



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116697002 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 05

(21) 申请号 202310695407.X

(22) 申请日 2023.06.13

(71) 申请人 中国科学院宁波材料技术与工程研究所

地址 315201 浙江省宁波市镇海区庄市大道519号

(72) 发明人 杨桂林 杜庆皓 肖瑞鑫 王慰军
陈庆盈 张驰

(74) 专利代理机构 南京利丰知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 32256

专利代理师 赵世发

(51) Int. Cl.

F16H 1/28 (2006.01)

F16H 1/32 (2006.01)

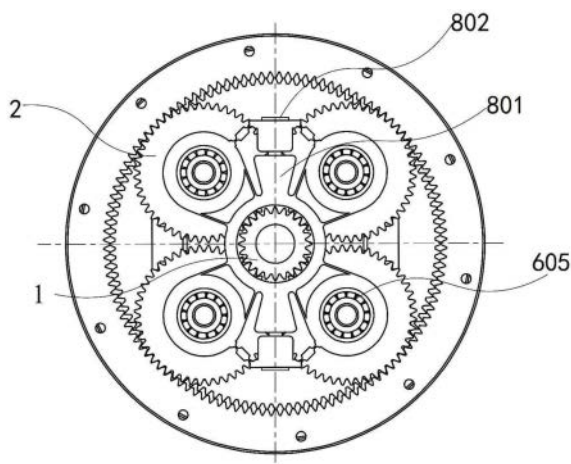
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种行星齿轮减速器及机器人关节

(57) 摘要

本发明公开了一种行星齿轮减速器及机器人关节,所述减速器包括输入太阳轮、若干个双联行星轮、输出内齿圈和固定内齿圈,双联行星轮周向分布于输入太阳轮的周围,每个双联行星轮包括第一行星轮和第二行星轮,第一行星轮和第二行星轮沿减速器的输入端至输出端的轴向同轴设置,且第一行星轮的齿数与第二行星轮的齿数不等,且输入太阳轮与若干个第一行星轮均相啮合;输出内齿圈的内侧与若干个第二行星轮相啮合;固定内齿圈的内侧与若干个第一行星轮相啮合。本发明将双联行星轮的两个行星轮设计为具有齿差的结构,在结构紧凑的同时实现大传动比传动,通过在双联行星轮两端设置两个交叉安装的柔性支撑方案,消除了减速器运动方向上的所有间隙。



1. 一种行星齿轮减速器,其特征在于,所述减速器包括:

输入太阳轮;

若干个双联行星轮,所述若干个双联行星轮周向分布于所述输入太阳轮的周围,每个所述双联行星轮包括第一行星轮和第二行星轮,所述第一行星轮和第二行星轮沿减速器的输入端至输出端的轴向同轴设置,且所述第一行星轮的齿数与所述第二行星轮的齿数不等,且所述输入太阳轮与若干个所述第一行星轮均相啮合;

输出内齿圈,所述输出内齿圈位于所述双联行星轮外且靠近减速器的输出端设置,且所述输出内齿圈的内侧与若干个所述第二行星轮相啮合;

固定内齿圈,所述固定内齿圈位于所述双联行星轮外且靠近减速器的输入端设置,且所述固定内齿圈的内侧与若干个所述第一行星轮相啮合。

2. 根据权利要求1所述的一种行星齿轮减速器,其特征在于:所述行星齿轮减速器的传动比为:

$$i = (1 + \frac{z_r}{z_s}) / (1 - \frac{z_r z_{p2}}{z_g z_{p1}});$$

其中, i 为传动比, $z_s, z_{p1}, z_{p2}, z_r, z_g$ 分别表示为所述输入太阳轮、第一行星轮、第二行星轮、固定内齿圈及输出内齿圈的齿数。

3. 根据权利要求1所述的一种行星齿轮减速器,其特征在于:所述减速器还包括输出端柔性行星架和固定端柔性行星架,所述输出端柔性行星架和固定端柔性行星架分别位于双联行星轮的两端且两者在周向上相错位交叉设置,带动两侧的第二行星轮和第一行星轮在周向相反反向运动,消除所述双联行星轮传动的间隙。

4. 根据权利要求3所述的一种行星齿轮减速器,其特征在于:所述输出端柔性行星架包括输出端中心轴承座和周向分布于所述输出端中心轴承座周围的且与所述第二行星轮的数量相同的若干个输出端行星轴承座,所述输出端中心轴承座内形成有与所述输入太阳轮同心设置的输出端中心轴承孔,每个所述输出端行星轴承座内形成有与所述第二行星轮同心设置的输出端轴承孔;所述固定端柔性行星架包括固定端中心轴承座和周向分布于所述固定端中心轴承座周围的且与所述第一行星轮的数量相同的若干个固定端行星轴承座,所述固定端中心轴承座内形成有与所述输入太阳轮同心设置的固定端中心轴承孔,每个所述固定端行星轴承座内形成有与所述第一行星轮同心设置的固定端轴承孔。

5. 根据权利要求4所述的一种行星齿轮减速器,其特征在于:所述输出端柔性行星架还包括至少一个输出端调整组件,每个所述输出端调整组件设置于相邻两个所述输出端行星轴承座之间,用于调整两个所述输出端行星轴承座之间的张角,进而带动对应的两个第二行星轮在周向上运动;所述固定端柔性行星架还包括至少一个固定端调整组件,每个所述固定端调整组件设置于相邻两个所述固定端行星轴承座之间,用于调整两个所述固定端行星轴承座之间的张角,进而带动对应的两个第一行星轮在周向上运动。

6. 根据权利要求5所述的一种行星齿轮减速器,其特征在于:所述输出端调整组件包括输出端调整架、输出端调整螺钉和输出端预紧弹簧,所述输出端调整架位于相邻两个所述输出端行星轴承座之间,所述输出端调整螺钉径向安装到所述输出端调整架内,所述输出端预紧弹簧套装在所述输出端调整螺钉上,通过改变所述输出端调整螺钉在所述输出端调整架内的径向连接深度,压缩所述输出端预紧弹簧,进而调整两个所述输出端行星轴承座

