

基于海绵城市理念的市政道路排水设计方案

张亚超

武汉市政工程设计研究院有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i10.7343

[摘要] 城市化进程加快导致了大量的地面硬化,进而引发了严重的城市内涝问题。为应对这一挑战,海绵城市理念应运而生,旨在通过优化城市排水系统,提升雨水的自然循环和利用效率。本文探讨了海绵城市理念在市政道路排水设计中的应用,通过分析道路排水设计的关键技术点、常见问题及其解决措施,为优化城市排水系统提供参考。研究包括道路排水设计的理论基础、实际案例的排水方案优化及效果评价,展示了如何通过科学设计提升排水系统的功能和效益。文章提供了详细的数据支持和案例分析,旨在为类似工程提供实践经验和理论依据。

[关键词] 海绵城市; 道路排水设计; 排水方案优化; 效果评价

Drainage design scheme of municipal road based on the concept of sponge city

Zhang Ya chao

Wuhan Municipal Engineering Design and Research Institute Co., LTD

[Abstract] The accelerated urbanization process has led to a lot of ground hardening, and then led to a serious urban waterlogging problem. To cope with this challenge, the concept of sponge city came into being to improve the natural circulation and utilization efficiency of rainwater by optimizing the urban drainage system. This paper discusses the application of sponge city concept in the design of municipal road drainage, and provides reference for optimizing the urban drainage system by analyzing the key technical points, common problems and solutions of road drainage design. The study includes the theoretical basis of road drainage design, the optimization of practical case drainage scheme and the effect evaluation, and shows how to improve the function and benefit of the drainage system through scientific design. The article provides detailed data support and case analysis, aiming to provide practical experience and theoretical basis for similar projects.

[Key words] sponge city; road drainage design; drainage scheme optimization; effect evaluation

引言

本文以某城市综合商业区道路排水系统为例,详细探讨了基于海绵城市理念的市政道路排水设计措施,包括路基排水、人行道和车行道排水、绿化带及附属设施排水等方面。通过实际案例分析,本文旨在展示海绵城市理念的实际应用效果,并为类似项目提供借鉴和参考。

1 海绵城市道路系统规划目的

1.1 缓解城市内涝

海绵城市道路系统的首要目的是有效缓解城市内涝现象。内涝是城市排水系统无法及时排除降水,导致道路积水、交通堵塞和城市环境问题。通过海绵城市设计,强调道路系统的透水性和蓄水能力,能够在降雨时有效吸收和储存雨水。设计中常用的措施包括增加透水铺装、建设雨水花园和绿地等,这些设计可以帮助雨水渗透到地下,减少地表径流,减轻城市排水

系统的压力。此外,通过引入雨水收集和利用系统,将降水用于道路绿化和其他非饮用用途,有助于进一步减轻内涝问题。综合运用这些措施,海绵城市道路系统能够显著改善城市排水能力,提升城市的防洪抗涝能力。

1.2 控制径流污染

海绵城市道路系统的另一重要目的在于控制径流污染。城市化进程加速导致地面硬化,雨水在流经这些硬化表面时,会带走大量的污染物,如油污、重金属和悬浮物,这些污染物会对城市水体和环境造成严重影响。海绵城市设计强调减少雨水径流并提升其质量,通过设置透水性路面、雨水收集系统和生态滤水设施等手段,能够有效过滤和净化雨水径流。透水路面可以减少雨水流速,降低径流量,减少污染物的冲刷;生态滤水设施如植被带、湿地等则可以有效去除径流中的污染物,提升雨水的质量。通过这些控制措施,海绵城市道路系统不仅可

以保护城市水体环境，还可以提高城市的生态环境质量。

2 海绵城市道路排水设计理论

海绵城市道路排水设计理论基于自然水循环和生态工程的原理，旨在通过模仿自然的水文过程来管理雨水。设计理论包括以下几个关键方面：首先，考虑雨水的源头控制，通过减少雨水径流量来降低排水负担。其次，增强道路系统的蓄水能力和透水性，通过使用透水材料和设立雨水花园等措施来提升雨水的渗透和储存。最后，强调生态系统的整合，通过绿化和湿地等生态措施改善水质和城市环境。该理论的核心在于通过综合治理和生态修复，提升城市雨水管理的可持续性。

3 市政道路排水设计过程中存在的问题

3.1 缺乏对周边环境因素的考虑

在市政道路排水设计过程中，常常存在对周边环境因素考虑不足的问题。设计时未能充分考虑地形地貌、土壤性质、地下水位以及周围建筑物等因素，导致排水系统在实际运行中面临多种挑战。例如，在地势低洼地区或地下水位较高的区域，传统的排水设计可能无法有效排除积水，造成内涝问题。同时，忽视周边绿地和生态系统可能导致设计方案对环境的不良影响，如植被破坏或水体污染。

