



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102360618 A

(43) 申请公布日 2012. 02. 22

(21) 申请号 201110346085. 5

H01B 13/24 (2006. 01)

(22) 申请日 2011. 11. 04

H01B 13/32 (2006. 01)

(71) 申请人 安徽新亚特电缆集团有限公司

地址 238331 安徽省芜湖市无为县高沟工业园

(72) 发明人 韩惠福 冯保磊 李海荣 王敏
朱峻 孙超南

(74) 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

代理人 何梅生 胡东升

(51) Int. Cl.

H01B 9/02 (2006. 01)

H01B 7/14 (2006. 01)

H01B 13/00 (2006. 01)

H01B 13/22 (2006. 01)

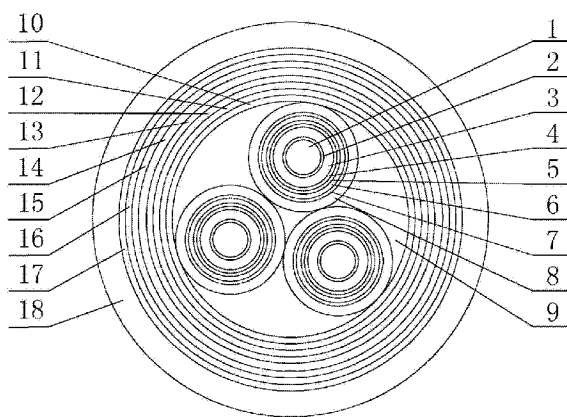
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

海上专用海底电力电缆及制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种海上专用海底电力电缆, 由三根单相线芯立式成缆, 缆芯间隙设有阻水填充绳, 缆芯外绕包阻水包带、橡胶棉布带及聚丙烯网状抗撕裂绳反向扎紧, 在抗撕裂绳外依次设有第二层改性沥青、粗钢丝铠装层、第三层改性沥青, 之外绕包有第二层聚丙烯网状抗撕裂绳、阻水带, 电缆的最外层挤包有聚乙烯外护套; 单相线芯包括: 紧压绞合阻水导体, 在导体上采用导体屏蔽、三元乙丙橡胶绝缘层、绝缘屏蔽层三层共挤, 之后绕包有半导电阻水包带、挤包有密封合金铅护套、涂覆有改性沥青, 在改性沥青外挤包有阻水聚乙烯护套构成单相线芯。本发明电缆具有机械强度高、抗拉伸能力强、负重能力大、耐水性好、耐海水腐蚀优良等性能。



1. 海上专用海底电力电缆,其特征在于,由三根单相线芯立式成缆,缆芯间隙设有阻水填充绳(9)填充圆整,缆芯外绕包阻水包带(10)、橡胶棉布带(11)及聚丙烯网状抗撕裂绳(12)反向扎紧,在所述聚丙烯网状抗撕裂绳(12)外依次设有第二层改性沥青(13)、粗钢丝铠装层(14)、第三层改性沥青(15),在第三层改性沥青外绕包有第二层聚丙烯网状抗撕裂绳(16)、阻水带(17),电缆的最外层挤包有聚乙烯外护套(18);

所述单相线芯包括:紧压绞合阻水导体(1),在所述导体(1)上采用导体屏蔽(2)、三元乙丙橡胶绝缘层(3)、绝缘屏蔽层(4)三层共挤,所述绝缘屏蔽层(4)上绕包有半导电阻水包带(5)、挤包有密封合金铅护套(6)、涂覆有改性沥青(7),在所述改性沥青(7)外挤包有阻水聚乙烯护套(8)构成单相线芯。

2. 一种权利要求1所述的海上专用海底电力电缆的制造方法,其特征在于按如下步骤进行:

A、选用优质无氧铜丝,在导体框绞机或叉绞机上进行导体绞合,导体绞合过程中,各线盘张力控制均匀,导体单丝选用的丝径一致,采用分层紧压结构,导体节径比内层控制在18-20之间,外层控制在13-16之间,最外层为左向,相邻层绞合方向相反,每一层之间绕包一层阻水带,阻水带宽度应适宜,搭盖率不小于20%,同时导体结构采用符合GB/T3956-2008规定的第2种绞合紧压圆形铜导体,紧压系数在90%以上;

