

复合式胶粉对沥青水稳定性地改善研究

韩浩

西藏大学

[摘要] 沥青在使用中最主要的问题在于老化, 经研究发现沥青在水老化后受时间、加热、氧气及阳光等因素的综合作用下的老化速度会大大加快。而通过添加复合式胶粉增强橡胶改性沥青水稳定性能减缓沥青水老化, 改善沥青因水老化而导致的抗老化性能下降, 在相同条件下能使沥青抗老化性能得到有效的改善, 进而增加沥青公路的使用年限。通过实验, 结果表明复合式胶粉掺入量在3%~4%左右时各项性能均有大幅度提升, 虽然随着持续提高掺入量沥青性能仍会有改善, 但变化量从4%以后明显变缓且最终趋于稳定, 考虑经济因素及实际施工情况, 建议最佳配合比为4%。

[关键词] 复合式胶粉沥青; 水稳定性; 改善研究

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.894

引言:

随着国内经济的持续快速发展, 人们的生活质量也逐渐提高, 公路与城市道路交通量迅速增加, 车辆超载重载的现象也日益严重, 我国很多沥青路面出现了车辙、裂缝和坑槽等病害。所以改性沥青的应用得到了很多道路的青睐。在国内, 齐亚妮等人将废旧轮胎磨细成橡胶颗粒, 橡胶粉中含有一定量的炭黑, 以改性剂形式加入基质沥青中, 制备成橡胶沥青作为路面面层材料, 进而应用于道路工程中, 可以明显改善道路的高温稳定性、低温稳定性、抗疲劳性能、抗光老化性, 并且降低路面的行车噪声^[1]。1987年元玉柱等人定性研究, 沥青各组分在老化过程中的变化属于顺序连串的反应, 即: 芳香分→胶质→沥青质→甲苯不溶物, 这样一个转变过程^[2]。1993年元玉柱、王明刚等通过研究石油沥青在连续热和空气的老化中化学组成的变化, 由此建立了沥青老化连串反应的模型, 求得相关的动力学参数, 也对几种沥青的老化性能进行了评价^[3]。闰锋、赵晓争等对沥青进行了不同温度的薄膜烘箱老化和紫外线吸收抗老化剂在沥青中的应用研究, 依据老化过程中正戊烷沥青质的变化, 对沥青老化动力学进行了研究, 计算出有关动力学参数, 建立了沥青老化动力学方程^[4-5]。具有纳米片层结构的蒙脱土经过有机化处理之后, 可以很好地分散于沥青之中, 并被沥青分子插层, 甚至被剥离, 形成纳米复合材料^[6]。李变华等人通过红外光谱对老化前后的沥青试样进行分析, 研究试样在紫外线光老化前后的官能团吸收峰强弱的变化, 得出小分子烷烃或芳香烃和胶质向沥青质转化^[7]。沥青的老化是沥青路面长时间暴露在空气中, 在环境因素如热、氧和水的的作用下, 沥青内部分子结构和化学组分发生变化, 促使沥青物理化学性质劣化^[8]。在道路使用过程中, 有关沥青的氧老化、热老化、光老化以及它们相互之间的交互作用已有文献报道^[2-4]。在水对沥青老化性状的影响方面, 吕伟民认为, 在雨水的的作用下, 沥青中的可溶性物质被冲洗掉, 会造成沥青的老化变质^[9]; 杨小莉认为, 水的pH值对沥青中沥青质、酸性成分的油水界面张力影响很大^[10]。在国外, A. W. Dow最早提出了沥青老化发生的原因, 认为沥青混合料中由于加热会导致其质量的损失和针入度减小。Davidson等^[11]首先制得老化之后的马歇尔试件, Petersen^[12]研究的是经过长期老化后的沥青其物理化学的变化, 随着老化时间的改变, 沥青试验温度为60℃时动力黏度的变化。Linde和Johansson^[13]采用的老化温度为200℃, 以时间为变量对SBS改性沥青进行了老化, 整

