

基于滑模变结构的含多 FACTS 电力系统稳定性协调控制

王华雷¹, 伏祥运¹, 汤 奕², 张志福¹

(1. 连云港供电公司, 江苏 连云港 222004; 2. 东南大学电气工程学院, 江苏 南京 210096)

摘 要: 由于柔性交流输电 (FACTS) 装置控制器独立设计, 大量研究表明 FACTS 装置间存在负交互影响, 削弱控制器自身控制效果。文中基于滑模变结构法设计了多 FACTS 装置协调控制器, 实现多 FACTS 装置的协调控制, 提高了多 FACTS 装置的控制效果。通过对含有 SVC 和 TCSC 的单机无穷大系统时域仿真分析, 验证了该方法的有效性。

关键词: 多 FACTS; 协调控制; 滑模变结构控制

中图分类号: TM761

文献标志码: A

文章编号: 1009-0665(2015)04-0001-04

柔性交流输电系统 (FACTS) 具有快速连续调节的特点, 已被广泛应用于电力系统潮流调节和稳定控制等^[1]。随着目前特高压输电线路的投运以及区域互联大电网的建设, 电力系统往往覆盖较大的区域, 安全稳定问题通常要考虑大范围内的全局电网, 然而各个 FACTS 控制器大多是在模型中设计的孤立控制策略, 已有大量研究证明, 这类控制器之间存在负交互影响, 将削弱 FACTS 装置的控制效果, 甚至破坏系统稳定性^[2,3]。在特高压投入运行、区域电网互联的情况下, 大电网的安全稳定显得尤为重要, 采用协调控制的方法, 可以充分发挥 FACTS 的效果, 削弱负交互影响^[4]。

国内文献对于 FACTS 的协调控制已经有了一定的研究成果。文献[5]将量子遗传算法与极限学习机算法进行结合, 给出多 FACTS 的配置值, 提高了算法的计算效率; 文献[6]采用遗传算法来配置协调控制器, 但该算法的收敛性不好; 文献[7]基于改进多目标进化算法对多 FACTS 控制器的控制参数进行优化, 计算的结果同时可以分析装置间的交互影响程度; 文献[8]将多 FACTS 的协调控制问题转化为优化问题的求解, 对多目标进化算法进行了改进, 结合改进粒子群算法设计了多 UPFC 协调控制器。由于电力系统具有很强的非线性, 当系统受到大的扰动或者运行点发生较大偏移时, 线性控制将很难维持系统的安全稳定, 以上各种方法都从含有多 FACTS 电力系统的非线性角度出发, 通过优化及其改进方法求解多 FACTS 的配置参数, 但算法都较为复杂, 计算量较大, 不便于理解和工程设计。针对上述问题, 本文基于非线性控制理论, 通过建立含有多 FACTS 的滑模变结构控制模型, 构造算例系统仿射非线性方程, 在精确线性化映射的基础上, 采用滑模变结构控制方法设计了多 FACTS 的协调控制器, 并通过时域仿真分析验证了滑模变结构协调控制有效性。

1 滑模变结构控制理论

滑模变结构控制方法对于确定性系统和不确定性系统都具有较强的鲁棒性^[9], 被广泛地用于各类非线性控制系统的设计中, 在电力系统中常被用来实现励磁控制、FACTS 装置控制等。滑模变结构控制定义了一个切换平面, 通过合适的控制输入作用于系统, 使得系统沿着一定的轨迹运动到切换平面上的稳定点, 在滑模变结构控制的作用下, 系统对外界的扰动或者内部的参数摄动具有较强的鲁棒性。因此, 滑模变结构控制问题主要包含 2 个问题, 设计一个切换函数使得系统在切换平面上可以稳定运行且有良好的稳定性, 以及设计滑模变结构控制量使得系统能在有限时间运动到切换平面^[10]。

