

文章编号: 0451-0712(2007)03-0137-04

中图分类号: U414.75

文献标识码: B

# Sasobit 改性剂在沥青混凝土路面低温施工中的应用分析

王晓磊<sup>1</sup>, 张久鹏<sup>1</sup>, 肖 维<sup>2</sup>, 黄晓明<sup>1</sup>

(1. 东南大学交通学院 南京市 210096; 2. 三江学院土木工程学院 南京市 210012)

**摘 要:** 气温较低时沥青混凝土路面往往难以压实。本文对 Sasobit 改性沥青的各项性能, 尤其对粘度特性和变温击实马歇尔试验进行了分析, 认为该添加剂可以提高沥青的各项性能, 并且可以降低沥青 135℃ 粘度, 同时提高 60℃ 粘度, 具有很好的低温施工性, 最后通过低温成型的沥青混合料试件进行路用性能验证, 结果表明 Sasobit 改性沥青混合料具有较好的低温施工性能。

**关键词:** Sasobit; 改性沥青; 粘度; 低温施工

多数聚合物改性剂, 都不容易和沥青相容, 生产聚合物改性沥青时, 需要特殊的设备和较高的能源消耗; 如果改性沥青的加工性能不好, 所生产的改性沥青不够均匀, 或者不够稳定, 在热存贮时易发生离析, 从而影响改善效果; 此外, 多数改性沥青均可能会大幅度提高 135℃ 粘度, 从而增加混合料拌和、摊铺及压实的难度, 尤其在我国北方地区, 秋季温度较低, 这给沥青混凝土路面的施工带来一定难度。

Sasobit 改性剂是一种新型聚烯烃类沥青普适改性剂, 它的滴熔点约为 115℃, 在加热条件下, 仅需简单机械搅拌, 即可稳定地分散于沥青之中, 避免了一般聚合物改性剂易离析、难拌和的缺点。本文对比研究不同 Sasobit 掺量下的沥青胶结料特性, 通过沥青的粘度性能和变温条件下马歇尔试件的体积指标分析 Sasobit 改性剂在沥青路面低温条件下施工的可行性, 并通过混合料路用性能试验加以验证。

## 1 Sasobit 改性沥青胶结料性能分析

本文选用 70 号沥青, 技术指标见表 1。

表 1 基质沥青技术指标

技术指标	实测值	标准要求
针入度(25℃, 5 s, 100 g)/0.1 mm	61	—
针入度指数 <i>PI</i>	-0.81	-1.5~+1.0
软化点/℃	48.4	≥46
延度(15℃)/cm	>150	>100

### 1.1 针入度

沥青的感温性被普遍认为是评价沥青性能的最重要指标, 针入度的高低对于沥青路面的高温稳定性和低温抗裂性都有非常重要的影响。

由图 1 和图 2 可以看出, Sasobit 改性沥青的 15℃、25℃、30℃ 针入度都有不同程度的降低, 并且随着改性剂掺量的增加而减小, 沥青的针入度指数有明显增大, 表明感温性得到改善, 高温性能得到增强。

### 1.2 软化点

软化点直接与表示路面发软变形的程度相关联, 因此软化点被大多数国家用来说明沥青高温性能。本文采用 R&B 法测定软化点, 试验结果见表 2。

收稿日期: 2006-09-26

asphalt mixtures. On the contrary, low-temperature anti-cracking of asphalt mixtures is irrelevant to coarse aggregates properties. When other factors are fixed, dynamic stability (*DS*) and tensile splitting ratio (*TSR*) are much more increased with the smaller of apparent density and the greater of water absorption of coarse aggregates.

**Key words:** coarse aggregates; skeleton structure; performance of asphalt mixtures; water absorption; apparent density



