



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113956552 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 20

(21) 申请号 202111180754.6

(22) 申请日 2021.10.11

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113956552 A

(43) 申请公布日 2022.01.21

(73) 专利权人 华东理工大学  
地址 200237 上海市徐汇区梅陇路130号

(72) 发明人 李秋影 何宇 邵卓妍 金谊

(74) 专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283  
专利代理师 王卫彬 倪丽红

(51) Int. Cl.  
C08L 9/02 (2006.01)  
C08K 3/30 (2006.01)  
C08K 3/16 (2006.01)  
B65G 15/32 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105111542 A, 2015.12.02

CN 1583856 A, 2005.02.23

CN 101486800 A, 2009.07.22

CN 109851871 A, 2019.06.07

吴驰飞等. 丁腈橡胶的配位硫化.《高分子通报》.2009, (第06期),

袁晓芳等. 新型配位交联硫酸铜/丁腈橡胶复合材料的影响因素.《特种橡胶制品》.2007, (第04期),

审查员 尹巍巍

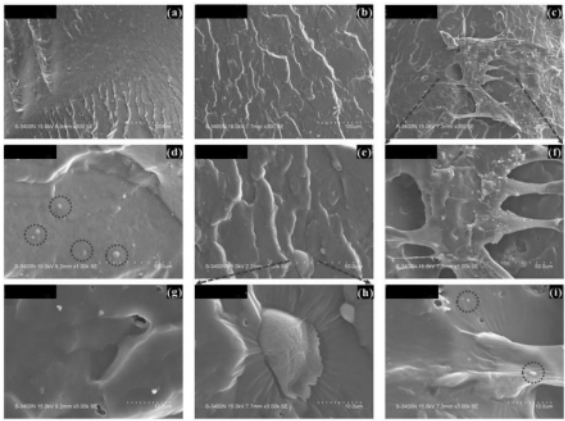
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

改性橡胶及其制备方法、应用、输送带

(57) 摘要

本发明公开了一种改性橡胶及其制备方法、应用、输送带。本发明的改性橡胶原料组合物包括固体丁腈橡胶(NBR)、金属盐和液体含丁腈橡胶(LNBR),所述金属盐为铜盐或锌盐,所述NBR、所述金属盐和所述LNBR的质量比为100:(5~15):(1~12)。本发明的改性橡胶具有高强度、高韧性、硬度适中和优异的耐油性能,并且原料组合物配方组分简单,制备过程耗时短、生产效率高、耗能低。



1. 一种改性橡胶的制备方法,其特征在于,其包括如下步骤:

(1) 将改性橡胶的原料组合物进行混炼得改性橡胶预混料;

(2) 将所述改性橡胶预混料进行压制得胶片;

(3) 将所述胶片硫化得改性橡胶;

所述改性橡胶的原料组合物包括NBR、硫酸铜和LNBR,所述NBR、所述硫酸铜和所述LNBR的质量比为100:(6~10):(2~4);所述NBR的结合腈含量不低于40%,其中,结合腈含量指的是腈基占所述NBR的质量百分比;所述LNBR的结合腈含量为20~40%,其中,结合腈含量指的是腈基占所述LNBR的质量百分比;

所述硫化的温度为180~200℃,所述硫化的时间为15~40min;

所述硫酸铜与所述NBR形成配位键网络结构,所述LNBR和所述NBR形成的共连续结构;所述硫酸铜还分布在所述LNBR的表面。

2. 如权利要求1所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述NBR的结合腈含量为40~50%。

3. 如权利要求1所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述NBR的平均分子量大于十万。

4. 如权利要求1所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述硫酸铜不含结合水。

5. 如权利要求1所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述LNBR的结合腈含量为33%。

6. 如权利要求1所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述LNBR的平均分子量小于10000。

7. 如权利要求1所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述NBR、所述硫酸铜和所述LNBR的质量比为100:9:2或100:10:4。

