



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103954553 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201410152097. 8

(22) 申请日 2014. 04. 15

(73) 专利权人 中国矿业大学

地址 221008 江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院

(72) 发明人 王大刚 张德坤 郭永波 葛世荣

(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.

G01N 19/00(2006. 01)

(56) 对比文件

- CN 203786012 U, 2014. 08. 20,
- CN 1800823 A, 2006. 07. 12,
- CN 2526831 Y, 2002. 12. 18,
- CN 102353590 A, 2012. 02. 15,
- CN 102323161 A, 2012. 01. 18,

CN 102175548 A, 2011. 09. 07,
 JP 昭 63-252238 A, 1988. 10. 19,
 WO 2005/097651 A2, 2005. 10. 20,
 Dagang Wang et al..Effect of various kinematic parameters of mine hoist on fretting parameters of hoisting rope and a new fretting fatigue test apparatus of steel wires. 《Engineering Failure Analysis》. 2012, 第 22 卷 92-112.

王大刚. 钢丝的微动损伤行为及其微动疲劳寿命预测研究. 《中国博士学位论文全文数据库工程科技 II 辑》. 2013, (第 05 期),

审查员 左小刘

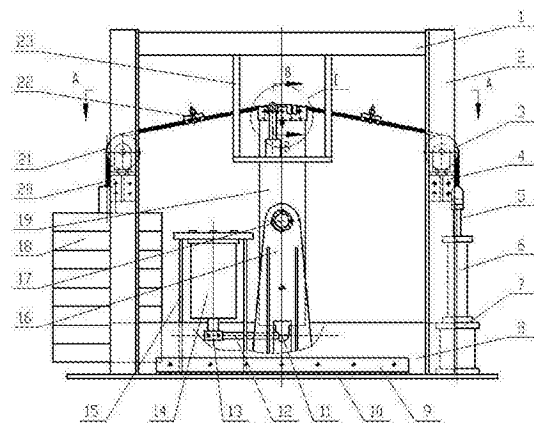
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

监测钢丝绳 - 摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种监测钢丝绳 - 摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验装置及方法, 该试验装置包括基架、加载系统、微滑移系统和状态监测系统, 加载系统包括重块加载系统、液压加载系统和钢丝绳, 微滑移系统包括支撑系统、驱动系统和摩擦传动系统, 状态监测系统包括动张力监测系统、衬垫应力测量系统、摩擦力测量系统和微滑移监测系统。本发明能同时对钢丝绳施加动态交变张力和对钢丝绳 - 摩擦衬垫之间施加动态微摩擦, 能够实时测量摩擦衬垫两侧钢丝绳的动张力演化、钢丝绳与摩擦衬垫接触弧不同区段的微滑移幅值、钢丝绳 - 摩擦衬垫接触区附近摩擦衬垫的应力变化以及钢丝绳 - 摩擦衬垫之间的动态摩擦力。



CN 103954553 B

1. 一种监测钢丝绳-摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验装置,包括基架、加载系统、微滑移系统和状态监测系统,其特征在于:

所述基架包括底板(10)、对称设置在底板(10)两端的支撑立柱(2)、设置在支撑立柱(2)底部的底梁(8)、设置于支撑立柱(2)底部和底板(10)之间的固定角钢(9)以及固定在支撑立柱(2)顶部的承载梁(1);

所述加载系统包括重块加载系统、液压加载系统和钢丝绳(30),所述重块加载系统包括设置在支撑立柱(2)上的上下可调的A滑轮支架(20)、固定于A滑轮支架(20)上的A滑轮(21)以及设置在A滑轮支架(20)下方的重块组(18),所述液压加载系统包括设置在支撑立柱(2)上的上下可调的B滑轮支架(4)、固定于B滑轮支架(4)上的B滑轮(3)、设置在B滑轮支架(4)下方的液压缸(6)以及与液压缸(6)相连的泵站(7),所述钢丝绳(30)的一端绕过A滑轮(21)后与重块组(18)相连,钢丝绳(30)的另一端绕过B滑轮(3)后与液压缸(6)的活塞杆(5)相连;

