

关于沥青关键性能指标的讨论

陈 平, 黄晓明, 李海军

(东南大学 南京市 210096)

摘 要: 通过误差改变以及不同温度下 SHRP 动态剪切模量和低温弯曲劲度的变化分析误差与温度对针入度指数 PI 、当量软化点 T_{800} 和当量脆点 $T_{1.2}$ 的影响。分析测力延度试验中力对延度变化的影响, 阐述单一延度局限性存在的原因。

关键词: 误差; 温度; 针入度指数; 当量软化点; 当量脆点; 测力延度

“八五”期间确立的“道路沥青及沥青混合料路用性能的研究”专题在考虑了含蜡量的影响后, 提出了改进的沥青指标, 包括以 3 个以上温度的针入度决定的反映温度敏感性的针入度指数 PI , 反映高温性能的当量软化点 T_{800} 和反映低温性能的当量脆点 $T_{1.2}$ 及 10 °C 延度 (5 cm/min)。这些关键性能指标在评价沥青的性能方面起到了很大的作用, 但在使用过程中仍然具有一定的问题。

1 针入度指数 PI 、当量软化点 T_{800} 和当量脆点 $T_{1.2}$ 分析

(1) 误差的影响。

因为误差的不可避免性, 因此尽管其对针入度值的影响不大, 但却对根据针入度所计算出的指标有较大的影响。表 1 为沥青在误差允许范围内的变化对针入度指数 PI 、当量软化点 T_{800} 和当量脆点 $T_{1.2}$ 产生的影响。

表 1 针入度误差对 PI 、 T_{800} 和 $T_{1.2}$ 的影响

误差类型	针入度值/0.1 mm			A	K	PI	$T_{800}/^{\circ}\text{C}$	$T_{1.2}/^{\circ}\text{C}$	R
	15 °C	25 °C	30 °C						
实测数据	22.0	57.2	103.0	0.044 2	0.672 0	-0.654	50.47	-13.41	0.998 5
单向误差 1	24.0	59.2	105.0	0.042 2	0.739 2	-0.354	51.28	-15.64	0.998 1
单向误差 2	20.0	55.2	101.0	0.046 5	0.597 7	-0.977	49.58	-11.15	0.999 0
单向误差 3	24.0	61.2	107.0	0.042 9	0.731 0	-0.461	50.63	-15.19	0.998 9
单向误差 4	20.0	53.2	99.0	0.045 8	0.606 4	-0.881	50.15	-11.51	0.998 1
双向误差 1	24.0	55.2	99.0	0.040 3	0.764 8	-0.132	53.06	-17.01	0.996 0
双向误差 2	20.0	59.2	105.0	0.047 9	0.580 9	-1.164	48.48	-10.47	1.000 0
双向误差 3	24.0	53.2	107.0	0.042 0	0.731 0	-0.323	51.72	-15.52	0.988 4
双向误差 4	20.0	61.2	101.0	0.047 1	0.597 7	-1.058	48.95	-11.01	0.999 7

可以看出, 假定实测值是正确的, 那么, 当误差在其上下波动时所引起的 PI 、 T_{800} 和 $T_{1.2}$ 的相差将是很大的。其中 PI 最大可相差 1 左右, T_{800} 的极差可达到 4 °C 以上, 而 $T_{1.2}$ 更是可达到 6 °C 以上, 因为其 K 值的

影响要比 T_{800} 大得多。即使考虑到双向误差发生的可能性比较小, 三者的误差仍然可能达到 0.5、1.5 °C、4 °C 以上。可见, 误差的影响将是很大的, 尤其对于当量脆点, 将有可能影响到对沥青性能的判断。

因此,0.997 的相关系数不能保证其可靠性,如何提高针入度的准确性将是评价沥青性能的关键。

(2)温度的影响。

一般认为,在5℃到35℃之内,针入度对数与温度为线性关系。但有的研究表明,即使在此范围内,由不同温度区间所计算出的值也可能是不同的,认为其线性关系在此范围的成立存在疑问。这些研究中以连续变化的温度区间针入度所计算出 PI 值忽大忽小,没有规律性,因此,说服力就存在问题。因为

