



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113990558 A

(43) 申请公布日 2022.01.28

(21) 申请号 202111252775.4

H01B 7/282 (2006.01)

(22) 申请日 2021.10.27

H01B 9/00 (2006.01)

(71) 申请人 中天科技海缆股份有限公司

H01B 11/22 (2006.01)

地址 226000 江苏省南通市经济技术开发区新开南路1号

(72) 发明人 孙杰 邱兴宇 顾春飞 胡明
张洪亮 蒋峰 徐麟鑫 陈珍珍

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务所(特殊普通合伙) 11463

代理人 程晓

(51) Int.Cl.

H01B 7/00 (2006.01)

H01B 7/02 (2006.01)

H01B 7/14 (2006.01)

H01B 7/17 (2006.01)

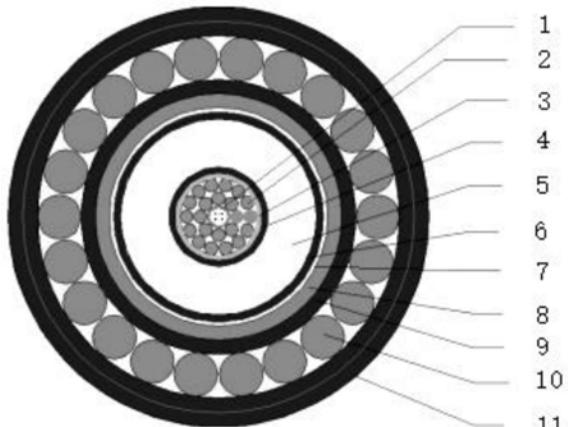
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种干式绝缘海底光缆

(57) 摘要

本发明提供了一种干式绝缘海底光缆，包括位于中心的不锈钢光纤单元以及由内至外依次设置在不锈钢光纤单元外侧的导电单元、第一半导电阻水带、导体屏蔽层、绝缘层、绝缘屏蔽层、第二半导电阻水带、铅套、外护层、铠装层和外披层；所述导电单元由铜线在不锈钢光纤外侧绞合而成。本发明的干式绝缘海底光缆，相对于传统海底光缆，将绝缘层与铠装层隔离，增加铅套和外护层对绝缘层进行保护，工作时绝缘层与水不直接接触，可以有效解决海水渗入导致的绝缘性能降低问题，提高了海底光缆的使用寿命，且导电单元采用铜线绞合而成，能够具有更小的导体直流电阻，可以实现更远的传输距离，用于更高电压等级系统。



1. 一种干式绝缘海底光缆，其特征在于，包括位于中心的不锈钢光纤单元以及由内至外依次设置在不锈钢光纤单元外侧的导电单元、第一半导电阻水带、导体屏蔽层、绝缘层、绝缘屏蔽层、第二半导电阻水带、铅套、外护层、铠装层和外披层；所述导电单元由铜线在不锈钢光纤外侧绞合而成。

2. 如权利要求1所述的干式绝缘海底光缆，其特征在于，所述导体屏蔽层、绝缘层、绝缘屏蔽层为三层共挤结构，采用悬链生产线垂直挤出得到。

3. 如权利要求1所述的干式绝缘海底光缆，其特征在于，所述导电单元由两层铜线反向绞合而成，所述导电单元中的铜线为圆铜线或异型铜线，所述导电单元在20℃下的直流电阻 $\leq 0.5 \Omega /km$ 。

4. 如权利要求1所述的干式绝缘海底光缆，其特征在于，所述导电单元的铜线之间设有钢线。

5. 如权利要求1所述的干式绝缘海底光缆，其特征在于，所述不锈钢光纤单元包括数根光纤、套装数根光纤的不锈钢管、填充在不锈钢管内的纤膏，所述光纤为单模光纤，所述纤膏采用非析氢材料，所述不锈钢管采用316L钢带纵包焊接而成。

6. 如权利要求1所述的干式绝缘海底光缆，其特征在于，所述第一半导电阻水带搭接绕包在导电单元外侧，所述第一半导电阻水带的绕包方向与导电单元中最外一层铜线的绞合方向相反，所述第一半导电阻水带的搭接率为30%~50%；所述不锈钢光纤单元、导电单元、第一半导电阻水带之间的间隙填充有半导电阻水胶。

