

一种超耐高温氟橡胶材料及具有其的海工中压超耐火电缆

技术领域

本发明涉及材料制备，尤其涉及一种超耐高温氟橡胶材料及具有其的海工中压超耐火电缆。

背景技术

随着船舶、海工平台设计吨位的不断提升，其用电量也随之增加，为了满足大功率电能传输要求，主干线路电缆电压等级也从 1.8/3kV 及以下提升至 3.6/6kV 及以上，同时为了满足船舶、海工平台消防要求，特殊区域内用额定电压 3.6/6kV 以上电缆提出了耐火性能要求。

由于耐火电缆电压等级从 1.8/3kV 及以下提高至 3.6/6kV 及以上，常规绝缘材料已不能满足高电压下耐火要求。常规绝缘材料通常设置聚乙烯材料，但中压电缆电压等级在 3.6/6kV 以上，普通的聚乙烯材料无法承受高压电场，因此，需要一种超耐高温的材料，以满足中压电缆耐火要求。

发明内容

本发明克服了现有技术的不足，提供一种超耐高温氟橡胶材料及具有其的海工中压超耐火电缆。

为达到上述目的，在第一方面，本发明提供的技术方案为：一种超耐高温氟橡胶材料，包括有：

- 氟橡胶 100 份；
- 炭黑 15 份；
- 过氧化物硫化剂 3 份；
- 助交联剂 4 份；
- 吸酸剂 3-5 份；
- 辅助吸酸剂 1-2 份；
- 填充剂 5 份；

加工助剂 2-6 份；

所述氟橡胶包括有第一氟橡胶和第二氟橡胶，所述第一氟橡胶的份数大于或者等于第二氟橡胶份数的 1.5 倍，所述第一氟橡胶和第二氟橡胶均设置为三元氟橡胶，所述第一氟橡胶的氟含量为大于或者等于 70%，所述第二氟橡胶的氟含量设置为 60%-65%；

所述过氧化物硫化剂设置为过氧化二苯乙烷。

进一步具体的，所述第一氟橡胶的氟含量设置为 70%，所述第二氟橡胶的氟含量设置为 65%。

进一步具体的，所述第一氟橡胶设置 80 份，所述第二氟橡胶设置 20 份。

进一步具体的，所述第一氟橡胶设置 70 份，所述第二氟橡胶设置 30 份。

进一步具体的，所述吸酸剂设置为轻质氧化镁。

进一步具体的，所述填充剂设置为二氧化硅。

进一步具体的，所述辅助吸酸剂设置为碳酸钙，所述助交联剂设置为烯丙基异氰脲酸酯。

进一步具体的，所述加工助剂设置为聚乙烯蜡和机油。

在本发明的第二方面，本发明提供了一种海工中压超耐火电缆，包括有导体，在所述导体的外周依次设置有导体屏蔽层、绝缘层、绝缘屏蔽层、金属屏蔽层、隔热层、铠装层以及外护套，所述绝缘层设置为上述的超耐高温氟橡胶材料。

进一步具体的，所述隔热层设置为陶瓷化聚烯烃。

进一步具体的，所述导体、导体屏蔽层、绝缘层、绝缘屏蔽层以及金属屏蔽层依次设置构成线芯单元，若干所述线芯单元绞合成缆芯，在所述缆芯内部填充膨化玻纤绳。

有益效果

本发明解决了背景技术中存在的缺陷，本发明具备以下有益效果：

本方案中，氟橡胶包括有第一氟橡胶和第二氟橡胶，第一氟橡胶的氟含量为大于或者等于 70%，第二氟橡胶的氟含量设置为 65%-70%，两种氟橡胶混合

可以在保证耐热性能的同时，提升机械性能，并且相对于全部使用高含氟量的氟橡胶，成本更为经济。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明；

图1是本发明的电缆的剖视结构示意图；

图中：1、导体；2、导体屏蔽层；3、绝缘层；4、绝缘屏蔽层；5、金属屏蔽层；6、膨化玻纤绳填充；7、无纺布包带；8、隔热层；9、铠装层；10、外护套。

具体实施方式

为使本发明实施的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行更加详细的描述。在附图中，自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明保护范围的限制。下面结合附图对本发明的实施例进行详细说明。