所述微滑移系统包括支撑系统、驱动系统和摩擦传动系统,支撑系统包括设置在底板(10)中部的支架(16),支架(16)顶部通过轴承(17)与摆动杆(19)中部铰接,驱动系统包括固定于底板(10)上的电机座(15)、固定在电机座(15)下部的电机(14)、与电机(14)输出轴连接的偏心块(13)以及与偏心块(13)连接的连杆(12),连杆(12)与摆动杆(19)底部铰接,摩擦传动系统包括固定于摆动杆(19)顶部的衬垫夹具(29)、固定于衬垫夹具(29)中的摩擦衬垫(24)以及开设在摩擦衬垫(24)顶面的弧形凹槽,钢丝绳(30)搭设在弧形凹槽内,摩擦衬垫(24)由多块拼接而成,每块摩擦衬垫(24)一侧横截面开设有方形凹槽(32),在衬垫夹具(29)侧面与方形凹槽(32)相对应的位置开设有凹形方孔(33);

所述状态监测系统包括动张力监测系统、衬垫应力测量系统、摩擦力测量系统和微滑移监测系统,动张力监测系统包括安装于摩擦衬垫(24)两侧钢丝绳(30)上的旁压式张力传感器(22),衬垫应力测量系统包括贴于每块摩擦衬垫(24)方形凹槽上的第一应变片(26),摩擦力测量系统包括贴于摆动杆(19)表面的第二应变片(31),微滑移监测系统包括固定于承载梁(1)上的高速摄像头(25),高速摄像头(25)正对衬垫夹具(29)的凹形方孔(33)和摩擦衬垫(24)的方形凹槽(32)。

2. 根据权利要求1所述的一种监测钢丝绳-摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验装置,其特征在于:所述连杆(12)端部设置圆球头,摆动杆(19)底部设有与圆球头相适配的球窝(11)。

3. 一种利用权利要求1中所述试验装置监测钢丝绳-摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验方法,其特征在于包括以下步骤:

a) 通过计算机控制泵站(7)的系统压力,使液压缸(6)的活塞杆(5)收缩直至钢丝绳(30)被拉直,旁压式张力传感器(22)达到初始微小设定值,对旁压式张力传感器(22)调零;继续增加泵站(7)的系统压力直至重块组(18)被提起一定高度时停止加载,通过旁压式张力传感器(22)记录摩擦衬垫(24)两侧的钢丝绳(30)的张力大小;通过计算机程序设定泵站(7)的系统压力峰值和谷值,启动计算机程序,对钢丝绳(30)施加动态交变张力;

b) 启动电机(14),经偏心块(13)和连杆(12)带动摆动杆(19)摆振,使钢丝绳(30)和摩擦衬垫(24)之间产生微滑移,通过高速摄像头(25)记录钢丝绳(30)与摩擦衬垫(24)之间的动态微滑移;通过旁压式张力传感器(22)通过记录摩擦衬垫(24)两侧的钢丝绳(30)

的动张力变化;对第一应变片(26)和第二应变片(31)通电,分别记录钢丝绳(30)与摩擦衬垫(24)接触区附近摩擦衬垫(24)的应力及钢丝绳(30)与摩擦衬垫(24)之间的摩擦力大小;

c) 当达到设定的摆动杆(19)摆振次数后,关闭电机(14)和泵站(7);

d) 改变电机(14)频率、偏心块(13)偏心距离、泵站(7)的系统压力、摩擦衬垫(24)的弧形凹槽直径以及A滑轮支架(20)和B滑轮支架(4)的上下位置,研究不同微滑移频率、微滑移幅值、动载荷和围包角条件下钢丝绳(30)与摩擦衬垫(24)之间的动态微摩擦行为。

监测钢丝绳 - 摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明专利涉及一种监测钢丝绳 - 摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验装置及方法,能够模拟摩擦式提升机动载荷提升工况下弯曲卷绕于圆弧形摩擦衬垫上钢丝绳的动态微摩擦行为,可以实现动态监测摩擦衬垫绕入和绕出端钢丝绳的动张力演化、接触弧不同区段钢丝绳与摩擦衬垫的微滑移幅值、接触区附近摩擦衬垫的应力变化、钢丝绳与摩擦衬垫之间的动态摩擦力。

