

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102626855 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 08

(21) 申请号 201210084344. 6

(22) 申请日 2012. 03. 27

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大
直街 92 号

(72) 发明人 高云峰 李瑞峰 程志千

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 高媛

(51) Int. Cl.

B23P 19/02(2006. 01)

B23P 19/10(2006. 01)

G01L 5/00(2006. 01)

G01B 11/00(2006. 01)

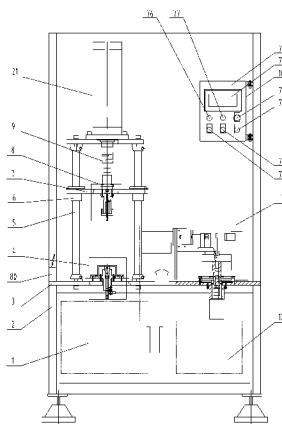
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

扭杆自动压装、测量校直设备

(57) 摘要

扭杆自动压装、测量校直设备，它涉及一种扭杆压装、测量校直设备。以解决扭杆加工存在工艺繁琐，设备结构复杂、价格高，工艺节拍长，生产节拍短时，单台设备不能满足节拍要求问题。台板与机架固接，下夹具和导向轴与台板固接，导向轴上装有直线轴承，滑板与直线轴承固接，上夹具和拉压力传感器与滑板固接，测量校直机构和气缸支架与台板固接，气缸与气缸支架固接，气缸的缸杆与下夹具中的滑块固接，第一支架与台板固接，拖链与第一支架和滑板固接，压装交流伺服电机与压装减速器传动连接，压装减速器与压装同步带传动机构传动连接，压装同步带传动机构与压装丝杠螺纹连接，压装丝杠与拉压力传感器固接。本发明用于扭杆自动压装、测量校直。



1. 一种扭杆自动压装、测量校直设备,其特征在于:所述设备包括电控系统安装板(1)、机架(2)、台板(3)、下夹具(4)、滑板(7)、上夹具(8)、拉压力传感器(9)、人机界面组件(10)、测量校直机构(11)、气动系统连接板(12)、气缸支架(14)、气缸(15)、第一支架(16)、拖链(17)、压装交流伺服电机(18)、压装减速器(19)、压装同步带传动机构(20)、压装直线运动机构(21)、四根导向轴(5)及四个直线轴承(6),压装直线运动机构(21)包括压装丝杠(68)及压装外套(69);

台板(3)水平设置并与机架(2)固接,台板(3)上设有第一通孔,下夹具(4)设置在台板(3)的第一通孔处,下夹具(4)与台板(3)固接,四根导向轴(5)呈矩形设置,四根导向轴(5)的下端与台板(3)固接,每根导向轴(5)上装有与其滑动配合的直线轴承(6),滑板(7)水平设置并与四个直线轴承(6)固接,滑板(7)上设有与台板(3)的第一通孔同轴的第二通孔,上夹具(8)设置在滑板(7)的第二通孔处,上夹具(8)与滑板(7)固接,拉压力传感器(9)的下端与滑板(7)的上端面固接,台板(3)上设有第三通孔,测量校直机构(11)设置在台板(3)的第三通孔处,测量校直机构(11)与台板(3)固接,人机界面组件(10)、电控系统安装板(1)、气动系统连接板(12)均与机架(2)固接;气缸支架(14)与台板(3)的上端面固接,气缸(15)与气缸支架(14)固接,气缸(15)的缸杆水平设置并与下夹具(4)中的滑块(13)固接,第一支架(16)的下端与台板(3)的上端面固接,拖链(17)的一端与第一支架(16)固接,拖链(17)的另一端与滑板(7)固接,压装交流伺服电机(18)沿竖直方向设置,压装交流伺服电机(18)与压装减速器(19)传动连接,压装减速器(19)与压装同步带传动机构(20)的压装主动带轮传动连接,压装同步带传动机构(20)的压装从动带轮(66)与压装丝杠(68)螺纹连接,压装丝杠(68)沿竖直方向设置在压装外套(69)内,压装丝杠(68)的下端与拉压力传感器(9)的上端固接,压装外套(69)的下端与四根导向轴(5)的上端固接。

2. 根据权利要求1所述扭杆自动压装、测量校直设备,其特征在于:上夹具(8)包括拉力帽(23)、上夹具体(24)、承力套(25)、调整螺钉(26)、弹簧圈(27)、顶柱(28)及钢球(29);

上夹具体(24)的上端中部设有螺纹孔、上夹具体(24)的下端中部设有敞口内腔,上夹具体(24)的螺纹孔与敞口内腔之间通过连接孔连通,承力套(25)设置在上夹具体(24)的敞口内腔中,上夹具体(24)的下端插装在拉力帽(23)内,承力套(25)与拉力帽(23)上均设有安装孔,且承力套(25)及拉力帽(23)的安装孔均与上夹具体(24)的螺纹孔和连接孔同轴设置,调整螺钉(26)与上夹具体(24)的螺纹孔螺纹连接,调整螺钉(26)的头部与滑板(7)连接,上夹具体(24)的上端与滑板(7)的下端面固接,上夹具体(24)的外壁上设有水平孔,上夹具体(24)的水平孔与上夹具体(24)的连接孔相通,上夹具体(24)的水平孔内由里至外依次装有钢球(29)、顶柱(28)及弹簧圈(27),弹簧圈(27)与上夹具体(24)固接。

3. 根据权利要求1所述扭杆自动压装、测量校直设备,其特征在于:下夹具(4)包括接近开关(30)、接近开关支架(31)、下夹具体(33)、承力板(34)、滑块(13)及调整板(35);

调整板(35)与台板(3)的上端面固接,调整板(35)上设有与台板(3)的第一通孔相通的第三通孔,下夹具体(33)的外壁设有凸台,下夹具体(33)的下端依次穿设出调整板(35)的第三通孔和台板(3)的第一通孔,下夹具体(33)的凸台与调整板(35)的上端面固

