



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114348197 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 19

(21) 申请号 202210040445.7

E02B 17/02 (2006.01)

(22) 申请日 2022.01.13

B63B 75/00 (2020.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114348197 A

(56) 对比文件

CN 101177966 A, 2008.05.14

CN 102747781 A, 2012.10.24

CN 107237398 A, 2017.10.10

CN 110552538 A, 2019.12.10

CN 204688372 U, 2015.10.07

JP H07300817 A, 1995.11.14

(43) 申请公布日 2022.04.15

(73) 专利权人 东北石油大学

地址 163000 黑龙江省大庆市高新技术产
业开发区学府街99号

审查员 毛世聪

(72) 发明人 计静 张展彬 丁宇奇 姜良芹
王素玲 罗干

(74) 专利代理机构 大庆禹奥专利事务所 23208

专利代理师 朱林

(51) Int. Cl.

B63B 35/44 (2006.01)

B63B 21/50 (2006.01)

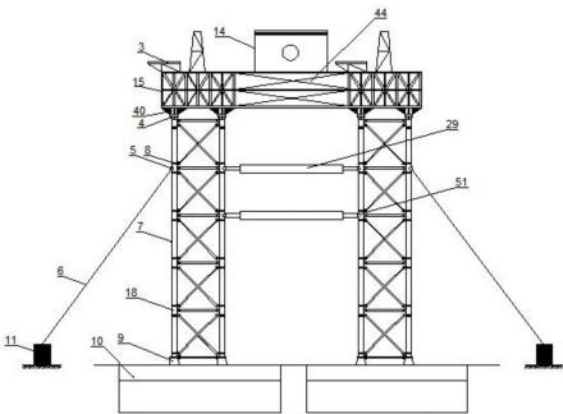
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群及其
施工方法

(57) 摘要

一种装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群及其施工方法,涉及建筑设备技术领域,它包括FRP混凝土桁架平台、若干个上层模块单体、分层模块连接构件、若干个下层模块单体和独立方形基础,若干个上层模块单体和下层模块单体分别组合成的上层结构和下层结构又通过分层模块构件形成FRP混凝土桁架结构;FRP混凝土桁架结构个数为若干个,相互之间通过横向消能液压杆连接,FRP混凝土桁架平台上层结构连接;下层结构与独立方形基础连接;FRP混凝土桁架平台顶部设有减震平台和小位移箱体。本装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群及其施工方法施工简便、装配效率高、抗腐蚀性强、平台减震和减小位移的效果好、可重复利用、可同时钻探不同岩层的原油。



1. 一种装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群,其特征在于:包括FRP混凝土桁架平台(44)、若干个上层模块单体(35)、分层模块连接构件(36)、若干个下层模块单体(37)和独立方形基础(10),若干个上层模块单体(35)和若干个下层模块单体(37)分别通过整体式节点(18)、环式阻尼器(8)、FRP混凝土组合立柱(31)、FRP混凝土组合斜撑(34)以及FRP混凝土组合横撑(19)组装形成刚接体系的上层结构和下层结构,上层结构和下层结构通过分层模块连接构件(36)形成FRP混凝土桁架结构(7);所述FRP混凝土桁架结构(7)个数为若干个,相互之间通过横向消能液压杆(29)连接,且均等分布在FRP混凝土桁架平台(44)下部,FRP混凝土桁架平台(44)通过其底部的加劲肋(4)和柱腿连接口(40)与上层结构连接;所述下层结构通过连接套筒(9)与独立方形基础(10)连接;所述FRP混凝土桁架平台(44)顶部设有减震平台(3)和小位移平台;所述的整体式节点(18)包括竖向半管(30)、斜向半管(32)和横向半管(33),竖向半管(30)顶部和底部分别通过环式阻尼器(8)与内管(25)连接,内管(25)外壁设有垫板(27),垫板(27)外壁设有横向高强螺栓(28),横向高强螺栓(28)与FRP混凝土组合立柱(31)连接,内管(25)插入FRP混凝土组合立柱(31)内,FRP混凝土组合立柱(31)端部设有连接耳(24);竖向半管(30)侧壁设有斜向半管(32)和横向半管(33),斜向半管(32)和横向半管(33)分别与FRP混凝土组合斜撑(34)和FRP混凝土组合横撑(19)连接;所述的分层模块连接构件(36)包括C型套筒一(21)、C型套筒二(16)和液压固定器(23),C型套筒一(21)通过液压固定器(23)与C型套筒二(16)连接,C型套筒一(21)上部和C型套筒二(16)下部分别通过环式阻尼器(8)与内管(25)连接,内管(25)外壁设有垫板(27),垫板(27)外壁设有横向高强螺栓(28),横向高强螺栓(28)与FRP混凝土组合立柱(31)连接,内管(25)插入FRP混凝土组合立柱(31)内,FRP混凝土组合立柱(31)端部设有连接耳(24);所述C型套筒一(21)侧壁上设有斜向半管(32)和横向半管(33),斜向半管(32)和横向半管(33)分别与FRP混凝土组合斜撑(34)和FRP混凝土组合横撑(19)连接,C型套筒一(21)底部为FRP带锥头内管(22);C型套筒二(16)外壁设有斜向半管(32)和横向半管(33),斜向半管(32)和横向半管(33)分别与FRP混凝土组合斜撑(34)和FRP混凝土组合横撑(19)连接。

2. 根据权利要求1所述的装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群,其特征在于:所述的横向消能液压杆(29)一端与一个FRP混凝土桁架结构(7)的FRP混凝土组合横撑(19)铰接形成一个铰接节点(51),横向消能液压杆(29)另一端与另一个FRP混凝土桁架结构(7)的FRP混凝土组合横撑(19)铰接形成另一个另一个铰接节点(51);所述的FRP混凝土桁架平台(44)通过FRP混凝土组合桁架(15)构成。

3. 根据权利要求1所述的装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群,其特征在于:所述的下层结构底部设有的FRP带锥头内管(22)插入连接套筒(9)内,连接套筒(9)固定于独立方形基础(10)上,独立方形基础(10)包括混凝土底座(39)和钢板基础板(38),混凝土底座(39)四圈外壁设有钢板基础板(38)。

4. 根据权利要求1所述的装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群,其特征在于:所述的减震平台(3)包括减震箱体(13),减震箱体(13)外壁上设有若干个横向阻尼器(2),横向阻尼器(2)均匀分布在减震箱体(13)上,减震箱体(13)上通过铅芯橡胶垫层(1)与FRP钢板(12),减震平台(3)个数为若干个,均等分布在FRP混凝土桁架平台(44)上;所述的小位移平台位于FRP混凝土桁架平台(44)顶部中心处,小位移平台包括小位移箱体(14)、外层箱体(42)和内层箱体(43),小位移箱体(14)置于内层箱体(43)内,小位移箱体(14)外侧壁通过

横向阻尼器(2)与内层箱体(43)内壁连接,内层箱体(43)置于外层箱体(42)内,内层箱体(43)外侧壁通过横向阻尼器(2)与外层箱体(42)内壁连接,所述小位移箱体(14)、内层箱体(43)和外层箱体(42)侧壁上贯穿轴组(52),所述小位移箱体(14)上通过铅芯橡胶垫层(1)与FRP钢板(12)连接,所述外层箱体(43)底部通过平台连接口(50)与FRP混凝土桁架平台(44)连接。

5.根据权利要求1所述的装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群,其特征在于:所述的FRP混凝土组合立柱(31)、FRP混凝土组合斜撑(34)以及FRP混凝土组合横撑(19)分别分为三种形式,形式一是由内至外依次为核心混凝土(46)、钢管(47)和FRP管(48),形式二是由内至外依次为核心混凝土(46)、钢管(47)、夹层混凝土(49)和FRP管(48),形式三是由内至外依次为钢管(47)、夹层混凝土(49)和FRP管(48)。

6.一种根据权利要求5所述的装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群的施工方法,其特征在于:所述的FRP混凝土组合立柱(31)的施工方法为首先用外层无缝的缠绕式FRP管(48)包裹钢管(47),然后在钢管两端通过横向高强螺栓固定半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,钢管下部内管端口密封,上部内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳;所述的FRP混凝土组合横撑(19)施工方法,首先用外层无缝的缠绕式FRP管(48)包裹钢管(47),然后在钢管两端通过横向高强螺栓固定半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,钢管一端内管端口密封,另一端内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳。

装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群及其施工方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及建筑设备技术领域，具体涉及一种装配式FRP混凝土牵索塔式小位移平台群及其施工方法。

背景技术：

[0002] 牵索塔式海洋平台使用工作水域为240m到1000m，属于深水海洋平台，相对于导管架平台，具有结构简单、构件尺寸相对较小，对各种环境荷载具有较强的适应能力。由于工作应用水域多为深海，环境较为恶劣，平台构件在强度、刚度、稳定性、抗腐蚀性能上有比较严格的要求，所以牵索塔式海洋平台具有造价高，设计建造、安装技术难度大等特点。在目前深水钻井资源长期过剩的大背景下，高昂的造价与施工成本使得该类平台没有大范围应用。

发明内容：

[0003] 本发明的目的是为了克服上述现有技术存在的不足之处，而提供一种施工简便、装配效率高、抗腐蚀性强、平台减震和减小位移的效果好、可重复利用、可同时钻探不同岩层的原油的新型装配式FRP混凝土组合牵索塔式小位移平台群体及其施工方法

[0004] 为了解决背景技术所存在的问题，本发明是采用如下技术方案：包括FRP混凝土桁架平台、若干个上层模块单体、分层模块连接构件、若干个下层模块单体和独立方形基础，若干个上层模块单体和若干个下层模块单体分别通过整体式节点、环式阻尼器、FRP混凝土组合立柱、FRP混凝土组合斜撑以及FRP混凝土组合横撑组装形成刚接体系的上层结构和下层结构，上层结构和下层结构通过分层模块构件形成FRP混凝土桁架结构；所述FRP混凝土桁架结构个数为若干个，相互之间通过横向消能液压杆连接，且均等分布在FRP混凝土桁架平台下部，FRP混凝土桁架平台通过其底部的加劲肋和柱腿接口与上层结构连接；所述下层结构通过连接套筒与独立方形基础连接；所述FRP混凝土桁架平台顶部设有减震平台和小位移平台。

