



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101284532 B

(45) 授权公告日 2012. 03. 28

(21) 申请号 200710302537. 3

CN 1895944 A, 2007. 01. 17,

(22) 申请日 2007. 12. 28

US 6314346 B1, 2001. 11. 06,

(73) 专利权人 奇瑞汽车股份有限公司

审查员 范继晨

地址 241009 安徽省芜湖市经济技术开发区
长春路 8 号

(72) 发明人 黄敬

(74) 专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限
公司 34107

代理人 任岗生

(51) Int. Cl.

B60W 20/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6314346 B1, 2001. 11. 06,

CN 1897449 A, 2007. 01. 17, 全文.

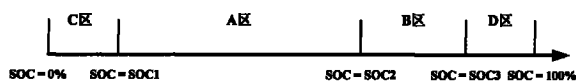
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 10 页

(54) 发明名称

一种混合动力汽车的电池荷电状态 SOC 的控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种混合动力汽车的电池荷电状态 SOC 的控制方法, 通过将电池的 SOC 划分成不同的区间, 然后在不同的区间里, 针对不同的工况, 分别控制是否允许发电 / 驱动, 并计算出相应的发电 / 驱动扭矩, 不同 SOC 区间的划分可以使混合动力汽车各项功能在各自特定的区间内和一定条件下, 得到很好的实现, 在 A 区间内允许所有的发电 / 驱动功能, 在 B 区间内则只允许再生制动, 和提供为了提高发动机效率的辅助驱动。本发明能很好地将电池 SOC 稳定在预定区域, 在车辆形式过程中能够找到更加合理的发电和辅助驱动时机, 保证车辆能够比较稳定地提供辅助驱动功能, 提高车辆的性能, 降低排放。



1. 一种混合动力汽车的电池荷电状态 SOC 的控制方法,将电池荷电状态 SOC 划分为多个区间,将 SOC 分为 4 个区间,自 SOC = 0% 至 SOC = 100% 由低至高分别设置 C 区、A 区、B 区、D 区;其中,A 区和 B 区为 SOC 正常工作区域,C 区为防止对电池过度放电区域,

其特征在于:

在不同区间内控制对电池充电的发电,或者对电池电能的使用;

SOC 处于 C 区时,禁止继续使用电池的电能,并对电池充电;D 区为防止对电池过度充电区域,SOC 处于 D 区时,禁止对电池进行充电,并使用电池的电能;

对电池充电的发电分为:1) 发动机驱动电机进行发电,2) 减速或刹车过程中由车辆的动能驱动电机进行发电的再生制动;

对电池电能的使用分为:1) 调整发动机的工作点在高效区域,电机输出辅助扭矩的效率辅助,2) 电机输出额外的辅助扭矩,使电机的输出扭矩加上发动机的输出扭矩,大于发动机在该转速下所能提供的最大扭矩的性能辅助;

当通过发动机带动电机进行发电,允许电池的 SOC 升高到 A 区的上限;

当通过再生制动进行发电,允许电池的 SOC 升高到 B 区的上限;

当电池的 SOC 高于 C 区,只要其它条件满足,可以进行性能辅助驱动;

当电池的 SOC 高于 A 区的上限,才能进行效率辅助驱动;

通过上述合理的控制电机的发电和驱动,使电池的 SOC 能够被控制在 A 区和 B 区内。

2. 根据权利要求 1 所述的混合动力汽车的电池荷电状态 SOC 的控制方法,其特征在于:

当电池的 SOC 处于 B 区,并且当前的操作条件满足进行效率辅助;

用户请求的扭矩大于当前转速下发动机工作在最佳效率点的扭矩时,保持发动机工作在最佳扭矩点,电机提供缺少的扭矩 T_e ,其中, T_e 为理想值, eff_me 为体现系统能够提供的扭矩的附加系数,即效率辅助的扭矩 $T_{e_final} = T_e \times eff_me$;

当进行效率辅助的条件不满足,则将效率辅助的扭矩置为 0。

3. 根据权利要求 1 所述的混合动力汽车的电池荷电状态 SOC 的控制方法,其特征在于:

当电池的 SOC 不在 C 区,并且用户请求的扭矩大于发动机独自能够提供的最大扭矩,电机进行性能辅助,其扭矩为: $T_{p_final} = T_p \times eff_mp$,其中, T_p 为理想辅助扭矩,即用户请求的扭矩减发动机所能提供的最大扭矩, eff_mp 为性能辅助系数;

当性能辅助的条件不满足,则将性能辅助的扭矩置为 0。

4. 根据权利要求 1 所述的混合动力汽车的电池荷电状态 SOC 的控制方法,其特征在于:

当性能辅助 T_{p_final} 和效率辅助 T_{e_final} 同时存在,将两个扭矩合成为电机提供的总辅助扭矩 $T_{motor} = T_{e_final} + T_{p_final}$,发动机应当提供的扭矩为用户请求的扭矩 T_{driver_demand} 减去电机所提供的扭矩 T_{motor} : $T_{eng} = T_{driver_demand} - T_{motor}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的混合动力汽车的电池荷电状态 SOC 的控制方法,其特征在于:

当电池的 SOC 处在 A 区,利用发动机驱动电机进行发电,驱动电机进行发电的扭矩 $T_{ge_final} = T_{ge} \times eff_ge$,其中, T_{ge} 为一个理想的发电扭矩, eff_ge 为发电系数;

此时,发动机的输出扭矩为用户请求的扭矩 $T_{\text{driver_demand}}$ 加需要用于驱动电机进行发电的扭矩 $T_{\text{ge_final}}$: $T_{\text{eng}} = T_{\text{driver_demand}} + T_{\text{ge_final}}$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的混合动力汽车的电池荷电状态 SOC 的控制方法,其特征在于:

当电池 SOC 低于 D 区下限,进行再生制动进行发电;

第一个阶段是松开油门,但是没有踩下刹车,再生制动的扭矩 $T_1 = \text{Trg} \times \text{eff_spd_no_brk}$,其中,Trg 为一个常数,eff_spd_no_brk 为一个系数;

第二个阶段是踩下刹车,再生制动扭矩 $T_2 = \text{Trg} \times \text{eff_spd_brk}$,其中,Trg 为一个常数,eff_spd_brk 为一个系数;

