(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103171426 B
(45)授权公告日 2017.07.07

(21)申请号 201310112569.2

(22)申请日 2013.04.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103171426 A

(43)申请公布日 2013.06.26

(73)专利权人 常州海科新能源技术有限公司
地址 213023 江苏省常州市钟楼区玉龙南路178号

(72)发明人 水佑民 汪训定 杨敏 范绍军

(74)专利代理机构 常州市天龙专利事务所有限公司 32105
代理人 周建观 夏海初

(51)Int.Cl.
*B60K 17/04*(2006.01)
*B60K 6/00*(2007.01)
*B60L 7/20*(2006.01)

(56)对比文件
CN 203211097 U,2013.09.25,权利要求1-10.
CN 1924400 A,2007.03.07,说明书第3-5页,附图1.
US 2012/0196713 A1,2012.08.02,全文.
US 2012/0208671 A1,2012.08.16,全文.
CN 102202925 A,2011.09.28,全文.

审查员 张纵纵

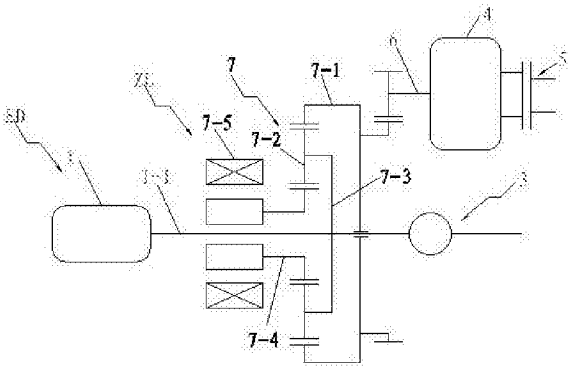
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

新能源汽车的驱动装置

(57)摘要

本发明涉及一种新能源汽车的驱动装置，包括主驱动装置，所述主驱动装置的第一电动机/发电机的动力输出轴与车轮轴变速机构动力传动连接，而其：还包括增力节能驱动装置，所述增力节能驱动装置包括：一飞轮；所述飞轮与飞轮制动器相应对配装，且飞轮与飞轮轴动力传动连接；一动力耦合传动组件；所述动力耦合传动组件包括齿圈、行星齿轮、行星架和太阳轮，所述齿圈与飞轮轴动力传动连接，行星架与第一电动机/发电机的动力输出轴动力传动连接；一第二电动机/发电机；所述第二动机/发电机的动力输出轴，与太阳轮动力传动连接。本发明具有制动能量回收效率高，并且节能环保等优点。




CN 103171426 B

1.一种新能源汽车的驱动装置，包括主驱动装置(ED)，所述主驱动装置(ED)的第一电动机/发电机(1)的动力输出轴(1-1)与车轮轴变速机构(3)动力传动连接，其特征在于：还包括增力节能驱动装置(ZL)，所述增力节能驱动装置(ZL)包括：

一飞轮(4)；所述飞轮(4)与飞轮制动器(5)相应对配装，且飞轮(4)与飞轮轴(6)动力传动连接；

一动力耦合传动组件(7)；所述动力耦合传动组件(7)包括齿圈(7-1)、行星齿轮(7-2)、行星架(7-3)和太阳轮(7-4)，所述齿圈(7-1)与飞轮轴(6)动力传动连接，行星架(7-3)与第一电动机/发电机(1)的动力输出轴(1-1)动力传动连接；

一第二电动机/发电机(7-5)；所述第二电动机/发电机(7-5)的动力输出轴，与太阳轮(7-4)动力传动连接。

2.根据权利要求1所述的新能源汽车的驱动装置，其特征在于：所述动力耦合传动组件(7)的行星齿轮(7-2)是单行星轮，或者是双行星轮。

3.根据权利要求1或2所述的新能源汽车的驱动装置，其特征在于：所述主驱动装置(ED)还包括减速构件，所述减速构件是行星齿轮减速构件或者是定轴式减速构件；所述减速构件是定轴式减速构件(8)时，所述定轴式减速构件(8)包括第一轴(8-1)和第二轴(8-2)，所述第一电动机/发电机(1)的动力输出轴(1-1)与第一轴(8-1)连接，而第一轴(8-1)与第二轴(8-2)动力传动连接，且第二轴(8-2)与行星架(7-3)动力传动连接。

4.根据权利要求3所述的新能源汽车的驱动装置，其特征在于：所述减速构件是第一行星齿轮减速构件(9)时，所述第一行星齿轮减速构件(9)的第一太阳轮(9-1)与第一电动机/发电机(1)的动力输出轴(1-1)动力传动连接，而其第一行星架(9-2)固定在箱体(10)上，而其第一齿圈(9-3)，与所述动力耦合传动组件(7)的行星架(7-3)动力传动连接。

5.根据权利要求3所述的新能源汽车的驱动装置，其特征在于：所述减速构件是第二行星齿轮减速构件(11)时，所述第二行星齿轮减速构件(11)的第二太阳轮(11-1)与第一电动机/发电机(1)的动力输出轴(1-1)动力传动连接，而其第二齿圈(11-3)固定在箱体(10)上，而其第二行星架(11-2)，与所述动力耦合传动组件(7)的行星架(7-3)动力传动连接。

6.根据权利要求3所述的新能源汽车的驱动装置，其特征在于：所述减速构件是第三行星齿轮减速构件(12)时，所述第三行星齿轮减速构件(12)的第三行星架(12-2)与第一电动机/发电机(1)的动力输出轴(1-1)动力传动连接，而其第三太阳轮(12-1)固定在箱体(10)上，而其第三齿圈(12-3)，与所述动力耦合传动组件(7)的行星架(7-3)动力传动连接。

7.根据权利要求4或5所述的新能源汽车的驱动装置，其特征在于：所述行星齿轮减速构件(9、11)中的行星齿轮(9-4、11-4)均是单行星轮，或者是双行星轮。

8.根据权利要求1所述的新能源汽车的驱动装置，其特征在于：所述齿圈(7-1)通过多个第一齿轮副(13)分别与多个飞轮轴(6)动力传动连接，且每个飞轮轴(6)均动力传动连接有飞轮(4)，且飞轮(4)与飞轮制动器(5)相应对配装。

9.根据权利要求1所述的新能源汽车的驱动装置，其特征在于：所述第一电动机/发电机(1)的动力输出轴(1-1)，通过第二齿轮副(2)与车轮轴变速机构(3)动力传动连接，所述第二齿轮副(2)是一级齿轮副，或者是二级齿轮副。

