

双馈感应发电机的直接功率控制策略

张俊峰¹,毛承雄¹,陆继明¹,吴建东²

(1. 华中科技大学 电气与电子工程学院,湖北 武汉 430074;
2. 东方电机控制股份有限公司,四川 德阳 618000)

摘要:建立了单机与无穷大系统相连的双馈感应发电机(DFIG)数学模型,并以定子电压综合矢量恒定为控制约束,提出了一种双馈感应发电机的励磁控制策略。该控制策略仅需测量定子侧电压、电流信号,简化了控制系统。利用该策略对并网双馈感应发电机有功、无功稳态调节特性及机端三相对地突然短路的过渡过程进行了仿真研究。结果表明,该方法能够实现有功和无功的独立控制,且具有良好的动态性能。

关键词:双馈感应发电机;直接功率控制;变速恒频;空间电压矢量;数值仿真

中图分类号: TM 301.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6047(2006)04-0031-05

0 引言

双馈感应发电机(DFIG)也称为交流励磁发电机,它在结构上类似于绕线式感应电机,定子三相绕组接工频电网,通过静止变频器给转子绕组提供低频交流励磁,可实现发电机有功、无功和转速的独立调节。该发电机具有良好的稳定性和较强的进相运行能力;具有原动机转速变化情况下实现定子恒频的特性,即变速恒频发电能力,在风力发电、抽水蓄能,提高电力系统稳定等领域有着广泛的前景,正逐步受到人们的关注和重视。

目前,已有不少文献应用矢量控制技术研究了双馈发电机的有功和无功解耦控制。文献[1]采用基于气隙磁场定向的矢量控制技术,推导了双馈发电机稳态下的有功、无功解耦励磁控制模型,但由于在推导中忽略了定子漏阻抗和转子漏感的影响,往

往带来励磁控制模型精度的下降。文献[2-3]采用基于定子磁链定向的矢量控制技术,采用电流内环、功率外环的双环控制策略,实现了有功、无功的解耦控制,且控制的动态特性好。文献[4]在双通道下建立了动态同步轴系的控制方程,实现了稳态解耦控制,文献[5]提出了简化的三阶模型。文献[6]提出了一种基于电网电压定向的励磁控制策略,该策略仅需要定子侧的电流、电网电压和转子位置角信号,避免了矢量控制策略对定、转子量测量精度,实时性和一致性的严格要求,简化了控制系统。

本文主要结合文献[7-8]中提出的直接功率控制策略对双馈发电机进行了理论和仿真研究,建立了单机与无穷大系统相连的双馈发电机的数学模型,并在此数学模型上运用直接功率控制策略进行了仿真研究。

1 双馈发电机数学模型^[9-10]

发电机与无穷大系统相连的模型如图 1 所示。

收稿日期:2005-06-21;修回日期:2005-10-19
基金项目:教育部“新世纪优秀人才支持计划”资助



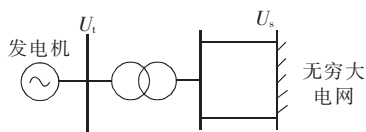


图 1 单机无穷大系统模型

Fig.1 Model of a single-machine infinite-bus system

设 L_{tr} 为变压器电感, L_{line} 为线路电感(电感和电抗的标么值相等), 双馈发电机定子电压、电流方向按发电机惯例, 转子电压、电流的方向按电动机惯例时, 采用经典 Park 变换, 取定、转子电流为状态变量, 双馈发电机的状态方程为

$$\frac{di_{ds}}{dt} = -\frac{r_s L_r}{a} i_{ds} + \frac{a_1 + \omega_1 L_r L_t}{a} i_{qs} - \frac{L_m r_r}{a} i_{dr} - \frac{a_2}{a} i_{qr} - \frac{L_r}{a} u_{ds} + \frac{L_m}{a} u_{dr}$$

$$\frac{di_{qs}}{dt} = -\frac{a_1 + \omega_1 L_r L_t}{a} i_{ds} - \frac{r_s L_r}{a} i_{qs} + \frac{a_2}{a} i_{dr} - \frac{L_m r_r}{a} i_{qr} - \frac{L_r}{a} u_{qs} + \frac{L_m}{a} u_{qr}$$

