

# 高模量剂对沥青混合料高温性能的影响

章维成 张江波

中建长江建设投资有限公司 四川成都 610000

【摘要】通过升高温度和升高轮压这两种试验条件，能够明显增加试件抗车辙能力的区分度；采用 MMLS3 加速加载 20 万次后，沥青混合料的车辙变形基本固定；综合沥青混合料抗车辙性能和成本因素，推荐高模量剂掺量为 0.4%。

【关键词】高模量剂；沥青混合料；高温性能；车辙试验

## 1 试验设计

### 1.1 原材料

试验沥青采用中石化生产的 SBS 改性沥青，其技术指标如表 1 所示。所有指标均符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)之要求<sup>[13]</sup>。

表 1SBS 改性沥青技术指标

Table 1 Technical index of SBS modified asphalt

| 指标        | 单位      | 技术要求  | 测试结果  | 试验方法  |
|-----------|---------|-------|-------|-------|
| 25℃针入度    | 0.1mm   | 40~60 | 48    | T0604 |
| 软化点       | ℃       | ≥80   | 92    | T0606 |
| 5℃延度      | cm      | ≥30   | 38    | T0605 |
| 运动粘度 135℃ | Pa·s    | ≤3.0  | 1.8   | T0625 |
| 闪点        | ℃       | ≥250  | 290   | T0611 |
| 质量损失      | %       | ±0.2  | -0.09 | T0609 |
| 旋转薄层烘箱试验后 | 25℃针入度比 | %     | ≥75   | T0604 |
| 5℃延度      | cm      | ≥20   | 23    | T0605 |

采用加拿大西科赛斯有限公司生产的高模量剂(XKSS)各档集料和矿粉的技术指标均符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)之要求<sup>[13]</sup>。

### 1.2 沥青混合料设计

试验选用 AC-13、AC-16、AC-20 作为沥青混合料级配，根据规范要求进行配合比设计。

将 0%、0.2%、0.4%、0.6% 掺量(占沥青混合料的质量百分比)的高模量剂分别加入三个级配的沥青混合料，采用马歇尔试验确定各掺量下混合料的最佳沥青用量，如表 5 所示。由于高模量剂有一定的吸油作用，因此随着高模量剂用量的增加，沥青混合料最佳沥青用量逐渐变大。在最佳沥青用量条件下，不同掺量的高模量沥青混合料的各项性能指标均满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)之要求<sup>[13]</sup>。

表 5 不同高模量剂掺量下沥青混合料的最佳沥青用量

Table 5 Optimum asphalt content of asphalt mixtures with different addition of high modulus agent

| 高模量剂掺量 (%) | AC-13 最佳沥青用量 (%) | AC-16 最佳沥青用量 (%) | AC-20 最佳沥青用量 (%) |
|------------|------------------|------------------|------------------|
| 0          | 4.7              | 4.5              | 4.2              |
| 0.2        | 4.7              | 4.6              | 4.3              |
| 0.4        | 4.8              | 4.7              | 4.4              |
| 0.6        | 4.9              | 4.8              | 4.5              |

### 1.3 试验方法

对 0%、0.2%、0.4%、0.6% 掺量的 AC-13、AC-16、AC-20 高模量沥青混合料进行马歇尔试验、车辙试验和 MMLS3 加速加载试验，以马歇尔稳定度、动稳定度、相对变形率、车辙深度作为沥青混合料的高温性能评价指标。在车辙试验中，选用 60℃、0.7MPa、70℃、0.7MPa 以及 70℃、1.0MPa 三个试验条件，对比不同试验条件下，各掺量高模量沥青混合料的高温性能。在加速加载试验中，采用 MMLS3 加载 30 万次，测量一定加载次数下，各掺量高模量沥青混合料的车辙深度。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 马歇尔稳定度

在各级配和各高模量剂掺量对应的的最佳油石比条件下，成型沥青混合料马歇尔试件。将成型好的试件放入 60℃ 的恒温水槽中保温 30~40min，再测试其马歇尔稳定度，试验结果如图 2 所示。

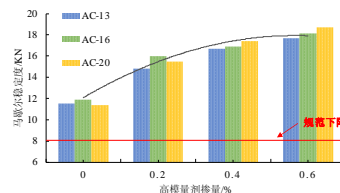


图 2 马歇尔稳定度试验结果

Fig. 2 Result of the Marshall stability test

由马歇尔稳定度与高模量剂掺量关系可知，加入高模量剂能显著提高 AC-13、AC-16 和 AC-20 沥青混合料的马歇尔稳定度，且三种混合料的马歇尔稳定度随高模量剂掺量的增加均呈上升趋势，该上升趋势随高模量剂用量的增加而逐渐减弱。当高模量剂掺量从 0% 增加到 0.4% 时，AC-13、AC-16 和 AC-20 沥青混合料的马歇尔稳定度增加较快。

### 2.2 车辙试验

将沥青混合料碾压成型为 300mm × 300mm × 50mm 的车辙板试件，在规定温度条件下(60℃、70℃)保温 5h 以上，相同温度条件下以一定轮压(0.7MPa、1.0MPa)的实心橡胶轮胎在其上行走 1h，记录仪自动记录变形量与时间关系曲线，读取 45min 和 60min 时的车辙变形，计算各试验条件下，沥青混合料试件的动稳定度和相对变形率。

### 2.3 MMLS3 加速加载试验

说明本文所用级配的沥青混合料在加载至 20 万次后基本达到最大车辙变形。此外，随着高模量剂掺量的增加，三种级配沥青混合料的车辙深度均有下降。当掺量从 0% 增加到 0.2% 时，混合料的车辙深度下降显著，经过 30 万次加载，AC-13、AC-16、AC-20 沥青混合料车辙深度分别下降了 0.9mm、0.7mm、0.6mm。当掺量从 0.2% 增加到 0.4% 时，随着加载次数的增加，沥青混合料的车辙深度差距变大，加载 10 万次后混合料的车辙变形明显减小，但掺量提高至 0.6% 后，沥青混合料的变形程度比掺量为 0.4% 的改善较小，这个结果与车辙试验结果一致。

## 3 结论

(1) 从马歇尔稳定度结果来看，掺入 0.2% 高模量剂便会显著提高 AC-13、AC-16 和 AC-20 沥青混合料的稳定度，并且随着掺量的提高，沥青混合料的马歇尔稳定度持续增大。

(2) 从标准车辙试验结果来看，三种级配的沥青混合料动稳定度随高模量剂掺量的增加而提高，相对变形率随掺量的增加而降低。当温度从 60℃ 提高至 70℃、轮胎压力从 0.7MPa 提高至 1.0MPa 时，更苛刻的试验条件提高了不同高模量剂掺量的沥青混合料车辙试验结果的区分度。普通沥青混合料在 70℃、1.0MPa 条件下，动稳定度衰减十分迅速，总变形量超过 20mm。

### 参考文献

- [1] 汪于凯, 李立寒, 孙艳娜. 高模量沥青混合料模量的试验研究[J]. 上海理工大学学报, 2014, 36(2)
- [2] 施晓强, 陈先华, 杨军, 等. 高模量沥青混合料的路用性能评价[J]. 公路工程, 2014(6): 175-179
- [3] 陈竹. 高模量沥青混合料在湿热环境下的路用性能研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2014