



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103227006 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201310098961. 6

(22) 申请日 2013. 03. 26

(73) 专利权人 江苏远洋东泽电缆股份有限公司
地址 225129 江苏省扬州市邗江区瓜洲镇宝
石路 2 号

(72) 发明人 李永江 陆云春

(74) 专利代理机构 南京苏科专利代理有限责任
公司 32102

代理人 任利国

(51) Int. Cl.

H01B 9/00(2006. 01)

H01B 13/00(2006. 01)

H01B 13/14(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201570296 U, 2010. 09. 01, 说明书
0003-0015 段, 附图.

CN 201340750 Y, 2009. 11. 04, 说明书第 2 页
第 4-7 段, 图 1.

CN 203192515 U, 2013. 09. 11, 权利要求
1-2.

CN 201413729 Y, 2010. 02. 24, 全文.

CN 102842376 A, 2012. 12. 26, 全文.

JP 特开平 5-93113 A, 1993. 04. 16, 全文.

审查员 穆小川

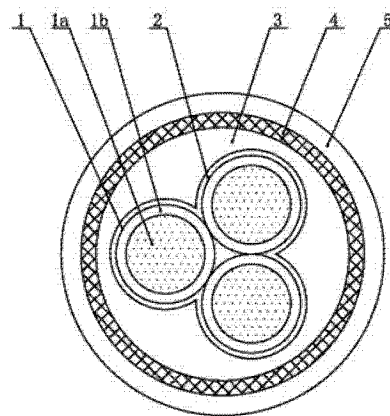
权利要求书1页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

阻燃耐火船用电力电缆及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种阻燃耐火船用电力电缆及其制造方法, 绞合铜导体的外周均匀挤包有阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层构成电力电缆绝缘线芯, 多根电力电缆绝缘线芯相互绞合构成电力电缆缆芯, 电力电缆缆芯的外周包裹有低强度无纺布纵包层, 低强度无纺布纵包层的外周挤包有内护套, 内护套的外周包覆有铠装编织层, 铠装编织层的外周挤包有外护套。本发明的电缆采用低强度无纺布纵包层, 其形状完全与电力电缆绝缘线芯的外形相吻合, 消除了低强度无纺布纵包层与电力电缆绝缘线芯之间的空隙, 便于燃烧条件下阻止火焰向内部的绵延传递, 并可增强抵御潮气的浸渍; 同时低强度无纺布纵包层可以确保内护套与绝缘线芯之间不粘连, 便于施工过程剥除护套时不伤害绝缘线芯。



1. 一种阻燃耐火船用电力电缆的制造方法,其特征是,依次包括以下步骤:在绞合铜导体的外周均匀挤包阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层构成电力电缆绝缘线芯,将多根所述电力电缆绝缘线芯相互绞合构成电力电缆缆芯,在所述电力电缆缆芯的外周纵向包裹低强度无纺布纵包层,在所述低强度无纺布纵包层的外周挤包内护套将低强度无纺布纵包层紧密挤压在所述电力电缆绝缘线芯上,然后在所述内护套的外周编织铠装编织层,在所述铠装编织层的外周挤包外护套;所述阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层的制备方法如下:(1)按以下组分及重量含量准备原料,三元乙丙橡胶 4045M:20 份;硫化剂过氧化二异丙苯:0.5~0.6 份;共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯:0.2~0.3 份;防老剂 2-硫醇基苯并咪唑:0.1~0.3 份;防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体:0.1~0.3 份;偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷:0.1~0.2 份;阻燃剂氢氧化铝:15~20 份;耐火剂陶瓷玻璃粉:3~6 份;增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油:1~1.5 份;填充剂微细滑石粉:6~8 份;补强剂水合二氧化硅:4~7 份;补强剂煅烧陶土:5~8 份;(2)先将密炼机温度升至 160~180℃,接着加入三元乙丙橡胶 4045M 混炼 1~1.5 分钟,再依次加入上述防老剂 2-硫醇基苯并咪唑、防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体、偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷、阻燃剂氢氧化铝、耐火剂陶瓷玻璃粉、增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油、填充剂微细滑石粉、补强剂水合二氧化硅和补强剂煅烧陶土,进行混炼 7~8 分钟后卸料,在干燥洁净的空间晾放 24 小时以上;将胶料投进温度为 80~100℃的密炼机上再混炼 2~3 分钟,并在最后 20 秒加入硫化剂过氧化二异丙苯和共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯,将混炼料上三辊开炼机进行薄通,三辊开炼机的辊距为 1.5~2mm,打三角包和方包各四次后出片备用。

2. 根据权利要求 1 所述的阻燃耐火船用电力电缆的制造方法,其特征在于,绝缘橡胶挤出时挤橡机采用冷喂料方式,挤橡机螺杆的长径比为(15~20):1,机身温度为 55℃~65℃,机头温度 90℃~100℃,模具温度为 120℃~130℃,挤橡机螺杆冷却方式为水冷却,挤出模具的模芯承线长度与挤出外径之比为 1:(1~1.2),模套定型段的长度为 2~4mm。

