

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103085643 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201210591531. 3

(22) 申请日 2012. 12. 31

(71) 申请人 长城汽车股份有限公司

地址 071000 河北省保定市朝阳南大街
2266 号

(72) 发明人 王成立 白永生 唐广清 樊晓磊
王建华

(74) 专利代理机构 石家庄科诚专利事务所
13113

代理人 张红卫 左燕生

(51) Int. Cl.

B60K 6/22 (2007. 01)

B60K 6/365 (2007. 01)

B60K 6/547 (2007. 01)

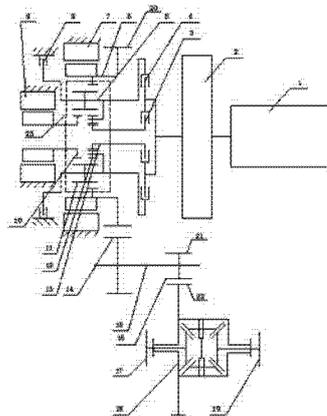
权利要求书1页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

一种混合动力变速器

(57) 摘要

本发明公开了一种混合动力变速器,包括内燃机、拉维纳行星系、差速器总成,还包括与拉维纳行星系齿圈的外齿轮、差速器总成的外齿轮相啮合的中间轴齿轮轮系;拉维纳行星系的输入轴经扭矩减振器与内燃机相联,拉维纳行星系的齿圈上设有第一电机,拉维纳行星系的后太阳轮上设有第二电机。本发明要解决的技术问题,是提供一种混合动力变速器,它是在现有的拉维纳式行星结构的4AT基础上进行了改进,使其具有双EVT结构具备了类似CVT的无级变速功能,弥补了现有4AT在换挡舒适性和燃油经济性方面的不足。本发明适用于前置前驱且动力总成为横置的车辆,实现混合动力驱动。



1. 一种混合动力变速器,包括内燃机、拉维纳行星系、差速器总成,还包括与拉维纳行星系齿圈的外齿轮、差速器总成的外齿轮相啮合的中间轴齿轮轮系,中间轴齿轮轮系设于拉维纳行星系与差速器总成之间;拉维纳行星系包括后太阳轮;其特征在于:

拉维纳行星系的输入轴上经扭矩减振器与内燃机相联;

拉维纳行星系的齿圈上设有第一电机,第一电机的内转子与齿圈相联接;

拉维纳行星系的后太阳轮上设有第二电机,第二电机的内转子与后太阳轮相联接。

2. 根据权利要求1所述的一种混合动力变速器,其特征在于:所述拉维纳行星系的行星架与输入轴相联;行星架上设有第一离合器、与前太阳轮连接的第二离合器,拉维纳行星系还包括前太阳轮、长行星轮、短行星轮;其中:

内燃机通过扭矩减振器与第一离合器的内毂、第二离合器的外毂相连;

第一离合器的外毂与行星架连接;

第二离合器的内毂与前太阳轮连接;

前太阳轮与短行星轮啮合;短行星轮还与长行星轮啮合,长行星轮既与后太阳轮啮合又与齿圈啮合。

3. 根据权利要求1所述的一种混合动力变速器,其特征在于:中间轴齿轮轮系设于中间轴齿轮轴上,包括输出被动齿轮与中间轴齿轮;齿圈上的外齿轮与输出被动齿轮啮合,中间轴齿轮与差速器总成上的外齿轮啮合。

4. 根据权利要求1所述的一种混合动力变速器,其特征在于:差速器总成与左右半轴连接。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的一种混合动力变速器,其特征在于:所述行星架上设有制动器,制动器设于行星架尾端并与行星架连接。

一种混合动力变速器

技术领域

[0001] 本发明属于汽车领域,涉及车用变速器,具体地说是一种混合动力变速器。

背景技术

[0002] 近年来,出于节能环保方面的考虑,混合动力车型日趋热销。混合动力车辆的动力源为内燃机和电动机,电动机低速大扭矩的特点弥补了内燃机尤其是涡轮增压内燃机在低速扭矩不足的缺点,使车辆的动力性能得到充分的保证。同级别车型中采用混合动力技术在不降低动力性的前提下可匹配小排量发动机,燃油消耗率和排放性能也大大得到了改善。

[0003] 大多数车企都在努力利用自己的技术底蕴发展符合公司特色的混合动力技术,这就需要突破主流企业在常规变速器领域的核心技术。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题,是提供一种混合动力变速器,它是在现有的拉维纳式行星结构的 4AT 基础上进行了改进,使其具有双 EVT 结构具备了类似 CVT 的无级变速功能,弥补现有 4AT 在换挡舒适性和燃油经济性方面的不足。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

一种混合动力变速器,包括内燃机、拉维纳行星系、差速器总成,还包括与拉维纳行星系齿圈的外齿轮、差速器总成的外齿轮相啮合的中间轴齿轮轮系,中间轴齿轮轮系设于拉维纳行星系与差速器总成之间;拉维纳行星系包括后太阳轮;其特别之处在于:

拉维纳行星系的输入轴上经扭矩减振器与内燃机相联;

拉维纳行星系的齿圈上设有第一电机,第一电机的内转子与齿圈相联接;

后太阳轮上设有第二电机,第二电机的内转子与后太阳轮相联接。

[0006] 作为对本发明的限定:

所述拉维纳行星系的行星架与输入轴相联;行星架上设有第一离合器、与前太阳轮连接的第二离合器,拉维纳行星系还包括前太阳轮、长行星轮、短行星轮;其中:

内燃机通过扭矩减振器与第一离合器的内毂、第二离合器的外毂相连;

第一离合器的外毂与行星架连接;

第二离合器的内毂与前太阳轮连接;

前太阳轮与短行星轮啮合;短行星轮还与长行星轮啮合,长行星轮既与后太阳轮啮合又与齿圈啮合。

[0007] 中间轴齿轮轮系设于中间齿轮轴上,包括输出被动齿轮与中间轴齿轮;齿圈上的外齿轮与输出被动齿轮啮合,中间轴齿轮与差速器总成上的外齿轮啮合。

[0008] 差速器总成与左右半轴连接。

[0009] 作为本发明的进一步限定,所述行星架上设有制动器,制动器设于行星架尾端并与行星架连接。

[0010] 本发明的工作原理如下：

(1) 启动

启动,低速到中速时,只要电池的电量在合理范围之内,汽车由第一电机驱动,此时整车处于纯电模式,两离合器和制动器均处于分离状态。动力直接由齿圈传递给中间齿轮轴,然后由中间齿轮轴传递给差速器总成,动力经与差速器连接的两个半轴传递给左右车轮,从而实现动力的输出。

[0011] (2) 一般行驶

当整车进入一般行驶时,此时第一离合器结合发电机(第二电机)带动发动机曲轴从静止开始旋转,直至点火。发动机动力一部分直接通过行星系驱动车轮,一部分分配给发电机(第二电机)用于发电,电力按需求分配给电池和电机。通过调整发第二电机转速实现类似 CVT 的无级变速。具体调速原理如下：

$$\frac{n_{\text{发}} - n_{\text{内}}}{n_{\text{电}} - n_{\text{内}}} = -K_2$$

$$n_{\text{内}} = \frac{n_{\text{发}} + K_2 n_{\text{电}}}{K_2 + 1}$$

式中： $n_{\text{内}}$ —内燃机转速； $n_{\text{电}}$ —第一电机转速； $n_{\text{发}}$ —发电机(第二电机)转速； $n_{\text{框}}$ —行星架转速； K_2 —第一电机连接的齿圈与第二电机连接的后太阳轮的齿比；

从上式可知在不改变内燃机转速的情况下,通过改变发电机转速可以实现与第一电机连接的齿圈的转速的调节,即实现输出转速的改变,因发电机在额定转速范围内可以实现无级调节,所以通过调节发电机转速可以实现电机转速类似 CVT 的无级调节。

[0012] (3) 急加速

急加速工况分两级：

(31) 在中低速范围加速时,电池给两个电机提供能量辅助加速,同时第二离合器结合以获得较高的传动比从而提高加速的动力性,同时又可以根据车速与输出转速,判断车轮是否打滑,从而确定调整电池给两个电机提供的能量；

(32) 在高速范围加速时,第一离合器结合以降低传动比从而提高输出转速,同时电池给两个电机提供能量实现辅助加速,以改善加速性能。两离合器的结合均可通过发电机的无级调速实现第一电机连接的齿圈的转速类似 CVT 的无级调节,保证加速过程中的平顺性。第一离合器结合的调节原理在一般行驶工况已叙述；第二离合器结合的调节原理如下：

$$\frac{n_{内} - n_{框}}{n_{电} - n_{框}} = K_1$$

$$\frac{n_{发} - n_{框}}{n_{电} - n_{框}} = -K_2$$

整理上述两得：

$$n_{内} = \frac{(K_1 + K_2)n_{电} - K_2(K_1 - 1)n_{发}}{K_2 + 1}$$

式中： $n_{内}$ —内燃机转速； $n_{电}$ —第一电机转速； $n_{发}$ —发电机（第二电机）转速； $n_{框}$ —行星架转速； K_1 —第一电机连接的齿圈与内燃机连接的前太阳轮的齿比； K_2 —第一电机连接的齿圈与第二电机连接的后太阳轮的齿比；

从上式可知，在不改变内燃机转速的情况下，通过改变发电机转速可以实现第一电机连接的齿圈转速的调节，即实现输出转速的改变，因发电机在额定转速范围内可以实现无级调节，所以通过调节发电机转速可以实现电机转速类似 CVT 的无级调节。

[0013] 第二离合器结合提高加速的动力性的基本原理：

第二离合器结合扭矩分配原理：

$$T_{电} = T_{内} + T_{发} \quad T_{出} = T_{电} + T_{能}$$

式中： $T_{电}$ —内燃机扭矩经过行星机构后对与第一电机连接齿圈产生的力矩； $T_{内}$ —内燃机扭矩； $T_{发}$ ：内燃机扭矩经过行星机构后对与第一电机连接齿圈产生的力矩； $T_{能}$ —第一电机从电池或发电机（第二电机）获得的能量对与第一电机连接齿圈产生的力矩；

