



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105751902 B

(45)授权公告日 2017.08.29

(21)申请号 201610194055.X

(22)申请日 2016.03.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105751902 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(73)专利权人 湖北师范学院
地址 435002 湖北省黄石市磁湖路11号

(72)发明人 刘兴云 杨火祥 鲁池梅

(74)专利代理机构 黄石市三益专利商标事务所
42109

代理人 吴运林

(51)Int.Cl.
B60L 7/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 205468584 U,2016.08.17,权利要求1-6.

EP 0758591 B1,2000.03.15,全文.

CN 101100170 A,2008.01.09,全文.

CN 101700742 A,2010.05.05,全文.

CN 103231658 B,2015.09.09,全文.

CN 1638987 B,2010.09.08,全文.

CN 102343823 A,2012.02.08,全文.

CN 104691538 A,2015.06.10,全文.

审查员 栾绍刚

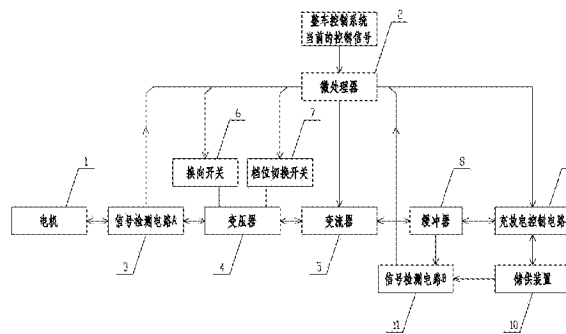
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种电机全电子再生制动能量回收系统

(57)摘要

一种电机全电子再生制动能量回收系统,包括有电机、微处理器、调控电路和储供电路,其中调控电路包括有信号检测电路A、变压器和变流器,并配备有换向开关和档位切换开关;储供电路由缓冲器、充放电控制电路和储供装置以及信号检测电路B组成;微处理器用于实时接收整车控制系统当前的控制信号及信号检测电路A与信号检测电路B反馈的电压、电流信号,从而实现对变流器、换向开关、档位切换开关和充放电控制电路的工作状态的实时控制;本发明结构简单、成本低廉、安全可靠、易集成化,在实现对电机驱动和制动控制的同时,达到了对制动能量的回收利用,实现了机械能与电能之间的高效相互转化,不仅环保节能,无噪音污染,而且市场前景广阔。



1. 一种电机全电子再生制动能量回收系统,包括有电机、微处理器、调控电路和储供电路,其特征是:所述调控电路包括有信号检测电路A、变压器和变流器,并配备有换向开关和档位切换开关;信号检测电路A用于采集电机定子侧输入/出的电压与电流信号;变压器用于在系统处于驱动状态时,对变流器输送至电机的电能进行降/升压处理,并在系统处于制动状态时,对电机输送至变流器的电能进行升/降压处理;变流器用于调控系统的驱动/制动状态,并实现输送电能的交直流变换;换向开关用于在系统处于驱动/制动状态时,实现变压器的一次侧和二次侧分别与电机定子侧和变流器对接关系的交叉切换;

所述储供电路由缓冲器、充放电控制电路和储供装置以及信号检测电路B组成;缓冲器作为电能临时存储的储能器,用于在电机处于制动状态时,快速存储从变流器输送过来的电能,并将多余的电能通过充放电控制电路向储供装置转移,同时在电机处于驱动状态时,将快速将存储的电能输送到变流器并驱动电机运行;储供装置用于在电机处于驱动状态时,通过充放电控制电路和调控电路向电机输送电能,并在电机处于制动状态时,接收电机通过调控电路和充放电控制电路反馈的电能;信号检测电路B用于微处理器在对储供装置的充放电的电流进行控制时,向微处理器反馈储供电路的电压与电流信号;

所述微处理器用于实时接收与回收系统相连接的整车控制系统当前的控制信号及信号检测电路A与信号检测电路B反馈的电压、电流信号,从而实现对变流器、换向开关、档位切换开关和充放电控制电路的工作状态的实时控制。

2. 根据权利要求1所述的一种电机全电子再生制动能量回收系统,其特征是:所述变压器的每相绕组与相应的换向开关之间均装有档位切换开关,档位切换开关与微处理器构成驱动控制连接。

