



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203761056 U

(45) 授权公告日 2014. 08. 06

(21) 申请号 201320516180. X

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2013. 08. 22

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

专利权人 山东电力集团公司济宁供电公司

(72) 发明人 王彦良 金立军 魏然 陈晓红

周科 刘宗杰 王一飞 郑凯

张磊 尚鹏 孙浩

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限

公司 37221

代理人 张勇

(51) Int. Cl.

H02J 3/32(2006. 01)

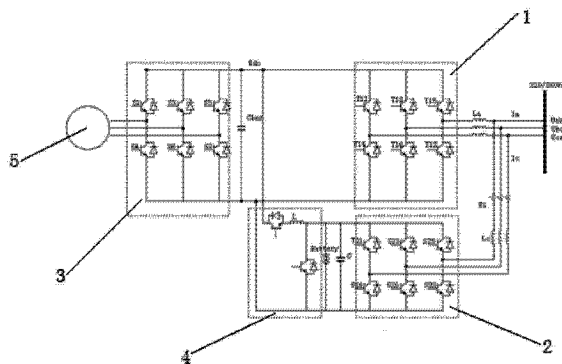
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

基于电池储能的风力发电机电能质量控制器

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于电池储能的风力发电机电能质量控制器,它包括:两个并联的逆变器 I 和逆变器 II,所述逆变器 I 和逆变器 I 的三相交流侧依次经滤波电感、接触器并接于电网三相进线端,所述逆变器 I 和逆变器 II 的直流侧接直流母线;并联于逆变器 II 两侧的储能电池组,双向 DC/DC 变换器和控制电路,并公开了一种控制方法,本实用新型采用独立的对风力发电机输出功率波动和谐波进行补偿,精确控制风力发电机输出的电能质量;借助直流母线,共用储能电池,减少电池容量冗余,本实用新型通过 PI 控制平抑风力发电机能量输出的波动,同时对电池组充、放电进行控制,响应速度快。



1. 一种基于电池储能的风力发电机电能质量控制器,其特征是,它包括:

两个并联的逆变器 I 和逆变器 II,所述逆变器 I 和逆变器 II 的三相交流侧依次经滤波电感、接触器并接于电网三相进线端,所述逆变器 I 和逆变器 II 的直流侧接直流母线,两个并联的逆变器 I 和逆变器 II 组成了谐波补偿装置;

储能电池组:并联于逆变器 II 的两侧;

双向 DC/DC 变换器:并联在所述储能电池组的两侧,直流侧接直流母线;

控制电路:控制电路包括 DSP 控制器,DSP 控制器通过相应的驱动电路分别与并联的逆变器 I、逆变器 II 和双向 DC/DC 变换器连接,所述 DSP 控制器通过相应的信号调理电路分别与霍尔电压传感器和霍尔电流传感器连接,所述 DSP 控制器还与接触器连接。

2. 如权利要求 1 所述一种基于电池储能的风力发电机电能质量控制器,其特征是,所述逆变器 I 和逆变器 II 均由三组绝缘双极型晶体管反并联二极管模块构成的三相全控桥组成。

3. 如权利要求 1 所述一种基于电池储能的风力发电机电能质量控制器,其特征是,所述双向 DC/DC 变换器包括两个绝缘栅双极型晶体管反并联二极管构成的模块,该模块之间设有储能电感。

4. 如权利要求 1 所述一种基于电池储能的风力发电机电能质量控制器,其特征是,所述逆变器 I 的直流侧还与 DC/DC 变换器连接,DC/DC 变换器与风力发电机连接,逆变器 I 两侧并联由电容 C。

基于电池储能的风力发电机电能质量控制器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种风力发电机电能质量控制器,尤其涉及一种基于电池储能的风力发电机电能质量控制器。

背景技术

[0002] 风力发电在电力系统中所占的比重日益增加,我国风力资源丰富的地区多分布于电网相对薄弱的中西部,大量风电机组的并网给现有电力系统的正常运行带来极大的挑战。由于风能的能量密度低、随机性和不稳定性等特点,给大型风力发电机组的并网控制带来困难。

