(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106272364 A
(43)申请公布日 2017.01.04

(21)申请号 201610929770.3

(22)申请日 2016.10.31

(71)申请人 山东大学
地址 250061 山东省济南市经十路17923号

(72)发明人 闫鹏 陈宁

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 张勇

(51)Int.Cl.
B25J 9/00(2006.01)

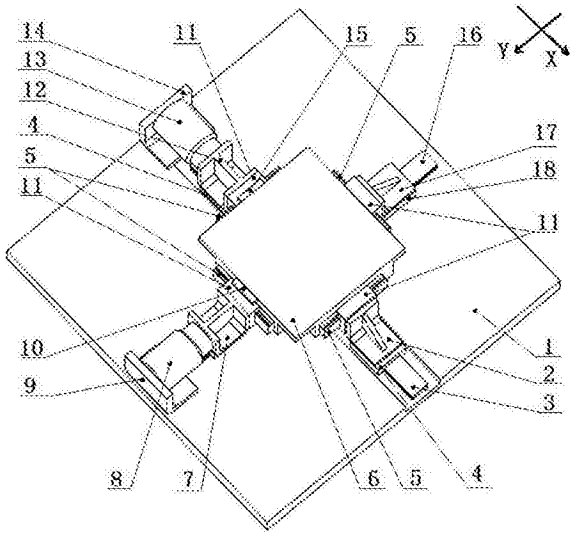
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台

(57)摘要

本发明公开了一种对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台，包括基座、运动平板、第一导轨和第二导轨，第一导轨和第二导轨均固定在基座上，且第一导轨和第二导轨相互垂直，运动平板可沿第一导轨和第二导轨滑动；所述第一导轨和第二导轨上均配合设置直线驱动装置，所述运动平板侧部设置滑轨，所述滑轨与直线驱动装置滑动配合；第一导轨上的直线驱动装置驱动运动平板在X方向运动，第二导轨上的直线驱动装置驱动运动平板在Y方向运动，从而实现XY两个运动方向的运动解耦。采用两条固定在基座上空间垂直交叉长导轨，增加运动平台整体刚度，进一步减小因并联运动平台驱动力偏离运动平板质量中心而引起的转矩，有效抑制了运动平板在水平面内的扭转。



CN 106272364 A

1.一种对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台，其特征是，包括基座、运动平板、第一导轨和第二导轨，所述第一导轨和第二导轨均固定在基座上，且第一导轨和第二导轨相互垂直，运动平板可沿第一导轨和第二导轨滑动；所述第一导轨和第二导轨上均配合设置直线驱动装置，所述运动平板侧部设置滑轨，所述滑轨与直线驱动装置滑动配合；所述滑轨在运动平板的四侧水平对称布设；

第一导轨上的直线驱动装置驱动运动平板在X方向运动，第二导轨上的直线驱动装置驱动运动平板在Y方向运动，从而实现XY两个运动方向的运动解耦。

2.如权利要求1所述的伺服平台，其特征是，所述直线驱动装置固定于底座上，所述直线驱动装置与滑轨之间设有推力连接架。

3.如权利要求2所述的伺服平台，其特征是，所述推力连接架一端与直线驱动装置连接，推力连接架另一端与滑块固接，滑块与滑轨相配合。

4.如权利要求2所述的伺服平台，其特征是，所述推力连接架底部与第一导轨或第二导轨相对滑动配合。

5.如权利要求3所述的伺服平台，其特征是，所述运动平板和滑块上固定有位移传感器。

6.如权利要求5所述的伺服平台，其特征是，所述位移传感器为直线光栅尺，包括标尺光栅和读数头，标尺光栅固定在滑块上，读数头固定在运动平板上，所述直线光栅尺的输出信号线从读数头上接出。

