(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110491554 A
(43)申请公布日 2019.11.22

(21)申请号 201910769076.3

(22)申请日 2019.08.20

(71)申请人 上海胜华电气股份有限公司
地址 201314 上海市浦东新区宣镇东路888号1幢2幢

(72)发明人 戴伟国 陈三建

(74)专利代理机构 上海科律专利代理事务所（特殊普通合伙）31290
代理人 袁亚军

(51)Int.Cl.
H01B 7/00(2006.01)
H01B 7/02(2006.01)
H01B 7/04(2006.01)
H01B 7/18(2006.01)
H01B 7/282(2006.01)
H01B 7/29(2006.01)
H01B 7/295(2006.01)
H01B 13/00(2006.01)
H01B 3/44(2006.01)

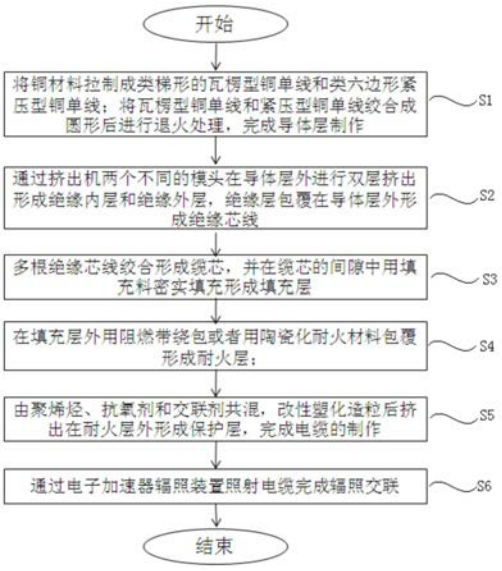
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种辐照交联耐火长寿命电缆及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种辐照交联耐火长寿命电缆及其制备方法，由内到外依次包括缆芯、填充层、耐火层和保护层，所述缆芯由若干根绝缘芯线绞合形成，所述绝缘芯线由内到外依次包括导体层和绝缘层，所述导体层由多根铜单线绞合而成，所述铜单线为异形铜单线；所述绝缘层由内到外依次包括绝缘内层和绝缘外层；所述耐火层由阻燃带绕包而成或者由陶瓷化耐火材料制成。本发明在导体层的制备增强了电缆柔软性，提升了耐火系数，延长了电缆的使用寿命；满足民用核设施项目对电缆绝缘阻燃性能、电气性能、机械性能、耐辐照性能的要求，经寿命评定试验，推导出导体评价工作温度70℃下使用寿命不小于70年。



CN 110491554 A

1.一种辐照交联耐火长寿命电缆,其特征在于,由内到外依次包括缆芯、填充层(5)、耐火层(6)和保护层(7),所述缆芯由若干根绝缘芯线绞合形成,所述绝缘芯线由内到外依次包括导体层(1)和绝缘层,所述导体层(1)由多根铜单线绞合而成,所述铜单线为异形铜单线;所述绝缘层由内到外依次包括绝缘内层(3)和绝缘外层(4);所述缆芯在绝缘芯线绞合时形成的间隙中填充有填充料形成填充层(5),所述耐火层(6)由阻燃带绕包而成或者由陶瓷化耐火材料制成。

2.如权利要求1所述的辐照交联耐火长寿命电缆,其特征在于,所述铜单线包括瓦楞型铜单线(11)和紧压型铜单线(12),所述瓦楞型铜单线(11)截面呈类梯形,所述紧压型铜单线(12)截面呈类六边形。

3.如权利要求1所述的辐照交联耐火长寿命电缆,其特征在于,所述绝缘内层(3)和绝缘外层(4)的材质都为添加了阻燃剂的聚烯烃,所述绝缘内层(3)和绝缘外层(4)的阻燃剂的配比相异。

4.如权利要求1所述的辐照交联耐火长寿命电缆,其特征在于,所述填充料材质为具有阻燃性的环保溴系耐热性的玻璃纤维或者绝缘性的煅烧高岭土。

5.如权利要求1所述的辐照交联耐火长寿命电缆,其特征在于,所述耐火层(6)由阻燃带绕包形成,所述阻燃带为双面合成云母带、煅烧云母带或者低烟无卤高阻燃带。

6.如权利要求1所述的辐照交联耐火长寿命电缆,其特征在于,所述耐火层(6)由陶瓷化耐火材料制成,所述陶瓷化耐火材料由无机填料和聚合物复合而成,所述陶瓷化耐火材料低温快速成型,常态下柔软且绝缘,在500℃以上无焰高温或者620℃以上火焰烧灼时,聚合物燃烧,无机填料快速瓷化,形成耐火绝缘壳体。

