

# 基于不黏轮改性乳化沥青粘层的超薄罩面养护技术探讨

李奇

临湘市公路建设和养护中心

DOI: 10.12238/jpm.v5i4.6707

**[摘要]** 超薄罩面作为沥青路面养护中常用技术手段,能有效改善沥青路面路用性能,延长道路运营年限。罩面层铺设前,普遍采用乳化沥青施作粘层,但受其自身性能影响,极易产生黏轮问题,导致轮迹带部位粘层沥青粘附性能显著下降,影响层间结合效果。鉴于此,本文结合某公路项目罩面层施工案例,提出了不黏轮改性乳化沥青粘层超薄罩面层养护技术,利用室内试验对不黏轮及高黏乳化沥青性能、抗剪强度、层间粘结能力及黏轮情况实施比较分析,并根据实际工程应用情况,对其应用效果及工程效益实施评价。结果显示:超薄罩面层铺设时,采用不黏轮改性沥青施作粘层乳化速率较快,不粘附轮胎,可显著提升层间结合效果,具有优良的工程效益。

**[关键词]** 公路工程项目; 不黏轮乳化粘层; 超薄罩面; 层间粘结

Discussion on curing technology of modified emulsified asphalt based on non-adhesive wheel

Li Qi

Linxiang city highway construction and maintenance center

**[Abstract]** As a common technical means in the maintenance of asphalt pavement, the ultra-thin cover surface can effectively improve the performance of asphalt pavement and extend the operation life of the road. Before the laying of the cover layer, emulsified asphalt is generally used as the adhesive layer, but due to the influence of its own performance, it is easy to produce the adhesive wheel problem, which leads to the significant decline of the adhesive performance of the adhesive layer of the wheel track belt, and affects the binding effect between the layers. In view of this, the construction case of a highway project, the modified emulsified asphalt curing technology, using the indoor test for nonadhesive wheel and high viscosity emulsified asphalt performance, shear strength, interlayer bonding ability and adhesive wheel comparative analysis, and according to the actual engineering application, the application effect and engineering benefit evaluation. The results show that when the ultra-thin cover layer is laid, the non-adhesive wheel modified asphalt is used to make the adhesive layer with faster emulsification rate, and it does not adhere to the tire, which can significantly improve the combination effect between the layers and has excellent engineering benefits.

**[Key words]** highway engineering project; non-adhesive wheel emulsification adhesive layer; ultra-thin cover surface; interlayer bonding;

## 引言

超薄罩面是在原始路面基础上加铺的一层薄层沥青结构,其与原始路面结构之间的粘结效果直接决定罩面层整体施工质量,如二者粘结效果不达标,在车轮反复摩擦作用下极易产生剥离、脱落等问题,达不到实际养护效用。所以,罩面层施工时,科学提升层间结合效果是确保沥青路面养护质量的重中之重。但普通乳化粘层施工通常采取分步方式进行作业,粘层沥青施作后极易出现粘附摊铺机车轮的情况,导致轮迹带位置罩面层粘结效果较差,影响使用寿命。因此,选用不黏轮乳化沥青进行粘层施作,能有效提升罩面层粘结效果,保证沥青路面整体养护效果。该文章通过相关试验对不黏轮与高黏沥青施

作粘层效果实施比较分析,并结合具体工程案例,对两种沥青施工效果及经济效益实施综合评估,具有十分重要的实践意义。

## 1 室内材料试验

### 1.1 试验材料

本文选用的不黏轮乳化沥青由福建华夏公司生产,对照组沥青采用普通高黏乳化沥青。

### 1.2 室内试验

乳化沥青性能测定:根据相关技术标准测定两种乳化粘层性能指标,具体测试结果见下表1。

表1 2种乳化沥青粘层的主要技术指标

| 试验项目                   | 单位    | 不黏轮改性乳化粘层 | 高黏度改性乳化粘层 | 试验方法         |
|------------------------|-------|-----------|-----------|--------------|
| 破乳速度 (35mL, 0.8%, 气溶胶) | %     | 48.10     | 47.0      | ASTM (D6936) |
| 恩格拉粘度 (E50)            | /     | 5.20      | 7.70      | T0-621       |
| 贮存稳定性 (1d)             | %     | 0.10      | 0.20      | T0655        |
| 贮存稳定性 (5d)             | %     | 1.90      | 2.60      | T0655        |
| 针入度 (25℃, 100g, 5s)    | 0.1mm | 21.10     | 71.10     | T0604        |
| 软化点 (TR&B)             | ℃     | 60.40     | 58.40     | T0606        |
| 延度 (25℃)               | cm    | 40.10     | /         | T0605        |
| 延度 (5℃)                | cm    | /         | 37.10     | T0605        |

