(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 106041130 A
(43)申请公布日 2016.10.26

(21)申请号 201610472657.7

(22)申请日 2016.06.24

(71)申请人 江苏华雕机械有限公司
地址 214500 江苏省泰州市靖江市经济开发区城北园区经一路68号

(72)发明人 翟海华 翟会兴

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224
代理人 董建林

(51)Int.Cl.
B23B 19/02(2006.01)
B23Q 3/155(2006.01)
B23Q 11/12(2006.01)

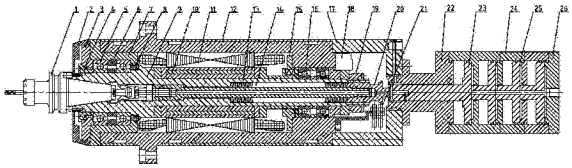
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴

(57)摘要

本发明公开一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，包括机体，所述机体内部设有定子、转子、转子轴、弹簧预紧机构以及前轴承和后轴承，还包括：固定于机体后端的连接座、与连接座固连的连接体，与连接体固连的汽缸组件、设置于汽缸组件端部的后盖、连接于机体前端的前端盖；转子轴中心有松拉刀机构，前端配有拉爪，中间装有碟簧组件，结合高性能传感器使自动换刀更方便、准确、快捷。后端采用磁电式编码器使低速转矩输出更均衡；采用压缩空气进行非接触式气密封，可获得更高的旋转速度；本发明主轴结构简单紧凑但功能强大，不但比相同功率的常规电主轴体积小，而且具有低速大转矩的特点，能够广泛应用于各种材料的高速、低速的精密加工。



CN 106041130 A

1.一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，包括机体(12)，所述机体(12)内部设有定子(11)、转子(10)、转子轴(9)、弹簧预紧机构(15)以及分设于转子轴(9)两端的前轴承(5)和后轴承(16)，其特征在于，还包括：固定于机体(12)后端的连接座(17)、与连接座(17)固连的连接体(22)，与连接体(22)固连的汽缸组件、设置于汽缸组件端部的后盖(26)、连接于机体(12)前端的前端盖(7)；所述前端盖(7)靠近刀具(1)的前侧还贴设有前盖(3)，所述前盖(3)与转子轴(9)之间设有形成迷宫式密封的密封盖(4)，所述前盖(3)前侧还设有密封罩(2)；所述前轴承(5)安装于机体前端盖(7)上；所述前端盖(7)在靠近转子轴(9)的轴肩处设有挡板(8)；所述转子(10)采用内嵌式永久磁体；

所述转子轴(9)中心有松拉刀机构(14)，所述松拉刀机构(14)包括拉杆(140)、固定在拉杆(140)输出端用于夹住刀具组的的拉爪(141)；在拉杆(140)上远离拉爪(141)的一端还套设有压套(20)；所述汽缸组件包括并联的多级汽缸(24)和活塞，其中第一级汽缸和活塞固定于连接体(22)上，最后一级气缸与后盖(26)连接；所述压套(20)的端部容纳于活塞内构成驱动松拉刀机构(14)运动以自动换刀的配合关系；

所述连接座(17)上形成有前端气封入口(AS)、电源输入线接口；所述连接座(17)、机体(12)、前端盖(7)及前盖(3)内形成有与前端气封入口(AS)连通的第一压缩空气流道(a)，所述前端盖(7)内第一压缩空气流道(a)的末端在密封罩(2)内形成微正压；

所述连接座(17)内还安装有磁电式编码器(18)，编码器引线(SEI)从连接座(17)引出与外部控制系统相连接。

2.根据权利要求1所述的一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，其特征在于：所述前轴承(5)、后轴承(16)均采用两组配对并联轴承；轴承配对形式设为DT组合形式。

3.根据权利要求1所述的一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，其特征在于：所述连接座(17)上还形成冷却液入口(WA1)、冷却液出口(WA2)，所述连接座(17)及机体(12)内形成有与冷却液入口(WA1)、冷却液出口(WA2)连通的冷却液通道；所述冷却液入口(WA1)、冷却液出口(WA2)、冷却液通道在机体内形成双螺旋通道。

