(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118538457 A
(43)申请公布日 2024.08.23

(21)申请号 202411003331.0

(22)申请日 2024.07.25

(71)申请人 江苏中天科技股份有限公司
地址 226463 江苏省南通市如东县河口镇中天路1号
申请人 国网河南省电力公司洛阳供电公司

(72)发明人 周卫云 赵静 李家哲 朱鹏宇 吴俊峰 缪威玮 缪小明 谭枫 马娜 刘文军 寇启龙 刘毅 李燕

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002
专利代理师 钟丽平

(51)Int.Cl.
H01B 7/18(2006.01)
G02B 6/44(2006.01)
H01B 7/04(2006.01)
H01B 7/14(2006.01)
H01B 9/00(2006.01)
H01B 11/22(2006.01)

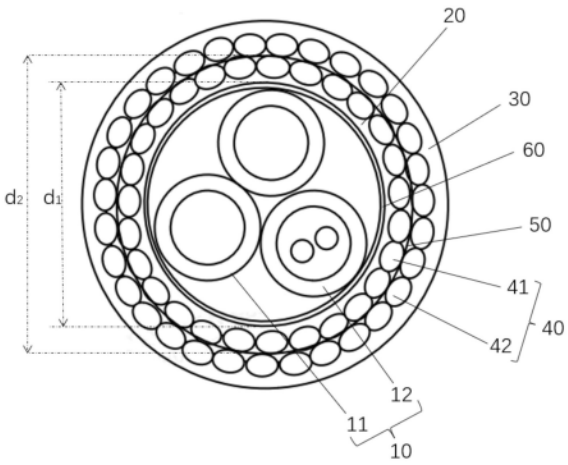
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

复合拖曳线缆

(57)摘要

本发明涉及水下拖缆的技术领域,提供一种复合拖曳线缆,包括缆芯、内防护层、外防护层和纤维增强层;内防护层外壁周向均布设有多个沿光缆纵向延伸的螺旋状结构的第一凹槽;外防护层套设于内防护层的外部,外防护层内壁周向均布设有多个沿光缆纵向延伸的螺旋状结构的第二凹槽,第二凹槽和第一凹槽的螺旋方向相反;纤维增强层设于内防护层与外防护层之间,纤维增强层至少包括第一纤维增强层和第二纤维增强层;每一纤维增强层包括多股纤维纱,每股纤维纱部分卡接于第一凹槽或第二凹槽中。本发明通过凹槽的设置能够避免纤维纱与防护层之间的滑移,使得纤维纱的紧密性更高,稳定性更强,从而解决了复合拖曳线缆断裂强度不足,耐反复张力弯曲差的问题。



CN 118538457 A

1.一种复合拖曳线缆,其特征在于,包括:

缆芯;

内防护层,包覆于所述缆芯的外部,所述内防护层外壁的一周上周向均布设有多个第一凹槽,每一所述第一凹槽沿纵向呈周期性曲线连续延伸以形成螺旋状的凹槽结构;

外防护层,套设于所述内防护层的外部,所述外防护层内壁的一周上周向均布设有多个第二凹槽,每一所述第二凹槽均沿纵向呈周期性曲线连续延伸以形成螺旋状凹槽结构,所述第二凹槽和所述第一凹槽的螺旋方向相反;

纤维增强层,设于所述内防护层与所述外防护层之间,所述纤维增强层至少包括第一纤维增强层和第二纤维增强层;

其中,所述第一纤维增强层包括多股第一纤维纱,多股所述第一纤维纱与多个所述第一凹槽一一对应,所述第一纤维纱的部分卡接于所述第一凹槽内;

所述第二纤维增强层包括多股第二纤维纱,多股所述第二纤维纱与多个所述第二凹槽一一对应,所述第二纤维纱的部分卡接于所述第二凹槽内。

2.根据权利要求1所述的复合拖曳线缆,其特征在于,所述复合拖曳线缆还包括粘接层,所述粘接层设置于相邻的所述纤维增强层之间。

3.根据权利要求2所述的复合拖曳线缆,其特征在于,所述粘接层包括多个粘接点,多个所述粘接点沿所述纤维增强层的表面呈周期性间隔布置,多个所述粘接点连续形成螺旋曲线状形态,以使所述纤维增强层中相邻纤维纱之间部分粘黏。

4.根据权利要求1所述的复合拖曳线缆,其特征在于,所述第一纤维纱和所述第二纤维纱的纱支截面积S满足下述公式:

$$S=0.11*D*s^{-1}*10^{-3}$$;

其中,s为纱支密度,D为第一纤维纱或第二纤维纱的线密度,所述第一纤维纱和所述第二纤维纱均由多根纤维丝绞合得到;

对应地,所述第一凹槽和所述第二凹槽的槽深h和槽宽w满足如下关系式:

$$h\leq\sqrt{(S/\pi)}\leq w\leq 2\sqrt{(S/\pi)}$$;

其中,S为第一纤维纱或所述第二纤维纱的纱支截面积。

5.根据权利要求1所述的复合拖曳线缆,其特征在于,第一凹槽和第二凹槽均具有节距L和绞合角度α;

其中,$\alpha=arc\tan(2d/L)$,式中d为内防护层的最小直径或外防护层的最小直径。

6.根据权利要求1所述的复合拖曳线缆,其特征在于,同一所述纤维增强层具有相同的绞合角α,且由内至外的所述纤维增强层的节距逐渐增大,每一防护层上的固定节距通过下述的公式得到:

$$L_n=2d*\cot\alpha$$;

