



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201812530 U

(45) 授权公告日 2011. 04. 27

(21) 申请号 201020271496. 3

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2010. 07. 27

(73) 专利权人 南洋电缆集团有限公司

地址 200030 上海市徐汇区裕德路 165 号

(72) 发明人 赵怀顺 徐福明 林丽云 郑高楚

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 潘振甦

(51) Int. Cl.

H01B 7/04 (2006. 01)

H01B 7/29 (2006. 01)

H01B 7/295 (2006. 01)

H01B 17/62 (2006. 01)

H01B 3/28 (2006. 01)

H01B 3/44 (2006. 01)

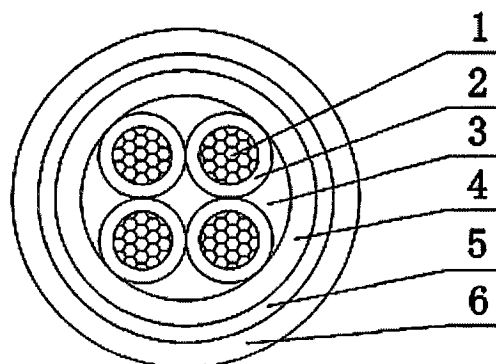
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 实用新型名称

一种耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆

(57) 摘要

本实用新型涉及一种耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆,其特征在于所述的电缆的每个芯由里至外依次由导体、硅橡胶绝缘层、填充料、阻燃隔氧层、铝塑复合带隔热层和膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层组成;结构上采用膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层加铝塑复合带隔热层加硅橡胶绝缘层三者组合形成的耐火电缆结构设计;涂敷金属水合物的无卤高阻燃材料形成的阻燃隔氧层结构设计;总之,本实用新型提供的电缆不仅易于加工,电缆外径比传统电缆的外径小 2-4mm,可明显使结构减轻。



1. 一种耐火膨胀无卤高阻燃环保电缆，其特征在于所述的电缆的每个芯由里至外依次由导体、硅橡胶绝缘层、填充料、阻燃隔氧层、铝塑复合带隔热层和膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层组成。

2. 按权利要求1所述的电缆，其特征在于所述的电缆为单芯电缆、二芯电缆、三芯电缆、四芯电缆或五芯电缆。

3. 按权利要求1或2所述的电缆，其特征在于所述的电缆截面为圆形或扇形。

4. 按权利要求1所述的电缆，其特征在于所述的导体采用铜单线或铜绞合导体，符合GB/T3956的规定的1类或2类。

5. 按权利要求1所述的电缆，其特征在于：

①硅橡胶绝缘层在高温下燃烧，在导体表面形成以二氧化硅为主体的壳层；

②所述的阻燃隔氧层的标称厚度不小于0.20mm；绕包4层，重叠率不小于40%；

③铝塑复合带的标称厚度不小于0.10mm，绕包1层，搭盖率不小于40%；

④阻燃隔氧层为无卤高阻燃包带，标称厚度不小于0.20mm，绕包4层，重叠率不小于30%。

6. 按权利要求1或2所述的电缆，其特征在于所述的电缆外径较同规格的耐火电缆小2-4mm。

一种耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆，所述的电缆可广泛应用于高层建筑、商用住宅、商场、医院、电站、地铁、宾馆等场所，属于电缆技术领域。

背景技术

[0002] 随着社会的进步和科技的发展以及人类对生态环境的要求，各国都致力于开发环保电缆。近年来，欧盟已陆续实施《WEEE 指令》、《ROHS 指令》和《EUP 指令》等绿色指令，特别是在 2009 年 12 月哥本哈根会议之后，低碳经济，绿色环保概念深入人心，环保型电缆必将是电线电缆发展的趋势。

