



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118554688 B

(45) 授权公告日 2024.09.24

(21) 申请号 202411025346.7

H02K 11/215 (2016.01)

(22) 申请日 2024.07.30

H02K 16/00 (2006.01)

H02K 5/16 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118554688 A

(56) 对比文件

CN 106451902 A, 2017.02.22

CN 113531075 A, 2021.10.22

(43) 申请公布日 2024.08.27

(73) 专利权人 吉林大学

审查员 吴肖志

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72) 发明人 于立娟 王鑫 韩继晨 曾安琪

刘天缘 王昕 罗巍 田海龙

(74) 专利代理机构 长春市四环专利事务所(普

通合伙) 22103

专利代理师 张冉昕

(51) Int. Cl.

H02K 7/06 (2006.01)

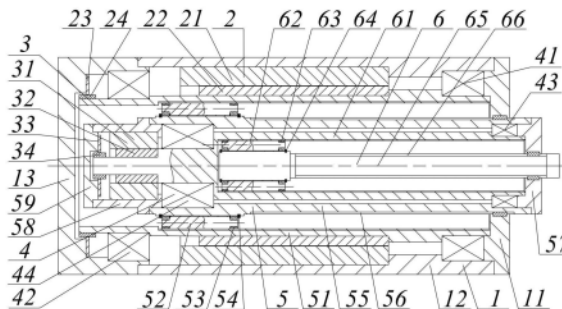
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸

(57) 摘要

一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸,涉及电动缸领域,一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸,包括缸体、第一动力总成、第二动力总成、轴承组、一级反向式行星滚柱丝杠副组件和二级反向式行星滚柱丝杠副组件;本发明采用两级反向行星滚柱丝杠副组件设计,能够承受更高的负载,确保高传动效率、低发热量和长使用寿命;采用无框力矩电机,确保了驱动力的直接传递和高效运行,最大程度上减小了轴向尺寸和径向尺寸,使得结构更加紧凑,便于集成;利用两个无框力矩电机分别驱动两级长螺母,并利用两个环形磁编码器检测电机的状态,实现了两级的单独精密控制,允许两级实现同步或独立运动,从而可以适应复杂的应用场合。



1. 一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸,其特征在于:包括缸体(1)、第一动力总成(2)、第二动力总成(3)、轴承组(4)、一级反向式行星滚柱丝杠副组件(5)和二级反向式行星滚柱丝杠副组件(6);

所述的缸体(1)包含前端盖(11)、壳体(12)和后端盖(13);

所述的第一动力总成(2)包含第一无框力矩电机定子(21)、第一无框力矩电机转子(22)、第一环形磁编码器定子(23)和第一环形磁编码器转子(24);

所述的第二动力总成(3)包含第二无框力矩电机定子(31)、第二无框力矩电机转子(32)、第二环形磁编码器定子(33)和第二环形磁编码器转子(34);

所述的轴承组(4)包含第一轴承(41)、第二轴承(42)、第三轴承(43)和第四轴承(44);

所述的二级反向式行星滚柱丝杠副组件(6)包含二级长螺母(61)、二级行星滚柱(62)、二级支撑架(63)、二级挡圈(64)、二级丝杠(65)和第二导向滑轨(66);

前端盖(11)与壳体(12)、后端盖(13)与壳体(12)均通过螺钉连接,前端盖(11)与壳体(12)的连接处以及后端盖(13)与壳体(12)的连接处均设置有凸缘,使前端盖(11)、后端盖(13)与壳体(12)嵌入连接;

第一无框力矩电机定子(21)一端抵靠在壳体(12)内壁凸起处,并通过结构胶固定在壳体(12)内壁,第一无框力矩电机转子(22)一端抵靠在一级长螺母(51)凸起处,并通过结构胶固定在一级长螺母(51)外壁,第一环形磁编码器定子(23)通过螺钉固定安装在后端盖(13)内壁,第一环形磁编码器转子(24)通过紧定螺钉与一级长螺母(51)固定连接,第一环形磁编码器转子(24)与第一环形磁编码器定子(23)的轴线相重合;

