

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102175544 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 07

(21) 申请号 201010621193. 4

(22) 申请日 2010. 12. 25

(71) 申请人 中北大学

地址 030051 山西省太原市学院路 3 号

申请人 中国北方发动机研究所

(72) 发明人 赵俊生 王建平 原霞 宋吉林

樊文欣

(74) 专利代理机构 山西五维专利事务所(有限

公司) 14105

代理人 李印贵

(51) Int. Cl.

G01N 3/56 (2006. 01)

G01M 15/00 (2006. 01)

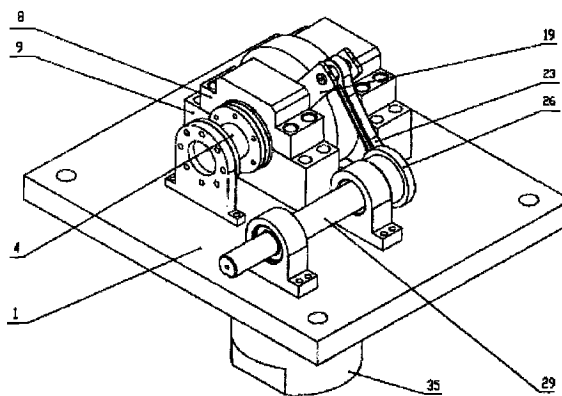
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台

(57) 摘要

本发明涉及摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台,主要由机架工作台、主轴驱动装置、摩擦副模拟摆动机构、液压加载装置、液压控制系统、PC 控制系统组成;该模拟试验台的 PC 控制系统采集扭矩传感器、压力传感器、转速传感器的信号,可实现加载力幅值、频率的控制,实验程序的运行与控制,数据采集、处理与存储,试验数据及试验曲线的显示及打印。依据模拟磨损试验应遵循系统关联准则、温度场相似准则、极限准则、磨损机理相同、磨损试验模拟性判断标准,以实际摆动摩擦副为测试对象,具有结构紧凑、载荷幅值、转速、加载频率可调等特点,可模拟发动机的不同工况,可对不同型号的摆动摩擦副的摩擦磨损特性进行测量。



1. 一种摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台,包括机架、主轴驱动装置、摩擦副模拟摆动机构,其特征是:还包括液压加载装置、液压控制系统、PC控制系统;

所述的主轴驱动装置由驱动电动机、联轴器、传动轴(29)、深沟球轴承(30)、传动轴承座(32)与转速传感器组成;所述的驱动电动机是变频电动机,电动机轴通过联轴器与传动轴的一端同轴相连,传动轴的另一端定位于传动轴承座内,传动轴承座固定在机架工作台(1)上;所述的转速传感器与电动机轴或传动轴连接;

所述的摩擦副模拟摆动机构由曲轴(26)、连杆(23)、摇臂(19)、调心轴承(17)、旋转体(16)、被测摩擦副零件滑动轴承(6)与活塞销(13)及扭矩测量装置组成;所述的曲轴固定在传动轴(29)上,连杆的一端与曲轴通过滚针轴承(24)配合联接,另一端通过销(21)与摇臂相连,摇臂固定于旋转体上;被测摩擦副零件滑动轴承(6)冷缩配合装于旋转体内,旋转体内嵌在调心轴承内,另一被测摩擦副零件活塞销穿过摩擦副零件滑动轴承,该被测摩擦副零件活塞销两端安装轴承(15),并装在两端的轴承座(9)中,轴承座固定在机架工作台(1)上面;

所述的扭矩测量装置由支架(3)、扭矩传感器(4)、转接件(5)组成;所述的扭矩传感器与转接件、被测摩擦副零件活塞销(13)同轴,通过螺栓(14)压紧接触,扭矩传感器与支架相连接,支架固定在机架工作台(1)上面;

所述的液压加载装置由油缸(35)、压力测量装置组成;所述的油缸固定于机架工作台(1)下面,压力测量装置安装在摩擦副模拟摆动机构的旋转体(16)与机架工作台开设的矩形通孔之间;液压控制系统通过油管与油缸相连;

所述的PC控制系统采集扭矩传感器、压力传感器、转速传感器的信号,用于实现对加载力幅值、频率的控制,实现程序的运行与控制,数据采集、处理与存储,试验数据及试验曲线的显示及打印。

2. 按照权利要求1所述的摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台,其特征在于:所述的压力测量装置由压力传感器(36)、加载块(18)组成,压力传感器安装在加载块与油缸(35)之间。

## 摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台

### 技术领域

[0001] 本发明属于试验设备技术领域,尤其是涉及一种用于活塞式发动机的摆动摩擦副滑动轴承与轴的摩擦磨损试验台。

### 技术背景

[0002] 发动机摆动摩擦副摩擦磨损试验通常分为一般性试样试验、台架试验及摩擦副模拟性试验。

[0003] 一般性试样试验主要用于研究摩擦磨损机理、一般规律及材料的相对耐磨性,这种试验由于试验条件理想化,其结果难以直接用到某一具体场合中,但周期短、条件易控制、数据重复性、可比性好。广泛用于选材及表面处理工艺等的试验研究。台架试验在更接近摩擦副的实际工况条件下进行,数据可靠且真实,方法易于实现得到的试验结果最为准确,但其试验周期长、设备复杂、成本高、技术性强。该试验方法国外应用较广,国内有但应用不多。摩擦副模拟性试验主要是模拟某种零件的实际工作情况,因而针对性比较强。在零件批量投产之前应作这种试验,以便对其性能进行优化。但由于摩擦磨损影响因素的多样性和摩擦磨损过程的复杂性,要做到确切的模拟比较困难,要做多方面的考虑。

