

城市排洪系统优化设计及其应用研究

雷世朋

石家庄科技信息技术学院, 中国·河北 石家庄 050091

摘要: 随着城市化进程的加速, 城市洪涝灾害问题日益突出, 对城市排洪系统提出了更高的要求。论文旨在探讨城市排洪系统的优化设计方法及其应用, 通过综合分析现有排洪系统存在的问题与挑战, 提出相应的应对策略。论文阐述了城市排洪系统的基本概念和现状, 详细分析了当前面临的主要问题, 包括排水能力不足、管道老化、设计标准偏低等。论文从提高排水效率、增强系统韧性、融入绿色基础设施等方面提出了优化设计方案, 并通过实际案例分析了这些方案的应用效果。最后, 总结了城市排洪系统优化设计的重要性和未来发展方向。

关键词: 城市排洪系统; 优化设计; 排水效率; 系统韧性; 绿色基础设施

Research on Optimization Design and Application of Urban Flood Discharge System

Shipeng Lei

Shijiazhuang University of Science and Technology Information Technology, Shijiazhuang, Hebei, 050091, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, the problem of urban flood disasters has become increasingly prominent, and higher requirements have been put forward for urban flood discharge systems. The paper aims to explore the optimization design methods and applications of urban flood discharge systems. By comprehensively analyzing the problems and challenges of existing flood discharge systems, corresponding response strategies are proposed. The paper elaborates on the basic concepts and current situation of urban flood discharge systems, and analyzes in detail the main problems currently faced, including insufficient drainage capacity, aging pipelines, and low design standards. The paper proposes optimization design schemes from the aspects of improving drainage efficiency, enhancing system resilience, and integrating green infrastructure, and analyzes the application effects of these schemes through practical cases. Finally, the importance and future development direction of optimizing the design of urban flood discharge systems were summarized.

Keywords: urban flood discharge system; optimize design; drainage efficiency; system resilience; green infrastructure

0 前言

随着全球气候变化和城市化进程的加速, 城市洪涝灾害频繁发生^[1], 给人民生命财产安全带来严重威胁。城市排洪系统作为城市防洪排涝的重要基础设施, 其设计合理性和运行效率直接关系到城市的防洪安全。然而, 现有的城市排洪系统普遍存在着设计标准偏低、排水能力不足、管道老化等问题, 难以满足极端天气条件下的排水需求。因此, 对城市排洪系统进行优化设计, 提高其排水能力和韧性, 已成为当前城市防洪排涝工作的重要任务。

1 概念与现状

1.1 城市排洪系统概述

城市排洪系统是指城市区域内用于收集、输送和排放雨水和污水的设施系统^[2], 包括雨水管道、污水管道、泵站、调蓄设施等。其主要功能是确保城市在降雨过程中能够及时排除积水, 防止内涝灾害的发生, 同时保障污水得到妥善处理, 避免环境污染。

1.2 城市排洪系统现状

目前, 中国城市排洪系统建设已取得一定成就, 但仍

存在诸多不足。一方面, 由于历史原因和城市发展速度的加快, 许多城市的排洪系统建设滞后于城市发展, 导致排水能力不足, 特别是在暴雨天气下, 容易出现内涝现象。另一方面, 部分城市的排洪系统设计标准偏低, 难以满足当前极端天气条件下的排水需求。此外, 管道老化、维护不善等问题也严重制约了排洪系统的正常运行。

2 主要问题与挑战

2.1 排水能力不足的问题日益凸显

在城市化快速推进的背景下, 城市不透水面积的比例不断上升, 如水泥路面、屋顶等硬质铺装的大量使用, 导致雨水无法自然渗透入地下, 从而使得雨水径流量显著增加^[3]。这一变化对城市排洪系统的排水能力提出了更为严峻的挑战。然而, 现有的排洪系统在排水能力上普遍存在不足, 这一问题在极端天气条件下尤为突出。

