

聚酰胺类热塑性弹性体的研究进展

邱贤亮, 游德军, 岑 兰, 陈福林, 周彦豪

(广东工业大学 材料与能源学院, 广东 广州 510006)

摘要:简介聚酰胺(PA)类热塑性弹性体(TPAE)的种类及其性能,重点介绍共混型 TPAE 的研究进展。TPAE 主要包括 PA/丁腈橡胶热塑性动态硫化橡胶(TPV)、PA/丁基橡胶 TPV、PA/三元乙丙橡胶 TPV 和 PA/丙烯酸酯橡胶 TPV,现阶段被广泛应用于汽车工业、电线电缆和密封制品等方面,但该种材料形态结构控制困难,物理性能波动大、重复性差。目前多采用熔点低、价格贵的 PA12 作为连续相基体材料制备 TPV,导致 TPV 价格较高,不利于发展。开发新型高温硫化体系和加工工艺,采用熔点较高、价格便宜的 PA6 制备 PA 类 TPV 具有更高的实用价值。

关键词:聚酰胺;热塑性弹性体;动态硫化

中图分类号:TQ334.9 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2012)03-0187-05

热塑性弹性体(TPE)是 20 世纪 60 年代发展起来的新型高分子材料,它兼具传统橡胶的高弹性和热塑性塑料的热塑加工性,能利用现有的塑料加工设备和加工方法(如挤出、注射、吹塑和压延等)进行加工。更重要的是,TPE 能够像热塑性树脂一样进行多次加工并被回收和再利用,可极大地满足低能耗、多样化、精密以及可重复加工的要求,是高分子材料发展的方向,是解决橡胶加工和橡胶回收再利用的有效途径。TPE 能使橡胶工业生产流程缩短 1/4,能耗节约 25%~40%,效率提高 10~20 倍,堪称橡胶工业又一次材料和工艺技术革命,也是学术界和工业界研究和开发的热点^[1-2]。目前 TPE 已经广泛应用于汽车、家用电器、电线电缆、电子产品等众多领域。

热塑性动态硫化橡胶(TPV)是采用动态全硫化技术制备的一类共混型特殊 TPE。动态全硫化是指将热塑性树脂与橡胶熔融共混,然后投入交联剂,橡胶相在强烈的机械剪切作用和交联剂的化学交联作用下被剪切破碎成大量微米级交联橡胶颗粒并分散在热塑性树脂连续相基体中的过程。TPV 兼有各聚合物组分的优良性能,耐溶剂、耐压缩永久变形和耐屈挠疲劳性能优异,在高温下性能保持率较高。但 TPV 的性能很大程度

受基体树脂性能、橡胶在基体树脂中的分散情况和树脂与橡胶相容性的影响。

现研究最多并得到广泛应用的是烯烃类 TPV,但烯烃的耐热变形性能不佳,严重影响了其应用范围。为拓宽 TPV 的应用范围,多选择性能优异的工程塑料聚酰胺(PA)作为塑料基体与橡胶进行动态硫化,制得性能优异的共混型 PA 类热塑性弹性体(TPAE)。TPAE 既具有 PA 的较高强度、韧性和耐磨性等优良的物理性能以及优异的加工性能,还兼具橡胶良好的回弹性等。目前,PA 与橡胶共混制得的 TPV 中,商品化且应用较多有 PA/丁腈橡胶(NBR)、PA/三元乙丙橡胶(EPDM)和 PA/丁基橡胶(IIR) TPV。此外,PA/丙烯酸酯橡胶(ACM) TPV 因具有优异的耐热、耐油和加工性能,可用于高性能汽车油封而受到关注。

1 PA/NBR TPV

PA 具有质量小、易加工、制品尺寸稳定性和综合物理性能好的特点,其热分解温度高于 350℃。NBR 具有优异的耐油、耐老化和耐磨性能。NBR 和 PA 经动态硫化工艺制备的 TPV 具有较高的拉伸强度、较好的耐磨性能以及比 PP/EPDM TPV 优异的耐油性能,广泛用于汽车的密封系统和发动机系统^[3]。但交联的 NBR 难以合适的粒径均匀分散在 PA 相中,导致 PA/NBR TPV

基金项目:广东省创新实验项目(402102122)