3. 根据权利要求1所述的一种电机全电子再生制动能量回收系统,其特征是:所述电机选用三相电机,所述变流器由三相逆变电路和电能回收控制器组成;三相逆变电路由三个单相逆变电路组成,每个逆变电路具有两个桥臂,每个桥臂均由带有反并联二极管的三极管、MOS管或IGBT管组成;电能回收控制器由带有反并联二极管的三极管、MOS管或IGBT管组成,电能回收控制器串联在三相逆变电路的直流侧的正极端,三相逆变电路的直流侧的负极端接地;所述换向开关为双刀双掷开关,三相逆变电路的交流侧和电机的定子侧分别通过导线连接换向开关的两个动端,换向开关的两组不动端分别连接变压器的一次侧绕组与二次侧绕组;所述变流器中各个三极管、MOS管或IGBT管的开断由微处理器实时控制。

4. 根据权利要求1所述的一种电机全电子再生制动能量回收系统,其特征是:所述缓冲器为一超级电容器,超级电容器的负极接地,正极与电能回收控制器中反并联二极管的正向输入端相连接;所述充放电控制电路由用于充电控制的Boost升压电路和用于放电控制的三极管、MOS管或IGBT管组成,其中用于放电控制的三极管、MOS管或IGBT管对应与Boost升压电路的直流输入端与输出端构成反向并联,Boost升压电路的直流输入端与超级电容器的正极相连接,Boost升压电路的直流输出端与储供装置的正极相连接;所述储供装置为铅酸电池组、镍氢电池组、锂电池组、太阳能电池组、燃料电池组或电网供电变换设备。

5. 根据权利要求1所述的一种电机全电子再生制动能量回收系统,其特征是:所述微处理器实时接收的与回收系统相连接的整车控制系统当前的控制信号包括整车的车速信号和整车当前所处的前进模式、后退模式、驻车模式的信号以及整车上各个踏板的状态信号。

6. 根据权利要求1所述的一种电机全电子再生制动能量回收系统,其特征是:所述电机

为非感应电机,包括励磁电机、永磁电机、交流电机或直流电机;所述电机按式样划分,包括同轴电机、轮毂电机或直线电机;所述电机按相数划分,包括三相电机、两相电机或单相电机。

一种电机全电子再生制动能量回收系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电力机车制动技术领域,尤其是一种电机全电子再生制动能量回收系统。

背景技术

[0002] 当前,电能作为清洁能源广泛运用于驱动各种电力机车,如纯电动汽车、混合动力车、燃料电池车、电力公交车、轨道列车、电梯、起重机等。

[0003] 研究表明,电力机车的制动能量约占整车的动力系统驱动能量的31%-57%,对再生制动能量的回收及利用对于节约能源具有十分重要的意义。电力机车的制动能量,至今还未得到完全开发与利用,制动能量的再生有利于能源的高效回收利用,可减少二氧化碳的排放,无噪音污染,达到节约环保的要求,并且无机械制动装置的消耗,也能取得可观的经济效益。然而,当前常见的各种电力机车均不能实现对制动能量进行较好地回收利用,并且人们对电机制动能量回收的课题也展开了很多研究,但是其能量回收效果还是不够理想。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是要解决当前各种电力机车中电机的制动能量回收效果不够理想的问题,为此提供一种高效的广泛适用于各种电力机车的全电子再生制动能量回收系统。

[0005] 本发明的具体方案是:一种电机全电子再生制动能量回收系统,包括有电机、微处理器(MCU)、调控电路和储供电路,其特征是:所述调控电路包括有信号检测电路A、变压器和变流器,并配备有换向开关和档位切换开关;信号检测电路A用于采集电机定子侧输入/出的电压与电流信号;变压器用于在系统处于驱动状态时,对变流器输送至电机的电能进行降/升压处理,并在系统处于制动状态时,对电机输送至变流器的电能进行升/降压处理;变流器用于调控系统的驱动/制动状态,并实现输送电能的交直流变换;换向开关用于在系统处于驱动/制动状态时,实现变压器的一次侧和二次侧分别与电机定子侧和变流器对接关系的交叉切换;

[0006] 所述储供电路由缓冲器、充放电控制电路和储供装置以及信号检测电路B组成;缓冲器作为电能临时存储的储能器,用于在电机处于制动状态时,快速存储从变流器输送过来的电能,并将多余的电能通过充放电控制电路向储供装置转移,同时在电机处于驱动状态时,将快速将存储的电能输送到变流器并驱动电机运行;储供装置用于在电机处于驱动状态时,通过充放电控制电路和调控电路向电机输送电能,并在电机处于制动状态时,接收电机通过调控电路和充放电控制电路反馈的电能;信号检测电路B用于微处理器在对储供装置的充放电的电流进行控制时,向微处理器反馈储供电路的电压与电流信号;

[0007] 所述微处理器用于实时接收与回收系统相连接的整车控制系统当前的控制信号及信号检测电路A与信号检测电路B反馈的电压、电流信号,从而实现对变流器、换向开关、档位切换开关和充放电控制电路的工作状态的实时控制。

