

统一潮流控制器在动态模拟系统中的应用

蔡松, 段善旭, 康勇

(华中科技大学 电气与电子工程学院, 湖北省 武汉市 430074)

Application of UPFC in Dynamic Simulation System

CAI Song, DUAN Shan-xu, KANG Yong

(School of Electrical and Electronic Engineering, Huazhong University of Science and Technology,
Wuhan 430074, Hubei Province, China)

ABSTRACT: A dynamic simulation system that is composed of synchronous generator and infinite capacity bus is built and the steady state and transient characteristics of unified power flow controller (UPFC) in this system are researched. Taking the adjustment of active power flow in certain transmission line for example, the steady-state operation of UPFC in dynamic simulation system, including the variation of power flow and angle, is observed. The results from simulation and experiments show that by means of UPFC the power flow distribution among transmission lines can be rapidly and reposefully changed. Through transient experiments, why UPFC can improve synchronous stability of power grid is analyzed. Simulation results also confirm that UPFC can restrain the oscillation of power angle and power flow.

KEY WORDS: unified power flow controller (UPFC); dynamic simulation system; steady state response; transient response; power system

摘要: 建立了同步发电机和无穷大容量母线组成的动态模拟系统, 考察统一潮流控制器(unified power flow controller, UPFC)在此系统下的稳态和暂态特性。以调节某条线路的有功潮流为例考察了 UPFC 装置在动模系统中的稳态运行情况, 包括潮流和功角的变化情况, 仿真和实验结果表明, UPFC 能快速平稳地改变系统线路间的潮流分布。在暂态实验中分析了 UPFC 能改善系统同步稳定性的原因, 并通过仿真证实了 UPFC 装置对功角和潮流的振荡具有抑制作用。

关键词: 统一潮流控制器(UPFC); 动态模拟系统; 稳态响应; 暂态响应; 电力系统

0 引言

统一潮流控制器(unified power flow controller,

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50237020)。

Project Supported by National Natural Science Foundation of China (50237020).

UPFC)是功能全面、控制灵活的FACTS装置, 集串联、并联补偿及移相功能于一体^[1-6], 在不改变电力系统网络结构的情况下, 能优化系统线路间的潮流分布, 维持UPFC母线电压及直流母线电压, 增强电力系统的运行稳定性, 显著提高输电线路的传输功率极限值。

目前很多文献对UPFC的控制策略、动态性能和实验运行装置应用进行了研究: 文献[7]分析了UPFC的稳态性能, 没有针对UPFC的动态特性进行具体的研究; 文献[8-10]研究了UPFC的数学模型和控制系统的的设计, 采用了直接PI控制; 文献[11]提出了以并联侧控制线路节点电压和直流电压、串联侧控制线路潮流的交叉解耦控制方案; 文献[12]提出了以并联侧控制直流母线电压和线路无功潮流、串联侧控制节点电压和有功潮流的新型控制模式; 文献[13-14]提出了一种新的UPFC有功和无功协调控制策略; 文献[15]对UPFC串联侧的控制采用PQ解耦控制和串联电流控制; 文献[16]采用自适应PID控制策略控制UPFC的并联侧, 采用解耦控制策略控制UPFC的串联侧; 文献[17-18]都建立了小型实验模型, 对UPFC的功能进行了分析, 但实验效果可以进一步改进; 文献[19-20]总结了UPFC的工作模式, 并对UPFC的近端短路和远端短路情况进行了探讨; 文献[21]介绍了世界上第一台大功率实用型UPFC装置在美国INEZ变电站的应用情况。

现有对UPFC的研究多集中于数学模型和控制策略的优化, 少数建立了小型实验性装置也都是在无穷大系统下实现部分UPFC的功能。对于将UPFC实验装置应用于小型实验性电网, 实现UPFC优化系统线路间潮流分布的功能, 并且系统地研究UPFC对该电网运行稳定性的影响, 现有的研究工