[0003] 然而，当前广泛使用的阻燃电缆主要是含卤阻燃体系的聚氯乙烯绝缘及护套电缆，或是添加金属氢氧化物阻燃体系的低烟无卤阻燃聚烯烃电缆，它们虽然在一定程度上满足了人们对电缆的阻燃要求，但含卤阻燃体系的电缆着火燃烧时会产生二次危害，从而加大了火灾带来的损失。低烟无卤阻燃聚烯烃电缆虽然可以克服含卤阻燃电缆遇火燃烧时产生的浓烟，释放有毒腐蚀性气体等缺点，同时还可解决普通阻燃电缆易老化、低温脆性差等问题，但这类电缆却存在力学性能、电性能、加工性能不够理想等问题。

[0004] 常见的耐火电缆有云母带绕包聚氯乙烯绝缘或交联聚乙烯绝缘耐火电缆，矿物氧化镁绝缘铜护套耐火电缆。前者是目前国内较为普遍的耐火电缆，其结构和普通电缆基本一样，不同之处在于导体和绝缘之间设置了由云母带绕包形成的耐火层，该耐火层具有一定的耐火特性，但一旦电缆遇火燃烧，构成电缆的高分子材料极易燃烧，而保持线路的完整性依靠的是云母带，因而云母带的选材和加工工艺非常关键。目前国内这种结构的耐火电缆稳定性很差，不同厂家的耐火电缆质量参差不齐。后者是一种性能十分优异的安全型电缆，由铜导体，无机氧化镁绝缘和铜护套三者组合加工而成，由于矿物绝缘电缆独特的结构和使用材料的无机绝缘特性，使得矿物绝缘电缆具有耐火、防爆、防水耐腐蚀，机械强度高，载流量大等特性，但电缆成本较为昂贵，制造工艺复杂，生产长度短，且终端附件多接头点薄弱，安装施工较麻烦，因而不适宜广泛推广使用。

[0005] 在对阻燃、耐火、无卤阻燃电缆产品的环境安全性和使用安全性要求日益严格的前提下，新型无卤阻燃电缆已成为国内、外线缆行业的重点研究方向之一。20 世纪九十年代末，国内外各大聚合物材料厂商及相关研究机构开始了对低烟无卤阻燃聚烯烃电缆材料的研究，大力开发无卤阻燃电缆技术，并提出了多种阻燃体系的低烟无卤阻燃聚烯烃电缆材料，以金属氢氧化物（如氢氧化镁 $Mg(OH)_2$ 、氢氧化铝 $Al(OH)_3$ 等）阻燃体系为主的低烟无卤阻燃聚烯烃电缆迅速得到了大范围的推广应用，但至今国内对低烟无卤阻燃聚烯烃电缆的理解仍局限于通过金属氢氧化物在高温条件下发生水分气化降低材料表面温度，从而达到无卤阻燃的要求，但金属氢氧化物阻燃体系的无卤阻燃电缆，易吸收空气中的水分，而且与基体树脂的相容性差，欲获得高阻燃性能需添加大量阻燃填充剂，高填充量必然导致聚合物的强度和伸长率大幅降低，因而对材料的机械力学、电性能及加工性能影响很大。

[0006] 针对阻燃、耐火、低烟无卤阻燃聚烯烃电缆的现状及存在的问题，本申请拟从环境安全性和使用安全性角度出发，在结构设计中，充分考虑电缆的阻燃耐火性能和绿色环保性能，摒弃传统耐火电缆结构及挤包隔氧层结构，并通过对绝缘层及外护层材料的合理选用，从而开发了一种硅橡胶绝缘膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火环保电缆。

