

# 高速公路沥青路面耐久性养护材料应用分析

刘平福

四川攀西高速公路开发股份有限公司 四川 凉山 615000

**【摘要】**：高速公路沥青路面耐久性对交通运行的安全性与经济性至关重要。伴随交通荷载不断增长以及环境因素的复杂影响，路面容易出现裂缝、车辙、松散等病害，严重影响其使用寿命与行车舒适性。抗裂贴、改性沥青与微表处等养护材料凭借优异性能，在提高路面耐久性方面发挥着关键作用。抗裂贴依靠高抗拉强度与良好粘附性，有效抑制反射裂缝扩展；改性沥青通过改进温度稳定性与抗老化性能，增强路面抗疲劳能力；微表处技术则以耐磨、抗滑与封水性能闻名，适用于预防性养护。本文系统剖析上述材料的特性、应用工艺及效果，并探讨材料成本与施工环境影响等实际问题，提出优化策略。研究显示，科学选材与工艺优化能够显著提升路面性能。未来，环保型与功能性新材料的研发，以及材料与智能施工工艺的融合，将成为推动高速公路养护技术发展的主要方向。

**【关键词】**：高速公路；沥青路面；耐久性；养护材料；抗裂贴；改性沥青；微表处技术

DOI:10.12417/2705-0998.26.03.076

## 引言

高速公路作为国家交通体系的核心部分，其沥青路面的耐久性直接关乎道路服役寿命、行车安全与运营效率。在长期服役期间，沥青路面受到重载交通、温度变化、水损害及材料老化等因素的综合作用，容易产生裂缝、车辙、泛油等结构性与功能性病害<sup>[1]</sup>。若不及时进行养护，病害将会迅速蔓延，致使维修成本增加，甚至引发交通安全事故。所以，开展科学有效的耐久性养护极为关键。

近年来，以抗裂贴、改性沥青、微表处为代表的养护材料在高速公路养护工程中得到广泛应用。这些材料不仅具备良好的工程性能，还能在预防性养护阶段有效延缓路面劣化，降低全生命周期养护成本。然而，材料性能差异、施工条件限制及成本控制等问题依然制约着它们的广泛应用。本文旨在系统分析典型养护材料的性能特征与应用实践，评估其养护效果，并提出优化策略，为提升高速公路沥青路面耐久性提供理论支持与技术参考。

## 1 高速公路沥青路面耐久性养护材料概述

### 1.1 沥青路面养护材料选择的重要性

养护材料的应用是提升沥青路面耐久性的核心技术手段。通过合理选择材料，在不大规模翻修的情况下，能够修复早期病害、增强路面结构性能、延长使用寿命。预防性养护尤其依赖高性能材料的支撑，其核心目标是“治早、治小”，防止微小病害发展为结构性破坏<sup>[2]</sup>。

以微表处技术为例，作为典型的预防性养护措施，它能有

效封闭路面空隙，阻止水分下渗，同时提升抗滑与耐磨性能，显著延缓路面性能衰减。此外，养护材料的广泛应用还可减少资源消耗与碳排放，契合绿色交通发展理念，具有显著的经济与社会效益。

### 1.2 常用养护材料简介

当前，抗裂贴、改性沥青与微表处材料已成为高速公路养护工程中的主流选择，它们各有功能优势与适用场景<sup>[3]</sup>。

抗裂贴是一种以高分子聚合物为基材的复合材料，具有高抗拉强度与良好延展性，主要用于裂缝处治与反射裂缝防治。它通过粘贴在基层或面层间，形成应力吸收层，有效分散裂缝尖端应力，抑制裂缝向上扩展。

改性沥青是在基质沥青中添加 SBS、SBR 等聚合物改性剂制成，显著提高了沥青的高温稳定性、低温抗裂性与抗疲劳性能。它广泛应用于沥青混合料生产，适用于重载交通路段，可有效减少车辙与疲劳开裂。

微表处材料由改性乳化沥青、级配集料、填料与水组成，采用冷拌冷铺工艺施工，具有施工快捷、开放交通快、封水性好等优点。其形成的薄层养护结构可恢复路面功能，适用于车流量大、需快速通车的高速公路路段。

