的雨水优先用于绿化灌溉、道路冲洗,水质达标的可用于景观补水,系统雨水利用率可达40%以上。

2.2 排水系统优化设计

排水系统优化采用“源头减排+管网升级”的组合技术,实现排水生态化与安全化。源头减排技术包括绿色屋顶、植草沟与透水铺装,绿色屋顶采用“植被层-土壤层-排水层-过滤层”结构,土壤层选用轻质种植土,排水层设置排水板引导雨水,可减少70%以上的屋面雨水径流;植草沟沿建筑周边布置,采用缓坡设计,内部种植耐旱草本植物,延缓雨水汇流速度并净化水质;地面停车场与道路采用透水铺装,配合雨水渗透井,增强雨水下渗^[2]。管网升级技术包括雨污分流优化与管网智能化改造,明确雨水管网与污水管网的敷设路径,避免混接;在雨水管网关键节点安装流量与水位传感器,实时监测管网运行状态,通过智能调控阀门调节雨水排放速度,避免管网过载。极端降雨时,启用应急排水通道,将excess雨水引入城市调蓄设施,保障建筑区域无内涝。

2.3 污水回用与节水技术

污水回用与节水技术构建“污水净化-再生利用-用水管控”的节水体系,提升水资源利用效率。污水回用系统以建筑生活污水为处理对象,采用“预处理+生物处理+深度处理”工艺,预处理通过格栅与隔油池去除杂质与油污,生物处理采用小型一体化污水处理设备,利用微生物降解有机物,深度处理采用超滤与消毒工艺,使出水水质达到杂用水标准。再生水主要用于马桶冲洗、绿化灌溉与工业冷却,通过专用管网输送,与饮用水管网严格区分,避免交叉污染。节水技术包括器具节水与智能管控,建筑内全面采用节水型马桶、感应水龙头等器具,节水型马桶冲水量控制在5升以内;安装智能水表与用水监测系统,实时监测各区域用水量,对异常用水进行预警,通过数据分析优化用水方案。系统综合应用后,建筑年节水率可达25%以上,显著降低市政供水需求。

3 海绵城市建筑给排水设计挑战与对策

3.1 现存挑战

3.1.1 设施占地与建筑功能的矛盾、初期投资成本高

海绵城市相关给排水设施需占用一定建筑空间,与建筑功能布局存在矛盾。绿色屋顶需占用屋顶空间,影响屋顶光伏安装与休闲设施布局;地下储水模块与雨水花园需占用地下或地面空间,压缩停车场与绿化用地。中小户型住宅与高密度商业建筑空间紧张,设施布置难度更大。初期投资成本高成为重要制约,相比传统设计,海绵城市给排水系统增加了雨水收集、净化、储存等设施,投资成本提升30%-50%。以10万平方米住宅项目为例,海绵化改造需额外增加投资200-300万元,主要用于透水铺装、储水设备与净化设施采购,部分开发商因投资回报周期长(通常5-8年),缺乏改造积极性,尤其在房地产利润压缩背景下,成本压力更为突出^[3]。

3.1.2 多部门协同机制缺失、后期维护难度大

海绵城市建筑给排水设计涉及多部门协同,但当前协同机制缺失。设计阶段需建筑、给排水、景观、结构等多专业配合,却缺乏统一设计标准与沟通平台,易出现设计冲突,如结构专业未考虑绿色屋顶承重需求导致后期改造困难。项目实施阶段涉及住建、水利、环保等多部门监管,各部门标准不统一,审批流程繁琐。后期维护难度大体现在两方面,一是设施维护技术要求高,雨水净化设施的滤料需定期更换、生物处理设备需定期保养,缺乏专业维护人员;二是维护责任主体不明确,住宅项目中,海绵设施维护介于物业与业主之间,易出现责任推诿,导致设施运行效率下降,如雨水花园因长期无人清理出现堵塞,失去调蓄功能。

3.1.3 标准体系不完善、激励机制不足

海绵城市建筑给排水设计标准体系不完善,现有标准多为宏观层面指导,缺乏具体技术细则。不同气候区域设计参数不明确,如北方地区未考虑冬季冻融对透水铺装的影响,导致设施使用寿命缩短;不同建筑类型设计要求不清晰,商业建筑与住宅建筑的雨水利用比例未做差异化规定。激励机制不足难以调动市场主体积极性,当前政策以强制性要求为主,激励措施薄弱。财政补贴覆盖范围有限,仅部分试点城市对海绵化项目给予补贴,且补贴金额仅能覆盖部分成本;税收优惠、容积率奖励等激励政策应用范围窄,未形成系统性激励体系。此外,雨水利用的经济价值未充分体现,再生水定价机制不合理,低于自来水价格但缺乏稳定销售渠道,影响企业回用积极性。

