

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B60K 6/445 (2007.10)

B60K 6/50 (2007.10)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710055306.7

[45] 授权公告日 2008年10月1日

[11] 授权公告号 CN 100421979C

[22] 申请日 2007.2.2

[21] 申请号 200710055306.7

[73] 专利权人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

[72] 发明人 曾小华 王庆年 王伟华 于远彬
宋大风 靳立强 朱庆林 于永涛
王鹏宇

[56] 参考文献

WO2005/110790A2 2005.11.24

CN2640812Y 2004.9.15

CN201002506Y 2008.1.9

CN1167052A 1997.12.10

US6416437B2 2002.7.9

GB2335404A 1999.9.22

JP204-242498A 2004.8.26

审查员 梅奋永

[74] 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司

代理人 齐安全

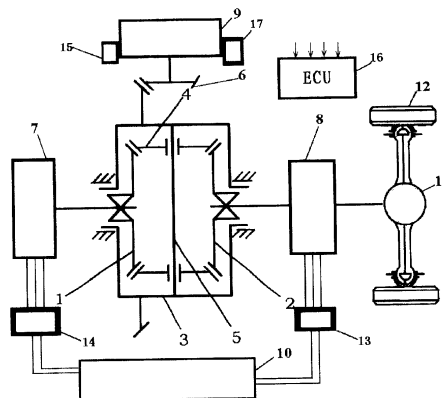
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

[54] 发明名称

混合动力汽车用的动力耦合装置

[57] 摘要

本发明公开了一种混合动力汽车用的动力耦合装置，该装置是采用传统的差速器，其左半轴齿轮(1)与右半轴齿轮(2)分别连接发电机(7)与电动机(8)，主减速器的主动齿轮(6)固定在发动机(9)的输出轴上，主减速器的从动齿轮(3)与主减速器的主动齿轮(6)啮合连接，且通过十字轴(5)带动行星齿轮(4)，电动机(8)连接驱动桥(11)，驱动车轮(12)行驶。在发动机(9)与汽车底盘上分别安装有控制动力源的开关、转速和转矩的发动机控制器(17)与发电机控制器(14)、电动机控制器(13)，这些控制器均由整车控制器(16)统一协调与控制。本发明简化了试制，消除了变速器、离合器等机构，可实现无级自动变速。



1. 一种混合动力汽车用的动力耦合装置,其特征在于,所述的动力耦合装置是采用传统的差速器,该差速器的左半轴齿轮(1)与右半轴齿轮(2)分别通过左、右半轴连接发电机(7)与电动机(8),主减速器的主动齿轮(6)固定连接在发动机(9)的输出轴上,主减速器的主动齿轮(6)与主减速器的从动齿轮(3)在两者旋转轴线共面且互相垂直的状态中相啮合,主减速器的从动齿轮(3)与左半轴齿轮(1)是同一旋转轴线,主减速器的从动齿轮(3)通过十字轴(5)带动与左半轴齿轮(1)和右半轴齿轮(2)相啮合的行星齿轮(4)绕左半轴齿轮(1)和右半轴齿轮(2)的轴线旋转,电动机(8)的输出轴通过传动轴连接驱动桥(11),驱动车轮(12)行驶;发动机(9)、发电机(7)与电动机(8)分别安装在汽车的底盘上。

2. 按照权利要求1所述的混合动力汽车用的动力耦合装置,其特征在于,在电动机(8)左侧的输入轴上由右至左依次安装有电控离合器(27)与电控制动器(26),它们分别与整车控制器(16)用信号线连接。

3. 按照权利要求1或2所述的混合动力汽车用的动力耦合装置,其特征在于,在发动机(9)上安装有控制发动机(9)的开关、负荷转矩与转速的发动机控制器(17),在汽车的底盘上安装有控制发电机(7)与电动机(8)的开关、转速与负荷转矩的发电机控制器(14)和电动机控制器(13);发动机(9)与发动机控制器(17)用信号线连接,发电机(7)、发电机控制器(14)、安装在汽车底盘上的蓄电池(10)、电动机控制器(13)和电动机(8)依次用电缆线连接;在车上安装有统一协调与控制发动机控制器(17)、发电机控制器(14)和电动机控制器(13)的整车控制器(16),整车控制器(16)分别和发动机控制器(17)、发电机控制器(14)和电动机控制器(13)用信号线连接,在汽车的底盘上安装有控制发动机(9)开启的起动机(15)。

4. 按照权利要求3所述的混合动力汽车用的动力耦合装置,其特征在于,在整车控制器(16)上装有自编的统一协调与控制发动机控制器(17)、发电机控制器(14)和电动机控制器(13)的计算机程序装置。在整车控制器(16)的控制下,作为混合动力汽车动力耦合装置的传统差速器使得发动机(9)、发电机(7)与电动机(8)实现了如下的工作流程:

- 1) 整车控制器(16)查取上一时间步循环车速;
- 2) 整车控制器(16)查取当前时间步循环车速;
- 3) 整车控制器(16)接收当前驱动系统各总成状态信号;
- 4) 整车控制器(16)根据当前循环车速和当前加速度计算路载转矩需求和转速需求;
- 5) 根据路载转速需求计算电动机的转速;
- 6) 根据路载功率需求与蓄电池(10)电量状态,计算发动机(9)最佳工作点转速、转矩,整车控制器(16)向发动机控制器(17)输出状态指令;
- 7) 根据差速器转速、转矩关系式:

$$2\omega_e = \omega_g + \omega_m$$

$$T_g = \frac{T_e}{2}$$

$$T_l - T_m = \frac{T_e}{2}$$

式中： $\omega_e, \omega_g, \omega_m$ ——分别为发动机转速、发电机转速和电动机转速；

T_e, T_g, T_m, T_l ——分别为发动机输出转矩、发电机发电转矩、电动机电动转矩以及负载转矩；

由于发动机(9)最佳工作点转速、转矩由第6)步计算确定，可计算发电机的转速与转矩，整车控制器(16)向发电机控制器(14)输出状态指令；

8) 根据路载转矩要求及上述公式计算电动机转矩，并接合步骤5)确定的电动机转速，整车控制器(16)向电动机控制器(13)输出状态指令；

9) 判断循环是否结束，若循环未结束，则重复上述步骤。

混合动力汽车用的动力耦合装置

技术领域

本发明涉及混合动力汽车驱动系统中实现对动力源之间的动力分配与控制的一种装置，更具体地说是涉及一种混合动力汽车用的动力耦合装置。

背景技术

节能与环保是 21 世纪汽车发展的两大主题，电动汽车是传统燃油内燃机汽车的理想替代品，但受蓄电池能量的限制以及燃料电池高成本的约束，混合动力汽车可视为一种综合解决上述问题的可行方案。混合动力汽车是由两种或两种以上动力源提供动力，当前比较普遍的方案是采用发动机与电动机、发电机进行组合。如何实现混合动力汽车发动机与电动机、发电机之间的动力分配，是发展混合动力汽车必须解决的关键问题之一。

