



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101982265 B

(45) 授权公告日 2012. 03. 21

(21) 申请号 201010521268. 1

(22) 申请日 2010. 10. 27

(73) 专利权人 江苏科技大学

地址 212003 江苏省镇江市梦溪路 2 号

(72) 发明人 张冰蔚 朱鹏程 邱必稳 刘汉平

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 楼高潮

(51) Int. Cl.

B23B 5/00 (2006. 01)

B23B 17/00 (2006. 01)

B23B 21/00 (2006. 01)

B23Q 5/40 (2006. 01)

审查员 王锋

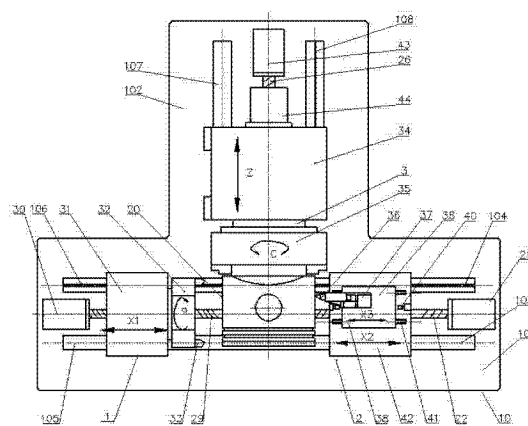
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种用于加工非圆截面活塞的数控车床

(57) 摘要

本发明公开了一种用于加工非圆截面活塞的数控车床,床身为倒“T”字形结构,即工件主轴卧式后置、前侧为左右双刀架的卧式非圆活塞数控车床构型,既可进行活塞非圆截面的加工,又具有圆形截面的加工功能,非圆车削采用双层双驱动结构,上层采用直线电机驱动实现高速小位移非圆截面车削的进给运动,下层采用伺服电机及滚珠丝杆螺母机构用作所加工活塞直径变化的调整,且粗精加工集成与一体,使活塞加工形式更加合理、便捷和高效。



1. 一种用于加工非圆截面活塞的数控车床,其特征在于床身(10)为倒“T”字形结构,主轴箱(34)卧式后置,位于后床身(102)的后平导轨(107)和后V导轨(108)上,主轴(3)与主轴伺服电机(44)连接并通过卡盘(35)安装被加工的活塞(20),Z轴进给运动由Z轴伺服电机(43)经Z轴滚珠丝杆(26)、Z轴螺母座(25)和主轴箱(34)构成;在前床身(101)的左右两侧,分别设有左滑台(1)和右滑台(2),其中左滑台(1)上装有动力头(31)和转塔刀盘(32)并设于前床身(101)的左平导轨(105)和左V导轨(106)之上,并通过左侧螺母座(28)和X1轴滚珠丝杆(29)与X1轴伺服电机(30)连接;右滑台(2)为双层结构,由下滑台(42)和上滑台(38)叠加而成,下滑台(42)设于前床身(101)的右平导轨(103)和右V导轨之上,上滑台(38)上装有刀座(37)和车刀(36),位于与下滑台(42)固连的支座(46)和直线滚动导轨(41)之上;下滑台(42)通过右侧螺母座(23)经X2轴滚珠丝杆(22)与X2轴伺服电机(21)相连,上滑台(38)在直线电机(50)之上,并通过直线导轨滑座(39)与直线滚动导轨(41)相连。

2. 根据权利要求1所述的一种用于加工非圆截面活塞的数控车床,其特征在于所述直线电机(50)立式安装在上滑台(38)与下滑台(42)之间,并立式安装在两根直线滚动导轨(41)之间。

3. 根据权利要求1所述的一种用于加工非圆截面活塞的数控车床,其特征在于所述转塔刀盘(32)上可安装多把刀具(33)并与动力头(31)相连。

4. 根据权利要求1所述的一种用于加工非圆截面活塞的数控车床,其特征在于在上滑台(38)前后分别设有防撞触头(40)。

5. 根据权利要求1所述的一种用于加工非圆截面活塞的数控车床,其特征在于所述上滑台(38)与下滑台(42)上的支座(46)之间设有光栅读数头(48)和光栅尺(47)。

