



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113562012 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202110819283.2

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2021.07.20

B61F 5/24 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 王蒙

申请公布号 CN 113562012 A

(43) 申请公布日 2021.10.29

(73) 专利权人 株洲时代新材料科技股份有限公司

地址 412007 湖南省株洲市天元区海天路  
18号

(72) 发明人 张维亨 汤腾 李鹏 邹敏佳  
罗燕 陈天鸥 刘欢

(74) 专利代理机构 株洲湘知知识产权代理事务  
所(普通合伙) 43232

专利代理师 李丽平

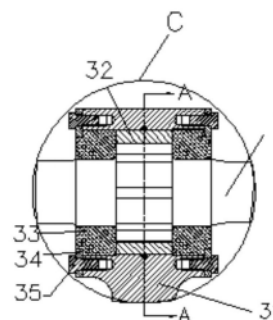
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

### (54) 发明名称

一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置及其实现  
变刚度的方法

### (57) 摘要

一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置及其实现  
变刚度的方法,将扭杆装置的至少一个扭转臂组  
件设置为活动臂组件,活动臂组件包括活动臂、  
轴承和止挡,轴承和止挡套设在扭杆轴外侧,活  
动臂套设在轴承和止挡外侧,且轴承与扭杆轴之  
间光滑接触,扭杆轴与止挡相接触的外侧周设有  
外花键,止挡内侧设有内花键,并且所述外花键  
的齿槽角大于所述内花键的齿厚角,所述内花键  
的齿槽角大于所述外花键的齿厚角,通过轴承与  
扭杆轴之间的光滑转动和花键内的空程来实现  
变刚度。本发明的抗侧滚扭杆装置可在直扭杆装  
置上实现变刚度,扩大了变刚度抗侧滚扭杆装置  
的应用范围,且实现变刚度部分的结构简单紧凑,  
与常规抗侧滚扭杆装置相比,需要增加的空间  
很小。



1. 一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置,包括扭杆轴(1)和分别设置在扭杆轴(1)两端处的两个扭转臂组件(2)和两个支撑座组件,两个扭转臂组件(2)分别各连接一个垂向连杆,其特征在于:至少一个扭转臂组件(2)为活动臂组件(3),活动臂组件(3)包括活动臂(31)、轴承(33)和止挡(32),轴承(33)和止挡(32)套设在扭杆轴(1)外侧,活动臂(31)套设在轴承(33)和止挡(32)外侧,且轴承(33)与扭杆轴(1)之间光滑接触,扭杆轴(1)与止挡(32)相接触的外侧周设有外花键,止挡(32)内侧设有内花键,并且所述外花键的齿槽角大于所述内花键的齿厚角,所述内花键的齿槽角大于所述外花键的齿厚角;

止挡(32)外侧周设有外花键,活动臂(31)与止挡(32)接触的内侧周设有内花键;止挡(32)的外花键与活动臂(31)的内花键齿数相等,且活动臂(31)的内花键模数略大于止挡(32)外花键模数,所述外花键与内花键之间通过橡胶(36)硫化连接。

2. 如权利要求1所述的刚度可变的抗侧滚扭杆装置,其特征在于:扭杆轴(1)靠近外花键位置处的外径小于外花键的齿根圆直径,轴承(33)内周面和位于花键侧的端面处靠近内周面的部分均与扭杆轴(1)光滑接触。

3. 如权利要求1所述的刚度可变的抗侧滚扭杆装置,其特征在于:轴承(33)与活动臂(31)接触处的外端面设有挡板(34),通过挡板(34)将轴承(33)与活动臂(31)连接成整体。

4. 如权利要求1所述的刚度可变的抗侧滚扭杆装置,其特征在于:扭杆轴(1)外花键的齿厚角与止挡(32)内花键的齿厚角相等,扭杆轴(1)外花键的齿槽角与止挡(32)内花键的齿槽角相等;

当抗侧滚扭杆装置在车体侧滚角 $0 \sim \theta$ 范围内不提供大刚度时,扭杆轴(1)外花键齿侧与止挡(32)内花键齿侧之间的空程角 $\Delta$ 的大小为:

$$\Delta = \frac{L}{l} \theta, \text{ 其中 } L \text{ 为垂向连杆间距, } l \text{ 为垂向连杆到扭杆轴(1)的距离;扭杆轴(1)外花键的}$$