3. 根据权利要求 1 所述的阻燃耐火船用电力电缆的制造方法,其特征在于,所述低强度无纺布纵包层的厚度为 0.05~0.1mm,沿电力电缆缆芯轴线方向依次搭接纵包,每段所述低强度无纺布纵包层的宽度为电力电缆缆芯直径的 3.5~3.8 倍。

阻燃耐火船用电力电缆及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电力电缆,特别涉及一种阻燃耐火船用电力电缆。本发明还涉及一种阻燃耐火船用电力电缆的制造方法。

背景技术

[0002] 目前耐火船用电力电缆一般采用云母带绕包导体、矿物绝缘以及挤包耐火硅橡胶外编织玻璃纤维丝组合绝缘等几种结构,但这几种结构的耐火电缆又有着很大的弊端:

[0003] 云母带绕包耐火电缆是在导体外重叠绕包云母带,由于船用电力电缆缆芯数多,采用云母带绕包会造成成品电缆外径大、重量重,不利于船舶负载。

[0004] 矿物绝缘电缆的显著特点是在导体外面包覆一层无机耐火矿物绝缘层达到耐火目的,耐火性能优异,但其敷设效率低下,弯曲性能很差,无法达到船舶狭小空间对电缆的柔韧性要求,并且电缆封头终端制作工艺复杂,电缆造价昂贵。

[0005] 耐火硅橡胶外编织玻璃纤维丝组合绝缘的耐火电缆,其耐火层为双重复合结构,内层为挤包可陶瓷化硅橡胶耐火层,外层为阻燃玻璃纤维丝编织层。可陶瓷化硅橡胶的基材是硅橡胶,主要成分是有有机硅和无机二氧化硅,并配合陶瓷粉和环保型耐火剂。其在常温下柔软、加工性能优异,而在燃烧温度超过 600℃时,就会在很短的时间内烧结生成坚硬的陶瓷状壳体。陶瓷状壳体受高温火焰煅烧生成可耐温不低于 1100℃的二氧化硅坚硬陶瓷,隔绝阻挡火焰继续燃烧,从而起到防火的作用。但可陶瓷化硅橡胶分子之间引力小,且为非结晶结构,物理机械力学性能很差,根据 GJB1916《舰船用低烟电缆和软线通用规范》以及 JIS C3410《船用电气装备用电缆和软线》的规定,必须在硅橡胶绝缘外编织耐火玻璃纤维丝增强力学性能,使得成品电缆结构和生产工艺复杂;并且硅橡胶耐高温水蒸气性能和耐酸碱性能差,不利于船舶装备多酸碱腐蚀环境使用;另外硅橡胶价格昂贵,不符合产品经济性要求。

[0006] 电力电缆缆芯外周如果直接挤包内护套,内护套会粘接在电力电缆绝缘线芯的表面,造成施工时很难剥除,在用电工刀切割时容易伤害电力电缆绝缘线芯;普通电缆在电力电缆缆芯外周沿电力电缆缆芯圆周方向缠绕有绕包带,由于一根绕包带沿电力电缆缆芯圆周方向连续缠绕,缠绕时绕包带的张力比较大,相邻两电力电缆绝缘线芯之间的绕包带沿两电力电缆绝缘线芯公切线的方向缠绕,因此在绕包带与电力电缆绝缘线芯之间产生空隙,由于绕包带绷得很紧,绕包带外周挤包内护套时无法消除绕包带内侧的空隙,而该空隙可以成为火焰向前绵延传递的通道。

发明内容

[0007] 本发明的首要目的在于,克服现有技术中存在的问题,提供一种阻燃耐火船用电力电缆,阻燃性能好,内护套与电力电缆缆芯之间不粘连,便于施工过程剥除护套时不伤害电力电缆绝缘线芯。

[0008] 为实现以上目的,本发明所提供的一种阻燃耐火船用电力电缆,绞合铜导体的外

周均匀挤包有阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层构成电力电缆绝缘线芯,多根所述电力电缆绝缘线芯相互绞合构成电力电缆缆芯,所述电力电缆缆芯的外周包裹有低强度无纺布纵包层,所述低强度无纺布纵包层的外周挤包有内护套,所述内护套的外周包覆有铠装编织层,所述铠装编织层的外周挤包有外护套。

[0009] 相对于现有技术,本发明取得了以下有益效果:本发明的电缆采用低强度无纺布纵包层,纵包的特点只能是将一定宽度的无纺布分割成若干段,沿电力电缆缆芯轴线方向一段接一段包裹,低强度无纺布纵包层在圆周方向的张力非常小,挤包内护套时很容易将低强度无纺布纵包层压在电力电缆绝缘线芯外表面,即低强度无纺布纵包层的形状完全与电力电缆绝缘线芯的外形相吻合,消除了低强度无纺布纵包层与电力电缆绝缘线芯之间的空隙,便于燃烧条件下阻止火焰向内部的绵延传递,并可增强抵御潮气的浸渍;同时低强度无纺布纵包层可以确保内护套与电力电缆绝缘线芯之间不粘连,便于施工过程剥除护套时不伤害电力电缆绝缘线芯。

[0010] 作为本发明的优选方案,所述低强度无纺布纵包层的厚度为 0.05~0.1mm,沿电力电缆缆芯轴线方向依次搭接纵包,每段所述低强度无纺布纵包层的宽度为电力电缆缆芯直径的 3.5~3.8 倍。

