

文章编号: 1002-0268 (2003) 04-0010-02

# 木质素纤维沥青混合料路用性能研究

杨红辉, 袁宏伟, 郝培文, 戴经梁  
(长安大学, 陕西 西安 710064)

**摘要:** 通过对木质素纤维沥青混合料的一系列路用性能试验, 其中包括高温变形特性、水稳定性、低温抗裂性和抗疲劳性等, 试验结果表明, 适当降低其沥青用量可以大大改善沥青混合料的高温性能, 同时混合料的其它路用性能也有一定的提高, 因而这种方法具有良好的经济效益。

**关键词:** 木质素纤维; 路用性能; 沥青用量; 试验

**中图分类号:** U414.7<sup>+</sup>5      **文献标识码:** A

## Study on Pavement Performance of Asphalt Mixture with Fiber

YANG Hong-hui, YUAN Hong-wei, HAO Pei-wen, DAI Jing-liang  
(Changan University, Shaanxi Xi'an 710064, China)

**Abstract:** A series of test are carried out to analyze the characteristics of high temperature rutting, low temperature crack resistance, water stability and fatigue resistance of asphalt mixture with fiber. The results show that fiber can perfect pavement performance of asphalt mixture. So asphalt mixture with fiber has great economic benefits.

**Key words:** Fiber; Pavement performance; Quantity of asphalt; Trials

在沥青混合料中加入某种纤维, 用以改善沥青混合料的使用性能, 该种路面在欧美国家作过大量研究, 应用较为广泛, 但目前在我国的研究相对较少。木质素纤维能改善沥青混合料的路用性能, 但对高温稳定性改善不明显。究其原因, 主要是掺加了木质素纤维要大大提高沥青混合料的沥青用量, 从而影响木质素纤维沥青混合料的高温稳定性。试验结果表明, 适当降低木质素纤维沥青混合料沥青用量, 可以改善沥青混合料的路用性能, 尤其可以大大提高沥青混合料的高温稳定性。

### 1 原材料性能

#### 1.1 沥青结合料

采用了国产盘锦重交通道路石油沥青 AH-90, 技术指标见表 1。

从表 1 可以看出, 沥青结合料的各项技术指标均符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ032-94) 关于重交通道路沥青技术要求。

| 沥青试验                 |             | 表 1     |     |     |
|----------------------|-------------|---------|-----|-----|
| 技 术 指 标              |             | 试 验 结 果 |     |     |
|                      |             | 25℃     | 15℃ | 5℃  |
| 针入度 (0.1mm)          |             | 89      | 32  | /   |
| 延 度 (cm)             |             | 155     | 150 | 9.5 |
| 软化点 (℃)              |             | 46.8    |     |     |
| 含蜡量 (%)              |             | 1.91    |     |     |
| 薄膜加热<br>试验 (163℃, 5) | 重量损失 (%)    | 0.2     |     |     |
|                      | 25℃针入度比 (%) | 61.8    |     |     |
|                      | 25℃延度 (cm)  | 1.15    |     |     |

#### 1.2 石料的技术性质

矿料选用河南石灰岩, 其物理技术指标见表 2。

石料的物理力学指标结果

| 指 标 | 表观密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 压碎值 (%) | 洛杉矶磨耗 (%) |
|-----|---------------------------|---------|-----------|
| 矿料  | 2.732                     | 18.5    | 24.3      |
| 砂   | 2.596                     | /       | /         |
| 矿粉  | 2.666                     | /       | /         |

#### 1.3 木质素纤维技术指标 (见表 3)

| 木质素纤维技术指标 |              | 表 3 |
|-----------|--------------|-----|
| 技 术 指 标   | 测 试 值        |     |
| 纤维素含量     | 75%~80%      |     |
| pH 值      | 7.5±1        |     |
| 松散密度      | 28~29        |     |
| 最大纤维长度    | 5000 $\mu$ m |     |
| 平均纤维长度    | 1100 $\mu$ m |     |
| 平均纤维厚度    | 46 $\mu$     |     |

