

市政道路建设中环保技术的应用与效果分析

陈 刚

江西广宁建筑工程有限公司 江西抚州 344000

【摘要】市政道路建设过程中的环保技术应用对城市可持续发展具有重要意义。通过对再生材料利用、低碳施工工艺、绿色排水系统等环保技术在道路建设中的应用进行系统研究，采用对比实验和数据分析方法，评估了不同环保技术的实际效果。研究表明，再生沥青混凝土可减少原材料使用30%以上，温拌技术较传统工艺可降低能耗25%，透水铺装较普通路面可提高雨水利用率40%。同时，环保技术的应用能有效降低施工噪声、扬尘污染，改善城市生态环境。基于实验数据提出了环保技术在市政道路建设中的优化应用建议。

【关键词】市政道路建设；环保技术；再生材料；低碳施工；生态环境

引言：

随着城市化进程加快，市政道路建设规模不断扩大，由此带来的资源消耗和环境污染问题日益突出。传统道路建设方式存在材料浪费、能源消耗大、环境污染严重等问题。因此，在道路建设中采用环保技术已成为行业发展趋势。近年来，再生材料利用、低碳施工、生态环保等新技术在道路建设领域取得显著进展，但在实际应用中仍面临技术性能、经济性、适用性等方面的挑战。深入研究环保技术在市政道路建设中的应用效果，对推动行业绿色发展具有重要意义。

1 市政道路建设中的环保技术概述

市政道路建设环保技术经历了从单一污染治理到综合环境保护的发展历程。二十世纪九十年代，环保技术主要侧重于扬尘防治和噪声控制。进入二十一世纪后，再生材料利用、节能减排、生态修复等技术逐步应用于道路建设领域。近年来，随着绿色施工理念深入，智能环保监测、全生命周期环境管理等新技术得到推广，形成了涵盖设计、施工、养护全过程的环保技术体系。市政道路建设环保技术主要包括材料再生利用、低碳施工工艺、生态环境保护三个方面^[1]。材料再生利用技术涵盖废旧路面材料再生与建筑垃圾资源化利用；低碳施工工艺包括温拌沥青、就地冷再生等技术；生态环境保护技术包含透水铺装、植被恢复、噪声防护等内容。

2 环保技术应用效果评价方法

2.1 研究对象选取

研究选取了华东地区2020-2023年间建设的五条城市主

干道工程作为研究对象，包括新建道路工程3条，改扩建工程2条，总里程达52.6公里。选取的道路工程均采用了再生材料利用、低碳施工、生态环保等技术，涵盖了废旧路面材料再生利用、温拌沥青技术、透水铺装系统等环保技术应用。所选道路工程跨越不同地理区域和气候条件，具有较强代表性。通过对这些工程的环保技术应用效果进行系统评估，可为同类工程提供参考依据。

2.2 评价指标体系

评价指标体系采用三级结构，一级指标包括资源节约、环境保护、工程质量三项；二级指标涵盖材料再生率、能源消耗量、污染物排放量、路面性能指标、工程耐久性等；三级指标细化为原材料节约率、能源利用效率、噪声控制效果、空气质量改善度、路面强度、渗透性能等具体参数。资源节约指标重点评估废旧路面材料循环利用率、建筑垃圾资源化率、原生材料节约率等；环境保护指标着重考察施工过程中的噪声控制、扬尘防治、水土保持等环境保护措施的实施效果；工程质量指标主要评估路面结构强度、平整度、抗滑性能、透水性能等技术指标。各级指标权重通过专家打分法确定，采用层次分析法验证权重分配合理性。

2.3 数据采集与处理方法

数据采集贯穿工程建设全过程，涵盖施工过程监测数据、质量检测数据、环境监测数据等多个层面。施工过程监测数据包括材料用量、能源消耗、设备运行等参数，采用智能监测设备实时采集；质量检测数据涉及路面强度、平整度、渗水性等指标，依据行业标准方法进行检测；环

境监测数据覆盖噪声、扬尘、水质等要素，按照环境监测规范开展定期监测。数据采集手段包括智能传感监测、无损检测、环境监测、问卷调查等^[2]。数据处理采用多元统计分析方法，运用SPSS统计软件进行数据分析，剔除异常值，采用均值法处理重复数据。应用相关性分析和回归分析揭示各影响因素间的内在关系，建立环保技术应用效果评价模型。数据分析结果通过交叉验证确保可靠性，为技术应用效果评价提供科学依据。

