

钢渣 SAC-10 沥青混合料路用性能研究

牟存玉¹, 凌天清², 陆亚³, 王雅婷⁴

(1.重庆交通大学 材料科学与工程学院, 重庆市 400074; 2.重庆交通大学 建筑与城市规划学院;
3.重庆交通大学 土木工程学院; 4.中交第二公路勘察设计研究院有限公司)

摘要: 钢渣集料具有表面粗糙、强度高、耐磨和耐久性好等特性, 针对用于沥青路面超薄磨耗层的 SAC-10 沥青混合料, 采用钢渣每档等比例替换天然集料的方式进行配合比设计。以沥青混合料高温性能为基准, 确定钢渣的最佳等比例替换天然集料掺量, 并对钢渣 SAC-10 沥青混合料的低温抗裂性、水稳定性等其他路用性能进行研究。结果表明: 掺入钢渣对于 SAC-10 沥青混合料高温性能的提高有显著影响, 且当钢渣每档等比例替换掺量为 60% 时, SAC-10 沥青混合料的高温抗永久变形能力最好, 同时具有良好的低温抗裂性、水稳定性、体积稳定性及抗滑性能。

关键词: SAC-10 沥青混合料; 钢渣; 最佳钢渣掺量; 路用性能

近年来, 随着人们环保意识越来越强, 如何实现钢渣等工业废渣的二次利用已经成为国内外研究的重点。大量研究表明: 将钢渣应用于沥青混合料中部分或全部替代天然集料是可行的。用于沥青路面面层作为磨耗层的 SAC-10 沥青混合料, 不仅起到路面抗滑与抗磨耗的作用, 而且受自然环境因素影响较大, 因此对沥青混合料各项路用性能技术指标要求较高。钢渣作为工业废渣, 若处理不当将会污染环境且不利于资源的有效利用。但由于其良好的材料特性, 可作为集料用于沥青混合料中, 用适当级配的钢渣等比例替换 SAC-10 沥青混合料中的集料, 能够改进 SAC-10 沥青混合料各项路用性能, 与此同时, 也能够实现资源的循环利用。

该文首先运用标准马歇尔试验研究方法, 获得 SAC-10 沥青混合料在不同钢渣等比例替换掺量下的最佳沥青用量。再通过车辙试验确定出钢渣的最佳掺量, 最后采用间接拉伸试验以及浸水马歇尔试验等室内试验, 对其余各项路用性能指标进行较为系统的研究, 并对各项试验结果加以分析, 以便更好地指导钢渣代替天然集料在 SAC-10 沥青混合料中的推广应用。

1 试验材料及技术指标

1.1 钢渣矿物组成及化学组分

试验采用重庆钢铁(集团)有限责任公司(简称“重钢”)转炉钢渣, 化学组分及含量见表 1。

表 1 钢渣的化学组分及含量 %

SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	MnO	P ₂ O ₅	f-CaO
8.33	36.73	14.22	20.38	1.52	0.26	2.13	2.01	0.61

由常用碱度计算公式, 计算得到该文采用的重钢钢渣碱度值为 3.55, 属于高碱度渣(>2.5 为高碱度渣)。具有强碱性的钢渣集料能够与具有弱酸性的沥青发生化学反应, 使得集料与胶结料的黏结力变大, 钢渣沥青混合料的力学强度随之增大。

1.2 钢渣体积稳定性

高碱度钢渣组分中存有不稳定状态的游离氧化钙, 这种不稳定成分遇水时会发生水解, 造成钢渣表现

体积变大。为了避免因钢渣体积膨胀造成沥青混合料的黏结失效甚至发生强度破坏, 对试验采用的重钢钢渣进行膨胀性检测, 观察重钢钢渣经过 10 d 浸水处理后膨胀率变化情况, 观测结果见表 2。

由表 2 可知: 3 种样品的 10 d 浸水膨胀率均值为 1.25%。满足 YB/T 4184-2009《钢渣混合料路面基层施工技术规范》规定的路用钢渣浸水过后的膨胀率小于等于 2.0% 的要求。