8. 如权利要求1所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述混炼在加热中进行混合即可。

9. 如权利要求8所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述混合为先将所述NBR和所述LNBR混合,再与所述硫酸铜混合。

10. 如权利要求9所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述NBR和所述LNBR的混合为将所述LNBR涂抹在所述NBR的表面,再进行搅拌。

11. 如权利要求10所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述搅拌的转速为20~40r/min;

和/或,所述搅拌的时间为5~10min。

12. 如权利要求9所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,与所述硫酸铜混合为所述硫酸铜与所述LNBR和所述NBR的混合物进行搅拌即可。

13. 如权利要求12所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述搅拌的转速为20~40r/min;

和/或,所述搅拌的时间为5~10min。

14. 如权利要求8~13任一项所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述混炼过程中加热的温度为50~70℃。

15. 如权利要求14所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述混炼过程中加热的温

度为60℃。

16.如权利要求1所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述硫化的温度为190℃,所述硫化的时间为20~30min;

和/或,所述硫化在所述硫化的温度下压板即可,所述压板的时间即为所述硫化的时间;

和/或,所述压板过程中还需进行放气;

和/或,所述胶片的形状为方形。

17.如权利要求16所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述硫化的时间为25min;

和/或,所述放气的频率为2~7min/次。

18.如权利要求17所述的改性橡胶的制备方法,其特征在于,所述放气的频率为3min/次或5min/次。

19.一种由权利要求1~18任一项所述的改性橡胶的制备方法制备得到的改性橡胶。

20.一种如权利要求19所述的改性橡胶作为覆盖胶在输送带中的应用。

21.一种输送带,其特征在于,其包括如权利要求19所述的改性橡胶。

## 改性橡胶及其制备方法、应用、输送带

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种改性橡胶及其制备方法、应用、输送带。

### 背景技术

[0002] 输送带,又称运输带,是用于皮带输送带中起承载和运送物料作用的橡胶与纤维、金属复合制品,或者是物料和织物复合的制品,广泛应用于水泥、焦化、冶金、化工和钢铁等行业。其中,覆盖胶在橡胶输送带中发挥着极为重要的作用。由于经常需要输送大重量、形状尖锐的物料,在输送带输送物料的过程中,输送带的覆盖胶会与物料不断地发生碰撞和摩擦而产生磨损,当磨损程度太高时,水分或油性物质便容易渗入输送带内部,腐蚀骨架材料,使输送带失效。同时,输送带运输重物时会产生一定的变形,所以对输送带覆盖胶的韧性也有较高的要求。另外,覆盖胶容易被矿物油侵蚀,致使输送带发生溶胀,引起输送带上胶料的脱落。

[0003] 中国专利文献CN104311896A公开了一种制备高强度、高耐磨输送带用覆盖胶的方法,该方法是将天然橡胶、顺丁橡胶和相应的助剂以两段混炼工艺制备出混炼胶,主要采用共价键形成交联网络的方式对混炼胶进行增强。中国专利文献CN104292537A提供了一种耐油输送带覆盖胶的制备方法,该方法是先将丁腈橡胶投入开炼机中进行塑炼,再将塑炼胶投入密炼机中,依次加入一定质量份的补强填料、硫化活性剂、增塑剂、防老剂、软化剂、填充剂、硫化剂、促进剂等,混匀后以硫化的方式得到耐油覆盖胶。上述现有技术所制备的覆盖胶,其拉伸强度和韧性互相制约,无法对二者同时进行提升,未能实现同时具有高强和高韧的性能。同时,两者在使用过程中也存在局限性:前者不适于输送矿物油等物料,后者不适于输送大重量物料。并且,CN104292537A的混炼配方组分多,制备过程耗时长、效率低。因此,提高输送带用覆盖胶的强度、韧性和耐油性能,简化配方组分、提高生产效率具有十分重要的经济效益。

