

文章编号: 0451-0712(2006)01-0146-04

中图分类号: U414. 01

文献标识码: A

临界老化时间及最佳再生剂用量的确定

季 节, 罗晓辉, 颜 彬, 徐世法

(北京建筑工程学院 北京市 100044)

摘 要: 对原样沥青进行不同时间的老化,测试其在不同老化时间性能指标的变化,利用残留针入度比、残留粘度比、残留延度比和软化点增量等老化指标来分析沥青的老化趋势,确定出了沥青的临界老化时间。同时,针对不同老化程度的沥青,添加不同剂量的再生剂,分析再生剂用量对沥青性能的影响,提出确定最佳再生剂用量的方法。

关键词: 再生沥青; 临界老化时间; 最佳再生剂用量

沥青的老化是影响沥青路面使用性能的一个重要因素。在沥青混合料中沥青作为骨料的粘结剂,在热拌、施工及使用过程中受到温度、光和氧等外界因素的影响而发生挥发、氧化等一系列物理和化学变化,使沥青性质变差。在室内通过对沥青进行不同程度的模拟老化试验,来研究老化时间对沥青性质的影响,并确定沥青性质发生突变的临界点,即临界老化时间。同时,通过对不同老化程度的沥青添加不同剂量的再生剂,提出最佳再生剂用量的确定方法。

1 试验方法

采用 SBS 改性沥青(SHELL)作为试验原料,对其在不同老化时间下的主要物理性能指标进行对比检测,从而研究其在不同老化时间下沥青性能的变化规律。

按照“沥青薄膜加热试验”(T0609-1993)的试验方法进行。老化温度为 163 ℃,老化时间分别为

5 h、10 h、15 h 和 20 h,以制备代表不同老化程度的试样。将老化后的试样分开存放,以备使用。沥青的老化采用薄膜烘箱试验,老化时的试验温度为 163 ℃,老化时间分别采用 5 h、16 h、24 h 和 48 h,来模拟沥青不同程度的老化。分析和对比在不同老化时间后沥青的针入度、粘度、延度和软化点的变化。

对不同老化时间的沥青,分别添加不同剂量的再生剂,配置再生沥青。经过 24 h 稳定后,测试再生沥青的针入度、粘度、延度和软化点,根据沥青再生前后指标的变化规律,找出不同老化时间的沥青所对应的最佳再生剂用量。

2 试验数据分析

2.1 不同老化时间下沥青的物理性能指标

表1 是沥青在163 ℃下,分别老化5 h、16 h、24 h 和 48 h 后,其性能指标的测试结果及与原样沥青的对比结果。

表 1 不同老化时间下的沥青性能指标测试结果及与原样沥青的对比结果

老化时间/h	针入度(25 ℃) 0.1 mm	软化点/℃	粘度(135 ℃) Pa · s	延度(5 ℃)/cm	残留针入度比	软化点增量/℃	残留粘度比	残留延度比
0	95.7	74	0.824	77.4	1	0	1	1
5	83.3	74.4	1.01	53.2	0.87	0.4	1.23	0.69
16	74.6	75.2	1.228	10.8	0.78	1.2	1.49	0.13
24	33.5	78.5	2.207	7.7	0.35	4.5	2.67	0.1
48	24.3	84.6	2.484	0.85	0.25	10.6	3.01	0.01

在表1中沥青的残留针入度比、残留粘度比、残留延度比分别为不同老化时间下沥青的针入度、粘度、延度与原样沥青的针入度、粘度、延度的比值,软化点增量为不同老化时间下沥青的软化点与原样沥青的软化点的差值。从表1中可见,沥青在老化不同时间后,其针入度和延度降低,软化点和粘度升高。这主要是由于沥青在老化过程中轻质油分挥发及氧化作用,使其逐渐变硬,导致沥青针入度变小;同

时,沥青中的沥青胶质向沥青质转化,平均分子量增加,随着低分子向高分子的转变,软化点也随之提高。

但在不同老化时间下,沥青各项性能指标变化的幅度却不同。如果用沥青的残留针入度比、残留粘度比、残留延度比和软化点增量来表示沥青的不同老化程度,那么图1为沥青在不同老化时间下的老化程度结果图。

