

Study on the Effect of High Modulus Asphalt Modifier on Properties of Asphalt Binder

Congying Meng¹, Jiao Xu^{2,3}, Jian Cheng^{2,3*}

¹School of Chemical Engineering & Pharmacy, Wuhan Institute of Technology, Wuhan Hubei

²Key Laboratory for Green Chemical Process of Ministry of Education, Wuhan Institute of Technology, Wuhan Hubei

³Hubei Key Laboratory of Novel Chemical Reactor & Green Chemical Technology, Wuhan Institute of Technology, Wuhan Hubei

Email: *wuhancengjian@163.com

Received: Oct. 30th, 2016; accepted: Nov. 20th, 2016; published: Nov. 23rd, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

Abstract

It is the commonly used technology by adding High Modulus Asphalt Modifier to improve the properties of modified asphalt in road construction. The main function of high modulus asphalt modifier is to improve the performance of asphalt concrete by improving the properties of asphalt binder. There was a little research about the High Modulus Asphalt Modifier effect on the properties of asphalt binder; more research is about the performance of asphalt concrete. It is necessary to predict the effect of high modulus asphalt modifier on the properties of asphalt binder. The effect of high modulus asphalt modifier on the properties of asphalt binder was studied in the paper. The experimental results show that as the high modulus modifier adding ratio is increased, the penetration of the blending asphalt, softening point, and the viscosity of the asphalt at 76°C increase, and there is little change about viscosity at 135°C. Adding the high modulus asphalt modifier reduces the toughness of asphalt mixture and the ductility, and improves the penetration index of the asphalt.

Keywords

Asphalt, High Modulus Asphalt, Modified Asphalt

高模量沥青改性剂对沥青粘结料性能影响研究

孟聪颖¹, 徐交^{2,3}, 程健^{2,3*}

*通讯作者。

¹武汉工程大学化工与制药学院, 湖北 武汉

²武汉工程大学绿色化工过程省部共建教育部重点实验室, 湖北 武汉

³湖北省新型反应器与绿色化学工艺重点实验室, 湖北 武汉

Email: wuhancengjian@163.com

收稿日期: 2016年10月30日; 录用日期: 2016年11月20日; 发布日期: 2016年11月23日

摘要

通过添加高模量添加剂改善道路沥青路面抗车辙等路面性能是目前道路建设中普遍采用的方法, 高模量沥青改性剂的作用主要是改善了沥青粘结料的性能进而达到改善沥青混合料的相关性能, 但是有关高模量添加剂对沥青粘结料性能的影响研究不多, 更多的研究是添加剂对沥青混合料性能的影响研究。本研究对目前工程使用的两种高模量沥青改性剂对沥青粘结料性能的影响进行了探讨, 通过沥青粘结料性能的变化可以预测高模量沥青改性剂的作用, 为高模量沥青改性剂的优化提供基础。研究表明: 添加高模量添加剂后, 调合沥青针入度随添加比例提高而降低、对应的软化点逐渐升高、76℃下沥青的粘度提高, 对混合沥青135℃的粘度影响不大、高模量添加剂的掺兑降低了混合沥青的粘韧性, 混合沥青的延度也随之降低, 感温性能(针入度指数)有一定程度改善。

关键词

沥青, 高模量沥青, 改性沥青

1. 引言

车辙是沥青混凝土路面最常见的一种路面损坏现象, 一般认为沥青混凝土路面车辙的形成主要是沥青混凝土路面在自然温度场中经受汽车重复荷载作用, 被碾压而形成的辙槽[1]。抑制沥青混凝土路面车辙形成的技术手段之一是使用高模量沥青混凝土, 通过在沥青混凝土制备过程中添加高模量改性剂来提高沥青混凝土路面抵抗永久变形的能力, 这一技术在工程实践中获得业界普遍的认可[2]。目前, 国内对高模量沥青改性剂的研究主要集中在添加改性剂后沥青混凝土的抗车辙、抗水损坏等路面性能[3], 与沥青混凝土级配等影响因素不同, 高模量沥青混凝土改性剂是通过改变沥青粘结料的性能达到改性沥青混凝土的目的[4], 但是研究沥青高模量添加剂对沥青粘结料性能的影响的研究涉及不多, 本研究对目前工程使用的两种高模量沥青改性剂添加后对沥青粘结料性能的影响进行了研究, 通过沥青粘结料性能的变化可以预测高模量沥青改性剂的作用, 为高模量沥青改性剂的优化提供基础。