一种用于加工非圆截面活塞的数控车床

技术领域

[0001] 本发明涉及一种切削机床,尤其是一种用于加工非圆截面活塞的数控车床。

背景技术

[0002] 普通车床(包括数控车床)只能车削圆形截面的工件,而有些零件要求非圆截面,如内燃机活塞,其一般为铸铝或铸铁材料,工作时受机械和热负荷作用会产生变形,例如舰船用中高速柴油机活塞,工作时温度较高,这种变形尤为显著。由于活塞在活塞销处必须设置凸台,使得活塞内部的材料呈不规则分布。当活塞工作时受热膨胀,其外表面呈非规则膨胀,最大膨胀发生在沿活塞销轴处。因此,为了使活塞的截面轮廓在工作状态下尽可能接近圆形,就必须在常温下使活塞具有近似椭圆的非圆截面,即椭圆截面的短轴沿活塞销轴,沿活塞裙边纵向轮廓常常做成中凸鼓形,亦称为中凸变椭圆活塞。

[0003] 加工中凸变椭圆活塞的传统方法是采用硬靠模成形车削工艺,但该工艺存在固有缺陷,一是制作硬靠模本身比较困难,精度不易保证,不适合单件小批生产模式,二是由于触头和靠模为刚性接触,靠模机构本身的质量在加工速度高时产生的惯性力,易引起触头瞬间脱离靠模,影响加工精度,且靠模本身的加工误差以及杠杆机构的误差会传递给刀具。为了提高非圆活塞加工精度,也有采用基于硬靠模的成形磨削工艺,虽然磨削时,工件主轴转速较低,惯性力影响大大降低,但磨削时砂轮的径向推力远大于车削的径向力,会造成活塞裙部变形,影响活塞截面的精度,更重要的是无法精确形成中凸鼓形轮廓。。此外,磨粒嵌入活塞表面后如不能有效清除会影响活塞寿命。

[0004] 因此,采用数控车削工艺对于中凸变椭圆活塞的加工是适宜的,但非圆截面数控车床必须满足在X轴方向具有高刚性、高精度、高频响特性。普通的数控车床采用旋转电机加滚珠丝杠的进给机构,无法适应非圆车削对横进给机构(X轴)高速响应的需求,即主轴转一转,进给则需完成两次往复运动的要求。直线电机能够满足这一要求,其不仅可以实现高速(5m/s),还具有高加速度(5~10g)的性能,这样才能保证在加工时减小刀具的跟随误差。但直线电机的控制相对复杂,必须采用光栅全闭环控制技术。目前该技术已经成熟,国外有个别机床厂家能够生产这种非圆截面数控车床,但价格昂贵。

[0005] 国内有多所大学先后从事基于直线电机的非圆活塞加工技术,如清华大学、国防工业大学、广东工业大学等,多数是从从事理论研究和实验研究,未有成熟的产品推出。实用新型专利“一种直线电机驱动的数控机床进给机构”(ZL200520139616.3)给出了一种可用于非圆活塞车削的数控车床进给机构,论文“基于PMAC活塞车床开放式数控系统”(《机电一体化》杂志2006.1期)中如图2所示为基于传统车床结构的活塞车床,这种车床结构直线电机不仅要完成小位移高速往复进给运动,还要适应所加工活塞直径大小变化的行程调整需求,且一般要先在其它车床上完成圆形截面的粗加工,这样两次安装会引入误差。发明专利“特种数控立式双溜板活塞车床”(ZL03124808.X)公开了一种活塞立式安装、采用双溜板多刀直线伺服机构、能在一次装夹中车削活塞外圆形面、顶面和环槽的活塞车床。但由于进给采用垂直运动的刀架使得立柱需考虑重力平衡机构,结构较为复杂。

[0006] 因此,开发基于新型结构的非圆截面数控车床对我国舰船主机、航天、矿山等行业的关键零件的生产质量和柔性需求具有重大意义,同时对其它具有非圆截面加工需求的行业也将产生重要影响。