[0005] 所述的横向消能液压杆一端与一个FRP混凝土桁架结构的FRP混凝土组合横撑铰接形成一个铰接节点，横向消能液压杆另一端与另一个FRP混凝土桁架结构的FRP混凝土组合横撑铰接形成另一个另一个铰接节点；所述的FRP混凝土桁架平台通过FRP混凝土组合桁架构成。

[0006] 所述的整体式节点包括竖向半管、斜向半管、和横向半管，竖向半管顶部和底部分别通过环式阻尼器与内管连接，内管外壁设有垫板，垫板外壁设有高强螺栓，高强螺栓与FRP混凝土组合立柱连接，内管插入FRP混凝土组合立柱内，FRP混凝土组合立柱端部设有连接耳；竖向半管侧壁设有斜向半管和横向半管，斜向半管和横向半管分别与FRP混凝土组合斜撑和FRP混凝土组合横撑连接。

[0007] 所述的分层模块连接构件包括C型套筒一、C型套筒二和液压固定器，C型套筒一通过液压固定器与C型套筒二连接，C型套筒一上部和C型套筒二下部分别通过环式阻尼器与

内管连接,内管外壁设有垫板,垫板外壁设有高强螺栓,高强螺栓与FRP混凝土组合立柱连接,内管插入FRP混凝土组合立柱内,FRP混凝土组合立柱端部设有连接耳;所述C型套筒一侧壁上设有斜向半管和横向半管,斜向半管和横向半管分别与FRP混凝土组合斜撑和FRP混凝土组合横撑连接,C型套筒一底部为FRP带锥头内管;所述C型套筒二内设有橡胶垫层,C型套筒二外壁设有斜向半管和横向半管,斜向半管和横向半管分别与FRP混凝土组合斜撑和FRP混凝土组合横撑连接。

[0008] 所述的下部结构-基础连接构件包括连接套筒,下层结构底部设有的FRP带锥头内管插入连接套筒内,连接套筒固定于独立方形基础上,独立方形基础包括混凝土底座和钢板基础板,混凝土底座四圈外壁设有钢板基础板。

[0009] 所述的减震平台包括减震箱体,减震箱体外壁上设有若干个横向阻尼器,横向阻尼器均匀分布在减震箱体上,减震箱体上通过铅芯橡胶垫层与FRP钢板,减震平台个数为若干个,均等分布在FRP混凝土桁架平台上;所述的小位移平台位于FRP混凝土桁架平台顶部中心处,小位移平台包括小位移箱体、外层箱体和内层箱体,小位移箱体置于内层箱体内,小位移箱体外侧壁通过横向阻尼器与内层箱体内壁连接,内层箱体置于外层箱体内,内层箱体外侧壁通过横向阻尼器与外层箱体内壁连接,所述小位移箱体、内层箱体和外层箱体侧壁上贯穿轴组,所述小位移箱体上通过铅芯橡胶垫层与FRP钢板连接,所述外层箱体底部通过平台接口与FRP混凝土桁架平台连接。

[0010] 所述的FRP混凝土组合立柱、FRP混凝土组合斜撑以及FRP混凝土组合横撑分别分为三种形式,形式一是由内至外依次为核心混凝土、钢管和FRP管,形式二是由内至外依次为核心混凝土、钢管、夹层混凝土和FRP管,形式三是由内至外依次为钢管、夹层混凝土和FRP管。

[0011] 所述的FRP混凝土组合立柱的施工方法为首先用外层无缝的缠绕式FRP管包裹钢管,然后在钢管两端通过横向高强螺栓固定半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,钢管下部内管端口密封,上部内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳;所述的FRP混凝土组合横撑施工方法,首先用外层无缝的缠绕式FRP管包裹钢管,然后在钢管两端通过横向高强螺栓半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,钢管一端内管端口密封,另一端内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳;所述的整体式节点的施工方法,首先按照设计要求设计出多平面节点,用外层无缝的缠绕式FRP管包裹多平面节点外壁,单体节点的竖向半管、横向半管、斜向半管端头预留嵌入空间并密封,在半管端面焊接连接耳,最后向浇筑孔浇筑自密实混凝土,填满多平面节点内部空间。

[0012] 所述的下层结构的施工方法,首先将工厂预制的FRP混凝土桁撑、FRP混凝土立柱套入环式阻尼器,对接FRP整体式多平面节点,通过高强螺栓连接固定,并组成基本桁架单元结构,以5~6个基本桁架单元构成桁架的分层模块单体;然后在每个设定的分层模块单体立柱上端焊接C型套筒二,并向C型套筒二内部放置橡胶垫片;在每个设定分层模块单体立柱下端焊接C型套筒一,并在立柱侧壁通过高强螺栓安装固定液压固定器;桁架分层中顶层的分层模块单体立柱上端面形成带螺栓孔连接耳及伸出设计长度内管,向内管浇灌自密实混凝土,混凝土高度与内管顶部相平;桁架分层中底层的分层模块单体立柱下端面形成

带螺栓孔连接耳及焊接设计长度的带锥头内管,向内管浇灌自密实混凝土,直至将带锥头内管填满;所述的上层结构施工方法,首先将工厂预制的FRP混凝土桁撑、FRP混凝土立柱套入环式阻尼器,对接FRP整体式多平面节点,通过高强螺栓连接固定,组成多边形的桁架平台结构;桁架平台下部按设计要求焊接柱腿接口;采用三个工厂预制一体式钢板及钢制箱体组成减震箱体结构,将铅芯橡胶垫层、横向阻尼器布置于减震箱体与桁架平台之间,并通过高强螺栓连接固定;小位移平台采用工厂预制一体式钢板及钢制箱体组成小位移箱体、外层箱体、内层箱体结构,并在箱体中间设计与轴组匹配的圆孔以及布置通过高强螺栓连接固定的铰接阻尼器,小位移箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的一方向连接,然后外层箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的另一方向连接,三者形成小位移平台,最后将小位移平台焊接于多边形桁架平台的中央位置。

[0013] 首先对采油地点开挖至相应深度并找平处理,安放模板并浇筑各塔式桁架单体所对应的方形独立式基础,其中,基础上部设置带连接套筒的钢材基础板,基础成型后,将工厂预制好的桁架分层模块单体按顺序排列,运输至海上相应地点,其次将桁架分层中底层模块单体沉下规定位置,底层模块下端带锥头内管与方形独立式基础的4个连接套筒对接后,并应用水下机器人将连接耳上的高强螺栓拧紧;然后在分层模块组装至顶层模块时,在系泊索连接点系上系泊索,并将系泊索下端的系泊重块放置于设计位置,对塔式结构形成固定作用;吊起上部结构,将平台下部柱腿接口与下部结构的顶层模块内管对接,通过连接耳上的高强螺栓连接并焊接固定;最后采用吊机吊起横向消能杆件至相应位置,各平台通过两根横向消能阻尼杆件铰接相连。

[0014] 本发明的优点为:

[0015] 1、本发明将FRP混凝土结构运用在海上平台领域,FRP层大大提高了平台结构的耐腐蚀性,降低了构件的后期维护成本和延长了结构的寿命;钢管层对内层混凝土起约束变形,充分发挥混凝土强度的作用;构件中混凝土层提升了结构整体刚度,减小了下部桁架结构在水下荷载作用下的变形。

[0016] 2、通过设置环形阻尼器,桁撑、立柱在受荷载作用下的形变性能得到了改善,同时,提高了杆件使用的耐久性,结构消能减震的能力整体上得到了提升。

[0017] 3、本发明中装配式FRP组合牵索塔式小位移平台群结构体系连接方式由工厂预制的整体式节点连接立柱和桁撑,通过内管嵌套连接、高强螺栓连接固定的方式,简化了牵索塔式平台结构体系的施工工艺;连接处通过内管抵抗剪切力,高强螺栓抵抗拉力,符合结构的强度、变形要求;海上现场施工时,下部桁架结构可简单快速地将分层模块单体起吊施工,并按顺序拼装对接,利用水下机器人拧紧螺丝,依次对接的施工过程简便,耗时短,无污染;平台需要拆卸时,仅需将分层模块单体依次拆卸运走,转移到其他目的地后,待基础浇筑成型后便可直接安装,平台结构可以随时拆卸随时组装,起到一种重复利用、减小成本的效果。

[0018] 4、本发明中,新型减震平台中橡胶垫层与横向阻尼器将减震箱体与桁架平台、下部桁架结构隔开,减小了上部减震箱体在风浪中平台自身的震动效应;小位移平台发生小角度偏转时,外层箱体、内层箱体通过产生相对转角位移消耗外部输入能量,同时通过轴组与内层箱体连接的小位移箱体仍保持稳定。采用新型减震平台、小位移平台相结合的方式,减小了平台在风浪中平台自身的震动和摇摆效应,保证了钻井平台的稳定性及工作人员在

工作过程时的舒适性。

[0019] 5、平台群可同时抽取在不同岩层的石油,提高工作的效率和成本;塔式桁架单元间采用消能阻尼杆件相互连接,保证了钻井平台群整体在工作时的稳定性。

附图说明:

- [0020] 图1是本发明小位移箱体+剖面示意图;
- [0021] 图2是本发明小位移平台内外层箱体示意图;
- [0022] 图3是本发明小位移箱体平台+剖面图示意图;
- [0023] 图4是本发明减震桁架平台+橡胶垫层示意图;
- [0024] 图5是本发明减震小位移一体式平台示意图;
- [0025] 图6是本发明减震小位移一体式平台仰视示意图;
- [0026] 图7是本发明顶层模块顶部示意图;
- [0027] 图8是本发明分层模块单体示意图
- [0028] 图9是本发明分层模块连接示意图;
- [0029] 图10是本发明液压杆连接示意图;
- [0030] 图11是本发明下部结构-基础连接示意图;
- [0031] 图12是本发明独立式方形基础示意图;
- [0032] 图13是本发明组合桁架连接示意图;
- [0033] 图14是本发明阻尼器、高强螺栓垫板、液压杆示意图;
- [0034] 图15是本发明分层模块连接构件示意图;
- [0035] 图16是本发明FRP混凝土结构截面示意图;
- [0036] 图17是本发明装配式牵索塔式小位移平台群平面示意图。