混合动力汽车有多种动力源，如储能元件和发动机，因此，其驱动方式也比较多样。根据动力源的结合方式不同可以分为串联混合动力汽车（SHV）、并联混合动力汽车（PHV）和串并联混合动力汽车（SPHV）。

并联混合动力汽车（PHV）的发动机和驱动轮有机械连接，但是在发动机和驱动轮之间加入发电机与电动机。发电机与电动机既可发电又可电动。在 PHV 中，发动机输出驱动汽车的大部分动力，当所要求的转矩变化很快时，发电机与电动机作为发动机的辅助动力源，例如，加速和减速。由于发动机的机械能可直接输出到汽车驱动桥，中间没有能量的转换，系统效率较高，燃油消耗也较少。串联混合动力汽车（SHV）则拥有第二动力源（可以是发动机驱动的发电机、把太阳能转化为电能的太阳能电池、把氧化物组成系统的化学能直接转化成电能的燃料电池）。其驱动电动机与纯电动汽车（PEV）一样，由于 SHV 的发动机与驱动轮之间没有直接的机械连接，比较易于对该动力源进行最佳控制，结果使发动机可稳定于高效区或低排放区附近工作。因此，SHV 的排放要优于传统车辆与 PHV，并且相对于 PEV 来说，其从外部充电的频率也进一步减少。

串并联式混合动力汽车（SPHV）可进一步分为：根据控制需求切换到并联式或串联式的开关式 SPHV 和连续型 SPHV，这两种方式均接合了串联与并联式方案的优点，因此，具有最佳的综合性能。

用于串并联式的动力耦合装置目前较多采用的是复杂行星齿轮机构，或者有的还需要加装变速器、离合器等装置，使整个传动系结构不紧凑。这些机构一般都需要较大的改装或重新设计，对生产的工艺性要求较高，试制加工周期较长；另外对行星齿轮机构的控制也相对比较复杂，不易于工程实现。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是克服现有技术中存在的问题，提供一种利用传统的汽车用差速器作为混合动力汽车的动力耦合装置。

为解决上述技术问题，本发明采用如下技术方案予以实现。所述的动力耦合装置是采用传统的差速器，该差速器的左半轴齿轮与右半轴齿轮分别通过左、右半轴连接发电机与电动机，主减速器的主动齿轮固定连接在发动机的输出轴上，主减速器的主动齿轮与主减速器的从动齿轮在两者旋转轴线共面且互相垂直的状态中相啮合，主减速器的从动齿轮与左半轴齿轮是同一旋转轴线，主减速器的从动齿轮通过十字轴带动与左半轴齿轮和右半轴齿轮相啮合的行星齿轮绕左半轴齿轮和右半轴齿轮的轴线旋转，电动机的输出轴通过传动轴连接驱动桥，驱动车轮行驶。发动机、发电机与电动机分别安装在汽车的底盘上。

在技术方案中所述的电动机左侧的输入轴上由右至左依次安装有电控离合器与电控制动器；在发动机上安装有控制发动机的开关、负荷转矩与转速的发动机控制器，在汽车的底盘上安装有控制发电机与电动机的开关、转速与负荷转矩的发电机控制器和电动机控制器；发动机与发动机控制器用信号线连接，发电机、发电机控制器、安装在汽车底盘上的蓄电池、电动机控制器和电动机依次用电缆线连接；在车上安装有统一协调与控制发动机控制器、发电机控制器和电动机控制器的整车控制器，整车控制器分别和发动机控制器、发电机控制器和电动机控制器用信号线连接。在汽车的底盘上安装有控制发动机开启的起动机。在整车控制器上装有自编的统一协调与控制发动机控制器、发电机控制器和电动机控制器的计算机程序装置，在整车控制器的控制下，作为混合动力汽车动力耦合装置的传统差速器使得发动机、发电机与电动机实现了如下的工作流程：

1. 整车控制器查取上一时间步循环车速；
2. 整车控制器查取当前时间步循环车速；
3. 整车控制器接收当前驱动系统各总成状态信号；
4. 整车控制器根据当前循环车速和当前加速度计算路载转矩（或功率）需求和转速需求；
5. 根据路载转速需求计算电动机的转速；
6. 根据路载功率需求与蓄电池电量状态，计算发动机最佳工作点转速、转矩，整车控制器向发动机控制器输出状态指令；
7. 根据差速器转速、转矩关系式：

$$\begin{aligned}
 2\omega_c &= \omega_g + \omega_m \\
 T_g &= \frac{T_c}{2} \\
 T_l - T_m &= \frac{T_c}{2}
 \end{aligned}
 \tag{公式I}$$

式中： $\omega_c, \omega_g, \omega_m$ ——分别为发动机转速、发电机转速和电动机转速；

T_c, T_g, T_m, T_l ——分别为发动机输出转矩、发电机发电转矩、电动机电动转矩以及负载转矩；

由于发动机（9）最佳工作点转速、转矩由第6步计算确定，可计算发电机的转速与转矩，整车控制器向发电机控制器输出状态指令：

8. 根据路载转矩要求及上述公式 I 计算电动机转矩, 并接合步骤 5 确定的电动机转速, 整车控制器向电动机控制器输出状态指令;

9. 判断循环是否结束, 若循环未结束, 则重复上述步骤。

本发明的有益效果是:

1. 利用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置, 实现混合动力汽车连续型串并联驱动形式。本发明根据传统汽车用对称式差速器的转速差速, 转矩平均分配的原理, 使其输入轴连接发动机, 两输出轴分别连接电动机与发电机, 使发动机动力输出的一半的转矩输出给发电机发电, 另一半转矩驱动车轮, 实现混合动力汽车的连续型串并联驱动形式。因此, 该差速器可用作混合动力汽车的动力耦合装置, 从而大大简化了混合动力汽车动力耦合装置的全新设计与试制, 节省时间, 节约开销。

2. 利用该混合动力汽车用的动力耦合装置可实现电动无级变速器 (ECVT) 功能, 并可削除变速器, 使整个系统得到简化。该装置利用差速器转速、转矩传递与分配关系, 通过调节发电机的转速、转矩可使发动机工作在最佳效率点, 彻底解决了传统发动机由于与车轮的机械连接造成的工作点效率低下的问题, 从而实现 ECVT 功能。并且可利用高转矩特性的电动机实现传统变速器的增加转矩功能, 这样可消除变速器等机构。

