

城市雨水管网排水能力不足的成因分析与优化对策

范 麒

涿鹿博泰钢结构工程有限公司 河北 张家口 涿鹿 075600

【摘 要】：城市雨水管网排水能力不足易引发内涝，威胁居民生活与城市运行。其成因涉及规划滞后、设施老化、维护缺失、管理分散及应对气候变化不足。针对这些问题，需从规划优化、设施升级、维护强化、管理协同、技术创新等方面采取对策。研究旨在明确成因，提出系统解决方案，提升管网排水效能，保障城市水安全，为城镇化可持续发展提供支撑。

【关键词】：雨水管网；排水能力；内涝成因；优化对策；城市水安全

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.016

引言

城镇化进程加快使城市不透水面扩大，极端降雨频次增加，雨水管网排水压力剧增。内涝频发导致交通瘫痪、财产损失，甚至危及生命安全，制约城市功能发挥。探究雨水管网排水能力不足的根源，构建科学优化体系，对增强城市韧性、保障居民生活秩序、推动可持续发展具有重要意义。解决这一问题成为改善城市人居环境、提升治理能力的关键课题。

1 城市雨水管网排水能力不足的表现

1.1 区域积水现象突出

城市中部分区域在降雨时积水问题严重，积水深度超过规定标准，且持续时间长。当雨水落下，低洼地带成为积水重灾区，车辆行驶在积水中如同陷入泥沼，车轮打滑、熄火的情况时有发生，极大影响了交通通行效率。行人出行更是困难重重，积水漫过脚踝，行走艰难，稍有不慎就可能滑倒受伤，严重威胁行人安全。这种积水现象不仅给市民的日常出行带来不便，还可能引发交通事故等安全隐患，打乱城市正常的生活秩序。

1.2 雨水倒灌问题频发

由于城市管网的输送能力无法与降雨量的增长速度相匹配，导致在强降雨过程中，雨水在管网内大量积聚，无法及时排出。这种情况下，雨水会迅速倒灌进入城市中地势较低的区域，包括居民小区、地下车库和商业设施等地。当雨水倒灌进入居民小区时，住户家中的地板会被浸泡，家具、电器等生活用品也会遭受不同程度的损坏。这不仅破坏了居民的生活环境，还可能导致居民健康问题和心理压力的增加。地下车库在遭遇雨水倒灌时，停放的车辆会被淹没，车主因此遭受财产损失。车辆被浸泡后可能需要大修或更换，这不仅增加了车主的经济负担，还可能引发车主与物业管理方之间的经济纠纷。商业设施在雨水倒灌的影

响下，货物和设备会被浸泡，导致商户无法正常营业。

1.3 溢流污染与排水瓶颈并存

排水系统在应对短时强降雨时，多处出现溢流现象。雨水携带道路上的泥沙、油污、垃圾等污染物，直接进入水体，导致水体水质恶化，破坏水生态环境。部分区域雨水管网与周边排水系统衔接不畅，形成排水瓶颈。这些排水瓶颈使得雨水在局部区域大量滞留，无法顺利排出，进一步加剧了内涝风险。管网之间的不匹配和不协调，使得城市排水系统难以发挥整体效能，凸显出其与城市快速发展需求之间的巨大差距。

2 导致排水能力不足的多重因素

2.1 规划层面的局限性

早期城市雨水管网规划缺乏前瞻性，未能充分预见到城市的快速扩张。随着城市面积不断增大，人口密度增加，建筑物增多，地表硬化面积扩大，汇水量大幅上升。早期设计的管网标准偏低，无法满足当前的排水需求。在一些区域，管网布局不合理，管径偏小，无法容纳大量雨水快速通过；管网走向混乱，没有遵循科学的排水原理，导致雨水在管网内流动不畅，难以实现快速排放。这种规划层面的不足，使得城市雨水管网从建设之初就存在先天缺陷，难以适应城市发展和极端天气的变化。

2.2 设施自身的缺陷

许多城市的雨水管网建设年代久远，当时使用的管材质量较差。经过长时间的使用，管材受到水流冲刷、土壤腐蚀等因素影响，出现腐蚀、破损等情况。管网内泥沙、杂物堆积，导致有效过水断面缩小，排水能力大幅下降。新建管网与老旧管网在衔接过程中，由于设计理念、技术标准等方面的差异，未能实现良好的过渡和融合，形成系统短板。这些短板使得雨水在管网内的流动受到阻碍，整体排水效能无法充分发挥，严重影响了城市雨水管网的正常运行。

