

# 水泥路面加铺超薄改性沥青层的路用性能分析

赵丽<sup>1,2</sup> 刘国喜<sup>1,2</sup>

1.长沙市公路桥梁建设有限责任公司；2.湖南省道路与轨道交通绿色建造与数智运维工程技术研究中心

DOI: 10.12238/jpm.v5i1.6475

**[摘要]** 为有效解决传统水泥路面养护方式效果不理想的问题，全面提高水泥路面养护质量，保证道路路用性能，该文章以某公路项目为背景，通过现场勘查及相关试验检测，掌握了水泥路面实际病害情况，提出了加铺超薄改性沥青层的改造方案，分析了超薄加铺层材料要求及配合比设计，确定最佳油石比。通过试验段养护效果检测显示，旧路面加铺超薄改性沥青层后渗水能力、构造深度、抗滑性能得到明显改善，完全符合标准要求，充分表明该养护方案完全可行，具有重要的参考价值。

**[关键词]** 公路工程；水泥路面加铺；超薄沥青层；路用性能分析

## Performance analysis of adding ultra-thin modified asphalt layer on cement pavement

Zhao Li<sup>1,2</sup> Liu Guoxi<sup>1,2</sup>

1、Changsha City Highway and Bridge Construction Co., LTD;

2、Hunan Provincial Road and Rail Transit Green Construction and Digital Intelligence Operation and Maintenance Engineering Technology Research Center

**[Abstract]** to effectively solve the problem of traditional cement pavement maintenance effect is not ideal, improve the quality of cement pavement maintenance, guarantee road performance, the article with a highway project background, through the field exploration and related test detection, mastered the cement pavement actual disease, put forward the ultra-thin modified asphalt layer, analyzes the ultra-thin and paving layer material requirements and mix design, determine the best ratio. Through the detection of the maintenance effect of the test section, it shows that the water seepage capacity, structural depth and anti-skid performance of the old road surface are significantly improved after adding the ultra-thin modified asphalt layer, which fully meet the standard requirements, and fully shows that the maintenance scheme is completely feasible and has important reference value.

**[Key words]** highway engineering; cement pavement paving; ultra-thin asphalt layer; road performance analysis;

## 引言

水泥路面作为一种常用的路面结构形式，具有优良的承载能力和耐久性能，并且后期维护成本较低，在各级公路建设中均有应用。但由于水泥混凝土为典型的脆性材料，在重载交通反复作用下，极易产生路面开裂、断板、错台、露骨等问题，严重影响路面使用性能。水泥路面养护中，常规养护方式主要是直接在旧路表面铺设沥青层，虽然能在一定程度上改善路面性能，但效果并不理想，短时间内加铺层会产生反射裂缝，进一步加剧路面病害。为此，本文结合实际工程案例，提出了加铺超薄改性沥青层的改造方案，并对其养护效果实施分析，具有重要意义。

## 1 旧路基本情况

### 1.1 工程背景

某公路项目路面形式采用水泥路面，设计总里程 23.5km，路面宽 25.0m，双向 4 车道布置，限速 120.0km/h，设计使用年限为 30 年。随道路服役时间的增加，水泥路面出现较多病害，路用性能显著降低，影响车辆运行安全。通过综合研究决定，在旧路表面铺设超薄改性沥青层，以有效恢复道路使用性能。

### 1.2 旧路面质量检测

为全面掌握旧路面质量状况，通过现场勘查及相关试验对路面病害类型、面板强度、接缝荷载传递性能实施检测，具体情况如下：

(1) 路面破坏状况: 通过现场踏勘方式检查旧路面病害情况, 并拍摄病害照片进行存档, 调查显示, 该公路项目旧路面病害形式主要有开裂、沉陷、板体断裂、粗骨料外露等, 局部路段病害呈加剧发展状态, 若不及时进行修复处理, 将形成更加严重的病害;

(2) 面板强度: 采取钻芯方式对水泥路面强度实施检测, 检测结果表明钻芯部位水泥路面强度高于 5.0MPa, 满足最新《公路项目水泥路面设计规程》水泥路面抗折强度需大于 5.0MPa 的规定;

(3) 接缝荷载传递性能: 通过试验检测旧路面接缝荷载传递性能, 从而对其反射裂缝病害实施评价。根据该项目实际情况, 共计检测水泥面板 400 块, 其中接缝荷载传递性能良好的板块为 245 块, 良好率为 61.5%, 尽管其良好率超过 60.0%, 但局部路段水泥面板存在严重的断裂、脱空现象, 影响行车安全, 必须尽快进行维修加固处理。

