

# 基于改进遗传算法的可用传输能力对比研究

赵 磊, 李华强, 康 勇

(四川大学电气信息学院智能电网四川省重点实验室, 四川 成都 610065)

**摘要:**根据可用传输能力(ATC)问题求解的特点,构建了基于标准遗传算法的ATC优化模型。目标函数为在满足系统的静态安全约束条件的基础上,使受电区域所有负荷节点有功功率增量累加达到最大。并通过对传统遗传算法的改进,采用了自适应遗传算法,并引入了混沌理论,加入了三角函数选择算子,有效改善了ATC的求解特性。最后,以IEEE-30节点系统为例,对遗传算法的性能进行剖析,验证了文中所建模型和算法的有效性。

**关键词:**可用传输能力;自适应遗传算法;混沌理论;静态安全约束;三角函数选择算子

**Abstract:** According to the features of available transfer capacity (ATC), an ATC optimization model is constructed based on standard genetic algorithm. Considering the static safety constraints of power system, the objective function is the incremental cumulative maximum to all load node active power of the power-receiving area. Through improving the traditional genetic algorithm, the adaptive genetic algorithm and chaos theory are used, and using the trigonometric function selection operators, the solution features of ATC are improved. At last, taking IEEE-30 bus system for example, the performance of genetic algorithm is analyzed, and it proves that both the proposed model and method are effective.

**Key words:** available transfer capability (ATC); adaptive genetic algorithm; chaos theory; static safety constraints; trigonometric function selection operator

**中图分类号:** TM715 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2010)06-0014-05

全世界范围内的电力市场<sup>[1]</sup>自由竞争向充分合理的利用现有的电力系统发输电资源提出了更高要求。输电网络大规模的互联使得系统的电力资源共享成为可能,从而在很大程度上满足了电力系统运行的灵活性、可靠性和经济性的要求。在这种新环境下,需要得到一种可靠的、准确显示电力网络传输水平的电力市场交易的ATC信息。因此,电力市场的引入使得利用现有的输电网络来输送更多的电力以最大限度地降低成本越来越成为必要,现代电力系统的特点和要求以及电力市场的发展决定了对输电网络传输能力的计算必须快速、准确。

目前,计算ATC的方法主要包括:直流潮流法(LPF)<sup>[2]</sup>,连续潮流法(CPF)<sup>[3]</sup>,最优潮流法(OPF)<sup>[4]</sup>以及基于交流灵敏度法<sup>[5]</sup>等。LPF利用功率传输分布因子(PTDF)的概念,优点是计算速度快,缺点是无法考虑无功和电压影响,很难保证计算的准确性。CPF从基准潮流出发,计算系统的临界最大潮流点,优点是能够考虑多种系统约束,缺点是功率增长按指定方向变化,没有考虑系统无功和电压的分布优化,可能会使计算结果略微保守,并包括了重复预测和校正的过程,计算时间长,不能快速有效地获得

ATC的值。基于OPF的ATC计算方法能方便地考虑各种物理约束,但不易考虑中间控制过程。

传统优化算法在求解ATC这类问题时,也存在一些不足:鲁棒性差,采用单一搜索机制,易陷入局部最优。近年来,智能算法在计算大规模复杂问题方面有突出表现:鲁棒性好,采用并行随即搜索策略,更能找到全局最优解,结果更符合实际情况。其中遗传算法、粒子群算法等已经成功地被引入了ATC的研究领域<sup>[6]</sup>。针对智能算法对复杂问题常常出现的早收敛和收敛性能差等缺点,在种群初始化,选择、交叉和变异环节进行改进,通过对比验证了模型的有效性。