背景技术

[0002] 随着矿井开采走向深部和现代化大型矿井高效生产的要求,立井多绳摩擦式提升系统以其提升能力大、提升高度大、提升速度快、安全系数高和机器尺寸小等优点被广泛应用于深井和超千米深井提升中,担负着提升煤炭、下放材料、升降人员和设备的任务。提升终端载荷靠钢丝绳与驱动卷筒或绳轮上摩擦衬垫之间的摩擦来传动,钢丝绳与驱动卷筒或绳轮上摩擦衬垫之间的接触弧对应的圆心角叫围包角,分为静止角和滑动角两部分,驱动卷筒或绳轮两侧钢丝绳的张力差变化影响静止角和滑动角的变化,当张力差较小时,钢丝绳与摩擦衬垫之间只发生局部微滑移,静止角占主要地位;当张力差增大至一定值时,钢丝绳与摩擦衬垫之间发生全面摩擦滑动(打滑现象)。在摩擦式提升机提升过程中,提升机的加、减速特性和时变的悬垂钢丝绳长度导致立井摩擦式提升系统的振动特性,因而提升钢丝绳承受动载荷作用。提升钢丝绳作为一振动体,在提升机运行时会产生横向振动、纵向振动以及二者的耦合振动,这种振动有可能导致钢丝绳与摩擦衬垫槽之间的非正常接触、动态滑移和脱离等状态,从而影响摩擦衬垫与钢丝绳之间的摩擦牵引能力而出现打滑现象,引发摩擦提升机的恶性事故。因此,提出一种监测钢丝绳 - 摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验装置及方法,探究钢丝绳与摩擦衬垫动态微摩擦状态下摩擦衬垫绕入和绕出端钢丝绳的动张力演化、接触弧不同区段钢丝绳与摩擦衬垫的微滑移幅值、接触区附近摩擦衬垫的应力变化、钢丝绳与摩擦衬垫之间的动态摩擦力,对于探讨钢丝绳与摩擦衬垫之间的动态微摩擦机理、摩擦衬垫的材料选型和磨损特性及其受动载荷工况参数的影响规律有着重要的意义。

[0003] 钢丝绳与衬垫之间的摩擦实验装置包括:专利号为 200510134988.1 公布了一种钢丝绳与衬垫高速摩擦实验机,能实现钢丝绳与衬垫之间不同相对滑速的无级变换和避免钢丝绳从滚筒绳槽中跳绳现象;专利号为 201010121802.X 公布了一种衬垫与钢丝绳的滑动摩擦温度与应变测量方法及装置,实现高低速滑动摩擦过程中衬垫温度与应变的动态实时测量;专利号为 201110436607.0 公布了一种矿井摩擦提升机衬垫滑动摩擦试验机,能研究模拟矿井摩擦提升机滑动时不同滑动速度、加速度情况下衬垫的摩擦学性能;上述专利均为钢丝绳与摩擦衬垫之间发生单向直线匀速和全面摩擦滑移运动,而不能考察弯曲绕于滚筒或滑轮的摩擦衬垫上钢丝绳的动态微摩擦行为研究。专利号为 201220707814.5 公布了一种摩擦提升机钢丝绳防滑装置,通过移动制动座使摩擦衬垫夹紧钢丝绳,用制动座上摩擦衬垫的相互交错齿形结构实时补偿衬垫与钢丝绳摩擦导致的磨损,能够避免提升机钢

丝绳出现的危险滑动,该试验机只研究钢丝绳与衬垫之间的全面摩擦滑移运动,而不能探究动载荷复杂工况条件下钢丝绳与滚筒或滑轮上衬垫之间的动态微摩擦行为。

发明内容

[0004] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种监测钢丝绳-摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验方法及装置,可以动态监测摩擦衬垫两侧钢丝绳的动张力演化、钢丝绳与摩擦衬垫之间的微滑移幅值、钢丝绳-摩擦衬垫接触区附近摩擦衬垫的应力变化以及钢丝绳-摩擦衬垫之间的动态摩擦力。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用了如下的技术方案:

[0006] 一种监测钢丝绳-摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验装置,包括基架、加载系统、微滑移系统和状态监测系统;

[0007] 所述基架包括底板、对称设置在底板两端的支撑立柱、设置在支撑立柱底部的底梁、设置于支撑立柱底部和底板之间的固定角钢以及固定在支撑立柱顶部的承载梁;