[0011] 作为本发明的优选方案,所述阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层的原料组分及重量含量如下,三元乙丙橡胶 4045M:20 份;硫化剂过氧化二异丙苯:0.5~0.6 份;共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯:0.2~0.3 份;防老剂 2-硫醇基苯并咪唑:0.1~0.3 份;防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体:0.1~0.3 份;偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷:0.1~0.2 份;阻燃剂氢氧化铝:15~20 份;耐火剂陶瓷玻璃粉:3~6 份;增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油:1~1.5 份;填充剂微细滑石粉:6~8 份;补强剂水合二氧化硅:4~7 份;补强剂煅烧陶土:5~8 份。三元乙丙橡胶 4045M 具有优异的炼胶包辊和挤出成型工艺性能,绝缘电阻高,成本低,比重小。采用防老剂 RD 和 MB 共用可提高硫化胶的耐热性能,增强电缆工作温度,提高载流量,同时 MB 具有抑制铜导体老化作用。由于本发明中绝缘直接包覆导体,需避免使用硫磺以及含硫的硫化剂和促进剂,因为采用此类硫化剂的硫化橡胶耐热老化性能很差,且对铜有腐蚀性,在铜表面产生黑色硫化铜,增大铜导体的电阻,降低电流传输能力。采用 DCP 作为主硫化剂进行硫化可长期保持导体的光洁和纯度,DCP 受热分解产生游离基,夺去乙丙橡胶中的氢原子,引起交联反应;但由于 DCP 在酸性和还原性物质影响下,产生离子型分解,造成乙丙橡胶的降解,使乙丙橡胶的交联和断裂同时发生,降低了硫化效率,硫化胶的交联密度低,定伸强度和抗拉强度小;同时单用 DCP 时,其分解物存有臭味。本发明采用了 DCP 与共硫化剂 TAC 并用,TAC 具有两个不饱和活性官能基团,可快速与 DCP 分解出的游离基反应,形成结构稳定的新游离基继续参与交联反应,提高 DCP 的利用率和乙丙橡胶的交联效率,抑制乙丙橡胶断裂发生,二者共用克服了补强剂煅烧陶土的酸性影响,保证了交联效率。采用氢氧化铝(水合氧化铝)作为阻燃剂,其含有 3 个水分子,在 250℃ 开始分解,释放出水分子而吸收热量降低了周围温度,释放出的水蒸气又起到了稀释气相中可燃气体浓度的作用,生成的 Al_2O_3 和燃烧的聚合物表面的炭化物结合,形成保护膜,切断了热能和氧气的侵入,起到了阻燃作用;同时水合氧化铝具有低烟性能和减少一氧化碳发生的效果,释放的气体为水蒸气,完全对生物无毒,对金属设备无腐蚀性,环保清洁。耐火剂陶瓷玻璃粉可使得硫化胶在高温火焰条件下很快灼烧生成陶瓷状物质,形成隔

火层,阻挡火焰继续燃烧和高温向内部的传递。采用微细滑石粉作为填充剂,价格低廉、电绝缘性能优异,吸水性极小,特别是浸水后仍有着很高的电绝缘性能,适合船舶电缆的特殊环境要求,但其机械强度较低,胶料缺乏粘性。补强剂采用水合二氧化硅和煅烧陶土,价格低廉,补强作用和填充效果优异,可有效增加橡胶的物理机械性能,改善乙丙橡胶的粘性和加工性能。同时水合二氧化硅可以克服煅烧陶土作为补强填充的胶料在蒸汽连续硫化时机械强度会降低的弊端。但水合二氧化硅和煅烧陶土具有吸水性,浸水电气性能较差,需进行表面处理,且煅烧陶土具有酸性,会降低 DCP 的交联效率,二者通过偶联剂处理克服以上弊端。偶联剂 A-172 可有效改善填充剂和补强剂的吸水性,保证硫化胶在船舶潮湿或浸水环境下电绝缘性能的稳定,其一方面与微细滑石粉、水合二氧化硅和煅烧陶土自发偶合,显著降低他们的粒度,使之更易于填充均匀,提高胶料与填充剂和补强剂的浸润性,增强补强作用;另一方面在硫化过程中,通过不饱和键形成橡胶一填料键,煅烧陶土由亲水性向疏水性转变,起到增加硫化速度、提高硫化胶的抗拉强度和电绝缘性能的耐水稳定性,消除硫化胶在蒸汽管道连续高温硫化时产生气孔的作用。增塑剂采用 1000 号蒸汽汽缸油,其粘度高,与乙丙橡胶互溶性好,挥发性小,可降低乙丙橡胶的弹性,改善其粘性和加工工艺差的缺点。本发明的绝缘橡胶抗张强度大于 5.2 N/mm^2 ,断裂伸长率 $\geq 260\%$,老化性能优越,绝缘性能好,生产工艺简单、成本较低、外径小、重量轻、柔软易弯曲、便于施工安装;本发明的绝缘橡胶制成的阻燃耐火船用电缆在满足阻燃和耐火性能的同时,电缆的外径比采用云母带绕包的耐火电缆小约 $2 \sim 5\text{mm}$,价格比采用矿物绝缘和硅橡胶绝缘耐火电缆低约 5% 到 10% ,且弯曲性能好,易于敷设施工。成品电缆的阻燃性能符合 IEC 60332-3-22 标准要求,耐火性能符合 IEC 60331-2009 标准的 (830°C , 120min) 线路完整性规定要求。

