

城市排水管网优化设计与运行管理分析

周 焱

湖南省建筑科学研究院有限责任公司 湖南 长沙 410003

摘 要：城市排水管网作为城市基础设施的核心部分，其优化设计与运行管理对于保障城市防洪排涝、改善水环境具有重要意义。本文全面分析了城市排水管网的发展历程、现状及主要问题，探讨了优化设计原则与方法，包括系统布局、管径管材选择及节能减排等。同时，研究了运行管理现状及优化策略，提出加强基础数据管理、利用现代信息技术等措施。最后，从政策层面提出加强政府引导、推动技术创新等建议，以促进城市排水管网的可持续发展。

关键词：城市排水管网；优化设计；运行管理

引言：城市排水管网作为城市水循环系统的关键组成部分，承担着雨水和生活污水的收集、输送和处理重任。随着城市化进程的加速，排水管网面临着前所未有的挑战，如排水能力不足、老旧管网破损严重、雨污合流等问题日益凸显。因此，优化排水管网设计与提升运行管理水平显得尤为重要。本文旨在深入探讨城市排水管网的优化设计原则与方法，以及运行管理策略，以期为城市排水系统的改进与升级提供科学依据和实用指导。

1 城市排水管网现状分析

1.1 城市排水管网发展历程

(1) 历史演变。城市排水管网的历史可以追溯到古代文明时期，从最初的简单沟渠排水系统，到逐步发展出更为复杂的管道排水网络。随着工业革命的到来，城市规模迅速扩大，排水管网的设计和建设也进入了新的阶段，开始注重系统化、规模化。进入现代，随着科技的不断进步和环保意识的增强，城市排水管网的设计和建设更加注重节能减排、提高水资源利用率以及增强安全性和可靠性。(2) 当前状况。当前，我国城市排水管网已初具规模，但仍然存在一些问题。随着城市化进程的加快，城市排水需求不断增加，而部分老旧管网已难以满足当前需求。同时，一些新建管网在设计、建设和运维管理方面也存在不足，需要进一步改进和完善。

1.2 现有排水管网存在的主要问题

(1) 设计不合理，排水能力不足。部分城市排水管网在设计时未能充分考虑城市发展和排水需求的增长，导致排水能力不足。在雨季或暴雨天气下，容易出现内涝和积水现象，严重影响城市交通和居民生活。(2) 老旧管网破损严重，漏水频发。一些老旧管网由于建设年代久远，材质落后，加之长期高负荷运行，导致管道破损严重，漏水频发。这不仅造成了水资源的浪费，还增加了运维成本。(3) 雨污合流，影响污水处理效果。部

分城市排水管网存在雨污合流现象，导致污水处理效果不佳。在雨季时，雨水混入污水管道，增加了污水处理厂的负荷，降低了污水处理效率。同时，雨污合流还容易导致污水外溢，污染城市环境。

1.3 问题成因分析

(1) 规划建设缺乏系统性。部分城市在排水管网规划建设时缺乏系统性考虑，未能根据城市发展和排水需求进行科学布局 and 合理设计。(2) 设计标准落后，未考虑未来发展。一些城市排水管网的设计标准落后，未能充分考虑未来城市发展和排水需求的增长。(3) 运维管理不当，缺乏有效维护。部分城市在排水管网运维管理方面存在不当行为，缺乏有效维护措施，导致管网运行效率下降，甚至引发安全事故。

2 城市排水管网优化设计原则与方法

2.1 优化设计原则

(1) 满足城市排水需求，兼顾未来发展。城市排水管网的设计首先要满足当前的排水需求，确保雨水和生活污水能够顺利排出，避免城市内涝和水体污染。同时，设计还需兼顾未来的发展，考虑到城市扩张、人口增长以及气候变化等因素对排水系统的影响。因此，在管网设计时，应预留足够的容量和灵活性，以适应未来排水需求的增长。(2) 节能减排，提高水资源利用率。在城市排水管网设计中，应注重节能减排，提高水资源的利用率。通过优化管网布局和管径配置，减少水流阻力，降低泵站的能耗。同时，考虑将雨水收集和利用纳入管网设计，通过建设雨水花园、透水铺装等措施，促进雨水的自然渗透、蓄存和净化，提高水资源的循环利用率。(3) 安全性与可靠性并重，确保排水安全。城市排水管网的安全性与可靠性是设计的核心原则。管网应能够承受极端天气条件下的排水压力，确保城市在暴雨等极端天气下不发生内涝。同时，管网的设计应考虑材

