

# 柔性直流输电改善孤立电网稳定性的研究

刘星<sup>1</sup> 张君友<sup>2</sup>

(1. 西北勘测设计院研究院, 陕西 西安, 710065;

2. 商洛供电局, 陕西 商洛, 726000)

**摘要:** 本文将柔性直流输电系统(HVDC Flexible)应用在孤立电网, 针对孤立电网易发生不对称故障以及扰动下孤网侧暂态稳定性差的特点, 提出了输入输出反馈线性化和负序电压补偿的综合控制策略, 应用PSCAD建立了柔性直流输电的仿真模型。仿真结果表明采用输入输出反馈线性化和负序电压补偿的综合控制策略能较好的减小孤立电网不对称故障对HVDC Flexible的影响, 提高孤立电网的稳定性。

**关键词:** 柔性直流输电; 孤立电网; 输入输出反馈线性化; 负序电压补偿; PSCAD/EMT-DC。

**中图分类号:** TK89; TM743

**文献标识码:** A

## 0 引言

对于远离主干网架的水电站或使用新能源的发电厂, 送端电网的若干台发电机有可能与换流母线组网运行, 形成孤立电网。如果将其与大电网联接, 有功潮流翻转频繁, 同时孤网侧易发生电压不平衡或不对称故障, 微小的负荷扰动或系统参数的变化都可能(引起换流母线电压的振荡。这就要求输电系统中的控制器不仅要快速准确的实现潮流的翻转, 而且要保证在各种恶劣负荷下(如非线性、不平衡负荷)提供稳定的正弦交流电能, 柔性直流输电克服了交流输电和传统直流输电的缺点, 集合了全控型开关器件和高频PWM调制技术的优点, 适用于向孤立电网输电。

针对柔性直流输电用于提高孤立电网稳定性的问题, 许多学者进行了相应的研究。由于HVDC Flexible是非线性模型, 文[1]将鲁棒自适应控制方

法应用在电压源换流器中, 但这种方法有一定的局限性; 权系数很难正确选择。文[2]为了消除孤岛侧不对称故障对系统暂态的影响, 提出了基于逆模型和PI控制相结合的非线性控制器, 但PI控制对瞬时直流电压的控制性较差, 且模型的PI参数只适合系统的小范围运行状态。文[3]提出了HVDC Flexible连续时间状态空间数学模型及其控制策略, 但未对孤岛侧受到扰动时进行研究。文[4]当交流系统发生故障时, 提出了基于对称分量法的双电流控制策略, 抑制直流电压波动, 其更合适于直流电压要求高的背靠背HVDC Flexible系统。

本文针对柔性直流输电解决稳定性控制和它的非线性问题, 提出了反馈线性化的非线性控制和负序电压补偿的综合控制策略, 克服线性PI控制的缺陷, 解决不对称故障对直流电网影响的问题。基于电磁暂态仿真软件PSCAD/EMTDC对这些控制策略进行仿真研究, 验证其正确性和有效性。

## 1 HVDC Flexible 的非线性数学模型

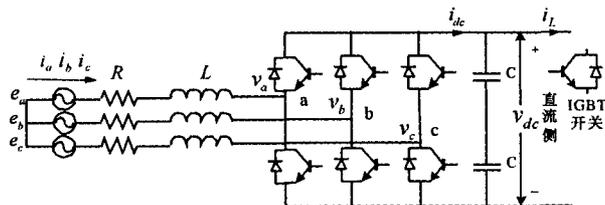


图1 三相电压源换流器(VSC)结构图

三相电压源换流器(VSC)结构图如图1所示。当三相电压为对称的正弦交流电时,同步旋转坐标系下VSC的数学模型如下式:

$$\begin{cases} L \frac{di_{dc}}{dt} - \omega Li_{qc} + R \cdot i_{dc} = e_{de} - v_{dc} \\ L \frac{di_{qc}}{dt} + \omega Li_{dc} + R \cdot i_{qc} = e_{qe} - v_{qc} \end{cases} \quad (1)$$

