

混合型温拌剂对沥青性能影响研究^{*}

李章珍, 冀伟, 梁朋涛, 李印东

(河北建筑工程学院, 河北 张家口 075000)

摘要: 为探究温拌剂的使用性能及对沥青性能的影响, 选择国内常用的两种温拌剂 Sasobit 和 SAK, 通过逐步替代法在沥青基质中采用 SAK 代替不同比例的 Sasobit 进行沥青常规试验, 测定掺入温拌剂后沥青的针入度、软化点及延度。试验结果表明, 温拌剂总量为沥青总量 3% 的情况下, SAK 代替 60% 的 Sasobit 时沥青各指标值达到最佳, 即 Sasobit 和 SAK 的最佳混合比为 2:3; 适宜的 SAK 代替量有利于提高沥青的高温稳定性。

关键词: 公路; 沥青; 温拌剂; Sasobit; SAK

中图分类号: U416.2

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2017)05-0065-03

温拌沥青混合料 WMA 是一种绿色、节能、环保的路面新材料, 能在较低的温度下实现混合料摊铺和压实, 降低能源消耗和环境污染。温拌技术是通过物理或化学添加剂使沥青混合料在相对较低温度下进行拌和和施工的技术, 在混合料成型后, 这些物理或化学添加剂不对路面使用性能构成负面影响。Sasobit 是一种聚烯烃类沥青普适改性剂, 原为抗车辙添加剂, 能有效降低沥青的运动粘度 (60℃), 后因其具有一定的降低施工温度的作用, 也被用作温拌剂。SAK 是一种新型普适的高效温拌沥青改性剂。这两种温拌剂的适宜掺量均为沥青用量的 3%。该文主要探讨 SAK 和 Sasobit 混合后对沥青性能的影响, 并确定两种温拌剂的最佳混合比例, 为实际工程应用提供理论依据。

1 原材料

(1) Sasobit。Sasobit 是一种固体石蜡, 为白色或浅黄色固体小颗粒 (见图 1)。其熔点为 115℃, 高于该温度时, 它通过吸附沥青中与其结构相近的饱和组分形成稳定溶液而不离析, 从而降低沥青粘度; 低于该温度时, 在沥青中形成一种晶格结构锁住沥青中的饱和油分, 提高沥青的低温粘度, 增强沥青的稳定性。

(2) SAK。SAK 是新研制的一种沥青高效改性剂, 为白色粉末 (见图 2)。该温拌剂具有如下特点: 1) 加 1% 于沥青中就能起到明显的降粘效果, 加 3% 时可明显提高软化点, 降低针入度, 大大提高动



图 1 温拌剂 Sasobit

稳定度, 大幅降低粘度, 且不影响沥青的附着力。2) 在道路的中层、面层都能使用, 能显著提高沥青路面的抗车辙变形能力, 消除拥包现象; 3) 在普通沥青中掺入适量 SAK, 能显著降低沥青粘度, 降低施工温度 30℃ 左右, 提高路面压实度, 并能明显减少沥青因高温而产生的有毒、有害烟尘, 改善工作环境。



图 2 温拌剂 SAK

^{*} 基金项目: 河北建筑工程学院研究生创新基金项目 (XB201606)

(3) 基质沥青。基质沥青选用 70[#] 道路沥青, 其性能指标见表 1。

表 1 基质沥青的性能指标

试验项目	试验结果	技术规程
25℃针入度/(0.1 mm)	73.4	T0604—2011
软化点/℃	46.1	T0606—2011
25℃延度/cm	>200	T0605—2011

2 试验方案

在温拌剂总量为沥青用量 3% 的情况下, 采用逐步代替法, 用 SAK 分别代替 0%、20%、40%、60%、80%、100% Sasobit, 将混合后的温拌剂掺入沥青中制备试件, 测定温拌沥青的针入度、软化点、延度, 研究 Sasobit 和 SAK 对沥青性能改善的可行性, 得出 SAK 适宜代替量, 从而确定 Sasobit 和 SAK 的最佳

