

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
C08L 95/00
C08K 5/20



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 01818001.9

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1232583C

[22] 申请日 2001.9.28 [21] 申请号 01818001.9
[30] 优先权
[32] 2000. 9.28 [33] EP [31] 00308546.1
[86] 国际申请 PCT/EP2001/011305 2001.9.28
[87] 国际公布 WO2002/026889 英 2002.4.4
[85] 进入国家阶段日期 2003.4.25
[71] 专利权人 克拉通聚合物研究有限公司
地址 荷兰阿姆斯特丹
[72] 发明人 G·W·J·海迈里克斯
E·A·T·特姆梅伦
审查员 朱 芳

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 邓 毅

权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 具有改进“可行走性”的沥青组合物和其在盖屋顶应用中的用途

[57] 摘要

本发明涉及一种沥青组合物，该组合物包括沥青组分(A)，弹性体组分(B)，优选共轭二烯烃和单乙烯基芳族烃的嵌段共聚物，和添加剂(C)，其中添加剂是通式 Ar—R—Ar(I) 的化合物，其中每个“A”独立地是由至少一个羟基取代的苯环或 6—20 个碳原子的稠合芳族环体系，和“R”是包括在主链中具有 6—20 个原子和/或在主链中具有至少一个酰氨和/或酯基团的非必要取代的二价基团，以及它在盖屋顶应用中的用途。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种沥青组合物,该组合物包括沥青组分(A),弹性体组分(B),和添加剂(C),其中添加剂是通式 $\text{Ar}---\text{R}---\text{Ar}$ (I)的化合物

其中每个"Ar"独立地是由至少一个羟基取代的苯环或至少一个羟基取代的 6-20 个碳原子的稠合芳族环体系,和"R"是包括在主链中具有 6-20 个原子和在主链中具有至少一个酰氨和/或酯基团的非必要取代的二价基团;且