10.根据权利要求1所述的新能源汽车的驱动装置，其特征在于：所述动力耦合组件(7)的齿圈(7-1)与飞轮轴(6)动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是链轮链条副动力

传动连接。

# 新能源汽车的驱动装置

## 技术领域

[0001] 本发明涉及一种驱动装置，具体涉及一种新能源汽车的驱动装置。

## 背景技术

[0002] 人类面临着化石能源逐渐枯竭，以及过度依赖化石能源所导致的环境恶化两大挑战，以石油能源为动力的传统汽车的迅猛发展，使得人类陷入资源匮乏与环境恶化的双重危机，因此，发展节能环保的新能源汽车逐渐成为行业的发展趋势。所述的新能源汽车是指动力源有除发动机以外，还包括有其它动力源的汽车。

[0003] 汽车的制动是通过制动盘与制动钳或制动鼓与制动蹄之间的摩擦来实现的。在此过程中，整车动能通过摩擦以热量的形式耗散，造成能量的浪费。特别是在城市工况中，由于交通拥堵和交通管理需要，车辆需要反复地加速、减速，制动消耗的能量在车辆消耗总能量中占据相当大的比例。

[0004] 制动能量回馈是提高汽车能量效率的一个非常重要的手段，它通常是指电动汽车(例如纯电动汽车和混合动力汽车)在减速或者下坡过程中，在保证制动性能的前提下，将汽车行驶的惯性能量通过传动系统传递给电机，电机以发电模式工作，为储能装置充电，从而实现制动能量的回馈利用。制动能量回馈可以提升电动汽车的续驶里程，降低车载电池的重量。另外，还可减少制动器摩擦片的磨损。

[0005] 然而，目前的制动能量回馈技术有不少缺点，因为回馈能量的多少，是受到车辆行驶工况和电机、电池状态限制的。首先，现有的制动能量回馈方案通常要求直接向电池充电，但因制动过程时间大多较短，并且存在着电池充电倍率不能过高的限制，电池难以实现短时间大功率充电；第二，采用电机回馈制动能量对其性能要求过高，且难以实现制动力矩的任意调节，不符合人们对于传统制动器的操作习惯；第三，超级电容虽具有比功率高、比能量大、一次储能多等优点，可平滑动力电池充放电电流的优点，但其价格昂贵，不易普及；第四，电动汽车的运行工况要求其电机及传动系统具有正反转以及电气制动等四象限控制功能，但现有的电气制动方法与装置只能在中高速中回收少部分能量，在低速时能量回收率几乎为零；最后，制动能量回馈的再利用过程效率不高，因为，回收的动能通过发电机转化为电能，再转化为化学能，而再利用时又由化学能转化为电能、动能，这两次能量的转化过程会发生可观的损失，因此导致整车的节能效果不够明显。

[0006] 另外，由于汽车前舱空间、驱动电机与差速器中心距等限制，电动汽车电机的直径不宜过大，加上电机控制器功率器件成本的限制，目前很多电动汽车的峰值转矩偏小，因而动力性差、加速性能差、高速超车能力不足，导致加速时间长、高速超车能力不足。

## 发明内容

[0007] 本发明的目的是，提供一种制动能量回收效率高，并且节能环保的新能源汽车的驱动装置，以克服现有技术的不足。

[0008] 为了达到上述目的，本发明的技术方案是：一种新能源汽车的驱动装置，包括主驱

动装置，所述主驱动装置的第一电动机/发电机的动力输出轴与车轮轴变速机构动力传动连接，而其：还包括增力节能驱动装置，所述增力节能驱动装置包括：

[0009] 一飞轮；所述飞轮与飞轮制动器相应对配装，且飞轮与飞轮轴动力传动连接；

[0010] 一动力耦合传动组件；所述动力耦合传动组件包括齿圈、行星齿轮、行星架和太阳轮，所述齿圈与飞轮轴动力传动连接，行星架与第一电动机/发电机的动力输出轴动力传动连接；

[0011] 一第二电动机/发电机；所述第二动机/发电机的动力输出轴，与太阳轮动力传动连接。

[0012] 在上述技术方案中，所述动力耦合传动组件的行星齿轮是单行星轮，或者是双行星轮。

[0013] 在上述技术方案中，所述主驱动装置还包括减速构件，所述减速构件是行星齿轮减速构件或者是定轴式减速构件；所述减速构件是定轴式减速构件时，所述定轴式减速构件包括第一轴和第二轴，所述第一电动机/发电机的动力输出轴与第一轴连接，而第一轴与第二轴动力传动连接，且第二轴与行星架动力传动连接。

[0014] 在上述技术方案中，所述减速构件是第一行星齿轮减速构件时，所述第一行星齿轮减速构件的第一太阳轮与第一电动机/发电机的动力输出轴动力传动连接，而其第一行星架固定在箱体上，而其第一齿圈，与所述动力耦合传动组件的行星架动力传动连接。

[0015] 在上述技术方案中，所述减速构件是第二行星齿轮减速构件时，所述第二行星齿轮减速构件的第二太阳轮与第一电动机/发电机的动力输出轴动力传动连接，而其第二齿圈固定在箱体上，而其第二行星架，与所述动力耦合传动组件的行星架动力传动连接。

[0016] 在上述技术方案中，所述减速构件是第三行星齿轮减速构件时，所述第三行星齿轮减速构件的第三行星架与第一电动机/发电机的动力输出轴动力传动连接，而其第三太阳轮固定在箱体上，而其第三齿圈，与所述动力耦合传动组件的行星架动力传动连接。

[0017] 在上述技术方案中，所述行星齿轮减速构件中的行星齿轮均是单行星轮，或者是双行星轮。

[0018] 在上述技术方案中，所述齿圈通过多个第一齿轮副分别与多个飞轮轴动力传动连接，且每个飞轮轴均动力传动连接有飞轮，且飞轮与飞轮制动器相应对配装。

[0019] 在上述技术方案中，所述第一电动机/发电机的动力输出轴，通过第二齿轮副与车轮轴变速机构动力传动连接，所述第二齿轮副是一级齿轮副，或者是二级齿轮副。

[0020] 在上述技术方案中，所述动力耦合组件的齿圈与飞轮轴动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是链轮链条副动力传动连接。

[0021] 本发明所具有的积极效果是：由于本发明在已有的主驱动装置基础上，增加了增力节能驱动装置，而增力节能驱动装置的动力耦合传动组件将飞轮、第二电动机/发电机以及第一电动机/发电机三者动力耦合在一起，本发明通过动力耦合传动组件将制动能量绝大部分以飞轮机械能形式，存储于飞轮中，同时，一部分制动能量会通过第二电动机/发电机将能量转化到蓄电池中，提升整车的续驶里程，而飞轮因存储有机械能，在加速过程中，能够释放能量辅助整车进行加速，提升整车的加速性能，也能够解决已有电动汽车高速超车能力不足的问题，本发明能够回收大部分制动能量，大大提高了制动能量回收效率。实现了本发明的目的。而本发明通过电控器可实现第一电动机/发电机单独驱动整车行驶，还可

