



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116986584 B

(45) 授权公告日 2024.01.02

(21) 申请号 202311266289.7

(22) 申请日 2023.09.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116986584 A

(43) 申请公布日 2023.11.03

(73) 专利权人 河北省科学院能源研究所
地址 050000 河北省石家庄市桥西区友谊
南大街46号河北省科学院5号楼
专利权人 河北宝力工程装备股份有限公司

(72) 发明人 王莎莎 田志 许跃龙 任斌
石娟 王毅 翟作昭

(74) 专利代理机构 石家庄德皓专利代理事务所
(普通合伙) 13129
专利代理师 刘磊娜

(51) Int.Cl.

C01B 32/15 (2017.01)

C08K 3/04 (2006.01)

C08L 23/22 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110615424 A, 2019.12.27

CN 116654895 A, 2023.08.29

CN 116332157 A, 2023.06.27

CN 111204755 A, 2020.05.29

FR 2854890 A1, 2004.11.19

审查员 梁语燕

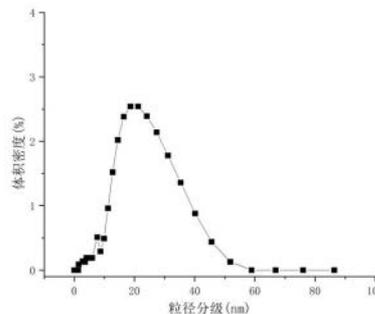
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法及其在橡胶中的应用

(57) 摘要

本发明涉及一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法及其在橡胶中的应用,包括以下步骤:
A、将质量比3~7:1~4:1.5~5.3:1.3~4.1:2.1~6.4的壳聚糖、磷酸氢二铵、(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、氯化锌和高铁酸钾球磨,静置,得到中间产物;B、在空气气氛下,将中间产物于180~220℃处理2-4h后,再置于惰性气氛中进行炭化反应,冷却至室温得到氮、磷、铁掺杂的碳材料。该方法制备的碳材料可有效补强橡胶。



1. 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

A、将质量比3~7:1~4:1.5~5.3:1.3~4.1:2.1~6.4的壳聚糖、磷酸氢二铵、(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、氯化锌和高铁酸钾球磨,静置,得到中间产物;

B、在空气气氛下,将中间产物于180~220℃处理2-4h后,再置于惰性气氛中进行炭化反应,冷却至室温得到氮、磷、铁掺杂的碳材料;

所述步骤B中,炭化步骤为以15~25mL/min的速率不断通入保护气,先从室温以1.2~1.7℃/min的速率升温至300±10℃,然后以1.8~2.2℃/min速率升温到900±10℃后保持2.5~3.5个小时。

2. 根据权利要求1所述的一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,其特征在于,所述步骤A中壳聚糖、磷酸氢二铵、(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、氯化锌和高铁酸钾的质量比为5:2:2:2:3。

3. 根据权利要求1所述的一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,其特征在于,所述步骤A球磨步骤具体为球磨15-25min暂停4-6min,重复2-4次。

4. 根据权利要求1所述的一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,其特征在于,所述步骤A球磨的转速为450-550转/分钟。

5. 根据权利要求1所述的一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,其特征在于,所述静置步骤具体为静置50-70min。

6. 根据权利要求1所述的一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,其特征在于,所述壳聚糖的粘度为200-400 mPa.s。

7. 一种如权利要求1-6任一项所述的制备方法获得的氮、磷、铁掺杂的碳材料在橡胶领域的应用。

8. 根据权利要求7所述的应用,所述氮、磷、铁掺杂的碳材料用于制备橡胶止水带。

氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法及其在橡胶中的应用

技术领域

[0001] 本发明涉及氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法及其在橡胶中的应用,属于碳材料技术领域。

背景技术

[0002] 碳是自然界分布最普遍的元素之一,其原子间除了以 sp^3 杂化形成单键,还能以 sp^3 及 sp 杂化形成稳定的双键和三键,因此可以形成结构和性质迥然不同的同素异形体,如零维的炭黑和富勒烯,一维的碳纳米管和碳纳米纤维,二维的石墨烯等。从传统的炭黑到最新的二维石墨烯,碳材料一直以其独特而优异的力学、电学和热学等性质被广泛应用于吸附剂、催化剂、燃料电池、二次电池的电极材料、超级电容、复合材料、气敏元件、太阳能电池和多种电子器件等领域。