作涉及不多。本文将UPFC装置应用于由发电机与无穷大系统组成的双回路动态模拟实验系统中,以考察UPFC的潮流调控功能和对动态模拟系统同步稳定性的影响。

1 实验情况概述

1.1 实验装置简介

如图 1 所示,动模实验系统由简单电力系统和 UPFC 装置 2 部分构成,其中简单电力系统由小型同步发电机与无穷大系统通过 2 条输电线路 A 线和 B 线连接,共同组成一个小型简化电力系统。UPFC 装置由并联侧与串联侧通过直流储能电容连接,能对 A 线的潮流进行调控,图中 SCR(silicon controlled rectifier)为可控硅整流器件。动模实验系统参数如表 1 所示,图 1 中及下文出现的其它变量及其含义如表 2 所示,除表中给出的变量外,上标带“*”的变量表示各指令值。

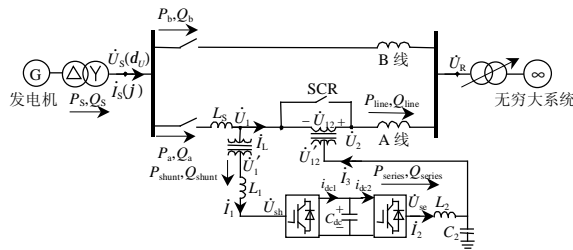


图 1 动态模拟系统电路

Fig. 1 Circuit of the dynamic simulation system

表 1 动模实验系统参数

Tab. 1 Parameters of the dynamic simulation system		
简单电力系统	符号	数值
发电机额定输出功率	P_N	4.2 kVA
发电机额定输出电压	U_{SN}	800 V(线电压)
接收端电压(无穷大系统)	U_R	800 V(线电压)
A 线接入电感	L_S	0.1 mH
A 线路电感	L_a	90 mH
B 线路电感	L_b	90 mH
UPFC 装置		
可控功率	P_{UPFC}	15 kVA
直流母线电压设定值	U_{dcN}	400 V
并联变压器变比		2.5:1(Y-Δ)
串联变压器变比		3:8(Y-Δ)
并联变流器输入电感	L_1	6 mH
串联变流器输出滤波电感	L_2	1.17 mH
串联变流器输出滤波电容	C_1	30 μF
直流母线滤波电容	C_{dc}	9.400 mF

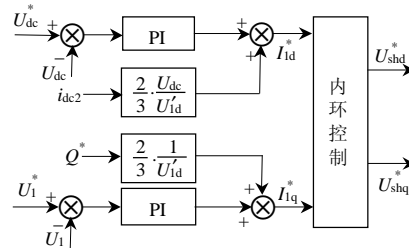
1.2 UPFC 控制策略简介

如图 2 所示,UPFC 的并联侧采用双环解耦的稳压控制模式。并联侧提供串联侧的有功需求,稳定直流母线电压,补偿 UPFC 系统的有功损耗,同时根据节点电压 \dot{U}_1 的变化向输电线路输出相应的无功

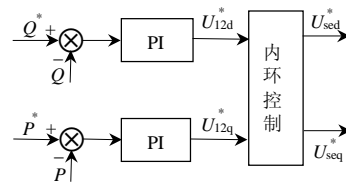
表 2 动模实验系统运行变量及其物理意义

Tab. 2 The variables and their physical meanings of the dynamic simulation system

