

文章编号:1671-8879(2005)05-0019-06

## SBS 改性沥青的两种典型亚微观结构

原健安<sup>1</sup>, 李玉珍<sup>2</sup>, 周吉萍<sup>2</sup>

(1. 长安大学 理学院, 陕西 西安 710064; 2. 深圳清华路安特新材料研发中心, 广东 深圳 518053)

**摘要:**应用粘度剂、显微镜等方法,测定了不同 SBS 改性沥青的系列粘度数据和显微照片,通过分析这些数据和照片,研究了改性沥青结构和性质之间的关系。发现在相同 SBS 剂量下的改性沥青具有不同的亚微观结构,其中有两种差别较大的典型结构。结果表明,改性沥青亚微观结构的差异在很大程度上影响宏观性质,具体表现在延度、稳定性、粘度等指标上有较大差别。

**关键词:**道路工程;改性沥青;机理;亚微观结构;SBS

**中图分类号:**U414.75

**文献标识码:**A

## Two typical sub-microscope structures of SBS modified asphalt

YUAN Jian-an<sup>1</sup>, LI Yu-zhen<sup>2</sup>, ZHOU Ji-ping<sup>2</sup>

(1. School of Science, Chang'an University, Xi'an 710064, China; 2. Shenzhen Tsinghua Novophalt New Materials Research and Development Center, Shenzhen 518053, China)

**Abstract:** The viscosity of several kinds of modified asphalts is measured with Brookfield rotational vicomter, the sub-microscope structure of those modified asphalts is studied with fluorescence optical microscopy. The performance and structure of SBS modified asphalt is studied through the measured data and microphoto. It is found that the modified asphalts have different sub-microscope structures, and there are two typical sub-microscope structure among them. The results indicate that the performance of modified asphalt is affected by the sub-microscope structure to a great extent, which is shown by the considerable different in ductility, viscosity, storage stability and so on. 5 tabs, 3 figs, 7 refs.

**Key words:** road engineering; modified asphalt; mechanism; sub-microstructure; SBS

## 0 引言

采用聚合物对沥青进行改性是提高和改善沥青路面使用性能的一种有效措施。其中 SBS 改性沥青又以其综合性能较优而得到广泛应用。在 SBS 改性沥青的实际应用中也发现用不同的基质沥青制备的改性沥青性质差异较大。许多学者对此也进行了大量研究,认为相容性是导致这一现象的主要因素<sup>[1~3]</sup>。但是相容性优劣又是如何对性质产生影响

的,并没有得到进一步阐述。本文通过对基质沥青、改性沥青性质的研究,指出 SBS 与不同基质沥青在相容性方面存在的差异,将进而导致 SBS 改性沥青亚微观结构的不同,而改性沥青力学性质所表现的差别与其亚微观结构的不同有很大关系。同时对影响改性沥青亚微观结构的因素进行了分析。

## 1 基质沥青组成性质对结构性的影响

石油沥青是一种组成十分复杂的烃类混合物,

收稿日期:2004-09-19

作者简介:原健安(1956-),男,陕西西安人,长安大学副教授。

它是由分子大小不同、结构不同、性质不同的化合物组成的集合体。各种或各类分子之间由于化学结构存在差异,导致其不仅物理性质存在差异而且化学性质也存在差异,有的甚至差异很大。当这么多不同性质、结构的物质共存时它们之间由于分子之间存在着不同的相互作用力,而形成了特殊的聚集态结构,并表现出特有的物理性质。

由于沥青的组成过于复杂,为了便于研究起见,早在 20 世纪初,即有研究者提出将沥青按照化学性质有联系的原则进行分组,或者按照结构相近、性质类似的原则,将沥青中的化合物进行分组,这些“组”就称为组分。组分是根据研究的需要进行划分的,并不十分严格,有三组分法、四组分法、五组分法等,目前最常用为四组分法。组分的划分与采用的条件有关,如温度不同,同一沥青 4 组分的量也是不同的,溶剂剂量不同其值也有所不同。采用不同溶剂,这种划分也是有区别的,变更溶剂可以得到不同的组分划分结果,有时结果差异很大,因此如何对组分划定,往往是根据研究的目的和需要进行的。组分的划分也为后来解释沥青中各种组分共混、共存时相互作用的理论建立奠定了基础。为了对沥青的微观结构进行合理的解释,在此基础上建立了两种理论体系,分别为胶体学说和分子溶液理论。

