

[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 00251859.7

[45] 授权公告日 2002 年 5 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 2491651Y

[22] 申请日 2000.9.27

[73] 专利权人 郑悦

地址 300074 天津市河西区平山道森森公寓 8-1208

[72] 设计人 郑悦

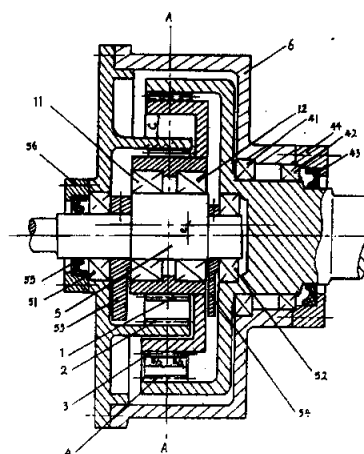
[21] 申请号 00251859.7

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图页数 2 页

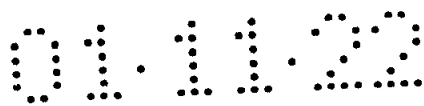
[54] 实用新型名称 反向同步减速机组

[57] 摘要

本实用新型提出少齿差类的反向同步减速机组,特别是双层齿轮双内啮合少齿差行星传动的反向同步减速机组,至少具有输入输出转向同向和反向的双内啮合少齿差减速机各 1 台,其减速比绝对值相等,以满足需同速运转但相互反向转动的滚动体的机械如搅拌机、轧钢机、甘蔗压榨机、榨糖机、磨机、塑料挤出机、粉碎机及喂料、输送机械等的工程需要。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种反向同步减速机组，包括减速比绝对值接近相等而输入轴与输出轴转向相同的正向减速机和转向相反的反向减速机至少各 1 台，其特征是：正向减速机和反向减速机都是双内啮合少齿差行星减速机，反向减速机中，与输出内齿轮（齿数为 G_4 ）啮合的行星齿轮的齿数为 G_3 ，与固定内齿轮（齿数为 G_2 ）啮合的行星齿轮的齿数为 G_1 ，符合减速比

$$IG=1/(1-G_2 G_3/G_1 G_4) < 0 \quad \text{即} \quad G_2 G_3/G_1 G_4 > 1$$

使输入输出的转向相反；而正向减速机的输出内齿轮的齿数 Z_4 ，与之啮合的行星齿轮的齿数为 Z_3 ，固定内齿轮的齿数为 Z_2 ，与之啮合的行星齿轮的齿数为 Z_1 ，符合减速比

$$IZ=1/(1-Z_2 Z_3/Z_1 Z_4) > 0 \quad \text{即} \quad Z_2 Z_3/Z_1 Z_4 < 1$$

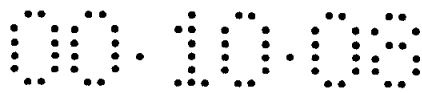
使输入输出转向相同，并且，满足

$$Z_2 Z_3/Z_1 Z_4 + G_2 G_3/G_1 G_4 \doteq 2$$

使得 IZ 与 IG 的绝对值的差值小到，在一个设备大修期至多在减速机寿命期内，该减速比绝对值之差累计造成的减速机输出轴的相对旋转角度仍在工作机械允许的范围，得到工况允许的反向同步减速机组。

2. 根据权利要求 1 所述的反向同步减速机组，其特征是：正向减速机和反向减速机的减速比绝对值之差为零，满足 $Z_2 Z_3/Z_1 Z_4 + G_2 G_3/G_1 G_4 = 2$ ，和 $IZ = -IG$ 。

3 根据权利要求 1 所述的反向同步减速机组，其特征是：齿数差 Z_D 和 G_D 符合 $Z_2 - Z_1 = Z_4 - Z_3 = Z_D$ ， $G_4 - G_3 = G_2 - G_1 = G_D$ ，并有



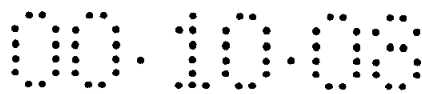
$Z_1 > Z_3$ 和 $G_3 > G_1$ 。

4 根据权利要求 3 所述的反向同步减速机组，其特征是： $Z_3 = G_1$ ， $Z_4 = G_2$ ， $Z_D = G_D$ ，且当 $(IZ+1) \cdot Z_3 \cdot Z_D / (IZ \cdot Z_D - Z_3)$ 是整数时 G_3 等于这个整数，而 $G_4 = G_3 + G_D$ 。