之间的张角,进而带动对应的两个第二行星轮在周向上运动;所述固定端调整组件包括固定端调整架、固定端调整螺钉和固定端预紧弹簧,所述固定端调整架位于相邻两个所述固定端行星轴承座之间,所述固定端调整螺钉径向安装到所述固定端调整架内,所述固定端预紧弹簧套装在所述固定端调整螺钉上,通过改变所述固定端调整螺钉在所述固定端调整架内的径向连接深度,压缩所述固定端预紧弹簧,进而调整两个所述固定端行星轴承座之间的张角,进而带动对应的两个第一行星轮在周向上运动。

7. 根据权利要求4所述的一种行星齿轮减速器,其特征在于:每个所述输出端轴承孔内安装一与对应的第二行星轮同轴的输出端轴承,每个所述固定端轴承孔内安装一与对应的第一行星轮同轴的固定端轴承。

8. 根据权利要求3所述的一种行星齿轮减速器,其特征在于:所述输出端柔性行星架和固定端柔性行星架均为一体成型设计。

9. 根据权利要求5所述的一种行星齿轮减速器,其特征在于:所述输出端调整组件与所述输出端柔性行星架一体成型设计,且所述固定端调整组件与所述固定端柔性行星架也为一体成型设计。

10. 一种机器人关节,其特征在于包括权利要求1-9中任意一项所述的行星齿轮减速器。

一种行星齿轮减速器及机器人关节

技术领域

[0001] 本发明属于机器人关节技术领域,具体涉及一种行星齿轮减速器及机器人关节。

背景技术

[0002] 减速器是机器人关节的核心关键部件,其传动性能对机器人整体性能产生重要影响。相较于传统的谐波减速器,行星齿轮减速器有刚度高、双向传动效率高、反向传动性能好等优点,相较于RV减速器具有体积小、重量轻等优点。结合以上优点,行星齿轮减速器特别适合用于对人机交互性能要求较高的协作机器人及康复机器人。然而,传统齿轮传动存在回差,齿轮在换向时会进入间隙死区,加之由于传动链误差的串联累积,行星齿轮减速器的传动间隙较大,不仅降低了传动精度,同时增大了高精度位置控制的难度。因此行星齿轮减速器在精密传动场景尤其是机器人关节中的应用仍存在较大问题。

[0003] 目前消除行星齿轮间隙的方法大致如下:一是采用冗余传动链的方式消除间隙,例如CN110925409A、名称为“一种行星齿轮弹性消隙减速器”的专利方案中,结合固定内齿圈与浮动内齿圈,通过调整两内齿圈的相位角度差保证分别与行星轮的两侧保持无间隙接触;二是通过调整中心距的方式消除间隙,又例如CN113757349A、名称为“一种含有变位行星架系统的行星传动装置”的专利方案中,利用胀套式柔性行星架通过调整行星轮与内齿圈的中心距来减小间隙。但是,第一种方案中,为了实现消隙需要增加冗余的传动链,增大了减速器的体积与质量;而第二种方案中,只能消除内啮合副间隙,无法兼顾内啮合与外啮合的间隙,导致存在残余回差。

[0004] 如何提供一种同时具有大传动比,结构紧凑以及零间隙特性的行星齿轮减速器是一个急需解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种同时具有大传动比,结构紧凑以及零间隙特性的行星齿轮减速器,从而克服现有技术的不足。

[0006] 为实现前述发明目的,本发明采用的技术方案包括:一种行星齿轮减速器,包括:

[0007] 输入太阳轮;

[0008] 若干个双联行星轮,所述若干个双联行星轮周向分布于所述输入太阳轮的周围,每个所述双联行星轮包括第一行星轮和第二行星轮,所述第一行星轮和第二行星轮沿减速器的输入端至输出端的轴向同轴设置,且所述第一行星轮的齿数与所述第二行星轮的齿数不等,且所述输入太阳轮与若干个所述第一行星轮均相啮合;

[0009] 输出内齿圈,所述输出内齿圈位于所述双联行星轮外且靠近减速器的输出端设置,且所述输出内齿圈的内侧与若干个所述第二行星轮相啮合;

[0010] 固定内齿圈,所述固定内齿圈位于所述双联行星轮外且靠近减速器的输入端设置,且所述固定内齿圈的内侧与若干个所述第一行星轮相啮合。

[0011] 在一优选实施例中,所述基于双侧交叉柔性支撑的行星轮系消隙装置的传动比

为：

$$[0012] \quad i = \left(1 + \frac{z_r}{z_s}\right) / \left(1 - \frac{z_r z_{p2}}{z_g z_{p1}}\right);$$

[0013] 其中, i 为传动比, $z_s, z_{p1}, z_{p2}, z_r, z_g$ 分别表示为所述输入太阳轮、第一行星轮、第二行星轮、固定内齿圈及输出内齿圈的齿数。

[0014] 在一优选实施例中, 所述减速器还包括输出端柔性行星架和固定端柔性行星架, 所述输出端柔性行星架和固定端柔性行星架分别位于双联行星轮的两端且两者在周向上相错位交叉设置, 带动两侧的第二行星轮和第一行星轮在周向相反反向运动, 消除所述双联行星轮传动的间隙。

[0015] 在一优选实施例中, 所述输出端柔性行星架包括输出端中心轴承座和周向分布于所述输出端中心轴承座周围的且与所述第二行星轮的数量相同的若干个输出端行星轴承座, 所述输出端中心轴承座内形成有与所述输入太阳轮同心设置的输出端中心轴承孔, 每个所述输出端行星轴承座内形成有与所述第二行星轮同心设置的输出端轴承孔; 所述固定端柔性行星架包括固定端中心轴承座和周向分布于所述固定端中心轴承座周围的且与所述第一行星轮的数量相同的若干个固定端行星轴承座, 所述固定端中心轴承座内形成有与所述输入太阳轮同心设置的固定端中心轴承孔, 每个所述固定端行星轴承座内形成有与所述第一行星轮同心设置的固定端轴承孔。

