



改性沥青及其乳化技术

The technology of modified asphalt
and modified asphalt emulsion

杨林江 编著



人民交通出版社

China Communications Press

交通科技丛书

The technology of modified asphalt
and modified asphalt emulsion

改性沥青及其乳化技术

杨林江 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书从实用的角度阐述 SBS 改性沥青和乳化沥青的配制原理及检测方法、生产工艺与设备及其工程应用。

本书可供道路、市政工程及机场工程有关技术人员阅读使用,亦可作为培训教材,以增进业内人士对改性沥青及乳化沥青技术的了解与掌握。

图书在版编目 (C I P) 数据

改性沥青及其乳化技术 / 杨林江编著. —2 版. —北京:
人民交通出版社, 2004. 8

ISBN 7-114-05227-8

I. 改... II. 杨... III. ①改性沥青②乳化沥青
IV. TE626.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 089967 号

交通科技丛书

书 名: 改性沥青及其乳化技术

著 作 者: 杨林江

责任编辑: 王 霞

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 787×980 1/16

印 张: 16.5

字 数: 267 千

版 次: 2004 年 8 月第 1 版

印 次: 2004 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05227-8

印 数: 0001~3000 册

定 价: 24.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《改性沥青及其乳化技术》编委会

主任委员

杨林江

编委

金海山	任世民	闻伟良	吴文军	程建中	王伟峰
范红	庄亚坤	余秀女	蒋亚君	何水龙	王晓明
李芳	李彩云	沈水根	张志根	张仁瀑	

前 言

作为衡量一个国家经济发展水平和现代化程度的重要标志,我国高速公路发展迅猛,截至 2003 年底,通车总里程已达到近 3 万公里。高速公路对国民经济的贡献率不断提升,但距离“质量型、效益型、功能型”的发展目标还有一定的差距。

道路的优劣,最直观的判断就是路面。因此,路面质量成为公路工程建设中倍受关注的重点,相对于路基而言,路面仅是薄薄的一层,但其造价却占公路总造价的 15%~28%。可以说,道路的发展史也是路面材料的发展史。目前,高等级公路中黑色沥青路面是主导方向。沥青自身的组成和结构决定了其感温性能差,高温易流淌,低温易脆裂,弹性和耐老化性能差。随着大流量、重轴载、高速度、渠化交通等现代交通的发展,普通沥青难以满足公路的使用要求,尤其是我国气候条件恶劣,夏季酷暑,冬季严寒,更易出现车辙、龟裂、坑槽、裂纹等路面早期损害,造成很大的直接和间接经济损失。这些新情况的出现促进了改性沥青的发展。

兰亭高科一直致力于我国路面建设用新材料及新装备技术的研发,在完善 SBS 改性沥青及其成套设备技术的基础上,又自主开发成功了乳化 SBS 改性沥青及其成套设备技术,顺应了公路建设市场从新建到养护的发展需要。这套成套技术于 2003 年荣获国家科学技术进步二等奖。为了推进高新技术在高等级公路建设的应用,兰亭公司愿意将自己近年来在 SBS 改性沥青及乳化 SBS 改性沥青的生产与应用方面所取得的科研成果与业界同仁共享,撰成此书期与同行交流,以达到互相促进,共同提高,促进我国交通科技进步事业之目的。

本书是在公司多年来对改性沥青技术研究的基础上结合施工实践经验编写的,系统介绍了改性沥青及乳化技术的理论研究和应用技术。其中乳化 SBS 改性沥青新技术是本公司继改性沥青技术之后的又一技术突破。在本书的编写过程中,得到了业界有关人士的鼓励。同济大学道交系吕伟民教授在百忙中对本书进行了细致深入的审阅,提出了很多宝贵的修改意见,

