

# 低噪音纤维微表处在高速公路预养护中的应用与对比\*

黄小明<sup>1</sup>, 张恺<sup>2</sup>, 朱耀庭<sup>2</sup>

(1.江西交通咨询公司, 江西 南昌 330000; 2.江西省交通科学研究院, 江西 南昌 330200)

**摘要:** 为改善传统微表处易产生噪声污染的不足, 结合江西省某高速公路车辙填补和低噪音纤维微表处罩面工程, 通过室内试验分析与现场检测, 对微表处、纤维微表处和低噪音纤维微表处的性能和表面功能进行对比分析。结果表明, 与微表处和纤维微表处相比, 低噪音纤维微表处降低噪音的效果明显, 其混合料的凝聚力和抗水损性能具有明显优势。

**关键词:** 公路; 低噪音纤维微表处; 预养护; 路用性能; 降噪

中图分类号: U418.6

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)01-0106-03

纤维微表处是在传统微表处的基础上发展而来, 也被称为第三代稀浆封层技术, 其在抗裂性、抗疲劳特性、水稳定性和温度敏感性等方面均表现出优于传统微表处的特性。噪音大长期以来是微表处最主要的缺陷, 主要源于稀浆混合料的表面特性, 而表面特性主要受石料形状、混合料级配和施工工艺的影响。近年来, 国内开展了大量低噪音微表处技术研究和应用, 但效果并不显著。该文结合江西省某高速公路路面养护, 对传统微表处、纤维微表处和低噪音纤维微表处通过室内试验及现场检测进行对比, 分析低噪音纤维微表处的降噪性能, 为该技术的推广提供技术指导。

## 1 原材料

(1) 集料。根据以往研究结果和经验, 降低微表处混合料的最大粒径和最大公称粒径是降低噪音的主要手段。在该项目中, 采用 5~8 mm 集料替代 5~10 mm 集料。选用吉安市泰和县马市镇荆州玄武岩石料厂生产的玄武岩石料, 矿粉采用石灰岩矿粉, 水泥采用 P.O42.5R 普通水泥, 其各项指标均满足规范要求。

(2) 沥青。该项目在 1 月中旬施工, 根据历史气候数据, 该季节上午 9:00—下午 14:00 的气温为 12~18℃, 偏低, 乳化沥青必须有较快的破乳速度, 以便获得较快的早期强度, 减少交通延误。为此, 选取超级微表处体系中的改性乳化沥青, 其技术指标见表 1。

表 1 微表处改性乳化沥青的技术指标

项目	检测结果	规范要求
恩格拉粘度 $E_{25}$	20	3~30
储藏稳定性/%	1 d	≤1.0
	5 d	≤5.0
筛上剩余量(0.85 mm, 25℃)/%	0	≤0.1
蒸馏固含量/%	62.7	≥62.0
针入度(25℃, 100 g, 5 s)/ (0.1 mm)	68.2	40~90
蒸馏残留物性能	软化点(环球法)/℃	≥57
	延度(5℃)/cm	≥20
溶解度(三氯乙烯)/%	≥98.5	≥97.5

(3) 纤维。目前, 微表处中使用的纤维主要有玻璃纤维、聚酯纤维和聚丙烯纤维三类, 考虑到实际工程中采用干法添加纤维及纤维分散的便利性和均匀性, 采用玻璃纤维, 其技术指标见表 2。

表 2 玻璃纤维的技术指标

项目	检测结果	规范要求	检测方法
号数/(g·km <sup>-1</sup> )	2 389	2 280~2 520	ISO 1889
烧失率/%	1.06	1.10~1.20	ISO 1887
吸水率/%	0.05	≤0.15	ISO 3344

## 2 混合料设计及性能对比试验

### 2.1 混合料级配

采用 2 种级配、3 种混合料进行对比试验, 其中混合料包括微表处、纤维微表处和低噪音纤维微表

\* 基金项目: 国家自然科学基金项目(51508246); 江西省科技厅科技项目(2013Y0005)

处。采用的2种级配均满足MS-3型微表处要求,其中微表处和纤维微表处使用级配1,低噪音纤维微表处使用级配2。级配1采用高速公路较普遍使用的MS-3级配中值下方级配曲线,使用5~10、3

~5和0~3 mm集料进行设计;级配2采用粒径4.75 mm以上含量较少、0.6 mm以下靠近上限的级配曲线,使用5~8、3~5和0~3 mm集料进行设计(见表3)。

