

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 9 月 15 日 (15.09.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/141760 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01N 3/56 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/099143
- (22) 国际申请日: 2015 年 12 月 28 日 (28.12.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510102983.4 2015 年 3 月 10 日 (10.03.2015) CN
- (71) 申请人: 中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。
- (72) 发明人: 彭玉兴 (PENG, Yuxing); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。朱真才 (ZHU, Zhencai); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。孙士生 (SUN, Shisheng); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

(CN)。王大刚 (WANG, Dagang); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。曹国华 (CAO, Guohua); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。陈国安 (CHEN, Guoan); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。刘送永 (LIU, Songyong); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。李伟 (LI, Wei); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。周公博 (ZHOU, Gongbo); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。沈刚 (SHEN, Gang); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。卢昊 (LU, Hao); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。李同清 (LI, Tongqing); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

- (74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司 (JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区酒仙桥路 14 号 A5 楼 7 层 701, Beijing 100015 (CN)。

[见续页]

(54) Title: STEEL WIRE ROPE INTERLAYER FRICTION DETECTION APPARATUS AND METHOD FOR WINDING-TYPE HOIST

(54) 发明名称: 一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置及方法

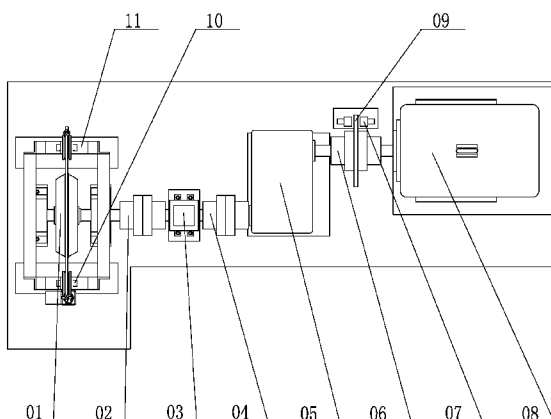


图 1

(57) Abstract: A steel wire rope interlayer friction detection apparatus and method for a winding-type hoist. The apparatus comprises a support, and a loading steel wire rope positioning system, a connector-free steel wire rope positioning system, a brake system, a power loading system and a state monitoring system, which are provided on the support. By means of a fixed pulley positioning apparatus and a loading manner of an electric pull rod (19) controlled by a computer, a stable steel wire rope contact load can be continuously applied, and a friction force, a temperature field and a friction coefficient between steel wire ropes and an expanding law of internal cracks inside the steel wire ropes are monitored in real time, such that an interlayer friction situation of the steel wire ropes on a roller of a winding-type hoist can be simulated, a frictional wear experiment between a loading steel wire rope (12) and a connector-free steel wire rope (27) on a rotary hub (01) is implemented, a steel wire rope frictional wear fracture mechanism is revealed, and the friction damage evolution of the steel wire ropes and the fatigue life of the steel wire ropes are evaluated.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/141760 A1



(81) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置及进行检测的方法。该装置包括支架、设在支架上的加载钢丝绳定位系统、无接头钢丝绳定位系统、制动系统、动力加载系统和状态监测系统。通过采用定滑轮定位装置和计算机控制的电动拉杆(19)加载方式,能够持续施加稳定的钢丝绳接触载荷,实时监测钢丝绳间的摩擦力、温度场、摩擦系数以及钢丝绳内部裂纹的拓展规律,从而能够模拟缠绕式提升机滚筒上钢丝绳层间摩擦状况,实现加载钢丝绳(12)与旋转轮毂(01)上的无接头钢丝绳(27)间的摩擦磨损实验,揭示钢丝绳摩擦磨损断裂机理、评价钢丝绳的摩擦损伤演化和钢丝绳疲劳寿命。

一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置及方法

技术领域

本发明涉及一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置及方法，尤其适用于模拟矿井提升过程中缠绕式提升机滚筒上钢丝绳的使用环境和工作状况的实验，用于检测缠绕式提升机滚筒上钢丝绳层间摩擦状况。

背景技术

随着国家经济的快速发展，我国对矿产资源的需求量大幅度增长，促使我国地下矿产资源的开采不断向深层扩展。随着矿山开采深度的增加，深井开采及运输问题也备受关注。我国矿山的平均开采深度在 500 m 左右，随着浅层矿产资源的消耗，未来开采深度必然会达到 1000~2000 m。目前，我国深井提升多采用单绳缠绕式提升机（单筒和双筒）和多绳摩擦式提升机，国内多绳摩擦式提升机一般不推荐在深度超过 1 200 m 的情况下使用，否则会因钢丝绳张力变化过大而影响钢丝绳的使用寿命。提升钢丝绳作为缠绕式提升系统的关键传动部件，连接着提升机和提升容器，其可靠性严重影响煤矿的安全生产和职工生命安全，一旦提升钢丝绳发生失效断裂将导致机毁人亡重大恶性安全事故的发生。

在立井提升循环中（提起终端载荷、提升过程和卸载），提升钢丝绳循环地绕入和绕出滚筒，尤其在滚筒上多层缠绕钢丝绳时，提升钢丝绳循环绕入、绕出滚筒导致绕入、绕出钢丝绳与下层缠绕钢丝绳间循环发生摩擦磨损，随着提升高度的增加，提升载荷的增大，提升速度的加快，此种摩擦磨损作用对提升钢丝绳寿命的影响变得越来越大。因此，揭示钢丝绳在大张力多层高速缠绕过程中绳间耦合运动的特征，探索绳间结合和分离运动中的摩擦接触行为对提高千米深井提升钢丝绳使用寿命、保证深部矿井安全生产、避免人员伤亡和设备损坏、保障我国能源供应具有重要意义。

所以，提出一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置及方法，实时动态监测钢丝绳摩擦磨损过程中钢丝绳间的摩擦力、温度场、摩擦系数以及钢丝绳内部裂纹拓展，用以揭示钢丝绳摩擦磨损断裂机理、评价钢丝绳的摩擦损伤演化和钢丝绳疲劳寿命。

发明内容

本发明为解决现有装置不能检测缠绕式提升机钢丝绳滚筒多层高速缠绕过程中绳

间摩擦磨损，进而提出一种能够模拟缠绕式提升机滚筒上钢丝绳层间摩擦状况的装置及方法，并能够实时动态监测钢丝绳摩擦磨损状况。

本发明采用以下技术方案：

本发明首先提供一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，包括支架、设在支架上的加载钢丝绳定位系统、无接头钢丝绳定位系统、制动系统、动力加载系统、状态监测系统；