[0004] 摩擦磨损试验的模拟问题是磨损试验技术中非常重要的课题,因为缺乏理论上成熟的相似准则,这种模拟试验比其他试验要困难得多。模拟磨损试验应遵循系统关联准则、温度场相似准则、极限准则、磨损机理相同、磨损试验模拟性判断标准。一般来说,模拟磨损试验系统中最多只对负荷、速度、时间、试样尺寸和形状这四种参数可以与实际摩擦系统不相同,在其它摩擦运动方式、摩擦状况、磨损机理、组成摩擦系统的各要素及其材料性质等方面,以及摩擦时的温度及摩擦温升、摩擦系数等参数,模拟系统必须与实际系统相同或相似。

[0005] 常用的加载方式有机械式、液压式和电磁式三种。机械式加载又可分为杠杆加载、弹簧加载和重物直接加载或以上三种加载形式的组合,杠杆加载和重物直接加载系统的结构简单,载荷稳定,不存在负荷保持的问题,加载精度高,但当摩擦副运动不稳定时却会引起振动和冲击;弹簧加载产生的振动比较小,但是,弹簧加载的精度不高,难于实现负荷精确调整。液压式加载包括动压加载和静压加载两种,液压加载很难保持负荷稳定。电磁加载易于实现负荷的自动控制,但其弱点是控制部分的成本较高,而且在已有摩擦磨损试验机上使用还比较少。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是解决以上现有技术所存在的不足和问题,依据模拟磨损试验应遵循系统关联准则、温度场相似准则、极限准则、磨损机理相同、磨损试验模拟性判断标准,以实际摆动摩擦副为测试对象,提供一种具有新型结构、可调整载荷幅值、转速、加载频率,可模拟发动机的不同工况,可测量发动机不同型号的摆动摩擦副的摩擦磨损特性试验台。

[0007] 本发明的技术方案是:

[0008] 摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台,包括机架、主轴驱动装置、摩擦副模拟摆动机构,其特征是:还包括液压加载装置、液压控制系统、PC 控制系统;

[0009] 所述的主轴驱动装置由驱动电动机、联轴器、传动轴、深沟球轴承、传动轴承座与转速传感器组成;所述的驱动电动机是变频电动机,电动机轴通过联轴器与传动轴的一端同轴相连,传动轴的另一端定位于传动轴承座内,传动轴承座固定在机架工作台上;所述的转速传感器与电动机轴或传动轴连接;

[0010] 所述的摩擦副模拟摆动机构由曲轴、连杆、摇臂、调心轴承、旋转体、被测摩擦副零件滑动轴承与活塞销及扭矩测量装置组成;所述的曲轴固定在传动轴上,连杆的一端与曲轴通过滚针轴承配合联接,另一端通过销与摇臂相连,摇臂固定于旋转体上;被测摩擦副零件滑动轴承冷缩配合装于旋转体内,旋转体内嵌在调心轴承内,另一被测摩擦副零件活塞销穿过摩擦副零件滑动轴承,该被测摩擦副零件活塞销两端安装轴承,并装在两端的轴承座中,轴承座固定在机架工作台上;

[0011] 所述的扭矩测量装置由支架、扭矩传感器、转接件组成;所述的扭矩传感器与转接件、被测摩擦副零件活塞销同轴,通过螺栓压紧接触,扭矩传感器与支架相连接,支架固定在机架工作台上;

[0012] 所述的液压加载装置由油缸、压力测量装置组成;所述的油缸固定于机架工作台下面,压力测量装置安装在摩擦副模拟摆动机构的旋转体与机架工作台开设的矩形通孔之间;液压控制系统通过油管与油缸相连;

[0013] 所述的 PC 控制系统采集扭矩传感器、压力传感器、转速传感器的信号,实现加载力幅值、频率的控制,实现程序的运行与控制,数据采集、处理与存储,试验数据及试验曲线的显示及打印。

[0014] 本发明突出有特点和显著益效果:

[0015] 1、该试验台载荷幅值、转速、加载频率可调,被测摩擦副是实际零件,可模拟发动机的不同工况,可测量发动机不同型号的摆动摩擦副的摩擦磨损特性。弥补发动机摆动摩擦副模拟性试验的国内空白,具有模拟性好,测量参数功能齐全,应用范围大等优点,使得试验效率大为提高,试验费用也大为降低。

[0016] 2、该试验台设计采用系统关联准则、相似准则、极限准则,被测试件为真实的摆动摩擦副零件,在此基础上进行运动学和动力学相似设计了一种摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台。由变频电动机驱动的四连杆机构模拟发动机连杆的摆动,可实现不同转速的控制,液压加载系统模拟发动机不同的爆发压力。

[0017] 3、利用该试验台进行发动机摆动摩擦副摩擦磨损性能试验,能够考虑不同型号发动机、不同工况的因素对摩擦材料性能的影响,可提高与台架试验数据的可比性水平,通过动摩擦副的模拟试验反映台架试验的结果。

[0018] 4、该试验台适用于用于发动机摆动摩擦副新产品开发的摩擦磨损特性试验,尤其是不同材料、不同工艺下摩擦副的配伍性研究。

#### 附图说明

[0019] 图 1 是本发明的摆动机构三维视图;

[0020] 图 2 是本发明的摆动机构装配主视图;

