

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

C08G 18/10

C08G 18/48

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00804307.8

[43]公开日 2002年3月20日

[11]公开号 CN 1341132A

[22]申请日 2000.2.28 [21]申请号 00804307.8

[30]优先权

[32]1999.2.26 [33]US [31]09/258,495

[86]国际申请 PCT/EP00/01673 2000.2.28

[87]国际公布 WO00/50483 英 2000.8.31

[85]进入国家阶段日期 2001.8.27

[71]申请人 拜尔安特卫普有限公司

地址 比利时安特卫普

[72]发明人 李小虎 J·拉姆 G·D·戴

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王景朝 钟守期

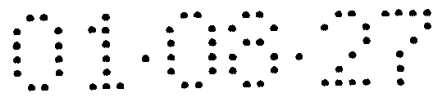
权利要求书2页 说明书11页 附图页数0页

[54]发明名称 制造具有改善的加工性能的微孔聚氨酯弹性体的方法

[57]摘要

公开了一种通过使树脂组分和异氰酸酯终端的预聚物进行反应制造着色微孔聚氨酯弹性体的改进方法。树脂组分包含多元醇和两种扩链剂,其中之一是1,3-丙二醇或支化C₃~C₅二醇。扩链剂组合使弹性体加工在宽范围(至少5℃)模塑温度下成功进行,并且令人惊异地克服了颜料引起的加工性和物理性能方面的问题。这是制造聚氨酯鞋底和鞋底夹层的理想方法。

ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种制造密度小于 0.6g/cm^3 微孔聚氨酯弹性体的方法，该方法包括：在颜料和任选地发泡剂、表面活性剂、发泡催化剂和聚氨酯催化剂存在下，使树脂组分“B方”和异氰酸酯终端的预聚物“A方”
5 进行反应；
- 其中，树脂组分包含第一多元醇、第一扩链剂和选自 1,3-丙二醇和支化 $\text{C}_3\sim\text{C}_5$ 二醇的第二扩链剂；
- 其中，预聚物包含多异氰酸酯和第二多元醇的反应产物，第二多元醇可以与第一多元醇相同或不同。
- 10 2. 按照权利要求 1 的方法，其中至少一种多元醇是低不饱和多元醇。
3. 按照权利要求 1 或权利要求 2 的方法，其中至少一种多元醇是高伯羟基、低不饱和多元醇。
4. 按照任何前述权利要求的方法，其中树脂组分包含聚合物多元
15 醇。
5. 按照任何前述权利要求的方法，其中第一多元醇是高伯羟基、低不饱和多元醇，并且树脂组分包含聚合物多元醇；其中第二多元醇是高伯羟基、低不饱和多元醇，第二多元醇可以与第一多元醇相同或不同。
- 20 6. 按照任何前述权利要求的方法，其中第二扩链剂选自 1,3-丙二醇、2-甲基-1,3-丙二醇、新戊二醇和 1,3-丁二醇。
7. 按照权利要求 6 的方法，其中第二扩链剂是 2-甲基-1,3-丙二醇。
8. 按照任何前述权利要求的方法，其中第二扩链剂以有效量使用，
25 即使弹性体加工在至少 10°C 模塑温度范围内成功进行的量，所述模塑温度范围为 $40^\circ\text{C}\sim 60^\circ\text{C}$ 。
9. 按照任何前述权利要求的方法，其中第二扩链剂用量为至多 50wt%，以扩链剂的总量为基准计。
10. 按照权利要求 9 的方法，其中第二扩链剂用量为 $5\sim 25\text{wt}\%$ ，
30 以扩链剂总量为基准计。
11. 按照任何前述权利要求的方法，其中多异氰酸酯是一种混合物，其包含较大比例的 4,4'-MDI 和较小比例的碳二亚胺改性的 MDI。

12. 按照任何前述权利要求的方法，其中颜料包括炭黑。

13. 按照权利要求 12 的方法，其中炭黑存在量为 0.5~5wt%，以配方总量为基准计。

14. 按照任何前述权利要求的方法，其中弹性体密度为 0.02~
5 0.5g/cm³。

15. 采用任何前述权利要求的方法制造的、密度小于 0.6g/cm³ 的微孔聚氨酯弹性体。

16. 采用任何前述权利要求的方法制造的鞋底或鞋底夹层。



说明书

制造具有改善的加工性能的 微孔聚氨酯弹性体的方法

5 发明领域

本发明涉及改善在制造微孔弹性体中的加工性能的方法。尤其是，本发明改善含有颜料的微孔弹性体的加工特性和物理性能。

发明背景

10 微孔聚氨酯弹性体已为人们熟知，如诸如美国专利 5, 728, 745 和 5, 250, 582 等所举例说明的那样。这些参考文献和其它参考文献叙述了采用具有很低不饱和度的聚醚多元醇制造弹性体的价值。在制造鞋底中，这些微孔制品是有价值的，因为其收缩率低于采用具有较高不饱和度的普通多元醇制造的弹性体的收缩率（参见美国专利 5, 728, 745 第 22 栏）。

