

高性能 SBS 改性乳化沥青 精细抗滑保护层路用性能研究

李腾飞, 韩书龙, 于悦, 武文鑫*, 岳浩

(山东高速交通建设集团有限公司, 山东 济南 250014)

摘要: 本文旨在考察高性能 SBS 改性乳化沥青在精细抗滑保护层中应用时的路用性能。本文通过拉拔试验、脱料率试验、剥落率试验, 对高性能 SBS 改性乳化沥青在不同外界荷载条件下对集料的黏附性能进行研究, 并与普通 SBS 改性乳化沥青与乳化基质沥青进行对比分析。结果表明: 在不同外界荷载条件下, 高性能 SBS 改性乳化沥青均表现出最优的黏附性能。高性能 SBS 改性乳化沥青是作为精细抗滑保护层胶结料的优秀选择。

关键词: 改性乳化沥青; 精细抗滑保护层; 路用性能

中图分类号: U414 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2025) 05—0148—03

1 引言

近年来, 我国经济蓬勃发展, 公路建设迅速增长, 高速公路的里程和交通量不断攀升。然而, 在高速公路运营中, 重载车辆不断增加, 且大型化趋势日益加剧, 这导致路面早期破坏变得更加严重, 对行车安全构成了极大威胁。当前社会各界和从业人员都高度关注如何用较小成本对现有公路进行适当养护, 以提高公路的社会和经济效益。预计未来我国公路建设将逐步过渡为建设与养护并重的发展模式, 更加注重公路的长期可持续运营。

目前, 我国养护方式主要集中在对产生病害的路面进行事后养护, 然而, 这种方式存在潜在的危险, 可能导致全局性结构性破坏, 影响路面的稳定性和安全性。考虑到高速公路养护规模庞大且资金有限的现实情况, 预防性养护成为必然选择。预防性养护旨在在合适的时间采取合适的措施对路面进行养护, 以延长公路的使用寿命并降低养护成本。常见的沥青路面预防性养护措施包括稀浆封层、微表处、薄层罩面、碎石封层、灌缝和封缝等方法。微表处和碎石封层因为养护成本较低而被广泛使用, 但随着应用范围和年限的增加, 也暴露出其在噪声大、抗滑性能衰减快、易片状脱落等一系列问题^[1]。为了解决这些问题, 研究者提出精细抗滑保护层这一新型道路预防性养护技术。

精细抗滑保护层是采用小粒径碎石, 在碎石覆盖率较高的封层上洒布稳固剂以稳固碎石的超薄保护层, 并在路面上起到了防水抗裂和提高路面抗滑性能的作用, 为道路表面提供了一个防水抗滑保护层, 并防止或者缓解各种因素对高速公路沥青路面的进一步危害。精细抗滑保护层的应用成为进一步延长道路使用寿命, 改善高速公路养护品质的有效手段。目前, 精细抗滑保护层所用胶结料为乳化沥青, 但常规乳化沥青由于软化点低、

粘附性差等问题, 导致精细抗滑保护层的路用性能降低。随着改性乳化沥青技术的不断发展, 高性能 SBS 改性乳化沥青的出现成为提高精细抗滑保护层路用性能的有效途径^[2]。

为此, 本文利用高性能 SBS 改性乳化沥青, 对其在精细抗滑保护层应用时的路用性能进行研究, 并与普通 SBS 改性乳化沥青与乳化基质沥青进行了对比分析。为精细抗滑保护层的进一步推广应用奠定前期试验数据基础。

2 原材料及试验方法

2.1 原材料—乳化沥青

高性能 SBS 改性乳化沥青由山东高速产业发展公司提供。此外, 选取山东高速产业发展公司提供的普通 SBS 改性乳化沥青与乳化基质沥青进行对比分析。各项乳化沥青的编号及性能指标如表 1 所示。

