



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102059940 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 18

(21) 申请号 201010577721. 0

B60W 10/18(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 12. 07

B60W 20/00(2006. 01)

(71) 申请人 重庆长安汽车股份有限公司

地址 400023 重庆市江北区建新东路 260 号

申请人 重庆长安新能源汽车有限公司

(72) 发明人 段志辉 任勇 周安健 朱华荣

黄东 张恒睿 高建科

(74) 专利代理机构 重庆华科专利事务所 50123

代理人 徐先禄 康海燕

(51) Int. Cl.

B60K 6/365(2007. 01)

B60K 6/40(2007. 01)

B60W 10/02(2006. 01)

B60W 10/08(2006. 01)

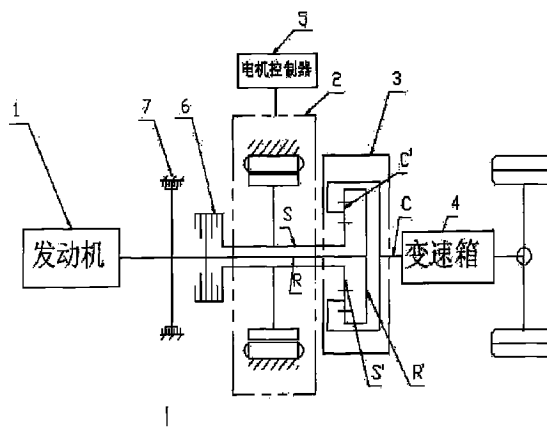
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种汽车油电全混合动力系统

(57) 摘要

本发明公开一种汽车油电全混合动力系统,包括发动机、与发动机连接的行星齿轮机构、电机、与行星齿轮机构连接的变速箱,变速箱的输出端与车轮的驱动轴配合连接,其特征是:所述行星齿轮机构至少具有三个齿轮轴,即齿圈轴、太阳轮轴和行星架轴;电机的转子与太阳轮轴连接,太阳轮轴通过离合器与齿圈轴配合连接,发动机的输出端与齿圈轴配合连接,变速箱与行星架轴的输出端配合连接,车轮的驱动轴与变速箱的输出端配合连接;一制动器设在发动机的轴上。本发明较好地消除了启动发动机时的冲击扭矩,可以使车辆在纯电驱动行驶中平稳启动发动机;离合器耦合时,发动机轴产生的负扭矩可由太阳轮轴和电机的惯性矩削弱或抵消。



1. 一种汽车油电全混合动力系统,包括发动机(1)、与发动机连接的行星齿轮机构(3)、电机(2)、与行星齿轮机构连接的变速箱(4),变速箱的输出端与车轮的驱动轴配合连接,其特征是:所述行星齿轮机构(3)至少具有三个齿轮轴,即齿圈轴(R)、太阳轮轴(S)和行星架轴(C);电机(2)的转子与太阳轮轴(S)连接,太阳轮轴(S)通过离合器(6)与齿圈轴(R)配合连接,发动机(1)的输出端与齿圈轴(R)配合连接,变速箱(4)与行星架轴(C)的输出端配合连接,车轮的驱动轴与变速箱(4)的输出端配合连接;一制动器(7)设在发动机(1)的轴上。

2. 根据权利要求1所述的一种汽车油电全混合动力系统,其特征是:在发动机(1)的轴上还设有一单向器(8)。

3. 根据权利要求1或2所述太阳轮轴(S)上的惯性矩 J_S 与太阳轮(S')的齿数 Z_S 的比值等于齿圈轴(R)上的惯性矩 J_R 与齿圈轴(R)的齿数 Z_R 的比值,即满足方程:

$$J_S/Z_S = J_R/Z_R。$$

一种汽车油电全混合动力系统

技术领域

[0001] 本发明属于汽车合动力系统,具体涉及一种汽车油电全混合动力系统。

背景技术

[0002] 在已有技术中,美国专利 6569054 公开了一种并联式油电混合动力系统,该系统的机电耦合机构主要由一个发动机、一个电机、一套行星齿轮机构、一个电磁离合器和一个变速箱构成。其中行星齿轮机构的太阳轮轴和齿圈轴作为力矩输入轴,其行星架轴作为力矩输出轴,太阳轮轴和齿圈轴分别与发动机和电机的轴相联,力矩输出轴通过变速箱与车轮的驱动轴相联。该行星齿轮机构的作用是用于合成发动机和电机输出的驱动扭矩来共同驱动车辆。所述电磁离合器接在太阳轮轴和行星架轴之间,用于机械锁定行星齿轮机构的三个轴,它耦合时,行星齿轮机构的三个轴以一个输出速度驱动车辆;它分离时,行星齿轮机构的三个轴分别以各自的速度转动。该系统的两个动力源即发动机和电机是并联的,它们的输出扭矩均可以通过机械传动而直接作用在车轮的驱动轴上,因此,动力传递效率高,而且只用了一个电机,结构简单。但该系统存在着一个较大的缺点:就是在车辆行驶中不能关闭发动机,这是因为当发动机不输出驱动扭矩、只由电机单独输出驱动扭矩时,该驱动扭矩通过行星齿轮机构后会传递给发动机轴一个逆向扭矩,会导致发动机倒转,这是不允许的,因此,它不具备纯电驱动功能。然而,对于一个油电全混合动力系统而言,具备纯电驱动和在纯电驱动下启动发动机是非常重要的。有了该功能,车辆就可以在关闭发动机的情况下纯电驱动爬行或低速行驶,进而减少油耗;当车辆需要急加速或快速运行时,通过耦合机构直接启动发动机,进行油电共同驱动。纯电驱动是一个非常节省燃料的工作状态,它在车辆行驶在城市道路上时显得尤为重要。因此,具备该功能成为区分车辆为“油电全混合动力汽车”的主要标志之一。

[0003] 中国专利 200810184141.8 公开的是一种汽车油电混合动力系统的机电动力耦合机构。它至少由一个发动机、一个电机、一个电机控制器、一个行星齿轮机构组成,并在发动机轴与机壳之间安装一个单向离合器,在太阳轮和齿圈之间设置了离合器。所述的行星齿轮机构的齿圈轴和太阳轮轴作为力矩输入轴分别与发动机轴和电机轴相联,其行星架轴作为力矩输出轴与变速箱的输入轴相联。该系统实现了纯电驱动和行驶中启动发动机,同时消除车辆驱动轴上的负冲击扭矩,保持车辆行驶平稳。但该机构存在一个问题:在纯电动工况下,能量再生制动效果不好。在施加能量再生制动时,电机输出负扭矩,作用在太阳轮上,该扭矩通过行星轮作用在齿圈上,产生正扭矩,使发动机有正向转动的趋势;而单向离合器不能限制发动机正转,进而导致能量消耗严重,降低了燃油经济性;同时,也造成电制动力不可控,无法取得良好的制动效果。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对已有技术中的缺点,提供一种汽车油电全混合动力系统,它能在保证使用一个电机的前提下,具备纯电驱动和在纯电驱动下启动发动机的功能,较好

地消除离合器接合时的冲击扭矩,可以使车辆在纯电驱动行驶中平稳启动发动机,并且能够有效实施能量再生制动,保证制动可靠,提高燃油经济性。

[0005] 本发明所述的一种汽车油电全混合动力系统,包括发动机、与发动机连接的行星齿轮机构、电机、与行星齿轮机构连接的变速箱,变速箱的输出端与车轮的驱动轴配合连接,其特征是:所述行星齿轮机构至少具有三个齿轮轴,即齿圈轴、太阳轮轴和行星架轴;电机的转子与太阳轮轴连接,太阳轮轴通过离合器与齿圈轴配合连接,发动机的输出端与齿圈轴配合连接,变速箱与行星架轴的输出端配合连接,车轮的驱动轴与变速箱的输出端配合连接;一制动器设在发动机的轴上。

[0006] 所述的一种汽车油电全混合动力系统,在发动机的轴上还设有一单向器。

[0007] 所述的一种汽车油电全混合动力系统,其所述太阳轮轴上的惯性矩 J_s 与太阳轮的齿数 Z_s 的比值等于齿圈轴上的惯性矩 J_r 与齿圈轴的齿数 Z_r 的比值,即满足方程:

$$[0008] \quad J_s/Z_s = J_r/Z_r。$$

[0009] 本发明通过在发动机轴上增加一个制动器或在制动器的基础上再并联一个单向离合器的方式,以防止发动机轴在纯电驱动时反转,使其具备了纯电驱动和行驶中启动发动机的功能,消除了冲击扭矩;还能阻止发动机正转,保证能量再生制动系统正常工作,有效实施能量再生制动、保持高的能量再生率。

[0010] 在消除冲击扭矩方面:

[0011] 本发明较好地消除了启动发动机时的冲击扭矩,可以使车辆在纯电驱动行驶中平稳启动发动机。离合器耦合时,发动机轴产生的负扭矩可由太阳轮轴和电机的惯性矩削弱或抵消。

[0012] 启动前,太阳齿轴 S 的转速高于行星架轴 C 的转速,因此,当离合器耦合时,太阳轮轴 S 上的惯性矩作用在行星架轴 C 为正扭矩,该正扭矩与发动机轴 R 上的惯性矩所产生的负扭矩同时存在,同时作用在行星架轴 C 上。根据离合器耦合前、后的行星齿轮机构的三个轴动量矩守恒的原理推导得出:本机构满足太阳轮轴 S 上的惯性矩 J_s 与太阳齿轮 S' 的齿数 Z_s 之比,等于齿圈轴 R 上的惯性矩 J_r 与齿圈齿轮 R' 的齿数 Z_r 之比,

$$[0013] \quad \text{即 } J_s/Z_s = J_r/Z_r \text{ 成立}$$

[0014] 则离合器耦合时,由发动机惯性矩在行星架轴 C 上产生的负扭矩可以完全抵消。也就是说,当本机构满足 $J_s/Z_s = J_r/Z_r$,在纯电驱动行驶中系统可以直接耦合离合器使发动机平稳启动,不会因启动发动机导致车辆震动。

