

微表处技术在高速公路养护中的应用策略

席晓龙

陕西省成通机械化公路生态工程有限责任公司, 陕西 西安 710000

DOI: 10.61369/ERA.12259

摘要： 针对高速公路养护面临的复杂病害与提升养护效率的需求，本研究从高速公路养护的现状与需求出发，分析了微表处技术的优势，再详细探究了微表处技术在高速公路养护中的应用策略。分析发现，通过合理运用微表处技术，能有效改善路面性能，延长高速公路使用寿命。通过分析，文章旨在为高速公路养护工作提供科学的微表处技术应用指导，以提升高速公路养护质量与效益。

关键词： 高速公路；微表处技术；养护

Application Strategy of Micro-Surfacing Technology in Highway Maintenance

Xi Xiaolong

Shaanxi Chengtong Mechanized Highway Ecological Engineering Co., Ltd. Xi'an, Shaanxi 710000

Abstract: In response to the complex diseases faced by highway maintenance and the need to improve maintenance efficiency, this study starts from the current situation and demand of highway maintenance, analyzes the advantages of micro-surfacing technology, and then explores the application strategies of micro-surfacing technology in highway maintenance. The analysis found that the rational use of micro-surfacing technology can effectively improve road performance and extend the service life of highways. Through analysis, the article aims to provide scientific guidance on the application of micro-surfacing technology for highway maintenance work, in order to improve the quality and efficiency of highway maintenance.

Keywords: highway; micro-surfacing technology; maintenance

高速公路作为国家交通体系的关键构成，肩负着促进区域经济交流、推动社会发展的重任。然而，随着运营时间的增长以及交通流量的迅猛增长，其路面长期承受重载车辆的反复碾压，加之自然环境中雨水、阳光、温度变化等因素的侵蚀，病害问题愈发严峻。传统养护技术在应对复杂病害时，逐渐暴露出施工周期长、成本高、效果不佳等弊端，难以满足日益增长的交通需求以及公众对道路服务质量的期望。在此背景下，微表处技术凭借其独特优势应运而生。深入探究微表处技术在高速公路养护中的应用策略，对于提升养护效率、改善路面性能、保障道路长期稳定运行具有极为重要的现实意义，将为高速公路养护领域开辟新的发展路径。

一、高速公路养护的现状与需求

(一) 养护需求

高速公路作为交通主动脉，长期经受严苛考验。车辆荷载持续冲击，据统计，在一些交通繁忙路段，日均车流量可达8万辆次以上，且重载车辆比例近年来呈上升趋势，部分路段重载车辆占比已超20%。与此同时，自然环境的侵蚀从未间断，雨水冲刷、紫外线照射以及温度的剧烈变化，不断削弱路面结构强度。在这样的双重作用下，路面病害发展迅速^[1]。研究表明，在重载车辆频繁通行路段，路面病害发生率相较普通路段高出30%~50%，病害发展速度加快约2~3倍。此外，社会对高速公路服务质量期望持续攀升。公众不仅要求道路时刻保持安全畅通，对行车舒适性也有了更高标准。行驶在不平整路面上，车辆振动加剧，乘客舒适度降低，且车辆损耗增加，维修成本上升。据相关研究，路面平整度每降低1mm，车辆燃油消耗增加约2%~3%，轮胎磨损加

快约10%~15%。因此，及时、高效地开展养护工作，维持高速公路良好的技术状况，已成为当前交通基础设施维护的紧迫且重要的任务。

(二) 常见病害

高速公路路面常见病害类型多样。裂缝是较为普遍的病害之一，包括横向裂缝、纵向裂缝以及网状裂缝^[2]。横向裂缝多因温度变化，路面材料收缩不一致产生；纵向裂缝常由路基不均匀沉降、路面结构层间结合不良引发；网状裂缝则与路面老化、疲劳损伤相关。车辙也是常见病害，在车辆荷载与高温环境共同作用下，路面沥青混合料产生塑性流动，形成沿行车方向的凹槽。坑槽同样不容忽视，水损害是坑槽形成的主要原因之一，水分渗入路面结构，在车辆荷载反复作用下，导致集料与沥青剥离，进而形成坑洞。

