



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101701868 A

(43) 申请公布日 2010. 05. 05

(21) 申请号 200910191495. X

(22) 申请日 2009. 11. 17

(71) 申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号

(72) 发明人 陈小安 康辉民 合焯 毕江涛

周明红 陈文曲

(74) 专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有

限公司 11275

代理人 谢殿武

(51) Int. Cl.

G01M 13/02(2006. 01)

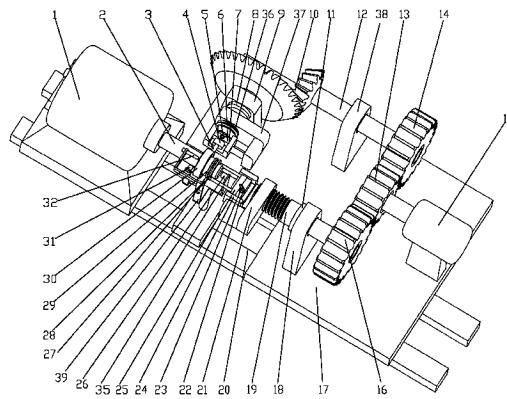
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

高速电主轴动态刚度测试装置

(57) 摘要

本发明公开了一种高速电主轴动态刚度测试装置,包括基座、加载系统和自动控制单元;加载系统包括轴向加载系统、径向加载系统和固定设置于高速电主轴上的测试棒;测试棒的外圆设置径向滚动轴承,测试棒加载端部设置平面滚动轴承;径向加载系统和轴向加载系统分别通过径向滚动轴承和平面滚动轴承对测试棒加载;本发明采用滚动轴承结构将主轴的高速转动与静态加载相结合,通过压力传感器和位移传感器采集加载数值和变形数值,控制单元根据加载数值和变形数值的变化控制加载压力,避免了高速电主轴在高速运转状态下直接加载时因机械接触所产生的摩擦生热与机械磨损对测试精度的影响,实现高速电主轴连续、稳定动态加载和实时测量,测量精度高。



1. 一种高速电主轴动态刚度测试装置,其特征在于:包括基座、加载系统和自动控制单元;

所述加载系统包括轴向加载系统、径向加载系统和固定设置于高速电主轴上的测试棒;

所述测试棒的外圆设置径向滚动轴承,测试棒加载端部设置平面滚动轴承;

所述轴向加载系统包括轴向加载棒和轴向加载驱动系统,轴向加载驱动系统包括轴向加载伺服电机、轴向加载驱动螺杆和轴向加载驱动螺母,所述轴向驱动加载螺杆与轴向加载驱动伺服电机的动力输出轴传动配合,所述轴向加载驱动螺母螺纹配合旋在轴向加载驱动螺杆上,轴向加载棒一端与平面滚动轴承沿轴向相对,另一端通过压力传感器 I 顶在轴向加载驱动螺母上;

所述径向加载系统包括径向加载棒和径向加载驱动系统,径向加载驱动系统包括径向加载伺服电机、径向加载驱动螺杆和径向加载驱动螺母,所述径向驱动加载螺杆与径向加载驱动伺服电机的动力输出轴传动配合,所述径向加载驱动螺母螺纹配合旋在径向加载驱动螺杆上,径向加载棒一端与径向滚动轴承外圈沿径向相对,另一端通过压力传感器 II 顶在径向加载驱动螺母上;

与测试棒外圆相对设置位移传感器 I,与测试棒加载端部相对设置位移传感器 II,所述压力传感器 I、压力传感器 II、位移传感器 I 和位移传感器 II 采集的信号传输至自动控制单元,所述自动控制单元的命令输出至轴向加载伺服电机和径向加载伺服电机。

2. 根据权利要求 1 所述的高速电主轴动态刚度测试装置,其特征在于:所述轴向加载伺服电机和径向加载伺服电机为同一伺服电机,所述伺服电机主轴在圆周方向固定配合设置主动齿轮,与主动齿轮啮合设置有轴向加载从动齿轮和径向加载从动齿轮;所述轴向加载从动齿轮和轴向加载驱动螺杆在圆周方向固定配合,所述径向加载驱动螺杆通过锥齿轮啮合副与径向加载从动齿轮传动配合;