2.2 试验方法

2.2.1 拉拔试验

将乳化沥青试样以 0.8 kg/m^2 洒布于混凝土板, 置于 60°C 烘箱养生 16 h 后, 用粘结剂将试件与拉拔头固定, 室温静置 24 h。养生后采用拉拔仪以 2 mm/min 拉拔速率向上拉伸, 待乳化沥青面破坏时记最大拉力 F (kN), 并由公式 1 计算拉拔强度 P (MPa), 试件如图 1 所示。

$$P = \frac{10F}{S} \quad (1)$$

式中, S 为拉拔头面积 (cm^2)。

2.2.2 脱料率试验

本文结合英国标准 BSEN 12272-3-2003 中的 Vialit 试验, 以评价动态荷载下碎石封层路面集料的脱落率, 具体计算如公式如式 (2) 所示。

表 1 乳化沥青技术指标

指标	单位	I号: 高性能 SBS 改性乳化沥青	II号: 普通 SBS 改性乳化沥青	III号: 乳化基质沥青
筛上残留物(1.18 mm 筛)	%	0.07	0.08	0.11
粒子电荷	-	阳离子	阳离子	阳离子
破乳速度	-	慢裂	慢裂	慢裂
道路标准粘度计 C _{25.3}	s			
蒸发残留物	残留分含量	%	66	65
	针入度 (25℃)	0.1mm	41	72
	软化点	℃	89	71
	延度 (5℃)	cm	38	32
	溶解度 (三氯乙烯)	%	99.7	99.3
	动力粘度 (60℃)	Pa·s	46000	3800
贮存稳定性	1d	%	0.3	0.4
	5d	%	3.1	3.8



图 1 拉拔试验试件图

$$\text{脱料率} = \frac{100 - \text{掉落颗粒数}}{100} \times 100\% \quad (2)$$

现选用玄武岩与三种乳化沥青进行 Vialit 试验, 测定 0℃、-10℃ 下不同沥青与集料组合的脱落率, 试件如图 2 所示, 具体操作如下:

(1) 选取 7.1~9.5 mm 玄武岩利用超声清洗干燥备用。

(2) 称取 80 g 乳化沥青置于 20 cm × 20 cm 的方形钢板试件板中, 乳化沥青可手动调整试件板以保证沥青均匀分布。

(3) 将 100 颗洁净干燥集料颗粒以 10 × 10 的排列方式嵌入乳化沥青。

(4) 将试件板放入 60℃ 烘箱养生 48 h, 待养生结束后放入不同温度 (0℃、-10℃) 下 0.5 h, 随后将试件板倒扣并利用 500 g 的钢球从高 500 mm 处自由下落, 锤击试件板中心 3 次, 并记录集料脱落颗粒数。



图 2 Vialit 试验试件图

2.2.3 剥落率试验

本文参照《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142-2019 附录 C) 剥落率试验方法对三种乳化沥青材料所制备试件的耐磨耗性能进行了评价。采用的设备为上海昌吉地质仪器有限公司生产的 SYD-0752 型湿轮磨耗仪。试验所用集料为 4.75~9.5 mm 玄武岩, 乳化沥青用量分别为 1.2 kg/m²、1.5 kg/m²、1.8 kg/m², 试件如图 3 所示。剥落率按照公式 (3) 计算。

$$P = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \quad (3)$$

式中, P 为剥落率 (%); m₁ 为扫刷前试件质量; m₂ 为扫刷后试件质量。



图 3 剥落率试验试件图

3 结果与讨论

3.1 拉拔试验

本文采用拉拔试验考察了竖向荷载条件下不同类型乳化沥青的粘结性能, 结果如图 4 所示。

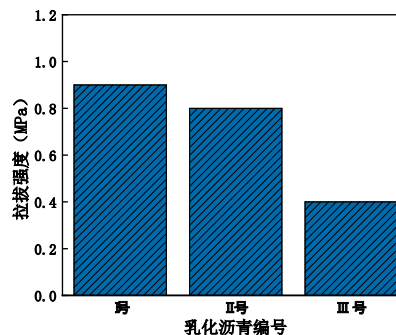


图 4 拉拔试验结果图

由图4所示结果可知,相较于普通SBS改性乳化沥青与乳化基质沥青,高性能SBS改性乳化沥青具有最大的拉拔强度,说明其具有较优的粘结性能,分析其原因可能是由于高性能SBS改性乳化沥青具有较高的软化点和60℃动力粘度^[3],相较于其他两者具有更高的粘度,因此具有较好的粘结性能。

3.2 脱料率试验结果分析

本文结合英国标准 BSEN 12272-3-2003 中的 Vialit 试验,测试了三种乳化沥青在不同温度下的抵抗动态冲击荷载的能力,测试温度分别为0℃、-10℃。测试结果如图5所示。