7.一种辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法,其特征在于,所述电缆为权利要求1-7任一项所述的辐照交联耐火长寿命电缆,包括如下步骤:

S1:将铜材料拉制成类梯形的瓦楞型铜单线(11)和类六边形的紧压型铜单线(12);将瓦楞型铜单线(11)和紧压型铜单线(12)绞合成圆形后进行退火处理,完成导体层(1)制作;

S2:通过挤出机两个不同的模头对步骤S1中制作完成的导体层进行双层挤出形成绝缘内层(3)和绝缘外层(4),所述绝缘层包覆在导体层外形成绝缘芯线;

S3:多根绝缘芯线绞合形成缆芯,并在缆芯的间隙中用填充料密实填充形成填充层(5);

S4:在填充层(5)外用阻燃带绕包或者用陶瓷化耐火材料包覆形成耐火层(6);

S5:由聚烯烃、抗氧剂和交联剂共混,改性塑化造粒后挤出在耐火层(6)外形成保护层(7),完成电缆的制作;

S6:通过电子加速器辐照装置照射电缆,完成辐照交联。

8.如权利要求7所述的辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法,其特征在于,所述步骤S5中聚烯烃、抗氧剂和交联剂质量比为100:0.3-0.5:1.5-2.5,所述保护层(7)的聚烯烃材料中添加了阻燃剂,添加的阻燃剂为乙烯—醋酸乙烯酯共聚物活化的氢氧化物。

9.如权利要求7所述的辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法,其特征在于,所述步骤S6中电子加速器辐照装置包括电子枪(21)、加速器(22)、束流线(23)、扫描磁铁(24)和真空盒(25),所述电子枪(21)发射低能电子束,低能电子束经过加速器(22)和束流线(23)将能量提高,通过扫描磁铁(24)经由真空盒(25)的扫描窗口(26)输出,照射到电缆上进行辐照交

联。

10.如权利要求9所述的辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法,其特征在于,所述辐照交联的辐照剂量为200kGy。

一种辐照交联耐火长寿命电缆及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电缆及其制备方法，尤其涉及一种辐照交联耐火长寿命电缆及其制备方法。

背景技术

[0002] 伴随着社会经济高速的发展，普通的电缆已经不能满足城乡建筑、大型公共设施及重要的场所等，因电缆老化导致的电气短路引起的火灾已越来越易见，造成的安全事故也随之增加。普通的聚氯乙烯、聚乙烯绝缘电线电缆尽管具有优良的机械、电气及加工性能，最大的缺欠是易燃、发热量高、火焰传播速度快，燃烧时会释放出大量的有毒有害的腐蚀性气体和浓烟，造成“二次灾害”。这些气体和浓烟不仅危及到生命安全，而且还严重腐蚀设备和建筑物，同时给消防救生和财产撤离工作造成很大的困难。

[0003] 建筑建造初期都在墙体内埋设电缆，现有的绝缘防火电缆不能达到与建筑同寿命，需要定期更换，否则就会出现因电线老化发生断电甚至火灾的情况，使得人身和财产安全得不到保障；由于许多电缆是埋设在墙体内部的，很难回收再利用，造成资源浪费；重新布置的线路只能设置在墙体表面，影响建筑美观；同时，现有的绝缘防火电缆使用材料容易污染环境，不利于环保和资源的节约。

[0004] 为了绿色建筑，在建筑全寿命周期内，最大限度地节约能源、保护环境、减少污染和浪费，因此，设计一种与建筑同寿命的阻燃耐火电缆，达到阻燃最高等级A类，提高了电缆的耐高温、阻燃、耐磨、耐油等机械性能和电气性能。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种辐照交联耐火长寿命电缆及其制备方法，解决现有的绝缘防火电缆寿命短、不环保的问题。