[0008] 本发明中所述变压器的每相绕组与相应的换向开关之间均装有档位切换开关,档位切换开关与微处理器构成驱动控制连接。

[0009] 本发明中所述电机为三相电机,所述变流器由三相逆变电路和电能回收控制器组成;三相逆变电路由三个单相逆变电路组成,每个逆变电路具有两个桥臂,每个桥臂均由带有反并联二极管的三极管、MOS管或IGBT管组成;电能回收控制器由带有反并联二极管的三极管、MOS管或IGBT管组成,电能回收控制器串联在三相逆变电路的直流侧的正极端,三相逆变电路的直流侧的负极端接地;所述换向开关为双刀双掷开关,三相逆变电路的交流侧和电机的定子侧分别通过导线连接换向开关的两个动端,换向开关的两组不动端分别连接变压器的一次侧绕组与二次侧绕组;所述变流器中各个三极管、MOS管或IGBT管的开断由微处理器实时控制。

[0010] 本发明中所述缓冲器为一超级电容器,超级电容器的负极接地,正极与电能回收控制器中反并联二极管的正向输入端相连接;所述充放电控制电路由用于充电控制的Boost升压电路和用于放电控制的三极管、MOS管或IGBT管组成,其中用于放电控制的三极管、MOS管或IGBT管对应与Boost升压电路的直流输入端与输出端构成反向并联,Boost升压电路的直流输入端与超级电容器的正极相连接,Boost升压电路的直流输出端与储供装置的正极相连接;所述储供装置为铅酸电池组、镍氢电池组、锂电池组、太阳能电池组、燃料电池组或电网供电变换设备。

[0011] 本发明中所述微处理器实时接收的与回收系统相连接的整车控制系统当前的控制信号包括整车的车速信号和整车当前所处的前进模式、后退模式、驻车模式的信号以及整车上各个踏板的状态信号。

[0012] 本发明中所述电机为非感应电机,包括励磁电机、永磁电机、交流电机或直流电机;所述电机按式样划分,包括同轴电机、轮毂电机或直线电机;所述电机按相数划分,包括三相电机、两相电机或单相电机。

[0013] 本发明结构简单、成本低廉、安全可靠、易集成化,在实现对电机驱动控制和无刹车片制动控制的同时,达到了对制动能量的回收利用,实现了机械能与电能之间的高效相互转化,不仅环保节能,无噪音污染,而且可广泛运用于纯电动汽车、混合动力车、燃料电池车、电力公交车、轨道列车、电梯、起重机等电力机车,市场前景广阔。

附图说明

[0014] 图1是本发明的控制结构框图;

[0015] 图2是本发明的电气原理图;

[0016] 图3是本发明的总控制流程图;

[0017] 图4是本发明中电机制动过程子程序的控制流程图;

[0018] 图5是本发明中电机驱动过程子程序的控制流程图。

[0019] 图中:1—电机,2—微处理器,3—信号检测电路A,4—变压器,5—变流器,6—换向开关,7—档位切换开关,8—缓冲器,9—充放电控制电路,10—储供装置,11—信号检测电路B,12—三相逆变电路,13—电能回收控制器。

具体实施方式

[0020] 下面以电动车中使用的三相电机为例对本发明进行具体说明。

[0021] 参见图1-2,本发明包括电机1、微处理器2、调控电路和储供电路,所述调控电路包括有信号检测电路A3、变压器4和变流器5,并配备有换向开关6和档位切换开关7;信号检测电路A3用于采集电机定子侧输入/出的电压与电流信号;变压器4用于在系统处于驱动状态时,对变流器输送至电机的电能进行降/升压处理,并在系统处于制动状态时,对电机输送至变流器的电能进行升/降压处理;变流器5用于调控系统的驱动/制动状态,并实现输送电能的交直流变换;换向开关6用于在系统处于驱动/制动状态时,实现变压器的一次侧和二次侧分别与电机定子侧和变流器对接关系的交叉切换;

[0022] 所述储供电路由缓冲器8、充放电控制电路9和储供装置10以及信号检测电路B11组成;缓冲器8作为电能临时存储的储能器,用于在电机处于制动状态时,快速存储从变流器输送过来的电能,并将过多余量的电能通过充放电控制电路向储供装置转移,同时在电机处于驱动状态时,将快速将存储的电能输送到变流器并驱动电机运行;储供装置10用于在电机处于驱动状态时,通过充放电控制电路和调控电路向电机输送电能,并在电机处于制动状态时,接收电机通过调控电路和充放电控制电路反馈的电能;信号检测电路B11用于微处理器在对储供装置的充放电的电流进行控制时,向微处理器反馈储供电路的电压与电流信号;

