

## 绿色施工视角下高速公路养护有效路径研究

王振国

江苏现代交通科技有限公司, 江苏 南京 210018

**[摘要]** “双碳”战略下公路养护工程建设存在资源能源耗费巨大、二氧化碳过高排放等严重问题,开展绿色施工是公路养护工程技术发展的必要趋势。文章以绿色施工为导向,对我国公路养护中绿色施工的内容进行梳理总结,包含养护材料绿色利用、养护施工节能低碳技术及现场环境绿化等几个方面,并对当下绿色施工技术及材料使用情况做了具体分析,指出了存在绿色养护技术水平低、绿色材料使用率低、施工过程管理不到位、管理体制不合理等问题。在上述基础上,绿色新材料及技术的应用推广;建立节电低耗养护施工组织形式;加强全过程中环境保护及实时监控;健全绿色养护的技术标尺及长效措施四方面为改进方向。研究证实,绿色施工手段以精确保养、反复利用及智能控制的方式同步进行时可使公路养护项目对环境的负面影响降到最低点,达到经济价值最大化的同时亦保护了生态环境。

**[关键词]** 绿色施工; 高速公路养护; 节能减排

DOI: 10.33142/sca.v9i2.19100

中图分类号: U418

文献标识码: A

## Research on Effective Maintenance Paths of Highways from the Perspective of Green Construction

WANG Zhenguo

Jiangsu Modern Transportation Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210018, China

**Abstract:** Under the "dual carbon" strategy, there are serious problems in the construction of highway maintenance projects, such as huge resource and energy consumption, and high carbon dioxide emissions. Green construction is a necessary trend for the development of highway maintenance engineering technology. The article is guided by green construction and summarizes the content of green construction in highway maintenance in China, including the green utilization of maintenance materials, energy-saving and low-carbon technologies for maintenance construction, and on-site environmental greening. It also provides a specific analysis of the current situation of green construction technology and material usage, pointing out the problems of low level of green maintenance technology, low utilization rate of green materials, inadequate construction process management, and unreasonable management system. On the basis of the above, promote the application of green new materials and technologies; Establish a construction organization form for energy-saving and low consumption maintenance; Strengthen environmental protection and real-time monitoring throughout the entire process; The four directions for improvement are to establish a sound technical standard and long-term measures for green maintenance. Research has confirmed that when green construction methods are carried out synchronously through precise maintenance, repeated use, and intelligent control, the negative impact of highway maintenance projects on the environment can be minimized, achieving maximum economic value while also protecting the ecological environment.

**Keywords:** green construction; highway maintenance; energy conservation and emission reduction

伴随着我国高速公路通车里程不断增加的同时,养护工作量也在逐渐增多,养护工程所消耗的大量资源以及所产生的污染问题也越来越明显,在“碳达峰、碳中和”背景下,原有的高速公路养护方式已经无法满足生态文明建设需要,迫切需要转向绿色、环保、节能的方向上来。绿色建造是指在建筑工程施工全过程最大限度的减少资源浪费和环境污染,该理念应用于高速公路养护当中对促进行业绿色发展有着重要价值意义。本文通过对绿色建造应用于高速公路养护的主要内容以及存在的不足之处进行详细阐述,从而寻找出相应的改善方法,希望能给实际的绿色养护工作带来一定的借鉴作用。

### 1 绿色施工理念在高速公路养护中的应用价值

绿色施工理念应用于高速公路养护,实质上就是以全

寿命周期节约环保理念融入道路养护工作科技系统中去。总体来说就是在不降低工程质量的基础上,尽量节省原材料、减排二氧化碳、减少环境破坏。在材料方面,利用废旧骨料替代原有传统石料可以减少将近 30%的采石量;温拌沥青工艺则通过减少搅拌温度来实现节能环保的效果。就大方向而言,在公路养护中采用绿色环保施工技术有助于减少养护工程项目对于自然资源的需求,减少能源消耗以及污染排放,也是加快交通运输业绿色低碳发展的有力手段之一。从小角度来看,实施绿色环保施工技术也可以取得可观的经济效益。废旧路面材料再生利用方面,水泥混凝土路面现场冷再生技术可完全使用原有路面材料,利用率高达 100%,减少了废弃材料污染环境的程度,缓解了废弃路面材料的浪费现象;使用原有路面材料节约

