

生态环境工程与建设在城市雨洪管理中的应用研究

赵文刚

江西威睿环保工程有限公司 江西南昌 330000

摘要:随着城市化进程的加快,城市雨洪问题日益严重,对城市生态环境和居民生活造成了巨大影响。生态环境工程与建设在城市雨洪管理中扮演着重要角色,通过构建绿色基础设施、雨水收集与利用系统、透水铺装等措施,可以有效缓解城市雨洪压力,提高城市的防洪排涝能力,促进城市可持续发展。本文旨在探讨生态环境工程与建设在城市雨洪管理中的应用,分析其在实际操作中的效果与挑战,并提出相应的对策和建议。

关键词:生态环境工程;城市雨洪管理;绿色基础设施

引言

城市雨洪管理是城市规划和建设中的重要组成部分,它直接关系到城市的防洪安全和居民的生活质量。传统城市雨洪管理多依赖于硬质排水系统,如排水管道和泵站等,但随着城市规模的扩大和降雨强度的增加,这些传统方法已难以应对日益严峻的雨洪挑战。因此,生态环境工程与建设作为一种新型的雨洪管理策略,越来越受到重视。

一、生态环境工程在雨洪管理中的核心原理与技术类型

(一) 核心原理

生态环境工程应用于雨洪管理的核心原理,在于深刻理解并模拟自然水文循环的规律。其基本思路并非完全依赖大规模工程结构来对抗洪水,而是强调系统性地处理降雨径流。首先是“源头削减”,即在降雨发生的最初地点,通过改变地面性质或增加渗透设施,减少径流的形成量。其次是“过程控制”,在径流形成的路径上设置障碍或缓冲,减缓其流速,延长其汇流时间。再次是“末端调蓄”,在径流汇集的终点或关键节点,建设蓄水设施,暂时存储过量径流,以削减下游的洪峰压力。同时,注重“生态净化”,利用植被、土壤等自然介质的物理、化学和生物作用,去除径流中携带的污染物。最后是实现“雨洪资源化”,将原本可能造成危害的雨水视为资源,加以收集、储存和利用。这些原理共同的特点是,它们不是与自然对抗,而是顺应和利用自然的自我调节能力,尽可能地恢复和维持区域水文的自然平衡状态。

(二) 主要技术类型

1. 透水铺装

透水铺装技术是通过改变传统不透水下垫面的性质来实现雨洪管理的。具体做法是在人行道、停车场、广场等区域,采用具有连通孔隙的材料作为路面铺装层,并在其下方设置相应的透水垫层。当降雨发生时,雨水能够直接通过铺装层的孔隙向下渗透,进入下方的土壤或垫层中,从而显著增加了雨水的入渗量,减少了地表径流的产生,有效缓解了地表积水问题,并有助于补充浅层地下水^[1]。

2. 生物滞留设施(如雨水花园、植草沟)

生物滞留设施是一类利用植被、土壤和特定填料组合来管理径流的工程措施。以雨水花园为例,它通常是一个具有一定坡度的浅凹地形,内种植耐水湿的植物,并填充经过筛选的土壤和可能的过滤介质。降雨时,来自周边区域的径流被引导至雨水花园内,水流速度减慢,水体在花园内短暂停留,这使得雨水得以下渗回补土壤和地下水。同时,水流在花园中与土壤、植物根系以及填料接触,污染物通过物理沉淀、过滤、植物吸收和微生物降解等多种生态过程被去除。植草沟则是一种表面植有草皮的线形凹槽,用于收集、输送和净化径流,其原理类似,但更侧重于利用草皮的阻滞和过滤作用。这类设施实现了径流的滞留、下渗和净化多重功能。

3. 绿色屋顶

绿色屋顶,也称为种植屋顶,是在建筑物的屋顶表面覆盖一层种植介质并栽种植物的技术。它通过在屋顶上创建一个可供植物生长的载体,显著增加了屋顶的蓄水能力。降雨落在绿色屋顶上后,一部分被植物叶面截留蒸发,一部分被种植介质吸收和储存,只有剩余的部分才会形成径流排走。这种过程有效削减了屋面产生的

径流量，特别是降低了短时间内形成的峰值流量，减轻了市政排水系统的瞬时压力。

4. 湿地与生态蓄水塘

湿地和生态蓄水塘是规模相对较大的雨洪管理设施。湿地利用天然或人工构建的湿地生态系统，拥有广阔的水面和丰富的水生植被，能够提供巨大的调蓄空间，暂时存储大量来水，平缓洪水过程。同时，水流在湿地中缓慢流动，经过植被的拦截、土壤的过滤以及复杂的生物化学作用，水质得到显著改善。生态蓄水塘则通常是在地势低洼处建设的人工池塘，同样具备调蓄洪水和沉淀、净化水质的功能，有时会结合种植水生植物以增强生态效应。这两类设施不仅管理雨洪，还创造了重要的生态栖息地，并改善区域小气候^[2]。

