

# 邻域拓扑粒子群优化算法在电力系统无功优化中的应用

杜欢<sup>1</sup>, 赵波<sup>2</sup>

(1. 浙江大学电气工程学院, 浙江 杭州 310027; 2. 江苏省电力试验研究院有限公司, 江苏 南京 210036)

**摘要:** 提出了一种基于邻域拓扑粒子群优化算法 (NTPSO) 的大规模电力系统无功优化新算法。该算法在概念上比标准 PSO 算法更精确, 认为每个粒子是受它邻域范围内最优粒子的影响。研究了当前流行的五种邻域拓扑结构得到五种邻域拓扑粒子群优化算法, 其中包括已在一系列标准函数上测试过的比其它拓扑效果更好的 Square 拓扑。文中应用这五种 NTPSO 分别对 IEEE30 节点系统和 IEEE57 节点系统进行了无功优化的仿真计算, 结果表明基于 Square 拓扑的 NTPSO 算法的优化效果最好, 为求解大规模电力系统无功优化问题提供了新的思路。

**关键词:** 邻域拓扑粒子群优化算法 (NTPSO); 邻域拓扑; 社会关系网; 电力系统无功优化

**中图分类号:** TM76      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1003-4897 (2006) 14-0020-04

## 0 引言

电力系统无功优化可以充分利用电力系统中的无功电源改善电压质量, 减少网络损耗。常用的控制手段有有载调压变压器、可投切电容器和可调压发电机, 所以无功优化问题是一个混合整数非线性规划问题, 常规的求解方法有简化梯度法、二次规划法、牛顿法和线性规划法<sup>[1~4]</sup>。简化梯度法在迭代过程中接近最优顶点时会出现锯齿现象, 收敛性较差, 收敛速度缓慢; 二次规划法收敛精度较好, 但是对于计算 Lagrange 函数的二阶偏导数, 计算量大、计算复杂; 牛顿法具有快速收敛的特点, 但还不能有效地处理电压无功优化控制中的大量不等式约束; 线性规划法在进行无功优化时需将目标函数和约束函数线性化, 其计算结果与电力系统实际情况有差异。

粒子群优化算法 (PSO) 作为一种高效并行的随机进化搜索算法, 鲁棒性好, 易于实现, 计算效率较高, 可用于求解大量非线性、不可微和多峰值的复杂优化问题。但是由于粒子趋向同一化, PSO 算法后期收敛速度明显变慢, 限制了算法的收敛精度。本文从增加粒子影响源的角度, 提出了邻域拓扑粒子群优化算法, 不是像标准 PSO 算法仅仅考虑整个粒子种群的全局最优解, 而是认为每个粒子是受它邻域范围内最优粒子的影响, 这在概念上比标准 PSO 算法更为精确。本文研究了当前五种流行的邻域拓扑得到五种邻域拓扑粒子群优化算法, 其中包括已在一系列标准函数上测试过的比其它拓扑效果更好的 Square 拓扑。本文应用这五种 NTPSO 算法分别对 IEEE30 节点系统和 IEEE57 节点系统进行了无

功优化的仿真计算, 结果表明基于 Square 拓扑的 NTPSO 算法的优化效果最好, 具有较强的实用价值。

## 1 无功优化模型

无功优化通常是采取调整可调变压器变比、补偿电容器和发电机机端电压等控制变量, 来降低有功网损并保证电压在规定范围之内。本文以网损最小化为目标, 数学模型如下<sup>[5]</sup>:

$$\min f_0 = \sum_{k \in N_E} P_{k\text{loss}} = \sum_{k \in N_E} g_k (V_i^2 + V_j^2 - 2V_i V_j \cos \theta_{ij}) \quad (1)$$

$$\text{s t } 0 = P_{Gi} - P_{Di} - V_i \sum_{j \in N_i} V_j (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}), \quad i \in N_i, i \in s \quad (2)$$