了 20% 以上的施工费用，与新增设水泥稳定基层方案相比具有一定的经济效益。

## 2 高速公路养护中绿色施工的主要内容

### 2.1 养护材料绿色化应用

养护材料的绿色使用是绿色施工的主要步骤之一。主要是再生材料的应用以及新型绿色环保材料的运用。水泥混凝土路面就地冷再生技术是最近推广应用较为迅速的一项绿色技术。这项技术以就地破碎机对原有水泥板块进行现场破碎成一定粒径大小的级配碎石并掺入一定比例的水泥等黏层材料，用冷再生设备现场搅拌整平压实，形成水泥稳定基层结构。2023 年益阳市在 G536 线、G207 线、S223 线等多个大修路段采用了水泥混凝土路面就地冷再生工艺，工艺完成后，对其施工路段的相关技术参数进行了跟踪检查评定，检验发现各个指标都达到了路面基层的技术标准。SMC 温拌沥青混合料超薄罩面技术也是不容忽视的一项绿色环保材料技术。SMC 温拌沥青混合料超薄罩面的主要材料是 SMC 沥青改性剂，以废旧轮胎为主，可以在 140 度就能开始施工使用，传统的沥青要在 180 度才能施工；更重要的是在合理使用的情况下，可使沥青生产过程中降低 CO<sub>2</sub> 排放 35% 左右、减少各类有毒有害气体排放 50% 以上；新技术主要材料是以废旧轮胎为主的，同时可以将场拌热再生旧沥青混合料掺入量提高到 60% 以上，有效地节约资源。

### 2.2 养护施工节能减排技术

养护工程中节能减排的技术主要包含节能降耗管理、绿色施工技术和可再生能源的应用三大方面。智慧工地系统的应用对节能减排又有了新的技术支持。上岷高速公路路面施工质量智慧监管平台采用物联网、北斗卫星定位、5G 通信技术、云存储及大数据挖掘等系统，能够完成搅拌站拌合、混合料运输、现场摊铺碾压整个流程实时监控，达到“实时监控、报警提示、及时调整”的全闭环控制，使用之后路面平整度提高 33%，工作效率提高 30%；对于沥青生产来说，在传统重油加热过程中造成的高消耗、大污染是行业的难题所在。上岷高速建设项目部运用 PMC 固体燃料燃烧系统，明显的改变就是明显了，排放口变干净了，另外还提高了燃烧效率，与重油相比较来说，这新的燃料系统可以大幅度减少硫氧化物及粉尘排放，提高燃烧效率 10%，真正实现环保减碳以及省钱的目的。集中养路也是一种节俭减排的组织手段，辽灯高速公路路面养护维修工程采取半封闭的方式进行交通管制，确定了多种工序交叉、多种人员配合、多种机械配置、高速度施工的工程实施方案，与常规养护维修的组织方案对比，在本项目压缩了 75% 以上的工期，实现了用最短的时间对最大的工程量进行维修改造。

### 2.3 施工现场环境保护

在建设工程现场环境保护包括了防尘、降噪、治污以及保护生物多样性等内容在内的诸多方面。为减少工程施工时产生的灰尘污染，在拌合站等地的加工区里要对容易

起扬尘的物料比如水泥、粉煤灰等进行严密封盖或者用篷布遮挡起来，并配置了雾炮车等一系列高效的降尘措施，从源头上杜绝粉尘的排放。噪声防治要合理规划施工时间以及选择低噪声机械。上岷高速公路建设的经验告诉我们要想尽可能少地减少施工噪声对周围环境的影响，则要做好交通管制降噪的工作，设置限速牌，从而降低车辆所造成的噪声污染；选择低噪声机械设备，合理组织施工时间，禁止在夜间以及人们休息的时间段内进行施工，以防产生过大的噪音影响人们的生活。环保水保是绿色施工的关键所在。认真贯彻执行“开挖一级、防护一级、绿化一级”的边坡防护原则，在最大程度上遏制水土流失，例如：对取土场立即修建好截排水沟并种草进行绿化，减少雨水的冲刷量等；对堆放区快速完善拦挡和排水沉沙设施的同时，同时进行灌草绿化，尽量减小破坏生态环境的程度。

