

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2023.04.059

冷铺超薄沥青罩面水稳定性能的试验研究

傅星恺

(上海缤德新材料科技有限公司, 上海市 201804)

摘要: 超薄沥青罩面在各种等级公路路面的养护工程中的应用已十分广泛,但更为环保和更为便捷的冷铺超薄沥青罩面技术的进展始终较慢。阻碍其推广的关键在于能否抵抗自身的水损坏和封住水向路面结构渗入。因此,以试验工程为依托,研究了两大关键影响因素变化下的冷铺超薄沥青罩面的水稳定性能。结果显示,取得了最佳SBS改性乳化沥青用量值即4%时,使冻融TSR值达到最大并满足路用要求。同时,当水泥用量小于1.0%时,TSR值大幅提升;超过1.0%时,厂拌冷铺超薄混合料水稳定性改善不明显。通过试验工程的回访发现,使用SBS改性乳化沥青的厂拌冷铺超薄的工程试验段性能良好,封水能力较好,很好地延缓了原路面老化和开裂。

关键词: 冷铺式;超薄沥青罩面;混合料;水稳定性

中图分类号: U414

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)04-0223-03

0 引言

近些年来,随着我国道路交通事业的高速发展,重交通和重载现象日趋严重,沥青路面的各种表面功能都衰减很快,直接影响到汽车的行驶安全和舒适性^[1]。超薄罩面随之成为对各种等级公路快速养护的最为普遍的手段之一。

超薄罩面分为热拌和冷拌两种。热拌为选用特殊改性方式的热拌沥青混合料铺筑而成,其温度较高,施工工艺复杂,工艺较为成熟^[2]。相应的,冷拌选用了基于乳化沥青体系的沥青混合料,其工艺体系与热拌截然不同。由于其生产过程无需加热,具有较高的环保效果,符合道路交通基建工程的降碳要求,因此也日益受到了工程相关方的关注。超薄罩面的核心功能是使得在荷载、降雨、湿度等外界因素作用下,抵御水从路面裂缝或其他路径进入路面结构带来的各种路面病害。因此,目前冷铺工艺中混合料的水稳定性日益成为研究人员关注的关键点,同时也成为冷铺超薄工艺推广的技术关键^[3]。本研究将以试验段配合比中关键影响因素为研究目标,采用冻融劈裂试验来评价SBS改性乳化沥青厂拌冷铺超薄混合料水稳定性^[4],研究改性乳化沥青用量和水泥用量对冷铺超薄混合料水稳定性的影响。

收稿日期: 2022-06-09

作者简介: 傅星恺(1993—),男,硕士,工程师,从事道路工程设计与道路工程材料研究工作。

1 材料与试验

1.1 结合料

本文针对冷铺超薄罩面混合料的路用性能试验研究,结合料选用上海缤德新材料科技有限公司生产的成品SBS改性乳化沥青。这种SBS改性乳化沥青采用慢裂快凝型乳化剂乳化线型6.5%掺量的SBS改性沥青而成。加工设备为胶体磨。SBS改性乳化沥青技术指标见表1。

表1 冷铺超薄罩面用6.5%掺量SBS改性乳化沥青

试验项目	检测结果	规范要求	试验方法
筛上剩余量(1.18 mm)/%	0.05	≤0.1	T 0652
电荷	阳离子正电荷	阳离子正电荷	T 0653
沥青标准粘度 C25,3/S	17.9	12~60	T 0621
蒸发残留物含量 /%	61.4	≥60	T 0651
针入度(25℃)/0.1 mm	66.5	40~100	T 0604
蒸发残留物性质	软化点(R/B)/℃	≥53	T 0606
	延度(5℃)/cm	≥20	T 0605
贮存稳定性	1 d/%	≤1	T 0655

1.2 集料

试验所用的集料类型与尺寸规格如下:玄武岩1#,10~15 mm;玄武岩2#,5~10 mm;石灰岩3#,0~5 mm;石灰岩矿粉。集料和矿粉的密度测试结果见表2。

1.3 水泥

本次研究所选用的冷铺混合料路用性能试验部分将矿粉和水泥作为添加物使用。水泥材料选用海

表2 三档集料和矿粉的密度测试结果

集料规格	相对毛体积密度	相对表观密度	吸水率 /%
玄武岩 1#(10~15 mm)	2.817 7	2.941 2	0.020 762
玄武岩 2#(5~10 mm)	2.700 2	2.961 9	0.029 883 0
石灰岩 3#(0~5 mm)	2.675 1	2.764 1	0.018 622 5
矿粉	—	2.71 2	—