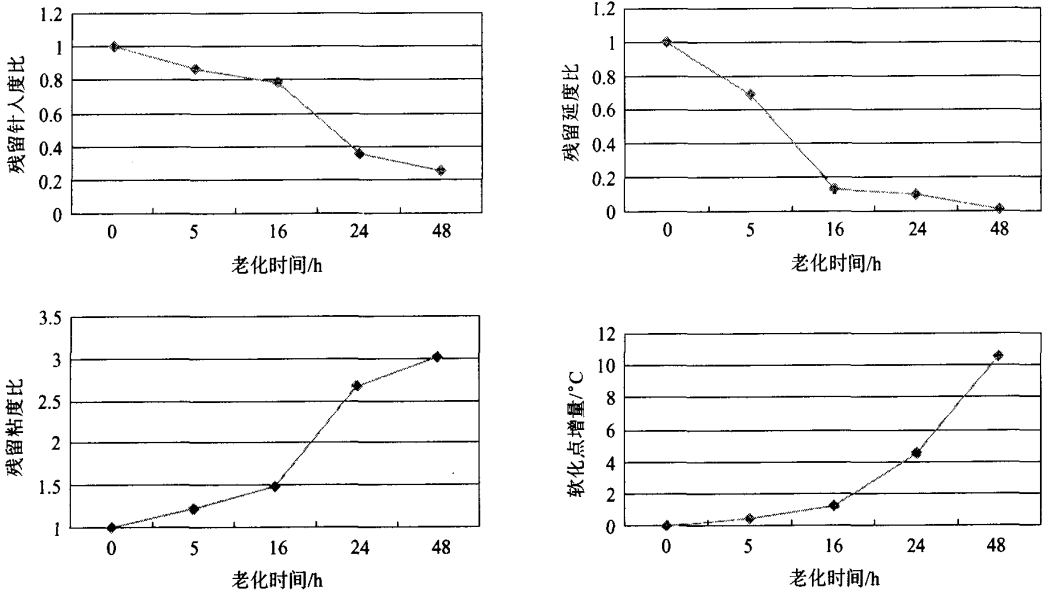


图1 不同老化时间与沥青的老化程度关系

从图1中可知:沥青的各项性能指标在不同老化时间内的变化幅度明显不同,在其关系曲线中,基本上都存在一个“峰值”。在这个“峰值”前后沥青的性能指标的变化明显不同,也即沥青的老化速率或者老化程度有显著不同。从试验数据上看,这个“峰值”出现在16 h左右。在16 h以内,沥青老化速率较慢,其残留针入度比、残留粘度比、残留延度比都比较接近于1;但当沥青的老化时间大于16 h后,其老化速率明显加快,老化沥青的针入度、粘度、延度与原样沥青的针入度、粘度、延度和软化点都有很大的差距,如沥青老化时间为48 h时,其老化沥青的针入度仅为原样沥青的0.25、延度为原样沥青的0.25、粘度为原样沥青的3.01。对于沥青的软化点指标也同样存在类似的现象。如沥青的老化时间小于16 h时,其软化点仅比原样沥青增加1.2℃,而当沥青的老化时间大于16 h后,其软化点可比原样沥青增加10.6℃。

由此可见,沥青在老化过程中其性能指标的变化存在一个“峰值”,即沥青老化临界点或老化临界时间。当沥青的老化时间小于老化临界时间,老化沥青的性能相对于原样沥青的性能变化不大,即老化轻微;但当沥青的老化时间大于老化临界时间后,老化沥青的性能相对于原样沥青的性能变化显著,即老化严重。因此,可以用沥青的老化临界时间来表征沥青老化的不同程度。对于本次试验研究可以确定该种沥青的老化临界时间为16 h。

2.2 添加再生剂后不同老化沥青的指标变化

根据沥青的不同老化程度,对其添加不同剂量的再生剂,以测试再生沥青的性能指标。

(1)对老化5 h的老化沥青分别添加不同剂量的再生剂(6%、8%、10%),其性能指标见表2。

(2)对老化16 h的老化沥青分别添加不同剂量的再生剂(7%、8%、10%、12%),其性能指标见表3。

表 2 老化 5 h 的沥青在不同再生剂用量下的测试结果

再生剂用量		针入度(25℃)	软化点	粘度(135℃)	延度(5℃)
%		0.1 mm	℃	Pa. s	cm
再生 沥青	6	82.9	69.5	0.827	62.4
	8	85.4	59.5	0.817	96.8
	10	85.5	58	0.795	101.6
原样沥青		95.7	74	0.824	77.4