式中,  $e_{de}$ 、 $e_{qe}$ 是电网电压的d、q轴分量,  $v_{dc}$ 、 $v_{qc}$ 是VSC交流侧电压基波的d、q轴分量,  $i_{dc}$ 、 $i_{qc}$ 是电网电流的d、q轴分量,  $v_{dc}$ 是直流侧电压,  $\omega$ 是交流电网的角频率。

在忽略连接电抗器电阻和换流器开关损耗后,根据系统稳态时直流侧与交流侧的有功功率平衡关系,可得

$$p = \frac{3}{2}(e_{de}i_{dc} + e_{qe}i_{qc}) = v_{dc}i_{dc} \quad (2)$$

直流侧电流可表示为

$$i_{dc} = C \frac{dv_{dc}}{dt} + i_L \quad (3)$$

将式(3)代入式(2)整理得

$$\frac{3}{2}(e_{de}i_{dc} + e_{qe}i_{qc}) = Cv_{dc} \frac{dv_{dc}}{dt} + v_{dc}i_L \quad (4)$$

由式(4)可知VSC系统是非线性强耦合系统。  $i_L$ 是直流侧电流。合并式(1)和式(4)可得VSC系统的状态空间模型:

$$\begin{bmatrix} \dot{i}_{dc} \\ \dot{i}_{qc} \\ \dot{v}_{dc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L}i_{dc} + \omega i_{qc} \\ -\frac{R}{L}i_{dc} - \omega i_{qc} \\ \frac{3}{3Cv_{dc}}(e_{de}i_{dc} + e_{qe}i_{qc}) - \frac{i_L}{C} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} & 0 \\ 0 & \frac{1}{L} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{de} - v_{dc} \\ e_{qe} - v_{qc} \end{bmatrix} \quad (5)$$

根据输入输出反馈线性化的理论<sup>[5]</sup>,可将式(5)写成三相电压源换流器仿射非线性数学模型

$$\dot{x} = f(x) + gu \quad (6)$$

$$y = h(x) \quad (7)$$

$$\text{式中: } x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_{dc} \\ i_{qc} \\ v_{dc} \end{bmatrix}, u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{de} - v_{dc} \\ e_{qe} - v_{qc} \end{bmatrix},$$

$$f(x) = \begin{bmatrix} f_1(x) \\ f_2(x) \\ f_3(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L}x_1 + \omega x_2 \\ -\frac{R}{L}x_2 - \omega x_1 \\ \frac{3}{2Cx_3}Ex_2 - \frac{i_L}{C} \end{bmatrix},$$

$$g = \begin{bmatrix} g_1 & 0 \\ 0 & g_2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{L} & 0 \\ 0 & \frac{1}{L} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, e_{qe} = E, e_{de} = 0。$$

## 1.1 大电网侧换流器的非线性控制策略

假设柔性直流输电系统初始阶段,功率由孤立电网流向大电网。大电网侧换流器处于逆变状态,  $v_{dc} > e_{de}$ ,其同步旋转坐标系下VSC的数学模型如下式:

$$\begin{cases} L \frac{di_{dc}}{dt} - \omega Li_{qc} + R \cdot i_{dc} = V_{dc} - e_{de} \\ L \frac{di_{qc}}{dt} + \omega Li_{dc} + R \cdot i_{qc} = v_{qc} - e_{qe} \\ i_{dc} = i_L - C \frac{dv_{dc}}{dt} \end{cases} \quad (8)$$

换流器控制目标采用定直流电压和定无功功率。因此选取输出控制量:  $y_1 = x_1 = i_{dc}$ ,  $y_2 = x_3 = v_{dc}$ , 输入变量  $u = [u_1 \quad u_2]$ , 则逆变侧VSC仿射非线性数学模型:

$$\dot{k} = f(x) + gu \quad (9)$$

$$y = h(x) \quad (10)$$

$$\text{式中: } x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_{dc} \\ i_{qc} \\ v_{dc} \end{bmatrix}, u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{de} - v_{dc} \\ e_{qe} - v_{qc} \end{bmatrix},$$

$$f(x) = \begin{bmatrix} f_1(x) \\ f_2(x) \\ f_3(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L}x_1 + \omega x_2 \\ -\frac{R}{L}x_2 - \omega x_1 \\ \frac{i_L}{C} - \frac{3Ex_2}{2Cx_3} \end{bmatrix},$$

$$g = \begin{bmatrix} g_1 & 0 \\ 0 & g_2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{L} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{L} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}。$$