$$\frac{di_{dr}}{dt} = -\frac{r_s L_m}{a} i_{ds} + \frac{(\omega_1 - \omega_2)(L_s + L_t)L_m}{a} i_{qs} - \frac{(L_s + L_t)r_r}{a} i_{dr} - \frac{\omega_1 L_m^2 - \omega_2 L_r(L_s + L_t)}{a} i_{qr} - \frac{L_m}{a} u_{ds} + \frac{L_s + L_t}{a} u_{dr}$$

$$\frac{di_{qr}}{dt} = -\frac{(\omega_1 - \omega_2)(L_s + L_t)L_m}{a} i_{ds} - \frac{r_s L_m}{a} i_{qs} + \frac{\omega_1 L_m^2 - \omega_2 L_r(L_s + L_t)}{a} i_{dr} - \frac{(L_s + L_t)r_r}{a} i_{qr} - \frac{L_m}{a} u_{qs} + \frac{L_s + L_t}{a} u_{qr}$$

$$\frac{d\omega_2}{dt} = -\frac{1}{H} L_m i_{qr} i_{ds} + \frac{L_m}{H} i_{dr} i_{qs} + \frac{1}{H} (-T_m)$$

式中 $a = (L_s + L_t)L_r - L_m^2$; $a_1 = \omega_1 L_s L_r - \omega_2 L_m^2$; $a_2 = L_r L_m \times (\omega_1 - \omega_2)$ 。

以上式中各量均取标么值; 下标 s 和 r 分别代表定子和转子; u 为电压, i 为电流, r 为电阻, L 为电感, L_m 为定转子间互感, T_m 为机械转矩, ω_2 为转差角频率, 其定义为

$$\omega_2 = \omega_1 - \omega_r = s \omega_1, \quad \omega_r = d\theta / dt$$

式中 s 为转差率。

2 直接功率控制策略

2.1 直接功率控制概念

双馈电机的等效电路如图 2 所示, 定子侧电压、电流方向按发电机惯例, 转子侧电压、电流的方向按电动机惯例。

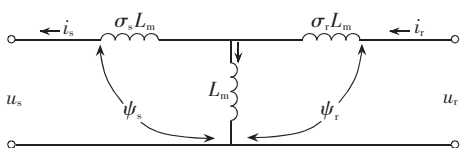


图 2 双馈发电机等效电路

Fig.2 Equivalent circuit of DFIG

取定子电压综合矢量方向与同步旋转坐标系的 q 轴重合, 忽略定子电阻的影响可得定子磁链综合矢量的方向与同步旋转坐标系的 d 轴重合, 电压、电流和磁链的矢量关系如图 3 所示。

在此矢量定向的约束下, 结合以上建立的数学模型可得有功、无功的稳态表达式如下:

$$P_s = u_s i_{qs} = u_s \frac{L_m}{L_s} i_{qr}$$

$$Q_s = u_s i_{ds} = u_s \frac{\omega_1 L_m i_{dr} - u_s}{\omega_1 L_s}$$

由以上 2 式可知, 通过控制定子电流的 q 轴分量 i_{qs} 可独立控制定子侧的有功功率 P_s , 电流 i_{qs} 又称为定子电流的有功分量, 通过控制定子电流的 d 轴分量 i_{ds} 可独立控制定子侧的无功功率 Q_s , 电流 i_{ds} 又称为定子电流的无功分量。定子电流分量的控制又是通过控制转子侧励磁电流的幅值、相位实现的。即, 控制转子电流分量 i_{qr} 可独立控制 i_{qs} 及 P_s , 控制 i_{dr} 可独立控制 i_{ds} 及 Q_s 。

