



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113376047 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 01

(21) 申请号 202110758942.6

(22) 申请日 2021.07.05

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113376047 A

(43) 申请公布日 2021.09.10

(73) 专利权人 西南交通大学  
地址 610031 四川省成都市二环路北一段

(72) 发明人 张晓宇 袁新璐 龙东旭 姜成  
杨毅荣 任平弟 杜润

(74) 专利代理机构 北京正华智诚专利代理事务  
所(普通合伙) 11870

专利代理师 何凡

(51) Int. Cl.

G01N 3/56 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 210665369 U, 2020.06.02

CN 207675574 U, 2018.07.31

CN 206756567 U, 2017.12.15

CN 103792187 A, 2014.05.14

CN 207557031 U, 2018.06.29

KR 102160898 B1, 2020.09.28

US 10429284 B1, 2019.10.01

吴海民 等. 土工合成材料双向拉伸多功能  
试验机的研制及初步应用.《岩土工程学报》  
.2014,第36卷(第1期),

Venema J 等. Friction and wear  
mechanisms during hot stamping of AlSi  
coated press hardening steel.《WEAR》.2017,  
第380卷

审查员 和玉鹏

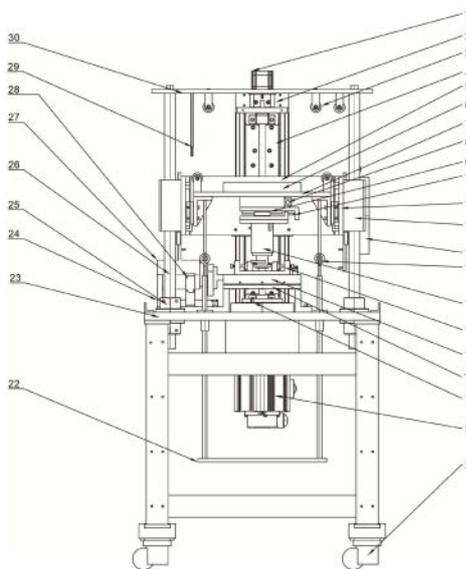
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种旋转往复摩擦试验机

(57) 摘要

本发明公开了一种旋转往复摩擦试验机,其包括基座,基座上设置有若干垂直导向杆、升降驱动机构、音圈电机和旋转机构,若干垂直导向杆上活动设置有升降机构,升降机构与升降驱动机构通过螺纹传动连接,升降机构上设置有磨副固定装置,旋转机构的上方间隙设置有往复试验台,且往复试验台可拆卸的设置在基座上,音圈电机与往复试验台传动连接。其中往复试验台可以快捷拆卸,使旋转往复摩擦试验机可以在旋转、往复摩擦两种试验之间便捷切换。



1. 一种旋转往复摩擦试验机,其特征在于,包括基座(23),所述基座(23)上设置有若干垂直导向杆(26)、升降驱动机构、音圈电机(27)和旋转机构,若干所述垂直导向杆(26)上活动设置有升降机构,所述升降机构与升降驱动机构通过螺纹传动连接,所述升降机构上设置有磨副固定装置(15),所述旋转机构的上方间隙设置有往复试验台,且所述往复试验台可拆卸的设置在基座(23)上,所述音圈电机(27)与往复试验台传动连接;

所述升降机构包括若干滚珠导轨装置(12),所述滚珠导轨装置(12)活动套设在垂直导向杆(26)上,若干所述滚珠导轨装置(12)与加载平台支持架(5)固定连接,所述加载平台支持架(5)上活动设置有若干垂直滑块导轨装置(11),若干所述垂直滑块导轨装置(11)与加载平台(7)固定连接,所述加载平台(7)的下端活动设置有第一水平滑块导轨装置(9),所述第一水平滑块导轨装置(9)的下端设置有用于固定磨副钢球的磨副固定装置(15);

所述加载平台支持架(5)的侧壁上活动设置有可放置侧向加载砝码(13)的放置机构,所述加载平台(7)的下端设置有若干加重载吊杆(14),若干所述加重载吊杆(14)贯穿基座(23),若干所述加重载吊杆(14)的下端水平吊设有加重载平台(22)。

2. 根据权利要求1所述的旋转往复摩擦试验机,其特征在于,所述升降驱动机构包括升降支架(4),所述升降支架(4)的上端设置有电机固定支架(2),所述垂直导向杆(26)的上端设置有固定盖板(30),所述电机固定支架(2)与固定盖板(30)固定连接,所述电机固定支架(2)上设置有步进电机(1),所述升降支架(4)上活动设置有丝杠(37),所述步进电机(1)与丝杠(37)传动连接,所述升降机构上设置有升降螺母(36),所述升降螺母(36)与丝杠(37)相齿合,所述步进电机(1)与上位机电连接。

