

“四新”技术在国省道沥青路面养护工程中的运用及建议

于广平

丹东市交通运输事业发展中心（丹东市港口航道事业发展中心）

DOI : 10.32629/jpm.v7i5.8889

[摘要] 国省道作为国家公路网的关键组成部分，承担着区域交通集散与干线运输的双重功能，其沥青路面的养护质量直接关系到道路通行能力、行车安全与使用寿命。当前，传统沥青路面养护技术存在效率偏低、成本偏高、耐久性不足、环保性较差等问题，难以适配国省道重载交通、复杂气候与高强度通行的养护需求。“四新”技术（新技术、新材料、新工艺、新设备）凭借高效、环保、经济、耐久等优势，逐渐成为国省道沥青路面养护工程的核心驱动力。本文系统阐述“四新”技术的内涵与特点，结合日常养护、预防性养护（功能性修复）、大中修养护三类工程场景，梳理其在国省道沥青路面养护中的应用现状，并融入真实工程案例，剖析应用成效与现存问题，最后从技术推广、管理机制、人才建设、标准规范等维度提出强化“四新”技术应用的管理建议，为推动国省道沥青路面养护高质量发展、提升公路养护现代化水平提供参考。

[关键词] “四新”技术；国省道；沥青路面；养护工程；应用实践

Application and Recommendations of "Four New" Technologies in National and Provincial Highway Asphalt Pavement Maintenance

Yu Guangping

Dandong Transportation Development Center (Dandong Port and Waterway Development Center)

[Abstract] As a critical component of the national highway network, national and provincial highways serve dual functions as regional transportation hubs and trunk transport corridors. The maintenance quality of their asphalt pavements directly impacts road capacity, traffic safety, and service life. Current traditional pavement maintenance technologies suffer from low efficiency, high costs, insufficient durability, and poor environmental performance, making them inadequate for meeting the demands of heavy traffic loads, complex climatic conditions, and high-frequency use on these roads. The "Four New" technologies—new techniques, materials, processes, and equipment—have emerged as the core driving force for asphalt pavement maintenance due to their advantages of high efficiency, environmental friendliness, cost-effectiveness, and durability. This paper systematically examines the essence and characteristics of these technologies, analyzes their application in three maintenance scenarios (daily maintenance, preventive maintenance, and major/repair maintenance), presents real-world case studies, evaluates implementation outcomes and existing challenges, and ultimately proposes management recommendations across technical promotion, governance mechanisms, talent development, and standardization to advance high-quality asphalt pavement maintenance and enhance modernization efforts in highway maintenance.

[Key words] "Four New" technologies; national and provincial highways; asphalt pavements; maintenance engineering; application practice

引言

随着我国交通强国战略深入推进，国省道交通流量持续攀升，重载、超载车辆日益增多，加之高温、严寒、降雨、冰冻等复杂自然环境侵蚀，沥青路面易出现裂缝、网裂、坑槽、车辙、沉陷、麻面等病害，不仅降低道路通行舒适度，更埋下交通安全隐患，增加养护成本与管理压力^[1]。传统沥青路面养护多采用人工灌缝、热料修补、铣刨重铺等常规技术，存在施工周期长、交通干扰大、材料浪费多、能耗污染高、修复效果短效等短板。在此背景下，“四新”技术（新技术、新材料、新工艺、新设备）的研发与推广，为破解国省道沥青路面养护难题提供了全新路径。

一、“四新”技术概述

“四新”技术是新技术、新材料、新工艺、新设备的统称，是公路养护领域科技创新与成果转化的集中体现，四类技术相互关联、协同发力，共同推动养护工程提质增效、绿色转型。

（一）新技术

指突破传统养护技术框架，融合前沿科技、解决核心痛点的创新技术，核心聚焦病害精准检测、高效修复、智能管控三大方向，主要包括无人机巡检、AI路面病害识别、三维激光扫描等智能检测技术，沥青路面就地冷再生、厂拌热再生等绿色再生技术，微表处、稀浆封层等预防性修复技术，以及基于大数据、物联网的智慧管控技术。

（二）新材料

指性能更优、环保性更强、适配性更高的新型路面养护材料，替代传统沥青、砂石、普通密封胶等材料，核心包括高模量改性沥青、橡胶沥青等改性沥青材料，硅沥青网裂修复剂、感压型沥青修补料等新型修复材料，温拌沥青混合物、再生沥青混合物等环保型混合物，以及抗剥落剂、纤维稳定剂等功能型辅助材料^[2]。

