

DOI: 10.20035/j.issn.1671-2668.2022.04.019

3 种抗剥落剂的路用性能对比研究

周宴萍

(岳阳市公路桥梁基建总公司, 湖南 岳阳 414021)

摘要: 为提高沥青路面的抗水损害性能,在沥青混合料中添加抗剥落剂,通过试验对比分析无机抗剥落剂纳米 SiO_2 、胺类抗剥落剂 A 和非胺类抗剥落剂 B 对沥青混合料路用性能的影响。结果表明,3 种抗剥落剂对沥青混合料路用性能均有一定正面作用;添加抗剥落剂 B,沥青混合料的高低温性能及水稳定性都有较好且较稳定的增幅;添加纳米 SiO_2 的沥青混合料的高温性能最好,但低温性能不增反降,且水稳定性不如另外 2 种抗剥落剂。建议优先选用非胺类抗剥落剂。

关键词: 公路;沥青混合料;抗剥落剂;路用性能

中图分类号: U418.4

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2022)04-0078-03

高温多雨地区采用骨架空隙型沥青混凝土结构面层可有效排除沥青面层表面水,增强其抗滑性能。鉴于骨架空隙型结构的特性,要求沥青与集料间具有更好的黏结力来抵抗水损害。目前常用方法主要是用消石灰、水泥等取代部分矿粉或在沥青中添加抗剥落剂。抗剥落剂具有与沥青相容性较好和用量较少等优点,在满足作用效果的同时具有较好的经济效益,在工程中使用较多。无机纳米材料抗剥落剂具有较大的比表面积,加入后与沥青发生物理化学反应,可改善沥青的路用性能,其中作用效果较好的是纳米 SiO_2 。胺类和非胺类抗剥落剂中含有 N、S、P 及其他能形成碱性基团的物质,碱性基团可与集料表面的酸性基团发生反应而产生化学吸附。是否含有 N 的化合物及其衍生物是区分胺类和非胺类抗剥落剂的主要依据。该文采用无机抗剥落剂纳米 SiO_2 、胺类抗剥落剂 A 和非胺类抗剥落剂 B 进行对比研究,分析其路用性能。

1 原材料及试验方案

1.1 原材料

无机抗剥落剂纳米 SiO_2 为白色球形结构,粒径约为 15 nm,其掺量为 SBS 改性沥青的 2%。胺类抗剥落剂 A 为深棕色液体,具有表面活性功能,掺量为 SBS 改性沥青的 0.2%;非胺类抗剥落剂 B 为液体,能提高沥青黏度和黏附性,掺量为 SBS 改性沥青的 0.3%。选用成品 SBS 改性沥青作为对照组,其技术指标见表 1。

沥青混合料采用 AC-13 合成级配。粗集料选

表 1 SBS 改性沥青的性能指标

试验项目	技术要求	试验结果
针入度(25 ℃,100 g,5 s)/(0.1 mm)	40~60	51
针入度指数	≥ 0	0.15
软化点/℃	≥ 60	79
延度(15 ℃,5 cm/min)/cm	≥ 20	29
运动黏度(135 ℃)/(Pa·s)	≥ 3	3.3
溶解度/%	≥ 99	99.6
闪点/℃	≥ 230	271

用干净、整洁且棱角性较好的石灰岩,其技术指标见表 2。

表 2 粗集料的性能指标

试验项目	技术要求	试验结果
表观相对密度/(g·cm ⁻³)	≥ 2.6	2.76
压碎值/%	≤ 26	15.6
吸水率/%	≤ 2.0	0.64
针片状颗粒含量/%	实测	9.5
含泥量/%	≤ 1.0	0.4

1.2 改性 SBS 沥青的制备

通过高速剪切试验使抗剥落剂与 SBS 沥青更好地相容。由于无机纳米 SiO_2 与 SBS 沥青的相容性没有有机抗剥落剂好,多次试验后确定纳米材料的剪切温度控制在 170 ℃左右,剪切机转速由慢至快,最终控制在 3 000 r/min,剪切时间为 90 min。有机抗剥落剂剪切温度控制在 170 ℃左右,剪切机转速由慢至快,最终控制在 3 000 r/min,剪切时间为 30 min。

1.3 沥青混合料级配设计

根据 AC—13 级配范围,通过马歇尔试验确定级配中值附近的级配作为合成级配(见图 1)。通过马歇尔试验获得沥青混合料的体积指标,得出沥青混合料 AC—13 的最佳油石比为 5%。

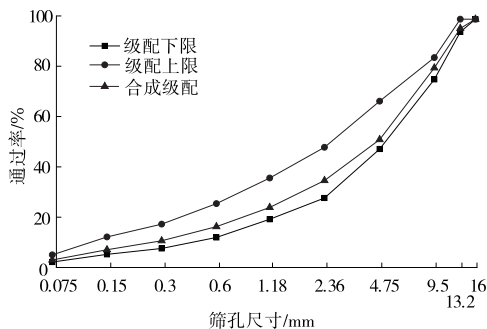


图 1 沥青混合料设计级配

2 改性 SBS 沥青混合料路用性能研究

2.1 高温性能

动稳定度是评价沥青混合料路用性能的重要指标,特别是在中国南方地区湿热环境下,路面更易出现车辙病害。对 SBS 沥青混合料及添加 3 种抗剥落剂的改性 SBS 沥青混合料进行汉堡车辙试验,通过对比动稳定度分析其高温性能,试验结果见图 2。

