



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102969065 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201210462864. 6

(22) 申请日 2012. 11. 16

(71) 申请人 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 9/02 (2006. 01)

H01B 13/00 (2006. 01)

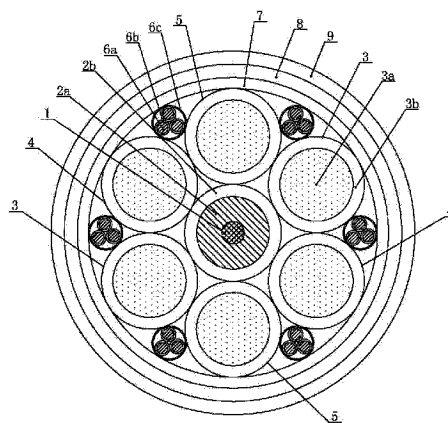
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆及其制造
方法

(57) 摘要

本发明涉及一种舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆及其制造方法,中性线导体的中心设有钢丝加强构件,外周挤包中性线绝缘层;中性绝缘线芯的外周均匀分布有六根完全相同且依次相切的相线绝缘线芯,呈中心对称的两根相线绝缘线芯为相互并联的一相,相邻的两根相线绝缘线芯之间远离中性绝缘线芯的空隙处分别嵌装有控制线芯组,各控制线芯组包括三根相互绞合的控制线芯及包覆在外周的铜丝编织屏蔽层;各控制线芯组与各相线绝缘线芯均内切于同一个圆且与中性绝缘线芯共同绞合为缆芯,缆芯的外周绕包有玻璃纤维带,玻璃纤维带的外周挤包有内护套和外护套。该电缆同时具有电力电缆和控制电缆的功能,载流量大且结构平衡,外径和弯曲半径小。



1. 一种舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆,其特征在于:中性线导体的中心设有钢丝加强构件,所述中性线导体的外周挤包中性线绝缘层构成中性绝缘线芯;所述中性绝缘线芯的外周均匀分布有六根完全相同的相线绝缘线芯,每根所述相线绝缘线芯依次相切并分别与所述中性绝缘线芯相切,每根所述相线绝缘线芯由相线导体挤包相线绝缘层构成;以所述中性绝缘线芯的轴线为中心呈中心对称的两根所述相线绝缘线芯为相互并联的一相,六根所述相线绝缘线芯对称并联构成 A 相绝缘线芯、B 相绝缘线芯和 C 相绝缘线芯;相邻的两根所述相线绝缘线芯之间远离中性绝缘线芯的空隙处分别嵌装有控制线芯组,各所述控制线芯组包括三根相互绞合的控制线芯及整体包覆在三根控制线芯外周的铜丝编织屏蔽层;每根所述控制线芯包括控制线导体及挤包在控制线导体外周的控制线绝缘层;各所述控制线芯组与各所述相线绝缘线芯均内切于同一个圆且与所述中性绝缘线芯共同绞合为缆芯,所述缆芯的外周绕包有玻璃纤维带,所述玻璃纤维带的外周挤包有内护套,所述内护套的外周挤包有外护套。

2. 根据权利要求 1 所述的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆,其特征在于,多根直径为 0.25~0.3 mm 的镀锡退火铜丝同向束绞成股线,所述股线的束绞节径比为 10~12 倍,束绞成股线后按照计算束绞外径的 98%~99% 配比正圆型压缩模,并对每股股线进行压模处理;压模处理后的股线复绞成所述中性线导体或所述相线导体,复绞采用与束绞不同的方向进行,复绞的节径比为 13~15 倍。

3. 根据权利要求 2 所述的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆,其特征在于,所述镀锡退火铜丝采用 IEC 60228 标准的 Class 6 种类。

4. 根据权利要求 1 所述的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆,其特征在于,所述中性线绝缘层或相线绝缘层为介电常数不大于 2.5 的乙丙橡胶绝缘层,其耐热温度为 105℃,所述中性线绝缘层或相线绝缘层的标称厚度为 2.0mm,最小厚度不小于标称值的 90%,最大厚度不大于标称值的 110%,且任一垂直截面测得的直径偏差不超过 10%。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆,其特征在于,六根所述相线绝缘线芯与六根所述控制线芯组围绕所述中性绝缘线芯正规绞合成所述缆芯,绞合节径比为 18~24 倍。