15 典型的微孔聚氨酯弹性体配方使多元醇或多元醇与水的混合物、胺发泡催化剂、有机金属聚氨酯催化剂、一种或多种扩链剂和表面活性剂与有机多异氰酸酯（如 TDI 或 MDI 等）进行反应。使反应物合并有各种已知方法。在普通一步法中，在使“B 方”组分（多元醇、表面活性剂、催化剂、扩链剂和水）与多异氰酸酯（“A 方”）合并和
20 反应之前，先使“B 方”组分进行预混合。另一种方法称为“预聚物法”。在这种方法中，预聚物通常通过使多异氰酸酯与部分多元醇、扩链剂或者两者进行反应得到 NCO-终端的中间体来制备。然后使 NCO-终端的预聚物与树脂组分或者“B 方”（水、催化剂、表面活性剂、剩余量多元醇和/或扩链剂的混合物）进行反应，制造微孔弹性
25 体。

在配方中经常包含颜料。典型的颜料是炭黑、二氧化钛或氧化铁等。在颜料常常是配方的必须部分时，颜料有害于弹性体加工性能和物理/机械性能两者。我们发现，黑色颜料（如炭黑）能够干扰其它性能可接受的微孔弹性体配方的加工性能。而且，在能够制成制品时，
30 制品常常缺少高性能用途所需要的物理性能。

一种可能的解决方法是使用扩链剂的混合物。在一般使用 1, 4-丁二醇、乙二醇和二甘醇作扩链剂时，通常仅仅使用一种扩链剂。我

们发现，1,4-丁二醇、乙二醇和二甘醇的各种混合物，在克服预聚物方法制造微孔弹性体中因颜料尤其炭黑的存在而引起的加工问题方面，仅仅部分地令人满意（参见下表1）。而且，由扩链剂混合物所制造的弹性体的综合物理性能，较采用单独的1,4-丁二醇或乙二醇所制造的弹性体的性能，还有急剧下降（参见下表2）。

总之，需要一种制造聚氨酯微孔弹性体的更好的方法。优选，含有颜料尤其是黑色颜料的微孔弹性体应能够采用预聚物法来制造，同时又能避免颜料所引起的加工困难。所优选的方法应当易于采用普通惯用设备和不昂贵的、易得的起始物料来实施。有价值的方法应当利用低不饱和多元醇的优点。理想的是，所制得的着色的弹性体应当保持优良的综合物理机械性能，特别是良好的抗张、伸长和撕裂性能，以及高回弹性和低压缩残余变形。

发明概述

本发明是一种制造含有颜料的微孔聚氨酯弹性体的改进的预聚物法。该方法包括：通过使树脂组分（“B方”）与异氰酸酯终端的预聚物（“A方”）在颜料存在下进行反应，生成微孔聚氨酯弹性体，来制造微孔弹性体。树脂组分包括第一多元醇、第一扩链剂和添加剂量的第二扩链剂，后者选自1,3-丙二醇和支化的 $C_3\sim C_5$ 二醇、关键组分是第二扩链剂，其以有效量使用，即，使弹性体加工在模塑温度的至少 5°C 的范围成功进行的量。

我们惊异地发现，除了使用普通乙二醇或1,4-丁二醇扩链剂之外，使用1,3-丙二醇或支化 $C_3\sim C_5$ 二醇，解决了在预聚物法制造微孔聚氨酯弹性体中使用颜料时所发生的加工性能差和物理性能差的问题。所制弹性体显现优良的物理机械性能综合平衡，包括良好的抗张、伸长和撕裂性能、高回弹性和低压缩残余变形。这种方法在制造用作鞋底夹层或鞋底的弹性体时是理想的，因为该方法能够在宽范围模塑温度下进行弹性体加工。