注:再生剂剂量为再生剂与老化沥青的质量比。

表 3 老化 16 h 的沥青在不同再生剂用量下的测试结果

再生剂用量		针入度(25℃)	软化点	粘度(135℃)	延度(5℃)
%		0.1 mm	℃	Pa. s	cm
再生 沥青	8	81.5	68.1	1.007	23.5
	10	75	68.7	0.687	23.0
	12	86.3	67.2	0.953	26.8
原样沥青		95.7	74	0.824	77.4

注:再生剂剂量为再生剂与老化沥青的质量比。

(3)对老化 24 h 的老化沥青分别添加不同剂量的再生剂(6%、7%、12%、14%),其性能指标见表 4。

表 4 老化 24 h 的沥青在不同再生剂用量下的测试结果

再生剂用量		针入度(25℃)	软化点	粘度(135℃)	延度(5℃)
%		0.1 mm	℃	Pa. s	cm
再生 沥青	7	75.2	63.4	0.927	22.2
	12	76	62.5	0.865	12.4
	14	90.4	59	0.795	17.0
原样沥青		95.7	74	0.824	77.4

注:再生剂剂量为再生剂与老化沥青的质量比。

(4)对老化 48 h 的老化沥青分别添加不同剂量的再生剂(15%、20%、25%),其性能指标见表 5。

表 5 老化 48 h 的沥青在不同再生剂用量下的测试结果

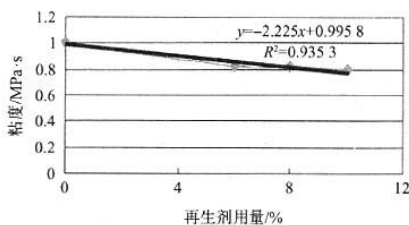
再生剂用量		针入度(25℃)	软化点	粘度(135℃)	延度(5℃)
%		0.1 mm	℃	Pa.s	cm
再生 沥青	15	60.9	71.7	1.502	8.2
	20	64.7	63.5	1.111	8.4
	25	111.6	61.5	0.703	14.1
原样沥青		95.7	74	0.824	77.4

注:再生剂剂量为再生剂与老化沥青的质量比。

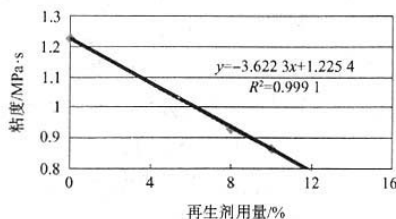
从表 2~表 5 分析可知,不同老化程度的沥青在添加不同剂量的再生剂后,其性能指标都有一定的恢复。当沥青的老化时间小于其老化临界点时,加入一定剂量再生剂的老化沥青的各项性能指标都比较容易恢复到原样沥青。但当沥青的老化时间大于其老化临界时间时,即使加入一定剂量再生剂,除粘度指标可以恢复到原样沥青的水平之外,其他的指标都未能达到原样沥青的性能,但针入度和软化点的指标非常接近原样沥青的性能,只有延度指标与原样沥青的性能指标相差甚远。

2.3 最佳再生剂量的确定

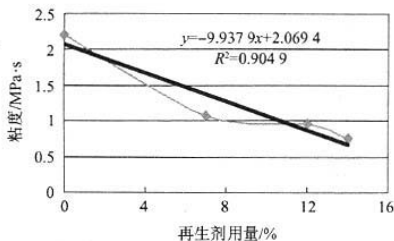
沥青的粘度能间接反映出沥青的其他性能,沥青粘度的变化反映出沥青质在沥青中胶溶度的变化,有研究表明,沥青质含量的增加是沥青粘度增加的主要原因。Bukka 的研究认为,可以用沥青的粘度指标的恢复来表征沥青再生效果的好坏。因此,可以从再生沥青的粘度指标这个角度来确定再生剂的最佳用量,图 2 是不同老化时间(5 h、16 h、24 h 和 48 h)的沥青,其再生剂用量与其粘度之间的关系。