5 根据权利要求 1 所述的反向同步减速机组，其特征是：至少 1 台反向减速机是双层齿轮双内啮合少齿差行星减速机，其与输入轴 5 一体的偏心轴段的偏心距为 e ，偏心轴段上经行星轴承支承内层行星齿轮 1，内层行星齿轮 1 同轴固连外层行星齿轮 3，内、外层行星齿轮的齿宽中线为 A-A，既其齿宽在中线 A-A 两侧均为 $B/2$ ，行星轴承对于中线 A-A 也是对称的，这样使外层行星齿轮 3 所受正扭矩啮合切向力与内层行星齿轮 1 所受反扭矩啮合切向力对于行星轴承来说大部抵消；输入轴 5 是经左输入轴承 51 和右输入轴承 52 支承于左机盖和与输出内齿轮 4 一体的输出轴内，输入轴上固装有平衡块；内层行星齿轮 1 与固定内齿轮 2 啮合，外层行星齿轮 3 与输出内齿轮 4 啮合；外层行星齿轮 3 的内径比固定内齿轮 2 的外径大 2 倍的偏心距 e 以上，以保证行星运动中二者不碰擦。

6 根据权利要求 1 所述的反向同步减速机组，其特征是：还有左、右同步链轮 17、18 分别固装于左正向减速机 120 和右反向减速机 16 的输入轴上并以链条连接使正、反向减速机的输入轴同速同向转动，在输入端完成同步。

7 根据权利要求 6 所述的反向同步减速机组，其特征是：正、反向减速机被电机驱动，正、反向减速机的输出轴分别连接搅拌机

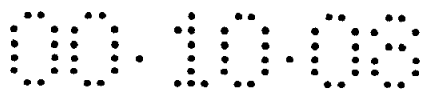


的相互反向转动的左、右搅拌轴，或分别连接轧钢机的相互反向转动的轧辊，或分别连接甘蔗压榨机或榨糖机或磨机或塑料挤出机或粉碎机或喂料、输送机械等机械的相互反向转动的滚动体。

8 根据权利要求 1 所述的反向同步减速机组，其特征是：其中的反向减速机是由减速比为 $IG2$ 的双内啮合的正向减速机的输入轴上固装有一对外啮合齿轮付的被动齿轮（齿数为 $ZG2$ ），而外啮合齿轮付的主动齿轮（齿数为 $ZG1$ ）作为反向减速机的输入端构成的，外啮合齿轮付的主动齿轮和正向减速机（减速比为 IZ ）的输入轴上分别同轴地固装有齿数为 ZCG 和 ZCZ 的同步链轮并以链条连接，并符合

$$ZCG \cdot IG2 \cdot ZG2 / ZG1 = ZCZ \cdot IZ$$

使正、反向减速机的输出轴反向同步转动。



说 明 书

反向同步减速机组

本实用新型涉及机械传动技术领域，尤其是反向和同步方面。

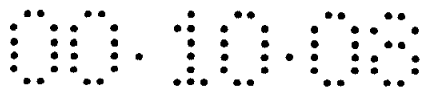
目前，公知的少齿差行星传动具有行星轴承负荷难以减低的技术瓶颈，双层齿轮双内啮合少齿差行星传动即美国发明专利 5232412 所述的技术发明，虽然彻底解决了少齿差传动行星轴承负荷等问题，但因其与固定内齿轮啮合的外层行星齿轮的直径大于与输出内齿轮啮合的内层行星齿轮的直径，因此输入轴与输出轴具相同转向。而摆线少齿差行星减速机则是输入与输出转向相反。一些工程场合需要同时使用输入输出同向的减速机和输入输出反向的减速机且其减速比的绝对值相等，即反向同步减速机组，这是目前结构紧凑的少齿差类减速机尚难以做到的。

本实用新型的目的是提出少齿差类的反向同步减速机组，以满足相应的工程需要。

本实用新型的目的是这样实现的：在双内啮合少齿差行星传动中，与输出内齿轮（齿数为 G_4 ）啮合的行星齿轮的齿数 G_3 ，与固定内齿轮（齿数为 G_2 ）啮合的行星齿轮的齿数 G_1 ，符合减速比

$$i_G = 1 / (1 - G_2 \cdot G_3 / G_1 \cdot G_4) < 0 \quad \text{即} \quad G_2 \cdot G_3 / G_1 \cdot G_4 > 1$$

