



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109081237 B

(45)授权公告日 2019.09.17

(21)申请号 201811091099.5

(22)申请日 2018.09.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109081237 A

(43)申请公布日 2018.12.25

(73)专利权人 江苏建筑职业技术学院

地址 221116 江苏省徐州市泉山区学苑路
26号

(72)发明人 戴宁

(74)专利代理机构 徐州市三联专利事务所

32220

代理人 田鹏山

(51)Int.Cl.

B66C 1/30(2006.01)

B66C 1/12(2006.01)

(56)对比文件

CN 101695984 A, 2010.04.21, 全文.

CN 1947949 A, 2007.04.18, 全文.

CN 202296845 U, 2012.07.04, 全文.

CN 105014577 A, 2015.11.04, 全文.

CN 205530711 U, 2016.08.31, 全文.

CN 201089075 Y, 2008.07.23, 全文.

JP H11217180 A, 1999.08.10, 全文.

DD 212681 A1, 1984.08.22, 全文.

审查员 余杰

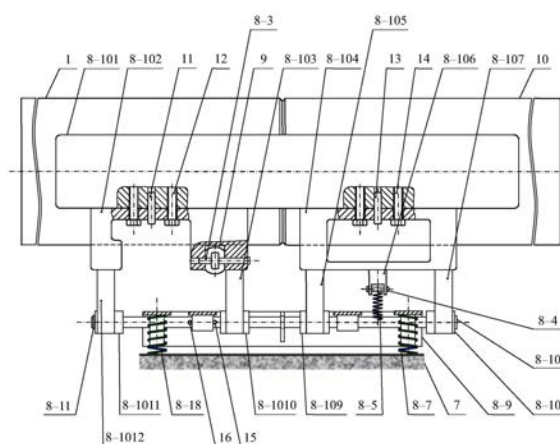
权利要求书2页 说明书11页 附图11页

(54)发明名称

长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工
装

(57)摘要

本发明公布一种长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装,属于专用夹具技术领域。包括支撑装置、起吊装置和同轴对准机构;同轴对准机构包括底座组件、前摇杆组件、后摇杆组件;底座组件内的4个弹簧与地基上的垫块接触,前摇杆组件与后摇杆组件中部之间铰接有可伸缩的动力螺杆机构;使用时,前摇杆组件与后摇杆组件上部的圆弧形槽配合扣合在长钢管与短钢管的相邻端。本发明以固定的长钢管的外圆柱面为基准,通过前摇杆组件与后摇杆组件的抱紧实现短钢管与长钢管的同轴对准,具有适应任意位置误差的能力;短钢管采用弹性力的起吊方式,可以将长钢管与短钢管轻松地实现同轴对准,从而焊接出同轴度高的一根钻杆。



1. 一种长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装,包括用于承接长钢管(1)的支撑装置,和用于起吊短钢管(10)的起吊装置;

其特征在于:

还包括一个用于将长钢管(1)、短钢管(10)相对准的同轴对准机构(8);

所述同轴对准机构(8)包括底座组件(8-9);所述底座组件(8-9)下表面安装有4个支撑弹簧,底座组件(8-9)上侧设有相对的前摇杆组件(8-1)、后摇杆组件(8-2);所述前摇杆组件(8-1)、后摇杆组件(8-2)下端铰接在底座组件(8-9)上;前摇杆组件(8-1)、后摇杆组件(8-2)中部之间铰接有可伸缩的动力螺杆机构(9);前摇杆组件(8-1)中部还连接有前摇杆压簧(8-5),后摇杆组件(8-2)中部还连接有后摇杆压簧(8-15);所述前摇杆压簧(8-5)、后摇杆压簧(8-15)另一端连接在底座组件(8-9)上,前摇杆压簧(8-5)、后摇杆压簧(8-15)对称布置;所述前摇杆组件(8-1)、后摇杆组件(8-2)上部内侧设有相对的圆弧形槽;使用时,所述前摇杆组件(8-1)、后摇杆组件(8-2)上部的圆弧形槽配合扣合在长钢管(1)与短钢管(10)对接邻域的一段上。

2. 根据权利要求1所述的长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装,其特征在于:所述底座组件(8-9)下侧面固定有四个呈矩形分布的导套,所述导套上套装有弹簧;所述弹簧上端抵在底座组件(8-9)下,弹簧下端伸出导套并支撑在垫块上;所述垫块嵌装在地基(7)上。

3. 根据权利要求1所述的长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装,其特征在于:所述前摇杆组件(8-1)包括前夹紧内圆弧块(8-101),前夹紧内圆弧块(8-101)的内侧面开有所述圆弧形槽;所述前夹紧内圆弧块(8-101)的下侧左端位置通过两个左前螺栓(12)连接有前左支座(8-102),前左支座(8-102)与前夹紧内圆弧块(8-101)之间设有一个左前定位销(11),左前定位销(11)位于两个左前螺栓(12)之间;所述前夹紧内圆弧块(8-101)的下侧右端位置通过两个右前螺栓(14)连接有前右支座(8-104),前右支座(8-104)与前夹紧内圆弧块(8-101)之间设有一个右前定位销(13),右前定位销(13)位于两个右前螺栓(14)之间;

在所述前左支座(8-102)下侧固定有前第一支杆(8-1012)和前第二支杆(8-103),前第一支杆(8-1012)下端固定有前第一支座(8-1011),前第二支杆(8-103)下端固定有前第二支座(8-1010);在所述前右支座(8-104)下侧固定有前第三支杆(8-105)和前第四支杆(8-107),前第三支杆(8-105)下端固定有前第三支座(8-109),前第四支杆(8-107)下端固定有前第四支座(8-108);

所述前第一支座(8-1011)、前第二支座(8-1010)、前第三支座(8-109)、前第四支座(8-108)上开有同轴的通孔;在所述底座组件(8-9)上安装有一根摇杆支轴(8-10),前第一支座(8-1011)、前第二支座(8-1010)、前第三支座(8-109)、前第四支座(8-108)通过通孔转动安装在摇杆支轴(8-10)上,摇杆挡圈(8-11)将前摇杆组件定位在摇杆支轴(8-10)上。

4. 根据权利要求1所述的长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装,其特征在于:所述动力螺杆机构(9)包括依次连接的左套筒(9-3)、左套盖(9-22)、中套筒(9-5)、过渡套筒(9-6)、右套筒(9-7);所述左套筒(9-3)、左套盖(9-22)之间焊接固定,左套盖(9-22)、中套筒(9-5)、过渡套筒(9-6)、右套筒(9-7)之间通过多组轴向螺栓(9-13)与连接螺母(9-14)固定连接;

所述左套筒(9-3)左端焊接有左支座(9-2),左支座(9-2)左端焊接有左支轴(9-1),左

支轴(9-1)与前摇杆组件(8-1)铰接;

所述左套筒(9-3)内设有减速电机(9-4),减速电机(9-4)通过左螺钉(9-24)连接在中套筒(9-5)的左端,减速电机(9-4)的输出轴通过键(9-23)与连接轴(9-20)左端的内孔连接;所述连接轴(9-20)通过左轴承(9-21)支撑在中套筒(9-5)的内孔中并限制向左窜动,连接轴(9-20)右侧设有阶梯形螺杆轴(9-16);所述阶梯形螺杆轴(9-16)左端与连接轴(9-20)右端采用环面接触;阶梯形螺杆轴(9-16)上套有推力弹簧(9-19)和推力轴承(9-18);所述推力轴承(9-18)的右端面与过渡套筒(9-6)内孔左侧面接触;所述推力弹簧(9-19)的右端面与推力轴承(9-18)左侧面接触,推力弹簧(9-19)的左端面与阶梯形螺杆轴(9-16)左端圆盘的右侧面接触;所述阶梯形螺杆轴(9-16)的中部安装有右轴承(9-17);右轴承(9-17)安装在过渡套筒(9-6)右侧的孔内并限制向右窜动;所述阶梯形螺杆轴(9-16)右端位于右套筒(9-7)内,阶梯形螺杆轴(9-16)右端通过螺纹连接安装有传动螺母(9-8);所述右套筒(9-7)内壁通过锁键销(9-10)安装有导向键(9-9),所述传动螺母(9-8)上开有与导向键(9-9)配合的导向槽;

所述传动螺母(9-8)右端焊接固定有右推拉杆(9-12);所述右推拉杆(9-12)的左侧开有用于容纳阶梯形螺杆轴(9-16)右端的盲孔,右推拉杆(9-12)的左端与后摇杆组件(8-2)铰接。

5. 据权利要求1所述的长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装,其特征在于:所述起吊装置包括短钢管起吊组件(21)和起吊钢丝绳(22);

所述短钢管起吊组件(21)包括U型吊梁(21-7);

所述U型吊梁(21-7)开口端下侧通过螺钉(21-8)固定有承重橡胶垫块(21-6);

所述U型吊梁(21-7)开口端上侧焊接有吊座(21-1),吊座(21-1)上开有竖向的通孔;在所述吊座(21-1)通孔上侧焊接有吊杆座(21-2),吊杆座(21-2)上开有与吊座(21-1)通孔相对的通孔,吊杆座(21-2)通孔直径小于吊座(21-1)通孔;在所述吊杆座(21-2)通孔中滑动套装有吊杆(21-3),吊杆(21-3)下端有一个与吊座(21-1)通孔相配合的圆柱台;所述吊杆(21-3)上段开有轴向排列的孔,吊杆(21-3)孔中安装有吊杆限位销(21-4),吊杆限位销(21-4)位于吊杆座(21-2)上侧;所述吊杆(21-3)下段套装有承重弹簧(21-5),承重弹簧(21-5)下端抵在吊杆(21-3)下端的圆柱台上,承重弹簧(21-5)上端抵在吊杆座(21-2)下侧;

所述起吊钢丝绳(22)连接在吊杆(21-3)上端。

6. 据权利要求1所述的长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装,其特征在于:所述支撑装置包括结构对称的左侧V型支撑块(2)、右侧V型支撑块(3);所述左侧V型支撑块(2)下侧四角位置分别设有一个地脚垫块(5),地脚垫块(5)和左侧V型支撑块(2)通过地脚螺钉(6)、螺母(4)一同固定在地基(7)上。

长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装

技术领域

[0001] 本发明专利涉及机构学与旋挖钻机制造专用夹具技术领域,具体是一种长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装。

背景技术

[0002] 旋挖钻机是桥梁、地铁与楼房建设中的成孔装备,钻孔深度在30m到150m之间,钻杆的节数3到6节。一根钻杆由无缝钢管与其它零件焊接而成,多根钻杆以内套式结构组成旋挖钻机的可伸缩钻杆,内钢管的外壁上焊接成组的外键条与加压锁台,外钢管的内壁对应焊接成组的内键条,外键条和内键条使内钢管与外钢管组成移动副并在节间轴向长度变化的情况下传递转矩,加压锁台使内钢管与外钢管可传递轴向压力,从而带动下端的钻头对岩土实施切割破碎作业,完成规定深度的成孔作业。这里的钢管为高标合金无缝钢管或高强无缝钢管,尺寸精度高。

[0003] 由于旋挖钻机的产品系列与无缝钢管长度系列的不一致,也由于需要在深入钢管的内壁上焊接辅助零件,致使一根钻杆不得不分成一节长的钢管与一节短的钢管的对焊结构,所以,出现了一节长钢管与一节短钢管对焊成一根钢管的问题,长钢管与短钢管的外径在440~630mm之间,长钢管与短钢管的长度比在9~11.5之间,长钢管与短钢管的重量比也在9~11.5之间,一根钻杆的长度在20~25m之间,由于长钢管较长,采用全长高精度的连续支撑是不经济的。