对  $y_1$  和  $y_2$  求导直到控制输入量的出现,此时

$$\begin{bmatrix} \dot{y}_1 \\ \dots \\ \dot{y}_2 \end{bmatrix} = A(x) + E(x) \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\text{式(11)中: } A(x) = \begin{bmatrix} f_1 \\ \frac{i_L}{C} - \frac{3Ef_2}{2Cv_{dc}} + \frac{3f_3Ex_2}{2Cx_3^2} \end{bmatrix},$$

$$E(x) = \begin{bmatrix} g_1 & 0 \\ 0 & -\frac{3Eg_2}{2Cx_3} \end{bmatrix}.$$

当  $v_{dc}$  为定值时, 矩阵  $E(x)$  是非奇异的, 故控制输入可以表示为

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \left[ E^{-1}(x) - A(x) + \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} \right] \quad (12)$$

$$\text{式中, } E^{-1}(x) = \begin{bmatrix} \frac{1}{g_1} & 0 \\ 0 & -\frac{2Cx_3}{3Eg_2} \end{bmatrix}, \begin{cases} v_1 = \dot{y}_1 \\ v_2 = \dot{y}_2 \end{cases}$$

为实现对输入量的跟踪控制, 新的控制输入由下式确定:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{y}_{1ref} - k_{11}e_1 \\ \dot{y}_{2ref} - k_{21}\dot{e}_2 - k_{22}e_2 \end{bmatrix} \quad (13)$$

式中:  $e = y - y_{ref}, \dot{e} = \dot{y} - \dot{y}_{ref}$ , 则输出误差为

$$\begin{cases} \dot{e}_1 + k_{11}e_1 = 0 \\ \ddot{e}_2 + k_{21}\dot{e}_2 + k_{22}e_2 = 0 \end{cases} \quad (14)$$

为消除参数变化引起的误差, 提高系统的鲁棒性, 在新的控制输入中添加积分项, 则新的控制输入为

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{y}_{1ref} - k_{11}e_1 - k_{12} \int e_1 dt \\ \dot{y}_{2ref} - k_{21}\dot{e}_2 - k_{22}e_2 - k_{23} \int e_2 dt \end{bmatrix} \quad (15)$$

则误差的动态方程为:

$$\begin{cases} \dot{e}_2 + k_{11}\dot{e}_1 + k_{12}e_1 = 0 \\ \dots \\ \ddot{e}_2 + k_{21}\dot{e}_2 + k_{22}e_2 + k_{23} \int e_2 dt = 0 \end{cases} \quad (16)$$

根据误差方程的极点在复平面的左半面可以计算  $k_{ij}$ 。

将式(15)带入式(12)可得

$$\begin{cases} u_1 = Ri_{de} + \omega Li_{qe} - Lv_1 \\ u_2 = -Ri_{qe} - \omega Li_{de} + \frac{2CLv_{dc}}{3E}v_2 - \frac{2Lv_{dc}}{3E}i_L - \frac{Li_{qe}}{v_{dc}} \left\{ \frac{i_L}{C} - \frac{3Ei_{qe}}{2Cv_{dc}} \right\} \end{cases} \quad (17)$$

式(17)中  $i_L$  是使系统具有快速响应的主要部分, 由于  $u_1 = e_{de} - v_{de}, u_2 = e_{qe} - v_{qe}$ , 所以空间矢量 PWM 调制所需的合成参考电压由下式决定:

$$\begin{cases} v_{qe}^* = e_{de} - u_1 = -u_1 \\ v_{de}^* = e_{qe} - u_2 = E - u_2 \end{cases}$$