6. 根据权利要求 1 所述的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆,其特征在于,所述玻璃纤维带以硼铝硅酸盐玻璃纤维为基材,所含的碱金属氧化物含量不大于 0.5%,采用增强型浸润剂的含量为 0.5%~2.0%,厚度为 0.17±0.02mm,断裂强度大于 300MPa,绕包搭盖率为 45%~50%,氧指数大于 60。

7. 根据权利要求 1 所述的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆,其特征在于,所述内护套为高阻燃聚烯烃内护套,所述外护套为高耐磨聚烯烃外护套,所述内护套的挤包厚度为护套总厚度的 50%~60%,所述内护套和外护套的总标称厚度为 3.1mm。

8. 一种舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的制造方法,其特征是,依次包括以下步骤:(1)将多根直径为 0.25~0.3 mm 的镀锡退火铜丝同向束绞成股线,股线的束绞节径比为 10~12 倍,束绞成股线后按照计算束绞外径的 98%~99% 配比正圆型压缩模,并对每股股线进行压模处理;将压模处理后的上述股线围绕在钢丝加强构件周边并复绞成中性线导体,复绞采用与股线束绞不同的方向进行,复绞的节径比为 13~15 倍,然后在所述中性线导体外周挤包中性线绝缘层构成中性绝缘线芯;(2)将压模处理后的上述股线复绞成相线导

体,复绞也采用与股线束绞不同的方向进行,复绞的节径比为 13~15 倍,在所述相线导体挤包相线绝缘层构成相线绝缘线芯,将所述相线绝缘线芯一分为六等份长度且两根标识为 A 相,两根标识为 B 相,两根标识为 C 相,将标识相同的绝缘线芯分别对称置于所述中性绝缘线芯两侧,每根相线绝缘线芯依次相切并分别与所述中性绝缘线芯相切;(3)在控制线导体的外周挤包控制线绝缘层构成控制线芯,将三根控制线芯绞合后整体包覆铜丝编织屏蔽层构成控制线芯组,在相邻的两根所述相线绝缘线芯之间远离中性绝缘线芯的空隙处分别嵌装所述控制线芯组,各所述控制线芯组与各所述相线绝缘线芯均内切于同一个圆且与所述中性绝缘线芯共同绞合为缆芯,绞合节径比为 18~24 倍;(4)在所述缆芯的外周绕包玻璃纤维带,在玻璃纤维带的外周采用双层共挤均匀挤包内护套和外护套。

9. 根据权利要求 8 所述的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的制造方法,其特征在于,所述镀锡退火铜丝采用 IEC 60228 标准的 Class 6 种类;所述中性线绝缘层或相线绝缘层为介电常数不大于 2.5 的乙丙橡胶绝缘层,其耐热温度为 105℃,所述中性线绝缘层或相线绝缘层的标称厚度为 2.0mm,最小厚度不小于标称值的 90%,最大厚度不大于标称值的 110%,且任一垂直截面测得的直径偏差不超过 10%。

10. 根据权利要求 8 所述的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的制造方法,其特征在于,所述铜丝编织屏蔽层采用直径为 0.10~0.12mm 纯度不低于 99.9% 的铜丝以 84%~86% 的编织密度进行编织;所述玻璃纤维带以硼铝硅酸盐玻璃纤维为基材,所含的碱金属氧化物含量不大于 0.5%,采用增强型浸润剂的含量为 0.5%~2.0%,厚度为 0.17 ± 0.02 mm,断裂强度大于 300MPa,绕包搭盖率为 45%~50%,氧指数大于 60;所述内护套为高阻燃聚烯烃内护套,所述外护套为高耐磨聚烯烃外护套,所述内护套的挤包厚度为护套总厚度的 50~60%,所述内护套和外护套的总标称厚度为 3.1mm。

舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合电缆,特别涉及一种舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆。本发明还涉及一种舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的制造方法。