[0012] 作为本发明的优选方案,所述阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层的原料组分及重量含量如下,三元乙丙橡胶 4045M:20 份;硫化剂过氧化二异丙苯:0.5 份;共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯:0.2 份;防老剂 2-硫醇基苯并咪唑:0.1 份;防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体:0.1 份;偶联剂乙烯基三(β -甲氧基乙氧基)硅烷:0.1 份;阻燃剂氢氧化铝:15 份;耐火剂陶瓷玻璃粉:3 份;增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油:1 份;填充剂微细滑石粉:6 份;补强剂水合二氧化硅:4 份;补强剂煅烧陶土:5 份。

[0013] 作为本发明的优选方案,所述阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层的原料组分及重量含量如下,三元乙丙橡胶 4045M:20 份;硫化剂过氧化二异丙苯:0.55 份;共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯:0.25 份;防老剂 2-硫醇基苯并咪唑:0.2 份;防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体:0.2 份;偶联剂乙烯基三(β -甲氧基乙氧基)硅烷:0.15 份;阻燃剂氢氧化铝:18 份;耐火剂陶瓷玻璃粉:4 份;增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油:1.2 份;填充剂微细滑石粉:7 份;补强剂水合二氧化硅:5 份;补强剂煅烧陶土:7 份。

[0014] 作为本发明的优选方案,所述阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层的原料组分及重量含量如下,三元乙丙橡胶 4045M:20 份;硫化剂过氧化二异丙苯:0.6 份;共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯:0.3 份;防老剂 2-硫醇基苯并咪唑:0.3 份;防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体:0.3 份;偶联剂乙烯基三(β -甲氧基乙氧基)硅烷:0.2 份;阻燃剂氢氧化铝:20 份;耐火剂陶瓷玻璃粉:6 份;增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油:1.5 份;填充剂微细滑石粉:8 份;补强剂水合二氧化硅:7 份;补强剂煅烧陶土:8 份。

[0015] 本发明的另一个目的在于,提供一种阻燃耐火船用电力电缆的制造方法,该方法

制造而成的电缆阻燃性能好,内护套与电力电缆缆芯之间不粘连,便于施工过程中剥除护套时不伤害电力电缆绝缘线芯。

[0016] 为实现以上目的,本发明所提供的阻燃耐火船用电力电缆的制造方法,依次包括以下步骤:在绞合铜导体的外周均匀挤包阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层构成电力电缆绝缘线芯,将多根所述电力电缆绝缘线芯相互绞合构成电力电缆缆芯,在所述电力电缆缆芯的外周纵向包裹低强度无纺布纵包层,在所述低强度无纺布纵包层的外周挤包内护套将低强度无纺布纵包层紧密挤压在所述电力电缆绝缘线芯上,然后在所述内护套的外周编织铠装编织层,在所述铠装编织层的外周挤包外护套;所述阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层的制备方法如下:(1)按以下组分及重量含量准备原料,三元乙丙橡胶 4045M:20 份;硫化剂过氧化二异丙苯:0.5~0.6 份;共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯:0.2~0.3 份;防老剂 2-硫醇基苯并咪唑:0.1~0.3 份;防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体:0.1~0.3 份;偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷:0.1~0.2 份;阻燃剂氢氧化铝:15~20 份;耐火剂陶瓷玻璃粉:3~6 份;增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油:1~1.5 份;填充剂微细滑石粉:6~8 份;补强剂水合二氧化硅:4~7 份;补强剂煅烧陶土:5~8 份;(2)先将密炼机温度升至 160~180℃,接着加入三元乙丙橡胶 4045M 混炼 1~1.5 分钟,再依次加入上述防老剂 2-硫醇基苯并咪唑、防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体、偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷、阻燃剂氢氧化铝、耐火剂陶瓷玻璃粉、增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油、填充剂微细滑石粉、补强剂水合二氧化硅和补强剂煅烧陶土,进行混炼 7~8 分钟后卸料,在干燥洁净的空间晾放 24 小时以上;将胶料投进温度为 80~100℃的密炼机上再混炼 2~3 分钟,并在最后 20 秒加入硫化剂过氧化二异丙苯和共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯,将混炼料上三辊开炼机进行薄通,三辊开炼机的辊距为 1.5~2mm,打三角包和方包各四次后出片备用。

