



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 215339348 U

(45) 授权公告日 2021. 12. 28

(21) 申请号 202121565631.X

(22) 申请日 2021.07.12

(73) 专利权人 沈阳国仪检测技术有限公司

地址 110000 辽宁省沈阳市大东区北海街
242号

(72) 发明人 周国运 李洪伟 李晓旭 时会强
李中宇 付明东 张文博 付饶
冯波 倪宏祥 孙越

(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 胡野

(51) Int. Cl.

G01N 3/36 (2006.01)

G01N 3/04 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

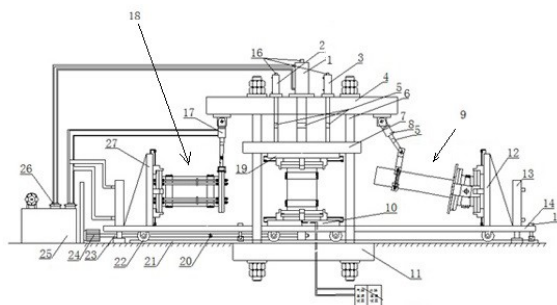
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 实用新型名称

高压组合电气用GIL波纹管补偿器检测试验机

(57) 摘要

本实用新型公开了一种高压组合电气用GIL波纹管补偿器检测试验机,包括上盖板和下盖板,以及中平台和下平台,所述中平台滑接在立柱上;所述下平台与设置在下盖板上的轨道活动连接;下平台上设置有升降装置;还包括夹盘;在上盖板的两侧设置有副油缸;还包括液压泵,以及压力测试装置;在主油缸上设置有位移传感器。本实用新型所述结构,有效的实现了对高压组合电器用GIL波纹管的性能的综合性能检测,大大提高检测效率。本方案还具有适用范围广的优点,不仅可以做波纹管疲劳试验,还可以进行多种管材的多品类测试,测试方便快捷,准确度高。



1. 一种高压组合电气用GIL波纹管补偿器检测试验机,其特征在于:包括通过多根立柱(6)相连接的上盖板(4)和下盖板(11),还包括中平台(7)和下平台(14),所述中平台(7)滑接在立柱上并通过设置在上盖板上的主油缸驱动;所述下平台(14)与设置在下盖板上的轨道(21)活动连接并通过设置在下盖板上的伺服电机(24)驱动;下平台(14)上设置有升降装置(13);

还包括用于夹持待测试波纹管的夹盘,所述夹盘包括设置在中平台下侧的上夹盘(19),设置在下平台上的下夹盘(10),以及垂直设置在下平台两侧的左夹盘(27)和右夹盘(12);

在上盖板的两侧设置有副油缸I(8)和副油缸II(17),副油缸I和左夹盘构成径向疲劳测试装置(18),副油缸II和右夹盘构成角向疲劳装置(9);

还包括与分别与主油缸、副油缸、升降装置相连通的液压泵(25),以及用于向待测试波纹管内部提供介质压力的压力测试装置;

在主油缸上设置有位移传感器(16)。

2. 根据权利要求1所述的试验机,其特征在于:所述主油缸包括主油缸I(1)、主油缸II(2)、主油缸III(3)。

3. 根据权利要求1所述的试验机,其特征在于:所述立柱有四根,所述中平台四角分别设置有通孔,立柱与通孔内径配合。

4. 根据权利要求1所述的试验机,其特征在于:副油缸I(8)和副油缸II(17)分别与上盖板(4)螺栓连接,且副油缸I(8)与上盖板(4)垂直设置,副油缸II(17)与上盖板(4)倾斜设置。

