



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102969071 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201210537103. 2

(22) 申请日 2012. 12. 13

(73) 专利权人 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 9/02(2006. 01)

H01B 7/14(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101211680 A, 2008. 07. 02, 说明书附图 1  
及其相关文字说明。

CN 201130552 Y, 2008. 10. 08, 全文。

CN 101807453 A, 2010. 08. 18, 全文。

CN 201562481 U, 2010. 08. 25, 全文。

CN 203134448 U, 2013. 08. 14, 权利要求  
1-8.

审查员 王娜

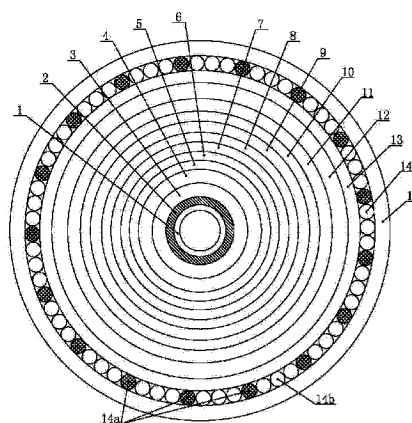
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种增大载流量的海底电缆

(57) 摘要

本发明涉及一种增大载流量的海底电缆, 镀锡铜螺旋管的外周紧密排列有多根高导电退火软铜线构成导体层, 导体层的外周依次包覆有炭黑纸导体屏蔽层、充油高压电缆纸绝缘层、炭黑纸绝缘屏蔽层、铜带绝缘屏蔽层、无缝隙铝合金护套, 无缝隙铝合金护套的外周均匀涂覆有沥青且依次包覆有自粘性聚乙烯带内垫层、双层不锈钢带加强层、自粘性聚乙烯带外垫层、无纺布衬垫层、高密度聚乙烯防腐层、由聚丙烯绳均匀间隔浸渍麻绳同心绞合而成的铠装内垫层、由镀铝镁合金钢线和铜合金丝均匀间隔且同心绞合而成的铠装层和外护层。该电缆具有更大的载流量、优异的防渗水、耐海水腐蚀、耐外部水压、耐电压热冲击和耐张力弯曲性能, 使用寿命长, 可靠性高。



1. 一种增大载流量的海底电缆,其特征在于:镀锡铜螺旋管的内腔设有中空油道,所述镀锡铜螺旋管的外周紧密排列有多根高导电退火软铜线构成导体层,所述导体层的外周均匀绕包有炭黑纸导体屏蔽层,所述炭黑纸导体屏蔽层的外周均匀绕包有充油高压电缆纸绝缘层,所述充油高压电缆纸绝缘层的外周绕包有炭黑纸绝缘屏蔽层,所述炭黑纸绝缘屏蔽层的外周绕包有铜带绝缘屏蔽层,所述铜带绝缘屏蔽层的外周包覆有无接缝铅合金护套,所述无接缝铅合金护套的外周均匀涂覆有沥青且绕包有自粘性聚乙烯带内垫层,所述自粘性聚乙烯带内垫层的外周包覆有双层不锈钢带加强层,所述双层不锈钢带加强层的外周绕包有自粘性聚乙烯带外垫层,所述自粘性聚乙烯带外垫层的外周绕包有无纺布衬垫层,所述无纺布衬垫层的外周挤包有高密度聚乙烯防腐层,所述高密度聚乙烯防腐层的外周包覆有由聚丙烯绳均匀间隔浸渍麻绳同心绞合而成的铠装内垫层,所述铠装内垫层的外周均匀涂覆有沥青且包覆有由镀铝镁合金钢线和铜合金丝均匀间隔且同心绞合而成的铠装层,所述铠装层的外周包覆有由聚丙烯绳均匀间隔浸渍麻绳同心绞合而成的外护层,外护层的外周均匀涂覆有沥青,所述铠装层的镀铝镁合金钢线和铜合金丝的单丝直径为  $6.0 \pm 0.03$  mm;铜合金丝的原料组分及重量含量如下,铜:铁:铅:锌 =  $(89.0 \sim 91.0)$ : $(0.03 \sim 0.05)$ : $(0.01 \sim 0.05)$ :10。

2. 根据权利要求1的增大载流量的海底电缆,其特征在于,所述中空油道的孔径为18mm;充油高压电缆纸绝缘层的厚度为  $10 \pm 0.1$ mm。

3. 根据权利要求1的增大载流量的海底电缆,其特征在于,所述高导电退火软铜线的单丝直径为  $2.57 \pm 0.03$ mm,呈环形阵列依次螺旋紧密排列在镀锡铜螺旋管的外周。

