(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108951420 B
(45)授权公告日 2024.09.03

(21)申请号 201810933775.2
(22)申请日 2018.08.16
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108951420 A
(43)申请公布日 2018.12.07
(73)专利权人 江苏法尔胜缆索有限公司
地址 214445 江苏省无锡市江阴市澄常开发区
(72)发明人 薛花娟 吴琼 赵军
(74)专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限公司 11429
专利代理师 赵海波 孙燕波
(51)Int.Cl.
E01D 19/16(2006.01)
E01D 19/14(2006.01)
E01D 11/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 107034785 A,2017.08.11
CN 209428954 U,2019.09.24

审查员 吴洋

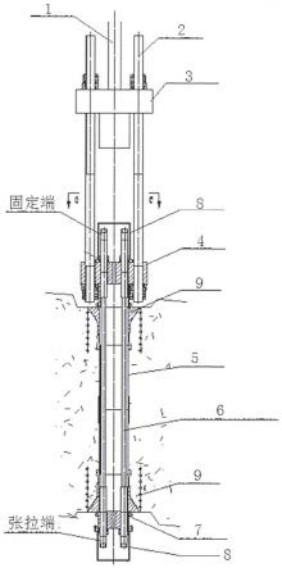
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统

(57)摘要

本发明公开了一种悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统，主要包括主缆锚头(3)、若干调节拉杆(2)、预埋管(5)，和布置在预埋管(5)内的锚碇预应力束，主缆(1)的端部固定在主缆锚头(3)上，预埋管(5)位于锚碇以下的端部设置有支承板(7)，预埋管(5)露出于锚碇以上的端部设置有连接器(4)，所述连接器(4)与主缆锚头(3)之间通过若干调节拉杆(2)连接；锚碇预应力束是由N根热挤聚乙烯钢丝拉索单元(6)构成，N≥5；预埋管(5)内的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元(6)可以在预埋管内张拉、抽换。本发明显著提高了预应力系统的强度，可操作性强，结构更加紧凑。



CN 108951420 B

1.一种悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,其特征在于:主要包括主缆锚头(3)、若干调节拉杆(2)、预埋管(5),和布置在预埋管(5)内的锚碇预应力束,主缆(1)的端部固定在主缆锚头(3)上,所述预埋管(5)位于锚碇以下的端部设置有支承板(7),预埋管(5)露出于锚碇以上的端部设置有连接器(4),所述连接器(4)与主缆锚头(3)之间通过若干调节拉杆(2)连接;锚碇预应力束是由N根热挤聚乙烯钢丝拉索单元(6)构成,N≥5;预埋管(5)内的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元(6)可以在预埋管内张拉、抽换;

所述热挤聚乙烯钢丝拉索单元(6)包括索体(607),索体(607)的一端作为张拉端,另一端作为固定端,张拉端和固定端均分别设置有锚具,所述锚具采用灌注高性能环氧填料的镦头锚,包括依次连接的连接筒(605)、锚固筒(603)、锚杯(602),剥套后的索体依次穿过连接筒、锚固筒、锚杯,连接筒(605)和锚固筒(603)内填充有环氧填料(604),索体的钢丝分丝后传入锚杯并镦头固定,锚杯外部设置有固定螺母(601);

所述热挤聚乙烯钢丝拉索单元的索体(607)的固定端锁紧在连接器(4)上,张拉端锁紧在支承板(7)上,固定端和张拉端分别设置有保护罩(8);

所述固定螺母(601)与支承板(7)抵紧,索体张拉端的锚杯(602)的前端设置张拉内螺纹,张拉拉杆的前端具有对应的张拉外螺纹,在施工过程中,张拉拉杆的前端螺纹连接到索体张拉端的锚杯上。

2.根据权利要求1所述的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,其特征在于:所述锚杯(602)内部成型有供单根钢丝穿过的穿丝孔,所述穿丝孔的孔直径大于钢丝直径0.2~0.5mm。

3.根据权利要求1所述的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,其特征在于:所述锚杯(602)的后端设置有外螺纹,锚固筒(603)的前端相应的设置有内螺纹,锚杯与锚固筒螺纹连接;所述锚固筒的后端与连接筒的前端螺纹连接,所述连接筒的后端与索体的配合处再设置有密封构件(606)使连接筒与索体密封连接。

4.根据权利要求1所述的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,其特征在于:所述锚固筒具有锥形内腔。