## 3 高速公路养护绿色施工现状与问题分析

### 3.1 绿色技术与材料应用现状

近来，在绿色施工观念普及以及国家“双碳”政策指导下，高速公路维护方面的绿色技术和材料也得到了一定发展。其中在再生方面，厂拌热再生、就地冷再生等方式已经在多个省市区内得到应用。辽灯高速公路路面维护保养工程大量使用了“路面废旧料精细筛分+高比例厂拌热再生”的新型工艺，在 SMA-13 沥青混合料里加入的废旧料占到了总量的 25% 左右，用掉废旧路面 2.3 万 t，节省了 2.2 万 t 砂石料的开采量，节约了 884t 的新沥青，减少了二氧化碳排放量约 2100t，节约工程投资高达 573 万元，相当于工程总投资额的 5.7%。对于温拌沥青而言，SMC 温拌沥青混合料超薄罩面技术应用于长浏高速 K27+000-K29+500 段，施工现场在对沥青摊铺以及碾压中都没有出现传统养护工程现场那种浓厚的黑烟熏人鼻的味道。智能化管理方面，上岷高速公路工程施工质量管理智能化监控平台汇集物联网、北斗导航、5G 通讯、云服务、数据分析系统，投入使用后道路的平整度提高 33%，工程进度提高 30%。目前广泛应用的主要绿色环保养护技术如下：表 1。

表 1 主要绿色养护技术应用情况统计

技术类型	具体技术	应用场景	普及程度	主要优点	现存问题
再生技术	厂拌热再生	沥青路面大中修	逐步推广	旧料掺配比例可达 25%~30%，节约成本 5% 以上	旧料分级处理不精细，质量波动较大
再生技术	就地冷再生	水泥路面大修	应用有限	旧料利用率 100%，降低成本 20% 以上	设备投入大，工艺控制要求高
温拌技术	SMC 温拌沥青	沥青罩面层	试验路段应用	施工温度降低 40℃，碳减排 35% 以上	材料成本较高，推广范围有限
智慧管控	数字孪生平台	全过程管控	重点项目试点	实时监测预警，效率提升 30%	系统集成度低，数据标准不统一
节能设备	PMC 固体燃料	沥青拌合加热	个别项目应用	燃烧效率提升 10%，成本节约显著	设备改造成本高，燃料供应不稳定

### 3.2 存在的主要问题与成因

首先,绿色养护技术的应用能力还需加强。目前,绿色养护技术的实际应用还存在一些技术难题,在这里以再生技术为例,再生沥青混凝土使用就需要配备专用破碎筛选设备来对废旧沥青路面材料进行分离,在此基础上还需要通过红外光谱仪测量旧沥青的老化情况,然而很多养护部门并没有这样的检测工具,也没有专业的人员来进行这项工作,使得再生材料的质量得不到保证。其次,绿色材料推广力度不够。一方面,部分业主及施工方对于绿色材料的性能并不信任,担心会影响到工程的质量,所以更愿意采用传统的材料;另一方面,绿色建材生产费用普遍高于常规建材产品,在缺少政府补助及强制性规定的前提下,建设单位无动力自发使用绿色建材;第三,施工现场管理、环境保护工作不严格,《湟西高速项目环保总结》显示有工人环保意识淡薄,在土石方开挖过程中以及建筑材料进出场地时未能完全落实好防尘降尘、植被维护工作,弃土堆放地环境治理滞后;水污染治理措施执行力度不足,个别拌合站出现洗涤剂排放不符合规定的情况发生。第四,绿色养护管理体制及考核制度缺失。现阶段对高速公路养护管理工作并无明确的绿色施工评估标准及相关评价办法。虽然部分省份出台了一些指导性文件,但缺乏强制性约束力。

## 4 绿色施工视角下高速公路养护优化路径

### 4.1 加快绿色新材料与新技术推广应用

推进绿色新材及新技术的应用推广,需要在政策引导、标准规范以及示范带动三个方面齐抓共管。在政策方面,把绿色施工指标引入到养护工程招标文件中去,在招投标过程中的打分上设置一定的权重系数,利用市场竞争机制促使企业自主进行技术创新。在标准方面,《公路养护技术规范》也应该增加绿色施工章节,明确再生骨料用量下限值、对夜间施工噪声排放量限制等强制要求,并预留好数字孪生平台验收要求等一些新技术应用的相关接口,在此基础上再根据目前各类型绿色技术推广应用中存在的具体问题区别情况制定相应的推广方式。

