

海绵城市设计理念在道路桥梁设计中的应用

徐佳

乐山市城乡规划设计院有限公司

摘要:随着城市化进程加快气候变化影响日益凸显,城市基础设施建设中水资源合理利用以及生态环境保护提出了新挑战。基于此,本文围绕海绵城市设计理念在道路桥梁设计中应用展开讨论,探讨了道路桥梁设计中海绵城市理念面临挑战,并提出了相应对策措施,以期海绵城市理念在道路桥梁设计中的应用提供理论支持。

关键词:海绵城市;设计理念;道路桥梁设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.19.049

一、海绵城市设计理念在城市基础设施建设中的作用

海绵城市理念致力于模仿自然生态系统功能,海绵城市理念提供了解决水资源管理、城市热岛效应、自然灾害风险等问题的创新思路。海绵城市设计理念注重透水铺装、雨水收集系统等绿色基础设施应用,减少雨水径流量,改善城市水质,提升城市生态环境质量。海绵城市理念倡导多功能结构设计,道路桥梁建设中,结合海绵城市理念把桥梁设计为既满足交通运输需求,又具备雨水收集、生态景观等功能,实现了资源最大化利用。海绵城市设计理念应用促进城市规划与设计综合发展,加强城市各部门之间合作与协调,形成城市建设整体思路战略。海绵城市设计理念引入自然生态系统功能,构建宜居、宜业、宜游城市环境,实现城市与自然和谐共生^[1]。

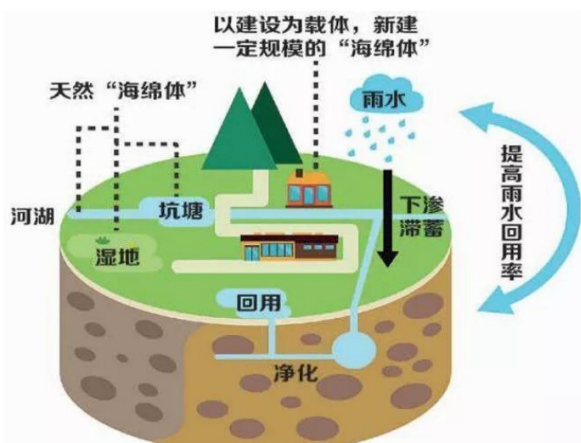


图1 海绵城市设计理念

二、道路桥梁设计中海绵城市理念的应用

(一) 工程概况

本研究以乐山市市中区某新建规划道路工程为例,项目位于乐山市中心城区建设内容主要道路排水、照明、电力通信及景观工程,道路全长0.444公里。道路整体呈东西走向,道路红线宽度18米。道路设计速度

30km/h进行设计,全线设置为双向2车道,采用一块板形式。为满足自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市建设要求,在具体设计期间,决定将海绵城市理念渗透其中。

本项目设计范围内总面积为6916m²,其中道路沥青硬化路面3440m²,人行道透水铺装面积为2380m²,绿化带植生滞留槽面积1096m²。根据道路设计情况,在道路两侧绿化带内设置植生滞留槽。机动车道路缘石侧向开口,雨水沿侧向路缘石开口进入卵石过滤层,净化后的雨水补充土壤饱和后,逐层下渗补充地下水。当水位升高至溢流雨水口时,超量的雨水经雨水口、雨水口连接管经雨水系统排出。

(二) 道路标准横断面设计

在道路横断面布置过程中,设计人员需要对各个方面的因素综合考量,诸如道路类别、设计年限的机动车与非机动车交通量、计算行车速度、交通特性、交通组织、绿化面积等。在具体设计期间,将海绵城市理念合理融入其中,将雨水口布置在绿化带的道路,本次设计在道路两侧绿化带内设置植生滞留槽。机动车道路缘石侧向开口,雨水沿侧向路缘石开口进入卵石过滤层,净化后的雨水补充土壤饱和后,逐层下渗补充地下水。海绵城市道路设计主要体现在生物滞留设施。在树池带内每隔30m~40m设置双算雨水溢流口,雨水溢流口通过横向接管接入雨水系统。