变量名	物理意义
\dot{U}_S, \dot{I}_S	发电机输出电压、电流
P_S, Q_S	发电机输出瞬时有功、无功潮流
X_Σ	全线路等效电抗
P_a, Q_a	A 线入端瞬时有功、无功潮流
P_b, Q_b	B 线入端瞬时有功、无功潮流
d_v, j	发电机输出电压相位(线路功角)、输出电流相位
U_{dc}	直流母线电压
\dot{U}_1	A 线节点电压
\dot{U}_{12}	串联侧输出补偿电压
\dot{U}_2	A 线补偿末端电压
\dot{U}'_1	与 \dot{U}_1 成并联变压器变比关系
\dot{U}'_{12}	与 \dot{U}_{12} 成串联变压器变比关系
\dot{U}_{sh}	并联变流器输出电压
\dot{U}_{se}	串联变流器输出电压
r	串联侧输出补偿电压相位
ΔP	UPFC 内部有功损耗
\dot{I}_1	并联变流器输入电流
\dot{I}_2	串联变流器输出电流
\dot{I}_L	A 线线路电流
\dot{I}_3	与 \dot{I}_L 成串联变压器变比关系
i_{dc1}	直流储能电容输入电流
i_{dc2}	直流储能电容输出电流
P_{shunt}, Q_{shunt}	并联侧吸收有功、无功潮流
P_{series}, Q_{series}	串联侧输出有功、无功潮流
P_{line}, Q_{line}	UPFC 补偿电压末端瞬时有功、无功潮流



(a) 并联侧稳压控制策略



(b) 串联侧交叉耦合控制策略

图 2 UPFC 控制策略图

Fig. 2 Diagram of the control scheme of UPFC

功率,以维持 UPFC 母线电压稳定。UPFC 串联侧采用交叉耦合控制模式,作为 UPFC 潮流直接控制模式的代表,交叉耦合采用了三环控制,即外环的功率环与内环的电压环、电流环,交叉耦合直接以线路潮流为控制对象,将线路潮流的误差输入 PI 调节器得到串联侧输出补偿电压 \dot{U}_{12} 的指令值。

2 UPFC 在动态模拟系统中的稳态响应

UPFC 作为潮流调控设备最主要也是最基本的功能, 就是在不影响系统其它运行参数的前提下改变线路间的潮流分布情况。由图 1 可知, 线路中的有功潮流满足如下关系:

$$P_S = P_a + P_b = P_b + P_{\text{line}} - P_{\text{shunt}} + P_{\text{series}} + \Delta P \quad (1)$$

一般情况下, 只要节点电压 \dot{U}_1 不出现较大的电压抖动, UPFC 内部能维持有功平衡, 即有

$$P_{\text{shunt}} \approx P_{\text{series}} + \Delta P \quad (2)$$

在本文的稳态实验中, 调节 A 线末端有功潮流 P_{line} 至 3.5 kW, 保持无功潮流 Q_{line} 不变, 以此考察 UPFC 独立调节有功潮流的能力及此过程对动态模拟系统功率和线路角的影响。

为分析方便, 假定 UPFC 安装在系统的发送端, 认为线路前端电压 \dot{U}_S 和末端电压 \dot{U}_R 有相同幅值, 即 $|\dot{U}_S| = |\dot{U}_R| = U$ 。UPFC 未投入使用时系统功角为 d (d 为发电机电势 \dot{E}_q 与电网电压之间的相位角), 投入 UPFC 时系统功角为 d' 。由于难以获取系统功角 d , 此处采用发电机输出电压相位 d_U 近似表征 d 的变化趋势, 简称 d_U 为线路功角。

UPFC 未投入系统时, 发电机输出的有功功率为

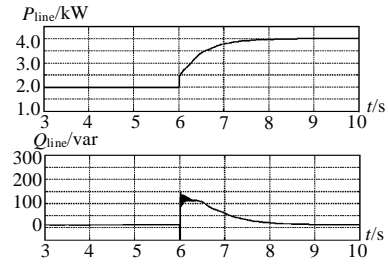
$$P_S = \frac{U^2}{X_\Sigma} \sin d \quad (3)$$

UPFC 投入系统后, 发电机输出的有功功率基本保持不变, 相应的表达式为

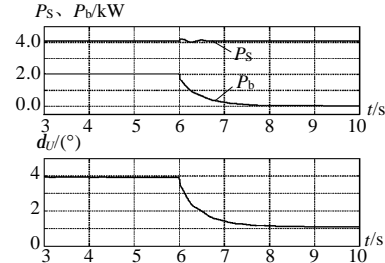
$$P_S = \frac{U^2}{X_\Sigma} \sin d' + \frac{UU_{12}}{X_\Sigma} \cos r \quad (4)$$