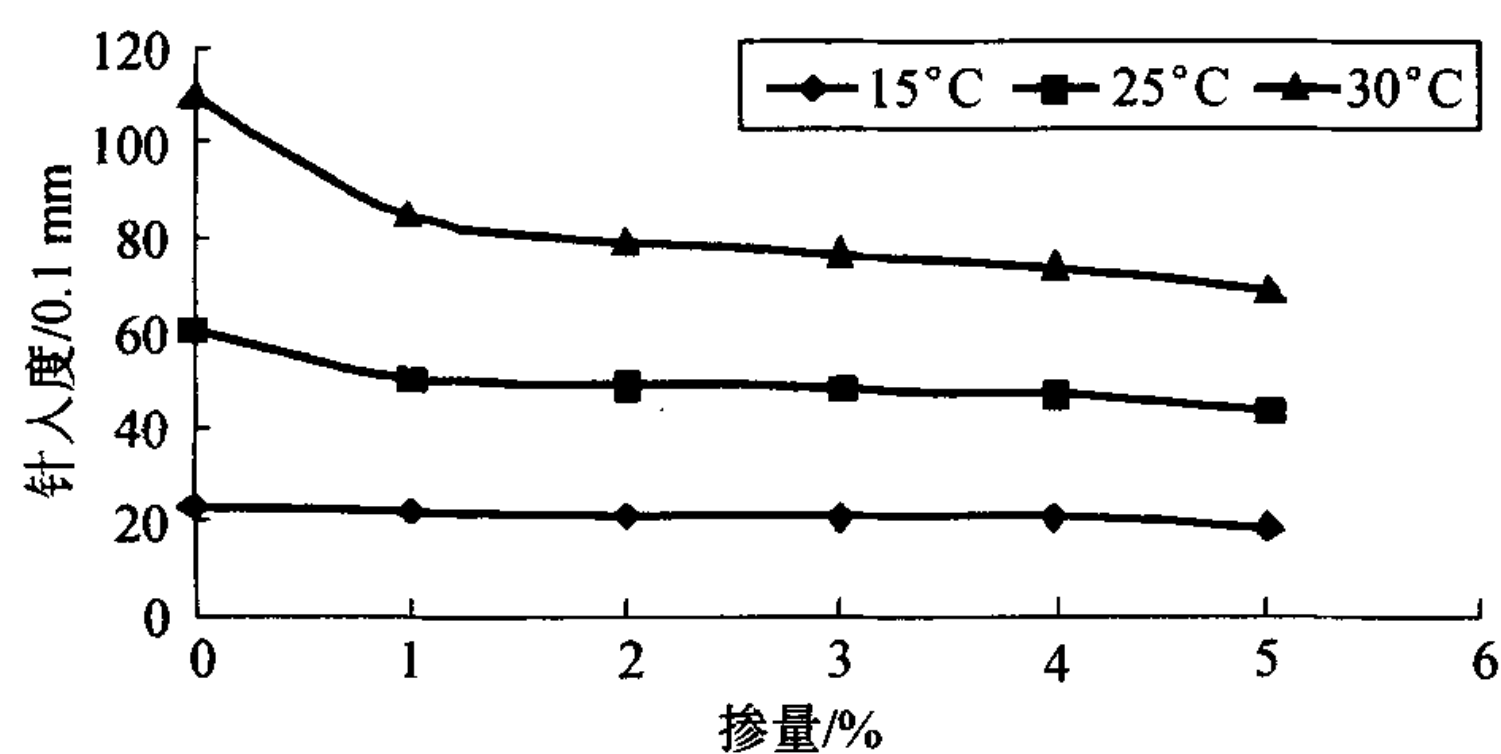


图1 不同掺量下的沥青针入度

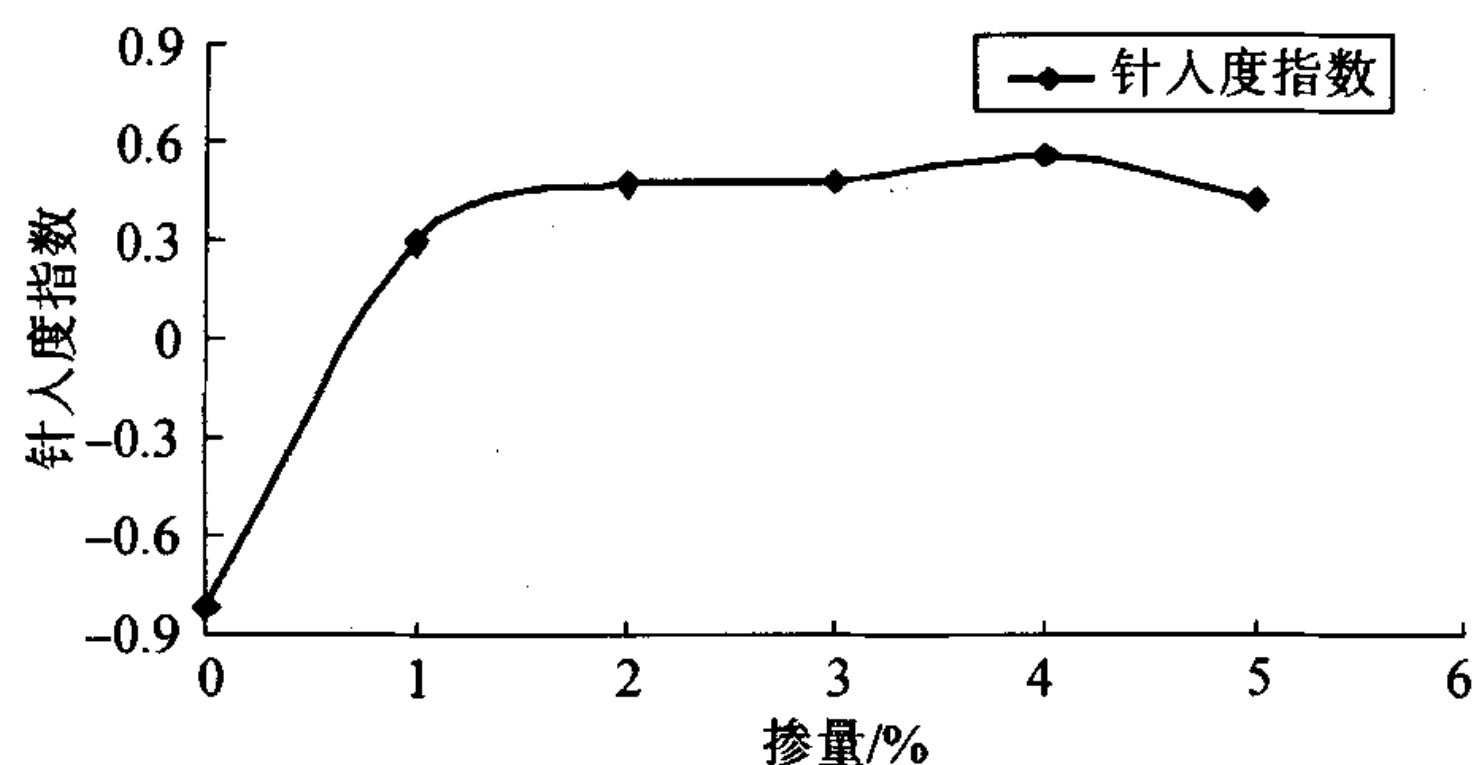


图2 不同掺量下的沥青针入度指数

表2 不同掺量下的沥青软化点

掺量/%	0	1	2	3	4	5
软化点/℃	48.4	49.6	52.6	62.5	>80	>80

试验数据表明,随着其掺量的增加,沥青软化点也逐渐升高。在掺量较大的情况下软化点超过80℃,这对提高沥青路面抗车辙性能是十分有利的。