混合比例。

根据以往研究结果, Sasobit 在 120~130℃ 的基质沥青中很容易分散均匀, 搅拌时间为 2 min, 不需特殊设备; SAK 在 140℃ 温度下仅需简单机械搅拌, 即可稳定地分散于基质沥青中, 搅拌时间为 30 min。为此, 取一定质量基质沥青, 将沥青加热至拌和温度, 并用玻璃棒搅拌以防局部受热而导致沥青老化。用温度计测量沥青温度, 待沥青在拌和温度稳定后添加温拌剂继续搅拌(温拌剂可一次加入, 也可分多次加入), 直至沥青表面无明显漂浮的固体颗粒。试件的制备及试验方法均按 JTG E20—2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》执行。

3 试验结果分析

表 2 为试验过程中各原材料用量及试验结果。

表 2 原材料用量及试验结果

试件编号	材料用量/kg			技术指标		
	基质沥青	SAK	Sasobit	25℃针入度/(0.1 mm)	软化点/℃	延度/cm
D-0	317.72	0.00	9.53	42.9	73.0	92.8
D-20	337.20	2.02	8.10	47.4	72.8	105.2
D-40	252.31	3.03	4.54	53.6	61.0	133.4
D-60	344.59	6.20	4.14	59.5	56.5	151.8
D-80	452.03	10.85	2.71	58.0	64.0	118.8
D-100	333.56	10.01	0.00	56.9	89.5	115.6

3.1 温拌剂对沥青针入度的影响

沥青的针入度表征沥青软硬程度、稠度及抵抗剪切破坏的能力, 反映在一定条件下沥青的相对粘度, 是中国选择沥青标号的最主要依据之一。每组制作 3 个试样, 试验结果误差较大即不符合 JTG E20—2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》时进行重复性试验, 试验结果的平均值见表 3 和图 3。

表 3 沥青针入度试验结果

SAK 代替量/%	针入度(25℃)/(0.1 mm)	SAK 代替量/%	针入度(25℃)/(0.1 mm)
0	42.9	60	59.5
20	47.4	80	58.0
40	53.6	100	56.9
基质沥青	73.4		

由表 3 和图 3 可知: 基质沥青的针入度为 73.4 (0.1 mm), 加入 3% 温拌剂 Sasobit 时针入度明显下

降, 为 42.9 (0.1 mm), 证实温拌剂 Sasobit 可降低针入度; 随着 SAK 用量的增加, 针入度呈抛物线变化, 整体呈上升趋势, 在取代 60% Sasobit 时达到最大值, 随后逐渐减小。

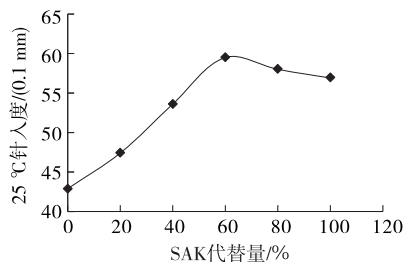


图 3 不同 SAK 用量下沥青针入度的变化

3.2 温拌剂对沥青软化点的影响

软化点反映沥青粘度、高温稳定性及感温性, 是沥青高温性能评价指标之一。每组制作 2 个试样, 试验结果误差较大即不符合 JTG E20—2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》时进行重复性试

验,试验结果的平均值见表 4 和图 4。

表 4 沥青软化点试验结果

SAK 代替量/%	软化点/℃	SAK 代替量/%	软化点/℃
0	73.0	60	56.5
20	72.8	80	64.0
40	61.0	100	89.5
基质沥青	46.1		

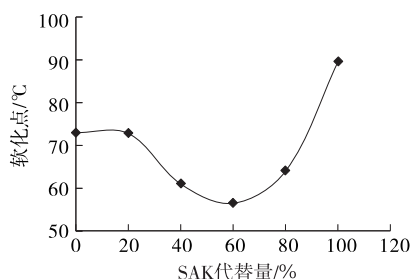


图 4 不同 SAK 用量下沥青软化点的变化

由表 4 和图 4 可知:基质沥青的软化点为 46.1℃,加入 3% Sasobit 时软化点明显上升;SAK 用量为 20% Sasobit 以内时,软化点几乎没有变化,随着 SAK 用量的继续增加,软化点变化明显,在取代 60% Sasobit 时达到最小值,为 56.5℃,大于基质沥青的软化点值,随后又逐渐增大。说明温拌剂的加入可使沥青的高温稳定性得到改善,相应地,路面的高温抗车辙能力有所提高。