4.根据权利要求3所述的一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，其特征在于：所述双螺旋通道中增设有检修孔。

5.根据权利要求3所述的一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，其特征在于：所述冷却液为水或者低粘度的油。

6.根据权利要求1所述的一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，其特征在于：所述汽缸组件包括并联的四级汽缸(24)和活塞。

7.根据权利要求求1～6任一项所述的一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，其特征在于：所述后盖(26)上形成有卸刀进气接口(TO)和活塞复位进气接口(TI)，所述卸刀进气接口(TO)贯通至第一级活塞(23)的后端部，活塞复位进气接口(TI)连通至第一级活塞(23)的前端部；当向卸刀进气接口(TO)中注入空气时，第一级活塞(23)受压向靠近刀具(1)的方向运动，压下松拉刀机构(14)使拉爪(141)张开释放刀具(1)；当向活塞复位进气接口(TI)中通入压缩空气时，压缩空气进活塞下腔推动活塞向远离刀具(1)的方向运动，松拉刀机构(14)复位使拉爪(141)夹紧刀具(1)。

8.根据权利要求7所述的一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，其特征在于：所述拉杆(140)设为中空管，拉杆(140)上装有抗疲劳的碟簧组件(13)；碟簧组件(13)固定

在压套(20)作用端。

9.根据权利要求8所述的一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴,其特征在于:所述连接座(17)上还形成与拉杆(140)中心孔、拉爪(141)及前端主轴锥孔相通的除尘进气接口(CL);除尘进气接口(CL)在卸刀时,压缩空气会通过活塞前移与连接体(22)、压套(20)、拉杆(140)及拉爪(141)形成第二压缩空气通道(b)。

10.根据权利要求7所述的一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴,其特征在于:还包括传感器(21),所述传感器(21)通过从连接座(17)引出的传感器引线(SE)与外部的控制系统相连接。

一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴

技术领域

[0001] 本发明属于机电一体化工程技术领域，具体涉及一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴。

背景技术

[0002] 常用自动换刀电主轴是将主轴高速异步电机内装，另加一套汽缸和松拉刀机构，从而实现高转速、高精度及高效率等功能的机电一体化的动力部件，主要应用于高速加工机床，实现对不同材料的高转速加工，提高加工效率。

[0003] 目前市场上自动换刀的高速电主轴比较常见，但既能高速运转，又能低速运转且有大转矩输出的电主轴很少，主要原因是传统的自动换刀电主轴采用高速异步变频电机为基础设计，不适合低速加工，且低速输出转矩小。近年来随着市场对低速大转矩电主轴的需求，一种用永磁同步作为内置式电机结合自动换刀的电主轴应运而生，但由于转子设计缘于普通同步电机，使高速电磁弱化明显突出，发热大增，加之使用表贴永磁体加工工艺，使高速运转更加困难；另外传统的自动换刀电主轴在换刀时，其换刀轴向力全部作用在高速精磨轴承上，大大缩短了轴承的使用寿命。针对上述电主轴存在问题，本领域技术人员亟需提供一种既能低速大扭矩加工，又能高速切削的低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴。

发明内容

[0004] 针对上述现有技术中的不足，本发明提供了一种既能低速大扭矩加工、又能高速切削，且性能稳定、轴承使用寿命长、能够实现自动换刀的低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴。

[0005] 为实现上述目的，本发明采用了以下技术方案：

[0006] 一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，包括机体，所述机体内部设有定子、转子、转子轴、弹簧预紧机构以及分设于转子轴两端的前轴承和后轴承，还包括：固定于机体后端的连接座、与连接座固连的连接体，与连接体固连的汽缸组件、设置于汽缸组件端部的后盖、连接于机体前端的前端盖；所述前端盖靠近刀具的前侧还贴设有前盖，所述前盖与转子轴之间设有形成迷宫式密封的密封盖，所述前盖前侧还设有密封罩；所述前轴承安装于机体前端盖上；所述前端盖在靠近转子轴的轴肩处设有挡板；所述转子采用内嵌式永久磁体；

