

基于就地冷再生技术的公路养护施工技术研究

艾丽曼木·热合曼

新疆新筑路桥建设有限责任公司，新疆省乌鲁木齐市，830021；

摘要：就地冷再生技术是现代公路养护领域的重要创新手段，用旧路面材料循环利用的方法，达到节约资源和保护环境的双重目的。目前公路养护施工中使用此技术存在技术标准不统一、专业人才缺乏、设备材料配置不合理等问题，严重地影响了施工质量。本文系统分析了就地冷再生技术的重要价值，深入剖析了施工实践中存在的主要问题，从技术规范体系构建、专业队伍能力培养、设备材料优化配置等角度提出了切实可行的优化路径，为提高公路养护施工质量、推动行业技术进步提供理论参考和实践指导。

关键词：就地冷再生技术；公路养护；施工质量控制；技术优化路径

DOI： 10.69979/3029-2727.26.03.011

引言

随着我国公路交通事业的迅速发展，大量的早期修建的公路相继进入养护维修期，传统的铣刨重铺养护方式消耗大量新材料、产生废弃物污染，施工周期长、交通干扰大。就地冷再生技术是在常温下对旧路面材料进行铣刨、破碎、拌和、摊铺、压实等工序，实现了旧料的就地循环利用，降低了养护成本，符合绿色发展理念。但是该技术实际施工中还存在许多技术瓶颈和管理难题，急需从理论和实践两方面展开系统的研究。本文从公路养护施工实际出发，针对就地冷再生技术应用中存在的主要问题，寻找切实可行的技术改进途径，为公路养护行业高质量发展提供一定的参考。

1 就地冷再生技术在公路养护中的重要意义

1.1 践行绿色环保理念，推动公路养护可持续发展

就地冷再生技术的核心价值，在于实现公路养护资源的循环利用，从根本上改变传统养护对生态环境的负面影响。该技术利用就地再生旧沥青路面材料，使原来废弃的旧料重新获得使用价值，避免大量废旧材料堆放填埋，旧料经铣刨破碎后，按照设计配比加入水泥、乳化沥青等再生剂，在常温下完成材料重组和性能恢复，不需要高温加热，从源头上减少能源消耗和碳排放。相比传统热拌沥青混合料生产，就地冷再生技术能耗降低60%以上，温室气体排放减少约50%，对改善空气质量、减轻环境负荷作用明显。养护方式符合国家生态文明建设战略，为公路行业探索出资源节约型、环境友好型的可持续发展道路提供可行的技术方案，为实现“双碳”目标提供可行的技术方案。

1.2 降低养护成本投入，提升资源循环利用效率

就地冷再生技术在经济效益方面具有成本控制、资源利用效率提高的优势。传统养护要外购大量的新集料、沥青等原材料，废旧料还要支付高昂的运输处置费，造成“双重消耗”，就地冷再生技术最大程度上利用了旧路面材料，旧料回收利用率高达90%以上，新材料用量仅是传统方式的30%至40%，原材料成本大幅度降低^[1]。施工省去废料外运、新料进场的环节，运输费用节省约70%，不需要专门的拌和场地和加热设备，场地租赁和设备投入进一步减少，从全生命周期成本分析，就地冷再生养护工程的造价较传统方式要低25%到35%。最重要的是该技术可以实现路面材料的多次循环利用，延长材料使用寿命，提高公路基础设施投资效益，为养护部门在有限的预算内开展更大范围、规模的养护工作提供条件。

1.3 缩短施工工期，减少交通运营影响程度

就地冷再生技术施工效率上的优势就是工期短、交通干扰小。传统养护要经过铣刨、废料清运、基层处理、混合料拌制运输摊铺碾压等多道工序，各环节衔接等待时间长，施工周期一般要数周甚至数月。就地冷再生技术利用一体化施工机械，在现场完成铣刨、破碎、添加再生剂、拌和、摊铺等主要工序，工艺流程高度集成，效率成倍提高。工期压缩直接减少道路封闭或者半封闭施工对车辆通行的影响，减轻养护造成的交通拥堵和绕行压力^[2]。对交通流量大、区位重要的路段，就地冷再生技术可以在较短的时间内完成施工，最大限度地保证道路通行功能，减少对沿线居民出行、物流运输、区域