（三）新工艺

指优化传统施工流程、提升施工质量、缩短施工周期的创新施工工艺，核心特点是高效、精准、低干扰，主要包括微表处快速摊铺、坑槽即时修补等快速施工工艺，精准温控拌合、病害分层修复等精准施工工艺，废旧料就地再生、无尘化施工等绿色施工工艺，以及检测—拌合—摊铺—碾压一体化等一体化施工工艺。

（四）新设备

新设备是自动化、智能化、专业化的新型养护机械设备，替代传统人工与简易设备，包括多功能路况检测车、无人机巡检系统等智能检测设备，微表处摊铺机、冷再生机等高效施工设备，无尘切割机、废料回收机等环保配套设备，以及智能施工监测系统、远程管控终端等智慧管控设备。

二、国省道沥青路面养护工程“四新”技术应用情况

国省道沥青路面养护工程按工程性质与目标，可分为日常养护、预防性养护（功能性修复）、大中修养护（结构性修复）三类，“四新”技术在不同场景中呈现差异化应用特

征，结合辽宁通达交通建设工程有限公司实施项目案例，具体应用如下：

（一）日常养护中的应用

日常养护以“保持路况、快速处置、日常保洁”为核心，针对路面轻微裂缝、小面积坑槽、麻面、松散等零星病害，要求技术便捷高效、即时通车、成本低廉、操作简单。项目中主要采用高性能乳化沥青、专用修补料等新材料，搭配无尘化切割、人工精准找平、快速修补等新工艺，借助小型清扫设备、便携式检测仪器等新设备，结合路面病害精准排查、试验先行等新技术，实现零星病害快速处置，保障路面日常完好。

（二）预防性养护（功能性修复）中的应用

预防性养护针对路面出现早期功能性病害（轻微网裂、泛油、磨损、抗滑性能下降、轻微渗水），路面结构基本完好、未发生结构性破坏，核心目标是封水防裂、恢复功能、延缓衰变、延长寿命，是“四新”技术应用最广泛的场景。

辽宁通达交通建设工程有限公司承建的2025年辽宁省普通干线公路预防养护工程施工第3标段（丹阿线K59+600-K183+700段，全长106公里），全面应用改性稀浆封层成套“四新”技术：采用ES-3型改性稀浆封层新材料（慢裂快凝乳化沥青配制），厚度1cm，具备高温抗变形、低温抗收缩、耐磨防水等优势；运用试验段先行→放样放线→混合料摊铺→接缝处理→初期养护一体化新工艺，施工前铺筑不小于200m试验段，通过试验段确定施工工艺与施工配合比，经监理单位认可后作为正式施工依据，施工中严格控制材料配合比、用水量及拌和质量，杜绝沥青与集料分离；配套改性稀浆封层摊铺机、专用拌合与摊铺设备等新设备，执行“原路面病害处治→清扫→局部缺陷修复→放样放线→摊铺稀浆混合物→接缝处理→初期养护→开放交通”标准化流程，纵横向接缝均采用对接工艺，纵缝搭接宽度不大于80mm，用3m直尺检测接缝平整度不大于6mm，采用精准配合比控制、用水量动态调节新技术，确保混合物不离析、不泛油。



图1 改性稀浆封层铺筑试验段施工图

该项目于2025年8月5日开工、8月31日完工，施工周期27天，开放交通快速，路面封水、抗滑性能全面恢复，有效延缓路面病害发展，较传统预防性养护工艺成本降低20%以上，路面使用寿命延长3-5年，实现了高效、环保、经济的养护目标。

（三）大中修养护（结构性修复）中的应用

大中修养护针对路面出现严重结构性病害，结构承载力下降，需进行结构性修复与补强，核心目标是恢复结构强度、根治病害、提升承载能力、延长道路寿命，要求技术强度高、耐久性强、适配重载、绿色环保。

辽宁通达交通建设工程有限公司实施的丹霍线古城至汤河段、汤河至凤城段路面养护工程，路线位于丹东市振安区与

凤城市境内，养护总里程 43.752km，公路等级为二级，设计速度 40km/h，路面宽度由 11.5m 调整为 12m，项目全线采用泡沫沥青厂拌冷再生、改性沥青厂拌热再生核心“四新”技术：