沥青的胶体学说认为:沥青的聚集态结构是一种胶体结构,这已为大多数沥青均具有胶体溶液所特有的流变学性质如粘弹性、触变性等得到证明。在这种结构中,分子量最大的沥青质为胶核,在沥青质周围吸附了一些极性较大的胶质组成胶团或分散相,随着半径的扩大,胶质的极性逐渐减弱、芳香度渐小;半径继续扩大,则为极性更小或没有极性的脂肪族油类所组成的分散介质。其中只有在含有沥青质的情况下,才会形成胶体结构。单纯的不含沥青质或只有可溶质的沥青,仅具有纯粘性流体的特性。在这种结构中沥青质是核心,没有了沥青质,即没有了胶团的核心。同样,胶质是保护介质,没有了吸附在沥青质周围的中间介质,沥青质将会沉淀出来。当沥青质、胶质以及做为分散介质的油分相对含量相匹配时,才能形成稳定的胶体溶液。一般认为按它们的化学特性及各种组分的比例和流变学特性,沥青的胶体结构可以分为溶胶结构、溶-凝胶结构以及凝胶结构。形成的胶体结构类型主要取决于①沥青质含量,沥青质的 C/H;②胶质含量及吸附能力;③芳香烃含量及溶解性;④温度。改变沥青中的组分结构或温度可以使分散度发生变化,从而使胶体

结构发生变化,并因此而使沥青的力学性质发生变化。

沥青的高分子学说认为:沥青是一种以高分子量的沥青质为溶质,以低分子量的软沥青质为溶剂的一种高分子溶液。沥青质的含量以及软沥青质的溶解性能在很大程度上决定了高分子溶液的稳定性。当沥青质含量较低软沥青质溶解性能较好时,能够形成具有溶胶特点的高分子溶液,当沥青质的数量较多,而软沥青质的溶解性能仍比较好时,高分子的溶解受溶解度的影响而不充分时,则形成具有凝胶特点的一种过饱和和高分子溶液。当沥青质含量较高而软沥青质的溶解性能较差时,沥青质在软沥青质中溶解性较差,则形成带沉淀性凝胶特点的体系。沥青的高分子溶解理论是以研究沥青中各分子间的相互作用的结果为基础的,运用现代化学热力学的研究成果和沥青化学研究成果,对沥青的性质进行解释,对于高温下沥青性质的解释有一定效果。

胶体学说和高分子溶液理论均是研究沥青中分子间的相互作用力,并以此为基础建立了理论体系。但由于沥青的化学成分过于复杂,现代测试技术还存在着一些困难。因此合理地引用了一些假设,并采用已有的研究成果,分别成功地解释了沥青的一些性质及演变规律。虽然仍有不足之处,但也极大地促进了对沥青的认识。

改性沥青是近年来发展起来的一种提高沥青使用性能的技术手段。它是在沥青的基础上通过改性剂的加入促使沥青性质向某一方向变化,特别采用各种聚合物,更丰富了改性沥青的品种。由于改性工作均是在沥青的基础上进行的,因此对沥青的亚微观结构应当有更清楚认识,亚微观结构才是直接影响其物理性质的主要因素。

## 2 SBS 改性沥青亚微观结构

沥青的组成结构十分复杂,当组成结构发生变化时均会影响到沥青的亚微观结构,如沥青质数量改变,胶质数量改变,芳香份数量的变化均会影响到沥青质在沥青中的分散、溶解,进而使胶体结构发生变化(或影响沥青高分子溶液的分散状态)。当 SBS 加入沥青后 1 个本来就十分复杂的体系由于外来物质的加入变得更为复杂。如果 SBS 的加入不吸收沥青中的组分,如同填料一般(即使填料也有吸附的过程),那么对沥青组成的影响还不至于太大。问题是 SBS 加入沥青后会吸收沥青中的组分,当 SBS 吸收了沥青中的组分后,沥青结构中由于组分发生了

