



[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 02231994.8

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 2620133Y

[22] 申请日 2002.4.25 [21] 申请号 02231994.8

[73] 专利权人 何卫东

地址 116028 辽宁省大连铁道学院齿轮研究中心

共同专利权人 李 欣 李力行

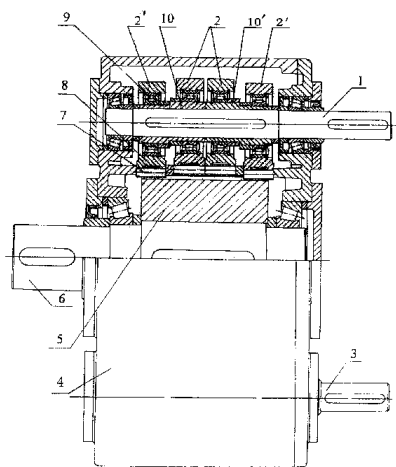
[72] 设计人 何卫东 李 欣 李力行

权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 6 页

[54] 实用新型名称 双曲柄环板式针摆行星减速器

[57] 摘要

本实用新型的减速器是一种双曲柄环板式的针摆行星减速器，其特征是在双曲柄平行四杆机构的连杆上装针轮，它和以两个曲柄回转中心连线中点为回转中心的摆线轮 5 组成少齿差环板式针摆行星减速器。具体结构见图，这是一种双电机驱动双曲柄的四环板式针摆行星减速器，包括：各带两个双偏心套 10 的曲柄轴 1 和 3；带针轮的两片内侧环板 2 与相位差 180° 的两片外侧环板 2'；针轮与固定于输出轴 6 上的摆线轮 5 组成少齿差啮合传动。它具有传动比范围大，传动效率高、承载能力大、可靠性高，整机可在动平衡状态下运转的一系列优点，适用于做各种机械设备的减速增矩装置。当要求用一台电动机驱动时，可以把两个曲柄轴用同步带或用三个齿轮联系起来，只要保证两根曲柄轴转速相同即可。



1. 一种双曲柄环板式针摆行星减速器，它包括由向心推力滚动轴承支承于减速器箱体（4）上的两根输入轴（1）、（3）；每根输入轴上均装有两个双偏心套（10）、（10'）；两端均通过滚动轴承分别与两根输入轴（1）、（3）上双偏心套组成转动副的两片内侧环板（2）及两片外侧环板（2'）；分别装于4片环板上的4个针轮；与4个环板上的4个针轮同时啮合的摆线轮（5）；固装着摆线轮（5）并由滚动轴承支承于箱体（4）上的输出轴（6），其特征在于：

1) 两根输入轴（1）、（3）皆平行于输出轴（6），而且两根输入轴（1）、（3）的轴线与输出轴（6）的轴线中心距相等；

2) 这种传动是在双曲柄平行四杆机构的连杆，即环板上做出针轮，此处所指的针轮，也就是在环板上沿针齿中心圆圆周等分地镗出 Z_p 个针销孔，内装针齿销（7），通常是在针齿销（7）上装有可在其上灵活转动的针齿套（8）作为针齿，此时，针齿的直径是针齿套（8）的外径；有时，也可以不用针齿套（8），直接用针齿销（7）作为针齿，当然此时针齿销（7）的直径即为针齿的直径，当针齿销（7）作针齿时，针齿销（7）与环板（2）、（2'）上针销孔应为动配合，要保证针齿销（7）可在环板（2）、（2'）上的针销孔内灵活转动，环板（2）、（2'）上的针轮和装于输出轴（6）上的摆线轮（5）组成少齿差传动，摆线轮（5）的齿形为与针齿共轭的短幅外摆线的等距曲线或长幅外摆线的等距曲线；

3) 两根输入轴（1）、（3）分别由两个机械特性相同的电动机同步驱动，因为都是主动曲柄轴，所以能顺利平稳地通过双曲柄平行四杆机构的死点；

4) 输入轴（1）、（3）上各有两个双偏心套（10）、（10'），两个双偏心套上的两个偏心相位差为 180° ，因此作为双曲柄平行四杆机构中连杆的两片内侧环板（2）与两片外侧环板（2'）的相位差也为 180° ，这种两两相位差 180° 的双曲柄四环板针摆行星减速器可以在动平衡状态下运转，工作平稳可靠。

2. 根据权利要求1所述的减速器，其特征在于：如果将处于内侧同相位的两片带针轮的环板（2'）做成一体，则本传动也可称为双电机驱动双曲柄的三环板式针摆行星减速器；如果内侧的两片环板（2）与外侧的两片环板（2'）都分别只保留一片，只用一个双偏心套（10），则本传动可称为双电机驱动双曲柄的双环板式针摆行星减速器；当要求只用一台电动机驱动时，其特征在于可以把两个曲柄轴（1）、（3）用同步带传动或用三个齿轮组成的传动联系起来，只要保证两根曲柄轴转速大小与转动方向相同即可。