其中添加剂以 0.01-5%wt 的数量加入,基于沥青组合物的总重量。

2. 权利要求 1 的组合物,其中弹性体(B)是共轭二烯烃和单乙烯基芳族烃的嵌段共聚物。

3. 权利要求 1 的组合物,其中每个"Ar"是苯环或 6-10 个碳原子的稠合芳族环体系。

4. 权利要求 3 的组合物,其中每个"Ar"是苯环。

5. 权利要求 1-4 中任一项的组合物,其中苯环或稠合芳族环体系由至少一个羟基取代。

6. 权利要求 1-5 中任一项的组合物,其中羟基或多个羟基中的一个在对位,或 4-位取代。

7. 前述权利要求中任一项的组合物,其中每个"Ar"可独立地带有一个或多个取代基。

8. 权利要求 7 的组合物,其中一个或多个取代基是 1-10 个碳原子的烷基。

9. 权利要求 7 的组合物,其中一个或多个取代基在邻近羟基的位置。

10. 前述权利要求中任一项的组合物,其中两个"Ar"是 3,5-二烷基-4-羟基苯基。

11. 权利要求 10 的组合物,其中两个"Ar"是 3,5-二叔丁基-4-羟基苯基。

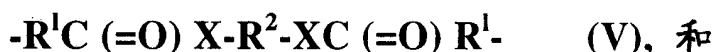
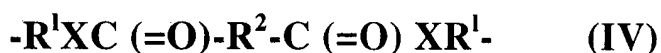
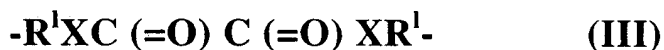
12. 前述权利要求中任一项的组合物,其中二价基团"R"由通式

~~~[C(=O)X]<sub>n</sub>~~~(II)表示

其中"C(=O)X"表示酰氨或酯基团, "X"是氧或氮原子; 其中"n"为 1-4。

13. 权利要求 12 的组合物, 其中 X 是酰氨基团。

14. 权利要求 12 的组合物, 其中"R"是如下通式之一



其中"R<sup>1</sup>"是 C<sub>1-4</sub> 亚烷基; "X"如上定义; 和"R<sup>2</sup>"是在它的主链中具有 1-10 个原子的有机桥接基团或在它的主链中具有 1-10 个原子的取代有机桥接基团。

15. 权利要求 14 的组合物, 其中 "R<sup>1</sup>" 是亚乙基。

16. 权利要求 15 的组合物, 其中 "R<sup>2</sup>" 是 C<sub>1-10</sub> 亚烷基。

17. 权利要求 16 的组合物, 其中 "R<sup>2</sup>" 是亚正己基。

18. 权利要求 15 的组合物, 其中 "R<sup>2</sup>" 是在它的桥接中包含两个酰氨或酯基团的基团。

19. 权利要求 1 的组合物, 其中添加剂是以 MD-1024 购自 Ciba-Geigy 的双(3,5-二叔丁基-4-羟苯基乙基氨基)二碳酸酰胺。

20. 前述权利要求中任一项的组合物, 其中沥青组分是天然沥青或衍生自矿物油。

21. 前述权利要求中任一项的组合物, 其中沥青组分选自"直馏沥青", 沉淀沥青, 吹制沥青, 及其混合物。

22. 前述权利要求中任一项的组合物, 其中沥青组分在 25℃ 下的针入度为 50-250dmm。

23. 前述权利要求中任一项的组合物, 其中用作弹性体组分(B)的嵌段共聚物包括聚(单乙烯基芳族烃)的至少两个末端嵌段和一种或多种共轭二烯烃的至少一个嵌段或其部分氢化变体。

24. 权利要求 23 的组合物, 其中共轭二烯烃选自每个单体含有 4-8

个碳原子的那些。

25. 权利要求 24 的组合物, 其中共轭二烯烃选自丁二烯, 异戊二烯, 2,3-二甲基-1,3-丁二烯, 1,3-戊二烯和 1,2-己二烯, 特别是丁二烯和异戊二烯, 及其混合物。

