

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2022.07.049

直投式改性沥青混合料的制备与性能研究

肖 军, 李 旭, 郭仪南, 胡 航, 底江天
(成都交通投资集团有限公司, 四川 成都 610000)

摘 要: 通过三维显微观测方法,研究不同直投式改性剂与集料在不同条件下的熔融效果。分别使用基质沥青和 4.5SBS 改性沥青与四种直投式改性剂进行干拌制成沥青混合料,探究进一步提升直投式改性沥青混合料性能的可能性,并通过肯塔堡飞散试验、汉堡车辙试验、冻融劈裂试验研究沥青混合料各项性能。研究表明,不同的直投式改性剂,应根据其与集料的熔融效果选用相应的干拌温度和干拌时间;基质沥青与直投式改性剂制成的混合料的抗飞散性能、高温性能和水稳定性能较基质沥青混合料有明显改善,但水稳定性能依旧没有满足规范;4.5SBS 改性沥青与四种直投式改性剂进行干拌后,混合料的各项性能均进一步提高,其中,各个混合料的水稳定性能均达到规范要求;GPJ 直投式改性剂的改性效果最为显著。

关键词: 直投式改性剂;干拌;混合料性能

中图分类号: TU535 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2022)07-0181-03

0 引 言

随着社会的发展,人们对日常交通的需求逐渐由便利变为安全和舒适。排水沥青采用大空隙的级配,所以该路面可以很好地排水、抗滑,同时也可以降低噪声,足以满足现在人们对道路交通的新要求。

随着改性沥青的应用发展,高黏改性沥青开始应用到排水沥青混合料中。但是高黏改性沥青的应用也带来一些新的问题,尤其是采用湿法工艺制备混合料中,改性沥青在工程应用之前存在易离析、热分解、老化的问题。直投式改性剂的发展解决了湿法工艺存在的问题,其应用方式为先将改性剂直接投放到集料的拌缸中,完成改性剂与集料颗粒之间的拌合,然后在拌缸中加入沥青,最终制备得到改性沥青混合料。

日本^[1]在研究排水路面时,研发了一种直投式高黏改性剂 TPS,张锐^[2]的研究表明,TPS 改性剂对沥青混合料的性能有较大提高。但是由于 TPS 改性剂的成本较高,故而国内开始自主研发了一些国产的直投式改性剂^[3],如 PRS、RST 改性剂,当采用干法制备混合料时,其高温、低温和水稳定性能较基质沥青混合料有明显改善^[4],但水稳定性能较湿法改性沥青混合料较差^[5]。

由上述可见,直投式改性沥青的研究前景非常广阔,同时有必要进行提升直投式改性沥青混合料

性能的研究。而且市场上不断的有新改性剂出现,十分有必要对不同的直投式改性剂进行甄选。

1 材料与试验

1.1 原材料

沥青选用的是埃索 70# 基质沥青,成品 SBS 改性沥青由实验室制备,直投式改性剂选用 GPE(Gel polymer modifier-E)、GPJ(Gel polymer modifier-J)、TPS、RST 四种道路常用直投式改性剂,其中 GPJ 和 GPE 为实验室自研的两种凝胶型聚合物改性剂,TPS 为城建日沥公司进口日本某型 TPS,RST 为上海浦东路桥公司产某型 RST。

混合料级配为 OGFC 级配(见表 1),集料选用玄武岩,具体各档集料通过率如表 2 所列。

表 1 混合料级配								
不同筛孔尺寸/mm	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%	100	85.5	5.9	4.3	3.8	3.4	2.5	2.3

分别采用基质沥青和 4.5SBS 改性沥青作为原样沥青与四种直投式改性剂进行干拌,在合适的拌合工艺下制成直投式改性沥青混合料,并且与基质沥青混合料、4.5SBS 改性沥青混合料及 7.5SBS 改性沥青混合料进行对比,探究进一步提升干拌沥青混合料性能的可能。

1.2 试验方法

1.2.1 三维显微观测

本文采用三维显微观测直投式改性剂的熔融效

收稿日期: 2021-10-14
作者简介: 肖军(1966—),男,学士,高级工程师,从事道路工程管理工作。

表2 不同沥青混合料

沥青	直投式改性剂	改性剂掺量	简称
基质沥青	—	—	E
	GPE	13.6%	E+E
	GPJ		E+J
	TPS		E+T
	RST		E+R
4.5SBS 改性沥青	—	—	4.5SBS
	GPE	10%	4.5+E
	GPJ		4.5+J
	TPS		4.5+T
	RST		4.5+R
7.5SBS 改性沥青	—	7.5SBS	7.5SBS

果,同时对集料表面的裹覆形态进行观察。三维显微观测主要是采用可旋转式光学显微镜,对材料多角度多方位的表面形态进行观测,其放大倍数为10~40倍。

1.2.2 肯塔堡飞散试验

根据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20—2011)进行飞散试验,采用旋转压实法成型试件,每个样品成型四个平行试件,在不加钢球的洛杉矶试验机中进行试验。

