



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103078342 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 01

(21) 申请号 201210417956. 2

(22) 申请日 2012. 10. 26

(30) 优先权数据

13/281, 879 2011. 10. 26 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 A. M. 克罗多夫斯基 S. A. 巴克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 肖日松 曹若

(51) Int. Cl.

H02J 3/38(2006. 01)

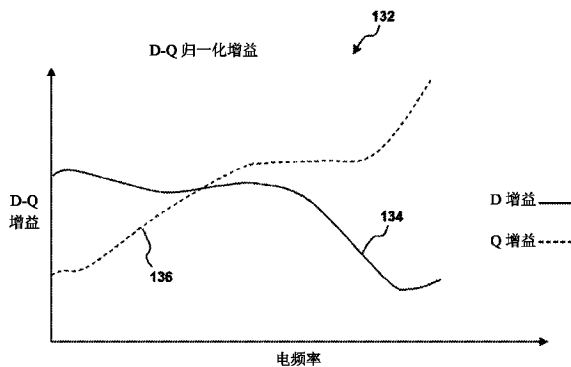
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

用于改进的风力涡轮机发电机性能的系统

(57) 摘要

本发明涉及并公开一种用于改进风力涡轮机发电机性能的系统。在一个方面中,提供一种旋转发电系统,该旋转发电系统包括:用于产生变频交流电的旋转发电机;逆序电流调节器,该逆序电流调节器基于旋转发电机的电频率来确定和使用频率依赖D轴逆序增益和Q轴逆序增益;以及用于控制电压分量的系统,以用于基于D轴逆序增益和Q轴逆序增益来平衡由旋转发电机产生的变频交流电。进一步公开了一种用于平衡发电机电流的方法。



1. 一种旋转发电系统,所述旋转发电系统包括:
旋转发电机,所述旋转发电机用于产生变频交流电;
逆序电流调节器,所述逆序电流调节器基于所述旋转发电机的电频率来确定和使用频率依赖逆序增益;以及
用于控制电压分量的系统,以基于所述逆序增益来平衡由所述旋转发电机产生的变频交流电。
2. 根据权利要求1所述的旋转发电系统,其特征在于,所述频率依赖逆序增益包括D轴逆序增益和Q轴逆序增益。
3. 根据权利要求1所述的旋转发电系统,其特征在于,所述逆序电流调节器进一步构造:
获取所述旋转发电机的电频率;
基于所获取的所述旋转发电机的电频率来确定所述逆序增益;并且
基于所确定的逆序增益来产生逆序电压信号。
4. 根据权利要求3所述的旋转发电系统,其特征在于,所述用于控制电压分量的系统进一步构造:
基于由所述逆序电流调节器产生的所述逆序电压信号来平衡所述旋转发电机的变频交流电。
5. 根据权利要求1所述的旋转发电系统,其特征在于,所述旋转发电系统进一步包括:
发电机转换器,所述发电机转换器用于从所述旋转发电机接收变频交流电,其中所述电压调节系统对所述旋转发电机与所述发电机转换器之间的变频交流电进行平衡。
6. 根据权利要求1所述的旋转发电系统,其特征在于,所述旋转发电机包括变速风力涡轮机发电机。
7. 根据权利要求6所述的旋转发电系统,其特征在于,所述旋转发电系统进一步包括:
多个叶片,所述多个叶片用于使所述变速风力涡轮机发电机的轴旋转。
8. 一种变速风力发电系统,所述变速风力发电系统包括:
变速风力涡轮机发电机,所述变速风力涡轮机发电机用于产生三相变频交流电;
逆序电流调节器,所述逆序电流调节器基于所述变速风力涡轮机发电机的电频率来确定和使用频率依赖逆序增益;以及
用于控制电压分量的系统,以基于所述逆序增益来平衡由所述变速风力涡轮机发电机产生的三相变频交流电。
9. 根据权利要求8所述的变速风力发电系统,其特征在于,所述频率依赖逆序增益包括D轴逆序增益和Q轴逆序增益。
10. 根据权利要求8所述的变速风力发电系统,其特征在于,所述逆序电流调节器进一步构造:
获取所述变速风力涡轮机发电机的电频率;
基于所获取的所述变速风力涡轮机发电机的电频率来确定所述逆序增益;以及
基于所确定的逆序增益来产生逆序电压信号。
11. 根据权利要求10所述的变速风力发电系统,其特征在于,所述用于控制电压分量的系统进一步构造:

基于由所述逆序电流调节器产生的所述逆序电压信号来平衡所述变速风力涡轮机发电机变频交流电。

12. 根据权利要求 8 所述的变速风力发电系统,其特征在于,所述变速风力发电系统进一步包括:

发电机转换器,所述发电机转换器用于从所述变速风力涡轮机发电机接收变频交流电,其中所述电压调节系统对所述变速风力涡轮机发电机与所述发电机转换器之间的变频交流电进行平衡。

13. 根据权利要求 8 所述的变速风力发电系统,其特征在于,所述变速风力发电系统进一步包括:

多个叶片,所述多个叶片用于使所述变速风力涡轮机发电机的轴旋转。

14. 根据权利要求 13 所述的变速风力发电系统,其特征在于,所述变速风力涡轮机发电机的电频率与所述轴的转速相关。

15. 一种用于平衡发电机电流的方法,所述方法包括以下步骤:

获取旋转发电机的电频率;

