

SBS/SBR 复合改性乳化沥青的性能研究

弓锐, 郭彦强, 徐鹏

(西安公路研究院, 陕西 西安 710065)

摘要: 该文研究并确定 SBS 改性剂和降黏剂在 SBS 改性沥青中的用量, 结合改性乳化沥青的乳化现象和检测结果, 确定了 SBR 改性剂在 SBS 改性乳化沥青中的添加量, 研制出高黏高含量复合改性乳化沥青, 并通过沥青层间黏结试验, 证明其具有优良的性能。

关键词: 高黏; 复合; 乳化沥青; 层间黏结

超薄磨耗层具有强度大、平整度和抗滑性能好的特点, 主要用于高速公路路面养护施工。超薄磨耗层与下承层之间的黏结效果是这项技术的关键。目前多使用乳化沥青、改性乳化沥青作为黏层材料。但作为超薄磨耗层黏层材料存在如: 乳化沥青、SBR 改性乳化沥青的性能不理想, SBS 改性乳化沥青难生产、稳定性差等不足。鉴于此, 该文采用 SBS 改性乳化沥青与 SBR 改性剂复配的方式, 研制高黏改性乳化沥青, 使其满足 PCR 型改性乳化沥青与超薄磨耗层用改性乳化沥青的指标要求, 并具有良好的层间黏结效果。

1 原材料

(1) 基质沥青。采用 SKA-90[#], 各项指标如表 1 所示。

表 1 SKA-90[#] 基质沥青的主要性能指标

试验项目	单位	检测结果	技术要求
针入度(25℃, 5 s, 100 g)	0.1 mm	88	80~100
延度(15℃)	cm	>100	≥45
延度(10℃)	cm	56	≥30
软化点	℃	54.3	≥45
60℃动力黏度	Pa·s	274.3	≥160

(2) SBS 改性剂。SBS 改性剂的技术指标如表 2 所示。

(3) 降黏剂。在乳化 SBS 改性沥青时, 需要添加降黏剂使其易于乳化, 降黏剂的指标如表 3 所示。

(4) SBR 改性剂。SBR 改性剂为液体, 有效含量为 60%, 其技术指标如表 4 所示。

表 2 SBS 改性剂性能指标试验结果

外观	挥发分/ %	300%定伸 应力/MPa	拉伸强度/ MPa	扯断伸长 率/%	扯断永久 变形/%
白色粉末	0.3	3.2	13	658	11

表 3 降黏剂性能指标

外观	闪点/ ℃	溶解度/ %	灰分/ %	60℃动力黏度/ (Pa·s)
深棕色液体	≥230	≥98	≤0.3	22

(5) 乳化剂。乳化剂为国产阳离子快裂型乳化剂, 其技术指标见表 5。

2 改性乳化沥青的制备

2.1 改性沥青

在基质沥青 SKA-90[#] 中, 采用不同 SBS 改性剂掺量生产出 SBS 改性沥青, 改性沥青检测结果如表 6 所示。

收稿日期: 2018-07-25

基金项目: 陕西省交通运输厅 2015 年科技项目(编号: 15-01K)

作者简介: 弓锐, 女, 硕士, 高级工程师, E-mail: 652448891@qq.com

表 4 SBR 改性剂性能指标

外观	固含量/%	密度/(g·cm ⁻³)	pH 值	机械稳定性/%
乳白色液体	60.5	0.97	3~5	≤1.0

表 5 乳化剂技术指标

外观	密度/(g·cm ⁻³)	溶解性	乳化剂溶液 pH 值	破乳速度
乳白色膏状	0.97~0.99	25℃水中稍加搅拌即可全部溶解	7	快裂

表 6 不同掺量 SBS 的改性沥青检测结果

SBS 改性剂 掺量/%	针入度(100 g, 25℃,5 s)/(0.1 mm)	软化点/ ℃	5℃延 度/cm
0	84.0	47.3	—
1	67.8	48.8	14.6
2	63.5	49.6	16.3
3	61.8	54.6	23.8
4	60.3	65.7	27.6
5	59.6	84.5	31.5

由表 6 可得:随着 SBS 改性剂用量的增加,改性沥青的软化点明显提高,延度值略有提高,针入度值略有降低,这就给沥青的乳化增加了难度,因此需要使用降黏剂,使其易于乳化。

2.2 降黏剂用量的确定

采用 SBS 改性剂掺量为 5%的改性沥青,掺加不同用量的降黏剂,通过对改性沥青指标的检测和比较,从中选择出降黏剂的最佳用量。

表 7 不同降黏剂掺量的改性沥青检测结果

降黏剂 掺量/%	软化点/ ℃	弹性恢复 (10℃)/%	旋转黏度(135 ℃)/(Pa·s)
0	84.5	82.5	2.45
0.5	83.9	84.8	2.41
1.0	83.1	85.1	2.37
1.5	82.2	85.6	2.31
2.0	81.6	86.1	2.24
2.5	80.8	86.4	2.18
3.0	79.5	88.2	2.12
3.5	78.5	88.6	2.07
4.0	77.6	88.9	2.02
4.5	76.8	89.1	2.00
5.0	75.6	89.5	1.99

