

城市排水系统优化设计与雨洪管理技术研究

刘祥

321284*****0618

摘要:随着城市化进程的加速,城市排水系统面临着日益严峻的挑战。本文从城市排水系统的现状与问题、优化设计原则与方法、雨洪管理技术、智慧排水系统建设以及可持续发展策略五个方面展开研究。分析了当前城市排水系统存在的问题,探讨了优化设计的原则与方法,阐述了雨洪管理技术的应用,介绍了智慧排水系统的建设,并提出了可持续发展的策略。研究表明,通过科学的优化设计和先进的雨洪管理技术,结合智慧排水系统的建设,能够有效提升城市排水系统的性能,实现城市的可持续发展。

关键词:城市排水系统;优化设计;雨洪管理;智慧排水;可持续发展

DOI: 10.64216/3104-9680.25.02.003

引言

城市排水系统是城市基础设施的重要组成部分,其功能的完善与否直接关系到城市的防洪安全、居民生活质量和生态环境保护。随着城市化进程的加速,城市排水系统面临着内涝频发、排水不畅、雨污合流等诸多问题。这些问题不仅影响了城市的正常运行,也对居民的生活造成了极大的不便。因此,研究城市排水系统的优化设计与雨洪管理技术,对于提高城市的防洪能力、改善城市生态环境、保障居民生活质量具有重要意义。本文旨在探讨城市排水系统优化设计的原则与方法,分析雨洪管理技术的应用,并提出智慧排水系统建设及可持续发展的策略,为城市排水系统的升级改造提供理论支持和实践指导。

1 城市排水系统的现状与问题

1.1 排水系统建设滞后于城市发展

在城市化快速推进过程中,城市建成区面积不断扩张,人口密度持续增加,建筑物数量大幅增长,导致城市地表径流量显著上升。但与之配套的排水系统建设往往未能同步跟进,许多老城区仍沿用多年前修建的排水管网,管径偏小、布局不合理,难以承载当前的排水需求。新城区虽有规划,但部分区域为追求建设速度,存在排水设施简化建设、标准偏低的情况。同时,城市更新过程中,排水系统改造因涉及面广、投资大、施工难度高等问题,推进速度缓慢,进一步加剧了建设滞后与城市发展需求之间的矛盾。

1.2 雨洪管理能力不足

当前多数城市的排水系统仍以“快排”为核心设计理念,对雨洪的调蓄、渗透等综合管理能力不足。城市硬化地面面积不断扩大,如道路、广场、建筑屋

面等,使得雨水下渗量大幅减少,地表径流汇集速度加快,短时间内形成的大量雨水远超排水系统的排泄能力,易引发城市内涝。此外,城市中的河道、湖泊等天然调蓄水体被随意填埋或侵占,调蓄容积缩减,失去了天然的雨洪调节功能。同时,雨洪管理缺乏系统性规划,各区域、各部门之间协同不足,未能形成完整的雨洪防控体系。

1.3 排水系统运行管理效率低下

城市排水系统的运行管理涉及管网维护、泵站运营、故障排查等多个环节,当前普遍存在管理方式粗放、技术手段落后的问题。部分城市排水管网档案资料不完整、不准确,导致管网维护时难以精准定位问题位置,增加了维护成本和时间。日常巡检多依赖人工,效率低且易遗漏隐患,如管网堵塞、破损等问题不能及时发现和处理,影响排水系统正常运行。此外,泵站等排水设施的运行多为人工操作或简单自动控制,无法根据实时降雨和排水情况进行精准调控,导致运行效率不高。

2 城市排水系统的优化设计原则与方法

2.1 优化设计的原则

城市排水系统优化设计需遵循系统性原则,将排水管网、泵站、调蓄设施等作为整体进行规划,兼顾不同区域、不同时段的排水需求,实现各部分协调运转。安全性是核心原则,设计需充分考虑极端降雨等突发情况,确保排水系统能够有效抵御洪涝灾害,保障城市居民生命财产安全和城市正常运行。生态性原则不可忽视,设计应结合海绵城市理念,注重雨水的渗透、滞留和再利用,减少对自然生态环境的破坏,促进城市生态平衡。经济性原则要求在满足功能需求