则大电网侧换流器的非线性控制框图如 2 所示。

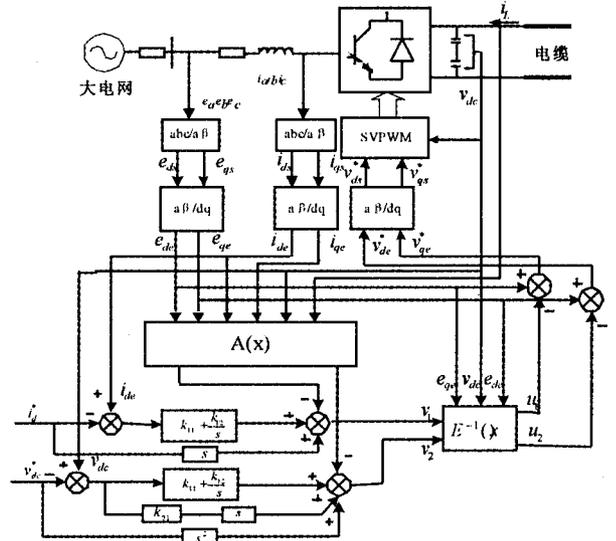


图 2 大电网侧换流器的非线性控制框图

### 1.2 孤网侧换流器的非线性控制策略

孤网侧换流器的控制目标是定有功功率和定无功功率, 实现电网间的功率调节以及对孤立电网的紧急功率支援。系统初始阶段, 孤网侧换流器处于整流器状态, 其同步旋转坐标系下 VSC 的数学模型如式(1)。

取状态变量和输出变量分别为:  $y_1 = x_1 = i_{qe}, y_2 = x_2 = i_{de}$ , 输入变量  $u = [u_1 \ u_2]$ 。则整流侧 VSC 仿射非线性数学模型如式(6~7)所示, 式中:

$$f(x) = \begin{bmatrix} f_1(x) \\ f_2(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L}x_1 + \omega x_2 \\ -\frac{R}{L}x_2 - \omega x_1 \end{bmatrix},$$

$$g = \begin{bmatrix} g_1 & 0 \\ 0 & g_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{L} & 0 \\ 0 & \frac{1}{L} \end{bmatrix}, E = e_{qe}, e_{de} = 0.$$

以大电网侧非线性数学控制策略为例, 孤立电网侧的输出变量可得

$$\begin{bmatrix} \dot{y}_1 \\ \dot{y}_2 \end{bmatrix} = A(x) + E(x) \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \quad (18)$$

其中:  $A(x) = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{bmatrix}, E(x) = \begin{bmatrix} g_1 & 0 \\ 0 & g_2 \end{bmatrix}$ 。因为矩阵  $E(x)$  是非奇异的, 故控制输入可以表示为:

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Rx_1 - \omega Lx_2 \\ Rx_2 + \omega Lx_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L & 0 \\ 0 & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} \quad (19)$$

为实现对输入量的跟踪控制, 新的控制输入为

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{y}_{1ref} - k_{11}e_1 - k_{12} \int e_1 dt \\ \dot{y}_{2ref} - k_{22}e_2 - k_{23} \int e_2 dt \end{bmatrix} \quad (20)$$

式中:  $e = y - y_{ref}, \dot{e} = \dot{y} - \dot{y}_{ref}$ 。

其误差动态方程为

$$\begin{cases} \dot{e}_1 + k_{11}e_1 + k_{12}e_2 = 0 \\ \dot{e}_2 + k_{21}e_1 + k_{22}e_2 = 0 \end{cases} \quad (21)$$

将式(20)代入式(19),最终可得

$$\begin{cases} u_1 = Ri_{de} - \omega Li_{qe} + Lv_1 \\ u_2 = Ri_{qe} + \omega Li_{de} + Lv_2 \end{cases} \quad (22)$$