[0017] 相对于现有技术,本发明取得了以下有益效果:该方法制造而成的电缆采用低强度无纺布纵包层,纵包的特点只能是将一定宽度的无纺布分割成若干段,沿电力电缆缆芯轴线方向一段接一段包裹,低强度无纺布纵包层在圆周方向的张力非常小,挤包内护套时很容易将低强度无纺布纵包层压在电力电缆绝缘线芯外表面,即低强度无纺布纵包层的形状完全与电力电缆绝缘线芯的外形相吻合,消除了低强度无纺布纵包层与电力电缆绝缘线芯之间的空隙,便于燃烧条件下阻止火焰向内部的绵延传递,并可增强抵御潮气的浸渍;同时低强度无纺布纵包层可以确保内护套与电力电缆绝缘线芯之间不粘连,便于施工过程中剥除护套时不伤害电力电缆绝缘线芯。三元乙丙橡胶 4045M 具有优异的炼胶包辊和挤出成型工艺性能,绝缘电阻高,成本低,比重小。采用防老剂 RD 和 MB 共用可提高硫化胶的耐热性能,增强电缆工作温度,提高载流量,同时 MB 具有抑制铜导体老化作用。由于本发明中绝缘直接包覆导体,需避免使用硫磺以及含硫的硫化剂和促进剂,因为采用此类硫化剂的硫化橡胶耐热老化性能很差,且对铜有腐蚀性,在铜表面产生黑色硫化铜,增大铜导体的电阻,降低电流传输能力。采用 DCP 作为主硫化剂进行硫化可长期保持导体的光洁和纯度,DCP 受热分解产生游离基,夺去乙丙橡胶中的氢原子,引起交联反应;但由于 DCP 在酸性和还原性物质影响下,产生离子型分解,造成乙丙橡胶的降解,使乙丙橡胶的交联和断裂同时发生,降低了硫化效率,硫化胶的交联密度低,定伸强度和抗拉强度小;同时单用 DCP 时,其分解物存有臭味。本发明采用了 DCP 与共硫化剂 TAC 并用,TAC 具有两个不饱和活性官能基团,可快速与 DCP 分解出的游离基反应,形成结构稳定的新游离基继续参与交联反应,提高 DCP

的利用率和乙丙橡胶的交联效率,抑制乙丙橡胶断裂发生,二者共用克服了补强剂煅烧陶土的酸性影响,保证了交联效率。采用氢氧化铝(水合氧化铝)作为阻燃剂,其含有 3 个水分子,在 250℃开始分解,释放出水分子而吸收热量降低了周围温度,释放出的水蒸气又起到了稀释气相中可燃气体浓度的作用,生成的 Al_2O_3 和燃烧的聚合物表面的炭化物结合,形成保护膜,切断了热能和氧气的侵入,起到了阻燃作用;同时水合氧化铝具有低烟性能和减少一氧化碳发生的效果,释放的气体为水蒸气,完全对生物无毒,对金属设备无腐蚀性,环保清洁。耐火剂陶瓷玻璃粉可使得硫化胶在高温火焰条件下很快灼烧生成陶瓷状物质,形成隔热层,阻挡火焰继续燃烧和高温向内部的传递。采用微细滑石粉作为填充剂,价格低廉、电绝缘性能优异,吸水性极小,特别是浸水后仍有着很高的电绝缘性能,适合船舶电缆的特殊环境要求,但其机械强度较低,胶料缺乏粘性。补强剂采用水合二氧化硅和煅烧陶土,价格低廉,补强作用和填充效果优异,可有效增加橡胶的物理机械性能,改善乙丙橡胶的粘性和加工性能。同时水合二氧化硅可以克服煅烧陶土作为补强填充的胶料在蒸汽连续硫化时机械强度会降低的弊端。但水合二氧化硅和煅烧陶土具有吸水性,浸水电气性能较差,需进行表面处理,且煅烧陶土具有酸性,会降低 DCP 的交联效率,二者通过偶联剂处理克服以上弊端。偶联剂 A-172 可有效改善填充剂和补强剂的吸水性,保证硫化胶在船舶潮湿或浸水环境下电绝缘性能的稳定,其一方面与微细滑石粉、水合二氧化硅和煅烧陶土自发偶合,显著降低他们的粒度,使之更易于填充均匀,提高胶料与填充剂和补强剂的浸润性,增强补强作用;另一方面在硫化过程中,通过不饱和键形成橡胶—填料键,煅烧陶土由亲水性向疏水性转变,起到增加硫化速度、提高硫化胶的抗拉强度和电绝缘性能的耐水稳定性,消除硫化胶在蒸汽管道连续高温硫化时产生气孔的作用。增塑剂采用 1000 号蒸汽汽缸油,其粘度高,与乙丙橡胶互溶性好,挥发性小,可降低乙丙橡胶的弹性,改善其粘性和加工工艺差的缺点。本发明的绝缘橡胶抗张强度大于 5.2 N/mm^2 ,断裂伸长率 $\geq 260\%$,老化性能优越,绝缘性能好,生产工艺简单、成本较低、外径小、重量轻、柔软易弯曲、便于施工安装;本发明的绝缘橡胶制成的阻燃耐火船用电缆在满足阻燃和耐火性能的同时,电缆的外径比采用云母带绕包的耐火电缆小约 $2 \sim 5 \text{ mm}$,价格比采用矿物绝缘和硅橡胶绝缘耐火电缆低约 5% 到 10%,且弯曲性能好,易于敷设施工。成品电缆的阻燃性能符合 IEC 60332-3-22 标准要求,耐火性能符合 IEC 60331-2009 标准的(830℃,120min)线路完整性规定要求。