接,接近开关(30)沿接近开关支架(31)的高度方向位置可调,接近开关(30)与接近开关支架(31)连接,接近开关支架(31)与下夹具体(33)的下端一侧壁固接,承力板(34)设置在调整板(35)的上端面且二者固接,滑块(13)的下端设置在调整板(35)的上端面,且滑块(13)的下端设置在承力板(34)与下夹具体(33)的凸台之间,滑块(13)与调整板(35)滑动连接,滑块(13)通过承力板(34)竖向限位,下夹具体(33)沿其轴向设有连接轴安装孔。

4. 根据权利要求1、2或3所述扭杆自动压装、测量校直设备,其特征在于:扭杆测量校直机构(11)包括校正同步带传动机构(36)、校正减速器(37)、校正交流伺服电机(38)、校正直线运动机构(39)、第二支架(40)、压力传感器(41)、盖板(42)、导向座(43)、压头(44)、激光位移传感器(45)、第三支架(46)、精密气动回转卡盘(48)、安装盘(49)、回转卡盘(50)、电机连接座(51)、联轴器(52)、测量交流伺服电机(53)及卡爪(54),校正直线运动机构(39)包括校正丝杠(61)及校正外套(62);

校正交流伺服电机(38)水平设置,校正交流伺服电机(38)与校正减速器(37)传动连接,校正减速器(37)与校正同步带传动机构(36)的校正主动带轮传动连接,校正同步带传动机构(36)的校正从动带轮(78)与校正丝杠(61)螺纹连接,校正丝杠(61)水平设置在校正外套(62)内,校正外套(62)的一端与第二支架(40)固接,校正丝杠(61)的一端穿过第二支架(40)与压力传感器(41)固接,压力传感器(41)与压头(44)的一端固接,导向座(43)与第二支架(40)固接,导向座(43)上设有凹槽,压头(44)与导向座(43)的凹槽滑动连接,盖板(42)与导向座(43)固接,盖板(42)用于对压头(44)限位,第二支架(40)的下端与台板(3)的上端面固接,激光位移传感器(45)沿第三支架(46)的高度方向位置可调,激光位移传感器(45)与第三支架(46)连接,第三支架(46)的下端沿台板(3)的宽度方向位置可调,第三支架(46)的下端与台板(3)的上端面连接,安装盘(49)与台板(3)的上端面固接,精密气动回转卡盘(48)与安装盘(49)的上端面固接,卡爪(54)与精密气动回转卡盘(48)的上端面固接,精密气动回转卡盘(48)、安装盘(49)及台板(3)设有与卡爪(54)的中心同轴的中心孔,回转卡盘(50)设置在台板(3)的中心孔内,回转卡盘(50)设有装配孔,回转卡盘(50)安装在台板(3)的中心孔内,测量交流伺服电机(53)与电机连接座(51)固接,电机连接座(51)与台板(3)的下端面固接,测量交流伺服电机(53)的输出端通过联轴器(52)与回转卡盘(50)传动连接。

5. 根据权利要求1所述扭杆自动压装、测量校直设备,其特征在于:10包括人机界面板70、人机界面71、急停按钮72、停止按钮73、复位按钮74、启动按钮75、电源指示灯76、安装有报警灯的蜂鸣器77及拨动行程开关80;

人机界面71、急停按钮72、停止按钮73、复位按钮74、启动按钮75、电源指示灯76及安装有报警灯的蜂鸣器77均安装在人机界面板70上,拨动行程开关80安装在支架2上,用于控制压装交流伺服电机18的启动或停止,人机界面71用于显示压力曲线、拉拔力曲线、激光传感器测量曲线、设置不同工件工艺参数及报警信息,急停按钮72用于停止伺服,停止按钮73用于停止程序动作,复位按钮74用于恢复程序动作接续完成下面工作,启动按钮75用于系统上电。

扭杆自动压装、测量校直设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种扭杆压装、测量校直设备，属于汽车转向系统技术领域。

背景技术

[0002] 汽车转向系统中，扭杆的加工质量将直接影响汽车的转向性能和驾驶员的舒适度。目前行业普遍采用的加工方法是：扭杆与连接轴过渡配合，装配后径向配作连接销。这种方法存在以下缺点：1. 工艺繁琐，需要打中心孔、钻孔、铰孔、去毛刺、装销、压销。2. 设备结构复杂、价格高。3. 工艺节拍长，生产节拍短时，单台设备不能满足自动化装配生产线节拍要求。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种扭杆自动压装、测量校直设备，以解决与汽车方向盘相连的扭杆加工存在工艺繁琐，设备结构复杂、价格高，工艺节拍长，生产节拍短时，单台设备不能满足自动化装配生产线节拍要求的问题。

[0004] 本发明为解决上述问题采取的技术方案是：本发明的一种扭杆自动压装、测量校直设备，所述设备包括电控系统安装板、机架、台板、下夹具、滑板、上夹具、拉压力传感器、人机界面组件、测量校直机构、气动系统连接板、气缸支架、气缸、第一支架、拖链、压装交流伺服电机、压装减速器、压装同步带传动机构、压装直线运动机构、四根导向轴及四个直线轴承，压装直线运动机构包括压装丝杠及压装外套；

[0005] 台板水平设置并与机架固接，台板上设有第一通孔，下夹具设置在台板的第一通孔处，下夹具与台板固接，四根导向轴呈矩形设置，四根导向轴的下端与台板固接，每根导向轴上装有与其滑动配合的直线轴承，滑板水平设置并与四个直线轴承固接，滑板上设有与台板的第一通孔同轴的第二通孔，上夹具设置在滑板的第二通孔处，上夹具与滑板固接，拉压力传感器的下端与滑板的上端面固接，台板上设有第三通孔，测量校直机构设置在台板的第三通孔处，测量校直机构与台板固接，人机界面组件、电控系统安装板、气动系统连接板均与机架固接；气缸支架与台板的上端面固接，气缸与气缸支架固接，气缸的缸杆水平设置并与下夹具中的滑块固接，第一支架的下端与台板的上端面固接，拖链的一端与第一支架固接，拖链的另一端与滑板固接，压装交流伺服电机沿竖直方向设置，压装交流伺服电机与压装减速器传动连接，压装减速器与压装同步带传动机构的压装主动带轮传动连接，压装同步带传动机构的压装从动带轮与压装丝杠螺纹连接，压装丝杠沿竖直方向设置在压装外套内，压装丝杠的下端与拉压力传感器的上端固接，压装外套的下端与四根导向轴的上端固接。