[0016] 在一优选实施例中, 所述输出端柔性行星架还包括至少一个输出端调整组件, 每个所述输出端调整组件设置于相邻两个所述输出端行星轴承座之间, 用于调整两个所述输出端行星轴承座之间的张角, 进而带动对应的两个第二行星轮在周向上运动; 所述固定端柔性行星架还包括至少一个固定端调整组件, 每个所述固定端调整组件设置于相邻两个所述固定端行星轴承座之间, 用于调整两个所述固定端行星轴承座之间的张角, 进而带动对应的两个第一行星轮在周向上运动。

[0017] 在一优选实施例中, 所述输出端调整组件包括输出端调整架、输出端调整螺钉和输出端预紧弹簧, 所述输出端调整架位于相邻两个所述输出端行星轴承座之间, 所述输出端调整螺钉径向安装到所述输出端调整架内, 所述输出端预紧弹簧套装在所述输出端调整螺钉上, 通过改变所述输出端调整螺钉在所述输出端调整架内的径向连接深度, 压缩所述输出端预紧弹簧, 进而调整两个所述输出端行星轴承座之间的张角, 进而带动对应的两个第二行星轮在周向上运动; 所述输出端调整组件包括输出端调整架、输出端调整螺钉和输出端预紧弹簧, 所述固定端调整架位于相邻两个所述固定端行星轴承座之间, 所述固定端调整螺钉径向安装到所述固定端调整架内, 所述固定端预紧弹簧套装在所述固定端调整螺钉上, 通过改变所述固定端调整螺钉在所述固定端调整架内的径向连接深度, 压缩所述固定端预紧弹簧, 进而调整两个所述固定端行星轴承座之间的张角, 进而带动对应的两个第一行星轮在周向上运动。

[0018] 在一优选实施例中, 每个所述输出端轴承孔内安装一与对应的第二行星轮同轴的输出端轴承, 每个所述固定端轴承孔内安装一与对应的第一行星轮同轴的固定端轴承。

[0019] 在一优选实施例中, 所述输出端柔性行星架和固定端柔性行星架均为一体成型设计。

[0020] 在一优选实施例中, 所述输出端调整组件与所述输出端柔性行星架一体成型设

计,且所述固定端调整组件与所述固定端柔性行星架也为一体成型设计。

[0021] 本发明还揭示了一种机器人关节,包括上述行星齿轮减速器。

[0022] 与现有技术相比较,本发明的有益效果至少在于:

[0023] 1、本发明将双联行星轮的两个行星轮设计为具有齿差的结构,在结构紧凑的同时实现大传动比传动。

[0024] 2、本发明通过在双联行星轮两端设置两个相交叉安装的柔性支撑方案,使得双联行星轮两端收到方向相反的周向弹性支撑力,使其在间隙范围内与原轴线存在一小夹角,进而保证双联行星轮的两行星轮在前后两排与输入太阳轮、固定内齿圈和输出内齿圈同时保持接触,同时相邻行星轮产生方向相反的轴偏角,保证减速器在正反转均能保证无侧隙啮合状态,依靠单个双联行星轮的偏转即可消除运动方向上的所有间隙。

[0025] 3、本发明提供的双侧行星架支撑提高了行星轮的径向支撑刚度,改善了行星轮受载情况。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1是本发明一实施方式中行星齿轮减速器整体装配后的结构正视图;

[0028] 图2是本发明一实施方式中行星齿轮减速器整体装配后的结构左视图;

[0029] 图3是本发明一实施方式中行星齿轮减速器整体装配后的结构爆炸图;

[0030] 图4是本发明一实施方式中行星齿轮减速器的传动原理图;

[0031] 图5是本发明一实施方式中固定端柔性行星架的装配图;

[0032] 图6是本发明一实施方式中柔性行星架与双联行星轮的轴侧装配示意图;

[0033] 图7是本发明一实施方式中双联行星轮受双侧交叉柔性行星架的载荷示意图;

[0034] 图8a、8b是本发明一实施方式中传动间隙消除原理抽象示意图,其中图8a为初始状态,图8b为消除状态;

[0035] 附图标记:

[0036] 1、输入太阳轮,2、双联行星轮,201、第一行星轮,202、第二行星轮,3、输出内齿圈,4、固定内齿圈,50、输出端柔性行星架,501、输出端中心轴承座,502、输出端行星轴承座,503、输出端中心轴承孔,504、输出端轴承孔,505、输出端轴承,60、固定端柔性行星架,601、固定端中心轴承座,602、固定端行星轴承座,603、固定端中心轴承孔,604、固定端轴承孔,605、固定端轴承,70、输出端调整组件,80、固定端调整组件,801、固定端调整架,802、固定端调整螺钉,803、固定端预紧弹簧, F_{50} 、输出端柔性行星架向双联行星轮施加的弹性力, F_{60} 、固定端柔性行星架向双联行星轮施加的弹性力。

具体实施方式

[0037] 通过应连同所附图式一起阅读的以下具体实施方式将更完整地理解本发明。本文中揭示本发明的详细实施例;然而,应理解,所揭示的实施例仅具本发明的示范性,本发明

可以各种形式来体现。因此,本文中所揭示的特定功能细节不应解释为具有限制性,而是仅解释为权利要求书的基础且解释为用于教导所属领域的技术人员在事实上任何适当详细实施例中以不同方式采用本发明的代表性基础。