[0003] 碳材料可作为填充剂加入到橡胶中,可增强橡胶的物理、热学、电学和气/液阻隔等多方面的性能,且可降低橡胶制品生产成本。目前,常用于橡胶中的碳材料为石墨、炭黑、石墨烯、氧化石墨烯、碳纤维、碳纳米管,但这些碳材料亦有很多缺陷,不能充分发挥其应有的增强作用,如在橡胶基体中容易发生团聚,不易与橡胶基体良好的结合。橡胶止水带作为建筑中、水土结构之间混凝土接缝中的防渗材料,橡胶的强度,包括硬度、拉伸强度、撕裂程度,会影响桥梁结构整体的抗震能力和使用寿命。

[0004] 因此,开发补强效果好的碳材料是非常必要的。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的缺陷,提供一种可有效补强橡胶力学性能的氮、磷、铁掺杂的碳材料,并提供了其制备方法及其在橡胶中的应用。

[0006] 为解决上述问题,本发明所采取的技术方案是:

[0007] 技术主题一

[0008] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0009] A、将质量比3~7:1~4:1.5~5.3:1.3~4.1:2.1~6.4的壳聚糖、磷酸氢二铵、(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、氯化锌和高铁酸钾球磨,静置,得到中间产物;

[0010] B、在空气气氛下,将中间产物于180-220℃处理2-4h后,再置于惰性气氛中进行炭化反应,冷却至室温得到氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0011] 作为本发明优选的实施方案,所述步骤A中壳聚糖、磷酸氢二铵、(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、氯化锌和高铁酸钾的质量比为5:2:2:2:3。

[0012] 作为本发明优选的实施方案,所述步骤A球磨步骤具体为球磨15-25min暂停4-6min,重复2-4次。

[0013] 作为本发明优选的实施方案,所述步骤A球磨的转速为450-550转/分钟。

[0014] 作为本发明优选的实施方案,所述静置步骤具体为静置50-70min。

[0015] 作为本发明优选的实施方案,所述步骤B中,炭化反应的温度为850-950℃,时间为

2.5-3.5h。

[0016] 作为本发明优选的实施方案,所述步骤B炭化步骤具体为以15~25mL/min的速率不断通入保护气,先从室温以1.2~1.7°C/min的速率升温至 $300 \pm 10^\circ\text{C}$,然后以1.8~2.2°C/min速率升温到 $900 \pm 10^\circ\text{C}$ 后保持2.5~3.5个小时。

[0017] 作为本发明优选的实施方案,所述壳聚糖的粘度为200-400 mPa.s。

[0018] 技术主题二

[0019] 一种如技术主题一所提供的制备方法获得的氮、磷、铁掺杂的碳材料在橡胶领域的应用。

[0020] 在本发明的一些实施方案中,所述应用为制备橡胶止水带。

[0021] 在本发明的一些实施方案中,所述橡胶止水带的原料包括质量比100:40:5:1:1:2的丁基橡胶、氮、磷、铁掺杂的碳材料、ZnO、硬脂酸、促进剂和硫磺;所述促进剂为质量比1:0.5:0.2:2:0.2的二硫化二苯并噻唑(DM)、N-环己基-2-苯并噻唑次黄酰胺(CZ)、二硫化二甲基秋兰姆(TMTD)、二硫代二吗啉(DTDM)和2-硫醇基苯并噻唑(M)。

[0022] 橡胶止水带制备过程:将100kg丁基橡胶放入密炼机破胶,塑炼30s,提栓;将40kg氮、磷、铁掺杂的碳材料加入密炼机,进行一段混炼,混炼2min,然后将5kgZnO、1kg硬脂酸一并加入,混炼时间维持约6min,温度约 140°C ,90s后排胶;然后调整开炼机辊距,倒胶3次后下片,并冷却至室温;

[0023] 然后在开炼机上将2kg硫磺与1kg促进剂混入进行二段混炼,薄通,三角包与打卷各三次,下片;将混炼胶放入模具中硫化成型即得橡胶,所述硫化温度为 145°C ,硫化时间为180s,硫化压力10MPa;其中促进剂为质量比1:0.5:0.2:2:0.2的二硫化二苯并噻唑(DM)、N-环己基-2-苯并噻唑次黄酰胺(CZ)、二硫化二甲基秋兰姆(TMTD)、二硫代二吗啉(DTDM)、2-硫醇基苯并噻唑(M)。