### 发明内容

[0004] 本发明解决的技术问题在于克服了现有技术的输送带覆盖胶的强度和韧性不能同时提升、耐油性能差、配方组分多、制备过程耗时长、效率低等缺陷,提供了一种改性橡胶、输送带及其制备方法、应用。本发明的改性橡胶具有高强度、高韧性、高硬度和优异的耐油性能,并且原料组合物配方组分简单,制备过程耗时短、生产效率高、耗能低。

[0005] 本发明采用以下技术方案解决上述技术问题:

[0006] 本发明提供了一种改性橡胶的原料组合物,其包括固体丁腈橡胶(NBR)、金属盐和液体含丁腈橡胶(LNBR),所述金属盐为铜盐或锌盐,所述NBR、所述金属盐和所述LNBR的质量比为100:(5~15):(1~12)。

[0007] 本发明通过金属盐中的金属离子和固体丁腈橡胶中的腈基发生配位交联反应,形成配位键网络结构,突出了现有技术的硫磺共价交联中需要添加炭黑补强材料,进而带来的无机填料粒子分散不均以及和基体橡胶的界面相互作用导致拉伸强度始终无法达到更

高的水平的技术瓶颈。

[0008] 本发明中,所述NBR的结合腈含量较佳地为不低于40%,更佳地为40~50%;其中,结合腈含量指的是腈基占所述NBR的质量百分比。

[0009] 现有技术中虽有公开含腈基橡胶中结合腈含量对聚合物强度的影响,但是本领域技术人员会常规地选择中等结合腈含量的丁腈橡胶作为基材,这是因为结合腈含量越高,对提高改性橡胶的强度虽有利,但是其韧性相应地会很差。为了同时满足强度和韧性的要求,本领域技术人员一般不会选择高结合腈含量的丁腈橡胶作为基材。本发明优选高结合腈含量的NBR、不仅进一步提升了橡胶制品的强度,而且通过与特定质量比的LNBR配合,使同时具有高韧性。

[0010] 本发明中,所述NBR的分子量可为本领域常规,一般地使所述NBR在常温下呈固体即可,较佳地为平均分子量大于十万。

[0011] 本发明中,所述锌盐可为本领域常规的阳离子为锌离子的盐,较佳地为硫酸锌、氯化锌、硝酸锌、碱式碳酸锌和磷酸二氢锌中的一种或多种,较佳地为硫酸锌或氯化锌。

[0012] 本发明中,所述铜盐可为本领域常规的阳离子为铜离子的盐,一般地可为硫酸铜、硝酸铜、氯化铜、碳酸铜、碱式碳酸铜和碱式硫酸铜中的一种或多种,较佳地为硫酸铜或氯化铜,更佳地为硫酸铜。

[0013] 本发明中,所述金属盐的结合水的含量可为本领域常规,较佳地为不含结合水。

[0014] 不含结合水的金属盐的颗粒粒径更小,金属离子与腈基的配方反应的程度更高,制得的改性橡胶的强度更高。

[0015] 本发明中,所述金属盐较佳地为铜盐,更佳地为硫酸铜,进一步更佳地为无水硫酸铜。

[0016] 本发明中,所述LNBR的结合腈含量较佳地为不高于40%,更佳地为20~40%,进一步更佳地为33%;其中,结合腈含量指的是腈基占所述LNBR的质量百分比。

[0017] LNBR中较低的结合腈含量,使得在热压硫化过程中,与附着在其表面的金属离子不易发生配位交联反应,从而不会形成良好的三维网状结构。同时,发明人发现,NBR橡胶基体的交联密度高是其韧性变差的主要原因,而LNBR能显著提升样品的韧性。

[0018] 其它小分子如邻苯二甲酸酯等,仅仅起到增塑剂的作用,能够改变生胶的柔顺性,使其便于加工;但是小分子会被包裹在NBR基体中,既无法降低体系的交联密度,也会由于共混性较差,形成缺陷,不利于复合材料机械性能的提高。本发明添加LNBR改善韧性,则不会出现上述问题。