由于  $u_1 = e_{de} - v_{de}$ ,  $u_2 = e_{qe} - v_{qe}$ , 所以空间矢量 PWM 调制所需的合成参考电压由下式决定:

$$\begin{aligned} v_{qe}^* &= -u_1 \\ v_{de}^* &= e_{qe} - u_2 \end{aligned}$$

则孤网侧换流器的非线性控制框图如图 3 所示。

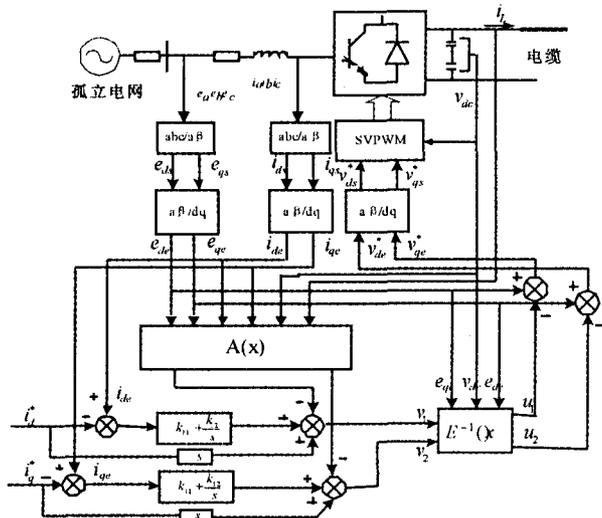


图 3 孤网侧换流器的非线性控制框图

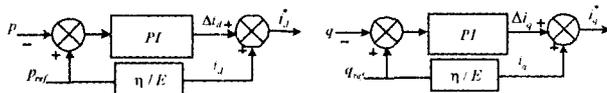
## 2 外环控制策略

### 2.1 HVDC Flexible 的外环功率控制

引入稳态逆模型<sup>[5]</sup>设计外环功率控制器,如图 4 所示。图 4(a)、(b)分别为定有功功率、定无功功率控制器。由图 4 可知有功电流和无功电流的预估分别为:

$$\begin{cases} i_d = 2p_{ref}/3E = \eta \cdot p_{ref}/E \\ i_q = -2q_{ref}/3E = -\eta \cdot q_{ref}/E \end{cases} \quad (19)$$

式中,  $p_{ref}$  和  $q_{ref}$  分别为系统有功功率和无功功率参考值,  $E$  是电网电压空间矢量的有效值。以有功功率为例,  $p_{ref}$  经过换算作为  $i_d^*$  的稳态部分  $i_d$ ,  $p$  与  $p_{ref}$  的偏差经过 PI 控制器作为  $\Delta i_d$ ,  $i_d$  与  $\Delta i_d$  叠加成为  $i_d^*$ , 比例因子  $\eta = 2/3$ 。稳态逆模型大大提高了传递功率  $p$  对  $p_{ref}$  的跟踪速度, 并消除有功静差。



(a) 定有功功率控制器 (b) 定无功功率控制器

图 4 外环功率控制器

### 2.2 孤网侧外环不平衡控制

孤网侧基于负序电压补偿原理的不平衡控制器如图 5 所示。其控制策略:根据改进的瞬时对称分量法<sup>[6]</sup>对电网电压瞬时值进行正负序分解,正序参考电压矢量由输入输出反馈线性化解耦控制得到,负序参考电压矢量为电网负序电压。正、负序参考电压在  $\alpha\beta$  两相静止坐标系中叠加合成后作为空间电压矢量 PWM 的参考矢量。这样,换流器交流侧电压负序分量等于电网负序电压,电网电流不含负序分量,保持三相对称。功率外环,由定有功功率和定无功功率控制器构成;电流内环,由功率外环得到,并对 d、q 轴分量进行反馈线性化实现有功功率和无功功率的解耦控制;

当交流系统发生不对称故障时, VSC 换流站负序电流得到了有效抑制,但交流系统中仍有负序电压的存在,从而导致故障侧换流站的直流电压、输送的有功和无功仍含有二倍频波动量。这些谐波量对不同接线方式的 HVDC Flexible 系统的影响程度是不同的。对于经长距离直流输电线输送有功的 HVDC Flexible 孤岛系统而言,故障侧系统的负序分量对另一侧系统的影响很小。