[0038] 本发明所揭示的一种行星齿轮减速器及机器人关节,通过在双联行星轮两端设置两个相交叉安装的柔性行星架,通过双联行星轮的轴线在间隙范围内产生的偏转角,带动两行星轮向相反方向产生偏转,依靠单个双联行星轮的偏转即可消除运动方向上的所有间隙。

[0039] 结合图1~图4所示,本发明实施例所揭示的一种行星齿轮减速器,包括输入太阳轮1、若干个双联行星轮2、输出内齿圈3、固定内齿圈4、输出端柔性行星架50和固定端柔性行星架60。

[0040] 其中,输入太阳轮1位于最内侧,若干个双联行星轮2周向均匀分布于输入太阳轮1的周围,实施时,双联行星轮2的个数可以是 $2n$ 个,其中, n 为大于等于1的整数。本实施例中,双联行星轮2的个数为4个,4个双联行星轮2周向均匀分布于输入太阳轮1的周围。

[0041] 每个双联行星轮2包括两个行星轮,分别定义为第一行星轮201和第二行星轮202,第一行星轮201和第二行星轮202沿减速器的输入端至输出端的轴向(图中为左右方向)相同轴设置,且第一行星轮201的齿数和第二行星轮202的齿数不等。

[0042] 输出内齿圈3位于所述双联行星轮2外且靠近减速器的输出端设置,且输出内齿圈3的内侧与四个第二行星轮202均相啮合;固定内齿圈4位于双联行星轮2外且靠近减速器的输入端设置,且固定内齿圈4的内侧与四个第一行星轮201均相啮合,且四个第一行星轮201也均与输入太阳轮1相啮合。

[0043] 本发明实施例中,行星齿轮减速器的传动比为:

$$[0044] \quad i = (1 + \frac{z_r}{z_s}) / (1 - \frac{z_r z_{p2}}{z_g z_{p1}})$$

[0045] 其中, i 为传动比, $z_s, z_{p1}, z_{p2}, z_r, z_g$ 分别表示为上述输入太阳轮1、第一行星轮201、第二行星轮202、固定内齿圈4及输出内齿圈3的齿数。

[0046] 优选地,输出端柔性行星架50和固定端柔性行星架60分别安装于双联行星轮2的两端,其中,输出端柔性行星架50安装于行星齿轮减速器的输出端,即靠近双联行星轮2的第二行星轮202设置,固定端柔性行星架60安装于行星齿轮减速器的固定端,即靠近双联行星轮2的第一行星轮201设置。本实施例中,输出端柔性行星架50和固定端柔性行星架60的结构相同。且优选地,输出端柔性行星架50和固定端柔性行星架60均为一体成型设计。

[0047] 具体地,输出端柔性行星架50包括输出端中心轴承座501和周向分布于输出端中心轴承座501周围的且与第二行星轮202的数量相同的若干个输出端行星轴承座502,也就是说,本实施例中,输出端行星轴承座502的数量也为4个。输出端中心轴承座501内形成有与输入太阳轮1同心同轴设置的输出端中心轴承孔503,每个输出端行星轴承座502内形成有与第二行星轮202同心同轴设置的输出端轴承孔504。且每个输出端轴承孔504内安装一输出端轴承505,输出端轴承505也与对应的第二行星轮202同心同轴设置。

[0048] 同样的,如图5所示,固定端柔性行星架60包括固定端中心轴承座601和周向分布于固定端中心轴承座601周围的且与第一行星轮201的数量相同的若干个固定端行星轴承座602,也就是说,本实施例中,固定端行星轴承座602的数量也为4个。固定端中心轴承座

601内形成有与输入太阳轮1同心同轴设置的固定端中心轴承孔603,每个固定端行星轴承座602内形成有与第一行星轮201同心同轴设置的固定端轴承孔604。且每个固定端轴承孔604内安装一固定端轴承605,固定端轴承605也与对应的第一行星轮201同心同轴设置。

[0049] 因上述输出端柔性行星架50和固定端柔性行星架60是分别与对应端的第二行星轮202和第一行星轮201同心同轴设置的,而第一行星轮201和第二行星轮202的齿数是不等的,所以输出端柔性行星架50和固定端柔性行星架60在周向上是相错位交叉设置的。

[0050] 优选地,输出端柔性行星架50和固定端柔性行星架60均设置有调整组件,通过调整组件带动两侧的第二行星轮202和第一行星轮201在周向上向相反反向运动,从而消除双联行星轮2传动的间隙。具体地,输出端柔性行星架50上包括至少一个输出端调整组件70,实施时,输出端调整组件70的设置数量可以是 n 个,其中, n 为大于等于1的整数,本实施例中,输出端调整组件70的设置数量为两个,分别间隔设置在相邻两个输出端行星轴承座502之间,如本实施例中,输出端行星轴承座502为4个,为了便于描述分别编号为1~4,则两个输出端调整组件70中的其中一个设置在编号为1和2的相邻两个输出端行星轴承座502之间,另一个设置在编号为3和4的相邻两个输出端行星轴承座502之间,用于调节两个输出端行星轴承座502之间的张角,进而带动对应的两个第二行星轮202在周向上运动。同样的,固定端柔性行星架60上包括至少一个固定端调整组件80,实施时,固定端调整组件80的设置数量可以是 n 个,其中, n 为大于等于1的整数,本实施例中,固定端调整组件80的设置数量为两个,分别间隔设置在相邻两个固定端行星轴承座602之间,如本实施例中,固定端行星轴承座602为4个,为了便于描述分别编号为1~4,则两个固定端调整组件80中的其中一个设置在编号为1和2的相邻两个固定端行星轴承座602之间,另一个设置在编号为3和4的相邻两个固定端行星轴承座602之间,用于调节两个固定端行星轴承座602之间的张角,进而带动对应的两个第一行星轮201在周向上运动。