(三) 养护技术发展的需求和趋势

传统高速公路养护技术，如局部修补、加铺沥青层等，在应

对大规模、复杂病害时，存在施工周期长、对交通影响大、养护效果持久性不足等问题。为满足日益增长的养护需求，养护技术正朝着高效、环保、耐久性好的方向发展。微表处技术作为一种新型养护技术，具备施工速度快、成本效益高、环保性能优等特点，符合当前养护技术发展的趋势，为高速公路养护提供了新的解决方案^[3]。

二、微表处技术的优势

（一）改善防渗性能

微表处技术采用聚合物改性乳化沥青、粗细集料、填料等材料按特定比例混合，摊铺后形成的薄层结构紧密。聚合物改性乳化沥青在破乳后，与集料、填料相互作用，填充路面孔隙，有效阻止水分下渗。相较于未处理路面，微表处层的渗水系数大幅降低，能显著减少水分对路面结构层的侵蚀，保护路基与基层，延长路面使用寿命。

（二）改善抗滑性能

微表处层中的集料具有一定的粗糙度与棱角，在车辆行驶过程中，能与轮胎产生良好的摩擦力。同时，微表处施工形成的表面构造深度符合交通安全要求，增加了轮胎与路面间的接触面积，提高了抗滑性能。在雨天或潮湿环境下，微表处路面能有效缩短车辆制动距离，降低交通事故发生率，保障行车安全^[4]。

（三）车辙的修复性好

对于车辙病害，微表处技术具有良好的修复能力。在车辙部位摊铺微表处混合料时，通过控制摊铺厚度与压实工艺，可填充车辙凹槽，恢复路面平整度。微表处混合料中的改性乳化沥青具有较高的黏结强度与柔韧性，能与原路面紧密结合，承受车辆荷载，有效抑制车辙进一步发展。

（四）施工环保性好

微表处技术在施工过程中具有显著的环保优势。其使用的乳化沥青为水性材料，相较于传统热沥青，在生产与施工过程中减少了有害气体排放，降低了对大气环境的污染。同时，微表处施工无需对材料进行高温加热，节约了能源消耗，符合绿色环保的发展理念^[5]。

三、微表处技术在高速公路养护中的应用

（一）施工前准备

施工前需对路面状况进行全面且细致的调查。运用专业的路面破损检测设备，精确记录路面裂缝、车辙、坑槽等病害的位置、类型以及严重程度。采用高精度的平整度检测设备，测量路面平整度指标，为后续施工方案的制定提供精准的数据支撑。依据路面病害情况、交通流量以及当地气候条件等因素，合理选择微表处材料。优质的聚合物改性乳化沥青应具备良好的黏结性，确保在不同温度环境下都能与集料牢固结合；其稳定性需满足在储存、运输及施工过程中不发生明显的离析现象；耐候性方面，要能抵抗紫外线、雨水等自然因素的长期侵蚀。粗细集料应洁

净，避免杂质影响混合料的性能，质地坚硬且耐磨，以承受车辆长期的荷载作用，级配需严格符合相关规范要求，保证混合料具有良好的骨架结构与密实度。填料应选用干燥、无杂质的矿粉，其粒度分布应能有效填充集料间的空隙，调节混合料的和易性。同时，确定科学的配合比，通过实验室试验，对不同材料比例进行性能测试。在试验过程中，模拟实际施工环境的温度、湿度等条件，对混合料的黏结强度、抗车辙能力、抗滑性能等关键指标进行检测，依据检测结果优化配合比设计，确保微表处混合料满足工程的各项需求。

（二）混合料配比

微表处混合料配比是影响施工质量的核心因素。聚合物改性乳化沥青的含量一般在6%~10%，其含量直接影响混合料的黏结性能与耐久性。当聚合物改性乳化沥青含量较低时，混合料的黏结力不足，在车辆荷载作用下易出现松散现象；含量过高，则可能导致混合料过于黏稠，施工难度增加，且在高温环境下易产生泛油问题^[6]。