发明详述

在本发明方法中，树脂组分（“B方”）包括：第一多元醇、第一扩链剂和添加剂量的第二扩链剂，后者选自1,3-丙二醇和支化的 $C_3\sim C_5$ 二醇。

用于本发明方法的多元醇是经环醚开环聚合制备的，所述多元醇

包括环氧聚合物、氧杂环丁烷聚合物和四氢呋喃聚合物等。所优选的是通过使环氧化物尤其是环氧丙烷和/或环氧乙烷聚合而制造的聚醚多元醇。特别优选的是，采用氧亚乙基基团封端或封顶的环氧丙烷基多元醇。该多元醇能够通过任何令人满意的方法来制造，包括传统碱催化法。

5 所优选的第一多元醇具有高含量伯羟基端基。这类多元醇通常是通过采用氧亚乙基单元封顶或封端聚氧丙烯多元醇的末端来制备的。所谓的“高含量伯羟基”，意指含有至少约 50% 伯羟基的多元醇。更优选，多元醇含有至少约 65% 伯羟基，最优选含有至少约 75% 伯羟基的多元醇。

10 优选的第一多元醇还具有低不饱和度。所谓的“低不饱和度”意指不饱和度低于约 0.02 meq/g，按照标准方法如 ASTM D-2849-69“聚氨酯泡沫塑料多元醇原料的测定”进行测定。更优选的多元醇不饱和度低于约 0.01 meq/g，最优选不饱和度低于约 0.007 meq/g 的多元醇。具有很低不饱和度的多元醇方便地经双金属氰化物催化来制备，正如诸如美国专利 5,470,813 和 5,482,908 等所述，所述专利内容引入本文供作参考。

20 适当的第二多元醇的标称羟基官能度为 2~6。优选，第一多元醇平均羟基官能度小于约 3。更优选的范围为约 1.8~约 3.0。另外，优选多元醇数均分子量范围是约 500~约 50,000；更优选的范围是约 1000~约 6000；最优选的范围是约 2000~约 6000。

25 优选，第一多元醇的氧亚乙基含量至少约 5wt%，更优选为约 10~约 20 wt%，其能够在内部作为顶尖 (tip) 或封端 (endcap) 存在。优选大部分氧亚乙基含量定位趋向多元醇端部，以提供所希望伯羟基基团的高含量。

第一多元醇一般为“B方”的主要组分。一般说，其占至少约 40 wt% 树脂组分。所优选的范围为约 45~约 90 wt%，更优选约 50~约 70wt% 树脂组分。

30 树脂组分还包含第一扩链剂。有效的第一扩链剂含至少两个活性氢，以及包括低分子量二醇、二胺、氨基醇或二硫醇等。优选扩链剂数均分子量为约 400 以下，更优选为约 300 以下。二醇是所优选的第一扩链剂，尤其是在羟基之间具有偶数碳数者。适宜的扩链剂包括，

例如，乙二醇、1,4-丁二醇、二甘醇、二丙甘醇、1,3-丙二醇、三丙甘醇、环己烷二甲醇、1,6-己二醇、乙二胺和乙二硫醇等，以及其混合物。特别优选的是二丙甘醇、乙二醇和1,4-丁二醇。如果需要，能够包括很小比例的含有3个或更多的活性氢的扩链剂（如甘油）。

5 第一扩链剂是少量“B”方组分。一般，其占约30wt%以下树脂组分。所优选的范围为约1~约20wt%，更优选为约3~约10wt%树脂组分。

树脂组分的少量关键部分还有第二扩链剂，其选自1,3-丙二醇和支化的 $C_3\sim C_5$ 二醇，以添加剂量使用。所谓的“添加剂量”意指，除通常量第一扩链剂之外，还使用第二扩链剂。一般说，第二扩链剂的用量为，使弹性体加工在模塑温度至少 5°C 的范围中能够成功进行的有效量。优选的第二扩链剂更好，可以使弹性体加工在模塑温度至少 10°C 的范围中能够成功进行。第二扩链剂用量优选为最高约50wt%，以扩链剂总量为基准计。更优选，用量为约5~约25wt%，最优选为约6~约20wt%，以扩链剂总量为基准计。

第二扩链剂是1,3-丙二醇（直链 C_3 二醇）或支化的 $C_3\sim C_5$ 二醇。适宜的支化 $C_3\sim C_5$ 二醇包括，例如，丙二醇、2-甲基-1,3-丙二醇、1,3-丁二醇、新戊二醇、1,3-二甲基-1,3-丙二醇和1,2-二甲基丙二醇等，及其混合物。2-甲基-1,3-丙二醇是特别优选的。