3. 利用该混合动力汽车用的动力耦合装置通过合理控制发电机输出功率, 可实现行车过程中实时调节电池 SOC (电量状态) 的功能。

4. 参阅图 6, 图 6 所示的是混合动力汽车用的动力耦合装置的另一种技术方案的衍生装置, 即在图 1 所示混合动力汽车用的动力耦合装置中电动机左侧的输入轴上由右至左依次安装有电控离合器与电控制动器。当发动机停止工作, 分离离合器, 通过电动机即可驱动整车, 可实现纯电动行驶的功能, 纯电动行驶可更大程度节省燃油消耗, 可进一步提高整车的效率。这种混合动力汽车用的动力耦合装置还可实现串联式驱动, 即当电池 SOC 较低, 电控离合器分离, 电控制动器接合, 发动机仅对发电机进行充电, 使电池 SOC 能快速维持到合理范围, 这样能减小电池深度放电, 提高电池的使用寿命。

附图说明

图 1 是采用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置的结构示意图;

图 2 是采用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置的工作流程图;

图 3 是给出了采用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置各轴转速在一个典型行驶模式中的周期变化规律曲线;

图 4 是给出了采用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置各轴所联接的动力源 (发电机、电动机、发动机) 输出的转矩变化规律曲线;

图 5 是给出了采用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置各轴转速在一个典型行驶模式中关系对比曲线;

图 6 是给出了采用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置的可实现纯电动行驶功能的另一种技术方案的衍生装置的结构示意图;

图 7 是给出了图 6 所示的采用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置的衍生装置用于混合动力驱动的工作流程图

图 8 是给出了采用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置的衍生装置各轴转速在另一个典型行驶模式中的周期变化规律曲线;

图 9 是给出了采用传统差速器作为混合动力汽车用的动力耦合装置的衍生装置各轴所联接的动力源(发电机、电动机、发动机)输出的转矩变化规律曲线;

图中: 1. 左半轴齿轮, 2. 右半轴齿轮, 3. 主减速器的从动齿轮, 4. 行星齿轮, 5. 十字轴, 6. 主减速器的主动齿轮, 7. 发电机, 8. 电动机, 9. 发动机, 10. 蓄电池, 11. 驱动桥, 12. 车轮, 13. 电动机控制器, 14. 发电机控制器, 15. 起动机, 16. 整车控制器(ECU), 17. 发动机控制器, 18. 电动机转速(曲线), 19. 发动机转速(曲线), 20. 发电机转速(曲线), 21. 电动机工作转矩(曲线), 22. 发动机工作转矩(曲线), 23. 发电机工作转矩(曲线), 24. 发电机转速与电动机转速之和(曲线), 25. 发动机转速的两倍(曲线), 26. 电控制动器, 27. 电控离合器。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作进一步的详细描述:

参阅图 1, 所述的混合动力汽车用的动力耦合装置是采用传统的差速器, 在混合动力汽车驱动系统中实现对动力源(发电机 7、电动机 8、发动机 9)之间的动力分配与工作。该差速器的左半轴齿轮 1 与右半轴齿轮 2 分别通过左、右半轴连接发电机 7 与电动机 8, 主减速器的主动齿轮 6 固定连接在发动机 9 的输出轴上, 主减速器的主动齿轮 6 与主减速器的从动齿轮 3 在两者旋转轴线共面且互相垂直的状态中相啮合, 主减速器的从动齿轮 3 与左半轴齿轮 1 是同一旋转轴线, 左半轴齿轮 1 的旋转轴线与右半轴齿轮 2 的旋转轴线共线, 主减速器的从动齿轮 3 通过十字轴 5 带动与左半轴齿轮 1 和右半轴齿轮 2 相啮合的行星齿轮 4 绕左半轴齿轮 1 和右半轴齿轮 2 的旋转轴线旋转, 电动机 8 的输出轴通过传动轴连接驱动桥 11, 从而驱动车轮 12 行驶。发动机 9、发电机 7 与电动机 8 分别安装在汽车的底盘上。

在发动机 9 上安装有控制发动机 9 的开关、负荷转矩与转速的发动机控制器 17, 在汽车的底盘上安装有控制发电机 7 与电动机 8 的开关、转速与负荷转矩的发电机控制器 14 和电动机控制器 13; 发动机 9 与发动机控制器 17 用信号线连接, 发电机 7、发电机控制器 14、安装在汽车底盘上的蓄电池 10、电动机控制器 13 和电动机 8 依次用电缆线连接; 另外在车上还安装有统一协调与控制发动机控制器 17、发电机控制器 14 和电动机控制器 13 的整车控制器(ECU) 16, 整车控制器 16 接受钥匙开关信号, 加速踏板、制动踏板及挡位、车速, SOC 等整车信号综合控制发动机控制器 17, 发电机控制器 14 及电动机控制器 13, 进而决定三大动力源之间的工作状态, 使满足整车路载功率要求的同时, 保持电池 SOC 平衡并维持系统在高效区工作。整车控制器 16 分别和发动机控制器 17、发电机控制器 14 和电动机控制器 13 用信号线连接。在汽车的底盘上安装有控制发动机开启的起动机 15。参阅图 2, 在整车控制器 16 上装有自编的统一协调与控制发动机控制器 17、发电机控制器 14 和电动机控制器 13 的计算机程序装置, 在整车控制器 16 的控制下, 作为混合动力汽车动力耦合装置的传统差

速器使得发动机、发电机与电动机实现了如下的工作流程:

1. 整车控制器 16 查取上一时间步循环车速;
2. 整车控制器 16 查取当前时间步循环车速;
3. 整车控制器 16 接收当前驱动系统各总成状态信号;
4. 整车控制器 16 根据当前循环车速和当前加速度计算路载转矩 (或功率) 需求和转速需求;
5. 根据路载转速需求计算电动机的转速;
6. 根据路载功率需求与蓄电池 10 电量状态等总成状态信号, 计算发动机 9 最佳工作点转速、转矩, 整车控制器 16 向发动机控制器 17 输出状态指令;
7. 根据差速器转速、转矩关系式:

$$\begin{aligned} 2\omega_e &= \omega_g + \omega_m \\ T_g &= \frac{T_e}{2} \\ T_l - T_m &= \frac{T_e}{2} \end{aligned} \quad (\text{公式I})$$

式中: $\omega_e, \omega_g, \omega_m$ ——分别为发动机转速、发电机转速和电动机转速;

T_e, T_g, T_m, T_l ——分别为发动机输出转矩、发电机发电转矩、电动机电动转矩以及负载转矩;

由于发动机 (9) 最佳工作点转速、转矩由第 6 步计算确定, 可计算发电机 7 的转速与转矩, 整车控制器 16 向发电机控制器 14 输出状态指令;

8. 根据路载转矩要求及上述公式 I 计算电动机转矩, 并接合步骤 5 确定的电动机转速, 整车控制器 16 向电动机控制器 13 输出状态指令;

