



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104729987 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 24

(21) 申请号 201510102984. 9

(22) 申请日 2015. 03. 10

(71) 申请人 中国矿业大学

地址 221008 江苏省徐州市泉山区中国矿业
大学南湖校区

(72) 发明人 彭玉兴 朱真才 常向东 王大刚
曹国华 陈国安 李伟 周公博
沈刚 卢昊 李同清

(51) Int. Cl.

G01N 19/02(2006. 01)

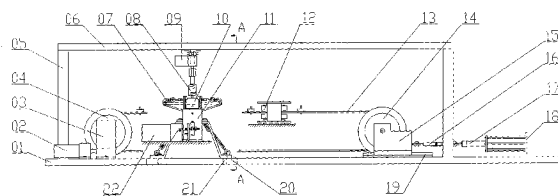
权利要求书5页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置及方法,包括基架、安置在基架底座上的钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统、钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦磨损系统和钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦系统;本发明功能上突破了缠绕式提升机中钢丝绳之间的摩擦特性以及摩擦式提升机中钢丝绳与摩擦衬垫之间高速滑动摩擦特性的检测,可以实现钢丝绳与钢丝绳间交叉接触高速滑动摩擦、交叉接触蠕动摩擦磨损以及钢丝绳与摩擦衬垫间的高速滑动摩擦三种摩擦行为的模拟。



1. 一种提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置,其特征在于,包括基架、安置在基架底座(01)上的钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统、钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦磨损系统和钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦系统;

基架包括底座(01)、对称焊接在底座(01)上的四根立柱(05)、焊接在立柱(05)上方的承载横梁(06)、底座(01)左边加工有用于导向的圆形凹槽(21)、底座(01)右边焊接一个用于导向的滑轨(19)和用于固定液压油缸(17)的油缸挡板(18);

钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统包括伺服调速电机一(02)、主动摩擦轮(04)、从动摩擦轮(14)、上压紧钢丝绳(07)、下压紧钢丝绳(29)和无接头钢丝绳(13),用于模拟上压紧钢丝绳(07)、下压紧钢丝绳(29)以及无接头钢丝绳(13)之间的交叉接触连续高速滑动摩擦,伺服调速电机一(02)输出轴通过键槽连接减速器(03),主动摩擦轮(04)与减速器(03)输出轴通过键连接,无接头钢丝绳(13)套在主动摩擦轮(04)和从动摩擦轮(14)上,由主动摩擦轮(04)和从动摩擦轮(14)带动无接头钢丝绳(13)连续高速运动,从动摩擦轮(14)支撑在从动轮支架(15)上,从动轮支架(15)与焊接在底座(01)上的滑轨(19)相配合,在液压油缸(17)的拉动下,从动轮支架(15)相当于一个滑块,沿着滑轨(19)向左滑动,实现无接头钢丝绳(13)的导向张紧,上压紧钢丝绳(07)张紧在上衬垫(37)与上衬垫夹具(10)上,下压紧钢丝绳(29)张紧在下衬垫(36)与下衬垫支架(20)上,下衬垫支架(20)通过螺栓固定于底座(01)上,下衬垫支架(20)上部通过螺栓固定衬垫导轨架(26),用于保证钢丝绳接触点准确对称,伺服推杆电机一(09)竖直固定于承载横梁(06)上,用于给上压紧钢丝绳(07)向下提供不同载荷压力;

钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦磨损系统,用于模拟上压紧钢丝绳(07)、下压紧钢丝绳(29)以及蠕动钢丝绳(27)之间交叉接触连续蠕动摩擦磨损,包括伺服调速电机二(22)、固定连接在伺服调速电机二(22)输出轴上的偏心圆盘(23),连接偏心圆盘(23)和蠕动钢丝绳张紧架(11)的连杆(25),偏心圆盘(23)与伺服调速电机二(22)构成一个偏心轮电机,加上连杆(25)和蠕动钢丝绳张紧架(11)就构成了一个曲柄滑块机构,还包括蠕动钢丝绳(27)、将蠕动钢丝绳(27)固定在蠕动钢丝绳张紧架(11)上的螺纹挂钩(28),用于夹紧蠕动钢丝(27)的上压紧钢丝绳(07)和下压紧钢丝绳(29)、用于张紧蠕动钢丝绳(27)的张紧电机(32)、衬垫导轨架(26)、上衬垫(37)、上衬垫夹具(10)、下衬垫(36)、下衬垫支架(20)、上紧绳花篮(38)、下紧绳花篮(31)、伺服推杆电机一(09);相对于所述钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统中下衬垫支架(20)的初始位置,下衬垫支架(20)沿圆形凹槽(21)旋转90°后,重新将其固定在对应的螺纹孔(54)内;

钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦系统,用于模拟无接头钢丝绳(13)与前摩擦衬垫(48)以及后摩擦衬垫(50)之间的连续高速滑动摩擦磨损,包括伺服调速电机一(02)、减速器(03)、主动摩擦轮(04)、从动摩擦轮(14)、无接头钢丝绳(13)、从动轮支架(15)、液压油缸(17)、前摩擦衬垫(48)、后摩擦衬垫(50)、衬垫压紧箱体(12)、嵌在衬垫压紧箱体(12)上套住前摩擦衬垫(48)、后摩擦衬垫(50)并保证其在压紧过程中同步运动的衬垫联动夹具(52)、用于给摩擦衬垫提供压力载荷的伺服推杆电机二(47);

所述下衬垫支架(20)顶部与下衬垫(36)接触的面上加工有四个螺纹通孔,且相应的下底面装有四个调节螺栓(35),可以调节下衬垫(36)的高度,有效的避免了下衬垫支架(20)在加工过程中尺寸误差的影响,在测试过程中保证了无接头钢丝绳(13)保持水平的

情况下能够与上压紧钢丝绳 (07) 和下压紧钢丝绳 (29) 紧密接触；

蠕动钢丝绳张紧架 (11) 底部设置底面滚轮 (30), 使得拉压力传感器 (24) 的读数更接近真实的摩擦力值；

衬垫压紧箱体 (12) 由四块连接在一起的钢板组成一箱体, 衬垫联动夹具 (52)、和伺服推杆电机二 (47) 设置在衬垫压紧箱体 (12) 内部, 衬垫联动夹具 (52) 包括两块钢板, 前摩擦衬垫 (48) 与后摩擦衬垫 (50) 固定在两块钢板之间, 两块钢板之间通过交叉连接在一起的两块钢片 (55) 连成一个整体, 两块钢片 (55) 的中部铰接, 两块钢片的四个自由端分别铰接在两块钢板的两个端部, 两块钢板的另一边也对称设置同样的两块钢片 (55) 接连, 使得两块钢板之间的距离可以调节, 实现了前摩擦衬垫 (48) 与后摩擦衬垫 (50) 在磨擦磨损过程中的同步运动; 在衬垫压紧箱体 (12) 底面设置了减磨滚轮 (53), 使得衬垫压紧箱体 (12) 比较轻松的前后滑动, 保证了无接头钢丝绳 (13) 与前摩擦衬垫 (48)、后摩擦衬垫 (50) 在滑动摩擦过程中始终水平不弯曲, 起到了一个自动对中的作用; 伺服推杆电机二 (47) 向衬垫联动夹具 (52) 提供压力, 使前摩擦衬垫 (48) 与后摩擦衬垫 (50) 夹紧无接头钢丝绳 (13), 压力的大小可通过压力传感器三 (46) 测得;

设置在下衬垫 (36) 上的声发射传感器一 (40) 以及设置在后摩擦衬垫 (50) 上的声发射传感器二 (49) 能够实时的监测钢丝绳在滑动摩擦、蠕动摩擦以及摩擦衬垫在滑动摩擦状态下裂纹产生与扩展的变化规律; 贴于前摩擦衬垫 (48) 上的应变片 (51) 能够实时监测前摩擦衬垫 (48) 在滑动摩擦运动过程中表面应力的变化情况;

衬垫导轨架 (26) 内设置圆弧形凸起轨道, 下衬垫 (36) 与上衬垫 (37) 两侧切削有两个与衬垫导轨架 (26) 的圆弧形凸起轨道相匹配的圆弧形凹槽, 保证上衬垫 (37) 与下衬垫 (36) 在竖直方向上运动的导向性, 上衬垫 (37) 与上压紧钢丝绳 (07) 以及下衬垫 (36) 与下压紧钢丝绳 (29) 接触的地方均设置有一个与上压紧钢丝绳 (07)、下压紧钢丝绳 (29) 相切的半圆弧凹槽, 使得上压紧钢丝绳 (07)、下压紧钢丝绳 (29) 嵌在上衬垫 (37)、下衬垫 (36) 内部, 起到对上压紧钢丝绳 (07)、下压紧钢丝绳 (29) 前后方向上的定位作用, 这样的设计可以保证上压紧钢丝绳 (07) 和下压紧钢丝绳 (29) 与无接头钢丝绳 (13) 的两个接触点在竖直方向上严格对称, 避免了附加弯矩的产生, 增加了参数测量的准确性;

