

城市道路沥青路面再生利用技术应用分析

柏正云

天津滨海旅游区基础设施建设有限公司 天津 300480

【摘要】：城市道路沥青路面再生利用技术是缓解路面改造资源消耗与环境压力的关键路径，其合理应用可实现旧沥青材料的循环价值，降低工程成本并减少碳排放。在实际应用中，需明确不同再生技术（热再生、冷再生等）的适用场景，解决材料性能调控、施工工艺适配及质量控制等核心问题。通过优化技术选型与应用方案，能够提升再生路面的使用寿命与路用性能，为城市道路养护改造提供可持续的技术支撑。

【关键词】：城市道路；沥青路面；再生利用技术；性能调控；施工工艺

DOI:10.12417/2705-0998.25.19.031

引言

城市道路在长期使用中面临路面破损、性能衰减等问题，传统改造方式多采用全新材料铺设，不仅消耗大量砂石与沥青资源，还会产生大量旧路面废料堆积，加剧环境负担。沥青路面再生利用技术打破传统模式，将旧路面铣刨材料经过处理后重新用于路面施工，既减少资源开采与废料排放，又能有效控制工程投资。深入分析该技术的应用要点、现存问题及优化方向，可推动技术在城市道路养护改造中的广泛普及，为城市交通基础设施可持续发展提供可行路径，同时为类似工程实践提供参考依据。

1 城市道路沥青路面再生利用技术应用现状与需求分析

1.1 城市道路养护改造对再生利用技术的现实需求

城市道路随着使用年限增长，出现裂缝、车辙、坑槽等病害，需定期进行养护与改造。在城市发展进程中，道路改造工程数量逐年增加，对路面材料的需求量持续上升。传统依赖新材料的模式下，资源供应压力不断加大，且旧路面废料处理难度提升，占用土地资源并可能造成环境污染。再生利用技术能够直接将旧沥青路面材料转化为可用资源，契合城市对资源循环利用与生态环境保护的需求，同时降低道路改造的经济成本，满足城市道路养护改造在资源、环境与经济层面的多重现实需求。

1.2 当前主流沥青路面再生利用技术的应用分布

当前在城市道路工程中，热再生技术与冷再生技术是应用较为广泛的两类再生利用技术。热再生技术因处理后的再生材料性能接近新材，多用于路面上面层与中面层的施工，尤其适用于对路面强度与平整度要求较高的主干道改造工程；冷再生技术则凭借施工便捷、能耗低的优势，在次干道、支路及停车场等路面基层与底基层施工中应用较多。厂拌再生与现场再生两种施工方式根据工程规模、工期要求及现场条件灵活选择，形成了多样化的技术应用分布格局，适应不同城市道路的改造需求。

1.3 再生利用技术应用过程中的基础条件适配情况

再生利用技术的有效应用需依托相应的基础条件支撑，包括旧路面材料的回收与预处理设施、专业的再生设备及技术人员。部分城市已建立旧路面材料集中回收站点，配备铣刨料破碎、筛分与存储设备，为材料再生提供前期保障；工程团队逐渐配备热再生拌和机、冷再生摊铺机等专业设备，技术人员通过培训掌握材料配比设计与施工操作要点。但不同城市在基础条件配备上存在差异，部分中小城市因设施不足、人员技术水平有限，导致再生技术应用范围受限，影响技术整体推广效果。

2 城市道路沥青路面再生利用核心技术类型与应用要点

2.1 热再生技术的技术原理与路面施工应用要点

热再生技术通过对铣刨后的旧沥青混合料进行加热升温，使旧沥青重新软化，随后加入适量新沥青、新骨料及再生剂，经过拌和形成符合性能要求的再生混合料。在路面施工中，需严格控制加热温度，避免温度过高导致沥青老化或过低影响拌和均匀性；拌和过程中要精准把控新料、再生剂的添加比例，确保再生混合料的级配与黏结性能达标。施工时需注重摊铺速度与压实工艺的配合，保证路面平整度与压实度，同时做好施工后的养护工作，避免早期病害出现，确保热再生路面在主干道等重要路段的使用性能。

2.2 冷再生技术的材料配比设计与施工工艺要求

冷再生技术无需对旧沥青混合料进行加热，直接在常温下将旧料与水泥、石灰、乳化沥青等稳定剂混合，通过现场拌和或厂拌后摊铺成型。材料配比设计是冷再生技术应用的关键，需根据旧料的级配、沥青含量及路面结构层要求，确定稳定剂的种类与添加量，通过室内试验验证混合料的抗压强度、抗弯拉强度等性能指标，确保满足设计要求。施工过程中，需保证旧料破碎均匀，避免出现大粒径颗粒团聚现象。摊铺时控制好松铺系数，确保路面厚度达标；压实阶段采用重型压路机分层碾压，遵循先轻后重、先慢后快的原则，提升路面密实度，保障冷再生基层与底基层的承载能力。