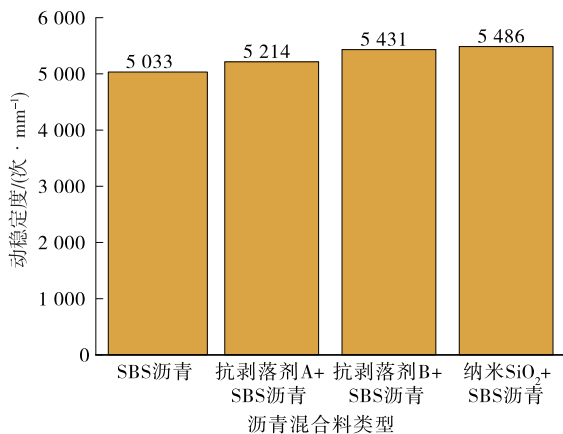


图 2 沥青混合料车辙试验结果

由图 2 可知:相较于 SBS 沥青混合料,添加抗剥落剂 A、抗剥落剂 B、纳米 SiO_2 的 SBS 沥青混合料的动稳定度分别增加 3.6%、7.9%、9.0%。添加 3 种抗剥落剂在一定程度上均能改善沥青混合料的高温性能,这是因为抗剥落剂在增加沥青与集料间黏附性的同时会改善沥青的黏度,提高沥青混合料的抗变形能力。其中无机材料纳米 SiO_2 的动稳定度增幅最大,这可能是由于纳米 SiO_2 的掺量较大,对

沥青混合料结构能起到一定填充作用,使其空隙率减小、相对密度增大,抗变形能力增强。

2.2 低温性能

采用低温三点弯曲试验评价沥青混合料的低温性能。分别成型添加 3 种抗剥落剂的沥青混合料和未添加抗剥落剂的沥青混合料车辙板试件,用切割机将车辙板试件切割成 $250\text{ mm} \times 30\text{ mm} \times 35\text{ mm}$ 长方体标准试件,将试件放入 $-10\text{ }^\circ\text{C}$ 冰箱中保温 1 h 后进行小梁低温弯曲试验,测试试件破坏时的最大弯拉应变。沥青混合料的最大弯拉应变越大,低温抗裂性能越好。试验结果见图 3。

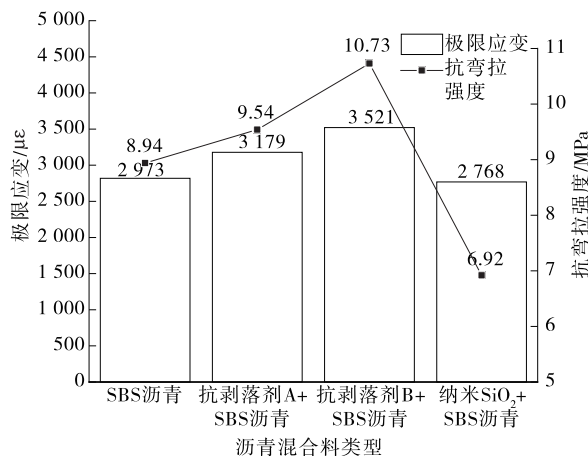


图 3 沥青混合料小梁低温弯曲试验结果

由图 3 可知:4 种沥青混合料的低温性能均满足规范要求;相比 SBS 沥青混合料,添加抗剥落剂 A、抗剥落剂 B 的改性 SBS 沥青混合料的低温性能有所提高,分别提高 6.9%、18.4%,但添加纳米 SiO_2 的改性 SBS 沥青混合料的低温性能有所降低,可能是由纳米 SiO_2 的低温特性所致。

2.3 水稳定性

在南方多雨气候条件下,沥青混合料的水稳定性是影响路面使用寿命的重要因素。外部水进入(渗入)到沥青路面中会降低沥青与集料的黏附性,在水和外部荷载作用下沥青逐渐与集料剥离、散落。评价沥青与集料间的黏附稳定性一般选用水煮法,但其评价标准受主观因素影响较大,且其试验结果差异性并不是非常明显,沥青与集料的黏附性等级均能达到 4~5 级,用于评价不同抗剥落剂对沥青混合料水稳定性的影响并不严谨。因此,采用冻融劈裂试验评价添加抗剥落剂沥青混合料的水稳定性。根据试验所得劈裂抗拉强度计算劈裂抗拉强度比 TSR , TSR 越大,混合料受冻融循环后其强度保留