5.根据权利要求1所述的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,其特征在于:所述热挤聚乙烯钢丝拉索单元(6)的索体(607)采用高强度耐久型索体,将7~55根钢丝经过3度到4度轻微扭转,然后热挤黑色高密度聚乙烯形成耐久型护套。

6.根据权利要求5所述的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,其特征在于:钢丝的黑色高密度聚乙烯的密度:0.942~0.978 g/cm^3,熔融指数≤0.45 g/10min,拉伸强度≥20MPa,拉伸屈服强度≥10MPa,拉伸弹性模量≥150MPa,断裂伸长率≥600%,邵氏硬度≥60,脆化温度<-76 ℃,冲击强度≥25 kJ/m^{-2},耐热应力开裂F_{50}≥5000h。

7.根据权利要求1所述的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,其特征在于:所述单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元(6)在预埋管(5)内的张拉操作是,将锚碇预应力束整体插设到预埋管内,将单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元(6)的索体的固定端通过螺母锁紧在连接器上,将张拉端穿到支承板(7)上,此时索体张拉端的固定螺母(601)是放松的,在支承板外侧安装撑脚,再在撑脚外侧安装拉杆式千斤顶,将千斤顶的张拉拉杆连接到索体张拉端的锚杯上,启动千斤顶,将单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元张拉到设计荷载,然后旋紧固定螺母(601),实现单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元的张拉、锚固,依次对锚碇预应力束中

的其他根热挤聚乙烯钢丝拉索单元进行张拉。

8.根据权利要求1所述的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,其特征在于:所述单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元(6)在预埋管(5)内的更换操作是,在支承板外侧安装撑脚,再在撑脚外侧安装拉杆式千斤顶,将千斤顶的张拉拉杆螺接到张拉端的锚杯上,对要更换的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元逐步卸载,并依靠千斤顶和撑脚将卸载后的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元从预埋管内牵引出来,然后在预埋管内牵引并安装新的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元。

悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统

技术领域

[0001] 本发明涉及钢丝拉索的预应力系统,尤其涉及一种可单根成品索卸载、抽换的预应力系统。

背景技术

[0002] 悬索桥具有跨越能力大、构造简单、受力明确和造价经济等特点,同时还以其线性流畅美观,施工安全快捷,不易受地形、航道和季节影响等优势而倍受推崇。近一个世纪以来,随着科技的发展,悬索桥得到了非常迅猛的发展。

[0003] 锚碇是悬索桥受力、承载的关键结构,起传递主缆拉力到基础的作用。悬索桥锚碇一般为大体积混凝土结构,主缆通过锚碇锚固系统(束股连接系统和混凝土锚体中的传力系统)向锚碇、基础传递巨大的拉力。目前国内悬索桥广泛采用的锚固系统多为有粘结的预应力钢绞线锚固系统,钢绞线采用压注水泥浆防腐,存在检测、维护困难,防腐不可靠,钢束及夹片通过砂浆固化粘结在一起无法更换等问题。针对有粘结预应力锚固系统的缺点,一些工程中采用了无粘结的预应力体系,其主要方式是在浇注锚体混凝土时采用气密性较好的钢管在混凝土中预留出钢束穿行的管路,在预应力张拉完成后,对预应力管道、锚头灌注防腐油脂,通过防腐油脂进行防护,比如公开号为CN101215822A的发明专利即公开了此类结构的可更换式预应力装置。

[0004] 但锚碇预应力系统的安全性、稳定性和耐久性对悬索桥的安全运营起到至关重要的作用。对于锚碇预应力系统来说,腐蚀介质会对预应力筋造成腐蚀,缩短其寿命,如果腐蚀过于严重,则会导致预应力筋断裂,进而造成悬索桥全桥受力体系的破坏,甚至造成桥梁垮塌。

[0005] 为了解决以上问题,本发明提出了一种耐久性好的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统。

发明内容

[0006] 为了解决以上问题,本申请提出了一种耐久性好的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,本申请不采用传统的蜂窝式预埋管、预应力筋的方式,采用锚碇预应力束的结构设计,一束锚碇预应力束由一组(一般为不小于5根)独立热挤聚乙烯钢丝拉索单元(成品索)构成,在一组(一般不小于5根)热挤聚乙烯钢丝成品拉索满足对应主缆索股锚固安全性的前提下,对其中的单根热挤聚乙烯钢丝成品拉索单元可进行抽换、张拉,便于维护。