使输入输出的转向相反，构成反向减速机；而公知技术的少齿差双内啮合减速机的输出内齿轮的齿数 Z_4 ，与之啮合的行星齿轮的齿数为 Z_3 ，固定内齿轮的齿数为 Z_2 ，与之啮合的行星齿轮的齿数



为 Z_1 ，符合减速比

$$IZ=1/(1-Z_2\cdot Z_3/Z_1\cdot Z_4) > 0 \quad \text{即} \quad Z_2\cdot Z_3/Z_1\cdot Z_4 < 1$$

使输入输出转向相同，构成正向减速机；并且，令

$$Z_2\cdot Z_3/Z_1\cdot Z_4 + G_2\cdot G_3/G_1\cdot G_4 = 2$$

使得 $IZ = -IG$ ，即得到上述的反向同步减速机组。

对于等齿数差 ($Z_2 - Z_1 = Z_4 - Z_3 = Z_D$, $G_4 - G_3 = G_2 - G_1 = G_D$) 的常见情形，当 $Z_1 > Z_3$ ，即有 $IZ > 0$ ；当 $G_3 > G_1$ ，即有 $IG < 0$ 。

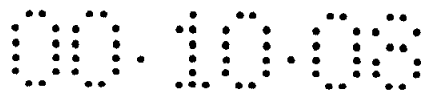
进一步地，正、反向减速机因具有相同的输出扭矩而有相同的行星轴承设置，因而二者的内层行星齿轮 (Z_3 与 G_1) 直径应相近，特别是 $Z_3 = G_1$ ，和 $Z_D = G_D$ ，也就有 $Z_4 = G_2$ ，此时，对于 $IZ = 1/(1 - Z_2\cdot Z_3/Z_1\cdot Z_4)$ ，当 $(IZ + 1)\cdot Z_3\cdot Z_D / (IZ\cdot Z_D - Z_3)$ 是整数，那么令 G_3 等于这个整数，而 $G_4 = G_3 + G_D = G_3 + Z_D$ ，这样决定的 $IG = 1/(1 - G_2\cdot G_3/G_1\cdot G_4)$ ，就满足 $IZ = -IG$ 。

下面结合附图和实施例对本实用新型进一步说明。

图 1 是输出轴与输入轴转向相反的双层齿轮双内啮合少齿差行星减速机的结构图，它与上述先有技术的双层齿轮双内啮合少齿差行星传动的正向减速机易于按上述方式构成反向同步减速机组。

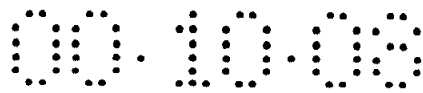
图 2A 是作为实施例的混凝土搅拌槽现有技术方案的结构示意图，图 2B 是该例使用本实用新型的反向同步减速机组的技术方案的结构示意图。

图中，1—内层行星齿轮，齿数为 G_1 ；2—固定内齿轮，齿数为 G_2 ；3—外层行星齿轮，齿数为 G_3 ；4—输出内齿轮，齿数为 G_4 ；5—



输入轴；6—机壳；11—左行星轴承，12—右行星轴承；51—左输入轴承，52—右输入轴承；41—左输出轴承，42—右输出轴承；53—左平衡块，54—右平衡块；55—输入油封，56—输入端盖；43—输出油封，44—输出端盖；7—混凝土搅拌槽体，8—左搅拌轴，9 右搅拌轴；10—左同步齿轮，110—右同步齿轮；120—左正向减速机，13—右正向减速机，16—右反向减速机；14—左电动机，15—右电动机；17—左同步链轮，18—右同步链轮。

在图 1 中，输入轴 5 上一体的偏心轴段的偏心距为 e ，偏心轴段上经左行星轴承 11 和右行星轴承 12 支承内层行星齿轮 1，内层行星齿轮 1 经微变形焊接或机械装配或胶接同轴固连外层行星齿轮 3，内、外层行星齿轮的齿宽中线为 A-A，既其齿宽在中线 A-A 两侧均为 $B/2$ ，左、右行星轴承对于中线 A-A 也是对称的，这样使外层行星齿轮 3 所受正扭矩啮合切向力与内层行星齿轮 1 所受反扭矩啮合切向力对于行星轴承来说大部抵消，大大减轻了行星轴承的负荷；输入轴 5 是经左输入轴承 51 和右输入轴承 52 支承于与固定内齿轮 2 一体的左机盖和与输出内齿轮 4 一体的输出轴内，输入轴上固装的左、右平衡块平衡了行星系统产生的偏心方向上的离心力；内层行星齿轮 1 与固定内齿轮 2 啮合，在此规范下做既公转又自转的行星运动，这个运动使与外层行星齿轮 3 啮合的输出内齿轮 4 缓慢转动，并因上述的 $G_2G_3/G_1G_4 > 1$ 而使得输出轴的转向与输入轴的相反，构成同步反向减速机组所需的反向减速机，注意外层行星齿轮 3 的内径应比固定内齿轮 2 的外径大 2 倍的偏心距 e 以上，以保证行星