改变则必然会引起沥青中胶体结构(或高分子溶液)的分散状态,导致沥青本身的亚微观结构发生改变,其性质也将随之发生一些变化。不仅如此,SBS 微粒加入沥青后,不仅占据一定空间,而且还参与了新的胶体结构的形成。同时 SBS 分散相的性质由于吸收了大量沥青组分,因此性质也与原来有所不同(目前大多数文献仍认为 SBS 与沥青之间没有化学反应仍为物理共混过程,这是基于技术手段方面的不足。在 SBS 加工过程中,高温强机械作用不可避免会产生 SBS 的断链,产生自由基,同时 SBS 上的活性双键在这种条件下也难以稳定,不能不发生化学反应,但比例有多大,目前还不得而知。如果有化学反应情况将更复杂)。新的胶体结构的建立不仅有沥青参与而且有 SBS 参与。由于沥青产地、原油基质、炼制工艺的差异,因此沥青的性质有较大差异,即胶体结构也有很大不同。当 SBS 共混于胶体结构(或高分子溶液结构)不同的沥青中,其结果必然导致新的胶体结构不同,从而带来性质不同,有时甚至有很大差别;反过来,沥青相同改性剂不同也会带来不同的结果,但这一差异远小于沥青带来的影响。

2.1 改性沥青的结构性

研究采用了两种不同品质的基质沥青,沥青的物理数据见表 1。

表 1 两种基质沥青的性能数据

技术指标	A 沥青(90#)	B 沥青(90#)
针入度(25 ℃ 100 g)5 s/0.1 mm	90	90
针入度指数	-0.4	0.5
软化点/℃	45.5	44.0
延度(15 ℃ 5 cm·min <sup>-1</sup> )/cm	>100	>100
粘度(135 ℃)/(Pa·s <sup>-1</sup> )	0.325	0.259
旋转薄膜残留物(163 ℃, 85 min) RTFOT		
质量损失/%	0.16	0.69
针入度比/%	58	58
延度(15 ℃ 5 cm·min)/cm	>100	>100

沥青种类	沥青各组分含量/%			
	饱和份	芳香份	胶质	沥青质
A 沥青	19.90	52.62	19.23	8.08
B 沥青	38.16	32.82	19.30	5.99

从表 1 可看出:两种沥青常规指标差异并不大,A 沥青软化点略高于 B 沥青(1.5 ℃),A 沥青的粘度(135 ℃)也大于 B 沥青。两种沥青都属于溶-凝

胶结构沥青,但 A 沥青的组分中芳香烃高达 52%,B 沥青仅为 38%,而通常认为芳香烃含量较高不仅对沥青质的吸附能力强,而且溶解性较强<sup>[4]</sup>,容易形成好的胶溶体系,且芳香烃的平均分子质量相对大于饱和烃的平均质量,这意味 A 沥青的平均分子质量相对较大。研究中采用 5%道改 2# SBS 改性剂分别对两种沥青进行改性,并采用 Brookfield 旋转粘度计分别对改性体系进行研究,粘度数据见表 2、表 3。

表 2 A 沥青+星型 SBS(5%)改性沥青系列粘度

转速/ (r·min <sup>-1</sup> )	粘度/(Pa·s <sup>-1</sup> )							
	115 ℃	125 ℃	135 ℃	145 ℃	155 ℃	165 ℃	175 ℃	185 ℃
5	15.20	8.300	3.500	0.940	0.56	0.312	0.2	0.152
10	12.50	5.650	2.750	0.830	0.56	0.312	0.2	0.152
20	12.50	3.600	2.425	0.798	0.56	0.312	0.2	0.152
30	7.70	2.917	2.150	0.755	0.56	0.312	0.2	0.152
50	6.24	2.730	2.120	0.725	0.56	0.312	0.2	0.152
100	5.12	2.375	1.965	0.700	0.56	0.312	0.2	0.152

表 3 B 沥青+星型 SBS(5%)改性沥青系列粘度

转速/ (r·min <sup>-1</sup> )	粘度/(Pa·s <sup>-1</sup> )							
	115 ℃	125 ℃	135 ℃	145 ℃	155 ℃	165 ℃	175 ℃	185 ℃
5	12.00	4.50	2.400	0.450	0.280	0.174	0.125	0.093
10	7.00	4.20	1.900	0.445	0.275	0.174	0.125	0.093
20	6.60	2.95	1.875	0.425	0.275	0.174	0.125	0.093
30	6.30	2.60	1.800	0.410	0.275	0.174	0.125	0.093
50	5.20	2.28	1.610	0.400	0.275	0.174	0.125	0.093
100	4.85	2.02	1.370	0.382	0.275	0.174	0.125	0.093

