

城市内涝成因分析及对策探讨

李刚柱

杭州市南排水利发展有限公司 浙江 杭州 310020

摘要：城市内涝是城市化进程中面临的重大难题，其成因涵盖气候变化、城市自然水系破坏、排水系统缺陷以及地形地貌影响等多个方面。本文深入剖析这些成因，并结合扩大杭嘉湖南排后续西部通道工程，提出了一系列提升排水系统效能、增加城市调蓄能力、改善城市环境、整治城市河道以及加强预警与应急响应的针对性对策，旨在构建全面的城市内涝综合防御体系，提升城市韧性，保障居民安全与生态环境健康。

关键词：城市内涝；防御对策；排水系统与预警机制

引言

随着城市化进程的飞速推进，城市内涝问题愈发突出，已然成为影响城市正常运转与居民生活的关键因素。城市内涝不仅会致使交通瘫痪、造成严重的财产损失，还可能引发公共卫生危机，对城市生态系统构成潜在威胁。深入探究城市内涝的成因并探寻有效的应对策略，对提升城市防洪排涝能力、确保城市安全及可持续发展意义重大。本文将详细剖析城市内涝的成因，并结合实际工程案例，提出一系列行之有效的防御对策。

1 城市内涝概述

城市内涝，作为城市化发展的棘手难题，其实质是高强度或持续性降水在城市地表迅速积聚，远超现有排水系统的承载能力，进而引发局部或大面积积水现象。这一灾害干扰城市功能的正常发挥，还对居民生活、交通秩序、公共安全以及生态环境造成严重危害。城市内涝的形成，源于多种复杂因素的相互作用。城市热岛效应致使局部气候不稳定，暴雨发生的频率和强度不断攀升；城市地形地貌的改变，如低洼地区的开发建设，削弱了自然排水能力；城市硬化地面的广泛铺设，减少了雨水下渗，致使地表径流大幅增加，加重了内涝风险。城市内涝的危害广泛而深远。短期内，它会阻碍交通、危及居民生命财产安全；长期来看，积水引发的卫生问题、水质污染以及土壤侵蚀，对城市生态健康构成潜在威胁。内涝还可能诱发建筑物地基受损、地下设施被淹等次生灾害，给城市基础设施带来严峻考验。深入剖析城市内涝成因，制定科学合理的防御策略，对提升城市韧性、保障居民福祉、推动可持续发展至关重要。这需要在城市规划、基础设施建设、生态环境保护等多个层面，采取综合措施，以有效应对和减轻城市内涝带来的负面影响。

2 城市内涝的成因分析

2.1 气候变化与极端天气

伴随温室气体排放的持续增加，全球气候系统发生深刻变革，极端天气事件愈发频繁且强度不断加大。城市地区因特殊的下垫面性质与密集的人类活动，热岛效应显著。大量混凝土、沥青等建筑材料吸收并储存太阳辐射热，加上工业生产、交通运输等活动释放的热量，使得城市气温明显高于周边郊区。这种温差促使城市空气强烈对流上升，在特定气象条件下，上升气流冷却凝结，增加降雨可能性，城市雨岛效应也随之加剧。城市生产生活排放的大量颗粒物悬浮于空气中，为水汽凝结提供了充足的凝结核。暖湿气流经过城市上空时，水汽在这些凝结核上迅速凝结成降雨。城市高楼大厦改变气流运动轨迹，使气流在城市上空辐合上升，促使降水增多。降雨增强给城市排水带来巨大压力，杭州频遭极端降雨冲击。为此，扩大杭嘉湖南排后续西部通道工程应运而生，新建排水通道以应对气候变化导致的防洪排涝需求增长，有效缓解极端天气下的城市内涝压力，保障城市安全^[1]。

2.2 城市自然水系破坏

城市化进程的快速推进，对城市自然水系造成了严重破坏。曾经承担蓄水、调洪和错峰功能的洼地、湖泊、水库等自然水体，常被填埋或侵占，致使城市雨水的自然调蓄能力大幅下降。这削弱了城市对暴雨的缓冲能力，还加剧了洪峰流量的集中释放，使得内涝更为频繁。城市不透水面积的大幅增加，尤其是柏油路、水泥路面等硬质铺装的广泛使用，严重削弱了雨水的自然下渗能力。这些硬质表面阻碍雨水渗透，导致地表径流迅速增加，雨水快速流向低洼区域，加剧了城市内涝风险。对自然水系的破坏和不透水面积的增加，共同构成城市内涝的重要成因。它们削弱了城市对雨水的自然调节能力，加剧了雨水在城市内的快速汇集与滞留，给城

市防洪排涝体系带来严峻挑战。在城市建设中,诸多自然河道被填埋或覆盖,致使雨水无法通过自然水系进行有效调蓄。扩大杭嘉湖南排后续西部通道工程在规划时,充分考量对自然水系的保护与修复,尽量降低工程建设对周边水系的负面影响,同时通过新建排水通道,弥补因自然水系破坏导致的排水能力不足。