收稿日期: 2018-04-12

作者简介: 牟存玉, 男, 硕士研究生, E-mail: cunyu19910312@163.com

表 2 钢渣 10 d 膨胀变化情况

样品 编号	初始值/ mm	不同浸泡时间(d)的膨胀量/mm										膨胀率/ %
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	0.33	0.56	0.70	0.92	1.02	1.02	1.07	1.10	1.11	1.14	0.95
2	0	0.32	0.55	0.84	0.97	1.21	1.21	1.27	1.36	1.42	1.47	1.23
3	2	2.19	2.68	2.89	3.11	3.28	3.45	3.52	3.66	3.79	3.88	1.57

1.3 钢渣的物理力学特性

通过不同试验方法测定钢渣物理力学指标,并与 JTG F40—2004《沥青路面施工技术规范》对各种用于集料的路面材料技术标准进行比较,结果见表 3。

由表 3 可知:除吸水率不满足规定标准值外,其余各项力学技术指标都满足 JTG F40—2004《沥青路面施工技术规范》要求。分析钢渣吸水率偏大的原因,很大程度上是由于其表面粗糙多孔的构造特征。这种多

孔结构对水的物理吸附作用增强,导致钢渣吸水率偏大。导致在进行混合料的配合比设计时,沥青胶结料用量增多,但对于混合料路用性能的影响并不十分显著。

1.4 钢渣的筛分结果

为了保证回收重钢钢渣用于沥青混合料集料的可行性,根据 JTG E42—2005《公路工程集料试验规程》T0302—2005 粗集料及集料混合料的筛分试验方法对重钢钢渣进行筛分,结果见表 4。

表 3 钢渣物理力学性能指标

项目	压碎值/ %	洛杉矶磨 耗值/%	吸水率/ %	黏附性 等级/级	针片状颗粒 含量/%	软石含 量/%
实测值	19.84	23.4	>5	5	6.3	0.75
标准值	≤26	≤28	≤2.0	5	≤15	≤1

表 4 重钢钢渣筛分结果

筛孔尺寸/ mm	通过百分 率/%	筛孔尺寸/ mm	通过百分 率/%
31.5	97.2	2.36	37.5
26.5	96.4	1.18	33.6
19	90.5	0.6	25.8
16	87.6	0.3	19.2
13.2	81.4	0.15	14.3
9.5	72.5	0.075	6.6
4.75	56.2	<0.075	0

由表 4 可以看出:重钢钢渣的大粒径颗粒的含量较少,粒径主要分布在 0.3~13.2 mm 之间,这为钢渣等比例替换 SAC—10 沥青混合料中的各档集料提供了良好的条件。

1.5 其他材料

胶结料选用 SBS 改性沥青,粗集料选用玄武岩,细集料选用石灰岩石屑,填料选用石灰岩矿粉,材料的技术指标测试结果见表 5~8。

表 5 SBS 改性沥青技术指标测定结果

技术指标		单位	试验结果	技术要求	试验方法
旋转薄膜 加热试验	针入度(25℃,100 g,5 s)	0.1 mm	76	60~80	T0604
	针入度指数 PI		0.3	≥ -0.4	
	延度(5℃,5 cm/min)	cm	32.5	≥ 30	T0605
	软化点($T_{R\&B}$)	℃	62.2	≥ 55	T0606
	135℃动力黏度	Pa·s	1.3	≤ 3	T0620
	弹性恢复(25℃)	%	92	≥ 65	T0662
	质量变化	%	0.12	$\leq \pm 1.0$	T0610
	针入度比(25℃)	%	68	≥ 60	T0604
	延度(5℃)	cm	24	≥ 20	T0605

表 6 粗集料技术指标测定结果

技术指标	单位	9.5~13.2 mm		4.75~9.5 mm		2.36~4.75 mm	
		规范值	实测值	规范值	实测值	规范值	实测值
表观相对密度		≥2.6	2.970	≥2.6	2.975	≥2.6	2.945
石料压碎值	%	≤20	11.2	≤20	—	≤20	—
洛杉矶磨耗损失	%	≤28	14.3	≤28	14.9	≤28	15.4
对沥青的黏附性	级	5	5	—	—	—	—
吸水率	%	≤2.0	0.75	≤2.0	1.23	≤2.0	1.38
针片状颗粒含量	%	≤15	7.0	≤18	7.5	≤18	8.2
软石含量	%	≤1	0	≤1	0	≤1	0

