

1 9 9 2

道路改性沥青技术交流会
论文集



中国公路学会道路工程学会
交通部重庆公路科学研究所

1992年10月 重庆

1 9 9 2
道路改性沥青技术交流会
论文集



中国公路学会道路工程学会
交通部重庆公路科学研究所
1992年10月 重庆

前 言

第一次全国性道路改性沥青技术交流会在交通部科技司、中国公路学会道路工程学会的领导和支持下，经交通部重庆公路科学研究所的积极承办，于1992年10月在重庆市召开，这是我国道路界的一件大事。

这次会议总结和交流了我国道路改性沥青的研究和应用成果，发表了一些很有见地和水平的论文。为了将这次盛会的有关资料及时传达到广大道路工作者中，我们编辑出版了这本《道路改性沥青技术交流会论文集》。共收集了来自科研、设计、大专院校、工程及养护部门的38篇论文。内容包括采用各种橡胶、树脂、表面活性剂、抗氧剂和无机添加剂等改性的沥青，涉及沥青改性机理、特性、改性剂掺配混合工艺、改性沥青混合料施工工艺、设备、路用性能等方面的研究。其应用范围包括高等级公路路面铺筑，旧路养护、维修，钢桥面铺筑，桥梁及水泥混凝土路面伸缩缝和反射裂缝的防治等。可谓洋洋大观，各有千秋，确实是对我国道路改性沥青研究和应用成果的一次大检阅。但是，由于或者是掺配工艺上的困难、设备上的不完备、施工工艺上的复杂性；或者是改性剂价格昂贵、性能评价上的不完善；或者是宣传、推广等方面的原因，迄今为止，大多数研究成果未能形成工业化生产能力。因此，留待我们为之努力而又更加艰巨的任务将是如何把研究成果推向市场，转化为生产力，如何进一步拓宽改性沥青的应用领域。我们期盼着下一次会议将是改性沥青应用大丰收的庆祝会。

由于本次论文集内容广泛，从论文征集到付印的时间比较仓促，加之印刷采用原版胶印的方式，故对于文章内容未能进行严格审核，鉴于篇幅、印刷、版面等方面的原因；仅对部分论文进行了技术性编辑处理和补救工作，因时间紧迫未能征求作者意见，请作者谅解。

因编辑人员水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。参加本论文集编辑工作的有唐中一，贾渝，周进川，熊有言。

中国公路学会道路工程学会
交通部重庆公路科学研究所
一九九二年十月

目 录

新型橡胶沥青路用性能评价.....	王 迎	1
橡胶沥青防裂治面铺筑技术.....	樊统江	21
改性沥青在多年冻土地地区的应用—室内试验研究	张秀华 陈 建	武敬民 31
橡胶沥青路面施工技术 & 经济分析.....	李铁振 沈秀成	詹济远 38
外掺橡胶改善沥青路用性能的研究和验证	钟桂兰	杨韵华 42
母液法丁苯橡胶沥青的制备与性能研究	李自明 于学敏	周恩华 48
减压渣油制100号道路石油沥青研究		丘昌隆 53
北窑钢桥面板铺装材料研究	李 东 周恒瑾	杨树祺 57
丁苯橡胶沥青在旧桥伸缩缝维修中的应用研究		张秀华 63
丁苯橡胶乳液改性道路沥青的研究	武金明	姚德宏 69
丁苯橡胶乳改性沥青(现场拌合法)在高等级公路上的应用.....	黄维华	丁建奇 75
橡胶胶乳—乳化沥青材料研究探讨.....	徐培华 陶家朴	王化勤 81
橡胶乳化沥青材料掺配方法研究探讨	徐培华 罗立峰	刘廷国 87
氯丁橡胶在路面工程中的实用技术	王淑凤 张德才	靳长征 92
废旧橡胶改性沥青的特点及其应用.....		吕伟民 98
橡胶沥青薄层罩面技术的应用研究		覃淑媛 104
橡胶沥青应力吸收处理的施工工艺		李 哲 112
应用再生橡胶改性石油沥青的研究		郑步海 117
改性沥青路面实用技术研究	孙兴业 王树栋	王 钰 124
S B S复合沥青及其混合料的研制和应用.....		严家侃 134
塑性弹性S B S改性沥青的研究		朱建民 144
S B S改性沥青的路用性能		朱劲秋 150
几种改性沥青的试验研究	李建军	徐华生 156
热塑性聚合物改性沥青的研究.....		张南鹭 166
V系列改性沥青性能评价.....		李立寒 175
E V A树脂增强沥青混合料的技术性能	黄 彭	180
塑料沥青.....	李一鸣	186
南炼油毡沥青改性沥青研究	黄 熙	李一鸣 193
改善国产沥青材料路用性能的试验研究.....	卓知学	黄海林 198
聚乙烯·橡胶改性沥青机理探索.....		彭文勇 204
聚合物改性沥青及应用模式研究.....	杨光甲 李国强	李万国 210
改性沥青混合料流变行为与路面再次开裂模式研究	李国强 孙保原	李万国 216
国外聚合物改性道路沥青技术和应用动向		陈惠敏 222
胺类沥青添加剂.....	范广震 王自成	康 肃 231
磷化沥青反应机制的探讨.....	沈本贤 赵 明	王欣红 240
	顾宝成 陈 新	刘馥英
粉煤灰性质及其对沥青混合料性能的影响.....	沈本贤 赵 明 陈 新	王欣红 244
	朱三棣 王 激	钱 伟
道路沥青改性方法及经济效益.....		邢凤钦 250
正交异性钢桥面板沥青铺装技术成果简介.....		覃淑媛 256

