



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105858517 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(21)申请号 201610435601.4

(22)申请日 2016.06.17

(71)申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市铜山区大学路
中国矿业大学科研院

(72)发明人 王大刚 王祥如 侯梦凡 晁储贝

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 杨晓玲

(51) Int. Cl.

B66D 1/28(2006.01)

B66D 1/54(2006.01)

B66D 1/60(2006.01)

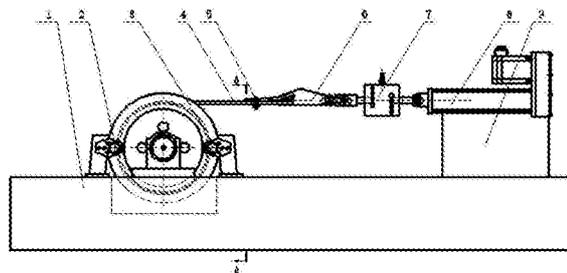
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置及方法,该监测装置包括支撑系统、缠绕系统和动态加载监测系统、应力监测系统;缠绕系统包括电动机,电动机通过减速器与主轴连接,主轴上设有法兰盘,将套在主轴上的双折线卷筒与法兰盘固定,摩擦盘固定在双折线卷筒两侧,盘式制动器固定在摩擦盘一侧,在双折线卷筒的绳槽上缠绕至少两层钢丝绳;动态加载监测系统包括伺服电动缸,伺服电动缸的螺纹杆通过S型拉力传感器与钢丝绳夹具连接,钢丝绳一端穿过钢丝绳夹具并锁紧;在双折线卷筒的绳槽以及挡板设有U型通槽,U型通槽内壁粘贴应变片。本发明能够实时监测钢丝绳对双折线卷筒表面和卷筒挡板的动态接触应力。



1. 一种超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置,其特征在于:包括支撑系统、缠绕系统、动态加载监测系统、应力监测系统;

所述支撑系统包括底板(1)、伺服电动缸支座(9),伺服电动缸支座(9)固定在底板(1)上;

所述缠绕系统包括电动机(10)、高速级联轴器(11)、减速器(12)、低速级联轴器(13)、轴承座A(14)、摩擦盘A(15)、盘式制动器A(20)、盘式制动器B(21)、主轴(18)、双折线卷筒(16)、摩擦盘B(17)、盘式制动器C(3)、盘式制动器D(2)、轴承座B(19)、钢丝绳(4),电动机(10)固定在底板(1)上,电动机(10)输出轴通过高速级联轴器(11)与减速器(12)输入端连接,减速器(12)输出端通过低速级联轴器(13)与主轴(18)的一端连接,主轴(18)两端通过轴承安装在轴承座A(14)、轴承座B(19)内,轴承座A(14)、轴承座B(19)通过轴承座支撑固定在底板(1)上,主轴(18)上设有两个法兰盘,将套在主轴(18)上的双折线卷筒(16)与两个法兰盘固定,摩擦盘A(15)、摩擦盘B(17)固定在双折线卷筒(16)两侧,盘式制动器A(20)、盘式制动器B(21)固定在摩擦盘A(15)一侧的底板(1)上,盘式制动器C(3)、盘式制动器D(2)固定在摩擦盘B(17)一侧的底板(1)上,在双折线卷筒(16)的绳槽上缠绕钢丝绳(4),钢丝绳(4)至少缠绕两层;

所述动态加载监测系统包括伺服电动缸(8)、S型拉力传感器(7)、钢丝绳夹具(6)、钢丝绳U型锁具(5),伺服电动缸(8)固定在伺服电动缸支座(9)上,伺服电动缸(8)的螺纹杆与S型拉力传感器(7)一端连接,S型拉力传感器(7)另一端与钢丝绳夹具(6)连接,钢丝绳(4)一端穿过钢丝绳夹具(6)并通过钢丝绳U型锁具(5)锁紧;