3. 根据权利要求1和2所述的双曲柄环板式针摆行星减速器，其特征在于齿环板可以安装针齿，也可以加工成与摆线轮齿为共轭曲线的短幅内摆线或长幅内摆线的等距曲线。

针摆行星减速器（图 5），它包括：输入轴 7，固连于输入轴 7 上的主动齿轮 6 及与之啮合的分别固连于两根曲柄轴 4 与 9 上的齿轮 5 及齿轮 8，处于外侧同相位的两片带针轮的环板 3' 和处于内侧同相位的两片带针轮的环板 3，与针轮 3、3' 组成少齿差齿轮传动的固定在输出轴 1 上的摆线轮 2。当输入轴 7 转动时，固连于 7 上的主动齿轮 6 会同时通过从动齿轮 5 与 8 分别带动双曲柄轴 4 与 9 转动，并使固装于四片环板（即连杆）上的两两相位差 180° 的针轮 3' 与 3 带动摆线轮 2 转动，通过输出轴 1，将减速后增大的转矩传出。由于 3 个齿轮联动双曲柄，使之同时为主动曲柄，不会出现过死点的困难；同时由于两片环板 3' 与两片环板 3 相位相差 180° ，可以保证整个传装置在动平衡状态下运转。

⑤一种输入轴与输出轴不同轴线的，用 3 个齿轮联动双曲柄的四环板式针摆行星减速器（图 6），它包括：输入轴(主动曲柄轴)4，固连于输入轴 4 上的主动齿轮 5、惰轮 6，固连于被动曲柄轴 8 上的被动齿轮 7，处于外侧同相位的两片带针轮的环板 3' 和处于内侧同相位的两片带针轮的环板 3，与针轮 3'、3 组成少齿差齿轮传动的固定在输出轴 1 上的摆线轮 2。当输入轴 4 转动时，固连于输入轴（主曲柄轴）上的主动齿轮 5，通过惰轮 6 带动固连于被动曲柄轴 8 上的被动齿轮 7 转动，保证被动曲柄轴 8 顺利地通过死点，由于两片环板 3' 与两片环板 3 相位相差 180° ，可以保证整个传动装置在动平衡状态下运转。

⑥一种输入轴与输出轴同轴线的用 3 个齿轮联动双曲柄的双环板式针摆行星减速器（图 7），这种传动与④不同之处，在于四环板减为双环板，结构简化了，但只能在静平衡状态下运转。

⑦一种输入轴与输出轴不同轴线的用 3 个齿轮联动双曲柄的双环板式针摆行星减速器(图 8)，这种传动与⑤不同之处，在于四环板减为双环板，结构简化了，但只能在静平衡状态下运转。

2、根据权利要求 1 所述的双曲柄环板式针摆行星减速器，其特征在于齿环板可以安装针齿，也可以加工成与摆线轮齿为共轭曲线的短幅内摆线的等距曲线。

双曲柄环板式针摆行星减速器

所属技术领域:

本实用新型是一种可以比我们 1996 年申请了专利的“用同步带联动双曲柄的单环板加双平衡板式摆线针轮行星减速装置(CN96207312.1)”传递更大转矩的新型传动装置。

背景技术:

现有的用渐开线为齿形的三环式减速器,因传动比大、比以前通用的渐开线少齿差减速器省去输出机构且输出轴刚性好,此外,转臂轴承由在行星轮内,尺寸受限制,变为转臂轴承在行星轮外,尺寸不受限制,这样传递的转矩就要大大提高,从而被重庆钢铁设计研究院作为专利技术在国内推广,并已有系列产品出现在机械传动领域,输出转矩可达 $469\text{kN}\cdot\text{m}$,远远超过以往通用的渐开线少齿差减速器,而作为一种有发展前途的新型传动出现。但用渐开线为齿形的单、双、三环式减速器也有不足之处,主要为以下六点:

(1)渐开线少齿差传动的理论重合度过小,不仅限制了其承载能力,而且影响传动平稳性。

(2)渐开线少齿差传动为了不发生齿廓重迭干涉,需大变位,必然导致啮合角 α' 过大,特别是在要求大传动比需用一齿差时, $\alpha' \approx 49^\circ$,则径向分力比圆周力还大,不仅降低传动效率,而且使转臂轴承受力大大增加,从而导致转臂轴承寿命降低。

(3)渐开线少齿差传动的传动比范围名义上可为 $11\sim 99$,实际上在动力传动中,考虑到一齿差传动重合度 ϵ 特小,而啮合角 α' 特大,是应尽量避免采用的,这样就最好用二齿差,而采用二齿差,由于外齿轮齿数 Z_a 取值范围一般为 $28\sim 102$,即使取外齿轮齿数 $Z_a=102$,其最大传动比也仅为 $i=Z_a/2=102/2=61$,所以在动力传动中,传动比范围比不上摆线针轮行星传动。双曲柄环板式针摆行星传动的传动比范围为 $i=6\sim 120$,常用为 $i=12\sim 88$ 。

(4)渐开线少齿差为齿形的环板式减速器,是在作为双曲柄机构中连杆的环板上插内齿,这就要使插齿机的规格增大,插本来节圆半径不大的内齿圈,考虑到环板的长度,也必须用加大规格的插齿机。

(5)由于在环板上插渐开线的内齿,选择内齿轮的材质就只能用软齿面,而堵塞了以采用硬齿面提高承载能力的途径。

(6)三环传动,理论上可使双曲柄机构顺利通过死点,但是,要达到相位各差

120° 的三个行星轮均载，对制造、安装精度都要求过高。而且，理论分析与试验还表明，在 3 个被动曲柄中的任一个通过死点时，仍会产生明显的瞬时冲击振动，因此大多用于低速传动。此外，三个相位差 120° 的主动曲柄通过连杆，带动三个相位差 120° 的被动曲柄的三环传动，不可能使平行四杆机构达到动平衡。理论上，这种相位差 120° 环板式传动，要达到动平衡，每个相位的环板数要增加为原来的 4 倍，即共需 12 个环板，实际上这是难于做到的。