第一离合器结合扭矩分配原理：

$$T_{电} = \frac{K_2}{1 + K_2} T_{内}$$

$$T_{发} = \frac{1}{1 + K_2} T_{内}$$

$$T_{出} = T_{电} + T_{电能}$$

第二离合器结合

$$T_{电} = T_{内} + T_{发} > T_{内}$$

第一离合器结合

$$T_{电} = \frac{K_2}{1+K_2} T_{内} < T_{内}$$

综上所述,第二离合器结合和第一离合器结合相比,与第一电机齿圈的转矩有大幅提高,提高的幅度与发电机(第二电机)的扭矩及与第一电机连接齿圈和与内燃机连接的前太阳轮的齿比有关。所以第二离合器结合与第一电机连接齿圈可以获得更大的扭矩,所以在不增加第一电机功率的情况下提高了低速工况的输出扭矩,所以更加适合工况复杂的越野车辆驱动,提高驾驶乐趣。

[0014] (4) 减速、制动

减速、制动时,因惯性作用车轮驱动电机齿圈,第一电机起发电机的作用,将再生制动能量储存到电池中。

[0015] (5) 爬陡坡

爬陡坡时,第二离合器结合以获得较高的传动比,提高输出扭矩,同时电池给两个电机提供能量辅助提高输出扭矩。

[0016] (6) 停车充电

停车开空调或音响等娱乐设施的时候,内燃机熄火,利用电池的电量对上述设施进行能量供给,当电池电量降低到一定数值后发动机启动,利用已拉上的手刹制动以保证充电过程中的动力流由发动机传递给发电机(第二电机),同时防止充电过程中车辆溜车。当电池电量升高到一定数值后发动机停止,待电池的电量重新降低到一定数值后发动机再重新启动,如此待如此往复,保持电池电量在一定范围之内。

[0017] (7) 应急启动

第一电机和发电机(第二电机)控制系统损坏后,通过控制制动器的结合,发动机利用第二离合器应急启动,使车辆移动到安全位置。制动器的主要作用是第一电机和发电机((第二电机)控制系统损坏后,发动机应急启动之用,车辆移动到安全位置之用。在控制系统能够保证可靠性的情况下可以去掉制动器。

[0018] 由于采用了上述的技术方案,本发明与现有技术相比,所取得的技术进步在于:

i. 通过在输入轴位置布置两个离合器从而实现在两档位发动机与电机耦合。

[0019] ii. 每个档位只需控制一个离合器便可以完成档位的转化,每一个档位均可以通过控制发电机转速实现类似于 CVT 的无级变速。

[0020] iii. 由于采用增加了电机扭矩的辅助,当发动机不处于最佳工作区间时,由电机驱动极大地增高了燃油经济性。

[0021] iv. 由于增加了电机和蓄电池,当反拖时控制电机逆变为发电机,可以实现制动能量回收功能。

[0022] v. 在输出齿圈处增加电机,可以在发动机驱动时通过第二电机给第一电机提供电力,从而实现在不改变齿轮参数的情况下实现增扭功能;并通过合理的匹配可以实现发动机与电机同时输出扭矩,从而实现多整车平台的匹配。

[0023] vi. 在国内企业普遍拥有的 4AT 拉维纳行星系基础上,通过增加两台电机和配置 2 个离合器和 1 个制动器组合成为 EVT 式混合动力变速器,可以有效地提高燃油经济性,减少油耗,同时提高换挡舒适性,达到与 CVT 同等的水平。

[0024] 综上,本发明在现有 4AT 的拉维纳式行星结构的基础上,保留两离合器与一制动

器，在齿圈上增加第一电机，在太阳轮上增加第二电机，在输入端去掉液力变矩器增加扭矩减振器，从而能够实现纯电动或发动机或混合动力起车、正常行驶、制动能量回收、正常行驶及加速助力等功能。该方案结构简单紧凑，第二离合器结合工况主要实现低速大扭矩提升整车的动力性，尤其适合需要大扭矩爬坡和急加速的车辆。

[0025] 本发明适用于前置前驱且动力总成成为横置的车辆，实现混合动力驱动。

[0026] 本发明下面将结合说明书附图与具体实施例作进一步详细说明。

附图说明

[0027] 图 1 是本发明实施例的整体结构简图；

图 2—图 8 分别是图 1 所示实施例在不同工况下的动力流、功率流传动示意图，图中箭头表示动力流方向。

图中：1—内燃机，2—扭矩减振器，3—第二离合器，4—第一离合器，5—行星架，6—齿圈，7—第一电机，8—制动器，9—第二电机，10—后太阳轮，11—长行星轮，12—短行星轮，13—前太阳轮，14—输出被动齿轮，15—中间齿轮轴，16—中间轴齿轮，17—左半轴，18—差速器总成，19—右半轴，20—齿圈外齿轮，22—差速器总成外齿轮，23—拉维纳行星系。

具体实施方式

[0028] 实施例一种混合动力变速器

参考图 1，本实施例包括内燃机 1、扭矩减振器 2、拉维纳行星系 23、差速器总成 18，还包括与拉维纳行星系齿圈外齿轮 20、差速器总成外齿轮 22 相啮合的中间轴齿轮轮系。拉维纳行星系的输入轴上经扭矩减振器与内燃机相联；

