



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106321744 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(21)申请号 201610969077.9

(22)申请日 2016.11.04

(71)申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 高炳钊 林志斌 陈虹 岳汉奇

(74)专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 刘程程

(51)Int.Cl.

F16H 3/087(2006.01)

F16H 63/30(2006.01)

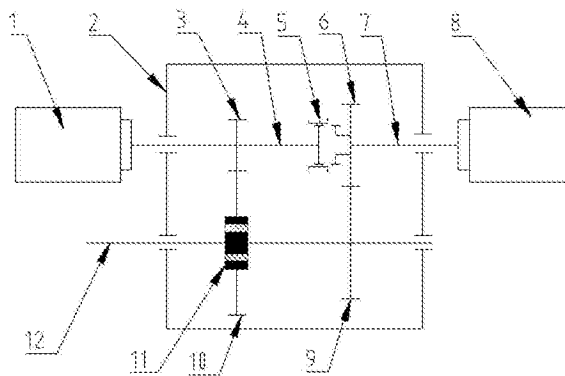
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

## (54)发明名称

一种电动车用双电机两挡变速箱及其换挡控制方法

## (57)摘要

本发明提供了一种电动车用双电机两挡变速箱及其换挡控制方法,该两挡变速箱由两个同轴设置的电机和一个两挡机械式自动变速箱组成,机械式自动变速箱包括两个输入轴、一个输出轴、一档齿轮对、二档齿轮对和换挡结合套,两电机分别连接两个输入轴,一档大齿轮通过单向轴承安装在输出轴上,单向传递扭矩,二档小齿轮为固连在第二输入轴上的并联齿轮,二档小齿轮与套接在第一输入轴上的换挡结合套相对应,实现换挡动作。该换挡控制方法提供了两个前进挡位和一个倒挡位,在单向轴承的作用下,通过控制换挡结合套,可实现低速挡和高速挡两个前进挡的转换。本发明变速箱机械机构简单,加速、爬坡能力强,有效解决了换挡过程中的动力中断问题。



1. 一种电动车用双电机两挡变速箱,由两个电机和一个两挡机械式自动变速箱(2)组成,其特征在于:

所述机械式自动变速箱(2)包括第一输入轴(4)、第二输入轴(7)、输出轴(12)、一档小齿轮(3)和一档大齿轮(10)啮合组成的一档齿轮对、二档小齿轮(6)和二档大齿轮(9)啮合组成的二档齿轮对以及换挡结合套(5);

第一电动机(1)与第二电动机(8)同轴相对设置,第一输入轴(4)与第一电动机(1)同轴连接,第二输入轴(7)与第二电动机(8)同轴连接;

一档大齿轮(10)通过单向轴承(11)安装在输出轴(12)上,单向传递扭矩,一档大齿轮(10)与安装在第一输入轴(4)上的一档小齿轮(3)啮合传动;

二档小齿轮(6)为并联齿轮,固连在第二输入轴(7)上,二档小齿轮(6)的大径齿轮与固连在输出轴(12)上的二档大径齿轮(9)啮合传动,二档小齿轮(6)的小径齿轮端与套接在第一输入轴(4)上的换挡结合套(5)相对应,通过与换挡结合套(5)接合或分离实现换挡动作。

2. 一种电动车用双电机两挡变速箱的换挡控制方法,其特征在于:

两挡机械式自动变速箱(2)为动力输出提供了两个前进挡位和一个倒挡位,在单向轴承(11)的作用下,通过控制换挡结合套(5)与二档小齿轮(6)之间的接合或分离,可实现低速挡和高速挡两个前进挡的转换,其中:

从低速挡升至高速挡的换挡控制方法如下:

步骤一:变速箱工作在低速挡模式,由第一电动机(1)输出的动力依次经第一输入轴(4)、一档小齿轮(3)、一档大齿轮(10)、单向轴承(11)后,由变速箱的输出轴(12)输出,由第二电动机(8)输出的动力依次经第二输入轴(7)、二档小齿轮(6)、二档大齿轮(9)后,由变速箱的输出轴(12)输出;

步骤二:降低第一电动机(1)的转速,一档大齿轮(10)的转速低于输出轴(12),此时单向轴承(11)空转,一档大齿轮(10)无法将来自第一电动机(1)的动力传递至输出轴(12),由第二电动机(8)输出的动力仍然经由第二输入轴(7)、二档小齿轮(6)、二档大齿轮(9)后,由变速箱的输出轴(12)输出;

步骤三:调整第一电动机(1)的转速,操纵换挡结合套(5)与二档小齿轮(6)结合,变速箱升至为高速挡模式,此时一档大齿轮(10)的转速仍低于输出轴(12)的转速,此时单向轴承(11)空转,一档大齿轮(10)无法将来自第一电动机(1)的动力传递至输出轴(12),由第一电动机(1)输出的动力依次经第一输入轴(4)、换挡结合套(5)、二档小齿轮(6)与二档大齿轮(9)后由变速箱的输出轴(12)输出,由第二电动机(8)输出的动力依次经第二输入轴(7)、二档小齿轮(6)、二档大齿轮(9)后,由变速箱的输出轴(12)输出;

从高速挡模式降至低速挡的换挡控制方法如下:

步骤一:变速箱工作在高速挡模式,此时一档大齿轮(10)的转速低于输出轴(12)的转速,单向轴承(11)空转,一档大齿轮(10)无法将来自第一电动机(1)的动力传递至输出轴(12),由第一电动机(1)输出的动力依次经第一输入轴(4)、换挡结合套(5)、二档小齿轮(6)与二档大齿轮(9)后由变速箱的输出轴(12)输出,由第二电动机(8)输出的动力依次经第二输入轴(7)、二档小齿轮(6)、二档大齿轮(9)后由变速箱的输出轴(12)输出;

步骤二:操纵换挡结合套(5)与二档小齿轮(6)分离,此时一档大齿轮(10)的转速低于

输出轴(12)的转速,单向轴承(11)空转,一档大齿轮(10)无法将来自第一电动机(1)的动力传递至输出轴(12),由第二电动机(8)输出的动力仍然依次经由第二输入轴(7)、二挡小齿轮(6)与二挡大齿轮(9)后,由变速箱的输出轴(12)输出;

步骤三:升高第一电动机(1)的转速,当一档大齿轮(10)的转速达到输出轴(12)的转速时,单向轴承(11)单向传递动力,一档大齿轮(10)将来自第一电动机(1)的动力传递至输出轴(12),此时变速箱工作在低速挡模式,由第一电动机(1)输出的动力依次经第一输入轴(4)、一档小齿轮(3)、一档大齿轮(10)、单向轴承(11)后由变速箱的输出轴(12)输出,由第二电动机(8)输出的动力经第二输入轴(7)、二挡小齿轮(6)与二挡大齿轮(9)后,由变速箱的输出轴(12)输出。

3. 如权利要求2所述一种电动车用双电机两挡变速箱的换挡控制方法,其特征在于:

电动车用双电机两挡变速箱的倒挡控制方法如下:

操纵换挡结合套(5)与二挡小齿轮(6)分离,调整第二电动机(8)反转,此时由第二电动机(8)输出的动力依次经第二输入轴(7)、二挡小齿轮(6)、二挡大齿轮(9)后,由变速箱的输出轴(12)输出,同时控制第一电动机(1)反转,并调整其转速使得一档大齿轮(10)的反向转速大于输出轴(12)的反向转速,单向轴承(11)空转,一档齿轮对不干涉倒挡动力传递。

