

文章编号:1671-6833(2008)01-0124-04

# 高等级沥青路面快速修补材料配合比设计方法研究

黄 琪

(长安大学 公路学院,陕西 西安 710064)

**摘 要:**通过大量的室内试验对快速修补材料的配制原理进行了详细分析,提出了快速修补材料的配合比设计方法和步骤,配制出了能同时满足疏松性与压实性要求的快速修补材料,同时,为验证方法的合理性,对快速修补材料配合比设计进行了实例分析.结果表明:欲配制出合理的快速修补材料,要选择合适的矿料级配与矿粉掺量,尽量减少沥青液中柴油的掺入量,并适当增加快速修补材料中 SBS 的含量.

**关键词:**快速修补材料;配合比设计;沥青路面

**中图分类号:** U 416.2 **文献标识码:** A

## 0 引言

沥青混合料设计主要包括原材料选择和配合比设计两方面.对原材料的选择侧重于其质量达到路用要求,混合料配合比设计主要包括矿料级配类型及最佳沥青用量的确定.目前对于混凝土路面快速修补材料的研究较多<sup>[1-4]</sup>,但对于高等级公路沥青路面快速修补材料的配合比设计,目前相关的研究资料较少,特别是在确定最佳沥青用量时,仅考虑马歇尔稳定度的影响,而对改性沥青混合液的配比仅凭经验所得,存在着不足之处.笔者将在参考国内外相关研究成果的基础上,对高等级公路沥青路面快速修补材料配合比设计方法进行初步研究,综合考虑沥青用量与表观密度、空隙率、饱和度、矿料间隙率、稳定度、流值等参数的关系来得到最佳沥青用量.同时,笔者还将对该配合比方法的应用进行实例分析.

## 1 原材料选择

考虑到快速修补材料要求易于操作和保证它的疏松性以及冬季的工作性,应采用低稠度沥青.为了保证混合料在夏季不发软,改善它的高温稳

定性,笔者建议快速修补材料所用基质沥青,应与当地拌和热拌沥青混合料相一致.拌制快速修补材料的细集料可用机制砂或天然砂,粗、细集料的质量应符合规范规定的热拌沥青混合料集料的质量要求,砂石材料的颗粒形状与表面的纹理也对快速修补材料的性能有重要的影响,快速修补材料需要依靠良好的嵌挤以提高强度和稳定性.本文快速修补材料的矿料级配参考《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)的规定,并参考国内外相关研究,选择了 AC-10-I 型级配类型进行试验,其合成级配如表 1 所示.参考各方面的研究资料和以往的经验,笔者选用质量符合要求的 0#车用柴油作为稀释剂.

## 2 快速修补材料的配制原理

快速修补材料作为一种常温下使用的路面修补材料,其技术性能要求与热拌沥青混合料有较大的差别,有其自身的特点.快速修补材料要求能在常温下储存较长的时间而仍然保持良好的疏松状态而不结成团块,即使结团,经拍打就能散开,以便于摊铺均匀,即有良好的疏松性;而当快速修补材料摊铺后,经过压实即能粘结成型而不松散,

表 1 AC-10-I 型矿质混合料合成级配

Tab.1 Compositive gradation of mineral mixture of AC-10-I

筛孔尺寸/mm	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
合成级配通过率/%	100	98.7	69	49	31.1	19.4	12.9	9.7	7.6
规范要求通过率/%	100	95~100	55~75	38~58	26~43	17~33	10~24	6~16	4~9

收稿日期:2007-11-10;修订日期:2007-12-31

作者简介:黄 琪(1970-),女,河南信阳人,长安大学博士研究生,高级工程师,主要从事路面结构与材料等方面的研究. E-mail:hq66138@sina.com

并获得较高的强度,以便承受车轮荷载的作用,即有良好的压实性和初始强度;此外,当快速修补材料在路面上修补铺筑一定时间后,快速修补材料的技术性能应能达到(或超过)原路面材料的技术性能指标要求,以保证获得更好的修补效果和维持较长的使用寿命。