背景技术

[0002] 传统舰船装备电力系统采用的均是 50Hz,已与流行的配套设备等保持一致,便于设备选型。但随着舰船向大型化、大功率化以及发电机组轻型灵便化发展,目前 400Hz 的装备系统逐渐用于大型舰船装备,要求有 400Hz 的专用电缆与之配套。现有技术 50Hz 的电缆用于 400Hz 系统时,电缆的电阻因频率增加会有很大的增加,从而带来使用过程中线路电压降增大,制约工程实现预期目的;若进行相同电流负载,采用 50Hz 电缆则需要增加很大的导体截面,造成成本和费用的增加,以及导体铜材的浪费,而我国很大一部分铜材需要进口,不符合节能要求。

[0003] 公开号为 CN 201946375U 的中国实用新型专利公开了一种电力电缆,包括位于中心的接地电缆和在所述接地电缆外的护套层,在所述接地电缆与所述护套层之间对称分布的高压电缆、照明电缆和控制电缆。将高压电缆、照明电缆、控制电缆和接地电缆集成生产,从而可以单次铺设四种功能,提高电缆铺设效率。高压电缆用于大动力传输,导体截面积大,绝缘性能要求很高,外径大;照明电缆用于照明供电,比高于电缆的载流要小很多,截面积小,外径小;控制电缆用于信号传输,载流极小,截面积很小,外径很小。三种电缆在缆芯中呈三角形分布,因外径相差很大,导致缆芯圆整度很差。为了使缆芯圆整,需要以三种电缆中最大外径的电缆为基准调整增加另外两种电缆的护套厚度,导致缆芯整体直径很大,占据空间太大且不利于弯曲,电力电缆载流能力差,不能满足舰船 400Hz 系统的需要。

[0004] 公开号为 CN102446587A 的中国发明专利申请,公开了一种多缆复合型高压电力电缆,高压电力电缆与附加电缆由外护套、保护层、内护套包裹于一条电缆内,组成多缆复合型高压电力电缆。附加电缆可为光缆、射频电缆、通信电缆、控制电缆的任意一种或几种电缆。该电缆三根电力电缆的载流能力差,弯曲半径大。

发明内容

[0005] 本发明的首要目的在于,克服现有技术中存在的问题,提供一种舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆,同时具有电力电缆和控制电缆的功能,且外径尺寸和弯曲半径小,电力电缆载流量大。

[0006] 为实现以上目的,本发明所提供的一种舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆,中性线导体的中心设有钢丝加强构件,所述中性线导体的外周挤包中性线绝缘层构成中性绝缘线芯;所述中性绝缘线芯的外周均匀分布有六根完全相同的相线绝缘线芯,每根所述相线绝缘线芯依次相切并分别与所述中性绝缘线芯相切,每根所述相线绝缘线芯由相线导体挤包相线绝缘层构成;以所述中性绝缘线芯的轴线为中心呈中心对称的两根所述相线绝缘线

芯为相互并联的一相,六根所述相线绝缘线芯对称并联构成 A 相绝缘线芯、B 相绝缘线芯和 C 相绝缘线芯;相邻的两根所述相线绝缘线芯之间远离中性绝缘线芯的空隙处分别嵌装有控制线芯组,各所述控制线芯组包括三根相互绞合的控制线芯及整体包覆在三根控制线芯外周的铜丝编织屏蔽层;每根所述控制线芯包括控制线导体及挤包在控制线导体外周的控制线绝缘层;各所述控制线芯组与各所述相线绝缘线芯均内切于同一个圆且与所述中性绝缘线芯共同绞合为缆芯,所述缆芯的外周绕包有玻璃纤维带,所述玻璃纤维带的外周挤包有内护套,所述内护套的外周挤包有外护套。