表 7 细集料技术指标测定结果

粒径/ mm	表观相对密度		坚固性/%		砂当量/%	
	规范值	实测值	规范值	实测值	规范值	实测值
1.18~2.36	≥2.5	2.735	≥12	16	≥60	79.8
0.6~1.18	≥2.5	2.705	≥12	18	≥60	78.6
0.3~0.6	≥2.5	2.685	≥12	18	≥60	76.2
0.15~0.3	≥2.5	2.695	—	—	≥60	74.1
0.075~0.15	≥2.5	2.525	—	—	≥60	72.5

表 8 石灰岩矿粉技术指标测定结果

项目	单位	规范值	实测值	试验方法
表观密度	t/m ³	≥2.50	2.687	T0352
含水量	%	≤1	0.43	T0103 烘干法
	<0.6 mm	%	100	
粒度范围	<0.15 mm	%	90~100	T0351
	<0.075 mm	%	75~100	
外观		无团粒结块	无团粒结块	—
亲水系数		<1	0.6	T0353
塑性指数		<4	2.2	T0354

2 钢渣沥青混合料配合比设计

2.1 级配设计

采用文献[6]中提出的多碎石沥青混凝土 SAC 系列标准对 SAC-10 沥青混合料的推荐级配,级配值见表 9。

2.2 最佳油石比确定

按照级配设计结果的矿料级配进行配料,将玄武岩、石灰岩按照级配设计值以及不同钢渣掺量值进行称量,分别取不同油石比的 SBS 改性沥青胶结料,并按照 JTG F-2004《公路沥青路面施工技术规范实施

手册》标准制备标准马歇尔试件,确定最佳油石比。试验结果见表 10。

表 9 SAC-10 沥青混合料级配设计值

筛孔尺寸/ mm	通过百分 率/%	筛孔尺寸/ mm	通过百分 率/%
13.2	100	0.6	16.0
9.5	97.5	0.3	13.0
4.75	30.0	0.15	10.0
2.36	24.0	0.075	8.0
1.18	19.0		

由表 10 可知:随着钢渣等比例替换掺量的不断增

表 10 SAC-10 沥青混合料油石比试验结果

钢渣掺量/%	油石比	a_1	a_2	a_3	a_4	OAC_1	OAC_2	OAC
0	5.0/5.5/6.0/6.5/7.0	4.54	4.71	5.19	4.41	4.71	4.83	4.80
20	4.5/5.0/5.5/6.0/6.5	5.36	5.04	5.40	4.84	5.16	5.15	5.16
40	4.5/5.0/5.5/6.0/6.5	5.03	5.63	6.44	5.33	5.61	5.37	5.49
60	5.0/5.5/6.0/6.5/7.0	5.95	5.97	6.66	5.77	6.09	6.15	6.12
80	5.5/6.0/6.5/7.0/7.5	6.21	6.33	6.74	5.91	6.30	6.31	6.30
100	6.0/6.5/7.0/7.5/8.0	6.61	7.02	6.85	6.35	6.71	6.68	6.69

注： a_1 为视密度最大值的油石比； a_2 为稳定度最大值的油石比； a_3 为规范建议空隙率范围中值的油石比； a_4 为沥青饱和度范围中值的油石比； OAC_1 为由 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 确定的沥青用量； OAC_2 为由沥青混合料技术标准规定的 OAC_{min} 及 OAC_{max} 确定的沥青用量； OAC 为由 OAC_1 及 OAC_2 确定的最佳沥青用量。

多,钢渣 SAC-10 沥青混合料的油石比含量持续增大,分析造成这种趋势的原因,主要是钢渣表面粗糙而且多孔的结构造成的。钢渣掺量越多,集料的总体表观密度越大,矿料间隙率也随之增大,需要的沥青用量也就越多,最终造成混合料的油石比增大。

2.3 钢渣 SAC-10 沥青混合料吸水率试验

钢渣集料的吸水率较大,在测定最佳油石比的基础上,根据 JTG E20-2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》T0705-2011 压实沥青混合料密度试验(表干法),测定等比例替换天然集料不同钢渣掺量下,SAC-10 沥青混合料最佳油石比成型马歇尔试件的吸水率,试验结果见表 11。