[0023] 所述微处理器2用于实时接收电动车上与回收系统相连接整车控制系统当前的控制信号及信号检测电路A3与信号检测电路B11反馈的电压、电流信号,从而实现对变流器5、换向开关6、档位切换开关7和充放电控制电路9的工作状态的实时控制。

[0024] 本实施例中所述变压器4的每相绕组与相应的换向开关之间均装有档位切换开关7,档位切换开关7与微处理器2构成驱动控制连接。

[0025] 本实施例中所述电机为三相电机,所述变流器4由三相逆变电路12和电能回收控制器13组成;三相逆变电路12由三个单相逆变电路组成,每个逆变电路具有两个桥臂,每个桥臂均由带有反并联二极管的三极管、MOS管或IGBT管组成;电能回收控制器13由带有反并联二极管的三极管、MOS管或IGBT管组成,电能回收控制器13串联在三相逆变电路12的直流侧的正极端,三相逆变电路12的直流侧的负极端接地;所述换向开关6为双刀双掷开关,三相逆变电路的交流侧和电机的定子侧分别通过导线连接换向开关的两个动端,换向开关的两组不动端分别连接变压器的一次侧绕组与二次侧绕组;所述变流器4中各个三极管、MOS管或IGBT管的开断由微处理器实时控制。

[0026] 本实施例中所述缓冲器8为一超级电容器,超级电容器的负极接地,正极与电能回收控制器13中反并联二极管的正向输入端相连接;所述充放电控制电路9由用于充电控制的Boost升压电路和用于放电控制的三极管、MOS管或IGBT管组成,其中用于放电控制的三极管、MOS管或IGBT管对应与Boost升压电路的直流输入端与输出端构成反向并联,Boost升压电路的直流输入端与超级电容器的正极相连接,Boost升压电路的直流输出端与储供装置的正极相连接;所述储供装置10为铅酸电池组、镍氢电池组、锂电池组、太阳能电池组或燃料电池组。当本发明用于电机或起重机等不可移动的电力设备时,储供装置也可选用电网供电变换设备。

[0027] 本实施例中所述微处理器2实时接收的来自电动车上与回收系统相连接整车控制系统的控制信号包括整车的车速信号和整车当前所处的前进模式、后退模式、驻车模式的

信号以及整车上各个踏板的状态信号。

[0028] 本实施例中所述电机1为非感应电机,包括励磁电机、永磁电机、交流电机或直流电机;所述电机1按式样划分,包括同轴电机、轮毂电机或直线电机;所述电机1按相数划分,包括三相电机、两相电机或单相电机。

[0029] 本发明在具体使用时:当本发明(后面简称系统)处于驱动状态而驱动电机运行时,储供电路处于放电状态,由微处理器控制充放电控制回路处于放电状态,并控制换向开关的切换状态使得从储供电路输出的电能能够驱动电机工作,在此过程中,由微处理器控制变流器中各个开关器件的开关状态(微处理器控制三相逆变电路相应桥臂上的三极管、MOS管或IGBT管作周期性的开启与关断)及档位切换开关的状态,从而将来自储供电路的直流电转换为三相交流电,并将三相交流电输送至变压器。同时,信号检测电路A向微处理器反馈的电压与电流信号表征为档位切换开关当前的档位状态,然后由微处理器判断应该选择哪个档位,并达到不同比例的升/降压情况,从而根据电机产生对应的电压、电流,期间信号检测电路A始终由微处理器监控;

[0030] 在电机制动的过程中,由微处理器控制充放电控制回路由算法来选择在充电状态和放电状态之间切换。(1)当充放电控制回路处于放电状态时,微处理器控制换向开关使得缓冲器和储供装置输出的电能能够驱动电机反转,同样由微处理器控制变流器中各个开关器件的开关状态及档位切换开关的状态,从而将来自储供电路的直流电转换为三相交流电,并将三相交流电输送至变压器;同时,信号检测电路A向微处理器反馈的电压与电流信号表征档位切换开关当前的档位状态,然后由微处理器判断应该选择哪个档位,并达到不同比例的升/降压情况,从而根据电机产生对应的电压、电流,期间信号检测电路A始终由微处理器监控,从而实现对电机反转的控制,达到电机制动的目的。(2)当充放电控制回路处于充电状态时,微处理器控制换向开关使得电机制动时产生的能量能够转换为电能储存在缓冲器和储供装置中,在此过程中,由微处理器控制变流器中各个开关器件的开关状态及档位切换开关的状态,从而将从变压器输送过来的三相交流电,由变流器转换为直流电后储存在缓冲器和储供装置中。在制动过程中,上述两种状态会通过算法来选择切换,从而在制动的过程中将电机的机械能存在缓冲器和储供装置中,从而达到了节能的目的。