滑模变结构控制问题有 3 个基本要素。第一是滑动模态的存在性, 要求滑模变结构控制的切换面上要存在系统运动的停止点, 即切换面上的点或部分点在系统的稳定运行域内; 再就是滑动模态的可达性, 要求系统在状态空间的任一运行点都可以通过控制输入使系统到达切换平面, 否则无法进入滑模运行状态; 最后是滑动模态的稳定性, 系统进入滑动状态以后, 系统的运动是渐进稳定的。

要使滑模变结构控制的系统满足以上 3 要素, 则滑模变结构控制器设计的过程有 2 个基本步骤:

- (1) 设计切换平面 $s_i(x)=0$, 使得系统在该平面可以稳定运行, 确保滑动模态的动态性能;
- (2) 设计控制函数 $u_i \pm(x)$, 使系统可以达到切换平面。

2 基于滑模变结构多 FACTS 协调控制模型

2.1 含有 FACTS 的单机无穷大系统模型

假设 SVC 和 TCSC 安装在单机无穷大系统中, 其结构如图 1 所示。

图 1 中 2 台 TCSC 安装在输电线路的靠近中间母

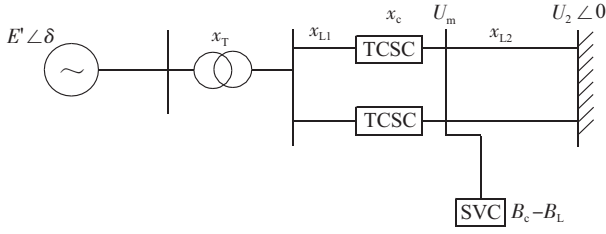


图1 含有 SVC 和 TCSC 的单机无穷大系统

线的位置,且具有相同的参数;SVC 并联安装在线路中间的母线上;左侧的发电机采用经典二阶模型,那么具有 SVC、TCSC 的电力系统微分方程为:

$$\begin{cases} \dot{\delta} = \omega - \omega_0 \\ \dot{\omega} = \frac{\omega_0}{H} P_{m0} - \frac{D}{H} (\omega - \omega_0) - \frac{\omega_0}{H} \frac{U_2 E' \sin \delta}{x_{\Sigma}} \\ \dot{x}_c = \frac{1}{T_c} (-x_c + x_{c0} + u_t) \\ \dot{B}_L = \frac{1}{T_b} (-B_L + B_{L0} + u_b) \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中: δ 为发电机功角; ω 为发电机转速; $\omega_0=2\pi f$ 为发电机额定同步转速; D 为阻尼系数; ω_0 为发电机等效电动势; H 为转动惯量; B_L 为 SVC 中可调的等效电纳, B_{L0} 为其初值; u_b 为 SVC 的控制输入量; x_c 为 TCSC 中可调的等值电抗, x_{c0} 为其初值; u_t 为 TCSC 的控制输入量; $U_2=1$ 为无穷大母线电压; P_{m0} 为机械功率; P_e 为电磁功率; $x_1=x'_d+x_t+(x_{L1}+x_c)/2$,且满足 $x_2=x_{L2}/2$, $x_{\Sigma}=x_1+x_2+x_1x_2(B_L-B_c)$,则电磁功率表达式为 $P_e=E'U_2\sin\delta/x_{\Sigma}$ 。

式(1)具有仿射非线性系统形式:

$$\dot{x}(t) = f(x) + g(x) \cdot u \quad (2)$$

式(2)中: $x = [\delta \ \omega \ B_L \ x_c]^T$, $u = [u_b \ u_t]^T$ 。

则:

$$f(x) = \begin{bmatrix} \omega - \omega_0 \\ \frac{\omega_0}{H} P_{m0} - \frac{D}{H} (\omega - \omega_0) - \frac{\omega_0}{H} \frac{U_2 E' \sin \delta}{x_{\Sigma}} \\ \frac{1}{T_c} (-x_c + x_{c0}) \\ \frac{1}{T_b} (-B_L + B_{L0}) \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$g(x) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{T_b} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{T_c} \end{bmatrix}^T \quad (4)$$

