

海绵城市理念在市政给排水设计中的应用探究

张挺 吴安桦

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

摘要：随着城市化进程的加速，城市给排水系统面临着越来越大的压力。传统的市政排水设计往往仅通过增加排水系统的功能排放，而忽视了雨水的蓄存回用和雨水径流带来的污染。为了解决这一问题，海绵城市理念应运而生。这种理念将城市比喻为一块“海绵”，通过优化排水系统的设计，提高城市对雨水、洪水的吸收、储存和释放能力，利用海绵体改善城市的生态环境和水资源的可持续利用。基于目前城市排水系统存在问题，本文就目前城市排水及海绵城市应用存在问题进行简要探讨。

关键词：海绵城市；市政排水设计；蓄存与径流污染控制；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.21.093

在海绵城市理念的引领下，城市排水系统焕发新活力，不再是单一的排水系统，而成为融合生态、环保和可持续性的多元元素的设计。通过精心设计各个环节，如道路、绿化带、附属设施等的创新整合，海绵城市建设理念的提出，不仅能够解决城市给排水问题，还能够提升城市对自然灾害的应对效果，改善城市地下水资源的循环能力。在改善城市生态环境、降低洪涝风险等方面取得显著成果。

一、海绵城市理念在市政给排水设计中的应用意义

（一）有助于城市环境的改善

海绵城市建设作为新时代城市化建设的主要方向和内容，其含义主要是针对城市雨水资源进行储蓄和利用，能够更加弹性化地对环境变化问题和自然灾害问题进行改善，加强自然灾害预防工作的开展。因此，做好市政道路的排水设计不仅能够提高城市排水系统安全性，还可以推动城市向着绿色、生态以及可持续发展的方向。通过实践证明，海绵城市是现代城市建设的不可避免选择，近些年相关部门出台许多政策为海绵城市应用提供了保障^[1]。

（二）有助于缓解城市防内涝，消减径流污染

近些年，因城市的快速发展及气候异常变化，导致降雨快速汇集，超出城市排水管网的排水能力，导致路面出现积水，影响交通。积水造成人们的出行不便，影响人们的生产生活。持续性的降雨产生积水对道路基础也会产生不良的影响。为了解决这个问题，在市政排水系统设计中引入海绵城市的理念，通过新建下沉式绿地、植草沟、透水铺装等海绵措施改善城市下垫面和低洼绿地内蓄存部分雨水，降低下垫面径流系数，延长径流时间，使雨水错峰汇集，降低径流高峰时期流量，降

雨错峰通过排水管道排出，减少或者缓解城市路面积水，保证人们的正常出行，从而增强城市排水系统的安全性。降雨径流初期雨水冲刷屋顶及路面，径流过程中夹带着一些路面的污染物，最后排水城市水体，造成城市水体的污染，降雨径流污染是水体污染来源主要方面之一。有研究表明，通过在城市中增加下凹式绿地、雨水花园等措施，植物根系及土壤可以截流分解径流中的污染，通过改善土壤结构，在土壤中增加木质材料，可有效提高海绵体对雨水径流中的污染，同时部分材料还可去除重金属等污染物。

（三）有助于雨水利用率的提升

雨水是一种可再生的水资源。然而，在以前的市政道路给排水系统设计中，没有对雨水资源进行合理利用，这也造成了雨水资源的浪费^[2]。海绵城市理念的引入综合考虑了雨水资源的循环利用，通过收集雨水并将其储存，经过有效净化后，用于市政绿化或工业用水。这种做法不仅高效地利用了雨水资源，减少开采地表及地下水资源的浪费，为城市水资源提供了持续补给，减轻了城市用水的压力。