## 1 ATC的数学模型

1995年,北美电力可靠性委员会给出了可用传输能力的定义:可用传输能力是指在现有输电合同基础上,实际物理输电网络中剩余的、可用于商业使用的传输容量。

数学表达式:  $ATC = TTC - TRM - ETC - CBM$

式中,  $TTC$  是最大输电能力;  $TRM$  是输电可靠性裕度;  $ETC$  是现存输电协议;  $CBM$  是容量效益裕度。

计算 ATC 首先要计算 TTC, TTC 是指电力系统在没有热过载, 发电机出力没有越限, 节点电压没有越限, 系统在各种运行状态下有足够的阻尼以保持系统安全和稳定的前提下, 指定输电线路上的最大传输能力。而 TRM、CBM 这两项裕度通常被忽略。因此, 确定性 ATC 就是在系统某一确定的运行状态下, 保持非送电区域的发电机有功出力和非受电区域有功负荷均不变, 使送电区域的发电机有功出力与受电区域有功负荷同时增加, 在不违反系统约束情况下的区域之间最大传输容量。

由此可见, ATC 的计算式在满足一定约束条件下, 求解两个区域的最大传输功率, 相当于一个约束优化求极值问题。

### 1.1 潮流约束方程

研究基于静态安全约束条件下的 ATC 问题<sup>[7]</sup>, 先考虑潮流约束等式, 即节点有功功率和无功功率的平衡约束。

$$\Delta P_i = P_i - V_i \sum_{j \in n} V_j (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}) = 0$$

$$\Delta Q_i = Q_i - V_i \sum_{j \in n} V_j (G_{ij} \sin \theta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}) = 0 \quad (1)$$

式中,  $P_i$ 、 $Q_i$  为节点  $i$  的注入有功功率、无功功率;  $V_i$ 、 $V_j$  为节点  $i$ 、 $j$  的电压幅值;  $G_{ij}$ 、 $B_{ij}$ 、 $\theta_{ij}$  分别为节点  $i$ 、 $j$  间的电导、电纳和电压相角差;  $n$  表示所有与节点  $i$  直接相连的节点集合。

### 1.2 变量约束

ATC 在实际计算中应该同时考虑系统的两种运行状态: 正常运行状态和预想事故状态。在这两种状态下, 系统运行约束条件应该包括线路热过载约束、节点电压约束、发电机有功无功出力约束、动态稳定约束和暂态稳定约束。而在实际中, ATC 受制于动态稳定约束和暂态稳定约束的情况较少, 因此采用只包含潮流等式约束、发电机有功无功出力约束、节点电压约束、负荷功率约束和线路热过载约束的静态安全约束条件。

$$\begin{aligned} P_{G \min} &\leq P_G \leq P_{G \max} & Q_{G \min} &\leq Q_G \leq Q_{G \max} \\ P_{L \min} &\leq P_L \leq P_{L \max} & Q_{L \min} &\leq Q_L \leq Q_{L \max} \\ U_{\min} &\leq U_i \leq U_{\max} \end{aligned}$$

$$|G_{ij}^* U_i^2 - U_i U_j (G_{ij}^* \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij})| \leq S_{ij}^{\max}$$

其中,  $P_G$ 、 $Q_G$  分别表示供电区域上发电机的有功出力和无功出力;  $P_L$ 、 $Q_L$  分别表示受电区域负荷的有功功率和无功功率;  $U_i$  表示节点电压;  $S_{ij}^{\max}$  表示第  $i$ 、 $j$  节点直接接之路的热稳定极限。

### 1.3 目标函数

ATC 目标函数有两种形式:  $\lambda$  参数形式和功率累加形式<sup>[11-12]</sup>。文中采用的目标函数为受电区域内的所有负荷的有功功率累加之和为最大。

$$ATC = \max_{\substack{P \\ R}} \sum P_{Li} \quad (2)$$

其中,  $R$  表示受电区域所有负荷节点数;  $P_{Li}$  为受电区域所有负荷的有功功率。

采用罚函数的形势处理约束优化问题, 其基本思想是将约束优化问题变为无约束优化问题来求解节点的电压越限, 以及发电机无功越限和线路潮流过载约束, 以罚函数的方式即将目标函数和约束函数重新组合得到的函数来定义并且优化原目标函数。目标函数为

$$ATC = \max_{\substack{P \\ R}} \sum (P_{Li}) + C_1 \sum (\Delta U_i)^2 + C_2 \sum (\Delta Q_{Gi})^2 + C_3 \sum (\Delta S_{ij})^2 \quad (3)$$