[0019] 本发明中,所述LNBR的分子量可为本领域常规,一般地使所述LNBR在常温下呈液体即可,较佳地为平均分子量小于10000。

[0020] 本发明中,所述NBR和所述金属盐的质量比较佳地为100:(7~13),更佳地为100:(9~11),例如100:10。

[0021] 发明人在研究中发现,随着金属盐的用量的增加,交联密度明显增加,得到的改性橡胶的硬度上升、耐曲挠性变差,随之韧性也相应变差。

[0022] 本发明中,所述NBR和所述LNBR质量比较佳地为100:(1~10);更佳地为100:(2~7),例如100:4。

[0023] 本发明中,所述NBR、所述金属盐和所述LNBR的质量比较佳地为100:(7~13):(1~

10),更佳地为100:(9~11):(2~7),例如100:9:2,100:10:4或100:11:7。

[0024] 本发明还提供了一种改性橡胶预混料,其包括NBR、金属盐和LNBR,所述NBR、所述金属盐和所述LNBR的质量比为100:(5~15):(1~12),所述金属盐被包裹在所述NBR的基体中,所述金属盐还分散在所述LNBR的表面,所述LNBR与所述NBR呈共连续结构。

[0025] 本发明还提供一种如上所述的改性橡胶预混料的制备方法,其包括如下步骤:将如上所述的原料组合物进行混炼即可。

[0026] 本发明中,所述混炼可采用本领域常规的方法进行,一般地在加热中进行混合即可。

[0027] 其中,所述混合较佳地为先将所述NBR和所述LNBR混合,再与所述金属盐混合。

[0028] 所述NBR和所述LNBR的混合可采用本领域常规的方法进行,较佳地,将所述LNBR涂抹在所述NBR的表面,再进行搅拌。所述搅拌的转速可为本领域常规,较佳地为20~40r/min。所述搅拌的时间可为本领域常规,较佳地为5~10min。

[0029] 与所述金属盐混合可采用本领域常规的方法进行,较佳地,所述金属盐与所述LNBR和所述NBR的混合物进行搅拌即可。所述搅拌的转速可为本领域常规,较佳地为20~40r/min。所述搅拌的时间可为本领域常规,较佳地为5~10min。

[0030] 其中,所述混炼过程中加热的温度较佳地为50~70℃,例如60℃。

[0031] 混炼时的加热温度过高,在混炼步骤容易发生配位交联反应,此时混料尚不均匀,不利于后续配位交联反应的进行;温度太低,不利于物料的混合均匀。

[0032] 本发明中,所述混炼的设备可为本领域常规,一般地可为密炼机。

[0033] 本发明中,较佳地,先对所述混炼的设备进行预热。所述预热的时间较佳地为5~15min,更佳地为10min。

[0034] 本发明还提供了一种如上所述的制备方法制得的改性橡胶预混料。

[0035] 本发明还提供了一种胶片,其由如上的改性橡胶预混料压制而成。

[0036] 本发明中,所述压制可采用本领域常规方法进行,一般地,将所述改性橡胶预混料挤压出一定厚度的胶片即可。其中,所述胶片的厚度可为本领域常规。

[0037] 本发明中,所述压制的设备可为本领域常规,较佳地为开炼机。

[0038] 本发明还提供了一种改性橡胶,其包括金属盐、NBR和LNBR,其中:

[0039] 所述金属盐与所述NBR形成配位键网络结构,所述LNBR和所述NBR形成的共连续结构;

[0040] 所述金属盐还分布在所述LNBR的表面;

[0041] 所述NBR、所述金属盐和所述LNBR的质量比为100:(5~15):(1~12),所述金属盐为铜盐或锌盐。

[0042] 本发明的铜或锌离子与腈基形成的配位键将各个线性NBR分子进行联结,逐步形成了配位键网络结构,配位交联网络结构是复合改性橡胶具有高拉伸强度的主要原因。