9. 判断循环是否结束, 若循环未结束, 则重复上述步骤。

参阅图 6, 它是图 1 所示的混合动力汽车用的动力耦合装置的一种衍生装置, 即在图 1 所示的混合动力汽车用的动力耦合装置的基础上, 在电动机 8 左侧的输入轴上由右至左依次加装电控离合器 27 与电控制动器 26, 当电控制动器 26 分离, 离合器 27 接合时, 该混合动力汽车用的动力耦合装置和上述差速器装置完全相同。但通过对制动器 26 的接合, 离合器 27 分离控制时, 而且, 当发动机关闭时, 利用蓄电池 10 内的电能, 仅用电动机 8 驱动整车, 实现纯电动行驶; 由于纯电动行驶会使蓄电池 10 的 SOC 下降较低, 当蓄电池 10 的 SOC 较低时, 发动机 9 可参与工作, 对发电机 7 进行充电, 蓄电池 10 的 SOC 即可维持在合理范围内, 保持蓄电池 10 的 SOC 平衡并维持系统在高效区工作。参阅图 7, 在整车控制器 16 的控制下, 该衍生装置的动力耦合装置使得发动机 9、发电机 7 与电动机 8 实现了如下的工作流程:

1. 整车控制器 16 查取上一时间步循环车速;
2. 整车控制器 16 查取当前时间步循环车速;
3. 整车控制器 16 接收当前驱动系统各总成状态信号;

4. 整车控制器 16 根据当前循环车速和当前加速度计算路载转矩（或功率）需求和转速需求；
5. 整车控制器 16 根据车速、路载功率需求及总成状态信号判断是否纯电动行驶；
6. 若纯电动，则分离离合器 27，并关闭发动机 9、发电机 7，向电动机控制器 13 输出状态指令；
7. 若不是纯电动，计算发动机 9 最佳工作点转速、转矩，整车控制器 16 向发动机电控器 17 输出状态指令；
8. 根据整车转速，计算电动机 9 转速，并利用差速器转速、转矩关系式 I 计算发电机 7 的转速与转矩，整车控制器 16 向发电机控制器 14 输出状态指令；
9. 根据整车转速，计算电动机 8 转速与转矩，整车控制器 16 向电动机控制器 13 输出状态指令；
10. 判断循环是否结束，若循环未结束，则重复上述步骤。

本发明的工作原理是：

参阅图 1，发动机 9 作为混合动力汽车的主要动力源，当汽车行驶时，发动机 9 带动主减速器的主动齿轮 6 转动，主减速器的主动齿轮 6 带动主减速器的从动齿轮 3 转动，主减速器的从动齿轮 3 通过十字轴 5、行星齿轮 4、左半轴齿轮 1、右半轴齿轮 2 和左右半轴带动发电机 7 与电动机 8 转动。汽车行驶时要求的动力主要由发动机 9 输出，发动机 9 输出的动力通过差速器分两部分输入到差速器的两个输出端，其中一部分动力通过与差速器左端相连接的发电机 7 发电，向蓄电池 10 进行充电；另一部分动力则通过电动机 8 转子和传动轴输出到驱动桥 11，进而驱动车轮行驶。当发动机 9 的这部分动力不能满足驱动需求（如急加速情况），则通过整车控制器（ECU）16 控制电动机 8 电动，以补充不足的动力来满足驱动需求，此时，发电机 7 存贮在蓄电池 10 内的电能通过电动机 8 的电动状态输出，即实现发动机 9 与电动机 8 的联合驱动。当制动减速时，电动机 8 也可充当发电功能，把整车的动能转换为电能存贮到蓄电池 10 里。而当要求的功率比较小（如小负荷匀速行驶）时，发动机 9 同样被整车控制器（ECU）16 调节在小功率曲线上寻找其最佳效率点工作。该动力耦合装置所连接的三个动力源（发动机 9、发电机 7 与电动机 8）在汽车行驶过程中均参与工作，并且发动机 9 的动力输出均通过整车控制器（ECU）16 控制，使其保持工作在不同级别大小的功率曲线上的最佳效率点。

参阅图 6，该衍生装置是为了满足整车以小负荷匀速行驶（所要求的驱动功率很小），并且蓄电池 10 所存贮的电能量比较充足时而设计的，整车控制器 16 控制电控离合器 27 分离，电控制动器 26 接合，同时控制发动机 9 与发电机 7 关闭，由蓄电池 10 所存贮的电能来驱动电动机 8 转动，进而达到汽车纯电动行驶，整车控制器 16 可控制电动机 8 输出整车所需求的动力需求。而在其它情况下，整车控制器 16 控制电控制动器 26 分离，电控离合器 27 接合，其工作原理与上述讨论完全相同。图 6 所示的技术方案能够实现纯电动行驶的功能，具有更佳的整车性能。

试验分析:

参阅图 3、图 4 和图 5, 图 3 和图 4 中所示的是采用传统差速器作为混合动力汽车动力耦合装置进行的一整个试验过程中各动力源的转速、转矩变化规律的试验数据曲线。在该试验过程中, 包括前半部分的低速段加速、匀速、减速过程, 以及后半部分的高速段加速、匀速与减速过程。不管在那个部分, 电动机转速 18 跟随车速的变化规律, 并且发动机均参与工作, 发动机转速 19 与发动机工作转矩 22 均被整车控制器 16 调节到最佳效率点工作。从转速变化规律曲线(参阅图 3)来看, 发动机转速 19 在低速段的加速、匀速和减速过程, 以及高速段的大部分加速过程, 匀速过程和减速过程, 均被控制在最佳的稳定转速点工作, 即与车速变化隔离, 而通过对发电机转速 20 进行控制, 使电动机转速 18 跟随车速变化。而在高速段的加速过程后半部分, 由于要求的负载功率增大, 整车控制器 16 调节发动机的最佳效率点向更大功率处提高, 即发动机转速 19 相应增加以适应路载功率的要求。由于发动机转速 19 被控制在最佳效率点工作, 其转速与车速隔离, 即自动实现了类似传统无级变速功能, 使发动机稳定工作于最佳效率点, 油耗与排放可显著降低。另外, 从各动力源转矩变化规律曲线来看(参阅图 4), 在加速过程(无论是低速段, 还是高速段), 发动机工作转矩 22 逐渐增加(其转速被调节到稳定点)以适应路载功率要求, 此时, 由于发动机工作转矩 22 输出的一部分动力给发电机 7 充电, 如发电机工作转矩 23 曲线所示, 当发动机工作转矩 22 满足不了要求的路载功率要求时, 此时, 由电动机输出电动机工作转矩 21 来补充。在制动减速过程, 电动机 8 还可以充当发电功能, 对整车动能进行制动能量回收。

参阅图 5, 图 5 所示的是采用传统差速器作为混合动力汽车动力耦合装置进行的上述整个试验过程中各轴转速关系对比曲线。在整个过程, 传统差速器耦合装置的三端转速满足以下关系, 发动机转速的两倍 25 正好是发电机转速与电动机转速之和 24。正是传统差速器的这一关系, 使得电动机转速 18 跟随车速变化, 而发动机 9 被控制在最佳转速点工作, 均通过发电机 7 的转速来调节。

