



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103991387 B

(45) 授权公告日 2016.06.01

(21) 申请号 201410026782.6

(22) 申请日 2014.01.22

(73) 专利权人 南通大学

地址 226500 江苏省南通市崇川区啬园路 9 号

(72)发明人 黄明宇 张政 厉丹彤 冯小保
马骏 倪红军 朱昱

(74) 专利代理机构 北京一格知识产权代理事务所
所（普通合伙） 11316

代理人 滑春生

(51) Int. Cl.

B60L 11/18(2006.01)

B60L 8/00(2006.01)

审查员 胡静

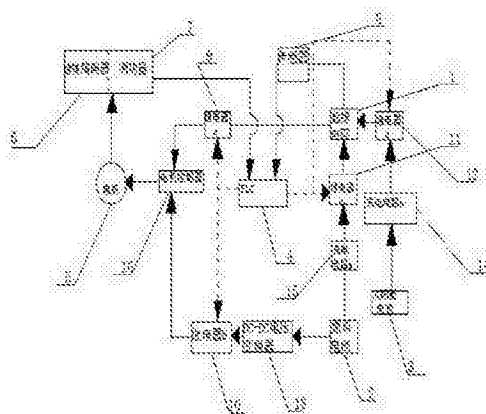
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统

(57) 摘要

一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统,可以用超级电容和质子交换膜燃料电池分别单独驱动车辆。车辆在起步时的工况不稳定,整车需求功率也不稳定,此时只采用超级电容给电机供电可以减少对燃料电池造成冲击;在车辆正常行驶时由燃料电池单独驱动,在车辆速度稳定的时候,采用同时燃料电池可以为超级电容充电,起到节能、方便、提高综合性能和延长燃料电池寿命的作用;在加速和爬坡时,超级电容加入供电以增加功率;车辆加装了太阳能光伏装置,在户外光线良好的情况下,利用太阳能光伏装置为超级电容充电。



1. 一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统,包括超级电容、燃料电池、太阳能电池、可编程控制器、测速器和测功器;

超级电容,通过状态电路与可编程控制器连接,作为第一动力源;

燃料电池,通过状态电路与可编程控制器连接,作为第二动力源,同时通过充电电路与超级电容连接,对超级电容充电;

太阳能电池,通过充电电路与超级电容连接,对超级电容充电;

测速器,通过线路与可编程控制器连接,提供动力车的速度信息;

测功器,通过线路与可编程控制器连接,提供动力车的功率信息;

可编程控制器,根据测速器提供的测速信息判定动力车的运行状态,并且设定动力车的动力源,同时通过反馈电路与超级电容相连,设定超级电容的动力源;根据测功器测出的需要输出的功率大小,判断是否要加入超级电容提供电力;

其特征在于:

所述可编程控制器根据所述的测速器的起步状态信息,判断动力车处于启动状态,设定动力车的动力源为第一动力源即超级电容,即启动时以超级电容提供电力;

所述可编程控制器根据所述的测速器的匀速运动状态信息,判断动力车处于匀速平稳运行状态,设定动力车的动力源为第二动力源即由燃料电池驱动;

所述可编程控制器根据所述的测速器的加速状态信息,判断动力车处于加速运行状态,设定动力车的动力源为第一动力源和第二动力源,即由超级电容和燃料电池共同驱动;

所述可编程控制器根据所述的测速器的减速运动状态信息,判断动力车处于减速运行状态,设定动力车的动力源为第一动力源即由超级电容驱动;减速时燃料电池虽在工作,但电力提供给超级电容充电和保证需要供电部件供电,不提供给驱动电机。

2. 根据权利要求1所述的一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统,其特征在于:所述测速、测功信息包括动力车起步状态信息、匀速运动状态信息、加速状态信息、爬坡状态信息和减速状态信息。

3. 根据权利要求1所述的一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统,其特征在于:所述燃料电池在任一运行状态下,均可给所述超级电容供电。

4. 根据权利要求1所述的一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统,其特征在于:所述太阳能电池通过内部的光电效应,将光能转换成电能,可给所述超级电容供电,光照合适的情况下,太阳能电池都在给超级电容充电,直到超级电容充满,PLC将太阳能板的充电电路断开。