5. 根据权利要求1所述的试验机,其特征在于:所述伺服电机驱动轴上设置有丝杠,在下平台上设置有丝母,丝杠和丝母构成丝杠副,用于驱动下平台在轨道上往复移动。

6. 根据权利要求1所述的试验机,其特征在于:下平台下方设置有多与轨道(21)相配合的行轮(22)。

7. 根据权利要求1所述的试验机,其特征在于:在液压泵(25)上设置有液压阀(26)。

8. 根据权利要求1所述的试验机,其特征在于:在夹盘上设置有自动定心夹紧爪,用于夹持待测试波纹管。

高压组合电气用GIL波纹管补偿器检测试验机

技术领域

[0001] 本实用新型属于波纹管检测装置技术领域,具体地说是一种高压组合电气用GIL波纹管补偿器检测试验机。

背景技术

[0002] GIL是指气体绝缘金属封闭输电线路的简称,具有传输容量大、损耗小、不受环境影响、运行可靠性高、节省土地等显著优点,应用越来越广。但目前,国内没有型式检验专用的高压组合电气用GIL波纹管补偿器性能检测试验机,现有的高压组合电气用GIS波纹管补偿器性能试验机,已经不能完全满足时代的需求;GIL波纹管补偿器要比GIS波纹管补偿器的试验要求更加严格,例如它的设计参数要求更加准确,试验数据增多,考核项目增多,疲劳试验的定位性、准确性提高,GIL试件在疲劳设备中它的垂直度、平面度、同轴度、XYZ方向的位移准确度、设备的稳定性、设备需要有完好的状态,从而来保证他的试验数据客观准确,降低因设备自身不足导致试验样品损坏的结局,即数据的准确性更加的高,所以需要一台高精度定位的性能试验机,以实现准确的定位安装,可以实现轴向、径向、角向组合位移,手动或自动操作。

实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的是提供一种高压组合电气用GIL波纹管补偿器检测试验机,能解决现有技术中的问题。

[0004] 本实用新型是通过如下技术方案实现的:一种高压组合电气用GIL波纹管补偿器检测试验机,其特征在于:包括通过多根立柱相连接的上盖板和下盖板,还包括中平台和下平台,所述中平台滑接在立柱上并通过设置在上盖板上的主油缸驱动;所述下平台与设置在下盖板上的轨道活动连接并通过设置在下盖板上的伺服电机驱动;下平台上设置有升降装置;还包括用于夹持待测试波纹管的夹盘,所述夹盘包括设置在中平台下侧的上夹盘,设置在下平台上的下夹盘,以及垂直设置在下平台两侧的左夹盘和右夹盘;在上盖板的两侧设置有副油缸I和副油缸II,副油缸I和左夹盘构成径向疲劳测试装置,副油缸II和右夹盘构成角向疲劳装置;还包括与分别与主油缸、副油缸、升降装置相连通的液压泵,以及用于向待测试波纹管内部提供介质压力的压力测试装置;在主油缸上设置有位移传感器。

[0005] 进一步的:所述主油缸包括主油缸I、主油缸II、主油缸III。

[0006] 进一步的:所述立柱有四根,所述中平台四角分别设置有通孔,立柱与通孔内径配合。

[0007] 进一步的:副油缸I和副油缸II分别与上盖板螺栓连接,且副油缸I与上盖板垂直设置,副油缸II与上盖板倾斜设置。

[0008] 进一步的:所述伺服电机驱动轴上设置有丝杠,在下平台上设置有丝母,丝杠和丝母构成丝杠副,用于驱动下平台在轨道上往复移动。

[0009] 进一步的:下平台下方设置有多与轨道相配合的行轮。

[0010] 进一步的:在液压泵上设置有液压阀。

[0011] 进一步的:在夹盘上设置有自动定心夹紧爪,用于夹持待测试波纹管。

[0012] 本实用新型的优点是:本实用新型所述结构,有效的实现了对高压组合电器用GIL波纹管的性能的综合性能检测,大大提高检测效率。改变了现有的手动操作手工检测(刚度试验、补偿量试验、压力试验、稳定性试验)的原始方式,本方案采用设备自动采集数据(包括位移、刚度、通过位移采集总长与平面度),同时实现单一检测后直接可以在设备中形成往复疲劳试验,进行疲劳测试,提高30%的效率,直接降低30%劳动强度。本方案还具有适用范围广的优点,不仅可以做波纹管疲劳试验,还可以进行多种管材的多品类测试,测试方便快捷,准确度高。

附图说明

[0013] 图1是本实用新型的整体结构示意图;

[0014] 图2是本实用新型的工作状态示意图(轴向疲劳测试);

[0015] 图3是本实用新型的工作状态示意图(角向疲劳测试);

[0016] 图4是本实用新型的工作状态示意图(径向疲劳测试)。

[0017] 附图标记说明:

