

文章编号:1672-6952(2012)01-0016-04

## 橡胶改性沥青的老化及再生

曹 萍<sup>1</sup>, 单宝龙<sup>1</sup>, 孙敬军<sup>1</sup>, 高会娟<sup>1</sup>, 王 雷<sup>1\*</sup>, 王洪猛<sup>2</sup>

(1. 辽宁石油化工大学石油化工学院, 辽宁抚顺 113001; 2. 山东京博石油化工有限公司, 山东滨州 256500)

**摘 要:** 选取辽河油田生产的沥青为原料, 加入废旧橡胶粉和苯乙烯焦油, 在高速剪切机的作用下制备橡胶改性沥青, 然后将橡胶改性沥青用旋转薄膜烘箱进行老化试验研究, 研究老化时间和橡胶粉的质量分数对沥青软化点、针入度、延度的影响。并将自制老化再生剂添加到老化橡胶改性沥青中, 考察再生剂的性能。实验结果表明: 胶粉的质量分数为 15% 时的抗老化性能最好, 加入再生剂后的老化橡胶改性沥青可以恢复相关的路用性能, 符合国家规定的 140<sup>#</sup> 道路沥青标准。

**关键词:** 苯乙烯焦油; 废橡胶粉; 改性沥青; 老化; 再生剂

**中图分类号:** TE624

**文献标识码:** A

**doi:**10.3696/j.issn.1672-6952.2012.01.005

## Aging and Recycling of Rubber Modified Asphalt

CAO Ping<sup>1</sup>, SHAN Bao-long<sup>1</sup>, SUN Jing-jun<sup>1</sup>, GAO Hui-juan<sup>1</sup>,

WANG Lei<sup>1\*</sup>, WANG Hong-meng<sup>2</sup>

(1. School of Petrochemical Engineering, Liaoning Shihua University, Funshun Liaoning 113001, P. R. China;

2. Petrochemical Industry Company of Shandong Jingbo, Binzhou Shandong 256500, P. R. China)

Received 11 October 2011; revised 30 October 2011; accepted 14 November 2011

**Abstract:** Crumb rubber and styrene tar were used to modify asphalt of Liaohe Oilfield asphalt by high shearing technology, the rolling thin film oven test was preformed and check the changes of softening point, needle penetration, delay degree according to different aging time and rubber powder content in rubber asphalt. Then homemade renewable agent additive was added in aged rubber modified asphalt to test its performance. The experimental results show that the mass fraction of rubber content 15% anti-aging properties is preferred and reach the state road asphalt No. 140 standards.

**Key words:** Styrene tar; Waste rubber powder; Modified asphalt; Aging; Regenerative agent

\* Corresponding author. Tel. : +86-15241329328; e-mail: wl20020121@sina.com

橡胶改性沥青具有很好的高温稳定性、低温延展性、抗裂性和弹性, 显著提高沥青路面行车的舒适度, 使废旧橡胶粉得到充分利用有利于环境保护, 因此越来越得到广泛的应用<sup>[1-3]</sup>。但是, 橡胶改性沥青和普通沥青一样都存在老化的问题, 沥青的老化是一个逐渐发生的过程, 其速率直接影响路面的使用寿命<sup>[4-5]</sup>, 这是因为沥青在储存、运输、施工及使用的过程中, 由于长期暴露于空气中, 受到环境因素如阳光、氧气、水以及温度的变化等自然条件作用, 发生一系列的物理及化学变化, 主要是芳香油分减少, 沥青质增多, 使得沥青的胶体结构发生了改变, 从而影响沥青的路用性能<sup>[6-10]</sup>。因此, 世界各国都

在对沥青再生进行研究, 特别是美国在所铺筑的道路中已有 50% 使用的是再生沥青, 我国目前处于橡胶改性再生沥青的研究的初级阶段<sup>[11]</sup>, 使用沥青再生剂可以节约大量资源、降低成本, 具有重要的经济意义。

本实验选取辽河油田生产的沥青为原料, 并加入苯乙烯焦油及废旧橡胶粉制得橡胶改性沥青, 然后将橡胶改性沥青在薄膜旋转烘箱中进行老化实验, 从而分析橡胶改性沥青的老化规律, 再将再生剂加入到橡胶改性沥青中, 考察再生剂对橡胶改性沥青性能的影响。