个老化过程中改性剂的变化通过FRIR和SEC来观察。Mohanmad^[14]等采用X射线衍射法(XRD), 主要研究了沥青的分子晶体结构, 不同的老化程度对其晶体结构的影响不同, 老化方式根据沥青的来源和化学组成来决定。Kuppens^[15]主要对沥青进行气候模拟老化的试验, 为了模拟沥青在自然条件下使用过程中的老化, 试验在50℃、40℃、20℃以及20℃下, 分别以紫外线老化16.25h, 以盐水喷淋4h, 以水喷淋1h, 最后再冰冻2.75h, 来进行老化模拟。Baumgardner利用汉堡车辙实验对PPA与SBS复合改性沥青以及PPA改性沥青混合料的水稳定性进行研究, 结果表明多聚磷酸与胶粉的加入有助于提高混合料的水稳定性。John A. D采用MSCR试验对不同油源沥青进行了研究, 包括PPA改性、SBS改性、PPA与SBS复合改性以及PPA与消石灰复合改性等, 结果表明胶粉的加入有助于提高沥青的高温性能。Traxler^[16]列举了引起沥青老化的众多原因, 指出水通过热、氧气及阳光等因素, 在包括路表在内的沥青路面整层范围内, 使沥青老化。但是, 在水对沥青老化性状影响的程度从量的方面尚未见文献报。

一、水稳定性性能的研究

水侵害的发生大大缩短了公路的使用寿命。水损害发生时沥青路面在水或冻融循环作用下, 因汽车荷载作用, 进入路面孔隙的水产生动水压力, 水分逐渐渗入沥青与集料界面, 导致沥青逐渐丧失黏结力, 沥青混合料中沥青因各种原因化剥落使原紧密的结构变得疏松的现象。而添加复合式胶粉后沥青与集料黏附性更好, 水稳定性越高。能增强沥青对水侵害的抗性。

二、研究计划及实验方法

1. 通过查阅文献, 搜集资料, 准备实验仪器(击实仪、烘箱、沥青混合料搅拌机、冰箱、恒温水槽、马歇尔试验仪), 购买试验工具(试模、套筒、脱模器、天平、温度计、卡尺、劈裂试验夹具)、材料(沥青及其集料、复合式胶粉等), 制作马歇尔试件, 做好试验准备;
2. 其次进行实地考察获取相关数据, 并进行试验设计;
3. 进行马歇尔试验、冻融劈裂试验测试沥青水稳定性;
4. 对比分析、整理数据, 得出复合式胶粉与沥青的最佳比例, 最后将得出的实验数据书写成报告

三、实验部分如下

马歇尔试验——将复合式胶粉(实验室调配)塑胶改性中海70#A级沥青(市售)调配成胶粉配合比从2%~10%的试样, 逐一进行马歇尔加载试验得出各试样性能。

表1: 中海#70A级沥青技术指标检验结果

胶粉掺量(%)	软化点(°C)	针入度(25°C)(0.1mm)	延度(15°C)(cm)
2%	52.8	95	32
3%	62.5	74.7	39.8
4%	63.1	65	40
5%	63.1	60	40.5
6%	64	57.2	42
7%	64	52	42.1
8%	63.6	45.3	42.3
9%	63.6	45.2	42.2
10%	63.7	45.4	42.2

根据试验结果表明: 沥青的软化点、针入度和延度与胶粉用量有关系, 随着胶粉掺量的增加呈线性减小, 其他参数则随胶粉掺量的增加而增加。在中海70# A级沥青中添加不同比例的胶粉进行试验, 结果可以发现随着添加比例的提高, 但基本上从4%开始变化量极小且趋于稳定, 因此最终确定沥青橡胶粉的添加比例为4%~6%。

冻融劈裂试验——仍按上述比例调制试样, 进行冻融劈裂试验以得出胶粉改性沥青最佳抗劈裂强度及稳定性的配合比, 实验结果按以下公式的出所需参数。

$$R_{T1} = 0.006287 \frac{P_{T1}}{h_1}$$

$$R_{T2} = 0.006287 \frac{P_{T2}}{h_2}$$

$$TSR = \frac{R_{T2}}{R_{T1}} \times 100\%$$

式中: R_{T1} : 未进行冻融循环的第一组试件的劈裂抗拉强度, MPa;

R_{T2} : 经受冻融劈裂试验的第二组试件的劈裂抗拉强度, MPa;