又遗传算法不需要目标函数的可微性, 可以不必加平方处理<sup>[8]</sup>。可以改为

$$ATC = \max_{\substack{P \\ R}} \sum (P_{Li}) + C_1 \sum (\Delta U_i) + C_2 \sum (\Delta Q_{Gi}) + C_3 \sum (\Delta S_{ij}) \quad (4)$$

其中,

$$\Delta U_i = \begin{cases} U_{\min} - U_i & U_i < U_{\min} \\ 0 & U_{\min} \leq U_i \leq U_{\max} \\ U_i - U_{\max} & U_i > U_{\max} \end{cases}$$

$$\Delta Q_{Gi} = \begin{cases} Q_{G \min} - Q_{Gi} & Q_{Gi} < Q_{G \min} \\ 0 & Q_{G \min} \leq Q_{Gi} \leq Q_{G \max} \\ Q_{Gi} - Q_{G \max} & Q_{Gi} > Q_{G \max} \end{cases}$$

$$\Delta S_{ij} = \begin{cases} 0 & |S_{ij}| \leq \overline{S_{ij}} \\ |S_{ij}| - \overline{S_{ij}} & |S_{ij}| > \overline{S_{ij}} \end{cases}$$

其中,  $\Delta U_i$  为节点电压越限之和;  $\Delta Q_{Gi}$  为发电机节点无功功率越限之和;  $\Delta S_{ij}$  为线路的潮流越限之和。

## 2 应用于 ATC 计算的遗传算法改进研究

### 2.1 基于改进遗传算法的 ATC 计算

遗传算法<sup>[13]</sup>作为一种群优的迭代算法, 随着迭代次数的增加, 遗传算法的种群会被具有某种“染色体基因”特征的个体充斥, 容易出现早熟收敛, 导致陷入局部最优问题。

另外遗传算法的参数中, 交叉概率和变异概率的选择是影响遗传算法性能的关键所在, 直接影响算法

的收敛性。针对以上两点不足,在遗传算法中引入混沌运动,利用混沌运动中的“遍历性”、“随机性”和“规律性”来改善遗传算法的收敛特性;选择操作中选用基于三角函数的选择算子,使算法在保持种群多样性和克服早熟方面具有良好的性能;并在交叉、变异环节引入自适应遗传算法的特性,使交叉概率和变异率能够随着适应度自动改变,有效改善遗传算法爬坡速度。

### 2.1.1 编码

编码是初始化群体过程中的关键步骤。常见编码方式有二进制编码和十进制编码。

二进制编码表示的变量范围大,适合于表示离散变量,而对于连续变量,只要群体总数足够多,就可以达到一定的精度。

采用十进制编码方式,即个体的每个基因值用变量范围内的十进制数表示,个体的编码长度等于其控制变量的个数。基于前面的数学模型,文中个体染色体编码  $X$  可以表示为

$$X = [P_G / P_L, Q_L] = [P_{G1}, P_{G2} \dots P_{Gi} / P_{L1}, Q_{L1} / P_{L2}, Q_{L2} / \dots / P_{Lk}, Q_{Lk}]$$

式中,  $i, k$  分别为供电区域的发电节点数和受电区域的负荷节点数。

### 2.1.2 混沌初始化种群

目前,对混沌<sup>[9]</sup>尚无严格的定义,一般将由确定性方程得到的具有随机性的运动状态称为混沌。Logistic映射就是一个典型的混沌系统,迭代公式如下。