其中,L_n为第n层时纤维增强层的节距,d为第n-1层时形成的防护层的最小直径。

7.根据权利要求1所述的复合拖曳线缆,其特征在于,所述缆芯包括电单元和光单元,所述电单元和所述光单元绞合布置。

8.根据权利要求1-7任一项所述的复合拖曳线缆,其特征在于,所述复合拖曳线缆还包

括缓冲层,所述缓冲层设于所述缆芯与所述内防护层之间。

9.根据权利要求8所述的复合拖曳线缆,其特征在于,所述缓冲层由弹性聚合材料制备得到,所述缓冲层包覆于所述缆芯外部,并填充于所述缆芯的空隙中,以使所述缓冲层直接与所述缆芯的外壁面接触。

10.根据权利要求8所述的复合拖曳线缆,其特征在于,所述缓冲层的截面形成有蜂窝状结构,并在所述缓冲层的表面涂敷有润滑剂,润滑剂自然渗透到所述缓冲层内,以使所述缓冲层具有润滑性能。

复合拖曳线缆

技术领域

[0001] 本发明涉及水下拖缆的技术领域,尤其涉及一种复合拖曳线缆。

背景技术

[0002] 拖曳缆是用于连接水下机器人、浮标等装备的缆索,通过拖曳方式将浮体从船体上拖曳出去或控制其移动。拖曳缆承担着机械连接和信号通讯的功能,并具备拖曳、控制、电力供给、设备运转监测等作用。这些缆索要求具备高工作拉力、耐高静水压、耐反复收放、光电混装等性能。

[0003] 随着海洋产业的快速发展,对海洋资源的开发技术不断成熟,对水下或海底用拖曳缆的供能、通信、监测性能提出了更高要求。拖曳缆不仅需要具备高强度的抗拉性能来确保装备的安全性,还需要具备良好的传输性能。因此,在尺寸小、工作空间和重量减小的前提下,拖曳缆需要同时保持小弯曲半径、高工作拉力和低损耗。

[0004] 相比于采用钢丝铠装的大截面重装拖曳缆,轻型拖曳缆一般采用纤维增强材料作为加强件,并且缆径较小,通常不超过12mm。这样做旨在满足高断裂强度(即破断力)和反复收放的可靠性需求。因此,对于拖曳复合缆的结构设计和制造都提出了更高的要求。

[0005] 相关技术中,轻型光电复合拖曳线缆实际生产后都存在断裂强度无法达到预期力值的问题,主要原因是纤维增强材料无法最大限度的发挥其拉伸性能;同时,因为非金属结构具有一定的松散性,在反复收放过程中,拖曳缆会因张力弯曲导致纤维增强材料偏向一边,从而导致线缆发生变形且无法恢复,严重时缆芯会弯折、断纤,降低了使用寿命。

发明内容

[0006] 本发明提供一种复合拖曳线缆,用以解决现有技术中轻型拖曳缆断裂强度不足,耐反复张力弯曲差,多次收放后光缆受损导致使用寿命低的缺陷。

[0007] 本发明提供一种复合拖曳线缆,包括:

缆芯;

内防护层,包覆于所述缆芯的外部,所述内防护层外壁的一周上周向均布设有多个第一凹槽,每一所述第一凹槽沿纵向呈周期性曲线连续延伸以形成螺旋状的凹槽结构;

外防护层,套设于所述内防护层的外部,所述外防护层内壁的一周上周向均布设有多个第二凹槽,每一所述第二凹槽均沿纵向呈周期性曲线连续延伸以形成螺旋状凹槽结构,所述第二凹槽和所述第一凹槽的螺旋方向相反;

纤维增强层,设于所述内防护层与所述外防护层之间,所述纤维增强层至少包括第一纤维增强层和第二纤维增强层;

其中,所述第一纤维增强层包括多股第一纤维纱,多股所述第一纤维纱与多个所述第一凹槽一一对应,所述第一纤维纱的部分卡接于所述第一凹槽内;

所述第二纤维增强层包括多股第二纤维纱,多股所述第二纤维纱与多个所述第二凹槽一一对应,所述第二纤维纱的部分卡接于所述第二凹槽内。

[0008] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,所述复合拖曳线缆还包括粘接层,所述粘接层设置于相邻的所述纤维增强层之间。

[0009] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,所述粘接层包括多个粘接点,多个所述粘接点沿所述纤维增强层的表面呈周期性间隔布置,多个所述粘接点连续形成螺旋曲线状形态,以使所述纤维增强层中相邻纤维纱之间部分粘黏。

[0010] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,每股所述第一纤维纱和每股所述第二纤维纱均由多根纤维线绞合形成。

[0011] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,所述第一纤维纱和所述第二纤维纱的纱支截面积S满足下述公式:

$$S=0.11*D*s^{-1}*10^{-3};$$

其中,s为纱支密度,D为纤维纱的线密度;

对应地,所述第一凹槽和所述第二凹槽的槽深h和槽宽w满足如下关系式:

$$h\leq\sqrt{(S/\pi)}\leq w\leq 2\sqrt{(S/\pi)};$$

其中,S为第一纤维纱或所述第二纤维纱的纱支截面积。

[0012] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,第一凹槽和第二凹槽均具有节距L和绞合角度α;

其中,$\alpha=arc\tan(2d/L)$,式中d为内防护层的最小直径或外防护层的最小直径。

[0013] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,同一所述纤维增强层具有相同的绞合角α,且由内至外的所述纤维增强层的节距逐渐增大,每一防护层上的固定节距通过下述的公式得到:

$$L_n=2d*\cot\alpha;$$

其中,L_n为第n层时纤维增强层的节距,d为第n-1层时形成的防护层的最小直径。

[0014] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,所述缆芯包括电单元和光单元,所述电单元和所述光单元绞合布置。

[0015] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,所述复合拖曳线缆还包括缓冲层,所述缓冲层设于所述缆芯与所述内防护层之间。

