



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104502097 B

(45)授权公告日 2017.01.25

(21)申请号 201510009133.X

(22)申请日 2015.01.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104502097 A

(43)申请公布日 2015.04.08

(73)专利权人 山东博特精工股份有限公司

地址 272100 山东省济宁市高新区山博路1号

(72)发明人 王兆坦 宋现春 荣柏松

(74)专利代理机构 青岛发思特专利商标代理有限公司 37212

代理人 巩同海

(51)Int.Cl.

G01M 13/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 204330326 U, 2015.05.13, 权利要求1-4.

CN 103645048 A, 2014.03.19, 全文.

CN 203629828 U, 2014.06.04, 全文.

CN 104266837 A, 2015.01.07, 全文.

JP 特開2003-294581 A, 2003.10.15, 全文.

US 5207092 A, 1993.05.04, 全文.

赵佳佳等. 高速滚动直线导轨副综合性能测试试验台的研发.《组合机床与自动化加工技术》.2014,(第11期),第75-77页.

审查员 宋睿

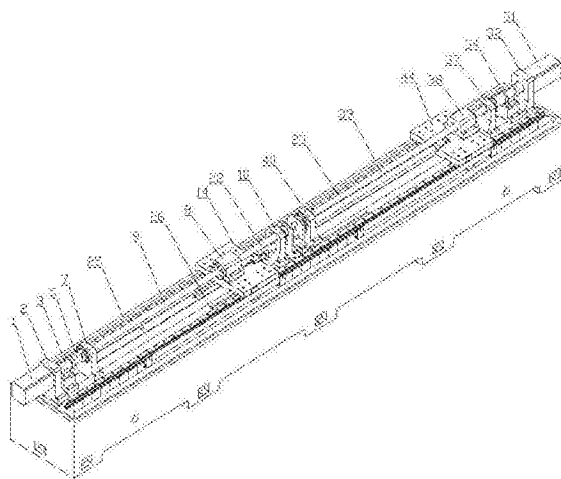
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置

(57)摘要

本发明涉及一种滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置,属于滚动功能部件技术领域产品试验验证技术。它包括床身和电器柜,床身四周设有回油槽,床身上设有Z1伺服电机和Z2伺服电机,Z1伺服电机联接Z1滚珠丝杠副,Z2伺服电机联接Z2滚珠丝杠副,一号直线导轨副和二号直线导轨副上设有Z1工作台和Z2工作台,Z1工作台固定联接拉压传感器,拉压传感器通过拉压导杆固定联接Z2工作台。本发明通过控制系统、伺服系统及其机械结构实现了两滚珠丝杠副主从耦合电动伺服加载功能,满足了产品轴向加载及其载荷谱变化的要求,具有加载力跟随性能好,有效地模拟了实际工况,实现了对产品精度保持性、可靠性、综合性能参数的测量以及试验对比。



1. 一种滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置,包括床身(24)和电器柜(67),其特征在于床身(24)四周设有回油槽,床身(24)上设有Z1电机座(2),Z1电机座(2)上安装Z1伺服电机(1),Z1伺服电机(1)通过Z1电机联轴器(3)联接Z1扭矩传感器(18),Z1扭矩传感器(18)固定在Z1扭矩传感器座(4)上,Z1扭矩传感器(18)通过Z1扭矩联轴器(5)联接Z1前轴承支撑单元(6),Z1前轴承支撑单元(6)联接Z1滚珠丝杠副(9),Z1前轴承支撑单元(6)固定在Z1前轴承座(7)上,Z1滚珠丝杠副(9)的末端联接Z1后轴承支撑单元(11),Z1后轴承支撑单元(11)固定在Z1后轴承座(10)上,Z1后轴承支撑单元(11)通过Z1后轴承联轴器(12)联接Z1主轴编码器(21),Z1主轴编码器(21)固定在Z1主轴编码器座(20);

所述床身(24)上设有Z2电机座(32),Z2电机座(32)上安装Z2伺服电机(31),Z2伺服电机(31)通过Z2电机联轴器(33)联接Z2扭矩传感器(48),Z2扭矩传感器(48)固定在Z2扭矩传感器座(34)上,Z2扭矩传感器(48)通过Z2扭矩联轴器(35)联接Z2前轴承支撑单元(36),Z2前轴承支撑单元(36)联接Z2滚珠丝杠副(39),Z2前轴承支撑单元(36)固定在Z2前轴承座(37)上,Z2滚珠丝杠副(39)的末端联接Z2后轴承支撑单元(41),Z2后轴承支撑单元(41)固定在Z2后轴承座(40)上,Z2后轴承支撑单元(41)通过Z2后轴承联轴器(42)联接Z2主轴编码器(51),Z2主轴编码器(51)固定在Z2主轴编码器座(50);

所述床身(24)上设有一号直线导轨副(25)和二号直线导轨副(26),一号直线导轨副(25)和二号直线导轨副(26)分别固定在Z1伺服电机(1)的两侧,一号直线导轨副(25)和二号直线导轨副(26)上设有Z1工作台(14)和Z2工作台(44),Z1工作台(14)固定联接Z1拖链(13),Z1工作台(14)上固定安装Z1螺母座(8),Z1螺母座(8)通过螺母联接Z1滚珠丝杠副(9),Z2工作台(44)固定联接Z2拖链(43),Z2工作台(44)上固定安装Z2螺母座(38),Z2螺母座(38)通过螺母联接Z2滚珠丝杠副(39),Z1工作台(14)固定联接拉压传感器(22),拉压传感器(22)通过拉压导杆(23)固定联接Z2工作台(44)。

2. 根据权利要求1所述的滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置,其特征在于所述床身(24)上设有Z1光栅尺(19)和Z2光栅尺(49),Z1光栅尺(19)正对Z1工作台(14),Z2光栅尺(49)正对Z2工作台(44)。

