



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112404606 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 17

(21) 申请号 202011037325.9

(22) 申请日 2020.09.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112404606 A

(43) 申请公布日 2021.02.26

(73) 专利权人 南京工业大学

地址 210000 江苏省南京市浦珠南路30号

专利权人 南京工大数控科技有限公司

(72) 发明人 洪荣晶 仝志伟 王帅

(74) 专利代理机构 北京卓岚智财知识产权代理

有限公司 11624

专利代理师 蒋真

(51) Int. Cl.

B23F 19/10 (2006.01)

B23F 23/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 213288938 U, 2021.05.28

审查员 李宁

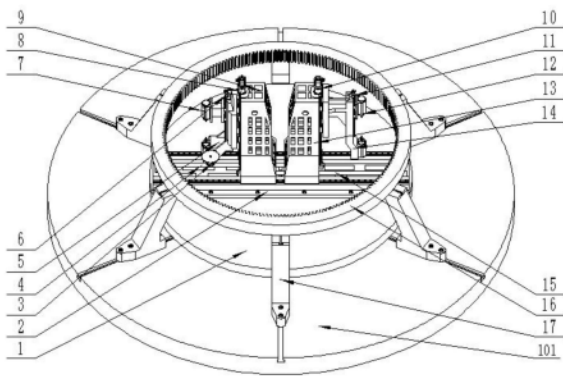
权利要求书2页 说明书6页 附图12页

(54) 发明名称

一种超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工  
机床及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工机床及方法,包括数控转台、水平径向滑台、立柱一、立柱二、Y1刀架组件、Y2刀具组件、Y3刀架组件、Y4刀具组件、X1轴径向进给系统、X2轴径向进给系统、Y1轴垂直进给系统、Y2轴垂直进给系统、Y3轴垂直进给系统、Y4轴垂直进给系统、钢丝刷去毛刺系统、工件支承件,本发明采用工件固定不动,机床回转运动的运动形式,大大减小了用于超大型齿轮倒角加工的数控机床的占地面积,利用高速旋转的硬质合金铣刀实现超大型内齿齿轮两侧端面同时倒角加工,倒角大小和形状可调、倒角尺寸一致、齿槽自动对中,并可对齿根、齿顶等部位进行去毛刺抛光工作。本发明结构创新,制造成本低,自动化程度高。



1. 一种超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工机床,其特征包括:数控转台(1)、水平径向滑台(2)、立柱一(9)、立柱二(13)、Y1刀架组件(5)、Y2刀架组件(14)、Y3刀具组件(7)、Y4刀具组件(12)、X1轴径向进给系统(4)、X2轴径向进给系统(15)、Y1轴垂直进给系统(8)、Y2轴垂直进给系统(10)、Y3轴垂直进给系统(6)、Y4轴垂直进给系统(11)、钢丝刷去毛刺系统(3)、工件支承件(17)和地基(101);机床主体安装在固定在地基(101)上的所述数控转台(1)上;所述水平径向滑台(2)与所述数控转台(1)相固定,其上左右各设置所述立柱一(9)、立柱二(13);所述立柱一(9)上与其平行设置有所述Y1轴垂直进给系统(8)、所述Y3轴垂直进给系统(6)和所述Y1刀架组件(5);所述立柱二(13)上与其平行设置有所述Y2轴垂直进给系统(10)、所述Y4轴垂直进给系统(11)和所述Y2刀架组件(14);所述Y1刀架组件(5)上安装有所述Y3刀具组件(7),由Y1轴垂直进给系统(8)滚珠丝杠副驱动,所述Y2刀架组件(14)上安装有所述Y4刀具组件(12),由Y2轴垂直进给系统(10)滚珠丝杠副驱动;所述X1轴径向进给系统(4)与所述X2轴径向进给系统(15)均安装在水平径向滑台(2)上;所述工件(16)由工件支承件(17)固定支撑在所述Y3刀具组件(7)、所述Y4刀具组件(12)之间;所述钢丝刷去毛刺系统(3)安装在刀架一上,用于工件(16)的去毛刺和抛光;所述工件支承件(17)与地基相固定;所述数控转台(1)通过地脚螺栓固定在地基(101)上,机床主体安装在数控转台(1)上,伺服电机通过蜗轮蜗杆副驱动数控转台(1)做C轴回转运动,从而带动机床主体转动,满足倒角过程中极坐标展成运动;所述水平径向滑台(2)通过螺栓和数控转台(1)上的T型槽固定组成一个整体;所述立柱一(9)由X1轴径向进给系统(4)滚珠丝杠副驱动,沿着水平径向滑台(2)上的直线导轨做径向进给运动;所述立柱二(13)由X2轴径向进给系统(15)滚珠丝杠副驱动,沿着水平径向滑台上的直线导轨做径向进给运动;所述Y1刀架组件(5)由刀架一、SP1轴下端齿廓倒角电主轴、硬质合金铣刀组成;Y2刀架组件(14)由刀架二、SP2轴下端齿廓倒角电主轴、硬质合金铣刀组成;Y3刀具组件(7)由Y3轴拖板、SP3轴上端面齿廓倒角电主轴、硬质合金铣刀组成;Y4刀具组件(12)由Y4轴拖板、SP4轴上端面齿廓倒角电主轴、硬质合金铣刀组成;X1轴径向进给系统(4)、X2轴径向进给系统(15)、Y1轴垂直进给系统(8)、Y2轴垂直进给系统(10)、Y3轴垂直进给系统(6)和Y4轴垂直进给系统(11)均分别由伺服电机、减速机、滚珠丝杠副、直线导轨副组成;钢丝刷去毛刺系统(3)由交流电机、带轮副、钢丝刷组成,钢丝刷由电机经带轮副带动转动;所述的SP1轴下端齿廓倒角电主轴、SP2轴下端齿廓倒角电主轴、SP3轴上端面齿廓倒角电主轴和SP4轴上端面齿廓倒角电主轴均分别使用夹头夹持硬质合金铣刀进行倒角加工;刀具为特制,根据所需倒角大小、形状定制不同形式的刀具,可实现 $30^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 倒角,并通过改变进刀深度控制倒角大小。

2. 根据权利要求1中所述的超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工机床,其特征包括:所述Y1刀架组件(5)沿着立柱一(9)上的直线导轨副做垂直进给运动;所述Y2刀架组件(14)沿着立柱二(13)上的直线导轨副做垂直进给运动;所述Y3刀具组件(7)沿着刀架一上的直线导轨副做垂直进给运动;所述Y4刀具组件(12)沿着刀架二上的直线导轨副做垂直进给运动。

3. 一种超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工方法,其使用如权利要求2中所述的超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工机床,其特征是包括如下步骤:

启动机床,各伺服轴回参考点,建立机床坐标系;通过触摸屏输入待加工工件的相关参数,系统按照工件参数计算得到相关控制参数;启动工作程序后,机床动作步骤如下:

步骤1:将工件吊入预先调整好的定位块中,固定夹紧,完成工件的装夹;