[0016] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,所述缓冲层由弹性聚合材料制备得到,所述缓冲层包覆于所述缆芯外部,并填充于所述缆芯的空隙中,以使所述缓冲层直接与所述缆芯的外壁面接触。

[0017] 根据本发明提供的复合拖曳线缆,所述缓冲层的截面形成有蜂窝状结构,并在所述缓冲层的表面涂敷有润滑剂,润滑剂自然渗透到所述缓冲层内,以使所述缓冲层具有润滑性能。

[0018] 根据上述任一实施例,本发明至少具有下述的有益效果:

本发明提供的一种复合拖曳线缆,通过在内防护层和外防护层上设置有凹槽,并通过将第一纤维纱和第二纤维纱的一部分卡入到凹槽内分别形成了至少两层的纤维增强层,通过凹槽能够避免纤维纱与防护层之间的滑移,使得纤维纱的紧密性更高,稳定性更

强,从而解决了复合拖曳线缆断裂强度不足,耐反复张力弯曲差的问题。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,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的附图。

[0020] 图1是本发明提供的复合拖曳线缆的结构示意图。

[0021] 图2是本发明提供的复合拖曳线缆中内防护层的凹槽延伸结构示意图。

[0022] 图3是本发明提供的复合拖曳线缆中内防护层的局部结构示意图。

[0023] 图4是本发明提供的复合拖曳线缆中外防护层的局部结构示意图。

[0024] 图5是本发明提供的复合拖曳线缆中粘接层的结构示意图。

[0025] 图6是本发明提供的复合拖曳线缆中粘接点的粘接示意图。

[0026] 图7是本发明提供的复合拖曳线缆中缓冲层的结构示意图。

[0027] 附图标记:

10、缆芯;11、电单元;12、光单元;20、内防护层;21、第一凹槽;30、外防护层;31、第二凹槽;40、纤维增强层;41、第一纤维增强层;42、第二纤维增强层;50、粘接层;51、粘接点;60、缓冲层;61、润滑剂。

具体实施方式

[0028] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“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,仅是为了便于描述本发明实施例和简化描述,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实施例的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0030] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明实施例中的具体含义。

[0031] 在本发明实施例中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特

征。

[0032] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明实施例的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0033] 相关技术中,轻型复合拖曳线缆采用纤维材料作为增强层,而纤维材料具有一定的松散性,对于拖曳力要求更高时,对纤维纱的线密度及根数要求也更高,这使得制备绞合的过程中纤维纱之间很容易相互磨损,导致表面起毛或者部分纤维单丝断裂,使得最大力值在一定程度上的降低,导致难以达到预期力值。且由于纤维纱的松散性,使得反复收放过程中纤维纱会滑移,从而导致耐反复张力弯曲差,多次收放后光缆受损导致使用寿命低的问题。

[0034] 针对相关技术中的问题,如图1-图4所示,本发明提供了一种复合拖曳线缆,包括缆芯10、内防护层20、外防护层30和纤维增强层40;缆芯10用于传输信息和输送电能,内防护层20包覆于缆芯10的外部,内防护层20外壁的一周上周向均布设有多个第一凹槽21,每一第一凹槽21沿纵向呈周期性曲线连续延伸以形成螺旋状的凹槽结构;外防护层30套设于内防护层20的外部,外防护层30内壁的一周上周向均布设有多个第二凹槽31,每一第二凹槽31均沿纵向呈周期性曲线连续延伸以形成螺旋状凹槽结构,第二凹槽31和第一凹槽21的螺旋方向相反;纤维增强层40设于内防护层20与外防护层30之间,纤维增强层40至少包括第一纤维增强层41和第二纤维增强层42;其中,第一纤维增强层41包括多股第一纤维纱,多股第一纤维纱与多个第一凹槽21一一对应,第一纤维纱的部分卡接于第一凹槽21内;第二纤维增强层42包括多股第二纤维纱,多股第二纤维纱与多个第二凹槽31一一对应,第二纤维纱的部分卡接于第二凹槽31内。相较于钢丝重装拖曳缆,轻型拖曳缆的直径较小,这就需要拖曳缆的增强层具有较高的密度和较多数量的纤维纱,而纤维纱特点在于其为柔性材质,具有一定的松散性,这导致了相关技术中问题的产生,本实施例中,将纤维纱的一部分卡接于凹槽内使得纤维纱具有更好的稳定性,提高了拖曳缆的耐反复张力弯曲差,使得使用寿命更长,且在绞合时相邻的纤维纱卡接在凹槽内避免了相互磨损导致的纤维起毛或断裂,使其具有更高的断裂强度。

[0035] 可以理解的是,相关技术中每股纤维纱都是由多根极细的纤维单丝组成,因此具有一定的松散系数;当拖曳缆力值要求更高时,对纤维纱的线密度及根数要求也更高,在绞合过程中,纤维纱之间很容易相互磨损,导致表面起毛或者部分纤维单丝断裂,这导致力值在一定程度上的降低。而本实例中,纤维纱的部分卡接于凹槽内,避免了同一层纤维纱之间的磨损,使得纤维纱能够最大限度发挥纤维纱的抗拉强度,从而解决现有技术中难以达到设计性能的问题。且通过凹槽的设置使得在形成拖曳线缆后,纤维增强层40的结构稳定,其能够具有较好的抗拉能力。

[0036] 缆芯10包括电单元11和光单元12,电单元11和光单元12绞合布置。电单元11用于输送电能,光单元12用于传递信息。其中,绞合方式为单向绞合或者SZ绞合(SZ绞合为本领

域常规的绞合方式)。

[0037] 具体设置时,缆芯10内至少有一个电单元11和一个光单元12,保证供电和信息传输的功能完整,对于具体的数量不作限定。具体地,如图1所示,根据设备的需求,选择三根及以上数量的电能或信息传输单元进行绞合。