7. 如权利要求1所述的干式绝缘海底光缆，其特征在于，所述导体屏蔽层、绝缘屏蔽层为半导电聚乙烯材料，所述绝缘层为线性低密度聚乙烯材料或交联聚乙烯材料。

8. 如权利要求1所述的干式绝缘海底光缆，其特征在于，所述第二半导电阻水带搭接绕包在绝缘屏蔽层外侧，绕包方向为右向，搭接率为15%~25%；所述铅套通过挤塑方式形成在第二半导电阻水带和绝缘屏蔽层外侧，所述铅套的厚度 $\geq 1.5mm$ 。

9. 如权利要求1所述的干式绝缘海底光缆，其特征在于，所述外护层通过挤塑方式形成在铅套外侧，所述外护层选用高密度聚乙烯；

所述外披层采用高密度聚乙烯挤塑而成或采用两层聚丙烯绳反向缠绕而成。

10. 如权利要求1所述的干式绝缘海底光缆，其特征在于，所述铠装层采用一层或两层钢丝螺旋缠绕而成，所述钢丝为镀锌钢丝或锌铝镁合金镀层；当所述铠装层采用一层钢丝螺旋缠绕时，钢丝的铠装方向为左向，节径比为16~20倍；当所述铠装层采用两层钢丝螺旋缠绕时，该两层钢丝铠装方向为同向或反向，外层钢丝的铠装方向为左向，内层钢丝的节径比比外层钢丝的节径比大2。

一种干式绝缘海底光缆

技术领域

[0001] 本发明涉及海底光缆技术领域,具体而言,涉及一种可以用于高电压等级系统的干式绝缘海底光缆。

背景技术

[0002] 海底光缆是当今全球互联网中的“骨架”,主要应用于洲际之间、岛屿与大陆之间、岛屿与岛屿之间的通信传输,为实现长距离通信,海底光缆一般采用有中继结构,系统需要通电运行,基本原理是通过基于微处理器的控制系统,将标准电力转换为电流恒定、电压可达数千伏甚至上万伏的电力对海底光缆系统的海底设备进行供电。供电线路中低电阻的导电单元,利于海底光缆具有更远传输距离和适应更高电压的等级系统。

[0003] 据统计,目前有中继海底光缆故障90%以上是由绝缘层引起。

[0004] 典型的有中继海底光缆由不锈钢光纤单元、内铠钢丝、钢管、绝缘层、钢丝铠装层、外被层组成,不锈钢光纤单元位于光缆中心,内铠钢丝、钢管、绝缘层、钢丝铠装层、外被层由内至外依次设置于不锈钢光纤单元外侧。其中,绝缘层直接与铠装钢丝和海水接触,在生产、运输、敷设、运行等过程铠装钢丝会挤压绝缘层,造成绝缘表面钢丝陷入,绝缘有效厚度变薄,从而降低绝缘性能。

[0005] 另外,海底光缆长期敷设于海底环境时,由于水压的关系,海水也会渗入绝缘层,从而降低绝缘性能,缩短使用寿命。以绝缘层为低密度聚乙烯为例,在30MPa水压下,浸入3.5%的人工海水中,24h后吸水量约1.582%,48h后吸水量约2.074%,并仍有增加趋势。

[0006] 铠装型钢丝铠装过程中绝缘层表面及钢丝缝隙需填充沥青,沥青填充时需160℃以上的高温,容易烫伤绝缘层;常规海光缆绝缘挤塑生产线呈水平排布,由于材料自重影响,无法实现大厚度绝缘挤出,经试验验证,绝缘层厚度超过4.5mm就会出现明显的椭圆现象,且厚度越厚偏心越难保证。

发明内容

[0007] 针对现有海底光缆所存在的上述问题,本发明的目的在于提供一种干式绝缘海底光缆,能防止铠装钢丝挤压及海水渗入对绝缘层的影响,有效地保证了绝缘性能,从而提高缆的使用寿命,可以用于更高电压等级系统,具有更远的传输距离。