步骤2:控制系统根据计算所得控制参数通过X1、X2轴径向进给系统分别将立柱一、立柱二驱动至正确位置,通过Y1、Y2轴垂直进给系统分别将Y1轴刀架组件、Y2轴刀架组件驱动靠近工件,直至下端齿廓倒角电主轴夹头夹持的硬质合金铣刀抵至工件下端面;通过Y3、Y4轴垂直进给系统分别将Y3刀具组件、Y4刀具组件驱动靠近工件,至上端面齿廓倒角电主轴夹头夹持的硬质合金铣刀抵至工件上端面;刀具同时切入工件端面进行倒角加工;

步骤3:启动数控转台,机床开始做回转运动;硬质合金铣刀在X轴径向进给系统和数控转台C轴回转系统联动作用下,保证铣刀始终处于正确的倒角切削位置下,数控转台回转一周后,倒角结束;

步骤4:控制系统通过各伺服轴驱动刀具离开工作区域,驱动钢丝刷去毛刺系统至正确位置,启动钢丝刷去毛刺系统,启动数控转台,机床做回转运动,回转一周后,去毛刺抛光结束;

步骤5:各伺服轴回参考点,吊离工件,完成一件工件的全部倒角加工。

4. 根据权利要求3中所述的超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工方法,其特征在于:所述超大型内齿齿轮双端面倒角由数控系统进行控制,C轴、X1轴、X2轴、Y1轴、Y2轴、Y3轴、Y4轴七根伺服轴中的部分轴联动插补:采用C轴、X1轴、Y1轴、Y3轴联动插补使刀架一上的倒角刀具进给到齿轮加工原点;采用C轴、X2轴、Y2轴、Y4轴联动插补使刀架二上的倒角刀具进给到齿轮加工原点;采用C轴、X1轴、X2轴联动插补满足倒角加工过程中按齿轮齿廓曲线运行轨迹要求;实现一次装夹即可完成齿轮上下端面复合加工,且四个倒角刀具同时运行,极大的提高了倒角加工效率。

5. 根据权利要求3中所述的超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工方法,其特征在于:当倒角加工齿轮齿数为偶数时,加工过程中两侧立柱运行轨迹完全一致;当倒角加工齿轮齿数为奇数时,假设立柱一对应的刀具原点为齿轮齿顶,则立柱二对应的刀具原点为齿轮齿根,通过伺服轴联动插补完成倒角加工。

6. 根据权利要求3中所述的超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工方法,其特征在于:所述的C轴、X1轴、X2轴、Y1轴、Y2轴、Y3轴、Y4轴七根伺服轴最大进给速度可以达到3000mm/min,并可根据倒角大小、形状的不同,倒角部位的不同实时调整进给速度,保证切削速度的恒定和倒角加工的高效率。

7. 根据权利要求3中所述的超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工方法,其特征在于:所述方法采用工件固定不动,机床回转运动的加工形式,利用高速旋转的特制硬质合金铣刀实现超大型内齿齿轮上下端面同时倒角加工。

## 一种超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工机床及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种齿轮倒角加工机床,尤其是一种基于数控原理的超大型内齿齿轮上下端面高效倒角加工机床及方法。属于先进制造技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着我国先进制造业的不断发展,对齿轮质量的要求也在不断提高,齿轮倒角是提高齿轮质量的一项重要举措。齿轮倒角可以降低齿轮啮合时的噪声;提高啮合精度、减少啮合冲击;减小热处理时的应力集中;提高了齿轮的使用寿命。同时倒角后的齿轮还有外形美观、无毛刺的优点,而且工人在装配和调试过程中不易划伤手。

[0003] 目前来说,随着我国先进制造业的发展,小型齿轮的倒角工作已不再局限于工人手工进行倒角,部分工程机械、小型汽车行业已经逐步采用机床代替人工倒角。在风电、矿山、大型轮船等场合使用的超大型齿轮(直径4000mm以上),由于运行环境较恶劣、工作载荷较大等因素的影响,齿轮倒角就更显得尤为重要。但此类齿轮体积过大、重量过重。若采用传统的齿轮倒角加工机床结构形式,则需要与齿轮大小相匹配的数控转台,目前国内,大直径、高精度、重载荷的数控转台制造难度极大。因此目前国内尚无一种可实施的超大型齿轮倒角加工机床方案。超大型齿轮的倒角加工还停留在工人手持砂轮机倒角、手工锉刀倒角等的原始阶段。不仅倒角效率极低,而且倒角不均匀,倒角质量差。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于解决目前超大型齿轮倒角加工过程中存在的问题,提供一种结构创新、制造成本较低、加工效率高,可实现超大型内齿齿轮上下端面同时倒角加工的数控齿轮倒角加工机床及方法,机床同时可对齿轮齿根、齿顶等部位进行去毛刺、抛光。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供的技术方案如下:

[0006] 一种超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工机床,其特征在于包括:数控转台1、水平径向滑台2、立柱一9、立柱二13、Y1刀架组件5、Y2刀架组件14、Y3刀具组件7、Y4刀具组件12、X1轴径向进给系统4、X2轴径向进给系统15、Y1轴垂直进给系统8、Y2轴垂直进给系统10、Y3轴垂直进给系统6、Y4轴垂直进给系统11、钢丝刷去毛刺系统3、工件支承件17和地基101;所述机床主体安装在固定在地基101上的所述数控转台1上;所述水平径向滑台2与所述数控转台1相固定,其上左右各设置所述立柱一9、立柱二13;所述立柱一9上与其平行设置有所述Y1轴垂直进给系统8、所述Y3轴垂直进给系统6和所述Y1刀架组件5;所述立柱二13上与其平行设置有所述Y2轴垂直进给系统10、所述Y4轴垂直进给系统11和所述Y2刀架组件14;所述Y1刀架组件5上安装有所述Y3刀具组件7,由Y1轴垂直进给系统8滚珠丝杠副驱动,所述Y2刀架组件14上安装有所述Y4刀具组件12,由Y2轴垂直进给系统10滚珠丝杠副驱动;所述X1轴径向进给系统4与所述X2轴径向进给系统15均安装在水平径向滑台2上;所述工件16由工件支承件17固定支撑在所述Y3刀具组件7、所述Y4刀具组件12之间;所述钢丝刷去毛刺系统3安装在刀架一上,用于工件16的去毛刺和抛光;所述工件支承件17与地基相

固定。

[0007] 所述数控转台1通过地脚螺栓固定在地基101上,机床主体安装在数控转台 1上,伺服电机通过蜗轮蜗杆副驱动数控转台1做C轴回转运动,从而带动机床主体转动,满足倒角过程中极坐标展成运动。

[0008] 所述水平径向滑台2通过螺栓和数控转台1上的T型槽固定组成一个整体;所述立柱一9由X1轴径向进给系统4滚珠丝杠副驱动,沿着水平径向滑台2上的直线导轨做径向进给运动;所述立柱二13由X2轴径向进给系统15滚珠丝杠副驱动,沿着水平径向滑台上的直线导轨做径向进给运动。

[0009] 所述Y1刀架组件5沿着立柱一9上的直线导轨副做垂直进给运动;所述Y2 刀架组件14沿着立柱二13上的直线导轨副做垂直进给运动;所述Y3刀具组件 7沿着刀架一上的直线导轨副做垂直进给运动;所述Y4刀具组件12沿着刀架二上的直线导轨副做垂直进给运动。

