

# 一种新型阳离子乳化剂对乳化沥青性能的影响

孙玲利<sup>1</sup>, 王建荣<sup>1</sup>, 王立江<sup>2</sup>

(1. 雅美路业实验室, 北京万博汇佳科贸有限公司, 北京, 100022; 2. 盘锦中油辽河沥青有限公司, 辽宁盘锦, 124022)

**摘要:** 本文采用一种新型快裂阳离子乳化剂 AM77, 分别对基质沥青和 SBS 改性沥青进行了乳化, 并和外掺 SBR 胶乳的乳化沥青进行了对比, 考察了乳化剂对乳化沥青各种性能指标的影响。通过对乳化沥青以及乳化沥青蒸发残留物的各项性能指标试验结果进行分析发现, AM77 乳化剂对基质沥青和 SBS 成品改性沥青均达到了满意的乳化效果, 且对沥青的性能基本没有影响, 是一种很有发展前景的阳离子快裂型沥青乳化剂, 可以在道路行业推广应用。

**关键词:** 乳化剂, 快裂, 乳化沥青, 性能

## Effect of a new cationic Emulsifier on the performance of Asphalt

### Emulsion

**Abstract:** The paper described the effect of a new cationic rapid setting emulsifier AM77 on a variety of performances of asphalt emulsion, by respectively emulsifying asphalt and SBS modified asphalt or adding SBR. The experimental results indicated that AM77 can emulsify asphalt and SBS modified asphalt. The emulsion has good storage stability, and the performance of evaporation residue asphalt indicated that AM77 has no bad influence on asphalt. These research results indicated that AM77 has excellent performance, which can be used in the application of paving road.

**Keywords:** Emulsifier, Rapid setting, asphalt emulsion, performance

## 1 概述

所谓乳化沥青, 是指将沥青热融, 经过机械作用, 使沥青微粒悬浮于乳化剂水溶液中, 形成水包油型的一种乳液。目前, 乳化沥青与热沥青已经成为沥青使用的两种主要形式。与热沥青相比, 乳化沥青具有常温施工, 节约能源, 使用不受季节限制的特点。特别是现在全球都重视环保节能, 对乳化沥青的广泛应用也带来契机。目前, 世界上许多国家如美国、德国和加拿大等, 乳化沥青的使用率都在 30% 以上。

影响乳化沥青应用技术的因素主要是乳化剂的性能。乳化剂在乳化沥青中所占的比例虽小, 但是却起主要作用。乳化沥青材料的路用性能直接取决于沥青材料性能和乳化剂产品性能。事实上沥青乳液只是在使用过程中的一种暂时存在形式, 即过渡状态。沥青在乳化剂作用下被分散在水中, 当破乳之后, 水分析出, 沥青又恢复自身的原有状态。然而值得注意的是在破乳之后, 乳化剂仍然残留在沥青材料中。残留在沥青中的乳化剂以何种形式存在, 对沥青材料有何种作用, 对沥青材料路用性能有何种影响, 是研究和应用乳化沥青材料部门的技术人员普遍关注的问题<sup>[1]</sup>。

## 2 乳化沥青的制备与性能

## 2.1 试验原材料及设备

沥青：辽河 90 号基质沥青，北京昌平沥青厂 SBS 成品改性沥青；

胶乳：阳离子 SBR 胶乳，用量 3%；

乳化剂：AM77（雅美路业，北京万博汇佳科贸有限公司提供）；

pH 值调节剂：盐酸，分析纯；

乳化设备：高速剪切乳化机，最高转速 11000 r/min；SEP-0.3R 小型胶体磨试验机；

pH 测量：PHS-3BW 型 pH 计，测量精度为  $\pm 0.05$ 。

## 2.2 试验方案

乳化过程的主要技术参数为：油水比 50: 50；皂液的 pH 值用盐酸调整到 2.0；皂液温度 55~60℃；基质沥青温度采用 135~140℃，改性沥青采用 165~170℃。在其他试验条件不变的情况下，改变乳化剂的用量分别对基质沥青、基质沥青外掺 SBR 胶乳，SBS 成品改性沥青进行乳化，得到乳化沥青或改性乳化沥青。并对所得乳液的标准粘度、储存稳定性、蒸发残留物的延度、针入度、软化点等性能指标进行了测试，考察乳化剂对改性乳化沥青性能的影响。