7.如权利要求1所述的伺服平台，其特征是，所述第一导轨和第二导轨上在与直线驱动装置对立的一侧设置支撑连接架，支撑连接架与运动平板侧部的滑轨相对滑动配合。

8.如权利要求7所述的伺服平台，其特征是，所述支撑连接架底部与第一导轨或第二导轨相对滑动配合。

9.如权利要求1所述的伺服平台，其特征是，所述直线驱动装置为音圈电机；所述滑块为滚珠直线导轨滑块，所述第一导轨、第二导轨和滑轨均为滚珠直线导轨。

10.如权利要求1所述的伺服平台，其特征是，所述第一导轨布设在基座的凹槽内较低位置处，所述第二导轨布设在基座上较高位置处；或者，所述第一导轨布设在基座上较高位置处，所述第二导轨布设在基座的凹槽内较低位置处。

一种对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台

技术领域

[0001] 本发明涉及一种运动伺服平台，尤其涉及一种二自由度对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台。

背景技术

[0002] 随着人类科学技术和工业技术的不断发展，创造力的不断提高，制造业已逐渐向着微观领域发展。为满足人类需求，现代机械加工、纳米技术、先进光学器件及集成电路制造及精密机械等领域要求装置或零件的尺寸越来越小，精度越来越高。因此超精密伺服技术已逐步成为信息存储、精密成像、精密机械制造、半导体装备等新兴行业的核心技术，进一步要求人类能够制造出在微米级、亚微米级，甚至在纳米级精度上进行定位和操作的系统和装备。因此，建立一种高精密运动伺服平台对科学研究和工业制造都具有非常大的理论意义和现实意义。

[0003] 当前市场上采用的二维运动平台多为串联式二维平面运动平台，该传动平台多采用旋转电机加滚珠丝杠等方式驱动，具体结构是由底层旋转电机通过丝杠将旋转运动转化为直线运动，从而带动上层旋转驱动电机和平板一起运动，但该种旋转电机驱动方式存在驱动间隙、底层旋转电机的负载质量大于上层电机的负载质量等问题，忽视了人们进一步提高设备定位精度、速度和加速度的诉求，在设计上存在先天的不对称性。而并联式平台以其高对称性，以及完全独立的运动解耦机构在互换性和高速高加速轨迹跟踪控制方面具有其独特优势。

[0004] 音圈电机是一种利用永恒磁场或通电线圈导体产生的磁场中磁极的相互作用将电能转化为机械能并产生有规律的直线型及有限摆角的动力装置。它不仅在理论上其具有无限分辨率、无滞后、高加速度、高响应、高速度、体积小、控制方便、力学性能好等优点，可以避免旋转电机驱动中传动环节存在的间隙等不足外，是精密机械制造等领域理想的动力装置。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为克服上述现有技术的不足，提供一种运动平板质量小、负载能力大、高互换性和高精度的对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台。

[0006] 为实现上述目的，本发明采用下述技术方案：

[0007] 一种对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台，包括基座、运动平板、第一导轨和第二导轨，所述第一导轨和第二导轨均固定在基座上，且第一导轨和第二导轨相互垂直，运动平板可沿第一导轨和第二导轨滑动；所述第一导轨和第二导轨上均配合设置直线驱动装置，所述运动平板侧部设置滑轨，所述滑轨与直线驱动装置滑动配合；

[0008] 第一导轨上的直线驱动装置驱动运动平板在X方向运动，第二导轨上的直线驱动装置驱动运动平板在Y方向运动，从而实现XY两个运动方向的运动解耦。

[0009] 通过相互垂直的第一导轨和第二导轨的布设，且两个导轨分别设置直线驱动装

置，两个直线驱动装置分别工作，可以使运动平板在二维运动平面的运动解耦；两个直线驱动装置同时工作，可以使运动平板在二维运动平面内做平面运动。

[0010] 所述直线驱动装置固定于底座上，所述直线驱动装置与滑轨之间设有推力连接架。直线驱动装置直接作用于推力连接架，推力连接架将直线驱动装置的推力传递给运动平板，进而带动运动平板运动。

