(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118188892 A
(43)申请公布日 2024.06.14

(21)申请号 202410614315.9
(22)申请日 2024.05.17
(71)申请人 浙江大学
地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号
申请人 中国石油大学(北京) 天津大学
(72)发明人 龚顺风 王喜鹏 王莹莹 徐万海
(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200
专利代理师 邱启旺
(51)Int.Cl.
F16L 11/04(2006.01)
B29D 23/00(2006.01)
F16L 11/02(2006.01)
F16L 57/06(2006.01)
F16L 57/00(2006.01)
F16L 58/02(2006.01)

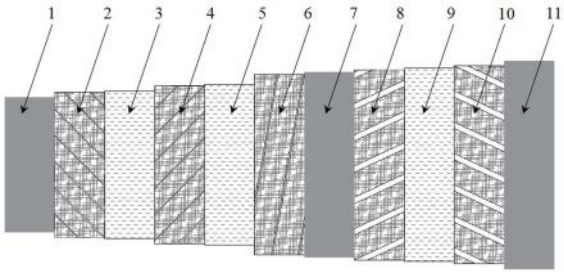
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管及其制造方法

(57)摘要

本发明提供了一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管及其制造方法;该非金属非粘结型纤维增强复合柔性管由内至外依次设有:内衬层、第一抗内压增强层、第一抗磨层、第二抗内压增强层、第二抗磨层、抗外压增强层、防渗层、第一抗拉增强层、第三抗磨层、第二抗拉增强层和外护层,并在第一抗内压增强层内设有凯夫拉混合光纤缆,所有结构层均为非金属材料,且各个相邻层之间均为非粘结接触。本发明提供的非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,不仅轻量化、柔性好、耐腐蚀、耐渗透、加工制作方便,而且具有较好的抗内压和抗外压能力,同时可实现柔性管工作状态实时监测,能够适应恶劣的海洋环境以及复杂的荷载工况,可用作海底油气管道以及动态海洋立管。



CN 118188892 A

1.一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,其特征在于,由内至外依次设置内衬层、第一抗内压增强层、第一抗磨层、第二抗内压增强层、第二抗磨层、抗外压增强层、防渗层、第一抗拉增强层、第三抗磨层、第二抗拉增强层和外护层,并在第一抗内压增强层内设有凯夫拉混合光纤缆,所有结构层材料均为非金属,且相邻层之间为非粘结接触;

所述内衬层、防渗层和外护层均为热塑性聚合物,经熔融挤出定型,呈筒状结构;

所述第一抗内压增强层、第二抗内压增强层、抗外压增强层、第一抗拉增强层和第二抗拉增强层均为连续单向纤维预浸条带,截面呈矩形,通过螺旋缠绕制成,再经加热-降温固化成型。

2.根据权利要求1所述的非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,其特征在于,所述内衬层的材料为高密度聚乙烯、聚偏氟乙烯、交联聚乙烯或尼龙;所述内衬层的厚度为2-20mm。

3.根据权利要求1所述的非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,其特征在于,所述第一抗内压增强层和第二抗内压增强层的连续单向纤维预浸条带的纤维为芳纶纤维、碳纤维或玻璃纤维,树脂基体为环氧树脂或不饱和聚酯树脂;其单向纤维预浸条带厚度为1-10mm、宽度为10-40mm、缠绕角度在45°-75°之间;所述第一抗内压增强层和所述第二抗内压增强层的缠绕角度相同,但缠绕方向相反;

所述抗外压增强层的连续单向纤维预浸条带的纤维为芳纶纤维、碳纤维或玻璃纤维,树脂基体为环氧树脂或不饱和聚酯树脂;其单向纤维预浸条带厚度为5-20mm、宽度为20-50mm,缠绕角度在70°-85°之间,堆叠数量为1-5条;

所述第一抗拉增强层和第二抗拉增强层的连续单向纤维预浸条带的纤维为芳纶纤维、碳纤维或玻璃纤维,树脂基体为环氧树脂或不饱和聚酯树脂;其单向纤维预浸条带厚度为1-10mm、宽度为10-40mm,缠绕角度在20°-40°之间。