[0007] 相对于现有技术,本发明取得了以下有益效果:该电缆具有三根相线绝缘线芯和一根中性绝缘线芯,可以满足三相四线制供电;钢丝加强构件置于中性线导体的中心可以提高电缆的抗拉强度,同时由于电流的趋肤特性,对中性线的载流能力影响很小;将六根完全相同的相线绝缘线芯两两对称并联可以显著降低阻抗,相同的导体截面积可以提高载流能力,或相同的载流能力可以降低导体的截面积,使电缆更细更柔软,减小电缆的弯曲半径;A 相、B 相和 C 相自身并联的两根绝缘线芯具有相同的电阻、电抗和阻抗,而且以缆芯轴线为中心对称并联,可以避免不同电气参数的导体并联易导致的电缆发热引发热老化降解反应,导致绝缘橡胶聚合物性能下降,产生安全隐患的风险;每根相线绝缘线芯依次相切并分别与中性绝缘线芯相切,各控制线芯组与各相线绝缘线芯均内切于同一个圆可以使缆芯更加圆整,有利于缩小缆芯的直径,也有利于减小电缆弯曲半径;玻璃纤维带非吸湿、阻燃且绝缘,内护套和外护套形成双重防护。

[0008] 作为本发明的优选方案,多根直径为 $0.25\sim 0.3\text{ mm}$ 的镀锡退火铜丝同向束绞成股线,所述股线的束绞节径比为 $10\sim 12$ 倍,束绞成股线后按照计算束绞外径的 $98\%\sim 99\%$ 配比正圆型压缩模,并对每股股线进行压模处理;压模处理后的股线复绞成所述中性线导体或所述相线导体,复绞采用与束绞不同的方向进行,复绞的节径比为 $13\sim 15$ 倍。

[0009] 作为本发明的优选方案,所述镀锡退火铜丝采用 IEC 60228 标准的 Class 6 种类。该类铜丝载流能力大,机械性能好。

[0010] 作为本发明的优选方案,所述中性线绝缘层或相线绝缘层为介电常数不大于 2.5 的乙丙橡胶绝缘层,其耐热温度为 105°C ,所述中性线绝缘层或相线绝缘层的标称厚度为 2.0mm ,最小厚度不小于标称值的 90% ,最大厚度不大于标称值的 110% ,且任一垂直截面测得的直径偏差不超过 10% 。介电常数不大于 2.5 的乙丙橡胶其绝缘性能好,选用耐热温度为 105°C 的乙丙橡胶绝缘层可以提高电力电缆的载流能力。

[0011] 作为本发明的优选方案,六根所述相线绝缘线芯与六根所述控制线芯组围绕所述中性绝缘线芯正规绞合成所述缆芯,绞合节径比为 $18\sim 24$ 倍。

[0012] 作为本发明的优选方案,所述玻璃纤维带以硼铝硅酸盐玻璃纤维为基材,所含的碱金属氧化物含量不大于 0.5% ,采用增强型浸润剂的含量为 $0.5\%\sim 2.0\%$,厚度为 $0.17\pm 0.02\text{mm}$,断裂强度大于 300MPa ,绕包搭盖率为 $45\%\sim 50\%$,氧指数大于 60。该玻璃纤维带具有优异的非吸湿、阻燃和电气绝缘性能,保证了电缆在船舶潮湿环境的使用安全。

[0013] 作为本发明的优选方案,所述内护套为高阻燃聚烯烃内护套,所述外护套为高耐磨聚烯烃外护套,所述内护套的挤包厚度为护套总厚度的 $50\%\sim 60\%$,所述内护套和外护套的总标称厚度为 3.1mm 。

[0014] 本发明的另一个目的在于,提供一种舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的制造方