作者简介:邱贤亮(1986—),男,广东雄县人,广东工业大学在读硕士研究生,主要从事纤维补强橡胶复合材料的改性研究。

压缩永久变形偏大、物理性能波动较大。

邢立华等^[4-6]在哈克流变仪中动态硫化 10 min 制备了 PA12/NBR 并用比为 30/70~40/60 的 TPV。该 TPV 具有以 PA12 为连续相、NBR 为分散相的两相结构;随着 PA12 用量的增大,TPV 的拉伸强度和耐油性能有很大提高,但邵尔 A 型硬度和压缩永久变形也增大,拉伸伸长率先减小后增大;加入邻苯二甲酸二辛酯、液体 NBR 或聚己二酸丙二醇酯 3 种增塑剂均可降低 TPV 的邵尔 A 型硬度,提高拉伸伸长率,且对耐油性影响不大;TPV 的熔点高于 PA12,熔融焓低于 PA12。研究硫化体系和 NBR 中丙烯腈含量对 PA12/NBR TPV 性能的影响时发现:采用马来酰亚胺衍生物类硫化剂 A/促进剂 DM 硫化体系,硫化时间为 15 min,NBR 中丙烯腈含量越大,TPV 的综合物理性能和耐油性能越好。

马翔等^[7-8]采用 3 种工艺制备了 PA/NBR TPV,并研究了 PA/NBR TPV 的结晶结构及性能。结果表明:采用开炼机预混、哈克流变仪混炼的工艺,混炼温度为 200 ℃,转速为 80~100 r·min⁻¹,可制得相态结构均匀、分散相粒径较小、物理性能和耐溶剂性能较好的 PA/NBR TPV;在 PA/NBR TPV 中,NBR 可诱发 PA 结晶;PA 连续相结晶结构分布的均匀性和相界面之间的相互作用是提高 PA/NBR TPV 耐溶剂性能的主要因素。

赵素合等^[9-10]研究了橡塑预混法、二步法和母炼胶法 3 种工艺对 PA/NBR TPV 相态结构、流变性能、物理性能和耐溶剂性能的影响。结果表明:NBR 与 PA 在高温、高剪切作用下,两相界面间可发生微化学反应,但并不影响动态硫化时两相之间的相态反转过程;采用橡塑预混法可制得分散相粒径小且分布均匀的 TPV,该 TPV 的 100%定伸应力大,压缩永久变形小,耐溶剂性能不佳,表观粘度略大,但挤出物外观光滑。研究热成型条件对 PA/NBR TPV 性能的影响发现:在保证物料能充分塑化的前提下,热成型温度越低,TPV 熔融焓越高,耐溶剂性能越好;TPV 最佳成型条件为 170 ℃×12 min,加工过程中快速冷却,可得到使 PA 相结晶结构更完整的 α 晶体,从而显著提高 TPV 的耐溶剂性。

R. Chowdhury 等^[11-12]采用不同羧基含量的羧基丁腈橡胶(XNBR)分别与三元 PA 和 PA6 动态硫化制备热塑性弹性体,研究发现,在熔融状态下,XNBR 的羧基与 PA 的氨基能够发生反应,在两者的界面上就地生成嵌段共聚物,共聚物的生成增大了橡胶和尼龙的界面作用力,使硫化胶粒径减小,硫化胶性能提高。此外,P. K. Das 等^[13]采用氢化丁腈橡胶(HNBR)和 PA6(橡塑比为 50/50)动态硫化制备了性能优异的 TPV。

2 PA/IIR TPV

PA/IIR TPV 兼具 IIR 优良的气密性、耐热性和 PA 优良的加工性能和物理性能,广泛应用于电冰箱软管、轮胎气密层等对气密性要求高的领域。但 PA 与 IIR 相容性较差,界面粘合力小,通过加入适量相容剂或对 IIR 进行适当改性,可以改进两相间的界面相容性,制备性能优异的 PA/IIR TPV。目前国外在该方面有大量研究,但在国内相关研究刚刚起步,因此深入研究 PA/IIR TPV 的制备方法,对填补国内空白具有重要意义。