2 实验方法

2.1. 实验原料及仪器

本研究选择国内市场上常用的两种道路沥青为研究对象, 分别编号为 70#-1 沥青, 70#-2 沥青, 两种沥青的基础性质见表 1; 高模量沥青改性剂三种, 分别编号 A、B、C。

实验涉及的主要仪器设备有: 电动搅拌器, 针入度仪, 软化点仪, 延度仪, 粘度仪, 粘韧性测定仪, 高模量沥青性质分析均采用对应的国标或企标进行。

2.2. 高模量沥青制备

高模量改性沥青制备利用热搅拌完成, 将一定比例的沥青与高模量改性剂放在特定的容器中, 然后

Table 1. The performance of neat asphalt
表 1. 基质沥青性能

基质沥青指标		70 [#] -1	70 [#] -2
软化点/°C		48.3	47.6
25°C 针入度(0.1 mm)		63.9	65.4
针入度指数 PI		-0.99	-0.18
延度/cm	10°C	82	>100
	76°C	19	21.3
粘度/pa.s	135°C	0.37	0.36

移到恒温浴中，待温度达到要求后搅拌 40 分钟，将容器移出，在恒温条件下静置 40 分钟脱气，然后分析性质，制备流程图见图 1。

3. 试验结果与讨论

高模量添加剂一般是在制备沥青混合料时加入，它一般是通过改变沥青粘结剂的性能而改善沥青混合料的性能，因此，高模量改性剂对沥青性质影响是判断高模量改性剂改性效果的基础，本文以两种沥青(70[#]-1,70[#]-2)和三种高模量改性剂为原料，通过掺兑不同比例制备的沥青性能变化规律，分析高模量添加剂的作用，这些可以为高模量沥青添加剂的选用提供指导，两种沥青粘结料，三种高模量添加剂在不同添加比例下制备的高模量沥青性能分析数据见表 2-4。

3.1. 高模量添加剂对沥青针入度，软化点影响

沥青软化点和针入度是表征沥青性能的两个重要指标，是沥青用户选择沥青的重要指标，同时也与沥青混合料的性能有直接关系，为了更直观反映高模量添加剂对沥青粘结料针入度和软化点的影响，将相关实验数据作图(图 2-5)。由图可见：在两种沥青粘结料中添加不同类型，不同比例的高模量添加剂后，对同一种沥青粘结料，调合沥青针入度随添加比例提高呈现降低的趋势，而对应的软化点呈现逐渐升高的趋势，不同的高模量添加剂对不同沥青粘结料针入度和软化点的影响规律类似，但针入度降低或软化点升高程度略有差别。

3.2. 高模量添加剂对沥青粘度的影响

沥青粘结料的粘度对沥青混合料的性能有很关键的影响，为了保证沥青混合料具备一定的强度，要求沥青粘结料具有一定的粘度，同时，为了降低沥青混合料的拌合温度，改善沥青的老化现象，降低能耗，要求沥青粘结料的粘度对温度的变化比较敏感，即使用温度下沥青粘结料的粘度要高，拌合温度下沥青的粘度要低，通常用两个温度的粘度来评价沥青粘结料的粘度性能，本文对两种沥青粘结料掺兑了不同比例的三种高模量添加剂后混合沥青的粘度(76°C、135°C 下的粘度)，图 6-9 分别是混合沥青粘度与高模量添加剂掺兑比例的关系。

由图可见：总体来说，在沥青粘结料中添加高模量添加剂，76°C 下沥青的粘度是提高的，说明高模量添加剂通过改善沥青粘结料的低温粘度改善了沥青混合料的强度(马歇尔稳定度)，而高模量添加剂对混合沥青 135°C 的粘度影响不大，这种规律有利于改善沥青混合料的强度，同时又不会导致过高的拌合与施工温度，对于降低沥青粘结料的老化是极为有利的。