[0011] 所述推力连接架一端与直线驱动装置连接，推力连接架另一端与滑块固接，滑块与滑轨相配合。推力连接架端部设置滑块，滑块与设置于运动平板上的滑轨配合，既能在一方向的直线驱动装置工作时将推力传递给运动平板带动其沿该方向运动，也能在另一方向直线驱动装置工作时，不影响运动平板的运动。

[0012] 所述推力连接架底部与第一导轨或第二导轨相对滑动配合。推力连接架沿第一导轨或第二导轨滑动，直线驱动装置工作时推动推力连接架运动，进而将该运动传递给运动平板。

[0013] 所述运动平板和滑块上固定有位移传感器。位移传感器用来测量运动平板在X方向或Y方向上运动的位移。

[0014] 所述位移传感器为直线光栅尺，包括标尺光栅和读数头，标尺光栅固定在滑块上，读数头固定在运动平板上，所述直线光栅尺的输出信号线从读数头上接出。采用直线光栅尺检测位移，具有检测范围大，检测精度高，响应速度快的特点，可以更准确快速的测定运动平板的运动位移。

[0015] 所述滑轨在运动平板的四侧水平对称布设。本发明中的“对称并联”体现在运动平台四侧面导轨的对称布设上，导轨在运动平板的四侧水平对称布设，通过对称布置在运动平台四侧面的四条导轨轨道和与之匹配的滑块共同支撑运动平台，增大了运动平台支撑刚度，同时实现了运动平台二维运动解耦。

[0016] 所述第一导轨和第二导轨上在与直线驱动装置对立的一侧设置支撑连接架，支撑连接架与运动平板侧部的滑轨相对滑动配合。支撑连接架能给运动平板以支撑，同时在运动平板运动时，设置支撑连接架能使运动平板运动更平稳可靠，保证运动平板运动的精度。

[0017] 所述支撑连接架底部与第一导轨或第二导轨相对滑动配合。支撑连接架随运动平板运动，在第一导轨或第二导轨上滑动。

[0018] 所述第一导轨布设在基座的凹槽内较低位置处，所述第二导轨布设在基座上较高位置处；或所述第一导轨布设在基座上较高位置处，所述第二导轨布设在基座的凹槽内较低位置处。将第一导轨和第二导轨在高低不同位置处布设，使第一导轨和第二导轨相互之间不会影响彼此的工作，保证运动平板沿第一导轨和第二导轨的准确运动。

[0019] 优选的，所述直线驱动装置为音圈电机。音圈电机具有高精度、高频响的特点，可以避免旋转电机驱动中的问题，是一种精密机械领域理想的动力装置。

[0020] 所述音圈电机采用外部永磁、内部电磁的结构，并且永磁部分作为定子，电磁部分作为动子，所述的定子和动子之间有间隙。

[0021] 所述滑块为滚珠直线导轨滑块，所述第一导轨、第二导轨和滑轨均为滚珠直线导轨。设置成滚珠直线导轨可以同时受压力和横向(左右)力。

[0022] 本发明的工作原理为：

[0023] 通过滑轨与滑块的相对滑动配合，使推力连接架、支撑连接架和运动平板连接形

成一体，由第一导轨上的直线驱动装置推动运动平板在X方向运动，第二导轨上的直线驱动装置推动运动平板在Y方向运动，从而实现XY两个运动方向的运动解耦。

[0024] 第一导轨和第二导轨上的直线驱动装置同时工作，运动平板在XY平面内做平面运动。

[0025] 本发明的有益效果为：

[0026] 1、采用外部永磁、内部电磁的音圈电机，其输出力与输入电流具有良好的线性关系，易于控制。

[0027] 2、采用音圈电机直接驱动的方式，减少了中间环节传动带来的误差，平台定位精度高，并且驱动力大，能够获得更大的运动加速度和速度。

[0028] 3、采用两个推力连接架和两个支撑连接架对称布置，将运动平板与基座上两条空间垂直交叉长导轨相连接一体形成，实现运动平板的类似简支梁对称支撑，有效抑制了运动平板竖直方向的精度误差；采用两台同一水平面内轴向垂直音圈电机驱动，实现了运动平台在二维运动平面内的运动解耦。