Contents

Evaluation of Pavement Performance for New Type of SBR Modified Asphalt Wang Ying.....	1
Construction Technique for Anti-cracking Pavement with SBR Modified Asphalt Fan Tongjang.....	21
The Application of the SBR Modified Asphalt in the Permafrost Zone— Laboratory Study Zhang Xiuhua Zhen Jian Wu Jingmin.....	31
The Construction Technique and Economical Analysis of Rubberized Asphalt Pavement Li Tiezhen Shen Xiuchen Zhan Jiyuan.....	38
The Research and Verification of Improving the Pavement Performance of Bitumen with Rubber Admixtures Zhong Guilan Yang Yunhua.....	42
A Study on Preparing Bitumen-Butadiene Styrene Rubber by Using Mother Solution Technique and the Characteristics Li Zimin Yu Xuemin Zhou Enhua.....	48
Refinement of No.100 Paving Asphalt from Vacuum Tar Oil Qiu Changlong.....	53
The Research on Paving Materials of BeiYao Steel Bridge Deck Li Dong Zhou Hengjin Yang Shuqi.....	57
The Research on SBR Modified Asphalt Applied in Maintenance of Expansion and Contraction Joints of Old Bridges Zhang Xiuhua.....	63
A Study on the Paving Asphalt Modified with SBR Latex Wu Jinming Yao Dehong.....	69
The Application of Modified Asphalt Mixture with SBR Latex on High Class Highway Huang Weihua Ding Jianqi.....	75
The Research on SBR Latex-Emulsified Asphalt Materials Xu Peihua Tao Jiapu Wang Huaqin.....	81
A Study on Mix Method of SBR Emulsified Asphalt Xu Peihua Luo Lifong Liu Tingguo.....	87
The Applied Technique of Chloroprene Rubber Modified Asphalt in Pavement Construction Wang Shufong Zhang Decai Jin Changzheng.....	92
The Characteristics and its Usages for Ground Tire Rubber Lu Weimin.....	98
The Applied Study on Thin Asphalt Overlay with Ground Tire Rubber Qin Shuyung.....	104
The Construction Technique for Stress Absorbing Membrane Treatment with Ground Tire Rubber Li Zhe	112
The Research on Application of Reclaimed Rubber Modified Asphalt Zheng Buhai.....	117
The Study of Practical Technique on Modified Asphalt Pavement Sun Xingye Wang Shudong Wang Yu	124