van J. D. Dyke 等^[14-16]考察了 PA 和 IIR 在高温高剪切环境中混合时两者之间的相互作用。结果表明:两个看上去不相容的体系在没有硫化剂的情况下混合产生了少量的接枝或嵌段共聚物并且发生了交联;使用电子束照射共混物,交联加强,但尼龙出现一定程度的降解。使用 PA12 分别与不同型号的 IIR、氯化丁基橡胶(CIIR)和溴化丁基橡胶(BIIR)共混,比较动态硫化和非动态硫化产物的物理性能。试验结果表明:动态硫化产物的性能明显优于非动态硫化产物,且橡胶是否被卤化对共混物的拉伸性能影响显著;当 PA12 用量为 40 份时,共混物拉伸强度和拉伸伸长率的降幅由大到小依次为 PA12/CIIR,PA12/BIIR 和 PA12/IIR。试验还证明,在 TPV 中,橡胶的含量、不饱和度和门尼粘度对共混物的物理性能影响并不显著。比较不同硫化体系 PA/IIR TPV 的物理性能时发现采用硫黄作硫化剂制得的产物性能更优异。PA12 熔融温度的改变证明了动态硫化过程不仅影响橡胶相,也影响尼龙相。动态硫化过程显著影响了 PA/CIIR 体系的流变

性能,动态硫化共混物的熔体粘度随着剪切速率的升高而降低,显示了明显的非牛顿流体特性。

刘丛丛等^[17]研究 PA12/CIIR 共混比、硫化剂用量、相容剂品种和动态硫化加工工艺对 PA12/CIIR TPV 物理性能、流变性能和气密性的影响。结果表明,采用双螺杆挤出机进行动态硫化,当 PA12/CIIR 共混比为 35/65~40/60、N,N'-间亚苯基双马来酰胺亚胺用量为 2 份、相容剂马来酸酐接枝聚丙烯用量为 5 份时,PA12/CIIR TPV 的物理性能、流变性能和气密性较好。

黄桂青^[18]研究发现,以 CIIR 为基体制备的 TPV 各项物理性能优于以 BIIR 为基体制备的 TPV,CIIR 和 PA 具有更好的相容性。在哈克动态硫化工艺和开炼机动态硫化工艺对 TPV 性能影响的研究中发现,当转子转速为 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 、温度为 $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,动态硫化 10 min 制备的 TPV 性能较优。在硫黄硫化体系、树脂硫化体系、氧化锌硫化体系对 TPV 硫化效果的研究中发现,氧化锌硫化体系是 TPV 比较理想的硫化体系,经氧化锌硫化的 TPV 物理性能、流动性和反复加工性均优于其他硫化体系。

3 PA/EPDM TPV

橡塑共混必须满足共混物组分溶解度参数相近、极性相近、表面张力相近三原则。与 PP/EPDM TPV 相比,PA/EPDM TPV 具更好的物理性能和耐热、耐油性能,但 PA 与 EPDM 的相容性不佳,共混时必须加入相容剂,其有效相容剂有马来酸酐(MAH)接枝 EPDM(MAH-g-EPDM)、MAH 接枝 EPR(MAH-g-EPR)和氯化聚乙烯(CPE)等。

谢志赞等^[19-20]采用动态硫化技术制备了 PA/EPDM TPV。结果表明:采用 13 份 CPE 作相容剂对该共混体系的增容效果最好;硫黄硫化体系是 PA/EPDM TPV 的最佳硫化剂,当硫黄用量为 2 份时,既保证了该 TPV 中橡胶相能充分交联,又可避免过硫化对胶料性能造成负面影响;PA 用量为 35 份的 PA/EPDM TPV 具有良好的物理性能、耐溶剂性能和耐热老化性能;EPDM 以平均粒径为 $2\sim 5 \mu\text{m}$ 的粒子形态均匀分布于 PA 连续相中。对比 PA6/MAH-g-EPDM 两相

共混体系和 PA6/MAH-g-EPDM/EPDM 三相共混体系,发现两相共混体系性能更优。

J. H. Wu 等^[21]对 PA/EPDM TPV 结构与性能的关系进行研究。结果表明:由于 EPDM 和 PA6 不相容,导致聚合物材料复合界面在外力作用下容易被破坏,因此 PA/EPDM TPV 的性能比其他 TPE 差;硫化前阶段 PA/EPDM 相型态是 PA6 均匀分布在 EPDM 中,在动态硫化时发生相反转化,即动态硫化产生的 EPDM 微粒分散在 PA6 相中,随着 PA 用量的增大,TPV 减震效果变好。