集料的级配根据路面病害类型与交通荷载确定，对于车辙病害严重的路段，适当增加粗集料的比例，以增强混合料的骨架作用，提高抗车辙能力；在平整度要求较高的路段，合理调整细集料的含量，使其更好地填充粗集料空隙，使混合料更加密实。填料用量通常在3%~5%，用于调节混合料的和易性与稳定性。在实际施工中，根据天气状况、路面温度等因素，对配合比进行适当微调。在高温天气下，由于水分蒸发快，可适当增加聚合物改性乳化沥青的含量，以保证混合料的黏结性能；在低温环境中，可调整集料级配，增加细集料比例，提高混合料的低温抗裂性能。同时，严格控制混合料的拌和时间与温度，确保各种材料充分混合均匀，一般拌和时间不少于90s，拌和温度控制在50℃~60℃，以保证混合料的性能稳定。

（三）封闭交通

为确保施工安全与质量，施工区域需进行交通封闭。根据施工路段长度与交通流量，运用交通流量预测模型，合理设置交通封闭范围与警示标志。提前通过交通广播、道路信息显示屏等多种渠道发布交通管制信息，引导车辆绕行。在封闭区域入口处，设置明显的警示灯、路障等设施，安排经过专业培训的人员指挥交通，防止车辆误入施工区域。交通封闭时间应根据施工进度与微表层的固化时间合理确定。施工进度受多种因素影响，包括路面病害的复杂程度、施工设备的性能以及施工人员的熟练程度等。微表层的固化时间与混合料的配合比、环境温度、湿度等因素相关，一般在2—4小时。在交通封闭期间，加强对交通管制区域的巡查，及时处理突发情况，如交通事故、车辆故障等，确保交通疏导工作的顺利进行，保障施工过程不受车辆干扰。

（四）路面清扫

施工前对路面进行彻底清扫，清除路面杂物、灰尘、松散集料等。优先采用具有高效清扫能力的清扫车进行机械化清扫，其清扫宽度、清扫速度等参数应根据路面宽度与污染程度进行调整。对于难以清扫的部位，如路边死角、桥梁伸缩缝附近等，人工辅助清理。清扫后，使用吹风机或高压水枪进一步清理路面缝

隙与凹陷处的灰尘与杂物。吹风机的风力大小、高压水枪的水压应根据路面状况进行调节,确保既能有效清除杂质,又不损伤路面。通过彻底清扫,确保路面清洁,为微表层与原路面良好黏结创造条件。清扫完成后,对路面进行检查,若发现仍有残留杂物,及时进行二次清理,保证路面达到施工要求的清洁度。

(五) 摊铺

选用性能良好的微表处摊铺机进行摊铺作业。在摊铺前,对摊铺机进行全面调试,检查各部件的运行状况,确保材料输送系统、摊铺厚度调节装置、熨平板等精准可靠。根据路面宽度与设计要求,确定摊铺机的摊铺宽度与速度。摊铺速度一般控制在3—6m/min,速度过快可能导致摊铺不均匀,过慢则会影响施工效率^[7]。摊铺厚度根据路面病害情况与设计方案确定,通常在10—15mm。在摊铺过程中,利用传感器等先进设备实时监测摊铺厚度、平整度与混合料的均匀性。当摊铺厚度出现偏差时,通过自动或手动方式调整摊铺机的熨平板仰角进行修正^[8];若混合料出现离析现象,检查材料输送系统是否存在堵塞、搅拌装置是否正常运行等问题,并及时解决。同时,保证摊铺机的料斗内始终有足够的混合料,避免出现断料现象影响摊铺质量。在摊铺过程中,还需关注摊铺机的行驶轨迹,确保摊铺直线度符合要求,相邻摊铺带之间的搭接宽度均匀一致,一般搭接宽度控制在5—10cm。