所述支架包括底座（17）和固定在底座（17）上的四个立柱（14），四个立柱（14）围成一矩形，垂直于传动轴（28）轴线方向的两个纵向立柱之间顶部设有横梁（25），平行于传动轴（28）轴线方向的两个横向立柱之间中部设有定滑轮支撑梁（11）；

所述加载钢丝绳定位系统包括设在定滑轮支撑梁（11）上的定滑轮支座、关于传动轴（28）轴线所在的竖直平面对称设置的两个定滑轮（13），两个定滑轮（13）通过销轴（10）与定滑轮支座连接，通过两定滑轮（13）圆周上的凹槽将加载钢丝绳定位于张紧在轮毂（01）上的两根无接头钢丝绳（27）之间的间隙位置；

所述无接头钢丝绳定位系统包括轮毂（01）、设置在轮毂（01）圆周上的两条平行的圆弧形凹槽、法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）、T型螺栓（29）、无接头钢丝绳（27）；轮毂（01）两侧的圆周外缘均设置为斜面，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）内侧均设置有与该斜面配合的斜面结构；

所述制动系统包括设置在联轴器三（06）中间位置的制动圆盘（09）、设置在制动圆盘（09）上的气压驱动制动器（07），通过气压驱动制动器（07）作用于制动圆盘（09）上的制动力来制动轮毂（01）；

所述动力加载系统包括旋转驱动系统和加载系统；所述旋转驱动系统包括设在底座（17）上的电机（08）、与电机（08）输出轴连接的联轴器三（06）、与联轴器三（06）连接的减速器（05）、与减速器（05）输出轴连接的联轴器二（04）、与联轴器二（04）连接的动态扭矩转速传感器（03）、与动态扭矩转速传感器（03）连接的联轴器一（02）、与联轴器一（02）连接的传动轴（28）、与传动轴（28）通过键连接的轮毂（01），通过电机（08）的旋转驱动轮毂（01）旋转；所述加载系统包括与底座（17）连接的拉环（16）、与拉环（16）连接的拉紧器（15）、与拉紧器（15）连接的加载钢丝绳（12）、与加载钢丝绳（12）另一端连接的绳钩（21）、与绳钩（21）连接的拉力传感器（20）、与拉力传感器（20）连接的电动拉杆（19）、与电动拉杆（19）连接的地脚螺栓（18），地脚螺栓（18）与底座（17）连接，电动拉杆（19）施加的拉力作用于加载钢丝绳（12）上，进

而加载钢丝绳（12）对轮毂（01）上的两无接头钢丝绳（27）产生压力载荷；

所述状态监测系统包括设置在旋转驱动系统上的动态扭矩转速传感器（03），用于动态监测轮毂（01）的动态交变负载扭矩和转速；设置在加载系统上的拉力传感器（20），用于动态监测电动拉杆（19）施加于加载钢丝绳（12）的载荷；设置在加载钢丝绳（12）右上方的红外热像仪（24），用于动态检测加载钢丝绳（12）与无接头钢丝绳（27）摩擦磨损过程中摩擦接触侧面的温度变化规律；设置在加载钢丝绳（12）上方的声发射传感器（26），用于监测钢丝绳间摩擦过程中加载钢丝绳（12）内部裂纹的拓展规律。

所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，圆弧形凹槽内设置有圆弧形橡胶垫圈（31），以增加两个无接头钢丝绳（27）和轮毂（01）之间的附着力并避免无接头钢丝绳（27）被轮毂的作用力损伤，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）内侧与两个无接头钢丝绳（27）接触的部位设置有 L 型橡胶垫圈（32），防止在张紧过程中无接头钢丝绳（27）被法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）损伤。

所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其通过加载钢丝绳（12）与旋转的轮毂（01）上对称设置的无接头钢丝绳（27）的接触摩擦，来模拟缠绕式提升机滚筒上钢丝绳层间的摩擦状况。

所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，所述的法兰式顶盖二（30）的法兰上周向间隔相同角度设置沉孔，法兰式顶盖一（33）的法兰上周向间隔相同角度设置通孔，便于 T 型螺栓（29）紧固。

所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，加载钢丝绳（12）的加载载荷通过电动拉杆（19）施加，改变加载载荷即可测试钢丝绳在不同载荷下的摩擦磨损性能。

所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，加载钢丝绳（12）与无接头钢丝绳（27）接触包角的变化通过更换不同直径的定滑轮（13）来实现，改变钢丝绳接触包角即可测试不同接触包角状态下钢丝绳的摩擦磨损性能。

所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，通过采用不同结构的加载钢丝绳（12）和无接头钢丝绳（27）来测试不同钢丝绳结构对钢丝绳间摩擦的影响规律。

本发明还提供一种应用上述装置进行钢丝绳层间摩擦检测的检测方法，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）通过斜面与轮毂（01）配合在一起，T 型螺栓（29）穿过法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）上的螺栓孔，旋紧螺母在 T 型螺栓（29）的紧固力作用下，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）不断挤压两个无接头钢丝绳（27），使得两个无接头钢丝绳（27）沿着轮毂（01）上的斜面进入轮毂（01）中两条平行的圆

弧形凹槽内，两个无接头钢丝绳（27）在本身径向弹性力的作用下张紧并固定于轮毂（01）中的圆弧形凹槽中，两个无接头钢丝绳（27）之间留有缝隙；无接头钢丝绳（27）张紧在轮毂（01）上的圆弧形凹槽后，将法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）拆卸下来；

电机（08）驱动轮毂（01）旋转带动无接头钢丝绳（27）旋转，加载钢丝绳（12）在电动拉杆（19）施加的载荷下与两个无接头钢丝绳（27）产生摩擦磨损；

通过动态扭矩转速传感器（03）测得的扭矩变化量计算得出加载钢丝绳（12）与旋转的轮毂（01）上对称设置的无接头钢丝绳（27）的接触摩擦力；

通过红外热像仪（24）对准加载钢丝绳（12）与旋转轮毂（01）上对称设置的无接头钢丝绳（27）的接触位置，监测实验过程中钢丝绳摩擦接触侧面的温度变化规律；

通过加载钢丝绳（12）上方的声发射传感器（26），监测钢丝绳间摩擦过程中加载钢丝绳（12）内部裂纹的拓展规律；

通过气压驱动制动器（07）作用于制动圆盘（09）上的制动力来制动轮毂（01），来测试制动过程中加载钢丝绳（12）与两个无接头钢丝绳（27）间的摩擦磨损性能；

通过更换不同直径的定滑轮（13）改变加载钢丝绳（12）与无接头钢丝绳（27）的接触包角，测试不同接触包角对钢丝绳间摩擦磨损性能的影响；

通过更换不同结构的加载钢丝绳（12）和两个无接头钢丝绳（27），测试不同钢丝绳结构对钢丝绳间摩擦磨损性能的影响。

本发明继续提供一种应用于上述任一所述装置的无接头钢丝绳的张紧固定方法，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）通过斜面与轮毂（01）配合在一起，T型螺栓（29）穿过法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）上的螺栓孔，旋紧螺母在T型螺栓（29）的紧固力作用下，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）不断挤压两个无接头钢丝绳（27），使得两个无接头钢丝绳（27）沿着轮毂（01）上的斜面进入轮毂（01）中两条平行的圆弧形凹槽内，两个无接头钢丝绳（27）在本身径向弹性力的作用下张紧并固定于轮毂（01）中的圆弧形凹槽中。