4. 根据权利要求1的增大载流量的海底电缆,其特征在于,所述炭黑纸导体屏蔽层和炭黑纸绝缘屏蔽层的厚度分别为  $0.5 \pm 0.02$ mm,均采用重叠式方式缠绕,且炭黑纸导体屏蔽层和炭黑纸绝缘屏蔽层的缠绕方向相反。

5. 根据权利要求1的增大载流量的海底电缆,其特征在于,所述铜带绝缘屏蔽层的铜带厚度为  $0.1 \pm 0.01$  mm,采用重叠式方式缠绕。

6. 根据权利要求1的增大载流量的海底电缆,其特征在于,所述无接缝铅合金护套的厚度为  $4.0 \sim 4.3$ mm,无接缝铅合金护套中的重量含量为铅:锡:铟 =  $100:(0.35 \sim 0.45):(0.15 \sim 0.25)$ 。

7. 根据权利要求1的增大载流量的海底电缆,其特征在于,所述自粘性聚乙烯带内垫层和自粘性聚乙烯带外垫层的厚度为  $0.75 \sim 0.80$ mm;所述无纺布衬垫层的厚度为  $0.15 \sim 0.20$ mm。

8. 根据权利要求1的增大载流量的海底电缆,其特征在于,所述高密度聚乙烯防腐层的标称厚度为3.5mm,最小厚度不小于标称厚度的90%,最大厚度不大于标称厚度的110%,且任一垂直截面测得的直径偏差不超过15%。

9. 根据权利要求1的增大载流量的海底电缆,其特征在于,所述铠装内垫层和外护层中聚丙烯绳及浸渍麻绳的标称直径分别为2.5mm,且铠装内垫层和外护层的绞合方向相反。

## 一种增大载流量的海底电缆

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电力电缆,特别涉及一种增大载流量的海底电缆。

### 背景技术

[0002] 随着海洋能源的开发利用,作为海底电能传输载流设备的海底电缆使用越来越多,技术要求也越来越高,尤其要求电缆机械物理性能和电气性能优异,具有更大的载流量、优异的防渗水、耐海水腐蚀、耐外部水压、耐电压热冲击和耐张力弯曲性能,使用寿命长,可靠性高。现有技术中的海底电缆更多的关注了耐海水腐蚀、抗拉拽机械性能和防渗水性能,而忽略了对电缆具有更大的载流量的要求。

[0003] 公开号为 CN 201130552Y 的中国实用新型专利公开了一种海底电缆,其由内到外设置有导体、绝缘层、缓冲层、铅套、内衬层、铠装层和外被层,在铅套和内衬层之间设置有半导体聚乙烯防腐层,使铅套上产生的感应电势直接通过半导体聚乙烯防腐层接地消除,而不需要破坏内衬层。其公布的电缆结构简单、加工制造方便,但该结构电缆载流量较低,而且耐张力弯曲和抗拉拽机械性能一般,尤其是铠装层中铝合金丝的防海水腐蚀性能很差,从而导致电缆的使用寿命会大幅下降。

[0004] 公开号为 CN 101807453A 的中国发明专利公开了一种用于海底的电力电缆,包括由内而外设置的线芯、屏蔽层、绝缘层、半导电阻水缓冲层、铅套及半导体聚乙烯内垫层、绝缘体屏蔽层及内护层、铠装内垫层、铠装层及铠装外保护层,线芯由钢丝和导线和铝导线组成,铠装层由镀锌钢丝绳组成,在位于镀锌钢丝绳之间设置有隔磁铝合金丝。该发明提供了一种制造成本低、抗拉强度大及导电性能合格的海底电力电缆。但其采用钢铝复合绞线作为导体,采用镀锌钢丝和铝合金丝作为铠装层,因铝的抗海水腐蚀性能较差,长久使用会造成铝线受腐蚀减弱使用寿命,带来使用安全隐患,尤其铠装中的铝合金丝腐蚀老化后将不再具有隔磁作用,此时钢丝铠装在单芯电缆上产生涡流损耗,造成电缆载流能力下降,达不到预期设计的载流量。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于,克服现有技术中存在的问题,提供一种增大载流量的海底电缆,具有更大的载流量、优异的防渗水、耐海水腐蚀、耐外部水压、耐电压热冲击和耐张力弯曲性能,使用寿命长,可靠性高。