4. 如权利要求2或3所述一种电动车用双电机两挡变速箱的换挡控制方法,其特征在于:

所述换挡控制方法还包括制动能量回收的控制方法,具体过程如下:

当车辆在低速挡模式行驶时,驾驶员做出制动动作,第一电动机(1)和第二电动机(8)不再驱动,此时输入变速箱的动力依次经由输出轴(12)、二挡大齿轮(9)、二挡小齿轮(6)、第二输入轴(7),制动能量回收至第二电动机(8),与此同时,一档大齿轮(10)转速小于输出轴(12)转速,单向轴承(11)空转,输出轴(12)无法将制动力传递至一档大齿轮(10),制动能量不回收至第一电动机(1);

当车辆在高速挡模式行驶时,驾驶员做出制动动作,第一电动机(1)和第二电动机(8)不再驱动,此时输入变速箱的动力一路依次经由输出轴(12)、二挡大齿轮(9)、二挡小齿轮(6)、第二输入轴(7),制动能量回收至第二电动机(8);另一路经由输出轴(12)、二挡大齿轮(9)、二挡小齿轮(6)、换挡结合套(5)与第一输入轴(4),制动能量回收至第一电动机(8),与此同时,一档大齿轮(10)转速小于输出轴转速,单向轴承(11)空转,输出轴(12)无法将制动力传递至一档大齿轮(10),一档齿轮对不会干涉动力传递。

## 一种电动车用双电机两挡变速箱及其换挡控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电动车辆传动技术领域,具体涉及一种电动车用双电机两挡变速箱及其换挡控制方法。

### 背景技术

[0002] 如何降低对石油等传统能源形式的依赖是现代汽车工业发展的重要方向。近几年在国家政策支持下,我国纯电动汽车发展迅速,多个企业已经在市场上推出多款纯电动汽车,纯电动汽车已经进入产业化。

[0003] 纯电动汽车的驱动形式有很多种,现今纯电动汽车常用的是无离合器的单挡直驱形式,两个独立电动机和带有驱动轴的固定挡传动装置。这种驱动形式即电机直接通过固定速比减速装置驱动车轮,具有传动平顺性好的优点,但是对电机电池的性能要求很高,车辆加速性、爬坡能力较差且电动机的效率较低。还有一种典型的驱动形式是配置多挡传动装置和离合器的传统驱动系,具有加速性好,爬坡能力强且电机运行效率高等优点,但是传统机械式自动变速箱在换挡过程中存在动力中断的问题,影响车辆行驶的平顺性。

[0004] 与内燃机不同,电动机的高效运转区间更宽。因此,纯电动车对变速箱档位数要求不多,二挡即为较合适挡位。而且,对变速箱的传动效率和换挡变挡舒适性要求较高。目前无换挡动力中断的变速的传动方案有无级变速箱CVT、双离合自动变速箱DCT等,这些方案采用湿式离合器或者传动带,不仅机械结构复杂,成本较高,而且自身传动效率较低。

[0005] 中国发明专利(CN103939535 B)中公开了一种电动车用双电机两挡变速器及其换挡控制方法,通过三个换挡结合套的组合,为双电机的动力输出提供了两个前进挡位和一个倒挡位。并且在换挡过程中,利用双电机轮流提供助力,实现换挡过程中无动力中断。但是三个结合套的使用,不仅使得其机械结构较为复杂,而且换挡控制过程需要轮流控制三个结合套,换挡时间较长且控制动作复杂。

[0006] 中国发明专利(CN105864368 A)中公开了一种电动车无动力中断换挡变速箱及其换挡控制方法,通过可控式超越离合器和干式离合器的耦合为单驱动电机的动力输出提供了两个前进挡位和一个倒挡位。利用离合器滑磨的原理在换挡过程中提供助力,实现换挡过程无动力中断。但是可控式超越离合器中的控制齿轮对以及干式离合器的使用使其机械结构较为复杂,体积较大,成本较高。

### 发明内容

[0007] 本发明提供了一种电动车用双电机两挡变速箱及其换挡控制方法,以解决现有技术中,电动车变速箱机械机构复杂,加速、爬坡能力差,以及换挡过程中存在动力中断等问题。结合说明书附图,本发明是通过以下技术方案实现的:

[0008] 一种电动车用双电机两挡变速箱,由两个电机和一个两挡机械式自动变速箱2组成,所述机械式自动变速箱2包括第一输入轴4、第二输入轴7、输出轴12、一档小齿轮3和一档大齿轮10啮合组成的一档齿轮对、二档小齿轮6和二档大齿轮9啮合组成的二档齿轮对以

及换挡结合套5；

[0009] 第一电动机1与第二电动机8同轴相对设置，第一输入轴4与第一电动机1同轴连接，第二输入轴7与第二电动机8同轴连接；

[0010] 一档大齿轮10通过单向轴承11安装在输出轴12上，单向传递扭矩，一档大齿轮10与安装在第一输入轴4上的一档小齿轮3啮合传动；

[0011] 二档小齿轮6为并联齿轮，固连在第二输入轴7上，二档小齿轮6的大径齿轮与固连在输出轴12上的二档大径齿轮9啮合传动，二档小齿轮6的小径齿轮端与套接在第一输入轴4上的换挡结合套5相对应，通过与换挡结合套5接合或分离实现换挡动作。

[0012] 一种电动车用双电机两挡变速器的换挡控制方法，两挡机械式自动变速器2为动力输出提供了两个前进挡位和一个倒挡位，在单向轴承11的作用下，通过控制换挡结合套5与二档小齿轮6之间的接合或分离，可实现低速挡和高速挡两个前进挡的转换，其中：

[0013] 从低速挡升至高速挡的换挡控制方法如下：

[0014] 步骤一：变速器工作在低速挡模式，由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、一档小齿轮3、一档大齿轮10、单向轴承11后，由变速器的输出轴12输出，由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二档小齿轮6、二档大齿轮9后，由变速器的输出轴12输出；

[0015] 步骤二：降低第一电动机1的转速，一档大齿轮10的转速低于输出轴12，此时单向轴承11空转，一档大齿轮10无法将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12，由第二电动机8输出的动力仍然经由第二输入轴7、二档小齿轮6、二档大齿轮9后，由变速器的输出轴12输出；

[0016] 步骤三：调整第一电动机1的转速，操纵换挡结合套5与二档小齿轮6结合，变速器升为高速挡模式，此时一档大齿轮10的转速仍低于输出轴12的转速，此时单向轴承11空转，一档大齿轮10无法将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12，由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、换挡结合套5、二档小齿轮6与二档大齿轮9后由变速器的输出轴12输出，由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二档小齿轮6、二档大齿轮9后，由变速器的输出轴12输出；

[0017] 从高速挡模式降至低速挡的换挡控制方法如下：

[0018] 步骤一：变速器工作在高速挡模式，此时一档大齿轮10的转速低于输出轴12的转速，单向轴承11空转，一档大齿轮10无法将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12，由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、换挡结合套5、二档小齿轮6与二档大齿轮9后由变速器的输出轴12输出，由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二档小齿轮6、二档大齿轮9后由变速器的输出轴12输出；

