



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201645272 U

(45) 授权公告日 2010. 11. 24

(21) 申请号 201020141759. 9

(22) 申请日 2010. 03. 25

(73) 专利权人 陕西汉江机床有限公司

地址 723003 陕西省汉中市汉台区河东店镇

(72) 发明人 张俊怀 姚博世 曹汉宝 赵仲琪
向明新

(51) Int. Cl.

B24B 5/37(2006. 01)

B24B 19/02(2006. 01)

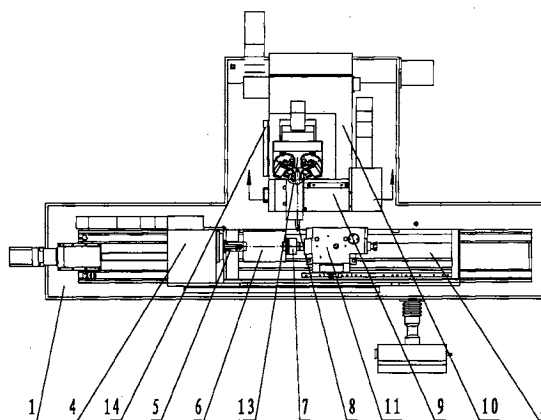
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 实用新型名称

数控导丝辊磨床

(57) 摘要

本实用新型涉及一种数控导丝辊磨床,主要由床身、工作台、头架、尾架、砂轮架、砂轮主轴、砂轮修整器、头架定位头、尾架定位头组成。T形床身上面有滚柱导轨,滚柱导轨上安装工作台;工作台左侧上水平面固定安装头架,可移动尾架底座通过T形槽螺母和螺栓夹装在工作台上部倾斜平导轨和三角导轨上,尾架通过燕尾导轨安装在尾架底座之上,工件(导丝辊)装夹于头架和尾架的定位头上;T形床身后部之滚柱导轨上安装砂轮架,砂轮架前端水平面固定安装砂轮主轴,砂轮架上表面安装砂轮进给机构,砂轮进给机构上安装砂轮修整器。本实用新型可以自动完成砂轮进给、磨削、回退、砂轮修整、轴向分度和外圆与齿槽的循环磨削功能,砂轮回转震动小,磨出的导丝辊齿槽深度、形状和间距精度高、一致性好,外圆及齿槽的表面粗糙度小,加工成本低等诸多优点。



1. 一种数控导丝辊磨床,由T形床身(1)、工作台(2)、头架(4)、尾架(11)、砂轮架(10)、砂轮修整器(13)、头架定位头(5)、尾架定位头(7)组成,其特征在于:有砂轮主轴(9);床身的上面有滚柱导轨;前部之滚柱导轨上安装有工作台(2),工作台左侧之上水平面固定有头架(4);可移动的尾架底座,通过T形槽螺母和螺栓夹装在工作台上部倾斜平导轨和三角导轨上;尾架(11)通过燕尾导轨装于尾架底座上;T形床身后部之滚柱导轨上安装砂轮架(10);砂轮架前端水平面固定着砂轮主轴(9),砂轮架的上部安装砂轮进给机构和砂轮修整器(13)。

2. 根据权利要求1所述数控导丝辊磨床,其特征在于:砂轮主轴(9)的后置电机转子(33)通过锥套直联砂轮轴(34),砂轮法兰盘(36)固定在砂轮轴的前端圆锥面上,砂轮主轴(9)形成径向与轴向重心对称结构。

3. 根据权利要求1所述数控导丝辊磨床,其特征在于:砂轮修整器(13)的进给机构与修整运动机构,位于砂轮架(10)的上部,与在砂轮(8)的轴心线水平面倾斜 45° 夹角,左右修整机构的形状与结构相互对称,均由调节板(52)、油缸(50)、直线导轨副(42)、金刚修整笔(43)组成。

4. 根据权利要求1所述数控导丝辊磨床,其特征是:工作台(2)、砂轮架(10)均采用平V型滚柱导轨。

数控导丝辊磨床

技术领域

[0001] 本实用新型属于专用机械加工设备,具体地说,是一种对多线硅片切割机床上的关键零件“导丝辊”的外圆和齿槽进行磨削的磨床。

技术背景

[0002] 目前,太阳能光伏产业广泛使用单(多)晶硅硅片多线切割机床(简称多线切割机)，“导丝辊”，是多线切割机上将晶硅方料切割成硅片的关键零件。导丝辊外圆上需加工一千~三千多条形状相同、间距相等、齿形为三角形、齿深 0.18 的环形齿槽,各齿槽并列安装金属切割线,旋转的“导丝辊”带动并列金属线高速运动,将晶硅方料一次切割成一千~三千多片 0.1~0.2mm 厚度的硅片。导丝辊的外圆和齿槽的尺寸精度、位置精度、形状精度和表面质量决定着硅片加工的成败,决定着加工硅片的质量和成本。

[0003] “导丝辊”外圆和齿槽的加工主要有两种方法:一种是采用精密数控车床车削加工;另一种是采用进口专用磨床磨削加工。车削加工的导丝辊齿槽的齿形、齿距误差较大,表面粗糙,在多线切割机上使用,磨损较快,切割后的硅片两面平行度、表面粗糙度较差,使硅片后续工序工作量加大,周期加长,费用增大。采用进口专用磨床磨削加工可以满足使用要求,但齿槽齿形不对称、成本高,而且机床存在砂轮主轴、砂轮修整器结构复杂的特点。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是针对现有技术之不足,提供一种能自动完成导丝辊磨削加工、加工质量好、综合效益明显的导丝辊,满足多线切割机使用要求。