发明内容

[0007] 本发明的目的是为了克服现有技术存在的缺陷和不足,改变传统车床结构,满足非圆截面活塞加工的需要,提出一种新的活塞车床布局结构,床身为倒“T”字型结构,即工件主轴卧式后置、前侧为左右双刀架的卧式非圆活塞数控车床构型。其中工件主轴不仅提供车削时的主旋转运动,同时又实现车削时的Z轴进给,左侧刀架实施圆形截面加工的X轴进给,右侧刀架完成非圆截面车削的X轴进给,使活塞的粗精加工在一次装夹下完成,加工形式更加合理、便捷和高效,适合非圆活塞的加工,尤其适合较大规格非圆活塞的车削加工,如船用中高速柴油机中凸变椭圆非圆活塞的加工。

[0008] 为达到上述技术目的,本发明的一种用于加工非圆截面活塞的数控车床,其特征在于床身10为倒“T”字形结构,主轴箱34卧式后置,位于后床身102的后平导轨107和后V导轨108上,主轴3与主轴伺服电机44连接并通过卡盘35安装被加工的活塞20,Z轴进给运动由Z轴伺服电机43经Z轴滚珠丝杆26、Z轴螺母座25和主轴箱34构成;在前床身101的左右两侧,分别设有左滑台1和右滑台2,其中左滑台1上装有动力头31和转塔刀盘32并设于前床身101的左平导轨105和左V导轨106之上,并通过左侧螺母座28和X1轴滚珠丝杆29与X1轴伺服电机30连接;右滑台2为双层结构,由下滑台42和上滑台38叠加而成,下滑台42设于前床身101的右平导轨103和右V导轨之上,上滑台38上装有刀座37和车刀36,位于与下滑台42固连的支座46和直线滚动导轨41之上;下滑台42通过右侧螺母座23经X2轴滚珠丝杆22与X2轴伺服电机21相连,上滑台38在直线电机50之上,并通过直线导轨滑座39与直线滚动导轨41相连。

[0009] 作为优选,所述直线电机50立式安装在上滑台38与下滑台42、两根直线滚动导轨41之间。

[0010] 作为优选,所述转塔刀盘32上可安装多把刀具33并与动力头31相连。

[0011] 作为优选,所述上滑台38前后分别设有防撞触头40。

[0012] 作为优选,所述上滑台38与下滑台42上的支座46之间设有光栅读数头48和光栅尺47。

[0013] 本发明的有益效果主要是:

[0014] 1、提出一种新的倒“T”字形活塞数控车床布局结构,主轴箱后置,集活塞外圆粗加工、环形槽,中凸变椭圆截面加工等多道工序单次装夹完成。适用于直径较大的船用柴油机活塞和其它类似异性截面零件的车削加工。

[0015] 2、采用前置双刀架布局,左刀架用于普通圆形截面工序的加工,右刀架用于非圆截面加工,右刀架采用双层双驱动结构,上层采用直线电机驱动实现高速小位移非圆截面车削的进给运动,下层采用伺服电机及滚珠丝杆螺母机构用作所加工活塞直径变化的调整。直线电机只作为非圆截面的高速进给,避免了适应行程调整的较大位移,使直线电机驱动的刀座结构设计轻量化,以降低在高速往复运动过程中产生的惯量,减少跟随误差。