4.根据权利要求1所述的非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,其特征在于,通过将凯夫拉混合光纤缆或电缆布置在所述第一抗内压增强层内,与单向纤维预浸条带并列共同螺旋缠绕而成,从而实现保护光纤或电缆。

5.根据权利要求1所述的非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,其特征在于,所述第一抗磨层、第二抗磨层和第三抗磨层均采用聚乙烯、聚氯乙烯或尼龙材料,以45°-80°进行缠绕,将上一结构层完全包裹。

6.根据权利要求1所述的非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,其特征在于,所述防渗层和外护层的材料为高密度聚乙烯、聚偏氟乙烯、交联聚乙烯或尼龙;其中,所述防渗层采用热塑性聚合物材料熔融挤出成型,防渗层厚度为1-10mm;所述外护层采用热塑性聚合物材料熔融挤出成型,外护层厚度为5-20mm。

7.一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管的制造方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)通过调整温度和压力,使热塑性聚合物达到熔融状态,然后利用挤出工艺进行成型,经过定型和冷却,制备出具有预设几何尺寸的内衬管,将其作为内衬层;

(2)将连续单向纤维预浸条带和凯夫拉混合光纤缆固定在预紧装置上,通过螺旋模具将纤维预浸条带和凯夫拉混合光纤缆以45°-75°缠绕在所述内衬层表面,经加热装置进行高温固化,最后降温定型,形成第一抗内压增强层;

(3)将热塑性聚合物原料混合熔融挤出带状薄膜,经冷却、拉伸以及干燥处理,再将其以45°-80°缠绕在第一抗内压增强层表面,形成第一抗磨层;

(4)重复所述步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸条带以45°-75°缠绕在所述第一抗磨层表面,形成第二抗内压增强层;

(5)将热塑性聚合物原料混合熔融挤出带状薄膜,经冷却、拉伸以及干燥处理,再将其以45°-80°缠绕在第二抗内压增强层表面,形成第二抗磨层;

(6)重复所述步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸条带以70°-85°缠绕在所述第二抗磨层表面,形成抗外压增强层;

(7)将热塑性聚合物挤出到所述抗外压增强层外,经过定型和冷却,形成防渗层;

(8)重复所述步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸条带以20°-40°缠绕在所述防渗层表面,形成第一抗拉增强层;

(9)将热塑性聚合物原料混合熔融挤出带状薄膜,经冷却、拉伸以及干燥处理,再将其以45°-80°缠绕在第一抗拉增强层表面,形成第三抗磨层;

(10)重复所述步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸条带以20°-40°缠绕在所述第三抗磨层表面,形成第二抗拉增强层;

(11)将热塑性聚合物熔融挤出到所述第二抗拉增强层外,经过定型和冷却,形成外护层;进而得到非金属非粘结型纤维增强复合柔性管。

一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管及其制造方法,尤其是涉及一种用于海底油气管道以及与浮式生产设施连接的动态海洋立管等的多功能非金属非粘结型纤维增强复合柔性管及制造工艺。

背景技术

[0002] 海底管道在海洋油气能源开发工程中发挥重要作用,被誉为油气生产系统的“生命线”。由于其运营成本低、连续性好、安全性高以及运输量大等优势,在海洋油气产业中得到了广泛使用。然而,海底管道在服役期间面临严峻考验,管道内部高温、外部高压及内外腐蚀等共同作用易导致材料性能下降,进而引发结构失效。相比之下,动态海洋立管的服役条件更加苛刻,除了上述因素之外,还要承受高静水压力、轴拉、弯曲以及海流等共同作用,因此在复杂输送介质和恶劣的海洋环境影响下,深海油气管道的服役安全性面临极大的挑战。

[0003] 柔性管是由金属或非金属材料与聚合物经先进的加工成型工艺复合而成的轻质高强管道,充分发挥了各层材料的力学性能及层间相互作用,使得管道具有优越的复合性能。柔性管易铺设、耐腐蚀、可回收,同时可承受较大的弯曲变形,能够与上部浮式平台较好的协同工作,在某些恶劣海况条件的海域,柔性管已成为了最佳或唯一选择。柔性管按材料类型可分为金属柔性管和非金属柔性管,按加工工艺可分为粘结型柔性管和非粘结型柔性管。