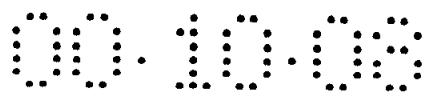
运动中二者不碰擦。与输出内齿轮 4 一体的输出轴是经左、右输出轴承 41 和 42 支承于机壳 6 之内。装于输入端盖 56 之内的输入油封 55 和装于输出端盖 44 之内的输出油封 43 分别形成了输入、输出端的密封。

这样构成的反向减速机，与上述美国发明专利 5232412 所述的双层齿轮双内啮合少齿差行星减速机—正向减速机，易于按上述方式构成双层齿轮的同步反向减速机组，其行星轴承负荷大幅降低，并具有远超出平行轴减速机和摆线减速机的承载能力，可用于大功率重载传动。

实现本实用新型的好方式之一，是图 2A、B 所述的用于混凝土搅拌槽的同步反向减速机组驱动的实施例。

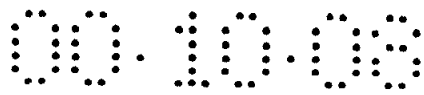
图 2A 中，搅拌槽体 7 内的左、右搅拌轴 8、9 是如图示转向相反的，它们分别由左、右电动机 14、15 经皮带传动驱动左正向减速机 120 和右正向减速机 13，驱动方向即减速机的输入轴转向如图示，二台减速机的输出轴转向如图示相反，这样，需要齿数比为 1:1 的外啮合的左、右同步齿轮 10 和 110 于输出端使左、右搅拌轴 8、9 反向同步运转，由于同步齿轮作用于输出扭矩，故要做得很大、笨重，且仍易于损坏。损坏造成的全线停工会造成严重的经济损失。

若同步作用于减速机的输入扭矩即能够轻松、准确、可靠地做到，显然其承受不平衡的冲击载荷的能力和工作可靠性以减速比倍数提高。在图 2B 中，用图示的 1:1 的左、右同步链轮 17、18 分别固装于左正向减速机 120 和右反向减速机 16 的输入轴上并以链条连



接使正、反向减速机的输入轴同速同向转动，即可在输入端完成同步，但这样一来，左、右减速机 120、16 须输入转向相同而输出转向相反且减速比的绝对值相等，即需用本实用新型的反向同步减速机组。其右反向减速机 16 可用以上图 1 所述的双层齿轮双内啮合反向减速机。进一步的实施例是：上述先有技术的双层齿轮双内啮合正向减速机， $Z_1=110$ ， $Z_2=114$ ， $Z_3=55$ ， $Z_4=59$ ，减速比 $I_Z=1/(1-Z_2 Z_3/Z_1 Z_4)=29.50002147484$ ；本实用新型的双层齿轮反向减速机的齿数差 $G_D=Z_D=4$ ，当齿数 $G_1=57$ ， $G_2=61$ ， $G_3=114$ ， $G_4=118$ ，符合 $G_2 G_3/G_1 G_4+Z_2 Z_3/Z_1 Z_4=2$ ，因此其减速比 $I_G=1/(1-G_2 G_3/G_1 G_4)=-29.50002147484=-I_Z$ ，配成双层齿轮的反向同步减速机组。其置于减速机输入端的左、右同步链轮用小直径单链轮即满足中、大功率的左、右搅拌轴的同步需要。

若反向减速机是由减速比为 I_{G2} 的双内啮合的正向减速机的输入轴上固装有一对外啮合齿轮付的被动齿轮（齿数为 Z_{G2} ），而外啮合齿轮付的主动齿轮（齿数为 Z_{G1} ）作为反向减速机的输入端构成的，外啮合齿轮付的主动齿轮和正向减速机（减速比为 I_Z ）的输入轴上分别同轴地固装有齿数为 Z_{CG} 和 Z_{CZ} 的同步链轮并以链条连接，那么只要符合 $Z_{CG} \cdot I_{G2} \cdot Z_{G2}/Z_{G1}=Z_{CZ} \cdot I_Z$ 使正、反向减速机的输出轴反向同步转动，也能实现上述的在输入端同步，但该外啮合齿轮付与上述双层齿轮双内啮合的正、反向减速机相比将成为传动链中的强度薄弱环节，且体积、成本都是不划算的，只能算作第二方案。