1.2.3 汉堡车辙试验

采用汉堡车辙(Hamburg Wheel Tracking, HWT)试验来评价沥青混合料的高温抗车辙性能。通过钢轮在试件上施加荷载并反复移动碾压,选择在60℃浸水条件下进行加载直至钢轮达到20 000次往返运动或者直到试件产生20 mm的车辙变形为止。指标选用总变形速率Dr。

1.2.4 冻融劈裂试验

根据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20—2011)进行冻融劈裂试验,来分析不同改性剂对混合料抗水损性能的影响。

2 试验结果与分析

2.1 不同直投式改性剂的干拌熔融性

将四种直投式改性剂分别与集料进行室内拌和。利用三维显微设备对不同温度(160℃、180℃和200℃中的两种)、不同干拌时间(0 s、90 s、180 s和270 s)下的集料进行观测研究,对比分析不同改性剂与集料的干拌熔融状态,以此来确定相应直投式改性沥青混合料的制备条件。

2.1.1 GPE 改性剂

从图1中可以看出,改性剂在与集料拌合过程

中融化,并在集料表面形成一层薄膜。160℃下拌合时,随着拌合时间的不断增加,薄膜面积增大,直到270 s时颗粒表面基本形成完成的包裹颗粒的薄膜。而当在180℃下拌合时,集料颗粒表面在90 s即被改性剂包裹,在拌合180 s时,两个颗粒间薄膜相互交融连接,改性剂基本完全包裹颗粒且分布均匀,因此,推荐GPE直投式改性剂与集料室内试验干拌温度为180℃,拌合时间为180 s。

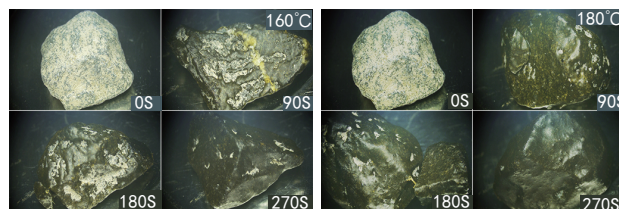


图1 GPE与集料拌合熔融状态

2.1.2 GPJ 改性剂

从图2中可以看出,GPJ改性剂融化后在集料颗粒表面形成鲜亮的薄膜。在180℃下拌合180 s时集料颗粒表面形成完整的薄膜,且改性剂融化后分散均匀,颗粒间无改性剂成团现象。故推荐GPJ改性剂干拌工艺为180℃下拌合180 s。

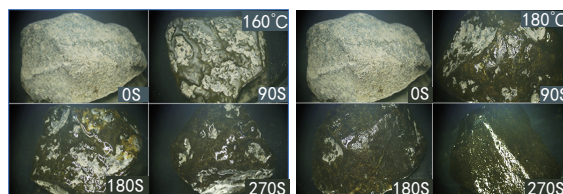


图2 GPJ与集料拌合熔融状态

2.1.3 TPS 改性剂

从图3中可以看出,TPS改性剂在180℃条件下拌合时融化效果不明显,提高拌合温度至200℃时,改性剂融化加快,搅拌试件为270 s时,集料表面薄膜明显且完整。故推荐TPS改性剂在室内与集料拌合工艺为200℃下拌合270 s。

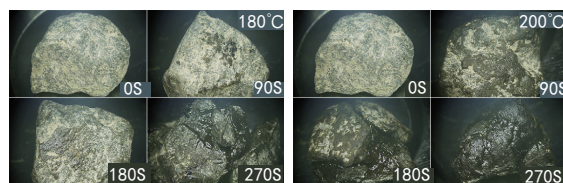


图3 TPS与集料拌合熔融状态

2.1.4 RST 改性剂

从图4中可以看出,RST在180℃下与集料拌合效果不佳。当拌合温度提高到200℃时,RST改性剂融化效果得到改善,集料颗粒表面出现薄膜,在拌合180 s时,融化效果较好,颗粒间薄膜相互交融连接。故推荐,RST在室内试验拌合工艺为200℃下拌合180 s。

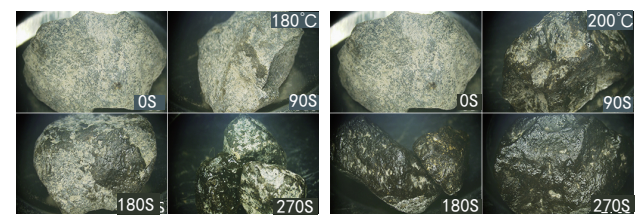


图 4 RST 与集料拌合熔融状态

根据上述试验结果,针对不同的直投式改性剂,采用相对的试验条件制备沥青混合料。

2.2 肯塔堡飞散试验

从图 5 中可以看出,四种直投式改性剂与基质沥青干拌后,沥青混合料的飞散损失率均明显降低,即抗飞散性能均得到提高;四种直投式改性剂与 4.5SBS 改性沥青干拌,混合料的飞散损失率进一步下降,说明采用 4.5SBS 改性沥青与直投式改性剂进行干拌后混合料的抗飞散性能更好,其中 4.5+GPE 和 4.5+GPJ 的抗飞散性能最为优越,优于 7.5SBS 改性沥青混合料。

