



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104677763 B

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201510095539.4

审查员 钟爱芝

(22)申请日 2015.03.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104677763 A

(43)申请公布日 2015.06.03

(73)专利权人 沈阳工业大学

地址 110870 辽宁省沈阳市经济技术开发  
区沈辽西路111号

(72)发明人 吕晓仁 陈骥驰 王世杰

(74)专利代理机构 沈阳科威专利代理有限责任  
公司 21101

代理人 刁佩德

(51)Int.Cl.

G01N 3/56(2006.01)

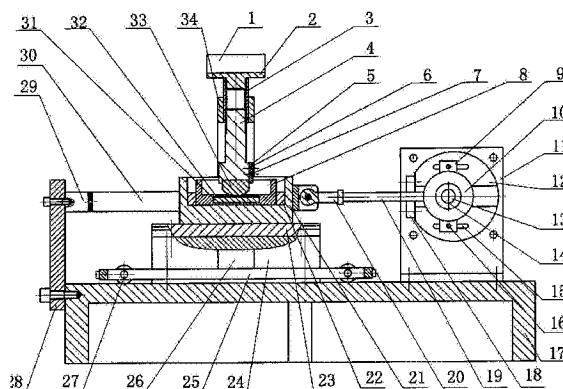
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

橡胶湿磨粒磨损试验机

(57)摘要

一种橡胶湿磨粒磨损试验机,解决了现有磨损试验机无法进行三体湿磨粒磨损研究等问题。包括机座,加载机构、试验机构、传动机构和测量控制回路,其技术要点是:试验机构采用由通过紧固螺钉与紧固压板组装在带有加载机构的夹具底部的圆柱面摩擦头与利用锁紧块固定在滑动座中的试验凹槽底部的橡胶试样构成的线接触摩擦副,橡胶试样的上方浸有含固体颗粒的液体介质,通过电机驱动转盘及调整滑块的同步旋转,推动曲柄盘带动连杆和铰接杆一起移动,实现滑动座往复运动。其结构设计合理,零部件调整容易,试验范围广,具有摩擦头和试样装卸更方便,不易损坏,液体介质中的固体颗粒分布均匀,加载平稳,受力均匀;实验数据测量准确等优点。



1. 橡胶湿磨粒磨损试验机,包括机座,组装在机座上的加载机构、试验机构、传动机构和测量控制回路,其特征是:所述试验机构的线接触摩擦副由圆柱面摩擦头与橡胶试样构成,圆柱面摩擦头通过紧固螺钉与紧固压板组装在夹具底部,夹具与加载机构的加载杆连接在一起,加载杆插接在加载机构保持架的加载横梁的导向滑道内,夹具随加载杆沿导向滑道的轴向移动带动夹具上的圆柱面摩擦头同步运动;橡胶试样固定在试验凹槽的底部,橡胶试样的上方浸有含固体颗粒的液体介质,试验凹槽利用锁紧块固定在传动机构的滑动座中,并通过电机驱动转盘及调整滑块的同步旋转,推动曲柄盘带动连杆和铰接杆一起移动,实现滑动座底部沿光滑导轨往复运动,光滑导轨固定在机座的导轨基座上;加载机构的保持架由加载横梁、立柱、隔离架和连接架相互连接构成一体式结构,保持架的连接架通过测量控制回路中的扭矩传感器与固定在机座上的支架相连接。

2. 根据权利要求1所述的橡胶湿磨粒磨损试验机,其特征是:所述加载机构包括保持架、加载杆和载有砝码的加载盘,插接在保持架的加载横梁导向滑道内的加载杆上端与加载盘底部连接,加载杆下端与夹具顶部连接。

