



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 115223748 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 21

(21) 申请号 202211118000.2

H01B 13/14 (2006.01)

(22) 申请日 2022.09.14

H01B 13/24 (2006.01)

H01B 13/00 (2006.01)

(71) 申请人 宇盛电气有限公司

地址 214205 江苏省无锡市宜兴市新街街
道恒通路101号

(72) 发明人 任志飞 毛丹 石海 毛俊
蒋爱君

(74) 专利代理机构 北京锦信诚泰知识产权代理
有限公司 11813

专利代理师 倪青华

(51) Int. Cl.

H01B 7/00 (2006.01)

H01B 5/08 (2006.01)

H01B 7/288 (2006.01)

H01B 13/02 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种阻水型光伏电缆及其制备工艺

(57) 摘要

本发明属于光伏电缆技术领域,具体涉及一种阻水型光伏电缆及其制备工艺。其技术要点如下:光伏电缆包括导体,绝缘层和护套;其中,所述导体采用复绞结构,具体由单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,导体单元再与阻水纱同心绞合形成导体。本发明提供的阻水型光伏电缆,当水侵入到电缆内部时,与单丝绞合在一起的阻水纱同样能够快速吸收水分,避免水对单丝造成伤害;且由于单丝与阻水纱之间是绞合的关系,因此能够大幅提高单丝与阻水纱之间的受力遵从性,即使是应用在海底的巨大水压的情况下,依然能够避免阻水纱层与单丝层之间的剥离,或由于两者受力不均而断裂。

1. 一种阻水型光伏电缆,其特征在于,包括导体,绝缘层和护套;其中,所述导体采用复绞结构,具体由单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,导体单元再与阻水纱同心绞合形成导体;所述导体单元中,单丝与阻水纱的根数比为 n , n 由以下公式计算: $n = (r/R + \gamma_{\text{单丝}}/\gamma_{\text{阻水纱}}) \cdot W_{\text{阻水纱}}$,其中 r 为阻水纱的单丝直径,单位是mm; R 是单丝的单丝直径,单位是mm; $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的受热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率; $W_{\text{阻水纱}}$ 是阻水纱在21℃,常压下的吸水率。

2. 根据权利要求1所述的一种阻水型光伏电缆,其特征在于,所述阻水纱是聚丙烯酸钠阻水纱,聚丙烯酸钠含量为10~35%wt。

3. 根据权利要求1所述的一种阻水型光伏电缆,其特征在于,所述单丝是镀锡软铜丝,单丝直径为0.25~0.5mm。

4. 根据权利要求1所述的一种阻水型光伏电缆,其特征在于,所述阻水纱的单丝直径是0.5~3.0mm。

5. 根据权利要求1所述的一种阻水型光伏电缆,其特征在于,

所述阻水纱的绞入率 m 由下述计算模型确定:

$m = (\gamma_{\text{阻水纱}}/\gamma_{\text{单丝}}) \cdot P$;其中, $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率, P 为导体单元的绞线节距比。

6. 根据权利要求1所述的一种阻水型光伏电缆,其特征在于,所述绝缘层的厚度是0.7~1.7mm。

7. 根据权利要求1所述的一种阻水型光伏电缆,其特征在于,所述护套的厚度是0.8~1.7mm。

8. 根据权利要求1所述的一种阻水型光伏电缆,其特征在于,所述导体单元的绞线节距比 ≤ 8 。

9. 根据权利要求1~8任意一项所述的阻水型光伏电缆的制备工艺,其特征在于,包括如下操作步骤:

S1、将单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元;

S2、将导体单元与阻水纱同心绞合形成导体;

S3、在导体外采用绝缘料挤压模具挤包,形成绝缘层;