[0029] 4、采用两条固定在基座上空间垂直交叉长导轨，增加运动平台整体刚度，进一步减小因并联运动平台驱动力偏离运动平板质量中心而引起的转矩，有效抑制了运动平板在水平面内的扭转。

[0030] 5、采用滚珠直线导轨和导轨滑块作为运动解耦元件，使平台结构紧凑，并且可以选用知名厂家的成型产品，减小自行加工带来的累计误差。

[0031] 6、平台对称并联结构，易加工、制造成本低、互换性高。

附图说明

[0032] 图1为本发明提供的对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台的轴测图；

[0033] 图2为本发明提供的对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台的主视图；

[0034] 图3为本发明提供的对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台的左视图；

[0035] 图4为本发明提供的对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台的俯视图；

[0036] 图中，1基座，2第一支撑连接架，3第一长导轨，4第一长导轨滑块，5短滑轨，6运动平板，7第二推力连接架，8第二音圈电机，9第二音圈电机固定架，10第一位移传感器，11短滑轨滑块，12第一推力连接架，13第一音圈电机，14第一音圈电机固定架，15第二位移传感器，16第二长导轨，17第二支撑连接架，18第二长导轨滑块。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0038] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，并在兼顾考虑平台结构优化、制造工艺等因素的基础上，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述。当然参考附图描述的实施例只是示例性的，目的在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的过多限制。

[0039] 在本发明中，术语如“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”、“竖直”、“水平”、“侧”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，只是为了便于叙述本发明各部件或元件结构关系而确定的关系词，并非特指本发明中任一部件或元件，不能理解

为对本发明的限制。

[0040] 本发明中，术语“第一”、“第二”仅用于区分不同方向上部件或元件，而不能理解为指示或暗示某技术特征的数量。

[0041] 本发明中，术语如“固接”、“相连”、“连接”、“贴”等应做广义理解，表示可以是固定连接，也可以是一体地连接或可拆卸连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的相关科研或技术人员，可以根据具体情况确定上述术语在本发明中的具体含义，不能理解为对本发明的限制。

[0042] 如图1所示，图1为本发明对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台轴测图。本发明采用对称布置简支梁支撑结构，运动平板6通过分别与短滑轨滑块11、第一长导轨滑块4相连接的第一推力连接架12、第一支撑连接架2和分别与短滑轨滑块11、第二长导轨滑块18相连接的第二推力连接架7、第二支撑连接架17连接一体形成，并由固定在第一音圈电机固定架14上的第一音圈电机13推动第一推力连接架12，进而推动运动平板6在X运动方向运动，另由固定在第二音圈电机固定架9上的第二音圈电机8推动第二推力连接架7，进而推动运动平板6在Y运动方向运动，实现两个XY运动方向的运动解耦。

[0043] 两台音圈电机均采用外部永磁、内部电磁的结构，并且永磁部分作为定子分别固定在第一音圈电机固定架14和第二音圈电机固定架9，电磁部分作为动子分别固定在第一推力连接架12和第二推力连接架7，且音圈电机的信号线直接从音圈电机动子接出，并且对信号线固定。

[0044] 短滑轨5包括四条通过螺栓固定在运动平板6侧面并按水平对称布置的短滑轨5；运动平板6与四条横向对称布置短滑轨5连接。长导轨包括固定在基座1槽内低位置的第一长导轨3和与第一长导轨3空间垂直交叉布置高位置的第二长导轨16；导轨滑块和导轨相匹配，即第一长导轨滑块4与第一长导轨3相匹配，第二长导轨滑块18与第二长导轨16相匹配，实现导轨方向自由滑动。