中间轴齿轮轮系设于拉维纳行星系 23 与差速器总成 18 之间。

[0029] 拉维纳行星系 23 的行星架 5 与输入轴相联。

[0030] 拉维纳行星系 23 包括前太阳轮 13、后太阳轮 10、长行星轮 11、短行星轮 12、及行星架 5。第一离合器 4 与前太阳轮 13 连接，第一离合器 4 的内毂与第二离合器 3 的外毂连接，第一离合器 4 的外毂与行星架 5 连接；第二离合器 3 的内毂与前太阳轮 13 连接；制动器 8 设于行星架 5 的尾端并与行星架 5 连接。

[0031] 拉维纳行星系 23 的齿圈 6 上设有第一电机 7，第一电机 7 的内转子与齿圈 6 相联接。

[0032] 内燃机 1 通过扭矩减振器 2 与第一离合器 4 的内毂、第二离合器 3 的外毂相连。

[0033] 拉维纳行星系 23 的后太阳轮 10 上设有第二电机 9，第二电机 9 的内转子与后太阳轮 10 相联接。

[0034] 前太阳轮 13 与短行星轮 12 啮合；短行星轮 12 还与长行星轮 11 啮合，长行星轮 11 既与后太阳轮 10 啮合又与齿圈 6 啮合。

[0035] 中间轴齿轮轮系设于中间齿轮轴 15 上，包括输出被动齿轮 14 与中间轴齿轮 16；齿圈外齿轮 20 与输出被动齿轮 14 啮合，中间轴齿轮 16 与差速器总成外齿轮 22 啮合。

[0036] 差速器总成 18 与左半轴 17、右半轴 19 连接。

[0037] 本实施例的工况有以下几种：

(1) 启动，参考图 2

启动,低速到中速时,只要电池的电量在合理范围之内,汽车由第一电机 7 驱动,此时整车处于纯电模式,两离合器 3 与 4 和制动器 8 均处于分离状态。动力直接由齿圈 6 传递给中间齿轮轴 15,然后由中间齿轮轴 15 传递给差速器总成 18,动力经与差速器总成 18 连接的左半轴 17、右半轴 19 传递给左、右车轮,从而实现动力的输出。

[0038] (2) 一般行驶,参考图 3

当整车进入一般行驶时,此时第一离合器 4 结合发电机(第二电机 9) 带动发动机曲轴从静止开始旋转,直至点火。发动机动力一部分直接通过拉维纳行星系 23 驱动车轮,一部分分配给发电机(第二电机 9)用于发电,电力按需求分配给电池和第一电机 7。通过调整第二电机 9 的转速,实现类似 CVT 的无级变速。具体调速原理如下:

式中: $n_{内}$ —内燃机 1 的转速; $n_{电}$ —第一电机 7 的转速; $n_{发}$ —发电机(第二电机 9)的转速; $n_{框}$ —行星架 5 的转速; K_2 —第一电机连接的齿圈与第二电机连接的后太阳轮的齿比;

从上式可知在不改变内燃机转速的情况下,通过改变发电机转速可以实现第一电机 7 的齿圈转速的调节,即实现输出转速的改变,因发电机(第二电机 9)在额定转速范围内可以实现无级调节,所以通过调节发电机(第二电机 9)的转速可以实现第一电机 7 转速类似 CVT 的无级调节。

[0039] (3) 急加速

急加速工况分两级:

(31)参考图 4,在中低速范围加速时,电池给第一电机 7 和第二电机 9 提供能量辅助加速,同时第二离合器 3 结合以获得较高的传动比从而提高加速的动力性,同时又可以根据车速与输出转速,判断车轮是否打滑,从而确定调整电池给两个电机提供的能量;

(32)参考图 5,在高速范围加速时,第一离合器 4 结合以降低传动比从而提高输出转速,同时电池给两个电机提供能量实现辅助加速,以改善加速性能。两离合器的结合均可通过发电机的无级调速实现电机(即电机齿圈)转速类似 CVT 的无级调节,保证加速过程中的平顺性。第一离合器 4 结合的调节原理在一般行驶工况已叙述;第二离合器 3 结合的调节原理如下:

$$\frac{n_{内} - n_{框}}{n_{电} - n_{框}} = K_1$$

$$\frac{n_{发} - n_{框}}{n_{电} - n_{框}} = -K_2$$

整理上述两得:

$$n_{内} = \frac{(K_1 + K_2)n_{电} - K_2(K_1 - 1)n_{发}}{K_2 + 1}$$

式中: $n_{内}$ —内燃机 1 的转速; $n_{电}$ —第一电机 7 的转速; $n_{发}$ —发电机(第二电机 9)转速; $n_{框}$ —行星架 5 的转速; K_1 —第一电机 7 连接的齿圈与内燃机 1 连接的前太阳轮的齿

比； K_2 —第一电机 7 连接的齿圈与第二电机 9 连接的太阳轮的齿比；

从上式可知，在不改变内燃机 1 的转速的情况下，通过改变发电机（第二电机 9）的转速可以实现电机转速的调节，即实现输出转速的改变，因发电机（第二电机 9）在额定转速范围内可以实现无级调节，所以通过调节发电机（第二电机 9）的转速可以实现电机转速类似 CVT 的无级调节。

[0040] 第二离合器 3 结合提高加速的动力性的基本原理：

第二离合器 3 结合扭矩分配原理：

$$T_{\text{电}} = T_{\text{内}} + T_{\text{发}}, \quad T_{\text{出}} = T_{\text{电}} + T_{\text{能}}$$