- [0021] 图 3 是图 2 的摆动机构装配主视图 A-A 剖面；  
[0022] 图 4 是图 2 的摆动机构装配主视图 B-B 剖面；  
[0023] 图 5 是本发明的液压控制系统原理图；  
[0024] 图 6 是本发明的 PC 控制系统原理框图；  
[0025] 图 7 是本发明的电气控制主电路原理图；  
[0026] 图 8 是本发明的电气控制电路原理图；  
[0027] 图 9 是本发明的电气控制辅助电路原理图。

## 具体实施方式

[0028] 以下面结合附图对本发明做进一步的说明。

[0029] 图 1、图 2 和图 3 所示,摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台,主要由机架工作台、主轴驱动装置、摩擦副模拟摆动机构、液压加载装置、液压控制系统、PC 控制系统组成;将提供不同转速的主轴驱动装置通过轴承座固定在机架工作台 1 上,将用于安装被摩擦副零件中的滑动轴承 6 与活塞销 13 的摩擦副模拟摆动机构通过上下轴承座 8、9 也固定在机架工作台 1 上,液压加载系统的油缸 35 也通过螺栓固定在机架工作台 1 下。机架工作台可采用型材、钢板焊接而成,也可采用分件铸造,然后固结组装而成,不管采用哪种方式都要保证其具有足够的刚度和强度。机架工作台中部要加工一个矩形通孔,上面固定模拟摆动机构,下面固定油缸 35,中间连结加载块 18,加载块 18 与加载油缸 35 相接触的位置安放压力传感器 36,以方便对被测摩擦副零件加载压力的测量。油缸 35 通过油管与液压加载系统相连,最后在主轴驱动系统和摆动模拟机构的机架工作台上加一防护罩。该模拟试验台由 PC 控制系统采集扭矩传感器、压力传感器、转速传感器的信号,及发出控制指令并控制主轴驱动装置的转速、液压加载装置的压力等。

[0030] 图 2 和图 3 所示,摩擦副模拟摆动机构。它由曲轴 26、连杆 23、摇臂 19、调心轴承 17、旋转体 16、被测摩擦副零件滑动轴承 6 与活塞销 13、加载块 18 及扭矩测量装置组成;所述的曲轴 26 通过定位顶丝 28 固定在传动轴 29 上,连杆 23 的一端与曲轴 26 通过滚针轴承 24 配合联接,另一端通过销 21 与摇臂 19 相连,摇臂 19 固定于旋转体 16 上;被测摩擦副零件滑动轴承 6 冷缩配合装于旋转体 16 内,旋转体 16 内嵌在调心轴承 17 内,另一被测摩擦副零件活塞销 13 穿过摩擦副零件滑动轴承 6,该被测摩擦副零件活塞销 13 两端安装轴承 15,并装在两端的轴承座 (9) 中。轴承座 9 分为上下轴承座,上下轴承座用内六角螺钉固定为一体,下轴承座内六角螺钉 11 与机架工作台 1 固定。

[0031] 模拟发动机摆动摩擦副活塞销与滑动轴承在不同工况下的相对摆动,压力传感器 36 安装在加载块 18 与油缸 35 之间。扭矩测量装置由支架 3、扭矩传感器 4、转接件 5 组成;所述的扭矩传感器 4 与转接件 5、被测摩擦副零件活塞销 13 同轴,通过内六角螺栓 14 压紧接触,扭矩传感器 4 用外六角螺钉与支架 3 相连接,支架 3 用螺栓固定在机架工作台 1 上。

[0032] 液压加载装置由油缸 35、液压控制系统、压力测量装置组成。所述的液压站通过油管与油缸 35 相连,油缸 35 通过螺栓固定于机架工作台 1 上,压力测量装置安装在油缸 35 与摩擦副模拟摆动系统之间。

[0033] 图 4 所示,主轴驱动装置,它由驱动电动机、联轴器、传动轴 29、深沟球轴承 30、孔用卡环 31、传动轴承座 32、转速传感器组成。所述的驱动电动机是选用变频电动机,以实现

对转速的无级调速,电动机轴通过联轴器与传动轴 29 的一端同轴相连,传动轴 29 的另一端通过孔用卡环 31、圆锥销 34 定位于传动轴承座 32 内,传动轴承座 32 用内六螺栓 33 固定在机架工作台 1 上。转速传感器与电动机轴或传动轴连接。

[0034] 所述的 PC 控制系统采集扭矩传感器、压力传感器、转速传感器的信号,用于实现加载力幅值、频率的控制,实现程序运行与控制,数据采集、处理与存储,试验数据及试验曲线的显示及打印。

[0035] 本发明摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台液压系统原理:

[0036] 图 5 所示,液压控制系统是由液压驱动电动机 46、油箱 38、空滤器 40、蓄能器 57、恒压变压柱塞泵 44、风冷却器 53、管路过滤器 48、插装减压阀 54、插装溢流阀 55、伺服阀组成。所述的油箱 38、液压驱动电动机 46、蓄能器 57、恒压变压柱塞泵 44 固定在液压控制系统底座上,风冷却器 53、管路过滤器 48、插装减压阀 54、插装溢流阀 55 固定在油箱 38 上,伺服阀固定在油缸 35 上。