衍生装置试验分析:

参阅图 8 和图 9, 图 8 和图 9 所示的是采用该衍生装置作为混合动力汽车动力耦合装置进行的另一试验过程中各动力源的转速、转矩变化规律试验数据曲线。在该试验过程中, 同样包括前半部分的低速段加速、匀速、减速过程, 以及后半部分的高速段加速、匀速与减速过程。在低速段的加速过程, 当加速到一定车速之前, 整车控制器 16 首先判断为纯电动行驶, 控制电控离合器 27 分离, 电控制动器 26 接合, 同时关闭发动机 9 与发电机 7 (此时 SOC 较高); 当加速到一定车速以后, 整车控制器 16 要求发动机 9 参与工作, 此时, 电控制动器 26 分离, 电控离合器 27 接合, 发动机转速 19 与发电机转速 20 随之增加; 而在后半部分的高速段内, 发动机 9 始终工作。这种控制方式由于多增加了纯电动行驶功能, 更能使整车油耗与排放显著降低。

另外从图 9 的曲线还可看出, 当发动机 9 工作, 发动机工作转矩 22 输出与发电机工作转矩 23 满足如下关系: 一半的发动机工作转矩 22 输出给发电机 7 发电, 另一半转矩输出给

电动机8端，驱动整车行驶。这也是利用传统差速器动力传递特性来进行自动分配的，若发动机9一半转矩能满足驱动系统的转矩要求，电动机8不参与工作，发电机7发电，在蓄电池10里储存电能；若不能满足驱动对转矩的要求，电动机8参与驱动，释放发电机7存贮在蓄电池10内的电能，联合驱动整车加速。当发生制动时，电动机8还具有发电功能，回收制动能量。这种驱动特性实现了典型混合动力汽车的串并模式。通过合理的控制策略，发电机7把发动机9一半的动力输出转换为电能存贮起来，加之制动过程通过电动机8回收的再生制动能量，两部分的能量可提供为下个加速过程电动机8参与电动的能量，即可实现蓄电池10的SOC的平衡。

通过上述分析表明，用差速器作为混合动力汽车的动力耦合装置可实现混合动力汽车的纯电动，发动机9工作并充电，发动机9与电动机8联合驱动、制动能量回收等典型混合动力汽车驱动模式。且通过调节发电机7转速，使电动机8随着车速的同时，可维持发动机9工作于最佳转速、转矩点，从而大大改善整车的经济性能。