The Production and Applications of Complex SBS Modified Asphalt Yan Jiaji.....	134
Modification of Paving Asphalt by Styrene-Batadiene-Styrene Zhu Jianmin.....	144
Application Performance of SBS Modified Bitumen in Road Zhu Jingqin.....	150
Test Road Research for the Three Kinds of Modified Bitumen Li Jianjun Xu Huasheng.....	156
A Study on Thermoplastic Polymer Modified Asphalt Zhang Nanlu.....	166
Evaluating the Behavior of Asphalts Modified by V Polymers Li Lihan.....	175
Properties of EVA Polymer Modified Asphalt Mixes Huang Peng.....	180
Modified Asphalt with Plastic Li Yiming.....	186
A Study on Modified Felt Asphalt Produced by Naking Refinery Huang Xi Li Yiming.....	193
A Study of Improving Pavement Performance of Domestic Asphalt Materials Zhuo Zhixue Huang Hailin.....	198
The Study of Interaction between Asphalt and Modifiers (Polythylene, Rubber) Peng Wenyong.....	204
The Research on Polymer Modified Asphalt and Its Application Model Yang Guangjia Li Guoqiang Li Wanguo.....	210
The Research on Rheological Behavior of Modified Asphalt and Recracking Model Li Guoqiang Sun Baoyung Li Wanguo.....	216
Trends of Technology and Application of Polymer Modified Paving Asphalt in foreign Countries Chen Huimin.....	222
Amine Additives in Asphalt Fan Guangzhen Wang Zhicheng Kang Su.....	231
The Research on Reaction Mechanism of Phosphurtted Asphalt Shen Benxian Zhao Ming Wang Xinhong Gu Baocheng Chen Xin Liu Fuying.....	240
Effect on Fly Ash Properties on Performance of Asphalt Mixtures Zhen Benxian Zhao Ming Zhen Xin Wang Xinhong Zhu Sandi Wang JiQian Wei.....	244
Modified Methods of Paving Asphalt and Its Benefits Xing Fongqin.....	250
Introduction of Asphaltic Concrete Pavement on Orthotropic Slab Deck of Steel Bridge Qin Shuyung	256

新型橡胶改性沥青路用性能评价

交通部重庆公路研究所

王迎

随着我国经济改革开放,交通事业迅速发展,交通量大,轴载重、交通趋于渠化,进入了一个修筑高等级公路的新阶段。为适应现代交通的特点,要求沥青路面具有高强度,耐久性,少车辙,晚开裂。然而,当前我国可供道路使用的沥青绝大部分为普通道路沥青,符合重交通道路沥青标准的优质沥青产量较少,供需矛盾突出。为此我所在形势需求下,于七十年代末八十年代初开始了改性沥青探索工作。初始列为所内工作项目,摸索各种外掺剂的改性效果。1982~1985年正式立为部课题,利用丁苯橡胶(SBR)改善国产沥青,1985年通过部级鉴定:认为改性效果明显,生产工艺国内领先。1987~1989又进行了工业化生产装置的研究,当时设计能力为生产含胶20%的橡胶沥青母体800吨/年,现在生产能力达1000吨/年左右,1990年被列为国家级新产品后转入推广应用阶段。

我所研制的SBR改性沥青问世以来,先后已应用于重庆市、兰州、浙江、深圳、陕西、内蒙、青海、西藏、山东等地,1990年以来累计销售橡胶沥青母体1000余吨。可配制含胶量2%路用橡胶沥青10000余吨。还可根据需要掺入不同剂量,用于应力吸收夹层,桥梁伸缩缝,水泥混凝土路面伸缩缝及隧道防水等,使用方便效果较好,受到用户的欢迎与好评。

一. 改性沥青性能

用于道路沥青的改性剂种类较多,大都根据改善的目的而选择一种或两种以上复合改性材料。我们选择SBR作为改性剂主要目的是改善沥青的低温性能,增加其柔韧性,提高低温抗裂能力。同时高温性能也得到一定提高,效果良好。

众所周知,不同的改性剂改善沥青的效果相异。改性效果受基质沥青的影响,这主要决定于基质沥青和改性材料的相溶程度,一般说两者完全不混溶是不可能的,但完全相溶也是困难的,通常相溶性越好效果越好。我们采用改性沥青二次掺配法,提高了沥青与橡胶的相溶性。

橡胶沥青是一种新型复合胶结材料。目前世界各国还没完整统一的橡胶沥青试验方法和技术规范。在利用SBR改性研究中,主要参照路用沥青试验方法和技术规范,也参考了部分国外橡胶沥青试验方法。

沥青中掺入SBR后,其低温、高温、粘结力、抗老化等路用性能均得到不同程度的改善。

1. 低温抗裂性

沥青低温抗裂性能直接影响沥青路面低温下的使用品质,我们以表1中脆点、低温延度、收缩系数等试验指标评价改性前后沥青低温性能。沥青中掺入少量SBR后,5℃延度分别由3~5cm提高至50~100cm。脆点降低1~2℃,不同低温区间的收缩系数均略减小,从表2PI、SPT、PVN等值看出感温性能得到改善,可见沥青中掺入少量SBR可改善沥