3. 根据权利要求1所述的橡胶湿磨粒磨损试验机,其特征是:加载机构保持架的所述隔离架底部通过支撑轮与机座相接触。

4. 根据权利要求1所述的橡胶湿磨粒磨损试验机,其特征是:所述传动机构包括组装在机座上的电机、转盘、调整滑块、曲柄盘、连杆、铰接杆和滑动座;电机轴通过联轴器与转盘上的同一中心线上的转轴连接,调整滑块的一端通过压板、导向杆和插接在条形调整孔内的调节螺栓组装在转盘的滑道上,调整滑块的另一端利用紧定螺钉和轴承连接带有连杆的曲柄盘,固定在曲柄盘上的连杆与组装在滑动座上的铰接杆相互连接,通过电机驱动转盘及调整滑块的同步旋转,推动曲柄盘带动连杆和铰接杆一起移动,实现滑动座沿光滑导轨的往复运动;曲柄盘在调整滑块的带动下沿转盘的滑道方向移动,改变曲柄盘与转盘的相对位置,调节转盘的转轴中心与曲柄盘中心的间距,完成滑动座往复行程的调整。

5. 根据权利要求4所述的橡胶湿磨粒磨损试验机,其特征是:所述转盘上标注有沿条形调整孔长度方向的刻度,以显示调节螺栓在孔中的位置。

## 橡胶湿磨粒磨损试验机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种摩擦磨损试验机,特别是一种橡胶在含固体颗粒的液体介质中进行摩擦学性能研究的橡胶湿磨粒磨损试验机。它适用于橡胶材料在多种摩擦工况下的三体湿磨粒磨损测试,可用来评定橡胶材料的摩擦机理和橡胶材料的选择。

### 背景技术

[0002] 随着石油工业的发展,橡胶材料作为密封件在石油机械中的使用越来越多,例如螺杆泵中的定子、螺杆钻具中的定子、蜗轮钻具中的止推轴承等。这些橡胶摩擦元件在运行过程中,一方面受到液体介质(原油、泥浆等)的溶胀侵蚀老化,另一方面还受到金属摩擦副携带含固体颗粒的液体介质的磨损。橡胶在含固体颗粒的原油介质中的磨损有湿磨粒磨损、疲劳磨损和腐蚀磨损,其中湿磨粒磨损占主要部分。原油介质中的固体颗粒进入橡胶与金属摩擦副的接触界面,在法向载荷作用下,固体颗粒被嵌入橡胶表面,随着摩擦界面的相对滑动,嵌入橡胶表面的固体颗粒使橡胶沿滑动方向被拉长。根据橡胶磨粒侵蚀磨损这些表面特征,发现其磨粒侵蚀磨损的机理主要是:1)具有一定动能的固体颗粒冲击进入橡胶表面,对橡胶表层产生微切削作用而使其发生微观撕裂和变形;2)橡胶表面在固体颗粒的反复作用下,不仅会受到“切削”作用,还会由于其高滞后性的原因,形成大量的热积累,降解后在橡胶表面形成一层胶粘层;3)这层胶粘层在磨损过程中不断地形成和被磨损,当它变薄或被完全磨去时,橡胶表层继续受到固体颗粒的微切削作用。液体介质中的固体颗粒对橡胶摩擦元件的危害极大,磨损系统中的被磨损材料通常被称为第一体,与其配副的材料称为第二体,第三体是指存在于第一体和第二体之间的磨料(固体颗粒)。这种液体介质中的固体颗粒对橡胶摩擦元件的三体湿磨粒磨损的危害,要远远大于两体磨损,在溶胀老化和湿磨粒磨损的共同作用下橡胶摩擦元件成为石油机械中的易损件。为了提高橡胶摩擦元件的耐磨性能和石油机械的使用寿命,优选橡胶摩擦元件是石油机械设计中重中之重。因此,就要结合实际工况,选用合适的摩擦磨损试验机对橡胶材料进行三体湿磨粒磨损试验。这是优选橡胶摩擦元件必不可少的环节,迄今为止还未见理想的三体湿磨粒磨损试验机的报导。

[0003] 据相关文献报导,常规的摩擦磨损试验机大部分都是针对金属材料摩擦元件设计和制造的,具有粘弹性的橡胶摩擦元件无法在这些摩擦磨损试验机上实现摩擦磨损测试,因此必须重新设计与制造磨损试验机。如专利公开号为CN103267699A的“一种往复式摩擦磨损试验机及其方式”,记载的技术方案可以进行常规的光滑与非光滑表面试件的摩擦学性能的研究,其包括曲柄盘、推拉杆、滑块、磨头、侧板、导轨、连杆等结构,具有方向性可控、可连续往复运动的优点。但由于磨头置于T形板的方孔内,磨头不可拆,当磨头磨损后更换困难。试件安装在移动平台上,移动平台无凹槽,无法对橡胶材料进行三体湿磨粒磨损试验,在往复运动的过程中只能进行两体磨损试验。另外,电机经由曲柄盘转动带动连杆移动,往复行程不可调整,试验范围具有局限性,又由于移动平台通过滑块在底座的导轨上滑动,底座的摩擦阻力大,在加载的过程中容易造成较大的试验误差。

