

SBS 改性沥青路用性能的研究

王奕鹏¹，杜洪波²

(1. 辽宁省交通勘测设计院 沈阳市 110005; 2. 青岛城建集团有限公司 青岛市 266032)

摘 要：通过对辽宁省常用的两种AH—90 号重交通道路石油沥青掺加岳化SBS 改性剂生产的改性沥青进行室内试验,比较SBS 改性沥青及其混合料的路用性能,分析改性沥青性能与基质沥青指标之间的关系,并在规范的基础上,根据室内试验的结果有针对性地提出了改性沥青及其混合料路用性能的具体控制指标。

关键词：SBS 改性沥青;基质沥青;路用性能;沥青混合料

近几年来,随着我国高速公路建设事业的迅猛发展,交通及气候条件对高速公路路面使用性能的要求也越来越高。一方面高速公路行驶车辆的重载、超载现象严重,并且渠化交通加重了车辆轴载对路面的破坏;另一方面,我国多数地区四季温差变化很大,沥青混凝土路面经受着气候条件变化的考验。为了防止沥青混凝土路面的早期破坏,提高路面的高低温性能和耐久性,必须对道路工程建设材料及施工工艺加以改进,而沥青的性能是决定路面质量和使用寿命的关键因素。实践证明,随着交通量和交通轴载的逐渐增加,采用外掺剂改善普通沥青的路用

性能势在必行,而在众多的改性沥青中,SBS 改性沥青已经逐渐成为最常用的改性沥青品种。本文结合我们所进行的室内试验,对SBS 改性沥青的路用性能作简单的探讨。

1 SBS 改性沥青的室内试验

1. 1 室内试验所采用的材料

改性剂选择岳阳石化生产的道改2 号星型改性剂。

基质沥青选择辽宁省生产的两种优质AH—90 号重交通道路石油沥青,基质沥青的技术性能指标试验结果如表1。

表1 基质沥青试验结果

试验项目		单位	1 号沥青	2 号沥青
针入度 (25 C, 100 g, 5 s)	15 C	0. 1 mm	27. 3	33. 8
	25 C		82. 0	91. 0
	30 C		130. 5	161. 0
针入度指数PI			—0. 86	—0. 75
当量软化点		C	47. 0	45. 7
当量脆点		C	—14. 8	—17. 2
延度(5 cm/min, 15 C)		cm	>150	>150
软化点(环球法)		C	48. 9	44. 3
闪点(COC)		C	>230	>230
含蜡量(蒸馏法)		%	1. 84	1. 76
密度(15 C)		g/cm ³	1. 029	1. 014
运动粘度(135 C)		Pa • s		0. 267
溶解度(三氯乙烯)		%	99. 92	99. 94
薄膜加热 试验 (163 C, 5h)	质量变化	%	+0. 05	+0. 23
	针入度比	%	64. 9	70. 9
	延度(15 C)	cm	>150	>150

从基质沥青的试验结果可以看出：

(1)2 号沥青的针入度结果比较正常,而 1 号沥青的针入度偏低,其 25℃ 的针入度比 2 号沥青低 10 个单位左右,标号界于 70 号与 90 号之间,因此 1 号沥青高温稳定性相对较好；

(2)从当量脆点来看,2 号沥青比 1 号沥青低,因此 2 号沥青低温性能相对较好；

(3)从软化点和当量软化点试验结果看,1 号沥青较 2 号沥青要高,说明 1 号沥青高温性能较好。

1.2 室内改性沥青的加工方法

室内试验采用日本进口小型高速剪切机加工改性

沥青,具体方法是将基质沥青加热至 160℃~170℃左右,将改性剂投入至容器中,先低速搅拌 15 min(2 000 r/min),然后在 170℃~180℃条件下高速搅拌 45 min(8 000~10 000r/min),即可得到 SBS 改性沥青。