生物滞留设施的进水口与道路雨水口设置过程中,实现二者的有效结合,雨水口设置成双算溢流式,单算收水能力小于立算40%左右。联算雨水口的合理设计,可以让污染严重的机动车道初期径流进入生物滞留设施,由此达到对污染有效控制的目的。绿地内设置溢流口,与市政雨水管道连接,雨水口比绿地下凹的位置高出10cm~30cm左右,但是不高于路面,超过滞蓄能力的雨水通过雨水口进入市政雨水管。在具体施工期间,需要加强对绿地和雨水口标高的把控,确保蓄水层的深度能达到既定要求。生物滞留设施进水位置铺设砾石带,以达到对雨水缓冲、净化的效果,保证雨水不会对植被造成直接冲刷,同时结合工程现场的具体情况,采取灵活的方式对砾石冲散问题有效解决。生物滞留设施的下部结构层外包防渗膜,以便雨水不会渗透其中,降低路基破坏问题出现概率。

(三) 透水铺装、渗水透气结构

选择透水混凝土或透水砖等具有良好透水性材料,减少雨水在道路表面滞留时间,防止道路湿滑,并减少交通事故发生率。设计特殊排水系统把雨水引导至下水道或湿地,从而降低雨水径流量,减轻城市排水系统负担,提高城市抗洪排涝能力。采用透水混凝土或透水砖等材料,提高道路透水性,增强道路承载能力,材料+

多孔结构分散道路表面压力，减轻路面积水压力，延长道路使用寿命，降低养护成本。在本次研究的项目中，车行道和透水人行道交界位置设置防渗膜，保证透水人行道的雨水不会下渗导致车行道结构承载力下降。如果土基透水系数、地下水位高程等各方面条件与设计要求不一致，全透式路面需要在土基顶面增加排水系统，透水管管径需要结合排水计算而定，最好超过50mm。

(四) 排水管渗透设计

在具体设计过程中，对PVC管周围的填充进一步加强。现阶段，小粒径的多孔材料应用较为广泛，多孔层可以实现路面积水的有效协调。针对此类排水管，呈现出来的优势较多，诸如不需要占用太大面积、有良好的

透水性等。但是此类材料在实际应用期间，碎石的清理难度较大，若发生碎石堵塞现象，渗透效果将会降低。为解决此类情况，通过对海绵城市理念的科学运用，让道路雨水径流的截流与利用增强，同时对道路排水的压力缓解，保证市内不会有内涝问题发生。诸如在排水管设计中结合渗透系统，如在管道下方设置渗透性土壤层，使部分雨水能够渗入地下。或者在道路两旁设置雨水花园，通过植物和土壤过滤雨水，同时增加雨水的渗透和蓄留。还可以设计树池带为植生滞留槽，通过植生滞留槽中的溢流式雨水口和强速型软式透水管最终排至雨水主管道。强速型软式透水管管径为dn160mm，雨水口连接管管径为d300mm，具体如图2所示。