辽河 90 号沥青的乳化在高速剪切乳化机上进行，外掺胶乳的沥青乳化以及成品改性沥青的乳化均在小型胶体磨试验机上进行。

## 2.3 性能测试

乳化沥青筛上剩余量试验、储存稳定度试验、标准粘度、制备乳化沥青蒸发残留物方法以及蒸发残留物延度、针入度和软化点试验均按照 JTJ052-2000《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》进行。

## 3 结果和讨论

在其他试验条件相同的情况下，改变乳化剂用量，考察了乳化剂对乳化沥青性能的影响。乳化剂用量对各种乳化沥青性能的影响数据如表1~表3所示。

表 1 乳化剂添加量对基质沥青乳液性能影响

项目	辽河 90 号基质 沥青	AM77 乳化剂添加量‰				
		2.5	3	3.5	4	4.5
筛上残留量 (%)	—	0.11	0.09	0.08	0.06	0.03
蒸发残留量 (%)	—	49.7	49.9	50.1	50.1	50.3
标准粘度 (s)	—	9	11	12	14	15
蒸发 软化点(°C)	43.7	45.5	45.2	44.1	44.2	44.5
残留 针入度/ $10^{-1}$ mm	83.1	77.9	75.5	69.1	77.3	78.2
物性 延度(15°C)/cm	>100	>100	>100	>100	>100	>100
质 延度(5°C)/cm	6.7	6.5	8.9	7.9	6.4	6.2
1 天稳定度 (%)	—	1.1	0.8	0.6	0.1	0.3

表 2 乳化剂用量对 SBR 改性乳化沥青性能影响（外加 3% SBR 胶乳）

项目	辽河 90 号基质 沥青	AM77 乳化剂添加量‰				
		3	3.5	4	4.5	5
筛上残留量 (%)		0	0	0	0	0

蒸发残留量 (%)	49.7	50.5	50.3	50.6	51.4
标准粘度 (s)	12	14	16	17	18
蒸发 软化点(°C)	61.3	60.7	57.8	58.3	59.8
残留 针入度/10 <sup>-1</sup> mm	67.7	69.8	75.3	73.9	72.5
物性 延度(5°C)/cm	49.6	50.3	53.7	52.9	52.2
质					
1 天稳定度 (%)	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2

表 3 乳化剂用量对 SBS 成品改性乳化沥青性能影响 (SBS 用量为 3%)

项目	SBS 成 品 改 性 沥青	AM77 乳化剂添加量%				
		5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
筛上残留量 (%)	0	0	0	0	0	0
蒸发残留量 (%)	49.5	50.1	50.5	50.7	51.2	
标准粘度 (s)	14	17	20	21	24	
蒸发 软化点(°C)	52.5	54.4	52.9	52.6	53.8	54.2
残留 针入度/10 <sup>-1</sup> mm	97.2	83.5	90.9	93.1	91.7	89.9
物性 延度 (5°C)/cm	52.1	50.5	50.8	51.3	51.0	48.2
质						
1 天稳定度 (%)	0.8	0.6	0.6	0.2	0.1	

### 3.1 乳化剂对乳化沥青储存稳定性的影响

乳化沥青储存稳定性不合格对路用性能的影响是由于组成成分的离析、沥青微粒的凝结导致石料表面裹覆的沥青膜不均匀引起, 而沥青本身的路用性能不受影响; 沥青微粒尺寸、密度、连续相粘度是影响乳化沥青储存稳定性的是本质原因; 可以针对沥青微粒尺寸、密度、连续相粘度这些影响因素合理添加各种外掺剂, 以改善乳化沥青的储存稳定性; 正确的生产工艺、恰当运输与储存方法也是避免乳化沥青储存稳定性降低的有效措施。

