

# SBS 改性沥青产品橡胶粉甄别试验方法研究

时敬涛<sup>1,2</sup>, 牛晓伟<sup>3</sup>, 李纯<sup>2</sup>, 袁野<sup>2</sup>, 安丰伟<sup>3</sup>

(1. 中国石油大学(华东)重质油国家重点实验室, 山东 青岛 266580; 2. 中石油燃料油有限责任公司研究院;  
3. 苏交科集团股份有限公司 新型道路材料国家工程实验室)

**摘要:**为有效解决 SBS 改性沥青中掺加废旧橡胶粉的质量控制问题,该文根据 SBS 改性剂和橡胶粉在三氯乙烯中溶解性的差异,对不同样品渗流度  $S$  [即规定时间(10 min)内滤液的质量与原样质量的比]的差异进行了研究。结果表明:渗流度试验结果对于 SBS 改性沥青中是否掺杂橡胶粉具有较好的甄别度,通过试验提出将渗流度是否小于 70% 作为辨别 SBS 改性沥青中是否掺杂橡胶粉的判定标准。利用该方法可以对实际工程中未知改性沥青是否掺有废旧橡胶粉进行有效甄别,实现对改性沥青的质量控制。该方法设备简单,操作方便,适合在施工现场进行推广应用。

**关键词:** SBS 改性沥青; 废旧橡胶粉; 渗流度; 质量控制; 甄别

SBS 改性沥青因其具有优异的路用性能,被广泛应用于高等级公路的上、中面层。SBS 含量是决定 SBS 改性沥青路用性能的重要因素之一。然而由于 SBS 改性剂价格较高,有些沥青加工厂家为追逐利益在其中掺加少量废旧橡胶粉代替部分 SBS 改性剂来制备 SBS 改性沥青,致使 SBS 改性沥青的质量参差不齐,甚至严重影响工程质量。

目前,工程上主要通过传统物理指标(如针入度、软化点和延度等)对 SBS 改性沥青进行质量控制,虽然有对 SBS 改性沥青含量的快速检测方法,如红外光谱测试法、荧光显微法、凝胶渗透色谱法、热失重法、化学滴定法及电化学方法等,但无法有效分辨出 SBS 改性沥青中是否掺加废旧橡胶粉等杂质。

现有沥青溶解度试验方法也是基于沥青或改性沥青在三氯乙烯中的溶解性进行检测评价,虽然能辨别沥青中含有不溶物的能力,但是实践表明,该试验方法对于胶粉含量较少、胶粉目数高的产品辨别度不高。因此,该文基于沥青溶解度试验,开发渗流度试验方法,以期对 SBS 改性沥青的产品质量进行有效控制。

## 1 原材料

采用某 70<sup>#</sup> 沥青作为基质沥青,掺加不同量 SBS 和橡胶粉制备改性沥青样品,SBS 改性剂与橡胶粉用

量如表 1 所示。

表 1 试验样品改性剂用量

试样编号	SBS 用量/%	橡胶粉用量/%
S1	2.5	0.0
S2	2.5	2.0
S3	2.5	4.0
S4	2.5	8.0
S5	5.0	0.0
S6	7.0	0.0

## 2 试验方法

SBS 是一种热塑性弹性体,其分子链由柔性丁二烯链段和刚性苯乙烯链段构成。无论是分子链规整的线形 SBS,还是存在支链结构的星形 SBS,其分子结构中均不存在三维交联的网络结构,也没有类似橡胶粉加工过程中掺加的炭黑、白炭黑等无机单质或化合物,因此,其在烃类溶剂中的溶解能力很强。

橡胶粉则是一种热固性弹性体,根据生胶的来源不同,其分子结构也不尽相同,主要有天然橡胶、丁基橡胶、丁苯橡胶、乙丙橡胶等。在橡胶的炼制过程中,交联剂(主要是硫磺)和促进剂的加入使得橡胶形成三

维网络交联结构,从而使其具有不溶不熔的特性,虽然在橡胶粉以及橡胶沥青的制备过程中,会有部分交联键被打断,但是被打断的键数相对较少,橡胶粉不溶不熔的特性依然存在。因此,其在烃类溶剂中的溶解能力很差。另外,在橡胶加工过程中,还掺有炭黑、白炭黑等多种无机掺加剂,也不利于橡胶粉在烃类溶剂中的溶解。

因此,根据 SBS 和橡胶粉在三氯乙烯中的溶解性不同,采用规定时间(10 min)内滤液的质量与原样质量的比,即渗流度  $S$ ,作为改性沥青产品中橡胶粉甄别的判定指标。其试验步骤如下:

- (1) 准备两个带有瓶塞的锥形瓶 1 和瓶 2,玻璃漏斗、慢速定量滤纸及玻璃棒。
- (2) 测试锥形瓶 1+瓶塞的重量  $m_1$ 。
- (3) 向锥形瓶 1 中倒入 SBS 改性沥青样品( $10\pm 0.1$ ) g,SBS 改性沥青样品重量计为  $m_2$ 。
- (4) 向含 SBS 改性沥青的瓶 1 中倒入 100 mL 三氯乙烯,待 SBS 改性沥青溶解后静置 15 min,测试锥形瓶 1+SBS 改性沥青样品+三氯乙烯+瓶塞的重量计为  $m_3$ 。
- (5) 测试锥形瓶 2+瓶塞的重量计为  $m_4$ 。
- (6) 将瓶 1 中的 SBS 改性沥青样品与三氯乙烯混合液沿玻璃棒倾倒入玻璃漏斗通过慢速定量滤纸自然过滤至锥形瓶 2,若 10 min 内 SBS 改性沥青样品与三氯乙烯混合液能够全部通过玻璃漏斗和慢速定量滤纸,则另取( $30\pm 0.1$ ) g( $m_5$ )三氯乙烯润洗锥形瓶 1、玻璃漏斗和玻璃棒;若 10 min 内 SBS 改性沥青样品与三氯乙烯混合液无法全部自然过滤至锥形瓶 2,则无需另取三氯乙烯( $m_5=0$ );10 min 后,无论过滤是否完成,停止过滤,测试称量瓶 2+滤液+瓶塞的重量( $m_6$ )。

- (7) 按式(1)计算 SBS 改性样品的渗流度,记为  $S_1$ 。
- $$S_1=(m_6-m_4)/(m_3+m_5-m_1)\times 100 \tag{1}$$
- (8) 重复步骤(1)~(7),进行平行试验,并计算 SBS 改性沥青样品的渗流度,记为  $S_2$ 。
- (9) 计算两次试验的平均值,记为最终渗流度结果  $S$ 。

3 结果分析

按照上述方法对 6 种改性沥青样品进行渗流度试验,其试验结果如表 2 所示。

表 2 渗流度试验结果

样品编号	SBS 用量/%	橡胶粉 用量/%	渗流度/ %	溶解度/ %
S1	2.5	0.0	98.05	99.748
S2	2.5	2.0	1.14	99.721
S3	2.5	4.0	2.24	99.718
S4	2.5	8.0	1.60	99.651
S5	5.0	0.0	97.52	99.703
S6	7.0	0.0	97.90	95.389

从表 2 可以看出:

- (1) 未掺加橡胶粉 的 SBS 改性沥青的渗流度均在 90%以上,而掺有橡胶粉 的 SBS 改性沥青,即使掺加量为 2%,其渗流度也在 5%以下。因此,可根据渗流度对 SBS 改性沥青是否掺有橡胶粉进行有效甄别。
- (2) 渗流度与橡胶粉 的含量之间不存在线性相关关系,这主要是滤液的多少与滤膜孔洞被堵死的时间有关,而该时间与原液中橡胶粉颗粒的浓度、胶粉的粒径大小、分散均匀性等 有直接关系,因此根据渗流度无法定量出原液中的胶粉含量,但是足以用来判别 SBS 改性沥青是否纯净。

4 渗流度试验样品用量及判定标准的确定

为研究试验样品用量及胶粉产量对渗流度试验结果的影响,另选取了 20 种改性沥青进行渗流度试验,所选样品的 SBS 及胶粉产量如表 3 所示,其试验结果如图 2 所示。

表 3 改性沥青样品 SBS 及胶粉掺量明细

试样编号	SBS 用 量/%	橡胶粉 用量/%	试样编号	SBS 用 量/%	橡胶粉 用量/%
1	3.0	0	11	4.2	2.0
2	4.0	0	12	4.7	2.5
3	4.0	0	13	4.0	2.5
4	4.5	0	14	4.0	2.0
5	4.5	0	15	4.5	3.0
6	5.0	0	16	3.5	3.0
7	3.5	0	17	4.5	3.0
8	3.6	0	18	5.0	3.0
9	4.0	1.5	19	0	4.5
10	3.8	2.0	20	0	5.0