表 11 钢渣 SAC-10 沥青混合料吸水率试验结果

钢渣掺量/%	吸水率 S_a /%	钢渣掺量/%	吸水率 S_a /%
0	0.4	60	0.9
20	0.6	80	1.0
40	0.7	100	1.3

由表 11 可知:随着钢渣掺量的增加,SAC-10 沥青混合料的吸水率呈现出持续增大的趋势,钢渣掺量为 100%时相比于未掺加钢渣时的 SAC-10 沥青混合料的吸水率增加了 0.9%,虽然钢渣的吸水率较大,但由于沥青对于钢渣集料的裹附作用,钢渣沥青混合料的吸水率受钢渣掺量的影响并不显著。

3 混合料路用性能研究

3.1 高温稳定性

相比于马歇尔试验,车辙试验能够更加全面地考虑到沥青混合料在高温条件下发生变形的力学环境,能够比较真实地反映沥青路面的实际荷载作用情况。

因此,运用车辙试验的方法检测沥青混合料的高温性能结果会更加可靠。对于 SAC-10 沥青混合料,按照每档集料的等比例替换方式,将钢渣掺量从 0%以 20%等间距加到 100%,采用表 10 中的最佳油石比称取各档集料和 SBS 沥青胶结料的质量并制成标准车辙板试件,以动稳定度(DS)作为评价指标进行车辙试验,最终结果见图 1。

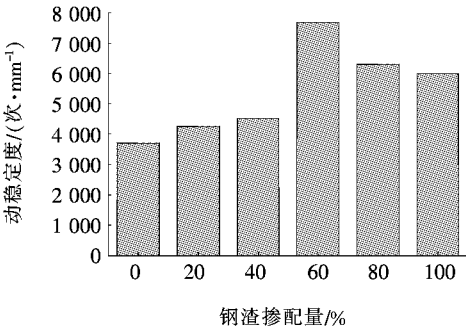


图 1 SAC-10 沥青混合料动稳定度试验结果

由图 1 可以看出:随着钢渣等比例替换掺量的增加,SAC-10 沥青混合料的动稳定度值表现为先上升后下降的走势,当钢渣等比例替换掺量为 60%时,动稳定度值高达 7 700 次/mm,相对于未替换集料时的动稳定度值 3 706 次/mm 增加了 1 倍多,说明钢渣的掺入在很大程度上改善了 SAC-10 沥青混合料的高温性能,但钢渣掺量与混合料的高温性能变优不成正比。对于 SAC-10 沥青混合料来说,高温性能最好时钢渣的最佳掺入量为每档等比例替换 60%。

钢渣作为集料明显地改善了 SAC-10 沥青混合料的高温性能,分析其主要原因如下:① 具有弱酸性的沥青与碱度较高的重钢渣,产生一系列化学耦合作用,使得 SAC-10 沥青混合料的力学性能变好,进而使得沥青路面经受高温变形的能力变大;② 重钢渣表面粗糙且为多孔结构,孔的吸附作用使得集料表

面有效沥青的物理吸附力增大,路面在高温季节条件下的泛油几率减小,延缓了行车作用下路面产生较大车辙变形的时间,最终使得沥青路面的整体寿命周期加以延长。

3.2 低温抗裂性

通常沥青路面的抗拉强度受不利季节条件下低温

环境的影响较大,温度过低造成路面温缩裂缝是沥青混合料常见的病害之一。该文选用间接拉伸试验对钢渣代替天然集料每档等比例掺量分别为 0%和 60%时的 SAC-10 沥青混合料低温抗裂性能进行试验对比分析,施加荷载速度为 50 mm/min,最终试验结果见表 12。

表 12 劈裂抗拉强度试验结果

温度/ ℃	劈裂抗拉强度/MPa		试件破坏时拉伸应变/($\times 10^{-3}$)		劲度模量/MPa	
	0%	60%	0%	60%	0%	60%
10	3.135	3.203	3.014	3.012	1 838	1 830
-10	3.328	3.475	3.116	3.137	1 965	1 906
-15	2.432	2.648	5.101	4.983	986	914