[0006] 本发明为解决上述技术问题而采用的技术方案是提供一种辐照交联耐火长寿命电缆，由内到外依次包括缆芯、填充层、耐火层和保护层，所述缆芯由若干根绝缘芯线绞合形成，所述绝缘芯线由内到外依次包括导体层和绝缘层，所述导体层由多根铜单线绞合而成，所述铜单线为异形铜单线；所述绝缘层由内到外依次包括绝缘内层和绝缘外层；所述缆芯在绝缘芯线绞合时形成的间隙中填充有填充料形成填充层，所述耐火层由阻燃带绕包而成或者由陶瓷化耐火材料制成。

[0007] 上述的辐照交联耐火长寿命电缆，所述铜单线包括瓦楞型铜单线和紧压型铜单线，所述瓦楞型铜单线截面呈类梯形，所述紧压型铜单线截面呈类六边形。

[0008] 上述的辐照交联耐火长寿命电缆，所述绝缘内层和绝缘外层的材质都为添加了阻燃剂的聚烯烃，所述绝缘内层和绝缘外层的阻燃剂的配比相异。

[0009] 上述的辐照交联耐火长寿命电缆，所述填充料材质为具有阻燃性的环保溴系耐热性的玻璃纤维或者绝缘性的煅烧高岭土。

[0010] 上述的辐照交联耐火长寿命电缆，所述耐火层由阻燃带绕包形成，所述阻燃带为

双面合成云母带、煅烧云母带或者低烟无卤高阻燃带。

[0011] 上述的辐照交联耐火长寿命电缆，所述耐火层由陶瓷化耐火材料制成，所述陶瓷化耐火材料由无机填料和聚合物复合而成，所述陶瓷化耐火材料低温快速成型，常态下柔软且绝缘，在500℃以上无焰高温或者620℃以上火焰烧灼时，聚合物燃烧，无机填料快速瓷化，形成耐火绝缘壳体。

[0012] 本发明为解决上述技术问题而采用的另一技术方案是提供一种上述辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法，包括如下步骤：S1：将铜材料拉制成类梯形的瓦楞型铜单线和类六边形紧压型铜单线；将瓦楞型铜单线和紧压型铜单线绞合成圆形后进行退火处理，完成导体层制作；S2：通过挤出机两个不同的模头对步骤S1中制作完成的导体层进行双层挤出形成绝缘内层和绝缘外层，所述绝缘层包覆在导体层外形成绝缘芯线；S3：多根绝缘芯线绞合形成缆芯，并在缆芯的间隙中用填充料密实填充形成填充层；S4：在填充层外用阻燃带绕包或者用陶瓷化耐火材料包覆形成耐火层；S5：由聚烯烃、抗氧剂和交联剂共混，改性塑化造粒后挤出在耐火层外形成保护层，完成电缆的制作；S6：通过电子加速器辐照装置照射电缆完成辐照交联。

[0013] 上述的辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法，所述步骤S5中聚烯烃、抗氧剂和交联剂质量比为100：0.3-0.5：1.5-2.5，所述保护层的聚烯烃材料中添加了阻燃剂，添加的阻燃剂为乙烯—醋酸乙烯酯共聚物活化的氢氧化物。

[0014] 上述的辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法，所述步骤S6中电子加速器辐照装置包括电子枪、加速器、束流线、扫描磁铁和真空盒，所述电子枪发射低能电子束，低能电子束经过加速器和束流线将能量提高，通过扫描磁铁经由真空盒的扫描窗口输出，照射到电缆上进行辐照交联。

[0015] 上述的辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法，所述辐照交联的辐照剂量为200kGy。

[0016] 本发明对比现有技术有如下的有益效果：本发明提供的辐照交联耐火长寿命电缆及其制备方法，在导体层的制备增强了电缆柔软性，提升了耐火系数，延长了电缆的使用寿命；电缆的阻燃更容易实现，保护层添加了交联剂、助交联剂等，燃烧分解熔点高，吸收热量多，阻燃性能更好；电气绝缘性能更好，内外层绝缘材料保证了电缆具有良好的电气绝缘性能、机械性能的同时具有一定的阻燃性能和环保性能；防水绝缘性能更好，保护层的交联聚烯烃绝缘材料体积电阻率远高于普通的无卤低烟绝缘材料，同时该材料是非极性分子，结构致密，水分子很难渗透；满足民用核设施项目对电缆绝缘阻燃性能、电气性能、机械性能、耐辐照性能的要求，经寿命评定试验，推导出导体评价工作温度70℃下使用寿命不小于70年。

