

公路养护绿色节能施工方法研究

段章

建水县综合交通建设中心 云南建水 654399

DOI: 10.12238/ems.v7i10.15695

〔摘要〕公路养护领域绿色节能转型面临管理体系缺位、技术应用失范、组织协同不足及资源保障薄弱等系统性障碍。研究发现，标准体系缺失导致施工环保依据不足，技术选择盲目性削弱节能实效，责任边界模糊引致监管碎片化，资金技能缺口制约长效发展。对此提出分级治理对策，通过制定技术指南与碳审计制度构建规制框架。建立技术评估矩阵与再生材料认证机制优化决策流程。依托合同责任条款与绿色监理岗位重构协同网络。创新碳交易机制与技能认证计划强化资源支撑。

〔关键词〕公路养护；绿色节能；可持续发展

本研究立足于公共管理视角，解析养护工程绿色化转型的深层制度障碍，从规制框架、决策机制、组织模式、资源体系四个维度设计治理方案，旨在建立符合中国公路管养特征的政策工具箱，为行业实现“降耗减污一提质增效一长效发展”三位一体目标提供管理范式支撑。

一、公路养护绿色节能实施的问题诊断

（一）管理体系缺陷

第一，绿色施工标准体系不健全导致实践依据模糊。当前缺乏针对养护场景的专项环保技术规程，既未明确规定材料循环率、设备能耗阈值等核心指标，亦未形成差异化的地域生态保护标准，致使施工单位在沥青再生利用、扬尘控制等关键环节存在操作随意性。第二，全流程监测机制缺失削弱监管效力。养护工程普遍未建立覆盖材料采购、机械调度、工艺执行的全过程能耗追踪系统，无法量化评估各环节碳足迹。同时，地方政府对养护企业的环保考核仍以末端污染处罚为主，缺乏对节能目标达成率的前置约束，引发“重事故处置、轻过程防控”的管理路径依赖。第三，资金配置模式滞后制约长效发展。财政专项资金仍按传统里程定额拨付，未设

立绿色施工绩效奖励机制。养护企业因节能设备改造回报周期长而投资意愿薄弱，形成“高成本投入-低经济回报”的负向循环。

（二）技术应用障碍

第一，技术适配性评估缺失引发决策偏差。施工单位选择节能工艺时普遍依赖设备供应商单方宣传，缺乏对地域气候条件、交通荷载特性、材料性能匹配度的科学验证机制。例如寒冷地区盲目推广温拌沥青技术却忽视其抗裂性能缺陷，导致短期内重复修补的能源浪费。第二，再生资源利用管理僵化抑制创新活力。现行规范对回收沥青路面材料掺配比例设置刚性上限，未建立基于材料性能的分级认证制度。同时再生料跨项目调剂需重复质量检测，行政壁垒迫使部分达标再生料沦为填方材料，造成资源错配。第三，技术创新链条断裂阻碍效能提升。高校研发的养护节能专利技术因缺乏中试平台和工程验证渠道，难以转化为实用工法。而养护企业受制于短期标段承包制，缺乏对新工艺试错的容错空间，形成“研发端-应用端”双轨并行的结构性矛盾。第四，技能培训体系缺位弱化实施基础。现有养护工人培训聚焦传

统工艺操作，忽视冷再生设备操控、低碳材料配比等新技术培养。技术人员对节能技术理解多停留于概念层面，实际施工中仍惯性采用高能耗的铣刨重铺工艺，导致绿色技术沦为形式化标签。

（三）组织协同困境

第一，参建方环保责任边界模糊导致责任虚化。业主单位在招标文件中未明确写入强制性能耗控制条款，设计单位未将碳排放指标纳入施工图技术要求，施工单位则以“按图施工”为由规避生态责任，形成权责交叉地带的集体行动困境。第二，跨部门监管职能碎片化割裂管理闭环。交通部门负责养护技术标准制定却无环境执法权，环保部门掌握排放监测数据但缺乏公路专业研判能力，城乡住建部门的管理范围又与公路廊道存在空间重叠，多头管理引发标准冲突与重复检查。第三，信息壁垒阻滞协同效能。路网运行数据、材料运输轨迹、设备能耗记录分属不同管理系统，未能构建跨部门数据共享平台，使再生材料调拨审批等需多方协同事项陷入“重复举证-程序空转”的行政消耗。第四，激励机制错位削弱合作基础。当前绩效考核体系以单一标段成本控制为核心，未设立跨部门节能协作奖励。地方政府对环保部门的考评侧重工业污染治理，公路养护绿色转型沦为政策洼地，进一步消解组织协同的内生动力。

（四）资源保障不足

第一，专项资金配置机制滞后放大投入缺口。财政养护资金仍按传统里程定额拨付，未单列绿色施工专项预算。社会资本因碳排放收益机制缺失而投资意愿低迷，造成温拌沥青设备、就地冷再生机组等关键节能装备普及率不足。第二，市场化融资渠道梗阻限制可持续投入。养护工程碳排放权交易平台尚未建立，节能技术应用的碳减排量无法转化为经济

