

文章编号: 1002-0268 (2004) 01-0042-04

# 沥青路面常温修补材料应用研究

王起

(漯河高速公路工程建设指挥部, 河南 驻马店 463000)

**摘要:** 本文介绍了一种具有操作简便、常温固化、粘接力强、抗压强度高、抗剪抗冲击、耐磨、耐水等性能的新型沥青路面修补材料——WSM-L 沥青路面常温树脂型修补材料, 并针对沥青路面经常出现的各种病害, 分别设计了性能优良的常温树脂型修补混合料, 分析了常温树脂型混合料的路用性能, 提出了简单而且具有可操作性的施工工艺。

**关键词:** WSM-L 常温树脂型修补材料; 配合比设计; 路用性能

中图分类号: U448.23

文献标识码: A

## Research on Application of Normal Temperature Patching Material to Bitumen Pavement

WANG Qi

(Luozhu Expressway Construction Headquarters, Henan, Zhumadian 463000, China)

**Abstract:** WSM-L is introduced as a new patching material to bitumen pavement in this article, WSM-L is characteristic of being solidified at normal temperature, with strong cohesive strength, high compression strength, shear and impact resistance, strong abrasion resistance and waterproof. For various common diseases of bitumen pavement, high-quality resin repairing mixtures at common temperature are designed respectively based on performance analysis of the resin repairing mixtures at common temperature, with simple and easy operation technology.

**Key words:** WSM-L normal temperature resin patching material; Mixture ratio; Road use performance

### 0 概述

沥青路面作为道路直接与行车发生关系的“界面”, 在整个路面结构中具有特殊重要的意义。然而, 由于自然环境、车辆荷载等原因, 使得沥青路面经常出现一些病害, 若不在病害出现的早期采取措施进行处理, 就会使病害加剧, 直接影响行车的安全以及道路的使用寿命。在处治各种病害过程中, 如何采用新工艺解决或尽量减少路面病害发生等问题的研究及解决办法上, 我国与经济发达国家相比, 尚存在很大差距甚至空白, 十分需要一种能够随时可用的路面修补材料。针对这一问题, 河南省交通厅漯河高速公路指挥部与西安公路研究所联合研制开发了WSM-L 沥青路面常温修补材料。WSM-L 常温修补材料呈黑色液

体状, 由主剂、副剂和填料组成, 具有操作简便、常温固化、粘接力强、抗压强度高、抗剪抗冲击、耐磨、耐水等性能。

由于常温树脂型材料在我国刚刚起步, 因而在国家标准和部颁标准中尚未列出该种材料的技术性能指标要求, 为此采用国际常温树脂型材料生产先进国家日本的同类产品的技术指标作为标准进行性能对比(见表1)。从表1可以看出, WSM-L 常温修补材料的性能指标完全达到了日本同类产品的技术标准, 而且在常温或较低温情况下有良好的流动性, 能在短时间内形成强度, 固化后具有较强的高温稳定性。

### 1 常温树脂型混合料的配合比设计

#### 1.1 常温树脂浆液的配合比设计

WSM-L 常温修补材料与日本同类产品的技术标准对比

表 1

| 项 目           | WSM-L 常温<br>修补材料 | 日本同类产品的<br>技术标准 |
|---------------|------------------|-----------------|
| 挥发率(%)        | 13.7             | < 20            |
| 粘度(25℃, CP)   | 214.1            | 200~300         |
| 固化时间(25℃, h)  | 4                | < 12            |
| 圆锥针入度(25℃)    | 42               | < 60            |
| 软化点(环球法, °C)  | 162              | > 100           |
| 弹性回复率(%)      | 67.5             | 60~70           |
| 拉伸变形(-10℃, %) | 4.3              | 4~6             |