2.2 系统的运行点

在上述方程中,选择 $\omega_0=1$, $B_{L0}=0.2$, $x_{c0}=0.1$, $B_c=0.3$, $T_b=T_c=0.2$, $x'_d=0.257$, $x_T=0.01$, $x_{L1}=x_{L2}=0.48$, $E'=1.28$, $P_{m0}=0.8$, $H=16$, $D=5$, $U_2=1$ 。当系统在一个稳定状

态下运行时,各个状态变量的导数等于0,即式(1)等式左边等于0,得到4个代数方程。此时方程中共有6个未知数,分别是发电机功角 δ 、发电机转速 ω 、TCSC中可调的等值电抗 x_c 、SVC中可调的等效电纳 B_L 、TCSC的控制输入量 u_t 、SVC的控制输入量 u_b ,无法通过代数方程组求解。需要增加2个条件,假设单机无穷大系统在某个运行点下,SVC接入点电压 $U_m=1.02$,发电机机端母线电压 $U_{gm}=1.05$,6个代数方程联立,求解方程组得到单机无穷大系统的一个稳态运行点为: $\omega=1$, $\delta=0.573$, $B_L=0.413$, $x_c=0.208$, $u_t=0.108$, $u_b=0.213$ 。

2.3 仿射非线性系统的精确线性化形式

当系统受到扰动的时候,首先希望系统不要失去功角稳定,如果系统功角失稳,那么研究电压稳定控制将没有意义,因此协调控制的目标应该包含功角稳定;其次通过协调控制可以更好的改善系统的电压稳定性,这也是本文研究的重点。因此,在本文将功角的偏差量和 SVC 接入点的电压偏差量作为控制系统的输出,则:

$$\begin{cases} y_1 = h_1(x) = \delta - \delta_0 \\ y_2 = h_2(x) = U_m - U_{ref} \end{cases} \quad (5)$$

在以上输出条件基础上计算李导数,求得:

$$\begin{aligned} L_{g1}^0 L_f^0 h_1(x) &= 0 \dots L_{g1}^0 L_f^1 h_1(x) \neq 0 \\ L_{g1}^0 L_f^0 h_2(x) &\neq 0 \\ L_{g2}^0 L_f^0 h_1(x) &= 0 \dots L_{g2}^2 L_f^2 h_1(x) \neq 0 \\ L_{g2}^0 L_f^0 h_2(x) &\neq 0 \end{aligned}$$

由上述李导数计算结果,以及控制系统相对阶可知,系统输出 $y_1=h_1(x)=\delta-\delta_0$ 的相对阶为3,系统输出 $y_2=h_2(x)=U_m-U_{ref}$ 的相对阶为1,则这个系统的相对阶 $r=r_1+r_2=4=n$,所以系统阶数与相对阶总和相等,系统可以实现精确线性化。

矩阵 $B(x) = \begin{bmatrix} L_{g1}^2 L_f^2 h_1(x) & L_{g2}^2 L_f^2 h_1(x) \\ L_{g1}^0 L_f^0 h_2(x) & L_{g2}^0 L_f^0 h_2(x) \end{bmatrix}$,将相应的李

导数代入矩阵 $B(x)$,有 $|B(x)| \neq 0$,即 $B(x)$ 非奇异,因此选择式(6)的坐标映射来实现线性化,坐标变换选择如下:

$$\begin{cases} z_1 = h_1(x) = \delta - \delta_0 \\ z_2 = L_f^1 h_1(x) = f_1 = \omega - \omega_0 \\ z_3 = L_f^2 h_1(x) = f_2 \\ z_4 = h_2(x) = U_m - U_{ref} \end{cases} \quad (6)$$

坐标变换后,式(1)所示系统可以转化为式(7)所示的标准型:

$$\begin{cases} \dot{z}_1 = z_2 \\ \dot{z}_2 = z_3 \\ \dot{z}_3 = v_1 \\ \dot{z}_4 = v_2 \end{cases} \quad (7)$$