1.3 改性沥青的室内试验

改性沥青的室内试验主要是将基质沥青掺加不同剂量的 SBS 改性剂掺配生产 SBS 改性沥青,然后对其各项路用性能指标进行检测,主要的试验内容包括针入度、软化点、针入度指数、弹性恢复、低温延度以及旋转薄膜烘箱加热试验等,并对改性沥青的旋转粘度进行了测定,具体试验结果见表 2。

表 2 改性沥青试验结果

试验项目		单位	试验结果									
			1 号基质沥青+岳化道改 2 号(外掺)					2 号基质沥青+岳化道改 2 号(外掺)				
			3%	3.5%	4%	4.5%	5%	3%	3.5%	4%	4.5%	5%
针入度 100 g,5 s	30℃	0.1 mm	99.6	96.1	93.8	91.7	84.7	117.5	114.4	103.9	95.3	93.8
	25℃		63.4	63.0	61.8	61.3	59.2	73.1	71.5	69.0	64.3	57.8
	15℃		24.9	25.3	23.1	24.6	23.3	26.6	25.6	24.3	24.0	22.9
相关系数			1.000	1.000	0.999	1.000	0.998	1.000	1.000	0.998	0.999	1.000
当量软化点 T_{800}		℃	52.5	53.6	52.5	54.4	55.4	49.2	49.3	50.5	52.6	52.9
当量脆点 $T_{1.2}$		℃	-17.8	-19.2	-16.5	-19.3	-19.2	-16.2	-15.6	-15.9	-17.4	-16.4
针入度指数 PI			-0.03	0.21	-0.14	0.29	0.38	-0.50	-0.56	-0.41	-0.06	-0.12
延度(5 cm/min,5℃)		cm	30.9	38.3	38.8	49.8	52.5	38.7	43.9	65.3	55.4	52.6
软化点(环球法)		℃	59.9	61.6	66.7	80.7	84.7	51.5	54.0	65.0	67.0	70.5
弹性恢复		%	88.8	91.7	91.4	95.3	96.4	81.7	85.6	94.8	96.5	97.8
运动 粘度	135℃	Pa·s	—	—	2.260	2.370	2.525	—	0.672	0.712	0.785	0.788
	150℃		—	—	0.690	0.821	0.912	—	0.317	0.394	0.308	0.439
	180℃		—	—	0.165	0.350	0.370	—	0.081	0.105	0.135	0.170

1.4 室内试验主要结论

改性沥青的技术指标反映了沥青的改性效果以及改性沥青的路用性能,不同的基质沥青改性后其技术性能的变化也不相同。从改性沥青的试验结果可以看出：

(1)改性剂在 3%~5% 的范围内,随着改性剂剂量的增加,改性沥青各方面的性能呈现逐渐增长的趋势,表现在软化点和当量软化点逐渐增高,针入度指数 PI 和 5℃ 延度增大,当量脆点降低,弹性恢复增大,135℃ 运动粘度提高；

(2)高温稳定性方面,1 号改性沥青要优于 2 号改性沥青,表现在软化点和当量软化点较高；

(3)1 号改性沥青的温度敏感性低于 2 号改性沥青,主要表现在 1 号改性沥青的针入度指数 PI 值较大；

(4)低温性能方面,5℃ 延度一般来说反映了改性沥青的低温变形能力,2 号改性沥青的 5℃ 延度高

于 1 号改性沥青的结果；

(5)施工性能方面,从同一标号基质沥青生产的改性沥青的 120℃、135℃、150℃ 的运动粘度来看,1 号改性沥青要比 2 号改性沥青高,从施工的角度看,1 号改性沥青需要的拌和温度与碾压温度要比 2 号改性沥青要高一些,达到同一粘度时 1 号改性沥青的温度应提高 15~20℃。从 180℃ 的运动粘度来看,两种改性沥青的粘度基本相当,因此改性沥青的加工温度基本相同；