3. 根据权利要求1所述的滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置,其特征在于Z1前轴承座(7)上设有Z1前轴承座温度传感器(15),Z1工作台(14)上设有Z1螺母座温度传感器(16),Z1后轴支撑座(10)上设有Z1后轴承座温度传感器(17);

Z2前轴承座(37)上设有Z2前轴承座温度传感器(45),Z2工作台(44)上设有Z2螺母座温度传感器(46),Z2后轴支撑座(40)上设有Z2后轴承座温度传感器(47)。

4. 根据权利要求1所述的滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置,其特征在于电器柜(67)的一侧设有电箱空调(60),电器柜(67)顶端设有加载力仪表(62)、Z1轴负载扭矩仪表(63)、Z2轴负载扭矩仪表(64)和多路温度显示仪表(65),电器柜(67)中部设有控制器操作面板(61)和多参数测量显示器(66)。

滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置,属于滚动功能部件技术领域产品试验验证技术。

背景技术

[0002] 滚珠丝杠副是数控机床的关键功能部件,其质量的优劣直接影响数控机床的整体性能。数控机床的生产能力和先进水平,是衡量一个国家综合实力的重要标志。高性能的数控机床离不开高性能的功能部件,先进的功能部件需要有先进的检查设备。

[0003] 目前国内滚珠丝杠副与发达国家还有一定的差距,普遍存在着产品性能指标落后精度指标,即产品的可靠性、精度保持性不能满足高档数控机床的要求。虽然国内滚动功能部件行业经过了十多年的快速发展,测试仪器也有了一定的进步,但与行业的发展要求还不相适应,还缺乏能有效模拟实际状况的测试设备,使得行业产品开发与理论研究受到制约。为此,我公司充分利用自身近50年专业化生产优势,以振兴民族工业为己任,以企业长远发展为目标,结合现代设计技术、数控系统和传感器技术等,积极研发了先进的产品测试设备,即滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置。

[0004] 滚珠丝杠副是将旋转运动变为直线运动的执行元件,轴向力是其主要受力,各种试验方法也必须围绕着其承受轴向力开展。目前行业常用的加载方式多为配重加载、液压加载、磁粉制动加载。上述加载方式大都是恒力加载,因加载力跟随性能差,不能实现变速变力加载,不能满足产品载荷谱的变化要求,同时能耗大不利于节能。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置,通过控制系统、伺服系统及其机械结构实现了两滚珠丝杠副主从耦合电动伺服加载功能,满足了产品轴向加载及其载荷谱变化的要求,具有加载力跟随性能好,有效地模拟了实际工况,实现了对产品精度保持性、可靠性、综合性能参数的测量以及试验对比。

[0006] 为实现上述目的,本发明是通过以下技术方案实现的:

[0007] 本发明所述的滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置,包括床身和电器柜,床身四周设有回油槽,床身上设有Z1电机座,Z1电机座上安装Z1伺服电机,Z1伺服电机通过Z1电机联轴器联接Z1扭矩传感器,Z1扭矩传感器固定在Z1扭矩传感器座上,Z1扭矩传感器通过Z1扭矩联轴器联接Z1前轴承支撑单元,Z1前轴承支撑单元联接Z1滚珠丝杠副,Z1前轴承支撑单元固定在Z1前轴承座上,Z1滚珠丝杠副的末端联接Z1后轴承支撑单元,Z1后轴承支撑单元固定在Z1后轴承座上,Z1后轴承支撑单元通过Z1后轴承联轴器联接Z1主轴编码器,Z1主轴编码器固定在Z1主轴编码器座上;

[0008] 所述床身上设有Z2电机座,Z2电机座上安装Z2伺服电机,Z2伺服电机通过Z2电机联轴器联接Z2扭矩传感器,Z2扭矩传感器固定在Z2扭矩传感器座上,Z2扭矩传感器通过Z2扭矩联轴器联接Z2前轴承支撑单元,Z2前轴承支撑单元联接Z2滚珠丝杠副,Z2前轴承支撑

单元固定在Z2前轴承座上,Z2滚珠丝杠副的末端联接Z2后轴承支撑单元,Z2后轴承支撑单元固定在Z2后轴承座上,Z2后轴承支撑单元通过Z2后轴承连轴器联接Z2主轴编码器,Z2主轴编码器固定在Z2主轴编码器座;

[0009] 所述床身上设有一号直线导轨副和二号直线导轨副,一号直线导轨副和二号直线导轨副分别固定在Z1伺服电机的两侧,一号直线导轨副和二号直线导轨副上设有Z1工作台和Z2工作台,Z1工作台固定联接Z1拖链,Z1工作台上固定安装Z1螺母座,Z1螺母座通过螺母联接Z1滚珠丝杠副,Z2工作台固定联接Z2拖链,Z2工作台上固定安装Z2螺母座,Z2螺母座通过螺母联接Z2滚珠丝杠副,Z1工作台固定联接拉压传感器,拉压传感器通过拉压导杆固定联接Z2工作台。

[0010] 所述床身上设有Z1光栅尺和Z2光栅尺,Z1光栅尺正对Z1工作台,Z2光栅尺正对Z2工作台。

[0011] Z1前轴承座上设有Z1前轴承座温度传感器,Z1工作台上设有Z1螺母座温度传感器,Z1后轴支撑座上设有Z1后轴承座温度传感器;

[0012] Z2前轴承座上设有Z2前轴承座温度传感器,Z2工作台上设有Z2螺母座温度传感器,Z2后轴支撑座上设有Z2后轴承座温度传感器。

[0013] 电器柜的一侧设有电箱空调,电器柜顶端设有加载力仪表、Z1轴负载扭矩仪表、Z2轴负载扭矩仪表和多路温度显示仪表,电器柜中部设有控制器操作面板和多参数测量显示器。