[0005] 本实用新型之数控导丝辊磨床,主要由床身、工作台、头架、尾架、砂轮架、砂轮主轴、砂轮修整器、头架定位头、尾架定位头组成。机床的 T 形床身,是安装所有部件的基础;T 形床身前部(前床身)上面有滚柱导轨,滚柱导轨上安装工作台;工作台左侧上水平面固定安装头架,可移动的尾架底座通过 T 形槽螺母和螺栓夹装在工作台上部倾斜平导轨和三角导轨上,尾架通过燕尾导轨安装在尾架底座之上,工件(导丝辊)装夹于头架和尾架的定位头上;T 形床身后部(后床身)滚柱导轨上安装砂轮架。砂轮架前端水平面固定安装砂轮主轴;砂轮架上表面安装砂轮进给机构,其上安装砂轮修整器。砂轮主轴后置电机转子,通过锥套直联砂轮主轴,形成径向与轴向重心对称结构。

[0006] 本实用新型的主要运动机构包括工件纵向运动机构、工件支撑与回转运动机构、砂轮横向运动机构、砂轮主轴回转运动机构、砂轮修整器进给与修整运动机构。工件纵向运动机构和砂轮横向运动机构装有光栅尺,实施闭环控制。

[0007] 工件纵向运动机构:纵向运动机构由工作台、纵向滚珠丝杠传动副和光栅尺等组成。其特征在于:前床身上表面设有平面和 V 形滚柱导轨,方向与工件轴心线平行。工作台安装在滚动导轨上,工作台下部螺母座与纵向滚珠丝杠传动副联接,滚珠丝杠两端通过成组轴承及轴承座安装在前床身上,位于纵向平 V 滚柱导轨中间。滚珠丝杠传动副以及成组轴承采用预加负荷的方法预紧,用以提高运动刚度和运动精度,纵向滚珠丝杠伸出端通过

柔性联轴器与伺服电机联接。通过光栅尺实现纵向运动全闭环控制,纵向伺服电机根据程序设定的距离和速度指令,带动纵向丝杠转过设定角度,驱动螺母带着工作台、头、尾架和工件沿着导轨精确移动到设定的距离,实现工件轴向分度的精确定位。

[0008] 工件支撑与回转运动机构:工件支撑与回转运动机构由头架壳体、主轴、蜗杆蜗轮副、同步齿形带轮副、成组轴承和尾架构成。其特征在于:所述头架固定于工作台上表面左侧,尾架底座通过 T 形槽螺母和螺栓夹装在工作台上部倾斜平面导轨和三角导轨上,尾架通过燕尾导轨装于尾架底座之上,可沿燕尾导轨前后移动,头架定位头和尾架定位头前端圆锥面分别插入工件(导丝辊)两端的中心孔内,实现工件夹持,并以此作为工件外圆和齿槽加工时的回转基准。尾架定位头锥柄插入尾架套筒的锥孔内,套筒安装在尾架壳体的孔内,后端通过弹簧、法兰盖、捏手与壳体连接,旋转捏手压紧或放松弹簧,可以调整工件加紧力的大小。松开 T 形槽螺栓,可以沿着工作台上表面导轨移动尾架,以适应不同长度工件的装夹。头架定位头锥柄插在头架主轴的锥孔内,主轴通过蜗轮蜗杆副、同步齿形带轮副与头架驱动电机相连,主轴两端通过两套预紧的轴承组支承在头架壳体内孔中,以保证主轴径向跳动和轴向窜动精度。驱动电机经过同步齿形带轮副、蜗轮蜗杆副减速和电机变频调速,带动主轴及工件以最佳的转速转动,以满足不同尺寸工件外圆与齿槽的磨削工艺要求。

[0009] 砂轮横向运动机构:砂轮横向运动机构由砂轮架、横进给滚珠丝杠副传动系统和光栅尺组成。其特征在于:所述砂轮架安装在后床身横向平面和 V 形滚柱导轨上,下部螺母座与横进给滚珠丝杠副的螺母连接,横进给滚珠丝杠两端通过成组轴承及轴承座固定在后床身上,滚珠丝杠副与成组轴承采用预加负荷的方法消除轴向和径向间隙,用以提高运动刚度和运动精度,横进给丝杠一端经联轴器与横向伺服电机直接连接,砂轮切入进给与回退运动由横向伺服电机带动横进给滚珠丝杠作正反向旋转,驱动螺母作直线进退运动,螺母带动砂轮架及砂轮作切入工件的进给和回退运动。通过光栅尺,实现砂轮横向运动全闭环控制,用以精确控制砂轮进刀。

[0010] 砂轮主轴回转运动机构:砂轮主轴回转运动机构由壳体、砂轮轴、两套向心推力轴承和后置电机组成。所述砂轮主轴固定于砂轮架前端面,其特征在于:砂轮主轴后置电机转子通过锥套直联砂轮轴,砂轮轴由壳体内孔中的两套向心推力轴承支撑,两套向心推力轴承通过预紧消除间隙,用以严格控制砂轮轴的径向跳动和轴向窜动精度,砂轮通过砂轮法兰盘和压紧螺母固定在砂轮轴前端圆锥面上,砂轮轴后端圆锥面通过锥套固定安装后置式电机转子,形成径向与轴向重心对称结构。电机定子与外壳安装在壳体上。这种结构与传统电机、皮带轮辐传动结构相比,砂轮主轴系统整体结构对称、重心平衡,占用空间小,不存在皮带传动的附加侧向力,减少了震动,磨削的工件表面质量明显提高。

[0011] 砂轮修整器进给与修整运动机构:砂轮修整器进给与修整运动机构由底座、导轨、拖板、修整伺服电机、修整进给丝杠及左右修整机构组成。其特征是:砂轮修整器的进给机构与修整运动机构位于砂轮架的上部,与在砂轮的轴心线水平面倾斜 45° 夹角。修整器底座为横躺三棱柱形壳体,下平面固定在砂轮架上,上表面倾斜 45° 角,修整器底座的 45° 斜面上安装有两条直线滚动导轨副,两条直线导轨副的滑块上安装拖板,修整进给丝杠两端通过轴承支承在两轴承座内,两轴承座固定在修整器底座的 45° 斜面上,丝杠的伸出端通过联轴器与修整进给伺服电机联结,丝杠的螺母安装在拖板下面的螺母座内,构成砂轮修整器进给运动机构。砂轮修整进给由伺服电机带动修整进给丝杠回转,驱动螺母带着拖