[0018] 作为本发明的优选方案,所述绝缘橡胶挤出时挤橡机采用冷喂料方式,挤橡机螺杆的长径比为 $(15 \sim 20):1$,机身温度为 $55^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C}$,机头温度 $90^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$,模具温度为 $120^\circ\text{C} \sim 130^\circ\text{C}$,挤橡机螺杆冷却方式为水冷却,挤出模具的模芯承线长度与挤出外径之比为 $1:(1 \sim 1.2)$,模套定型段的长度为 $2 \sim 4 \text{ mm}$ 。

[0019] 作为本发明的优选方案,所述低强度无纺布纵包层的厚度为 $0.05 \sim 0.1 \text{ mm}$,沿电力电缆缆芯轴线方向依次搭接纵包,每段所述低强度无纺布纵包层的宽度为电力电缆缆芯直径的 $3.5 \sim 3.8$ 倍。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明阻燃耐火船用电力电缆的结构示意图。

[0021] 图中:1. 电力电缆绝缘线芯;1a. 绞合铜导体;1b. 阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层;2. 低强度无纺布纵包层;3. 内护套;4. 铠装编织层;5. 外护套。

具体实施方式

[0022] 实施例一

[0023] 如图 1 所示,本发明的阻燃耐火船用电力电缆,依次包括以下步骤:在绞合铜导体 1a 的外周均匀挤包阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层 1b 构成电力电缆绝缘线芯 1,将多根电力电缆绝缘线芯 1 相互绞合构成电力电缆缆芯,在电力电缆缆芯的外周纵向包裹低强度无纺布纵包层 2,在低强度无纺布纵包层 2 的外周挤包内护套 3 将低强度无纺布纵包层 2 紧密挤压在电力电缆绝缘线芯上,然后在内护套的外周编织铠装编织层 4,在铠装编织层 4 的外周挤包外护套 5。低强度无纺布纵包层 2 的厚度为 0.05mm,沿电力电缆缆芯轴线方向依次搭接纵包,每段低强度无纺布纵包层的宽度为电力电缆缆芯直径的 3.5 倍。内护套 3 与外护套 5 均采用氧指数不低于 32 的柔软性高阻燃护套料。

[0024] 其中,阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层所用绝缘橡胶的制备步骤如下:(1)按以下组分及重量含量准备原料,三元乙丙橡胶 4045M:20 份;硫化剂过氧化二异丙苯(硫化剂 DCP):0.5 份;共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯(共硫化剂 TAC):0.2 份;防老剂 2-硫醇基苯并咪唑(防老剂 MB):0.1 份;防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体(防老剂 RD):0.1 份;偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷(硅烷偶联剂 A-172):0.1 份;阻燃剂氢氧化铝(即 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 水合氧化铝):15 份;耐火剂陶瓷玻璃粉:3 份;增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油:1 份;填充剂微细滑石粉:6 份;补强剂水合二氧化硅:4 份;补强剂煅烧陶土:5 份。

[0025] (2)先将密炼机温度升至 160℃,接着加入三元乙丙橡胶 4045M 混炼 1 分钟,再依次加入上述防老剂 2-硫醇基苯并咪唑、防老剂 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体、偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷、阻燃剂氢氧化铝、耐火剂陶瓷玻璃粉、增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油、填充剂微细滑石粉、补强剂水合二氧化硅和补强剂煅烧陶土,进行混炼 7 分钟后卸料,在干燥洁净的空间晾放 24 小时以上;将胶料投进温度为 80℃的密炼机上再混炼 2 分钟,并在最后 20 秒加入硫化剂过氧化二异丙苯和共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯,将混炼料上三辊开炼机进行薄通,三辊开炼机的辊距为 1.5mm,打三角包和方包各四次后出片备用。

[0026] 所述绝缘橡胶挤出时挤橡机采用冷喂料方式,挤橡机螺杆的长径比为 15:1,机身温度为 55℃,机头温度 90℃,模具温度为 120℃,挤橡机螺杆冷却方式为水冷却,挤出模具的模芯承线长度与挤出外径之比为 1:1,模套定型段的长度为 2mm。

[0027] 实施例二

[0028] 如图 1 所示,本发明的阻燃耐火船用电力电缆,依次包括以下步骤:在绞合铜导体 1a 的外周均匀挤包阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层 1b 构成电力电缆绝缘线芯 1,将多根电力电缆绝缘线芯 1 相互绞合构成电力电缆缆芯,在电力电缆缆芯的外周纵向包裹低强度无纺布纵包层 2,在低强度无纺布纵包层 2 的外周挤包内护套 3 将低强度无纺布纵包层 2 紧密挤压在电力电缆绝缘线芯上,然后在内护套的外周编织铠装编织层 4,在铠装编织层 4 的外周挤包外护套 5。低强度无纺布纵包层 2 的厚度为 0.08mm,沿电力电缆缆芯轴线方向依次搭接纵包,每段低强度无纺布纵包层的宽度为电力电缆缆芯直径的 3.7 倍。内护套 3 与外护套 5 均采用氧指数不低于 32 的柔软性高阻燃护套料。

[0029] 其中,阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层所用绝缘橡胶的制备步骤如下:(1)按以下组分及重量含量准备原料,三元乙丙橡胶 4045M:20 份;硫化剂过氧化二异丙苯:0.55 份;共硫

