

沥青老化指标分析

■ 陈 伟

(福建省交通研究所, 福州 350004)

摘 要 选取了福建省高速公路常用的三种沥青及相应的改性沥青进行不同时间的老化后, 进行针入度、延度、软化点和黏度试验。通过对比沥青老化前后的指标变化程度对沥青老化进行评价。

关键词 沥青 针入度 延度 软化点 黏度 老化指数

沥青老化是影响沥青路面使用性能的一个重要因素。沥青在贮运、加工、施工及使用过程中, 由于长时间地暴露在空气中, 在风雨、温度变化等自然条件的作用下, 会发生一系列物理及化学变化, 最后使沥青逐渐硬化变脆开裂, 不能继续发挥其原有的作用。沥青所表现出的这种胶体结构、理化性质或机械性能的不可逆变化称为老化。随着福建省高速公路的发展, 沥青的耐久性、抗老化性能越来越得到重视。从本质上揭示沥青老化的原因, 系统评价沥青的抗老化性能, 对于指导沥青的生产和使用具有重要的意义。

1 沥青老化试验

本次研究采用薄膜烘箱试验进行老化, 选择福建省高速公路常用的三种不同品牌的沥青(中油沥青、东海沥青、埃索沥青)和相应的改性沥青进行试验, 分别老化 5h、24h、48h。将原样和老化后的样品分别进行针入度、延度、软化点和黏度试验。通过对比沥青老化前后的指标变化程度对沥青老化进行评价。

2 试验结果分析

(1) 针入度

试验方法按相关规程要求进行, 基质沥青老化后的常规指标如表 1 所示。改性沥青老化前后的常规指标试验结果如表 2 所示。

表 1 不同时间老化后基质沥青指标变化

沥青品种	老化时间	针入度 (0.1mm)			针入度指数	软化点 (°C)	10°C延度 (cm)	135°C粘度 (pa·s)
		15°C	25°C	30°C				
埃索 70 号	原样	21	64	110	-1.178	47.0	40	0.430
	TFOT	16	45	77	-0.827	51.5	6.5	0.550
	老化 24h	-	21	-	+0.1	60.0	3	1.075
	老化 48h	8	17	25	+1.331	70.0	0	2.130
中油 70 号	原样	22	65	107	-0.906	48.0	78	0.462
	TFOT	16	44	64	-0.112	53.0	8.9	0.663
	老化 24h	8	19	29	+0.466	71.0	0.3	2.405
	老化 48h	6	14	19	+1.139	75.0	0	8.000
东海 70 号	原样	22	67	113	-1.114	47.0	68.3	0.415
	TFOT	17	47	77	-0.595	52.0	7.9	0.536
	老化 24h	10	24	37	+0.363	62.0	1.0	1.250
	老化 48h	7	16	22	+1.205	71.0	0	4.300

表 2 不同时间老化后 SBS 改性沥青指标变化

沥青品种	老化时间	针入度 (0.1mm)			针入度 指数	软化点 (°C)	5°C延度 (cm)	135°C粘度 (pa·s)
		15°C	25°C	30°C				
埃索 SBS	原样	19	46	73	+0.189	89.0	29.1	2.915
	TFOT	16	38	60	+0.315	80.0	17.5	2.980
	长期老化	10	20	29	+1.829	88.5	0	14.000
中油 SBS	原样	25	60	90	+0.486	80.0	38.4	2.395
	TFOT	19	47	71	+0.286	76.0	22.0	2.590
	长期老化	10	21	28	+1.963	89.0	0	13.500
东海 SBS	原样	21	53	83	+0.025	81.0	31.2	2.140
	TFOT	19	43	68	+0.580	68.0	24.1	2.200
	长期老化	11	20	30	2.344	82.0	0	11.000

由表 1 和表 2 可以看出,老化前不同基质沥青的针入度有较大差异,但老化后沥青针入度都呈现变小的规律。在 TFOT 老化前期,针入度均急剧衰减;随着老化的继续进行,针入度的衰减速率减缓。但不同沥青经 TFOT 老化后的针入度差异显著缩小。

残留针入度比反映了沥青在老化前后稠度的变化,残留针入度比越大,说明沥青的抗老化性能越好。图 1 列出了三种沥青的 25°C 残留针入度比,由针入度比随老化时间的变化规律可知,随着老化时间的推移针入度比不断下降,反映了青老化程度不断加深,但其下降的幅度有所减缓,说明沥青初期老化较快,后期老化逐

渐减缓。在老化 5h 和老化 24h 针入度比的数值排列顺序一致,证明针入度比可以较准确地地区分不同沥青抗老化性能的差别。由图总体走势可知短期老化后沥青的针入度比可以预测沥青的长期抗老化性能。由沥青的残留针入度比可以看出,不同沥青的抗老化性能有明显的差异,埃索 70 号沥青的抗老化性能最好,东海 70 号沥青居中,中油 70 号沥青的抗老化性能较差。