本实用新型提出的“双曲柄环板式针摆行星减速器”，其特点是不仅保留了环板式传动可省去输出机构而输出轴刚性好；转臂轴承由行星轮内移至行星轮外，尺寸不再受限制，从而传递的转矩可以更大等优点，而且还能克服现有以渐开线为齿形的诸种环板式减速器的缺点，因为：

(1)我们已研究出的采用优化新齿形的摆线针轮行星传动，其同时啮合传力齿数在小速比时，用二齿差至少可以大于或等于 3；而在大速比时，用一齿差可以大于 9~10，不仅传动平稳，而且承载能力大。

(2)摆线针轮行星传动为多齿啮合，在不同位置啮合的齿，其压力角也不同，且有传力越大的齿压力角越小的优点，我们在齿形修形优化设计中是通过控制同时啮合齿数，不让压力角大处的齿进入啮合，完全可以做到在节点让总圆周力和总法向力间的夹角 α' 不大于 20 度，从而传动效率高，轴承寿命长。

(3)环板式针摆行星传动的传动比范围大，单级传动的传动比范围 $i=6\sim 120$ ，在动力传动中至少可用 $i=12\sim 88$ ，其传动比范围要大于以用渐开线为齿形的环板式减速器。

(4)摆线针轮用在环板传动中，是在环板上安装针齿销，而在环板上镗装针齿销的销孔，已有很多用多齿盘精确分度的成熟易行的方法和专用设备，易于保证分度精度。

(5)摆线针轮用在环板传动中，尽管环板材料用普通调质碳钢或优质球墨铸铁，但针齿销和针齿套完全可用硬齿面的 GCr15 或 GCr15SiMn 轴承钢，再加上多齿啮合，当然承载能力高。

为了使双曲柄机构省力平衡地通过死点，我们提出采用双电机驱动双曲柄的四环板式针摆行星减速器如图 2，它可以在动平衡状态下运转，这时，两个曲柄用机械性能相同的两个电动机驱动，依靠电动机的机械特性——载荷大时转速下降，载荷小时转速上升规律，使通过连杆上的针轮带动同一摆线轮的两台电动机自动保持转矩与功率的均载。上述传动方式，不存在主动曲柄通过连杆推动被动曲柄过死点，产生瞬时冲击的问题，而且双曲柄四环板式针摆行星减速器可以实现在动平衡状态下运转，传动特别平稳。

本新型减速器不仅采用具有上述诸多优点的摆线针轮代替过去单、双、三环减速器中有先天性缺陷的心脏部分——渐开线少齿差是国内外的首创，而且提出采用

双电机带动双曲柄的四环板式针摆行星减速器，曲柄轴可以在完全动平衡状态下运转，使平行四杆机构中的两个曲柄都以主动曲柄的状态通过死点。可以避免三环传动中被动曲柄过死点受连杆的瞬时冲击，也是一种极有动力学优越性的创新。

本新型传动研制成功，将为国民经济各工业部门提供一种具有体积小、重量轻、传动比范围大、传动效率高、传动平稳、结构简单等一系列优点而传递的转矩和功率还可以较传统摆线针轮行星传动成倍增大的新型摆线针轮行星传动。由于其转臂轴承承载能力、输出轴刚度都比传统的摆线针轮行星减速器大得多，因此，我们创新研究目标有一项很具体的指标，就是新型传动在同样针齿中心圆直径条件下，和日本当代最先进的传统摆线针轮行星减速器进行比较，其传递的功率与转矩可以增大1倍以上。这一成果预期在21世纪可以成为钢铁、石油、化工、起重运输、建筑、机床、橡胶塑料、水处理、食品、纺织及国防等各工业领域机械设备的先进减速传动装置。

发明内容：

本实用新型的减速器是一种双曲柄环板式的针摆行星减速器，图1为传动原理简图，AB与DC为两个长度相等的曲柄，由电动机带动，它们同步回转带动连杆BC作各点轨迹均为圆的平动，其特征是在双曲柄平行四杆机构的连杆BC上装针轮，针轮的中心为连杆BC的中点 O_p ，它和绕双曲柄回转中心A、D连线中点 O_c 回转的摆线轮5组成少齿差针摆行星传动。

图2为双曲柄环板式针摆行星减速器的一种具体实施结构：

这种双曲柄环板式针摆行星减速器，它包括由向心推力滚动轴承支承于减速器箱体4上的两根输入轴1、3；每根输入轴上均装有两个双偏心套10、10'；两端均通过滚动轴承分别与两根输入轴1、3上双偏心套组成转动副的两片内侧环板2及两片外侧环板2'；分别装于4片环板上的4个针轮；与4个环板上的4个针轮同时啮合的摆线轮5；固装着摆线轮5并由滚动轴承支承于箱体4上的输出轴6，其特征在于：