上压紧钢丝绳 (07) 下边嵌在上衬垫 (37) 底部的半圆弧形凹槽内, 上衬垫夹具 (10) 套住上衬垫 (37), 上压紧钢丝绳 (07) 以上衬垫夹具 (10) 壳体为过度支撑, 通过上紧绳花篮 (38) 张紧在上衬垫夹具 (10) 上, 这样上压紧钢丝绳 (07)、上衬垫 (37) 和上衬垫夹具 (10) 就捆绑成为一个整体, 可以一起沿着衬垫导轨架 (26) 上的导轨上下运动, 利于上压紧钢丝绳 (07) 的定位;

上衬垫夹具 (10) 上侧水平伸出的两段用于支撑上压紧钢丝绳 (07) 的钢板两头各安装了一个小滑轮 (39), 有效减小了上压紧钢丝绳 (07) 在张紧过程中所克服的摩擦阻力;

下压紧钢丝绳 (29) 上边嵌在下衬垫 (36) 上侧切削出的半圆弧凹槽内, 下端通过下紧绳花篮 (31) 将下压紧钢丝绳 (29) 张紧固定在下衬垫支架 (20) 上, 使得下衬垫 (36)、下衬垫支架 (20) 和下压紧钢丝绳 (29) 成为一个整体, 并且下衬垫支架 (20) 两个支撑脚底部各焊接了一个可以插入到底座 (01) 上圆形凹槽 (21) 内的圆弧形钢板 (34), 实现下衬垫支架 (20) 沿着圆形凹槽 (21) 在旋转时可以带动上压紧钢丝绳 (07) 和下压紧钢丝绳 (29) 一同转动, 实现钢丝绳与钢丝绳交叉接触高速摩擦试验系统与蠕动摩擦试验系统之间的转

换,也能够实现模拟钢丝绳与钢丝绳以不同角度交叉接触滑动摩擦以及蠕动摩擦的运动状态;

基架底座(01)右边加工的圆形凹槽(21)旁边设有用于固定下衬垫支架(20)的螺纹孔(54),螺纹孔(54)成对出现,设置多组,相互间相差一定的角度,便于下衬垫支架(20)旋转一定角度后的固定;

下衬垫支架(20)顶部与下衬垫(36)接触的面上加工有四个螺纹通孔,且相应的下底面装有四个调节螺栓(35),可以调节下衬垫(36)的高度,有效的避免了下衬垫支架(20)在加工过程中尺寸误差的影响,在测试过程中保证了无接头钢丝绳(13)保持水平的情况下能够与上压紧钢丝绳(07)和下压紧钢丝绳(29)紧密接触;

偏心圆盘(23)与拉压力传感器(24)以及连杆(25)与蠕动钢丝绳张紧架(11)以铰链的方式连接,保证各构件之间能够在竖直平面内相对转动,实现该曲柄滑块机构的正常运转;

蠕动钢丝绳(27)通过螺纹挂钩(28)固定在蠕动钢丝绳张紧架(11)上,蠕动钢丝绳张紧架(11)一端挡板的底部与底板用燕尾槽连接,在张紧电机(32)的推动下可水平向后滑动,实现了蠕动钢丝绳(27)的张紧,整个蠕动钢丝绳张紧架(11)底部安装有滚轮(30),减小了蠕动钢丝绳张紧架(11)往复运动过程中的摩擦阻力,提高了钢丝绳与钢丝绳交叉接触蠕动摩擦力测量的准确性;

衬垫联动夹具(52)分为前后两个部分,两个部分之间通过两组交叉连接在一起的钢片(55)连成一个整体,实现了前摩擦衬垫(48)与后摩擦衬垫(50)在磨擦磨损过程中的同步运动;

衬垫压紧箱体(12)由四块连接在一起的钢板组成,在衬垫压紧箱体(12)底面设置了减磨滚轮(53),使得衬垫压紧箱体(12)比较轻松的前后滑动,保证了无接头钢丝绳(13)与前摩擦衬垫(48)、后摩擦衬垫(50)在滑动摩擦过程中始终水平不弯曲,起到了一个自动对中的作用;

伺服推杆电机一(09)的输出端连接有一个压力传感器一(08),能够实时测量出钢丝绳间正压力的大小;液压油缸(17)与从动轮支架(15)之间连接有拉力传感器(16),用于测量无接头钢丝绳(13)的张紧力;在张紧电机(32)与蠕动钢丝绳张紧架(11)上的挡板之间设有压力传感器二(33),用于测量作用在蠕动钢丝绳(27)上的张紧力;伺服推杆电机二(47)向衬垫联动夹具(52)提供压力,使前摩擦衬垫(48)与后摩擦衬垫(50)夹紧无接头钢丝绳(13),压力的大小可通过压力传感器三(46)测得。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:通过设置在无接头钢丝绳(13)相应位置的三个张力传感器(41、43、45)测得相应的滑动摩擦力,张力传感器一(41)与张力传感器二(43)之间为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦接触点,张力传感器二(43)与张力传感器三(45)之间为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦接触点,张力传感器一(41)与张力传感器二(43)之间的差值即为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦产生的摩擦力,张力传感器二(43)与张力传感器三(45)之间的差值即为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦运动状态下的摩擦力。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:设置在下衬垫(36)上的声发射传感器一(40)以及设置在后摩擦衬垫(50)上的声发射传感器二(49)能够实时的监测钢丝绳在滑动

摩擦、蠕动摩擦以及摩擦衬垫在滑动摩擦状态下裂纹产生与扩展的变化规律。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:红外热像仪一(42)和红外热像仪二(44)能够实时监测摩擦衬垫在滑动摩擦以及钢丝绳在滑动、蠕动摩擦运动过程中的温度变化情况。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:贴于前摩擦衬垫(48)上的应变片(51)能够实时监测前摩擦衬垫(48)在滑动摩擦运动过程中表面应力的变化情况。

6. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:伺服推杆电机输出不同的压力载荷、在无接头钢丝绳(13)上淋水或涂抹油脂、给无接头钢丝绳(13)以及蠕动钢丝绳(27)施加不同大小的张紧力等状态相互配合能够模拟矿井提升机的实际提升工况。

7. 应用权利要求1-6任一所述的提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置进行摩擦检测的试验方法,其特征在于,可以分别模拟钢丝绳与钢丝绳之间交叉接触连续高速滑动摩擦工况、钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦工况、钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦工况,并检测各工况下的相关摩擦磨损参数;

模拟钢丝绳与钢丝绳之间交叉接触连续高速滑动摩擦,包括以下步骤:

A1:将无接头钢丝绳(13)安装到主动摩擦轮(04)和从动摩擦轮(14)上,调节液压油缸(17)将从动轮支架(16)连同从动轮(14)一起向右拉动,张紧无接头钢丝绳(13),使其水平绷紧;

A2:固定下衬垫支架(20),将上压紧钢丝绳07、下压紧钢丝绳(29)张紧在上衬垫夹具(10)和下衬垫支架(20)上,将衬垫导轨架(26)与下衬垫支架(20)固定连接,沿着导轨放入张紧好的上压紧钢丝绳(07),开启伺服推杆电机一(09)对上衬垫夹具施加正压力载荷,完成了上下两根钢丝绳对无接头钢丝绳(13)的夹紧;

A3:启动伺服调速电机一(02),通过减速器(03)输出足够大的扭矩带动主动摩擦轮(04)转动,通过摩擦传动使无接头钢丝绳(13)高速单向连续旋转;

钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦,包括以下步骤:

B1:将无接头钢丝绳(13)安装到主动摩擦轮(04)和从动摩擦轮(14)上,调节液压油缸(17)将从动轮支架(16)连同从动轮(14)一起向右拉动,张紧无接头钢丝绳(13),使其水平绷紧;

B2:把前摩擦衬垫(48)、后摩擦衬垫(50)放入衬垫联动夹具(52)内,并使得前摩擦衬垫(48)、后摩擦衬垫(50)夹住无接头钢丝绳(13),开启伺服推杆电机二(47),给前摩擦衬垫(48)施加压力载荷;

钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦,包括以下步骤:

C1:将蠕动钢丝绳张紧架(11)放到支撑台上,用螺纹挂钩(28)将蠕动钢丝绳(27)固定在蠕动钢丝绳张紧架(11)上,使得蠕动钢丝绳(27)与下压紧钢丝绳(29)接触,开启张紧电机(32)将蠕动钢丝绳(27)张紧,调整调节螺母(35)与下紧绳花篮(31)保持蠕动钢丝绳(27)与下压紧钢丝绳(29)交叉接触,放上上压紧钢丝绳(07),固定好衬垫导轨架(26),并启动伺服推杆电机一(09)将其压紧;

C2:连接连杆(25)、拉压力传感器(24)和已安装在伺服调速电机二(22)上的偏心圆盘(23),启动伺服调速电机二(22),使整个曲柄滑块结构运转,完成钢丝绳与钢丝绳间蠕动摩擦运动的模拟,通过拉压力传感器测得蠕动摩擦过程中的摩擦力;

模拟钢丝绳与钢丝绳之间交叉接触连续高速滑动摩擦、钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦能够同时进行；所述三种工况之间能够转换；

通过三个张力传感器（41、43、45）就可以测得钢丝绳与钢丝绳之间和 / 或钢丝绳与摩擦衬垫间的滑动摩擦力，张力传感器一（41）与张力传感器二（43）之间为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦接触点，张力传感器二（43）与张力传感器三（45）之间为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦接触点，张力传感器一（41）与张力传感器二（43）之间的差值即为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦产生的摩擦力，张力传感器二（43）与张力传感器三（45）之间的差值即为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦运动状态下的摩擦力；

完成参数测量后，停止伺服调速电机一（02）或者推杆电机，结束相应部分的试验，试验结束后，分别用天平称量实验前后压紧钢丝绳和 / 或摩擦衬垫的重量，就可以计算出对应摩擦运动的磨损率；

试验过程中，利用红外热像仪一（42）和红外热像仪二（44）实时监测摩擦衬垫在滑动摩擦过程中的温度变化情况，以及钢丝绳在滑动、蠕动摩擦运动过程中的温度变化情况。

8. 根据权利要求 7 所述的试验方法，其特征在于：无接头钢丝绳（13）以及蠕动钢丝绳（27）表面通过淋水或涂抹油脂来模拟实际提升工况进行测试。

9. 根据权利要求 7 所述的试验方法，其特征在于：下衬垫支架（20）可以在底座（01）上的圆形凹槽（21）内旋转任意的角度然后固定，从而调整钢丝绳之间交叉接触的夹角。

10. 根据权利要求 7 所述的试验方法，其特征在于：凸轮电机上的偏心圆盘（23）在距圆心不同距离的位置加工了多个螺纹孔，满足蠕动钢丝绳不同蠕动幅度的要求。

一种提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明专利涉及一种提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置及方法。

背景技术

[0002] 矿井的开采深度在不断地增加,摩擦式矿井提升机在提升能力、提升高度和提升速度上有着独特的优势,加之安全系数高,结构尺寸小等优点,使其在矿井提升中的应用越来越广泛,但是,当提升深度超过 1600m 以后,摩擦式提升机就不能够再满足所要求,而需要改用缠绕式提升机。提升钢丝绳和摩擦衬垫是保证摩擦式提升机正常工作的重要组成部分,钢丝绳与摩擦衬垫之间的摩擦能力决定着摩擦式提升机的提升能力,在缠绕式提升机中,钢丝绳与钢丝绳不可避免的要产生各种接触摩擦行为,钢丝绳摩擦磨损也同样决定着缠绕式提升机的使用寿命,因此,摩擦衬垫与钢丝绳、钢丝绳与钢丝绳之间摩擦特性决定着提升机的安全可靠。一旦钢丝绳与摩擦衬垫间发生打滑造成滑绳或是提升钢丝绳因摩擦磨损导致断丝乃至断绳,都会给矿井造成难以想象的人员伤亡和财产损失。所以掌握钢丝绳与摩擦衬垫以及钢丝绳与钢丝绳之间的摩擦磨损特性对保障提升机的安全可靠运行有着十分重要的意义。然而,在矿井实际生产中对摩擦提升机和缠绕提升机进行现场测试以期获得摩擦衬垫与钢丝绳、钢丝绳与钢丝绳之间的摩擦特性,在现有工况和技术条件下还无法实现。因此,设计并制造出一种结构简单、操作安全方便、能够真实而全面的模拟提升机的实际提升工况,并且可以试验获得钢丝绳以及摩擦衬垫的摩擦磨损特性的试验装置和方法就显得尤为必要。

发明内容

[0003] 技术问题:本发明的目的是为了克服现有技术中的不足之处,提供了一种提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置及方法,能够在一台试验机上模拟不同工况条件下缠绕式提升机中钢丝绳与钢丝绳交叉接触高速滑动摩擦、蠕动摩擦以及摩擦式提升机中钢丝绳与摩擦衬垫高速滑动摩擦三种运动行为。

[0004] 技术方案:

[0005] 一种提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置,包括基架、安置在基架底座(01)上的钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统、钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦磨损系统和钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦系统;

[0006] 基架包括底座(01)、对称焊接在底座(01)上的四根立柱(05)、焊接在立柱(05)上方的承载横梁(06)、底座(01)左边加工有用于导向的圆形凹槽(21)、底座(01)右边焊接一个用于导向的滑轨(19)和用于固定液压油缸(17)的油缸挡板(18);

[0007] 钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统包括伺服调速电机一(02)、主动摩擦轮(04)、从动摩擦轮(14)、上压紧钢丝绳(07)、下压紧钢丝绳(29)和无接头钢丝绳(13),用于模拟上压紧钢丝绳(07)、下压紧钢丝绳(29)以及无接头钢丝绳(13)之间的交叉接触连续高速滑动摩擦,伺服调速电机一(02)输出轴通过键槽连接减速器(03),主动摩擦

轮 (04) 与减速器 (03) 输出轴通过键连接, 无接头钢丝绳 (13) 套在主动摩擦轮 (04) 和从动摩擦轮 (14) 上, 由主动摩擦轮 (04) 和从动摩擦轮 (14) 带动无接头钢丝绳 (13) 连续高速运动, 从动摩擦轮 (14) 支撑在从动轮支架 (15) 上, 从动轮支架 (15) 与焊接在底座 (01) 上的滑轨 (19) 相配合, 在液压油缸 (17) 的拉动下, 从动轮支架 (15) 相当于一个滑块, 沿着滑轨 (19) 向左滑动, 实现无接头钢丝绳 (13) 的导向张紧, 上压紧钢丝绳 (07) 张紧在上衬垫 (37) 与上衬垫夹具 (10) 上, 下压紧钢丝绳 (29) 张紧在下衬垫 (36) 与下衬垫支架 (20) 上, 下衬垫支架 (20) 通过螺栓固定于底座 (01) 上, 下衬垫支架 (20) 上部通过螺栓固定衬垫导轨架 (26), 用于保证钢丝绳接触点准确对称, 伺服推杆电机一 (09) 竖直固定于承载横梁 (06) 上, 用于给上压紧钢丝绳 (07) 向下提供不同载荷压力;

[0008] 钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦磨损系统, 用于模拟上压紧钢丝绳 (07)、下压紧钢丝绳 (29) 以及蠕动钢丝绳 (27) 之间交叉接触连续蠕动摩擦磨损, 包括伺服调速电机二 (22)、固定连接在伺服调速电机二 (22) 输出轴上的偏心圆盘 (23), 连接偏心圆盘 (23) 和蠕动钢丝绳张紧架 (11) 的连杆 (25), 偏心圆盘 (23) 与伺服调速电机二 (22) 构成一个偏心轮电机, 加上连杆 (25) 和蠕动钢丝绳张紧架 (11) 就构成了一个曲柄滑块机构, 还包括蠕动钢丝绳 (27)、将蠕动钢丝绳 (27) 固定在蠕动钢丝绳张紧架 (11) 上的螺纹挂钩 (28), 用于夹紧蠕动钢丝 (27) 的上压紧钢丝绳 (07) 和下压紧钢丝绳 (29)、用于张紧蠕动钢丝绳 (27) 的张紧电机 (32)、衬垫导轨架 (26)、上衬垫 (37)、上衬垫夹具 (10)、下衬垫 (36)、下衬垫支架 (20)、上紧绳花篮 (38)、下紧绳花篮 (31)、伺服推杆电机一 (09); 相对于所述钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统中下衬垫支架 (20) 的初始位置, 下衬垫支架 (20) 沿圆形凹槽 (21) 旋转 90° 后, 重新将其固定在对应的螺纹孔 (54) 内;