[0003] 风力发电机的能量具有很大的波动性和不确定性,这一特点极易造成配电网电压跌落、闪变,甚至短时供电中断。同时,大部分风力发电机不能直接提供 50Hz 交流电能输出,需经电力电子器件进行电能形式变化后接入电网,这样可能会向电网注入大量谐波电流,增加了电网中发生谐振的可能性,严重威胁供配电系统的稳定与安全运行。因此,考虑配电网安全和用户需求,必须综合研究风力发电机对配电网电能质量的众多影响因素,对风力发电机并网处注入电能的质量进行控制,这主要集中在电压波动和谐波两方面。

[0004] 为了减小风力发电机能量输出的波动性,一般通过储能电池与风力发电机进行互补来实现,主要在交流侧进行控制,各系统完全独立,硬件成本高,协调控制复杂。特别是考虑到分布式电源和负荷所具有的分散性,以及不同类型的分布式电源与储能装置的不同组合方式时,其不同控制策略的协调和切换尤为复杂,不易实现。

[0005] 对于谐波的控制,常利用有源滤波器和无源滤波器。有源滤波器利用电容组,针对特定次谐波的平抑效果很好,但是无法应对谐波的动态变化。有源滤波器能大大弥补无源滤波器的不足,但是需要另外加装补偿设备和电源,费用较高,资源投入大,不利于风力发电的推广。

实用新型内容

[0006] 为了减小风力发电机能量输出的波动性和实现对谐波的控制,本实用新型采用如下技术方案:

[0007] 一种基于电池储能的风力发电机电能质量控制器,它包括:

[0008] 两个并联的逆变器 I 和逆变器 II,所述逆变器 I 和逆变器 I 的三相交流侧依次经滤波电感、接触器并接于电网三相进线端,所述逆变器 I 和逆变器 II 的直流侧接直流母线,两个并联的逆变器 I 和逆变器 II 组成了谐波补偿装置;

[0009] 储能电池组;并联于逆变器 II 的两侧;

[0010] 双向 DC/DC 变换器;并联在所述储能电池组的两侧,直流侧接直流母线;

[0011] 控制电路;控制电路包括控制器,控制器通过相应的驱动电路分别与并联的逆变器 I、逆变器 II 和双向 DC/DC 变换器连接,所述控制器通过相应的信号调理电路分别与霍尔电压传感器和霍尔电流传感器连接,所述控制器还与接触器连接。

[0012] 所述逆变器 I 和逆变器 II 均由三组绝缘双极型晶体管反并联二极管模块构成的三相全控桥组成。

[0013] 所述双向 DC/DC 变换器包括两个绝缘栅双极型晶体管反并联二极管构成的模块,该模块之间设有储能电感。

[0014] 所述逆变器 I 的直流侧还与 DC/DC 变换器连接,DC/DC 变换器与风力发电机连接,逆变器 I 两侧并联由电容 C。

[0015] 所述控制器为 DSP 控制器。

[0016] 本实用新型的有益效果:本实用新型采用独立的对风力发电机输出功率波动和谐波进行补偿,精确控制风力发电机输出的电能质量;借助直流母线,共用储能电池,减少电池容量冗余,本实用新型通过 PI 控制平抑风力发电机能量输出的波动,同时对电池组充、放电进行控制,响应速度快。

附图说明

[0017] 图 1 为风力发电机电能质量控制框图;

[0018] 图 2 为 DC/DC 变换器控制原理图;

[0019] 图 3 为谐波补偿装置控制原理图;

[0020] 图 4 为控制电路原理图。

[0021] 其中,1. 逆变器 I,2. 逆变器 II,3. DC/DC 变换器,4. 双向 DC/DC 变换器,5. 风力发电机,6. 控制器,7. 接触器,8. 驱动电路,9. 信号调理电路,10. 霍尔电流传感器,11. 霍尔电压传感器,12. 并联逆变器。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图与实施例对本实用新型作进一步说明。

[0023] 如图 1、图 4 所示,一种基于电池储能的风力发电机电能质量控制器,它包括:

[0024] 两个并联的逆变器 I1 和逆变器 II2,所述逆变器 I1 和逆变器 II2 的三相交流侧依次经滤波电感、接触器并接于电网三相进线端,所述逆变器 I1 和逆变器 II2 的直流侧接直流母线,两个并联的逆变器 I1 和逆变器 II2 组成了谐波补偿装置;

[0025] 并联于逆变器 II2 两侧的储能电池组;

[0026] 双向 DC/DC 变换器 4:并联在所述储能电池组的两侧,直流侧接直流母线;

[0027] 控制电路:控制电路包括控制器 6,控制器 6 通过相应的驱动电路 8 分别与并联逆变器 12 和双向 DC/DC 变换器 4 连接,所述控制器 6 通过相应的信号调理电路 9 分别与霍尔电压传感器 11 和霍尔电流传感器 10 连接,所述控制器 6 还与接触器 7 连接,并联逆变器 12 为并联的逆变器 I1 和逆变器 II2。

[0028] 所述逆变器 I1 和逆变器 II2 均由三组绝缘双极型晶体管反并联二极管模块构成的三相全控桥组成。

[0029] 所述双向 DC/DC 变换器 4 包括两个绝缘栅双极型晶体管反并联二极管构成的模块,该模块之间设有储能电感。

[0030] 所述逆变器 I1 的直流侧还与 DC/DC 变换器 3 连接,DC/DC 变换器 3 与风力发电机 5 连接,逆变器 I1 两侧并联由电容 C。

[0031] 所述控制器 6 为 DSP 控制器。

[0032] 图 2 所示为 DC/DC 变换器控制原理图；图中风力发电机 5 输出的有功功率为 P_G ，经一阶低通滤波器得到并网平均有功功率参考值 $P_{\#}^*$ ，即：

$$[0033] \quad P_{\#}^* = P_G \frac{1}{1 + sT}$$

[0034] 其中时间常数为 T，s 为复参数。 $P_{\#}^*$ 与并网参考有功功率 P_T 的偏差通过 PI 调节器得到双向 DC/DC 变换器 4 的调制电流参考值 i_1^* ，即：

$$[0035] \quad i_1^* = -(k_{p1} + \frac{k_{i1}}{s})(P_{\#}^* - P_T), \quad k_{p1} \text{ 为比例系数, } k_{i1} \text{ 为积分系数, } s \text{ 为复参数};$$

[0036] i_1^* 与储能电池组输出电流 i_1 进行比较再通过电流 PI 调节器得到双向 DC/DC 变换器 4 占空比控制量 d_1 ，最终通过 PWM 脉冲发生器实现对双向 DC/DC 变换器 4 的控制。

[0037] 图 2 中， k_{p2} 为比例系数， k_{i2} 为积分系数，s 为复参数。

[0038] 图 3 所示为谐波补偿装置控制原理图，最终生成谐波补偿电流 i_c 的三项控制信号 i_{ca} 、 i_{cb} 、 i_{cc} 。图中 i_{La} 、 i_{Lb} 、 i_{Lc} 是电池储能系统并联接入点处的三相负荷电流，其谐波成分 i_{Lha} 、 i_{Lhb} 、 i_{Lhc} 的检测采用基于瞬时无功理论的 dq0 检测法。使用与并网点处 a 相电压 u_{sa} 同相位的正余弦信号，检测结果不会受电压波形畸变的影响，且具有很好的实时性。将 abc 坐标系下的三相负荷电流 i_{La} 、 i_{Lb} 、 i_{Lc} 变换到 dq0 坐标系下的 d 轴、q 轴和 0 轴电流 i_d 、 i_q 、 i_0 的转换矩阵为：

$$[0039] \quad C_{dq0} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \omega t & \cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi) & \cos(\omega t + \frac{2}{3}\pi) \\ -\sin \omega t & -\sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi) & -\sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi) \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}$$