在 65 ℃以上温度下,对基质沥青进行粘度测定,发现转速无论多大,粘度均为同一值。说明应力应变关系为直线关系。沥青中不存在结构性或结构性非常弱,以至于无法在粘度测定中表现出来。此时按胶体结构理论来讲,胶粒或胶团间的距离非常远,相互间在流动过程中基本无影响。或者,由于温度较高吸附力下降,沥青质的溶解分散程度较高,胶质消失于油分中,形成了分散程度很高的体系或者高分子溶液体系,因此呈牛顿流性质。而且在大于 115 ℃以上的温度,沥青的粘度变得非常小。但是这两种沥青用 SBS 进行改性后,改性沥青的粘度不仅较大,而且随着转速的增大,粘度明显下降,呈明显的假塑性。且随着温度的下降这一趋势得到加强。数据表明 SBS 改性沥青具有结构性。这与基

质沥青有所不同,改性剂的加入增强了沥青的结构性,只有升至更高的温度下这种结构性才消失;相反,温度下降,结构性得到加强。同时改性沥青的结构性还说明一个问题,即 SBS 在沥青中的分散,并不是均匀的体系,也有薄弱环节,在外力的作用下这些薄弱环节被破坏,导致粘度下降。另外从表 2、表 3 中还可以看出不同的改性沥青结构性的强弱并不相同。表 2 中样品的结构性明显强于表 3 样品。这也反映出 SBS 在不同沥青中体积的变化有很大差异。这对于结构性的形成有很大影响。采用另一种线型 SBS 岳化 791H 对两种沥青进行改性,粘度测试表明也有明显的结构性,所不同的是结构性较星型 SBS 差。本文认为主要原因是道改 2<sup>#</sup> 平均分子质量较大,同时分子内有交联点,分子间作用力较大,形变能力较差以及分散的 SBS 界面间的作用力与 SBS 内部的分子间作用力差别较大所致。而线型 SBS 分子间作用力相对较小,相内性质与相之间性质差别较小,且容易发生形变以至于表现出结构性较小(表 4、表 5)。

表 4 A 沥青 + 线型 SBS(5%)改性沥青系列粘度

转速/ (r·min <sup>-1</sup> )	粘度/(Pa·s <sup>-1</sup> )							
	115℃	125℃	135℃	145℃	155℃	165℃	175℃	185℃
5	7.40	2.600	1.400	0.850	0.515	0.352	0.257	0.17
10	6.50	2.600	1.400	0.850	0.515	0.352	0.257	0.17
20	5.05	2.475	1.337	0.850	0.515	0.352	0.257	0.17
30	4.40	2.433	1.308	0.848	0.515	0.352	0.257	0.17
50	4.28	2.380	1.300	0.839	0.515	0.352	0.257	0.17
100	4.17	2.335	1.300	0.845	0.515	0.352	0.257	0.17

表 5 B 沥青 + 线型 SBS(5%)改性沥青系列粘度

转速/ (r·min <sup>-1</sup> )	粘度/(Pa·s <sup>-1</sup> )							
	115℃	125℃	135℃	145℃	155℃	165℃	175℃	185℃
5	4.800	2.000	0.850	0.500 0	0.320 0	0.202	0.144	0.103
10	4.300	2.000	0.825	0.500 0	0.310 0	0.202	0.144	0.103
20	4.000	1.975	0.800	0.497 5	0.307 5	0.202	0.144	0.103
30	3.633	1.900	0.778	0.498 0	0.306 5	0.202	0.144	0.103
50	3.260	1.860	0.758	0.494 0	0.305 0	0.202	0.144	0.103
100	3.000	1.800	0.740	0.484 0	0.302 0	0.202	0.144	0.103

2.2 改性沥青的结构性产生的根源

改性沥青中,当 SBS 加入沥青将对沥青中组分进行选择吸收<sup>[5]</sup>,从而导致相体积增大<sup>[6]</sup>。文献[7]报道,SBS 吸收油分后可使相体积增大至原来的

