(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 219403854 U
(45)授权公告日 2023.07.25

(21)申请号 202320484412.1

(22)申请日 2023.03.14

(73)专利权人 上海第二工业大学
地址 201209 上海市浦东新区金海路2360号

(72)发明人 崔立 梁艳平 李首龙 王东辉

(74)专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司 31200
专利代理师 王洁平

(51)Int.Cl.
B24B 41/04(2006.01)
B24B 55/00(2006.01)

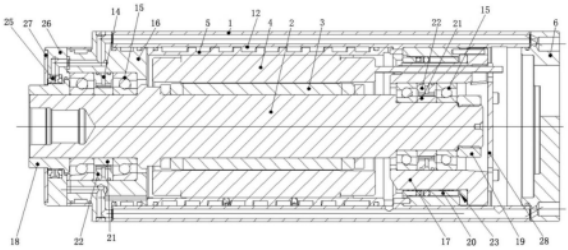
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)实用新型名称

一种高精度内圆磨削电主轴

(57)摘要

本实用新型公开了一种高精度内圆磨削电主轴;其包括主轴壳体、主轴体、轴承组部件、转子、定子、冷却系统和润滑系统。主轴中间套有转子,转子外设有相应的定子,定子安装在壳体内侧,定子与壳体之间的空腔内设置有冷却水套,壳体后端面安装有尾盖。主轴体前后两端分别由前、后轴承组部件支撑。本实用新型有益效果在于:电主轴设有冷却系统,冷却液为水,在电主轴内形成冷却循环回路,有效减少转子和定子构成的同步电机发热;电主轴采用油气润滑,有效减小轴承摩擦发热,降低主轴的热变形,减小主轴磨损;电主轴设有弹簧预紧组件,采用定压预紧方式,预紧力和轴承滚道参数相匹配,实现电主轴的高精度性能。



CN 219403854 U

1.一种高精度内圆磨削电主轴,其特征在于:其包括壳体、主轴体、转子、定子、前轴承组部件、后轴承组部件、弹簧预紧组件、冷却系统和润滑系统;其中:

主轴体中间套有转子,转子外设有定子,定子安装在壳体内侧,主轴体前后两端分别由前轴承组部件、后轴承组部件支撑,前轴承组部件、后轴承组部件分别包括轴承组、法兰和隔垫,每个轴承组由两个轴承组成,两个轴承之间设置有隔垫,轴承外套装有法兰,主轴体前后两端的轴承组分别由压在轴承前、后端的轴承锁紧螺母定位锁紧,主轴体后端的法兰的外侧套有密珠轴承,弹簧预紧组件设置在密珠轴承后端;

冷却系统包括冷却水套、水槽、冷却液进口和冷却液出口,冷却水套设置在定子和壳体之间的空腔内,水槽设置在冷却水套内,冷却液进口和冷却液出口设置在壳体后端面设置的尾盖上,水槽与冷却液进口和冷却液出口相连;

润滑系统包括输油管、油气润滑进口、气密封进气口、气密封骨架和进油孔,输油管设置在壳体内,油气润滑进口设置在尾盖上,进油孔设置在前轴承组件和后轴承组件的隔垫上,输油管连接油气润滑进口、进油孔和气密封骨架,气密封骨架套设在主轴体前端的轴承锁紧螺母上。