图 2 列出了改性沥青与基质沥青 25°C 残留针入度比的比较结果。结果显示:TFOT 老化后改性沥青针入度比要高于基质沥青,经长期老化后,两者差值更加明显,证明改性沥青的抗老化性能要优于基质沥青。

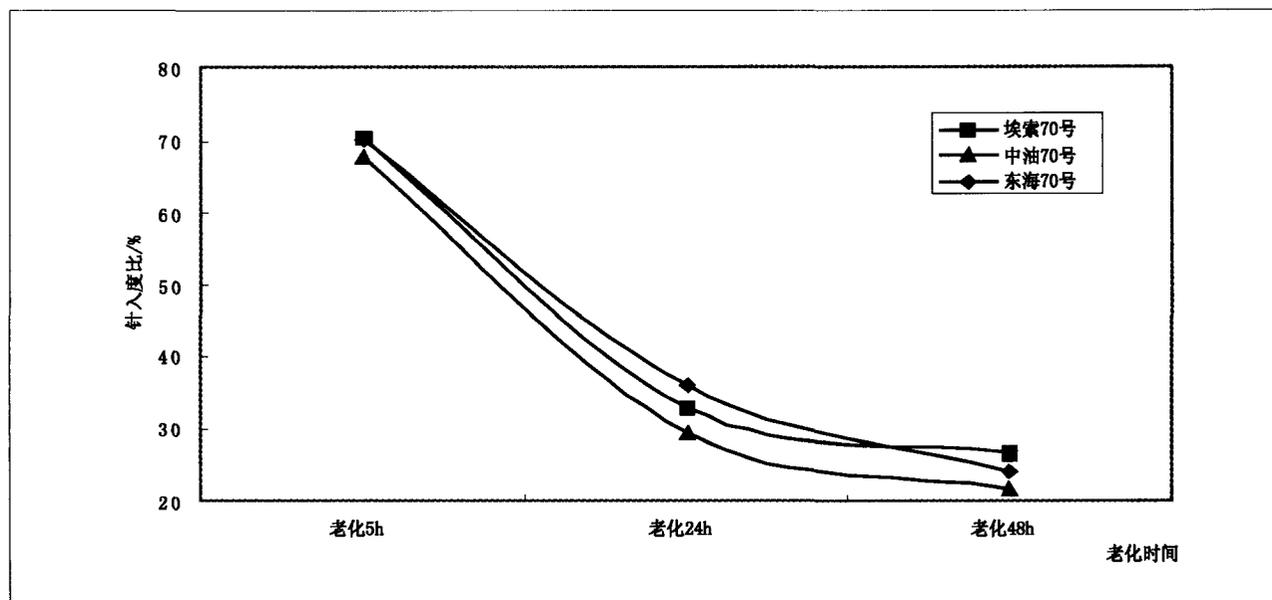


图 1 几种沥青的 25°C 残留针入度比

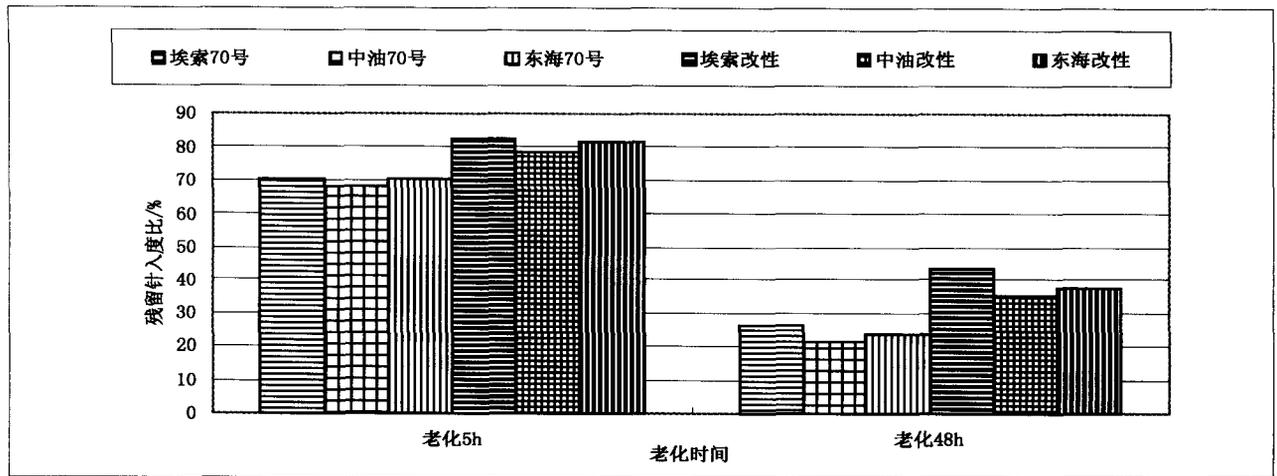


图2 改性沥青与基质沥青的 25℃残留针入度比

(2) 软化点

如图3所示,随着老化时间的延长,基质沥青软化点呈不断增加趋势,这有利于沥青混合料的高温稳定性。不同沥青随老化时间的延长增幅有较大差异,由表1可以知道埃索70号沥青抗老化性最好,中油70号沥青最差。