3.2 存在工程质量问题

市政道路排水工程中存在的质量问题主要表现在施工工艺不规范、材料质量不达标以及施工管理不到位等方面。施工工艺不规范可能导致管道安装不准确、接头不严密，进而引发渗漏和堵塞等问题。使用不合格的材料则可能使管道耐久性不足，易受腐蚀或破损。施工管理不到位，包括对施工过程的监控不严和施工人员技术水平不足，也会影响工程的最终质量。

3.3 运行故障频发

市政道路排水系统在运行过程中出现故障频发的问题，主要包括排水效果不佳、设备损坏和维护不足等。这些故障通常由设计不合理、施工质量问题以及后期管理不到位引起。例如，排水系统设计未能考虑到极端天气条件下的排水需求，导致在暴雨时无法有效排水；或者设备在长时间使用后未进行定期维护和检查，造成泵站和管道等设备出现故障。

4 基于海绵城市理念的市政道路排水设计措施

4.1 路基排水设计

路基排水设计是海绵城市理念中的关键环节，旨在有效管理雨水径流并减轻对周边环境的影响。首先，路基排水系统应通过设置排水沟和渗水管道来收集和排放降雨水，避免水分积聚导致路基受损。为了实现这一目标，设计时需对路基进行全面的地质勘察，了解土壤的透水性，并根据勘察结果选择合适的排水材料和结构。排水沟的设计应考虑水流的自然方向，并确保沟槽的坡度符合排水要求，以便有效引导雨水流向排水系统。此外，渗水管道应设置在路基底部，以便将水分及时排除。为防止积水和路基沉降问题，还需设置检查井，方便定期检查

和清理排水系统。综合考虑这些因素，可以提高路基的稳定性和耐久性，减少内涝对道路的影响。

4.2 人行道、车行道排水设计

人行道和车行道的排水设计在海绵城市建设中至关重要，它直接影响道路的使用功能和行人、车辆的安全。人行道的排水设计应优先考虑行人的舒适性和安全性，通过设置人行道边缘排水沟和渗水砖铺装来实现雨水的有效排除。渗水砖或透水铺装能够增加地面的渗透率，减少雨水径流，同时还能减少积水对行人的干扰。车行道的排水设计则需要关注车辆的行驶安全和道路的承载能力。应设置有效的排水沟或暗沟系统，收集路面雨水，并通过专用排水管道引导至排水系统。车行道表面可采用排水混凝土或透水沥青，以提高雨水的渗透性。对于大型车行道，应特别设计排水设施，确保在大雨条件下也能有效排水，避免出现积水和道路损坏。

4.3 绿化带排水设计

绿化带的排水设计不仅要考虑植物的生长需求，还要有效管理雨水径流，减少对城市排水系统的压力。设计时，应选择具有良好透水性的铺装材料，如透水砖、草坪砖等，确保雨水能够渗透到土壤中，从而补充地下水资源。此外，绿化带应设有足够的排水沟和渗水管道，以引导多余的雨水流向城市排水系统或雨水收集设施。绿化带中的植物应选择适应本地气候的耐旱植物，以降低对灌溉的依赖。设计时，还应考虑绿化带的坡度和土壤条件，确保水分能够均匀分布在绿化带内，避免出现水分过多或过少的问题。通过合理的排水设计，可以提高绿化带的生态功能，改善城市环境质量，同时减少雨水径流对城市排水系统的负担。

4.4 附属设施排水设计

市政道路中的附属设施包括交通标志、路灯、电缆沟等，这些设施的排水设计也是海绵城市理念中的重要部分。首先，应确保所有附属设施周围设有有效的排水系统，以防止水分积聚对设施的损坏。例如，路灯基座和电缆沟周围应设置排水沟或渗水设施，防止雨水积聚和地下水位上升。交通标志的安装位置应考虑到排水需求，避免将标志设置在易积水的区域。此外，对于电缆沟等地下设施，应设计排水管道和渗水井，确保雨水能够迅速排除，避免对电缆的腐蚀和损坏。定期检查和维护附属设施的排水系统，及时清理沉积物，确保其正常运作，从而提高道路附属设施的使用寿命和安全性。

4.5 道路横断面排水设计

道路横断面排水设计主要涉及到道路表面的排水性能和水流的引导。在设计时，应根据道路的使用功能和降雨强度，确定合理的横断面坡度和排水设施布置。通常，车行道的横断面应设置一定的横向坡度，以便雨水自然流向道路两侧的排水沟或雨水口。对于人行道，应设计适当的排水沟和渗水设施，确保行人区的雨水能够顺畅排除。设计过程中应避免设置集水

点和低洼区域，以减少水分积聚。同时，应考虑道路两侧的绿化带和排水系统，以实现雨水的有效管理。通过科学合理的横断面设计，可以提高道路的排水效率，减少积水现象，确保道路的安全性和使用舒适度。