有益效果：由于采用了上述技术方案，本发明能够实现加载钢丝绳与旋转轮毂上的无接头钢丝绳间的摩擦磨损实验，用以揭示钢丝绳摩擦磨损断裂机理、评价钢丝绳的磨损损伤演化和钢丝绳疲劳寿命。能够模拟缠绕式提升机滚筒上钢丝绳层间摩擦状况，采用定滑轮定位装置和计算机软件控制的电动拉杆加载方式，能够持续施加稳定的钢丝绳接触载荷，能够实时监测钢丝绳间的摩擦力、温度场、摩擦系数以及钢丝绳内部裂纹的拓展规律，对揭示钢丝绳摩擦磨损断裂机理、评价钢丝绳的摩擦损伤演化和钢丝绳疲劳

寿命提供了有效的实验设备；该实验装置操作简便、效果好，在本技术领域内具有广泛的实用性。

附图说明

图 1 为本发明的俯视结构示意图；

图 2 为本发明的左视结构示意图；

图 3 为图 2 的 A-A 方向轮毂的结构图；

图 4 为无接头钢丝绳定位系统的结构主视图；

图 5 为无接头钢丝绳张紧过程中图 4 的 B-B 向视图；

图 6 为无接头钢丝绳张紧后图 4 的 B-B 向视图；

其中：01、轮毂；02、联轴器一；03、动态扭矩转速传感器；04、联轴器二；05、减速器；06、联轴器三；07、气压驱动制动器；08、电机；09、制动圆盘；10、销轴；11、支撑梁；12、钢丝绳；13、定滑轮；14、立柱；15、拉紧器；16、拉环；17、底座；18、地脚螺栓；19、电动拉杆；20、拉力传感器；21、绳钩；22、轴承座；23、螺母；24、红外热像仪；25、横梁；26、声发射传感器 27、无接头钢丝绳；28、传动轴；29、T 型螺栓；30、法兰式顶盖二；31、圆弧形橡胶垫圈；32、L 型橡胶垫圈；33、法兰式顶盖一；

具体实施方式

下面结合附图对本发明的一个实施例作进一步的描述：

如图 1-6 所示，一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，包括支架、设在支架上的加载钢丝绳定位系统、无接头钢丝绳定位系统、制动系统、动力加载系统，状态监测系统；

所述支架包括底座 17 和固定在底座 17 上的四个立柱 14，四个立柱 14 围成一矩形，垂直于传动轴 28 轴线方向的两个纵向立柱之间顶部设有横梁 25，平行于传动轴 28 轴线方向的两个横向立柱之间中部设有定滑轮支撑梁 11。

所述加载钢丝绳定位系统包括设在定滑轮支撑梁 11 上的定滑轮支座、关于传动轴 28 轴线所在的竖直平面对称设置的两个定滑轮 13，两个定滑轮 13 通过销轴 10 与定滑轮支座连接，通过两定滑轮 13 圆周上的凹槽将加载钢丝绳定位于张紧在轮毂 01 上的两根无接头钢丝绳 27 之间的间隙位置；

所述无接头钢丝绳定位系统包括轮毂 01、设置在轮毂 01 圆周上的两条平行的圆弧形凹槽、法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30、T 型螺栓 29、无接头钢丝绳 27；轮毂 01 两侧的圆周外缘均设置为斜面，法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30 内侧均设置有与该斜面配合的斜面结构，法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30 通过斜面与轮毂 01 配合在一起，T 型螺栓 29 穿过法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30 上的螺栓孔，旋紧螺母在 T 型螺栓 29 的紧固力作用下，法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30 不断挤压两个无接头钢丝绳 27，使得两个无接头钢丝绳 27 沿着轮毂 01 上的斜面进入轮毂 01 中两条平行的圆弧形凹槽内，两个无接头钢丝绳 27 在本身径向弹性力的作用下张紧并固定于轮毂 01 中的圆弧形凹槽中，两个无接头钢丝绳 27 之间留有缝隙。无接头钢丝绳 27 张紧在轮毂 01 上的圆弧形凹槽后，可通过拆卸螺母 23、T 型螺栓 29 将法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30 拆卸下来。

圆弧形凹槽内设置有圆弧形橡胶垫圈 31，以增加两个无接头钢丝绳 27 和轮毂 01 之间的附着力并避免无接头钢丝绳 27 被轮毂的作用力损伤，法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30 内侧与两个无接头钢丝绳 27 接触的部位设置有 L 型橡胶垫圈 32，防止在张紧过程中无接头钢丝绳 27 被法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30 损伤。

所述制动系统包括设置在联轴器三 06 中间位置的制动圆盘 09、设置在制动圆盘 09 上的气压驱动制动器 07，通过气压驱动制动器 07 作用于制动圆盘 09 上的制动力来制动轮毂 01。

所述动力加载系统包括旋转驱动系统和加载系统；所述旋转驱动系统包括设在底座 17 上的电机 08、与电机 08 输出轴连接的联轴器三 06、与联轴器三 06 连接的减速器 05、与减速器 05 输出轴连接的联轴器二 04、与联轴器二 04 连接的动态扭矩转速传感器 03、与动态扭矩转速传感器 03 连接的联轴器一 02、与联轴器一 02 连接的传动轴 28、与传动轴 28 通过键连接的轮毂 01，通过电机 08 的旋转驱动轮毂 01 旋转；

所述加载系统包括与底座 17 连接的拉环 16、与拉环 16 连接的拉紧器 15、与拉紧器 15 连接的加载钢丝绳 12、与加载钢丝绳 12 另一端连接的绳钩 21、与绳钩 21 连接的拉力传感器 20、与拉力传感器 20 连接的电动拉杆 19、与电动拉杆 19 连接的地脚螺栓 18，地脚螺栓 18 与底座 17 连接，电动拉杆 19 施加的拉力作用于加载钢丝绳 12 上，进而加载钢丝绳 12 对轮毂 01 上的两无接头钢丝绳 27 产生压力载荷。

