

高掺量SBS高粘改性沥青存储稳定性研究

王 潇

山东高速工程检测有限公司, 山东 济南

收稿日期: 2022年1月21日; 录用日期: 2022年2月10日; 发布日期: 2022年2月17日

摘 要

为研究SBS高粘改性沥青在高温存储条件下的离析情况, 文章制备7%SBS掺量的高粘改性沥青, 通过针入度、软化点、延度和动态剪切流变试验, 测试改性沥青的常规指标及流变学特性。结果表明: SBS高粘改性沥青经过热存储后, 上、下部沥青样品在第2天时离析基本完成, 离析软化点差为30.4℃, 在第4天时达到最大, 为34.6℃, 后逐渐趋于稳定; 对改性沥青流变学特性而言, 在热存储2天时, G^* 和 δ 减小, $G^*/\sin\delta$ 增加, 但变化幅度不明显; 沥青下部 G^* 和 $G^*/\sin\delta$ 降低, δ 增加, 随后保持稳定。

关键词

SBS高粘改性沥青, 存储稳定性, 常规指标, 流变性能

Study on Storage Stability of High Content SBS High Viscosity Modified Asphalt

Xiao Wang

Shandong High-Speed Engineering Inspection Co. Ltd., Jinan Shandong

Received: Jan. 21st, 2022; accepted: Feb. 10th, 2022; published: Feb. 17th, 2022

Abstract

In order to study the segregation of SBS high viscosity modified asphalt under high temperature storage, in this paper, high viscosity modified asphalt with 7% SBS content is prepared. Through penetration, softening point, ductility and dynamic shear rheological tests, the conventional in-

dexes and rheological properties of modified asphalt are tested. The results show that after heat storage, the segregation of upper and lower asphalt samples is basically completed on the second day, and the segregation softening point difference is 30.4°C, reaching the maximum at 34.6°C on the fourth day, and then gradually tends to be stable; For the rheological properties of modified asphalt, G^* and δ decrease, $G^*/\sin\delta$ increase, but the change range is not obvious; Lower part of asphalt G^* and $G^*/\sin\delta$ lower, δ increased and then remained stable.

Keywords

SBS High Viscosity Modified Asphalt, Storage Stability, Routine Indicators, Rheological Properties

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(Styrene Butadiene-Styrene Block Copolymer, SBS)改性沥青具有优越的高低温性能和抗疲劳性能,在高等级公路上面层和桥面铺装等工程中广泛应用[1] [2] [3]。但 SBS 改性剂与沥青属于热力学不相容体系,在高温存储条件下易发生离析,使材料性能损失严重,尤其是高掺量的 SBS 高粘改性沥青[4] [5]。

影响 SBS 高粘改性沥青热存储稳定性的因素有很多。孙大权等[6]通过荧光显微镜分析改性沥青中的 SBS 含量,认为即使离析软化点差小于 2.5°C, SBS 改性沥青的性能依然有较大损失;周昆等[7]采用离析软化点差、70°C 的复数模量和相位角分析改性沥青的热存储稳定性情况,认为随着热存储温度的升高, SBS 改性沥青的离析程度也随之增加;王立志等[8]借助红外光谱、凝胶渗透色谱和原子力显微镜试验,通过灰关联法建立了基质沥青微观特性与 SBS 改性沥青存储稳定性之间的关联性,并发现基质沥青微观特性与 SBS 改性沥青存储稳定性之间具有较好的关联性;李祖仲等[9]等发现 SBS 改性剂在沥青中分散出不同的形态,认为影响 SBS 改性沥青存储稳定的因素有多种,如基质沥青种类、改性剂种类和试验温度。陈璟等[10]通过凝胶渗透色谱、X-ray 衍射等分析方法对不同基质沥青进行分析,探究基质沥青共振峰强度和峰位置对改性沥青热存储稳定性的影响。

为探究 SBS 高粘改性沥青在热存储条件下的离析及性能衰减情况,文章制备了 7% 的 SBS 高粘改性沥青,并进行 8 天的热存储,对其热存储后上下部的沥青样品分别进行针入度试验、软化点试验、延度试验以及动态剪切流变试验,分析不同热存储天数下沥青样品上下部的针入度、软化点、延度及流变学指标变化,进而对高掺量 SBS 高粘改性沥青的存储稳定性进行评价。