[0009] 钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦系统, 用于模拟无接头钢丝绳 (13) 与前摩擦衬垫 (48) 以及后摩擦衬垫 (50) 之间的连续高速滑动摩擦磨损, 包括伺服调速电机一 (02)、减速器 (03)、主动摩擦轮 (04)、从动摩擦轮 (14)、无接头钢丝绳 (13)、从动轮支架 (15)、液压油缸 (17)、前摩擦衬垫 (48)、后摩擦衬垫 (50)、衬垫压紧箱体 (12)、嵌在衬垫压紧箱体 (12) 上套住前摩擦衬垫 (48)、后摩擦衬垫 (50) 并保证其在压紧过程中同步运动的衬垫联动夹具 (52)、用于给摩擦衬垫提供压力载荷的伺服推杆电机二 (47)。

[0010] 其中: 所述下衬垫支架 (20) 顶部与下衬垫 (36) 接触的面上加工有四个螺纹通孔, 且相应的下底面装有四个调节螺栓 (35), 可以调节下衬垫 (36) 的高度, 有效的避免了下衬垫支架 (20) 在加工过程中尺寸误差的影响, 在测试过程中保证了无接头钢丝绳 (13) 保持水平的情况下能够与上压紧钢丝绳 (07) 和下压紧钢丝绳 (29) 紧密接触。

[0011] 其中: 蠕动钢丝绳张紧架 (11) 底部设置底面滚轮 (30), 使得拉压力传感器 (24) 的读数更接近真实的摩擦力值。

[0012] 其中: 衬垫压紧箱体 (12) 由四块连接在一起的钢板组成一箱体, 衬垫联动夹具 (52)、和伺服推杆电机二 (47) 设置在衬垫压紧箱体 (12) 内部, 衬垫联动夹具 (52) 包括两块钢板, 前摩擦衬垫 (48) 与后摩擦衬垫 (50) 固定在两块钢板之间, 两块钢板之间通过交叉连接在一起的两块钢片 (55) 连成一个整体, 两块钢片 (55) 的中部铰接, 两块钢片的四个自由端分别铰接在两块钢板的两个端部, 两块钢板的另一边也对称设置同样的两块钢片 (55) 接连, 使得两块钢板之间的距离可以调节, 实现了前摩擦衬垫 (48) 与后摩擦衬垫 (50) 在摩擦磨损过程中的同步运动; 在衬垫压紧箱体 (12) 底面设置了减磨滚轮 (53), 使得衬垫压紧

箱体 (12) 比较轻松的前后滑动,保证了无接头钢丝绳 (13) 与前摩擦衬垫 (48)、后摩擦衬垫 (50) 在滑动摩擦过程中始终水平不弯曲,起到了一个自动对中的作用;伺服推杆电机二 (47) 向衬垫联动夹具 (52) 提供压力,使前摩擦衬垫 (48) 与后摩擦衬垫 (50) 夹紧无接头钢丝绳 (13),压力的大小可通过压力传感器三 (46) 测得。

[0013] 其中:设置在下衬垫 (36) 上的声发射传感器一 (40) 以及设置在后摩擦衬垫 (50) 上的声发射传感器二 (49) 能够实时的监测钢丝绳在滑动摩擦、蠕动摩擦以及摩擦衬垫在滑动摩擦状态下裂纹产生与扩展的变化规律;贴于前摩擦衬垫 (48) 上的应变片 (51) 能够实时监测前摩擦衬垫 (48) 在滑动摩擦运动过程中表面应力的变化情况。

[0014] 其中:衬垫导轨架 (26) 内设置圆弧形凸起轨道,下衬垫 (36) 与上衬垫 (37) 两侧切削有两个与衬垫导轨架 (26) 的圆弧形凸起轨道相匹配的圆弧形凹槽,保证上衬垫 (37) 与下衬垫 (36) 在竖直方向上运动的导向性,上衬垫 (37) 与上压紧钢丝绳 (07) 以及下衬垫 (36) 与下压紧钢丝绳 (29) 接触的地方均设置有一个与上压紧钢丝绳 (07)、下压紧钢丝绳 (29) 相切的半圆弧凹槽,使得上压紧钢丝绳 (07)、下压紧钢丝绳 (29) 嵌在上衬垫 (37)、下衬垫 (36) 内部,起到对上压紧钢丝绳 (07)、下压紧钢丝绳 (29) 前后方向上的定位作用,这样的设计可以保证上压紧钢丝绳 (07) 和下压紧钢丝绳 (29) 与无接头钢丝绳 (13) 的两个接触点在竖直方向上严格对称,避免了附加弯矩的产生,增加了参数测量的准确性。

[0015] 其中:上压紧钢丝绳 (07) 下边嵌在上衬垫 (37) 底部的半圆弧形凹槽内,上衬垫夹具 (10) 套住上衬垫 (37),上压紧钢丝绳 (07) 以上衬垫夹具 (10) 壳体为过度支撑,通过上紧绳花篮 (38) 张紧在上衬垫夹具 (10) 上,这样上压紧钢丝绳 (07)、上衬垫 (37) 和上衬垫夹具 (10) 就捆绑成为一个整体,可以一起沿着衬垫导轨架 (26) 上的导轨上下运动,利于上压紧钢丝绳 (07) 的定位。

[0016] 其中:上衬垫夹具 (10) 上侧水平伸出的两段用于支撑上压紧钢丝绳 (07) 的钢板两头各安装了一个小滑轮 (39),有效减小了上压紧钢丝绳 (07) 在张紧过程中所克服的摩擦阻力。

[0017] 其中:下压紧钢丝绳 (29) 上边嵌在下衬垫 (36) 上侧切削出的半圆弧凹槽内,下端通过下紧绳花篮 (31) 将下压紧钢丝绳 (29) 张紧固定在下衬垫支架 (20) 上,使得下衬垫 (36)、下衬垫支架 (20) 和下压紧钢丝绳 (29) 成为一个整体,并且下衬垫支架 (20) 两个支撑脚底部各焊接了一个可以插入到底座 (01) 上圆形凹槽 (21) 内的圆弧形钢板 (34),实现下衬垫支架 (20) 沿着圆形凹槽 (21) 在旋转时可以带动上压紧钢丝绳 (07) 和下压紧钢丝绳 (29) 一同转动,实现钢丝绳与钢丝绳交叉接触高速摩擦试验系统与蠕动摩擦试验系统之间的转换,也能够实现模拟钢丝绳与钢丝绳以不同角度交叉接触滑动摩擦以及蠕动摩擦的运动状态。

[0018] 其中:基架底座 (01) 右边加工的圆形凹槽 (21) 旁边设有用于固定下衬垫支架 (20) 的螺纹孔 (54),螺纹孔 (54) 成对出现,设置多组,相互间相差一定的角度,便于下衬垫支架 (20) 旋转一定角度后的固定。

[0019] 其中:下衬垫支架 (20) 顶部与下衬垫 (36) 接触的面上加工有四个螺纹通孔,且相应的下底面装有四个调节螺栓 (35),可以调节下衬垫 (36) 的高度,有效的避免了下衬垫支架 (20) 在加工过程中尺寸误差的影响,在测试过程中保证了无接头钢丝绳 (13) 保持水平的情况下能够与上压紧钢丝绳 (07) 和下压紧钢丝绳 (29) 紧密接触。

[0020] 其中：偏心圆盘 (23) 与拉压力传感器 (24) 以及连杆 (25) 与蠕动钢丝绳张紧架 (11) 以铰链的方式连接, 保证各构件之间能够在竖直平面内相对转动, 实现该曲柄滑块机构的正常运转。

[0021] 其中：蠕动钢丝绳 (27) 通过螺纹挂钩 (28) 固定在蠕动钢丝绳张紧架 (11) 上, 蠕动钢丝绳张紧架 (11) 一端挡板的底部与底板用燕尾槽连接, 在张紧电机 (32) 的推动下可水平向后滑动, 实现了蠕动钢丝绳 (27) 的张紧, 整个蠕动钢丝绳张紧架 (11) 底部安装有滚轮 (30), 减小了蠕动钢丝绳张紧架 (11) 往复运动过程中的摩擦阻力, 提高了钢丝绳与钢丝绳交叉接触蠕动摩擦力测量的准确性。

[0022] 其中：衬垫联动夹具 (52) 分为前后两个部分, 两个部分之间通过两组交叉连接在一起的钢片 (55) 连成一个整体, 实现了前摩擦衬垫 (48) 与后摩擦衬垫 (50) 在磨擦磨损过程中的同步运动。