5. 根据权利要求1所述的一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统,其特征在于,所述反馈电路向所述可编程控制器传输的信息为容量信息、电压信息或电流信息。

6. 根据权利要求1所述的一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统,其特征在于,所述燃料电池通过如下计算最终选择功率为1.2kW的氢氧质子交换膜燃料电池;所述状态电路的主要核心元器件设置为继电器;所述反馈电路的核心元器件设置为传感器;

计算过程:

车辆在行驶过程中受到的阻力主要有滚动阻力 F_{r} 、空气阻力 F_{w} 、坡度阻力 F_{i} 和加速阻力 F_{a} ;

滚动阻力的计算式如下：

$$F_f = Wf = mgf$$

式中， W 为整车总重量； f 为滚动阻力系数； m 为整车总质量； g 为重力加速度；
空气阻力的计算公式如下：

$$F_w = \frac{C_d A \rho u_r^3}{21.33}$$

式中， C_d 为空气阻力系数； A 为迎风面积； ρ 为空气密度；一般 $\rho=1.2258\text{N} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-4}$ ；
 u_r 为相对速度；

坡度阻力的计算式如下：

$$F_i = W \sin \alpha$$

式中， W 为整车总重量， α 为道路坡度；

加速阻力的计算式如下：

$$F_j = \delta m a$$

式中， δ 为旋转质量换算系数， a 为车辆的加速度；

整车的阻力为 $\sum F$ ，则

$$\sum F = F_f + F_w + F_i + F_j$$

由此，车辆行驶所需要的总功率为：

$$P = \frac{1}{\eta} (F_f + F_w + F_i + F_j) u_s$$

式中， η 为车辆传动系的传动效率；

将单位转换后，将各参数带入公式：

$$P = \frac{1}{\eta} (F_f + F_w + F_i + F_j) u_s$$

中，得到车辆在行驶过程中的需求功率，即：

$$P = \frac{1}{\eta} \left(\frac{mgf u_2}{3600} + \frac{CdAu_r^3}{76140} + \frac{mg u_2}{3600} \sin \alpha + \frac{\delta m a u_2}{3600} \right)。$$

一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种动力车供电控制系统,尤其是一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统。背景技术

[0002] 伴随着科技和经济的发展,人们的生活水平得到了极大地提高,但是人们对便捷交通的依赖程度越来越深,特别是对汽车的依赖。这种便捷的生活背后是以大量的能源消耗和日益严重的环境污染为代价的,不断减少的石油资源和不断升高的油价对汽车行业的发展构成了障碍。为了摆脱这种困境,寻找一种既可以摆脱对石油依赖而又可以减小环境污染的车辆具有重大的现实意义。纯电动汽车被普遍认为是能够同时解决石油枯竭和汽车尾气污染问题的绿色环保汽车,但以蓄电池为动力源的纯电动汽车具有几个明显地不足:(1)蓄电池充电时间太长,严重影响车辆使用的方便性;(2)续驶里程不长,制约车辆的适用范围,目前纯电动汽车只能用于路程较近的交通运输,与传统汽车差距很大;(3)车辆的动力性难以保证,特别是当车辆的蓄电池电量不足时,其爬坡性能和最高车速都将受到很大影响。近年来,随着燃料电池汽车的出现也为同时解决能源问题和污染排放问题提供了一个新选择,将成为今后汽车发展的新方向。

[0003] 近年来,燃料电池的相关技术的研究取得了很大进展,其中质子交换膜燃料电池的技术较为成熟,储氢技术也在得到不断地研究,有高压气态储氢技术、低温液态储氢技术、合金储氢技术以及化合物储氢技术等,材料的储氢潜力在不断被挖掘,单位储氢密度得到不断提高,为氢氧燃料电池和氢空燃料电池在车辆上的应用提供助力。与纯电动汽车相比,燃料电池汽车补充燃料迅速,且动力性能稳定。但单纯以燃料电池为动力源的车辆,频繁变化的工况对动力系统的冲击将直接影响到燃料电池的使用寿命,特别是车辆启动、加速等不稳定工况的影响更加严重。