S4、在绝缘层外层采用阻燃绝缘护套料挤管模具挤包,形成护套。

10. 根据权利要求9所述的阻水型光伏电缆的制备工艺,其特征在于,所述步骤S3中的偏心率 $\leq 10\%$ 。

一种阻水型光伏电缆及其制备工艺

技术领域

[0001] 本发明属于光伏电缆技术领域,具体涉及一种阻水型光伏电缆及其制备工艺。

背景技术

[0002] 近年来,在恶劣的环境和潮湿的环境下敷设的电缆,人们越来越意识到阻水性的重要性,特别是在地下水位较高或常年多雨地区(比如我国长江以南地区)。目前光伏电缆大多采用直埋在土壤内的方式,遇到河流水库直接将电缆放置在河流底部,故放置在河流底部的电缆承受水流的冲击,尤其是遇到洪水爆发时,河流内的水流流速较快,会带动河流内的玻璃碎片或金属片、尖锐的碎石流动撞击到电缆的表面,造成电缆的外护套破损,导致电缆在使用过程中存有安全隐患。

[0003] 现有技术中,通常采用交联聚乙烯作为绝缘阻水材料,但是当该电缆出现破损时,会造成水汽沿破损处向电缆内部侵入,水汽进入电缆内,必然会导致水树枝型爬电,影响导电质量,造成电缆的电性能下降,严重缩短电缆的寿命。为了解决这一问题,现有技术中又提出了采用阻水纱形成阻水层,对导体进行包覆以期达到阻水的目的,但是单独加入的阻水纱层容易破裂,且与其他绝缘层、导体之间均留有缝隙,阻水纱的吸水膨胀率不够或吸水速率低,仍然存在水侵入导体的风险。

[0004] 有鉴于上述现有阻水型光伏电缆存在的缺陷,本发明人基于从事此类材料多年丰富经验及专业知识,配合理论分析,加以研究创新,开发出阻水型光伏电缆的制备工艺,大幅提高光伏电缆的阻水能力。

发明内容

[0005] 本发明的第一个目的是提供一种阻水型光伏电缆,将阻水纱和单丝同心绞合后形成导体单元,再将导体单元与阻水纱同心绞合获得导体,使阻水纱和单丝之间的空隙度更小,且由于绞合的关系,能够避免阻水纱与单丝之间的剥离。

[0006] 本发明的上述技术目的是通过以下技术方案得以实现的:

本发明提供一种阻水型光伏电缆,包括导体,绝缘层和护套;其中,导体采用复绞结构,具体由单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,导体单元再与阻水纱同心绞合形成导体。即使是当水侵入到电缆内部时,与单丝绞合在一起的阻水纱同样能够快速吸收水分,避免水对单丝造成伤害;且由于单丝与阻水纱之间是绞合的关系,因此能够大幅提高单丝与阻水纱之间的受力追随性,即使是应用在海底的巨大水压的情况下,依然能够避免阻水纱层与单丝层之间的剥离,或由于两者受力不均而断裂。

[0007] 再者,本发明中,采用导体单元与阻水纱绞合,一方面能够避免线芯黏连,另一方面,对单丝以及导体形成双重保护,进一步提高光伏电缆的阻水能力。

[0008] 进一步的,阻水纱是聚丙烯酸钠阻水纱,聚丙烯酸钠含量为10~35wt。

[0009] 进一步的,单丝是镀锡软铜丝,单丝直径为0.25~0.5mm。

[0010] 进一步的,导体单元中,单丝与阻水纱的根数比为 n , n 由以下公式计算: $n=(r/R+$

$\gamma_{\text{阻水纱}}/\gamma_{\text{单丝}}) \cdot W_{\text{阻水纱}}$, 其中 r 为阻水纱的单丝直径, 单位是 mm; R 是单丝的单丝直径, 单位是 mm; $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的受热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率; $W_{\text{阻水纱}}$ 是阻水纱在 21℃、常压下的吸水率。