所述应力监测系统包括应变片组A(23)、应变片组B(25)、应变片组C(27)、应变片组D(29)、挡板侧应变片,在双折线卷筒(16)的绳槽的两直线段部分开设有U型通槽B(24)、U型通槽D(28),在双折线卷筒(16)的绳槽的两折线段部分开设有U型通槽A(22)、U型通槽C(26),在双折线卷筒(16)的挡板开设有挡板侧U型通槽,应变片组A(23)粘贴于U型通槽A(22)内壁,应变片组B(25)粘贴于U型通槽B(24)内壁,应变片组C(27)粘贴于U型通槽C(26)内壁,应变片组D(29)粘贴于U型通槽D(28)内壁,挡板侧应变片粘贴于挡板侧U型通槽内壁,挡板侧应变片数量与钢丝绳(4)缠绕层数相同,每个挡板侧应变片对应一层钢丝绳。

2. 根据权利要求1所述的一种超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置,其特征在于:所述U型通槽A(22)、U型通槽B(24)、U型通槽C(26)、U型通槽D(28)均平行于双折线卷筒(16)轴线设置。

3. 根据权利要求1所述监测装置的超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测方法,其特征在于,包括以下步骤:

a)、将所有应变片组粘贴到各自对应的U型通槽内壁上,挡板侧应变片粘贴于挡板侧U型通槽内壁上;

b)、选取合适长度的钢丝绳(4),将钢丝绳(4)一端穿过钢丝绳夹具(6)并用钢丝绳U型锁具(5)锁紧;

c)、通过控制器启动电动机(10),将钢丝绳(4)缠绕在双折线卷筒(16)上,当获得所需的缠绕层数时,停止电动机(10)转动,用盘式制动器作用于摩擦盘使双折线卷筒(16)制动,通过计算机控制伺服电动缸(9)水平移动使得钢丝绳(4)受力达到设定疲劳载荷或变形值;

d)、通过计算机控制程序设定伺服电动缸(9)的交变位移幅值,获得钢丝绳(4)的动态

交变载荷,模拟钢丝绳动态承载提升过程中钢丝绳(4)对双折线卷筒(16)表面和挡板的动态应力,在模拟钢丝绳动态承载提升过程中钢丝绳(4)对双折线卷筒(16)表面和挡板的动态应力时,打开电源给电动机(10)、伺服电动缸(9)、S型拉力传感器(8)、应变片组A(23)、应变片组B(25)、应变片组C(27)、应变片组D(29)、挡板侧应变片通电,用S型拉力传感器(8)记录钢丝绳(4)动态载荷的变化,用应变片组记录钢丝绳(4)对双折线卷筒(16)表面的动态应力,挡板侧应变片记录不同层钢丝绳(4)对双折线卷筒(16)挡板的动态应力;

e)、通过改变钢丝绳(4)的缠绕层数及伺服电动缸(9)的交变位移幅值,模拟不同缠绕层及不同动态载荷下钢丝绳(4)对双折线卷筒(16)表面及挡板的动态接触应力。

超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置及方法,用于研究超深井缠绕式提升机双折线多层缠绕钢丝绳与卷筒在钢丝绳承受动态载荷提升过程中钢丝绳对双折线卷筒表面和双折线卷筒挡板的动态接触应力。

背景技术

[0002] 矿井提升机作为矿井必须的运输装备,它在生产过程中担负着提升矿物和升降人员、设备及材料等重任,是联系地面与井下的重要枢纽。在我国千米地层下的煤炭资源量占已探明煤炭储量的53%,因此,超深矿井的开采和运输受到广泛关注。超深矿井提升普遍采用立井多绳摩擦式提升系统和缠绕式提升系统两类,然而国内现有的多绳摩擦式提升机标准一般不推荐在深度超过1200米的情况下使用,对于缠绕式提升系统,采用单层缠绕方式,通过增加卷筒直径以及增加卷筒长度的方法来提高卷筒的钢丝绳容绳量,其作用有限,要大幅度地提高卷筒的钢丝绳容绳量,钢丝绳必须采用多层缠绕的方式。在多绳缠绕式提升系统中,我国《煤矿安全规程》规定卷筒上缠绕的钢丝绳层数在立井升降物料时为2层,而加拿大《Ontario Occupational Health and Safety Act》规定提升机卷筒上有螺旋绳槽时不得超过3层缠绕。缠绕式提升机的主要部件有主轴、卷筒(光面钢丝绳卷筒、螺旋线钢丝绳卷筒和双折线钢丝绳卷筒)、钢丝绳、提升容器、天轮和制动器等,钢丝绳一端固定并缠绕在提升卷筒上,另一端绕过天轮悬挂提升容器,利用卷筒正、反方向转动缠绕或放出钢丝绳,实现提升容器的升、降运动;多层缠绕中双折线钢丝绳卷筒(双折线卷筒绳槽由垂直于卷筒轴线的两直线段和与卷筒轴线成一定角度的两折线段交替相互连接组成)与其它卷筒相比,不但能缩小卷扬机构空间尺寸,而且能大幅延长钢丝绳寿命。因此,缠绕式提升机双折线卷筒作为提升机承受载荷和传递动力的关键部件,一旦发生失效断裂,将造成严重的经济损失和重大的人员伤亡。

