

道路工程中微表处技术与路面长期性能提升研究

文 / 冯 伟 西安市公路局

王萌哲 西安市公路局

摘要: 道路工程作为现代交通网络的重要组成部分,其质量和使用寿命直接关系到交通运输的安全与效率。在众多道路养护与修复技术中,微表处技术以其独特的优势,在提升路面长期性能方面展现出了显著的效果。本文旨在深入探讨微表处技术在道路工程中的应用,以及其对路面长期性能提升的具体作用机制。本文将从微表处技术的原理、施工工艺、材料选择等方面入手,系统分析其对路面长期性能提升的作用机制。同时,结合具体工程实例,探讨微表处技术的应用效果。通过本文的研究,旨在为道路工程领域提供更加科学、有效的养护技术参考,推动道路工程技术的不断进步和发展。

关键词: 道路工程; 微表处技术; 性能

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.05.041

引言

微表处技术是一种预防性养护施工技术,通过在路面上进行薄层摊铺,利用聚合物改性乳化沥青作为黏结材料,配合一定级配的集料,形成一个新的沥青罩面。这种技术不仅具有施工简单快速、成型速度快、养护时间短等特点,还能有效改善路面的防水、抗滑、耐磨等性能,延长路面的使用寿命。同时,微表处技术还能对路面裂缝、车辙等常见病害进行有效处理,恢复路面的平整度和使用功能,提高行车安全性和舒适性^[1]。随着交通量的持续增长和交通荷载的不断加大,道路路面面临着更加严峻的挑战。传统的养护方法往往难以满足现代道路工程对路面性能的高要求。而微表处技术作为一种先进的养护技术,其应用范围和效果逐渐得到广泛认可。

一、微表处技术的定义

微表处技术作为一种高效的道路养护手段,近年来在公路养护领域得到了广泛应用。其定义在于采用专用机械设备将聚合物改性乳化沥青、粗细集料、填料、水和添加剂等按照设计配比拌和成稀浆混合料,然后迅速摊铺到原路面上,形成一层具有高抗滑性和耐久性的薄层。这种技术的核心在于其材料的选择与配比。聚合物改性乳化沥青作为主要的黏结材料,赋予了微表处层优异的黏结性和耐久性。同时,粗细集料的合理搭配,使得微表处层既具有足够的强度,又能够保持良好的抗滑性能。填料的加入则进一步增强了微表处层的稳定性和耐久性。微表处技术的应用范围广泛特别适用于沥青或水泥路面的预防性养护和轻微病害的矫正性养护。它能够快速恢复路面的使用功能,提高路面的耐久性和抗滑性,从而有效延长道路的使用寿命。

二、道路工程中微表处技术的应用要点

(一) 材料管理

在道路工程的材料管理中,沥青材料、集料以及改性剂的选择与应用构成了微表处处理技术的核心要素,每一项材料的选用与处理都直接关系到最终路面的质量

与性能。西安市公路局近两年路面预防性养护工程微表处施工时选用的70号A级石油沥青作为基础材料,其性能指标严格遵循国家标准规范进行检测验收。为提升路面性能,通过马歇尔试验科学确定各项材料配比,特别采用了进口阳离子型改性乳化沥青,以4%改性剂与96%基质沥青的最优配比进行内掺改性。这种配比方案是在多组对比试验基础上确定的,不仅显著提升了沥青材料的黏结性能和温度敏感性,更使微表处路面展现出优异的抗裂性与耐水性。值得注意的是,乳化沥青的选型同样遵循严格的技术标准,材料进场后立即开展击实试验、渗水系数测定等全方位性能评估,确保其技术指标完全满足工程要求。通过这一系列严谨的材料选型与性能优化措施,为后续施工质量和路面使用寿命奠定了坚实基础。此外,改性沥青的运用还在一定程度上提高了路面的抗车辙能力和抗疲劳性能,这对于提升道路工程的整体质量具有重要意义^[2]。

集料作为微表处处理技术的关键组成部分,其质量与配比直接关系到微表处混合料的整体性能。集料主要由碎石屑和砂料混合而成,其中玄武岩粉因其硬质耐磨、清洁无杂质的特性而被广泛用作主要集料。在集料选择与品质管控方面,施工单位可采取自主加工或向具备国家合格采石证的正规厂家采购两种方式,但必须严格执行国家及行业标准进行质量检验。特别需要关注的是,集料中砂含量的控制直接关系到改性剂的性能发挥,根据实验数据表明,砂含量过低会导致改性剂黏结力下降,进而影响路面整体性能。因此,施工前必须通过筛分试验和含砂量测定等手段,确保集料组成满足微表处施工技术规范要求。在拌和阶段,应采用自动化控制系统保持搅拌过程的连续性和稳定性,避免因间断性作业导致混合料性能波动。与此同时,集料的纯净度同样不容忽视,施工单位需配备专业的筛选设备,及时清除集料中的有机杂质和化学污染物,防止这些异物影响路面的防水性能和使用寿命。这种全方位的集料质量控制体系,为确保微表处施工质量提供了可靠保障^[3]。改