[0024] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:

[0025] 本发明所提供的碳材料制备方法中,各个组分搭配协同,同时掺杂金属元素,提高了碳材料的分散度,应用于橡胶后能够与橡胶充分接触,有效避免团聚,从而可有效补强橡胶。采用本发明方法制备的碳材料制备橡胶止水带,经测试,符合Q/CR 562.2-2017《铁路隧道防排水材料 第2部分:止水带》标准。

[0026] 本发明中,高铁酸钾作用是氧化剂、造孔剂,其在高温下可直接氧化氨基为硝酸基,防止氮原子释放,具有固氮作用,提高产物氮含量;高温下高铁酸钾分解产生氧气,对材料具有刻蚀作用,能够调控产物形貌、提高孔隙率、增大比表面积;高铁酸钾又是良好的铁源,能够与(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇进行配位,起到掺铁、掺磷的作用。

[0027] 磷酸氢二铵在空气氛围、高温下分解释放氨气和水,氨气和水是优良的造孔剂,能够增大材料的比表面积,氨基和磷酸根能够与原料之间产生氢键,促进原料聚合。另外,磷酸氢二铵还是氮源和磷源。

[0028] (乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇是膦配体,能够与金属配位,起到锁定金属的作用,而且还是磷源;(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇的羟基能够与壳聚糖的羟基、氨基之间形成键连,提高产物产率。

附图说明

[0029] 图1为本发明实施例1制备的碳材料的粒径分布图。

具体实施方式

[0030] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合具体实施例对发明进行清楚、完整的描述。

[0031] 本实施例中采用的各个物质均可由市售购买得到,其中壳聚糖购于上海阿拉丁生化科技股份有限公司,CAS编号: 9012-76-4,粘度为200-400mPa.s。

[0032] 实施例1

[0033] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0034] A、取5克壳聚糖、2克磷酸氢二铵、2克(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、2克氯化锌和3克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨三次,每次球磨以500转/分钟的转速转动20分钟暂停5分钟,最终静置1小时后得到中间产物;

[0035] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,200℃处理3小时后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以20mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.5℃/min的速率升温至300℃,然后以2.0℃/min速率升温到900℃后保持3个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0036] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积745 m²/g,粒径分布20-38nm。

[0037] 对制备得到的碳材料进行粒径分布分析,如图1所示。

[0038] 实施例2

[0039] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0040] A、取3克壳聚糖、4克磷酸氢二铵、1.5克(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、4.1克氯化锌和2.1克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨2次,每次球磨以550转/分钟的转速转动15min暂停6min,最终静置50 min后得到中间产物;

[0041] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,220℃处理4h后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以15mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.7℃/min的速率升温至300℃,然后以1.8℃/min速率升温到950℃后保持2.5个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0042] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积737 m²/g,粒径分布15-40nm。

[0043] 实施例3

[0044] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0045] A、取7克壳聚糖、1克磷酸氢二铵、5.3克(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、1.3克氯化锌和6.4克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨4次,每次球磨以450转/分钟的转速转动25min暂停4min,最终静置70 min后得到中间产物;

[0046] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,180℃处理2h后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以25mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.2℃/min的速率升温至300℃,然后以2.2℃/min速率升温到850℃后保持3.5个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0047] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积689 m²/g,粒径分布为23-47nm。

[0048] 效果例1

[0049] 将实施例1-3制备得到的碳材料通过以下方法制备橡胶止水带样品1-样品3:

[0050] 将 100kg丁基橡胶放入密炼机破胶,塑炼30s,提栓;将40kg氮、磷、铁掺杂的碳材料加入密炼机,进行一段混炼,混炼2min,然后将5kgZnO、1kg硬脂酸一并加入,混炼时间维持约 6 min,温度约140℃,90 s后排胶;然后调整开炼机辊距,倒胶3次后下片,并冷却至室温;

[0051] 然后在开炼机上将2kg硫磺与1kg促进剂混入进行二段混炼,薄通,三角包与打卷各三次,下片;将混炼胶放入模具中硫化成型即得橡胶样品,所述硫化温度为145℃,硫化时间为180s,硫化压力10MPa;其中促进剂为质量比1:0.5:0.2:2:0.2的二硫化二苯并噻唑(DM)、N-环己基-2-苯并噻唑次黄酰胺(CZ)、二硫化二甲基秋兰姆(TMTD)、二硫代二吗啉(DTDM)和2-硫醇基苯并噻唑(M)。