3. 根据权利要求2所述的旋转往复摩擦试验机,其特征在于,所述升降支架(4)上设置有用于稳定升降支架(4)的第二支撑板(38),所述第二支撑板(38)与基座(23)固定连接。

4. 根据权利要求1所述的旋转往复摩擦试验机,其特征在于,所述第一水平滑块导轨装置(9)上设置有用于调节磨副固定装置(15)的水平位置的调节旋钮(8),所述磨副固定装置(15)内设置有压缩弹簧(31)、压力传感器(39)和磨副固定销(32),所述压力传感器(39)固定设置在压缩弹簧(31)的上端,所述磨副固定销(32)活动设置在压缩弹簧(31)的下端,所述磨副固定装置(15)的侧壁与第一水平滑块导轨装置(9)之间设置有摩擦力传感器(10),所述调节旋钮(8)、压力传感器(39)和摩擦力传感器(10)均与上位机电连接。

5. 根据权利要求1所述的旋转往复摩擦试验机,其特征在于,所述往复试验台包括第一支撑板(18),所述第一支撑板(18)可拆卸的设置在基座(23)上,所述第一支撑板(18)上活动设置有第二水平滑块导轨装置(17),所述第二水平滑块导轨装置(17)上设置有往复摩擦夹具(16),所述往复摩擦夹具(16)上设置有若干用于固定试样的螺纹孔,所述第二水平滑块导轨装置(17)与音圈电机(27)传动连接,所述音圈电机(27)通过固定架(24)安装在基座(23)上,所述固定架(24)上设置有激光位移传感器(28),所述音圈电机(27)和激光位移传感器(28)均与上位机电连接。

6. 根据权利要求1所述的旋转往复摩擦试验机,其特征在于,所述旋转机构包括旋转夹具固定盘(19),夹具固定盘(19)上设置有若干用于固定试样的螺纹孔,所述基座(23)上设置有通孔,所述旋转夹具固定盘(19)贯穿通孔,且所述夹具固定盘(19)通过轴承(33)安装在通孔上,所述夹具固定盘(19)的下端通过螺钉固定连接有联轴器(34),所述联轴器(34)与伺服电机(20)的转轴连接,所述伺服电机(20)设置在基座的下端,所述伺服电机(20)与

上位机电连接。

7. 根据权利要求1所述的旋转往复摩擦试验机,其特征在于,所述基座(23)上设置有方便位置调整的若干万向轮(21)。

## 一种旋转往复摩擦试验机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及摩擦实验领域,具体涉及一种旋转往复摩擦试验机。

### 背景技术

[0002] 在各种机械中,工件之间的相互运动不可避免的会导致摩擦磨损,进而导致设备的寿命降低甚至失效。对于摩擦磨损所造成的后果进行研究是越来越有必要的工作,在这个进程中,模拟实际工况条件的摩擦磨损试验机需要有更多的功能,才能使试验更加接近实际磨损行为。

[0003] 目前现有的摩擦磨损试验机功能和试验条件方面比较单一。

[0004] 一种销盘摩擦试验机(CN207379898U)在试验台的台面上设有用于进行摩擦试验的摩擦盘和摩擦销;所述摩擦盘通过设置在试验台内的驱动装置驱动旋转,所述摩擦销连接在一个固定于试验台上并用于调整摩擦销与摩擦盘之间的压力及位置的调整装置上。这种结构可以调节旋转摩擦的一些试验参数,但其仅是可以模拟旋转摩擦,并不能模拟往复型摩擦磨损行为或者重载摩擦磨损行为。

[0005] 一种往复式摩擦试验机(CN206891889U),包括机架,机架底部设有液压站,机架侧面通过信号线连接操纵台,机架上端固定连接试验台、液压缸和行程控制件,试验台上表面设有样件加压部件,液压缸活塞端设有拉压力传感器。这种结构可以调节往复摩擦的一些试验参数,但其同样也仅是可以模拟往复摩擦,并不能模拟旋转型摩擦磨损行为或者重载摩擦磨损行为。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的上述不足,本发明提供了一种多功能的旋转往复摩擦试验机。

[0007] 为达到上述发明目的,本发明所采用的技术方案为:

[0008] 提供一种旋转往复摩擦试验机,其包括基座,基座上设置有若干垂直导向杆、升降驱动机构、音圈电机和旋转机构,若干垂直导向杆上活动设置有升降机构,升降机构与升降驱动机构通过螺纹传动连接,升降机构上设置有磨副固定装置,旋转机构的上方间隙设置有往复试验台,且往复试验台可拆卸的设置在基座上,音圈电机与往复试验台传动连接。

[0009] 进一步地,升降驱动机构包括升降支架,升降支架的上端设置有电机固定支架,垂直导向杆的上端设置有固定盖板,电机固定支架与固定盖板固定连接,电机固定支架上设置有步进电机,升降支架上活动设置有丝杠,步进电机与丝杠传动连接,升降机构上设置有升降螺母,升降螺母与丝杠相啮合,步进电机与上位机电连接。

[0010] 进一步地,升降支架上设置有用于稳定升降支架的第二支撑板,第二支撑板与基座固定连接。

[0011] 进一步地,升降机构包括若干滚珠导轨装置,滚珠导轨装置活动套设在垂直导向杆上,若干滚珠导轨装置通过加载平台支持架固定连接,加载平台支持架上活动设置有若干垂直滑块导轨装置,若干垂直滑块导轨装置通过加载平台固定连接,加载平台的下端活

动设置有第一水平滑块导轨装置,第一水平滑块导轨装置的下端设置有用用于固定磨副钢球的磨副固定装置。

[0012] 进一步地,第一水平滑块导轨装置上设置有用用于调节磨副固定装置的水平位置的调节旋钮,磨副固定装置内设置有压缩弹簧、压力传感器和磨副固定销,压力传感器固定设置在压缩弹簧的上端,磨副固定销活动设置在压缩弹簧的下端,磨副固定装置的侧壁与第一水平滑块导轨装置之间设置有摩擦力传感器,调节旋钮、压力传感器和摩擦力传感器均与上位机电连接。

[0013] 进一步地,加载平台支持架的侧壁上设置有可放置侧向加载砝码的放置机构,加载平台的下端设置有若干加重载吊杆,若干加重载吊杆贯穿基座,若干加重载吊杆的下端水平吊设有加重载平台。

[0014] 进一步地,往复试验台包括第一支撑板,第一支撑板可拆卸的设置于基座上,第一支撑板上活动设置有第二水平滑块导轨装置,第二水平滑块导轨装置上设置有往复摩擦夹具,往复摩擦夹具上设置有若干用于固定试样的螺纹孔,第二水平滑块导轨装置与音圈电机传动连接,音圈电机通过固定架安装在基座上,固定架上设置有激光位移传感器,音圈电机和激光位移传感器均与上位机电连接。

[0015] 进一步地,旋转机构包括旋转夹具固定盘,夹具固定盘上设置有若干用于固定试样的螺纹孔,基座上设置有通孔,旋转夹具固定盘贯穿通孔,且夹具固定盘通过轴承安装在通孔上,夹具固定盘的下端通过螺钉固定连接有联轴器,联轴器与伺服电机的转轴连接,伺服电机设置在基座的下端,伺服电机与上位机电连接。

[0016] 进一步地,基座上设置有方便位置调整的若干万向轮。

[0017] 本发明的有益效果为:

[0018] 本方案的旋转往复摩擦试验机,其中往复试验台通过螺钉设置在基座上,使其可以快捷拆卸,以使旋转往复摩擦试验机可以在旋转、往复摩擦两种试验之间便捷切换;升降机构通过丝杠和升降螺母与升降驱动机构传动连接,其结构简单、精度高、可靠性强。

[0019] 往复摩擦夹具和夹具固定盘上均设置有多个规整排列的螺纹孔,往复摩擦夹具的螺纹孔用于固定各种不同结构的试样,夹具固定盘的螺纹孔用于固定旋转夹具,旋转夹具用于固定各种试样,使设备功能多样化。

[0020] 压力传感器可测得磨副钢球对试样施加的压力,摩擦力传感器可测得磨副钢球与试样之间的摩擦力,激光位移传感器可测得往复的位移量,且压力传感器和摩擦力传感器与实际摩擦表面之间有一定距离,且在传力过程中大部分对传感器有损伤影响的力被工件吸收掉,保证数据采集的稳定性;激光位移传感器具有直线度好、测量精度高的优良特性。

[0021] 通过更换加载砝码和侧向加载砝码的大小对加载平台进行加减载,若要加重则在加重载平台上加相应的砝码即可,操作便捷,且将加重载平台通过加重载吊杆安装在基座的最下端,使加重型砝码时更加便捷安全,提高了设备的适应性和安全性。