[0006] 本发明的有益效果是：1、设备集成度高。一台设备可以完成扭杆压装、拉拔力试验、扭杆跳动度检测及扭杆自动校直等四个功能，适用于扭杆和连接轴采用过盈装配情况。2、工艺节拍短，可达 45s/ 件，能满足大批量生产；3、自动化程度高，只需要一名操作人员，而且操作简便，劳动强度小。4、设备工艺参数调整简便，可以满足不同型号产品生产。5、检

测精度可达 0.08mm；产品合格率可达 100%。6、在人机界面上可以实时绘制工艺曲线。7、自动记录产品重要工艺数据，并判断产品是否合格。8、可以与其它设备进行联网，实时通讯。

附图说明

[0007] 图 1 是本发明的整体结构主视图，图 2 是图 1 的左视图，图 3 是图 1 的俯视图，图 4 是扭杆组件的主视图，图 5 是上夹具的主视图，图 6 是下夹具的主视图，图 7 是扭杆测量校直机构的主视图。

具体实施方式

[0008] 具体实施方式一：结合图 1—图 7 说明，本实施方式的扭杆自动压装、测量校直设备，所述设备包括电控系统安装板 1、机架 2、台板 3、下夹具 4、滑板 7、上夹具 8、拉压力传感器 9、人机界面组件 10、测量校直机构 11、气动系统连接板 12、气缸支架 14、气缸 15、第一支架 16、拖链 17、压装交流伺服电机 18、压装减速器 19、压装同步带传动机构 20、压装直线运动机构 21、四根导向轴 5 及四个直线轴承 6，压装直线运动机构 21 包括压装丝杠 68 及压装外套 69；

[0009] 台板 3 水平设置并与机架 2 固接，台板 3 上设有第一通孔，下夹具 4 设置在台板 3 的第一通孔处，下夹具 4 与台板 3 固接，四根导向轴 5 呈矩形设置，四根导向轴 5 的下端与台板 3 固接，每根导向轴 5 上装有与其滑动配合的直线轴承 6，滑板 7 水平设置并与四个直线轴承 6 固接，滑板 7 上设有与台板 3 的第一通孔同轴的第二通孔，上夹具 8 设置在滑板 7 的第二通孔处，上夹具 8 与滑板 7 固接，拉压力传感器 9 的下端与滑板 7 的上端面固接，台板 3 上设有第三通孔，测量校直机构 11 设置在台板 3 的第三通孔处，测量校直机构 11 与台板 3 固接，人机界面组件 10、电控系统安装板 1、气动系统连接板 12 均与机架 2 固接；气缸支架 14 与台板 3 的上端面固接，气缸 15 与气缸支架 14 固接，气缸 15 的缸杆水平设置并与下夹具 4 中的滑块 13 固接，第一支架 16 的下端与台板 3 的上端面固接，拖链 17 的一端与第一支架 16 固接，拖链 17 的另一端与滑板 7 固接，压装交流伺服电机 18 沿竖直方向设置，压装交流伺服电机 18 与压装减速器 19 传动连接，压装减速器 19 与压装同步带传动机构 20 的压装主动带轮传动连接，压装同步带传动机构 20 的压装从动带轮 66 与压装丝杠 68 螺纹连接，压装丝杠 68 沿竖直方向设置在压装外套 69 内，压装丝杠 68 的下端与拉压力传感器 9 的上端固接，压装外套 69 的下端与四根导向轴 5 的上端固接。

[0010] 具体实施方式二：结合图 1、图 4 和图 5 说明，本实施方式的上夹具 8 包括拉力帽 23、上夹具体 24、承力套 25、调整螺钉 26、弹簧圈 27、顶柱 28 及钢球 29；

[0011] 上夹具体 24 的上端中部设有螺纹孔、上夹具体 24 的下端中部设有敞口内腔，上夹具体 24 的螺纹孔与敞口内腔之间通过连接孔连通，承力套 25 设置在上夹具体 24 的敞口内腔中，上夹具体 24 的下端插装在拉力帽 23 内（可实现快速连接），承力套 25 与拉力帽 23 上均设有安装孔，且承力套 25 及拉力帽 23 的安装孔均与上夹具体 24 的螺纹孔和连接孔同轴设置，调整螺钉 26 与上夹具体 24 的螺纹孔螺纹连接，调整螺钉 26 的头部与滑板 7 连接，上夹具体 24 的上端与滑板 7 的下端面固接，上夹具体 24 的外壁上设有水平孔，上夹具体 24 的水平孔与上夹具体 24 的连接孔相通，上夹具体 24 的水平孔内由里至外依次装有钢球 29、顶柱 28 及弹簧圈 27，弹簧圈 27 与上夹具体 24 固接；在扭杆自动压装前，将扭杆 22 的上端

置于拉力帽 23 的安装孔、承力套 25 的安装孔及上夹具体 24 的连接孔内,扭杆 22 与承力套 25 的安装孔相接触,扭杆 22 与上夹具体 24 的连接孔间隙配合,扭杆 22 的上端面与调整螺钉 26 的下端面相接触,钢球 29 顶靠在扭杆 22 的外壁上。结构简单。其它与具体实施方式一相同。

[0012] 具体实施方式三:结合图 1、图 4 和图 6 说明,本实施方式的下夹具 4 包括接近开关 30、接近开关支架 31、下夹具体 33、承力板 34、滑块 13 及调整板 35;