所述基座上固定设置轴向加载支架和径向加载支架,所述轴向加载驱动螺杆滑动配合穿过轴向加载支架,轴向加载驱动螺杆外圆位于轴向加载支架内侧设置轴向承载轴肩;径向加载驱动螺杆滑动配合穿过径向加载支架,径向加载驱动螺杆外圆位于径向加载支架内侧设置径向承载轴肩;

所述轴向加载驱动螺母上固定设置轴向滑槽,轴向滑槽内可沿轴向滑动配合设置轴向滑块,所述轴向滑块通过轴向锁紧螺钉锁紧在轴向滑槽内,所述轴向加载棒通过压力传感器 I 顶在轴向滑块上;所述径向加载驱动螺母上固定设置径向滑槽,径向滑槽内可沿径向滑动配合设置径向滑块,所述径向滑块通过径向锁紧螺钉锁紧在径向滑槽内,所述径向加载棒通过压力传感器 II 顶在径向滑块上。

3. 根据权利要求 2 所述的高速电主轴动态刚度测试装置,其特征在于:还包括润滑系统,润滑系统包括润滑系统支架和油气发生器,所述润滑系统支架上设置与径向滚动轴承滚动体相对的油气喷嘴 I 和与平面滚动轴承滚动体相对的油气喷嘴 II,所述油气喷嘴 I 和油气喷嘴 II 分别连通于油气发生器的油气出口,所述自动控制单元的命令输出至油气发生器。

4. 根据权利要求 3 所述的高速电主轴动态刚度测试装置,其特征在于:所述位移传感器 I 和位移传感器 II 均设置在润滑系统支架上,所述润滑系统支架上沿轴向设置标尺。

5. 根据权利要求 4 所述的高速电主轴动态刚度测试装置,其特征在于:所述基座滑动配合设置在固定导轨上,所述固定导轨上沿轴向设置刻度值;所述基座与固定导轨之间设置锁紧机构。

6. 根据权利要求 5 所述的高速电主轴动态刚度测试装置,其特征在于:所述测试棒端部设置轴肩,所述平面滚动轴承沿轴向设置中心孔并通过中心孔套在测试棒紧靠轴肩;所述轴向加载棒为两根,沿平面滚动轴承径向对称分布顶在平面滚动轴承上。

7. 根据权利要求 6 所述的高速电主轴动态刚度测试装置,其特征在于:所述径向滚动轴承和平面滚动轴承均为陶瓷球轴承。

高速电主轴动态刚度测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测机构,特别涉及一种高速电主轴动态刚度测试装置。

背景技术

[0002] 高速电主轴是当代高速加工技术及理论飞速发展的产物,在满足高速加工的同时又促进了高速加工技术理论的进一步发展,是一门新兴的科学技术。在结构上,它将驱动电机内置,作为主轴旋转质量的一部分,省去了诸如皮带、齿轮等功率传动装置,从而有效减少了主轴的振动、噪声等不利影响,使主轴的转速与驱动电机的额定转速同步,其控制亦变得精确和容易。但在主轴获得极高的旋转速度的同时,也使系统内部产生了复杂的机、电、磁、热耦合关系,使主轴在旋转过程中的静、动态性能变得难以预测,而作为一个新兴的领域,高速电主轴在应用中所急需解决的许多问题,如动平衡、主轴温升、转矩输出能力、静态刚度、动态刚度、热变形与主轴的跳动量等。若利用传统的机械加载装置检测电主轴的动态性能,虽装置简单,成本低,但是控制与测试难度大,而且主轴高速运转产生的大量摩擦热和机械磨损,无法做到无损加载,加载无法实现恒定,从而使得测试精度降低,控制难度加大。随着科学技术的日益发展,主轴的旋转速度越来越高,使得许多传统的主轴性能测试技术不能适应高速电主轴的性能检测要求。