[0004] 当前,有的企业采用长钢板支撑长钢管、有的企业采用两根横向布置的钢棍支撑长钢管,对于短钢管,几乎都是采用两根钢丝绳与行车组合起吊,通过点动方式控制短钢管在水平面内的位移与垂直方向的位移,通过目测大致找正,通过水平仪判断长钢管待焊接一端与短钢管待焊接一端的高度误差、通过百分表判断长钢管待焊接一端与短钢管待焊接一端的在水平内的位置误差,再通过点动方式控制短钢管做减小误差的运动,当认为已经对准了,采用点焊的方式将两节钢管点焊在一起,解除两根钢丝绳,再继续找正,通过敲击的方式减小误差,当认为真的对准了,再连续焊接成一体。

[0005] 这样的找正方法存在五个方面的固有缺陷:

[0006] 一个方面是长钢管待焊接一端的邻域一段的轴线是否处于水平状态为未知;

[0007] 第二个方面是长钢管待焊接一端的端面与长钢管待焊接一端的邻域一段的轴线是否垂直为未知;

[0008] 第三个方面是短钢管的轴线是否达到水平状态为未知;

[0009] 第四个方面是短钢管的轴线与长钢管的轴线存在小的偏斜角难以被发现;

[0010] 第五个方面是采用百分表找正涉及的轴向长度太小,利用的是长钢管与短钢管上有限几个点的特征而不是利用长钢管与短钢管上圆弧面的几何形状,判断同轴度的精度较低;

[0011] 这五方面的问题导致对接的精度不高,当钻机旋转时,钻杆普遍出现摆振现象,这在工地上可以清晰地观察到,由于同轴度精度较低,产生附加的横向力,严重的时候,导致

动力头部的方头零件根部的应力过大并出现过早开裂现象。

发明内容

[0012] 为解决上述技术问题,本发明提供一种长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装。

[0013] 本发明通过以下技术方案实现:一种长短比大于9的两节高精度钢管同轴对接工装,包括用于承接长钢管的支撑装置,和用于起吊短钢管的起吊装置;还包括一个用于将长钢管、短钢管相对准的同轴对准机构;所述同轴对准机构包括底座组件;所述底座组件下表面安装有多个支撑弹簧,底座组件上侧设有相对的前摇杆组件、后摇杆组件;所述前摇杆组件、后摇杆组件下端铰接在底座组件上;前摇杆组件、后摇杆组件中部之间铰接有可伸缩的动力螺杆机构;前摇杆组件中部还连接有前摇杆压簧,后摇杆组件中部还连接有后摇杆压簧;所述前摇杆压簧、后摇杆压簧另一端连接在底座组件上,前摇杆压簧、后摇杆压簧对称布置;所述前摇杆组件、后摇杆组件上部相对面上设有相对的圆弧形槽;使用时,所述前摇杆组件、后摇杆组件上部的圆弧形槽配合扣合在长钢管、短钢管相邻端。

[0014] 优选的:所述底座组件下侧面固定有四个呈矩形分布的导套,所述导套上套装有弹簧;所述弹簧上端抵在底座组件下,弹簧下端伸出导套,弹簧下端设有垫块;所述垫块嵌装在地基上。

[0015] 优选的:所述前摇杆组件包括前夹紧内圆弧块,前夹紧内圆弧块的内侧面开有所述圆弧形槽;所述前夹紧内圆弧块的下侧左端位置通过两个左前螺栓连接有前左支座,前左支座与前夹紧内圆弧块之间设有一个左前定位销,左前定位销位于两个左前螺栓之间;所述前夹紧内圆弧块的下侧右端位置通过两个右前螺栓连接有前右支座,前右支座与前夹紧内圆弧块之间设有一个右前定位销,右前定位销位于两个右前螺栓之间;在所述前左支座下侧固定有前第一支杆和前第二支杆,前第一支杆下端固定有前第一支座,前第二支杆下端固定有前第二支座;在所述前右支座下侧固定有前第三支杆和前第四支杆,前第三支杆下端固定有前第三支座,前第四支杆下端固定有前第四支座;所述前第一支座、前第二支座、前第三支座、前第四支座上开有同轴的通孔;在所述底座组件上安装有一根摇杆支轴,前第一支座、前第二支座、前第三支座、前第四支座通过通孔转动安装在摇杆支轴上。

[0016] 优选的:所述动力螺杆机构包括依次连接的左套筒、左套盖、中套筒、过渡套筒、右套筒;所述左套筒、左套盖之间焊接固定,左套盖、中套筒、过渡套筒、右套筒之间通过多组轴向螺栓与连接螺母固定连接;所述左套筒左端焊接有左支座,左支座左端焊接有左支轴,左支轴与前摇杆组件铰接;所述左套筒内设有减速电机,减速电机通过左螺钉连接在中套筒的左端,减速电机的输出轴通过键连接有连接轴;所述连接轴通过左轴承支撑在中套筒的内孔中并限制向左窜动,连接轴右侧设有阶梯形螺杆轴;所述阶梯形螺杆轴左端与连接轴右端采用环面接触;阶梯形螺杆轴上套有推力弹簧和推力轴承;所述推力轴承的右端面与过渡套筒内孔左侧面接触;所述推力弹簧的右端面与推力轴承左侧面接触,推力弹簧的左端面与阶梯形螺杆轴左端圆盘的右侧面接触;所述阶梯形螺杆轴的中部安装有右轴承;右轴承安装在过渡套筒右侧的孔内并限制向右窜动;所述阶梯形螺杆轴右端位于右套筒内,阶梯形螺杆轴右端通过螺纹连接安装有传动螺母;所述右套筒内壁通过锁键销安装有导向键,所述传动螺母上开有与导向键配合的导向槽;所述传动螺母右端焊接固定有右推

拉杆;所述右推拉杆的左侧开有用于容纳阶梯形螺杆轴右端的盲孔,右推拉杆的左端与后摇杆组件铰接。

[0017] 优选的:所述起吊装置包括短钢管起吊组件和起吊钢丝绳;所述短钢管起吊组件包括U型吊梁;所述U型吊梁开口端下侧通过螺钉固定有承重橡胶垫块;所述U型吊梁开口端上侧焊接有吊座,吊座上开有竖向的通孔;在所述吊座通孔上侧焊接有吊杆座,吊杆座上开有与吊座通孔相对的通孔,吊杆座通孔直径小于吊座通孔;在所述吊杆座通孔中滑动套装有吊杆,吊杆下端有一个与吊座通孔相配合的圆柱台;所述吊杆上段开有轴向排列的孔,吊杆孔中安装有吊杆限位销,吊杆限位销位于吊杆座上侧;所述吊杆下段套装有承重弹簧,承重弹簧下端抵在吊杆下端的圆柱台上,承重弹簧上端抵在吊杆座下侧;所述起吊钢丝绳连接在吊杆上端。

[0018] 优选的:所述支撑装置包括结构对称的左侧V型支撑块、右侧V型支撑块;所述左侧V型支撑块下侧四角位置分别设有一个地脚垫块,地脚垫块和左侧V型支撑块通过地脚螺钉、螺母一同固定在地基上。

[0019] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:短钢管待对准端面相对于长钢管待对准端面沿着x方向的初始偏移量 x_{10} 的消除,空间任意偏斜角的纠正,均由前摇杆组件与后摇杆组件的抱紧同时实现,相当于以固定的长钢管的外圆柱面为基准,将短钢管的外圆柱面调整到与长钢管的外圆柱面在同一个圆柱面内,从而实现短钢管与长钢管的同轴对准;由于同轴对准机构相对于地基采用弹性支撑,具有适应任意位置误差的能力,且消除任意位置误差时遇到的阻力很小;又由于对短钢管采用弹性力的起吊方式而不是钢丝绳的直接刚性起吊方式,当前摇杆组件与后摇杆组件对长钢管与短钢管实施抱紧作业时,可以将长钢管与短钢管轻松地实现同轴对准,从而焊接出同轴度高的一根钻杆,最终的同轴度误差取决于长钢管与短钢管的几何精度,与对接过程无关,从而避免了人为找正必然产生的随机误差。

附图说明

- [0020] 图1是长钢管与两个V型支撑块的主视图;
- [0021] 图2是长钢管与两个V型支撑块的左视图;
- [0022] 图3是长钢管焊接端面无偏转角的左右支撑位置原理图;
- [0023] 图4是长钢管与短钢管、同轴对准机构张开状态的右视图;
- [0024] 图5是长钢管与短钢管、同轴对准机构闭合状态的右视图;
- [0025] 图6是长钢管与短钢管、同轴对准机构闭合过程的受力分析图;
- [0026] 图7是短钢管被抬起时前摇杆组件的受力分析图;
- [0027] 图8是短钢管被下压时前摇杆组件的受力分析图;
- [0028] 图9是短钢管被抬起时后摇杆组件的受力分析图;
- [0029] 图10是短钢管被下压时后摇杆组件的受力分析图;
- [0030] 图11是长钢管与短钢管、同轴对准机构闭合状态的主视图;
- [0031] 图12是长钢管与短钢管、同轴对准机构闭合状态的后视图;
- [0032] 图13是动力螺杆机构的剖视图;
- [0033] 图14是动力螺杆机构的左视图;

- [0034] 图15是动力螺杆机构的主视图；
- [0035] 图16是动力螺杆机构的受力分析图；
- [0036] 图17是前摇杆组件的主视图；
- [0037] 图18是前摇杆组件左段的左视图；
- [0038] 图19是前摇杆组件右段的左视图；
- [0039] 图20是短钢管起吊组件的主视图；
- [0040] 图21是短钢管起吊组件的主视局部剖面图
- [0041] 图22是短钢管吊接组件的俯视局部剖面图；
- [0042] 图23是底架组件的主视图；
- [0043] 图24是底架组件的俯视图
- [0044] 是25底架组件的左视图。
- [0045] 图中，(1)长钢管；(2)左侧V型支撑块；(3)右侧V型支撑块；(4)螺母；(5)地脚垫块；(6)地脚螺钉；(7)地基；(8)同轴对准机构；(9)动力螺杆机构；(10)短钢管；(11)左前定位销；(12)左前螺栓；(13)右前定位销；(14)右前螺栓；(15)支轴左限位销；(16)支轴右限位销；(17)左后定位销；(18)左后螺栓；(19)右后定位销；(20)右后螺栓；(21)短钢管起吊组件；(22)起吊钢丝绳；
- [0046] (8-1)前摇杆组件；(8-2)后摇杆组件；(8-3)螺杆前销轴；(8-4)前摇杆销轴；(8-5)前摇杆压簧；(8-6)支座前销轴；(8-7)右前弹簧；(8-8)前垫块；(8-9)底座组件；(8-10)摇杆支轴；(8-11)摇杆挡圈；(8-12)后垫块；(8-13)右后弹簧；(8-14)支座后销轴；(8-15)后摇杆压簧；(8-16)后摇杆销轴；(8-17)螺杆后销轴；(8-18)左前弹簧；(8-19)左后弹簧；
- [0047] (8-101)前夹紧内圆弧块；(8-102)前左支座；(8-103)前第二支杆；(8-104)前右支座；(8-105)前第三支杆；(8-106)前撑力弹簧座；(8-107)前第四支杆；(8-108)前第四支座；(8-109)前第三支座；(8-1010)前第二支座；(8-1011)前第一支座；(8-1012)前第一支杆；
- [0048] (8-201)后夹紧内圆弧块；(8-202)后左支座；(8-203)后第二支杆；(8-204)后右支座；(8-205)后第三支杆；(8-206)后撑力弹簧座；(8-207)后第四支杆；(8-208)后第四支座；(8-209)后第三支座；(8-2010)后第二支座；(8-2011)后第一支座；(8-2012)后第一支杆；
- [0049] (8-91)左横条；(8-92)左后导套；(8-93)中左横条；(8-94)中左支座；(8-95)中间支梁；(8-96)中右横条；(8-97)中右支座；(8-98)后弹簧支座；(8-99)右横条；(8-910)右后导套；(8-911)后支梁；(8-912)右前导套；(8-913)前弹簧支座；(8-914)前支梁；(8-915)左前导套；
- [0050] (9-1)左支轴；(9-2)左支座；(9-3)左套筒；(9-4)减速电机；(9-5)中套筒；(9-6)过渡套筒；(9-7)右套筒；(9-8)传动螺母；(9-9)导向键；(9-10)锁键销；(9-11)毡圈；(9-12)右推拉杆；(9-13)轴向螺栓；(9-14)连接螺母；(9-15)右套盖；(9-16)阶梯形螺杆轴；(9-17)右轴承；(9-18)推力轴承；(9-19)推力弹簧；(9-20)连接轴；(9-21)左轴承；(9-22)左套盖；(9-23)键；(9-24)左螺钉；
- [0051] (21-1)吊座；(21-2)吊杆座；(21-3)吊杆；(21-4)吊杆限位销；(21-5)承重弹簧；(21-6)承重橡胶垫块；(21-7)U型吊梁；(21-8)螺钉。
- [0052] 图中符号： (D_1) 钢管外径； (D_2) 钢管内径； (L_{11}) 长钢管的长度； (L_{12}) 短钢管的长度； (L_{13}) 两个V型支撑块的支点长度； (L_{91}) 动力螺杆机构的最大长度； (L_{92}) 动力螺杆机构的长