$$0 = Q_{Gi} - Q_{Di} - V_i \sum_{j \in N_i} V_j (G_{ij} \sin \theta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}), \quad i \in N_{PQ} \quad (3)$$

$$V_{i\text{min}} \leq V_i \leq V_{i\text{max}}, \quad i \in N_B \quad (4)$$

$$Q_{Gi\text{min}} \leq Q_{Gi} \leq Q_{Gi\text{max}}, \quad i \in N_G \quad (5)$$

$$T_{k\text{min}} \leq T_k \leq T_{k\text{max}}, \quad k \in N_T \quad (6)$$

$$Q_{Ci\text{min}} \leq Q_{Ci} \leq Q_{Ci\text{max}}, \quad i \in N_C \quad (7)$$

其中:  $N_E, N_{PQ}, N_G, N_B, N_T$  和  $N_C$  分别为支路号的集合、 $P-Q$  节点号的集合、发电机节点号的集合、总的节点号的集合、变压器支路集合和补偿电容器节点集合;  $N_i$  为与节点  $i$  有关联的节点号的集合, 包括节点  $i$  本身。  $s$  为平衡节点。  $P_{k\text{loss}}$  为支路  $k$  的有功功率损耗。  $g_k$  为支路  $k$  的电导。  $G_{ij}$  和  $B_{ij}$  为节点导纳的系数。  $P_i$  和  $Q_i$  分别为节点  $i$  的有功和无功注入。  $V_i$  为节点  $i$  的电压幅值。  $\theta_{ij}$  为节点  $i$  和节点  $j$

之间的电压角度差。 $Q_{Gi}$ 为节点  $i$  的无功发电功率。

功率平衡等式用做等式约束,节点电压、无功发电功率、变压器的变比和补偿电容器的容量作为不等式约束。由于发电机机端电压、变压器变比和各节点补偿电容器容量是控制变量,因此其约束可以自身得到满足。 $P-Q$ 节点电压与无功发电功率是状态变量,需写成罚函数的形式,可以由式(8)表示

$$F_Q = f_Q + \sum_{i \in N_{PQ}} v_i (V_i - V_{i \lim})^2 + \sum_{i \in (N_G + N_C)} G_i \cdot (Q_{Gi} - Q_{Gi \lim})^2 \quad (8)$$

式中: $v_i$ 和  $G_i$ 为罚因子; $V_{i \lim}$ 和  $Q_{Gi \lim}$ 可以表示为

$$V_{i \lim} = \begin{cases} V_{i, \max}; & V_i > V_{i, \max} \\ V_{i, \min}; & V_i < V_{i, \min} \end{cases} \quad (9)$$

$$Q_{Gi, \lim} = \begin{cases} Q_{Gi, \max}; & Q_{Gi} > Q_{Gi, \max} \\ Q_{Gi, \min}; & Q_{Gi} < Q_{Gi, \min} \end{cases} \quad (10)$$

## 2 标准 PSO 算法的基本原理

粒子群优化算法 PSO (Particle Swarm Optimization)是由 Eberhart和 Kennedy于 1995年提出的基于群体智能的进化计算技术<sup>[6,7]</sup>。算法采用速度—位置搜索模型。PSO算法首先在高维搜寻空间内初始化一群随机粒子,每个粒子代表解空间的一个候选解,解的优劣程度由根据优化目标定义的适应函数确定。速度决定粒子在搜索空间单位迭代次数的位移。每一次迭代,粒子通过动态跟踪两个“极值”来更新其速度和位置:一个是粒子从初始到当前迭代次数搜索到的最优解,称为个体极值;另一个是整个粒子种群目前找到的最优解,称为全局极值。

