

中压电缆及中压电缆的制造方法

技术领域

本发明涉及电缆技术领域，尤其涉及一种中压电缆及中压电缆的制造方法。

背景技术

石油是推动经济发展的血液，全球每天石油的消耗量高达 8000 万桶。近 10 年来新发现的油气田 60% 位于海上，预计未来全球油气储量的 40% 都将集中于深海区域。浮式生产储油船（FPSO，Floating Production Storage and Offloading）是集生产、储油、卸油为一体的海上浮式生产储卸油装置。该装置涉及石油加工，非安全区域内存在有害气体，如使用常规电缆，有害气体可通过电缆缆芯间隙传播至安全区域，影响人员安全。

发明内容

本发明提供一种中压电缆及中压电缆的制造方法，用以解决现有技术中常规电缆缆芯存在间隙，有害气体可通过缆芯间隙传播的缺陷。

本发明提供一种中压电缆，包括多个线芯单元，多个所述线芯单元绞合成缆芯结构，每个所述线芯单元包括：绝缘线芯；金属屏蔽层，包覆于所述绝缘线芯的外部；半导体胶层，包覆于所述金属屏蔽层的外部，所述半导体胶层由半导体胶固化而成，其中，所述中压电缆为额定电压为 6kV 至 30kV 的气密型电力电缆。

根据本发明提供的一种中压电缆，所述半导体胶由第一组分和第

二组分组成，其中，所述第一组分包括：甲基嵌段室温硫化硅橡胶 100 份、超细碳酸钙 30~45 份、气相白炭黑 6~10 份、钛白粉 3-5 份、石墨烯 3-5 份；所述第二组分包括：正硅酸乙酯 4~8 份、硼酸正丁酯 2~4 份、钛酸正丁酯 2~4 份、二月桂酸辛基锡微量、 γ -氨基丙基三乙氧基硅烷微量。

根据本发明提供的一种中压电缆，还包括多个填充物，多个所述填充物填充于所述缆芯结构内，并位于多个所述线芯单元之间，其中，所述填充物为平膜、不开网的聚丙烯绳。

根据本发明提供的一种中压电缆，还包括包带层，所述包带层包覆于所述缆芯结构之外。

根据本发明提供的一种中压电缆，还包括内衬层，所述内衬层包覆于所述包带层之外，所述内衬层为低烟无卤聚烯烃内衬层。

根据本发明提供的一种中压电缆，还包括铠装层，所述铠装层包覆于所述内衬层之外。

根据本发明提供的一种中压电缆，还包括外护套层，所述外护套层包覆于所述铠装层之外，所述外护套层为硅烷交联低烟无卤外护套层。

根据本发明提供的一种中压电缆，所述绝缘线芯包括：导体；屏蔽层，包覆于所述导体之外；绝缘层，包覆于所述屏蔽层之外；绝缘屏蔽层，包覆于所述绝缘层之外。

根据本发明提供的一种中压电缆，所述金属屏蔽层采用镀锡铜丝编织而成。

本发明还提供一种如上所述的中压电缆的制造方法，包括：在金属屏蔽层外涂覆半导体胶，形成半导体胶层，并在涂覆的同时采用铝塑复合带绕包所述半导体胶层，其中，所述铝塑复合带的搭盖率大于或等于 25%；在所述半导体胶层固化后，拆除所述铝塑复合带；将多个线芯单元绞合成缆芯结构。

技术效果

本发明提供的中压电缆与现有技术相比具有如下有益效果：通过在金属屏蔽层的外部涂覆半导体胶，既保证了金属屏蔽层电气贯通，也可防止有害气体沿金属屏蔽层的编织间隙流动，有效防止了有害气体外泄至电缆之外，对人员安全造成隐患，使中压电缆可以广泛应用于海上浮式生产储油装置，增强了中压电缆的适用性。

附图说明

为了更清楚地说明本发明或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图进行简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1是本发明提供的中压电缆的结构示意图；

图2是本发明提供的中压电缆的制造方法的流程图；

附图标记：

10：绝缘线芯；11：导体；12：屏蔽层；13：绝缘层；14：绝缘屏蔽层；20：金属屏蔽层；30：半导体胶层；40：填充物；50：包带层；60：内衬层；70：铠装层；80：外护套层。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明中的附图，对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，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。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作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。

本发明的说明书和权利要求书中的术语“第一”、“第二”的特征

可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“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的限制。

在本发明的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电性连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

下面结合图1和图2描述本发明的中压电缆及中压电缆的制造方法。

如图1所示，在本发明的实施例中，中压电缆包括多个线芯单元，多个线芯单元绞合成缆芯结构，每个线芯单元包括：绝缘线芯10、金属屏蔽层20和半导体胶层30。金属屏蔽层20包覆于绝缘线芯10的外部，半导体胶层30包覆于金属屏蔽层20的外部，半导体胶层30由半导体胶固化而成。