(六) 缺陷修复

在摊铺过程中,若发现微表处层出现离析、麻面、不平整等缺陷,及时进行修复。对于离析部位,人工铲除离析混合料,重新摊铺新的混合料,并确保新摊铺的混合料与周边部分充分融合。麻面部位,采用人工补料、抹平处理,补料应与原混合料一致,抹平过程中保证表面平整度^[9]。不平整处,使用摊铺机或人工进行局部修整。若不平整程度较小,可通过人工使用工具进行刮平、压实;若不平整程度较大,则需重新启动摊铺机进行局部摊铺。修复完成后,对修复部位进行检查,确保缺陷得到有效处理,其外观质量与性能指标与周边正常部位一致,不影响微表层的整体质量。在缺陷修复过程中,记录缺陷类型、位置以及修复方法,为后续质量评估与施工改进提供参考。

(七) 碾压

在微表处混合料摊铺后,适时进行碾压。碾压时机根据混合料的破乳情况与气温确定,一般在破乳后及时进行。通过观察混合料表面状态、使用专业检测仪器等方式判断破乳情况。选用轮胎压路机与钢轮压路机配合碾压,先采用轮胎压路机静压1—2遍,利用轮胎的柔性,使混合料初步密实,碾压速度控制在2—3km/h。再用钢轮压路机振动碾压1—2遍,提高压实度,振动碾压速度控制在3—4km/h。碾压过程中,控制碾压速度在2—4km/h,碾压遍数根据混合料类型与压实度要求确定,一般需确保微表处层达到98%以上的压实度,形成密实、平整的表面。在碾压过程中,注意压路机的行驶轨迹,相邻碾压带之间应重叠一定宽度,一般为15—20cm,避免出现漏压或过压现象。同时,根据气温等环境因素调整碾压参数,在低温环境下,可适当增加碾压遍数,提高压实效果;在高温环境中,控制碾压速度与遍数,防止混合料出现推移等问题。

(八) 初期养护与开放交通

碾压完成后,进入初期养护阶段。在初期养护期间,设置警示标志,限制车辆通行速度,一般不超过40km/h。安排经过专业培训的人员对微表处路面进行巡查,观察路面有无异常情况,如裂缝、松散、坑洼等。当微表处层达到设计强度后,解除交通管制,开放交通^[10]。微表处达到设计强度的时间与混合料的配合比、环境条件等因素相关,一般在1~2d。开放交通后,定期对路面进行跟踪监测,运用路面性能检测设备,如路面平整度仪、抗滑性能测试仪、渗水系测定器等,对路面的平整度、抗滑性能、渗水系等指标进行检测。根据检测结果评估微表处技术的长期应用效果,为后续养护工作提供数据支持,若发现路面性能出现下降趋势,及时采取相应的维护措施。

四、结语

微表处技术作为一种先进的高速公路养护技术,在改善路面性能、修复病害、提高养护效率等方面具有显著优势。通过科学合理地应用微表处技术,从施工前准备到后期养护各环节严格把控,能有效提升高速公路养护质量,延长路面使用寿命,满足日益增长的交通需求。未来,随着材料科学与施工技术的不断发展,微表处技术将在高速公路养护领域发挥更大作用,应持续关注其技术创新与应用优化,推动高速公路养护水平迈向新高度。

参考文献

- [1] 李文娟,段惠娜.公路养护技术中的微表处技术运用及实施要点探讨[J].中国设备工程,2022,(07):206-207.
- [2] 曹兴坚.纤维微表处技术在高速公路路面预防性养护中的应用[J].运输经理世界,2023,(08):135-137.
- [3] 李传徽.高速公路路基路面病害特征及养护技术研究[J].交通世界,2021,(34):64-65+73.
- [4] 吴兴正.高速公路路面微表处养护施工技术[J].中华建设,2024,(04):115-117.
- [5] 陈琛.微表处技术在农村公路养护中的应用[J].交通世界,2022,(29):55-57.
- [6] 麻春亭.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,2023,(35):77-79.
- [7] 冷一菲.微表处技术在高速公路沥青路面养护施工中的应用[J].交通科技与管理,2023,4(11):134-136.
- [8] 陈志良.高速公路沥青路面预防性养护方案探析[J].江西建材,2022,(03):115-116+121.
- [9] 李雪君.高速公路桥梁桥面铺装养护中微表处技术的应用研究[J].西部交通科技,2022,(07):136-138.
- [10] 刘永威.微表处技术在高速公路路面养护施工中的应用研究[J].运输经理世界,2022,(11):127-129.