[0023] 其中：衬垫压紧箱体 (12) 由四块连接在一起的钢板组成, 在衬垫压紧箱体 (12) 底面设置了减磨滚轮 (53), 使得衬垫压紧箱体 (12) 比较轻松的前后滑动, 保证了无接头钢丝绳 (13) 与前摩擦衬垫 (48)、后摩擦衬垫 (50) 在滑动摩擦过程中始终水平不弯曲, 起到了一个自动对中的作用。

[0024] 其中：伺服推杆电机一 (09) 的输出端连接有一个压力传感器一 (08), 能够实时测量出钢丝绳间正压力的大小; 液压油缸 (17) 与从动轮支架 (15) 之间连接有拉力传感器 (16), 用于测量无接头钢丝绳 (13) 的张紧力; 在张紧电机 (32) 与蠕动钢丝绳张紧架 (11) 上的挡板之间设有压力传感器二 (33), 用于测量作用在蠕动钢丝绳 (27) 上的张紧力; 伺服推杆电机二 (47) 向衬垫联动夹具 (52) 提供压力, 使前摩擦衬垫 (48) 与后摩擦衬垫 (50) 夹紧无接头钢丝绳 (13), 压力的大小可通过压力传感器三 (46) 测得。

[0025] 其中：通过设置在无接头钢丝绳 (13) 相应位置的三个张力传感器 (41、43、45) 测得相应的滑动摩擦力, 张力传感器一 (41) 与张力传感器二 (43) 之间为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦接触点, 张力传感器二 (43) 与张力传感器三 (45) 之间为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦接触点, 张力传感器一 (41) 与张力传感器二 (43) 之间的差值即为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦产生的摩擦力, 张力传感器二 (43) 与张力传感器三 (45) 之间的差值即为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦运动状态下的摩擦力。

[0026] 其中：设置在下衬垫 (36) 上的声发射传感器一 (40) 以及设置在后摩擦衬垫 (50) 上的声发射传感器二 (49) 能够实时的监测钢丝绳在滑动摩擦、蠕动摩擦以及摩擦衬垫在滑动摩擦状态下裂纹产生与扩展的变化规律。

[0027] 其中：红外热像仪一 (42) 和红外热像仪二 (44) 能够实时监测摩擦衬垫在滑动摩擦以及钢丝绳在滑动、蠕动摩擦运动过程中的温度变化情况。

[0028] 其中：贴于前摩擦衬垫 (48) 上的应变片 (51) 能够实时监测前摩擦衬垫 (48) 在滑动摩擦运动过程中表面应力的变化情况。

[0029] 其中：伺服推杆电机输出不同的压力载荷、在无接头钢丝绳 (13) 上淋水或涂抹油脂、给无接头钢丝绳 (13) 以及蠕动钢丝绳 (27) 施加不同大小的张紧力等状态相互配合能够模拟矿井提升机的实际提升工况。

[0030] 应用上述任一所述的提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置进行摩擦检测的试验方法, 可以分别模拟钢丝绳与钢丝绳之间交叉接触连续高速滑动摩擦工况、钢丝绳

与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦工况、钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦工况,并检测各工况下的相关摩擦磨损参数;

[0031] 模拟钢丝绳与钢丝绳之间交叉接触连续高速滑动摩擦,包括以下步骤:

[0032] A1:将无接头钢丝绳(13)安装到主动摩擦轮(04)和从动摩擦轮(14)上,调节液压油缸(17)将从动轮支架(16)连同从动轮(14)一起向右拉动,张紧无接头钢丝绳(13),使其水平绷紧;

[0033] A2:固定下衬垫支架(20),将上压紧钢丝绳07、下压紧钢丝绳(29)张紧在上衬垫夹具(10)和下衬垫支架(20)上,将衬垫导轨架(26)与下衬垫支架(20)固定连接,沿着导轨放入张紧好的上压紧钢丝绳(07),开启伺服推杆电机一(09)对上衬垫夹具施加正压力载荷,完成了上下两根钢丝绳对无接头钢丝绳(13)的夹紧;

[0034] A3:启动伺服调速电机一(02),通过减速器(03)输出足够大的扭矩带动主动摩擦轮(04)转动,通过摩擦传动使无接头钢丝绳(13)高速单向连续旋转;

[0035] 钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦,包括以下步骤:

[0036] B1:将无接头钢丝绳(13)安装到主动摩擦轮(04)和从动摩擦轮(14)上,调节液压油缸(17)将从动轮支架(16)连同从动轮(14)一起向右拉动,张紧无接头钢丝绳(13),使其水平绷紧;

[0037] B2:把前摩擦衬垫(48)、后摩擦衬垫(50)放入衬垫联动夹具(52)内,并使得前摩擦衬垫(48)、后摩擦衬垫(50)夹住无接头钢丝绳(13),开启伺服推杆电机二(47),给前摩擦衬垫(48)施加压力载荷;

[0038] 钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦,包括以下步骤:

[0039] C1:将蠕动钢丝绳张紧架(11)放到支撑台上,用螺纹挂钩(28)将蠕动钢丝绳(27)固定在蠕动钢丝绳张紧架(11)上,使得蠕动钢丝绳(27)与下压紧钢丝绳(29)接触,开启张紧电机(32)将蠕动钢丝绳(27)张紧,调整调节螺母(35)与下紧绳花篮(31)保持蠕动钢丝绳(27)与下压紧钢丝绳(29)交叉接触,放上上压紧钢丝绳(07),固定好衬垫导轨架(26),并启动伺服推杆电机一(09)将其压紧;

[0040] C2:连接连杆(25)、拉压力传感器(24)和已安装在伺服调速电机二(22)上的偏心圆盘(23),启动伺服调速电机二(22),使整个曲柄滑块结构运转,完成钢丝绳与钢丝绳间蠕动摩擦运动的模拟,通过拉压力传感器测得蠕动摩擦过程中的摩擦力;

[0041] 模拟钢丝绳与钢丝绳之间交叉接触连续高速滑动摩擦、钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦能够同时进行;所述三种工况之间能够转换;

[0042] 通过三个张力传感器(41、43、45)就可以测得钢丝绳与钢丝绳之间和/或钢丝绳与摩擦衬垫间的滑动摩擦力,张力传感器一(41)与张力传感器二(43)之间为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦接触点,张力传感器二(43)与张力传感器三(45)之间为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦接触点,张力传感器一(41)与张力传感器二(43)之间的差值即为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦产生的摩擦力,张力传感器二(43)与张力传感器三(45)之间的差值即为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦运动状态下的摩擦力;

[0043] 完成参数测量后,停止伺服调速电机一(02)或者推杆电机,结束相应部分的试验,试验结束后,分别用天平称量实验前后压紧钢丝绳和/或摩擦衬垫的重量,就可以计算出对应摩擦运动的磨损率;

[0044] 试验过程中,利用红外热像仪一(42)和红外热像仪二(44)实时监测摩擦衬垫在滑动摩擦过程中的温度变化情况,以及钢丝绳在滑动、蠕动摩擦运动过程中的温度变化情况。

[0045] 所述的试验方法,无接头钢丝绳(13)以及蠕动钢丝绳(27)表面通过淋水或涂抹油脂来模拟实际提升工况进行测试。

[0046] 所述的试验方法,下衬垫支架(20)可以在底座(01)上的圆形凹槽(21)内旋转任意的角度然后固定,从而调整钢丝绳之间交叉接触的夹角。

[0047] 所述的试验方法,凸轮电机上的偏心圆盘(23)在距圆心不同距离的位置加工了多个螺纹孔,满足蠕动钢丝绳不同蠕动幅度的要求。

[0048] 与现有的技术相比,本发明功能上突破了缠绕式提升机中钢丝绳之间的摩擦特性以及摩擦式提升机中钢丝绳与摩擦衬垫之间高速滑动摩擦特性的检测,可以实现钢丝绳与钢丝绳间交叉接触高速滑动摩擦、交叉接触蠕动摩擦磨损以及钢丝绳与摩擦衬垫间的高速滑动摩擦三种摩擦行为的模拟,滑动摩擦的速度最高可达到10m/s。可以获得摩擦衬垫与钢丝绳在不同比压、不同滑动速度、不同钢丝绳张紧力下摩擦力、摩擦因数、磨损率、温升、应变、裂纹产生与扩展的变化规律以及钢丝绳与钢丝绳在不同压力、不同滑动速度、不同交叉角、不同蠕动频率及幅度、不同钢丝绳张紧力下摩擦力、摩擦因数、磨损率、温升以及裂纹产生与扩展的变化规律,为矿井摩擦和缠绕提升机安全可靠运行提供重要试验手段。结构上实现了钢丝绳与钢丝绳交叉接触后垂直载荷压力的施加,利用固定在下衬垫支架上的导向滑轨,保证了加载正压力方向上准确的通过三根钢丝绳接触产生的上下两个接触点。蠕动钢丝绳张紧架底部滚轮的设置实现了钢丝绳蠕动的模拟以及测量结果的准确性。采用可拆卸的连接方式,整个试验台加工简单,安装方便,利于更换钢丝绳及摩擦衬垫。伺服调速电机和伺服推杆电机的使用能够完成钢丝绳不同滑动速度和不同载荷压力以及不同张紧力条件下摩擦行为的模拟,便于改变工作条件,更加接近实际提升工况。

