

海绵城市理念下透水铺装施工工艺及性能研究

马迪

宜昌市宜星市政建设有限公司 湖北 宜昌 443000

摘要:为响应海绵城市“渗、滞、蓄、净、用、排”六字方针,解决传统铺装透水差、内涝防控不足等问题,本文聚焦透水铺装施工工艺优化与性能评价展开研究。梳理透水铺装类型及与海绵城市的协同机制,优化不同类型铺装施工工艺,明确质量管控要点,构建综合性能评价体系,通过试验验证工艺可行性与性能达标情况。研究表明,优化后的施工工艺可提升铺装透水性、承载力等核心性能,为海绵城市建设中透水铺装的推广应用提供理论与实践支撑。

关键词:海绵城市理念;透水铺装;施工工艺;性能

引言:当前城市内涝频发、水资源短缺与热岛效应凸显,传统雨水管理模式已难以适配生态城市建设需求,海绵城市理念应运而生。透水铺装作为海绵城市核心低影响开发设施,可有效调控雨水径流、补充地下水、改善城市生态,但现存施工工艺不完善、性能管控不规范等问题限制其效能发挥。基于此,本文围绕透水铺装施工工艺优化与性能检测评价展开研究,助力破解城市水生态难题,推动海绵城市建设高质量发展。

1 海绵城市理念与透水铺装核心理论

1.1 海绵城市核心内涵与技术要求

(1)海绵城市核心内涵:遵循“渗、滞、蓄、净、用、排”六字方针,打破传统城市“重排轻用”的雨水管理模式,通过模拟自然水文循环,将雨水就地消纳、循环利用,实现雨水资源的高效利用与城市生态环境改善,兼顾水资源节约、内涝防治与生态保护,构建“人与自然和谐共生”的城市水生态系统。(2)海绵城市对透水铺装的技术要求:明确透水性、承载力、耐久性、抗堵性等核心性能指标,透水性需满足不同区域降雨强度下的雨水快速下渗需求,承载力需适配人行、车行等不同场景荷载,耐久性需抵御气候侵蚀与长期使用损耗,抗堵性需有效防止孔隙堵塞,确保长期透水效果,贴合不同应用场景的实际需求。

1.2 透水铺装的类型与核心特性

(1)透水铺装主要类型:包括透水混凝土铺装、透水砖铺装、透水沥青铺装及复合式透水铺装。透水混凝土铺装适用于广场、人行道等区域;透水砖铺装灵活性强,适配小区、步行街等场景;透水沥青铺装适合车行道路;复合式透水铺装结合多种材料优势,适用于对性能要求较高的综合区域,不同类型可根据场景需求灵活选择。(2)透水铺装核心特性:核心包括雨水渗透性、

结构承载性、生态环保性。雨水渗透性通过孔隙结构实现雨水快速下渗;结构承载性依靠合理的材料配比与结构设计,保障使用安全;生态环保性可减少地表径流、净化雨水,同时降低热岛效应,各特性均有明确的行业评价标准与作用机制^[1]。

1.3 透水铺装与海绵城市的协同作用机制

(1)雨水下渗与径流调控作用:透水铺装可直接承接雨水并快速下渗,减少城市地表径流总量,减缓径流速度,有效补充地下水,缓解城市内涝压力,是海绵城市雨水管理的核心设施之一。(2)生态与环境改善作用:透水铺装可降低路面温度,缓解城市热岛效应;其孔隙结构能过滤雨水杂质,净化雨水水质;同时可提升城市绿化适配性,改善城市人居环境质量,实现生态效益与社会效益的统一。

1.4 透水铺装相关规范与标准梳理

(1)国内规范标准:梳理《透水路面砖和透水路面板》等相关标准,明确各标准对透水铺装材料性能、施工要求、质量验收的核心规定,为铺装设计与施工提供依据。(2)规范应用要点:结合海绵城市建设要求,明确规范在施工工艺、材料选择、性能检测中的应用细节,确保透水铺装施工符合标准,保障其透水、承载等核心性能,适配海绵城市建设的整体目标。

2 海绵城市理念下透水铺装施工工艺优化研究

2.1 透水铺装施工前期准备工作

(1)施工场地准备:施工前需彻底清理场地内的杂物、杂草及浮土,平整场地表面,避免杂物影响施工质量与透水效果。采用专业测量仪器进行放线,精准标注铺装边界、标高及坡度,确保铺装整体平整度符合设计要求。基底处理是关键环节,需对基底进行夯实处理,控制压实度不低于95%,同时检查基底承载力,若承载