20 树脂组分任选包含其它多元醇。优选树脂组分包含聚合物多元醇。适宜的聚合物多元醇包括按下述方法制备的众所周知者，所述方法是在原料多元醇中使乙烯基单体进行就地聚合，给出聚合物粒子在原料多元醇中的稳定分散体，例如苯乙烯-丙烯腈（SAN）聚合物多元醇。其它适宜的聚合物多元醇包括PIPA和PHD多元醇，它们象SAN聚合物多元醇一样是市售的。这些聚合物多元醇的聚合物固体含量一般为约5~约50wt%。当包含聚合物多元醇时，其优选用量为5~约45%，以树脂组分总量计。

30 在本发明方法中，异氰酸酯终端的预聚物（“A方”）与树脂组分（“B方”）进行反应。预聚物是多异氰酸酯和第二多元醇的反应产物。

多异氰酸酯是含有至少两个游离NCO基团的芳族、脂族或脂环族异氰酸酯。适宜的多异氰酸酯包括二苯基甲烷二异氰酸酯（MDIs）、

聚合 MDIs、MDI 变体、甲苯二异氰酸酯、六亚甲基二异氰酸酯和异佛尔酮二异氰酸酯等，及其混合物。所优选的多异氰酸酯是 4, 4'-MDI、含有占相当大比例的 4, 4'-MDI 异构体的其它 MDI 共混物、和改性 MDIs；后者是使 MDI 与其它组分本身进行反应，将碳二亚胺、脲基甲酸酯、脲、氨基甲酸酯、缩二脲或其它键合引入所述结构（MDI 变体）中。特别优选的是 4, 4'-MDI、碳二亚胺改性的 MDIs 及其混合物。多异氰酸酯的用量，优选为给出游离 NCO 含量为约 15~约 30wt% 的 NCO 终端的预聚物或准预聚物所需要的量，更优选为游离 NCO 含量为约 18~约 28wt% 者。

10 预聚物包含第二多元醇，其可以与第一（“B 方”）多元醇相同或不同。优选第二多元醇具有与第一多元醇相同的一般特性，但是，优选为低不饱和度（低于约 0.02 meq/g），并优选为高伯羟基基团含量（至少约 50%）。第二多元醇为少量“A 方”组分，优选占预聚物组分的约 1~少于约 50wt%，更优选的范围为约 2~约 20wt%。预聚物
15 可以包含较小比例一种或两种扩链剂组分。

预聚物的制法一般包括：将第二多元醇与多异氰酸酯合并，和在对制造异氰酸酯终端的预聚物有效的温度下，将所得混合物加热有效时间。加热持续到预聚物达到所要求的游离 NCO 基团的含量。

20 在预聚物制成之后，将其与树脂组分采用传统技术合并，制造微孔弹性体。树脂组分是第一多元醇、第一扩链剂、第二扩链剂、颜料和其它任选组分如发泡剂、表面活性剂和催化剂等的良好共混的混合物。弹性体能够采用手工铸塑或机械来制造。将“A 方”和“B 方”组分合并、迅速混合和注入或倒入敞模或闭模模具中。本发明所述配方很适用于采用市售模塑设备（如“Green Machine”）通过闭模技术
25 制造鞋底夹层和鞋底。

30 优选，本发明方法在发泡剂存在下进行。适宜的发泡剂是配制微孔聚氨酯弹性体领域众所周知者。所述发泡剂包括“物理”发泡剂如低沸点卤代烃（如 CFCs、HCFCs、二氯甲烷）或烃（如丁烷、戊烷），惰性气体（如氮、氩、二氧化碳）等，和“反应性”发泡剂如水和其它与 NCO 基团反应放出气体的活泼氢化合物。能够使用发泡剂的混合物。水是特别优选的发泡剂。发泡剂用量为制造密度小于 0.6g/cm³ 的微孔弹性体所需要的量。优选所得弹性体密度为约 0.02~约 0.5g/cm³，

最优选为约 $0.1 \sim 0.4 \text{g/cm}^3$ 。

该方法任选包括其它传统聚氨酯泡沫塑料组分，例如表面活性剂、发泡催化剂、聚氨酯催化剂、紫外光稳定剂、交联剂、抗氧剂、其它多元醇和/或其它添加剂。优选在使树脂组分与“A方”反应制造弹性体之前，使这些任选组分与树脂组分充分混合。