以是第二电动机/发电机和飞轮共同驱动整车行驶，也可以是第一电动机/发电机、第二电动机/发电机以及飞轮共同驱动整车行驶，更加充分利用整车的驱动动力分配。

## 附图说明

[0022] 图1是本发明新能源汽车的驱动装置的结构示意图；

[0023] 图2是本发明第一种具体实施方式的结构示意图；

[0024] 图3是本发明第二种具体实施方式的结构示意图；

[0025] 图4是本发明第三种具体实施方式的结构示意图；

[0026] 图5是本发明第四种具体实施方式的结构示意图；

[0027] 图6是本发明第五种具体实施方式的结构示意图；

[0028] 图7是本发明第六种具体实施方式的结构示意图；

[0029] 图8是本发明齿圈与飞轮连接的另一种具体实施方式的结构示意图。

## 具体实施方式

[0030] 以下结合附图以及给出的实施例，对本发明作进一步的说明，但并不局限于此。

[0031] 实施例1

[0032] 如图1、2、8所示，一种新能源汽车的驱动装置，包括主驱动装置ED，所述主驱动装置ED的第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1与车轮轴变速机构3动力传动连接，而其：还包括增力节能驱动装置ZL，所述增力节能驱动装置ZL包括：

[0033] 一飞轮4；所述飞轮4与飞轮制动器5相应对配装，且飞轮4与飞轮轴6动力传动连接；所述飞轮4与飞轮轴6动力传动连接，是花键副配装，或者是键连接，但是并不局限于此，也可以是其它方式的动力传动连接；

[0034] 一动力耦合传动组件7；所述动力耦合传动组件7包括齿圈7-1、行星齿轮7-2、行星架7-3和太阳轮7-4，所述齿圈7-1与飞轮轴6动力传动连接，行星架7-3与第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1动力传动连接；

[0035] 一第二电动机/发电机7-5；所述第二动机/发电机7-5的动力输出轴，与太阳轮7-4动力传动连接。

[0036] 如图1、2所示，本发明所述动力耦合传动组件7的行星齿轮7-2是单行星轮。

[0037] 如图8所示，为了提高本发明飞轮的机械储能容量，回收更多的制动能量；同时回收同样的制动能量时，要求飞轮转速相对要低，降低飞轮高转速时的技术风险。所述齿圈7-1通过多个第一齿轮副13分别与多个飞轮轴6动力传动连接，且每个飞轮轴6均动力传动连接有飞轮4，且飞轮4与飞轮制动器5相应对配装。

[0038] 如图2所示，本发明所述第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1，通过第二齿轮副2与车轮轴变速机构3动力传动连接，所述第二齿轮副2是一级齿轮副，或者是二级齿轮副，而图2所示的车轮轴变速机构3是差速器，当然，并不局限于此，也可以是差速器或单档变速器或多档变速器。

[0039] 所述动力耦合组件7的齿圈7-1与飞轮轴6动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是链轮链条副动力传动连接。所述行星架7-3与第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是键动力传动连接；第二动机/发电机7-5的动

力输出轴与太阳轮7-4动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是键动力传动连接。

[0040] 实施例1所述的主驱动装置ED的驱动电机1在与车载蓄电池组电连接，而电控器DK分别与第一电动机/发电机1和第二电动机/发电机7-5的电驱动器电连接后，即可实现第一电动机/发电机1和第二电动机/发电机7-5的正转或反转或快转或慢转；且所述电控器DK与飞轮制动器5电连接，从而实现飞轮4的锁定或可转动。

[0041] 实施例2

[0042] 如图3所示，实施例2与实施例1的不同之处在于：实施例2所述动力耦合传动组件7的行星齿轮7-2是双行星轮。而实施例2的其它结构与实施例1是完全相同的。

[0043] 实施例3

[0044] 如图4所示，一种新能源汽车的驱动装置，包括主驱动装置ED，所述主驱动装置ED的第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1与车轮轴变速机构3动力传动连接，而其：还包括增力节能驱动装置ZL，所述增力节能驱动装置ZL包括：

[0045] 一飞轮4；所述飞轮4与飞轮制动器5相应对配装，且飞轮4与飞轮轴6动力传动连接；所述飞轮4与飞轮轴6动力传动连接，是花键副配装，或者是键连接，但是并不局限于此，也可以是其它方式的动力传动连接；

[0046] 一动力耦合传动组件7；所述动力耦合传动组件7包括齿圈7-1、行星齿轮7-2)、行星架7-3和太阳轮7-4，所述齿圈7-1与飞轮轴6动力传动连接，行星架7-3与第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1动力传动连接；

[0047] 一第二电动机/发电机7-5；所述第二动机/发电机7-5的动力输出轴，与太阳轮7-4动力传动连接。

[0048] 如图4所示，本发明所述动力耦合传动组件7的行星齿轮7-2是单行星轮，当然，行星齿轮7-2也可以是双行星轮。

[0049] 如图4所示，本发明所述主驱动装置ED还包括减速构件，所述减速构件可以是行星齿轮减速构件。

[0050] 当所述减速构件是第一行星齿轮减速构件9时，所述第一行星齿轮减速构件9的第一太阳轮9-1与第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1动力传动连接，而其第一行星架9-2固定在箱体10上，而其第一齿圈9-3，与所述动力耦合传动组件7的行星架7-3动力传动连接。通过该第一行星齿轮减速构件9后，然后与动力耦合组件连接 ，降低动力耦合组件之间各部件的转速，降低技术难度，同时使第一电动机的高转速更好的匹配整车的车速。

[0051] 所述第一太阳轮9-1与第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是链轮链条副动力传动连接；第一齿圈9-3，与所述动力耦合传动组件7的行星架7-3动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是花键副动力传动连接。

[0052] 实施例3所述第一行星减速齿轮构件9中的第一行星齿轮9-4是单行星轮，或者是双行星轮。

[0053] 如图8所示，为了提高本发明飞轮的机械储能容量，回收更多的制动能量；同时回收同样的制动能量时，要求飞轮转速相对要低，降低飞轮高转速时的技术风险。所述齿圈7-1通过多个第一齿轮副13分别与多个飞轮轴6动力传动连接，且每个飞轮轴6均动力传动连接有飞轮4，且飞轮4与飞轮制动器5相应对配装。