表3 微表处混合料的级配

级配类型	下列筛孔(mm)的通过率/%							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
级配1	100	75.5	49.7	34.7	26.9	16.8	12.9	8.8
级配2	100	84.5	56.2	41.4	27.2	18.1	13.0	9.7
范围	100	70~90	45~72	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15

## 2.2 纤维用量

目前干法添加设备的纤维切割能力最大不超过0.3%,故纤维掺量采用矿料重量的0.1%和0.2%进行比对试验。

## 2.3 性能对比

对不同类型微表处混合料进行拌和试验、混合料粘聚力试验、湿轮磨耗试验、负荷车轮轮辙变形试验,结果见表4~5。

表4 微表处混合料拌和试验结果

混合料类型	水泥/ %	水/ %	纤维/ %	沥青/ %	可拌和 时间/s
微表处	1.5	6	0.0	9.1	>120
纤维微表处	1.0	6	0.1	9.3	>120
低噪音纤维微表处	1.0	6	0.1	9.5	>120
纤维微表处	1.0	6	0.2	9.4	>120
低噪音纤维微表处	1.0	6	0.2	9.6	>120

表5 微表处混合料粘聚力试验结果

混合料类型	纤维/%	粘聚力/(kg·cm)			湿轮磨耗试验/g		负荷车轮变形试验 横向变形率/%
		30 min	60 min	240 min	1 d	6 d	
微表处	0.0	12.8	20.6	32.7	467.2	729.6	3.84
纤维微表处	0.1	13.6	22.1	44.0	325.4	580.2	3.21
低噪音纤维微表处	0.1	13.2	23.9	46.2	426.5	546.7	3.69
纤维微表处	0.2	13.5	23.6	51.5	292.5	472.1	2.55
低噪音纤维微表处	0.2	13.7	24.3	50.7	318.0	503.9	2.80

从表4~5可看出:各种类型微表处混合料均具有良好的施工和易性,级配类型及纤维掺量会对微表处的路用性能造成一定影响,尤其是级配类型。在相同级配类型下,纤维的掺入能有效提高微表处早期强度,还能显著改善微表处的耐磨性能及抵抗车辙和水损害的能力;在相同纤维掺量下,由于低噪音纤维微表处采用的矿料级配偏细,其水稳定性及抗车辙性能略低于纤维微表处,但满足规范要求。据此确定该项目中纤维掺量为矿料质量的0.2%。

## 3 现场检测与对比

施工前,选择该项目K16—K17作为对比段,分别对施工前后和不同方案的路面进行检测,包括车内外噪音、摩阻系数、纹理深度和渗水率等。

### 3.1 降噪效果

为了减少对测试结果的影响,同时避免对交通

造成太大延误,采取间断性交通封闭的方法,检测微表处、纤维微表处和低噪音纤维微表处路面的噪音,并与原路面噪音比较。检测用车为普通家用轿车,速度分别为60、80和100 km/h,同时检测车内噪音和车外噪音的均值与最大值。试验结果见图1~4。