软化点有所降低,且软化点变化幅度较大,表明因聚合物的作用不同,老化作用对SBS改性沥青的影响与对基质沥青的影响不同。短期老化后,部分聚合物交联结构被破坏,导致软化点下降;进一步老化后,随着沥青黏度的增加,软化点又呈现增加的趋势。可见仅凭软化点的变化一般难以区分改性与非改性沥青抗老化性能的差异性。

SBS改性沥青老化后软化点变化规律与基质沥青有所不同,试验结果见图4。经TFOT老化后,改性沥青

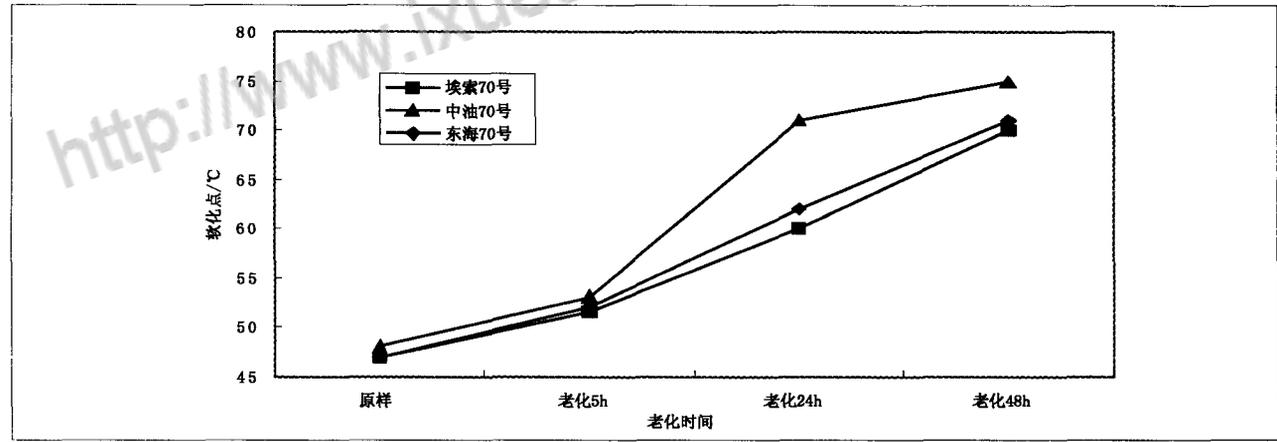


图3 基质沥青软化点随老化时间的变化

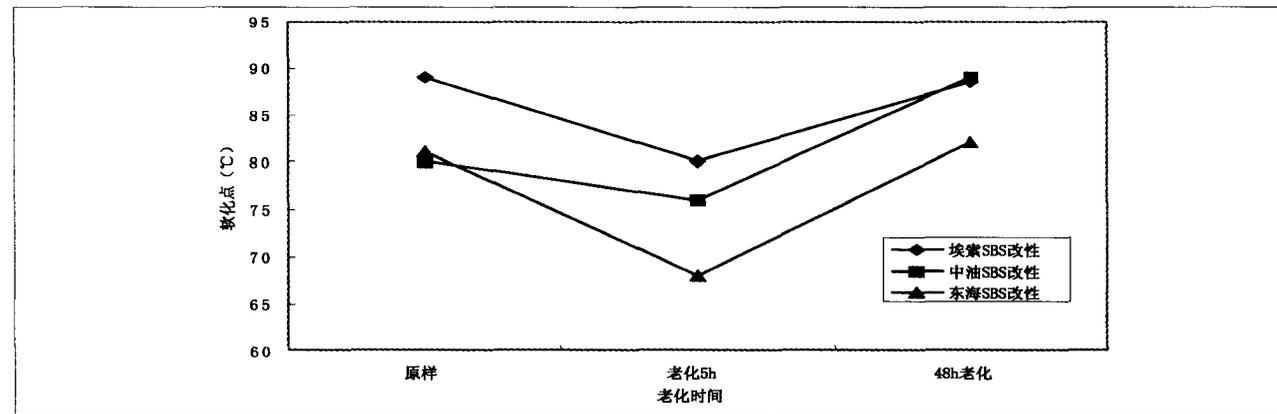


图4 改性沥青软化点随老化时间的变化

(3) 延度

沥青老化后延度下降, 导致沥青混合料低温抗裂性能降低。由图 5 中试验结果可以看出, 老化后基质沥青 10℃延度变化非常显著, 开始衰减幅度较大, 以后越来越小。基质沥青经过 TFOT 老化后, 延度值有了明显差异。其中中油 70 号沥青的下降最大, 东海 70 号沥青最小; 但是, 当基质沥青经老化 24h 和 48h 后, 各种沥青的延度逐渐趋于零, 差别越来越小, 以致难以有效区分不同沥青的