B、导体外采用三层共挤结构,即导体屏蔽、三元乙丙橡胶绝缘层及绝缘屏蔽层三层共挤,所选导体屏蔽和绝缘屏蔽层均为优质半导电屏蔽材料,三元乙丙橡胶绝缘为进口EPR4045绝缘材料,导体屏蔽标称厚度为0.8mm,绝缘屏蔽层标称厚度为0.8mm,绝缘层偏心度不大于15%,确保电缆具有优异的电气绝缘性能;

C、绝缘屏蔽层外重叠绕包阻水带,阻水带搭盖率不小于30%,分相挤包密封合金铅护套,构成分相金属屏蔽,挤出温度控制在400~425℃之间;

D、在挤包高密度聚乙烯护套前,铅护套表面涂覆一层改性沥青后,通过模具控制铅护套表面的沥青均匀性及平服性;挤包高密度聚乙烯护套时,挤出温度控制在175~230℃之间,挤出模具按照以下规定要求:

模芯=铅护套外径+(0.8~1.2)mm;

模套=铅护套外径+2*1.1*d_{沥青厚度}+2*1.15*d_{高密度聚乙烯护套厚度};

挤出速度控制在20~25m/min;

E、三根单相线芯采用立式成缆机成缆和铠装,线芯成缆时,缆芯填充高强度聚丙烯网状抗撕裂阻水填充绳,其外重叠绕包一层阻水带,阻水带厚度控制在0.2~0.3mm,再重叠绕包两层橡胶棉布带,厚度控制在0.15~0.25mm,搭盖率均不小于30%,阻水带和橡胶棉布带绕包方向不同;

橡胶棉布带绕包层外采用高强度聚丙烯网状抗撕裂绳正反方向绕扎两层,其外均匀涂覆第二层层改性沥青,涂覆表面保持均匀性及平服性,第二层沥青上采用粗钢丝缠绕铠装,铠装用钢丝直径控制在4.0~6.0mm之间,铠装钢丝均匀、平服,钢丝之间的间隙不大于一根钢丝的直径,再在铠装层上涂覆第三层层改性沥青,第三改性沥青的厚度控制在0.15-0.25mm之间,同时正反方向再绕包第二层高强度聚丙烯网状抗撕裂绳,其外绕包阻水带,阻水带厚度控制在0.20~0.30mm之间,绕包搭盖率不低于30%;

F:挤包高密度聚乙烯外护套时,挤出温度控制在175~230℃之间,挤出模具按照以下

规定要求：

模芯=外护套前外径+(0.8~1.2)mm；

模套=外护套前外径+2*1.15*d_{高密度聚乙烯外护套厚度}。

挤出速度控制在10~15m/min；

外护套厚度最薄点厚度不小于标称值的80% -0.2mm。

海上专用海底电力电缆及制造方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种海上专用海底电力电缆及制造方法。

背景技术：

[0002] 海底电力电缆是用绝缘材料包覆的阻水铜导体，挤包合金铅套和改性沥青防水、高强度聚丙烯网状抗撕裂绳外防腐，敷设在海底，用于海洋能源的开发与利用等供电系统的发配电能传输的新型产品。

[0003] 1850 年英国勃兰特兄弟在英、法之间的多佛尔海峡敷设了第一条海底电缆，拉开了人类对海底能源开发和利用的序幕。在中国，第一条海底电缆是在 1988 年完成的，我国是一个海洋资源丰富的大国，辽宁、天津、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东等沿海城市拥有 300 万平方公里的海域和 1500 公里的海岸线，分布着 6000 多个岛屿，在浅海大陆架蕴藏着丰富海底石油、天然气、海上风能、潮汐能等能源。