基于所获取的所述旋转发电机的电频率来确定逆序增益;

基于所确定的逆序增益来产生逆序电压信号;以及

使用所产生的逆序电压信号来平衡由所述旋转发电机产生的变频交流电。

16. 根据权利要求 15 所述的用于平衡发电机电流的方法,其特征在于,所述频率依赖逆序增益包括 D 轴逆序增益和 Q 轴逆序增益。

用于改进的风力涡轮机发电机性能的系统

技术领域

[0001] 本发明总体涉及功率转换系统。更具体地,本发明涉及用于旋转发电系统中的功率转换系统,以用于将由变速旋转发电机产生的变频交流电转换为向电网供电而具有受控振幅或频率的交流电。

背景技术

[0002] 旋转发电系统包括旋转发电机和功率转换系统,所述旋转发电机用于通过发电机转子的旋转产生具有可变频率的交流电,所述功率转换系统用于将变频交流电转换成待供给至电网的具有受控振幅或频率的交流电。这种旋转发电系统的一个示例是变速风力涡轮机发电系统。

[0003] 变速风力涡轮机发电系统是与传统形式的发电系相竞争的基于可再生能源的功率单元中的一种类型。因此,变速风力涡轮机发电系统依赖成本有效、可靠以及安全的装置来捕获风能并且将风能转换成适于输送到数英里之外的电能。在操作中,变速风力涡轮机发电系统包括由风转动的多个旋转叶片,所述多个旋转叶片连接至转子轴。叶片通过风的旋转使转子轴自旋以产生旋转转矩或旋转力,该旋转转矩或旋转力驱动一个或多个发电机,以将机械能转换成电能。转子轴和发电机安装在壳体或机舱内,所述壳体或机舱定位在桁架或管状塔架的顶部上。机舱中所产生的电能经由变压器通过塔架向下分配至公用电网。

[0004] 变速风力涡轮机发电系统包括发电机,所述发电机所具有的转速随着风速发生变化并且所产生的交流电具有可变频率。相比需要恒速操作的风力涡轮机发电机,变速风力涡轮机发电机能够在一定范围的风速下提供更多能量。

[0005] 用于变速风力涡轮机发电系统的功率转换系统典型地包括发电机侧电子功率转换器,以用于在直流母线(DC link)处将变频交流电转换成直流电。线路(或电网)侧电子功率转换器也设置成用于在直流母线处将直流电转换成为了向电网供电而具有受控振幅或频率的交流电。电子功率转换器可以由单个全尺寸转换器或者多个并行操作的较小的转换器构成,多个并行操作的较小的转换器中的每一个转换器都被称作线程。期望将尽可能多的风力传输至电网。

[0006] 在变速风力涡轮机发电系统的发电期间,发电机电流或线程电流能够由于转换器、发电机或电缆中的电气失衡而变得失衡。电流中的这种失衡能够造成发电机的功率下降的出现,从而导致风力涡轮机的发电低效。

发明内容

[0007] 本申请所公开的实施例包括一种旋转发电系统,该旋转发电系统包括:用于产生变频交流电的旋转发电机;逆序电流调节器,该逆序电流调节器基于旋转发电机的电频率来确定和使用频率依赖逆序增益;以及用于控制电压分量的系统,以用于基于逆序增益来平衡由旋转发电机产生的变频交流电。

[0008] 本申请中所公开的实施例还包括一种变速风力发电系统,该变速风力发电系统包括:用于产生三相变频交流电的变速风力涡轮机发电机;逆序电流调节器,该逆序电流调节器基于变速风力涡轮机发电机的电频率来确定和使用频率依赖逆序增益;以及用于控制电压分量的系统,以用于基于逆序增益来平衡由变速风力涡轮机发电机产生的三相变频交流电。

[0009] 本申请所公开的实施例还包括一种用于平衡发电机电流的方法,该方法包括以下步骤:获取旋转发电机的电频率;基于所获取的旋转发电机的电频率来确定逆序增益;基于所确定的逆序增益来产生逆序电压信号;以及使用所产生的逆序电压信号来平衡由旋转发电机产生的变频交流电。

[0010] 通过以下详细描述对上文所述的以及其它的特征进行举例说明。

附图说明

[0011] 结合示出了本发明的各种实施例的附图,通过下文对本发明的各个方面的详细描述,本发明的这些以及其它特征将变得更加易于理解。

[0012] 图 1 是根据一个实施例的联接至电网的旋转发电系统的方框图。

[0013] 图 2 是根据一个实施例的图 1 的旋转发电系统中所采用的示例性永磁发电机控制器的示意图。

[0014] 图 3 是根据一个实施例的图 2 的永磁发电机控制器中所采用的示例性发电机逆序调节器的示意图。

[0015] 图 4 示出了根据一个实施例的用于多个不同频率的 D 轴逆序增益和 Q 轴逆序增益的曲线图。

[0016] 图 5 是根据一个实施例的用于平衡发电机电流的过程的流程图。

[0017] 附图标记列表:

| | | |
|--------|-----------------|-------------------------|
| [0018] | 10 变速风力涡轮机发电系统 | 34 线路转换器和控制器 |
| [0019] | 12 涡轮机控制器 | 36 角速度 |
| [0020] | 14 桨距控制信号 | 38 直流母线 |
| [0021] | 16 桨距控制器 | 40 涡轮机变压器 |
| [0022] | 18 涡轮机叶片 | 50 逆序电流调节器 |
| [0023] | 20 第一轴 | 52 转换桥 |
| [0024] | 22 齿轮箱 | 54 角速度测量 |
| [0025] | 24 永磁发电机 | 56 矢量解调器 |
| [0026] | 26 发电机轴 | 58 矢量旋转和 PWM 调制部件 |
| [0027] | 28 电网 | 60U _q * 调制指令 |
| [0028] | 32 永磁发电机转换器和控制器 | 62U _d * 调制指令 |
| [0029] | 64 电压调节和直流总线补偿部 | 100Q 轴电流调节器误差 |
| [0030] | 件 | 102D 轴电流调节器误差 |
| [0031] | 66 选通信号 | 104 发电机电角度 |
| [0032] | 68D 轴电流控制器 | 106 发电机电频率 |
| [0033] | 70 通量参考 | 108Q 轴电流反馈信号 |

| | | |
|--------|-------------------------------------|------------------------|
| [0034] | 72 发电机通量 | 110D 轴电流反馈信号 |
| [0035] | 74 发电机通量和转矩计算部件 | 120 矢量解调器 |
| [0036] | 76D 轴电流指令 | 122I _q 误差信号 |
| [0037] | 78Q 轴电流指令 | 124I _d 误差信号 |
| [0038] | 80D 轴电流调节器 | 126 积分器 |
| [0039] | 82Q 轴电流调节器 | 128 信号 |
| [0040] | 84V _d * 电压信号 | 130 信号 |
| [0041] | 86V _q * 电压信号 | 132 频率依赖集 |
| [0042] | 88 电压前馈部件 | 134D 轴逆序增益 |
| [0043] | 90D 轴前馈电压 | 136Q 轴逆序增益 |
| [0044] | 92Q 轴前馈电压 | 140 交叉耦合乘法器 / 加法器电路 |
| [0045] | 94V _{seqV_q*} 信号 | 142 矢量旋转 |
| [0046] | 96V _{seqV_d*} 信号 | 144 带宽增益 |

具体实施方式

[0047] 本文中公开的实施例涉及用于旋转发电系统中的功率转换系统，以用于将由变速旋转发电机产生的变频交流电转换成为了向电网供电而具有受控振幅或频率的交流电。

[0048] 用于变速风力涡轮机发电系统的功率转换系统典型地包括发电机侧电子功率转换器，以用于在直流母线处将变频交流电转换成直流电。线路（或电网）侧电子功率转换器也设置成用于在直流母线处将直流电转换成为了向电网供电而具有受控振幅或频率的交流电。电子功率转换器可以由单个全尺寸或多个并行操作的较小的转换器构成，并行操作的较小的转换器中的每一个转换器都被称作线程。期望将尽可能多的风力传输至电网。

[0049] 本文中对逆序电流调节器进行描述，该逆序电流调节器用于平衡线程电流，以使传输至电网的风力最大化。下文所述的逆序电流调节器关于单个转换器，但是通常应用于多线程转换器。例如，多线程转换器能够包括四（4）个线程，四个线程中的每一个线程都能够包括本发明的逆序电流调节器。结果是线程电流平衡并且发电机电流平衡。这对任何数量的线程而言都是可行的。

[0050] 首先参照如图 1 中所示的旋转发电系统。在该实施例中，旋转发电系统包括变速风力涡轮机发电系统 10（“风力涡轮机系统 10”）。尽管本文中所述的内容关于变速风力涡轮机发电系统，但是本发明的实施例能够应用于其它的旋转发电系统，所述其它的旋转发电系统具有以可变速度进行操作的旋转发电机。其它类型的旋转发电系统的示例例如可以包括燃气涡轮机、微型涡轮机、以及海洋流体动力学装置。

[0051] 当风况充分时，涡轮机控制器 12 向风力涡轮机系统 10 中的各子控制器系统传达控制信号。控制信号中的一个控制信号是桨距控制信号 14，桨距控制信号 14 被提供给桨距控制器 16，以设定一组涡轮机叶片 18 的桨距，以便调节第一轴 20 传输给齿轮箱 22 的转速。齿轮箱 22 通过发电机轴 26 联接至永磁发电机 24。

[0052] 涡轮机控制器 12 通过桨距控制信号 14、转矩指令 30、永磁发电机转换器和控制器 32（“发电机转换器”32）、以及再生线路转换器和控制器 34（“线路转换器 34”）来调节提供给电网 28 的功率。提供给电网 28 的实际功率受到发电机转换器 32 和线路转换器 34（以

及相关控制器)的控制并且被确定成是转矩指令 30 和发电机轴 26 的角速度 36 的积。

[0053] 线路转换器 34 以向线路转换器 34 引入所需的电流的方式产生一组三相电正弦电压,以产生由发电机转换器 32 提供的有功功率和受到涡轮机控制器 12 控制的无功功率。线路转换器 34 在直流母线 38 处管理电压,使得几乎所有由永磁发电机 24 和发电机转换器 32 产生的进入直流母线 38 的功率都输出到电网 28。

[0054] 永磁发电机 24 在其端子处产生电压,该电压是发电机轴 26 的转速的函数。发电机转换器 32 以向发电机转换器 32 引入所需的电流的方式在其端子处产生一组三相电正弦电压,以遵循由涡轮机控制器 12 给出的转矩指令 30 并且补偿系统中的损失。为了执行正确的控制,发电机转换器 32 计算或测量永磁发电机 24 的角速度 36 (例如,发电机轴 26 的角速度 36)。典型地,永磁发电机 24 的角速度 36 经过测量并且如图 1 所示地被提供给发电机转换器 32。

