

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201893650 U

(45) 授权公告日 2011. 07. 06

(21) 申请号 201020619834. 8

(22) 申请日 2010. 11. 23

(73) 专利权人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路
301 号

(72) 发明人 何仁 梁琳琳

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限
公司 32200

代理人 楼高潮

(51) Int. Cl.

H02K 7/10 (2006. 01)

H02K 7/102 (2006. 01)

B60K 17/06 (2006. 01)

B60K 17/02 (2006. 01)

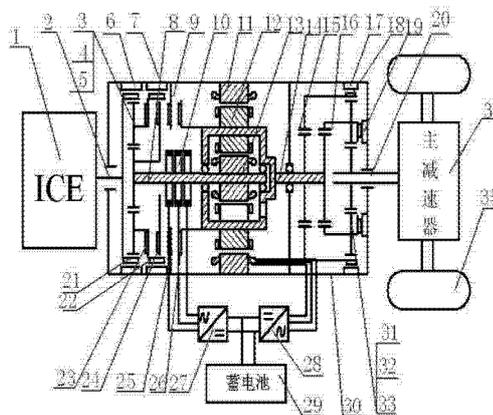
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

一种具有三档变速功能的电力无级变速器

(57) 摘要

本实用新型公开一种用于公路运输车辆上的具有三档变速功能的电力无级变速器,包括动力总成外壳、双转子电机和两组行星齿轮机构,在第一组行星齿轮机构和第二组行星齿轮机构之间设置双转子电机,发动机通过发动机输出轴连接第一组行星齿轮机构的输入轴内转子轴;双转子电机是同轴心布置的三层结构,最外层是定子,中间是外转子,最内层是内转子,第一、二组行星齿轮机构均由太阳轮、行星架和齿圈组成;第一组与第二组行星齿轮机构分别起到动力模式切换与改变传动比的作用,能减小双转子电机的体积,扩大传动比范围,提高功率密度,实现制动时能量的回收。



1. 一种具有三档变速功能的电力无级变速器,包括动力总成外壳(30)、双转子电机和两组行星齿轮机构,其特征是:在第一组行星齿轮机构和第二组行星齿轮机构之间设置双转子电机,发动机(1)通过发动机输出轴(2)连接第一组行星齿轮机构的输入轴内转子轴(8);所述双转子电机是同轴心布置的三层结构,最外层是定子(11),中间是外转子(12),最内层是内转子(13),内转子轴(8)固接内转子(13),外转子(12)固接外转子轴(14);所述第一组行星齿轮机构由太阳轮(3)、行星架(4)、齿圈(5)组成,太阳轮(3)与内转子(13)固接;齿圈(5)与发动机输出轴(2)固接,齿圈(5)上设有第一制动器摩擦片(21),第一制动器(6)设置在动力总成外壳(30)上,行星架(4)上设有第二制动器摩擦片(22)与第一离合器第一摩擦片(23),在动力总成壳体(30)与行星架(4)之间设有第二制动器(7),太阳轮(3)上设有第一离合器第二摩擦片(24),第三摩擦片(25)设置在动力总成外壳(30)上,第四摩擦片(26)设置在外转子(11)上;所述第二组行星齿轮机构由另一太阳轮(31)、另一行星架(32)、另一齿圈(33)组成,另一太阳轮(31)固接太阳轮轴(20),第二组行星齿轮机构的输入轴是外转子轴(14),外转子轴(14)通过第二离合器(15)与另一齿圈(33)连接或通过第三离合器(16)与另一行星架(32)连接,输出轴太阳轮轴(20)与主减速器(34)连接,动力总成壳体(30)上固定有第三制动器(17)与第四制动器(19),外转子轴(14)与太阳轮轴(20)在同一条轴线上;内转子轴(8)上设有滑环(10),滑环(10)通过导线依次电连接主交直流转换器(27)、蓄电池(29)、副交直流转换器(28)连接,副交直流转换器(28)通过导线电连接内转子(13)的电枢绕组。

2. 根据权利要求1所述的一种具有三档变速功能的电力无级变速器,其特征是:当第三制动器(17)、第四制动器(19)脱开,第二离合器(15)与第三离合器(16)均结合时,第二组行星齿轮机构的传动比为1;当第二离合器(15)、第四制动器(19)结合,第三离合器(16)、第三制动器(17)脱开时,第二组行星齿轮机构的传动比为