[0013] 调整板 35 与台板 3 的上端面固接,调整板 35 上设有与台板 3 的第一通孔相通的第三通孔,下夹具体 33 的外壁设有凸台,下夹具体 33 的下端依次穿设出调整板 35 的第三通孔和台板 3 的第一通孔,下夹具体 33 的凸台与调整板 35 的上端面固接,接近开关 30 沿接近开关支架 31 的高度方向位置可调,接近开关 30 与接近开关支架 31 连接,接近开关支架 31 与下夹具体 33 的下端一侧壁固接,承力板 34 设置在调整板 35 的上端面且二者固接,滑块 13 的下端设置在调整板 35 的上端面,且滑块 13 的下端设置在承力板 34 与下夹具体 33 的凸台之间,滑块 13 与调整板 35 滑动连接,滑块 13 通过承力板 34 竖向限位,下夹具体 33 沿其轴向设有连接轴安装孔;在扭杆自动压装前,将与扭杆 22 配套的连接轴 32 装在下夹具体 33 的连接轴安装孔内,且连接轴 32 与下夹具体 33 的连接轴安装孔间隙配合。

[0014] 具体实施方式四:结合图 1、图 4 和图 7 说明,扭杆测量校直机构 11 包括校正同步带传动机构 36、校正减速器 37、校正交流伺服电机 38、校正直线运动机构 39、第二支架 40、压力传感器 41、盖板 42、导向座 43、压头 44、激光位移传感器 45、第三支架 46、精密气动回转卡盘 48、安装盘 49、回转卡盘 50、电机连接座 51、联轴器 52、测量交流伺服电机 53 及卡爪 54,校正直线运动机构 39 包括校正丝杠 61 及校正外套 62;

[0015] 校正交流伺服电机 38 水平设置,校正交流伺服电机 38 与校正减速器 37 传动连接,校正减速器 37 与校正同步带传动机构 36 的校正主动带轮传动连接,校正同步带传动机构 36 的校正从动带轮 78 与校正丝杠 61 螺纹连接,校正丝杠 61 水平设置在校正外套 62 内,校正外套 62 的一端与第二支架 40 固接,校正丝杠 61 的一端穿过第二支架 40 与压力传感器 41 固接,压力传感器 41 与压头 44 的一端固接,导向座 43 与第二支架 40 固接,导向座 43 上设有凹槽,压头 44 与导向座 43 的凹槽滑动连接,盖板 42 与导向座 43 固接,盖板 42 用于对压头 44 限位,第二支架 40 的下端与台板 3 的上端面固接,激光位移传感器 45 沿第三支架 46 的高度方向位置可调,激光位移传感器 45 与第三支架 46 连接,第三支架 46 的下端沿台板 3 的宽度方向位置可调,第三支架 46 的下端与台板 3 的上端面连接,安装盘 49 与台板 3 的上端面固接,精密气动回转卡盘 48 与安装盘 49 的上端面固接,卡爪 54 与精密气动回转卡盘 48 的上端面固接,精密气动回转卡盘 48、安装盘 49 及台板 3 设有与卡爪 54 的中心同轴的中心孔,回转卡盘 50 设置在台板 3 的中心孔内,回转卡盘 50 设有装配孔,回转卡盘 50 安装在台板 3 的中心孔内,测量交流伺服电机 53 与电机连接座 51 固接,电机连接座 51 与台板 3 的下端面固接,测量交流伺服电机 53 的输出端通过联轴器 52 与回转卡盘 50 传动连接,在进行扭杆测量校直前,将扭杆组件 47 的连接轴 32 安装在卡爪 54 上并与卡爪相接触,扭杆组件 47 的连接轴 32 依次穿过精密气动回转卡盘 48 及安装盘 49 的中心孔并与回转卡盘 50 的装配孔间隙配合。其它与具体实施方式一、二或三相同。

[0016] 具体实施方式五:结合图 1 和图 2 说明,本实施方式的人机界面组件 10 包括人机界面板 70、人机界面 71、急停按钮(红)72、停止按钮(红)73、复位按钮(黄)74、启动按钮

(绿)75、电源指示灯(绿)76及安装有报警灯的蜂鸣器(红)77、拨动行程开关78，人机界面71、急停按钮(红)72、停止按钮(红)73、复位按钮(黄)74、启动按钮(绿)75、电源指示灯(绿)76及安装有报警灯的蜂鸣器(红)77均安装在人机界面板70上，拨动行程开关80安装在支架2上，用于控制压装交流伺服电机18的启动或停止，人机界面71用于显示压力曲线、拉拔力曲线、激光传感器测量曲线(时间-位移)、设置不同工件工艺参数(压装力、压装行程、保压时间、压装力阈值、拉拔力阈值、扭杆跳动量、扭杆跳动量阈值、校直力、校直次数)、报警信息，急停按钮(红)72用于停止伺服，停止按钮(红)73用于停止程序动作，复位按钮(黄)74用于恢复程序动作接续完成下面工作，启动按钮(绿)75用于系统上电，电源指示灯76点亮时，表明所述设备已经接通；当安装有报警灯的蜂鸣器(红)77报警时，表明所述设备处于非正常工作状态。其它与具体实施方式一相同。