[0031] 参见图3,在图3中给出了电机运行过程中驱动与制动的总控制流程。首先,整车控制系统在向微处理器输入当前车速、前进、驻车、后退、驱动量、制动量等信息时,系统将这些信息结合电机当前的行驶状况发出指令,当输入信息为驻车信号时(包含驱动量和制动量),此时系统采用最大制动量制动;当输入信息为驻车信号的同时只有制动量时,根据给定的制动量制动;当输入信息为前进信号时,若此时电机速度 $V < 0$,则采取紧急制动,此时制动量为最大值;当输入信息为后退信号时,若此时电机速度 $V > 0$,采取紧急制动,制动量为最大值;若输入信息中驱动量和制动量同时为0时,系统将给定一定制动量制动,当电机处于制动时,系统进入电机制动过程子程序,根据给定制动量,当前车速并加历史量通过PID算法计算出实际的电子档位及PWM值并实施;若输入驱动量不为0而制动量为0时,根据给定的是前进还是后退信号,启用前进或者后退模式,若当前速度小于给定驱动量速度时,电机继续增加驱动,当速度大于给定驱动量速度时,电机将算出给定制动量并开始制动,从而达到与给定的驱动量速度相等,系统进入电机驱动过程子程序,根据给定驱动量,将车速并加历史量通过PID算法计算出实际的电子档位及PWM值并实施。

[0032] 参见图4,在图4中给出了电机在制动过程中的具体控制流程。当微处理器计算出电机的制动量后,读取当前车速和历史量,由驱动量电流根据缓冲器电压、反电动势及升压比算出档位及PWM值,微处理器实施升压1档、2档、3档、4档等以及下组短路法和驻车制动这几种模式,启动占空比,判断当前车速是否为0,若为0,启动驻车模式。

[0033] 参见图5,在图5中给出了电机在驱动过程中的具体控制流程。当微处理器计算出电机的驱动量后,读取当前车速和历史量,根据PID算法算出驱动量电流,驱动量电流根据缓冲器电压、反电动势及升压比算出档位及PWM值,系统实施降压1档、升压1档、2档、3档、4档等这几种模式,然后启动占空比,开始驱动。