法,该方法制造而成的电缆同时具有电力电缆和控制电缆的功能,且外径尺寸和弯曲半径小,电力电缆载流量大。

[0015] 为实现以上目的,本发明所提供的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的制造方法,依次包括以下步骤:(1)将多根直径为 0.25~0.3 mm 的镀锡退火铜丝同向束绞成股线,股线的束绞节径比为 10~12 倍,束绞成股线后按照计算束绞外径的 98%~99% 配比正圆型压缩模,并对每股股线进行压模处理;将压模处理后的上述股线围绕在钢丝加强构件周边并复绞成中性线导体,复绞采用与股线束绞不同的方向进行,复绞的节径比为 13~15 倍,然后在所述中性线导体外周挤包中性线绝缘层构成中性绝缘线芯;(2)将压模处理后的上述股线复绞成相线导体,复绞也采用与股线束绞不同的方向进行,复绞的节径比为 13~15 倍,在所述相线导体挤包相线绝缘层构成相线绝缘线芯,将所述相线绝缘线芯一分为六等份长度且两根标识为 A 相,两根标识为 B 相,两根标识为 C 相,将标识相同的绝缘线芯分别对称置于所述中性绝缘线芯两侧,每根相线绝缘线芯依次相切并分别与所述中性绝缘线芯相切;(3)在控制线导体的外周挤包控制线绝缘层构成控制线芯,将三根控制线芯绞合后整体包覆铜丝编织屏蔽层构成控制线芯组,在相邻的两根所述相线绝缘线芯之间远离中性绝缘线芯的空隙处分别嵌装所述控制线芯组,各所述控制线芯组与各所述相线绝缘线芯均内切于同一个圆且与所述中性绝缘线芯共同绞合为缆芯,绞合节径比为 18~24 倍;(4)在所述缆芯的外周绕包玻璃纤维带,在玻璃纤维带的外周采用双层共挤均匀挤包内护套和外护套。

[0016] 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具有三根相线绝缘线芯和一根中性绝缘线芯,可以满足三相四线制供电;钢丝加强构件置于中性线导体的中心可以提高电缆的抗拉强度,同时由于电流的趋肤特性,对中性线的载流能力影响很小;将六根完全相同的相线绝缘线芯两两对称并联可以显著降低阻抗,相同的导体截面积可以提高载流能力,或相同的载流能力可以降低导体的截面积,使电缆更细更柔软,减小电缆的弯曲半径;A 相、B 相和 C 相自身并联的两根绝缘线芯具有相同的电阻、电抗和阻抗,而且以缆芯轴线为中心对称并联,可以避免不同电气参数的导体并联易导致的电缆发热引发热老化降解反应,导致绝缘橡胶聚合物性能下降,产生安全隐患的风险;每根相线绝缘线芯依次相切并分别与中性绝缘线芯相切,各控制线芯组与各相线绝缘线芯均内切于同一个圆可以使缆芯更加圆整,有利于缩小缆芯的直径,也有利于减小电缆弯曲半径;玻璃纤维带非吸湿、阻燃且绝缘,内护套和外护套形成双重防护。

[0017] 作为本发明的优选方案,所述镀锡退火铜丝采用 IEC 60228 标准的 Class 6 种类;所述中性线绝缘层或相线绝缘层为介电常数不大于 2.5 的乙丙橡胶绝缘层,其耐热温度为 105℃,所述中性线绝缘层或相线绝缘层的标称厚度为 2.0mm,最小厚度不小于标称值的 90%,最大厚度不大于标称值的 110%,且任一垂直截面测得的直径偏差不超过 10%。

[0018] 作为本发明的优选方案,所述铜丝编织屏蔽层采用直径为 0.10~0.12mm 纯度不低于 99.9% 的铜丝以 84%~86% 的编织密度进行编织;所述玻璃纤维带以硼铝硅酸盐玻璃纤维为基材,所含的碱金属氧化物含量不大于 0.5%,采用增强型浸润剂的含量为 0.5%~2.0%,厚度为 0.17±0.02mm,断裂强度大于 300MPa,绕包搭盖率为 45%~50%,氧指数大于 60;所述内护套为高阻燃聚烯烃内护套,所述外护套为高耐磨聚烯烃外护套,所述内护套的挤包厚度为护套总厚度的 50~60%,所述内护套和外护套的总标称厚度为 3.1mm。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的结构示意图。

[0020] 图中：1. 钢丝加强构件；2a. 中性线导体；2b. 中性线绝缘层；3. A 相线；3a. 相线导体；3b. 相线绝缘层；4. B 相线；5. C 相线；6a. 控制线导体；6b. 控制线绝缘层；6c. 铜丝编织屏蔽层；7. 玻璃纤维带；8. 内护套；9. 外护套。