[0004] 燃料电池-蓄电池氢电混合动力汽车兼有纯电动汽车和燃料电池车的优点,能够快速补充燃料,续驶里程长,并且工况对燃料电池的冲击可以转移到蓄电池上,且燃料电池可以为蓄电池充电,能够很好地避免二者的不足。但蓄电池存在充电时间长,瞬时大电流放电特性不佳的不足。

[0005] 超级电容是一种能够提供大电流的电储能装置,相对于普通电容,超级电容的放电时间长很多,电容量也很大,在使用时,超级电容能够较长时间大电流放电,适合用于车辆在加速等需要大功率驱动时,能够很好地改善车辆的动力性能。在车辆正常行驶时,超级电容的作用类似于蓄电池,能够长时间以车辆正常行驶电流放电,能够满足车辆正常行驶的需要。由于蓄电池的充放电特性都比超级电容差,所以,本发明采用了氢电混合模式电力,且动力源是燃料电池和超级电容,不使用动力蓄电池,相比其它组合模式具有动力寿命长、充电时间短、氢燃料耗量低、加速性能好等优点。超级电容的充放电特性和寿命都好于动力蓄电池。

[0006] 太阳能是一种取之不尽的清洁能源,使车辆具有使用太阳能的功能将提高车辆对能源的使用能力,并且可以降低车辆的氢气使用量。

[0007] 目前所用的燃料电池车多配的是蓄电池,但是功率小,仅提供仪表、散热风扇等用

电,不能用于直接驱动车辆。纯燃料电池车在频繁变化的工况下,燃料电池内部的电化学反应时快时慢,氢气氧气的供应也是时快时慢,对燃料电池的寿命影响很大。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是提供一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统,该控制系统能自行内部供电,而且节能环保。

[0009] 为了解决上述问题,本发明采用如下技术方案实现:一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统,其创新点在于,

[0010] 包括超级电容、燃料电池、太阳能电池、可编程控制器、测速器和测功器;

[0011] 超级电容,通过状态电路1与可编程控制器连接,作为第一动力源;

[0012] 燃料电池,通过状态电路2与可编程控制器连接,作为第二动力源,同时通过充电电路a与超级电容连接,对超级电容充电;

[0013] 太阳能电池,通过充电电路b与超级电容连接,对超级电容充电;

[0014] 测速器,通过线路与可编程控制器连接,提供动力车的速度信息;

[0015] 测功器,通过线路与可编程控制器连接,提供动力车的功率信息;

[0016] 可编程控制器,根据测速器提供的测速信息判定动力车的运行状态,并且设定动力车的动力源,同时通过反馈电路与超级电容相连,设定超级电容的动力源;根据测功器测出的需要输出的功率大小,判断是否要加入超级电容提供电力。

[0017] 进一步的,所述测速、测功信息包括动力车起步状态信息、匀速运动状态信息、加速状态信息、爬坡状态信息和减速状态信息。

[0018] 进一步的,所述可编程控制器根据所述的测速器的起步状态信息,判断动力车处于启动状态,设定动力车的动力源为第一动力源即超级电容,即启动时以超级电容提供电力。

[0019] 所述可编程控制器根据所述的测速器的匀速运动状态信息,判断动力车处于匀速平稳运行状态,设定动力车的动力源为第二动力源即由燃料电池驱动;

[0020] 所述可编程控制器根据所述的测速器的加速状态信息,判断动力车处于加速运行状态,设定动力车的动力源为第一动力源和第二动力源,即由超级电容和燃料电池共同驱动;

[0021] 所述可编程控制器根据所述的测速器的减速运动状态信息,判断动力车处于减速运行状态,设定动力车的动力源为第一动力源即由超级电容驱动;减速时燃料电池虽在工作,但电力提供给超级电容充电和保证仪表等需要供电部件供电,不提供给驱动电机。

[0022] 进一步的,所述燃料电池在任一运行状态下,均可给所述超级电容供电。

[0023] 进一步的,所述太阳能电池板在太阳能电池通过内部的光电效应,将光能转换成电能,可给所述超级电容供电,光照合适的情况下,太阳能电池板都在给超级电容充电,直到超级电容充满,PLC将太阳能板的充电电路断开。