齿厚角 $\alpha_1$ 和止挡(32)内花键的齿厚角 $\alpha_2$ 之间的关系为:

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{180^\circ}{n} - \Delta, \text{ 其中 } n \text{ 为花键齿数;扭杆轴(1)外花键的齿槽角 } \beta_1 \text{ 和止挡(32)内}$$

花键的齿槽角 $\beta_2$ 之间的关系为:  $\beta_1 = \beta_2 = \frac{180^\circ}{n} + \Delta$ 。

5. 如权利要求1所述的刚度可变的抗侧滚扭杆装置,其特征在于:活动臂(31)设有注胶孔(311),且活动臂(31)内花键的中间位置设有环形流道(312)。

6. 如权利要求1所述的刚度可变的抗侧滚扭杆装置,其特征在于:活动臂(31)与轴承(33)接触处的内径大于活动臂(31)内花键的齿根圆直径。

7. 一种权利要求1所述的刚度可变的抗侧滚扭杆装置实现变刚度的方法,其特征在于:通过将至少一个扭转臂组件(2)设置成活动臂组件(3),且将扭杆轴(1)与活动臂(31)之间的连接采用轴承承受径向力和花键承受扭矩相结合、并在相配合的内花键和外花键之间设置空程的方式来实现变刚度。

## 一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置及其实现变刚度的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置及其实现变刚度的方法,属于轨道交通技术领域范围。

### 背景技术

[0002] 轨道车辆安装抗侧滚扭杆装置的目的是补偿因使用空气弹簧而导致车辆侧滚刚度的不足,防止车辆在过弯道或者遇到横向大风时,过度倾斜而超出线界,保证轨道车辆的安全。但普通的抗侧滚扭杆装置同时会带来一些不利影响,比如使车体侧滚刚度增大,车体的侧滚振动加速度增大,车体总是发生振动,影响舒适度性。理想的技术方案是,当车辆不过弯道或未遭遇横向大风时,即车体侧滚角较小时,抗侧滚扭杆装置不发生作用或者说侧滚刚度极小,以消除抗侧滚扭杆装置的不利影响。

[0003] 如本申请人之前申请的申请号CN202010844523.X,名称为“主动控制型可变刚度的抗侧滚扭杆装置及其变刚度方法”的发明专利申请,通过改变转向架与车体之间的有效臂长来实现扭杆装置的变刚度,但此结构需增加额外的液压缸系统来调节有效臂的长度,结构复杂,成本高,且维护较困难。又如申请号CN201910806273.8,名称为“一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置及实现可变刚度的方法”的发明专利,通过将车体连接的支撑座组件内的绞架与支撑球铰一起在座架内垂向滑移来实现扭杆装置的变刚度,但此结构中的扭杆为弯扭杆,应用场合有限,且支撑座组件结构非常复杂,滑道的防水防尘问题很难解决,可靠性不高,安装难度大,同时弯扭杆杆体在支撑座组件中由刚度较小的钢弹簧支撑,约束小,振动(上下晃动)非常明显,有异响。

### 发明内容

[0004] 本发明针对当前变刚度抗侧滚扭杆装置结构复杂、应用场所受限的问题,提出了一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置及其实现变刚度的方法,在直扭杆装置上采用较简单的结构就能实现变刚度,提高了可靠性,扩大了适用范围。

[0005] 本发明为解决上述问题所采用的技术手段为:一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置,包括扭杆轴和分别设置在扭杆轴两端处的两个扭转臂组件和两个支撑座组件,两个扭转臂组件分别各连接一个垂向连杆,其中至少一个扭转臂组件为活动臂组件,活动臂组件包括活动臂、轴承和止挡,轴承和止挡套设在扭杆轴外侧,活动臂套设在轴承和止挡外侧,且轴承与扭杆轴之间光滑接触,扭杆轴与止挡相接触的外侧周设有外花键,止挡内侧设有内花键,并且所述外花键的齿槽角大于所述内花键的齿厚角,所述内花键的齿槽角大于所述外花键的齿厚角。

[0006] 进一步地,扭杆轴靠近外花键位置处的外径小于外花键的齿根圆直径,轴承内周面和位于花键侧的端面处靠近内周面的部分均与扭杆轴光滑接触。

[0007] 进一步地,轴承与活动臂接触处的外端面设有挡板,通过挡板将轴承与活动臂连接成整体。

[0008] 进一步地,扭杆轴外花键的齿厚角与止挡内花键的齿厚角相等,扭杆轴外花键的齿槽角与止挡内花键的齿槽角相等。

[0009] 进一步地,当抗侧滚扭杆装置在车体侧滚角 $0\sim\theta$ 范围内不提供大刚度时,扭杆轴外花键齿侧与止挡内花键齿侧之间的空程角 $\Delta$ 的大小为:

[0010]  $\Delta = \frac{L}{l}\theta$ , 其中 $L$ 为垂向连杆间距, $l$ 为垂向连杆到扭杆轴的距离;扭杆轴外花键的齿厚角 $\alpha_1$ 和止挡内花键的齿厚角 $\alpha_2$ 之间的关系为:

[0011]  $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{180^\circ}{n} - \Delta$ , 其中 $n$ 为花键齿数;扭杆轴外花键的齿槽角 $\beta_1$ 和止挡内花

键的齿槽角 $\beta_2$ 之间的关系为:  $\beta_1 = \beta_2 = \frac{180^\circ}{n} + \Delta$ 。

[0012] 进一步地,止挡与活动臂通过橡胶硫化结合。

[0013] 进一步地,止挡外侧周设有外花键,活动臂与止挡接触的内侧周设有内花键。

[0014] 进一步地,止挡的外花键与活动臂的内花键齿数相等,且活动臂的内花键模数略大于止挡外花键模数,所述外花键与内花键之间通过橡胶硫化连接。

[0015] 进一步地,活动臂设有注胶孔,且活动臂内花键的中间位置设有环形流道。

[0016] 进一步地,活动臂与轴承接触处的内径大于活动臂内花键的齿根圆直径。

[0017] 一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置实现变刚度的方法,通过将至少一个扭转臂组件设置成活动臂组件,且将扭杆轴与活动臂之间的连接采用轴承承受径向力和花键承受扭矩相结合、并在相配合的内花键和外花键之间设置空程的方式来实现变刚度。

[0018] 本发明的有益效果是:

[0019] 1. 本发明的抗侧滚扭杆装置可在直扭杆装置上实现变刚度,扩大了变刚度抗侧滚扭杆装置的应用范围。

[0020] 2. 本发明实现变刚度部分的结构简单紧凑,与常规抗侧滚扭杆装置相比,需要增加的空间很小;同时,组装过程更为简单。

[0021] 3. 本发明的活动臂组件与扭杆轴之间采用轴承和花键结合的方式相连接,将径向力分散至轴承,使花键只承受扭矩,不承受径向力,减轻了花键的载荷,提高了花键的寿命。

[0022] 4. 本发明的活动臂与止挡之间采用橡胶连接,对止挡和扭杆轴之间花键的接触起到缓冲和减振作用,提高了结构的可靠性。

## 附图说明

[0023] 图1为实施例一扭杆轴和扭转臂组件示意图;

[0024] 图2为实施例一扭杆轴和扭转臂组件另一角度示意图;

[0025] 图3为图2局部放大示意图;

[0026] 图4为图3剖视示意图;

[0027] 图5为实施例一扭杆轴结构示意图;

[0028] 图6为图4去掉扭杆轴后示意图;

[0029] 图7为实施例一活动臂结构示意图;

[0030] 图8为实施例一止挡结构示意图;

[0031] 图9为图7剖视示意图；

[0032] 图10为图7另一方向的剖视示意图；

[0033] 图11为图5局部放大示意图；

[0034] 图12为图9局部放大示意图；

[0035] 图13为实施例二扭杆轴与止挡的花键配合结构示意图；

[0036] 图中：1.扭杆轴，2.扭转臂组件，21.固定臂，3.活动臂组件，31.活动臂，311.注胶孔，312.流道，32.止挡，33.轴承，34.挡板，35.螺栓，36.橡胶。

## 具体实施方式

[0037] 下面结合附图对本发明进一步说明。其中，附图仅用于示例性说明，表示的仅是示意图，而非实物图，不能理解为对本专利的限制；为了更好地说明本发明的实施例，附图某些部件会有省略、放大或缩小，并不代表实际产品的尺寸；对本领域技术人员来说，附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0038] 实施例一

[0039] 一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置，如图1所示，为直扭杆装置，包括扭杆轴1和扭杆轴1两端的扭转臂组件2，扭杆轴1两端处还各设有一个支撑座组件，每个扭转臂组件2各连接有一个连杆。