2.如权利要求1所述的高精度内圆磨削电主轴,其特征在于:轴承组中的两个轴承采用串联DT方式配置,轴承为角接触球轴承。

3.如权利要求1所述的高精度内圆磨削电主轴,其特征在于:隔垫包括内隔垫和外隔垫,内隔垫设置在两个轴承的内侧,外隔垫设置在两个轴承的外侧。

4.如权利要求3所述的高精度内圆磨削电主轴,其特征在于:进油孔包括轴向进油孔和径向进油孔,进油孔设置在外隔垫上。

5.如权利要求1所述的高精度内圆磨削电主轴,其特征在于:弹簧预紧组件包括垫圈和预紧弹簧,垫圈设置在密珠轴承后端,预紧弹簧顶压在垫圈端面上。

6.如权利要求1所述的高精度内圆磨削电主轴,其特征在于:主轴体前端的法兰的前端设有前轴承压盖,前轴承压盖前端装有气密封压盖,主轴体后端的法兰后端装有尾部挡板。

一种高精度内圆磨削电主轴

技术领域

[0001] 本实用新型涉及电主轴技术领域，具体的说，涉及一种高精度内圆磨削电主轴。

背景技术

[0002] 高速精密内圆磨削电主轴是实现高速磨削加工的核心部件，融合了多种技术单元，随着高速磨削技术的发展，现代社会对工件磨削品质的要求越来越高，电主轴的精度直接关系到磨削的精度，影响数控机床的加工精度、加工效率以及加工稳定性。因此，设计出具有高加工精度的电主轴结构十分重要。

[0003] 轴承是电主轴系统的核心支承部件，高速电主轴的刚度与精度与选用轴承的类型、尺寸大小和精度等级、装配的技艺水平、配置方式以及预加载荷的大小等密切相关。角接触球轴承可同时承受径向负荷和轴向负荷，在较高的转速下可满足速度极限、承载能力、刚度、精度等要求，但普通的全钢滚珠的角接触器轴承会因离心力和陀螺力矩的增大导致轴承摩擦发热加剧、寿命降低，选择合适的轴承材料对电主轴性能十分重要。

[0004] 轴承的预紧方式主要有恒位置预紧和恒力预紧，轴承的预紧可以提高轴承的刚度，抑制振动，对电主轴的回转精度等有很大影响。但是定位预紧方式下，随着转速升高，轴承摩擦发热增加，滚动体的离心力对轴承外圈沟道的压力增大，轴承的动态刚度会不断提高，影响轴承寿命。

[0005] 高速电主轴随着转速升高，轴承摩擦发热增加，产生的热量会向主轴传导，导致主轴在轴向和径向产生一定的热变形，且前、后轴承的发热量不同造成的温度差会导致主轴产生热变形，影响机床的加工精度。

[0006] 轴承滚道参数和轴向预紧力是影响主轴旋转精度的重要因素，轴承预紧力的大小和轴承沟道参数选择会对主轴旋转精度产生耦合影响，匹配合理的预紧力和轴承沟道参数可有效提高主轴精度；

[0007] 现有的电主轴在设计中很少综合考虑这些因素对电主轴性能的影响，导致主轴在加工精度、生产效率和设备性能上都受到限制，调整优化主轴结构和选择合适的参数对提高电主轴精度和生产效率十分必要。

实用新型内容

[0008] 本实用新型的目的是克服现有技术中存在的不足，提供一种高精度内圆磨削电主轴；该电主轴设有冷却系统，冷却液为水，在电主轴内形成冷却循环回路，能有效减少转子和定子构成的同步电机发热；该电主轴采用油气润滑，能有效减小轴承摩擦发热，降低主轴的热变形，减小主轴磨损；该•电主轴设有弹簧预紧组件，采用定压预紧方式，预紧力和轴承滚道参数相匹配，实现电主轴的高精度性能。

[0009] 本实用新型的技术方案具体介绍如下。

[0010] 一种高精度内圆磨削电主轴，其包括壳体、主轴体、转子、定子、前轴承组部件、后轴承组部件、弹簧预紧组件、冷却系统和润滑系统；其中：

[0011] 主轴体中间套有转子，转子外设有定子，定子安装在壳体内侧，主轴体前后两端分别由前轴承组部件、后轴承组部件支撑，前轴承组部件、后轴承组部件分别包括轴承组、法兰和隔垫，每个轴承组由两个轴承组成，两个轴承之间设置有隔垫，轴承外套装有法兰，主轴体前后两端的轴承组分别由压在轴承前、后端的轴承锁紧螺母定位锁紧，主轴体后端的法兰的外侧套有密珠轴承，弹簧预紧组件设置在密珠轴承后端；

[0012] 冷却系统包括冷却水套、水槽、冷却液进口和冷却液出口，冷却水套设置在定子和壳体之间的空腔内，水槽设置在冷却水套内，冷却液进口和冷却液出口设置在壳体后端面设置的尾盖上，水槽与冷却液进口和冷却液出口相连；