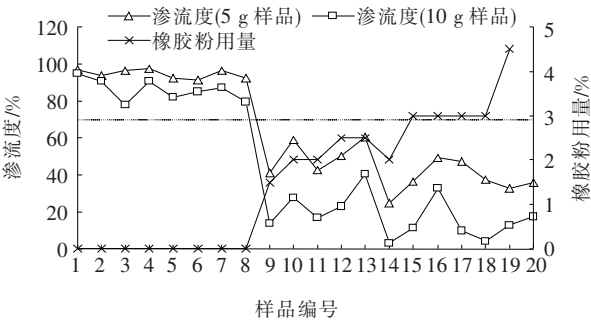


图1 不同样品渗流度试验结果

从图1可以看出:所有样品的5 g 渗流度试验结果均大于10 g 样品试验结果,不含橡胶粉的改性沥青(编号1~8),其5 g 和10 g 样品的渗流度试验结果差异不大,但是含有橡胶粉的改性沥青5 g 样品和10 g 样品试验结果具有明显的差异。这是由于样品量减小,样品中的不容杂质数量相应减小,渗流度值增大,但这不利于测试结果的分级辨别,因此,渗流度测试样品用量不宜太小,建议控制为10 g 比较合适。

另外,从图1中10 g 样品渗流度曲线也可以看出:所选样品中纯SBS改性沥青的渗流度均在70%以上,而掺有橡胶粉的改性沥青渗流度最大值为40.32%,均低于70%,因此该文提出渗流度(25℃)作为SBS改性沥青是否含有橡胶粉等不溶物的辨别指标,若该指标大于70%,表明为纯SBS改性,若该指标低于70%则表示所测SBS改性沥青中含有橡胶粉等不溶物。

5 实例分析

取某市售成品改性沥青A、B、C、D,按照渗流度试验方法进行试验,具体测试结果示于表4。

表4 几种不同市售改性沥青样品渗流度测试结果

编号	SBS 用量/%	橡胶粉 用量/%	S <sub>1</sub> / %	S <sub>2</sub> / %	平均值 S/%
A	未知	未知	93.23	93.30	90.99
B	未知	未知	12.15	15.43	13.79
C	未知	未知	75.51	88.26	81.89
D	未知	未知	80.97	75.32	78.14

由表4可明显看出:改性沥青B的渗流度显著小于另外3种,说明改性沥青B中含有胶粉等不溶添加剂,并非纯SBS改性沥青,上述盲样实例证实了渗流度试验指标及其测试方法的可行性。

6 结语

根据SBS和橡胶粉在烃类溶剂中溶解性的差异,通过试验研究提出了以渗流度试验作为甄别SBS改性沥青中含有橡胶粉的试验方法,并给出了试验方法的具体步骤和判定标准,当渗流度试验结果小于70%时表示所测SBS改性沥青中含有橡胶粉等不溶物。

渗流度试验虽然无法定量给出胶粉的含量,但是足以用来判别SBS改性沥青是否纯净,实现对改性沥青的质量控制。该方法设备简单,操作方便,适合在施工现场进行推广应用。

参考文献:

[1] 闫小岗. SBS改性剂对沥青及沥青混合料性能的影响[D]. 长安大学硕士学位论文,2014.

[2] 畅润田,李永锋,庞瑾瑜. SBS掺量对改性沥青流变性能的影响[J]. 石油沥青,2017(4).

[3] 陈聪. 不同SBS改性剂掺量下的沥青改性效果研究[J]. 山东交通科技,2013(1).

[4] 王兆力,曹贵,张星宇. SBS改性剂对改性沥青性能的影响[J]. 公路交通科技(应用技术版),2015(8).

[5] 张洪伟. SBS改性沥青改性剂含量快速检测技术研究综述[J]. 内蒙古公路与运输,2016(4).

[6] 陈宁. 红外光谱仪在SBS改性沥青质量控制中的应用[J]. 石油沥青,2017(5).

[7] 尹萍,顾晓燕. 基于凝胶渗透色谱法测定SBS改性沥青中SBS掺量[J]. 公路,2019(4).

[8] 次仁拉姆. 橡胶粉/废塑料复合改性沥青的性能研究[J]. 中外公路,2020(2).

[9] 邹桂莲,秦欢,吴欣. 阿布森回收SBS改性沥青的试验研究[J]. 中外公路,2020(2).

[10] 张文刚,丁龙亭,李忠梅. 纳米ZnO对基于硫磺类稳定剂的SBS改性沥青性能影响研究[J]. 中外公路,2020(2).