[0003] 因此,急需发明一种新型的高速电主轴动态加载测试装置,能够将高速电主轴的转动通过静态加载进行检测,避免机械摩擦对加载的影响,并在恒载的情况下对高速电主轴进行检测,以满足高速电主轴动态性能检测的要求,控制难度低,保证了测试精度。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种高速电主轴动态刚度测试装置,能够将高速电主轴的转动通过静态加载进行检测,避免机械摩擦对加载的影响,并在恒载的情况下对高速电主轴进行检测,以满足高速电主轴动态性能检测的要求,控制难度低,保证测试精度。

[0005] 本发明的高速电主轴动态刚度测试装置,包括基座、加载系统和自动控制单元;

[0006] 所述加载系统包括轴向加载系统、径向加载系统和固定设置于高速电主轴上的测试棒;

[0007] 所述测试棒的外圆设置径向滚动轴承,测试棒加载端部设置平面滚动轴承;

[0008] 所述轴向加载系统包括轴向加载棒和轴向加载驱动系统,轴向加载驱动系统包括轴向加载伺服电机、轴向加载驱动螺杆和轴向加载驱动螺母,所述轴向驱动加载螺杆与轴向加载驱动伺服电机的动力输出轴传动配合,所述轴向加载驱动螺母螺纹配合旋在轴向加载驱动螺杆上,轴向加载棒一端与平面滚动轴承沿轴向相对,另一端通过压力传感器 I 顶在轴向加载驱动螺母上;

[0009] 所述径向加载系统包括径向加载棒和径向加载驱动系统,径向加载驱动系统包括径向加载伺服电机、径向加载驱动螺杆和径向加载驱动螺母,所述径向驱动加载螺杆与径

向加载驱动伺服电机的动力输出轴传动配合,所述径向加载驱动螺母螺纹配合旋在径向加载驱动螺杆上,径向加载棒一端与径向滚动轴承外圈沿径向相对,另一端通过压力传感器 II 顶在径向加载驱动螺母上;

[0010] 与测试棒外圆相对设置位移传感器 I,与测试棒加载端部相对设置位移传感器 II,所述压力传感器 I、压力传感器 II、位移传感器 I 和位移传感器 II 采集的信号传输至自动控制单元,所述自动控制单元的命令输出至轴向加载伺服电机和径向加载伺服电机。

[0011] 进一步,所述轴向加载伺服电机和径向加载伺服电机为同一伺服电机,所述伺服电机主轴在圆周方向固定配合设置主动齿轮,与主动齿轮啮合设置有轴向加载从动齿轮和径向加载从动齿轮;所述轴向加载从动齿轮和轴向加载驱动螺杆在圆周方向固定配合,所述径向加载驱动螺杆通过锥齿轮啮合副与径向加载从动齿轮传动配合;

[0012] 所述基座上固定设置轴向加载支架和径向加载支架,所述轴向加载驱动螺杆滚动配合穿过轴向加载支架,轴向加载驱动螺杆外圆位于轴向加载支架内侧设置轴向承载轴肩;径向加载驱动螺杆滚动配合穿过径向加载支架,径向加载驱动螺杆外圆位于径向加载支架内侧设置径向承载轴肩;

[0013] 所述轴向加载驱动螺母上固定设置轴向滑槽,轴向滑槽内可沿轴向滑动配合设置轴向滑块,所述轴向滑块通过轴向锁紧螺钉锁紧在轴向滑槽内,所述轴向加载棒通过压力传感器 I 顶在轴向滑块上;所述径向加载驱动螺母上固定设置径向滑槽,径向滑槽内可沿径向滑动配合设置径向滑块,所述径向滑块通过径向锁紧螺钉锁紧在径向滑槽内,所述径向加载棒通过压力传感器 II 顶在径向滑块上;