它不能排除误差对其的影响,而且,即使线性关系不成立,最有可能的也应该是有规律的连续变化。因此,研究对沥青性能评价不产生较大影响的温度范围是必要的。

本文主要通过SHRP 试验中的动态剪切模量和低温弯曲劲度的变化来研究沥青在高温和低温情况下的敏感性变化。表2 为不同状态下沥青的动态剪切模量及 $\lg G^*/\sin\delta$ 与温度 T 的相关性。

表 2 动态剪切模量试验及 $\lg G^*/\sin\delta$ 与温度 T 的相关性							kPa
		58℃	64℃	70℃	76℃	82℃	相关系数 R
原样沥青		6.16	3.46	2.07	1.34	—	-0.998 1
RTFOT	85 min	8.41	4.68	2.69	1.58	—	-0.999 8
PAV	5 h	16.03	8.47	4.56	2.45	1.37	-0.999 9
	10 h	22.44	11.28	5.71	2.96	1.63	-0.999 6
	20 h	34.81	18.04	9.54	5.17	2.87	-0.999 8

可以看出,两者的相关性是比较好的,负号表示呈反比,能够用来反映温度的敏感性变化。表3 为根据不同的温度区间计算的 $\lg G^*/\sin\delta$ 与温度 T 回归直线的斜率 A_{T_1,T_2,T_3} 。

表 3 $\lg G^*/\sin\delta$ 与温度 T 回归直线斜率			
	$A_{58℃,64℃,70℃}$	$A_{64℃,70℃,76℃}$	$A_{70℃,76℃,82℃}$
5 h	-0.045 50	-0.044 89	-0.043 52
10 h	-0.049 53	-0.048 42	-0.045 37
20 h	-0.046 85	-0.045 23	-0.043 47

注:前两项由于值不够多,在此不列出,但其计算值是类似的。

其中任意 3 个温度的相关系数均不低于-0.999,但 A 值却发生了连续的变化,且随着温度的降低,相差越小,因此可以推测温度进一步降低后,斜率值将越来越接近,相关程度越好。

表4 和表5 分别为不同温度下的劲度和线性回归计算表。

表 4 不同温度下的低温劲度							kPa
沥青标号	温 度						
	-6℃	-9℃	-12℃	-15℃	-18℃	-21℃	
欢喜岭 90 号	35.3	65.6	117	209	312	481	
改性欢喜岭 90 号	17.8	35.6	67.7	120	204	300	

表 5 不同温度区间的劲度(对数)与温度的线性回归计算					
沥青标号		温 度 区 间/℃			
		-6/-9/-12	-9/-12/-15	-12/-15/-18	-15/-18/-21
欢喜岭 90 号	A	-0.086 7	-0.083 9	-0.071 0	-0.060 3
	K	1.030 3	1.061 9	1.229 2	1.412 8
	R	1.000	1.000	0.995	1.000
改性欢喜岭 90 号	A	-0.096 7	-0.088 0	-0.079 8	-0.066 3
	K	0.673 9	0.764 9	0.875 5	1.094 8
	R	1.000	0.999	1.000	0.996

同样可以发现,任意温度区间的相关系数均比较好, A 值的变化却比较大,但仍然是连续性的。随温度的升高, A 值的变化逐渐缩小,尤其是基质沥青。可以推测,当温度达到0℃以上时, A 值也将是