[0007] 本发明解决上述问题所采用的技术方案为:一种悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,主要包括主缆锚头、若干调节拉杆、预埋管,和布置在预埋管内的锚碇预应力束,主缆的端部固定在主缆锚头上,所述预埋管位于锚碇以下的端部设置有支承板,预埋管露出于锚碇以上的端部设置有连接器,所述连接器与主缆锚头之间通过若干调节拉杆连接;锚碇预应力束是由N根热挤聚乙烯钢丝拉索单元构成,N≥5;预埋管内的单根热挤

聚乙烯钢丝拉索单元可以在预埋管内张拉、抽换。

[0008] 进一步的,所述热挤聚乙烯钢丝拉索单元包括索体,索体的一端作为张拉端,另一端作为固定端,张拉端和固定端均分别设置有锚具,所述锚具采用灌注高性能环氧填料的镦头锚,包括依次连接的连接筒、锚固筒、锚杯,剥套后的索体依次穿过连接筒、锚固筒、锚杯,连接筒和锚固筒内填充有环氧填料,索体的钢丝分丝后传入锚杯并镦头固定,钢丝镦头可承担不小于90%的静载荷,锚杯外部设置有固定螺母。

[0009] 优选地,所述锚杯内部成型有供单根钢丝穿过的穿丝孔,所述穿丝孔的孔直径大于钢丝直径0.2～0.5mm,保证既穿丝通畅,又要使间隙小,穿丝孔的钻孔轴线与锚杯内平面要垂直,不偏斜。

[0010] 具体的,所述锚杯的后端设置有外螺纹,锚固筒的前端相应的设置有内螺纹,锚杯与锚固筒螺纹连接;所述锚固筒的后端与连接筒的前端螺纹连接,所述连接筒的后端与索体的配合处再设置有密封构件使连接筒与索体密封连接。

[0011] 优选地,所述锚固筒具有锥形内腔,索体的钢丝剥套后呈锥形散开,通过浇注的环氧填料锚固在锚固筒内。

[0012] 优选地,所述热挤聚乙烯钢丝拉索单元(成品索)的索体的固定端锁紧在连接器上,张拉端锁紧在支承板上,支承板抵紧锚啶,固定端和张拉端分别设置有保护罩进行隔离,提高成品索的使用寿命。

[0013] 优选地,所述固定螺母与支承板抵紧,索体张拉端的锚杯的前端设置张拉内螺纹,千斤顶的张拉拉杆的前端具有对应的张拉外螺纹,在施工过程中,通过内外螺纹的配合使张拉拉杆的可靠连接到索体张拉端的锚杯上,便于对成品索张拉、卸载和牵引操作。

[0014] 为了延长维护周期,同时满足预应力系统结构紧凑的要求,成品索采用高强度耐久型索体,使将7～55根钢丝经过3度到4度轻微扭转,然后热挤黑色高密度聚乙烯形成耐久型护套。

[0015] 所述钢丝的技术指标满足如下,表1

[0016]

序号	项目	技术指标
1	公称直径	5.0mm~7.0mm

[0017]

2	不圆度	≤0.06mm
3	抗拉强度	≥2000MPa
4	屈服强度	≥1780MPa
5	弹性模量	（2.0±0.1）×10^5MPa
6	延伸率	≥4.0%（L=250mm）
7	反复弯曲（≥4 次）	不断裂
8	缠绕（8 圈）	不断裂
9	扭转性能（≥14 次）	不断裂
10	松弛	≤7.5%
11	疲劳性能（2×10^6次）	应力幅值 360MPa，应力上限 0.45 倍的抗拉强度，循环 200 万次不断裂
12	硫酸铜试验	≥4.0 次（每次浸泡 1min）
13	镀层附着性（8 圈）	不起层，不剥落
14	镀层重量	≥300g/m^2
15	镀层中的铝含量	≥4.2%
16	直线性	≤15mm（1m 弦长，弦与弧的最大自然矢高）
17	表面质量	光滑均匀、镀层无脱落、露铁、毛刺
18	镦头性能	镦头尺寸高度≥5mm，直径≥7mm

[0018] 所述黑色高密度聚乙烯的指标如下,表2

[0019]