附图说明

[0049] 图1为发明专利结构的主视图;

[0050] 图2为图1中的A-A剖视图;

[0051] 图3为本发明局部结构放大图;

[0052] 图4为滑动摩擦结构图;

[0053] 图5为衬垫压紧箱体内部结构图;

[0054] 图6为图4的B-B俯视局部剖视图;

[0055] 其中:1、底座;2、伺服调速电机一;3、减速器;4、主动摩擦轮;5、立柱;6、承载横梁;7、上压紧钢丝绳;8、压力传感器一;9、伺服推杆电机一;10、上衬垫夹具;11、蠕动钢丝绳张紧架;12、衬垫压紧箱体;13、无接头钢丝绳;14、从动摩擦轮;15、从动轮支架;16、拉力传感器;17、液压油缸;18、油缸挡板;19、滑轨;20、下衬垫支架;21、圆形凹槽;22、伺服调速电机二;23、偏心圆盘;24、拉压力传感器;25、连杆;26、衬垫导轨架;27、蠕动钢丝绳;28、螺纹挂钩;29、下压紧钢丝绳;30、滚轮;31、下紧绳花篮;32、张紧电机;33、压力传感器二;34、圆弧形钢板;35、调节螺栓;36、下衬垫;37、上衬垫;38、上紧绳花篮;39、滑轮;40、声发射传感器一;41、张力传感器一;42、红外热像仪一;43、张力传感器二;44、红外热像

仪二 ;45、张力传感器三 ;46、压力传感器三 ;47、伺服推杆电机二 ;48、前摩擦衬垫 ;49、声发射传感器二 ;50、后摩擦衬垫 ;51、应变片 ;52、衬垫联动夹具 ;53、减磨滚轮 ;54、螺纹孔 ;55、钢片。

具体实施方式

[0056] 以下结合具体实施例,对本发明进行详细说明。

[0057] 如图 1-6 所示,一种提升机用钢丝绳、摩擦衬垫综合摩擦检测装置,用于模拟钢丝绳与钢丝绳之间交叉接触连续高速滑动摩擦工况、钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦工况、钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦工况,并检测各工况下的相关摩擦磨损参数,该装置包括基架、安置在基架底座 01 上的钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统、钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦磨损系统和钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦系统。

[0058] 动力源驱动主动摩擦轮 04 转动带动无接头钢丝绳 13 高速运动,此时试验装置可以模拟钢丝绳与钢丝绳间的交叉接触连续高速滑动摩擦以及钢丝绳与摩擦衬垫间的连续高速滑动摩擦状态,当主动摩擦轮 04 停止运动,取下无接头钢丝绳 13,将下衬垫支架 20 旋转 90°,提供新的动力源来实现钢丝绳与钢丝绳之间的蠕动摩擦磨损工况的模拟;

[0059] 基架包括底座 01、对称焊接在底座 01 上的四根立柱 05、焊接在立柱 05 上方的承载横梁 06、底座 01 左边加工有用于导向的圆形凹槽 21、底座 01 右边焊接一个用于导向的滑轨 19 和用于固定液压油缸 17 的油缸挡板 18;

[0060] 钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统包括伺服调速电机一 02、主动摩擦轮 04、从动摩擦轮 14、上压紧钢丝绳 07、下压紧钢丝绳 29 和无接头钢丝绳 13,用于模拟上压紧钢丝绳 07、下压紧钢丝绳 29 以及无接头钢丝绳 13 之间的交叉接触连续高速滑动摩擦,伺服调速电机一 02 输出轴通过键槽连接减速器 03,主动摩擦轮 04 与减速器 03 输出轴通过键连接,无接头钢丝绳 13 套在主动摩擦轮 04 和从动摩擦轮 14 上,由主动摩擦轮 04 和从动摩擦轮 14 带动无接头钢丝绳 13 连续高速运动,从动摩擦轮 14 支撑在从动轮支架 15 上,从动轮支架 15 与焊接在底座 01 上的滑轨 19 相配合,在液压油缸 17 的拉动下,从动轮支架 15 相当于一个滑块,沿着滑轨 19 向左滑动,实现无接头钢丝绳 13 的导向张紧,上压紧钢丝绳 07 张紧在上衬垫 37 与上衬垫夹具 10 上,下压紧钢丝绳 29 张紧在下衬垫 36 与下衬垫支架 20 上,下衬垫支架 20 通过螺栓固定于底座 01 上,下衬垫支架 20 上部通过螺栓固定衬垫导轨架 26,用于保证钢丝绳接触点准确对称,伺服推杆电机一 09 竖直固定于承载横梁 06 上,用于给上压紧钢丝绳 07 向下提供不同载荷压力。

[0061] 所述下衬垫支架 20 顶部与下衬垫 36 接触的面上加工有四个螺纹通孔,且相应的下底面装有四个调节螺栓 35,可以调节下衬垫 36 的高度,有效的避免了下衬垫支架 20 在加工过程中尺寸误差的影响,在测试过程中保证了无接头钢丝绳 13 保持水平的情况下能够与上压紧钢丝绳 07 和下压紧钢丝绳 29 紧密接触。作为一种优选,可以采用下紧绳花篮 31 张紧下压紧钢丝绳 29,所述下紧绳花篮 31 一端连接下压紧钢丝绳 29,另一端连接在下衬垫支架 20 上;可以采用上紧绳花篮 38 张紧上压紧钢丝绳 07,所述上紧绳花篮 38 一端连接上压紧钢丝绳 07,另一端连接在上衬垫夹具 10 上。

[0062] 钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续蠕动摩擦磨损系统,用于模拟上压紧钢丝绳 07、下

压紧钢丝绳 29 以及蠕动钢丝绳 27 之间交叉接触连续蠕动摩擦磨损,包括伺服调速电机二 22、固定连接在伺服调速电机二 22 输出轴上的偏心圆盘 23,连接偏心圆盘 23 和蠕动钢丝绳张紧架 11 的连杆 25,偏心圆盘 23 与伺服调速电机二 22 构成一个偏心轮电机,加上连杆 25 和蠕动钢丝绳张紧架 11 就构成了一个曲柄滑块机构,还包括蠕动钢丝绳 27、将蠕动钢丝绳 27 固定在蠕动钢丝绳张紧架 11 上的螺纹挂钩 28,用于夹紧蠕动钢丝 27 的上压紧钢丝绳 07 和下压紧钢丝绳 29、用于张紧蠕动钢丝绳 27 的张紧电机 32、衬垫导轨架 26、上衬垫 37、上衬垫夹具 10、下衬垫 36、下衬垫支架 20、上紧绳花篮 38、下紧绳花篮 31、伺服推杆电机一 09,衬垫导轨架 26、上衬垫 37、上衬垫夹具 10、下衬垫 36、下衬垫支架 20、上紧绳花篮 38、下紧绳花篮 31、伺服推杆电机一 09 的连接及固定方法同钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统,不同之处在于,相对于钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统中下衬垫支架 20 的初始位置,下衬垫支架 20 沿圆形凹槽 21 旋转 90° 后,重新将其固定在对应的螺纹孔 54 内。