### 1.3 延度及测力延度

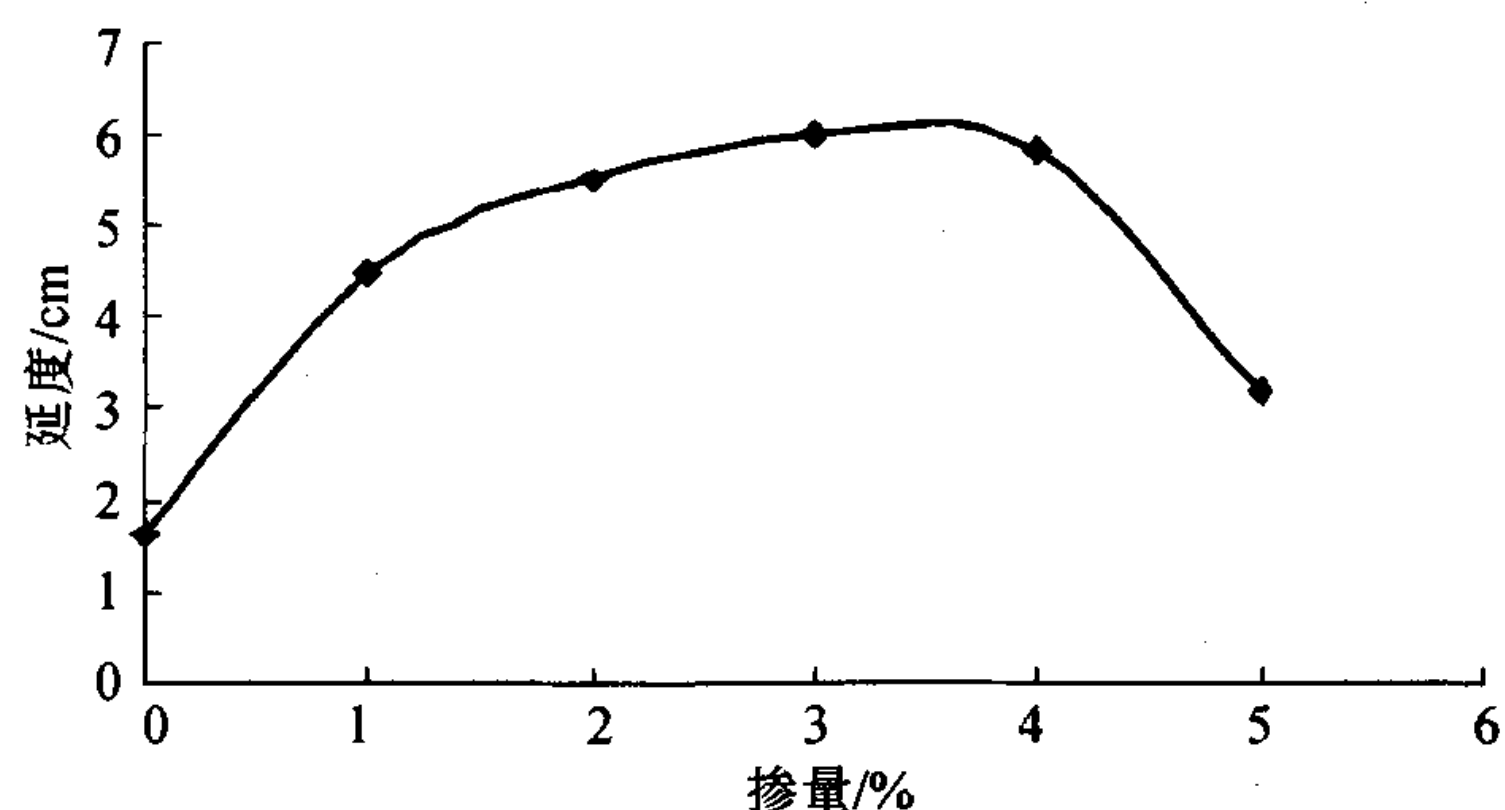
延度是评价沥青低温性能的指标。已有研究表明,沥青胶结料对沥青混合料低温抗裂性能贡献达到87%,沥青的延度与路面的使用性能有一定的相关性,尤其是5℃延度与沥青混合料的低温抗裂性能有密切关系。5℃和15℃延度试验结果见图3。

图3表明,掺加Sasobit后,5℃延度有一个先增大后减小的过程,表明Sasobit存在一个合理的用量;15℃延度随着掺量的增加而减小,但是在拉伸过程中可以明显感觉到拉力变大。