常温树脂浆液主要适用于沥青路面的裂缝、浅车辙、沥青路面的麻面和轻微跳车等病害。常温树脂浆液使用的细集料耐酸率不应小于 95%，当使用酸性固化剂时，不应小于 98%。其含水率不应大于 0.5%，粒径不应大于 2mm。砂子要经过筛洗，粒径为 0.3~1.0mm，最大不宜超过 1.5mm，而且要烘炒干燥。表 2 给出常温树脂浆液针对不同病害的标准配比。表 3 是其配比性能。

常温树脂浆液针对不同病害的标准配比 表 2

| 修补病害种类    | 主剂(kg) | 副剂(kg) | 细砂(kg) | 水泥(kg) | 矿粉(kg) |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 段差(< 1cm) | 100    | 20     | 300    | 100    |        |
| 裂缝、脱色     | 100    | 20     |        |        | 50     |
| 露骨和麻面     | 100    | 20     | 100    | 100    |        |

常温树脂浆液的配比性能 表 3

| 项 目                       | 数 值      | 项 目                          | 数 值                 |
|---------------------------|----------|------------------------------|---------------------|
| 容重(g/cm <sup>3</sup> )    | 1.6~1.75 | 抗压强度(kg/cm <sup>2</sup> )    | 550                 |
| 吸水率(%)                    | 1.27     | 抗击强度(kg/cm <sup>2</sup> )    | 3.2×10 <sup>4</sup> |
| 固化时间(25℃, h)              | 4~12     | 抗水冲刷(kg/cm/cm <sup>2</sup> ) | 0.45                |
| 粘结强度(kg/cm <sup>2</sup> ) | 22.7     | 冲击韧性(kg/cm/cm <sup>2</sup> ) | 4.6                 |
| 抗拉强度(kg/cm <sup>2</sup> ) | 130      |                              |                     |

### 1.2 常温树脂混凝土的配合比设计

常温树脂混凝土主要适用于路面局部网裂沉陷、表面层产生坑槽和严重车辙等病害。

常温树脂混凝土可根据坑槽、车辙深度、薄层罩面的厚度选择碎石的最大粒径。碎石级配要求：选料 0.5~1mm，必须干净无杂物。若有条件，小于 2.36mm 和大于 4.75mm 的各占 5%，其余 90% 应当介于 2.36mm 和 4.75mm 之间。表 4 给出针对不同病害的标准配比，表 5 是其配比性能。

常温树脂混凝土针对不同病害的标准配比 表 4

| 修补病害种类    | 主剂(kg) | 副剂(kg) | 碎石(kg) | 细砂(kg) | 水泥(kg) | 矿粉(kg) |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 段差(> 1cm) | 100    | 20     | 200    | 100    | 100    |        |
| 坑槽、严重车辙   | 100    | 20     | 200    | 100    |        | 100    |

常温树脂混凝土的配比性能

表 5

| 项 目                       | 数 值     | 项 目                         | 数 值 |
|---------------------------|---------|-----------------------------|-----|
| 容重(g/cm <sup>3</sup> )    | 1.9~2.3 | 抗拉强度(kg/cm <sup>2</sup> )   | 246 |
| 孔隙率(%)                    | 2.34    | 抗压强度(kg/cm <sup>2</sup> )   | 637 |
| 固化时间(25℃, h)              | 4~12    | 抗折强度(kg/cm <sup>2</sup> )   | 320 |
| 粘结强度(kg/cm <sup>2</sup> ) | 18.3    | 拉伸剪切强度(kg/cm <sup>2</sup> ) | 134 |

## 2 常温树脂型混合料的路用性能

### 2.1 常温树脂浆液的路用性能

将常温树脂浆液按马歇尔试验方法在常温下制成马歇尔试件，拆模，常温放置 1d 使其完全固化后进行有关的路用性能试验。作为对比，用同样的细集料和基质沥青，按常规的马歇尔试验方法制得普通沥青砂浆试件同时进行相应的试验。