[0006] 为实现以上目的,本发明所提供的一种增大载流量的海底电缆,镀锡铜螺旋管的内腔设有中空油道,所述镀锡铜螺旋管的外周紧密排列有多根高导电退火软铜线构成导体层,所述导体层的外周均匀绕包有炭黑纸导体屏蔽层,所述炭黑纸导体屏蔽层的外周均匀绕包有充油高压电缆纸绝缘层,所述充油高压电缆纸绝缘层的外周绕包有炭黑纸绝缘屏蔽层,所述炭黑纸绝缘屏蔽层的外周绕包有铜带绝缘屏蔽层,所述铜带绝缘屏蔽层的外周包覆有无接缝铅合金护套,所述无接缝铅合金护套的外周均匀涂覆有沥青且绕包有自粘性聚乙烯带内垫层,所述自粘性聚乙烯带内垫层的外周包覆有双层不锈钢带加强层,所述双层

不锈钢带加强层的外周绕包有自粘性聚乙烯带外垫层,所述自粘性聚乙烯带外垫层的外周绕包有无纺布衬垫层,所述无纺布衬垫层的外周挤包有高密度聚乙烯防腐层,所述高密度聚乙烯防腐层的外周包覆有由聚丙烯绳均匀间隔浸渍麻绳同心绞合而成的铠装内垫层,所述铠装内垫层的外周均匀涂覆有沥青且包覆有由镀铝镁合金钢线和铜合金丝均匀间隔且同心绞合而成的铠装层,所述铠装层的外周包覆有由聚丙烯绳均匀间隔浸渍麻绳同心绞合而成的外护层,外护层的外周均匀涂覆有沥青。

[0007] 相对于现有技术,本发明取得了以下有益效果:镀锡铜螺旋管具有较高的弹性和保形性,可以确保满足大长度电缆的供油,当电缆温度升高时,低粘度油浸渍剂受热膨胀,膨胀出来的浸渍剂经中空油道流入浸渍补充设备中,当电缆温度下降时,浸渍剂收缩,浸渍补充设备中的浸渍剂经中空油道对充油高压电缆纸绝缘层进行浸渍补充;通过油道浸渍避免绝缘层中的气隙产生,并防止电缆中形成过高的压力,从而可大大提高电缆运行温度,增大电缆载流量。导体层排列在镀锡铜螺旋管的外周,表面积大,由于电流的集肤效应,载流量大,功耗损失小,导体表面电流密度分布均匀,线路运行可靠。炭黑纸导体屏蔽层具有半导电性能,可消除电缆导体单丝表面与充油高压电缆纸绝缘层之间形成的气隙,与导体等电位且与绝缘层良好接触,从而避免在导体与绝缘层之间发生局部放电。充油高压电缆纸绝缘层通过补充浸渍设备中的浸渍剂可使得电缆运行温度提高,载流量增大。炭黑纸绝缘屏蔽层具有半导电性能,可消除电缆绝缘层表面与护层之间形成的气隙,与护层等电位且与绝缘层良好接触,从而避免在绝缘与护层之间发生局部放电。铜带绝缘屏蔽层在电缆正常运行时通过电容电流;当系统发生短路时,作为短路电流的通道,同时也起到屏蔽电场的作用。无缝铅合金护套既可以作为接地导体传输部分短路电流,同时亦可作为防水护层保证电缆线芯导体免受潮气水湿侵袭,涂覆的沥青可提高耐海水腐蚀性能。自粘性聚乙烯带内垫层可以缓冲双层不锈钢带加强层对铅合金护套的压迫,形成护套和加强层之间的柔性接触。双层不锈钢带加强层一方面可以承受来自电缆内部的油压,另一面可以承受来自电缆外部的水压,同时对铅合金护套起到防护作用,保护铅合金护套的密封防水性能。自粘性聚乙烯带外垫层与无纺布衬垫层可以很好的将内外构件结合为一体,并防止里面双层不锈钢带加强层存在边缘突起刺伤防腐层,乃至降低外面防腐层的强度。镀铝镁合金钢线可以很好的增强机械抗拉强度,保护电缆不受机械损伤,且具有优异的防海水腐蚀性能;铜合金丝既可以隔磁,避免涡流磁滞造成的损耗,增大载流量,机械强度又比铜更大,而成本则比铜低廉,并且具有优异的防海水腐蚀性能,对于电缆的长久安全运行大有益处。聚丙烯绳间隔浸渍麻绳涂覆沥青作为外护层可大大提高耐海水腐蚀性能。