[0004] 本申请人曾在液体介质下进行摩擦环与块状试样的摩擦磨损试验,设计出专利公开号为CN103245582A的“一种速度智能调控的环块摩擦磨损试验机”,其结构特点为:摩擦环安装在主轴上,随着电机轴的旋转从而带动摩擦环旋转,形成环-块摩擦副,具有扭矩传感器、顶杆、样品台、加热装置、料筒、主轴箱、主轴、联轴器、传动轴、电机轴等结构。并且主轴、传动轴、电机轴的轴线保持在同一中心线上,具有延长联轴器和设备的寿命以及使设备的运行具有平稳的运行情况等优点,扭矩传感器可监测摩擦力大小,其主要是解决现有技术中存在的在试验过程中速度无法智能调控的问题。该机虽然可以在液体介质下利用摩擦环与块状试样进行两体摩擦磨损试验,但仍无法用于对橡胶材料进行三体湿磨粒磨损试验。因受结构限制,在加入第三体后,采用摩擦环旋转,块状试样固定不动,旋转的摩擦环容易使第三体脱离待测块状橡胶试样表面,故只能进行两体磨损试验,无法进行三体湿磨粒磨损试验研究。专利公开号为CN102770748 B的“橡胶磨损试验方法、使用了该方法的轮胎的橡胶指数计算方法和装置”,公开了具有圆盘状的研磨轮和圆盘状的样品以及样品按压单元等结构。通过一边使圆盘状的样品和圆盘状的研磨轮分别独立地以决定的转速进行旋转一边将上述样品按压到上述研磨轮的外周面来进行试验,使用与轮胎胎面相同的橡胶试验片来预测轮胎的耐磨性,能够通过样品来高精度地再现轮胎所产生的磨损现象。上述结构的试验机采用的对磨摩擦副,也无法进行橡胶的三体湿磨粒磨损试验研究。

[0005] 综上所述,利用传统的往复试验机进行橡胶的湿磨粒磨损试验研究,结果表明橡胶并没有磨损,反而是嵌入砂粒的橡胶去磨损金属,与试验目的正好相反,无法研究橡胶的三体湿磨料磨损的特性。因此,有必要提供一种针对橡胶在含固体颗粒的液体介质中进行的三体湿磨粒磨损试验机。

## 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种橡胶湿磨粒磨损试验机,解决了现有磨损试验机无法进行三体湿磨粒磨损研究等问题,其结构设计合理,零部件调整容易,试验范围广,具有圆柱面摩擦头和试样装卸更换方便,不易损坏,液体介质中的固体颗粒分布均匀,加载平稳,受力均匀;实验数据测量准确等优点。

[0007] 本发明所采用的技术方案是:该橡胶湿磨粒磨损试验机包括机座,组装在机座上的加载机构、试验机构、传动机构和测量控制回路,其技术要点是:所述试验机构的线接触摩擦副由圆柱面摩擦头与橡胶试样构成,圆柱面摩擦头通过紧固螺钉与紧固压板组装在夹具底部,夹具与加载机构的加载杆连接在一起,加载杆插接在加载机构保持架的加载横梁的导向滑道内,夹具随加载杆沿导向滑道的轴向移动带动夹具上的圆柱面摩擦头同步运动;橡胶试样固定在试验凹槽的底部,橡胶试样的上方浸有含固体颗粒液体介质,试验凹槽利用锁紧块固定在传动机构的滑动座中,并通过电机驱动转盘及调整滑块的同步旋转,推动曲柄盘带动连杆和铰接杆一起移动,实现滑动座底部沿光滑导轨往复运动,光滑导轨固定在机座的导轨基座上;加载机构的保持架由加载横梁、立柱、隔离架和连接架相互连接构成一体式结构,保持架的连接架通过测量控制回路中的扭矩传感器与固定在机座上的支架相连接。