[0037] 油箱 38 上安装有液位计 39 用于监控油箱油量,油箱 38 底部装有低压球阀 37 可进行油箱排污清理。油箱 38 进气口(进油口)装有空气过滤器 40。电动机 46 通过泵套/联轴器 45 与恒压变量柱塞泵 44 相连,恒压变量柱塞泵 44 进油口通过可挠接头 42、低压球阀 37 与油箱 38 相连。电动机 46 底角安装减震垫 43 以抑制电动机振动。恒压变量柱塞泵 44 泵油出口通过高压胶管 47 送往高压滤油器 48 对高压油过滤后,通过单向阀 49 送往蓄能器 53,以保证系统正常压力,进行压缩能与压力的相互转换。蓄能器 53 进油管通过测压接头 50、测压软管 51 安装压力表 52 以进行油管压力的监控。截止阀 59 安装在蓄能器 53 底端用于蓄能器的排油清理。油路经减压阀 54 使出口压力低于进口压力,并使出口压力自动保持稳定,然后通过高压胶管 58 向油缸 35 供油。在减压阀 54 与油缸 35 的中间通过测压接头 50、测压软管 51 也装有压力表以测量油缸 35 的进油压力。油路的另一部分通过高压胶管与伺服阀相连,通过伺服阀控制油缸 35 向加载块 18 提供周期加载力。伺服阀的回油管路通过低压胶管经风冷却器 56 冷却后流回油箱 38。同时直动溢流阀 55 维持阀进口压力于恒定,系统多余油汇集伺服阀的回油及减压阀 57 后流回油箱 38。在油箱 38 上还安装有双金属温度计 65 向控制系统反馈温度信息,计算机控制系统自动通过继电器对风冷却器 56 实施控制。

[0038] 本发明摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台电气控制原理:

[0039] 图 6 所示,控制系统框图。摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台的电气控制采用 PC 控制系统,PC 控制系统主要由工业 PC 机、PLC、数据采集和液压系统组成。人机交互方便;控制系统应用分散控制方式,采用数字化通信技术,其特点是数据处理迅速,集中显示操作,通用性强、系统组态灵活;控制系统分散化提高了运行的安全可靠。

[0040] (1) 工业 PC 机主要完成人机界面信息处理、数据输入和输出、状态显示、数据处理等功能,它与 PLC 通过 RS485 总线连接,从而实现相互间的通讯;

[0041] (2) 数据采集系统实现数据采集和处理,实时采集主轴转速、摩擦扭矩、油缸压力、油箱油温的信号,经计算机处理后用不同颜色曲线进行显示;

[0042] (3) PLC 通过 RS485 总线与变频器连接,实现对变频电动机的起动、停止控制,以及根据采集的转速信号实现加载频率的控制;

[0043] (4) 液压系统用来对被测摩擦副载荷施加载荷,且载荷幅值可调。

[0044] 图 7、图 8 和图 9 所示,分别是该试验台的电气控制主电路、控制电路、辅助电路的原理图。

[0045] 负荷开关 QL1 接通总电源,变频器上电,并与变频电动机 M1 连接,变频电动机通过继电器 YA2 进行控制,SB3 为变频电动机 M1 启动按钮,SB4 为变频电动机 M1 停止按钮,变频电动机 M1 接通工作时 HL4 亮。

[0046] 负荷开关 QL2 为液压站电动机提供电源,通过接触器 KM1 主触头、热继电器 FR1 与液压站电动机 M2 连接,控制电路中 SB1 为液压站电动机 M2 启动按钮,SB2 为液压站电动机 M2 停止按钮,并与热继电器 FR1 常闭触头、继电器 YA1 线圈串联,按下启动按钮 SB1 后,继电器 YA1 常开触头闭合,接触器 KM1 得电,主触头闭合,液压站电动机 M2 启动,HL2 亮。

[0047] 负荷开关 QL3 提供控制电路电源,负荷开关 QL4 控制为 DC24V 开关电源和 DC10V 开关电源,分别为辅助电路及传感器供电。

[0048] 启动按钮 SB5、停止按钮 SB6 及继电器 YA3 对风冷器进行控制,按下 SB5 为风冷器工作做好准备,HL5 亮,由温度传感采集到的温度对风冷器进行启停控制。管路堵塞时 LV1 堵塞报警启动,HL3 亮。

[0049] 本发明摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台的工作原理

[0050] 被试摆动摩擦副零件装于摆动摩擦副摩擦磨损模拟试验台上,在被试摆动摩擦副零件安装好后,合上所有负荷复合开关,变频器自动启动,同时启动 PC 工控机为试验做好准备。按下 SB1 启动液压电动机,按下 SB5 为风冷器运行做好准备。按下 SB3 启动变频电动机,变频电动机驱动摆动系统运转,通过 PC 机对变频电动机调速达到试验所需转速后,调节压力加载控制达到试验所需载荷,油液压力由压力调整阀控制,液压油经过伺服阀作用于油缸,进入试验状态。油缸压力作用于加载块后,并施加传递到被试摩擦副零件上。被试摩擦副零件之一的摩擦副滑动轴承进行摆动,被试摩擦副零件之一的活塞销相对静止,PC 机通过与销相连的扭矩传感器,对被试摩擦副零件的扭矩进行采集并显示。同时压力传感器、转速传感器返回当前压力值、转速值,并在 PC 机窗口显示。当液压系统油温过高时系统自动启动风冷器对液压油进行冷却。试验完成后按顺序停止变频电动机、液压电动机,关闭 PC 机,断开电源。

[0051] 试验过程中各试验参数,如主轴转速、加载压力均可调节以模拟被试摩擦副零件的实际工况,主轴转速、加载压力、摩擦扭矩、试验时间均可被测量,其数据存储在 PC 机,并可在实时显示,用于后续摆动摩擦副零件的摩擦特性分析。

