

市政道路透水铺装技术在海绵城市的应用

苏 龙

宁夏建工集团有限公司 宁夏 银川 750001

摘要：透水铺装技术契合海绵城市理念，其核心在于构建连续孔隙结构实现雨水管理。市政道路应用中主要有透水沥青、混凝土、砖铺装技术，各有优劣。应用时需把控设计、施工、维护环节要点。该技术能产生生态、社会、经济效益，但也面临技术适应性、环境适应性、成本收益平衡等挑战，需从技术、政策、管理层面采取措施应对。

关键词：市政道路；透水铺装技术；海绵城市；雨水管理；生态铺装

引言：在海绵城市建设浪潮下，市政道路透水铺装技术凭借独特优势成为关键支撑。其核心原理与海绵城市理念高度契合，涵盖孔隙渗透、蓄水调节、净化过滤等方面。该技术类型多样，各有技术特征。在应用中，设计、施工、维护环节均有关键要点。不过，其在海绵城市应用中既有显著效益，也面临技术适应性、成本收益平衡等挑战，需多维度应对。

1 透水铺装技术的核心原理与海绵城市理念契合性

在海绵城市建设的大背景下，市政道路透水铺装技术凭借其独特优势，成为推动城市水生态修复与可持续发展的重要技术支撑，其核心原理与海绵城市理念高度契合。（1）透水铺装技术的核心在于构建具有连续孔隙结构的铺装层，以此实现雨水的高效管理。从技术原理层面深入剖析，主要涵盖三个方面。其一为孔隙渗透，透水铺装层的连通孔隙率一般处于15% - 30%的区间，这些孔隙如同无数细小的通道，为雨水快速下渗提供了便利，有效避免了路面雨水积存现象，保障了道路的正常通行与使用安全。其二为蓄水调节，部分先进的透水铺装系统精心设置了基层蓄土层。这一设计能够暂时储存大量雨水，随后通过土壤的自然渗透作用或者水分蒸发过程，逐步消耗储存的雨水，进而显著降低雨水排放的峰值流量，减轻城市排水系统的负担。其三为净化过滤，透水铺装所采用的材料以及其下方的土壤，犹如天然的过滤器，能够对雨水中的悬浮颗粒物以及部分污染物进行有效截留和过滤，从而改善雨水的水质，为城市水环境的健康奠定基础。（2）海绵城市建设的核心目标在于恢复城市原本的自然水文循环，最大程度减少人工干预对水资源造成的破坏。而透水铺装技术正是这一理念在市政道路工程领域的生动实践与具体落地。具体而言，透水铺装通过促进雨水下渗，有效补充地下水，精准契合了海绵城市“自然积存”的要求，对于缓解城市地下水超采引发的系列问题具有积极意义；其强大的削

减雨水径流功能，能够显著降低城市排水系统的压力，有效减少城市内涝的发生风险，充分满足了“自然渗透”的核心诉求；此外，透水铺装的过滤净化作用与海绵城市“自然净化”的目标高度一致，有助于全方位改善城市水环境质量。正是这种理念与技术的高度契合，使得透水铺装技术当之无愧地成为海绵城市建设中不可或缺的关键技术手段^[1]。

2 市政道路透水铺装技术的主要类型与技术特征

2.1 透水沥青铺装技术

透水沥青铺装技术是一种创新的道路铺装方式，它通过改良传统沥青混合料的构成来实现透水功能。具体而言，是将传统沥青混合料里的部分细骨料替换为大粒径骨料，同时减少填料的使用量，进而构建出具备连续孔隙结构的沥青铺装层。该技术具有显著的技术特征。从透水性能来看，其孔隙率较高，一般处于18% - 25%的范围，渗透系数能够达到300mL/min以上，这使得雨水可以迅速下渗，有效避免路面积水。在结构方面，铺装层结构相对简单，通常由透水沥青表层、基层以及垫层构成，施工工艺与传统沥青铺装较为相似，便于施工人员在现有技术基础上进行操作，有利于技术的推广应用。此外，它还具备良好的抗滑性能与降噪效果，能切实提升道路行车的安全性与舒适性。不过，该技术也存在一定局限，比如沥青材料耐水性欠佳，长期受雨水浸泡易老化、松散，且孔隙易被灰尘等杂物堵塞，需定期维护清理^[2]。

2.2 透水混凝土铺装技术

透水混凝土铺装技术是一种在市政道路建设中广泛应用且独具特色的铺装方式。它以水泥作为胶凝材料，选用单粒级或者间断级配的骨料，通过精准控制并减少水泥和水的用量，成功塑造出骨架-孔隙结构的混凝土铺装层。这一技术具备诸多显著的核心特征。从力学性能来讲，其结构强度较高，抗压强度能够达到15 - 30MPa，

