

# 雨污分流改造对城市排水系统韧性的提升研究

何 龙

北京燕化天钰建筑工程责任有限公司 北京 102502

**摘 要：**本文旨在探讨雨污分流改造对城市排水系统韧性的提升作用。通过理论分析，本文详细阐述了雨污分流的基本概念、传统排水系统存在的问题、雨污分流改造的必要性与具体实施策略，以及其对城市排水系统韧性增强的多方面影响。研究表明，雨污分流改造不仅能够有效解决城市内涝和水体污染问题，还能显著提升排水系统的整体运行效率和韧性。

**关键词：**城市排水系统；雨污分流改造；韧性提升；实施策略

## 引言

随着城市化进程的加快，城市排水系统面临越来越大的挑战。传统的合流制排水系统由于雨污水混合排放，不仅加剧了城市内涝风险，还导致了严重的水体污染。因此，雨污分流改造成为提升城市排水系统韧性的关键举措。本文将从理论层面深入分析雨污分流改造的必要性和实施策略，探讨其对城市排水系统韧性的提升作用。

## 1 雨污分流的基本概念

### 1.1 定义与原理

雨污分流，顾名思义，是一种将雨水和污水分开进行收集、处理和排放的排水体制。具体而言，雨水会通过专门的雨水管道直接排入自然水体，或者经过处理后用于再利用，如城市绿化、道路冲洗等。而污水则通过污水管道收集后，被送至污水处理厂进行处理，达标后再进行排放或回用。这种体制从根本上解决了雨污水混合排放所带来的一系列问题，如管道超负荷运行、污水处理效率低下、水体污染等。

### 1.2 国内外现状

在全球范围内，许多城市已经或正在实施雨污分流改造工程。这些城市通过改造，旨在提高城市排水系统的韧性，改善环境质量，并应对气候变化带来的挑战。在国外，德国、日本等国家在雨污分流方面积累了丰富的经验。他们通过长期的实践和研究，形成了较为完善的雨污分流体系和技术标准。在国内，北京、上海等大城市也在积极推进雨污分流改造工程。这些城市面临着人口密集、排水压力大等问题，因此需要通过雨污分流改造来提高城市排水系统的韧性和应对能力。在改造过程中，这些城市注重技术创新和智能化管理，以实现更高效、更环保的排水系统。同时，政府也加大了对雨污分流改造的投入和支持，推动了相关政策和法规的完善。

## 2 传统排水系统存在的问题

### 2.1 内涝频发

合流制排水系统在雨季时面临严峻挑战。由于雨水大量且集中涌入，排水系统的处理能力常常超出设计负荷，导致排水不畅，极易引发城市内涝现象。内涝不仅会造成城市交通瘫痪，影响居民的正常出行和生活秩序，还可能对地下设施、建筑物基础等造成损害，进而带来严重的经济损失。此外，内涝还可能导致城市卫生状况恶化，增加疾病传播的风险<sup>[1]</sup>。在极端天气条件下，如暴雨、台风等，合流制排水系统的脆弱性更加凸显，内涝的发生频率和严重程度都可能显著增加，对城市的安全和可持续发展构成严重威胁。因此，解决合流制排水系统易引发内涝的问题，对于提升城市排水系统的韧性至关重要。

### 2.2 水体污染

雨污水混合排放是城市水体污染的重要原因之一。由于合流制排水系统的设计缺陷，大量未经处理的污水与雨水混合后直接进入自然水体，导致水体中的污染物浓度急剧上升。这些污染物包括有机物、无机物、重金属、细菌等，它们对水体生态系统造成严重破坏，影响水生生物的生存和繁衍。长期以来，这种污染状况不仅导致水质恶化，还可能引发黑臭水体现象，使得水体散发出难闻的气味，严重影响城市形象和居民的生活质量。更为严重的是，受污染的水体还可能成为疾病传播的媒介，对居民的健康构成潜在威胁。因此，解决雨污水混合排放问题，对于保护城市水体环境、维护居民健康具有重要意义。

### 2.3 排水设施老化

部分城市的排水设施由于使用年限较长，老化现象严重，已经难以适应现代城市快速发展的需求。这些老化的排水设施往往存在管道材质老化、腐蚀严重、设计

标准过时等问题,导致排水管道堵塞、破裂、渗漏等故障频发。这些问题不仅影响了排水系统的正常运行,还加剧了排水系统在雨季时的运行压力,使得城市内涝风险增加。同时,老化的排水设施还可能导致污水渗漏,污染土壤和地下水,对生态环境造成长期影响。因此,对于老化的排水设施进行更新改造,提高排水系统的整体性能和可靠性,是缓解城市排水压力、保障城市水环境安全的重要举措。