[0014] 本发明与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0015] (1)、本发明通过控制系统、伺服系统及其机械结构实现两滚珠丝杠副主从耦合电动加载功能。具体来说一套滚珠丝杠副构成的移动轴处于主动状态,另一套滚珠丝杠副构成的移动轴从动加载状态,并且两套滚珠丝杠副保持同步运动状态。当运动换向时,两根滚珠丝杠副主从功能相互转化,同时保持两滚珠丝杠副间的轴向加载。

[0016] (2)、本发明通过M代码、系统参数设置、编制加载运动程序等,使试验装置处于主从耦合或非耦合状态,通过加载力的设定,实现两滚珠丝杠副恒力加载、变力加载以及无加载的高速往复运动,实现产品轴向加载载荷谱变化的要求,满足产品精度保持性、产品可靠性以及产品综合性能对比试验。

[0017] (3)、本发明采用两套同轴、水平放置的滚珠丝杠副构成两移动轴,两移动轴通过工作台及拉压导杆的联接,实现了两根滚珠丝杠副轴向力的施加。

[0018] (4)、本发明通过测量传感器,实现两滚珠丝杠副加载力、负载扭矩、设定点的温度以及两滚珠丝杠副行程误差的测量。

附图说明

[0019] 图1、本发明一实施例的控制系统框图;

[0020] 图2、本发明一实施例的恒力载荷谱框图;

[0021] 图3、本发明一实施例的变力加载载荷谱框图;

[0022] 图4、本发明一实施例的整体布置示意图;

[0023] 图5、本发明一实施例的主视结构图;

[0024] 图6、本发明一实施例的俯视结构图;

[0025] 图7、本发明一实施例的三维结构图；

[0026] 图8、本发明一实施例的行程误差测量框图；

[0027] 图9、本发明一实施例的温度测量框图；

[0028] 图10、本发明一实施例的扭矩测量框图；

[0029] 图11、本发明一实施例的加载力测量框图。

[0030] 图中：1、Z1伺服电机，2、Z1电机座，3、Z1电机联轴器，4、Z1扭矩传感器座，5、Z1扭矩联轴器，6、Z1前轴承支撑单元，7、Z1前轴承座，8、Z1螺母座，9、Z1滚珠丝杠副，10、Z1后轴承座，11、Z1后轴承支撑单元，12、Z1后轴承联轴器，13、Z1拖链，14、Z1工作台，15、Z1前轴承座温度传感器，16、Z1螺母座温度传感器，17、Z1后轴承座温度传感器，18、Z1扭矩传感器，19、Z1光栅尺，20、Z1主轴编码器座，21、Z1主轴编码器，22、拉压传感器，23、拉压导杆，24、床身，25、一号直线导轨副，26、二号直线导轨副，31、Z2伺服电机，32、Z2电机座，33、Z2电机联轴器，34、Z2扭矩传感器座，35、Z2扭矩联轴器，36、Z2前轴承支撑单元，37、Z2前轴承座，38、Z2螺母座，39、Z2滚珠丝杠副，40、Z2后轴承座，41、Z2后轴承支撑单元，42、Z2后轴承联轴器，43、Z2拖链，44、Z2工作台，45、Z2前轴承座温度传感器，46、Z2螺母座温度传感器，47、Z2后轴承座温度传感器，48、Z2扭矩传感器，49、Z2光栅尺，50、Z2主轴编码器座，51、Z2主轴编码器；60、电箱空调，61、控制器操作面板，62、加载力仪表，63、Z1轴负载扭矩仪表，64、Z2轴负载扭矩仪表，65、多路温度显示仪表，66、多参数测量显示器，67、电器柜。

具体实施方式

[0031] 下面结合实施例对本发明作进一步说明。

[0032] 如图所示，本发明所述的滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置，包括床身24和电器柜67，床身24四周设有回油槽，床身24上设有Z1电机座2，Z1电机座2上安装Z1伺服电机1，Z1伺服电机1通过Z1电机联轴器3联接Z1扭矩传感器18，Z1扭矩传感器18固定在Z1扭矩传感器座4上，Z1扭矩传感器18通过Z1扭矩联轴器5联接Z1前轴承支撑单元6，Z1前轴承支撑单元6联接Z1滚珠丝杠副9，Z1前轴承支撑单元6固定在Z1前轴承座7上，Z1滚珠丝杠副9的末端联接Z1后轴承支撑单元11，Z1后轴承支撑单元11固定在Z1后轴承座10上，Z1后轴承支撑单元11通过Z1后轴承联轴器12联接Z1主轴编码器21，Z1主轴编码器21固定在Z1主轴编码器座20；床身24上设有Z2电机座32，Z2电机座32上安装Z2伺服电机31，Z2伺服电机31通过Z2电机联轴器33联接Z2扭矩传感器48，Z2扭矩传感器48固定在Z2扭矩传感器座34上，Z2扭矩传感器48通过Z2扭矩联轴器35联接Z2前轴承支撑单元36，Z2前轴承支撑单元36联接Z2滚珠丝杠副39，Z2前轴承支撑单元36固定在Z2前轴承座37上，Z2滚珠丝杠副39的末端联接Z2后轴承支撑单元41，Z2后轴承支撑单元41固定在Z2后轴承座40上，Z2后轴承支撑单元41通过Z2后轴承联轴器42联接Z2主轴编码器51，Z2主轴编码器51固定在Z2主轴编码器座50；床身24上设有一号直线导轨副25和二号直线导轨副26，一号直线导轨副25和二号直线导轨副26分别固定在Z1伺服电机1的两侧，一号直线导轨副25和二号直线导轨副26上设有Z1工作台14和Z2工作台44，Z1工作台14固定联接Z1拖链13，Z1工作台14上固定安装Z1螺母座8，Z1螺母座8通过螺母联接Z1滚珠丝杠副9，Z2工作台44固定联接Z2拖链43，Z2工作台44上固定安装Z2螺母座38，Z2螺母座38通过螺母联接Z2滚珠丝杠副39，Z1工作台14固定联接拉压传感器22，拉压传感器22通过拉压导杆23固定联接Z2工作台44。床身24上设有Z1光栅尺19和Z2光栅尺