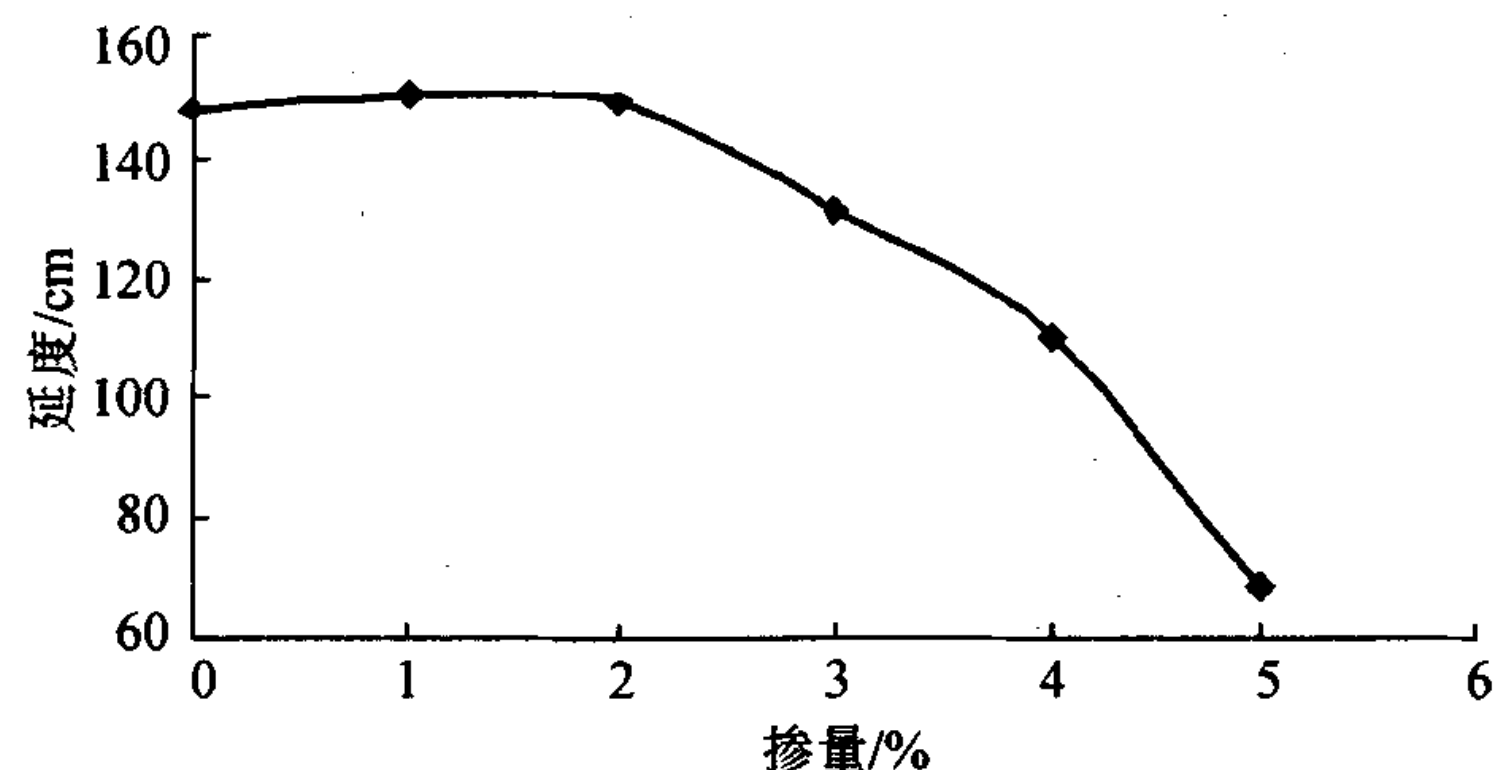
为此,进行10℃测力延度试验,它能有效地测出拉伸过程中力的变化,从而对基质沥青、改性沥青的拉伸特性能更好地做出评价,试验结果见图4。测力延度结果表明,随着掺量的增大拉伸过程中的拉力明显增大,沥青低温抗裂能力得到增强。