26. 权利要求 23-25 中任一项的组合物, 其中单乙烯基芳族烃选自苯乙烯, 邻甲基苯乙烯, 对甲基苯乙烯, 对叔丁基苯乙烯, 2,4-二甲基苯乙烯,  $\alpha$ -甲基苯乙烯, 乙烯基萘, 乙烯基甲苯, 乙烯基二甲苯, 或其混合物。

27. 权利要求 26 的组合物, 其中单乙烯基芳族烃是苯乙烯。

28. 权利要求 23-27 中任一项的组合物, 其中嵌段共聚物是线性或支化的, 和对称或不对称的。

29. 权利要求 23-28 中任一项的组合物, 其中最终嵌段共聚物的单乙烯基芳族烃含量合适地为 10-70% wt, 基于总嵌段共聚物。

30. 权利要求 29 的组合物, 其中最终嵌段共聚物的单乙烯基芳族烃含量合适地为 20-50% wt, 基于总嵌段共聚物。

31. 权利要求 23-30 中任一项的组合物, 其中单乙烯基芳族烃的聚合物嵌段("A")的表观分子量为 2,000-100,000, 和共轭二烯烃的聚合物嵌段("B")的表观分子量为 25,000-1,000,000。

32. 权利要求 31 的组合物, 其中单乙烯基芳族烃的聚合物嵌段("A")的表观分子量为 5,000-50,000, 和共轭二烯烃的聚合物嵌段("B")的表观分子量为 30,000-150,000。

33. 权利要求 23-32 中任一项的组合物, 其中嵌段共聚物的总乙烯基含量至少为 6% wt, 基于聚(共轭二烯烃)的嵌段。

34. 权利要求 33 的组合物, 其中嵌段共聚物的总乙烯基含量至少为 8-80% wt, 基于聚(共轭二烯烃)的嵌段。

35. 权利要求 34 的组合物, 其中嵌段共聚物的总乙烯基含量至少为 25-55% wt, 基于聚(共轭二烯烃)的嵌段。

36. 前述权利要求中任一项的组合物, 其中弹性体组分(B)在沥青组合物中的存在量为 2-20% wt, 基于总沥青组合物。

37. 权利要求 36 的组合物，其中弹性体组分(B)在沥青组合物中的存在量为 10-15%wt，基于总沥青组合物。

38. 前述权利要求中任一项的组合物，其中沥青组合物包含填料，和/或包括树脂，油，稳定剂或阻燃剂。

39. 权利要求 38 的组合物，其中填料为滑石，碳酸钙或炭黑。

40. 前述权利要求中任一项的组合物在盖房顶应用中的用途。

## 具有改进“可行走性”的沥青组合物和 其在盖屋顶应用中的用途

### 发明概述

本发明涉及沥青组合物，该沥青组合物具有随时间保持的有利的高和低温性能，其当用于例如盖屋顶应用时得到改进的预测使用寿命。

### 发明背景

目前应用的盖屋顶毡的主要部分由如下改性沥青组合物组成：如，包括沥青组分和弹性体组分的沥青组合物，该弹性体组分典型地是苯乙烯类嵌段共聚物如 SBS (聚苯乙烯-聚丁二烯-聚苯乙烯)；SEBS (聚苯乙烯聚-[乙烯-丁烯]-聚苯乙烯)；SIS (聚苯乙烯-聚异戊二烯-聚苯乙烯) 和 SEPS (聚苯乙烯-聚[乙烯-丙烯]-聚苯乙烯)等。改性沥青组合物相对于传统体系(吹制沥青)的优点包括：改进的耐疲劳性(屋顶重复热移动的适应)；改进的柔韧性(特别是在低温下，使得承包人能够在比采用常规沥青更冷的气候条件下放置毡)；改进的强度(通过整体或部分替换传统的吹制沥青涂敷体系而允许毡层数目的降低)；在短和更长载荷时间下的改进耐(永久)变形性(所谓的'可行走性')；和改进的弹性，导致对裂缝和接合点桥接移动的更大容量。