转子注入电流对气隙磁链和转子磁链的影响可以通过加上或者减去相应的漏磁链反映, 在图 4 中, 转子励磁电流分量 $i_{dr}=0$, 电机的无功功率全部由定子侧提供。当转子电流分量 i_{qr} 从 0 增大到满载时, 转子磁链 ψ_r 的轨迹由 B 到 A, 此时转子磁链与定子磁链的夹角变化, 而转子磁链的幅值基本不变。因此, 增大转子磁链和定子磁链的夹角 δ_p 可以增大有功功率 P_s , 反之亦然。在图 5 中, 发电机定子侧有功功率维持恒定, 即转子电流分量 i_{qr} 维持不变, 当 i_{dr} 从 0 增加到额定值时, 转子磁链 ψ_r 的轨迹由 C 到 D, 此时转子磁链的幅值变化, 而转子磁链与定子磁链的夹角基本不变。因此, 通过增大转子磁链的幅值 $|\psi_r|$ 可以增大无功功率 Q_s , 反之亦然。

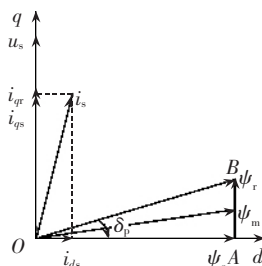


图 4 转子磁链矢量随有功功率的变化

Fig.4 Rotor flux phasor changes along with active power

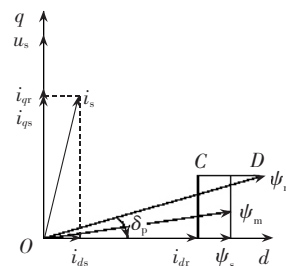


图 5 转子磁链矢量随无功功率的变化

Fig.5 Rotor flux phasor changes along with reactive power

由图 4 和图 5 可得结论: 定子侧有功功率的改变可通过改变转子磁链和定子磁链的夹角实现, 定子侧

无功功率的改变可通过改变转子磁链的幅值实现。

2.2 空间电压矢量对转子磁链的影响

空间电压矢量一共对应 8 个开关状态,其中 6 个有效开关状态和 2 个零开关状态^[11]。6 个空间电压矢量 $U_1, U_2, \dots, U_6$ 对应 6 个有效开关状态 $S_1, S_2, \dots, S_6$,

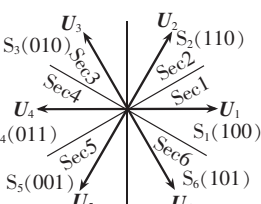


图 6 电压空间矢量图
Fig.6 Voltage space phasor

如图 6 所示。为了选择合适的空间电压矢量,首先把空间相位平面划分为 6 个 60° 扇区(Sector,简称为 Sec,下同),如图 6 中的 Sec1~6,然后根据转子磁链的具体空间位置,通过选择具体的空间电压矢量控制转子磁链的瞬时相位和幅值,即控制定子侧的有功和无功功率。不同的电压矢量对定子侧的有功和无功功率的影响研究如下。

2.2.1 电压矢量对有功功率的影响

取定子磁链的旋转正方向为逆时针方向,转子旋转正方向也为逆时针,在发电模式下转子磁链 ψ_r 超前定子磁链 ψ_s ,假设转子磁链 ψ_r 在 Sec1 中,如图 7 所示。空间电压矢量 U_2 和 U_3 的作用将使转子磁链 ψ_r 向规定正向加速,增大转子磁链

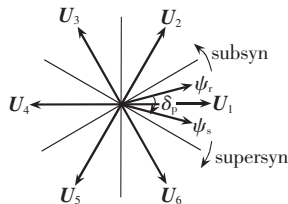


图 7 定、转子磁链旋转矢量图
Fig.7 Phasor diagram of stator and rotor flux

和定子磁链夹角 δ_p ,即增大定子侧输出有功功率 P_s ;相反,空间电压矢量 U_5 和 U_6 的作用将使转子磁链 ψ_r 向反方向加速,减小转子磁链和定子磁链夹角 δ_p ,即减小定子侧输出有功功率 P_s 。因此,可得结论:当转子磁链在第 k 扇区($k=1,2,\dots,6$)时,空间电压矢量 $U(k+1)$ 和 $U(k+2)$ 的作用效果将导致定子侧有功功率 P_s 增加;空间电压矢量 $U(k-1)$ 和 $U(k-2)$ 的作用效果将导致定子侧有功功率 P_s 减小。