[0008] 所述加载机构包括保持架、加载杆和载有砝码的加载盘,插接在保持架的加载横梁导向滑道内的加载杆上端与加载盘底部连接,加载杆下端与夹具顶部连接。

[0009] 加载机构保持架的所述隔离架底部通过支撑轮与机座相接触。

[0010] 所述传动机构包括组装在机座上的电机、转盘、调整滑块、曲柄盘、连杆、铰接杆和滑动座；电机轴通过联轴器与转盘上的同一中心线上的转轴连接，调整滑块的一端通过压板、导向杆和插接在条形调整孔内的调节螺栓组装在转盘的滑道上，调整滑块的另一端利用紧定螺钉和轴承连接带有连杆的曲柄盘，固定在曲柄盘上的连杆与组装在滑动座上的铰接杆相互连接，通过电机驱动转盘及调整滑块的同步旋转，推动曲柄盘带动连杆和铰接杆一起移动，实现滑动座沿光滑导轨的往复运动；曲柄盘在调整滑块的带动下沿转盘的滑道方向移动，改变曲柄盘与转盘的相对位置，调节转盘的转轴中心与曲柄盘中心的间距，完成滑动座往复行程的调整。

[0011] 转盘上标注有沿条形调整孔长度方向的刻度，以显示调节螺栓在孔中的位置。

[0012] 本发明具有的优点及积极效果是：由于本发明采用了由圆柱面摩擦头与橡胶试样构成的线接触摩擦副，通过紧固螺钉与紧固压板组装在夹具底部的圆柱面摩擦头，及利用锁紧块固定在传动机构的滑动座中的上方浸有含固体颗粒液体介质的橡胶试样，可使固体颗粒(砂粒)能够比较均匀地分布在液体介质中，所以其结构设计合理，零部件调整容易，试验范围广，具有摩擦头和试样装卸更换方便，不易损坏的优点。另外，夹具与加载机构的加载杆连接在一起，加载杆插接在加载机构保持架的加载横梁的导向滑道内，因加载机构的保持架由加载横梁、立柱、隔离架和连接架相互连接构成一体式结构，夹具随加载杆沿导向滑道的轴向移动带动夹具上的圆柱面摩擦头同步运动，砝码加载在加载盘上，保证了加载平稳，受力均匀。保持架的连接架通过测量控制回路中的扭矩传感器与固定在机座上的支座相连接，通过扭矩传感器测量到摩擦力和摩擦系数，通过常用的测控系统计算机可以根据实际需要，更换加载砝码实现载荷的改变，随时调整试验凹槽的往复频率，以实现频率的连续可调。与此同时，通过电机驱动转盘及调整滑块的同步旋转，推动曲柄盘带动连杆和铰接杆一起移动，实现滑动座底部沿光滑导轨往复运动，可以通过改变调整滑块在转盘上与曲柄盘的相对位置，调节转盘的转轴中心与曲柄盘中心的间距，实现滑动座往复行程的调整。

[0013] 综上所述，本发明解决了现有磨损试验机中第三体(固体颗粒)被推离第一体(试验橡胶)与第二体(金属摩擦副)之间，无法进行三体湿磨粒磨损研究，以及嵌入第三体(固体颗粒)的第一体(试验橡胶)去磨损第二体(金属摩擦副)等问题，因此，它适用于橡胶材料在多种摩擦工况下的三体湿磨粒磨损测试，可用来评定橡胶材料的摩擦机理和橡胶材料的选择。

[0014] 如果保持架的隔离架底部通过支撑轮与机座相接触，那么就能进一步减小隔离架的外部干扰影响，可使加载更加平稳，受力更加均匀。

[0015] 经检测，该橡胶湿磨粒磨损试验机的主要技术指标如下：

[0016] (1)往复频率：0.5~15Hz.

[0017] (2)加载范围：0~300N.

[0018] (3)往复行程：0~50mm.