由于 UPFC 增大 A 线有功潮流, 引起 A 线等效阻抗减小, 全线路等效电抗 X_Σ 也随之下降, 同时串联侧注入功率有限, 最终引起系统功角 d 下降至 d' 。 X_Σ 、 d 与节点电压 \dot{U}_1 的幅值 U_1 等相关变量有如下变化关系: X_Σ 减小, d 减小, d_U 减小, U_1 增大。 U_1 变化后, 并联侧吸收相应的无功潮流, 以稳定节点电压。

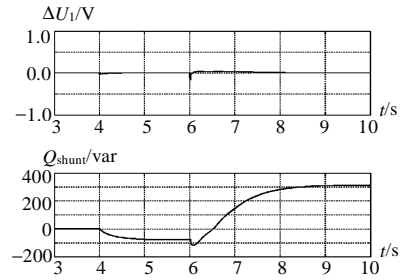
图 3 为动模系统稳态响应仿真过程, 此时 UPFC 并联侧工作在稳压模式, 串联侧工作在交叉耦合控制模式。由图 3(a)可知, UPFC 将 A 线有功潮流由 2 kW 调节至 4 kW, 保持 A 线无功潮流不变, 调节过程平稳无超调。图 3(b)为发电机输出有功功率 P_S 、B 线有功潮流 P_b 与线路功角 d_U 的稳态响应情况。发电机输出功率 P_S 保持恒定, B 线有功潮流在 6.0 s 时平稳下调至 0, 线路功角 d_U 由于 X_Σ 的变化而减小。图 3(c)为稳态响应中节点电压幅值的变化和并



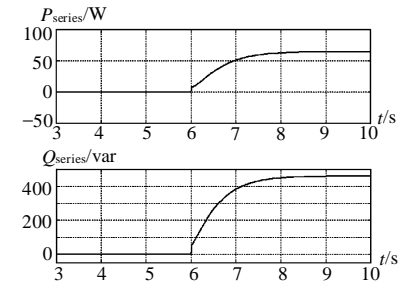
(a) UPFC 调节 A 线有功潮流



(b) 动模系统整体运行情况



(c) 并联侧的稳压作用



(d) 串联侧输出功率

图 3 UPFC 在动态模拟系统中的稳态仿真波形

Fig. 3 The steady state simulation waveforms of UPFC in the dynamic simulation system

联侧吸收无功功率的情况, ΔU_1 为节点电压的幅值 U_1 偏离指令值的大小 ($\Delta U_1 = U_1 - U_1^*$)。如前文所述, A 线有功潮流的调节引起节点电压的变化, 并联侧吸收相应的无功功率, 以稳定节点电压。图 3(d)反映的是串联侧在稳态响应过程中输出有功和无功功率的情况。比较图 3(c)、3(d)可知, 并联侧吸收的无功功率与串联侧发送的无功功率基本相当, 说明 UPFC 维持了内部的无功平衡。

图 4 为 UPFC 在动模实验室的稳态响应实验波形，实验参数和指令与仿真时相同。实验波形分为两部分，左侧为数据区，右侧为实验波形记录区。波形记录区有左、右两根信号观测线，左观测点记录稳态响应前的数据值，右观测点记录稳态响应后的数据值。如 P_s 中左观测点为 4 206.170 4 W，右观测点为 4 287.459 0 W。图 4 所示的实验波形与仿真图形较为相似，发电机输出有功功率保持 4.2 kW 不变，UPFC 调节 A 线有功潮流由 2.2 kW 至 4.2 kW，B 线有功潮流则相应地由 2 kW 下降至 0 W，线路功角 d_U 也有相应的变化。