[0004] 近年来，随着我国海洋经济建设的发展，沿海岛屿与海洋能源的开发加快，海底电缆需求量日益猛增。因此，海岛之间，海岛与城市之间、海上石油平台、深海能源开发、海上风力发电等都需要大批量的海底电缆。据官方统计数据显示，2005 年我国敷设的海底电缆长度已有 700 公里，至 2010 年我国海底电缆敷设长度达到 1750 公里。在国外，海底电缆也越来越被发达国家所重视，欧盟已提出今后十年，通过敷设海底电缆，把欧盟成员国所有的电厂组成一个大电网。所以，海底电缆的生产和使用将会把整个世界紧密的联系在一起，然而，海底电缆的研发不是一朝一夕的，它不但具备陆上用的电力电缆的特征外，还应具有自己特殊的一面，为了确保海底电缆工程达到经费节省、质量安全、使用可靠、寿命延长及维修方便等目的，必须在海缆敷设前的备选路中进行有关的海洋环境调查，探索出一种能满足适应海洋环境的线缆产品。

[0005] 海底电力电缆除了能满足陆上电力电缆专有的电气性能要求之外，还应当具有自己独特的性能，即电缆在海底敷设条件下应具有优异的防水、防腐性和极高的抗拉强度，这些特性困扰着国内外电缆厂家和用户，给海洋资源的开发造成极大的影响。

发明内容：

[0006] 为克服现有技术的缺陷，本发明的目的在于提供一种海上专用海底电力电缆，其具有机械强度高、抗拉伸能力强、负重能力大、耐水性好、耐海水腐蚀优良等性能。其优异的电气性能、物理机械性能能完全满足海上石油平台、海上风力发电、海上钻井等海洋资源的发、配、输送等电力的传输系统设备之用。

[0007] 本发明解决技术问题采用如下技术方案：

[0008] 海上专用海底电力电缆，由三根单相线芯立式成缆，缆芯间隙设有阻水填充绳填充圆整，缆芯外绕包阻水包带、橡胶棉布带及聚丙烯网状抗撕裂绳反向扎紧，在所述聚丙烯网状抗撕裂绳外依次设有第二层改性沥青、粗钢丝铠装层、第三层改性沥青，在第三层改性沥青外绕包有第二层聚丙烯网状抗撕裂绳、阻水带，电缆的最外层挤包有聚乙烯外护套；

[0009] 所述单相线芯包括：紧压绞合阻水导体，在所述导体上采用导体屏蔽、三元乙丙橡胶绝缘层、绝缘屏蔽层三层共挤，所述绝缘屏蔽层上绕包有半导电阻水包带、挤包有密封合金铅护套、涂覆有改性沥青，在所述改性沥青外挤包有阻水聚乙烯护套构成单相线芯。

[0010] 本发明的海上专用海底电力电缆的制造方法，按如下步骤进行：

[0011] A、选用优质无氧铜丝，在导体框绞机或叉绞机上进行导体绞合，导体绞合过程中，各线盘张力控制均匀，导体单丝选用的丝径一致，采用分层紧压结构，导体节径比内层控制在 18-20 之间，外层控制在 13-16 之间，最外层为左向，相邻层绞合方向相反，每一层之间绕包一层阻水带，阻水带宽度应适宜，搭盖率不小于 20%，同时导体结构采用符合 GB/T3956-2008 规定的第 2 种绞合紧压圆形铜导体，紧压系数在 90% 以上；

[0012] B、导体外采用三层共挤结构，即导体屏蔽、三元乙丙橡胶绝缘层及绝缘屏蔽层三层共挤，所选导体屏蔽和绝缘屏蔽层均为优质半导电屏蔽材料，三元乙丙橡胶绝缘为进口 EPR4045 绝缘材料，导体屏蔽标称厚度为 0.8mm，绝缘屏蔽层标称厚度为 0.8mm，绝缘层偏心度不大于 15%，确保电缆具有优异的电气绝缘性能；

[0013] C、绝缘屏蔽层外重叠绕包阻水带，阻水带搭盖率不小于 30%，分相挤包密封合金铅护套，构成分相金属屏蔽，挤出温度控制在 400 ~ 425℃ 之间；

[0014] D、在挤包高密度聚乙烯护套前，铅护套表面涂覆一层改性沥青后，通过模具控制铅护套表面的沥青均匀性及平服性；挤包高密度聚乙烯护套时，挤出温度控制在 175 ~ 230℃ 之间，挤出模具按照以下规定要求：