[0018] 1为主油缸I,2为主油缸II,3为主油缸III,4为上盖板,5为力传感器,6为立柱,7为中平台,8为副油缸I,9为角向疲劳装置I,10为下夹盘,11为下盖板,12为右夹盘,13为升降装置,14为下平台,15为升降定位螺杆,16为位移传感器,17为副油缸II,18为径向疲劳装置,19为上夹盘,20为定位销,21为轨道,22为行轮,23为丝杠,24为伺服电机,25为液压泵,26为液压阀,27为左夹盘。

[0019] 下面将结合附图通过实例对本实用新型作进一步详细说明,但下述的实例仅仅是本实用新型其中的例子而已,并不代表本实用新型所限定的权利保护范围,本实用新型的权利保护范围以权利要求书为准。

具体实施方式

[0020] 如图1-4所示为本实用新型一种高压组合电气用GIL波纹管补偿器检测试验机,包括通过多根立柱6相连接的上盖板4和下盖板11,立柱、上盖板和下盖板固定后,形成一个固定的主体框架,用于支持和固定其他部件;还包括中平台7和下平台14,所述中平台7滑接在立柱上并通过设置在上盖板上的主油缸驱动,从而实现竖直方向的移动;所述下平台14与设置在下盖板上的轨道21活动连接并通过设置在下盖板上的伺服电机24驱动,从而实现水平方向的移动;中平台和下平台分别用于固定管材并通过相互垂直的移动方式实现对管材的多种条件下的测试;下平台14上设置有升降装置13,在下平台确定好位置以后,升降装置上的油缸自由端同时伸出,将下平台撑起,保证了下平台的水平和稳定,同时还防止行轮受力过大受损,升降定位螺杆15用于定位以保持水平;还包括用于夹持待测试波纹管的夹盘,所述夹盘用于夹持波纹管,通常是与波纹管端部的法兰相配合,夹盘有四个,包括设置在中平台下侧的上夹盘19,设置在下平台上的下夹盘10,以及垂直设置在下平台两侧的左夹盘27和右夹盘12;各夹盘可通过螺接或焊接的方式实现固定,并保持稳定;在上盖板的两侧设置有副油缸I8和副油缸II17,副油缸I和左夹盘构成径向疲劳测试装置18,副油缸II和右夹

盘构成角向疲劳装置9;还包括与分别与主油缸、副油缸、升降装置相连通的液压泵25,以及用于向待测试波纹管内部提供介质压力的压力测试装置;在主油缸上设置有位移传感器16和力传感器5。

[0021] 优选的:所述主油缸主体固定在上盖板上,其包括主油缸I1、主油缸II2、主油缸III3,其中,主油缸II、主油缸III的自由端固定在中平台上,用于带动中平台升降,主油缸I可根据需要选择,既可以固定在中平台上,也可以在需要时,穿过中平台上的孔,与管材直接连接,从而实现角度的测试。

[0022] 优选的:所述立柱有四根,所述中平台四角分别设置有通孔,立柱与通孔内径配合。

[0023] 优选的:副油缸I8和副油缸II17分别与上盖板4螺栓连接,且副油缸I8与上盖板4垂直设置,副油缸II17与上盖板4倾斜设置。

[0024] 优选的:所述伺服电机驱动轴上设置有丝杠23,在下平台上设置有丝母,丝杠和丝母构成丝杠副,用于驱动下平台在轨道上往复移动。

[0025] 优选的:下平台下方设置有多与轨道相配合的行轮22。

[0026] 优选的:在液压泵25上设置有液压阀26。

[0027] 优选的:在夹盘上设置有自动定心夹紧爪,用于夹持待测试波纹管。

[0028] 本实用新型的测试过程如下:如图1所示,将三种待测试管材同时固定在试验机上,其中,本试验机的左侧部分进行径向疲劳测试,管材一端固定在左夹盘上,另一端的法兰位于副油缸II的正下方并固定,通过副油缸II带动一端升降即可实现径向疲劳测试;本试验机的右侧部分进行角向疲劳测试,管材一端固定在右夹盘上,另一端的与副油缸I相连接,且副油缸I与上上盖板平面之间形成一夹角,调整好夹角的角度并固定,通过副油缸I带动管材生杀予夺即可实现角向疲劳测试,可以测试弯曲性等;本试验机的中部为轴向疲劳测试,也是用的最多的测试,管材两端分别固定在上下夹盘上,通过主油缸带动上夹盘升降即可实现轴向疲劳测试。