$$Z_{i+1} = \mu \times Z_i \times (1 - Z_i) \quad (5)$$

$i=0, 1 \dots \mu[2, 4]$

式中,  $\mu$  为控制变量,当  $\mu=4$  且  $0 \leq Z_0 \leq 1$  时, Logistic 完全处于混沌状态。

设 ATC 问题中受电区域有功负荷的个数为  $n$  则种群中染色体的长度也为  $n$  且设置种群规模为  $m$ ,混沌扰动范围为  $[-\beta, \beta]$ ,随即产生一个  $n$  维,每个分量数值在  $0 \sim 1$  之间的向量  $Z_i = (Z_{i1}, Z_{i2} \dots Z_{in})$ 。根据式  $Z_{ij} = \mu \times Z_{(i-1)j} \times (1 - Z_{(i-1)j})$  ( $j=1, 2 \dots, \mu=4; i=2, 3 \dots, N$ ) 得到  $N(N > m)$  个  $Z_i$  向量,即  $Z_1, Z_2 \dots Z_N$  将  $Z_i$  的各个分量载波到优化变量的扰动范围,根据式  $x_{ij} = -\beta + 2 \times \beta \times z_{ij}$  ( $j=1, 2 \dots, N$ ) 可得到第  $i$  条染色体的第  $j$  个基因变量值  $x_{ij}$  这样产生  $N$  条染色体,根据目标函数和约束条件,从  $N$  条染色体中选择性能较好的  $m$  条染色体作为初始种群。

### 2.1.3 基于三角函数的选择操作

选择算子模拟自然选择中的优胜劣汰机制,它建立在适应值评价的基础上,适应值高的个体,被选中的概率也越大。把适应值进行了变换为三角函数值<sup>[10]</sup>的处理,并与轮盘赌策略相结合,克服了后者对适应值非负的要求。

把适应度函数值  $f$  等比例映射到值为  $\theta \in [0, \frac{\pi}{2}]$ ,通过求  $\sin\theta$  最终把  $f$  映射到  $P_i \in [0, 1]$ ,经过正弦选择算子,与个体对应的正弦值为  $P_i = \sin(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{f_i - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}})$ ,记  $\theta = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{f_i - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}}$ ,当  $f_i = f_{\min}$  时,  $\theta=0$ ; 当  $f_i = f_{\max}$  时,  $\theta = \frac{\pi}{2}$ ; 当  $f_i \in [f_{\min}, f_{\max}]$  时,都有  $\theta \in [0, \frac{\pi}{2}]$ ,所以  $P_i \in [0, 1]$ 。设同一种群内的任意两个进化个体  $x_i$  和  $x_j$  的适应值  $f_i$  和  $f_j$  满足:  $f_i < f_j$  因为正弦函数  $0 \sim \frac{\pi}{2}$  是在单调递增的,容易得到  $P_i < P_j$  可见,正弦选择算子能确保适应值较优的个体具有较高的被选择概率。

采用了三角函数算子和轮盘赌策略相结合的方法,令  $PP_i = \sum_{r=1}^i P_r$  其中  $PP_i$  为累加概率,  $P_i$  为个体的选择概率,其计算公式为

$$P_i = \frac{\text{fitness}(x_i)}{\sum_{i=1}^{NP} \text{fitness}(x_i)} \quad (6)$$

其中  $\text{fitness}(x_i)$  为个体的适应。共转轮  $NP$  次 ( $NP$  为种群的个体数)。每次转轮时,随即产生  $0$  到  $1$  之间的随机数,当  $PP_{i-1} \leq r \leq PP_i$  时选择个体  $i$

由于选择、交叉、变异等遗传操作的随机性,为了防止最优个体在进化过程中被淘汰,同时采用了最优保存法,使适应度高的最优个体跳过交叉和变异而直接进入下一代,该方法的实施保证了算法的收敛。

### 2.1.4 交叉操作

交叉是指按一定的概率选择参与交叉的父代,把父代个体中的部分基因加以替换重组而成新的个体。交叉概率的取值是影响遗传算法的关键所在,直接影响算法的收敛性,交叉概率越大,新个体产生的速度越快。同时,遗传模式被破坏的可能性也越大;交叉概率越小,搜索过程缓慢。

采用基于方向的交叉,即

$$\begin{aligned} x &= \alpha \cdot x + (1-\alpha) \cdot y \\ y &= (1-\alpha) \cdot x + \alpha \cdot y \end{aligned} \quad (7)$$