(1) 两根输入轴1、3皆平行于输出轴6，而且两根输入轴1、3的轴线与输出轴6的轴线中心距相等。

(2) 这种传动是在双曲柄平行四杆机构的连杆，即环板2、2'上做出针轮，此处所指的针轮，也就是在环板2、2'上沿针齿中心圆圆周等分地镗出 Z_p 个针销孔，内装针齿销7，通常是在针齿销7上装有可在其上灵活转动的针齿套8作为针齿，此时，针齿的直径是针齿套8的外径；有时，也可以不用针齿套8，直接用针齿销7作为针齿，当然此时针齿销7的直径即为针齿的直径，当针齿销7作针齿时，针齿销7与环板2、2'上针销孔应为动配合，要保证针齿销7可在环板2、2'上的针销孔内灵活转动，环板2、2'上的针轮和装于输出轴6上的摆线轮5组成少齿差传动，摆线轮5的齿形为与针齿共轭的短幅外摆线的等距

曲线或长幅外摆线的等距曲线。

(3) 两根输入轴 1、3 分别由两个机械特性相同的电动机同步驱动，因为都是主动曲柄轴，所以能顺利平稳地通过双曲柄平行四杆机构的死点。

(4) 输入轴 1、3 上各有两个双偏心套 10、10'，两个双偏心套上的两个偏心相位差为 180° ，因此作为双曲柄平行四杆机构中连杆的两片内侧环板 2 与两片外侧环板 2' 的相位差也为 180° ，这种两两相位差 180° 的双曲柄四环板针摆行星减速器可以在动平衡状态下运转，工作平稳可靠。

如果将处于内侧同相位的两片带针轮的环板 2' 做成一体，则本传动也可称为双电机驱动双曲柄的三环板式针摆行星减速器；如果为简化结构，只要求静平衡，宁可放弃在动平衡状态下运转的优点，可将内侧的两片环板 2 与外侧的两片环板 2' 都分别只保留一片，并只用一个双偏心套 10，则本传动可称为双电机驱动双曲柄的双环板式针摆行星减速器；当要求只用一台电动机驱动时，其特征在于可以把两个曲柄轴 1、3 用同步带传动或用三个齿轮组成的传动联系起来，只要保证两根曲柄轴转速大小与转动方向相同即可。

上述双曲柄环板式针摆行星减速器，其特征还在于齿环板可以安装针齿，也可以加工成与摆线轮齿为共轭曲线的短幅内摆线或长幅内摆线的等距曲线。

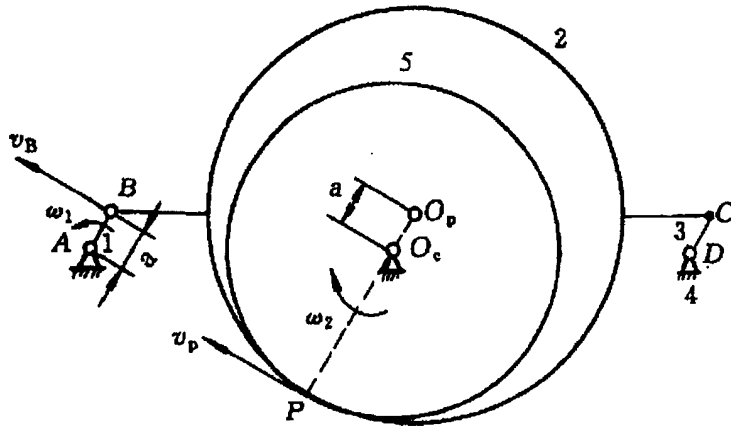


图 1

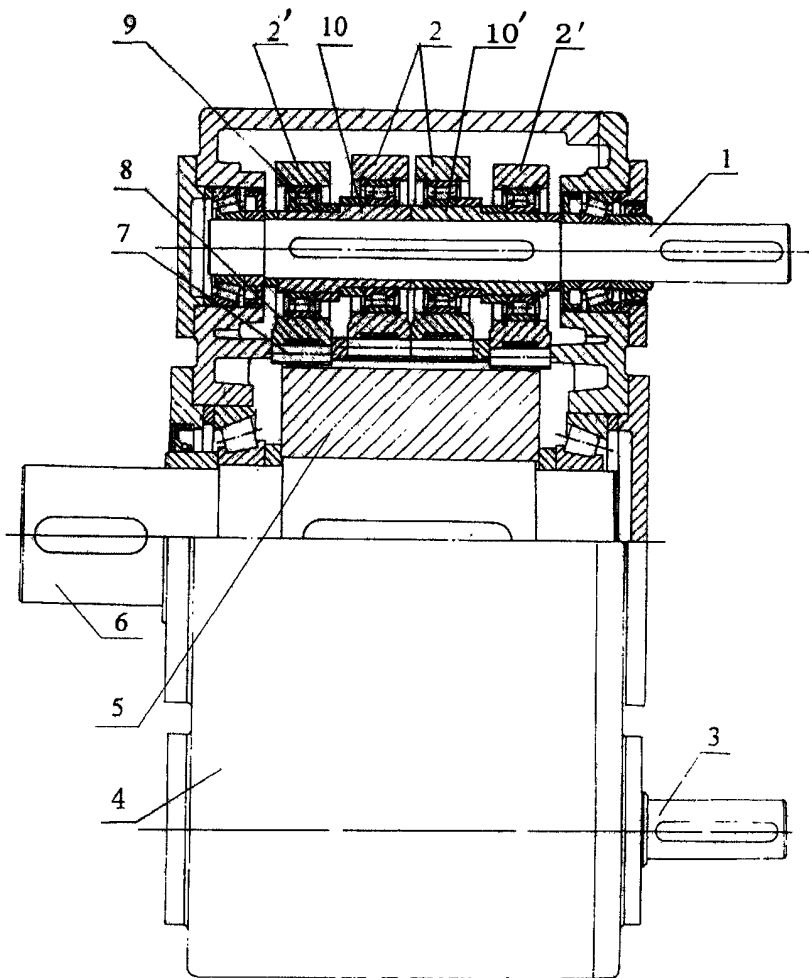
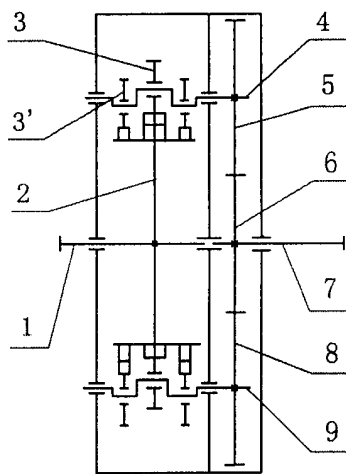
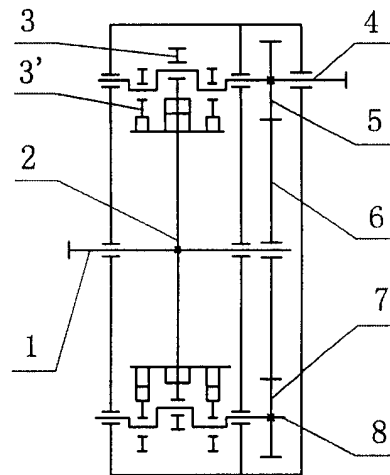