[0055] 必须以例如不超过发电机转换器 32、永磁发电机 24、以及连接发电机转换器 32 和永磁发电机 24 的导线的额定值的方式对从永磁发电机 24 流入发电机转换器 32 的三相电流进行管理。总体而言,这需要三相电流的最大值不超过这些装置的电容量。相同的限制适用于线路转换器 34、涡轮机变压器 40、以及连接布线。

[0056] 风力涡轮机系统 10 在所有的三相电流都处于最大允许值并且处于相同数量级时能够产生最大功率。如果三相电流失衡,则最大的三相电流仍必须不超过系统部件所允许的电容量。因此,期望实现发电机转换器 32 与永磁发电机 24 之间的三相电流以及线路转换器 34 与涡轮机变压器 40 之间的三相电流的平衡。

[0057] 由于电网 28 电压的频率在某种程度上是固定的,因此对线路转换器 34 与涡轮机变压器 40 之间的三相电流进行平衡是相对容易的。然而,对永磁发电机 24 与发电机转换器 32 之间的电流进行平衡所需的控制复杂性困难得多,其原因在于在永磁发电机 24 与发电机转换器 32 之间流动的三相电流的可变频率。

[0058] 图 2 是根据一个实施例的发电机转换器 32 的更详细的视图。发电机转换器 32 的部件中的许多部件都以已知方式进行操作并且将不会详细描述。具体而言,除了逆序电流调节器 50 的操作之外的发电机转换器 32 的部件属于本领域技术人员公知常识的范围内并且将不会详细描述。

[0059] 图 2 的右侧所示的是转换桥 52、永磁发电机 24、以及用于测量永磁发电机 24 的角速度 36 的系统 54。这些部件不构成发电机转换器 32 的一部分。

[0060] 矢量解调器 56 从永磁发电机 24 抽取电压和电流的样本,并且将取样的电压和电流解调成信号 I_q 、 I_d 、 V_q 、和 V_d 。矢量旋转和 PWM (脉冲宽度调制) 调制部件 58 从电压调节和直流总线补偿部件 64 接收 U_q^* 60 和 U_d^* 62 调制指令、使 U_q^* 60 和 U_d^* 62 调制指令在发电机电压的频率和电角度 104 下旋转、并且产生被传输至转换桥 52 的选通装置的选通 66 信号。图 2 中所示的其余部件以例如遵循来自转矩控制器 12 的转矩指令 30 的方式用于产生 U_q^* 60 和 U_d^* 62 调制指令。

[0061] D 轴电流控制器 68 对通量参考 70 和由发电机通量和转矩计算部件 74 通过计算矢量解调器 56 所输出的 I_q 、 I_d 、 V_q 、和 V_d 信号而得到的发电机通量 72 进行对比。D 轴电流控制器 68 输出 D 轴电流指令 76。由转矩指令 30 产生 Q 轴电流指令 78。D 轴电流指令 76 和 Q 轴电流指令 78 分别被提供给 D 轴电流调节器 80 和 Q 轴电流调节器 82。

[0062] 通过两个其它的信号集对 D 轴电流调节器 80 和 Q 轴电流调节器 82 所输出的信号进行补偿,以向电压调节和直流总线补偿部件 64 提供 V_d^*84 和 V_q^*86 电压信号。由电压前馈部件 88 产生的一个集包括 D 轴前馈电压 90 和 Q 轴前馈电压 92, D 轴前馈电压 90 和 Q 轴前馈电压 92 与所需的网电压 (net voltage) 大致相等并且减少 D 轴电流调节器 80 和 Q 轴电流调节器 82 的工作。由逆序电流调节器 50 产生的另一个集包括 $N_{seq} V_q^*94$ 和 $N_{seq} V_d^*96$ 信号, $N_{seq} V_q^*94$ 和 $N_{seq} V_d^*96$ 信号是本公开所关注的焦点。

[0063] $N_{seq} V_q^*94$ 和 $N_{seq} V_d^*96$ 信号以使得其与 V_d^*84 和 V_q^*86 电压信号的总和对 V_d^*84 和 V_q^*86 电压信号进行微调的方式由逆序电流调节器 50 确定,以实现发电机转换器 32 与永磁发电机 24 之间的电流平衡。如图 3 中更详细地示出的,逆序电流调节器 50 的输入包括 Q 轴电流调节器误差 100、D 轴电流调节器误差 102、发电机电角度 104、以及发电机电频率 106。Q 轴电流调节器误差 100 由 Q 轴电流调节器 82 确定并且基于 Q 轴电流指令 78 与 Q 轴电流反馈信号 108 之间的差异 (图 2)。类似地, D 轴电流调节器误差 102 由 D 轴电流调节器 80 确定并且基于 D 轴电流指令 76 与 D 轴电流反馈信号 110 之间的差异 (图 2)。

[0064] 参照图 3, 矢量解调器 120 使用发电机电角度 104 将 Q 轴电流调节器误差 100 和 D 轴电流调节器误差 102 分别解调成 I_q 误差信号 122 和 I_d 误差信号 124。 I_q 误差信号 122 和 I_d 误差信号 124 接着通过相应的积分器 126 以产生信号 128、130。