[0007] 所述转子轴中心有松拉刀机构，所述松拉刀机构包括拉杆、固定在拉杆输出端用于夹住刀具组的的拉爪；在拉杆上远离拉爪的一端还套设有压套；固定在拉杆上远离拉爪一端的压套；所述汽缸组件包括并联的多级汽缸和活塞，其中第一级汽缸和活塞固定于连接体上，最后一级气缸与后盖连接；所述压套的端部容纳于活塞内构成驱动松拉刀机构运动以自动换刀的配合关系；

[0008] 所述连接座上形成有前端气封入口AS、电源输入线接口；所述连接座、机体、前端

盖及前盖内形成有与前端气封入口AS连通的第一压缩空气流道，所述前端盖内第一压缩空气流道的末端在密封罩内形成微正压；

[0009] 所述连接座内还安装有磁电式编码器，编码器引线从连接座引出与外部控制系统相连接。

[0010] 优选的，所述前轴承、后轴承均采用两组配对并联轴承；轴承配对形式设为DT组合形式。

[0011] 优选的，所述连接座上还形成冷却液入口WA1、冷却液出口WA2，所述连接座及机体内形成有与冷却液入口WA1、冷却液出口WA2连通的冷却液通道；所述冷却液入口WA1、冷却液出口WA2、冷却液通道在机体内形成双螺旋通道。

[0012] 进一步的，所述双螺旋通道中增设有检修孔。

[0013] 进一步的，所述冷却液为水或者低粘度的油。

[0014] 优选的，所述汽缸组件包括并联的四级汽缸和活塞。

[0015] 进一步的，所述后盖上形成有卸刀进气接口TO和活塞复位进气接口TI，所述卸刀进气接口TO贯通至第一级活塞的后端部，活塞复位进气接口TI连通至第一级活塞的前端部；当向卸刀进气接口TO中注入空气时，第一级活塞受压向靠近刀具的方向运动，压下松拉刀机构使拉爪张开释放刀具；当向活塞复位进气接口TI中通入压缩空气时，压缩空气进活塞下腔推动活塞向远离刀具的方向运动，松拉刀机构复位使拉爪夹紧刀具。

[0016] 进一步的，所述拉杆设为中空管，拉杆上装有抗疲劳的碟簧组件；碟簧组件固定在压套作用端。

[0017] 进一步的，所述连接座上还形成与拉杆中心孔、拉爪及前端主轴锥孔相通的除尘进气接口CL；除尘进气接口CL在卸刀时，压缩空气会通过活塞前移与连接体、压套、拉杆及拉爪形成第二压缩空气通道b。

[0018] 进一步的，还包括传感器，所述传感器通过从连接座引出的传感器引线SE与外部的控制系统相连接。

[0019] 本发明的有益效果在于：

[0020] 1)、本发明通过容纳于活塞内的压套端部驱动松拉刀机构运动，配合高性能传感器实现自动换刀，具体的，当压缩空气进入活塞后腔四活塞运动时，活塞前腔空气由排气孔自行排出，松拉刀机构碟簧压缩，拉爪自行张开，刀具脱落。当新刀具装刀时，活塞复位进气接口连通至活塞的前端部，此时在活塞前腔通入压缩空气加速活塞后移，活塞前腔自行从排气口补充空气，活塞后腔排出空气，同时被压缩的碟簧迅速复位，刀具自行拉紧。如此往复加之与高性能传感器配合可以实现自动更换刀具，并且换刀方便、快速、可靠。

[0021] 2)、本发明舍弃了转子表贴永久磁性材料的设计理念，改用转子内嵌永久磁性材料，减少高速磁场弱化，降低转子发热，能够获得更高的主轴转速和足够的转矩，特别在低速时获得大转矩的效果并稳定性好。

