

城市内涝治理与雨污分流改造措施

方振东

中国电建集团城市规划设计研究院有限公司 广东 广州 511400

摘要：城市内涝治理与雨污分流改造措施是应对城市内涝问题的有效手段。城市内涝常由暴雨、排水不畅等引起，影响城市运行和居民生活。雨污分流改造通过分离雨水和污水，减轻排水系统压力，提高防洪能力。具体措施包括构筑物改造、雨水花园建设、湿地建设及雨水利用等。同时，需优化排水规划设计，采用先进科技，完善政策法规，并加强应急管理和公众意识提升，共同推动城市内涝治理，保障城市可持续发展和居民安全。

关键词：城市内涝；治理；雨污分流；改造措施

引言：随着城市化进程的加速，城市内涝问题愈发严重，给城市居民的生活和财产安全带来严重威胁。为有效治理城市内涝，雨污分流改造措施应运而生。本文旨在探讨城市内涝治理的现状与成因，分析雨污分流改造的原理与意义，并提出具体的治理与改造措施。通过科学规划、技术创新和公众参与等手段，共同构建防洪排涝体系，提升城市防洪能力，为城市的可持续发展和居民的安全生活提供有力保障。

1 城市内涝的现状与成因分析

1.1 城市内涝的定义与特点

(1) 城市内涝的概念。城市内涝是指由于强降水或连续性降水超过城市排水能力，导致城市内产生积水灾害的现象。这一现象通常发生在城市低洼地带或排水不畅的区域，造成道路积水、交通受阻、房屋受损等严重后果。(2) 城市内涝的危害与影响。城市内涝不仅影响城市居民的日常生活和出行，还会对城市的经济发展和社会稳定造成负面影响。具体来说，内涝会导致交通瘫痪，影响市民的通勤和工作；积水过深还可能引发房屋倒塌，威胁人民生命财产安全；此外，内涝还会导致城市环境污染，如污水横流、垃圾漂浮等，严重危害市民健康。在极端情况下，城市内涝还可能引发次生灾害，如触电、溺水等，进一步加大灾害损失。

1.2 城市内涝的成因

(1) 极端气候频发与暴雨强度增加。随着全球气候变暖，极端天气事件频发，暴雨强度和频率均有所增加。这种气候变化趋势使得城市排水系统面临更大的挑战，容易导致排水不畅和积水现象。(2) 城市快速扩张与绿地减少。近年来，城市快速扩张，大量绿地被建设用地取代，导致雨水下渗能力减弱，地表径流增加。这不仅加剧了城市排水系统的负担，还使得城市在暴雨时更容易发生内涝。(3) 排水系统建设滞后与老化。部分

城市的排水系统建设滞后于城市发展速度，排水管道老化、破损严重，排水能力不足。在暴雨天气下，这些排水系统往往无法迅速排出积水，导致内涝发生。(4) 人类活动对城市排水系统的干扰与破坏。人类活动如乱丢垃圾、倾倒废弃物等行为，容易堵塞排水管道，影响排水系统的正常运行。此外，一些城市在建设过程中，未充分考虑排水系统的规划和布局，导致排水不畅和积水现象频发。这些人为因素也是城市内涝的重要原因之一^[1]。

2 雨污分流改造的原理与意义

2.1 雨污分流的概念与原理

(1) 雨污分流的基本概念。雨污分流，是指将雨水和污水分开，各用一条管道输送，进行排放或后续处理的排污方式。在这种体系中，雨水通过雨水管网直接排到河道，而污水则通过污水管网收集后，送到污水处理厂进行处理，水质达标后再排到河道里。这样可以有效防止河道被污染，同时充分利用雨水资源。(2) 雨污分流的实施原理与流程。实施雨污分流，首先需要对城市现有的排水系统进行科学规划和改造。通过建设独立的雨水管网和污水管网，分别收集和排放雨水和污水。雨水管网直接接入自然水体，用于补充城市水资源或作为景观用水；而污水管网则接入污水处理厂，经过处理后达到排放标准再排入水体。在实施过程中，还需注意管网设计的合理性、施工质量的把控以及后续维护管理等问题。

2.2 雨污分流改造的意义

(1) 提高城市排水系统的效率。雨污分流改造后，城市排水系统的效率显著提高。雨水不再与污水混合，减少了管道拥堵和污水溢流的情况，使得排水更加顺畅。同时，独立的雨水管网还可以作为城市应急排水系统，在暴雨等极端天气下发挥重要作用。(2) 减少污水处理厂的处理负荷。雨污分流有效减轻了污水处理厂