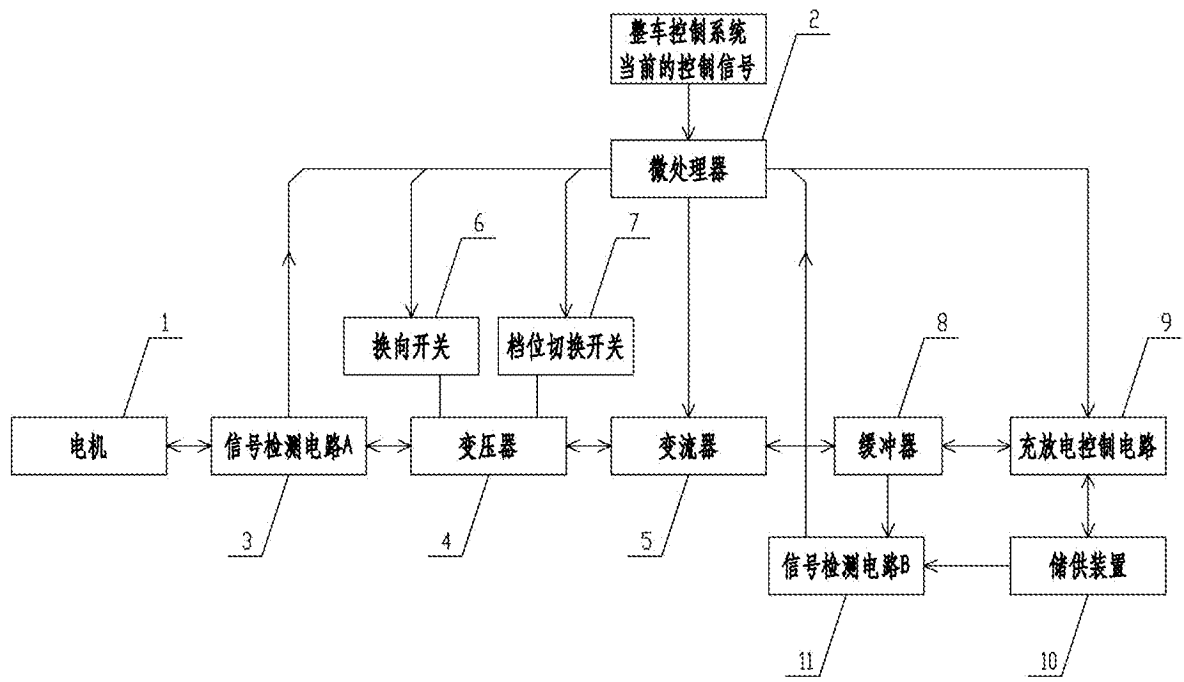


图1

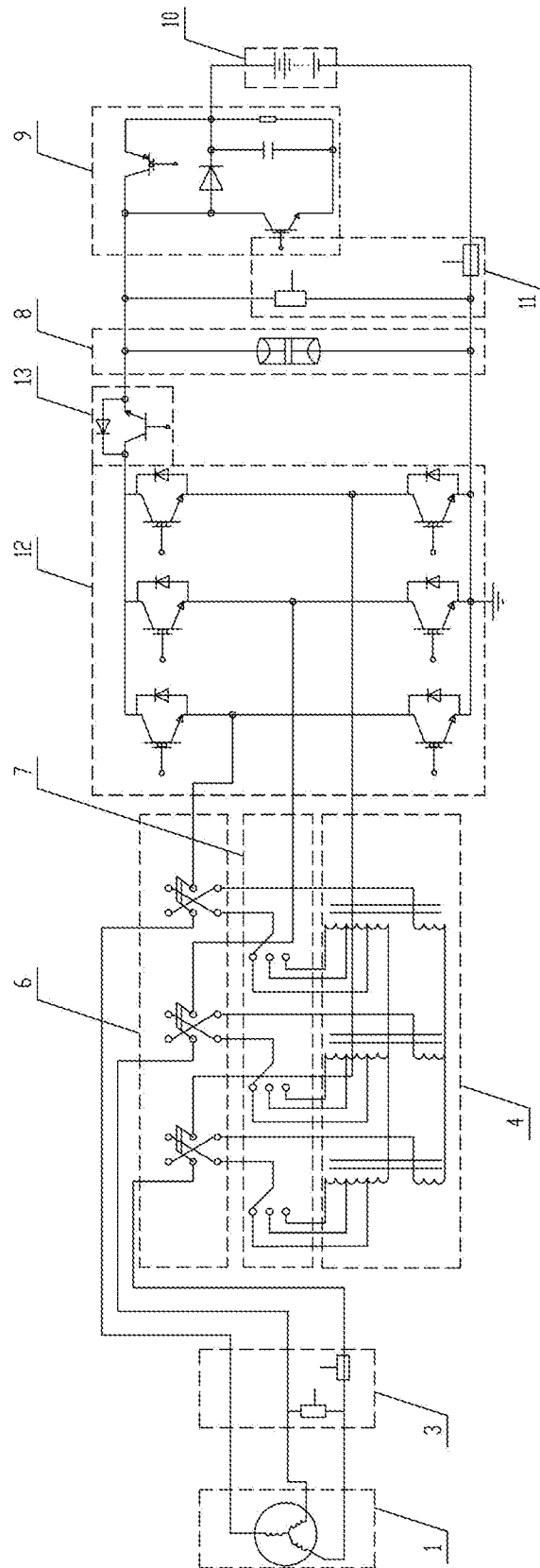