[0019] (4)信号采集：在用户界面上实时显示摩擦力和摩擦系数。

## 附图说明

- [0020] 下面结合附图对本发明做进一步描述。
- [0021] 图1是本发明的一种结构示意图；
- [0022] 图2是图1的俯视图；
- [0023] 图3是图1的左视图；
- [0024] 图4是图1中的转盘、调整滑块及曲柄盘的一种结构示意图；
- [0025] 图5是图4沿A—A线的剖视图；
- [0026] 图6是图4沿B—B线的剖视图；
- [0027] 图7是本发明的工作原理框图；
- [0028] 图8是本发明的测量控制回路示意图。
- [0029] 图中序号说明：1砝码、2加载盘、3加载杆、4夹具、5紧固压板、6保持架、7紧固螺钉、8试验凹槽、9调整滑块、10曲柄盘、11电机底座、12转盘、13紧定螺钉、14轴承、15条形调整孔、16调节螺栓、17机座、18压板、19连杆、20铰接杆、21滑动座、22锁紧块、23光滑导轨、24导轨基座、25隔离架、26立柱、27支撑轮、28支架、29扭矩传感器、30连接架、31橡胶试样、32含固体颗粒液体介质、33圆柱面摩擦头、34加载横梁、35转轴、36电机、37电机轴、38联轴器、39导向杆、40滑道。

### 具体实施方式

[0030] 根据图1~8详细说明本发明的具体结构。该橡胶湿磨粒磨损试验机包括机座17，组装在机座17上的加载机构、试验机构、传动机构和测量控制回路等部件。其中试验机构的线接触摩擦副由圆柱面摩擦头33与橡胶试样31构成。圆柱面摩擦头33通过紧固螺钉7与紧固压板5组装在夹具4的底部，实现圆柱面摩擦头33在夹具4中的固定与定位。同时，对圆柱面摩擦头33的装卸更换方便，不易损坏。夹具4与加载机构的加载杆3连接在一起，加载杆3插接在加载机构保持架的加载横梁34的导向滑道内，夹具4随加载杆3沿导向滑道的轴向移动带动夹具4上的圆柱面摩擦头33同步运动。橡胶试样31固定在试验凹槽8的底部，橡胶试样31的上方浸有含固体颗粒液体介质32。试验凹槽8利用锁紧块22固定在传动机构的滑动座21中，固定在试验凹槽8底部的橡胶试样31装卸更换方便，不易损坏。因试验凹槽8要用于嵌入橡胶试样31，故橡胶试样31的厚度应小于试验凹槽8的深度，试验凹槽8铣出的台阶面能够保证夹具4在往复滑动过程中不与试验凹槽8发生碰撞。由于橡胶试样31完全嵌入试验凹槽8中，使得固体颗粒能够比较均匀地分布在液体介质中，所以在往复滑动的过程中始终是三体接触。因此，圆柱面摩擦头33与嵌入试验凹槽8中的橡胶试样31实现线接触磨损，从而避免了金属对摩擦副的磨损。

[0031] 加载机构包括保持架6、加载杆3和载有砝码1的加载盘2。加载机构的保持架6由加载横梁34、立柱26、隔离架25和连接架30相互连接构成一体式结构。加载杆3插接在保持架6的加载横梁34导向滑道内，加载杆3上端与加载盘2底部螺纹连接，加载杆3下端与夹具4顶部连接。砝码1加载在加载盘2上，保证加载平稳，受力均匀。

[0032] 为了使加载更加平稳，受力更加均匀，可以将保持架6的隔离架25底部通过支撑轮27与机座17相接触，以减少外部干扰对试验的影响。

[0033] 传动机构包括组装在机座17上的电机36、电机轴37、联轴器38、转轴35、调整滑块9、曲柄盘10、转盘12、光滑导轨23、滑动座21、连杆19和铰接杆20等件。电机36为传动机构提