附图说明

[0017] 图1为本发明实施例中辐照交联耐火长寿命电缆结构示意图；

[0018] 图2为本发明实施例中辐照交联耐火长寿命电缆导体层结构示意图；

[0019] 图3为本发明实施例中辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法流程图；

[0020] 图4为本发明实施例中的中能电子加速器辐照装置结构示意图。

[0021] 图中：

[0022] 1导体层 11瓦楞型铜单线 12紧压型铜单线

[0023] 3绝缘内层 4绝缘外层 5填充层

[0024] 6耐火层 7保护层 21电子枪

[0025] 22加速器 23束流线 24扫描磁铁

[0026] 25真空盒 26扫描窗口

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的描述。

[0028] 图1为本发明实施例中辐照交联耐火长寿命电缆结构示意图。

[0029] 请参见图1，本发明实施例中的辐照交联耐火长寿命电缆，由内到外依次包括缆芯、填充层5、耐火层6和保护层7，所述缆芯由若干根绝缘芯线绞合形成，所述绝缘芯线由内到外依次包括导体层1和绝缘层，所述导体层1由多根铜单线绞合而成，所述铜单线为异形铜单线；所述绝缘层由内到外依次包括绝缘内层3和绝缘外层4；所述缆芯在绝缘芯线绞合时形成的间隙中填充有填充料形成填充层5，所述耐火层6由阻燃带绕包而成或者由陶瓷化耐火材料制成。

[0030] 请参见图2，本发明实施例中的辐照交联耐火长寿命电缆，铜单线包括瓦楞型铜单线1和紧压型铜单线2，所述瓦楞型铜单线1截面呈类梯形，所述紧压型铜单线2截面呈类六边形。

[0031] 具体的，本发明实施例中的辐照交联耐火长寿命电缆，绝缘内层3和绝缘外层4的材质都为添加了阻燃剂的聚烯烃，所述绝缘内层3和绝缘外层4的阻燃剂的配比相异。填充料材质为具有阻燃性的环保溴系耐热性的玻璃纤维或者绝缘性的煅烧高岭土。

[0032] 具体的，本发明实施例中的辐照交联耐火长寿命电缆，耐火层6由阻燃带绕包形成，所述阻燃带为双面合成云母带、煅烧云母带或者低烟无卤高阻燃带；在另一实施例中耐火层6由陶瓷化耐火材料制成，所述陶瓷化耐火材料由无机填料和聚合物复合而成，所述陶瓷化耐火材料低温快速成型，常态下柔软且绝缘，在500℃以上无焰高温或者620℃以上火焰烧灼时，聚合物燃烧，无机填料快速瓷化，形成耐火绝缘壳体。

[0033] 本发明实施例中的辐照交联耐火长寿命电缆的制备方法，包括如下步骤：

[0034] S1：将铜材料拉制成类梯形的瓦楞型铜单线1和类六边形紧压型铜单线2；将瓦楞型铜单线1和紧压型铜单线2绞合成圆形后进行退火处理，完成导体层制作。

[0035] 导体层采用瓦楞型铜单线1和紧压型铜单线2多股紧压不退扭束绞，使得抗拉强度98-159Mpa，断裂伸长率＞10％。将装有铜单线的放线盘固定于绞笼上，当绞笼旋转360°，放线盘跟着转一圈，单线也扭转360°，所有组成单线都依同一方向扭绞，有利于单线空间利用，相同截面积外径较小，在弯曲时，各单线间滑动余量很大，抗弯曲力小，可曲度较好。由于异形单线逐层紧压型，在每层单线绞合完后，均用滚压轮紧压，导体表面光滑，外径较小，节约电缆制造成本；空隙只占3％(一般绞线空间占10-15％)，在电流传输空隙中的热空气不良导体减少，导线温降低，耐火的安全系数提升；单线间缝隙减小，张力均匀一致，电流运行时电场分布更均匀，提高了电缆的电性能，延长了电缆的使用寿命。束绞中，导体的单线外径h、绞线外径D计算节径比m＝h/D，单线展开长度L、绞线长度H计算绞入率1＝(L/H)/H100％，是关系到绞线质量、产品稳定性、强度、电阻及材料消耗和生产率束绞工艺重要参

