

市政排水系统优化设计与雨洪管理技术研究

刘莲平

新鑫建设集团有限公司 江西 南昌 330038

摘要: 本文探讨了市政排水系统优化设计与雨洪管理技术的相关研究, 文章介绍了市政排水系统与雨洪管理的基本概念及其相互关系, 分析了当前市政排水系统存在的问题, 以及雨洪管理面临的挑战。针对这些问题, 提出了排水管网优化、调蓄与排放设施优化及与生态设施融合设计等市政排水系统优化设计策略, 并介绍了源头控制技术、过程调控技术及末端治理与资源利用技术等雨洪管理技术创新与应用。旨在为城市雨洪管理提供科学指导和参考。

关键词: 市政排水系统; 优化设计; 雨洪管理; 技术应用

1 市政排水系统与雨洪管理相关概念

市政排水系统是指收集、输送、处理和排放城市污水和雨水的工程设施系统, 它涵盖了排水管网、泵站、污水处理厂、雨水调蓄设施等多个部分。其主要功能是及时排除城市范围内的雨水和生活污水、工业废水, 防止城市内涝, 保护城市水环境。雨洪管理是指对降雨形成的洪水和雨水资源进行全面、系统的管理, 以实现减轻洪涝灾害、合理利用雨水资源、保护生态环境的目标。它涉及到雨水的收集、调蓄、净化、排放和利用等多个环节, 强调从源头、过程到末端的全过程管控, 注重发挥自然生态系统的调蓄作用, 实现人与自然的和谐共生。市政排水系统与雨洪管理两者紧密相关、相互依存^[1]。市政排水系统是雨洪管理的重要物质基础, 为雨洪的排放和处理提供硬件支撑; 而雨洪管理的理念和技术则为市政排水系统的优化设计和运行提供了指导, 推动市政排水系统从传统的快速排放向综合利用、生态友好转变。

2 市政排水系统现状分析

2.1 管网布局与容量

在管网布局方面, 许多城市尤其是老城区, 由于历史原因, 排水管网布局存在诸多不合理之处。管网走向混乱, 部分区域存在管网迂回交叉的情况, 导致雨水和污水在输送过程中阻力增大, 流速减缓, 容易引发淤积和堵塞。一些城市的排水管网没有按照地形地势进行合理规划, 使得低洼地区的雨水难以顺畅排出, 增加了内涝的风险。随着城市人口的增长和建筑面积的扩大, 雨水和污水的排放量大幅增加, 而不少城市的排水管网仍沿用多年前的设计标准, 管径偏小, 无法满足当前的排水需求。在暴雨天气时, 管网常常处于满负荷甚至超负荷运行状态, 雨水溢出路面, 形成内涝。同时, 部分管网由于建设年代久远, 管道老化、破损现象严重, 不仅影响了排水能力, 还

可能导致污水渗漏, 污染地下水体。

2.2 排水设施功能

排水设施主要包括泵站、调蓄池等, 其功能的正常发挥对市政排水系统的高效运行至关重要。部分泵站存在设备老化、技术落后的问题, 运行效率低下, 在降雨高峰期无法及时将管网中的雨水抽排出去, 导致管网水位上涨, 加剧内涝。一些泵站的自动化控制水平较低, 主要依靠人工操作, 难以根据实时雨情和管网水位进行灵活调整, 影响了排水的及时性和有效性。调蓄池作为缓解排水压力的重要设施, 在一些城市存在数量不足、分布不均的情况。部分调蓄池的设计容量偏小, 调蓄能力有限, 无法在暴雨时有效储存过量的雨水。而且, 调蓄池的维护管理不到位, 池内淤积严重, 降低实际调蓄容量, 影响其功能的发挥。

2.3 与城市发展的适配性

城市发展速度不断加快, 新城区不断扩张, 城市建成区面积持续增加, 而市政排水系统的建设往往滞后于城市发展的步伐。在新城区建设过程中, 排水管网的规划和建设没有与城市道路、建筑物等同步进行, 导致部分区域排水管网缺失或不完善。城市产业结构的调整和城市功能的升级也对市政排水系统提出了新的要求^[2]。例如, 一些城市的工业园区不断发展, 工业废水的排放量和成分发生了变化, 但现有的排水管网和污水处理设施无法适应这些变化, 导致工业废水处理不达标或排放不畅。

3 雨洪管理面临的挑战

3.1 内涝风险加剧

近年来, 受全球气候变化影响, 极端降雨天气发生的频率和强度明显增加, 许多城市遭遇了历史罕见的暴雨袭击。而城市的排水系统和雨洪管理能力未能及时跟上气候变化的步伐, 内涝风险日益加剧。在城市建设过程中, 大量的不透水地面如柏油路、混凝土路面等取代