[0052] 根据Q/CR 562.2-2017《铁路隧道防排水材料 第 2 部分:止水带》标准对得到的样品1-样品3进行性能检测,结果如下表1:

[0053] 表1

表 1 样品		样品 1	样品 2	样品 3
邵尔 A 硬度		63	64	62
拉伸强度 MPa		17	18	17
拉伸伸长率 %		524	533	553
脆性温度 ℃		合格	合格	合格
恒定压缩永久变形 (70℃×24h) %		19	18	19
橡胶与金属粘合		橡胶破坏	橡胶破坏	橡胶破坏
热空气老化试验 (70℃×168h)	硬度变化 IRHD	5	4	5
	拉伸强度 MPa	15	16	15
	拉伸伸长率%	488	475	462
耐臭氧老化 (50pphm, 20%伸长, 40℃×48h)		无龟裂	无龟裂	无龟裂

[0054] 对比例1

[0055] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0056] A、取5克壳聚糖、2克磷酸氢二钠、2克(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、2克氯化锌和3克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨三次,每次球磨以500转/分钟的转速转动20分钟暂停5分钟,最终静置1小时后得到中间产物;

[0057] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,200℃处理3小时后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以20mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.5℃/min的速率升温至300℃,然后以2.0℃/min速率升温到900℃后保持3个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0058] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积433m²/g,粒径分布为39-77nm。

[0059] 对比例2

[0060] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0061] A、取5克壳聚糖、2克柠檬酸氢二铵、2克(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、2克氯化锌和3克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨三次,每次球磨以500转/分钟的转速转动20分钟暂停5分钟,最终静置1小时后得到中间产物;

[0063] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,200℃处理3小时后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以20mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.5℃/min的速率升温至300℃,然后以2.0℃/min速率升温到900℃后保持3个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0064] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积490m²/g,粒径分布为35-64nm。

[0065] 对比例3

[0066] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0067] A、取5克壳聚糖、2克磷酸二氢铝、2克(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、2克氯化锌和3克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨三次,每次球磨以500转/分钟的转速转动20分钟暂停5分钟,最终静置1小时后得到中间产物;

[0068] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,200℃处理3小时后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以20mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.5℃/min的速率升温至300℃,然后以2.0℃/min速率升温到900℃后保持3个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0069] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积512m²/g,粒径分布为28-81nm。

[0070] 对比例4

[0071] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0072] A、取5克壳聚糖、2克二(四丁铵)焦磷酸二氢盐、2克(乙烷-1,2-二基双(膦基))四甲醇、2克氯化锌和3克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨三次,每次球磨以500转/分钟的转速转动20分钟暂停5分钟,最终静置1小时后得到中间产物;

[0073] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,200℃处理3小时后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以20mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.5℃/min的速率升温至300℃,然后以2.0℃/min速率升温到900℃后保持3个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0074] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积525m²/g,粒径分布为24-76nm。

[0075] 对比例5

[0076] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0077] A、取5克壳聚糖、2克磷酸氢二铵、2克1,2-双(二乙基磷)乙烷、2克氯化锌和3克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨三次,每次球磨以500转/分钟的转速转动20分钟暂停5分钟,最终静置1小时后得到中间产物;

[0078] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,200℃处理3小时后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以20mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.5℃/min的速率升温至300℃,然后以2.0℃/min速率升温到900℃后保持3个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0079] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积676 m²/g,粒径分布为22-49nm。

[0080] 对比例6

[0081] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0082] A、取5克壳聚糖、2克磷酸氢二铵、2克双(二乙氧基膦酰基)乙炔、2克氯化锌和3克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨三次,每次球磨以500转/分钟的转速转动20分钟

暂停5分钟,最终静置1小时后得到中间产物;

[0083] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,200℃处理3小时后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以20mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.5℃/min的速率升温至300℃,然后以2.0℃/min速率升温到900℃后保持3个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0084] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积659m²/g,粒径分布为24-52nm。

[0085] 对比例7

[0086] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0087] 取5克壳聚糖、2克磷酸氢二铵、2克四乙基四氟硼酸铵、2克氯化锌和3克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨三次,每次球磨以500转/分钟的转速转动20分钟暂停5分钟,最终静置1小时后得到中间产物;