[0022] 步进电机具有精度高、启停和翻转的响应快、可靠性强的特点,使步进电机驱动的升降机构实现精度高和响应快的升降动作,使磨副钢球更加快捷的与样品表面接触,节省换样时间,提高设备工作效率;伺服电机的精度高、高低速运行平稳、噪音低、电机加减速的动态响应时间短,使伺服电机驱动的旋转机构具有运行平稳、响应快速、可靠性强的特点;音圈电机具有高精度和高频响的特点,使往复摩擦夹具可以精确方便的进行水平方向上的

移动和控制。

### 附图说明

[0023] 图1为旋转往复摩擦试验机的正视图。

[0024] 图2为旋转往复摩擦试验机的侧面剖视图。

[0025] 图3为旋转往复摩擦试验机的立体图。

[0026] 其中,1、步进电机,2、电机固定支架、3、滑轮,4、升降支架、5、加载平台支持架,6、加载砝码、7、加载平台,8、调节旋钮,9、第一水平滑块导轨装置,10、摩擦力传感器,11、垂直滑块导轨装置,12、滚珠导轨装置,13、侧向加载砝码,14、加重载吊杆,15、磨副固定装置,16、往复摩擦夹具,17、第二水平滑块导轨装置,18、第一支撑板,19、旋转夹具固定盘,20、伺服电机,21、万向轮,22、加重载平台,23、基座,24、固定架,25、固定法兰,26、垂直导向杆,27、音圈电机,28、激光位移传感器,29、滑轮吊绳固定杆,30、固定盖板,31、压缩弹簧,32、磨副固定销,33、轴承,34、联轴器,35、丝杠螺母机构,36、升降螺母,37、丝杠,38、第二支撑板,39、压力传感器。

### 具体实施方式

[0027] 下面对本发明的具体实施方式进行了描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

[0028] 如图1、图2和图3所示,本方案的旋转往复摩擦试验机,包括基座23,基座23上设置有四根垂直导向杆26、升降驱动机构、音圈电机27和旋转机构,四根垂直导向杆26通过固定法兰25与基座23固定连接,四根垂直导向杆26上活动设置有升降机构,升降机构与升降驱动机构通过螺纹传动连接,升降机构上设置有磨副固定装置15,旋转机构的上方间隙设置有往复试验台,且往复试验台可拆卸的设置于基座23上,音圈电机27与往复试验台传动连接。

[0029] 升降驱动机构包括升降支架4,升降支架4的上端设置有电机固定支架2,电机固定支架2呈U型槽结构,四根垂直导向杆26的上端水平设置有固定盖板30,固定盖板30与四根垂直导向杆26螺纹连接,电机固定支架2与固定盖板30螺纹连接,使升降支架4、电机固定支架2、固定盖板30和四根垂直导向杆26固定连接在一起,有利于增强垂直导向杆26上的升降机构与升降驱动机构配合运行时的稳定性。固定盖板30的下端设置有用于吊设升降机构的三个滑轮3和滑轮吊绳固定杆29。

[0030] 升降支架4的一侧设置有用于稳定升降支架4的第二支撑板38,第二支撑板38固定连接于基座23上,升降支架4的另一侧活动设置有丝杠37,丝杠37竖直放置且可自由旋转,电机固定支架2上设置有步进电机1,步进电机1的转轴与丝杠37传动连接,使步进电机1可以驱动丝杠37旋转,升降机构上设置有丝杠螺母机构35,丝杠螺母机构35上竖直的固定设置有升降螺母36,升降螺母36与丝杠37相啮合,当步进电机1驱动丝杠37旋转时,丝杠37可带动升降螺母36的升降,从而实现整个升降机构的上升和下降。步进电机1与上位机电连接,步进电机1具有精度高、启停和翻转的响应快、可靠性强的特点,使步进电机1驱动的升降机

构实现精度高和响应快的升降动作。

[0031] 升降机构包括四个滚珠导轨装置12,四个滚珠导轨装置12分别活动套设在四根垂直导向杆26上,四个滚珠导轨装置12通过加载平台支持架5固定连接在一起,加载平台支持架5可看做是呈U型的三块平板组成,其中两块结构相同的第一平板平行设置,两块第一平板的端部通过第二平板固定连接,且第二平板与第一平板垂直设置,两块第一平板的外侧壁上均固定连接有两个滚珠导轨装置12,丝杠螺母机构35固定设置在第二平板的外侧壁上,两块第一平板的内侧壁上均活动设置有两个垂直滑块导轨装置11,四个垂直滑块导轨装置11的滑块通过加载平台7固定连接。

