

公路路面微表处养护施工技术研究

徐迎春

海宁市交通运输行政执法队 浙江 嘉兴 314400

摘 要: 本文聚焦于公路路面微表处养护施工技术展开深入研究。首先阐述了微表处技术的概念。接着详细探讨了微表处养护施工的关键技术环节,包括原材料的选择标准与详细技术参数、配合比设计的具体方法与试验数据、施工前的全面准备工作、施工工艺流程的精确步骤及关键参数控制,以及施工质量控制要点的量化指标等。通过实际工程案例,结合详细的检测数据,验证了微表处养护施工技术的有效性和可行性。最后对微表处技术的发展趋势进行了展望,旨在为公路路面养护工程提供科学的技术参考和实践指导,提高公路路面的使用性能和服务寿命。

关键词: 公路路面;微表处;养护施工;技术研究

1 引言

公路作为国家重要的基础设施,在经济发展和人们生活中发挥着至关重要的作用。随着交通量的不断增长和重载车辆的增多,公路路面在长期使用过程中不可避免地会出现各种病害,如裂缝、车辙、抗滑性能下降等,严重影响路面的使用性能和行车安全。根据相关统计数据,我国部分公路在运营5-8年后,路面就出现了较为明显的病害,需要进行养护维修。因此,及时有效的路面养护显得尤为重要。

微表处技术作为一种先进的预防性养护技术,具有施工速度快、成本低、开放交通早、抗滑性能好等优点,能够显著改善路面的使用性能,延长路面的使用寿命。近年来,微表处技术在公路路面养护中得到了广泛的应用和推广。然而,要确保微表处养护工程的质量,需要深入研究其施工技术,掌握关键技术要点,严格控制施工质量。

2 微表处技术的概念

微表处是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合比拌和成稀浆混合料,并摊铺到原路面上形成薄层,以修复路面病害、改善路面使用性能的一种预防性养护技术^[1]。微表处形成的薄层厚度一般为8-15mm,具有良好的防水、抗滑、耐磨和封层等作用。根据相关研究,微表处层可以承受约200-300万次的标准轴载作用,有效保护原路面结构。

3 微表处养护施工关键技术

3.1 原材料的选择与要求

聚合物改性乳化沥青:关键材料,应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)者,具良好储存稳定性等性能。蒸发残留物含量 $\geq 60\%$, 135°C 运动粘度

$0.17-0.5\text{Pa}\cdot\text{s}$, 5°C 延度 $\geq 20\text{cm}$ 。常用改性剂有SBR、SBS等,掺量3%-5%。

粗细集料:应坚硬、耐磨、洁净,符合规范要求。粗集料宜用碱性石料如石灰岩,粒径4.75-9.5mm,压碎值 $\leq 26\%$,洛杉矶磨耗损失 $\leq 28\%$ 。细集料可用机制砂或天然砂,含泥量 $\leq 3\%$,砂当量 $\geq 65\%$ 。

填料:一般用水泥、石灰或矿粉等,调节稀浆混合料性能。应干燥、洁净,无团粒结块。水泥宜用普通硅酸盐水泥,强度等级 ≥ 32.5 级,用量1%-2%。矿粉密度 $\geq 2.45\text{g}/\text{cm}^3$,含水量 $\leq 1\%$ 。

水和添加剂:水应清洁,一般用饮用水。添加剂可选增稠剂、抗剥落剂等,增稠剂掺量0.1%-0.3%,抗剥落剂掺量0.3%-0.5%。

3.2 配合比设计

配合比设计是关键环节,应根据原路面状况等因素,通过室内及现场试验段铺筑确定,确定各材料用量比例,使稀浆混合料性能良好。

3.2.1 室内试验方法

拌和试验:拌和不同比例原料,观察施工性能。可拌和时间 $\geq 120\text{s}$,稠度2-3cm。

粘聚力试验:用粘聚力试验仪测定,评价早期强度和粘结性能。30min和60min时粘聚力分别 $\geq 1.2\text{N}\cdot\text{m}$ 和 $2.0\text{N}\cdot\text{m}$ 。