一般地，上述同步反向减速机组方案对于非双层齿轮的双内啮合少齿差行星传动也普遍适用，不过其行星轴承将承受很大负荷。

本实用新型亦适用于需同速运转但相互反向转动的滚动体的机械如轧钢机、甘蔗压榨机、榨糖机、磨机、塑料挤出机、粉碎机及喂料、输送机械等，原理同上，都是以反向同步减速机组的输入端同步取代笨重易损坏的输出端同步齿轮，正、反向减速机被电机驱动，正、反向减速机的输出轴相应分别连接轧钢机的相互反向转动的轧辊，或分别连接甘蔗压榨机或榨糖机或磨机或塑料挤出机或粉碎机或喂料、输送机械等机械的相互反向转动的滚动体，不必一一叙述。应用中正向减速机（或反向减速机）可以是 1 台，也可以是 2 台或多台，例如 3 辊的甘蔗压榨机需要正向减速机 2 台、反向减速机 1 台构成的反向同步减速机组，等等。

需要说明的是，正向减速机和反向减速机的减速比的绝对值在一些场合并不需要完全相等，只要其差值足够小，使得在一个足够长的工作时期内，比如一个工作周期内、一个设备检修期内至多在减速机寿命期内，上述减速比绝对值之差造成的减速机输出轴的相对旋转角度仍在工作机械允许的范围内，那么这种相对的反向同步而非绝对的反向同步，即 $I_Z \approx -I_G$ ， $Z_2 \cdot Z_3 / Z_1 \cdot Z_4 + G_2 \cdot G_3 / G_1 \cdot G_4 \approx 2$ ，就是允许的。这一点可以使可用的齿数组合变多，设计时的选择范围相应变宽。