[0038] 本实施例中,为了提高缆芯10结构的稳定性,在光单元12和电单元11绞合的中心位置也可以放置填充元件,即光单元12和电单元11可沿着填充元件纵向绞合形成缆芯10。进一步地,填充元件也可替代绞合的光单元12或电单元11。填充元件采用非金属材料,如低密度聚乙烯、热塑性弹性体等。典型特点是密度小、重量轻、具有一定的柔韧性,可耐反复弯曲。

[0039] 光单元12,包括光纤及包覆在光纤外围的被覆层。被覆层包括用于缓冲层60及最外围的塑料层。常用缓冲层60为具有一定粘度的液体或凝胶状物质,如油膏、硅油等,用于光纤润滑、保护;塑料层为具有优异弯曲性能的高分子聚合物,常用材料如聚酯弹性体、热塑性弹性体、聚烯烃等。具体地,光单元12中至少包含1芯光纤,光纤类型为G.657。

[0040] 电单元11,包括金属导体、包覆在金属导体外的护层,以及可能有的屏蔽层。金属导体为圆形镀锡软铜绞线,由多根圆单线以束制或同心层绞的方法绞合而成的圆形绞线。包覆在金属导体外的护层采用聚全氟乙丙烯树脂,通过挤塑成型均匀地包覆在导体表面,厚度在0.25mm~0.5mm。可能有的屏蔽层,包覆在金属导体护层外围,采用金属铜丝编织而成。

[0041] 具体地,纤维增强层40具有至少两层,即最内防护层20上的第一纤维增强层41和外防护层30上的第二纤维增强层42,外层与内层之间还可以设置多层的纤维增强层40,具体纤维增强层40的数量根据设计需要进行选用,对于具体的纤维增强层40的数量不作限定。需要说明的是,本发明的实施例中以两层的纤维增强层40的数量进行解释说明,不应当理解为对于纤维增强层40数量的限定。

[0042] 如图1-图3所示,内防护层20的外壁面上开设有第一凹槽21,内防护层20的内壁面为光滑壁面。第一纤维纱卡接于第一凹槽21内形成了第一纤维增强层41,其中,第一凹槽21的槽深h和槽宽w,单位mm,第一凹槽21数量为N;第一凹槽21的数量N与第一纤维纱的数量M一致,即N=M,也就是第一纤维纱与第一凹槽21一一对应设置,且第一纤维纱沿第一凹槽21布置形成了对应的第一纤维增强层41。第一凹槽21的尺寸大小取决于第一纤维纱的线密度D(旦尼尔)和第一纤维纱的纱支截面积S(单位mm^2)。

[0043] 其中,第一纤维纱的纱支截面积S(单位mm^2)满足下述公式:

$$S=0.11*D*s^{-1}*10^{-3};$$

式中,s(单位g/cm^3)为纱支密度,D(旦尼尔)为第一纤维纱的线密度。

[0044] 具体地,第一凹槽21和第二凹槽31的槽深h和槽宽w满足如下关系式:

$$h\leq\sqrt{(S/\pi)}\leq w\leq 2\sqrt{(S/\pi)};$$

其中,S(单位mm^2)为第一纤维纱的纱支截面积。理论上螺旋的第一凹槽21是无法完全容纳第一纤维纱的尺寸,但由于纤维纱有一定的松散度,通过限定h和w的范围,当纤维纱受到一定挤压后,会使纤维纱收紧而使其尺寸变小,更加紧密,进而能够容纳在第一凹槽21内。这种方式也增大了第一纤维纱与内防护层20的接触面积,使其受外力拉伸时,保证每

根纤维纱都能受力作用,提高了抗拉能力。

[0045] 同时,第一凹槽21呈螺旋状延伸,这使得第一凹槽21具有节距L和绞合角度α,其中$\alpha = arc\tan(2d_1/L)$,d_1为内防护层20的最小直径。第一纤维纱的部分与第一凹槽21卡接配合,第一纤维纱的剩余部分外凸于第一凹槽21,这使得第一纤维纱在绞合过程中与第一凹槽21的绞合角度一致,即保证第一纤维纱在铠装绞合过程中,正好能填充在内护层呈周期性纵向延伸的第一凹槽21内。

[0046] 可以理解的是,当由于d_1为内防护层20的最小直径,而最外层的最小直径与内防护层20的最小直径d_1不同,所以在多层的纤维增强层40中,其绞合角度α会不尽相同。

[0047] 具体的实例方式中,同一纤维增强层40具有相同的绞合角α,且由内至外的纤维增强层的节距逐渐增大,每一防护层上的固定节距通过下述的公式得到:

$$L_n = 2d * \cot\alpha;$$

其中,L_n为第n层时纤维增强层的节距,d为第n-1层时形成的防护层的最小直径。本实施例中具有至少两层的纤维增强层,而随着防护层的逐步外扩,其外层的最小直径大于内层的最小直径,故外层的节距L大于内层的节距L。如图1所示,本实施例中,当n=1时,d_1即为内防护层20的最小直径。再比如,当需要计算最外层的外防护层30的节距时,其最小的直径为d_2。

[0048] 具体地,一些实施例中,内外防护层30的材料选用耐水解、耐霉菌的热塑性弹性体;如TPU、TPV、TPE、TPO等。纤维纱可可采用芳酰亚胺纤维、芳香族聚酰胺纤维、聚对苯撑苯并二噁唑纤维及其改性材料替代。

[0049] 如图1、图2和图4所示,外防护层30的大体结构与内防护层20相似,区别在于,外防护层30的外壁面为光滑面,其内壁面具有螺旋状的第二凹槽31结构。且第二凹槽31液具有槽深h和槽宽w,以及第二凹槽31的数量N;也存在节距L和绞合角α,外防护层30的最小直径为d_2。