度最大变化量; (b_{81}) 螺杆前销轴心到y轴的距离; (b_{82}) 螺杆后销轴心到y轴的距离; (W_9) 动力螺杆机构与结构部件的重力; (W_{91}) 动力螺杆机构与结构部件的重力在左端支点的分量; (W_{92}) 动力螺杆机构与结构部件的重力在右端支点的分量; (F_{916}) 阶梯形螺杆轴上的轴向拉力;

[0053] (O_1) 长钢管待焊接端面的圆心; (O_{10}) 短钢管的圆心;

[0054] (A) 长钢管轴线上左端点; (B) 左支撑中截面与长钢管轴线的交点; (C) 右支撑中截面与长钢管轴线的交点; (D) 长钢管轴线上的右端点; (q) 长钢管自重单位长度上的载荷;

[0055] (H_1) 长钢管轴线关于地基的高度; (H_2) 短钢管轴线关于地基的高度; (H_3) 对准之前支座底面关于地基的高度; (H_4) 对准之后支座底面关于地基的高度; (H_5) 圆弧下边到摇杆支轴轴心的距离; (H_6) 动力螺杆机构的轴线到摇杆支轴轴心的距离; (H_7) 圆弧上边到摇杆支轴轴心的距离;

[0056] (R_1) 前摇杆组件上的圆弧半径; (R_2) 后摇杆组件上的圆弧半径;

[0057] (L_{81}) 前摇杆组件的重力到摇杆支轴轴心的距离; (L_{82}) 后摇杆组件的重力到摇杆支轴轴心的距离;

[0058] (x) 通过长钢管轴心的水平轴; (y) 垂直于长钢管轴线的垂直轴; (x_{10}) 短钢管待对准端面相对于长钢管待对准端面沿着x方向的初始偏移量; (y_{10}) 短钢管偏低量;

[0059] (L_z) 前后垫块对称中心线之间的距离; (θ) 圆弧包角;

[0060] (G_2) 短钢管的重力; (F_2) 起吊钢丝绳上的拉力; (k_c) 承重弹簧的刚度;

[0061] (d_{10}) 轴向接触环的外径; (d_{20}) 轴向接触环的内径; (r_{98}) 螺母与导向键的接触压力平均半径; (d_{916}) 阶梯形螺杆轴上螺杆的中径; (K_3) 左套筒上的电线孔; (K) 吊杆上预先压缩承重弹簧的销孔;

[0062] (F_{110}) 前摇杆组件圆弧下边对短钢管的作用力; (F_{101}) 短钢管对前摇杆组件圆弧下边的作用力; (F_{210}) 后摇杆组件圆弧下边对短钢管的作用力; (F_{102}) 短钢管对后摇杆组件圆弧下边的作用力; (F_{981}) 动力螺杆机构对前摇杆组件的拉力; (F_{819}) 前摇杆组件对动力螺杆机构的拉力; (F_{982}) 动力螺杆机构对后摇杆组件的拉力; (F_{829}) 后摇杆组件对动力螺杆机构的拉力; (F_z) 底座组件对前后摇杆组件的支撑力; (F_t) 对准时短钢管上垂直吊起力的变化量。

具体实施方式

[0063] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0064] 如图1至图3所示的长钢管与两个V型支撑块的结构图, 长钢管1放置在左侧V型支撑块2、右侧V型支撑块3上, 左侧V型支撑块2、右侧V型支撑块3上通过地脚螺钉6、螺母4、地脚垫块5固定在地基7上。

[0065] 长钢管1的外径为 D_1 、内径为 D_2 , 长钢管1的长度为 L_{11} , 长钢管1的两个V型支撑块的支点长度为 L_{13} , 长钢管1轴线上的左端点为A, 左支撑中截面与长钢管1轴线的交点为B, 右支撑中截面与长钢管1轴线的交点为C, 长钢管1轴线上的右端点为D, 长钢管1自重单位长度上的载荷为q, 长钢管1的密度为 γ (kg/m^3), 重力加速度为 g (m/s^2), 长钢管1的重量 W_1 (N) 为:

[0066] $W_1 = \pi(D_1^2 - D_2^2)L_{11}\gamma \cdot g/4$, 具体实施例中 $W_1 = \pi(0.63^2 - 0.6^2)23 \times 7800 \times 9.81/4 = 5.1004 \times 10^4 \text{N}$;

[0067] 短钢管10的重量 W_2 (N) 为:

[0068] $W_2 = \pi(D_1^2 - D_2^2)L_{12}\gamma \cdot g / 4$, 具体实施例中 $W_2 = \pi(0.63^2 - 0.6^2)2 \times 9.81 \times 7800 / 4 = 0.4435 \times 10^4 \text{N}$;

[0069] 重力在单位长度上的均布载荷 q (N/mm) 为:

[0070] $q = \pi(D_1^2 - D_2^2)\gamma \cdot g / 4$;

[0071] 设 E 为钢管的弹性模量、 J 为钢管的抗弯截面模量, 先计算BC段, BC段的重力均布载荷 q 独立作用在长钢管1上, 利用简支梁模型, q 在长钢管1的C截面产生的偏转角 θ_{C1} 为:

[0072] $\theta_{C1} = \theta_{D1} = qL_{13}^3 / (24EJ)$;

[0073] 再计算CD段, 利用悬臂梁模型, CD段重力均布载荷 q 独立作用下在D截面产生的偏转角 θ_{D2} 为:

[0074] $\theta_{D2} = -q[0.5(L_{11} - L_{13})]^3 / (6EJ)$;

[0075] 令 $\theta_{D1} + \theta_{D2} = 0$, 即D截面的偏转角为零, 得:

[0076] $qL_{12}^3 / (24EJ) - q[0.5(L_{11} - L_{13})]^3 / (6EJ) = 0$

[0077] $L_{13}^3 - 4[0.5(L_{11} - L_{13})]^3 = 0$

[0078] $L_{13} = \sqrt[3]{4} \times 0.5(L_{11} - L_{13})$

[0079] $L_{13} + \sqrt[3]{4} \times 0.5L_{13} = \sqrt[3]{4} \times 0.5L_{11}$

[0080] $L_{13} = 0.4425L_{11}$ (1)

[0081] 于是, 只要 $L_{13} = 0.4425L_{11}$ 成立, 则长钢管1的D截面的偏转角为零, 长钢管在待焊接一端的邻域一段的轴线为水平, 从而为长钢管1与短钢管10的对准创造良好的基准。

[0082] 现实中, 之所以不使用一节长的V型块支撑长钢管, 是因为这样做的制造成本过高。本发明采用两节短的V型块支撑长钢管 (每节V型块的长度小于0.25m), 通过光栅测量装置与校正的方法让两节短的V型块的V型面接近共面, 两节短的V型块支撑长钢管在支点处的高度误差小于20 μm , 从而降低支撑长钢管的制造成本。

[0083] 如图4至图12所示, 长钢管与短钢管的同轴对准机构, 用于解决长钢管1与短钢管10同轴对准的动作执行问题:

[0084] 底座组件8-9为同轴对准机构8的安装平台与浮动支撑体。左前弹簧8-18与右前弹簧8-7的顶端支撑底座组件8-9, 其底端支撑在前垫块8-8上; 左后弹簧8-19与右后弹簧8-13的顶端支撑底座组件8-9, 其底端支撑在后垫块8-12上, 这时底座组件8-9成为一个弹性支撑体, 从而使底座组件8-9相对于地基的自由度为6。

[0085] 前摇杆组件8-1的上部为可更换的内侧为圆弧的零件, 圆弧的半径分别为钻杆系列的半径 (比如315mm、287.5mm、279.5mm、270mm、254mm、235mm等)。前摇杆组件8-1的中部通过螺杆前销轴8-3与动力螺杆机构9组成转动副, 前摇杆组件8-1的中下部通过前摇杆销轴8-4与前摇杆压簧8-5连接, 前摇杆压簧8-5通过支座前销轴8-6与底座组件8-9连接, 前摇杆组件8-1的下端通过摇杆支轴8-10与底座组件8-9组成转动副, 摇杆挡圈8-11将摇杆支轴8-10定位在底座组件8-9上。

[0086] 后摇杆组件8-2与前摇杆组件8-1关于 y 轴对称, 具体的:

[0087] 后摇杆组件8-2的中部通过螺杆后销轴8-17与动力螺杆机构9组成转动副, 后摇杆

组件8-2的中下部通过后摇杆销轴8-16与后摇杆压簧8-15连接,后摇杆压簧8-15通过支座后销轴8-14与底座组件8-9连接,后摇杆组件8-2的下端通过摇杆支轴8-10与底座组件8-9组成转动副。

[0088] 前摇杆压簧8-5与后摇杆压簧8-15用于保持前摇杆组件8-1和后摇杆组件8-2关于y轴对称,当动力螺杆机构9的长度缩短时,前摇杆组件8-1与后摇杆组件8-2将长钢管1与短钢管10约束到同轴状态,约束力的大小由动力螺杆机构9中的推力弹簧9-19的预压缩量确定,理想的约束力为短钢管10起吊组件中承重弹簧21-5发生上下1mm的位移对应的力。

[0089] 如图13至图16所示,动力螺杆机构9,用于解决长钢管1与短钢管10同轴对准动作的驱动问题:

[0090] 左支座9-2的左端焊接左支轴9-1,左支轴9-1上的孔内安装螺杆前销轴8-3;左支座9-2的右端焊接左套筒9-3,左套筒9-3的右端焊接左套盖9-22。左套盖9-22、中套筒9-5、过渡套筒9-6、右套筒9-7从左到右依次通过凸台与凹槽对接,四组轴向螺栓9-13与连接螺母9-14将左套盖9-22、中套筒9-5、过渡套筒9-6、右套筒9-7与右套盖9-15连接成一个整体。减速电机9-4通过四根左螺钉9-24连接在中套筒9-5的左端,左支座9-2上打孔 K_3 以通过电机的电线;减速电机9-4的输出轴通过键9-23连接在连接轴9-20的左端。连接轴9-20通过左轴承9-21支撑在中套筒9-5的内孔中并阻止向左窜动,连接轴9-20的右端与阶梯形螺杆轴9-16的左端为环面接触,轴向接触环的外径为 d_{10} ,轴向接触环的内径为 d_{20} 。推力轴承9-18的右端面与过渡套筒9-6内孔左侧面接触,推力弹簧9-19的右端面与推力轴承9-18左侧面接触,推力弹簧9-19的左端面与阶梯形螺杆轴9-16左端圆盘的右侧面接触。推力弹簧9-19在装配时被压缩,进而在连接轴9-20与阶梯形螺杆轴9-16之间产生轴向压力,从而通过环面摩擦产生需要的转矩,也就是减速电机9-4的输出转矩通过连接轴9-20的右端环面与阶梯形螺杆轴9-16的左端环面的摩擦力矩传递给阶梯形螺杆轴9-16。阶梯形螺杆轴9-16的螺杆中径为 d_{916} ,右轴承9-17的内孔支撑阶梯形螺杆轴9-16的中部、外圈安装在过渡套筒9-6右侧的孔内,右轴承9-17不能向右窜动。传动螺母9-8与阶梯形螺杆轴9-16组成梯形螺纹副,实现相对移动到转动的变换。导向键9-9轴向安装在传动螺母9-8与右套筒9-7之间,从而使传动螺母9-8与右套筒9-7组移动副,锁键销9-10将导向键9-9定位在右套筒9-7上,螺母9-8与导向键9-9的接触压力平均半径为 r_{98} 。毡圈9-11安装在右套筒9-7右侧的槽内用于密封。螺母9-8的右端面焊接右推拉杆9-12,右推拉杆9-12的左侧打孔以容纳阶梯形螺杆轴9-16右端的进入,右推拉杆9-12的右端的孔内安装螺杆后销轴8-17。

[0091] 如图17至图19所示,前摇杆组件8-1:

[0092] 前夹紧内圆弧块8-101为可根据被焊接钢管的直径加以更换,内圆弧的半径 R_1 为被焊接钢管的半径,前夹紧内圆弧块8-101与短钢管10的接触长度是短钢管10的长度的 $11/20$,前夹紧内圆弧块8-101与长钢管1的接触长度等于与短钢管10的接触长度。

[0093] 前夹紧内圆弧块8-101的左侧通过左前定位销11与前左支座8-102定位,前夹紧内圆弧块8-101的左侧通过两个左前螺栓12与前左支座8-102连接。前夹紧内圆弧块8-101的右侧通过右前定位销13与前右支座8-104定位,前夹紧内圆弧块8-101的右侧通过两个右前螺栓14与前右支座8-104连接。前左支座8-102的左侧下方焊接前第一支杆8-1012,前第一支杆8-1012下方焊接前第一支座8-1011;前左支座8-102的右侧下方焊接前第二支杆8-103,前第二支杆8-103下方焊接前第二支座8-1010;前右支座8-104的左侧下方焊接前第三

支杆8-105,前第三支杆8-105下方焊接前第三支座8-109;前右支座8-104的中部下方焊接前撑力弹簧座8-106,前右支座8-104的右侧下方焊接前第四支杆8-107,前第四支杆8-107下方焊接前第四支座8-108。前第四支座8-108、前第三支座8-109、前第二支座8-1010与前第一支座8-1011上的孔在前摇杆组件焊接完成之后一次加工而成。

[0094] 如图12所示,后摇杆组件8-2:

[0095] 后夹紧内圆弧块8-201为可根据被焊接钢管的直径加以更换。内圆弧的半径 R_2 为被焊接钢管的半径,后夹紧内圆弧块8-201与短钢管10的接触长度是短钢管10的长度的 $11/20$,后夹紧内圆弧块8-201与长钢管1的接触长度,和与短钢管10的接触长度相等。

[0096] 后夹紧内圆弧块8-201的左侧通过左后定位销17与后左支座8-202定位,后夹紧内圆弧块8-201的左侧通过两个左后螺栓18与后左支座8-202连接;后夹紧内圆弧块8-201的右侧通过右后定位销19与后右支座8-204定位,后夹紧内圆弧块8-201的右侧通过两个右后螺栓20与后右支座8-204连接。后左支座8-202的左侧下方焊接后第一支杆8-2012,后第一支杆8-2012下方焊接后第一支座8-2011;后左支座8-202的右侧下方焊接后第二支杆8-203,后第二支杆8-203下方焊接后第二支座8-2010;后右支座8-404的左侧下方焊接后第三支杆8-205,后第三支杆8-205下方焊接后第三支座8-209;后右支座8-204的中部下方焊接后撑力弹簧座8-206,后右支座8-204的右侧下方焊接后第四支杆8-207,后第四支杆8-207下方焊接后第四支座8-208。后第四支座8-208、后第三支座8-209、后第二支座8-2010与后第一支座8-2011上的孔在后摇杆组件焊接完成之后一次加工而成。

[0097] 前摇杆组件8-1上的圆弧与后摇杆组件8-2上的圆弧是在所有零件装配之后,定位并夹紧在镗床的工作台上,由镗刀一次镗削而成,镗削的直径就是被对准的长钢管1的直径,前摇杆组件8-1上的圆弧半径 R_1 与后摇杆组件8-2上的圆弧 R_2 相等且等于长钢管1的外圆柱半径 $D_1/2$ 。

[0098] 如图18至图20所示,短钢管起吊组件21:

[0099] U型吊梁21-7开口端下侧通过螺钉21-8固定有承重橡胶垫块21-6,承重橡胶垫块21-6用于水平托起短钢管10。U型吊梁21-7开口端上侧焊接有吊座21-1,吊座21-1上开有竖向的通孔;在吊座21-1通孔上侧焊接有吊杆座21-2,吊杆座21-2上开有与吊座21-1通孔相对的通孔,吊杆座21-2通孔直径小于吊座21-1通孔。在吊杆座21-2通孔中滑动套装有吊杆21-3,吊杆21-3下端有一个与吊座21-1通孔相配合的圆柱台。吊杆21-3上段开有轴向排列的孔,吊杆21-3孔中安装有吊杆限位销21-4,吊杆限位销21-4位于吊杆座21-2上侧。吊杆21-3下段套装有预先压缩了的承重弹簧21-5,承重弹簧21-5下端抵在吊杆21-3下端的圆柱台上,承重弹簧21-5上端抵在吊杆座21-2下侧;吊杆21-3下端的圆柱台与吊杆限位销21-4将承重弹簧21-5压缩在吊座21-1的孔内。

[0100] 起吊钢丝绳22连接在吊杆21-3上端,起吊钢丝绳22的上端与车间里行车下的钩钩连接。短钢管10与长钢管1同轴对准时,基准为固定的长钢管1,短钢管起吊组件21使短钢管10处于力约束状态而不是几何约束状态,从而为短钢管10与长钢管1的同轴对准创造了任意方位的位移可能性。

[0101] 如图23至图25,底架组件8-9:

[0102] 后支梁8-911的前上方从左到右依次焊接左横条8-91、中左横条8-93、中间支梁8-95、中右横条8-96与右横条8-99;前支梁8-914的后上方从左到右依次焊接左横条8-91、中

左横条8-93、中间支梁8-95、中右横条8-96与右横条8-99；后支梁8-911的右内侧焊接后弹簧支座8-98，前支梁8-914的右内侧焊接前弹簧支座8-913；左后导套8-92与左前导套8-915前后对称地焊接在左横条8-91的下方；右后导套8-910与右前导套8-912前后对称地焊接在右横条8-99的下方；中左横条8-93的中间下方焊接中左支座8-94，中右横条8-96的中间下方焊接中右支座8-97；中左支座8-94与中右支座8-97上的孔在全部焊接完成之后一次加工而成。

[0103] 右前弹簧8-7安装在右前导套8-912内，右后弹簧8-13安装在右后导套8-910内，左前弹簧8-18安装在左前导套8-915内，左后弹簧8-19安装在左后导套8-92内，从而使底架组件8-9相对于地基具有6个自由度，使底架组件8-9具有适应任意微小位移的能力，进而为短钢管10与长钢管1的精确对准创造了弹性的支撑条件。

[0104] 工作原理：

[0105] 如图20至图22所示，吊接组件21的重力为 W_{17} ，承重弹簧21-5的刚度为 k_c ，初始压缩量为 y_{17} ，在具体实施例中 $y_{17}=10\text{mm}$ ，由力的平衡方程得 k_c 为

$$[0106] \quad k_c y_{17} = W_{17} + W_2$$

$$[0107] \quad k_c = (W_{17} + W_2) / y_{17} \quad (2)$$

[0108] 设长钢管1相对于地基的高度为 H_1 ，短钢管10相对于地基的高度为 H_2 ，对接初始时 $H_1 > H_2$ ，短钢管10比长钢管1低 $y_{10} = H_1 - H_2$ ，当前摇杆组件8-1与后摇杆组件8-2向中心位移时将短钢管10被抬起，最终使短钢管10与长钢管1同轴，在对准的过程中，短钢管10被抬起 $y_{10} = H_1 - H_2$ ，实际操作中， $y_{10} \leq 1\text{mm}$ ，抬起力 F_t 就是承重弹簧17-5上拉力的减少量，即 F_t 为

$$[0109] \quad F_t = k_c \times y_{10} \quad (3)$$

[0110] 由于 $W_{17} + W_2 < 0.6 \times 10^4 \text{N}$ ， $k_c = (W_{17} + W_2) / y_{17} < 0.6 \times 10^4 / 10 = 600 \text{N/mm}$ ，所以， $F_t = k_c \times y_{10} < 600 \times 1 = 600 \text{N}$ ，抬起力 F_t 只是短钢管10重力 W_2 的 $600 / 4435 = 13.5\%$ ，在承重弹簧21-5受力平衡点的附近，短钢管10升降微小的位移所需要的抬起力或下压力是比较小的。

[0111] 如图6至图8所示，前摇杆组件8-1的重力为 W_{81} 、力臂为 L_{81} ，前摇杆压簧8-5对前摇杆组件8-1的作用力为 F_{851} 。如图9至图10所示，后摇杆组件8-2的重力 $W_{82} = W_{81}$ 、后摇杆组件8-2的力臂 $L_{82} = L_{81}$ ，后摇杆压簧8-15对后摇杆组件8-2的作用力为 F_{852} 。在设计前摇杆压簧8-5与后摇杆压簧8-15的长度时，当前摇杆组件8-1和后摇杆组件8-2与长钢管1压紧时取 $F_{851} \approx 0$ 、 $F_{852} \approx 0$ ，在受力分析时忽略不计，当短钢管10的位置相对偏低时，前摇杆组件8-1与后摇杆组件8-2将短钢管10上抬。如图7与图9所示，前摇杆组件8-1对短钢管10的上抬力为 F_{110} ，短钢管10对前摇杆组件8-1的下压力 $F_{101} = F_{110}$ ，后摇杆组件8-2对短钢管10的上抬力为 F_{210} ，短钢管10对后摇杆组件8-2的下压力 $F_{102} = F_{210}$ 。由于前摇杆组件8-1与后摇杆组件8-2的结构对称关系以及底架组件8-9通过四个弹簧与地基接触，所以 $F_{110} \approx F_{210}$ ，取 $F_{110} = F_{210}$ ，短钢管10受到的垂直方向的拉力为 F_t ，对短钢管10取垂直方向的力平衡得 F_{110} 为

$$[0112] \quad F_{110} \sin(0.50) + F_{210} \sin(0.50) = F_t$$

$$[0113] \quad F_{110} = F_{210} = 0.5 F_t / \sin(0.50) \quad (4)$$

[0114] 如图6与图7所示，由前摇杆组件8-1关于摇杆支轴8-10的力矩平衡得动力螺杆机构与结构部件9对前摇杆组件8-1的作用力 F_{981} 为

$$[0115] \quad F_{101} \cos(0.50) \times H_5 + F_{101} \sin(0.50) \times L_{81} + W_{81} \times L_{81} + W_{91} \times b_{81} - F_{981} \times H_6 = 0$$

$$[0116] \quad F_{981} = [F_{101} \cos(0.50) \times H_5 + F_{101} \sin(0.50) \times L_{81} + W_{81} \times L_{81} + W_{91} \times b_{81}] / H_6 \quad (5)$$