式中： $T_{\text{电}}$ —内燃机 1 的扭矩经过拉维纳行星系 23 后对第一电机 7 连接的齿圈产生的力矩； $T_{\text{内}}$ —内燃机 1 的扭矩； $T_{\text{发}}$ ：内燃机 1 的扭矩经过拉维纳行星系 23 后对发动机连接的齿圈产生的力矩； $T_{\text{能}}$ —第一电机 7 从电池或发电机（第二电机 9）获得的能量对第一电机 7 连接的齿圈产生的力矩；

第一离合器 4 结合扭矩分配原理：

$$T_{\text{电}} = \frac{K_2}{1 + K_2} T_{\text{内}}$$

$$T_{\text{发}} = \frac{1}{1 + K_2} T_{\text{内}}$$

$$T_{\text{出}} = T_{\text{电}} + T_{\text{电能}}$$

第二离合器 3 结合

$$T_{\text{电}} = T_{\text{内}} + T_{\text{发}} > T_{\text{内}}$$

第一离合器 4 结合

$$T_{\text{电}} = \frac{K_2}{1 + K_2} T_{\text{内}} < T_{\text{内}}$$

综上所述，第二离合器 3 结合和第一离合器 3 结合相比，第一电机及其齿圈的转矩有大幅提高，提高的幅度与发电机（第二电机 9）的扭矩及第一电机 7 连接的齿圈与内燃机 1 连接的太阳轮的齿比有关。所以第二离合器 3 结合第一电机 7 连接的齿圈可以获得更大的扭矩，所以在不增加第一电机 7 的功率的情况下，提高了低速工况的输出扭矩，所以更加适合工况复杂的越野车辆驱动，提高驾驶乐趣。

[0041] (4) 减速、制动，参考图 6

减速、制动时，因惯性作用车轮驱动电机（第一电机）连接的齿圈，第一电机 7 起发电机的作用，将再生制动能量储存到电池中。

[0042] (5) 爬陡坡，参考图 4

爬陡坡时，第二离合器 3 结合以获得较高的传动比，提高输出扭矩，同时电池给两个电机提供能量辅助提高输出扭矩。

[0043] (6) 停车充电,参考图 7

停车开空调或音响等娱乐设施的时候,内燃机 1 熄火,利用电池的电量对上述设施进行能量供给,当电池电量降低到一定数值后发动机启动,利用已拉上的手刹制动以保证充电过程中的动力流由发动机传递给发电机(第二电机 9),同时防止充电过程中车辆溜车。当电池电量升高到一定数值后发动机停止,待电池的电量重新降低到一定数值后发动机再重新启动,如此往复,保持电池电量在一定范围之内。

[0044] (7) 应急启动,参考图 8

第一电机 9 和发电机(第二电机 9)控制系统损坏后,通过控制制动器 8 的结合,发动机利用第二离合器 3 应急启动,使车辆移动到安全位置。

[0045] 制动器 8 的主要作用是第一电机 7 和发电机第二电机 9 控制系统损坏后,发动机应急启动之用,车辆移动到安全位置之用。在控制系统能够保证可靠性的情况下可以去掉制动器。