[0050] 内外护层中存在第一凹槽21与外防护层30中存在的第二凹槽31拥有不同的绞合节距L和绞合角度α;其深度h和宽度w,以及凹槽数量为N,也可根据接触的纤维纱层的线密度及数量进行调整匹配。其中,由于第一纤维增强层41和第二纤维增强层42分别与第一凹槽21和第二凹槽31配合,故也可对应于其中的绞合节距L和绞合角度α。

[0051] 可以理解的是,每层的绞合角度一致,即纤维纱在拖曳缆轴向拉力一致,进而最大程度保证所有纤维纱都能同时受力,且形变一致。从而能够提高其抗拉能力。

[0052] 具体地,外防护层30的最外层表面可有涂层,涂层是一层覆盖在材料表面的薄膜,可以提供对附着物的抵抗力,防止海洋生物附着,提高拖曳缆使用寿命。同时,涂层也可以减少拖曳缆在水下运行时的阻力;常见的涂层材料包括抗污染聚合物、硅烷改性聚合物、聚合物表面共建聚合物、纳米颗粒等。

[0053] 进一步地,外防护层30尺寸可以是非均匀的、渐变的,呈流线型;也可以非光滑面,即可有纹路;目的都是减少拖曳缆在水下运行时的阻力。

[0054] 具体的实施方式中,采用的纤维纱为超高分子量聚乙烯纤维丝;每股纤维纱的断裂强度不小于11/30*D(单位:N),D(单位:丹尼尔)为线密度;当纤维纱中纤维丝总根数为M

时,其理论上可以为拖曳缆提供的断裂强度力值F:$F=11/30*D*M*\cos\alpha*K$,α为纤维纱绞合角度,K为折损系数,K取值0.85~0.95;从上述公式,可以看出,当需要对拖曳缆提出具体的断裂强度要求时,即可得出理论上需求的纤维纱根数及对应的线密度。具体地,每股纤维纱可以采用多根纤维丝绞合加捻而成;从而提高单根纤维纱断裂强度。

[0055] 根据本发明提供的一个实施例,复合拖曳线缆还包括粘接层50,相邻的纤维增强层40之间设有粘接层50。在内防护层20和外防护层30之间可以设置多层的纤维增强层40,相邻的纤维增强层40之间通过粘接层50实现连接,从而能够进一步提高稳定性,以及提升耐反复张力弯曲差的性能,从而提高其使用寿命。

[0056] 粘接层50位于相邻纤维纱层(内外两层)之间,目的是将相邻两个纤维纱层中的纤维纱粘黏在一起,使其形成一个整体,从而保证受力更加均匀和充分。

[0057] 如图5所示,由于第一凹槽21和第二凹槽31的螺旋方向相反,这使得第一凹槽21配合的第一纤维增强层41,与第二凹槽31配合的第二纤维增强之间具有相反的绞合方向,粘接层50位于第一纤维增强层41与第二纤维增强层42之间。

[0058] 具体设置时,粘接层50包括多个粘接点51,多个粘接点51沿纤维增强层40的表面呈周期性间隔布置,以使多个粘接点51连续形成螺旋曲线状形态,以使所述纤维增强层中相邻纤维纱之间部分粘黏。

[0059] 粘黏层为非整面涂抹的方式进行粘接,而是采用点涂的方式进行设置。具体地,采用一种双组份的室温固化耐温胶粘剂,其中A组份以环氧树脂、稀释剂等为主要原料制成,具有一定的触变性;B组份以胺类为主要原料,经反应、混合配制而成;AB组份按找一定比例混配而成胶粘剂。

[0060] 如图5、6所示,粘接点51为点状的粘接区域,通过多个点状的粘接区域形成了了粘接层50,每一点状的粘接点能够使得相邻的纤维增强层40之间的部分纤维纱粘接。具体地,如图6所示,在第一纤维增强层41和第二纤维增强层42之间设有粘接点51,也就是第一纤维纱和第二纤维纱之间通过粘接点51进行粘接。

[0061] 胶粘剂采用周期性点胶方式涂覆在内层纤维纱表面,由于纤维纱具有一定的绞合角度,因此胶粘剂在纤维纱表面也呈周期性分布;可通过生产速度及点胶间隔来控制点胶节距和胶点分布,进而控制粘黏层在纤维纱层的分布,使得各个粘接点51形成一定规律的螺旋形态。

[0062] 胶粘剂在固化前,呈液体状,可很好的渗透在纤维纱之前;胶点固化后,可使纤维纱层呈网状结构粘黏在一起,形成一个整体;与常规光缆纤维纱增强层相比,结构更加紧密,受力更加均匀充分,最大限度发挥纤维纱的抗拉强度。

[0063] 具体地,粘黏层中的点胶方式可以呈S曲线点状分布,可以呈轴向环形间隔分布。其胶点尽可能的分布在相邻两根纤维纱之间。

[0064] 可以理解的是,通过将粘接层50设置为间隔点状,并最终形成螺旋线状的结构,这保证了粘接的效果下不会影响到拖曳缆的收放。因为,通常拖曳缆绕设在绞盘上,通过绞盘的收放实现对于拖曳缆的使用,这使得拖曳缆需要承受反复的弯曲,本实施例通过曲线状的粘接层50能够使其不会因为由于整面的粘接剂硬化而影响到拖曳缆的弯曲,提高了拖曳缆的各项性能。