尽管由于这些材料具有优异的高和低温性能(即在-30~25℃下的耐冷弯曲性和在 80-100℃下的耐流动性)而满足所有以上要求，仍然需要改进。

在盖屋顶应用中特别重要的性能是上述的可行走性。在不适当可行走性的情况下，用喷焰(它是对于沥青盖屋顶毡最广泛使用的应用方法之一)，由于不足够的耐变形性可导致非所需的表面效果和/或损害。组合物承受这样工作量的抵抗力评价目前由在 50℃下的针入度值(ASTM D5-94)评级。PEN 值的降低，即改进耐变形性，同时保持行为性能和特别是低温性能，可能是非常需要的。

已经发现改性沥青组合物的可行走性可以得到改进而没有对组合物其它行为性能的(显著)影响。结果是,现在可得到具有改进性能平衡的改性沥青组合物。或者,改性沥青组合物现在可由相对软的沥青组成,其否则会具有不足够的可行走性(太高的 PEN 值)。

### 发明概述

因此,本发明提供一种沥青组合物,该组合物包括沥青组分(A),弹性体组分(B),优选共轭二烯烃和单乙烯基芳族烃的嵌段共聚物,和添加剂(C),其中该添加剂是通式  $\text{Ar}---\text{R}---\text{Ar}$  (I)的化合物,其中每个"Ar"独立地是由至少一个羟基取代的苯环或 6-20 个碳原子的稠合芳族环体系,和"R"是包括在主链中具有 6-20 个原子和在主链中具有至少一个酰氨和/或酯基团的非必要取代的二价基团。

### 发明详述

以下描述沥青组合物的组分。

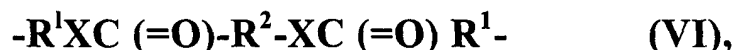
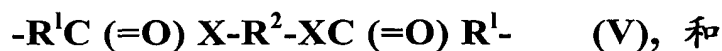
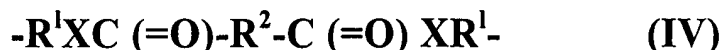
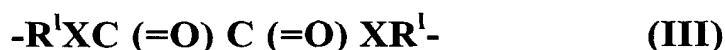
#### 添加剂

用于本发明的添加剂是通式  $\text{Ar}---\text{R}---\text{Ar}$  (I)的化合物,其中每个"Ar"独立地是由至少一个羟基取代的苯环或 6-20 个碳原子的稠合芳族环体系,和"R"是包括在主链中具有 6-20 个原子和/或在主链中具有至少一个酰氨和/或酯基团的非必要取代的二价基团。

合适地,每个"Ar"是苯环或 6-10 个碳原子的稠合芳族环体系,优选苯环。尽管可以存在多个羟基,苯环或稠合芳族环体系由至少一个羟基取代。合适地,羟基或羟基中的一个在对位,或 4-位取代。此外,每个"Ar"可独立地带有一个或多个取代基,优选 1-10 个碳原子的烷基,最优选在邻近羟基的位置。最合适地,两个"Ar"是 3,5-二烷基-4-羟苯基,优选 3,5-二-叔丁基-4-羟苯基。

二价基团"R"由通式 $\sim\sim\sim[\text{C}(=\text{O})\text{X}]_n\sim\sim\sim$ (II)表示

其中" $\text{C}(=\text{O})\text{X}$ "表示酰氨或酯基团,"X"是氧或氮原子,优选酰氨基团;和"n"是这样的基团的数目。这些基团,在"n"等于 2 或更大的情况下,可以彼此邻近但不必要是这样。合适地,"n"为 1-4。优选"n"是 2 或 4,最优选 2。基团"R"的优选例子包括



其中" $R^1$ "是 $C_{1-4}$ 亚烷基,优选亚乙基;"X"如上定义;和" $R^2$ "是在它的主链中具有1-10个原子的有机桥接基团或在它的主链中具有1-10个原子的取代有机桥接基团,如 $C_{1-10}$ 亚烷基,优选亚正己基,或在它的桥接中包含两个酰基或酯基团,优选酰基基团的这样长度的基团。