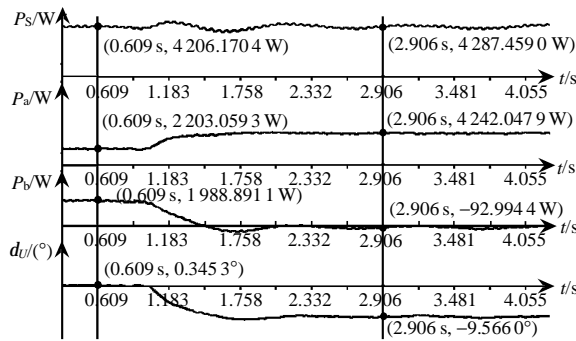


图 4 UPFC 在动态模拟系统中的稳态实验波形
Fig. 4 The steady state experiment waveforms of UPFC in the dynamic simulation system

3 UPFC 在动态模拟系统中的暂态响应

第 2 节中描述了 UPFC 在动模实验系统中具有较好的稳态性能，同时需要考虑的是 UPFC 在动态模拟系统中的暂态特性，即 UPFC 加入动态模拟系统后对原系统稳定性的影响。

电力系统暂态问题是指电力系统受到较大扰动后各发电机能否继续保持同步运行的问题。引起较大扰动的原因有负载的突发增减、投切系统的重要设备、短路故障等。电力系统在运行中受到扰动后往往出现电流、电压、功率等运行参数的剧烈变化和振荡。精确地确定所有电磁参数和机械运动参数在暂态过程中的变化很困难也不必要，暂态稳定分析只需研究表征发电机是否同步的转子运动特性，即功角 d 随时间的变化特性即可。

本节中的扰动是通过瞬时单相接地短路实现的。当 UPFC 调节 A 线有功潮流至 4 kW 进入稳态后，10.0s 时 A 线 a 相突然通过短路电阻 $R_0(2\Omega)$ 接地，短路时间为 0.04s，10.04s 时短路故障被切除，为简化分析，假设短路前和短路切除后 X_{Σ} 不变化。动模暂态实验电路如图 5 所示。

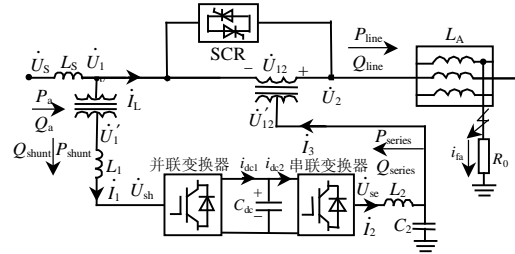
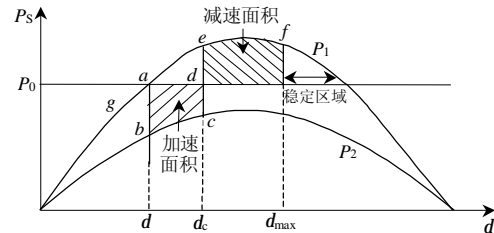
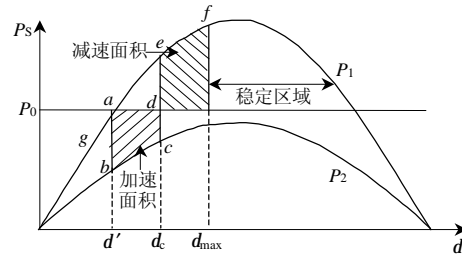


图 5 动模暂态实验电路
Fig. 5 Circuit of the transient experiment in the dynamic simulation system

如图 6 所示，动模系统原来工作在 P_1 曲线上，短路瞬间工作在 P_2 曲线上，故障切除后回到 P_1 曲线。短路前系统功角为 d ，短路切除瞬间系统功角为 d_c ，功角振荡最大值为 d_{max} 。由于转子具有惯性，短路瞬间功角不能突变，工作点由 a 点下降至 b 点。在加速性的过剩功率作用下功角 d 开始增大，沿 P_2 曲线向 c 点运动。功角为 d_c 时故障被切除，工作点由 c 点跃至 e 点。由于加速面积的积累，系统功角沿 P_1 继续向 f 点运动。功角由 e 点向 f 点的运动是一个减速过程，在 f 点发电机恢复同步速度，则功角抵达最大值 d_{max} 。虽然此时发电机恢复了同步，但由于功率平衡尚未恢复，因此不能在 f 点确立平衡关系。功角将沿 P_1 曲线在 f 和 g 点之间开始振荡往复运动，由于能量衰减，最后在 a 点达到稳定。