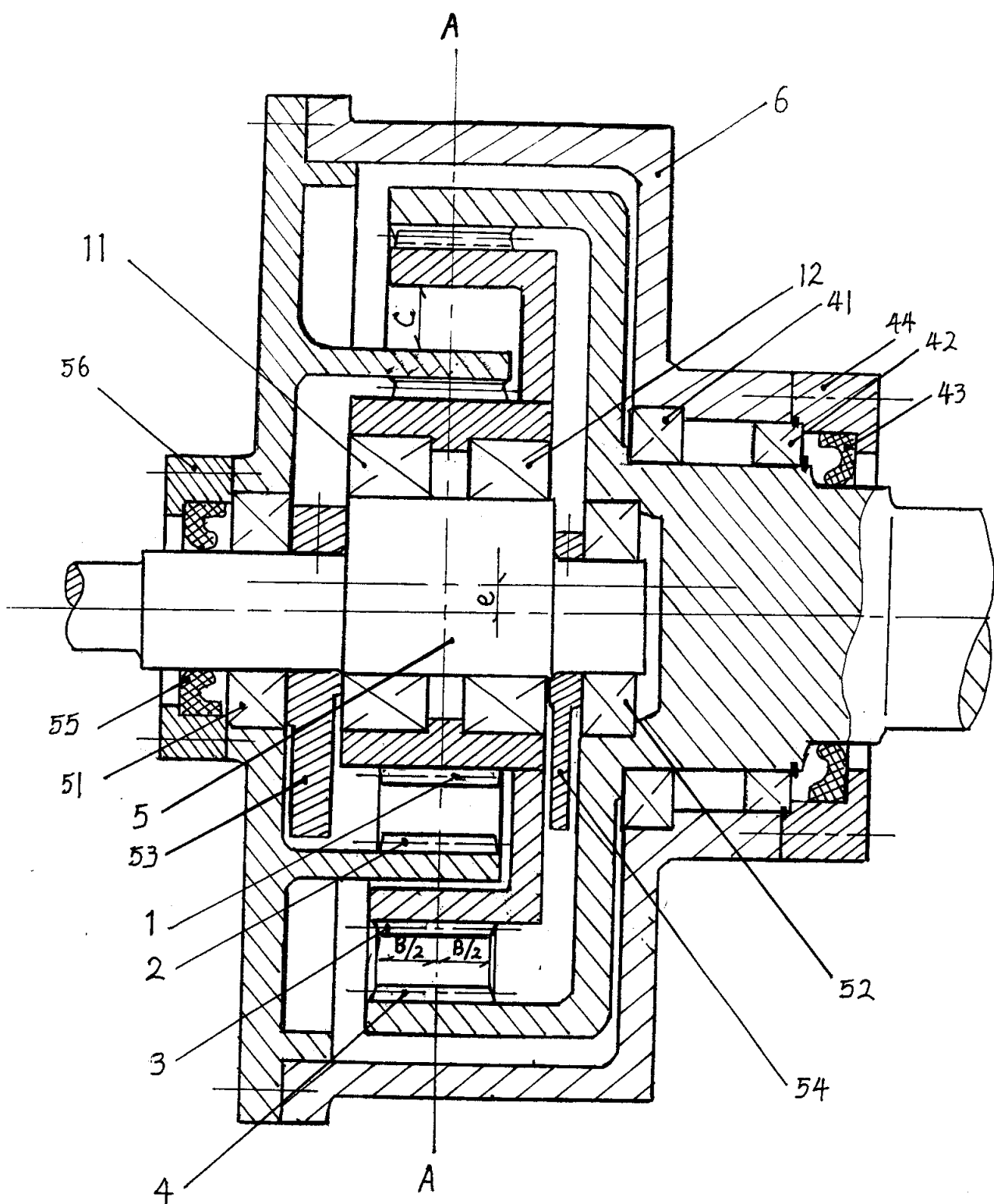


图 1

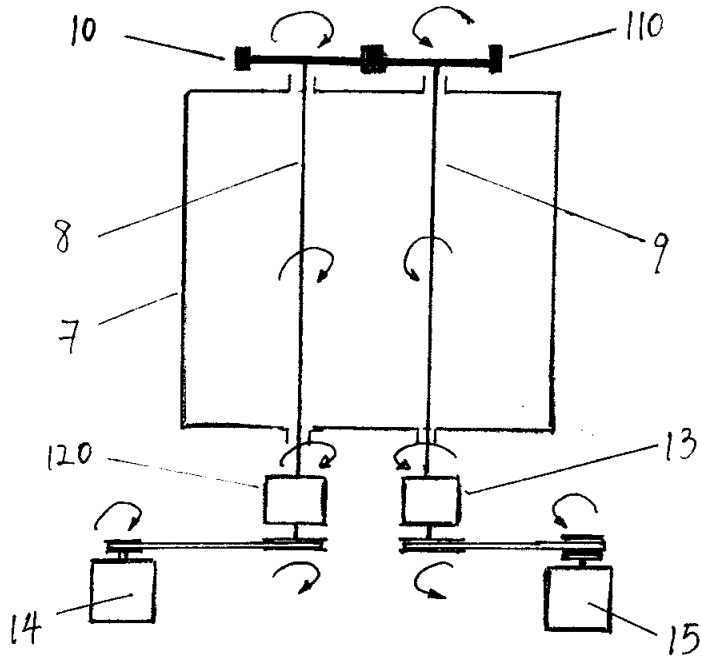


图 2 A

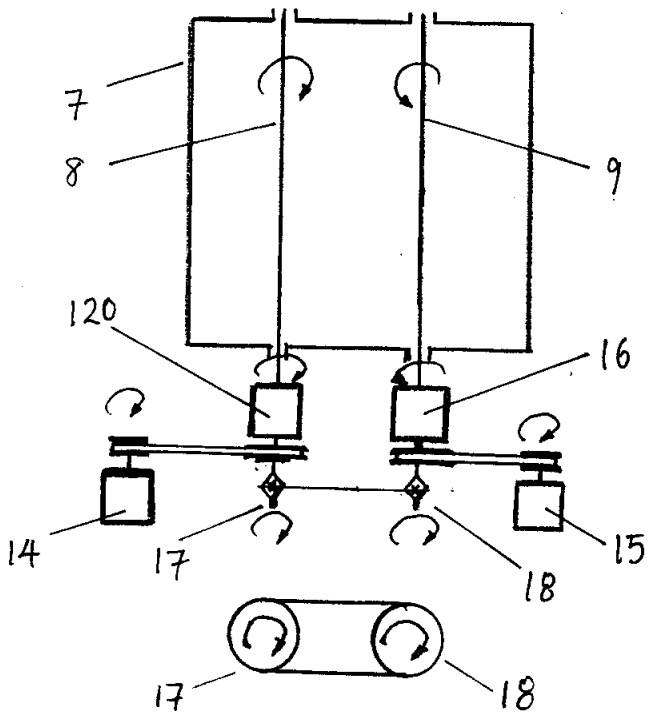


图 2 B