[0013] 润滑系统包括输油管、油气润滑进口、气密封进气口、气密封骨架和进油孔，输油管设置在壳体内，油气润滑进口设置在尾盖上，进油孔设置在前轴承组件和后轴承组件的隔垫上，输油管连接油气润滑进口、进油孔和气密封骨架，气密封骨架套设在主轴体前端的轴承锁紧螺母上。

[0014] 本实用新型中，轴承组中的两个轴承采用串联DT方式配置，轴承为角接触球轴承。

[0015] 本实用新型中，隔垫包括内隔垫和外隔垫，内隔垫设置在两个轴承的内侧，外隔垫设置在两个轴承的外侧。

[0016] 本实用新型中，进油孔包括轴向进油孔和径向进油孔，进油孔设置在外隔垫上。

[0017] 本实用新型中，弹簧预紧组件包括垫圈和预紧弹簧，垫圈设置在密珠轴承后端，预紧弹簧顶压在垫圈端面上。

[0018] 本实用新型中，主轴体前端的法兰的前端设有前轴承压盖，前轴承压盖前端装有气密封压盖，主轴体后端的法兰后端装有尾部挡板。

[0019] 和现有技术相比，本实用新型的有益效果如下：

[0020] 1、高精度内圆磨削电主轴采用角接触球轴承，轴承的轴承滚珠采用陶瓷材料，耐高温，摩擦系数小，使电主轴具有高速、高刚度、长寿命等优点。电主轴前后端角接触球轴承组均采用串联DT配置，可以承受较大的轴向荷载，提高主轴的轴向刚度。

[0021] 2、高精度内圆磨削电主轴预紧方式为定压预紧，通过预紧弹簧对轴承施加恒定压力，该种预紧方式下轴承预紧力恒定，不容易收到温度、速度等的影响。可通过施加适当的预紧力匹配轴承滚道可以使主轴达到高精度要求。

[0022] 3、高精度内圆磨削电主轴使用油气润滑，有效减小轴承的磨损和摩擦所生热量，降低主轴的热变形，从而提高主轴加工精度。

[0023] 4、高精度内圆磨削电主轴的冷却系统使用水冷方式，在主轴内部形成循环冷却回路，可有效带走电机产生的热量，减少了电机发热对主轴单元的影响。

附图说明

[0024] 图1为本实用新型高精度内圆磨削电主轴结构示意图。

[0025] 图2为高精度内圆磨削电主轴的尾盖图。

[0026] 图3为本实用新型高精度内圆磨削电主轴结构剖面示意图。

[0027] 图4为本实用新型高精度内圆磨削电主轴结构剖面A-A图。

[0028] 图5为本实用新型高精度内圆磨削电主轴结构剖面B-B图。

[0029] 图6为本实用新型高精度内圆磨削电主轴结构剖面C-C图。

[0030] 图7为本实用新型高精度内圆磨削电主轴结构剖面D-D图。

[0031] 附图标注说明：

[0032] 1-壳体；2-主轴体；3-转子；4-定子；5-冷却水套；6-尾盖；7-油气润滑进口；8-冷却液进口；9-冷却液出口；10-气密封进气口；11-回油孔；12-水槽；13-输油管；14-进油孔；15-轴承；16-前轴承法兰；17-后轴承法兰；18-前轴承锁紧螺母；19-后轴承锁紧螺母；20-密珠轴承；21-内隔垫；22-外隔垫；23-垫圈；24-预紧弹簧；25-气密封骨架；26-前轴承压盖；27-气密封压盖；28-尾部挡板。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本实用新型的具体实施方式作进一步详细的说明。