需要说明的是，本发明中所指的中压电缆为额定电压为6kV至30kV的气密型电力电缆。

具体来说，金属屏蔽层20采用标称直径为0.2mm的镀锡铜丝编织，编织密度不小于80%，编织后形成金属屏蔽层20，在金属屏蔽层20的外部涂覆半导体胶，在半导体胶固化后形成半导体胶层30，半导体胶层30具有导电性能，能够保证金属屏蔽层20电气贯通，同时，

半导体胶层可将编织产生的嵌隙填满，避免有害气体沿编织产生的空隙扩散，对人员安全形成隐患。

本发明实施例提供的中压电缆，通过在金属屏蔽层的外部涂覆半导体胶，既保证了金属屏蔽层电气贯通，也可防止有害气体沿金属屏蔽层的编织间隙流动，有效防止了有害气体外泄至电缆之外，对人员安全造成隐患，使中压电缆可以广泛应用于海上浮式生产储油装置，增强了中压电缆的适用性。

进一步地，在本发明的实施例中，半导体胶由第一组分和第二组成组成，其中，第一组分包括：甲基嵌段室温硫化硅橡胶 100 份、超细碳酸钙 30~45 份、气相白炭黑 6~10 份、钛白粉 3~5 份、石墨烯 3~5 份；第二组分包括：正硅酸乙酯 4~8 份、硼酸正丁酯 2~4 份、钛酸正丁酯 2~4 份、二月桂酸辛基锡微量、 γ -氨基丙基三乙氧基硅烷微量。

具体来说，半导体胶由第一组分和第二组分组成，在使用时，将第一组分和第二组分混合搅拌均匀后涂覆于金属屏蔽层 20 上，半导体胶可将金属屏蔽层 20 编织产生的缝隙焊接，防止有害气体外泄，同时还具有导电性能。

本发明实施例提供的中压电缆，通过将半导体胶设置为上述组分，半导体胶不仅具有良好的导电性，同时，还具有较高的耐温等级，长期耐温 90℃，增强了中压电缆的使用性能，延长了使用寿命。

如图 1 所示，在本发明的实施例中，中压电缆还包括多个填充物 40。多个填充物 40 填充于缆芯结构内，并位于多个线芯单元之间，其中，该填充物 40 为平膜、不开网的聚丙烯绳。

具体来说，在现有技术中，填充物 40 多采用结构蓬松的材料，在缆芯结构内填充结构蓬松的材料，结构蓬松的材料存在微小空隙，有害气体仍然可以在缆芯结构中沿电缆的轴向自由窜动，进而对人员安全造成隐患。在本实施例中，填充物 40 采用平膜、超薄、不开网聚丙烯绳填充，可使缆芯结构填充紧密，保证了中压电缆缆芯结构纵

向气密性，可防止有害气体沿中压电缆的轴向传播至安全区域。

本发明实施例提供的中压电缆，通过将填充物设置为平膜、不开网的聚丙烯绳，在将填充物填充于缆芯结构内时，可使缆芯结构填充紧密，进而保证了缆芯结构的纵向气密性，使有害气体无法沿中压电缆的轴向流动，防止了有害气体外泄至安全区域对人员安全造成隐患。

如图 1 所示，在本发明的实施例中，中压电缆还包括包带层 50，包带层 50 包覆于缆芯结构之外。

具体来说，将多根线芯单元绞合成缆芯结构，绞合时产生的空隙内填充平膜、超薄、不开网的聚丙烯绳，并在缆芯结构外绕包一层标称厚度为 0.2mm 的无纺布，形成包带层 50。进一步地，在本发明的实施例中，包带层 50 的搭盖率为 15%-20%，如 18/30kV 3×95 规格，其绕包包带层 50 后的直径为 70.6mm。

如图 1 所示，在本发明的实施例中，中压电缆还包括内衬层 60，内衬层 60 包覆于包带层 50 之外，内衬层 60 为低烟无卤聚烯烃内衬层。

具体来说，内衬层 60 采用低烟无卤聚烯烃材料，例如 18/30kV 3×95 规格，内衬层 60 的标称厚度为 1.8mm，挤出后外径为 74.2mm。

如图 1 所示，在本发明的实施例中，中压电缆还包括铠装层 70，铠装层 70 包覆于内衬层 60 之外。

具体来说，铠装层 70 采用单丝直径为 0.4mm 的镀锡铜丝编织，编织密度不小于 80，例如 18/30kV 3×95 规格，编织后外径为 75.8mm。

如图 1 所示，在本发明的实施例中，中压电缆还包括外护套层 80，外护套层 80 包覆于铠装层 70 之外，外护套层 80 为硅烷交联低烟无卤外护套层。

具体来说，该中压电缆被应用于海上浮式生产储卸油装置后，中压电缆会长期在油污环境中工作，外护套会被油污缓慢腐蚀，从而降低了中压电缆的使用寿命。常规的耐油电缆通常采用辐照交联工艺以