同样的坐标变换后,式(5)所示的系统输出转化为式(8)所示的形式:

$$\begin{cases} y_1 = h_1(z) = z_1 \\ y_2 = h_2(z) = z_4 \end{cases} \quad (8)$$

又因为:

$$\begin{cases} v_1 = L_f^3 h_1(x) + L_{g1}^2 L_f^2 h_1(x) \cdot u_1 + L_{g2}^2 L_f^2 h_1(x) \cdot u_2 \\ v_2 = L_f^1 h_1(x) + L_{g1}^0 L_f^0 h_2(x) \cdot u_1 + L_{g2}^0 L_f^0 h_2(x) \cdot u_2 \end{cases} \quad (9)$$

从而得到 u 和 v 的转换关系为:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{g1}^2 L_f^2 h_1(x) & L_{g2}^2 L_f^2 h_1(x) \\ L_{g1}^0 L_f^0 h_2(x) & L_{g2}^0 L_f^0 h_2(x) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_b \\ u_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L_f^3 h_1(x) \\ L_f^1 h_1(x) \end{bmatrix} \quad (10)$$

即:

$$\begin{bmatrix} u_b \\ u_t \end{bmatrix} = B^{-1}(x) \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} - B^{-1}(x) \begin{bmatrix} \alpha(x) \\ \beta(x) \end{bmatrix} \quad (11)$$

综合以上条件,式(7)所示系统可以转化为式(12)所示的形式:

$$\begin{cases} \dot{z} = Az + Bv \\ y = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_4 \end{bmatrix} \end{cases} \quad (12)$$

$$\text{式(12)中, } A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

3 多 FACTS 滑模变结构控制器的设计

3.1 滑模变结构的 S 平面求解

设计滑模变结构控制器要求先求取 $S=Cx$ 中的矩阵 C , 其设计的目标是使得在切换平面上的滑动模态具有较好的稳定性, 经常用来设计滑模变结构控制器的方法有极点配置法、二次型最优法、系统零点设计法等, 这里采用极点配置法来求取切换平面的矩阵 C 。首先对式(12)系统进行控制器设计, 相当于对式(13)、式(14)的 2 个独立子系统进行研究:

$$\begin{bmatrix} \dot{z}_1 \\ \dot{z}_2 \\ \dot{z}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} v_1 \quad (13)$$

$$\dot{z}_4 = [0] \cdot [z_4] + [1] \cdot v_2 \quad (14)$$

设式(13)子系统取切换函数 $s_1 = C_1 z_1 + C_2 z_2 + z_3$, 当系统进入滑模运动状态后, 具有 $\dot{z}_3 = -C_1 z_1 - C_2 z_2$, 将其代入式(13), 可得式(15), 整理成矩阵形式为式(15):

$$\begin{cases} \dot{z}_1 = z_2 \\ \dot{z}_2 = z_3 = -C_1 z_1 - C_2 z_2 \end{cases} \quad (15)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{z}_1 \\ \dot{z}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} z_3 \quad (16)$$

用极点配置法计算其反馈矩阵, 可以得到反馈矩阵 $K = [k_1 \ k_2]$, 即 $\dot{z}_3 = -K[z_1 \ z_2]^T$, 对比式(15), 可以得到 $k_1 = C_1, k_2 = C_2$ 。因此, 式(13)对应的子系统的切换平面是 $s_1 = 2z_1 + 3z_2 + z_3$ 。同理, 对式(14)对应的子系统设计切换平面可以得到 $s_2 = z_4$ 。

3.2 滑模变结构的控制输入求解

采用递阶控制算法可以充分发挥控制变量的作用, 这种控制算法只与系统的初始运动状态有关, 与进入切换平面的顺序无关。当满足 $\dot{s}s < 0$ 时, 即可保证滑动模态。为了使滑模变结构控制取得较好的动态品质, 选择指数趋近律^[11], 则:

$$\begin{cases} \dot{s}_1 = -\varepsilon_1 \operatorname{sgn} s_1 - k_1 s_1 & \varepsilon_1 > 0, k_1 > 0 \\ \dot{s}_1 = C_1 z_1 + C_2 z_2 + z_3 \end{cases} \quad (17)$$