由表 12 可知:钢渣 SAC-10 沥青混合料的劈裂强度和劲度模量随着温度的下降表现为先增加后减少的趋势,破坏拉伸应变持续增大。钢渣每档等比例代替掺量分别为 0%和 60%时,对于低温抗裂性能没有太大差别,掺入钢渣后的劲度模量略有减小,说明钢渣对 SAC-10 沥青混合料低温路用性能技术指标并无不利影响,且在很大程度上对混合料的低温性能有所改善。

3.3 水稳定性

3.3.1 浸水马歇尔试验

浸水马歇尔试验可用来检测 SAC-10 沥青混合料在水的作用之后,混合料的结构抵抗剥落的能力。首先制备两组标准马歇尔试件,取两个相同条件的(60 ± 0.5)℃水浴试验箱,将各组试件放置在编号不同的水浴试验箱中保温处理 30 min 和 48 h,然后测定各组的马歇尔稳定度,结果见表 13。

表 13 沥青混合料 SAC-10(60%钢渣掺量)

浸水马歇尔试验结果

浸水时间/ h	稳定度值/ kN	残留稳定度/ %	标准值/ %
0.5	15.73	95.1	≥ 75
48	14.96		

由表 13 可知:SAC-10 沥青混合料水浴之后的残留稳定度值为 95.1%,满足技术指标大于等于 75%的规范要求,说明钢渣每档等比例替换天然集料的比例为 60%后明显提高了 SAC-10 沥青混合料抵抗浸水破坏的能力。

3.3.2 冻融劈裂试验

冻融劈裂试验通过检测 SAC-10 沥青混合料在不同温度的水浴中经受冻融循环之后劈裂破坏的强度比,从而判定混合料的水稳定性。对 SAC-10 沥青混合料进行冻融劈裂试验,首先制备两组标准马歇尔试件,将其中一组试件进行真空保水处理后,依次进行(-18 ± 1)℃和(60 ± 1)℃温度的冻融循环处理,进行劈裂试验;另一组试件直接进行劈裂试验。劈裂试验条件参照 JTJ 052-2000《冻融劈裂试验规程》标准选取,劈裂试验温度为(25 ± 0.5)℃,加载速率设定为 50 mm/min。分别计算未进行冻融和经过冻融后试件的劈裂抗拉强度值,最后进行比值计算,得出劈裂强度比,试验数据见表 14。

表 14 沥青混合料 SAC-10(60%)冻融劈裂试验结果

劈裂抗拉强度/MPa		劈裂抗拉强度比/%	标准值/%
未冻融	冻融		
1.169	0.995	85.1	≥ 80

由表 14 可知:钢渣每档等比例替换天然集料的比例为 60%后,SAC-10 沥青混合料的劈裂抗拉强度比值为 85.1%,满足 SAC-10 沥青混合料对于水稳定性的技术标准大于等于 80%规范值的要求。

3.4 膨胀性

虽然该文在试验材料及技术指标部分已经对钢渣的浸水膨胀率进行测试,结果也满足规范要求。但为了保证钢渣 SAC-10 沥青路面的使用寿命,路面不致发生膨胀而损坏,现对钢渣 SAC-10 沥青混合料进行膨胀性试验。成型标准马歇尔试件,首先测定其体积 V_1 ,然后把测定后的试件放置在(60 ± 0.5)℃温度的

水浴箱里进行保温处理 72 h,并测定水浴处理后的体积 V_2 ,膨胀性试验结果见表 15。

表 15 沥青混合料 SAC-10(60%)膨胀率试验结果

V_1/cm^3	V_2/cm^3	膨胀率/%	技术标准/%
508.88	513.31	0.87	≤ 1.5

由表 15 可知:SAC-10 沥青混合料的浸水膨胀率为 0.87%,远小于 SAC-10 沥青混合料膨胀率小于等

于 1.5%的技术要求。此外,由表 2 可以看出:钢渣的 10 d 体积变化均值为 1.25%,说明沥青胶结料将钢渣包裹后,对钢渣的膨胀有抑制作用,这对于混合料的长期稳定性是非常有利的,可提高沥青路面的使用寿命。