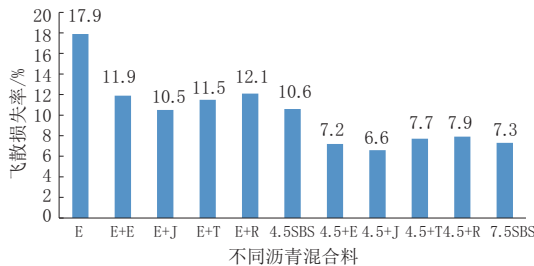


图 5 肯塔堡飞散试验结果

2.3 汉堡车辙试验

从图 6 中可以看出,基质沥青混合料的总变形速率为 22 mm/h,添加四种直投式改性剂后,沥青混合料的抗车辙性能均明显改善;在 4.5SBS 基础上改性后,总变形速率继续减小,即高温抗车辙性能整体好于用基质沥青干拌,此结论与飞散试验结果相同;4.5+GPJ、4.5+RST 和 4.5+TPS 高温性能最为优越,与 7.5SBS 改性沥青相当。

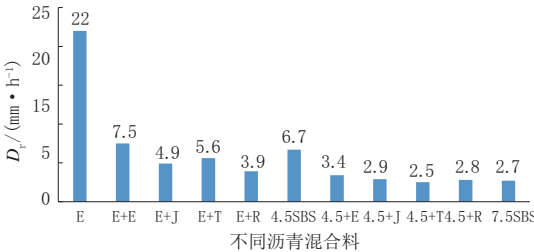


图 6 汉堡车辙试验结果

2.4 冻融劈裂试验结果

从图 7 中可以看出,虽然较基质沥青混合料来说,四种直投式改性剂与基质沥青干拌后的 TSR 明显提高,但是依旧没有达到 80%,而且原样劈裂强度和冻融后劈裂强度几乎没有提高,说明此时混合料

水稳定性能依旧较差;四种直投式改性剂与 4.5SBS 改性沥青干拌后,混合料的劈裂强度和 TSR 较 4.5SBS 改性沥青混合料来说均明显提高,且均达到规范要求,其中水稳定性能最为优越的时 4.5SBS+GPJ 混合料,从 TSR 和劈裂强度指标看,优于 7.5SBS 改性沥青混合料。

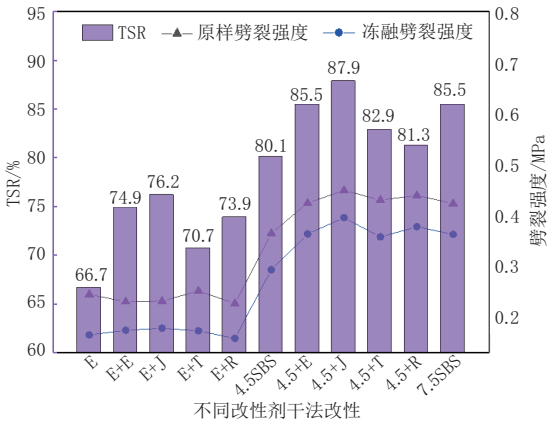


图 7 冻融劈裂试验结果

3 结 语

(1)当使用不同的直投式改性剂制备沥青混合料时,应根据改性剂与集料的熔融效果采用相应的制备条件:GPE 改性剂应采用的干拌温度、干拌时间为 180℃、180 s;GPJ 改性剂为 180℃、180 s;TPS 改性剂为 200℃、270 s,RST 改性剂为 200℃、180 s。

(2)四种直投式改性剂与基质沥青干拌制成沥青混合料后,其抗飞散性能、高温性能和水稳定性能较基质沥青混合料明显改善,其中水稳定性能虽有提高,但均未达到规范要求,略差于 4.5SBS 改性沥青混合料。

(3)当采用 4.5SBS 改性沥青与直投式改性剂进行干拌后,混合料的各项性能较与基质沥青干拌均得到进一步提高,其中水稳定性能均达到规范要求,从抗飞散性能、高温性能和水稳定性能综合比较,GPJ+ 4.5SBS 改性沥青混合料性能最好,甚至优于 7.5SBS 改性沥青混合料。

参考文献:

[1] Japan Road Association.Manual of pavement design and construction [M].Tokyo: Wan Shan Kabushiki Kaisha,2006: 98-113.
[2] 张锐,黄晓明,侯曙光.新型沥青添加剂 TPS 的性能[J].交通运输工程学报,2006,6(4):36-40.
[3] 黄卫东,卢文银,吕泉,等.直投式高黏颗粒在沥青混合料中的应用研究[J].交通科技,2020(5):126-129+135.
[4] 李交,闫国杰,赫振华,等.直投式沥青改性方案及其节能效果分析[J].城市道桥与防洪,2010(12):152-155+14-15.
[5] 徐宁.《湿法和干法 SBS 改性沥青混合料录用性能及改性机理对比演技》[D].西安:长安大学,2016.