青低温性能。5℃延度超过国产稠油沥青（单家寺90号，欢喜岭90号）的延度，也优于从新加坡、日本进口沥青的低温延度。见表1。

橡胶沥青与国产稠油沥青与进口沥青低温性能比较 表 1

沥青种类		兰炼100		胜利100		国产稠油沥青		进口沥青	
SBR含量(%)		0	2	0	2	单90	欢90	日本	新加坡
5℃延度 (cm)		4	>100	5	>100	12.0	7.7	7.0	7.7
脆点 (℃)		-15.2	-18.9	-11.5	-12.7	-16.5	-20	-10	-12
收缩系数 10 ⁻⁴	0℃ ~10℃	—	—	2.328	2.061	—	—	—	—
	-10℃ ~20℃	—	—	2.019	1.852	—	—	—	—
	-20℃ ~26℃	—	—	1.808	1.738	—	—	—	—

注：国产稠油沥青：单90、欢90、日本80-100、新加坡（壳牌）试验数据来自“七五”攻关75-24-02-01研究报告。

2. 高温稳定性

良好的路用沥青不仅具有较好低温抗裂性能，还应具有一定热稳定性，才能提高沥青路面使用品质和寿命。然而当前供应的路用沥青不能完全兼顾二者的要求。

反映沥青感温性能的技术指标较多，仅以表2中试验项目略作比较：掺入SBR后软化点提高。粘韧性能是橡胶沥青具有的突出特性，因此使热稳流动度明显减小。再以PI、SPT、PVN等感温性参数比较，均看出掺入少量SBR改善了沥青的感温性能，提高了沥青的热稳定性。

沥青和橡胶沥青的高温稳定性比较 表 2

沥青种类	60乙		兰炼—100		胜利—100	
SBR掺量 (%)	0	2	0	2	0	2
软化点(℃)	53	55	45	47	47	49
热稳流动度(mm)(1h)	31	15	83	71	104	93
PI	0.1351	0.5263	-1.4280	-0.9774	-0.9081	-0.4459
SPT	0.0392	0.0370	0.0500	0.0465	0.0460	0.0428
PVN	—	—	-0.433	-0.262	-0.772	-0.336

热稳流动度试验

在光滑钢板 $400 \times 250 \times 8\text{mm}$ 上, 平行排置 $60 \times 40 \times 3.2\text{mm}$ 无底长方型框架, 浇注沥青样品, 冷却刮平。然后平放入 $52^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 烘箱内15分钟, 取出钢板去掉模框架倾斜 75° , 再在 $52 \pm 1^\circ\text{C}$ 烘箱中保温一小时后取试样流淌长度, 以毫米计。其意义用以评价橡胶沥青高温作用下抗流动变形能力。

3. 粘度、凝聚力和初度

掺入SBR后可使沥青粘度提高。 60°C 和 135°C 粘度均可说明。

凝聚力与初度是橡胶沥青的突出特性。凝聚力又称握裹力, 可以用来评价阻止骨料在沥青混合料中位移变形与脱落能力。初度指标可评价粘结力及抗动荷载能力。表3给出了 15°C 和 25°C 凝聚力和初度, 掺入SBR后低温下的粘弹性增加使凝聚力提高更多。

粘度、凝聚力和初度

表 3

沥 青 类 别		胜 利 100		兰 炼 100	
SBR (%)		0	2	0	2
粘 度	60°C (P)	2221	2527	2508	3277
	135°C (cst)	300	420	331	399
凝 聚 力	15°C (Kg.cm)	2	13	6	24
	25°C (Kg.cm)	3	5	2	4
初 度	15°C (Kg.cm)	72	74	60	66
	25°C (Kg.cm)	18	19	16	21

4. 抗老化性能

为了测试橡胶沥青抗老化性能, 分别做了薄膜烘箱、储存期性能变化, 人工模拟自然气候的加速老化, 旋转薄膜烘箱等试验。

1) 薄膜烘箱试验

从表4可见: 橡胶沥青较沥青加热损失略大, 其原因是橡胶沥青母体中残留少许溶剂, 在 163°C 的高温下挥发所致。尽管如此, 老化后的橡胶沥青的性能仍优于基质沥青的性能。低温延度大, 脆点低, 有较好的低温塑性。

2) 贮存对性能的影响

用兰炼100号及其橡胶沥青做贮存后的常规性能试验。贮存条件：自然条件下摊成1cm厚的薄膜。其结果见表5。

贮存半年后，兰炼100号沥青针入度降低13.9%，软化点提高11.1%。兰炼100号沥青掺入2%的丁苯橡胶保存半年之后，针入度降低11.8%，软化点提高8.5%，可见橡胶沥青的性能较稳定。