[0117] 如图6与图9所示,由后摇杆组件8-2关于摇杆支轴8-10的力矩平衡得动力螺杆机构与结构部件9对后摇杆组件8-2的作用力 F_{982} 为

$$[0118] \quad F_{982} \times H_6 - F_{102} \cos(0.5\theta) \times H_5 + F_{102} \sin(0.5\theta) \times L_{82} + W_{82} \times L_{82} + W_{92} \times b_{82} = 0$$

$$[0119] \quad F_{982} = [F_{102} \cos(0.5\theta) \times H_5 + F_{102} \sin(0.5\theta) \times L_{82} + W_{82} \times L_{82} + W_{92} \times b_{82}] / H_6 \quad (6)$$

[0120] 前摇杆组件8-1通过螺杆前销轴8-3对动力螺杆机构与结构部件9的作用力 $F_{819} = F_{981}$;

[0121] 后摇杆组件8-2通过螺杆后销轴8-17对动力螺杆机构与结构部件9的作用力 $F_{829} = F_{982}$, $F_{982} = F_{981}$;

[0122] 如图16所示的动力螺杆机构的受力分析,设阶梯形螺杆轴9-16上的螺杆中径为 d_{916} ,导程角为 γ ,阶梯形螺杆轴9-16上的螺杆与传动螺母9-8的摩擦角为 ϕ ,传动螺母9-8与导向键9-9的滑动摩擦系数为 f ,传动螺母9-8与右套筒9-7的滑动摩擦系数为 f ,传动螺母9-8与导向键9-9的接触压力平均半径为 r_{98} ;

[0123] 如图16所示,传动螺母9-8上受到的外拉力为 F_{829} ,设阶梯形螺杆轴9-16上的驱动力矩为 M_{916} ,传动螺母9-8与导向键9-9的接触压力为 M_{916}/r_{98} ,导向键9-9阻碍传动螺母9-8相对移动的摩擦力为 $M_{916} \times f/r_{98}$,右套筒9-7阻碍传动螺母9-8相对移动的摩擦力为 $M_{916} \times f/r_{98}$,阶梯形螺杆轴9-16上的螺杆与传动螺母9-8组成的螺旋面之间的力与力矩的平衡方程为

$$[0124] \quad M_{916} = (M_{916} \times f/r_{98} + M_{916} \times f/r_{98} + F_{829}) d_{916} \tan(\gamma + \phi) / 2 \quad (7)$$

[0125] 为此,得阶梯形螺杆轴9-16上的驱动力矩 M_{916} 、也就是减速电机9-4的输出力矩 M_{916} 为

$$[0126] \quad M_{916} [1 - f/r_{98} \times d_{916} \tan(\gamma + \phi)] = F_{829} \times d_{916} \tan(\gamma + \phi) / 2$$

$$[0127] \quad M_{916} = 0.5 F_{829} \times d_{916} \tan(\gamma + \phi) / [1 - f/r_{98} \times d_{916} \tan(\gamma + \phi)] \quad (8)$$

[0128] 在长钢管1与短钢管10同轴对准机构的闭合过程中,阶梯形螺杆轴9-16上的轴向拉力 F_{916} 为

$$[0129] \quad F_{916} = F_{829} + 2M_{916} \times f/r_{98} \quad (9)$$

[0130] 如图16所示,连接轴9-20的右端与阶梯形螺杆轴9-16的左端为轴向环面接触,环面的外径为 d_{10} ,环面的内径为 d_{20} ,连接轴9-20的右端环面与阶梯形螺杆轴9-16的左端环面的滑动摩擦系数为 f ,推力弹簧9-19向阶梯形螺杆轴9-16左方产生的轴向压力为 F_{919} ,该压力 F_{919} 就是轴向环面接触上的压力,对于新的或不频繁使用的环面接触,环面接触上的压应力为常数时,由积分得摩擦力矩 M_{916} 为

$$[0131] \quad M_{916} = F_{919} \times f(d_{10}^3 - d_{20}^3) / [3(d_{10}^2 - d_{20}^2)]$$

[0132] 由此得推力弹簧9-19上需要产生的轴向压力 F_{919} 为

[0133]

$$F_{919} = 3M_{916}(d_{10}^2 - d_{20}^2) / [f(d_{10}^3 - d_{20}^3)] \quad (10)$$

[0134] 设推力弹簧9-19的中径为 d_{919} ,弹簧刚度为 k_t ,推力弹簧9-19的预先压缩量 x_{919} 为

$$[0135] \quad k_t \times x_{919} = F_{919}$$

$$[0136] \quad x_{919} = F_{919} / k_t \quad (11)$$

[0137] 底架组件8-9通过摇杆支轴8-10对前后摇杆组件的垂直方向支撑力 F_z 为

$$[0138] \quad F_z = W_{81} + W_{82} + W_9 + F_t \quad (12)$$

[0139] 如图23至图25所示,底架组件8-9的重力为 W_{89} ,当 $H_1 > H_2$ 时,右前弹簧8-7、右后弹簧8-13、左前弹簧8-18、左后弹簧8-19的弹簧刚度都为 k_{z1} ,底架组件8-9在垂直方向的高度变化量 $y_{89} = y_{10}$,由底架组件8-9的力平衡得弹簧刚度 k_{z1} 的设计式为

$$[0140] \quad k_{z1}y_{89} = W_{81} + W_{82} + W_9 + F_t + W_{89}$$

$$[0141] \quad k_{z1} = (W_{81} + W_{82} + W_9 + F_t + W_{89}) / y_{89} \quad (13)$$

[0142] 若初始时 $H_1 < H_2$,在对准的过程中短钢管10被压下 y_{10} ,如图8所示的短钢管被下压时前摇杆组件的受力分析图,由前摇杆组件8-1关于摇杆支轴8-10的力矩平衡得动力螺杆机构与结构部件9对前摇杆组件8-1的作用力 F_{981} 为

$$[0143] \quad F_{101} \cos(0.5\theta) \times H_7 - F_{101} \sin(0.5\theta) \times L_{81} + W_{81} \times L_{81} + W_{91} \times b_{81} - F_{981} \times H_6 = 0$$

$$[0144] \quad F_{981} = [F_{101} \cos(0.5\theta) \times H_7 - F_{101} \sin(0.5\theta) \times L_{81} + W_{81} \times L_{81} + W_{91} \times b_{81}] / H_6 \quad (14)$$

[0145] 若初始时 $H_1 < H_2$,在对准的过程中短钢管10被压下 y_{10} ,如图10所示的短钢管被下压时后摇杆组件的受力分析图,由后摇杆组件8-2关于摇杆支轴8-10的力矩平衡得动力螺杆机构与结构部件9对后摇杆组件8-2的作用力 F_{982} 为

$$[0146] \quad F_{101} \cos(0.5\theta) \times H_7 - F_{101} \sin(0.5\theta) \times L_{81} + W_{82} \times L_{82} + W_{92} \times b_{82} - F_{982} \times H_6 = 0$$

$$[0147] \quad F_{982} = [F_{101} \cos(0.5\theta) \times H_7 - F_{101} \sin(0.5\theta) \times L_{81} + W_{82} \times L_{82} + W_{92} \times b_{82}] / H_6 \quad (15)$$

[0148] 当 $H_1 < H_2$ 时,如图23至图25所示的底架组件8-9,右前弹簧8-7、右后弹簧8-13、左前弹簧8-18、左后弹簧8-19的弹簧刚度都为 k_{z2} ,由底架组件8-9的力平衡得弹簧刚度 k_{z2} 的设计式为

$$[0149] \quad k_{z2}y_{89} = W_{81} + W_{82} + W_9 - F_t + W_{89}$$

$$[0150] \quad k_{z2} = (W_{81} + W_{82} + W_9 - F_t + W_{89}) / y_{89} \quad (16)$$

[0151] 实际设计中,右前弹簧8-7、右后弹簧8-13、左前弹簧8-18、左后弹簧8-19的弹簧刚度都取为 $k_z = (k_{z1} + k_{z2}) / 2$, $k_z \approx k_{z1} \approx k_{z2}$ 。

[0152] 短钢管10待对准端面相对于长钢管1待对准端面沿着x方向的初始偏移量 x_{10} 的消除,空间任意偏斜角的纠正,均由前摇杆组件8-1与后摇杆组件8-2的抱紧同时实现,相当于以固定的长钢管1的外圆柱面为基准,将短钢管10的外圆柱面调整到与长钢管1的外圆柱面在同一个圆柱面内,从而实现短钢管10与长钢管1的同轴对准,由于同轴对准机构与结构部件8相对于地基采用弹性支撑,具有适应任意位置误差的能力,且消除任意位置误差时遇到的阻力很小,又由于对短钢管10采用弹性力的起吊方式而不是钢丝绳的直接刚性起吊方式,当前摇杆组件8-1与后摇杆组件8-2对长钢管1与短钢管10实施抱紧作业时,可以将长钢管1与短钢管10轻松地实现同轴对准,从而焊接出同轴度高的一根钻杆。