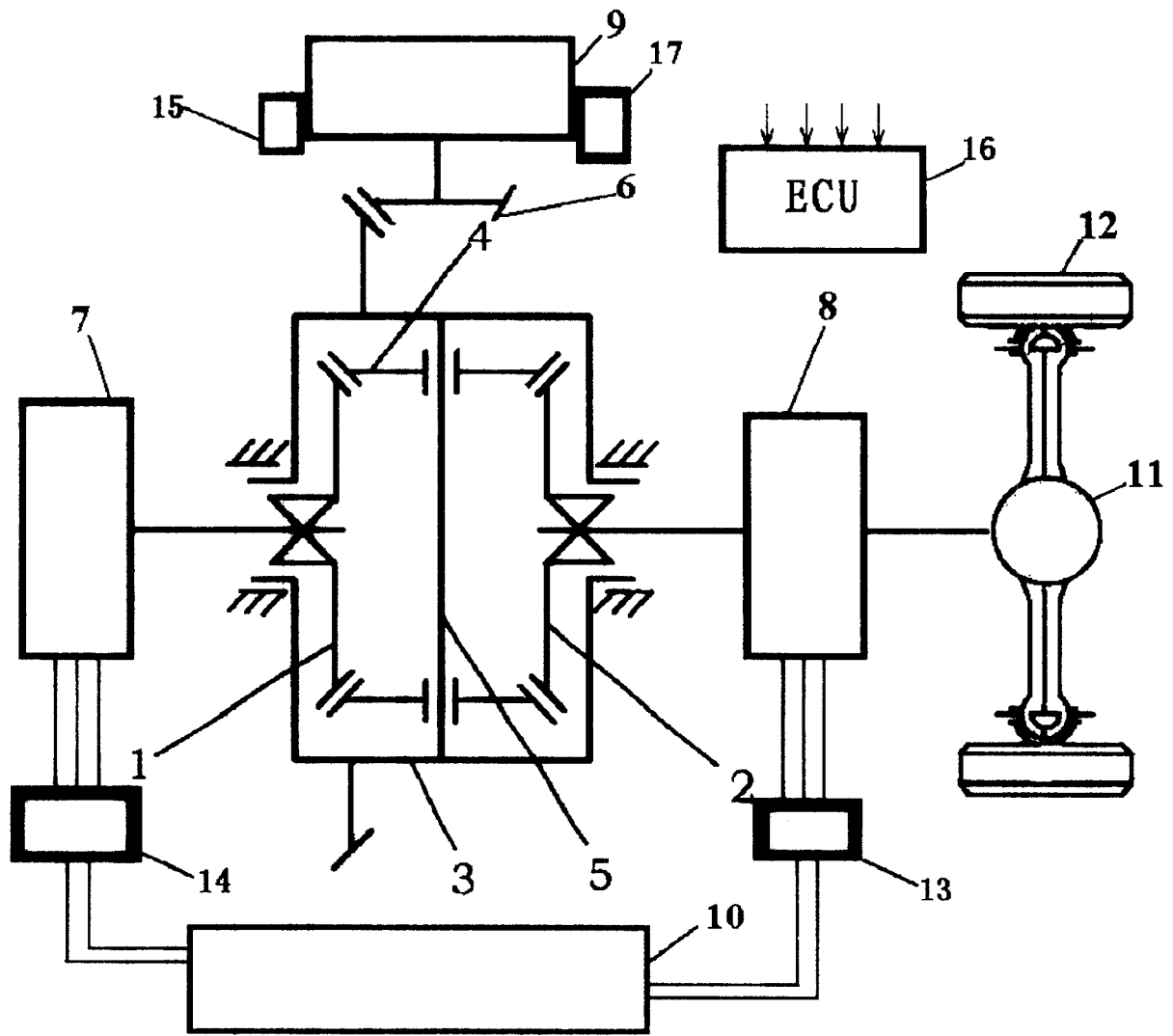


图 1

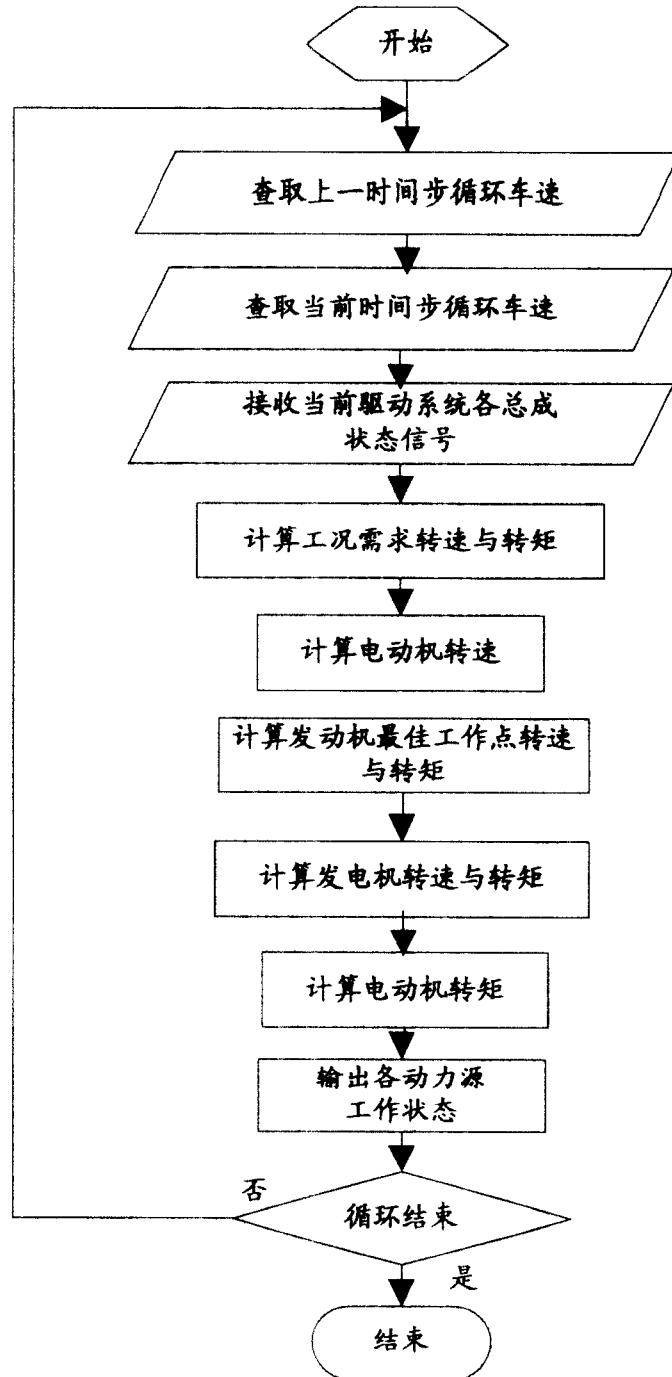


图 2

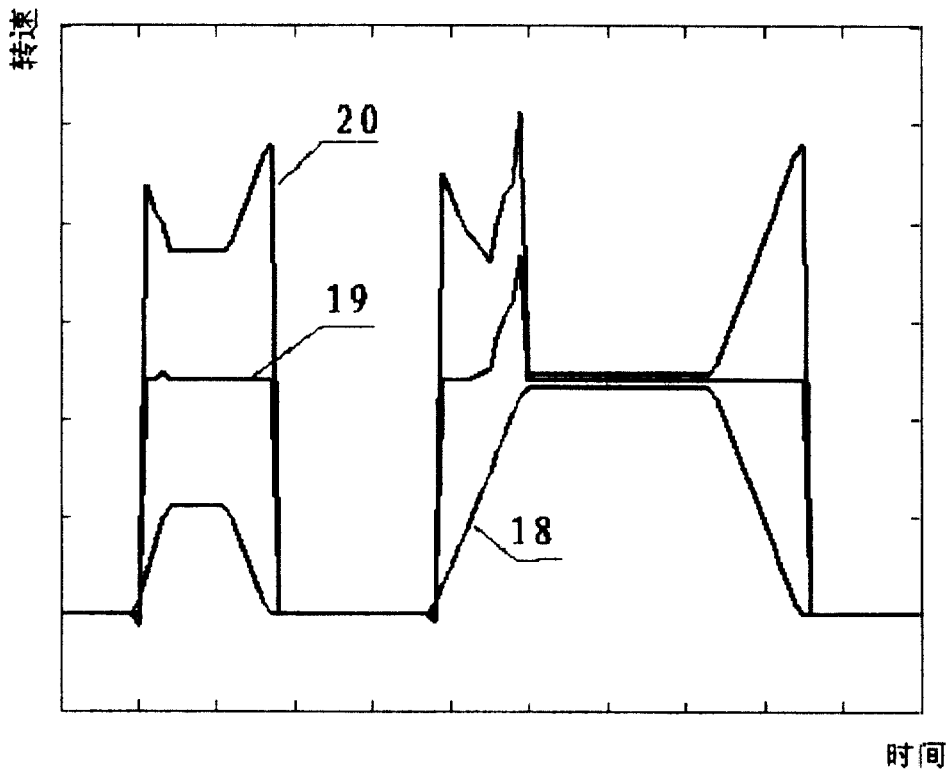


图 3