沥青及橡胶沥青薄膜烘箱老化前后性能变化 表 4

试 验 项 目		针 入 度 (1/10mm)	软化点 (℃)	延 度 (cm)			加热损失 (%)	针入度比 (%)	脆 点 (℃)
				25℃	15℃	5℃			
胜利100	老化前	78	47	>100	67	5	0.185	73.1	-11.5
	老化后	67	51	65	17	2			-5.6
胜利100+ 2%SBR	老化前	76	49	>100	>100	>100	0.279	73.3	-12.6
	老化后	65	51	53	38	3			-7.6

贮存对常规性能的影响 表 5

沥青种类	兰 炼 100			兰炼100+2%SBR		
贮存时间	针 入 度 (1/10mm)	软 化 点 (℃)	延 度 (cm)	针 入 度 (1/10mm)	软 化 点 (℃)	延 度 (cm)
原试样	79	45	84	76	47	79
一个月	77	46	72	75	50	78
半年	68	50	—	67	51	—
变化率(%) (与半年后的比)	-13.9	+11.1	—	-11.8	+8.5	—

橡胶沥青母体室内存放两年零八个月，用其配制成含胶量为2%的橡胶沥青，其各项物理力学性能仍然如初。

3)人工模拟自然气候加速老化试验

用沥青和橡胶沥青铺路面后，置于自然界中的老化周期太长，不利观察性能的变化和比较它们的差异，因此采用SH-60B型氙灯气候试验箱进行加速老化试验。样品盒的内径104mm，深0.6mm，将试样摊成均匀薄膜，水平放入老化箱内。每天进行22周期的试验，每个周期为一小时，每周期内51分钟模拟日照，9分钟模拟日照兼降雨，试验温度：60℃±3℃，试验湿度控制在60~80%，共计老化300个周期。

加速老化试验内容包括测定基质沥青和橡胶沥青老化前后质量、常规指标、脆点，组丛和外观等的变化。其试验结果如表6所示：

①质量变化

基质沥青和橡胶沥青在加速老化中，质量变化见表6和图1。

人工模拟自然气候加速老化试验结果 表 6

老化周期		0		22		44		66		132		300		变化率 %	
材料种类		兰炼100	兰炼100 2% SBR	兰炼100	兰炼100 2% SBR	兰炼100	兰炼100 2% SBR	兰炼100	兰炼100 2% SBR	兰炼100	兰炼100 2% SBR	兰炼100	兰炼100 2% SBR	兰炼100	兰炼100 2% SBR
质量变化 %		0	0	+0.20	+0.50	+0.70	+0.53	—	+0.60	+0.67	+0.69	+0.20	+0.45		
针入度 0.1mm		114	90									43	42.5	-62.3	-66.6
软化点 ℃		52	54.0	52.5	54.0	54.0	50.5	56.3	60	50.5	61.0	60	62	+15.4	+13.1
延度 cm	25℃	52.5	32.5									6.0	11.7	-80	-64
	5℃	4.2	57.7									2.4	3.1	-42.9	-99.6
组 分	沥青质	6.2	7.6	6.0	7.7	—	7.9	7.7	0.7	7.0	9.1	0.6	10.1	+30.7	+32.9
	胶质	44.1	43.0									42.5	40	-3.6	-7.0
%	饱和分	51.7	50.6									50.0	40.5	-1.7	-4.2
脆 点℃		-15.2	-10.9									-14.7	-10.0	+3.3	14.0

从试验结果看出，基质沥青和橡胶沥青加速老化后质量均有增加。开始质量增加稍快，这是因为老化初期吸收空气中的氧所致。老化到一定周期，吸氧能力减弱，质量的增加减缓。橡胶沥青老化后质量的增多要大于原沥青质量的增加。

②常规性能和脆点

兰炼100号及其含2%SBR的橡胶沥青的针入度、软化点和延度与加速老化周期的关

系见表6。软化点与老化周期的关系见图2。

从试验结果可见：针入度和延度皆随老化周期的增加而降低。软化点则随老化周期的增加而提高。掺入橡胶降低了沥青的脆点，加速老化300周期后，橡胶沥青的脆点(-18.0)仍较原沥青的脆点(-15.2)低。

③组丛变化

兰炼100号及其橡胶沥青分别做了加速老化前后的三组份分析，因老化试样有限，对老化22、44和66周期的试样仅测沥青质的变化(用60℃~80℃沸程的石油醚)见图3。

从试验结果看出：随着加速老化周期的增加沥青质增加，而胶质和饱和分则减少。沥青中掺入橡胶使沥青质增多，胶质和饱和分减少，可见橡胶溶于软沥青质。

④外观变化

加速老化前，原沥青和橡胶沥青外观油黑发亮，有似镜光泽。经22周期的老化，试样表面稍稍失去光泽，当加速老化到150周期时，试样表面普遍出现裂纹。橡胶沥青试样表面先发现丝状裂纹，但裂纹扩展缓慢。沥青试样表面开裂稍晚，一经开裂就迅速向四周扩展，短时间即形成龟裂状态。