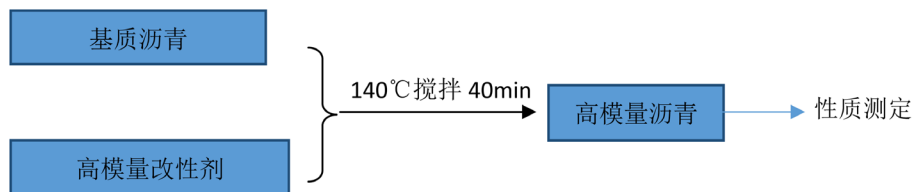


Figure 1. The preparation technology of high modulus asphalt

图 1. 高模量沥青制备工艺

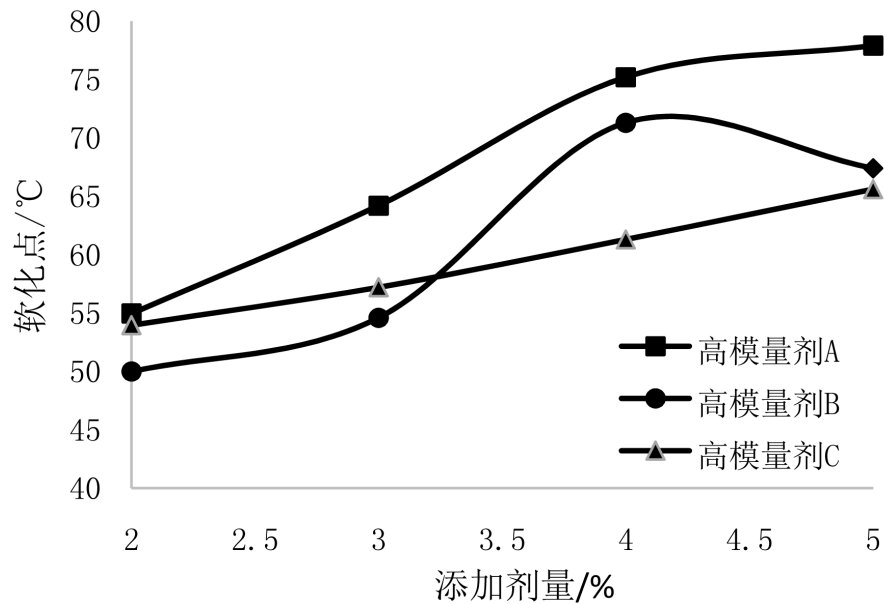


Figure 2. The impact of content of 70#-1 high modulus asphalt additives on the softening point

图 2. 70#-1 高模量沥青添加剂含量对软化点的影响

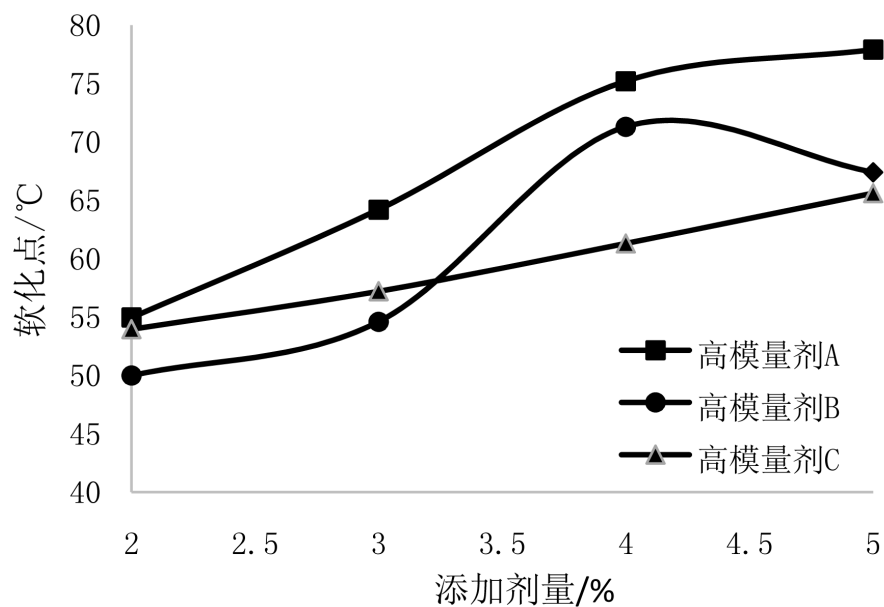


Figure 3. The impact of content of 70#-2 high modulus asphalt additives on the softening point

