



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102931901 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201210428138. 2

CN 1195921 A , 1998. 10. 14,

(22) 申请日 2012. 10. 31

EP 2262103 A1 , 2010. 12. 15,

(73) 专利权人 奇瑞汽车股份有限公司

茅靖峰等. 混合动力汽车用开关磁阻电机发电运行. 《微特电机》. 2005, (第 12 期),

地址 241009 安徽省芜湖市经济技术开发区
长春路 8 号

审查员 赵兴帮

(72) 发明人 蔡交明 罗晓 王璞 陈立冲
王金磊

(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 张小虹

(51) Int. Cl.

H02P 9/00(2006. 01)

H02J 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102710000 A , 2012. 10. 03,

CN 1181657 A , 1998. 05. 13,

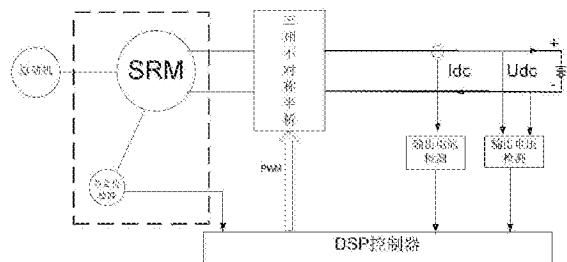
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种开关磁阻电机发电控制系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种开关磁阻电机发电控制系统及其控制方法,包括开关磁阻电机,功率变换器,输出电流检测电路,输出电压检测电路,DSP控制器及电池负载,其中,所述开关磁阻电机连接原动机和蓄电池,其用于将原动机的机械能转换为电能,并向蓄电池充电从而存储能量;所述功率变换器设置在开关磁阻电机和蓄电池之间,用于功率变换;所述输出电流检测电路搭载在蓄电池上,并连接至DSP控制器,其用于检测蓄电池的输出电流;所述输出电压检测电路搭载在蓄电池上,并连接至DSP控制器,其用于检测蓄电池的输出电压;所述DSP控制器采样电流、电压、位置信号,计算出PWM信号,并对功率变换电路进行控制。



1. 一种开关磁阻电机发电控制系统的控制方法,其特征在于,开关磁阻电机发电控制系统包括开关磁阻电机,功率变换器,输出电流检测电路,输出电压检测电路,DSP 控制器及电池负载,其中,所述开关磁阻电机为一个 12/8 极的三相开关磁阻电机,其由原动机带动,连接原动机和蓄电池,其用于将原动机的机械能转换为电能,并向蓄电池充电从而存储能量;所述功率变换器设置在开关磁阻电机和蓄电池之间,用于功率变换;所述输出电流检测电路搭载在蓄电池上,并连接至 DSP 控制器,其用于检测蓄电池的输出电流;所述输出电压检测电路搭载在蓄电池上,并连接至 DSP 控制器,其用于检测蓄电池的输出电压;所述 DSP 控制器采样电流、电压、位置信号,计算出 PWM 信号,并对功率变换电路进行控制;所述蓄电池的两端并联有大滤波电容,励磁和电枢公用一套线圈,励磁和发电过程采用周期性分时控制;其发电主电路采用不对称半桥的拓扑结构,由相互独立的 6 个开关管和 6 个二极管组成,三相不对称半桥拓扑结构的三相电路拓扑结构相同,其中每一相中都由开关磁阻电机相绕组的一端经过一个开关管接到蓄电池的负极,相绕组的另一端经过一个开关管接到蓄电池源的正极,绕组两端到蓄电池正负极各接一个二极管;采用如下步骤:(1) 设置位置闭环;(2) 根据位置传感器测量出的位置信号,算成转子的位置,得到每次控制的开通角和关断角;(3) 根据母线上反馈的电流或电压值和给定值计算出需要的占空比;(4) 结合开通角和关断角和占空比,由 PWM 生成器生成控制信号;(5) 控制开关管做开通关断动作,确保输出的电流或电压值稳定;当蓄电池的 SOC 过低时,采用恒流充电,控制方式采用输出电流闭环的方式:由电流传感器采集实时充电电流 I_{dc} ,与给定的 I_{ref} 进行比较,由比较的差值经过 PI 调节器,算出本次调节所需要的占空比 D ,同时,由位置传感器得到位置信号,算出开通角和关断角,PWM 生成器根据占空比 D 、开通角和关断角生成六路 PWM 信号,控制三相不对称半桥开通与关断,实现恒流输出,恒流为蓄电池充电;当蓄电池的 SOC 达到预设值时,切换充电方式为恒压充电,控制方式切换为输出电压闭环的方式:由电压传感器采集实时母线电压 U_{dc} ,与给定的 U_{ref} 进行比较,由比较的差值经过 PI 调节器,算出本次调节所需要的占空比 D ,同时,由位置传感器得到位置信号,算出开通角和关断角,PWM 生成器根据占空比 D 、开通角和关断角生成六路 PWM 信号,控制三相不对称半桥开通与关断,实现恒压输出,恒压为蓄电池充电。