[0015] 在制动方面:

[0016] 纯电动驱动情况下的制动,离合器保持分离,制动器保持制动状态,发动机不工作;电机输出负扭矩 $T < 0$,作用在太阳轮轴上;由于车辆的惯性力作用于行星架轴上,导致齿圈轴具有正向转动的趋势,但制动器施加约束反力矩,阻止齿圈轴和发动机正转;电机输出的制动扭矩与约束反力矩通过行星齿轮合成、叠加,通过行星架轴 C 输出制动扭矩使车辆减速。

[0017] 发动机工作情况下的制动,制动前,制动器 7 释放,发动机工作。开始制动后,离合器 6 分离,制动器 7 由释放状态转换成制动状态,使发动机停止转动;虽然车辆的惯性力作用于行星架轴上,使齿圈轴具有正向转动的趋势,但制动器可通过施加约束反力矩阻止齿圈轴和发动机正转;此时电机输出负扭矩,作用在太阳轮轴上;电机输出的制动扭矩与约

束反力矩通过行星齿轮机构合成、叠加,通过行星架轴输出总制动扭矩,使车辆减速。

[0018] 本发明能够有效实施能量再生制动、保持高的能量再生率。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明方案一的结构示意图。

[0020] 图 2 是行星齿轮机构的三齿轮轴的速度图。

[0021] 图 3 是行星齿轮机构的三齿轮轴的力矩图。

[0022] 图 4 是电机单独驱动车辆时行星齿轮机构三齿轮轴的速度图。

[0023] 图 5 是电驱动工况下启动发动机时行星齿轮机构的三齿轮轴的速度图。

[0024] 图 6 是离合器耦合前后的角速度示意图。

[0025] 图 7 是本发明方案二的结构示意图。

具体实施方式

[0026] 实施方案一：

[0027] 参见图 1 所示的一种汽车油电全混合动力系统,包括发动机 1、与发动机连接的行星齿轮机构 3、电机 2、与行星齿轮机构连接的变速箱 4,变速箱的输出端与车轮的驱动轴配合连接,其特征是:所述行星齿轮机构 3 至少具有三个齿轮轴,即齿圈轴 R、太阳轮轴 S 和行星架轴 C;电机 2 的转子与太阳轮轴 S 连接,太阳轮轴 S 通过离合器 6 与齿圈轴 R 配合连接,发动机 1 的输出端与齿圈轴 R 配合连接,变速箱 4 与行星架轴 C 的输出端配合连接,车轮的驱动轴与变速箱 4 的输出端配合连接;一制动器 7 设在发动机 1 的轴上。

[0028] 在所述的太阳轮轴 S 和齿圈轴 R 之间设有一个离合器 6,用于将行星齿轮机构 3 的三个齿轮轴锁在一起。所述的行星齿轮机构是一个现有的机械机构,根据行星齿轮机构的工作原理可知,其三个轴的力矩输入和输出关系是可以互换的,例如发动机可连接太阳轮轴、电机连接齿圈。该力矩输入、输出关系变换后,与图 1 结构所达到的技术效果是相同的,它们属于等同结构的替换,均属于本发明的保护范围。因此,本发明仅就图 1 中的连接方式展开说明,在下面的叙述中,其它变换连接可以根据该种连接方式同理导出。另外,所述的离合器 6 也可以安装在任意二个齿轮轴之间,均可实现三个齿轮轴锁在一起的功能,本例举出上述一种特定的连接方式,以便下面的推导。

[0029] 根据图 1 所述的连接结构,太阳轮轴转速 ω_s 、齿圈轴转速 ω_r 和行星架轴转速 ω_c 之间的速度关系可以用图 2 来表示,图中的 Z_s 和 Z_r 分别是太阳轮 S 和齿圈 R 的齿数,箭头则分别指出了三个轴转动的正方向。并且三个轴的速度具有如下已知方程式:

$$[0030] \quad \omega_s \cdot Z_s + \omega_r \cdot Z_r = \omega_c \cdot (Z_s + Z_r) \quad (1)$$