[0034] 实施例1

[0035] 本实用新型提供一种高精度内圆磨削电主轴，它通过主轴上安装在内圆磨头上的砂轮外圆周面磨削工件的各种内孔，包括圆柱形通孔、盲孔、阶梯孔及圆锥孔等。

[0036] 如图1-7所示，一种高精度内圆磨削电主轴，其主要包括壳体1、主轴体2、轴承组部件、转子3、定子4、冷却系统和润滑系统。主轴体2中间套有转子3，转子3外设有相应的定子4，定子4安装在壳体1内侧；转子3和定子4构成同步电机，定子4是线圈，转子3是磁铁，定子4通电之后根据磁感应原理，转子3在定子4内部旋转。壳体1后端面安装有尾盖6，尾盖6外端面上设置有油气润滑进口7、冷却液进口8、冷却液出口9、气密封进气口10和回油孔11。

[0037] 主轴体2前后两端分别由前、后轴承组部件支撑；内圆磨削电主轴设有冷却系统，在定子4外侧安装有冷却水套5，外侧设有水槽12，水槽12与安装在壳体1尾盖6的冷却液进口8和冷却液出口9相连；内圆磨削电主轴设有润滑系统，轴壳内侧安装输油管13，输油管13连接尾盖6上的油气润滑进口7和前、后轴承组部件上的进油孔14，用于对轴承供给油气润滑；内圆磨削电主轴在后轴承部件后端设有弹簧预紧组件。

[0038] 轴承组部件包括分别装在主轴体2前后两端的轴承组，前后端轴承组分别有两个轴承15，前后轴承组外分别套装有前轴承法兰16和后轴承法兰17，前轴承组由压在轴承15前端的前轴承锁紧螺母18定位锁紧，后轴承组由轴承15后端的后轴承锁紧螺母19定位锁紧，后轴承法兰17外侧套有密珠轴承20，保证轴承法兰在轴向移动时，其与壳体的径向相对位置不变。前后端轴承15为角接触球轴承，轴承15的轴承滚珠采用陶瓷材料，耐高温，摩擦系数小，具有很高的转速，寿命也是普通轴承的2-3倍，使电主轴具有高速、高刚度、长寿命等优点。前后端角接触球轴承组均采用DT配置，该配置下轴承15可以承受较大的轴向荷载，轴向刚度高。前后端轴承组的各轴承15之间设置有隔垫，包括内隔垫21和外隔垫22，内隔垫21顶压在相邻轴承15的内侧，内隔垫21用于调节轴承15的游隙和预压；外隔垫22顶压在相邻轴承15的外侧，外隔垫22上设置有径向和轴向进油孔14，连接输油管13对轴承进行润滑。

[0039] 弹簧预紧组件包括垫圈23和预紧弹簧24。主轴的后轴承法兰17外侧设有密珠轴承20，密珠轴承20后端设有垫圈23，预紧弹簧24顶压在垫圈23端面上，弹簧处于受压状态，实现轴承定压预紧，该预紧方式下轴承预紧力恒定，不容易受到温度、速度等的影响。

[0040] 润滑系统采用油气润滑，电主轴壳体1内侧安装有输油管13，连接轴壳尾部的油气润滑进口7，前轴承锁紧螺母18外套有气密封骨架25，气密封骨架25位于前轴承15前端，与输油管13相连。气密封骨架25起到高压气体分流的作用；前后轴承组相邻轴承外侧的外隔

垫22上设置有径向和轴向进油孔14。润滑油和压缩空气通过油气润滑进口7在输油管13中混合形成油气流，利用压缩空气带动润滑油沿输油管壁流动，将输油管13中的油气混合体通过外隔垫22上的进油孔14喷射到轴承15上，实现对轴承15的润滑。

[0041] 冷却系统冷却液为水，在定子4外侧安装有冷却水套5，外侧设有水槽12，水槽12与安装在轴壳尾盖6上的冷却液入口和冷却液出口9相连。水从冷却液入口进入，流入电机定子4外侧的冷却水套5上的水槽12对电机进行冷却，再通过冷却液出口9流出，形成循环回路，带走电机产生的热量，减少电主轴温升与前后温差。

[0042] 电主轴前轴承法兰16的前端设有前轴承压盖26，前轴承压盖26前端装有气密封压盖27，后轴承法兰17后端装有尾部挡板28，能有效防止灰尘进入前、后轴承组，保证前后轴承15的精度。