[0022] 3)、本发明主轴结构简单紧凑但功能强大，通过控制轴肩与挡板的尺寸来支撑自动换刀时承受的轴向力，由此改变常规电主轴的轴承装配形式，轴承配对形式由传统的DB组合形式设计成DT组合形式，避免了每次因换刀带来的轴向力作用在轴承上，从而减少自动换刀时轴向力对轴承的伤害，同时DT组合形式比DB组合形式的极限转速更高，大大提高了轴承的使用寿命。

[0023] 4)、本发明对冷却液流道进行了优化设计，在整个冷却流道的中间增加了检修口，便于清理冷却液中沉淀的杂质，确保电主轴定子、轴承等关键部位的冷却效果，保证了主轴和刀具的热稳定性，进而提高了加工精度。

[0024] 5)、本发明的主轴在制作上无特殊的材料或工艺，成本低、性能可靠，同时还集成了磁电编码器、传感器等功能，能够广泛应用于各种材料的低速切削、高速加工，尤其适合加工中心、钻攻加工。

[0025] 6)、本发明中连接座上还形成与拉杆中心孔、拉爪及前端主轴锥孔相通的除尘进气接口，除尘进气接口在卸刀时，压缩空气会通过活塞前移与连接体、压套、拉杆及拉爪形成另一压缩空气通道，可去除刀柄、拉爪、主轴内孔的杂质，提高刀柄与主轴内孔的接触精度，满足高精度零件的加工要求。

[0026] 7)、本发明中采用四连体气缸组件配合松拉刀机构实现换刀，具体的连接体与汽缸组件连接，后盖设有卸刀进气接口和活塞复位进气接口，使用四联活塞联动卸刀，满足气压不稳定的工况，适用气压范围广。

附图说明

[0027] 图1为本发明一个优选实施例的剖面结构示意图。

[0028] 图2为图1所示实施例的侧面结构示意图。

[0029] 图3为本发明刀具的放大图。

[0030] 图4是图1所示实施例处于卸刀状态的结构示意图。

[0031] 图5是图1所示实施例的剖面结构示意图。

[0032] 图中标注符号的含义如下：

[0033] 1-刀具 2-密封罩 3-前盖 4-密封盖

[0034] 5-前轴承 6-前轴承隔圈 7-前端盖 8-挡板

[0035] 9-转子轴 10-转子 11-定子 12-机体

[0036] 13-碟簧组件 14-松拉刀机构 140-拉杆 141-拉爪

[0037] 15-弹簧预紧机构 16-后轴承 17-连接座 18-磁电式编码器

[0038] 19-锁紧螺母 20-压套 21-传感器 22-连接体

[0039] 23-第一级活塞 24-汽缸 25-最后一级活塞 26-后盖

[0040] TO-卸刀进气接口 TI-活塞复位进气接口

[0041] AS-前端气封入口 WA1-冷却液入口 WA2-冷却液出口

[0042] CL-前端锥孔除尘进气接口 SE-传感器引线

[0043] SEI-编码器引线 a-第一压缩空气流道 b-第二压缩空气通道

具体实施方式

[0044] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0045] 参见图1～图5，为一种低速大转矩永磁同步高速自动换刀电主轴，主体结构包括：机体12，在机体12内部设有定子11、转子10、转子轴9、弹簧预紧机构15、前轴承5及后轴承

16，其中，前轴承5和后轴承16分设于转子轴9两端并且前轴承5安装于机体前端盖7上，前轴承5、后轴承16均采用两组配对并联轴承，在配对的前轴承之间设有前轴承隔圈6；轴承配对形式设为DT组合形式。定子11与转子轴9集成于机体12的内部，转子轴9远离刀具1的后端零部件通过锁紧螺母19进行紧固，外部驱动机构输出的高频三相电源通过内置电机引线(U、V、W)供电给电主轴，驱动主轴高速运转，所能运转的最高转速取决于前轴承5、后轴承16、转子轴9、弹簧预紧机构15所组成的轴系的最高转速。本发明中，通过对主轴的结构进行优化设计，主轴达到了低速转矩大，高速24000rpm的稳定工作转速，在目前市场上的自动换刀电主轴中处于领先地位。