[0054] 如图2所示，本发明所述第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1，通过第二齿轮副2

与车轮轴变速机构3动力传动连接，所述第二齿轮副2是一级齿轮副，或者是二级齿轮副，而图2所示的车轮轴变速机构3是差速器，当然，并不局限于此，也可以是差速器或单档变速器或多档变速器。

[0055] 所述动力耦合组件7的齿圈7-1与飞轮轴6动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是链轮链条副动力传动连接。所述行星架7-3与第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是键动力传动连接；第二动机/发电机7-5的动力输出轴与太阳轮7-4动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者是键动力传动连接。

[0056] 实施例3所述的主驱动装置ED的驱动电机1在与车载蓄电池组电连接，而电控器DK分别与第一电动机/发电机1和第二电动机/发电机7-5的电驱动器电连接后，即可实现第一电动机/发电机1和第二电动机/发电机7-5的正转或反转或快转或慢转；且所述电控器DK与飞轮制动器5电连接，从而实现飞轮4的锁定或可转动。

[0057] 实施例4

[0058] 如图5所示，实施例4与实施例3的不同之处在于：实施例4所述减速构件是第二行星齿轮减速构件11时，所述第二行星齿轮减速构件11的第二太阳轮11-1与第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1动力传动连接，而其第二齿圈11-3固定在箱体10上，而其第二行星架11-2，与所述动力耦合传动组件7的行星架7-3动力传动连接。而实施例4的其它结构与实施例3是完全相同的。

[0059] 实施例4所述第二行星齿轮减速构件11中的第二行星齿轮11-4是单行星轮，或者是双行星轮。

[0060] 实施例5

[0061] 如图6所示，实施例5与实施例3的不同之处在于：实施例5所述减速构件是第三行星齿轮减速构件12时，所述第三行星齿轮减速构件12的第三行星架12-2与第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1动力传动连接，而其第三太阳轮12-1固定在箱体10上，而其第三齿圈12-3，与所述动力耦合传动组件7的行星架7-3动力传动连接。而实施例5的其它结构与实施例3是完全相同的。

[0062] 实施例5所述第三行星齿轮减速构件12中的第三行星齿轮12-4是双行星轮。

[0063] 实施例6

[0064] 如图7所示，实施例6与实施例3、4、5的不同之处在于：实施例6所述主驱动装置ED还包括的减速构件是定轴式减速构件；而所述减速构件是定轴式减速构件8时，所述定轴式减速构件8包括第一轴8-1和第二轴8-2，所述第一电动机/发电机1的动力输出轴1-1与第一轴8-1连接，而第一轴8-1与第二轴8-2动力传动连接，且第二轴8-2与行星架7-3动力传动连接。而实施例6的其它结构与实施例3、4、5是完全相同的。

[0065] 实施例6的定轴式减速构件8的第一轴8-1与第二轴8-2动力传动连接，是齿轮副动力传动连接，或者链条链轮副动力传动连接。使得第一轴8-1与第二轴8-2形成一定的减速作用。

[0066] 本发明所述主驱动装置ED还包括的减速构件并不局限于实施例3、4、5、6的描述，也可以采用其它结构的减速构件。

[0067] 本发明所述飞轮制动器5是电磁式飞轮制动器，或者是摩擦式飞轮制动器，所述飞轮制动器相对于飞轮的运动部分是作用于所述飞轮的两侧表面之一或者是作用于外缘，或

者是作用于飞轮轴的外圆。当然，本发明所述的飞轮制动器也可以是单向离合器。

[0068] 现已实施例1为例，作进一步具体描述：

[0069] 实施例1中的动力传动组件7的齿圈7-1、行星架7-3和太阳轮7-4，各个部件满足以下关系式：

[0070] $$n_s + kn_r = (1+k)n_c \quad (1)$$

[0071] 其中，$n_s$—太阳轮转速；

[0072] $n_r$—齿圈转速；

[0073] $n_c$—行星架转速；

[0074] k—齿圈与太阳轮的齿数比(k>1)。

[0075] 而动力耦合传动组件7的各个部件转矩的绝对值满足关系式：

[0076] $$\frac{T_s}{1} = \frac{T_r}{k} = \frac{T_c}{(1+k)} \quad (2)$$

[0077] 其中，$T_s$—太阳轮转矩的绝对值；

[0078] $T_r$—齿圈转矩的绝对值；

[0079] $T_c$—行星架转矩的绝对值；

[0080] 在实施例1中，

[0081] $$\begin{cases} n_r = n_{fw} i_{fw} \\ n_s = n_{cm} \\ n_c = n_{dm} = n_w i_g \end{cases} \quad (3)$$

[0082] $$\begin{cases} T_r = T_{fw} / i_{fw} \\ T_s = T_{cm} \\ T_c = T_w / i_g - M_{dm} \end{cases} \quad (4)$$

[0083] 其中，$i_{fw}$—齿圈至飞轮的传动比；

[0084] $i_g$— 行星架至车轮的传动比；

[0085] $n_{fw}$—飞轮转速；

[0086] $n_{cm}$—第二电动机/发电机转速；

[0087] $n_{dm}$—第一电动机/发电机转速；

[0088] $n_w$—车轮转速；

[0089] $T_{fw}$—飞轮转矩；

[0090] $T_{cm}$—第二电动机/发电机转矩；

[0091] $T_{dm}$—第一电动机/发电机转矩；

[0092] $T_w$—车轮转矩；

[0093] 将式(3)、(4)分别代入式(1)和(2)得，

[0094] $$n_{cm} + kn_{fw} i_{fw} = (1+k) i_g n_w \quad (5)$$

[0095] $$\frac{T_{cm}}{1} = \frac{T_{fw}}{k i_{fw}} = \frac{T_w / i_g - T_{dm}}{(1+k)} \quad (6)$$

[0096] 本发明的动力耦合传动组件7，具有2个自由度，三者的转速满足关系式(1)，通过控制任意两个部件的转速即可达到控制剩余一个部件的转速的目的，实施例1中动力耦合传动组件7的行星架7-3作为动力输出端。

[0097] 本发明具体工作过程的简要描述是：在车辆第一次起步时，飞轮4转速为零，并且飞轮4内并不存储机械能，这时，电控器DK通过飞轮制动器5将飞轮4锁止，若电控器DK驱动第一电动机/发电机1和第二电动机/发电机7-5同时工作，此时，行星架7-3和太阳轮7-4转动，而齿圈7-1并不转动，而第二电动机/发电机7-5的转矩$T_{cm}$经过动力耦合传动组件7放大k+1倍后叠加到动力输出端上，则增加了整车的起步转矩，减小了加速时间，起步时车轮的转矩为