[0008] 本发明的实施例可以这样实现:

[0009] 一种干式绝缘海底光缆,包括位于中心的不锈钢光纤单元以及由内至外依次设置在不锈钢光纤单元外侧的导电单元、第一半导电阻水带、导体屏蔽层、绝缘层、绝缘屏蔽层、第二半导电阻水带、铅套、外护层、铠装层和外披层;所述导电单元由铜线在不锈钢光纤外侧绞合而成。

[0010] 在一优选方案中,所述导体屏蔽层、绝缘层、绝缘屏蔽层为三层共挤结构,采用悬链生产线垂直挤出得到。

[0011] 在一优选方案中,所述导电单元由两层铜线反向绞合而成,所述导电单元中的铜

线为圆铜线或异型铜线,所述导电单元在20℃下的直流电阻 $\leq 0.5 \Omega / \text{km}$ 。

[0012] 可选地,所述导电单元的铜线之间设有钢线,以提高缆芯的机械强度。

[0013] 具体地,所述不锈钢光纤单元包括数根光纤、套装数根光纤的不锈钢管、填充在不锈钢管内的纤膏,所述光纤为单模光纤,所述纤膏采用非析氢材料,所述不锈钢管采用316L钢带纵包焊接而成,钢带厚度不小于0.18mm。

[0014] 具体地,所述第一半导电阻水带搭接绕包在导电单元外侧,所述第一半导电阻水带的绕包方向与导电单元中最外一层铜线的绞合方向相反,所述第一半导电阻水带的搭接率为30%~50%;所述不锈钢光纤单元、导电单元、第一半导电阻水带之间的间隙填充有半导电阻水胶。

[0015] 具体地,所述导体屏蔽层、绝缘屏蔽层为半导电聚乙烯材料,所述绝缘层为线性低密度聚乙烯材料或交联聚乙烯材料。

[0016] 具体地,所述第二半导电阻水带搭接绕包在绝缘屏蔽层外侧,绕包方向为右向,搭接率为15%~25%;所述铅套通过挤塑方式形成在第二半导电阻水带和绝缘屏蔽层外侧,所述铅套的厚度 $\geq 1.5 \text{mm}$ 。

[0017] 具体地,所述外护层通过挤塑方式形成在铅套外侧,所述外护层选用高密度聚乙烯。

[0018] 具体地,所述铠装层采用一层或两层钢丝螺旋缠绕而成,所述钢丝为镀锌钢丝或锌铝镁合金镀层;当所述铠装层采用一层钢丝螺旋缠绕时,钢丝的铠装方向为左向,节径比为16~20倍;当所述铠装层采用两层钢丝螺旋缠绕时,该两层钢丝铠装方向为同向或反向,外层钢丝的铠装方向为左向,内层钢丝的节径比比外层钢丝的节径比大2。

[0019] 具体地,所述外披层采用高密度聚乙烯挤塑而成或采用两层聚丙烯绳反向缠绕而成。

[0020] 本发明的有益效果:

[0021] (1) 本发明的干式绝缘海底光缆,相对于传统海底光缆,将绝缘层与铠装层隔离,增加铅套和外护层对绝缘层进行保护,工作时绝缘层与水不直接接触,可以有效解决海水渗入导致的绝缘性能降低问题,提高了海底光缆的使用寿命;

[0022] (2) 导电单元采用铜线绞合而成,相对于传统海底光缆采用铜管作为导电单元,能够具有更小的导体直流电阻,可以实现更远的传输距离,用于更高电压等级系统;

[0023] (3) 导体屏蔽层、绝缘层、绝缘屏蔽层为三层共挤结构,采用悬链生产线垂直挤出,可以实现大厚度绝缘层挤出,可以用于更高电压等级系统。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

[0025] 图1为本发明干式绝缘海底光缆的结构示意图;

[0026] 图2为图1中不锈钢光纤单元的放大结构示意图。

[0027] 图标:1-不锈钢光纤单元,2-导电单元,3-第一半导电阻水带,4-导体屏蔽层,5-绝

缘层,6-绝缘屏蔽层,7-第二半导电阻水带,8-铅套,9-外护层,10-铠装层,11-外披层,101-光纤,102-纤膏,103-不锈钢管。

具体实施方式

[0028] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0029] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0030] 在本发明的描述中,需要说明的是,若出现术语“上”、“下”、“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,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,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。

