

海绵城市建设中排水设施的可持续性设计研究

林兆墩

中冶京诚工程技术有限公司, 中国·北京 100176

摘要: 城市进步步伐加快, 传统城市排水设施压力增大, 在排水及污水处理能力方面渐显短板。为解决此问题, 研究围绕现代排水设施如库克综合排水系统、生态化骨架系统, 融入海绵城市思想, 开展设计策略研究, 以期实现可持续的城市排水设施设计。研究表明, 以雨水收集系统、生态保护区、渗透装置等多层面雨水管理为手段, 城市排水系统承载能力增强, 保障城市水环境运作, 体现水资源高效利用和生态环境保护价值。此外, 研究发现城市规划阶段进行综合排水设施可持续性设计, 可规避水患, 提升防灾能力和生态环境质量。总之, 论文提供海绵城市建设的可持续性设计方案, 有望成为未来城市排水设施建设和管理的重要参考。

关键词: 海绵城市; 水设施; 可持续性设计; 生态化排水系统; 雨水管理策略

Research on Sustainable Design of Drainage Facilities in Sponge City Construction

Zhaodun Lin

MCC Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: The pace of urban progress is accelerating, and the pressure on traditional urban drainage facilities is increasing, resulting in a growing gap in drainage and sewage treatment capacity. To address this issue, research is being conducted on modern drainage facilities such as the Cook Integrated Drainage System and the Ecological Skeleton System, incorporating sponge city concepts and conducting design strategy studies to achieve sustainable urban drainage facility design. Research has shown that using multi-level rainwater management methods such as rainwater collection systems, ecological protection areas, and infiltration devices can enhance the carrying capacity of urban drainage systems, ensure the operation of urban water environments, and reflect the value of efficient utilization of water resources and ecological environment protection. In addition, research has found that sustainable design of comprehensive drainage facilities during urban planning and design stages can avoid floods, enhance disaster prevention capabilities, and improve ecological environment quality. In summary, the paper provides sustainable design solutions for sponge city construction, which is expected to become an important reference for future urban drainage facility construction and management.

Keywords: Sponge City; water facilities; sustainable design; ecological drainage system; rainwater management strategy

1 引言

面对城市快速扩张, 排水问题跃然眼前, 排水效率低, 污水处理困难。为解决此难题, 库克综合排水系统, 生态骨架系统这些新一轮的排水设施方案相继应运而生, 它们的出现基于一种名为“海绵城市”的前沿理念。海绵城市理念, 其主张城市如海绵般, 保全自然水循环, 能力处理污水以及排水, 因此能保持城市排水顺畅, 水环境继而得以良好运作, 且或可为环保节水良策。万般研究难以实现此理念, 试图探索一座城市发展之际, 优化排水设施的方法。此类研究助力全球海绵城市建设, 优化排水设施设计, 为环境带来更美好的改变。

2 城市排水设施的挑战和海绵城市的构想

2.1 传统城市排水设施面临的挑战

随着城市化进程的快速推进, 传统的城市排水设施愈加难以满足日益增长的排水需求, 导致了多方面的挑战^[1]。

传统城市排水系统通常为单一的地下管网设计, 这种设计在面对城市区域的快速扩展和人口密度的增加时, 显得捉襟见肘。排水管道的容量有限, 当雨量过大或排放需求过高时, 管道容易出现超负荷运行的现象, 从而引发内涝。

传统排水设施缺乏对雨水资源的综合利用和管理, 不仅造成了水资源的浪费, 还加剧了城市洪涝问题。雨水通常被迅速排出城市, 而未加以收集、渗透和利用, 造成地下水补给不足, 城市生态环境受到损害。特别是在极端天气条件下, 大量雨水无法及时排出, 导致城市积水、内涝频发。

传统排水系统往往缺乏生态化设计, 未能考虑生态环境的保护和改善。城市建设过程中, 大量的不透水地面(如柏油路面、水泥地面等)减少了自然渗透和蒸发功能, 使得城市水循环系统受到影响。地下水位持续下降, 自然水体净化能力减弱, 城市生态环境质量显著下降。