二、海绵城市理念的应用原则

（一）因地制宜原则

因地制宜原则强调在应用海绵城市概念时，需要了解并考虑当地自然条件和地理因素，包括地质条件、水文特征、气候条件等，根据这些因素，可以科学规划并设计城市的蓄水、排水、水循环等系统，从而实现水资源的有效管理和利用。在城市规划中，因地制宜原则的应用意味着必须结合城市自身的降雨、环境、气候、土壤性质等特点和排水系统的问题，整体性、系统性的谋划布局城市的海绵设施的布置，并构建科学的水循环系统，在提高城市对自然灾害的应对能力的同时，可缓解城市发展中的水资源紧缺问题，增强城市自身的弹性和可持续性。在海绵城市的建设过程中，因地制宜原则也体现在对城市原有生态系统的保护和利用上。例如，对于城市中的河道、湿地等自然水体，应尽可能保持其原有的生态面貌和水文功能。海绵城市采用绿色基础设施如绿色屋顶、透水铺装、植被覆盖的坑洼等，通过这些设施可以将雨水自然渗透到地下，减少了地表径流，提高了地下水的补给，保护了地下水资源。将城市的绿地、公园等开放空间与水体相结合，形成具有自然特色的海绵体，进一步提升城市的生态环境质量。

（二）生态性原则

生态原则强调城市规划和建设中应充分融入生态理念，注重保护和利用自然生态系统，实现人与自然的和

谐共生。海绵城市强调将雨水作为一种资源进行再利用,通过建设雨水收集系统、蓄水池等设施,收集并储存雨水,后续可用于城市绿化、清洗等用途,不仅可以节约淡水资源,还可以降低城市内涝和洪涝灾害的风险。海绵城市倡导利用自然地形和地貌特征,构建自然排水系统,海绵城市在建设过程中应尊重自然、顺应自然、保护自然,尽可能减少对原有生态系统的破坏和干扰,通过合理布局绿地、公园等开放空间,增加城市地表的透水性和可下渗的绿地面积,使大量的原本通过排水管道排出的雨水流量,能够短时蓄存并渗透到地下,补充地下水源,减少地表径流。海绵城市建设应注重生态平衡和可持续性,在建设过程中应坚持较小的改造,避免对自然环境造成过度干扰和破坏,保持生态系统的稳定性和自我恢复能力,通过植被恢复、生物多样性保护等措施,提升城市的生态环境质量^[3]。

(三) 整体性原则

整体性原则强调在海绵城市规划和实施过程中,需要从整体性、系统性的角度出发,综合考虑城市的自然环境、社会经济、文化历史等多方面因素,确保海绵城市建设与城市发展的整体目标和需求相协调。海绵城市规划应从城市总体规划中来布局,融入城市总体规划中,并与城市的其他规划内容相协调,如城市排涝规划、污水规划、绿地规划、交通规划等,通过城市总体规划布局,可使海绵城市规划在城市建设中易于落地,发挥海绵城市措施应有的作用。加之海绵城市建设涉及多个系统和领域,如水系统、绿地系统、道路系统等,在规划和实施过程中,需要注重这些系统之间的相互联系和影响,确保它们能够协同工作,共同实现海绵城市的建设目标。

三、海绵城市理念在市政排水设计中的应用

(一) 在道路排水设计中的应用

海绵城市理念在道路排水中的应用可以减少水对路基的损害,提高路基的稳定性,将雨水排至到指定的区域,路面大量的雨水排至两侧下凹式绿地、植草沟、雨水花园等海绵体,可下渗及蓄存部分雨水。大多数下沉式绿草地的所有层面从上到下依次可以分为植被层,植被种植土壤层,砂石层,吸水用树脂层,砾石层,渗管层和土锥层^[1]。目前常采用海绵设施砾石排水层底部铺设防水复合土工膜防渗材料,同时排水层内铺设穿孔盲管,将排水层内的雨水通过盲管排至市政管网,避免下渗雨水浸泡和冲刷路基。通过与海绵城市理念相结合,路基排水设计还可以通过设置蓄水模块或者雨水调蓄池,实现雨水的再利用,提高水资源的利用效率^[2]。

在海绵系统排水设计中,首先整体系统考虑设计系统雨水排水方向,新建的排水系统保证排水的连续性和顺畅性,同时需要对地形、地貌、气候、土壤等自然条件进行充分了解,选择合适的海绵设施。此外,为了有效加快车行道上雨水的渗透速度,可选用透水水泥混凝土作为车行道路的基础垫层,能够让雨水迅速渗透,尽

量避免出现地面积水问题。为了有效提升雨水的吸收能力,可在车行道路两侧种植一定量的绿化带^[4]。海绵城市理念在路基排水设计中的应用可以帮助提高路基的稳定性和使用寿命,同时实现水资源的再利用。