[0015] 模芯 = 铅护套外径 + (0.8 ~ 1.2) mm；

[0016] 模套 = 铅护套外径 + 2 * 1.1 * d_{沥青厚度} + 2 * 1.15 * d_{高密度聚乙烯护套厚度}；

[0017] 挤出速度控制在 20 ~ 25m/min；

[0018] E、三根单相线芯采用立式成缆机成缆和铠装，线芯成缆时，缆芯填充高强度聚丙烯网状抗撕裂阻水填充绳，其外重叠绕包一层阻水带，阻水带厚度控制在 0.2 ~ 0.3mm，再重叠绕包两层橡胶棉布带，厚度控制在 0.15 ~ 0.25mm，搭盖率均不小于 30%，阻水带和橡胶棉布带绕包方向不同；

[0019] 橡胶棉布带绕包层外采用高强度聚丙烯网状抗撕裂绳正反方向绕扎两层，其外均匀涂覆第二层层改性沥青，涂覆表面保持均匀性及平服性，第二层沥青上采用粗钢丝缠绕铠装，铠装用钢丝直径控制在 4.0 ~ 6.0mm 之间，铠装钢丝均匀、平服，钢丝之间的间隙不大于一根钢丝的直径，再在铠装层上涂覆第三层层改性沥青，第三改性沥青的厚度控制在 0.15-0.25mm 之间，同时正反方向再绕包第二层高强度聚丙烯网状抗撕裂绳，其外绕包阻水带，阻水带厚度控制在 0.20 ~ 0.30mm 之间，绕包搭盖率不低于 30%；

[0020] F：挤包高密度聚乙烯外护套时，挤出温度控制在 175 ~ 230℃ 之间，挤出模具按照以下规定要求：

[0021] 模芯 = 外护套前外径 + (0.8 ~ 1.2) mm；

[0022] 模套 = 外护套前外径 + 2 * 1.15 * d_{高密度聚乙烯外护套厚度}。

[0023] 挤出速度控制在 10 ~ 15m/min；

[0024] 外护套厚度最薄点厚度不小于标称值的 80% - 0.2mm。

[0025] 与已有技术相比，本发明的有益效果体现在：

[0026] 1、通过对海底电力电缆的结构、材料、工艺、性能上的设计，电缆的各项性能均满

足设计要求和使用要求。

[0027] 1.1 导体采用紧压绞合阻水导体,即导体的层与层之间均匀绕包阻水带,一旦少量的水分子进入导体内部,分布在阻水带上面的阻水粉会立即膨胀,堵塞阻水带上的细小空隙,阻止水分子进一步渗入到导体内部,不仅延长了电缆的使用寿命,还保证了电缆使用的安全性。

[0028] 1.2 绝缘采用进口三元乙丙橡胶绝缘,三元乙丙橡胶是新型绝缘材料,其密度低,价格适宜,且低温柔软性、耐电树、耐腐蚀性、耐老化性、耐水汽性好,优异的电气绝缘性能和耐电晕性能、优异的耐水性降低了电缆对水的敏感性,提高了电缆电气性能的可靠性。

[0029] 1.3 分相屏蔽采用挤包合金铅护套结构,不仅结构紧密、密封性能好,而且铅的化学性质稳定、不易造成铅污染、另外合金铅套耐海水腐蚀性好,质地柔软,弯曲性能好。合金铅套外涂覆的改性沥青增强了对海水的耐腐蚀性,对防水、防腐起到了双层保护的作用。

[0030] 1.4 分相型聚乙烯保护护套确保每根铅护套线芯都有单独的阻水护套,当一根线芯发生故障时,一般不影响其他线芯,单根线芯表面圆整,阻水护套和绝缘线芯之间很容易实现纵向阻水,保证电缆的可修复性。

[0031] 1.5 铠装层采用高强度稀土-铝-镀锌粗圆钢丝缠绕铠装结构,铠装前后均采用改性沥青浇注,不仅大大提高了电缆的抗拉性能,确保电缆在海底恶劣环境条件下能够长期稳定安全运行,而且极大提高了电缆的阻水性能,确保电缆在海水中具有优异的耐腐蚀、防水特性。