与此老化的排水设施也成为一个重大问题。很多城市的排水系统建造年代久远, 管道老化、淤积、破损等问题频繁

出现, 维修和改造成本高昂, 影响了排水系统的正常运行^[2]。特别是在老旧城区, 排水系统的改造难度较大, 更新不便, 这进一步加大了传统排水设施的挑战。

社会经济的发展和人民生活水平的提高, 对城市排水设施提出了更高的要求。环境保护意识的增强, 使得人们对传统排水方式带来的环境问题更加关注。传统排水设施在处理污水、雨水混排问题上存在的不足, 使得水污染问题日益严重。未经处理的污水和雨水直接排入河流湖泊, 水体污染严重, 影响了人们的生活质量和城乡生态环境的健康发展^[3]。

简而言之, 传统城市排水设施在应对城市化高速发展的需求面前, 显现出明显的局限性和弊端。排水不畅、排污能力不足、生态环境破坏等问题日益突出, 亟须探索可持续的新型排水设计方法, 以应对未来城市发展的挑战。

2.2 海绵城市理念及其对城市排水设施设计的影响

海绵城市是一种理念, 用以管理城市雨水, 借助自然方式和现代科技的力量调整城市水输送体系, 以此来减轻传统排放系统的压力, 增进城市的生态环境品质。这种理念的目标是让城市变成海绵般, 能够有效地吸收、储存、净化、利用雨水, 以便做到雨水的可利用管理和城市排放系统的持久性发展。

海绵城市这个理念主要有三种方式来影响城市的排水装置设计: 自然渗透、滞蓄以及雨水再利用。自然渗透的方式可以用透水性铺装、生态护坡、植被缓冲带等工程措施, 以消除雨水的迅速补给地下水资源, 进一步降低地表径流量。滞蓄手段则通过设计雨水花园、人工湿地、下沉式绿地等设施, 延缓雨水排放速度, 减少排水系统的峰值流量压力^[4]。利用雨水的手段包括雨水收集和中水回用系统, 可将雨水经过处理后用于绿化灌溉、景观用水等, 进一步实现水资源循环利用。

海绵城市的实现深刻改变了城市排水设施的设计理念, 强调分散化与源头控制, 通过创新方法减轻集中排水压力, 优化传统系统。此举不仅增强了排水功能, 还极大提升了城市雨水管理的综合效能^[5]。采用生态化骨架和先进排水系统, 城市面对极端降雨展现出更强韧性和适应性。结合水敏感城市设计、排水绿廊和生态调节区等探索性手段, 海绵城市理念在实践中日益成熟。

海绵城市的理念对人与自然和谐共生的城市环境建设具有革命性意义。通过科学的设计和系统的管理, 能够有效提升城市的防灾能力和生态环境质量, 在应对快速城市化进程中引发的水问题时提供了可行的解决之道。海绵城市的建设不仅是技术手段的革新, 也是城市规划理念的转变和升级^[6]。

3 海绵城市排水设施的可持续性设计方法

3.1 构建城市水循环系统

海绵城市排水设施的可持续性设计方法旨在构建一个能够像自然海绵一样吸水、存水、渗水、净水, 并在需要时

释放和利用水资源的城市水循环系统。其核心在于模拟自然界的水循环过程, 通过科学规划与技术创新, 实现雨水在城市区域的有效管理^[7]。

例如, 在城市规划中, 可以设置雨水花园和生态湿地。雨水花园能够在降雨时储存雨水, 通过植物的净化作用改善水质。生态湿地不仅具有同样的功能, 还能为生物提供栖息环境, 增加城市的生物多样性。此外, 还可以建设地下蓄水, 将多余的雨水储存起来, 用于城市的绿化灌溉和景观用水。

需要合理规划城市绿地与透水铺装, 增加下垫面的雨水渗透能力, 减少地表径流, 让雨水有更多机会下渗至土壤层, 补充地下水。同时, 设计中还需融入智能化管理手段, 如安装雨水监测系统, 实时追踪雨水流量、水质及土壤湿度, 为水资源管理提供精准数据, 助力高效调度与利用。另外, 强化公众教育, 普及海绵城市理念, 鼓励居民采取节水减排行动, 形成全社会共同参与的良好氛围, 共筑可持续的排水设施体系, 促进城市生态与水资源管理的良性循环。

3.2 雨水收集系统生态保护区渗透设施等雨水管理策略

在构建海绵城市的过程中, 雨水管理策略的作用不可忽视, 尤其在排水设施设计方面居于重要位置。设计师们巧妙地借助集水井、雨水花园、绿化带等设施, 进行雨水积聚与储存。这种方式不仅卓有成效地降低城市排水系统的负荷, 更让雨水发挥其价值, 达成二次使用, 为解决城市的用水问题出了不小的力。