标准 PSO中每个粒子按照下式进行更新:

$$v_{id}^{k+1} = [v_{id}^k + \omega \cdot v_{id}^k + \tau_1 \cdot (p_{id}^k - x_{id}^k) + \tau_2 \cdot (p_{gd}^k - x_{id}^k)] \quad (11)$$

$$x_{id}^{k+1} = x_{id}^k + v_{id}^{k+1} \quad (12)$$

式(11)、(12)中, $i=1, 2, \dots, N$ ,  $N$ 是该群体中粒子的总数; $v_{id}^k$ 是第  $k$ 次迭代时粒子  $i$ 飞行速度矢量的第  $d$ 维分量; $x_{id}^k$ 是第  $k$ 次迭代时粒子  $i$ 位置矢量的第  $d$ 维分量; $p_{id}^k$ 是粒子  $i$ 个体极值的第  $d$ 维分量; $p_{gd}^k$ 是全局极值的第  $d$ 维分量; $\tau_1$ 、 $\tau_2$ 是(0, 1)之间的随机数; $\omega$ 、 $\tau_1$ 、 $\tau_2$ 是加速度因子; $\omega$ 是收敛因子。

## 3 邻域拓扑 PSO 算法

PSO算法是对社会心理学的模拟,群体中的每一个体都可以从以往经验和领先者的成功中受益。标准 PSO算法中每个粒子都追随整个粒子群体中的最优解,而忽视其它近邻粒子的影响。对于多峰

函数或含有局部最优解的复杂优化问题,整个粒子群容易陷入局部最优解,因而限制了算法后期的收敛速度和寻优能力。从社会认知学的角度看,标准 PSO算法表现了对社会关系网的过度简单化,它认为个体直接地受到整个社会中最成功、最有说服力或最有声望的个体的影响,而事实上更精确地说,人类社会中的邻居提供了大量可以被仿效的行为的模型,个体是受到与他们有直接社会关系者的影响,而不是直接受到整个群体中表现最好的个体的影响。

本文提出的邻域拓扑 PSO算法 NTPSO (Neighbourhood Topology based Particle Swarm Optimization)在标准 PSO算法中应用了社会关系网的概念,有直接社会关系的个体组成近邻,构成邻域。每一个体受到该邻域中最优个体的影响,在解空间内同时搜索不同的区域,一旦找到了最优区域,它就会影响自己的近邻,这种影响就在邻域之间传播开来。邻域拓扑 PSO算法就是这样通过保持多个吸引子避免早熟,增强了粒子的寻优能力,有助于跳出局部最优解的约束。邻域之间的关系对搜索效果的影响很大,不同的邻域拓扑反映了不同的社会关系网。

本文研究了现阶段最流行的五种不同的社会关系网<sup>[8,9]</sup>,如图1所示。图中节点代表社会中的个体,节点之间的连线代表它们有直接社会关系,构成邻域拓扑关系。

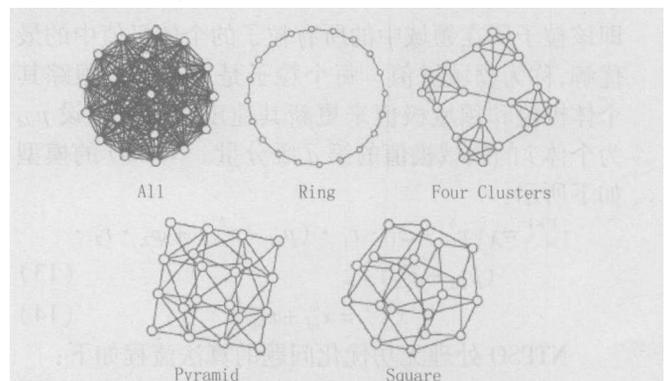


图1 本文中应用的拓扑结构

Fig 1 Topological structure used in the paper

All拓扑就是标准 PSO算法采用的拓扑结构。All拓扑中的每一个体都与种群中其他个体有直接的社会关系,种群中其他的个体都是它的近邻。从社会学的角度上说,它可以代表一个封闭的小社区,在这个小社区所有的个体都一致同意所执行的决议,信息在 All拓扑结构中传播得很快。