实用新型内容

[0007] 本实用新型的目的在于提供一种耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆，所提供的环保电缆是一种硅橡胶绝缘膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护套环保电缆。这种耐火膨胀型低烟无卤高阻燃聚烯烃环保电缆导体外无需绕包云母带，绝缘层采用硅橡胶材料，缆芯外绕包无卤高阻燃包带形成新型隔氧层，隔热层采用铝塑复合带绕包，外护层采用膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火护套料。由于硅橡胶绝缘层在火焰温度下仍保持优良的电绝缘性能，并能在导体表面形成以二氧化硅为主体的硬壳无机绝缘体，绝缘性能的稳定确保了电缆在火焰温度下能够长时间正常工作。缆芯绕包无卤高阻燃包带形成新型隔氧层，起到隔氧、阻燃作用；铝塑复合带绕包形成隔热层，起到隔热、反射热量作用。外护层采用膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火护套新材料，该材料在高温条件下，通过不同组份（炭源、酸源、气源）之间的化学作用，在材料表面膨胀形成致密炭层，膨胀层具有隔热、隔氧作用，一方面减少辐射到外护层上的热量，降低表面温度，阻止外护层进一步降解及燃烧，另一方面减少热降解产生的可燃物与氧气的扩散，抑制火焰进一步蔓延。耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆在发生火灾时，不但能够阻隔火源进一步燃烧，延长电缆的耐火工作时间，而且发烟量低，不会产生有毒有害气体，有效消除了二次危害，提高了使用安全性和环境安全性。

[0008] 本实用新型提供的一种耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆（简称环保电缆）性能技术指标是：

[0009] (1) 溶液的 PH 加权值不小于 4.3，电导率加权值不大于 $10 \mu\text{s}/\text{mm}$ ；

[0010] (2) 材料有焰时烟密度 D_m 不大于 100，无焰时烟密度 D_m 不大于 200；成品电缆燃烧后，单根电缆透光率在 85% 以上，多根或多束电缆透光率在 80% 以上；

[0011] (3) 电缆的烟气毒性符合 ZA2 级；

[0012] (4) 电缆燃烧时产生的各种气体的浓度及发烟量 (ppm)：HCl 为 0、CO 为 30、 NO_2 为 0.061、 SO_2 为 0.012；

[0013] (5) 材料不含氟 (F)、氯 (Cl)、溴 (Br)、碘 (I) 等卤素；重金属含量 (mg/kg) 铬 (Cr) ≤ 60 、镉 (Cd) ≤ 75 、汞 (Hg) ≤ 60 、铅 (Pb) ≤ 90 、锑 (Sb) ≤ 60 、砷 (As) ≤ 25 、钡 (Ba) ≤ 1000 、硒 (Se) ≤ 500 ；

[0014] (6) 电缆阻燃性能达到 I 级 A 类阻燃电缆的要求；

[0015] (7) 电缆耐火性能达到 I 级 A 类耐火电缆的要求。

[0016] 本实用新型提供的环保电缆可以单芯电缆、二芯电缆、三芯电缆、四芯电缆或五芯电缆。以四芯电缆为例（图 1），电缆的每个芯由里至外依次为导体、硅橡胶绝缘层、填充料、阻燃隔氧层、铝塑复合带隔热层和膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层组成。

[0017] 为实现本实用新型提供的环保电缆其关键工艺技术包括构成电缆的构件的选择

和制造工艺的选择。

[0018] 1、构筑环保电缆的构件的选择

[0019] 导体采用符合 GB/T 3956 规定的 1 类或 2 类绞合铜导体，导体表面光洁，无毛刺，无划痕。

[0020] 绝缘层采用甲基乙烯基硅胶混合物作为绝缘材料，甲基乙烯基硅胶混合物为环保材料，具有良好的加工性能、机械物理性能及特殊成壳性能。硅橡胶绝缘在高温燃烧情况下逐步分解，在导体表面形成以二氧化硅为主体的硬壳无机绝缘体，壳层具有较大机械强度，能承受一定机械冲击力，类似云母带绕包形成的耐火层，在高温或受潮情况下仍具有优异的电气绝缘性能，确保电缆在高温燃烧下保持一段时间的正常工作。