在" $R^2$ "取代的情况下,则它可由一种或多种的各种取代基取代,包括带有" $Ar$ "基团的烷基芳基等。

优选的添加剂因此可选自,如,IRGANOX MD-1024; IRGANOX 1098; IRGANOX 259 或 NAUGARD XL-1 等 (IRGANOX 和 NAUGARD 是商标)。也可以使用这样的添加剂的结合物。最优选的添加剂是以 MD-1024 购自 Ciba-Geigy 的双(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基乙基氨基)二碳酸酰胺。

可以 0.01-5%wt, 典型地 0.1-2%wt 的数量加入添加剂,基于总沥青组合物。优选的数量依赖于如(I)选择的添加剂;(II)弹性体组分(B)对沥青组分(A)的比例;(III)弹性体组分(B)和沥青组分(A)的性质;和(IV)其它组分,如填料的存在。然而,需要很少的试验以发现添加剂的合适数量,从而改进沥青组合物的整体性能平衡。

### 沥青

在本发明沥青组合物中存在的沥青组分可以是天然沥青或衍生自矿物油。同样由裂化工艺获得的石油沥青和煤焦油可用作沥青组分以及各种沥青材料的共混物。合适组分的例子包括蒸馏或"直馏沥青",沉淀沥青,如丙烷沥青,吹制沥青,如催化吹制沥青或多等级物,及其混合物。其它合适的沥青组分包括一种或多种这些沥青与如下物质的混合物:填充剂(助熔剂)例如石油萃取物,如芳族萃取物,馏出物或残余物,或与油。合适的沥青组分("直馏沥青"或"稀释沥青")是在 25℃下针入度为 20-280,特别是 50-250dmm ("dmm"= 0.1 mm)的那些。

一般情况下最方便使用针入度 100-250dmm 的直馏沥青或蒸馏沥青。在本发明范围内，可以使用不同相容性水平的沥青。

### 弹性体

根据本发明的沥青组合物包含至少一种弹性体组分(B)。弹性体一般与如下物质有关：二烯烃，如丁二烯或异戊二烯的聚合物，或这样二烯烃与单乙烯基芳族烃，如苯乙烯的共聚物。强调的是用于本发明组合物的弹性体并不限于这样的聚合物或共聚物。合适的弹性体包括聚酯、聚丙烯酸酯、聚硫化物、聚硅氧烷和聚酯酰胺，条件是它们显示弹性体行为。

优选，将至少一种以下嵌段共聚物用作弹性体组分：该嵌段共聚物包括聚(单乙烯基芳族烃)的至少两个末端嵌段和一种或多种共轭二烯烃的至少一个嵌段或其(部分)氢化变体。合适的共轭二烯烃是每个单体含有 4-8 个碳原子的那些，例如丁二烯，2-甲基-1,3-丁二烯(异戊二烯)，2,3-二甲基-1,3-丁二烯，1,3-戊二烯和 1,2-己二烯，特别是丁二烯和异戊二烯，及其混合物。合适的单乙烯基芳族烃是邻甲基苯乙烯，对甲基苯乙烯，对叔丁基苯乙烯，2,4-二甲基苯乙烯， $\alpha$ -甲基苯乙烯，乙烯基萘，乙烯基甲苯，乙烯基二甲苯，等或其混合物，且特别是苯乙烯。

这些嵌段共聚物可以是线性或支化的，和对称或不对称的。合适嵌段共聚物的优选例子是构型 A-B-A 的三嵌段共聚物，其中"A"表示聚乙烯基芳族烃嵌段，和"B"表示聚二烯烃嵌段。这些嵌段共聚物可进一步由如下讨论的最终嵌段共聚物中的单乙烯基芳族烃含量，它们的分子量和它们的微结构定义。

最终嵌段共聚物的单乙烯基芳族烃含量合适地为 10-70%wt，更优选 20-50%wt (基于总嵌段共聚物)。

单乙烯基芳族烃的聚合物嵌段("A")的表观分子量有利地为 2,000-100,000，特别是 5,000-50,000。共轭二烯烃的聚合物嵌段("B")的表观分子量优选为 25,000-1,000,000，特别是 30,000-150,000。