[0065] 根据本发明提供的一个实施例,如图1、图6所示,复合拖曳线缆还包括缓冲层60,

缓冲层60设于缆芯10与内防护层20之间。

[0066] 缓冲层60具有一定的硬度,这使得在受到挤压压力作用时,可以发生压缩形变,分散和缓冲压力向缆芯10传递,提高拖曳缆耐反复弯曲性能。

[0067] 具体设置时,缓冲层60由弹性聚合材料制备得到,缓冲层60包覆于缆芯10外部,并填充于缆芯10的空隙中,以使缓冲层60直接与缆芯10的外壁面接触。

[0068] 缓冲层60位于内护层和缆芯10之间,并完全包覆在缆芯10外围,填充在光单元12和电单元11之间的空隙,并沿缆芯10纵向延伸形成一个圆形柱体;缓冲层60分别与缆芯10和内防防护层直接接触,但不粘黏。缓冲层60表面光滑,与相邻层间具有较小的摩擦系数,在0.15~0.30左右。使得在受到弯曲时,缓冲层60可以相对缆芯10和内护层有一定的滑移,从而保证缆芯10良好的弯曲性能。

[0069] 具体的实施方式中,缓冲层60的截面形成有蜂窝状结构,并在缓冲层60的表面涂敷有润滑剂61,润滑剂61自然渗透到缓冲层60内,以使缓冲层60具有润滑性能。

[0070] 缓冲层60采用高弹性聚合物材料制成,常用材料为三元乙丙橡胶。在制备过程中,通过加入化学发泡剂,使其截面呈蜂窝状结构;然后在其表面涂覆一定量润滑剂61,通过自然渗透,可使缓冲层60具备一定的润滑性能,降低缓冲层60内外表面的摩擦系数。同时,由于润滑剂61的存在,缓冲层60也具备一定阻水性能,即使外护层破损,也能防止水向缆芯10渗透。

[0071] 通过缓冲层60的设置,在拖曳缆受到弯曲时,缓冲层60可以相对缆芯10和内护层有一定的滑移,从而保证缆芯10良好的弯曲性能;同时,缓冲层60具有一定硬度,受到挤压外力作用时,可以发生压缩形变,分散和缓冲压力向缆芯10传递;当外力消失后,在可承受的压缩形变范围内,缓冲层60可恢复。提高拖曳缆耐反复弯曲性能,有利于提高拖曳缆在实际反复收放过程中的使用寿命。

[0072] 总之,本发明的方案中,通过在内防护层20和外防护层30上均开设凹槽,其可看作为两个相互对立的“U”型卡扣设计,“U”型空隙中即填充着纤维纱,减少了纤维纱与护套之间的滑移,通过护套挤压使纤维纱紧密的束缚在内护层上,光缆也更加密实。

[0073] 在生产工艺上,在内外护层之间采用抽真空处理,一是减少纤维纱层间的空隙,空气更少;二是,通过抽真空可以使胶粘剂沿纤维纱层纵向渗透更充分,更均匀。且光缆内部越紧密,其轴向可承受的耐静水压力越高,在水下应用时,收到的水压影响越小,可应用的水深越大。也可提高光缆抗弯曲、抗扭转性能。

[0074] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式采用非金属纤维纱增强铠装,具有重量轻、尺寸小、断裂强度高、耐反复弯曲的优点,能够保证拖曳设备的供电及通信传输安全。进一步地,通过在缓冲层60间渗透润滑剂61,使其与缆芯10和内护层接触时,具有较低的摩擦系数,受到弯曲时,缓冲层60可以相对缆芯10和内护层有一定的滑移,从而保证缆芯10良好的弯曲性能;同时,缓冲层60具有一定硬度,受到挤压外力作用时,可以发生压缩形变,分散和缓冲压力向缆芯10传递,提高拖曳缆耐反复弯曲性能。进一步地,内外防护层30的非光滑表面均匀分布着多个沿纵向呈周期性曲线连续延伸的螺旋凹槽,其绞合角度、绞合节距以及尺寸大小、分布数量等参数等与纤维纱层联动匹配组合,减少了纤维纱之间的磨损、断丝等问题;同时,上下两层凹槽类似于“U”型卡扣设计,减少了纤维纱与防护层之间的滑移,使纤维纱排列更规则、更紧密。进一步地,通过粘接点