图 3. 70#-2 高模量沥青添加剂含量对软化点的影响

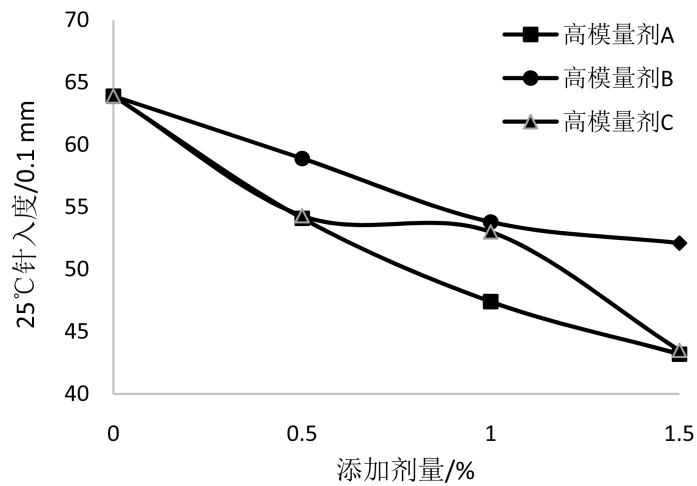


Figure 4. The impact of content of 70#-1 high modulus asphalt additives on the penetration at 25°C
 图 4. 70#-1 高模量沥青添加剂含量对 25°C 针入度的影响

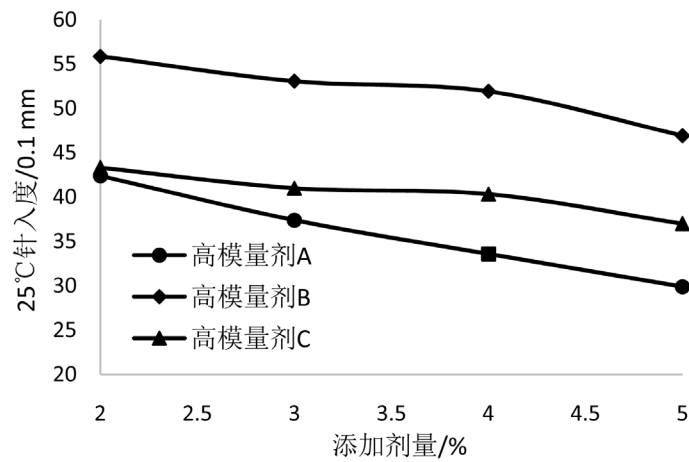


Figure 5. The impact of content of 70#-2 high modulus asphalt additives on the penetration at 25°C
 图 5. 70#-2 高模量沥青添加剂含量对 25°C 针入度的影响

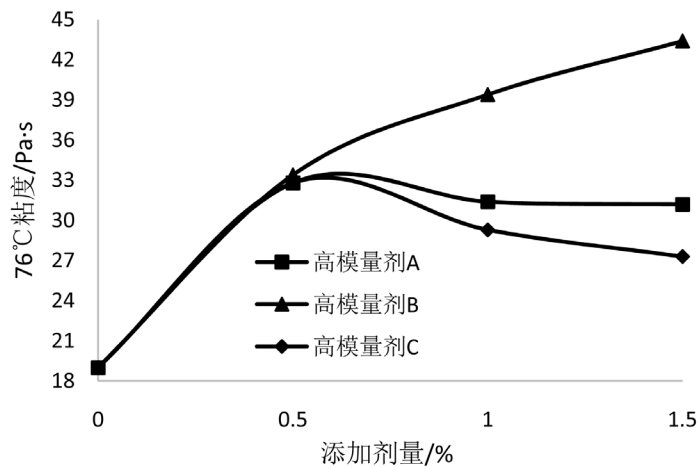


Figure 6. The impact of content of 70#-1 high modulus asphalt additives on the viscosity at 76°C
 图 6. 70#-1 高模量沥青添加剂含量对 76°C 粘度的影响