[0037] 附图标记说明:1铅芯橡胶垫层、2横向阻尼器、3减震平台、4加劲肋、5系泊索连接点、6系泊索、7FRP混凝土桁架结构、8环式阻尼器、9连接套筒、10独立方形基础、11系泊重块、12FRP钢板、13减震箱体、14小位移箱体、15FRP混凝土组合桁架、16C型套筒二、17分层模块单体、18整体式节点、19FRP混凝土组合横撑、20基本桁架单元、21C型套筒一、22FRP带锥头内管、23液压固定器、24连接耳、25内管、26螺栓孔、27垫板、28横向高强螺栓、29横向消能液压杆、30竖向半管、31FRP混凝土组合立柱、32斜向半管、33横向半管、34FRP混凝土组合斜撑、35上层模块单体、36分层模块连接构件、37下层模块单体、38钢板基础板、39混凝土底座、40柱腿连接口、41柱腿连接处、42外层箱体、43内层箱体、44FRP混凝土桁架平台、45FRP外层、46核心混凝土、47钢管、48FRP管、49夹层混凝土、50平台连接口、51铰接节点、52轴组

具体实施方式:

[0038] 参照各图,本发明具体采用如下实施方式:包括FRP混凝土桁架平台44、若干个上层模块单体35、分层模块连接构件36、若干个下层模块单体37和独立方形基础10,若干个上层模块单体35和若干个下层模块单体37分别通过整体式节点18、环式阻尼器8、FRP混凝土组合立柱31、FRP混凝土组合斜撑34以及FRP混凝土组合横撑19组装形成刚接体系的上层结构和下层结构,上层结构和下层结构通过分层模块构件36形成FRP混凝土桁架结构7;所述FRP混凝土桁架结构7个数为若干个,相互之间通过横向消能液压杆29连接,且均等分布在

FRP混凝土桁架平台44下部,FRP混凝土桁架平台44通过其底部的加劲肋4和柱腿连接口40与上层结构连接;所述下层结构通过连接套筒9与独立方形基础10连接;所述FRP混凝土桁架平台44顶部设有减震平台3和小位移平台。所述的横向消能液压杆29一端与一个FRP混凝土桁架结构7的FRP混凝土组合横撑19铰接形成一个铰接节点51,横向消能液压杆29另一端与另一个FRP混凝土桁架结构7的FRP混凝土组合横撑19铰接形成另一个铰接节点51;所述的FRP混凝土桁架平台44通过FRP混凝土组合桁架15构成。所述的整体式节点18包括竖向半管30、斜向半管32、和横向半管33,竖向半管30顶部和底部分别通过环式阻尼器8与内管25连接,内管25外壁设有垫板27,垫板27外壁设有横向高强螺栓28,横向高强螺栓28与FRP混凝土组合立柱31连接,内管25插入FRP混凝土组合立柱31内,FRP混凝土组合立柱31端部设有连接耳24;竖向半管30侧壁设有斜向半管32和横向半管33,斜向半管32和横向半管33分别与FRP混凝土组合斜撑34和FRP混凝土组合横撑19连接。所述的分层模块连接构件36包括C型套筒一21、C型套筒二16和液压固定器23,C型套筒一21通过液压固定器23与C型套筒二16连接,C型套筒一21上部和C型套筒二16下部分别通过环式阻尼器8与内管25连接,内管25外壁设有垫板27,垫板27外壁设有横向高强螺栓28,横向高强螺栓28与FRP混凝土组合立柱31连接,内管25插入FRP混凝土组合立柱31内,FRP混凝土组合立柱31端部设有连接耳24;所述C型套筒一21侧壁上设有斜向半管32和横向半管33,斜向半管32和横向半管33分别与FRP混凝土组合斜撑34和FRP混凝土组合横撑19连接,C型套筒一21底部为FRP带锥头内管22;C型套筒二16外壁设有斜向半管32和横向半管33,斜向半管32和横向半管33分别与FRP混凝土组合斜撑34和FRP混凝土组合横撑19连接。所述的下层结构底部设有的FRP带锥头内管22插入连接套筒9内,连接套筒9固定于独立方形基础10上,独立方形基础10包括混凝土底座39和钢板基础板38,混凝土底座39四圈外壁设有钢板基础板38。所述的减震平台3包括减震箱体13,减震箱体13外壁上设有若干个横向阻尼器2,横向阻尼器2均匀分布在减震箱体13上,减震箱体13上通过铅芯橡胶垫层1与FRP钢板12,减震平台3个数为若干个,均等分布在FRP混凝土桁架平台44上;所述的小位移平台位于FRP混凝土桁架平台44顶部中心处,小位移平台包括小位移箱体14、外层箱体42和内层箱体43,小位移箱体14置于内层箱体43内,小位移箱体14外侧壁通过横向阻尼器2与内层箱体43内壁连接,内层箱体43置于外层箱体42内,内层箱体43外侧壁通过横向阻尼器2与外层箱体42内壁连接,所述小位移箱体14、内层箱体43和外层箱体42侧壁上贯穿轴组52,所述小位移箱体14上通过铅芯橡胶垫层1与FRP钢板12连接,,内层箱体43上通过铅芯橡胶垫层1与FRP钢板12连接,所述外层箱体43底部通过平台接口50与FRP混凝土桁架平台44连接。所述的FRP混凝土组合立柱31、FRP混凝土组合斜撑34以及FRP混凝土组合横撑19分别分为三种形式,形式一是由内至外依次为核混凝土46、钢管47和FRP管48,形式二是由内至外依次为核混凝土46、钢管47、夹层混凝土49和FRP管48,形式三是由内至外依次为钢管47、夹层混凝土49和FRP管48。所述的FRP混凝土组合立柱31的施工方法为首先用外层无缝的缠绕式FRP管48包裹钢管47,然后在钢管两端通过横向高强螺栓固定半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,钢管下部内管端口密封,上部内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳;所述的FRP混凝土组合横撑19施工方法,首先用外层无缝的缠绕式FRP管48包裹钢管47,然后在钢管两端通过横向高强螺栓半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,钢管一端内管端口密封,另一

端内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳;所述的整体式节点18的施工方法,首先按照设计要求设计出多平面节点,用外层无缝的缠绕式FRP管包裹多平面节点外壁,单体节点的竖向半管、横向半管、斜向半管端头预留嵌入空间并密封,在半管端面焊接连接耳,最后向浇筑孔浇筑自密实混凝土,填满多平面节点内部空间。所述的下层结构的施工方法,首先将工厂预制的FRP混凝土桁撑、FRP混凝土立柱套入环式阻尼器,对接FRP整体式多平面节点,通过高强螺栓连接固定,并组成基本桁架单元结构,以5~6个基本桁架单元构成桁架的分层模块单体;然后在每个设定的分层模块单体立柱上端焊接C型套筒二,并向C型套筒二内部放置橡胶垫片;在每个设定分层模块单体立柱下端焊接C型套筒一,并在立柱侧壁通过高强螺栓安装固定液压固定器;桁架分层中顶层的分层模块单体立柱上端面形成带螺栓孔连接耳及伸出设计长度内管,向内管浇灌自密实混凝土,混凝土高度与内管顶部相平;桁架分层中底层的分层模块单体立柱下端面形成带螺栓孔连接耳及焊接设计长度的带锥头内管,向内管浇灌自密实混凝土,直至将带锥头内管填满;所述的上层结构施工方法,首先将工厂预制的FRP混凝土桁撑、FRP混凝土立柱套入环式阻尼器,对接FRP整体式多平面节点,通过高强螺栓连接固定,组成多边形的桁架平台结构;桁架平台下部按设计要求焊接柱腿连接口;采用三个工厂预制一体式钢板及钢制箱体组成减震箱体结构,将铅芯橡胶垫层、横向阻尼器布置于减震箱体与桁架平台之间,并通过高强螺栓连接固定;小位移平台采用工厂预制一体式钢板及钢制箱体组成小位移箱体、外层箱体、内层箱体结构,并在箱体中间设计与轴组匹配的圆孔以及布置通过高强螺栓连接固定的铰接阻尼器,小位移箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的一方向连接,然后外层箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的另一方向连接,三者形成小位移平台,最后将小位移平台焊接于多边形桁架平台的中央位置。

[0039] 首先对采油地点开挖至相应深度并找平处理,安放模板并浇筑各塔式桁架单体所对应的方形独立式基础,其中,基础上部设置带连接套筒的钢材基础板,基础成型后,将工厂预制好的桁架分层模块单体按顺序排列,运输至海上相应地点,其次将桁架分层中底层模块单体沉下规定位置,底层模块下端带锥头内管与方形独立式基础的4个连接套筒对接后,并应用水下机器人将连接耳上的高强螺栓拧紧;然后在分层模块组装至顶层模块时,在系泊索连接点5系上系泊索6,并将系泊索6下端的系泊重块11放置于设计位置,对塔式结构形成固定作用;吊起上部结构,将平台下部柱腿连接口与下部结构的顶层模块内管对接,通过连接耳上的高强螺栓连接并焊接固定;最后采用吊机吊起横向消能杆件至相应位置,各平台通过两根横向消能阻尼杆件铰接相连。