总的再生制动扭矩为第二阶段的再生制动扭矩加第一阶段的允许的最大再生制动扭矩: $T_2 + \text{Max}(T_1)$;

当某一个阶段的再生制动条件不满足,通过将该阶段的再生制动扭矩置成 0 来禁止该阶段的再生制动。

一种混合动力汽车的电池荷电状态 SOC 的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种混合动力汽车上的多能源管理系统,进一步涉及一种电池荷电状态 (SOC) 的控制方法,是将电池 SOC 控制在某些特定范围内的控制方法。

背景技术

[0002] 混合动力汽车本质上是一个多能源系统,如何协调各个能源系统的工作,是混合动力汽车开发上一个关键的问题,直接影响到车辆的性能和燃油经济性。

[0003] 从电池的角度来说,过度的充电 (SOC 过高) 和过度的放电 (SOC 过低) 都会对电池的寿命造成影响,这是由电池的特性决定的。因此,将电池的 SOC 控制在一定范围是必要的。但是,这只是最基本的考虑。

[0004] 就目前而言,电池的容量是非常有限的。如果过多地使用电池的能量,造成车辆行使过程中电池常常处于 SOC 过低的状态,从而在很多情况下无法提供辅助驱动等功能,就会让用户觉得车辆性能极其不稳定,造成用户的抱怨;如果电池电量使用得过少,行使过程中电池总是处于 SOC 过高的状态,当刹车等情形下,可以进行能量回收时,却由于过高的 SOC 造成回收的能量很少,可利用的电池能量也就少,不利于提高燃油经济性。因此,用一种合理的 SOC 控制方法,对能量的回收 (给电池充电) 和使用 (放电) 规划和控制,是非常重要的。

[0005] 混合动力汽车的 SOC 控制,实际上是对混合动力汽车的发电和辅助驱动的控制,实现合理的能量回收和利用,避免出现过度的不平衡。这方面的技术目前较少,专利 KR20040022745 只是提出了在不同条件下所需充电电流的计算方法,本发明相比而言,实现方法不一样,性能更佳。

发明内容

[0006] 本发明提出一种 SOC 的控制方法,将发电的不同形式和能量使用的不同形式分开处理,控制在不同的 SOC 区间进行,以提高整车的燃油经济型和动力性。解决了混合动力汽车上电池 SOC 的控制问题,将电池 SOC 稳定在特定工作区域,实现合理的电池能量的回收和使用。

[0007] 本发明中的发电形式可以分为两种:一种是由发动机驱动电机进行发电,即调整发动机的工作点,输出额外的扭矩进行发电,另外一种是在减速或刹车过程中由车辆的动能驱动电机进行发电,称为再生制动 (regenerative brake)。其中第一种形式的发电又可以细分为怠速工况下的发电和非怠速工况下的发电;第二中形式的发电可以分为松开油门但是不踩下刹车的情形,和松开油门并且踩下刹车的情形。根据不同的情形,结合当前的 SOC 数值,计算出合适的发电电流。

[0008] 本发明中,电机通过电池的电能提供辅助功能,这些辅助功能可以分为几种情形:一种是调整发动机的工作点,让其工作在高效的区域,同时电机输出辅助扭矩为整车提供足够的动力,称之为效率辅助;另外一种电机输出额外的辅助扭矩,使得电机的输出扭矩

加上发动机的输出扭矩,大于发动机在该转速下所能提供的最大扭矩,以提高整车的动力性,称之为性能辅助。性能辅助也还包括车辆起步及换档时的辅助。辅助扭矩的大小也需要根据 SOC 的数值来进行计算。

[0009] 本发明中,将 SOC 分为 4 个区间,分别为 A,B,C 和 D 区。理想的 SOC 工作区域是 A 区和 B 区。C 区和 D 区是为了防止对电池过度地放电或者充电,当 SOC 处于 C 区时,需要禁止继续使用电池的电能,应当给电池充电。当 SOC 处于 D 区时,为了防止过度的充电,需要禁止继续对电池进行充充电,而只能使用电池的电能。

[0010] 本发明中,通过合理的控制电机的发电和驱动,使电池的 SOC 能够被控制在 A 区和 B 区内。如果是通过发动机带动电机进行发电,电池 SOC 允许升高到 A 区的上限。而通过再生制动进行发电,可以允许电池的 SOC 升高的 B 区的上限。当电池的 SOC 高于 C 区,只要其它条件满足,都可以进行性能辅助驱动;只有当电池的 SOC 高于 A 区的上限时,才能进行效率辅助驱动。

[0011] 本发明通过将电池的 SOC 划分成不同的区间,然后在不同的区间里,针对不同的工况,分别控制是否允许发电/驱动,并计算出相应的发电/驱动扭矩。不同 SOC 区间的划分可以使混合动力汽车各项功能在各自特定的区间内和一定条件下,得到很好的实现。在 A 区间内允许允许所有的发电/驱动功能,在 B 区间内则只允许再生制动,和提供为了提高发动机效率的辅助驱动。很好地将电池 SOC 稳定在预定区域,在车辆形式过程中能够找到更加合理的发电和辅助驱动时机,保证车辆能够比较稳定地提供辅助驱动功能,提高车辆的性能,降低排放。

附图说明

- [0012] 图 1-- 混合动力系统的机械连接示意图
- [0013] 图 2-- 混合动力系统的电气连接示意图
- [0014] 图 3--SOC 区域的划分
- [0015] 图 4--SOC 控制方法流程图
- [0016] 图 5-- 电机效率辅助计算流程图
- [0017] 图 6-- 电机效率辅助总扭矩计算示意图
- [0018] 图 7-- 电机效率辅助系数计算示意图
- [0019] 图 8-- 电机性能辅助计算流程图
- [0020] 图 9-- 电机性能辅助总扭矩计算示意图
- [0021] 图 10-- 电机性能辅助系数计算示意图
- [0022] 图 11-- 由发动机驱动进行发电的发电扭矩计算流程图
- [0023] 图 12-- 由发动机驱动进行发电的总扭矩计算示意图
- [0024] 图 13-- 由发动机驱动进行发电的系数计算示意图
- [0025] 图 14-- 再生制动扭矩计算流程图
- [0026] 图 15-- 再生制动系数计算示意图

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施例详细说明本发明的技术方案:

[0028] 如图 1 所示,是一种混联式的混合动力汽车,一种典型结构是混合动力电机与发动机同轴布置。

[0029] 如图 2 所示,是一种混合动力汽车的典型电气结构,包括一个发动机管理系统(EMS),一个混合动力控制器(HCU),一个高压动力电池及其管理系统,混合动力电机及其控制器和驱动电路,逆变器等。

[0030] 混合动力汽车,可以让混合动力电机使用动力电池的电能提供辅助驱动力,例如可以在驾驶员将油门踩到比较大的时候,提供额外的驱动力,提高整车性能;也可以让混合动力电机进行发电,给动力电池进行充电,例如在刹车的时候进行发电,将电能存储起来,在以后需要的时候使用。但就目前而言,动力电池的容量还是比较有限的,另外电池的过度充电和放电会大大减小电池的寿命,因此电池的可用容量会更小。在容量有限的情况下,需要合理地平衡电池的充电和放电,才能给混合动力汽车提供持续有效的辅助功能,提高车辆的动力性,减少油耗和排放。电池的剩余电量可以用 SOC 表示。电池的 SOC 计算由电池管理系统 BMS 进行,并通过 CAN 发送给需要该数据的控制器。

[0031] 如图 3 所示,本发明提出的 SOC 控制方法,是将 SOC 分成 4 个区间,一共 A, B, C 和 D 四个区间。A 区和 B 区是正常的工作区间,混合动力的控制系统需要协调发电和驱动,使电池的 SOC 保持在这两个区间之内。C 区是电池电量过少的区域,如果由于某种原因电池使电池的 SOC 处于这个区间,例如电池放置过久而不使用,则需要禁止继续对电池进行放电,直到通过充电是电池的 SOC 恢复到正常区间。当电池的 SOC 处于 D 区,则需要禁止对电池继续充电,直到因为电能的使用而使电池 SOC 恢复到正常区间。

[0032] 当电池的 SOC 处在正常区间时,需要车辆当前的情况进行判断是否满足发电或辅助驱动的条件,进而进行发电/驱动扭矩的计算。辅助驱动可以分为性能辅助和效率辅助。在某一时刻,可能只存在一种辅助,也可能两种辅助都存在。如图 4 所示,两种辅助需要分开计算辅助扭矩,然后将计算值进行叠加,得出总的辅助扭矩。发电可以分为发动机驱动进行发电,和利用刹车时车辆的动能进行发电。两者有可能同时存在,因此发电扭矩需要分别计算,如图 4 所示。需要将计算出来的两个扭矩进行合成。

[0033] 电机进行效率辅助时,首先要判断当前的操作条件是否满足进行效率辅助,其次要求电池的 SOC 必须处于 B 区。B 区的电池能量是通过再生制动获得的。效率辅助的扭矩可以一个理想的辅助扭矩与一个系数相乘而得,即 $T_{e_final} = T_e \times \text{eff_me}$,如计算流程图 5 所示。如果进行效率辅助的条件不满足,则将效率辅助的扭矩置为 0。效率辅助的方法是,在当前发动机转速下,若用户请求的扭矩大于该转速下发动机工作在最佳效率点的扭矩时,则尽可能让发动机工作在最佳扭矩点,缺少的扭矩 T_e 由电机来提供,如图 6 所示。图上所示意的 T_e 是一个理想值,电机/电池系统未必能够体统足够大的扭矩。因此需要附件一个系数,以体现系统能够提供的扭矩。效率辅助系数 eff_me 依据当前的 SOC 查表而得,如图 7 所示。其中,参数 T_e 和系数 eff_me ,本领域技术人员根据不同条件下的具体运行工况进行确定,或依据该运行工况下的 SOC 查表即可获得。

[0034] 电机进行性能辅助时,要满足两个条件,一个是用户请求的扭矩大于发动机独自能够提供的最大扭矩,并且电池的 SOC 不在 C 区。电机进行性能辅助是为了提高整车的动力性能。性能辅助扭矩的计算,通过一个理想的辅助扭矩 T_p ,与一个性能辅助系数 eff_mp 相乘而得,即 $T_{p_final} = T_p \times \text{eff_mp}$,如流程图 8 所示。如果性能辅助的条件不满足,则将

性能辅助的扭矩置为 0。理想的辅助扭矩 T_p 可以通过用户请求的扭矩减去发动机所能提供的最大扭矩而得,如图 9 所示;性能辅助系数可以通过对当前的 SOC 数据进行查表而得,如图 10 所示。其中,参数 T_p 和系数 eff_mp ,本领域技术人员根据不同条件下的具体运行工况进行确定,或依据该运行工况下的 SOC 查表即可获得。

[0035] 性能辅助和效率辅助可能同时存在,因此需要将两个扭矩进行合成。总的电机提供的辅助扭矩 $T_{motor} = T_{e_final} + T_{p_final}$ 。发动机应当提供的扭矩等于用户请求的扭矩减去电机所提供的扭矩: $T_{eng} = T_{driver_demand} - T_{motor}$ 。

[0036] 利用发动机驱动电机进行发电,是在用户请求的扭矩比较低,低于该转速下发动机工作在最佳效率点时所能提供的扭矩时,提高发动机的输出扭矩,利用高于用户请求的那一部分扭矩驱动电机进行发电,存储到动力电池里。如果利用发动机驱动电机进行发电,只能当电池的 SOC 处在 A 区间的时候进行。用于驱动电机进行发电的扭矩,可以由一个理想的发电扭矩 T_{ge} 与一个发电系数 eff_ge 相乘而得,即 $T_{ge_final} = T_{ge} \times eff_ge$,如流程图 11 所示。理想的发电扭矩,其计算方式如图 12 所示,由当前转速下,发动机在效率最佳工作点上的输出扭矩,用户当前请求的扭矩。发电系数 eff_ge 可以根据 SOC 数值进行查表而得,如图 12 所示。其中,参数 T_{ge} 和系数 eff_ge ,本领域技术人员根据不同条件下的具体运行工况进行确定,或依据该运行工况下的 SOC 查表即可获得。

[0037] 用发动机驱动电机进行发电时,发动机的输出扭矩等于用户请求的扭矩加上需要用于驱动电机进行发电的扭矩: $T_{eng} = T_{driver_demand} + T_{ge_final}$;当发动机暖机或者其它怠速但是不能停机的情形下,例如由于电池 SOC 过低而不允许停机的情形下,同样可以让发动机驱动电机进行发电,发电扭矩的计算方法于上面所述的情形相同。但是计算出来的发电扭矩还需要进一步受到其它因素的限制,例如怠速时发动机输出扭矩不能过高。