[0010] 所述Y1刀架组件5由刀架一、SP1轴下端齿廓倒角电主轴、硬质合金铣刀组成;Y2刀架组件14由刀架二、SP2轴下端齿廓倒角电主轴、硬质合金铣刀组成;Y3刀具组件7由Y3轴拖板、SP3轴上端面齿廓倒角电主轴、硬质合金铣刀组成;Y4刀具组件12由Y4轴拖板、SP4轴上端面齿廓倒角电主轴、硬质合金铣刀组成;X1轴径向进给系统4、X2轴径向进给系统15、Y1轴垂直进给系统 8、Y2轴垂直进给系统10、Y3轴垂直进给系统6和Y4轴垂直进给系统11均分别由伺服电机、减速机、滚珠丝杠副、直线导轨副组成;钢丝刷去毛刺系统3 由交流电机、带轮副、钢丝刷组成,钢丝刷由电机经带轮副带动转动;所述的 SP1轴下端齿廓倒角电主轴、SP2轴下端齿廓倒角电主轴、SP3轴上端面齿廓倒角电主轴和SP4轴上端面齿廓倒角电主轴均分别使用夹头夹持硬质合金铣刀进行倒角加工;刀具为特制,根据所需倒角大小、形状定制不同形式的刀具,可实现 $30^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 倒角,并通过改变进刀深度控制倒角大小。

[0011] 一种超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工方法,其特征是包括如下步骤:

[0012] 启动机床,各伺服轴回参考点,建立机床坐标系;通过触摸屏输入待加工工件的相关参数,系统按照工件参数计算得到相关控制参数;启动工作程序后,机床动作步骤如下:

[0013] 步骤1:将工件吊入预先调整好的定位块中,固定夹紧,完成工件的装夹;

[0014] 步骤2:控制系统根据计算所得控制参数通过X1、X2轴径向进给系统分别将立柱一、立柱二驱动至正确位置,通过Y1、Y2轴垂直进给系统分别将Y1轴刀架组件、Y2轴刀架组件驱动靠近工件,直至下端齿廓倒角电主轴夹头夹持的硬质合金铣刀抵至工件下端面;通过Y3、Y4轴垂直进给系统分别将Y3刀具组件、Y4刀具组件驱动靠近工件,直至上端面齿廓倒角电主轴夹头夹持的硬质合金铣刀抵至工件上端面;刀具同时切入工件端面进行倒角加工;

[0015] 步骤3:启动数控转台,机床开始做回转运动。硬质合金铣刀在X轴径向进给系统和数控转台C轴回转系统联动作用下,保证铣刀始终处于正确的倒角切削位置下,数控转台回转一周后,倒角结束;

[0016] 步骤4:控制系统通过各伺服轴驱动刀具离开工作区域,驱动钢丝刷去毛刺系统至正确位置,启动钢丝刷去毛刺系统,启动数控转台,机床做回转运动,回转一周后,去毛刺抛光结束;

[0017] 步骤5:各伺服轴回参考点,吊离工件,完成一件工件的全部倒角加工。

[0018] 所述超大型内齿齿轮上下端面倒角由数控系统进行控制,C轴、X1轴、X2 轴、Y1轴、Y2轴、Y3轴、Y4轴七根伺服轴中的部分轴联动插补:采用C轴、X1 轴、Y1轴、Y3轴联动插补使刀架一上的倒角刀具进给到齿轮加工原点;采用C 轴、X2轴、Y2轴、Y4轴联动插补使刀架二上的倒角刀具进给到齿轮加工原点;采用C轴、X1轴、X2轴联动插补满足倒角加工过程中按齿轮齿廓曲线运行轨迹要求;实现一次装夹即可完成齿轮上下端面复合加工,且四个倒角刀具同时运行,极大的提高了倒角加工效率。

[0019] 当倒角加工齿轮齿数为偶数时,加工过程中两侧立柱运行轨迹完全一致;当倒角加工齿轮齿数为奇数时,假设立柱一对应的刀具原点为齿轮齿顶,则立柱二对应的刀具原点为齿轮齿根,本发明可通过伺服轴联动插补完成倒角加工;所有的插补程序可由自主开发的软件自动生成。

[0020] 所述的C轴、X1轴、X2轴、Y1轴、Y2轴、Y3轴、Y4轴七根伺服轴最大进给速度可以达到3000mm/min,并可根据倒角大小、形状的不同,倒角部位的不同实时调整进给速度,保证切削速度的恒定和倒角加工的高效率。

[0021] 所述方法采用工件固定不动,机床回转运动的加工形式,利用高速旋转的特制硬质合金铣刀实现超大型内齿齿轮上下端面同时倒角加工,并可利用本机床提供的钢丝刷去毛刺系统对齿轮齿根、齿顶等部位进行去毛刺、抛光。

[0022] 本发明与传统技术相比具有以下优点:

[0023] 作为优选,本发明的超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工机床采用机床回转运动,工件固定不动的加工形式,机床重量只有传统结构形式倒角机的一半左右,减小了超大型齿轮倒角加工机床的占地面积,降低了制造成本,解决了传统工艺中超大型齿轮只能采用工人手工倒角加工的难题,有效避开了目前国内大直径、高精度、重载荷的数控转台制造难度大的问题。

[0024] 作为优选,本发明中可移动的水平径向滑台、立柱、刀架等部件的重量之和远小于超大型齿轮的重量,采用机床回转运动,工件固定不动的形式可降低数控转台的驱动力矩,减小驱动系统的变形量,从而提高倒角加工的精度。

[0025] 作为优选,本发明采用特殊形状的工件支承件,工件支承件安装固定在地基上,扩大了机床可加工齿轮的直径范围,采用双立柱,四电主轴同时运行的形式,使倒角工时缩短了一倍,有效提高了倒角加工效率。最终可简单实现超大型内齿齿轮倒角加工。

[0026] 作为优选,本发明可实现一次装夹工件,完成工件上下端面同时倒角。倒角尺寸大小、形状可调,倒角尺寸一致,自动化程度高,倒角方式简单,加工效率高。此外,机床还可以对齿轮齿根、齿顶等部位进行去毛刺抛光。

[0027] 本发明采用工件固定不动,机床回转运动的运动形式,大大减小了用于加工超大型齿轮的数控机床的占地面积,利用高速旋转的硬质合金铣刀实现超大型内齿齿轮两侧端面同时倒角,倒角大小和形状可调、倒角尺寸一致、齿槽自动对中,并可利用本机床对齿轮齿根、齿顶等部位进行去毛刺抛光工作。本发明结构创新,制造成本低,自动化程度高。

## 附图说明

[0028] 图1是本发明机床的立体结构示意图一;

[0029] 图2是本发明机床的立体结构示意图二;