### 4.2 构建节能低碳的养护施工组织模式

建立节地低排的养护施工组织形式主要是通过施

工组织的设计,推行规模化养护,实施智能化管控来实现。而灯杆高速公路中的集中养护的经验告诉我们:采取半幅双向通行,明确分段流水作业、交叉作业、平行作业等多种方式相结合,多工序协同、多工种联合作业;一台机械配备多种设备并合理组合,多台设备协同作战、同步作业;高效率、快速度的养护施工组织方式可以节省一半以上的工期,同时大幅减少了施工过程中产生的能源消耗及污染排放<sup>[1]</sup>。从机械设备上来说,对于压路机、摊铺机等大型设备都安装多参数传感器装置对发动机转速、液压系统压力以及燃油消耗等相关数据做到实时跟踪记录,进而制定出最优碾压速度、材料摊铺厚度等节能作业指南。在能源结构方面,在服务区、收费站等场所以及道路两侧可选地点大力推广光伏、风电等分布式可再生能源发电,减少碳排放。

### 4.3 强化全过程环境管理与动态监测

加强全生命周期环境管控及实时监测,要形成从前期中到中期再到后期完整的封闭式管理流程。在建设监管体系方面,基于作业段每隔 200m 安装综合环境监测模块,在管理中心平台研发具有智能学习功能的分析引擎,依据过往作业情况进行各类型养护工程环境影响特性数据库<sup>[2]</sup>的建设。在监督管理联动上,可以参照湟西高速的做法,由生态环境局、交通运输局、城市管理以及自然资源部门组成联检小组,实行定点巡查机制,针对违反环境保护的行为进行谈话警告或处分处理等。

### 4.4 完善绿色养护标准体系与长效机制

健全绿色养护标准体系及长效机制是实现绿色养护长治久安的基础,从标准体系建设角度来讲应该构建涵盖材料、工艺、检测、评价等各方面的绿色养护标准,《公路养护技术规范》应增加绿色施工章节对再生材料最低使用比率、施工噪声分时间段限制指标进行明确要求<sup>[3]</sup>,从长效机制建设角度来讲,一方面要确立绿色养护考评机制,把绿色施工指标与养护工程质量考核挂钩,另一方面要强化市场引导机制把绿色施工指标作为养护工程招投标评审内容之一。以市场竞争方式促进相关单位进行技术创新的积极性和主动性。三是建设专门化的队伍,打造一支既有传统的土木工程知识又有信息化、智能化、环境工程等交叉学科知识的复合型专业技术队伍。

表 2 典型绿色养护技术推广策略汇总

技术类型	技术名称	当前推广瓶颈	针对性推广措施	实施主体	预期成效
再生技术	厂拌热再生	旧料分级处理设备不足	出台再生设备补贴政策;编制再生技术施工指南	交通主管部门	旧料掺配比例提升至 30% 以上
再生技术	就地冷再生	专用设备投入大	鼓励设备租赁模式;开展技术培训	设备租赁企业	旧料利用率 100%, 降低成本 20%
温拌技术	SMC 温拌沥青	材料成本较高	纳入绿色材料推广目录;给予成本差价补贴	材料生产企业	施工温度降低 40℃, 碳减排 35%
智慧技术	数字孪生平台	数据标准不统一	制定数据接口标准;建设省级统一平台	省级主管部门	施工效率提升 30%, 精准预警纠偏
节能技术	PMC 固体燃料	设备改造成本高	建立区域燃料供应网络;开展改造试点	能源企业	燃烧效率提升 10%, 成本节约显著

## 5 结语

绿色施工技术应用于公路养护领域是促进交通运输领域绿色发展的重要手段。本文研究认为绿色施工技术可以借助于精准养护以及循环再利用,智慧管理等措施来降低对公路养护造成的环境污染。但是目前绿色施工技术方面还存在缺乏标准规范以及地域差异等问题,在此背景下应加大政策支持力度及技术研发力度,健全绿色施工标准规范及监管机制,推进绿色施工由“局部示范性试验”转变为“广泛推广使用”的过程。从而为实现公路养护行业的可持续发展奠定基础。同时要加强复合型专业技术人才的培训,并且加强多部门联合监管力度,构建政府引导、

市场为主导、企业为主体的园林绿化可持续发展的新模式。

### [参考文献]

- [1]席强伟,涂昀.绿色施工视角下高速公路养护有效路径研究[J].运输经理世界,2025(25):124-126.
- [2]王玉晶.信息化在高速公路养护管理中的运用分析[J].工程建设与设计,2026(2):251-253.
- [3]徐小龙,刘晓文,李丹.可持续发展目标下高速公路养护管理的绿色转型[J].张江科技评论,2025(6):150-152.

作者简介:王振国(2000.1—),男,毕业院校:南京林业大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:江苏现代交通科技有限公司,职务:技术员,职称级别:助理工程师。