49,Z1光栅尺19正对Z1工作台14,Z2光栅尺49正对Z2工作台44。Z1前轴承座7上设有Z1前轴承座温度传感器15,Z1工作台14上设有Z1螺母座温度传感器16,Z1后轴支撑座10上设有Z1后轴承座温度传感器17;Z2前轴承座37上设有Z2前轴承座温度传感器45,Z2工作台44上设有Z2螺母座温度传感器46,Z2后轴支撑座40上设有Z2后轴承座温度传感器47。电器柜67的一侧设有电箱空调60,电器柜67顶端设有加载力仪表62、Z1轴负载扭矩仪表63、Z2轴负载扭矩仪表64和多路温度显示仪表65,电器柜67中部设有控制器操作面板61和多参数测量显示器66。

[0033] 控制系统发出控制信号给Z1轴伺服单元,Z1轴伺服单元使Z1伺服电机1运动,Z1伺服电机1带动Z1滚珠丝杠副9旋转,Z1滚珠丝杠副9旋转从而带动Z1工作台14直线移动;同时Z2轴在控制信号的作用下,也将旋转运动变成Z2工作台44的直线运动。本发明的关键就是将两个直线运动的工作台通过拉压导杆机构联接起来,再通过M代码、系统参数设置、编制加载运动程序等,使两套滚珠丝杠副构成的移动轴处于主从耦合,通过加载力的设定,实现两套滚珠丝杠副间呈现拉或压的恒力恒速加载、恒力变速加载、变力变速加载、变力恒速加载等的高速往复运动。本发明采用电动耦合伺服加载方式,因其加载跟随性能好,能模拟实际加载工况。现已进行了恒力恒速加载、变力变速加载状况下产品精度保持性、产品可靠性试验。图2为恒力恒速加载载荷谱曲线;图3中:(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)分别为滚珠丝杠副轻载高速、中载中速、重载低速即变力变速加载载荷谱曲线。其试验过程是通过设置M代码、改变系统参数、编制加载运动程序及测量传感器实现的。

[0034] 滚珠丝杠副电动耦合伺服加载装置的试验操作步骤:在确保外部安全的基础上,严格按照上电顺序进行。首先将电器柜67上的空气开关接通,按下系统启动按钮,等待系统完全启动以后,松开急停,按下复位按钮,再按下进给使能按钮。上电完毕后,确认Z1、Z2轴是否在非耦合状态下(力矩非耦合状态为0)。若在非耦合状态下,通过设置Z1轴和Z2轴系统参数,在参考点方式下,Z1轴回参考点,再进行Z2轴回参考点。等回参考点结束后,再进行参数设置并保存。编写耦合状态下(力矩耦合状态为1)的运行程序,设定Z1轴为主动轴,Z2轴为从动轴,通过代码设定耦合状态及加载量。运行开始可将加载量设定为零,等系统运行稳定后,再将加载量调到预定的值。对于首次试验丝杠确认其螺距是否一致,如果一致,只设置Z1和Z2丝杠的螺距参数;如果不一致,需要设置Z1和Z2丝杠的螺距参数和传动比参数。试验开始,在自动状态下,按下自动循环按钮,滚珠丝杠副在加载状态下进行往复运动。这时可以检测丝杠副行程误差的变化、噪声的变化、加载力的变化、负载扭矩的变化、设定点温度的变化以及丝杠副的损坏状况,为产品精度保持性、产品可靠性试验提供依据。

[0035] 另外,拉压导杆机构是可以拆卸的,如果将拉压导杆机构去掉,通过控制程序及参数的设定,Z1、Z2轴将为两个独立的伺服轴,可进行单独的控制操作,这时可进行单套滚珠丝杠副综合性能实验;也可以通过编程控制两套滚珠丝杠副同时运动,实现两套滚珠丝杠副综合性能对比实验,即实现温度、噪声、速度、加速度的测量。试验结束的断电顺序是:先停止进给轴的运动,然后按下急停按钮,再将总电源开关关掉。

[0036] 滚珠丝杠副行程误差测量:Z1轴部分由Z1光栅尺19、Z1主轴编码器21及其测量系统构成Z1滚珠丝杠副9的行程误差测量单元。Z2轴部分由Z2光栅尺49、Z2主轴编码器51及其测量系统构成Z2轴滚珠丝杠副39的行程误差测量单元。通过检测滚珠丝杠副行程误差的变化,可进行滚珠丝杠副精度保持性性能考核。

[0037] 加载装置温度测量:Z1前轴承座温度传感器15、Z1螺母座温度传感器16、Z1后轴承座温度传感器17及其测量系统构成Z1轴温度测量单元。Z2前轴承座温度传感器45、Z2螺母座温度传感器46、Z3后轴承座温度传感器47及其测量系统构成Z2轴温度测量单元。通过设定点的温度测量,可以检测丝杠前后轴承、丝杠螺母的异常变化,用于判断可能产生的故障。

[0038] 加载装置负载扭矩测量:Z1扭矩传感器18及其测量系统构成Z1轴负载扭矩测量单元。Z2扭矩传感器48及其测量系统构成Z2轴负载扭矩测量单元。通过丝杠轴负载扭矩的测量,考核丝杠副预紧转矩的稳定性及故障变化。

[0039] 加载装置加载力测量:拉压传感器22及其测量系统构成Z1、Z2轴加载力测量单元。通过加载力的测量,考核滚珠丝杠副加载方式及加载力是否满足试验要求。

[0040] 另外,通过记录滚珠丝杠副在整个试验过程中故障次数,故障类型等,利用统计学的方法,可以进行滚珠丝杠副可靠性的考核。

[0041] 综上所述,本发明解决了滚珠丝杠副轴向快速加载的问题,实现了滚珠丝杠副恒力恒速加载、变力变速加载以及无加载的高速往复运行,由于电动耦合伺服加载力的跟随性能好,满足实际工况,实现了滚珠丝杠副轴向加载载荷谱的要求,便于滚珠丝杠副精度保持性、可靠性以及综合性能对比试验。