螺牌普通硅酸盐水泥,型号为 P.O 42.5,技术指标见表 3。

表3 P.O 42.5 普通硅酸盐水泥

项目	P.O 42.5	
	规范标准	出厂标准
氧化镁 /%	≤5.0	≤4.0
三氧化硫 /%	≤3.0	≤3.0
烧失量 /%	≤5.0	≤4.5
比表面积 /($m^2 \cdot kg^{-1}$)	≥300	≥330
凝结时间 /min	初凝	≥45
	终凝	≤600
抗折强度 /MPa	3 d	≥3.5
	28 d	≥6.5
抗压强度 /MPa	3 d	≥17.0
	28 d	≥42.5

1.4 试验

根据路用性能的需求,所选试验针对混合料的水稳定性。冻融劈裂试验对应《公路工程沥青与沥青混合料试验规程》中 T 0729—2011 标准^[5]。

2 影响因素试验结果

2.1 沥青用量变化

选用试验段工程用 SBS 改性乳化沥青冷铺超薄混合料进行室内试验。改变乳化沥青用量,按试验规范制作两组马歇尔试件,每组 4 个平行试件,进行冻融劈裂试验,计算冻融劈裂抗拉强度比 TSR(tensile strength ratio,百分比值,无量纲)。需要指出的是,对于自身抵抗水损坏和封水而言,均是 TSR 值越大越好^[6]。结果如图 1 所示。

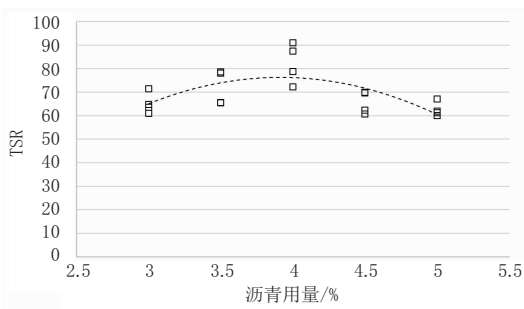


图1 TSR值随沥青用量变化图

由图 1 可以看出,随着 SBS 改性乳化沥青用量的增加,存在一个最优值使得 TSR 值最大,即水稳定性最好,过多和过少的沥青掺量都会降低冷铺超薄混合料抗水损坏的能力。例如,当改性乳化沥青用量超过 4.0%时,冻融和常温下的劈裂强度虽然有所上升,但是 TSR 明显下降。显示 SBS 改性乳化沥青过多会导致破乳后混合料的流塑性增大,在行车荷载和动水压力的作用下沥青和集料间的黏附作用减弱,从而使集料更容易从沥青表面剥落,水稳定性下降。

2.2 水泥用量变化

选用不同的水泥用量,根据标准试验规范制作两组马歇尔试件,每组 4 个平行试件。不同水泥用量的冷铺超薄罩面混合料冻融劈裂结果如图 2 所示。

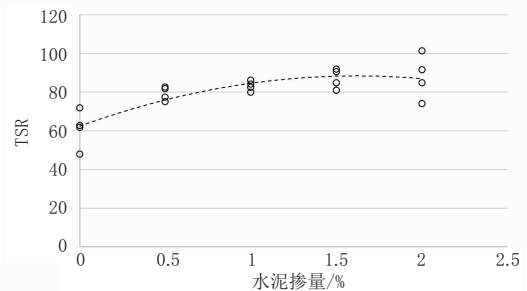


图2 TSR随水泥掺量变化图

从试验结果可以看出,水泥可以改善冷铺超薄混合料的水稳定性。当水泥掺量小于 1.0%时,TSR 值提升幅度较大;当水泥掺量大于 1.0%时,TSR 值趋于平缓。显示过多的水泥对提升冷铺超薄混合料水稳定性的意义不大,建议 SBS 改性乳化沥青冷铺超薄实际应用中水泥掺量不超过 2.0%,以 0.5%~1.5%为佳。

从材料的角度来说,加入适量水泥后,一方面,水化反应使 SBS 发生溶胀,水化产物可以作为填料在 SBS 和沥青间形成物理缠绕式的“桥连结构”,形成稳定的 SBS-水化物-沥青物理共混体系,从而提高了沥青同集料间的裹覆程度,提升了冷铺超薄混合料整体强度,降低了混合料的温度和水分敏感性^[7]。另一方面,水化反应提高了 SBS 的运动动能,使 SBS 在破乳初期可以更快地穿过沥青分子,形成相互交联的网状结构,沥青则均匀分散在大分子 SBS 网状结构中,从而保证破乳时间的稳定并提升冷铺超薄混合料的早期强度^[8-9],满足技术规范中对改性乳化沥青冷铺超薄混合料路用性能的要求。