[0065] 根据一个实施例, D 轴逆序增益 134 和 Q 轴逆序增益 136 的频率依赖集 132 应用于信号 128、130 并且接着使用发电机电角度 104 通过矢量旋转器 142 旋转,以产生 $N_{seq} V_q^*94$ 和 $N_{seq} V_d^*96$ 信号。当使用以该方式产生的 $N_{seq} V_q^*94$ 和 $N_{seq} V_d^*96$ 信号时,永磁发电机 24 (图 1) 的三相电流在永磁发电机 24 (图 1) 的整个操作频率范围下平衡,由此增加风力涡轮机系统 10 (图 1) 的操作效率和产量。

[0066] 在一个实施例中,总体参照图 1 至图 3,能够确定,在其中的发电机的电压电频率 106 在广泛的时间范围下发生变化的风力涡轮机系统 10 中,逆序电流调节器 50 的正确和稳定的性能所需的 D 轴逆序增益 134 和 Q 轴逆序增益 136 根据发电机电频率 106 发生变化。为此目的,对于给定的风力涡轮机系统 10 而言,在风力涡轮机系统 10 的整个操作频率范围下的 D 轴逆序增益 134 和 Q 轴逆序增益 136 稳定的频率依赖集 132 作为发电机电频率 106 的函数而产生并且动态应用 (例如,通过查阅表或计算)。根据图 2 中详细示出的电系统设计和调节结构调整的细节,每个不同的风力涡轮机系统 10 都能够具有不同的操作特性,每个风力涡轮机系统 10 都可以需要 D 轴逆序增益 134 和 Q 轴逆序增益 136 的不同的频率依赖集 132。

[0067] 在一个实施例中,通过分析逆序电流调节器 50 和风力涡轮机系统 10 随着逆序电流调节器 50 中的 D 轴逆序增益和 Q 轴逆序增益的变化在一定转速范围内 (例如, 300rpm 至 535rpm 至 2000rpm) 的性能 (例如,阶跃响应) 来确定 D 轴逆序增益 134 和 Q 轴逆序增益 136 的示例性频率依赖集 132。接着对由此确定的 D 轴逆序增益和 Q 轴逆序增益进行归一化 (normalized),以实现在整个频率范围内具有相同时间响应的阶跃响应,由此提供 D 轴逆序增益 134 和 Q 轴逆序增益 136。图 4 中示出了说明性的 D 轴逆序增益 134 和 Q 轴逆序增益 136 的频率依赖集 132,其中示出了逆序电流调节器 50 在不同发电机电频率 106 下的正确和稳定的性能所需的 D 轴逆序增益 134 和 Q 轴逆序增益 136 的广泛变化。

[0068] 再次参照图 3,通过交叉耦合乘法器/加法器电路 140 将 D 轴逆序增益 134 和 Q 轴

逆序增益 136 应用于信号 128、130。之后,交叉耦合乘法器 / 加法器电路 140 的输出基于发电机电角度 104 经历矢量旋转 142 并且接着与带宽增益 144 相乘,以产生 $N_{seq} V_q \cdot 94$ 和 $N_{seq} V_d \cdot 96$ 信号。带宽增益 144 是用于电流调节结构的固定的归一化增益。这对于 D 增益、Q 增益而言实际上是冗余的并且是调节校正振幅的独立方式。D 增益、Q 增益设定成对分量的相对振幅进行控制(同时确定校正信号的振幅和相移)并且通过带宽增益对振幅进行进一步调节。

[0069] 图 5 示出了根据一个实施例的用于平衡发电机电流的过程的流程图 200。在 P1 处,获取永磁发电机的电频率。在 P2 处,基于所获取的永磁发电机的电频率来确定 D 轴逆序增益和 Q 轴逆序增益。在 P3 处,基于所确定的 D 轴逆序增益和 Q 轴逆序增益产生逆序电压信号。在 P4 处,使用所产生的逆序电压信号来平衡由永磁发电机产生的变频交流电,由此使传输至电网的风力最大化。

[0070] 本文中所使用的术语仅仅是为了对特定实施例进行描述的目的,并且不期望对本公开构成限制。如本文中所使用的,除非上下文通过其它方式明确指出,否则单数形式“一”和“一个”旨在同时包括复数形式。应当进一步理解,当在本说明书中使用术语“包括”和 / 或“包含”具体说明所陈述的特征、整数、步骤、操作、元件和 / 或部件的出现,但是并不排除出现或增加一个或多个其它的特征、整数、步骤、操作、元件、部件和 / 或其组合。

[0071] 本书面描述使用示例对本发明进行了公开(其中包括最佳模式),并且还使本领域技术人员能够实施本发明(其中包括制造和使用任何装置或系统并且执行所包含的任何方法)。本发明的可专利范围通过权利要求进行限定,并且可以包括本领域技术人员能够想到的其它的示例。如果这种其它的示例具有与权利要求的字面语言没有区别的结构元件,或者如果这种其它的示例包括与权利要求的字面语言没有实质区别的等同结构元件,则期望这种其它的示例落入权利要求的范围中。