具体实施方式

[0021] 实施例一

如图 1 所示，本发明的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的制造方法，依次包括以下步骤：(1) 将多根直径为 0.25mm 的镀锡退火铜丝同向束绞成股线，镀锡退火铜丝采用 IEC 60228 标准的 Class 6 种类，股线的束绞节径比为 10 倍，束绞成股线后按照计算束绞外径的 98% 配比正圆型压缩模，并对每股股线进行压模处理；将压模处理后的上述股线围绕在钢丝加强构件周边并复绞成中性线导体，复绞采用与股线束绞不同的方向进行，复绞的节径比为 13 倍，然后在中性线导体外周挤包中性线绝缘层构成中性绝缘线芯；中性线绝缘层和相线绝缘层均为介电常数不大于 2.5 的乙丙橡胶绝缘层，其耐热温度为 105℃，中性线绝缘层和相线绝缘层的标称厚度分别为 2.0mm，最小厚度不小于标称值的 90%，最大厚度不大于标称值的 110%，且任一垂直截面测得的直径偏差不超过 10%。

[0022] (2) 将压模处理后的上述股线复绞成相线导体，复绞也采用与股线束绞不同的方向进行，复绞的节径比为 13 倍，在相线导体挤包相线绝缘层构成相线绝缘线芯，将相线绝缘线芯一分为六等份长度且两根标识为 A 相，两根标识为 B 相，两根标识为 C 相，将标识相同的绝缘线芯分别对称置于中性绝缘线芯两侧，每根相线绝缘线芯依次相切并分别与中性绝缘线芯相切。

[0023] (3) 在控制线导体的外周挤包控制线绝缘层构成控制线芯，将三根控制线芯绞合后整体包覆铜丝编织屏蔽层构成控制线芯组，在相邻的两根所述相线绝缘线芯之间远离中性绝缘线芯的空隙处分别嵌装所述控制线芯组，各所述控制线芯组与各所述相线绝缘线芯均内切于同一个圆且与所述中性绝缘线芯共同绞合为缆芯，绞合节径比为 18 倍。

[0024] (4) 在缆芯的外周绕包玻璃纤维带，玻璃纤维带以硼铝硅酸盐玻璃纤维为基材，所含的碱金属氧化物含量为 0.5%，采用增强型浸润剂的含量为 0.5%，厚度为 0.15mm，断裂强度大于 300MPa，绕包搭盖率为 45%，氧指数为 60；在玻璃纤维带的外周采用双层共挤均匀挤包内护套和外护套，内护套为高阻燃聚烯烃内护套，外护套为高耐磨聚烯烃外护套，内护套的挤包厚度为护套总厚度的 50%，内护套和外护套的总标称厚度为 3.1mm。

[0025] 实施例二

如图 1 所示，本发明的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的制造方法，依次包括以下步骤：(1) 将多根直径为 0.28mm 的镀锡退火铜丝同向束绞成股线，镀锡退火铜丝采用 IEC 60228 标准的 Class 6 种类，股线的束绞节径比为 11 倍，束绞成股线后按照计算束绞外径的 99% 配比正圆型压缩模，并对每股股线进行压模处理；将压模处理后的上述股线围绕在钢丝加强构件周边并复绞成中性线导体，复绞采用与股线束绞不同的方向进行，复绞的节径比为 14 倍，然后在中性线导体外周挤包中性线绝缘层构成中性绝缘线芯；中性线绝缘层和相线绝缘层均为介电常数不大于 2.5 的乙丙橡胶绝缘层，其耐热温度为 105℃，中性线绝

缘层和相线绝缘层的标称厚度分别为 2.0mm,最小厚度不小于标称值的 90%,最大厚度不大于标称值的 110%,且任一垂直截面测得的直径偏差不超过 10%。

[0026] (2) 将压模处理后的上述股线复绞成相线导体,复绞也采用与股线束绞不同的方向进行,复绞的节径比为 14 倍,在相线导体挤包相线绝缘层构成相线绝缘线芯,将相线绝缘线芯一分为六等份长度且两根标识为 A 相,两根标识为 B 相,两根标识为 C 相,将标识相同的绝缘线芯分别对称置于中性绝缘线芯两侧,每根相线绝缘线芯依次相切并分别与中性绝缘线芯相切。