$\frac{R_2}{S_2}$,当第三离合器(16)、第三制动器(17)结合,第二离合器(15)、第四制动器(19)脱开时,

第二组行星齿轮机构的传动比为 $(1 + \frac{R_2}{S_2})$, R_2 是另一齿圈(33)的齿数、 S_2 是另一太阳轮(31)的齿数。

一种具有三档变速功能的电力无级变速器

技术领域

[0001] 本实用新型属于汽车交流电机及其控制技术领域,具体涉及一种具有双转子的电力无级变速器,应用于公路运输车辆上。

背景技术

[0002] 为了使内燃机 ICE 能在整个运行工况下均保持最佳效率运行,同时又可以减少装置的复杂程度,采用双转子电机,双转子电机由内转子、外转子、定子三个主要部分组成,三个主要部分可以组成两个径向布置的电机,其中内转子与外转子构成内电机,外转子与定子组成外电机。一般情况下内转子与发动机轴连接,外转子与主减速器轴连接,形成电力无级变速器 EVT。采用电力驱动控制两个转子的转矩与转速,可以实现转矩与转速比连续可调,具有较高的传动效率,无需通常的启动装置(如离合器或液力耦合器等)。当变速箱的无级变速与内燃机控制有效配合时,可大幅度提高汽车燃油效率。在动力调节方面,EVT 可通过储能器有效的补充动力轮所需的驱动动力而无需改变对内燃机的动力要求,从而保持内燃机的工作状态不受或少受路况的影响。内燃机可始终工作在设定的最佳状态,以提高整车的效率。同时 EVT 还可回收制动时的动能,返送回储能器中。所有这些举措都大幅度地提高车辆的燃油效率。

[0003] 但是电力无级变速器也存在一定程度上的缺陷:首先,相较于机械式或者液压式变速器可以在较紧凑的空间内实现较大的调速范围,由于空间尺寸的限制,电力无级变速器的调速范围也受到限制;其次,电力无级变速的输入轴一般与发动机轴固定连接,在需要给汽车施加动力时,不管是发动机单独驱动还是电机单独驱动汽车,发动机和电机都要转动,当只用电机单独驱动汽车或者电机发电回收制动时的动能时,电机都会带动发动机随之空转,造成浪费,并对发动机造成影响。在专利号 200810223615.5、名称是“一种集成有双速比输出机构的电力无级变速器”与专利号 200820123600.7、名称是“一种集成基于行星齿轮两档变速机构的电力无级变速器”中提出了有两个档位变化的无级变速器,但发动机与电力无级变速器的输入轴仍然为固定连接。专利号 200710121112.2、名称是“一种电力无级变速器”通过一组行星齿轮结构与专利号是 200710074741.4、名称是“混合动力汽车动力总成”通过离合器虽然解决了发动机与电力无极变速器的固定连接的问题,但是并不能扩大电力无级变速器的变速比范围。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术的不足,本实用新型提出一种具有较大调速范围、较高传动效率和燃油效率、并能以并联混合动力、纯电动动力、全混合动力三种模式切换工作的电力无级变速器。

[0005] 本实用新型采用的技术方案是:包括动力总成外壳、双转子电机和两组行星齿轮机构,在第一组行星齿轮机构和第二组行星齿轮机构之间设置双转子电机,发动机通过发动机输出轴连接第一组行星齿轮机构的输入轴内转子轴;所述双转子电机是同轴心布置的

三层结构,最外层是定子,中间是外转子,最内层是内转子,内转子轴固接内转子,外转子固接外转子轴;所述第一组行星齿轮机构由太阳轮、行星架、齿圈组成,太阳轮与内转子固接;齿圈与发动机输出轴固接,齿圈上设有第一制动器摩擦片,第一制动器设置在动力总成外壳上,行星架上设有第二制动器摩擦片与第一离合器第一摩擦片,在动力总成壳体与行星架之间设有第二制动器,太阳轮上设有第一离合器第二摩擦片,第三摩擦片设置在动力总成外壳上,第四摩擦片设置在外转子上;第二组行星齿轮机构由另一太阳轮、另一行星架、另一齿圈组成,另一太阳轮固接太阳轮轴,第二组行星齿轮机构的输入轴是外转子轴,外转子轴通过第二离合器与另一齿圈连接或通过第三离合器与另一行星架连接,输出轴太阳轮轴与主减速器连接,动力总成壳体上固定有第三制动器与第四制动器,外转子轴与太阳轮轴在同一条轴线上;内转子轴上设有滑环,滑环通过导线依次电连接主交直流转换器、蓄电池、副交直流转换器连接,副交直流转换器通过导线电连接内转子的电枢绕组。