性能差异。

从图 6 可以知道, 老化对改性沥青 5℃延度同样有很大影响, 随老化程度加深, 延度不断下降, 但不同老化阶段延度大小的排序不一致。48h 老化后均出现脆断, 说明耐老化程度较差。所以, 通过短期老化后延度的变化来说明改性沥青的抗老化性能并不合适, 这可能是由于沥青与改性剂的复杂作用导致的。某一老化时刻的延度只能说明此时的沥青性能, 而不一定能准确预测长期老化后的沥青性能变化。

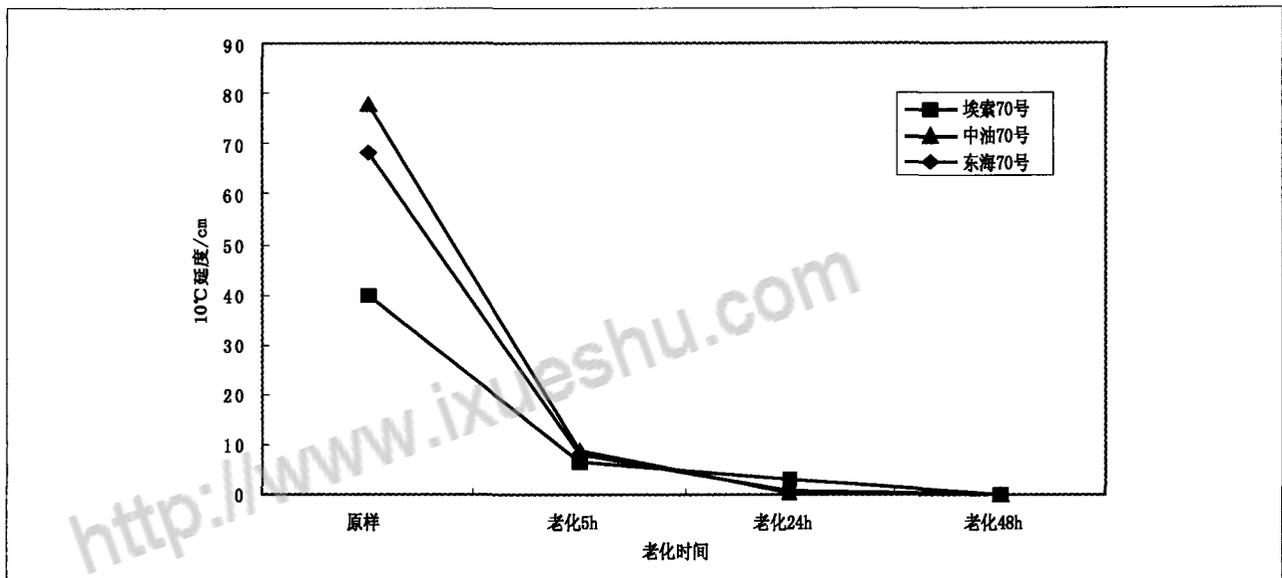


图 5 基质沥青 10℃延度随老化时间的变化

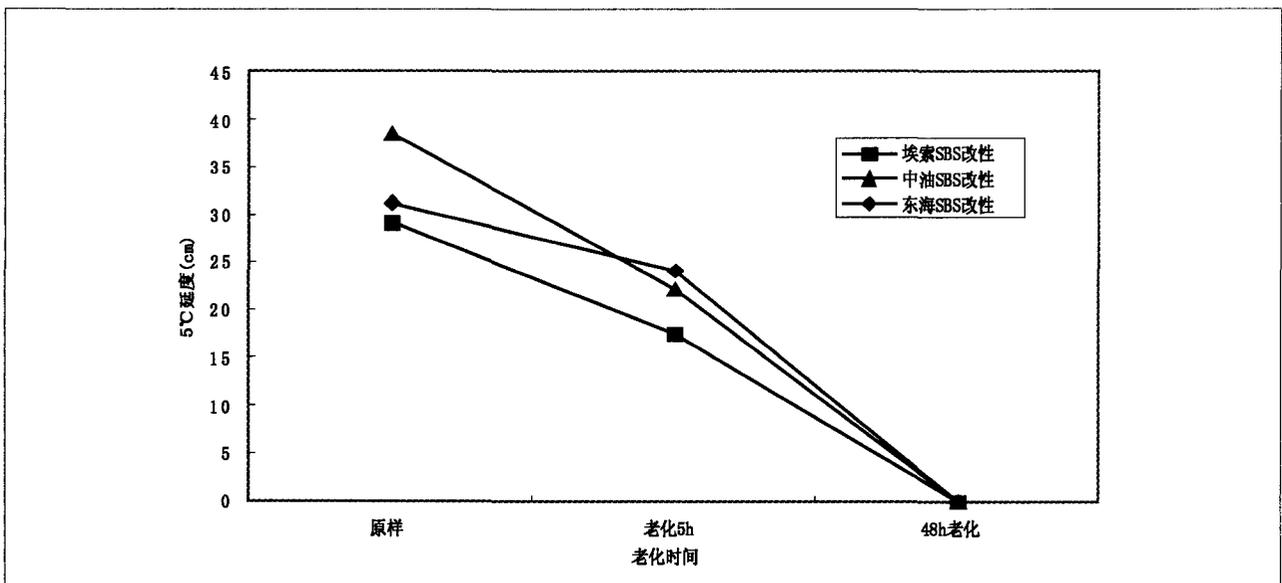


图 6 改性沥青 5℃延度随老化时间的变化

(4) PI 指数

针入度指数 PI 可以区分沥青的温度敏感性, 在

15℃、25℃、30℃三个温度下, 分别对沥青的针入度进行测试, 并计算了相应的 PI 值。结果如图 7 和 8 所示。

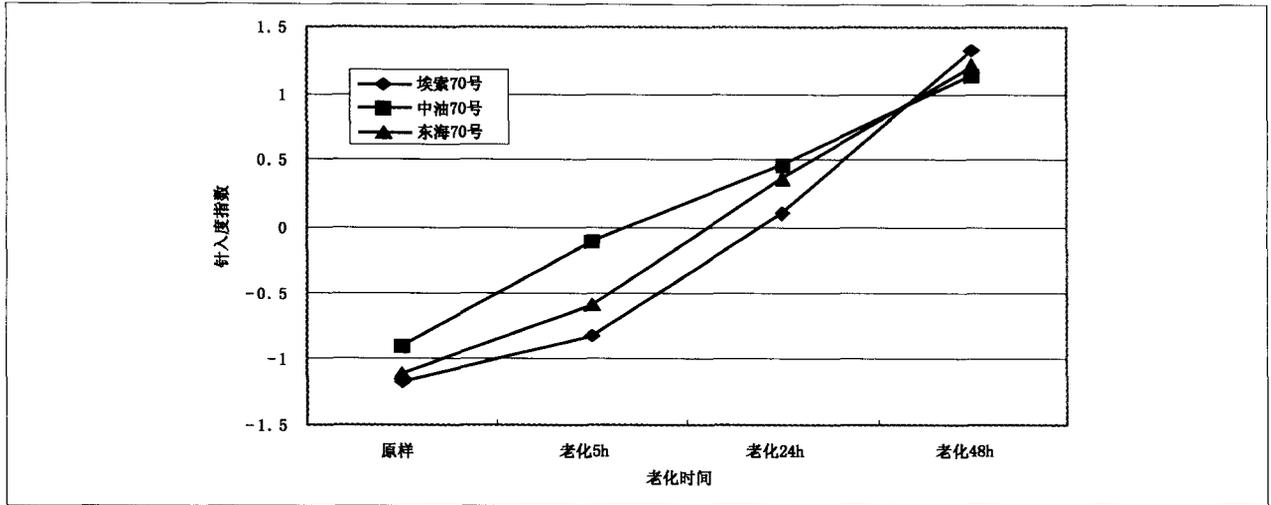


图7 基质沥青针入度指数变化情况

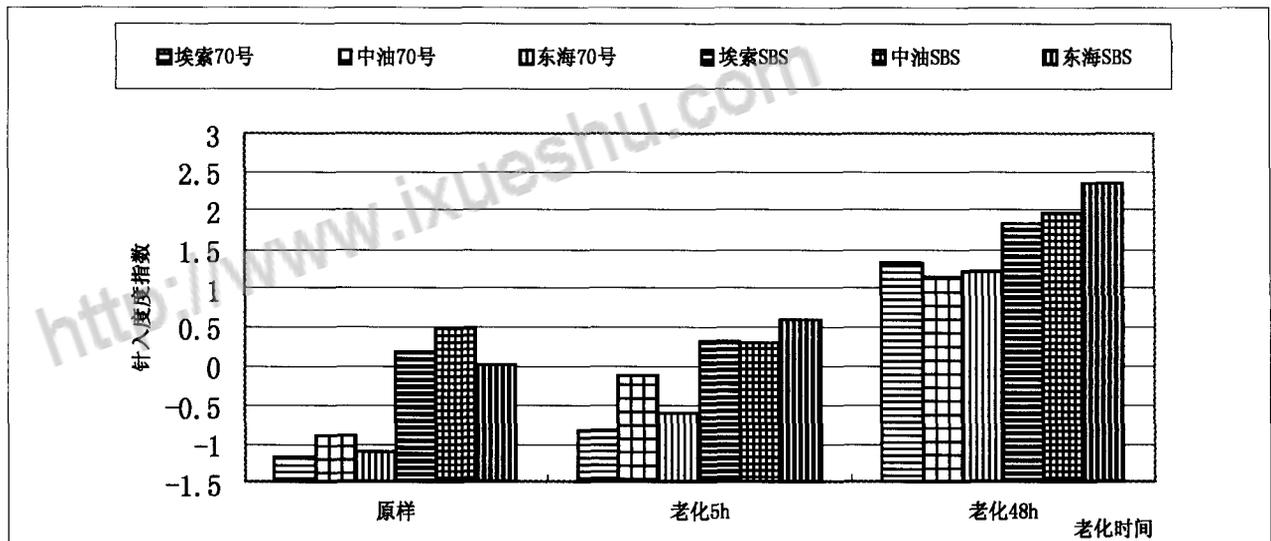


图8 改性沥青与基质沥青针入度指教的比较