在本发明方法中包含颜料。适宜的颜料包括，例如，炭黑、二氧化钛或者过渡或主族金属氧化物或氢氧化物（如氧化铁）等。当能包含任何需要的颜料时，本方法采用诸如炭黑等黑色颜料是特别有价值的。优选颜料存在量为约 $0.1 \sim 10 \text{wt}\%$ ，更优选为约 $0.5 \sim 5 \text{wt}\%$ ，以配方总量为基准计。

本发明方法能够在宽的温度范围内成功地进行弹性体加工。至少，弹性体能在至少 5°C ，更优选在至少 10°C 模塑温度范围内进行加工。在能够使用任何适宜模塑温度时，模塑一般在约 $30^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ ，更优选在约 $40^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 范围内进行。如下表 3 所示，按照本发明方法使用 1, 3-丙二醇或支化的 $\text{C}_3 \sim \text{C}_5$ 二醇作为第二扩链剂，能够在宽的温度范围制造出无疵点的着色制品（参见实施例 1~4）。但是，在没有第二扩链剂时，成功进行加工的温度范围太窄（比较例 12）。有趣的是，颜料引起加工方面的问题。自比较例 11 和 13 显而易见，在不

存在颜料时，弹性体加工能良好地进行（有或没有第二扩链剂）。本发明方法也提供了物理性能方面的优点。正如表 3 所示，采用本方法制造的低密度微孔弹性体具有优良的性能平衡，包括良好的 Asker C 硬度、回弹性、抗张、撕裂和压缩残余变形性能。在将实施例 1~4 与比较例 1~10 进行比较时，这点能够特别明显地展现出来（参见表 1 和 2）。正如表 1 所示，普通扩链剂（1, 4-丁二醇、乙二醇、二甘醇或它们的混合物）难以给出具有足够高的硬度（即 Asker C 标度为约 65 以上）的产品。另外，如表 2 和 3 所示，当在配方中包含添加剂量的 1, 3-丙二醇或支化的 $\text{C}_3 \sim \text{C}_5$ 二醇扩链剂时，与比较例相比，前者的拉伸强度、剥撕强度、回弹性和压缩残余变形性能一般均得到改善。总之，本发明方法能够容易地配制具有优良物理性能的着色低密度弹性体。

下述实施例仅仅举例说明本发明。本领域技术人员会认识到在本发明精神和权利要求范围内能够进行许多变更。

实施例 1~4.

微孔聚氨酯弹性体的制备

采用“Green Machine”，通过反应注塑，以 40g/s 预聚物（“A 方”）和树脂组分（“B 方”）的混合物，模塑 10mm 微孔弹性体片，
5 配方详述于下。树脂组分和预聚物流温度为约 35℃。模温为 40~60℃。制品 6~7min 脱模。模制的着色样品的密度为 0.40g/cm³，模制的透明样品（不含颜料）的密度为 0.36g/cm³。物理性能示于表 3。

比较例 1~10

按照实施例 1~4 的步骤进行，只是扩链剂由 1, 4-丁二醇、乙二
10 醇、二甘醇，或它们的混合物组成，其相对比例具体示于表 1。在这些实施例中，为制造无疵点制件所使用的加工范围实际上为零；制件有裂缝、空隙、收缩问题，硬度不够，或者具有这些疵点的组合（参见表 1）。这些弹性体的物理性能列于表 2。

比较例 11~13

15 在比较例 11 中，使用标准配方，只是不含第二扩链剂（1, 3-丙二醇或支化 C₃~C₅ 二醇），并且不含颜料。制造出令人满意的制品（但是不含颜料）。

20 在比较例 12 中，使用标准配方，只是不含第二扩链剂。采用通常的 40℃~60℃ 模塑温度不能成功地加工样品。所得制品表皮质量差，有亚表面暗泡。

在比较例 13 中，使用标准配方，包含第二扩链剂，只是不含颜料。制造出令人满意的制品（但是不含颜料）。

表 3 总结出这些弹性体的加工性能和物理性能。

25 上述例子仅仅作为例子说明本发明，下述权利要求限定本发明的范围。

配 方树脂组分 (“B方”)

	<u>pbw</u>
多元醇 A ¹	50-60
多元醇 B ²	5-10
多元醇 C ³	30-40
水	0.3-0.8
乙二醇	4-8
第二扩链剂	0.5-2
硅酮表面活性剂	0.3
黑色颜料	2
胺催化剂	0.9-1.1
有机锡催化剂	0.01-0.04