3 再生材料利用技术应用效果分析

3.1 废旧路面材料再生应用

废旧路面材料再生技术在市政道路建设中得到广泛应用，主要包括沥青路面再生和水泥混凝土路面再生两种类型。沥青路面再生技术采用热再生和冷再生工艺，通过添加再生剂改善废旧沥青混合料性能。研究数据表明，热再生沥青混合料中废旧料掺量可达60%，冷再生混合料废旧料掺量可达85%。在抗压强度、马歇尔稳定度等指标方面，再生混合料性能满足规范要求。华东地区五条示范工程中采用废旧路面材料再生技术的路段总长达28.4公里，年节约原生集料15.6万吨，产生显著的资源节约效益。水泥混凝土路面再生主要采用破碎分级工艺，将废旧混凝土制备成再生骨料，应用于基层、底基层等结构层。

3.2 建筑垃圾资源化利用

建筑垃圾资源化利用技术通过分选、破碎、筛分等工艺处理，将建筑垃圾转化为道路建设用再生材料。对废弃混凝土、废砖瓦等建筑垃圾进行机械破碎和级配优化，制备再生集料用于道路基层和底基层施工。研究区域内建筑垃圾资源化处理设施年处理能力达50万吨，再生集料产品质量稳定。试验路段使用再生集料替代天然集料比例达40%，压实度、弯沉值等技术指标符合设计要求^[3]。通过建立建筑垃圾收集、运输、处理、利用的完整产业链，实现了建筑垃圾资源化利用的规模化和产业化，为市政道路建设提供了稳定的再生材料来源。

3.3 再生材料性能评价

再生材料性能评价采用室内试验与现场检测相结合的方法。室内试验结果显示，再生沥青混合料的高温稳定性、低温抗裂性和水稳定性均满足规范要求。再生集料的压碎值、磨耗率等物理力学性能指标达到技术标准。现场检测数据表明，采用再生材料施工的道路结构层具有良好的整体性和耐久性。再生沥青混合料路面的车辙深度、抗滑系

数等使用性能指标与天然材料路面相当。再生集料基层的弯沉值、压实度等结构性能指标稳定。通过对再生材料路段进行为期两年的跟踪监测，验证了再生材料在市政道路建设中的适用性。

3.4 资源节约效益分析

再生材料利用技术在资源节约方面产生显著效益。经统计分析，示范工程再生材料使用量占总材料用量的45.3%，年节约天然集料21.8万吨，节约原生矿产资源开采面积约156亩。再生材料的应用减少了建筑垃圾填埋量，节约土地资源。在经济效益方面，再生材料的使用降低了工程材料成本15%~20%。考虑运输距离缩短带来的油耗减少，综合经济效益更为显著。从环境效益角度，减少了天然矿产资源开采对生态环境的破坏，降低了建筑垃圾处理对环境的负面影响，体现了再生材料利用技术的综合效益。

4 低碳施工工艺应用效果研究

4.1 温拌沥青技术应用效果

温拌沥青技术通过添加有机助剂和发泡剂降低沥青混合料拌合温度。研究区域内的示范工程采用了两种温拌技术路段进行对比分析。添加有机助剂的温拌沥青混合料拌合温度较常规热拌降低35℃，施工温度降低30℃，摊铺碾压工艺与热拌沥青基本相同。发泡沥青温拌技术将拌合温度降低40℃，但对设备改造要求较高。温拌沥青混合料路面的核心指标检测结果显示：马歇尔稳定度达到8.5kN，动稳定度超过3000次/mm，水稳定性残留强度比达到85%，各项技术指标均满足规范要求。跟踪检测发现温拌沥青路面经过两年交通荷载作用后，路面平整度、抗滑性能保持良好，未出现明显病害，验证了温拌技术的工程适用性。

4.2 冷再生技术应用效果

冷再生技术采用常温施工工艺，对废旧路面材料进行现场再生利用。示范工程中采用水泥乳化沥青复配冷再生工艺，就地回收利用率达到92%。冷再生混合料配合比经过室内试验优化，确定水泥用量2.5%，乳化沥青用量3.2%。现场施工采用专用再生设备，破碎、拌和、摊铺一次完成。再生层强度随龄期增长，7天无侧限抗压强度达到2.1MPa，28天达到3.2MPa。弯沉检测结果显示再生基层结构整体性良好，压实度检测结果均超过97%。冷再生层与上下结构层结合紧密，层间剪切强度满足要求。通过对冷再生路段进行定期检测，证实该技术在基层改造工程中具有良好的应用效果。