Ring拓扑是一个环状结构,它是替换 All拓扑常见的结构。每一个体与左右两个近邻构成领域。

信息沿着 Ring 拓拓扑图形缓慢地传播,较优区域的信息需要花很长时间才能传播到图形的另一端。

Four Clusters 拓扑中 20 个节点分成四簇,每簇 5 个节点,这 5 个节点两两相连,而每簇之间又通过一条通路相互连接。从社会学的角度上说,它代表四个几乎相互隔离的社区,其中只有少数个体和外界有联系。

Pyramid 拓扑结构像一个三角形的金字塔。

Square 拓拓扑图形是网格结构,将其展开是一个矩形点阵,每一个粒子与它上、下、左、右四个粒子构成邻域拓扑关系。这种结构虽然是人工的,但是经常使用在进化计算和单元式自动控制社会中,也称为“von Neumann 邻域”。Kennedy 和 Mendes 于 2002 年测试了一些邻域拓扑结构,发现 von Neumann 邻域拓扑在一组标准测试函数上比其它拓拓效果要好。Square 拓拓及展开图如图 2 所示。

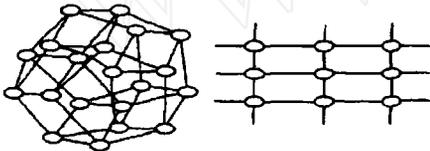


图 2 Square 拓拓及展开图

Fig 2 Square topology and its expansion figure

在邻域拓拓 PSO 算法中,对于每个粒子,该粒子所在领域中的所有粒子种群目前找到的最优解,即该粒子所在领域中的所有粒子的个体极值中的最优解,称为领域极值。每个粒子是通过动态跟踪其个体极值和领域极值来更新其速度和位置。设  $p_{id}$  为个体  $i$  的领域极值的第  $d$  维分量。NTPSO 的模型如下所示:

$$v_{id}^{k+1} = [v_{id}^k + \omega_1 \cdot r_1 \cdot (p_{id} - x_{id}^k) + \omega_2 \cdot r_2 \cdot (p_{id} - x_{id}^k)] \quad (13)$$

$$x_{id}^{k+1} = x_{id}^k + v_{id}^{k+1} \quad (14)$$

NTPSO 处理无功优化问题的算法流程如下:

1) 输入系统参数及上下限值,设置算法运行参数,粒子种群大小取为 20,加速度因子  $\omega_1 = \omega_2 = 2.05$ ,收敛因子  $\omega = 0.7298$ 。随机初始化种群中粒子的位置值和速度值。

2) 对连续型变量不作处理,将离散型变量的计算值离散化,根据各粒子的位置计算对应的适应度函数值。

3) 比较每个初始搜索点的适应度函数值得到相应的个体极值、领域极值和全局极值。

4) 通过式 (13) 计算新的速度值。

5) 通过式 (14) 计算新的位置值,对连续型变量

不作处理,将离散型变量的计算值离散化。

6) 通过潮流计算得到新搜索点的网损,求出目标函数和适应度函数值。

7) 通过比较更新各个粒子的个体极值、领域极值和全局极值。

8) 判断问题的循环次数是否超过了最大次数限制,如超过则停止,否则转向步骤 4) 继续迭代。最终的全局极值即是控制策略的可选方案。

## 4 算例及分析

为了检验 Square 拓拓的 NTPSO 算法在求解电力系统无功优化问题上的优越性,本文将这五种 NTPSO 应用在 IEEE30 节点系统和 IEEE57 节点系统的无功优化计算中,仿真结果证实了 Square 拓拓的 NTPSO 算法比其他四种拓拓形式的 NTPSO 算法优化效果更好。

为了比较这五种 NTPSO 算法的优化效果,在 PM 2.0 G 的 PC 机上采用 Matlab 6.5 编程对 IEEE30 节点系统和 IEEE57 节点系统进行了无功优化计算。在本文中分别以粒子群邻域拓拓的名称代表相应的 NTPSO 算法。

