

沥青及沥青混合料抗油蚀性能分析

张 锐, 黄晓明

(东南大学交通学院 南京市 210096)

摘 要: 汽油、柴油等燃料油会对沥青有溶解作用。首先分析了各种可能产生燃料油泄漏的场合, 然后对 50 号、70 号基质沥青及 SBS 改性沥青进行了沥青混合料浸油后的质量损失、车辙试验及劈裂试验, 并对沥青胶结料进行了浸油后的动态剪切流变试验。通过分析可知, 沥青在经燃油浸泡后性能会有较大的下降, 低标号沥青比高标号沥青具有更好的抗油蚀性能, 改性沥青比基质沥青具有更好的抗油蚀性能。

关键词: 沥青混合料; 抗油蚀; 质量损失; 劈裂; DSR

沥青是石油中最重的部分, 是原油经过处理以后的产品, 沥青很容易在燃料油等轻质油中溶解。容易产生燃料油泄漏的地方主要有以下几点。

(1) 汽车的使用产生的燃料油泄漏。目前国内的汽车仍主要以汽油、柴油作为主要的燃料, 不仅排放大量的有害物质污染大气环境, 而且燃油对沥青路面的破坏也不容忽视。一般道路由于经常穿越村庄和农作物密集区域, 村民活动频繁, 一些农用车经常停在路面上, 且车况又差, 经常出现漏油, 在发动机开启的情况下更为严重。高等级公路采用渠化交通, 由于各种因素, 高等级公路上行驶的部分汽车车况较差, 常常出现漏油现象, 更有甚者, 一些车辆在路上出现故障以后, 就地进行修理, 大量的汽油、柴油洒落在路表面, 使沥青路面严重遭受汽油、柴油等有害油源的侵蚀, 使沥青路面表层甚至几层沥青面层出现软化、松散, 最终出现坑洞等破坏现象, 从而加速了沥青路面的破坏^[3]。

(2) 沥青拌和站加入的燃油。在沥青混凝土拌和站的拌和以及沥青混凝土的运输过程中, 为了防止沥青混凝土粘在拌和锅及运输车上, 在拌和锅内壁及运输车的内侧通常都会刷一些柴油, 这部分油分虽然数量比较少, 但是对沥青混凝土也会有一些影响。

(3) 沥青混凝土道面的机场的航空燃料的泄漏。在沥青混凝土机场的路面, 由于给飞机加油等操作, 也会产生漏油现象, 使得沥青变软, 由于飞机在等待

过程中荷载持续作用在路面上, 容易产生较大的永久变形。世界各航空公司所使用的航空燃料主要有两大类: 航空汽油和喷气燃料。随着航空工业和民航事业的发展, 航空汽油逐步被喷气燃料所代替, 国内外普遍生产和广泛使用的喷气燃料多属于煤油型, 通常称之为航空煤油。

随着我国公路建设的发展, 改性沥青的应用也越来越多。现在所指道路改性沥青一般是指聚合物改性沥青, 简称 PMA、PMB 或 PmB。用于改性的聚合物种类也很多, 按照改性剂的不同, 一般将其分为三类, 即热塑性橡胶类、橡胶类和树脂类。

从 20 世纪 40 年代欧洲开始使用改性沥青以来, 已有 50 多年历史。从品种上看, 20 世纪 80 年代初欧洲曾经广泛使用过 EVA, 到 80 年代中期认识到 SBS 的优良性能, EVA 逐渐为 SBS 代替。目前使用最广的就是 SBS 改性沥青, SBS 改性沥青可以显著提高沥青路面的高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性以及抗疲劳性能。

本文采用 50 号和 70 号基质沥青以及 SBS 改性沥青进行试验。

1 沥青混合料的试验

1.1 试验材料

集料采用玄武岩, 矿粉采用石灰岩矿粉, 具体技术性质见表 1 和表 2。

矿料级配采用 AC-13, 具体级配如表 3 所示。

表1 玄武岩技术性质

试验项目	试验指标	规范要求
表观相对密度	2.90	≥ 2.60
石料压碎值/%	10.5	≤ 26
洛杉矶磨耗损失/%	13.5	≤ 28
针片状含量/%	6.5	≤ 15
吸水率/%	1.0	≤ 2.0