[0063] 蠕动钢丝绳张紧架 11 底部设置底面滚轮 30,使得拉压力传感器 24 的读数更接近真实的摩擦力值。

[0064] 钢丝绳与摩擦衬垫连续高速滑动摩擦系统,用于模拟无接头钢丝绳 13 与前摩擦衬垫 48 以及后摩擦衬垫 50 之间的连续高速滑动摩擦磨损,包括伺服调速电机一 02、减速器 03、主动摩擦轮 04、从动摩擦轮 14、无接头钢丝绳 13、从动轮支架 15、液压油缸 17、前摩擦衬垫 48、后摩擦衬垫 50、衬垫压紧箱体 12、嵌在衬垫压紧箱体 12 上套住前摩擦衬垫 48、后摩擦衬垫 50 并保证其在压紧过程中同步运动的衬垫联动夹具 52、用于给摩擦衬垫提供压力载荷的伺服推杆电机二 47;伺服调速电机一 02、减速器 03、主动摩擦轮 04、从动摩擦轮 14、无接头钢丝绳 13、从动轮支架 15、液压油缸 17 的设置同前面所述的钢丝绳与钢丝绳交叉接触连续高速滑动摩擦系统。此处详细描述前摩擦衬垫 48、后摩擦衬垫 50 的有关设置:衬垫压紧箱体 12 由四块连接在一起的钢板组成一箱体,衬垫联动夹具 52 和伺服推杆电机二 47 设置在衬垫压紧箱体 12 内部,衬垫联动夹具 52 包括两块钢板,前摩擦衬垫 48 与后摩擦衬垫 50 固定在两块钢板之间,两块钢板之间通过交叉连接在一起的两块钢片 55 连成一个整体,两块钢片 55 的中部铰接,两块钢片的四个自由端分别铰接在两块钢板的两个端部,两块钢板的另一边也对称设置同样的两块钢片 55 接连,使得两块钢板之间的距离可以调节,实现了前摩擦衬垫 48 与后摩擦衬垫 50 在磨擦磨损过程中的同步运动;在衬垫压紧箱体 12 底面设置了减磨滚轮 53,使得衬垫压紧箱体 12 比较轻松的前后滑动,保证了无接头钢丝绳 13 与前摩擦衬垫 48、后摩擦衬垫 50 在滑动摩擦过程中始终水平不弯曲,起到了一个自动对中的作用;伺服推杆电机二 47 向衬垫联动夹具 52 提供压力,使前摩擦衬垫 48 与后摩擦衬垫 50 夹紧无接头钢丝绳 13,压力的大小可通过压力传感器三 46 测得;

[0065] 设置在下衬垫 36 上的声发射传感器一 40 以及设置在后摩擦衬垫 50 上的声发射传感器二 49 能够实时的监测钢丝绳在滑动摩擦、蠕动摩擦以及摩擦衬垫在滑动摩擦状态下裂纹产生与扩展的变化规律;贴于前摩擦衬垫 48 上的应变片 51 能够实时监测前摩擦衬垫 48 在滑动摩擦运动过程中表面应力的变化情况。

[0066] 试验步骤如下:

[0067] 如图 4 所示,为钢丝绳与钢丝绳交叉接触高速滑动摩擦和钢丝绳与摩擦衬垫高速滑动摩擦两种运动行为的同时模拟(也可以单独分别模拟)。

[0068] 步骤一:将无接头钢丝绳 13 安装到主动摩擦轮 04 和从动摩擦轮 14 上,调节液压油缸 17 将从动轮支架 16 连同从动轮 14 一起向右拉动,张紧无接头钢丝绳 13,使其水平绷紧。

[0069] 步骤二:固定下衬垫支架 20,将上压紧钢丝绳 07、下压紧钢丝绳 29 张紧在上衬垫夹具 10 和下衬垫支架 20 上,将衬垫导轨架 26 与下衬垫支架 20 固定连接,沿着导轨放入张紧好的上压紧钢丝绳 07,开启伺服推杆电机一 09 对上衬垫夹具施加正压力载荷,完成了上下两根钢丝绳对无接头钢丝绳 13 的夹紧(单独进行钢丝绳与摩擦衬垫高速滑动摩擦模拟时不进行此步骤,直接从步骤一跳转到步骤三)。

[0070] 步骤三:把前摩擦衬垫 48、后摩擦衬垫 50 放入衬垫联动夹具 52 内,并使得前摩擦衬垫 48、后摩擦衬垫 50 夹住无接头钢丝绳 13,开启伺服推杆电机二 47,给前摩擦衬垫 48 施加压力载荷(单独进行钢丝绳与钢丝绳交叉接触高速滑动摩擦模拟时不进行此步骤,直接从步骤二跳转到步骤四)。

[0071] 步骤四:启动伺服调速电机一 02,通过减速器 03 输出足够大的扭矩带动主动摩擦轮 04 转动,通过摩擦传动使无接头钢丝绳 13 高速单向连续旋转;

[0072] 通过三个张力传感器 41、43、45 就可以测得钢丝绳与钢丝绳之间和 / 或钢丝绳与摩擦衬垫间的滑动摩擦力,张力传感器一 41 与张力传感器二 43 之间为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦接触点,张力传感器二 43 与张力传感器三 45 之间为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦接触点,张力传感器一 41 与张力传感器二 43 之间的差值即为钢丝绳与钢丝绳交叉接触滑动摩擦产生的摩擦力,张力传感器二 43 与张力传感器三 45 之间的差值即为钢丝绳与摩擦衬垫滑动摩擦运动状态下的摩擦力。

[0073] 完成参数测量后,停止伺服调速电机一 02,结束该部分的试验,试验结束后,分别用天平称量实验前后压紧钢丝绳和 / 或摩擦衬垫的重量,就可以计算出对应摩擦运动的磨损率。

[0074] 图 2 为模拟钢丝绳与钢丝绳交叉接触蠕动摩擦运动的试验系统(图 1 中 A-A 视图)。如果从图 4 所示的试验转换到钢丝绳与钢丝绳交叉接触蠕动摩擦运动的实验,则需要首先去掉液压油缸 17 对无接头钢丝绳 13 的张紧力,将无接头钢丝绳 13 从主动摩擦轮 04 上取下。去掉作用在上压紧钢丝绳 07 上的正压力,拧下固定下衬垫支架 20 的螺栓,将下衬垫支架 20 沿圆形凹槽 21 旋转 90° 变成图 1 所示位置,重新将其固定在对应的螺纹孔 54 内,取下上压紧钢丝绳 07 和衬垫导轨架 26;将蠕动钢丝绳张紧架 11 放到支撑台上,用螺纹挂钩 28 将蠕动钢丝绳 27 固定在蠕动钢丝绳张紧架 11 上,使得蠕动钢丝绳 27 与下压紧钢丝绳 29 接触,开启张紧电机 32 将蠕动钢丝绳 27 张紧,调整调节螺母 35 与下紧绳花篮 31 保持蠕动钢丝绳 27 与下压紧钢丝绳 29 交叉接触,放上上压紧钢丝绳 07,固定好衬垫导轨架 26,并启动伺服推杆电机一 09 将其压紧。连接连杆 25、拉压力传感器 24 和已安装在伺服调速电机二 22 上的偏心圆盘 23,启动伺服调速电机二 22,使整个曲柄滑块结构运转,完成钢丝绳与钢丝绳间蠕动摩擦运动的模拟,通过拉压力传感器测得蠕动摩擦过程中的摩擦力。

[0075] 获得参数后,停止伺服推杆电机二 22,结束该部分的模拟实验。

[0076] 以上各种模拟实验中,都可以利用红外热像仪一 42 和红外热像仪二 44 实时监测摩擦衬垫在滑动摩擦过程中的温度变化情况,以及钢丝绳在滑动、蠕动摩擦运动过程中的温度变化情况。

[0077] 伺服推杆电机的推力大小可以调节,满足了对不同正压力条件下钢丝绳与钢丝绳交叉接触高速滑动摩擦、蠕动摩擦以及钢丝绳与摩擦衬垫高速滑动摩擦运动状态的模拟。伺服调速电机的速度能够满足无接头钢丝绳 13 不同线速度以及蠕动钢丝绳 27 不同蠕动频率的要求。

[0078] 无接头钢丝绳 13 以及蠕动钢丝绳 27 表面可以通过淋水或涂抹油脂来模拟实际提升工况进行测试。下衬垫支架 20 可以在底座 01 上的圆形凹槽 21 内旋转任意的角度然后固定,从而可以调整钢丝绳之间交叉接触的夹角,测量的数据更加全面。凸轮电机上的偏心圆盘 23 在距圆心不同距离的位置加工了多个螺纹孔,可以满足蠕动钢丝绳不同蠕动幅度的要求。