[0006] 本实用新型有机结合了双转子电机与行星齿轮机构的优点,第一组与第二组行星齿轮机构分别起到动力模式切换与改变传动比的作用,通过这两组行星齿轮机构实现了三个功能:第一,电力无级变速器的内转子转速增高,使得双转子电机传递的转矩下降,由于双转子电机的体积与传递的转矩成正比关系,所以可以减小双转子电机的体积,提高功率密度;第二,传统的电力无级变速的输入轴与发动机输出轴固定连接,限制汽车只能工作在全混合动力模式下,本实用新型采用一组行星齿轮机构使得汽车可以工作在并联混合动力模式下和纯电动动力模式下,还可以实现制动时能量的回收;第三,采用一组行星齿轮机构实现三档变速,扩大了电力无极变速器的传动比范围。

[0007] 附图说明

[0008] 图 1 是本实用新型及其搭载车辆上的连接示意图;

[0009] 图 2 是图 1 中第一组行星齿轮机构的放大图;

[0010] 图 3 是图 1 中第二组行星齿轮机构的放大图;

[0011] 图中:1. 发动机;2. 发动机输出轴;3. 太阳轮;4. 行星架;5. 齿圈;6. 第一制动器;7. 第二制动器;8. 内转子轴;9. 第一离合器;10. 滑环;11. 定子;12. 外转子;13. 内转子;14. 外转子轴;15. 第二离合器;16. 第三离合器;17. 第三制动器;18. 第三制动器摩擦片;19. 第四制动器;20. 太阳轮轴;21. 第一制动器摩擦片;22. 第二制动器摩擦片;23. 第一离合器第一摩擦片;24. 第一离合器第二摩擦片;25. 第一离合器第三摩擦片;26. 离合器第四摩擦片;27. 主交直流转换器;28. 副交直流转换器;29. 蓄电池;30. 动力总成外壳;31. 太阳轮;32. 行星架;33. 齿圈;34. 主减速器;35. 车轮。

具体实施方式

[0012] 参见图 1,本实用新型的电力无级变速器主要包括动力总成外壳 30、双转子电机和两组行星齿轮机构,双转子电机与两组行星齿轮机构安装在动力总成外壳 30 中,动力总成壳体 30 外部的发动机 1 通过其输出轴连接第一组行星齿轮机构,在第一组行星齿轮机构和第二组行星齿轮机构之间安装双转子电机,双转子电机的输出轴连接外部的主动减速器 34,主动减速器 34 控制车轮 35。

[0013] 第一组行星齿轮实现车辆在各个驱动模式间的切换,第二组行星齿轮实现三档变速。双转子电机是同轴心布置的三层结构,最外层是定子 11,中间是外转子 12,最内层是内

转子 13。其中,外转子 12 固定连接在外转子轴 14 上,外转子 12 的内外两侧镶有磁钢,定子 11 与内转子 13 上安装有电枢绕组,滑环 10 装在双转子电机输入轴内转子轴 8 上,然后通过导线与主交直流转换器 27 连接,主交直流转换器 27 又将交流电转换为直流电连接并存储入蓄电池 29,蓄电池 29 又通过导线与副交直流转换器 28 连接,副交直流转换器 28 通过导线与双转子的内转子 13 连接,副交直流转换器 28 又可以将蓄电池 29 中的直流电转换为交流电传至内转子 13,电流通过滑环 8 从外部电源通入内转子 13 的电枢绕组中。此双转子的内转子轴 8 为输入轴,通过第一组行星齿轮结构与发动机输出轴 2 连接;外转子轴 14 为第一组行星齿轮结构的输出轴,外转子轴 14 与第二组行星齿轮机构的输入轴连接。