[0040] 将 i_d 、 i_q 通过低通滤波器后可提取得到直流成分，并与原电流相减得到交流成分 \tilde{i}_d 、 \tilde{i}_q ，作为谐波电流补偿信号的参考值。 \tilde{i}_d 、 \tilde{i}_q 与谐波补偿装置输出功率的电流参考值 i_{df} 、 i_{qf} 预算后得到实际输出电流参考值 i_{dr} 、 i_{qr} ； i_{df} 、 i_{qf} 可由输出有功参考功率 P_{ref} 和无功参考功率 Q_{ref} 经过运算后得出， P_{ref} 和 Q_{ref} 可由下式得出：

$$[0041] \quad Q_{ref} = 0$$

$$[0042] \quad P_{ref} = \begin{cases} 0 & P_{req} \leq P \\ P_{req} - P & P_{req} > P \end{cases}$$

[0043] 其中 P_{req} 为电网需要风力发电机输出的有功功率，P 为风力发电机实际输出的有功功率。最终 i_{dr} 、 i_{qr} 经过反变换

$$[0044] \quad C_{dq0}^{-1} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \omega t & -\sin \omega t & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \cos(\omega t - \frac{2}{3}\pi) & -\sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi) & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \cos(\omega t + \frac{2}{3}\pi) & -\sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi) & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}$$

[0045] 得到 abc 坐标下并联逆变器补偿电流的指令信号 i_{ca} 、 i_{cb} 、 i_{cc} 。

[0046] 如图 4 所示为控制电路原理图。电信号采集电路由多路霍尔传感器和信号调理电路组成,可实时采集监测点处的电压、电流信息。控制器 6 负责对采集的电压、电流信号进行处理,通过图 2、图 3 所示算法获得并联逆变器 12 和双向 DC/DC 变换器 4 的控制信号,最终通过 驱动电路 8 对并联逆变器 12 和双向 DC/DC 变换器 4 进行控制,实现调控风力发电机输出电能质量的功能。可以对调控指标和控制参数进行设定。

[0047] 上述虽然结合附图对本实用新型的具体实施方式进行了描述,但并非对本实用新型保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本实用新型的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本实用新型的保护范围以内。