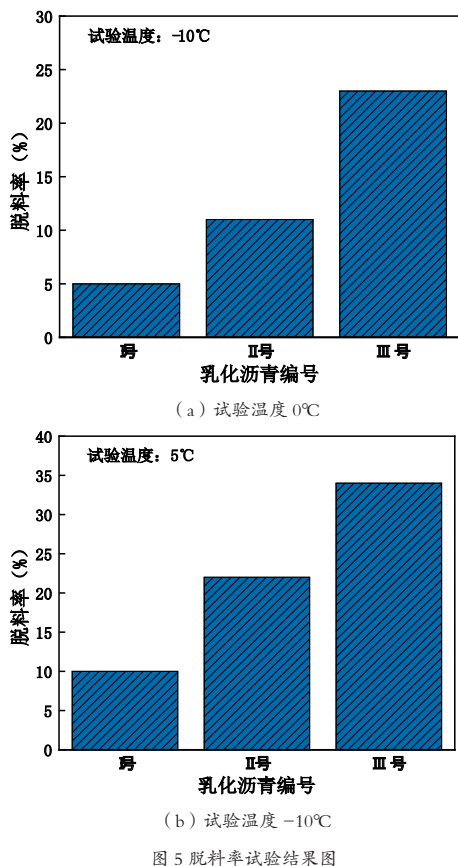


图5 脱料率试验结果图

由图5可知,随着试验温度的降低,三种乳化沥青的脱料率增大,但温度对高性能SBS改性乳化沥青的影响最小^[4]。三种沥青对集料的低温黏附性排序为:高性能SBS改性乳化沥青>SBS改性乳化沥青>乳化基质沥青,原因在于SBS的加入提高了改性乳化沥青与集料的黏附性能,可以抵挡冲击荷载的作用,有良好的集料保留能力。

3.3 剥落率试验结果分析

采用剥落率试验进一步验证采用三种乳化沥青材料所制备的试件的耐磨耗能力,考察其在剪切荷载下的黏附性能。分别测试了乳化沥青用量为1.2 kg/m²、1.5 kg/m²、1.8 kg/m²下的剥落率,测试结果如图6所示。

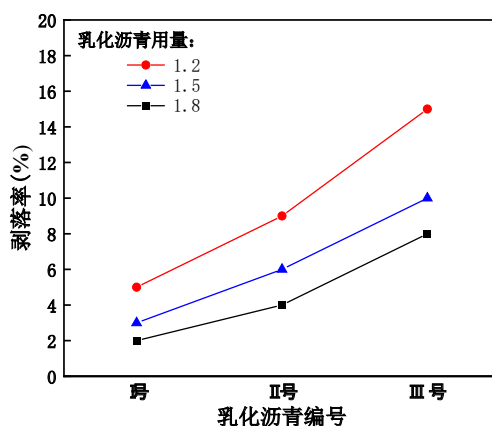


图6 剥落率试验结果图

由图6所示结果可知,随着乳化沥青用量的增加,三种乳化沥青所制备试件的剥落率均有所下降,说明随着乳化沥青用量的增加,试件的耐磨耗性能提升。在不同乳化沥青用量下,三种乳化沥青的剥落率由大到小排列均为乳化基质沥青>SBS改性乳化沥青>高性能SBS改性乳化沥青,综合分析,高性能SBS改性乳化沥青具有较优的耐磨耗性能。

4 结论

本文对高性能SBS改性乳化沥青在精细抗滑保护层中进行应用的路用性能进行了研究,采用拉拔试验、脱料率试验、剥落率试验对其路用情况进行了模拟,考察了不同外界荷载条件下乳化沥青对集料的黏附性能,并与普通SBS改性乳化沥青与乳化基质沥青进行了对比分析。结果表明,在不同试验条件下,相较于普通SBS改性乳化沥青与乳化基质沥青,高性能SBS改性乳化沥青具有最优的性能,表现出更好的路用性能。

参考文献:

- [1] 林江涛,李成利,李永振,等.基于灰色关联分析的微表处水稳定性研究[J].公路,2013,(10):204-207.
- [2] 胡锦程.改性乳化沥青在微表处预防性养护中的应用[J].工程机械与维修,2022,(06):252-254.
- [3] Decai W, Yang S, Riran W, et al. Effect of Evaporation Methods on Modified Emulsified Asphalt Residues from Rheological and Chemical Characteristics[J]. Journal of Materials in Civil Engineering, 2023,35(05).
- [4] Liu B, Liang D. Influence of SBS and SBR on the properties of emulsified asphalt[J]. Petroleum Science and Technology, 2017,35(10).