### 1.4 弹性恢复

改性沥青的弹性恢复能力关系到沥青混凝土路面



(a) 5℃沥青延度



(b) 15℃沥青延度

图3 不同掺量下的沥青延度

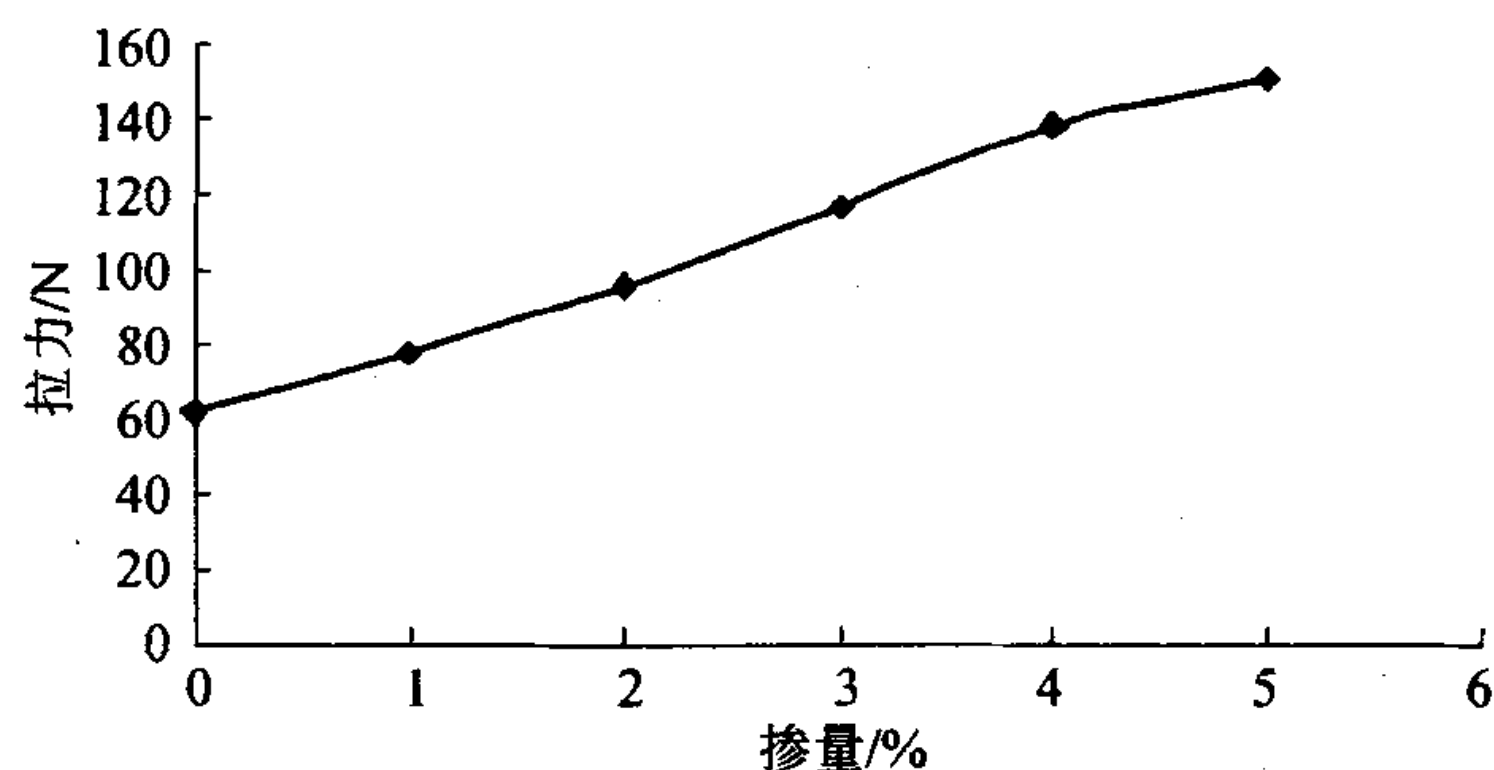


图4 不同掺量下的沥青10℃测力延度

受外力作用后变形是否恢复(或接近)原状,能否有效地抵抗外力作用。不同掺量下的沥青弹性回复见图5。

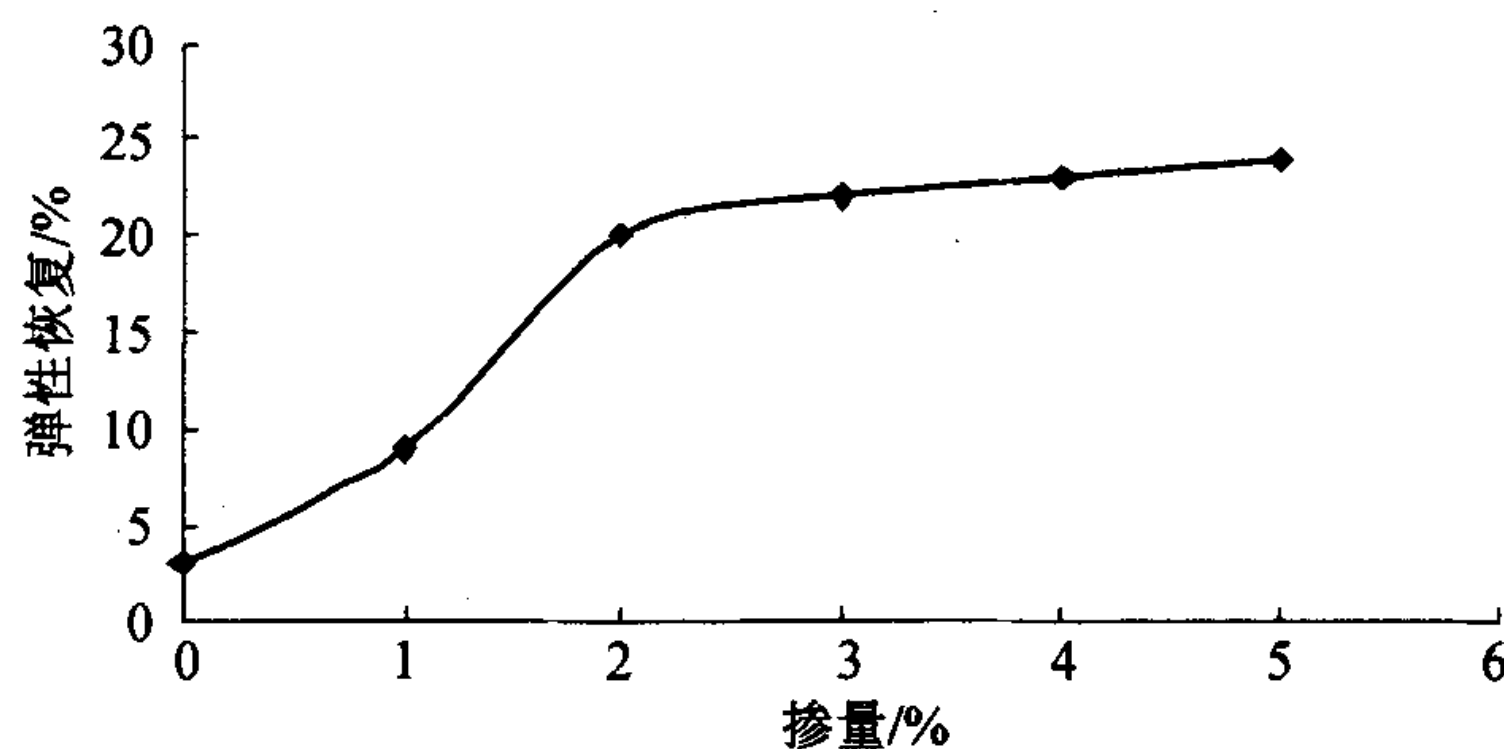


图5 不同掺量下的沥青弹性恢复

从图5中可以看出,掺入一定量的Sasobit后弹性恢复能力增强,但是超过3%后,弹性恢复能力的



增长趋势逐渐缓慢。因此掺量有一个合理的极值,这与沥青5℃延度试验得到的结论接近。

## 2 低温条件下应用可行性分析

低温施工时,运输混合料会引起温度损失,而使混合料运至现场低于规定要求,甚至出现废料造成经济损失。同时,在低温下进行沥青混凝土的摊铺,沥青粘度的增大会给压实造成一定的困难,使得压实度不够,容易产生车辙等病害。因此施工单位往往提高沥青混凝土出厂温度,但是出厂温度过高则会造成沥青老化,影响施工质量。本文对Sasobit改性沥青的粘度特性和变温击实马歇尔试验进行分析,研究Sasobit改性沥青在低温条件下施工的可行性。