(a) 无 UPFC 时



(b) 有 UPFC 时

图 6 有、无 UPFC 时功角特性曲线

图 6 The power-angle curve with and without UPFC

在稳态响应中已经提到，由于 UPFC 的有功调节作用，系统功角初始值由 d 下降至 d' 。同时由于加入 UPFC 后 X_{Σ} 减小，特性曲线发生变化，在相同的短路时间内既减小了加速面积，又增大了最大

可能的减速面积, 稳定区域随之增大。

另一方面, UPFC 对线路潮流振荡也能起到一定的抑制作用。在短路故障被切除后, UPFC 仍按固定潮流参数调控线路潮流, 为稳定 A 线有功潮流在 4.0kW, 串联变换器必然输出对应的动态补偿电压 \dot{U}_{12} 以稳定线路潮流。

瞬间接地短路引起了同步发电机输出功率和线路功角振荡, 由此引起并联的 A 线与 B 线潮流振荡。考虑未加入 UPFC(此时潮流在原平衡点振荡)和加入 UPFC 2 种情况, 以 A 线有功潮流 P_a 和线路功角 d_U 的振荡情况来说明 UPFC 对动态模拟系统同步稳定性的改善。由于未加入 UPFC 和加入 UPFC 时功角和有功潮流在不同的平衡点振荡, 为比较方便, 此处以各自的稳态值为基准得到标么值进行比较。未加入 UPFC 和加入 UPFC 后功角和潮流暂态响应如图 7、图 8 所示。

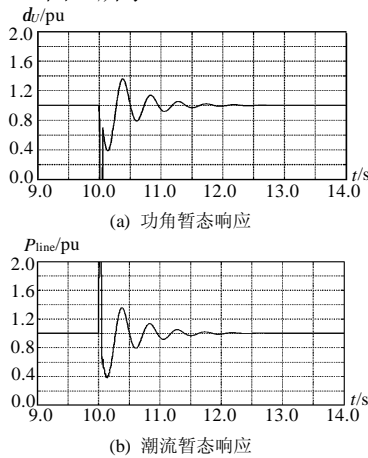


图 7 未加入 UPFC 时的功角和有功潮流暂态响应
Fig. 7 The transient response of power angle and power flow without UPFC

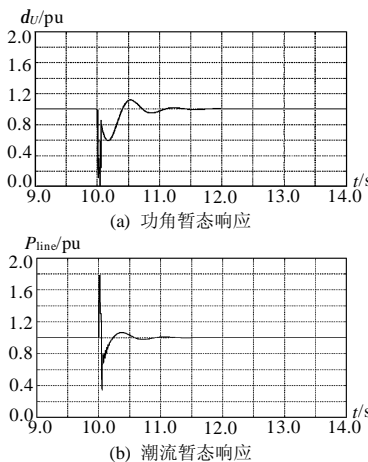


图 8 加入 UPFC 后的功角和有功潮流暂态响应
Fig. 8 The transient response of power angle and power flow with UPFC

比较图 7 和图 8 可知, 加入 UPFC 后能有效抑制线路潮流和线路功角的暂态振荡, 使其振荡幅度减小, 调节时间缩短, 更快进入稳态。

4 结论

由仿真结果和实验数据可知: UPFC 在动模系统中能快速、平稳地调节系统线路间的潮流分布, 对系统其它运行参数不会产生显著影响; 同时 UPFC 能改善系统的同步稳定性, 抑制线路功角和线路潮流的阻尼振荡。

本文所述的动态模拟系统是由一台同步发电机和无穷大系统组成的简化电力系统, 系统网络并不复杂, 潮流调节易于实现, 如何实现在多机复杂系统下的潮流调节仍值得深入探讨。在实际的区域电力网络中, UPFC 装置的理想安装位置由系统潮流分布决定, 同时 UPFC 安装位置对自身功能的实现也有一定影响, 如何实现 UPFC 在系统中的优化安装也有研究价值。