借此机会一并表示感谢。本书的编写着重于实践经验的总结,限于水平,书中疏漏甚至错误难免,恳请各位读者不吝赐教,批评指正。

本书所引用的文献均列于书末(文中不再一一注明),对文献作者为推进行业技术进步所做的努力表示钦佩,并借此机会致以谢意。

杨林江

2004年5月16日

目 录

第一篇 SBS 改性沥青

第一章 原材料	3
第一节 沥青.....	3
第二节 基质沥青选择.....	8
第三节 改性剂.....	9
第四节 助剂	14
第二章 配伍及改性机理	16
第一节 改性机理	16
第二节 SBS 掺量对技术性能的影响	17
第三节 SBS 改性沥青的相容性与热贮存稳定技术	18
第三章 生产工艺设计	23
第一节 溶胀	23
第二节 研磨细化	25
第三节 孕育	27
第四节 工艺布置	28
第四章 成套设备	35
第一节 成套设备组成	35
第二节 加热装置	36
第三节 溶胀分散装置	41
第四节 输送计量装置	42
第五节 研磨装置	43
第六节 稳定剂添加装置	44
第七节 孕育装置	46
第八节 控制系统	47
第九节 SBS 改性沥青成套设备的操作	49
第五章 SBS 改性沥青技术标准及检测	51

第一节	SBS 改性沥青的技术标准	51
第二节	SBS 改性沥青的检测方法	56
第六章	SBS 改性沥青的应用	60
第一节	应用领域	60
第二节	工程应用实例	60

第二篇 沥青及改性沥青的乳化

第一章	沥青乳化产品	73
第一节	概述	73
第二节	乳化沥青	73
第三节	改性乳化沥青	76
第四节	乳化 SBS 改性沥青	78
第二章	原材料	80
第一节	沥青与改性剂	80
第二节	乳化剂	82
第三节	助剂和水	86
第三章	配伍与工艺	88
第一节	配伍	88
第二节	乳化工艺	91
第四章	沥青乳化设备	95
第一节	概述	95
第二节	设备组成	96
第三节	乳化装置	98
第四节	设备调试	104
第五章	技术指标及其检测	107

附 录

附录一	改性沥青检测试验方法	115
一、	沥青针入度试验(T 0604—2000)	115
二、	沥青延度试验(T 0605—1993)	123
三、	沥青软化点试验(环球法)(T 0606—2000)	126
四、	沥青旋转薄膜加热试验(T 0610—1993)	131
五、	沥青运动粘度试验(毛细管法)(T 0619—1993)	134

六、沥青动力粘度试验(真空减压毛细管法)(T 0620—2000)·····	140
七、沥青标准粘度收验(道路沥青标准粘度计法)(T 0621—1993)·····	144
八、沥青恩格拉粘度试验(恩格拉粘度计法)(T 0622—1993)·····	147
九、沥青赛波特粘度试验(赛波特重质油粘度计法)(T 0623—1993) ·····	152
十、沥青粘韧性试验(T 0624—1993)·····	157
十一、沥青布氏旋转粘度试验(布洛克菲尔德粘度计法) (T 0625—2000)·····	160
十二、聚合物改性沥青离析试验(T 0661—2000)·····	165
十三、沥青弹性恢复试验(T 0662—2000)·····	167
十四、沥青抗剥落剂性能评价试验(T 0663—2000)·····	169
十五、改性沥青用合成橡胶乳液试验(T 0664—2000)·····	171
附录二 试验室管理 ·····	177
一、试验检测工作细则·····	177
二、试验检测原始记录·····	178
三、试验检测结果的处理·····	179
四、试验检测工作制度·····	180
五、试验检测人员配置要求·····	187
附录三 公路工程施工招标投标管理办法 ·····	190
附录四 公路工程施工招标资格预审办法 ·····	200
附录五 公路筑养路机械操作规程(摘选) ·····	212
附录六 乳化沥青试验检测方法 ·····	232
一、乳化沥青蒸发残留物含量试验(T 0651—1993)·····	232
二、乳化沥青筛上剩余量试验(T 0652—1993)·····	234
三、乳化沥青微粒离子电荷试验(T 0653—1993)·····	236
四、乳化沥青与矿料的粘附性试验(T 0654—1993)·····	238
五、乳化沥青储存稳定性试验(T 0655—1993)·····	240
六、乳化沥青低温储存稳定性试验(T 0656—1993)·····	242
七、乳化沥青水泥拌和试验(T 0657—1993)·····	243
八、乳化沥青破乳速度试验(T 0658—1993)·····	246
九、乳化沥青与矿料的拌和试验(T 0659—1993)·····	248
参考文献 ·····	250
后记 ·····	252