达到耐油要求，但辐照交联受限于电缆的外径，在电缆外径超过 80mm 后便无法加工，致使直径较粗的电缆其外护套层不具有耐油性能。

在本实施例中，外护套层 80 采用硅烷交联低烟无卤护套料挤出，对于直径大于 80mm 的电缆，在蒸汽中持续 24h 即可完成交联，使直径较大的电缆，其外护套层 80 也具有耐油性能。

本发明实施例提供的中压电缆，通过将外护套层设置为硅烷交联低烟无卤外护套层，使直径较大的电缆，其外护套层也具有耐油性能，延长了中压电缆的使用寿命。

如图 1 所示，在本发明的实施例中，绝缘线芯 10 包括：导体 11、屏蔽层 12、绝缘层 13 和绝缘屏蔽层 14。屏蔽层 12 包覆于导体 11 之外，绝缘层 13 包覆于屏蔽层 12 之外，绝缘屏蔽层 14 包覆于绝缘层 13 之外。

具体来说，在本实施例中，导体 11 采用镀锡导体，多根镀锡导体单丝绞合成导体 11。例如：截面面积为 95mm^2 的导体 11，由 19 根外径为 2.52mm 的镀锡单丝按 1+6+12 的结构绞合而成，绞合后导体 11 的外径为 12.5mm。在导体 11 外按顺序采用 150+100+60 三层共挤连续硫化生产线同时挤出屏蔽层 12、绝缘层 13 和绝缘屏蔽层 14，形成绝缘线芯 10。进一步地，例如 18/30kV 3×95 规格，其屏蔽层 12 的标称厚度为 0.8mm，绝缘层 13 的标称厚度为 8.0mm，绝缘屏蔽层 14 的标称厚度为 0.8mm，绝缘线芯 10 的外径为 31.7mm。

进一步地，在本发明的实施例中，屏蔽层 12 的材质可以为半导体屏蔽材料，绝缘层 13 的材质为中压乙丙橡胶，绝缘屏蔽层 14 的材质为半导体材料。

如图 2 所示，本发明实施例还提供了一种中压电缆的制造方法，具体包括以下步骤：

步骤 01：在金属屏蔽层 20 外涂覆半导体胶，形成半导体胶层 30，并在涂覆的同时采用铝塑复合带绕包半导体胶层 30，其中，铝塑复

合带的搭盖率大于或等于 25%；步骤 02：在半导体胶层 30 固化后，拆除铝塑复合带；步骤 03：将多个线芯单元绞合成缆芯结构。

具体来说，在绝缘线芯 10 外，采用标称直径为 0.2mm 的镀锡铜丝编织金属屏蔽层 20，编织密度不小于 80%，在金属屏蔽层 20 的外部涂覆半导体胶，涂覆的同时采用铝塑复合带绕包，铝塑复合带的搭盖率不小于 25%，涂覆后约 6h 后，涂覆的半导体胶完成固化，将铝塑复合带拆除，此时，例如 18/30kV 3×95 规格的线芯单元的外径为 32.5mm。将多个线芯单元绞合成缆芯结构。

进一步地，在本实施例中，半导体胶层 30 具有导电性能，能够保证金属屏蔽层 20 电气贯通，同时，半导体胶层可将编织产生的嵌隙填满，避免有害气体沿编织产生的空隙扩散，对人员安全形成隐患。

本发明实施例提供的中压电缆的制造方法，通过在金属屏蔽层的外部涂覆半导体胶，既保证了金属屏蔽层电气贯通，也可防止有害气体沿金属屏蔽层的编织间隙流动，有效防止了有害气体外泄至电缆之外，对人员安全造成隐患，使中压电缆可以广泛应用于海上浮式生产储油装置，增强了中压电缆的适用性。

以下详细说明本发明实施例提供的中压电缆的制造方法：

将多根镀锡导体单丝绞合成导体 11，在导体 11 外按顺序采用 150+100+60 三层共挤连续硫化生产线同时挤出屏蔽层 12、绝缘层 13 和绝缘屏蔽层 14，形成绝缘线芯 10。采用标称直径为 0.2mm 的镀锡铜丝编织金属屏蔽层 20，编织密度不小于 80%，金属屏蔽层 20 包覆在绝缘线芯 10 的外部，在金属屏蔽层 20 的外部涂覆半导体胶，涂覆的同时采用铝塑复合带绕包，搭盖率不小于 25%，涂覆后约 6h 后，涂覆的半导体胶完成固化，将铝塑复合带拆除，将多个线芯单元绞合成缆芯结构。