[0016] 3、针对活塞长径比小的特点,取消了传统车床的尾座,使机床布局更紧凑。

附图说明

[0017] 附图 1 是本发明活塞车床的正视图；

[0018] 附图 2 是图 1 的俯视图；

[0019] 附图 3 是图 1 中的 A-A 剖视图；

[0020] 附图 4 是所加工活塞的示意图。

[0021] 图中：1、左滑台，2、右滑台，3、主轴，10、床身，101、前床身，102、后床身，103、右平导轨，104、右 V 导轨，105、左平导轨，106、左 V 导轨，107、后平导轨，108、后 V 导轨，20、活塞，201、活塞销，202、活塞裙部，203、活塞环槽，204、活塞头部，21、X2 轴伺服电机，22、X2 轴滚珠丝杆，23、右侧螺母座，24、右侧轴承座，25、Z 轴螺母座，26、Z 轴滚珠丝杆，27、左侧轴承座，28、左侧螺母座，29、X1 轴滚珠丝杆，30、X1 轴伺服电机，31、动力头，32、转塔刀盘，33、刀具，34、主轴箱，35、卡盘，36、车刀，37、刀座，38、上滑台，39、直线导轨滑座，40、防撞触头，41、直线滚动导轨，42、下滑台，43、Z 轴伺服电机，44、主轴伺服电机，45、压板、46、支座，47、光栅尺，48、光栅读数头，49、紧固螺钉，50、直线电机，501、直线电机动子，502、直线电机定子。

具体实施方式

[0022] 下面以用于船用中高速柴油机活塞加工的数控车床为例，并结合附图，对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0023] 实施例：附图 1 为机床的正视图，附图 2 为图 1 的俯视图，其表达了所谓倒“T”形活塞数控车床的轮廓外形。床身 10 由前床身 101 和后床身 102 组成；主轴箱 34 安装于后床身 102 的后平导轨 107 和后 V 导轨 108 之上，机床主运动（C 轴）由固连与主轴箱 34 的伺服电机 44 驱动，沿活塞 20 轴线的 Z 轴进给运动由 Z 轴伺服电机 43 驱动滚珠丝杆 26 旋转并通过螺母座 25 带动主轴箱 34 沿后平导轨 107 和后 V 导轨 108 的直线运动；沿活塞 20 径向向 X 轴进给分为 X1 轴、X2 轴和 X3 轴三个独立的驱动实现，其中 X1 轴进给由 X1 轴伺服电机 30 驱动 X1 轴滚珠丝杆 29 并通过左侧螺母座 28 带动力头 31 和转塔刀盘 32 沿左平导轨 105 和左 V 导轨 106 运动实现，转塔刀盘 32 上可安装多把刀具 33，分别适应活塞 20 圆形截面粗加工和半精加工的需要；X2 轴和 X3 轴进给运动设于前床身 101 的右侧，X2 轴用于实现对不同活塞直径大小变化的调整，由 X2 轴伺服电机 21 驱动 X2 轴滚珠丝杆 22 并通过右侧螺母座 23 带动下滑台 42、上滑台 38 和刀座 37 整体沿右平导轨 103 和右 V 导轨 104 运动实现；X3 轴进给承担活塞 20 非圆截面加工的高速小位移往复进给运动，由直线电机 50 直接驱动上滑台 38 及刀座 37、车刀 36 沿直线滚动导轨 41 运动实现；活塞 20 的中凸鼓形轮廓由 Z 轴进给与 X3 轴联动实现。

[0024] 在上滑台前后分别设有防撞触头（40）作为机械限位，避免由于误动作造成上滑台 38 冲出，此外系统还设有电子开关限位。所有伺服电机均采用电机自带的光电编码器实现速度和位移反馈，保证进给精度要求。

[0025] 图 3 表示了 X2 轴和 X3 轴横截面的结构，下滑台 42 通过一平一 V 滑动导轨支撑并通过压板 45 防颠覆结构，预加载荷，以增大移动部件的阻尼，提高支撑刚度。上滑台 38 通过 4 个直线导轨滑座 39 与直线滚动导轨 41 实现直线运动副，由于上滑台 38 及与其固连的直

线电机定子 501、刀座 37 和车刀 36 具有质量较轻的特点,使得在进行活塞 20 的非圆截面加工时只产生微小的摩擦力并具有很高的运动灵敏特性。而质量较重的直线电机定子 502、下滑台 42、支座 46 并不参与 X3 轴的进给运动,只是用于适应不同直径的活塞 20 做径向调整移动之用,这种双层分离运动的结构形式有助于大大缩短直线电机的行程长度,减少非圆加工高速往复运动部件的质量和惯性力。此外,为了进一步减轻 X3 轴移动部件的质量,采用单刀刀座 37 安装车刀 36,实现活塞 20 非圆截面的加工。