由表 7 可知:

(1) 降黏剂的使用可以更有效地提高弹性恢复,降低改性沥青的软化点和黏度,利于乳化。

(2) 降黏剂掺量大于 4%后,黏度值降低不明显,因此采用 4%的降黏剂掺量进行后续试验。

2.3 乳化 SBS 改性沥青

对不同 SBS 改性剂用量(1%~5%)的 SBS 改性沥青进行乳化,降黏剂掺量为 4%,乳化剂用量为 2%,稳定剂用量为 0.1%,具体乳化结果见表 8。

表 8 改性乳化沥青乳化现象

SBS 改性 剂掺量/%	试验现象	结论
1	生产过程中胶体磨无异响,乳化沥青呈红棕色,隔天观察乳化沥青,无颗粒状沥青残留	乳化成功
2	生产过程中胶体磨无异响,乳化沥青呈红棕色,隔天观察乳化沥青,无颗粒状沥青残留	乳化成功
3	生产过程中,胶体磨无异响。乳化沥青呈深棕色,隔天观察乳化沥青,无颗粒状沥青残留	乳化成功
4	生产过程中不顺利,乳化沥青呈深棕色,偏黑,有黑色固体析出	乳化失败
5	生产过程中不顺利,乳化沥青呈深棕色,偏黑,有黑色固体析出	乳化失败

由表 8 可知:确定用于生产 SBS 改性乳化沥青的 SBS 改性剂的掺量为 1%~3%。

SBS 改性剂掺量为 1%、2%和 3%时,对所生产的改性乳化沥青进行主要指标检测,结果见表 9。

由表 9 可知:改性剂掺量为 2%~3%的 SBS 改性乳化沥青指标满足规范 PCR 型改性乳化沥青的技术要求,但是软化点、弹性恢复指标未能满足超薄磨耗层技术要求。

表 9 SBS 改性乳化沥青检测结果

项目	SBS 改性剂掺量/%	破乳速度	蒸发残留物						常温贮存
			残留分含量/%	针入度(25 ℃,100 g,5 s)/(0.1 mm)	软化点/℃	延度(5 ℃)/cm	溶解度/%	弹性恢复(10 ℃)/%	稳定性(1 d)/%
实测值	1	快裂	67.0	85.7	49	>100	98.5	57	0.2
	2	快裂	66.5	86.4	61	>100	98.6	60	0.3
	3	快裂	66.5	87.0	64	>100	98.8	63	0.5
PCR 型改性乳化沥青技术要求		快裂	≥50	40~120	≥50	≥20	≥97.5	—	≤1
超薄磨耗层技术要求		快裂	≥65	60~150	≥65	≥20	≥97.5	≥65	≤1

2.4 SBS/SBR 复合改性乳化沥青

由于 SBS 改性乳化沥青的部分指标不能满足超薄磨耗层黏层技术要求,研究中在改性乳化沥青的基础上复配 SBR 改性剂,研制出 SBS/SBR 复合改性乳化沥青,使其满足超薄磨耗层用黏层改性乳化沥青的要求。

在改性剂掺量为 2%和 3%的 SBS 改性乳化沥青中分别掺加不同用量的 SBR 改性剂,并检测主要技术指标,结果见表 10。

表 10 SBS/SBR 复合改性乳化沥青检测结果

SBS 改性剂掺量/%	SBR 改性剂掺量/%	恩格拉黏度(60 ℃)	软化点/℃	弹性恢复(10 ℃)/%	1 d 储存稳定性/%
2	1	2.4	63.3	62.7	0.4
	2	2.3	64.8	64.8	0.7
	3	2.2	71.2	68.9	0.9
	4	2.1	75.3	72.5	1.2
	5	2.0	81.3	78.6	1.8
3	1	3.1	64.8	63.8	0.6
	2	3.0	67.1	65.2	0.9
	3	2.8	70.2	69.7	1.2
	4	2.7	72.5	73.4	1.8
	5	2.5	74.6	75.9	2.2

注:破乳速度:快裂。

由表 10 可得:

(1) 2%SBS 改性乳化沥青+3%SBR 改性剂的复合高黏改性乳化沥青和 3%SBS 改性乳化沥青+2%SBR 改性剂的复合改性乳化沥青技术指标满足超薄磨耗层黏层用改性乳化沥青技术要求。

(2) 综合检测结果及改性乳化沥青的经济性,最

终确定超薄磨耗层黏层用 SBS/SBR 复合高黏改性乳化沥青的材料组成为:2% SBS 改性乳化沥青+3% SBR 改性剂。

2.5 SBS/SBR 复合改性乳化沥青检测

按照上节中确定的材料组成,生产 SBS/SBR 复合改性乳化沥青并进行检测,结果如表 11 所示。

表 11 SBS/SBR 复合改性乳化沥青检测结果

指标	单位	实测值	技术要求
破乳速度		快裂	快裂
恩格拉黏度(50 ℃)		2.5	1~10
筛上剩余量	%	0.08	≤0.1
残留分含量	%	65.5	≥65
蒸发针入度(25 ℃,100 g,5 s) 0.1 mm		89.5	60~150
软化点	℃	76	≥65
延度(5 ℃)	cm	>100	≥20
弹性恢复(10 ℃)	%	74	≥60
常温贮存 1 d	%	0.4	≤1
稳定性 5 d	%	1.3	≤5