5. 渗透性地下设施

渗透性地下设施是指建造在地面以下的、具有渗透功能的结构，如渗透管、渗透井、渗透池等。这些设施利用其结构材料（如穿孔管、多孔混凝土、砾石等）的透水特性，将收集到的雨水引导至地下，使其能够缓慢渗透补给deeper地下含水层。这种技术直接增加了地下水位，有助于补充因开采或其他原因下降的地下水资源，维持地下水系统的平衡。

二、生态环境工程在城市雨洪管理中的应用实践流程

（一）规划设计要点

将生态环境工程有效融入城市雨洪管理体系，其规划设计阶段需要细致周全的考量。首先进行场地评估是基础工作，需要详细勘察场地的地形地貌、土壤性质、水文地质条件、现有植被覆盖、周边排水系统状况以及土地利用规划等信息，为后续设计提供客观依据。在此基础上，明确具体的目标设定至关重要，这些目标可能包括削减特定区域的降雨径流总量、控制径流中的污染物负荷、缓解局部区域的内涝问题、提升城市生物多样性或改善微气候等，目标应具体、可衡量。技术选型依据则需紧密结合场地评估结果和设定的目标，选择最适合的技术类型。例如，在渗透性较好的场地，可优先考虑渗透性铺装或下凹式绿地；在空间有限但污染较重的区域，生物滞留设施可能更为适用。空间布局优化是指根据城市整体排水格局和土地利用情况，合理规划各项生态环境工程设施的位置、规模和连接方式，使其既能独立发挥作用，又能相互协调，形成网络化的雨洪管理系统，最大化整体效益，同时确保与城市景观和功能布局相协调^[3]。

（二）施工与建设要求

生态环境工程在施工与建设阶段，需要严格遵循关键环节的技术要求，以确保设计意图得以准确实现并达到预期的工程效果。材料选择是首要环节，例如透水铺装所用的骨料级配、生物滞留设施中填料的孔隙率和吸附性能、植被选择的耐水性和适应性等，都必须符合设计标准。结构构造方面，需要精确控制各层结构的厚度、压实度、坡度等参数，确保排水通道畅通、渗透性能稳定。植被配置不仅要考虑物种的生态功能，还要注意其生长空间、栽植密度和初期养护措施，以保证植被能够快速成活并有效发挥滞留、净化作用。此外，施工过程中必须注重与周边环境的衔接，处理好与现有道路、建筑物、其他市政管线的关系，避免施工对周边造成不良影响，并确保设施建成后能与周边环境自然融合。施工质量的自检和监理是保障工程效果的重要手段，需贯穿整个建设过程。

（三）运维管理策略

生态环境工程建成投用后，其长期稳定的雨洪管理功能依赖于持续有效的运维管理。强调运维管理的重要性，是因为这些设施并非一劳永逸，其性能会随着时间推移和环境变化而衰减。日常维护是基础工作，包括定期清理设施表面的落叶、垃圾等杂物，保持进水口和周边区域的整洁。效果监测则需要定期对设施的径流削减效果、水质净化效果、调蓄能力等进行评估，通常通过设置监测点、采集水样分析等方式进行，以判断设施是否达到设计目标。植被管理是运维中的关键内容，包括适时修剪、补植、施肥、病虫害防治等，保证植被的健康生长和功能发挥。堵塞疏通是针对可能出现的问题，如渗透铺装下积水、生物滞留设施中填料板结等，需要采用适当方法进行疏通和恢复。结构安全性检查则定期对设施的土工结构、防渗层、排水管道等进行检查，及时发现并处理裂缝、沉降、渗漏等安全隐患。通过系统化的运维管理，可以及时发现并解决问题，修复性能衰减，从而维持生态环境工程长期、稳定地服务于城市雨洪管理^[4]。

三、生态环境工程应用的综合效益与面临的挑战

（一）综合效益分析

生态环境工程在城市中的应用，能够带来多方面的综合效益。在雨洪管理方面，其核心价值体现在能够有效削减降雨径流的峰值流量，延缓洪峰出现时间，从而显著降低城市内涝发生的风险和强度。这意味着可以减少因短时强降雨导致的道路积水、地下室进水、甚至基