[0052] 试验结束后,先后拆下摆动机构上轴承座、旋转体,取出被试摩擦副零件,应用相关实验仪器进行被试摩擦副零件的磨损特性分析。更换不同型号、不同材料的被试摩擦副零件及旋转体,即可进行下次摩擦磨损模拟试验。

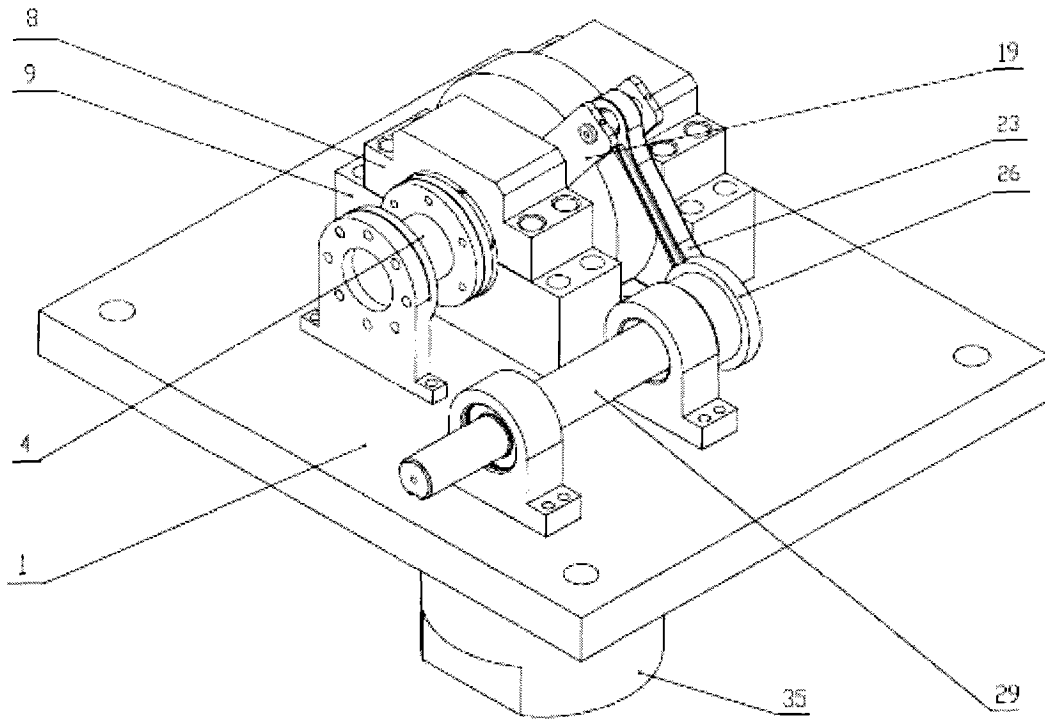