[0029] 在测试任务不紧急或管材较大的情况下,主要启用主油缸I进行测试,以增加稳定性和准确度,延长设备的寿命。如图2轴向测试时,主油缸三组缸均与中平台连接即可;如图3角向测试时,试样一端固定在下夹盘上,主油缸I的活塞下端铰接有连杆,连杆的另一端铰接在试样上部法兰的一侧,即可通过主油缸I的升降实现管材的角向测试;如图4径向测试时,试样的一端固定在左夹盘或右夹盘上,另一端法兰与主油缸活塞连接,即可实现径向测试。

[0030] 本实用新型所述试验机,可实现“Z轴轴向—X轴横向”两复合位移往复运动,可实现对试件的轴向刚度、补偿量试验、压力试验、压力应力试验、稳定性试验、真空气密性试验、六氟化硫气体气密性定性检查、六氟化硫气体气密性泄漏率检查、循环寿命试验、爆破压力试验、角向疲劳、径向疲劳等多种测试和试验。采用三个主油缸及小车运动机构,与主油缸配合,可实现“Z轴轴向—X轴横向”两种方向疲劳与刚度试验;可以“Z轴轴向—X轴横向”超高精度复合运动往复疲劳运动。单油缸与双油缸、三油缸可以满足不同的试件采用不同压力的油缸,节省成本。采用三种油缸往复运动可以满足疲劳需求,即使修复一类油缸,其余油缸还是可以继续工作永远的不会影响工作进度。遇见大压力试件采用三油缸同时运动大大增加设备的拉压能力。采用同步阀控制三条主油缸,可实现油缸同步平稳运动。采用

横向伺服电机25与下平台14、车轮22、工字轨道21形成运动机构,与主油缸I、II、III配合,主油缸I、II、III与上夹盘19、下夹盘10,可实现高精度定位的“轴向—横向”复合位移运动。通过比例阀及线性油缸,可进行自动位移控制,位移闭环控制,实现位移高精度控制。采用副油缸I、II进行径向、角向试件的试验,可节约能源,并实现安装的便捷,提高工作效率。本试验机还具有安装方便快捷,测试结果准确可靠的优点。

[0031] 下面对测试步骤进行详细说明。

[0032] 上、下盖板安装在四根立柱上,用螺母锁死;主油缸连接在上盖板,法兰盘形式用螺钉、螺母固定在上盖板上;液压油缸与中平台连接,中平台上有一自动紧卡上夹盘,用以自动定心夹紧用;下盖板上端有两条工字型轨道,轨道上有一工作下平台(下平台分为三种工作方式,水平一种自动夹紧米字平台下夹盘,左右各有一台成90°垂直下平台与其中间平台有一定间距的左右夹盘),工作平台下安装N个轨道车轮与下平台连接,用以滚动移动与支撑下平台作用;下平台两侧各有一套液压油缸升降装置,还有一套与轨道升降定位螺杆,用来升高与锁紧下平台与工字轨道之间,起到辅助支撑与定位作用。工作下平台左边有一伺服电机,伺服电机与丝杠连接,伺服电机主轴与丝杠有一定定位销连接,丝杠与工作下平台底部滚动轴承连接,滚动轴承与工作下平台连接,用伺服电机的正反转来控制工作下平台在工字轨道上移动。

[0033] 通过上夹盘、下夹盘配合使用,完成自动定心与数显卡尺等一些专用检测设备配合可以完成以下检测试验,轴向刚度、补偿量试验、压力试验、压力应力试验、稳定性试验、真空气密性试验、六氟化硫气体气密性定性检查、六氟化硫气体气密性泄漏率检查、循环寿命试、爆破压力试验。

[0034] 径向疲劳测试,上、下盖板1安装在四根立柱上,用螺母锁死;主油缸连接在上盖板,法兰盘形式用螺钉、螺母固定在上盖板上;液压油缸与中平台连接,中平台上有一自动紧卡上夹盘,用以自动定心夹紧用;下盖板上端有两条工字型轨道,轨道上有一工作下平台(下平台分为三种工作方式,水平一种自动夹紧米字平台下夹盘,左右各有一台成90°垂直下平台与其中间平台有一定间距的左右夹盘),工作平台下安装N个轨道车轮与下平台连接,用以滚动移动与支撑下平台作用;下平台两侧各有一套液压油缸升降装置,还有一套与轨道升降定位螺杆,用来升高与锁紧下平台与工字轨道之间,起到辅助支撑与定位作用。工作下平台左边有一伺服电机,伺服电机与丝杠连接,伺服电机主轴与丝杠有一定定位销连接,丝杠与工作下平台底部滚动轴承连接,滚动轴承与工作下平台连接,用伺服电机的正反转来控制工作下平台在工字轨道上移动。