基础设施损坏等损失。同时,这些工程通过植被、土壤和特定填料的物理、化学及生物作用,能够吸附、过滤和分解径流中携带的悬浮物、重金属、营养盐等污染物,实现雨水的净化,改善受纳水体的水质。这直接减少了污染物进入河流、湖泊等水体的总量,有助于保护水环境,维护水生态系统的健康。在生态环境方面,生态环境工程通过增加绿地、水体等生态元素,能够吸收太阳辐射,增加空气湿度,改善局部小气候,缓解城市热岛效应。这使得城市环境更加舒适,减少了高温天气对人体健康和能源消耗的不利影响。此外,它们为鸟类、昆虫等野生动物提供了栖息和觅食的场所,有助于提升区域的生物多样性。这对于维持生态平衡、增强城市生态系统的稳定性和抗干扰能力具有重要作用。从社会经济角度看,这些工程本身往往构成城市景观的一部分,如雨水花园、绿色屋顶等,能够提升城市的美观度和宜居性,增加土地的景观价值。这可以提升周边房地产的价值,吸引人才和投资,改善居民的生活品质。部分设施如绿色屋顶还能起到隔热保温作用,节约建筑物的能源消耗。这降低了建筑的运行成本,减少了温室气体排放,符合可持续发展的要求。综合来看,生态环境工程的应用体现了环境效益、社会效益与经济效益的统一,是一种符合城市发展长远利益的综合管理模式^[5]。

(二) 面临的挑战与限制

尽管生态环境工程具有显著的综合效益,但在其推广应用过程中,仍然面临一系列实际困难和限制因素。土地资源紧张是城市环境中普遍存在的制约,尤其是在高密度建成区,可用于建设大型生态环境工程设施的空间非常有限,这限制了大规模应用的可行性。具体来说,在寸土寸金的城市中心区域,为生物滞留设施或湿地系统预留足够面积往往意味着要牺牲部分硬质铺装或建筑用地,决策者需要在多种城市功能需求间进行权衡。初期建设成本相对较高也是一个现实问题,相较于传统的灰色基础设施,生态环境工程可能需要更高的设计、材料(如特殊土壤、植被)和施工费用,这对于一些预算有限的地区或项目来说构成经济上的门槛。例如,选用耐旱、耐污且根系发达的本地植物,或者配置特定的过滤填料,其成本可能高于常规的管道或混凝土结构。公众的认知水平和接受度同样影响其推广,部分居民可能对此类设施的功能、维护、外观持怀疑或抵触态度,缺乏主动参与和支持。他们可能担心雨水花园会成为蚊虫滋生的场所,或者认为绿色屋顶的维护过于复杂,这些观念上的障碍需要通过持续的教育和示范来消除。专业

技术人才缺乏是瓶颈,设计和运维生态环境工程需跨学科知识,如水文、土壤等,但具备综合能力的专业人才不足,导致项目各阶段缺乏技术支撑,影响工程质量和长期效果。此外,相关标准规范体系不完善,缺乏统一标准,给工程实践带来不确定性,增加项目审批和监管难度。最后,极端气候事件频发考验生态环境工程可靠性,需提高设计标准,但会增加成本和技术复杂性,如暴雨下渗透设施、无雨期植被生存等问题需深入研究解决。这些挑战需通过技术进步、政策引导、公众教育和标准完善等多方面努力逐步克服。

结语

生态环境工程与建设在城市雨洪管理中优势显著、潜力巨大。其核心原理顺应自然水文循环规律,多种技术从源头到末端全方位管理调控雨洪,取得了雨洪管理、生态改善和社会经济等多方面综合效益。但该工程应用并非一帆风顺,面临土地资源紧张、建设成本高、公众认知不足、专业人才匮乏、标准规范不完善等挑战,限制了其推广应用。为推动其在城市雨洪管理中的应用,需采取针对性措施。政府和相关部门要加强规划引导,合理分配土地资源;加大资金投入和政策支持,降低建设成本;通过宣传教育提高公众认知和接受度,形成全社会参与氛围;加强专业人才培养,完善标准规范,提高建设和运维水平。未来,随着城市化推进和对生态环境重视度提高,生态环境工程与建设在城市雨洪管理中前景广阔。通过不断探索实践,其将发挥更重要作用,为城市可持续发展和居民美好生活提供保障。

参考文献

- [1] 范峻恺.基于人工智能的流域-城市雨洪时空模拟与海绵城市规划建设适宜性分析[D].南京大学,2020.
- [2] 薛珊珊.基于雨洪管理的小城市绿色雨水基础设施系统(GSI)构建研究[D].合肥工业大学,2021.
- [3] 房恩哲.基于海绵城市建设理念下的雨洪资源利用模式探究[J].安徽建筑,2022(003):029.DOI:10.16330/j.cnki.1007-7359.2022.03.037.
- [4] 白嘉.海绵城市技术在市政排水中的应用探讨[J].城镇建设,2020(12):2-3.DOI:10.12254/j.issn.2096-6539.2020.12.002.
- [5] 刘香云.海绵城市理念在市政排水工程中的应用分析[J].砖瓦世界,2021,000(020):221-222.DOI:10.3969/j.issn.1002-9885.2021.20.111.