[0043] 本发明中,所述NBR、所述金属盐和所述LNBR的质量比可为如上所述。

[0044] 本发明中,所述金属盐可为如上所述。

[0045] 本发明中,所述铜盐可为如上所述。

[0046] 本发明中,所述锌盐可为如上所述。

[0047] 本发明还提供了一种如上所述的改性橡胶的制备方法,其包括如下步骤:如上所

述的胶片进行硫化即可,所述硫化的温度为150~250℃,所述硫化的时间为15~40min。

[0048] 本发明中,所述硫化的温度较佳地为180~200℃,例如190℃。

[0049] 本发明中,所述硫化的时间较佳地为20~30min,例如25min。

[0050] 本发明中的硫化指的是使金属离子与NBR基体进行配位交联反应的过程。

[0051] 本发明中,所述硫化可采用本领域常规的方法进行,一般地,在所述硫化的温度下压板即可,所述压板的时间即为所述硫化的时间。

[0052] 其中,所述压板过程中,较佳地,还需进行放气。所述放气的频率较佳地为2~7min/次,例如3min/次或5min/次。

[0053] 本发明中,所述胶片的形状可为本领域常规,较佳地为方形。

[0054] 本发明中,所述硫化的设备可为本领域常规,较佳地为平板硫化机。

[0055] 本发明中,所述硫化后一般地还包括冷却和脱模过程。

[0056] 所述冷却和所述脱模过程采用本领域常规方法进行即可。

[0057] 本分明还提供一种如上所述的制备方法制得的改性橡胶。

[0058] 本发明还提供一种如上所述的改性橡胶作为覆盖胶在输送带中的应用。

[0059] 本发明还提供一种输送带,其包括如上所述的改性橡胶。

[0060] 本发明的积极进步效果在于:

[0061] (1) 本发明制得的改性橡胶突破了共价交联拉伸强度和韧性互相制约的技术瓶颈,同时具有高拉伸强度和高韧性,拉伸强度可均接近或高于20MPa,较佳实施例中可高于30MPa,甚至可高达34.2MPa;断裂伸长率可均高于400%,较佳实施例中可高于580%,甚至可高达600%;

[0062] (2) 本发明制得的改性橡胶硬度适中,便于加工;

[0063] (3) 本发明制得的改性橡胶同时具有优异的耐油性能,2#油体积变化率可均小于5%,较佳实施例中可小于2%,甚至低至1.79%;3#油体积变化率可均30%,较佳实施例中可小于20%,甚至低至15%;

[0064] (4) 本发明的原料组合物配方组分简单,不涉及硫化剂、硫化促进剂、活性剂和补强剂等多种组分,制备过程耗时短、生产效率高、耗能低。

## 附图说明

[0065] 图1为本发明制得的改性橡胶的SEM图;其中图a、d和g为实施例1所得改性橡胶的SEM图,图d和g为图a的局部放大图;图b、e和h为实施例2所得改性橡胶的SEM图,图e和图h为图b的局部放大图;图f、i和c均为实施例3所得改性橡胶的SEM图,图f和图i为图e的局部放大图。

[0066] 图2为实施例1制得的改性橡胶的三个样品的应力应变曲线图。

## 具体实施方式

[0067] 下面通过实施例的方式进一步说明本发明,但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。下列实施例中未注明具体条件的实验方法,按照常规方法和条件,或按照商品说明书选择。

[0068] 以下实施例和对比例中所用的NBR、LNBR、CuSO<sub>4</sub>、ZnCl<sub>2</sub>和CuCl<sub>2</sub>均购自上海麦克林