[0004] 金属粘结型柔性管具有轴向强度高、抗压性能好、方便运输安装等特点,比如CN116045088A中公开的一种钢塑复合管,包括内层管、钢带层、外层管、胶粘层和结合层。内层为添加陶瓷的无规共聚聚丙烯,钢带层为镀铝钢带,外层管为外表面涂覆有聚四氟乙烯涂层的耐热聚乙烯,胶粘层所用胶粘剂为具备粘结、密封堵漏功能的厌氧胶。此种金属粘结型复合柔性管抗疲劳性能相对较差、不耐腐蚀,不适合应用于深海环境和恶劣海况,常用于短距离油气资源输送。

[0005] 金属非粘结型柔性管具有柔韧性好、耐高压、灵活性好等特点,是目前国际油气资源开发领域最受青睐的结构形式,比如CN208735050U中公开的一种金属非粘结型柔性管,包括骨架层、内衬层、抗压铠装层、中保护套层、缆孔层、第一抗拉铠装层、第二抗拉铠装层和外保护套层。缆孔层和第一抗拉铠装层之间设有第一防磨层,第一抗拉铠装层和第二抗拉铠装层之间设有第二防磨层;缆孔层螺旋缠绕于所述中保护套层上;骨架层的材质为不锈钢、镍合金钢或钼合金钢;抗压铠装层的材质为碳素钢;内衬层的材质为高密度聚乙烯、交联聚乙烯、尼龙或聚偏氟乙烯;外保护套层的材质为高密度聚乙烯。在深海领域应用时其铠装层通常需采用较大的壁厚,导致顶端张力较大,此外金属铠装层和骨架层仍有被海水腐蚀的风险从而影响长期服役性能。

[0006] 非金属粘结型柔性管具有轻量化、气密性好、耐腐蚀性能等特点,比如CN107081922A公开的一种热塑性复合材料长输管,从内向外依次是内衬层、纤维增强层和

外保护层。内衬层和外保护层均为热塑性复合材料;纤维增强层由高强度纤维和热塑性聚合物3D打印复合而成。但由于其粘结型结构构型导致柔韧性和耐疲劳性能相对较差。此外,在深水和超深水环境作业时,此种复合结构无法满足高水压和高顶端拉力的工作要求,易引起管道失效。

[0007] 非金属非粘结型柔性管具有轻量化、耐腐蚀、高柔韧性等优势,但仍少被关注,CN117146071A公开了一种深海采矿非金属非粘结柔性混输管,由内至外依次设置内衬层、抗内压增强层、第一耐磨层、第一补偿增强层、第二耐磨层、第二补偿增强层、第三耐磨层、骨架层、隔离层、第一抗拉增强层、第四耐磨层、第二抗拉增强层和外覆层,相邻层之间采用非粘结连接方式。该柔性管采用纤维束与树脂现场加工制作纤维增强层,操作复杂且影响加工进度。此外,由于其层数较多且抗内压增强层为筒状结构,其柔性和韧性受到较大限制,无法满足动态立管的工作要求,带来安全隐患。

发明内容

[0008] 针对现有技术中的上述不足,本发明提供一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管及其制造方法,此种柔性管不仅轻量化、耐腐蚀、耐渗透、柔性好、加工方便,而且具有良好的保温隔热和耐高压性能,同时可实现柔性管工作状态实时监测,能够适应海洋中的恶劣环境,在深水及超深水的油气资源开发领域有着广阔的应用前景。

[0009] 为实现上述技术目的,本发明提供了一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,由内至外依次设置内衬层、第一抗内压增强层、第一抗磨层、第二抗内压增强层、第二抗磨层、抗外压增强层、防渗层、第一抗拉增强层、第三抗磨层、第二抗拉增强层和外护层,并在第一抗内压增强层内设有凯夫拉混合光纤缆,所有结构层材料均为非金属,且相邻层之间为非粘结接触;