[0035] GIL波纹管径向刚度试验与疲劳试验:将GIL波纹管两端用盲板法兰密封拧紧,两端拉杆安装完好,如图1方向所示,将工作下平台移动到右边最大位移处,预留足够的空间用以安装试件,用吊车或叉车等专用的工装吊具平移到卧式右夹盘中间,用夹盘固定好试件右侧,在将径向专用夹具(径向疲劳装置)与中平台连接,安装完毕后中平台高度上升,以免与下端试件发生碰撞,再将工作下平台移动到主油缸下端,试件左端法兰与径向疲劳装置对齐后,将中平台下降,径向疲劳装置与试件左端法兰连接后拧紧,锁紧工作下平台与工字轨道。设置系统参数,进行刚度与疲劳试验。采用电脑采集数据,通过刚度传感器与位移传感器采集,力值数据与疲劳次数数据,在线摄像头实时监控。

[0036] 轴向疲劳时,将上、下盖板安装在四根立柱上,用螺母锁死;主油缸、连接在上盖

板,法兰盘形式用螺钉、螺母固定在上盖板上;液压油缸与中平台连接,中平台上有一自动紧卡上夹盘,用以自动定心夹紧用;下盖板上端有两条工字型轨道,轨道上有一工作下平台(下平台分为三种工作方式,水平一种自动夹紧米字平台下夹盘,左右各有一台成 90° 垂直下平台与其中间平台有一定间距的左右夹盘),工作平台下安装N个轨道车轮与下平台连接,用以滚动移动与支撑下平台作用;下平台两侧各有一套液压油缸升降装置,还有一套与轨道升降定位螺杆,用来升高与锁紧下平台与工字轨道之间,起到辅助支撑与定位作用。工作下平台左边有一伺服电机,伺服电机与丝杠连接,伺服电机主轴与丝杠有一定定位销连接,丝杠与工作下平台底部滚动轴承连接,滚动轴承与工作下平台连接,用伺服电机的正反转来控制工作下平台在工字轨道上移动。

[0037] GIL波纹管轴向刚度试验与疲劳试验:将GIL波纹管两端用盲板法兰密封拧紧,两端拉杆拆卸,如图2方向所示,将工作下平台移动到左边最大位移处,预留足够的空间用以安装试件,用吊车或叉车等专用的工装吊具平移到下夹盘中间,用夹盘固定好试件下面法兰,升降中平台,将中平台上的上夹盘自动夹紧试件上方法兰,用以准确定位轴心,这样试件低端与上端都是采用自动定心夹紧,确保试件本身同轴度。精确的测量试验数据,用以判断试验是否符合要求。试验要求径向 $-mm$,轴向 $\pm mm$,我们可以先固定好试样上、下端,在控制伺服电机通过丝杠传递,位移传感器准确的位移,控制工作下平台向右移动 $-mm$,然后锁死工作下平台,采用电脑采集数据,通过刚度传感器与位移传感器采集,力值数据与疲劳次数数据,在线摄像头实时监控。

[0038] 角向疲劳时,将上、下盖板安装在四根立柱上,用螺母锁死;主油缸、连接在上盖板,法兰盘形式用螺钉、螺母固定在上盖板上;液压油缸与中平台连接,中平台上有一自动紧卡上夹盘,用以自动定心夹紧用;下盖板上端有两条工字型轨道,轨道上有一工作下平台(下平台分为三种工作方式,水平一种自动夹紧米字平台下夹盘,左右各有一台成 90° 垂直下平台与其中间平台有一定间距的左右夹盘),工作平台下安装N个轨道车轮与下平台连接,用以滚动移动与支撑下平台作用;下平台两侧各有一套液压油缸升降装置,还有一套与轨道升降定位螺杆,用来升高与锁紧下平台与工字轨道之间,起到辅助支撑与定位作用。工作下平台左边有一伺服电机,伺服电机与丝杠连接,伺服电机主轴与丝杠有一定定位销连接,丝杠与工作下平台底部滚动轴承连接,滚动轴承与工作下平台连接,用伺服电机的正反转来控制工作下平台在工字轨道上移动。