[0011] 进一步的, 阻水纱的单丝直径是 0.5~3.0mm。

[0012] 由于本发明中采用的是单丝与阻水纱之间的绞合, 当电缆通电后, 单丝会放热且膨胀, 若单丝与阻水纱之间的根数比过大, 则会导致导体单元的受热膨胀率过大, 使单丝对阻水纱产生过大的挤压, 会造成阻水纱断裂或变形, 且在长度方向上, 若单丝与阻水纱之间的根数比过大, 同样会由于阻水纱由于热膨胀系数低而单丝热膨胀系数高导致绞合在一起的阻水纱与单丝之间的长度不同而形成更大的空隙, 降低成品电缆的抗剥离力, 同时降低光伏电缆的使用寿命。

[0013] 但若单丝的根数与阻水纱的根数比过小, 则在阻水纱遇水膨胀后, 在截面上对单丝产生挤压, 且在长度方向上与单丝产生更大的差距, 依然会导致光伏电缆的力学性能和使用性能下降。因此本发明中采用受热膨胀系数和吸水膨胀率共同限定阻水纱和单丝之间的根数比, 在保证成品电缆的机械强度的同时, 提高阻水能力。

[0014] 进一步的, 阻水纱的绞入率 m 由下述计算模型确定: $m = (\gamma_{\text{阻水纱}}/\gamma_{\text{单丝}}) \cdot P$; 其中, $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率, P 为导体单元的绞线节距比。

[0015] 当导体单元绞线的节距比固定时, 绞线的弯曲度就是固定的, 而此时, 若阻水纱的绞入率过低, 则会降低阻水性能, 阻水纱的绞入率过高, 当电缆通电, 导体单元受热膨胀后, 对阻水纱产生挤压, 形变, 同样影响阻水纱的阻水性能, 还会引起阻水纱的断裂。

[0016] 因此本发明中, 采用上述三个指标对阻水纱的绞入率进行限定, 大幅提高阻水纱的阻水性能。

[0017] 进一步的, 绝缘层的厚度是 0.7~1.7mm。

[0018] 进一步的, 护套的厚度是 0.8~1.7mm。

[0019] 进一步的, 导体单元的绞线节距比 ≤ 8 。节距比越小, 绞线越容易弯曲, 紧密型越好, 阻水效果好。

[0020] 本发明的第二个目的是提供一种阻水型光伏电缆的制备工艺, 具有同样的技术效果。

[0021] 本发明提供的阻水型光伏电缆的制备工艺, 包括如下操作步骤:

S1、将单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元;

S2、将导体单元与阻水纱同心绞合形成导体;

S3、在导体外采用绝缘料挤压模具挤包, 形成绝缘层;

S4、在绝缘层外层采用阻燃绝缘护套料挤管模具挤包, 形成护套。

[0022] 进一步的, 步骤 S3 中的偏心率 $\leq 10\%$ 。

[0023] 综上所述, 本发明具有以下有益效果:

本发明提供阻水型光伏电缆, 当水侵入到电缆内部时, 与单丝绞合在一起的阻水纱同样能够快速吸收水分, 避免水对单丝造成伤害; 且由于单丝与阻水纱之间是绞合的关系, 因此能够大幅提高单丝与阻水纱之间的受力追随性, 即使是应用在海底的巨大水压的情况下, 依然能够避免阻水纱层与单丝层之间的剥离, 或由于两者受力不均而断裂。

具体实施方式

[0024] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,对依据本发明提出的一种阻水型光伏电缆及其制备工艺,其具体实施方式、特征及其功效,详细说明如后。

[0025] 下述实施例中,原材料来源如下:

高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘料:临海市亚东特种电缆料厂

高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘护套料:临海市亚东特种电缆料厂

镀锡铜丝:江苏江润铜业有限公司,热膨胀系数为21.3

阻水纱:ZS-0.5,吸水膨胀率50ml/g,吸水率40%。

[0026] 实施例1:一种阻水型光伏电缆及其制备工艺

本实施例提供的阻水型光伏电缆,包括导体,绝缘层厚度为1.5mm和护套厚度为1.7mm;其中,导体采用复绞结构,具体由单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,导体单元再与阻水纱同心绞合形成导体;单丝是镀锡软铜丝,单丝直径为0.25mm,阻水纱是聚丙烯酸钠阻水纱,直径为0.5mm。

