

沥再生路面回收材料性能评价报告

委托单位：上海市市政管理处

检测单位：同济大学道路与机场工程系

试验：孙大权 拾方治 周海生 郑晓光

报告编写：孙大权

审核：吕伟民

同济大学交通运输工程学院

道路与机场工程系

2003年6月23日

沥再生路面回收材料性能评价报告

受上海市市政工程管理处委托, 同济大学道路与机场工程系对上海市市政工程管理处提供的两种沥青路面铣刨回收混合料(其中一种喷涂了“沥再生”, 另一种未喷涂“沥再生”)性能进行了对比试验。内容包括: 两种回收沥青混合料中沥青离心抽提、蒸馏分离; 分离出的沥青性能测试, 主要包括针入度、软化点、延度以及动态剪切流变性能(DSR)测试; 两种回收沥青混合料马歇尔稳定度及流值测试。以期通过两种路面回收混合料的性能测试分析结果, 客观地评价“沥再生”实际路用效果, 为委托方提供决策依据。

1 试验方法

1.1 沥青混合料中沥青与石料的分离

沥青混合料中沥青与石料的分离, 参照交通部公路工程沥青及沥青混合料试验规程(JTJ052-2000)中 T0722-2000 方法。具体方法: 取 1000 克左右的沥青混合料, 装入烧杯中。向烧杯中加入三氯乙烯, 浸泡沥青混合料 30min。然后将混合料及溶液倒入离心分离机中。将圆环形滤纸垫在分离器的边缘上, 加盖紧固。开动离心机转速逐渐增至 3000r/min, 待沥青溶液全部从排出口流出后停机 3~5min。再从离心分离机的上盖的孔中加入新的三氯乙烯, 继续进行离心分离, 直至从排出口流出的沥青溶液成清澈的淡黄色为止。每种沥青混合料重复进行上述试验 3 次。试验结束后, 每种沥青混合料可以得到大约 3500ml 三氯乙烯与沥青的混合液。

1.2 沥青与三氯乙烯分离

将上述试验得到的三氯乙烯与沥青混合液进行蒸馏分离。由于三氯乙烯的沸点只有 90℃, 而沥青的沸点高于 350℃。在蒸馏过程中, 三氯乙烯先挥发出去, 剩余为沥青。

1.3 沥青性能测试

沥青软化点、针入度和延度(15℃)测试分别参照交通部公路工程沥青及沥青混合料试验规程(JTJ052-2000)中相关方法进行。动态剪切流变(DSR)测试参照美国 SHRP 方法进行, 试验采用应变控制方式加载, 目标应变值为 12%, 加载频率为 10rad/s, 试验温度分别为 58℃, 64℃, 70℃和 76℃。

1.4 回收沥青混合料成型马歇尔试件方法

将回收的沥青混合料放入 160~170℃烘箱中 60min, 拌和均匀后, 两面各击

实 75 次成型马歇尔试件。

1.5 回收沥青混合料马歇尔试件稳定度及流值测试方法

回收沥青混合料马歇尔试件稳定度及流值测试方法按照交通部公路工程沥青及沥青混合料试验规程 (JTJ052-2000) 中相关方法进行。稳定度测试温度为 60℃。

2 试验结果

2.1 两种回收沥青混合料中沥青常规性能评价

沥青路面在长期使用过程中, 受到各种自然因素, 如空气、水、紫外线以及车辆荷载等的作用, 使沥青产生许多复杂的物理和化学变化, 沥青逐渐老化变硬。沥青的老化使其可塑性及弹性性能衰减, 最终导致路面出现开裂而破坏。

沥青路面的老化主要是沥青的老化, 从表 1 中可以看出回收后的沥青针入度减小, 软化点增大, 延度大幅度降低。这说明在路用处路面的沥青已经严重老化, 沥青基本去失了原有的柔韧性和延展性, 如不加以处理而继续使用势必容易发生路面损坏。喷涂“再生”后, 回收沥青的软化点减低, 针入度增大, 特别是延度性能有明显改善。表 1 试验数据表明, 喷涂“再生”后, 对沥青的老化程度有一定程度的缓解, 当然离正常沥青的技术指标还有一定距离。

表 1 两种回收沥青混合料中沥青常规性能

回收沥青	针入度 (25℃), (0.1mm)	软化点 (℃)	延度 (15℃) (cm)
未喷涂再生	11	73.3	0
喷涂再生	28	58.5	10.2

2.2 两种回收沥青混合料中沥青 SHRP 性能评价

美国公路战略研究计划 (SHRP) 提出了一种评价沥青结合料流变性能的新方法—动态剪切流变试验 (DSR), 通过测定沥青复数剪切模量 (G^*) 和相位角 (δ) 来表征沥青材料的粘弹性质。复数剪切模量 G^* 是沥青材料重复剪切变形时总阻力的量度, 它包括了两个部分: 弹性部分 (可恢复部分) 和粘性部分 (不可恢复部分)。相位角 δ 是弹性部分和粘性部分的量度。相位角为零度时, 材料呈弹性, 随着相位角的增加, 弹性成分减少, 成分增加, 当相位角为 90 度时, 材料完全呈粘性。

沥青在老化过程中, 沥青会变硬, 同时柔韧性能降低, 主要表现为复数剪切

模量 G^* 变大和相位角减小。而喷涂“沥再生”目的之一就是恢复沥青原有的流变性能。从表 3 及图 1 和图 2 可见，喷涂“沥再生”后，沥青的复数剪切模量 G^* 减小，相位角增加，尽管与原样沥青仍有较大差距，但确实起到了改善沥青的流变性能作用，这也是喷涂“沥再生”后沥青延度性能明显改善的原因之一。