[0031] 根据方程式 (1),当其中任意两个轴的速度是已知时,行星架轴的转速就能确定,并可根据方程式 (1) 计算得出。

[0032] 根据本机构的连接关系,电机 2 作用在太阳轮轴上的扭矩 T_s 和发动机 1 作用在齿圈轴上的扭矩 T_r 和行星架轴输出的扭矩 T_c 之间的扭矩关系可以用图 3 来表示,图 3 中的 Z_s 和 Z_r 分别是太阳轮 S' 和齿圈 R' 的齿数,箭头则分别指出了三个轴正向扭矩的方向,并且具有如下已知方程式:

$$[0033] \quad T_c = T_s + T_r$$

$$[0034] \quad \frac{T_S}{Z_S} = \frac{T_R}{Z_R} \quad (2)$$

[0035] 根据方程 (2), 当其中任何一个轴的扭矩是已知时, 则另外两轴的扭矩就是确定的, 并且可以用方程式 (2) 计算得出。

[0036] 参见图 1, 在发动机停机、电机单独驱动车辆的工况下, 离合器 6 分离, 制动器 7 制动, 发动机 1 不工作, 其转速为零, 变速箱 4 设置为“驱动”或“倒车”位置; 电机轴以速度 ω_s 正向转动, 并输出驱动力矩 $T = T_s$ 到太阳轮轴 S 上; 由于车辆阻力作用于行星架上, 导致齿圈具有反转的趋势, 而齿圈轴 R 与发动机轴连接, 故发动机 1 会倒转; 所以, 给制动器 7 施加约束可阻止齿圈反转, 进而防止发动机倒转, 减少了能量消耗。电机的输出扭矩与约束反力矩通过行星齿轮合成、叠加, 通过行星架输出, 行星架轴 C 将输出一个驱动力矩

$$[0037] \quad T_c = T_s + T_r = T \cdot (Z_s + Z_r) / Z_s,$$

[0038] 其速度为 $\omega_c = \omega_s \cdot Z_s / (Z_s + Z_r)$, 驱动车辆前进或倒退, 从而实现纯电驱动功能。

[0039] 参见图 4, 在电机 2 单独驱动车辆时, 发动机 1 轴为静止, 其速度为零, 行星齿轮机构三个轴 R、S、C 的速度如图 5 实线所示。这时, 要启动发动机 1, 需要将制动器 7 释放, 同时将离合器 6 闭合, 并将电机扭矩控制在一定值。这时电机扭矩通过离合器传递到发动机机轴上, 发动机有正向转动的趋势。由于已经释放, 制动器允许发动机自由地正向转动, 因此发动机得以加速并启动, 图 5 中虚线示出启动发动机过程中的各轴速度。发动机轴上具有一定的惯性矩, 太阳轮轴上也有一定的惯性矩,

[0040] 即当 $J_s / Z_s = J_r / Z_r$ 时,

[0041] 在离合器 6 耦合前, 发动机轴速度为零, 耦合时, 发动机轴与太阳轮轴要锁在一起, 不会出现冲击扭矩, 发动机可以平稳启动。具体说明如下:

[0042] 发动机轴 R 在行星架轴 C 上所产生的负扭矩可由太阳轮轴 S 和电机的惯性矩削弱或抵消。由图 5 可见, 启动前, 太阳轮轴 S 的转速高于行星架轴 C 的转速, 因此, 当离合器 6 耦合时, 太阳轮轴 S 倾向于对行星架轴 C 作用一正向的扭矩, 该正扭矩与发动机轴 R 所产生的反向扭矩同时产生, 方向相反, 对行星架 C 的作用相互抵消。为达到完全抵消的目的, 本发明根据离合器 6 耦合前、后的动量矩守恒原理, 进行了如下推导:

[0043] 如图 6 所示, 假设太阳轮轴 S 的速度为 ω_s , 齿圈轴 R 的速度为 ω_r , 行星架轴 C 的速度为 ω_c , 则本机构总的动量矩 L_0 为:

$$[0044] \quad L_0 = \omega_s J_s + \omega_r J_r + \omega_c J_c \quad (3)$$

[0045] 式中 ω_s 和 J_s 分别是太阳轮轴 S 和电机 2 的角速度和惯性矩, ω_r 和 J_r 分别是发动机轴 R 的角速度和其轴上的惯性矩; ω_c 和 J_c 分别是行星架轴 C 的角速度和惯性矩。

[0046] 又假设本机构满足: 太阳轮轴 S 上的惯性矩 J_s 与太阳轮齿数之比等于发动机轴 R 上的惯性矩 J_r 与齿圈齿数 Z_r 之比, 即:

$$[0047] \quad J_s / Z_s = J_r / Z_r \quad (4)$$

[0048] 将方程式 (1) 和 (4) 代入方程 (3), 可得:

$$[0049] \quad L_0 = \omega_s J_s + \omega_r J_r + \omega_c J_c = \omega_c (J_s + J_r + J_c) \quad (5)$$