[0042] 以上是对本发明及其实施方式进行了纲领性描述,描述并不局限与此,附图也是本发明的较佳结构原理图,实际结构不仅限于此。故此,本领域其它人员在此加载原理基础上,对其控制及结构所做的变动,都应属于本发明的保护范围。

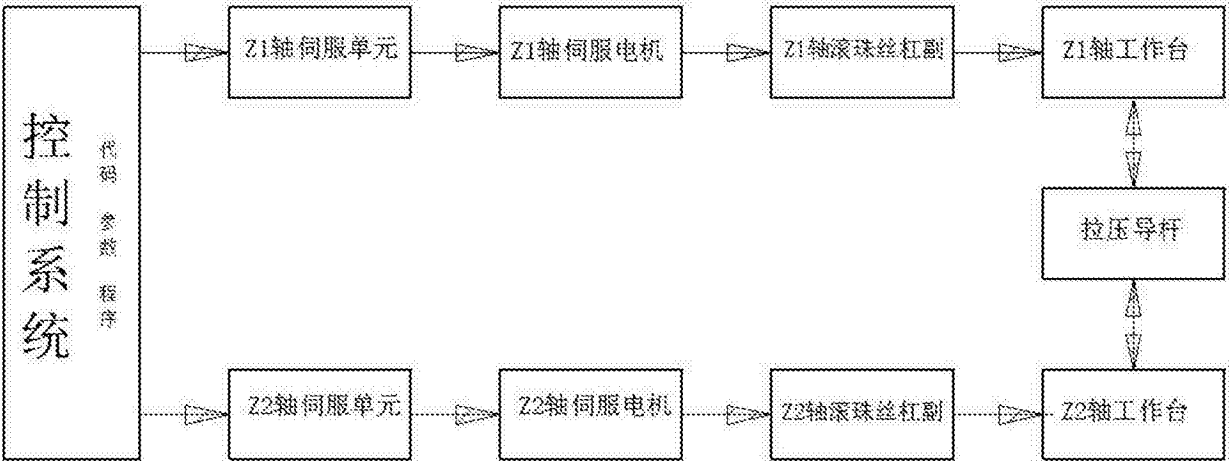


图1