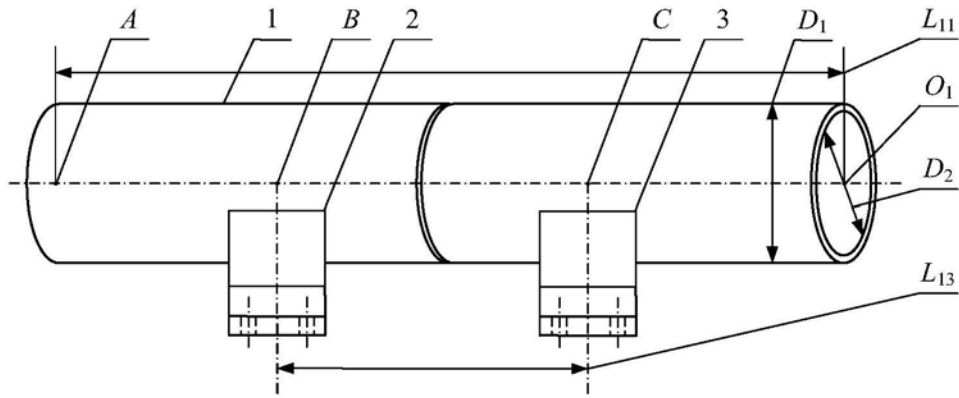


图1

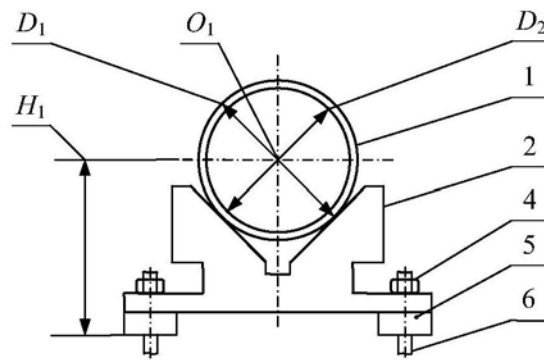


图2

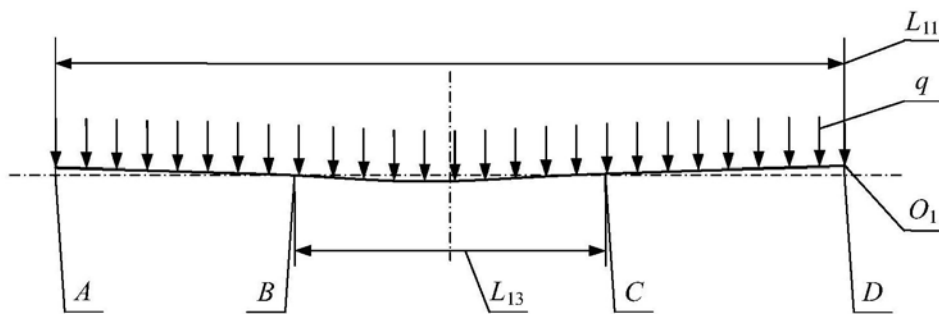


图3

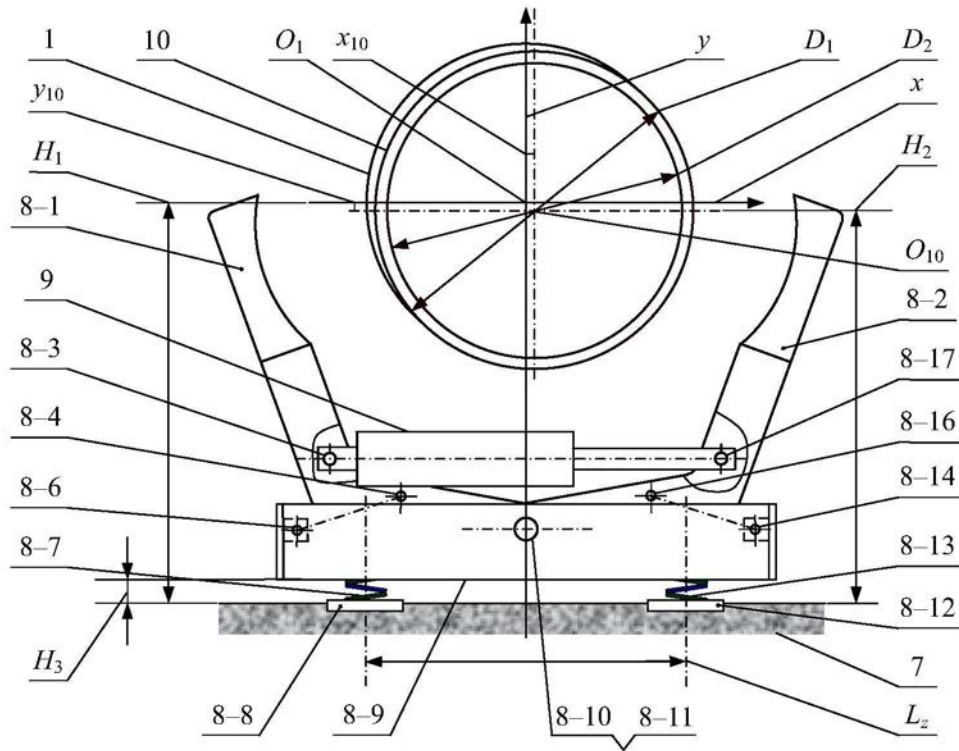


图4

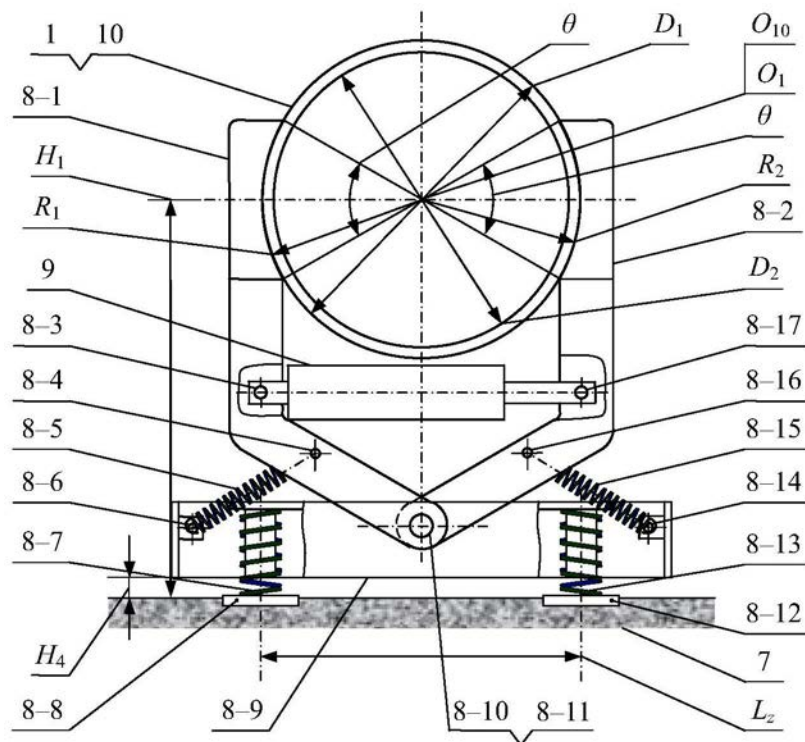


图5

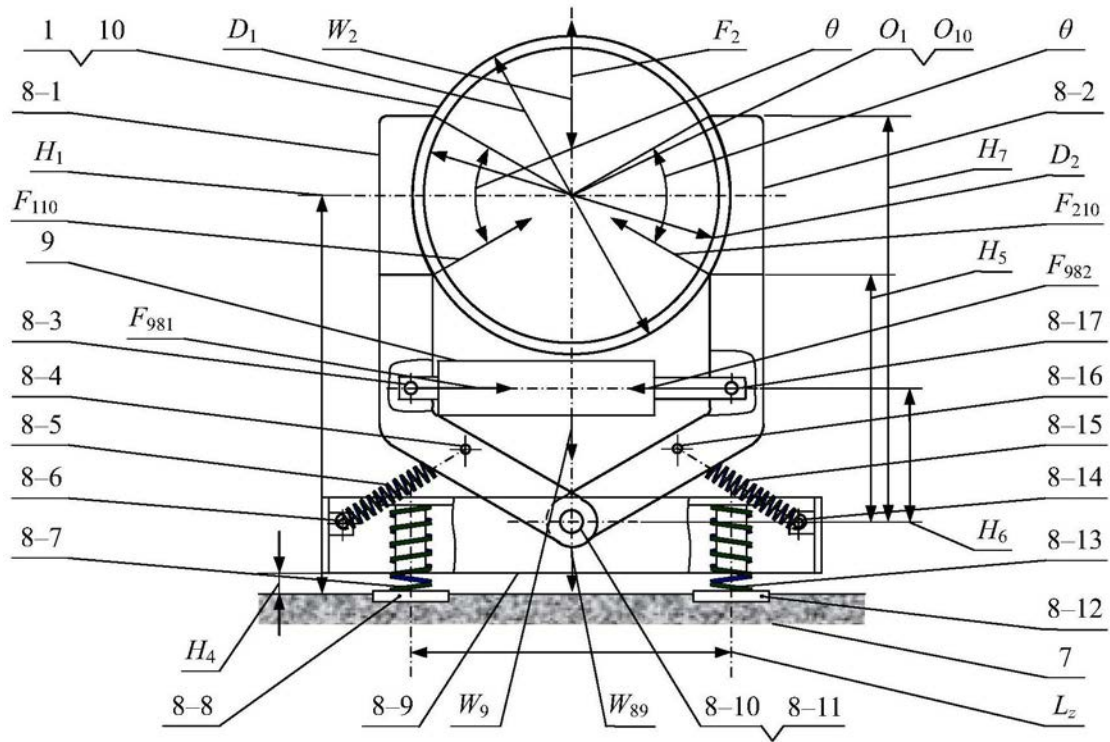


图6

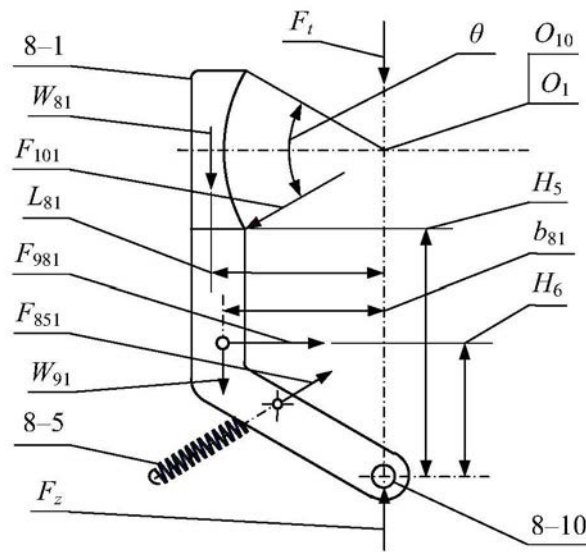


图7

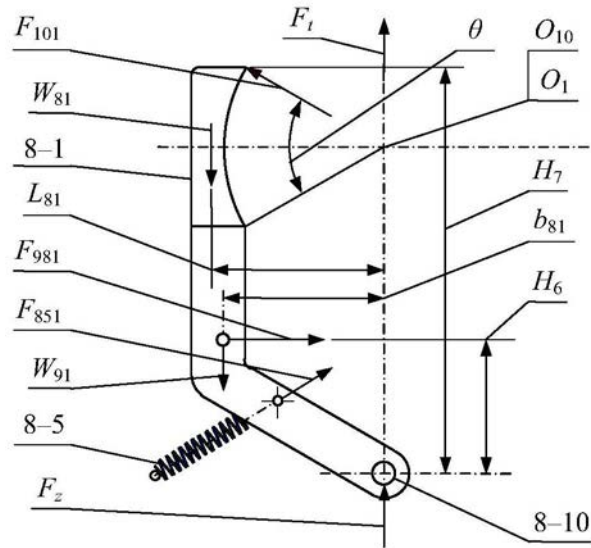