了自然的土壤和植被,雨水下渗量大幅减少,地表径流系数增大,汇流速度加快,使得雨水在短时间内集中涌入排水管网,超出了管网的承载能力。同时,城市中的河道、湖泊等天然水体被侵占、填埋的现象较为严重,调蓄洪水的能力减弱,进一步加剧了内涝的程度。内涝不仅影响了城市的交通出行和居民的正常生活,还可能对城市的基础设施造成损坏,带来巨大的经济损失。

3.2 雨水资源利用率低

雨水是一种宝贵的淡水资源,具有量大、分布广的特点,但目前我国城市对雨水资源的利用率普遍较低。大多数城市的雨水管理仍以排放为主,没有建立完善的雨水收集、净化和利用系统,大量的雨水白白流入江河湖海,浪费了宝贵的水资源。在雨水收集方面,缺乏有效的收集设施和规划,只有少数城市在一些公园、广场等区域设置了简单的雨水收集装置,收集范围有限。雨水净化技术相对落后,处理后的雨水水质难以满足多种用途的需求,限制了雨水的利用途径。

3.3 生态环境影响

传统的雨洪管理方式注重快速排放雨水,忽视了对生态环境的保护,对城市生态系统造成了一系列负面影响。雨水在流经城市地面时,会携带大量的污染物,如泥沙、重金属、有机物等,这些污染物随着雨水直接排入江河湖海,导致水体污染,破坏水生态平衡。城市排水系统的建设和运行也对生态环境产生一定的影响。管网的铺设需要开挖地面,破坏了地表植被和土壤结构,影响了生态系统的稳定性。泵站在运行过程中会产生噪音污染,对周边居民的生活造成干扰。调蓄池等设施如果管理不当,可能会滋生蚊虫,传播疾病,影响周边环境的卫生状况。

3.4 管理机制不健全

雨洪管理涉及多个部门,如住建、水利、环保、城管等,但各部门之间缺乏有效的协调配合,存在职责交叉、管理混乱的现象。在政策制定、规划建设、运行管理等方面没有形成统一的标准和机制,导致雨洪管理工作难以高效开展。监测预警体系不完善,对降雨量、管网水位、内涝点等信息的监测不够及时、准确,无法为雨洪管理决策提供可靠的数据支持。应急响应能力较弱,在发生内涝等突发事件时,缺乏有效的应急预案和处置措施,应急物资储备不足,应急队伍建设滞后,导致灾害损失扩大^[3]。

4 市政排水系统优化设计策略

4.1 排水管网优化

排水管网优化首先要对管网布局进行合理调整。结

合城市的地形地貌、道路规划和用地性质,采用水力模型进行模拟分析,制定科学合理的管网改造和新建方案。对于老城区混乱的管网,进行梳理和改造,消除管网迂回、交叉等问题,使雨水和污水能够按照最短路径顺畅流动。根据地势高低,合理设置管网坡度,确保低洼地区的雨水能够顺利排入主干道管网,在容量方面,按照最新的暴雨强度公式和排水标准,对现有管网进行全面评估,对管径不足的路段进行扩容改造。对于新建管网,根据未来城市发展的需求,适当提高设计标准,预留一定的排水余量。同时,加强对管网的维护和修复,定期进行管道清淤、检测和修复,及时更换老化、破损的管道,保障管网的排水能力。

4.2 调蓄与排放设施优化

在城市易发生内涝的低洼地区、雨水管网汇水节点处以及公园、绿地等开阔地带,规划建设足够数量的调蓄池。根据区域的汇水面积、降雨量等因素,科学确定调蓄池的设计容量,确保能够有效削减洪峰流量,缓解排水压力。同时,注重调蓄池的多功能利用,将其与城市景观相结合,建设成为下沉式广场、人工湖等,既发挥调蓄作用,又为市民提供休闲娱乐的场所;对现有泵站进行技术改造,更换老化设备,安装先进的传感器、控制系统和变频调速装置,实现泵站的远程监控和自动运行。根据实时雨情、管网水位和下游水体水位等信息,自动调整水泵的运行台数和转速,使泵站在高效、节能的状态下运行。建立泵站之间的协同调度机制,实现多个泵站的联合运行,提高整体排水能力。在排放设施方面,要加强对城市河道、排洪沟等的整治和疏浚,清除河道内的淤泥、垃圾和障碍物,保障河道的行洪断面。对河道进行生态化改造,建设生态驳岸,提高河道的稳定性和抗洪能力。合理规划雨水排放口的位置和数量,避免雨水直接排入敏感水体,减少对水环境的污染。

4.3 与生态设施融合设计

将市政排水系统与生态设施进行融合设计,是实现生态排水和可持续发展的重要途径。大力推广海绵城市建设理念,将透水铺装、绿色屋顶、生物滞留带等低影响开发设施与排水管网有机结合。在城市道路、广场、停车场等区域采用透水砖、透水混凝土等透水铺装材料,增加雨水下渗量,减少地表径流。在建筑物屋顶建设绿色屋顶,通过植被、土壤等对雨水进行滞留、净化和渗透,降低雨水排放压力。在道路两侧、公园绿地等区域设置生物滞留带,利用植物、土壤和微生物的作用对雨水进行净化和消纳。注重滨水景观与排水功能的结合。在城市滨水区域建设雨水花园、人工湿地等生态设