[0051] 本实施例中,输出端调整组件70和固定端调整组件80的结构相同,具体地,输出端调整组件70包括输出端调整架(图未示)、输出端调整螺钉(图未示)和输出端预紧弹簧(图未示),其中,输出端调整架位于相邻两个输出端行星轴承座502之间,输出端调整螺钉径向安装到输出端调整架内,输出端预紧弹簧套装在输出端调整螺钉上,通过改变输出端调整螺钉在输出端调整架内的径向螺纹连接深度,压缩输出端预紧弹簧,进一步推动输出端调整架发生弹性变形,在输出端预紧弹簧的限制下,进而调整两个输出端行星轴承座502之间的张角,而输出端行星轴承座502到输出端中心轴承座501的距离不发生变化,进而带动对应的两个第二行星轮202在周向上运动。优选地,输出端调整组件70和输出端柔性行星架50一体成型设计。

[0052] 固定端调整组件80包括固定端调整架801、固定端调整螺钉802和固定端预紧弹簧803,其中,固定端调整架801位于相邻两个固定端行星轴承座602之间,固定端调整螺钉802径向安装到固定端调整架801内,固定端预紧弹簧803套装在固定端调整螺钉802上,通过改变固定端调整螺钉802在固定端调整架801内的径向螺纹连接深度,压缩固定端预紧弹簧803,进一步推动固定端调整架801发生弹性变形,在固定端预紧弹簧803的限制下,进而调整两个固定端行星轴承座602之间的张角,而固定端行星轴承座602到固定端中心轴承座601的距离不发生变化,进而带动对应的两个第一行星轮201在周向上运动。优选地,固定端调整组件80和固定端柔性行星架60一体成型设计。

[0053] 本发明所揭示的输出端柔性行星架50和固定端柔性行星架60分别安装在双联行星轮2两端,且在周向相位上以错位交叉的方式进行安装。根据调整组件的结构设计,其弹性变形将在双联行星轮2上产生沿行星齿轮减速器切向的推力,且由于错位交叉的安装式,输出端柔性行星架50与固定端柔性行星架60产生的推力方向相反,分别为弹性力F50和弹性力F60,从而形成一弯矩,使得双联行星轮2的轴线发生偏转。

[0054] 通过采用以上的结构设计,双联行星轮2受双侧交叉安装的柔性行星架推力如图6所示。进一步的,图7描述了本发明消除间隙的核心原理,通过双联行星轮2的轴线在间隙范围内产生的偏转角,带动两行星轮在周向上向相反方向产生偏转,依靠单个双联行星轮2的偏转即可消除运动方向上的所有间隙。由于相邻的双联行星轮2的轴线将产生方向相反的偏转角,使得减速器运动方向改变时同样可以保证有一条运动支链处在无侧隙啮合的状态。图8a、8b分别是本发明一实施方式中传动间隙消除原理抽象示意图,其中图8a为初始状态,图8b为消除状态。

[0055] 本实施例中所述的行星齿轮减速器可以在多种复合型行星轮系中使用,进一步提升大传动比行星齿轮减速器的传动精度。另外,所述的行星齿轮减速器可以在多个领域应用。例如,在一种应用案例中,可以在一种协作机器人关节中使用所述的行星齿轮减速器,提高关节的双向驱动能力及力通透性且保持高定位精度。

[0056] 对应的,本发明还揭示了一种机器人关节,包括上述行星齿轮减速器,行星齿轮减速器的具体结构可参照上述描述,这里不做赘述。

[0057] 本发明具有以下优点:1、本发明将双联行星轮的两个行星轮设计为具有齿差的结构,在结构紧凑的同时实现大传动比传动。2、本发明提供的双侧交叉柔性支撑方案,使得双联行星轮两端收到方向相反的周向弹性支撑力,使其在间隙范围内与原轴线存在一小夹角,进而保证双联行星轮的两行星轮在前后两排与输入太阳轮、固定内齿圈和输出内齿圈同时保持接触。同时相邻行星轮产生方向相反的轴偏角,保证减速器在正反转均能保证无侧隙啮合状态。3、本发明提供的双侧行星架支撑提高了行星轮的径向支撑刚度,改善了行星轮受载情况。

[0058] 本发明的各方面、实施例、特征及实例应视为在所有方面为说明性的且并不打算限制本发明,本发明的范围仅由权利要求书界定。在不背离所主张的本发明的精神及范围的情况下,所属领域的技术人员将明了其它实施例、修改及使用。