[0043] 本实用新型中，气密封进气口10、气密封骨架25、气密封压盖27是主轴气密封结构的组成部分；气密封结构通过高压空气加大主轴箱体内的空气压力，使密封区间隙中的空气始终保持由箱体内向箱体外流动，阻止粉尘等杂物进入箱内。其中，气密封进气口10是高压空气的进气通道，气密封骨架25起到高压气体分流的作用，气密封压盖27能防止灰尘进入，保证主轴密封性。

[0044] 基于本实用新型的高精度内圆磨削电主轴，通过确定主轴前后端轴承15的滚道参数和预紧力的最佳匹配参数，选择不同沟道参数的轴承15，匹配相应的预紧力，即可以使电主轴达到高精度要求，具体步骤如下：

[0045] (1)建立主轴-轴承转子系统有限元模型；

[0046] (2)考虑轴承15沟道参数与预紧量对主轴旋转精度的影响，建立电主轴精度仿真模型，确定预紧力、轴承15表面圆度误差、谐波次数作为输入条件，采用Abaqus、Romax动力学仿真软件计算主轴在仿真条件下轴端径向位移；

[0047] (3)建立主轴精度优化模型，以最小轴端径向位移为目标，利用优化算法对精度影响参数进行匹配，得出主轴轴端径向位移最小时预紧力、圆度误差和谐波次数的最优组合；

[0048] (4)对所述电主轴配备相应参数的轴承15，利用预紧组件施加相应大小的预紧力。

[0049] 以上所述仅为本实用新型示意性的具体实施方式，并非用以限定本实用新型的范围，任何本领域的技术人员在不脱离本实用新型构思和原则的前提下所做出的等同变化与修改，均应属于本实用新型保护的范围。