供动力。电机轴37通过联轴器38与转盘12上的同一中心线上的转轴35连接在一起。调整滑块9的一端通过压板18、导向杆39和插接在条形调整孔15内的调节螺栓16组装在转盘12的滑道40上。调整滑块9的另一端利用紧定螺钉13和轴承14连接带有连杆19的曲柄盘10。曲柄盘10在调整滑块9的带动下沿转盘12的滑道40方向移动,通过调节螺栓16改变调整滑块9在转盘12铣出的滑道40中的位置,来改变曲柄盘10与转盘12的相对位置,使得调节转盘12的转轴35中心与曲柄盘10中心的间距产生变化,完成实现滑动座21往复行程的调整。固定在曲柄盘10上的连杆19与组装在滑动座21上的铰接杆20相互连接,光滑导轨23固定在机座17的导轨基座24上。试验凹槽8通过电机36驱动转盘12及调整滑块9的同步旋转,推动曲柄盘10带动连杆19和铰接杆20一起移动,实现滑动座21沿光滑导轨23的往复运动。在转盘12上标注有沿条形调整孔15长度方向的刻度,以显示调节螺栓16在条形调整孔15中的位置,能够方便动座21沿光滑导轨23的往复行程的调整。

[0034] 测量控制回路主要包括常用的测控系统计算机和扭矩传感器29。保持架的连接架30通过测量控制回路中的扭矩传感器29与固定在机座17上的支架28相连接。因此,通过扭矩传感器29可以实时监测出摩擦力和摩擦系数。另外,也可以通过测控系统计算机调整滑动座21的往复频率,实现频率的连续可调。还能通过测控系统计算机控制电机36的转速,实现试验凹槽8往复频率的任意调节。

[0035] 试验机工作过程为:通过电机36驱动转盘12及调整滑块9的同步旋转,推动曲柄盘10带动连杆19和铰接杆20一起移动,实现滑动座21沿光滑导轨23的往复运动。试验凹槽8由锁紧块22定位于滑动座21中,橡胶试样31嵌入于试验凹槽8中,实现橡胶试样31的往复运动,橡胶试样31上方置有含固体颗粒液体介质32,圆柱面摩擦头33与橡胶试样31二者之间构成三体湿磨粒磨损。通过砝码1作用于加载盘2,实现对橡胶试样31的加载。

[0036] 根据实际工况,预先设定出一组载荷、行程、频率、液体介质和固体颗粒等的试验参数,进行三体湿磨粒磨损试验。在磨损试验过程中通过扭矩传感器29实时测量与采集试验数据,并储存试验数据;实验结束后取出橡胶试样31测量材料的磨损。本组试验结束后更换加载砝码1实现载荷的改变,由测控系统计算机实现往复频率的改变,通过调整滑块9在转盘12铣出的滑道40中的位置,实现往复行程的改变。然后,更换新的液体介质和固体颗粒进行下一组试验。

[0037] 试验机采用常用电子元件组成的的测量控制回路,其数据采集和处理过程如下:

[0038] 首先,由上位机程序(Delphi编写)上传封包至ARM主控(Cortex M3 处理芯片);然后,将扭矩传感器29采样信号,先经过放大器放大后再经过A/D转化,转换成数字信号,并保存到Delphi上位机程序所上传的封包内;最后由Delphi上位机程序将封包下载到程序中,并进行处理后得到稳定的采集信号数据,即可在计算机上实时显示摩擦力和摩擦系数。