所述内衬层、防渗层和外护层均为热塑性聚合物,经熔融挤出定型,呈筒状结构;

所述第一抗内压增强层、第二抗内压增强层、抗外压增强层、第一抗拉增强层和第二抗拉增强层均为连续单向纤维预浸条带,截面呈矩形,通过螺旋缠绕制成,再经加热-降温固化成型。

[0010] 进一步地,所述内衬层的材料为高密度聚乙烯、聚偏氟乙烯、交联聚乙烯或尼龙;所述内衬层的厚度为2-20mm。

[0011] 进一步地,所述第一抗内压增强层和第二抗内压增强层的连续单向纤维预浸条带的纤维为芳纶纤维、碳纤维或玻璃纤维,树脂基体为环氧树脂或不饱和聚酯树脂;其单向纤维预浸条带厚度为1-10mm、宽度为10-40mm、缠绕角度在45°-75°之间;所述第一抗内压增强层和所述第二抗内压增强层的缠绕角度相同,但缠绕方向相反;

所述抗外压增强层的连续单向纤维预浸条带的纤维为芳纶纤维、碳纤维或玻璃纤维,树脂基体为环氧树脂或不饱和聚酯树脂;其单向纤维预浸条带厚度为5-20mm、宽度为20-50mm,缠绕角度在70°-85°之间,堆叠数量为1-5条;

所述第一抗拉增强层和第二抗拉增强层的连续单向纤维预浸条带的纤维为芳纶纤维、碳纤维或玻璃纤维,树脂基体为环氧树脂或不饱和聚酯树脂;其单向纤维预浸条带厚度为1-10mm、宽度为10-40mm,缠绕角度在20°-40°之间。

[0012] 进一步地,通过将凯夫拉混合光纤缆或电缆布置在所述第一抗内压增强层内,与

单向纤维预浸条带并列共同螺旋缠绕而成,从而实现保护光纤或电缆。

[0013] 进一步地,所述第一抗磨层、第二抗磨层和第三抗磨层均采用聚乙烯、聚氯乙烯或尼龙材料,以45°-80°进行缠绕,将上一结构层完全包裹。

[0014] 进一步地,所述防渗层和外护层的材料为高密度聚乙烯、聚偏氟乙烯、交联聚乙烯或尼龙;其中,所述防渗层采用热塑性聚合物材料熔融挤出成型,防渗层厚度为1-10mm;所述外护层采用热塑性聚合物材料熔融挤出成型,外护层厚度为5-20mm。

[0015] 为实现上述技术目的,本发明还提供了一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管的制造方法,包括以下步骤:

(1)通过调整温度和压力,使热塑性聚合物达到熔融状态,然后利用挤出工艺进行成型,经过定型和冷却,制备出具有预设几何尺寸的内衬管,将其作为内衬层;

(2)将连续单向纤维预浸条带和凯夫拉混合光纤缆固定在预紧装置上,通过螺旋模具将纤维预浸条带和凯夫拉混合光纤缆以45°-75°缠绕在所述内衬层表面,经加热装置进行高温固化,最后降温定型,形成第一抗内压增强层;

(3)将热塑性聚合物原料混合熔融挤出带状薄膜,经冷却、拉伸以及干燥处理,再将其以45°-80°缠绕在第一抗内压增强层表面,形成第一抗磨层;

(4)重复所述步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸条带以45°-75°缠绕在所述第一抗磨层表面,形成第二抗内压增强层;

(5)将热塑性聚合物原料混合熔融挤出带状薄膜,经冷却、拉伸以及干燥处理,再将其以45°-80°缠绕在第二抗内压增强层表面,形成第二抗磨层;

(6)重复所述步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸条带以70°-85°缠绕在所述第二抗磨层表面,形成抗外压增强层;

(7)将热塑性聚合物挤出到所述抗外压增强层外,经过定型和冷却,形成防渗层;

(8)重复所述步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸条带以20°-40°缠绕在所述防渗层表面,形成第一抗拉增强层;