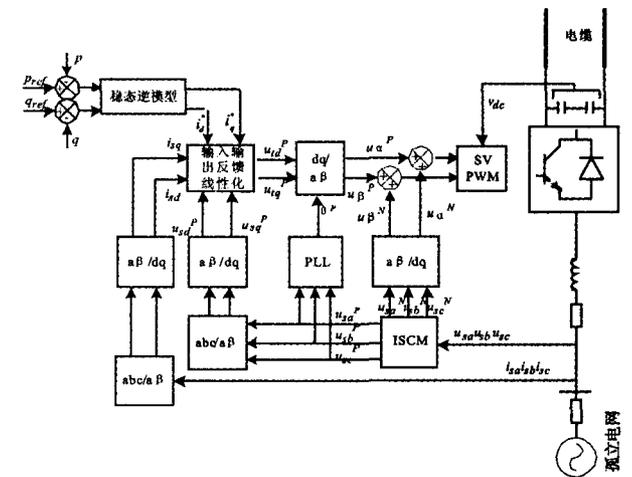


图 5 基于负序电压补偿原理的不平衡控制系统框图

## 3 仿真与分析

### 3.1 仿真参数

本文在电磁暂态仿真软件 PSCAD/EMTDC 中搭建了柔性直流输电系统的仿真模型,如图 6 所示。仿真参数如下:孤立电网由 1 台额定容量 30MW 的同步发电机构成,机端电压为 13.8kV;交流网侧额定相电压 6.6kV,变压器变比为 13.8kV/6.6kV,靠近 VSC 侧的绕组采用“ $\Delta$ ”接法,起到隔离零序分量在换流器与交流系统之间传递的作用;直流线路采用长 20km 的频变相输电线路模型;直流侧电容  $2C_1$

$= 2C_2 = 4000\mu F$ , 换流电抗器电感  $L_1 = L_2 = 5.61mH$ ; 电阻  $R_1 = R_2 = 0.2\Omega$ ; 换流器均采用两电平空间矢量脉宽调制, 直流侧电压设定值  $40kV$ ; VSC1 采用定有功功率和定无功功率, VSC2 采用定直流电压和定无功功率。

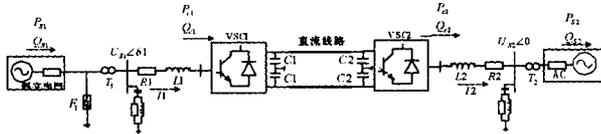


图6 孤网侧单相接地故障时的柔性直流输电系统

### 3.2 孤网侧发生不对称接地故障

假设大电网向孤网侧传递有功设定值  $7MW$ , 在图6孤立电网侧  $F_1$  设置故障点,  $3.0s$  发生瞬时单相接地故障, 故障时间为  $0.2s$ 。在仿真中, 换流器先后采用两种控制方式, 其中方式1采用正序对称控制, 方式2采用补偿负序电压的不对称控制。

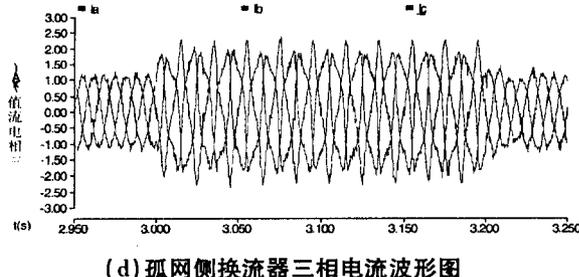
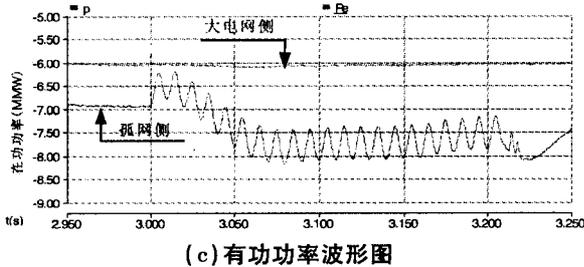
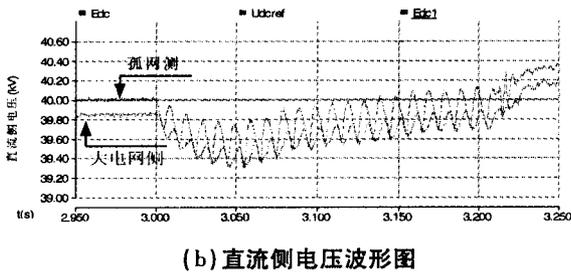
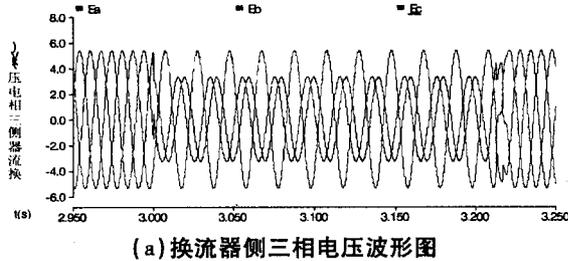