[0027] 则导体单元中,单丝与阻水纱的根数比为 n , n 由以下公式计算: $n = (r/R + \gamma_{\text{阻水纱}} / \gamma_{\text{单丝}}) \cdot W_{\text{阻水纱}} = 1.73$,其中 r 为阻水纱的单丝直径,单位是mm; R 是单丝的单丝直径,单位是mm; $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率; $W_{\text{阻水纱}}$ 是阻水纱在21℃,常压下的吸水率。

[0028] 阻水纱的绞入率 m 由下述计算模型确定: $m = (\gamma_{\text{阻水纱}} / \gamma_{\text{单丝}}) \cdot P = 14.1\%$;其中, $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率, P 为导体单元的绞线节距比,本实施例选择6。

[0029] 其制备工艺包括如下操作步骤:

S1、将单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,绞线节距比为6;

S2、将导体单元与阻水纱同心绞合形成导体;

S3、在导体外采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘料挤压模具挤包,形成绝缘层,偏心度 $\leq 10\%$;

S4、在绝缘层外层采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘护套料挤管模具挤包,形成护套。

[0030] 实施例2:一种阻水型光伏电缆及其制备工艺

本实施例提供的阻水型光伏电缆,包括导体,绝缘层厚度为1.7mm和护套厚度为1.7mm;其中,导体采用复绞结构,具体由单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,导体单元再与阻水纱同心绞合形成导体;单丝是镀锡软铜丝,单丝直径为0.25mm,阻水纱是聚丙烯酸钠阻水纱,直径为3mm。

[0031] 则导体单元中,单丝与阻水纱的根数比为 n , n 由以下公式计算: $n = (r/R + \gamma_{\text{阻水纱}} / \gamma_{\text{单丝}}) \cdot W_{\text{阻水纱}} = 5.96$,其中 r 为阻水纱的单丝直径,单位是mm; R 是单丝的单丝直径,单位是mm; $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率; $W_{\text{阻水纱}}$ 是阻水纱在21℃,常压下的吸水率。

[0032] 阻水纱的绞入率 m 由下述计算模型确定: $m = (\gamma_{\text{阻水纱}} / \gamma_{\text{单丝}}) \cdot P = 16.4\%$;其中, $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率, P 为导体单元的绞线节距

比,本实施例中为7。

[0033] 其制备工艺包括如下操作步骤:

S1、将单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,绞线节距比为7;

S2、将导体单元与阻水纱同心绞合形成导体;

S3、在导体外采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘料挤压模具挤包,形成绝缘层,偏心度 $\leq 10\%$;

S4、在绝缘层外层采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘护套料挤管模具挤包,形成护套。

[0034] 对比实施例1:阻水光伏电缆及其制备工艺

本实施例提供的阻水型光伏电缆,包括导体,阻水层,绝缘层厚度为1.7mm和护套厚度为1.7mm,单丝是镀锡软铜丝,单丝直径为0.25mm,阻水纱是聚丙烯酸钠阻水纱,直径为0.5mm。

[0035] 其制备工艺包括如下操作步骤:

S1、将单丝同心绞合形成导体,绞线节距比为7;

S2、在导体表面绕包阻水纱,搭盖率为20%;

S3、在导体外采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘料挤压模具挤包,形成绝缘层,偏心度 $\leq 10\%$;