老化对沥青 PI 值的影响很明显, 基质沥青老化后的 PI 值逐渐增加, 但不同沥青 PI 值的变化程度不同。不同老化阶段各沥青 PI 值的排列顺序差异较大, 所以根据沥青 PI 值的变化幅度来评价抗老化性能和老化规律是不合适的。

由改性沥青与基质沥青老化前的 PI 值比较可以发现, 改性沥青的温度稳定性较好。但是, 老化后改性沥青 PI 值的变化规律与基质沥青稍有不同。经 TFOT 短期 (5h) 老化后, 基质沥青的 PI 值增加明显, 但改性沥青的 PI 值变化不大, 甚至出现下降的情况; 而经 48h 老化后, 基质沥青和改性沥青的 PI 值均迅速增大, 数值达 1 以上, 改性沥青的 PI 值仍高于基质沥青, 但老化后改性沥青 PI 值的变化幅度要低于基质沥青。说明短期老化和长期老化对改性沥青温度敏感性的作用

效果是不同的, 这是改性剂的影响所致。推测原因为: 改性沥青短期老化后, 沥青部分老化, PI 值增大, 与基质沥青变化规律一致; 而 SBS 的交联结构有小部分被破坏, 导致 PI 值减小, 但其影响程度小于沥青, 结果表现为改性沥青的 PI 值增大。改性沥青经长期老化后, 沥青的老化导致 PI 值增大; 而 SBS 的交联结构大部分被破坏, 导致 PI 值减小。改性沥青的 PI 值受两种因素的综合作用, 结果表现为经老化后改性沥青的 PI 值有的增大, 有的减小。