### 4.1 IEEE30 节点系统

IEEE30 节点系统中 6 个发电机节点的上下限分别为 1.1 和 0.9 (标么值); 4 台可调变压器均有 10 个抽头位置,间距为 0.01; 3 个节点装有无功补偿设备,每个节点有 6 个标么值为 0.06 的 SC。系统参数参考文献 [10]。原始系统的有功损耗  $P_{loss} = 5.9879$ 。表 1 为五种算法随机运行 30 次所得的平均网损  $\bar{f}_Q$ 、平均目标函数值  $\bar{F}_Q$ 、最大网损  $f_{Qmax}$ 、最大目标函数值  $F_{Qmax}$ 、最小网损  $f_{Qmin}$ 、最小目标函数值  $F_{Qmin}$ 、平均计算时间  $\bar{t}_s$ 。各算法最大迭代次数为 60。

表 1 IEEE30 节点系统平均计算结果比较

Tab 1 Comparison of the average results of IEEE 30-bus system

算法	$\bar{f}_Q / MW$ ( $\bar{F}_Q$ )	$f_{Qmax} / MW$ ( $F_{Qmax}$ )	$f_{Qmin} / MW$ ( $F_{Qmin}$ )	$\bar{t} / s$
All	4.870 2 (4.880 7)	5.047 6 (5.332 3)	4.800 7 (4.801 0)	22.527 0
Ring	4.923 0 (4.924 6)	5.294 5 (5.299 1)	4.829 5 (4.837 5)	22.633 4
Four Clusters	4.875 7 (4.878 9)	5.137 1 (5.137 1)	4.801 1 (4.801 6)	16.145 7
Pyramid	4.877 1 (4.878 3)	5.253 4 (5.257 9)	4.804 0 (4.804 0)	22.748 0
Square	4.839 8 (4.841 8)	4.953 5 (4.956 9)	4.798 5 (4.801 6)	22.890 6

## 4.2 IEEE57节点系统

IEEE57节点系统中 7 个发电机节点的上下限值分别为 1.06 和 0.94 (标么值); 17 台可调变压器均有 20 个抽头位置, 间距为 0.01; 3 个节点装有无功补偿设备, 每个节点有 10 个标么值为 2 的 SC。表 2 为不同算法随机运行 30 次所得的平均网损  $f_Q$ 、平均目标函数值  $F_Q$ 、最大网损  $f_{Qmax}$ 、最大目标函数值  $F_{Qmax}$ 、最小网损  $f_{Qmin}$ 、最小目标函数值  $F_{Qmin}$ 、平均计算时间  $\bar{t}$ 。各算法的最大迭代次数为 80 次。

表 2 IEEE57 节点系统平均计算结果比较

Tab 2 Comparison of the average results of IEEE 57 - bus system

算法	$f_Q / MW$ ( $F_Q$ )	$f_{Qmax} / MW$ ( $F_{Qmax}$ )	$f_{Qmin} / MW$ ( $F_{Qmin}$ )	$\bar{t} / s$
All	24.973 5 (25.067 9)	27.430 4 (27.830 2)	24.337 0 (24.413 4)	42.209 4
Ring	25.499 3 (25.6013)	27.628 7 (27.812 0)	24.380 7 (24.495 4)	42.336 4
Four	25.140 8 (25.209 2)	26.834 5 (27.194 3)	24.532 5 (24.723 1)	42.282 8
Pyramid	24.928 8 (25.010 5)	27.299 8 (27.467 4)	24.359 1 (24.399 5)	42.464 2
Square	24.289 4 (24.677 8)	26.736 0 (26.824 1)	22.895 4 (23.654 1)	42.356 7