[0026] 在上滑台 38 和支座 46 之间设置了用作 X3 轴运动反馈元件的光栅读数头 47 和光栅尺 46,提供非圆车削过程的速度和位置反馈,直线电机 50 的 PID 运动参数可通过数控系统进行优化配置。

[0027] 图 4 为加工活塞结构示意图,活塞 20 的毛坯一般为铸铝或铸铁材料,其加工成形后的结构主要由活塞裙部 202、活塞环槽 203、活塞头部 204 和活塞孔 201 组成,通过主轴旋转运动(C 轴)、主轴进给(Z 轴)和直线电机 50 进给(X3 轴)联动,实现非圆活塞 20 的数控车削。

[0028] 本实施例中,Z 轴、X1 轴和 X2 轴进给运动的导轨均采用一平一 V 组合滑动导轨,具有良好的导向精度、接触刚度和抗振性。X3 轴进给运动导轨采用直线滚动导轨副,目的是为了减少摩擦力,保证非圆车削的动态刚度,满足直线电机高速运动性能的要求。

[0029] 为了使图纸表达简洁明了,便于说明本发明的主要结构特点,以上实施例中的各图为主要结构示意图,诸多非关键细节结构未做详细表述。

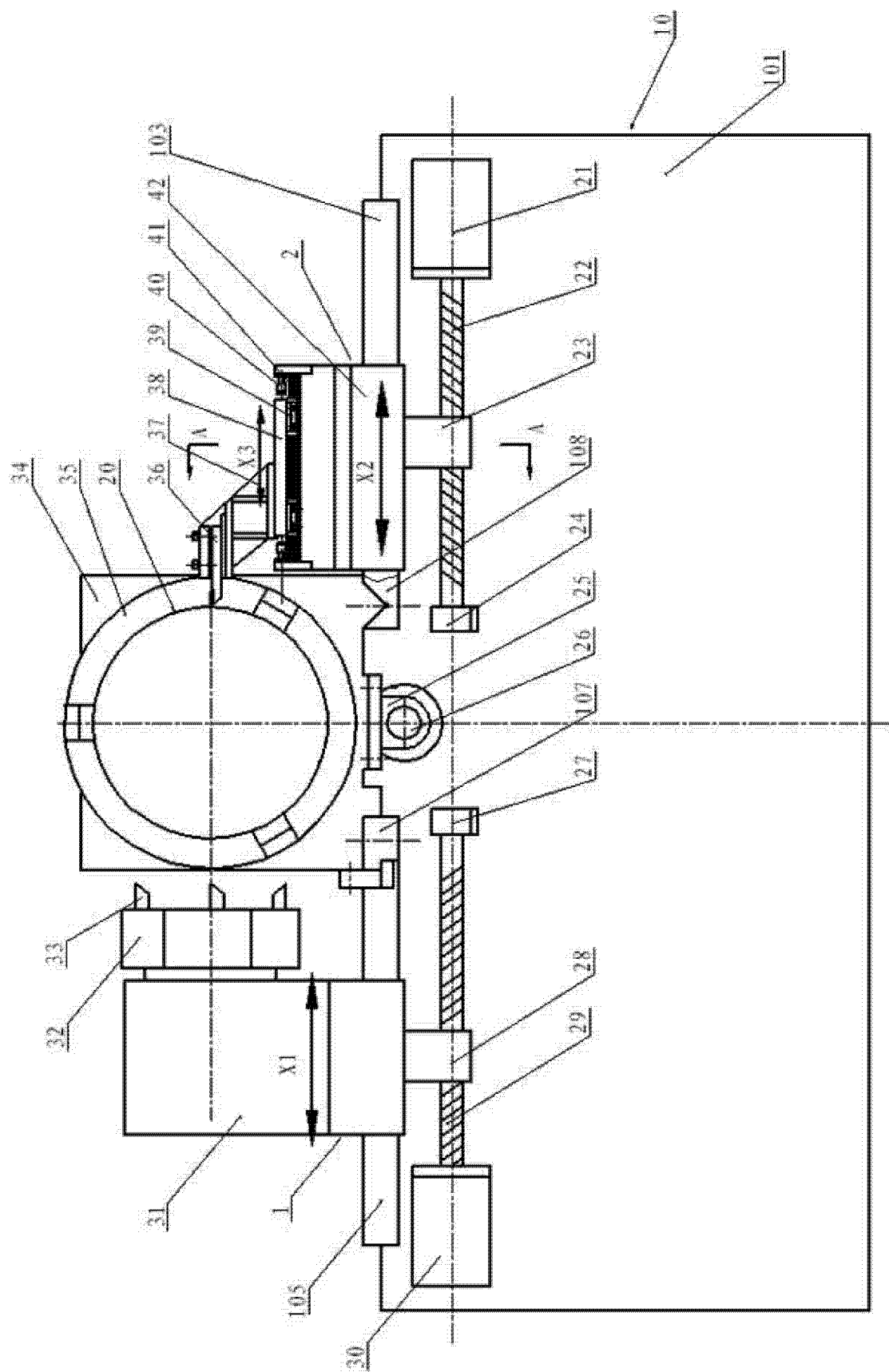