[0040] 如图2所示，为了简化结构，一个扭转臂组件2采用固定臂21结构，另一个扭转臂组件2采用活动臂组件3。其中固定臂21与扭杆轴1之间可以采用过盈配合、圆柱花键配合或圆锥花键配合等，装配之后固定臂不能绕扭杆轴1转动。当然，也可以将两个扭转臂组件2都采用活动臂组件3的结构。

[0041] 如图3所示，活动臂组件3包括活动臂31、止挡32、轴承33和挡板34。本实施例中，轴承33设有两个，止挡32夹在两个轴承33之间，轴承33和止挡32套设在扭杆轴1外侧，活动臂31又套设在轴承33和止挡32的外侧。轴承33和活动臂31远离止挡32的一侧设有挡板34，挡板34的一部分与轴承33接触，另一部分与活动臂31接触，且通过螺栓35锁紧在活动臂31，这样，两个轴承33、止挡32和活动臂31被连成整体。

[0042] 如图4和图5所示，扭杆轴1与止挡32之间为大模数花键配合，即在扭杆轴1外侧周设有外花键，在止挡32内壁设有内花键，且扭杆轴1外花键的齿槽角大于止挡32内花键的齿厚角，止挡32内花键的齿槽角大于扭杆轴1外花键的齿厚角，以使内花键和外花键之间有一部分空程，从而能够实现变刚度。

[0043] 如图6所示，本实施例中的止挡32和活动臂31为分别加工出的结构，然后再用橡胶36硫化成整体，通过橡胶36作为连接体，可以避免止挡32和活动臂31为一体的结构中或者刚性连接的结构中当止挡32和扭杆轴1受力发生扭转时，二者的花键接触的一瞬间所带来的巨大冲击力，通过橡胶36起到缓冲和减振作用，避免了冲击产生的噪音，同时降低了冲击对花键的损伤。

[0044] 如图6-图8所示，为了增大止挡32与活动臂31之间的结合力，避免扭杆装置受力过大时橡胶36与止挡32或活动臂31之间剥离，在止挡32外侧周设有小模数外花键，在活动臂31内侧设有小模数内花键，且止挡32的外花键和活动臂31的内花键齿数相等，但活动臂的内花键模数略大于止挡外花键模数，因此，当二者相配合时，花键之间存在间隙，在硫化时

橡胶能够流入止挡32与活动臂31之间以将二者连接。为使硫化过程中橡胶36迅速和均匀地充满活动臂31和止挡34之间的间隙,如图10所示,在活转臂上加工有注胶孔311,如图9所示,在活动臂31的内花键中间位置加工了一个环形的流道312,注胶孔311与流道312相通,在硫化过程中,橡胶36从注胶孔311进入活动臂31内部后沿流道312前进,填满止挡32和扭转臂31间的花键的间隙,将二者结合在一起。

[0045] 为了使活动臂组件3不会与扭杆轴1之间产生轴向移动,如图11所示,扭杆轴1与轴承33配合处的外径 $r_1$ 小于扭杆轴1外花键齿根圆的直径 $R_1$ ,当两个轴承33分别从止挡32的两端处与活动臂31连接成整体时,扭杆轴1将两个轴承33隔开,避免轴向移动。如图12所示,活动臂31与轴承33配合处的外径 $R_2$ 大于活动臂31内花键齿根圆的直径 $r_2$ ,当轴承33与活动臂31连接成整体时,轴承33不会挤推止挡32。其中轴承33是由低摩擦系数、高耐磨性能的高分子材料如PET、PTFE等加工而成的圆筒状,其与扭杆轴1及活动臂31相接触的位置均为过渡配合,且轴承33与扭杆轴1的接触面均为光滑的表面,当扭杆装置受力时,轴承33与扭杆轴1之间能平滑转动。

[0046] 实施例二

[0047] 本实施例是在实施例一的基础上进行的细化,本实施例中,为了方便加工和检测,如图13所示,扭杆轴1外花键的齿厚角 $\alpha_1$ 与止挡32内花键的齿厚角 $\alpha_2$ 相等,扭杆轴1外花键的齿槽角 $\beta_1$ 与止挡32内花键的齿槽角 $\beta_2$ 相等,假设垂向连杆间距为 $L$ ,垂向连杆到扭杆轴的距离为 $l$ ,花键齿数为 $n$ ,当抗侧滚扭杆装置在车体侧滚角 $0 \sim \theta$ 范围内不提供大刚度时,扭杆轴外花键齿侧与止挡内花键齿侧之间的空程角 $\Delta$ 的大小为:  $\Delta = \frac{L}{l} \theta$ ,扭杆轴外花键的齿厚

