

海绵城市理念下给排水设计

张飞

河北建工集团有限责任公司，河北省石家庄市，050000；

摘要：城市化进程的不断加快，传统的城市给排水系统已难以适应极端天气频发、雨水利用率低及水生态系统退化等问题。为缓解城市内涝、提升雨水资源利用率、修复城市水生态环境，海绵城市理念应运而生。该理念强调“渗、滞、蓄、净、用、排”的系统化水管理策略，旨在构建城市可持续水循环系统。本文基于海绵城市理念，系统探讨其对城市给排水设计的技术要求与结构优化路径，从设计原则、系统构建、设施选型及管理机制等方面展开研究，并分析其在实际应用中的运行效果与发展潜力。研究表明，海绵城市理念可有效提升城市排水系统的调蓄与净化能力，推动城市由“灰色排水”向“绿色调蓄”转变，为建设宜居、韧性、生态城市提供强有力的技术支撑。

关键词：海绵城市；给排水设计；雨水管理；城市内涝；绿色基础设施

DOI：10.69979/3029-2727.25.06.051

引言

近年来，极端强降雨频发、城市内涝加剧等问题引发了对传统城市给排水系统弊端的广泛关注。传统系统多以“快速排放”为目标，忽视了城市自然水循环的规律与生态系统的可持续性，导致雨水资源浪费、水体污染加剧、水生态破坏严重。海绵城市理念的提出，标志着城市水资源管理模式由“排为主”向“源头减排、过程调蓄、末端治理”转变。该理念倡导城市具有像“海绵”一样的吸水、储水、净水、排水能力，强调“自然积存、自然渗透、自然净化”与工程技术手段的有机结合。给排水系统作为城市水资源调控的核心基础设施，其规划与设计必须融入海绵城市的系统理念，实现城市水系统的生态化转型。本文围绕海绵城市理念下的城市给排水设计，分析其设计要求、系统构建与关键设施，旨在为提升城市排水能力与生态功能提供理论支撑与技术路径。

1 海绵城市理念对给排水系统设计的影响

海绵城市理念对城市基础设施尤其是给排水系统的规划设计提出了更高要求。与传统排水设计相比，其核心不再是单一追求排涝效率，而是强调系统的生态性、复合性与调蓄能力，重构城市水循环系统的多重功能。

1.1 理念转变与设计目标更新

传统给排水系统主要通过地下管网将雨水迅速排出城市区域，虽然短期内可减轻积水压力，但长期则削弱了地表水资源的补给与净化功能。而海绵城市理念则

强调对雨水的就地就近调蓄与利用，将排放压力转化为生态资源。设计目标不再局限于“排除雨水”，而是通过“渗透—滞留—调蓄—净化—回用”等环节，实现生态调节与可持续利用。

1.2 设计内容的系统化与复合化

在设计内容上，海绵城市理念推动给排水系统由单一的排水功能向复合的排水、调蓄、净化、景观与生态功能转变。系统设计不仅包括雨污分流管网，还需整合绿色基础设施，如雨水花园、植草沟、渗透铺装、调蓄池与湿地系统，形成多层次、多功能的复合网络结构。

1.3 设计方法的多样化与动态化

传统给排水设计以确定性设计为主，参数基于多年一遇的降雨模型，而在海绵城市框架下，设计需考虑区域自然地貌、水文变化与气候趋势，实现设计方案的动态适应与多目标协同。通过引入 SWMM、MIKE 等水文模拟软件，提升设计的精度与前瞻性，确保设计既满足极端暴雨防控，又具备常态雨水资源利用能力。

2 海绵城市理念下的给排水系统结构优化路径

2.1 源头控制系统设计优化

源头控制是海绵城市建设的关键环节，旨在从源头减少雨水径流量，减轻城市排水系统的负担，并有效降低污染物的排放。优化设计时，需要采取透水铺装、绿色屋顶、雨水调蓄桶等措施，这些措施能够在建筑和路面上提供初步的雨水渗透和净化功能。例如，通过透水

铺装和绿色屋顶等设施,不仅能有效缓解雨水流量,还能在一定程度上去除雨水中的悬浮物和重金属等污染物。此外,雨水收集系统需要与建筑屋面和硬质路面有机衔接,以便最大限度地实现建筑单体的“海绵化”转型。为确保源头控制系统的高效性,设计时应考虑雨水收集系统的分布、容量以及与其他雨水管理设施的配合,以确保雨水能够得到最大程度的渗透与净化。这些设计策略不仅能减少城市水患风险,还能有效提升雨水资源的回收利用率,为城市环境的可持续发展做出贡献。