[0040] 这种新型装配式FRP混凝土组合牵索塔式平台群由三个个装配式FRP混凝土组合牵索塔式下部桁架单体结构和减震小位移一体式平台构成,下部桁架单体通过下部通过阻尼杆件相互铰接相连,体系的平台和桁架单体由预制的FRP混凝土组合立柱、FRP混凝土组合桁撑、FRP整体式多平面节点构成,装配式FRP混凝土组合牵索塔式小位移平台群的上部桁架结构为两层多排FRP混凝土组合桁架结构、减震箱体平台及小位移箱体平台构成,装配式FRP混凝土组合牵索塔式平台的下部结构部分为三个四方形剖面的塔式结构;其中,FRP混凝土组合立柱、FRP混凝土组合桁撑端部形成带螺栓孔的连接耳,端部延伸内管贯穿环式阻尼器后嵌入节点半管并通过高强螺栓连接固定;整体式多平面节点由横向半管、竖向半

管、斜向半管交汇构成,半管的延伸端面形成连接耳,连接耳有螺栓孔;下部桁架结构由多个分层模块单体构成,上层-下层模块单体通过桁架分层模块连接构件连接并以纵向高强螺栓连接。

[0041] 上述方案中FRP混凝土组合结构形式包括且不限于以下方式:由FRP管、钢管、核心混凝土构成;由FRP管、夹层混凝土、钢管、核心混凝土构成;由FRP管、夹层混凝土、钢管构成;其中,FRP混凝土组合结构中FRP外层能够防止杆件内层的钢管、混凝土遭受海水腐蚀;钢管和FRP层对混凝土层起约束变形作用;混凝土层对杆件结构刚度及强度的提升起很大作用。

[0042] 上述方案中所述装配式FRP混凝土组合牵索塔式减震平台群由三个装配式FRP混凝土组合牵索塔式下部桁架结构单体构成,各桁架单体通过2根横向消能阻尼杆件铰接相连,平台上部结构是由三个减震平台构成的减震桁架平台和小位移箱体平台构成。其中,装配式FRP混凝土组合牵索塔式小位移平台的上部结构为两层多排FRP混凝土组合桁架结构、三个减震钢制箱体及一个小位移箱体平台组成,FRP混凝土组合桁架通过整体式多平面节点连接成整体。

[0043] 上述方案中所述的整体式节点的半管预留内管嵌套的空间;所述的整体式节点的半管延伸端面形成连接耳并设有螺栓孔;所述的内管截面半径为单体节点半管内壁的半径。

[0044] 上述方案中所述结合环式阻尼器的FRP钢管混凝土组合柱和结合环式阻尼器的FRP钢管混凝土桁撑在其端头设有预制内管,通过侧壁的横向高强螺栓固定,内管半径为FRP钢管混凝土组合柱和结合环式阻尼器的FRP钢管混凝土桁撑的内壁半径,内管贯穿环式阻尼器并嵌入单体节点半管,通过高强螺栓固定连接。

[0045] 上述方案中所述下部结构塔式结构由多个桁架分层模块构成,其中,5~6个基本桁架单元连接组成一个高度为30米的分层模块单体。该分层模块单体易于吊装施工,在海上组装时可快速起吊并对接固定水下结构。

[0046] 上述方案中所述桁架分层模块连接构件由液压固定器、C型套筒1、C型套筒2、橡胶垫片、带锥头FRP混凝土内管、高强螺栓构成,C型套筒1、C型套筒2分别焊接固定于上下层桁架的立柱两端,上层桁架立柱的侧壁通过高强螺栓安装固定液压固定器,底部伸出焊接的带锥头FRP内管,下层桁架立柱的顶部设有橡胶垫片,上层-下层桁架结构以内管嵌套连接并应用液压固定器压实,然后通过纵向高强螺栓连接固定。

[0047] 上述方案的平台上部结构-下部结构连接部分由柱腿接口、加劲肋、连接耳、内管构成,内管半径为柱腿接口内壁半径,加劲肋沿着柱腿接口外壁呈十字形分布,连接部分以内管嵌套并通过纵向高强螺栓连接固定。

[0048] 上述方案的减震桁架平台上部平台结构部分由FRP混凝土桁架结构平台与减震箱体平台组成,减震箱体平台布置于顶层模块单体顶部,通过横向阻尼器以及铅芯橡胶垫连接,并通过高强螺栓连接固定。

[0049] 上述方案位于桁架平台中央的小位移平台由小位移箱体及FRP双层钢板箱体组成,小位移箱体由一体式钢制箱体及钢板组成;FRP双层钢板箱体由外层箱体和内层钢板箱体组成,外层箱体外层为FRP层,同时,小位移箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的一方向连接,外层箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的另一方向连接,三者形成小位移平

台。

[0050] 上述方案中所述平台的下部结构-基础连接部分由带连接套筒的三个方形独立式基础、带锥头FRP混凝土内管构成,以内管嵌套的方式连接,然后通过纵向高强螺栓连接固定。

[0051] 上述方案所述装配式FRP混凝土组合牵索塔式小位移平台群体体系的施工方法:

[0052] FRP混凝土组合结构的预制立柱的施工方法:首先用外层无缝的缠绕式FRP管包裹钢管,然后在钢管两端设置半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,并通过钢管侧壁的横向高强螺栓连接固定。钢管下部内管端口密封,上部内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳;所述的FRP混凝土组合结构的预制桁撑的施工方法,首先用外层无缝的缠绕式FRP管包裹钢管,然后在钢管两端设置半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,并通过钢管侧壁的横向高强螺栓连接固定。钢管一端内管端口密封,另一端内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳。

[0053] FRP混凝土组合结构的预制整体式多平面节点的施工方法:首先按照设计要求设计出多平面节点,用外层无缝的缠绕式FRP管包裹多平面节点外壁,单体节点的竖向半管、横向半管、斜向半管端头预留嵌入空间并密封,在半管端面焊接连接耳。最后向浇筑孔浇筑自密实混凝土,直至填满多平面节点内部空间。

[0054] 装配式FRP组合牵索塔式平台群的上部结构的施工方法:首先将工厂预制的FRP混凝土桁撑、FRP混凝土立柱套入环式阻尼器,对接FRP整体式多平面节点,通过高强螺栓连接固定,组成多边形桁架平台结构,桁架平台下部按设计要求焊接柱腿连接口;三个减震箱体平台由钢板焊接为一体式箱体,并在连接阻尼器位置布置高强螺栓孔,减震箱体平台通过高强螺栓、将横向阻尼器、铅芯橡胶垫、桁架平台连接固定,形成减震桁架平台;小位移平台采用工厂预制一体式钢板及钢制箱体组成小位移箱体、外层箱体、内层箱体结构,并在箱体中间设计与轴组匹配的圆孔以及布置通过高强螺栓连接固定的铰接阻尼器,小位移箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的一方向连接,然后外层箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的另一方向连接,三者形成小位移平台,最后将小位移平台焊接于多边形桁架平台的中央位置。

[0055] 装配式FRP组合牵索塔式小位移平台群体体系的施工方法:对采油地点开挖至相应深度并找平处理,安放模板并浇筑各塔式桁架单体所对应的方形独立式基础,其中,基础上部设置带连接套筒的钢材基础板。基础成型后,将工厂预制好的桁架分层模块单体按顺序排列,运输至海上相应地点。首先将桁架分层中底层模块单体沉下规定位置,底层模块下端带锥头内管与方形独立式基础的4个连接套筒对接后,并应用水下机器人将连接耳上的高强螺栓拧紧;在分层模块组装至顶层模块时,在系泊索连接处系上系泊索,并将系泊索下端的系泊重块放置于设计位置,对塔式结构形成固定作用;吊起上部结构,将平台下部柱腿接口与下部结构的顶层模块内管对接,通过连接耳上的高强螺栓连接并焊接固定;最后采用吊机吊起横向消能杆件至相应位置,各平台通过两根横向消能阻尼杆件铰接相连。

[0056] 实施例1:

[0057] 如图13、图16、图14、图16所示,这种新型装配式FRP混凝土组合牵索塔式平台结构

体系由预制的FRP混凝土组合立柱、FRP混凝土组合桁撑、FRP整体式多平面节点构成,整体式多平面节点由横向半管、竖向半管、斜向半管交汇构成,延伸端面形成连接耳,连接耳有螺栓孔;FRP混凝土组合立柱、FRP混凝土组合桁撑端部形成带螺栓孔的连接耳,端部延伸的内管贯穿环式阻尼器后嵌入节点半管并通过高强螺栓连接固定。如图4中,上部结构桁架平台的部件节点均以上述方式组合成型。

[0058] 本实施例中的施工方法:

[0059] 预制整体式多平面节点的施工方法,首先按照设计要求设计出多平面节点,用外层无缝的缠绕式FRP管包裹多平面节点外壁,单体节点的竖向半管、横向半管、斜向半管端头预留嵌入空间并密封,在半管端面焊接连接耳。最后向浇筑孔浇筑混凝土,填满多平面节点内部空间;

[0060] FRP混凝土组合结构的预制立柱的施工方法:首先用外层无缝的缠绕式FRP管包裹钢管,然后在钢管两端设置半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,通过钢管侧壁的横向高强螺栓连接固定,钢管下部内管端口密封,上部内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳;

[0061] 所述的FRP混凝土组合结构的预制桁撑的施工方法,首先用外层无缝的缠绕式FRP管包裹钢管,然后在钢管两端设置半径为钢管内壁半径的内管,伸出设计长度,通过钢管侧壁的横向高强螺栓连接固定,钢管一端内管端口密封,另一端内管的顶端开设有浇筑口,向FRP钢管浇筑自密实混凝土,FRP钢管内浇筑的混凝土高度与内管顶部相平,在混凝土成型后,在钢管两端面焊接连接耳。

[0062] 实施例2:

[0063] 如图1、图2、图3、图4、图5、图6、图10所示,装配式FRP混凝土组合牵索塔式小位移平台群由三个装配式FRP混凝土组合牵索塔式桁架单体和减震小位移一体式平台构成,各桁架单体下部通过2根横向消能阻尼杆件连接,上部结构平台空间布局呈多边形布置,其中,三个桁架单体上部连接减震桁架平台,减震平台由一体式钢制箱体及钢板组成,并通过铅芯橡胶垫层、横向阻尼器与桁架平台相连接;位于桁架平台中央的小位移平台由小位移箱体及FRP双层钢板箱体组成,小位移箱体由一体式钢制箱体及钢板组成;FRP双层钢板箱体由外层箱体和内层钢板箱体组成,外层箱体外层为FRP层,同时,小位移箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的一方向连接,外层箱体通过铰接阻尼器、轴组与内层箱体的另一方向连接,三者形成小位移平台,其中小位移箱体钢板底部设置橡胶层,防止平台与内-外层箱体碰撞破坏。