角 $\alpha_1$ 和止挡内花键的齿厚角 $\alpha_2$ 之间的关系为:  $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{180^\circ}{n} - \Delta$ ,扭杆轴外花键的齿槽

角 $\beta_1$ 和止挡内花键的齿槽角 $\beta_2$ 之间的关系为:  $\beta_1 = \beta_2 = \frac{180^\circ}{n} + \Delta$ 。

[0048] 而且,扭杆轴1外花键及止挡32内花键齿侧均可采用渐开线轮廓,在加工精度很高的情况下,扭杆轴1外花键和止挡32内花键齿侧轮廓也可以为直线。

[0049] 通过上述实施例可以看出,本发明还涉及一种刚度可变的抗侧滚扭杆装置实现变刚度的方法,通过将至少一个扭转臂组件2设置成活动臂组件3,且将扭杆轴1与活动臂31之间的连接采用轴承33承受径向力和花键承受扭矩相结合、并在相配合的内花键和外花键之间设置空程的方式来实现变刚度。当车辆在直道上或大转弯半径上行走,且没有横向大风时,车体仅发生小角度倾斜,垂向连杆也仅发生少量垂向位移(两垂向连杆的位移方向相反),此时,固定臂21带动扭杆轴1与活动臂组件3发生相对转动(或者当扭杆轴1两端都是活动臂组件3时,活动臂组件3与扭杆轴1发生相对转动),即扭杆轴1外花键齿与止挡32内花键间发生同轴相对转动,由于扭杆轴1外花键齿与止挡32内花键之间存在空程角,故扭杆轴1不发生扭转,因此整个抗侧滚扭杆装置的侧滚刚度几乎为零。

[0050] 当车辆倾斜角增加到一定值时,扭杆轴1外花键齿与止挡32内花键接触,扭杆轴1发生扭转,产生抗侧滚力矩,整个抗侧滚扭杆装置的侧滚刚度急剧增大,发挥正常的抗侧滚作用,即实现变刚度。

[0051] 因此,当车辆在直道或大转弯半径线路上行走且未有横向大风时,本发明的抗侧

滚扭杆装置使车辆增加的侧滚刚度极小,不会影响乘坐舒适性;相反,在车辆过小弯道或遇到横向大风时,侧滚刚度很大,能保证车辆的安全。

[0052] 以上实施例仅供说明本发明之用,而非对本发明的限制,有关技术领域的技术人员在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以做出各种变化或变换,因此所有等同的技术方案也应该属于本发明的保护范围,本发明的保护范围应该由各权利要求限定。

