

微表处技术在公路预防性养护施工中的应用

王双得

(青海省班玛公路段, 青海 果洛 814300)

摘要 微表处技术以聚合物改性乳化沥青、级配集料、填料、水和外加剂为主要材料, 可在旧沥青路面表层形成薄层功能罩面。微表处技术施工快、干扰小, 能改善抗滑、防水和耐磨性能, 是公路预防性养护中的常用工艺。本文从微表处技术的功能定位、适用场景边界、施工过程控制及质量风险防控四个维度展开分析, 明确指出该技术的应用成效并非单一因素决定, 而是高度依赖前期路况精准诊断、病害预处理彻底性、混合料配合比优化设计, 以及开放交通时机的科学管控。结果表明, 唯有将微表处技术纳入“现状调查—方案设计—规范施工—跟踪评价”的全流程闭环管理体系, 才能最大化发挥其延缓路面性能衰减、降低全寿命周期养护成本、保障行车安全的综合效益。

关键词 微表处技术; 公路工程; 预防性养护; 沥青路面; 病害预处理

中图分类号: U418.6

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.26.039

0 引言

公路通车运营后, 路面性能并非突发式骤降, 而是在反复行车荷载、雨水入渗、温差交变与材料自然老化的长期耦合作用下, 逐步显现各类早期损伤。细微裂缝、表面麻面、集料松散、路面泛油与抗滑性能衰减等初期病害, 表现危害看似有限, 却往往是后续结构性病害快速扩展的起始诱因。若养护跟不上, 雨水会沿缝隙进入结构层, 表层缺陷也可能发展为坑槽、网裂和深层破坏, 届时再大修, 不仅费用高, 交通组织更被动^[1]。因此, 预防性养护的价值在于趁路面尚有较好承载能力时及时干预。微表处属于冷拌冷铺薄层处治技术, 施工快、封闭时间短, 能恢复抗滑、防水和耐磨性能, 适合结构完好但表面功能下降的沥青路面。需要注意的是, 微表处不是简单“盖一层”, 其效果取决于选路是否准确、病害是否先治、配合比是否合理以及现场控制是否到位。基于此, 本文结合预防性养护实践, 对微表处技术的应用要点进行分析, 以为相关工程实践提供参考。

1 微表处技术的养护定位与适用条件

1.1 技术构成与成型特点

微表处技术是在稀浆封层基础上发展起来的薄层养护工艺, 主要材料为聚合物改性乳化沥青、级配集料、矿粉、水和少量外加剂。施工时, 材料由专用摊铺车同步计量、连续拌和, 并随拌随铺, 不需加热, 因而

作业速度快, 对通行和周边环境影响较小。其成型过程并非简单覆盖旧路面, 而是乳化沥青在集料表面完成裹覆后, 随着破乳、脱水逐步形成黏结强度, 使集料与原路面结合为一层连续的功能罩面。这层薄层能够封闭细小孔隙, 改善表面纹理, 提高抗滑、耐磨和防水能力。微表处虽厚度不大, 却很考验材料质量和现场控制。集料应洁净、坚硬、有棱角, 级配要稳定; 乳化沥青既要有良好黏附性, 也要有合适的破乳速度。矿粉和外加剂用量不多, 却会影响稠度、可施工时间和早期成型^[2]。在实际应用中, 它更适合处治麻面、轻微松散、表层老化、渗水和抗滑不足等早期病害。若路面已出现严重网裂、沉陷或基层损坏, 只靠这一薄层很难解决问题, 应先采取结构性修复措施才稳妥。

1.2 预防性养护中的功能定位

预防性养护的关键是在路面还没有“伤筋动骨”时把隐患拦住。微表处正适合用于这一时段: 旧路结构仍有足够承载力, 但面层已出现老化、轻微松散、渗水、麻面或抗滑不足等迹象。通过铺筑一层薄而连续的功能层, 它可以封闭细小孔隙, 阻断雨水继续下渗, 重建表面纹理, 提高车辆行驶的摩擦安全性。对雨季易积水、行车磨损明显或表层材料开始松动路段, 及时采用微表处, 往往能把小病害控制在初期, 避免其向坑槽、网裂和结构损坏发展。当然, 微表处不是万能修补手段, 更不是把问题暂时遮住。若基层已松散、承载能力下降, 薄层罩面难以长期奏效。因此, 应用

作者简介: 王双得 (1989-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 道路工程。

时应以路况检测和现场判断为基础,把它作为主动养护措施纳入年度计划,选准时机、选准路段,才能体现延寿、降本和保安全的价值,也能让后续养护安排更从容、更有章法,减少被动性。