2. 试验原材料

本研究以 70# 道路石油沥青作为基质沥青, SBS (791-H) 为改性剂,交联剂选用硫磺类稳定剂,基质沥青的技术指标满足我国现行 JTG F40—2004 《公路沥青路面施工技术规范》要求[11]。高掺量 SBS 高粘改性沥青研制流程:称取一定质量的基质沥青,放入 165°C 的烘箱中加热至流动状态,加入一定剂量的 SBS,放置剪切机下剪切 1 h 至无明显颗粒,剪切机转速为 3700 r/min,后加入一定剂量稳定剂,放置搅拌机下搅拌 1 h,转速设置为 700 r/min,制得 SBS 高粘改性沥青。试验所用基质沥青、SBS 高粘改性沥青关键技术指标见表 1、表 2,满足 JTG F40—2004 相关技术要求。

Table 1. Technical indexes of 70# road petroleum asphalt
表 1. 70#道路石油沥青技术指标

检测项目	单位	检测结果	技术指标
针入度(25℃, 100 g, 5 s)	0.1 mm	71.6	60~80
软化点	℃	47.5	≥46
延度(10℃)	cm	42	≥20
动力粘度(60℃)	Pa·s	215	≥180
薄膜烘箱(TFOT)老化			
质量变化	%	0.26	≤±0.8
残留针入度比	%	65.2	≥61
残留延度(10℃)	cm	10.6	≥6

Table 2. Technical indexes of SBS high viscosity modified asphalt
表 2. SBS 高粘改性沥青技术指标

检测项目	单位	检测结果
针入度(25℃, 100 g, 5 s)	0.1 mm	43.5
软化点	℃	88.6
延度(5℃)	cm	27.5
动力粘度(60℃)	Pa·s	125,000
薄膜烘箱(TFOT)老化		
质量变化	%	0.4
残留针入度比	%	86
残留延度(10℃)	cm	19.2

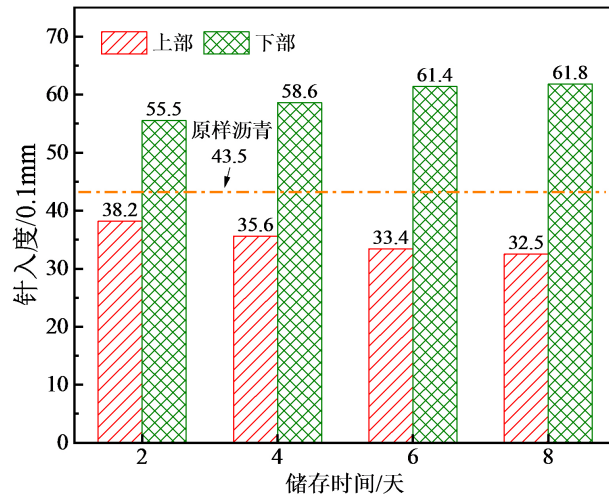
3. 试验结果与分析

SBS 高粘改性沥青存储稳定性试验遵照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程(JTG E20-2011)》T0661, 测试离析管上、下部沥青样品针入度、软化点、延度和流变学指标。

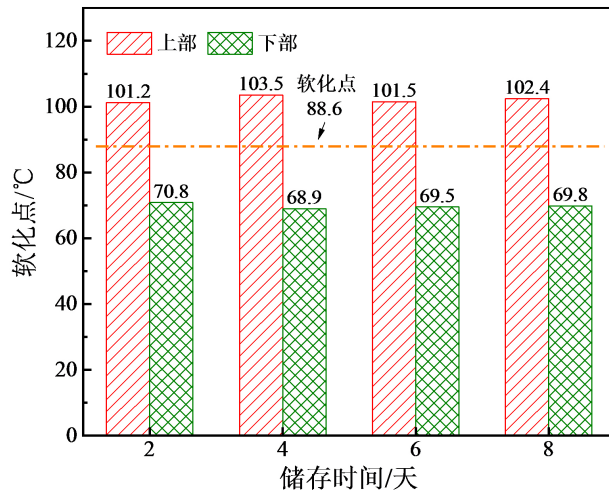
3.1. 长期存储对改性沥青常规性能的影响

本次试验分别对 SBS 高粘改性沥青进行 2 天、4 天、6 天和 8 天的热存储, 并将热存储后的上、下部样品进行性能测试, 分析 SBS 高粘改性沥青存储稳定性衰变规律。SBS 高粘改性沥青不同存储时间的上下部软化点如图 1 所示。

