DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.260496

超薄磨耗层与常规罩面技术在道路改造中的对比研究

朱　飞
[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘　要: 随着我国公路养护改造需求日益增长,高效节能、长效服役的预防性养护技术备受关注。超薄沥青磨耗层作为一种新型薄层罩面技术,具备抗滑、降噪、防水及快速施工等优点,在道路改造中优势显著。结合东莞莞太路改造实例,系统介绍该技术的应用流程,并通过病害分析与性能检测,对比超薄磨耗层与常规改性沥青罩面在技术性能、施工效率、经济效益及环境影响等方面的差异。研究表明,超薄磨耗层能有效恢复并提升路面表面功能,尤其在降噪、快速施工和减少交通干扰方面表现突出,具有良好的技术适用性和全寿命经济性,可为类似道路的预防性养护与品质提升工程提供参考。

关键词: 道路改造;超薄沥青磨耗层;降噪性能;预防性养护
中图分类号: U416.217;TU997　　**文献标志码:** A　　**文章编号:** 1009-7716(2026)11-0055-04

Comparative Study of Ultra-Thin Wearing Layer and Conventional Overlay Technology in Road Renovation

ZHU Fei
[Tongji University Architectural Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: With the increasing demand for highway maintenance and reconstruction in China, the preventive maintenance technologies that are energy-efficient and have long-lasting service life have garnered significant attention. As a new type of thin overlay technology, the ultra-thin asphalt wearing course possesses the advantages such as skid resistance, noise reduction, waterproofing and rapid construction, making it notably advantageous in road reconstruction. Combined with the example of the reconstruction of Guantai Road in Dongguan, the application process of this technology is systematically introduced. And through disease analysis and performance testing, the differences between this technology and conventional modified asphalt overlays in terms of technical performance, construction efficiency, economic benefits and environmental impact are compared. The research result indicates that the ultra-thin wearing layer can effectively restore and enhance the surface function of the pavement, particularly excelling in noise reduction, rapid construction and reducing traffic interference, which demonstrates the good technical applicability and whole-life economic efficiency, and can provide a reference for preventive maintenance and quality improvement of similar road projects.

Keywords: road reconstruction; ultra-thin asphalt wearing layer; noise reduction performance; preventive maintenance

0　引　言

随着我国经济和社会飞速发展,机动车保有量不断增加,我国早期建成通车的沥青路面在长期运营过程中,普遍出现龟裂、表面抗滑性能衰减、泛油等早期病害,亟需采取合理措施恢复并提升其服务功能[1]。超薄磨耗层作为一种典型的预防性养护罩面技术,因其具备良好的抗滑、密水性能以及施工快捷等特点,已在各地道路改造工程中广泛应用[1-2]。尤其值得注意的是,其采用的间断级配配合形成的宏观纹理构造,被相关研究证实可有效降低轮胎与路面间产生的滚动噪声,对于改善道路沿线声环境质量具有积极意义[3-4]。本文以东莞市莞太路品质提升改造项目为实例,针对超薄磨耗层与常规改性沥青罩面两种方案开展对比分析,以期为类似工程的设计与决策提供借鉴。

收稿日期:2026-05-08
作者简介:朱飞(1992—),男,硕士,工程师,从事道路设计工作。

1　项目概况

莞太路品质提升改造工程位于东莞市南城街

道，起点为鸿福路，终点为东莞大道，路线全长约7 km，道路等级为一级公路兼城市主干路（按主干路标准设计），设计速度为60 km/h，现状标准横断面为双向8车道，红线宽60 m。

本项目的改造建设，对于提高莞太路本身的通行效率，分流和均衡中心城区路网流量，缓解东莞大道的交通压力，满足市民对城市交通出行品质提升需求以及推动东莞市城市交通品质全面高水平发展都具有重要意义。

2　现状路面概况

2.1　路面结构形式

根据资料，本段道路现状路面结构主要为白加黑路面（即水泥混凝土路面上加铺沥青混凝土路面），现状路面结构如下：4 cm AK-13A细粒式沥青混凝土+8 cm AC-20I中粒式沥青混凝土+24 cm水泥混凝土（抗折强度4.5 MPa）+15 cm水泥稳定石屑+15 cm水泥稳定砂。

