

高掺量 RAP 厂拌热再生 AC-13 沥青混合料路用性能研究

翁士晓¹, 王火明², 徐周聪², 杨德胜³

(1.浙江温州甬台温高速公路有限公司, 浙江 温州 32500; 2.招商局重庆交通科研设计院有限公司, 重庆市 400067; 3.重庆市智翔铺道技术工程有限公司, 重庆市 400000)

摘 要: 基于室内试验对再生沥青混合料的拌和工艺进行研究,确定大掺量 RAP 厂拌热再生沥青混合料的施工温度与拌和时间;采用马歇尔方法对再生沥青混合料进行配合比设计,并测试再生沥青混合料的路用性能。结果显示:延长拌和时间和提高拌和温度可以有效降低花白料现象,推荐 SBS 再生沥青混合料的拌和时间为 180s,新料加热温度为 220℃;随着 RAP 掺量的增加,再生沥青混合料的高温性能不断提高,低温性能和水稳定性降低。根据我国自然区划推荐 RAP 掺量为:冬严寒区 RAP 的掺量不宜超过 40%;冬温区不宜超过 60%。

关键词: RAP; 厂拌热再生; 拌和工艺; 路用性能

中图分类号: U414

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2020)12-0169-03

0 引 言

目前,厂拌热再生旧料掺量的最佳范围一般为 10%~30%,掺量为 30% 以上则为高掺量^[1,2]。对于高掺量 RAP 再生沥青混合料设计和施工等方面国内缺乏相应的基础理论依据和工程实践经验^[3]。为此,有必要在借鉴国内外成熟经验基础上^[4-6],结合我国情况开展高掺量 RAP 沥青路面厂拌再生技术研究工作,为提高 RAP 利用率的沥青路面再生的工程应用和推广提供技术支持。

本文通过室内拌和实验分析 RAP、集料、沥青在不同拌和温度和拌和时间条件下的出料温度以及沥青裹覆集料的程度,确定大掺量沥青混合料的生产工艺参数(拌和温度、拌和时间);基于再生沥青混合料最佳生产工艺,采用马歇尔试验对 40%、60%、80%RAP 掺量的再生沥青混合料进行配合比试验,并对沥青混合料的高温性能、低温性能、水稳定性进行测试,为施工提供数据参考及理论依据。

1 试验部分

1.1 试验材料

本文选择的 RAP 为重庆市大坪隧道上面层施工铣刨旧料,其混合料类型为 AC-13,RAP 矿料及回收沥青性能指标见表 1、表 2。

收稿日期: 2020-05-26

作者简介: 翁士晓(1962—),男,学士,工程师,从事高速公路养护设计与施工管理工作。

表 1 旧料密度及物理力学指标

项目	试验指标	技术要求	试验方法
石料压碎值 /%	11.2	≤26	T 0316
洛杉矶磨耗损失 /%	10.3	≤28	T 0317
表观相对密度 /g/cm ³	0~5 mm	2.652	≥2.6 T 0304
	5~10 mm	2.690	
	10~15 mm	2.776	

表 2 回收沥青性能指标

试验项目	试验指标	技术要求	试验方法
针入度 /0.1 mm	58.7	60~80	T 0604
软化点 /℃	60.4	≥45	T 0606
5℃延度 /cm	7.1	—	T 0605

新沥青采用 SBS 改性沥青,SBS 掺量为 5%,其性能指标见表 3。集料采用石灰岩,矿粉为石灰岩矿粉,按照 RAP 掺量为 40%、60%、80%设计合成,见图 1。

表 3 SBS 改性沥青指标

试验项目	试验指标	技术要求	试验方法
针入度 /0.1 mm	48.4	30~60	T 0604
软化点 /℃	69.2	≥60	T 0606
5℃延度 /cm	27	≥20	T 0605
TFOT 质量变化 /%	0.02	-1.0~+1.0	T 0610
TFOT 针入度比 /%	86	≥70	T 0604