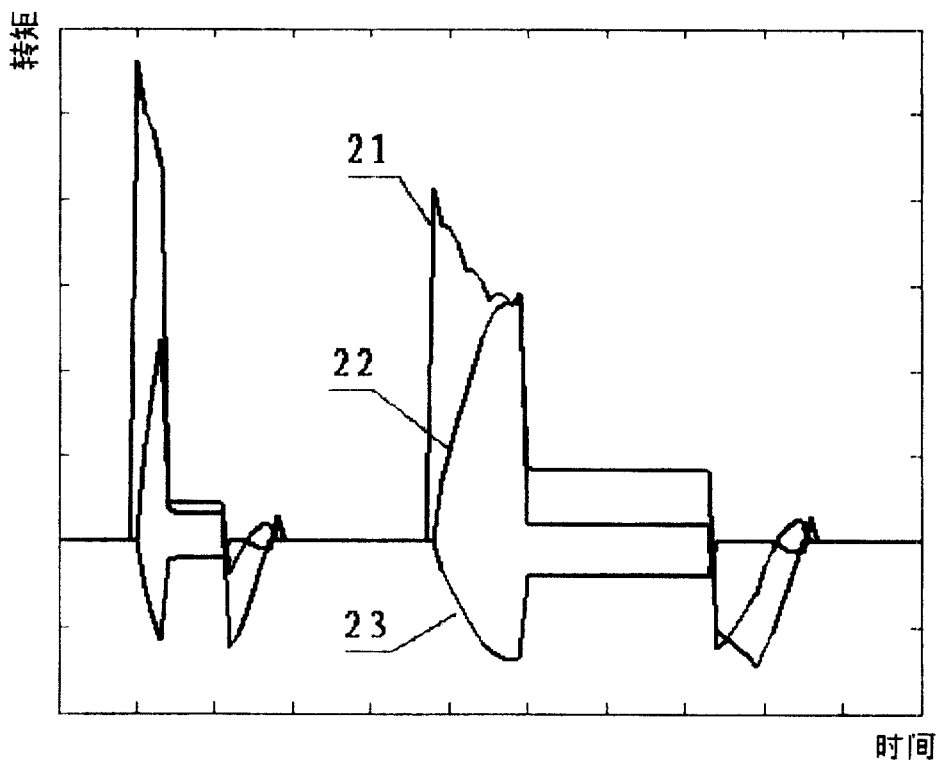


图 4

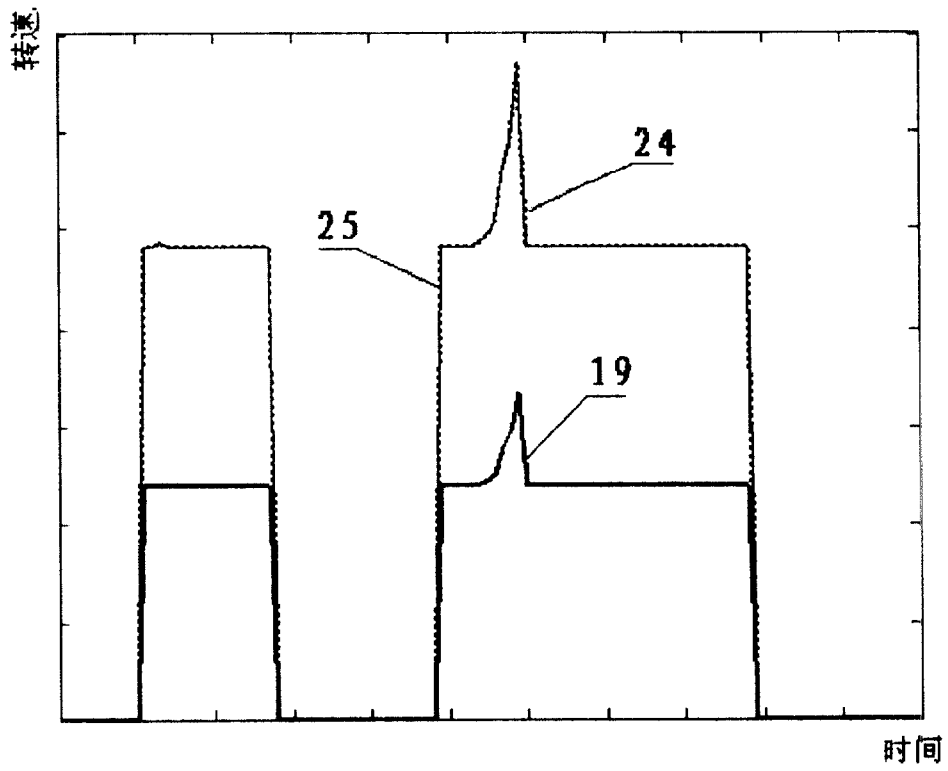


图 5

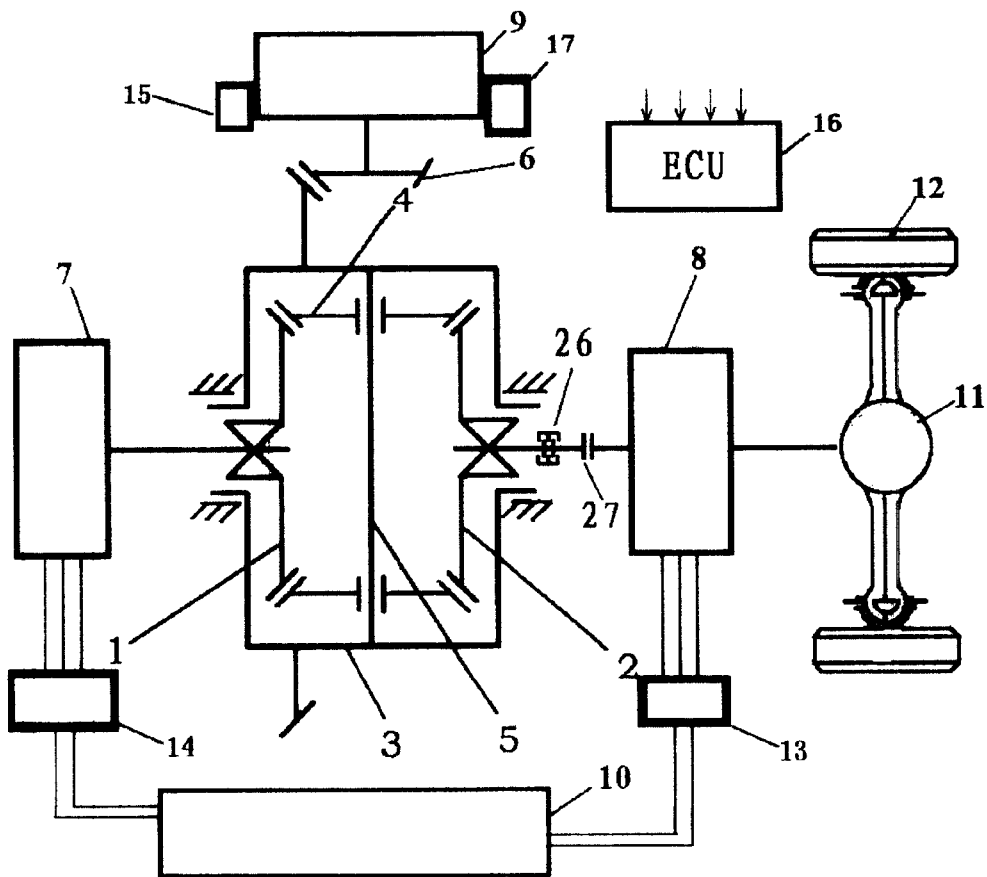


图 6