[0032] 加载平台7上可放置加载砝码6,加载平台支持架5的两块第一平板的外侧壁上均活动设置有可放置侧向加载砝码13的放置机构,加载平台7的下端设置有四根加重载吊杆14,四根加重载吊杆14贯穿基座23,四根加重载吊杆14的下端水平吊设有加重载平台22,通过更换加载砝码6和侧向加载砝码13的大小进行加减载,如要加重则在加重载平台22上加相应的砝码即可。

[0033] 加载平台7的上端设置有两个滑轮3,两个滑轮3与固定盖板30上的三个滑轮3和滑轮吊绳固定杆29通过吊绳配合,最终连接至放置机构,以实现侧向加载砝码13对加载平台7的加减载。加载平台7的下端活动设置有第一水平滑块导轨装置9,第一水平滑块导轨装置9的滑块上设置有用以固定磨副钢球的磨副固定装置15,第一水平滑块导轨装置9上固定设置有用以调节磨副固定装置15的水平位置的调节旋钮8,磨副固定装置15内设置有压缩弹簧31、磨副固定销32和压力传感器39,压力传感器39固定设置在压缩弹簧31的上端,磨副固定销32固定设置有压缩弹簧31的下端,磨副固定销32用于固定磨副钢球,固定磨副钢球对磨副固定销32的压力可通过压缩弹簧31传导至压力传感器39,使压力传感器39可测得磨副钢球对试样施加的压力,磨副固定装置15的侧壁与第一水平滑块导轨装置9之间设置有摩擦力传感器10,摩擦力传感器10用于测量磨副钢球与试样之间的摩擦力,压力传感器39和摩擦力传感器10与实际摩擦表面之间有一定距离,且在传力过程中大部分对传感器有损伤影响的力被工件吸收掉,保证数据采集的稳定性。调节旋钮8、压力传感器39和摩擦力传感器10均与上位机电连接。

[0034] 往复试验台包括第一支撑板18,第一支撑板18与基座23通过螺钉连接,第一支撑板18间隙的设置于旋转机构的上方,第一支撑板18上活动设置有第二水平滑块导轨装置17,第二水平滑块导轨装置17的滑块上设置有往复摩擦夹具16,第二水平滑块导轨装置17的滑块与音圈电机27通过螺钉传动连接,使音圈电机27可带动第二水平滑块导轨装置17的滑块在水平方向上平稳滑动,音圈电机27通过固定架24安装在基座23上,固定架24上设置有激光位移传感器28,激光位移传感器28用于检测位移量,音圈电机27和激光位移传感器28均与上位机电连接。音圈电机27具有高精度和高频响的特点,可以精确方便的进行水平方向上的移动和控制,激光位移传感器28具有直线度好、测量精度高的优良特性。

[0035] 旋转机构包括旋转夹具固定盘19,基座23上设置有通孔,旋转夹具固定盘19贯穿通孔,且夹具固定盘19通过轴承33安装在通孔上,夹具固定盘19可自由旋转,夹具固定盘19的下端通过螺钉固定连接于联轴器34,联轴器34与伺服电机20的转轴连接,伺服电机20通过螺钉可拆卸的设置于基座的下端,伺服电机20与上位机电连接。伺服电机20的精度高、高低速运行平稳、噪音低、电机加减速的动态响应时间短。

[0036] 往复摩擦夹具16和夹具固定盘19上均设置有多个规整排列的螺纹孔,往复摩擦夹具16的螺纹孔用于固定各种不同结构的试样,夹具固定盘19的螺纹孔用于固定旋转夹具,旋转夹具用于固定各种试样。

[0037] 基座23的底部设置有方便位置调整的四个万向轮21。

[0038] 在试验中,压力传感器39可测得磨副钢球对试样施加的压力,摩擦力传感器10可测得磨副钢球与试样之间的摩擦力,激光位移传感器28可测得往复的位移量,压力传感器39、摩擦力传感器10、激光位移传感器28的信号通过变送器传输到采集卡,采集卡与上位机相连,根据采集结果可以在人机交互界面上显示压力、摩擦力与位移数据;步进电机1、伺服电机20、音圈电机27的驱动器都与plc连接,plc与采集卡连接,采集卡与上位机相连,从而通过上位机控制电机的运动。

[0039] 具体实施时,当需要往复摩擦试样时:

[0040] 步骤1:将抛光好的试样固定在往复摩擦夹具16上,将磨副钢球固定在磨副固定销32上;

[0041] 步骤2:通过上位机控制音圈电机27,使往复摩擦夹具16和水平滑块导轨装置17的位置固定;