图 2



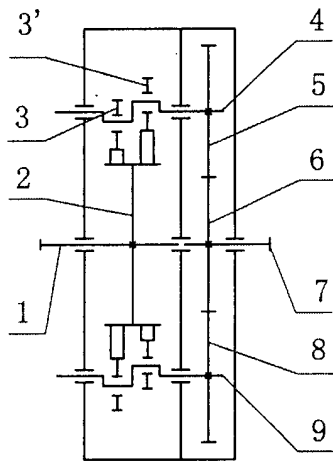
1—输出轴 2—摆线轮 3—内侧带针轮的环板(连杆) 3'—外侧带针轮的环板(连杆,它与3相位差180°) 4—曲柄轴 5—从动齿轮 6—主动齿轮 7—输入轴 8—从动齿轮 9—曲柄轴

图5 输入轴与输出轴同轴线的用3个齿轮联动双曲柄的四环板式针摆行星减速器传动简图



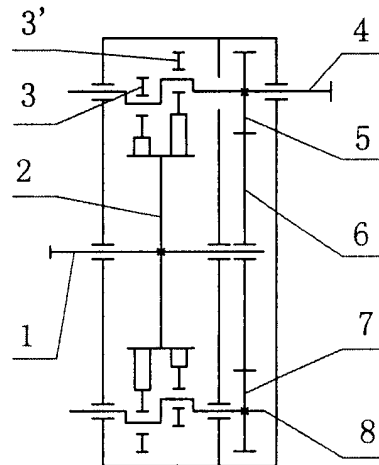
1—输出轴 2—摆线轮 3—内侧带针轮的环板(连杆) 3'—外侧带针轮的环板(连杆,与3相位差180°) 4—输入轴(主动曲柄轴) 5—主动齿轮 6—惰轮 7—从动齿轮 8—从动曲柄轴