(6)改性沥青的性能与基质沥青的性能有很大关系,如果基质沥青的针入度小、软化点高、加工之后的改性沥青也表现出软化点高、粘度大等特点,高温性能较好。而针入度大的基质沥青生产的改性沥青的低温性能相对要好一些,同时改性沥青的性能指标应该与基质沥青的组分有很大关系,但是本次试验没有专门对这一方面进行验证。

1.5 辽宁省改性沥青的技术性能指标

根据室内试验结果,充分考虑现场改性的特点,确定辽宁省在建几条高速公路的表面层和中面层改性沥青的改性剂剂量分别采用内掺 5%和 4%,同时

提出了现场加工 SBS 改性沥青的技术性能指标控制标准,见表 3,通过施工实践的验证,我们认为这些指标是合理的,可以保证改性沥青现场加工的质量。

表 3 辽宁省 SBS 改性沥青技术指标要求

技术指标	表面层 SBS 改性沥青	中面层 SBS 改性沥青
针入度(25 C,100 g,5 s)/0.1 mm	≥50	≥60
针入度指数 PI	≥-0.2	≥-0.6
延度(5 C,5 cm/min)/cm	≥45	≥35
软化点 T _{R&B} / C	≥70	≥60
运动粘度 135 C/Pa·s	≤3	≤3
闪点(COC)/ C	≥230	≥230
溶解度(三氯乙烯)/%	≥99	≥99
离析,软化点差/ C	≤2.5	≤2.5
弹性恢复 25 C/%	≥85	≥75

2 改性沥青混合料的室内试验

2.1 室内试验所采用的级配

室内试验采用沥青混凝土抗滑表层 AK-13A 型和 AK-16A 型两种级配进行比较,采用规范中值级配,按照最佳油石比配制沥青混合料。

2.2 室内混合料试验所采用的材料

改性沥青仍然采用上述两种基质沥青掺加岳阳石

化道改 2 号星型 SBS 改性剂生产改性沥青,抗滑表层混合料粗集料采用玄武岩石料;细集料采用天然砂和石灰岩石屑,填料采用石灰石经过磨细加工而成的矿粉。

2.3 沥青混合料的马歇尔试验

按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052-2000)中的要求进行沥青混合料的马歇尔试验,抗滑表层混合料的试验结果见表 4。

表 4 沥青混凝土抗滑表层马歇尔试验结果

改性沥青类型	稳定度/kN		流值/0.01 cm		空隙率/%		饱和度/%	
	AK-13A	AK-16A	AK-13A	AK-16A	AK-13A	AK-16A	AK-13A	AK-16A
1 号基质沥青+5.0%岳化	11.0	10.9	32.0	27.3	4.0	4.5	73.9	71.4
2 号基质沥青+5.0%岳化	8.9	8.5	43.5	44.0	4.0	3.9	74.0	76.3

从马歇尔试验结果可以看出,采用改性沥青之后,沥青混凝土抗滑表层的稳定度有明显提高。

2.4 沥青混合料的水稳定性

沥青混合料在浸水条件下,由于沥青与石料的粘附性降低导致沥青混合料的物理力学性能降低的

程度称作沥青混合料的水稳性。沥青混合料的水稳性不好容易导致沥青混凝土面层产生严重车辙、局部松散和坑槽等现象。室内试验用浸水马歇尔残留稳定度试验和真空饱水冻融劈裂残留强度试验来评价沥青混合料的水稳性,试验结果见表 5。

表 5 沥青混合料水稳定性试验结果

改性沥青类型	残留稳定度/%		冻融劈裂残留强度/%	
	AK-13A 型	AK-16A 型	AK-13A 型	AK-16A 型
1 号基质沥青+5.0%岳化	91.4	93.6	92.6	91.7
2 号基质沥青+5.0%岳化	92.4	94.5	95.3	97.8

从水稳定性试验结果可以看出:采用改性沥青之后,沥青混合料的水稳定性显著增强,残留稳定度和冻融劈裂残留强度均可以达到 90%以上,而普通沥青混合料的冻融劈裂残留强度只能达到 70%~80%。 万方数据