[0014] 进一步,还包括润滑系统,润滑系统包括润滑系统支架和油气发生器,所述润滑系统支架上设置与径向滚动轴承滚动体相对的油气喷嘴 I 和与平面滚动轴承滚动体相对的油气喷嘴 II,所述油气喷嘴 I 和油气喷嘴 II 分别连通于油气发生器的油气出口,所述自动控制单元的命令输出至油气发生器;

[0015] 进一步,所述位移传感器 I 和位移传感器 II 均设置在润滑系统支架上,所述润滑系统支架上沿轴向设置标尺;

[0016] 进一步,所述基座滑动配合设置在固定导轨上,所述固定导轨上沿轴向设置刻度值;所述基座与固定导轨之间设置锁紧机构;

[0017] 进一步,所述测试棒端部设置轴肩,所述平面滚动轴承沿轴向设置中心孔并通过中心孔套在测试棒紧靠轴肩;所述轴向加载棒为两根,沿平面滚动轴承径向对称分布顶在平面滚动轴承上;

[0018] 进一步,所述径向滚动轴承和平面滚动轴承均为陶瓷球轴承。

[0019] 本发明的有益效果:本发明的高速电主轴动态刚度测试装置,采用滚动轴承结构将主轴的高速转动与静态加载相结合,通过压力传感器和位移传感器采集加载数值和变形数值,控制单元根据加载数值和变形数值的变化控制加载压力,由于滚动轴承将直接接触时的滑动摩擦转换成非直接接触的滚动摩擦,避免了高速电主轴在高速运转状态下因直接接触所产生的摩擦生热与机械磨损对测试精度的影响,能够在恒载的情况下对高速电主轴进行检测,实现高速电主轴的连续、稳定动态加载和实时测量,测量精度高,足以满足高速电主轴动态性能检测的要求;控制实现自动化,较传统加载方式难度低,整个发明装置结构紧凑,使用方便,成本低廉。

附图说明

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步描述。

[0021] 图 1 为本发明结构示意图；

[0022] 图 2 为本发明控制原理图。

具体实施方式

[0023] 图 1 为本发明结构示意图,图 2 为本发明控制原理图,如图所示:本实施例的高速电主轴动态刚度测试装置,包括基座 17、加载系统和自动控制单元 34；

[0024] 所述加载系统包括轴向加载系统、径向加载系统和固定设置于高速电主轴 1 上的测试棒 2；

[0025] 所述测试棒 2 的外圆设置径向滚动轴承 30,测试棒 2 加载端部设置平面滚动轴承 27；

[0026] 所述轴向加载系统包括轴向加载棒 35 和轴向加载驱动系统,轴向加载驱动系统包括轴向加载伺服电机、轴向加载驱动螺杆 19 和轴向加载驱动螺母 21,所述轴向加载驱动螺杆 19 与轴向加载驱动伺服电机的动力输出轴传动配合,所述轴向加载驱动螺母 21 螺纹配合旋在轴向加载驱动螺杆 19 上,轴向加载棒 35 一端与平面滚动轴承 27 沿轴向相对,另一端通过压力传感器 I 25 顶在轴向加载驱动螺母 21 上,所述轴向加载棒 35 有两根,沿平面滚动轴承 27 的径向对称放置；

[0027] 所述径向加载系统包括径向加载棒 3 和径向加载驱动系统,径向加载驱动系统包括径向加载伺服电机、径向加载驱动螺杆 36 和径向加载驱动螺母 37,所述径向加载驱动螺杆 36 与径向加载驱动伺服电机的动力输出轴传动配合,所述径向加载驱动螺母 37 螺纹配合旋在径向加载驱动螺杆 36 上,径向加载棒 3 一端与径向滚动轴承 30 外圈沿径向相对,另一端通过压力传感器 II 4 顶在径向加载驱动螺母 37 上；