[0021] 成缆绕包采用涂敷金属水合物的无卤高阻燃包带包覆在缆芯外，无卤高阻燃包带外观为白色双面浸胶，该绕包材料通过采用无碱玻璃纤维布，浸涂不含任何卤素、不含磷的高阻燃性胶体，并经固化或交联而成。可形成新型阻燃隔氧层，实现电缆高阻燃性能和绿色环保性能。填充采用高阻燃无机纸绳，保证产品的圆整性和高阻燃性。

[0022] 隔热层采用铝塑复合带绕包。铝塑复合带用铝带与塑料层用聚乙烯，两者通过采用优级涂层料加工制成。隔热层起到很好的隔热、反射热量作用，减缓了热传导。

[0023] 外护套采用膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火新材料，护套材料不但具有无卤、低烟、阻燃、低毒、低腐蚀等特点，性能指标符合环保电缆的要求，而且还具有密度低、可挤出加工特性。新型护套材料选用高聚合度的聚磷酸铵作为阻燃剂，采用化学膨胀阻燃技术，其阻燃耐火机理：在高温燃烧条件下，阻燃体系中的成炭剂受热脱水分解生成酸，并作为强脱水剂与阻燃体系中的成炭物质发生脱水作用形成碳层，通过发泡剂的发泡作用产生致密的多孔碳层紧密附着于材料表面，从而起到隔绝空气，阻断火源，降低材料表面温度，减少材料燃烧的烟气发送量作用，有效保护了电缆线路的完整性，因而该护套新材料具有显著的耐火性能，阻燃性能持久。

[0024] ①耐火电缆结构

[0025] 电缆产品的耐火性能并不完全取决于云母带绕包形成的耐火层，而是取决于绝缘和护套材料的耐火特性、材料组份及整个电缆的结构设计，本实用新型提供的环保电缆采用硅橡胶绝缘层加铝塑复合带隔热层加膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层，摒弃了传统耐火电缆结构，从而避免了云母带质量及绕包工艺对耐火电缆性能的影响。硅橡胶绝缘具有宽广的温度使用范围，在 -60°C $-+250^{\circ}\text{C}$ 温度下可以正常使用，即使在高温燃烧下，仍能在导体表面形成二氧化硅硬壳无机绝缘体，电气绝缘性能非常优异；铝塑复合带绕包隔热层，铝层光热反射率大于 90%，减缓了热传导，即使在高温燃烧下，熔解生成的氧化铝层可形成屏障，有效阻止热量向聚合物内部传递；膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层，在加热或火焰作用下，护套材料迅速膨胀，形成致密的多孔碳层紧密附着在电缆表面而不熔滴，起到很好的隔热隔氧作用，能够有效地阻断火源，保护电缆线路的完整性。

[0026] 采用膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层加铝塑复合带隔热层再加硅橡胶绝缘层结构，即使在 1000°C 的火焰温度条件下，经过 90min 后，电缆内部的温度不超过 450°C ，电缆仍能保持外护层的完整性，隔离内部绝缘层及其熔融产物与外部火焰相接触，新型耐火电缆组合结构的设计，最终起到保护绝缘层难以被燃烧，确保电缆在高温

燃烧下维持一段时间的正常工作。

[0027] 新型耐火电缆的结构设计，尤其适用于小截面小规格耐火电缆的设计和制造，耐火稳定性优异。不但减少绕包工序，柔软性好，对弯曲半径较小的场合尤为适用，而且与同规格的传统耐火电缆相比，所提供的耐火电缆的外径要小 2-4mm，大大节约了材料成本。

[0028] ②阻燃隔氧层结构

[0029] 传统的挤包隔氧层电缆，加工性能差，电缆放置一段时间后，水溶性混合物树脂容易发硬，安装敷设时易损伤绝缘层，其在结构、特性及加工制造等方面都存在诸多缺陷，本实用新型采用涂敷金属水合物的无卤高阻燃材料包覆在缆芯外形成阻燃隔氧层，集阻燃、吸热、隔氧于一体，并采用高阻燃无机纸绳进行填充，有效提高了电缆的高阻燃特性。