生化科技有限公司。

[0069] 实施例1

[0070] 本实例所用NBR的型号为DN003,结合腈含量为50%;LNBR型号为1312,结合腈含量为33%。启动密炼机,待密炼机加热到60℃,恒温10min左右后,将0.6g的LNBR涂抹在30g NBR表面,保证涂抹均匀,放入密炼机中搅拌,搅拌转速为25r/min,搅拌时间为5min。在60℃下,向密炼机中加入1.8g的CuSO<sub>4</sub>,搅拌5min后得到混炼的团状样品,NBR、LNBR和CuSO<sub>4</sub>的质量比为100:2:9。将团状样品放入开炼机,挤压出2mm厚度的胶片。将挤压得到的片状胶片裁剪为方块,使用平板硫化机,在180℃下压板30min,期间每隔3min放气一次,共放气10次。后经冷却、脱模,得到CuSO<sub>4</sub>/LNBR/NBR的改性橡胶。

[0071] 实施例2

[0072] 加入LNBR的质量为1.2g,CuSO<sub>4</sub>的质量为3g,NBR、LNBR和CuSO<sub>4</sub>的质量比为100:4:10,硫化的温度为190℃,硫化的时间为25min,其他均与实施例1相同,得到CuSO<sub>4</sub>/LNBR/NBR的改性橡胶。

[0073] 实施例3

[0074] 加入LNBR的质量为2.1g,CuSO<sub>4</sub>的质量为3.3g,NBR、LNBR和CuSO<sub>4</sub>的质量比为100:7:11,硫化的温度为200℃,硫化的时间为20min,其他均与实施例1相同,得到CuSO<sub>4</sub>/LNBR/NBR的改性橡胶。

[0075] 实施例4

[0076] 本实施例所用NBR的结合腈含量为33%,其他均与实施例2相同,得到改性橡胶。

[0077] 实施例5

[0078] 加入LNBR的质量为1.2g,CuSO<sub>4</sub>的质量为4.5g,NBR、LNBR和CuSO<sub>4</sub>的质量比为100:4:15,其他均与实施例2相同,得到改性橡胶。

[0079] 实施例6

[0080] 硫化的温度为150℃,其他均与实施例2相同,得到改性橡胶。

[0081] 实施例7

[0082] 本实施例所用LNBR的结合腈含量为18wt%,其他均与实施例2相同,得到改性橡胶。

[0083] 实施例8

[0084] 将硫酸铜替换为氯化锌,硫化的温度为180℃,硫化的时间为30min,其他均与实施例2相同,得到ZnCl<sub>2</sub>/LNBR/NBR的改性橡胶。

[0085] 实施例9

[0086] 将硫酸铜替换为氯化铜,硫化的温度为180℃,硫化的时间为30min,其他均与实施例2相同,得到CuCl<sub>2</sub>/LNBR/NBR的改性橡胶。

[0087] 对比例1

[0088] 根据中国专利文献CN104292537A的实施例2制得改性橡胶。

[0089] 对比例2

[0090] 将LNBR替换为邻苯二甲酸酯,其他均与实施例2相同,得到改性橡胶。

[0091] 效果实施例

[0092] 1、拉伸强度和断裂伸长率测试:使用的仪器为万能拉力试验机,美特斯工业系统



(中国)有限公司生产,型号为MTS CMT 2203。拉伸速率为500mm/min,哑铃状试样的厚度为2mm,长度为115mm,执行标准为GB/T528-2009。对实施例1~9以及对比例1~2所得的改性橡胶进行拉伸强度和断裂伸长率测试,结果如表1所示。

[0093] 2、硬度测试:测试选用的仪器为邵氏硬度计(邵氏硬度D),型号为TH210D。样品厚度为4mm,1s后读数,执行标准为GB/T2411-2008。对实施例1~9以及对比例1~2所得的改性橡胶进行硬度测试,结果如表1所示。

[0094] 3、耐油性测试:分别将实施例1~9和对比例1~2所得的改性橡胶样品浸泡在70℃下2#和3#油中,72h后取出计算样品体积变化率,执行标准为GB/T1690。