乳化沥青不能稳定储存是因为原本均匀的乳液内部的各种成分之间发生了分离, 密度稍大的沥青微粒逐渐向下沉淀, 造成乳化沥青的下部浓度增大而上部浓度减小。其沉淀速度可以用斯托克公式 (公式1) 来计算<sup>[2]</sup>。

$$v = \frac{2g\Delta r r^2}{9\eta} \quad (1)$$

从公式 1 可以很容易看出影响沥青微粒沉淀速度的因素有微粒半径、沥青微粒与连续相的密度差, 连续相的粘度。也就是说减小沥青微粒的尺寸、减小沥青与连续相的密度差、增大连续相的粘度可以有利于乳化沥青的储存稳定。

乳化剂用量对 3 种乳化沥青储存稳定性的影响见图 1。

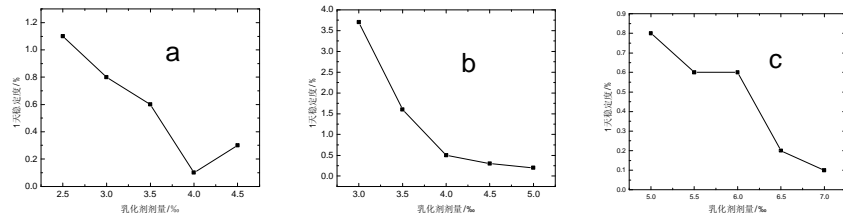


图1 乳化剂用量对乳化沥青1天储存稳定度的影响 (a为基质沥青乳液, b为外掺SBR胶乳的改性沥青乳液, c为SBS成品改性沥青直接乳化制备的乳化沥青)

由图1可知:在其他试验条件不变的情况下,3种乳化沥青稳定性随着乳化剂用量的增加而增大。

由表1~3的数据可知,随着AM77乳化剂添加量的增大,乳液的粘度也相应增大,而连续相的粘度则可以影响沥青微粒在乳液中移动的阻力,粘度越大则阻力越大,乳液的稳定性也就越好。另外乳化剂用量越多,包裹沥青微粒的活性物质越多,沥青微粒就不易团聚,这样沥青微粒可以更长时间悬浮在连续相中,有利于乳液的稳定。

### 3.2 乳化剂对乳化沥青标准粘度的影响

沥青乳液的粘度非常重要,因为快裂型沥青乳液主要以喷洒方式使用。喷嘴喷出的乳状液如何分布与其粘度有关。乳化沥青必须具有合适的粘度。粘度过高,流动性差,不利于撒布和与集料的均匀拌和,也不利于施工设备的精确计量;粘度太低,容易造成离析和乳液流失,施工和易性差<sup>[3]</sup>。规范规定快裂型阳离子乳化沥青标准粘度值应在8-25s,如图2所示,3种沥青乳液的标准粘度均满足规范要求;且随着乳化剂用量的增加,3种乳液的粘度都明显增加。从而可以说明乳化剂用量越大,乳液与石料的粘结力越好,抗剥落能力越强。

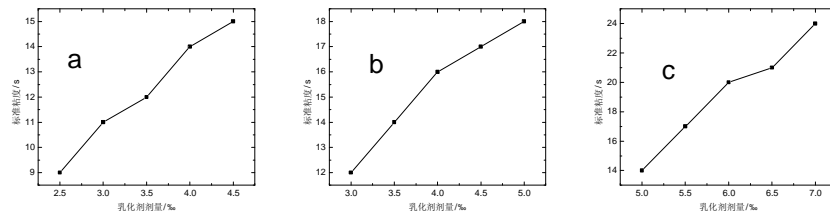


图2 乳化剂用量对乳化沥青标准粘度的影响 (a为基质沥青乳液, b为外掺SBR胶乳的改性沥青乳液, c为SBS成品改性沥青直接乳化制备的乳化沥青)