[0019] 步骤二：操纵换挡结合套5与二档小齿轮6分离，此时一档大齿轮10的转速低于输出轴12的转速，单向轴承11空转，一档大齿轮10无法将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12，由第二电动机8输出的动力仍然依次经由第二输入轴7、二档小齿轮6与二档大齿轮9后，由变速器的输出轴12输出；

[0020] 步骤三：升高第一电动机1的转速，当一档大齿轮10的转速达到输出轴12的转速时，单向轴承11单向传递动力，一档大齿轮10将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12，此时变速器工作在低速挡模式，由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、一档小齿轮3、一档大齿轮10、单向轴承11后由变速器的输出轴12输出，由第二电动机8输出的动力经

第二输入轴7、二挡小齿轮6与二挡大齿轮9后,由变速箱的输出轴12输出。

[0021] 一种电动车用双电机两挡变速箱的换挡控制方法,其中,电动车用双电机两挡变速箱的倒挡控制方法如下:

[0022] 操纵换挡结合套5与二挡小齿轮6分离,调整第二电动机8反转,此时由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二挡小齿轮6、二挡大齿轮9后,由变速箱的输出轴12输出,同时控制第一电动机1反转,并调整其转速使得一档大齿轮10的反向转速大于输出轴12的反向转速,单向轴承11空转,一档齿轮对不干涉倒挡动力传递。

[0023] 一种电动车用双电机两挡变速箱的换挡控制方法,所述换挡控制方法还包括制动能量回收的控制方法,具体过程如下:

[0024] 当车辆在低速挡模式行驶时,驾驶员做出制动动作,第一电动机1和第二电动机8不再驱动,此时输入变速箱的动力依次经由输出轴12、二挡大齿轮9、二挡小齿轮6、第二输入轴7,制动能量回收至第二电动机8,与此同时,一档大齿轮10转速小于输出轴12转速,单向轴承11空转,输出轴12无法将制动力传递至一档大齿轮10,制动能量不回收至第一电动机1;

[0025] 当车辆在高速挡模式行驶时,驾驶员做出制动动作,第一电动机1和第二电动机8不再驱动,此时输入变速箱的动力一路依次经由输出轴12、二挡大齿轮9、二挡小齿轮6、第二输入轴7,制动能量回收至第二电动机8;另一路经由输出轴12、二挡大齿轮9、二挡小齿轮6、换挡结合套5与第一输入轴4,制动能量回收至第一电动机8,与此同时,一档大齿轮10转速小于输出轴转速,单向轴承11空转,输出轴12无法将制动力传递至一档大齿轮10,一档齿轮对不会干涉动力传递。

[0026] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0027] 1、本发明相比于直驱传动形式而言,提高了加速能力和爬坡能力,能够有效利用电动机的高效工作区间,增加电动车续航里程。

[0028] 2、本发明换挡过程中无动力中断,且只需操纵控制一个结合套的接合或分离即可实现换挡动作,换挡控制动作简单可靠。不需要单独的同步器执行机构,极大地简化了机械结构,具有成本低、重量轻、可靠性高的特点。

[0029] 3、本发明可以直接通过第二电动机反向转动实现倒挡,不用再增加额外的倒挡机构。

[0030] 4、本发明在制动时可进行制动能量回收,将车辆行驶产生的动能在制动时转化为部分电能。可以降低电池的能量损失,减少使用成本,延长续航里程。

[0031] 5、本发明采用齿轮组传动,具有系统传动效率高的优点。

## 附图说明

[0032] 图1为本发明所述一种电动车用双电机两挡变速箱的结构示意图;

[0033] 图2为一档齿轮对机构中连接大齿轮与输出轴的单向轴承安装方向说明示意图;

[0034] 图3为电动车用双电机两挡变速箱在低速挡模式下的换挡结合套状态示意图;

[0035] 图4为电动车用双电机两挡变速箱在低速挡模式下的动力传递路线示意图;

[0036] 图5为电动车用双电机两挡变速箱在高速挡模式下的换挡结合套状态示意图;

[0037] 图6为电动车用双电机两挡变速箱在高速挡模式下的动力传递路线示意图;

- [0038] 图7为电动车用双电机两挡变速箱在倒挡模式下的换挡结合套状态示意图；
- [0039] 图8为电动车用双电机两挡变速箱在倒挡模式下的动力传递路线示意图；
- [0040] 图9为电动车用双电机两挡变速箱在换挡过程中的动力传递路线示意图；
- [0041] 图10为电动车用双电机两挡变速箱在低速挡制动时能量回收的动力传递路线示意图；
- [0042] 图11为电动车用双电机两挡变速箱在高速挡制动时能量回收的动力传递路线示意图。
- [0043] 图中：
- [0044] 1-第一电动机，2-两挡机械式自动变速箱，3-一档小齿轮，4-第一输入轴，
- [0045] 5-换挡结合套，6-二挡小齿轮，7-第二输入轴，8-第二电动机，
- [0046] 9-二挡大齿轮，10-一档大齿轮，11-单向轴承，12-输出轴。

### 具体实施方式

[0047] 以下，参照附图，详细地说明将本发明技术方案适用于电动车辆时的具体实施方式，并对其工作过程作进一步描述。

[0048] 如图1所示，本发明提供了一种电动车用双电机两挡变速箱，包括两个电动机：第一电动机1和第二电动机8，以及一个两挡机械式自动变速箱2。所述机械式自动变速箱2包括第一输入轴4、第二输入轴7、输出轴12、一档小齿轮3和一档大齿轮10啮合组成的一档齿轮对、二挡小齿轮6和二挡大齿轮9啮合组成的二挡齿轮对以及换挡结合套5。

[0049] 其中，第一输入轴4、第二输入轴7、输出轴12通过轴承与机械式自动变速箱2的壳体相连。第一电动机1的动力输出轴与第一输入轴4同轴固连，第二电动机8的动力输出轴与第二输入轴7同轴固连。第一电动机1与第二电动机8同轴设置。第一电动机1与第二电动机8作为机械式自动变速箱2的动力输入部分。经由机械式自动变速箱2后的动力经输出轴12输出以驱动电动车辆行驶。

[0050] 一档齿轮对中，一档小齿轮3安装在第一输入轴4的中段，通过花键连接传动，一档大齿轮10通过单向轴承11安装在输出轴12上与一档小齿轮3啮合传动连接。换挡结合套5套装在第一输入轴4的尾端。二挡齿轮对中，二挡小齿轮6安装在第二输入轴7上，通过花键连接传动，二挡大径齿轮9安装在输出轴12上，也通过花键连接传动。二挡小齿轮6为双联齿轮，二挡小齿轮6的小径齿轮端与第一输入轴上的换挡结合套相对应，可与换挡结合套接合或分离以实现换挡动作，当换挡结合套5与二挡小齿轮6接合时，相当于将第一输入轴4与二挡小齿轮6固连，换挡结合套5能够传递转矩；当换挡结合套5与二挡小齿轮6分离时，相当于第一输入轴4与二挡小齿轮6各自独立运动，互不干涉，换挡结合套5不传递转矩。二挡小齿轮6的大径齿轮端与安装在输出轴12上的二挡大齿轮9啮合传动连接。