施,这些设施不仅能够美化环境,还能够滞留、净化雨水,补充地下水。设计生态驳岸时,采用自然材料如石材、木材等,为水生生物提供栖息地,同时增强河岸的透水性,促进雨水的下渗和交换。通过将排水功能融入城市生态景观建设,实现经济效益、社会效益和生态效益的统一。

5 雨洪管理技术创新与应用

5.1 源头控制技术

源头控制技术是雨洪管理的关键环节,主要通过减少雨水径流的产生和污染物的排放来减轻后续排水系统的压力。低影响开发(LID)技术是源头控制的核心技术之一,包括透水路面、下凹式绿地、雨水桶等。透水路面能够使雨水直接渗入地下,补充地下水,减少地表径流。下凹式绿地低于周边路面,能够收集周边的雨水,通过植被和土壤的过滤、渗透作用对雨水进行净化和滞留。雨水桶则可以安装在建筑物屋顶或庭院内,收集雨水用于灌溉、洗车等,减少自来水的使用。在绿色建筑设计中,充分考虑雨水的收集和利用,通过设置雨水斗、收集管道等设施,将屋顶雨水收集起来,经过过滤、沉淀、消毒等处理工艺后,用于建筑物内的冲厕、绿化灌溉等^[4]。绿色建筑雨水利用系统不仅能够节约水资源,还能够减少雨水排放,实现建筑与自然的和谐共生。

5.2 过程调控技术

过程调控技术主要通过对雨水径流的传输过程进行监测、调度和控制,实现雨洪的科学管理。智慧监测与预警系统是过程调控的重要技术支撑,通过在城市范围内布设雨量传感器、水位传感器、视频监控设备等,实时采集降雨量、管网水位、内涝点分布等信息。利用物联网技术将这些信息传输到数据中心,进行集中处理和分析,建立雨洪预警模型。当监测到可能发生内涝时,及时发出预警信息,为市民和相关部门提供决策支持。智能调度技术基于大数据和人工智能算法,实现对排水管网、调蓄设施、泵站等的协同调度。根据实时监测数据和预测信息,制定最优的调度方案,合理分配雨水的排放路径和调蓄空间。例如,在降雨初期,优先利用调蓄设施收集雨水;当降雨量较大时,启动泵站进行抽排,并合理分配各泵站的抽排任务,确保排水系统的整

体运行效率。

5.3 末端治理与资源利用技术

末端治理技术主要针对排出的雨水进行净化处理,使其达到排放标准或回用要求。人工湿地技术是一种高效、低成本的雨水净化技术,利用湿地中的植物、土壤和微生物组成的生态系统,对雨水中的污染物进行吸附、降解和转化。人工湿地可以根据实际需求设计成表面流、潜流等不同类型,适用于不同规模和水质的雨水处理。生物滤池技术则通过填充滤料如砂石、活性炭等,利用滤料表面的生物膜对雨水进行过滤和净化,具有处理效率高、占地面积小等优点;雨水资源化利用技术是实现雨水变废为宝的重要手段,通过构建完善的雨水收集-净化-储存-回用系统,将处理后的雨水用于城市绿化灌溉、道路清扫、景观水体补充等。在雨水收集环节,采用集水沟、集水井等设施收集地表径流和屋顶雨水。净化环节根据回用用途选择合适的处理工艺,如过滤、消毒等。储存环节可以利用调蓄池、水箱等设施储存处理后的雨水。回用环节通过铺设专用的输水管网,将雨水输送到各个用水点。雨水资源化利用不仅能够缓解城市水资源短缺的问题,还能够减少污水排放量,降低对水环境的污染。

结束语

综上所述,市政排水系统优化设计与雨洪管理技术的创新与应用对于提升城市防洪排涝能力、促进水资源高效利用及保护生态环境具有重要意义。因此,需要不断加强技术研发和创新,完善相关政策和管理机制,推动市政排水系统与雨洪管理的智能化、生态化和可持续发展,为构建绿色、宜居、安全的城市环境提供有力保障。

参考文献

- [1]姜晗.市政排水系统应对暴雨积水的优化措施研究[J].科技创新与应用,2024,14(31):157-160.
- [2]张康,黄琦惠.城市市政排水系统的优化探究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(14):164-166.
- [3]王凯丽.雨洪处理工艺在城市水资源管理中的应用[J].环境工程与技术,2023(1):34-40.
- [4]刘涛.智能化技术在市政排水系统中的应用前景[J].智慧城市与智能系统,2023(3):112-118.