[0008] 所述加载系统包括重块加载系统、液压加载系统和钢丝绳,所述重块加载系统包括设置在支撑立柱上的上下可调的A滑轮支架、固定于A滑轮支架上的A滑轮以及设置在A滑轮支架下方的重块组,所述液压加载系统包括设置在支撑立柱上的上下可调的B滑轮支架、固定于B滑轮支架上的B滑轮、设置在B滑轮支架下方的液压缸以及与液压缸相连的泵站,所述钢丝绳的一端绕过A滑轮后与重块组相连,钢丝绳的另一端绕过B滑轮后与液压缸的活塞杆相连;

[0009] 所述微滑移系统包括支撑系统、驱动系统和摩擦传动系统,支撑系统包括设置在底板中部的支架,支架顶部通过轴承与摆动杆中部铰接,驱动系统包括固定于底板上的电机座、固定在电机座下部的电机、与电机输出轴连接的偏心块以及与偏心块连接的连杆,连杆与摆动杆底部铰接,摩擦传动系统包括固定于摆动杆顶部的衬垫夹具、固定于衬垫夹具中的摩擦衬垫以及开设在摩擦衬垫顶面的弧形凹槽,钢丝绳搭设在弧形凹槽内,摩擦衬垫由多块拼接而成,每块摩擦衬垫一侧横截面开设有方形凹槽,在衬垫夹具侧面与方形凹槽相对应的位置开设有凹形方孔;

[0010] 所述状态监测系统包括动张力监测系统、衬垫应力测量系统、摩擦力测量系统和微滑移监测系统,动张力监测系统包括安装于摩擦衬垫两侧钢丝绳上的旁压式张力传感器,衬垫应力测量系统包括贴于每块摩擦衬垫方形凹槽上的第一应变片,摩擦力测量系统包括贴于摆动杆表面的第二应变片,微滑移监测系统包括固定于承载梁上的高速摄像头,高速摄像头正对衬垫夹具的凹形方孔和摩擦衬垫的方形凹槽。

[0011] 在本发明中,优选的,所述连杆端部设置圆球头,摆动杆底部设有与圆球头相适配的球窝。

[0012] 一种利用上述试验装置监测钢丝绳-摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验方法,该方法包括以下步骤:

[0013] a) 通过计算机控制泵站的系统压力,使液压缸的活塞杆收缩直至钢丝绳被拉直,旁压式张力传感器达到初始微小设定值,对旁压式张力传感器调零;继续增加泵站的系统压力直至重块组被提起一定高度时停止加载,通过旁压式张力传感器记录摩擦衬垫两侧的钢丝绳的张力大小;通过计算机程序设定泵站的系统压力峰值和谷值,启动计算机程序,对

钢丝绳施加动态交变张力；

[0014] b) 启动电机,经偏心块和连杆带动摆动杆摆振,使钢丝绳和摩擦衬垫之间产生微滑移,通过高速摄像头记录钢丝绳与摩擦衬垫之间的动态微滑移;通过旁压式张力传感器通过记录摩擦衬垫两侧的钢丝绳的动张力变化;对第一应变片和第二应变片通电,分别记录钢丝绳与摩擦衬垫接触区附近摩擦衬垫的应力及钢丝绳与摩擦衬垫之间的摩擦力大小;

[0015] c) 当达到设定的摆动杆摆振次数后,关闭电机和泵站;

[0016] d) 改变电机频率、偏心块偏心距离、泵站的系统压力、摩擦衬垫的弧形凹槽直径以及 A 滑轮支架和 B 滑轮支架的上下位置,研究不同微滑移频率、微滑移幅值、动载荷和围包角条件下钢丝绳与摩擦衬垫之间的动态微摩擦行为。

[0017] 有益效果:相比现有技术,本发明能同时对钢丝绳施加动态交变张力和对钢丝绳-摩擦衬垫之间施加动态微摩擦,对模拟摩擦式提升机提升工况下钢丝绳与摩擦衬垫动态微摩擦行为研究提供有效的实验设备及有效依据;同时,能够实时测量摩擦衬垫两侧钢丝绳的动张力演化、钢丝绳与摩擦衬垫接触弧不同区段的微滑移幅值、钢丝绳-摩擦衬垫接触区附近摩擦衬垫的应力变化以及钢丝绳-摩擦衬垫之间的动态摩擦力,这对定量表征动载荷工况下钢丝绳与摩擦衬垫之间微摩擦特性提供了有效的实验设备;其结构简单、操作简便、功能齐全、效果好,在本技术领域内具有广泛的实用性。