所述状态监测系统包括设置在旋转驱动系统上的动态扭矩转速传感器 03，用于动态监测轮毂 01 的动态交变负载扭矩和转速；设置在加载系统上的拉力传感器 20，用于动

态监测电动拉杆 19 施加于加载钢丝绳 12 的载荷；设置在加载钢丝绳 12 右上方的红外热像仪 24，用于动态检测加载钢丝绳 12 与无接头钢丝绳 27 摩擦磨损过程中摩擦接触侧面的温度变化规律；设置在加载钢丝绳 12 上方的声发射传感器 26，用于监测钢丝绳间摩擦过程中加载钢丝绳 12 内部裂纹的拓展规律。

所述的一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其通过加载钢丝绳 12 与旋转的轮毂 01 上对称设置的无接头钢丝绳 27 的接触摩擦，来模拟缠绕式提升机滚筒上钢丝绳层间的摩擦状况。

所述的法兰式顶盖二 30 的法兰上周向间隔相同角度设置沉孔，法兰式顶盖一 33 的法兰上周向间隔相同角度设置通孔，便于 T 型螺栓 29 紧固。

所述的一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其加载钢丝绳 12 的加载载荷通过电动拉杆 19 施加。改变加载载荷即可测试钢丝绳在不同载荷下的摩擦磨损性能。

所述的一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其加载钢丝绳 12 与无接头钢丝绳 27 接触包角的变化通过更换不同直径的定滑轮 13 来实现，改变钢丝绳接触包角即可测试不同接触包角状态下钢丝绳的摩擦磨损性能。

所述的一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其加载钢丝绳 12 与旋转的轮毂 01 上对称设置的无接头钢丝绳 27 的接触摩擦力通过动态扭矩转速传感器 03 测得的扭矩变化量计算得出。

所述的一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其红外热像仪 24 对准加载钢丝绳 12 与旋转轮毂 01 上对称设置的无接头钢丝绳 27 的接触位置，用来监测实验过程中钢丝绳摩擦接触侧面的温度变化规律。

所述的一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其设置在加载钢丝绳 12 上方的声发射传感器 26，用于监测钢丝绳间摩擦过程中加载钢丝绳 12 内部裂纹的拓展规律。

所述的一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，通过采用不同结构的加载钢丝绳 12 和无接头钢丝绳 27 来测试不同钢丝绳结构对钢丝绳间摩擦的影响规律。

检测方法：无接头钢丝绳 27 通过法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30 在 T 型螺栓 29 的紧固力作用下，使得两个无接头钢丝绳 27 沿着轮毂 01 上具有一定锥度的对称斜面进入轮毂 01 中对称设置的圆弧形凹槽，两个无接头钢丝绳 27 在本身径向弹性力的作用下张紧并固定于轮毂 01 中的圆弧形凹槽中，两个无接头钢丝绳 27 之间留有缝隙。无接头钢丝绳 27 张紧在轮毂 01 上的圆弧形凹槽后，将法兰式顶盖一 33、法兰式顶盖二 30 拆卸下来。

电机 08 驱动轮毂 01 旋转带动无接头钢丝绳 27 旋转，加载钢丝绳 12 在电动拉杆 19 施加的载荷下与两个无接头钢丝绳 27 产生摩擦磨损。

通过动态扭矩转速传感器 03 测得的扭矩变化量计算得出加载钢丝绳 12 与旋转的轮毂 01 上对称设置的无接头钢丝绳 27 的接触摩擦力；

通过红外热像仪 24 对准加载钢丝绳 12 与旋转轮毂 01 上对称设置的无接头钢丝绳 27 的接触位置，监测实验过程中钢丝绳摩擦接触侧面的温度变化规律。

通过加载钢丝绳 12 上方的声发射传感器 26，监测钢丝绳间摩擦过程中加载钢丝绳 12 内部裂纹的拓展规律。

通过气压驱动制动器 07 作用于制动圆盘 09 上的制动力来制动轮毂 01，来测试制动过程中加载钢丝绳 12 与两个无接头钢丝绳 27 间的摩擦磨损性能。

通过更换不同直径的定滑轮 13 改变加载钢丝绳 12 与无接头钢丝绳 27 的接触包角，测试不同接触包角对钢丝绳间摩擦磨损性能的影响。

通过更换不同结构的加载钢丝绳 12 和两个无接头钢丝绳 27，测试不同钢丝绳结构对钢丝绳间摩擦磨损性能的影响。

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。

权 利 要 求 书

1、一种缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，包括支架、设在支架上的加载钢丝绳定位系统、无接头钢丝绳定位系统、制动系统、动力加载系统、状态监测系统；

所述支架包括底座（17）和固定在底座（17）上的四个立柱（14），四个立柱（14）围成一矩形，垂直于传动轴（28）轴线方向的两个纵向立柱之间顶部设有横梁（25），平行于传动轴（28）轴线方向的两个横向立柱之间中部设有定滑轮支撑梁（11）；

所述加载钢丝绳定位系统包括设在定滑轮支撑梁（11）上的定滑轮支座、关于传动轴（28）轴线所在的竖直平面对称设置的两个定滑轮（13），两个定滑轮（13）通过销轴（10）与定滑轮支座连接，通过两定滑轮（13）圆周上的凹槽将加载钢丝绳定位于张紧在轮毂（01）上的两根无接头钢丝绳（27）之间的间隙位置；

所述无接头钢丝绳定位系统包括轮毂（01）、设置在轮毂（01）圆周上的两条平行的圆弧形凹槽、法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）、T型螺栓（29）、无接头钢丝绳（27）；轮毂（01）两侧的圆周外缘均设置为斜面，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）内侧均设置有与该斜面配合的斜面结构；

所述制动系统包括设置在联轴器三（06）中间位置的制动圆盘（09）、设置在制动圆盘（09）上的气压驱动制动器（07），通过气压驱动制动器（07）作用于制动圆盘（09）上的制动力来制动轮毂（01）；