R. Gallego 等^[22]研究了共混工艺和相容剂对 PA/EPDM TPV 性能的影响,结果表明,加入 20 份 MAH-g-EPDM 作相容剂对共混体系的增容效果最好,复合材料的综合物理性能好,且相容剂对复合材料性能的影响比共混工艺大。

H. Huang 等^[23-24]的研究结果表明:MAH-g-EPDM 和 PA 发生了增容反应,但相反转在 PA/MAH-g-EPDM/EPDM TPVs 中依然存在;随着相容剂 MAH-g-EPDM 用量的增大,交联的橡胶粒子均匀分散在 PA 基质中。对于使用 MAH-g-EPR 作相容剂的 TPVs,由于硫黄不能使 EPR 交联,因此体系中存在 3 个相。当 MAH-g-EPR 用量增大到 26 份时,可以观察到交联的 EPDM 颗粒分散在 PA 相和 MAH-g-EPR 相中,MAH-g-EPR 与 PA 和交联 EPDM 粒子的界面也逐渐减小;当 MAH-g-EPR 用量增大到 52 份时,相形态转变为交联的 EPDM 颗粒和 PA 分散在 MAH-g-EPR 基质中。

刘欣等^[25-26]研究发现,以 CPE 和 MAH-g-EPR 为相容剂的 PA/EPDM TPV 具有最佳的物理性能。当以 CPE 为相容剂、选用不同的硫化体系对共混物进行硫化时,发现硫黄为硫化剂时共混物具有最佳的综合性能。

此外,马军等^[27-29]也做了一系列 PA/EPDM 复合材料的研究。结果表明:采用特殊工艺处理,可使分散相颗粒成纤,微纤在与硫化压力方向垂直的平面内无规取向,取向的微纤复合材料不同于取向的短纤维复合材料;CPE 是 PA/EPDM 共混体系性能优良的相容剂,CPE 的最佳用量为 PA 用量的一半;共混温度控制在 $(160 \pm 5) \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、

PA与CPE共混时间控制在15 min、EPDM与CPE/PA的混炼时间控制在8 min为宜。

4 PA/ACM TPV

随着汽车工业的高速发展及其高性能化,汽车制造业对发动机内橡胶制品的耐热性能和耐油性提出了更高要求,普通NBR已无法满足要求,而耐油、耐热性能优异的ACM则越来越受到重视^[30]。ACM具有优异的耐热性能,其耐热温度可达150~175℃,仅次于氟橡胶(FKM)和硅橡胶(MVQ)。在耐油性方面,ACM对发动机油、齿轮油、喷气发动机油等都具有良好的抗耐性。ACM还具有极优异的耐臭氧、耐紫外线性能,而其价格仅为HNBR的1/5、MVQ的1/3、FKM的1/12^[31]。但是,ACM存在着加工性能差、需要二次硫化、贮存稳定性差等缺点。采用动态硫化法制备的PA/ACM TPV既拥有ACM的优良性能,还具备PA的优良加工性,易于成型加工,不需要二次硫化,还可回收重复利用,节约资源且清洁环保。

日本瑞翁公司动态硫化制备了PA/ACM TPV,商品名为“Zeotherm”。Zeotherm具有优异的耐热老化性能和耐油性,可在150℃、一定条件下甚至可在175℃下使用,是世界上首个商品化的能耐150℃以上高温的TPV,不但填补了传统TPV在高温应用领域的空白,而且覆盖了传统热固性橡胶-40~+175℃的整个应用温度范围。相对于基于烯烃的TPVs和共聚多酯,Zeotherm提供了杰出的长期耐热和耐油性。该材料已被证实满足美国汽车工程师学会(SAE J 2236)提出的持续耐150℃热空气、无机油和有机油3 000 h的要求^[32-33],引起学者们的研究新潮,但国内尚无相关报道。

5 结语

随着环保要求的提高,TPE因具有可回收利用、低毒、无污染等特点被广泛应用于汽车工业、电线电缆和密封制品等方面,目前存在的问题是形态结构控制困难,物理性能波动大、重复性差,主要原因是PA熔点高、熔体强度低,交联橡胶的相尺寸形态及分散均匀程度不稳定。现阶段

TPAE多采用熔点低、价格贵的PA12作为连续相基体材料,制备出的TPV价格较高,不利于TPAE的发展。因此,开发新型高温硫化体系和加工工艺,采用熔点较高、价格便宜的PA6制备PA类TPV具有更高的实用价值,并将成为TPAE的发展方向。