2.5 沥青混合料的高温性能

沥青混合料是一种粘弹性材料,其强度和模量都随温度升高而急剧下降。随着沥青混合料高温稳定性研究的不断深入,多数国家认为用传统的马歇尔方法预估混合料高温性能是不充分的,为此,采用车辙试验来评价沥青混合料的高温性能,沥青混凝土的车辙试验结果见表 6。

表 6 SBS 改性沥青混合料车辙试验动稳定度结果

次/mm

级配	1 号基质沥青+岳化改性剂			2 号基质沥青+岳化改性剂		
	4.0%	4.5%	5.0%	4.0%	4.5%	5.0%
AK-16A	3 024	3 651	4 934	2 354	2 928	3 020
AK-13A	2 994	3 397	4 198	1 924	2 059	2 541

从试验结果可以看出：

(1)AK-13A 和 AK-16A 型沥青混凝土抗滑层混合料在同等条件下,动稳定度指标差别不大；

(2)采用改性沥青之后,沥青混合料的高温抗车辙能力有了大幅度的提高；

(3)采用 1 号沥青生产的改性沥青混合料的动稳定度比 2 号改性沥青混合料要大,这和 1 号基质沥青的高温性能较好有很大的关系。

2.6 沥青混合料的低温性能

位于路面面层的沥青混凝土结构层,直接受到气温变化的影响,当温度下降时,沥青混凝土面层就

会产生收缩变形。同时沥青混凝土具有应力松弛性能,当给沥青混凝土一定的应变时,由此产生的应力会随时间延长而松弛,在一般的温度范围内,由温度降低而产生的拉应力,会由于应力松弛而减小,但是当出现寒流或寒潮时,过快的降温速率将使路面内的应力来不及松弛,出现过大的应力积聚,待温度应力积累到超过沥青混凝土的极限抗拉强度时,路面就会产生裂缝。

本次采用小梁弯曲试验来评价沥青混合料的低温性能,采用 MTS 试验机,试验温度-10℃,加载速率 50 mm/min,试验结果见表 7。

表 7 小梁弯曲试验结果

基质沥青	改性剂剂量	级配型式	弯曲强度	弯曲破坏应变	弯曲劲度模量
			MPa	με	MPa
1 号基质沥青	岳化 5.0%	AK16A	7.58	2 298	3 299
	岳化 5.0%	AK13A	6.35	2 387	2 660
2 号基质沥青	0	AK16A	8.93	2 518	3 546
	岳化 5.0%	AK16A	9.89	3 178	3 112
		AK13A	7.89	3 308	2 385
	岳化 4.5%	AK16A	9.24	2 775	3 330
		AK13A	7.51	2 946	2 549
	岳化 4.0%	AK16A	8.15	2 132	3 823
		AK13A	7.69	3 160	2 434
	科氏成品改性沥青		AK13A	—	3 338
北方成品改性沥青		AK13A	—	3 367	—

从表中试验结果可以看出：

(1)随着改性剂剂量的增加,混合料的弯曲破坏应变增大,同时改性沥青混合料的低温弯曲应变明显高于普通沥青混合料；

(2)弯曲破坏应变反映了混合料的弯曲变形能力,从级配型式上看,AK-13A 优于 AK-16A。从基质沥青的品种上看,2 号沥青优于 1 号沥青,2 号普通沥青混合料的低温弯曲应变甚至还要好于 1 号改性沥青的试验结果；

(3)从低温数据强度看,也是 2 号改性沥青优于

1 号改性沥青,这与 2 号基质沥青本身低温性能较好也有很大的关系；

(4)成品改性沥青的低温弯曲应变指标明显好于现场制作的改性沥青。

2.7 沥青混合料的疲劳性能

本试验为沥青混合料马歇尔试件的劈裂疲劳试验,通过应力水平(劈裂应力/劈裂强度)与疲劳破坏次数的对数(lgN,N 为疲劳破坏时加荷次数)关系,以应力水平为纵坐标,以疲劳破坏次数对数为横坐标,建立回归方程,试验结果见表 8。