应当理解，附图仅用于对本申请进行示例性说明。

现在结合附图和实施例对本发明作进一步详细的说明，这些附图均为简化的示意图，仅以示意方式说明本发明的基本结构，因此其仅显示与本发明有关的构成。

一种超耐高温氟橡胶材料，包括有：氟橡胶 100 份；炭黑 15 份；过氧化物

硫化剂 3 份；助交联剂 4 份；吸酸剂 3-5 份；辅助吸酸剂 1-2 份；填充剂 5 份；加工助剂 2-4 份；进一步，所述氟橡胶包括有第一氟橡胶和第二氟橡胶，其中所述第一氟橡胶设置 80 份，所述第二氟橡胶设置 20 份。

另一种实施例，例如，电缆辐射在转角处，需要电缆的柔软性高一些，所以对配方进行微调：

一种超耐高温氟橡胶材料，包括有：氟橡胶 100 份；炭黑 10 份；过氧化物硫化剂 3 份；助交联剂 4 份；吸酸剂 3-5 份；辅助吸酸剂 1-2 份；填充剂 3 份；加工助剂 4-6 份；可选软化剂 1-2 份；其中，所述可选软化剂设置为环烷油，所述氟橡胶包括有第一氟橡胶和第二氟橡胶，其中所述第一氟橡胶设置 70 份，所述第二氟橡胶设置 30 份。

所述氟橡胶包括有第一氟橡胶和第二氟橡胶，所述第一氟橡胶的份数大于或者等于第二氟橡胶份数的 1.5 倍，所述第一氟橡胶的氟含量为大于或者等于 70%，所述第二氟橡胶的氟含量设置为 60%-65%；进一步具体的，所述第一氟橡胶的氟含量为 70%，所述第二氟橡胶的氟含量为 65%。在氟橡胶中，氟含量越高，材料的耐热性和化学稳定性越好，目前市面上普遍存在的氟橡胶中氟含量在 65%-70%，但为了提高耐热性，在本方案中，在所述第一氟橡胶中将氟含量提高到了 70% 的上限，这样可以在保证耐热性能的同时，提升机械性能，并且相对于全部使用高含氟量的氟橡胶，成本更为经济。

不同含氟量的氟橡胶可以带来不同的性能优势，特别是在耐化学介质、耐热性、机械强度等方面，由目前市面上存在的三种不同含氟量的氟橡胶包括有，低含氟量氟橡胶，其含氟量约 65%；中含氟量氟橡胶其含氟量约 68%-71%；高含氟量氟橡胶其含氟量大于 70%。

其中，低含氟量氟橡胶有较好的机械性能，如拉伸强度和撕裂强度，较好的压缩永久变形性能，成本相对较低。但是耐高温性能稍差，长期使用温度范围较窄，耐某些化学介质的能力相对较弱。

中含氟量氟橡胶具有良好的耐高温性能，适合在较高温度下使用。良好的耐化学介质性能，特别是对于油类、燃料和某些有机溶剂。但相对于低含氟量

的氟橡胶，成本可能稍高。机械性能相对于高含氟量的氟橡胶可能略逊一筹。

高含氟量氟橡胶具有极佳的耐高温性能，适用于极端高温环境。更好的耐化学介质性能，特别是对于强酸、强碱和一些强氧化剂。成本最高。机械性能（如拉伸强度和撕裂强度）可能不如低含氟量的氟橡胶。加工难度较大，需要更高的加工温度。

因此，本方案的配方中使用 80 份含氟量为 70%的第一氟橡胶和 20 份含氟量为 65%的第二氟橡胶，在本方案中，所述第一氟橡胶以及第二氟橡胶设置为三元氟橡胶。采用本方案的配比可以在保证耐热性能的同时，提升机械性能，并且相对于全部使用高含氟量的氟橡胶，成本更为经济。

在制备材料时，优先保证材料的耐热性能，相对来说氟含量越高的氟橡胶其耐热性能更优异，虽然采用 70%含氟量氟橡胶的性能是更好，但是相对来说也会硬度更硬一些，成本也相对更高一些，配比一部分的 65%氟含量的氟橡胶也是能够实现这个耐热性能。且两种含氟量的氟橡胶混合后材料柔软性较全部设置 70%含氟量的氟橡胶好，柔软性通常用邵氏硬度来衡量，太硬的材料，在成缆后敷设时弯曲不了，也是影响影响电缆的使用的。同时考虑材料的加工性能，高含氟量的氟橡胶可能在加工过程中更加困难，如需要更高的加工温度等，而低含氟量的氟橡胶则更易于加工。通过混合使用，可以改善整体材料的加工性能。