料的耐腐蚀性和耐久性,确保长期使用中的安全性和可靠性。此外,还应建立完善的监测和预警系统,及时发现和处理管网故障,保障排水安全。

2.2 优化设计方法

(1) 系统布局优化。城市排水管网的布局应综合考虑城市的地理位置、交通设施、人口密度以及土地利用规划等因素。通过科学合理的布局,我们可以确保管网能够顺畅地将雨水和生活污水排出城市,同时减少管网的建设和运维成本。在布局时,我们应注重管网的连通性和冗余性,以提高排水系统的整体可靠性和韧性。此外,我们还应充分利用城市的自然地形和地貌特征,如利用坡度自然排水,以减少泵站的使用和能耗。(2) 管径与管材优化。管径与管材的选择对于管网的水力性能和运维成本具有重要影响。在设计时,我们应根据管网的水力参数信息(如流量、流速、压力等),科学合理地配置管网的管径。通过优化管径配置,我们可以减少水流阻力,提高排水效率。同时,我们还应选择耐腐蚀、耐磨损、寿命长的管材,以降低管网的运维成本。在管材选择上,我们可以考虑使用新型的高性能材料,如HDPE、玻璃钢等,以提高管网的耐用性和抗腐蚀性^[1]。(3) 细化设计。对于城市排水管网中的关键节点和易损部位,我们应进行细化设计。例如,在泵站、检查井、倒虹吸等特殊部位,我们应注重其结构安全性、运维便利性以及与其他管网的衔接性。通过细化设计,我们可以提高这些部位的排水效率和运维安全性,确保整个排水系统的稳定运行。此外,在细化设计时,我们还应充分考虑运维人员的操作习惯和需求,以提高运维效率和便利性。

3 城市排水管网运行管理策略

3.1 运行管理现状分析

(1) 运维管理模式与存在的问题。当前,我国城市排水管网的运维管理模式多采用分散管理或区域化管理的方式,这种模式在一定程度上能够应对日常的维护需求,但仍存在诸多不足。首先,管理模式较为传统,依赖人工巡检和手动记录,不仅效率低下,而且难以及时响应突发事件。其次,由于缺乏统一的管理标准和流程,不同区域或部门之间的运维管理存在差异性,导致整体管理效果不佳。再者,运维管理中的数据收集和处理方式较为落后,难以形成有效的数据分析报告,为决策提供依据。(2) 信息化管理水平与不足。尽管近年来信息化技术在城市管理中得到了广泛应用,但城市排水管网的信息化管理水平仍有待提高。一方面,现有的信息化基础设施不完善,传感器、监测设备等关键设备缺失或陈旧,导致数据收集不准确、不及时。另一方面,

信息化系统建设滞后,缺乏统一的数据平台和管理系统,各部门之间的数据共享和协同工作存在障碍。此外,数据分析能力不强,难以对收集到的数据进行深度挖掘和分析,从而无法为运维管理提供精准的科学依据。

3.2 运行管理优化策略

(1) 加强基础数据管理,建立动态更新机制。为了提升城市排水管网的运维管理水平,首先需要加强基础数据管理。应建立完善的管网档案,包括管网布局图、管径、管材、泵站位置、检查井位置等详细信息。同时,建立动态更新机制,定期对管网数据进行更新和维护,确保数据的准确性和时效性。通过加强基础数据管理,可以为后续的运维工作提供有力支持。(2) 利用现代信息技术,提高监测与预警能力。利用现代信息技术,如物联网、大数据、云计算等,可以显著提高城市排水管网的监测与预警能力。通过安装传感器和监测设备,实时监测管网流量、压力、水质等关键参数,及时发现并处理异常情况。同时,利用大数据技术对收集到的数据进行分析 and 挖掘,建立预警模型,对管网运行状态进行预测和预警。通过提高监测与预警能力,可以及时发现和处理潜在故障,避免故障扩大和损失加重^[2]。

(3) 制定科学的修复养护计划,降低运维成本。科学的修复养护计划是降低城市排水管网运维成本、提高管网效能的关键。应根据管网运行数据和故障记录,制定针对性的修复养护计划。计划应包括定期巡检、预防性维护、故障处理等内容。通过定期巡检和预防性维护,可以及时发现和处理潜在故障,避免故障扩大和损失加重。同时,通过优化维修流程和资源配置,可以降低运维成本,提高整体效益。