表 8 沥青混合料疲劳试验结果

级配	沥青种类及标号	改性剂	回归方程	回归系数
AK-16A	辽河 90 号	0	$y=-0.315\ 1x+1.511\ 8$	$R^2=0.981\ 3$
AK-16A	辽河 90 号	岳化 5%	$y=-0.459\ 9x+2.239\ 0$	$R^2=0.774\ 2$
AK-16A	辽河 110 号	岳化 5%	$y=-0.403\ 5x+2.001\ 1$	$R^2=0.961\ 5$
AK-13A	辽河 90 号	岳化 5%	$y=-0.309\ 3x+1.718\ 5$	$R^2=0.872\ 9$

沥青混合料的疲劳曲线见图1,从疲劳曲线可以得出:

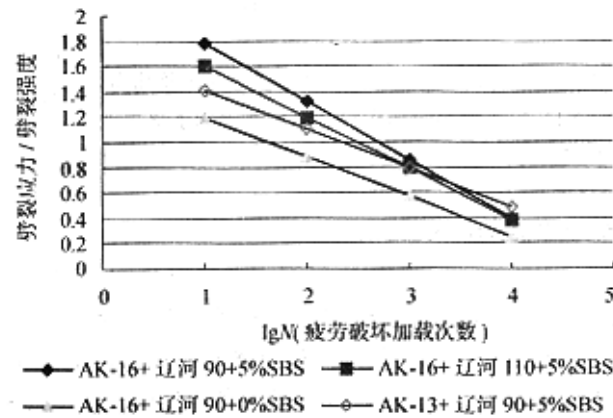


图 1 改性沥青混合料疲劳曲线

(1)采用改性沥青之后,沥青混合料的疲劳次数明显增加,说明 SBS 改性沥青对提高沥青混合料的抗疲劳性能有显著的效果;

(2)针对 AK-16A 型级配,采用 90 号基质沥青改性的混合料的疲劳次数要大于采用 110 号基质沥青改性的混合料;

(3)在低应力条件下,AK-13A 的抗疲劳性能优于 AK-16A,在高应力水平条件下,AK-16A 优于 AK-13A。

2.8 沥青混合料的路用性能指标

根据上述沥青混合料的室内试验结果,在规范规定的性能指标的基础上,我们对改性沥青混合料的一些技术指标进行了调整,以便在实际施工过程中加强对沥青混合料目标配合比和生产配合比的控制,见表 9。

表 9 沥青混合料技术指标

层位	击实次数/次	稳定度/kN	流值/0.1 mm	空隙率/%	沥青饱和度/%
抗滑表层	两面各 75	≥8.0	20~50	3~5	65~80
层位	浸水马歇尔试验(48h) 残留稳定度/%	动稳定度/(次/mm)	冻融劈裂残留强度/%	弯曲试验破坏应变 (-10℃,50 mm/min)/με	
抗滑表层	≥85	≥2 500	≥80	≥2 500	

3 结语

通过室内试验证明,掺加 SBS 改性剂对基质沥青进行改性可以大幅度提高沥青的路用性能,主要表现在沥青的软化点提高,低温延度增大,温度敏感性降低,弹性恢复增大;同时改性沥青混合料的高低温路用性能指标也比普通沥青混合料有很大程度的提高,主要表现在水稳定性增强,高温抗车辙能力和低温抗裂性提高。通过室内试验也证明,改性沥青及其混合料的性能与基质沥青本身的性质有很大的关系,因此在选择基质沥青时,应进行全面的比较试验之后方可确定基质沥青的品种。通过大量的室内试验之后我们认为,现行《公路改性沥青路面施工技术规范》(JTJ 036—98)中规定的各种级别的改性沥青的标准偏低,尤其是采用现场改性的方式加工改性