本方案中两种氟橡胶混合与市面上其他材料的性能对比：

材料类型	邵氏 A 硬度	抗拉强度	断裂伸长率	长期运行温度	耐温温度
乙丙橡胶	70~80	7.0~10.0	220~320	105	120
氯化聚乙烯	60~65	10.0~14.0	450~550	90	135
氯磺化聚乙烯	55~62	12.1~15.2	300~500	105	150
聚氯丁二烯	58~70	13.9~16.8	500~600	70	90
氟橡胶(65%)	72~85	10.1~15.3	200~300	120	250
氟橡胶（70%）	80~91	12.2~20.1	150~250	120	320
80 份 70%氟含量与 20 份 65%氟含量	80~85	13.0~17.1	180~230	120	300

由上表可知，在保证良好的抗拉强度的同时，保证耐温需求，因全部使用含氟量 70%的氟橡胶经济成本较大，硬度较高，而全部使用含氟量 65%的氟橡胶耐温程度不够，因而采用两种混合，保证耐高温的能力。同时，若邵氏硬度

越大，后续制成电缆后，在敷设时弯曲不了，影响电缆的使用。

本方案的硫化体系使用更高效的硫化剂和促进剂组合，采用了过氧化物硫化体系，因为过氧化物硫化可以提供更好的高温稳定性，进一步具体的，所述过氧化物硫化剂设置为过氧化二苯乙烷。

所述吸酸剂设置为轻质氧化镁，增加吸酸剂的量可以提高硫化质量，进而提高耐热性，因而所述轻质氧化镁设置 3-5 份，最优的重量设置 5 份。

所述填充剂设置为二氧化硅，高纯度、高分散性二氧化硅可以提高硫化胶的耐热性。

所述助交联剂设置为烯丙基异氰脲酸酯。所述辅助吸酸剂设置为碳酸钙。所述加工助剂设置为聚乙烯蜡和机油，所述聚乙烯蜡设置 1-2 份，所述机油设置 1-2 份，所述机油设置为环烷烃油。

一种超高耐高温氟橡胶材料生产加工工艺流程具体如下所述：

首先，在密炼机中将第一氟橡胶和第二氟橡胶进行初步混炼，接着加入炭黑、过氧化二苯乙烷、烯丙基异氰脲酸酯、轻质氧化镁、碳酸钙、聚乙烯蜡以及机油，进行充分混炼直至所有成分均匀分散。

随后，将混炼好的胶料转移到开炼机上进行薄通，以进一步提高混合均匀度并排除空气。完成薄通后，将胶料放置 24 小时进行停放，以便让各种成分更好地相互作用。

接下来，使用挤出机将停放后的胶料挤出成所需的形状，并控制挤出温度在 100-140 °C。最后，将挤出成型的半成品放入硫化炉中进行硫化处理，硫化温度设定在 170-200 °C，硫化时间根据制品的厚度和形状而定，一般在 30 分钟到数小时。完成硫化后，对产品进行冷却、清洗、检验等完成绝缘的生产工序。

一种海工中压超耐火电缆，如图 1 所示，包括有导体 1，在所述导体 1 的外周挤包有导体屏蔽层 2，在所述导体屏蔽层 2 外周挤包有绝缘层 3，在所述绝缘层 3 外周挤包有绝缘屏蔽层 4 以构成绝缘线芯；在所述绝缘线芯外周编织金属屏蔽层 5 以构成线芯单元，若干所述线芯单元绞合成缆芯，在若干所述线芯单元绞合的同时绕包无纺布包带 7，在所述缆芯的空隙中设置膨化玻纤绳填充

6, 在所述缆芯外周挤出隔热层 8, 在所述隔热层 8 外周编织铠装层 9, 在所述铠装层 9 外周交联外护套 10。

所述导体 1 采用 IEC 60228 标准规定的第 5 种镀锡导体, 由若干镀锡单丝束绞而成, 每一镀锡单丝的直径均相同, 所述镀锌单丝的直径根据需要设置, 但镀锡单丝的直径不小于 0.4mm, 第 5 种镀锡导体柔软性能较好, 采用其生产的电缆成品易弯折, 可降低电缆安装敷设难度, 减少电缆断裂的可能。

所述导体 1 外周采用 150+100+60 三层共挤连续硫化生产线同时挤出导体屏蔽层 2、绝缘层 3 以及绝缘屏蔽层 4 以形成绝缘线芯。所述导体屏蔽层 2 设置为半导电导体屏蔽层, 所述绝缘屏蔽层 4 设置为半导电绝缘屏蔽层, 所述绝缘层 3 的材料采用超耐高温氟橡胶, 所述超耐高温氟橡胶材料在 260℃ 以下具备超耐热的绝缘性能。