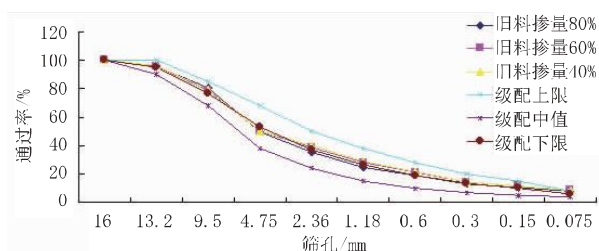


图1 再生沥青混合料合成级配

1.2 试验

1.2.1 再生沥青混合料生产工艺确定

(1) 拌和顺序

本文按照双滚筒生产工艺对 RAP、沥青、集料进行单独加热,模拟再生沥青混合料的材料添加顺序见图2。

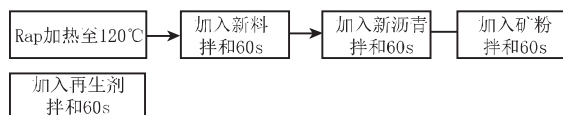


图2 再生沥青混合料拌和顺序

(2) 拌和温度

参照现行规范和相关试验规程,拌和温度确定为 185℃,其中旧料加热温度为 120℃,新料加热温度分别为 185℃、200℃、220℃,经 180s 拌和后测定其混合料的出来温度,确定最佳的新料加热温度,试验结果见表4。

表4 不同新料加热温度对沥青混合料出料温度的影响

新料温度 /℃	旧料温度 /℃	旧料掺量 /%	出料温度 /℃
185	120	40	178
185	120	60	175
185	120	80	172
200	120	40	180
200	120	60	180
200	120	80	175
220	120	40	185
220	120	60	182
220	120	80	180

当新料加热温度一定时,出料温度随着旧料掺量的增加而降低,分析其原因为旧料加热温度为 120℃,旧料掺量的增加势必会导致出料温度的降低。参考公路沥青路面施工规范,聚合物改性沥青混合料的出料温度分别为 170℃~185℃,根据上述试验结果,当采用 SBS 改性沥青时,新料的加热温度 200℃~220℃为宜。

(3) 拌和时间

高掺量厂拌热再生混合料的拌和过程中由于 RAP 的老化沥青不能完全剥离,从而导致掺入适

量沥青拌和后粗集料表面出现花白料的现象,为误认为新加沥青不足,从而致使混合料的最佳油石比偏大,会对混合料的后期性能产生影响,如泛油、车辙。因此,本文从延长拌和时间入手,设置如下拌和工艺:

I 号试样:拌和时间为 180s,新料加热温度为 200℃。

II 号试样:拌和时间为 360s,新料加热温度为 200℃。

III 号试样:拌和时间为 180s,新料加热温度为 220℃。

拌和实验结果见图3, I 号试样粗集料表面出现一定程度的花白料,分析其原因是 RAP 表面的老化沥青在短时间内并不能完全剥离,导致粗集料不能完全被裹覆。II、III 号试样粗集料表面基本不出现花白料,说明老化沥青能够和粗集料完全裹覆,延长拌和时间和提高拌和温度均能够解决高掺量厂拌热再生沥青混合料出现花白料的问题。综合考虑生产效率与能耗,确定拌和时间为 180s,新料加热温度为 220℃。

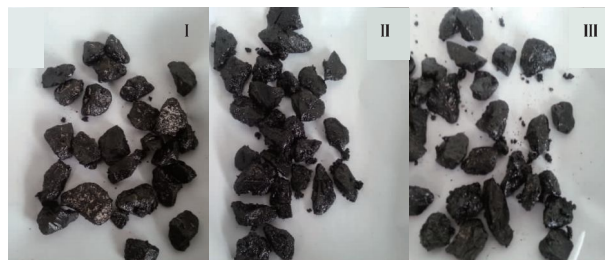


图3 不同拌和方式对沥青混合料的影响

1.2.2 再生沥青混合料性能研究

按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052-2009)的试验方法,对不同旧料掺量的再生沥青混合料的高温性能、低温性能、水稳定性和抗疲劳特性进行试验。

2 实验结果及讨论

2.1 高温性能

对 RAP 掺量为 0%、40%、60%和 80%的再生沥青混合料分别进行车辙试验,具体结果见表5。

表5 AC-13 车辙试验

RAP 掺量 /%	0	40	60	80
动稳定度 / (次·mm ⁻¹)	2 810	3 254.5	4 165.3	5 342.3

热再生沥青混合料的抗车辙性能随着旧料掺量的增加而增加,当旧料掺量为 80%时,抗车辙性能最佳,动稳定度提高 90%。分析其原因为随着旧料掺量的增加,混合料中的老化沥青含量也随之

增加,沥青中的胶质和沥青质含量增大,致使再生后的胶结料变硬,劲度增大,从而相应的沥青混合料抗高温变形能力增强。因而,再生沥青混合料的抗车辙性能优于新沥青混合料。

2.2 低温性能

日前可借鉴评价再生沥青混合料的低温抗裂性能试验方法主要有:间接拉伸试验、直接拉伸试验、蠕变试验、受限试件的温度应力试验、切小梁试件的弯曲试验、应力松弛试验等。本文通过对再生沥青混合料小梁弯曲试验来评价其低温性能,试验结果见表 6。