从上面分析可以看出, 老化对基质沥青和改性沥青基本性能指标的影响是不一样的, 各指标得出的抗老化性能结论不一致。所以, 用常规指标不能完全准确反映沥青的性能变化, 尤其是改性沥青的变化规律, 还应结合 SHRP 指标做进一步分析。

(5) 黏度试验

黏度是材料相对分子量的宏观反应，沥青老化实际是发生了化学反应，导致沥青质在沥青中胶溶程度发生变化，此过程必然会引起黏度的变化。因此，研究沥青老化后黏度的变化，对研究沥青的老化过程也具有重要意义。

采用老化指数评价沥青抗老化性能，老化指数计算公式为：

$$C = \lg \lg (\eta_a \times 10^3) - \lg \lg (\eta_0 \times 10^3)$$

式中：C 为沥青老化指数； η_0 为老化试验前黏度； η_a 为老化试验后黏度。

老化指数反映了沥青老化后黏度曲线向上的偏离程度，其数值越大说明沥青抗老化性能越差。该指标不受原样沥青黏度差异的影响，相对于黏度比来说更加合理。

不同沥青不同老化方式前后的 135℃黏度如图 9，由试验结果数据进行计算得到各个沥青的老化指数如图 10 和 11 所示。由以上结果可以看出，随着老化时间的延长，沥青的 135℃黏度均有较为显著的增加，老化指数的数值也随之增大。由于抗老化性能的差异，不同沥青老化后黏度的增幅不同，老化指数也不同。但基质沥青与改性沥青的耐老化性能基本一致，埃索最佳，其次东海，再次中油。