第二无框力矩电机定子(31)一端抵靠在第二无框力矩电机固定件(58)内壁凸起处,并通过结构胶固定在第二无框力矩电机固定件(58)内壁,第二无框力矩电机转子(32)一端抵靠在二级长螺母(61)实心部分凸起处,并通过结构胶与二级长螺母(61)实心部分的外壁固定连接,第二环形磁编码器定子(33)通过螺钉固定安装在一级空心丝杠后端盖(59)内壁,第二环形磁编码器转子(34)通过紧定螺钉与二级长螺母(61)固定连接,第二环形磁编码器转子(34)与第二环形磁编码器定子(33)的轴线相重合;

第一轴承(41)的外壁与壳体(12)部分内壁配合连接,第二轴承(42)的外壁与后端盖(13)部分内壁配合连接,第一轴承(41)和第二轴承(42)对称设置在一级长螺母(51)两端支承并定位,确保第一无框力矩电机定子(21)和第一无框力矩电机转子(22)的气隙均匀以及轴向位置正确匹配,第三轴承(43)和第四轴承(44)的外壁与一级空心丝杠(55)部分内壁配合连接,内壁对称设置在二级长螺母(61)两端支承并定位,使第二无框力矩电机定子(31)和第二无框力矩电机转子(32)的气隙均匀以及轴线相重合;

一级空心丝杠(55)上设置有一级支撑架(53),一级行星滚柱(52)的两端分别连接在一级支撑架(53)上,一级行星滚柱(52)与一级长螺母(51)螺纹连接,一级空心丝杠(55)与一级行星滚柱(52)螺纹连接,一级挡圈(54)固定设置在一级空心丝杠(55)的外壁上,固定住一级支撑架(53),第一导向滑轨(56)的轨道设置在一级空心丝杠(55)外壁,第一导向滑轨(56)的键槽设置在前端盖(11)内部,一级空心丝杠前端盖(57)和第二无框力矩电机固定件(58)与一级空心丝杠(55)均通过螺钉连接,一级空心丝杠后端盖(59)与第二无框力矩电机固定件(58)通过螺钉连接,一级空心丝杠前端盖(57)和第二无框力矩电机固定件(58)连接处均设置有凸缘,使一级空心丝杠前端盖(57)和第二无框力矩电机固定件(58)与一级空心

丝杠(55)嵌入连接;

二级丝杠(65)上设置有二级支撑架(63),二级行星滚柱(62)的两端分别连接在二级支撑架(63)上,二级行星滚柱(62)与二级长螺母(61)螺纹连接,二级丝杠(65)与二级行星滚柱(62)螺纹连接,二级挡圈(64)固定设置在二级丝杠(65)的外壁上,固定住二级支撑架(63),第二导向滑轨(66)的轨道设置在二级丝杠(65)外壁,第一导向滑轨(56)的键槽设置在一级空心丝杠前端盖(57)内部。

2.根据权利要求1所述的一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸,其特征在于:所述的壳体(12)开设有用于通线的径向孔。

3.根据权利要求1所述的一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸,其特征在于:所述的第二无框力矩电机固定件(58)开设有用于通线的径向孔。

## 一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电动缸领域,特别涉及一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸。

### 背景技术

[0002] 智能制造成为推动产业升级、增强竞争力的关键力量。电动缸作为精密的核心部件,以其独特优势,为智能工厂的构建贡献重要力量。电动缸在精密定位和搬运中的应用显著提升了生产效率。在半导体制造、电子组装等领域,对精度的要求极高,传统的机械传动方式难以满足要求。而电动缸凭借微米级的控制精度,能确保零件的精准搬运和定位,从而保证产品质量,提高生产效率。在智能工厂中,常常会遇到安装空间有限但需要较长工作行程,或者工作行程需求经常变化的情况。尽管单级电动缸能够满足安装空间小的要求,却无法满足不同工作行程的需要。若要延长单级电动缸的行程,将导致其变得笨重且需要较大的安装空间,同时可能导致工作不稳定,从而影响传动速度、工作精度和使用寿命。

[0003] 现有的二级或二级以上的多级电动缸电机装置通常位于缸体的一端或顶部,并通过各种动力传动机构(如减速器、同步轮传动组件、齿轮等)与缸体内的丝杠或其他传动部件连接,这会造成多级电动缸整体结构的轴向尺寸和径向尺寸偏大,传动机构的引入也会增加结构的复杂性并影响传动效率。