[0024] 进一步的,所述反馈电路向所述可编程控制器传输的信息为容量信息、电压信息或电流信息。

[0025] 进一步的,所述燃料电池通过如下计算最终选择功率为1.2kW的氢氧质子交换膜燃料电池;所述状态电路的主要核心元器件设置为继电器;所述反馈电路的核心元器件设

置为传感器；

[0026] 计算过程：

[0027] 车辆在行驶过程中受到的阻力主要有滚动阻力 F_f 、空气阻力 F_w 、坡度阻力 F_i 和加速阻力 F_j 。

[0028] 滚动阻力的计算式如下：

$$[0029] \quad F_f = Wf = mgf$$

[0030] 式中， W 为整车总重量； f 为滚动阻力系数； m 为整车总质量； g 为重力加速度。

[0031] 空气阻力的计算公式如下：

$$[0032] \quad F_w = \frac{C_d A \rho u_r^2}{21.15}$$

[0033] 式中， C_d 为空气阻力系数； A 为迎风面积； ρ 为空气密度；一般 $\rho = 1.2258 \text{ N} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-4}$ ； u_r 为相对速度。

[0034] 坡度阻力的计算式如下：

$$[0035] \quad F_i = W \sin \alpha$$

[0036] 式中， W 为整车总重量， α 为道路坡度。

[0037] 加速阻力的计算式如下：

$$[0038] \quad F_j = \delta m a$$

[0039] 式中， δ 为旋转质量换算系数， a 为车辆的加速度。

[0040] 整车的阻力为 ΣF ，则

$$[0041] \quad \Sigma F = F_f + F_w + F_i + F_j$$

[0042] 由此，车辆行驶所需要的总功率为：

$$[0043] \quad P = \frac{\Sigma F}{\eta} (F_f + F_w + F_i + F_j) u_a$$

[0044] 式中， η 为车辆传动系的传动效率。

[0045] 将单位转换后，将各参数带入公式 $P = \frac{\Sigma F}{\eta} (F_f + F_w + F_i + F_j) u_a$

[0046] 中，得到车辆在行驶过程中的需求功率，即：

$$[0047] \quad P = \frac{1}{\eta} \left(\frac{mgf u_2}{3600} + \frac{C_d A u_2^3}{76140} + \frac{mg u_2}{3600} \sin \alpha + \frac{\delta m a u_2}{3600} \right)$$

[0048] 本发明的有益效果：通过采用以上技术，在于提供一种光氢电混合动力车的并联式动力系统，可以用超级电容和质子交换膜燃料电池分别单独驱动车辆。车辆在起步时的工况不稳定，整车需求功率也不稳定，此时采用超级电容可以减少对燃料电池造成冲击；在车辆正常行驶时由燃料电池单独驱动，在车辆速度稳定的时候，采用燃料电池，同时可以为超级电容充电，方便、经济并可获得很好的综合性能；车辆加装了太阳能光伏装置，在户外光线良好的情况下，利用太阳能光伏装置为超级电容充电。在加速和爬坡时，超级电容加入供电以加大功率。另一方面，当燃料（氢气）用完时，靠超级电容也可行驶一段距离以到达最近的加氢站。

附图说明

[0049] 图1为本发明一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统的原理图。

具体实施方式

实施例

[0050] 如图1所示,一种小功率光氢电混合动力车的能量流控制系统包括超级电容1、燃料电池2、太阳能电池3、可编程控制器、测功器7和测速器。

[0051] 优选继电器作为状态电路的核心元器件,优选传感器8作为反馈电路的核心元器件,优选旋转编码器6作为测速器的核心器件,可编程控制器优选PLC 4。

[0052] 超级电容1,通过继电器a9与PLC 4连接,作为第一动力源;燃料电池2,通过继电器b10与PLC 4连接,作为第二动力源,同时通过充电电路a 15与超级电容1连接,对超级电容1充电;太阳能电池3,通过充电电路b 14与超级电容1连接,对超级电容1充电;

[0053] 旋转编码器6,通过线路可与PLC 4连接,提供动力车的速度信息;