[0014] 参见图 2,第一组行星齿轮机构由太阳轮 3、行星架 4、齿圈 5 组成。太阳轮 3 与内转子 13 固定连接。齿圈 5 与发动机输出轴 2 固定连接,齿圈 5 上还安装有第一制动器摩擦片 21,动力总成外壳 30 装有第一制动器 6,第一制动器 6 通过与第一制动器摩擦片 21 的脱开结合来控制齿圈 5 的脱开与结合,从而间接控制发动机的工作与否。行星架 4 安装有第二制动器摩擦片 22 与第一离合器第一摩擦片 23。动力总成壳体 30 与行星架 4 之间装有第二制动器 7,第二制动器 7 通过与第二制动器摩擦片 22 的脱开与结合来控制行星架 4 的脱开与结合。第一离合器第二摩擦片 24 安装在太阳轮 3 上,第三摩擦片 25 安装在固定的动力总成外壳 30 上,第四摩擦片 26 装在双转子电机外转子 11 上。当第一离合器 9 工作时四片摩擦片由于摩擦力而结合时,会使发动机输出轴 2、外转子 12、内转子 13 同速转动。当第一制动器 6 制动,第二制动器 7、第一离合器 9 松开时,发动机 1 不出力,这时此电力无级变速器工作在纯电动模式;当第一制动器 6 松开、第二制动器 7 结合、第一离合器 9 松开时,这种电力无级变速器工作在全混合动力模式;当第一制动器 6、第二制动器 7 均松开,第一离合器 9 结合时这种电力无级变速器工作在并联混合动力模式。

[0015] 参见图 3,第二组行星齿轮机构即为三挡变速器,实现三挡变速。第二组行星齿轮机构由另一太阳轮 31、另一行星架 32、另一齿圈 33 组成。太阳轮 31 固定连接太阳轮轴 20。第二组行星齿轮机构的输入轴为双转子的输出轴,即双转子的外转子轴 14,外转子轴 14 通过第二离合器 15 与齿圈 33 连接也可以通过第三离合器 16 与行星架 32 连接,它的输出轴是第二组行星机构的太阳轮轴 20,输出轴太阳轮轴 20 与主减速器 34 连接,将动力传递至车轮 35。第二组行星齿轮组与动力总成其他部分的连接方式是:动力总成壳体 30 上固定有第三制动器 17 与第四制动器 19,第三制动器 17 上安装第三制动器摩擦片 18,第三制动器 17 控制齿圈 33 与动力总成壳体的脱开与结合,第四制动器 19 控制行星架 32 的脱开与结合;外转子轴 14 与第二组行星齿轮太阳轮轴 20 在同一条轴线上。

[0016] 外转子轴 14 与输出轴太阳轮轴 20 之间有三种动力传动途径:当第三制动器 17、第四制动器 19 脱开,第二离合器 15 与第三离合器 16 均结合时,因为第二组行星齿轮中的齿圈 33 与第二离合器 15 连接、行星架 32 与第三离合器 16 连接,第一、二离合器 9、15 又均与外转子轴 14 连接,所以当两个离合器均结合时,第二组行星齿轮的齿圈 33 与行星架 32 就与双转子电机输出轴外转子轴 14 绑定,即齿圈 33 与行星架 32 以同转速旋转,根据行星齿轮的运动特点,太阳轮 31 也具有相同的转速,这时此行星齿轮的传动比为 1;当第二离合器 15、第四制动器 19 结合,第三离合器 16、第三制动器 17 脱开时,行星架 32 制动,动力从齿圈 33 输入、由太阳轮 31 输出,设齿圈的齿数为

R_2 、太阳轮的齿数为 S_2 ，则此时第二组行星齿轮的传动比为 $\frac{R_2}{S_2}$ ；当第三离合器 16、第三制动器 17 结合，第二离合器 15、第四制动器 19 脱开时，齿圈 33 制动，动力由行星架 32 输入、由太阳轮 31 输出，则此时行星齿轮的传动比为 $(1 + \frac{R_2}{S_2})$ 。由此，通过两个制动器、两个离合器，第二组行星齿轮实现了三档变速，在速比 1 、 $\frac{R_2}{S_2}$ 、 $(1 + \frac{R_2}{S_2})$ 之间切换。

[0017] 当第一制动器 6 松开，第二制动器 7 制动，离合器 9 松开，这时，发动机 1 可以自由旋转，第一行星齿轮中行星架 4 固定不动，外转子 12、内转子 13 均可以自由转动，因此动力系统总成运行在全混合动力模式下。设太阳轮 3 的齿数为 S_1 、齿圈齿数为 R_1 ，这样在齿圈 5 与太阳轮 3 之间形成一个升速环节，也即发动机输出轴 2 和内转子 13 之间形成一个升速环节，升速比为 $(i = \frac{R_1}{S_1})$ 。因此内转子的输出转矩为发动机输出转矩的 $1/i$ 。由于电机的体积与电机的转矩成正比，因此采用此实用新型可以获得更小的外转子 12，缩小双转子电机的整体体积。