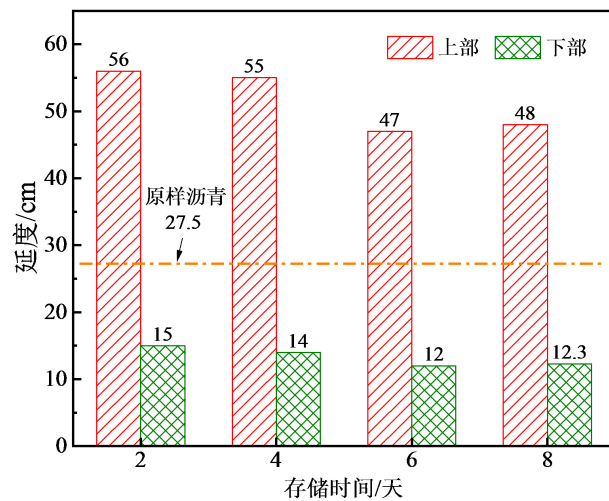
分析图 1 可知, SBS 高粘改性沥青进行 2 天、4 天、6 天和 8 天的热存储, 沥青上部的针入度较原样沥青减小, 软化点和延度增加, 下部的针入度较原样沥青增加, 软化点和延度减小。其主要原因是, SBS 改性沥青属于热力学不相容体系, 在高温存储下, 因密度差, SBS 改性剂上浮, 导致沥青上部 SBS 含量升高, 下部 SBS 减少, 导致 SBS 改性沥青上部的针入度、软化点减小, 延度增加, 下部的针入度增加, 软化点和延度减小。



(a) Penetration



(b) Softening point



(c) Ductility

Figure 1. Upper and lower softening points at different storage times
图 1. 不同存储时间上下部软化点

3.2. 长期存储对改性沥青流变性能的影响

本小节所用试验仪器为动态剪切流变仪，通过温度扫描试验得到 SBS 高粘改性沥青离析上、下部的复数模量 G^* 、相位角 δ 和车辙因子 $G^*/\sin\delta$ ， G^* 、 δ 和 $G^*/\sin\delta$ 随温度的变化趋势如图 2~4 所示。

分析图 2 和图 3，SBS 高粘改性沥青经过热存储，上部的 G^* 下降，其原因可能是 SBS 改性剂在上部聚集，弹性分量增加，改性沥青更接近高聚合物特性；沥青下部 G^* 同样呈下降趋势，但降幅较小，说明改性沥青下部 SBS 减小，粘性分量增加。分析图 3 可知，SBS 改性沥青经过热存储后，上部 δ 减小，下部 δ 增大，说明 SBS 上浮于沥青上部，弹性分量增加，粘性分量减小，下部弹性分量减小，粘性分量增加。由图 4 可知，在热存储 2 天时，改性沥青上部的 $G^*/\sin\delta$ 在低温段小于原样沥青，在高温段高于原样沥青，在热存储 2~8 天内， $G^*/\sin\delta$ 略有减小，但变化规律不明显，说明 SBS 改性沥青在热存储 2 天时，沥青相和 SBS 相分离过程已几乎完成，且趋于稳定。