的前提下，合理控制建设和运营成本，实现投资效益最大化。

2.2 排水系统优化设计的方法

排水系统优化设计可采用数值模拟法，通过建立排水系统数学模型，模拟不同降雨场景下的水流运动状态，分析现有系统存在的瓶颈，为管网改造、泵站升级等提供精准的数据支撑。方案比较法是常用方法，针对不同的设计目标和约束条件，制定多个优化方案，从技术可行性、经济合理性、生态效益等方面进行综合对比分析，筛选出最优方案。集成化设计方法日益重要，将传统排水技术与智慧感知、大数据分析等技术相结合，设计出兼具高效排水、智能调控和生态环保功能的综合排水系统。此外，还可借鉴国内外先进城市的设计经验，结合本地实际情况进行优化创新。

2.3 排水系统优化设计的关键环节

管网布局优化是关键环节之一，需根据城市地形地貌、用地规划和排水需求，合理调整管网走向和管径，消除管网瓶颈，提高管网整体排水能力，同时注重与其他市政设施的协调布局。调蓄设施设计至关重要，需科学选址和确定调蓄容积，合理设置雨水塘、蓄水池等调蓄设施，实现对雨水的错峰排放，减轻排水系统瞬时压力。泵站优化设计不容忽视，需根据排水流量和扬程需求，优化泵站的选址、规模和机组配置，采用高效节能的泵组和智能控制系统，提高泵站运行效率和调控能力。雨水资源化利用设计也是关键，结合城市实际需求，设计雨水收集、处理和利用系统，实现雨水的资源化回收，提升水资源利用效率。

3 城市雨洪管理技术

3.1 雨水收集与利用技术

雨水收集与利用是城市雨洪管理的重要组成部分，能够有效减少雨水径流量，提高水资源利用效率。雨水收集与利用技术主要包括雨水花园、绿色屋顶、雨水桶等。雨水花园是一种小型的雨水收集设施，通过植物和土壤的过滤作用，净化雨水，减少雨水径流量。绿色屋顶是一种在建筑物屋顶种植植被的雨水收集技术，能够有效减少雨水径流量，同时改善城市生态环境。雨水桶是一种简单的雨水收集装置，通过收集雨水用于浇灌植物或冲厕等，提高雨水的利用效率。通过推广雨水收集与利用技术，不仅可以减少城市内涝的发生，还能有效缓解城市水资源短缺的问题。

3.2 雨水调蓄技术

雨水调蓄技术是城市雨洪管理的关键技术之一，能够有效调节雨水径流量，缓解城市内涝问题。雨水调蓄技术主要包括雨水调蓄池、生态湿地和地下蓄水设施等。雨水调蓄池是一种人工建设的雨水收集设施，能够在暴雨期间收集雨水，调节雨水径流量。生态湿地是一种自然的雨水调蓄设施，通过湿地植物和土壤的过滤作用，净化雨水，同时调节雨水径流量。地下蓄水设施是一种利用地下空间储存雨水的技术，能够在暴雨期间收集雨水，缓解城市内涝问题。通过合理布局雨水调蓄设施，可以有效提高城市雨洪的调蓄能力，减少城市内涝的发生。

3.3 雨水排放与净化技术

雨水排放与净化技术是城市雨洪管理的重要环节，能够有效减少雨水径流污染，保护城市水环境。雨水排放与净化技术主要包括雨水净化设施、排水管道和排水泵站等。雨水净化设施能够通过物理、化学和生物等方法，净化雨水中的污染物，减少雨水径流污染。排水管道和排水泵站是雨水排放的重要设施，能够将雨水快速排出城市，减少城市内涝的发生。通过优化雨水排放与净化技术，不仅可以减少城市内涝的发生，还能有效保护城市水环境，提高城市的生态环境质量。

4 智慧排水系统建设

4.1 智慧排水系统的特点与优势

智慧排水系统是利用现代信息技术和物联网技术，实现排水系统的智能化管理和运行的系统。智慧排水系统具有实时监测、智能预警、自动化控制等特点，能够有效提高排水系统的运行效率和管理水平。通过安装传感器和监测设备，智慧排水系统可以实时监测排水管道的水位、流量、水质等信息，及时发现排水系统的问题。通过智能预警系统，智慧排水系统可以提前预警暴雨洪涝灾害，为城市防洪提供科学依据。通过自动化控制系统，智慧排水系统可以实现排水泵站的自动化运行，提高排水系统的抽排效率。

4.2 智慧排水系统的关键技术

智慧排水系统的关键技术包括传感器技术、物联网技术、大数据技术和云计算技术等。传感器技术是智慧排水系统的基础，通过安装各种类型的传感器，可以实时监测排水系统的运行状态。物联网技术是智慧排水系统的核心，通过物联网技术，可以实现传感器设备之间的互联互通，实现数据的实时传输和共享。大数据技术是智慧排水系统的重要支撑，通过大数据