(9)将热塑性聚合物原料混合熔融挤出带状薄膜,经冷却、拉伸以及干燥处理,再将其以45°-80°缠绕在第一抗拉增强层表面,形成第三抗磨层;

(10)重复所述步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸条带以20°-40°缠绕在所述第三抗磨层表面,形成第二抗拉增强层;

(11)将热塑性聚合物熔融挤出到所述第二抗拉增强层外,经过定型和冷却,形成外护层;进而得到非金属非粘结型纤维增强复合柔性管。

[0016] 本发明的有益效果是:

(1)多层结构组合,提高承载能力:

本发明的柔性管将十一个独立的结构层集合成为一体,所有的结构层均为非金属材料,且相邻层之间为非粘结接触,有效提升了管体的耐疲劳性能。第一抗内压增强层、第二抗内压增强层、抗外压增强层、第一抗拉增强层和第二抗拉增强层为主要的承载结构,且均为纤维复合材料。抗外压增强层主要用来抵抗外部高静水压力,抗拉增强层主要用来抵抗轴向拉力,抗内压增强层则可以同时抵抗内压和轴拉。显然在这种复合结构下,柔性管的整体承载性能得到明显提高,可适用于复杂的荷载工况和恶劣的海洋环境。

[0017] (2)专设螺旋结构,改善管体柔性:

本发明的非金属非粘结型柔性管所有承载层均为纤维复合材料,区别于先前公开的非金属柔性管结构,本发明的所有纤维增强层均采用螺旋缠绕结构,而非筒状结构,同层纤维带之间留有空隙,在管体盘卷运输或受力变形时条带之间不会相互挤压,使得管体具有更好的柔性和弯曲性能。因此,本发明的柔性管作为动态海洋立管具有突出优势。

[0018] (3)采用纤维预浸条带,益于加工制作:

先前公开的非金属柔性管中,纤维增强层均采用纤维束和树脂结合现场浸渍固化,这种加工方法操作复杂、制作速度较慢,并且很难控制纤维和树脂浸渍的均匀度,从而影响纤维增强层的整体力学性能。本发明的第一抗内压增强层、第二抗内压增强层、抗外压增强层、第一抗拉增强层和第二抗拉增强层均采用连续单向纤维预浸带,不需要现场浸渍固化,可直接进行螺旋缠绕施工,操作方便,加工进度较快,并且纤维增强层的整体力学性能稳定有保障。

[0019] (4)方便实时监测,多种功能用途:

本发明的非金属非粘结型柔性管可在服役期间实时监测工作状态,可用于石油、天然气或矿物资源运输,作为海底管线、动态立管、出油管和跨接管等,具有轻量化、耐腐蚀、耐渗透、柔性好和耐高压等优势,且在服役结束后,可以实现全部或部分的回收,节省成本。

附图说明

[0020] 图1是本发明的非金属非粘结型纤维增强复合柔性管的整体结构示意图;

图2是本发明的非金属非粘结型纤维增强复合柔性管的径向剖面结构示意图。

[0021] 附图标记说明:内衬层1;第一抗内压增强层2;第一抗磨层3;第二抗内压增强层4;第二抗磨层5;抗外压增强层6;防渗层7;第一抗拉增强层8;第三抗磨层9;第二抗拉增强层10;外护层11。

具体实施方式

[0022] 以下将通过参考附图更详细地描述本发明的示例实施方式。尽管附图显示了本发明的示例实施方式,但应理解,本发明可以以各种形式实施,并不应受限于此处所描述的实施方式。相反,提供这些实施方式旨在更好地理解本发明,并将本发明的范围完整地传达给该领域的技术人员。

[0023] 本实施例提供了一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,其中,内衬层用于输送介质;抗内压增强层同时兼具抵抗内压与抗拉的综合性能;防渗层不仅可以充当抗外压增强层和抗拉增强层的抗磨层,还可以在外护层发生破损或失效时,充当外保护层来防止海水进一步浸入;抗内压增强层、抗外压增强层以及抗拉增强层的螺旋缠绕结构可以充分保证柔性管的弯曲性能;抗内压增强层、抗外压增强层以及抗拉增强层均采取连续单向纤维预浸带,通过预紧装置螺旋缠绕,再进行加热-降温固化成型,可以有效抵抗内压、外压和轴拉。因此,该发明可以充分发挥上述优势,适应恶劣的海洋环境及复杂的载荷工况,保证油气开采工作的安全性。