[0032] 1.6 本发明提供的电缆制造方法,是经过不断实践、探索出来的一种有效的新型制造工艺及方法,特别是分相合金铅护套、改性沥青涂覆、分相聚乙烯阻水保护套的工艺制造技术,突破了长期以来铜带绕包或铜丝缠绕铜带绕包屏蔽的观念,采用挤包合金铅护套,并涂覆改性沥青,挤包聚乙烯分相护套,不仅提高了电缆的屏蔽性能,更重要的是提高了电缆的阻水性能和防腐性能。铠装层采用高强度稀土-铝-镀锌粗圆钢丝缠绕铠装结构是考虑到电缆在海底恶劣环境条件下承受的拉力非常大,通过铠装结构的改进,其抗拉特性是原来的 5-10 倍,同时铠装前后涂覆沥青层,极大的提高了电缆的阻水特性和防腐特性,大大提高了电缆的使用寿命,产生良好的经济和社会效益,带动企业在科技创新方面获得更快的发展。

[0033] 2、本发明电缆的技术性能指标:

[0034] 2.1 工作电压:26/35kV 及以下。

[0035] 2.2 工频交流试验电压 (U_0/U):6/10kV 电缆:21kV/5min;8.7/15kV 电缆:30.5kV/5min;12/20kV 电缆:42kV/5min;18/30kV 电缆:63kV/5min;21/35kV 电缆:73.5kV/5min;26/35kV 电缆:91kV/30min,以上电缆在持续的试验电压和时间内绝缘应不击穿,在 $1.73U_0$ 下,应无任何由被试电缆产生的超过声明试验灵敏度的可检测到的放电。

[0036] 2.3 阻水铜导体在 20℃时直流电阻符合 GB/T3956-2008 中第 2 类绞合铜导体的规定(含阻水带)。

[0037] 2.4 电缆的长期允许工作温度:90℃。

[0038] 2.5 绝缘的抗张强度 $\geq 10\text{N/mm}^2$,绝缘应能通过 $136^\circ\text{C} \times 168\text{h}$ 高温老化试验,其老化后的抗张强度变化率和断裂伸长率的变化率不大于 $\pm 30\%$ 。

[0039] 2.6 绝缘的吸水性:温度 $85 \pm 2^\circ\text{C}$,持续时间 336h,绝缘的重量最大增量为 5mg/

cm²。

[0040] 2.7 护套的收缩试验:试验温度 $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、温度持续 5h,高密度聚乙烯护套的最大允许收缩为 3%。

[0041] 2.8 绝缘及护套的低温拉伸、低温冲击试验,试验温度为 -55°C 。试验后绝缘和护套表面应无裂纹现象。

[0042] 2.9 负重试验:整根电缆按导体截面积 $\times 15\text{N}$ 进行负重试验,电缆的绝缘和护套表面应无开裂。

[0043] 2.10 铅套的气密性试验:将电缆端头密封过的合金铅套放在自然环境下 4h,5Mpa 的氮气压力下,仪表指针应无偏差,保证合金铅套无气孔。

[0044] 2.11 绝缘的低温拉伸、低温冲击试验,试验温度为 -55°C 。试验后绝缘和护套表面应无裂纹现象。

[0045] 3、本系列电缆完全能通过上述试验,满足了海上电力系统用电缆的要求,同时因导体采用绕包阻水带的导体绞合而成,能在有少量水的情况下阻止水分子进入导体内部,增加了电气安全性,延长了电缆的寿命,同时绝缘外层的阻水带的绕包不仅能防止铅套屏蔽在存在少量粗糙的情况下减少对绝缘的伤害,同时还具有缓冲、吸热的作用,防止高温挤出的铅套对绝缘的伤害,提高了电气性能。另外高强度的粗圆钢丝铠装,提高了海底电缆的机械性能,另外,耐磨、防水、防腐蚀也是本设计的创新之处。本电缆的特性和优点均达到了国内外现有海底电缆的领先水平。

附图说明:

[0046] 图 1 为本发明电缆的结构示意图。

[0047] 图中标号:1 导体,2 导体屏蔽,3 绝缘层,4 绝缘屏蔽层,5 半导电阻水包带,6 铝合金护套,7 改性沥青,8 阻水聚乙烯护套,9 阻水填充绳,10 阻水包带,11 橡胶棉布带,12 聚丙烯网状抗撕裂绳,13 第二层改性沥青,14 钢丝铠装层,15 第三层改性沥青,16 第二层聚丙烯网状抗撕裂绳,17 阻水带,18 聚乙烯护套。