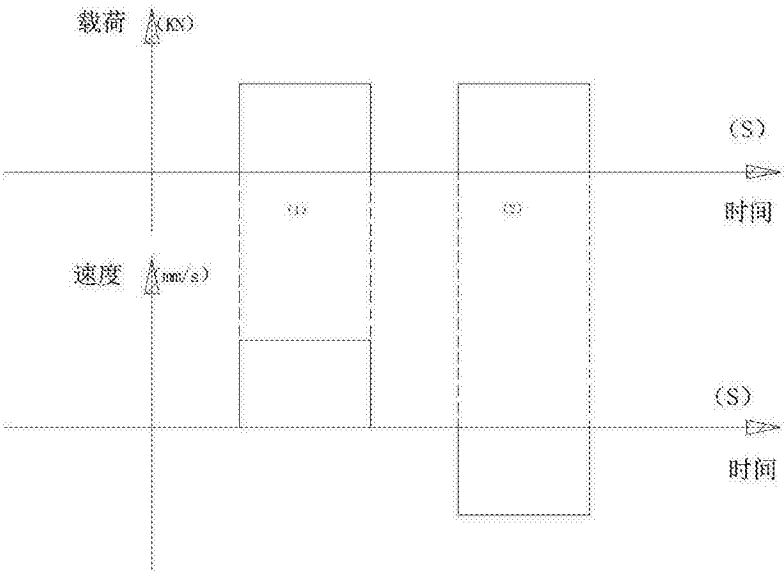


图2

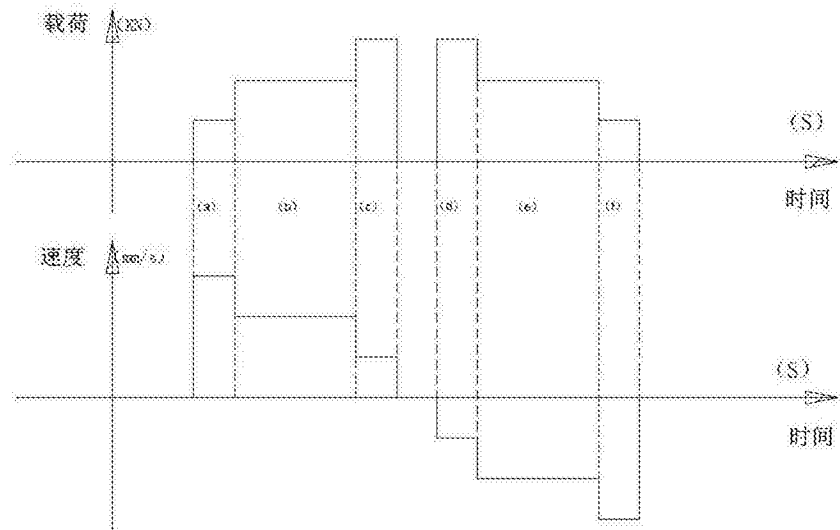


图3

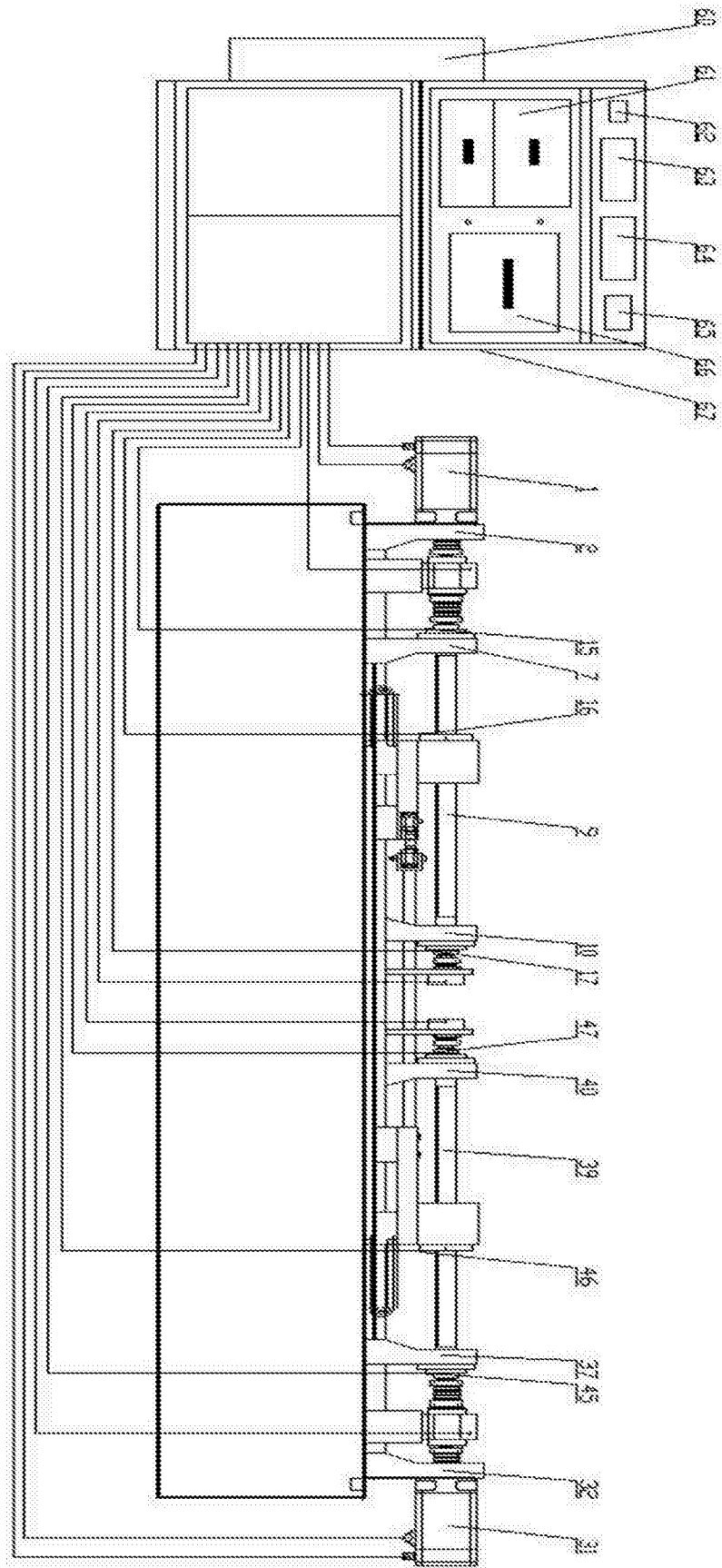


图4