序号	项目	技术指标	
1	密 度	0.942~0.978 g/cm^3	
2	熔融指数	≤0.45 g/10min	
3	拉伸强度	≥20MPa	
4	拉伸屈服强度	≥10MPa	
5	拉伸弹性模量	≥150MPa	
6	断裂伸长率	≥600%	
7	邵氏硬度	≥60	
8	维卡软化点	≥115 ℃	≥110 ℃

[0020]

9	脆化温度			<-76 ℃	
10	冲击强度			≥25 kJ/m^{-2}	
11	耐热应力开裂 F_{50}			≥5000h	
12	炭黑分散性	分散度		≥6 分	——
		吸收系数		≥400	——
13	耐热老化100℃~168h	拉伸强度变化率		±20%	
		断裂伸长率变化率		±20%	
14	耐臭氧老化（温度24℃±8℃，臭氧浓度0.01~0.15mg/m^3，暴露1h）			无异常变化	
15	人工气候老化	老化时间0~1008h	拉伸强度变化率	±25%	
			断裂伸长率变化率	±25%	
		老化时间504~1008h	拉伸强度变化率	±15%	
			断裂伸长率变化率	±15%	
16	耐光色牢度			——	≥7 级

[0021] 预埋管内，单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元的张拉操作是，将锚碇预应力束整体插设到预埋管内，将单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元的索体的固定端通过螺母锁紧在连接器上，将张拉端穿到支承板上，此时索体张拉端的固定螺母是放松的，在支承板外侧安装撑脚，再在撑脚外侧安装拉杆式千斤顶，将千斤顶的张拉拉杆连接到索体张拉端的锚杯上，启动千斤顶，将单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元张拉到设计荷载，然后旋紧固定螺母，实现单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元的张拉、锚固，依次对锚碇预应力束中的其他根热挤聚乙烯钢丝拉索单元进行张拉。

[0022] 预埋管内，单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元在预埋管内的更换操作是，在支承板外侧安装撑脚，再在撑脚外侧安装拉杆式千斤顶，将千斤顶的张拉拉杆螺接到张拉端的锚杯上，对要更换的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元逐步卸载，并依靠千斤顶和撑脚将卸载后的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元从预埋管内牵引出来，然后在预埋管内牵引并安装新的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元。

[0023] 与现有技术相比，本发明的优点在于：本申请创新性的将预埋管设计为直通的管体，将预埋筋（钢丝）制成预应力成品索，即文中所指的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元，然后将成品索牵引到预埋管内，并张拉。本申请将钢丝预加工为成品索，与相同根钢丝（预应力筋）相比，整体强度更高。在实现同等强度的情况下，该设计与传统的蜂窝式预埋管对应的预应力系统相比，结构更加紧凑，锚杯的外径只有传统锚杯的1/2。而且张拉、更换操作更加简便，操作性强，传统的蜂窝式预埋管，预应力筋需要逐根牵引、张拉，且每个预埋管需要针对每个预应力筋设置穿孔，且每个穿孔都要进行浇筑，导致操作十分繁琐复杂，且结构。

[0024] 就耐久型方面:对于锚啶预应力系统来说,腐蚀介质会对预应力筋(钢丝)造成腐蚀,进而造成悬索桥全桥受力体系的破坏。因此,确保锚碇预应力系统的耐久性至关重要。本申请将钢丝以7至55根的数量扭转为一束,热挤黑色的高密度聚乙烯制成成品索,索体的理论寿命可达到50年以上,预应力束单元的使用寿命可达到60年以上。

[0025] 综上,本申请提供了一种耐久性好的悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,由一组(五根以上)独立热挤聚乙烯钢丝拉索单元构成,在一组热挤聚乙烯钢丝成品拉索满足对应主缆索股锚固安全性的前提下,对其中的单根热挤聚乙烯钢丝成品拉索单元可进行抽换、张拉。此外,预应力束单元采用耐久型拉索体系,寿命可达到60年以上。结构上,悬索桥锚碇预应力系统还具有现场施工方便的特点。

附图说明

[0026] 图1为热挤聚乙烯成品钢丝拉索锚固系统的示意图;

[0027] 图2为图1中C-C截面图;

[0028] 图3为19根钢丝热挤聚乙烯形成的高强度耐久型索体;

[0029] 图4为37根钢丝热挤聚乙烯形成的高强度耐久型索体;

[0030] 图5为55根钢丝热挤聚乙烯形成的高强度耐久型索体;

[0031] 图6为本发明热挤聚乙烯钢丝拉索单元;

[0032] 图7为本发明张拉端锚具总成示意图;