[0008] 作为本发明的优选方案,所述中空油道的孔径为 18mm;充油高压电缆纸绝缘层的厚度为  $10 \pm 0.1\text{mm}$ 。

[0009] 作为本发明的优选方案,所述高导电退火软铜线的单丝直径为  $2.57 \pm 0.03\text{mm}$ ,呈环形阵列依次螺旋紧密排列在镀锡铜螺旋管的外周。

[0010] 作为本发明的优选方案,所述炭黑纸导体屏蔽层和炭黑纸绝缘屏蔽层的厚度分别为  $0.5 \pm 0.02\text{mm}$ ,均采用重叠式方式缠绕,且炭黑纸导体屏蔽层和炭黑纸绝缘屏蔽层的缠绕方向相反。

[0011] 作为本发明的优选方案,所述铜带绝缘屏蔽层的铜带厚度为  $0.1 \pm 0.01\text{mm}$ ,采用重叠式方式缠绕。

[0012] 作为本发明的优选方案,所述无缝铅合金护套的厚度为  $4.0 \sim 4.3\text{mm}$ ,无缝铅合金护套中的重量含量为铅:锡:锑 =  $100:(0.35 \sim 0.45):(0.15 \sim 0.25)$ 。该无缝铅合金护套密封完好,既可以作为接地导体传输部分短路电流,同时亦可作为防水护层保证电缆线芯导体免受潮气水湿侵袭。

[0013] 作为本发明的优选方案,所述自粘性聚乙烯带内垫层和自粘性聚乙烯带外垫层的厚度为  $0.75 \sim 0.80\text{mm}$ ;所述无纺布衬垫层的厚度为  $0.15 \sim 0.20\text{mm}$ 。

[0014] 作为本发明的优选方案,所述高密度聚乙烯防腐层的标称厚度为  $3.5\text{mm}$ ,最小厚度不小于标称厚度的 90%,最大厚度不大于标称厚度的 110%,且任一垂直截面测得的直径偏差不超过 15%。

[0015] 作为本发明的优选方案,所述铠装内垫层和外护层中聚丙烯绳及浸渍麻绳的标称直径分别为  $2.5\text{mm}$ ,且铠装内垫层和外护层的绞合方向相反。

[0016] 作为本发明的优选方案,所述铠装层的镀铝镁合金钢线和铜合金丝的单丝直径为  $6.0 \pm 0.03\text{mm}$ ;铜合金丝的原料组分及重量含量如下,铜:铁:铅:锌 =  $(89.0 \sim 91.0):(0.03 \sim 0.05):(0.01 \sim 0.05):10$ 。铜合金丝既可以隔磁,避免涡流磁滞造成的损耗,增大载流量,机械强度又比铜更大,而成本则比铜低廉,并且具有优异的防海水腐蚀性能,对于电缆的长久安全运行大有益处。

## 附图说明

[0017] 图 1 为本发明一种增大载流量的海底电缆的结构示意图。

[0018] 图中:1. 镀锡铜螺旋管;2. 导体层;3. 炭黑纸导体屏蔽层;4. 充油高压电缆纸绝缘层;5. 炭黑纸绝缘屏蔽层;6. 铜带绝缘屏蔽层;7. 无缝铅合金护套;8. 自粘性聚乙烯带内垫层;9. 双层不锈钢带加强层;10. 自粘性聚乙烯带外垫层;11. 无纺布衬垫层;12. 高密度聚乙烯防腐层;13. 铠装内垫层;14. 铠装层;14a. 镀铝镁合金钢线;14b. 铜合金丝;15. 外护层。

## 具体实施方式

[0019] 如图 1 所示,本发明的一种增大载流量的海底电缆,镀锡铜螺旋管 1 的内腔设有中空油道,中空油道的孔径为  $18\text{mm}$ ;镀锡铜螺旋管 1 的外周排列有多根单丝直径为  $2.57 \pm 0.03\text{mm}$  的高导电退火软铜线构成导体层 2,各高导电退火软铜线呈环形阵列依次螺旋紧密排列在镀锡铜螺旋管 1 的外周。