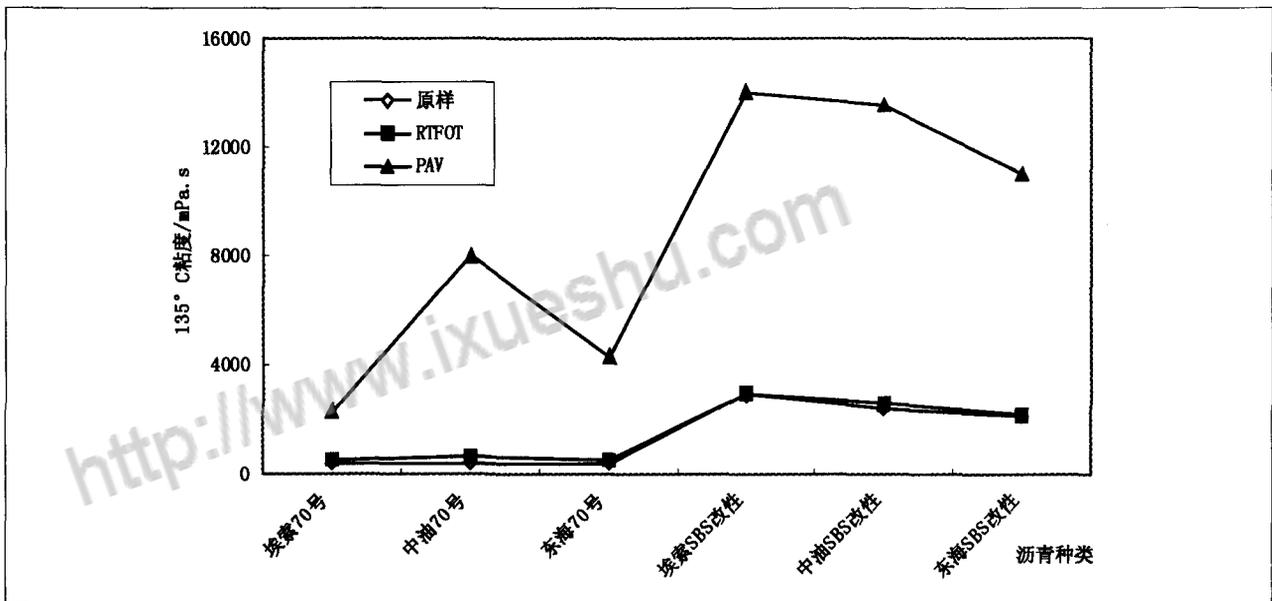


图 9 不同沥青老化前后 135℃黏度

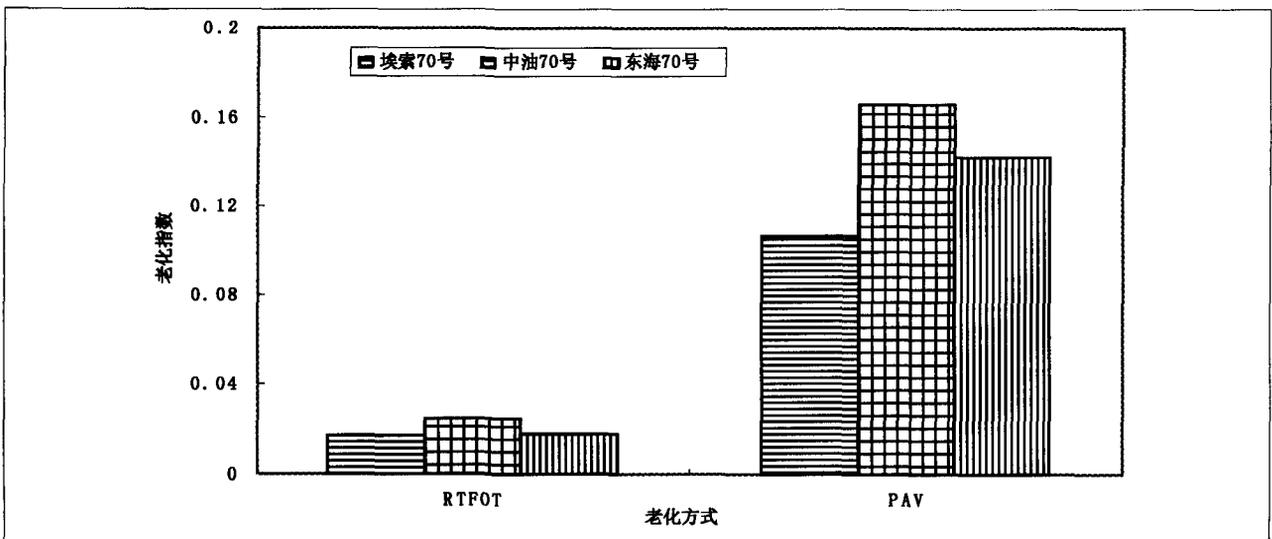


图 10 基质沥青老化指数

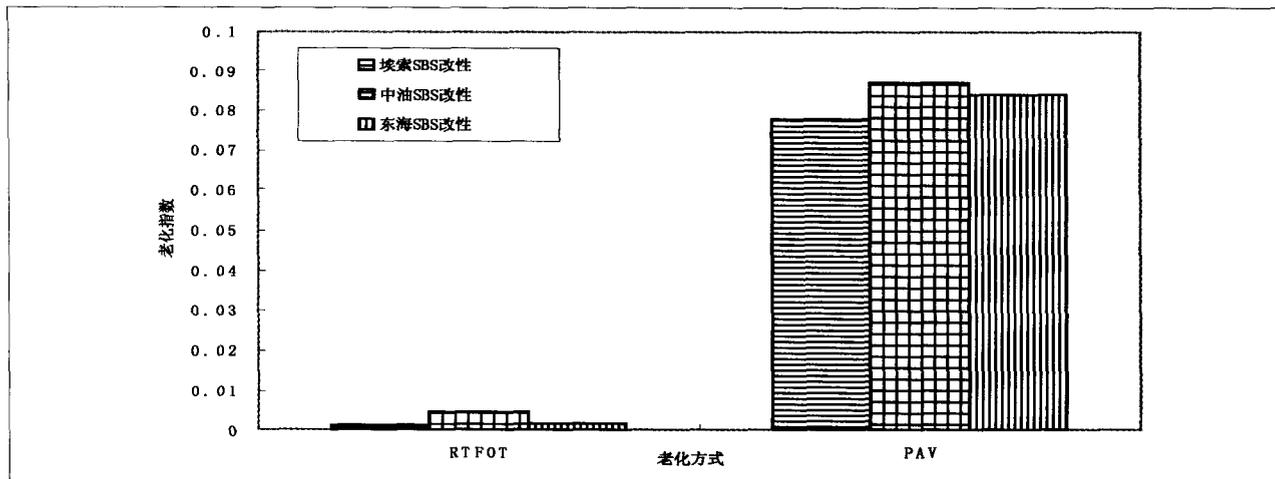


图 11 改性沥青老化指数

对比图 10 和 11, 改性沥青的黏度比和老化指数普遍低于基质沥青, 说明改性沥青的抗老化性能优于基质沥青, 即沥青经改性后的抗老化能力有了一定程度的提高。黏度的变化能较好地表征沥青的老化, 沥青老化后黏度增大, 高温性能逐渐增强。

3 结论

通过上述试验分析, 得出结论如下:

(1) 针入度比可以较准确地地区分不同沥青抗老化性能的差别, 而且短期老化后沥青的针入度比可以预测沥青的长期抗老化性能。

(2) 软化点的变化一般难以区分改性与非改性沥青

抗老化性能的差异性。

(3) 某一老化时刻的延度只能说明此时的沥青性能, 而不一定能准确预测长期老化后的沥青性能变化。

(4) 不同老化阶段各沥青 PI 值的排列顺序差异较大, 所以根据沥青 PI 值的变化幅度来评价抗老化性能和老化规律是不合适的。

(5) 黏度的变化能较好地表征沥青的老化, 沥青老化后黏度增大, 高温性能逐渐增强。

参考文献

- [1] JTG E20-2011, 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
- [2] JTJ F40-2004, 公路沥青路面施工技术规范[S].

(上接第 12 页)

互通立交不仅是路网的节点, 亦是扩建工程最重要的环节, 互通立交改扩建实施成功与否, 直接影响保通目标的实现, 可谓“牵一发而动全身”。因此, 互通改扩建方案在方案构思时就应该充分考虑施工交通组织实施的可行性, 并将施工交通组织贯穿设计始终。总体设计中, 保通匝道的标准、保通匝道的平纵面线形应与现有匝道以及实施匝道衔接, 以保证交通的顺利转换。详细设计中, 注重既有涵洞通道、匝道路面拆除前的利用等。