板与修整器作修整进给或回退运动。每次修整进给量通过函数数据处理,传给砂轮横向运动机构和砂轮主轴回转运动机构,进行砂轮磨损补偿和恒线速补偿。砂轮修整器由左右修整机构构成,拖板的上表面安装左右修整机构。左右修整机构的形状与结构对称,均由调节板、驱动油缸、直线导轨副、修整金刚笔等组成。两块调节板安装在拖板上,调节板上表面安装油缸和直线导轨副,油缸的活塞与直线导轨副的滑块通过连接板连接在一起。在压力油的推动下,油缸的活塞驱动直线导轨副的滑块和装于滑块上的支架及固定在支架孔内的金刚修整笔作直线往复运动。修整笔直线运动轨迹与砂轮宽度中心线形成一定的夹角,夹角角度通过调整两块调节板在拖板上的安装角度来实现。本实用新型砂轮修整器进给机构与采用 45° 斜面布局有效的解决了现有水平布局时,拖板及前导轨防护装置与砂轮干涉,迫使修整臂向前悬伸,造成刚性差,修整让刀的问题。修整器进给机构与左右修整运动机构采用直线导轨副导向,两个油缸直接驱动,与传统结构相比,不但结构简化,而且有效的保证了直线运动的刚度和精度,并使砂轮修整精度得到明显提高。

[0012] 本实用新型的齿槽与外圆磨削运动由砂轮高速回转运动和工件逆向回转运动合成;砂轮的回转由砂轮主轴后置式电机直接驱动。工件回转运动由头架变频电机调速、带轮副、蜗杆蜗轮副减速,经头架主轴带动工件转动;砂轮切入进给与回退运动由砂轮架横进给机构完成;工件轴向分度运动由纵向运动机构完成;砂轮修整进给与修整运动机构完成砂轮修整进给与砂轮形状修整运动。

[0013] 工件外圆磨削循环运动:砂轮架横进给机构带着旋转砂轮进给——切入由头架主轴带动旋转的工件——工件纵向运动机构驱动工作台和工件作轴向往复运动——进行工件外圆磨削,磨削完成后砂轮回退,这样就实现了对工件外圆的磨削。

[0014] 齿槽磨削循环运动:砂轮旋转——砂轮修整器进给到修整位置——左右修整机构的油缸伸出活塞,带动金刚笔修整砂轮——活塞收回,金刚笔复位——修整器回退——砂轮横向运动机构带动旋转砂轮进刀——切入逆旋转工件,进行齿槽磨削——工件旋转一圈,磨好第一槽,——砂轮回退——工件纵向运动机构带动工件轴向移动两个齿间距——砂轮进刀切入工件——旋转一圈,磨好第三槽——以此类推磨完所有单数齿槽——工件返回到第一槽与第三槽中间——进刀——磨削第二槽——退刀——工件轴向移动两个齿间距——依次重复磨削完所有双数齿槽,以此实现导丝辊等距排列的所有环形齿槽的磨削。

[0015] 两种磨削循环运动通过加工软件编程实现,由数控系统控制。

[0016] 本实用新型针对工件深度 0.18mm ,间距 0.34mm 浅细环形齿槽加工,自编跳齿磨削程序,解决了非跳齿磨削齿槽两侧所受磨削抗力不同而产生齿形变形不对称的问题。

[0017] 本实用新型可以自动完成砂轮进给、磨削、回退、砂轮修整、轴向分度和外圆与齿槽的循环磨削功能,砂轮回转震动小,磨出的导丝辊齿槽深度、形状和间距精度高、各齿槽尺寸一致性好,外圆及齿槽的表面粗糙度小,导丝辊质量高。具有结构简单,加工精度高、使用寿命长,费用较低等诸多特点。

附图说明

[0018] 图1是本实用新型主视图。

[0019] 图2是本实用新型俯视图。

[0020] 图3是本实用新型左视图。

[0021] 图 4 是图 3 的 B-B 剖视图。

[0022] 图 5 是图 4 的 D-D 剖视图。

[0023] 图 6 是图 4 的 E-E 剖视图。

[0024] 图 7 是图 2 的 A-A 剖视图。

[0025] 图 8 是图 7 的 C-C 剖视图。

[0026] 图 9 是图 8K 向局部放大视图。

[0027] 图中：1T 形床身，2 工作台，3 光栅尺，4 头架，5 头架定位头，6 工件，7 尾架定位头，8 砂轮，9 砂轮主轴，10 砂轮架，11 尾架，12 尾架底座，13 砂轮修整器，14 光栅尺，15 纵向伺服电机，16 纵向联轴器，17 纵向螺母，18 纵向进给滚珠丝杠，19 弹簧，20 法兰盖，21 捏手，22 尾架上壳体，23 套筒，24 头架主轴，25 蜗杆，26 蜗轮，27 头架电机，28 头架壳体，29 齿形带轮副，30 齿轮轴，31 活塞，32 电机定子，33 后置式电机转子，34 砂轮轴，35 壳体，36 砂轮法兰盘，37 压紧螺母，38 横向伺服电机，39 横向联轴器，40 横进给滚珠丝杠，41 横进给螺母，42 直线导轨副，43 金刚修整笔，44 拖板，45 螺母，46 修整进给丝杠，47 联轴器，48 修整进给伺服电机，49 修整器底座，50 油缸，51 支架，52 调节板。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图叙述一个实施例，对本实用新型做进一步说明。

