

低黏高弹改性剂对沥青及沥青混合料性能的影响

黄峰,王振潭,颜国欣

(重庆市智翔铺道技术工程有限责任公司,重庆 401336)

摘要:为延长路面有效碾压时间,保障超薄罩面的使用寿命,采用低黏高弹改性沥青作为超薄罩面的沥青胶结料。通过沥青常规性能试验、流变性能试验和混合料高低温试验、水稳定性试验、疲劳试验,分析低黏高弹剂对沥青及沥青混合料性能的影响。结果表明,在不影响沥青高温性能的前提下,低黏高弹改性剂能有效提高沥青的低温延度;低黏高弹改性剂 A 能缓解改性沥青因高温出现的弹性向黏性的快速转变;低黏高弹改性剂的增塑降黏特性使沥青混合料的密实性增强,水稳定性、低温性能及疲劳性能均优于 SBS 改性沥青混合料;除高温性能略低于低黏高弹改性沥青混合料 B 外,其余性能低黏高弹改性沥青混合料 A 均优于低黏高弹改性沥青混合料 B;在较低温度下低黏高弹改性沥青混合料 A 能获得较好的密实性,延长路面有效碾压时间。

关键词:公路;低黏高弹改性剂;改性沥青;流变性能;路用性能;空隙率

中图分类号:U418.6

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2023)03-0091-03

超薄罩面能实现沥青路面快速养护通车并节约资源,是公路养护的常用方案^[1-2]。目前关于超薄罩面的研究集中在沥青胶结料^[3-4]、级配类型^[5]、层间黏结性能^[6]及施工工艺等方面,主要采用热拌高黏沥青体系的超薄罩面,该体系存在黏度过大、施工温度散失快、不易压实等问题^[7]。石鑫等分析得出沥青路面厚度越薄,有效碾压时间越短^[8]。为解决超薄罩面压实问题,郭渭军等提出在超薄罩面中添加不同于常规温拌技术的低黏改性剂,降低碾压温度并延长有效碾压时间^[9];刘武等认为低黏超薄罩面技术对处理轻微车辙及恢复路面抗滑性能的作用显著^[10]。现有研究表明采用低黏添加剂可延长超薄罩面有效碾压时间,提高路面密实性,保障超薄罩面的综合路用性能。本文在掺加低黏添加剂的基础上增加弹性成分,研究低黏高弹改性剂对沥青及沥青混合料性能的影响。

1 试验方案

1.1 试验原材料

试验采用符合规范要求的成品 SBS 改性沥青、

集料、填料、2 种低黏高弹改性剂(分别编号 A、B)。

1.2 沥青胶结料制备及性能

将 SBS 改性沥青融化后加入低黏高弹改性剂,经溶胀、搅拌、发育形成低黏高弹改性沥青,并通过沥青常规性能试验、流变性能试验测试其针入度、延度、软化点、旋转黏度及流变性能。

1.3 低黏高弹沥青混合料

按 5.3% 的油石比拌制低黏高弹沥青混合料 EMC-10,其级配见表 1。

2 试验结果与分析

2.1 改性沥青的常规性能

低黏高弹改性沥青 A、B 及 SBS 改性沥青的常规性能检测结果见表 2。从表 2 可以看出:与 SBS 改性沥青相比,低黏高弹改性沥青的软化点略有降低,旋转黏度降为 SBS 改性沥青的 50%,针入度、延度明显增加,表明低黏高弹改性剂可在不明显降低高温性能的前提下改善沥青的低温性能,同时旋转黏度降低有利于改善沥青的施工和易性;低黏高弹沥青 A 的针入度和延度高于低黏高弹沥青 B,两者

表 1 低黏高弹沥青混合料 EMC-10 的设计级配

级配类型	下列筛孔(mm)通过率/%								
	13.200	9.500	4.750	2.360	1.180	0.600	0.300	0.150	0.075
合成级配/%	100.0	94.6	36.9	27.8	21.1	17.0	13.8	11.0	8.1
上限/%	100.0	100.0	44.0	33.0	26.0	22.0	18.0	16.0	10.0
下限/%	100.0	90.0	32.0	23.0	16.0	12.0	8.0	6.0	6.0

软化点较接近、旋转黏度无明显差别。经 163 ℃ 旋转薄膜烘箱老化后,低黏高弹沥青 A、B 的 5 ℃ 延度分别为 44.8 cm、32.4 cm,SBS 改性沥青的 5 ℃ 延度为 17.5 cm,老化后低黏高弹沥青的低温性能优于 SBS 改性沥青;老化后,三者的软化点均有所降低。