互通施工组织总体设计可采取“由外向内”的方法, 采用先外围修建, 后将交通引入外围已修道路, 再进行内部新建或既有道路改建的剩余工程修建见(图 9)。

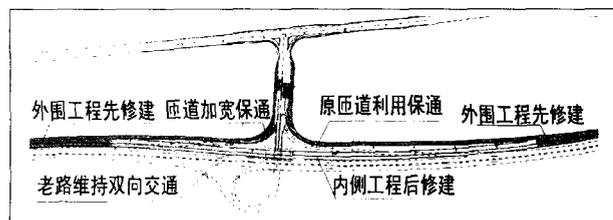


图 9 互通施工组织总体设计示意图

4 结语

改扩建工程总体设计是扩建工程最重要的环节, 其重要性影响到工程项目的各个方面。扩建设计中认真研究路线与互通、桥涵、路基、隧道、景观、施工交通组织之间的关系, 统筹全局, 宏观与微观设计紧密结合、不断调整优化, 从总体设计上为扩建工程实施奠定良好基础。

参考文献

- [1] 江贤章, 耿恩朋. 梅观高速公路改扩建工程总体扩建方案研究[J]. 山西建筑, 2013(14).
- [2] 刘治宇, 沈四. 高速公路改扩建工程扩建方案研究[J]. 北方交通, 2012(2).
- [3] 彭安琪, 耿喜文, 冯贵春, 陈飞. 高速公路扩建项目施工区交通组织方案优化[J]. 公路交通科技, 2014(3).
- [4] 陈玉良, 武加恒, 李涛, 陈飞. 高速公路改扩建施工交通分流方案研究[J]. 交通工程, 2014(1).

论文降重、修改、代写请加微信（还有海量Kindle电子书哦）



免费论文查重，传递门 >> <http://free.paperyy.com>

阅读此文的还阅读了：

1. [道路石油沥青技术指标分析](#)
2. [沥青老化机理分析](#)
3. [沥青老化的性能及指标分析](#)
4. [沥青老化分析研究](#)
5. [沥青抗老化指标探讨](#)
6. [沥青老化影响因素及评价指标分析](#)
7. [沥青耐久性对其初始粘流性质的依赖关系](#)
8. [沥青老化对集料粘附性能影响规律及评价方法研究](#)
9. [沥青及其混合料老化性能的实验研究](#)
10. [沥青高温稳定性评价指标分析](#)