[0098] $$T_w = T_{dm} i_g + (k+1) T_{cm} i_g$$

[0099] 随着车速的增加，即驱动车轮的转速$n_w$增加，第二电动机/发电机7-5的转速$n_{cm}$同时成比例增加。即

[0100] $$n_{cm} = (k+1) n_c = i_g (k+1) n_w$$

[0101] 当车辆需要减速时，飞轮制动器5通过电控器DK被释放，同时对第二电动机/发电机7-5施加一个负转矩$T_{cm}$，即进入发电状态，第二电动机/发电机7-5开始减速，此时，齿圈7-1转动，并且带动飞轮4也转动。这样，第二电动机/发电机7-5的负转矩通过动力耦合传动组件7的放大后作用到动力输出端上，即可体现为车辆制动回馈转矩$T_{br}$，使车辆减速。即

[0102] $$T_{br} = (k+1) T_{cm} i_g .$$

[0103] 同时该转矩通过行星齿轮7-2、齿圈7-1以及第二电动机/发电机7-5作用到飞轮上，使飞轮4进入加速状态，即飞轮4转矩为

[0104] $$T_{fw} = k T_{cm} i_{fw}$$

[0105] 此时飞轮4加速，而第二电动机/发电机7-5和车辆减速，即车辆制动前的动能一部分通过第二电动机/发电机7-5发电并进入蓄电池，另外一部分直接转化为飞轮4的机械能，存储在飞轮4内。同时飞轮4、第二电动机/发电机7-5和车轮转速满足

[0106] $$n_{cm} + k n_{fw} i_{fw} = i_g (1+k) n_w$$

[0107] 由于车辆的惯量较大，而飞轮4和第二电动机/发电机7-5的转子惯量较小，使得第二电动机/发电机7-5的减速要比车辆整体的减速快，因此，当第二电动机/发电机7-5的转速降低为零时，这时，车速仍然较高。若还需要车辆减速，这时对第二电动机/发电机7-5仍然施加负转矩，第二电动机/发电机7-5进入为反方向的加速状态，即进入电动状态。这时车辆的动能全部转化为飞轮4的动能，同时第二电动机/发电机7-5也将一部分电能转化为飞轮4的动能，飞轮4继续加速，直到车辆减速停止为止，此时飞轮4仍保持高转速，第二电动机/发电机7-5保持负转速，即

[0108] $$n_{cm} = -k n_{fw} i_{fw}$$

[0109] 此时，若车辆需要加速，则对第二电动机/发电机7-5施加正转矩，进入发电状态，第二电动机/发电机7-5开始反向减速，同时该正转矩通过动力耦合传动组件7放大后作用到动力输出端，为车轮加速提供动力；同时该转矩也通过动力耦合传动组件7作用到高速飞轮4上，使飞轮4减速(转矩关系同上述减速过程)。即飞轮4的动能一部分通过第二电动机/

发电机7-5转化为电能，另外一部分直接转化为车辆的动能。

[0110] 随着车辆加速状态的继续，当第二电动机/发电机7-5反向减速至零转速后，则对第二电动机/发电机7-5继续施加正向转矩，第二电动机/发电机7-5开始正向加速，进入电动状态，直至车辆加速结束(转速关系与上述减速过程相反)。

[0111] 以上为一个完整的从减速到加速过程的描述。

[0112] 若飞轮4存储的机械能为零时，电控器DK通过飞轮制动器5再次将飞轮4锁止，当对车辆进行减速时，会再次释放飞轮4，使得飞轮4存储机械能。

[0113] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出：对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