## 2 常用养护材料特性剖析

### 2.1 抗裂贴特性

抗裂贴关键性能指标有抗拉强度、延伸率及粘附性。抗拉强度关乎其抵御外力破坏能力，延伸率体现荷载作用下变形适应力，粘附性则直接左右与基层结合效果。

研究显示,抗裂贴凭借高弹性与强黏结性,于裂缝区域形成“桥接”效应,有效分散应力集中,延缓反射裂缝产生及发展。其施工简便且适应性强,特别适用于半刚性基层沥青路面裂缝防治。

## 2.2 改性沥青特性

相较于基质沥青,改性沥青多方面性能显著提升。高温时,软化点提高、粘度增大,抗车辙能力大幅增强;低温下,脆点降低、韧性增强,有效减少温缩裂缝。

此外,改性剂加入显著提升沥青抗老化性能,延缓紫外线、氧气及水分对沥青氧化与硬化作用。反复荷载作用下,改性沥青混合料抗疲劳性能更优,延长路面结构疲劳寿命,为重载交通路段理想之选。

## 2.3 微表处材料特性

微表处材料性能集中于耐磨性、抗滑性与防水性。集料级配经优化设计,结合改性乳化沥青高黏结性,养护层具备良好抗磨损能力,长期维持路面平整度<sup>[4]</sup>。

同时,表面粗糙结构提升路面摩擦系数,显著改善抗滑性能,提高雨天行车安全性。其形成密封层有效阻隔地表水下渗,防止基层软化与唧泥现象,延长路面结构寿命。此外,微表处施工无需高温加热,节能环保,适用于交通繁忙路段快速养护作业。

# 3 养护材料在高速公路沥青路面养护中的应用

## 3.1 抗裂贴应用

抗裂贴施工流程含裂缝处理、铺设与压实三环节。首先清理裂缝,去除杂物与松散颗粒,确保基层干燥洁净。随后沿裂缝中心线铺设抗裂贴,保证与路面充分贴合,防止起泡或翘边。必要时可用热风加热增强黏结效果。

施工留意环境温度影响,低温时采取预热措施,确保黏附性能达标。抗裂贴适用于横向裂缝、反射裂缝及基层接缝等部位,可单独使用或与其他养护措施结合,构建复合防治体系。

## 3.2 改性沥青应用

改性沥青广泛用于沥青混合料拌和与路面摊铺环节。拌和时,严格控制加热温度(通常160-180°C)与拌和时间,确保改性剂均匀分散,避免离析或结团。改性沥青掺量依交通荷载与气候条件经配合比设计确定。

摊铺保证连续、均匀,控制摊铺温度不低于150°C,合理设置摊铺机参数保障厚度与平整度。碾压阶段采用高频低幅振动压路机,分阶段碾压至规定密实度。施工加强温度监控,防止温度损失影响压实质量。

## 3.3 微表处应用

微表处施工有前期准备、混合料摊铺与后期养护三阶段。施工前全面检测原路面,处理严重病害,完成配合比设计与材料检验。摊铺用专用摊铺机,实现乳化沥青、集料、填料与水同步拌和与摊铺,确保厚度均匀(通常6-10mm)。

施工控制破乳时间与开放交通时间,一般表面初步成型后即可开放交通。施工后进行质量检测,含渗水系数、构造深度、摩擦系数等指标,验证功能性能是否达标。微表处适用于路面功能衰减但结构完好路段,是预防性养护理想选择。