9 倍,前提是沥青中的组分与 SBS 分子间的作用力需大于 SBS 分子间的作用力时,方可进入 SBS 相。且能进入 SBS 相的沥青量与沥青组分结构有很大关系,同时也影响着 SBS 相体积的大小,许多学者对此进行了大量研究,一致的结论为:沥青中芳香份含量较高,沥青与 SBS 的混合性好,即 SBS 与沥青组分的亲和性较好。按照沥青胶体理论或高分子理论,沥青中均有分散相与分散介质,沥青质为分散相而油分(包括饱和份、芳香份与部分胶质)为分散介质,分散介质为一混合溶剂,因此混合溶剂的复合性质对 SBS 的溶胀性影响很大,而混合溶剂的溶解性又是各物质性质的一种叠加。因此当芳香烃含量较高时,其复合溶度参数将增大,有利于沥青组分进入 SBS 中的聚苯乙烯段,而沥青组分进入聚苯乙烯段的量越大,有利于聚苯乙烯段的分散,聚苯乙烯段的被分散程度越大。由于主链段上苯环侧链较大,旋转、移动能力较差,因此粘度增加程度较大。而且聚苯乙烯段被分散后,受其影响,聚丁二烯段也同时被分散,使聚丁二烯段链段更加自由,有利于混合溶剂更多的进入 SBS 相,SBS 相体积得到增加,而沥青相体积减小,SBS 相体积的增加,有利于性质朝某些方面的转化,如玻璃化温度下降,形变能力提高等。同时也有利与分散的 SBS 微粒之间建立有效的联系。另一方面,当沥青中油分比较多的进入 SBS 相以后,沥青相中油分必然下降,因此不利于沥青质的分散,对原有的沥青胶体平衡又是一种破坏,当沥青质数量较小时,其影响可能不太大,而基质沥青中沥青质的数量较大时,则会有很大的影响,可能引起沥青质的聚集胶团体积变大,从而引起聚沉。这大概也是许多文献中认为高沥青质沥青改性效果不佳的 1 个因素。基质沥青的性质有可能不变,或向较好的方面转化,但更多是向差的方面转化( $\eta$  减小的方面)。当 SBS 被分散于沥青中后,SBS 无论溶胀程度大小、相体积大小,都存在着相内性质与相间性质的差异,因此被分散的 SBS 微粒之间或 SBS 微粒与沥青中原有的胶团之间建立起某种联系,这种联系紧密程度无论如何也达不到 SBS 微粒内部紧密程度。因此改性沥青内部存在着非均一性。在外力作用下,薄弱环节被破坏,从而导致  $\eta$  随转速的增大而下降,显示出具有明显的结构性。

2.3 几种不同的 SBS 亚微观模型

表 2、表 4 的两种改性沥青为 A 沥青采用不同 SBS 进行改性的。相比较而言表现出比较强的结构,两者的差别仅在于 SBS 类型不同,因此属于同



一种结构类型。表3、表5中的两种改性沥青是B沥青采用不同SBS改性,属于另一种改性沥青类型。本文认为这是两种比较典型的模型。表2、表4中改性沥青所采用的基质沥青由于芳香烃含量较高,由于前述的原因,被分散的SBS微粒溶胀程度比较大,微粒所占据的体积较大,微粒之间的相互联系紧密。由于分散相与分散介质分子间相互作用力较大,显示出比较好的亲和性。这时改善两相的物理性质是至关重要的,如SBS相由于沥青组分的进入其密度发生改变,变形能力得到改变,分子间力改变等,有效地促进了两相间的融和。这也是改性沥青稳定性所必须的必要条件。当两相自然融和较好时,即使不采取措施也能保证改性沥青具有相当的稳定性。结合显微图像,本文认为这一类改性沥青在制备完成后一段时间,其微观模型如图1所示。