第一篇 SBS 改性沥青

原书空白页

第一章 原材料

沥青的改性效果与基质沥青的化学组分密切相关,针对不同的基质沥青要选择不同的配伍工艺方案,改性剂的品种、掺量和生产工艺也是影响改性沥青性能的重要因素。因此,在对沥青进行改性前,对沥青和改性剂的性质分析是必要的。

第一节 沥 青

沥青主要可分为地沥青(包括天然沥青与石油沥青)、焦油沥青、煤沥青、页岩沥青等,各国目前生产和最常用的是石油沥青,此外还有少量煤沥青,本节主要介绍石油沥青。

石油沥青产品主要用于道路、建筑、水利、电力等工程建设领域,用作道路建筑材料、防渗、防潮材料及作为绝缘工程材料,是国民经济建设的重要基础材料。一般认为,石油沥青按其用途可以分为四大类,即道路沥青类、建筑沥青类、专用沥青类和乳化沥青类。各类沥青产品根据不同的技术指标分为不同的牌号。

沥青的组分极为复杂,通常用溶剂将沥青通过溶解—沉淀或淋洗或色谱分离方法分成沥青质、芳香分、胶质和饱和分等四个组分。沥青中沥青质、胶质等重组分是复杂的混合物,它包含多芳环、杂环衍生物以及有芳环、环烷烃和杂环的重复单元结构的混合物。表 1-1-1 列出了各组分在沥青中的含量以及它们的性质特点。

沥青各组分的含量与性质特点

表 1-1-1

项 目	沥青质	胶质	芳香分	饱和分
在沥青中的含量 (%)	5 ~ 25	40 ~ 50	40 ~ 65	5 ~ 20
平均分子量	1000 ~ 30000	500 ~ 10000	300 ~ 2000	300 ~ 2000
H/C 值	1.1	1.3 ~ 1.4	1.5	1.8

续上表

项 目	沥青质	胶质	芳香分	饱和分
极性	大→小→无			
溶解性质	不溶于正庚烷	可溶于甲苯/甲醇	可溶于甲苯	可溶于正庚烷
形态	无定形固体, 粒径 5 ~ 30mm	固体粒子, 1 ~ 5mm	粘性液体	粘性液体
外观	黑、棕色	黑、棕色	黑、棕色	稻草色或白色

世界各国在分析沥青时所遵循的规范有三种:(1)针入度分级规范:以 25℃时的针入度作为分级的依据,沥青的针入度反映了沥青的粘稠程度,可反映沥青路面常温下的使用性能,但是经验性数据不能像粘度那样能够直接体现沥青本身的稠度,也不能反映沥青在不同使用温度区间内的性能。(2)粘度分级规范:以原样沥青 60℃时的粘度分级的标准 AC。以旋转薄膜烘箱残留物的粘度分级的标准 AR, 60℃粘度标准能够更好地反映沥青的高温性能,但不能反映低温和常温下的性能。(3)SHRP 按路用沥青性能分级规范,根据路面使用性能的要求来划分。

根据《公路沥青路面施工技术规范》,道路石油沥青的质量应符合表 1-1-2规定的技术要求。高速公路的上面层和中面层所使用的沥青质量应符合 A 级沥青的技术要求;高速公路的下面层、沥青稳定基层、一级或二级公路应符合 A 级或 B 级沥青的技术要求;C 级沥青可用于三级及三级以下公路。