图2

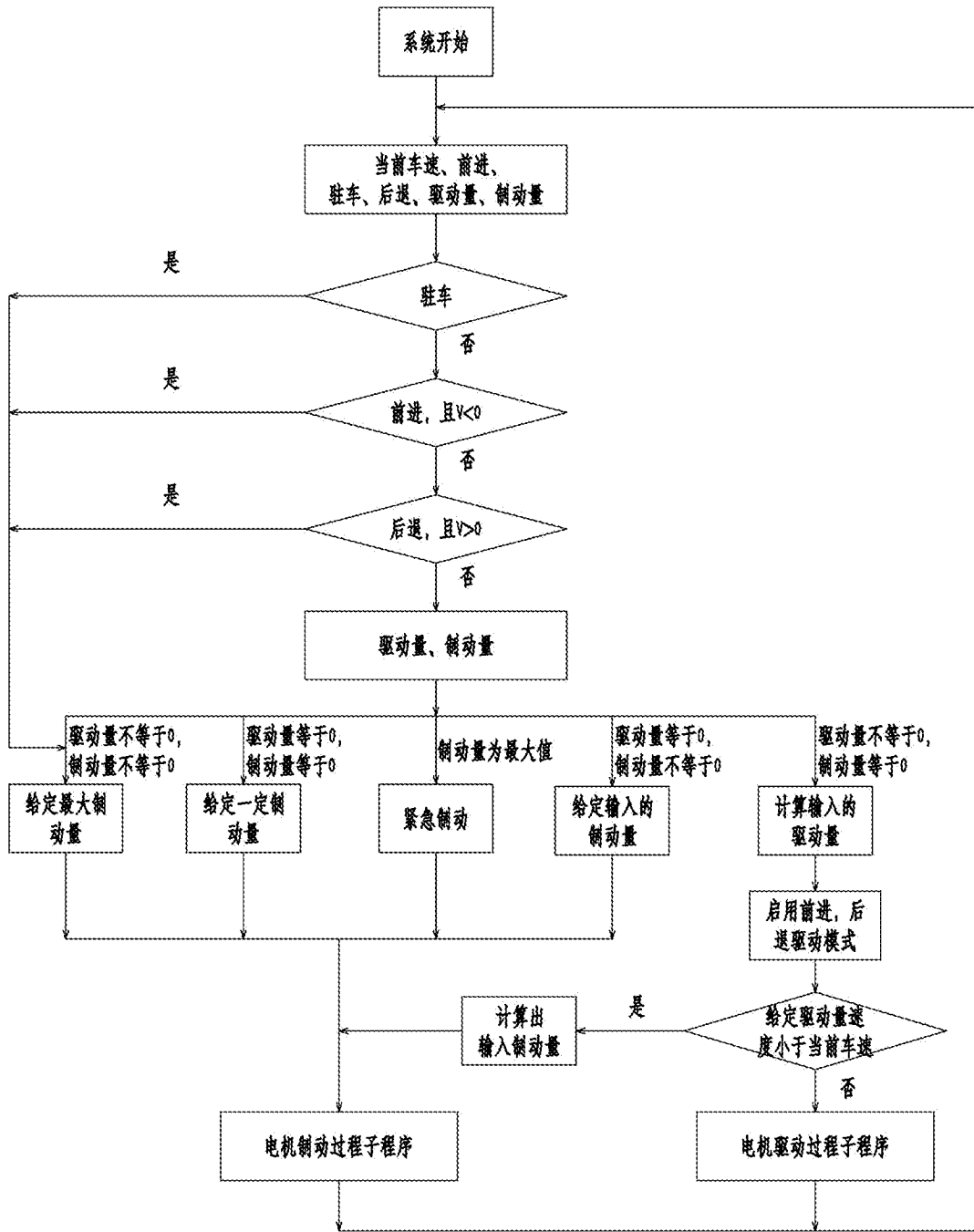


图3