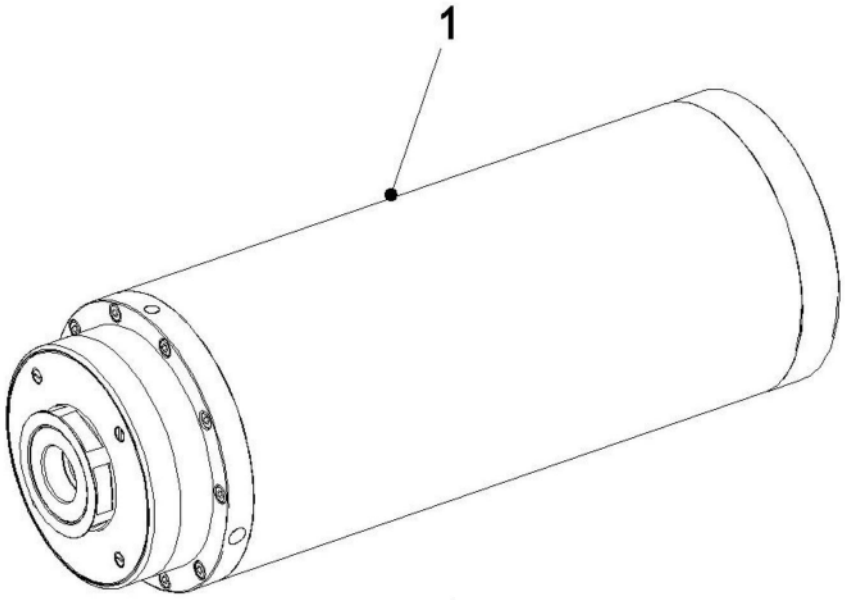


图1

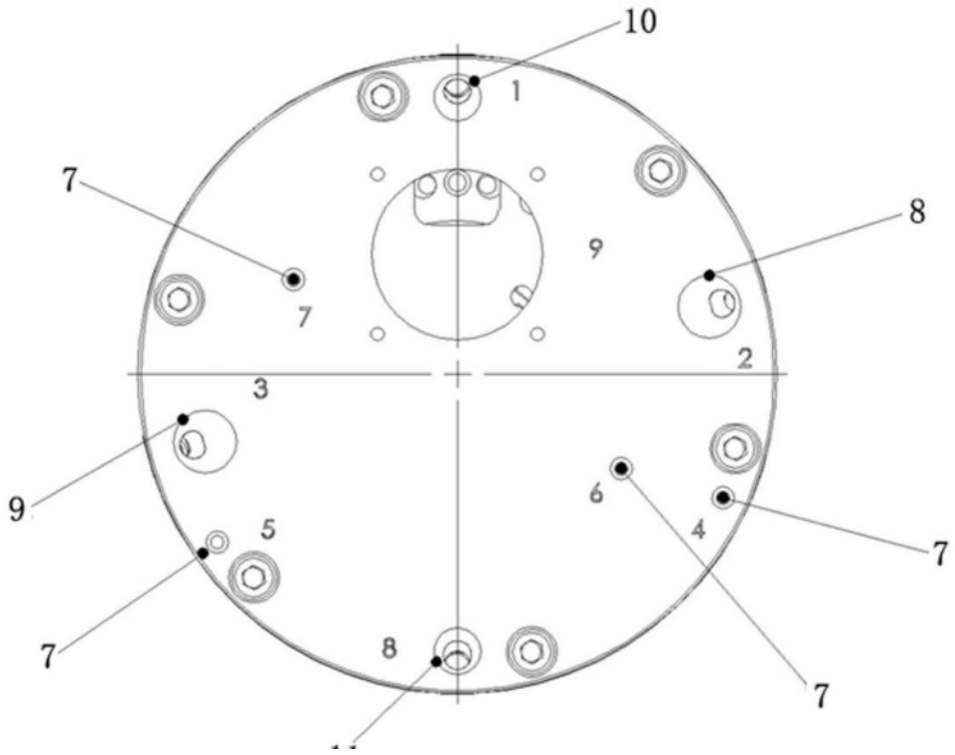


图2

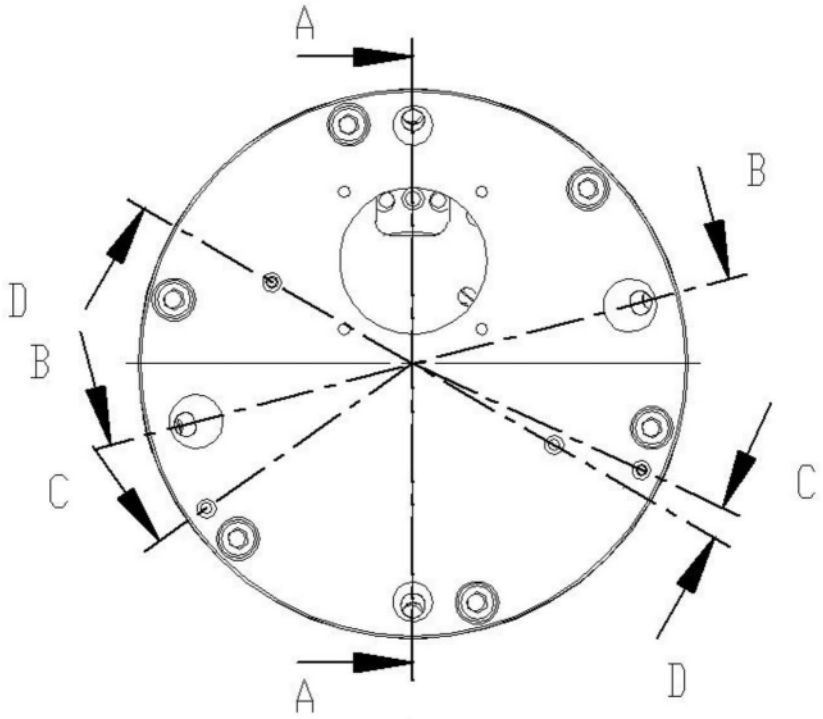