[0051] 当车辆以前进挡行驶，若取输出轴12顺时针旋转为前进方向（从输出轴端看），所述单向轴承11单向传递动力，即当一档大齿轮10转速比输出轴12高时，单向轴承11中，与输出轴12固连的内圈和与一档大齿轮10固连的外圈锁止，一档大齿轮10通过单向轴承11向输出轴12和二挡大径齿轮9传递动力，输出轴12、一档大齿轮10、二挡大径齿轮9均顺时针旋转，如图2a所示；当一档大齿轮10转速比输出轴12低时，单向轴承11中，与输出轴12固连的内圈和与一档大齿轮10固连的外圈相对滑转，单向轴承11相当于空转。一档大齿轮10相对于输

出轴12逆时针旋转,且无法传递动力,不带动输出轴12转动,如图2b所示。

[0052] 因此,单向轴承11的安装使用能够实现以下功能:在车辆以前进挡行驶时,当一档大齿轮10转速不低于输出轴12转速时,单向轴11承锁止并传递动力,当一档大齿轮10转速比输出轴12转速低时,单向轴承11空转不传递动力;相反地,在车辆以倒挡行驶时,当一档大齿轮10反向转速比输出轴12反向转速高时单向轴承11空转不传递动力,当一档大齿轮10反向转速不高于输出轴12反向转速时单向轴承11锁止并传递动力。

[0053] 结合上述一种电动车用双电机两挡变速器的机械结构,本发明同时还提供一种电动车用双电机两挡变速器的换挡控制方法。在所述换挡控制方法中,两挡机械式自动变速器2为动力输出提供了两个前进挡位和一个倒挡位。在单向轴承11的作用下,通过控制换挡结合套5与二挡小齿轮6之间的接合或分离,可实现两个前进挡的转换。两个前进挡位分别为低速挡和高速挡。

[0054] 如图3、图4所示,本发明所述电动车用双电机两挡变速器在低速挡模式下的控制方法为:换挡结合套5与二挡小齿轮6分离,即第一输入轴4与二挡小齿轮6分离。第一输入轴4与第二输入轴7可分别单独传递动力至输出轴,互不影响。由于第一电动机1与第一输入轴4固连、一档小齿轮3与第一输入轴4固连,一档小齿轮3与一档大齿轮10啮合。因此,低速挡状态下,第一电动机1的动力经由一档齿轮对传递到一档大齿轮10,且第一电动机1的转速决定了一档大齿轮10的转速。此时,调整第一电动机1的转速至足够高,一档大齿轮10的转速随之增高达到输出轴转速时,单向轴承11锁止,并将一档大齿轮10的动力传递至输出轴12。由于第二电动机8与第二输入轴7固连、二挡小齿轮6与第二输入轴7固连,二挡大齿轮9与输出轴12固连,二挡小齿轮6与二挡大齿轮9啮合。所以第二电动机8输出的动力可通过二挡齿轮对直接传递到输出轴12。

[0055] 低速挡模式下的动力传递路线为:由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、一档小齿轮3、一档大齿轮10、单向轴承11后,由输出轴12输出;由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二挡小齿轮6、二挡大齿轮9后,由输出轴12输出。

[0056] 如图5、图6所示,电动车用双电机两挡变速器在高速挡模式下的控制方法为:换挡结合套5与二挡小齿轮6结合,第一输入轴4与二挡小齿轮6结合。由于二挡小齿轮6与第二输入轴7固连,因此第一输入轴4与第二输入轴7同轴传动连接。又因为二挡小齿轮6与第二输入轴7固连,二挡大齿轮9与输出轴12固连,二挡小齿轮6与二挡大齿轮9啮合,所以第一输入轴4与第二输入轴7输出的动力均可通过二挡齿轮对直接传递到输出轴12,第一输入轴4与第二输入轴7共同传递动力经由二挡齿轮对传递至输出轴12。并且高速挡模式下,第一输入轴4、一档小齿轮3、二挡小齿轮6与第二输入轴7具有相同的转速。此时,由于一档小齿轮3与二挡小齿轮6具有相同转速,且低速挡的传动比大于高速挡,因此,一档大齿轮10的转速低于固连在输出轴12上的二挡大齿轮9的转速。故一档大齿轮10的转速低于输出轴12,此时单向轴承11的内外圈不锁止,相对滑转不传递动力。因此高速挡模式下,一档齿轮对不会干涉动力传递。

[0057] 高速挡模式下的动力传递路线为:由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、换挡结合套5、二挡小齿轮6与二挡大齿轮9后由输出轴12输出;由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二挡小齿轮6与二挡大齿轮9后由输出轴12输出。

[0058] 下面具体阐述两个前进挡的换挡工作过程:



[0059] 电动车用双电机两挡变速箱从低速挡升至高速挡的换挡控制过程如下：

[0060] 步骤一：如图4所示，变速箱工作在低速挡模式：由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、一档小齿轮3、一档大齿轮10、单向轴承11后，由变速箱的输出轴12输出；由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二挡小齿轮6、二挡大齿轮9后，由变速箱的输出轴12输出；

[0061] 步骤二：如图9所示，降低第一电动机1的转速，则一档大齿轮10的转速低于输出轴12，此时单向轴承11不锁止，单向轴承11空转，一档大齿轮10无法将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12；由第二电动机8输出的动力仍然经由第二输入轴7、二挡小齿轮6、二挡大齿轮9后，由变速箱的输出轴12输出，此换挡过程无动力中断；

[0062] 步骤三：调整第一电动机1的转速使第一输入轴4与二挡小齿轮6转速相同，此时，操纵换挡结合套5与二挡小齿轮6结合，如图6所示，变速箱升至为高速挡模式，此时一档大齿轮10的转速仍低于输出轴12的转速，此时单向轴承11不锁止，单向轴承11空转，一档大齿轮10无法将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12，由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、换挡结合套5、二挡小齿轮6与二挡大齿轮9后由变速箱的输出轴12输出；由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二挡小齿轮6、二挡大齿轮9后，由变速箱的输出轴12输出。

[0063] 至此，所述电动车用双电机两挡变速箱完成低速挡模式升至高速挡模式的换挡过程。

[0064] 电动车用双电机两挡变速箱从高速挡模式降至低速挡的换挡控制过程如下：

[0065] 步骤一：如图6所示，变速箱工作在高速挡模式：此时一档大齿轮10的转速低于输出轴12的转速，故单向轴承11不锁止，单向轴承11空转，一档大齿轮10无法将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12，由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、换挡结合套5、二挡小齿轮6与二挡大齿轮9后由变速箱的输出轴12输出；由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二挡小齿轮6、二挡大齿轮9后由变速箱的输出轴12输出；

[0066] 步骤二：如图9所示，操纵换挡结合套5与二挡小齿轮6分离，此时一档大齿轮10的转速低于输出轴12的转速，故单向轴承11不锁止，单向轴承11空转，一档大齿轮10无法将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12，由第二电动机8输出的动力仍然依次经由第二输入轴7、二挡小齿轮6与二挡大齿轮9后，由变速箱的输出轴12输出，实现换挡过程无动力中断。

[0067] 步骤三：升高第一电动机1的转速，一档大齿轮10的转速随之增高，当一档大齿轮10的转速达到输出轴12的转速时，单向轴承11锁止，一档大齿轮10将来自第一电动机1的动力传递至输出轴12，此时变速箱工作在低速挡模式，如图4所示，由第一电动机1输出的动力依次经第一输入轴4、一档小齿轮3、一档大齿轮10、单向轴承11后由变速箱的输出轴12输出；由第二电动机8输出的动力经第二输入轴7、二挡小齿轮6与二挡大齿轮9后，由变速箱的输出轴12输出。