在暴雨天气频发的季节, 现有的排洪系统往往难以应对突如其来的大量雨水。排水管道由于设计容量不足, 很容易在短时间内达到饱和状态, 导致排水不畅。此外, 排水管道在日常运行中容易因为杂物、树叶、泥土等异物堵塞, 进

一步降低了排水效率。在这种情况下,城市街道和低洼地区往往会出现严重的积水现象,这不仅严重影响了城市的交通秩序,给市民的出行带来了极大不便,还可能对居民的日常生活造成困扰,甚至引发安全事故。

2.2 管道老化与维护不善

部分城市的排洪系统始建于几十年前,随着时间的推移,这些系统的管道已经严重老化,存在着诸多问题。这些老旧的管道普遍存在着渗漏、破损等现象,对城市排洪系统的影响是多方面的:

①管道的老化严重降低了排洪系统的排水效率。渗漏和破损的管道无法有效传导雨水,导致排水能力大幅下降。在雨水季节,这种状况会使得排洪系统无法及时将雨水排出,造成城市内涝现象,影响城市的正常运转。

②老化的管道容易引发环境污染问题。渗漏的污水可能会渗透到地下水中,污染水源,对周边生态环境造成破坏。同时,破损的管道可能会导致污水外溢,直接污染城市街道和居民区,影响市容市貌和居民的健康。管道的老化还容易引发安全事故。破损的管道可能会突然坍塌,对行人车辆造成安全隐患。在极端情况下,甚至可能引发交通事故,造成人员伤亡和财产损失。

③由于长期维护不善,部分排洪管道内部积存了大量的淤泥和垃圾。这些淤泥和垃圾不仅占据了管道的有效空间,减少了排水的截面积,还可能进一步堵塞管道,导致排水不畅的问题更加严重。这不仅加剧了城市内涝的风险,也增加了清理和维护的难度和成本。

2.3 设计标准偏低

受历史条件和经济发展水平的限制,部分城市的排洪系统在建设之初所采用的设计标准偏低,未能充分预见和适应未来城市发展的需要,以及气候变化带来的极端天气挑战。这些设计标准往往基于过去的气候数据和城市规模,未能考虑到全球气候变化背景下极端天气事件的频发和强度增加。在这样的背景下,当暴雨天气来临时,这些城市的排洪系统往往显得力不从心,难以承受突如其来的巨大排水压力。由于设计标准的不足,排洪系统的排水能力不足以应对短时间内的大量降水,导致以下问题的发生:

①内涝灾害频发:在暴雨侵袭时,排洪系统无法及时将雨水排出,造成城市低洼地区积水严重,形成内涝灾害。这不仅影响了市民的出行,还可能导致财产损失和人员伤亡。

②城市交通瘫痪:内涝导致的主要道路积水,交通信号系统失效,车辆无法正常行驶,公共交通服务受阻,整个城市的交通网络可能因此陷入瘫痪。

③市政设施受损:长时间的水浸可能对城市的基础设施造成损害,如道路、桥梁、地下管线等,增加了市政设施的维护成本和修复难度。

④环境卫生问题:内涝还可能引发城市环境卫生问题,

污水四溢,垃圾漂浮,容易导致疾病传播。

2.4 缺乏系统性和韧性

现有的城市排洪系统在设计和上往往存在着系统性和韧性不足的问题,这使得它们在面对复杂多变的天气条件和城市环境变化时,显得尤为脆弱。排洪系统的系统性和韧性不足主要体现在以下几个方面:

①缺乏整体规划:排洪系统往往未能与城市的整体规划紧密结合,导致排水网络布局不合理,排水节点和路径不顺畅,难以形成高效统一的排水体系。

②应对能力有限:在极端天气条件下,如强降雨、洪水等,排洪系统容易出现瘫痪或失效。这是因为系统设计时未能充分考虑到这些极端情况,导致排水设施在超出设计标准的天气条件下无法正常工作。