参考文献

- [1] 张扬, 毛雪雁, 徐政. 用于电网稳态和暂态分析的统一潮流控制器模型[J]. 电网技术, 2002, 26(7): 30-33.
Zhang Yang, Mao Xueyan, Xu Zheng. UPFC models for power system steady-state and dynamic analysis[J]. Power System Technology, 2002, 26(7): 30-33(in Chinese).
- [2] 杨少勇, 林集明, 陈葛松. 统一潮流控制器电磁暂态过程数字仿真的初步研究[J]. 电网技术, 2000, 24(2): 20-24.
Yang Shaoyong, Lin Jiming, Chen Gesong. Preliminary study about digital simulation of electromagnetic transient processes of UPFC [J]. Power System Technology, 2000, 24(2): 20-24(in Chinese).
- [3] 王海风, 李敏, 陈珩. 统一潮流控制器的多变量控制设计[J]. 中国电机工程学报, 2000, 20(8): 51-55.
Wang Haifeng, Li Min, Chen Heng. Multivariable control design of multi-functional unified power flow controller[J]. Proceedings of the CSEE, 2000, 20(8): 51-55(in Chinese).
- [4] 王庆红, 胡国根. 统一潮流控制器的 Matlab 仿真建模及分析[J]. 电网技术, 2000, 24(9): 22-25.
Wang Qinghong, Hu Guogen. Matlab modeling and analysis of unified power flow controller[J]. Power System Technology, 2000, 24(9): 22-25(in Chinese).
- [5] 葛敏辉, 石松奇, 周贵兴. UPFC 控制器设计原理及方案[J]. 电网技术, 2000, 24(6): 31-33.
Ge Minhui, Shi Songqi, Zhou Guixing. Control method of UPFC equipment[J]. Power System Technology, 2000, 24(6): 31-33(in Chinese).
- [6] 颜伟, 朱继忠, 孙洪波, 等. UPFC 的潮流控制与暂态稳定性研究[J]. 中国电机工程学报, 2000, 20(12): 57-61.
Yan Wei, Zhu Jizhong, Sun Hongbo, et al. Study of power flow control and transient stability with UPFC[J]. Proceedings of the CSEE, 2000, 20(12): 57-61(in Chinese).
- [7] Gyugyi L, Schauder C D, Williams S L, et al. The unified power flow