在整个说明书中使用的术语"表观分子量"表示使用聚苯乙烯标

定标准物(根据 ASTM 3536)采用凝胶色谱(GPC) 测量的聚合物(嵌段)的分子量。

通过聚合的改性, 可以导引共轭二烯烃以其中在主链中引入单个不饱和键碳原子的方式, 或以其中在主链中引入不饱和共轭键的所有碳原子的方式增长。关于前者方式, 聚(共轭二烯烃)由它们的乙烯基含量(称为不饱和键)定义, 该不饱和键现在侧连接到聚合物主链上。

用于提高共轭二烯烃部分乙烯基含量的技术是公知的且可涉及使用极性化合物如醚、胺和其它路易斯碱和更特别是选自二醇二烷基醚的那些。最优选的改性剂选自包含相同或不同末端烷氧基和非必要地在亚乙基上带有烷基取代基的乙二醇二烷基醚, 如单甘醇二甲醚、二甘醇二甲醚、二乙氧基乙烷、1,2-二乙氧基丙烷、1-乙氧基-2,2-叔丁氧基乙烷, 其中最优选是 1,2-二乙氧基丙烷。

合适地, 嵌段共聚物的总乙烯基含量至少为 6%wt (基于聚(共轭二烯烃)的嵌段), 优选为 8 -80%wt, 更优选 25-55%wt。

嵌段共聚物的制备在本领域是已知的。在 GB1538266 中描述了许多方法。例如, 嵌段共聚物可以由如下方式制备: 使用合适的偶合剂如己二酸酯(如, 己二酸二乙酯)或硅化合物(如, 四氯化硅, 二甲基二氯硅烷, 甲基二氯硅烷或 $\gamma$ -缩水甘油氧基丙基-三甲氧基硅烷)或由二或三乙烯基苯低聚制备的核, 将至少两个二嵌段共聚物分子偶合在一起。其它偶合剂可选自聚环氧化物, 如环氧化亚麻子油, 或环氧化双酚(如双酚 A 的二缩水甘油醚), 多异氰酸酯(如, 苯并-1,2,4-三异氰酸酯), 聚酮(如, 己烷-1,3,6-三酮), 聚酐或多卤化物(如, 二溴乙烷)等。

使用偶合剂, 未偶合的二嵌段共聚物的残余物可保留在最终产物中, 称为"二嵌段含量"。当通过其中不特定制备或分离二嵌段的技术, 如在完全顺序制备中制备嵌段共聚物时, 已知可以如通过再引发调节二嵌段的最终含量。二嵌段含量可例如为 5-25 %wt 和更优选 10-25% wt, 基于弹性体组分。

如需要, 嵌段共聚物的氢化可以如在以上英国专利说明书中所述那样进行。合适嵌段共聚物, 和它们的制备的进一步例子例如可以在

如下文献中找到: EP0006674; EP0238149; EP0667886; EP0317025; EP0506195; EP0756611; US5189083; US5212220; US5141986; US544775; US5451619; US5718752; US5854335; US5798401; US3231635; US3251905; US3390207; US3598887; US4219627; EP0413294; EP0387671; EP0636654; 和 WO0422931, 所有文献在此包括用于参考。

弹性体组分(B) 在沥青组合物中的存在量合适地为 2-20%wt, 更优选 10-15%wt (基于总沥青组合物)。

#### 另外的组分

沥青组合物也可, 非必要地, 包含对于设想的最终用途需要的其它成分。因此可以包括填料, 例如滑石, 碳酸钙和炭黑。可以引入的其它组分包括树脂, 油, 稳定剂或阻燃剂。这样填料和/或其它组分的含量可为 0%wt 到多至 40%wt(基于总沥青组合物)。事实上, 如果有利, 其它聚合物改性剂也可以包括在本发明沥青组合物中。