沥青时,较低的标准不利于改性沥青的质量控制,因此在使用改性沥青时,设计人员应该根据本地区的实际情况,结合室内试验,将改性沥青的控制标准在规范的基础上适当提高,才能最大程度地发挥改性沥青的性能优势,提高改性沥青混凝土路面的质量。

参考文献:

[1] JTJ 014—97,公路沥青路面设计规范[S].
[2] JTJ 032—94,公路沥青路面施工技术规范[S].
[3] JTJ 036—98,公路改性沥青路面施工技术规范[S].
[4] 沈金安,编著. 改性沥青与 SMA 路面[M]. 北京:人民交通出版社,1999.
[5] 沈金安,编著. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京:人民交通出版社,2001.

文章编号: 0451-0712(2005)01-0156-04

中图分类号: U414.750.1

文献标识码: A

掺加 PR PLASTS 抗车辙剂的 沥青混合料性能研究

伍石生, 徐希娟

(西安公路研究所 西安市 710054)

摘 要: 通过室内试验,研究了掺加 PR PLASTS 抗车辙剂的 AC-13I 型沥青混合料的配合比设计及其高温稳定性、低温抗裂性和水稳定性。通过对比分析,发现掺加 PR PLASTS 抗车辙剂的沥青混合料性能得到了显著改善,特别是其沥青混合料的动稳定度比 SBS 改性沥青混合料提高了 27.56%。结果表明 PR PLASTS 抗车辙剂适合铺筑在大交通量、重载较多的路段以及夏季气温较高地区的高速公路上。

关键词: PR PLASTS 抗车辙剂; 沥青混合料; 高温稳定性; 低温抗裂性; 水稳定性

近年来,陕西省修筑的几条高速公路均不同程度出现了较严重的车辙,有些路段通车 1 个月或半年后的第一个夏季的高温期就产生深度为 10~50 mm 的车辙,有的甚至达 100 mm 以上,使路面平整度变差,并很快出现网裂、坑洞、坑槽等病害。为了有效预防路面车辙的产生,应从提高沥青混合料的高温稳定性着手,目前常用的预防性技术措施主要有以下几种: (1) 混合料中结合料采用改性沥青; (2) 调整沥青混合料的矿料级配; (3) 采用改性沥青的同时调整矿料级配。除此之外,一些研究机构和生产厂家针对路面产生车辙的原因研制出了专用产品,用于提高沥青混合料的抗车辙能力,法国 P. R. INDUSTRIE 公司研制生产的 PR PLASTS 添加剂就是其中一种。

为了研究掺加 PR PLASTS 抗车辙剂的沥青混

合料性能,我们以国道主干线银青高速公路靖边至王圈梁段为依托工程,按照《公路改性沥青路面施工技术规范》(JTJ036-98)的要求对掺加 PR PLASTS 添加剂的沥青混合料进行了性能检验。

1 原材料性质

本试验采用的矿料均来自宁夏太阳山,结合料采用克拉玛依 90 号沥青(简称 KLM),其技术性能指标均满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ032-94)技术要求。

2 PR PLASTS 抗车辙剂的特性及作用机理

PR PLASTS 抗车辙剂外观为深蓝色颗粒,它可以在常温下保存,其基本特性见表 1。

收稿日期: 2004-06-25

Research on Road Performances of SBS Modified Bitumen

WANG Yi-peng¹, DU Hong-bo²

(1. Liaoning Provincial Communications Survey and Design Institute, Shenyang 110005, China;

2. Qingdao City Construction Group Ltd. Qingdao 266032, China)

Abstract: The performances of SBS modified bitumen and asphalt mixture produced by two kinds of bitumen which are used ordinarily in Liaoning Province is compared in this paper. The relationship between SBS modified bitumen and substrate bitumen is analyzed through indoor tests. The criteria of SBS modified bitumen and asphalt mixture are recommended on the basis of specifications.

Key Words: SBS modified bitumen; substrate bitumen; road performance; asphalt mixture