2.3 排水系统不完善

在城市内涝的众多成因中,排水系统不完善是关键因素。许多城市的排水系统在规划设计时,未能充分预估城市未来的发展规模、人口增长以及气候变化带来的降雨特性改变。这使得排水系统设计标准偏低,面对短时间的强降雨时,显得力不从心。随着城市的发展,排水管网老化问题日益突出。管道长期使用,受水流侵蚀、土壤挤压等因素影响,出现管壁变薄、破裂等情况,严重影响排水能力。排水管网错接现象普遍存在,不同功能的管道连接混乱,污水管与雨水管相互交织,阻碍了水流的正常排放路径。排水系统的维护管理也存在诸多漏洞。缺乏定期巡检和维护计划,导致管道内淤泥、杂物堆积,减小了管道的有效过水断面,降低排水效率。城市排水系统与水利部门的排涝工作缺乏有效衔接与协调,在排涝标准、规划布局上存在差异,未能形成统一整体暴雨致内涝频发,杭嘉湖南排后续西部通道工程新建深隧排水,提升能力,对接现系统,根治内涝,保障城市安全繁荣^[2]。

2.4 地形地貌与城市建设

城市地形地貌作为自然地理条件的重要组成部分,对内涝的形成有着不可忽视的影响。地势低洼区域,自然排水条件差,容易成为雨水汇集的中心,增加内涝风险。在城市建设中,若选址不当,尤其是在滞洪区或低洼地带进行高强度开发,将直接加剧这一风险,使这些区域在强降雨时更易发生内涝。城市内部不合理的布局也是导致内涝的重要因素。狭窄的道路、密集的建筑等布局问题,限制了雨水的排放通道,还加快了地表径流的汇集速度,使得雨水难以迅速排出。在暴雨天气下,这种不合理布局严重阻碍雨水的自然排放过程,导致雨水在城市内部长时间滞留,加剧内涝现象。地形地貌与城市建设的双重影响,共同构成城市内涝问题的复杂成因。城市规划需顺应地形地貌,杭州城西低洼地带应避免高强度开发,优化布局以改善排水。杭嘉湖南排后续西部通道工程新建排水通道,有效应对暴雨排水需求,缓解了该区域因地形和城市建设引发的内涝问题。

3 城市内涝的防御对策

3.1 提升城市排水系统

在城市规划中,要重视新建区域的排水管网布局,还应对历史遗留的老旧管网进行全面评估与适时改造。适当扩大管径能够有效提升排水效率,减少因管道容量不足导致的积水现象;实施雨污分流策略,让雨水与污水各行其道,既能提升排水系统整体效能,又能有效保护城市水环境。加强排水设施的维护管理,是保障排水系统高效运行的关键。定期清理排水口,防止杂物堵塞影响排水;及时修复破损管网,避免因管道泄漏导致排水能力下降。建立常态化的巡查机制,定期检查与维护排水设施,确保其始终处于良好状态,也是提升城市排水能力不可或缺的环节。提升城市排水系统,还需注重科技创新与智能化应用。引入先进的监测技术与数据分析手段,实现对城市排水系统的实时监测与预警,及时发现并解决潜在排水问题;利用智能化管理系统,优化排水设施的调度与运行,提升排水效率与应对突发情况的能力。扩大杭嘉湖南排后续西部通道工程采用深隧排涝方案,新建深55米、长29公里的排水通道,连接杭州城西至钱塘江,实现洪涝水快速强排。智慧控制系统实现集约化、标准化管理,提高排水系统可靠性、安全性、精准性和高效性,极大提升排水效能^[3]。

3.2 增加城市调蓄能力

提升城市调蓄能力是缓解城市内涝的重要手段。蓄水池与调蓄湖的建设,对城市雨水管理意义重大。暴雨时,这些设施能像“海绵”一样储存超出排水系统承载能力的多余雨水,有效减轻排水管网压力,降低内涝发生风险。干旱时,储存的雨水可用于城市绿化灌溉、道路清洁等,提高水资源利用效率,减少城市对外部供水的依赖。城市中的绿地、公园等开放空间,同样具有巨大的调蓄潜力。可将其规划为临时调蓄区域,借助绿地的土壤渗透、植物截留等功能,削减地表径流。强降雨时,绿地能吸收并储存部分雨水,减缓雨水汇聚速度,避免短时间内大量雨水集中涌入排水系统。公园内的景观水体,也能在一定程度上容纳雨水,起到调蓄作用。为实现这些目标,需在城市规划阶段进行科学布局。合理确定蓄水池、调蓄湖的位置与规模,使其既能高效收集雨水,又便于与城市排水系统衔接。对于城市绿地与公园,要注重融入海绵城市建设理念,通过建设下沉式绿地、雨水花园等设施,增强其调蓄能力。在扩大杭嘉湖南排后续西部通道工程规划与实施过程中,虽以构建排水通道为主,但也注重与周边区域的绿地、水体等调蓄设施相结合,形成有机的城市防洪排涝体系。