[0095] 4、SEM表征

[0096] 对实施例1~3所得的改性橡胶进行液氮脆断制样,再进行SEM表征,结果如图1所示。其中,图a、d和g为实施例1所得改性橡胶的SEM图,图d为图a的局部放大图,图g为图d的局部放大图;图b、e和h为实施例2所得改性橡胶的SEM图,图e为图b的局部放大图,图h为图e的局部放大图;图c、f和i均为实施例3所得改性橡胶的SEM图,图f是图c的局部放大图,图i是图f的局部放大图。图中圆圈标记的为硫酸铜粒子。

[0097] 从SEM图中可以看出,LNBR和NBR融合为共连续结构,部分硫酸铜粒子分布在LNBR的表面。

[0098] 表1实施例1~9和对比例1~2所得改性橡胶的效果数据表

[0099]	项目	拉伸强度 MPa	断裂伸长率 %	硬度 shore A	2#油体积变 化率%	3#油体积变 化率%
	实施例1	33.3	580	64	1.84	17
	实施例2	34.2	583	60	1.79	15
	实施例3	29.3	600	59	2.05	19
	实施例4	18.7	424	55	4.22	26
	实施例5	39.6	259	92	1.75	18
[0100]	实施例6	18.8	600	52	1.68	17
	实施例7	24.4	600	54	1.79	19
	实施例8	27.9	424	53	1.77	18
	实施例9	30.8	435	59	1.84	19
	对比例1	18.9	460	53	2.17	26
	对比例2	19.1	337.5	56	1.88	21

[0101] 由表1可知,本发明制得的改性橡胶同时具有高强度、高韧性、硬度适中和良好的耐油性能。所得改性橡胶的拉伸强度可均接近或大于20MPa,实施例1~2和实施例5、实施例9甚至超过30MPa;断裂伸长率可均高于400%,实施例3、4、6和7甚至达到了600%;邵氏硬度适中,便于加工;2#油体积变化率较小,绝大部分实施例均小于2%,3#油体积变化率小于20%。