3.3 温拌剂对沥青延度的影响

延度是沥青的延展度,即在一定温度下按一定速度拉伸至沥青断裂时的长度,通常在 5、10、15、25℃ 温度条件下以 50 mm/min(低温采用 1 cm/min)的速度拉伸至断裂。延度反映沥青的柔韧性,是评定沥青塑性的重要指标,延度越大,沥青的塑性越好。在 25℃ 条件下采用 JTG E20—2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》中的方法进行延度测定,每组试样 3 个,试验结果误差较大即不符合该规程要求时进行重复性试验,试验结果的平均值见表 5 和图 5。

表 5 沥青延度试验结果

SAK 代替量/%	延度/cm	SAK 代替量/%	延度/cm
0	92.8	60	151.8
20	105.2	80	118.8
40	133.4	100	115.6
基质沥青	>200		

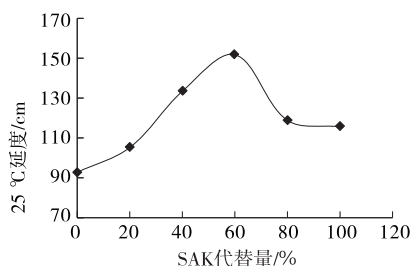


图 5 不同 SAK 用量下沥青延度的变化

由表 5 和图 5 可知:温拌剂的使用使沥青延度降低;随着 SAK 用量的增加,延度大致呈抛物线变化,在取代 60% Sasobit 时达到最大值,随后逐渐减小,取代量大于 80% 时延度变化不明显。总体来说,温拌剂对沥青低温性能的改善不明显。

4 结论

(1) SAK 代替部分 Sasobit 是可行的,但代替量不宜过多,在温拌剂总量为沥青用量 3% 的情况下,SAK 最佳代替量为 60%,即 Sasobit 和 SAK 的最佳混合比为 2:3。

(2) 适宜的 SAK 代替量有利于改善沥青的高温稳定性,但对低温性能的改善不明显。

参考文献:

- [1] Peng Cheng Shi, Zhao Xing Xie, Wen Zhong Fan, et al. Selecting warm mix asphalt (WMA) additives by the properties of WMA binder[J]. Advanced Materials Research, 2013, 753~755.
- [2] 秦永春, 黄颂昌, 徐剑, 等. 温拌沥青混合料技术及最新研究[J]. 石油沥青, 2006, 20(4).
- [3] 季节, 徐世法, 罗晓辉. 重复再生沥青混合料及温拌沥青混合料性能评价[M]. 北京: 人民交通出版社, 2010.
- [4] Zhao-Xing Xie, Wen-Zhong Fan, Li-Li Wang, et al. The effectiveness of warm mix asphalt (WMA) additives affected by the type of aggregate and binder[J]. International Journal of Pavement Research and Technology, 2013, 6(5).
- [5] 王茂文, 吴超凡, 朱沅峰, 等. 掺 Sasobit 的改性沥青与温拌沥青混合料路用性能研究[J]. 公路, 2009(11).
- [6] 张守城, 王捷. SAK 温拌沥青添加剂适宜掺量的探讨[A]. 中国公路学会筑路机械分会 2010 年学术年会论文集[C]. 2010.
- [7] 吴耀东. 降粘剂 Sasobit 对温拌沥青的性能影响与评价[J]. 北方交通, 2011(2).
- [8] 王闻, 张喜艳, 王春. 温拌剂 Sasobit 对 SBS 改性沥青技

(下转第 71 页)

表 6 3 种沥青混合料的低温最大拉应变测试结果

混合料类型	最大拉应变/ $\mu\epsilon$
普通(基质)沥青混合料	2 722
橡胶沥青混合料	4 354
温拌橡胶沥青混合料	3 875

BBR 试验结果一致。2) Sasobit 对橡胶沥青混合料的低温抗裂性有不利影响。加入 Sasobit 后,混合料的低温最大拉应变下降 11.0%,但相对于 JTG F40—2004《公路沥青路面施工技术规范》对冬严寒区用改性沥青混合料低温最大拉应变不小于 3 000 $\mu\epsilon$ 的要求,其值仍有较大富余。