图 1

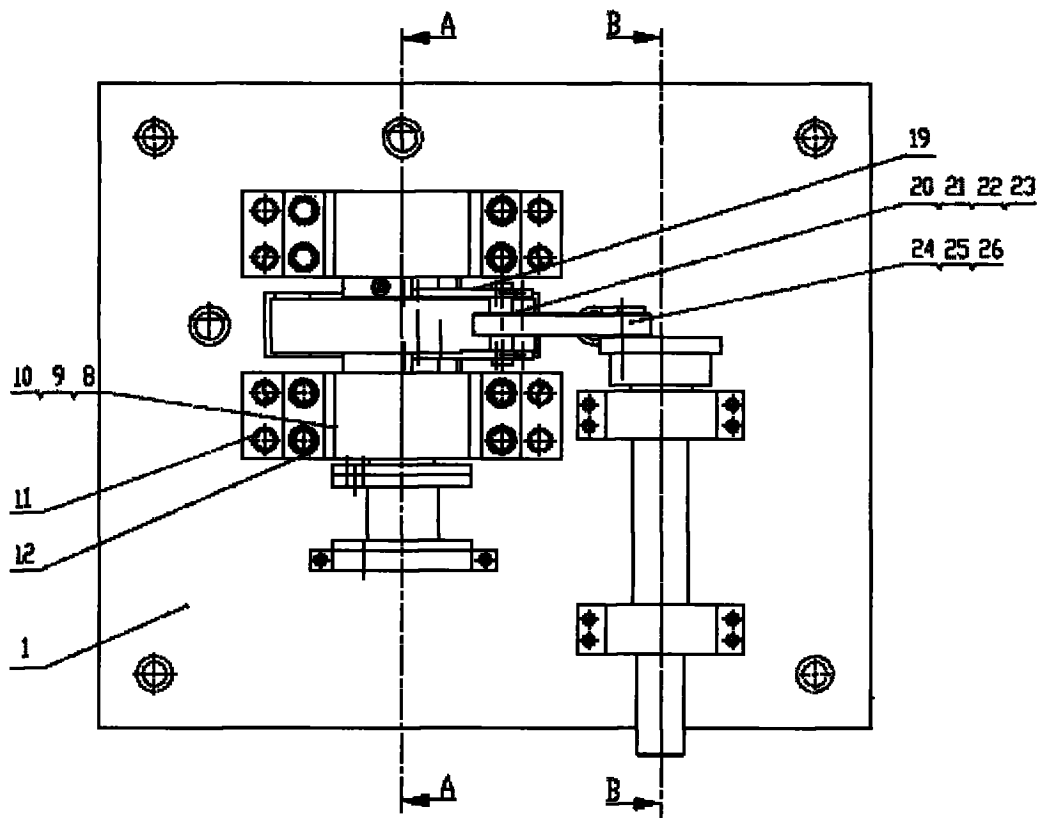


图 2



剖面 A-A

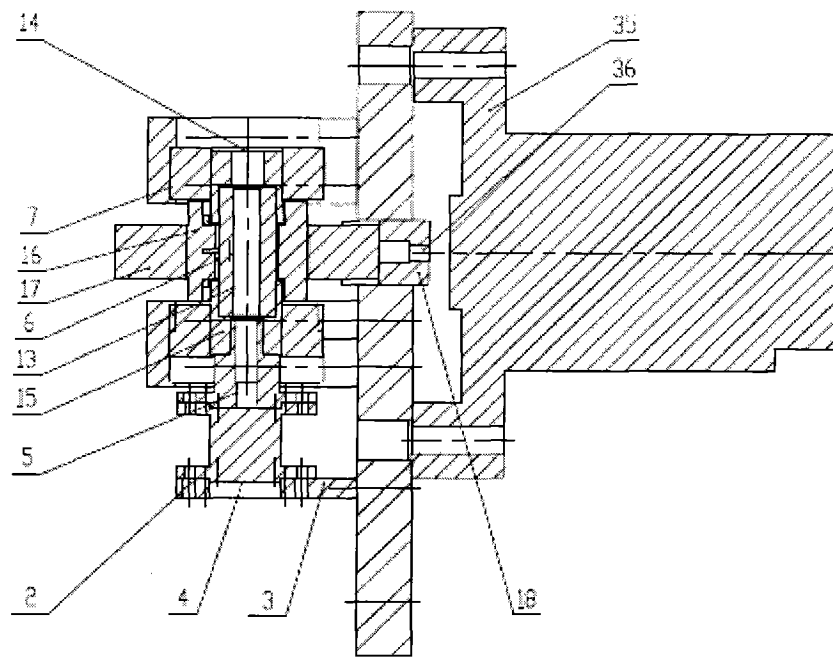


图 3

剖面 B-B