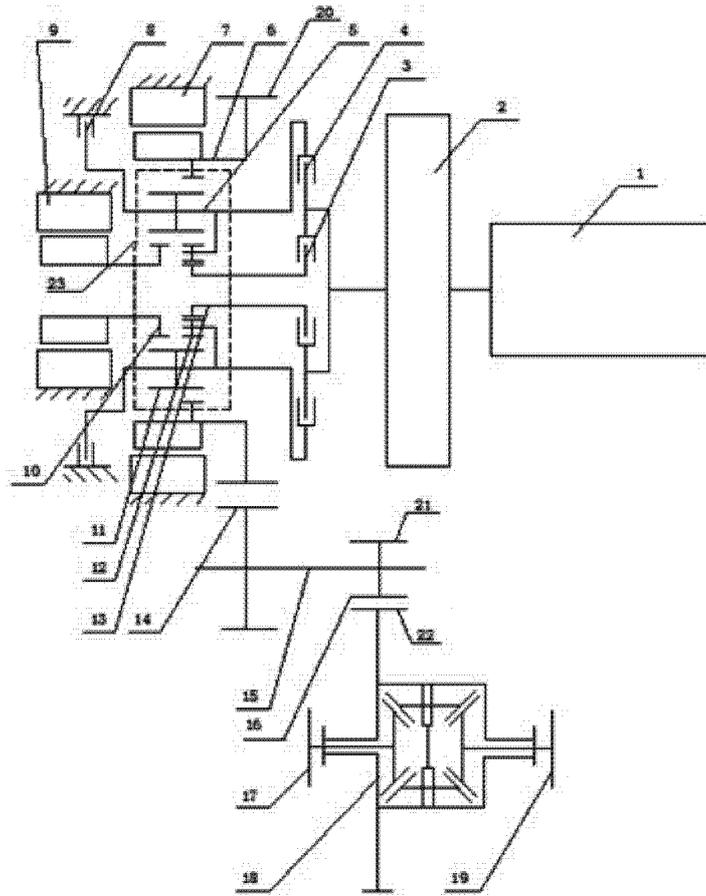


图 1

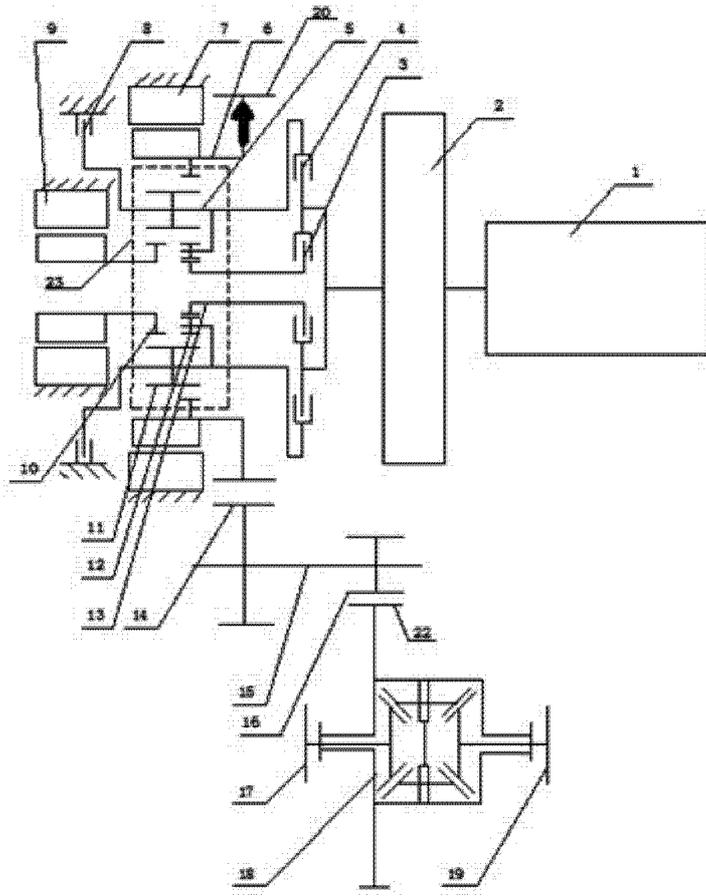


图 2

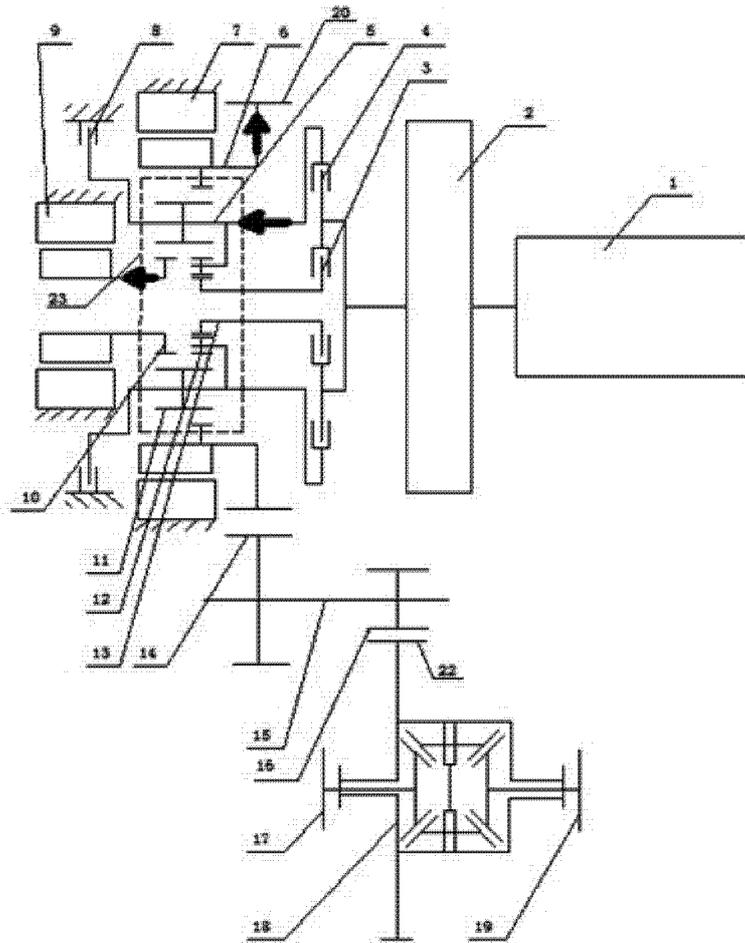