[0018] 当第一制动器 6、第二制动器 7 均松开，第一离合器 9 结合，这时发动机 1 可以自由旋转，由于第一离合器 9 结合，即四个上述摩擦片结合，与摩擦片连接的发动机输出轴 2、外转子 12、内转子 13 连接成一体，以同转速旋转，此时，外转子 12 不通电，发动机 1 动力直接通过第一行星齿轮传递到内转子 13 输出，整个动力系统总成工作在并联混合动力模式下。

[0019] 当第一制动器 6 结合，第二制动器 7、第一离合器 9 松开，这时发动机 1 制动，不能提供动力。而双转子电机的外转子 12、内转子 13 均可以自由旋转。此时蓄电池 29 由滑环 10 经内转子 13 上的电枢绕组向内转子 13 提供电能，由外转子 12 输出到车轮 35，以纯电动方式驱动车辆。当车辆制动时，能量还可以由车轮 35 经双转子电机回收至蓄电池 29 内。

[0020] 当内转子 13 转速高于外转子 12 转速时，发动机 1 的一部分能量直接传递给内转子 13 用于驱动车辆，其余能量通过外电机磁场传递到主交直流转换器 27 存储入蓄电池 29 中，在内转子 13 所需转矩增加时，可以从蓄电池 29 中取出能量，通过副交直流转换器 28 供给内供给内电机，提供附加转矩，因此当发动机 1 提供的功率不足时，蓄电池 29 向外放电像汽车驱动系统提供能量，当汽车所需的功率较小时或者回收制动能量时，多余的能量由蓄电池 29 储存，所以可以通过控制双转子电机的内外转子的转速来控制蓄电池的充放电。