[0003] 矿井缠绕式提升机提升过程中,缠绕在卷筒上的提升钢丝绳循环地提升和下放提升容器,提升机的加速、匀速和减速特性和时变的悬垂钢丝绳长度导致立井提升系统的横向与纵向耦合振动特性,引起提升钢丝绳的动态载荷,进而导致缠绕于双折线卷筒上第一层缠绕钢丝绳与双折线卷筒表面以及不同缠绕层爬升段钢丝绳与双折线卷筒挡板之间的动态接触应力。钢丝绳在双折线卷筒上进行多层缠绕时,第一层缠绕钢丝绳在缠绕过程中对双折线卷筒表面产生的径向压力和不同缠绕层爬升段钢丝绳对双折线卷筒挡板产生的轴向推力将引起双折线卷筒及其卷筒挡板的变形、开裂甚至断裂等疲劳破坏,进一步影响提升机的使用寿命,甚至引发安全事故。因此,提出超深井缠绕式提升机双折线多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置及方法,用于探究超深井缠绕式提升过程中第一层缠绕钢丝绳对双折线卷筒表面及不同缠绕层爬升段钢丝绳对双折线卷筒挡板的动态接触应力,进一步对双折线卷筒疲劳损伤的失效机理和寿命预测具有重要的理论指导意义。

[0004] 提升机卷筒相关的实验装置有:专利号CN201310398365.X公开了矿井提升机负载模拟液压加载试验装置,其所述装置是提升机主升机构的被试提升机卷筒通过其缠绕的钢

钢丝绳与提升机负载模拟液压加载试验机构的陪试卷筒缠绕的钢丝绳连为一体,为被试提升机提供符合实际工况的连续负载和驱动力矩;专利号CN201410528414.1公开了一种超深矿井提升系统试验台及方法,具体涉及提升系统钢丝绳拉力、卷筒所受压力、提升容器所处位置的坐标等重要参数的检测;专利号为CN201520661617.8公开了一种卷筒应力测试装置,通过一套驱动装置,可以将驱动组件和加载组件作为通用件,适用于不同的卷筒应力测试。然而,上述专利都不能考虑钢丝绳动态加载下多层缠绕钢丝绳与卷筒和卷筒挡板的动态接触应力,

发明内容

[0005] 发明目的:为了克服现有设备和技术的不足,本发明提供一种超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置及方法,可以研究超深井缠绕式提升机双折线多层缠绕钢丝绳与卷筒在钢丝绳承受动态载荷提升过程中钢丝绳对双折线卷筒表面和双折线卷筒挡板的动态接触应力。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用了如下的技术方案:一种超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置,包括支撑系统、缠绕系统和动态加载监测系统、应力监测系统;

[0007] 所述支撑系统包括底板、伺服电动缸支座,伺服电动缸支座固定在底板上;

[0008] 所述缠绕系统包括电动机、高速级联轴器、减速器、低速级联轴器、轴承座A、摩擦盘A、盘式制动器A、盘式制动器B、主轴、双折线卷筒、摩擦盘B、盘式制动器C、盘式制动器D、轴承座B、钢丝绳,电动机固定在底板上,电动机输出轴通过高速级联轴器与减速器输入端连接,减速器输出端通过低速级联轴器与主轴的一端连接,主轴两端通过轴承安装在轴承座A、轴承座B内,轴承座A、轴承座B通过轴承座支撑固定在底板上,主轴上设有两个法兰盘,将套在主轴上的双折线卷筒与两个法兰盘固定,摩擦盘A、摩擦盘B固定在双折线卷筒两侧,盘式制动器A、盘式制动器B固定在摩擦盘A一侧的底板上,盘式制动器C、盘式制动器D固定在摩擦盘B一侧的底板上,在双折线卷筒的绳槽上缠绕钢丝绳,钢丝绳至少缠绕两层;