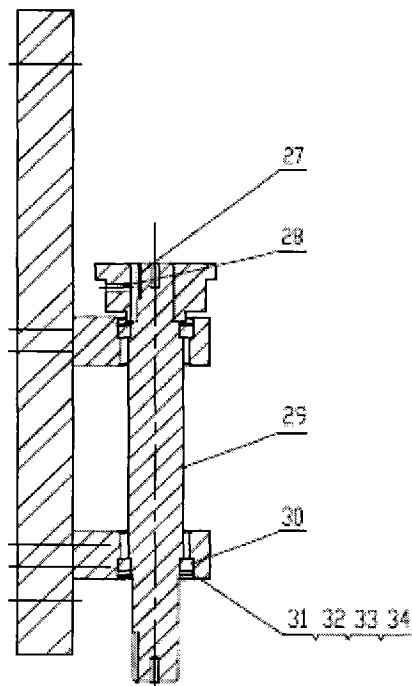


图 4

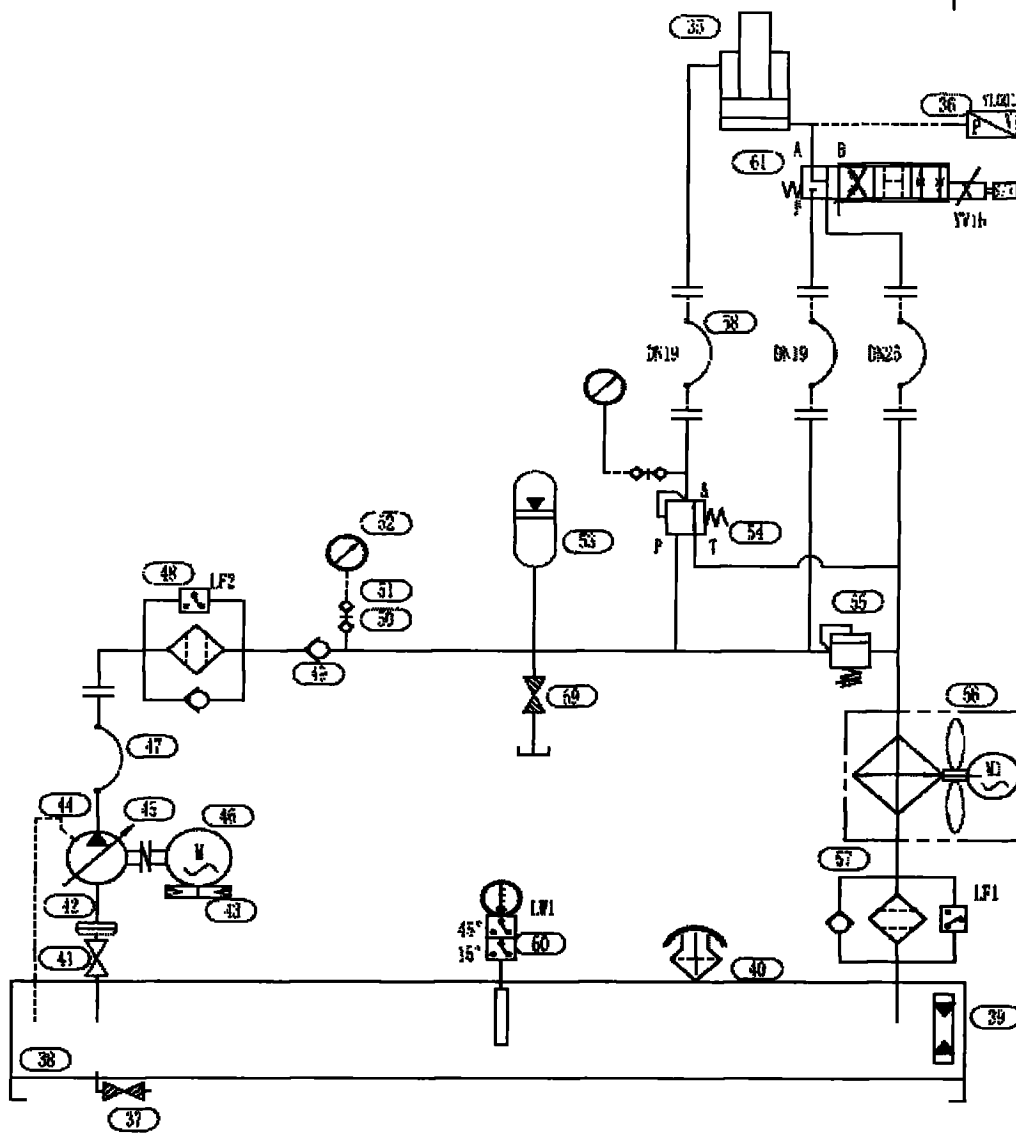


图 5

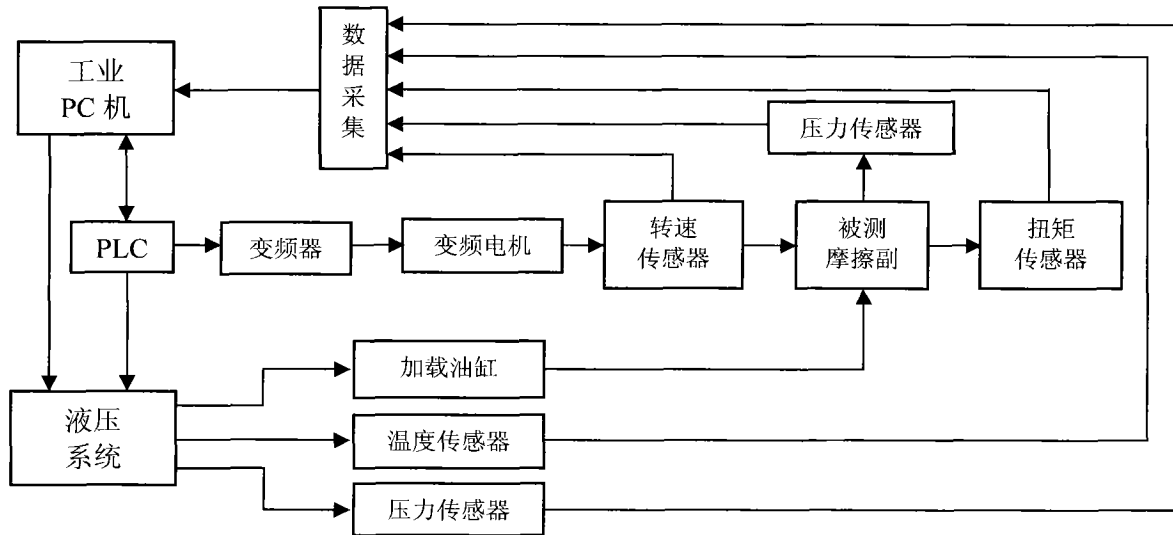


图 6