3.5 抗滑性

利用摆式仪检测 SAC-10 沥青混合料的抗滑性能。成型标准车辙板试件进行试验,并将测得的摆值换算为横向力系数,试验结果见表 16。

表 16 沥青混合料 SAC-10(60%)抗滑性能试验结果

路面温度/ $^{\circ}\text{C}$	摆值 BNP					平均值		横向力系数 SFC_{60}
	D1	D2	D3	D4	D5	实测值	标准值	
16.5	96	94	94	96	96	95.2	92.7	139

试验结果表明,钢渣 SAC-10 沥青混合料的摆值 BNP 为 95.2,大于标准值 92.7,横向力系数 SFC_{60} 值为 139,远远大于规范对于高等级路面横向力系数大于等于 54 的技术标准要求,说明钢渣等比例替换 SAC-10 沥青混合料的天然集料后在很大程度上能够提高 SAC-10 沥青混合料的抗滑性。

4 经济效益分析

钢渣每档等比例掺量为 60%(0%)时,混合料的最佳油石比为 6.12%(4.80%),测定最佳沥青用量为 5.77%(4.58%),毛体积密度为 2.469 2 g/cm³(2.519 9 g/cm³)。通过对材料单价的市场调查,得知成品 SBS 改性沥青的价格约为 5 600 元/t,钢渣为 20 元/t,石灰岩碎石为 35 元/t,玄武岩价格为 55 元/t,矿粉为 165 元/t。测算出未掺加钢渣的 SAC-10 沥青混合料的成本为 625 元/m³,钢渣掺量为 60%的 SAC-10 沥青混合料的成本为 706 元/m³,钢渣 SAC-10 沥青混合料的成本稍有增加。但从长远来看,钢渣 SAC-10 沥青混合料良好的路用性能能够延长路面使用寿命,可以最大限度地减少路面运营期间的养护成本。此外,将钢渣应用于公路建设,既减少堆放节约空间资源,又可节约天然石材。因此,钢渣集料用于沥青混合料经济社会效益良好。

5 结论

对于沥青路面磨耗层的 SAC-10 沥青混合料,集料的表面纹理和构造特性对混合料的结构强度及其

耐磨性能的影响较大,这是由于沥青胶结料更容易与表面多孔而且粗糙的集料黏结。钢渣表面粗糙多孔的构造特征,能够对沥青形成较强的物理吸附作用,使得集料与沥青的整体黏结性能增强。将钢渣掺入 SAC-10 沥青混合料中,通过理论分析与试验验证得到以下结论:

(1) 钢渣等比例替换掺入后明显地改善了 SAC-10 沥青混合料的路用性能,这是因为钢渣表面粗糙的物理特性及高碱度的化学特征,使得掺入钢渣的 SAC-10 沥青混合料中集料与沥青胶结料的物理化学耦合作用增强,改善了混合料的结构强度,当钢渣每档等比例替换天然集料比例为 60%时 SAC-10 沥青混合料的高温性能最佳。

(2) 钢渣每档等比例替换天然集料比例为 60%时,进行其他路用性能技术指标的试验研究,试验结果表明:SAC-10 沥青混合料的低温抗裂性、水稳定性、体积稳定性及抗滑性能较好且均满足技术要求。

(3) 该文只针对钢渣等比例替换天然集料的 SAC-10 沥青混合料的路用性能进行了室内试验研究,并未进行工程实践验证,对于钢渣 SAC-10 沥青混合料的工程应用及施工工艺等有待进一步研究。

参考文献:

[1] 章照宏,刘代雄,朱国军,等.钢渣沥青混凝土集料的研磨预处理工艺研究[J].公路交通科技:应用技术版,2014(2).

[2] Chen J,Wei S.Engineering Properties and Performance of Sphalt Mixtures Incorporating Steel Slag[J].Construction and Building Materials, 2016,128(Supplement C):148-153.