### 2.1 沥青胶结料粘度性能分析

不同掺量的Sasobit改性沥青在60℃和135℃时的粘度试验结果见表3。

表3 不同掺量的沥青粘度

掺量/%	0	1	2	3	4	5
60℃粘度/Pa·s	110	420	630	840	910	990
135℃粘度/Pa·s	0.52	0.47	0.35	0.23	0.22	0.20

试验结果表明,随着Sasobit的掺量逐渐增大,60℃粘度逐渐增加,3%掺量下改性沥青粘度提高至基质沥青的7倍以上,具有较好的抗车辙能力;改性沥青的135℃粘度逐渐降低,说明Sasobit可以降低沥青混凝土在施工温度下的粘度,利于碾压。

在3%掺量下,Sasobit改性沥青和基质沥青不同温度下的粘度数值如表4所示。

表4 改性沥青和基质沥青不同温度下的粘度对比

温度/℃	60	90	110	135	150	165
Sasobit 改性沥青/Pa·s	840	24.5	8.6	0.23	0.09	0.06
基质沥青/Pa·s	110	24.5	13.5	0.52	0.31	0.14

由表4可见,温度低于90℃时,改性沥青粘度高于基质沥青;高于90℃时,两者均迅速下降,并且改性沥青粘度降低速度明显大于基质沥青。

通常认为适宜于拌和与压实的沥青胶结料粘度分别在 $(0.17 \pm 0.02) \text{Pa} \cdot \text{s}$ 和 $(0.28 \pm 0.03) \text{Pa} \cdot \text{s}$ ,在此范围内用粘温曲线确定沥青混合料的拌和压实温度。图6是高温部分的沥青胶结料粘温曲线图,可见添加Sasobit的改性沥青混合料,可分别降低拌和温度和压实温度25℃和20℃左右,适合于北方地区沥青混凝土路面低温季节施工。

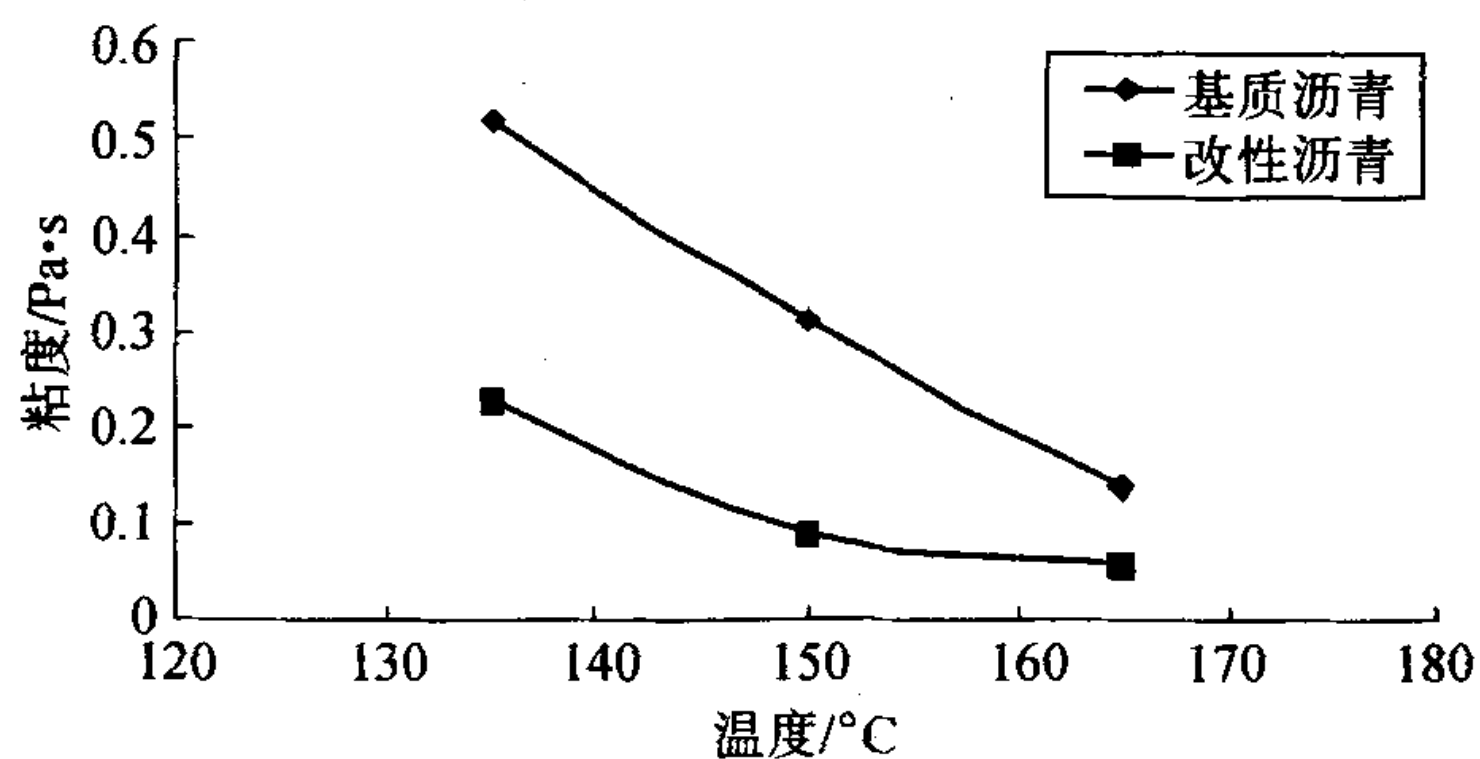


图6 沥青胶结料粘温曲线(高温部分)