[0029] 实施例：磨削工件外径 $\Phi 100 \sim \Phi 350$ 毫米、环形齿槽齿距 0.2 ~ 6 毫米、磨削长度 1020 毫米。

[0030] 如图 1、图 2、图 3、所示，本实用新型包括 T 形床身 1，工作台 2，光栅尺 3，头架 4，头架定位头 5，工件 6，尾架定位头 7，砂轮 8，砂轮主轴 9，砂轮架 10，尾架 11，尾架底座 12，砂轮修整器 13 等。T 形床身 1 的前床身上面有平面和 V 型滚柱导轨，该滚柱导轨上安装工作台 2。头架 4 用螺钉固定在工作台 2 的左侧上水平面，工作台 2 上部倾斜平面导轨和三角导轨安装可移动的尾架 11，工件 6 夹持于头架定位头 5 和尾架定位头 7 之间。T 形床身 1 的后床身滚柱导轨上安装砂轮架 10；砂轮架 10 前端水平面固定安装砂轮主轴 9，上部安装砂轮进给机构和砂轮修整器 13。主要运动机构包括工件纵向运动机构、工件支撑与回转运动机构、砂轮横向运动机构、砂轮主轴回转运动机构、砂轮修整器进给与修整运动机构。前、后床身装有光栅尺 3 和 14，对工件纵向运动机构、砂轮横向运动机构实施闭环控制。

[0031] 纵向运动机构如图 4 所示。T 形床身 1 的前部上表面设有平面和 V 形滚柱导轨，工作台 2 安装在导轨上，工作台 2 下部固定纵向螺母 17，17 与纵向滚珠丝杠 18 构成滚珠丝杠传动副，丝杠 18 两端通过成组轴承及轴承座安装在 T 形床身 1 上，丝杠 18 伸出端通过纵向联轴器 16 与纵向伺服电机联接。滚珠丝杠传动副及成组轴承采用预加负荷的方法预紧，用以提高运动刚度和运动精度，通过光栅尺 3 实现纵向运动全闭环控制，纵向伺服电机 15 根据程序设定的距离和速度指令，带动丝杠转过设定角度，驱动螺母带着工作台 2、头架 4、尾架 11 和工件 6 沿导轨精确移动到设定的距离，实现工件轴向精确定位。

[0032] 工件支撑与回转运动机构如图 4、图 5、图 6 所示，由头架壳体 28、头架主轴 24、蜗杆 25、蜗轮 26、齿形带轮副 29、和尾架 11、尾架底座 12 构成。其特征在于：头架 4 固定于工作台 2 的上表面左侧，尾架底座 12 通过 T 形槽螺母和螺栓夹装在工作台 2 上部倾斜平导轨和三角导轨上，尾架 11 通过燕尾导轨装于尾架底座 12 之上，头架定位头 5 和尾架定位头 7

的前端圆锥面分别插入工件 6(导丝辊)两端的中心孔内,用以夹持工件,并以此作为工件外圆和齿槽加工时的回转基准。尾架定位头 7 的锥柄插入尾架套筒 23 的锥孔内,套筒 23 安装在尾架 11 壳体的孔内,套筒 23 后端通过簧 19、法兰盖 20、捏手 21 与尾架壳体连接。松开 T 形槽螺栓,可沿着工作台 2 的上表面导轨移动尾架底座 12,用以适应不同长度工件的装夹。装卸工件时,液压压力油驱动尾架活塞 31 向前移动,活塞 31 的齿条带动齿轮轴 30 转动,齿轮轴 30 与套筒 23 的齿条啮合,从而驱动套筒 23 及尾架定位头 7 缩回,此时弹簧 19 被压缩。压力油断开时,弹簧 19 伸长,带动套筒 23 及尾架定位头 7 伸出以加紧工件 6,旋转捏手 21 压紧或放松弹簧 19 可以调整工件加紧力的大小。头架定位头 5 的锥柄插在头架主轴 24 的锥孔内,主轴 24 通过蜗轮 26、蜗杆 25、齿形带轮副 29 与头架电机 27 相连,主轴两端通过两套预紧的轴承组支承在头架壳体 28 的内孔中,以保证径向跳动和轴向窜动精度。头架电机 27 固定在头架 4 的盖板上,齿形带轮副 29 的主动轮通过胀紧套固定在头架电机 27 的轴端,齿形带轮副 29 的被动轮通过平键与蜗杆 25 连接,蜗轮 26 的两端通过轴承支承在头架 4 的体壳上,蜗杆 25 与蜗轮 26 啮合,蜗轮 26 通过键与头架主轴 24 连接。主轴 24 经过齿形带轮副 29、蜗杆 25、蜗轮 26 减速及变频调速,带动工件 6 以最佳转速转动,用以满足不同尺寸工件磨削工艺要求。

[0033] 砂轮主轴回转运动机构如图 7 所示,由壳体 35、砂轮轴 34、砂轮法兰盘 36 和后置式电机等组成。所述砂轮主轴 9 固定于砂轮架前端水平面,其砂轮轴 34 由壳体 35 内孔中的两套向心推力轴承支撑,两套向心推力轴承通过预紧消除间隙,用以严格控制砂轮轴的径向跳动和轴向窜动精度,砂轮 8 通过砂轮法兰盘 36 和压紧螺母 37 固定在砂轮轴 34 的前端圆锥面上,砂轮轴 34 的后端圆锥面通过锥套固定安装后置式电机转子 33,电机定子 32 与外壳安装在壳体 35 的后端,后置式电机直接驱动砂轮 8 旋转。

[0034] 砂轮横向运动机构如图 1、图 2、图 8 所示,由砂轮架 10、横进给滚珠丝杠副传动系统和光栅尺 14 等组成。砂轮架 10 安装在 T 形床身后部横向平面和 V 形滚柱导轨上,下部通过螺母座与横进给螺母 41 连接,横进给滚珠丝杠 40 两端通过成组轴承支撑在轴承座内,轴承座固定在后床身上,滚珠丝杠副与成组轴承采用预加负荷的方法消除轴向和径向间隙,用以提高运动刚度和运动精度,横进给丝杠 40 一端经横向联轴器 39 与横向伺服电机 38 连接,砂轮切入进给与回退运动由横向伺服电机 38 带动横进给滚珠丝杠 40 作正反向旋转,驱动螺母 41 作直线进退运动,螺母 41 带动砂轮架 10 及砂轮 8 作切入工件的进给和回退运动。通过光栅尺 14,实现砂轮横向运动全闭环控制,用以精确控制砂轮进刀。