对于不同的施工方法、施工季节和路面结构,对乳液有不同的粘度要求,乳液粘度不适当,造成路面过早破坏的教训是不少的。因此,对于乳液的粘度要求会越来越严格。

### 3.3 乳化剂对乳化沥青残留物性能的影响

在乳化沥青中,沥青以 $0.1\sim 10\mu m$ 细小微珠分散于水中,微珠的表面被乳化剂分子形成的界面膜覆盖。破乳后,沥青微珠间相互融合,沥青恢复原有状态。如果乳化剂分子在沥青分子间起剪切作用,则沥青微珠间的融合就会受到影响,乳化剂分子就像一道隔墙一样,把沥青微珠相互隔开,沥青恢复不到原有状态,则沥青材料性能就会下降。如果乳化剂分子在沥青分子间起凝聚作用,则对沥青微珠间的融合有所促进,乳化剂分子就像一座桥梁一样,使沥青微珠顺利通过,并把它们牵拉到一起,促使沥青微珠间相互融合,沥青不但可恢复到原有状态,

而且比原有状态融合更紧密，则沥青材料性能会比原来提高。如果乳化剂分子对沥青无剪切作用，也无凝聚作用，则沥青可恢复到原来状态，保持原有的性能不变<sup>[1]</sup>。

### 3.3.1 乳化剂对乳化沥青残留物延度的影响

乳化沥青蒸发残留物的技术指标可以用来代表乳液破乳后沥青的技术指标，乳化剂对沥青材料的性能影响最明显地体现在沥青的延度指标上。乳化剂用量对3种乳化沥青蒸发残留物延度的影响见图3。

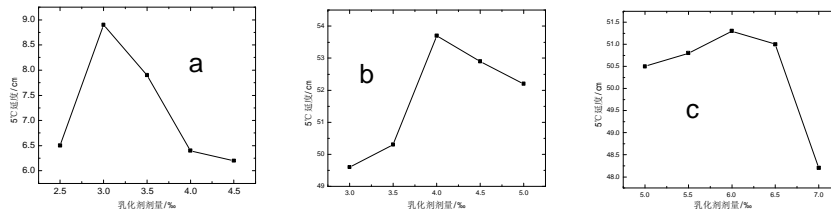


图3 乳化剂用量对乳化沥青蒸发残留物延度的影响(a为基质沥青乳液, b为外掺SBR胶乳的改性沥青乳液, c为SBS成品改性沥青直接乳化制备的乳化沥青)

从图3可以看出,随着乳化剂用量的增加,3种乳液蒸发残留物的5°C延度值逐步呈现先增大后减小的趋势;由表1可看出:AM77乳化基质沥青所得乳液蒸发残留物的延度与原沥青延度相比,AM77添加量在3%和3.5%之间,延度较原沥青延度大。掺加胶乳的乳化沥青也呈现类似的规律。由此可见,在乳化剂用量适度的情况下,AM77乳化剂提高了沥青材料性能。由表3可看出,在乳化剂用量低于6.5%时,乳化剂对SBS改性沥青延度的影响很小,再增加乳化剂的用量,SBS改性沥青的延度大幅下降。AM77的添加量在6%时,延度最大。由以上数据可知,采用适合的乳化剂用量,对原沥青的性能影响较小,有些情况下可以改善原有沥青的性能。

### 3.3.2 乳化剂对乳化沥青残留物针入度的影响

针入度通常表示测定温度下沥青的粘度,反映沥青在一定条件下的软硬程度。由图4可见,较小的乳化剂加入量的变化即可导致乳化沥青蒸发残留物针入度明显的改变,这种结果显然不是乳化剂简单地与沥青混合所致。对普通乳化沥青,如图4中a图,随着乳化剂添加量的增大,乳化沥青蒸发残留物的针入度先减少后增大,而由b图和c图可知,对改性乳化沥青,随着乳化剂添加量的增大,乳化沥青蒸发残留物的针入度先增大后减少。由表1、2、3可看出:乳液蒸发残留物的针入度与原沥青针入度相比,都有不同程度地减少。

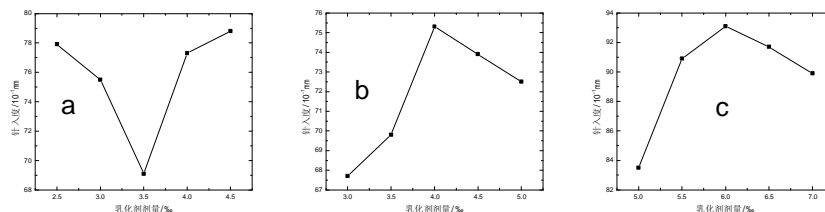


图4 乳化剂用量对普通乳液蒸发残留物针入度的影响(a为基质沥青乳液, b为外掺SBR胶乳的改性沥青乳液, c为SBS成品改性沥青直接乳化制备的乳化沥青)