[0050] 该方程 (5) 是在方程 (4) 成立的条件下, 离合器 6 耦合前系统的动量矩。

[0051] 当离合器 6 耦合后, 行星齿轮机构的三个轴以同样的速度 ω_1 转动, 如图 6 所示, 其总的动量矩为:

$$[0052] \quad L_1 = \omega_1 (J_S + J_R + J_C) \quad (6)$$

[0053] 因为离合器 6 在很短的时间内耦合并锁定, 机构的外力矩 (如: 摩擦力矩) 对其总的动量矩的影响很小, 在此忽略不计, 以便分析。根据动量矩守恒定律, 机构总的动量矩在耦合前、后保持不变, 即:

$$[0054] \quad L_0 = L_1 \quad (7)$$

[0055] 将方程 (5) 和 (6) 代入 (7), 可得:

$$[0056] \quad L_0 = \omega_c (J_S + J_R + J_C) = L_1 = \omega_1 (J_S + J_R + J_C)$$

[0057] 由此可得:

$$[0058] \quad \omega_1 = \omega_c \quad (8)$$

[0059] 通过上述推导表明, 在方程 (4) 满足的条件下, 行星架轴 C 的速度不受离合器 6 耦合的影响。换句话说, 如果系统满足 $J_S/Z_S = J_R/Z_R$, 则离合器 6 耦合时, 由发动机轴的惯性矩在行星架轴 c 产生的负扭矩可完全抵销。因此, 如果本机构能做到 $J_S/Z_S = J_R/Z_R$, 则可实现纯电驱动下平稳启动发动机的功能。

[0060] 发动机 1 启动后, 发动机轴 2 正向转动, 制动器 7 保持释放状态, 允许发动机 1 自由地正向转动, 因此发动机 1 可以正常工作。

[0061] 纯电动驱动情况下的制动工况: 离合器保持分离, 制动器保持制动状态, 发动机不工作; 电机输出负扭矩 $T < 0$, 作用在太阳轮上; 由于车辆的惯性力作用于行星架上, 导致齿圈具有正向转动的趋势, 但制动器施加约束反力矩, 阻止齿圈和发动机正转; 电机输出的制动扭矩与约束反力矩通过行星齿轮合成、叠加, 通过行星架输出制动扭矩

$$[0062] \quad T_c = T_s + T_r = T \cdot (Z_s + Z_r) / Z_s < 0, \text{使车辆减速。}$$

[0063] 发动机工作情况下的制动工况: 制动前, 制动器 7 释放, 发动机工作。开始制动后, 离合器 6 分离, 制动器 7 由释放状态转换成制动状态, 使发动机停止转动; 虽然车辆的惯性力作用于行星架上, 使齿圈具有正向转动的趋势, 但制动器可通过施加约束反力矩阻止齿圈和发动机正转; 此时电机输出负扭矩, 作用在太阳轮上; 电机输出的制动扭矩与约束反力矩通过行星齿轮机构合成、叠加, 通过行星架输出总制动扭矩, 使车辆减速。

[0064] 实施方案二:

[0065] 参见图 7 所示的一种汽车油电全混合动力系统, 包括发动机 1、与发动机连接的行星齿轮机构 3、电机 2、与行星齿轮机构连接的变速箱 4, 变速箱的输出端与车轮的驱动轴配合连接, 其特征是: 所述行星齿轮机构 3 至少具有三个齿轮轴, 即齿圈轴 R、太阳轮轴 S 和行星架轴 C; 电机 2 的转子与太阳轮轴 S 连接, 太阳轮轴 S 通过离合器 6 与齿圈轴 R 配合连接, 发动机 1 的输出端与齿圈轴 R 配合连接, 变速箱 4 与行星架轴 C 的输出端配合连接, 车轮的驱动轴与变速箱 4 的输出端配合连接; 一制动器 7 设在发动机 1 的轴上, 在发动机的轴上还设有一单向器 8。

[0066] 在所述的太阳轮轴 S 和齿圈轴 R 之间设有一个离合器 6, 用于将行星齿轮机构 3 的三个齿轮轴锁在一起。

[0067] 所述的行星齿轮机构是一个现有的机械机构, 根据行星齿轮机构的工作原理可知, 其三个轴的力矩输入和输出关系是可以互换的, 例如发动机可连接太阳轮轴、电机连接齿圈。该力矩输入、输出关系变换后, 与图 1 结构所达到的技术效果是相同的, 它们属于等同结构的替换, 均属于本发明的保护范围。因此, 本发明仅就图 1 中的连接方式展开说明,

在下面的叙述中,其它变换连接可以根据该种连接方式同理导出。另外,所述的离合器 6 也可以安装在任意二个齿轮轴之间,均可实现三个齿轮轴锁在一起的功能。

[0068] 当制动器作用(制动)时,将限制发动机轴的转动。系统在各种工况下的工作原理如下:

[0069] 在纯电动工况下:离合器 6 分离,制动器 7 制动或释放,发动机不工作,电机正向驱动太阳轮。由于车辆阻力作用于行星架上,导致齿圈具有反转的趋势,可通过单向离合器施加约束反力矩,阻止齿圈反转。电机输出的扭矩与约束反力矩通过行星齿轮合成、叠加,通过行星架输出,驱动车辆起步和行驶。单向离合器可使控制策略简单化,更容易实现。

[0070] 在行驶中启动发动机的工况下:制动器 7 释放,离合器 6 闭合,电机扭矩通过离合器 6 传递到发动机轴上,发动机有正向转动的趋势。此时发动机可自由地正向转动;单向离合器安装方式决定了其允许发动机自由地正向转动,因此发动机得以加速并启动。

[0071] 发动机启动后,发动机轴正转,制动器 7 释放,允许发动机自由地正向转动;由其安装方式决定,单向离合器 8 允许发动机自由地正向转动,因此发动机可以自由地转动,正常工作。

[0072] 纯电动驱动情况下的制动工况:离合器 6 保持分离,发动机不工作;开始制动后,制动器 7 进入制动状态,限制发动机转动;由于车辆的惯性力作用于行星架上,导致齿圈具有正向转动的趋势,可通过制动器施加约束反力矩,阻止齿圈和发动机正转;电机输出负扭矩,作用在太阳轮上;电机输出的制动扭矩与约束反力矩经过行星齿轮合成、叠加,通过行星架输出制动扭矩,使车辆减速。

[0073] 发动机工作情况下的制动工况:制动前,发动机工作,制动器 7 释放。开始制动后,离合器 6 分离,制动器由释放状态转成制动状态,使发动机停止转动;由于车辆的惯性力作用于行星架上,导致齿圈具有正向转动的趋势,可通过制动器施加约束反力矩,阻止齿圈和发动机正转;电机输出负扭矩,作用在太阳轮上;电机输出的制动扭矩与约束反力矩经过行星齿轮机构合成、叠加,通过行星架输出制动扭矩,使车辆减速。

[0074] 制动器可以是任何形式的机械装置,只要它能够根据控制需求限制发动机轴的正向和反向转动,如:转鼓带式制动器、多片湿式制动器、类似于手动变速器中的同步器的棘爪式制动器、可控制方向的单向离合器,等等。