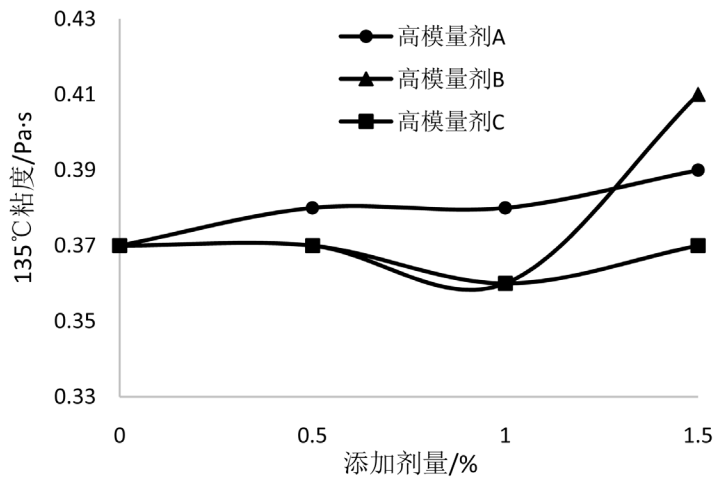


Figure 7. The impact of content of 70#-1 high modulus asphalt additives on the viscosity at 135°C
 图 7. 70#-1 高模量沥青添加剂量对 135°C 粘度影响

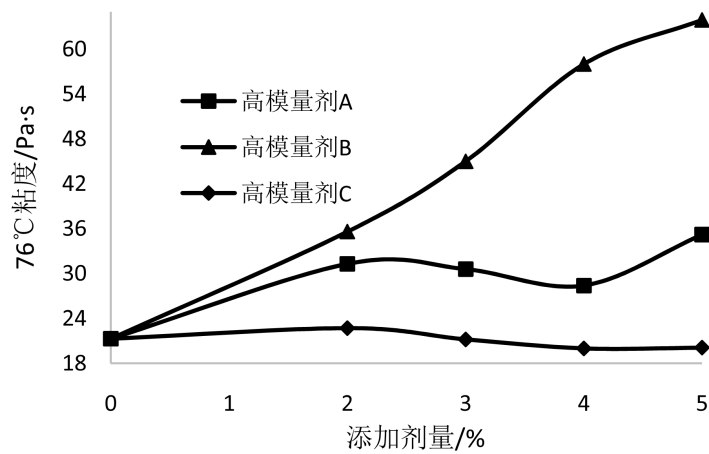


Figure 8. The impact of content of 70#-2 high modulus asphalt additives on the viscosity at 76°C
 图 8. 70#-2 高模量沥青添加剂量对 76°C 粘度的影响

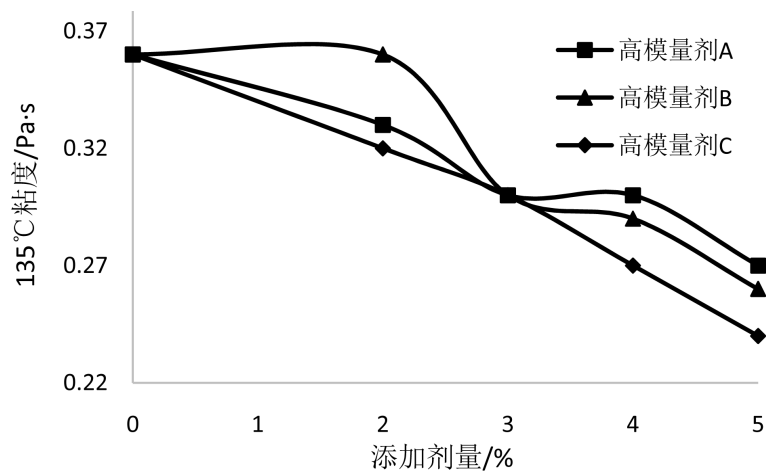


Figure 9. The impact of content of 70#-2 high modulus asphalt additives on the viscosity at 135°C
 图 9. 70#-2 高模量沥青添加剂量对 135°C 粘度的影响