## 1 实验部分

### 1.1 原料、试剂及仪器

沥青(辽河油田), 苯乙烯焦油(锦西石化公司,

收稿日期: 2011-10-11

作者简介 曹萍(1982-), 女 辽宁抚顺市 在读硕士

\* 通讯联系人。

工业品),废旧轮胎胶粉(河南橡胶粉厂),自制再生添加剂,丙三醇(分析纯,国药集团化学试剂有限公司)。

针入度试验器 SYD—2801E(上海昌吉地质仪器有限公司),SYD—2806F 型全自动沥青软化点试验器(上海昌吉地质仪器有限公司),SYD—4508B 型石油沥青延伸度试验器(上海昌吉地质仪器有限公司),沥青旋转薄膜烘箱(上海昌吉地质仪器有限公司),BME100L 型高速剪切乳化机(上海威慷机械电子有限公司)。

实验用沥青的部分性质见表 1。

表 1 实验用沥青的部分性质

针入度(25 ℃,100 g,5 s)/(0.1 mm)	65.6
软化点/℃	37.4
延伸度(25 ℃) / cm	132.23

1.2 试样制备

将沥青加热到约 180 ℃,加入规定量的废旧橡胶粉和苯乙烯焦油,边加边搅拌,使橡胶粉均匀分散在沥青中,然后在高速剪切机的作用下分散 60 min。

表 2 老化时间对不同橡胶粉质量分数的改性沥青部分性质的影响

w(橡胶粉), %		性质	老化时间/h						
			0	5	10	15	20	25	30
10		软化点/℃	40.1	43.4	44.2	45.6	47.9	50.4	55.4
		针入度(25℃,100 g,5 s)/(0.1 mm)	84.8	75.4	64.6	53.2	44.5	39.3	24.9
		延伸度(25℃)/cm	109.6	75.6	52.2	48.8	31.5	30.2	20.5
15		软化点/℃	41.8	42.3	44.1	46.4	47.8	50.3	59.0
		针入度(25℃,100 g,5 s)/(0.1 mm)	130.4	116.9	102.3	94.2	86.1	59.0	50.3
		延伸度(25℃)/cm	116.4	70.0	64.4	56.7	45.3	40.4	32.7
20		软化点/℃	40.3	42.4	44.0	46.9	49.6	50.0	55.0
		针入度(25℃,100 g,5 s)/(0.1 mm)	103.8	94.6	80.5	74.7	67.9	54.6	41.9
		延伸度(25℃)/cm	110.3	82.4	60.8	50.3	37.6	28.6	24.0

由表 2 可以看出:随着老化时间的增加,橡胶改性沥青的软化点升高,延度与针入度不断减小。这是因为橡胶沥青在老化以后的组成结构发生了变化,由于橡胶沥青在老化过程中,发生了氧化和烷基侧链的脱氢缩合等反应,破坏了原有橡胶沥青的结构和组成平衡,使得橡胶沥青的化学组成发生了变化,即芳香烃、饱和烃、胶质的含量相对减少,而沥青质的含量相对增多<sup>[12]</sup>。实验结果表明:橡胶粉质量分数为 15% 的改性沥青略好于橡胶粉质量分数为 10% 及 20% 的改性沥青。

1.3 实验方法

(1)制备好的橡胶沥青试样的性质按如下方法进行测定:针入度按 GB/T 4509 方法测定,延度按 GB/T 4508 方法测定,软化点按 GB/T 4507 方法进行测定。

(2)将试样约 50 g 平铺在薄膜烘箱托盘中形成厚度约 1 cm 的薄膜,然后将沥青托盘放入 163 ℃薄膜烘箱中进行老化,老化时间分别为 5、10、15、20、25、30 h,测定老化后的沥青试样。

(3)加入不同的沥青再生剂,考察不同再生剂对老化橡胶沥青的影响,测定再生后橡胶沥青的性能。

2 结果与讨论

2.1 橡胶沥青的老化实验

在剪切温度为 180 ℃、剪切时间为 1 h、高速剪切乳化机的剪切速率为 7 000 r/min 条件下,制备苯乙烯焦油质量分数为 3%,橡胶粉质量分数分别为 10%、15%、20% 的改性沥青。老化时间对不同橡胶粉质量分数的改性沥青部分性质的影响见表 2。

2.2 橡胶沥青的再生实验

老化后的路用沥青进行再生的目的,是要改变不利的胶体组成成分关系,进而改善沥青的路用性能。因此再生剂中必须含有能够恢复旧沥青性能的有效成分,并且具有优良的流变性,以及分散溶解沥青质的能力。