3.3 水稳定性

按规范要求分别对采用基质沥青、橡胶沥青、温拌橡胶沥青拌制的混合料制备标准马歇尔试件进行浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验,以残留稳定性和冻融劈裂强度比评价其水稳定性,结果见表 7。

表 7 3 种沥青混合料的水稳定性测试结果

混合料类型	残留稳定度/%	冻融劈裂强度比/%
普通(基质)沥青混合料	81.2	77.2
橡胶沥青混合料	88.2	85.3
温拌橡胶沥青混合料	85.1	81.3

由表 7 可知:1) 采用橡胶沥青拌制混合料能明显提高其水稳定性。与普通沥青混合料相比,橡胶沥青混合料的残留稳定性和冻融劈裂强度比分别升高 7.0%、8.1%。这是由于采用橡胶对沥青改性增强了沥青的粘度,从而增强了其与集料的粘附效果。2) Sasobit 对橡胶沥青混合料的水稳定性有不利影响,但影响不大。加入 Sasobit 对橡胶沥青改性后,混合料的残留稳定性和冻融劈裂强度比分别下降 2.9%、4.0%,但仍满足 JTG F40—2004《公路沥青路面施工技术规范》对潮湿或湿润区用改性沥青混合料残留稳定度不小于 85%、冻融劈裂强度比不小于 80%的要求。

4 结论

(1) 使用橡胶粉对沥青进行改性能明显改善其高温和低温性能,但对低温性能的改善效果随温度的降低逐渐减弱;在橡胶沥青中加入 Sasobit 后粘度明显降低,有良好的温拌效果,且高温性能得到进一步增强,低温性能则略有降低。

(2) 橡胶沥青混合料的高温稳定性、低温抗裂性及水稳定性均明显优于普通沥青混合料;加入 Sasobit 后高温稳定性进一步提高,低温抗裂性和水稳定性则有所降低,但降低幅度较小。

(3) 车辙因子与动稳定度的相关性达到 0.924,比软化点提高 18.9%,对沥青高温性能评价的有效性更好。

参考文献:

[1] Palit S K, Reddy K S, Pandey B B. Laboratory evaluation of crumb rubber modified asphalt mixes[J]. Journal of Materials in Civil Engineering, 2004, 16(1).
[2] 刘红瑛. 干法橡胶沥青混合料性能试验研究[J]. 中外公路, 2012, 32(6).
[3] 黄卫东, 王翼, 高川, 等. 橡胶沥青混合料的疲劳性能[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2009, 37(11).
[4] 崔巍. 橡胶沥青混凝土断级配设计方法与路用性能研究[J]. 武汉理工大学学报, 2015, 37(3).
[5] 李晓燕, 平路, 汪海年, 等. 基于国内外试验方法的橡胶沥青性能测试[J]. 交通运输工程学报, 2015, 15(1).
[6] 张伟. 橡胶沥青及其混合料路用性能研究[D]. 西安: 长安大学, 2011.
[7] 周启伟, 吴雪柳, 杨波. 温拌剂对橡胶沥青及沥青混合料路用性能影响分析[J]. 中外公路, 2016, 36(4).
[8] 王笑凤, 曹荣吉. 橡胶沥青的改性机理[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2011, 31(2).
[9] 魏唐中, 于新. 温拌橡胶沥青化学组分与粘度之间的灰关联分析[J]. 公路与汽运, 2013(1).
[10] 谢冬喜, 李智, 张志强. 基于 CAVF 法的温拌橡胶沥青混合料性能研[J]. 公路与汽运, 2015(3).

收稿日期: 2017—03—30

(上接第 67 页)

术指标的影响分析[J]. 公路交通科技: 应用技术版, 2015(5).
[9] 李中秋, 马敬坤. Sasobit 改性剂对沥青改性的室内试验分析[J]. 公路交通科技, 2004, 21(10).
[10] 涂蓉, 张肖宁. 应用 SAK 添加剂综合改善沥青性能的

试验评价[J]. 石油沥青, 2009, 23(8).
[11] JTG E20—2011, 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].

收稿日期: 2017—05—03