由表1能够看出，不黏轮乳化粘层与高黏乳化粘层破乳速率、黏度及稳定度相差不大，最大不同在于25℃针入度指标，相较于高黏乳化粘层，不黏轮乳化粘层25℃针入度较小，充分表明其乳化后具备优良的抗变形性能；

抗剪强度试验：通过室内抗剪强度试验对行车荷载作用下罩面层力学性能实施检测，并对两种乳化粘层抗剪能力实施评定。标准试件制备流程为：1) 根据现行《公路沥青及混合料试验技术标准》相关规定，成型高度为7cm的AC-16构件，并置于常温条件下养生24.0h；2) 待其达到一定强度后，在其表面均匀喷洒乳化粘层，喷洒量控制在0.4kg/m<sup>2</sup>左右；3) 粘层沥青洒布完成后，在其表面铺设厚度为2.0cm的罩面层挤压密实，并置于常温下养生24.0h；4) 待其强度满足标准要求后，采用专用设备将其分割为规格100mm×100mm×70mm的标准试件。本研究抗剪强度检测温度控制在25℃，主要掺合料种类包括AC-16与罩面层沥青掺合料。检测时采用专用夹具将试件以斜向45°进行固定，并通过斜剪试验机按照50mm/min的频率施加荷载作用，从而有效完成抗剪强度检测。实际检测时，将最大荷载视为抗剪构件极限荷载值，其抗剪强度表达式见下式(1)：

$$\tau = (F + f) / S \times \sin \alpha \quad (1)$$

其中：τ-抗剪强度，MPa；F-极限破坏荷载值，N；f-检测装置压顶荷载校正值，N（检测装置压顶重量为12.0kg，校正值117.6N）；S-构件剪切面积，mm<sup>2</sup>；α-剪切倾角，45°。通过试验测得两种沥青材料抗剪强度，具体见下图1。根据测试数据可知：两种乳化沥青抗剪强度相差不大，充分证明采用不黏轮乳化沥青进行粘层施工其抗剪性能完全符合标准要求。

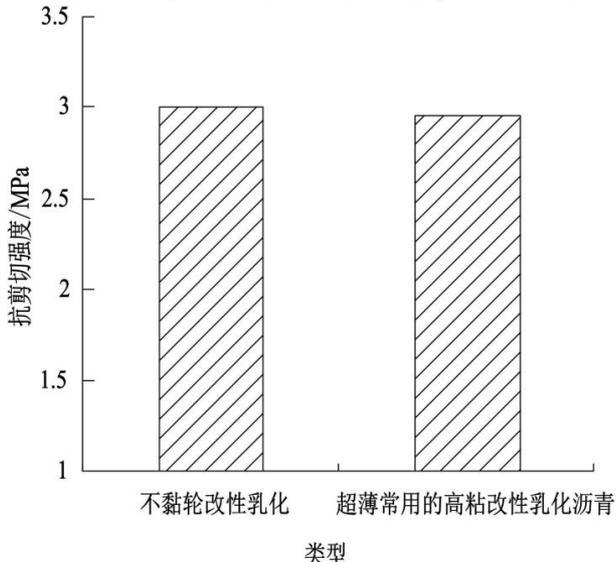


图1 2种乳化沥青的抗剪切强度

层间粘结试验：本试验标准构件制备方式与斜剪构件制备方式完全相同，免去了最终构件分割环节，构件规格为300mm×300mm×70mm。其试验检测流程如下：1) 通过钻芯取样方式由构件顶部垂直向下钻取规格为d×h=100mm×20mm的柱状试件；2) 在拖头地面均匀涂刷环氧胶，并将其粘结在柱状构件表面；3) 等待胶体材料彻底固结成型后，将粘结拖头的柱状构件置于标养箱内实施养护；4) 采用专用拉拔设备拉动拖头实施拉拔检测。拉拔速度控制在10mm/min，温度保持在25℃；5) 当构件出现破坏时，记录拉拔数据，并对构件破坏形式实施全面检查；两种乳化粘层沥青粘结性能检测情况，见下图2。为更加深入探究两种乳化粘层粘结效果，设置未洒布粘层沥青的试件作为第二对照组进行比较分析；检测结果显示：1) 25℃检测环境下，为洒布粘层的试件层间粘结效果较差，其粘结强度为0.38MPa，试验中选用AC-16掺合料制备试验构件，在其表面洒布乳化粘层相对整洁，相较于实际沥青路面贫油工况差别较大，加之罩面层密实结构掺合料压实后能与原始路面相互咬合，当沥青路面出现贫油状况，其粘结性能显著下降。2) 不黏轮及高黏乳化粘层粘结强度依次为1.14MPa和0.97MPa，相较于高黏乳化粘层，不黏轮乳化粘层粘结强度较高，充分表明其粘结性能优良，完全符合实际施工需求。

