

# 节能环保型排水抗滑降噪路面的研究与应用

喻正军

(武昌市政建设(集团)有限公司, 湖北 武汉 430000)

**【摘要】**采用废旧轮胎开发橡胶改性沥青制备出排水、抗滑、降噪沥青路面(OGFC),是解决普通沥青路面防滑效果不理想、雨天易发生交通事以及废旧轮胎带来的环境问题有效的方式,但是普通橡胶沥青制备的OGFC存在着路面易溃散,施工温度过高等问题限制了其进一步推广及应用,因此亟待开发出一种节能环保型排水降噪抗滑沥青路面,本文围绕节能环保型多功能沥青路面的组成、结构与性能之间的关系,通过对自主研发的橡胶高粘高弹沥青制备出大空隙排水路面,并采用有机降粘型温拌技术实现路面的节能施工,在湖北省杭瑞高速公路上官及鸡口山隧道入口进行成功应用。

**【关键词】**橡胶高粘高弹改性沥青; 抗滑; 降噪; 节能施工

## 前言

随着我国公路建设的发展,对高速公路路面质量、行车安全性、舒适性要求越来越高。而与此同时,随着汽车工业的迅速发展,越来越多的废旧轮胎形成的“黑色污染”,正在威胁着全人类的生存环境。采用废旧轮胎开发橡胶改性沥青制备出排水、抗滑、降噪沥青路面(OGFC),是解决上述问题的有效方式,但是普通橡胶沥青制备的OGFC存在着路面易溃散,施工温度过高等问题限制了其进一步推广及应用,因此亟待开发出一种节能环保型排水降噪抗滑沥青路面,为我国的高等级路面建设提供相关的技术支撑。

本文针对橡胶沥青制备排水降噪抗滑沥青路面的易溃散,施工温度过高等问题,开发出橡胶高粘高弹改性沥青,并制备出节能环保型排水降噪抗滑沥青路面,研究成果应用于湖北省杭瑞高速公路。

## 一、橡胶高粘高弹改性沥青的研制

为满足排水、抗滑、降噪多功能沥青路面结构耐久性要求,本文以废旧橡胶粉及SBS(苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物)为主体材料同时辅以增粘、增韧、增容稳定组分对基质沥青进行改性,使改性后沥青具有高粘度、高弹性的特点,橡胶高粘高弹改性沥青为路翔技术有限公司的重交70#道路沥青(AH-70)改性制成,胶粉为湖南合得力橡胶科技有限公司生产的40目废胎橡胶粉,同时为方便工艺将中国石化巴陵分公司生产的YH-791线形SBS和沥青增粘增韧及增容稳定组分经过造粒制成的高粘高弹改性剂(图1)。本文基于OGFC路面的空隙率和施工要求,优化的改性配方为:橡胶粉组分15%,高粘高弹改性剂12%<sup>[1]</sup>。

使用高速剪切方式制备橡胶高粘高弹改性沥青,所用仪器为FLUKO公司制造的FM300型实验室高剪

切分散乳化机,在180℃高温下将沥青烘至流态后放置在高速剪切机机头下,并在下方放置加热套,恒定温度在180-190℃范围内,在转度6000rpm下剪切2h,最后放入170℃烘箱中发育溶胀1h后取出冷却,即制得橡胶高粘高弹改性沥青,工艺流程如图2所示。



图1 高粘高弹改性剂

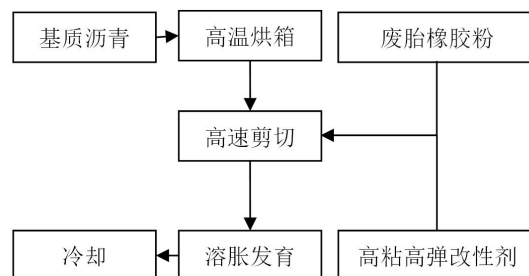


图2 高粘高弹改性沥青制备流程

## 二、基于有机降粘剂的温拌节能施工技术研究

目前市面上的主要温拌技术主要为发泡降粘类、有机降粘类及乳化温拌类,沥青发泡型温拌技术在沥青中引入水分,使得沥青起泡从而达到降低粘度的目的,但本文设计的路面为骨架空隙型结构,对于水稳

表 1 有机降粘温拌剂熔融温度及对 70# 基质沥青 60℃粘度的影响

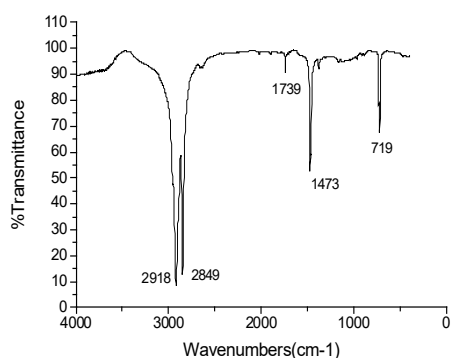
| 项目                                                        | 第一次吸热峰 /℃ | 第二次吸热峰 /℃                  | 熔融温度 /℃                         | 技术要求      | 试验方法            |
|-----------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|
| 熔融温度                                                      | 96        | 110                        | 103                             | 75 ~ 110  | GB/T 21781-2008 |
| 掺 3% 有机降粘剂前后的<br>70# 基质沥青的粘温性能<br>掺入前 60℃粘度 $\eta$ 1/Pa·S |           | 掺入后 60℃粘度<br>$\eta$ 2/Pa·S | 粘度差 $\Delta \eta$ 60℃ /<br>Pa·S | 技术要求      | 试验方法            |
|                                                           | 250       | 272                        | 22                              | $\leq 30$ | T0625           |