表 2 改性沥青的常规性能

改性沥青种类	针入度(25 ℃)/ (0.1 mm)	软化点/ ℃	延度(5 ℃)/ cm	旋转黏度(135 ℃)/ (Pa·s)	RTFOT(163 ℃)后残留物		
					针入度(25 ℃)/ (0.1 mm)	软化点/ ℃	延度(5 ℃)/ cm
低黏高弹改性沥青 A	101.6	80.4	91.5	1.18	96.5	77.1	44.8
低黏高弹改性沥青 B	76.2	81.5	64.7	1.31	58.3	79.5	32.4
SBS 改性沥青	56.7	85.6	33.4	2.58	44.0	81.7	17.5

2.2 改性沥青的流变性能

道路石油沥青多为溶—凝胶类型结构,在低温或瞬间荷载作用下表现为弹性性质,在高温或长时间荷载作用下表现为较强的黏性,是一种典型的黏弹性材料。采用动态剪切流变仪测试低黏高弹改性沥青、SBS 改性沥青的车辙因子和相位角,结果见图 1。

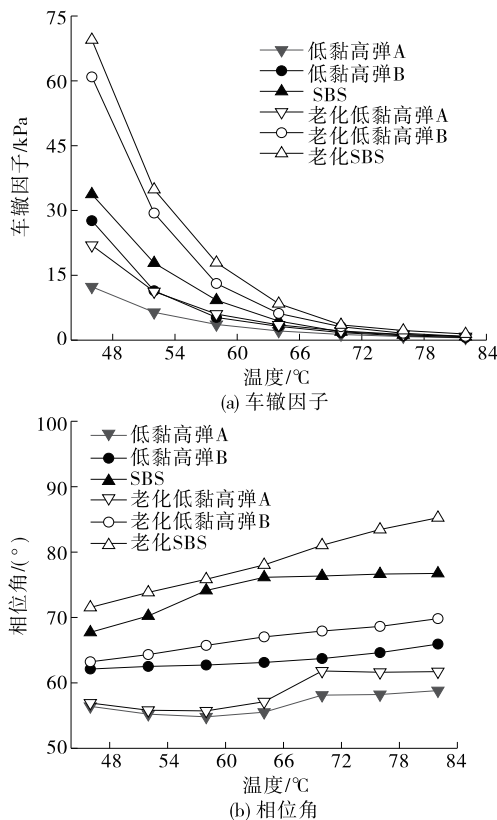


图 1 不同改性沥青的流变性能随温度的变化

由图 1(a)可知:3 种改性沥青老化前后的车辙

究其原因,一方面,低黏高弹改性剂由烷烃油加入少量弹性体物质构成,内部所含轻质组分交融了沥青中的沥青质;另一方面,高温老化导致 SBS 内部不稳定的 C=C 双键断裂,失去网状交联作用,高温性能降低。

因子大小排序为 SBS 改性沥青>低黏高弹改性沥青 B>低黏高弹改性沥青 A。低黏高弹改性剂存在增塑降黏的成分,使沥青的车辙因子降低;老化后,沥青胶结料中的轻质组分逐渐向沥青质转变,导致胶结料的车辙因子增大。在同一温度下,低黏高弹改性沥青 A 的车辙因子低于低黏高弹改性沥青 B,低黏高弹改性沥青 B 的抗热老化性能略优于低黏高弹改性沥青 A。

相位角可用来表征黏弹性材料的弹性恢复性能。由图 2(b)可知:老化前后低黏高弹改性沥青 B 和 SBS 改性沥青的相位角随温度的升高而增大,说明胶结料逐渐软化导致弹性向黏性过渡;而低黏高弹改性沥青 A 的相位角随温度的升高先降低后升高,在 58 ℃ 时出现最低点,其原因在于低黏高弹改性剂 A 与 SBS 改性沥青在低于 60 ℃ 时产生交联作用,使沥青的弹性增强,温度继续上升时,弹性向黏性转变,说明低黏高弹改性剂 A 能降低温度升高导致的黏性下降程度。

2.3 沥青混合料的路用性能

按照 JTG E20—2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》成型试件进行高低温试验、水稳定性试验及疲劳试验,测试 3 种改性沥青混合料的路用性能,试验结果见表 3。

由表 3 可知:SBS 改性沥青混合料的动稳定度高于低黏高弹改性沥青混合料,说明低黏高弹改性剂对沥青混合料高温性能有一定负面影响;低黏高弹改性沥青混合料的低温抗裂性能优于 SBS 改性沥青混合料;低黏高弹改性沥青混合料的残留稳定度、冻融劈裂强度比、飞散损失均优于 SBS 改性沥

