



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111004433 A

(43)申请公布日 2020.04.14

(21)申请号 201911337531.9 *C08L 51/06*(2006.01)
(22)申请日 2019.12.23 *C08L 83/04*(2006.01)
(71)申请人 新远东电缆有限公司 *C08K 13/06*(2006.01)
地址 214257 江苏省无锡市宜兴市高塍镇 *C08K 9/06*(2006.01)
范兴路209号 *C08K 3/22*(2006.01)
申请人 宜兴远东新能源有限公司 *C08K 3/04*(2006.01)
(72)发明人 邹存洋 徐静 陈静 王成 *C08K 5/5313*(2006.01)
曾泽华 王射林 *H01B 3/44*(2006.01)
(74)专利代理机构 常州易瑞智新专利代理事务
所(普通合伙) 32338
代理人 徐琳淞
(51) Int. Cl.
C08L 23/08(2006.01)
C08L 23/16(2006.01)
C08L 23/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书9页

(54)发明名称

一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料及其制备方法

(57)摘要

本发明公开一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料,其特征在于:由下述组分按质量份数组成:乙烯-醋酸乙烯酯共聚物10-30份,三元乙丙橡胶5-20份,高密度聚乙烯5-20份,氢氧化铝5-30份,氢氧化镁5-35份,二乙基次磷酸铝1-10份,相容剂1-5份,交联敏化剂0.5-3份,抗氧化剂0.5-2份,润滑剂1-5份,炭黑2-5份。本发明通过添加上述组分并按特定比例配比,使护套材料在延长使用寿命、提高烟中透光率和阻燃能力的同时,确保了良好的力学性能和加工性能。

1. 一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料,其特征在于:所述组成及配比,按质量份计为:乙烯-醋酸乙烯酯共聚物10-30份,三元乙丙橡胶5-20份,高密度聚乙烯5-20份,氢氧化铝5-30份,氢氧化镁5-35份,二乙基次磷酸铝1-10份,相容剂1-5份,交联敏化剂0.5-3份,抗氧剂0.5-2份,润滑剂1-5份,炭黑2-5份。

2. 根据权利要求1所述的一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料,其特征在于:所述乙烯-醋酸乙烯酯共聚物中醋酸乙烯酯含量为20-30%。

3. 根据权利要求1所述的一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料,其特征在于:所述三元乙丙橡胶乙烯含量为45-55%。

4. 根据权利要求1所述的一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料,其特征在于:所述高密度聚乙烯密度为 $0.94-0.95\text{g}/\text{cm}^3$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料,其特征在于:所述氢氧化铝和氢氧化镁用硅烷偶联剂进行表面改性。

6. 根据权利要求1所述的一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料,其特征在于:所述二乙基次磷酸铝粒径 $D_{50} \leq 10\mu\text{m}$,用热失重分析法测量分解温度,取失重为1%时,测得分解温度 $> 320^\circ\text{C}$ 。

7. 根据权利要求1所述的一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料,其特征在于,所述相容剂为马来酸酐接枝聚烯烃材料,基材为聚乙烯、乙烯辛烯共聚物或乙烯-醋酸乙烯共聚物的一种。

8. 一种如权利要求1-7中任一项所述的光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:配料:组成及配比,以质量份计为:乙烯-醋酸乙烯酯共聚物10-30份,三元乙丙橡胶5-20份,高密度聚乙烯5-20份,氢氧化铝5-30份,氢氧化镁5-35份,二乙基次磷酸铝1-10份,相容剂1-5份,交联敏化剂0.5-3份,抗氧剂0.5-2份,润滑剂1-5份,炭黑2-5份;

步骤二:各组分通过密炼机熔融共混,控制密炼温度为 $120-180^\circ\text{C}$,密炼时间为10-30分钟,而后出料送入锥形喂料斗,经单螺杆造粒、冷切,制得产品。

9. 根据权利要求8所述的光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料的制备方法,其特征在于:所述步骤二中,单螺杆挤出机分为五个区,各区的工作温度为:第一区 $100-110^\circ\text{C}$,第二区 $110-120^\circ\text{C}$,第三区 $120-140^\circ\text{C}$,第四区 $140-160^\circ\text{C}$,第五区 $140-150^\circ\text{C}$ 。