#### 2.1.1 马歇尔稳定度试验

分别对常温树脂浆液和普通沥青砂浆试件进行马歇尔稳定度试验，试验结果表明，常温树脂浆液的稳定度约是普通沥青砂浆的 6 倍，而且流值也大，这说明常温树脂浆液不仅有较高的强度，而且有良好的柔韧性。

#### 2.1.2 水稳定性

采用 Lottman 法进行试验，其试验方法为：(1) 将两种混合料分别制成马歇尔试件；(2) 将每种混合料试件分成两组，一组于 25℃ 水中恒温 2h 进行劈裂试验，得劈裂强度  $R_1$ ；(3) 将另一组试件置真空容器中在 730mmHg 真空下抽气 15min，浸水保持 2h，然后将试件放入冷冻箱中（冷冻温度 -18℃）冻 16h，取出置于室温中 4h，接着放入 60℃ 的水浴中浸泡 24h，再取出置于 25℃ 水中恒温 2h，进行劈裂试验，得劈裂强度  $R_2$ ；(4) 计算劈裂强度比  $R_2/R_1$ ，以此作为评价混合料的水稳定性指标，一般以此值大于 0.7 为合格。试验结果表明，常温树脂浆液的劈裂强度比普通沥青砂浆高，且满足规范要求，这说明常温树脂浆液具有较好的抗水损害能力。

#### 2.1.3 温度稳定性

用马歇尔试件分别测试普通沥青砂浆和常温树脂浆液在不同温度下（-10℃，0℃，10℃，30℃）的劈裂抗拉强度，试验结果（表 6）表明，常温树脂浆液的劈裂抗拉强度随温度的升高而有所升高，但不明显。而普通沥青砂浆的劈裂抗拉强度随温度的升高而很快地降低，这说明常温树脂浆液具有较好的温度稳定性。

劈裂抗拉强度 (MPa) 表 6

| 混合料类型  | 温度 (°C) |       |       |       |
|--------|---------|-------|-------|-------|
|        | -10     | 0     | 10    | 30    |
| 常温树脂浆液 | 11.63   | 12.24 | 12.51 | 12.76 |
| 普通沥青砂浆 | 2.94    | 2.57  | 1.24  | 0.52  |

2.1.4 车辙试验

按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ052-93)的试验方法,在温度 60°C、轮压 0.7MPa 条件下进行车辙试验,其动稳定度为 18 727 次/mm,其结果远大于高速公路表面层与底面层设计标准中应不小于 800 次/mm 和一级公路应不小于 600 次/mm 的要求。

综合以上的试验分析发现,常温树脂浆液具有较高的强度、水稳定性和温度稳定性。

2.2 常温树脂混凝土的路用性能

2.2.1 温度稳定性

试件采用马歇尔试件,分固化和未固化两种情况,分别在 3 种不同温度下 (-10°C、25°C、40°C) 测试常温树脂混凝土的劈裂抗拉强度,试验结果表明,固化后的常温树脂混凝土具有很高的强度,随温度的升高其强度有所增加,但相对平缓;而未固化的常温树脂混凝土的强度低,随温度的升高其强度增加较快。这说明常温树脂混凝土有一定的柔韧性和良好的温度稳定性。

2.2.2 抗弯拉性

用小梁弯曲试验评价常温树脂混凝土抗弯拉强度特性和弹性特性。试验采用车辙试验板切割成 30mm × 35mm × 250mm 的小梁试件。分别在 15°C 和 -15°C

条件下进行试验,试验设备为 MTS810 型液压伺服材料试验系统。试验结果(表 7)表明,常温树脂混凝土的弯曲强度比同基质沥青混合料的弯曲强度要大得多;低温时同基质沥青混合料变形减小速度很快,常温树脂混凝土变形虽有所降低但与常温时仍保持在一个数量级上。这说明常温树脂混凝土除具有较高的强度外,还具有较好的变形能力。