2.6 小结

通过以上试验可得:,SBS/SBR 复合改性乳化沥青的材料组成及生产工艺为:SBS 改性剂掺量为 2%,降黏剂掺量为 4%,乳化剂用量为 2%,稳定剂用量为 0.1%,SBR 改性剂用量为 3%。生产乳化沥青时,乳化剂溶液温度为 70 ℃,沥青温度为 170 ℃。

3 层间黏结效果检验

3.1 层间拉拔试验

采用美国 DeFelskoAT—A 附着力测试仪,分别

采用 SBR 改性乳化沥青、SBS 改性乳化沥青和高黏复合改性乳化沥青作为黏结材料,分别涂抹在预制水泥板和湿轮磨耗试件上,通过液压对这两种界面上特定面积的黏层材料进行拉拔试验,比较这几种材料的层间黏结效果。

具体试验步骤如下:

- (1) 制作 30 cm×30 cm×5 cm 的水泥混凝土板,将表面用钢刷打毛,去除表面浮浆。
- (2) 制作湿轮磨耗试件,在 60 ℃烘箱中养生 24 h 后拿出,放置常温。
- (3) 用记号笔在水泥板和湿轮磨耗试件上分别划出若干 5 cm×5 cm 的方格。
- (4) 将黏结材料按照 1.0 kg/m² 的用量分格进行涂抹。
- (5) 将试验用定子直接放在黏层材料上,放置 2 d 后进行拉拔试验。

3.2 试验结果

按照 3.1 节的试验方法,得到试验结果见表 12。

表 12 改性乳化沥青层间拉拔试验结果

黏层材料	拉拔强度/MPa	
	水泥板	湿轮磨耗板
SBS 改性乳化沥青	0.23	0.29
SBR 改性乳化沥青	0.18	0.21
SBS/SBR 复合改性乳化沥青	0.31	0.35

由表 12 可知:

- (1) 将改性乳化沥青分别涂刷在湿轮磨耗试件上及水泥板上,层间的黏结效果略有不同。在湿轮磨耗试件上的黏结效果优于水泥板。
- (2) 比较 3 种黏结材料的黏结效果,SBS/SBR 复合改性乳化沥青的黏结效果明显要优于 SBS 改性乳化沥青和 SBR 改性乳化沥青。

4 结论

研究并确定了 SBS 改性剂和降黏剂在 SBS 改性

沥青中的用量,在此基础上确定了 SBR 改性剂在 SBS 改性乳化沥青中的添加量,研制出高黏高含量的符合超薄磨耗层黏层技术要求的 SBS/SBR 复合改性乳化沥青,具体结论如下:

- (1) 随着 SBS 改性剂用量的增加,改性沥青的软化点明显提高,延度值略有提高,针入度值略有降低,改性沥青的乳化难度有所增加。
- (2) 确定了 SBS 改性剂和降黏剂的最佳掺量,分别为 2%和 4%。
- (3) SBS/SBR 复合改性乳化沥青的材料组成及生产工艺为:SBS 改性剂掺量为 2%,降黏剂掺量为 4%,乳化剂用量为 2%、稳定剂用量为 0.1%,SBR 改性剂用量为 3%,乳化剂溶液温度为 70 ℃,沥青温度为 170 ℃。
- (4) 采用 SBS/SBR 复合改性乳化沥青作为超薄磨耗层黏层较 SBS 改性乳化沥青,软化点及弹性恢复值都得到了提高。
- (5) SBS/SBR 复合改性乳化沥青的黏结效果要优于 SBS 改性乳化沥青和 SBR 改性乳化沥青。在水泥板界面上拉拔强度较 SBS 改性乳化沥青和 SBR 改性乳化沥青提高 34.8%和 72.0%。在湿轮磨耗板界面上拉拔强度较 SBS 改性乳化沥青和 SBR 改性乳化沥青提高 20.7%和 66.7%。

参考文献:

[1] 温立影.超薄磨耗层高性能改性乳化沥青粘层材料开发研究[D].长安大学硕士学位论文,2011.

[2] 谢新宇,尹艳平,曹进,等.聚合物改性剂类型对改性乳化沥青性能的影响[J].公路,2013(11).

[3] 弓锐,徐鹏,郭彦强.丁苯胶乳对粘层用改性乳化沥青性能的影响[J].中外公路,2014(6).

[4] 叶伟.自研高性能改性乳化沥青在超薄磨耗层层间黏结中的应用[J].中外公路,2017(2).

[5] 马朋涛,靳媛媛,邵广军.黏结层用环氧乳化沥青研发与性能研究[J].中外公路,2017(4).

[6] 翟启远,李子奇,韩旭东.基于黏弹理论的 PPA 复配 SBS 改性沥青老化性能研究[J].中外公路,2018(2).