[0009] 所述动态加载监测系统包括伺服电动缸、S型拉力传感器、钢丝绳夹具、钢丝绳U型锁具,伺服电动缸固定在伺服电动缸支座上,伺服电动缸的螺纹杆与S型拉力传感器一端连接,S型拉力传感器另一端与钢丝绳夹具连接,钢丝绳一端穿过钢丝绳夹具并通过钢丝绳U型锁具锁紧;

[0010] 所述应力监测系统包括应变片组A、应变片组B、应变片组C、应变片组D、挡板侧应变片,在双折线卷筒的绳槽的两直线段部分开设有U型通槽B、U型通槽D,在双折线卷筒的绳槽的两折线段部分开设有U型通槽A、U型通槽C,在双折线卷筒的挡板开设有挡板侧U型通槽,应变片组A粘贴于U型通槽A内壁,应变片组B粘贴于U型通槽B内壁,应变片组C粘贴于U型通槽C内壁,应变片组D粘贴于U型通槽D内壁,挡板侧应变片粘贴于挡板侧U型通槽内壁,挡板侧应变片数量与钢丝绳缠绕层数相同,每个挡板侧应变片对应一层钢丝绳。

[0011] 进一步的,所述U型通槽A、U型通槽B、U型通槽C、U型通槽D均平行于双折线卷筒轴线设置。

[0012] 根据上述监测装置的超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测方法,包括以下步骤:

[0013] a)、将所有应变片组粘贴到各自对应的U型通槽内壁上,挡板侧应变片粘贴于挡板侧U型通槽内壁上;

[0014] b)、选取合适长度的钢丝绳,将钢丝绳一端穿过钢丝绳夹具并用钢丝绳U型锁具锁紧;

[0015] c)、通过控制器启动电动机,将钢丝绳缠绕在双折线卷筒上,当获得所需的缠绕层数时,停止电动机转动,用盘式制动器作用于摩擦盘使双折线卷筒制动,通过计算机控制伺服电动缸水平移动使得钢丝绳受力达到设定疲劳载荷或变形值;

[0016] d)、通过计算机控制程序设定伺服电动缸9的交变位移幅值,获得钢丝绳的动态交变载荷,模拟钢丝绳动态承载提升过程中钢丝绳对双折线卷筒表面和挡板的动态应力,在模拟钢丝绳动态承载提升过程中钢丝绳对双折线卷筒表面和挡板的动态应力时,打开电源给电动机、伺服电动缸、S型拉力传感器、应变片组A、应变片组B、应变片组C、应变片组D、挡板侧应变片通电,用S型拉力传感器记录钢丝绳动态载荷的变化,用应变片组记录钢丝绳对双折线卷筒表面的动态应力,挡板侧应变片记录不同层钢丝绳对双折线卷筒挡板的动态应力;

[0017] e)、通过改变钢丝绳的缠绕层数及伺服电动缸的交变位移幅值,模拟不同缠绕层及不同动态载荷下钢丝绳对双折线卷筒表面及挡板的动态接触应力。

[0018] 有益效果:本发明针对超深井缠绕式提升机在钢丝绳承受动态载荷、双折线卷筒缠绕层变化等工况,能够动态监测第一层缠绕钢丝绳对双折线卷筒表面及不同缠绕层钢丝绳对双折线卷筒挡板的动态接触应力参数演化规律,为不同提升工况下超深井缠绕式提升机双折线多层缠绕钢丝绳卷筒的疲劳损伤行为研究提供有效的实验设备和依据,对预测超深井缠绕式提升机双折线多层缠绕钢丝绳卷筒的服役寿命具有广泛的应用性,对超深井缠绕式提升机矿井提升运行安全具有重要指导意义。