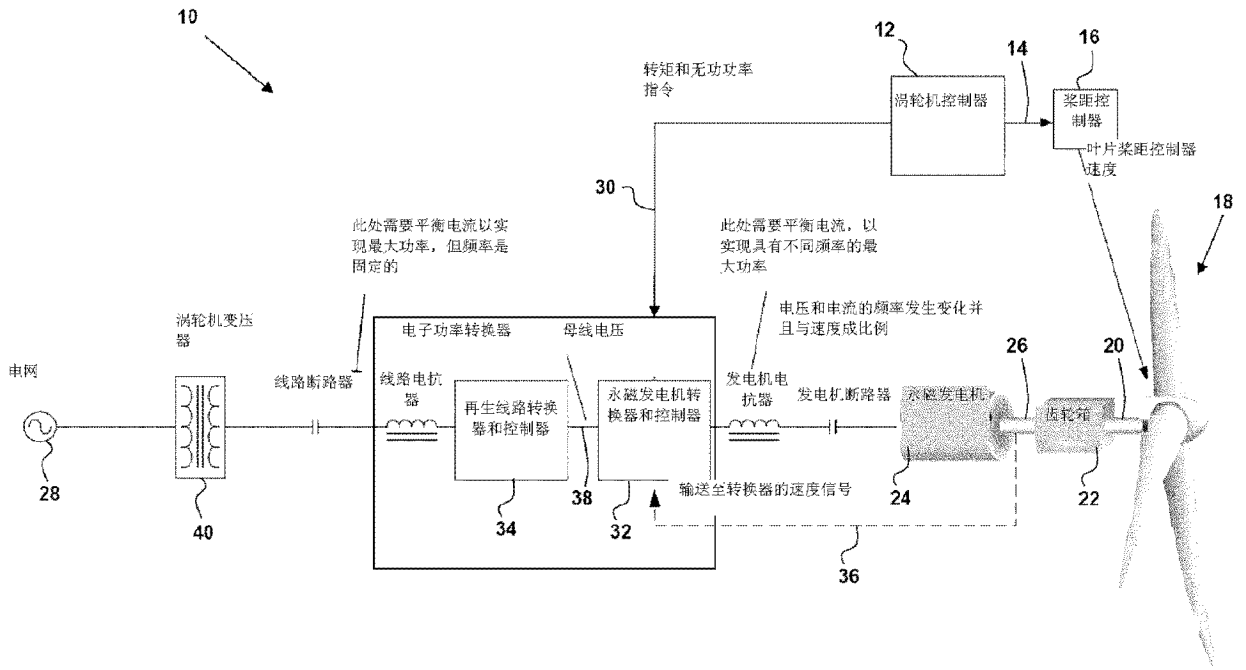


图 1

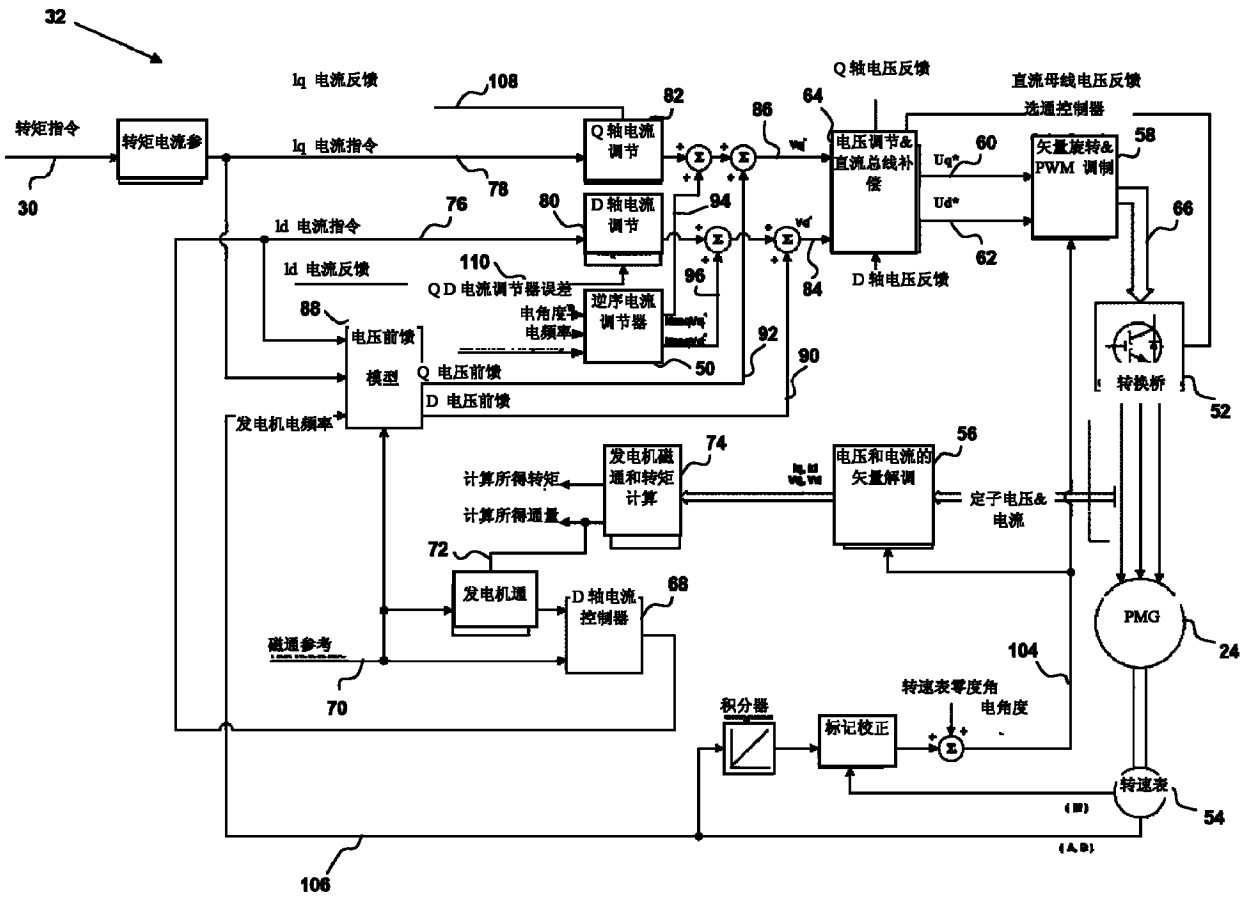