[0048] 以下通过具体实施方式,并结合附图对本发明作进一步说明。

具体实施方式:

[0049] 实施例:参见图 1,本实施例的海上专用海底电力电缆,由三根单相线芯立式成缆,缆芯间隙设有阻水填充绳 9 填充圆整,缆芯外绕包阻水包带 10、橡胶棉布带 11 及聚丙烯网状抗撕裂绳 12 反向扎紧,在所述聚丙烯网状抗撕裂绳 12 外依次设有第二层改性沥青 13、粗钢丝铠装层 14、第三层改性沥青 15,在第三层改性沥青外绕包有第二层聚丙烯网状抗撕裂绳 16、阻水带 17,电缆的最外层挤包有聚乙烯外护套 18;

[0050] 所述单相线芯包括:紧压绞合阻水导体 1,在所述导体 1 上采用导体屏蔽 2、三元乙丙橡胶绝缘层 3、绝缘屏蔽层 4 三层共挤,所述绝缘屏蔽层 4 上绕包有半导电阻水包带 5、挤包有密封合金铅护套 6、涂覆有改性沥青 7,在所述改性沥青 7 外挤包有阻水聚乙烯护套 8 构成单相线芯。

[0051] 本发明电缆的制造方法,按如下步骤进行:

[0052] A、选用优质无氧铜丝,在导体框绞机或叉绞机上进行导体绞合,导体绞合过程中,

各线盘张力控制均匀,导体单丝选用的丝径一致,采用分层紧压结构,导体节径比内层控制在 18-20 之间,外层控制在 13-16 之间,最外层为左向,相邻层绞合方向相反,每一层之间绕包一层阻水带,阻水带宽度应适宜,搭盖率不小于 20%,同时导体结构采用符合 GB/T3956-2008 规定的第 2 种绞合紧压圆形铜导体,紧压系数在 90%以上;

[0053] B、导体外采用三层共挤结构,即导体屏蔽、三元乙丙橡胶绝缘层及绝缘屏蔽层三层共挤,所选导体屏蔽和绝缘屏蔽层均为优质半导体屏蔽材料,三元乙丙橡胶绝缘为进口 EPR4045 绝缘材料,导体屏蔽标称厚度为 0.8mm,绝缘屏蔽层标称厚度为 0.8mm;

[0054] 三层共挤设备选用进口德国特勒斯特 35kV 中压连续硫化 CCV 生产线,该设备配有德国西克拉公司研发的 X-RAY 8000NXT 型在线测偏仪,对绝缘厚度及内外屏蔽层厚度进行在线精确监控,确保绝缘层偏心度不大于 15%,确保电缆具有优异的电气绝缘性能。

[0055] 三层共挤挤出时,采用挤压式模具生产,模具选配时模芯及模套尺寸分别按以下规定执行:

[0056] 模芯=导体线芯+(0.6~0.8)mm

[0057] 中模=导体线芯+2*1.1*d_{内屏}mm

[0058] 模套=导体线芯+2*1.15*(d_{内屏}+d_{绝缘}+d_{外屏})mm

[0059] 三层共挤挤塑机温度设定如下表:

[0060] 导体屏蔽挤塑机温度设定:(温度设定偏差 ±5℃)

[0061]	区域	1	2	3	4
	导体屏蔽 设定温度	92℃	110℃	112℃	112℃

[0062] 绝缘挤塑机温度设定:(温度设定偏差 ±5℃)

[0063]

区域	1	2	3	4	5	6	7	8
绝缘设定温度	80℃	110℃	114℃	116℃	116℃	116℃	116℃	116℃

[0064] 绝缘屏蔽挤塑机温度设定:(温度设定偏差 ±5℃)

[0065]	区 域	1	2	3	4	5
	绝缘屏蔽 设定温度	80℃	95℃	100℃	103℃	105℃

[0066] C、绝缘屏蔽层外重叠绕包阻水带,阻水带搭盖率不小于 30%,分相挤包密封合金铅护套,构成分相金属屏蔽,防水效果优异,又可进一步均化电场,挤包铅套时模具选配应适宜,线材生产速度不宜过快;