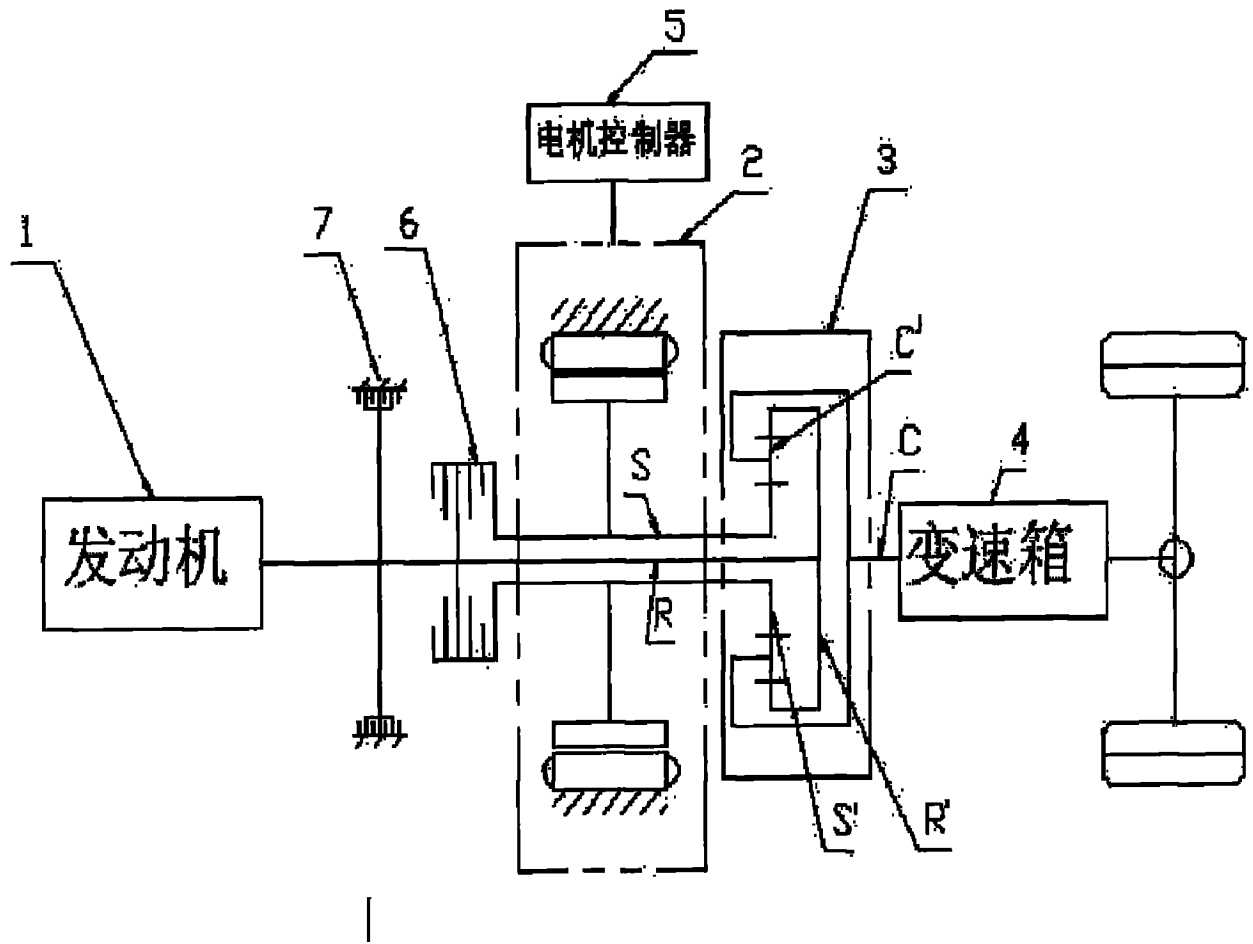


图 1

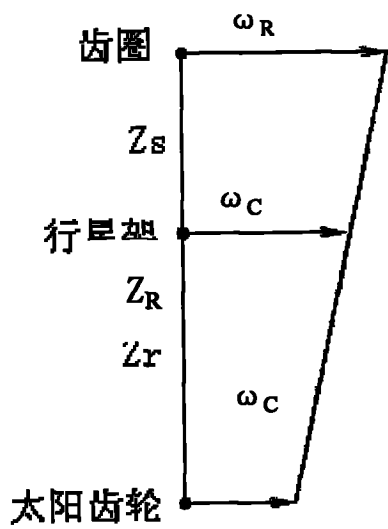


图 2

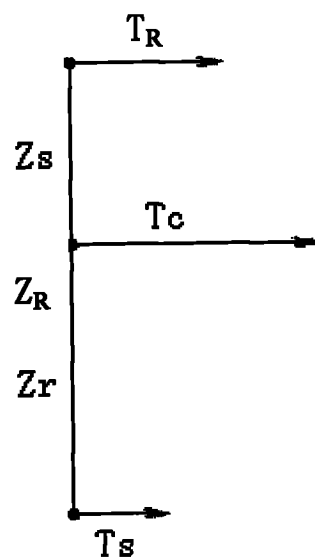


图 3

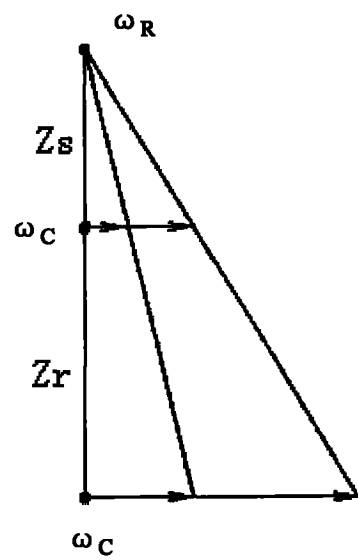