与改进耐老化性能结合的本发明聚合物-沥青共混物的有用低温和高温性能使得这样的共混物在如下用途中具有显著的益处: 其中将共混物暴露于外部气候条件, 如用于盖屋顶用途, 例如作为盖屋顶毡的组分。有用的低的高温粘度不仅仅表示聚合物-沥青共混物可以更容易地加工而且表示在达到最大允许的加工粘度之前使得能够引入更大数量的填料, 和因此在其中通常使用填料的那些应用中得到更便宜的产物。

本发明的沥青组合物也可用于不是盖屋顶应用的最终用途, 如密封剂和涂料(如管材涂料), 道路建筑, 隔音材料, 沥青基粘合剂等。

如下实施例说明本发明。

#### 实施例

##### 沥青组合物

在两种类型的市售沥青, 即 B 45/60, 和 B 160/210 中, 采用 Silverson L4R 高剪切混合机制备含有 12%wt KRATON D-1184 (商业 SBS 牌号, 表观径向(apparent radial)MW 为 420,000 g/mol, 二嵌段

MW 为 120,000 g/mol, PSC 为 30 % wt 和乙烯基含量为 8 %wt)的母炼胶。将沥青加热到 160℃和随后加入聚合物。在共混时, 温度增加到 180℃, 它由来自混合机的能量输入引起。继续在此温度下的共混直到获得均匀的共混物, 其由荧光显微镜监测。

采用这些母炼胶, 使用其它成分在低剪切搅拌下在 180℃的温度下制备沥青组合物。

### 测试方法

对没有填料的共混物进行标准评价, 即软化点, 粘度, DIN 耐流动性和冷弯曲的测量。

也确定在此研究中每个组合物在 50℃下的针入度。在针入度测量期间施加到组合物表面上的负荷计算如下:

\*使用的针的锥尖端直径是 0.15 mm (如在标定报告中报导和在 ASTM D5-94 中定义);

\*针的表面积( $0.25 \times \pi \times d^2$ )是  $0.0177 \text{ mm}^2$ ;

\*在测量期间施加的总负荷, 即重物(50 g)和棒, 合计 100 g.

因此, 真实负荷是  $100 \div 0.0177 = 5650 \text{ g/mm}^2 = 56500 \text{ kPa}$ .

压痕和回弹性测量如下:

如果平均鞋尺寸的表面是  $210 \text{ cm}^2$  ( $30 \times 7 \text{ cm}$ ) 和人的平均重量是 80 kg, 施加到屋顶上的负荷是( $80 \div 210 = 0.394 \text{ kg/cm}^2$ )是 38 kPa.

在针入度杯中对组合物进行试验。在组合物表面上放置直径为 1.3cm 的圆形平金属圆筒体。在此研究中, 通过施加两个不同的负荷, 即 0.5 kg 和 1 kg 进行压痕测试。因此施加到组合物上的真实负荷是: 38 kPa 和 76 kPa.

在 50℃下施加各种负荷对于每种组合物进行蠕变测试。采用 Haake RT20 旋转粘度计使用平行板构型进行蠕变测试。上板的直径是 8 mm, 同时板之间的距离是 1mm. 使用的样品的初始厚度是 1.5 mm. 在测量开始之前将样品修剪。施加 40 kPa, 20 kPa, 10 kPa 或 5 kPa 的恒定负荷进行蠕变测试。已经对于每种组合物确定了为时间函数的柔量  $J$  (1/Pa).

### 试验 1-5

IRGANOX MD-1024 用于此研究以考察它对基于标准 D-1184 SBS 和 30 % wt 填料的典型盖屋顶组合物针入度的影响。

### 结果

在表中给出 50℃ 下针入度测试的结果。给出没有添加剂存在的参考组合物的针入度值用于对比。此外，也给出含有沥青 B45/60 的组合物的典型行为性能用于对比。