- [0030] 图3是本发明机床的主视结构爆炸示意图；
- [0031] 图4是本发明机床的主视图；
- [0032] 图5是本发明机床的左视图；
- [0033] 图6是本发明机床的右视图；
- [0034] 图7是本发明机床的俯视图；
- [0035] 图8是本发明机床的数控转台立体结构示意图；
- [0036] 图9是本发明机床的水平径向滑台立体结构示意图；
- [0037] 图10是本发明机床的钢丝刷去毛刺系统示意图；
- [0038] 图11a是本发明机床的立柱一立体结构示意图；
- [0039] 图11b是本发明机床的立柱二立体结构示意图；
- [0040] 图12是本发明机床的示例工件(4米内齿圆柱齿轮)立体结构示意图；
- [0041] 图13是本发明机床的工件支承件立体结构示意图；
- [0042] 图14a是本发明机床的Y1刀架组件示意图；
- [0043] 图14b是本发明机床的Y2刀架组件示意图；
- [0044] 图15a是本发明机床的Y3刀具组件示意图；
- [0045] 图15b是本发明机床的Y4刀具组件示意图；
- [0046] 图16a是本发明机床的X1轴径向进给系统示意图；
- [0047] 图16b是本发明机床的X2轴径向进给系统示意图；
- [0048] 图17a是本发明机床的Y1轴垂直进给系统示意图；
- [0049] 图17b是本发明机床的Y2轴垂直进给系统示意图；
- [0050] 图18a是本发明机床的Y3轴垂直进给系统示意图；
- [0051] 图18b是本发明机床的Y4轴垂直进给系统示意图；
- [0052] 图中：1、数控转台；2、水平径向滑台；3、钢丝刷去毛刺系统；4、X1轴径向进给系统；5、Y1刀架组件；6、Y3轴垂直进给系统；7、Y3刀具组件；8、Y1轴垂直进给系统；9、立柱一；10、Y2轴垂直进给系统；11、Y4轴垂直进给系统；12、Y4刀具组件；13、立柱二；14、Y2刀架组件；15、X2径向进给系统；16、工件；17、工件支承件；101、地基。

## 具体实施方式

[0053] 下面结合附图对本发明作说明：

[0054] 一种超大型内齿齿轮双端面数控倒角加工机床，采用工件固定不动，机床回转运动的加工形式。利用高速旋转的特制硬质合金铣刀实现超大型内齿齿轮上下端面同时倒角加工，并可利用机床对齿轮齿根、齿顶等部位进行去毛刺、抛光。

[0055] 本机床包括数控转台1、水平径向滑台2、立柱一9、立柱二13、Y1刀架组件5、Y2刀架组件14、Y3刀具组件7、Y4刀具组件12、X1轴径向进给系统4、X2轴径向进给系统15、Y1轴垂直进给系统8、Y2轴垂直进给系统10、Y3轴垂直进给系统6、Y4轴垂直进给系统11、钢丝刷去毛刺系统3、工件支承件17。

[0056] 各结构具体连接情况如下：

[0057] 机床主体安装在固定在地基101上的所述数控转台1上；所述水平径向滑台2与所述数控转台1相固定，其上左右各设置所述立柱一9、立柱二13；所述立柱一9上与其平行设

置有所述Y1轴垂直进给系统10、所述Y3轴垂直进给系统6 和所述Y1刀架组件5;所述立柱二13上与其平行设置有所述Y2轴垂直进给系统10、所述Y4轴垂直进给系统11和所述Y2刀架组件14;所述Y1刀架组件5 上安装有所述Y3刀具组件7,由Y1轴垂直进给系统8滚珠丝杠副驱动,所述Y2 刀架组件14上安装有所述Y4刀具组件12,由Y2轴垂直进给系统10滚珠丝杠副驱动;所述X1轴径向进给系统4与所述X2轴径向进给系统15均安装在水平径向滑台2上;所述工件16由工件支承件17固定支撑在所述Y3刀具组件7、所述Y4刀具组件12之间;所述钢丝刷去毛刺系统3安装在刀架一上,用于工件 16的去毛刺和抛光。

[0058] 具体的操作使用过程如下:

[0059] 数控转台1通过地脚螺栓固定在地基101上,机床主体安装在数控转台1 上,伺服电机通过蜗轮蜗杆副驱动数控转台1做C轴回转运动,从而带动机床主体转动,满足倒角过程中极坐标展成运动。

[0060] 水平径向滑台2通过螺栓和数控转台1上的T型槽固定组成一个整体;X1 轴径向进给系统4安装在水平径向滑台2上,立柱一9由X1轴径向进给系统4 滚珠丝杠副驱动,沿着水平径向滑台2上的直线导轨做径向进给运动;X2轴径向进给系统15安装在水平径向滑台2上,立柱二13由X2轴径向进给系统15 滚珠丝杠副驱动,沿着水平径向滑台上的直线导轨做径向进给运动;Y1刀架组件5安装在立柱一9上,由Y1轴垂直进给系统8滚珠丝杠副驱动,沿着立柱一 9上的直线导轨副做垂直进给运动;Y2刀架组件14安装在立柱二13上,由Y2 轴垂直进给系统10滚珠丝杠副驱动,沿着立柱二13上的直线导轨副做垂直进给运动;Y3刀具组件7安装在刀架一上,由Y3轴垂直进给系统6滚珠丝杠副驱动,沿着刀架一上的直线导轨副做垂直进给运动;Y4刀具组件12安装在刀架二上,由Y4轴垂直进给系统11滚珠丝杠副驱动,沿着刀架二上的直线导轨副做垂直进给运动;钢丝刷去毛刺系统3安装在刀架一上,用于工件16的去毛刺和抛光。

[0061] 本发明机床运行过程为:启动机床,各伺服轴回参考点,建立机床坐标系。通过触摸屏输入待加工工件的相关参数,系统按照工件参数计算得到相关控制参数。启动工作程序后,机床动作步骤如下:

[0062] 步骤1:将工件吊入预先调整好的定位块中,固定夹紧,完成工件的装夹。

[0063] 步骤2:控制系统根据计算所得控制参数通过X1、X2轴径向进给系统分别将立柱一、立柱二驱动至正确位置,通过Y1、Y2轴垂直进给系统分别将Y1轴刀架组件、Y2轴刀架组件驱动靠近工件,直至下端齿廓倒角电主轴夹头夹持的硬质合金铣刀抵至工件下端齿廓;通过Y3、Y4轴垂直进给系统分别将Y3刀具组件、Y4刀具组件驱动靠近工件,直至上端齿廓倒角电主轴夹头夹持的硬质合金铣刀抵至工件上端面。刀具同时切入工件端面进行倒角加工。

[0064] 步骤3:启动数控转台,机床开始做回转运动。硬质合金铣刀在X轴径向进给系统和数控转台C轴回转系统联动作用下,保证铣刀始终处于正确的倒角切削位置下,数控转台回转一周后,倒角结束。

[0065] 步骤4:控制系统通过各伺服轴驱动刀具离开工作区域,驱动钢丝刷去毛刺系统至正确位置,启动钢丝刷去毛刺系统,启动数控转台,机床做回转运动,回转一周后,去毛刺抛光结束。