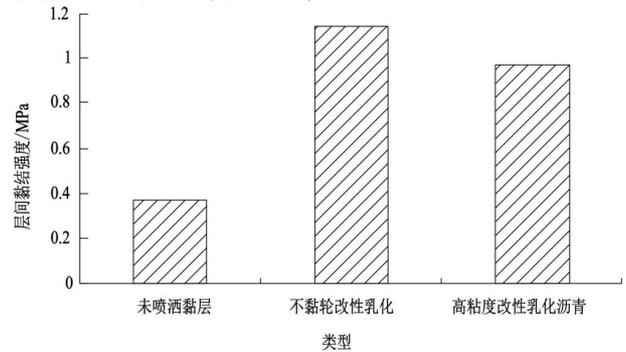


图2 2种乳化沥青的层间粘结强度

黏轮试验：本试验借鉴国外公路性能检测常用的车轮粘附率法实施检测。主要检测设备为车辙检测以，通过测取温度60℃及荷载0.7MPa工况下乳化粘层材料粘附于橡胶片表面的百分比，对不黏轮乳化粘层抗黏附性能实施评估。标准试件规格为300mm×300mm×3mm混凝土板，橡胶片长度为300±10mm，宽度为60±10mm，厚1.0mm，主要试验流程如下：1) 标准试件制备成型并养护完成后，在其表面均匀涂刷乳化粘层，刷涂量控制在0.3kg/m<sup>2</sup>；2) 涂刷完成后置于室温条件下进行自然乳化；3) 完全破乳后将混凝土板及橡胶片置于60℃车辙检测仪器中养护4.0h；4) 实际检测时预先称取橡胶片，并将其置于车辙检测装置内的轮胎碾压部位，以0.7MPa压力往复碾压一遍；5) 碾压完成后立即沿竖向取下橡胶片，称取总体重量；6) 通过数理计算求出橡胶片表面粘附粘层材料重量，并采用车轮

粘附力表示。不黏轮乳化粘层车轮粘附率不得超过 10.0%。两种乳化粘层黏轮试验数据, 见下图 3。

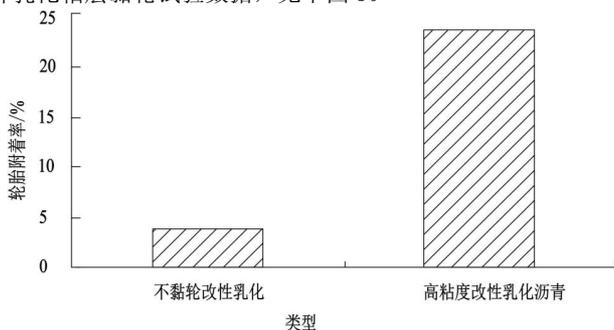


图 3 2 种乳化沥青的轮胎附着率

由图 3 可知: 1) 高黏乳化粘层 60℃、0.7MPa 条件下的车轮粘附率高达 23.2%, 黏轮问题较为突出, 达不到相关标准要求; 2) 不黏轮乳化粘层 60℃、0.7MPa 条件下的车轮粘附率为 3.6%, 完全符合不黏轮的标准要求。

通过上述试验分析可知: 不黏轮乳化沥青完全符合薄层罩面施工需求, 实际施工时, 应结合沥青路面实际质量状况与不黏轮沥青配合比情况合理确定粘层沥青喷洒量。

## 2 室外工程应用

### 2.1 室外应用情况

为有效检验不黏轮乳化粘层施工效果, 本文选取某高速公路项目超薄罩面施工案例, 对其不黏轮乳化粘层实际应用情况实施分析。该公路项目原始沥青路面质量状况较好, 多数质量缺陷为宽度不足 3.0mm 的纵横向裂缝, 罩面层加铺前, 采用合适技术手段对路面裂缝实施修复处理。本项目通过超薄罩面技术进行养护施工, 主要是在原始沥青路面表面铺设一层厚度约为 2.0cm 的薄层材料, 掺合料呈嵌固密实结构, 并通过不黏轮沥青进行粘层施作。实际施工前, 需预先对原始沥青路面实施清理, 彻底强出表面灰尘、积水、杂质等, 并进行干燥处理, 检验合格后施作粘层沥青, 温度控制在 50℃~60℃, 沥青喷洒量控制在 0.6kg/m<sup>2</sup>, 具体用量应结合沥青路面真实情况合理调节。实际工程应用结果显示, 不黏轮乳化粘层乳化时间为 30.0min, 成型质量优良, 摊铺机运行过程中未出现乳化粘层粘附车轮的情况, 有效提升层间结合效果, 保证整体施工质量。