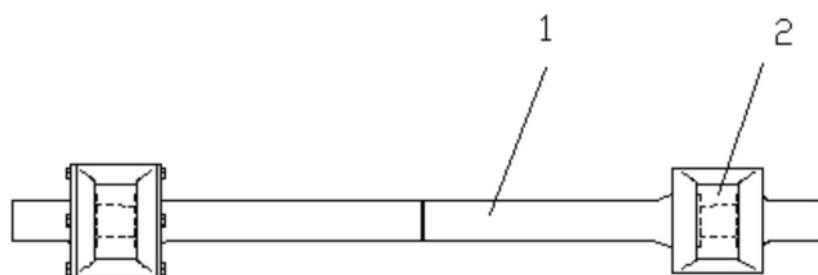


图1

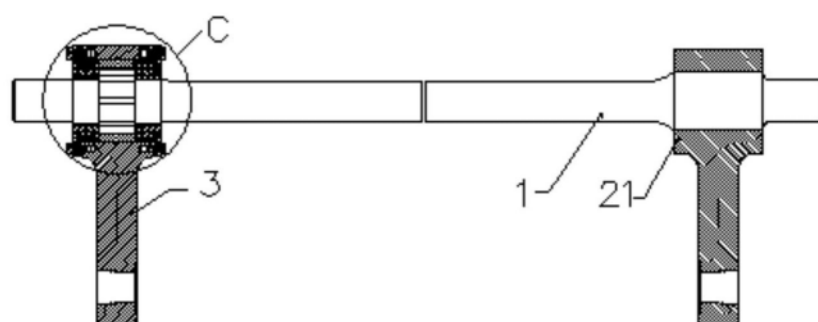


图2

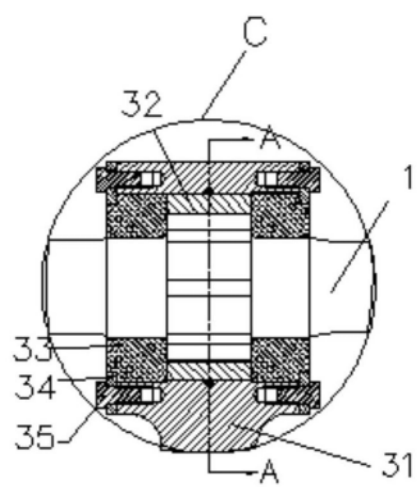


图3

A—A

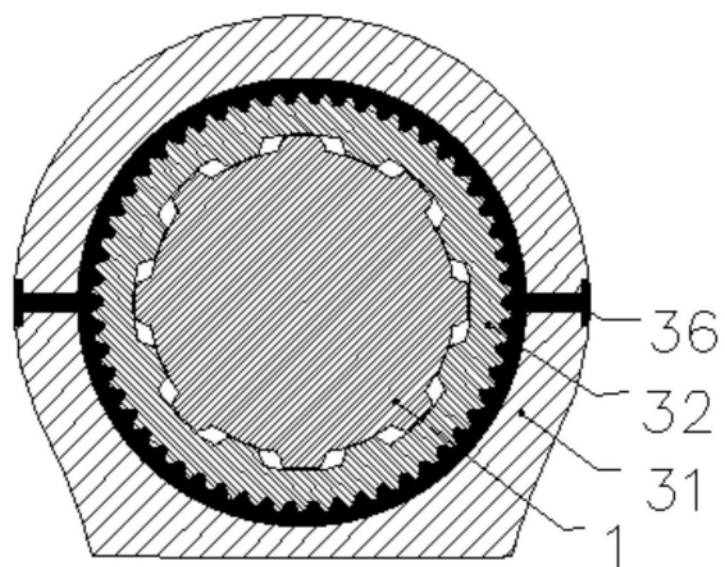


图4



图5

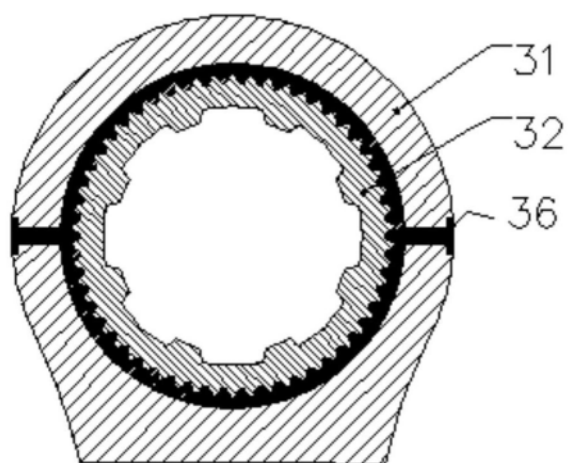


图6

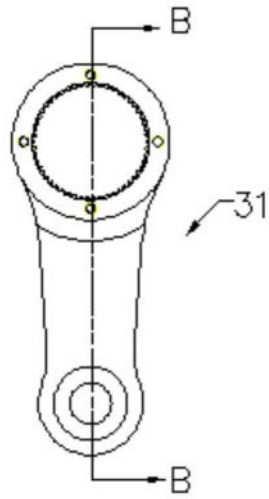