[0068] 至此，所述电动车用双电机两挡变速箱完成高速挡模式转变为低速挡模式的换挡过程。

[0069] 如图7、图8所示，电动车用双电机两挡变速箱在倒挡模式下的控制方法为：换挡结合套5与二挡小齿轮6分离，故第一输入轴4与二挡小齿轮6分离。调整第二电动机8反转，此时倒挡模式下的动力传递路线为：由第二电动机8输出的动力依次经第二输入轴7、二挡小

齿轮6、二挡大齿轮9后,由变速箱的输出轴12输出。此时,也应控制第一电动机1反转,并调整其转速使得一档大齿轮10的反向转速大于输出轴12的反向转速,单向轴承11不锁止,单向轴承11处于空转状态,不传递转矩,从而不干涉倒挡动力传递。

[0070] 如图10、图11所示,本发明所述电动车用双电机变速箱还包括制动能量回收的控制方法,具体如下:

[0071] 当车辆在低速挡模式行驶时,驾驶员做出制动动作,第一电动机1和第二电动机8不再驱动。此时的动力传递路线为:输入变速箱的动力依次经由输出轴12、二挡大齿轮9、二挡小齿轮6、第二输入轴7,进而拖动第二电动机8发电。此时,由于一档大齿轮10转速小于输出轴12转速,单向轴承11不锁止,输出轴12无法将制动力传递至一档大齿轮10,进而无法拖动第一电动机1发电。

[0072] 当车辆在高速挡模式行驶时,驾驶员做出制动动作,第一电动机1和第二电动机8不再驱动。此时的动力传递路线为:输入变速箱的动力一路依次经由输出轴12、二挡大齿轮9、二挡小齿轮6、第二输入轴7,进而拖动第二电动机8发电;另一路经由输出轴12、二挡大齿轮9、二挡小齿轮6、换挡结合套5与第一输入轴4,进而拖动第一电动机1发电。此时,一档大齿轮10转速小于输出轴转速,单向轴承11不锁止,输出轴12无法将制动力传递至一档大齿轮10,一档齿轮对不会干涉动力传递。

[0073] 本发明提供的升降挡动作只需通过控制一个结合套的接合或分离即可实现,极大地简化了车辆换挡控制结构,换挡动作易实现,具有重量轻、成本低、可靠性高的特点。同时可将车辆行驶产生的动能在车辆制动时转化为部分电能。因此本实施例降低了车辆的生产成本和使用成本,提高了车辆经济性。相同电池容量条件下,延长了电动车的续航里程。