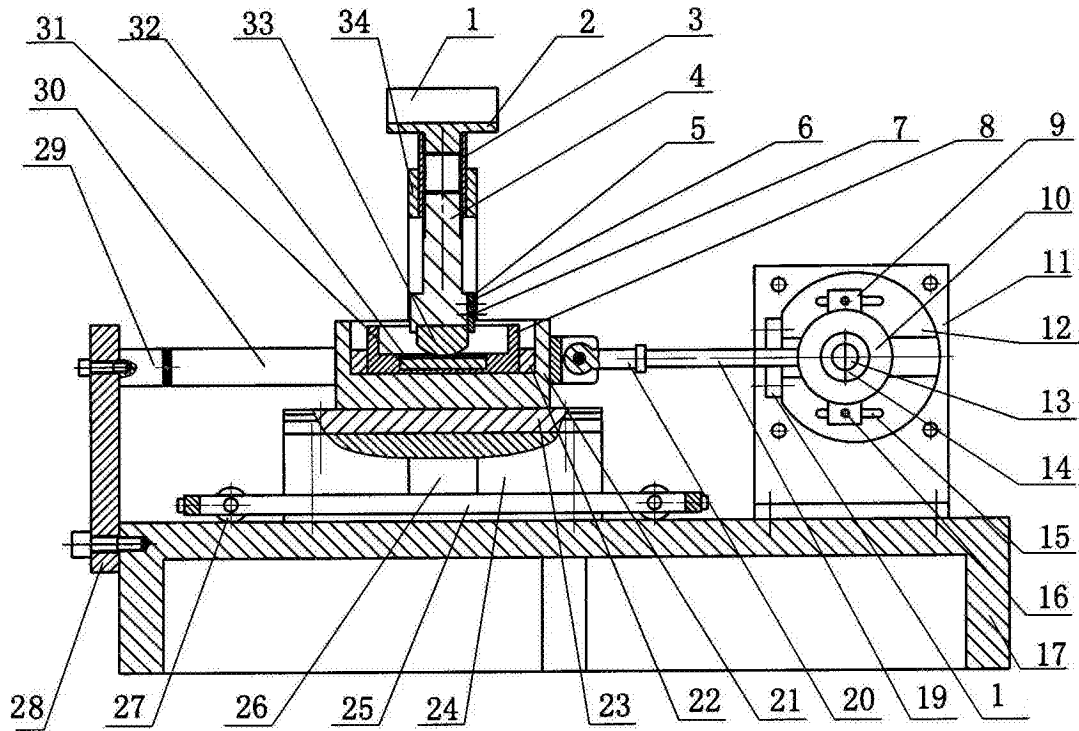


图1

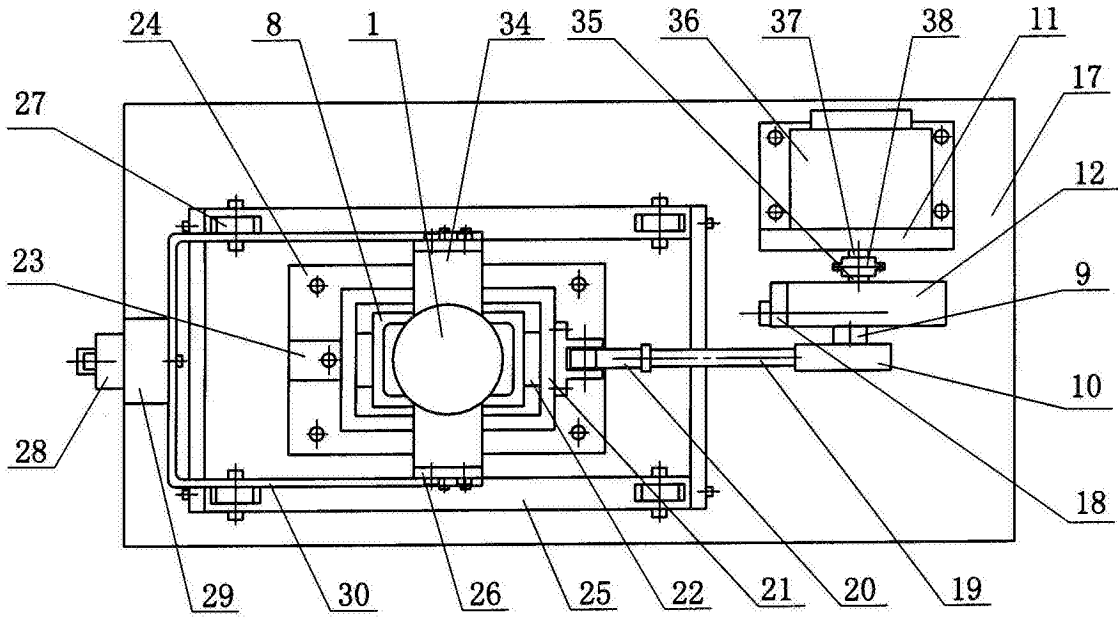


图2

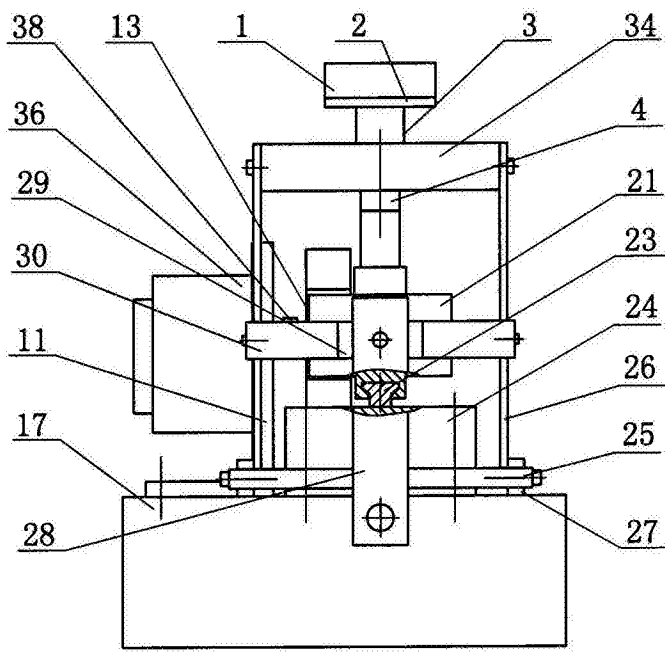


图3

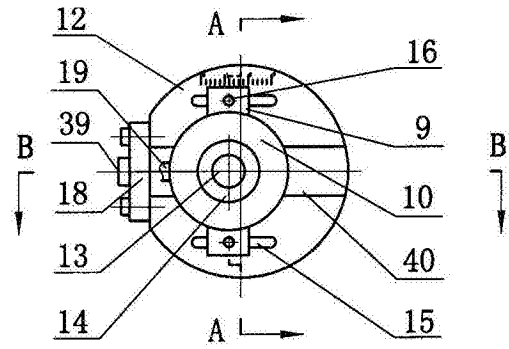


图4