完全能够承受市政道路日常行车所产生的荷载,保障道路的稳定与安全。在透水性能方面,孔隙率处于15% - 22%的区间,渗透性能稳定可靠。而且,混凝土材料的耐候性和耐久性相较于沥青更为出色,使用寿命更长。此外,它还能通过添加颜料实现丰富多样的色彩搭配,在发挥生态功能的同时,营造出美观的景观效果。不过,该技术也存在一些不足,比如脆性较大、抗折性能欠佳,容易受温度变化和行车荷载的影响而产生裂缝,并且施工过程中对骨料级配、搅拌工艺要求极为严格,否则会影响孔隙的连通性。

2.3 透水砖铺装技术

透水砖铺装技术作为市政道路透水铺装体系中的重要一员,有着独特的技术优势与应用特点。它选用透水性能出色的烧结砖、混凝土砖等块材作为铺装表层材料,在砖体铺设时,采用透水砂浆进行粘结或者特意留缝处理,从而构建起连续畅通的透水通道,保障雨水能够顺利下渗。从技术特征来看,透水砖的孔隙率表现优异,单块砖的连通孔隙率能达到20% - 30%,这使得整体铺装后的渗透系数不低于100mL/min,有效促进雨水渗透。其铺装形式极为灵活,能依据道路的实际功能以及景观设计需求,自由组合不同规格、颜色的透水砖,满足多样化的场景要求。同时,维护工作简便易行,一旦砖体出现损坏或者孔隙堵塞情况,只需单独更换受损砖块或进行局部清洗,无需对整个铺装层进行翻修。不过,该技术也存在一定局限,其抗压强度相对较低,主要适用于人行道、非机动车道、广场等低荷载区域,不适合机动车主干道,且砖缝容易滋生杂草,需定期清理。

3 透水铺装技术在市政道路应用中的关键要点

3.1 设计环节的核心把控

设计作为透水铺装技术在市政道路应用中发挥效能的基石,必须精准把控多个核心要点。(1)铺装结构设计是重中之重。要依据道路的荷载等级科学确定铺装层厚度,像机动车道透水铺装,其表层厚度通常不应小于8cm。基层宜选用透水水泥稳定碎石或者级配碎石,厚度要能满足承载要求。同时,设置垫层来改善土壤的渗透性,为雨水下渗创造良好条件。(2)孔隙率与渗透系数设计也不容忽视。需紧密结合当地的降雨量以及径流控制目标,合理确定铺装层的孔隙率,保证渗透系数可以满足雨水快速下渗的需求,防止出现径流溢出的情况。(3)地下水与土壤条件适配设计同样关键。若地下水位较高或者土壤渗透性较差,就应设置排水盲管、蓄水模块等辅助设施,避免铺装层积水而损坏结构。(4)边缘与衔接设计也不可或缺。在透水铺装区域和建筑物、硬

化路面的衔接处,要设置挡水条、排水槽等,防止雨水侧渗影响周边结构,同时确保径流能够顺畅地导入透水区域,保障透水铺装系统的整体效能^[1]。

3.2 施工环节的质量控制

施工质量是透水铺装性能与寿命的关键决定因素,必须对各关键工序严格把控。(1)材料质量控制是基础。骨料要选用洁净、级配良好的碎石,确保其能为透水铺装提供稳定的骨架结构;水泥、沥青等胶凝材料必须符合规范要求,以此保证材料的孔隙率与强度达到设计标准,为透水铺装的质量奠定坚实基础。(2)搅拌工艺控制至关重要。透水混凝土、透水沥青搅拌时,要精准控制水胶比与搅拌时间。若水胶比不当或搅拌时间不足,会导致骨料结团、胶凝材料包裹不均,严重影响孔隙的连通性,进而降低透水性能。(3)摊铺与压实控制也不容忽视。摊铺过程中要防止骨料离析,保证铺装层的均匀性。压实采用轻型压路机,将压实度控制在93% - 95%之间,过度压实会使孔隙被堵塞,破坏透水性。(4)养护工艺控制同样关键。透水混凝土铺装完成后需覆盖保湿养护不少于7天,透水沥青铺装要待温度降至常温后再开放交通,防止早期损伤影响其使用寿命。(5)排水与防渗设施施工控制也不可或缺。辅助排水设施安装要保证坡度合理、连接顺畅,防渗层施工要确保完整性,避免雨水渗漏污染地下水。

