

POE 改性沥青性能研究

Study on the Properties of POE Modified Asphalt

廖建平

(山东建筑大学交通工程学院, 济南 250000)

LIAO Jian-ping

(School of Traffic Engineering, Shandong Jianzhu University, Ji'nan 250000, China)

【摘要】如今 SBS(苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段共聚物)改性沥青的主要不足是 SBS 裂解老化。主要原因是 SBS 分子结构中存在不饱和键。笔者选择聚烯烃弹性体(POE),以改善 SBS 的抗老化性能。

【Abstract】The main deficiency of SBS(styrene-butadiene-styrene tri-block copolymer) modified asphalt now is cracking and aging of SBS. The main reason is that there are unsaturated bonds in the molecular structure of SBS. Polyolefin elastomer (POE) was selected to improve the anti-aging properties of SBS.

【关键词】SBS 改性沥青;聚烯烃弹性体;抗老化性能

【Keywords】SBS modified asphalt; polyolefin elastomer; anti-ageing properties

【中图分类号】TQ334.2

【文献标志码】A

【文章编号】1673-1069(2017)11-0174-02

1 引言

聚合物改性沥青(PMA)在许多国家得到了广泛的应用,尤其是苯乙烯-丁二烯-苯乙烯共聚物(SBS)作为聚合物改性剂。目前,SBS 改性沥青已被公认是提高沥青性能的有效途径^[1]。在前人的研究中,老化是影响 SBS 改性效果最严重的问题^[2]。

为了解决 SBS 改性沥青老化问题,许多研究者通过添加特种改性剂来减缓老化速度。一种有效的物理方法,如添加 LDHs 防止沥青被高能紫外线破坏^[3],另一种方法是减少沥青对于氧的吸收,改进方法是使用纳米材料^[4],即碳纳米管,纳米蒙脱土或纳米二氧化硅。然而杨等人研究表明 LDHs 和沥青的相容性差,使得改性沥青储存稳定性不好。王鹏等人研究表明,纳米材料对 SBS 改性沥青的抗老化性能有积极的影响。

本文选用 POE 是不含不饱和键的热塑性弹性体,在高分子材料领域具有很强的抗紫外线能力和低柔韧性。因此,POE 被用来改善 SBS 改性沥青的抗老化性能。

2 实验部分

2.1 原材料

本文研究的主要材料来自实验室,基质沥青采用齐鲁 70 号直馏沥青,改性剂采用线性 SBS(1301),分子量 110000g/mol。POE 是美国陶氏公司生产的,型号为 8515。POE 分子结构是乙烯辛烯共聚物弹性体。因此,该聚合物具有较好的力学性能和耐热性能。本实验所有样品均采用高速剪切乳化机调

配。沥青和改性剂以及复合改性剂共混剪切速度为 3000~3500rpm,40 分钟之后低速剪切转速为 2000rpm,溶胀时间为 30min,溶胀温度控制在 170~180℃,SBS 的含量为 3%,糠醛抽出油为 3%,稳定剂为 0.2%,POE 用量为 1%~2.5%。

2.2 实验方法

聚合物改性沥青的老化分为两个阶段:短期老化和长期老化。沥青混合料在运输及铺设过程中出现短期老化,在自然环境条件下,沥青路面开放交通后及后期的服役阶段都将发生长期老化。目前抗老化性能主要通过沥青老化前后的针入度比、粘度指数来表征。此外,聚合物改性沥青的路用性能与沥青的高温、低温蠕变特性密切相关,高温蠕变特性,采用蠕变恢复试验(MSCR),使用动态剪切流变仪(DSR)。MSCR 的试验温度为 60℃,主要通过累计应变,回复率(R)和不可恢复的蠕变柔量(J_{nr})来表征沥青的高温蠕变性能。低温蠕变特性主要反映改性沥青的低温抗裂性能,其主要是通过劲度模量(S)和蠕变速率(m),通过弯曲梁流变仪,荧光显微镜下的沥青结构分析。采用热铸法获得了荧光显微镜的沥青薄膜。将热沥青黏结剂浇注到玻片中,加热 160℃使沥青试样全部摊开在载玻片上,取出样品,将样品保持器在室温下过夜,然后进行测试。

3 结果与讨论

3.1 POE 用量对 PMA 抗老化性能影响

由于考虑 POE 掺量对于抗老化性能的影响,本文样品为:3.0%SBS、4.5%SBS、3.0%SBS+1.0%POE、3.0%SBS+1.5%POE、3.0%SBS+2.0%POE、3.0%SBS、3.0%+2.5%POE。从实验数据可知,随着 POE 掺量的逐渐增大,累计应变逐渐减小,同时在老

【作者简介】廖建平(1990-),男,江西抚州人,从事道路与铁道工程研究。

化前 SBS 改性沥青和 POE/SBS 改性沥青的累计应变均大于短期老化和长期老化状态下的累计应变, 这表明短期老化后沥青组分中轻组分相对减少, 高温性能得到了一定程度的改善。但是当 POE 掺量达到某个数值时, 对于累计应变几乎没有什么影响。实验证明, 累计应变和滞后弹性以及黏性具有很好的关联性, 即累计应变越小, 则沥青的黏性流动越小。