Table 2. The properties of blending asphalt
表 2. 调合沥青性质

基质沥青		70#-1			70#-2			
高模量添加剂		A			A			
添加量 m%	0.5	1	1.5	2	3	4	5	
添加高模量添加剂调合沥青								
软化点/°C	50.6	54	55.7	54.95	64.2	75.2	77.9	
针入度 25°C 0.1 mm	54.1	47.4	43.2	42.4	37.4	33.6	29.9	
针入度指数 PI	-0.43	-0.17	0.22	-0.85	-0.63	-0.34	-0.29	
粘韧性/N·m	6.8	7.3	6.8	5.6	5	5.8	5	
韧性/N·m	1.9	1.9	1.3	1.6	1.5	1.5	0.7	
延度 cm 10°C	25	17.5	13	16.2	8	6.2	5.5	
粘度 pa.s	76°C	32.8	31.4	31.2	31.3	30.6	28.4	35.2
	135°C	0.38	0.38	0.39	0.33	0.3	0.3	0.27

Table 3. The properties of blending asphalt
表 3. 调合沥青性质

基质沥青		70#-1			70#-2			
高模量添加剂		B			B			
添加量%	0.5	1	1.5	2	3	4	5	
添加高模量添加剂调合沥青								
软化点/°C	48.9	50	53.8	50	54.6	71.3	67.4	
针入度 25°C 0.1 mm	58.9	53.8	52.1	55.87	53.07	51.93	46.93	
针入度指数 PI	-0.78	-0.62	-0.88	-1.9	-1.78	-1.9	-2.02	
粘韧性/N·m	6.6	7.1	7	7	7	6.6	5.8	
韧性/N·m	1.6	2	1.5	1.9	2.1	2.2	1.6	
延度 cm 10°C	62.3	20.9	17.3	38	12.5	8.9	7.2	
粘度 pa.s	76°C	33.4	39.4	43.4	35.6	45	58	63.9
	135°C	0.37	0.36	0.41	0.36	0.3	0.29	0.26

Table 4. The properties of blending asphalt
表 4. 调合沥青性质

基质沥青		70#-1			70#-2			
高模量添加剂		C			C			
添加量%	0.5	1	1.5	2	3	4	5	
添加高模量添加剂调合沥青								
软化点/°C	49.2	50	51.2	53.95	57.2	61.3	65.6	
针入度 25°C 0.1 mm	54.3	53	43.5	43.33	41	40.33	37	
针入度指数 PI	-0.75	-1.29	0	-3.15	-2.55	-3.36	-2.59	
粘韧性/N·m	7.6	7.1	6.7	6.4	6.4	6.4	5.5	
韧性/N·m	2	1.9	1.2	1.3	1.7	1.5	1.2	
延度 cm 10°C	26	14	11.5	11.6	9.3	7.6	5.7	
粘度 pa.s	76°C	32.8	29.3	27.3	22.7	21.2	20	20.1
	135°C	0.37	0.36	0.37	0.32	0.3	0.27	0.24

3.3. 高模量添加剂对沥青粘韧性及韧性的影响

沥青粘韧性试验是评价改性剂对改性沥青改性效果的一个重要指标。沥青粘韧性试验是测定沥青在规定的温度条件下拉伸时与金属半球的粘韧性和韧性。粘韧性表征的是沥青粘结料的拉伸性能，有研究表明：沥青粘结料的粘韧性与沥青混合料的拉伸性能和抗疲劳性能具有相关性[5]，本文对掺兑不同比例的高模量添加剂后的混合沥青的粘韧性进行了分析，图 10-13 是高模量添加剂掺兑比例与混合沥青粘韧性的关系。

由图可见：总体趋势是高模量添加剂的掺兑降低了混合沥青的粘韧性，因为不同环境对沥青粘结料的粘韧性有不同的要求，在选择高模量添加剂改性沥青需要注意这种变化可能的不利影响。