一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电缆护套技术领域,具体涉及一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 由于光伏电缆常常在恶劣环境条件下使用,如高低温、强烈的紫外线照射、高臭氧浓度、化学腐蚀等,有些地方,晴天时太阳能系统的现场温度可高达100℃。如果电缆材料达不到要求,将导致电缆易碎,甚至会分解电缆护套层,所有这些情况都会直接增加电缆系统损失,同时发生电缆短路的风险也会增大,从中长期看,发生火灾或人员伤害的可能性也更高,所以用于太阳能系统的光伏电缆就必须采用高性能材料。

[0003] 目前对太阳能光伏电缆提出无卤素要求,而且要求120℃使用寿命达到25年以上,同时产品还必须具有耐低温、耐臭氧、耐候、耐直流电压、耐动态穿透、阻燃等性能。现有的光伏电缆用无卤阻燃护套料主要以聚乙烯、聚烯烃等为基料,如中国专利文献 CN1763129A公开了一种热塑性无卤低烟阻燃电缆护套料及加工工艺,该护套料基材选用聚烯烃类树脂,无机阻燃剂选用超细氢氧化镁或氢氧化铝,同时选用镁盐晶须,按质量份数计,100份聚烯烃类树脂;70~100份氢氧化镁或氢氧化铝;30~60份镁盐晶须,其它助剂3~8份。该护套料的新料虽然具有良好的机械性能,加工性能,同时具有优异的热变形、热老化及热冲击性能。但是该护套料在长期热老化和环境作用下,分子间化学键会发生断裂,产生活性自由基或活性离子,并会进一步发生以下化学反应:活性自由基或活性离子引发大分子链的交联反应,活性自由基或活性离子引发大分子链的降解反应、氧化反应、异构化反应,其它如产生气体产物等,最终的结果是聚合物材料的分子量愈来愈小,甚至失去聚合物的性质,使电缆护套料的各项性能都大幅度下降。现有技术中还公开了可辐射交联的聚烯烃电缆料,如中国专利文献CN10128 6377A公开了一种辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃电缆料,该电缆料由下列按质量百分数组成:乙烯~醋酸乙烯酯共聚物:30~50%,高密度聚乙烯:0~20%,氢氧化镁:30~60%,红磷:0~10%,偶联剂:1~5%,交联剂:0.1~1.5%,相容剂:1~5%,抗氧剂:0.1~1.5%和润滑剂:0.1~1.5%。该辐照交联低烟无卤阻燃聚烯烃电缆料虽然克服了传统卤系阻燃剂阻燃聚烯烃材料对环境和对人体的危害,具有无毒绿色环保的特点,但是其制备而成的护套料的拉伸强度、断裂伸长率等机械性能仍比较差,而且其耐热老化性能也比较差,特别是在高温条件下的使用寿命较短。因此,需要一种护套材料在满足无卤环保的同时,还能延长使用寿命、提高烟中透光率和阻燃能力、确保良好的力学性能和加工性能。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供1、一种光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料,所述组成及配比,按质量份计为:乙烯-醋酸乙烯酯共聚物10-30份,三元乙丙橡胶5-20份,高密度聚乙烯5-20份,氢氧化铝5-30份,氢氧化镁5-35份,二乙基次磷酸铝1-10份,相容剂1-5份,交联