图8

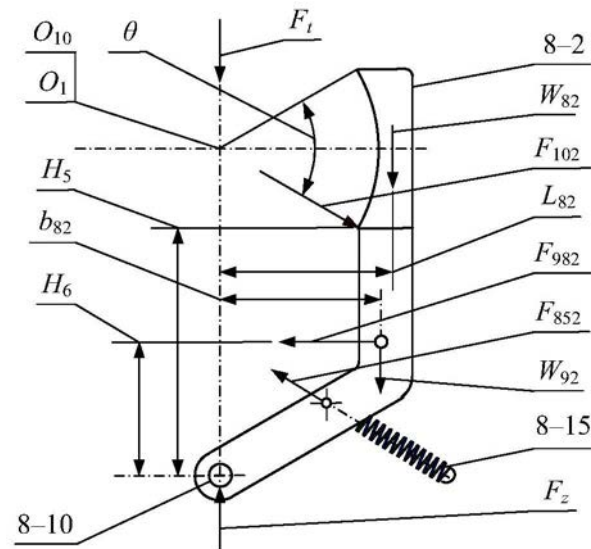


图9

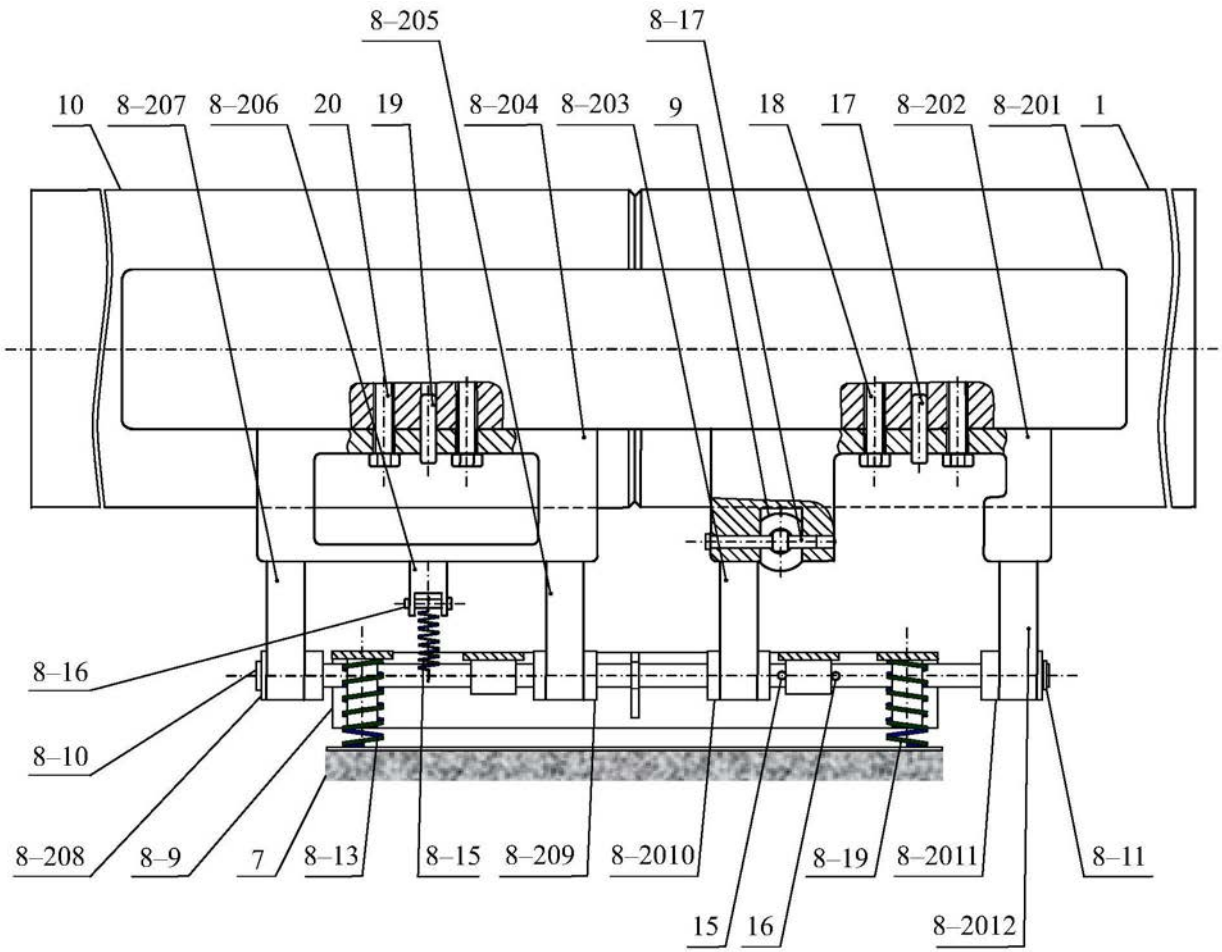


图12

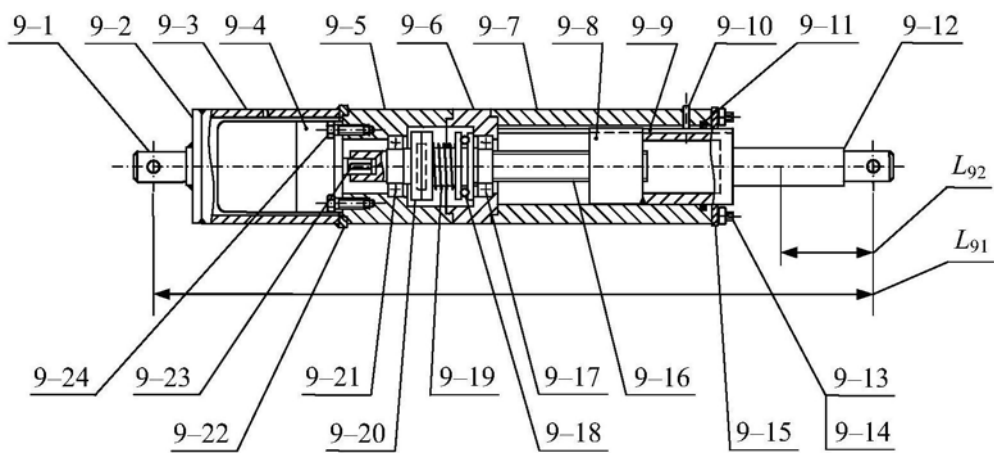


图13

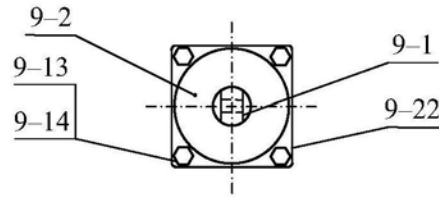


图14

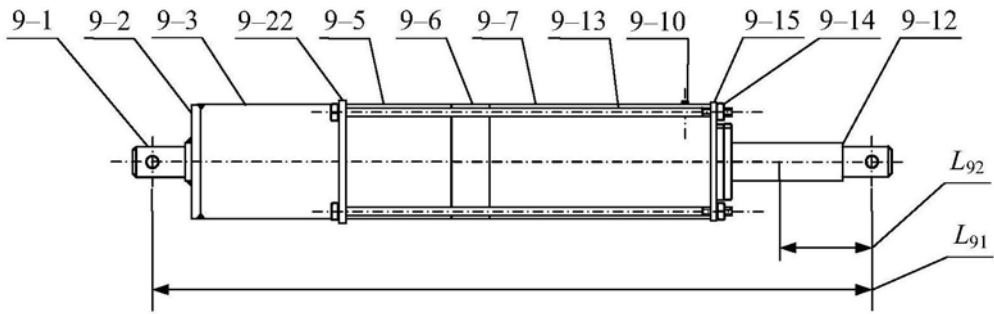


图15

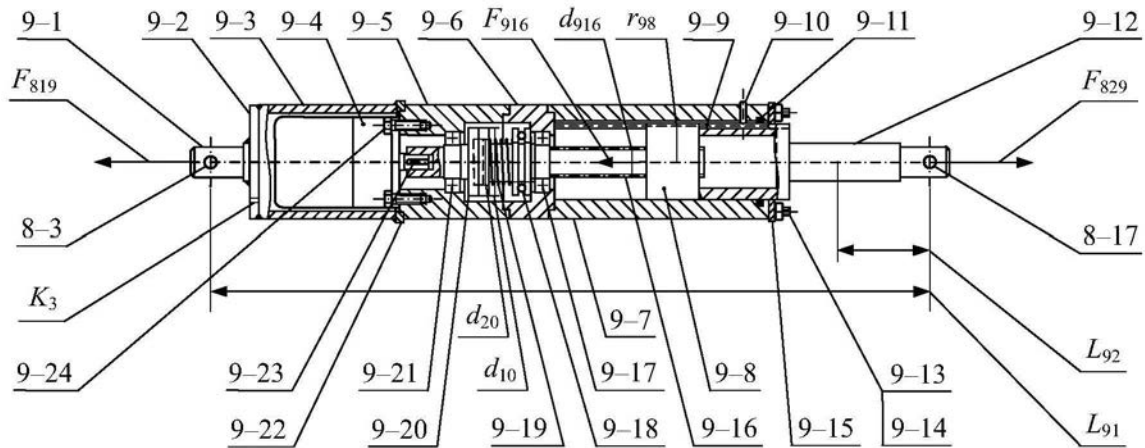


图16

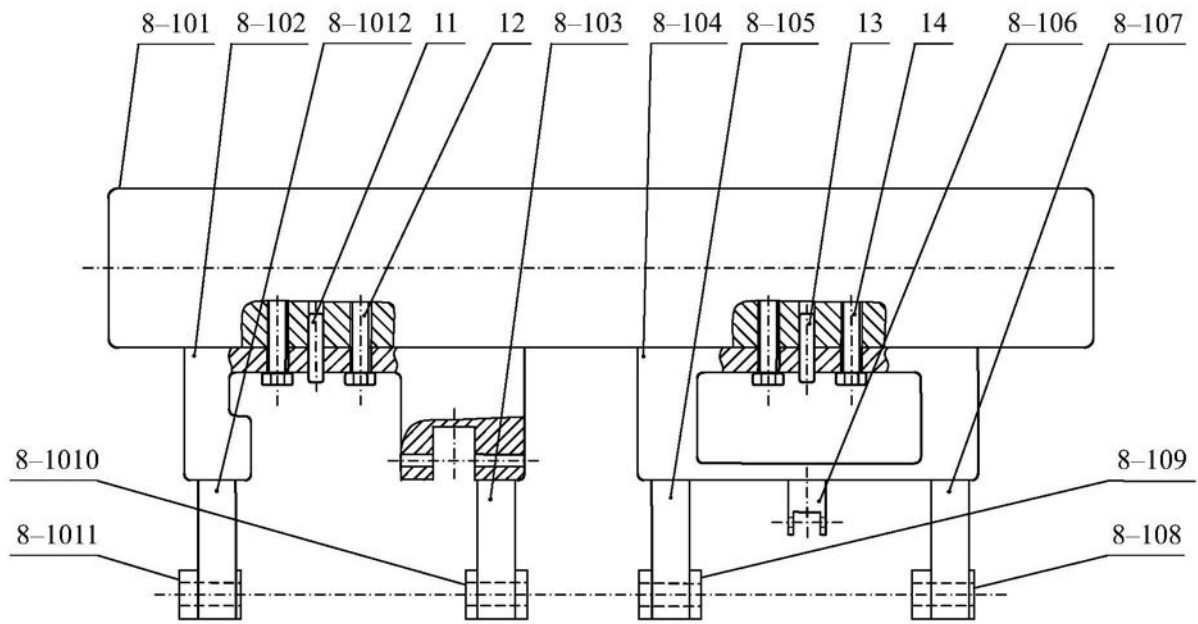


图17