1.3 适用边界与选路原则

微表处适合用在路面结构尚稳定、病害主要集中在表层的路段。例如:轻微裂缝、麻面、浅层松散、抗滑不足以及不太严重的车辙,都可以考虑采用这一工艺。选路时不能只看路面“旧不旧”,还要结合检测 results 和现场踏勘,明确承载能力、裂缝密度、车辙深度、渗水情况和排水条件。对一般表面病害,可直接实施单层微表处;对轻度车辙,应先做车辙填补,再进行罩面;对局部坑槽、沉陷和裂缝集中的位置,则要先修补,待路面状态稳定后再施工。若基层已经松散,或出现严重网裂、深层水损害和面积沉陷,微表处就不宜作为主要处治措施,应采用铣刨重铺、结构补强等方法。长坡、急弯、重载车多和潮湿阴冷路段,对黏结性、耐磨性和抗剪能力要求更高,必要时应采用增强型方案。选路准,微表处才能发挥作用;选路不当,再好的材料也难以保证耐久。

2 微表处技术在预防性养护施工中的关键应用

2.1 路况调查与方案设计

微表处能否适用,核心前提是原路面的基础工况是否满足技术要求。因此,施工前必须把原路面调查工作做深做细,绝不能仅凭远观路面色泽、近看表面破损就仓促判定。现场需严格按照现行养护技术规范,重点核查裂缝的宽度与走向、车辙深度、麻面松散范围、路面平整度、抗滑性能、渗水系数及排水通畅性,同时结合路段交通量、重载车占比和历年养护历史记录,完成全维度综合研判,最终确定微表处的适配性。对高速公路和一级公路,还应利用检测车数据进行分段分析,避免把不同病害混在一起处理。调查时更要追问病害成因。有些裂缝只是表层老化引起,适合通过微表处封闭和改善;有些裂缝却与基层疲劳、排水不良有关,若不先处理结构问题,铺上薄层也难以耐久。方案设计应按路段特点区别安排:抗滑不足的路段,应优先控制集料质量和表面纹理;渗水明显的路段,应把裂缝处治和封水效果放在前面;车辙路段则要明确填补方式、摊铺厚度和施工顺序^[3]。桥头、隧道口、长下坡等位置,还应适当提高黏结、耐磨和抗滑要求,使设计方案真正贴合现场。

2.2 病害预处治与作业准备

病害预处治是微表处施工前最容易被忽视、却最影响成败的环节。施工前应沿线细查裂缝、坑槽、松散、

油污和旧标线残留情况,做到先治病害、再铺罩面。裂缝处理要结合宽度和活动程度选择灌缝、贴缝或开槽灌缝,不能简单一灌了事;坑槽、沉陷和松散部位应切边成形,清除松动材料后分层填补压实,保证旧路面具备可靠承托条件。对浮尘、泥土、油渍和松散颗粒,应采用清扫、吹扫或冲洗等方式彻底处理,冲洗后还要留足干燥时间,避免水分影响乳化沥青黏结。作业准备也要细致,检查井、伸缩缝、排水口、路缘石和标线边缘应提前遮挡或标识,减少污染和错缝。交通量大的路段可分幅、分车道或夜间施工,但应考虑夜间低温高湿对破乳和养生的不利影响。正式施工前宜设置试验段,检验拌和状态、摊铺厚度、接缝质量、破乳时间和开放交通条件,发现材料批次、天气或路面吸附性变化时,应及时调整施工参数。

2.3 材料选择与配合比控制

微表处对材料十分挑剔。改性乳化沥青应破乳稳定、黏附性好,并能适应当地气候和交通条件;重载多、夏季温度高的路段,宜选用性能更稳定的聚合物改性乳化沥青。集料则要坚硬、洁净、有棱角,不能夹泥、带粉,压碎值、磨耗值和磨光值都应满足要求。尤其是抗滑要求较高的路段,集料后期抗磨光能力不能忽视。级配控制是配合比设计的关键。级配过粗,表面容易露白、离析,封水效果也会打折;级配过细,摊铺后又可能发黏、泛油,影响抗滑。填料、水和外加剂的用量也要结合天气、集料含水率和现场摊铺状态灵活调整,使混合料既能顺利摊开,又不流淌、不结团、不提前破乳。现场常会遇到风大、日照强或原路面吸水快等情况,这些细节也会改变混合料的工作时间。配合比不能只靠经验拍定,应通过拌和、稠度、黏聚力、湿轮磨耗和负荷轮黏砂等试验综合确定。正式施工后,还要持续核查设备计量和材料消耗,发现油量、水量或集料级配波动,应及时修正,避免小偏差影响整段成型质量。

2.4 摊铺施工与开放交通控制

微表处摊铺不是把混合料摊平即可,现场节奏和细部处理往往决定最终效果。施工前应先完成封闭交通、清扫路面和边线控制,并重新核对摊铺车计量系统,确保乳化沥青、集料、矿粉、水和外加剂供给稳定。开始摊铺后,拌和箱内材料应保持均匀,摊铺槽料位也要相对平稳,不能一会儿满料、一会儿亏料。操作人员要根据原路面干湿程度、气温、湿度和破乳速度调整行进速度。走得太快,容易漏铺、拉毛和厚度不足;走得太慢,混合料可能在槽内提前破乳,反而影响平顺。桥头、弯道、长坡及局部不平处,应适当放慢观察,