[0046] 为了实现自动换刀，除了上述主体结构外，如图1至图5所示，电主轴还包括：固定于机体12后端的连接座17、固定在连接座上的连接体22，与连接座17固连的连接体22，与连接体22固连的汽缸组件、设置于汽缸组件端部的后盖26、连接于机体12前端的前端盖7；前端盖7靠近刀具1的前侧还贴设有前盖3，前盖3与转子轴9之间设有形成迷宫式密封的密封盖4，前盖3前侧还设有密封罩2；前轴承5安装于机体前端盖7上，具体的位于前端盖7、前盖3及转子轴9三者之间；前端盖7在靠近转子轴9的轴肩处设有挡板8，通过控制轴肩与挡板8的尺寸来支撑自动换刀时承受的轴向力，从而减少自动换刀时轴向力对轴承的伤害；转子10采用内嵌式永久磁体，减少高速磁场弱化，降低转子发热，能够获得更高的主轴转速和足够的转矩，特别在低速时获得大转矩的效果并稳定性好。

[0047] 转子轴9中心有松拉刀机构14，松拉刀机构14包括拉杆140、固定在拉杆140输出端用于夹住刀具组的拉爪141；在拉杆140上远离拉爪141的一端还套设有压套20；汽缸组件包括并联的多级汽缸24和活塞，其中第一级汽缸和活塞固定于连接体22上，最后一级气缸25与后盖26连接；作为一种优选的实施方式，拉杆140设为中空管，拉杆140上装有抗疲劳的碟簧组件13；碟簧组件13固定在压套20作用端。压套20的端部容纳于活塞内构成驱动松拉刀机构14运动以自动换刀的配合关系，具体的：汽缸24通过进入压缩空气推动活塞组件前移，使碟簧组件13压缩，拉爪141前移并自行张开，刀具1离开锥孔，从而实现更换刀具；本发明电主轴还包括传感器21，传感器21通过从连接座17引出的传感器引线SE与外部的控制系统相连接，配合传感器21可实现自动换刀的目的。

[0048] 更进一步的，后端盖26上形成有卸刀进气接口TO和活塞复位进气接口TI，卸刀进气接口TO贯通至第一级活塞23的后端部，活塞复位进气接口TI连通至第一级活塞23的前端部；如图4所示，当向卸刀进气接口TO中注入空气时，第一级活塞23受压向靠近刀具1的方向运动，压下松拉刀机构14使拉爪141张开释放如图3所示的刀具1；如图5所示，当向活塞复位进气接口TI中通入压缩空气时，压缩空气进活塞下腔推动活塞向远离刀具1的方向运动，松拉刀机构14复位使拉爪141夹紧刀具1。

[0049] 本发明如图2、图4所示，在连接座17上形成有：前端气封入口AS，连接座17、机体12及前端盖7内形成有与前端气封入口AS连通的第一压缩空气流道a，在防尘罩2内产生微正压空气，此正压空气通过防尘罩2与转子轴9之间的缝隙流出，在主轴轴端周围形成了一定的气膜，避免了外界的水分、杂质进入主轴而达到非接触式密封的效果，改变了高速旋转体不能采用接触式密封的缺陷。

[0050] 为了使主轴具有良好的热稳定性，确保加工过程的不间断进行，如图2、4所示，连接座17上还形成有：冷却液入口WA1、冷却液出口WA2，连接座17及机体12内形成有与冷却液

入口WA1、冷却液出口WA2连通的冷却液通道;冷却液入口WA1、冷却液出口WA2、冷却液通道在机体内形成双螺旋通道,冷却液经冷却液入口WA1进入冷却液通道,对定子11、前轴承5、后轴承16进行冷却,最后从冷却液出口WA2排出,完成循环换热,使主轴的热稳定性得以保证,极大地提高了加工精度。同时在整个循环通道中增设了检修孔,以便在检修主轴时对因冷却液中沉淀杂质的清理,这样可保持冷却水道的畅通及冷却效果,大大延长了电主轴的寿命。冷却液可以是水或者低粘度的油。