从表 1 和表 2 中都可以看出, Square 拓扑的 NTPSO 优化效果最好。其平均网损、最大网损、最小网损是这五种算法中最小的, 表现出 Square 拓扑的 NTPSO 良好的稳定性, 而且 Square 拓扑的 NTPSO 的平均计算时间未比标准 PSO (All 拓扑) 有明显增加。这五种算法的计算时间相当, 而且 Four Clusters 拓扑的 NTPSO 在 IEEE30 节点系统中的优化时间最短。

## 5 结论

本文提出了一种基于邻域拓扑粒子群优化算法的求解大规模电力系统无功优化的新算法。将这五种 NTPSO 算法对 IEEE30 节点和 IEEE57 节点标准系统进行仿真计算, 结果表明 Square 拓扑的 NTPSO 获得了最为理想的优化效果, 证实了 Square 拓扑的 NTPSO 在求解电力系统无功优化问题上的优越性。Square 拓扑的 NTPSO 算法收敛稳定, 鲁棒性强, 有效地提高了算法的搜索能力, 为求解大规模电力系统无功优化问题提供了新的思路。进一步研究 Square 拓扑的 NTPSO 的使用范围对 Square 拓扑的 NTPSO 算法的推广和使用有重要意义。

## 参考文献:

[1] Mamandur K R C, Chenoweth R D. Optimal Control of

Reactive Power Flow for Improvements in Voltage Profiles for Real Power Loss Minimization [J]. IEEE Trans on PAS, 1981, 100(7): 3185-3193.

- [2] 刘学东, 王磊, 余耀. 最优潮流改进简化梯度法的研究及应用 [J]. 山东电力技术, 2003, (1): 19-22  
L U Xue-dong, WANG Lei, YU Yao. The Research and Application of Improved Simplifying Gradient Algorithm in the Optimal Power Flow [J]. Shandong Electric Power, 2003, (1): 19-22.
- [3] 徐建亭, 王秀英, 李兴源. 电力系统电压无功的序列二次规划算法 [J]. 电力系统自动化, 2001, 25(23): 4-8  
XU Jian-ting, WANG Xiu-ying, LI Xing-yuan. Successive Quadratic Programming Method for Voltage/Reactive Power Optimization in Power System [J]. Automation of Electric Power System, 2001, 25(23): 4-8.
- [4] Sun D I, Ashley B, Brewer B, et al. Optimal Power Flow by Newton Approach [J]. IEEE Trans on PAS, 1984, 103(10): 2864-2880.
- [5] 赵波, 曹一家. 电力系统无功优化的多智能体粒子群优化算法 [J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(5): 1-7.  
ZHAO Bo, CAO Yi-jia. A Multi-agent Particle Swarm Optimization Algorithm for Reactive Power Optimization [J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25(5): 1-7.
- [6] Eberhart R, Kennedy J. A New Optimizer Using Particle Swarm Theory [A]. Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science 1995. 39-43.
- [7] Kennedy J, Eberhart R. Particle Swarm Optimization [A]. Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks 1995. 1942-1948.
- [8] Mendes R, Kennedy J, Neves J. The Fully Informed Particle Swarm: Simpler, Maybe Better [J]. IEEE Trans on Evolutionary Computation, 2004, 8(3): 204-210.
- [9] Kennedy J, Mendes R. Population Structure and Particle Swarm Performance [A]. Proceedings of the 2002 World Congress on Computational Intelligence 2002. 1671-1676.
- [10] Wu Q H, Cao Y J, Wen J Y. Optimal Reactive Power Dispatch Using an Adaptive Genetic Algorithm [J]. Int J Electr Power & Energy Syst, 1998, 20(8): 563-569.