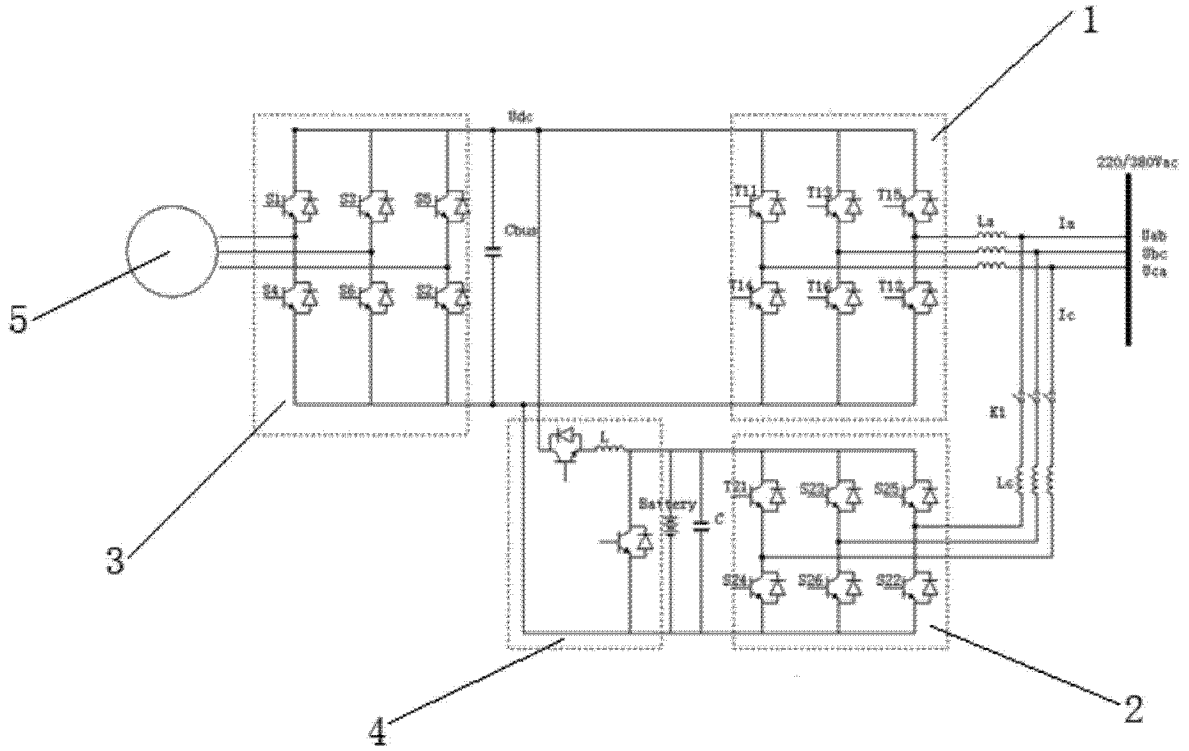


图 1

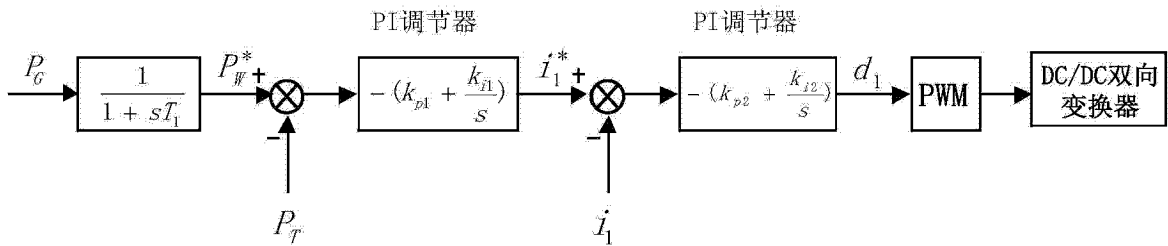


图 2

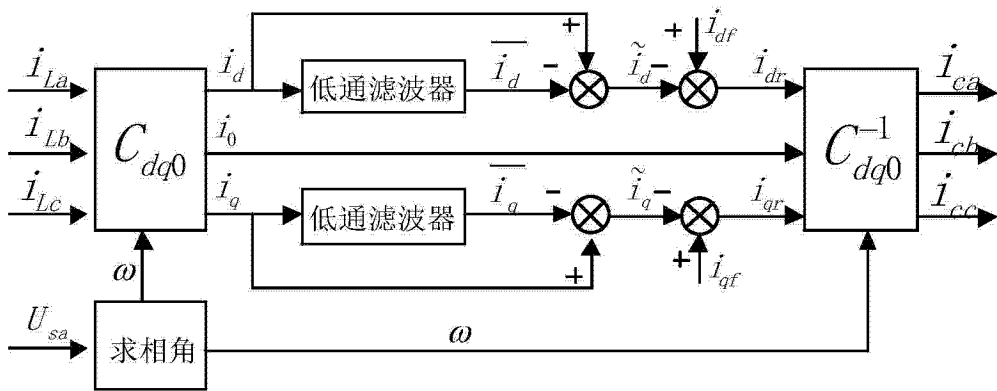


图 3

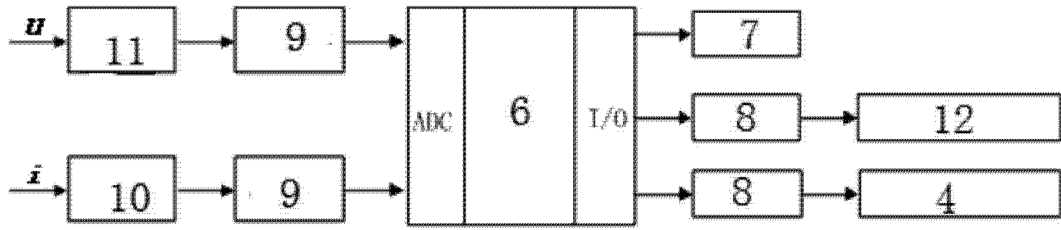


图 4