附图说明

[0018] 图 1 为本发明专利结构的主视图;

[0019] 图 2 为图 1 中的 A-A 向视图;

[0020] 图 3 为图 2 中的 B-B 向局部视图;

[0021] 图 4 为图 1 中的 I 处局部视图。

[0022] 图中:1、承载梁;2、支撑立柱;3、B 滑轮;4、B 滑轮支架;5、活塞杆;6、缸体;7、泵站;8、底梁;9、固定角钢;10、底板;11、球窝;12、连杆;13、偏心块;14、电机;15、电机支座;16、支架;17、轴承;18、重块组;19、摆动杆;20、A 滑轮支架;21、A 滑轮;22、旁压式张力传感器;23、摄像头支架;24、摩擦衬垫;25、高速摄像头;26、第一应变片;27、销;28、螺栓;29、衬垫夹具;30、钢丝绳;31、第二应变片;32、方形凹槽;33、凹形方孔。

具体实施方式:

[0023] 下面结合附图对本发明做更进一步的解释。

[0024] 如图 1 至 4 所示,本发明的一种监测钢丝绳-摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验装置包括基架、加载系统、微滑移系统和状态监测系统。

[0025] 所述基架包括底板 10、对称设置在底板 10 两端的支撑立柱 2、设置在支撑立柱 2 底部的底梁 8、设置于支撑立柱 2 底部和底板 10 之间的固定角钢 9 以及固定在支撑立柱 2 顶部的承载梁 1。

[0026] 所述加载系统包括重块加载系统、液压加载系统和钢丝绳 30。所述重块加载系统包括设置在支撑立柱 2 上 A 滑轮支架 20、固定于 A 滑轮支架 20 上的 A 滑轮 21 以及设置在 A 滑轮支架 20 下方的重块组 18,重块组 18 质量可调,用于模拟提升过程中提升容器的重

量。所述液压加载系统包括设置在支撑立柱 2 上的 B 滑轮支架 4、固定于 B 滑轮支架 4 上的 B 滑轮 3、设置在 B 滑轮支架 4 下方的液压缸 6 以及与液压缸 6 相连的泵站 7。所述钢丝绳 30 的一端绕过 A 滑轮 21 后与重块组 18 相连,钢丝绳 30 的另一端绕过 B 滑轮 3 后与液压缸 6 的活塞杆 5 相连。其中,重块加载系统的 A 滑轮支架 20 和液压加载系统的 B 滑轮支架 4 可通过螺栓上下调节,泵站 7 的系统压力可以通过计算机编程控制,能够模拟摩擦式矿井提升过程对钢丝绳 30 施加动态交变张力。

[0027] 所述微滑移系统包括支撑系统、驱动系统和摩擦传动系统。支撑系统包括设置在底板 10 中部的支架 16,支架 16 顶部通过轴承 17 与摆动杆 19 中部铰接。驱动系统包括固定于底板 10 上的电机座 15、固定在电机座 15 下部的电机 14、与电机 14 输出轴连接的偏心块 13 以及与偏心块 13 连接的连杆 12,连杆 12 与摆动杆 19 底部铰接,通过调整偏心块 13 的偏心距离可改变摆动杆 19 的摆动角度幅值,获得设定的摩擦衬垫 24 微滑移幅值。连杆 12 推动摆动杆 19 时对摆动杆 19 下部施加的是水平直线方向的推 / 拉力载荷,为了够避免摆动杆 19 摆动过程中直线运动的连杆 12 与弧线运动的摆动杆 19 发生锁死,所述连杆 12 端部设置圆球头,摆动杆 19 底部设有与圆球头相适配的球窝 11,将圆球头置于球窝 11 内实现连杆 12 与摆动杆 19 底部铰接。摩擦传动系统包括通过螺栓 28 固定于摆动杆 19 顶部的衬垫夹具 29、固定于衬垫夹具 29 中的摩擦衬垫 24 以及开设在摩擦衬垫 24 顶面的弧形凹槽,弧形凹槽的圆弧半径等于摆动杆 19 中部铰接点到摆动杆 19 底部与连杆 12 连接点距离,钢丝绳 30 搭设在弧形凹槽内。通过改变摩擦衬垫 24 的弧形凹槽直径,并调节的 A 滑轮支架 20 和 B 滑轮支架 4 的上下位置,可以实现钢丝绳 30 对摩擦衬垫 24 围包角的调节。摩擦衬垫 24 由多块拼接而成,每块摩擦衬垫 24 一侧横截面开设有方形凹槽 32,在衬垫夹具 29 侧面与方形凹槽 32 相对应的位置开设有凹形方孔 33,通过凹形方孔 33 和方形凹槽 22 可便于接触区不同弧区段钢丝绳 30 底部与摩擦衬垫 24 之间的相对微滑移。