2. 如权利要求 1 所述开关磁阻电机发电控制系统的控制方法,其特征在于,根据蓄电池充电曲线,在蓄电池电量过低时采用电流闭环控制方式,确保系统恒流向蓄电池充电;当蓄电池电量达到一定程度时,切换控制方式,采用电压闭环控制方式,系统恒压向蓄电池充电。

3. 如权利要求 1 所述开关磁阻电机发电控制系统的控制方法,其特征在于,开关磁阻电机发电控制系统还包括位置传感器,其分别连接至开关磁阻电机和 DSP 控制器,用于测量位置信号。

4. 如权利要求 1 所述的开关磁阻电机发电控制系统的控制方法,其特征在于,所述功率变换器由一个三相不对称半桥拓扑结构组成。

一种开关磁阻电机发电控制系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种开关磁阻电机发电控制系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 开关磁阻电机转子上没有绕组和磁钢,结构简单、机械强度高,可靠性高,制造成本低,转动惯量小,绕组都在集中定子上,易于冷却。

[0003] 开关磁阻电机各相绕组和磁路都互相独立,各自产生电磁转矩,各自独立工作。而且转矩方向与电机绕组中的电流方向无关,电流只需单向就能满足转矩需要,因此开关磁阻电机不会出现开关管直通现象,可靠性高,容错性强。

[0004] 开关磁阻电机在控制上可控参数非常多,控制方式非常灵活,运行效率高,可根据不同的需要选择不同的控制方法。开关磁阻电机可以实现四象限运行,因此开关磁阻电机可以用作汽车、飞机上起发电机使用,在汽车或飞机正常运行时,给车载或机载蓄电池充电,同时也可以给用电设备供电。

发明内容

[0005] 本发明在开关磁阻电机驱动原理上,针对开关磁阻电机作为发电机,在汽车等交通工具正常工作时对蓄电池充电,提出了一种新型控制策略,用以解决开关磁阻电机发电运行时的控制需求,同时可以提高蓄电池的使用寿命。

[0006] 本发明采用两种闭环控制系统:根据蓄电池充电曲线,在蓄电池电量过低时采用电流闭环控制方式,确保系统恒流向蓄电池充电;当蓄电池电量达到一定程度时,切换控制方式,采用电压闭环控制方式,系统恒压向蓄电池充电。开关管采用脉宽调制 PWM 的控制方式,通过调节 PWM 的占空比,可以有效的控制输出的大小。

[0007] 具体技术方案如下:

[0008] 一种开关磁阻电机发电控制系统,包括开关磁阻电机,功率变换器,输出电流检测电路,输出电压检测电路,DSP 控制器及电池负载,其中,所述开关磁阻电机连接原动机和蓄电池,其用于将原动机的机械能转换为电能,并向蓄电池充电从而存储能量;所述功率变换器设置在开关磁阻电机和蓄电池之间,用于功率变换;所述输出电流检测电路搭载在蓄电池上,并连接至 DSP 控制器,其用于检测蓄电池的输出电流;所述输出电压检测电路搭载在蓄电池上,并连接至 DSP 控制器,其用于检测蓄电池的输出电压;所述 DSP 控制器采样电流、电压、位置信号,计算出 PWM 信号,并对功率变换电路进行控制。