[0020] 导体层 2 的外周均匀绕包有炭黑纸导体屏蔽层 3,炭黑纸导体屏蔽层 3 的外周均匀绕包有充油高压电缆纸绝缘层 4,充油高压电缆纸绝缘层 4 的厚度为  $10 \pm 0.1\text{mm}$ 。充油高压电缆纸绝缘层 4 的外周绕包有炭黑纸绝缘屏蔽层 5,炭黑纸导体屏蔽层 3 和炭黑纸绝缘屏蔽层 5 的厚度分别为  $0.5 \pm 0.02\text{mm}$ ,均采用重叠式方式缠绕,且炭黑纸导体屏蔽层 3 和炭黑纸绝缘屏蔽层 5 的缠绕方向相反。

[0021] 炭黑纸绝缘屏蔽层 5 的外周绕包有铜带绝缘屏蔽层 6,铜带绝缘屏蔽层 6 的铜带厚度为  $0.1 \pm 0.01\text{mm}$ ,采用重叠式方式缠绕。

[0022] 铜带绝缘屏蔽层 6 的外周包覆有无缝铅合金护套 7,无缝铅合金护套 7 采用压铅机连续压出,密封完好,厚度为  $4.0 \sim 4.3\text{mm}$ ,无缝铅合金护套 7 中的重量含量为铅:锡:

梯 = 100 : (0.35 ~ 0.45) : (0.15 ~ 0.25)。

[0023] 无接缝铅合金护套 7 的外表面均匀涂覆有低温 -20℃ 不龟裂, 高温 90℃ 不发生滴落的沥青, 且外周绕包有自粘性聚乙烯带内垫层 8。

[0024] 自粘性聚乙烯带内垫层 8 的厚度为 0.75 ~ 0.80mm 且外周包覆有双层不锈钢带加强层 9, 双层不锈钢带加强层 9 的外周绕包有自粘性聚乙烯带外垫层 10, 自粘性聚乙烯带外垫层 10 的厚度为 0.75 ~ 0.80mm 且外周绕包有无纺布衬垫层 11。

[0025] 无纺布衬垫层 11 的厚度为 0.15 ~ 0.20mm 且外周挤包有高密度聚乙烯防腐层 12, 高密度聚乙烯防腐层 12 的标称厚度为 3.5mm, 最小厚度不小于标称厚度的 90%, 最大厚度不大于标称厚度的 110%, 且任一垂直截面测得的直径偏差不超过 15%。

[0026] 高密度聚乙烯防腐层 12 的外周包覆有由聚丙烯绳均匀间隔浸渍麻绳同心绞合而成的铠装内垫层 13。

[0027] 铠装内垫层 13 的外周均匀涂覆有沥青且包覆有由镀铝镁合金钢线 14a 和铜合金丝 14b 均匀间隔且同心绞合而成的铠装层 14, 铠装层 14 的镀铝镁合金钢线 14a 和铜合金丝 14b 的单丝直径为  $6.0 \pm 0.03$  mm; 铜合金丝的原料组分及重量含量如下, 铜 : 铁 : 铅 : 锌 = (89.0 ~ 91.0) : (0.03 ~ 0.05) : (0.01 ~ 0.05) : 10, 抗拉强度为 260 ~ 345MPa, 断裂伸长率不小于 25%。

[0028] 铠装层 14 的外周包覆有由聚丙烯绳均匀间隔浸渍麻绳同心绞合而成的外护层 15, 外护层 15 的外周均匀涂覆有低温 -20℃ 不龟裂, 高温 90℃ 不发生滴落的沥青。铠装内垫层 13 和外护层 15 中聚丙烯绳及浸渍麻绳的标称直径分别为 2.5mm, 且铠装内垫层 13 和外护层 15 的绞合方向相反。

[0029] 对上述制成的电缆进行抗张力弯曲、耐电压热冲击、耐外部水压和内部油压性能试验如表 1 :