[0028] 所述状态监测系统包括动张力监测系统、衬垫应力测量系统、摩擦力测量系统和微滑移监测系统。动张力监测系统包括安装于摩擦衬垫 24 两侧钢丝绳 30 上的旁压式张力传感器 22。衬垫应力测量系统包括贴于每块摩擦衬垫 24 方形凹槽上的第一应变片 26,第一应变片 2 用于动态监测摩擦衬垫 24 的动态蠕变,以及钢丝绳 30 与摩擦衬垫 24 之间的接触应力。摩擦力测量系统包括贴于摆动杆 19 表面的第二应变片 31,第二应变片 31 用于动态测量摆动杆 19 相应位置的应力,间接计算出钢丝绳 30 与摩擦衬垫 24 之间的摩擦力,实现动态摩擦力的实时测量。微滑移监测系统包括通过摄像头支架 23 固定于承载梁 1 上的高速摄像头 25,高速摄像头 25 正对衬垫夹具 29 的凹形方孔 33 和摩擦衬垫 24 的方形凹槽 32,实现钢丝绳 30 与摩擦衬垫 24 之间接触弧段的动态微滑移监测。

[0029] 一种利用上述试验装置监测钢丝绳 - 摩擦衬垫动态微摩擦状态的试验方法,该方法包括以下步骤:

[0030] a)通过计算机控制泵站 7 的系统压力,使液压缸 6 的活塞杆 5 收缩直至钢丝绳 30 被拉直,旁压式张力传感器 22 达到初始微小设定值,对旁压式张力传感器 22 调零;继续增加泵站 7 的系统压力直至重块组 18 被提起一定高度时停止加载,通过旁压式张力传感器 22 记录摩擦衬垫 24 两侧的钢丝绳 30 的张力大小;通过计算机程序设定泵站 7 的系统压力峰值和谷值,启动计算机程序,对钢丝绳 30 施加动态交变张力;

[0031] b)启动电机 14,经偏心块 13 和连杆 12 带动摆动杆 19 摆振,使钢丝绳 30 和摩擦

衬垫 24 之间产生微滑移,通过高速摄像头 25 记录钢丝绳 30 与摩擦衬垫 24 之间的动态微滑移;通过旁压式张力传感器 22 通过记录摩擦衬垫 24 两侧的钢丝绳 30 的动张力变化;对第一应变片 26 和第二应变片 31 通电,分别记录钢丝绳 30 与摩擦衬垫 24 接触区附近摩擦衬垫 24 的应力及钢丝绳 30 与摩擦衬垫 24 之间的摩擦力大小;

[0032] c) 当达到设定的摆动杆 19 摆振次数后,关闭电机 14 和泵站 7;

[0033] d) 改变电机 14 频率、偏心块 13 偏心距离、泵站 7 的系统压力、摩擦衬垫 24 的弧形凹槽直径以及 A 滑轮支架 20 和 B 滑轮支架 4 的上下位置,研究不同微滑移频率、微滑移幅值、动载荷和围包角条件下钢丝绳 30 与摩擦衬垫 24 之间的动态微摩擦行为。