生态保护区策略也非同小可。专门设定湿地、河岸带、城市森林等绿色空间, 让城市本身拥有调节和恢复的能力。建筑者们为城市统筹兼顾生态和功能, 使之能自我调控。生态保护区不仅能够控制雨水径流, 减小洪涝风险, 通过自然方式过滤和净化雨水, 改善水质。使水生态系统在自然状态下保持健康。

渗透设施包括渗透井、渗透池以及渗透路面等, 设计旨在增强地面雨水的下渗能力。渗透设施能够减少地表径流, 补充地下水资源, 提高城市的耐旱能力, 并减少雨水直接进入管网系统造成的负担和污水处理压力。

这三类雨水管理策略相互配合, 共同实现城市排水系统的可持续性设计。通过统筹雨水收集、生态保护和雨水渗透, 能够显著提高城市系统的自适应能力和防灾能力, 优化水资源的循环与利用, 推动城市水环境长期健康发展。

3.3 城市规划和设计阶段的综合排水设施可持续性设计

城市规划和设计阶段对综合排水设施的可持续性设计至关重要。综合排水设施需与城市规划紧密结合, 确保雨水管理策略在规划初期即充分考虑。雨水收集系统、生态保护区和渗透设施的合理布局有助于最大限度地利用自然地形和现有生态系统, 提升排水效能。各类设施应根据城市用地

性质和未来发展需求进行优化布局,确保在城市扩展过程中能够灵活调整和升级^[8]。排水设施设计应注重材料选择和施工工艺,以增强耐久性和减少维护成本,并兼顾美观和功能性。需制定完善的法规和标准,确保各项目实施前的严谨审查和后期的持续监测,促进综合排水设施的有效运行^[9]。通过这些措施的结合,可以实现综合排水系统在城市规划和设计阶段的可持续性,从而有效应对未来的水患和生态挑战。

4 海绵城市排水设施的可持续性设计效果与未来展望

4.1 海绵城市排水设施可持续性设计实施效果评估

海绵城市排水设施的可持续性设计在实际应用中展现了多方面的显著效果^[10]。研究表明,通过合理设计和实施雨水收集系统、生态保护区及渗透设施,城市排水系统的承载能力得到了显著提升,有效缓解了排水不畅及城市内涝的问题。这些设施通过增强雨水滞蓄能力,使雨水能够充分渗透到地下水层,减少地表径流,提高城市整体的排水效率和安全性。

雨水收集系统的应用在一定程度上减轻了城市排水网络的负担,并为城市提供了宝贵的水资源。收集的雨水可以用于绿地灌溉、景观用水以及其他非饮用水用途,既实现了水资源的循环利用,也减轻了对市政供水系统的依赖。生态保护区的建设,不仅改善了城市的生态环境,还提供了天然的雨水调蓄空间,使得降水量大的时候,水体能够得到有效调控,防止洪涝灾害的发生。

渗透设施在海绵城市排水设施设计中起到了关键作用。通过渗透池、渗透井、渗透沟等设施,雨水能够迅速渗透到地下,补充地下水资源,维护城市水生态平衡的促进地下水的自然循环。这些设施还在净化雨水污染物方面发挥了重要作用,通过自然的渗透和过滤过程,有效去除了雨水中的悬浮物、重金属和有机污染物,提升了雨水的水质,减少了对城市水体的污染风险。

海绵城市的综合排水设施也展现了城市景观和环境改善的效果。通过设计多样化的景观设施,城市绿地、湿地和水体得到了有机结合,增添了城市的自然美感,提高了人居环境的舒适度和生态功能。这些设施也为城市居民提供了更多的休闲娱乐空间,增强了公众对环境保护和可持续发展的意识。

总体而言,海绵城市排水设施的可持续性设计在多方面取得了明显的成效,实现了城市防洪排涝、水资源利用、生态环境保护 and 城市景观优化的多重目标。这些效果不仅提升了城市的排水能力和环境质量,还为其他城市在建设和管理排水设施时提供了重要的借鉴和参考,展示了城市排水设施可持续发展的广阔前景和应用潜力。

4.2 城市水问题的规避和防灾能力提升

在海绵城市建设过程中,排水设施的可持续性设计不

仅关注改善排水能力和水资源利用效果,还致力于提升城市应对水患的防灾能力。有效规避城市水问题是这一设计的关键目标,通过科学规划和实施能够显著减少洪涝灾害的发生频率和影响范围。