所述动力加载系统包括旋转驱动系统和加载系统；所述旋转驱动系统包括设在底座（17）上的电机（08）、与电机（08）输出轴连接的联轴器三（06）、与联轴器三（06）连接的减速器（05）、与减速器（05）输出轴连接的联轴器二（04）、与联轴器二（04）连接的动态扭矩转速传感器（03）、与动态扭矩转速传感器（03）连接的联轴器一（02）、与联轴器一（02）连接的传动轴（28）、与传动轴（28）通过键连接的轮毂（01），通过电机（08）的旋转驱动轮毂（01）旋转；所述加载系统包括与底座（17）连接的拉环（16）、与拉环（16）连接的拉紧器（15）、与拉紧器（15）连接的加载钢丝绳（12）、与加载钢丝绳（12）另一端连接的绳钩（21）、与绳钩（21）连接的拉力传感器（20）、与拉力传感器（20）连接的电动拉杆（19）、与电动拉杆（19）连接的地脚螺栓（18），地脚螺栓（18）与底座（17）连接，电动拉杆（19）施加的拉力作用于加载钢丝绳（12）上，进而加载钢丝绳（12）对轮毂（01）上的两无接头钢丝绳（27）产生压力载荷；

所述状态监测系统包括设置在旋转驱动系统上的动态扭矩转速传感器（03），用于动态监测轮毂（01）的动态交变负载扭矩和转速；设置在加载系统上的拉力传感器（20），

用于动态监测电动拉杆（19）施加于加载钢丝绳（12）的载荷；设置在加载钢丝绳（12）右上方的红外热像仪（24），用于动态检测加载钢丝绳（12）与无接头钢丝绳（27）摩擦磨损过程中摩擦接触侧面的温度变化规律；设置在加载钢丝绳（12）上方的声发射传感器（26），用于监测钢丝绳间摩擦过程中加载钢丝绳（12）内部裂纹的拓展规律。

2、 根据权利要求 1 所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其特征在于，圆弧形凹槽内设置有圆弧形橡胶垫圈（31），以增加两个无接头钢丝绳（27）和轮毂（01）之间的附着力并避免无接头钢丝绳（27）被轮毂的作用力损伤，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）内侧与两个无接头钢丝绳（27）接触的部位设置有 L 型橡胶垫圈（32），防止在张紧过程中无接头钢丝绳（27）被法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）损伤。

3、 根据权利要求 1 所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其特征在于，其通过加载钢丝绳（12）与旋转的轮毂（01）上对称设置的无接头钢丝绳（27）的接触摩擦，来模拟缠绕式提升机滚筒上钢丝绳层间的摩擦状况。

4、 根据权利要求 1 所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其特征在于，所述的法兰式顶盖二（30）的法兰上周向间隔相同角度设置沉孔，法兰式顶盖一（33）的法兰上周向间隔相同角度设置通孔，便于 T 型螺栓（29）紧固。

5、 根据权利要求 1 所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其特征在于，加载钢丝绳（12）的加载载荷通过电动拉杆（19）施加，改变加载载荷即可测试钢丝绳在不同载荷下的摩擦磨损性能。

6、 根据权利要求 1 所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其特征在于，加载钢丝绳（12）与无接头钢丝绳（27）接触包角的变化通过更换不同直径的定滑轮（13）来实现，改变钢丝绳接触包角即可测试不同接触包角状态下钢丝绳的摩擦磨损性能。

7、 根据权利要求 1 所述的缠绕式提升机钢丝绳层间摩擦检测装置，其特征在于，通过采用不同结构的加载钢丝绳（12）和无接头钢丝绳（27）来测试不同钢丝绳结构对钢丝绳间摩擦的影响规律。

8、 应用权利要求 1-7 任一所述装置进行检测的检测方法，其特征在于，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）通过斜面与轮毂（01）配合在一起，T 型螺栓（29）穿过法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）上的螺栓孔，旋紧螺母在 T 型螺栓（29）的紧固力作用下，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）不断挤压两个无接头钢丝绳（27），使得两个无接头钢丝绳（27）沿着轮毂（01）上的斜面进入轮毂（01）中两条平

行的圆弧形凹槽内，两个无接头钢丝绳（27）在本身径向弹性力的作用下张紧并固定于轮毂（01）中的圆弧形凹槽中，两个无接头钢丝绳（27）之间留有缝隙；无接头钢丝绳（27）张紧在轮毂（01）上的圆弧形凹槽后，将法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）拆卸下来；

电机（08）驱动轮毂（01）旋转带动无接头钢丝绳（27）旋转，加载钢丝绳（12）在电动拉杆（19）施加的载荷下与两个无接头钢丝绳（27）产生摩擦磨损；

通过动态扭矩转速传感器（03）测得的扭矩变化量计算得出加载钢丝绳（12）与旋转的轮毂（01）上对称设置的无接头钢丝绳（27）的接触摩擦力；

通过红外热像仪（24）对准加载钢丝绳（12）与旋转轮毂（01）上对称设置的无接头钢丝绳（27）的接触位置，监测实验过程中钢丝绳摩擦接触侧面的温度变化规律；

通过加载钢丝绳（12）上方的声发射传感器（26），监测钢丝绳间摩擦过程中加载钢丝绳（12）内部裂纹的拓展规律；

通过气压驱动制动器（07）作用于制动圆盘（09）上的制动力来制动轮毂（01），来测试制动过程中加载钢丝绳（12）与两个无接头钢丝绳（27）间的摩擦磨损性能；

通过更换不同直径的定滑轮（13）改变加载钢丝绳（12）与无接头钢丝绳（27）的接触包角，测试不同接触包角对钢丝绳间摩擦磨损性能的影响；

通过更换不同结构的加载钢丝绳（12）和两个无接头钢丝绳（27），测试不同钢丝绳结构对钢丝绳间摩擦磨损性能的影响。

9、应用于权利要求 1-7 任一所述装置的无接头钢丝绳的张紧固定方法，其特征在于，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）通过斜面与轮毂（01）配合在一起，T 型螺栓（29）穿过法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）上的螺栓孔，旋紧螺母在 T 型螺栓（29）的紧固力作用下，法兰式顶盖一（33）、法兰式顶盖二（30）不断挤压两个无接头钢丝绳（27），使得两个无接头钢丝绳（27）沿着轮毂（01）上的斜面进入轮毂（01）中两条平行的圆弧形凹槽内，两个无接头钢丝绳（27）在本身径向弹性力的作用下张紧并固定于轮毂（01）中的圆弧形凹槽中。