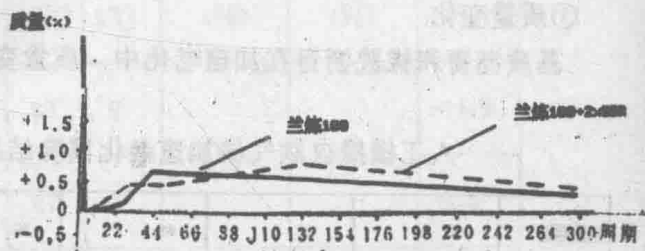


图1 老化周期对质量的影响

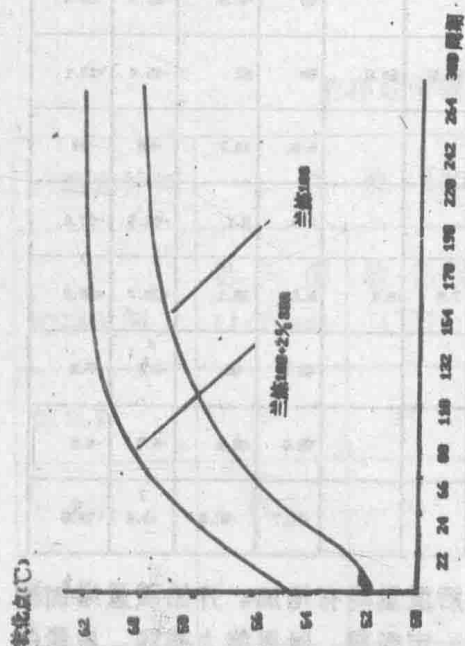


图2 软化点与老化周期的关系

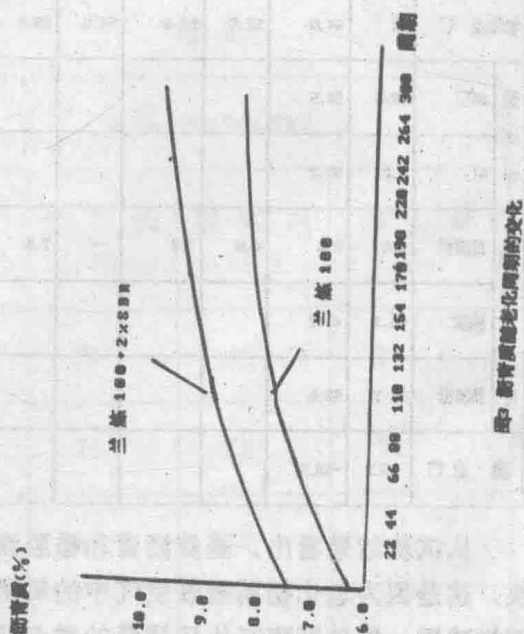


图3 沥青质随老化周期的变化

4) 旋转薄膜烘箱试验

旋转薄膜烘箱试验时间短, 沥青旋转流动暴露新膜厚度(10μ)与骨料裹复膜相近, 同时不断向旋转的试样吹热空气, 更接近于施工拌和过程。

由表7可见, 旋转薄膜烘箱试验前后性能指标变化幅度以橡胶沥青为小, 2% SBR 兰炼100沥青的25℃针入度比高达89%, 2% SBR胜利100沥青的25℃针入度比也有63.7%, 表明橡胶沥青有一定抗老化能力。