化剂三烯丙基氰脲酸酯:0.25份;防老剂2-硫醇基苯并咪唑:0.2份;防老剂2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体:0.2份;偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷:0.15份;阻燃剂氢氧化铝:18份;耐火剂陶瓷玻璃粉:4份;增塑剂1000号蒸汽汽缸油:1.2份;填充剂微细滑石粉:7份;补强剂水合二氧化硅:5份;补强剂煅烧陶土:7份。

[0030] (2)先将密炼机温度升至170℃,接着加入三元乙丙橡胶4045M混炼1.2分钟,再依次加入上述防老剂2-硫醇基苯并咪唑、防老剂2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体、偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷、阻燃剂氢氧化铝、耐火剂陶瓷玻璃粉、增塑剂1000号蒸汽汽缸油、填充剂微细滑石粉、补强剂水合二氧化硅和补强剂煅烧陶土,进行混炼7.5分钟后卸料,在干燥洁净的空间晾放24小时以上;将胶料投进温度为90℃的密炼机上再混炼2.5分钟,并在最后20秒加入硫化剂过氧化二异丙苯和共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯,将混炼料上三辊开炼机进行薄通,三辊开炼机的辊距为1.8mm,打三角包和方包各四次后出片备用。

[0031] 所述绝缘橡胶挤出时挤橡机采用冷喂料方式,挤橡机螺杆的长径比为18:1,机身温度为60℃,机头温度95℃,模具温度为125℃,挤橡机螺杆冷却方式为水冷却,挤出模具的模芯承线长度与挤出外径之比为1:1.1,模套定型段的长度为3mm。

[0032] 实施例三

[0033] 如图1所示,本发明的阻燃耐火船用电力电缆,依次包括以下步骤:在绞合铜导体1a的外周均匀挤包阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层1b构成电力电缆绝缘线芯1,将多根电力电缆绝缘线芯1相互绞合构成电力电缆缆芯,在电力电缆缆芯的外周纵向包裹低强度无纺布纵包层2,在低强度无纺布纵包层2的外周挤包内护套3将低强度无纺布纵包层2紧密挤压在电力电缆绝缘线芯上,然后在内护套的外周编织铠装编织层4,在铠装编织层4的外周挤包外护套5。低强度无纺布纵包层2的厚度为0.1mm,沿电力电缆缆芯轴线方向依次搭接纵包,每段低强度无纺布纵包层的宽度为电力电缆缆芯直径的3.8倍。内护套3与外护套5均采用氧指数不低于32的柔软性高阻燃护套料。

[0034] 其中,阻燃耐火乙丙橡胶绝缘层所用绝缘橡胶的制备步骤如下:(1)按以下组分及重量含量准备原料,三元乙丙橡胶4045M:20份;硫化剂过氧化二异丙苯:0.6份;共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯:0.3份;防老剂2-硫醇基苯并咪唑:0.3份;防老剂2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体:0.3份;偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷:0.2份;阻燃剂氢氧化铝:20份;耐火剂陶瓷玻璃粉:6份;增塑剂1000号蒸汽汽缸油:1.5份;填充剂微细滑石粉:8份;补强剂水合二氧化硅:7份;补强剂煅烧陶土:8份。

[0035] (2)先将密炼机温度升至180℃,接着加入三元乙丙橡胶4045M混炼1.5分钟,再依次加入上述防老剂2-硫醇基苯并咪唑、防老剂2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体、偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷、阻燃剂氢氧化铝、耐火剂陶瓷玻璃粉、增塑剂1000号蒸汽汽缸油、填充剂微细滑石粉、补强剂水合二氧化硅和补强剂煅烧陶土,进行混炼8分钟后卸料,在干燥洁净的空间晾放24小时以上;将胶料投进温度为100℃的密炼机上再混炼3分钟,并在最后20秒加入硫化剂过氧化二异丙苯和共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯,将混炼料上三辊开炼机进行薄通,三辊开炼机的辊距为2mm,打三角包和方包各四次后出片备用。

[0036] 所述绝缘橡胶挤出时挤橡机采用冷喂料方式,挤橡机螺杆的长径比为20:1,机身

温度为 65℃,机头温度 100℃,模具温度为 130℃,挤橡机螺杆冷却方式为水冷却,挤出模具的模芯承线长度与挤出外径之比为 1:1.2,模套定型段的长度为 4mm。

[0037] 对实施例一至实施例三中绝缘橡胶老化前机械性能测试结果如表 1:

[0038] 表 1

[0039]

	单位	标准要求	实施例一	实施例二	实施例三
抗张强度	N/mm ²	≥4.2	5.8	5.2	5.6
断裂伸长率	%	≥200	260	270	240

[0040] 对实施例一至实施例三中绝缘橡胶烘箱老化后的机械性能测试结果如表 2,老化条件:温度 135±2℃,时间:168h。

[0041] 表 2

[0042]

	单位	标准要求	实施例一	实施例二	实施例三
抗张强度 最大变化率	%	±30	-11	-10	-6
断裂伸长率 最大变化率	%	±30	-4	-5	-9

[0043] 对实施例一至实施例三中绝缘橡胶空气弹老化后的机械性能测试结果如表 3,老化条件:温度 127±1℃,时间 40h,压力 56 N/mm²。

[0044] 表 3

[0045]