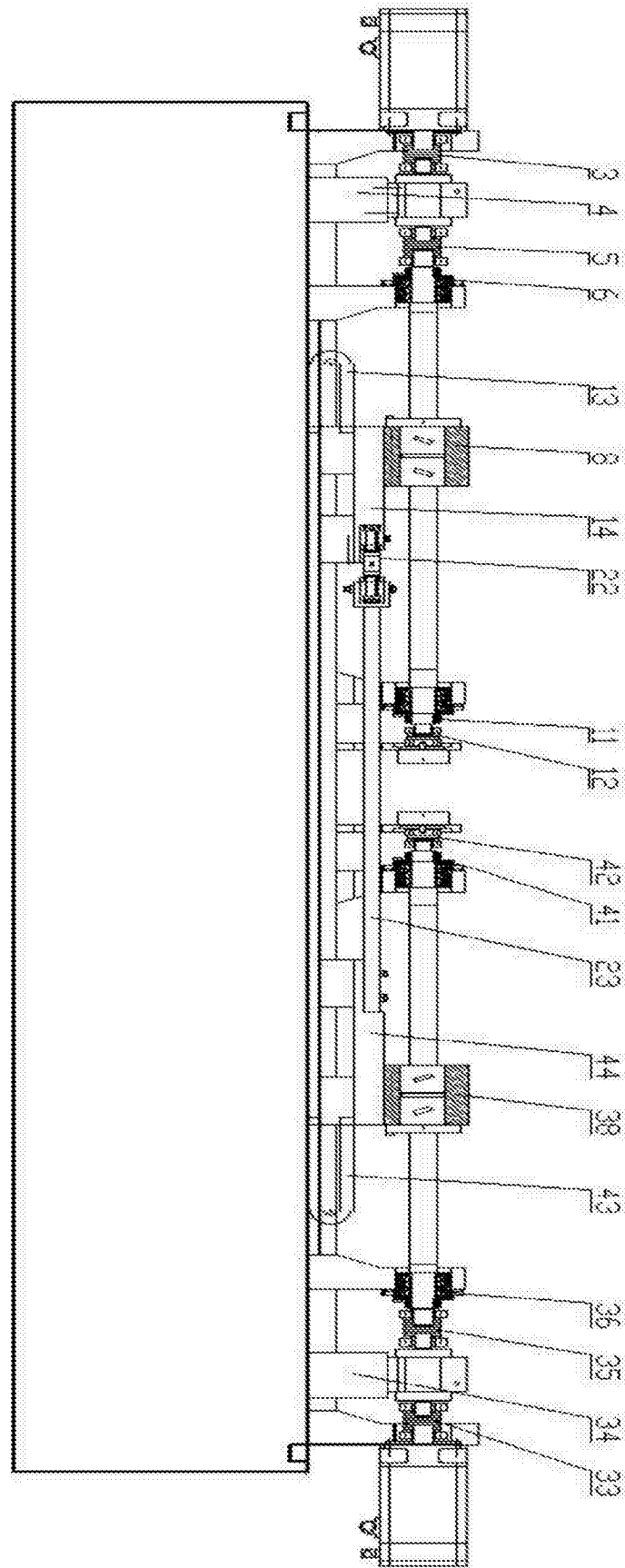


图5

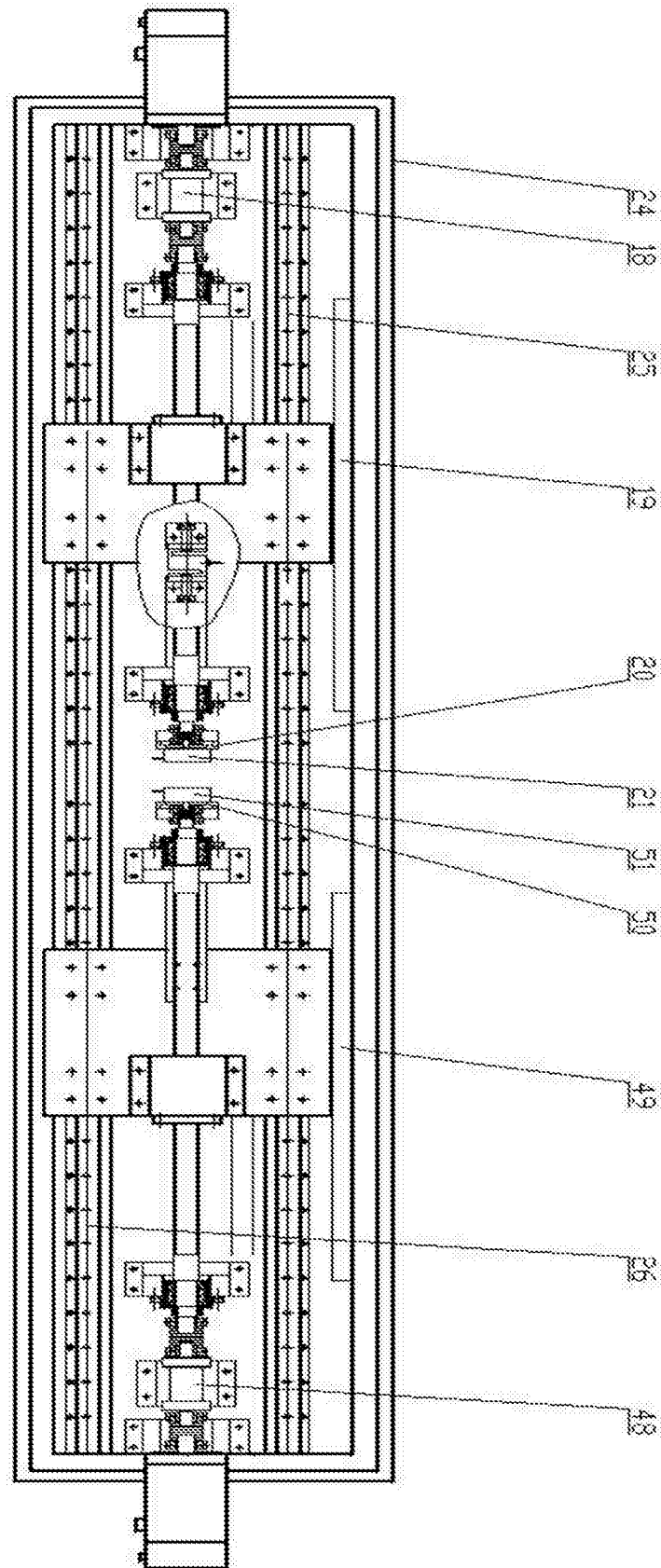


图6

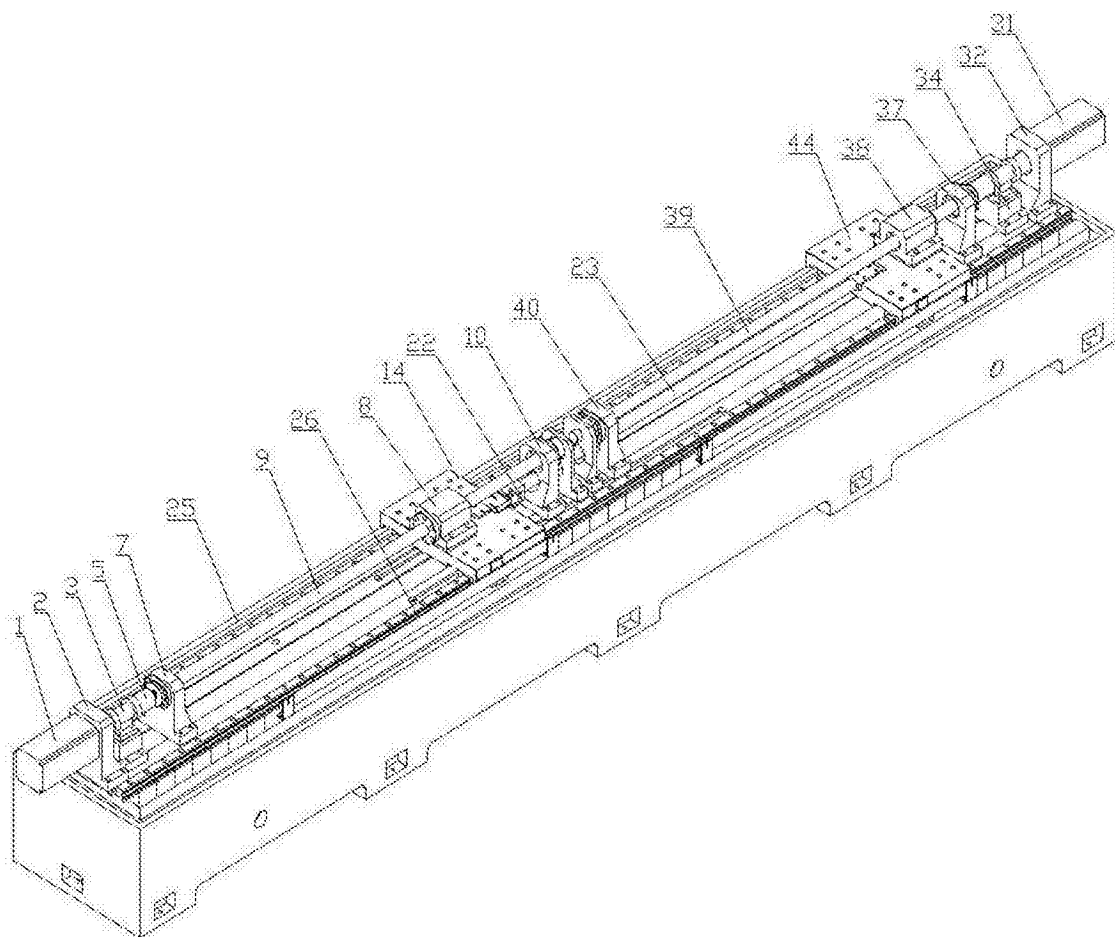


图7

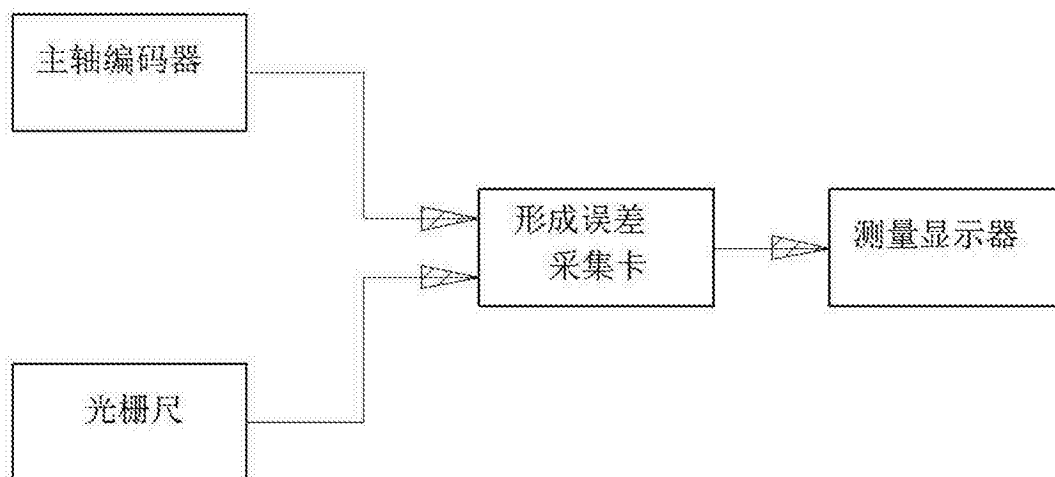