2.2　主要路面病害分析

通过对路面的调查发现现场出现纵向裂缝、横向裂缝、龟裂、车辙、坑槽等病害以及病害修补，其中以纵、横向裂缝为主，其成因有以下几个方面。

2.2.1　纵向裂缝

（1）施工阶段的压实工艺控制不当，易在路基或基层中形成局部薄弱区。该区域实际密实度未达设计标准，承载力偏低，在车辆荷载反复作用下易产生沉陷，从而向上反射形成路面裂缝。

（2）从材料特性看，广泛应用的半刚性基层具有较大的刚度，但其抗弯拉强度较低。材料会因水分蒸发产生“干缩”，或因温度骤降产生“温缩”，此类收缩受到约束时即形成拉应力，当应力积聚至超出材料极限便会开裂。

（3）由于原莞太路为白加黑路面，故下层混凝土纵横缝反射亦会产生裂缝。

纵向裂缝的严重程度可根据直观形态特征进行区分。轻度裂缝主要表现为宽度较窄（一般≤3 mm）、缝壁较为完整、散落不明显以及分支裂缝稀少。而当裂缝发展为重度时，则常见宽度显著增加（>3 mm）、缝壁材料散落、并伴随多条支缝等典型特征，如图1所示。

2.2.2　横向裂缝

横向裂缝的诱因主要有两方面：一是沥青面层摊铺中，若接缝处理工艺不当，会形成渗水通道或压实薄弱区，在行车荷载反复作用下产生应力集中进而开裂；二是在“白加黑”路面结构中，下层混凝土板的既有接缝与裂缝会反射至沥青罩面层，形成反射裂缝。



图1　现状道路纵向裂缝

根据其严重程度，可划分为轻、重两级：轻度裂缝宽度通常小于3 mm，缝壁完整，无明显散落或支缝；重度裂缝则宽度大于3 mm，常贯穿整个路面，缝壁伴有材料散落及少量支缝，其形态如图2所示。



图2　现状道路横向裂缝

2.3　路面技术状况检测评价

检测结果显示，该路段路面行驶质量指数（RQI）平均值为4.19，全部评定单元等级均为A。路面损坏状况指数（PCI）平均值为89.99，共50个评定单元，其中有4个等级为B，其余均为A。抗滑性能采用摆值（BPN）评价，平均值为52，全部评定单元等级为A。各项均处于良好水平，路面结构强度在重交通荷载条件下基本满足要求，仅局部点位在更高荷载水平下需关注。考虑到该路段交通荷载等级为重交通，依据《城镇道路养护技术规范》（CJJ 36—2016），综合评定认为，该路段适宜采取预防性养护或保养小修。

3　罩面方案技术比选

经过研究，超薄静音磨耗层路面方案与常规改性沥青罩面方案均技术成熟可行，能满足重交通设计荷载的要求。据此，鸿福路—新基路段位于市区，

采用超薄沥青磨耗层,新基路—东莞大道段地处城乡结合,采用传统改性沥青。

3.1　超薄沥青磨耗层罩面

该方案采用同步洒布高黏改性乳化沥青黏结层与摊铺高黏改性沥青混合料的施工工艺[5],形成厚度约1.5 cm 的薄层罩面。其核心特点在于施工速度快、开放交通早,且具有显著的降噪与抗滑提升效果[6]。

3.2　常规改性沥青罩面

该方案为传统加铺方式,在对原路面病害进行处治后,加铺一层6 cm AC-16C(SBS改性)沥青混凝土调平层,再加铺一层4 cm AC-13C(SBS改性)沥青混凝土上面层。该技术路线成熟,能提供一定程度的结构补强,有效改善路面平整度并抑制反射裂缝发展。

3.3　综合性能对比分析

超薄静音磨耗层与常规改性沥青罩面两种方案的关键性能指标对比如表1所示[7-8]。

序号	类别	超薄静音磨耗层	常规改性沥青罩面
1	实施厚度	1.5 cm	约10 cm(含调平层)
2	级配类型	骨架密实型	悬浮密实型
3	胶结料	高黏高弹改性沥青	传统改性沥青材料
4	抗滑性能	初期抗滑性能与抗滑耐久性良好	初期抗滑性能好,但抗滑衰减速度较快
5	降噪效果	降噪型路面,可降低交通噪声3~8 dB	降噪效果一般
6	工程造价	约90元/m^2	约131元/m^2(含调平层)