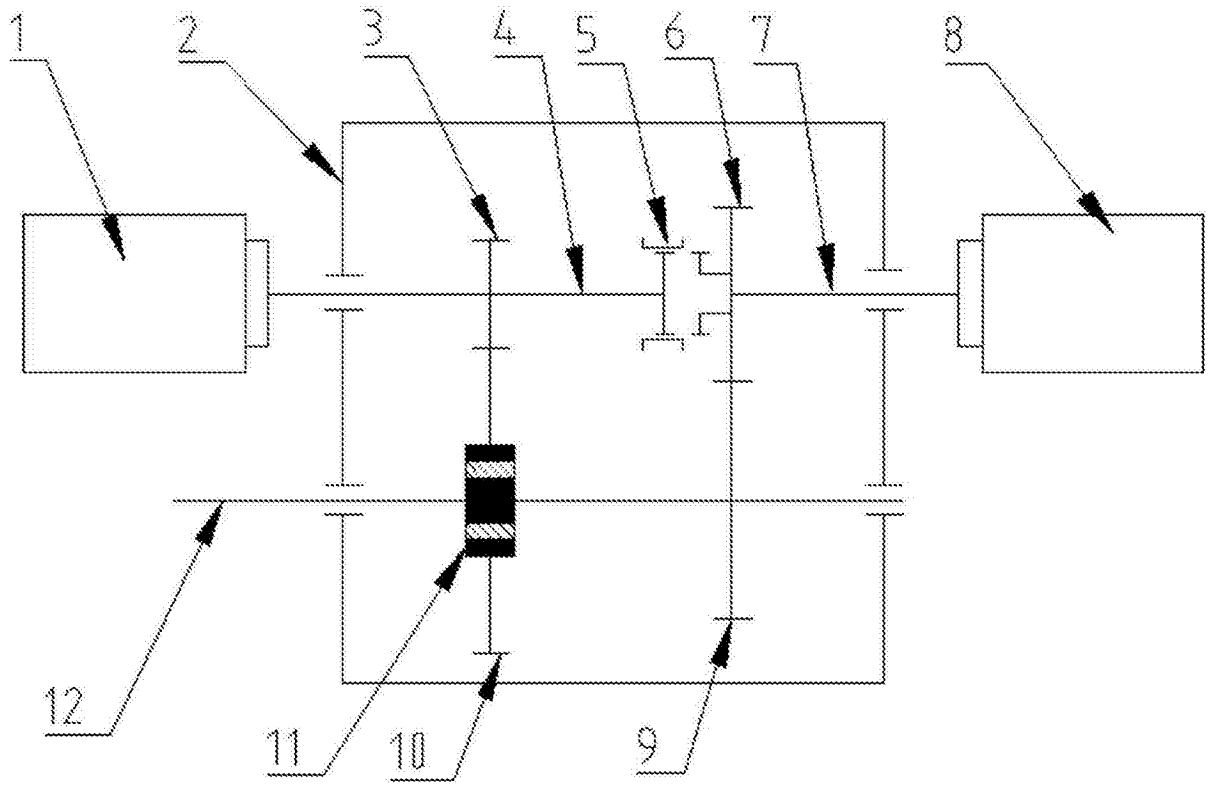


图1

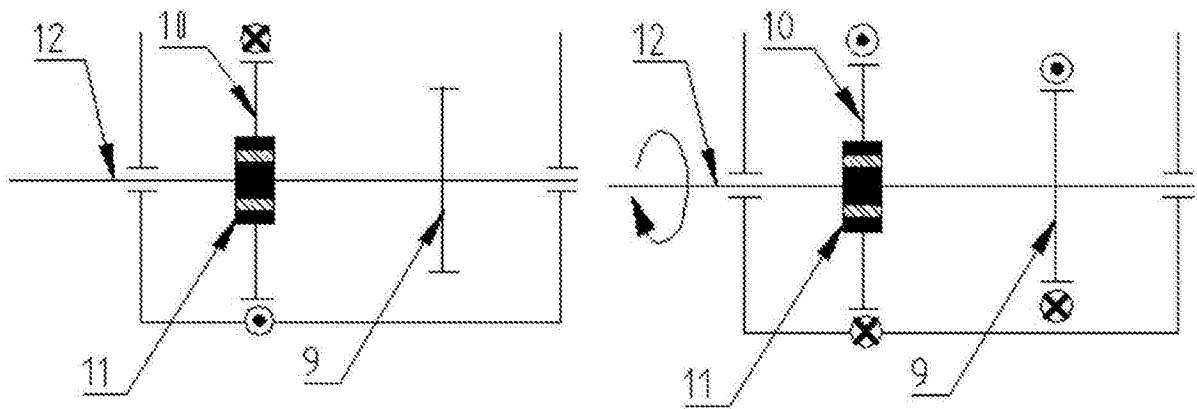


图2a

图2b

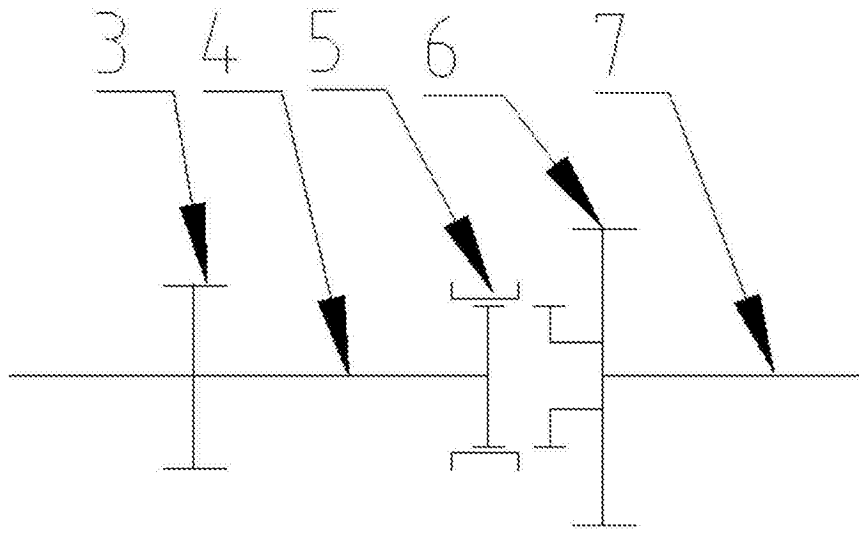


图3

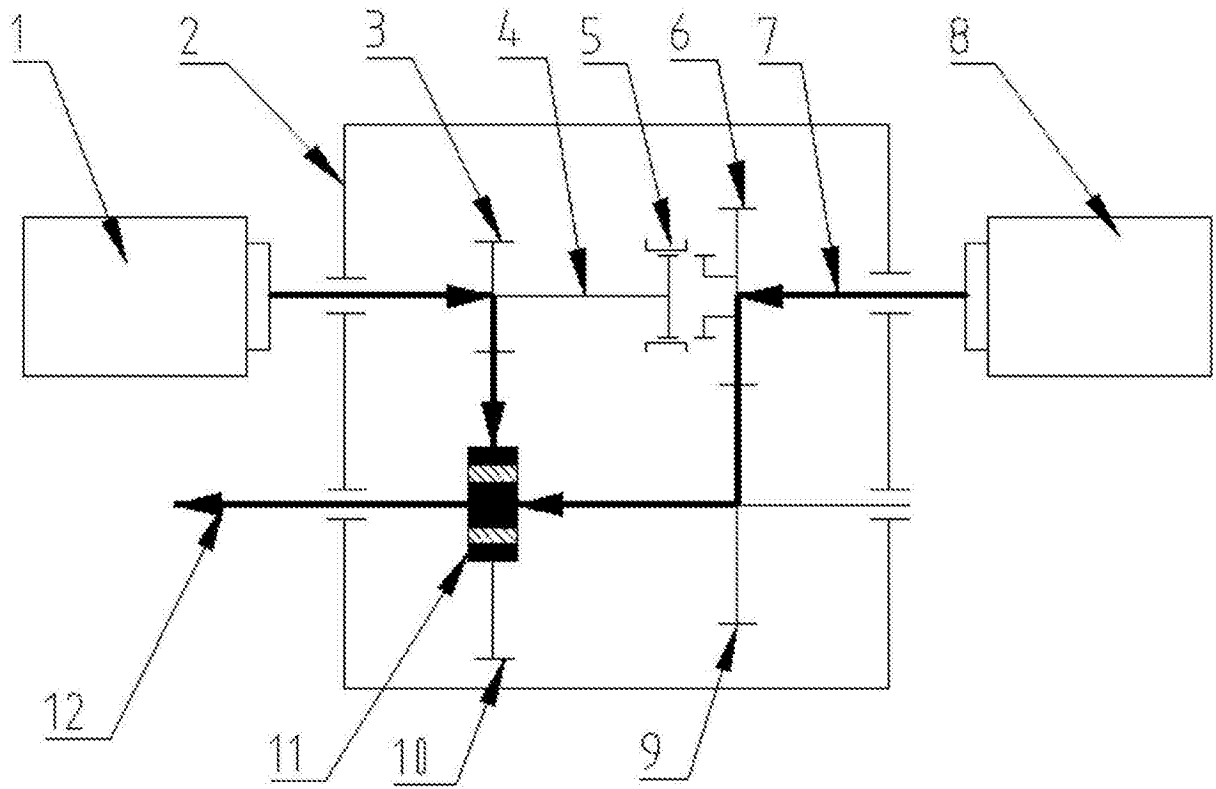