定性要求极高,不宜使用该种技术,否则极易造成路面过早破坏,而同样对于胺类等表面活性乳化型温拌剂也容易产生沥青与集料的粘结降低问题<sup>[2]</sup>,故本文采用有机降粘型温拌技术,在沥青中掺入有机降粘剂,其对混合料路用性能影响不大,还能够提高沥青在 60℃的粘度,保证粘聚力,故本研究采用沥青降粘剂的方案进行研究。

本文采用沥青的相容性良好的低分子量的蜡合物作为有机降粘剂,其是由煤气和天然气采用 F-T 工艺生产的一种窄分布的碳氢化合物的混合物,为探明其物质组成对橡胶高粘高弹改性沥青的机理,在此采用红外光谱对其进行分析,其外观及红外光谱图如图 3 所示:



(1) 有机降粘剂微观示意图



(2) 有机降粘剂红外光谱图

图 3 有机降粘剂外观及红外分析图谱

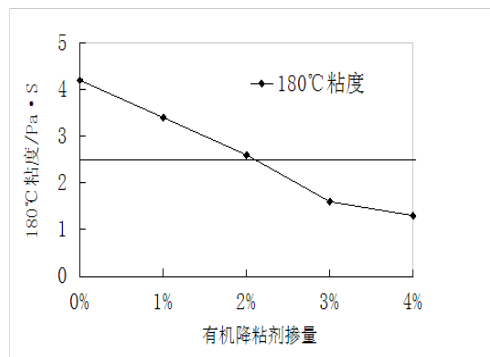
从分析中可以看出:在 2920cm<sup>-1</sup>、2850cm<sup>-1</sup>、

1473cm<sup>-1</sup>、720cm<sup>-1</sup> 处出现明显的吸收峰,其中 2920cm<sup>-1</sup>、2850cm<sup>-1</sup> 是由于亚甲基基团伸缩振动引起,1473cm<sup>-1</sup> 为亚甲基 -CH<sub>2</sub>- 弯曲振动;720cm<sup>-1</sup> 处左右产生吸收峰主要是由于由于烷基弯曲振动产生,羰基 C=O 伸缩振动产生了 1740cm<sup>-1</sup> 峰;通过图谱分析可以判断该有机降粘剂为一种较低密度的聚烯烃蜡类有机物<sup>[3]</sup>。

同时结合湖北省地方标准《温拌沥青混合料路面技术指南》(DB42-2011) 中有机降粘温拌剂技术要求<sup>[4]</sup>,采用差热分析仪对其熔融温度进行测定,及采用真空毛细管法对其掺入 70# 基质沥青 60℃粘度的影响,试验结果见表 1:

结合差热分析及基质沥青 60℃粘度结果发现:有机降粘剂能够很好的与沥青中与其结构相似的饱和组分相容,使沥青的油分更好的分散于沥青质中,从而降低了高温下沥青的粘度,实现了温拌的可能;而低于熔融温度时候其在沥青中结晶析出分散在其他组分之间,减少了分子间的紧密联系,从而增大了 60℃沥青的粘度,故综合以上结果可以看出其为橡胶高粘高弹改性沥青低温施工实现了可能。

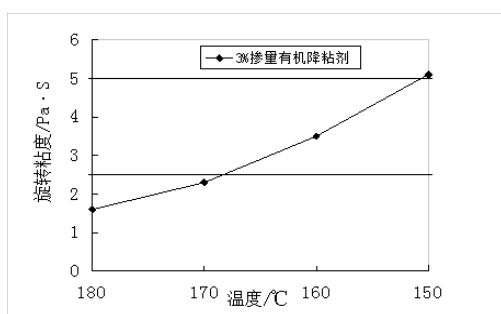
对于橡胶沥青,由于掺入了大于 15% 质量分数的胶粉进入沥青中,使得沥青变得粘稠,高温粘度很难下降,增加了施工的难度,浪费大量的能源,交通部公路科研所《橡胶沥青及混合料设计施工技术指南》还特别规定了其 180℃粘度在 2.5~5.0Pa·S 之间<sup>[5]</sup>,保证橡胶沥青施工和易性及质量,为此掺入不同含量有机降粘剂(0~4%),采用布洛克菲尔德型旋转式粘度计测试其对橡胶高粘高弹改性沥青的粘度的影响规律,试验结果见图 4 所示:



(1) 不同掺量有机降粘剂 180℃粘度

表 2 节能环保型橡胶高粘高弹改性沥青性能指标

| 技术指标                     | 节能环保型橡胶高粘高弹改性沥青 | 高粘高弹橡胶改性沥青 | 橡胶沥青  | 橡胶沥青要求  |
|--------------------------|-----------------|------------|-------|---------|
| 针入度 (25℃、100g、5s) /0.1mm | 58.3            | 56.2       | 55    | 30~70   |
| 软化点 ( $T_{R\&B}$ ) /℃    | 102.3           | 102.7      | 68.8  | > 65    |
| 延度 (5℃、5cm/min) /cm      | 49.6            | 49.4       | 21.2  | > 20    |
| 60℃粘度 /Pa·s              | 93500           | 92500      | 34000 | —       |
| 180℃粘度 /Pa·s             | 1.6             | 4.5        | 4.3   | 2.5~5.0 |
| 弹性恢复 /%                  | 95              | 95         | 90    | /       |
| 韧性 (25℃) /N·m            | 16.2            | 16.1       | 15.9  | —       |
| 粘韧性 (25℃) /N·m           | 26.2            | 26.5       | 25.1  | > 20    |
| 离析软化点差 /℃                | 1.6             | 1.5        | —     | —       |



(2) 3% 掺量有机降粘剂不同温度粘度

图 4 有机降粘剂对橡胶高粘高弹改性沥青的粘度的影响

从图 4 中可以看出, 橡胶高粘高弹改性沥青的 180℃ 旋转粘度随着有机降粘剂含量增加, 显著下降, 当掺量超过 3% 之后, 甚至低于指南中 180℃ 粘度的范围, 说明有机降粘剂能有效的降低橡胶高粘高弹沥青的高温粘度, 同时当掺量超过 3% 之后, 沥青的粘度下降较为缓慢, 这是由于橡胶粉与沥青的轻质组分溶胀发育, 使得沥青的油分减少, 从而使得有机降粘剂对于橡胶高粘高弹改性沥青的降粘作用有一定的限度, 而且当掺量过高后易造成低温是有机降粘剂的溶出, 影响体系的稳定性, 同时经济性方面成本也会过高, 故掺量易控制在 3%, 当掺量为 3% 时, 当温度在 160℃ +5℃ 左右时, 旋转粘度在 2.5~5.0 Pa·s 之间, 此温度区间可作为该温拌沥青的加热温度, 同时测试掺入 3% 有机降粘剂后制备的节能环保型橡胶高粘高弹改性沥青其他性能, 见表 2, 可以看出该掺量下有机降粘剂对橡胶高粘高弹改性沥青性能几乎没造成什么变化, 对于混合料性能不会产生影响。

### 三、工程应用

本课题的研究成果在国家重点工程湖北省杭瑞高速公路阳新至通城段上官隧道及鸡口山隧道右幅入口处成功应用, 前者试验段长度共 1000m, 宽 11.25m, 位于 K60+748.5 ~ K61+748.5, 后者试验段长度共 1000m, 宽

11.5m, K80+923.5 ~ K81+923.5。设计方案均为上面层 4cm 节能环保型排水、抗滑、降噪沥青路面 + 中面层 6cm 改性 AC-20C+ 下面层 8cm 重交沥青 AC-25。

### 四、结论

(一) 橡胶高粘高弹改性沥青具备粘度大、弹性恢复能力强、软化点高、5℃ 延度高的特点, 高温性能优异, 温度敏感性低, 低温性能较好, 其特点说明高粘高弹改性沥青适合用于大空隙的 OGFC 路面。

(二) 基于沥青有机降粘技术, 分析沥青降粘剂的降粘机理, 通过红外图谱发现其一种较低密度的聚烯烃蜡类有机物, 可有效的降低沥青的高温粘度, 从而降低施工温度。

(三) 通过橡胶沥青、普通高粘改性沥青、橡胶高粘高弹改性沥青在 OGFC 路面的应用效果对比分析结果表明, 橡胶高粘高弹改性沥青在 OGFC 路面的应用效果优异, 其抗车辙能力和飞散析漏损失等路用性能指标及降噪性能均优于使用橡胶沥青和普通高粘改性沥青的路面, 具有广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 李潜. 基于防水粘结应力吸收的桥面铺装技术研究 [D]. 武汉, 武汉理工大学硕士学位论文, 2010.
- [2] 李德超. 温拌沥青混合料技术综述 [J]. 石油沥青, 2008, 22(5): 1~4.
- [3] 张付生, 王彪. 几种原油降凝降粘剂作用机理的红外光谱和 X 射线衍射研究 [J]. 油田化学, 1995, 12(4): 347~352.
- [4] 湖北省质量技术监督局. 温拌沥青混合料路面技术指南 [S]. 武汉: 人民交通出版社, 2009.
- [5] 中华人民共和国交通部. 橡胶沥青及混合料设计施工技术指南 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2009.
- [6] P.M. 莫尔斯, K.U. 英格特. 理论声学. 吕如榆等译 [M]. 北京: 科学出版社, 1984: 299-302.