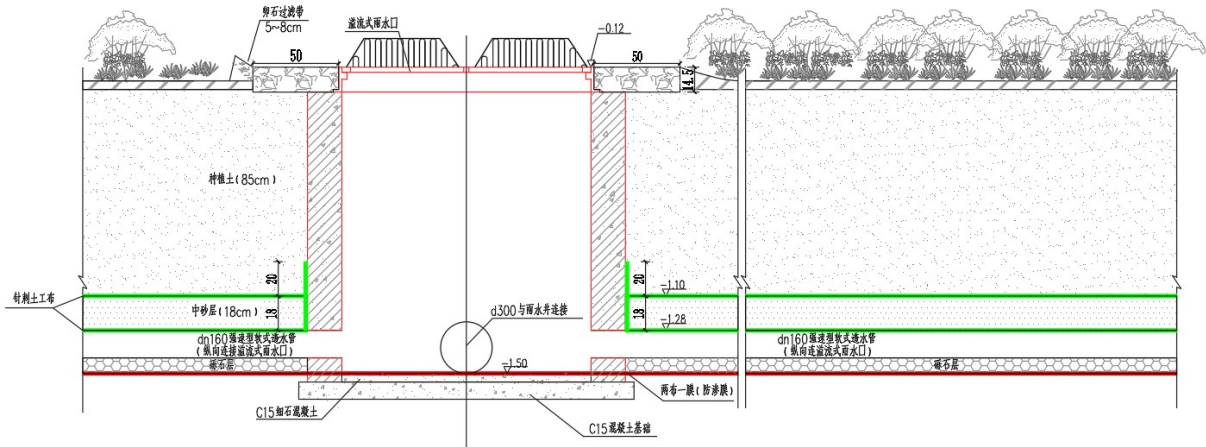


图2 植生滞留槽断面设计图

(五) 水质监测系统与生态效益评估模型

实时水质监测系统基于传感器、监测站等设备，实时收集pH值、溶解氧、悬浮物浓度等雨水径流中各项水质参数，并把数据传输至监测中心进行分析，及时监测，及时发现雨水径流中存在污染物，从而采取相应处理措施，保障城市水质安全。生态效益评估模型综合考虑生物多样性、土壤保持、碳汇等多个方面因素，对海绵城市设计生态效益进行全面评估，指标量化分析，客观评价海绵城市设计对城市生态环境改善程度。结合人工智能大数据技术对历史数据分析模式识别，预测未来出现水质问题，并及时发出预警信息，指导城市管理者采取相应应对措施。

三、道路桥梁设计中海绵城市理念应用面临的挑战

结合《乐山市海绵城市专项规划（2022-2035年）》来看，在总体层面进行全局的控制与指导，稳步助推乐山市海绵城市建设工作。但即便如此，在道路桥梁设计方面的，海绵城市理念的应用依然面临很多挑战。

(一) 建设成本高、维护费用昂贵

采用海绵城市理念设计方案往往需要较高建设投资，新型材料技术成本相对较高，相较于传统道路桥梁设计方案，需要资金投入，海绵城市理念注重环境友好可持续性，需要使用先进材料技术来实现。海绵城市设

施有生物滞留设施、下沉式绿地、集雨型绿化隔离带、立交桥调蓄池等，设施需要定期清洁、维修更新设备，以保证其正常运行效果。维护工作需要投入人力、物力、财政支持，增加了城市管理经济负担。尽管海绵城市理念带来诸多环境社会效益，但需要长期投入大量资金进行设施维护管理，使得部分地区在考虑实际投入时犹豫不决，尤其是那些资金紧张地区，会选择传统设计方案，而不是采用海绵城市理念设计方案。

(二) 各部门协同不畅、跨界合作缺乏

不同部门之间缺乏沟通协调机制，导致各部门在海绵城市设计中职责不清，难以形成统一规划执行方案，城市规划部门会在不知情情况下设计了新道路布局，而环保部门则会就水质管理等问题提出不同意见，缺乏协调机制，很难形成一体化设计方案。缺乏跨界合作意识导致在道路桥梁设计中，城市规划、交通、环保等相关部门往往各自为政，难以形成整体性设计方案，交通部门注重交通流量，而环保部门关注雨水排放水质管理，单一部门立场重点导致了设计方案片面性，无法充分考虑到海绵城市理念全面性。由于信息不对称，难以实现资源共享，影响了海绵城市理念在道路桥梁设计中综合应用效果，某个部门掌握着与设计方案相关关键信息，但由于信息封闭或者不愿意与其他部门共享，导致其他部门无法充分了解参与设计过程，影响了设计方案全面

性。

（三）工程师培训不足、知识普及不够

海绵城市理念涉及城市规划、水资源管理、生态环境保护等多个学科领域，而相关专业人才培养需要长期教育培训，各地区在该领域专业人才储备相对不足，导致在实际道路桥梁设计中，缺乏对海绵城市理念深入理解应用。海绵城市理念涉及许多新概念、新技术新方法，需要工程师具备较高专业水平。当前工程师培训体系中，对海绵城市理念相关课程培训项目相对较少，导致部分工程师对该理念理解应用水平有限，难以充分发挥其设计能力。海绵城市理念作为新兴城市发展理念，其背后涉及的概念原理并不为广大公众所熟知，运用多种渠道形式进行宣传普及，当前宣传工作中，对海绵城市理念宣传力度不足，信息传递渠道有限，导致公众对其认知度不高。

（四）责任不明确、维护难度大

海绵城市设计涉及，城市规划部门、交通管理部门、环境保护部门等多个部门，但在实际设计建设过程中，往往存在责任界定不清情况。不同部门之间存在责任推诿情况，难以确定具体责任主体，导致维护工作无人负责，影响了海绵城市设施长期运行效果维护。海绵城市设施中透水铺装、雨水收集系统等需要定期清洁、维修更新，但工作需要专业技术设备支持，并且涉及人力、物力财力等多方面资源投入。一旦责任不明确，维护工作会受到忽视或拖延，导致设施功能失效，甚至造成环境污染安全隐患，进而影响城市可持续发展。