2.3 维护管理的薄弱环节

在城市雨水管网的日常维护管理中,存在诸多薄弱环节。日常清淤工作不及时,导致管网内堆积大量杂物、泥沙,阻塞水流通道。传统的养护技术手段落后,难以全面、准确地掌握管网的运行状态。当管网出现故障时,工作人员无法及时发现问题所在,故障排查和修复效率低下。由于缺乏有效的维护管理,一些小问题逐渐演变成大故障,进一步降低了管网的排水能力。维护管理工作的不到位,也使得管网的使用寿命缩短,增加了城市排水系统的运行成本和安全隐患。

3 优化排水系统规划布局

(1) 提高管网设计标准:结合城市发展的实际情况,充分收集和分析气象数据,全面考虑未来人口增长、用地性质变化以及极端天气等因素的影响,提高城市雨水管网的设计标准。在规划设计过程中,摒弃以往保守的设计理念,采用更加科学、合理的设计方法,确保管网能够满足城市未来发展的排水需求。提高设计标准不仅要增加管网的排水能力,还要考虑管网的耐久性和稳定性,使其在各种复杂环境下都能正常运行,为城市排水提供可靠保障。

(2) 优化管网布局:根据城市的地形地貌和汇水区域特点,对雨水管网布局进行全面优化。合理设置排水路径,使雨水能够沿着最顺畅的路线排出城市。扩大管网覆盖范围,消除排水盲区,确保城市的每一个角落都能得到有效的排水保障。在优化布局过程中,充分利用自然地形的优势,采用重力流排水方式,减少能源消耗。合理规划管网管径和走向,避免出现管径过小、走向不合理等问题,提高雨水在管网内的流动速度和排放效率。

(3) 加强系统衔接与协同:加强雨水管网与周边水体、海绵城市设施的衔接,构建多通道排水体系。将雨水管网与河流、湖泊等水体进行有效连接,使雨水能够顺利排入自然水体。充分发挥海绵城市设施的作用,如雨水花园、透水铺装等,通过“渗、滞、蓄、净、用、排”等多种方式,对雨水进行综合处理和利用。加强系统之间的协同配合,使雨水在不同设施之间能够有序流动,提升雨水排放的灵活性和高效性。同步推进管网规划与城市整体规划,使排水系统与城市功能分区相匹配,避免因规划脱节导致的排水能力不足问题,实现城市排水系统与城市发展的协调统一。

4 提升雨水管网设施效能的措施

4.1 老旧管网改造与扩建

对城市中的老旧雨水管网进行全面排查评估,详

细了解每一段管网的现状,包括管材状况、破损程度、排水能力等。通过声呐检测、CCTV 内窥摄像等先进技术,精准定位管网的裂缝、渗漏、变形等病害,形成可视化的管网健康档案。根据评估结果,制定科学合理的改造计划。对于腐蚀、破损严重的管材,及时进行更换,选用 HDPE 双壁波纹管、玻璃钢夹砂管等质量好、耐久性强的新型管材,其具有抗老化、柔韧性好、摩阻系数低等特性,能显著提升排水效率。结合城市地形、汇水面积及未来发展规划,采用水力学模型模拟不同管径下的排水能力,适当扩大管径,增加管网的排水能力。对部分路段的 DN300 管道升级为 DN500,使排水流量提升 40%以上,恢复并提升老旧管网的整体性能。在易涝点新建、扩建管网,通过增设平行支管、连通管等方式,增加排水通道,缓解局部区域的排水压力。同步改造检查井、雨水口等附属设施,优化其结构设计,提高过水能力。通过老旧管网的改造与扩建,解决管网存在的先天不足和后天损坏问题,提高城市雨水管网的整体排水效能。

4.2 智能化监测与管理

引入智能化监测设备,构建智能化监测系统,实时掌握管网水位、流量、淤积等情况。在管网关键点,如低洼路段、管网交汇处、排水泵站等,安装压力传感器、超声波液位计、多普勒流量计等设备,将采集到的数据通过 5G 网络实时传输到管理中心的智慧排水平台。该平台运用大数据分析、人工智能算法,对管网运行数据进行深度挖掘,建立管网运行状态评估模型,及时发现管网运行中存在的堵塞、水位异常升高等问题,并做出相应的决策。当监测到某路段管网水位持续上升且流量骤减时,系统自动预警,并生成清淤作业工单,调度作业车辆前往处理。智能化监测系统能够实现对管网的全方位、全过程监控,为管网的运行调度和维护提供准确的数据支持。利用机器学习算法对历史降雨数据、管网运行数据进行训练,对管网的运行状态进行预测和预警,提前 72 小时预测强降雨可能引发的内涝风险,联动水务、交通、应急等部门,采取预降管网水位、封闭易涝路段等措施应对可能出现的排水问题,提高城市排水系统的运行管理水平。

4.3 新技术与设施应用

推广应用新型管材和施工技术,提高雨水管网的抗腐蚀、抗冲击能力,延长管网的使用寿命。新型管材如高密度聚乙烯塑钢缠绕管、钢带增强聚乙烯螺旋波纹管,具有强度高、耐腐蚀、排水性能好等优点,能够更好地适应城市复杂多变的排水环境,其使用寿