本工程的超薄静音磨耗层,通过对胶结料的性能和施工工艺的改进提升,较常规磨耗层有更好的抗车辙性、抗滑性等优势。此结构适用于各级道路预防性养护及品质提升,特别是高等级道路、桥梁与隧道路面结构的快速罩面与养护,具有高温稳定性好、平整度高、行车噪声小等优点。另外其凭借高黏高弹的特性也能较好地控制反射裂缝。

常规改性沥青罩面工艺成熟,在保证行车舒适性的同时,通过增加沥青层厚度,能有效地控制路面的反射裂缝,但降噪效果一般。其对原路面不平整的调节能力强,整体刚度提升显著,耐久性较好。但总厚度大,抬高路面明显,需调整路缘石、井盖等附属设施;材料用量多,成本高;施工周期长,分两层摊铺,交通封闭压力大。

4　方案适用性分析与选择策略

道路改造方案的选择,本质上是针对特定“病情”与“需求”开具的精准“处方”。常规改性沥青罩面与超薄沥青磨耗层是两种技术路径、适用目标和成本效益迥异的改造方案。其选择并非简单的优劣判断,而应基于详细的现状诊断与明确的改造提升要求,进行精准匹配。

4.1　超薄沥青磨耗层的适用条件与目标

该方案适用于原路面结构完整、基层承载能力充足、无严重结构性病害的路段。其主要应用目标包括以下3方面。

(1)快速修复路面表面功能,如恢复抗滑性能、降低噪声、防止路面水下渗。

(2)作为一种主动的预防性养护手段,在路面结构性能衰退初期进行干预,以延长道路大中修周期[9]。

(3)适用于桥面铺装、标高受限路段、工期紧迫或对交通干扰要求严格的区域。

4.2　常规改性沥青罩面的适用条件与目标

该方案更适用于原路面存在一定程度的疲劳损伤、局部结构承载力不足,但尚未达到需彻底翻修程度的项目。其通过增加罩面厚度提供结构补强,主要目标在于以下3方面。

(1)提升路面整体结构承载力,抑制反射裂缝的扩展。

(2)显著改善因车辙、沉陷等引起的路面不平整问题,提高行车舒适性。

(3)适用于交通荷载繁重、且无严格标高与工期限制的干线公路综合性大中修工程。

4.3　面向品质提升改造的超薄磨耗层综合价值

随着城市发展对道路功能、环境与景观要求的不断提高,许多道路改造项目已超越单纯的“修复”范畴,进入以“品质提升”为核心目标的阶段。在此导向下,超薄(静音)沥青磨耗层的综合价值尤为凸显,成为首选技术。

4.3.1　行车品质提升性与环境友好性

静音性。特殊孔隙结构可有效吸收轮胎滚动噪声,降噪效果达3~8 dB,直接提升沿线居民生活品质[10-11]。

舒适性与安全性。能有效恢复并提升路面平整度与抗滑性能,提供平稳、顺滑、安全的高品质驾乘体验。

高韧性抗裂。采用高黏弹改性沥青,层间黏结强,整体韧性好,能有效抑制反射裂缝,提供主动防护。

4.3.2　全寿命周期经济性

初始成本与长期效益平衡。虽单次造价可能与常规罩面相当，但其在路面结构完好的最佳时机介入，通过卓越的封水、抗裂、抗滑性能，从根本上保护道路下层资产，大幅延长大中修周期[12]。

降低社会总成本。“快速施工”减少了交通延误的社会成本；“长寿命设计”降低了全生命周期的养护总费用与资源消耗，符合可持续发展理念。

对于追求低噪声、高舒适、高安全、绿色可持续的“品质型”改造项目（如行政中心区、重点景观大道、宜居社区道路），超薄（静音）沥青磨耗层已从“可选方案”跃升为“优先推荐方案”。

4.3.3　突出的长期经济效益（全寿命周期成本）

虽然超薄磨耗层初始投资可能与传统方案相当或略高，但其“预防性”的特性能在路面结构完好的早期介入，通过优良的封水、抗裂、抗滑性能，有效保护下层结构，延缓大中修周期。从道路服役数十年的全寿命周期来看，其“小修养护、避免大修”的模式，能显著降低总的养护维修费用和用户延误成本，实现更优的经济性。