[0035] 砂轮修整器进给与修整运动机构如图 8、图 9 所示,由修整器底座 49、拖板 44、修整伺服电机 48、联轴器 47、修整进给丝杠 46、螺母 45、直线导轨及左右修整机构组成。修整器底座 49 下平面固定在砂轮架 10 上,上表面前倾 45° 角,安装有两条直线滚动导轨副,导轨副的滑块上安装拖板 44,修整进给丝杠 46 两端通过轴承支承在两轴承座内,两轴承座固定在修整器底座 49 的 45° 斜面上,丝杠的伸出端通过联轴器 47 与修整进给伺服电机 48 联结,螺母 45 安装在拖板 44 下面的螺母座内,构成砂轮修整器进给运动机构。砂轮修整进给由伺服电机 48 带动修整进给丝杠 46 回转,驱动螺母 45 带着拖板 44 与修整器作修整进给或回退运动。每次修整进给量通过函数数据处理,传给砂轮横向运动机构和砂轮主轴回转运动机构,进行砂轮磨损补偿和恒线速补偿。砂轮修整器由左右修整机构构成,拖板 44 的上表面安装左右修整机构。左右修整机构的形状与结构对称,左右修整机构由两套调节板

52、驱动油缸 50、修整直线导轨副 42、支架 51、金刚修整笔 43 组成。两块调节板 52 安装在拖板 44 上,每个调节板 52 的上表面安装油缸 50 和直线导轨副 42,油缸 50 的活塞与直线导轨副 42 的滑块通过连接板连接在一起。在压力油的推动下,油缸 50 的活塞驱动直线导轨副 42 的滑块和装于滑块上的支架 51 及固定在支架孔内的金刚修整笔 43 作直线往复运动。修整笔直线运动轨迹与砂轮宽度中心线形成一定的夹角,夹角角度通过调整两块调节板 52 在拖板 44 上的安装角度来实现。

[0036] 本实用新型采用西门子数控系统,有 3 个数字控制轴,纵向运动为 Z 轴,横向运动为 X 轴,修整进给运动为 U 轴,可以自动完成导丝辊齿槽加工过程中的全部动作。