本实验选用三种自制再生添加剂,分别加入到橡胶粉质量分数为 15%、焦油质量分数为 3% 的老化橡胶沥青中,考察不同再生剂及其含量对老化橡胶沥青性能的影响。

2.2.1 再生剂对老化橡胶沥青软化点的影响 再生剂种类及质量分数对沥青软化点的影响如图 1 所示。

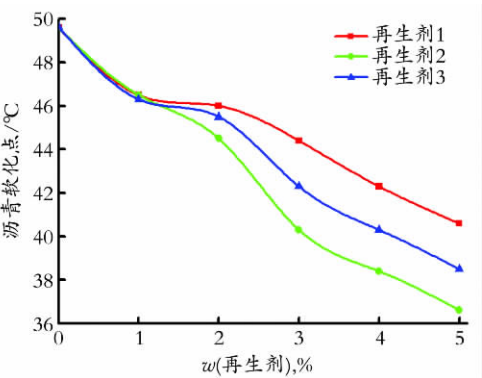


图 1 再生剂的种类及质量分数对沥青软化点的影响

由图 1 可以看出:三种再生剂都可以降低老化橡胶沥青的软化点,而且随着再生剂质量分数的增加,橡胶沥青的软化点不断降低。再生剂 1 可以使橡胶沥青的软化点由 49 °C 降低到 40 °C,而再生剂 2 则可以将橡胶沥青的软化点降低到 37 °C。这是因为饱和烃能起到使沥青柔软的作用,再生剂 2 中的饱和烃的含量最高,所以使沥青的软化点降低的最多。

2.2.2 再生剂对老化橡胶沥青针入度的影响 沥青的针入度与沥青路面的使用性能有着密切的关系,是我国选择沥青标号的最主要的依据,对油源相同或温度敏感性相同的沥青,针入度大时,路面的裂缝就少。老化后的针入度与沥青路面的抗裂性能也有很密切的关系<sup>[13-14]</sup>。再生剂对老化沥青针入度的影响如图 2 所示。

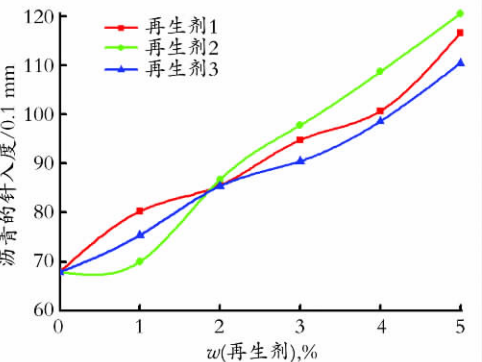


图 2 再生剂种类及质量分数对老化沥青针入度的影响

由图 2 可知:随着再生剂质量分数的增加,老化橡胶沥青的针入度也随之不断增大。其中再生剂 2 的针入度增加的最快,可以由 69(0.1 mm)增加到 120(0.1 mm),说明老化橡胶沥青的粘结性减小,其性能有所恢复。

2.2.3 再生剂对老化橡胶沥青延度的影响 延度反映沥青的感温性和沥青各组分的内在联系 是决定沥青使用性能的重要支柱,对于针入度相同的沥

青来说,沥青的延度越大其使用效果越好。再生剂对老化沥青延度的影响如图 3 所示。

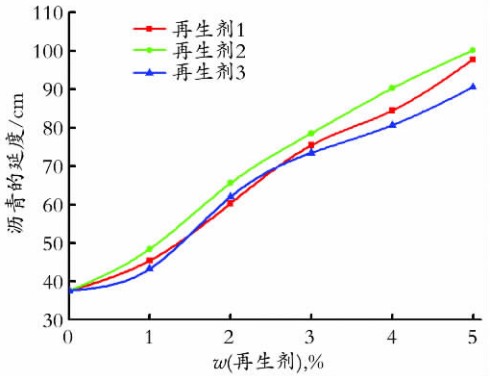


图 3 再生剂种类及质量分数对老化沥青延度的影响

由图 3 可以看出:再生剂的质量分数与老化橡胶沥青的延度呈线性递增的关系。三种再生剂都对沥青延度的恢复起到了很好的作用,但再生剂 2 对延度的提高效果最好,可以将老化沥青的延度由 38 cm 提高到 98 cm。这是因为再生剂 2 的胶质含量略高于再生剂 1 与再生剂 3,而胶质对于改善沥青的延度有显著的效果。