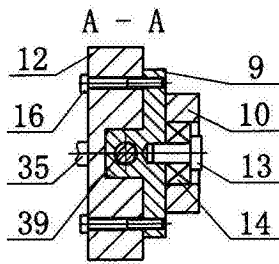


图5

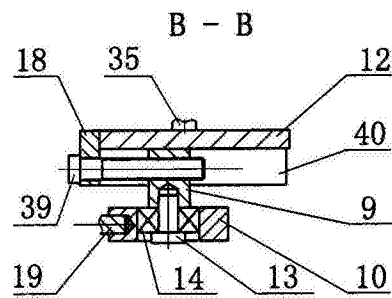


图6

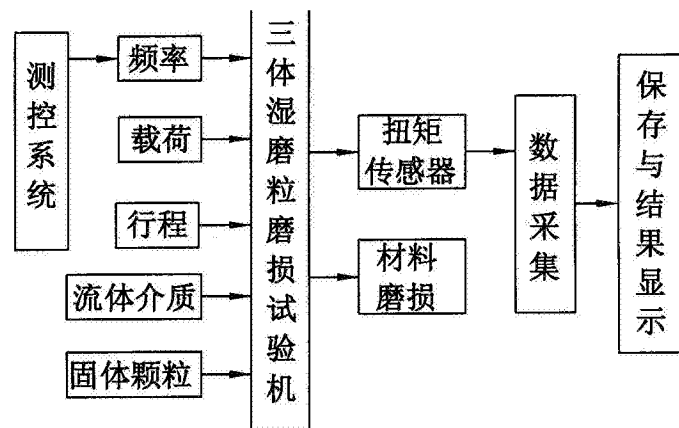


图7

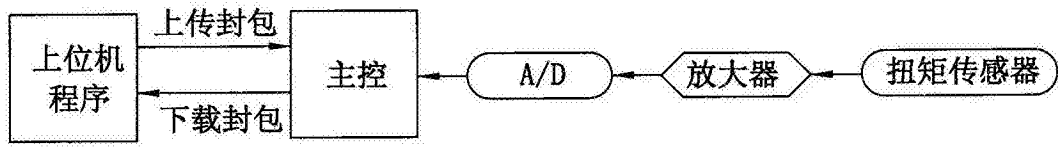


图8