### 2.2 变温击实马歇尔试验

本文用室内马歇尔试验模拟加入Sasobit的沥青混合料在不同温度下的压实效果,击实温度从85℃变化至165℃,每隔10℃成型6个试件,测得其空隙率变化如图7。

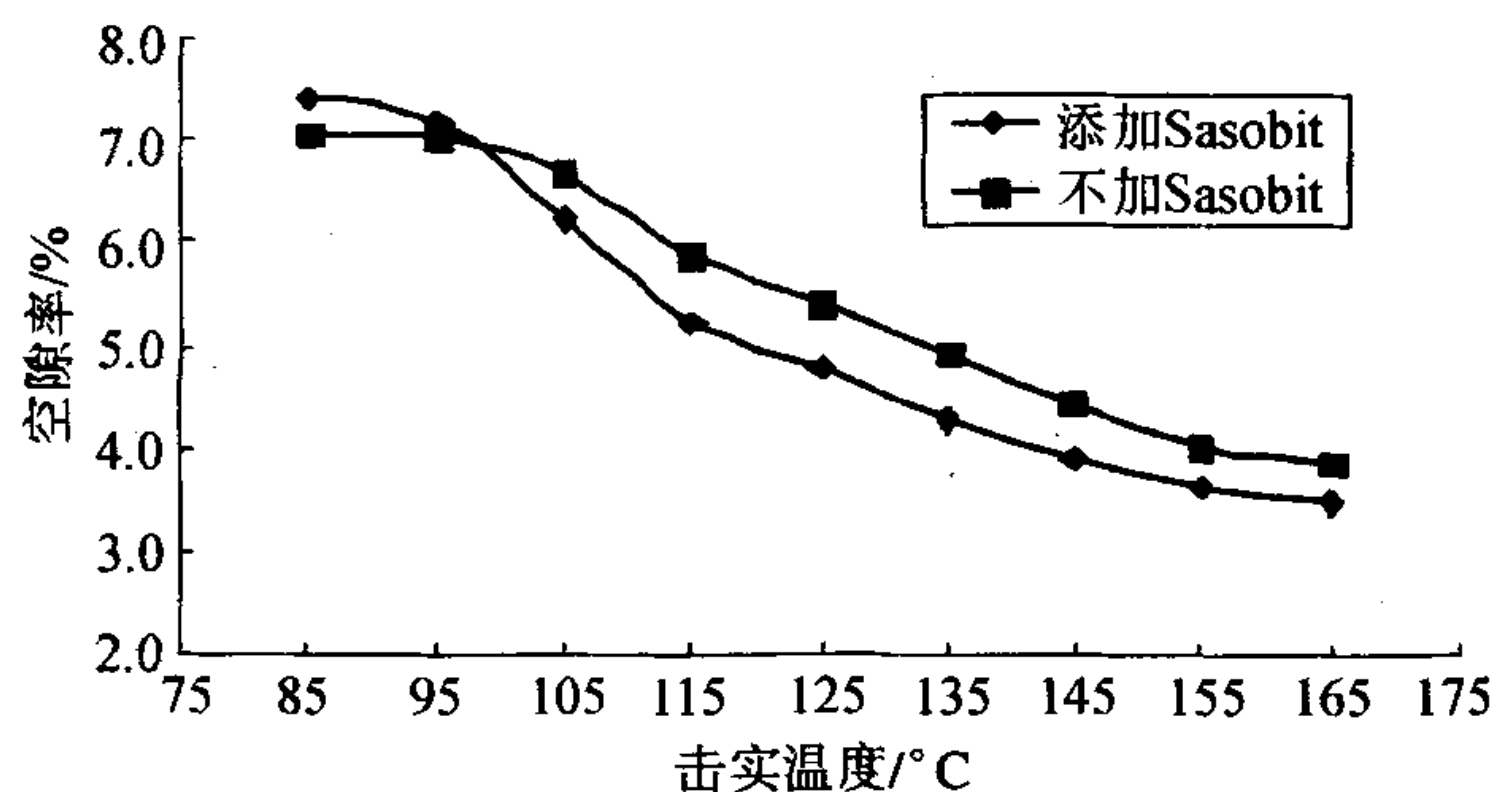


图7 变温击实马歇尔试件空隙率

以目标空隙率4%为例,添加Sasobit的改性沥青混合料击实温度在142℃左右,不加Sasobit时击实温度约为157℃。采用Sasobit改性剂,混合料成型温度至少可降低15℃,此结论与改性沥青胶结料粘度性能分析近似。

## 3 低温成型的沥青混合料性能分析

本文试验级配采用AC-13,各筛孔通过率如表5所示,油石比为4.7%。根据沥青胶结料性能试验,Sasobit掺量为沥青质量的3.5%。添加Sasobit的混合料成型温度为140℃左右,其他混合料成型温度为160℃左右。

### 3.1 高温抗车辙能力

采用常规车辙试验方法,试验结果如表6所示。

由表6可见,低温成型的Sasobit改性沥青混合料与SBS改性沥青混合料的动稳定度和变形量较为接近,沥青混合料的抗车辙能力得到了明显增强。

### 3.2 低温抗裂能力

采用低温弯曲小梁的试验方法,试验温度-10℃,



表 5 试验级配通过率

级 配	通过下列筛孔(mm)的质量百分率/%									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
规 范	100	90~100	65~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
设 计	100	96	70	42	29	21	16	11	8	6

表 6 车辙试验结果

混合料类型	动稳定度/(次/mm)	最终变形/mm
基质沥青混合料	1 280	18.5
SBS 改性沥青混合料	4 080	2.5
Sasobit 改性沥青混合料	4 150	2.5

加载速率 50 mm/min, 由 MTS810 型材料试验机进行数据采集, 并据此分析弯曲应变能。

从表 7 可以看出, 低温成型的 Sasobit 改性沥青不会降低低温抗裂性能, 还略有改善。

表 7 低温小梁弯曲试验结果

混合料类型	抗弯拉强度 MPa	最大弯拉 应变	弯曲应变能 $10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}$
基质沥青混合料	7.84	0.001 034	109
Sasobit 改性沥青混合料	7.94	0.001 120	126

