

城市北高南低地势下海绵城市排水系统的构建与创新

许红霞

天津市蓟州区水务管理服务中心城区排水所 天津 301900

摘要：文章探讨城市北高南低地势下海绵城市排水系统的构建与创新。通过顺应自然地势，融合绿色屋顶、雨水回收利用系统、生物滞留池等创新技术，构建了高效、生态的排水体系。该系统不仅有效缓解城市内涝问题，还促进水资源的循环利用，提升城市生态环境质量。同时强调智能化、信息化手段在运维管理中的应用，为海绵城市排水系统的持续优化与改进提供有力支撑。

关键词：北高南低地势；海绵城市；排水系统；创新

1 城市北高南低地势下海绵城市概念

在城市排水规划中，对于蓟州城区北高南低的独特地势，尤其蓟州被誉为京津冀“后花园”，海绵城市概念被赋予了更为深远的意义与实践价值。海绵城市，作为一种先进的城市雨洪管理理念，旨在通过增强城市地表的吸水、存水、渗水和净水能力，以及在需要时将蓄存的水释放并加以利用，模拟自然的水文循环过程，以缓解城市内涝、补充地下水、改善水质并提升城市生态环境质量。蓟州位于燕山山脉南麓，近年来大力发展生态旅游产业，北部城区多个中高档住宅小区如：格调石溪、华府御墅、蓝湾庄园、君山府等都依山而建，打造绿色生态宜居家园，而南部城区如：万达集团、中交集团、常春藤等新开发的住宅项目，相对地势平坦，但与北部地区高差近几十米。在蓟州这样一个北高南低的地势条件下，海绵城市的建设更需巧妙利用地形优势，实施分级滞蓄、顺势排水的策略。北部高地可设置更多下沉式绿地、生物滞留池等绿色基础设施，作为雨水收集的第一道防线，有效减缓雨水径流速度，增加下渗量。随着雨水向低处的南部流动，可通过建设生态草沟、雨水花园等，进一步过滤净化雨水，并引导其安全汇入城市排水系统或自然水体。利用南部低洼地带建设雨水调蓄池或湿地公园，不仅能够有效储存多余雨水，还能在干旱季节作为城市水源进行回用，实现水资源的循环利用，这种地势下的海绵城市建设还需注重与城市防洪排涝体系相协调，确保在极端天气条件下，城市排水系统能够高效运转，避免内涝灾害的发生。

2 城市北高南低地势下水文特性分析

2.1 地势特征与降水分布

城市北高南低的地势特征对其降水分布有着显著影响。一般来说，山地或高地由于其抬升作用，往往能增加水汽的凝结，从而增加降水量，尤其是在夏季季风或

对流天气条件下更为显著，城市的北部高地可能会相对多雨，而南部低洼地带则可能降水量相对较少^[1]。这并非绝对，还需考虑其他气候因素如风向、风速、湿度等。在地势特征与降水分布的综合考虑下，排水规划需要灵活应对，确保海绵城市的设计能够兼顾不同区域的降水特点，实现水资源的均衡利用和防洪排涝的有效管理。

2.2 地表径流与排水特性

北高南低的地势对地表径流和排水特性有着决定性的影响。雨水在北部高地汇集后，由于重力作用，会沿着地势向南部低洼地带流动，形成明显的地表径流。这种自然流向为城市排水系统的规划提供了重要依据，快速的地表径流也容易导致城市内涝，尤其是在暴雨天气下，大量雨水在短时间内汇聚，若排水系统能力不足，将造成严重的积水问题。在海绵城市的建设中，需充分利用北高南低的地势特点，通过构建多层次、立体化的雨水管理系统，如设置雨水花园、下沉式绿地、生态滞留池等，减缓雨水径流速度，增加下渗量，减少地表径流对排水系统的压力，同时加强排水设施的维护，确保在极端天气条件下，排水系统能够高效运转，保障城市的安全运行。

3 海绵城市排水系统设计原则与构建

3.1 北高南低地势下城市排水系统的设计原则

在北高南低的地势背景下，城市排水系统的设计需遵循一系列针对性原则，以确保系统的高效运行与城市的可持续发展。第一、顺应自然地势是基本原则，即充分利用地形坡度，引导雨水自然流向低洼地带，减少人工干预和能耗。第二、分级滞蓄是关键原则，通过在不同高程设置不同容量的雨水滞蓄设施，逐级减缓雨水流速，增加下渗量，减轻下游排水压力。第三、生态优先原则强调在排水系统设计中融入生态理念，采用绿色基础设施如雨水花园、生态滞留池等，既实现雨水管理，