3.3 维护环节的效能保障

透水铺装在长期使用过程中,其孔隙极易被灰尘、泥沙、落叶等各类杂物堵塞,进而致使渗透性能显著下降。为保障其效能,必须建立一套科学完善的常态化维护机制。(1)定期清扫是基础工作。可运用高压水枪冲洗、吸污车抽吸等高效方式,全面清除铺装表面以及孔隙内的杂物。通常情况下,每月应清扫1 - 2次,而在雨季,由于降雨频繁、杂物增多,需适当增加清扫频次,以确保铺装的透水性能。(2)裂缝与损坏修补工作也刻不容缓。一旦发现铺装层出现裂缝、松散或者砖体破损等问题,要立即采用专用材料进行修补或更换。若不及时处理,雨水会从这些破损处渗透,进而破坏基层结构,影响整个透水铺装系统的稳定性。(3)当渗透性能下降明显时,需进行孔隙疏通。可借助机械疏通设备,清理孔隙内的深层堵塞物,恢复其透水功能。(4)周边环境维护也不容忽视。要及时清理铺装区域周边的杂草、垃圾,防止杂物进入孔隙。同时,要严格控制周边施工产生的粉尘污染,从源头上减少堵塞风险,保障透水铺装的长期稳定运行。

4 透水铺装技术在海绵城市应用中的效益与挑战

4.1 应用效益分析

透水铺装技术在海绵城市建设中的应用，能够产生显著的生态、社会与经济效益：在生态效益方面，通过雨水下渗补充地下水，年均可补充地下水总量约为降雨量的30%-50%，有效缓解城市地下水超采；削减雨水径流峰值流量，降低内涝风险，一般可减少径流系数0.3-0.5，大幅减轻城市排水系统压力；同时，透水铺装的透气性可调节地表温度与湿度，降低城市热岛效应，研究表明，夏季透水铺装路面温度较传统硬化路面低5-8℃。在社会效益方面，透水铺装表面无积水，抗滑性能良好，可提升道路行车与行人安全性；其降噪效果显著，可降低交通噪声3-5dB，改善城市声环境；此外，彩色透水砖等铺装形式可丰富城市景观，提升人居环境品质。在经济效益方面，透水铺装可减少雨水管网建设与改造投资，降低内涝灾害造成的财产损失；同时，地下水补充可减少城市绿化灌溉、道路清扫等市政用水需求，节约水资源成本。

4.2 主要应用挑战

尽管透水铺装技术优势显著，但在海绵城市应用中仍面临诸多挑战：一是技术适应性局限，透水铺装的承载能力有限，目前仅适用于中低等级道路、人行道、广场等区域，在重载机动车道、高速公路等场景的应用仍受限制；二是环境适应性问题，在降雨量大且集中的地区，若设计不当易出现径流溢出，而在干旱少雨地区，其生态效益难以充分发挥；三是成本与收益平衡问题，透水铺装的材料成本较传统硬化铺装高20%-50%，施工工艺更复杂，初期投资较大，且维护成本高于传统铺装，部分城市因资金压力难以大规模推广；四是技术标准与规范不完善，不同地区的地质、气候条件差异较大，目前缺乏针对性的设计、施工与维护规范，导致部分工程存在设计不合理、施工质量参差不齐等问题，影响应用效果；五是公众认知与接受度不足，部分公众对透水铺装的性能、维护要求了解不够，担心其强度不足、易损坏，对技术推广产生一定阻力^[4]。

4.3 挑战应对思路

针对上述挑战，需从技术优化、政策支持、管理提升等方面采取应对措施：在技术层面，加强高性能透水材料研发，提升铺装强度、耐久性与抗堵塞能力，拓展在重载道路中的应用场景；结合不同地区气候与地质条件，优化设计方案，开发适配性更强的铺装系统。在政策层面，完善透水铺装技术标准与规范，制定针对性的设计指南、施工验收标准与维护规程；出台财政补贴、税收优惠等激励政策，降低建设与维护成本，鼓励社会资本参与。在管理层面，加强施工单位技术培训，提升施工人员专业水平，确保施工质量；建立数字化监测体系，通过传感器实时监测铺装渗透性能、径流削减效果等指标，为维护提供数据支撑；加强宣传推广，提升公众对透水铺装技术的认知度与接受度，营造良好的应用氛围。

结束语

透水铺装技术作为海绵城市建设的关键支撑，在生态、社会与经济效益方面成效斐然，通过高效管理雨水，助力城市实现自然积存、渗透与净化。然而，其在应用中面临技术适应性局限、环境适应难题、成本收益失衡、标准规范不完善及公众认知不足等挑战。为推动其广泛应用，需多管齐下，在技术上持续创新优化，提升性能与适配性；政策上完善标准规范，给予激励扶持；管理上强化培训、建立监测体系并加强宣传。如此，方能充分发挥透水铺装技术优势，为海绵城市建设注入强劲动力，推动城市走向更可持续、生态宜居的未来。

参考文献

- [1]梁义婕,任霞,李莉.海绵城市建设——透水铺装材料研究应用现状[J].四川建筑,2022(002):042-042.
- [2]黄文锋.论述市政道路透水混凝土路面工程施工技术的应用与管理[J].运输经理世界,2020,(11):128-129.
- [3]刘明喜.市政道路透水沥青配合比设计及施工技术探析[J].江西建材,2024,(10):359-361.
- [4]林海,周炽杰.市政道路透水沥青混凝土施工技术研究[J].江西建材,2023,(01):281-282+287.