[0045] 第一推力连接架12与第一音圈电机13、设置在运动平板左侧的短滑轨滑块11和第一长导轨滑块4配合连接成一体。

[0046] 第二推力连接架7与第二音圈电机8、设置在运动平板前侧的短滑轨滑块11和第二长导轨滑块18配合连接成一体。

[0047] 第一支撑连接架2与设置在运动平板右侧的短滑轨滑块11和第一长导轨滑块4配合连接成一体。

[0048] 第二支撑连接架17与设置在运动平板后侧的短滑轨滑块11和第二长导轨滑块18配合连接成一体。

[0049] 第一位移传感器10为直线光栅尺包括标尺光栅和读数头，标尺光栅尺固定于与第二推力连接架7相连短滑轨滑块11的侧面，读数头固定在运动平板6侧面；第二位移传感器15同为直线光栅尺包括标尺光栅和读数头，标尺光栅尺固定于与第一推力连接架12相连短滑轨滑块11的侧面，读数头固定在运动平板6侧面。

[0050] 第一长导轨滑块4、第二长导轨滑块18、短滑轨滑块11均为滚珠直线导轨滑块。

[0051] 第一长导轨3、第二长导轨16、短滑轨5为滚珠直线导轨。

[0052] 如图2所示，图2为本发明对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台主视图，从图中可以清楚的看出平台X方向的运动。第一音圈电机固定架14通过螺栓固定在基座1上，第一

音圈电机13与第一推力连接架12通过螺栓连接，当音圈电机13工作时，第一推力连接架12通过短滑轨滑块11带动运动平板6沿X轴方向运动。第二位移传感器15包括直线光栅尺和读数头，直线光栅尺固定于与第一推力连接架12相连短滑轨滑块11的侧面，读数头固定在运动平板6侧面，传感器的输出信号通过与读数头连接的信号线输出。

[0053] 如图3所示，图3为本发明对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台左视图，从图中可以清楚的看出平台Y方向的运动。第二音圈电机固定架9通过螺栓固定在基座1上，第二音圈电机8与第二推力连接架7通过螺栓连接，当第二音圈电机8工作时，第二推力连接架7通过短滑轨滑块11带动运动平板6沿Y轴方向运动。第一位移传感器10包括直线光栅尺和读数头，直线光栅尺固定于与第二推力连接架12相连短滑轨滑块11的侧面，读数头固定在运动平板6侧面，传感器的输出信号通过与读数头连接的信号线输出。

[0054] 如图4所示，图4为本发明对称并联直驱运动解耦高精度伺服平台俯视图，从图中可以清楚的看出平台XY平面内的解耦运动。第一音圈电机13和第二音圈电机8通过螺栓分别与第一推力连接架12和第二推力连接架7固定连接。在Y方向，第二音圈电机8驱动第二推力连接支架7实现第二长导轨16和第二长导轨滑块18之间滑动，进而运动平板6随之一起Y方向运动；在X向第一音圈电机13驱动第二推力连接支架7实现第一长导轨3和第一长导轨滑块4之间滑动，进而运动平板6随之一起X方向运动，实现了两个方向上的运动的解耦；当两台音圈电机同时工作时，运动平板6在XY平面内做平面运动。

[0055] 本发明可以解决传统二维运动平台中底层旋转电机通过滚珠丝杠等传动副带来的反向间隙、摩擦力、负载质量大和刚度不足等问题，并解决以往音圈电机驱动平台中气浮或磁悬浮支撑竖直方向误差以及因驱动力偏离运动平板质量中心引起的扭转误差等问题，可以达到减小和解决类似悬臂梁并联双驱运功平台中竖直方向精度误差和运动平板水平面内扭转问题。该平台由两台垂直布置音圈电机直接驱动，采用固定在基座上的两条空间垂直交叉长导轨和运动平板侧面上四条对称布置导轨共同支撑形式，具有结构紧凑、负载小、互换性高、行程大、精度高及运动解耦等特点。整个平台采用对称布置支撑，此种类似简支梁支撑形式有效抑制了平台运动引起的振动对竖直方向精度的影响，提高了运动平台刚度和负载能力，抑制了运动平板竖直方向振动和水平面内扭转，增强了运动平台元件互换性，降低制造成本。