命可达50年以上。采用非开挖修复技术,如紫外光固化内衬修复、局部树脂固化修复等先进的施工技术,在不破坏路面和周边设施的情况下,对破损管网进行修复,确保管网的施工质量,减少施工过程中对周边环境的影响,施工周期较传统开挖修复缩短60%以上。建设雨水调蓄设施,如蓄水池、调蓄池等,在降雨高峰期暂存雨水,削减洪峰流量,减轻管网的瞬时负荷。在大型商业区、学校等区域建设地下调蓄池,单个调蓄池容积可达5000立方米,有效缓解周边管网排水压力。雨水调蓄设施还配备沉淀、过滤、消毒等净化处理单元,对雨水进行沉淀、净化处理,处理后的雨水可用于道路冲洗、绿化灌溉、景观补水等,实现雨水的再利用,提高水资源的利用效率。通过新技术和设施的应用,提升城市雨水管网的设施效能,增强排水系统的整体稳定性和可靠性。

5 完善雨水管网管理与协同机制

5.1 建立统一协调机制

建立统一的城市排水管理协调机制,明确规划、建设、市政等各部门在雨水管网管理中的职责。制定详细的部门职责分工表,避免职责不清和推诿现象的发生。加强各部门之间的衔接与协作,在管网规划、建设、维护等环节中,建立有效的沟通协调机制。定期召开部门协调会议,共同研究解决排水管理中存在的问题,形成工作合力。通过建立统一协调机制,打破部门之间的壁垒,实现各部门在城市排水管理工作中的协同合作,提高排水管理的效率和效果。

5.2 制定常态化维护制度

制定常态化的雨水管网维护制度,明确维护工作的内容、标准和周期。定期开展管网清淤工作,清除管网内的杂物、泥沙,确保水流通畅。对管网进行全面检测,及时发现腐蚀、破损等问题,并进行修复。建立维护工作档案,详细记录每次维护工作的时间、内容、发现的问题及处理情况。通过常态化的维护制度,使管网始终处于良好的运行状态,延长管网

的使用寿命,保障城市排水系统的正常运行。加强对维护工作的监督和考核,确保维护制度得到有效执行。

5.3 构建信息共享平台

构建城市雨水管网信息共享平台,整合管网数据、气象信息、排水状况等资料。将各部门掌握的相关数据进行统一管理和存储,实现数据的实时更新与共享。通过信息共享平台,各部门能够及时获取所需信息,为决策制定提供全面、准确的依据。信息共享平台还可以向社会公众开放部分信息,提高城市排水管理工作的透明度,接受公众监督。利用信息共享平台,实现城市排水管理工作的信息化、智能化,提升管理决策的科学性和及时性,提高城市排水系统的管理水平和应急响应能力。

5.4 加强应急管理

加强城市雨水管网的应急管理工作,制定完善的内涝应急预案。应急预案应明确应急组织机构、职责分工、应急响应流程、应急处置措施等内容。定期对应急预案进行演练和修订,确保预案的实用性和有效性。加强应急物资储备,配备足够的排水设备、抢险工具、防护用品等物资。建立应急抢险队伍,加强队伍培训和演练,提高应急抢险人员的专业技能和应对突发事件的能力。当出现突发降雨事件时,能够迅速启动应急预案,快速响应和处置,减少内涝灾害造成的损失,保障城市居民的生命财产安全和城市的正常运行。

6 结语

城市雨水管网排水能力不足是复杂的系统性问题,成因涉及规划、设施、管理等多方面。通过优化规划布局、提升设施效能、完善管理机制等措施,可逐步改善排水状况,缓解内涝压力。未来,随着技术进步和管理水平提升,结合海绵城市建设、智慧水务发展等理念,雨水管网系统将更加适应气候变化和城市发展需求,形成更具韧性的城市排水体系,为城市安全稳定运行和可持续发展提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 车伍,王建龙,李俊奇.城市雨水管网系统规划设计关键问题探讨[J].中国给水排水,2021,37(11):1-7.
- [2] 李田,周玉文,王鹏.城镇雨水管网老化评估与更新策略研究[J].土木工程学报,2022,55(3):86-94.
- [3] 张辰,周军,吴坚勇.基于海绵城市理念的雨水管网优化设计方法[J].环境科学学报,2020,40(5):1678-1686.
- [4] 郑兴,刘俊新,王爱杰.城市排水系统智慧化运维管理技术进展[J].水利学报,2023,54(2):179-188.
- [5] 王浩,雷晓辉,杨贵羽.气候变化背景下城市雨水管网设计标准适应性调整研究[J].水科学进展,2022,33(4):561-570.