(二) 在城市排水附属设施设计中的应用

在城市排水附属设施设计中,海绵城市理念的应用可以帮助优化排水系统的性能,提高排水效率,同时降低对环境的影响。以下是一些海绵城市理念在城市排水附属设施设计中的应用策略:第一,优化雨水算子的设计。海绵城市理念强调雨水资源的合理利用。在市政给排水设计中,可以通过合理布置雨水口,将雨水收集起来用于景观水体补水等用途,实现雨水资源的再生利用,同时减缓雨水径流对城市排水系统的压力。比如在城市市政道路建设中在比较宽的绿化带内设下凹式绿地,通过侧立路沿石上开孔,路面雨水首先进入下凹式绿地内,通过下凹式绿地的蓄存和下渗消纳部分雨水,多余的雨水通过设置在下凹式绿地内的溢流式雨水口排至市政管道内,溢流式雨水口顶部比路面低5cm,高于下凹式绿地20-30cm。第二,建设生态滞留池。生态滞留池是一种利用植物、土壤和微生物等自然元素净化雨水的设施。通过建设生态滞留池,可以有效地净化雨水,减少对自然环境的污染。

(三) 蓄水设施设计

在海绵城市理念中,蓄水设施设计是实现城市水资源可持续利用的重要一环。通过合理设计蓄水设施,可以有效地收集、储存和利用雨水资源,缓解城市水资源短缺的问题。首先,蓄水设施的设计应与城市的整体规划相结合,根据城市的发展需求和自然条件,确定蓄水设施的规模和位置。在选择蓄水设施的类型时,需要考虑多方面的因素,包括设施的容量、安全性、环保性、施工难度和成本等。同时,还需要考虑到设施的维护和管理问题,确保其能够长期稳定地运行。在蓄水设施的设计中,应注重雨水收集和储存的环节。通过合理设计雨水收集系统,可以有效地将雨水引入蓄水设施中。结合城市排水模型合理确定蓄水设施的调蓄容积,满足用于城市初期雨水的蓄存和雨水流量的调蓄。除了雨水收集和储存之外,蓄水设施还需要具备排水的功能。在具体的工程设计中应结合蓄水设施进出水的管道流量,确定蓄水设施的容积,避免在设置蓄水容积不足或者过大,造成新的城市内涝或者浪费城市资源。因此,蓄水设施的设计应包括合理的排水系统,确保雨水能够顺畅地排出。还需要考虑到排水系统与周围环境的协调性,避免对环境造成不良影响。

在生态方面,蓄水设施的设计应注重利用植物、土壤和微生物等自然元素净化雨水。通过建设人工湿地、雨水花园等生态设施,可以有效地提高蓄水设施的生态效益。海绵城市理念在蓄水设施设计中的应用可以帮助实现城市水资源的可持续利用。通过合理设计蓄水设施的规模和位置、选择合适的类型、注重雨水收集和储存

环节、考虑排水系统和生态设计等方面的问题，可以有效地提高蓄水设施的性能和质量，为城市的可持续发展做出贡献。这些生态设施还可以为城市居民提供一个良好的休闲和娱乐场所，提高城市的生态环境质量。

（四）下凹式绿化带设计

下凹式绿化带设计是海绵城市理念中一种有效的雨水收集和利用方式。这种设计将绿化带形成一个下凹的可蓄存雨水的区域，用于短时间收集和储存路面产生的径流雨水。下凹式绿化带设计通过将绿化带低于周围路面，使得雨水能够自然地流入绿化带中。下凹式绿地蓄存雨水可以减少雨水的径流和排放，减轻城市排水系统的负担。同时，下凹式绿化带还可以作为景观的一部分，为城市居民提供一个良好的生态环境。加强绿地衔接部位的设计，明确该环节的重要性，注重理念的更新，通过多种措施促使其排水功能提升，如下沉式绿地等，提升整体的控制效果，提升市政给排水系统功能^[5]。一般来说，绿化带的深度和宽度应根据实际情况进行选择，以便于收集和储存足够的雨水。同时，绿化带的长度应与道路或建筑物的长度相匹配，以便于形成一个连续的收集系统。除了雨水收集和储存之外，下凹式绿化带还可以作为雨水的过滤和处理设施。在雨水流入绿化带后，通过初雨弃流井，分理出部分初期雨水排至污水系统，进入污水厂处理，后期雨水可通过植物根系、碎石、土壤和微生物等元素对雨水进行过滤和分解，去除雨水中的污染物质和杂质，净化雨水，减少雨水排至自然水体中的污染物。