又提升城市生态环境质量。第四、综合协调原则要求排水系统设计与城市防洪、交通、景观等其他规划相协调，形成多目标、多功能的综合排水体系。

3.2 地势特点对排水系统设计的影响

排水系统设计要依据北高南低的地势特点，这种地势为雨水的自然排放提供了有利条件，但同时也要求排水系统必须精准设计，以充分利用重力流，避免雨水在途中积聚形成内涝，地势特点还决定了排水系统需具备更强的适应性和灵活性。由于降水分布不均，北部高地面临更大的排水压力，而南部低洼地带则可能因排水不畅而积水。在高差较大的区域，排水设施的检修和清理可能更为困难。

3.3 新型排水设施与系统构建

为了应对北高南低地势下城市排水面临的挑战，绿色基础设施是构建海绵城市排水系统的核心。通过在城市中广泛布置雨水花园、下沉式绿地、生态滞留池等绿色设施，可以有效增加城市下垫面的透水性和蓄水能力，减缓雨水径流速度，减少地表径流对排水系统的压力，这些绿色设施还能通过植物吸收、土壤过滤等自然过程净化雨水，提升水质。智能排水系统的引入也是关键，利用物联网、大数据、云计算等现代信息技术，可以实现对城市排水系统的实时监测、预警和智能调度。通过收集和分析降雨数据、管道流量数据等信息，智能排水系统能够自动调整排水策略，优化排水资源配置，提高排水效，还能为城市管理者提供决策支持，帮助他们更好地应对极端天气和突发事件^[2]。构建综合排水体系，包括将排水系统与城市防洪、交通、景观等其他规划相协调，形成多目标、多功能的综合排水体系。

4 海绵城市排水系统创新技术与设施

4.1 绿色屋顶及墙体构建

绿色屋顶与墙体作为海绵城市排水系统中的重要创新技术与设施，不仅能够有效缓解城市热岛效应，提升建筑能效，还在雨水管理方面发挥着不可小觑的作用。绿色屋顶，即在建筑物顶部铺设植被层与土壤层，形成一层绿色覆盖物，能够吸收、滞留并过滤雨水，减缓雨水径流速度，降低城市排水系统的压力。绿色屋顶还能通过植物蒸腾作用增加空气湿度，改善城市微气候。墙体绿化则通过将植被引入建筑立面，进一步扩展了绿色空间，增强了建筑对雨水的吸纳能力。绿色屋顶与墙体还能通过其生态功能提升城市生态环境质量，为城市居民提供更为宜居的生活环境。在构建绿色屋顶与墙体时，需考虑多种因素，如建筑承重、防水处理、植被选择与养护等。为确保绿色屋顶与墙体的长期稳定运行，

需采用轻质土壤、高效排水层及专业的防水技术，同时根据气候条件和建筑特点选择合适的植被种类，并建立科学的养管制度，保持绿色屋顶与墙体的生态功能。

4.2 城市雨水回收利用系统

城市雨水回收利用系统是海绵城市排水体系中的另一大创新。该系统通过收集、处理并再利用雨水资源，实现了水资源的节约与循环利用。在城市雨水回收利用系统中，首先需建设雨水收集设施，将雨水从地表或屋顶收集起来。随后，通过一系列处理工艺，如沉淀、过滤、消毒等，将雨水转化为符合水质标准的再生水。最后，这些再生水可用于城市绿化、道路清洗、景观补水等多种用途，有效缓解了城市水资源短缺的问题。为确保城市雨水回收利用系统的高效运行，需采用先进的处理技术和设备，如生物处理、膜处理等，以提高水质处理效果，并建立完善的监测与管理体系，对系统运行状况进行实时监测与评估，确保水质安全和水量稳定。

4.3 生物滞留池及湿地构建

生物滞留池与湿地是海绵城市排水系统中重要的自然水体净化与雨水滞蓄设施。生物滞留池通过模拟自然湿地生态系统，利用植物、土壤及微生物的协同作用，对雨水进行净化处理。当雨水进入生物滞留池后，经过植被的截留和土壤的过滤作用，去除大部分悬浮物和污染物；在微生物的分解作用下，进一步去除水中的有机物质和氮、磷等营养盐；经过净化的雨水缓慢渗入地下，补充地下水或作为景观用水。湿地构建则是在城市中恢复或人工建造具有自然湿地功能的生态系统。湿地通过其独特的生态过程，如植物吸收、微生物降解、物理过滤等，对雨水进行深度净化处理。湿地还能提供丰富的生物多样性栖息地，提升城市生态环境质量。在构建生物滞留池与湿地时，需充分考虑其生态功能与景观效果相结合的原则，选择适宜的植被种类和生态工程技术手段，确保生物滞留池与湿地能够长期稳定运行并发挥最大的生态效益^[3]。