## 2 旧路维护方案

现阶段, 旧水泥路面处治时常采用加铺沥青层的养护方案, 能有效利用旧路残余性能, 降低资源浪费, 节约维护成本。同时, 此维护方案能够充分发挥旧路承载能力, 铺设沥青层后, 能显著提高路面平整度, 减小行车噪声, 保证车辆运行安全。

(1) 旧路面维修补强: 对旧路面进行全面质量检测, 找出病害路段及范围, 针对脱空、断板、裂缝等病害, 采用科学适宜的治理方案, 常见脱空区域采用注浆方案、断板部位可采用换板方案、裂缝部分采用灌缝结合抗裂材料进行加固处治;

(1) 旧路面铺设沥青层时, 由于水泥面板与沥青材料性能不同, 在交通荷载作用下极易产生剪切破坏, 造成沥青面层剥离、脱落, 因此必须增强旧路面与沥青层之间的粘结能力, 以有效保证结合效果。养护施工时, 应科学选择粘层沥青材料, 并对结合面进行全面处理, 确保表面洁净、粗糙。通常状况下, 大多采用铣刨机对旧路面实施铣刨处理, 深度控制在 1.0cm 左

右, 以增强旧路与沥青层粘结效果。大量工程实践表明, 经铣刨处理并铺设沥青层后, 依旧会出现面层开裂、拥包、脱落等问题, 达不到预期养护效果。同时, 铣刨处理对旧路面破坏较大, 会在一定程度上影响旧路耐久性能; 并且铣刨过程中会产生噪声、扬尘等, 对环境的影响较大。

(2) 相关研究表明, 采取抛丸打毛方式可实现对旧路面平整、粗糙处理, 不仅能有效减小铣刨造成的不利影响, 且能保证沥青层铺设质量。实际施工时, 应彻底清除旧路表面标线、杂质, 并进行抛丸打毛处理, 采用高压水进行清洗, 路面彻底干燥后进行粘层沥青施工。

(3) 根据该水泥路面质量勘查及检测结果, 确定采用加铺超薄改性沥青层的施工方案。其中加铺超薄改性沥青层厚度为 2.5cm, 上部沥青层厚度为 4.5cm, 加铺总厚度为 7.0cm, 通过在 SBS 改性沥青中掺量适量助溶剂制备高弹沥青。

## 3 超薄加铺层材料要求及配合比设计

### 3.1 高弹沥青材料

#### 3.1.1 SBS 沥青

沥青材料采用 SBS 改性沥青, 通过相关试验测定其性能指标, 具体试验数据见表 1。各项指标均符合要求。

表 1 SBS 改性沥青相关性能指标测试数据

| 序号 | 性能指标       | 规定值       | 试验值    |
|----|------------|-----------|--------|
| 01 | 软化点 (°C)   | ≥65.0     | 82.40  |
| 02 | 闪点 (°C)    | ≥240.0    | 336.20 |
| 03 | 针入度 (25°C) | 30.0~60.0 | 52.20  |
| 04 | 针入度指数 (PI) | ≥0.0      | 0.040  |
| 05 | 黏度 (135°C) | ≥2.0      | 2.090  |

#### 3.1.2 助溶剂

该水泥路面高弹改性沥青内掺助溶剂选用 Z1 型, 其主要性能指标见表 2。

表 2 助溶剂性能指标

| 闪点/°C | 密度/g·cm <sup>-3</sup> | 倾点/°C | 芳烃浓度/% |
|-------|-----------------------|-------|--------|
| 230.0 | 1.070                 | +9.2  | 86.0   |

### 3.2 集料

为有效增强沥青加铺层与旧面板之间的粘结能力, 保证加铺层耐磨及承载性能, 该水泥路面加铺层选用优质花岗岩作为

集料, 并选用水泥、矿粉作为填料, 二者用量依次为 2.0%、1.0%, 经试验检测得到粗细集料相关性能参数, 所有指标完全满足现行规范规定, 具体检测数据见表 3。

表 3 集料相关性能指标测试数据

| 序号 | 粒径大小/mm      | 压碎值   | 针片状颗粒占比/% | 吸水率/% | 磨损率/% |
|----|--------------|-------|-----------|-------|-------|
| 01 | 10.0~20.0    | 15.80 | 13.30     | 0.40  | 13.20 |
| 02 | 5.0~10.0     | /     | 11.20     | 0.60  | /     |
| 03 | 2.0~5.0      | /     | /         | 0.80  | /     |
| 04 | 0.0~2.0 (石屑) | /     | /         | /     | /     |