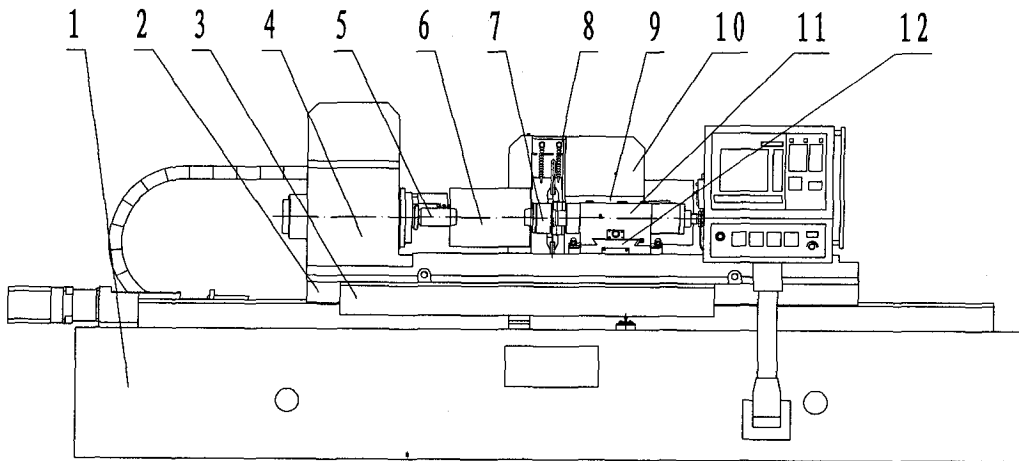


图 1

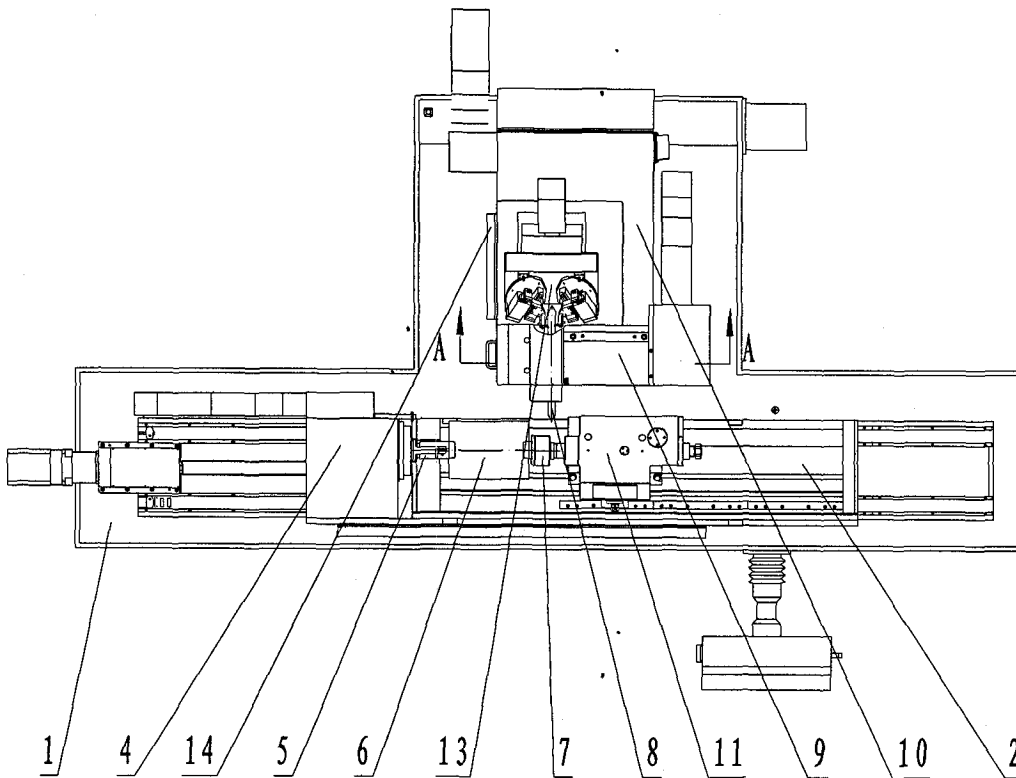


图 2

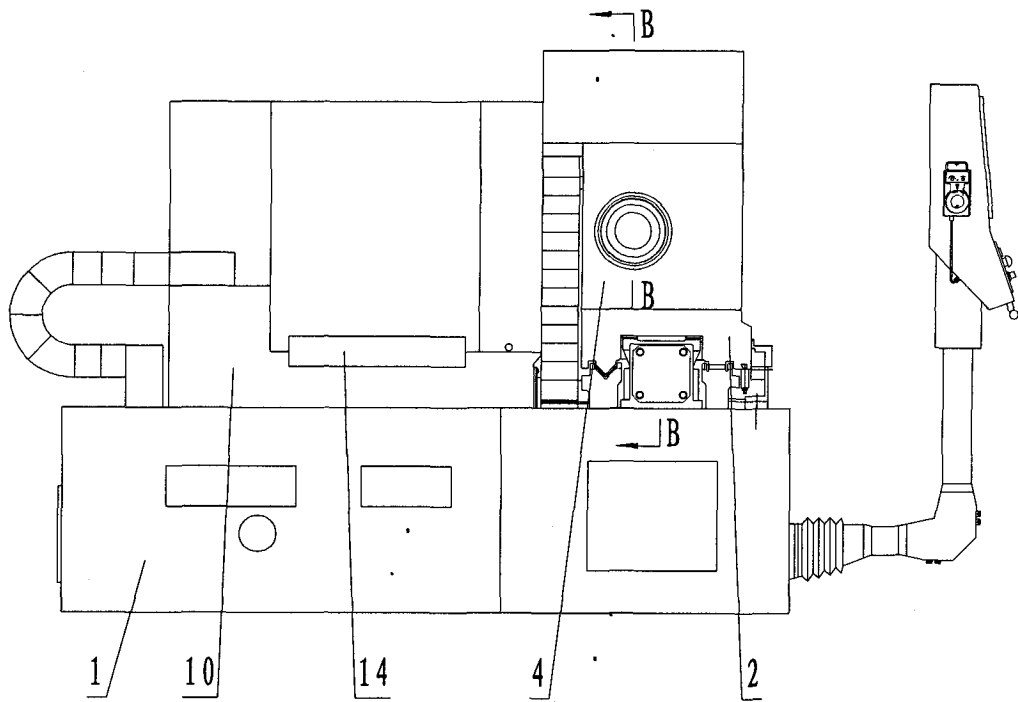


图 3