[0038] 当车辆减速或者刹车时,可以利用车辆的动能进行发电,称为再生制动。本发明里将再生制动分为两个阶段:第一个阶段是松开油门,但是没有踩下刹车,让车辆自然减速;第二个阶段是踩下刹车。再生制动只有在电池 SOC 低于 D 区下限的时候才被允许。第一阶段和第二阶段的再生制动可能同时存在,或者只存在第一阶段的再生制动,或者再生制动的条件不满足。两个阶段的再生制动扭矩是分别结算的;当某一个阶段的再生制动条件不满足时,通过将该阶段的再生制动扭矩置成 0 来禁止该阶段的再生制动。总的再生制动扭矩是第二阶段的再生制动扭矩与第一阶段的允许的最大再生制动扭矩相叠加而得。如图 14 所示。

[0039] 第一阶段的再生制动扭矩,是通过一个常数 Trg ,与一个通过对车速进行查表而得的系数 $eff_spd_no_brk$ 相乘而得,即 $T1 = Trg \times eff_spd_no_brk$,如图 14,图 15 所示。

[0040] 第二阶段的再生制动扭矩,是通过一个常数 Trg ,与一个通过对车速进行查表而得的系数 eff_spd_brk 相乘而得,即 $T2 = Trg \times eff_spd_brk$,如图 14,图 15 所示。

[0041] 总的再生制动扭矩为: $T2 + \text{Max}(T1)$

[0042] 其中,参数 Trg 和系数 $eff_spd_no_brk$, eff_spd_brk ,本领域技术人员根据不同条件下的具体运行工况进行确定,或依据该运行工况下的车速以及 SOC 查表即可获得。