图7 采用正序对称控制的仿真结果

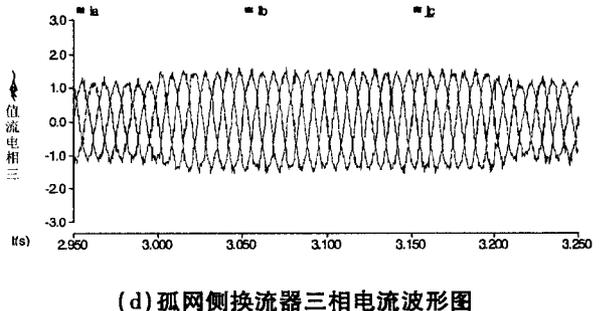
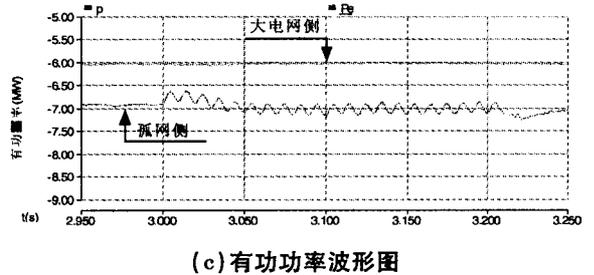
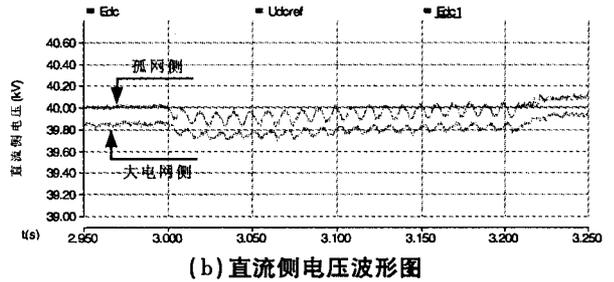
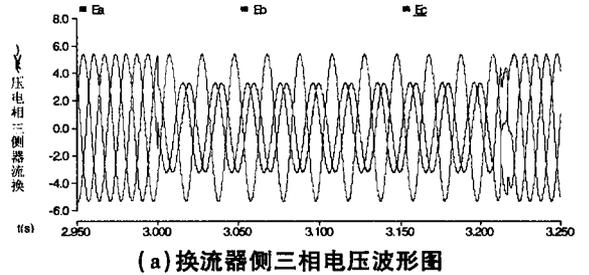


图8 采用补偿负序电压的不对称控制的仿真结果

图7为采用正序对称控制的仿真结果。由图7可以看出当孤网侧发生单相接地故障时, 换流器三相电压出现不对称暂降, 引起系统产生负序电压, 三相电流发生畸变, 同时电流中的负序分量, 导致孤网侧功率二倍频震荡和直流侧电压大幅度波动。