预聚物 (“A”方; 24wt.% NCO)

4, 4' - MDI	70-80
碳二亚胺改性的 MDI	4-12
多元醇 A	2-8
NCO/OH 指数	100

1. 聚氧丙烯二醇, Mn = 4000, 氧亚乙基含量约 20 wt% (5% 内部, 15% 端基), 伯 OH 基团含量约 85%。

5 2. 聚氧丙烯三醇, Mn = 6000, 氧亚乙基含量约 20 wt% (5% 内部, 15% 端基), 伯 OH 基团含量约 85%。

3. SAN 型聚合物多元醇, 固体含量 43wt%, 羟值 20mg KOH/g。

表 1. 比较例：

采用传统扩链剂及其混合物制造的着色弹性体的加工性能

实例	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
BDO	100	0	0	50	50	0	33	66	17	17
EG	0	100	0	50	0	50	33	17	66	17
DEG	0	0	100	0	50	50	33	17	17	66
空隙	否	否	否	否	否	是	否	否	是	否
脱层	是	是	是	是	否	是	否	否	是	否
收缩	是	否	是	是	否	是	是	是	否	否
裂缝	否	是	否	否	否	否	否	否	否	否
Asker C 硬度	55	68	47	47	33	51	38	35	59	36

BDO = 1,4-丁二醇、EG = 乙二醇、DEG = 二甘醇。指出 BDO、EG 和 DEG 的相对量 (wt%)。

“是”意指鞋底有显著疵点；“否”意指鞋底没有疵点。脱层指样品脱层。

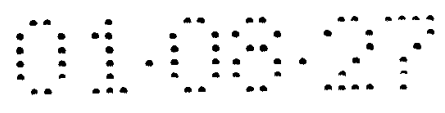


表 2. 比较例：

采用传统扩链剂及其混合物制造的着色弹性体的物理性能

实例	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
BDO	100	0	0	50	50	0	33	66	17	17
EG	0	100	0	50	0	50	33	17	66	17
DEG	0	0	100	0	50	50	33	17	17	66
密度 ¹ (g/cc)	0.263	0.269	0.265	0.263	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265
拉伸强度 ² (kg/cm ²)	16.1	13.2	16.7	15.9	10	15.8	12.6	15.4	15.6	12.2
伸长率 ² (%)	199	114	303	269	310	279	298	338	203	310
剥撕 ³ (kg/cm)	2.0	2.0	1.4	1.6	0.9	1.4	0.9	1.0	1.1	0.8
模头 C 撕裂(kg/cm)	8.6	8.8	7.6	6.6	5.0	7.9	4.4	5.7	8.1	4.7
回弹性 ⁴ (%)	30	39	20	20	11	19	12	12	21	12
压缩残余变形 (%)	23	9.0	31	36	38	33	37	41	42	45

BDO = 1, 4 - 丁二醇、EG = 乙二醇、DEG = 二甘醇。指出 BDO、EG 和 DEG 的相对量 (wt%)。

ASTM 检测方法：¹ D3575；² D412；³ D624；⁴ D2632。

表 3:

采用 1,3-丙二醇或支化 C₃~C₅ 二醇扩链剂制造的着色弹性体的物理性能

实例	C11	C12	C13	1	2	3	4
丙二醇添加剂	否	否	MPD	MPD	1,3-BDO	NPG	PDO
黑色颜料	否	是	否	是	是	是	是
模塑温度 (°C)	45-55	N.P.	45-55	45-55	45-55	45-55	45-55
Asker C 硬度	69	66	67	67	69	66	66
密度 ¹ (g/cc)	0.36	0.40	0.36	0.40	0.40	0.40	0.40
拉伸强度 ² (kg/cm ²)	28	26	28	25	30	27	26
伸长率 ² (%)	252	280	245	270	310	270	273
剥撕 ³ (kg/cm)	2.5	2.5	2.2	2.6	2.5	2.4	2.4
90°角 ³ (kg/cm)	12	11	12	12	13	12	12
回弹性 ⁴ (%)	31	33	27	31	30	30	30
压缩残余变形 (%)	15	15	16	17	17	15	14

MPD=2-甲基-1,3-丙二醇, 1,3-BDO=1,3-丁二醇, NPG=新戊二醇, PDO=1,3-丙二醇

N.P.=不能加工。模塑温度是能够模塑完美鞋底的温度范围。

ASTM 检测方法: ¹D3575; ²D412; ³D624; ⁴D2632。