力不足需铺设级配砂石垫层进行加固,确保基底能够支撑后续铺装结构,为透水铺装施工奠定坚实基础。(2)材料准备与质量控制:严格按照海绵城市建设要求选型透水材料,骨料选用洁净、级配合理的碎石,确保孔隙率达标;水泥选用强度等级符合设计要求的普通硅酸盐水泥;外加剂选用专用透水混凝土外加剂,提升材料透水性与耐久性。所有材料进场前必须进行抽样检测,重点检测骨料级配、水泥强度、外加剂性能等指标,只有检测合格的材料方可投入使用,杜绝不合格材料影响铺装整体性能^[2]。(3)设备与人员准备:提前调试搅拌设备、摊铺设备、振捣设备等,确保设备运行正常,精度满足施工要求,避免因设备故障导致施工中断或质量问题。对专业施工人员进行系统培训,详细讲解施工流程、技术要点、质量标准及安全注意事项,明确各岗位人员职责,确保施工人员熟练掌握施工工艺,能够规范操作,保障施工质量与效率。

2.2 不同类型透水铺装施工工艺优化

(1)透水混凝土铺装施工工艺:优化核心工序,搅拌阶段采用强制式搅拌设备,控制水灰比与搅拌时间,确保骨料、水泥、外加剂充分混合,避免出现离析现象,同时严格控制孔隙率在15%-25%之间。摊铺阶段采用摊铺机匀速摊铺,摊铺厚度按设计要求控制,避免出现厚薄不均。振捣阶段选用平板振捣器轻振,避免过度振捣导致孔隙堵塞,振捣后及时用刮杠整平。养护阶段优化养护方式,采用覆盖保湿膜养护,养护时间不少于14天,期间避免车辆碾压与人员踩踏,确保混凝土强度与透水性达标^[3]。(2)透水砖铺装施工工艺:重点优化基层铺设、砖体铺贴、缝隙填充三道工序。基层铺设时,优化级配砂石垫层的配比与压实度,确保基层透水性及承载力符合要求。砖体铺贴前,提前对透水砖进行洒水湿润,铺贴时采用坐浆法,控制灰缝厚度在3-5mm,确保砖体平整、牢固,相邻砖体高差不超过2mm。缝隙填充选用专用透水填缝料,填充均匀、饱满,避免使用普通水泥砂浆,防止堵塞孔隙,提升铺装整体性与透水性。(3)复合式透水铺装施工工艺:核心优化分层结构铺设顺序,按照“基层-过渡层-面层”的顺序铺设,确保各层衔接紧密。基层选用透水质配砂石,过渡层选用透水砂浆,面层选用透水混凝土或透水砖,各层厚度按设计要求控制。铺设过程中,加强各层之间的衔接处理,避免出现分层、脱空现象,确保各层协同发挥透水作用,提升铺装整体透水性能与结构稳定性。

2.3 施工过程质量管控要点

(1)工序质量管控:明确各施工工序的质量标准,

建立“三检制”(自检、互检、专检),加强现场巡检力度,对搅拌、摊铺、振捣、养护等关键工序进行全程监控,及时发现并纠正施工中的违规操作。重点加强隐蔽工程验收,对基底处理、基层铺设等隐蔽工序,验收合格后方可进入下一工序施工,确保各工序质量符合设计与规范要求。(2)常见施工问题处置:针对施工中易出现的铺装裂缝、空鼓、透水性能不达标等问题,提前制定预防措施。裂缝预防可通过优化材料配比、控制施工温差实现,若出现裂缝,根据裂缝宽度采用专用修补材料进行修补;空鼓问题可通过加强基层压实、规范铺贴工艺解决,发现空鼓及时返工处理;透水性能不达标需检查材料孔隙率、施工中是否存在孔隙堵塞等问题,及时清理堵塞物或重新铺设,确保透水效果符合要求^[4]。(3)特殊环境施工调整:优化雨季、冬季施工工艺,雨季施工时,提前做好防雨措施,避免雨水冲刷未成型的铺装结构,雨后及时检查铺装平整度与透水性能,必要时进行修补;冬季施工时,采取保温防冻措施,选用抗冻型材料,调整搅拌水温和养护方式,避免低温导致材料冻裂,确保施工质量不受环境因素影响。

2.4 施工工艺优化效果验证

(1)现场试验验证:选取典型试点工程,分别采用优化前与优化后的施工工艺进行施工,对比两者的施工质量与施工效率。施工质量方面,重点检测铺装的孔隙率、承载力、透水性、平整度等指标;施工效率方面,统计施工工期、人工用量、材料损耗等数据,通过对比分析,验证优化后施工工艺在提升施工质量、提高施工效率方面的效果。(2)工艺可行性分析:结合试点工程实际情况,分析优化后施工工艺的经济性与适用性。经济性方面,对比优化前后的施工成本,包括材料成本、人工成本、设备成本等,评估工艺优化的成本效益;适用性方面,结合不同应用场景,分析优化后工艺在不同场地、不同环境下的适配性,验证其是否能够满足海绵城市建设的实际需求,为后续透水铺装施工工艺的推广应用提供依据。