图 2

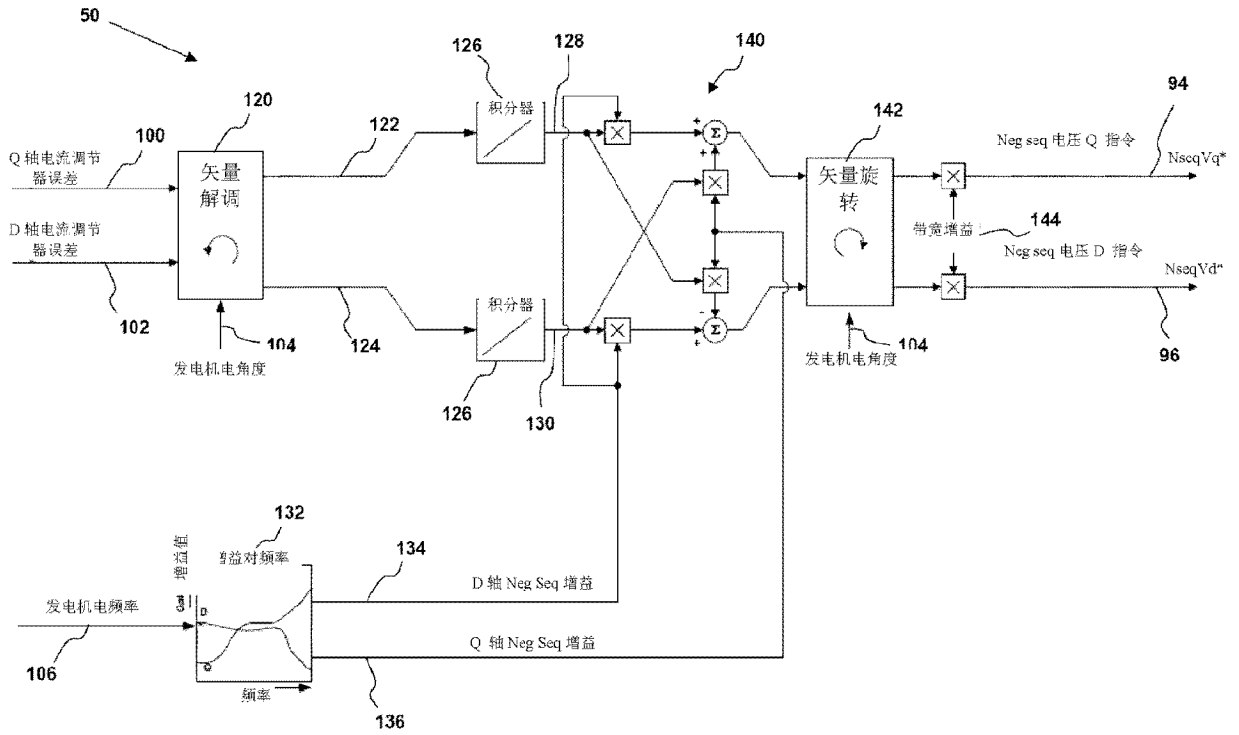


图 3