比较接近的。

因此,基本可以认为在5℃到35℃内,针入度对数与温度的线性关系是比较好的,任何的不一致则主要是由误差引起的

(3) 误差与温度两者影响大小的比较。

经分析可以发现,表1中,误差所引起的 A 值偏差率大概在5%~9%之间;表3中,温度区间的不同所引起的 A 值偏差率大概在2%(以趋近中等温度方向的温度区间为准),随温度的降低将进一步降低;表5中温度区间的不同所引起的 A 值偏差率在3%~9%之间(以趋近中等温度方向的温度区间为准),改性沥青的偏差值较大,但随温度的升高将进一步降低。可以认为,在5℃到35℃,温度的影响远远小于误差的影响。

对于温度来说,必须注意到 A 值的偏差是具有累积效应的,即温度区间越大, A 值偏差越大。随着温度在两个方向上的延伸,影响将越大。但不同的沥青具有相似的累积效应,因此在客观上部分弥补了非线性所产生的影响。可以认为,在一般的 T_{800} 附近,累积效应对判断不同沥青的性能不会产生大的影响,但 T_{800} 很大时(如60℃以上),则不同沥青的累

积效应差就有可能发生较大的变化,从而影响到高温性能的判定。 $T_{1.2}$ 与 T_{800} 是类似的,但是其累积效应随温度的变化更快。对于普通沥青来说,-15℃以上时,累积效应可能不会影响到 $T_{1.2}$ 对不同沥青低温性能的判断,而改性沥青或高粘度沥青所要求的温度则是更高的,这就在 $T_{1.2}$ 的适用性上存在疑问。

2 10℃延度分析

“八五”攻关的研究成果认为,沥青的延度与温度的关系曲线存在转折点温度,即各种沥青都有一个延度迅速增加或降低的温度,当速率为5 cm/min时,温度低于7℃,各种沥青的延度差别甚小,温度大于7℃而小于15℃,延度迅速拉开。因此推荐采用10℃延度。但该温度下的延度是否一定意味着更低温度下具有类似的低温性能是有疑问的。表6为几种沥青的测力延度记录。

表6 沥青的测力延度记录

沥青标号	7℃测力延度			10℃测力延度		
	延度/cm	峰值力/N	功/J	延度/cm	峰值力/N	功/J
泰70号	0.7	144	0.20	44.2	81.7	3.83
台湾70号	即断	即断	—	79.7	62.0	3.98
大港70号	3.4	110	1.40	68.1	60.0	3.94
加德士70号	2.6	112	1.30	13.5	71.3	2.49
盘锦70号	16.5	66.0	2.55	64.4	33.0	2.72
东明90号	29.6	50.7	2.75	75.8	29.0	3.03
科氏90号 ₁	27.0	49.3	2.51	74.0	32.0	3.0
科氏90号 ₂	11.7	68.7	2.36	29.9	36.0	1.78
欢喜岭90号	49.1	73.0	3.76	>100	35.7	4.12
西安100号	18.3	41.7	1.89	51.5	22.3	2.05

从表6中可以看出,10℃时的延度是有比较大的区别,但是否可认为此时延度大的沥青低温性能一定好呢?这就需要做进一步的分析。

10℃时台湾70号的延度比东明90号和科氏90号₁还要大一些,但在7℃时却一拉就断,而东明90号和科氏90号₁的延度却还差不多。这是什么原因呢。经分析发现,原来在10℃时,前者的峰值力与后两者相比,差不多为两倍,这样一来,温度降低后,峰值力都变大,台湾70号超出其承受能力而断裂,而后两者无论在10℃还是在7℃,峰值力都接近,因此,在两个温度下,两者的延度还是差不多。

再以盘锦70号和欢喜岭90号为例,两者在10℃

时的峰值力差不多,但延度值相差比较大,在7℃时峰值力和延度的关系还是差不多,呈现对应关系。

接着再看大港70号、科氏90号₂和西安100号。10℃时,三者的延度和峰值力大小关系为:大港70号>西安100号>科氏90号₂(延度),大港70号>科氏90号₂>西安100号(峰值力);但在7℃时,延度和峰值力大小关系变化为:西安100号>科氏90号₂>大港70号(延度),大港70号>科氏90号₂>西安100号(峰值力)。可以看出,峰值力的变化是一致的,而延度的顺序却发生了变化。可见,如果在不同温度下沥青的延度变化一致的话,关键在于其峰值力必须要小,否则必然会发生转折。