[0039] GIL波纹管角向疲劳试验:将GIL波纹管两端用盲板法兰密封拧紧,两端拉杆拆卸,铰链与法兰连接,如图3方向所示,将工作下平台移动到左边最大位移处,预留足够的空间用以安装试件,用吊车或叉车等专用的工装吊具平移 to 立式下夹盘中间,用夹盘固定好试件下面法兰,升降中平台与试件上端留有一定距离;用夹盘固定好试件后,在将角向疲劳装置II 与中平台连接,安装完毕后中平台高度上升,以免与下端试件发生碰撞,再将工作下平台移动到主油缸下端,试件法兰与角向疲劳装置II 对齐后,将中平台下降,角向疲劳装置II 与试件法兰连接后拧紧,锁紧工作下平台与工字轨道。设置系统参数,进行刚度与疲劳试验。采用电脑采集数据,通过刚度传感器与位移传感器采集,力值数据与疲劳次数数据,在线摄像头实时监控。

[0040] 轴向疲劳、径向疲劳、角向疲劳一起试验时,将上、下盖板安装在四根立柱上,用螺母锁死;主油缸、连接在上盖板,法兰盘形式用螺钉、螺母固定在上盖板上;液压油缸与中平

台连接,中平台上有一自动紧卡上夹盘,用以自动定心夹紧用;下盖板上端有两条工字型轨道,轨道上有一工作下平台(下平台分为三种工作方式,水平一种自动夹紧米字平台下夹盘,左右各有一台成 90° 垂直下平台与其中间平台有一定间距的左右夹盘),工作平台下安装N个轨道车轮与下平台连接,用以滚动移动与支撑下平台作用;下平台两侧各有一套液压油缸升降装置,还有一套与轨道升降定位螺杆,用来升高与锁紧下平台与工字轨道之间,起到辅助支撑与定位作用。工作下平台左边有一伺服电机,伺服电机与丝杠连接,伺服电机主轴与丝杠有一定定位销连接,丝杠与工作下平台底部滚动轴承连接,滚动轴承与工作下平台连接,用伺服电机的正反转来控制工作下平台在工字轨道上移动。

[0041] GIL波纹管轴向刚度试验与疲劳试验:将GIL波纹管两端用盲板法兰密封拧紧,两端拉杆拆卸,如图4方向所示,将工作下平台移动到左边最大位移处,预留足够的空间用以安装试件,用吊车或叉车等专用的工装吊具平移到下夹盘中间,用夹盘固定好试件下面法兰,升降中平台,将中平台上的上夹盘自动夹紧试件上方法兰,用以准确定位轴心,这样试件低端与上端都是采用自动定心夹紧,确保试件本身同轴度。精确的测量试验数据,用以判断试验是否符合要求。试验要求径向-5mm,轴向 $\pm 15\text{mm}$,我们可以先固定好试样上、下端,在控制伺服电机通过丝杠传递,位移传感器准确的位移,控制工作下平台向右移动-5mm,然后锁死工作下平台,采用电脑采集数据,通过刚度传感器与位移传感器采集,力值数据与疲劳次数数据,在线摄像头实时监控。

[0042] GIL波纹管径向刚度试验与疲劳试验:将GIL波纹管两端用盲板法兰密封拧紧,两端拉杆安装完好,用吊车或叉车等专用的工装吊具平移到左夹盘中间,用夹盘固定好试件右侧,在将试件与径向疲劳装置连接,径向疲劳装置与副油缸连接,锁紧工作台与轨道。设置系统参数,进行刚度与疲劳试验。采用电脑采集数据,通过刚度传感器与位移传感器采集,力值数据与疲劳次数数据,在线摄像头实时监控。

[0043] GIL波纹管角向刚度试验与疲劳试验:将GIL波纹管两端用盲板法兰密封拧紧,两端拉杆拆卸,铰链与法兰连接,如图4方向所示,用吊车或叉车等专用的工装吊具平移到立式右夹盘中间,用夹盘固定好试件下面法兰,用夹盘固定好试件右侧,在将试件与角向疲劳装置连接,角向疲劳装置与副油缸连接,锁紧工作台与轨道。设置系统参数,进行刚度与疲劳试验。采用电脑采集数据,通过刚度传感器与位移传感器采集,力值数据与疲劳次数数据。