### 3.3 配合比设计

本工程超薄改性沥青层材料为 AC-13C 沥青掺合料, 通过

室内试验检测得到掺合料最优油石比, 其值为 5.2%。AC-13C 沥青聚合物集料级配类型, 见下表 4。

表4 沥青面层 AC-13C 矿料级配类型

| 序号 | 筛孔直径/mm | 27.50 | 19.5  | 16.0  | 13.50 | 9.50  | 4.75 | 2.56  | 1.28 | 0.64 | 0.32 | 0.16 | 0.080 |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| 01 | 上限      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 97.0  | 62.0  | 42.0 | 20.50 | 17.0 | 12.0 | 5.0  | 4.0  | 3.0   |
| 02 | 下限      | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 98.50 | 72.70 | 35.6 | 75.00 | 20.8 | 16.5 | 10.3 | 7.5  | 5.6   |
| 03 | 合成级配    | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 78.0  | 34.0 | 32.50 | 28.0 | 23.0 | 18.0 | 13.0 | 8.0   |

#### 4 超薄加铺层路用性能评价

超薄加铺层制备完成后, 现场选取 K23+300-K24+500 段作为试验段进行试铺, 该沥青掺合料摊铺、压实工艺与普通掺合料施工工艺完全相同, 施工过程中严格控制施工质量, 摊铺成型并经养生合格后, 通过相关试验对加铺路面渗水能力、构造深度、抗滑性能等指标实施检测, 并对超薄加铺层路用性能实

施评价。具体情况如下:

##### 4.1 渗水能力

为探究加铺沥青层后旧路面渗水性能, 选取代表性断面布设测点, 并采用渗水检测仪实施检测, 测点间距为 200m, 共测试 7 处, 详细测试结果见表 5。

表5 改性沥青层渗水系数测试数据

| 序号 | 桩位      | 各点渗水系数实测值 (mL/min) |      |      | 平均值  |
|----|---------|--------------------|------|------|------|
|    |         | 01                 | 02   | 03   |      |
| 01 | K23+300 | 77.0               | 80.0 | 72.0 | 76.0 |
| 02 | K23+500 | 32.0               | 28.0 | 67.0 | 42.0 |
| 03 | K23+700 | 76.0               | 84.0 | 75.0 | 78.0 |
| 04 | K23+900 | 92.0               | 45.0 | 71.0 | 69.0 |
| 05 | K24+100 | 52.0               | 65.0 | 57.0 | 58.0 |
| 06 | K24+300 | 61.0               | 87.0 | 61.0 | 70.0 |
| 07 | K24+500 | 44.0               | 54.0 | 68.0 | 55.0 |

由表 5 可知: 各点处最大渗水系数为 78.0mL/min, 完全满足现行《公路工程施工技术规程》中渗水系数不超过 200.0mL/min 的要求, 表明试验段加铺层路面渗水能力符合要求。

##### 4.2 构造深度

采用铺砂法对改性沥青层构造深度实施测试, 检测断面与渗水检测断面相同, 构造深度测试数据, 见表 6。

表6 改性沥青层构造深度测试数据

| 序号 | 桩位      | 各点构造深度实测值 (mm) |       |       | 平均值   |
|----|---------|----------------|-------|-------|-------|
|    |         | 01             | 02    | 03    |       |
| 01 | K23+300 | 1.070          | 0.970 | 0.960 | 1.00  |
| 02 | K23+500 | 0.730          | 0.980 | 1.050 | 0.920 |
| 03 | K23+700 | 0.760          | 0.770 | 0.780 | 0.770 |
| 04 | K23+900 | 0.950          | 0.840 | 0.830 | 0.870 |
| 05 | K24+100 | 0.730          | 0.810 | 0.770 | 0.770 |
| 06 | K24+300 | 0.850          | 1.060 | 0.810 | 0.910 |
| 07 | K24+500 | 0.940          | 0.840 | 0.760 | 0.850 |

由表 6 可知: 各点处最小平均构造深度为 0.77mm, 完全满足现行《公路沥青路面施工技术规程》中构造深度不小于 0.6mm 的基本规定, 表明试验段加铺层路面构造深度满足要求。

摆值作为沥青路面抗滑能力的关键性评价指标, 本文选择合适断面, 采用摆式检测仪测取各部位摆值, 通过对温度影响因素进行修正, 得到各部位最终摆值检测数据, 见下表 7。