的处理负荷。由于雨水不再进入污水处理厂,使得处理厂能够更专注于处理污水,提高了处理效率。此外,雨水资源的充分利用也减少了城市对自来水的需求,进一步减轻了水处理设施的压力^[2]。(3)保护城市水环境与生态系统。雨污分流改造有助于保护城市水环境和生态系统。通过减少污水排放和污染物流失,可以改善城市水体的水质和生态环境,为城市居民提供更好的生活环境。(4)促进城市可持续发展。雨污分流改造是城市可持续发展的重要举措。通过提高排水效率、减少污染排放和充分利用水资源,有助于推动城市的绿色发展和生态文明建设。

3 城市内涝治理与雨污分流改造措施

3.1 城市内涝治理措施

(1)管网扩容与泵站建设:针对老城区管管网径不足、坡度不合理问题,结合竖向规划重建设计排水路径。易积水低洼路段,将原有DN600雨水管升级为DN1000,加密检查井缩短水流距离;在水系交汇处或排水末端建智能提升泵站,通过液位传感器自动启停水泵。如深圳前海增设12座智能泵站,使50年一遇暴雨排涝时间缩至2小时内。(2)管网清淤与健康监测:建立“定期检测+应急清淤”机制,利用CCTV管道机器人年度全覆盖检测主干管网,识别病害。对淤积超管径1/3的管段,用高压水射流结合机械清淤,确保管网过流能力达设计标准90%以上。上海浦东通过智慧系统实时监测液位,2023年雨季前清淤320公里管网,内涝点同比减少47%。(3)智能化监测预警体系:构建“空-天-地”监测网络,卫星雷达监测降水、无人机巡检积水、地下传感器采管网数据,大数据模型预测风险,提前2小时发橙色预警并联动交通管制。郑州“7·20”事件后建智能监测平台,布设1.2万个监测点,预警准确率达85%。

3.1.1 雨水蓄渗设施建设

(1)海绵城市设施系统布局在城市公园、广场等公共空间建设下沉式绿地,通过地形设计实现50mm降雨就地消纳。如杭州西溪湿地周边社区改造中,将小区绿地标高降低30cm,搭配砾石层和透水管,使雨水渗透速率提升至50mm/h。同时,在道路绿化带设置生态树池,利用植物根系和多孔基质过滤雨水,减少地表径流污染。(2)雨水花园与人工湿地在商业区、学校等区域推广模块化雨水花园,采用“蓄水层+种植土层+砾石层”三层结构设计。北京大兴机场区域建设的雨水花园,单个单元可储存50立方米雨水,经植物净化后回用于景观补水。人工湿地则侧重区域性雨水调蓄,武汉南湖片区通过修复30公顷湖滨湿地,使片区内涝风险等级从高危降

为中低^[3]。(3)地下储水空间开发利用城市道路、停车场下方空间建设地下雨水调蓄池,采用预制混凝土模块或玻璃钢材质,单池容积可达数千立方米。东京江户川地下调蓄隧道深50米,全长6.3公里,可储存2.5万立方米雨水,有效缓解首都圈暴雨内涝压力。国内苏州、济南等地已启动类似深层排水隧道试点工程。

3.2 雨污分流改造措施

3.2.1 构筑物排水系统改造

(1)建筑雨污管道分流对老旧小区实施“立管改造+管网拆分”工程:将原有合流立管更换为雨水、污水双立管,屋面雨水通过新增的专用雨水管接入市政雨水管网,厨房、卫生间污水则通过污水管进入污水处理厂。广州天河区2022年改造120个小区,改造后雨水管网混入污水量减少82%,污水处理厂进水COD浓度提升35%。

(2)道路排水系统优化在新建道路工程中同步建设独立雨污管网,雨水口采用“截污挂篮+防倒灌阀”设计,防止垃圾堵塞和河水倒灌。对于旧路改造,重点解决雨污管网混接问题,通过GIS测绘技术建立管网数据库,逐一排查并整改错接、混接点。南京鼓楼区2023年完成35条道路雨污分流改造,消除混接点1700余处,秦淮河水质氨氮指标下降1.2mg/L。

3.2.2 管网系统全域治理

(1)源头分类与初期雨水处理在工业集聚区、加油站等污染风险较高区域,设置初期雨水收集池,对前15分钟降雨进行沉淀、隔油处理,达标后再排入市政管网。上海化工园区建设的初期雨水处理系统,每年可拦截油污及重金属污染物约20吨。同时,推行“阳台污水专项整治”,将洗衣机排水接入污水管网,避免洗涤剂污染河道。(2)混接管网改造与破损修复采用“物探+内窥”技术精准定位混接点,对于老旧小区雨污管网混接问题,通过“支管入户改造”实现源头分流。对于破损管网,优先采用非开挖修复技术,如紫外光固化法、螺旋缠绕法等,减少施工对交通的影响。成都高新区2022年完成200公里管网修复,管网漏损率从12%降至6%以下^[4]。