湿轮磨耗试验:评价耐磨和抗水损害能力。浸水1h后湿轮磨耗值 $\leq 800\text{g}/\text{m}^2$ 。

负荷车轮试验:模拟车辆荷载作用,评价高温稳定性和抗车辙能力。 60°C 、1000次荷载作用下变形率 $\leq 1.5\text{mm}$ 。

3.2.2 配合比确定

根据室内试验结果调整优化,确定最佳配合比。如

某工程,乳化沥青用量11.5%,集料用量86.5%(粗集料60%,细集料40%),水泥用量1.5%,水用量8%-10%,增稠剂用量0.2%。

3.3 施工前的准备工作

施工前,需全面检测原路面平整度、抗滑性能等指标,依结果处理病害,如宽度 $< 5\text{mm}$ 裂缝灌缝、 $> 5\text{mm}$ 裂缝先开槽后灌缝,坑槽按“圆洞方补、斜洞正补”修整后分层压实,车辙深度 $> 15\text{mm}$ 的路段依深度铣刨(一般 $\geq 4\text{cm}$),确保路面平整坚实清洁;同时全面调试检查微表处设备,确保稀浆封层机计量准、搅拌摊铺性能好且生产能力匹配进度,装载机装载速度和准确性有保障,压路机(一般用轮胎的)压实 ≥ 2 遍,洒水车用于洒水湿润和降尘,并备好原料妥善储存防潮污染;此外,要制定合理交通管制方案,在施工区域两端200m处设警示标志,周围用反光锥筒和警示带隔离,施工时安排专人疏导交通,保障车辆行人安全通行。

3.4 施工工艺流程

封闭交通:在施工区域两端设置明显的交通标志和警示设施,封闭交通,禁止车辆和行人进入施工区域。封闭交通的时间应根据施工进度和养生要求确定,一般不少于2小时。

清扫路面:采用清扫车或人工清扫的方式,将原路面上的灰尘、杂物等清除干净,确保路面清洁。清扫后的路面应无松散颗粒、油污等杂质,集料颗粒表面应干燥。

洒水湿润:根据原路面的干燥程度,用洒水车对路面进行适量洒水湿润,但路面不得有积水。洒水湿润的目的是提高稀浆混合料与原路面的粘结性能^[2]。一般情况下,路面的湿润程度以表面无明显积水为宜。

摊铺稀浆混合料:将符合配合比要求的原材料装入稀浆封层机料仓中,启动稀浆封层机,按照设计厚度将稀浆混合料均匀地摊铺在原路面上。摊铺过程中,应注意控制摊铺速度和摊铺宽度,确保稀浆混合料的摊铺质量。摊铺速度应根据稀浆封层机的生产能力和混合料的稠度进行调整,一般控制在1.5-3.0km/h之间。摊铺宽度应根据路面的宽度和施工设备的性能确定,一般不超过4.5m。

手工修补:稀浆混合料摊铺完成后,应及时对局部不均匀、漏铺等部位进行手工修补,确保路面平整、密实。手工修补时应使用与摊铺混合料相同的材料,修补后的表面应与周围路面平整一致。

初期养护:稀浆混合料摊铺后,在开放交通前应进行初期养护。初期养护期间,应禁止车辆和行人通行,避免对微表处表面造成破坏。一般初期养护时间为1-2

小时,待微表处混合料破乳、水分蒸发后,即可开放交通。开放交通初期,应限制车速,一般不超过40km/h,以减少对微表处层的损坏。

3.5 施工质量控制要点

原材料质量控制:严格控制原材料的质量,对每批进场的原材料进行检验,确保其质量符合设计要求。不合格的原材料不得使用。例如,对乳化沥青应定期检测其蒸发残留物含量、针入度、软化点等指标;对集料应检测其粒径、压碎值、含泥量等指标。

混合料质量控制:在施工过程中,应定期对稀浆混合料进行抽样检验,检查其各项性能指标是否满足设计要求。如发现混合料性能不符合要求,应及时调整配合比。抽样检验的频率应根据施工进度和混合料的用量确定,一般每100t混合料至少抽样检验1次。

摊铺质量控制:摊铺过程中,应严格控制摊铺厚度、平整度和横坡度等指标。摊铺厚度应符合设计要求,偏差不得超过 $\pm 1\text{mm}$;平整度应满足相关标准要求,无明显的高低起伏,采用3m直尺检测,最大间隙不应大于5mm;横坡度应与原路面一致,确保路面排水顺畅,偏差不得超过 $\pm 0.3\%$ ^[3]。

接缝处理:微表处施工应尽量减少纵向接缝和横向接缝。如不可避免出现接缝,应采用对接法进行处理,确保接缝处平整、密实,无明显的高低差。纵向接缝应设置在车道标线附近,横向接缝应与路面纵向垂直。接缝处的混合料应饱满、密实,无松散现象。

开放交通控制:在开放交通前,应检查微表处表面的强度和粘结性能是否满足要求。如发现表面强度不足或粘结不牢等问题,应及时进行处理,待符合要求后方可开放交通。开放交通后,应定期对微表处层进行检测和维护,及时发现和处理出现的问题。

4 工程案例

4.1 工程概况

某一级公路全长30km,路面为沥青混凝土路面,于2015年建成通车。随着交通量的不断增长,该公路路面出现了不同程度的裂缝、车辙和抗滑性能下降等病害,严重影响了路面的使用性能和行车安全。为了改善路面状况,延长路面使用寿命,2020年决定采用微表处技术对该公路进行预防性养护。