然而,快速修补材料的疏松性与压实性(及初始强度)之间既矛盾又统一,这既是快速修补材料配制技术的难点,又是配制技术的关键和依据,必须将二者有机结合起来,寻找到一个平衡点,才能使快速修补材料获得良好的技术性能。理论分析和试验研究表明,影响快速修补材料疏松性与压实性(及初始强度)的主要因素有:①沥青(液)的黏度;②沥青混合液的用量;③沥青中的改性剂及含量;④集料级配与矿粉用量;采用合适的集料级配规格和矿粉的用量,有利于提高快速修补材料的疏松性和强度。

### 3 改性沥青混合液配合比例的确定

根据前述,要保证快速修补材料既有良好的疏松性又有良好的压实性,所用沥青混合液的粘度大小是非常关键的因素<sup>[5]</sup>,必须选择一个适当的黏度。

由于沥青混合液是由基质沥青、稀释剂(柴油)及添加剂混合而成,因此,当基质沥青的牌号确定后,沥青混合液的粘度主要是由添加剂和柴油的比例与掺量所决定。为了方便快速修补材料的生产和施工以及尽量地减少沥青液中柴油的掺入量的原则,结合以往的经验,将拌和不同沥青品种、不同适应温度的快速修补材料所用改性沥青液的配比总结归纳为表2,作为拌和快速修补材料时参照使用。

### 4 最佳沥青(液)用量的确定

与热拌沥青混合料比较,为了使冷补料能在常温下(或施工温度)具有良好的疏松性和压实性,主要是通过采用在基质沥青中掺入一定量的稀释剂(柴油)和添加剂来获得其施工性能,但添加剂中含有一定量的SBS,SBS溶解后应能起到基质沥青的作用(取代一定量的基质沥青)<sup>[6-7]</sup>,在确定快速修补材料中的最佳沥青(液)用量时应考虑这部分所起的作用。笔者建议采用如下方法步骤来确定快速修补材料中沥青(液)的最佳用量:①确定热拌沥青混合料中的最佳沥青用量;②选定改性沥青混合液的配合比例<sup>[8]</sup>;③确定快

速修补材料中的最佳沥青(液)的用量;④校核和验证。

表2 改性沥青混合液的掺配比例

Tab.2 Mix proportion of modified asphalt mixture

类型	掺配比例 /%			适用温度 /℃	适应范围
	添加剂	0#柴油	70#沥青		
A	25	2~4	100	>20	高速公路
B	25	6~8	100	10~20	
C	25	10~12	100	0~10	
D	25	14~16	100	-10~0	
A	15	4~8	100	>20	其他公路
B	15	8~12	100	10~20	
C	15	12~16	100	0~10	
D	15	16~20	100	-10~0	

用确定的快速修补材料中的最佳沥青液用量拌制一定量的快速修补材料,检验其初始强度、初期抗水性、工作性及成型后强度、动稳定度等技术性能,根据试验结果确定快速修补材料中的最佳沥青(液)的用量。

## 5 快速修补材料配合比设计实例

### 5.1 原材料选择

①沥青材料:广东茂名产AH-70号道路石油沥青,其性能满足规范要求。②砂石材料:采用当地生产的砂卵石和破碎后的砾石,矿粉使用石灰石矿粉,其性能均满足路用要求。③稀释剂及添加剂的掺量见表2。

### 5.2 矿料级配

矿料级配如表1所示。

### 5.3 确定最佳沥青用量

#### 5.3.1 热拌沥青混合料最佳沥青用量的确定

(1)试件成型。按经验的沥青用量范围,细粒式沥青混凝土(AC-10-I)的沥青用量采用4.0%~6.0%,以0.5%间隔变化,每面各击实75次。

(2)马歇尔试验。将成型的试件,经24h后测其表观密度、空隙率、矿料间隙率、沥青饱和度等物理指标。测定物理指标后的试件,在60℃温度下测定其马歇尔稳定度和流值,结果见表3。

(3)马歇尔试验结果分析。根据表3绘制沥青用量与表观密度、空隙率、饱和度、矿料间隙率、稳定度、流值的关系如图1所示。

(2)确定沥青用量初始值 $OAC_1$ 。从图1(a)、(b)、(c)和(f)得,相应于稳定度最大值的沥青用量 $a_1=5.0\%$ ,相应密度最大值的沥青用量 $a_2=5.5\%$ ,相应于规定空隙率范围的中值的沥青用