沥青作为道路建筑材料使用时,其技术指标应当满足道路使用质量要求,其中主要的影响因素有:

荷载因素:随着道路交通量增加和汽车轴载增大,为了减少路面荷载疲劳损坏,路面要求使用稠度合理,粘结力和粘弹性更好的沥青材料。在传统的沥青技术指标中,针入度、不同温度条件下延度、蜡含量等项目反映了沥青对荷载因素的适应性。

温度因素:沥青路面在设计荷载作用下,在高温时不产生塑性流动(拥包、车辙)、低温时不产生温缩开裂和温度疲劳。在传统沥青技术指标中,通过沥青软化点、60℃粘度、沥青混合料的车辙指标反映对沥青高温性能的要求;通过沥青脆点、蜡含量、沥青混合料低温弯曲应变指标反映对沥青的低温性能要求;通过针入度指数 PI 体现沥青材料的温度稳定性;通过沥青分级和气候分区的关系体现气温变化范围对沥青技术指标的要求。

续上表

指 标	单 位	等 级	沥 青 标 号						试验方法 ^①	
			160号 ^② 130号 ^③		110号	90号	70号 ^④	50号		
			230							260
闪点	不小于	℃	99.5						T 0611	
溶解度		%	实测记录						T 0607	
密度(15℃)	g/cm ³								T 0603	
TFOT(或 RTOT)后 ^⑤									T 0610(或 T 0609)	
质量变化	不大于	%	± 0.8							
残留针入度比 不大于	%	A	50	58	60	64	66	68	70	T 0604
		B	45	55	57	59	61	63	65	
		C	40	48	50	52	55	58	60	
残留延度(10℃) 不小于	cm	A	12	12	10	8	6	4	—	T 0605
		B	10	10	8	6	4	2	—	
残留延度(15℃) 不小于	cm	C	100	100	80	60	50	40	20	T 0605

注:①试验方法按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)规定的方法执行,用于仲裁试验取PI时的5个温度的针入度关系的相关系数不得小于0.999。当三氯乙烯使用受到限制时,溶解度试验的溶剂也可使用甲苯。

②经主管部门同意,60℃动力粘度可作为非强制性指标处理,也可不作为施工质量检验指标。

③70号沥青可根据需要要求供应商提供针入度范围为60~70或70~80的沥青,50号沥青可要求提供针入度范围为40~50或50~60的沥青。

④30号沥青仅适用于炎热地区的沥青稳定基层,130号和160号沥青除寒冷地区可直接应用外,通常用作乳化沥青、稀释沥青、改性沥青和基质沥青。

⑤老化试验以TFOT为准,也可以RTFOT代替。

路面结构因素:不同类型路面结构有不同的受力状态和成型机理。随着面层混合料设计空隙率的增加(开级配 OGFC 设计空隙率 $> 18\%$),要求沥青粘结力(60℃粘度)更强,软化点、稠度及粘附性更高。

水影响因素:为避免沥青路面的水损害,要求路面整体应满足密水要求,并通过沥青与集料粘附等级,混合料浸水后强度和冻融劈裂试验、浸水车辙试验时沥青膜脱落指标等来保证所用沥青材料的水稳定性。

施工和使用沥青老化因素:一般沥青加温和混合料拌和施工温度可达 160~165℃,因此在沥青技术指标中均列有 163℃、5h 薄膜加热(TFOT)后沥青试样相关技术指标的变化表征沥青材料老化的可能性。沥青材料在使用中的老化与空气、紫外线、水的共同作用有关,主要影响沥青路面表层,传统沥青技术标准未列入相关指标,美国 PG 标准列有压力老化(PAV)试验项目。

我国道路沥青的生产来自 5 个方面:

(1)中国石油化工总公司下属的中国石油化工集团公司(简称南方公司)系统所属的炼油厂,主要有:茂名石化公司、齐鲁石化公司、广州石油化工厂、九江炼油厂等。

(2)中国石油化工总公司下属的中国石油天然气集团(简称北方公司)系统的沥青厂,主要有:辽河石化总厂、兰州炼油厂、锦西炼化总厂、克拉玛依炼油厂、独山子炼油厂等。

(3)中国海洋石油总公司所属中海油气开发利用公司所属的炼油厂,现在主要利用渤海绥中 36-1 原油生产沥青,主要有:盘锦北方沥青股份有限公司、江苏泰州石化总厂、山东滨化集团有限公司、青岛广源发集团公司沥青厂等。

(4)中油燃料油公司的秦皇岛沥青厂及广东中油高富燃油公司等。

(5)地方化工部门及其他部门所属的沥青厂及小炼油厂。

到目前为止,辽河油田欢喜岭原油、新疆九区原油及渤海绥中 36-1 原油属于环烷基原油,比较适合生产高等级道路沥青。应用这些原油生产高等级道路沥青的厂家有盘锦、青岛、滨州、泰州、克炼等。石化集团公司的镇海炼化公司、茂名石化公司、齐鲁石化、广州石化总厂利用进口沙特原油、伊朗原油、阿曼原油、科威特原油、也门马希拉原油等多种原油成功地生产出完全符合或高于进口道路沥青质量水平的重交通道路沥青。根据目前的发展趋势,在不久的将来,国产道路沥青取代进口道路沥青是可能的。

第二节 基质沥青选择

沥青作为一种路用建筑材料,已有很长的应用历史。随着高等级公路建设的迅猛发展,改性沥青由于其优良的路用性能得到大规模的推广应用。众所周知,SBS 改性沥青是在基质沥青中掺加少量的 SBS 热塑性橡胶,通过一定的工艺加工而成。改性沥青的性质与基质沥青密切相关。因此,要生产符合规范要求的改性沥青,选择基质沥青时必须考虑到以下几个方面:

1. 基质沥青应符合重交沥青的技术标准要求

目前有两种主要的路用沥青—普通道路沥青和重交道路沥青。重交道路沥青强调了 15℃ 延度及含蜡量的要求。SBS 改性沥青的突出优点就是低温延伸性能的大幅提高,因而对基质沥青的 15℃ 延度也有较高要求。同时基质沥青中的蜡含量高低跟改性沥青的感温性能也有直接的关系,蜡含量越高,其感温性能越差。

2. 必须充分考虑基质沥青与改性剂 SBS 的配伍性

加工改性沥青时,并不是基质沥青符合重交沥青技术标准时,就简单地认为用任何一种改性剂都能达到很好的改性效果。基质沥青与改性剂之间存在配伍性的问题,基质沥青通常所说的三大指标并不能完全反映沥青的内在组分性质。沥青作为一种石油提炼产物,其成分相当复杂。从化学组成来说,可分为沥青质、胶质、芳香分、饱和分,每个组分之间的比例关系直接影响到与改性剂的配伍性问题。从改善沥青组分与改性剂相容性的要求出发,要尽量选用较低沥青质含量和较高芳香分、胶质含量的基质沥青。

国内外许多学者也提出了不少组分含量与相容性之间的理论。这些大多为经验公式,并且组分的测定及每一组分中的分子分布也有很大差异,故在实际应用中并不十分可靠。在生产实践中必须对基质沥青取样改性,考察不同改性剂品种、工艺条件的改性效果,最终选定合适的配伍及工艺。

3. 必须选用合适的基质沥青标号

改性沥青的等级是按 25℃ 针入度来区分的,应根据工程设计中要求的改性沥青等级来选择合适的基质沥青标号。一般来说,基质沥青以通常工艺手段采用 SBS 改性后,其 25℃ 针入度要下降 20~25。如 70 号重交沥青改性后针入度一般在 45~50 左右,故只能符合 I—D 级要求。所以,加工 I—D 级一般选用 70 号沥青,I—C 级选用 90 号沥青,I—B 级可选用 110 号沥青。