[0033] 图8为本发明锚杯上穿丝孔的布置示意图。

具体实施方式

[0034] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0035] 锚固系统的基本传力途径为:主缆索股——调节拉杆——索股锚固连接器——热挤聚乙烯成品拉索预应力束——锚碇基础。在前锚面位置处,通过调节拉杆与锚固连接器将索股锚头上的锚板和预应力系统连接起来。

[0036] 单根成品索卸载、抽换时只部分降低了整束预应力对主缆索股的锚固安全系数,但仍然能满足主缆索股锚固的安全性要求。该体系需要满足以下要求:

[0037] 1)需要满足可单根更换的要求。

[0038] 要满足可单根更换的要求,首先需要在锚具尺寸及布置上满足对单根索单元进行张拉、锚固操作的工作性要求。由于N根索单元在一个预埋管内和一个预埋承压板上,而预埋管和预埋板的尺寸有限,因此,需要采用高强度、紧凑型的热挤聚乙烯钢丝拉索系统和锚具系统。

[0039] 2)需要满足耐久性要求

[0040] 对于锚碇预应力系统来说,腐蚀介质会对预应力筋造成腐蚀,进而造成悬索桥全桥受力体系的破坏。因此,确保锚碇预应力系统的耐久性至关重要。因此,预应力束单元需要采用寿命可达到60年以上的耐久型拉索体系。

[0041] 3)除了以上两个主要要求以外,悬索桥锚碇预应力系统还需要满足现场施工方便的要求。悬索桥锚碇用热挤聚乙烯成品拉索预应力系统包括以下两个部分:1)高强度耐久型索体;2)高强度紧凑型锚具,锚杯的外径约为普通锚杯的1/2。

[0042] 高强度耐久型索体是将7根到55根5mm系列的2000MPa以上的高强度锌铝合金(95%锌-5%铝)镀层钢丝经过3度到4度轻微扭转,然后热挤黑色的高密度聚乙烯形成耐久型护套,参见图3-4。

[0043] 所采用钢丝的技术指标如表1所示

[0044] 所采用的黑色高密度聚乙烯护套的技术指标参见表2

[0045] 热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统的结构具体如下

[0046] 悬索桥锚碇用热挤聚乙烯钢丝成品拉索预应力系统,主要包括主缆锚头3、若干调节拉杆2、预埋管5,和布置在预埋管5内的锚碇预应力束,主缆1的端部固定在主缆锚头3上,所述预埋管5位于锚啶以下的端部设置有支承板7,预埋管5露出于锚啶以上的端部设置有连接器4,所述连接器4与主缆锚头3之间通过若干调节拉杆2连接;锚碇预应力束是由N根热挤聚乙烯钢丝拉索单元(成品索)6构成,N≥5;预埋管5内的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元6可以在预埋管内张拉、抽换。

[0047] 参见图6—8,成品索包括索体607,索体607的一端作为张拉端,另一端作为固定端,张拉端和固定端均分别设置有锚具,所述锚具采用灌注高性能环氧填料的镦头锚,包括依次连接的连接筒605、锚固筒603、锚杯602,剥套后的索体依次穿过连接筒、锚固筒、锚杯,连接筒605和锚固筒603内填充有环氧填料604,锚杯602内部成型有供单根钢丝穿过的穿丝孔,穿丝孔的孔直径大于钢丝直径0.2～0.5mm。锚固筒具有锥形内腔,成品索剥套后钢丝成锥形内腔中散开成锥形,传入锚杯并镦头固定,锚杯外部设置有固定螺母601。

[0048] 锚杯602的后端设置有外螺纹,锚固筒603的前端相应的设置有内螺纹,锚杯602与锚固筒603螺纹连接;锚固筒603的后端与连接筒605的前端螺纹连接,连接筒605的后端与索体的配合处再设置有密封构件606使连接筒与索体密封连接。

[0049] 成品索在预埋管内的预紧结构:热挤聚乙烯钢丝拉索单元的索体607的固定端锁紧在连接器4上,张拉端锁紧在支承板7上,具体是通过索体张拉端部的固定螺母601与支承板7抵紧,索体张拉端的锚杯602的前端设置张拉内螺纹,张拉拉杆的前端具有对应的张拉外螺纹,在施工过程中,张拉拉杆的前端螺纹连接到索体张拉端的锚杯上。此外,在锚啶预应力束的固定端和张拉端分别再设置保护罩8,以保护成品索的张拉端和固定端。