[0067] 挤出温度控制在 400~425℃之间,挤出模具按照如下要求:

[0068] 模芯=绝缘屏蔽绕包外径+(0.6~0.8)mm;

[0069] 模套=绝缘屏蔽绕包外径+2*d_{铅护套厚度}+(0.2~0.6)mm。

[0070] 生产速度控制在 8~15m/min。

[0071] D、在挤包高密度聚乙烯护套前,铅护套表面涂覆一层改性沥青后,通过模具控制

铅护套表面的沥青均匀性及平服性；挤包高密度聚乙烯护套时，挤出温度控制在 175 ~ 230℃之间，挤出模具按照以下规定要求：

[0072] 模芯=铅护套外径+(0.8 ~ 1.2)mm；

[0073] 模套=铅护套外径+2*1.1*d_{沥青厚度}+2*1.15*d_{高密度聚乙烯护套厚度}；

[0074] 挤出速度控制在 20 ~ 25m/min；

[0075] E、三根单相线芯采用立式成缆机成缆和铠装，线芯成缆时，缆芯填充高强度聚丙烯网状抗撕裂阻水填充绳，其外重叠绕包一层阻水带，阻水带厚度控制在 0.2 ~ 0.3mm，再重叠绕包两层橡胶棉布带，厚度控制在 0.15 ~ 0.25mm，搭盖率均不小于 30%，阻水带和橡胶棉布带绕包方向不同；

[0076] 橡胶棉布带绕包层外采用高强度聚丙烯网状抗撕裂绳正反方向绕扎两层，其外均匀涂覆第二层层改性沥青，涂覆表面保持均匀性及平服性，第二层沥青上采用粗钢丝缠绕铠装，铠装用钢丝直径控制在 4.0 ~ 6.0mm 之间，铠装钢丝均匀、平服，钢丝之间的间隙不大于一根钢丝的直径，再在铠装层上涂覆第三层层改性沥青，第三改性沥青的厚度控制在 0.15-0.25mm 之间，同时正反方向再绕包第二层高强度聚丙烯网状抗撕裂绳，其外绕包阻水带，阻水带厚度控制在 0.20 ~ 0.30mm 之间，绕包搭盖率不低于 30%；

[0077] F：挤包高密度聚乙烯外护套时，挤出温度控制在 175 ~ 230℃之间，挤出模具按照以下规定要求：

[0078] 模芯=外护套前外径+(0.8 ~ 1.2)mm；

[0079] 模套=外护套前外径+2*1.15*d_{高密度聚乙烯外护套厚度}。

[0080] 挤出速度控制在 10 ~ 15m/min；

[0081] 外护套厚度最薄点厚度不小于标称值的 80% -0.2mm。

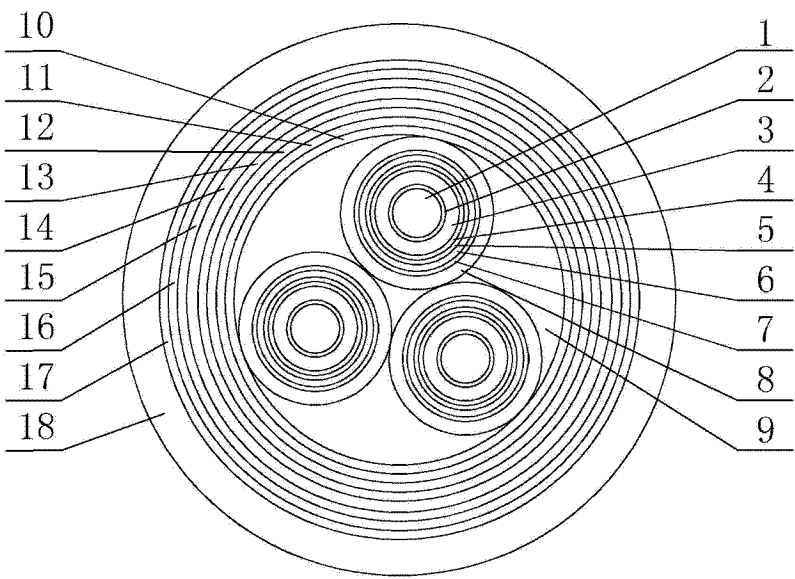


图 1