[0028] 轴向加载驱动螺母 21 和径向加载驱动螺母 37 可通过支撑设在基座上,并与基座 17 之间可往复滑动单自由度配合,实现通过轴向加载驱动螺杆 19 和径向加载驱动螺杆 36 加载的目的；

[0029] 与测试棒 2 外圆相对设置位移传感器 I 31,与测试棒 2 加载端部相对设置位移传感器 II 26,所述压力传感器 I 25、压力传感器 II 4、位移传感器 I 31 和位移传感器 II 26 采集的信号传输至自动控制单元 34,所述自动控制单元 34 的命令输出至轴向加载伺服电机和径向加载伺服电机;自动控制单元根据两个压力传感器和两个位移传感器采集的瞬时数值,控制轴向和径向加载伺服电机,实现自动加载。

[0030] 本实施例中,所述轴向加载伺服电机和径向加载伺服电机为同一伺服电机 15,节约成本,使装置结构紧凑;所述伺服电机 15 的输出轴在圆周方向固定配合设置主动齿轮 13,与主动齿轮 13 啮合设置有轴向加载从动齿轮 16 和径向加载从动齿轮 14;所述轴向加载从动齿轮 16 和轴向加载驱动螺杆 19 在圆周方向固定配合,所述径向加载驱动螺杆 36 通过锥齿轮啮合副 10 与径向加载从动齿轮 14 传动配合;如图 1 所示,径向加载从动齿轮 14 通过传动轴 12 与锥齿轮啮合副 10 传动,传动轴 12 通过支架 38 并与支架转动配合设置在基座 17 上；

[0031] 所述基座 17 上固定设置轴向加载支架 18 和径向加载支架 9, 所述轴向加载驱动螺杆 19 转动配合穿过轴向加载支架 18, 轴向加载驱动螺杆 19 外圆位于轴向加载支架 18 内侧设置轴向承载轴肩 11, 内侧是指与轴向加载驱动螺母 21 相对的一侧; 径向加载驱动螺杆 36 转动配合穿过径向加载支架 9, 径向加载驱动螺杆 36 外圆位于径向加载支架 9 内侧设置径向承载轴肩 8; 轴向承载轴肩 11 和径向承载轴肩 8 防止加载时轴向加载驱动螺杆 19 和径向加载驱动螺杆 36 后退, 保证检测过程的正常进行;

[0032] 所述轴向加载驱动螺母 21 上固定设置轴向滑槽 24, 轴向滑槽 24 内可沿轴向滑动配合设置轴向滑块 22, 所述轴向滑块 22 通过轴向锁紧螺钉 23 锁紧在轴向滑槽 24 内, 所述轴向加载棒 35 通过压力传感器 I 25 顶在轴向滑块 22 上; 所述径向加载驱动螺母 37 上固定设置径向滑槽 7, 径向滑槽 7 内可沿径向滑动配合设置径向滑块 6, 所述径向滑块 6 通过径向锁紧螺钉 5 锁紧在径向滑槽 7 内, 所述径向加载棒 3 通过压力传感器 II 4 顶在径向滑块 6 上;

[0033] 根据具体工作需要, 进行径向加载时, 旋松轴向锁紧螺钉, 并紧固径向锁紧螺钉, 启动伺服电机进行径向加载; 进行轴向加载时, 旋松径向锁紧螺钉, 并紧固轴向锁紧螺钉, 启动伺服电机进行轴向加载; 也可以同时紧固径向锁紧螺钉和轴向锁紧螺钉, 使伺服电机同时驱动轴向加载棒和径向加载棒进行加载。

[0034] 本实施例中, 还包括润滑系统, 润滑系统包括润滑系统支架 39 和油气发生器 33, 所述润滑系统支架 39 上设置与径向滚动轴承 30 滚动体相对的油气喷嘴 I 32 和与平面滚动轴承 27 滚动体相对的油气喷嘴 II 28, 所述油气喷嘴 I 32 和油气喷嘴 II 28 分别连通于油气发生器 33 的油气出口 (图中没有标出连接关系), 所述自动控制单元 34 的命令输出至油气发生器 33, 控制油气发生器 33 并根据需要进行润滑; 润滑系统对径向滚动轴承 30 和平面滚动轴承 27 起润滑和冷却作用, 进一步保证检测精度。