文章编号: 0451-0712(2005)07-0183-06

中图分类号: U416.26

文献标识码: A

高等级公路沥青混凝土路面再生适用性

李海军, 林广平, 黄晓明

(东南大学交通学院 南京市 210096)

摘 要: 针对高等级公路沥青混凝土路面材料与结构特性, 结合沥青混凝土路面不同再生方法的工艺特点, 分析了沥青混凝土路面材料及层面不同的再生机理, 并且从旧路材料和工艺方法两方面进行了沥青混凝土路面再生利用的适用性评价。

关键词: 路面工程; 沥青混凝土面层; 再生; 适用性

近十余年来, 我国公路建设迅速发展, 到 2003 年底, 高等级公路通车里程已突破 27 万 km, 其中高速公路通车里程近 3 万 km, 沥青混凝土路面里程占 75% 以上。虽然高等级公路沥青混凝土路面的设计寿命为 15 年, 但从实际情形看, 由于通行质量的原因或通行能力的需求, 大部分沥青混凝土路面在运营后, 短的 2~3 年, 长的 8~10 年就进入大面积维修或拓宽改造期。因此, 我国即将进入一个高等级公路大规模维护和改造期, 并将持续相当长的时间。我国经济虽有了很大的发展, 但实力仍不雄厚, 公路建设投资有限, 不能满足公路交通运输业迅速发展的需求。另外, 高品质沥青供不应求, 供应量不足需求量

的 2/3。沥青混凝土路面大修、重建等常规改造维修方法, 不仅耗用大量的砂石及沥青等限量资源, 占用大量的公路工程建设资金, 而且遗弃属于不可降解物质的旧沥青混凝土, 既占用大量的场地, 还会造成大面积的环境污染。从某种角度讲, 沥青属于高分子聚合物范畴, 具有溶解、沉淀等热力学可逆过程的性质, 这决定了旧沥青混合料是一种可以再生利用的材料资源, 并且, 由于我国沥青混凝土路面服务周期偏短, 其中的沥青与砂石材料可利用价值更为巨大。

1 高等级公路沥青混凝土路面特点

沥青混凝土路面是由多种材料构成的复杂体,

基金项目: 国家 863 计划资助项目(2002AA335100)。

收稿日期: 2004-11-06

所以, 可以认为: 在某一温度下(如 10℃), 若峰值力差不多, 那么在其他温度下, 其延度还是呈对应关系的; 若峰值力相差比较大, 但在都比较小的情况下, 则在其他温度下, 延度变化顺序一致, 直至发生突变(在更低的温度下); 若峰值力相差比较大, 且有的比较大的情况下, 则降低一个温度等级, 延度大小顺序就有可能发生变化(即突变前后)。这就是单一延度的局限性所在。

3 小结

通过分析误差的影响以及 SHRP 动态剪切模量和低温弯曲劲度的变化, 认为在 5℃ 到 35℃, 温度的影响远远小于误差的影响, 针入度对数与温度将呈现明显的线性关系, 任何的不一致则主要是由误差

引起的。

对于 T_{800} 和 $T_{1.2}$ 来说, 由于不同的沥青具有相似的累积效应, 在客观上部分弥补了非线性所产生的影响, 因此认为前者在 60℃ 以内, 后者在 -15℃ 以上时, 非线性基本上不影响对不同沥青高低温性能的判定。但改性沥青 $T_{1.2}$ 的适用性则有疑问。

峰值力极大地影响不同温度下的延度变化, 这是某一温度下单一延度的局限性所在。

参考文献:

- [1] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 人民交通出版社, 2001.
- [2] 陈惠敏. 关于沥青针入度指数[J]. 石油沥青, 2003, (12).