附图说明

[0019] 图1为本发明专利结构的主视图;

[0020] 图2为图1中A-A向视图;

[0021] 图3为图1中B-B向视图;

[0022] 图4为双折线卷筒主视图;

[0023] 图5为图中4中IV处局部放大图;

[0024] 图6为双折线卷筒展开图;

[0025] 图7为图4中C向视图;

[0026] 图8为图中7中I处局部放大图;

[0027] 图9为图中7中III处局部放大图;

[0028] 图10图4中D向视图;

[0029] 图11为图中10中II处局部放大图;

[0030] 图中:1、底板;2、盘式制动器D;3、盘式制动器C;4、钢丝绳;5、钢丝绳U型锁具;6、钢丝绳夹具;7、S型拉力传感器;8、伺服电动缸;9、伺服电动缸支座;10、电动机;11、高速级联轴器;12、减速器;13、低速级联轴器;14、轴承座A;15、摩擦盘A;16、双折线卷筒;17、摩擦盘B;18、主轴;19、轴承座B;20、盘式制动器A;21、盘式制动器B;22、U型通槽A;23、应变片组A;

24、U型通槽B;25、应变片组B;26、U型通槽C;27、应变片组C;28、U型通槽D;29、应变片组D;30、U型通槽E;31、应变片E;32、U型通槽F;33、应变片F;34、U型通槽G;35、应变片G。

具体实施方式：

[0031] 下面结合附图对本发明做更进一步的解释。

[0032] 如图1至11所示,一种超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测装置,包括支撑系统、缠绕系统和动态加载监测系统、应力监测系统。

[0033] 所述支撑系统包括底板1、伺服电动缸支座9,伺服电动缸支座9固定在底板1上。

[0034] 所述缠绕系统包括电动机10、高速级联轴器11、减速器12、低速级联轴器13、轴承座A14、摩擦盘A15、盘式制动器A20、盘式制动器B21、主轴18、双折线卷筒16、摩擦盘B17、盘式制动器C3、盘式制动器D2、轴承座B19、钢丝绳4。电动机10固定在底板1上,电动机10输出轴通过高速级联轴器11与减速器12输入端连接,减速器12输出端通过低速级联轴器13与主轴18的一端连接,主轴18两端通过轴承安装在轴承座A14、轴承座B19内,轴承座A14、轴承座B19通过轴承座支撑固定在底板1上,主轴18上设有两个法兰盘,通过高强度螺栓将套在主轴18上的双折线卷筒16与两个法兰盘固定,摩擦盘A15、摩擦盘B17分别通过高强度螺栓固定在双折线卷筒16两侧,盘式制动器A20、盘式制动器B21固定在摩擦盘A15一侧的底板1上,盘式制动器C3、盘式制动器D2固定在摩擦盘B17一侧的底板1上。在双折线卷筒16的绳槽上缠绕钢丝绳4,钢丝绳4至少缠绕两层。

[0035] 所述动态加载监测系统包括伺服电动缸8、S型拉力传感器7、钢丝绳夹具6、钢丝绳U型锁具5,伺服电动缸8固定在伺服电动缸支座9上,伺服电动缸8的螺纹杆与S型拉力传感器7一端连接,S型拉力传感器7另一端与钢丝绳夹具6连接,钢丝绳4一端穿过钢丝绳夹具6并通过钢丝绳U型锁具5锁紧。

[0036] 所述应力监测系统包括应变片组A23、应变片组B25、应变片组C27、应变片组D29、挡板侧应变片,在双折线卷筒16的绳槽的两直线段部分开设有U型通槽B24、U型通槽D28,在双折线卷筒16的绳槽的两折线段部分开设有U型通槽A22、U型通槽C26,所述U型通槽A22、U型通槽B24、U型通槽C26、U型通槽D28均平行于双折线卷筒16轴线设置,在双折线卷筒16的挡板开设有挡板侧U型通槽。应变片组A23粘贴于U型通槽A22内壁,应变片组B25粘贴于U型通槽B24内壁,应变片组C27粘贴于U型通槽C26内壁,应变片组D29粘贴于U型通槽D28内壁,挡板侧应变片粘贴于挡板侧U型通槽内壁,挡板侧应变片数量与钢丝绳4缠绕层数相同,每个挡板侧应变片对应一层钢丝绳。