2.2 过程调蓄系统结构整合

在雨水的流动过程中,过程调蓄系统起到中途蓄水和污染物净化的作用。这一环节是连接源头控制与末端治理的桥梁,能够有效调节雨水的流量,减少峰值流量,缓解排水系统的压力。设计过程中,应结合地形、土质与气候等特点,合理布置植草沟、生态滤池、生物滞留带、地下调蓄池等设施,以增强雨水调蓄能力,并实现水质的初步净化。例如,植草沟和生态滤池能够通过植物根系吸附和过滤雨水中的悬浮物,有效提高水质,减少污染物进入排水系统。地下调蓄池可以在降雨期间储存雨水,并在雨水量减少时缓慢释放,避免暴雨时积水的快速排放造成洪涝灾害。此外,过程调蓄系统的设计还应考虑雨水径流的输送路径,确保每个调蓄点能够根据降水量的变化实现有效的存储与缓释。这一设计不仅有助于降低城市排水压力,还能提高雨水资源的利用效率。

2.3 末端治理系统技术创新

末端治理是城市雨水管理系统的最后一道防线,关键在于处理和净化多余的雨水,并通过生态修复措施增强水体质量。末端治理设施,如人工湿地、雨水景观带和生态塘等,不仅能承接多余的雨水,还能在排放之前对其进行最终的净化处理,确保水质符合环保要求。这些设施通过植被和微生物的作用,有效去除雨水中的污染物,同时通过景观设计提升城市的生态美学。末端治理设计时还应考虑城市水体的生态修复需求,将雨水管理设施与城市的滨水空间和公共绿地相融合,形成一个和谐的生态景观。例如,雨水景观带可以与周边的绿地和水系形成自然的景观带,不仅为城市居民提供休闲空间,还能改善城市的生物多样性,促进生态平衡。此外,末端治理系统还应具备灵活性,以应对不同降雨模式下的水量调节与净化需求。这一技术创新的实施不仅能够有效保护城市水体环境,还能提升城市的生态价值和景

观吸引力,从而促进可持续城市发展。

3 关键技术设施与材料应用策略

3.1 渗透设施与透水材料选用

渗透设施是海绵城市给排水系统中的核心组成部分,起着减少地表径流、促进雨水自然渗透与净化的关键作用。在实际应用中,应选择具有高强度、耐久性且对环境污染风险较低的透水材料,如透水砖、透水混凝土和嵌草砖等,这些材料能有效提高地面雨水的渗透率,减少积水现象,缓解城市内涝问题。通过透水砖或透水混凝土的应用,雨水可迅速渗透至地下,减少对城市排水系统的压力,提升城市对雨水的自然调节能力。同时,材料的选择应考虑长期的物理性质稳定性与抗压性能,确保其在高频使用的环境下不出现过快老化或损坏。为了进一步增强渗透效果,设计中可配合设置砂石层或其他透水性强的填充材料,搭配集水管道系统,形成完整的下渗系统,确保渗水层的通透性和持续性。通过这些技术措施,可以有效减少地表径流,提高雨水的自然渗透能力,同时通过地下水的补充,增强城市水循环能力,减少雨水资源浪费,为海绵城市的建设提供强有力的支持。

3.2 雨水调蓄技术与设施配置

雨水调蓄系统的设计与配置对海绵城市给排水系统的高效运行至关重要。雨水调蓄池的容量设计需依据项目的规模、降水量及地区的降水模式来科学计算,以确保系统能够有效应对暴雨期间的短时强降水。常见的调蓄池形式包括地下箱涵式、地上蓄水池以及一体化模块式雨水收集系统等。地下箱涵式雨水调蓄池利用地下空间储存大量雨水,避免占用地面空间,但在设计时需要考虑土质、地下水位等因素,以确保其稳定性和安全性;而地上蓄水池则适用于空间较为充裕的区域,可以在设计中融入景观元素,增加公共绿地和水景效果。设计中还应充分考虑排空时间、滞水深度及雨水回用路径,确保系统能够在降水高峰期有效调节水流,且不造成对环境的次生污染。雨水回用路径的设计也是调蓄系统优化的一部分,回用水可通过清洁和过滤处理,用于城市绿化、清扫等非饮用水用途,从而减少城市的供水压力,提升水资源的利用效率。通过这些设计措施,可以有效缓解城市排水压力,提高系统运行的稳定性和可持续性。