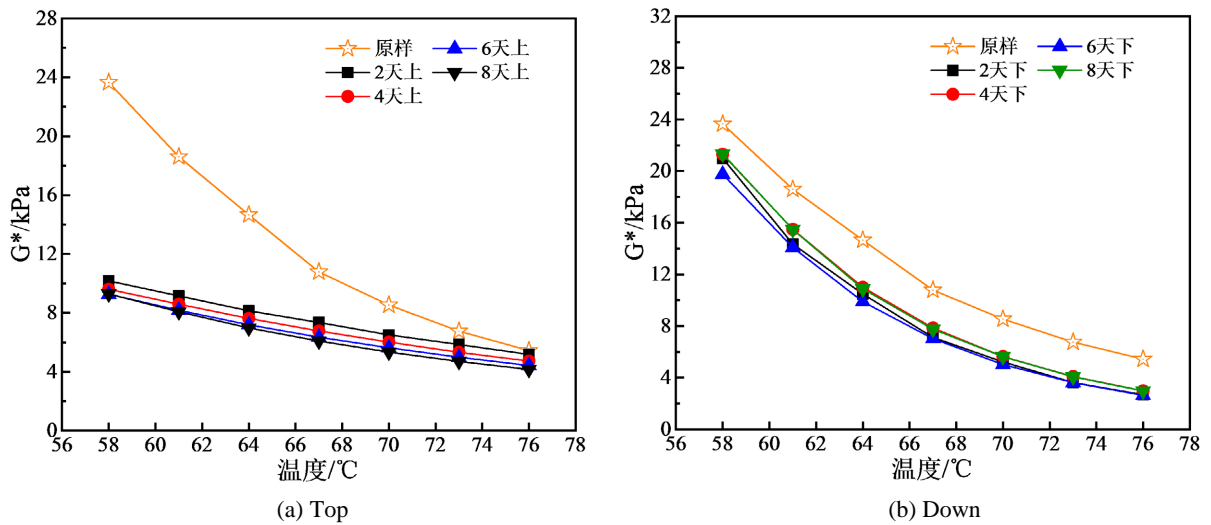


Figure 2. G^* variation at different heat storage times

图 2. 不同热存储时间 G^* 变化

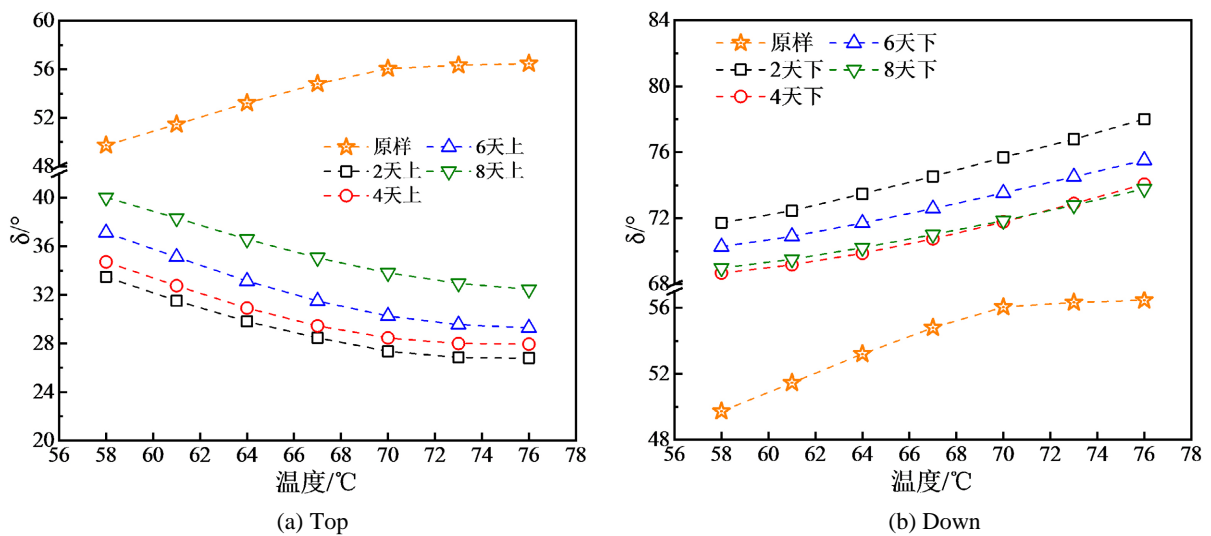


Figure 3. Different heat storage time δ change

图 3. 不同热存储时间 δ 变化

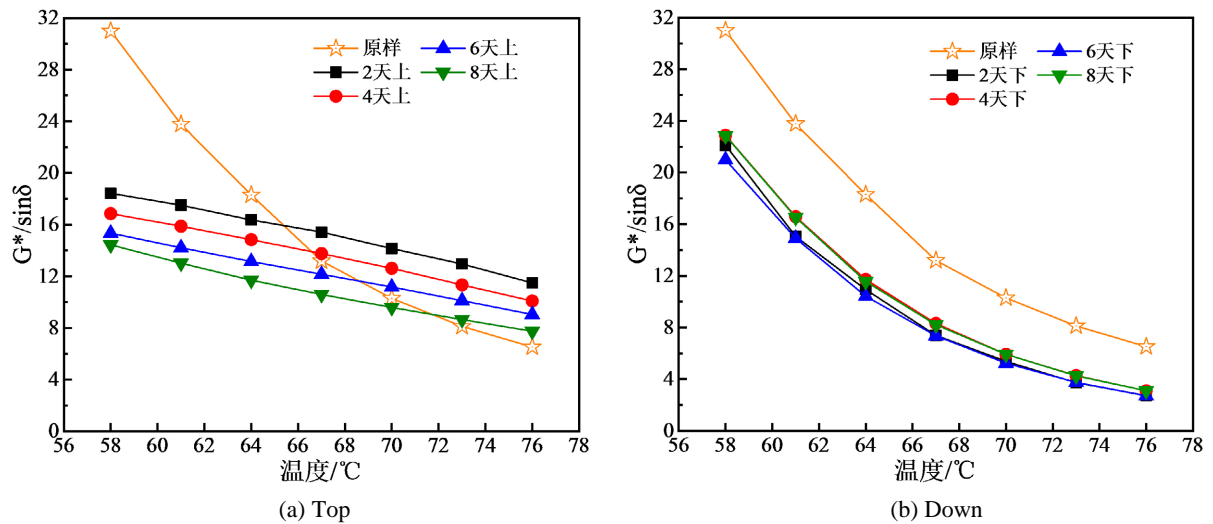


Figure 4. Different thermal storage time $G^*/\sin\delta$ change
图 4. 不同热存储时间 $G^*/\sin\delta$ 变化

4. 结论

本章对 SBS 高粘改性沥青分别进行 2、4、6、8 天的热存储，对其上、下部样品的针入度、软化点、延度和流变学指标的变化情况进行了分析。主要结论如下：

1) SBS 高粘改性沥青经过热存储后，上、下部沥青样品在第 2 天时离析基本完成，离析软化点差为 30.4℃，在第 4 天时达到最大，为 34.6℃，后逐渐趋于稳定。

2) 在热存储 2 天时，SBS 改性剂在沥青上部聚集，弹性分量增加， G^* 和 δ 减小， $G^*/\sin\delta$ 增加，但变化幅度不明显；沥青下部 SBS 含量减少， G^* 和 $G^*/\sin\delta$ 降低， δ 增加，随后保持稳定，说明 SBS 高粘改性沥青在热存储 2 天时，离析程度达到最大，最后保持稳定。

参考文献

- [1] 陆书豪. 排水抗滑型薄层沥青罩面在重庆高速公路养护中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2021. <https://doi.org/10.27671/d.cnki.gcjtc.2021.000249>
- [2] 王鑫洋, 王宗宝, 汲平. 基于红外光谱的改性沥青 SBS 含量检测的可靠性分析[J]. 公路交通科技: 应用技术版, 2019, 15(6): 87-90.