[0017] 工作过程：

[0018] 压装：

[0019] 1) 将扭杆装入上夹具内，并将连接轴放入下夹具内；

[0020] 2) 拨动行程开关，压装交流伺服电机启动正向转动，使得上夹具快速下行；

[0021] 3) 扭杆接近输出轴时，压装交流伺服电机减速，开始慢速进给；

[0022] 4) 压装到位后，压装交流伺服电机停止转动，保压给定时间，绘制压装力曲线，系统自动判断压装力是否合格，并给出提示；

[0023] 5) 保压时间到或压装力不满足要求，压装交流伺服电机反向转动，使得上夹具回退到初始位置；

[0024] 6) 取出扭杆组件。

[0025] 拉拔力测试(该功能可以选择是否启用)：

[0026] 从上述第四部开始：

[0027] 1) 气缸驱动滑块至下夹具中心；

[0028] 2) 压装交流伺服电机按照拉拔测试程序使得上夹具向上移动；

[0029] 3) 拉压力传感器测量拉拔力，拉拔力达到设定阈值时，压装交流伺服电机停止工作，系统绘制拉拔力曲线，并自动判断拉拔力是否合格；

[0030] 4) 压装交流伺服电机驱动上夹具下行到拉拔起始位置；

[0031] 5) 气缸驱动滑块回退；

[0032] 6) 压装交流伺服电机驱动快速反向转动，带动上夹具回退到初始位置；

[0033] 7) 取出扭杆组件。

[0034] 跳动度检测：

[0035] 1) 将扭杆组件装入卡爪，激光位移传感器判断扭杆组件位置，正确后精密气动回转卡盘自动加紧工件；

[0036] 2) 测量交流伺服电机转动带动回转卡盘慢速回转一周，激光位移传感器检测扭杆外径的跳动量，系统显示扭杆跳动曲线，并自动判断是否合格；

[0037] 3) 合格后，测量停止，取出工件(扭杆组件)；

[0038] 工件校直(当工件跳动值超出阈值时，进行自动校正)：

[0039] 1) 系统计算跳动度的相位值，校正交流伺服电机调整相位到校正方位；

[0040] 2) 根据测扭杆的跳动量，校正交流伺服电机带动压头快速进给、当压头接近扭杆

时，校正交流伺服电机慢速进给，对扭杆进行校正；

[0041] 3) 达到校正力时，保压给定时间，校正交流伺服电机快速回退，然后再次进行跳动度检测，直到工件合格为止；

[0042] 4) 如果测量次数超过阈值，跳动度仍不合格，系统提示并报警；

[0043] 5) 取出扭杆组件。

[0044] 该发明中的扭杆用于汽车转向系统，直接与方向盘相连接。扭杆的扭转变形与方向盘转向力的大小成正比。扭杆的加工质量直接影响汽车的转向性能和驾驶员的舒适度。