表2 矿粉技术性质

试验项目	试验指标	规范要求
表观密度/(t/m ³)	2.83	≥ 2.50
含水量/%	0.5	≤ 1
粒度范围/%	$<0.6\text{ mm}$	100
	$<0.15\text{ mm}$	99.1
	$<0.075\text{ mm}$	98.0
外观	无团粒结块	无团粒结块
亲水系数	0.50	< 1
塑性指数/%	2	< 4
加热安定性	不变质	实测记录

沥青的性质如表4所示。

1.2 试验结果及分析

(1) 质量损失。

开始拟将基质沥青及SBS改性沥青马歇尔试件浸泡在汽油中24 h后,进行质量损失测定,但是在观测过程中发现6 h后马歇尔试件即出现了较为严重的松散掉粒,估计24 h后很难拿出完整的试件进行测量。汽油对沥青的溶解力太强,不利于试验结果的观测及分析,因此改用柴油进行试验。浸泡在汽油中6 h后的试验结果及浸泡在柴油中24 h后的试验结果见表5。

由表5可见,汽油及柴油浸泡后,沥青混合料产生了较大的质量损失。其中70号沥青的质量损失最大,其次是50号沥青,SBS改性沥青的质量损失最小,表明50号沥青抵抗油侵蚀的能力大于70号沥青,而SBS改性沥青抵抗油侵蚀的能力大于50号沥青。

(2) 车辙试验。

沥青路面在高温条件或长时间承受荷载作用,沥青混合料会产生显著的变形,其中不能恢复的部

表3 所采用沥青混合料的级配

级配类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率/%									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-13	100	90~100	65~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
设计	100	96.33	70.13	42.11	29.58	21.05	16.36	11.16	8.14	6.42

表4 沥青的技术指标

技术指标	基质沥青		SBS改性沥青
	50号	70号	
针入度/0.1 mm	49.8	69	72
软化点/℃	51.2	48.5	58.5

表5 汽油及柴油浸泡后马歇尔试件的质量损失

类别	浸泡时间/h	基质沥青/%		SBS改性沥青/%
		70号	50号	
汽油	6	14.8	14.0	10.0
柴油	24	11.5	10.7	6.0

分成为永久变形,从而破坏沥青路面的使用性能。车辙是路面最有危害的破坏形式之一。本研究中采用车辙试验评价沥青混合料的高温性能。

车辙板的体积较大,若整体浸泡,则有可能无法完整取出,因此采用如下试验方案:采用一吸水性较好的厚毛巾覆盖于车辙板上,将柴油倒于厚毛巾上,至车辙板底有柴油流出为止,每隔一段时间加一些

柴油,柴油的掺加量随着时间的增长而减少^[4]。

试验温度60℃,车轮行走速度42次/min,荷载应力0.7 MPa,试验时间60 min。试验结果见表6。

表6 浸泡前后沥青混合料的车辙试验结果

试验项目		基质沥青		SBS改性沥青
		70号	50号	
动稳定度次/mm	浸泡前	820	1 130	2 900
	浸泡后	110	214	1 000
降低幅度/%		86.6	81.1	65.5

由表6可见以下2点。

①柴油浸泡后,混合料的动稳定度有了明显的下降,表明高温稳定性能有较大的下降。

②50号基质沥青比70号基质沥青的下降幅度要小,说明50号沥青与70号沥青相比具有较好的抗油蚀能力。基质沥青和SBS改性沥青相比,SBS改性沥青的下降幅度小于基质沥青的下降幅度,表明改性沥青有相对较好的抗油蚀能力。

(3) 劈裂试验。

劈裂试验采用马歇尔试件, 马歇尔试件的浸泡方法仿照车辙板的浸泡方法, 采用一吸水性较好的厚毛巾覆盖于马歇尔试件上, 将柴油倒于厚毛巾上, 至试件底部有柴油流出为止, 每隔一段时间加一些柴油。劈裂试验温度为 15℃, 具体试验结果如表 7 所示。