联立两式解得子系统 1 的控制变量:

$$v_1 = \dot{z}_3 = -\varepsilon_1 \operatorname{sgn} s_1 - k_1 s_1 - C_1 z_2 - C_2 z_3 \quad (18)$$

$$\begin{cases} \dot{s}_2 = -\varepsilon_2 \operatorname{sgn} s_2 - k_2 s_2 & \varepsilon_2 > 0, k_2 > 0 \\ \dot{s}_2 = \dot{z}_4 \end{cases} \quad (19)$$

联立两式解得子系统 2 的控制变量:

$$v_2 = -\varepsilon_2 \operatorname{sgn} s_2 - k_2 s_2$$

在滑模变结构控制的应用中, 由于系统惯性和测量误差等因素的存在, 使得系统呈现抖动的形式, 相当于在滑动面上叠加了抖振的运动。为了较好地抑制抖动, 将趋近律中采用的符号函数替换为饱和函数, 得到如下的控制函数:

$$\begin{cases} v_1 = \dot{z}_3 = -\varepsilon_1 \operatorname{sat} s_1 - k_1 s_1 - C_1 z_2 - C_2 z_3 \\ v_2 = -\varepsilon_2 \operatorname{sat} s_2 - k_2 s_2 \end{cases} \quad (20)$$

4 算例分析

4.1 三相短路故障

在图 1 所示的系统中, 0.5 s 时刻, 线路 x_{12} 中点处发生三相短路故障, 0.1 s 后线路三相断开, 如图 2 所示。滑模变结构控制与分散 PID 控制的对比, 如图 3—5 所示。

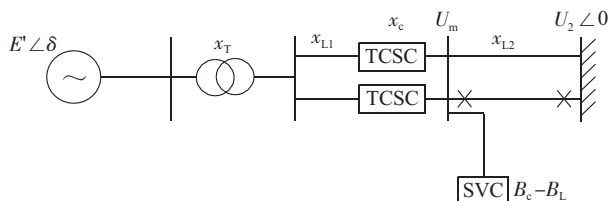
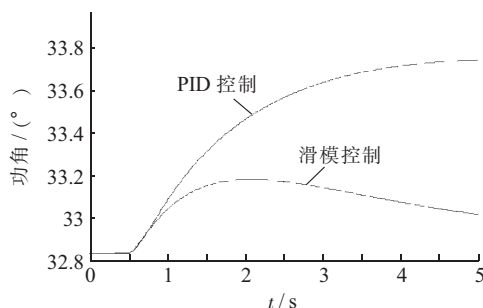
图2 线路 x_{L2} 发生三相短路故障后切线

图3 故障后系统的功角曲线对比

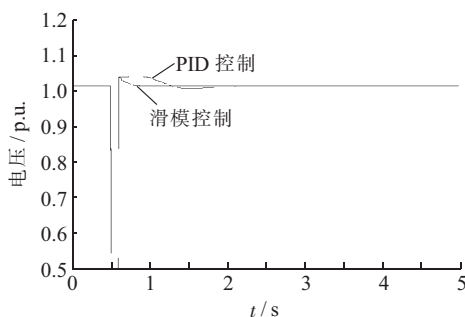


图4 故障后 SVC 接入点的电压曲线对比

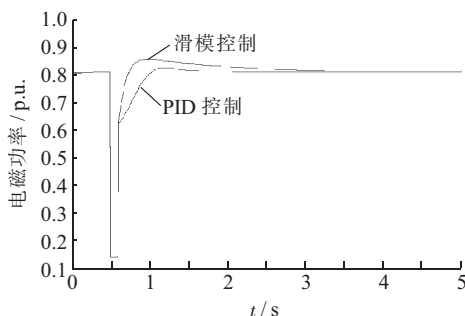


图5 故障后电磁功率曲线对比

从图3—5可知,系统发生三相短路,0.1 s后故障切除,FACTS装置采用滑模变结构协调控制使得系统的稳定性更好。发电机功角能够更快地回到稳态运行点的附近;系统电压调节时间更短;电磁功率的上升时间更短,具有更好的瞬态性能。