表 3 回收沥青和中海沥青（原样）DSR 试验结果

回收沥青	温度, $^{\circ}\text{C}$	复数剪切模量 G^* , Pa	相位角 δ , 度	$G^*/\sin \delta$
未喷涂沥再生	58	115119.9	71.1	121706.5
	64	59985.2	76.4	61725.8
	70	24675.4	78.7	25166.7
	76	11645.0	81.1	11788.2
喷涂沥再生	58	13551.6	79.6	13779.7
	64	5803.7	82.3	5857.1
	70	2746.3	84.5	2759.2
	76	1442.4	86.0	1446.0
中海沥青（原样）	58	2928.00	85.9	2935.7
	64	1332.70	86.1	1335.9
	70	658.90	87.1	659.8

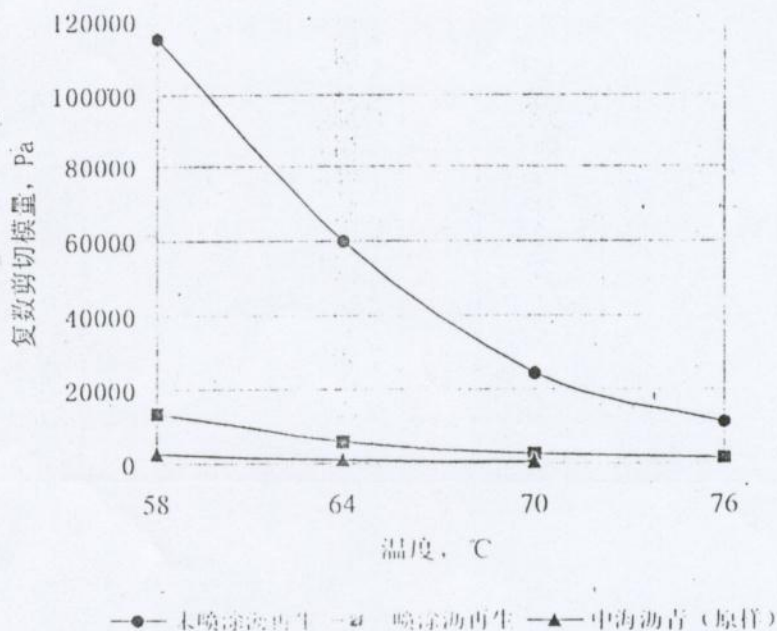


图 1 不同温度下回收沥青和中海沥青（原样）的复数剪切模量

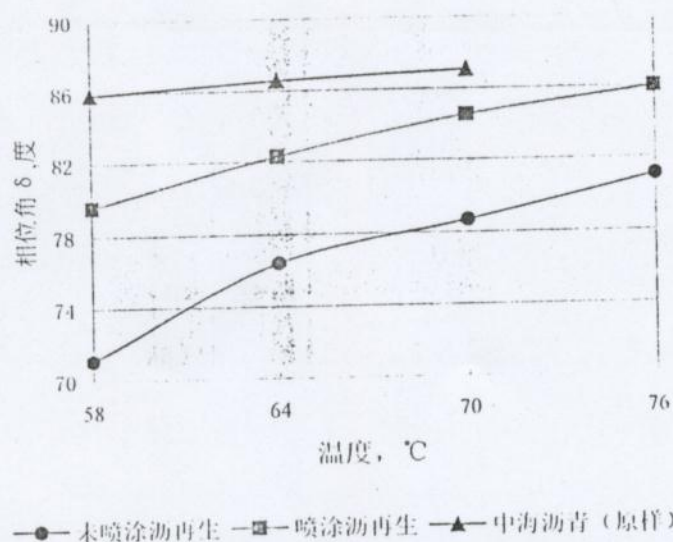


图 2 不同温度下回收沥青和中海沥青（原样）的相位角

2.3 两种回收沥青混合料马歇尔试验结果

回收沥青混合料马歇尔试验表明，喷涂沥青再生与未喷涂沥青再生的混合料有明显区别。未涂沥青再生的混合料粒料表面干枯，马歇尔稳定度非常之高，几乎超出仪器测试范围，且受弯曲线呈直线上升，这表明材料已经非常刚硬，缺乏塑性，故试件的流值非常小，仅为 0.08 (mm)。经涂复沥青再生的混合料，不仅粒料表面比较滋润，发黑且有光泽，其马歇尔稳定度和流值也大体上恢复到接近正常范围。这说明采取涂复沥青再生进行养护是有一定效果的。

表 2 两种回收沥青混合料马歇尔试验结果

回收混合料	马歇尔稳定度 (kN)		流值 (0.1mm)	
	测试值	平均值	测试值	平均值
喷涂 沥青再生	15.0	16.0	20	20
	16.3		19	
	16.7		20	
未喷涂 沥青再生	18.9	19.1	7	8
	17.9		8	
	20.5		10	

3 结论

- 喷涂“沥再生”后，回收沥青的软化点减低，针入度增大，特别是延度性能有明显改善。
- 喷涂“沥再生”后，沥青的复数剪切模量 G^* 减小，相位角增加，尽管与原样沥青仍有较大差距，但确实起到了改善沥青的流变性能作用。
- 回收沥青混合料马歇尔试验表明，喷涂“沥再生”后马歇尔稳定度和流值大体上恢复到接近正常范围。
- 根据喷涂“沥再生”沥青路面和未喷涂“沥再生”沥青路面回收混合料性能测试结果，认为“沥再生”作为一种沥青路面养护材料，对于缓解沥青路面老化，防止沥青路面破坏具有一定的作用。

注：本报告中试验数据和结论仅对送样负责。