性剂通过将其应用于微表处混合料的配制中，可显著提高材料的整体性能，增强骨料之间的黏结力，从而提升路面的耐久性与稳定性。在城市道路微表处处理中，乳胶型改性剂因其能够有效改善沥青材料在低温状态下的延伸性，同时在高温状态下保持性能稳定，不会因过度受热而融化，而被广泛应用。这种改性剂不仅能对石料起到良好的裹覆与黏结作用，还能有效延长道路的使用寿命，降低维护成本。

（二）交通管制

在针对普通国省干线公路的微表处处理作业中，交通管制策略的制定与实施显得尤为重要。鉴于作业路段周边广泛分布着居民区和各类生产厂区，车流量密集，若采取全封闭交通管制措施，势必将对周边居民的日常出行和生产厂区的正常运营造成极大影响。利用锥形桶将作业区域进行围挡封闭，确保施工区域与正常通行区域之间有明确的界限。同时，在道路的明显位置设置安全警示标志、标语或横幅，以提醒过往车辆和行人注意施工安全，提前规划绕行路线。此外，在作业路段的起始点和沿途区域的路口，安装波压型钢板，这些钢板不仅能够有效隔离施工区域，还能在一定程度上缓解交通压力，保障通行车辆的安全。在微表处作业的实际操作中，我们采取分段施工的方式，每次只封闭一部分道路进行施工，待该部分施工完成后，再转移至下一部分。这种分段施工的方式不仅能够降低对周边交通的影响，还能确保施工效率和质量。同时，每次施工前，我们都会对封闭措施进行全面检查，确保所有安全措施均已到位，从而有效保障作业人员和设备的生命财产安全^[4]。

（三）修补和清洁

在进行微表处处理作业前，原路面作业人员对待处理路段进行全面的检查是至关重要的第一步。对于那些因长期磨损、裂缝、坑洼等原因而达不到作业质量标准的路面部分，必须实施专业的修补措施，以确保整个路面的平整度和稳定性达到微表处处理的要求。同时，针对路面上散落的淤泥、碎石、尘土等异物杂质，作业人员需进行彻底的清理工作。这一步骤不仅关乎路面的清洁度，更直接影响到微表处混合料与路面的黏结效果。清理工作通常分为两个阶段，首先，采用人工或清扫机等工具进行初步清理，去除大部分可见的杂质；随后，利用吹风机进行强力吹扫，确保路面上的细小颗粒和残留物被彻底清除，为微表处处理提供一个干净、无杂质的作业环境。此外，在作业过程中，还需特别注意对各类雨水和污水处理井盖的有效保护，防止因施工造成损坏或堵塞。特别是在气温炎热的季节，路面的过度干燥和高温可能会影响微表处处理的效果，因此，在摊铺混合料前，需对路面进行洒水增湿和降温处理。洒水量的控制尤为关键，既要确保路面保持湿润状态，又要避免积水现象的发生。一旦路面达到适宜的湿润度，应立即投入摊铺作业，不得延误，以保证施工效率和混合料与路面的黏结质量。如果摊铺路面出现贫油

迹象，即路面沥青含量不足，这可能会影响微表处处理层的耐久性和稳定性^[5]。在这种情况下，需向待处理的路面喷洒适量的沥青乳化粘层油，其喷洒标准通常控制在 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ 至 $0.4\text{kg}/\text{m}^2$ 之间，以进一步提升路面与微表处混合料的黏结力，确保处理后的路面质量达到最佳状态。

（四）摊铺

在微表处处理作业的摊铺环节，每一步操作都需精确无误，以确保最终的路面质量。摊铺机需被准确地引导至作业位置，并向其内部注入预先准备好的微表处处理混合料。在机身与走向控制线对准后，需对摊铺作业的拱度和厚度进行细致确认（图一），确保摊铺箱紧密贴合作业路面。此时，摊铺机司机需对料门开度和高度进行二次确认，以确保混合料的均匀分布。微表处施工过程中摊铺机的操作环节直接关系到路面施工质量的优劣。具体而言，在发动机启动后，拌和缸系统与螺旋分料装置需协同运转，这一阶段尤其要注意润湿度预处理的混合料能否均匀输送至拌和缸。通过分向器的精确调节，确保稀浆在摊铺箱两侧的分布均衡性，这不仅需要操作人员具备丰富经验，更要求对水量进行实时监控，使浆液的流动性始终维持在最佳工作状态。施工过程中，底盘运行速度的把控至关重要，实践表明 $1.2\text{km}/\text{h}$ 至 $3\text{km}/\text{h}$ 的慢速行进最为合适，这一速度既能确保摊铺均匀性，又可避免材料堆积。同时，需重点关注摊铺箱内混合料的储量，经验数据显示将其控制在容积50%左右最为理想，这样既能保证材料供应的连续性，又可防止溢出或分布不均。在质量监控方面，施工人员需对已完成摊铺的路面进行即时检查，重点排查起始点、纵向裂缝等易出现问题的区域，发现异常及时进行修补处理^[6]。当材料需要补给时，必须严格执行“先停机、后补料”的操作规程，确保新补充的材料经过充分拌和后再继续施工。施工完成后的设备维护同样不容忽视，必须对摊铺箱和拌和缸进行彻底清理，这不仅关系到下次施工的质量，更是延长设备使用寿命的重要保障。