数。节径比不小于10的导体，绞合较紧，结构比较稳定，导体弯曲性好，柔软；节径比过大的导体，制造和使用时，容易松股，使绞合不紧密；节径比过小的导体，绞合中单线会产生局部拱起，影响绞线的稳定性。

[0036] S2：通过挤出机两个不同的模头对步骤S1中制作完成的导体层进行双层挤出形成绝缘内层3和绝缘外层4，所述绝缘层包覆在导体层外形成绝缘芯线。

[0037] 双层绝缘的绝缘内层3和绝缘外层4原料的基料均为聚烯烃，只是阻燃剂的配比的不同。聚烯烃物料从料斗进入单螺杆挤出机，在螺杆的旋转带动下产生压力及剪切力，将其向前进行输送，在此过程中，接料筒的加热、螺杆带来的剪切以及压缩作用使聚烯烃物料熔融，产生玻璃态、高弹态和粘流态的变化。螺杆的输送段不能塑化，但约125℃预热、受压挤实；压缩段螺槽体积由大逐渐变小，并且温度达到聚烯烃物料塑化程度产生压缩，压缩比3:1，使聚烯烃物料可以充分进行塑化以及均匀混合；计量段保持塑化约135℃温度，准确、定量输送熔体聚烯烃物料，以供给机头，此时温度不低于塑化温度，一般略高点，约140-145℃。在进行加压的情况下，使得处于粘流态的聚烯烃物料通过具有一定形状的不同口模，同步进入滚筒，两个摸头(略有先后)共同挤出，在导体层1上分成两层挤出成型。内层绝缘电阻常数Ki＜3.67MΩ.km，电导率＞10μs/mm，满足电缆设计电性能。外层透光率＜60％，卤酸气体逸出量＜0.5mg/g，PH值＜4.3，满足物理性能及环境要求。聚烯烃是聚乙烯PE、聚丙烯PP和POE、EVA、MMA等高级烯烃聚合或共聚的聚合物，双层共挤结构设计，利用聚烯烃材料密度小(0.83-0.96g/mm^3)、耐磨、对电、热很好的绝缘等综合性能好、环保、节能特性的力学、热学性能，再经辐照交联达到功能、技术、成本、环保、安全、二次加工于一体，保证在火情一定的条件时间电缆能安全地继续运行，满足一种结构的材料同时满足两种性能的要求。

[0038] S3：多根绝缘芯线绞合形成缆芯，并在缆芯的间隙中用填充料密实填充形成填充层5。

[0039] 电缆的缆芯由多根绝缘线芯绞合组成，在成缆过程中产生缝隙，由于导体制作工艺使其填充系数较高，达到90-93％，如果这些缝隙不用材料填充密实，电缆的缆芯不稳，会降低电缆在使用过程中的寿命。选用非吸湿、适合电缆运行温度且与电缆绝缘材料相兼容的填充料，如具有阻燃性的环保溴系、耐热性的玻璃纤维(无机填充、耐热剂)、绝缘性的煅烧高岭土材料等与绝缘层相匹配的耐温等级A级材料，具有不吸湿，不易收缩，不腐蚀等特性。绝缘中气隙、水分和杂质的存在，会降低绝缘的电气强度，通过电缆的结构、绝缘材料的性能，提高电缆绝缘的电气强度，包括工频电压击穿强度、冲击电压击穿强度、过电压击穿强度。

[0040] S4：在填充层5外用阻燃带绕包或者用陶瓷化耐火材料包覆形成耐火层6。

[0041] 耐火层6可选择性应用双面合成云母带或煅烧云母带、低烟无卤高阻燃带、快速陶瓷化耐火材料，这些耐火材料具有高的介电强度、小的损耗、高的耐热性能、优良的耐电晕性，卤酸气体释出量≤0.5％，耐温280℃。尤其陶瓷化耐火材料是一种聚合物基复合材料，它可低温快速成瓷，常态下具有绝缘性和柔软性，起到类似普通电缆绝缘层的绝缘作用；遇到500℃以上无焰高温和620℃以上火焰烧灼，聚合物被烧掉，无机填料则在一定温度下快速瓷化，在导体表面形成一层耐火绝缘壳体，将燃烧产物不断固化、捆绑，使分散疏松的、不连续的无机物小颗粒紧紧结合在一起，保证了线缆的完整，集耐火与绝缘于一身，也可只作为耐火层6。