[0059] 在本发明案中标题及章节的使用不意味着限制本发明;每一章节可应用于本发明的任何方面、实施例或特征。

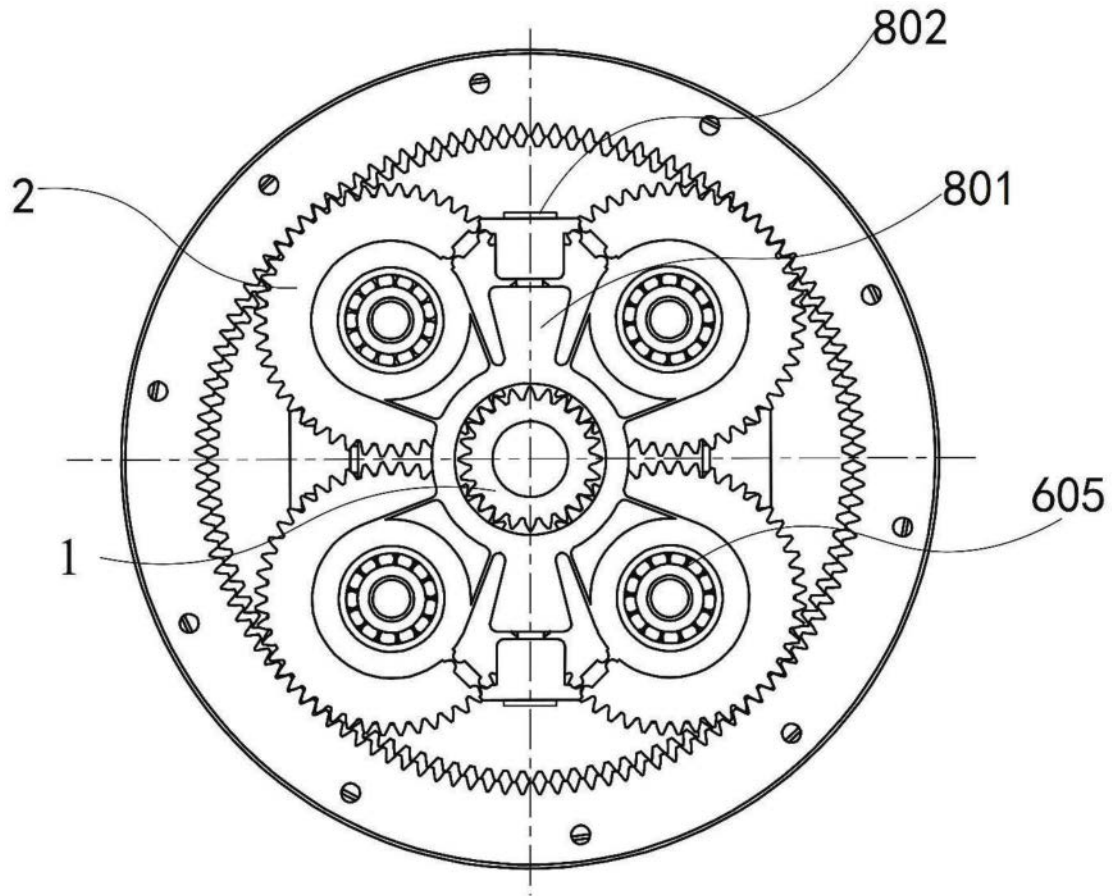


图1

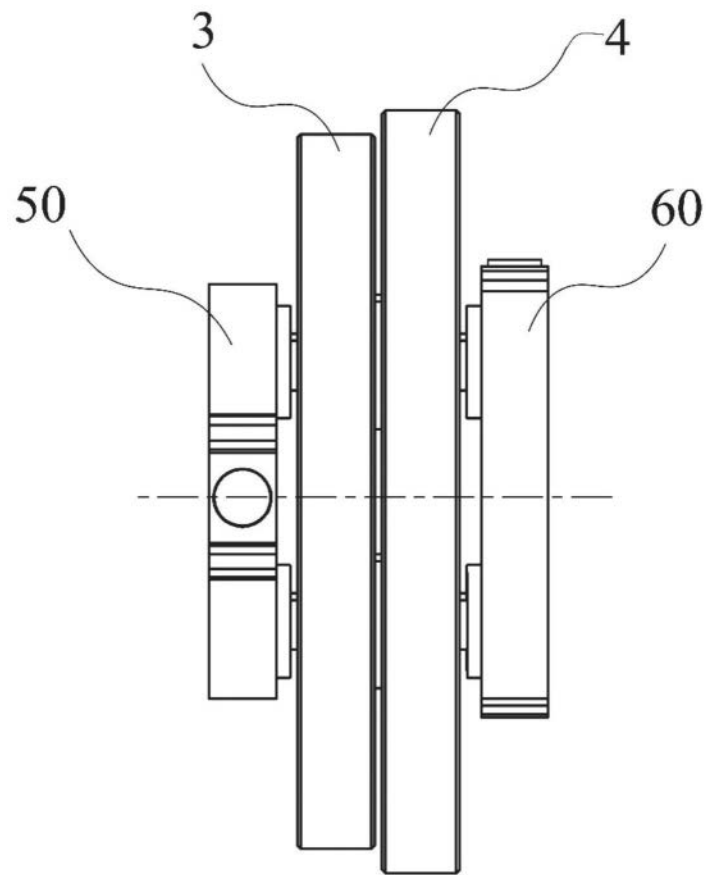


图2