[0054] PLC 4,根据旋转编码器6提供的测速信息判定动力车的运行状态,并且设定动力车的动力源;同时通过传感器8与超级电容1相连,设定超级电容1的动力源。当速度为零且需要较大功率时,判别为启动;当有速度且需要较大功率时,判别为加速或爬坡。

[0055] 自动控制系统采用旋转编码器6采集车辆的速度信息反馈到PLC 4,根据采集的速度将其分成起步状态信息、匀速运动状态信息、加速状态信息、爬坡状态信息和减速状态信息。最终选择功率为1.2kW的氢氧质子交换膜燃料电池;所述状态电路的主要核心元器件设置为继电器;所述反馈电路的核心元器件设置为传感器8。

[0056] 计算过程:

[0057] 车辆在行驶过程中受到的阻力主要有滚动阻力 F_f 、空气阻力 F_w 、坡度阻力 F_i 和加速阻力 F_j 。

[0058] 滚动阻力的计算式如式(1)所示:

$$[0059] \quad F_f = Wf = mgf \quad (1)$$

[0060] 式中, W 为整车总重量; f 为滚动阻力系数; m 为整车总质量; g 为重力加速度。

[0061] 空气阻力的计算公式如式(2)所示:

$$[0062] \quad F_w = \frac{C_d A \rho v_r^3}{21.25} \quad (2)$$

[0063] 式中, C_d 为空气阻力系数; A 为迎风面积; ρ 为空气密度;一般 $\rho = 1.2258 \text{ N} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-4}$; v_r 为相对速度。

[0064] 坡度阻力的计算式如式(3)所示:

$$[0065] \quad F_i = W \sin \alpha \quad (3)$$

[0066] 式中, W 为整车总重量, α 为道路坡度。

[0067] 加速阻力的计算式如式(4)所示:

$$[0068] \quad F_j = \delta m a \quad (4)$$

[0069] 式中, δ 为旋转质量换算系数, a 为车辆的加速度。

[0070] 整车的阻力为 ΣF ,则

[0071] $\Sigma F = F_f + F_w + F_i + F_j$ (5)

[0072] 由此,车辆行驶所需要的总功率为:

[0073] $P = \frac{1}{\eta} (F_f + F_w + F_i + F_j) u_s$ (6)

[0074] 式(6)中,h为车辆传动系的传动效率。

[0075] 将单位转换后,将各参数带入公式(6)中,得到车辆在行驶过程中的需求功率,即:

[0076] $P = \frac{1}{\eta} \left(\frac{mgfu_2}{3600} + \frac{CdAu_f^3}{76140} + \frac{mgu_2}{3600} \sin\alpha + \frac{\delta mau_2}{3600} \right)$ (3-7)

[0077] 电动机的功率按照下面两种情况进行计算,选择其中最大的功率作为电机选择的依据:车辆的相关参数估算取值如表1所示。

[0078] 表1 主要车辆参数取值

[0079]

参数名	参数值
整车满载质量(kg)	700
迎风面积(m ²)	1.6
风阻系数(C _D)	0.35
滚阻系数(f)	0.01
旋转质量转换系数(d)	1.08
传动系效率(%)	95

[0080] (1)低速启动阶段:速度为5km/h以下,加速度为0.5m/s²,计算得出所需电机的功率为0.66kW;

[0081] (2)正常行驶:如速度30km/h,无坡度,无加速,计算得出所需功率为0.82kW。

[0082] (3)在加速和爬坡时,功率测量到电流变化,此时电容加入以增加功率。

[0083] 根据计算得到的两个整车需求功率,电机功率选择为850W,超级电容1的充电功率为150W,则燃料电池2的功率至少为1000W,保留20%左右的功率裕度,则燃料电池1最终选择功率为1.2kW的氢氧质子交换膜燃料电池。超级电容2选取165F,48V。