表 3 改性沥青混合料的路用性能试验结果

改性沥青混合料类型	动稳定度/ (次·mm ⁻¹)	低温应变/ μϵ	残留稳定 度/%	冻融劈裂强 度比/%	飞散损 失/%	疲劳寿命 (15℃,500 μϵ)/万次
低黏高弹改性沥青混合料 A	4 156	3 852	93.7	91.1	2.8	58.1
低黏高弹改性沥青混合料 B	4 528	3 541	90.2	88.3	4.2	37.6
SBS 改性沥青混合料	5 263	2 620	86.2	82.9	6.2	11.8

青混合料,具有良好的水稳定性,原因是低黏高弹改性剂可起到降黏作用,增强沥青混合料的密实性;低黏高弹改性沥青混合料 A、B 的疲劳寿命分别为 58.1 万次、37.6 万次,远大于 SBS 改性沥青混合料的 11.8 万次,其长期性能优于 SBS 改性沥青;低黏高弹改性沥青混合料 A 的高温性能略低于低黏高弹改性沥青混合料 B,但其低温性能、水稳定性和抗疲劳开裂性能均优于低黏高弹改性沥青混合料 B。

2.4 沥青混合料的成型温度

为探究低黏高弹改性剂对沥青混合料碾压温度的影响,分别采用 3 种改性沥青在 155℃、165℃、175℃条件下成型试件进行马歇尔试验,测试其空隙率,试验结果见图 2。

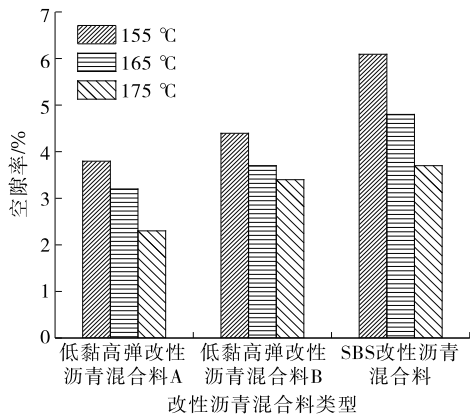


图 2 改性沥青混合料空隙率随温度的变化

由图 2 可知:3 种改性沥青混合料的空隙率随温度的升高而降低,符合一般规律;同一温度下,SBS 改性沥青混合料的空隙率大于低黏高弹改性沥青混合料,低黏高弹改性剂的降黏作用可改善沥青混合料的施工和易性,提高混合料的密实性,延长路面的有效碾压时间,保证沥青混合料的路用性能。

3 结论

(1) 在不明显降低软化点的前提下,低黏高弹改性剂的添加可提高沥青的低温延度,并起到降黏作用,改善沥青的施工和易性。

(2) SBS 改性沥青的抗高温变形能力较优,低

黏高弹改性剂 A 能降低因温度升高导致的黏性下降程度。

(3) 低黏高弹改性沥青混合料的低温抗裂性能、疲劳开裂性能、水稳定性优于 SBS 改性沥青混合料,在同一条件下,采用低黏高弹沥青混合料可延长路面的使用寿命。低黏高弹改性沥青混合料 A 除高温性能略低于低黏高弹改性沥青混合料 B 外,其余路用性能均优于低黏高弹改性沥青混合料 B。

(4) 低黏高弹改性沥青混合料 A 能在较低的温度下获得较好的密实性,延长路面的有效碾压时间。

参考文献:

[1] 欧阳丁沛,关钰麟.UTAC-8 超薄罩面在公路隧道养护中的应用[J].广东公路交通,2021,47(4):109-112.

[2] 邓志勇,伍丰.高弹改性沥青易密实型超薄罩面在桂阳高速公路养护中的应用[J].城市道桥与防洪,2021(8):111-113.

[3] 张永强.沥青路面超薄罩面层的材料组成与抗滑性能[J].筑路机械与施工机械化,2019,36(5):67-71.

[4] 刘爱华,刘林林,于明明,等.新型超薄层罩面 TOM-10 高胶沥青混合料性能研究[J].新型建筑材料,2020,47(11):81-83+117.

[5] 李正中,柴东然,耿磊,等.密级配抗滑超薄磨耗层材料 UWM-10 设计与路用性能研究[J].中外公路,2019,39(1):243-248.

[6] 牟压强,郭大进,马永,等.环氧沥青超薄罩面层间抗剪强度的影响因素研究[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2021,53(2):208-216.

[7] 刘建军.SMC 常温超薄罩面配合比设计及性能验证[J].铁道建筑技术,2018(1):36-39.

[8] 石鑫,李彦伟,张久鹏.沥青路面碾压温度场与有效压实时间分析[J].公路交通科技,2013,30(6):17-22.

[9] 郭渭军,袁小方,周洲.易密实添加剂在超薄沥青混凝土罩面工程的应用效果评价[J].市政技术,2017,35(3):41-43.

[10] 刘武,邓俊双.不同易密实超薄罩面处治方案应用效果分析[J].中外公路,2019,39(3):64-67.