收稿日期: 2006-01-16; 修回日期: 2006-03-25

作者简介:

杜欢 (1981-), 女, 硕士研究生, 研究方向为智能优化算法及其在电力系统中的应用; E-mail: dewhuan@163.com

赵波 (1977-), 男, 博士, 研究方向为电力经济信息化与电力系统稳定。

(下转第 31 页 continued on page 31)

- ZHANG Jian-feng, JIANG Dao-zhua The Principle and Test on Novel Bridge Solid-state Fault Current Limiter [J]. Relay, 2003, 31(10): 4-7.
- [3] Wang Y, Mohler R R, Spee R, et al Variable Structure FACTS Controller for Power System Transient Stability [A]. IEEE/PES Summer Meeting 1991.
- [4] Jiang F, Choi S S, Shrestha G Damping of Transmission System Oscillations Using Variable Series Compensation [A]. Proceedings of the International Conference on Power System Technology. 1994.
- [5] Groquist J F, Sethares W A, Alvarado F L, et al Power Oscillation Damping Control Strategies for FACTS Devices Using Locally Measurable Quantities [J]. IEEE Trans on Power Systems, 1995, 10(3).
- [6] 汪寿基, 王贵德. 现代控制理论及其在电力系统控制中的应用 [M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1990.
- WANG Shou-ji, WANG Gui-de. Modern Control Theory and Application in Power System Control [M]. Chengdu: Chengdu Science and Technology University Press, 1990.
- [7] Javad H, Mohammadi A, Rasouli M. Fault Current Limiter as a Device to Increase Power Quality [A]. CIGRE Meeting Power Quality Assessment of Impact India 1997.
- [8] King E F, Chikhani A Y, et al A Microprocessor-controlled Variable Impedance Adaptive Fault Current Limiter [J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1990, 5(4).

收稿日期: 2005-12-16; 修回日期: 2006-03-10

作者简介:

曾琦(1977-),女,硕士,研究方向为电力系统稳定与控制; E-mail: zengqi-hk@163.com

李兴源(1945-),男,博士生导师,教授,中国电机工程学会理事, IEEE高级会员,从事电力系统分析和稳定控制等方面的研究工作。

### Control strategy for improving power system stability with FCL

ZENG Qi<sup>1</sup>, LI Xing-yuan<sup>1</sup>, WEN Hai-kang<sup>2</sup>

(1. Sichuan University, Chengdu 610065, China; 2. Alcatel (Chengdu) Communication System Co., Ltd, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** Installing FLC on feeders and busbar connection point can control short-circuit capacity and enhance system stability facing power system expansion. This paper takes the advantage of thyristor controlled series compensation of FCL and adopts partial output feedback of optimal control strategy to design a control scheme for system performance improving. Matlab simulation on single machine infinite bus system shows that the proposed scheme can effectively reduce the power-angle oscillation of generator and strengthen the system transient stability.

This project is supported by Special Fund of the National Basic Research Program of China (No. 2004CB217907) and National Natural Science Foundation of China (No. 50595412 and No. 50177020).

**Key words:** fault current limiter; optimal control; stability

(上接第 23 页 continued from page 23)

### Application of neighbourhood topology based PSO to reactive power optimization

DU Huan<sup>1</sup>, ZHAO Bo<sup>2</sup>

(1. College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. Jiangsu Electric Power Research Institute Corporation Limited, Nanjing 210036, China)

**Abstract:** A neighbourhood topology based particle swarm algorithm (NTPSO) is proposed for optimal reactive power dispatch and voltage control of power system. The new version of particle swarm, where the individual is affected by the source of influence which is the most successful in its neighbourhood, is more accurate in concept than the canonical particle swarm. The method applies five popular neighbourhood topologies to canonical particle swarm algorithm respectively, in which the square topology has shown better performance than other topologies on a series of benchmark functions. The five NTPSOs are evaluated on both IEEE 30-bus power system and IEEE 57-bus power system in this paper. The simulation results also show that square topology based PSO converges to better solution than the other four NTPSOs. This paper provides a novel way to solve reactive power optimization problem.

**Key words:** neighbourhood topology based particle swarm algorithm (NTPSO); neighbourhood topology; social networks; reactive power optimization