3 海绵城市理念下透水铺装性能检测与评价

3.1 透水铺装性能检测指标与方法

(1)透水性检测:作为海绵城市透水铺装的核心检测指标,重点检测渗透系数,常用方法为变水头法与恒定水头法。恒定水头法适用于透水性能较好的铺装试样,通过保持固定水位差,测量单位时间内透过试样的水量,计算渗透系数;变水头法适用于透水性能相对较差的铺装,通过监测水位变化速率,推导渗透系数,以此全面评估铺装的雨水下渗能力,确保其满足海绵城市

雨水调控需求。(2)力学性能检测:核心检测抗压强度、抗折强度与耐磨性,保障铺装能够承受不同场景的通行荷载。采用压力试验机检测抗压、抗折强度,选取标准试样进行加载试验,记录破坏时的荷载值,对比规范标准判断是否达标;耐磨性检测采用磨损试验仪,通过模拟长期通行磨损,测量试样磨损量,确保铺装在长期使用中不易破损、变形,适配人行、车行等不同应用场景。(3)耐久性与抗堵性检测:聚焦铺装长期使用性能,开展冻融循环试验与抗堵塞试验。冻融循环试验模拟不同气候条件下的温度变化,将试样反复置于冻融环境中,检测其强度损失与外观完整性,评价抗冻耐久性;抗堵塞试验采用模拟雨水携带泥沙的方式,对试样进行长期冲刷,检测渗透系数变化,评估铺装抗孔隙堵塞的能力,保障其长期透水效果稳定。

3.2 透水铺装性能试验设计与实施

(1)试验方案设计:选取透水混凝土、透水砖、复合式透水铺装三种典型试样,确保试样规格、材料配比与实际工程一致。明确试验核心参数,包括试样尺寸、试验环境温度、加载速率等,确定各性能指标的检测频次,结合海绵城市建设要求与行业规范,制定清晰的评价标准,为试验实施与结果分析提供依据,确保试验针对性与科学性。(2)试验过程实施:严格按照相关规范要求,同步开展室内试验与现场检测。室内试验聚焦试样基础性能,精准控制试验条件,规范操作检测仪器,实时记录试验数据;现场检测选取实际工程试点,模拟实际使用场景,检测铺装现场渗透系数、力学性能等指标,将室内与现场数据结合整理,进行对比分析,全面反映铺装实际性能。(3)试验数据可靠性验证:为确保试验数据准确有效,采用平行试验与重复检测相结合的方式。每个性能指标设置3-5组平行试样,同步开展检测,计算数据偏差,若偏差超出允许范围,重新进行试验;对关键指标进行重复检测,对比多次检测结果,剔除异常数据,确保试验数据的可靠性,为后续性能评价提供精准的数据支撑^[5]。

3.3 透水铺装综合性能评价体系构建

(1)评价指标权重确定:采用层次分析法,结合

海绵城市建设要求,构建递阶层次结构,将透水性、力学性能、耐久性、抗堵性作为一级评价指标,各指标下细分具体二级指标,通过专家打分、权重计算,明确各指标的重要程度,其中透水性与耐久性权重占比相对较高,贴合海绵城市核心需求。(2)评价等级划分:结合海绵城市建设标准与实际工程需求,将透水铺装综合性能划分为优秀、良好、合格、不合格四个等级,明确各等级对应的指标阈值,例如渗透系数、抗压强度等核心指标达到对应标准上限为优秀,低于最低标准则为不合格,确保评价等级划分清晰、可操作。(3)评价模型应用:选取实际海绵城市试点工程中的透水铺装样本,运用构建的评价体系进行综合评价,对比实际使用效果与评价结果,验证评价体系的科学性与实用性,同时根据评价结果,找出铺装性能短板,为后续铺装性能优化提供针对性依据。

结束语

本文系统完成了海绵城市理念下透水铺装施工工艺与性能的相关研究,明确了施工前期准备、工序优化及质量管控要点,建立了科学的性能评价体系,通过试验验证了工艺优化效果与评价体系的实用性。研究仍存在一定局限,后续可结合不同气候区域特点深化工艺优化,进一步提升铺装长期耐久性与抗堵性,为海绵城市全域推进提供更具针对性的技术参考,助力构建生态宜居的城市水生态系统。

参考文献

- [1]孟彦丽.基于海绵城市的透水铺装技术在市政道路工程中研究与应用[J].林业科技情报.2025,57(1):189-192.
- [2]瞿长春.基于海绵城市理念的透水混凝土路面施工及质量控制[J].低碳世界.2023,3(5):78-81.
- [3]滕玉龙.海绵城市理念在城市道路工程中的应用分析[J].居舍.2022,8(14):171-174.
- [4]林艳辉.浅谈人行道陶瓷透水砖路面施工技术要点[J].福建建材.2022,10(4):126-128.
- [5]陈诗辉.基于海绵城市理念的陶瓷透水砖路面施工技术研究[J].陶瓷科学与艺术.2025,12(6):94-96.