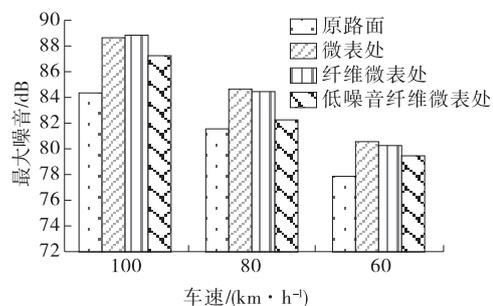


图1 车外最大噪音对比

从图1~4可看出:无论是车外最大噪音还是平均噪音,低噪音纤维微表处都低于微表处和纤维微

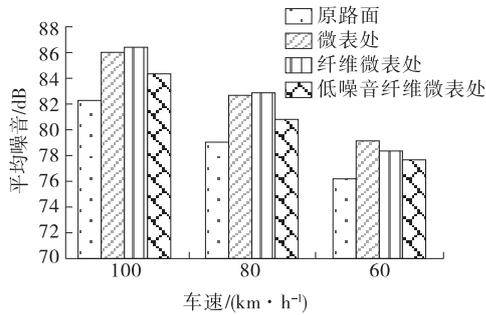


图2 车外平均噪音对比

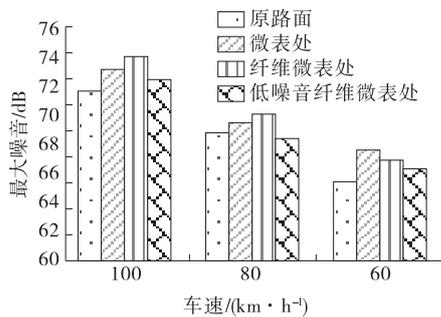


图3 车内最大噪音对比

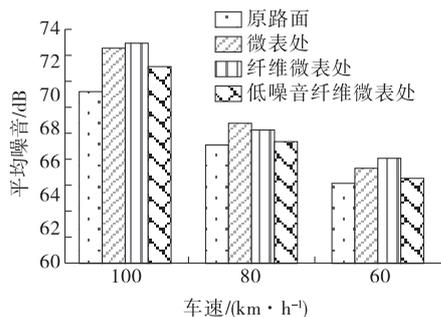


图4 车内平均噪音对比

表处,但高于原路面;在车内,低噪音纤维微表处的降噪效果没有车外明显,这是因为在车内检测时受汽车发动机声音的干扰很大,即便如此,低噪音纤维微表处的车内噪音与微表处和纤维微表处相比仍有所降低。

### 3.2 其他现场检测结果对比

各类路面摩阻系数、纹理深度和渗水系数检测结果见表6。

表6 摩阻系数、纹理深度和渗水系数检测结果对比

路面类型	摆值/ BPN	构造深度/ mm	渗水系数/ (mL·min <sup>-1</sup> )
原路面	52.7	0.76	<100
微表处	76.3	1.14	不渗水
纤维微表处	75.8	1.02	不渗水
低噪音纤维微表处	71.5	0.88	不渗水

从表6可看出:低噪音纤维微表处具有良好的密水性,且抗滑性能两个指标均明显高于原路面,略低于传统微表处和纤维微表处。作为一种预防性养护技术,低噪音纤维微表处不仅能有效改善路表质量、预防路面病害,还能显著降低行车噪音、提高行车舒适性。

## 4 施工工艺及质量控制关键

### 4.1 施工工艺

待改性稀浆封层车就位后,根据预拌和时的参数调整各料门的高度,开启拌缸中的搅拌桨及摊铺箱中的螺旋搅拌器。由于矿料出口、填料口、出水口及改性乳化沥青喷口的位置不同,同时开动料门开关时,各原材料达到摊铺箱的瞬时顺序依次为改性乳化沥青、水、填料、矿料,这种控制方法容易造成摊铺箱底部混合料离析。为此,在实际摊铺位置前预置一块铁皮,摊铺车从铁皮位置处开始施工,之后移开铁皮以保证摊铺路面接缝处的施工质量。

在实际摊铺过程中,受地热、风力、湿度等因素的影响,低噪音纤维微表处材料中改性乳化沥青的破乳和凝固速度不断变化,需结合现场实际情况对摊铺前标定参数进行调整,同时操作人员必须熟练掌握实时变化规律并及时作出合理应对。

摊铺过程中,应做好每个摊铺路段横缝的对接。横缝处理要点如下:1)在前一施工末端1~1.5 m处用金属铁板覆盖,保持金属板大小与微表处四周对齐;2)摊铺箱置于金属板上同时对齐金属板边缘,之后启动摊铺;3)取出金属板及板上的混合料,进行找平。

低噪音纤维微表处多幅施工时应注意纵向接缝的处理,通常采用搭接处理方式。摊铺中,应在前一幅已形成强度的基础上进行下一幅铺筑,并将搭接部分抹平、抹薄。另外,稀浆封层车行驶过程中,摊铺箱的位置需紧靠前一幅的边缘处,以最大程度改善微表处整体效果。

### 4.2 质量控制关键

(1) 改性稀浆封层车在摊铺过程中应根据摊铺箱中低噪音纤维微表处混合料的破乳状态调整行进速度,缓慢行驶,正常情况下的前进速度为30~45 m/min,并随时保持摊铺箱中的低噪音纤维微表处混合料体积至少为摊铺箱容积的1/2左右。

(2) 在临近摊铺结束前关闭水仓出口,之后再

(下转第112页)