图一 摊铺

三、道路工程中路面长期性能提升要点

(一) 原材料控制

从原材料控制的角度来看，微表处处理作业的混合料配合比是整个施工过程中的核心要素。这一配合比在经过实验室反复测试和优化后，一旦被确定，就应在作业过程中严格遵守，不得擅自更改。这是因为，混合料的性能、黏度等关键指标，直接决定了路面的强度、耐久性和抗磨损能力。在实际作业中，虽然可能会因为路面和环境的具体情况而需要对用水量 and 外加剂量进行少量调整，但这一调整必须严格控制一定范围内，以确保进入摊铺箱的混合料在性能和黏度方面保持高度稳定性。

(二) 接缝控制

微表处接缝和接头的处理是确保路面平整度和耐久性的关键工序，如表一。实践证明，降低接缝数量能显著提升路面整体性能，因此施工中应合理规划摊铺路线，尽量减少不必要的接缝。对于无法避免的纵向接

缝，应严格控制重叠宽度在10mm至20mm之间，同时配备专业人员及时进行人工修正，确保接缝处的平整度与结构强度满足技术要求。横向接缝由于其特殊性，处理难度较大，需要采取更为严格的质量控制措施，包括精确控制摊铺机启停时机，并在接缝处进行特殊的防水处理，以避免日后出现渗水、开裂等病害^[7]。在铺好部位以油毡铺设，可以有效防止混合料在摊铺箱提起时因材料告罄而被带走，从而避免出现补丁和隆起等问题。一旦机械离开作业区域，必须立即进行人工修正，确保无论横纵向接缝都不得有隆起和露底等技术问题。这种精细化的接缝控制，不仅有助于提升路面的美观度，还能在一定程度上增强路面的整体强度和耐久性。在接缝处理过程中，局部摊铺缺陷是难以避免的。对于这些缺陷，应以人工方式用专业工具进行找平，以确保平整度和作业效果外形美观。这一步骤虽然看似简单，但却对路面长期性能的提升具有不可忽视的作用。因为局部缺陷如果得不到及时处理，很容易在长期使用过程中逐渐

表一 接缝标准

项目	检验频率	技术指标	检测方法
外观	全线连续	表面平整、密实、均匀、无松散，无花白料、无轮迹、无划痕	目测
横向接缝	每条	对接，平顺	目测
纵向接缝	全线连续	宽度≤80mm 不平整<6mm	目测或用尺量 3m 直尺
边线	全线连续	任一 30m 长度范围内的水平波动不得超过 ±50mm	目测或用尺量
摆值 (BPN)	5 处 /km	不小于 40	摆式仪
构造深度 TD	5 处 /km	不小于 0.55	铺砂法

扩大，最终导致路面整体性能的下降^[8]。

结束语

通过对微表处技术与路面长期性能提升的研究，我们不难发现，这一技术在道路工程领域具有广阔的应用前景和重要的实践价值。它不仅能够显著提升路面的使用性能，延长使用寿命，还能有效降低养护成本，提高交通运输的安全性和效率。然而，微表处技术的应用并非一蹴而就，需要在实际工程中不断探索和完善。未来，我们应进一步加强微表处技术的研究与创新，推动其在道路工程领域的广泛应用，为构建更加安全、高效、绿色的交通网络贡献力量。

参考文献

[1] 司鹏. 道路养护施工中微表处及稀浆封层技术分析[J]. 运输经理世界, 2024, (30): 126-128.
 [2] 杜娟. 纤维微表处混合料噪声性能关键影响因素

研究[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(20): 85-87.
 [3] 康伟. 道路养护施工中微表处技术及稀浆封层技术的应用分析[J]. 运输经理世界, 2024, (26): 134-136.
 [4] 王晚华. 高速公路预养护中的玄武岩纤维微表处工艺及效果分析[J]. 交通世界, 2024, (24): 64-66.
 [5] 陈伟东, 李永坤, 黄汉东, 等. 纤维微表处沥青混合料抗车辙性能影响因素研究[J]. 交通节能与环保, 2024, 20(04): 197-200.
 [6] 任旭东. 高速公路路面微表处养护施工技术应用研究[J]. 汽车周刊, 2024, (09): 246-248.
 [7] 王翔. 高黏低噪微表处配合比设计与应用效果分析[J]. 西部交通科技, 2024, (07): 90-92.
 [8] 李建丽. 高速公路路面养护施工微表处养护技术应用[J]. 运输经理世界, 2024, (21): 121-123.