[0034] 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。

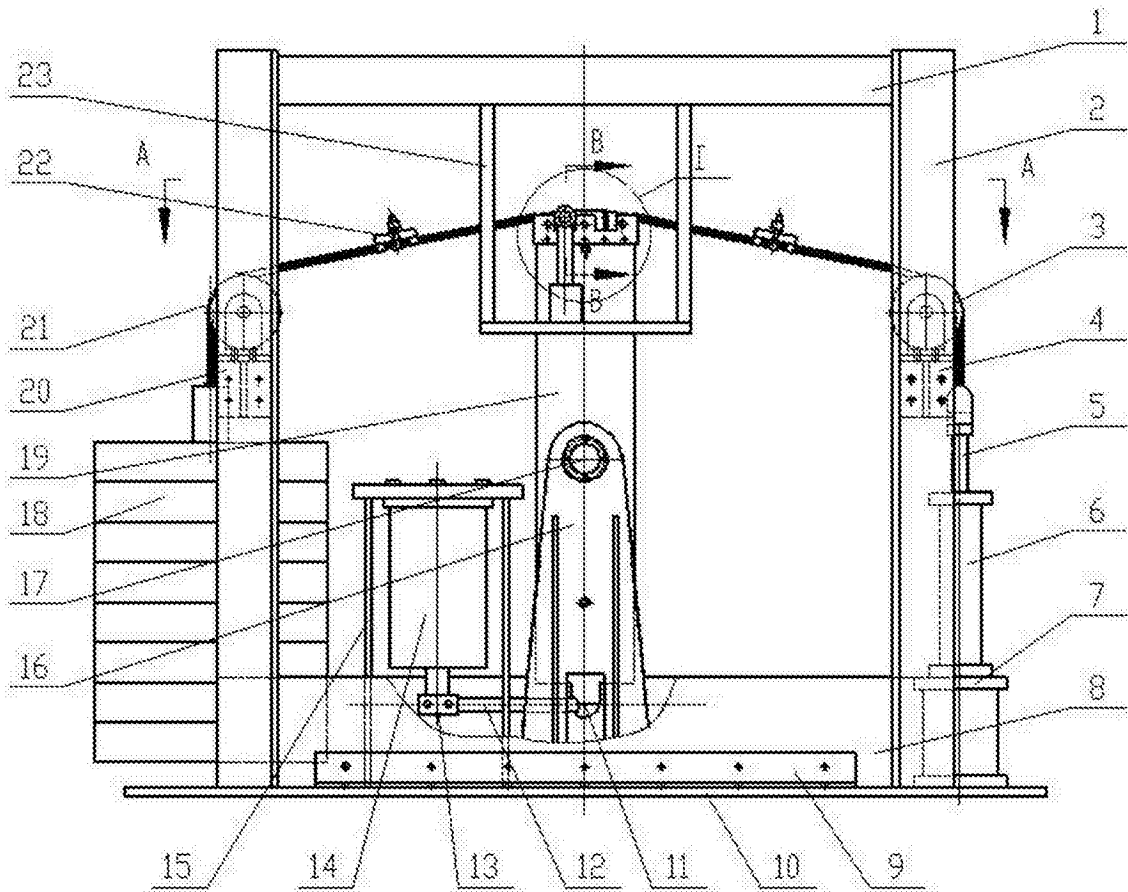


图 1