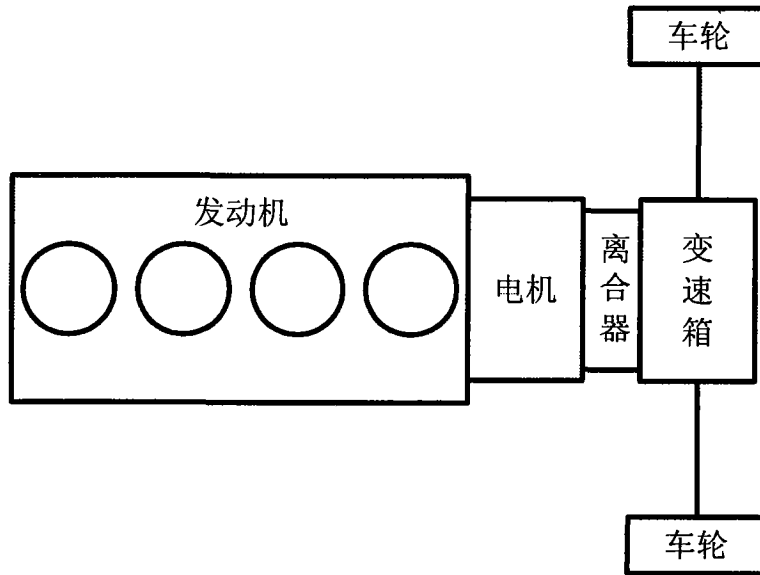


图 1

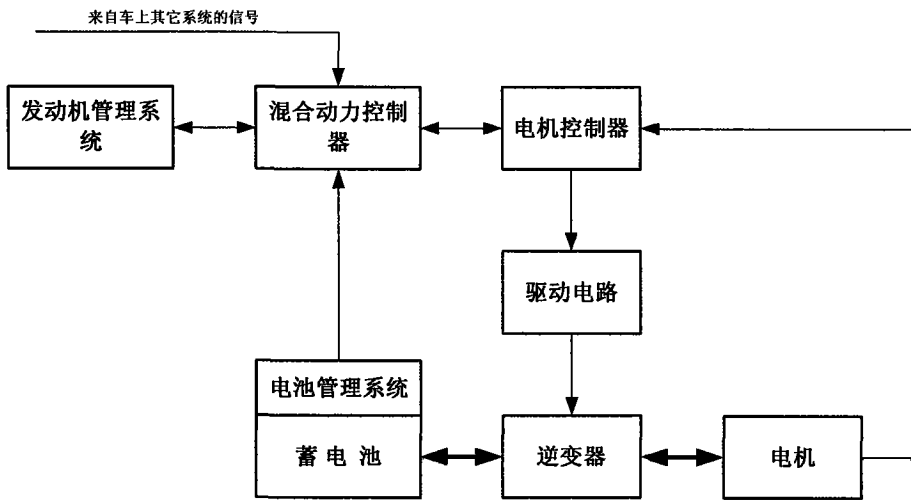


图 2

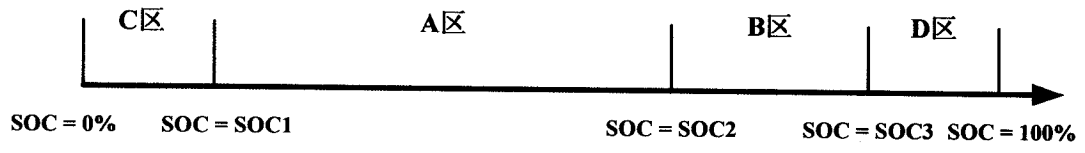


图 3

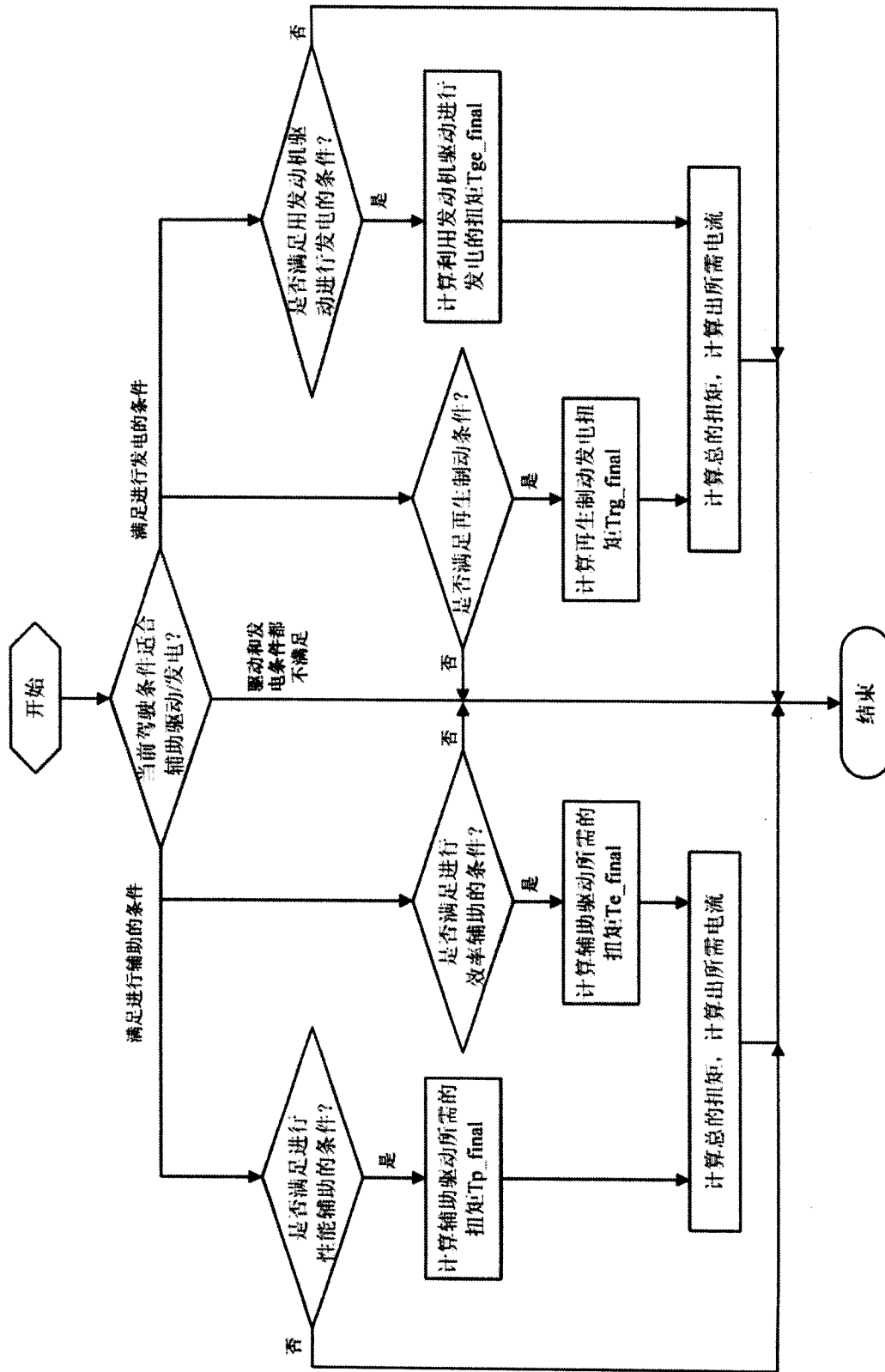