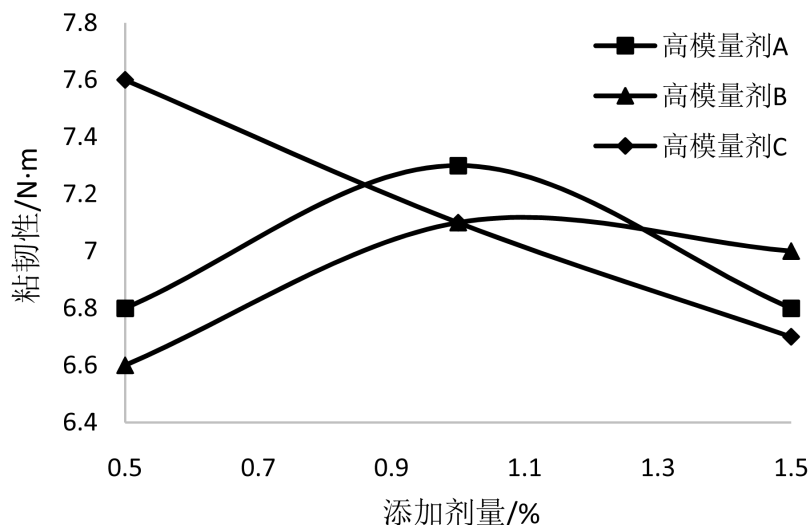


Figure 10. The impact of content of 70#-1 high modulus asphalt additives on the sticky toughness

图 10. 70#-1 高模量沥青添加剂量对粘韧性的影响

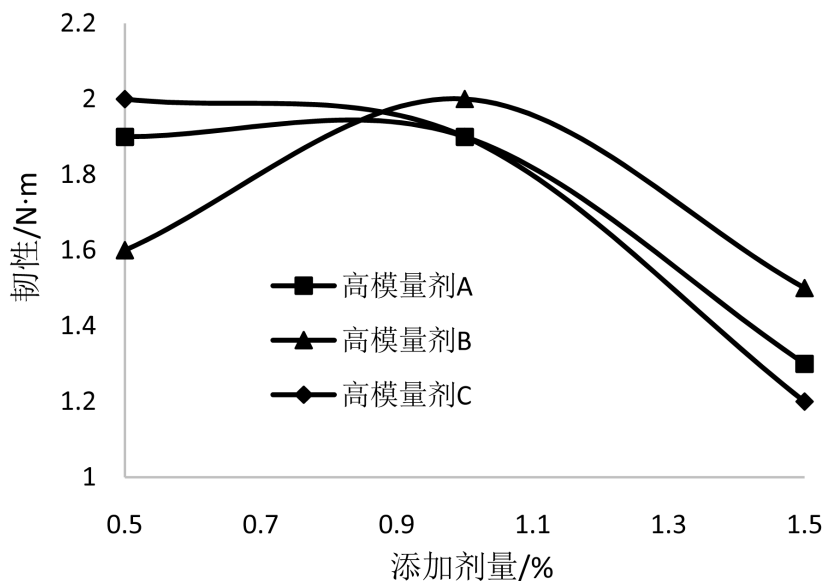


Figure 11. The impact of content of 70#-1 high modulus asphalt additives on the toughness

图 11. 70#-1 高模量沥青添加剂量对韧性的影响

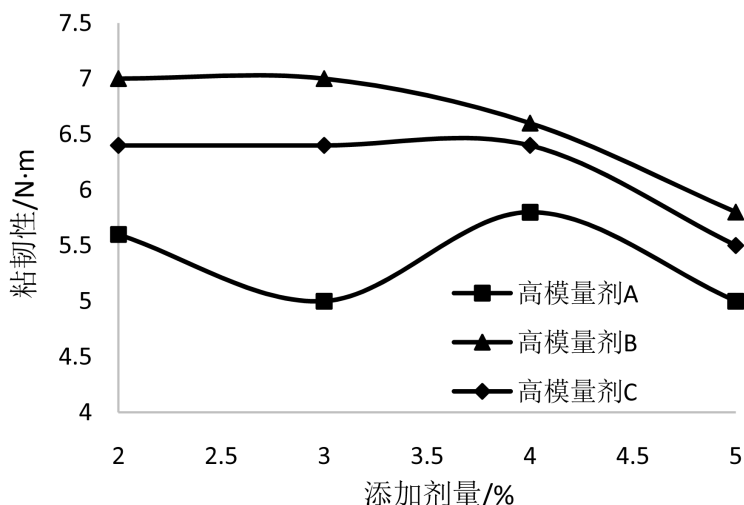


Figure 12. The impact of content of 70#-2 high modulus asphalt additives on the sticky toughness
 图 12. 70#-2 高模量沥青添加剂量对粘韧性的影响