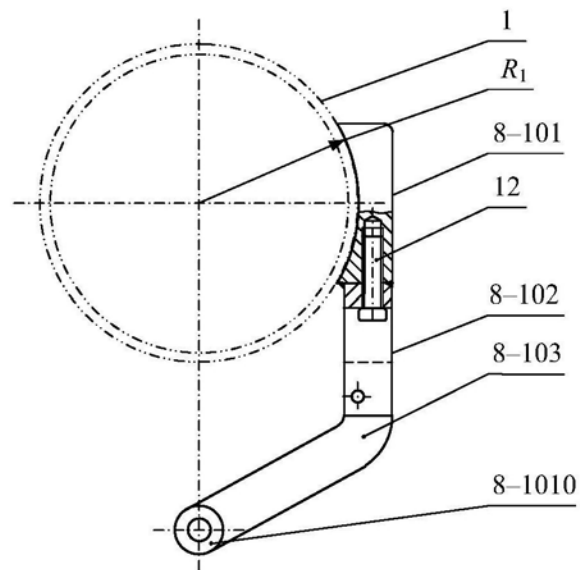


图18

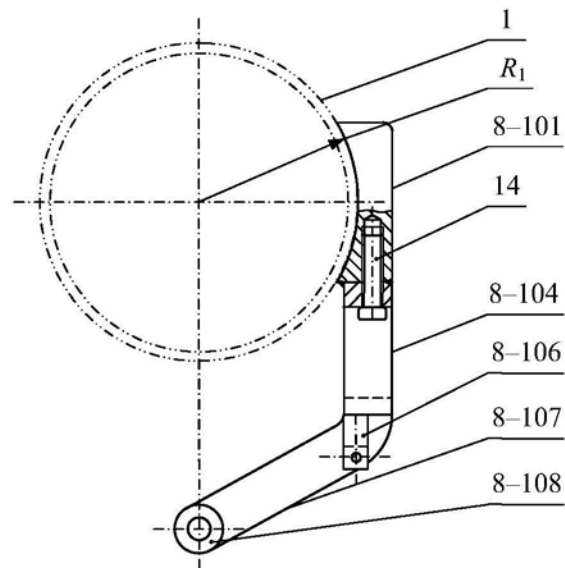


图19

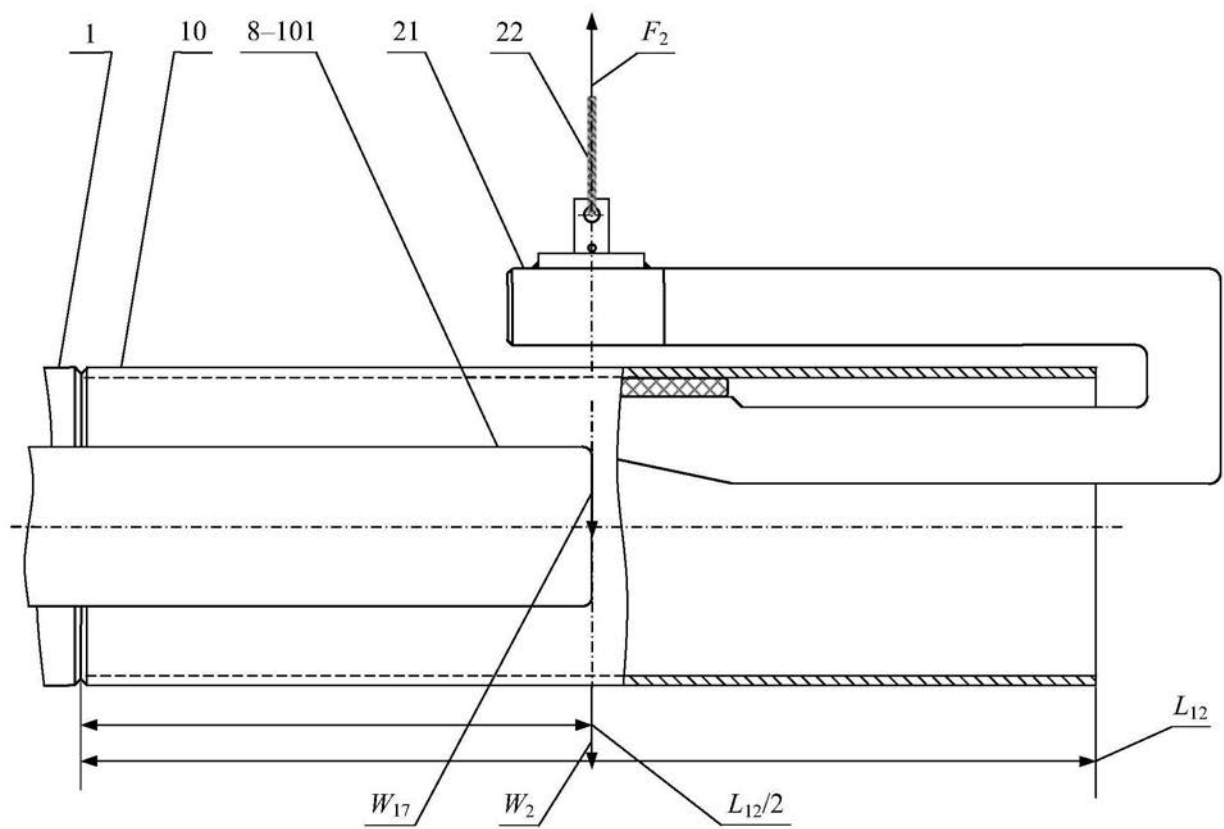


图20

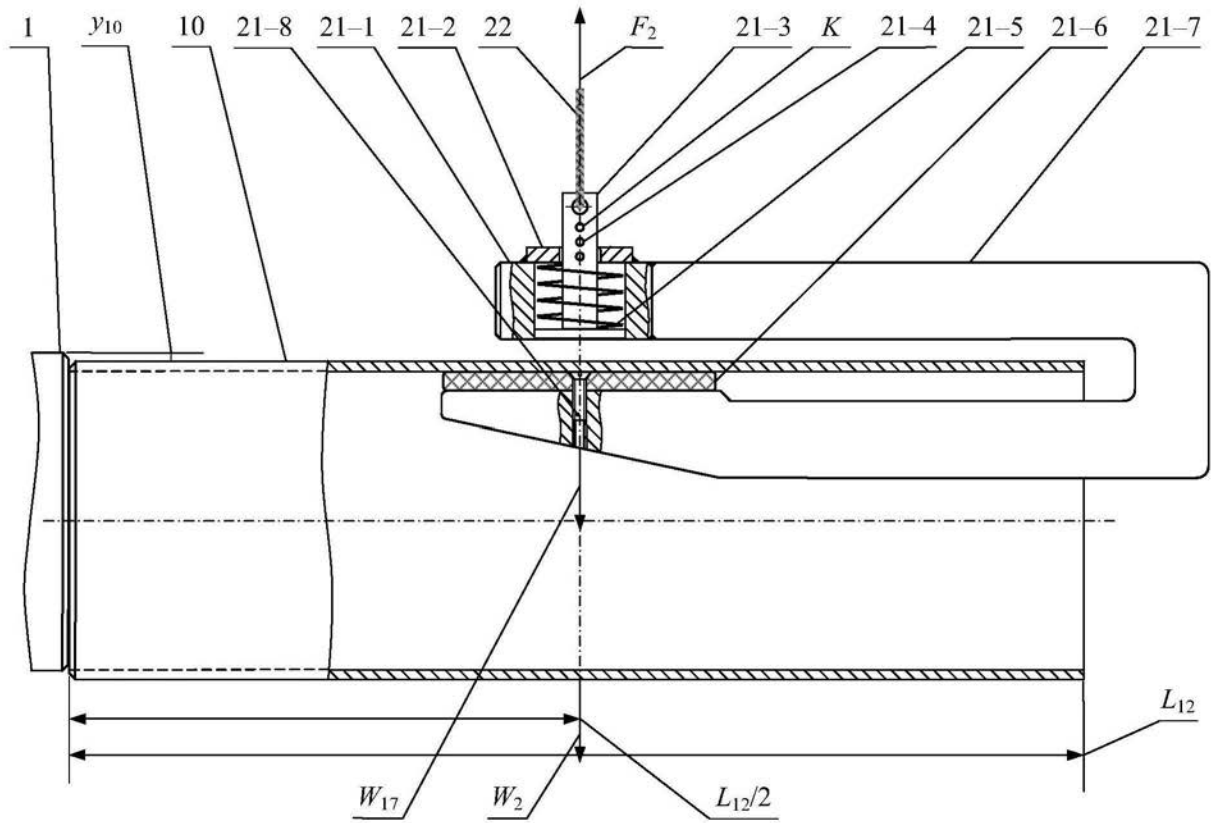


图21

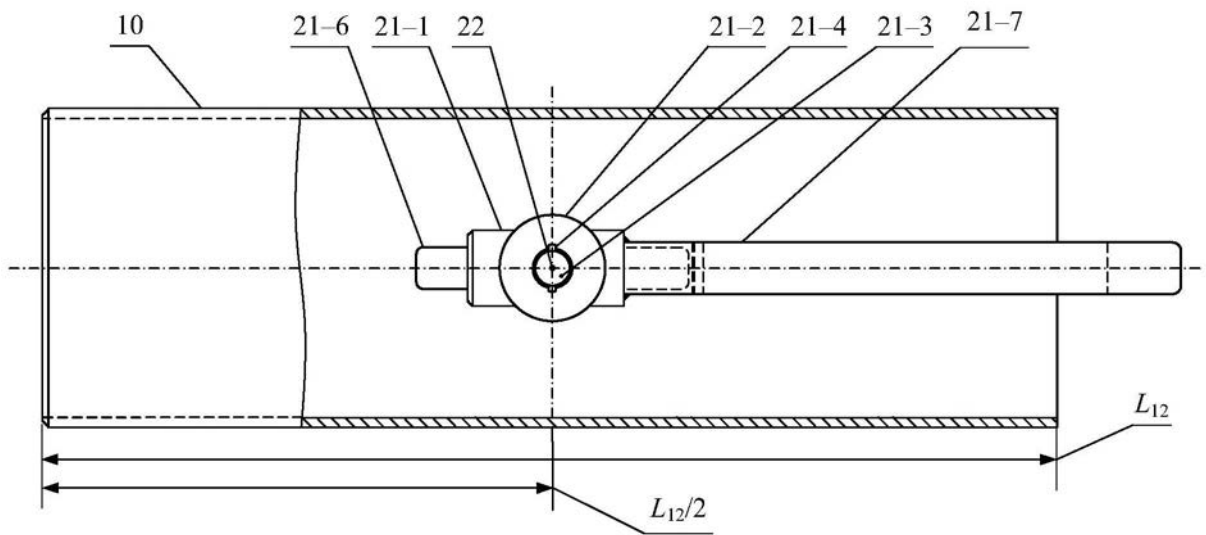


图22

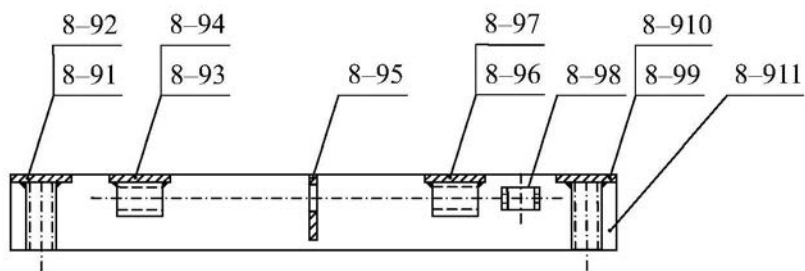


图23

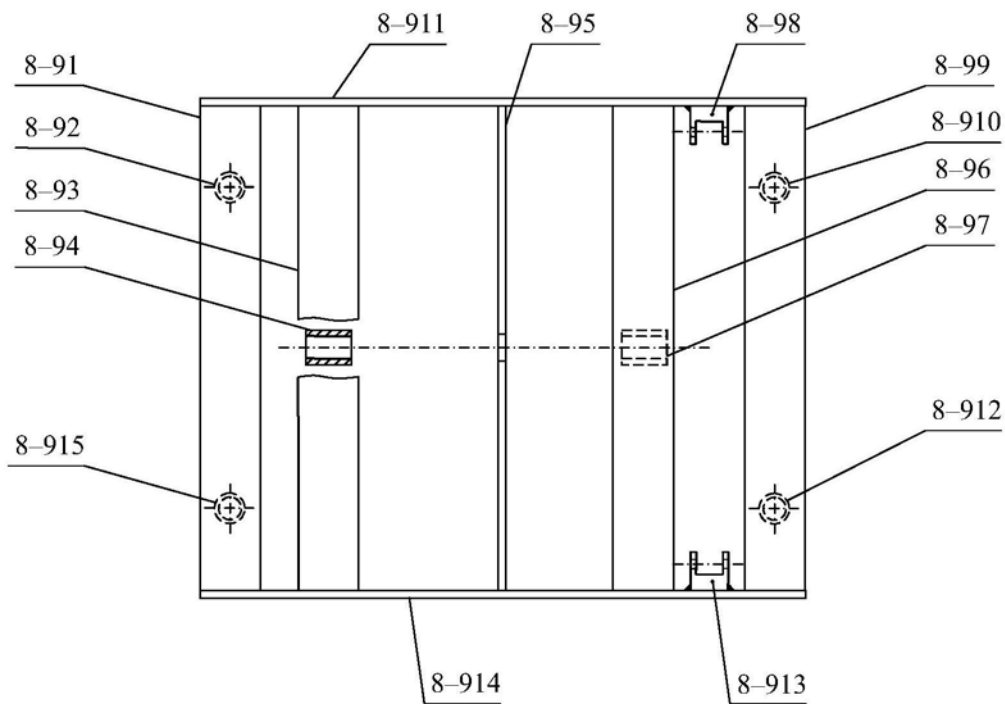


图24

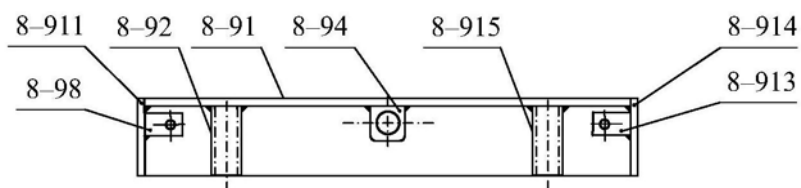


图25