[0031] 此外,若出现术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0032] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明的实施例中的特征可以相互结合。

[0033] 请参考图1,本发明实施例提供了一种干式绝缘海底光缆,包括位于中心的不锈钢光纤单元1以及由内至外依次设置在不锈钢光纤单元1外侧的导电单元2、第一半导电阻水带3、导体屏蔽层4、绝缘层5、绝缘屏蔽层6、第二半导电阻水带7、铅套8、外护层9、铠装层10和外披层11。

[0034] 如图2所示,不锈钢光纤单元1由光纤101、纤膏102、不锈钢管103组成,不锈钢管套装数根光纤101,纤膏102填充在不锈钢管103内,光纤101采用单模光纤,纤膏102采用非析氢材料,填充度不小于90%,不锈钢管103采用316L钢带纵包焊接而成,钢带厚度宜不小于0.18mm。

[0035] 导电单元2采用两层圆铜线或异型铜线反向绞合而成,其在20℃导体直流电阻可小于0.5Ω/km,而常规有中继海底光缆采用的铜管在20℃导体直流电阻约为1Ω/km。根据需求,导电单元2中部分铜丝可由相同尺寸规格的钢线替代,以提高缆芯机械强度,并实现对整体导电单元2电阻进行可控调节。

[0036] 第一半导电阻水带3搭接绕包在导体2外侧,绕包方向与导电单元2中外层铜线的绞合方向相反,搭接率宜控制在30%~50%。不锈钢光纤单元1、导电单元2与第一半导电阻水带3之间的间隙满填充半导电阻水胶,采用半导电材料能保证导体的导电性能,采用半导电阻水胶满填充整个缆芯能使结构更紧密也有更好的水密性;在另一实施方式中,导电单元2绞合缝隙满填充的半导电阻水胶可由每层铜线平拖纵包一层半导电阻水带结构替代。

[0037] 采用三层共挤的方式同时挤出导体屏蔽层4、绝缘层5、绝缘屏蔽层6,三层共挤结构能更好地保护绝缘层5,导体屏蔽层4、绝缘层5、绝缘屏蔽层6用悬链生产线生产,挤出时绝缘层5与水平面垂直,其偏心度可控制<8%。导体屏蔽层4、绝缘屏蔽层6一般使用半导电聚乙烯材料,绝缘层5一般使用绝缘性能更好的线性低密度聚乙烯材料或交联聚乙烯材料;绝缘层5厚度可挤塑到5.0mm以上,可用于35kV电压等级系统。

[0038] 第二半导电阻水带7搭接绕包在绝缘线芯外侧,绕包方向宜选择右向,搭接率宜控制在15%~25%,其作用不仅提高了绝缘线芯与铅套8之间的阻水性能,还为绝缘线芯提供

一层缓冲和保护层,防止铅套8挤出时高温烫伤绝缘屏蔽层6。

[0039] 铅套8挤塑形成在绝缘线芯和第二半导电阻水带7外侧,提升了光缆纵向及径向阻水能力,铅套厚度不小于1.5mm。

[0040] 外护层9通过挤塑方式形成在铅套8外侧,外护层9材料一般选用高密度聚乙烯,作用为提高铅套8耐磨性。

[0041] 铠装层10采用一层或两层耐腐蚀的镀锌钢丝、锌铝镁合金镀层钢丝或等效材料螺旋缠绕而成;当铠装层10采用一层钢丝螺旋缠绕时,一层钢丝时方向为左向,节径比16~20倍;当铠装层10采用两层钢丝螺旋缠绕时,该两层钢丝铠装方向为同向或反向,外层钢丝铠装方向为左向,内层节径比比外层节径比大2,铠装层10的作用是为整根光缆提供机械保护。