附 图

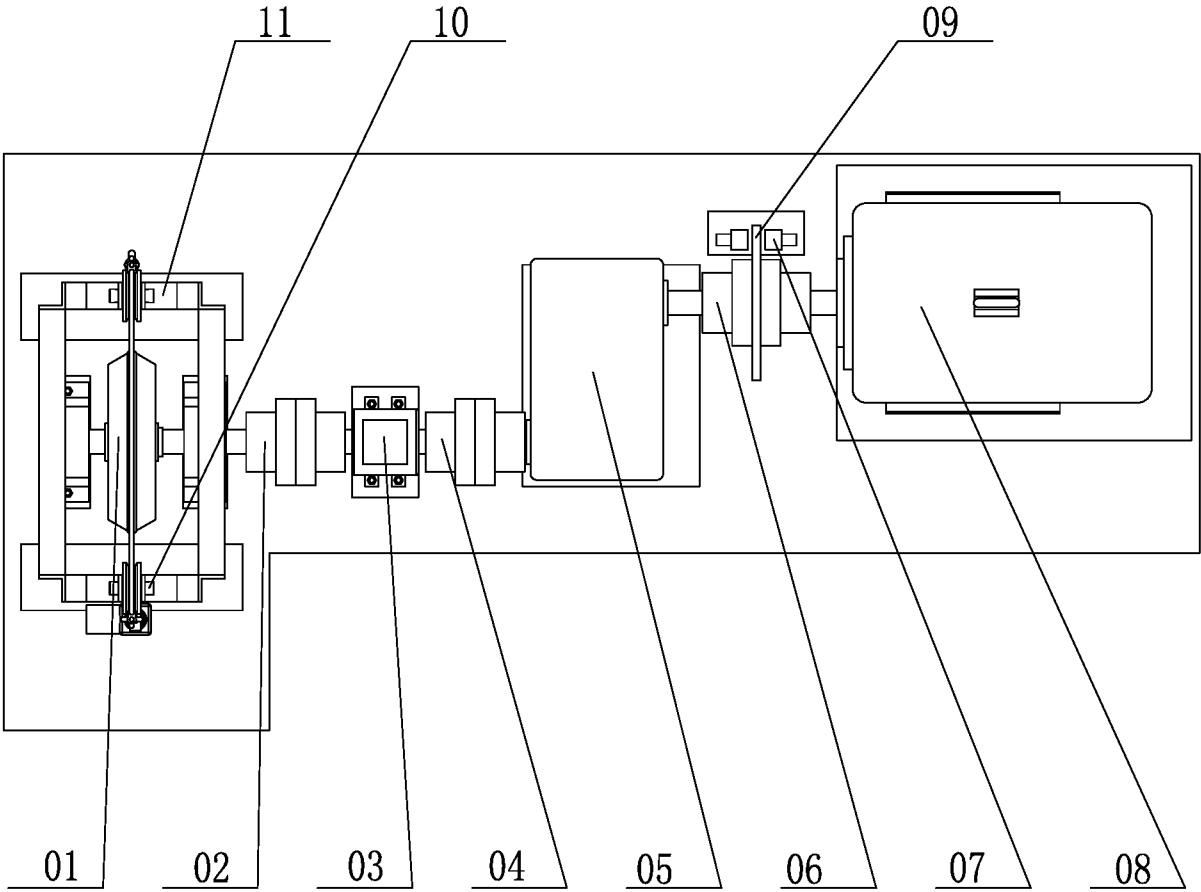


图 1

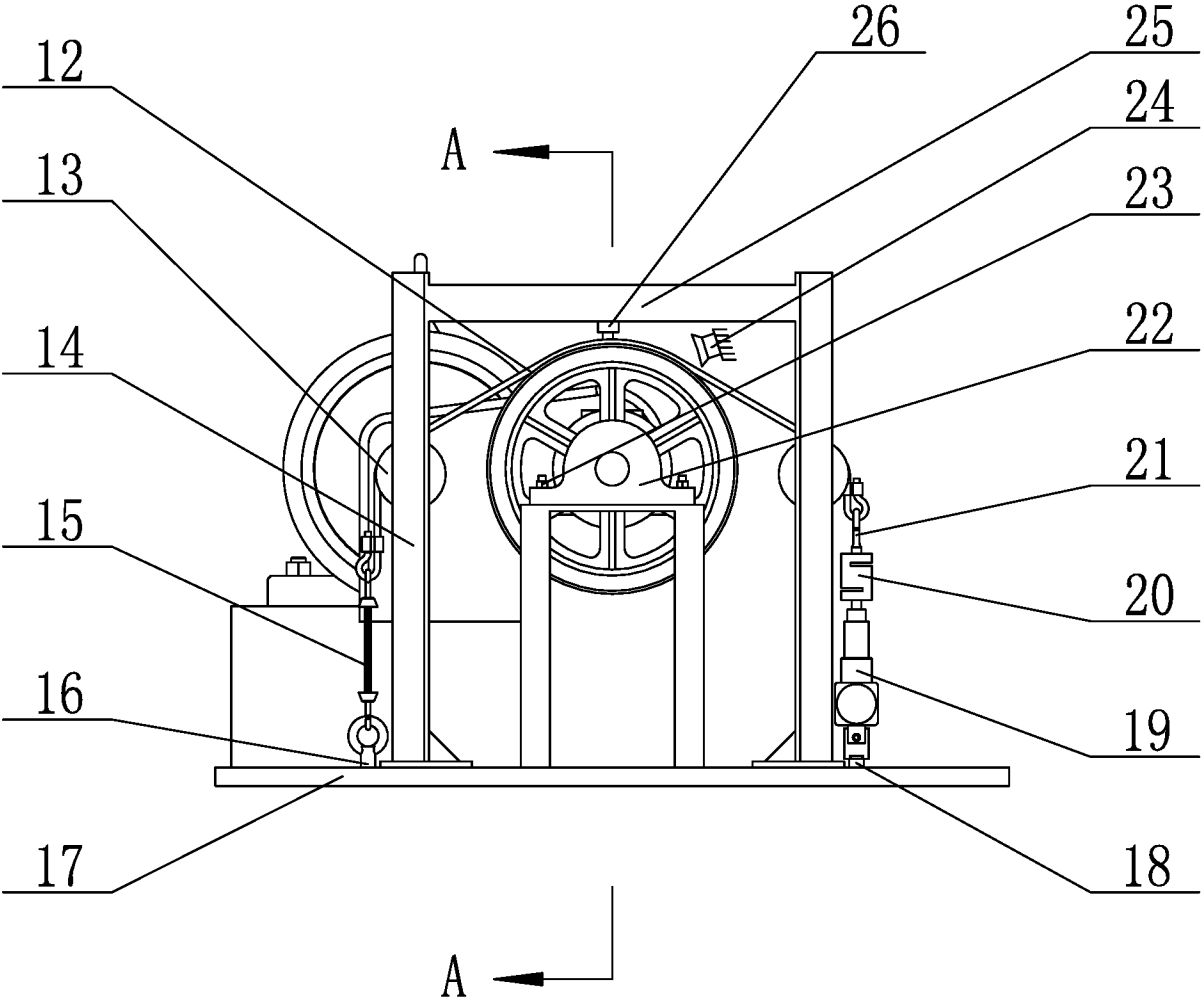


图 2

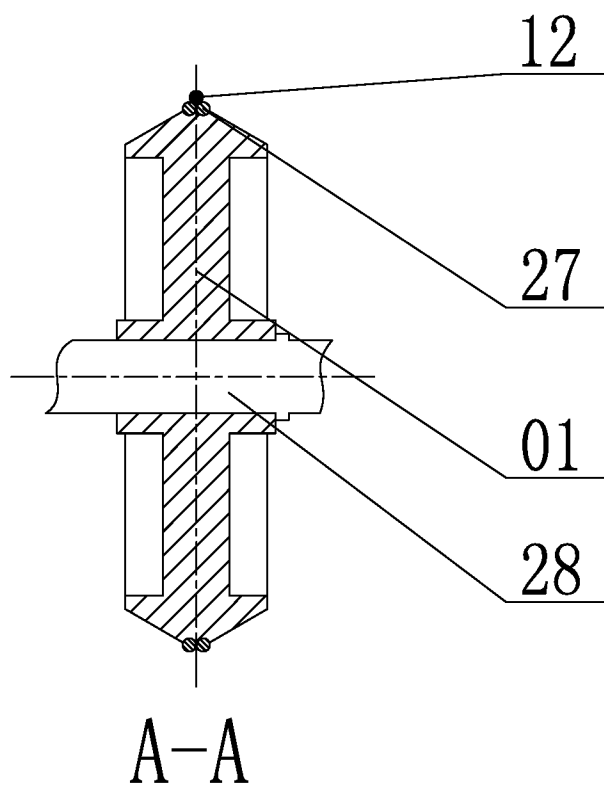