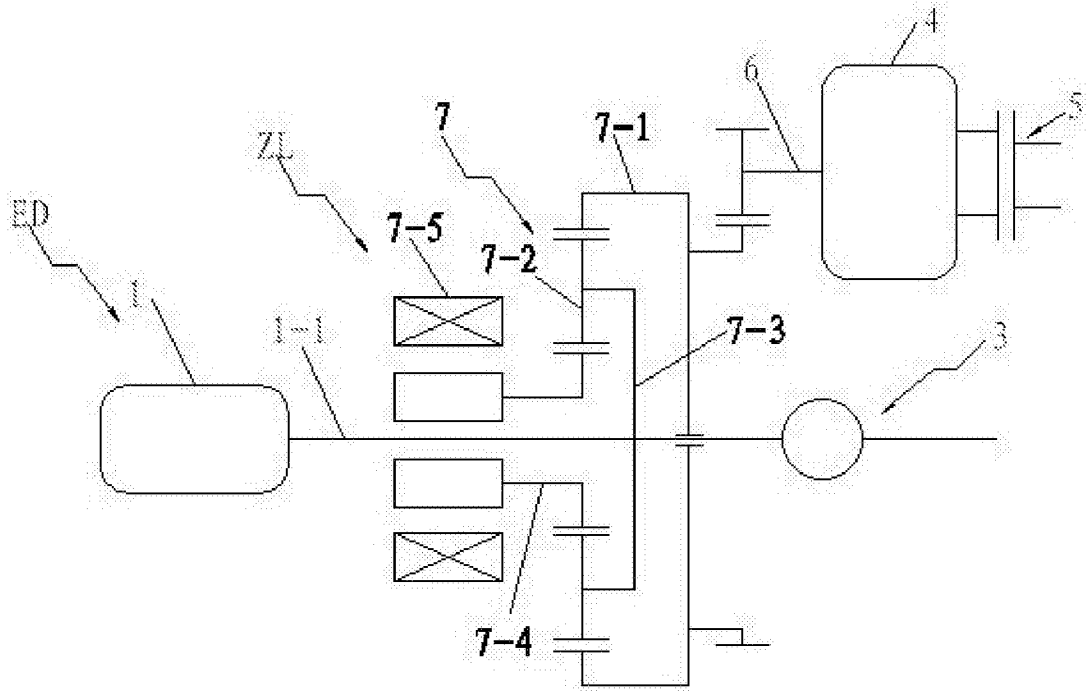



图1

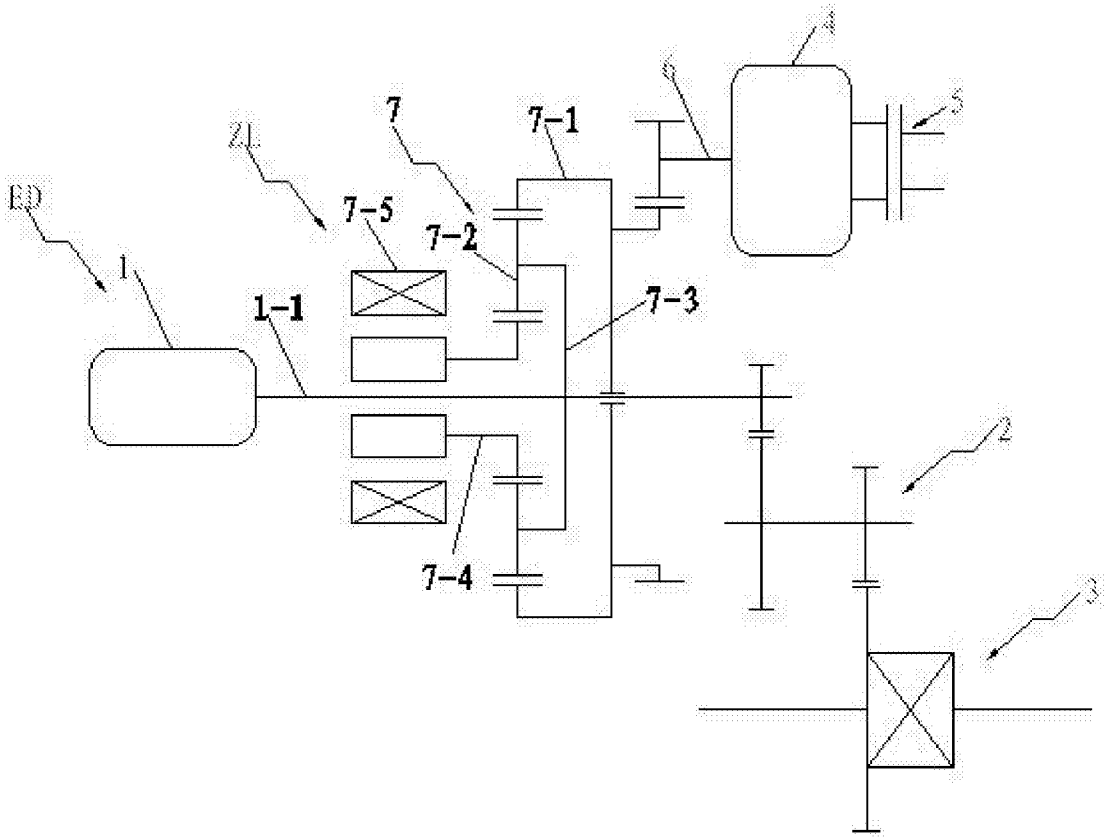



图2

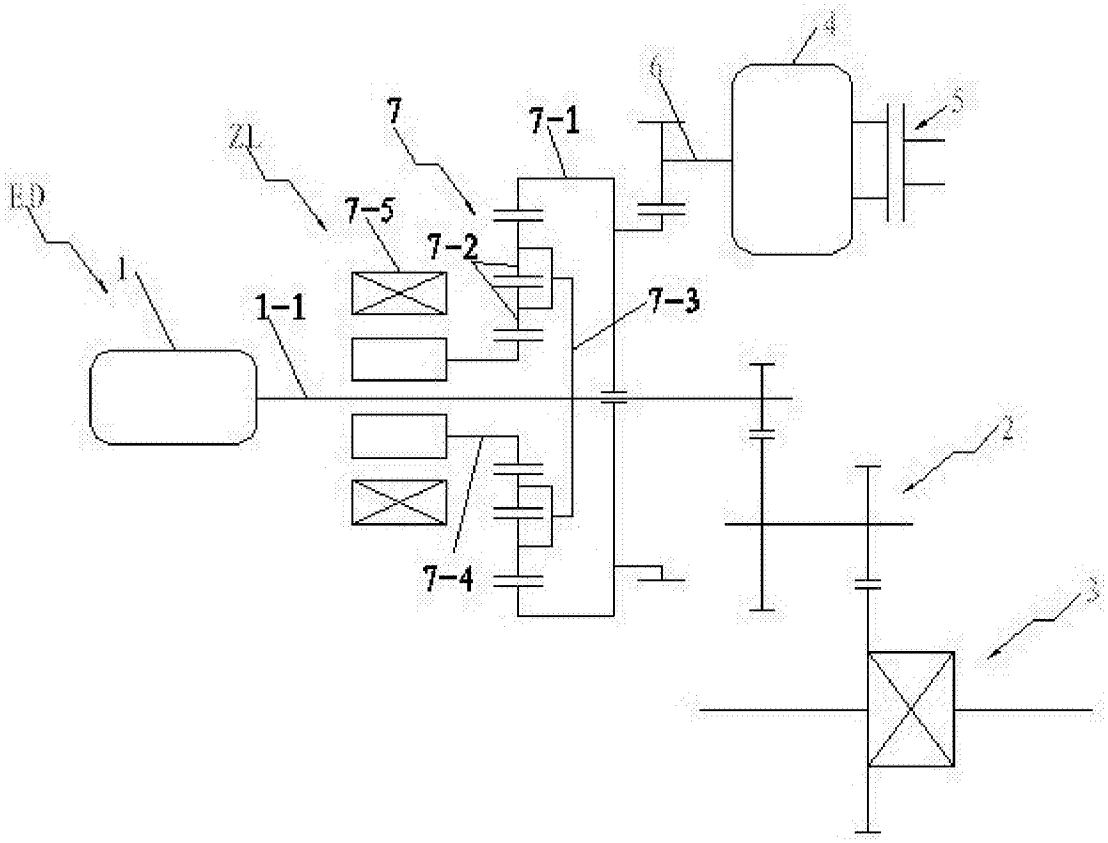