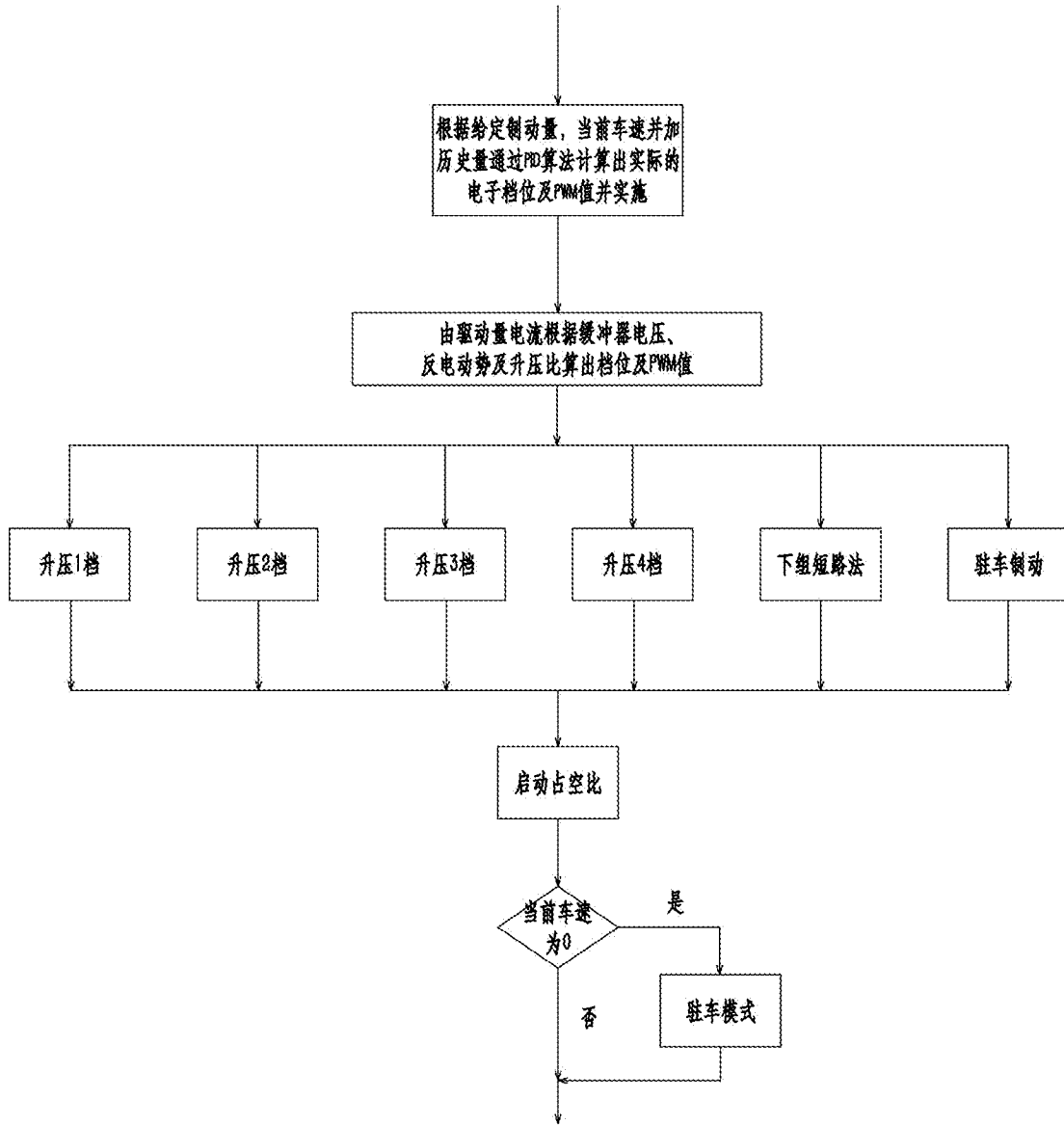


图4

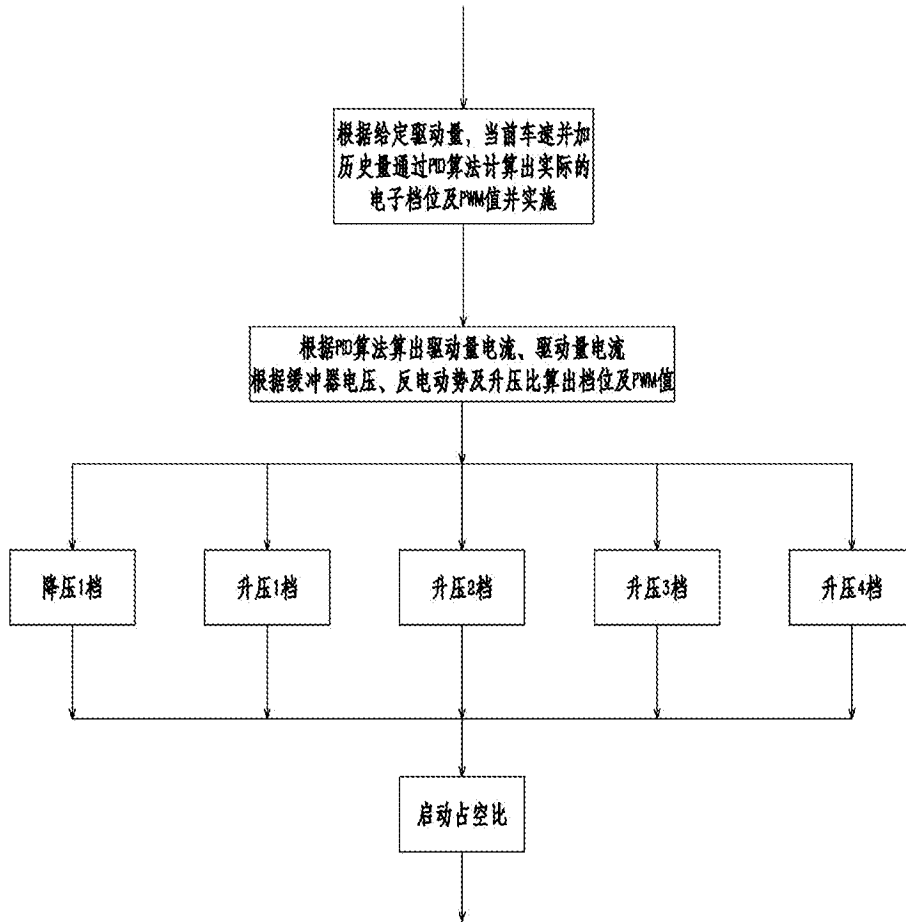


图5