[0030] 表 1

[0031]

| 试验项目                                | 技术指标                                                                                                           |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 张力弯曲试验<br>张力：2T<br>弯曲直径：4m          | 按照 CIGRE 海底电缆机械试验推荐标准：通过规定的电压试验，且加强层和绝缘无开裂破损、导体和铠装无变形                                                          |
| 盘绕试验<br>弯曲直径：4m<br>盘绕长度：7m          | 按照 CIGRE 海底电缆机械试验推荐标准：加强层和绝缘无开裂破损、导体和铠装无变形                                                                     |
| 交流长期耐压试验<br>电压：160kV，50Hz<br>时间：24h | 按照 IEC 141-1 标准，不击穿                                                                                            |
| 电压热冲击试验                             | 按照 IEC 141-1 标准，试验电压 550kV，次数为±10 次，线芯温度为 85~90℃，然后加压（138kV，50Hz）持续 15min，不击穿                                  |
| 分段电压热冲击试验                           | 按照 IEC 141-1 标准，线芯温度为 85~90℃，<br>（650kV，50Hz），±10 次，不击穿；<br>（750kV，50Hz），±10 次，不击穿；<br>（800kV，50Hz），±10 次，不击穿； |
| 外部水压试验<br>压力：0.14MPa<br>时间：48h      | 按照 CIGRE 海底电缆机械试验推荐标准，无龟裂，不滴水                                                                                  |
| 内部油压试验<br>压力：0.14MPa<br>时间：48h      | 按照 CIGRE 海底电缆机械试验推荐标准，无龟裂，不滴水                                                                                  |

[0032] 以上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。

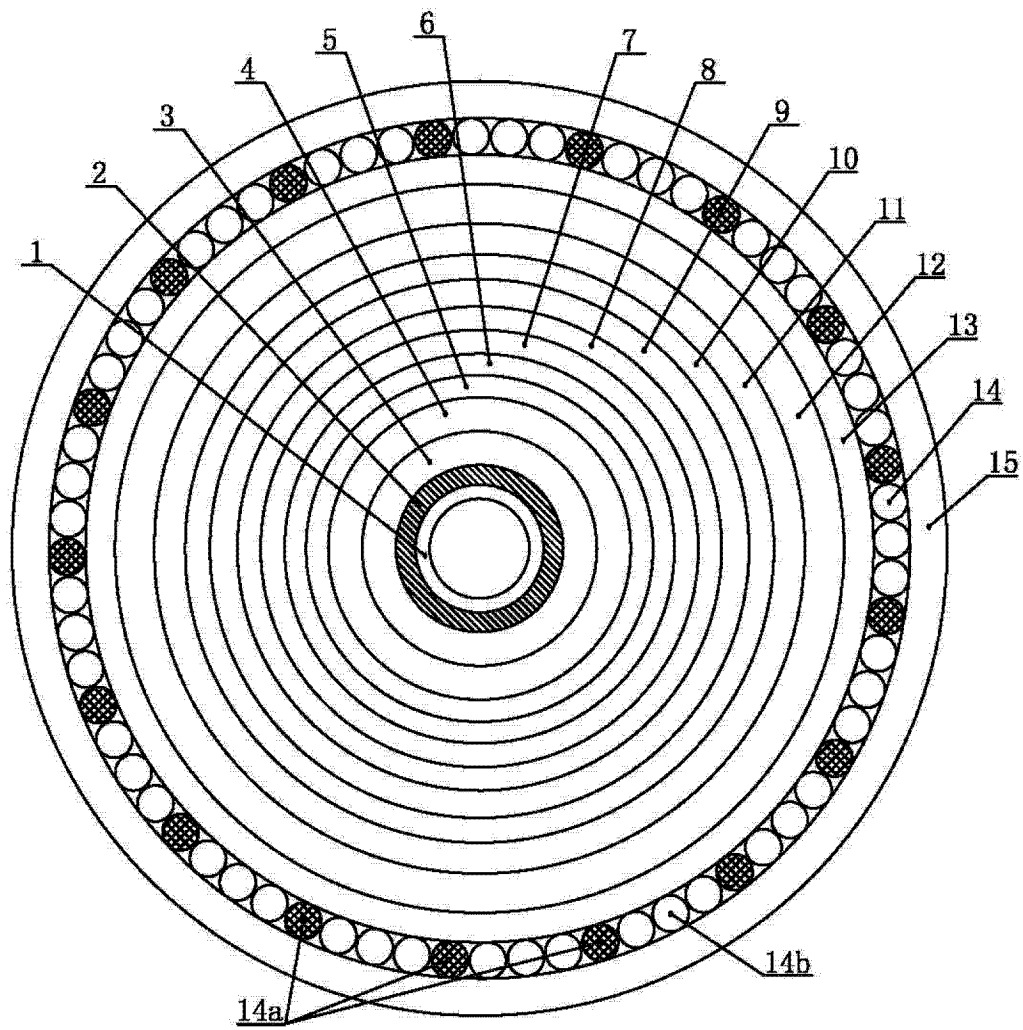


图 1