[0009] 进一步地,还包括位置传感器,其分别连接至开关磁阻电机和 DSP 控制器,用于测量位置信号。

[0010] 进一步地,所述功率变换器由一个三相不对称半桥拓扑结构组成。

[0011] 进一步地,所述开关磁阻电机为一个 12/8 极的三相开关磁阻电机,其由原动机带动。

[0012] 进一步地,其发电主电路采用不对称半桥的拓扑结构,由相互独立的 6 个开关管

和 6 个二极管组成。

[0013] 进一步地,三相不对称半桥拓扑结构的三相电路拓扑结构相同,其中每一相中都由开关磁阻电机相绕组的一端经过一个开关管接到蓄电池的负极,相绕组的另一端经过一个开关管接到蓄电池源的正极,绕组两端到蓄电池正负极各接一个二极管。

[0014] 进一步地,蓄电池的两端并联有大滤波电容,励磁和电枢公用一套线圈,励磁和发电过程采用周期性分时控制。

[0015] 上述开关磁阻电机发电控制系统的控制方法,采用如下步骤:

[0016] (1) 设置位置闭环;

[0017] (2) 根据位置传感器测量出的位置信号,算成转子的位置,得到每次控制的开通角和关断角;

[0018] (3) 根据母线上反馈的电流或电压值和给定值计算出需要的占空比;

[0019] (4) 结合开通角和关断角和占空比,由 PWM 生成器生成控制信号;

[0020] (5) 控制开关管做开通关断动作,确保输出的电流或电压值稳定。

[0021] 进一步地,根据蓄电池充电曲线,在蓄电池电量过低时采用电流闭环控制方式,系统恒流向蓄电池充电;当蓄电池电量达到一定程度时,切换控制方式,采用电压闭环控制方式,系统恒压向蓄电池充电。

[0022] 进一步地,当蓄电池的 SOC 过低时,采用恒流充电,控制方式采用输出电流闭环的方式:由电流传感器采集实时充电电流 I_{dc} ,与给定的 I_{ref} 进行比较,由比较的差值经过 PI 调节器,算出本次调节所需要的占空比 D ,同时,由位置传感器得到位置信号,算出开通角和关断角,PWM 生成器根据占空比 D 、开通角和关断角生成六路 PWM 信号,控制三相不对称半桥开通与关断,实现恒流输出,恒流为蓄电池充电;当蓄电池的 SOC 达到预设值时,切换充电方式为恒压充电,控制方式切换为输出电压闭环的方式:由电压传感器采集实时母线电压 U_{dc} ,与给定的 U_{ref} 进行比较,由比较的差值经过 PI 调节器,算出本次调节所需要的占空比 D ,同时,由位置传感器得到位置信号,算出开通角和关断角,PWM 生成器根据占空比 D 、开通角和关断角生成六路 PWM 信号,控制三相不对称半桥开通与关断,实现恒压输出,恒压为蓄电池充电。

[0023] 一种开关磁阻电机发电控制系统,开关磁阻电机在原动机带动下将原动机的机械能转换为电能,向蓄电池充电,存储能量。其主要的部分包括一个 12/8 极的三相开关磁阻电机,一个三相不对称半桥拓扑结构组成的功率变换器、输出电压检测电路、输出电流检测电路、DSP 控制器和位置检测电路。该控制系统既可以做发电系统,也可以做驱动系统;三相不对称半桥由六个开关管和六个二极管构成,三相电路拓扑结构相同,其中每一相中都由开关磁阻电机相绕组的一端经过一个开关管接到蓄电池的负极,相绕组的另一端同样经过一个开关管接到蓄电池源的正极,同时在绕组两端到蓄电池正负极各接一个二极管;并且在蓄电池的两端并联大滤波电容。由于开关磁阻电机只有一个线圈,励磁和电枢公用一套线圈,其励磁和发电过程必须采用周期性分时控制。

[0024] 本发明还提供一种开关磁阻电机发电控制方式,采用两种闭环控制系统:根据蓄电池充电曲线,在蓄电池电量过低时采用电流闭环控制方式,确保系统恒流向蓄电池充电;当蓄电池电量达到一定程度时,切换控制方式,采用电压闭环控制方式,系统恒压向蓄电池充电。为确保能够恒流和恒压的给蓄电池充电,开关管采用脉宽调制 PWM 的控制方式,固定