[0056] 通过以上对本发明的实施例的详细描述，可以理解为，上述实施例是只是示例性的，主要用来解释描述本发明，而不能作为对本发明的限制，在本发明的精神和权利要求的保护范围内，对本发明做出的任何修改和改变，都落入本发明的保护范围。本领域的普通科研和技术人员在不脱离本发明的宗旨和原理的情况下，在本发明的范围内，可以对上述实施例进行部分修改、变形和替换等。

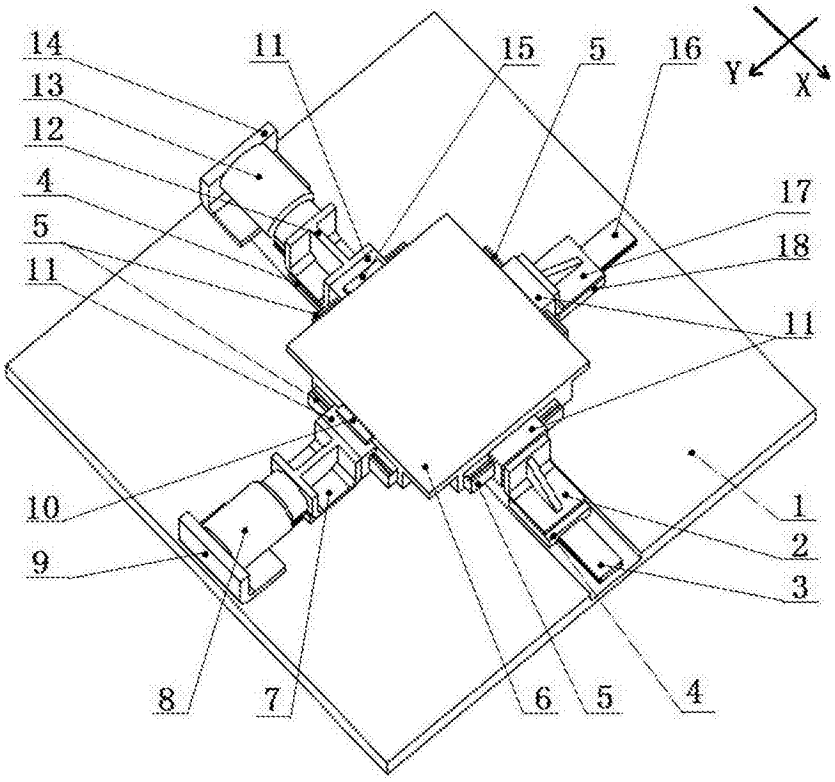

14
13
12
4
5
11
11
15
5
16
Y