[0004] 现有的二级或二级以上的多级电动缸采用梯形丝杠或滚珠丝杠,在承受高负载或长时间运行时可能会发热。随着温度的升高,不仅可能导致丝杠和相关部件发生热膨胀,影响机械精度,还可能加速部件的磨损,增加系统的噪音和振动。在高负载下,丝杠的动态响应和稳定性也可能降低,影响整体的运动性能。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决背景技术中所述的现有问题,而提供的一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸。

[0006] 一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸,包括缸体、第一动力总成、第二动力总成、轴承组、一级反向式行星滚柱丝杠副组件和二级反向式行星滚柱丝杠副组件;

[0007] 所述的缸体包含前端盖、壳体 and 后端盖;

[0008] 所述的第一动力总成包含第一无框力矩电机定子、第一无框力矩电机转子、第一环形磁编码器定子和第一环形磁编码器转子;

[0009] 所述的第二动力总成包含第二无框力矩电机定子、第二无框力矩电机转子、第二环形磁编码器定子和第二环形磁编码器转子;

[0010] 所述的轴承组包含第一轴承、第二轴承、第三轴承和第四轴承;

[0011] 所述的二级反向式行星滚柱丝杠副组件包含二级长螺母、二级行星滚柱、二级支撑架、二级挡圈、二级丝杠和第二导向滑轨;

[0012] 前端盖与壳体、后端盖与壳体均通过螺钉连接,前端盖与壳体的连接处以及后端

盖与壳体的连接处均设置有凸缘,使前端盖、后端盖与壳体嵌入连接;

[0013] 第一无框力矩电机定子一端抵靠在壳体内壁凸起处,并通过结构胶固定在壳体内壁,第一无框力矩电机转子一端抵靠在一级长螺母凸起处,并通过结构胶固定在一级长螺母外壁,第一环形磁编码器定子通过螺钉固定安装在后端盖内壁,第一环形磁编码器转子通过紧定螺钉与一级长螺母固定连接,第一环形磁编码器转子与第一环形磁编码器定子的轴线相重合;

[0014] 第二无框力矩电机定子一端抵靠在第二无框力矩电机固定件内壁凸起处,并通过结构胶固定在第二无框力矩电机固定件内壁,第二无框力矩电机转子一端抵靠在二级长螺母实心部分凸起处,并通过结构胶与二级长螺母实心部分的外壁固定连接,第二环形磁编码器定子通过螺钉固定安装在一级空心丝杠后端盖内壁,第二环形磁编码器转子通过紧定螺钉与二级长螺母固定连接,第二环形磁编码器转子与第二环形磁编码器定子的轴线相重合;

[0015] 第一轴承的外壁与壳体部分内壁配合连接,第二轴承的外壁与后端盖部分内壁配合连接,第一轴承和第二轴承对称设置在一级长螺母两端支承并定位,确保第一无框力矩电机定子和第一无框力矩电机转子的气隙均匀以及轴向位置正确匹配,第三轴承和第四轴承的外壁与一级空心丝杠部分内壁配合连接,内壁对称设置在二级长螺母两端支承并定位,使第二无框力矩电机定子和第二无框力矩电机转子的气隙均匀以及轴线相重合;

[0016] 一级空心丝杠上设置有一级支撑架,一级行星滚柱的两端分别连接在一级支撑架上,一级行星滚柱与一级长螺母螺纹连接,一级空心丝杠与一级行星滚柱螺纹连接,一级挡圈固定设置在一级空心丝杠的外壁上,固定住一级支撑架,第一导向滑轨的轨道设置在一级空心丝杠外壁,第一导向滑轨的键槽设置在前端盖内部,一级空心丝杠前端盖和第二无框力矩电机固定件与一级空心丝杠均通过螺钉连接,一级空心丝杠后端盖与第二无框力矩电机固定件通过螺钉连接,一级空心丝杠前端盖和第二无框力矩电机固定件连接处均设置有凸缘,使一级空心丝杠前端盖和第二无框力矩电机固定件与一级空心丝杠嵌入连接;

[0017] 二级丝杠上设置有二级支撑架,二级行星滚柱的两端分别连接在二级支撑架上,二级行星滚柱与二级长螺母螺纹连接,二级丝杠与二级行星滚柱螺纹连接,二级挡圈固定设置在二级丝杠的外壁上,固定住二级支撑架,第二导向滑轨的轨道设置在二级丝杠外壁,第一导向滑轨的键槽设置在一级空心丝杠前端盖内部。