PWM 周期,根据输出电流电压和给定之间的差值,经过 PI 调节,算出需要调节的占空比 D,再由 PWM 生成模块根据开通角和关断角生成 PWM 控制信号。

[0025] 本发明设有位置闭环,根据位置传感器测量出的位置信号,算成转子的位置,得到每次控制的开通角和关断角,根据母线上反馈的电流或电压值和给定值计算出需要的占空比,结合开通角和关断角和占空比,由 PWM 生成器生成控制信号,控制开关管做开通关断动作,从而确保输出的电流或电压值稳定。

[0026] 与目前现有技术相比,本发明利用开关磁阻电机作为发电机,根据蓄电池电量切换控制方法,对蓄电池采用低电量恒流、电量一定时恒压的两段式充电方式,可以减小对蓄电池的损害,增加蓄电池的使用寿命。

附图说明

[0027] 图 1 本发明开关磁阻电机发电系统结构图。

[0028] 图 2 本发明开关磁阻电机发电主电路拓扑结构图。

[0029] 图 3 本发明开关磁阻电机发电系统控制原理图。

具体实施方式

[0030] 下面根据附图对本发明进行详细描述,其为本发明多种实施方式中的一种优选实施例。

[0031] 本发明的开关磁阻电机发电系统的结构图如图 1 所示,由图可以看出系统由开关磁阻电机、三相不对称半桥、输出电流检测、输出电压检测、DSP 控制器及电池负载等几部分组成。

[0032] 如图 2 所示为本发明开关磁阻电机发电主电路拓扑结构图。本发明采用的是不对称半桥的拓扑结构,该结构由 6 个开关管和 6 个二极管组成,相相间相互独立,不受其他相影响,也不会出现上线桥臂直通的风险,同时该拓扑结构的相数可以根据电机的相数的多少任意扩展,非常灵活。

[0033] 本发明结合蓄电池的充电曲线,将蓄电池的充电状态分为两段,并采用两种闭环控制系统:在蓄电池电量过低时采用电流闭环控制方式,确保系统恒流向蓄电池充电;当蓄电池电量达到一定程度时,切换控制方式,采用电压闭环控制方式,系统恒压向蓄电池充电。开关管采用脉宽调制 PWM 的控制方式,通过调节 PWM 的占空比 D,可以有效的控制输出的大小。

[0034] 当蓄电池的 SOC 过低时,这时采用恒流充电,控制方式采用输出电流闭环的方式:由电流传感器采集实时充电电流 I_{dc} ,与给定的 I_{ref} 进行比较,由比较的差值经过 PI 调节器,算出本次调节所需要的占空比 D,同时,位置传感器得到位置信号,算出开通角和关断角,PWM 生成器由占空比 D、开通角和关断角生成六路 PWM 信号,控制三相不对称半桥开通与关断,实现恒流输出,恒流为蓄电池充电。

[0035] 同样,当蓄电池的 SOC 达到一定值时,切换充电方式为恒压充电,控制方式切换为输出电压闭环的方式:由电压传感器采集实时母线电压 U_{dc} ,与给定的 U_{ref} 进行比较,由比较的差值经过 PI 调节器,算出本次调节所需要的占空比 D,同时,位置传感器得到位置信号,算出开通角和关断角,PWM 生成器由占空比 D、开通角和关断角生成六路 PWM 信号,控制

三相不对称半桥开通与关断,实现恒压输出,恒压为蓄电池充电。

[0036] 本发明的 PWM 控制方式采用两个开关管同时开通和关断的控制方式。控制原理图如图 3 所示,这些控制方式都是在 DSP 控制器中实现。

[0037] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种改进,或未经改进直接应用于其它场合的,均在本发明的保护范围之内。