2.2.2 电压矢量对无功功率的影响

从图 4 和图 5 可以看出,定子侧的输出无功功率主要由转子磁链的 d 轴分量 ψ_{dr} 决定,定、转子间的夹角 δ_p 很小,转子磁链的幅值 $|\psi_r|$ 约等于 $|\psi_{dr}|$ 。因此,当转子磁链在 Sec1 中时,空间电压矢量 U_1, U_2 和 U_6 的作用将导致转子磁链幅值 $|\psi_r|$ 的增加;相反, U_3, U_4 和 U_5 的作用将导致转子磁链幅值 $|\psi_r|$ 减小。因此,可得结论:当转子磁链在第 k 扇区($k=1,2,\dots,6$)时,空间电压矢量 $U(k), U(k+1)$ 和 $U(k-1)$ 的作用效果将导致定子侧无功功率 Q_s 增加;空间电压矢量 $U(k+2), U(k-2)$ 和 $U(k+3)$ 的作用效果将导致定子侧无功功率 Q_s 减小。

2.2.3 零矢量对有功、无功功率的影响

前面分析了有效开关状态对有功、无功功率的影响。由 SVPWM 的控制理论可知,零开关状态的引入有利于减小开关器件的开关频率,降低开关损耗,

故有必要引入零开关状态,零开关状态对定子侧有功、无功功率的影响分析如下:零开关状态的作用效果使得转子磁链 ψ_r 停止旋转,不影响转子磁链的幅值 $|\psi_r|$,如此,当发电机低同步速运行时,零开关状态将引起定、转子磁链间的夹角 δ_p 减小,定子侧的有功功率 P_s 减小;当发电机超同步速运行时,零开关状态将引起定、转子磁链间的夹角 δ_p 增大,定子侧的有功功率 P_s 增大。

既然零开关状态的作用并不改变转子磁链的幅值 $|\psi_r|$,因此零开关状态对无功功率的影响可以忽略。然而,零开关状态仍对无功功率 Q_s 有微小的影响,其影响效果依赖于定、转子磁链间的交角 δ_p 是增大还是减小,如果 δ_p 增大,则 ψ_{dr} 相对减小,定子侧无功 Q_s 减小;如果 δ_p 减小,则 ψ_{dr} 相对增大,定子侧无功 Q_s 增大。

2.3 控制算法

不同的开关状态可以控制定子侧有功、无功功率的增大与减小,因此,设定一个窄的误差带宽,通过选择合适的开关状态可以使得 P_s, Q_s 在误差带宽内跟踪给定值 P_s^*, Q_s^* 的变化,这就是直接功率控制策略的基本思想。

定子侧的有功、无功的实际值(标么值)的表达式如下:

$$P_s = u_{\alpha s} i_{\alpha s} + u_{\beta s} i_{\beta s}, \quad Q_s = u_{\beta s} i_{\alpha s} - u_{\alpha s} i_{\beta s}$$

$$u_{\alpha s} = u_{as}, \quad u_{\beta s} = \frac{\sqrt{3}}{3} (u_{as} + 2u_{bs})$$

$$i_{\alpha s} = i_{as}, \quad i_{\beta s} = \frac{\sqrt{3}}{3} (i_{as} + 2i_{bs})$$

P_s 的控制如图 8 所示, P_s^* 为有功功率的给定值, P_s 为有功功率的实际值, P_{band} 为误差带宽, P_{err} 为有功功率给定值与实际值的偏差, Q_{err} 为无功功率给定值与实际值的偏差。控制 P_s 在 P_s^* 的误差带宽 P_{band} 内变化,引入辅助变量 P_s^{**} ,其开关逻辑如下:

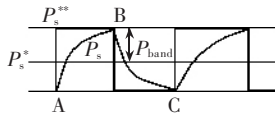


图 8 有功功率的迟滞控制
Fig.8 Hysteresis control of active power

$$P_{err} = P_s^{**} - P_s$$

if($P_{err} > 0$) $P_s^{**} = P_s^* + P_{band}$
else $P_s^{**} = P_s^* - P_{band}$

同理定义无功如下:

$$Q_{err} = Q_s^{**} - Q_s$$

if($Q_{err} > 0$) $Q_s^{**} = Q_s^* + Q_{band}$
else $Q_s^{**} = Q_s^* - Q_{band}$