参考文献:

- [1] 关颖. 热塑性聚烯烃弹性体技术及市场分析[J]. 化工技术经济, 2005, 23(7): 44-49.
- [2] 田明, 李齐方. 热塑性硫化橡胶的加工与应用[J]. 合成橡胶工业, 2002, 25(1): 54-56.
- [3] 田洪池, 米永存, 曹建芳. 热塑性弹性体TPV的结构性能及其在汽车系统中的应用[J]. 汽车工艺与材料, 2007(4): 52-54.
- [4] 邢立华, 伍社毛, 张立群. 动态硫化法丁腈橡胶/尼龙12热塑性弹性体的制备及性能[J]. 合成橡胶工业, 2010, 33(3): 207-210.
- [5] 邢立华, 伍社毛, 张立群, 等. NBR/PA12 TPV的制备与性能研究[J]. 橡胶工业, 2010, 57(3): 139-144.
- [6] 邢立华. 丁腈橡胶/尼龙12共混型热塑性弹性体的制备和性能研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2010.
- [7] 马翔, 赵素合, 刘晓. 丁腈橡胶/聚酰胺热塑性弹性体的制备及性能[J]. 合成橡胶工业, 2005, 28(5): 384-387.
- [8] 马翔. 高阻隔NBR/二元PA TPV的制备、结构与性能[D]. 北京: 北京化工大学, 2005.
- [9] 赵素合, 贺春江. 丁腈橡胶/聚酰胺热塑性硫化胶的制备[J]. 合成橡胶工业, 2004, 27(5): 305-308.
- [10] 赵素合, 贺春江, 邹华. 成型条件对NBR/三元尼龙TPV结晶结构及性能的影响[A]. 2004年国际橡胶会议论文集(A卷)[C]. 北京: 中国化工学会橡胶专业委员会, 2004: 638-641.
- [11] Chowdhury R, Banerji M S, Shivakumar K. Development of Acrylonitrile-Butadiene (NBR)/Polyamide Thermoplastic Elastomeric Compositions; Effect of Carboxylation in the NBR Phase[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2006, 100(2): 1008-1012.
- [12] Chowdhury R, Baner M S. Polymer Blends of Carboxylated Butadiene-Acrylonitrile Copolymer (Nitrile Rubber) and Polyamide 6 Developed in Twin Screw Extrusion[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2007, 104(1): 372-377.
- [13] Das P K, Ambatkar S U, Sarma S S. Electron Beam Processing of Nylon 6 and Hydrogenated Nitrile Rubber (HNBR) Blends. I. Development of High Strength Heat-and Oil-Resistant Thermoplastic Elastomers[J]. Polymer International, 2006, 55(1): 118-123.
- [14] van Dyke J D, Gnatowski M, Koutsandreas A, et al. Chemi-