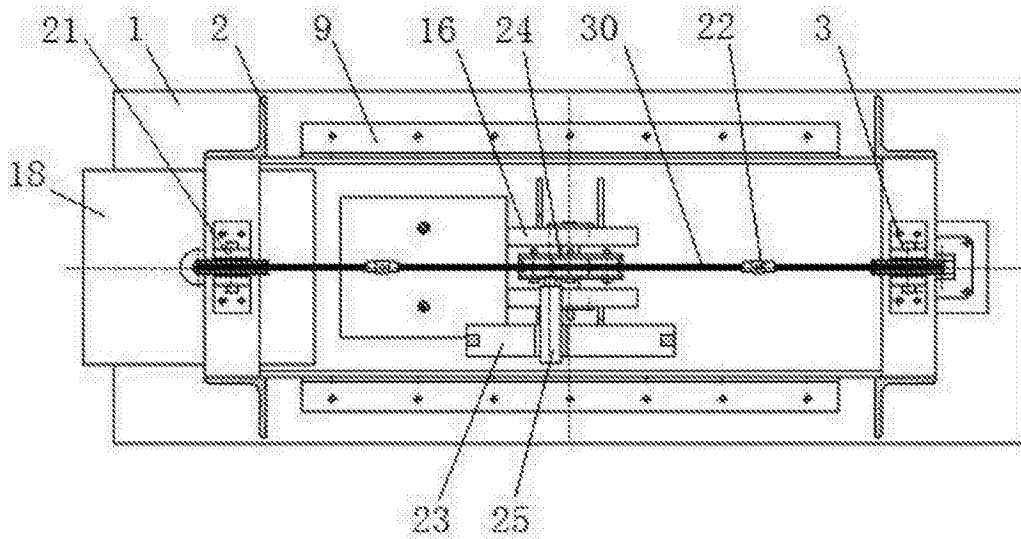


图 2

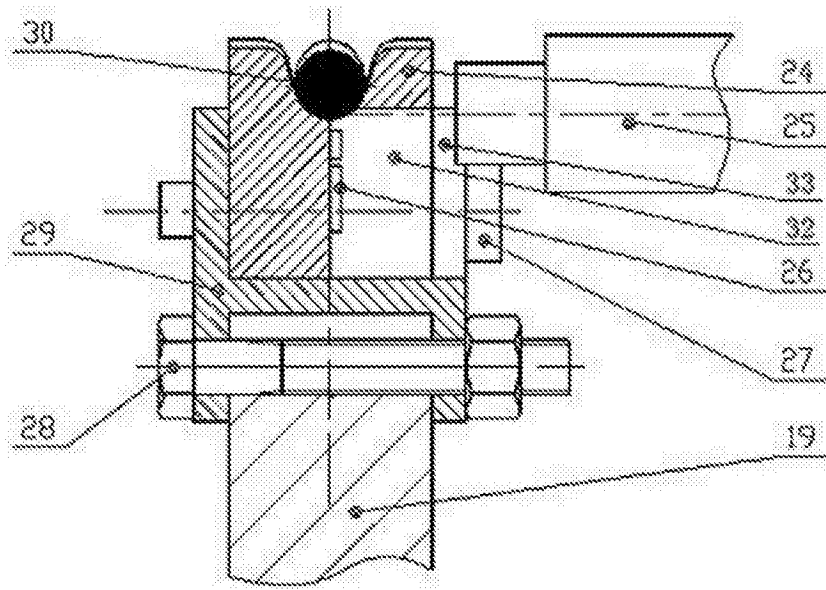


图 3

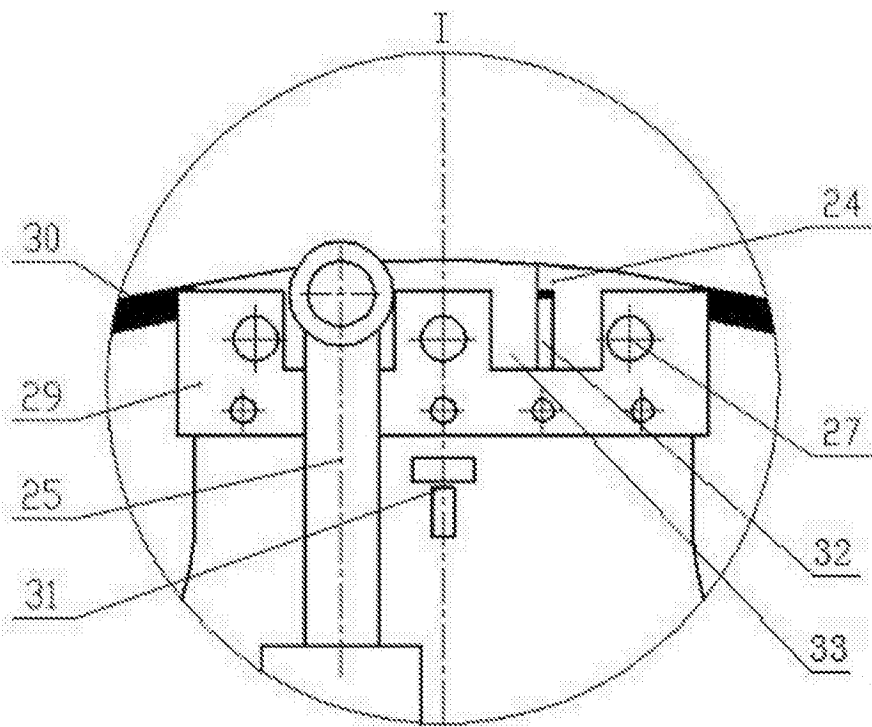


图 4