综合考虑 P_s, Q_s 的误差和转子磁链的具体扇区位置,对开关状态的选择总结为表 1、表 2 和表 3。

表 1 $P_{err} > 0$ 对应的开关状态选择

Tab.1 Selections of switch states when $P_{err} > 0$

Sec	$Q_{err} > 0$	$Q_{err} \leq 0$	Sec	$Q_{err} > 0$	$Q_{err} \leq 0$
1	S_2	S_3	4	S_5	S_6
2	S_3	S_4	5	S_6	S_1
3	S_4	S_5	6	S_1	S_2

表 2 $P_{err}<0$ 对应的开关状态选择

Tab.2 Selections of switch states when $P_{err}<0$

Sec	$Q_{err}>0$	$Q_{err}\leq 0$	Sec	$Q_{err}>0$	$Q_{err}\leq 0$
1	S ₆	S ₅	4	S ₃	S ₂
2	S ₁	S ₆	5	S ₄	S ₃
3	S ₂	S ₁	6	S ₅	S ₄

表 3 零开关状态选择

Tab.3 Selections for zero vector

低同步速运行	超同步速运行
$P_{err}\leq 0$ 且 $Q_{err}>0$	$P_{err}>0$ 且 $Q_{err}\leq 0$

2.4 转子磁链扇区的辨识

为了能够执行控制算法,首先必须确定转子磁链所在的扇区,但并不需要知道转子磁链的精确位置。辨识方法是先确定特征开关矢量,根据 Q_s 的变化方向与特征开关矢量的控制方向一致与否确定 ψ_r 所在扇区是否发生变化。由于 ψ_r 是从 Sec1, Sec2, ..., Sec6, Sec1 循环连续变换的,只需要判断 ψ_r 所在的扇区是否发生变化即可。例如,当 ψ_r 在 Sec1 时,开关状态 S₂ 和 S₆ 的作用效果使 Q_s 增大,而开关状态 S₃ 和 S₅ 的作用效果使 Q_s 减小,当 ψ_r 从 Sec1 旋转到 Sec2 后,开关状态 S₃ 和 S₆ 的作用效果将与 ψ_r 在 Sec1 时相反。当选择 U_3 和 U_6 为特征矢量时,其对 Q_s 的作用效果方向的变化能够被检测到, ψ_r 所在扇区的变化即被辨识到。

3 仿真结果

由前面推导的双馈发电机数学模型,运用 Matlab 中的 Simulink 对直接功率控制算法做了仿真研究,电机参数^[12](标么值)如下:

$$\begin{aligned} L_s &= 1.0979, & L_m &= 1.0538, & L_r &= 1.1213 \\ r_s &= 0.043, & r_r &= 0.0366, & L_{tr} &= 0.1 \\ L_{line} &= 0.125, & H &= 116.24, & \lambda &= \cos\varphi = 0.9 \end{aligned}$$

在转差 $s=0.05$ 时的转子磁链辨识波形如图 9 所示,从仿真结果可见,根据 Q_s 的变化方向能够辨识出 ψ_r 所在的具体扇区。

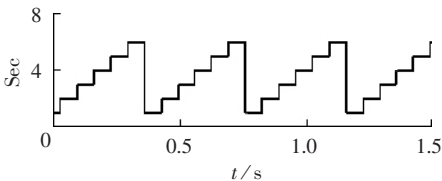


图 9 转子磁链辨识波形

Fig.9 Sector identification of rotor flux

取 P_s 误差带宽 $P_{band}=0.003$ p.u., Q_s 的误差带宽 $Q_{band}=0.001$ p.u.,有功、无功的阶跃响应分别如图 10 和图 11 所示。

图 10 为有功作 5% 的阶跃、无功保持不变的仿真波形,从仿真结果可见:有功在 0.8 s 很快上升到原来的 1.05 倍,而无功和机端电压基本保持不变。图 11 为无功作 5% 的阶跃、有功保持不变的仿真波形,