经济活动的影响。

2 就地冷再生技术在公路养护施工中面临的现实困境

2.1 技术标准体系不完善, 施工质量控制存在难度

就地冷再生技术质量控制难的原因是标准规范体系不健全。现行标准在技术参数、检测方法、质量评价等各方面仍然比较粗糙, 对于不同气候、荷载、路面状况下适用性没有具体规定, 施工单位难以找到明确的技术依据。再生剂选型和掺量是影响再生层性能的关键, 但是规范对于不同种类的再生剂的适用条件、最佳掺量、检测标准没有系统规定, 施工人员常凭经验来配比, 科学性难以保证。再生混合料性能检测标准也有不足, 传统的检测方法对冷再生料的适用性存疑, 检测结果与路用性能的相关性还没有得到验证。施工过程控制上, 对铣刨深度、破碎粒径、拌合均匀性、压实度等重要参数设有量化指标和检测频率的要求的规范, 标准滞后造成施工质量依靠经验, 稳定性难以保证, 影响技术推广。

2.2 专业人才队伍匮乏, 施工经验积累尚显不足

就地冷再生技术对施工人员的专业素质要求较高, 但行业普遍存在人才储备不足、经验缺乏的问题。这项技术包含材料、道路、机械等学科知识, 需要掌握再生材料的性能、配比设计原理和专业设备的操作, 具备分析处理技术问题的能力, 但是公路养护领域对技术教育培训重视不够, 院校课程很少涉及, 行业培训体系没有建立起能力培养机制, 一线人员的理论与技能薄弱。许多施工队伍习惯传统工艺, 对新技术有畏难情绪, 学习积极性不高, 该技术在我国的推广时间较短, 工程实践较少, 施工人员缺少实战经验, 面对复杂的现场很难判断方案的适用性, 参数调整缺乏科学依据^[3]。经验不足还表现在质量问题的预防上, 离析、压实度不够、早期强度低等通病不能提前预防, 事后补救会增加成本和工期的压力。人才队伍建设滞后已经成了制约技术推广的瓶颈。

2.3 设备配置水平参差, 材料配比精准度有待提升

就地冷再生施工对设备性能、配比精度要求很高, 但是行业内设备水平参差不齐、配比精度不够的问题比较突出。再生设备集铣刨、破碎、喷洒、拌和于一体, 技术含量高, 国内设备既有进口先进机型也有国产设备, 在铣刨深度控制、破碎粒径均匀性、添加剂计量准确性、

拌和均匀度等核心指标上存在较大差异。部分设备老化严重, 关键部件磨损厉害, 性能变差, 造成质量下降, 操作人员对设备的性能、原理不甚了解, 不能根据路面材料特性、环境条件来有针对性地调节参数, 使设备潜能没有得到充分发挥。材料配比控制问题更复杂, 旧料性质变化大, 不同路段沥青老化程度、含水量、级配差别很大, 再生剂最佳掺量要动态调整。现场一般采用经验型固定配比, 没有根据旧料检测精准设计, 造成部分路段掺量不足影响效果, 部分过多造成浪费和性能劣化。添加剂喷洒系统计量精度及均匀性控制不好, 局部分布不均造成性能不稳定。

3 就地冷再生技术公路养护施工的优化路径

3.1 建立健全技术规范体系, 严格把控施工质量关键环节

建立科学完善的技术标准规范体系, 是提高就地冷再生施工质量的根本保证。行业主管部门要组织科研院所、高等院校、施工企业等多方力量, 系统开展就地冷再生技术标准的研究制定工作, 形成设计、施工、检测、验收全过程的标准体系。设计环节标准中, 根据不同的气候分区、交通等级、原路面病害类型, 确定就地冷再生技术的适用条件和设计参数取值范围, 规范配合比设计方法, 建立以旧料性能检测结果为基础的再生剂选型及掺量计算模型, 提高设计方案的科学性、针对性。施工工艺标准方面, 要针对铣刨深度控制, 破碎粒径限制, 拌合均匀性评估, 摊铺厚度和平整度检测, 碾压次数及压实度管理这几个关键环节, 制订细致的技术准则, 系统规划各工序的操作流程与质量检验重点, 为施工单位赋予可操作性强, 量化清楚的技术支持^[4]。检测方法方面, 则要开发符合冷再生混合料特性需求的专门测试手段, 改良强度, 稳定性, 耐久性等性能参数的测量方案, 科学安排抽样频率与时序安排, 保证检测数据能准确体现再生层的实际技术状况。验收标准要建立分层分级的质量评定体系, 对再生基层或者面层的压实度、平整度、强度、渗水系数等指标设定合理的验收标准值, 严格把控工程质量关口。