及时调节刮板和人工补边。纵缝宜避开轮迹带,搭接以不露底、不起棱为准;横缝可用垫纸、切齐和端部整平等办法处理,使前后段过渡自然。井盖、伸缩缝、排水口和路缘石附近要提前遮挡,摊铺后随即清理余料,避免形成污染和硬边。开放交通更不能凭经验草率决定。微表处早期强度要经过破乳、脱水和黏聚力增长,遇到低温、高湿、夜间或雨后施工,养生时间应适当延长^[4]。只有确认表面稳定、车轮不带料、压过后不留明显痕迹,再结合试验段情况放行,才能减少早期损伤。当天还应安排专人记录温湿度、用料和放行时间等,便于后续检查,也为质量追溯留存必要依据。

3 微表处技术在公路预防性养护施工中的应用效果、质量风险与优化方向

3.1 应用效果分析

微表处技术用在适宜路段后,效果通常先体现在路表状态的改善上。摊铺成型后,原有麻面、轻微松散和表层老化现象会得到一定修复,路面纹理更加均匀,行车摩擦条件有所提高,雨天行驶安全性也随之增强。同时,微表处技术能够封闭部分细小孔隙和浅表缺陷,减少雨水继续向下渗入,对延缓水损害发展有积极作用。对于早期性能下降但结构尚好的路段,这种“及时补护”比等到病害扩大后再大修更经济,也更利于保持道路通行能力。需要注意的是,微表处技术的作用重点并不是彻底消除所有病害,而是延缓路面性能衰减。施工完成后,不能只看表面是否平整、美观,还应结合抗滑、渗水、裂缝反射、局部剥落和车辙变化等指标进行跟踪。通过后期检测结果反向分析选路、材料和施工参数,才能不断提高应用效果,使微表处技术真正服务于预防性养护全过程。

3.2 常见质量风险及防治

微表处层虽薄,但施工稍有疏忽,问题很快就会反映到路面上。常见缺陷主要有脱皮、剥落、泛油、离析、车轮带料、接缝不顺和早期轮迹等。脱皮、剥落多半与旧路面清理不到位、表面潮湿、集料含泥量偏大或乳化沥青黏附性不足有关,因此施工前不能只做表面清扫,还要把浮尘、松散颗粒和油污处理干净,雨后路面未干时不宜急于施工。泛油一般出现在油石比偏大、级配偏细或高温重载路段,应通过试验段及时校正油量和矿料级配。离析往往不是单一原因造成的,集料波动、拌和不均、摊铺槽料位不稳都可能诱发,现场应加强设备标定和过程巡查。车轮带料、早期轮迹多数是开放交通过早造成的,不能只看表面是否成型,还要结合破乳、脱水和黏聚力情况判断。接缝和

边缘处理也不能忽视,纵缝搭接、横缝收头和人工修边都要细致。总体来看,微表处质量控制重在过程,材料进场、拌和摊铺、养生开放和成型检测都要逐项把关,避免小问题演变成大面积返工。

3.3 技术优化方向

微表处技术后续应用不宜只停留在常规做法上,还应结合路段实际不断改进。首先,材料选择要更有针对性。对重载车辆多、夏季高温明显、长下坡或潮湿路段,可采用高黏改性乳化沥青、纤维增强材料等,提高薄层抗剪、抗磨耗和抗水损害能力,避免“一种配方用到底”。其次,施工管理要更加精细。微表处层厚较薄,油石比、水量、摊铺速度和破乳时间稍有波动,都可能影响成型效果。因此,施工中应加强设备计量校核,记录气温、湿度、材料用量和开放时间,为质量追溯提供依据。再次,养护决策要把握好时机。路面病害过重时,单靠微表处难以持久;路况过好时提前实施,又会造成养护资源浪费^[5]。应结合检测数据、交通量和病害发展趋势,选择最合适的处治窗口。最后,还可将微表处与裂缝封闭、局部修补、雾封层等工艺配合使用,使其在绿色、经济和长效养护中发挥更稳定的作用。

4 结束语

微表处技术适用于结构状况良好而表面功能开始衰减的沥青路面,是公路预防性养护中较为成熟、经济和高效的施工方法。其实效不只取决于材料性能,更取决于路况判断、病害预处理、配合比、摊铺控制和开放交通管理。实践中应避免把微表处技术简单理解为“薄铺一层”,而要把它放在路况检测、方案设计、现场施工和后期跟踪的完整链条中使用。只有坚持因路制宜、过程管控和持续评价,微表处技术才能真正发挥抗滑、防水、延寿和降本作用,为公路长期安全运营提供支撑。

参考文献:

- [1] 张丽萍.微表处技术在高速公路沥青路面养护施工中的应用[J].运输经理世界,2021(36):152-154.
- [2] 王亮.微表处在高速公路路面预防性养护中的应用[J].运输经理世界,2021(06):123-124.
- [3] 任兴荣.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,2022(07):116-118.
- [4] 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.
- [5] 成浩一.高速公路路面微表处养护施工技术[J].人民交通,2024(03):144-146.