[0027] (3) 在控制线导体的外周挤包控制线绝缘层构成控制线芯,将三根控制线芯绞合后整体包覆铜丝编织屏蔽层构成控制线芯组,在相邻的两根所述相线绝缘线芯之间远离中性绝缘线芯的空隙处分别嵌装所述控制线芯组,各所述控制线芯组与各所述相线绝缘线芯均内切于同一个圆且与所述中性绝缘线芯共同绞合为缆芯,绞合节径比为 21 倍。

[0028] (4) 在缆芯的外周绕包玻璃纤维带,玻璃纤维带以硼铝硅酸盐玻璃纤维为基材,所含的碱金属氧化物含量 0.45%,采用增强型浸润剂的含量为 1.2%,厚度为 0.17mm,断裂强度大于 300MPa,绕包搭盖率为 48%,氧指数为 62;在玻璃纤维带的外周采用双层共挤均匀挤包内护套和外护套,内护套为高阻燃聚烯烃内护套,外护套为高耐磨聚烯烃外护套,内护套的挤包厚度为护套总厚度的 55%,内护套和外护套的总标称厚度为 3.1mm。

[0029] 实施例三

如图 1 所示,本发明的舰船用 400Hz 并联用平衡结构电缆的制造方法,依次包括以下步骤:(1) 将多根直径为 0.3 mm 的镀锡退火铜丝同向束绞成股线,镀锡退火铜丝采用 IEC 60228 标准的 Class 6 种类,股线的束绞节径比为 12 倍,束绞成股线后按照计算束绞外径的 99% 配比正圆型压缩模,并对每股股线进行压模处理;将压模处理后的上述股线围绕在钢丝加强构件周边并复绞成中性线导体,复绞采用与股线束绞不同的方向进行,复绞的节径比为 15 倍,然后在中性线导体外周挤包中性线绝缘层构成中性绝缘线芯;中性线绝缘层和相线绝缘层均为介电常数不大于 2.5 的乙丙橡胶绝缘层,其耐热温度为 105℃,中性线绝缘层和相线绝缘层的标称厚度分别为 2.0mm,最小厚度不小于标称值的 90%,最大厚度不大于标称值的 110%,且任一垂直截面测得的直径偏差不超过 10%。

[0030] (2) 将压模处理后的上述股线复绞成相线导体,复绞也采用与股线束绞不同的方向进行,复绞的节径比为 15 倍,在相线导体挤包相线绝缘层构成相线绝缘线芯,将相线绝缘线芯一分为六等份长度且两根标识为 A 相,两根标识为 B 相,两根标识为 C 相,将标识相同的绝缘线芯分别对称置于中性绝缘线芯两侧,每根相线绝缘线芯依次相切并分别与中性绝缘线芯相切。

[0031] (3) 在控制线导体的外周挤包控制线绝缘层构成控制线芯,将三根控制线芯绞合后整体包覆铜丝编织屏蔽层构成控制线芯组,在相邻的两根所述相线绝缘线芯之间远离中性绝缘线芯的空隙处分别嵌装所述控制线芯组,各所述控制线芯组与各所述相线绝缘线芯均内切于同一个圆且与所述中性绝缘线芯共同绞合为缆芯,绞合节径比为 24 倍。

[0032] (4) 在缆芯的外周绕包玻璃纤维带,玻璃纤维带以硼铝硅酸盐玻璃纤维为基材,所含的碱金属氧化物含量为 0.48%,采用增强型浸润剂的含量为 2.0%,厚度为 0.19mm,断裂强度大于 300MPa,绕包搭盖率为 50%,氧指数为 65;在玻璃纤维带的外周采用双层共挤均匀挤包内护套和外护套,内护套为高阻燃聚烯烃内护套,外护套为高耐磨聚烯烃外护套,内护套