4.4 城市内涝综合治理技术

城市内涝是海绵城市排水系统面临的重大挑战之一。通过实施低影响开发（LID）策略，如建设绿色屋顶、透水铺装、下沉式绿地等，从源头上减少雨水径流产生量；加强城市排水系统建设与改造，提高排水管道管径和排水能力；同时，建设雨水调蓄设施如蓄水池、雨水花园等，增加雨水蓄滞能力；建立健全的应急管理体系和预警机制，提高城市应对内涝灾害的能力。在综合治理过程中，可通过利用智慧排水、大数据等现代信息技术手段，实现对城市排水系统的实时监测与预警；

同时加强技术创新力度,推动城市内涝治理技术的不断进步和发展。还需加强跨部门协作与公众参与力度,形成全社会共同参与城市内涝治理的良好氛围。

5 海绵城市排水系统的持续优化与改进

5.1 排水系统运维管理

海绵城市排水系统的持续优化与改进,首要环节在于加强其运维管理。具体而言,运维管理应涵盖日常维护、定期检查、故障响应及修复等多个方面。日常维护包括对排水设施进行清洁、保养,确保其处于良好状态;定期检查则是对系统各组成部分进行全面检查,评估其运行状况,及时发现潜在问题;故障响应及修复则是针对发现的问题迅速采取措施,恢复系统正常运行。为了提高运维管理的效率和效果,还应引入智能化、信息化手段。例如,引进智慧排水对排水设施进行远程监控,实时掌握运行状态;通过大数据,对排水系统的运行数据进行深入分析,发现运行规律,预测潜在问题;建立运维管理信息平台,实现信息共享与协同作业,提高运维管理的整体效能。

5.2 排水系统运行数据分析及改进

排水系统运行数据的分析是优化与改进的重要依据。通过对排水系统运行数据的收集、整理和分析,可以了解系统的运行状况、性能表现及存在的问题。具体来说,数据分析可以揭示雨水收集、处理、排放等各个环节的效率与效果,识别系统瓶颈和薄弱环节;同时还可以评估不同天气条件下系统的应对能力,为应对极端天气事件提供数据支持^[4]。基于数据分析结果,可以针对性地提出改进措施。例如,针对雨水收集效率不高的问题,可以优化雨水收集设施的设计布局;针对处理效果不理想的问题,可以改进处理工艺或升级处理设备;针对排放能力不足的问题,可以扩建排水管道或增设排水泵站等。通过数据分析与改进相结合,可以不断提升海绵城市排水系统的整体性能和运行效率。

5.3 海绵城市排水系统的未来发展趋势

随着城市化进程的加快和气候变化的影响加剧,海绵城市排水系统的未来发展将呈现几个趋势:(1)智能化与信息化。未来海绵城市排水系统将更加注重智能化

与信息化的应用。通过现代信息技术手段,实现对排水系统的实时监测、预警、调度和优化管理;建立完善的信息平台和数据共享机制,提高管理决策的科学性和精准性。(2)生态化与绿色化。生态化与绿色化是未来海绵城市排水系统发展的重要方向。在排水系统设计和建设中,将更加注重生态功能的发挥和绿色理念的融入;通过构建绿色基础设施,实现雨水资源的自然净化和循环利用;推动排水系统与城市绿地的有机融合,提升城市生态环境质量。(3)综合化与协同化。未来海绵城市排水系统将更加注重综合化与协同化的发展。排水系统将与城市防洪、防污、供水等其他系统实现有机结合和协同运作;通过跨部门协作和资源共享机制的建立,形成多目标、多功能的综合排水体系。(4)适应性与韧性。面对气候变化的挑战和极端天气的发生,未来海绵城市排水系统将更加注重适应性和韧性的提升。通过加强排水系统的灵活性和冗余设计,提高其应对不同天气条件和突发事件的能力;推动排水系统向更加智能化、自动化的方向发展,实现快速响应和高效处置。

结束语

城市北高南低地势下的海绵城市排水系统构建与创新,是应对城市化进程中水资源短缺与内涝问题的有效途径。通过不断探索与实践,已初步构建起一套适应性强、生态友好的排水体系。未来,随着科技的进步和理念的更新,海绵城市排水系统将在更多城市中得到推广与应用,为城市的可持续发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]倪嘉雯,胡亚杰,江思倩,丁大钧,杨静.城市排水系统与海绵城市建设实践[J].合作经济与科技,2020(09):23-25.
- [2]王根喜,郑瑞琦.某海绵城市排水系统SCADA优化设计[J].价值工程,2021,38(36):278-280.
- [3]李华龙,芦永曾,张景立,井银军,邹开枝,王伟,杨亮,陈朝辉.城市道路中的装配式海绵城市排水系统施工技术[J].建筑施工,2019,41(11):2066-2068.
- [4]刘家宏,李泽锦,张颖春.等.基于城市水文模型的海绵城市智慧管控[J].水利水电技术,2020.50(9):168-169.