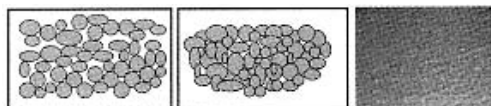


图1 SBS微粒变化示意图及显微图像

SBS以一定尺寸的颗粒均匀分布于沥青中,微粒的尺寸与改性沥青制备工艺、沥青进入SBS相的数量有关,当进入SBS相的改性剂数量较大时,SBS颗粒所占据的空间增大,SBS微粒之间的相互联系即更紧密一些。如果沥青相的胶体平衡由于SBS的加入并由于吸收导致油分减少而发生移动,这时会导致沥青质聚集为大团粒或沉降。这些没有进入SBS相的沥青组分即存在于SBS相间或SBS堆积而形成的空隙中,图1中黑色部分,由于SBS呈一种堆积结构,占据了相当大的空间,不仅自身整体运动受到阻碍,同时也阻碍了沥青的移动,SBS之间通过沥青膜建立了有效的联系,整个体系的均一性较好,因此稳定性好。同时这种结构由于SBS相间必竟是薄弱环节,因而在粘度测定过程中外力作用造成微粒之间的错位以及变形等,造成粘度随转速增大而下降。由于SBS的形变能力以及沥青的流动性均随温度下降而减弱,因此结构性随温度的下降而得到加强。当在热贮存的过程中,这种结构性有减弱的趋势,但粘度整体上增大,结构发生如图1所示的转化,显微图像无法分辨。

当结构发生转化后,虽仍有部分缺陷,但均一性得到了加强,此时SBS之间的联系更加紧密,形变能力更大,从而结构呈下降趋势。此时产生结构表现的主要原因是SBS在力作用下的变形,SBS在力的作用下伸长形成层流,造成粘度 $\eta$ 随剪切速率增

大而下降,这种结构的形成主要是剪切完成后溶胀过程并没有停止,随时间推移,溶胀过程仍在进行。SBS分子虽以团聚的形式存在于沥青中,但外缘的分子的热运动,使分子有冲破沥青膜而形成分子团之间的物理缠绕或物理交联作用,这时SBS微粒之间的联系得到加强,从而把分布于SBS堆积空隙中沥青相也裹进了SBS相中,不仅使 $\eta$ 增大而且结构性下降。表2、表3样品的区别主要是SBS类型不同造成的。线性结构SBS的变形能力较强,外力作用时SBS易于形变,因此不仅粘度小,结构性显得也弱。在这种体系中当剂量增大时,结构不变,所不同的是单位体积内的粒子数目增多,且溶胀程度有所降低,但结构不会有太大改变。

表3、表5样品属另一种结构,在这种体系中,由于SBS与沥青互溶性比较差,SBS通过机械强制分散于沥青中,SBS微粒溶胀程度差,占据的相体积小,微粒的形变能力相对也小,距离远。微粒之间被较厚的沥青膜所阻隔,由于SBS之间联系较差,因此难以建立有效联系而形成结构,因此 $\eta$ 小,且 $\eta$ 随转速的增大而下降的趋势不如前一种结构明显,结构性较差,主要原因是SBS与沥青互溶性差。刚制备好的改性沥青(表5样品)具有图2所示模型,在热贮存后由于相分离缘故,小微粒由于表层分子的热运动,且由于微粒在热贮存过程中的热运动相互撞击,因此有部分微粒相互融合而形成较大颗粒。虽然颗粒增大,但微粒间距离更远,因此结构性下降,而且 $\eta$ 也较热贮前低,这一点与前述结构有根本差别,表5样品即具有此种结构。

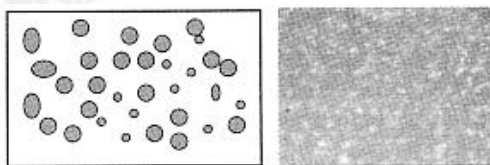


图2 SBS微粒变化示意图及显微图像

在沥青饱和份含量很高且芳香烃含量相对较低的情况下,由于互溶性很差,如果采用星型结构的SBS很容易发生离析,这时容易形成如图3所示的结构(表3样品)。这是由于被分散的SBS由于互溶性差,以致被分散的微粒之间相互聚集成一定尺寸的颗粒。颗粒相互搭接而呈2个连续相的结构,这种结构稳定性很差,当停止搅拌后即离析为两相,当搅拌强度很大时又可以分散为图3的结构,且分散相颗粒的性状也并不十分规则。当形成这种结构后改性沥青的常规指标尚能满足规范要求,甚至更