所述金属屏蔽层 5 设置为镀锡铜丝编织, 所述金属屏蔽层 5 编织在所述绝缘线芯外周以形成缆芯, 所述镀锡铜丝设置若干, 若干所述镀锡铜丝的直径相同, 每一所述镀锡铜丝的直径均设置为 0.2mm, 若干所述镀锡铜丝的编织密度大于或者等于 80%。

所述缆芯设置为若干绝缘线芯绞合而成, 进一步具体的, 所述缆芯设置为三根绝缘线芯绞合而成。在三根所述绝缘缆芯绞合的过程中, 在三根所述绝缘缆芯的外周绕包一层无纺布包带 7, 所述无纺布的厚度设置为 0.2mm, 搭盖率设置为 15%-20%。绞合完成的缆芯中间会形成空隙, 若保留空隙, 会影响电缆的强度及耐火性能, 同时容易受挤压变形, 发生电场均匀击穿的现象, 故而设置膨化玻纤绳填充 6 空隙。当然的, 在空隙中也可以填充普通玻纤绳, 但在使用过程中可能会导致玻纤刺手, 故而, 在本方案中, 设置的玻纤绳为经膨化处理的膨化玻纤绳, 所述膨化玻纤绳的制备主要包括纤维成型、纤维合股以及膨化处理。

所述隔热层 8 设置为低烟无卤陶瓷化聚烯烃材料, 所述低烟无卤陶瓷化聚烯烃材料使用挤出机挤出生产。

所述铠装层 9 设置为镀锡铜丝编织铠装层, 所述镀锡铜丝设置若干, 若干

所述镀锡铜丝的直径相同，每一所述镀锡铜丝的直径设置为 0.4mm，编织密度大于或者等于 80%。

所述外护套 10 设置为辐照交联低烟无卤护套，辐照交联低烟无卤护套的材料使用挤出机挤出。

由于中压电缆外径较大，电子由电缆正上方垂直发射，护套分子链受电子作用进行交联，这导致电缆正上方护套受到电子作用高于电缆正下方护套，出现辐照不均匀现象，为保证电缆的辐照均匀，在电缆下方安装反射磁铁，利用强磁场，改变电子运动方向，使电缆的外护套 10 均匀受到电子作用，以保证电缆外护套 10 性能一致性。

一种海工中压超耐火电缆的制备过程如下所述：

将若干镀锡单丝束绞为导体 1，然后通过生产线从靠近所述导体 1 到远离所述导体 1 依次挤包所述导体屏蔽层 2、绝缘层 3 以及绝缘屏蔽层 4，所述导体屏蔽层 2 以及绝缘屏蔽层 4 均设置为导电屏蔽材料，所述绝缘层 3 设置为超耐高温氟橡胶材料，保证电缆的耐火性能，所述导体 1、导体 1 屏蔽层、绝缘层 3 以及绝缘屏蔽层 4 彼此紧密贴合设置，以形成绝缘线芯。

在所述绝缘线芯外周编织金属屏蔽层 5 以形成线芯单元，所述金属屏蔽层 5 设置为镀锡铜丝编织。然后将三根同样结构性能的所述线芯单元绞合形成缆芯，在三根所述线芯单元绞合的过程中，在其外周绕包一层无纺布，在无纺布绕包完成后，缆芯内部会形成空隙，为减少电缆受挤压变形，在空隙内填充膨化玻纤绳。

在所述膨化玻纤绳填充完成后，在所述缆芯的外周挤包隔热层 8，所述隔热层 8 设置为低烟无卤陶瓷化聚烯烃材料，在所述隔热层 8 挤包完成后，在所述隔热层 8 外周设置铠装层 9，所述铠装层 9 也设置为镀锡铜丝编织，但铠装层 9 的所述镀锡铜丝直径大于金属屏蔽层 5 的镀锡铜丝直径。在所述铠装层 9 设置完成后，在所述铠装层 9 外周挤出外护套 10，所述外护套 10 采用辐照交联低烟无卤外护套 10，且在辐照交联的过程中增设反射磁铁，保证外护套 10 性能的一致性。

在电缆连接 6kV 的电压时，整体能通过 830℃ 的火焰燃烧 120min，不短路不断路，正常工作。

所述陶瓷化聚烯烃在火焰 830℃ 下 3-5min 就会结壳成瓷，形成致密的耐热隔氧层，使得外部热量难以传到电缆内部，同时，内部的绝缘层和填充层绕包材料保证了耐高温需求，通过内部氟橡胶材料的高介电常数和高耐热性能实现在高温、高电压的情况下能够正常工作，保证整体电缆在 830℃ 高温火焰上烧 120 分钟，正常工作，不短路、不断路。