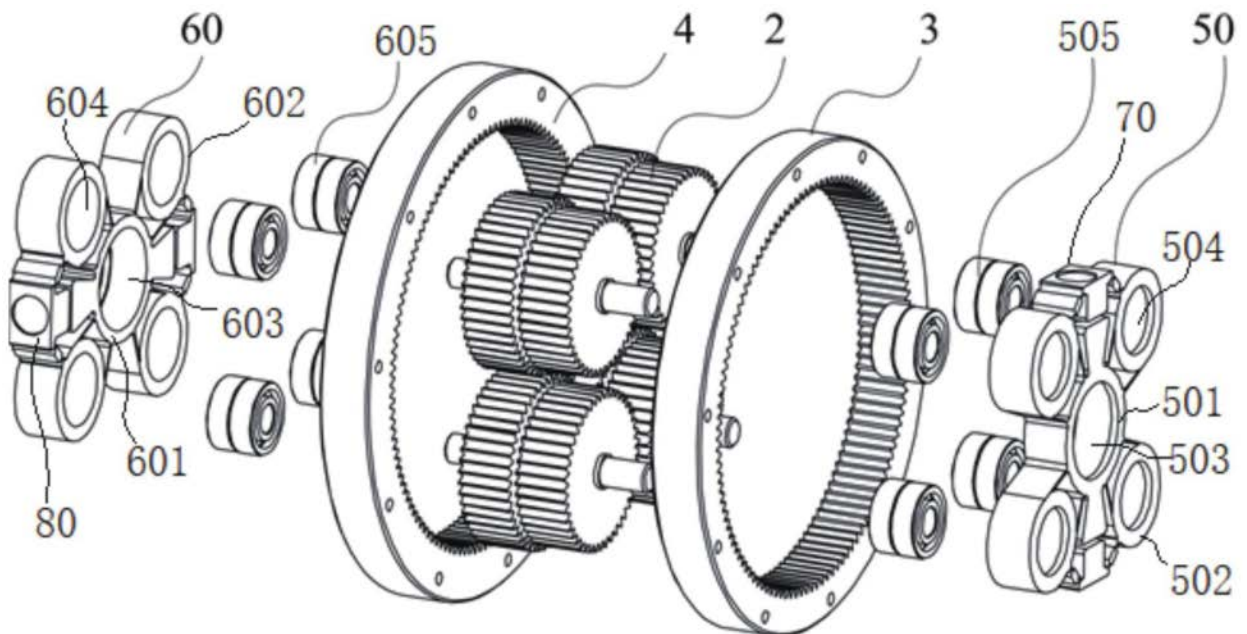


图3

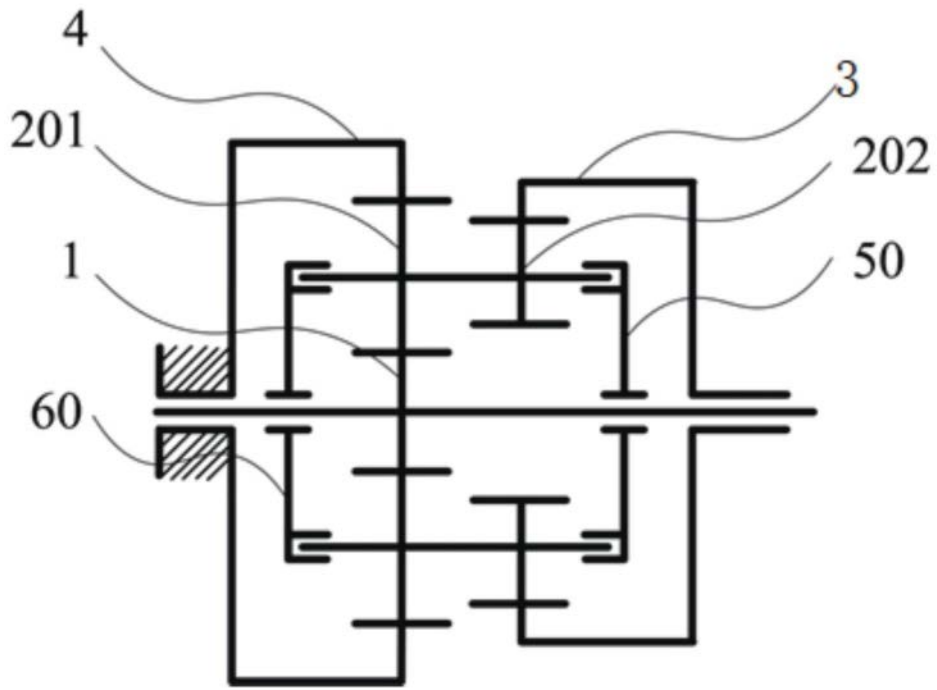


图4

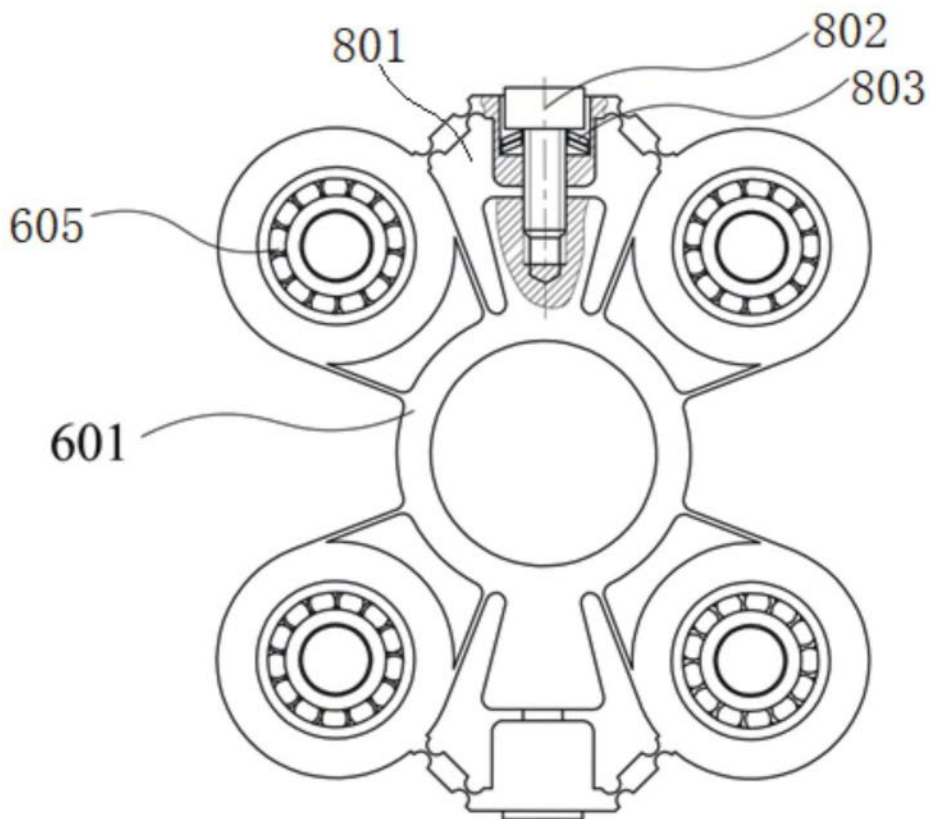


图5

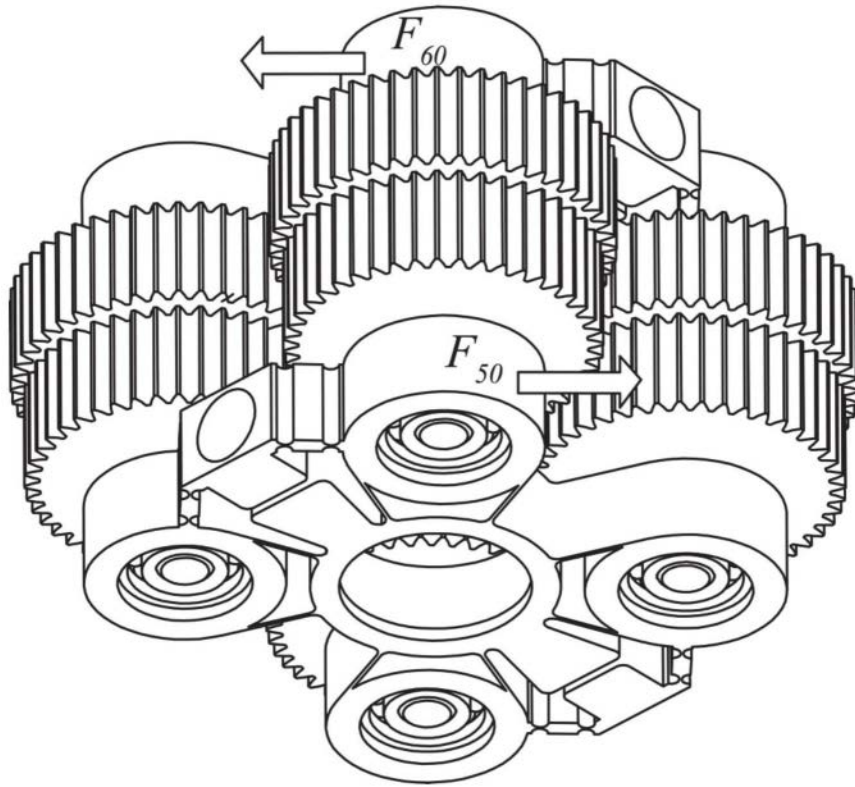