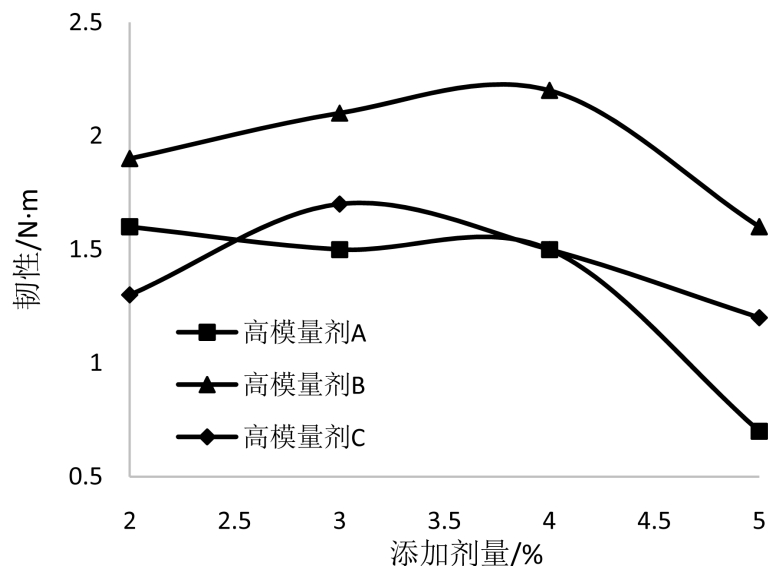


Figure 13. The impact of content of 70#-2 high modulus asphalt additives on the toughness
 图 13. 70#-2 高模量沥青添加剂量对韧性的影响

3.4. 高模量添加剂对沥青其他性能的影响

除了上述沥青软化点，针入度等之外，高模量添加剂还对混合沥青的其他性能有影响，由表可见，随着三种高模量添加剂含量的增加，混合沥青的延度随之减小，这对于寒冷地区是不利的，另外于混合沥青的感温性能(针入度指数)有一定程度改善。

4. 结论

通过添加高模量添加剂制备高模量沥青混合料是制备高模量沥青混合料的技术方案，高模量添加剂通过改性沥青粘结料达到改善沥青混合料性能的目标，本文对三种高模量添加剂掺兑到沥青后混合沥青的性能变化规律进行了研究，研究结果表明：

1. 沥青粘结料中添加高模量添加剂后, 调合沥青针入度随添加比例提高呈现降低的趋势, 而对应的软化点呈现逐渐升高的趋势。

2. 在沥青粘结料中添加高模量添加剂, 76℃下沥青的粘度是提高的, 说明高模量添加剂通过改善沥青粘结料的低温粘度改善了沥青混合料的强度(马歇尔稳定度), 而高模量添加剂对混合沥青 135℃的粘度影响不大, 有利于改善沥青混合料的强度, 同时又不会导致过高的拌和与施工温度。

3. 高模量添加剂的掺兑降低了混合沥青的粘韧性, 混合沥青的延度随之减小, 混合沥青的感温性能(针入度指数)有一定程度改善。

致 谢

感谢武汉工程大学本科生校长基金项目支持。

参考文献 (References)

- [1] 周庆华, 沙爱民. 高模量沥青混凝土动态模量及主曲线研究[J]. 现代交通技术, 2011, 8(2): 9-12.
- [2] 王刚, 刘黎萍, 孙立军. 高模量沥青混凝土抗变形性能研究[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2012, 40(2): 217-222.
- [3] 欧阳伟. 高模量沥青混凝土抗车辙性能研究[D]. 东北大学, 2010.
- [4] 施晓强, 杨军, 陈先华. 高模量沥青混合料的高低温性能研究[J]. 中外公路, 2013, 33(6): 309-312.
- [5] 茅荃, 曹东伟, 李明亮, 李俊. 粘韧性指标在旧路加铺排水沥青罩面中的应用[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2016(4): 128-131.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hcet@hanspub.org