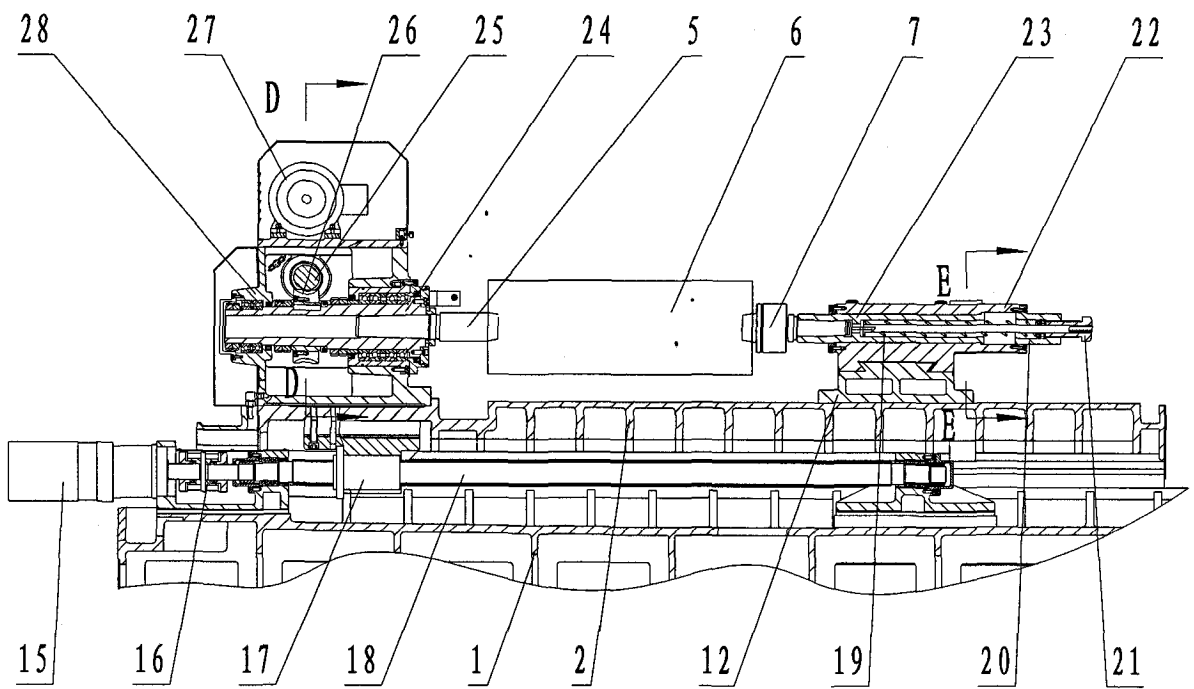


图 4

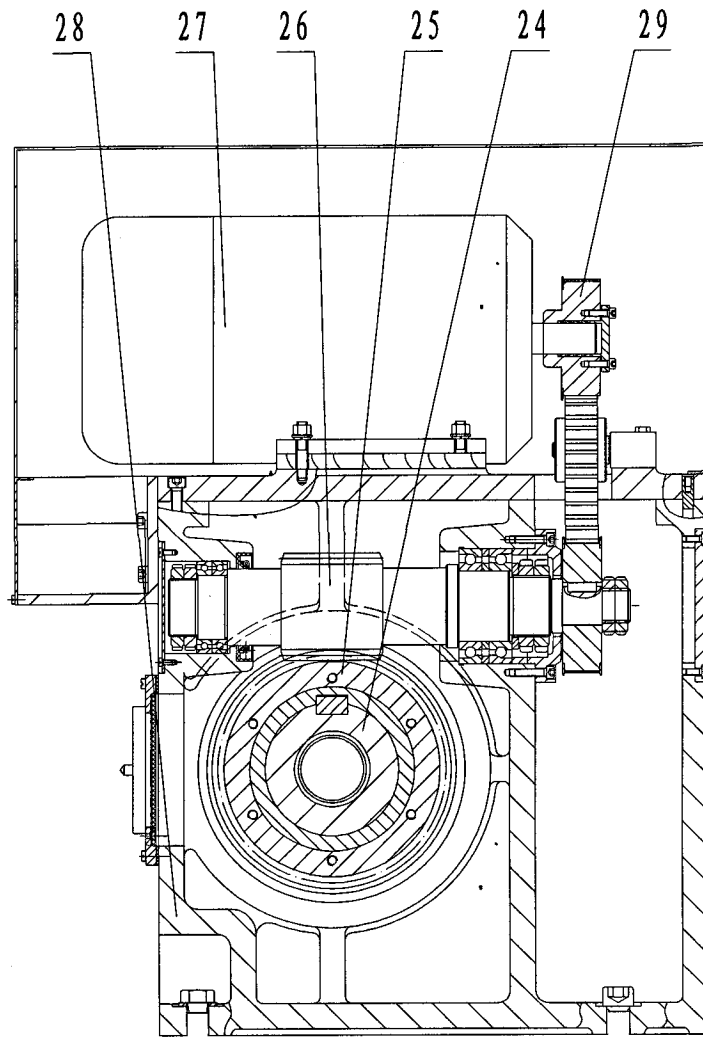


图 5

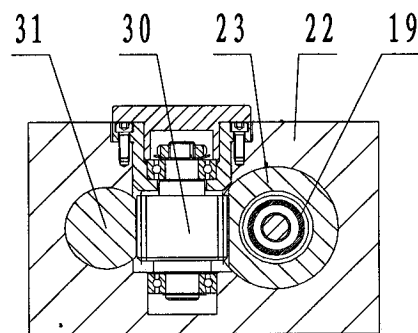


图 6