3.3 改善城市环境

增加城市植被覆盖率是缓解内涝风险的有效措施。

植被通过根系结构和土壤层的蓄水能力,能加快地表水的下渗速度,减少地表径流的形成。在城市规划与设计中,应优先考虑在低洼地带和易积水区域增加绿地面积,通过种植本土植物和构建多层次的绿化体系,形成自然的雨水滞留与渗透系统。在城市道路建设中,采用透水砖等环保材料,是提升雨水下渗量的重要途径。透水砖具有良好的透水性能,能使雨水迅速渗透至地下,减少路面积水,同时补充地下水,维持城市水文平衡。透水砖的使用还能改善城市热岛效应,提升城市环境质量。加强城市绿化,构建雨水花园、下凹式绿地等生态设施,是提升雨水自然净化能力的关键。生态设施能滞留净化雨水,美化城市,提升居民生活质量。科学规划将其融入绿地系统,构建雨水管理与生态景观网络,助力城市防涝与生态改善。杭嘉湖南排后续西部通道工程注重环境改善,合理绿化布局,推广透水材料,间接增强城市雨水调节力。

3.4 整治城市河道

整治城市河道是城市内涝防御体系的重要环节。城市河道作为城市排水系统的重要终端,其排水能力直接关系到城市内涝的防治效果。通过挖掘、拓宽、分流等措施,提升河道的过水能力。挖掘作业可加深河道深度,增加容纳水量;拓宽河道能扩大过水断面,使水流更顺畅通过;分流措施将水流分散至多条水道,减轻单一河道的排水压力,提高整体排水效率。合理设置闸坝对城市排水起着关键的调控作用。科学规划闸坝的开启与关闭时机,能确保城市内部积水顺利排出。暴雨期间,及时开启闸坝,让雨水迅速排入外河,防止城市内水积聚;精准把控闸坝运行,可有效避免潮水倒灌现象,保障排水的单向畅通。强化河道与城市排水系统的高程衔接至关重要。若两者高程不匹配,极易出现潮水顶托现象。当潮水高于排水口时,会阻碍城市排水,加剧内涝风险。优化排水系统与河道高程关系至关重要。扩大杭嘉湖南排后续西部通道工程的九溪出口枢纽,精心设计确保了与钱塘江的高程衔接,有效排水并避免潮水倒灌,保障城市安全^[4]。

3.5 加强预警与应急响应

建立完善的城市暴雨内涝预警系统,是防范内涝灾害的首要任务。该系统应充分利用遥感技术、地理信息系统(GIS)及大数据分析等现代科技手段,实现对暴雨天气的实时监测与精准预测。通过整合气象、水文、地质等多源数据,构建综合预警模型,提前识别暴雨引发的内涝风险区域,为城市管理部门提供科学决策依据。制定详细的应急响应计划,是确保在暴雨期间能迅速有效应对内涝灾害的关键。应急响应计划应涵盖排水设施的快速启动、人员与财产的紧急转移、临时避难所的设立等多个方面,确保在灾害发生时能够迅速响应,减少损失;计划还应明确各部门的职责分工,加强跨部门协作,形成合力,提升应急响应效率。加强预警与应急响应的实战演练与培训,是提升城市内涝防御能力的必要环节。定期组织实战演练,检验预警及应急响应计划,加强培训提升防灾减灾能力。扩大杭嘉湖南排后续西部通道工程的智慧控制系统,实时监测预警,为城市内涝应急响应提供有力支持,助力构建安全韧性城市。

结束语

综上所述,城市内涝的防御是一项系统工程,需要综合考虑气候、地形、城市建设及排水系统等多重因素。通过实施提升排水系统、增加调蓄能力、改善城市环境、整治河道及加强预警与应急响应等对策,构建更加完善的城市内涝防御体系。扩大杭嘉湖南排后续西部通道工程为城市内涝防御提供了成功范例,其在提升排水能力、保护自然水系、改善城市环境等方面的经验,值得其他城市在应对城市内涝问题时借鉴。

参考文献

- [1]肖飞.城市片区内涝成因及防治对策研究[J].大科技,2024(3):172-174.
- [2]张欢,曾长发.城市内涝成因分析及防控策略探讨[J].建筑·建材·装饰,2022(9):112-195.
- [3]蒋国民,于询鹏,李克.城市内涝的成因及对策[J].工程建设与设计,2020(5):85-89.
- [4]乐文健.武夷山度假区内涝成因分析及治理对策探讨[J].江西建材,2019(11):63-66.