图 4

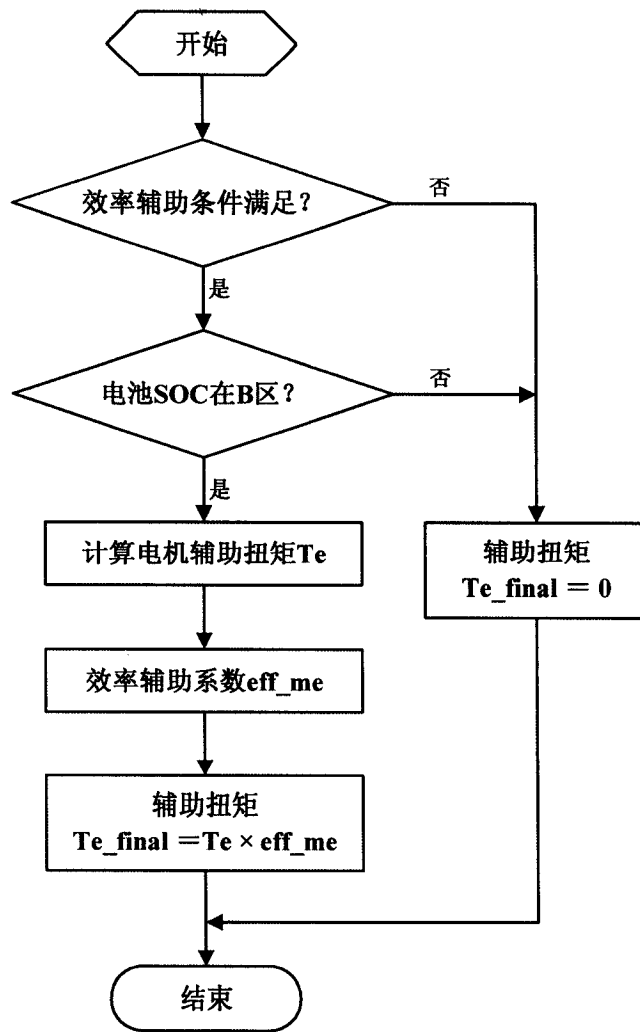


图 5

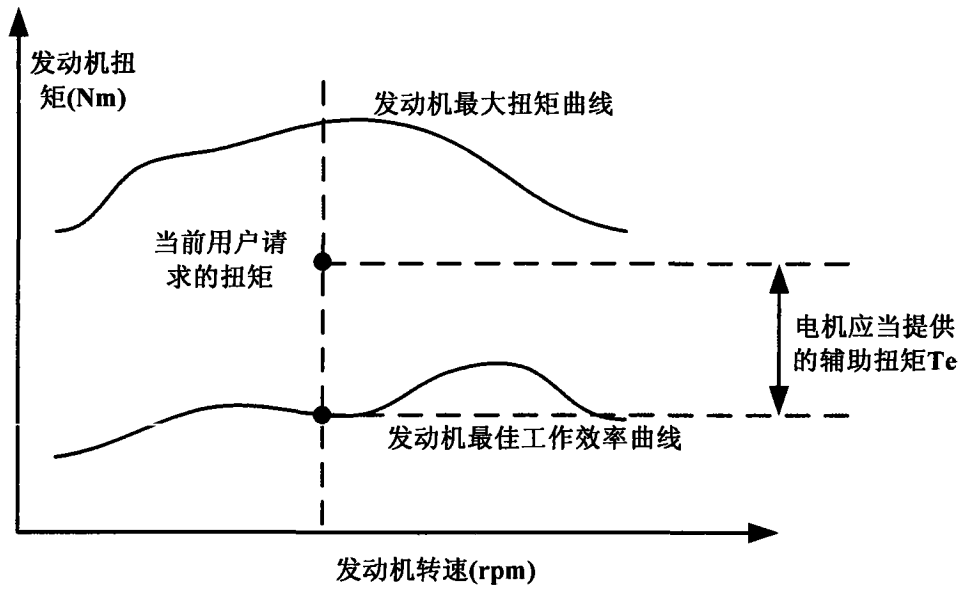


图 6

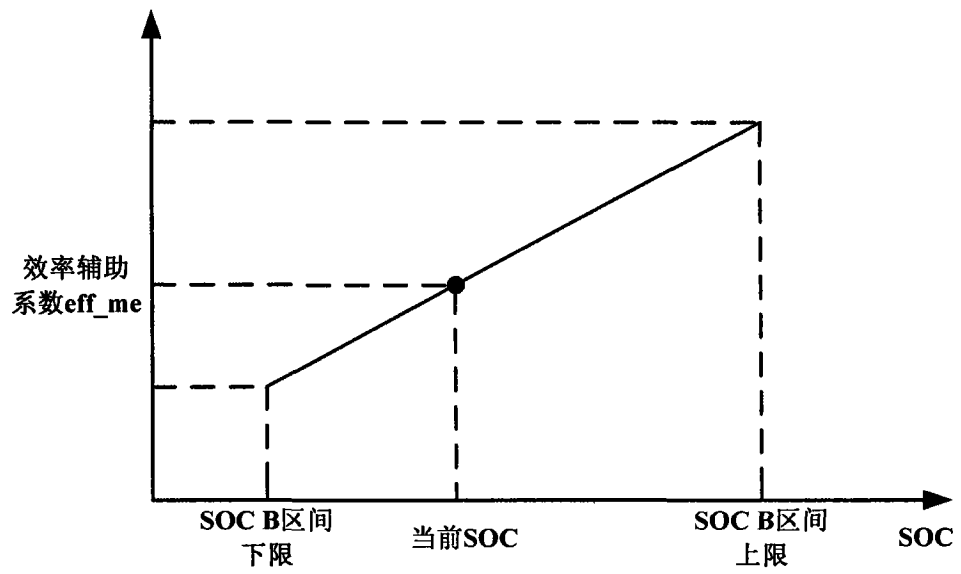


图 7

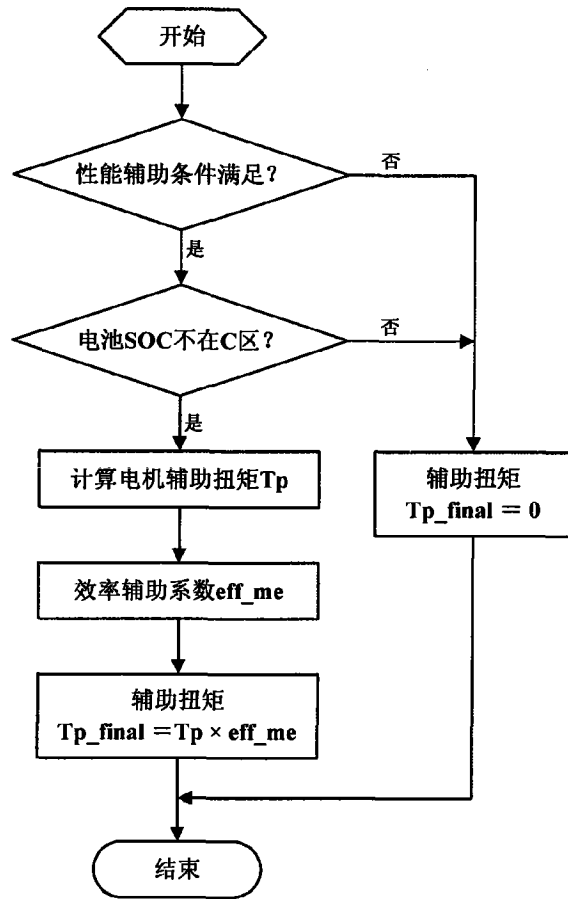