图8为采用补偿负序电压的不对称控制的仿真结果。由图7和图8对比可以看出, 在相同参数下, 当系统采用负序电压补偿控制, 孤网侧直流电压和有功功率波动幅值减小了  $50\%$ , 系统能够较好地抑制负序电流对换流器功率的影响; 图8(b)表明, 故障时直流电压仍存在小幅度的二倍频纹波, 这是由于电网负序电压导致有功功率包含二倍频的周期分量所致; 图8(d)表明, 虽然孤网电压出现不对称跌落, 但换流器电流仍然保持三相对称, 未发生畸变, 系统有效地补偿了电流负序分量, 避免换流器过载。

整个控制系统具有良好的稳态精度和动态响应特性。

#### 4 结论

对 HVDC Flexible 采用输入输出反馈线性化和负序电压补偿的综合控制策略,能有效地减小了孤立电网不对称故障对 HVDC Flexible 的影响,提高了孤立电网的暂态稳定性。

#### 参 考 文 献

- [1] 谢小荣,崔文进,唐义良,韩英铎. 静止同步补偿器无功电流的鲁棒自适应控制[J]. 清华大学学报(自然科学版). 2001, 41(3).
- [2] 陈谦,唐国庆,胡铭. 采用 dqo 坐标的 VSC-HVDC 稳态模型与控制器设计[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(16): 61-66.
- [3] 尹明,李庚银,牛同义,等. VSC-HVDC 连续时间状态空间模型及其控制策略研究[J]. 中国电机工程学报, 2005 25(1): 34-39.
- [4] 陈海荣. 交流系统故障时 VSC\_HVDC 系统的控制与保护策略研究[D]. 浙江大学, 2003.
- [5] 刘洪涛. 新型直流输电的控制和保护策略研究[D]. 浙江大学, 2003.
- [6] 袁旭峰,程时杰,文劲宇. 改进瞬时对称分量法及其在正负序电量检测中的应用[J]. 中国电机工程学报. 2008, 28(1): 52-58.
- [7] Jing Zhang, Hairong Chen. VSC-HVDC Control under Unbalanced Supply Conditions. IEEE PES General Meeting, June, 2007, USA.
- [8] Lie Xu, Bjarne R. Andersen, Phillip Cartwright. VSC transmission operating under unbalanced AC conditions analysis and control design [J]. IEEE transaction on power delivery, 2005, 20(1): 427-434.
- [9] 徐金榜,何顶新,赵金,万淑芸. 电压不平衡情况下 PWM 整流器功率分析方法[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(16): 80-85.
- [10] 杨晓萍. 高压直流输电与柔性直流输电[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [11] Xiao-ping Yang, Hai-bin Hao, Yan-ru Zhong. The State-Space Modeling and Nonlinear Control Strategies of Multilevel DSTATCOM. Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (EI and ISTP index).
- [12] 段先锋. 直驱永磁同步风力发电系统低电压穿越的研究[D]. 西安理工大学, 2009.
- [13] Dong-Choon Lee, Member, IEEE, G-Myoung Lee, and Ki-Do Lee DC-Bus Voltage Control of Three-Phase AC/DC PWM Converters Using Feedback Linearization [J]. IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. 36, NO. 3, MAY/JUNE 2000.

(责任编辑:陈丽娟)

## The Research of HVDC Flexible to improve the stability of the isolated grid

LIU Xing<sup>1</sup>, ZHANG Jun-you<sup>2</sup>

(1. Hydrochina Xibei Engineering Corporation, Xi'an 710076, China;

2. Shangluo Power Supply Bureau, Shangluo 726000, China;

3. Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** In this paper the HVDC Flexible is used in isolated grid, for the isolated grid occur asymmetric fault Easily and the characteristics of the poor transient stability, input-output feedback linearization and negative sequence voltage compensation control strategy are proposed, the HVDC Flexible simulation models are set up by PSCAD/EMTDC. Simulation results show that the nonlinear control and the negative sequence voltage compensation control strategy can better reduce the impact of isolated grid on Asymmetric power of HVDC Flexible and improve the recovery of isolated grid stability.

**Key words:** HVDC Flexible; isolated grid; input-output feedback linearization; Negative sequence voltage compensation; PSCAD/EMTDC