常温树脂混凝土抗弯拉强度试验结果 表 7

| 混凝土种类    | 抗弯拉强度 (MPa) |       | 最大应变                   |                        |
|----------|-------------|-------|------------------------|------------------------|
|          | 15°C        | -15°C | 15°C                   | -15°C                  |
| 常温树脂混凝土  | 30.6        | 37.5  | $7.271 \times 10^{-3}$ | $2.654 \times 10^{-3}$ |
| 同基质沥青混合料 | 5.27        | 7.93  | $1.038 \times 10^{-2}$ | $5.327 \times 10^{-4}$ |

2.2.3 水稳定性

仍采用马歇尔成型试件。固化的试件分为 2 组,一组为浸水 24h,另一组为浸水 48h,试验结果表明,常温树脂混凝土的残留稳定度要比同基质沥青混合料要高得多,而且稳定度的数值也大很多,说明常温树脂混凝土抗水侵蚀的能力很好。另一方面,从浸泡不同时间的试验结果看出,环氧沥青混凝土 24h 和 48h 的残留稳定度没有什么区别,这也说明水对常温树脂混凝土基本无侵蚀现象。

2.2.4 疲劳性能

采取间接拉伸试验的方法在 MTS 810 试验机上进行疲劳试验,所用试件为马歇尔试件,固化后,分别取应力水平为 0.5、0.6、0.7、0.8、0.9 进行试验。荷载频率为 10Hz,荷载为正弦波形,试验温度为 10°C。试验结果(见图 1)表明,常温树脂混凝土的抗疲劳强度远高于同基质沥青混凝土。

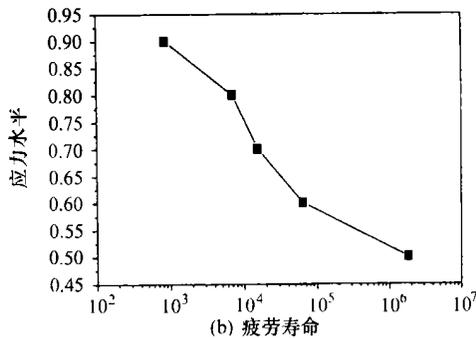
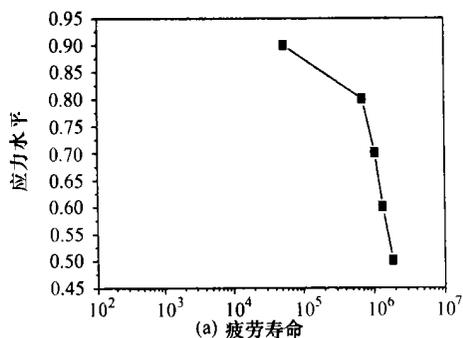


图 1 常温树脂混凝土和同基质沥青混凝土的疲劳曲线图

3 常温树脂型混合料的施工工艺

常温树脂型混合料由于主剂和副剂都已按一定比例配置好,在具体施工时,根据处理病害的种类,将集料添加拌和均匀即可施工,不需要特别专门的施工设备和专业技术人员,真正能实现见缝就灌、见坑就

补、立即见效的目标。

3.1 常温树脂浆液的施工工艺

3.1.1 修补浅车辙、麻面和轻微跳车

这类病害的形状一般呈浅碟状,若用一般的修补材料,不管是热补还是冷补,都会因修补的厚度太薄而没法施工,若用常温树脂浆液就很容易进行修复。

其施工步骤如下：(1) 应首先将需要修补的区域丈量好，且将松散部分清理，并清扫干净；(2) 根据不同病害所需的配比，估算所需填料的重量；(3) 按填料的重量，根据表 2 确定主剂和副剂的用量；(4) 将填料称量后倒入容器，再将主剂按规定的配比加入容器内，并拌和均匀；(5) 将副剂加入容器内，并立即拌和均匀；(6) 拌和均匀后，应将此混合料立即敷设在修补区，再在上面铺设塑料布，用滚子将混合料均匀压平，2h 后即可开放交通；(7) 手上或容器上粘有混合料应先用香蕉水或丙酮等清洗，再用清水冲洗。