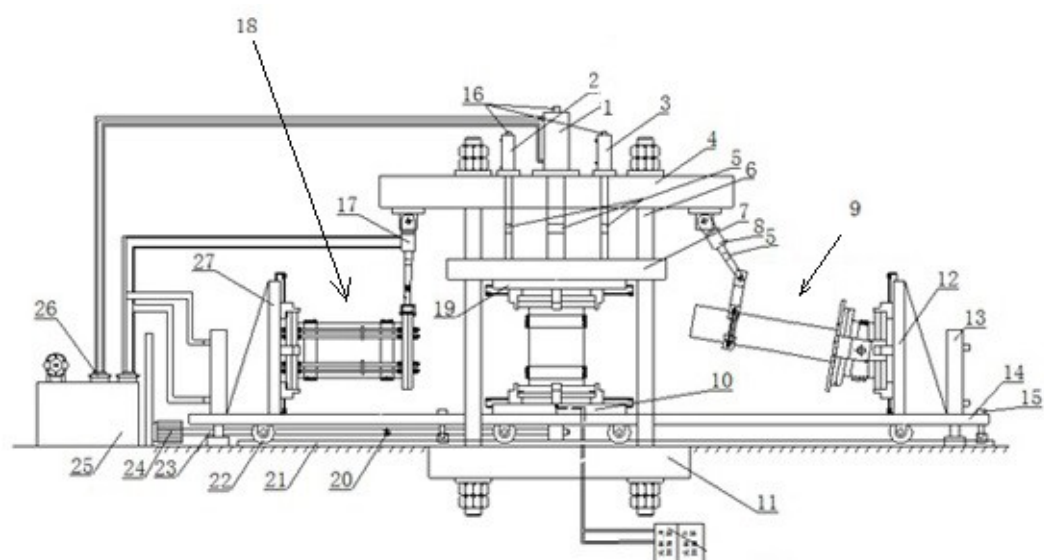


图1

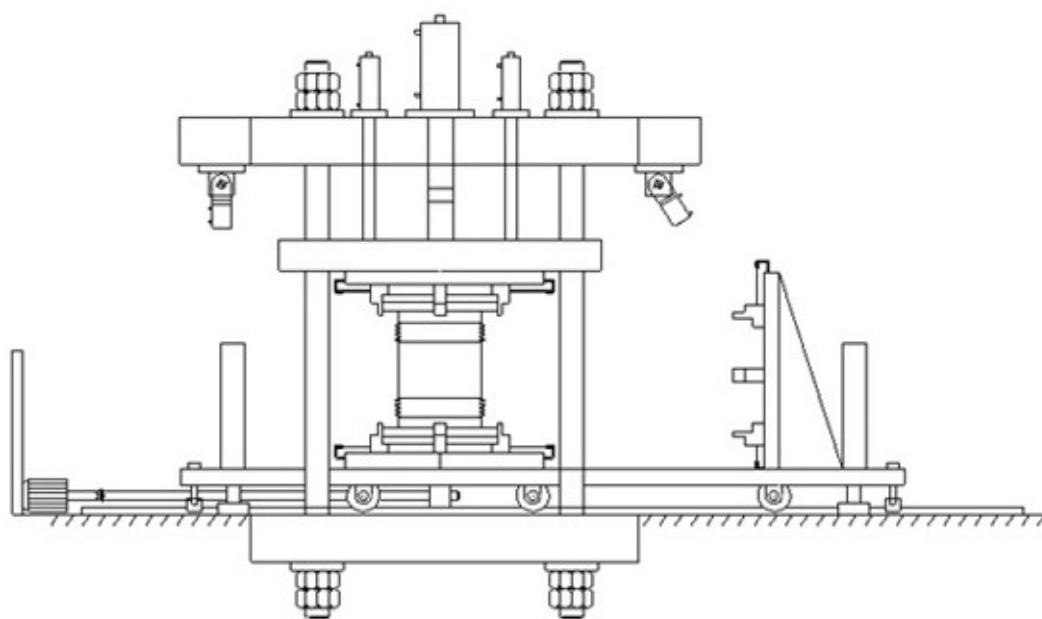


图2