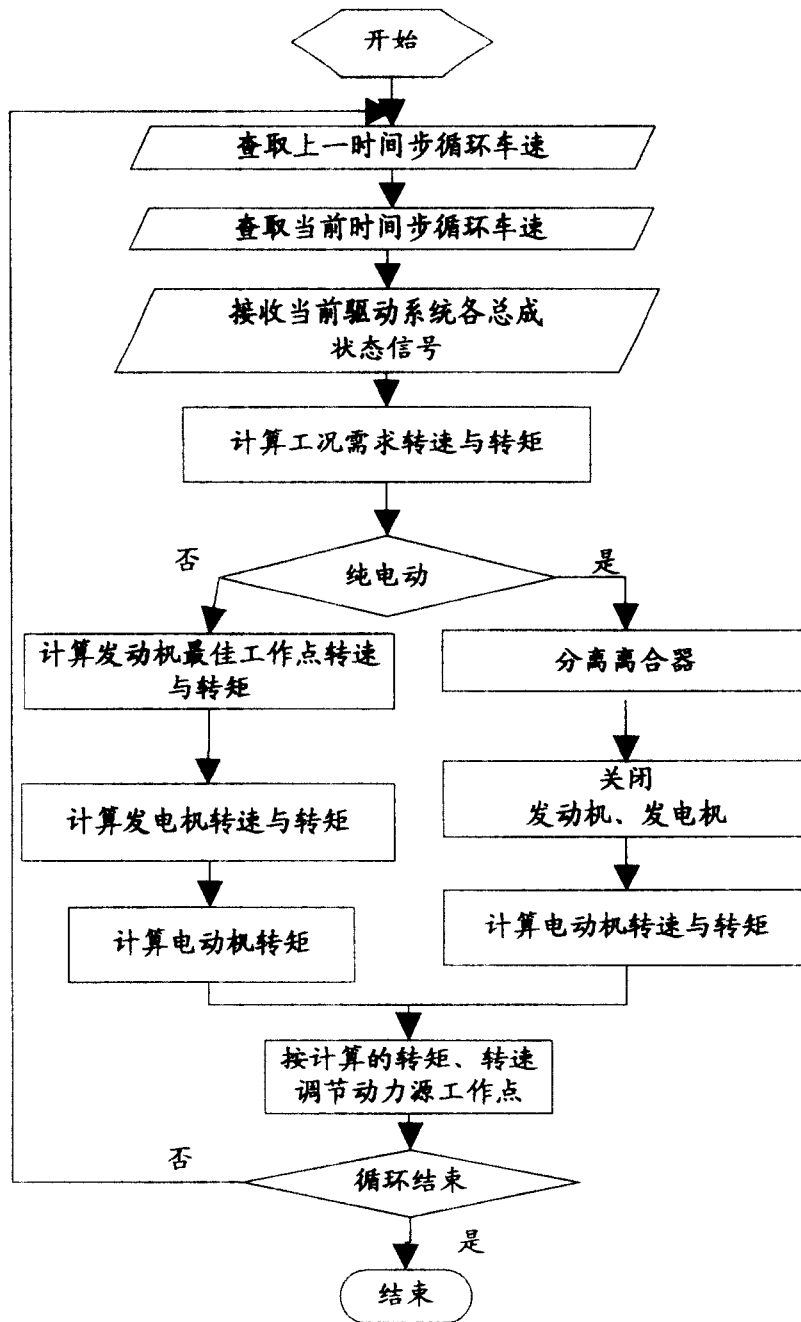


图 7

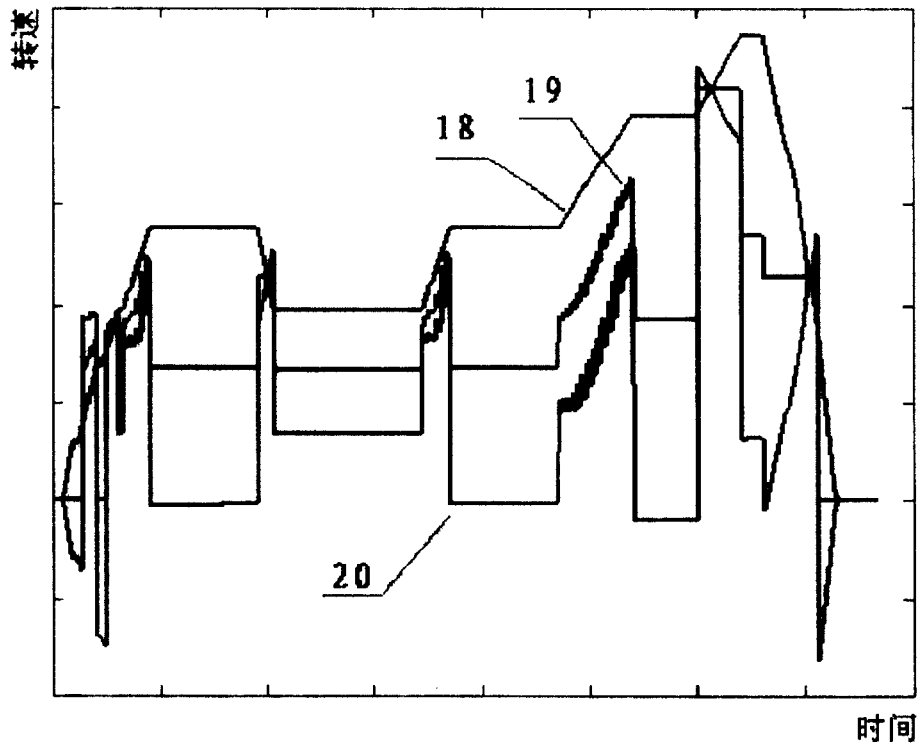


图 8

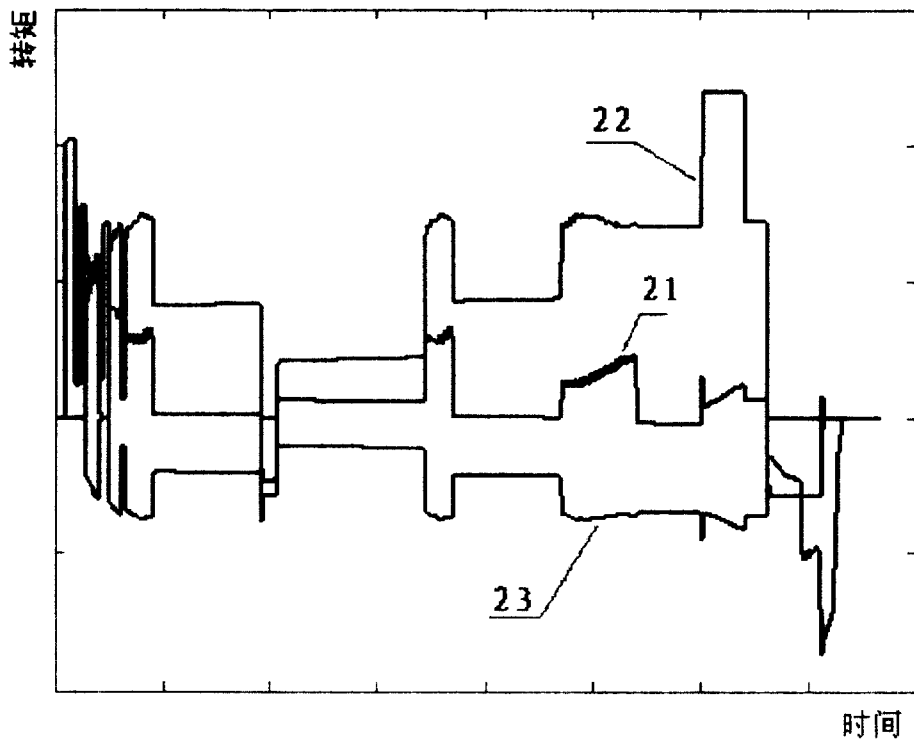


图 9