	单位	标准要求	实施例一	实施例二	实施例三
抗张强度 最大变化率	%	±30	-15	+7	-7
断裂伸长率 最大变化率	%	±30	+3	+4	+2

[0046] 对实施例一至实施例三中绝缘橡胶的绝缘电阻(20℃时)测试结果如表 4 所示。

[0047] 表 4

[0048]

	单位	标准要求	实施例一	实施例二	实施例三
绝缘电阻 (20℃)	MΩ·km	≥3670	9650	9100	10200

[0049] 对实施例一至实施例三中绝缘橡胶浸入 50℃水后交流电容增加率测试结果如表 5。表中记录的数值分别为第 14 天与第 1 天、第 7 天的差值。

[0050] 表 5

[0051]

	单位	标准要求	实施例一	实施例二	实施例三
14-1 (d)	%	≤15	6	4	5
14-7 (d)	%	≤5	1	0.2	0.1

[0052] 对实施例一至实施例三中绝缘橡胶制成的成品电缆与现有乙丙橡胶绝缘电缆进行阻燃耐火性能试验,阻燃试验标准执行 IEC60332-3-22, 耐火试验标准执行 IEC 60331.1-2009,结果如表 6。

[0053] 表 6

试验项目	标准要求	现有乙丙橡胶绝缘电缆	实施例一	实施例二	实施例三
A 类成束阻燃试验	炭化部分高度不大于 2.5m	炭化部分高度为 1.8m	炭化部分高度为 1.48m	炭化部分高度为 1.51m	炭化部分高度为 1.50m
耐火试验	(830℃,120min) 电路通路	断路	通路	通路	通路

[0054] 实施例一至实施例三中,三元乙丙橡胶 4045M 优选日本三井化学株式会社生产的“三井 EPT”牌三元乙丙橡胶 4045M。硫化剂过氧化二异丙苯(硫化剂 DCP)可以选用烟台恒诺化工科技有限公司或上海方锐达化学品有限公司产品。共硫化剂三烯丙基氰脲酸酯(共硫化剂 TAC)可以选用烟台恒诺化工科技有限公司或上海方锐达化学品有限公司产品。防老剂 2- 硫醇基苯并咪唑(防老剂 MB)可以选用上海橡胶助剂厂有限公司或青岛特诺商贸有限公司产品。防老剂 2,2,4- 三甲基 -1,2- 二氢化喹啉聚合体(防老剂 RD)可以选用江苏省海安石油化工厂或南京友好助剂化工有限责任公司的产品。偶联剂乙烯基三(β-甲氧基乙氧基)硅烷(硅烷偶联剂 A-172)可以选用南京向前化工有限公司或南京锆建新材料有限公司的产品。阻燃剂氢氧化铝(即 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 水合氧化铝)可以选用石家庄鑫源化工有限责任公司或深圳市宏泰基实业有限公司的产品。耐火剂陶瓷玻璃粉可以选用石家庄韵石新型建材有限公司的产品。增塑剂 1000 号蒸汽汽缸油可以选用盐城华齐石油制品有限公司或山东日出东方石油化工有限公司的产品。填充剂微细滑石粉选用符合《GB 15342-1994 滑石粉》标准中规定的产品。补强剂水合二氧化硅可以选用广州吉必盛科技实业有限公司或太仓市欣鸿化工有限公司的产品。补强剂煅烧陶土广州市耿达贸易有限公司或茂名市茂

南金鹏瓷土厂的产品。本发明所用原料,除以上厂家外,均可以选用市场上其它符合要求的同类产品。

[0055] 以上所述仅为本发明之较佳可行实施例而已,非因此局限本发明的专利保护范围。除上述实施例外,本发明还可以有其他实施方式。凡采用等同替换或等效变换形成的技术方案,均落在本发明要求的保护范围内。

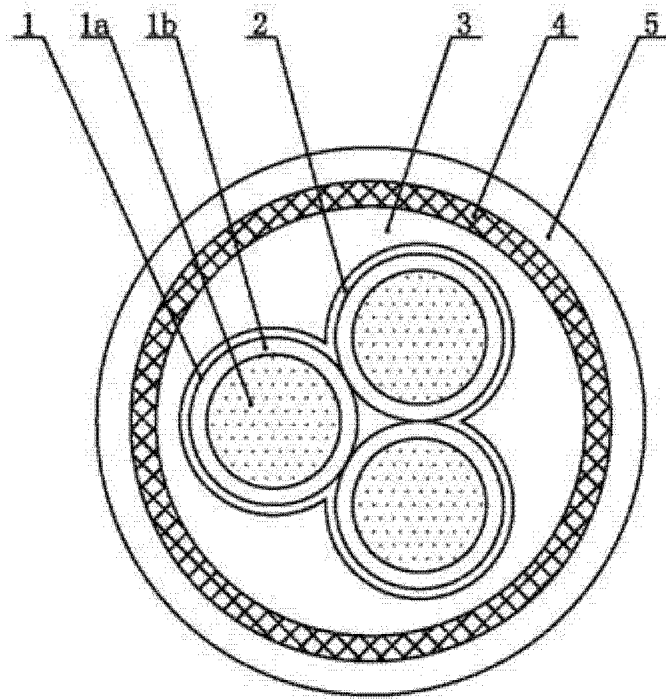


图 1