四、提高道路桥梁设计中海绵城市理念应用对策

（一）降低建设成本、提供财政支持

引入透水混凝土、可再生资源材料等具有较低生产成本施工成本新型材料，降低海绵城市设计建设成本，研究先进雨水收集系统、智能化建筑设计等新工程技术，提高工程效率，降低施工成本，从而提高海绵城市设计经济可行性。设立专项资金用于支持海绵城市项目规划、设计建设，以及给予税收优惠政策鼓励企业单位投入海绵城市建设，制定相关政策法规，明确财政资金使用范围管理办法，保障财政支持资金用于海绵城市项目实施，提高资金使用效率，与社会资本合作，共同承担海绵城市项目建设成本，分担政府财政压力，建立合作机制、制定合作协议等方式实现，吸引社会资本参与，共同推动海绵城市项目落地实施，为合作企业提供土地、资源、税收优惠等一定政策支持优惠条件，以激励社会资本投入参与，共同推动海绵城市建设顺利进行。

（二）建立联合工作机制、跨部门协商决策

设立联合工作小组，由涵盖相关部门负责人的专家成员组成，小组任务是共同研究制定海绵城市设计方案，运用集思广益、多方参与方式，充分考虑各个部门需求意见，保障设计方案全面性。联合工作小组也提供交叉学科视角，促进跨部门合作与协同创新。定期召开会议、组织座谈、设立联络人员等方式，各相关部门之间及时交流信息、分享资源、协商解决问题，沟通机制

加强信息共享资源整合，提高协同效率决策效果。定期沟通加强各部门之间信任合作。制定跨部门合作协议，明确各个部门在海绵城市设计项目中责任权利，规范各方行为义务。制定明确协议，避免各部门之间利益冲突责任推诿，建立起相互信任合作基础，跨部门合作协议为海绵城市理念在道路桥梁设计中顺利实施提供有力支持保障，推动项目取得成果。

（三）举办培训课程、开展技术交流

组织海绵城市设计培训班研讨会，行业专家分享经验，向从业人员介绍最新理论成果，面对面交流学习方式，提升从业人员专业水平技术能力，理解应用海绵城市设计理念。海绵城市设计涉及多个领域专业，需要不同地区行业之间交流合作才能取得最佳效果。组织跨区域、跨行业技术交流活动，促进各地区行业之间资源整合合作共赢，推动海绵城市设计理念在道路桥梁领域跨界应用推广。建立海绵城市设计在线平台或知识共享平台，提供专业技术资料、案例分析、最新研究成果等丰富学习资源，参与在线平台或知识共享平台，从业人员随时获取最新行业动态，提高自己技术水平。

（四）建立健全管理体系、明确维护责任

建立管理机构设置、职责分工、工作流程、监督检查等健全管理体系以保障各项工作有序进行、责任明确、监督。海绵城市设计中，涉及各种绿色设施生态系统，需要定期进行维护保养，以保证其正常运行效果发挥，需要明确各个部门单位在海绵城市设计中维护责任，明确维护内容、频次、责任人等，保障维护工作有序开展、到位及时。建立健全维护监督机制，加强对维护工作监督检查，发现问题及时处理，保障海绵城市设计长期稳定运行。

结论：综上所述，海绵城市设计理念在道路桥梁设计中具有重要应用价值，改善城市水环境、增强城市抗洪能力、提升城市生态品质，目前在实践中仍面临设计指南落后、建设成本高、各部门协同不畅等诸多挑战，为了推动海绵城市理念在道路桥梁设计中应用，需要各方共同努力，加强标准制定、降低成本、加强跨部门合作，并建立健全管理体系明确维护责任。

参考文献

- [1] 杨晖. 基于海绵城市运维管理理念的市政道路设计方法探讨[J]. 智能建筑与智慧城市, 2024, (03): 183-185.
- [2] 黄跃清. 海绵城市市政道路设计研究[J]. 居业, 2023, (10): 98-100.
- [3] 熊晓亮. 海绵城市设计理念与市政道路设计分析[J]. 工程建设与设计, 2023, (18): 74-76.
- [4] 李守文, 赵祝祥, 刘玉龙. 基于海绵城市设计理念的模块式屋顶绿化施工技术[J]. 绿色建筑, 2023, 15(05): 98-101.
- [5] 黎婧. 海绵城市理念在市政路桥设计中的渗透[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022, (32): 46-48.