图 3

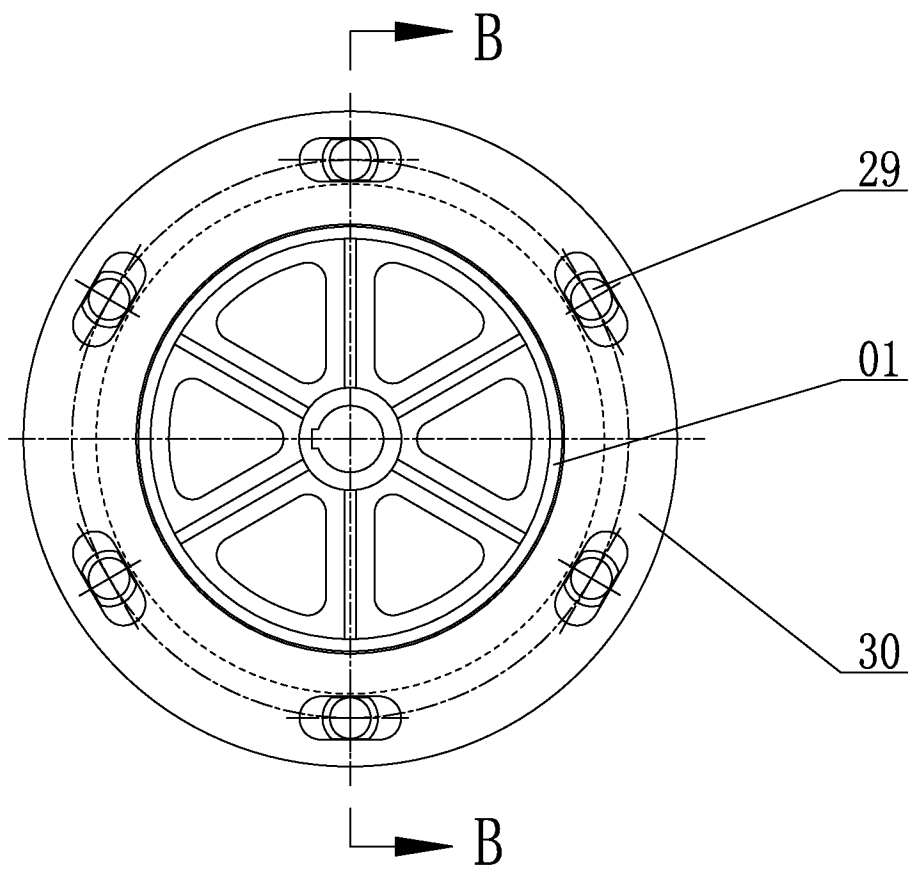
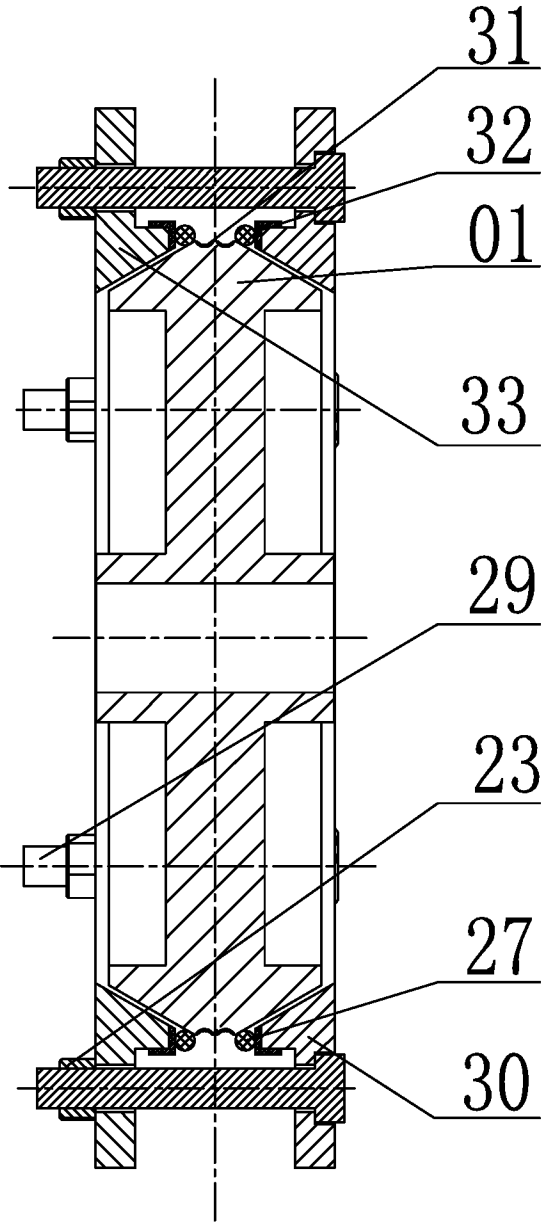
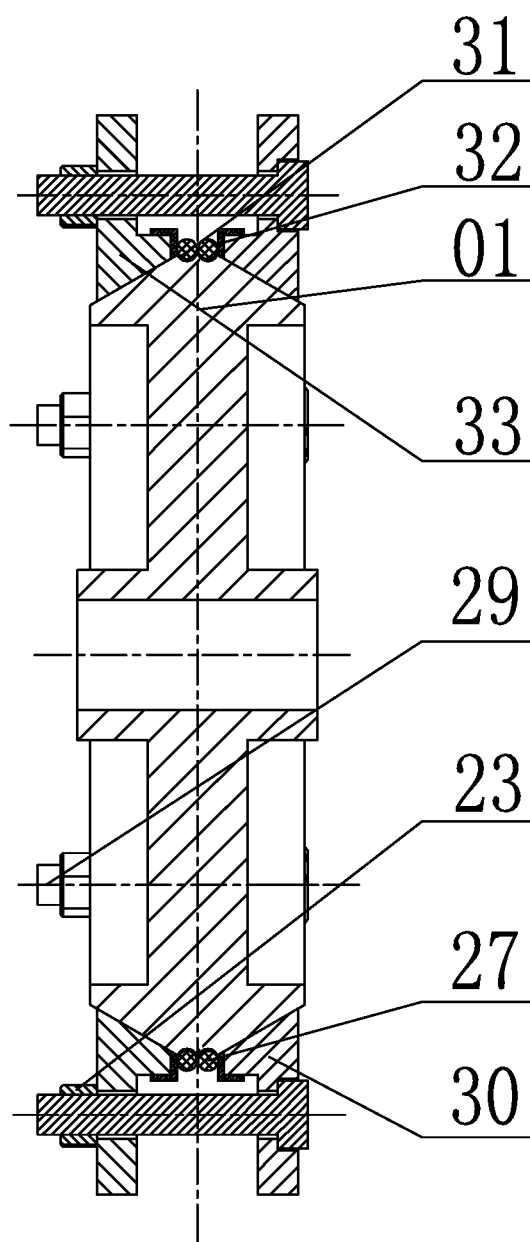