[0050] 成品索在预埋管5内的张拉操作是,将锚碇预应力束整体插设到预埋管内,将单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元6的索体的固定端通过螺母锁紧在连接器上,将张拉端穿到支承板7上,此时索体张拉端的固定螺母601是放松的,在支承板外侧安装撑脚,再在撑脚外侧安装拉杆式千斤顶,将千斤顶的张拉拉杆连接到索体张拉端的锚杯上,启动千斤顶,将单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元张拉到设计荷载,并保持一段时间,可以为30min以上,然后旋紧固定螺母601,实现单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元的张拉、锚固,依次对锚碇预应力束中的其他根热挤聚乙烯钢丝拉索单元进行张拉。

[0051] 成品索在预埋管5内的更换操作是,在支承板外侧安装撑脚,再在撑脚外侧安装拉杆式千斤顶,将千斤顶的张拉拉杆螺接到张拉端的锚杯上,对要更换的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元逐步卸载,并依靠千斤顶和撑脚将卸载后的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元从预埋管内牵引出来,然后在预埋管内牵引并安装新的单根热挤聚乙烯钢丝拉索单元。

[0052] 除上述实施例外,本发明还包括有其他实施方式,凡采用等同变换或者等效替换方式形成的技术方案,均应落入本发明权利要求的保护范围之内。

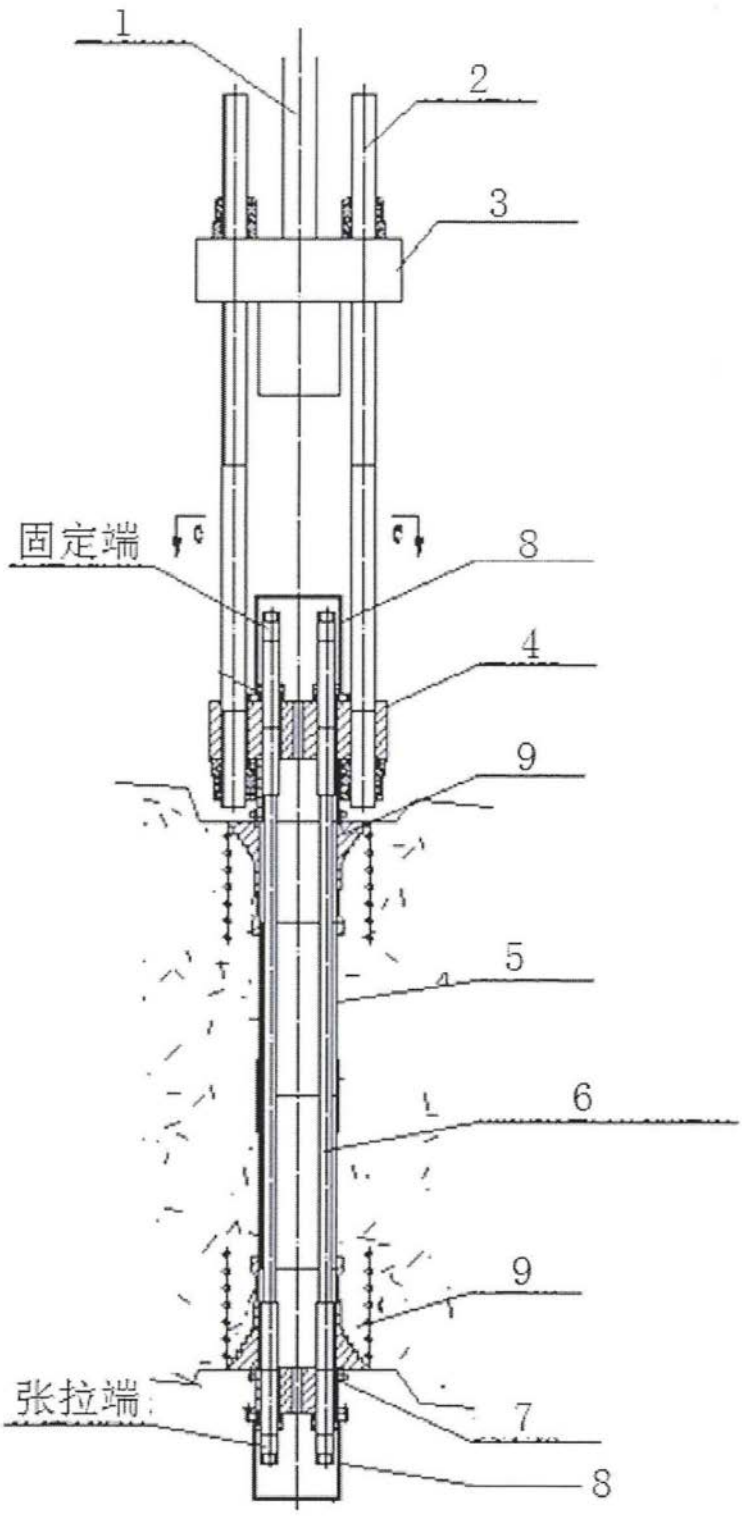


图1

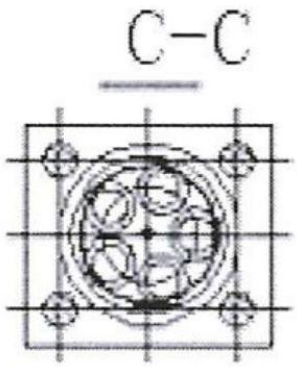


图2

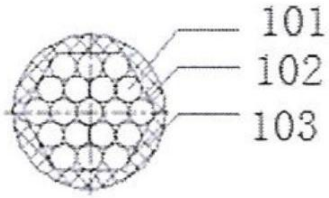


图3

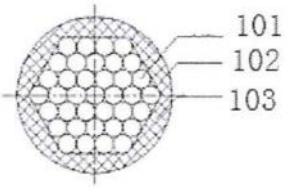


图4

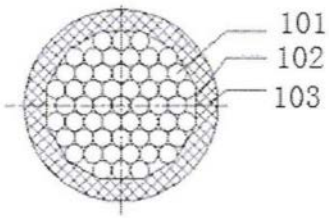


图5

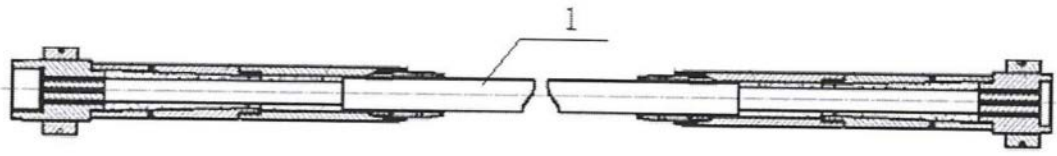


图6

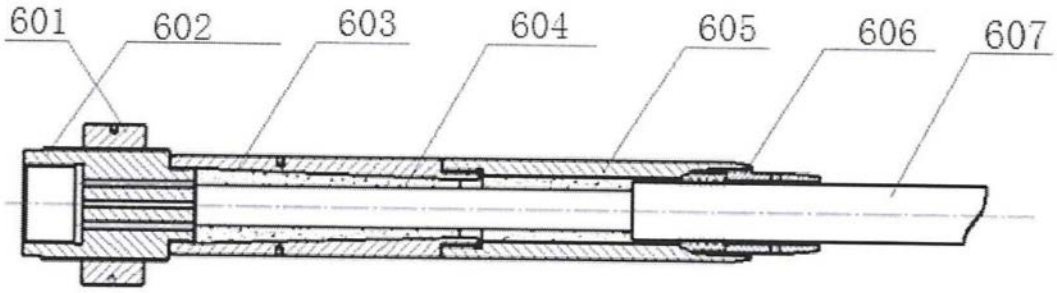


图7

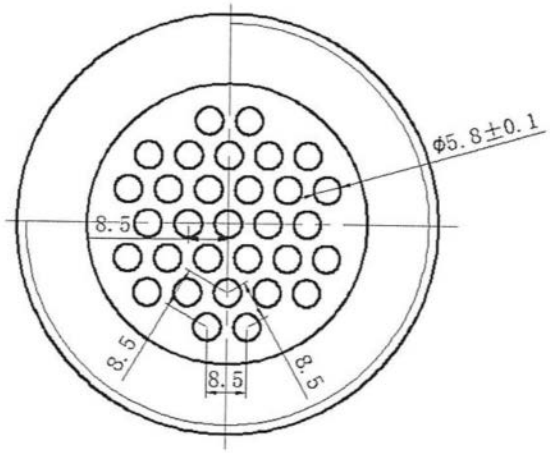


图8