表 6 AC-13 低温小梁试验结果

RAP 掺量 /%	0	40	60	80
最大弯拉应变 /με	3 673	3 216	2 137	1 974

分析表 6 的试验结果可知,厂拌热再生沥青混合料的低温抗裂性随着 RAP 掺量的增加而降低。分析其原因是:随着 RAP 掺量的增加,胶结料中的老化沥青含量也随之增加,较新沥青而言,再生后的沥青芳香分减少,沥青质和胶质增加,导致沥青变脆,延度降低,进而相应的沥青混合料低温抗裂性也随之降低。RAP 掺量 60%时,低温抗裂性已无法满足现行规范对冬严寒区的要求,掺量 80%时,低温抗裂性无法满足冬温区的要求,因此在冬严寒区,RAP 的掺量不宜超过 40%,冬温区不宜超过 60%

2.3 水稳定性

水损害是再生沥青混合料常见的早期病害,本文采用冻融劈裂试验对 40%、60%、80%RAP 掺量的再生沥青混合料水稳定性进行测试,结果见表 7。

表 7 AC-13 冻融劈裂试验结果

RAP 掺量 /%	0	40	60	80
TSR/%	92.31	87.03	85.26	79.22

厂拌热再生沥青混合料的水稳定性随着 RAP 掺量的增加而降低,分析其原因主要是:随着旧料掺量的增多,混合后的胶结料的粘附性能也随之降低,混合料的水稳性呈现下降趋势。在拌和过程中,一部分老化沥青从旧料表面剥离并粘附到新料表面,因此新旧集料表面都会存在一个由于新旧沥青共混而形成的界面,在这个界面上由于新

旧沥青不能充分相溶,界面间粘结力比骨料与沥青间的粘附力小,因此水分子极易进入界面使新旧沥青剥落,形成水损害。同时,再生沥青混合料中含有旧料难免会存在泥土灰尘,这也在一定程度上影响了沥青与石料的黏附,致使再生沥青混合料抗水损害性能降低。

3 结 论

(1)再生沥青混合料的拌和温度与拌和时间是影响沥青混合料的拌和效果的直接因素,通过延长拌和时间和提高拌和温度可以有效降低花白料现象,推荐 SBS 再生沥青混合料的拌和时间为 180 s,新料加热温度为 220℃。

(2)RAP 掺量对沥青混合料的路用性能有重要影响,随着 RAP 掺量的增加,再生沥青混合料的高温性能不断提高,低温性能降低。根据我国自然区划推荐 RAP 掺量为:冬严寒区 RAP 的掺量不宜超过 40%;冬温区不宜超过 60%。

(3)再生沥青混合料的水稳定性随 RAP 掺量增大而降低,其原因是旧沥青在拌和过程中无法完全再生沥青,部分沥青在旧集料表面吸附、渗透形成的结构沥青膜与新沥青不能充分相容,粘附性低于沥青与集料形成的粘附结构,导致再生沥青混合料水稳定性降低。

参考文献:

[1] 左锋,叶奋,宋卿卿.RAP 掺量对再生沥青混合料路用性能影响[J/OL]. 吉林大学学报(工学版):1-8[2020-05-25].https://doi.org/10.13229/j.cnki.jdxbgxb20191166.

[2] 张琛,张翔.低温地区橡胶热再生沥青混合料的参数优化及其工作性[J].公路工程,2020,45(1):67-73.

[3] 单珂,李丹丹,李强,等.公路旧沥青路面材料热再生技术及机理研究[J].功能材料,2019,50(10):10110-10114.

[4] 程英伟,宋崇惠,彭蕾.温拌再生沥青混合料的拌和成型工艺研究[J].公路,2019,64(7):41-45.

[5] 李正中,田克,柴东然,等.不同热再生拌和工艺对混合料再生效果的影响研究[J].中外公路,2019,39(2):227-231.

[6] 雷勇,汪海年,尤占平,等.拌和次序对热再生沥青混合料压实特性的影响[J].武汉大学学报(工学版),2019,52(4):317-323,330.

[7] 王雪莲,胡林,黄晓明.沥青路面厂拌热再生工艺关键技术研究[J].中外公路,2019,39(1):210-214.

[8] 王明刚,孙静.再生沥青混合料路用性能研究[J].中外公路,2019,39(1):270-274.

[9] 汪小东.厂拌热再生沥青路面应用研究[J].公路,2018,63(12):274-277.

[10] 何兆益,陈龙,陈先勇,等.厂拌热再生沥青混合料力学性能及应用研究[J].建筑材料学报,2016,19(5):871-875,914.