3 试验段工程

基于试验结论,将相关技术应用在江西某高速

公路预防性养护中,铺筑完成 0.8 ~ 1 cm 的冷铺薄层,如图 3 所示。



图 3 冷铺薄层试验段展示

铺筑后进行了回访,封水效果依旧如初,为原路面抵御水损坏起到了很好的保护作用,进而延缓了原路面老化和开裂。

4 结 语

冷铺薄层对于防水抗水的要求非常高,本次研究遴选性能优异的冷拌沥青混合料,通过试验研究分析了沥青用量和水泥用量两大关键因素变化对其水稳定性的影响,并根据相关结论辅助了试验工程。结果如下:

(1)存在一个最佳 SBS 改性乳化沥青用量值使冻融 TSR 值最大。过多和过少的乳化沥青用量都会降低厂拌冷铺超薄混合料的水稳定性,本次试验段推荐为 4.0%。

(2)当水泥用量小于 1.0%时,TSR 值大幅提升;超过 1.0%时,厂拌冷铺超薄混合料水稳定性改善不明显。

(3)使用 SBS 改性乳化沥青的厂拌冷铺超薄的工程试验段性能良好,封水能力较好,很好地延缓了原路面老化和开裂。

参考文献:

- [1] 熊远凡,夏金魁,许安军,等.一种 SBS 水乳液的制备方法:湖南,CN1554700[P].2004-12-15.
- [2] 韩萍,赵队家.液体沥青改性剂的制造方法:中国,CN1618862[P].2005-05-25.
- [3] 秦健,顾旻.G60 公路拓宽改建工程沥青路面加罩补强设计[J].城市道桥与防洪,2011(9):32-36,319.
- [4] Brûlé B, Brion Y, Tanguy A. Paving asphalt polymer blends: relationships between composition, structure and properties (with discussion) [C]//Association of Asphalt Paving Technologists Proc. 1988:57.
- [5] 交通运输部公路科学研究院,交通运输部.公路工程沥青及沥青混合料试验规程[M].北京:人民交通出版社,2011.
- [6] 傅星恺.改性乳化沥青在微表处和冷再生中的应用研究[D].上海:同济大学,2018.
- [7] Cai H M, Wang T, Zhang J Y, et al. Preparation of an SBS latex - modified bitumen emulsion and performance assessment[J]. Petroleum Science and Technology, 2010, 28(10): 987-996.
- [8] 钱卫民.SBS 改性乳化沥青生产技术探讨[J].石油沥青,2005,19(3): 51-53.
- [9] 吴昉怀,杨奇竹,杨海清.新型乳化 SBS 改性沥青的研制与评价[J].中外公路,2007,27(1):159-162.

(上接第 215 页)

- 大学,2015.
- [4] 陈宝银,何山清,史会东.桩基础梁桥柔性墩纵向水平力分析[J].武汉工业学院学报,2012,31(4):69-72,85.
 - [5] 李靖森,胡达和.梁桥抗推联合作用的计算(弹模结构法)[J].重庆交通学院学报,1982(3):51-61.
 - [6] 袁伦一.连续桥面简支梁桥墩台计算实例[M].北京:人民交通出版社,1994.
 - [7] 周绍烈.梁桥墩台设计水平力的计算方法[J].西南交通大学学报,1993(5):30-36.
 - [8] 张溥洋.山区高桥墩墩顶水平位移计算分析[D].西安:长安大学,2012.
 - [9] 王伟,王磊.基于微分方程组法的柔性墩台内力计算分析[J].吉林大

- 学学报(工学版),2015,45(1):121-126.
- [10] 王伟.基于符号计算法的桥梁墩台水平力计算分析[J].市政技术,2017,35(3):56-59,71.
 - [11] 温超,李楠.桥墩顺桥向水平力分配计算[J].交通科技,2009(S1): 23-26.
 - [12] 李学有,李顺波.桥梁墩台顺桥向水平力分配计算[J].中外公路,2021,41(2):135-139.
 - [13] JTG D60—2015.公路桥涵通用设计规范[S].
 - [14] 徐光辉,赵军.支座摩阻力对长大连续梁桥上部结构的影响[C]//全国桥梁结构学术大会论文集.上海:同济大学出版社,1992:845-852.
 - [15] JTG 3363—2019.公路桥涵地基与基础设计规范[S].