图8

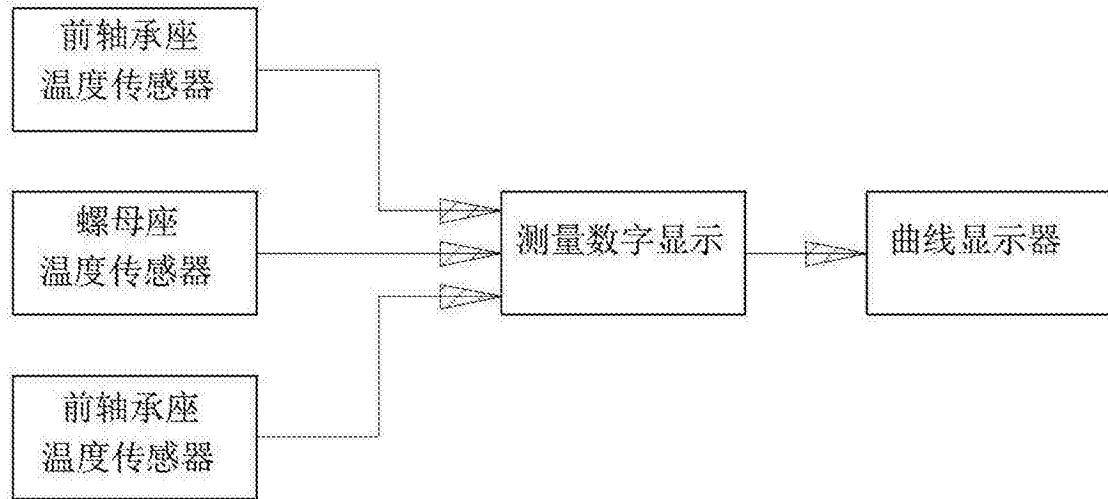


图9

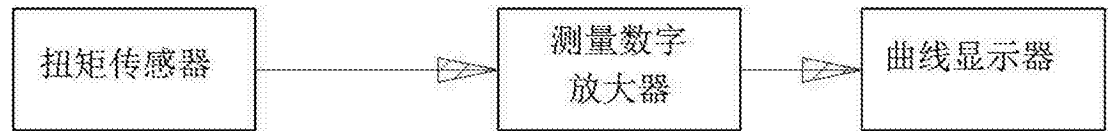


图10

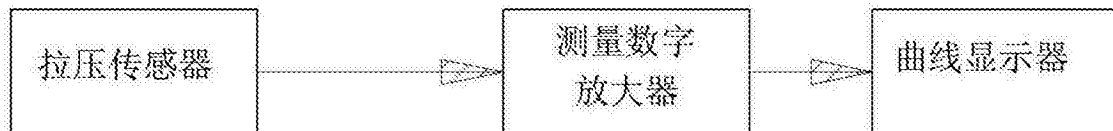


图11