图 1

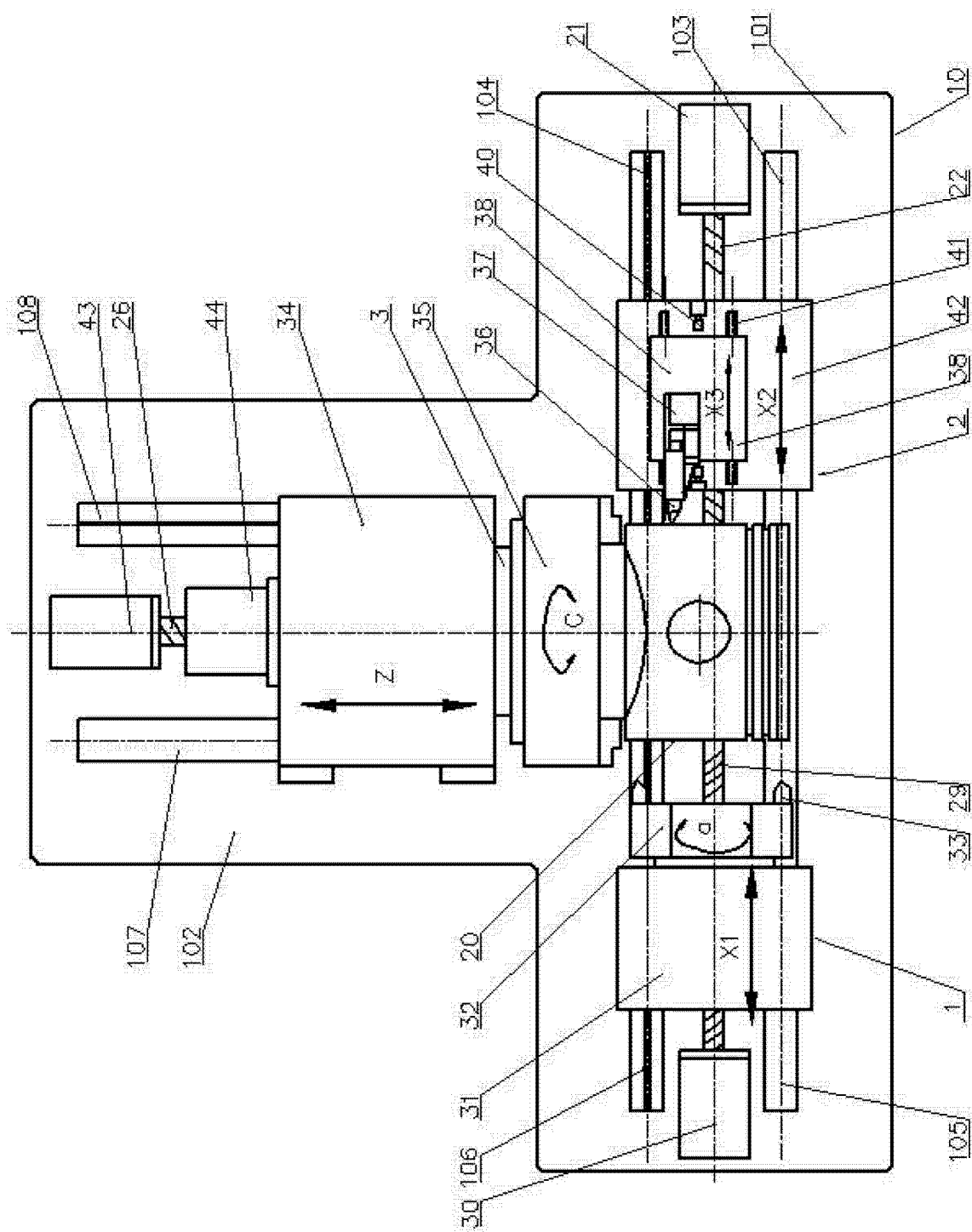


图 2

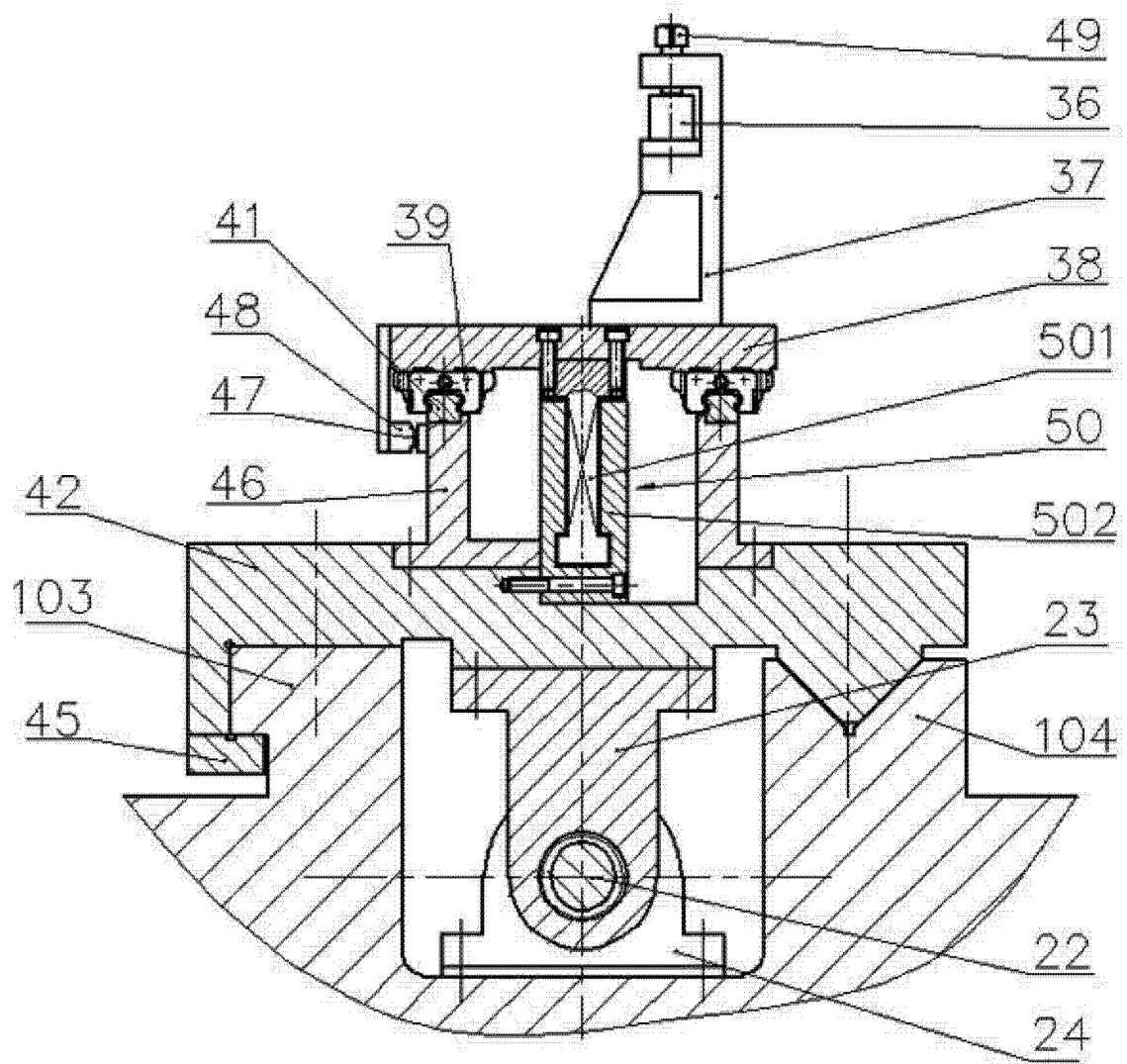


图 3

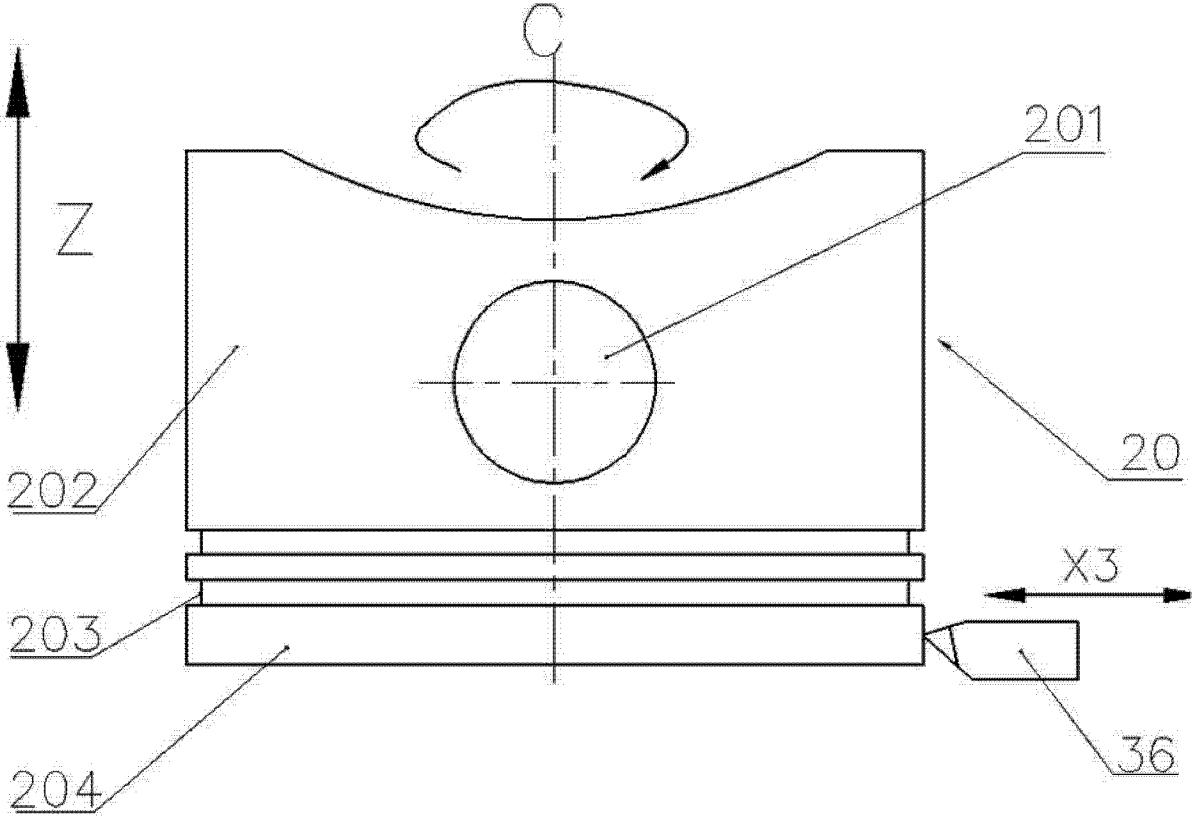


图 4