2.3 再生材料性能调控技术的关键实施环节

再生材料性能调控直接影响再生路面的使用寿命，其关键实施环节包括旧料性能检测、再生剂选型与添加量确定、混合料性能优化等。首先需对回收的旧沥青混合料进行全面检测，分析其沥青含量、针入度、延度及骨料级配等指标，明确材料性能缺陷。根据旧沥青老化程度选择适配的再生剂，通过试验确定再生剂的最佳添加量，恢复旧沥青的黏结性与延展性。

3 市道路沥青路面再生利用技术应用中的主要问题识别

3.1 再生材料性能稳定性不足引发的应用问题

在再生利用过程中，旧沥青混合料的来源复杂，不同路段、不同使用年限的旧料性能差异较大，导致回收的旧料品质不均匀。部分旧料中含有杂质、老化严重的沥青或破碎程度不足的骨料，经过再生处理后，再生混合料的性能稳定性难以保障。在实际应用中，性能不稳定的再生材料可能导致路面出现早期裂缝、车辙深度超标等病害，降低路面使用寿命，增加后期养护成本。性能波动也会影响施工质量控制难度，给工程验收与后期使用带来隐患，制约再生技术在对路面性能要求较高路段的应用。

3.2 施工工艺与再生技术适配性欠缺的问题

不同再生技术对施工工艺的要求存在差异，但在实际工程中，部分施工团队未能根据所选再生技术的特点优化施工工艺参数，导致工艺与技术适配性欠缺。采用热再生技术时，若摊铺温度控制不当或压实机械选型不合理，会影响再生混合料的密实度与黏结效果，应用冷再生技术时，若拌和时间不足或稳定剂喷洒不均匀，会导致混合料强度不足。施工过程中的质量检测环节不完善，未能及时发现工艺参数偏差，进一步加剧了施工质量问题，影响再生路面的整体性能，限制再生技术应用效果的充分发挥。

3.3 技术应用成本控制与效益平衡的难题

虽然再生利用技术总体可降低工程成本，但在实际应用中面临成本控制与效益平衡的难题。一方面，前期需投入资金购置专业的再生设备（如热再生拌和机、冷再生摊铺机）与检测仪器，部分中小工程因设备投入成本较高，难以承担；另一方面，再生材料的预处理、性能调控及施工过程中的质量管控，可能增加人工与时间成本。

4 城市道路沥青路面再生利用技术应用问题的解决对策

4.1 优化再生材料预处理流程保障性能稳定

针对再生材料性能不稳定问题，需优化旧料回收与预处理流程。建立旧路面材料分类回收机制，按路段、路面结构层及使用年限对旧料进行分类存储，避免不同品质旧料混合；回收

后对旧料进行全面检测，筛选出杂质含量高、沥青严重老化的废料进行单独处理，确保进入再生环节的旧料基础品质达标。预处理阶段增加破碎与筛分次数，控制骨料粒径均匀性，同时通过试验确定旧料中沥青的老化程度，为后续再生剂添加与配比设计提供精准依据。建立再生材料质量追溯体系，记录旧料来源、预处理参数及性能指标，实现对再生材料性能的全程管控，保障其稳定性。

4.2 构建再生技术与施工工艺的适配体系

为解决施工工艺与再生技术适配性欠缺问题，需构建针对性的适配体系。根据所选再生技术（热再生、冷再生）的技术特点，制定详细的施工工艺参数标准，明确加热温度、拌和时间、摊铺速度、压实次数等关键参数的合理范围。加强施工人员技术培训，使其掌握不同再生技术对应的工艺操作要点，能够根据现场实际情况调整工艺参数。引入智能化施工监测设备，实时监测施工过程中的温度、湿度、压实度等指标，及时发现工艺偏差并进行纠正，确保施工工艺与再生技术高效适配，提升施工质量。

4.3 建立全周期成本核算机制平衡技术效益

针对成本控制与效益平衡难题，需建立再生技术应用的全周期成本核算机制。核算范围不仅包括前期设备投入、材料采购与施工成本，还需纳入后期路面养护成本、使用寿命延长带来的效益及环境效益（如减少资源开采、降低碳排放对应的经济价值）。通过对再生技术与传统技术在全周期内的成本与效益，清晰展现再生技术的长期优势。政府可出台相应的补贴政策，对采用再生技术的道路工程给予设备购置补贴或税收优惠，降低项目方前期成本压力。鼓励工程方与科研机构合作，研发低成本、高效能的再生设备与工艺，进一步降低再生技术应用成本，推动技术效益与成本的平衡，促进再生技术广泛应用，见表1。