- [3] 常逢奇. 超薄磨损层用高粘沥青性能研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2020. <https://doi.org/10.26976/d.cnki.gchau.2020.000381>
- [4] 努尔古丽, 唐新忠, 冉竹叶, 等. 高效凝胶色谱法快速测定硬质沥青分子量和分子量分布方法及其物理性能的相关性研究[J]. 石油沥青, 2017, 31(1): 45-50.
- [5] 王鹏. 碳纳米管/聚合物复合改性沥青界面增强机制及流变特性研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2017.
- [6] 孙大权, 吕伟民. SBS 改性沥青热储存稳定性研究[J]. 建筑材料学报, 2006, 9(6): 671-674.
- [7] 周昆, 刘西胤, 王鑫洋, 等. SBS 改性沥青存储稳定性试验研究[J]. 山东建筑大学学报, 2018, 33(4): 39-44.
- [8] 王立志, 刘凯, 王鹏, 等. 微观特性对 SBS 改性沥青存储稳定性影响研究[J]. 山东建筑大学学报, 2020, 35(6): 7-14+36.
- [9] 李祖仲, 李斌, 张亚云, 法春光, 赵泽鹏, 余亦晓. 纳米硫 SBS 复合改性沥青的流变性质与微表构造[J]. 材料科学与工程学报, 2020, 38(3): 425-430. <https://doi.org/10.14136/j.cnki.issn1673-2812.2020.03.014>
- [10] 陈璟, 袁万杰, 郝培文. 微观指标对沥青热稳定性能的影响[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2012, 32(1):

12-15+25.

- [11] 中华人民共和国交通运输部. 公路沥青路面施工技术规范: JTG F40-2004 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2004: 9-10.