[0018] 所述的壳体开设有用于通线的径向孔。

[0019] 所述的第二无框力矩电机固定件开设有用于通线的径向孔。

[0020] 本发明的过程和工作原理:

[0021] 第一无框力矩电机定子和第一无框力矩电机转子组成了第一无框力矩电机;第二无框力矩电机定子和第二无框力矩电机转子组成了第二无框力矩电机。

[0022] 第一环形磁编码器定子和第一环形磁编码器转子组成了第一环形磁编码器;第二环形磁编码器定子第二环形磁编码器转子组成了第二环形磁编码器。

[0023] 本发明在使用过程中,第一无框力矩电机直接驱动一级长螺母,通过一级行星滚柱将一级长螺母的旋转运动转换为一级空心丝杠的直线运动,第一导向滑轨限制了一级空心丝杠的旋转自由度,以确保其运动的直线性,同时,第一环形磁编码器用于反馈第一无框力矩电机的角度、角速度和角加速度;第二无框力矩电机直接驱动二级长螺母的实心部分,

通过二级行星滚柱将二级长螺母的旋转运动转换为二级丝杠的直线运动,第二导向滑轨限制了二级丝杠的旋转自由度,确保其运动的直线性,第二环形磁编码器用于反馈第二无框力矩电机的角度、角速度和角加速度;在需要短行程工作时,只需使用一个无框力矩电机即可,当需要快速响应时,第一无框力矩电机无需工作,由第二无框力矩电机驱动二级反向式行星滚柱丝杠副组件运动;在需要高负载时,第二无框力矩电机无需工作,由第一无框力矩电机驱动一级反向式行星滚柱丝杠副组件运动;在需要长行程工作时,第一无框力矩电机和第二无框力矩电机协同工作,实现两级同步运动或更加复杂的运动形式;对于特殊的工作需求,第一无框力矩电机和第二无框力矩电机可以相互配合,由于两级可独立控制,可以定制两级的运动,从而完成一般二级电动缸无法实现的工作需求。

[0024] 本发明的有益效果:

[0025] (1) 本发明采用两级反向行星滚柱丝杠副组件设计,不仅能够承受更高的负载,还能确保高传动效率、低发热量和长使用寿命,两级模块化的设计,便于拆装和维护。

[0026] (2) 本发明采用无框力矩电机,由于无动力传动机构,确保了驱动力的直接传递和高效运行,最大程度的减小了轴向尺寸和径向尺寸,使得设计更加紧凑,便于集成。

[0027] (3) 本发明采用两个独立的无框力矩电机分别驱动两级长螺母,并配备了两个环形磁编码器,对电机进行实时状态监测,从而实现对两级长螺母的精确控制,这种控制方式不仅允许两级进行同步运动,以满足协调一致的工作需求,还支持两级独立运动,可以定制两级的运动以应对更复杂的特殊工作场景。

[0028] (4) 本发明采用两个导向滑轨,确保了电动缸在运动过程中的直线性,减少了摩擦和磨损,提高了运动的平稳性和使用寿命。

## 附图说明

[0029] 图1为本发明实施例的剖面图。

[0030] 图2为本发明实施例的一级反向式行星滚柱丝杠副组件的剖面图。

[0031] 图3为本发明实施例的二级反向式行星滚柱丝杠副组件的剖面图。

[0032] 图中:

[0033] 1-缸体;11-前端盖;12-壳体;13-后端盖;2-第一动力总成;21-第一无框力矩电机定子;22-第一无框力矩电机转子;23-第一环形磁编码器定子;24-第一环形磁编码器转子;3-第二动力总成;31-第二无框力矩电机定子;32-第二无框力矩电机转子;33-第二环形磁编码器定子;34-第二环形磁编码器转子;4-轴承组;41-第一轴承;42-第二轴承;43-第三轴承;44-第四轴承;5-一级反向式行星滚柱丝杠副组件;51-一级长螺母;52-一级行星滚柱;53-一级支撑架;54-一级挡圈;55-一级空心丝杠;56-第一导向滑轨;57-一级空心丝杠前端盖;58-第二无框力矩电机固定件;59-一级空心丝杠后端盖;6-二级反向式行星滚柱丝杠副组件;61-二级长螺母;62-二级行星滚柱;63-二级支撑架;64-二级挡圈;65-二级丝杠;66-第二导向滑轨。