[0030] 阻燃隔氧层阻燃机理：阻燃隔氧层燃烧分解生成金属氧化物和结晶水，金属氧化物分解后能吸附烟气，结晶水能吸热降低温度，吸热作用延缓了电缆燃烧速度，其在燃烧过程中形成的碳化结构，形成阻碍氧气的供给和可燃气体流动的隔氧层，从而抑制了电缆的燃烧。

[0031] ③铝塑复合带绕包隔热层隔热、反射热技术

[0032] 缆芯绕包阻燃隔氧层后，采用铝塑复合带绕包形成隔热层，隔热层的光热反射率大于 90%，减缓了热的传导，金属铝的熔点为 660℃，熔化热达 11670 焦耳/摩尔，隔热层在高温下熔解氧化，能够吸收大量热量，而且生成的氧化铝层可形成热屏障，有效阻止热量向聚合物内部传递，同时延缓了外部火焰气流和热量对绝缘层的冲击，较好地保护了绝缘层无机绝缘体的形成。

[0033] 总之，本实用新型提供的环保电缆结构上特点是

[0034] a) 采用膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层加铝塑复合带隔热层加硅橡胶绝缘层三者组合形成的新型耐火电缆结构设计；

[0035] b) 涂敷金属水合物的无卤高阻燃材料形成的阻燃隔氧层结构设计；

[0036] c) 铝塑复合带绕包形成的隔热层结构设计；

[0037] 因此，本实用新型提供的耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆，不但原辅材料采用的均为绿色环保型材料，而且绝缘层采用的硅橡胶材料，耐温等级高，柔软弯曲半径小，外护层采用的新材料密度低，易于加工。整个电缆因为没有采用传统耐火电缆结构及挤包隔氧层结构，电缆近似外径明显减小，结构重量有所减轻。耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆在性能上具有以下显著特点：1)、不含卤素，不会产生有害气体及腐蚀性气体；2)、燃烧时产生的各种气体的浓度及发烟量低；3)、汞、铅等八种重金属含量低，不污染环境；4)、具有较高的阻燃性能；5)、具有稳定的耐火性能；6)、温度等级高，提高了电缆的载流量；7)、密度低，易于加工；8)、柔软弯曲半径小；9)、电缆近似外径小，结构重量轻。

附图说明

[0038] 图 1 本实用新型提供的四芯耐火膨胀型无卤高阻燃环保电缆结构示意图；a 为圆形截面；b 为扇形截面。

[0039] 图中：1- 导体；2- 硅橡胶绝缘；3- 填充；4- 阻燃隔氧层；5- 铝塑复合带隔热层；6- 膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层。

具体实施方式

[0040] 下面结合附图进一步说明本实用新型的特点和进步，但本实用新型决非仅局限于实施例。以图 1(a) 为例，各部件的特征是：

[0041] (1) 单线拉制

[0042] $\Phi 8.00\text{mm}$ 铜杆经过多道拉伸，拉制成圆铜单线，拉丝工艺与一般电缆生产相同。圆铜单线拉制后，经过退火再结晶，退火温度控制范围精密。导体采取正规绞合，保证导体的结构稳定。合理设计各绞合层的节距比，保证导体的弯曲性能和紧密性。

[0043] (2) 硅橡胶绝缘层

[0044] 采用甲基乙烯基混合物硅橡胶挤出后，合理控制硫化温度、硫化时间和硫化压力，保证绝缘充分硫化。绝缘线芯采用颜色标识，每个回路的主线芯颜色为红色、黄色、绿色、中性线为蓝色，接地线为黄 / 绿双色。

[0045] 绝缘线芯应按 GB/T3048.9 规定的交流 50Hz 火花试验作为中间检验。中间检验后成缆，成缆方向为右向，缆芯按红、黄、绿、蓝、黄 / 绿双色顺序顺时针排列，缆芯圆整紧密。