[0079] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

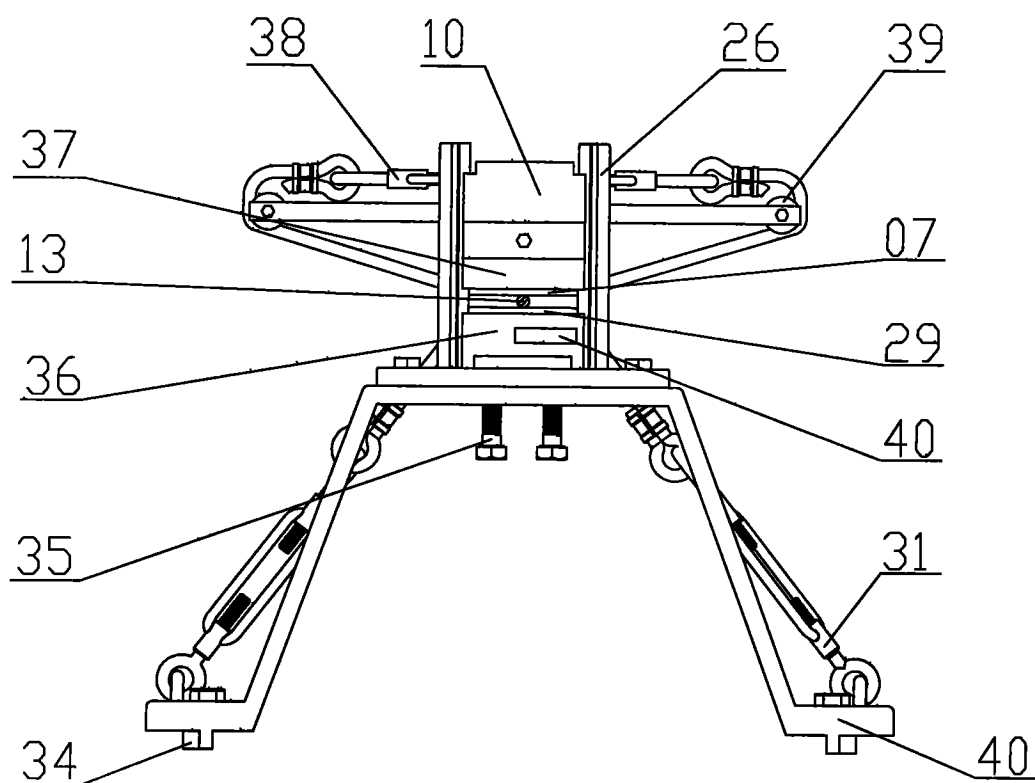


图 3

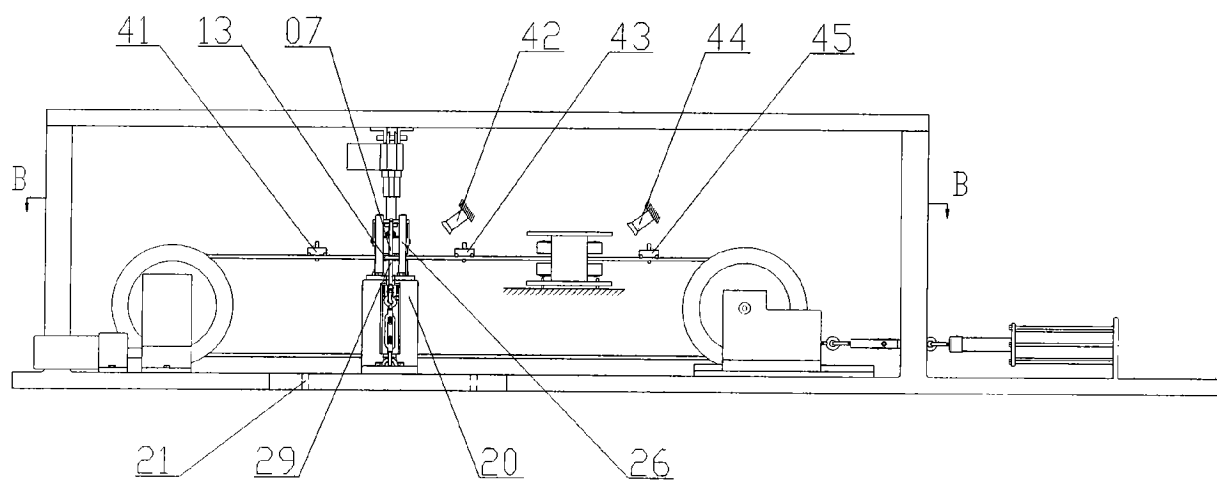


图 4

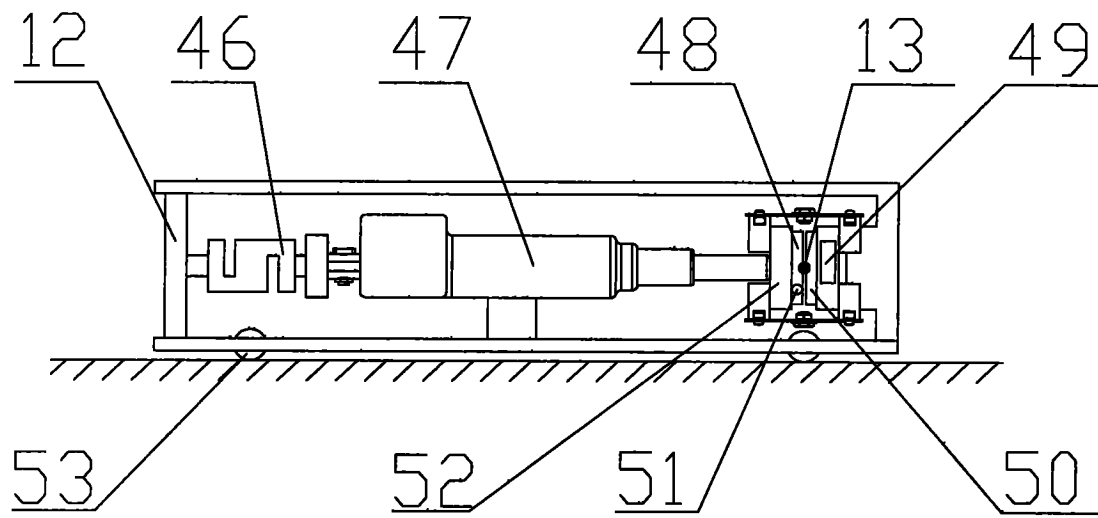


图 5

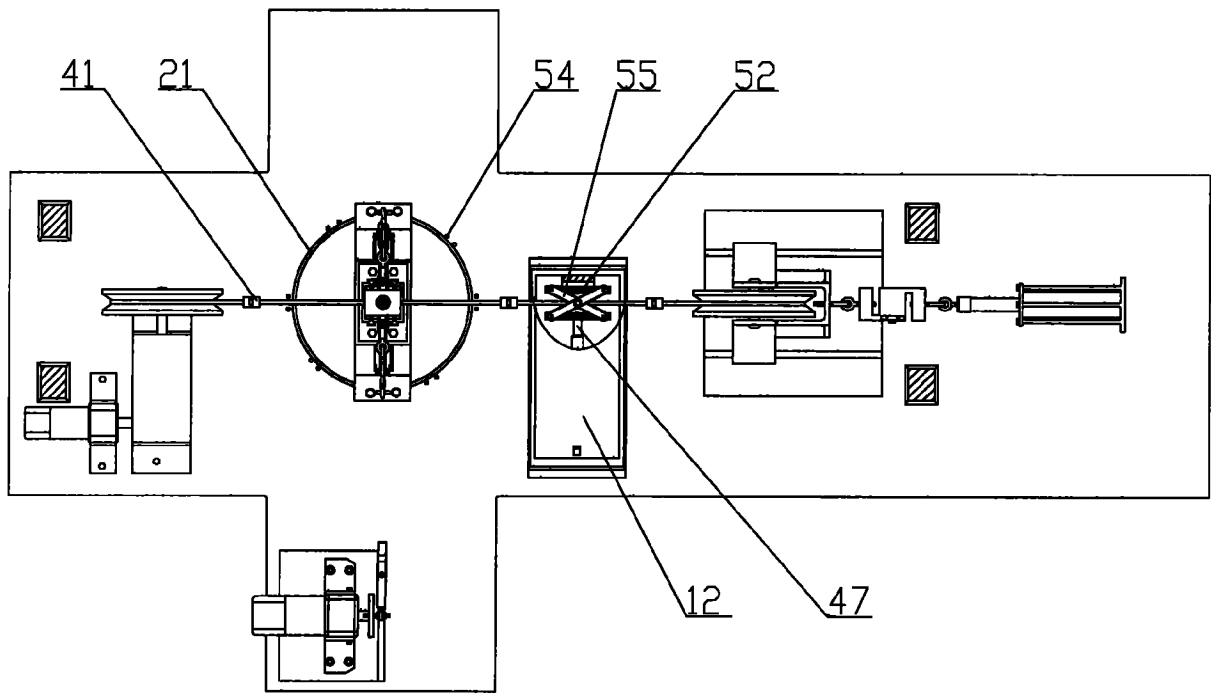


图 6