在缆芯结构的空隙处填充填充物 40，填充物 40 采用平膜、超薄、不开网聚丙烯绳填充，可使缆芯结构填充紧密，保证了中压电缆缆芯

结构纵向气密性，可防止有害气体沿中压电缆的轴向传播至安全区域。在缆芯结构外绕包一层标称厚度为 0.2mm 的无纺布，形成包带层 50。在包带层 50 外采用低烟无卤材料挤出内衬层 60，在内衬层 60 外采用直径为 0.4mm 的镀锡铜丝编织铠装层 70，在铠装层 70 外采用硅烷交联低烟无卤护套料挤出外护套层 80。

进一步地，采用硅烷交联工艺生产外护套层 80 时对加工工艺要求极高，生产过程中会产生预交联的焦粒，焦粒如残留在螺杆、机头内不能及时排出，就会逐渐累积，最终形成大颗粒集中排出，在护套表面形成大颗粒，甚至出现破洞。经研究，挤出时发生预交联的主要原因为挤出温度较高，因此研究该材料可以塑化充分的最低挤出温度成为硅烷交联的难点，经多次试验、反复调整工艺温度，最终确定了最佳挤出温度为：145℃、155℃、160℃、160℃、165℃、165℃、165℃、165℃、165℃、165℃、165℃。为了避免预交联的小颗粒在螺杆、机头内积累，采用大机台高速生产，生产过程中间隔增加螺杆转速，使死角积累的焦料受推力排出，从而避免了产生大焦料和破洞。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

权 利 要 求 书

1、一种中压电缆，其特征在于，包括多个线芯单元，多个所述线芯单元绞合成缆芯结构，每个所述线芯单元包括：

绝缘线芯；

金属屏蔽层，其包覆于所述绝缘线芯的外部；

半导体胶层，其包覆于所述金属屏蔽层的外部，所述半导体胶层由半导体胶固化而成；

其中，所述中压电缆为额定电压为 6kV 至 30kV 的气密型电力电缆。

2、根据权利要求 1 所述的中压电缆，其特征在于，所述半导体胶由第一组分和第二组分组成，其中，所述第一组分包括：甲基嵌段室温硫化硅橡胶 100 份、超细碳酸钙 30~45 份、气相白炭黑 6~10 份、钛白粉 3-5 份、石墨烯 3-5 份；

所述第二组分包括：正硅酸乙酯 4~8 份、硼酸正丁酯 2~4 份、钛酸正丁酯 2~4 份、二月桂酸辛基锡微量、 γ -氨基丙基三乙氧基硅烷微量。

3、根据权利要求 1 所述的中压电缆，其特征在于，还包括多个填充物，多个所述填充物填充于所述缆芯结构内，并位于多个所述线芯单元之间，其中，所述填充物为平膜、不开网的聚丙烯绳。

4、根据权利要求 3 所述的中压电缆，其特征在于，还包括包带层，所述包带层包覆于所述缆芯结构之外。

5、根据权利要求 4 所述的中压电缆，其特征在于，还包括内衬层，所述内衬层包覆于所述包带层之外，所述内衬层为低烟无卤聚烯烃内衬层。

6、根据权利要求 5 所述的中压电缆，其特征在于，还包括铠装层，所述铠装层包覆于所述内衬层之外。

7、根据权利要求 6 所述的中压电缆，其特征在于，还包括外护

套层，所述外护套层包覆于所述铠装层之外，所述外护套层为硅烷交联低烟无卤外护套层。

8、根据权利要求1所述的中压电缆，其特征在于，所述绝缘线芯包括：

导体；

屏蔽层，其包覆于所述导体之外；

绝缘层，其包覆于所述屏蔽层之外；

绝缘屏蔽层，其包覆于所述绝缘层之外。

9、根据权利要求1所述的中压电缆，其特征在于，所述金属屏蔽层采用镀锡铜丝编织而成。

10、一种根据权利要求1所述的中压电缆的制造方法，其特征在于，包括：

在金属屏蔽层外涂覆半导体胶，形成半导体胶层，并在涂覆的同时采用铝塑复合带绕包所述半导体胶层，其中，所述铝塑复合带的搭接率大于或等于25%；

在所述半导体胶层固化后，拆除所述铝塑复合带；

将多个线芯单元绞合成缆芯结构。