4.6 与城市绿地连接设计

道路与城市绿地的连接设计是海绵城市理念中的重要组成部分，它有助于提升城市的生态环境质量。设计时，应考虑道路与绿地之间的水流交换和生态功能的衔接。首先，可以通过设置透水铺装、植草砖等措施，实现道路雨水的自然渗透和绿地的雨水补给。此外，在道路与绿地交界处设计绿化带和雨水花园，能够有效吸收和净化雨水，减轻雨水对城市排水系统的压力。同时，应设计合适的排水通道，确保多余雨水能够顺畅流入绿地的雨水收集系统中。在绿地与道路的连接处设置植被过滤带和湿地，可以进一步提升雨水管理能力，并提供生态景观效益。通过这些措施，可以实现道路与城市绿地的有效融合，改善城市环境，提高生态系统的稳定性和可持续性。

5 海绵城市道路排水设计案例

5.1 工程概况

本项目涉及某城市综合商业区道路排水系统的设计，总长度5公里，包括主要交通干道、次干道和人行道。该项目的主要目标是减少城市内涝，提高排水能力，并改善区域环境质量。区域内地质条件主要为粘土层覆盖沙质土层，土壤渗透系数为2.5 mm/hr。根据年均降雨量1,200 mm和最大单次降雨强度80 mm/hr的数据，项目团队制定了详细的设计方案。为了确保设计的有效性，考虑了不同降雨频率下的流量需求，表格中列出了各降雨频率下的设计流量数据，例如5年一遇的降雨强度为50 mm/hr，对应的设计流量为150 L/s。

表1 项目区域降雨强度设计数据

降雨频率	降雨强度 (mm/hr)		设计流量 (L/s)
5年一遇	50	150	
10年一遇	60	200	
50年一遇	80	300	

5.2 排水方案优化

在优化排水方案时，设计团队采取了多项措施，以提高排水系统的效能。首先，采用了透水砖和渗水砖，总面积达到2,000 m²，透水率为10 L/min/m²，有效提升了地面水的渗透能力。此外，设置了长达3公里的排水沟和50个雨水收集井，每个雨水井容量为500 L，以增强雨水的收集和排放能力。项目还规划了1,000 m²的雨水花园和湿地，设计蓄水量为1,500 m³，进一步增加了区域的雨水调节能力。表格中详细列出了各排水设施的设计参数，包括透水砖的透水率、排水沟的容量及雨水井的设计容量等。

5.3 雨水流量设计

雨水流量的设计依据降雨流量模型，并结合不同降雨频率

下的流量需求进行规划。在车行道和人行道的排水系统设计中，车行道排水管道的直径为0.8米，最大设计流量为200 L/s，人行道排水管道直径为0.5米，最大设计流量为100 L/s。为了有效控制雨水流量，设置了滞留池和调节池，其中滞留池的容量为500 m³，调节池的容量为1,000 m³。表格中列出了不同排水设施的设计流量，包括车行道和人行道排水管道的最大设计流量，确保在各种降雨条件下系统都能高效运作。

表2 排水设施设计参数

设施类型	规格	数量	设计容量
透水砖	500x500 mm	2,000 m ²	20 L/min/m ²
排水沟	0.5 m 宽	3 km	0.5 m ³ /s
雨水井	500 L/井	50 个	25 m ³
雨水花园	1,000 m ²	1 个	1,500 m ³

5.4 效果评价

项目实施后，排水系统的效果得到了显著提升。道路积水问题得到有效缓解，实施前平均积水深度为10 cm，实施后减少至2 cm，明显改善了交通状况。排水系统的性能也得到了优化，平均雨水排除时间从30分钟缩短至10分钟，管道漏水率从3%降至0.5%。此外，雨水花园和湿地的实际蓄水量达到1,400 m³，接近设计容量的93%，生态环境得到了改善，植物生长良好，水体净化效果显著。表格中列出了实施前后的效果数据，包括道路积水深度、排水系统排除时间及管道漏水率等，充分展示了设计方案的成功应用和效果。

6 结语

通过对海绵城市理念下的市政道路排水设计进行深入分析，本文展示了有效的排水设计措施和优化方案。案例研究表明，采用透水材料、设置雨水花园及优化排水管道设计，能够显著改善道路排水性能，减少城市内涝，提升城市环境质量。未来的排水系统设计应继续注重与自然环境的协调，结合海绵城市理念，推动城市排水系统的可持续发展。希望本文的研究能够为相关领域的工程实践提供有价值的参考，并促使更多城市在排水设计中采纳先进理念和技术。

[参考文献]

- [1]洪晴琳.基于海绵城市理念的市政道路排水设计[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(03):205-207.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202403068.
- [2]张敬阳,吴倩.海绵城市理念在市政道路排水设计中的应用分析[J].交通科技与管理,2023,4(17):129-131.
- [3]张银,姚佩.海绵城市理念下低影响开发系统在市政道路排水设计中的应用[J].新疆有色金属,2023,46(02):107-108.DOI:10.16206/j.cnki.65-1136/tg.2023.02.044.
- [4]胡亚萍,许晨阳.基于海绵城市理念的市政道路排水设计研究[J].工程建设与设计,2023,(07):103-105.DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2023.04.031.