图6 输入轴和输出轴不同轴线的用3个齿轮联动双曲柄的四环板式针摆行星减速器传动简图



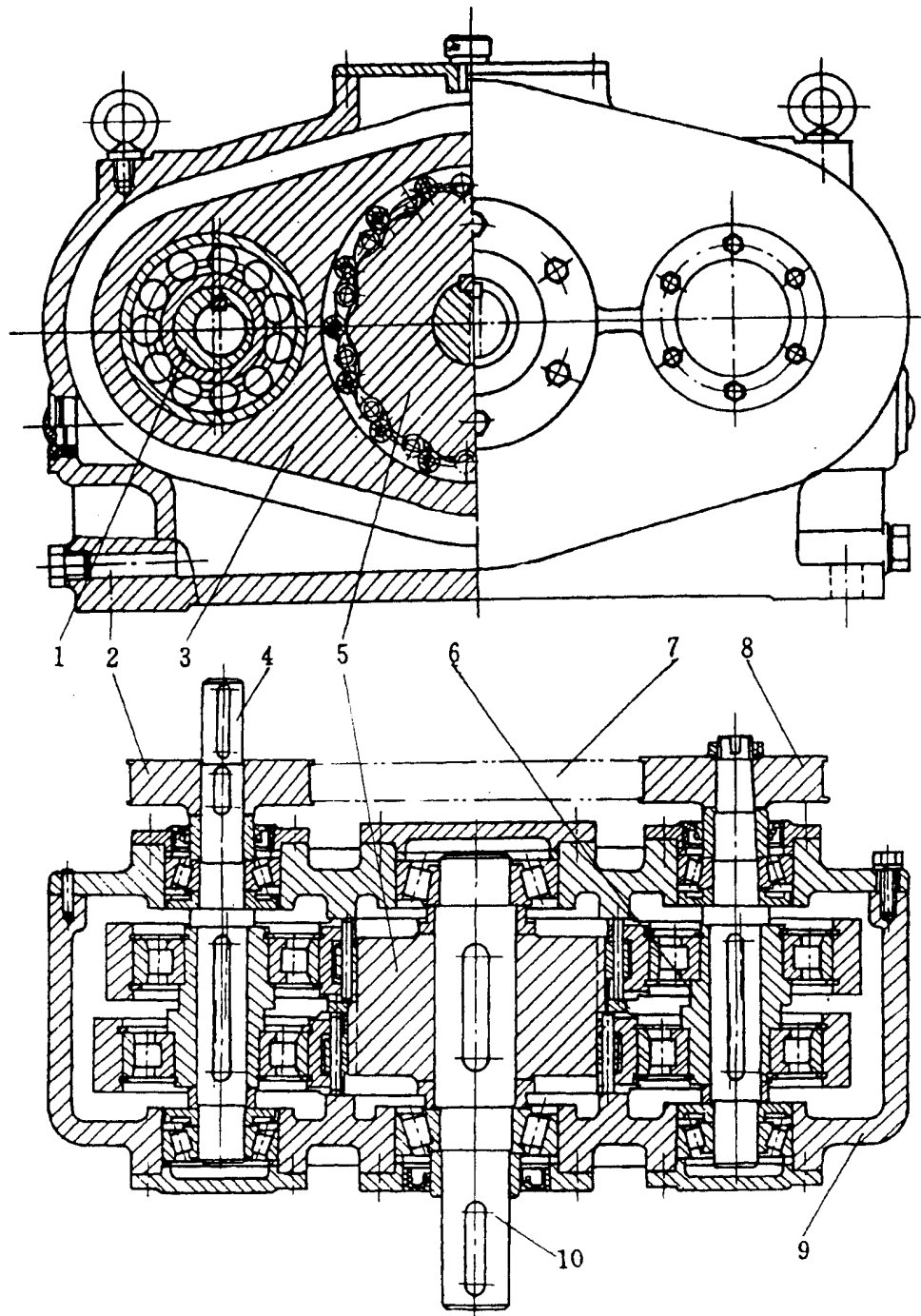
1—输出轴 2—摆线轮 3—带针轮的环板(连杆) 3'—带针轮的环板(连杆,与3相位差180°) 4—曲柄轴 5—从动齿轮 6—主动齿轮 7—输入轴 8—从动齿轮 9—曲柄轴

图7 输入轴和输出轴同轴线的用3个齿轮联动双曲柄的双环板式针摆行星减速器传动简图



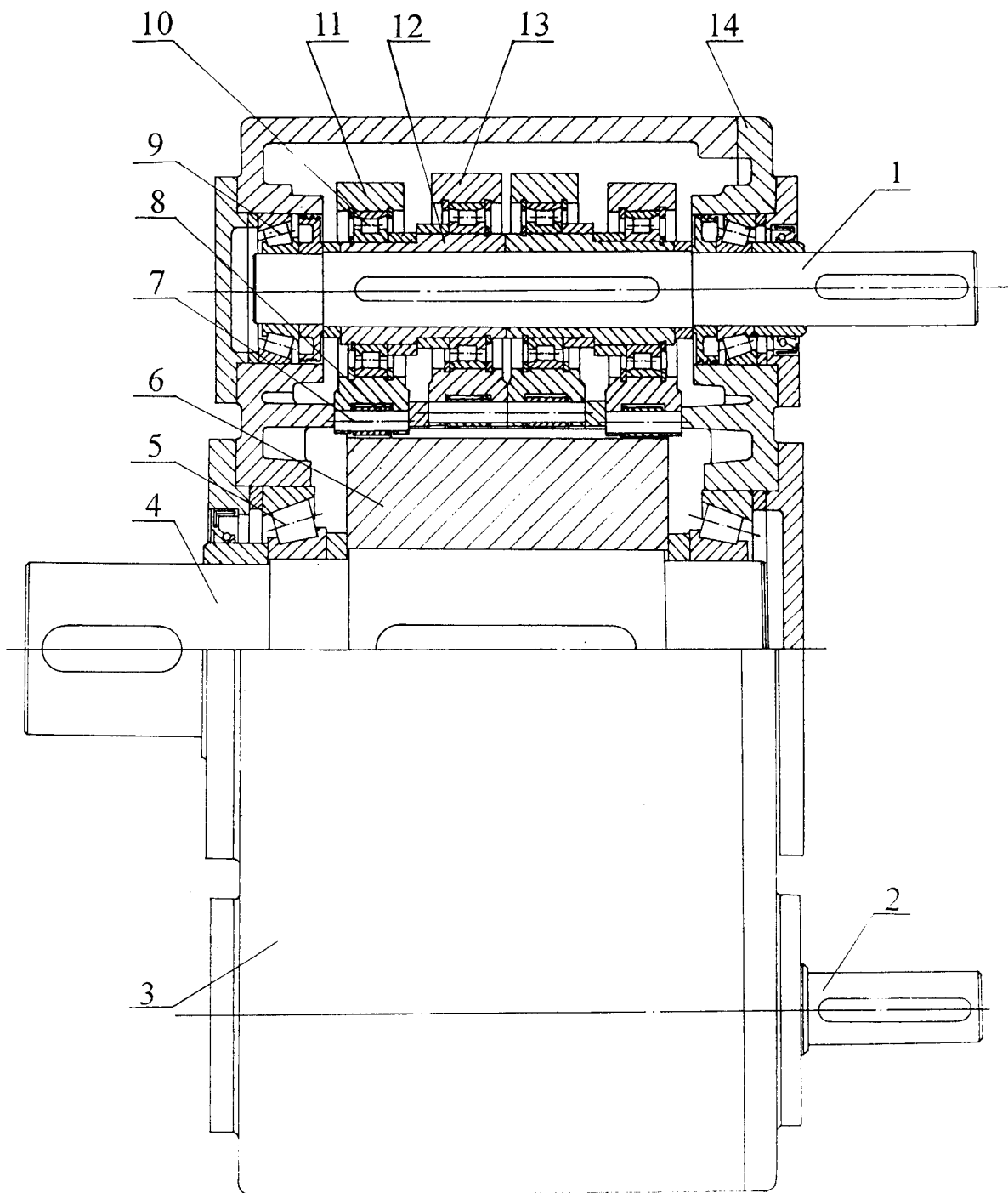
1—输出轴 2—摆线轮 3—带针轮的环板(连杆) 3'—带针轮的环板(连杆,与3相位差180°) 4—输入轴(主动曲柄轴) 5—主动齿轮 6—惰轮 7—从动齿轮 8—从动曲柄轴