收益。绿色信贷、环保债券等金融工具在公路养护领域缺乏适配性设计，使民间资本进入存在制度性壁垒。第三，技术人才断层弱化实施基础。高校道桥专业未系统开设绿色施工课程，现有养护工程师知识结构集中于传统工艺。施工现场操作人员多通过师徒传承掌握高能耗施工技术，对热再生机械操作、低碳材料配比等新技术掌握度不足。第四，创新资源分散抑制技术迭代。节能材料中试基地、工法验证平台等基础设施投入不足，企业研发受制于短期标段承包制而缺乏持续性投入。地方养护部门技术储备呈现“碎片化孤岛”状态，跨区域技术协作网络尚未有效建立，导致成熟节能技术难以大范围推广。

二、绿色节能养护实施的对策体系

（一）完善管理规制框架

第一，按不同气候区、交通量等级划分生态保护标准，明确再生料掺配率、设备能效阈值等关键指标，为施工方案审查提供法定依据。第二，建立全周期碳排放审计制度，要求养护工程在设计阶段预设材料运输半径限值、施工阶段布设物联网能耗监测终端、验收阶段出具碳足迹核证报告，通过数据留痕倒逼施工流程优化。第三，推行跨部门执行督导机制，由省级交通部门牵头成立绿色养护专班，整合环保机构的监测数据与路网管理中心的调度权限，对重大养护项目实施“环保-质量”双监督并行督查。第四，创新信用管理工具，将企业节能目标达成率纳入公路养护市场信用评价体系，对超额完成再生料利用率的施工企业给予后续投标加分奖励，形成“标准约束-过程监管-结果激励”的闭环管理体系。

（二）优化技术决策机制

第一，建立节能技术适配性评估矩阵，从地域气候匹配度、荷载适应性、全周期成本三个维度对新工艺开展可行性

论证,例如针对冻融频发区优先选用高弹改性再生沥青技术,规避盲目推广引发的重复施工风险。第二,实施再生材料分级认证制度,同步设定重点路段再生料强制配额比例,通过市场准入机制驱动资源高效配置。第三,搭建产学研转化平台,依托省级公路科研院所建立绿色工法验证基地,由设计单位提交技术需求清单、高校提供专利成果、施工企业负责中试应用。第四,健全工艺审查机制,要求施工单位在投标文件中专项说明节能技术实施路径,监理单位按施工节点核查工艺落地情况,确保技术创新从图纸设计到现场作业的无损传导。

(三) 重构组织协同模式

第一,在契约层面植入生态责任条款,修订公路养护示范合同文本,强制要求业主单位在招标文件明确各参建方节能指标,设计单位承担再生材料应用比例设计责任,施工单位履行碳排放日监测报告义务,通过合同法律效力硬化主体责任。第二,创新监管架构设置,省级交通主管部门牵头设立养护工程绿色监理专岗,赋予其跨部门督查权限——同步核查环保排放数据与施工工艺合规性,消解监管真空地带。第三,构建数字化协同平台,整合路网GIS系统、材料溯源平台、设备能耗监测数据,建立跨区域再生材料供需匹配模型,实现省级范围内铣刨料余量智能调度,破除行政壁垒导致的资源错配。第四,实施协同绩效捆绑考核,将地方政府养护工程节能达标率纳入环保部门政绩评价,对跨部门协作高效的养护项目给予财政补贴倾斜,形成“责任契约化—监管集成化—调度智能化—激励协同化”的三维治理网络。

(四) 强化资源保障措施

第一,创新资金配置机制,设立省级公路绿色养护专项基金,对采用就地冷再生工艺的工程补贴设备租赁费。同步

探索区域性碳排放配额交易,允许超额完成节能指标的养护企业出售碳减排量,激活市场投入动能。第二,健全人才培养体系,强制要求施工企业技术人员持证上岗。依托交通职业院校建立实训基地,开设热再生设备操作、低碳配合比设计等专项课程,弥合知识结构断层。第三,布局技术孵化网络,在京津冀、长三角等区域建设国家级绿色养护工法中试基地,提供节能技术工程验证与工艺优化服务。设立养护企业研发费用加计扣除专项政策,降低技术创新试错成本。

结论

公路养护绿色节能本质是制度供给创新驱动的系统性变革。研究证实,管理规制的精细化设计可破解标准缺失困局,技术决策机制优化能有效消除应用盲目性,组织协同模式重构利于明确生态责任归属,资源保障机制创新可持续激活转型动能。尤其碳审计制度与绿色监理岗位的设置,从源头构建了节能管控的“双保险”机制。

[参考文献]

[1]刘士全,吕晨炜,阿拉腾苏和,刘百超.浅谈内蒙古自治区公路养护污染防治存在的难点及建议[J].内蒙古公路与运输,2023,(02):53-57+62.

[2]谈飞,胡睿.基于“绿色公路”发展理念的探索与研究——以镇江市为例[J].城市建设理论研究(电子版),2019,(18):143.

[3]田艳秋.新型绿色材料在公路工程中的应用实践[J].绿色环保建材,2019,(01):11+13.

[4]王健.公路绿色养护技术节能减排量化对比分析[J].山西建筑,2017,43(28):199-200.

[5]李荣晓.新型绿色材料在公路工程中的应用[J].交通节能与环保,2014,10(01):57-59.