[0066] 步骤5:各伺服轴回参考点,吊离工件,完成一件工件的全部倒角加工。

[0067] 作为一种可能的实施方式,图中16工件可以为内径4米的圆柱齿轮。此外,机床还可以对齿轮齿根、齿顶等部位进行去毛刺抛光。

[0068] 上述的实施例仅是对本发明的优选实施方式进行描述,并非对本发明的构思和范围进行限定,在不脱离本发明设计构思前提下,本领域中普通工程技术人员对本发明的技术方案作出的各种变型和改进,均应落入本发明的保护范围,本发明请求保护的技术内容已经全部记载在权利要求书中。

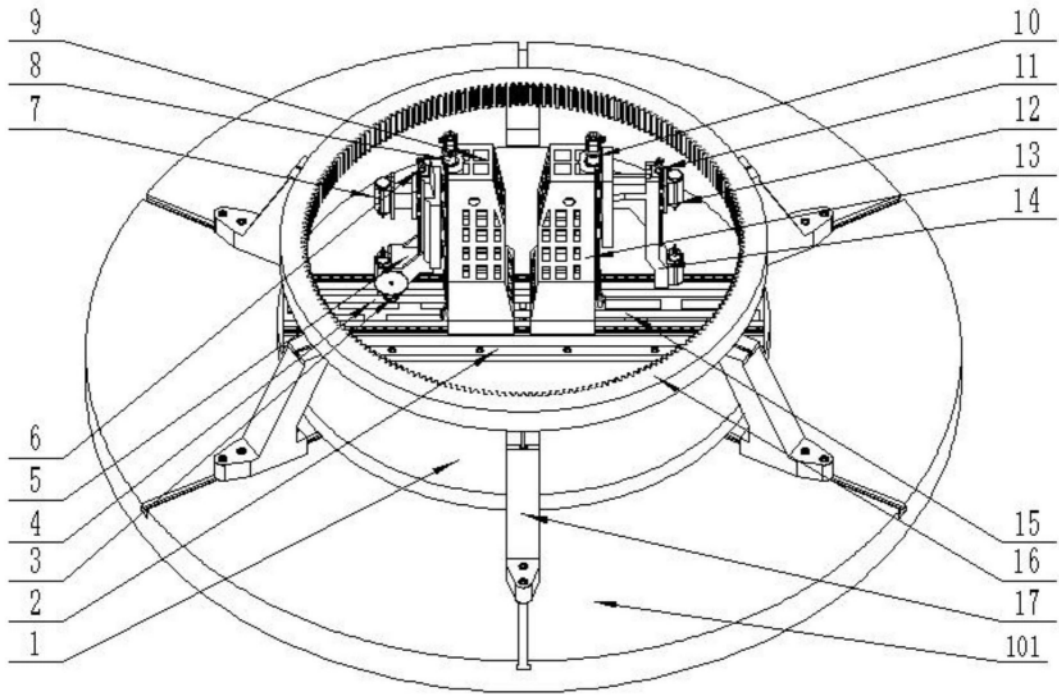


图1

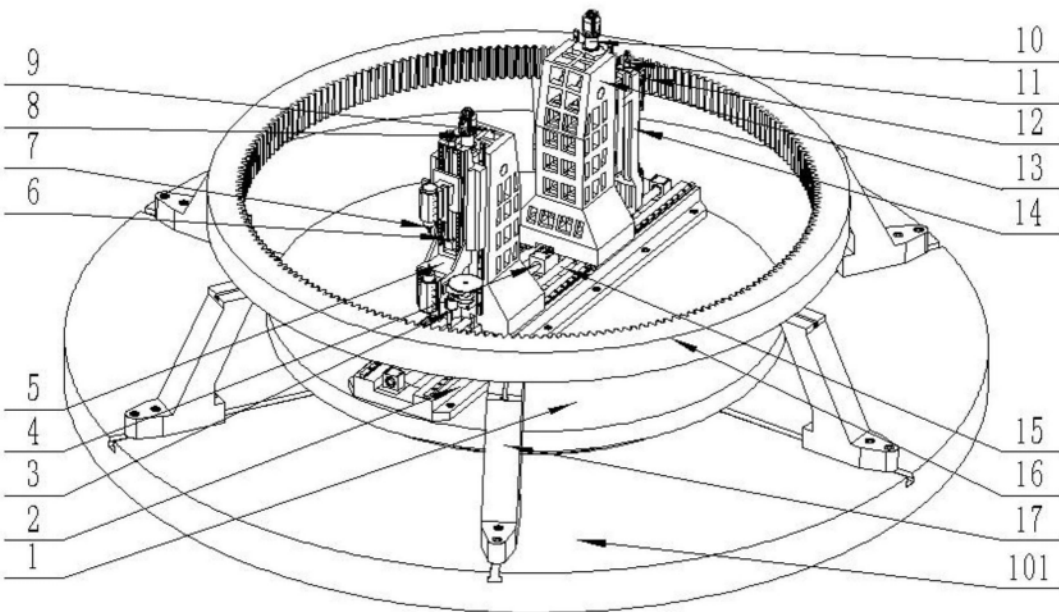


图2