A
B
D
B
C
C
D
A

图3

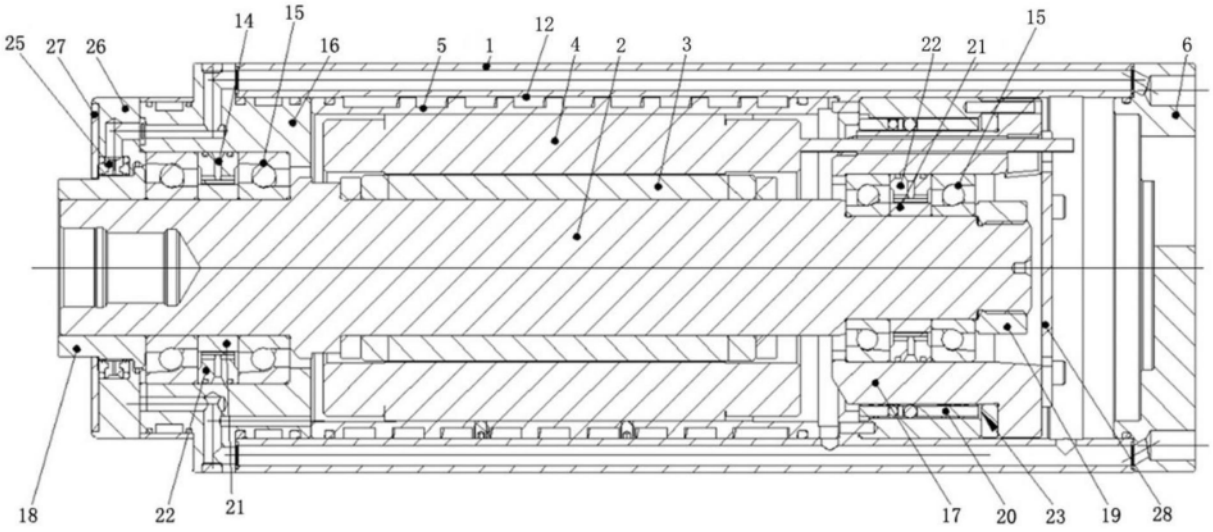

25
27
26
14
15
16
5
1
12
4
2
3
22
21
15
6
18
22
21
17
20
23
19
28

图4