X
17
18
11
10
9
1
2
3
8
7
6
5
4

图1

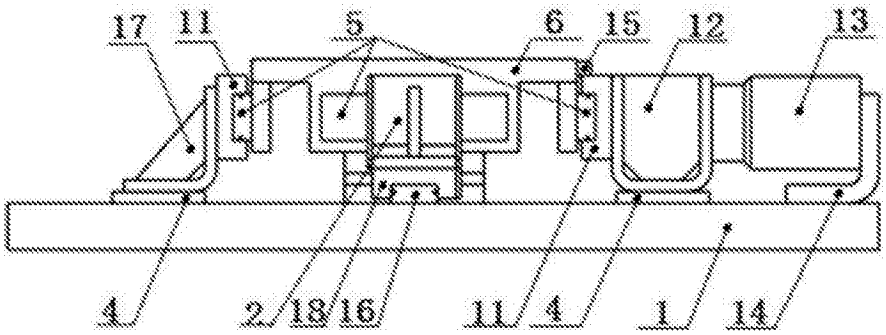

17
11
5
6
15
12
13
4
2
18
16
11
4
1
14

图2

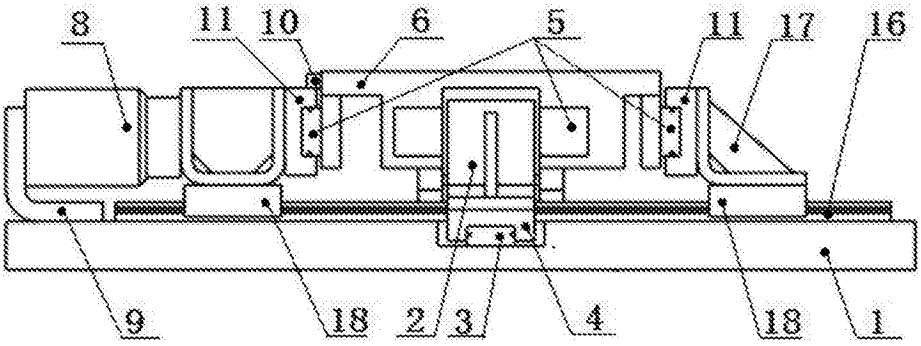

8
11
10
6
5
11
17
16
9
18
2
3
4
18
1

图3

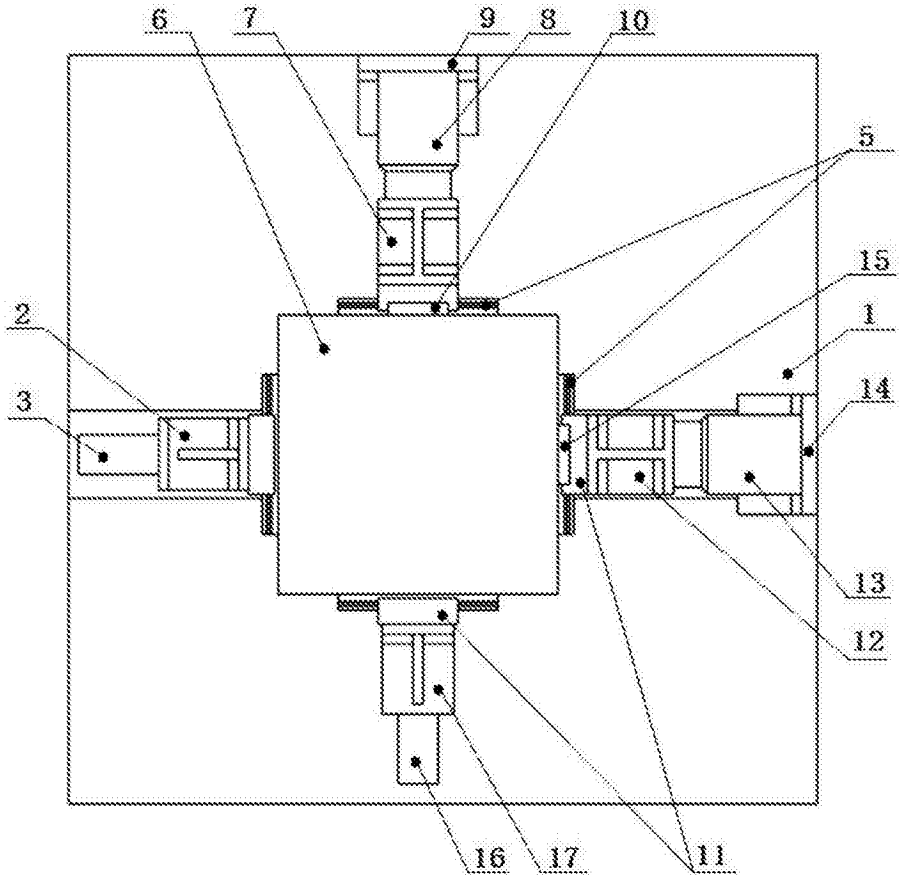


图4