图7

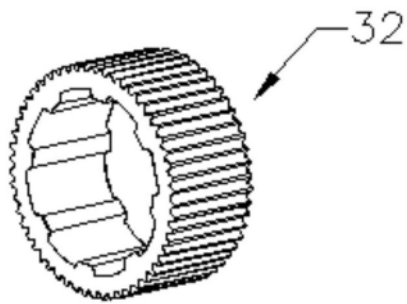


图8

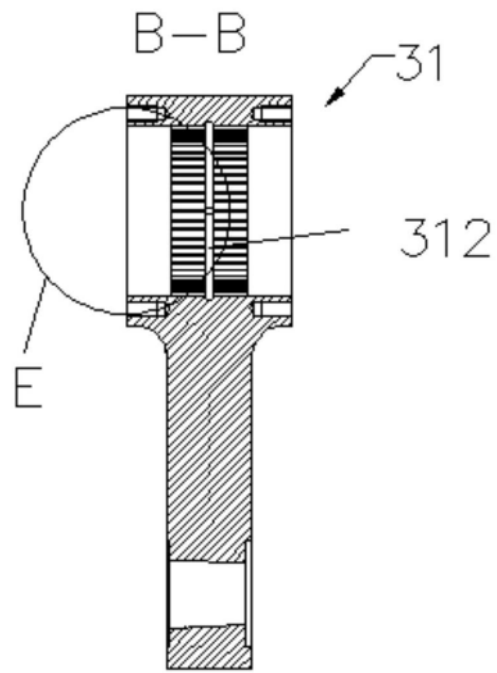


图9

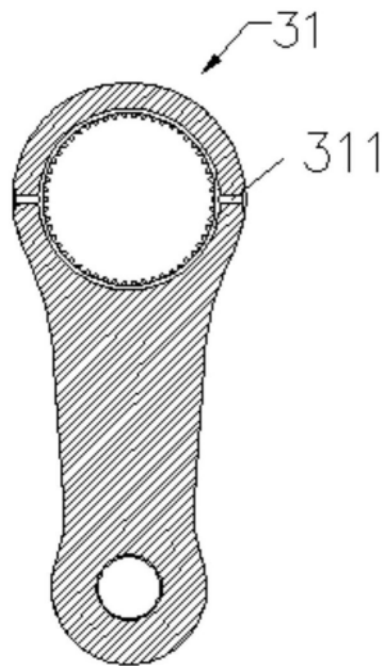


图10

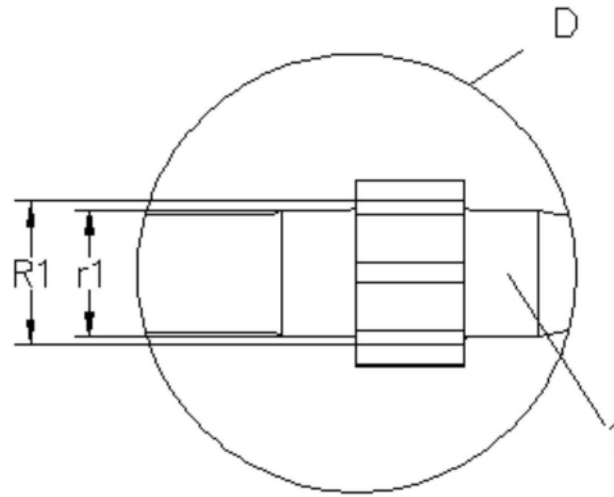


图11

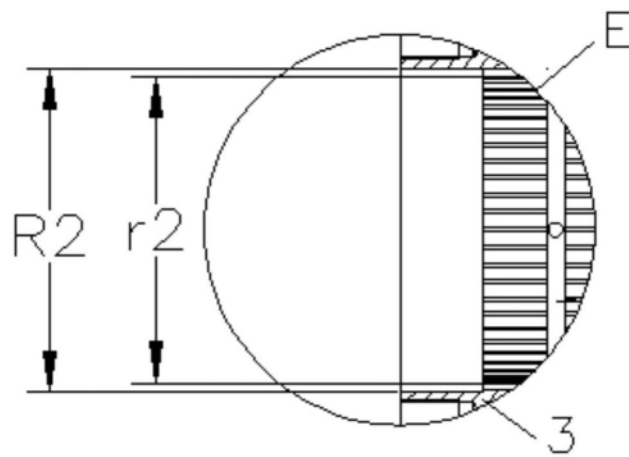


图12

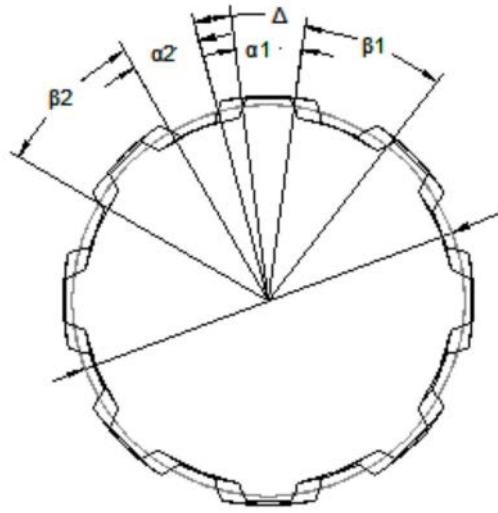


图13