3.3 应急处置与风险管理

(1) 应急预案制定与演练。为了应对突发事件和紧急情况,应制定完善的应急预案。应急预案应包括应急响应流程、应急处置措施、应急资源调配等内容。同时,应定期组织应急预案演练,提高应急处置能力和协同作战能力。通过演练,可以检验应急预案的可行性和有效性,及时发现和纠正存在的问题,确保在突发事件发生时能够迅速、有效地进行处置。(2) 风险管理机制建立与实施。风险管理是城市排水管网运维管理的重要环节。应建立风险管理机制,对管网运行中的潜在风险进行识别、评估和控制。通过风险评估,可以确定管网故障的可能性和影响程度,为制定针对性的风险管理措施提供依据。同时,应定期对风险管理措施的实施效果进行评估和改进,确保风险管理机制的有效运行。通过风险管理机制的建立与实施,可以及时发现和处理潜在

风险,降低故障发生的概率和影响程度,保障城市排水管网的正常运行^[3]。

4 城市排水管网优化设计与运行管理的政策建议

4.1 加强政府引导与政策支持

(1) 制定相关法律法规与标准规范。政府应加快制定和完善城市排水管网相关的法律法规与标准规范体系,明确管网设计、施工、运维等各个环节的技术要求和法律责任。这包括制定排水管网的设计标准、施工工艺标准、材料选用标准、运维管理规范等,为城市排水管网的科学管理提供坚实的法律保障。同时,应建立健全的监管机制,加强对排水管网设计、施工和运维管理的监督检查,确保各项标准和规范得到有效执行。对于违反规定的行为,应依法予以惩处,以保障排水管网的安全、高效运行。(2) 加大资金投入与政策扶持。政府应加大对城市排水管网建设、改造和运维管理的资金投入,特别是在老旧管网更新、新技术应用、信息化建设等方面给予重点支持。可以通过设立专项基金、提供财政补贴、税收减免等政策措施,鼓励社会资本积极参与城市排水管网的建设和运维管理。同时,政府应加强对资金使用的监管,确保资金的有效利用,避免浪费和滥用。

4.2 推动技术创新与产业升级

(1) 鼓励新技术、新材料的应用与推广。政府应积极推动城市排水管网领域的技术创新,鼓励新技术、新材料的应用与推广。例如,推广使用智能传感器、远程监控、大数据分析等先进技术,提升排水管网的监测预警和运维管理水平。同时,鼓励使用耐腐蚀、长寿命、高性能的管材和管件,提高排水管网的可靠性和耐久性。政府可以通过设立科技奖项、提供研发资助、组织技术交流会等方式,激励企业和科研机构加大在城市排水管网技术创新方面的投入。(2) 促进产学研用深度融合,提升产业整体竞争力。政府应搭建产学研用深度融合的平台,促进科研机构、高校、企业和用户之间的紧密合作。通过共享资源、协同创新,推动城市排水管网领域的技术研发和成果转化。政府可以组织定期的技术交流会、研讨会等活动,加强行业内的沟通与协作。同时,鼓

励企业加大研发投入,提升自主创新能力,推动城市排水管网产业向高端化、智能化、绿色化方向发展^[4]。

4.3 加强公众教育与参与

(1) 提高公众对排水管网重要性的认识。政府应加强对城市排水管网重要性的宣传和教育,提高公众对排水管网在保障城市防洪排涝、改善水环境等方面作用的认识。通过媒体宣传、科普讲座、社区活动等多种形式,普及排水管网知识,增强公众的环保意识和社会责任感。同时,政府应加强对公众的教育引导,鼓励公众积极参与排水管网的保护和监督工作。(2) 引导公众参与排水管网保护与监督。政府应鼓励公众参与城市排水管网的保护与监督工作,建立公众参与机制。可以通过设立公众举报渠道,对破坏排水管网设施、随意排放污水等行为进行监督和举报。同时,可以组织志愿者参与排水管网的日常巡检和维护工作,形成全社会共同关心、共同参与的良好氛围。政府还应加强对公众参与的指导和培训,提高公众的参与能力和水平。

结束语

综上所述,城市排水管网的优化设计与高效运行管理对于保障城市防洪排涝、维护水环境健康具有重要意义。通过系统布局、合理选择管材与管径、应用智能技术等手段,可以显著提升排水管网的综合性能。同时,加强运行管理的精细化、智能化水平,也是确保排水管网长期稳定运行的关键。未来,我们期待更多创新技术和理念的应用,共同推动城市排水管网事业向更加绿色、智能的方向发展。

参考文献

- [1]李强.城市排水管网优化设计与管理策略研究[J].市政技术,2020,(05):49-50.
- [2]何金球.城市排水管网建设与运营问题剖析[J].城市建设理论研究(电子版),2022,(16):143-144.
- [3]刘洋.城市排水系统优化设计及其管理策略探讨[J].给水排水,2021,(08):89-90.
- [4]赵敏.城市排水管网智能监控系统的应用现状与发展趋势[J].建筑科学,2022,(07):77-78.