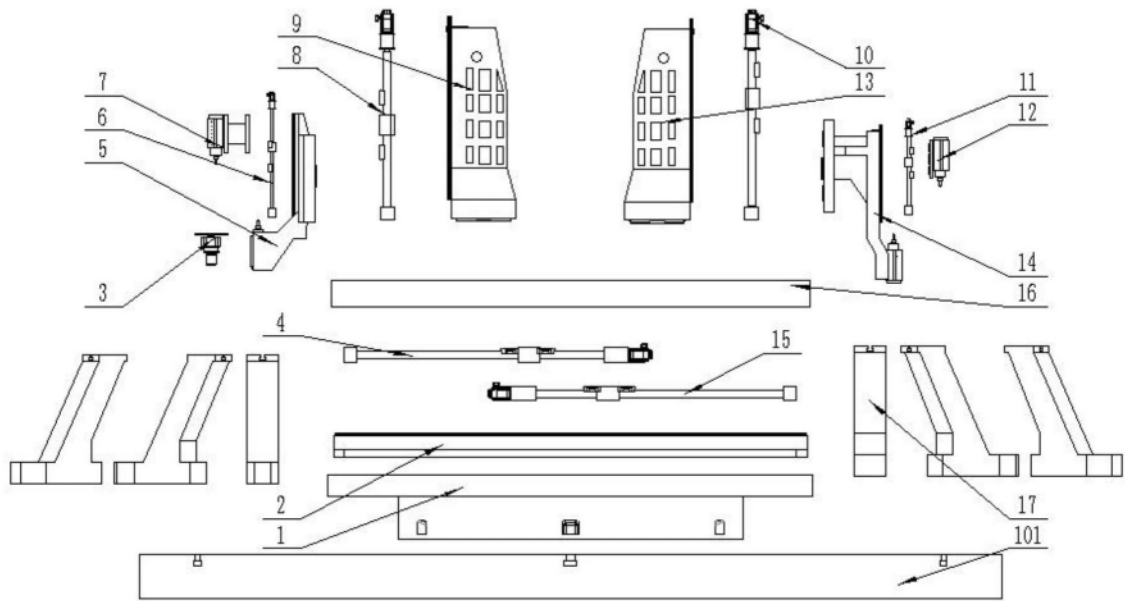


图3

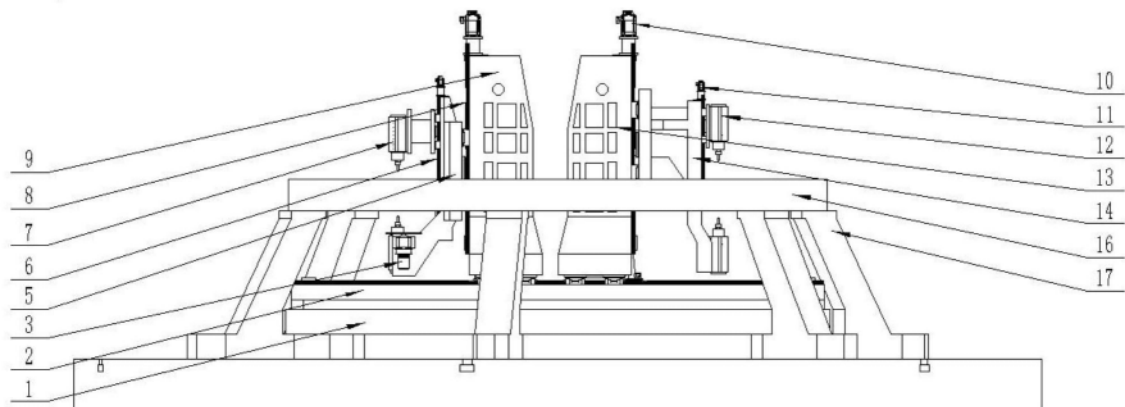


图4

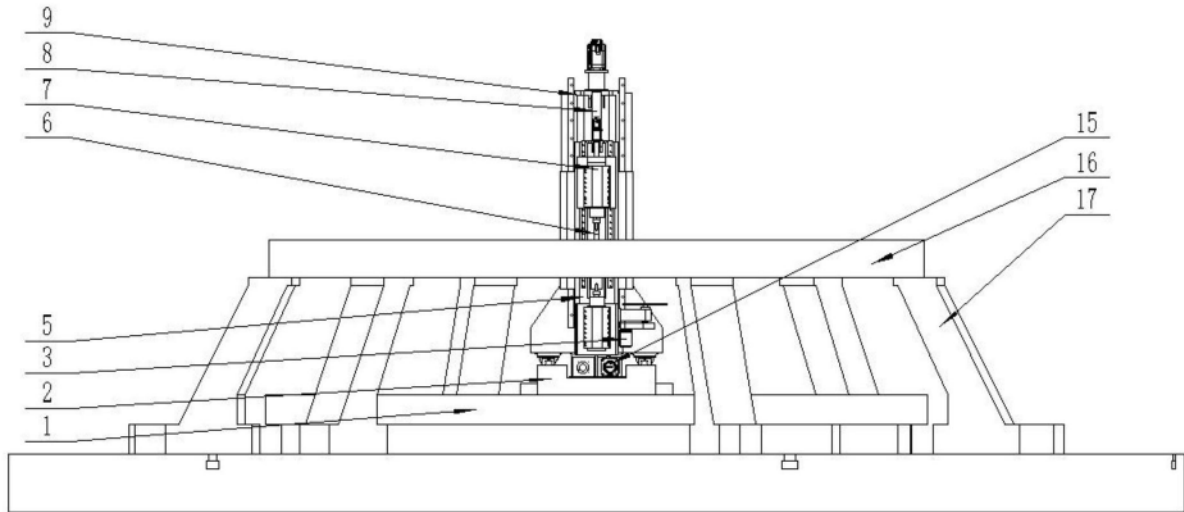


图5

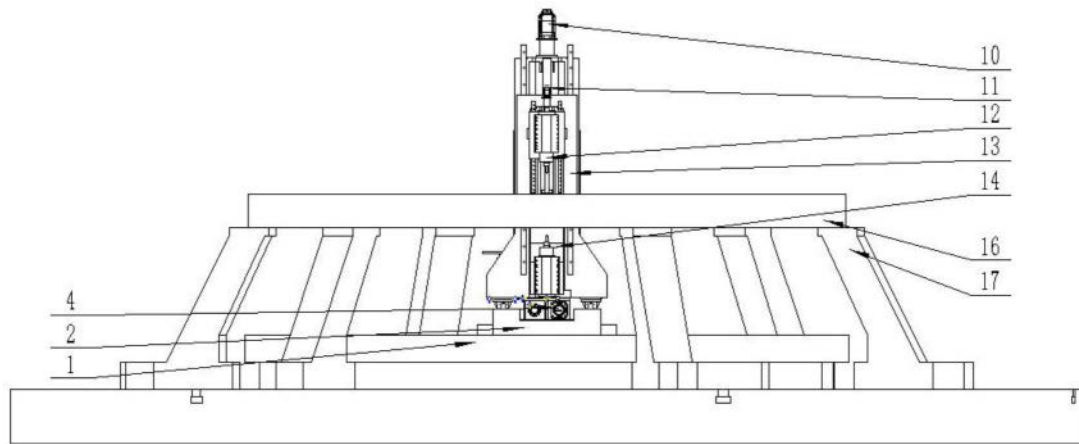


图6

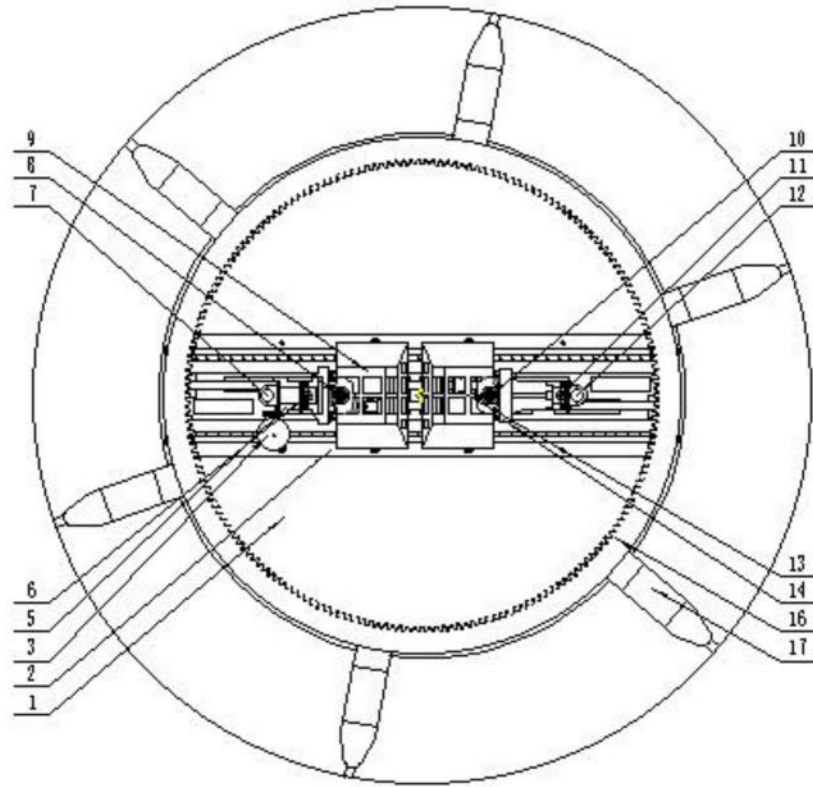


图7

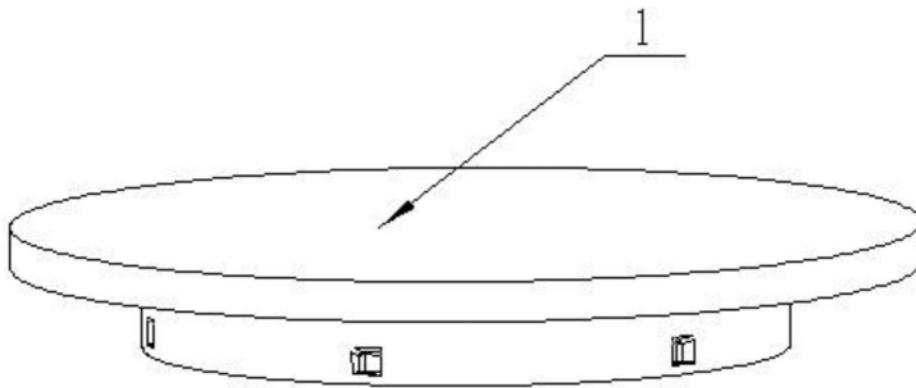


图8

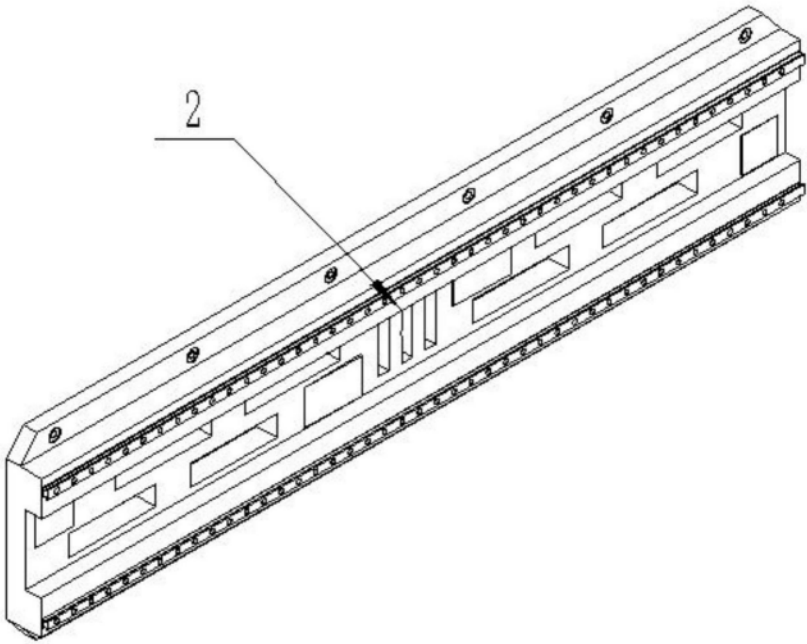


图9

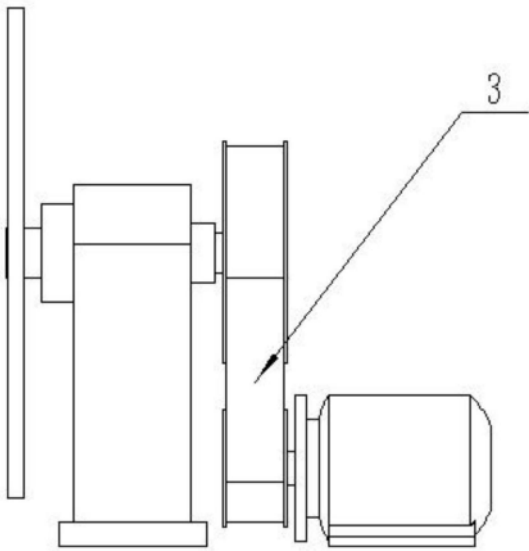