## 具体实施方式

[0034] 请参阅图1至图3所示,为本发明的实施例。

[0035] 一种基于反向式行星滚柱丝杠的二级精密电动缸,包括缸体1、第一动力总成2、第

二动力总成3、轴承组4、一级反向式行星滚柱丝杠副组件5和二级反向式行星滚柱丝杠副组件6;

[0036] 所述的缸体1包含前端盖11、壳体12和后端盖13;

[0037] 所述的第一动力总成2包含第一无框力矩电机定子21、第一无框力矩电机转子22、第一环形磁编码器定子23和第一环形磁编码器转子24;

[0038] 所述的第二动力总成3包含第二无框力矩电机定子31、第二无框力矩电机转子32、第二环形磁编码器定子33和第二环形磁编码器转子34;

[0039] 所述的轴承组4包含第一轴承41、第二轴承42、第三轴承43和第四轴承44;

[0040] 所述的二级反向式行星滚柱丝杠副组件6包含二级长螺母61、二级行星滚柱62、二级支撑架63、二级挡圈64、二级丝杠65和第二导向滑轨66;

[0041] 前端盖11与壳体12、后端盖13与壳体12均通过螺钉连接,前端盖11与壳体12的连接处以及后端盖13与壳体12的连接处均设置有凸缘,使前端盖11、后端盖13与壳体12嵌入连接;

[0042] 第一无框力矩电机定子21一端抵靠在壳体12内壁凸起处,并通过结构胶固定在壳体12内壁,第一无框力矩电机转子22一端抵靠在一级长螺母51凸起处,并通过结构胶固定在一级长螺母51外壁,第一环形磁编码器定子23通过螺钉固定安装在后端盖13内壁,第一环形磁编码器转子24通过紧定螺钉与一级长螺母51固定连接,第一环形磁编码器转子24与第一环形磁编码器定子23的轴线相重合;

[0043] 第二无框力矩电机定子31一端抵靠在第二无框力矩电机固定件58内壁凸起处,并通过结构胶固定在第二无框力矩电机固定件58内壁,第二无框力矩电机转子32一端抵靠在二级长螺母61实心部分凸起处,并通过结构胶与二级长螺母61实心部分的外壁固定连接,第二环形磁编码器定子33通过螺钉固定安装在一级空心丝杠后端盖59内壁,第二环形磁编码器转子34通过紧定螺钉与二级长螺母61固定连接,第二环形磁编码器转子34与第二环形磁编码器定子33的轴线相重合;

[0044] 第一轴承41的外壁与壳体12部分内壁配合连接,第二轴承42的外壁与后端盖13部分内壁配合连接,第一轴承41和第二轴承42对称设置在一级长螺母51两端支承并定位,确保第一无框力矩电机定子21和第一无框力矩电机转子22的气隙均匀以及轴向位置正确匹配,第三轴承43和第四轴承44的外壁与一级空心丝杠55部分内壁配合连接,内壁对称设置在二级长螺母61两端支承并定位,使第二无框力矩电机定子31和第二无框力矩电机转子32的气隙均匀以及轴线相重合;

[0045] 一级空心丝杠55上设置有一级支撑架53,一级行星滚柱52的两端分别连接在一级支撑架53上,一级行星滚柱52与一级长螺母51螺纹连接,一级空心丝杠55与一级行星滚柱52螺纹连接,一级挡圈54固定设置在一级空心丝杠55的外壁上,固定住一级支撑架53,第一导向滑轨56的轨道设置在一级空心丝杠55外壁,第一导向滑轨56的键槽设置在前端盖11内部,一级空心丝杠前端盖57和第二无框力矩电机固定件58与一级空心丝杠55均通过螺钉连接,一级空心丝杠后端盖59与第二无框力矩电机固定件58通过螺钉连接,一级空心丝杠前端盖57和第二无框力矩电机固定件58连接处均设置有凸缘,使一级空心丝杠前端盖57和第二无框力矩电机固定件58与一级空心丝杠55嵌入连接;