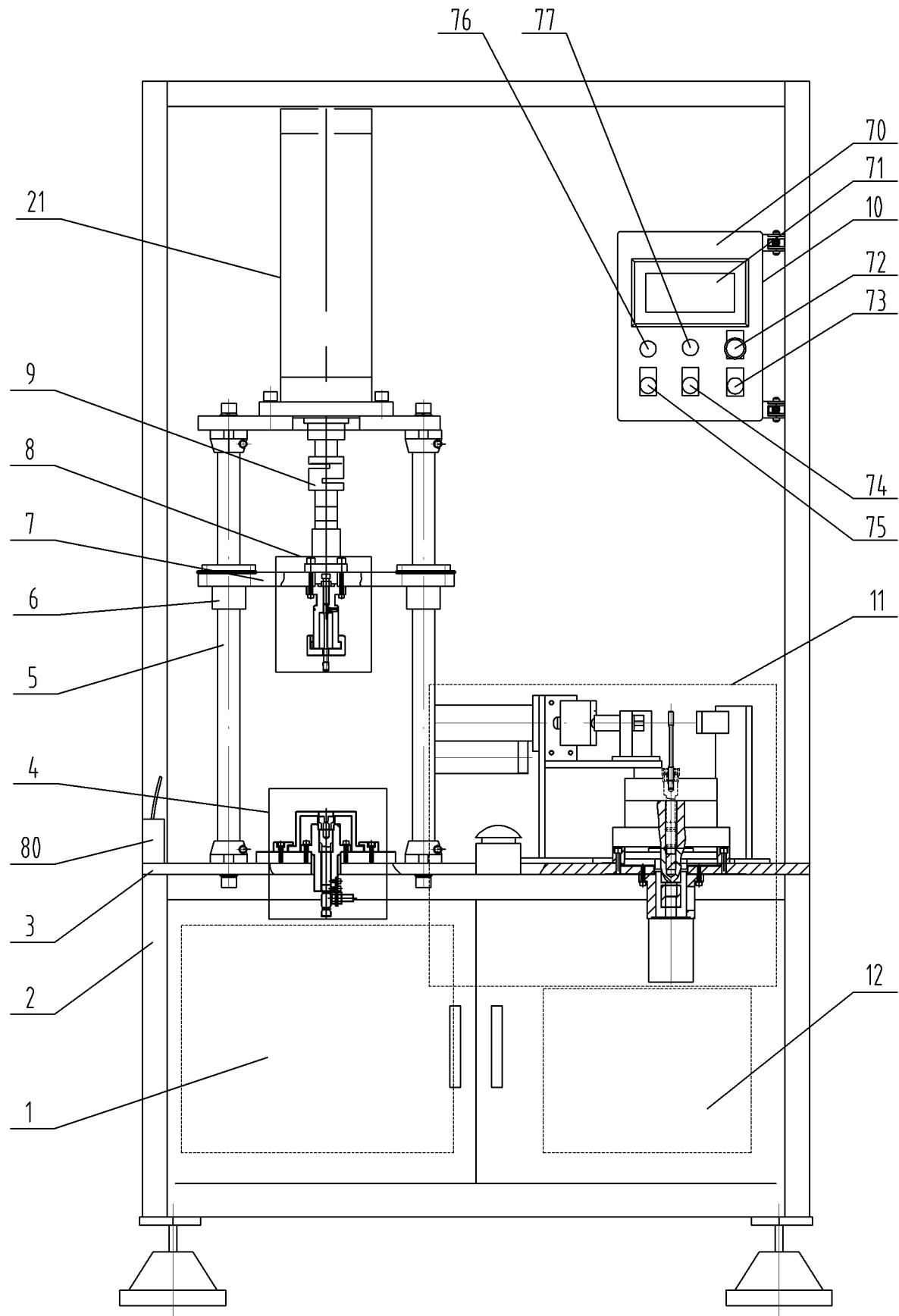


图 1

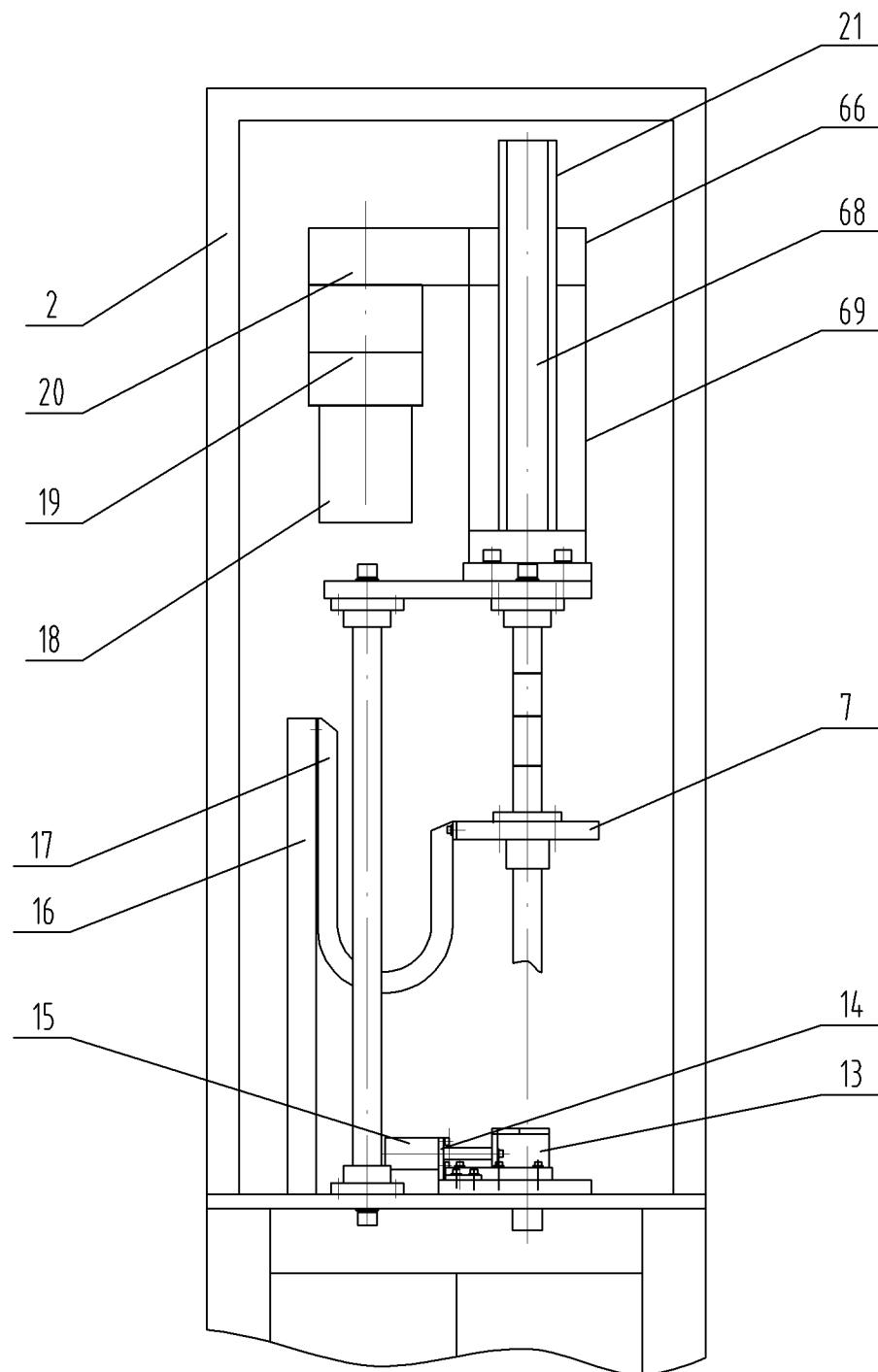


图 2