图 4



B-B
图 5



B-B

图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/099143

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 3/56 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 3.; G01N 19, B66B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: steel, ELEVAT+, LIFT+, HOIST+, ROPE?, CABLE?, WIRE?, FRICT+, WEAR+, DETECT+, MEASUR+, SIMULAT+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104634686 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 20 May 2015 (20.05.2015), claims 1-9	1-9
A	CN 104122198 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 29 October 2014 (29.10.2014), description, paragraphs 33-40, and figures 1-2	1-9
A	CN 103954553 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 30 July 2014 (30.07.2014), the whole document	1-9
A	CN 1800823 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 12 July 2006 (12.07.2006), the whole document	1-9
A	CN 1932472 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY), 21 March 2007 (21.03.2007), the whole document	1-9
A	CN 203474150 U (SHANDONG TAISHAN MINING MACHINERY CO., LTD.), 12 March 2014 (12.03.2014), the whole document	1-9
A	US 4936136 A (KONE ELEVATOR G.M.B.H.), 26 June 1990 (26.06.1990), the whole document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 01 March 2016 (01.03.2016)	Date of mailing of the international search report 23 March 2016 (23.03.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer GUO, Xuyao Telephone No.: (86-10) 61648145

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/099143

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104634686 A	20 May 2015	None	
CN 104122198 A	29 October 2014	None	
CN 103954553 A	30 July 2014	CN 103954553 B	16 December 2015
CN 1800823 A	12 July 2006	CN 100501369 C	17 June 2009
CN 1932472 A	21 March 2007	CN 100483105 C	29 April 2009
CN 203474150 U	12 March 2014	None	
US 4936136 A	26 June 1990	CA 1312391 C	05 January 1993
		DE 3912575 C2	16 May 1991
		AU 3306589 A	19 October 1989
		FI 881811 A	19 October 1989
		GB 2217285 B	08 January 1992
		GB 2217285 A	25 October 1989
		DE 3912575 A1	26 October 1989
		AU 616955 B2	14 November 1991
		FI 84050 C	10 October 1991
		FI 84050 B	28 June 1991

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/099143

A. 主题的分类

G01N 3/56(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01N 3,; G01N 19, B66B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: 提升机, 钢, 绳, 缆, 索, 摩擦, 磨损, 检, 测, 模拟, ELEVAT+, LIFT+, HOIST+, ROPE?, CABLE?, WIRE?, FRICT+, WEAR+, DETECT+, MEASUR+, SIMULAT+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104634686 A (中国矿业大学) 2015年 5月 20日 (2015 - 05 - 20) 权利要求1-9	1-9
A	CN 104122198 A (中国矿业大学) 2014年 10月 29日 (2014 - 10 - 29) 说明书第33-40段, 图1-2	1-9
A	CN 103954553 A (中国矿业大学) 2014年 7月 30日 (2014 - 07 - 30) 全文	1-9
A	CN 1800823 A (中国矿业大学) 2006年 7月 12日 (2006 - 07 - 12) 全文	1-9
A	CN 1932472 A (上海交通大学) 2007年 3月 21日 (2007 - 03 - 21) 全文	1-9
A	CN 203474150 U (山东泰山天盾矿山机械有限公司) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 全文	1-9
A	US 4936136 A (KONE ELEVATOR G.M.B.H.) 1990年 6月 26日 (1990 - 06 - 26) 全文	1-9

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 3月 1日

国际检索报告邮寄日期

2016年 3月 23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

郭绪珪

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)61648145

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/099143

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104634686	A	2015年 5月 20日	无			
CN	104122198	A	2014年 10月 29日	无			
CN	103954553	A	2014年 7月 30日	CN	103954553	B	2015年 12月 16日
CN	1800823	A	2006年 7月 12日	CN	100501369	C	2009年 6月 17日
CN	1932472	A	2007年 3月 21日	CN	100483105	C	2009年 4月 29日
CN	203474150	U	2014年 3月 12日	无			
US	4936136	A	1990年 6月 26日	CA	1312391	C	1993年 1月 5日
				DE	3912575	C2	1991年 5月 16日
				AU	3306589	A	1989年 10月 19日
				FI	881811	A	1989年 10月 19日
				GB	2217285	B	1992年 1月 8日
				GB	2217285	A	1989年 10月 25日
				DE	3912575	A1	1989年 10月 26日
				AU	616955	B2	1991年 11月 14日
				FI	84050	C	1991年 10月 10日
				FI	84050	B	1991年 6月 28日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)