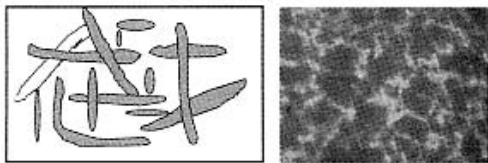


图3 SBS微粒变化示意图及显微图像

高,但易离析,稳定性差,且粘度小( $\eta_{135}$ )。原因是SBS在测定条件下易缠绕在轴上,实际是用裹着SBS的轴测沥青的粘度,所得数据当然不能反映改性沥青的实际粘度,因此这种结构是一种过渡性结构。SBS起着一种包裹作用,即一种“粗”网络。其与相容性好的情况下所形成的“分子网络”有着本质的区别。无论稳定性、均匀性以及长期性能均有明显差别,特别在长期荷载作用下结构会逐渐发生变化。这一种结构中SBS所起的补强作用大于改性作用,同时对沥青相的影响相对较小。

改性沥青的微观结构对于其性质有着很大影响,微观上的差异必将影响宏观性质,致使不同改性沥青性质有很大差别。通过对微观结构的了解,对于进一步认识改性沥青有积极的促进作用,并对于力学性质有合理的解释。研究微观与宏观之间关系均有着深远意义。

### 3 结 语

(1)SBS改性不同的基质沥青,其改性沥青的亚微观结构有很大差别。

(2)SBS改性沥青亚微观结构的差别,对于改性沥青的力学性质有明显的影响。特别是对稳定性、延度、粘度等指标均有较大影响。

(3)基质沥青的差异也在很大程度上影响改性沥青的亚微观结构。而SBS的差异对改性的亚微观结构同样也存在影响,所不同的是影响没有沥青那么明显。

(4)改性沥青的贮存状态也会对亚微观结构有明显影响。

### 参考文献:

### References:

- [1] 吉永海. SBS改性沥青的相容性和稳定性机理[J]. 石油学报, 2002, 6(3): 23-28.  
JI Yong-hai. Mechanism of compatibility and stability of SBS modified asphalt[J]. Acta, Petrolei Sinica, 2002, 6(3): 23-28.
- [2] 黄卫东, 孙立军. SBS与沥青、软沥青质的相互作用及其过程[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2002, 30(7): 819-823.  
HUANG Wei-dong, SUN Li-jun. Interaction and procedure among styrene-butadiene triblock copolymer, asphalt and maltenes[J]. Journal of Tongji University (Natural Science Edition), 2002, 30(7): 819-823.
- [3] 赵可, 原健安. 聚合物改性沥青机理研究(之一)——改性剂对轻质组分的吸收作用及体系的聚集态[J]. 西安公路交通大学学报, 2001, 21(2): 34-37.  
ZHAO Ke, YUAN Jian-an. The study on the mechanism of polymer modified asphalt(Part 1)—Absorbing-action of modifier to light constituent in asphalt and the state of aggregation[J]. Journal of Xi'an Highway University, 2001, 21(2): 34-37.
- [4] 柳永行, 范耀华, 张昌祥. 石油沥青[M]. 北京: 石油工业出版社, 1984. 138-141.  
LIU Yong-xing, FAN Yao-hua, ZHANG Chang-xiang. Petroleum asphalt[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1984. 138-141.
- [5] Adedeji A, Grunfelder T, Bates F S. Asphalt modified by SBS copolymer: structure and properties[J]. Polymer Engineering and Science, 1996, 36(12): 1707-1922.
- [6] Nahas. Modified asphalts for high performance hot mix pavement blenders[J]. AAPT, 1990: 509-525.
- [7] 熊萍, 郝培文. SBS聚合物改性沥青的离析[J]. 中外公路, 2002, 22(3): 77-80.  
XIONG Ping, HAO Pei-wen. The separation phenomena of SBS modified asphalt[J]. Journal of China and Foreign Highway, 2002, 22(3): 77-80.

## 黑龙江公路总里程突破 6.6 万公里

目前黑龙江省公路总里程达到 66 821 km, 其中, 仅 2004 年公路建设里程就达 10 949 km, 首次突破了万公里大关。

近年来, 这个边疆大省克服种种困难, 通过大发展快发展, 不断满足日益增长的交通需求, 同时坚持国省干线交通和农村交通协调发展的原则, 对薄弱环节重点扶持, 强力推进。这个省在组织实施“OK”型公路主骨架和“一环五射”高速公路网架的基础上, 编制规划了“三射四横六纵”国省干线公路网架, 已被纳入交通部振兴东北老工业基地交通发展规划中。农村交通发展战略也取得显著成效, 截至到 2004 年底, 农村公路高等级路面里程达到 3 919 km, 县乡客运站和村屯停靠点 869 个, 通村客运线路 2 646 条。