图 3

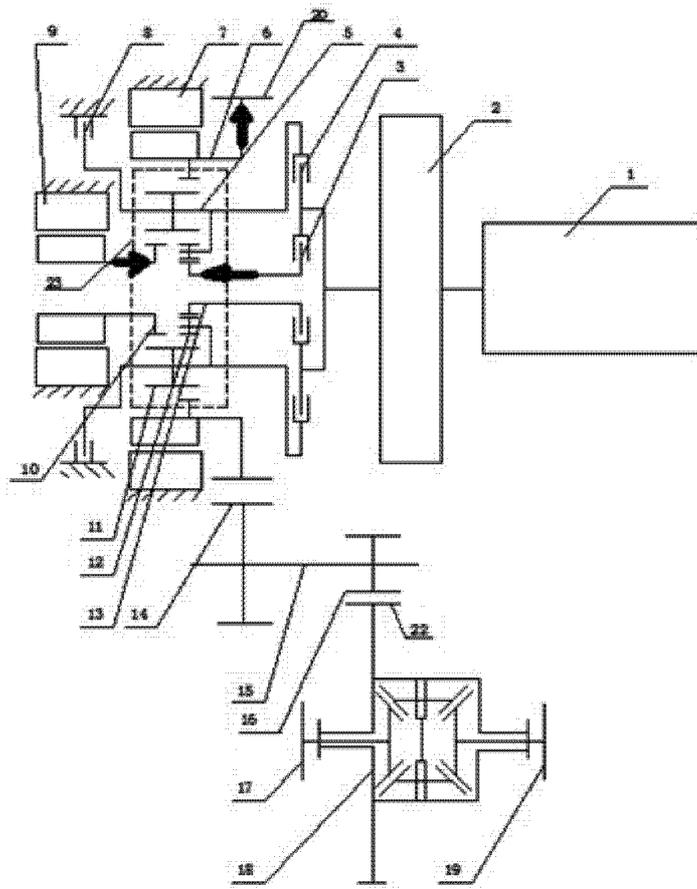


图 4

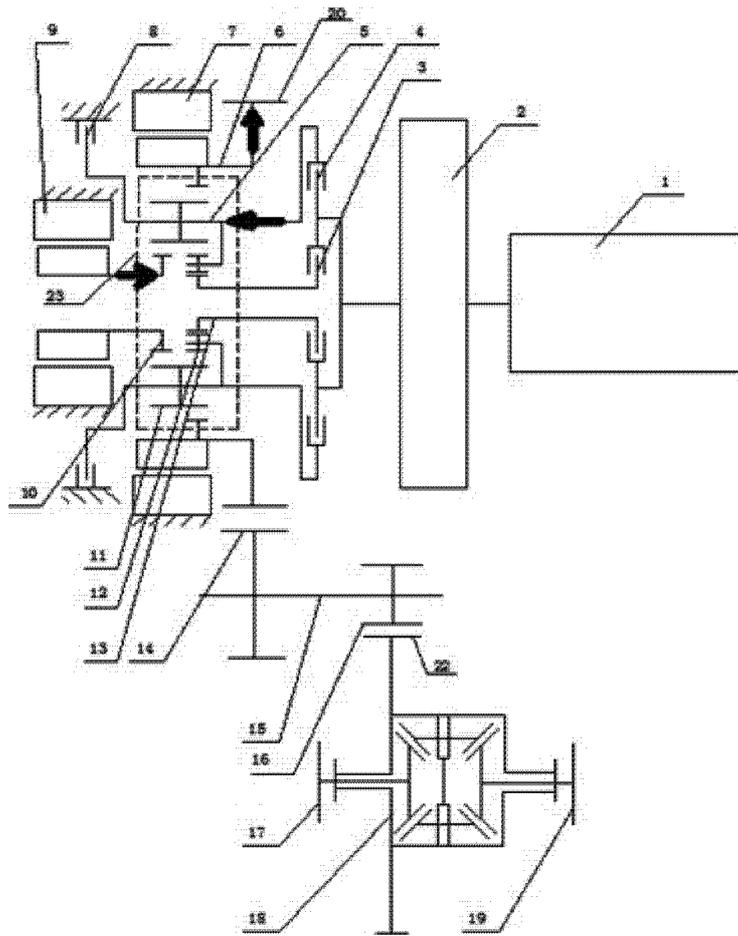


图 5