3.2 强化专业队伍能力建设, 提升施工人员技术操作水平

打造一支技术精湛、经验丰富、专业的施工队伍, 是就地冷再生技术广泛使用的重要保证。行业主管部门

应将就地冷再生技术纳入公路养护从业人员的继续教育体系,定期组织开展专题培训,系统讲授该技术的理论基础、工艺流程、质量控制要点等内容,通过理论学习提升施工人员的专业认知水平。培训内容要结合工程实际,邀请有丰富实践经验的技术专家进行案例教学,剖析典型工程的技术难点和解决办法,使学员可以从成功与失败的案例中获得经验教训。建设实操训练基地,配置全套的再生施工设备,对学员进行设备操作、配合比调整、工序衔接等实践操作演练,在仿真环境中熟悉施工流程、掌握关键技术环节的操作要领。培训考核要严格把关,设置理论考试和实操考核两个环节,只有全部合格者才能颁发上岗证书,持证上岗制度的实施可以从源头上保证施工人员的基本素质。施工企业内部要建立技术传帮带机制,选派有经验的技术骨干担任导师,对新入职人员实行“一对一”指导,用师徒结对的方式加快新人的成长。组织技术交流、竞赛活动,为施工人员提供经验分享、技能比武的平台,形成比学赶超的良好氛围,调动队伍学习的积极性和创新的活力。

3.3 优化设备材料配置方案,精准控制再生混合料性能指标

提高就地冷再生施工的设备配置水平和材料配比精度,是保证工程质量的关键步骤。施工单位要加大设备投入力度,优先选用技术先进、性能可靠、功能齐全的再生机械,对铣刨深度控制精度、破碎系统处理能力、添加剂计量系统精度等关键性能参数提出明确的要求,保证设备能满足高质量施工的需要。制定设备定期保养维护制度,对再生机械的刀具磨损、液压系统压力、计量泵精度等重要部件定期检查校准,及时更换磨损超标的零部件,保证设备一直保持良好的工作状态。设置专业的设备管理人员和技术人员,做好设备的日常保养、检修工作,减少由于设备出现故障而造成施工停工、质量波动的现象^[5]。施工前用取芯、探地雷达、落锤弯沉仪等手段勘察路面,查明结构层厚度、病害分布、旧料性能,将旧料送检测沥青含量、老化指数、级配、含水量等指标,根据检测结果进行配合比设计,通过室内试验确定再生剂最佳掺量,评价混合料强度、稳定性、耐

久性,选出最佳方案。施工时根据各路段旧料的不同来动态调整再生剂用量,实现“一段一方”的精准配比,利用设备自动控制系统实时监测并精确控制再生剂的喷洒量,使用传感器反馈和闭环控制保证掺量准确稳定。加强现场质检,对拌合料及时取样检测均匀性、强度等指标,发现偏差立即分析原因并调整配比或工艺参数,实现质量动态控制。

4 结语

作为公路养护领域的一次革新成果,就地冷再生技术对于推动绿色可持续发展,提升资源利用率具有深远的战略意义,本文从环保理念的落地,运营成本的把控,施工时长的缩减等角度出发,全方位分析了就地冷再生技术的核心优势,提出建立完备的技术标准体系,加大人才培养力度并优化设备配置方案,实现技术创新与实际应用的有机结合。随着标准体系的不断完善、人才培养机制的逐步健全、设备技术的不断进步,就地冷再生技术在公路养护工程中将发挥更大的作用,为创建资源节约型、环境友好型的公路养护体系提供强有力的技术支撑,促进我国公路养护事业高质量可持续发展。

参考文献

- [1] 廉娜,王雅婷.就地冷再生技术在公路养护中的应用与优势分析[J].黑龙江交通科技,2024,47(8):5-9.
- [2] 吴强,祖雅群,李欣颖,等.基于碳排放核算的三种高速公路路面养护碳排放源和工艺工序划分研究[J].交通节能与环保,2025,21(6):7-13.
- [3] 杨玉一.泡沫沥青就地冷再生技术在公路中的应用[J].建材发展导向,2025,23(13):73-75.
- [4] 刘洋.水泥稳定就地冷再生的工艺特点和施工技术研究[J].工程机械与维修,2025,(5):66-68.
- [5] 郑健勋.农村公路病害分析及就地冷再生技术应用效果研究[J].交通世界,2025,(1):179-181.

作者简介:艾丽曼木·热合曼;1982-02-20;女;维吾尔族;新疆新筑路桥建设有限责任公司;新疆省乌鲁木齐;830021;副高级;本科;研究方向:公路工程。