图8 输入轴与输出轴不同轴线的用3个齿轮联动双曲柄的双环板式针摆行星减速器传动简图



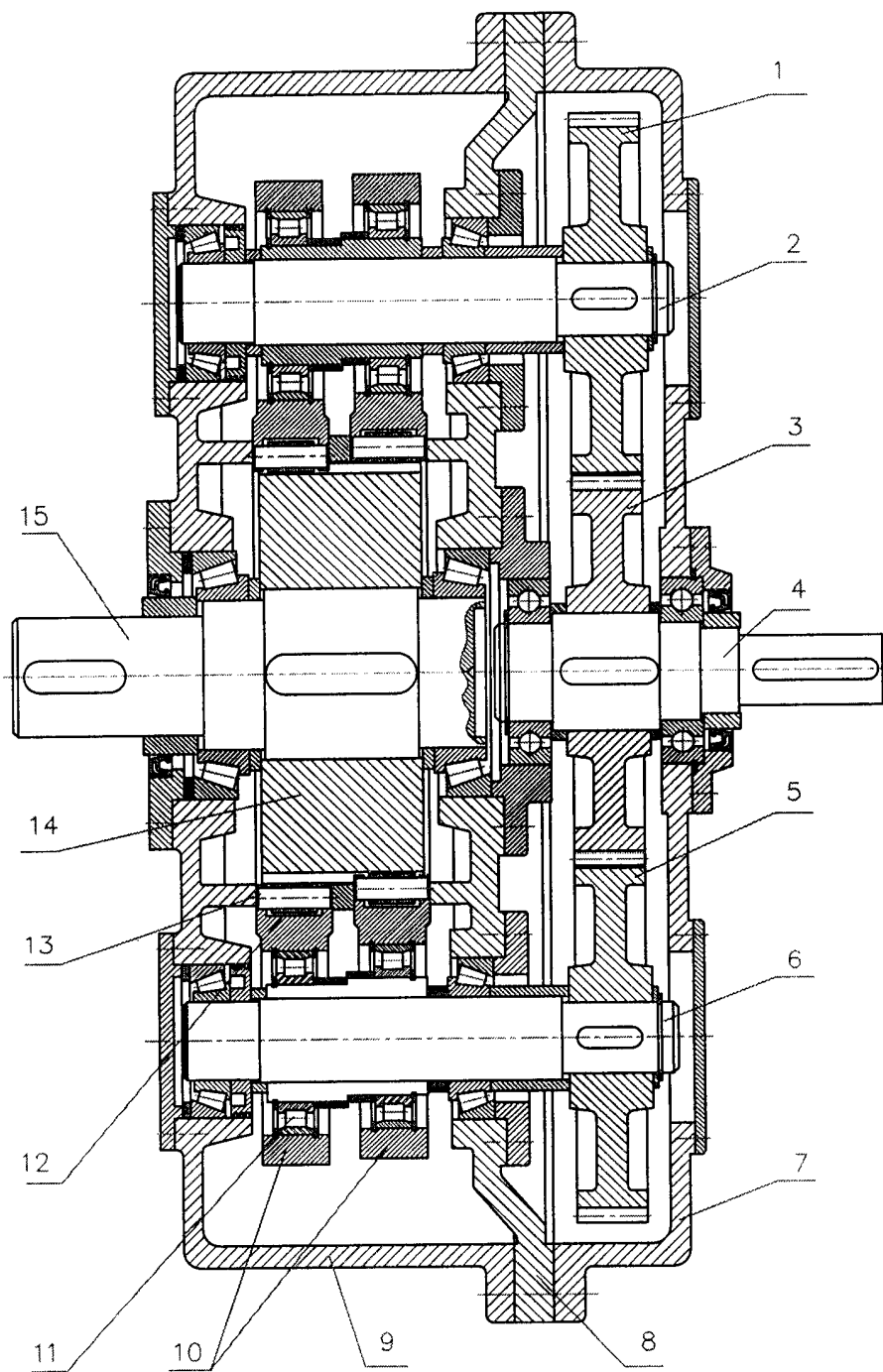
- 1—主动曲柄 2—主动齿形带轮 3—带针轮的环板（连杆） 4—输入轴
 5—摆线轮 6—从动曲柄 7—同步齿形带 8—从动齿形带轮
 9—箱壳 10—输出轴