乳化沥青蒸发残留物的针入度是否偏离原料沥青以及偏离的程度不仅与乳化剂种类有关,同时受乳化剂加入量的影响。不同的乳化剂和乳化剂浓度对蒸发

残留物的性质影响不同。由于乳化剂并非纯物质，很难说明蒸发残留物性质之偏离于原料沥青到底是乳化剂有效成分的影响还是其中的杂质所致。在仅有乳化剂的情况下，乳化沥青残留物的性质偏离基质沥青，显然是乳化剂的存在改变了体系的胶体结构<sup>[4]</sup>。

### 3.3.3 乳化剂对乳化沥青残留物软化点的影响

沥青软化点是评价高温性能的重要指标，由图 5 可知，随着乳化剂添加量的增大，相应的乳化沥青蒸发残留物软化点先减少后增大。由表 1 可看出：AM77 乳化基质沥青所得乳液蒸发残留物的软化点与原沥青软化点相比，都有不同程度地增加。由表 1、3 可看出：改性乳液蒸发残留物软化点都有所提高。由此可见，AM77 乳化剂提高了沥青材料的高温性能。

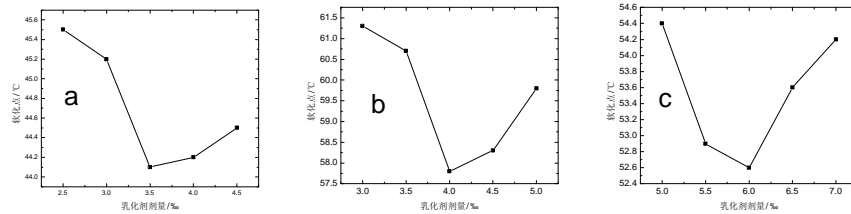


图 5 乳化剂用量对乳化沥青蒸发残留物软化点的影响 (a 为基质沥青乳液, b 为外掺 SBR 胶乳的改性沥青乳液, c 为 SBS 成品改性沥青直接乳化制备的乳化沥青)

## 4 结论

- (1) 通过以上所有试验可以说明，乳化剂的用量越大乳化效果就越好，也就是说乳化剂的用量越大，乳化沥青的各种性能即乳化沥青的储存稳定性、标准粘度都得到改善。
- (2) 对乳化沥青蒸发残留物性能的影响，并不是乳化剂的用量大时最佳，要综合考虑乳化剂用量对乳化沥青的各项性能及蒸发残留物的三大指标的影响，乳化剂使用不当，会影响原有沥青的性能。
- (3) AM77 是一种性能优良的快裂型阳离子乳化剂，对基质沥青和 SBS 成品改性沥青均能取得满意的乳化效果，对沥青蒸发残留物的性能影响很小，值得在道路工程上推广应用。
- (4) 在实际应用中，应结合实际情况和工程要求，确定出最佳的乳化剂用量进行施工应用。AM77 乳化基质沥青最佳用量为 3.0%，SBR 改性乳化沥青 4%，直接乳化 SBS 改性乳化沥青为 6%。

### 参考文献

- [1] 宋哲玉, 徐培华. 乳化剂对沥青材料性能影响研究[J]. 石油沥青, 1997, 11(4), 4-8.
- [2] 弥海晨, 韩瑞民. 克拉玛依沥青乳化技术研究[J]. 公路交通科技, 2008, 25(4), 204-207.
- [3] 肖晶晶, 郑南翔, 宋哲玉. 乳化剂对改性乳化沥青性能影响及机理研究[J]. 郑州大学学报, 2008, 29(3), 4-9.
- [4] 刘国祥, 孙景伟, 林元奎等. 乳化沥青蒸发残留物的针入度与粘度[J]. 新型建筑材料.