4.2 施工过程

原材料选择:选用SBR聚合物改性乳化沥青,其性能指标符合相关标准要求,蒸发残留物含量为62%,135℃运动粘度为 $0.3\text{Pa}\cdot\text{s}$,5℃延度为25cm;粗集料采用石灰岩碎石,粒径范围为4.75-9.5mm,压碎值为24%,洛杉矶

磨耗损失为26%；细集料采用机制砂，含泥量为2%，砂当量为70%；填料采用普通硅酸盐水泥，强度等级为42.5级；水采用饮用水；添加剂采用增稠剂，掺量为乳化沥青质量的0.2%。

配合比设计：通过室内试验和现场试验段铺筑，确定微表处混合料的配合比为：乳化沥青用量11.5%，集料用量86.5%（其中粗集料占60%，细集料占40%），水泥用量1.5%，水用量9%，增稠剂用量0.2%。经检测，该配合比的稀浆混合料具有良好的施工性能和使用性能，各项性能指标均满足设计要求。

施工前准备：对原路面进行全面检测和处理，修补裂缝12000m，填补坑槽800m²，铣刨车辙部位15000m²；调试施工设备，确保设备性能良好；设置交通标志和安全防护设施，封闭交通。

施工工艺：按照清扫路面、洒水湿润、摊铺稀浆混合料、手工修补、初期养护的工艺流程进行施工。摊铺厚度控制在10mm左右，摊铺宽度为3.5m，摊铺速度为2.0km/h。初期养护时间为1.5小时，待微表处混合料破乳、水分蒸发后，开放交通。

质量控制：在施工过程中，严格控制原材料质量、混合料性能、摊铺厚度和平整度等指标。定期对混合料进行抽样检验，对摊铺质量进行实时监测，及时发现和解决问题。共抽样检验混合料50次，各项性能指标均合格；采用3m直尺检测摊铺平整度，共检测200处，合格率为98%。

4.3 施工效果评价

施工完成后对公路微表处养护路段检测评价显示，路面平整度、抗滑性能和渗水系数等指标显著改善且满足设计要求，其中平整度标准差由施工前的2.5mm降至1.2mm，摆值（BPN）由40提高至55，渗水系数由500mL/min降至80mL/min；经使用观察，微表处层与原路面粘结良好，无病害，有效延长路面寿命、提升性能与行车安全，且施工具有速度快、成本低、开放交通早等优势，减少了对交通的影响，取得了良好的经济与社会效益。

5 微表处技术的发展趋势

5.1 新型材料的应用

随着材料科学的不断发展，新型聚合物改性乳化沥青、高性能集料和添加剂等将不断涌现^[4]。这些新型材料将进一步提高微表处混合料的性能，如提高其高温稳定性、低温抗裂性和耐久性等，使微表处技术能够适应更复杂的气候条件和交通环境。

5.2 施工设备的智能化

未来，微表处施工设备将朝着智能化、自动化的方向发展。通过引入先进的传感器技术、控制系统和信息技术，实现施工设备的自动计量、自动控制和远程监控，提高施工精度和效率，降低劳动强度和施工成本。

5.3 绿色环保技术的推广

在环保意识日益增强的今天，绿色环保将成为微表处技术发展的重要方向。研发和应用更加环保型的原材料和施工工艺，减少施工过程中的能源消耗和环境污染，实现微表处技术的可持续发展。

5.4 多功能微表处技术的开发

除了传统的防水、抗滑和封层等功能外，未来的微表处技术还将朝着多功能方向发展。例如，开发具有降噪、自愈合等功能的微表处混合料，进一步提高路面的使用性能和舒适性。

结语

本文对公路路面微表处养护施工技术进行了深入研究，通过理论分析和工程案例验证，得出以下结论：微表处技术作为一种先进的预防性养护技术，具有施工速度快、成本低、开放交通早、抗滑性能好等优点，适用于各种等级公路的路面养护。微表处养护施工的关键技术包括原材料的选择与要求、配合比设计、施工前的准备工作、施工工艺流程和施工质量控制要点等。严格控制这些关键技术环节，是确保微表处养护工程质量的关键。通过实际工程案例分析，验证了微表处养护施工技术的有效性和可行性。采用微表处技术对公路路面进行养护，能够显著改善路面的使用性能，延长路面的使用寿命，提高经济效益和社会效益。未来，微表处技术将朝着新型材料应用、施工设备智能化、绿色环保和多功能方向发展。不断研究和创新微表处技术，将为公路路面养护工程提供更加科学、高效、环保的技术解决方案。

参考文献

- [1]李星.公路路面微表处养护施工技术[J].交通建设与管理,2023,(02):147-149.
- [2]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.
- [3]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.
- [4]李晓莹.公路路面微表处养护施工技术研究[J].运输经理世界,2022,(16):98-100.