[0024] 如图1-图2所示,本实施例提供的一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管,包括由内至外依次设置的内衬层1、第一抗内压增强层2、第一抗磨层3、第二抗内压增强层4、第

二抗磨层5、抗外压增强层6、防渗层7、第一抗拉增强层8,第三抗磨层9、第二抗拉增强层10、外护层11,所有结构层均为非金属材料,且相邻层之间采用非粘结接触方式。

[0025] 其中,内衬层1、防渗层7和外护层11均为热塑性聚合物,经现场熔融挤出定型,呈筒状结构。优选地,内衬层1的材料为热塑性聚合物,包括但不限于高密度聚乙烯、聚偏氟乙烯、交联聚乙烯或尼龙;内衬层1的内径为2-20英寸、厚度为2-20mm。

[0026] 优选地,第一抗内压增强层2、第二抗内压增强层4、抗外压增强层6、第一抗拉增强层8和第二抗拉增强层10均为连续单向纤维预浸条带,其截面为矩形,经预紧装置螺旋缠绕,再经加热装置进行加热-降温固化成型。

[0027] 优选地,第一抗内压增强层2、第二抗内压增强层4所用纤维为芳纶纤维、碳纤维或玻璃纤维,所用树脂基体为环氧树脂或不饱和聚酯树脂;其纤维条带的厚度为1-10mm、宽度为10-40mm,缠绕角度在45°-75°之间;第一抗内压增强层2和第二抗内压增强层4的缠绕角度相同,但缠绕方向相反,由此,可以相互抵消纤维条带受拉产生的扭转效应。

[0028] 优选地,抗外压增强层6的连续单向纤维预浸条带所用纤维为芳纶纤维、碳纤维或玻璃纤维,树脂基体为环氧树脂或不饱和聚酯树脂;其纤维条带厚度为5-20mm、宽度为20-50mm,纤维条带缠绕角度在70°-85°之间,条带堆叠数量为1-5条;由此,抗外压增强层6可以承担高静水压力,是管体在深海服役安全性的保障。

[0029] 优选地,第一抗拉增强层8和第二抗拉增强层10的连续单向纤维预浸条带所用纤维为芳纶纤维、碳纤维或玻璃纤维,树脂基体为环氧树脂或不饱和聚酯树脂;其纤维条带厚度为1-10mm、宽度为10-40mm,纤维条带缠绕角度在20°-40°之间;第一抗拉增强层8和第二抗拉增强层10的缠绕角度相同,但缠绕方向相反,由此,可以相互抵消条带受拉产生的扭转效应。

[0030] 优选地,凯夫拉混合光纤缆或电缆可布置在第一抗内压增强层2内,与单向纤维预浸带并列共同螺旋缠绕而成,起到保护光纤或电缆的作用。

[0031] 优选地,第一抗磨层3、第二抗磨层5和第三抗磨层9均采用聚乙烯、聚氯乙烯或尼龙材料,且其条带以缠绕角度45°-80°之间进行缠绕,并完全包裹住上一层。由此,可以避免各纤维增强层间的磨损,保证管体的长期承载性能。

[0032] 优选地,防渗层7和外护层11的材料为热塑性聚合物,包括但不限于高密度聚乙烯、聚偏氟乙烯、交联聚乙烯或尼龙;防渗层7采用热塑性聚合物挤出成型,厚度为1-10mm,防渗层7兼备耐磨与隔离海水作用;外护层11采用热塑性聚合物挤出成型,厚度为5-20mm,外护层11主要作用为隔离海水。

[0033] 本实施例还提供了一种非金属非粘结型纤维增强复合柔性管的制造方法,包括以下步骤:

(1)通过适当温度(180°-300°)和压力(10-100MPa)熔融挤出热塑性聚合物,并经过定型和冷却,可制备出具有预设几何尺寸的内衬管,用作内衬层1;