图 8

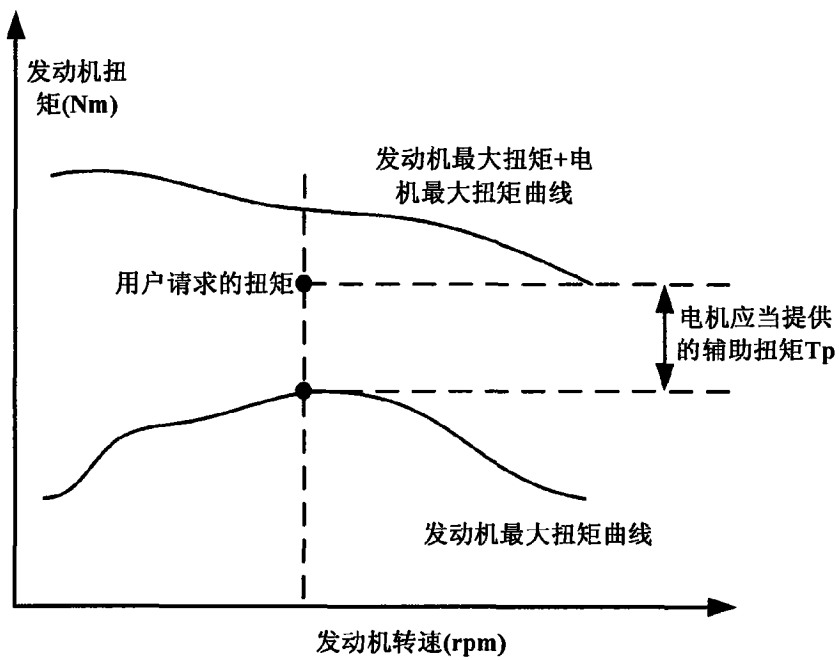


图 9

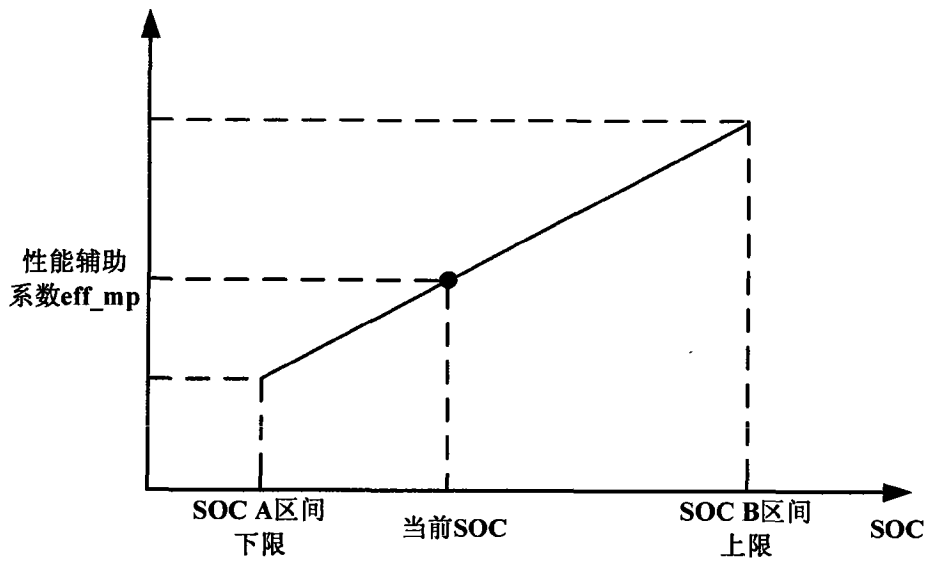


图 10

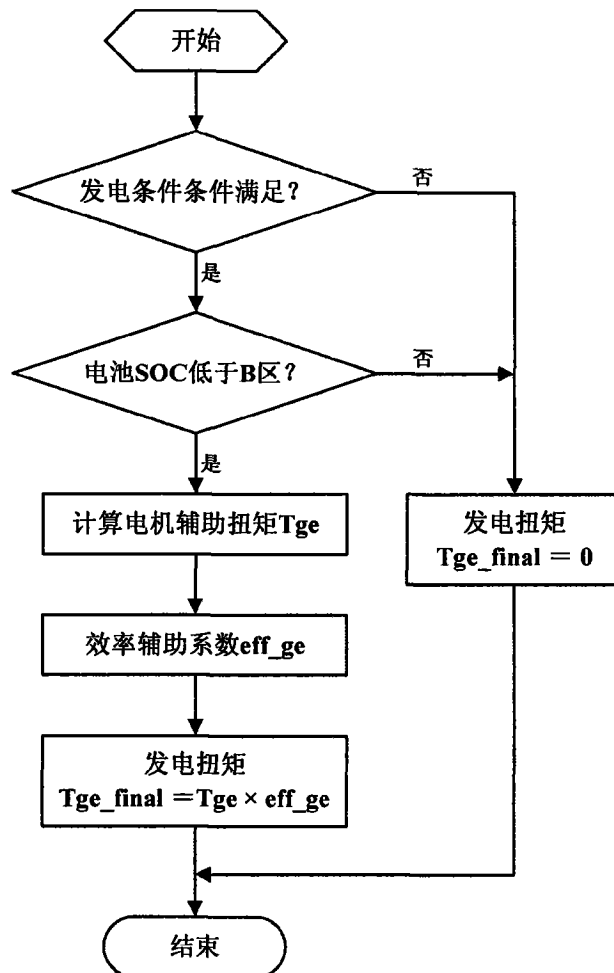


图 11