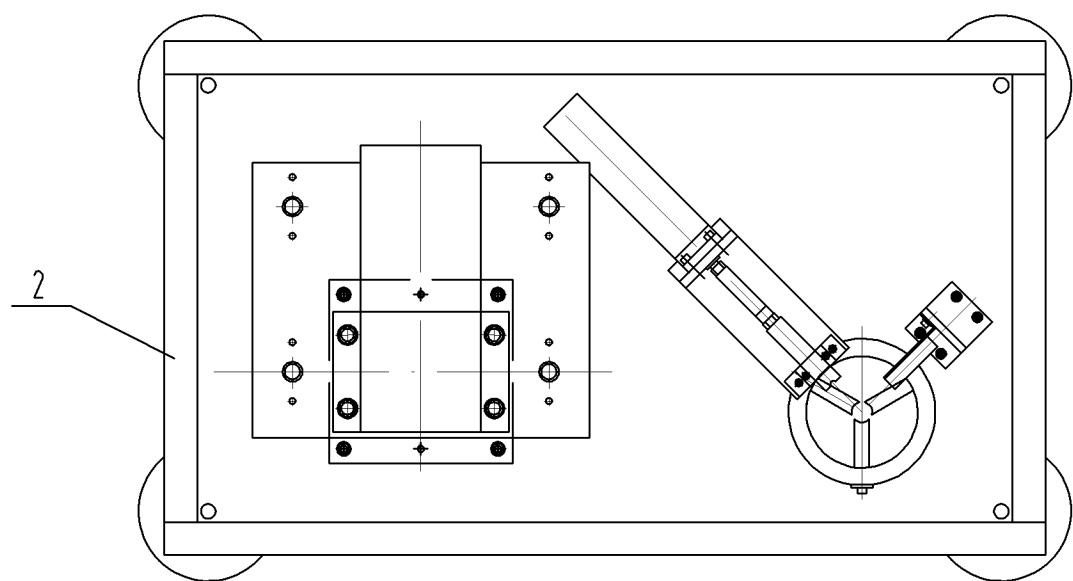


图 3

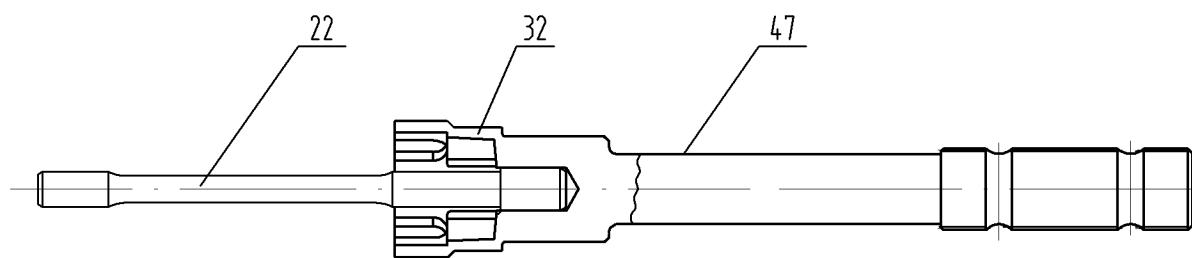


图 4

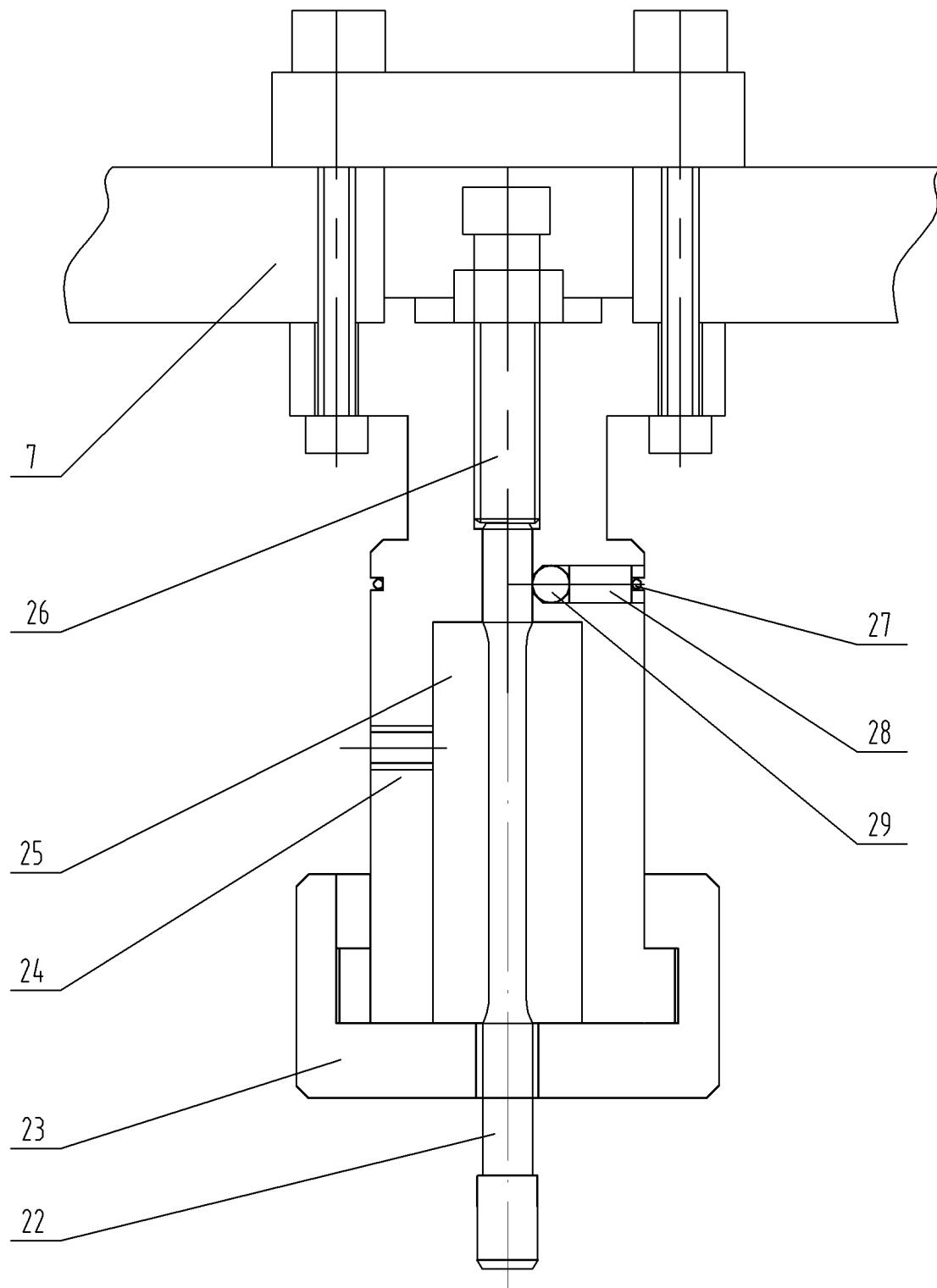