3.2 优化对策

3.2.1 模块化设计、BIM协同设计应用

在海绵城市建筑给排水设计中,采用模块化设计是破解空间矛盾的有效途径。针对传统海绵设施体积大、

占用空间多的问题,开发小型化、集成化的海绵设施模块十分必要。例如,将雨水收集、净化、储存功能集成于一体的预制化模块,其体积相较于传统设施减少了40%,能够灵活布置在屋顶、地下夹层等狭小空间,极大地提高了空间利用率。绿色屋顶采用模块化种植盒,可根据屋顶承重情况进行分区布置,在实现绿化的同时,有效兼顾排水功能。构建包含建筑、给排水、景观、结构等多专业的BIM模型,在设计阶段进行碰撞检测,提前发现并解决设计冲突,避免后期施工中的返工现象。通过BIM模型模拟雨水径流路径与设施运行效果,能够优化设施布局与参数设计,使设计更加科学合理。建立BIM数据共享平台,实现设计数据在各部门、各阶段的实时共享,提升设计效率与协同效果,使设计周期缩短20%以上,从而加快海绵城市建筑给排水项目的推进速度。

3.2.2 建立全生命周期管理体系

建立“设计-建设-运维”全生命周期管理体系,明确各阶段的责任主体,是确保海绵城市建筑给排水设施长期稳定运行的关键。在设计阶段,引入全生命周期成本分析,在满足功能需求的前提下,选择性价比高的技术与材料。例如,采用本地滤料可以降低采购成本,提高项目的经济效益。建设阶段实行全过程质量监管,重点把控海绵设施的施工质量。对于透水铺装,要严格控制其铺设密度;对于储水模块,要确保其密封性能良好,防止出现漏水等问题。运维阶段构建“专业机构+物业+业主”的协同维护机制,明确物业为主要维护责任主体,专业机构提供技术支持,业主承担部分维护费用^[4]。建立设施运维档案,记录维护时间、内容与效果,通过物联网监测设施运行状态,实现故障预警与精准维护。推行合同能源管理模式,由专业节能公司负责设施运维,降低业主的维护压力,保障设施的正常运行。

3.2.3 完善规范标准、加大财政补贴

完善规范标准体系是海绵城市建筑给排水设计规范发展的重要保障。制定差异化的技术标准,根据气候区域划分设计参数。北方地区气候寒冷,要明确透水铺装

的抗冻融指标,确保其在低温环境下仍能正常使用;南方多雨地区则要提高雨水调蓄能力要求,以应对强降雨天气。按建筑类型规定雨水利用与污水回用比例,商业建筑人流量大、用水需求高,雨水利用率应不低于35%;住宅建筑雨水利用率不低于30%,实现水资源的合理利用。细化设计与施工规范,明确海绵设施的材料性能、施工工艺与验收标准,确保工程质量;加大政策激励力度,扩大财政补贴范围,将补贴覆盖至所有海绵化建筑项目,补贴金额按海绵设施投资的30%-50%发放,激发企业和开发商的积极性。推出多元化激励政策,实行容积率奖励,对海绵化达标项目增加1%-2%的容积率,提高项目的经济效益;给予税收优惠,对海绵设施投资享受企业所得税抵免,降低企业的成本。完善再生水定价与交易机制,建立再生水政府指导价,推动再生水接入市政管网,拓展利用渠道,促进水资源的循环利用。

结束语

本文围绕海绵城市理念下建筑给排水设计展开研究,系统阐述理念内涵与设计基础,剖析雨水收集利用、排水优化等关键技术,深入探讨现存挑战并提出针对性对策。未来可结合数字孪生技术构建给排水系统虚拟模型,实现运行参数精准调控;研发低成本、高性能的海绵材料,降低投资成本。随着标准完善、技术创新与政策支持,建筑给排水设计将全面融入海绵城市建设,为城市水资源可持续利用与生态环境改善提供坚实支撑。

参考文献

- [1]汪建平.海绵城市理念下建筑给排水设计分析[J].建材与装饰,2024,20(22):64-66.
- [2]唐德江,葛士平.海绵城市理念下民用建筑给排水系统设计及优化策略研究[J].智能建筑与智慧城市,2025(6):195-197.
- [3]高雪蕊,陈懋,黄中悬.海绵城市理念在建筑给排水设计中的应用[J].建筑·建材·装饰,2025(9):121-123.
- [4]徐灿,张叶,翟婷婷.海绵城市背景下建筑给排水的设计研究[J].模型世界,2025(2):96-98.