[0037] 本实施例中,钢丝绳4缠绕三层,挡板侧U型通槽数量为三个,分别U型通槽E30、U型通槽F32、U型通槽G34,挡板侧应变片为三个,分别为粘贴于U型通槽E30内壁的应变片E31、粘贴于U型通槽F32内壁的应变片F33、粘贴于U型通槽G34内壁的应变片G35,应变片E31对应第一层钢丝绳,应变片F33对应第二层钢丝绳,应变片G35对应第三层钢丝绳。

[0038] 根据上述监测装置的超深井多层缠绕钢丝绳与卷筒动态接触状态监测方法,包括以下步骤:

[0039] a)、将所有应变片组粘贴到各自对应的U型通槽内壁上,挡板侧应变片粘贴于挡板侧U型通槽内壁上;

[0040] b)、选取合适长度的钢丝绳4,将钢丝绳4一端穿过钢丝绳夹具6并用钢丝绳U型锁

具5锁紧；

[0041] c)、通过控制器启动电动机10,将钢丝绳4缠绕在双折线卷筒16上,当获得所需的缠绕层数时,停止电动机10转动,用盘式制动器作用于摩擦盘使双折线卷筒16制动,通过计算机控制伺服电动缸9水平移动使得钢丝绳4受力达到设定疲劳载荷或变形值；

[0042] d)、通过计算机控制程序设定伺服电动缸9的交变位移幅值(即伸缩位移和频率),获得钢丝绳4的动态交变载荷,模拟钢丝绳动态承载提升过程中钢丝绳4对双折线卷筒16表面和挡板的动态应力,在模拟钢丝绳动态承载提升过程中钢丝绳4对双折线卷筒16表面和挡板的动态应力时,打开电源给电动机10、伺服电动缸9、S型拉力传感器8、应变片组A23、应变片组B25、应变片组C27、应变片组D29、应变片E31、应变片F33、应变片G35通电,用S型拉力传感器8记录钢丝绳4动态载荷的变化,用应变片组记录钢丝绳4对双折线卷筒16表面的动态应力,挡板侧应变片记录不同层钢丝绳4对双折线卷筒16挡板的动态应力；