[0042] 步骤3:操作调节旋钮8,使磨副钢球位置对准试样;

[0043] 步骤4:通过上位机控制步进电机1,使加载平台7移动,从而使磨副钢球和样品接触;

[0044] 步骤5:通过更换加载砝码6和侧向加载砝码13的大小进行加载,如要加重则在加重载平台22上加相应的砝码即可,压力传感器39通过磨副固定销32和压缩弹簧31对压力的传导,最终测得对试样施加的压力;

[0045] 步骤6:加载稳定后,通过上位机控制音圈电机27带动往复摩擦夹具16进行相应的往复运动,即可实现试样的往复摩擦实验。

[0046] 当需要旋转摩擦试样时:

[0047] 步骤1:,将第二水平滑块导轨装置17与音圈电机27之间用于固定的螺钉拆卸,将第一支撑板18与基座23之间的螺钉拆卸,取下整个往复试验台;

[0048] 步骤2:将抛光好的试样固定在旋转夹具上,旋转夹具固定在旋转夹具固定盘19上,将磨副钢球固定在磨副固定销32上;

[0049] 步骤3:通过上位机控制伺服电机20,使旋转夹具固定盘19的位置固定,防止其转动;

[0050] 步骤4:操作调节旋钮8使磨副钢球位置对准试样;

[0051] 步骤5:通过上位机控制步进电机1使加载平台7移动,从而使对磨副和样品接触;

[0052] 步骤6:通过更换加载砝码6和侧向加载砝码13的大小进行加载,如要加重则在重载加载平台22上加相应的砝码即可,压力传感器39通过磨副固定销32和压缩弹簧31对压力的传导,最终测得对试样施加的压力;