[0064] 实施例3:

[0065] 如图8、图9、图12、图13、图15所示,下部塔式结构由多个桁架分层模块构成,其中,5~6个基本桁架单元连接组成一个高度为30米的分层模块单体。下部桁架结构分层模块的连接构件由液压固定器、C型套筒1、C型套筒2、橡胶垫片、带锥头FRP混凝土内管、高强螺栓构成,C型套筒1、C型套筒2分别焊接固定于上下层桁架的立柱两端,上层桁架立柱的侧壁设置液压固定器,底部焊接带锥头的FRP内管,下层桁架立柱的顶部设有橡胶垫片。

[0066] 本实施例中的施工方法:

[0067] 首先将工厂预制的FRP混凝土桁撑、FRP混凝土立柱套入环式阻尼器,对接FRP整体

式多平面节点,通过高强螺栓连接固定,组成基本桁架单元,其中,5~6个基本桁架单元构成一个桁架分层模块单体;然后在各个设定的单层模块立柱上端焊接C型套筒2,并向C型套筒2内部放置橡胶垫片,并在立柱下端焊接C型套筒1,并在立柱侧壁通过高强螺栓固定液压固定器,上层-下层模块单体结构以内管嵌套连接并应用液压固定器压实,然后通过纵向高强螺栓连接固定。

[0068] 实施例4:

[0069] 如图11、图12所示,下部结构-基础连接部分由带连接套筒的方形独立式基础、带锥头FRP混凝土内管构成,以内管嵌套连接,通过纵向高强螺栓连接固定。

[0070] 本实施例中的施工方法:

[0071] 下部结构分层中底层模块立柱下端面形成带螺栓孔连接耳及焊接设计长度带锥头FRP内管,然后向内管浇灌混凝土,直至将带锥头内管填满;水下工作时,底层模块下端带锥头内管与方形独立式基础的4个连接套筒对接后,通过水下机器人将连接耳上的高强螺栓拧紧。

[0072] 实施例5:

[0073] 如图17为装配式FRP组合牵索塔式平台群的平面和空间示意图,该平台群体由多个平台单体构成,并如图10,各下部桁架单体通过液压杆铰接相连。

[0074] 本实施例中的施工方法:

[0075] 对采油地点开挖至相应深度并找平处理,安放模板并浇筑各塔式桁架单体所对应的方形独立式基础,其中,基础上部设置带连接套筒的钢材基础板。基础成型后,将工厂预制好的桁架分层模块单体按顺序排列,运输至海上相应地点。首先将桁架分层中底层模块单体沉下规定位置,底层模块下端带锥头内管与方形独立式基础的4个连接套筒对接后,并应用水下机器人将连接耳上的高强螺栓拧紧;在分层模块组装至顶层模块时,在系泊索连接处系上系泊索,并将系泊索下端的系泊重块放置于设计位置,对塔式结构形成固定作用;吊起上部结构,将平台下部柱腿接口与下部结构的顶层模块内管对接,通过连接耳上的高强螺栓连接并焊接固定;最后采用吊机吊起横向消能杆件至相应位置,各平台通过两根横向消能阻尼杆件铰接相连。

[0076] 综上所述,本发明将FRP混凝土结构运用在海上平台领域,FRP层大大提高了平台结构的耐腐蚀性,降低了构件的后期维护成本和延长了结构的寿命;钢管层对内层混凝土起约束变形,充分发挥混凝土强度的作用;构件中混凝土层提升了结构整体刚度,减小了下部桁架结构在水下荷载作用下的变形。通过设置环形阻尼器,桁撑、立柱在受荷载作用下的形变性能得到了改善,同时,提高了杆件使用的耐久性,结构消能减震的能力整体上得到了提升。本发明中装配式FRP组合牵索塔式小位移平台群结构体系连接方式由工厂预制的整体式节点连接立柱和桁撑,通过内管嵌套连接、高强螺栓连接固定的方式,简化了牵索塔式平台结构体系的施工工艺;连接处通过内管抵抗剪切力,高强螺栓抵抗拉力,符合结构的强度、变形要求;海上现场施工时,下部桁架结构可简单快速地将分层模块单体起吊施工,并按顺序拼装对接,利用水下机器人拧紧螺丝,依次对接的施工过程简便,耗时短,无污染;平台需要拆卸时,仅需将分层模块单体依次拆卸运走,转移到其他目的地后,待基础浇筑成型后便可直接安装,平台结构可以随时拆卸随时组装,起到一种重复利用、减小成本的效果。本发明中,新型减震平台中橡胶垫层与横向阻尼器将减震箱体与桁架平台、下部桁架结构

隔开,减小了上部减震箱体在风浪中平台自身的震动效应;小位移平台发生小角度偏转时,外层箱体、内层箱体通过产生相对转角位移消耗外部输入能量,同时通过轴组与内层箱体连接的小位移箱体仍保持稳定采用新型减震平台、小位移平台相结合的方式,减小了平台在风浪中平台自身的震动和摇摆效应,保证了钻井平台的稳定性及工作人员在工作过程时的舒适性。平台群可同时抽取在不同岩层的石油,提高工作的效率和成本;塔式桁架单体间采用消能阻尼杆件相互连接,保证了钻井平台群整体在工作时的稳定性。