P_{T1} 、 P_{T2} : 分别为第一组和第二组的试件荷载的最大值, N;

h_1 、 h_2 : 分别为第一组和第二组的试件的高度, mm;

TSR: 冻融劈裂试验强度比, %

对不同掺量的复合改性胶粉沥青混合料分别进行冻融劈裂试验, 结果如下图所示。在掺入3%或4 %的SBS后, 混合料冻融前的劈裂强度分别提高了78 %和81%, 冻融后的劈裂强度分别提高了113%和122%。说明掺入后, 沥青混合料强度大幅提高, 但SBS掺量超过3 %后变化幅度不大。掺入SBS后, 沥青混合料的冻融劈裂强度比TSR总体呈上升趋势。母液沥青混合料TSR为0.764, 低于规范中不小于0.85的要求。加入超过3 %的SBS后, 沥青混合料的TSR值上升至0.9以上达到了较高水平。表明掺入SBS后沥青混合料的水稳定性有所提高。但SBS掺量从3%提高到4%时, TSR仅仅从0.915提升到0.939, 说明SBS掺量达到3%以后, 沥青混合料的水稳定性提高效果微小。



图1: 胶粉粒径与掺量对水稳定性的影响

结论:

复合式胶粉掺入量在3%~4%左右时各项性能均有大幅度提

升, 虽然随着持续提高掺入量沥青性能仍会有改善, 但变化量从4%以后明显变缓且最终趋于稳定, 考虑经济因素及实际施工情况, 建议最佳配合比为4%。

参考文献:

[1] 齐亚妮, 王晓飞, 张广泰, 等. 新疆强紫外线地区橡胶沥青的光老化研究[J]. 公路, 2010, (11): 3-6.

[2] 乔玉柱, 王明刚, 陈斌. 石油沥青在连续热和空气老化中化学族组成的变化及动力学研究[J]. 石油沥青, 1993, 26(4): 17-22

[3] 王明刚, 廖克俭, 从玉凤等. 沥青化学组成与其使用性能间的灰焓分析[J]. 石油沥青, 2003, 12(4): 25-29

[4] 闰锋, 魏毅, 戴跃玲, 等. 沥青抗老化性能的研究[J]. 抚顺石油学院学报, 2002, 22(2): 5-8

[5] 赵晓争, 郭进存, 廖克俭, 等. 紫外线吸收抗老化剂在沥青中的应用研究老化: 动力学模型的建立[J]. 石化技术与应用, 2004, 22(6): 410-413

[6] 王骁、余建英、汪林, 等. 有机蒙脱土\SBS改性沥青的制备与性能研究[J]. 武汉理工大学学报. 2007. 29(9): 81-83

[7] 李变花. 路面沥青复合抗紫外线老化剂的研究[D]. 长沙理工大学, 2012, 3: 27-29

[8] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京: 人民交通出版社. 2001

[9] 吕伟民. 沥青混合料设计原理与方法[M]. 上海: 同济大学出版社, 2001.

[10] 杨小莉. 原油沥青质膜和胶质膜性质研究[D]. 北京: 石油化工科学研究院, 1998.

[11] Davidson D.D. Canessa w., Escobar s.J. Recycling of substandard or deteriorated asphalt pavements--a guideline for design procedures[C]. Proceedings of The Association of Asphalt Paving Technologists Proc, F, 1977.

[12] Petersen J.c. Chemical composition of asphalt as related to asphalt durability: state of the art [J]. Transportation research record, 1984, (999).

[13] Johansson U., Linde s. Polymer modified asphalt binders, Part I [J]. SP Report, 1991.

[14] Siddiqui M.N., Ali M.F, Shirokoff J. Use of X-ray diffraction in assessing the aging pattern of asphalt fractions. Fuel, 2002, 81(1): 51-8.

[15] Kuppens E., Sanches F, Nardelli L, et al. Bitumen-aging tests for predicting durability

[16] Traxler R N. Asphalt, its composition, properties & uses [R]. New York: Reinhold Publ Co, 1961.

项目编号: 2020XCX013

项目名称: 复合式胶粉对沥青水稳定性的改善研究

作者简介: 韩浩(1998.08.31—), 汉族, 男, 甘肃武威, 大学本科, 土木工程道路方向。