图9 同步带联动双曲柄环板式针摆行星减速器



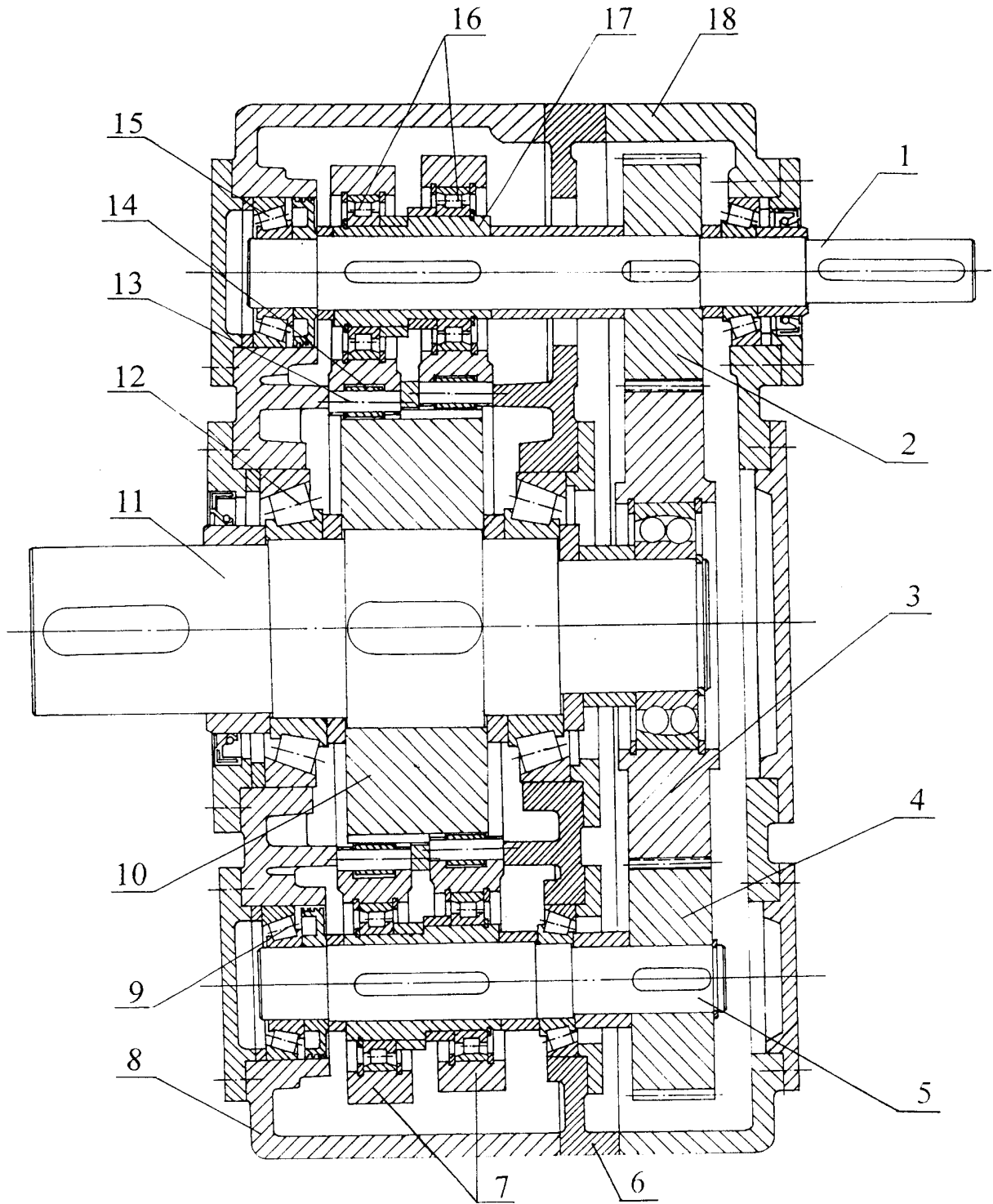
- 1—输入轴（主动曲柄轴） 2—输入轴（主动曲柄轴） 3—减速器机座
 4—输出轴 5—支承输出轴的向心推力滚子轴承 6—摆线轮
 7—针齿销 8—针齿套 9—支承输入轴（主动曲柄轴）的向心推力滚子轴承
 10—转臂轴承 11—外侧带针轮的环板（连杆） 12—双偏心套
 13—内侧带针轮的环板（连杆） 14—减速器侧盖

图 10 双电机驱动双曲柄四环板式针摆行星减速器



1—从动齿轮 2—曲柄轴 3—主动齿轮 4—主动轴 5—从动齿轮 6—曲柄轴
 7—左壳体 8—中间壳体 9—右壳体 10—带针轮的环板(连杆) 11—转臂轴承
 12—针齿套 13—针齿销 14—摆线轮 15—输出轴

图 11 输入轴与输出轴共线的三个齿轮联动双曲柄的双环板式针摆行星减速器



- 1—输入轴 2—主动齿轮 3—惰轮 4—从动齿轮 5—被动轴 6—中间壳体
 7—带有针轮的环板（连杆） 8—左壳体 9—支承从动曲柄轴的向心推力滚子轴承
 10—摆线轮 11—输出轴 12—支承输出轴的向心推力滚子轴承
 13—针齿销 14—针齿套 15—支承主动曲柄轴的向心推力滚子轴承
 16—转臂轴承 17—双偏心套 18—右壳体

图 12 三个齿轮联动双曲柄的双环板式针摆行星减速器