技术，可以对海量的监测数据进行分析和处理，为排水系统的管理和决策提供科学依据。云计算技术是智慧排水系统的保障，通过云计算技术，可以实现数据的存储和计算，为智慧排水系统的运行提供技术支持。通过应用这些关键技术，智慧排水系统能够实现排水系统的智能化管理和运行，提高城市的防洪能力和排水系统的运行效率。

4.3 智慧排水系统的应用与实践

智慧排水系统的应用与实践是实现城市排水系统优化管理的重要途径。在城市排水系统的建设和管理中，应广泛应用智慧排水系统的技术和设备。例如，在排水管道中安装水位传感器和流量传感器，实现排水管道的实时监测；在排水泵站中安装自动化控制系统，实现排水泵站的自动化运行；在城市防洪指挥中心建设智能预警系统，实现暴雨洪涝灾害的提前预警。通过智慧排水系统的应用与实践，不仅可以提高城市排水系统的运行效率和管理水平，还能有效减少城市内涝的发生，保障城市居民的生活安全。

5 城市排水系统的可持续发展策略

5.1 可持续发展的理念与目标

可持续发展是城市排水系统建设的重要理念和目标。可持续发展的理念要求在城市排水系统的建设和管理中，注重生态环境保护和资源利用，实现排水系统的可持续发展。可持续发展的目标是通过科学的排水系统建设和管理，提高城市的防洪能力，改善城市生态环境，保障居民生活质量，实现城市的可持续发展。在城市排水系统的建设和管理中，应将可持续发展的理念贯穿始终，从排水系统的规划、设计、建设到运营管理，都要充分考虑生态环境保护和资源利用，实现排水系统的可持续发展。

5.2 可持续发展的策略与措施

可持续发展的策略与措施是实现城市排水系统可持续发展的重要保障。在城市排水系统的建设和管理中，应采取多种策略和措施，实现排水系统的可持续发展。例如，采用低影响开发（LID）理念，通过雨水花园、绿色屋顶等措施，减少雨水径流量，提高雨水利用效率，同时改善城市生态环境。加强排水系统的建设和管理，提高排水系统的运行效率和管理水平，减少城市内涝的发生。推广雨水收集与利用技术，提高雨水资源的利用效率，缓解城市水资源短缺的问题。加强公众教育和宣传，提高居民对排水系统的保护意

识，减少人为因素对排水系统的破坏。通过这些策略和措施，可以有效实现城市排水系统的可持续发展，提高城市的防洪能力和生态环境质量。

5.3 可持续发展的评价与管理

可持续发展的评价与管理是实现城市排水系统可持续发展的重要环节。在城市排水系统的建设和管理中，应建立科学的评价指标体系和管理机制，对排水系统的可持续发展进行评价和管理。评价指标体系应包括排水能力、生态环境影响、资源利用效率、运行管理效率等多个方面，通过综合评价排水系统的可持续发展水平。管理机制应包括政策法规、资金投入、公众参与等多个方面，通过完善的管理机制，保障排水系统的可持续发展。通过可持续发展的评价与管理，可以及时发现排水系统建设和管理中的问题，采取有效的措施加以解决，实现城市的可持续发展。

6 总结

本文从城市排水系统的现状与问题、优化设计原则与方法、雨洪管理技术、智慧排水系统建设以及可持续发展策略五个方面展开研究。通过分析城市排水系统存在的问题，探讨了优化设计的原则与方法，阐述了雨洪管理技术的应用，介绍了智慧排水系统的建设，并提出了可持续发展的策略。研究表明，通过科学的优化设计和先进的雨洪管理技术，结合智慧排水系统的建设，能够有效提升城市排水系统的性能，实现城市的可持续发展。未来，随着城市化进程的加速和科技的不断进步，城市排水系统的建设和管理将面临更多的挑战和机遇。因此，应进一步加强城市排水系统的科学的研究和技术创新，提高城市的防洪能力和生态环境质量，为城市的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 汪煜. 城区地表排水系统雨洪调控机制研究 [D]. 西安理工大学, 2023.
- [2] 王冉. 基于 MIKE 模型的城市内涝模拟与防治措施研究 [D]. 华北水利水电大学, 2024.
- [3] 韩轶群. 以绿地优化为途径的城市生态化雨洪管理系统构建理论与方法研究 [D]. 天津大学, 2022.
- [4] 王子滢. 基于景观生态学的城市雨洪管理措施思考 [J]. 中华建设, 2022, (06): 28-29.
- [5] 任建超. 基于海绵城市理念的南方丰水城市内涝防控策略研究 [D]. 南华大学, 2021.