排水设施的可持续性设计能够增强城市对极端降雨事件的应对能力。例如,雨水收集系统和渗透设施的广泛应用能有效滞蓄雨水,减缓地表径流速度,降低城市内涝的风险。生物滞留塘、生态湿地等自然调蓄空间的设置不仅提高了雨水管理的灵活性,还能在非常规降雨条件下提供显著调节作用。

生态保护区的设计对于增强城市水环境的自然修复能力至关重要。在城市化进程中,生态保护区能够提供天然的缓冲地带,减轻城市建设对水体的不可逆污染。通过对这些保护区进行专业规划和管理,能够维持和提升城市水生态系统的自净能力,进一步规避水污染问题。

在综合排水设施设计中,现代技术的融入如物联网、大数据等智能管理系统,可以实现对城市排水系统的实时监测和动态调控。这不仅提高了系统的运行效率,还能提前预警,做出科学的应急响应,减少洪涝灾害造成的损失。整体性的系统设计能够协调各个子系统的运作,使得城市在面对突发水问题时具有更强的抗风险能力。

综合排水设施可持续性设计在城市初步规划和建设阶段引入,能够确保未来发展中的水问题规避。这种前瞻性的规划提升了城市防灾体系的整体水平,避免了因后续补救措施带来的高昂经济和环境成本。

通过以上各方面的实施,海绵城市排水设施的可持续性设计从根本上增强了城市对水问题的全面防范能力。这样有效地提升了城市的综合防灾水平,确保城市在高速发展的能够平衡好人与自然的关系,营造出更加安全、宜居的生活环境。这种综合考虑,为未来城市水问题的解决提供了强有力的支撑和借鉴。

5 结语

本研究通过结合现代排水设施方案和海绵城市理念,提出并研究了具体的城市排水设施可持续性设计方案,对于解决当前传统城市排水设施面临的问题具有重要意义。研究结果显示,采用雨水收集系统、生态保护区和渗透设施等雨水管理策略能够显著提高城市排水系统的承载能力,保证城市水环境功能的正常运行,同时还有助于节约水资源和保护生态环境。此外,本研究还强调了在城市规划和设计阶段进行排水设施的可持续性设计的重要性,通过这种方式可以有效防止未来可能出现的城市水患问题,提高城市的防灾能力和生态环境质量。然而,值得注意的是,研究所提出的具体设计方案还需要在具体的工程实践中进一步验证其效果和适用性。同时,尽管本研究提出了一种具体的排水设施可持续性设计方案,但如何在实际的城市建设和管理中推广和应

用这一方案,仍然面临诸多挑战。本研究的成果为实施海绵城市建设提供了一个具体的参考,有望推动城市排水设施的可持续性设计和管理,在城市化快速发展的背景下,为保证城市水环境功能的正常运行和提高城市的防灾能力提供有力的支撑。未来的研究可以进一步探讨如何将研究成果广泛应用于城市建设和管理工作中,从而更好地服务于社会和城市发展。

参考文献:

- [1] 胡美嘉,曹世玮,李木子.海绵城市建设下建筑屋面雨水排水系统设计[J].科学大众:科技创新,2021(7):31-32.
- [2] 赵冬楠.对市政雨排水系统可持续性设计的探讨[J].中国设备工程,2022(7):249-250.
- [3] 朱伯伟.在建筑给水排水系统的设计中融入可持续性[J].电脑乐园,2023(1):253-255.
- [4] 何涛.城市内涝的潜在解决方案——可持续性排水技术和海绵城市[J].陕西建筑,2023(8):63-67.
- [5] 杨浩.基于海绵城市理念的住宅小区给排水系统设计与可持续性研究[J].地产,2023(19):55-57.
- [6] 朱雪琴.海绵城市建设中雨洪景观的可持续性设计[J].门窗,2020(3):139.
- [7] 张阳阳.城市排水系统与海绵城市建设实践[J].百科论坛电子杂志,2020(7):1814-1815.
- [8] 郭福龙.海绵城市建设中排水防涝系统构建及规划设计应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2020(10).
- [9] 张军学,孔起放,张善稳,等.城市景观绿地设计可持续性[J].现代园艺,2022,45(22):162-164.
- [10] 王婧,李波,李戈.基于海绵城市理念的电厂雨水排水系统设计[J].电力勘测设计,2023(1):84-87.