5　结　语

工程实践表明，超薄沥青磨耗层罩面在提升行车舒适度、降低交通噪声及恢复路面表面功能方面，效果显著优于常规改性沥青罩面。该技术特别适用于原路面结构完好但出现抗滑不足、平整度下降、轻微裂缝及渗水等功能性衰减的道路改造场景。与传统加铺方案相比，其具有厚度薄、施工速度快、交通影响小、降噪与抗滑性能优异、全寿命周期经济效益好等一系列突出优点。在“绿色养护”与“精准养护”理念不断深入的行业背景下，超薄沥青磨耗层凭借其综合技术优势，预期将在我国公路与城市道路的养护改造中获得更为广泛的应用，为提升路网服务水平与运营效益发挥重要作用。

参考文献：

[1] 周星雨. 超薄磨耗层技术在高速公路中的应用[J]. 工程建设与设计，2023(5)：236-238.

[2] 吕珩. 超薄磨耗层NovaChip技术实例应用分析[J]. 中国新技术新产品，2012(16)：14-15.

[3] 熊健，范磊. Novachip超薄磨耗层路面降噪影响因素分析[J]. 北方交通，2017(5)：68-70.

[4] Laboratory evaluation of high-friction thin overlays for pavement preservation[J]. Frontiers of Structural and Civil Engineering, 2024, 18(6): 936-948.

[5] 胡敏舒，巫康. 超薄磨耗层技术在沥青路面养护工程中的应用研究[J]. 运输经理世界，2024(36)：132-134.

[6] 菅瑞海. 解析Novachip超薄磨耗层的高速公路沥青路面养护技术[J]. 黑龙江交通科技，2021(1)：55-57.

[7] 祝轩，吴旷怀，陈哲宇，等. 砂粒式超薄磨耗层的路用性能对比[J]. 筑路机械与施工机械化，2019，36(4)：41-46.

[8] 苏晋锋. Novachip超薄磨耗层路面使用性能评价[J]. 交通世界，2024(10)：78-80.

[9] 郝丽坤. 沥青路面超薄磨耗层技术在预防性养护中的应用[J]. 交通世界，2022(25)：64-66.

[10] 杜斌，杜传金，虞将苗，等. 高韧超薄沥青磨耗层降噪性能研究及工程应用[J]. 市政技术，2026(3)：32-41.

[11] 李正锋，林晓峰. NovaChip超薄磨耗层在广州绕城高速路面的应用[J]. 科技和产业，2024，24(12)：271-276.

[12] 卢超，蒋龙松，刘化学. 基于LCCA的沥青路面养护决策及处治方案研究[J]. 路基工程，2016(1)：50-55.

（上接第39页）

[2] 李强. 临汾市河汾一路（规划三街—跨汾河大桥）快速路工程[R]. 临汾：临汾市河汾一路（规划三街—跨汾河大桥）快速路EPC工程施工图设计，2021.

[3] 许长青. 临汾市河汾一路跨汾河大桥工程[R]. 临汾：临汾市河汾一路跨汾河大桥EPC工程施工图设计，2021.

[4] 袁立顺. 临汾市河汾一路（建设街—滨河东路）快速路工程[R]. 临汾：临汾市河汾一路（建设街—滨河东路）快速路EPC工程施工图设计，2021.

[5] 谭跃，王乐. 城市快速路如何快起来[J]. 道路交通管理，2025(10)：28-29.

[6] 彭凌枫，沈宙彪，曲文良. 城市快速路拥堵节点交通综合治理探究[J].. 中国交通信息化，2025(增刊1)：263-265.

[7] 黄晓彤. 基于低碳生态城市理念的综合交通规划方法研究[J]. 工程技术研究，2025(17)：195-197.

[8] 邢邦宁. 临沂市快速交通路网规划组织方案研究[J]. 交通建设与管理，2024(2)：161-163.

[9] 郑琼芳. 中小型城市快速环路规划布局策略研究——以佛山市顺德区为例[J]. 交通科技与管理，2023(18)：31-34.

[10] 陈名焜. 低碳生态城市综合交通规划关键方法和技术研究[J]. 工程技术研究，2023(17)：165-167.

[11] 陈澍洋. 完善连续流功能的城市快速路改造交通详细规划[J]. 交通与运输，2023(增刊1)：20-23.

[12] 尚德申. 对快速公交规划与设计的思考[J]. 城市公共交通，2023(2)：47-50.

[13] CJJ 129—2009 城市快速路设计规程 [S].

[14] GB/T 51328—2018 城市综合交通体系规划标准 [S].