[0053] 步骤7:加载稳定后,通过上位机控制伺服电机20带动旋转夹具进行旋转运动,即可实现试样的旋转摩擦实验。

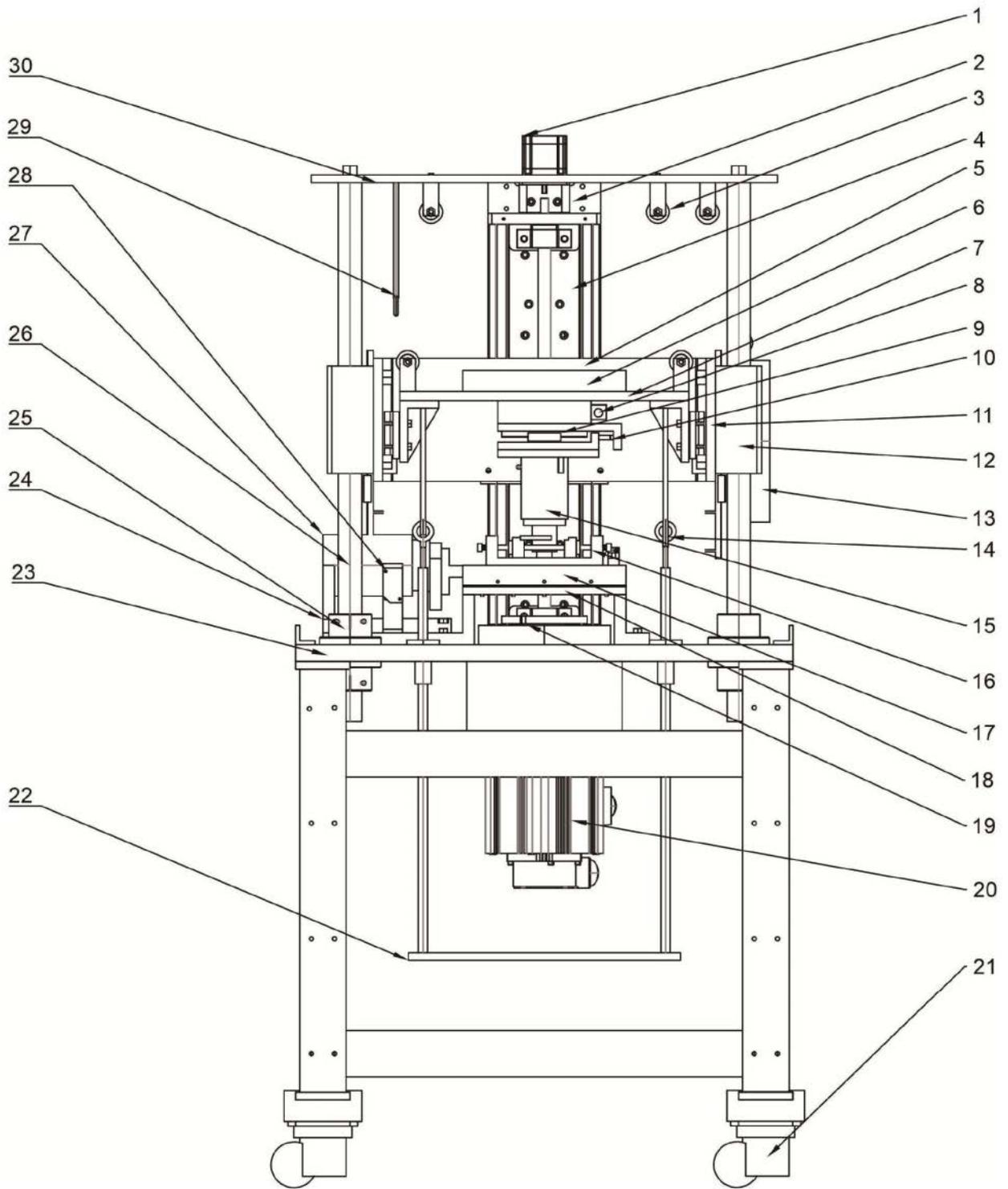