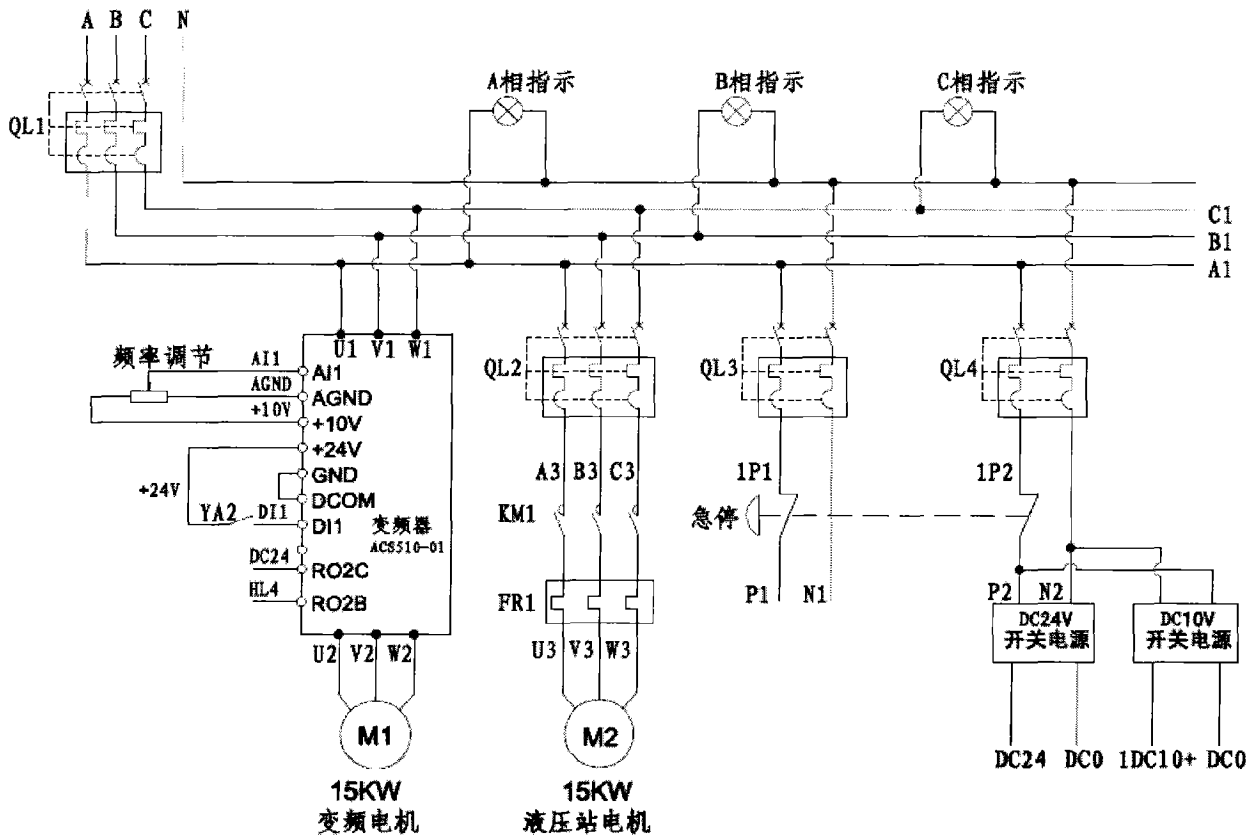


图 7

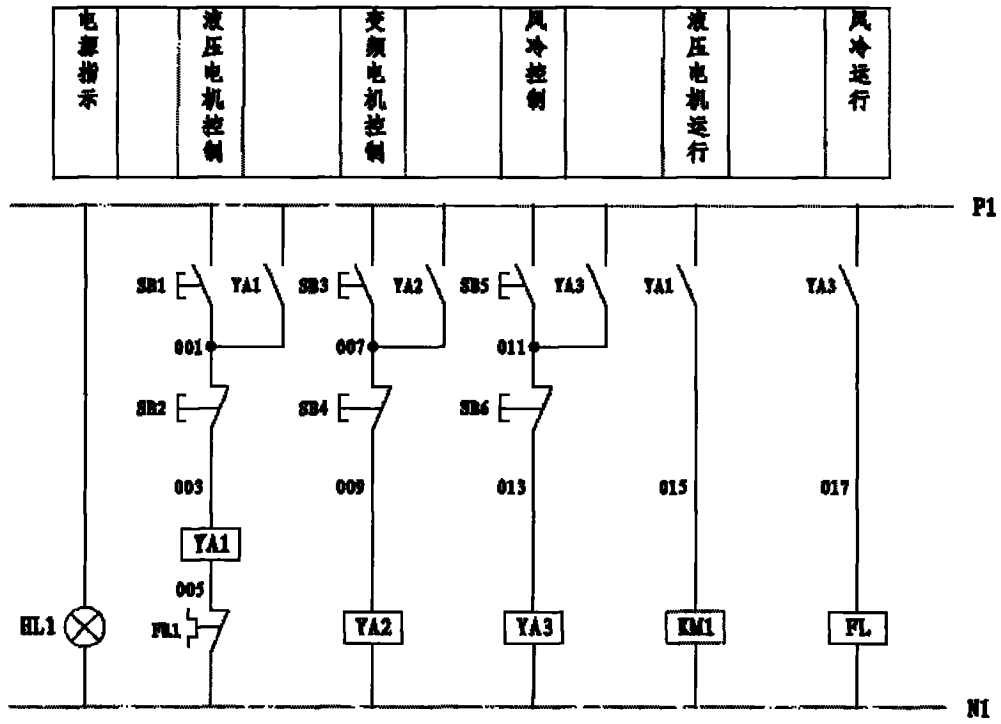


图 8

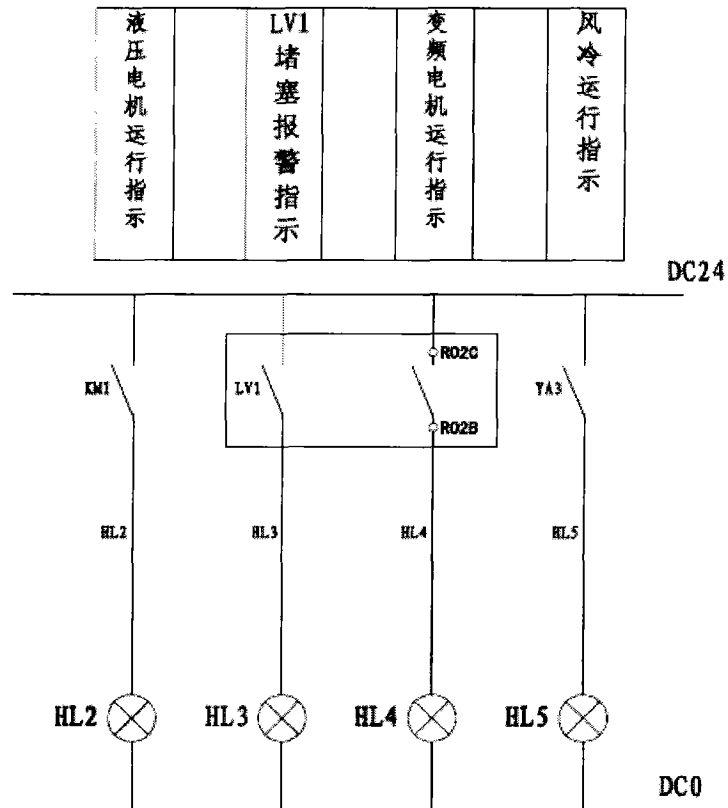


图 9