(2)将连续单向纤维预浸条带和凯夫拉混合光纤缆固定在预紧装置(如缠绕机)上,利用缠绕机的摩擦盘调节预紧力,通过螺旋模具将纤维预浸带和凯夫拉混合光纤缆以45°-75°的缠绕角度缠绕在所述内衬层1表面,经加热装置(如电热烤箱)进行高温固化,最后降温定型,形成第一抗内压增强层2;

(3)将热塑性聚合物原料混合熔融挤出带状薄膜,经冷却、拉伸以及干燥处理,再

将其以45°-80°的缠绕角度缠绕在第一抗内压增强层2表面,形成第一抗磨层3;

(4)重复步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸带以45°-75°的缠绕角度缠绕在第一抗磨层3表面,形成第二抗内压增强层4;

(5)重复步骤(3)中的加工工艺,将热塑性聚合物原料混合熔融挤出带状薄膜,经冷却、拉伸以及干燥处理,再将其以45°-80°的缠绕角度缠绕在第二抗内压增强层4表面,形成第二抗磨层5;

(6)重复步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸带以70°-85°的缠绕角度缠绕在第二抗磨层5表面,形成抗外压增强层6;

(7)将热塑性聚合物挤出到抗外压增强层6外,经过定型和冷却,形成防渗层7;

(8)重复步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸带以20°-40°的缠绕角度缠绕在防渗层7表面,形成第一抗拉增强层8;

(9)重复步骤(3)中的加工工艺,将热塑性聚合物原料混合熔融挤出带状薄膜,经冷却、拉伸以及干燥处理,再将其以45°-80°的缠绕角度缠绕在第一抗拉增强层8表面,形成第三抗磨层9;

(10)重复步骤(2)中的加工工艺,将单向纤维预浸带以20°-40°的缠绕角度缠绕在第三抗磨层9表面,形成第二抗拉增强层10;

(11)将热塑性聚合物熔融挤出到第二抗拉增强层10外,经过定型和冷却,形成外护层11;进而得到非金属非粘结型纤维增强复合柔性管。

[0034] 以上所述仅为本发明的优选实施例,不应因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域的情况,均应包括在本发明的专利保护范围内。