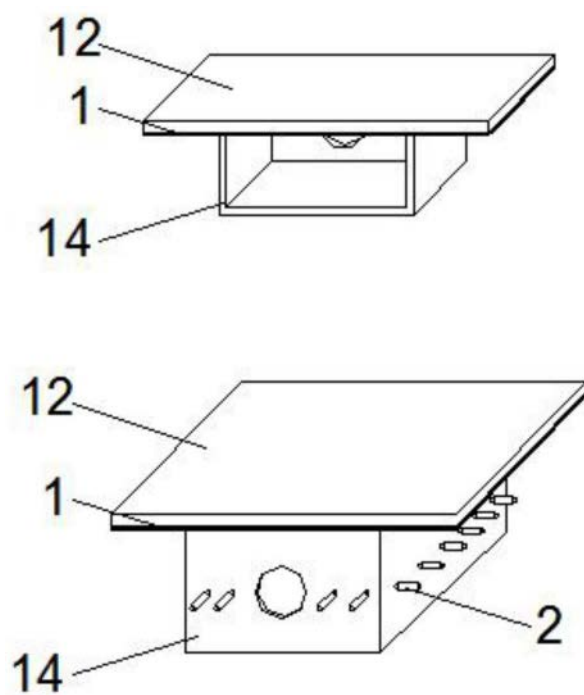


图1

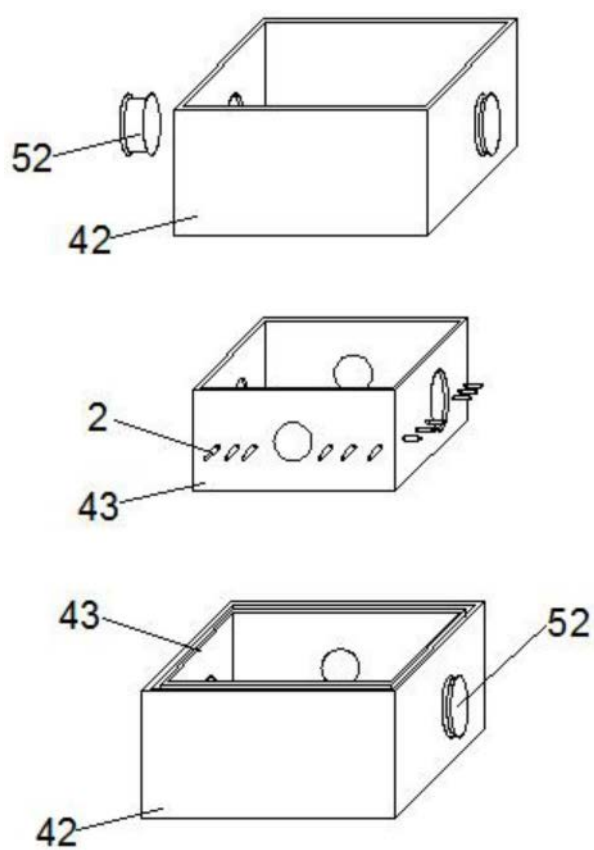


图2

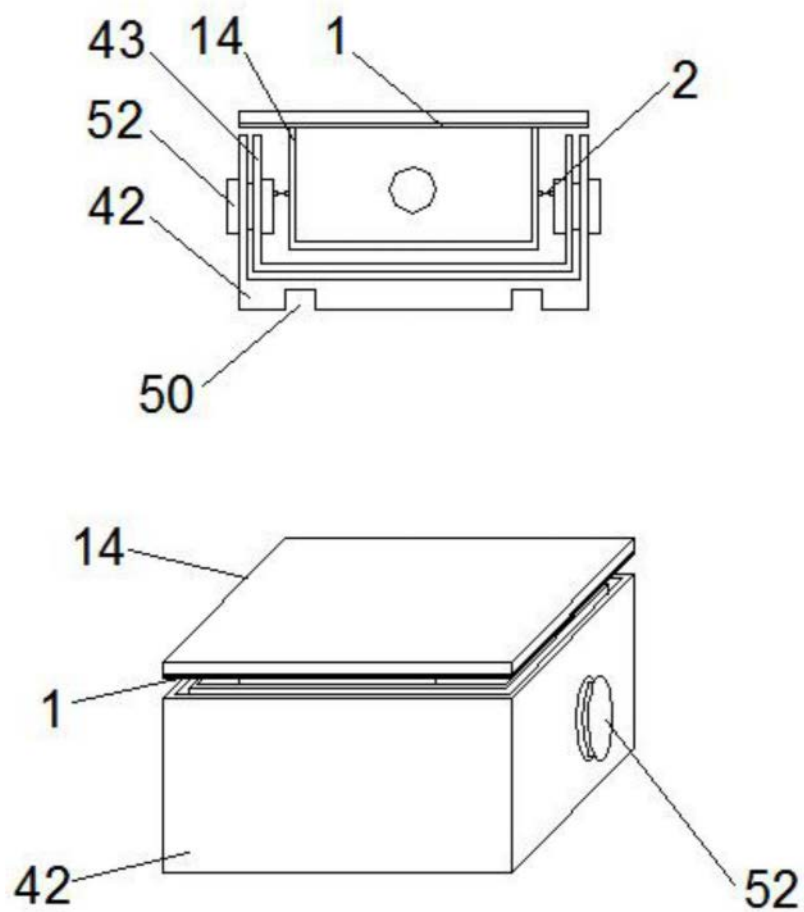


图3

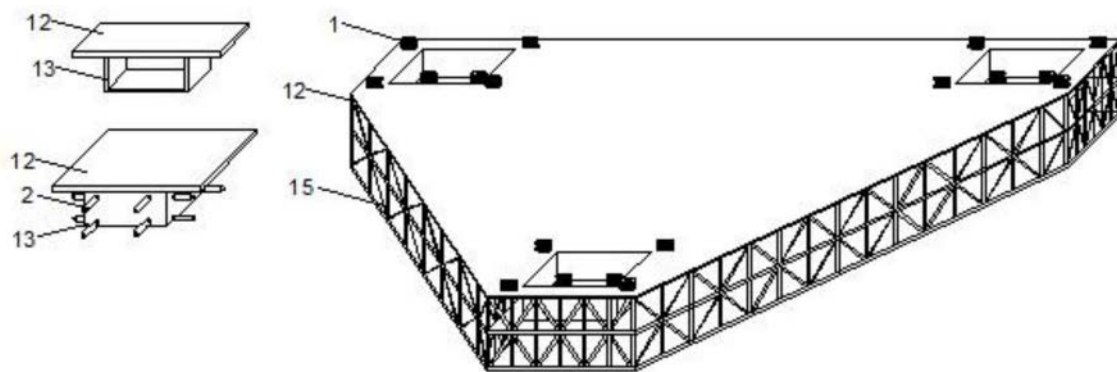


图4

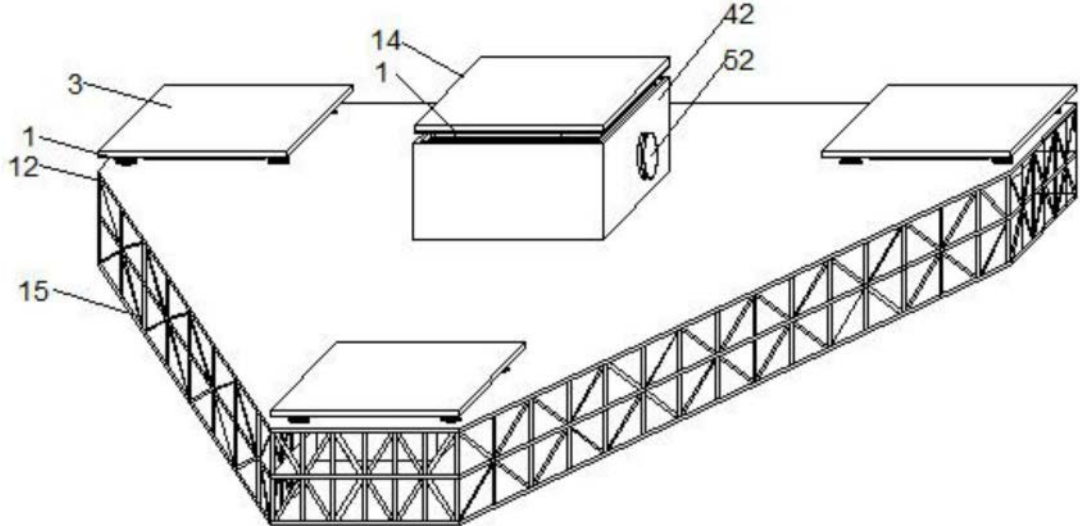


图5

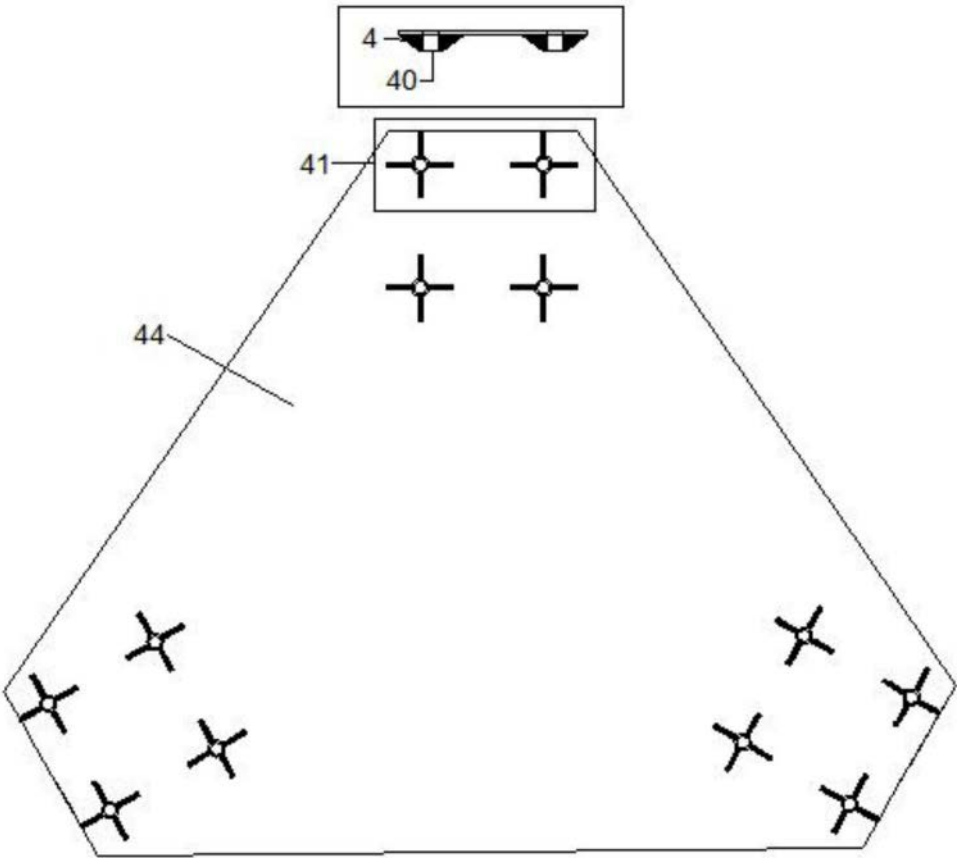