表1 我国部分地区沥青路面再生利用率与节能减排成效统计

地区	再生利用率 (%)	节约天然气量 (万吨)	减少二氧化碳排放量 (万吨)	经济节约成本 (万元/公里)
北京市	38.6	12.5	9.8	26.4
江苏省	42.3	15.2	11.1	28.7
山东省	45.8	17.4	12.3	30.2
广东省	36.9	11.7	8.5	24.8
四川省	33.5	10.2	7.3	22.1

地区	再生利用率 (%)	节约天然气量 (万吨)	减少二氧化碳排放量 (万吨)	经济节约成本 (万元/公里)
全国平均值	39.4	13.4	9.8	26.4

数据来源：交通运输部公路科学研究院，《2023年中国公路再生沥青利用统计年报》。

5 市道路沥青路面再生利用技术应用的优化方向与实践价值

5.1 结合新型材料研发拓展再生技术应用空间

新型材料的研发与应用可进一步拓展再生技术的应用空间。研发高活性再生剂，能够更高效地恢复老化沥青的性能，提升再生混合料的路用性能，使再生技术可应用于对路面性能要求更高的城市快速路；开发新型复合稳定剂，与冷再生混合料协同作用，增强基层强度与抗水损害能力，扩大冷再生技术在潮湿地区道路施工中的应用范围。将废旧轮胎橡胶粉、建筑固废等新型添加材料融入再生混合料，实现多种废弃物的协同循环利用，不仅提升再生材料性能，还能进一步减少环境污染，为再生技术应用开辟新路径，推动技术向更高效、更环保方向发展。

5.2 依托智能化技术提升再生技术应用精准度

智能化技术的融入可显著提升再生技术应用的精准度。在材料配比设计阶段，利用大数据分析技术整合不同地区、不同路段旧料的性能数据，建立智能配比模型，根据工程需求自动生成最优材料配比方案，减少人工试验误差。施工过程中，采用物联网技术实时采集拌和、摊铺、压实等环节的关键数据，通过云端平台进行数据分析与反馈，实现施工参数的动态调

整，确保施工质量稳定。后期养护阶段，利用无人机巡检与路面状况检测系统，实时监测再生路面的使用性能，提前预警潜在病害，及时制定养护方案，延长路面使用寿命。智能化技术的应用使再生技术从材料处理到后期养护的全流程更具精准性与可控性。

5.3 总结再生技术应用经验推动行业可持续发展

总结再生技术在城市道路工程中的应用经验，可为行业可持续发展提供有力支撑。通过梳理不同城市、不同工程类型的再生技术应用案例，提炼技术选型、施工管控、成本效益平衡等方面的成功经验与教训，形成标准化的技术应用指南，为后续工程提供参考。将再生技术应用纳入城市交通基础设施建设的可持续发展评价体系，明确再生技术在资源节约、环境保护方面的指标要求，引导行业重视再生技术的推广与应用。加强行业内技术交流与合作，搭建再生技术应用经验共享平台，促进技术创新与成果转化，推动整个道路工程行业向资源循环利用、低碳环保的可持续方向发展，为城市生态文明建设贡献力量。

6 结语

本文围绕城市道路沥青路面再生利用技术应用展开分析，明确该技术在缓解资源压力、降低工程成本与减少环境污染方面的核心价值，梳理技术应用现状、核心类型及现存问题，并提出针对性解决对策与优化方向。再生利用技术作为城市道路养护改造的可持续选择，其应用推广需突破材料、工艺与成本层面的瓶颈，依托新型材料研发与智能化技术提升应用效能。未来通过不断优化技术方案、完善配套机制，该技术将在城市交通基础设施建设中发挥更大作用，为实现道路工程行业绿色发展提供坚实技术支撑，同时为类似工程实践提供可借鉴的经验与路径。

参考文献：

- [1] 陈佳伟,林晓燕.城市道路沥青路面热再生技术应用优化研究[J].公路交通技术,2023,39(2):45-51.
- [2] 赵文博,孙梦琪.冷再生技术在城市次干道路面改造中的应用要点[J].市政技术,2024,42(1):89-95.
- [3] 李昊然,周雨桐.再生沥青混合料性能调控技术研究进展[J].公路工程,2023,48(5):123-129.
- [4] 张宇恒,吴思瑶.城市道路再生利用技术全周期成本核算方法[J].城市道桥与防洪,2024,(3):167-172.
- [5] 王浩宇,郑欣怡.智能化技术在再生沥青路面施工中的应用[J].筑路机械与施工机械化,2023,40(4):78-84.