图 4

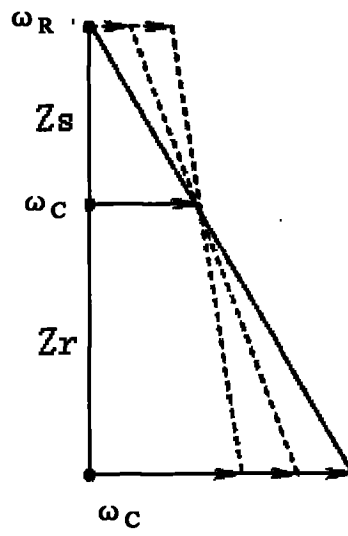


图 5

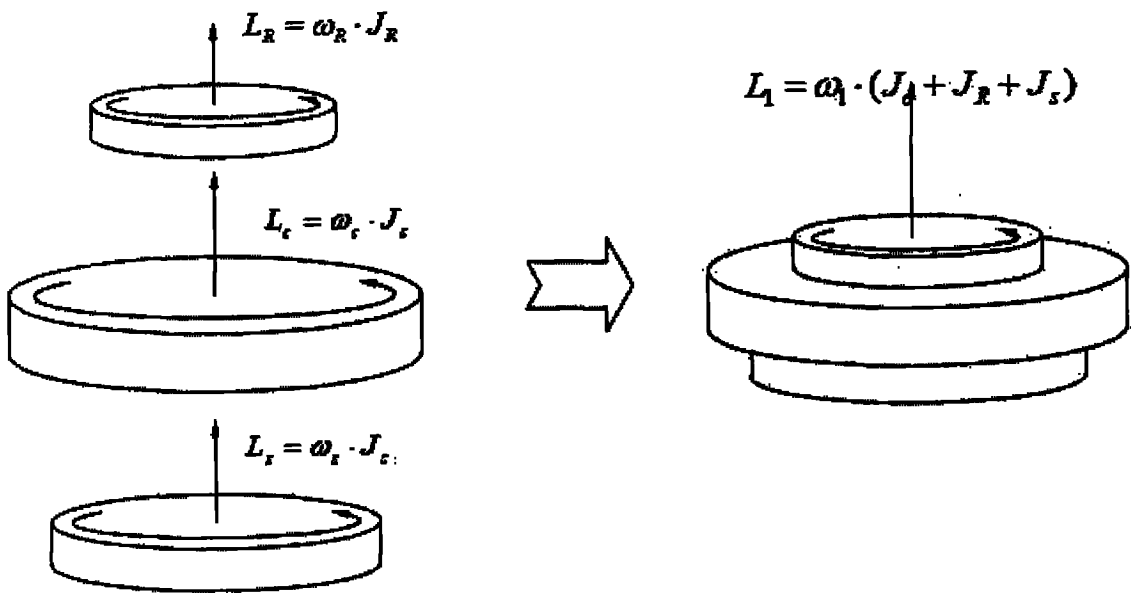


图 6

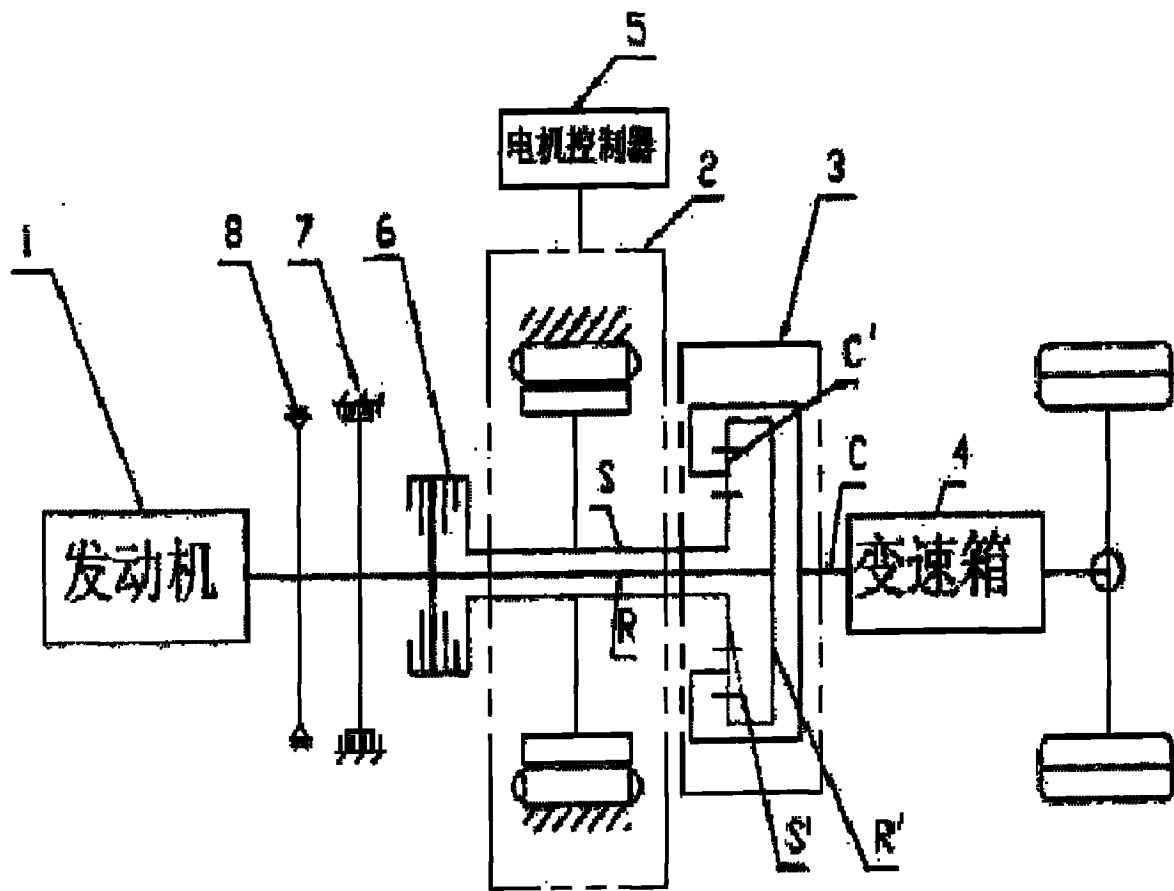


图 7