表 7 沥青混合料浸泡前后的劈裂试验

试验项目		基质沥青		SBS 改性沥青
		70 号	50 号	
劈裂强度 MPa	浸泡前	0.95	1.02	1.50
	浸泡后	0.41	0.46	0.77
降低幅度/%		56.8	54.9	48.7

由表 7 可见, 沥青混合料在柴油浸泡后劈裂强度有了较大的下降, 降低幅度从大至小依次为 70 号沥青、50 号沥青、SBS 改性沥青, 表明了这 3 种沥青

的抗油蚀能力的强弱。

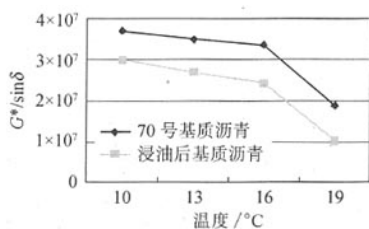
2 沥青胶结料的试验

将 70 号和 SBS 改性沥青胶结料浸泡在少量柴油中 2 h 然后将容器放置一周, 并采取适当措施, 待柴油挥发后采用回收的沥青进行动态剪切流变 (DSR) 试验及针入度试验^[5]。

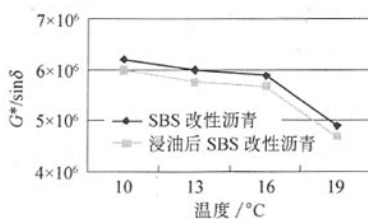
(1) 动态剪切流变试验。

动态剪切流变试验通过测定沥青的复数剪切模量 G^* 和转角 δ 的关系来表明沥青的温度特性, $G^*/\sin\delta$ 表示沥青的粘性成分, 其值越大, 表示高温时的流动变形越小, 抗车辙能力越强, 因此采用 $G^*/\sin\delta$ 作为反映沥青材料的永久变形性能的指标。

由图 1 可以看出, 经过柴油浸泡后, 沥青的 $G^*/\sin\delta$ 指标都有较大下降, 但是 70 号基质沥青的下降幅度大于 SBS 改性沥青的下降幅度, 表明 SBS 改性沥青抵抗燃料油浸蚀的能力大于基质沥青。



(1) 70 号基质沥青浸油前后 $G^*/\sin\delta$



(2) SBS 改性沥青浸油前后 $G^*/\sin\delta$

图 1 沥青浸泡前后的 DSR 试验结果

(2) 针入度试验。

对回收的沥青进行了针入度试验, 具体结果见表 8。

表 8 回收沥青的针入度试验结果

沥青类别	针入度 (25℃) / (0.1 mm)	
	浸泡前	回收后
70 号沥青	69	95
SBS 改性沥青	72	87

由试验结果可见, 在浸泡后 SBS 改性沥青的针入度增加幅度小于 70 号基质沥青的增加幅度, 表明 SBS 改性沥青对柴油的抵抗力强于 70 号基质沥青。

3 理论分析

沥青是原油经过处理后的产品, 是由天然或各种有机物经加工后得到的产品, 由复杂的碳氢化合

物和非金属取代碳氢化合物中的氢生成新的衍生物所组成, 主要由烷烃、环烷烃、缩合的芳香烃组成。根据沥青的来源不同, 沥青分为天然沥青、石油沥青和焦油。石油沥青主要由沥青质和可溶质两部分组成。可溶质又分为胶质、油分及蜡。沥青质的含量对沥青的流变特性有很大的影响, 针入度小的沥青和软化点较高的沥青的沥青质含量一般也较高。沥青及沥青混合料受燃料油浸蚀后, 沥青本身的性能有较大下降, 同时沥青与石料的粘结力下降, 沥青膜容易从石料表面脱离, 从而混合料的性能也有较大下降。沥青质相对于可溶质来说更不易被溶解, 所以低标号的沥青由于其沥青质含量高而使得被柴油浸泡后各项性能比高标号沥青下降幅度小。