- controller: a new approach to power transmission control[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1995, 10(2): 1085-1097.
- [8] 章良栋, 岑文辉, 刘为. UPFC 的模型及控制器研究[J]. 电力系统自动化, 1998, 22(1): 36-39.
Zhang Liangdong, Cen Wenhui, Liu Wei. Model and control of UPFC[J]. Automation of Electric Power Systems, 1998, 22(1): 36-39(in Chinese).
- [9] 颜伟, 朱继忠, 孙洪波. UPFC 的模型与控制器研究[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(6): 36-41.
Yan Wei, Zhu Jizhong, Sun Hongbo. Study on model and controller of UPFC[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(6): 36-41(in Chinese).
- [10] 黄振宇, 刁勤化, 倪以信, 等. 统一潮流控制器的控制系统分析及控制策略设计[J]. 电网技术, 1999, 23(7): 3-9.
Huang Zhenyu, Diao Qinhu, Ni Yixin, et al. UPFC control system analysis and control strategy design[J]. Power System Technology, 1999, 23(7): 3-9(in Chinese).
- [11] 刘黎明, 康勇, 陈坚. 统一潮流控制器控制策略的研究与实现[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(10): 114-119.
Liu Liming, Kang Yong, Chen Jian. Control scheme and implement of the unified power flow controller[J]. Proceedings of the CSEE, 2006, 26(10): 114-119(in Chinese).
- [12] 朱鹏程, 李勋, 康勇. 统一电能质量控制策略研究[J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(8): 67-73.
Zhu Pengcheng, Li Xun, Kang Yong. Study of control strategy for a unified power quality conditioner[J]. Proceedings of the CSEE, 2004, 24(8): 67-73(in Chinese).
- [13] Kannan S, Jayaram S, Salama M M A. Real and reactive power coordination for a unified power flow controller[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2004, 19(3): 1454-1461.
- [14] 朱鹏程, 刘黎明, 刘小园. 统一潮流控制器的分析与控制策略[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(1): 45-51.
Zhu Pengcheng, Liu Liming, Liu Xiaoyuan. Analysis and study on control strategy for UPFC[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(1): 45-51(in Chinese).
- [15] Dong L Y, Zhang L, Crow M L. A new control strategy for the unified power flow controller[C]. 2002 IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, 2002, 1: 562-566.
- [16] 鞠儒生, 陈宝贤, 邱晓刚, 等. UPFC 控制方法研究[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(6): 60-65.
Ju Rusheng, Chen Baoxian, Qiu Xiaogang, et al. Basic control of unified power flow controller[J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23(6): 60-65(in Chinese).
- [17] 戚庆茹, 焦连伟, 严正. 统一潮流控制器的动态相量建模与仿真[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(15): 10-14.
Qi Qingru, Jiao Lianwei, Yan Zheng. Modeling and simulation of UPFC with dynamic phasors[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(15): 10-14(in Chinese).
- [18] Fujita H, Watanabe Y, Akagi H. Transient analysis of a unified power flow controller and its application to design of the DC-link capacitor[J]. IEEE Trans on Power Electronics, 2001, 16(5): 735-740.
- [19] Schauder C D, Hamai D M. Operation of the unified power flow controller (UPFC) under practical constraints[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1998, 13(2): 630-637.
- [20] 唐爱红, 程时杰. 基于 PSCAD/EMTDC 的统一潮流控制器动态仿真模型[J]. 电网技术, 2005, 29(16): 6-10.
Tang Aihong, Cheng Shijie. Dynamic simulation model of unified power flow controller based on PSCAD/EMTDC[J]. Power System Technology, 2005, 29(16): 6-10(in Chinese).
- [21] 李骈文. 美国 INEZ 变电站统一潮流控制器简介[J]. 电网技术, 2002, 26(8): 84-87.
Li Pianwen. A brief introduction to principle of UPFC installed in INEZ substation of APE system[J]. Power System Technology, 2002, 26(8): 84-87(in Chinese).

收稿日期: 2007-02-13。

作者简介:

蔡松(1982—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力电子技术
在电力系统中的应用, E-mail: plushte_2003@126.com;

段善旭(1970—), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为电力
电子技术及电源系统自动化。

(责任编辑 沈杰)

1000kV 晋东南—南阳—荆门特高压交流试验示范工程线路施工单位确定

1000kV 晋东南—南阳—荆门特高压交流试验示范工程输电线路施工招标公告于 2007 年 3 月上旬发布后, 按照招投标程序先后组织召开资格预审会、招标发布会、现场开标会及专家封闭评标会, 特高压试验示范工程建设领导小组最后审议并通过了评标报告, 4 月下旬举行施工合同签订仪式暨开工动员大会, 标志着特高压输电线路工程全线进入施工建设阶段。

国家电网公司首个全面应用典型设计、典型造价的输变电工程开工

2007 年 4 月 6 日, 国家电网公司首个全面应用典型设计、典型造价的输变电工程吉林松原 500 kV 输变电工程正式开工, 吉林省委书记王珉, 省委常委、常务副省长田学仁, 国家电网公司党组成员、副总经理郑宝森共同为工程奠基。该工程包括在松原市前郭县建设 500 kV 变电站 1 座, 合心—松原 500 kV 输电线路 153.5 km。工程总投资 54 080 万元, 预计 2008 年投运。松原 500 kV 电站规划建设规模为: 2 台 750 MVA 主变压器, 本期建设 1 台; 500 kV 出线 9 回, 本期建成 1 回; 220 kV 出线 14 回, 本期建成 5 回。