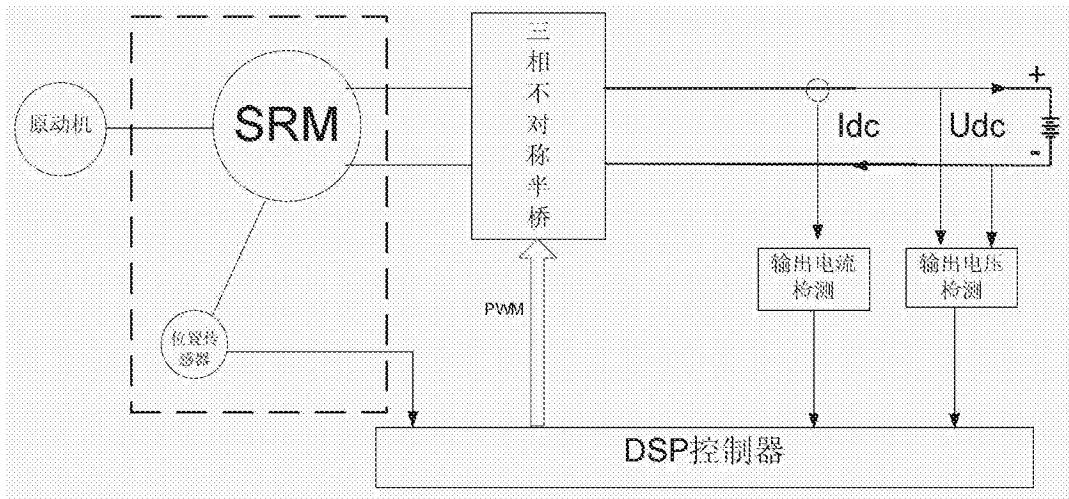


图 1

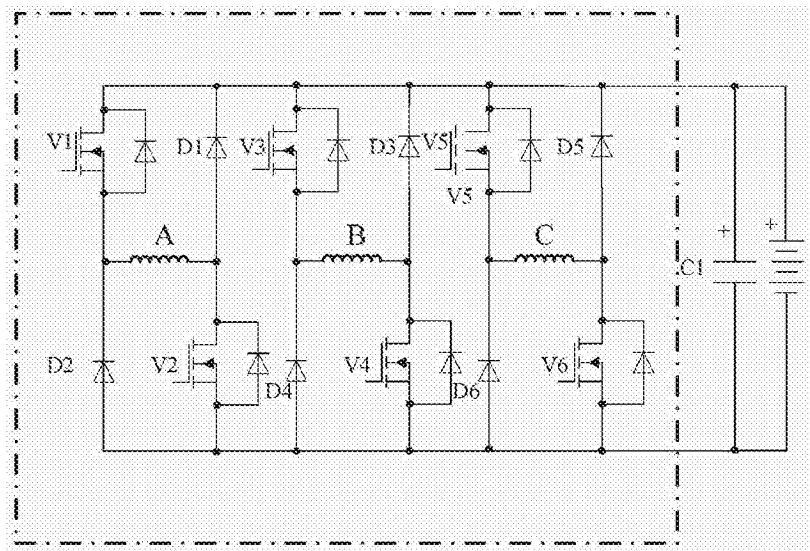


图 2

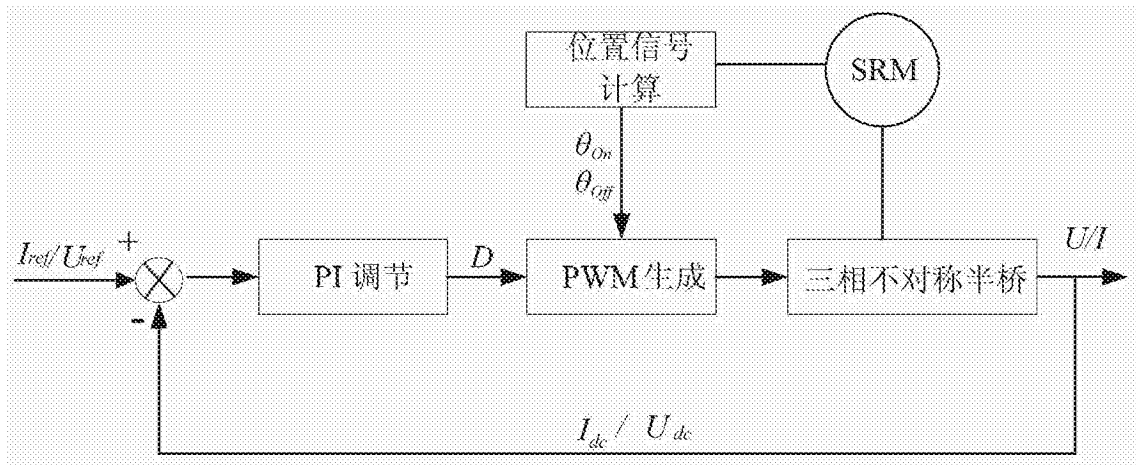


图 3