[0043] e)、通过改变钢丝绳4的缠绕层数及伺服电动缸9的交变位移幅值,模拟不同缠绕层及不同动态载荷下钢丝绳4对双折线卷筒16表面及挡板的动态接触应力。

[0044] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

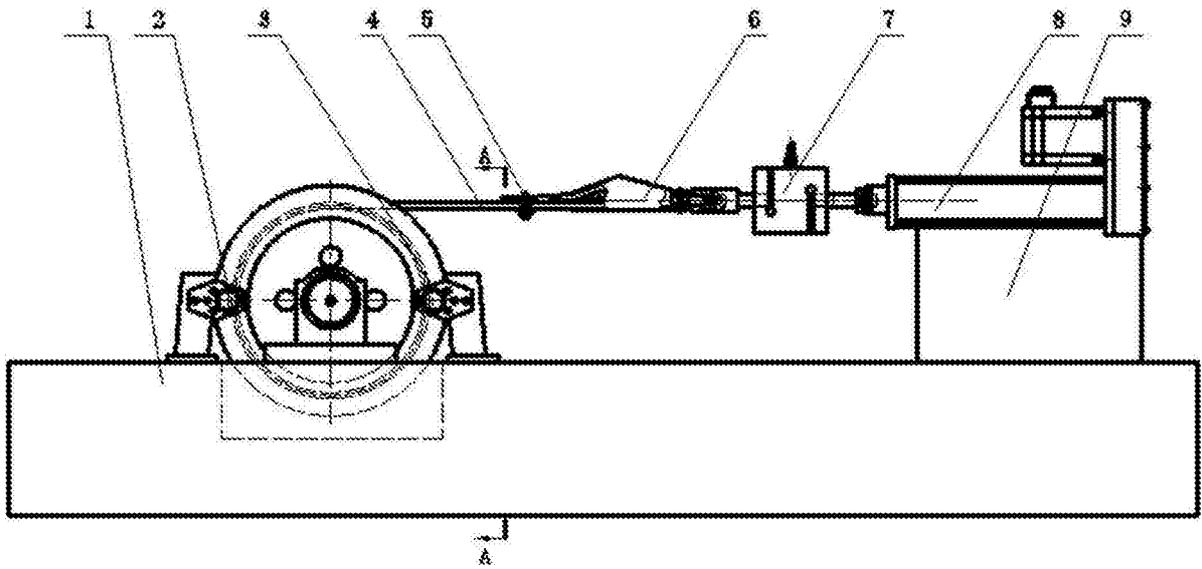


图1

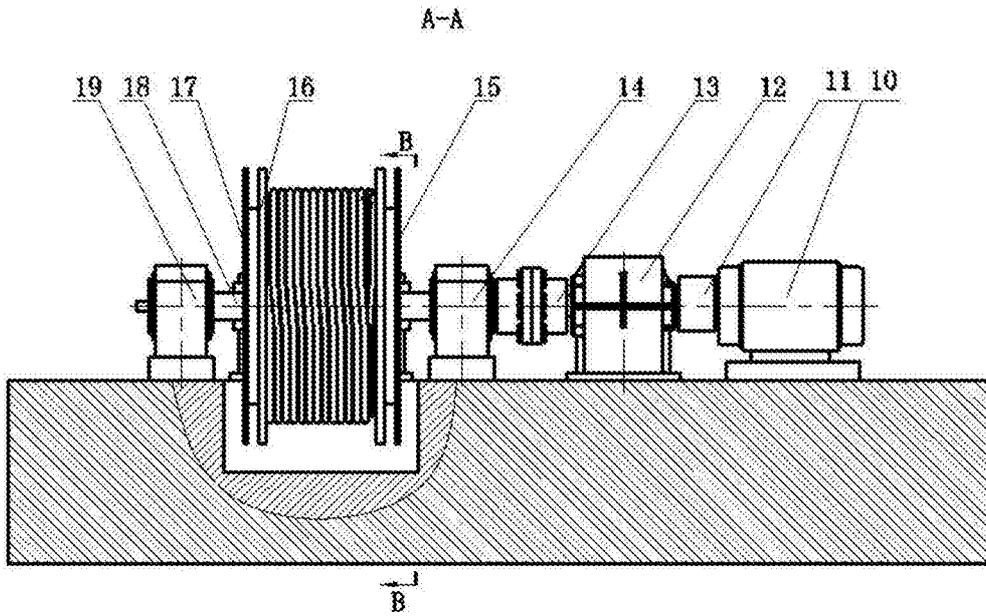


图2

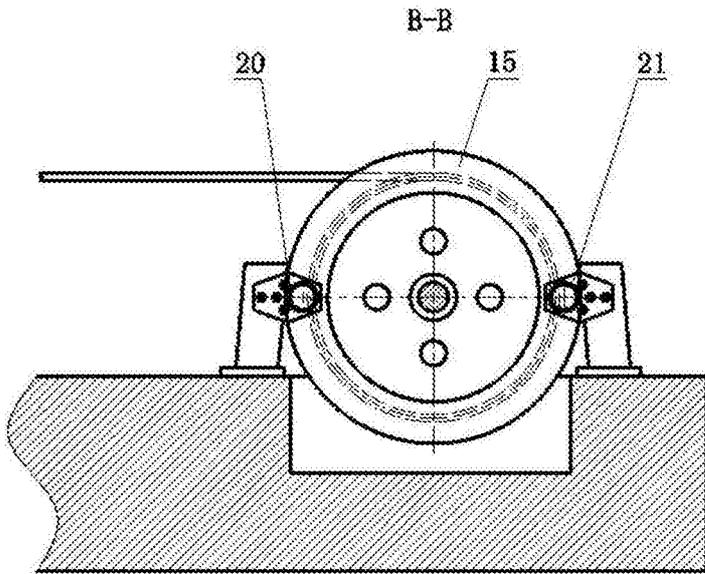


图3

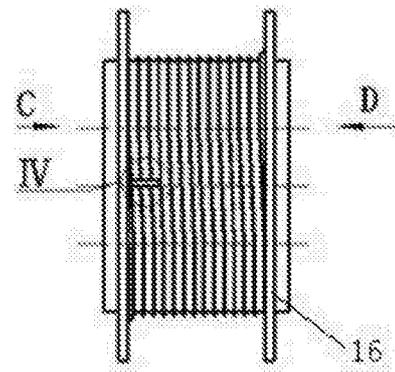


图4