51将相邻纤维增强层40呈网状结构粘黏在一起,形成一个整体,受力更加均匀充分,最大限度发挥纤维纱的抗拉强度。

[0075] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

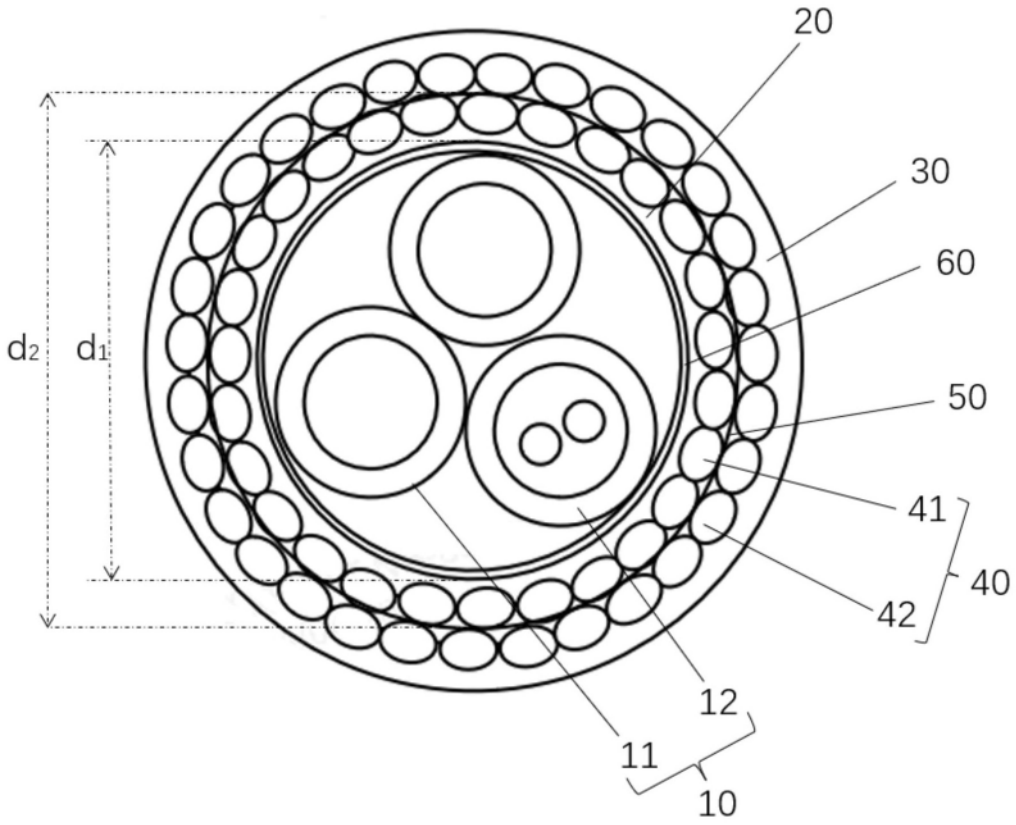


图1

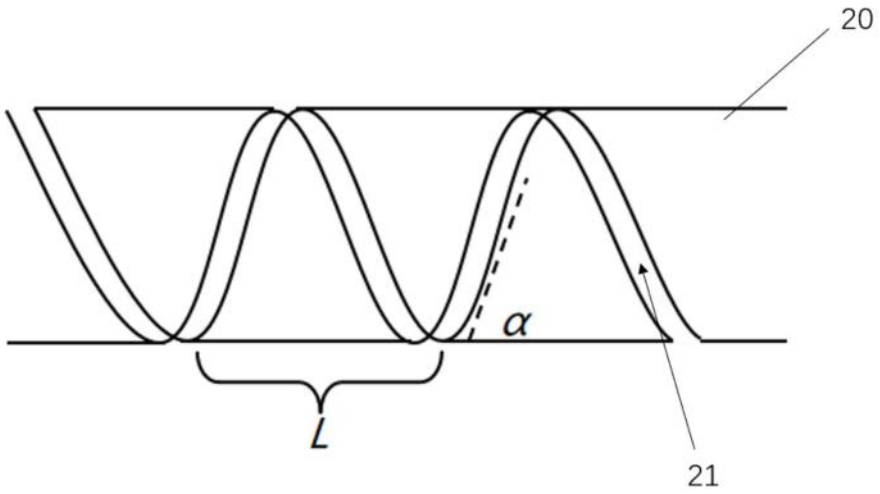


图2