[0035] 本实施例中, 所述位移传感器 I 31 和位移传感器 II 26 均设置在润滑系统支架 39 上, 所述润滑系统支架 39 上沿轴向设置标尺; 通过标尺可以得出位移传感器 I 31 与径向加载点之间的距离, 及径向加载点与支架 39 中心的距离, 支架 39 中心距高速电主轴 1 的端面距离可以由导轨 20 上的刻度直接读出, 由几何三角关系可以精确计算出测试棒在径向加载棒所传递力的方向上的变形量, 进而可以计算出高速电主轴的瞬时刚度值, 该种装置成功避免了测试棒因安装径向滚动轴承所引起的应变对测试棒在径向力的作用方向上位移测量的影响。

[0036] 本实施例中, 所述基座 17 滑动配合设置在固定导轨 20 上, 所述固定导轨 20 上沿轴向设置刻度值; 所述基座 17 与固定导轨 20 之间设置锁紧机构 (图中没有标出, 可以采用现有技术中任何相对滑动部件中采用的锁紧机构); 可调整测试系统与高速电主轴之间的位置关系, 提高其通用性。

[0037] 本实施例中, 所述测试棒 2 端部设置轴肩 29, 所述平面滚动轴承 27 沿轴向设置中心孔并通过中心孔套在测试棒紧靠轴肩 29; 所述轴向加载棒 35 为两根, 沿平面滚动轴承 27 径向对称分布顶在平面滚动轴承 27 上; 能够保证加载时平面滚动轴承 27 的牢固性和稳定性, 保证检测质量。

[0038] 本实施例中, 所述径向滚动轴承 30 和平面滚动轴承 27 均为陶瓷球轴承, 加载过程中无变形或变形量较小, 从而保证加载力有效传递。

[0039] 本发明在使用时,伺服电机受自动控制单元的控制,可以实现正转、反转、高速、低速、启动和停止等各种功能,本实施例中,伺服电机正转时进行加载,而当伺服电机反转时,则表示卸载,当加载过程中伺服电机停止时,以恒定不变的外加载荷加载,当只需进行轴向或径向主轴刚度测试时,可以通过操作轴向锁紧螺钉或径向锁紧螺钉,放松或锁紧轴向滑块或径向滑块实现,无需改变其它结构;

[0040] 如图 2 所示,压力传感器 I 25、压力传感器 II 4、位移传感器 I 31 和位移传感器 II 26 均与自动控制单元 34 相连,用于将高速电主轴在力的作用下径向和轴向的力与变形量反馈至自动控制单元,自动控制单元 34 依据主轴的刚度计算公式计算出主轴在各时刻的瞬时刚度值,并绘制出主轴刚度曲线,并输出。