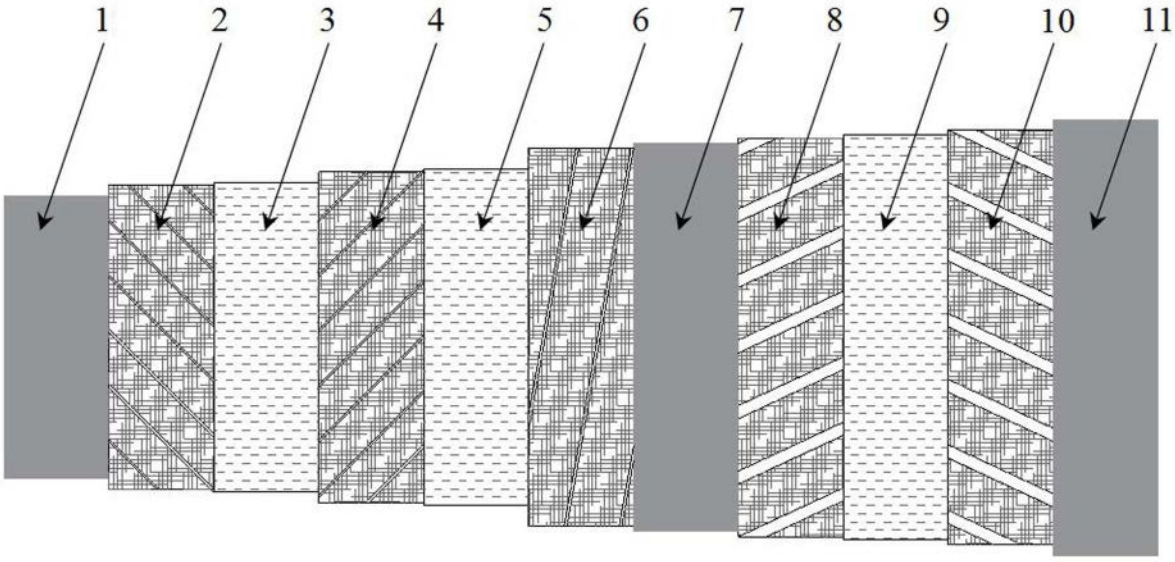


图 1

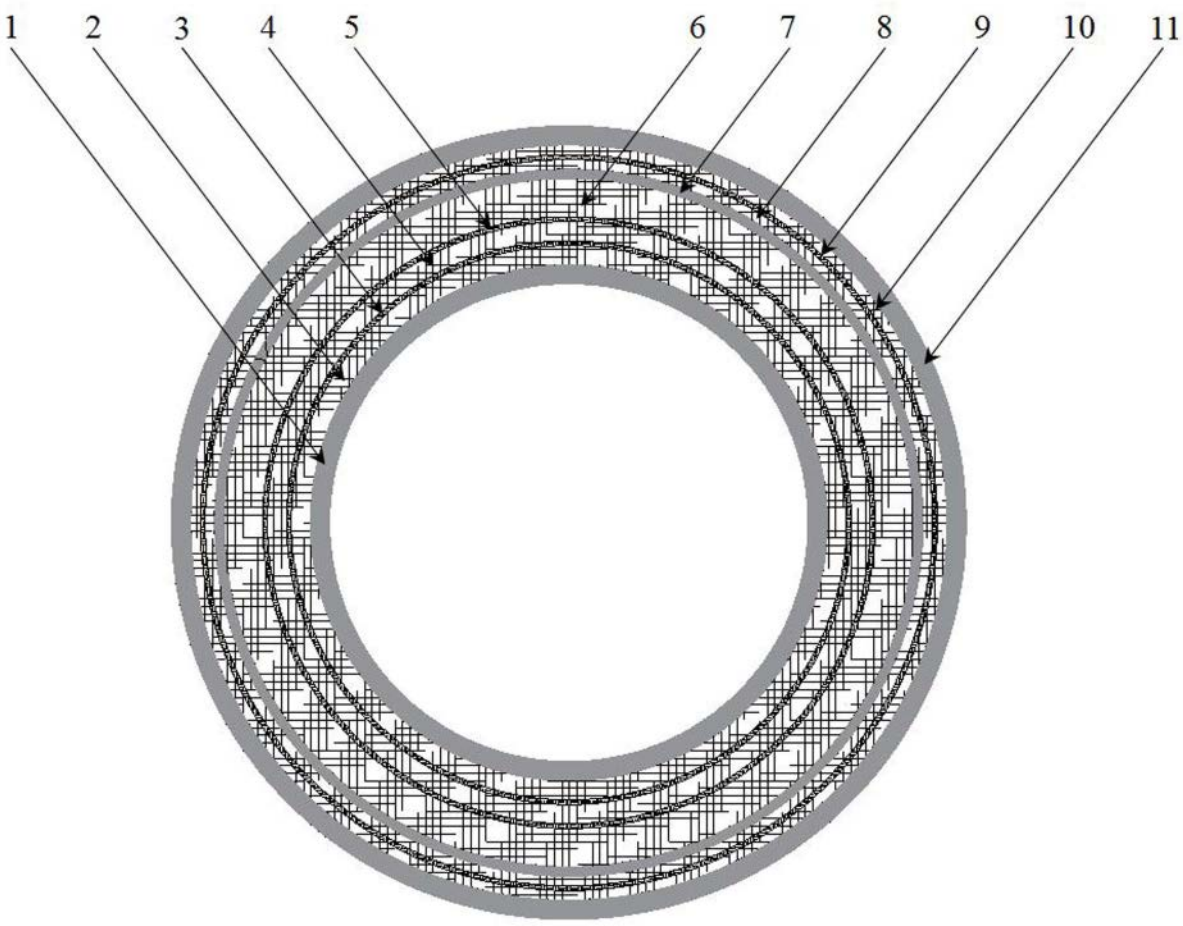


图 2