③抗风险能力弱:排洪系统缺乏必要的冗余和备份措施,一旦关键设施受损,整个系统就可能陷入瘫痪,无法及时恢复功能。

④调适性和灵活性不足:排洪系统在面对城市环境变化时,如土地利用变化、城市扩张等,缺乏足够的调适性和灵活性,无法及时调整和优化排水策略。

3 应对策略

3.1 提高排水效率的策略

3.1.1 优化排水管道设计

为了解决现有排水管道存在的问题,提高排水效率,我们需要对排水管道进行全面的优化设计。具体措施包括:

①增加管道直径和数量:通过扩大管道直径和增加管道数量,可以有效提升排水系统的整体排水能力,确保在极端天气条件下,雨水能够迅速被排出,减少内涝风险。

②采用新型管材和连接方式:使用耐腐蚀、抗老化、密封性能好的新型管材,以及先进的连接技术,可以显著减少管道的渗漏和破损现象,延长管道的使用寿命,提高系统的稳定性。

③设置绿色基础设施:在排水管道周边设置雨水花园、透水铺装等绿色基础设施,可以增加雨水的自然渗透和滞蓄能力,从而减轻排水管道的压力,提高排水的整体效率。

3.1.2 加强泵站建设和管理

泵站是城市排洪系统中的关键节点,其建设和管理水平对排水效率有着直接的影响。以下是一些加强泵站建设和管理的措施:

①增加泵站数量和容量:根据城市发展的需要,合理规划泵站的数量和容量,确保泵站能够满足不断增长的排水需求,特别是在暴雨季节能够高效运转。

②优化泵站运行策略:通过智能化调度和控制系统的应用,实现泵站的自动化运行,优化泵站的启动和停止策略,以适应不同的排水需求,降低能耗和运维成本。

③提高泵站可靠性:定期对泵站设备进行维护和检修,

确保泵站设备始终处于良好的工作状态,减少故障发生的概率,提高泵站的运行效率和可靠性。

④强化应急能力:制定详细的应急预案,配备必要的备用设备和物资,确保在泵站发生故障时,能够迅速采取措施,保障排洪系统的连续运行。

3.2 增强系统韧性

3.2.1 构建多元化排水体系

为了增强城市排洪系统的韧性,应构建多元化排水体系。一方面,可以建设和完善雨水管道、污水管道、明渠等排水设施,形成相互补充、协同工作的排水网络;另一方面,可以引入绿色基础设施、调蓄设施等新型排水方式,提高系统的适应性和灵活性。

3.2.2 加强系统监测和预警

为了及时发现和解决排洪系统存在的问题,应加强系统监测和预警。一方面,可以建立排水管道监测系统,实时监测管道内的水位、流速等参数,及时发现堵塞和渗漏现象;另一方面,可以建立暴雨预警系统,提前预测暴雨的发生时间和强度,为排洪系统的调度和运行提供科学依据。

3.3 融入绿色基础设施的策略

3.3.1 建设雨水花园和透水铺装

雨水花园和透水铺装作为绿色基础设施的核心内容,它们在城市建设中扮演着至关重要的角色。这些设施不仅能够促进雨水的渗透、滞蓄和净化,还能够带来以下益处:

①增加城市绿地面积和透水面积:通过在城市的公园、街道、住宅区等地方建设雨水花园,以及在人行道、停车场等区域使用透水铺装材料,可以有效增加城市的绿地和透水面积,从而提高城市对雨水的吸纳和排放能力。

②促进生态平衡:雨水花园中的植物能够吸收雨水中的营养物质,减少径流污染,同时为城市生物提供栖息地,增强城市生态系统的多样性。

③美化城市环境:雨水花园和透水铺装不仅具有实用功能,还能够美化城市景观,提升城市居民的生活质量。

3.3.2 利用生物滞留设施净化雨水

生物滞留设施是一种集自然生态与工程技术于一体的雨水管理措施,它通过以下方式为城市环境带来积极影响:

①净化雨水:生物滞留设施利用植物、土壤和其他介质来过滤和净化雨水,有效去除雨水中的悬浮物、重金属、有机污染物等,从而提高雨水的水质。

②增加城市绿地:生物滞留设施通常与城市绿化相结合,不仅能够净化雨水,还能够增加城市的绿地面积,为城市增添绿色空间。

③改善城市生态环境:通过建设生物滞留设施,可以改善城市微气候,降低城市热岛效应,同时为城市居民提供更加亲近自然的休闲空间。

④促进可持续发展:生物滞留设施有助于实现城市雨水的可持续管理,减少对传统排水系统的依赖,推动城市向

更加环保、可持续的方向发展。

3.4 加强政策法规和标准体系建设

3.4.1 完善政策法规

为了推动城市排洪系统的优化设计和发展,应完善相关政策法规。一方面,可以制定更加严格的排水标准和排放标准,促进排水设施的建设和升级;另一方面,可以加强对排水设施的管理和维护,确保其正常运行和发挥作用。

3.4.2 加强标准体系建设

为了规范城市排洪系统的设计和建设,应加强标准体系建设。一方面,可以制定和完善排水管道设计、泵站建设、雨水花园建设等相关标准;另一方面,可以加强对标准的宣传和培训,提高设计、施工和管理人员的专业水平。

4 实际案例及分析

某市在城市建设和发展的过程中,高度重视生态文明建设,大力推广雨水花园的应用。该市通过实施一系列措施,如建设雨水花园、透水铺装等绿色基础设施,有效增加了城市绿地面积和透水面积。这些举措旨在提高城市对雨水的吸纳、滞蓄和净化能力。

经过几年的不懈努力,该市的雨水吸纳和排放能力得到了显著提升。具体表现在,城市内涝现象得到了明显缓解,以往每逢暴雨时节,市区低洼地带积水严重的情况得到了有效改善。这不仅保障了市民的出行安全,也减少了因内涝造成的经济损失。

与此同时,雨水花园的建设还极大地改善了城市生态环境。这些绿色基础设施不仅美化了城市景观,还为生物多样性提供了栖息地,促进了生态平衡。此外,雨水花园还能吸收空气中的有害物质,提高空气质量,为市民创造了更加宜居的生活环境。

该案例的成功之处主要体现在以下几个方面:

①充分利用绿色基础设施的功能。雨水花园和透水铺装等设施具有雨水渗透、滞蓄和净化的作用,有助于提高城市的雨水吸纳和排放能力。

②良好的生态效益。雨水花园的建设改善了城市生态环境,提高了生物多样性,为城市增添了一道亮丽的风景线。

③明显的社会效益。通过减少内涝现象,保障市民出行安全,提高了市民的生活质量,增强了市民的幸福感和获得感。

④创新城市防洪排涝工作思路。该市在雨水花园建设过程中,积极探索和实践,为中国其他城市提供了可借鉴的经验和做法。

总之,该市在城市建设中推广雨水花园的应用,既取得了显著的生态效益,又带来了良好的社会效益,为中国城市可持续发展提供了有益的借鉴。

5 结语

城市排洪系统优化设计是城市防洪排涝工作的重要任

务之一。论文通过分析现有排洪系统存在的问题与挑战，提出了提高排水效率、增强系统韧性、融入绿色基础设施等应对策略。同时，通过实际案例分析，验证了这些策略的有效性和可行性。未来，随着科技的不断进步和城市化进程的加速推进，城市排洪系统优化设计将面临更多的挑战和机遇。我们应继续加强研究和实践，不断完善和优化城市排洪系统，为城市的防洪排涝工作提供更加有力的保障和支持。

参考文献：

[1] 张品元,魏健芹.中国城市洪涝现状与挑战[C]//2024首届水旱灾害防御与应急抢险技术论坛论文集,2024:7.

[2] 朱心悦,王明月.绿色节能理念下的城市防洪排涝泵站设计探析[J].智能建筑与智慧城市,2024(10):116-118.

[3] 林毓鑫.海绵城市理论下的市政工程给排水规划设计思路[J].未来城市设计与运营,2024(9):25-27.