[0042] 外被层11根据不同使用环境选用,可采用与外护层9相同材料及工艺制作,如采用高密度聚乙烯挤塑而成,其厚度宜不小于3mm,也可采用两层聚丙烯(PP)绳反向缠绕而成,内层PP绳方向与铠装层10中外层钢丝缠绕方向相反,铠装层10中钢丝及聚丙烯绳的缝隙浇灌沥青,其作用为保护钢丝镀层以提高光缆的使用寿命。

[0043] 以下按照导电单元2在20℃导体直流电阻为 $0.5 \Omega /km$,常规有中继海底光缆采用的铜管为 $1 \Omega /km$ 进行计算,以10kV系统,工作电流I为10A,允许最大压降比为5%为例:

[0044] 最大允许电压降 $\Delta U = 10000 * 5\% = 500V$, $I = 10A$;

[0045] $\Delta U = I * R = I * R_{20} * L$, 其中, R_{20} 为20℃导体直流电阻, L 为传输距离;

[0046] 则,常规有中继海底光缆最大传输长度 $L_1 = 500 / 1 / 10 = 50km$;本发明干式绝缘海底光缆最大传输长度 $L_2 = 500 / 0.5 / 10 = 100km$ 。

[0047] 由上述计算过程可以看出,本发明的干式绝缘海底光缆,相比于常规有中继海底光缆具有更远的传输距离。

[0048] 本发明的干式绝缘海底光缆,相对于传统海底光缆,将绝缘层5与铠装层10隔离,在绝缘层5与铠装层10之间增加铅套8和外护层9对绝缘层5进行保护,工作时绝缘层5与水不直接接触,可以有效解决海水渗入导致的绝缘性能降低问题,提高了海底光缆的使用寿命;导电单元2采用铜线绞合而成,相对于传统海底光缆采用铜管作为导电单元,能够具有更小的导体直流电阻,可以实现更远的传输距离,导体屏蔽层4、绝缘层5、绝缘屏蔽层6为三层共挤出结构,采用悬链生产线垂直挤出,可以实现大厚度绝缘层挤出,可以用于更高电压等级系统。

[0049] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

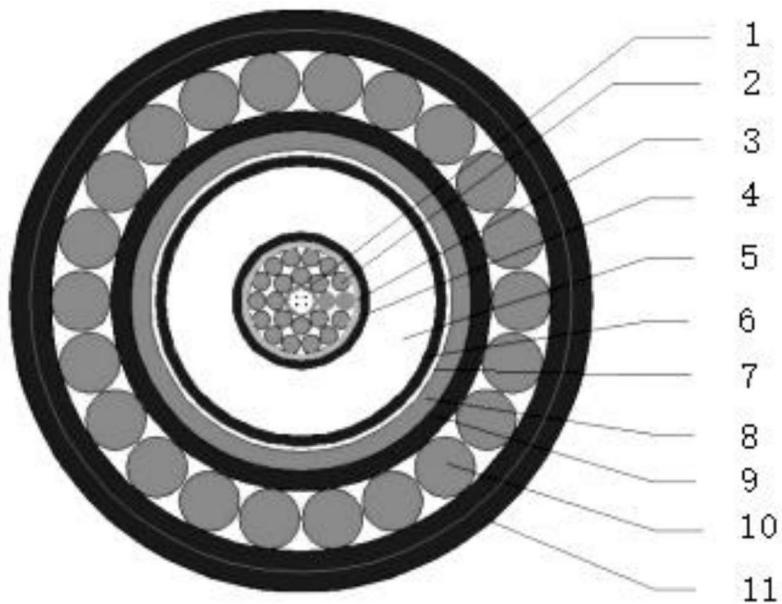


图1

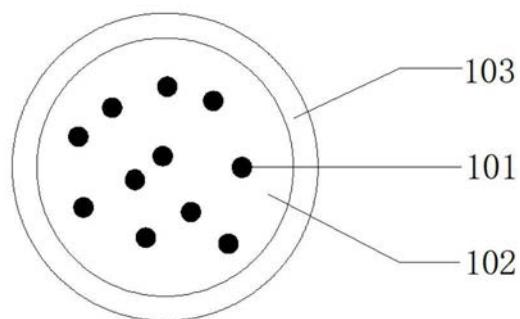


图2