敏化剂0.5-3份,抗氧剂0.5-2份,润滑剂1-5份,炭黑2-5份。

[0005] 所述乙烯-醋酸乙烯酯共聚物中醋酸乙烯酯含量为20-30%,在温度190℃,荷重2.16kg时,熔融指数为2-8g/10min。

[0006] 所述三元乙丙橡胶门尼粘度ML125℃1+4为40-80,乙烯含量45-55%,第三单体为亚乙基-降冰片烯,含量为4-6%。

[0007] 所述高密度聚乙烯密度为0.94-0.95g/cm³,在温度190℃,荷重2.16kg时,熔融指数为5-10g/10min。

[0008] 所述的氢氧化铝和氢氧化镁用硅烷偶联剂进行表面改性,目数为4000-8000目。

[0009] 所述的二乙基次磷酸铝,粒径D50≤10μm,用热失重分析法测量分解温度,取失重为1%时,测得分解温度>320℃。

[0010] 所述相容剂为马来酸酐接枝聚烯烃材料,基材为聚乙烯、乙烯辛烯共聚物或乙烯-醋酸乙烯共聚物的一种,接枝率为0.5-2%。

[0011] 所述交联敏化剂为三烯丙基异氰脲酸酯或三羟甲基丙烷三丙烯酸酯中的一种。

[0012] 所述抗氧剂为四[β-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸酯]季戊四醇酯、4,4'-硫代双(6-叔丁基-3-甲基苯酚)、2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体、硫代二丙酸二月桂酯或硫代二丙酸二硬脂醇酯中的一种或多种。

[0013] 所述润滑剂为硅酮母粒、硬脂酸锌、硬脂酸钙或聚乙烯蜡中的一种或多种。

[0014] 所述炭黑粒径范围5-25nm,着色强度120-150。

[0015] 上述光伏电缆用辐照交联低烟无卤护套材料的制备方法,包括以下步骤:

[0016] 步骤一:配料:组成及配比,以质量份计为:乙烯-醋酸乙烯酯共聚物10-30份,三元乙丙橡胶5-20份,高密度聚乙烯5-20份,氢氧化铝5-30份,氢氧化镁5-35,二乙基次磷酸铝1-10份,相容剂1-5份,交联敏化剂0.5-3,抗氧剂0.5-2份,润滑剂1-5份,炭黑2-5份;

[0017] 步骤二:各组分通过密炼机熔融共混,控制密炼温度为120-180℃,密炼时间为10-30分钟,而后出料送入锥形喂料斗,经单螺杆造粒、冷切,制得产品。

[0018] 所述步骤二中,单螺杆挤出机分为五个区,各区的工作温度为:第一区100-110℃,第二区110-120℃,第三区120-140℃,第四区140-160℃,第五区140-150℃。

[0019] 采用了上述技术方案,本发明具有以下有益效果:

[0020] (1) 本发明通过添加上述组分并按特定比例配比,使护套材料在延长使用寿命、提高烟中透光率和阻燃能力的同时,确保了良好的力学性能和加工性能。

[0021] (2) 本发明通过添加乙烯-醋酸乙烯酯共聚物,达到了降低了高结晶度的效果,提高了柔韧性、抗冲击性、填料相容性和热密封性能,确保了护套良好的力学性能和加工性能。

[0022] (3) 本发明添加了三元乙丙橡胶,三元乙丙橡胶具有抗氧化、抗臭氧和抗侵蚀的特性,使护套具有良好的化学性能,延长使用寿命。

[0023] (4) 本发明添加了高密度聚乙烯,具有很好的力学性能、防渗性能、耐热性和抗日光老化性,能有效延长护套使用寿命;且乙烯-醋酸乙烯酯共聚物、三元乙丙橡胶和高密度聚乙烯的合理搭配能有效提高材料的耐油性能。

[0024] (5) 本发明添加了氢氧化铝并用硅烷偶联剂改性处理,提高了电力性能和防潮性,有效减少了护套材料中氢氧化铝的含量,进而提高了护套的力学性能。

[0025] (6) 本发明添加了氢氧化镁并用硅烷偶联剂改性处理,提高了阻燃效率,有效减少了护套材料中氢氧化镁的含量,进而提高了护套的力学性能。

[0026] (7) 本发明添加二乙基次磷酸铝,并将二乙基次磷酸铝、氢氧化铝和氢氧化镁的复合使用,在提高烟中透光率的同时,仍能满足VW-1燃烧测试。

[0027] (8) 本发明的相容剂采用马来酸酐接枝聚烯烃材料,该相容剂能很好的改善聚烯烃基体与氢氧化铝和氢氧化镁界面的相容性和粘接性;基体采用聚乙烯、乙烯辛烯共聚物或乙烯-醋酸乙烯共聚物中的一种,这一类聚烯烃基体具有很好的电学性能;控制马来酸酐接枝聚烯烃材料的接枝率为0.5-2%,有效提高了复合材料的力学性能和热抵抗性能。