图10

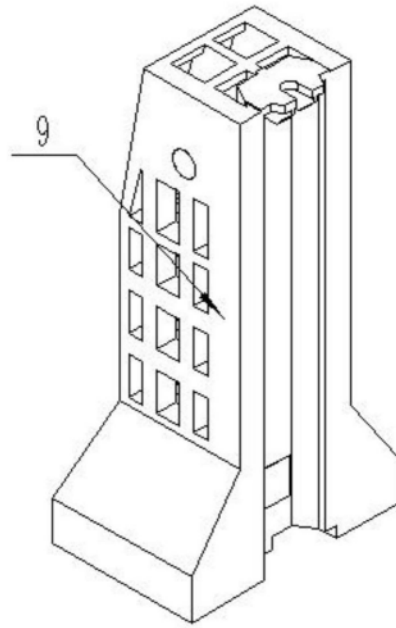


图11a

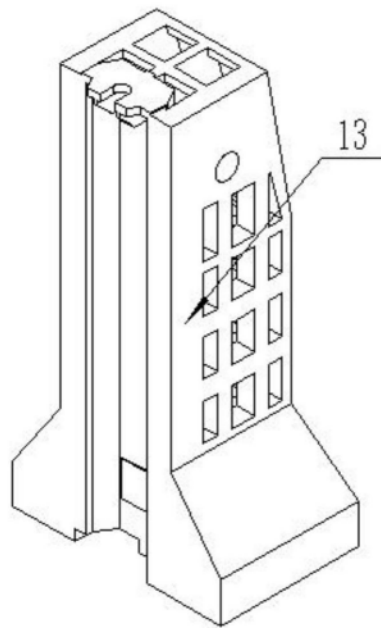


图11b

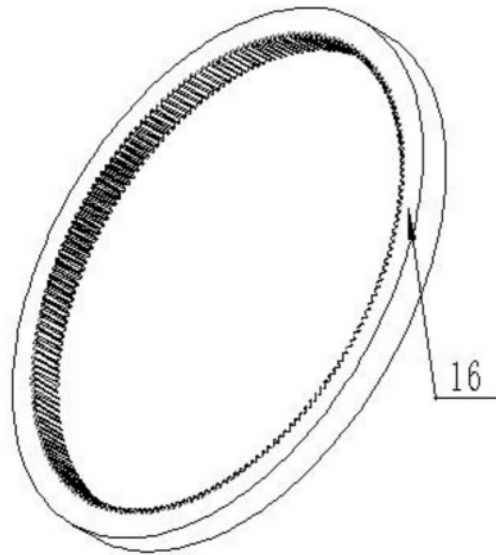


图12

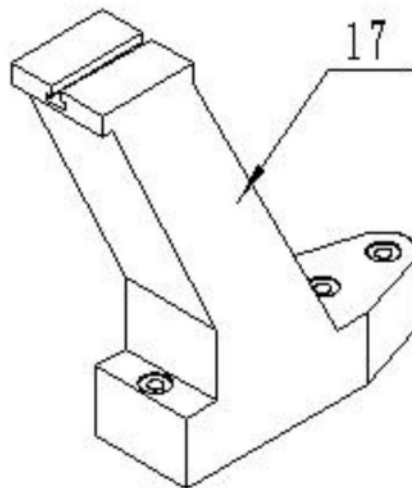


图13

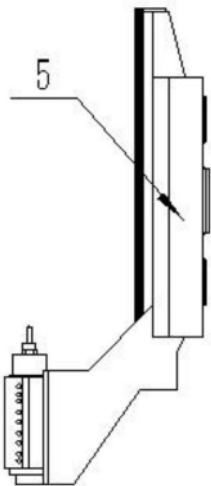


图14a

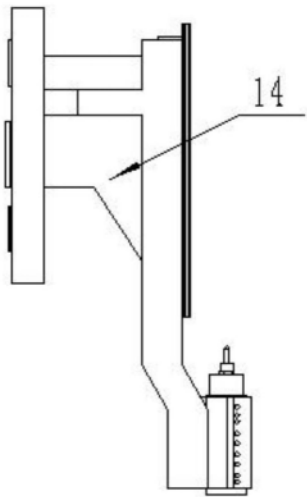


图14b

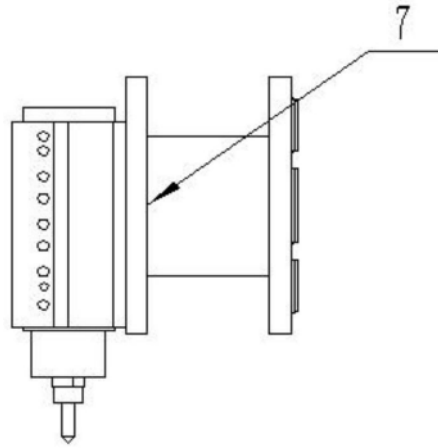