1.4 矿料级配

本研究采用《公路沥青路面施工技术规范》

| 沥青混合料级配组成  |      |        |       |       |       |       |       |       |       |      | 表 4   |
|------------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 筛孔<br>(mm) | 19.0 | 16.0   | 13.2  | 9.5   | 4.75  | 2.36  | 1.18  | 0.6   | 0.3   | 0.15 | 0.075 |
| 通过率<br>(%) | 100  | 95~100 | 75~90 | 58~78 | 42~63 | 32~50 | 22~37 | 16~28 | 11~21 | 7~15 | 4~8   |
| 采用值<br>(%) | 100  | 97     | 82    | 68    | 52    | 41    | 30    | 22    | 16    | 11   | 6     |

| 沥青混合料马歇尔试验结果 |           |         |          |            |         |         | 表 5 |
|--------------|-----------|---------|----------|------------|---------|---------|-----|
| 级配类型         | 外掺剂       | 油石比 (%) | 稳定度 (kN) | 流值 (0.1mm) | 空隙率 (%) | 饱和度 (%) |     |
| AC-16I       | 无         | 4.8     | 9.35     | 22         | 3.00    | 77.5    |     |
| AC-16I       | 0.3%木质素纤维 | 4.8     | 11.12    | 27         | 3.05    | 80.0    |     |

3 路用性能试验与结果分析

3.1 沥青混合料水稳定性

本试验中两种沥青混合料残留稳定度试验结果见表 6。

| 沥青混合料残留稳定度试验 |        |            | 表 6 |
|--------------|--------|------------|-----|
| 混合料类型        | AC-16I | AC-16I+木质素 |     |
| 残留稳定度        | 85%    | 94.5%      |     |

由于木质素纤维具有较多多孔，对沥青具有较强的吸附能力，导致吸附在矿料上的沥青膜变厚，并减少了自由沥青含量，提高沥青与集料的粘结作用力，加强沥青混合料中的沥青与集料形成的界面膜抵抗水分剥离作用的能力，因而添加木质素纤维的沥青混合料表现出较高的残留稳定度，因此抗水害能力增强。

3.2 沥青混合料低温抗裂性

为了分析沥青混合料的低温抗裂性，采用 0℃弯曲试验，其结果见表 7。

| 沥青混合料 0℃弯曲试验                 |        |            | 表 7 |
|------------------------------|--------|------------|-----|
| 混合料类型                        | AC-16I | AC-16I+木质素 |     |
| 0℃弯曲应变能 (kJ/m <sup>3</sup> ) | 0.47   | 0.60       |     |

由表 7 可以看出：木质素纤维沥青混合料的抗裂

(JTJ032-94) 中 AC-16I 的中值为目标级配，具体见表 4。

2 最佳沥青用量的确定

国内外试验表明木质素纤维沥青混合料最佳沥青用量一般比没有加纤维的沥青混合料最佳沥青用量大 0.5 个百分点。本试验采用同一沥青用量，即统一为不掺加纤维沥青混合料的最佳沥青用量，这就相当于降低了木质素纤维沥青混合料沥青用量，见表 5。

| 沥青混合料级配组成  |      |        |       |       |       |       |       |       |       |      | 表 4   |
|------------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 筛孔<br>(mm) | 19.0 | 16.0   | 13.2  | 9.5   | 4.75  | 2.36  | 1.18  | 0.6   | 0.3   | 0.15 | 0.075 |
| 通过率<br>(%) | 100  | 95~100 | 75~90 | 58~78 | 42~63 | 32~50 | 22~37 | 16~28 | 11~21 | 7~15 | 4~8   |
| 采用值<br>(%) | 100  | 97     | 82    | 68    | 52    | 41    | 30    | 22    | 16    | 11   | 6     |

| 沥青混合料马歇尔试验结果 |           |         |          |            |         |         | 表 5 |
|--------------|-----------|---------|----------|------------|---------|---------|-----|
| 级配类型         | 外掺剂       | 油石比 (%) | 稳定度 (kN) | 流值 (0.1mm) | 空隙率 (%) | 饱和度 (%) |     |
| AC-16I       | 无         | 4.8     | 9.35     | 22         | 3.00    | 77.5    |     |
| AC-16I       | 0.3%木质素纤维 | 4.8     | 11.12    | 27         | 3.05    | 80.0    |     |

性明显优于普通沥青混合料，这说明添加纤维可以较大幅度增加沥青混合料的抗裂性。掺加纤维后的沥青混合料，由于纤维本身具有的抗拉能力，使其在混合料中起着多向加筋作用，因而纤维混合料具有较好的低温抗裂性。

3.3 沥青混合料高温稳定性

高温稳定性试验采用 60℃车辙试验，其结果见表 8。

| 沥青混合料 60℃车辙试验 |        |            | 表 8 |
|---------------|--------|------------|-----|
| 混合料类型         | AC-16I | AC-16I+木质素 |     |
| 动稳定度 (次/mm)   | 315    | 1696       |     |