图4

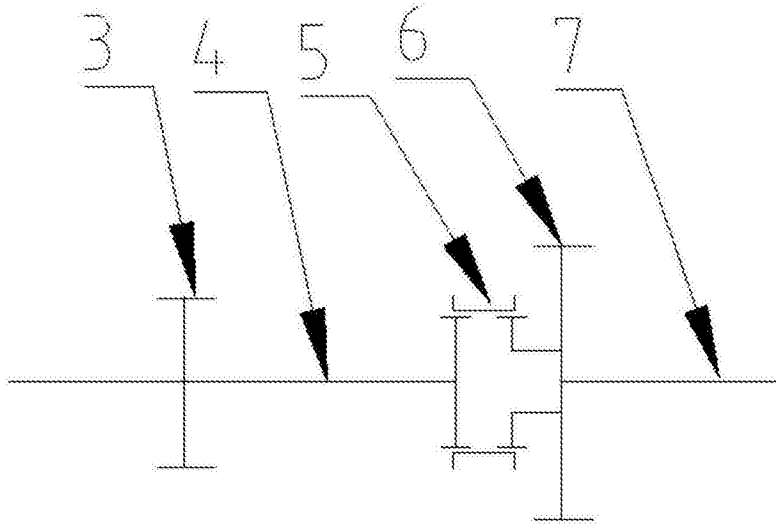


图5

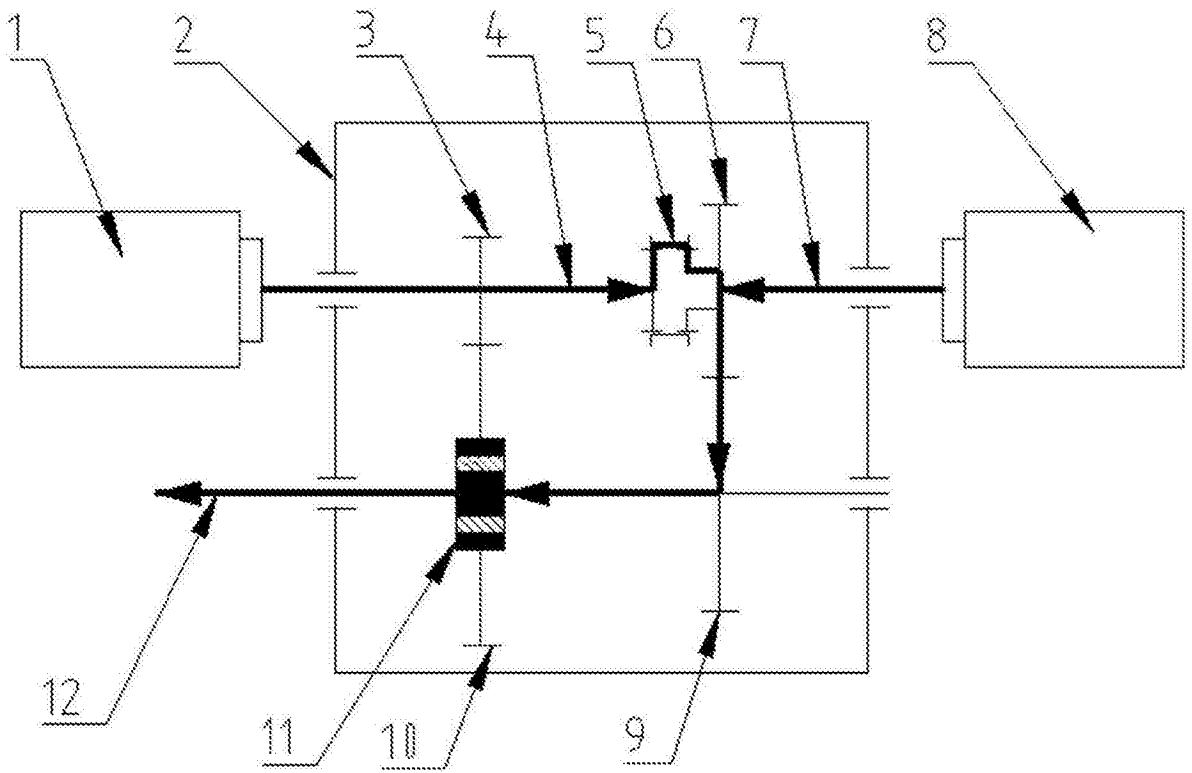


图6

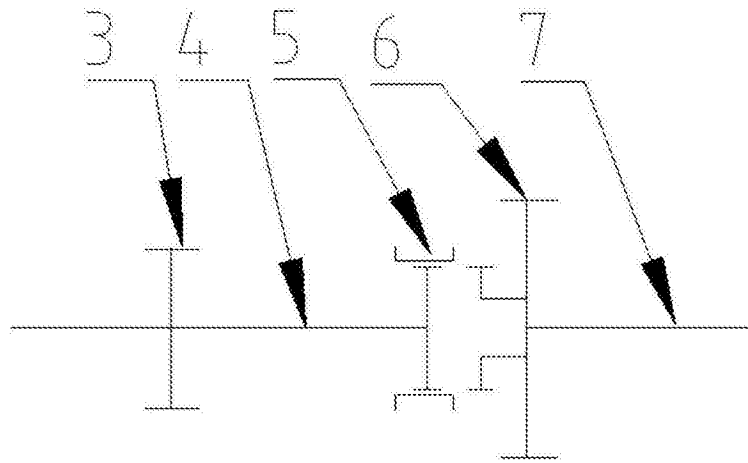


图7