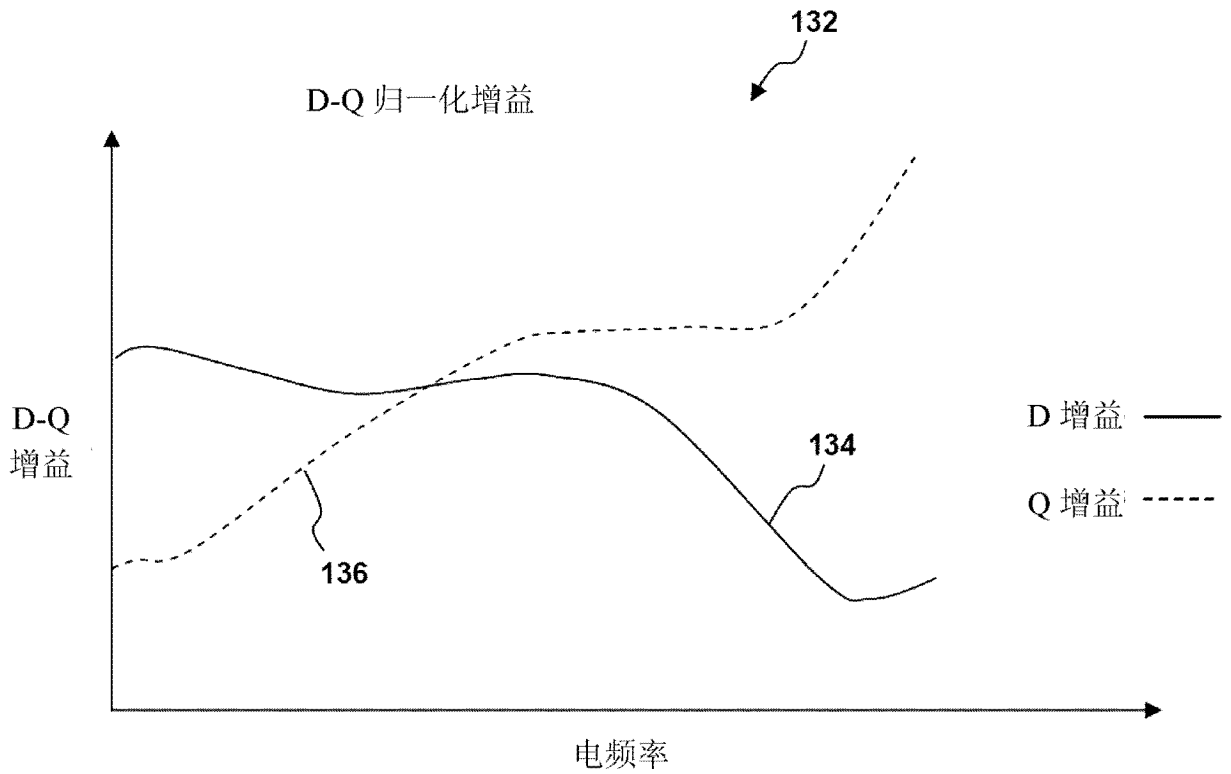


图 4

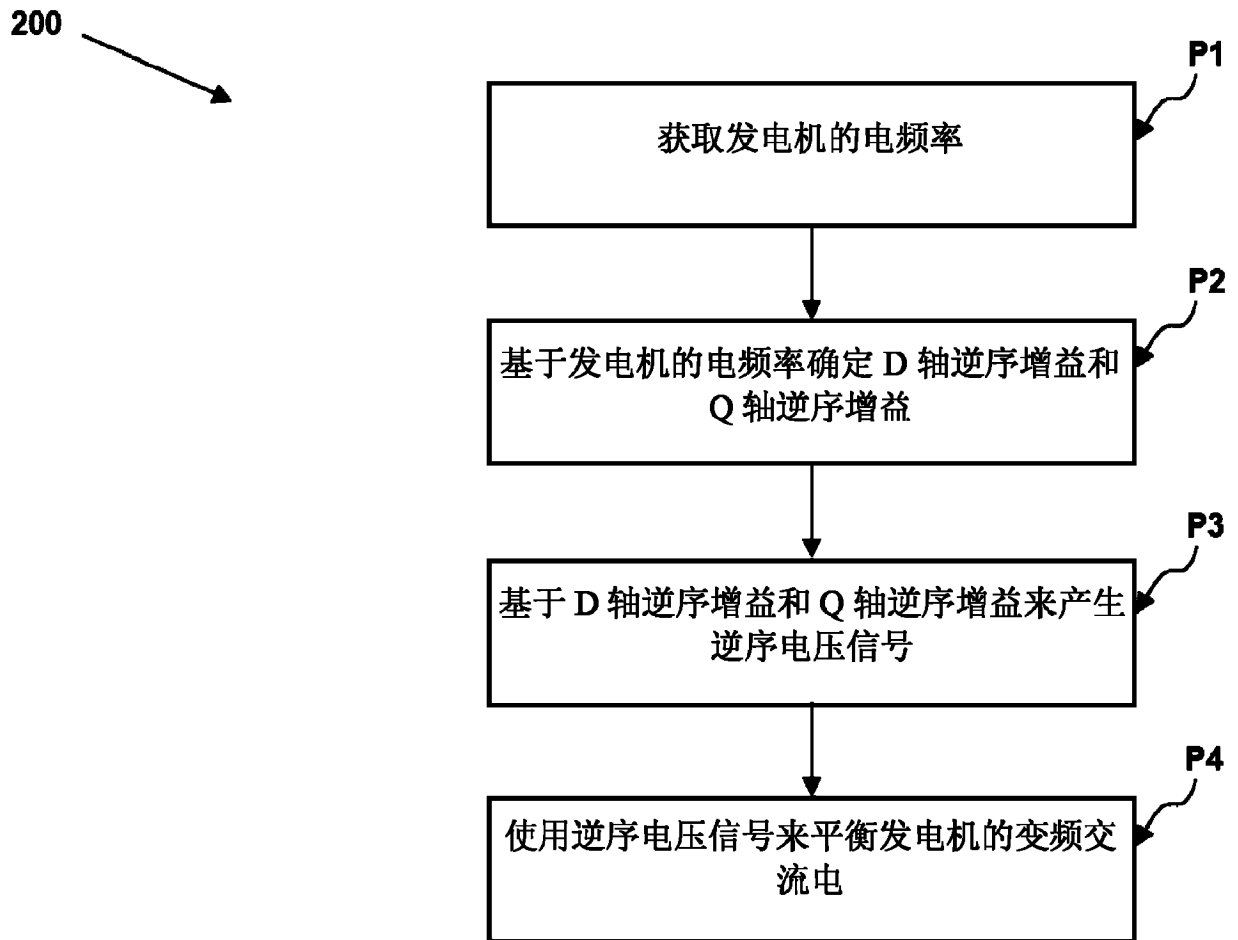


图 5