表

| 试验 No.                | A   | 1   | 2   | 3   | B      |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|--------|
| MD-1024, % wt         | 无   | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 无      |
| 沥青 (B160/210 或)       |     |     |     |     | B45/60 |
| 钢笔, 于 50℃, dmm        | 94  | 99  | 82  | 67  | 66     |
| 压痕, 于 50℃, 38kPa, dmm | 36  | 32  | 12  | 9   |        |
| 压痕, 于 50℃, 76kPa, dmm | 69  | 60  | 26  | 16  |        |
| R & B, °C             | 124 | 125 | 123 | 122 | 134    |
| 粘度, 180℃, Pa.S        |     |     |     |     |        |
| 20S <sup>-1</sup>     | 5.2 | 4.9 | 5.9 | 6.6 | 8.1    |
| 100S <sup>-1</sup>    | 3.7 | 3.9 | 4.6 | 5.6 | 8.5    |
| 冷弯曲, °C 通过            | -35 | -35 | -40 | -40 | -5     |
| 流动, °C 通过             | 95  | 95  | 95  | 95  | 110    |

### 结论:

MD-1024 的存在显著地影响 50℃ 下组合物的针入度, 也证明添加剂的数量影响针入度的水平。

显示与对于含有更硬 B45/60 沥青的组合物发现的针入度相比, 在组合物中存在 0.5 %wtMD-1024, 采用更软的 B160/210 沥青, 获得了在 50℃ 下的相似针入度数值, 同时对于含有更软沥青的组合物发现了显著更好的总体行为性能。

在 50℃ 下的针入度显著降低, 这提示也应当改进压痕的水平。

在图 1 中报导了于 B160/210 沥青, 填料和添加剂中采用 D-1184,

施加 76 kPa 的过量负荷的组合物的压痕和回弹性结果。也给出了参考组合物，即没有添加剂存在的组合物的结果。

已经由添加剂的存在得到了压痕水平的很大改进，而不影响回弹性。在每种情况下，观察到在 120 秒内的总恢复。

采用蠕变测试，已经在 40 kPa 下于 50℃ 的温度下确定了耐变形性。在表 1 中报导的每种组合物(B160/210)的结果于图 2 中给出。有添加剂的存在，显著改进了耐变形性。

如果在典型的盖屋顶组合物中引入 0.3%wt 或甚至更显著的 0.5 % wt MD-1024，可行走性，即针入度，压痕和回弹性和耐变形性可以基本上得到改进。

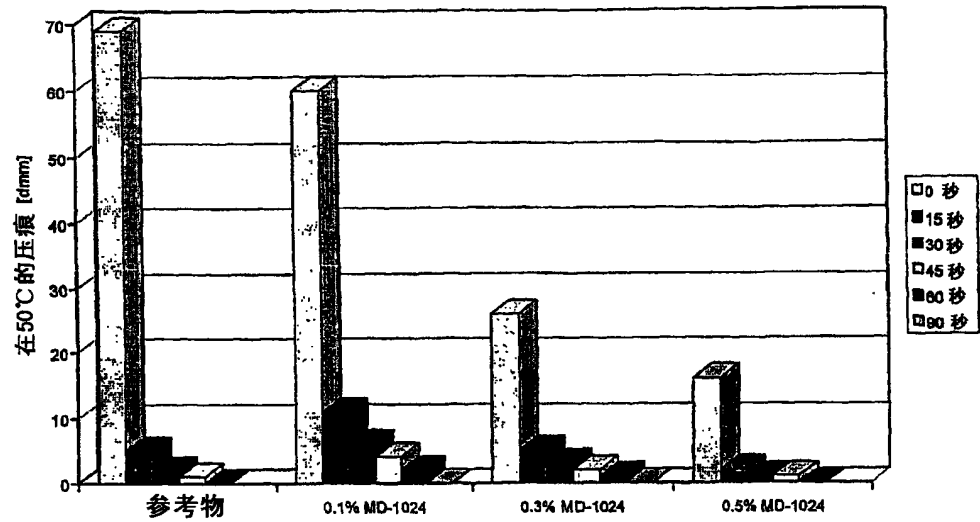


图1. 压痕 (76KPa) 对MD-1024的浓度

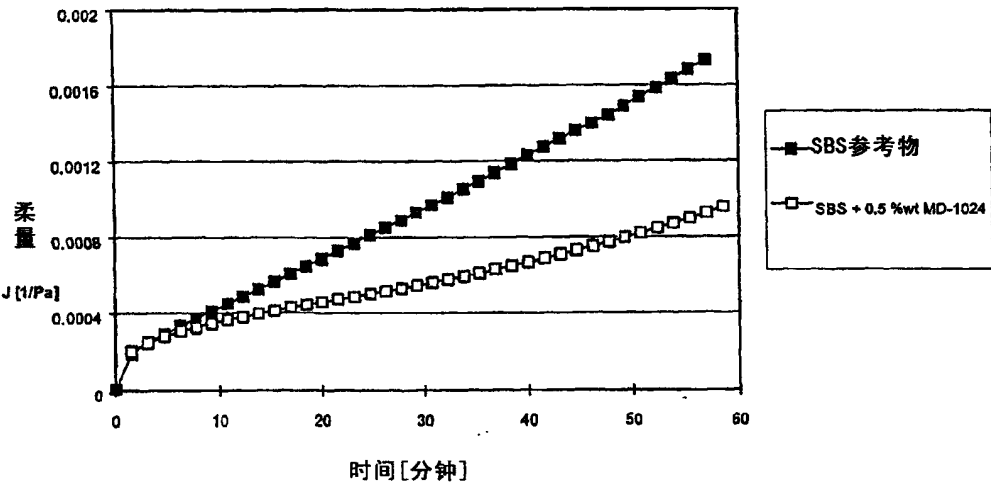


图2. 耐变形性