3.2.3 雨水资源化利用

(1)多元化雨水收集系统在大型公共建筑、工业园区建设屋顶雨水收集系统,通过檐沟、雨水斗收集雨水,经沉淀、过滤后储存于地下蓄水池。北京冬奥会场馆采用该系统,年收集雨水量达50万立方米,满足场馆绿化、道路冲洗等用水需求。在居住区推广“雨水桶+渗透铺装”组合模式,单个雨水桶可储存500升雨水,用于家庭浇花、洗车。(2)雨水回灌与生态补水将处理后的

雨水通过渗透井、透水铺装等设施回灌地下，补充地下水水位。深圳光明区建设的雨水回灌系统，每年可回补地下水100万立方米，缓解地面沉降问题。同时，将达标雨水引入城市内河、湖泊，作为生态补水水源，改善水体流动性和自净能力。杭州上塘河通过雨水补水，水体透明度从30cm提升至80cm。

4 案例分析与实践探索

4.1 我国成功案例介绍

4.1.1 我国城市内涝治理的优秀案例

增城区凤凰城-翡翠绿洲片区的内涝治理是我国的成功案例之一。该片区位于广州增城的温涌流域，其水系复杂，易受潮位顶托排水不畅，是典型的“山区+感潮”复合型流域。过去，该区域常因极端天气发生内涝。然而，近年来，增城区水务局通过实施三大创新举措——以流域为体系进行系统治理、科技赋能下的多手段并用以及建设调蓄池等小海绵硬措施，成功地解决了这一难题。据统计，工程开工三年多来，有效缓解了内涝问题，凤凰城地下调蓄池在多次暴雨中发挥了关键作用。

4.1.2 雨污分流改造在成功案例中的应用

铜陵市在雨污分流改造方面探索出一条节约、高效的新路径。该市基于自然的理念，按照“雨水地上流、污水地下走”的技术思路，实施地块雨污分流。通过新建地块雨水地面收集系统、修复严重破损的地下雨污管网，并实时动态监控井内雨污混流度，铜陵市成功实现了雨污分流。这种改造不仅提升了排水效率，还减少了污水对水体的污染，改善了生态环境。

4.2 实践中遇到的挑战与问题

(1) 技术层面的挑战。在雨污分流改造和城市内涝治理中，技术难题突出。老旧城市改造需处理复杂的地下管网，对技术能力要求极高；精准规划雨污分流系统的设计与施工，保障系统稳定运行并达预期效果，存在较大难度。(2) 资金与政策层面的障碍。资金短缺、政策支持不足是常见问题。城市雨污水管道升级改造工程资金与人力需求大，但项目资金申报周期长，地方财政困难，难以提供充足资金；政策的不确定性也增加了行业风险，影响企业长期规划与投资决策。(3) 社会公众

的理解与支持问题。在人口密集区域，管道改造影响交通与居民生活，导致公众对施工持负面态度，阻碍项目顺利推进。

4.3 解决方案与建议

(1) 技术创新的路径与方向。针对技术层面的挑战，应加大技术创新力度。利用智能传感器、物联网、大数据分析等新技术，提高雨污分流系统和城市内涝治理的智能化水平。通过实时监测和数据分析，优化系统的运行状态和排水模式，减少内涝的发生。(2) 资金与政策支持的加强。政府应加大对城市内涝治理和雨污分流改造的资金投入和政策支持。通过设立专项基金、提供税收优惠等措施，鼓励企业积极参与改造工程。同时，加强政策引导，明确改造方向和目标，为企业提供稳定的投资环境和发展方向。(3) 社会公众参与的途径与方式。加强社会公众的参与度和理解是解决问题的关键。政府和相关企业应通过宣传引导，提高公众对内涝治理和雨污分流改造的认识和重视程度。同时，建立公众参与机制，鼓励公众参与到改造工程的监督和维护中来，共同推动项目的成功实施。

结束语

综上所述，城市内涝治理与雨污分流改造是城市可持续发展的重要一环，它们不仅关乎城市居民的生活质量，更直接关系到城市的生态环境和未来发展。通过实施这些措施，能够显著提升城市的防洪排涝能力，保护水资源，改善生态环境。展望未来，我们需继续深化内涝治理与雨污分流改造工作，加强科技创新，推动公众参与，共同为建设更加美好的城市环境贡献力量。

参考文献

- [1]成庆荣.城市内涝治理与雨污分流改造措施探讨[J].大众标准化,2021,(02):23-24.
- [2]王忠浩.城市内涝治理与雨污分流改造措施[J].工程技术研究,2021,(12):124-125.
- [3]徐文刚,马达.关于旧城片区雨污分流改造的思考[J].安徽建筑,2021,(08):79-80.
- [4]黄小兰.浅谈城市防洪排涝管理工作的常见问题及建议[J].四川水泥,2021,(16):185-186.