[0042] S5:由聚烯烃、抗氧剂和交联剂共混,改性塑化造粒后挤出在耐火层6外形成保护层7,完成电缆的制作。

[0043] 保护层7以聚烯烃为基料,聚烯烃、抗氧剂和交联剂比例为100:0.3-0.5:1.5-2.5。当抗氧剂在0.3-05%范围时,经辐照交联后,电缆的绝缘材料具有理想的防热氧老化和有效延长电缆使用期限效果;反则,都不能达到理想效果。当交联剂在1.5-2.5%范围,经辐照交联后,可显著提高电缆绝缘材料的耐热、阻燃、耐溶剂、机械强度及电性能等;反则,都不能达到理想效果。保护层7的聚烯烃材料中添加了阻燃剂,添加的阻燃剂为乙烯—醋酸乙烯酯共聚物活化的氢氧化物。将被乙烯—醋酸乙烯酯共聚物活化了大量氢氧化镁或氢氧化铝捏合在聚烯烃基料中,利用氢氧化镁或氢氧化铝被燃烧受热时,分解成氢氧化物和结晶水即吸热分解反应,聚烯烃是低烟无卤环保型阻燃材料。氢氧化物被燃烧时吸热分解反应过程中:吸取周围空气中的大量热量,降低了燃烧现场的温度;生成的水分子晶体,也吸收了大量热量;产生的金属氧化物结壳,阻止了氧气与有机物的再次接触,从而实现阻燃。采用氢氧化物作用为阻燃剂,其特性是容易吸收空气中的水分,使绝缘层的体积电阻系数大幅度下降,由原来的17MΩ/Km可降为0.1MΩ/Km。

[0044] S6:通过电子加速器辐照装置照射电缆完成辐照交联。

[0045] 请参见图4,辐照交联采用中能电子加速器辐照进行物理交联,中能电子加速器辐照装置包括电子枪21、加速器22、束流线23、扫描磁铁24和真空盒25,电子枪21发射低能电子束,低能电子束经过加速器22和束流线23将能量提高,通过扫描磁铁24经由真空盒25的扫描窗口26输出,照射到电缆上进行辐照交联。本发明通过专用设备达到短时间内的辐照,拉伸聚烯烃的结晶度随剂量的增加而降低,辐射剂量200kGy时,吸收剂量的增加对晶度基本无影响;如大于时易局部产生“焦烧”现象;如小于时达不到交联的效果。

[0046] 由束流产生装置的电子枪21发射低能电子束,能力范围0.3MeV-5MeV,束流功率700KW,经束流加速装置将能量提高到10MeV后输出,加速器22单一方向,射线利用率93%以上,经过质量比聚烯烃100:抗氧剂0.3-0.5:交联剂1.5-2.5等比例共混改性塑化造粒的绝缘料护套,均匀通过电子加速器的辐照扫描窗口26,直接照射在加速器22下端通过的电缆,高能量电子束流有效穿透电缆,通过能量转换产生潜在官能团交联反应,轰击绝缘层及护套,很高能量的电子带,均匀地穿过护套,将高分子链打断,被打断的每一个断点的自由基不稳定,相互之间重新组合,形成的交联键结合能量高,稳定性好,表现出的物理性能优于化学交联,重新组合后由原来的线型或支型高分子链状结构变为三维网状或体型高分子结构而形成交联。辐照交联过程中所施加的辐照剂量距其破坏剂量留有很大的安全余量,聚烯烃辐射破坏剂量为1000kGy,而加工剂量为200kGy,在相当宽的范围内仍然是受辐射交联状态,在较长的前期使用过程中受到辐射其性能会有所提高。