3.3 污水与雨水协同净化材料

雨水中的污染物包括悬浮物、重金属、油污、化学

污染物等,如何高效去除这些污染物,并使雨水达到排放或回用标准,是海绵城市给排水系统中的一项重要任务。为此,需选择高效、环保的净化材料,如活性炭、碎石、陶粒、火山岩等天然介质,这些材料具有优良的吸附性与滤水性,可用于构建生物滤池与渗滤沟,协同处理雨水中的各类污染物。活性炭具有极高的比表面积,能够吸附水中的有机物、重金属等污染物,陶粒和火山岩作为滤料,不仅能有效去除水中的悬浮物,还能促进微生物在其表面生长,形成生物膜,通过生物降解过程进一步净化水质。此外,植被与这些净化材料共同作用,形成复合式净化系统,利用植物的根系与微生物的作用,进一步吸收水中的有害物质,从而达到净化效果。这一系统不仅能提高雨水质量,还能通过绿化与水质改善,增加城市生态系统的自净能力,为生态恢复与水资源的可持续利用提供支持。通过不断优化雨水净化材料的选择与配置,可以有效提高雨水质量,确保城市排水系统的高效运行与环境友好型发展。

4 海绵城市与排水安全协同控制机制

给排水系统不仅要应对日常雨水负荷,还需有效防范极端天气引发的内涝风险。因此,需构建多维协同控制机制,实现生态性与安全性的兼顾。

4.1 洪峰调节与风险预警系统建设

通过布设实时水位监测系统、雨量采集设备与视频监控装置,构建智慧排水网络。结合气象预报与模型预测,建立洪峰调节机制,提前腾空调蓄空间,动态调控排水路径与流速。

4.2 排水泵站与溢流口系统优化

在地势低洼、重灾区设置雨水泵站与反虹吸管道,确保暴雨期间及时排涝。同时设置应急溢流口与雨水分流管道,在系统过载时快速疏散多余雨水,防止管网倒灌。

4.3 应急联动与公众参与机制

制定城市暴雨应急响应预案,明确责任部门与启动条件,确保在突发情况下及时协调各方力量。增强居民防涝意识,推广绿色屋顶、雨水桶等个人层面的海绵设施,形成多主体协同的城市排水体系。

5 海绵城市给排水系统的运行管理与政策建议

海绵城市建设的成效不仅取决于设计质量,更依赖于系统运行管理的持续性与政策机制的支持。为确保系

统长期有效运行,必须从制度建设、运维机制与评估体系等方面入手。首先,运维机制的标准化建设至关重要,应制定涵盖设计、施工、验收和运维的完整技术标准,明确各类设施的清理周期、养护方式与责任主体。同时,引入市场化服务机制,通过政府购买服务的方式,鼓励专业化公司承担运维任务,从而提升运行效率与管理水平。其次,建立科学的评估体系与绩效反馈机制,通过设定调蓄能力、净化效率、排涝效能与公众满意度等指标,开展定期巡查与年度绩效审计,形成“设计—实施—评估—优化”的闭环反馈机制,推动系统的动态优化,确保其高效、持续运行。最后,政策支持与资金保障体系的完善同样重要,应建立专项资金渠道,支持海绵设施建设与改造,并对使用绿色基础设施的项目给予政策性补贴或容积率奖励。此外,制定土地使用与建筑设计导则,引导新建项目全面融入海绵城市理念,通过政策与市场合力,推动海绵城市建设的深入实施,确保其长期可持续发展。

6 结论

在海绵城市理念的引领下,城市给排水设计逐步实现从单一排水功能向复合生态系统转型。本文从设计目标更新、系统结构优化、设施技术运用与管理机制构建等方面对海绵城市下的给排水设计进行了系统探讨。研究表明,科学构建多层次、可持续、智能化的排水系统,不仅能够有效缓解城市内涝与水资源浪费,还能促进城市生态恢复与景观品质提升。未来应加强跨部门协同、提升公众参与、完善政策配套,推动海绵城市理念在更广范围落地实施,为实现城市绿色、低碳与韧性发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 张翔,李伟.基于海绵城市理念的城市雨水排水系统优化设计[J].给水排水,2023(5):45-49.
- [2] 刘洋,郑志强.海绵城市建设中排水系统设计策略研究[J].建筑技术开发,2022(18):89-93.
- [3] 赵磊,王欣.城市海绵化排水系统设计方法与案例分析[J].中国给水排水,2023(9):56-60.
- [4] 高玲,黄颖.基于生态理念的城市排水设计新思路[J].城市建筑,2022(30):101-104.
- [5] 陈俊,宋晨.城市海绵设施的运行维护机制探讨[J].中国建设信息化,2023(12):78-81.