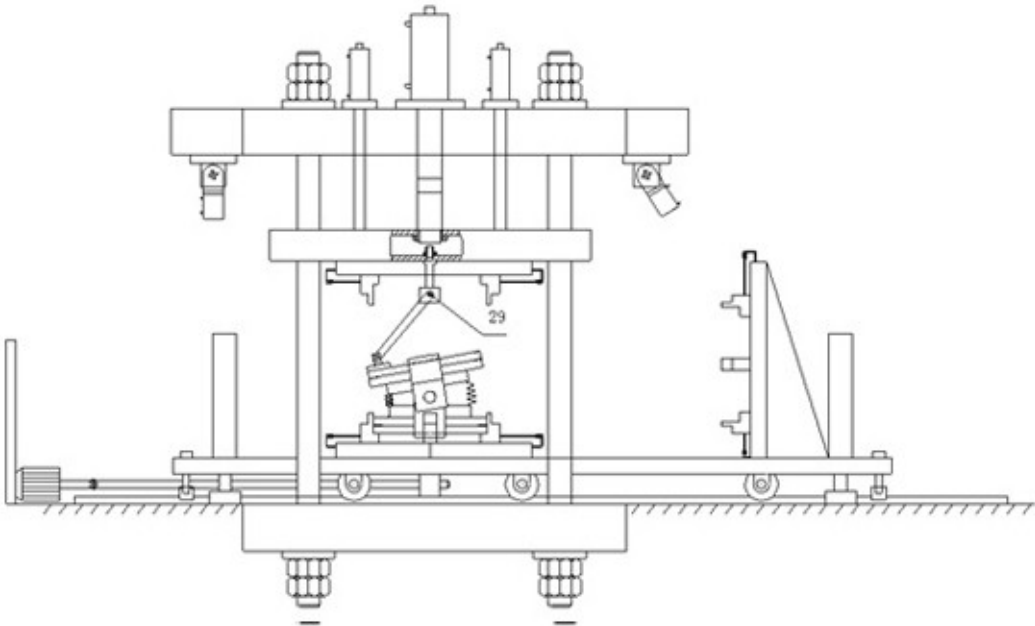


图3

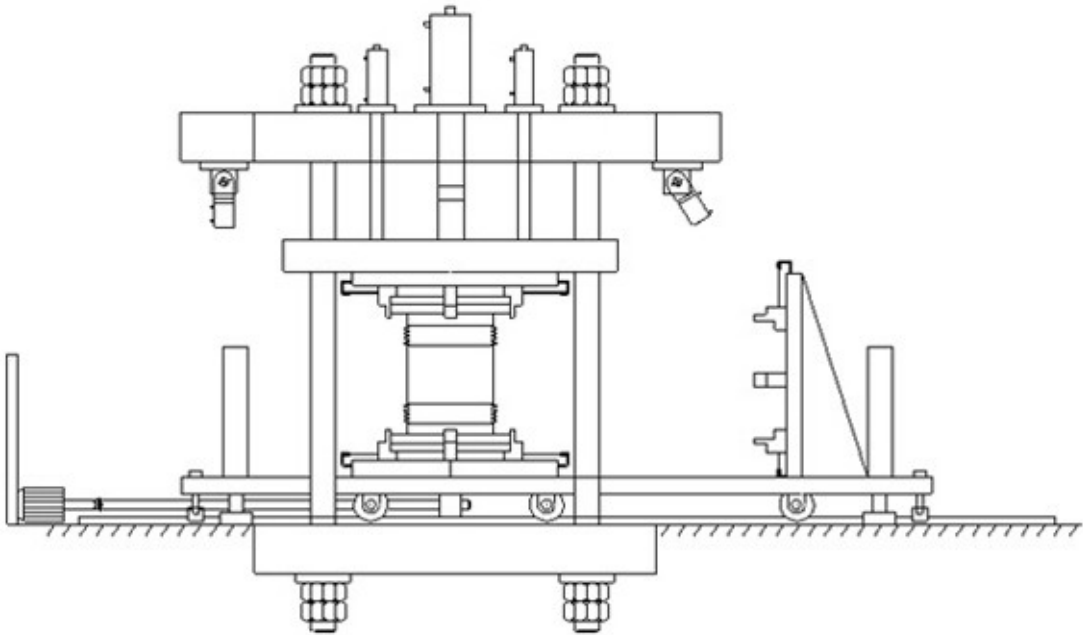


图4