图3

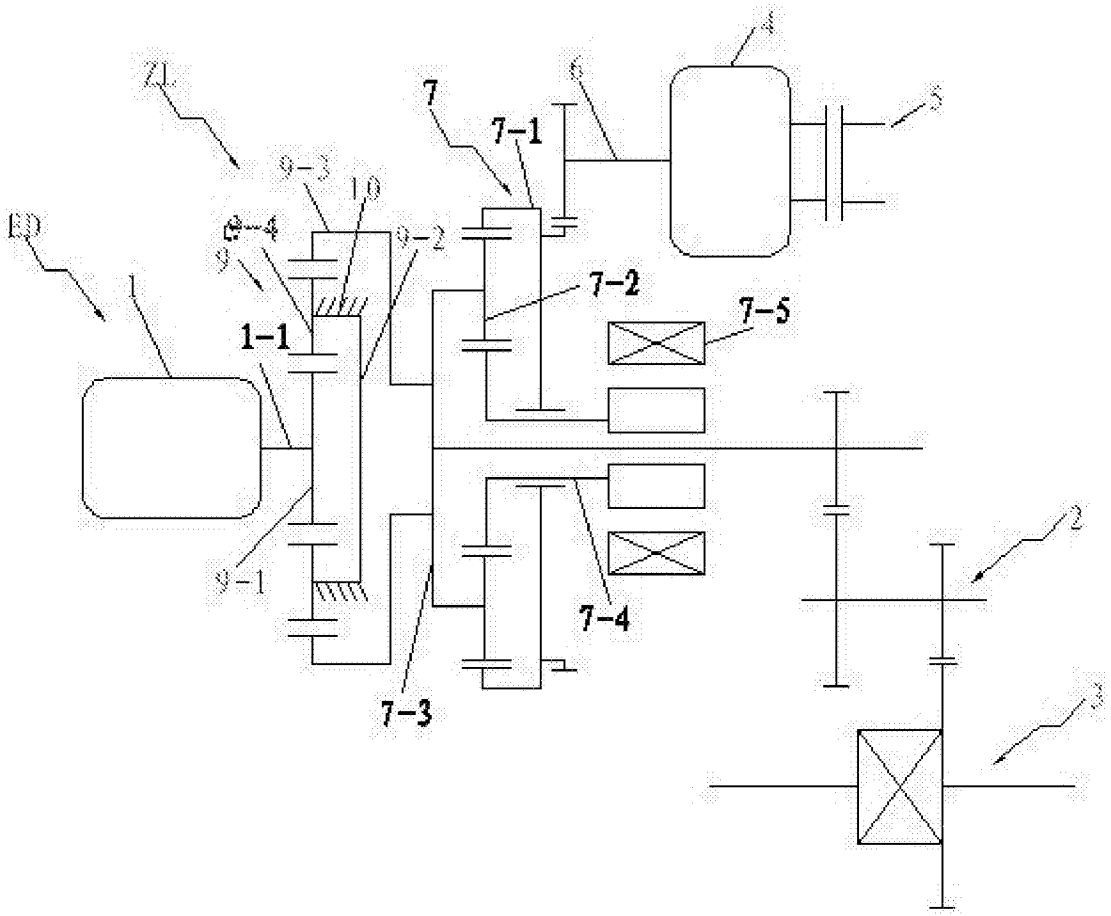



图4

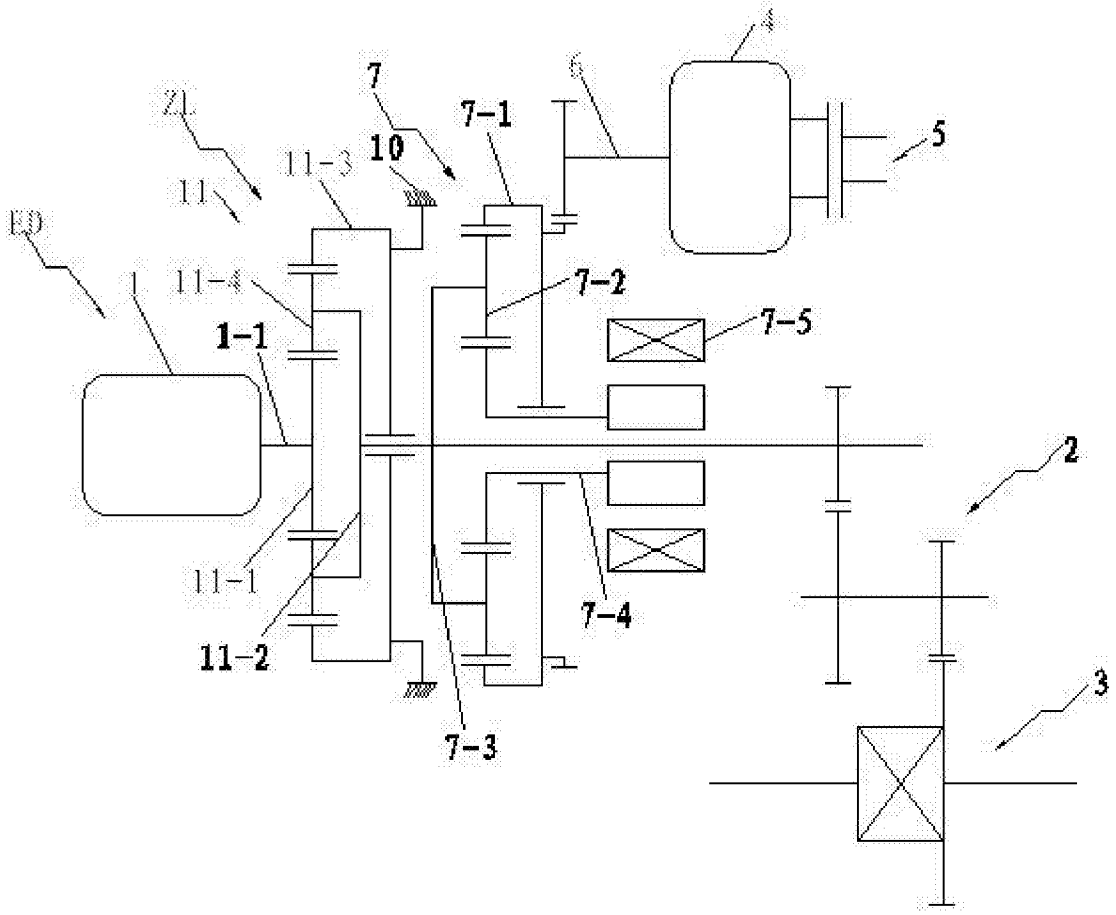



图5