[0046] (3) 填充料为高阻燃无机纸或高阻燃聚丙烯填充绳；

[0047] (4) 阻燃隔氧层

[0048] 无卤高阻燃包带标称厚度不小于 0.20mm，绕包四层，重叠率不小于 30%，合理控制绕包的重叠率。

[0049] (5) 铝塑复合带隔热层

[0050] 铝塑复合带绕包标称厚度不小于 0.10mm，绕包一层，搭盖率不小于 40%，合理控制绕包的搭盖率及精密度。

[0051] (6) 膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层

[0052] 外护层采用膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火材料，初始膨胀温度为 250℃，且能在 460℃ 之前达最大膨胀容积；控制挤制的温度和速度，保证电缆表面平整、色泽均匀，塑化良好。

[0053] 最后，在外护层表面喷印厂名、型号、额定电压、规格、长度等连续标识。每相邻两个完整标志首尾间距不大于 500mm。

[0054] 上述各流程中需说明的是：

[0055] 1、电缆导体。导体材料采用铜单线或铜绞合导体。其结构和性能符合 GB/T3956 的条款规定。

[0056] 2、硅橡胶绝缘层。采用性能较优的硅橡胶绝缘料经挤塑后硫化而成，保证较好的绝缘电阻和电气绝缘性能，同时具有耐温等级高，耐热老化性好等特点。

[0057] 3、填充。缆芯绞合成缆时总采用高阻燃无机纸绳或高阻燃聚丙烯填充绳填充，保证缆芯圆整性。

[0058] 4、阻燃隔氧层。缆芯绞合成缆后，采用涂敷挤塑机金属水合物的无卤高阻燃材料绕包形成新型隔氧层，阻燃隔氧层表面应平整紧密、节距均匀。

[0059] 5、铝塑复合带隔热层。缆芯绕包阻燃隔氧层后，采用铝塑复合带绕包形成隔热层，隔热层表面应平整光滑。

[0060] 6、膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火外护层。外护层紧密挤包在隔热层上，采用膨胀型低烟无卤阻燃聚烯烃耐火护套新材料挤塑而成，外护层表面应光滑圆整，外径均匀。

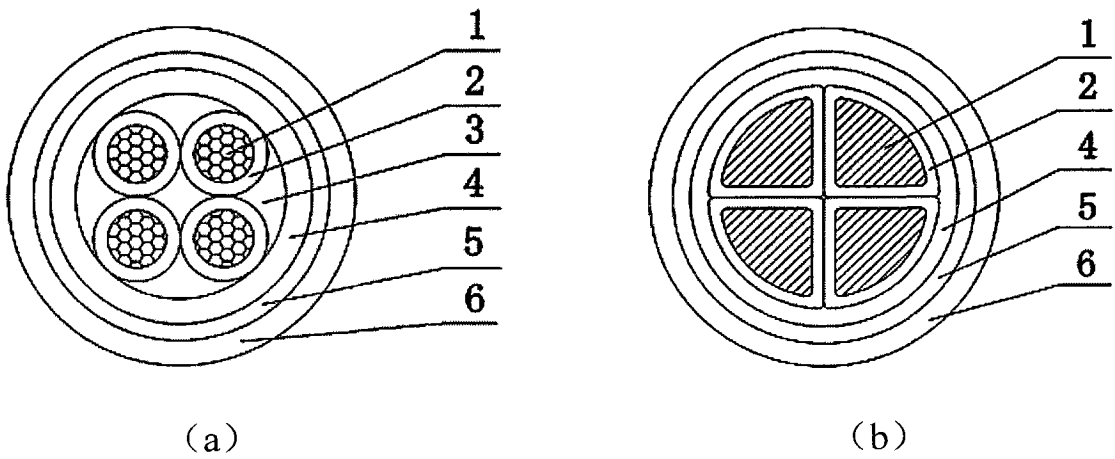


图 1