[0051] 作为本发明进一步的改进,如图1、2、4、5所示,在连接座17上还形成有一前端锥孔除尘进气接口CL,该锥孔与拉杆140中心孔、拉爪141及前端主轴锥孔相通;除尘进气接口CL在卸刀时,压缩空气会通过活塞前移与连接体22、压套20、拉杆140及拉爪141形成第二压缩空气通道b,最后吹到主轴前端的锥面上,实现对主轴内锥面及刀具1外锥面的清洁,保护锥面清洁度,从而确保主轴精度。

[0052] 本发明还在信号反馈方面做出了改进,包括:传感器21和磁电式编码器18,分别通过从连接座17引出的传感器引线SE和编码器引线SEI与外部的控制系统相连接。通过传感器21反馈的信号使外部的控制系统得到准确的刀具位置状态,实现机床系统控制自动换刀;同时磁电式编码器18可以准确的反馈主轴的转速及转角信号,通过对该信号的接受,机床系统可以控制主轴实现准确的闭环控制、角度定位及确保低速大转矩的平稳输出,使低速转矩输出均衡,高速运转平稳可靠,定位精度高,适合各类低速大扭矩切削及钻攻加工。

[0053] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

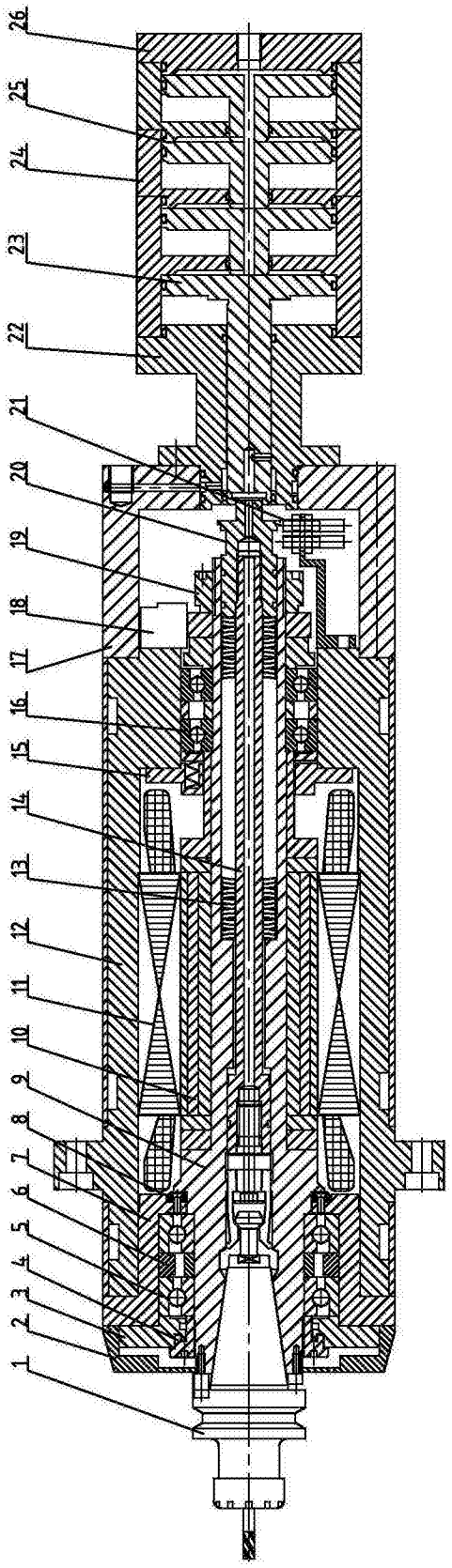


图1

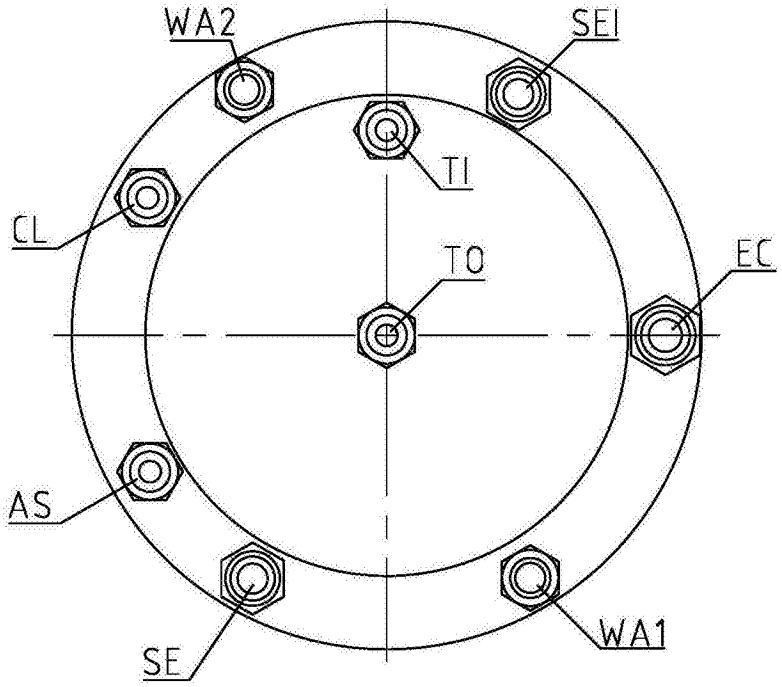


图2