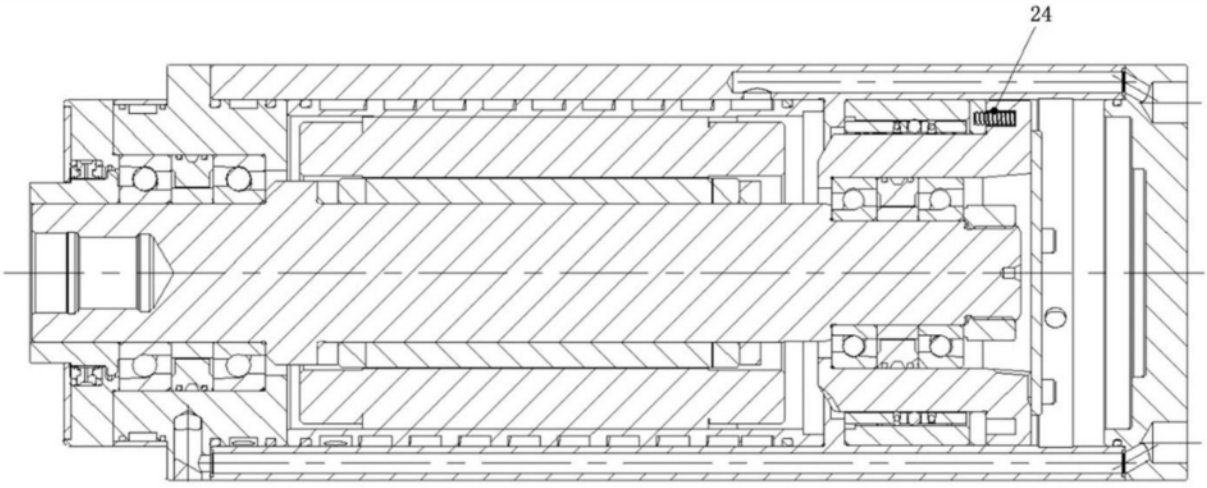


图5

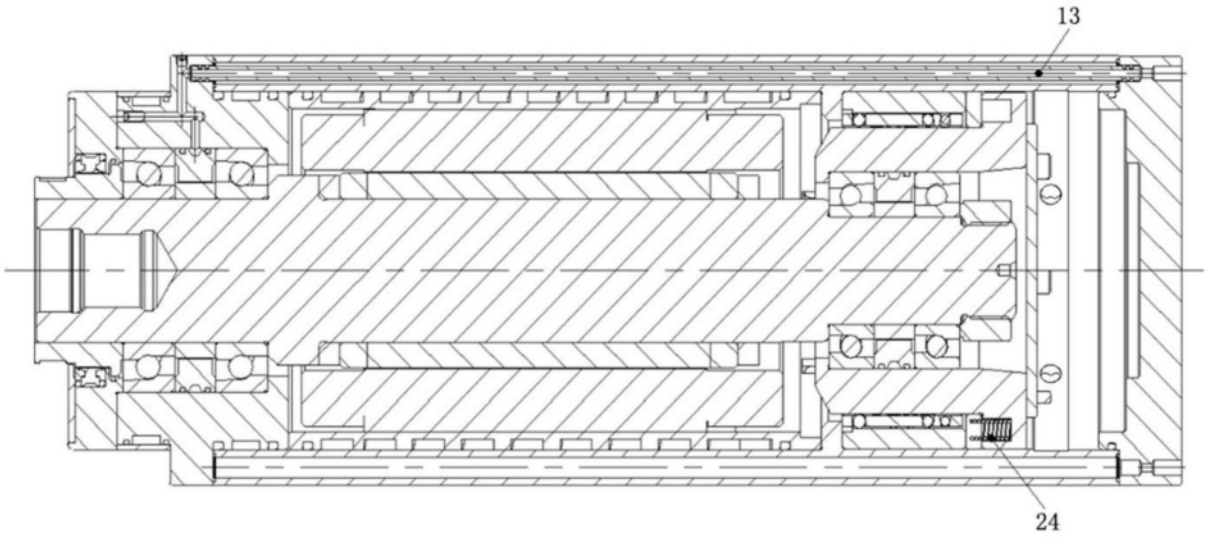


图6

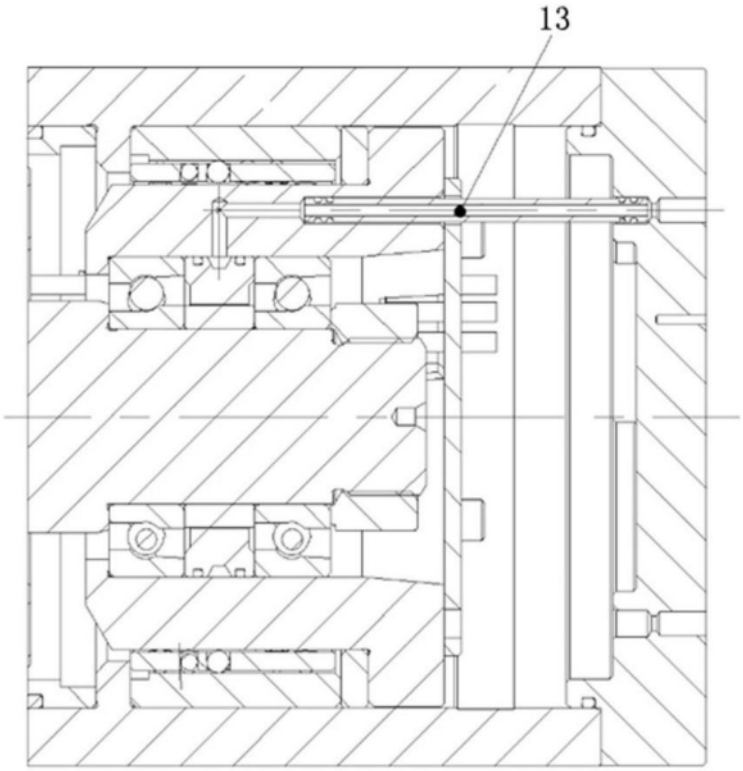


图7