[0028] (9) 本发明的交联敏化剂为三羟甲基丙烷三丙烯酸酯或三烯丙基异氰脲酸酯中的一种,能提高乙烯-醋酸乙烯共聚物、三元乙丙橡胶的硫化效果,进而提高材料的强度、刚性和耐热性能;且还能作为聚烯辐照交联的光敏剂,有效降低辐照量。

[0029] (10) 本发明的抗氧剂采用四[β -(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸酯]季戊四醇酯、4,4'-硫代双(6-叔丁基-3-甲基苯酚)、2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体、硫代二丙酸二月桂酯或硫代二丙酸二硬脂醇酯中的一种或多种,通过抗氧体系的复配,能有效提高护套的使用寿命。

[0030] (11) 本发明的润滑剂为硅酮母粒、硬脂酸锌、硬脂酸钙或聚乙烯蜡中的一种或多种,在作为润滑剂的同时还不影响硫化反应,其中硬脂酸锌还具有促进硫化、软化的效果。

[0031] (12) 本发明添加炭黑,使护套具有良好的导电性,确保了使用的稳定。

[0032] (13) 本发明采用密炼机进行混炼,混炼容量大、时间短、生产效率高,较好的克服粉尘飞扬,减少配合剂的损失,改善产品质量与工作环境,操作安全便利,减轻劳动强度。

[0033] (14) 本发明的单螺杆挤出机分为五个区,通过各区域温度控制,提高挤出效果,增加材料稳定性,提高工作效率。

具体实施方式

[0034] (实施例1)

[0035] 称取各个组分,按质量份数称取并控制各个组分性质满足:

[0036] 乙烯-醋酸乙烯酯共聚物20份,醋酸乙烯酯含量28%,熔融指数(190℃,2.16kg) 6g/10min,乙烯-醋酸乙烯酯共聚物能有效降低高结晶度,提高柔韧性、抗冲击性、填料溶解性和热密封性能,确保了护套良好的力学性能和加工性能;

[0037] 三元乙丙橡胶10份,门尼粘度(ML1+4,125℃) 70,乙烯含量50%,第三单体为亚乙基-降冰片烯,含量5%,三元乙丙橡胶具有耐氧化、抗臭氧和抗侵蚀的特性,使护套具有良好的化学性能,延长使用寿命;

[0038] 高密度聚乙烯8份,密度0.948g/cm³,熔融指数(190℃,2.16kg) 5-10g/10min,具有很好的力学性能、防渗性能、耐热性和抗日光老化性,能有效延长护套使用寿命,且与乙烯-醋酸乙烯酯共聚物和三元乙丙橡胶合理搭配能有效提高材料的耐油性能;

[0039] 硅烷偶联剂表面改性氢氧化铝15份,通过硅烷偶联剂改性提高了电力性能和防潮性,有效减少了护套材料中氢氧化铝的含量,进而提高了护套的力学性能,目数8000目;

[0040] 硅烷偶联剂表面改性氢氧化镁30份,通过硅烷偶联剂改性提高了阻燃效率,有效减少了护套材料中氢氧化镁的含量,进而提高了护套的力学性能,目数8000目;

[0041] 二乙基次磷酸铝5份,粒径 $D_{50} \leq 10 \mu\text{m}$,分解温度(TGA热失重1%): $> 320^\circ\text{C}$;

[0042] 马来酸酐接枝聚乙烯3份,马来酸酐接枝聚乙烯能很好的改善聚烯烃基体与氢氧化铝和氢氧化镁界面的相容性和粘接性,接枝率为0.8%,该比例能有效提高复合材料的力学性能和热抵抗性能;

[0043] 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯1份,能提高乙烯-醋酸乙烯共聚物、三元乙丙橡胶的硫化效果,进而提高材料的强度、刚性和耐热性能,且还能作为聚烯辐照交联的光敏剂,有效降低辐照量;

[0044] 四[β -(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸酯]季戊四醇酯和硫代二丙酸二硬脂醇酯1.5份,重量比例为2:1,通过抗氧体系的复配,能有效提高护套的使用寿命;

[0045] 硅酮母粒、聚乙烯蜡4份,重量比例为3:1,这两种材料在起到润滑作用的同时还不影响硫化反应;