### 3 雨污分流改造对城市排水系统韧性的提升作用

#### 3.1 增强排水能力

雨污分流改造对城市排水系统韧性的提升作用首先体现在增强排水能力上。改造后,雨水通过专门的雨水管道快速排放至自然水体,不再与污水混合处理,这一改变大大减轻了污水处理厂的运行负荷,使其能够更加专注于污水的深度处理,提高出水质量。同时,这也有效减轻了排水系统的整体压力,尤其是在雨季时,能够显著减少因排水不畅而导致的城市内涝现象。此外,雨污分流改造还注重提升排水设施的设计标准和建设质量。在改造过程中,通常会加大雨污水管道的管径,采用更先进的管道材料和施工技术,以提高管道的输水能力和耐久性。同时,也会根据城市地形和降雨特点,优化排水管网布局,确保雨水能够迅速、顺畅地排入自然水体。这些措施的实施,不仅提高了城市排水系统的行洪能力,还有效减少了市区内的污水外溢现象,进一步保障了城市水环境的安全<sup>[2]</sup>。雨污分流改造通过实现雨污分流、减轻污水处理厂负荷、提升排水设施设计标准和建设质量等多方面的措施,显著增强了城市排水系统的排水能力,提高了其在面对极端天气和突发情况时的韧性,为城市的可持续发展和水环境安全提供了有力保障。

#### 3.2 改善水环境

雨污分流改造对城市排水系统韧性的提升还体现在对水环境的显著改善上。传统的合流制排水系统由于雨污水混合排放,导致大量未经处理的污水直接进入自然水体,严重污染了水质,甚至引发黑臭水体现象。而雨污分流改造则有效切断了污水直接排入自然水体的渠道,从根本上保护了水体环境,防止了污水对水生生物和整个生态系统的破坏。改造后,污水通过专门的污水管道收集并送至污水处理厂进行处理,达标后再进行排放或回用。这一过程中,污水中的有害物质得到了有效去除,减少了水体中的污染物负荷,提高了水资源的利用效率。同时,经过处理的污水还可以作为再生水资源进行回用,如用于城市绿化、工业冷却等,进一步节约了水资源。而对于雨水,雨污分流改造则通过专门的雨

水管道进行收集和利用。雨水经过自然沉淀后,可以用于城市冲洗、景观补水等,促进了水资源的健康循环。此外,雨水的再利用还可以减轻城市排水系统的压力,减少雨季时的内涝风险。

#### 3.3 提升应急响应能力

雨污分流改造在提升城市排水系统韧性方面,还体现在其配合智慧排水系统的建设,显著提高了城市排水系统的应急响应能力。通过集成先进的信息技术和数据分析手段,智慧排水系统能够实现城市排水网络的实时监测、预警和调度,为应对暴雨等极端天气事件提供了有力支持。实时监测是智慧排水系统的核心功能之一。通过在关键节点安装传感器和监测设备,系统能够实时收集排水管道的水位、流量、水质等数据,为应急响应提供准确的信息基础。当监测到异常数据时,系统会立即触发预警机制,通过短信、邮件等方式通知相关人员,确保他们能够迅速做出反应<sup>[3]</sup>。在预警的基础上,智慧排水系统还能够实现快速调度。通过优化排水管网的运行策略,系统可以自动调节排水泵站的运行状态,增大排水能力,以应对突发的暴雨事件。同时,系统还能够根据天气预报和历史数据,预测未来可能出现的排水压力,提前做出调度安排,减少内涝和水体污染的发生。

### 4 城市排水系统雨污分流改造的实施策略

#### 4.1 规划先行

城市排水系统雨污分流改造的实施,首要策略便是规划先行。在改造工程启动之前,必须进行充分的规划工作,以确保改造的顺利进行和改造后的系统能够有效运行。规划工作应围绕城市发展的总体布局和排水需求展开,因地制宜地设计排水系统的布局和泄洪通道。具体而言,规划工作应包括以下几个方面:首先,需要对城市现有的排水系统进行全面的调查和评估,了解其运行状况、存在的问题以及改造的难点和重点。其次,根据城市的地形、气候、水文等自然条件,以及城市发展的需求和趋势,设计合理的排水系统布局。这包括确定雨水管道和污水管道的走向、管径、坡度等参数,以及设置必要的泄洪通道和调蓄设施。在规划过程中,应特别强化重点风险部位的设计和建设。这些部位通常包括低洼地带、易涝区域、重要基础设施周边等,它们在城市排水系统中起着关键的作用。对于这些部位,应采用更为先进和可靠的排水技术和设备,以确保其在极端天气条件下也能正常运行<sup>[4]</sup>。此外,规划还应具有前瞻性和灵活性。随着城市的发展,排水需求也会不断变化。因此,规划应预留足够的空间和接口,以便在未来根据实际需求进行扩展和调整。同时,规划还应考虑与其他城