沥青经过改性以后, 由于改性剂自身融胀吸附大量的轻质组分, 使得原沥青中的油分含量相对减少, 同时沥青与集料之间的粘附力有所增加, 这使

文章编号: 0451-0712(2006)05-0176-03

中图分类号: U414.01

文献标识码: B

沥青混合料的“软化点”与抗车辙能力关系分析

徐世法¹, 季 节^{1,2}, 罗晓辉¹, 王锐英¹

(1. 北京建筑工程学院 北京市 100044; 2. 同济大学)

摘 要: 采用不同软化点的沥青, 在不同温度下进行了沥青混合料的车辙试验, 分析了不同沥青混合料的抗车辙能力随温度而变化的规律, 首次提出了沥青混合料的“软化点”, 即抗车辙临界温度的概念, 并建立了该温度与沥青软化点的关系, 为沥青混合料的选择及路用性能评价提供了一种新的途径。

关键词: 沥青混合料; 高温变形; 临界温度

1 问题的提出

沥青是一种感温性材料, 在不同的温度区间内, 沥青呈现的性质各异, 人们通常用沥青的软化点来表征沥青由固态向液态转变的温度, 也就是沥青在运动作用下失去抗变形能力的温度。对于沥青混合料是不是也存在感温性, 即在不同的温度区间内呈现不同的抗变形能力呢?

以往的大量车辙试验表明, 沥青混合料似乎存在一个温度区间, 在这个温度区间内, 沥青混合料的性能变化不明显, 而当温度高于这个温度时, 沥青混合料的抗变形能力发生了质的突变, 并且这个温度区间与沥青的软化点之间似乎也有一定的联系。沥青混合料的这种性能随温度变化的现象与沥青很相似, 因此, 我们可以推测, 沥青混合料也存在感温性。如果沥青混合料存在感温性, 用什么指标来表征其

的感温性呢? 沥青混合料的感温性指标能不能用来评价沥青混合料的高温稳定性能并进一步用来指导沥青混合料的选择? 为进一步探明沥青混合料的抗变形能力随温度变化的规律, 本文进行了较为系统的研究与分析。

2 试验计划

2.1 试验条件

考虑到沥青混合料的感温性能可能与所采用的沥青之间有一定的联系, 故采用不同软化点的沥青(普通沥青和改性沥青)来制备沥青混合料分别研究其的感温性。对于普通沥青, 试验温度为 40~65℃, 对于改性沥青, 试验温度为 50~70℃, 以 5℃ 为间隔。由于研究的是沥青混合料的感温性能, 故试验荷载保持不变, 均采用标准荷载(0.7 MPa)。

收稿日期: 2005-12-06

得改性沥青遭受汽油、柴油的浸蚀后的性能相对基质沥青来说下降幅度要小很多。

4 结论

经过对燃料油浸泡前后的不同沥青及沥青混合料的试验及结果分析, 可以得出如下结论:

- (1) 由于燃料油对沥青的溶解作用, 沥青及沥青混合料受燃料油浸蚀后各项性能都会有较大的下降;
- (2) 对于基质沥青而言, 低标号的沥青由于沥青质的含量较高而比高标号的沥青抗油蚀能力强;
- (3) SBS 改性沥青比基质沥青的抗油蚀能力强;
- (4) SBS 改性沥青受燃料油浸蚀后不仅各项性

能下降幅度小, 残留数值也比较大, 因此从抗油蚀的角度来看, 应当首选改性沥青。

参考文献:

- [1] JTG F40-2004, 公路沥青路面施工技术规范[S].
- [2] JTJ 052-2000, 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
- [3] 李明国, 牛晓霞, 李骞, 等. 沥青混合料抗油浸蚀能力分析[J]. 公路, 2002, (1).
- [4] 曹林涛, 黄天元, 李立寒. 沥青混合料的抗油蚀性能[A]. 上海市公路学会第六届年会学术论文[C].
- [5] Ronald C van Rooijen, Arian H De Bondt. AMAP 6th Annual Meeting[C]. Las Vegas, NV, 2005.