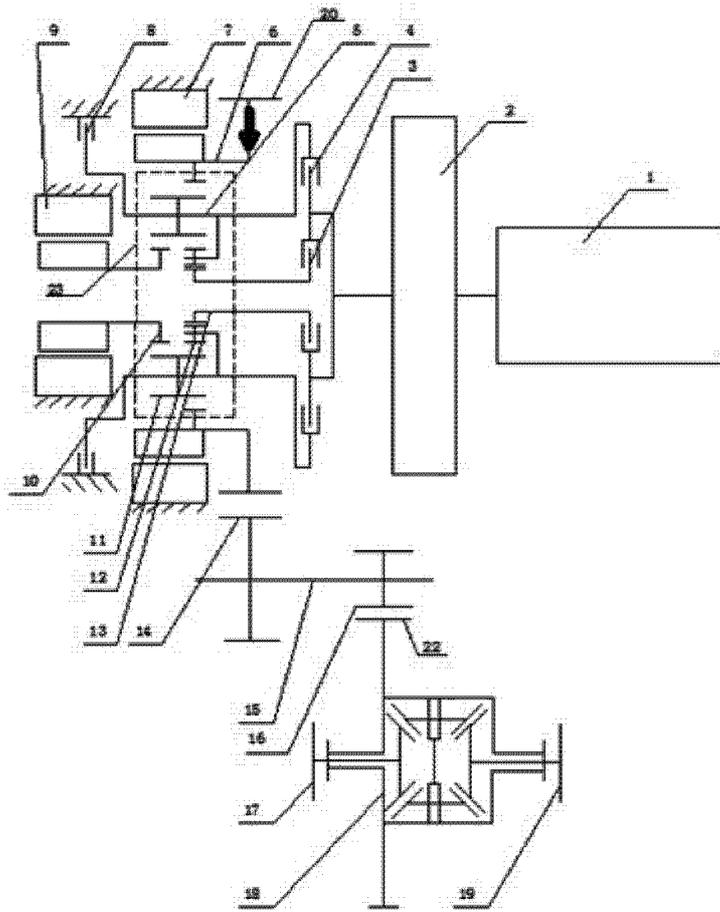


图 6

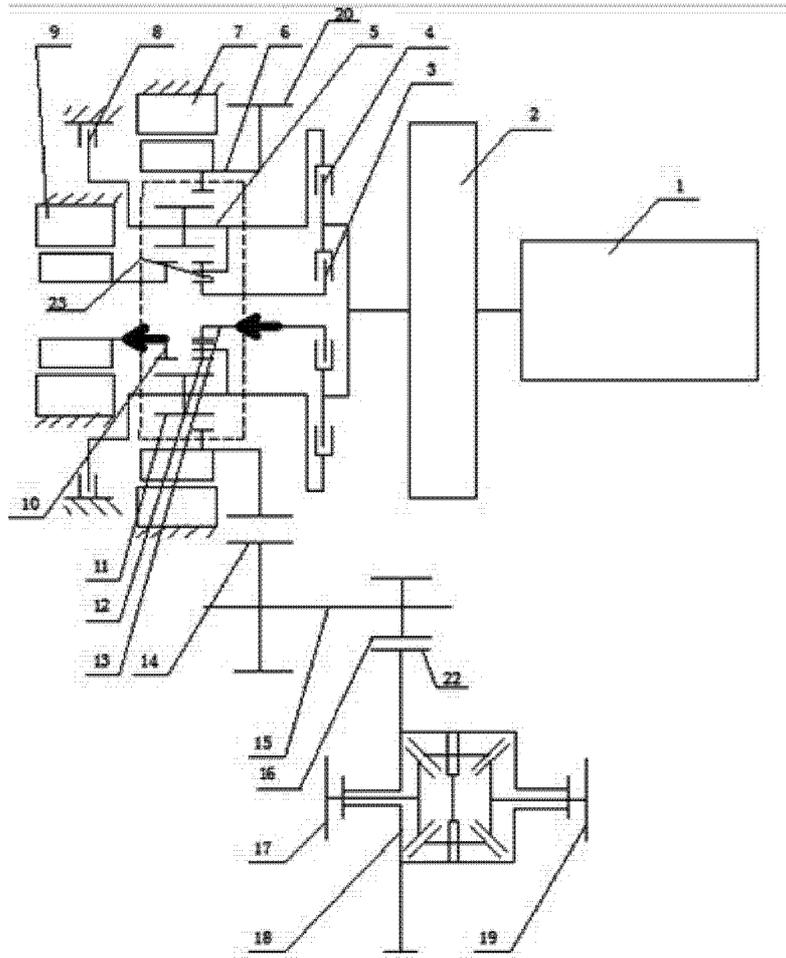


图 7

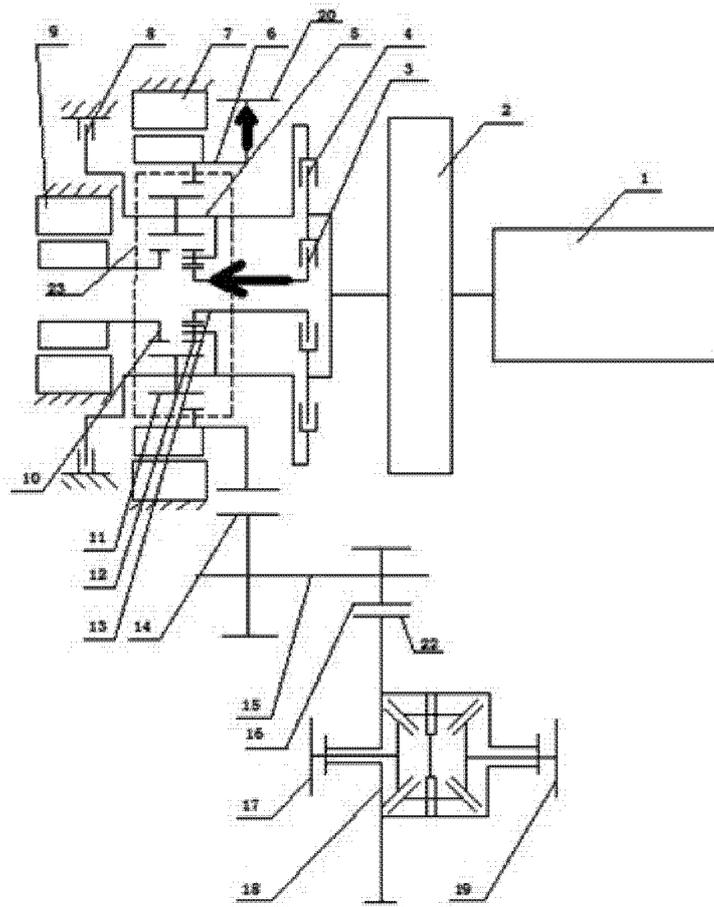


图 8