[0088] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,200℃处理3小时后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以20mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.5℃/min的速率升温至300℃,然后以2.0℃/min速率升温到900℃后保持3个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0089] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积585m²/g,粒径分布为22-71nm。

[0090] 对比例8

[0091] 一种氮、磷、铁掺杂的碳材料的制备方法,包括以下步骤:

[0092] A、取5克壳聚糖、2克磷酸氢二铵、2克三环己基膦氟硼酸盐、2克氯化锌和3克高铁酸钾放入高能球磨机的球磨罐中球磨三次,每次球磨以500转/分钟的转速转动20分钟暂停5分钟,最终静置1小时后得到中间产物;

[0093] B、将中间产物置于炭化炉中,在空气气氛下,200℃处理3小时后,再在氮气气氛中进行炭化反应,在炭化反应过程中以20mL/min的速率不断通入氮气,先从室温以1.5℃/min的速率升温至300℃,然后以2.0℃/min速率升温到900℃后保持3个小时,再降至室温,即制得黑色的氮、磷、铁掺杂的碳材料。

[0094] 制备得到的碳材料参数如下:比表面积591m²/g,粒径分布为23-73nm。

[0095] 效果例2

[0096] 将对比例1-8制备得到的氮、磷、铁掺杂的碳材料通过以下方法制备橡胶止水带对比样品1-对比样品8:

[0097] 橡胶止水带的制备方法:

[0098] 将 100kg 丁基橡胶放入密炼机破胶,塑炼30s,提栓;将 40kg氮、磷、铁掺杂的碳材料加入密炼机,进行一段混炼,混炼2min,然后将5kgZnO、1kg硬脂酸一并加入,混炼时间维持约 6 min,温度约140℃,90 s后排胶;然后调整开炼机辊距,倒胶3次后下片,并冷却至室温;

[0099] 然后在开炼机上将2kg硫磺与1kg促进剂混入进行二段混炼,薄通,三角包与打卷各三次,下片;将混炼胶放入模具中硫化成型即得橡胶样品,所述硫化温度为145℃,硫化时间为180s,硫化压力10MPa;其中促进剂为质量比1:0.5:0.2:2:0.2的二硫化二苯并噻唑(DM)、N-环己基-2-苯并噻唑次黄酰胺(CZ)、二硫化二甲基秋兰姆(TMTD)、二硫代二吗啉(DTDM)和2-硫醇基苯并噻唑(M)。

[0100] 根据Q/CR 562.2-2017《铁路隧道防排水材料 第 2 部分:止水带》标准对得到的对比样品1-对比样品8进行性能检测,结果如下表2:

[0101] 表2

[0102]

		对比样品 1	对比样品 2	对比样品 3	对比样品 4	对比样品 5	对比样品 6	对比样品 7	对比样品 8
邵尔 A 硬度		63	63	64	64	62	63	62	61
拉伸强度 MPa		16	16	15	15	16	15	15	15
拉伸伸长率 %		451	457	451	461	487	486	489	497
脆性温度 °C		不合格							
恒定压缩永久变形 (70°C× 24h) %		28	21	28	28	25	27	26	26
橡胶与金属粘合		橡胶破坏							
热空气老化试 验 (70°C× 168h)	硬度变化 IRHD	6	5	5	5	5	6	4	6
	拉伸强度 MPa	13	12	12	14	14	15	13	12
	拉伸伸长率%	328	338	333	347	372	377	388	377
耐臭氧老化 (50pphm, 20%伸长, 40°C×48h)		有龟裂							

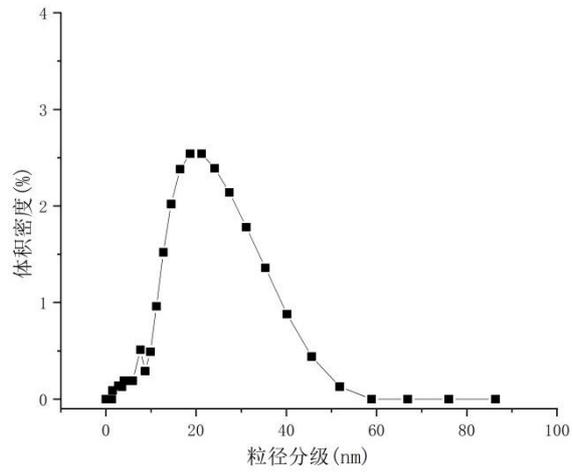


图1