4.3 能耗及碳排放分析

通过建立能耗与碳排放计算模型,对低碳施工工艺进行系统分析。数据显示温拌沥青技术较传统热拌工艺节省燃料消耗28.5%,减少碳排放量0.86kg/m²。设备耗电量降低23.2%,综合能耗降低25.6%。冷再生技术通过减少材料运输和热拌合工序,节省燃油消耗1.25L/m²,减少碳排放量1.32kg/m²。现场再生工艺较传统翻修工艺节省运输车辆85%,显著降低施工过程碳足迹。两项低碳技术的应用使示范工程减少碳排放总量达1850吨,相当于1500亩森林一年的碳汇量,体现了显著的节能减排效果。

4.4 经济效益评估

低碳施工工艺的经济效益评估采用全寿命周期成本分析方法。温拌沥青技术投资成本较传统工艺增加4.2%,主要源于添加剂费用,但燃料费用降低32.5%,设备使用成本降低18.6%,综合经济效益显著。冷再生技术较传统翻修工艺节省工程投资25.3%,运输成本降低65.8%,设备使用成本降低42.3%。考虑材料节约、能源消耗、设备损耗等因素,两项低碳技术在示范工程中产生直接经济效益达680万元。从全寿命周期分析,低碳工艺路面的养护维修费用较传统工艺降低15.7%,经济可行性得到验证。

5 生态环保技术应用效果与优化建议

5.1 透水铺装系统应用效果

透水铺装系统在示范工程中应用了透水沥青混凝土和透水水泥混凝土两种铺装形式。透水沥青混凝土采用开级配设计,空隙率达23%,渗透系数达850ml/min,雨水径流系数降至0.35。透水水泥混凝土路面采用特殊骨料级配,透水性能稳定,渗透系数达680ml/min。系统配套建设了蓄水层、排水管网等设施,形成完整的雨水收集利用体系。监测数据表明,透水铺装路段的积水时间较普通路面缩短85%,径流污染物削减率达62%。在车流量较大路段,透水铺装结构承载性能良好,抗车辙、抗滑性能满足要求。

5.2 降噪减尘技术效果分析

降噪减尘技术采用低噪声路面结构和智能喷淋系统相结合的方式。低噪声路面采用橡胶改性沥青混合料,路表噪声较普通沥青路面降低4.8-6.2dB。环境噪声监测结果显示,道路两侧50米范围内噪声值降低5.5dB,居民投诉率下降78%。智能喷淋系统根据扬尘浓度自动调节喷淋频率和用水量,PM10浓度较未采取措施路段降低52%。喷淋用水采用雨水收集系统提供,年节约市政用水1.2万吨。通过对降噪减

尘设施定期维护和效果监测,保持了良好的降噪降尘效果,营造了宜居的道路环境。

5.3 生态环境影响评价

生态环境影响评价采用环境要素法,对大气、噪声、水环境等进行系统分析。环保技术应用显著改善了道路沿线环境质量:大气环境方面,施工期扬尘排放达标率提升至95%,运营期道路扬尘浓度较传统路段降低45%;声环境方面,道路交通噪声平均值降低5.8dB,夜间达标率提升38%;水环境方面,路面径流污染物浓度降低58%,初期雨水收集率达到85%。生态调查结果显示,道路绿化带生物多样性指数提升,小气候改善效果明显,环境效益显著。

5.4 技术应用优化与建议

针对环保技术应用过程中发现的问题,提出优化建议:完善透水铺装技术标准,制定设计、施工、养护技术规程;优化降噪减尘设施配置,建立智能化监控和维护体系;加强环保技术质量控制,建立全过程监督机制。建议加大环保技术研发投入,突破关键技术瓶颈;建立环保技术评价体系,量化技术应用效益;完善激励政策,推动环保技术规模化应用。重点推广透水铺装技术在城市道路中的应用,提升降尘设施智能化水平,实现环保技术与智慧交通的融合发展。

结语

通过对市政道路建设中环保技术应用效果的系统研究,证实了环保技术在节约资源、降低能耗、改善环境方面具有显著成效。再生材料、低碳施工、生态环保等技术的合理应用,可有效降低道路建设对环境的负面影响。实验数据表明,环保技术在保证工程质量的前提下,能够产生良好的经济效益和环境效益。未来应进一步完善相关技术标准,优化施工工艺,加强质量控制,推动环保技术在市政道路建设中的广泛应用,为城市可持续发展提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 李朋.节能环保新技术在水利建设中的应用[J].中国战略新兴产业,2022,(29):54-56.
- [2] 辛君,翟昂,彭亮.环保技术在绿色矿山建设中的应用研究[J].资源节约与环保,2022,(02):29-32. DOI:10.16317/j.cnki.12-1377/x.2022.02.035.
- [3] 贵雪燕,董晓莉.节能环保技术在水利工程建设中的应用分析[J].低碳世界,2021,11(10):56-57. DOI:10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2021.10.028.