综上所述,从暂态过程可以看出,协调控制器可以使系统更快的趋近稳态运行点,提高了系统的暂态性能,由于采用饱和函数替代了符号函数,很好的消除了抖动。采用滑模变结构方法设计 TCSC 与 SVC 的协调控制器后,改善了 FACTS 装置的控制效果,提高了系统的稳定性。

5 结束语

本文基于非线性控制理论,建立了含有多 FACTS 的滑模变结构模型,设计了滑模变结构协调控制器。通过对含 TCSC 和 SVC 的单机无穷大系统进行时域仿真分析得到,基于滑模变结构方法设计的控制器可以很好地实现多 FACTS 的协调控制,较好地改善了控制器的效果,改善了系统暂态过程中功角、电压以及电磁功率的恢复能力和调节速度,使得系统具有更好的稳定性。

参考文献:

- [1] 王云洁,胡 弢. SVC 电压稳定控制和抑制低频振荡交互影响研究[J]. 江苏电机工程,2013,32(1):23-29.
- [2] 江全元,邹振宇,吴 昊,等. 基于相对增益矩阵原理的柔性交流输电系统控制器交互影响分析[J]. 中国电机工程学报,2005,25(11):23-28.
- [3] 任旭超,万秋兰. SVC 预防电压失稳的快速控制方法[J]. 江苏电机工程,2014,33(2):1-3.
- [4] 黄柳强,郭剑波,卜广全,等. FACTS 协调控制研究进展及展望[J]. 电力系统保护与控制,2012,40(5):138-147.
- [5] 黄柳强,郭剑波,孙华东,等. 基于智能计算的多 FACTS 协调配置[J]. 电网技术,2013,37(4):942-946.
- [6] AGHAZADE A, KAZEMI A. Simultaneous Coordination of Power System Stabilizers and STATCOM in a Multi-machine Power System for Enhancing Dynamic Performance [C]. The 4th International Power Engineering and Optimization Conf. Malaysia: IEEE, 2010: 13-18.
- [7] 刘 青,李丽英,王增平. 基于模糊混合进化算法的多个 FACTS 元件协调控制[J]. 电力自动化设备,2010,30(5):18-21.
- [8] 颜楠楠,傅正财. 基于多目标粒子群优化算法的 UPFC 协调控制[J]. 电力系统保护与控制,2010,38(8):43-48.
- [9] 张 红. 非线性系统的滑模变结构控制理论研究[D]. 大庆:大庆石油学院,2008.
- [10] 杜继伟. 汽轮发电机非线性协调滑模稳定控制[J]. 电力科学与技术学报,2011,26(3):90-95.
- [11] 郑雪梅,李 琳,徐殿国,等. 双馈风力发电系统低电压过渡的高阶滑模控制仿真研究[J]. 中国电机工程学报,2009(29):178-183.

作者简介:

王华雷(1988),男,江苏连云港人,助理工程师,从事电力系统调度运行、电力系统稳定分析与控制等研究工作;
伏祥运(1977),男,江苏连云港人,高级工程师,从事电力系统调度运行管理、无功功率补偿和谐波抑制等方面的工作;
汤 奕(1977),男,江苏常州人,副教授,从事电网分析、稳定控制、分布式电源等方面的研究工作;
张志福(1977),男,江苏连云港人,工程师,从事电力系统调度运行管理等方面的工作。

(下转第9页)

5 结束语

本文基于最优潮流,提出了分区电网最大供电能力计算方法。将TSC转化为满足电网安全运行约束条件下的最优化问题,约束条件中考虑了关键输电断面稳定限额,在对约束条件降维处理的同时计及了电网的N-1/N-2约束,由非线性内点法求得TSC。江苏电网3个典型220 kV分区电网算例的计算结果表明,采用的TSC计算方法能够满足电网规划与运行的要求,具有较高的适用性和实际应用价值。

参考文献:

- [1] DL/T 755—2001,电力系统安全稳定导则[S].
- [2] 肖峻,张婷,张跃,等.基于最大供电能力的配电网规划理念与方法[J].中国电机工程学报,2013,33(10):106-113.
- [3] 肖峻,刘世嵩,李振生,等.基于潮流计算的配电网最大供电能力模型[J].中国电机工程学报,2014,34(31):5516-5524.
- [4] 肖峻,郭晓丹,王成山,等.配电网最大供电能力模型解的性质[J].电力系统自动化,2013,37(16):59-65.
- [5] 肖峻,李振生,刘世嵩,等.电压约束及网损对配电网最大供电能力计算的影响[J].电力系统自动化,2014,38(5):36-43.
- [6] 刘雪连,段振刚,王坚,等.考虑电压安全裕度的多目标最优潮流模糊建模[J].电网技术,2011,35(12):112-117.
- [7] 杨伟,滕百岸,孙磊.电力市场中最优潮流模型及算法研究[J].电网技术,2012,36(2):126-130.
- [8] 季聪,卫志农,汤涌,等.基于自动微分技术的VSC-HVDC内点法最优潮流[J].电网技术,2012,36(10):184-189.
- [9] 李静文,赵晋泉,张勇.基于改进差分进化—生物地理学优化算法的最优潮流问题[J].电网技术,2012,36(9):115-119.
- [10] 易驰韩,胡泽春,宋永华.考虑注入功率分布的随机最优潮流方法[J].电网技术,2013,37(2):367-371.
- [11] 杨林峰,简金宝,韩道兰,等.基于最优中心参数的多中心校正内点最优潮流算法[J].中国电机工程学报,2012,32(4):136-144.
- [12] 赵晓慧,阳育德,韦化.求解大规模AC/DC最优潮流的连续递推内点算法[J].中国电机工程学报,2013,33(4):171-178.

作者简介:

刘盛松(1974),男,吉林辽源人,高级工程师,从事电力系统计算与分析、运行方式管理工作;
秦旭东(1974),男,江苏扬州人,工程师,从事调度运行管理、电力系统计算与分析工作;
汪志成(1979),男,安徽黄山人,高级工程师,从事调度运行管理、电力系统计算与分析工作;
胡伟(1978),男,江苏常熟人,高级工程师,从事电力系统计算与分析、运行方式管理工作。

Study on Total Supply Capability of Zone Grids Considering Interface Flow Limits

LIU Shengsong, QIN Xudong, WANG Zhicheng, HU Wei

(Jiangsu Electric Power Dispatch and Control Center, Nanjing 210024, China)

Abstract: With the rapid development of power grids, the management and dispatch for power systems are deeply done in a hierarchical and distributed manner. Total supply capability (TSC) of zone grids becomes a very important problem which has attracted many attention by power systems planning and operation departments. Optimal power flows based TSC calculation method is investigated in this paper. The TSC can be handled as a nonlinear programming problem, which satisfies certain physical and operating constraints. Critical interface flow limits are introduced in order to consider N-1/N-2 contingencies indirectly. The nonlinear interior point method is employed to calculate the TSC. Numerical results of Jiangsu power grid are presented. The proposed method is practical and effective.

Key words: zone grids; total supply capability; optimal power flow; interior point method

(上接第4页)

A Multi FACTS Coordinated Control Method for Improving System Stability Based on Sliding Mode Control

WANG Hualei¹, FU Xiangyun¹, TANG Yi², ZHANG Zhifu¹

(1.Lianyungang Power Supply Company, Lianyungang 222004, China;

2.School of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: As controllers of flexible AC transmission system (FACTS) in power system is designed independently, studies have shown that there exists negative cross-impact among these controllers. The effect of FACTS controllers is weakened due to negative cross-impact. A kind of multi FACTS coordinated controller is designed based on sliding mode control. The coordination of multi FACTS is achieved, and the control of multi FACTS is improved. Finally the time-domain simulation of a single-machine infinite-bus system with static var compensator (SVC) and thyristor controlled series capacitor (TCSC) is performed to verify the effectiveness of the proposed method.

Key words: multi FACTS; coordinated control; sliding mode control