[0041] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

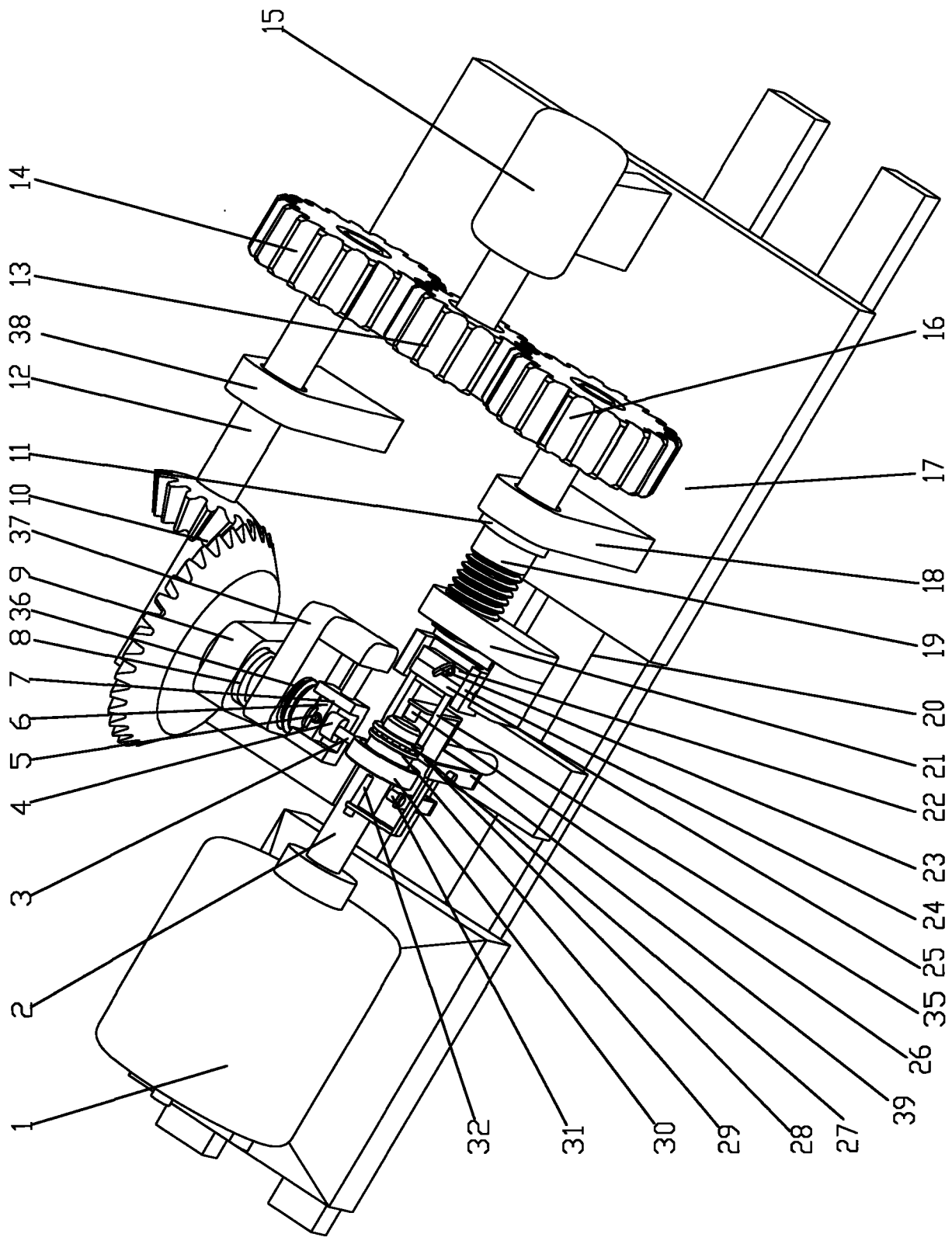


图 1

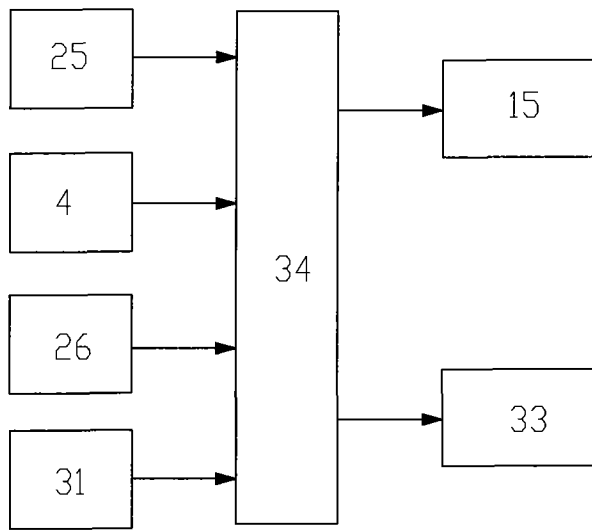


图 2