市基础设施的协调和衔接,如道路、桥梁、绿化等,以确保整个城市系统的和谐运行。

#### 4.2 技术支持

在城市排水系统雨污分流改造的实施过程中,技术支持是不可或缺的一环。为了提升排水系统的智能化水平,应充分利用现代科技手段,建立“天、空、地、网”一体化立体监测、预报预警体系和物联网智慧排水系统。具体而言,“天”指的是利用气象卫星和遥感技术,对城市上空的大气状况进行实时监测,为暴雨等极端天气事件的预报提供数据支持。通过分析卫星云图和遥感数据,可以预测降雨的强度、范围和持续时间,为排水系统的应急响应提供宝贵的时间窗口。“空”则是指利用无人机等航空器对城市排水系统进行空中巡查。无人机可以搭载高清摄像头和传感器,对排水管道、泵站、蓄水池等设施进行快速、准确的检测,发现潜在的问题和隐患。同时,无人机还可以在暴雨时进行空中监测,实时掌握内涝情况,为应急调度提供第一手资料。“地”则是指在地面上建立完善的监测网络。通过在关键节点安装水位计、流量计、水质监测仪等设备,可以实时收集排水系统的运行数据,为系统的优化调度提供数据支持。同时,地面监测网络还可以与空中的无人机和天上的卫星形成立体化的监测体系,实现对城市排水系统的全方位、全天候监控。“网”则是指建立物联网智慧排水系统。通过物联网技术,可以将排水系统的各个设施和设备连接起来,形成一个智能化的网络。这个网络可以实时传输数据、分析数据并做出决策,实现对排水系统的智能化管理和控制。在暴雨等极端天气条件下,物联网智慧排水系统可以自动调整泵站的运行状态、优化排水路径、减少内涝风险。利用现代科技手段提升排水系统的智能化水平是城市排水系统雨污分流改造的重要实施策略之一。通过建立“天、空、地、网”一体化立体监测、预报预警体系和物联网智慧排水系统,可以显著提高城市排水系统的应急响应能力,为城市的可持续发展提供有力保障。

#### 4.3 设施建设

在城市排水系统雨污分流改造的实施策略中,设施建设是核心环节。为了加快推进市政管网雨污分流改造工程,需要新建雨水管道和污水管道,实现雨水和污水

的完全分流。这一工程涉及对城市现有排水系统的全面改造和升级,包括管道的设计、施工、材料选择等多个方面。在新建雨水管道时,需要考虑到城市的地形、降雨量和排水需求等因素,合理确定管道的走向、管径和坡度,以确保雨水能够顺畅地排入自然水体,减少内涝风险。同时,雨水管道的建设还需要注重生态环保,尽可能减少对城市环境的影响。在新建污水管道时,则需要更加注重管道的密闭性和防渗漏性能,以防止污水对土壤和地下水的污染。污水管道的设计还需要考虑到污水的处理和回用,为城市的可持续发展提供支持。除了新建管道外,还需要加强排水管网设施的日常巡查养护工作。这包括对管道、泵站、蓄水池等设施的定期检查、维修和更换,以确保其处于良好的运行状态。同时,还需要建立完善的排水设施档案和管理制度,对设施的运行情况进行实时监测和记录,为设施的养护和管理提供科学依据。为了确保排水设施的安全运行,还需要加强对应急处理设施的建设和管理。这包括建设应急排水泵站、储备应急排水设备等,以应对突发性的暴雨事件和其他紧急情况。同时,还需要建立完善的应急预案和响应机制,确保在紧急情况下能够迅速、有效地进行应急处理。

#### 结语

雨污分流改造是提升城市排水系统韧性的关键举措。通过实现雨污分流,可以有效解决城市内涝和水体污染问题,提高排水系统的整体运行效率和环境质量。未来,随着科技的不断进步和公众环保意识的提高,雨污分流改造将在更多城市得到推广和应用,为构建生态文明城市和韧性城市贡献力量。

#### 参考文献

- [1]王维,雷丽.城市合流管网雨污分流改造研究[J].建筑技术开发,2023,50(10):82-84.
- [2]孟毅.城市排水系统雨污分流改造技术探究[J].居舍,2020,(15):55.
- [3]易军旗.城市排水系统雨污分流改造技术[J].建筑技术开发,2022,49(10):110-112.
- [4]时艳婷,赵建超,丁国尚.城市内涝治理与雨污分流改造措施[J].中国住宅设施,2023,(03):121-123.