综上所述,再生剂 2 有利于老化橡胶改性沥青的性能恢复。

2.3 再生前、后橡胶沥青对比

图 4 为苯乙烯焦油质量分数为 3%、橡胶粉质量分数为 15%时的橡胶沥青在老化 20 h 后的 SEM 照片。由图 4 可以看出:橡胶沥青老化后出现了很

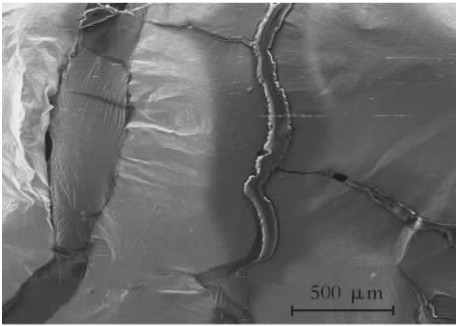


图 4 老化后橡胶沥青的 SEM 照片

图 5 为加入再生剂 2 后的再生橡胶沥青的 SEM 照片。

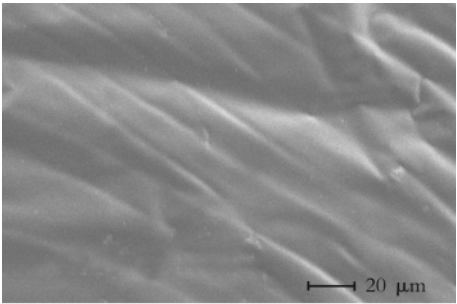


图 5 再生橡胶沥青的 SEM 照片

由图 5 可以看出:再生剂的加入使橡胶沥青的裂纹消失,能够恢复沥青的使用性能。

### 3 结束语

(1)橡胶改性沥青经过老化后,改变了其化学组成与结构,使橡胶改性沥青软化点升高,延度与针入度降低,从而导致了橡胶改性沥青的路用性能劣化。

(2)老化后的橡胶改性沥青加入再生剂后,可以

使其延度与针入度提高,软化点降低,提高橡胶改性沥青的路用性能,其中再生剂 2 对橡胶改性沥青的恢复性能最好。

(3)经再生的橡胶沥青可以很好的恢复其路用性能,软化点为 37 ℃,针入度可达到 120 (0.1 mm),延度为 96 cm,符合国家规定的 140 号道路沥青标准。

### 参 考 文 献

[1] 徐静,洪锦祥,赵永利,等. 改性沥青老化机理及再生剂的研究[J]. 石油沥青,2011,25(3):19—22.

[2] Iswandar Widyatmoko, Richard Elliott. Characteristics of elastomeric and plastomeric binders in contact with natural alphas[J]. Construction and building materials,2008,22: 239—249.

[3] Baha V K,Mehmet Yilmaz. The effects of using lime and styrene—butadiene—styrene on moisture sensitivity resistance of hot mix asphalt [J]. Construction and building materials,2009,23:1999—2006.

[4] 吴传海,袁玉卿,王选仓. 重交通道路沥青老化规律及评价方法[J]. 长安大学学报:自然科学版,2007,27(5):35—39.

[5] 赵志军,陈明宇,吴少鹏,等. 沥青的老化机理与性能研究[J]. 建材世界,2009,30(2):159—162.

[6] 张敏江,焦兴华,陈刚. SBR 改性沥青老化动力性能[J]. 沈阳建筑大学学报:自然科学版,2009,25(3):478—481.

[7] Corbett I W. Dumbbell mix for better asphalt[J]. Hydrocarbon process,1979,26(4):173—177.

[8] 蒋德林,廖克俭. 废旧 SBS 改性沥青混合料再生技术[J]. 辽宁石油化工大学学报,2010,30(3):41—43.

[9] 吕伟民. 沥青再生原理与再生剂的技术要求[J]. 石油沥青,2001,21(6):1—6.

[10] 李 进,王金凤,徐萌,等. 再生剂对再生沥青感温性的影响[J]. 石油化工高等学校学报,2010,23(1):34—38.

[11] 胡杨,段宁宁,王雷,等. 道路沥青再生养护剂性能试验研究[J]. 化学工业与工程,2110,27(5):420—423.

[12] 秦利萍. 沥青老化机理分析[J]. 石油沥青,2011,25(4):55—59.

[13] 刘崇理. 沥青路面的再生机理与再生剂研究[J]. 北方交通,2010 (5):6—8.

[14] 张秀微,陈卫兵,方锐,等. 沥青老化与再生应用[J]. 科技创新导报,2010(16):48—49.

(Ed.: SCW,Z)