图15a

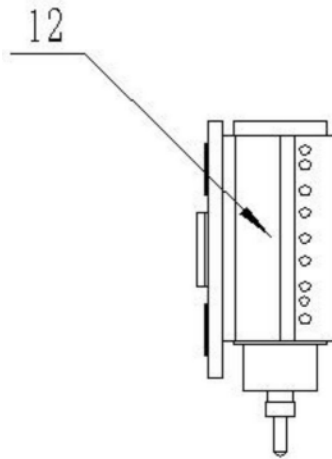


图15b

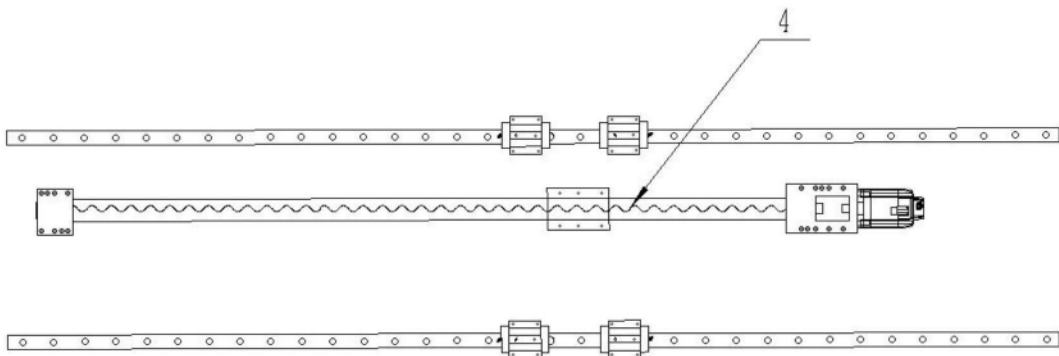


图16a

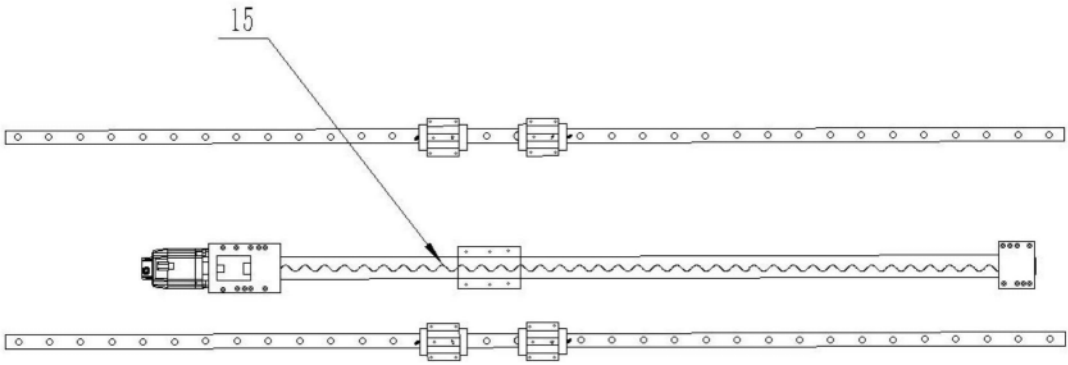


图16b

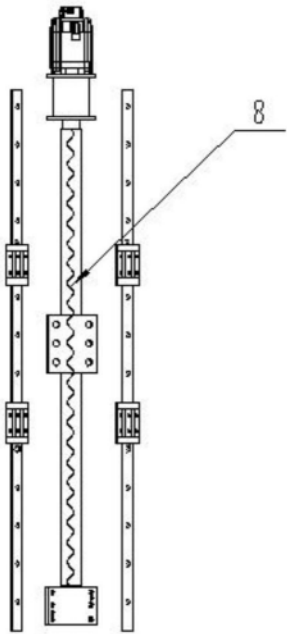


图17a

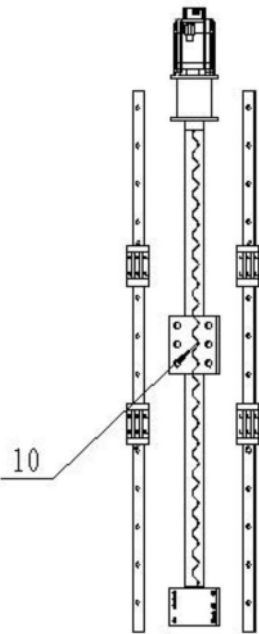


图17b

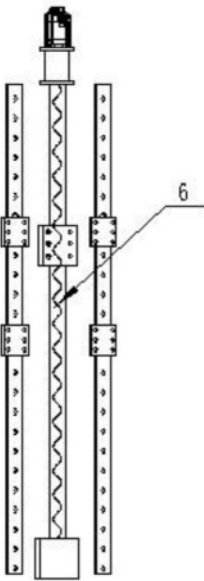


图18a

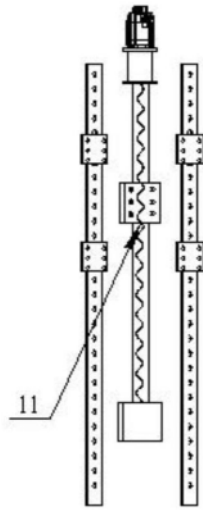


图18b