### 3.1.2 修补裂缝

目前用作裂缝修补的材料很多，但一般都是热灌，需要有特别的机械。用常温树脂浆液做灌缝材料，施工工艺比较简单，其施工步骤如下：(1) 根据缝隙的宽度，考虑是否添加填料和何种填料，按表 2 确定配合比；(2) 若需要填料，则将填料分批加到主剂内，搅拌均匀后，将副剂加入；若不需要填料，则直接将副剂加到主剂里，并充分搅拌均匀；(3) 将搅拌好的浆液放到一个专用的容器中，用人工灌入缝隙，并用小灰刀扦插，引导浆液的灌入，直到不能灌入为止；(4) 在缝口表面撒布石屑，即可开放交通。

### 3.2 常温树脂混凝土的施工工艺

用常温树脂混凝土可修补局部网裂沉陷、坑槽和严重车辙。下面是其施工步骤：(1) 测定路面损坏部分的深度和范围，划出开槽修补的作业轮廓线，其纵横边线应与路中线平行或垂直，沿标记线凿开已损坏的路面部分，这样可保证充填材料有良好的粘结面；(2) 切削或破碎坑槽。为了提供良好的粘结表面，保证压实过程中填充料的完全结合，坑槽的槽壁应该垂直切削或破碎，并切削到未破损的面层或露出基层材料；(3) 清理坑槽，最好采用压缩空气装置，若坑槽到达底层或路基，必须进行压实，从而保证填充料今后不沉陷；(4) 根据表 4 确定常温树脂混凝土的配合比，并将其充分拌和均匀；(5) 坑槽填料的摊铺，坑槽应用常温树脂混凝土填满，并充分压实，其遍数不少于 2 次，用锹摊铺时应一层层地进行，从修补的一

侧到另一侧进行作业；(6) 坑槽填实后的压实，压实方法应与修补坑槽的大小相匹配，中小型振动板可用于小型坑槽的修补，压实后的表面应略高于周围的路面；(7) 2h 后即可开放交通。

### 4 使用常温树脂型混合料的注意事项

由于常温树脂型混合料由主剂和副剂组成，拌和均匀后才能达到预期的效果，另一方面，常温树脂型混合料受温度影响很大。因此，在使用常温树脂型混合料时，必须注意以下事项：(1) 由于在运输途中难免产生轻微的沉淀和分离，所以在主剂和副剂之前应分别将它们搅拌均匀；(2) 养生期间不允许任何车辆或其它荷载进入处理过的区域；(3) 主剂、副剂和填料的混合顺序不能颠倒，即将主剂先加入填料，再加副剂；(4) 三种组分拌和均匀后应立即施工；(5) 路表温度对养生时间影响最大，应严格掌握。表 8 是参考养生时间。另外气温、树脂和填料的温度都将影响养生时间，上述数值可以作为参考。

参考养生时间 表 8

| 气温 (°C) | 养生时间 (h) |
|---------|----------|
| 30 以上   | 2~4      |
| 20~30   | 5~8      |
| 20~0    | 10~12    |
| 0 以下    | 16~24    |

#### 参考文献:

- [1] 陈平, 等. 环氧树脂 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
- [2] 灤驻高速公路指挥部、西安公路研究所. 高速公路局部修补树脂型材料的开发研究 [R]. 2002.
- [3] 王新增. 冷拌沥青技术在欧洲的应用和发展 [J]. 河南交通科技, 1997 (1).
- [4] 小林正树, 等. 常温式路面技术 [J]. 沥青 (日刊), 1998 (3).
- [5] 阿部宽. 维修用高性能冷补沥青混合料 [J]. 铺装 (日刊), 1996 (11).
- [6] J.J. Reibechi, etc. Epoxy Asphalt Surfacing of West Gate Bridge [R]. ARRB Proceeding, 1980.