[0046] 二级丝杠65上设置有二级支撑架63,二级行星滚柱62的两端分别连接在二级支撑

架63上,二级行星滚柱62与二级长螺母61螺纹连接,二级丝杠65与二级行星滚柱62螺纹连接,二级挡圈64固定设置在二级丝杠65的外壁上,固定住二级支撑架63,第二导向滑轨66的轨道设置在二级丝杠65外壁,第一导向滑轨56的键槽设置在一级空心丝杠前端盖57内部。

[0047] 所述的壳体12开设有用于通线的径向孔。

[0048] 所述的第二无框力矩电机固定件58开设有用于通线的径向孔。

[0049] 本实施例的工作原理和工作过程:本实施例在使用时,第一无框力矩电机直接驱动一级长螺母51,通过一级行星滚柱52将一级长螺母51的旋转运动转换为一级空心丝杠55的直线运动,第一导向滑轨56限制了一级空心丝杠55的旋转自由度,以确保其运动的直线性,同时,第一环形磁编码器用于反馈第一无框力矩电机的角度、角速度和角加速度;第二无框力矩电机直接驱动二级长螺母61的实心部分,通过二级行星滚柱62将二级长螺母61的旋转运动转换为二级丝杠65的直线运动,第二导向滑轨66限制了二级丝杠65的旋转自由度,确保其运动的直线性,第二环形磁编码器用于反馈第二无框力矩电机的角度、角速度和角加速度;在需要短行程工作时,只需使用一个无框力矩电机即可,当需要快速响应时,第一无框力矩电机无需工作,由第二无框力矩电机驱动二级反向式行星滚柱丝杠副组件6运动;在需要高负载时,第二无框力矩电机无需工作,由第一无框力矩电机驱动一级反向式行星滚柱丝杠副组件5运动;在需要长行程工作时,第一无框力矩电机和第二无框力矩电机协同工作,实现两级同步运动或更加复杂的运动形式;对于特殊的工作需求,第一无框力矩电机和第二无框力矩电机可以相互配合,由于两级可独立控制,可以定制两级的运动,从而完成一般二级电动缸无法实现的工作需求。