旋转薄膜烘箱试验结果 表 7

试验项目		沥青类别								单条车辙		平均值	
		兰炼100		2%橡胶兰炼100		胜利100		2%橡胶胜利100		前	后	前	后
		前	后	前	后	前	后	前	后				
软化点 (°C)		46.9	49.3	58.5	52.6	47.3	52.8	48.9	53.9	52.6	55.4	48.2	59.3
针入度	25°C (1/10mm)	187.4	78	86.2	77	98.4	44	69.1	44	55.6	38.8	77.3	44.3
	5°C (1/10mm)	14.5	13	15.2	14	7.9	6	7.3	7.2	7.1	5.4	18.6	7.9
针入度比 %	25°C	72.4		89.8		49.8		63.7		69.8		57.3	
	5°C	91.7		97.4		77.2		98.6		76.1		74.5	
延度	25°C (cm)	69.7	23.8	18.5	14.2	81	74.9	42.3	67.8	187	139	174	194
	5°C (cm)	5.2	4.1	>112	51	1.4	8.6	>112	11.5	2.1	8.6	13.7	1.6
精密度	60°C (°F)	2898.27	5739.5	3277.38	9577.5	2221.4	7123.1	2527	9186.4	—	—	—	—
	135°C (295°F)	338.56	525.34	398.87	694.17	388.85	595.84	421	824.35	—	—	—	—
制度	制度 (kg/cm)	4.88	—	18.81	—	7.41	24.2	8.45	24.75	13.7	39.9	6.79	34.4
	制度力 (kg/cm)	8.45	—	2.59	—	8.71	2.83	2.71	3.98	1.15	4.25	8.75	5.81
精密度比	60°C (%)	—	228.8	—	232.2	—	338.7	—	353.5	—	—	—	—
	135°C (%)	—	158.9	—	174.8	—	195.2	—	195.9	—	—	—	—

二. 改性沥青混合料性能

对改性后橡胶沥青混合料力学性能评价是极为重要的。现对基质沥青及橡胶沥青混合料的高、低温路用技术性能比较如下。

1. 低温抗裂性能

1) 抗弯拉强度和回弹模量试验

通过该试验比较沥青改性前后混合料在不同温度下抗弯拉强度与回弹模量的变化。试验结果见表8。

抗弯拉强度与回弹模量 表 8

混合料类别	胜利—100		胜利100+2% S B R		单家寺70		阿油80	
试验温度 (°C)	弯拉强度 (MPa)	回弹模量 (MPa)	弯拉强度 (MPa)	回弹模量 (MPa)	弯拉强度 (MPa)	回弹模量 (MPa)	弯拉强度 (MPa)	回弹模量 (MPa)
20	4.07	1924.8	2.58	1084.3				
10	9.03	5318.9	7.49	2822.3				
0	10.00	13244.7	8.10	13108.2	8.67	13150.2	9.55	9489.6
-5	9.72	18743.0	9.99	16355.9				
-10	9.83	24934.6	10.62	24634.5				
-15	9.28		10.12					
-20	9.38	33841.5	8.90	24461.4	8.09	28828.1	7.73	34168.6

(1) 改性后沥青混合料的脆化温度降低, 由表8 看到胜利100沥青混合料的抗弯拉强度0°C时达到最大值, 改性沥青混合料的弯拉强度-10°C时才达到最大值, 掺入SBR 后使脆化温度降低10°C左右。

(2) 改性后沥青混合料弯拉回弹模量减小, 温度越低弯拉回弹模量减小更明显, 0°C弯拉回弹模量与单家寺70#沥青的相当, -20°C弯拉回弹模量低于单家寺70#和阿油80#沥青的弯拉回弹模量。这样温度应力越小, 沥青路面晚或少开裂。

在早期研究SBR改性沥青时, 曾做不同剂量的SBR沥青混合料的弯拉回弹模量, 其结果如下:

试验温度 ℃	兰炼100 × 10 ³ MPa	兰炼100+2%SBR × 10 ³ MPa	兰炼100+4%SBR × 10 ³ MPa	兰炼100+6%SBR × 10 ³ MPa
0	2.756	2.675	2.834	2.463
-10	6.468	6.322	6.414	5.378
-20	13.583	10.744	8.786	8.448
-30	18.503	17.285	15.172	11.475

(1) 低温下, 掺入SBR沥青混合料的抗弯拉回弹模量小。

(2) 低温回弹模量随着SBR掺量的增加而降低。

尽管上述两次试验仪器不同, 小梁试件成型方法有别, 但均能说明同一问题, 掺SBR能改善沥青低温性能, 降低沥青路面温度应力。

2) 沥青混合料劈裂试验

劈裂试验也是研究沥青混合料低温特性的试验方法之一。通过此试验可得破坏间接抗拉强度和破坏竖直变形两项试验结果。

劈裂试验结果

表 10

混合料类型	兰炼100		兰炼100+2%SBR		兰炼100+4%SBR		兰炼100+6%SBR	
试验温度 ℃	间接抗拉 强度 MPa	竖直变形 0.01mm	间接抗拉 强度 MPa	竖直变形 0.01mm	间接抗拉 强度 MPa	竖直变形 0.01mm	间接抗拉 强度 MPa	竖直变形 0.01mm
0	17.63	123	18.63	128	17.89	135	15.57	164
-10	32.77		30.87		30.38		31.94	
-20	38.59	87	37.11	109	38.27	115	39.00	149
-30	45.87	79	40.65	104	43.76	111	43.85	149
-35	39.67	82	45.04	94	45.60	105	47.23	116
-40	39.98	68	41.18	90	39.60	97	41.84	106