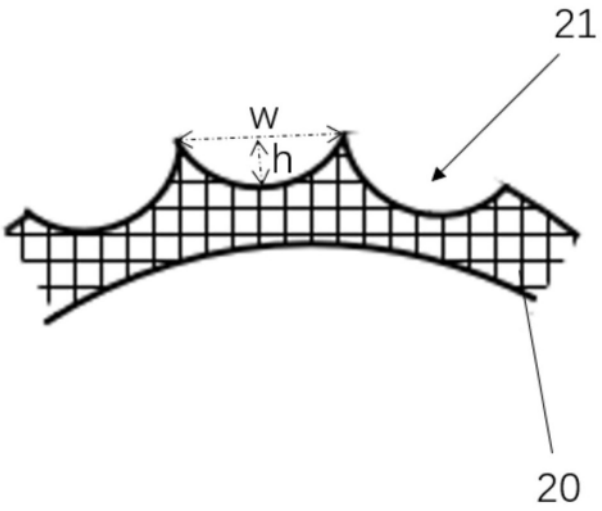


图3

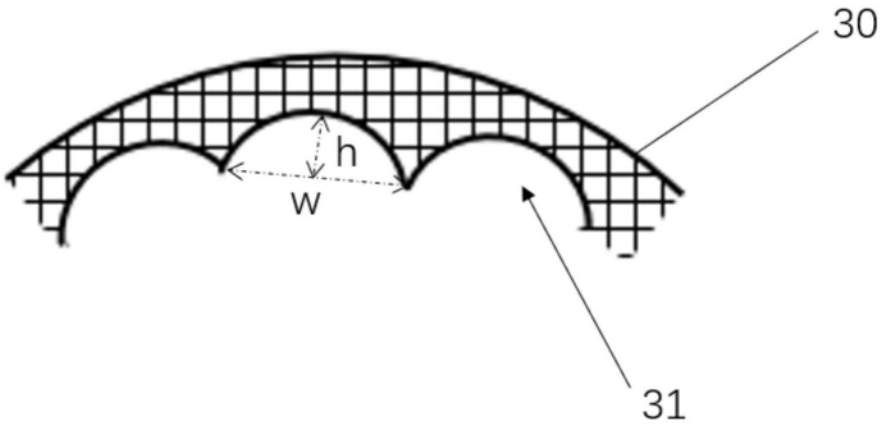


图4

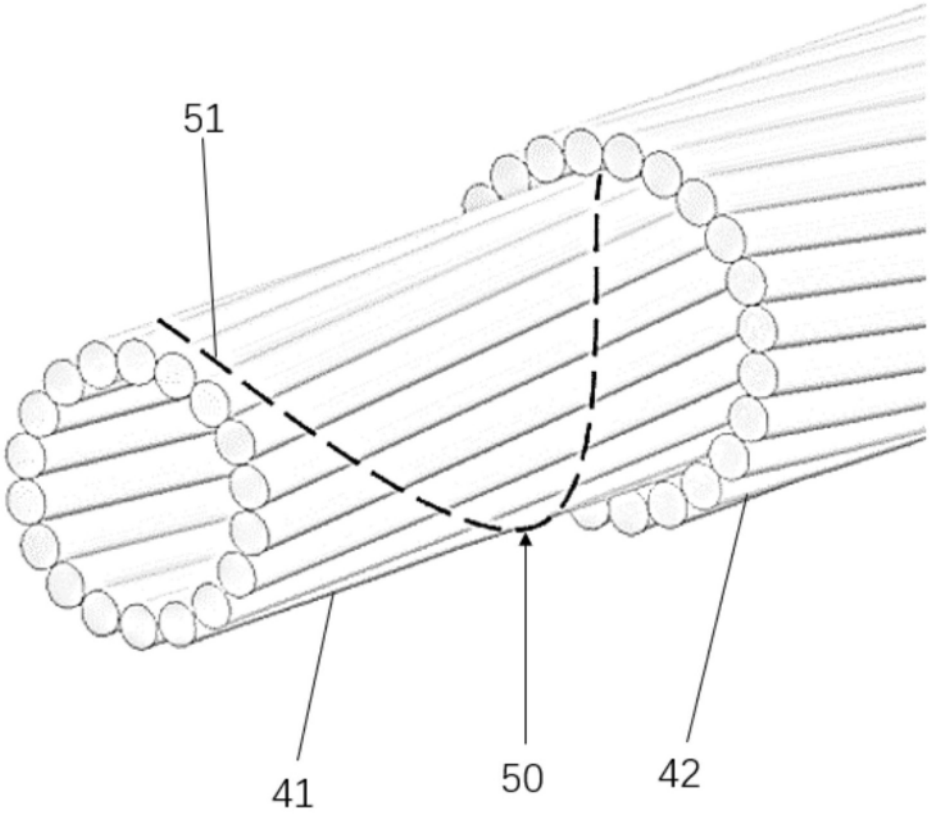


图5

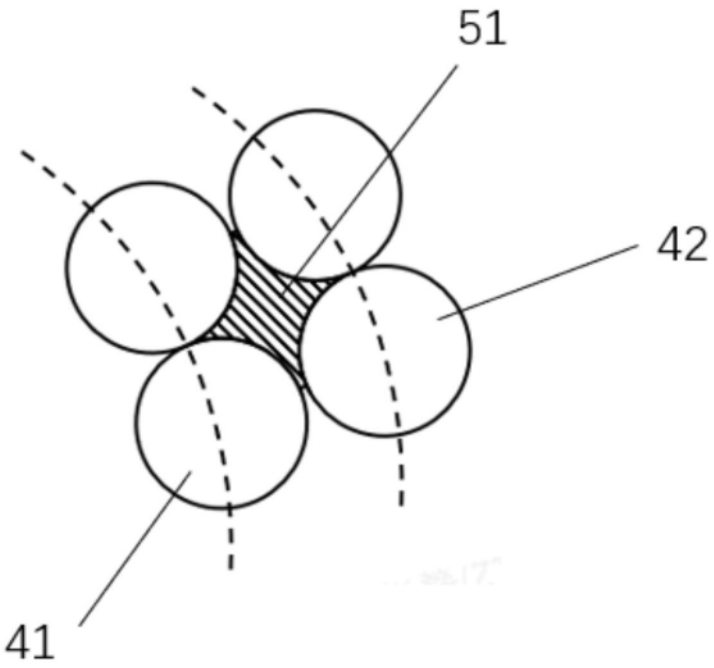


图6

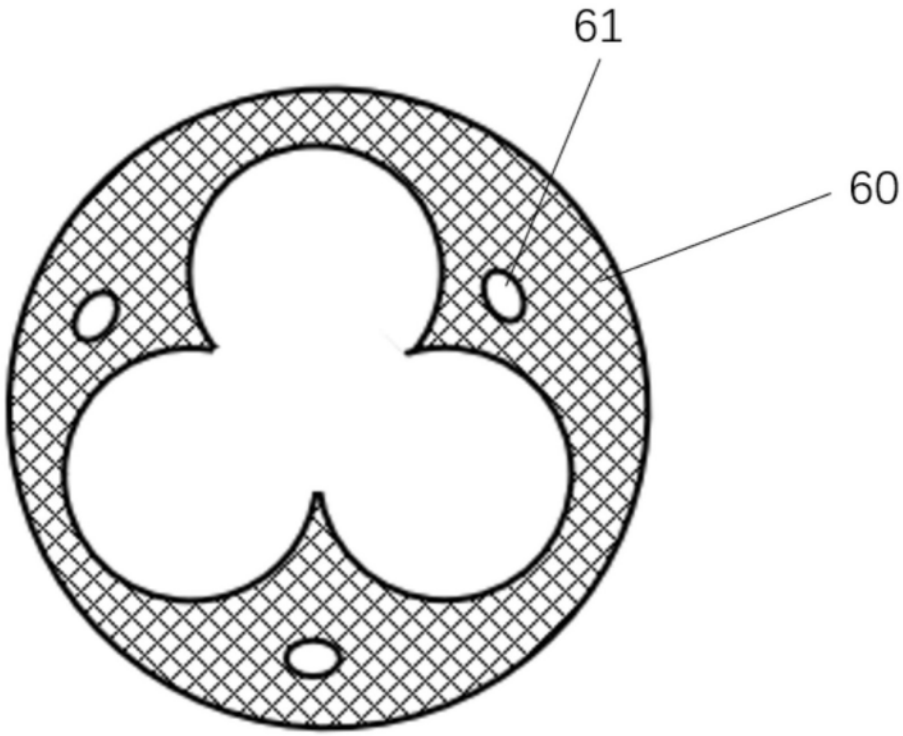


图7