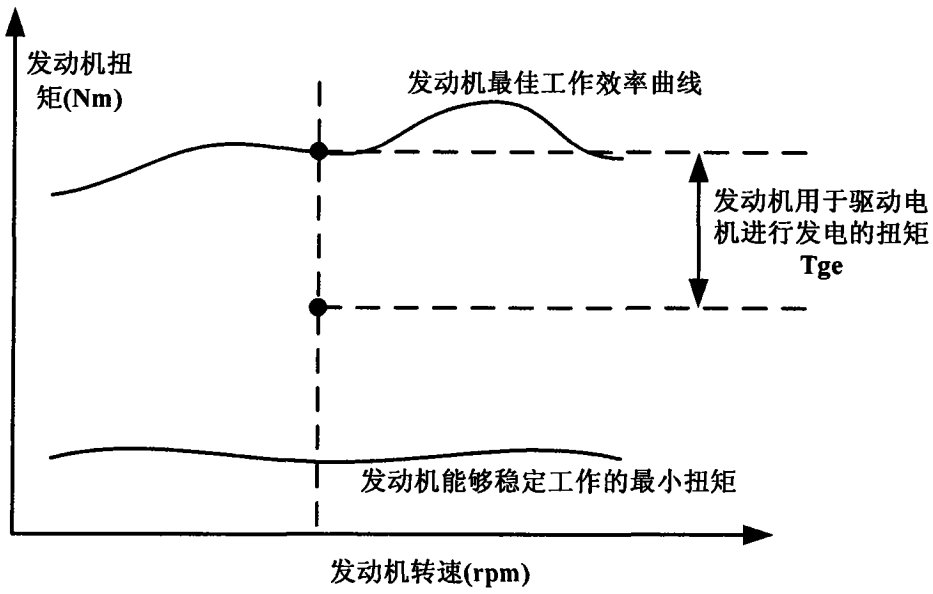


图 12

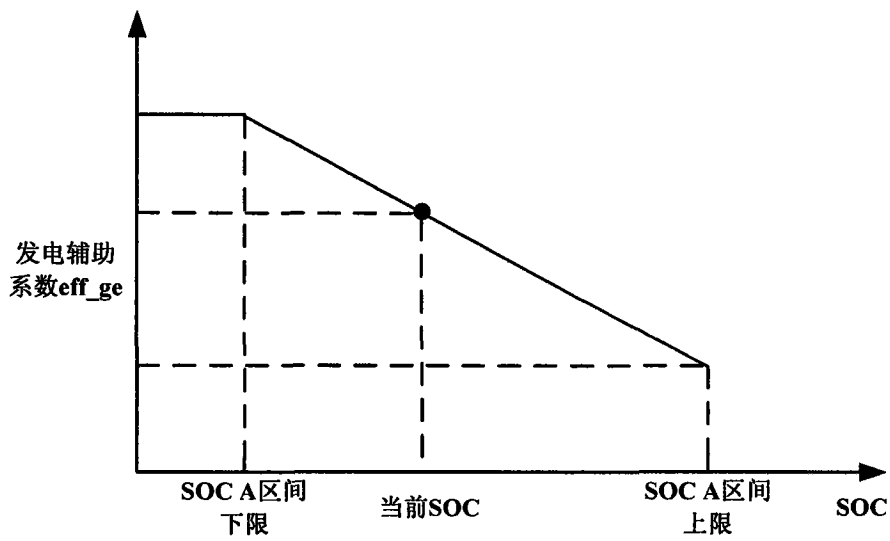


图 13

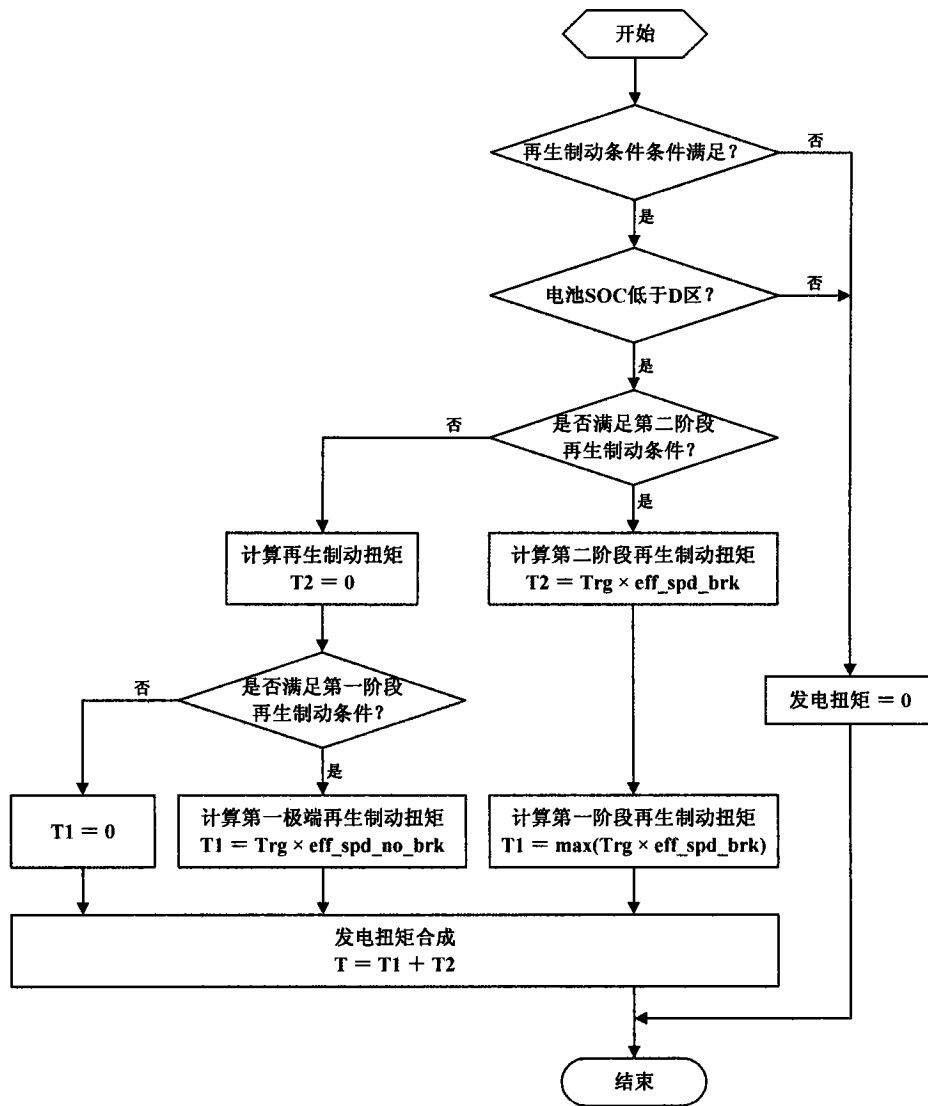


图 14

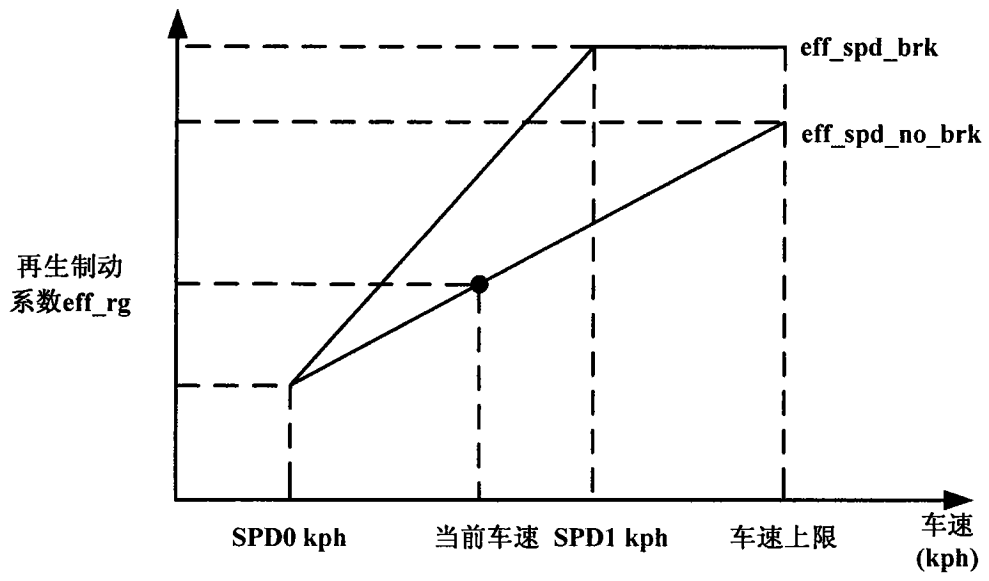


图 15