[0084] 起始旋转编码器6把起步状态反馈给PLC4,PLC4执行内部指令中对应的起步状态信息的代码,PLC执行内部程序后,使得PLC4的外接电路中继电器a9闭合,超级电容1通过电机控制器16让电机5工作,在PLC 4接收到匀速运动状态信息,改变内部对应的指令,使得PLC 4外接电路继电器b10闭合,继电器a9延时断开,燃料电池2通过DC-DC电压变换器13内部电压的调节和电机控制器16给电机5供电,当加速或爬坡状态的信息传送给PLC 4时,PLC 4根据反馈的加速信息执行内部指令,使得PLC 4外接电路继电器a9与继电器b10同时闭合,超级电容1与燃料电池2同时通过电机控制器16给电机5供电,在PLC 4采集到减速状态信息的指令后,改变内部程序,断开继电器b10,燃料电池2不给电机5供电,只给超级电容1充电,而超级电容1通过电机控制器16给电机5供电。在开车的任一速度下,传感器8采集超级电容1的容量,当采集的容量小于设定的容量时,PLC4执行内部指令,使得继电器c11闭合,燃料电池2通过充电电路a15将给超级电容1充电。在燃料电池2电量不足的情况下,PLC通过内部指令,使得继电器d12闭合,太阳能电池3通过充电电路b14给超级电容1充电。

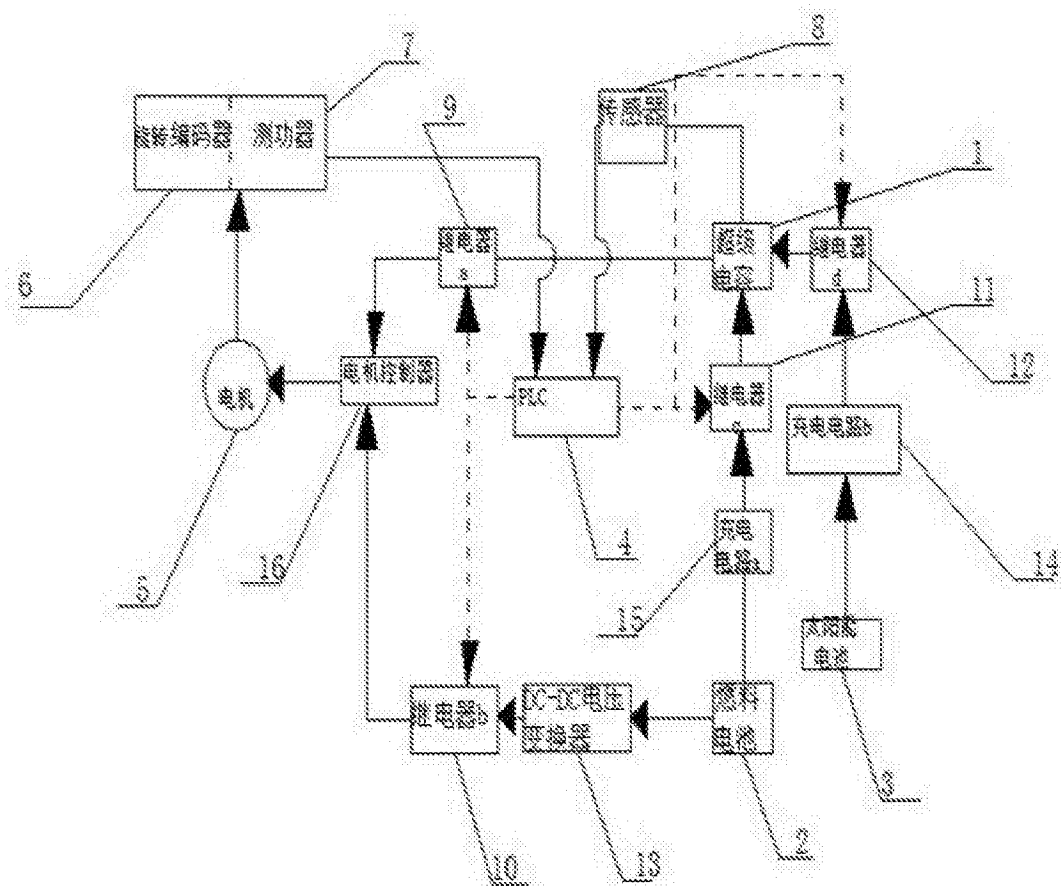


图1