图 5

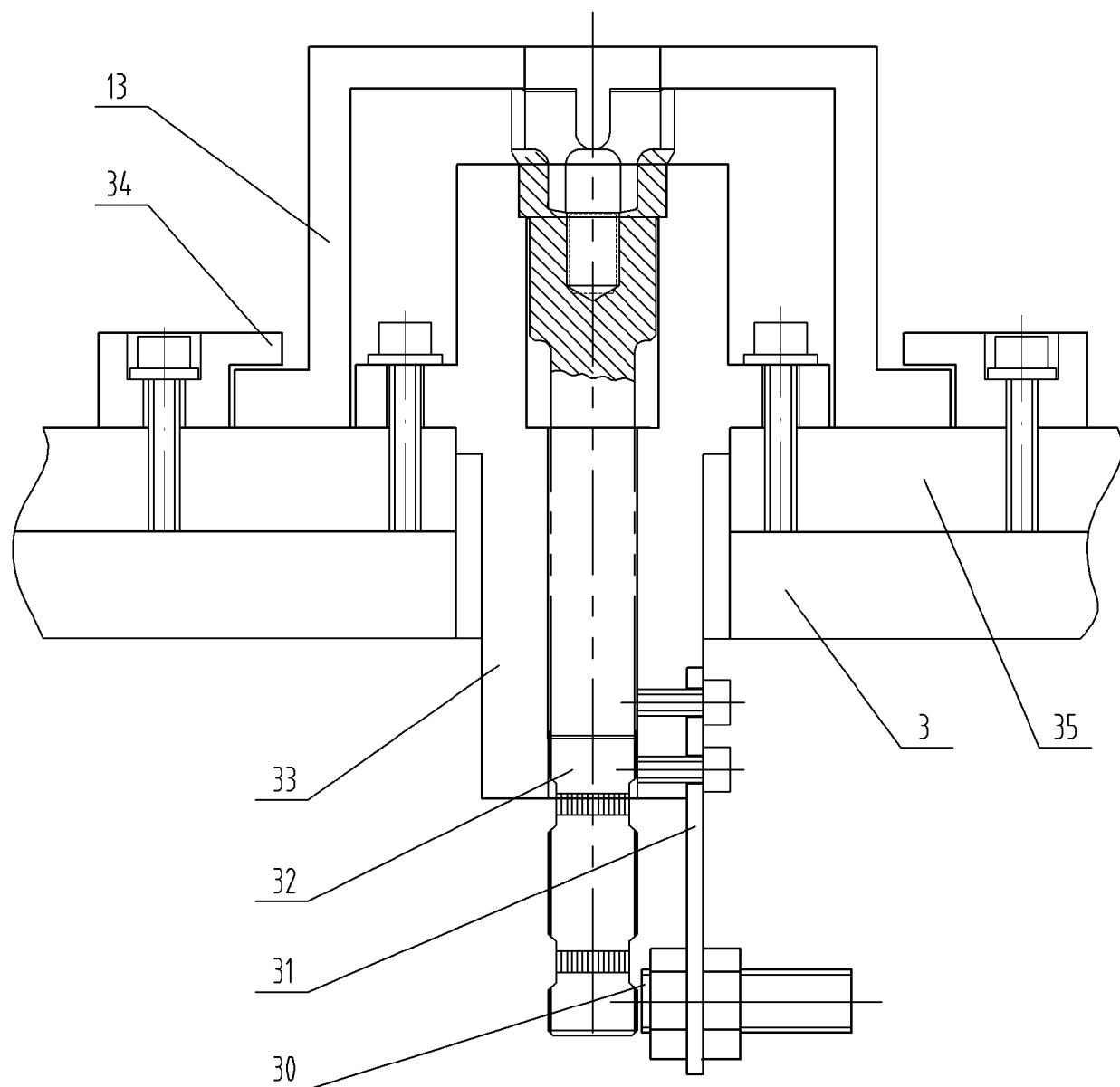


图 6

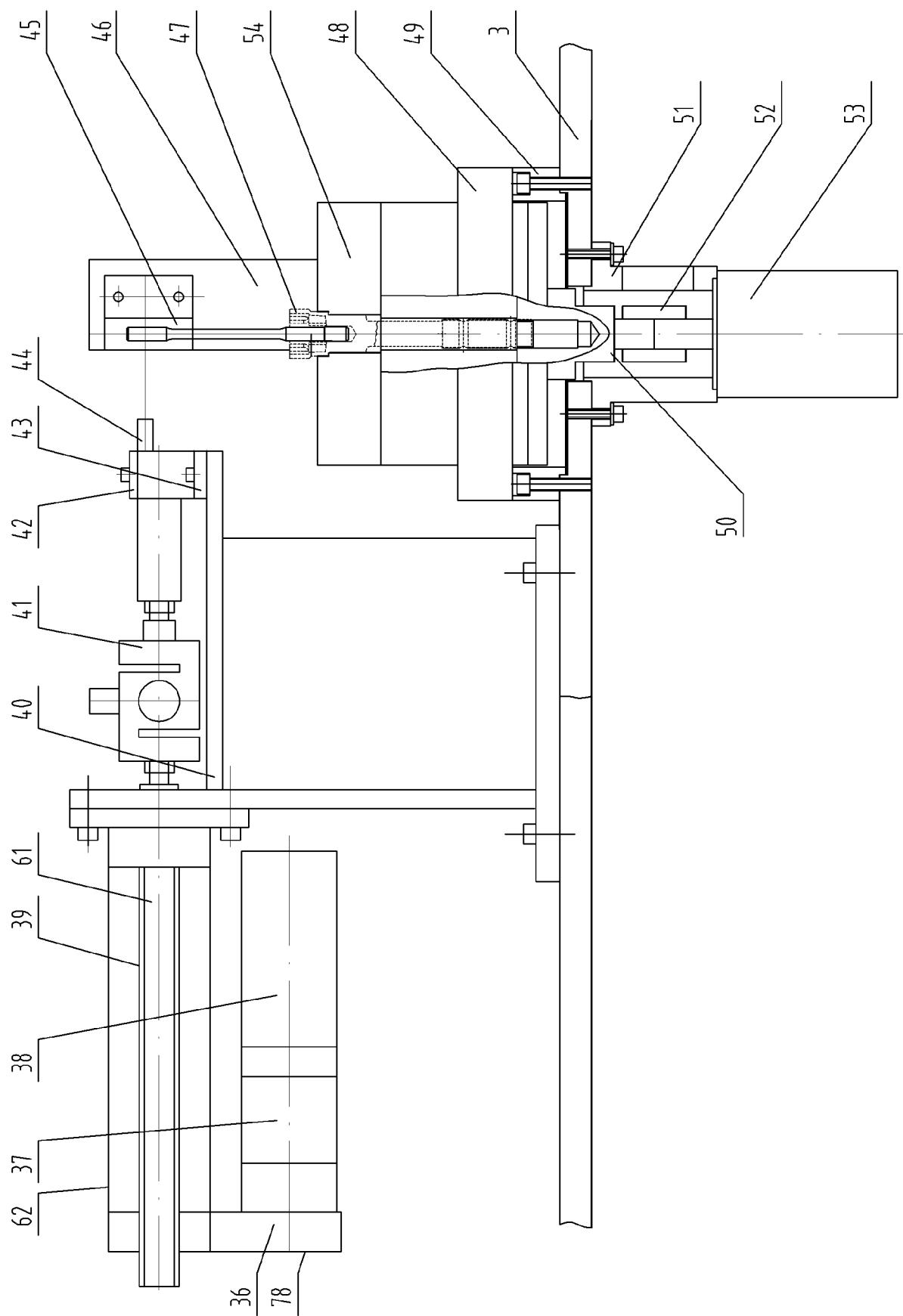


图 7