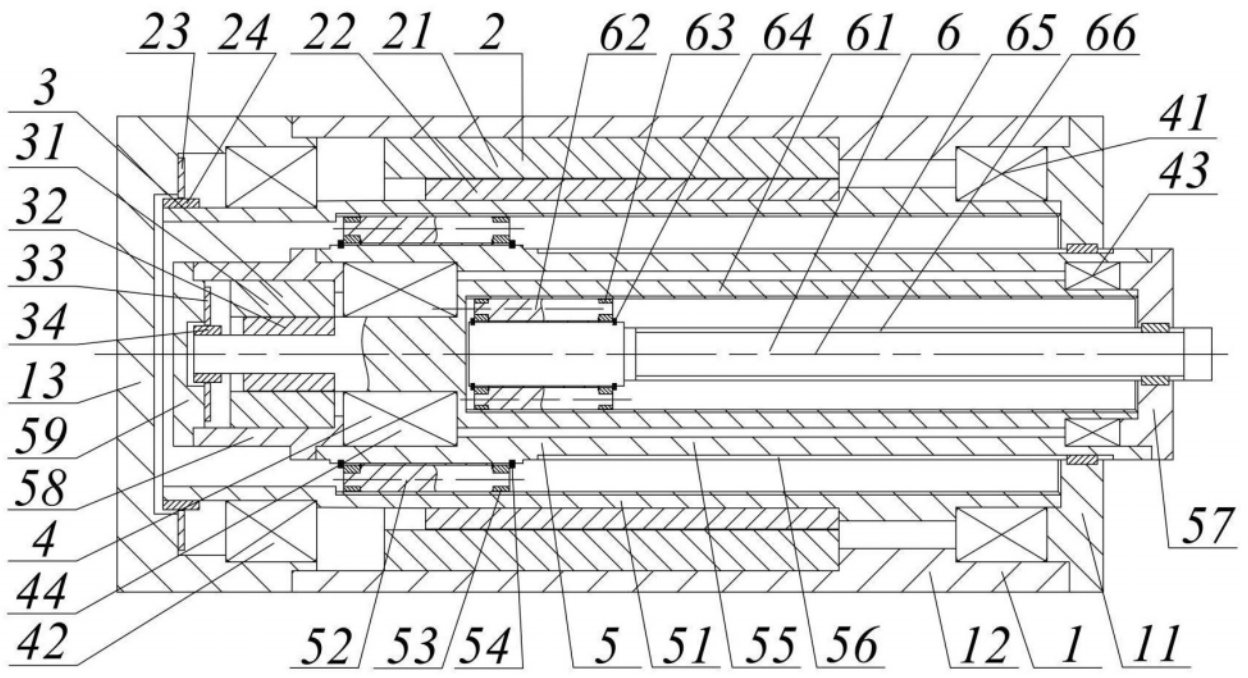


图 1

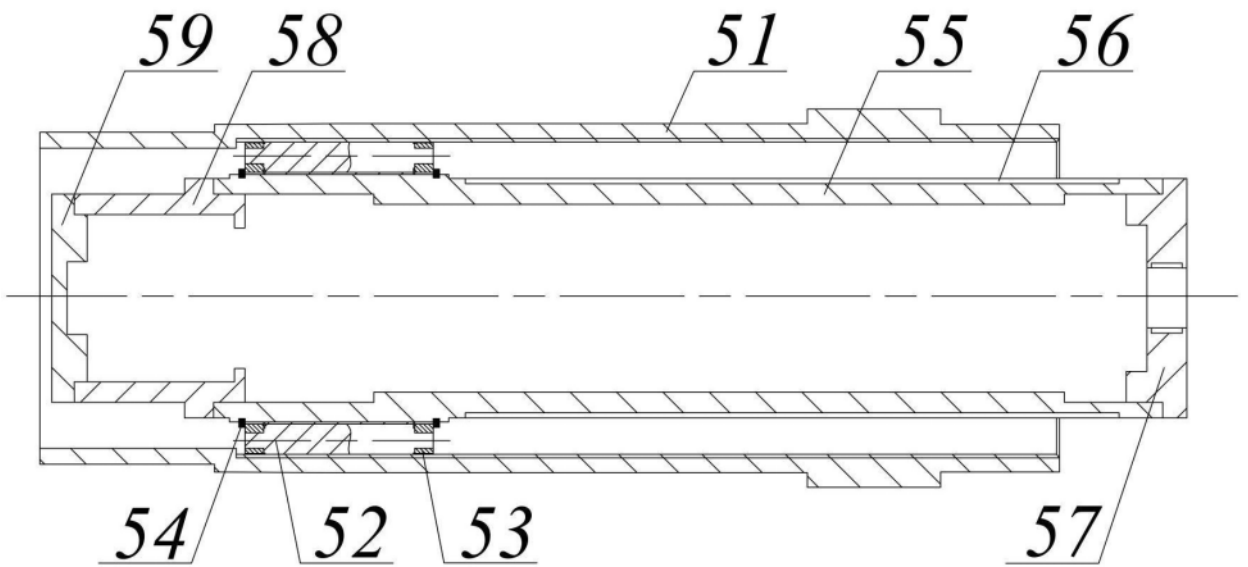


图 2

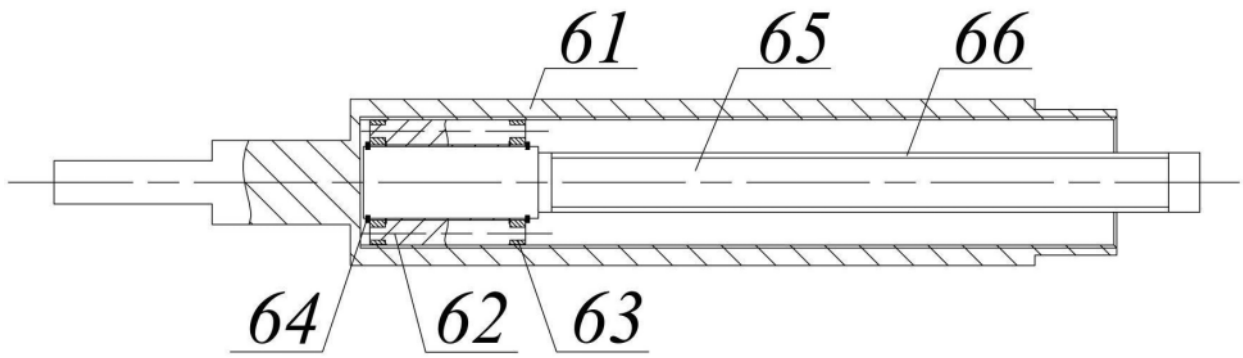


图 3