1. 采用 A 级 90 号泡沫沥青、SBS 温拌改性沥青、普通硅酸盐水泥，回收沥青路面材料 (RAP) 经破碎筛分后循环利用，旧料利用率达 90% 以上；



图 2、3 泡沫沥青厂拌冷再生碾压作业示意图

泡沫沥青发泡温度控制在 150℃-180℃，膨胀率不小于 10 倍、半衰期不小于 8 秒，通过劈裂强度试验确定最佳沥青与水泥用量；厂拌热再生采用复合级配调整技术，旧料掺量不超过 30%，保障新老沥青相容性；泡沫沥青冷再生采用“铣刨料分类→厂拌拌合→摊铺机摊铺→分层碾压”工艺，压实度达 98% 以上；改性沥青热再生采用“干拌 8s + 湿拌 28s”精准拌合、

双机梯次跟进摊铺、初压—复压—终压三段式碾压工艺，严格控制拌合、摊铺、碾压温度，双机梯次跟进摊铺保障平整度；投入维特根 KMA220 型厂拌冷再生机组、LRBK2000 型沥青拌合设备、双钢轮/胶轮压路机等专业设备，实现自动化拌合、精准化摊铺、高效化碾压。



图 4、5 KMA220 型厂拌冷再生机组生产设备示意图

该项目养护总里程 43.752km，路面结构工程采用“4cm 细粒式温拌 SBS 改性沥青混凝土+粘层 +5cm 中粒式温拌 SBS 改性沥青混凝土+粘层+2cm 泡沫沥青冷再生+橡胶沥青碎石封层”结构，部分路段增设水泥稳定碎石基层与级配碎石底基层，路面结构强度、水稳定性、低温抗裂性、抗车辙能力全面提升，实现废旧路面材料高值化利用，大幅减少石料开采与碳排放，经济效益与环保效益突出。

三、“四新”技术应用成效与现存问题

(一) 应用成效

1. 养护效率显著提升：新设备与新工艺替代传统人工，施

工周期大幅缩短，日常养护单处病害处置时间缩短 70%-80%，预防性养护单日施工里程提升 2-3 倍，大中修工程工期缩短 30%-50%，交通干扰大幅降低。

2. 工程质量与耐久性增强：新材料与新技术优化路面性能，抗车辙、抗开裂、抗滑、防水性能显著提升，路面使用寿命延长 3—8 年，二次病害发生率降低 60% 以上。

3. 绿色环保效益突出：再生技术实现废旧料 100% 利用，减少石料开采与废料排放，温拌、冷拌技术降低施工能耗 40%-60%，减少沥青烟气、粉尘污染，契合“双碳”目标。

4. 养护成本有效降低：全生命周期视角下，“四新”技术减少重复养护、材料消耗与人工成本，综合养护成本降低

15%-35%，资金使用效率大幅提升。

5. 养护管理智能化升级：智慧检测与管控技术实现路况精准监测、决策科学高效，推动养护从“被动抢修”向“主动预防”、从“经验管理”向“数据管控”转型。

(二) 现存问题

1. 技术推广不均衡，适配性不足：经济发达地区、干线重点路段应用广泛，偏远地区、普通国省道推广滞后；大中修应用多，日常养护、预防性养护普及不足。部分“四新”技术未结合国省道地域气候、交通特征优化，高寒、高温、多雨地区适配性差；小规模养护工程技术成本偏高，性价比不足。