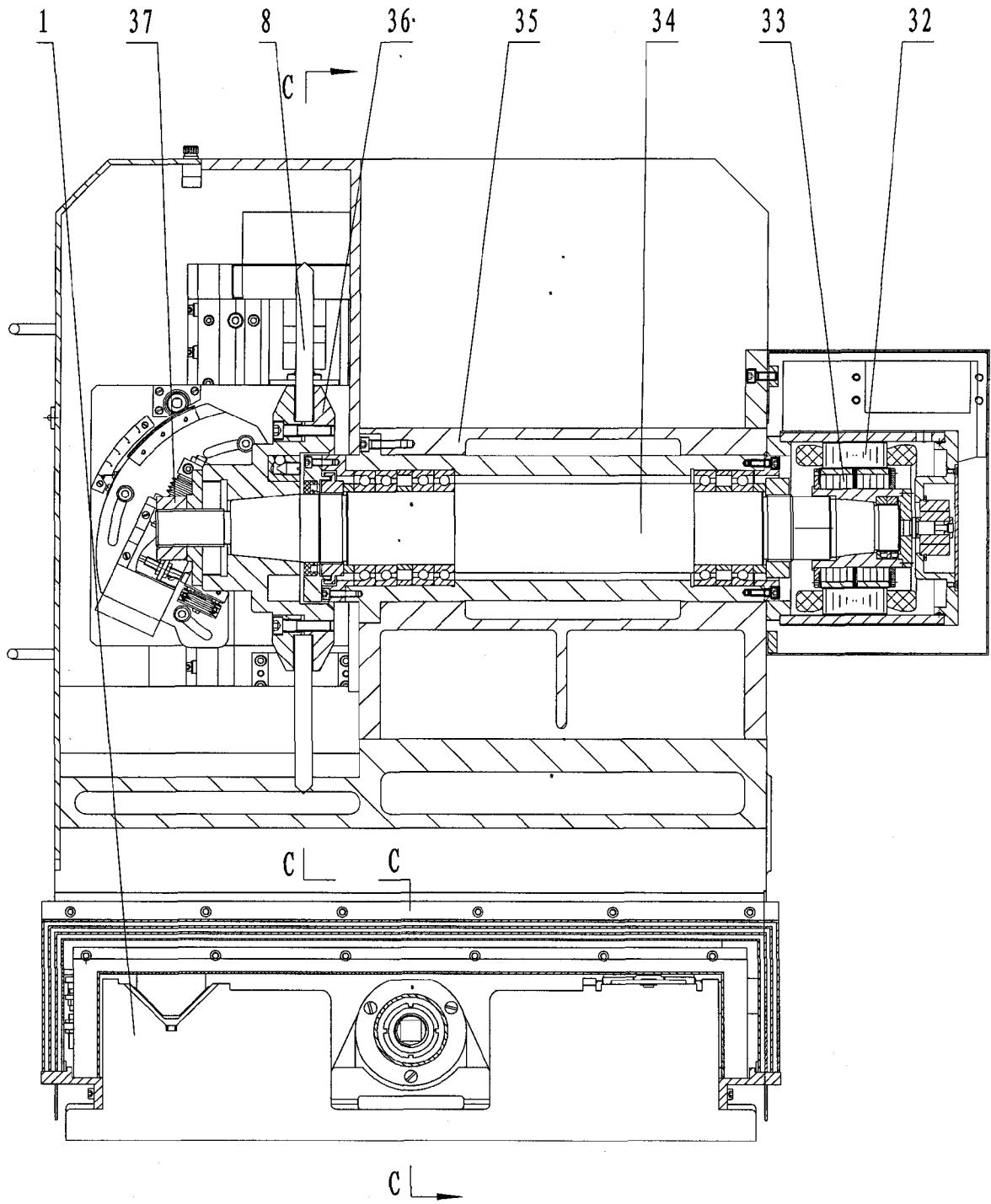


图 7

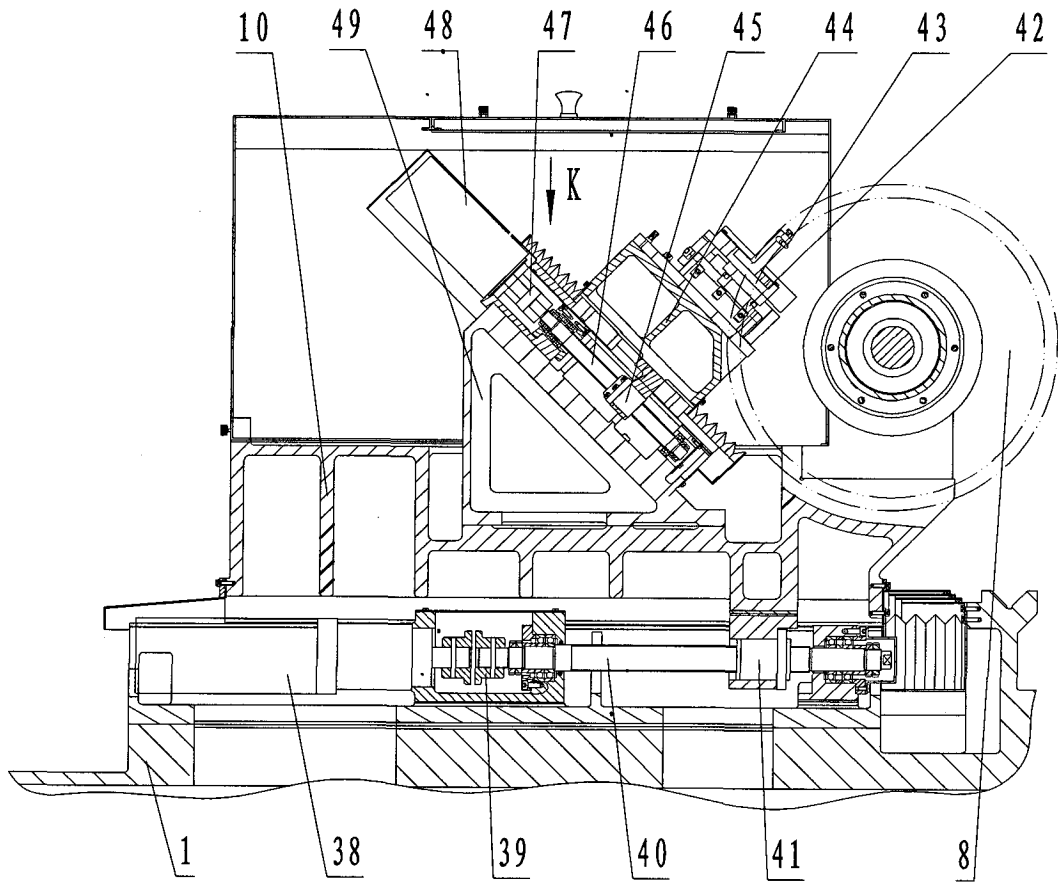


图 8

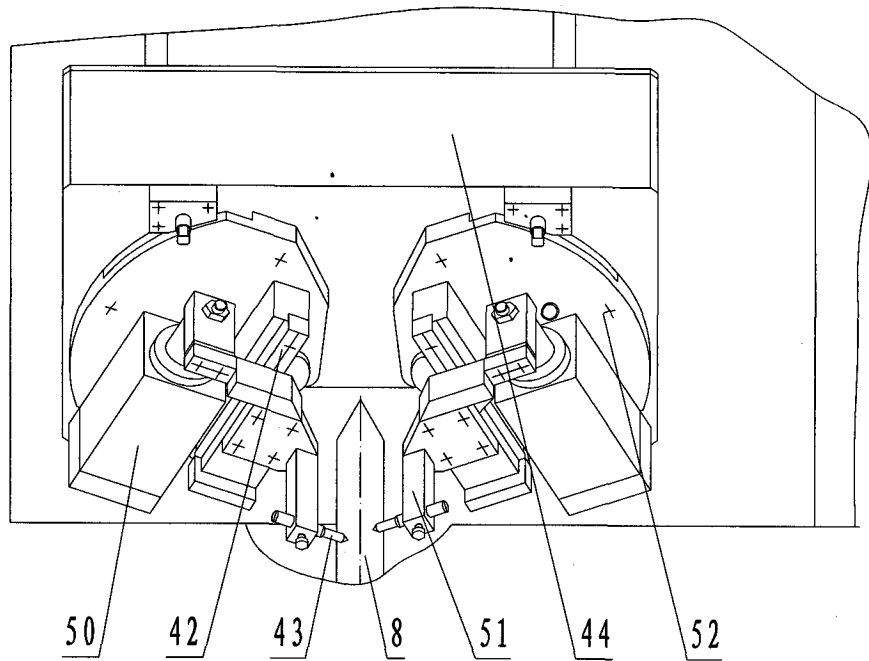


图 9