3.1.1 老化状态对 PMA 抗老化性能影响

实验数据可知 0.1kPa 和 3.2kPa 时的回复率 R 和不可恢复蠕变柔量(Jnr), 可以发现在 0.1kPa, SBS3.0 % + POE1.5 % 的 R%最大, SBS4.5 %在短期老化时 R%最大, 而 SBS3.0 % + POE1.5 %和 SBS4.5 %在长期老化后 R%几乎是相同的。在 3.2kPa, SBS3.0 % + POE1.5 %和 SBS4.5% 在老化前相当, 但是在长期老化后发现前者要优于后者, 即与上述观点一致。对于 Jnr, 三个样品间的差异不大, PAV 老化后 Jnr 最小的都在 3.2kPa, 因此在长期老化后加入 POE 可以提升 PMA 的高温抗车辙性能。

3.1.2 老化对聚合物改性沥青低温性能的影响

本文通过弯曲梁流变仪(BBR)实验分析不同老化状态、不同 POE 掺量、不同老化时间对于 PMA 低温蠕变特性的影响, 研究表明较小的劲度模量 S 和较大的 m 对应有较好的低温抗开裂性能。

3.2 POE 用量对 PMA 抗老化性能影响

数据表明 表示低温蠕变特性, POE 用量对于 12℃几乎没有什么影响, 但是在-18℃和-24℃蠕变劲度模量值有轻微的变化。在-24℃POE 掺量在 1%时数值最大, -18℃时 POE 掺量在 2%时数值最大, 然而 POE1%的 m 值在-18℃和-24℃时相比其他的掺量稍微大点。通常较小的劲度模量 S, 较大的 m 值, 对于 PMA 表现出较好的低温抗开裂性能。此外, 1.5% POE+ 3% SBS 和 SBS4.5 % 在 m 值上大小几乎一样。因此, 当 PMA 中 POE 掺量大于 1.5%时可能不会影响低温性能, 这是由于 POE 特殊的分子结构导致的。此外, SBS PMA 加入 POE1.5% PAV, 而且老化后 R 最大和 Jnr 最小, 突出了更好的抗车辙性能。因此, 在 SBS PMA 最佳 POE 用量为 1.5%。

3.3 老化状态对 PMA 抗老化性能影响

不同老化状态条件下低温劲度模量 S 和蠕变速率 m 变化趋势如下图所示。沥青样品分别是 SBS3.0 %, SBS3.0 % + POE1.5 %和 SBS 4.5%。从研究数据结果表明, 在不同老化状态下劲度模量和蠕变速率均是不一样的。SBS4.5%在三个试样中 S 值均是最大的, 而加入 POE 的 PMA 都显示出较小的 S 值, 当 S 值越小, 说明柔性越好, 从而低温抗开裂性能越好。主要是因为 POE 柔性分子链的增加。虽然 SBS 聚丁二烯段是柔性部分, 但由于 SBS 中不饱和键易老化。因此, sbs4.5 %表现出

较大的劲度模量。POE 由柔性分子链组成, 不含不饱和键, 因此, POE 在老化后具有较小的 S。此外, m 值在老化后数值大小几乎一致。总之, 长期老化对于有无 POE 具有很大的影响, 相比短期老化, 加入 1.5%POE 后降低了 PMA 的老化衰减速度, 这可以通过微观荧光显微镜观察得到。

4 结语

如果掺量超过 1.5%, POE 对于劲度模量 S 和 m 值的影响均不显著。因此, 在 SBS PMA 最佳 POE 用量为 1.5%。此外, POEPMA 具有更好的高温抗车辙和抗裂性能, 相比没有掺入 POE 的 SBS 改性沥青。较好的抗车辙性能的原因主要是由于 POE 降低了 PMA 的黏性流动。抗断裂性能较好的原因是 POE 的分子结构具有较好柔性段。

聚合物改性沥青的抗老化性能在长期老化中加入 POE 与不加 POE 有很大的影响, 但是在短期老化中区别较小。添加 1.5% POE 降低了老化后的性能衰减。此外, SBS 和 POE/SBS 在短期老化过程中表现出相似的抗老化能力, 而 POE 在长期老化过程中表现出较好的抗老化能力。抗老化性能较好的原因是特殊的分子结构和 POE 没有不饱和键。

对于老化时间对 SBS 抗老化性能的影响, 随着老化时间的增加, PMA 的累积应变降低, 随着老化时间的增加, POE 对于 PMA 的影响不大。此外, 从 PAV20h 蠕变性能分析表明主要是轻组分损失, PAV20h 后老化主要是聚合物的降解。SBS 聚合物的弹性要优于 POE。然而随着老化时间的增加 POE 的抗老化性能要明显优于 SBS。因此, POE 对改善 SBS 抗老化性能起到了积极作用。然而, 今后要做更多的工作, 以了解 POE 对不同老化过程中 SBS 的形态和化学成分的影响。总之, 本文的工作将为改善聚合物改性沥青黏合剂的抗老化性能提供新的材料。

【参考文献】

- [1]Polacco G, Filippi S, Merusi F, et al. A review of the fundamentals of polymer -modified asphalts: Asphalt/polymer interactions and principles of compatibility [J]. Advances in Colloid and Interface Science. 2015, 224: 72-112.
- [2]Dessouky S, Contreras D, Sanchez J, et al. Influence of hindered phenol additives on the rheology of aged polymer-modified bitumen [J]. Construction and Building Materials. 2013, 38: 214-223.
- [3]Xu S, Yu J, Wu W, et al. Synthesis and characterization of layered double hydroxides intercalated by UV absorbents and their application in improving UV aging resistance of bitumen [J]. Applied Clay Science. 2015, 14: 112-119.
- [4]Yang J, Tighe S. A Review of Advances of Nanotechnology in Asphalt Mixtures [J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2013, 96: 1269-1276.