### 3.3 抗水损害能力

我国北方地区沥青路面要经受春融的作用, 如果石料与沥青的粘附性不足将导致松散、剥落等水损害的发生。本文采用冻融劈裂试验, 试验结果见表 8。

表 8 冻融劈裂试验结果

混合料类型	劈裂强度比/%
基质沥青混合料	90.5
Sasobit 改性沥青混合料	91.0

从表 8 可以看出, 低温成型的 Sasobit 改性沥青混合料水稳定性和基质沥青混合料无明显差异。

### 4 经济性分析

本文假设参加了不同添加剂的沥青混合料油石比均为 5.0%, 表 9 对比了市面上几种沥青添加剂掺量和相比基质沥青大致的成本。

表 9 沥青添加剂成本估算

添加剂种类	添加剂掺量 (占沥青比例)/%	添加剂单价 元/t	混合料单价 元/t
Sasobit	3.5	20 000	240
SBS	8	13 000	250
路孚 8000	15	18 000	320
TPS	13.5	50 000	520

可以看出, 每 t Sasobit 改性沥青混凝土价格分别比 SBS、路孚 8000 和 TPS 改性沥青混凝土低 4%、25% 和 54%, Sasobit 沥青添加剂性价比最高。

### 5 结论

(1) Sasobit 改性剂易与沥青相容, 可以改善沥青胶结料的感温性能, 沥青胶结料的高低温性能和抗变形能力均有一定的增强, 其合理掺量为沥青质量的 3%~3.5%。

(2) Sasobit 改性剂可以增大沥青的 60℃ 粘度并降低 135℃ 粘度, 而混合料成型时可以降低拌和温度和压实温度, 降幅分别为 25℃ 和 20℃ 左右。室内变温击实马歇尔试验也表明, 以 4% 为目标空隙率时, 混合料成型温度至少可降低 15℃。

(3) 低温成型的 Sasobit 改性沥青混合料具有较好的抗车辙能力, 其低温抗裂和抗水损害能力也都满足要求。

(4) Sasobit 造价较低且性能优良, 适合在我国北方地区大面积推广使用。

### 参考文献:

- [1] 李中秋, 马敬坤. Sasobit 改性剂对沥青改性的室内试验分析[J]. 公路交通科技, 2004, (10).
- [2] 张锐. 沥青添加剂特性及其混合料性能研究[D]. 东南大学硕士学位论文, 2005.
- [3] JTG F40—2004, 公路沥青路面施工技术规范[S].



# 海洋环境下基于可靠度的 混凝土结构耐久性评估

孙晓珍, 邵旭东, 晏班夫

(湖南大学桥梁工程研究所 长沙市 410082)

**摘 要:** 钢筋锈蚀是造成混凝土结构耐久性失效的最主要原因, 海洋环境下导致混凝土结构中钢筋锈蚀的主要因素是  $\text{Cl}^-$  侵蚀。本文考虑氯离子的渗透随机过程, 建立了海洋环境下结构抗力的随机模型; 以桥梁服役状态下, 钢筋锈蚀导致结构性能劣化为出发点, 运用可靠度分析方法, 对海洋环境下钢筋混凝土结构不同时期计入耐久性的承载力进行了分析, 并用于某跨海大桥墩柱的耐久性评估。

**关键词:** 耐久性评估; 时变可靠度; 可靠度指标; 氯离子扩散

结构耐久性是指结构在正常设计、正常施工、正常使用和正常维护条件下, 在规定的时间内, 虽然结构构件性能随时间劣化, 但仍能满足预定功能的能力。结构的可靠度是指结构在规定的时间内, 在规定的条件下, 完成预定功能的概率。结构耐久性评估是指对现有的混凝土结构, 通过适当的方法评价其现有的可靠性, 预测该结构今后可靠性降低情况, 最终预测该结构的使用寿命。

海洋环境下混凝土结构的使用寿命可以表示为:

$$T = \min \{T_c, T_D\} \quad (1)$$

式中:  $T_c$  为承载力决定的寿命, 按可靠度方法计算;  $T_D$  为耐久性决定的寿命。

对于承载力极限状态的要求, 结构的可靠度用可靠指标  $\beta$  表示, 计算出锈蚀钢筋混凝土结构的可靠指标  $\beta$  随时间下降曲线, 按照规范容许可靠度指标  $[\beta]$  的要求, 可预测锈蚀钢筋混凝土结构的剩余寿命。但是对于正常使用极限状态的要求, 尤其是耐久性的要求, 用可靠度计算时涉及不确定因素及未

收稿日期: 2006-09-16

## Application of Sasobit Modified Additive to Low Temperature Construction of Asphalt Concrete Pavement

WANG Xiao-lei<sup>1</sup>, ZHANG Jiu-peng<sup>1</sup>, XIAO Wei<sup>2</sup>, HUANG Xiao-ming<sup>1</sup>

(1. Transportation College, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. School of Civil Engineering, Sanjiang College, Nanjing 210012, China)

**Abstract:** Asphalt concrete pavement compaction is difficult at low temperature. In this paper, the performance of additive named Sasobit is analyzed in laboratory, especially the viscosity and the characteristics of Mashall test. It is found that Sasobit can enhance the performance of asphalt and can reduce the viscosity at 135°C, but increase the viscosity at 60°C. Finally, asphalt mixtures formed at low temperature are used to validate the road performance. The results show that asphalt mixture modified by Sasobit has fine construction performance at low temperature.

**Key words:** Sasobit; modified asphalt; viscosity; construction at low temperature