S4、在绝缘层外层采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘护套料挤管模具挤包,形成护套。

[0036] 对比实施例2:阻水光伏电缆及其制备工艺

本实施例提供的阻水型光伏电缆,包括导体,绝缘层厚度为1.5mm和护套厚度为1.7mm;其中,导体采用复绞结构,具体由单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元单丝与阻水纱的根数比为1;导体单元再与阻水纱同心绞合形成导体,导体单元与阻水纱的截面积比为1;单丝是镀锡软铜丝,单丝直径为0.25mm,阻水纱是聚丙烯酸钠阻水纱,直径为0.5mm。

[0037] 则导体单元中,单丝与阻水纱的根数比n取值为常规的5。

[0038] 阻水纱的绞入率m由下述计算模型确定: $m = (\gamma_{\text{阻水纱}} / \gamma_{\text{单丝}}) \cdot P = 14.1\%$;其中, $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率,P为导体单元的绞线节距比,本实施例选择6。

[0039] 其制备工艺包括如下操作步骤:

S1、将单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,绞线节距比为6;

S2、将导体单元与阻水纱同心绞合形成导体;

S3、在导体外采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘料挤压模具挤包,形成绝缘层,偏心度 $\leq 10\%$;

S4、在绝缘层外层采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘护套料挤管模具挤包,形成护套。

[0040] 对比实施例3

本实施例提供的阻水型光伏电缆,包括导体,绝缘层厚度为1.5mm和护套厚度为1.7mm;其中,导体采用复绞结构,具体由单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,导体单元再与阻水纱同心绞合形成导体;单丝是镀锡软铜丝,单丝直径为0.25mm,阻水纱是聚丙烯酸钠

阻水纱,直径为0.5mm。

[0041] 则导体单元中,单丝与阻水纱的根数比为 n , n 由以下公式计算: $n = (r/R + \gamma_{\text{阻水纱}} / \gamma_{\text{单丝}}) \cdot W_{\text{阻水纱}} = 1.73$,其中 r 为阻水纱的单丝直径,单位是mm; R 是单丝的单丝直径,单位是mm; $\gamma_{\text{单丝}}$ 和 $\gamma_{\text{阻水纱}}$ 分别是单丝的热膨胀系数和阻水纱常温常压下的吸水膨胀率; $W_{\text{阻水纱}}$ 是阻水纱在21℃,常压下的吸水率。

[0042] 本对比实施例中的阻水纱的绞入率采用常规的20%。

[0043] 其制备工艺包括如下操作步骤:

S1、将单丝与阻水纱同心绞合形成导体单元,绞线节距比为6;

S2、将导体单元与阻水纱同心绞合形成导体;

S3、在导体外采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘料挤压模具挤包,形成绝缘层,偏心度 $\leq 10\%$;

S4、在绝缘层外层采用高密度防水光伏电缆无卤低烟阻燃绝缘护套料挤管模具挤包,形成护套。

[0044] 性能测试

将实施例1~2和对比实施例1~2的光伏电缆进行抗剥离力和阻水性能的测试,结果见下表。

[0045] 其中,机械强度测试,本发明采用GB/T12706-2020记载的方法,将成品电缆附加老化,(100℃,168h),测剥离力。

[0046] 阻水性能测试采用GB/T12706.3-2020记载的径向阻水性能的测试方法,室温下,将成品电缆浸泡于水中,测去除绝缘层以外的部分,绝缘层表面不干燥时浸泡的时长。

	实施例 1	实施例 2	对比实施例 1	对比实施例 2	对比实施例 3
剥离力/N	82	81	85	42	79
径向阻水能力/h	172	172	89	124	132

根据对比实施例1与实施例1和实施例2的对比可知,在不采用绞合时,径向阻水能力明显下降。根据对比实施例2与实施例1对比可知,当采用本发明提供的公式计算后得到的成品电缆的径向阻水能力大幅提升。根据对比实施例3与实施例2的对比可知,通过本发明提供的公式计算根数比后,大幅提升成品电缆的抗剥离力。根据实施例1和对比实施例3的测试结果对比可知,在绞入率不同的情况下,径向阻水能力差异较大。

[0047] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例展示如上,但并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。