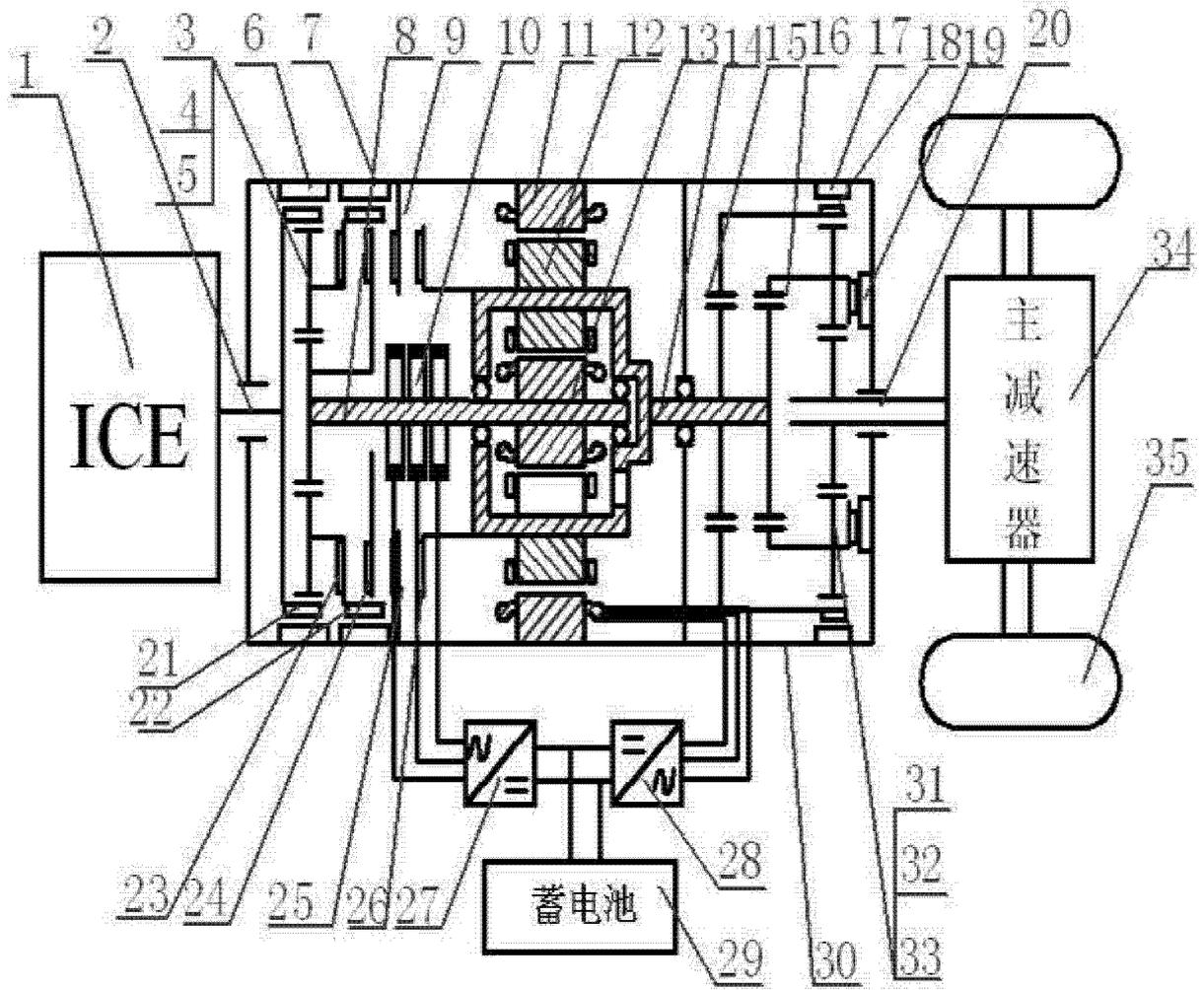


图 1

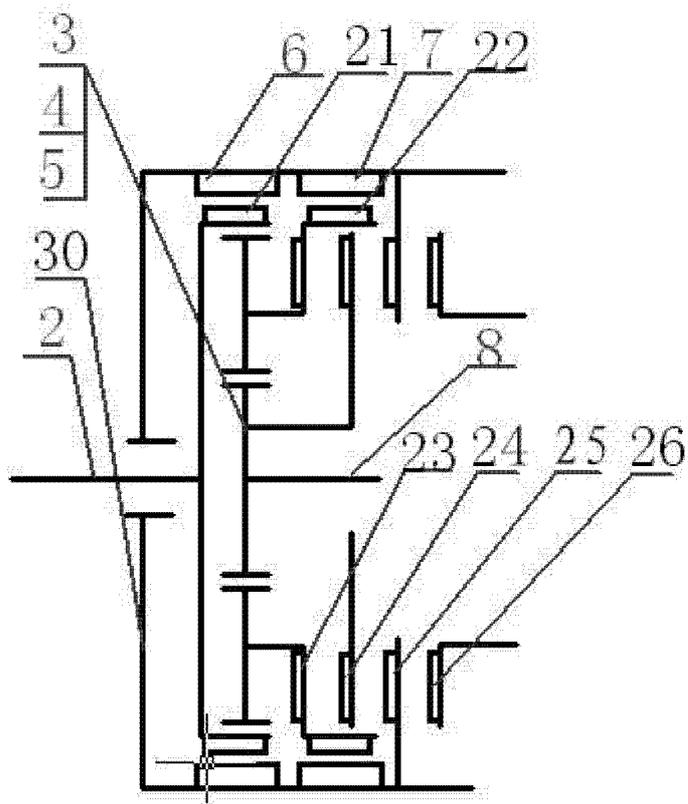


图 2

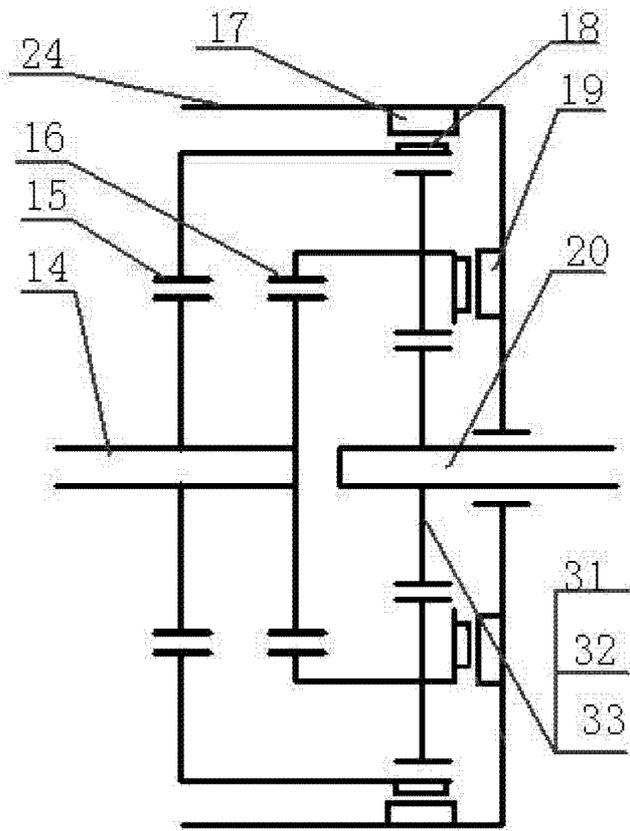


图 3