(1)可降低脆化点温度：兰炼100沥青混合料的脆化温度约 -30°C ，掺入SBR沥青混合料的脆化温度降至 -35°C 左右。

(2)破坏时竖向变形随着SBR掺量的增加而增大。

(3)破坏时竖向变形随温度降低而减小，掺入SBR 沥青混合料的竖向变形随温度降低缓慢。

所以与沥青混合料的抗弯拉试验得到相同的结论，掺入SBR 可减少沥青路面低温开裂。

3. 应力松弛试验

试验条件：

(1)试验在MTS机上进行，加载速率 2mm/min ，

(2) σ_0 为初始应力，均取每种沥青混合料各自平均破坏强度的70%。 E_0 为初始应力下的模量。 τ_e 为松弛时间； $\sigma(\tau_e)$ 为松弛 $\tau(e)$ 时间下的应力； $E(\tau_e)$ 为松弛 $\tau(e)$ 时间下的模量。

(3)试验温度为 0°C

应力松弛试验结果 ($^{\circ}\text{C}$) 表 11

试 验 项 目		胜利100	胜100+2%SBR	单家寺70	阿油80
粘弹阶段	时间 (S)	16	24	22	24
	模量 MPa	6820.5	6145.0	7616.2	5796.6
半衰期阶段	时间 (s)	162	83	113	33
	模量 MPa	5038.4	4985.5	5971.6	5243.6
整个松弛阶段	时间 (S)	226	117	142	73
	模量 MPa	4516.5	4488.3	5864.4	4039.8

从应力松弛试验可以得到如下结论

1)粘弹阶段的松弛时间和模量，以胜利100 沥青混合料最差，较掺胶沥青、单家寺70和阿油等沥青的松弛时间短且模量偏大。后三种沥青混合料应力松弛时间长，可使应力得到较多的松弛，路面不易发生低温开裂和疲劳。掺入SBR 沥青混合料应力松弛在粘弹阶段超过单家寺70，略次于阿油80沥青。

2)半衰期阶段即应力松弛到初始应力 σ_0 的50%时的松弛时间和对应模量，我们看到胜利100沥青掺入2%SBR混合料料松弛时间为83秒，较胜利100沥青和单家寺70 沥青混合料的松弛时间都短，松弛速度快松弛模量低松弛能力强。

3)从整个应力松弛阶段,阿油80沥青混合料的松弛性能最优,次为胜利100+2%SBR改性沥青,其松弛时间为117秒,松弛速度快,松弛模量低4488.3MPa,可见掺入SBR后改善了沥青混合料的松弛性能。

2. 高温稳定性

1) 稳定度试验

改性前后沥青混合料技术指标比较 表 12

试验项目	双面击实各75次				双面击实各50次	
	胜利100	胜利100+2%SBR	单家寺70	阿油80	兰炼100	兰炼100+2%SBR
稳定度 (N)	14480	11400	15760	17080	8702	7546
流值(0.1mm)	37	40	33	39	33	37
孔隙率(%)	3.6	3.0	3.0	3.5	3.0	3.1
实际密度(g/cm3)	2.475	2.493	2.483	2.483	2.410	2.383
用油量(%)	4.5	4.6	4.6	4.6	5.7	6.0
混合料级配	LH-20- I				LH-20- I	
母体橡胶来源	彭县橡胶沥青厂				重庆公路所	

从马歇尔稳定度试验不难看出:

- (1)橡胶沥青混合料稳定度均较沥青混合料稳定度低,但仍能满足设计规范要求。
- (2)橡胶沥青混合料的流值略大于沥青混合料的流值。
- (3)稳定度保持时间长久

西安公路学院利用我所研制的SBR改性沥青,在马歇尔稳定试验中得到与(1),(2)同样结论外,还得(3)结论,分析认为稳定度虽然略低,但稳定度峰值保持长久,流值虽增大稳定度未下降,表明路面热稳定性好。抗高温变形能力强。

掺SBR前后沥青混合料稳定度与流值关系见图-4。

2) 蠕变试验

该试验是反映改性前后各种沥青混合料在高温下的蠕变特性,以蠕变模量和残余蠕变量衡量。

试验条件:壳牌方法试验温度40℃,静荷载0.1MPa,加载时间一小时,卸载后回复时间一小时。试件用双面击实75次的马歇尔试件。结果见表13