图6

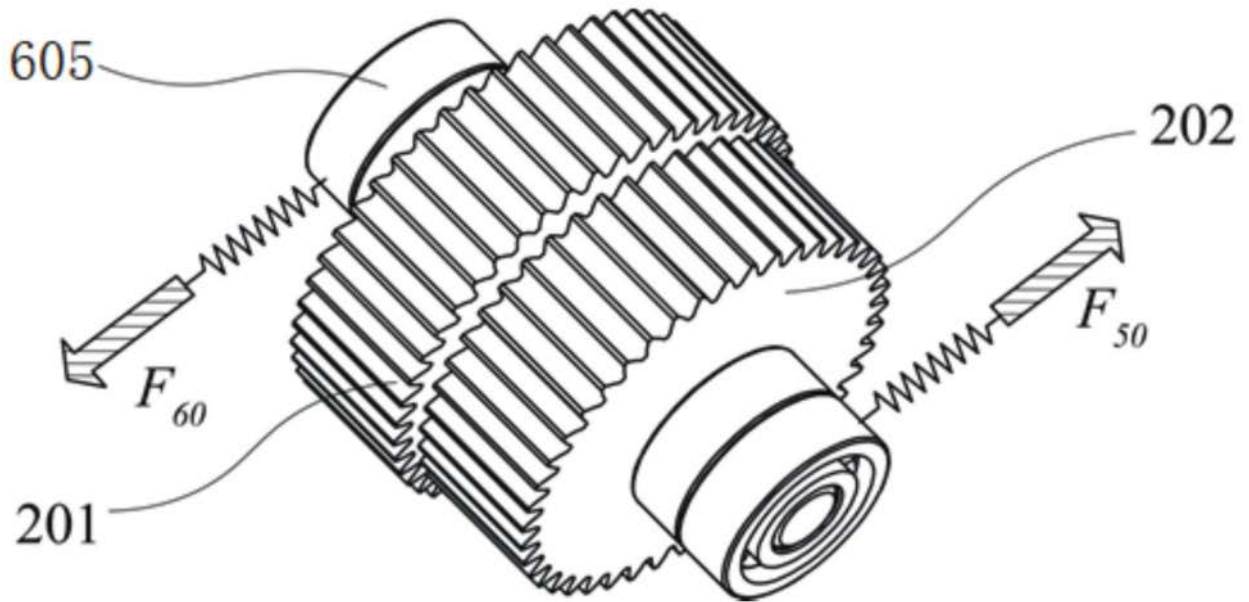


图7

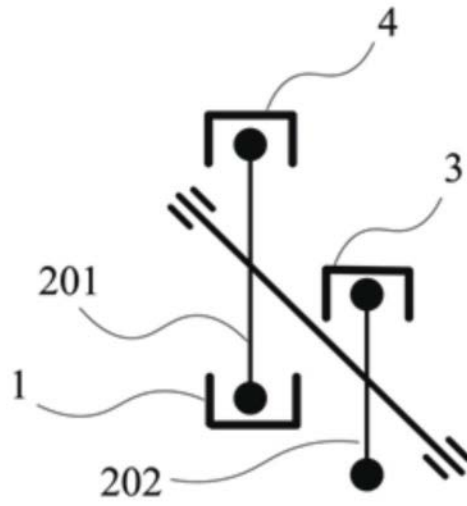


图8a

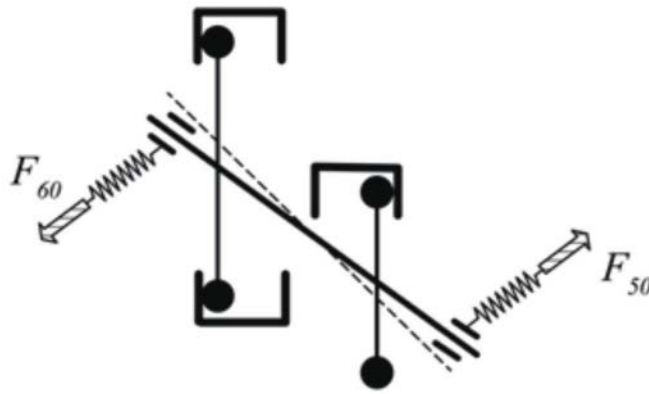


图8b