[0047] 综上所述,本发明提供的辐照交联耐火长寿命电缆及其制备方法,在导体层1的制备增强了电缆柔软性,提升了耐火系数,延长了电缆的使用寿命;电缆的阻燃更容易实现,保护层7添加了交联剂、助交联剂等,燃烧分解熔点高,吸收热量多,阻燃性能更好;电气绝缘性能更好;内外层绝缘材料保证了电缆具有良好的电气绝缘性能、机械性能的同时具有一定的阻燃性能和环保性能;防水绝缘性能更好,保护层的交联聚烯烃绝缘材料体积电阻率远高于普通的无卤低烟绝缘材料,同时该材料是非极性分子,结构致密,水分子很难渗透;满足民用核设施项目对电缆绝缘阻燃性能、电气性能、机械性能、耐辐照性能的要求,经

寿命评定试验，推导出导体评价工作温度70℃下使用寿命不小于70年。

[0048] 虽然本发明已以较佳实施例揭示如上，然其并非用以限定本发明，任何本领域技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，当可作些许的修改和完善，因此本发明的保护范围当以权利要求书所界定的为准。

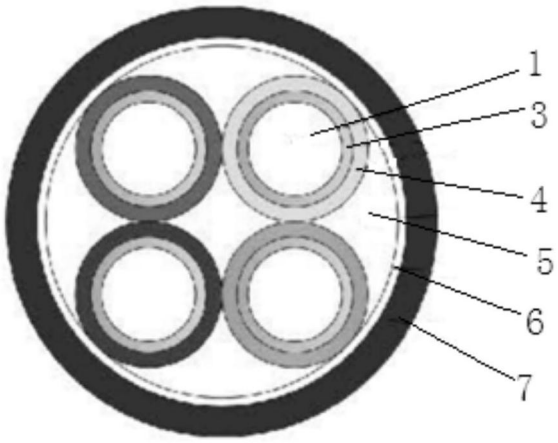


图1

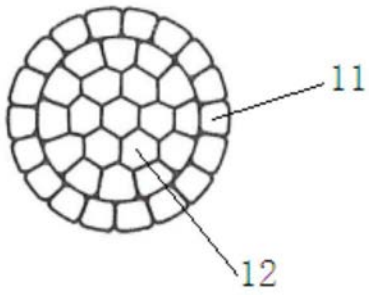


图2

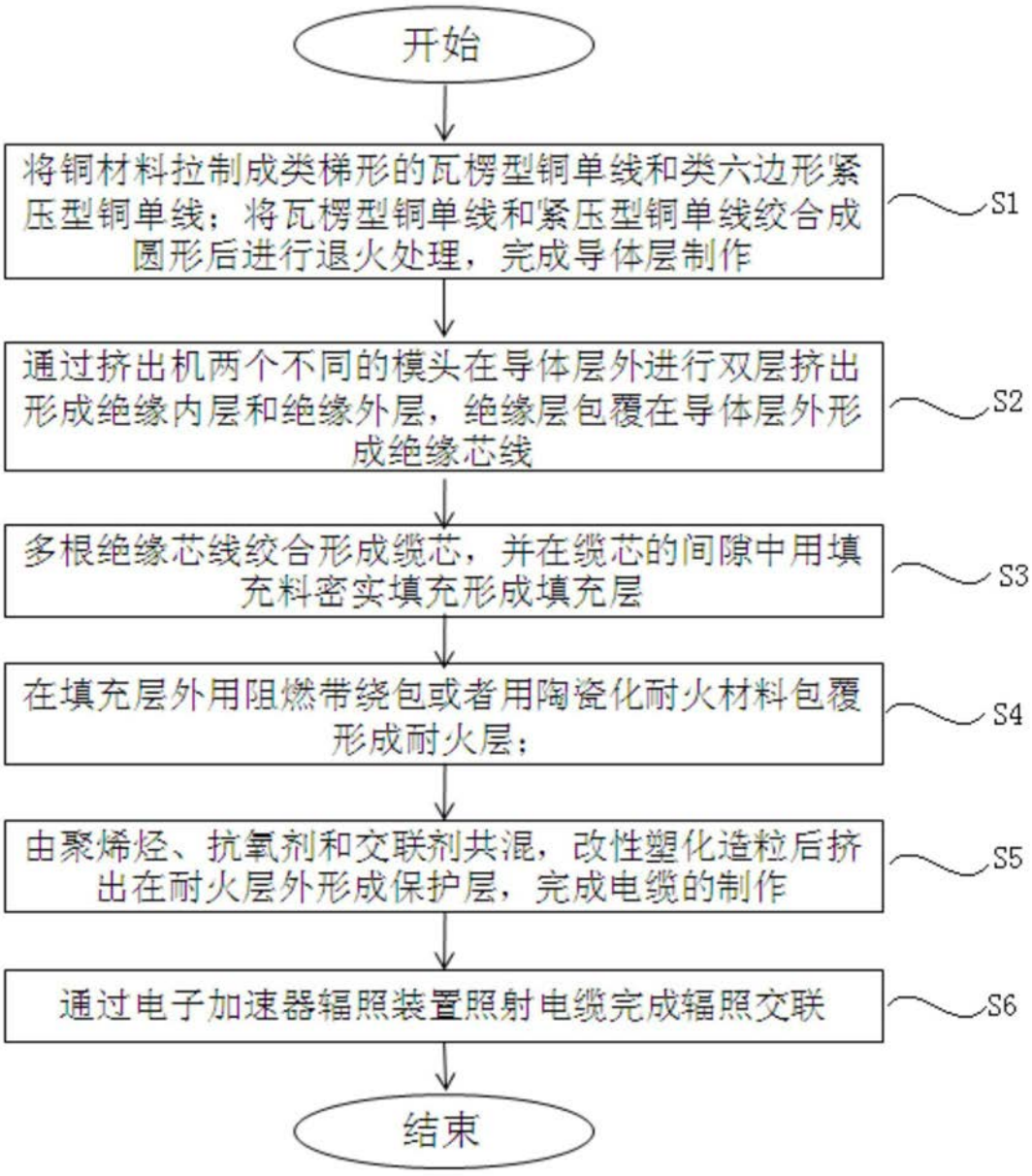

开始
将铜材料拉制成类梯形的瓦楞型铜单线和类六边形紧压型铜单线；将瓦楞型铜单线和紧压型铜单线绞合成圆形后进行退火处理，完成导体层制作
S1
通过挤出机两个不同的模头在导体层外进行双层挤出形成绝缘内层和绝缘外层，绝缘层包覆在导体层外形成绝缘芯线
S2
多根绝缘芯线绞合形成缆芯，并在缆芯的间隙中用填充料密实填充形成填充层
S3
在填充层外用阻燃带绕包或者用陶瓷化耐火材料包覆形成耐火层；
S4
由聚烯烃、抗氧剂和交联剂共混，改性塑化造粒后挤出在耐火层外形成保护层，完成电缆的制作
S5
通过电子加速器辐照装置照射电缆完成辐照交联
S6
结束

图3

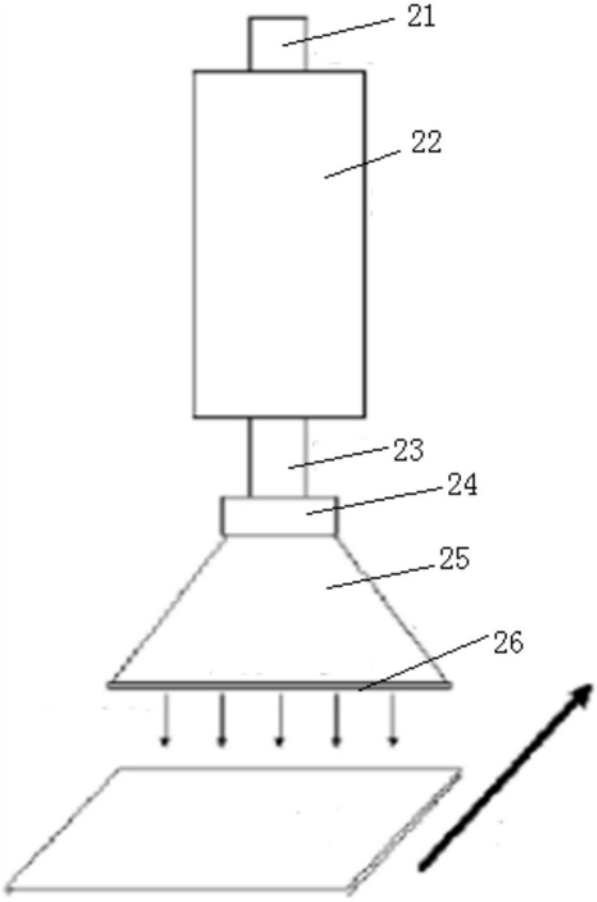


图4