### 2.2 实施效益分析

该公路项目罩面层施工完成 1 年后, 沥青路面运行状态优良, 未产生开裂、拥包、车辙、油化等质量缺陷。采取不黏轮乳化粘层超薄罩面施工后, 该沥青路面抗滑性能得到显著提升, 有效控制路面病害发展, 防止路用性能持续衰减, 延长道路运营年限。同时, 超薄罩面工艺简单、节省材料, 可有效减小资源损耗, 降低对环境污染, 在确保道路美观、舒适的前提下, 最大限度降低负面影响, 具有显著的经济、环保效益。

## 结语

综上所述, 本文结合某公路项目超薄罩面养护案例, 通过室内试验对不黏轮及高黏乳化沥青性能、抗剪强度、层间粘结能力及黏轮情况实施比较分析, 并根据实际工程应用情况, 对其应用效果及工程效益实施评价, 得出如下结论:

(1) 通过试验检测可知, 不黏轮乳化粘层与高黏乳化粘层破乳速率、黏度及稳定度相差不大, 最大不同在于 25℃针入度指标, 相较于高黏乳化粘层, 不黏轮乳化粘层 25℃针入度较小, 充分表明其乳化后具备优良的抗变形性能;

(2) 通过抗剪强度及层间粘结性能试验可知, 不黏轮及

高黏乳化沥青抗剪性能基本相同, 但相较于高黏乳化粘层, 不黏轮乳化粘层层间粘结强度优良, 完全符合实际施工需求;

(3) 通过黏轮试验可知, 不黏轮乳化粘层 60℃、0.7MPa 条件下的车轮粘附率为 3.6%, 完全符合不黏轮的标准要求; 高黏乳化粘层 60℃、0.7MPa 条件下的车轮粘附率高达 23.2%, 黏轮问题较为突出, 达不到相关标准要求;

(4) 工程实践表明, 超薄罩面层铺设时, 采用不黏轮改性沥青施作粘层乳化速率较快, 不粘附轮胎, 可显著提升层间结合效果, 具有优良的工程效益。

## 【参考文献】

- [1]郭婷婷, 江凯, 冯雯雯等.不黏轮乳化沥青的制备及其作用机理研究[J].中外公路, 2021, 41(01): 242-248;
- [2]马泽欣, 黎康, 吕泉.高延弹超薄罩面的技术特点研究[J].内蒙古公路与运输, 2021(05): 47-51;
- [3]肖军, 李旭, 郭仪南.乳化沥青在薄层罩面粘层的应用研究[J].石油沥青, 2020, 34(04): 40-44;
- [4]韦举向, 杨旭东, 李禅禅等.非全厚式罩面加铺技术在高速公路“白改黑”的应用与探讨[J].公路交通技术, 2023, 39(06): 13-20;
- [5]陈亨山, 杨能羽.微罩面技术在公路工程养护中的应用[J].交通世界, 2020(32): 26-27;
- [6]王鹏, 秦永春, 王杰等.不黏轮乳化沥青试验方法研究[J/OL].中外公路, 1-7[2024-01-12];
- [7]姚志杰, 范松山, 沙高岑.风积沙污染对沥青路面层间粘结性能的影响研究[C]//中国公路学会养护与管理分会.中国公路学会养护与管理分会第十一届学术年会论文集.宁夏交通建设股份有限公司;宁夏道路养护工程技术研究中心; , 2021: 4;
- [8]陈飞, 李先延, 高家贵等.温拌环氧沥青超薄加铺层层间粘结性能试验研究[J/OL].武汉大学学报(工学版), 1-13[2024-01-12];
- [9]马泽欣, 黎康, 吕泉.高延弹超薄罩面的技术特点研究[J].内蒙古公路与运输, 2021, (05): 47-51;
- [10]王晶, 杨炎生, 郑宗江等.基于层间粘结的高黏改性乳化沥青性能评价及应用[J].石油沥青, 2020, 34(04): 61-64;
- [11]罗世才, 马新宇, 程虎.一种温拌超薄罩面路面结构材料的设计及施工方法[J].工程建设与设计, 2023(24): 79-81;
- [12]洗振光, 马乃富, 杨德胜, 等.超薄罩面技术在水泥路面养护中的应用[J].西部交通科技, 2023(10): 87-90;
- [13]吴振刚.一种彩色超薄罩面沥青混合料的制备方法[J].市政技术, 2023, 41(09): 46-49+151;
- [14]周武军, 归楷昌. EMC-13 超薄罩面混合料路用性能试验研究[C]//中国公路学会养护与管理分会.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: 5.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2022.032299;
- [15]陈在林.高速公路温拌超薄磨耗层施工技术及其效果检测[C]//中冶建筑研究总院有限公司.2022 年工业建筑学术交流会议论文集(中册), 2022: 4.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2022.026326;