表 3 马歇尔试验物理-力学指标测定结果汇总表

Tab.3 Physical and mechanical indices measured by Marshall test

沥青含量 /%	表观密度 /(g·cm <sup>-3</sup> )	理论密度 /(g·cm <sup>-3</sup> )	空隙率 /%	沥青体积百 分率/%	矿料间隙率 /%	饱和度 /%	流值 /(0.1 cm)	稳定度 /kN
4.0	2.406	2.572	6.5	9.6	16.1	59.6	28.0	10.34
4.5	2.417	2.553	5.3	10.9	16.2	67.3	32.7	11.20
5.0	2.425	2.537	4.4	12.1	16.5	73.3	36.4	11.55
5.5	2.431	2.514	3.3	13.4	16.7	80.2	40.6	11.38
6.0	2.428	2.491	2.5	14.6	17.1	85.4	47.4	10.56

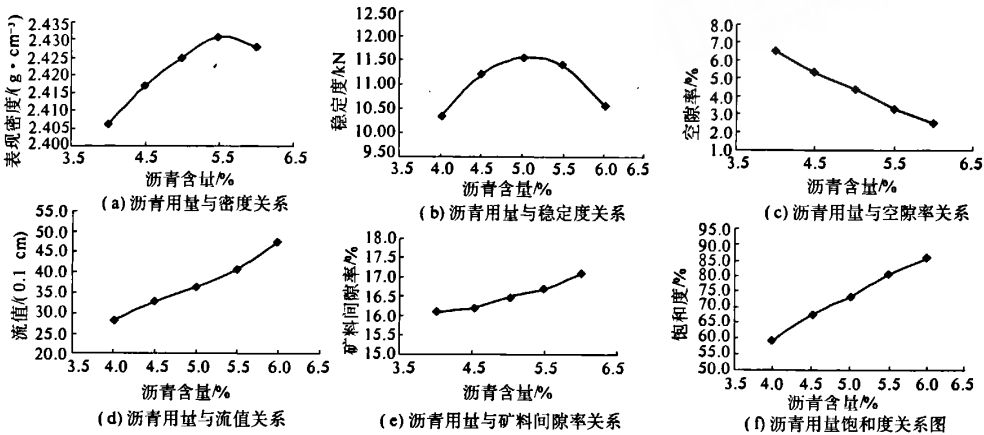


图 1 沥青用量与沥青混合料各性能指标的关系图

Fig.1 Relation of asphalt dosage and each performance index

量  $a_3 = 5.2\%$ , 相应于规定饱和度范围的中值的  
沥青用量  $a_4 = 4.75\%$ , 得

$$OAC_1 = (5.0\% + 5.5\% + 5.2\% + 4.75\%) / 4 = 5.1\% \quad (1)$$

(3) 确定沥青用量初始值  $OAC_2$ . 由图 1(b)、  
(c)、(d) 和 (f) 得, 各项指标符合沥青混合料技术  
指标的沥青用量范围:

$$OAC_{\min} = 4.9\%, \quad OAC_{\max} = 5.2\% \quad (2)$$

$$OAC_2 = (4.9\% + 5.2\%) / 2 = 5.05\% \quad (3)$$

(4) 确定热拌沥青混合料的最佳用量. 由  
 $OAC_1$  和  $OAC_2$  综合确定沥青最佳沥青用量为  
 $OAC = 5.0\%$ .

5.3.2 快速修补材料最佳沥青液用量的确定

根据试验确定的热拌沥青混合料的最佳沥青  
用量以及选择的添加剂掺量和根据使用温度范围  
确定的稀释剂的掺量确定冷补沥青液用量区间  
(油石比) 为  $5.0\% \sim 7.0\%$ , 以  $0.5\%$  的间隔对 5  
个不同沥青液用量分别拌制快速修补材料, 测试  
快速修补材料的初始强度、初期抗水性及成型后  
强度等, 其结果如表 4 所示.

根据表 5 中快速修补材料的初始强度、成型  
后强度等结果, 确定快速修补材料的最佳沥青液

用量为  $5.75\%$  (油石比).