##### 4.3 抗滑性能

表7 改性沥青层抗滑值测试数据

| 序号 | 桩位      | 各点摆值实测值 (BPN) |      |      |      |      |      | 修正值  | 终值   |
|----|---------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|
|    |         | 01            | 02   | 03   | 04   | 05   | 均值   |      |      |
| 01 | K23+300 | 66.0          | 62.0 | 67.0 | 63.0 | 68.0 | 65.0 | +6.0 | 71.0 |
| 02 | K23+500 | 65.0          | 66.0 | 60.0 | 67.0 | 62.0 | 64.0 | +6.0 | 70.0 |
| 03 | K23+700 | 68.0          | 67.0 | 70.0 | 58.0 | 64.0 | 65.0 | +6.0 | 71.0 |
| 04 | K23+900 | 65.0          | 67.0 | 68.0 | 61.0 | 66.0 | 65.0 | +6.0 | 71.0 |
| 05 | K24+100 | 69.0          | 68.0 | 65.0 | 61.0 | 63.0 | 65.0 | +6.0 | 71.0 |
| 06 | K24+300 | 55.0          | 62.0 | 60.0 | 55.0 | 54.0 | 57.0 | +6.0 | 63.0 |
| 07 | K24+500 | 66.0          | 64.0 | 67.0 | 68.0 | 61.0 | 65.0 | +6.0 | 71.0 |

由表7可知:各测点处的摆值均值最小值为57.0BPN,通过对温度实施修正后得到最终摆值,其最小值为63.0BPN,完全满足现行《公路沥青路面施工技术规范》中摆值不小于45.0BPN的基本规定,表明试验段加铺层路面抗滑能力满足要求。

### 结论

综上所述,该文章以某公路项目为背景,通过现场勘查及相关试验检测,掌握水泥路面存在开裂、沉陷、板体断裂、粗骨料外露及局部接缝荷载传递性能差等问题,提出了加铺超薄改性沥青层的改造方案,并通过相关试验对加铺路面渗水能力、构造深度、抗滑性能等指标实施检测,得出如下结论:

(1)通过渗水检测仪测试,各点处最大渗水系数为78.0mL/min,满足现行《公路工程施工技术规范》中渗水系数不超过200.0mL/min的要求,表明试验段加铺层路面渗水能力符合要求;

(2)通过铺砂法检测,各点处最小平均构造深度为0.77mm,完全满足现行《公路沥青路面施工技术规范》中构造深度不小于0.6mm的基本规定,表明试验段加铺层路面构造深度满足要求;

(3)通过摆式检测仪测试,各测点处的摆值最小值为64.0BPN,完全满足现行《公路沥青路面施工技术规范》中摆值不小于45.0BPN的基本规定,表明试验段加铺层路面抗滑能力满足要求。

### [参考文献]

- [1]隆良强.公路养护项目水泥路面加铺超薄改性沥青层的路用性能分析[J].交通科技与管理,2023,4(06):99-101;
- [2]李城,杨德胜.水泥路面加铺超薄罩面层间黏结性能[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2023,47(02):347-351;
- [3]董海洋.公路水泥路面加铺超薄改性沥青层路用性能评价[J].山西交通科技,2022(02):11-13;
- [4]罗亚朗.刚柔复合式路面水泥混凝土板接缝传荷能力研

究[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2022,46(02):335-339;

[5]张东迎,王文超,虞将苗等.基于有限元方法的一种应力吸收层铺设方式数值模拟分析[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2018,42(05):877-879+884;

[6]童戴舟,周旋焯,马泽姝.基于路面技术状况变化规律的超薄磨耗层适用性研究[C]//中国公路学会养护与管理分会第十二届学术年会论文集,2022:335-340;

[7]刘栋,纪文强,袁秋波.小粒径级配沥青混合料超薄磨耗层工程应用研究[C]//中国公路学会养护与管理分会第十二届学术年会论文集,2022:385-390;

[8]韩方元,惠迎新,万青青,冀卫东,郭瑞.低冰点温拌SMC改性沥青磨耗层路用性能研究[C]//中国公路学会养护与管理分会第十一届学术年会论文集,2021:317-322;

[9]李本亮,唐豹.超薄磨耗层在高速公路长大纵坡水泥路面安全改善上的应用[C]//中国公路学会养护与管理分会第十一届学术年会论文集.,2021:166-173;

[10]李城,杨德胜.水泥路面加铺超薄罩面层间粘性能[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版):1-7[2023-02-16];

[11]董海洋.公路水泥路面加铺超薄改性沥青层路用性能评价[J].山西交通科技,2022(02):11-13;

[12]王开庆.市政工程水泥混凝土路面沥青加铺层优化方案的研究[J].建材与装饰,2018(23):253-254;

[13]许杰,李本亮.模塑化修复技术在水泥桥面超薄沥青加铺层中的应用[C]//中国公路学会养护与管理分会第十届学术年会论文集.[知网会议论文集],2020:372-379;

[14]何小刚,吴迪,刘波,陈搏,张彬辉.水泥混凝土路面的新型纹理参数研究[J].科技和产业,2021,21(05):318-324;

[15]董维恕.水泥路面加铺沥青面层施工技术研究[J].交通世界,2019(16):22-23;