动稳定度试验表明，减少沥青用量木质素纤维沥青混合料的抗车辙性能得到很大改善。这一试验结果与木质素纤维沥青混合料采用最佳沥青用量的试验结果不同，本研究的目的是采取适当降低沥青用量的方法来改善纤维混合料的高温稳定性，从试验结果看这方法是可行的。究其原因，纤维的吸附使得沥青的粘稠度和粘聚力增大，同时由于纵横交错的纤维具有加筋作用，还有沥青用量的减少导致自由沥青减少，其润滑作用减弱，使混合料具有较高的强度，因而混合料的抗车辙性能提高。

3.4 沥青混合料疲劳特性

(下转第 15 页)

## 6 结语

1. 可以采用弯曲蠕变试验方法, 利用数值计算将蠕变柔量转换为松弛模量, 运用松弛理论计算环氧沥青混凝土钢桥面铺装层的温度应力;

2. 由于低温条件下的环氧沥青混凝土铺装层的收缩系数与钢板相似, 导致其温度应力大幅度的降低;

3. 在假定的降温条件下, 考虑和不考虑钢桥面收缩影响下的环氧沥青混凝土温度应力均小于其抗拉强度。

### 参考文献:

[1] J J 阿克洛米斯, W J 麦克奈特, 吴立衡, 译. 聚合物粘弹理论 [M]. 科学出版社, 1986: 29—33.

[2] 李一鸣. 沥青混合料的松弛劲度模量 [J]. 石油沥青, 1995 (1): 17—22.

(上接第 11 页)

沥青混合料 15℃疲劳试验见表 9。

沥青混合料疲劳试验 表 9

| 混合料类型      | 应力比 | 疲劳寿命 (次) | 回归方程                                                    |
|------------|-----|----------|---------------------------------------------------------|
| AC-16I     | 0.3 | 15596    | $N_f = 4256.2 \left( \frac{1}{\sigma} \right)^{-1.195}$ |
|            | 0.4 | 11993    |                                                         |
|            | 0.5 | 10175    | $K = 4256.2$                                            |
|            | 0.6 | 8619     | $N = -1.195$                                            |
|            | 0.7 | 5807     | $R^2 = 0.9731$                                          |
| AC-16I+木质素 | 0.3 | 25544    | $N_f = 2061.7 \left( \frac{1}{\sigma} \right)^{-2.161}$ |
|            | 0.4 | 16844    |                                                         |
|            | 0.5 | 8505     | $K = 2061.7$                                            |
|            | 0.6 | 7564     | $N = -2.161$                                            |
|            | 0.7 | 3790     | $R^2 = 0.9554$                                          |

由表 9 可以看出, 在应力水平不高时加木质素纤维沥青混合料较不加木质素纤维沥青混合料疲劳性好。当应力水平较高时, 加木质素纤维沥青混合料的疲劳性有所下降。

银纹指的是材料表面或内部的一些缺陷在受到应力集中作用时引发的细微纹痕,当形变进一步发展,取向伸直的纹痕发生断裂,就转化为微裂缝,重复荷载的作用下,微裂缝发育成熟,最终引起断裂破坏。对纤维沥青混合料,在银纹转化为裂缝时,界面处存在大量的纤维,从而阻碍了裂缝的进一步扩大发展,同时吸收和消耗了混合料断裂所需要的能量;银纹发

展时, 纤维会使银纹转向或支化, 减慢裂缝产生的速率, 延缓材料的破坏进程; 这些过程的协调作用, 大大提高了沥青混合料的疲劳耐久性。但是, 由于沥青用量的降低, 所以当应力水平较高时, 加纤维沥青混合料的疲劳性有一定下降。

## 4 结语

沥青混合料中由于纤维的加入,使得最佳沥青用量有所增大,这导致其高温稳定性改善不明显。但适当减少纤维沥青混合料最佳沥青用量,这可以大大改善混合料的高温稳定性,同时其低稳定性、水稳定性、耐疲劳性和使用寿命也有较大的提高,因此纤维沥青混合料具有较好的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通部. 公路工程沥青及沥青混合料试验规程 (JTJ052-2000) [S]. 北京: 人民交通出版社, 2000.
- [2] 中华人民共和国交通部. 公路沥青路面施工技术规范 (JTJ032-94) [S]. 北京: 人民交通出版社, 1994.
- [3] 张争奇. 纤维加强沥青混凝土的研究 [J]. 西安公路交通大学学报, 1998, (3B).
- [4] 张争奇, 胡长顺. 纤维加强沥青混凝土的几个问题的研究和探讨 [J]. 西安公路交通大学学报, 2001.
- [5] 孙立兵. 纤维沥青混凝土路用性能研究 [D]. 长安大学硕士论文, 2002.