活化橡胶改性沥青混合料路用性能研究

刘向东

(内蒙古交通设计研究院有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要: 基于橡胶改性沥青理论,利用微波对废胶粉进行处理,探究了微波活化时间对胶粉的影响、活化废胶粉与沥青的相容性。对基质沥青、普通胶粉改性沥青、微波活化胶粉改性沥青的三大指标、弹性恢复能力、高温稳定性进行测试,并研究了微波活化胶粉改性沥青混合料的路用性能。结果表明:微波活化改性胶粉沥青的低温延展性、相容稳定性、高温稳定性、弹性恢复能力更好,微波活化胶粉沥青的离析软化点差为 1.5°C ,弹性恢复率为72%;活化废胶粉改性沥青混合料的路用性能优于普通基质沥青混合料,其高温稳定性、低温抗裂性、抗水损害能力均得到改善;就集料级配而言,间断级配AR-AC13的高温稳定性、低温抗裂性优于连续级配AR-AC13,抗水损害能力与连续级配AR-AC13相当。微波活化废胶粉有助于提升沥青混合料的路用性能。

关键词: 道路工程; 活化; 废胶粉; 沥青; 路用性能

随着中国汽车行业的发展,汽车保有量急剧增长,废旧轮胎存量大幅增加,对环境造成的不良影响也日益加剧。据不完全统计,2016年中国产生的废旧轮胎达到3亿条,而废旧轮胎再生利用率尚达不到50%,废旧轮胎——“黑色污染”给环境带来了巨大的压力。利用废旧轮胎加工成废胶粉,废胶粉作为沥青改性剂制备废胶粉改性沥青(Asphalt Rubber AR)运用于道路工程中,能够改善路面质量和延长路面使用年限。

国内外学者对废胶粉改性沥青及其混合料进行了大量的研究。Carl Thodesen等利用统计回归和神经网络模型研究和预测了不同胶粉种类、粒径、掺量等因

素条件下改性沥青较高温度(135°C 以上)的黏度值,结果表明:相比其他变量,上述3个独立变量对改性沥青黏度的影响最大;Nejad F M等采用传统方法和SHRP测试方法对废胶粉改性沥青、基质沥青性质进行了研究,发现废胶粉的加入使沥青的渗透性、温度敏感性、延展性、弗拉斯脆点降低,软化点、弹性恢复能力、黏附性能增强;李关龙等以AH-70#为基质沥青,以糠醛抽出油溶胀后的SBS、外掺胶粉制备复合改性沥青,对其性能进行测试,结果发现,该改性沥青在低温下更柔韧,高温下更坚硬,温度敏感性降低,抗车辙变形能力增强。

- *****
- [3] 王雅婷.钢渣集料在沥青路面超薄抗滑磨耗层中的应用研究[D].重庆交通大学硕士学位论文,2013.
 - [4] 周启伟.公路钢渣基层与钢渣沥青混合料路用性能研究[D].重庆交通大学硕士学位论文,2011.
 - [5] 秦仁杰,孙超,孙明,等.钢渣在SMA-13沥青混合料中的应用研究[J].中外公路,2015(1).
 - [6] 沙庆林.沥青混凝土矿料级配的发展方向[J].铁道建筑技术,2007(4).
 - [7] 谢勇,张逸圣,辛顺超.基于钢渣骨料的沥青混合料路用性能研究[J].公路,2014(12).
 - [8] 李旺,杨丽英,柳浩,等.钢渣在沥青路面面层中的应用[J].筑路机械与施工机械化,2010(9).

- [9] Chen Z, Wu S, Wen J, et al. Utilization of Gneiss Coarse Aggregate and Steel Slag Fine Aggregate in Asphalt Mixture[J]. 2015, 93: 911-918.
- [10] 齐琳.采用间接拉伸试验评价沥青混合料低温性能研究[D].长安大学硕士学位论文,2006.
- [11] Ahmedzade P, Sengoz B. Evaluation of Steel Slag Coarse Aggregate in Hot Mix Asphalt Concrete[J]. J Hazard Mater, 2009, 165(1-3): 300-305.
- [12] 李建华.钢渣沥青混凝土路用性能研究[J].城市道桥与防洪,2015(5).
- [13] 虞峻玮.钢渣碎石沥青混合料路用性能研究[D].重庆交通大学硕士学位论文,2012.

收稿日期:2018-09-12(修改稿)

作者简介:刘向东,男,高级工程师,E-mail: lxd64work@126.com