的挤包厚度为护套总厚度的 60%，内护套和外护套的总标称厚度为 3.1mm。

[0033] 对实施例一至实施例三的电缆进行最小弯曲半径测试，测试结果如表 1 所示。

[0034] 表 1

	标准要求	实施例一	实施例二	实施例三
最小弯曲半径	6D	3.2D	3.4D	3.6D

对实施例一至实施例三的电缆进行线路电压降测试，测试结果如表 2 所示。

[0035] 表 2

	单位	理论值	实施例一	实施例二	实施例三
电压降	mV/A · m	0.441	0.434	0.431	0.429

对实施例一至实施例三的电缆进行电感测试，测试结果如表 3 所示。

[0036] 表 3

	单位	理论值	实施例一	实施例二	实施例三
电感	mH/km	0.119	0.115	0.113	0.110

实施例一至实施例三的电缆最小弯曲半径可达 3~4 倍电缆外径，远小于《中华人民共和国国家标准 GB/T 13029.1~13029.3-91 船用电缆的选择和敷设》中对普通结构电缆 6 倍电缆外径的最小弯曲半径要求；此外，该电缆中电力电缆和控制电缆的线路电压降都不大于 0.434mV/A · m，电感不大于 0.115mH/km，均远小于理论计算值，能够满足 400Hz 电力系统要求。

[0037] 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。

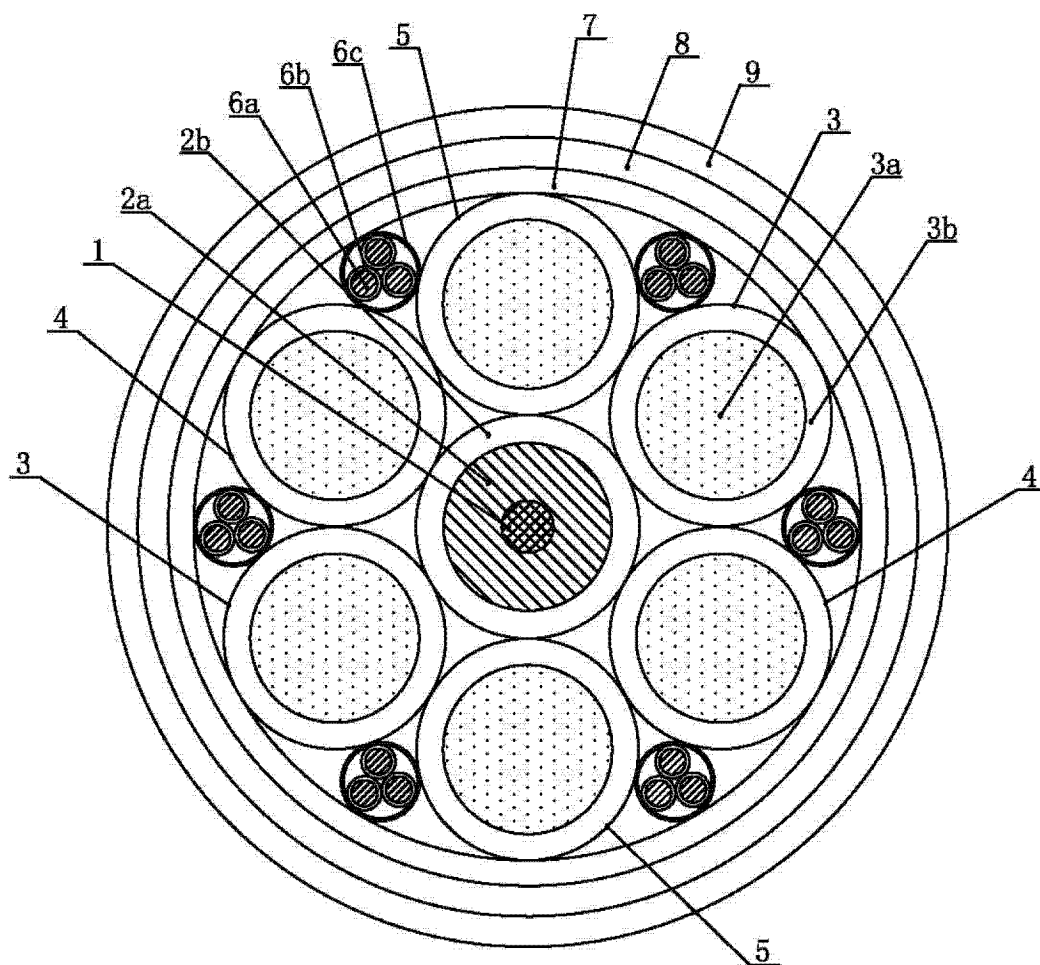


图 1