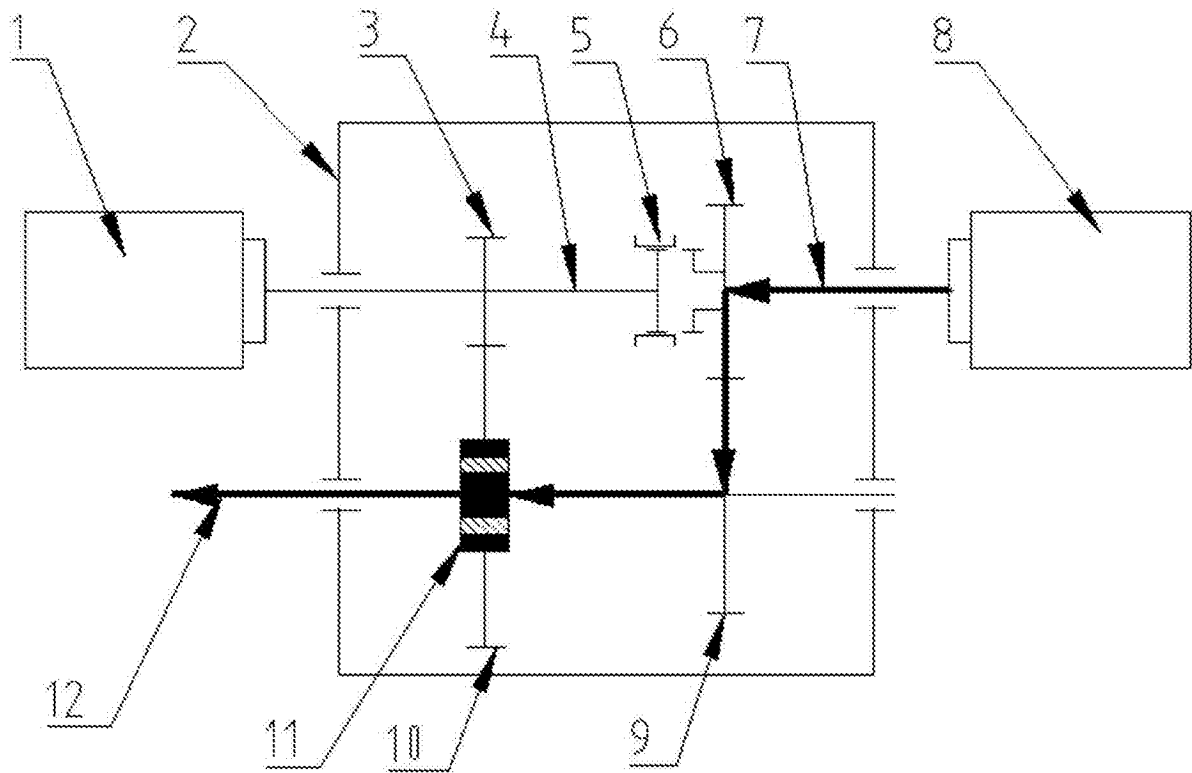


图8

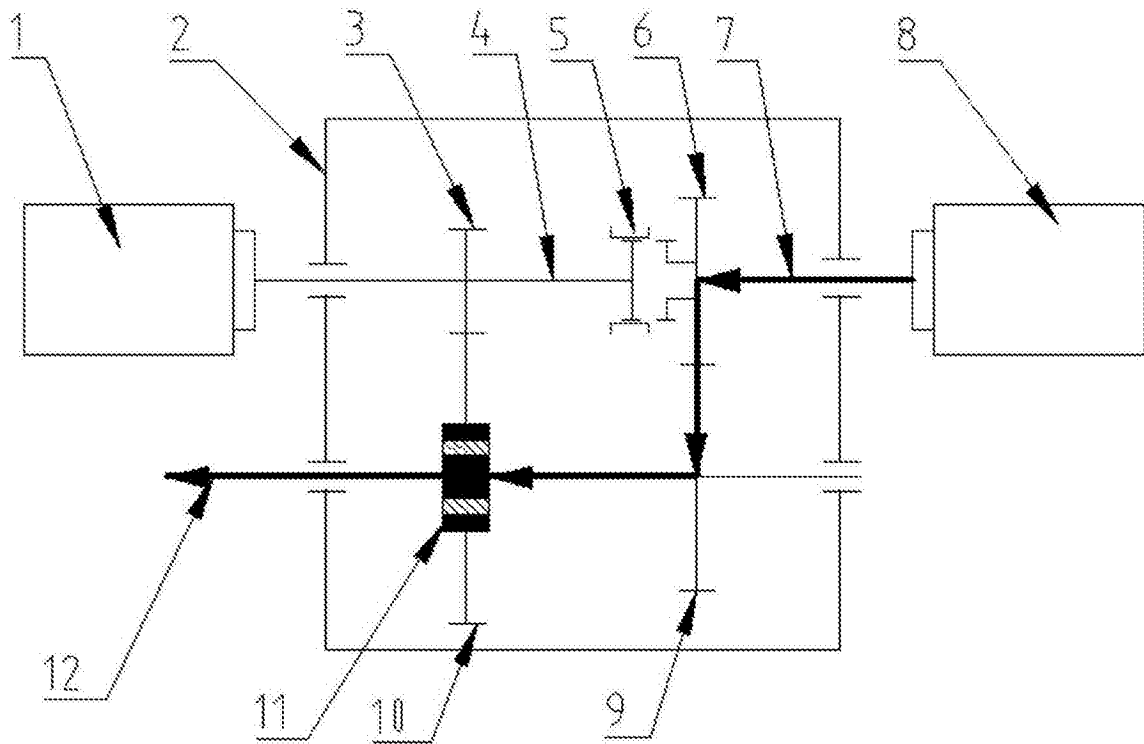


图9

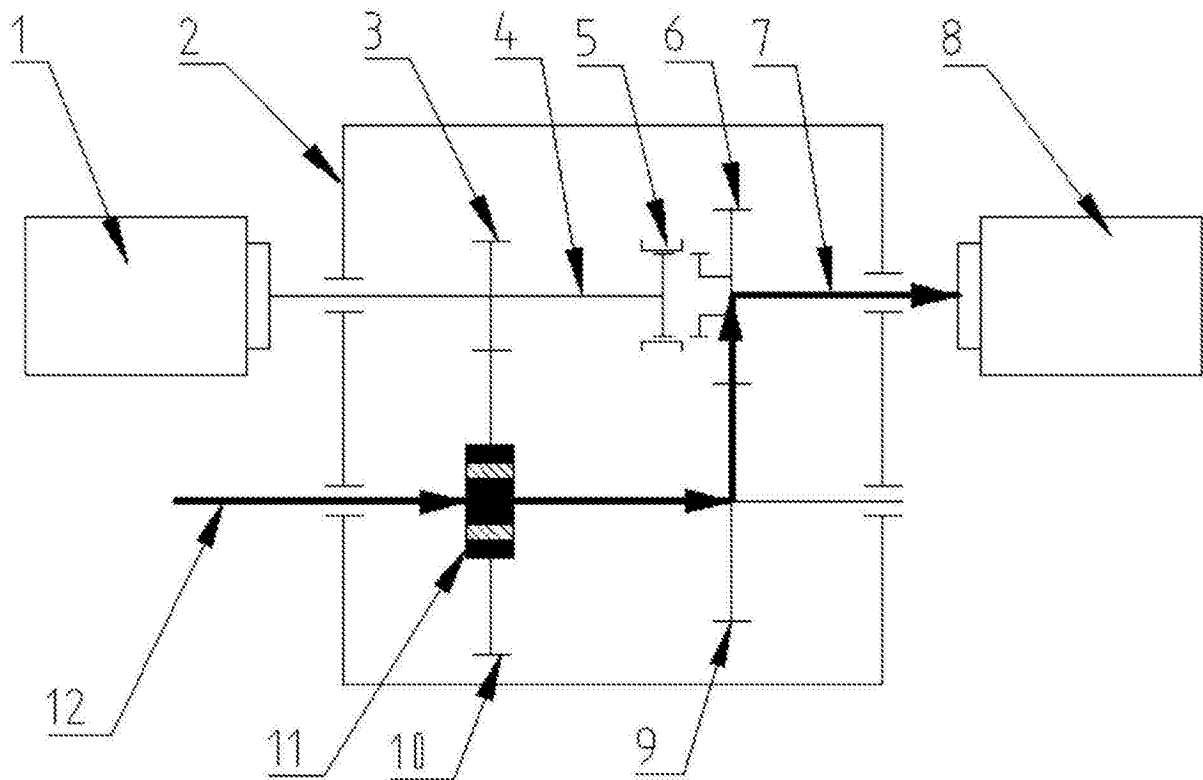


图10

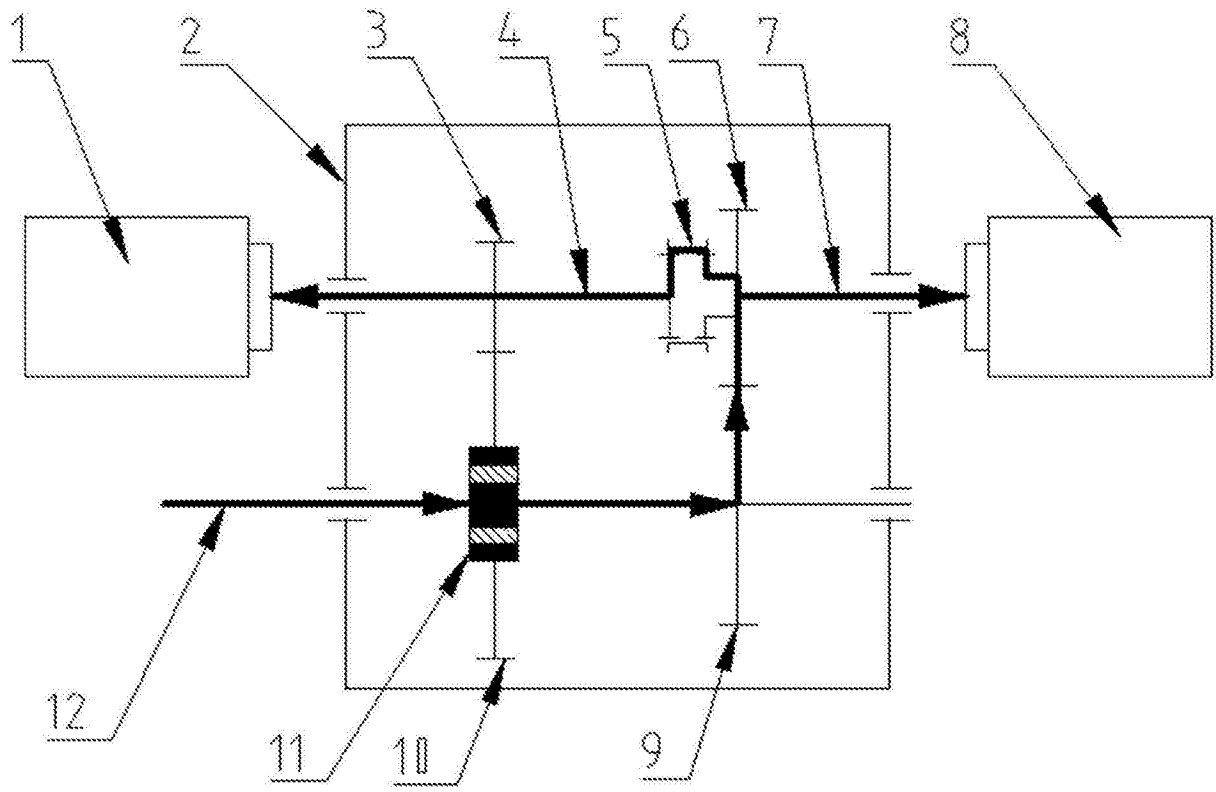


图11