四、市政道路给排水设计中“海绵城市”理念的应用策略

（一）技术创新

为了提高城市道路的排水性能，可以采用技术创新来开发新型的透水道路材料，透水混凝土和透水砖。这些材料具有良好的透水性能，可以减少雨水的径流聚集，降低城市内涝的风险。相比沥青和水泥，新型透水材料可以有效改善道路的透水性能。通过科学设计和创新的工程材料，实现对雨水的迅速收集、储存和利用，减轻城市排水系统的负担，同时为城市提供可持续的雨水资源。通过利用植被和微生物结合的生物性滞留设施，可以有效地吸收、净化和延缓雨水径流，同时可以净化径流雨水。引入智能感知设备、远程监控系统和大数据分析技术，可以实时监测和分析海绵城市设施的运行状态和雨水收集情况，这样能够提高管理效率和智能化水平。

（二）融合规划

融合规划要从全局出发，综合布局。在编制城市综合规划时，应充分融入海绵城市理念的应用，其中包含雨水收集、雨水的源头消纳、地块内雨水的收集利用等相关要素，使这些要素充分融入城市规划中，使海绵设施布局位置更加合理科学，使海绵城市设施发挥其更大作用。城市规划部门、交通运输部门、环保部门等相关职能部门要加强沟通协作，将海绵城市理念列为各项规划，

确保各项设施协调建设和运行。在城市建设中，常会在建设基础设施之外构建附属设施。开孔基岩石应用于道路建设中，能够促进多余水分渗透至绿化带中，提升集水效果。因此，设计人员在应用海绵城市理念时，可充分运用大型附属设计，显著提升海绵城市理念的利用效果。^[6]

（三）智能监控与管理

“海绵城市”在给排水设计方面可以使用的系统比如智能监控系统，通过传感器、监测设备等技术手段，实时获取道路上的降雨情况、水位变化等信息。通过数据分析以及处理，对存在的异常情况及时发现并预警；通过智能监控系统可有效地远程控制排水系统，降低洪涝风险，保障城市的安全运行。另外，可以使用智能管理平台整合各类数据，包括降雨数据、水位数据、污染物数据等，能够实时监测排水系统的运行情况，也可以为制定决策提供相应的参考依据，辅助管理者对科学的决策制定，而且智能管理平台还可以与其他城市管理系统进行集成，实现信息共享以及资源优化。

结束语

综上所述，“海绵城市”理念在市政给排水设计中的应用，通过海绵措施削减城市降雨峰值流量，使雨水错峰排出，不仅可以消除城市内涝风险问题，还通过海绵措施降低径流中污染避免污染自然水体，同时实现了对雨水资源的有效利用。此举不仅有助于环保和可持续发展，而且是当前城市水系统治理的重要举措。充分借鉴“海绵城市”理念，使城市建设朝着更生态、宜居的方向推进，为未来城市的可持续发展做出积极贡献。

参考文献

- [1] 李晨阳, 张永奎. 市政给排水设计中海绵城市理念的渗透策略[J]. 城市建筑空间, 2023, 30(11): 347-348.
 - [2] 杨宗璞. 基于海绵城市理念的市政道路给排水设计探讨[J]. 大众标准化, 2022, 2022(11): 87-89.
 - [3] 林伟明. 基于海绵城市理念在市政给排水设计的研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(28): 137-139.
 - [4] 于小月. 海绵城市理念在市政给排水设计中的运用[J]. 工程技术研究, 2021, 6(24): 164-167.
 - [5] 樊彦雷. 海绵城市理念在市政给排水设计中的应用探讨[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020(12): 100-102.
 - [6] 许恒涛. 海绵城市理念在市政给排水设计中的运用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(06): 162-163.
- 作者简介: 张挺(1991-), 男, 陕西西安人, 中国市政工程中南设计研究总院有限公司职工, 硕士学历, 研究方向: 市政给排水。
- 吴安桦(1993-), 男, 陕西平利县人, 中国市政工程中南设计研究总院有限公司职工, 硕士学历, 研究方向: 市政给排水。