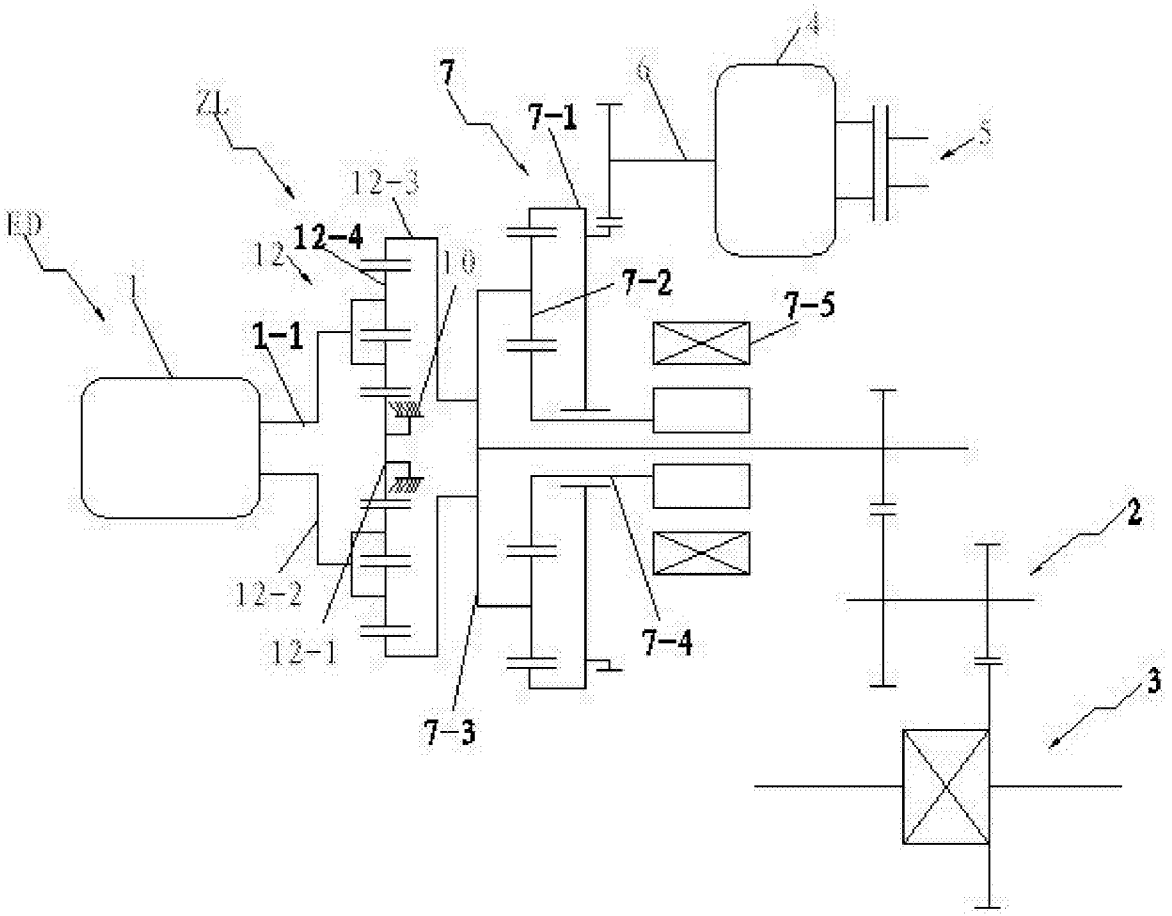



图6

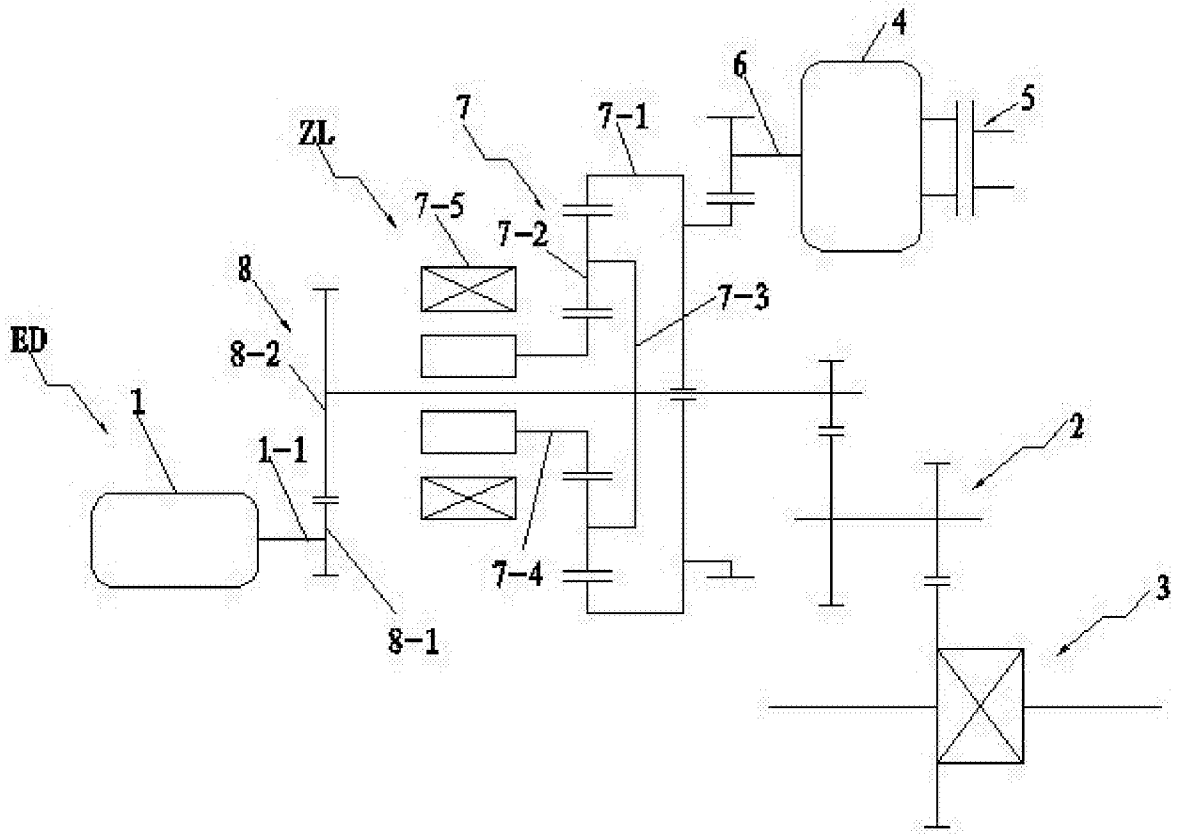



图7

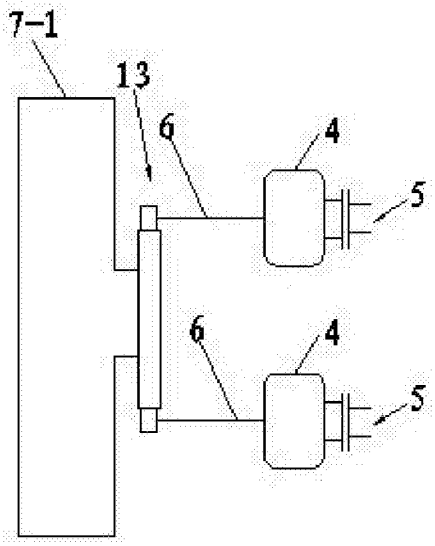



图8