芯取样进行密度测试和 CT 扫描。现场钻芯的 CT 断面情况见图 4。

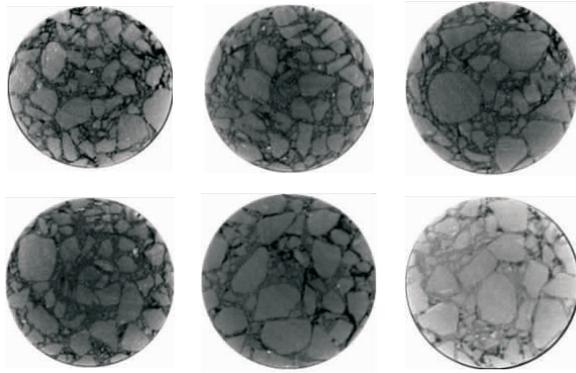


图 4 现场芯样的 CT 断面

由图 4 可知:压实后的混合料骨架形成非常充分,空隙分布高度分散,在断面位置大的开口空隙很少;细料稳定依附在粗料上,厚度方向未发生集料离析,显现出稳定的混合料骨架结构。

试验路实施情况如下:1)增韧改性沥青采用常规改性沥青设备和物流系统生产和供应,过程顺畅,稳定性和供应效率满足一般工程需要。2)混合料的拌和效率与常规改性沥青相当,高于添加纤维的

(上接第 108 页)

同时关闭料仓、改性乳化沥青仓及填料仓,防止摊铺结束前混合料产生离析。

(3)摊铺结束后,提起摊铺箱,及时开至路旁进行清理,尤其是摊铺箱及搅拌缸的清洁。

(4)低噪音纤维微表处摊铺结束后,应及时观察现场摊铺情况,对摊铺起点、终点、横接缝、纵接缝等位置进行人工找平,对表面存在的过厚、过薄及刮痕等问题及时进行修补。另外,由于低噪音纤维微表处不同于普通微表处,其粘结料是由树脂及抽出油等物质合成,改性乳化沥青破乳后,其粘结料自身强度有限,为加强早期强度的形成、加快开放时间,可用小型胶轮压路机(2 t)在低噪音纤维微表处混合料达到初凝( $>1.2 \text{ N} \cdot \text{m}$ )后进行碾压。

## 5 结论

(1)在稀浆混合料中添加纤维,无论是否增加沥青用量,都能提高混合料的粘结力、抗松散性能和高温性能。

(2)由纤维、沥青和粉料组成的胶浆体系具有更高的粘韧性和内聚力,能提高混合料的抗水损性

SBS 改性沥青,拌和和出料温度亦与 SBS 改性沥青混合料相当。3)夏季高温 8 cm 沥青层降温速度慢,摊铺机速度可适当提高。胶轮参与复压的碾压效果好于全钢轮碾压组合。增韧改性 GATB-25 的碾压难度不大,密实状况好于预期,但局部存在过压。4)钻芯取样呈现了理想的均匀性,CT 扫描和钻芯断面均呈现很好的骨架结构及级配在厚度和水平方向的稳定性,验证了级配和胶浆稳定性的预期。5)生产配合比送样性能测试结果验证了前期工作结果,体现了好的疲劳和低温性能。6)在未铺筑罩面且结构边缘没有排水通道的不利条件下直接开放重载交通,经过高温和雨季的考验,试验路未见车辙和水损坏等病害,也未观察到任何水泥板缝位置裂缝反射情况。

## 参考文献:

- [1] JTG F40-2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [2] JTG E20-2011,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].

收稿日期:2017-10-10

能和低温抗裂性能。与微表处和纤维微表处相比,低噪音纤维微表处降低噪音效果明显。

(3)通过在混合料中添加纤维来改变稀浆状态,以改善表面孔隙形态的方法对降低噪音没有什么效果。

(4)与微表处、纤维微表处相比,低噪音纤维微表处的摩阻系数、纹理深度有一定降低,但仍远高于规范要求;低噪音纤维微表处、微表处和纤维微表处都不渗水,能提高路面的抗水损性能。

## 参考文献:

- [1] JTG/T F40-02-2005,微表处和稀浆封层技术指南[S].
- [2] 岳学军,马全胜,侯强.纤维微表处与普通微表处的性能对比[J].公路交通科技:应用技术版,2014(6).
- [3] 闫忠良,王莉,于建莹.低噪音微表处在高等级公路预防性养护中的应用[J].公路交通科技,2011,28(12).
- [4] 陈小雪,孙钢辉,石颖.纤维微表处混合料性能室内试验研究[J].公路交通科技,2011,28(12).
- [5] 弓锐.稀浆封层混合料可拌和时间室内试验研究[J].公路,2012(12).

收稿日期:2017-06-02