2. 人才队伍薄弱：基层养护人员专业技能不足，对新技术、新设备操作、维护能力欠缺；缺乏既懂养护技术又懂信息化管理的复合型人才。

3. 研发与转化脱节：部分科研成果脱离工程实际，实用性、经济性不足；“四新”技术研发、试验、推广、迭代体系不完善，成果转化效率低^[5]。

四、加强“四新”技术应用的管理建议

(一) 完善技术推广体系，强化分类精准应用

构建国家—省—市—县四级“四新”技术推广目录，筛选成熟、经济、适配性强的技术纳入目录，明确推广优先级与应用范围；针对东部、中部、西部及高寒、高温、多雨等不同区域，结合当地气候条件、交通特征、养护需求，制定差异化技术推广清单，优化技术适配性，避免“一刀切”推广。聚焦日常养护、预防性养护、大中修养护不同场景，实现精准应用：日常养护主推便捷型新材料、小型智能设备，提升零星病害处置效率；预防性养护普及微表处、再生封层等性价比高的技术，强化早期病害干预；大中修养护推广绿色再生、高强复合结构技术，提升路面结构承载力与耐久性，实现“一类场景、一套技术”。打造示范引领工程，各省每年选取 2—3 条典型国省道，打造“四新”技术应用示范路段，系统总结技术应用经验、施工流程、质量控制要点与成本效益，形成可复制、可推广的范本，以点带面推动“四新”技术在全国国省道养护领域规模化应用。

(二) 加强人才队伍建设，提升专业技术能力

开展分层分类专项培训，针对养护管理人员，重点培训“四新”技术政策、推广方法与管理经验；针对技术人员，重点培训技术原理、施工工艺与质量控制要点；针对一线操作人员，重点培训新设备操作、维护技能与安全规范，确保每年培训不少于 2 次，全面提升队伍专业素养。推进校企合作育人，联合高校、科研院所、养护企业共建实训基地，定向培养公路养护“四新”技术专业人才，结合工程实践开展实操教学，提升人才的实践能力；同时，鼓励养护人员参加职业技能等级评定，拓宽职业发展路径。鼓励技能比武与技术创新，定期举办“四新”技术技能竞赛、养护创新大赛，搭建交流展示平台，表彰优秀团队与个人，营造“学技术、用技术、创技术”的良好氛围，激发养护人员的创新积极性。

(三) 深化产学研协同，推动技术迭代升级

搭建协同创新平台，组建由交通主管部门、科研院所、养护企业、设备厂商参与的“四新”技术创新联盟，聚焦国省道沥青路面养护的核心痛点，如高寒地区病害治理、重载路面抗车辙、废旧料高值化利用等，开展联合研发，提升技术的实用性与针对性。强化工程化试验验证，建立“四新”技术现场试验基地，对新技术、新材料进行实地试验、性能验证与效果评估，结合试验结果优化技术参数与施工工艺，确保技术在工程应用中的可靠性与稳定性。推动数字化智慧融合，加快“四新”技术与大数据、AI、物联网等前沿技术的深度融合，研发智能养护决策系统、无人化养护设备，实现路况监测、病害识别、养护决策、施工管控全流程智能化，提升养护精准化水平^[6]。

结语

“四新”技术是推动国省道沥青路面养护从传统粗放型向现代精准型、绿色型、智慧型转型的核心动力，是破解养护难题、提升工程质量、降低综合成本、实现可持续发展的关键支撑。当前，“四新”技术在国省道日常养护、预防性养护、大中修养护中已取得显著成效，但仍面临推广不均衡、适配性不足、人才薄弱等问题。未来，需以交通强国战略为引领，坚持“需求导向、绿色引领、创新驱动、精准施策”，进一步完善技术推广体系、健全管理保障机制、强化人才队伍建设、深化产学研协同，推动“四新”技术在国省道沥青路面养护领域全域、全场景、规范化应用，保障公路网安全、畅通、舒适、绿色运行，为经济社会高质量发展提供坚实的公路交通保障。

参考文献

- [1]吴睿婧. 国省道公路沥青路面预防性养护技术研究[J]. 汽车周刊, 2026, (04): 9-10.
 - [2]刘伟康. 省道沥青路面养护施工技术优化与应用研究——以省道 236 线修复性养护工程为例[J]. 交通科技与管理, 2025, 6(21): 121-123.
 - [3]曾田, 竺海钢. 国省道公路沥青路面养护技术研究[J]. 运输经理世界, 2025, (17): 143-145.
 - [4]孙成鑫. 基于再生技术的省道沥青路面修复养护方案研究[J]. 科技资讯, 2025, 23(05): 145-149.
 - [5]贺晴. 省道沥青路面修复养护方案研究[J]. 交通世界, 2024, (16): 50-52.
 - [6]高懿. 公路养护工程四新技术应用分析——以常州市普通国省公路养护工程为例[J]. 运输经理世界, 2023, (03): 140-142.
- 作者简介：于广平，1981年11月，男，辽宁省东港市，锡伯族，大学本科，工程师，研究方向：普通国省干线公路建设养护工程管理。