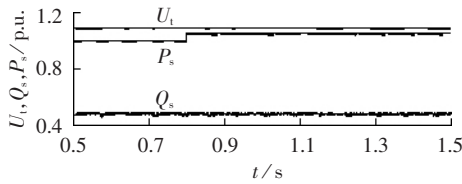


图 10 有功功率阶跃 5% 的仿真波形

Fig.10 Simulative results of P_s, Q_s and U_i due to 5% step change in P_s

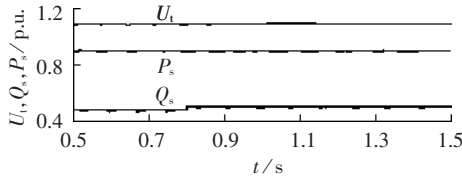


图 11 无功功率阶跃 5% 的仿真波形

Fig.11 Simulative results of P_s, Q_s and U_i due to 5% step change in Q_s

从仿真结果可见:无功功率在 0.8 s 很快上升到原来的 1.05 倍,机端电压有微小的上升,这也反应了无功的变化对机端电压的影响,而有功功率基本保持不变。从图 10 和图 11 可见:有功、无功获得了解耦,而且有功、无功的调节动态响应快,没有超调。

双馈发电机在理论上具有良好的暂态特性,其前提是励磁电压的频率、幅值和相位能够快速准确地跟踪电机转速的变化,在系统短路及恢复正常后得到很大的电磁转矩,最大程度地限制转速的上升。为研究本文提出的励磁控制策略能否满足这一要求,本文就并网双馈发电机三相对地突然短路进行了仿真研究。图 12 是发电机在 0.8 s 突然对地短路后,双馈发电机的有功、无功、机端电压和转差的仿真波形,短路发生在 0.8 s,短路时间 0.1 s。

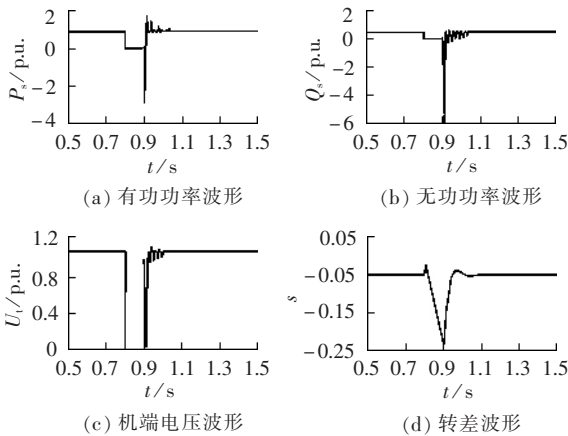


图 12 机端三相突然对地短路仿真波形

Fig.12 Simulative results of 3-phase-to-ground fault at the machines terminals

4 结语

本文详细论述了直接功率控制的思想与实现,该控制策略不需要转子的确切位置信息,只需定子电压和电流的测量值,一定程度上简化了测量电路及控制系统的复杂性。建立了单机无穷大系统相连的发

电机数学模型,并运用 Matlab 中的 Simulink 对控制策略作了仿真研究,结果表明,运用该策略双馈发电机可以实现有功和无功的独立调节,具有较好的动态响应性能。从机端突然对地短路的暂态特性仿真分析表明,在短路故障切除后发电机能迅速趋于稳定,并且在过渡过程结束后其有功、无功及转差都能迅速回到原来的设定值稳定运行,具有较好的动态品质和动态跟踪能力。仿真结果表明,本文提出的励磁控制策略是正确的。

参考文献:

- [1] MITSUTOSHI Y,OSAMU M. Active and reactive power control for doubly-fed wound rotor induction generator [J]. **IEEE Trans. on Power Electronics**,1991,6(4): 624-629.
- [2] HOPFENSBERGER B. Stator-flux oriented control of a doubly-fed induction machine [J]. **IEE Proc. -Electr. Power Appl.**,2000,147(4):241-250.
- [3] 刘其辉,贺益康,卞松江. 变速恒频风力发电机空载并网控制[J]. 中国电机工程学报,2004,24(3):6-11.
LIU Qi-hui,HE Yi-kang,BIAN Song-jiang. Study on the no-load cutting-in control of the Variable-Speed Constant-Frequency(VSCF) wind-power generator[J]. **Proceedings of the CSEE**,2004,24(3):6-11.
- [4] 李晶,王伟胜,宋家骅. 双馈发电机简化动态模型及在风电系统中应用[J]. 电力自动化设备,2005,25(1):58-62.
LI Jing,WANG Wei-sheng,SONG Jia-hua. Simplified dynamic model of double-fed induction generator and its application in wind power[J]. **Electric Power Automation Equipment**,2005,25(1):58-62.
- [5] 廖勇,杨顺昌. 交流励磁发电机的励磁控制[J]. 中国电机工程学报,1998,18(2):87-90.
LIAO Yong,YANG Shun-chang. Excitation control of alternating current excitation generators [J]. **Proceedings of the CSEE**,1998,18(2):87-90.
- [6] 李辉,杨顺昌,廖勇. 并网双馈发电机电网电压定向励磁控制研究[J]. 中国电机工程学报,2003,23(2):159-162.
LI Hui,YANG Shun-chang,LIAO Yong. Studies on excitation control of power system voltage oriented for doubly fed generators connected to an infinite bus [J]. **Proceedings of the CSEE**,2003,23(2):159-162.
- [7] DATTA R,RANGANATHAN V T. Direct power control of grid-connected wound rotor induction machine without rotor position sensors[J]. **IEEE Trans. on Power Electronics**,2001,16(3):390-399.
- [8] 伍小杰,柴建云,王祥珩. 变速恒频双馈风力发电系统交流励磁综述[J]. 电力系统自动化,2004,28(23):92-96.
WU Xiao-jie,CHAI Jian-yun,WANG Xiang-heng. Overview of ac excitation for variable speed constant frequency double fed wind power generator system [J]. **Automation of Electric Power Systems**,2004,28(23):92-96.
- [9] 辜承林. 机电动力系统分析[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1998.
- [10] 卢强,王仲鸿,韩英铎. 输电系统最优控制[M]. 北京:科学出版社,1984.
- [11] 陈坚. 电力电子学[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [12] 辜承林,韦忠朝,黄声华,等. 对转子交流励磁电流实行矢量控制的变速恒频发电机(一部分:控制模型与数值仿真)[J]. 中国电机工程学报,1996,16(2):119-124.
GU Cheng-lin,WEI Zhong-chao,HUANG Sheng-hua. VS-CF generator with vector control for rotor A.C. exciting current. Part I: control model and numerical simulation [J]. **Proceedings of the CSEE**,1996,16(2):119-124.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

张俊峰(1978-),男,湖北襄樊人,硕士研究生,主要从事智能化检测技术研究和发电机励磁研究(E-mail:flyleaf170@sohu.com);

毛承雄(1964-),男,湖北武穴人,博士研究生导师,主要从事电力系统自动化与控制技术研究、同步发电机微机控制、电力系统并行仿真计算和电力电子技术在电力系统中的应用研究(E-mail:cxmao@263.net);

陆继明(1954-),男,江苏南通人,副教授,主要从事电力电子技术在电力系统中的应用研究(E-mail:Lujiming8215@sohu.com);

吴建东(1965-),男,湖南新化人,博士研究生,主要从事交流励磁研究(E-mail:WJD@DFEM-CE.com)。

Direct power control strategy of doubly fed induction generator

ZHANG Jun-feng¹,MAO Cheng-xiong¹,LU Ji-ming¹,WU Jian-dong²

(1. Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China;

2. Dongfang Electrical Machinery Control Equipment Co., Ltd., Deyang 618000, China)

Abstract: A mathematical model of DFIG(Doubly Fed Induction Generator) in a single-machine infinite-bus system is established and its excitation control strategy with restraint of keeping stator voltage comprehensive phasor constant is presented. Using this strategy, only the currents and voltages at stator side are required to simplify the control system. The steady state regulation characteristics of active power and reactive power and the transient processes of a sudden 3-phase-to-ground short-circuit are simulated with this control strategy. It is shown that active power and reactive power are controlled separately with good dynamic performance.

This project is supported by Program for New Century Excellent Talents in University.

Key words: doubly fed induction generator; direct power control; variable speed constant frequency; space voltage vector; numerical simulation