图6

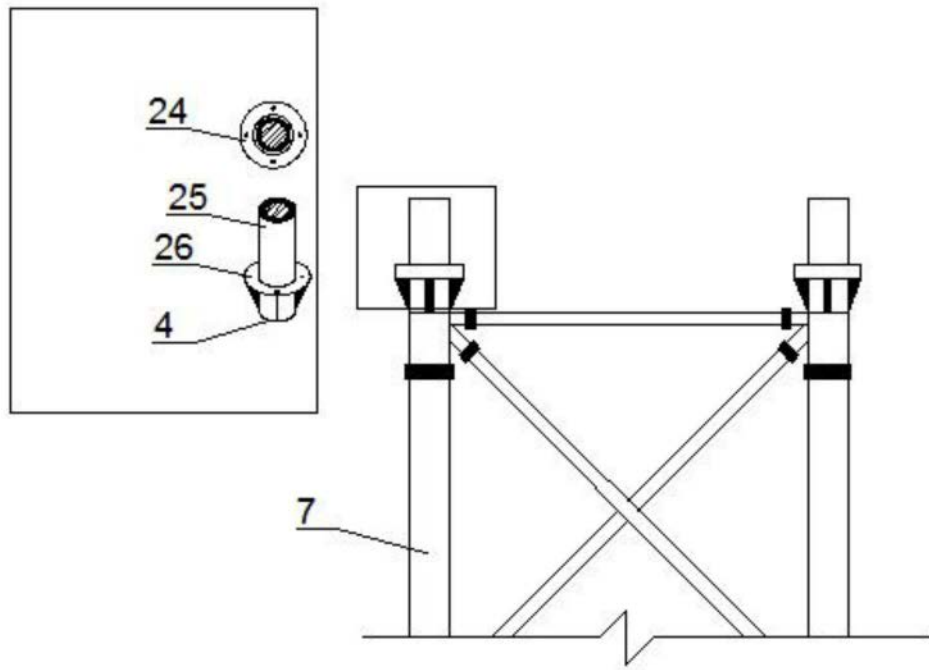


图7

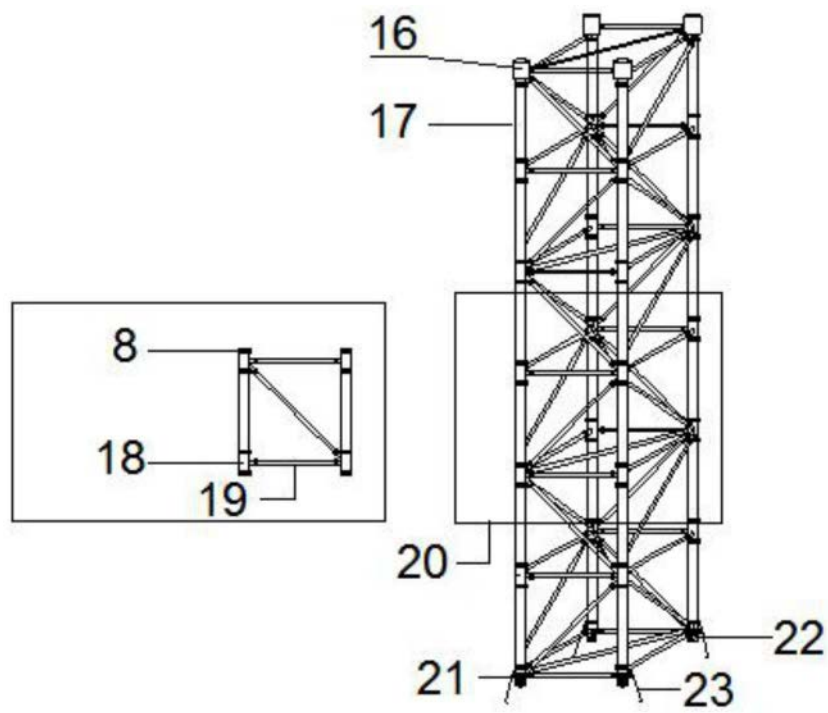


图8

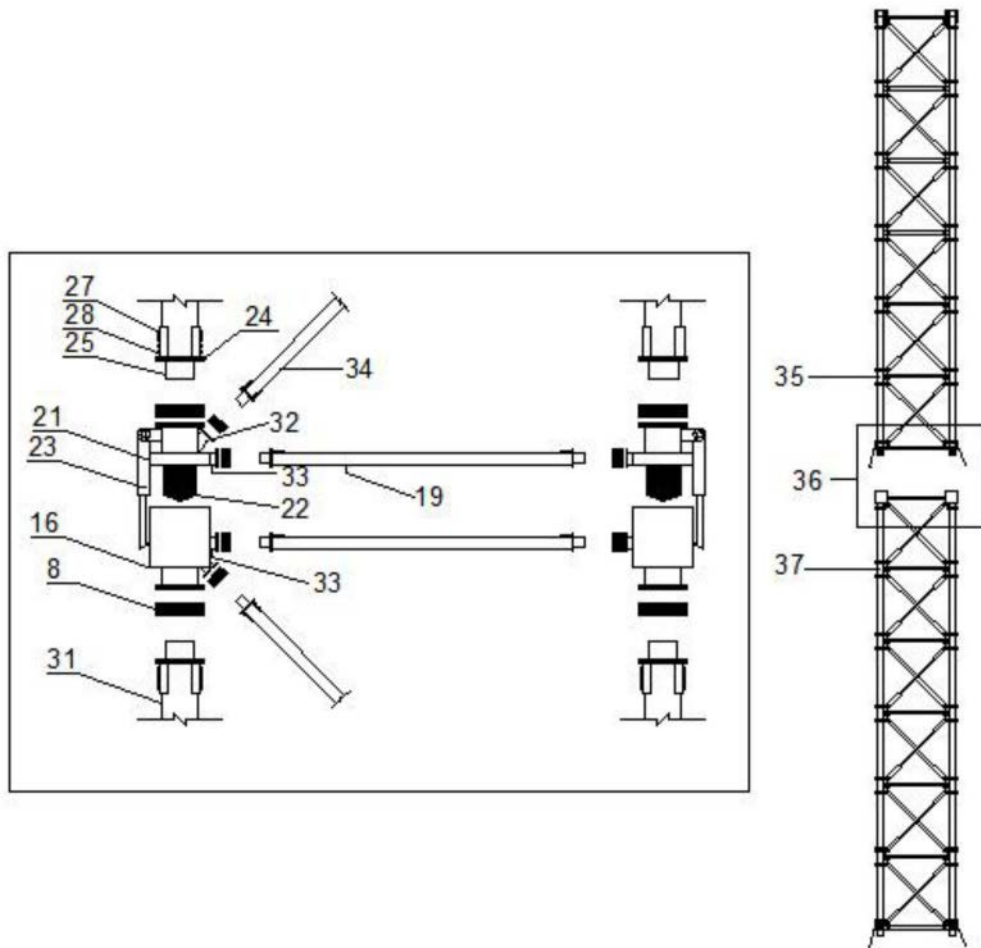


图9

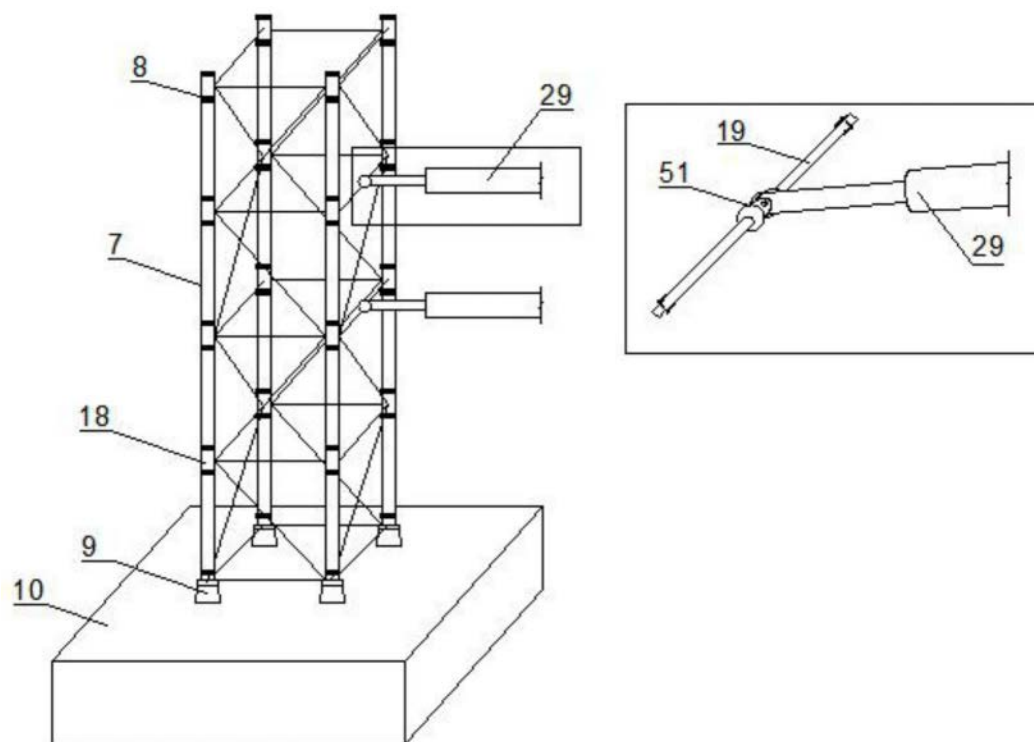


图10

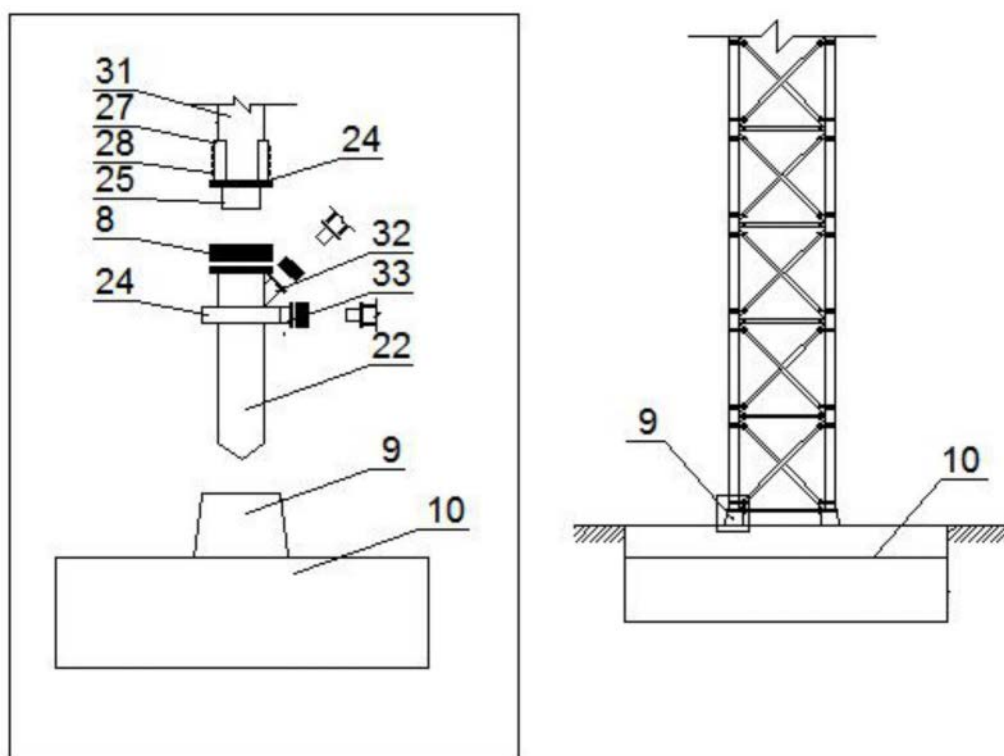


图11