图1

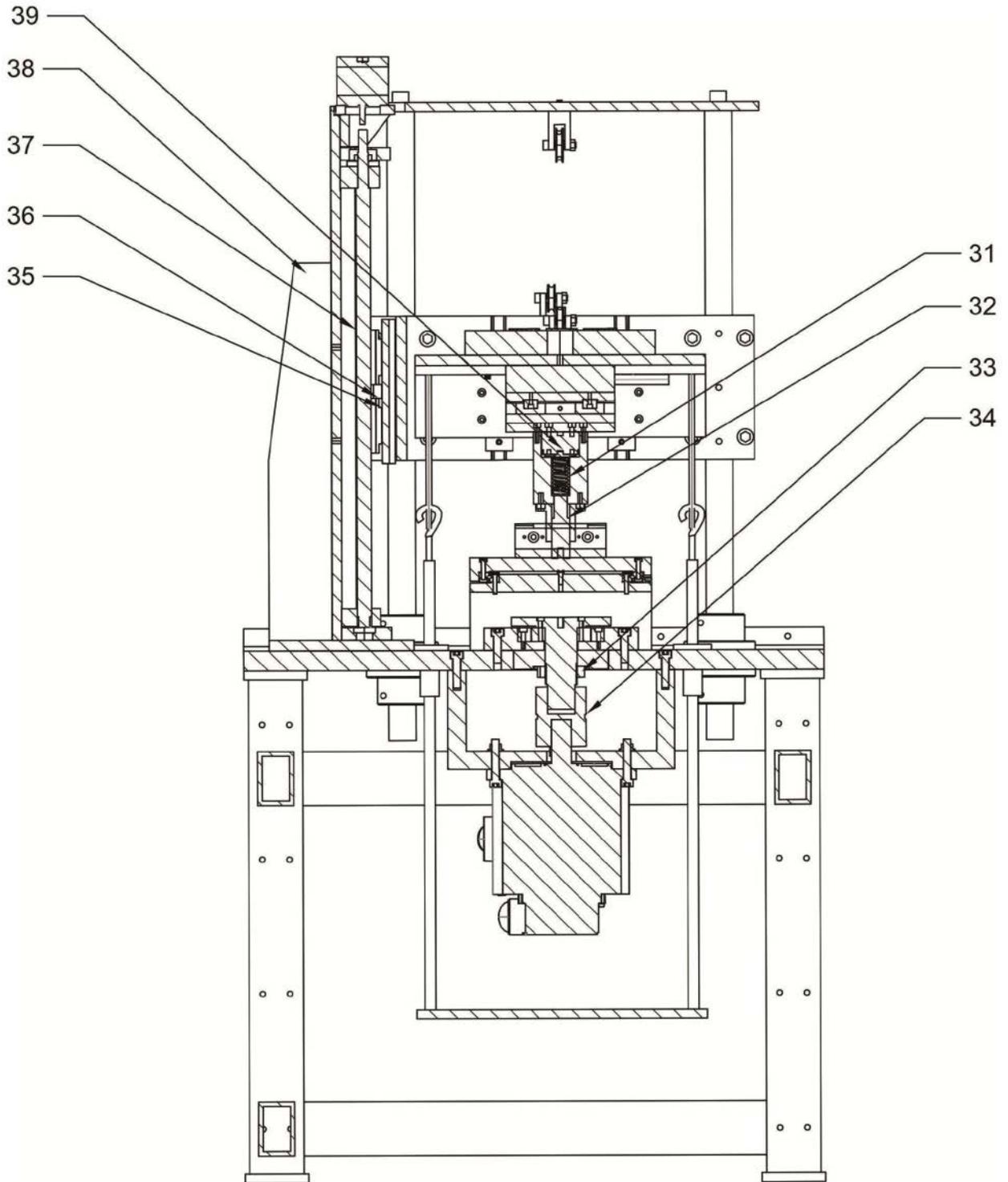


图2

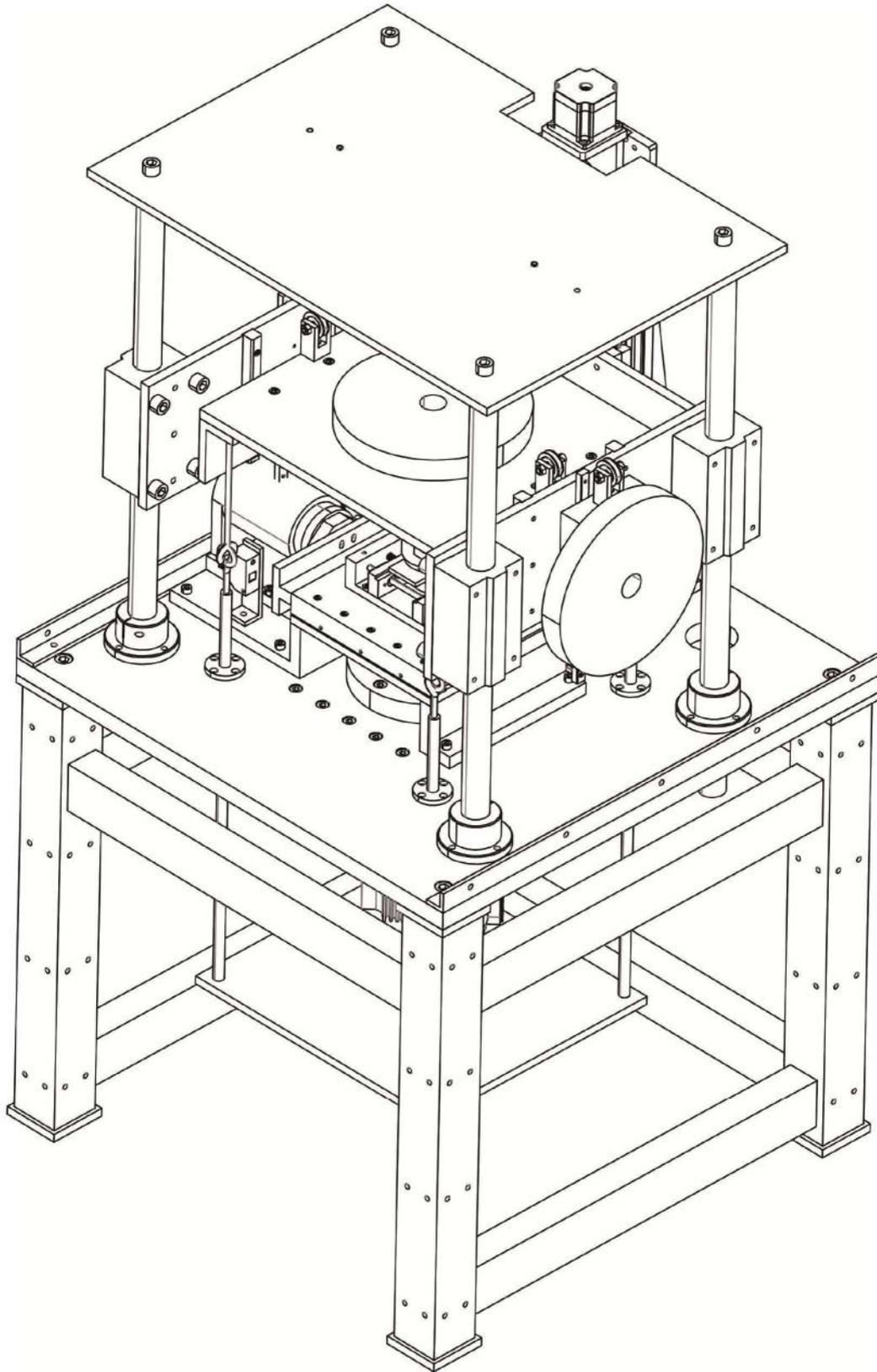


图3