- cal Interaction in Blends of Polyamide and Butyl Rubbers[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2003, 89(4): 980-991.
- [15] van Dyke J D, Gnatowski M, Koutsandreas A, et al. A Study of Dynamic Vulcanization for Polyamide-12 and Chlorobutyl Rubber[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2003, 90(3): 871-880.
- [16] van Dyke J D, Gnatowski M, Koutsandreas A, et al. Effect of Butyl Rubber Type on Properties of Polyamide and Butyl Rubber Blends[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2004, 93(3): 1423-1435.
- [17] 刘丛丛, 伍社毛, 张立群. CIIR/PA12 TPV 的制备与性能研究[J]. 橡胶工业, 2009, 56(11): 645-649.
- [18] 黄桂青. 动态硫化 IIR/PA TPV 热塑性硫化胶的制备与研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2008.
- [19] 谢志赞, 邵奇, 刘欣. 动态硫化法制备三元乙丙橡胶/聚酰胺热塑性弹性体[J]. 合成橡胶工业, 2004, 27(2): 82-86.
- [20] 谢志赞. 聚酰胺/聚烯烃热塑性弹性体共混物性能和结构的研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2003.
- [21] Wu J H, Li C H, Chiu H T, et al. Dynamic Properties of Rubber Vibration Isolators and Antivibration Performance of Ethylene-Propylene-Diene Monomer/Nylon 6 Blend Systems[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2008, 108(6): 4114-4121.
- [22] Gallego R, Garcia-Lopez D, Lopez-Quintana S, et al. Toughening of PA6/mEPDM Blends by Two Methods of Compounding, Extruder and Internal Mixer; Rheological, Morphological and Mechanical Characterization[J]. Polymer Bulletin, 2008, 60(5): 665-675.
- [23] Huang H, Takayuki Ikehara, Toshio Nishi. Observation of Morphology in EPDM/Nylon Copolymer Thermoplastic Vulcanizates by Atomic Force Microscopy[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2003, 90(5): 1242-1248.
- [24] Liu X, Huang H, Zhang Y, et al. Polyamide Reinforced EPDM Compatibilized with Maleic Anhydride Grafted Ethylene-Propylene-Diene Rubber[J]. Polymers and Polymer Composites, 2003, 11(3): 179-188.
- [25] 刘欣, 谢志赞, 黄华, 等. 增容剂和硫化剂对 EPDM/PA 动态硫化热塑性弹性体性能的影响[J]. 合成橡胶工业, 2002, 25(2): 117.
- [26] Liu X, Huang H, Xie Z Y, et al. EPDM/Polyamide TPV Compatibilized by Chlorinated Polyethylene[J]. Polymer Testing, 2003, 21(1): 9-16.
- [27] 马军, 张惠峰, 赵阳, 等. EPDM/三元共聚尼龙高性能弹性体相容剂及共混工艺的研究[J]. 橡胶工业, 2000, 47(6): 323-330.
- [28] 马军, 张宏宇, 田兆斌, 等. EPDM/PA 高性能弹性体配合体系的研究[J]. 橡胶工业, 2000, 47(10): 588-593.
- [29] 冯予星, 马辉, 马军, 等. EPDM/PA 复合材料原位生成微纤的考察[J]. 复合材料学报, 2001, 18(2): 4-7.
- [30] 秦宜. 丙烯酸酯橡胶将成为发展主流[J]. 中国石油和化工, 2009(1): 30.
- [31] 焦书科, 夏宇正. 丙烯酸酯橡胶(ACM)研发进展[J]. 丙烯酸化工与应用, 2007, 20(3): 1-9.
- [32] Dickerhoof Jeffrey E, Cail Brian J, Harber Samuel C. 150 °C Heat-Oil Resistant TPVs-Long-Term Fluid and Spike Temperature Comparison[J]. Society of Plastics Engineers, 2004(3): 4167-4171.
- [33] Cail Brian J, Harber Samuel C, Nevitt Mark A. Zeotherm® TPVs for Automotive Boots, Bellows, and Air Duct Applications[A]. 7th Thermoplastic Elastomers Topical Conference 2005-Expanding Materials Applications and Markets. Akron, Ohio, USA; 2005-09-12: 81-88.

收稿日期: 2011-09-13

一种橡胶电线绝缘材料及其制造方法

中图分类号: TQ336.4⁺2; TQ333.92 文献标志码: D

由佛山市顺德区凯华电器实业有限公司申请的专利(公开号 CN 102108161A, 公开日期 2011-06-29)“一种橡胶电线绝缘材料及其制造方法”, 涉及的橡胶电线绝缘材料配方为: 氯化聚乙烯橡胶 100, 补强剂 10~30, 填充剂 80~120, 阻燃剂 20~40, 增塑剂 15~30, 交联助剂 2~5, 过氧化物交联剂 2~5, 稳定剂 4~8, 活性剂 5~10, 润滑剂 3~8。该橡胶电线绝缘材料多环芳香烃含量低、环保性能好、安全性强。

(本刊编辑部 赵 敏)

一种高强度氟橡胶制品胶料配方

中图分类号: TQ333.93 文献标志码: D

由铁岭福神橡胶密封有限责任公司申请的专利(公开号 CN 102108171A, 公开日期 2011-06-29)“一种高强度氟橡胶制品胶料配方”, 涉及的高强度氟橡胶制品胶料配方为: 氟橡胶(牌号 2603) 100, 纳米碳酸钙(粒径小于 80 nm) 15~22, 氧化镁 3, 氢氧化钙 6, 双酚 AF 2.5, 促进剂 BPP 0.5, 着色剂 适量。该氟橡胶制品强度较高(拉伸强度可达到 14 MPa), 性能优异, 满足使用要求。

(本刊编辑部 赵 敏)