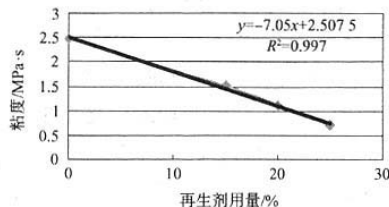
注:老化时间 5 h



注:老化时间 16 h



注:老化时间 24 h



注:老化时间 48 h

图 2 不同老化时间(5 h、16 h、24 h 和 48 h)的沥青的再生剂用量与粘度之间的关系

2006 年度《公路》月刊广告征订

《公路》月刊于1956年9月创刊。是我国公路行业出版最早的综合技术类科学技术期刊;全国中文核心期刊。《公路》杂志由交通部主管,由中交公路规划设计院主办,由《公路》杂志社出版。《公路》杂志1996年获第二届全国优秀科技期刊三等奖;双效期刊;2005年荣获第三届全国国家期刊奖百种重点期刊。

经过为读者服务的近50年,《公路》月刊形成了自己鲜明的特点,“坚持科技第一”、“热忱为读者服务”是我们的一贯方针。《公路》月刊目前月发行量为2万份,拥有稳定的读者群,并深得读者们的信任与厚爱。

为做好2006年度《公路》杂志的广告计划,并及早着手设计和制作,《公路》月刊已经开始征订2006年度广告。请有意通过《公路》月刊向大众宣传自己产品的商家及在市场经济大潮中树立企业形象的设计、科研、施工、管理等单位,尽快与本刊联系,索要“广告刊登须知”及“价目表”。

为加强广告安排的计划性,本刊将按照收到征订合约的先后次序,安排广告刊出位置与时间的优先权,请及早与我们联系。

广告是市场营销活动的重要环节,本刊作为广告媒体,将竭诚为您服务。愿我们携手合作,共创美好未来。

广告联系人:王 晔 010-65259164,65279988 转1801

谭昌富 010-65259168,65279988 转1802

谢跃庆 010-65125565,65279988 转1816

地址:北京东四前炒面胡同33号(100010)

E-mail:advnt@chn-highway.com

《公路》杂志社

在图2中通过模拟方程发现,不同老化时间下的沥青再生剂用量与其粘度之间都成线性关系,相关系数都在0.9以上,相关性较好。利用不同老化时间下的回归方程计算出其各自的最佳再生剂量分别为8%、11%、13%和24%。此时的再生沥青的粘度均恢复到原样沥青的水平。

3 结论

(1)沥青老化的严重程度可以通过临界老化时间来判断,当沥青的老化时间大于其临界老化时间时,即使可以通过加入再生剂来提高其性能,但有些指标仍然无法恢复到原样沥青,并且由于添加的剂量过大,在经济上不一定具有可行性。在这种情况下,往往需要同时添加新沥青和再生剂方可恢复其性能。

(2)再生剂最佳剂量的确定可以通过沥青的粘

度指标来考虑,随着沥青老化程度的不同再生剂的最佳剂量也不同。

参考文献:

- [1] 李文胜. 老化对沥青结合料三大指标的影响[J]. 公路与汽运, 2003, (10).
- [2] 严家俊. 沥青材料性能学[M]. 北京:人民交通出版社, 1990.
- [3] 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.
- [4] 莫一魁,等. 沥青使用性能随老化时间变化关系的研究[J]. 公路与汽运, 2004, (4).
- [5] 张争奇,等. 沥青老化性能评价方法[J]. 交通运输工程学报, 2005, (3).
- [6] 王芳,等. 沥青老化性能评价指标研究[J]. 公路交通技术, 2005, (5).

Determination of Critical Aging Time and Optimum Content of Recycling Agent

JI Jie, LUO Xiao-hui, YAN Bin, XU Shi-fa

(Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China)

Abstract: The changes of penetration, ductility, softening point and viscosity of bitumens at different aging times are analyzed and the critical aging time of bitumens is determined based on these test results. A method to predict the optimum content of recycling agent for aged bitumen is developed by regression analysis.

Key words: bitumen recycling; critical aging time; optimum content of recycling agent