本发明解决了背景技术中存在的缺陷，本发明具备以下有益效果：

本方案中，氟橡胶包括有第一氟橡胶和第二氟橡胶，第一氟橡胶的氟含量为大于或者等于 70%，第二氟橡胶的氟含量设置为 65%-70%，两种氟橡胶混合可以在保证耐热性能的同时，提升机械性能，并且相对于全部使用高含氟量的氟橡胶，成本更为经济；涉及的电缆的绝缘层 3 采用超耐高温氟橡胶，所述超耐高温氟橡胶具有优异的绝缘及耐热性能；填充材料采用膨化玻纤绳，将缆芯紧密填充，避免了高温下常规填充材料分解产生空隙，绝缘受挤压力发生变形，发生电场均匀击穿现象，同时玻纤绳经过膨化处理，将玻纤质地软化，避免了使用过程中玻纤刺手问题；隔热层 8 材料采用陶瓷化聚烯烃，该材料 500℃ 以上即可形成紧密隔热层 8，将热量有效的隔离在缆芯外，保证绝缘完整，以满足火灾情况下正常的电能传输。

以上依据本发明的理想实施例为启示，通过上述的说明内容，相关人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内，进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容，必须要根据权利要求范围来确定技术性范围。

以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于上述实施方式中的具体细节，在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本发明的保护范围。

另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，为了避免不必要的重

复，本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

此外，本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本发明的思想，其同样应当视为本发明所公开的内容。

权 利 要 求 书

1.一种超耐高温氟橡胶材料，其特征在于：包括有：

氟橡胶	100 份；
炭黑	10-15 份；
过氧化物硫化剂	3 份；
助交联剂	4 份；
吸酸剂	3-5 份；
辅助吸酸剂	1-2 份；
填充剂	3-5 份；
加工助剂	2-6 份；

所述氟橡胶包括有第一氟橡胶和第二氟橡胶，所述第一氟橡胶的份数大于或者等于第二氟橡胶份数的 1.5 倍，所述第一氟橡胶和第二氟橡胶均设置为三元氟橡胶，所述第一氟橡胶的氟含量为大于或者等于 70%，所述第二氟橡胶的氟含量设置为 60%-65%；

所述过氧化物硫化剂设置为过氧化二苯乙烷。

2.根据权利要求 1 所述的超耐高温氟橡胶材料，其特征在于：所述第一氟橡胶的氟含量设置为 70%，所述第二氟橡胶的氟含量设置为 65%。

3.根据权利要求 1 所述的超耐高温氟橡胶材料，其特征在于：所述第一氟橡胶设置 80 份，所述第二氟橡胶设置 20 份。

4.根据权利要求 1 所述的超耐高温氟橡胶材料，其特征在于：所述第一氟橡胶设置 70 份，所述第二氟橡胶设置 30 份。

5.根据权利要求 1 所述的超耐高温氟橡胶材料，其特征在于：所述吸酸剂设置为轻质氧化镁，所述填充剂设置为二氧化硅。

6.根据权利要求 1 所述的超耐高温氟橡胶材料，其特征在于：所述辅助吸酸剂设置为碳酸钙，所述助交联剂设置为烯丙基异氰脲酸酯。

7.根据权利要求 1 所述的超耐高温氟橡胶材料，其特征在于：所述加工助剂设置为聚乙烯蜡和机油。

8.一种海工中压超耐火电缆，其特征在于：包括有导体（1），在所述导体（1）的外周依次设置有导体屏蔽层（2）、绝缘层（3）、绝缘屏蔽层（4）、金属屏蔽层（5）、隔热层（8）、铠装层（9）以及外护套（10），所述绝缘层（3）设置为权利要求 1-7 任一所述的超耐高温氟橡胶材料。

9.根据权利要求 1 所述的海工用中压超耐火电缆，其特征在于：所述隔热层（8）设置为陶瓷化聚烯烃。

10.根据权利要求 1 所述的海工用中压超耐火电缆，其特征在于：所述导体（1）、导体屏蔽层（2）、绝缘层（3）、绝缘屏蔽层（4）以及金属屏蔽层（5）依次设置构成线芯单元，若干所述线芯单元绞合成缆芯，在所述缆芯内部填充膨化玻纤绳。