[0102] 实施例4降低NBR的结合腈含量,其强度、韧性和耐油性能较其他实施例均较差。

[0103] 实施例5中硫酸铜用量较大,其强度明显变大,随之韧性相对变差。

[0104] 实施例6的硫化温度较其他实施例要低,得到的改性橡胶的强度较大、韧性较好。

[0105] 实施例7的LNBR的结合腈含量较低,得到的改性橡胶的强度有所降低、韧性得到提升。

[0106] 实施例8采用 $\text{ZnCl}_2$ 与NBR进行配位交联,得到的改性橡胶的强度和韧性均较铜盐有所降低。

[0107] 实施例9采用 $\text{CuCl}_2$ 与NBR进行配位交联,得到的改性橡胶的强度和韧性要较硫酸铜稍差。

[0108] 对比例2采用增塑剂邻苯二甲酸酯进行韧性改性,得到的改性橡胶的强度和韧性都明显差于本发明。

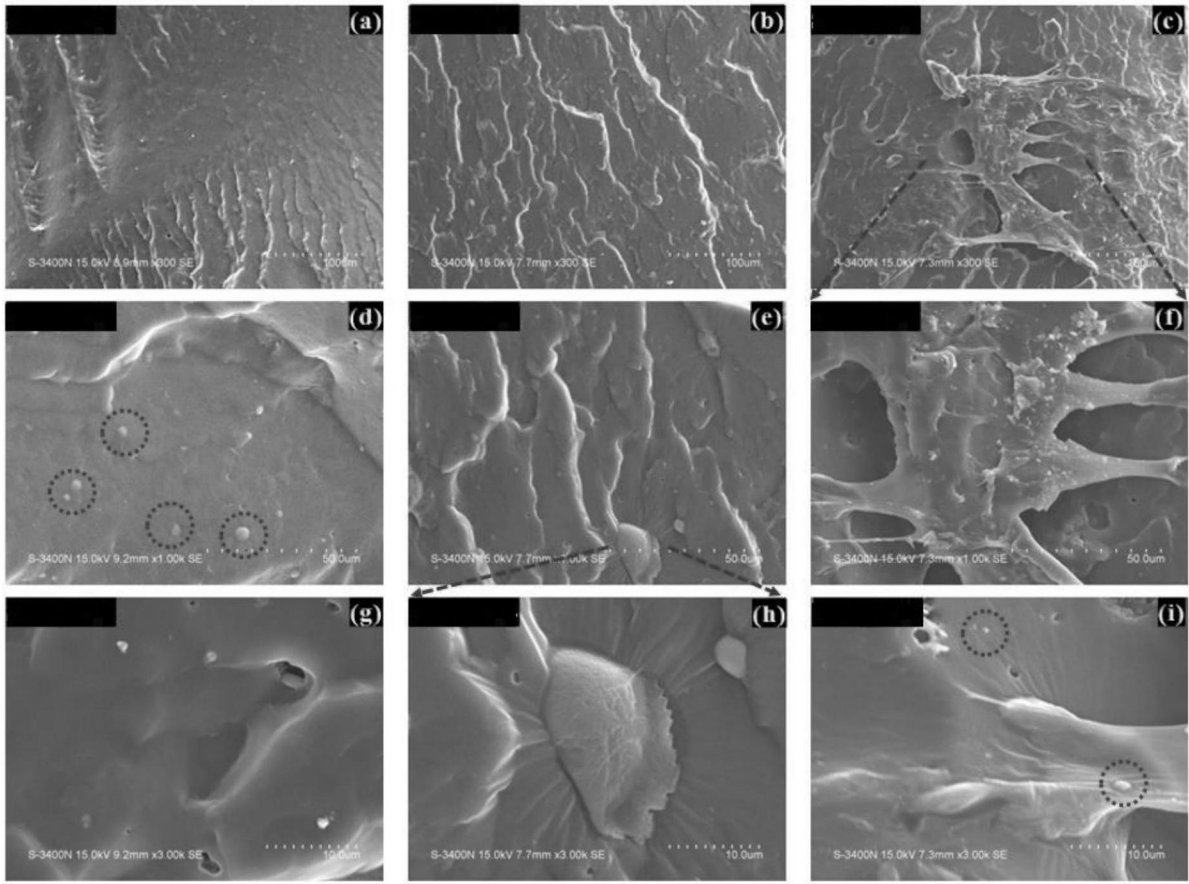


图1

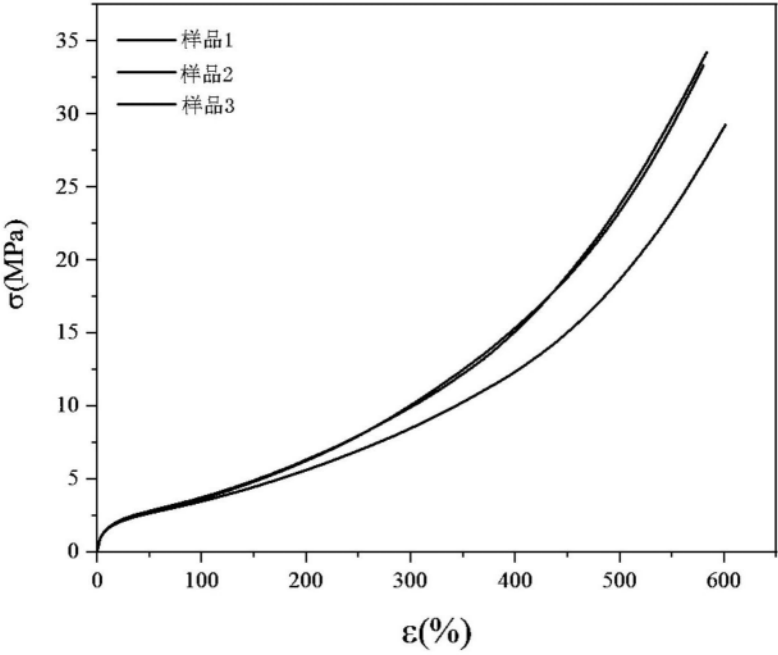


图2