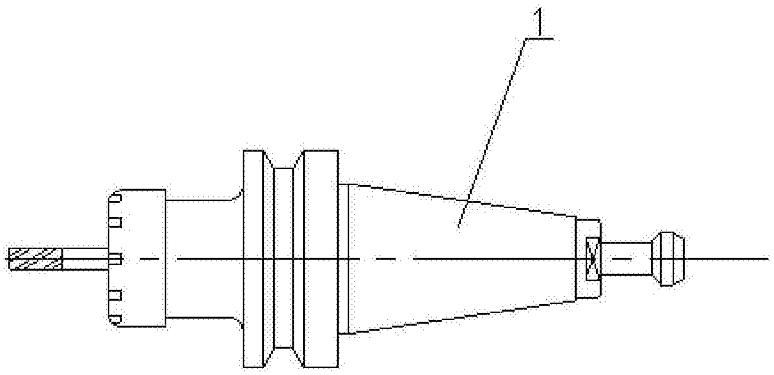


图3

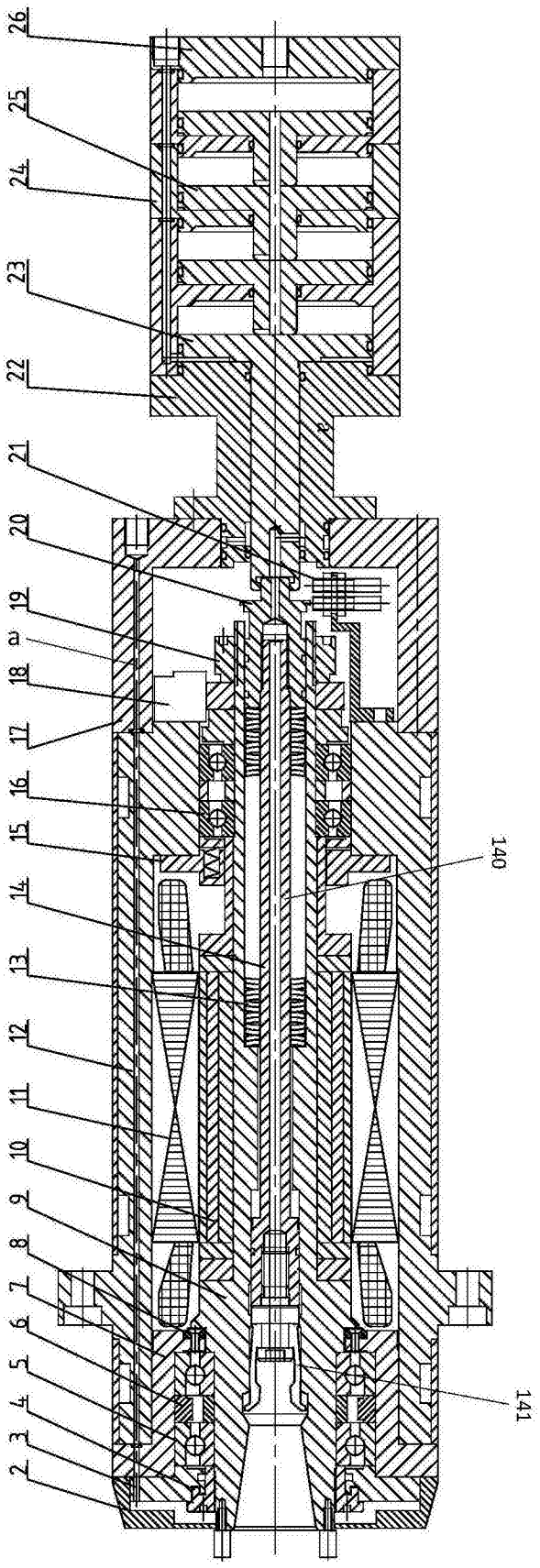

26
25
24
23
22
21
20
19
a
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
140
141

图4

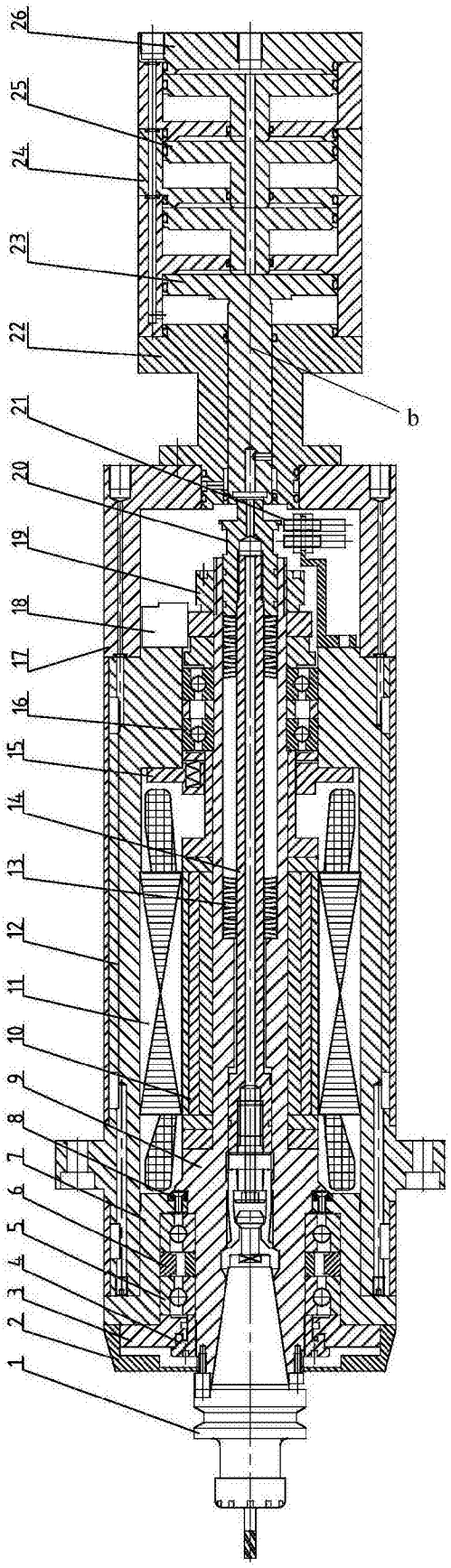

26
25
24
23
22
b
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

图5