[0046] 炭黑2.5份,粒径范围5-25nm,着色强度140,炭黑的加入在着色的同时还能使护套具有良好的导电性,确保了使用的稳定。

[0047] 通过添加上述组分并按上述比例配比,能使护套材料在延长使用寿命、提高烟中透光率和阻燃能力的同时,确保了良好的力学性能和加工性能。

[0048] 将称量好的原料通过密炼机熔融共混,因密炼机具有混炼容量大、时间短、生产效率高,较好的克服粉尘飞扬的特点,能有效减少配合剂的损失,改善产品质量与工作环境,操作安全便利,减轻劳动强度;密炼温度为 170°C ,密炼时间为25分钟,然后通过单螺杆挤出机造粒,单螺杆挤出机各区的工作温度为:第一区 110°C ,第二区 130°C ,第三区 140°C ,第四区 150°C ,第五区 140°C ,通过各区域温度控制,提高挤出效果,增加材料稳定性,提高工作效率。

[0049] 挤出制备成护套并经过电子加速器按照适合的剂量辐照后进行性能测试,结果如表 1所示:

	测试项目	单位	标准要求	实施例 1
	抗张强度	MPa	≥ 8	12.1
	断裂伸长率	%	≥ 125	210
	热老化	150°C × 168h		
	抗张最大变化率	%	-30	+5
	伸长最大变化率	%	-30	-3
[0050]	热延伸	200°C, 15min, 20N/cm ²		
	负载下变形率	%	≤ 100	35
	永久变形率	%	≤ 25	10
	护套热收缩试验 (120°C × 1h)	%	≤ 2	0.3
	低温试验	-40°C × 16h		
	低温弯曲试验		不开裂	不开裂
	低温冲击试验		不开裂	不开裂
	伸长率保留率	%	≥ 60	108
	抗张强度保留率	%	≥ 40	48
	耐湿热测试	90°C × 1000h × 85%湿度		
	抗张变化率	%	≥ -30	10
[0051]	伸长变化率	%	≥ -30	-12
	烟密度试验	%	≥ 60	68
	单根垂直燃烧试验		Pass	Pass
	卤素含量测试			
	PH 值		≥ 4.3	5.0
	电导率	μ S/mm	≤ 10	4.4
	氯和溴的总含量	%	≤ 0.5	0

[0052] 表1

[0053] 实施例2

- [0054] 称取各个组分,按质量份数称取并控制各个组分性质满足:
- [0055] 乙烯-醋酸乙烯酯共聚物18份,醋酸乙烯酯含量26%,熔融指数(190℃,2.16kg) 3g/10min;
- [0056] 三元乙丙橡胶12份,门尼粘度(ML1+4,125℃) 70,乙烯含量50%,第三单体为亚乙基-降冰片烯,含量5%;
- [0057] 高密度聚乙烯7份,密度0.948g/cm³,熔融指数(190℃,2.16kg) 6g/10min;
- [0058] 硅烷偶联剂表面改性氢氧化铝20份,目数8000目;
- [0059] 硅烷偶联剂表面改性氢氧化镁25份,目数8000目;
- [0060] 二乙基次磷酸铝5份,粒径D₅₀≤10μm,分解温度(TGA热失重1%): >320℃;
- [0061] 马来酸酐接枝聚乙烯2.5份,接枝率为1%;
- [0062] 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯1.5份;
- [0063] 四[β-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸酯]季戊四醇酯、2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体、硫代二丙酸二月桂酯1.5份,重量比例为1:1:1;
- [0064] 硅酮母粒、硬脂酸锌、聚乙烯蜡4份,重量比例为2:1:1,硬脂酸锌在润滑的同时还具有促进硫化、软化的效果;
- [0065] 炭黑3.5份,粒径范围5-25nm,着色强度140。
- [0066] 将称量好的原料通过密炼机熔融共混,密炼温度为170℃,密炼时间为25分钟,然后通过单螺杆挤出机造粒,单螺杆挤出机各区的工作温度为:第一区110℃,第二区 130℃,第三区140℃,第四区150℃,第五区140℃。
- [0067] 挤出制备成护套并经过电子加速器按照适合的剂量辐照后进行性能测试,结果如表 2所示:

测试项目	单位	标准要求	实施例 2
抗张强度	MPa	≥ 8	11.2
断裂伸长率	%	≥ 125	190
热老化	150°C × 168h		
抗张最大变化率	%	-30	+3
伸长最大变化率	%	-30	-4
热延伸	200°C, 15min, 20N/cm ²		
负载下变形率	%	≤ 100	40
永久变形率	%	≤ 25	5
护套热收缩试验 (120°C × 1h)	%	≤ 2	0.2
[0068] 低温试验	-40°C × 16h		
低温弯曲试验		不开裂	不开裂
低温冲击试验		不开裂	不开裂
伸长率保留率	%	≥ 60	106
抗张强度保留率	%	≥ 40	50
耐湿热测试	90°C × 1000h × 85%湿度		
抗张变化率	%	≥ -30	12
伸长变化率	%	≥ -30	-10
烟密度试验	%	≥ 60	70
单根垂直燃烧试验		Pass	Pass
卤素含量测试			
PH 值		≥ 4.3	4.8
[0069] 电导率	$\mu S/mm$	≤ 10	4.9
氯和溴的总含量	%	≤ 0.5	0

[0070] 表2

[0071] 实施例3

- [0072] 称取各个组分,按质量份数称取并控制各个组分性质满足:
- [0073] 乙烯-醋酸乙烯酯共聚物15份,醋酸乙烯酯含量28%,熔融指数(190℃,2.16kg) 6g/10min;
- [0074] 三元乙丙橡胶15份,门尼粘度(ML1+4,125℃) 70,乙烯含量50%,第三单体为亚乙基-降冰片烯,含量5%;
- [0075] 高密度聚乙烯9份,密度0.948g/cm³,熔融指数(190℃,2.16kg) 8g/10min;
- [0076] 硅烷偶联剂表面改性氢氧化铝18份,目数8000目;
- [0077] 硅烷偶联剂表面改性氢氧化镁25份,目数8000目;
- [0078] 二乙基次磷酸铝7份,粒径D50≤10μm,分解温度(TGA热失重1%): >320℃;
- [0079] 马来酸酐接枝聚乙烯2份,接枝率为1%;
- [0080] 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯1.5份;
- [0081] 4,4'-硫代双(6-叔丁基-3-甲基苯酚)、2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体、硫代二丙酸二月桂酯1.5份,重量比例为1:1:1;
- [0082] 硅酮母粒、聚乙烯蜡3份,重量比例为2:1;
- [0083] 炭黑3份,粒径范围5-25nm,着色强度140。
- [0084] 将称量好的原料通过密炼机熔融共混,密炼温度为170℃,密炼时间为25分钟,然后通过单螺杆挤出机造粒,单螺杆挤出机各区的工作温度为:第一区110℃,第二区 130℃,第三区140℃,第四区150℃,第五区140℃。
- [0085] 挤出制备成护套并经过电子加速器按照适合的剂量辐照后进行性能测试,结果如表 3所示:

测试项目	单位	标准要求	实施例 3
抗张强度	MPa	≥8	12.9
断裂伸长率	%	≥125	230
[0086] 热老化	150℃×168h		
抗张最大变化率	%	-30	+5
伸长最大变化率	%	-30	-2
热延伸	200℃, 15min, 20N/cm ²		

	负载下变形率	%	≤ 100	40
	永久变形率	%	≤ 25	10
	护套热收缩试验 (120°C × 1h)	%	≤ 2	0.5
	低温试验	-40°C × 16h		
	低温弯曲试验		不开裂	不开裂
	低温冲击试验		不开裂	不开裂
	伸长率保留率	%	≥ 60	110
	抗张强度保留率	%	≥ 40	55
[0087]	耐湿热测试	90°C × 1000h × 85%湿度		
	抗张变化率	%	≥ -30	16
	伸长变化率	%	≥ -30	-15
	烟密度试验	%	≥ 60	75
	单根垂直燃烧试验		Pass	Pass
	卤素含量测试			
	PH 值		≥ 4.3	5.1
	电导率	$\mu S/mm$	≤ 10	4.3
	氯和溴的总含量	%	≤ 0.5	0

[0088] 表3

[0089] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。