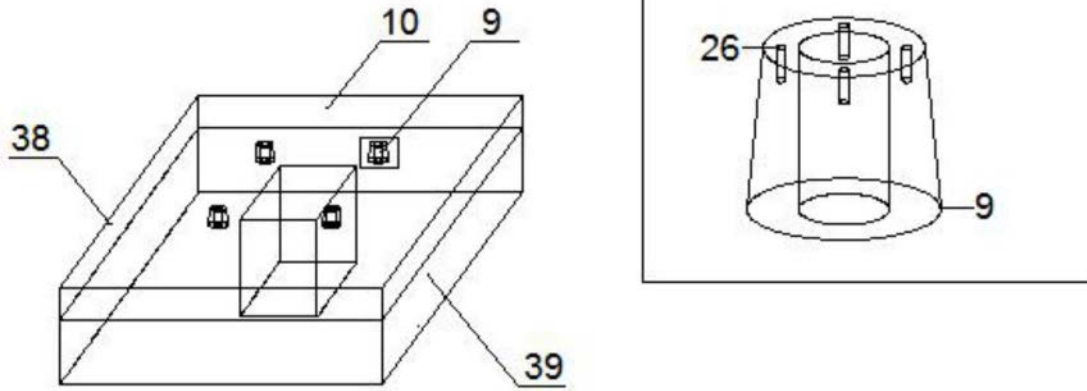


图12

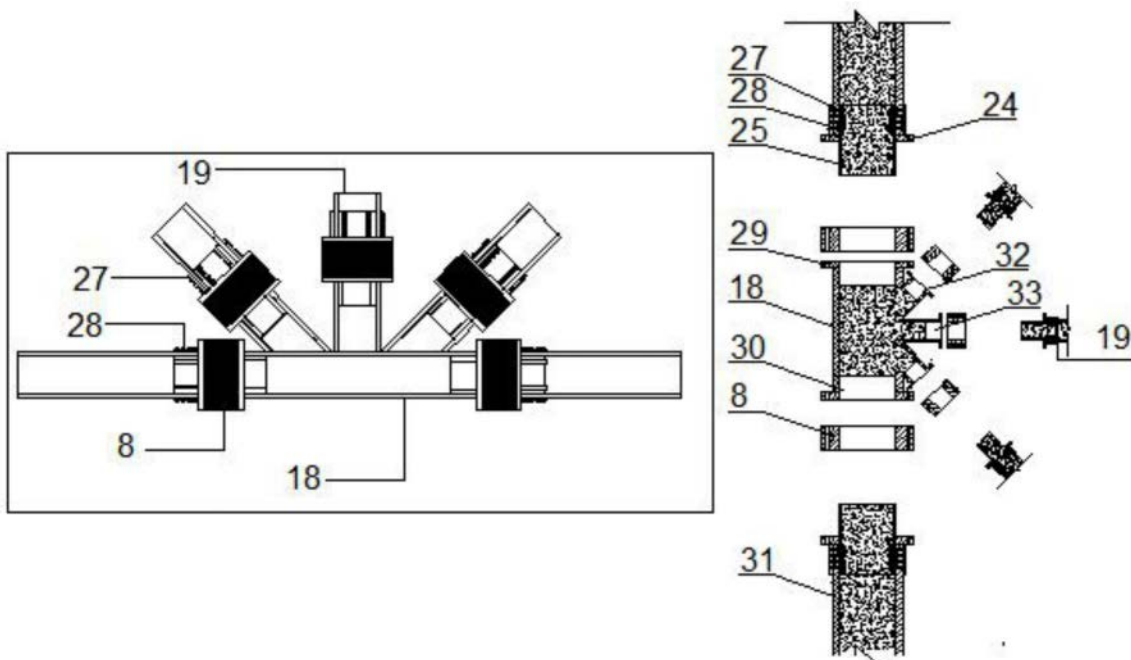


图13

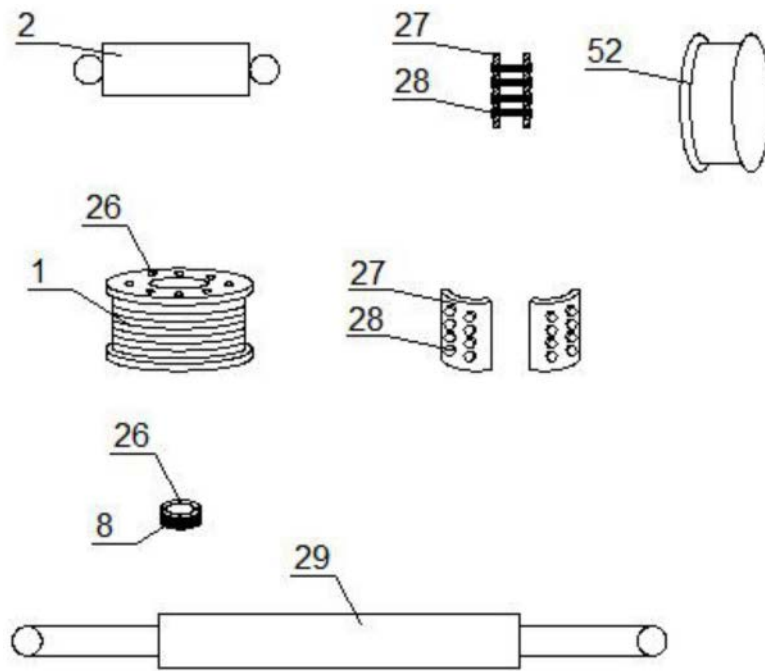


图14

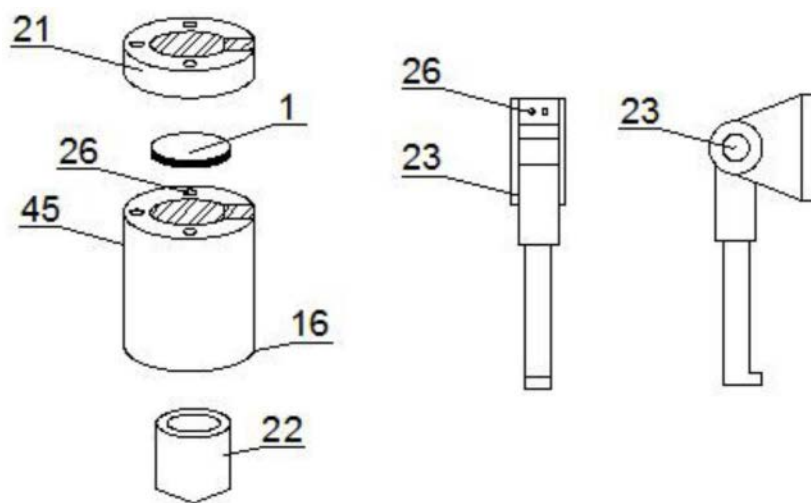


图15

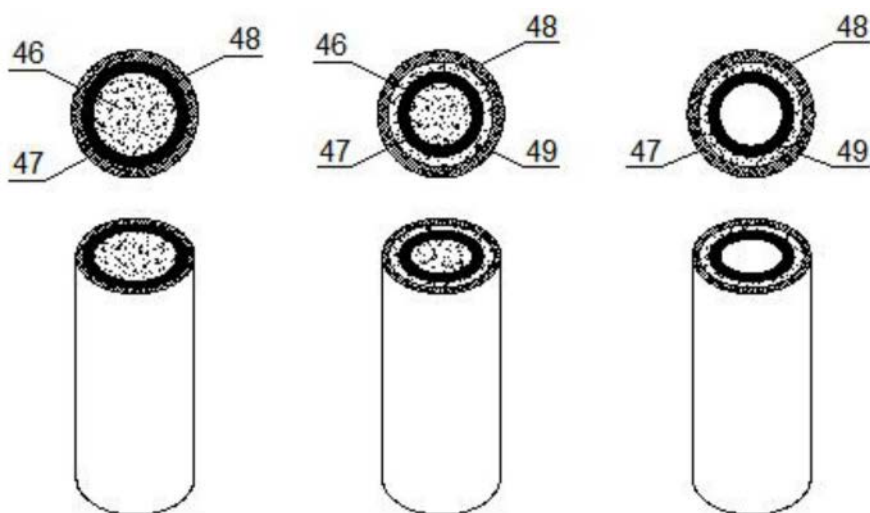


图16

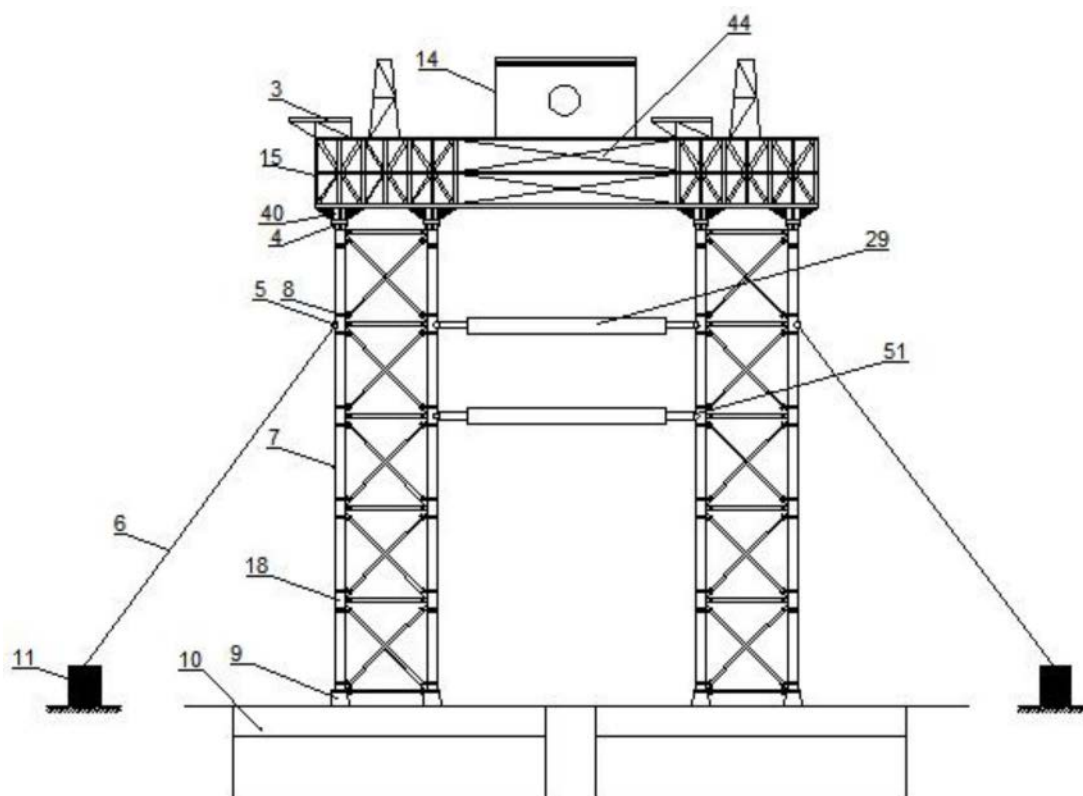


图17