越大,水稳定性越好。试验结果见图4。

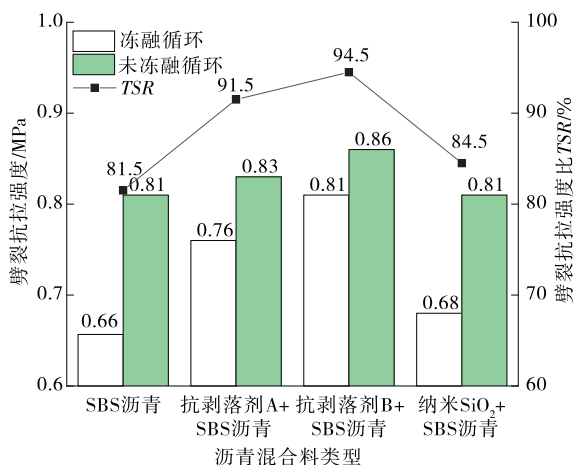


图4 沥青混合料冻融劈裂试验结果

由图4可知:4种沥青混合料在经历冻融循环后其劈裂强度均降低,添加抗剥落剂A、抗剥落剂B及纳米SiO₂的混合料在经过冻融循环后其劈裂强度分别下降8.4%、5.8%、16.0%,但相较于未添加抗剥落剂的SBS沥青混合料,加入抗剥落剂的改性SBS沥青混合料的劈裂强度都有不同程度提升,其中添加抗剥落剂B的SBS沥青混合料的提升幅度最大,提高6.2%;4种混合料的TSR均满足规范要求,其中添加抗剥落剂B的混合料的TSR最大,之后依次是添加抗剥落剂A和纳米SiO₂的混合料。这是因为抗剥落剂B具有增大沥青黏度和黏附性的功能,可改善沥青和石料之间的黏附性。

3 结论

(1) 抗剥落剂B由于含有大量碱性基团,具有较好的抗剥落效果,对沥青混合料高温性能及水稳定性的改善效果较稳定。

(2) 纳米SiO₂主要发生物理反应,自身具有较好的稳定性,添加纳米SiO₂的沥青混合料的高温性能最好,但其低温性能不增反降,且其水稳定性不如添加另外2种抗剥落剂的沥青混合料。

(3) 从添加剂量(包括经济效益)和改性效果考虑,抗剥落剂B是较理想的材料,建议优先选用非胺类抗剥落剂。

参考文献:

[1] 周志刚,刘旭光,罗苏平,等.水作用对沥青混合料性能的影响[J].中南大学学报(自然科学版),2016,47(4):1359—1367.

[2] 万海辉,席淑童.破碎砾石在公路沥青面层中的应用[J].交通世界(下旬刊),2019(10):72—73.

[3] 任满仓.抗剥落剂对沥青路用性能影响研究[D].西安:长安大学,2012.

[4] 黄泽国.新型抗剥落剂的研发与应用[D].西安:长安大学,2014.

[5] 吴冬生.纳米ZnO/TiO₂对SBS改性沥青路用性能的影响研究[J].福建交通科技,2021(1):14—17.

[6] 樊亮,张玉贞,刘延军,等.纳米材料与技术对沥青路面中的应用研究进展[J].材料导报,2010,24(23):72—75.

[7] 叶超,陈华鑫.纳米SiO₂和纳米TiO₂改性沥青路用性能研究[J].新型建筑材料,2009,36(6):82—84.

[8] 彭丹丹,陈华鑫,张晨旭,等.沥青抗剥落剂的研究进展[J].材料导报,2014,28(1):325—328.

[9] 涂蓉.新型沥青抗剥落剂作用机理及性能研究[D].广州:华南理工大学,2010.

[10] 许云.沥青混合料中掺入不同抗剥落剂性能的研究[J].中外公路,2009,29(5):246—249.

[11] 王延海.三种沥青抗剥落剂的性能对比研究[J].公路工程,2011,36(3):172—174.

[12] 袁捷.沥青抗剥落剂应用分析[J].中国公路,2007(24):80—81.

[13] LI Ning,ZHAN He,YU Xin,et al.Research on the high temperature performance of asphalt pavement based on field cores with different rutting development levels[J].Materials and Structures,2021,54(2):1—12.

[14] WANG Rui,XU Gang,CHEN Xianhua,et al.Evaluation of aging resistance for high-performance crumb tire rubber compound modified asphalt[J].Construction and Building Materials,2019,218:497—505.

[15] PEREZ I P,PASANDIN A M R.Moisture damage resistance of hot-mix asphalt made with recycled concrete aggregates and crumb rubber[J].Journal of Cleaner Production,2017,165:405—414.

[16] 徐鹏.基于水稳性能的复合改性沥青混合料路用性能研究[D].西安:长安大学,2009.

[17] 交通运输部公路科学研究院.公路工程沥青及沥青混合料试验规程:JTG E20—2011[S].北京:人民交通出版社,2011.

[18] 陈朝君.6525型抗剥落剂对沥青混合料性能的影响[J].公路与汽运,2013(3):117—118.

[19] 安平,孙丙辉,季正军,等.抗剥落剂对沥青胶结料及沥青混合料路用性能影响分析[J].材料科学,2021,11(5):635—642.

收稿日期:2021—08—04