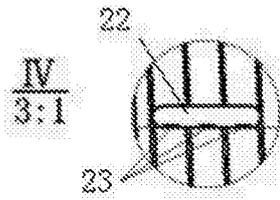


图5

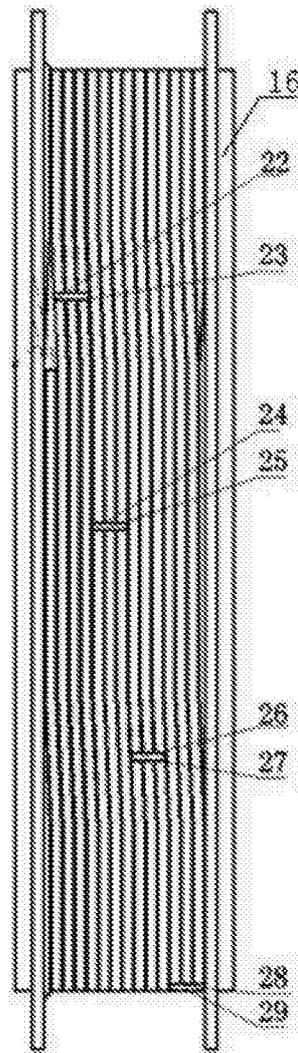


图6

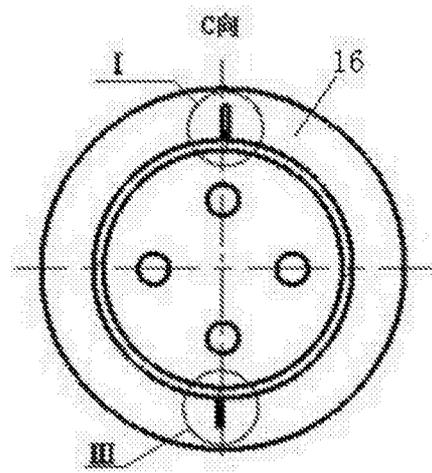


图7

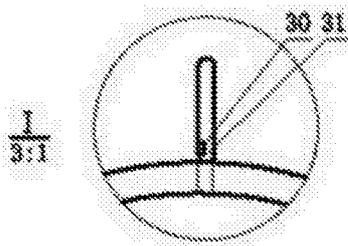


图8

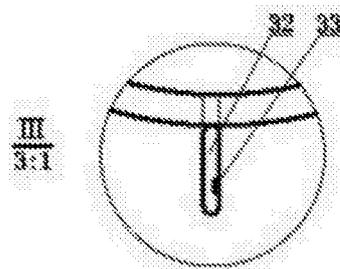


图9

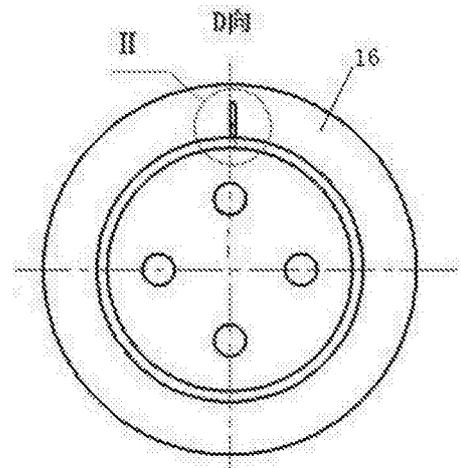


图10

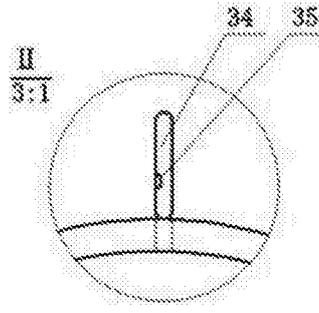


图11