表 4 快速修补材料主要技术性能指标

Tab.4 Primary technical indices of rapid repair material

沥青液用量 (油石比) /%	初始强度 (马歇尔稳 定度)/kN	残留稳定 度(浸水 24h)/%	成型后强度 (163℃ 烘制后成型)	
			马歇尔稳 定度/kN	流值/ (0.1 mm)
5.0	5.26	83.4	14.5	33.4
5.5	5.42	88.2	15.8	38.5
6.0	5.80	90.0	15.2	40.6
6.5	5.36	91.2	14.7	42.7
7.0	5.18	92.8	14.2	44.3

6 结论

高等级沥青路面快速修补材料配合比设计主  
要包括矿料级配类型、沥青混合液配合比和沥青  
(液) 最佳用量确定等. 与热拌沥青混合料不同,  
快速修补材料的技术性能要求有其自身的特点.  
笔者在参考国内外有关研究成果的基础上, 结合  
我国的工程实践, 对沥青路面快速修补材料的原  
材料选择、主要配合比设计方法和步骤进行了分  
析, 结合工程实例, 通过大量试验, 确定了满足工  
程要求的最佳沥青用量 (油石比). 结果表明, 欲

配制出合理的快速修补材料,要选择合适的矿料级配与矿粉掺量,尽量地减少沥青液中柴油的掺入量,并适当增加快速修补材料中 SBS 含量。

#### 参考文献:

- [1] 霍洪祥. 沥青路面基层快速修补材料研究[J]. 河北工业大学学报,2005,20(3):15-19.
- [2] 刘永强. 混凝土路面快速修补材料的主要性能[J]. 黑龙江交通科技,2006,(11): 58.
- [3] 张丽璞. 混凝土路面快速修补材料的主要性能[J]. 中外公路,2003,23(4): 108-109.
- [4] 张文学,聂贵平,李强,等. 水泥混凝土路面快速修补材料研究[J]. 国外建材科技,2003,24(1): 11-14.
- [5] 刘政,丛玉凤,赵朝辉,等. 具有热稳定性 SBS 改性道路沥青的研制[J]. 抚顺石油学院学报,2002,22(4): 31-33.
- [6] 郑建交. 关于 SBS 改性沥青配合比设计及施工技术的探讨[J]. 公路交通科技:应用技术版,2007,(7): 58-60.
- [7] 周涌波. SBS 改性沥青配合比设计及施工技术的探讨[J]. 北方交通,2006,(5): 19-22.
- [8] 孙大权,吕伟民. 反应性 SBS 改性沥青热储存稳定性研究[J]. 中国公路学报,2002,15(4):1-3.

## Research on Mix Proportion Design Method of Rapid Repair Material of High - grade Asphalt Pavement

HUANG Qi

(School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** Based on plenty of tests indoors, the mixing principle of rapid repair material of asphalt pavement was analyzed in detail. The mix proportion method and the process of the rapid repair material were provided and various rapid repair materials meeting the needs of looseness and compaction were produced. Meanwhile, an example of the mix proportion design of this kind of rapid repair material was analyzed in order to make it clear that the design method presented is reasonable. The results indicate that appropriate aggregate gradation and mineral powder dosage are choosen in order to produce reasonable rapid repair materials. In addition, the content of diesel oil in bitumen succus should be decreased, and the content of SBS in rapid repair materials should be properly increased.

**Key words:** rapid repair material; mix proportion design; asphalt pavement

(上接第 118 页)

## Experimental Research on Recycling Old Asphalt Mixture Using Waste Rubber

DING Zhan<sup>1</sup>, LI Pei-long<sup>2</sup>, GAO Xiao-hua<sup>1</sup>, LIAO Jia-nan<sup>1</sup>

(1. School of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China; 2. School of Highway Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** The recycling agent with waste rubber was used to recycle aged asphalt and old asphalt mixture from the pavement in the laboratory. And mechanism of action of recycling agent and aged asphalt is analyzed. The results show that the recycling agent made from rubber by microwave treatment can modify aged asphalt and can effectively restore rheological performance of aged asphalt. The penetration, softening point, ductility and stiffness of recycling asphalt are nearly the same as those of new asphalt, when the concent of the recycling agent is about 10%. The performance of high and low temperature, water stability and anti-aging of recycling asphalt mixture can meet the technical requirements of asphalt pavement. The recycling agent is equivalent to a kind of imported ones and better than a kind of domestic ones in performance.

**Key words:** waste rubber; experimental research; old asphalt mixture; recycling effect