# 4 养护材料应用效果评估

## 4.1 路用性能指标评估

养护效果可通过关键路用性能指标进行量化评估。

抗滑性能:微表处施工后,路面构造深度与摩擦系数显著提升,摆式仪测值提高15%以上,有效增强雨天行车安全性。

平整度:改性沥青路面因高温稳定性好,抗变形能力强,平整度衰减缓慢,IRI值在通车两年后仍保持在2.0 m/km以下。

车辙深度:采用改性沥青的路段在重载交通下车辙发展缓慢,年均增长不足1mm,显著优于普通沥青路面。

裂缝控制:抗裂贴应用后,裂缝扩展速率降低30%以上,反射裂缝发生率明显下降,延长了中修周期。

## 4.2 实际案例分析

以某山区高速公路为例,该路段由于重载车辆频繁通行,出现了大量横向裂缝与车辙。在养护过程中,采用了“抗裂贴+改性沥青罩面+微表处”的组合工艺:首先对裂缝进行抗裂贴处治,接着铺筑4cm改性沥青上面层,最后在通车一年后实施微表处封层<sup>[5]</sup>。

经过三年的跟踪监测,结果表明:裂缝扩展得到了有效控制,车辙深度年增长率下降了50%,路面抗滑性能保持稳定,渗水系数低于50 mL/min,整体使用性能显著提升。该案例说明,多种养护材料协同应用能够实现“结构加固+功能恢复”的双重目标,提升综合养护效益。

# 5 养护材料应用中的问题与解决策略

## 5.1 材料成本问题

尽管高性能养护材料效果显著,但其成本普遍高于传统材料。例如,改性沥青价格约为基质沥青的1.5-2倍,抗裂贴与微表处材料也因工艺复杂导致成本偏高,这制约了它们在低预算项目中的推广。

为降低综合成本,可采取以下策略:

优化材料配比:通过试验确定最优掺量,在保证性能的前提下减少高成本材料的用量;

提升施工效率:采用机械化、自动化施工设备,降低人工

与时间成本;

推行全生命周期成本评估:虽然初期投入较高,但由于延长了养护周期、减少了大修频率,长期经济效益更优。

## 5.2 施工环境影响

施工环境对养护材料性能的发挥具有重要影响。

温度影响:在低温环境下,改性沥青黏度升高,摊铺困难;抗裂贴黏性下降,容易脱粘。建议在环境温度高于10°C时施工,必要时对材料进行预热。

湿度影响:高湿度或雨后施工容易导致微表处破乳不均、抗裂贴黏结失效。应确保基层干燥,避免在降雨前后施工。

应对策略包括:加强施工前环境监测,制定应急预案;采用环境适应性强的材料配方;引入智能施工系统,实时调节工艺参数。

## 6 高速公路沥青路面耐久性养护材料发展趋势

### 6.1 新型材料研发

未来养护材料将朝着环保型、功能型与智能型方向发展。

自修复材料:通过在沥青中嵌入微胶囊修复剂或形状记忆聚合物,实现微裂缝的自动愈合,延长路面寿命。

智能养护材料:集成传感器或导电纤维,实现对温度、应力、损伤程度的实时监测,为预防性养护提供数据支持。

环保型材料:利用废旧橡胶粉、再生沥青等资源,开发低碳、可循环利用的绿色养护材料,推动行业可持续发展。

### 6.2 材料与工艺融合

养护材料的效能发挥依赖于先进施工工艺的支撑。未来将更加注重材料-工艺-设备一体化协同。

智能摊铺设备:可实时调整沥青温度与摊铺速度,确保改性沥青施工质量;

自动化抗裂贴铺设机:能提高粘贴精度与效率,减少人为误差;

基于BIM与数字孪生技术的养护管理系统:可实现材料性能预测与施工过程仿真,提升决策科学性。

材料与智能工艺的深度融合,将推动高速公路养护向精细化、智能化、高效化方向发展。

## 参考文献:

- [1] 田永红.微表处技术在高速公路沥青路面养护施工中的应用[J].工程机械与维修,2025(09):91-93.
- [2] 张晓云.微表处技术在高速公路沥青路面养护施工中的应用[J].交通世界,2024(09):76-78.
- [3] 刘霞.微表处技术在高速公路沥青路面养护中的应用[J].工程建设与设计,2024(12):162-164.
- [4] 彭楠,黄文奇.高速公路沥青路面养护施工微表处技术的应用[J].时代汽车,2026(04):151-153.
- [5] 欧阳亮酉,王文新.防水抗裂层在沥青路面中的应用[J].交通世界,2024(23):110-112.