式中,  $\alpha$  为事先给定或者随即产生的一个数。

### 2.1.5 变异操作

变异操作是遗传算法中的一个重要操作,它模拟生物进化过程中偶然的基因突变。根据均匀分布选择出要变异的  $l = P_m \cdot N$  个个体 ( $P_m$  为变异概率,  $N$  为种群大小), 然后对选中个体进行变异。

设父代染色体  $X = (x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ , 经变异后子代染色体为  $X' = (x_1', x_2', x_3' \dots x_n')$ 。

采用均匀变异, 即分别用符合某一范围内均匀分布的随机数, 以概率  $P_m$  来替换个体编码串中各个基因上的原有基因值。

$$\begin{aligned} x_i' &= x_i & i \neq k \\ x_i' &= \alpha_i & i = k \end{aligned}$$

其中,  $k$  为变异点;  $\alpha_i$  是对应变量值域之间的随机数。

### 2.1.6 自适应遗传操作

在传统遗传操作基础上进行改进, 引入自适应遗传算子, 即交叉概率和变异概率随适应度自动改变。当种群各个体适应度趋于一致或者局部最优时, 使交叉概率和变异概率两者相加, 而群体适应度比较分散时, 使交叉概率和变异概率减少。

同时, 对于适应值高与群体平均适应值的个体, 对应于较低的交叉概率和变异概率, 使该个体得以保存进入下一代; 而低于平均适应值个体, 相对应于较高的交叉概率和变异概率, 使该个体被淘汰。因此, 自适应遗传算法能够提供相对某个解的最佳交叉概率和变异概率。

自适应遗传操作中交叉概率  $P_c$  和变异概率  $P_m$  的计算公式如下。

$$P_c = \begin{cases} \frac{k_1 (f_{max} - f)}{f_{max} - f_{avg}}, & f \geq f_{avg} \\ k_2, & f < f_{avg} \end{cases} \quad (8)$$

$$P_m = \begin{cases} \frac{k_3 (f_{max} - f)}{f_{max} - f_{avg}}, & f \geq f_{avg} \\ k_4, & f < f_{avg} \end{cases} \quad (9)$$

其中,  $f_{max}$  为群体中最大适应值;  $f_{avg}$  为群体中平均适应值;  $f$  为要交叉的两个个体中交大的适应度值;  $f'$  为要变异个体适应值;  $k_1, k_2, k_3, k_4$  为常数。

## 3 算例分析

为了验证改进后的遗传算法相比于标准遗传算

法应用于 ATC 研究的有效性, 对 IEEE-30 节点系统进行算例分析。该算例系统共有 6 台发电机, 41 条线路, 划分为 3 个区域, 每个区域有两个发电节点, 区域 1 包括节点 1~9、11、28; 区域 2 包括节点 12~20、23; 区域 3 包括节点 10、21、22、24~27、29、30; 具体参数可参考文献 [14]。

表 1 遗传参数设置

遗传操作	标准算法	改进算法
编码方式	十进制	十进制
选择方式	比例选择	三角函数选择算子
最大迭代次数	200	150
种群数	35	35
交叉方式	实值交叉	实值交叉
交叉概率	0.85	$k_1=0.5, k_2=0.9$
变异概率	0.05	$k_3=0.02, k_4=0.05$
初始化群体	采用潮流校验初始群体	混沌初始化群体
最优保留	采用	采用

罚因子的设定: 节点电压越限的罚因子为 0.6, 线路的潮流越限的罚因子也为 0.6, 发电节点的无功越限罚因子为 0.8。

分别用标准遗传算法和改进遗传算法计算区域 1→2、1→3 的 ATC, 并将各自 20 次计算值的平均值作为最终 ATC 值。篇幅所限, 其他区域间的传输能力不再计算, 方法一样。

表 2 计算结果对比

区域	标准遗传算法 ATC / MW	改进遗传算法 ATC / MW
1→2	110.68	119.32
1→3	101.55	110.28

表 3 迭代时间

算法	计算 1→3 ATC 时间 / s
标准遗传算法	238.65
改进遗传算法	136.12

图 1 为计算 ATC<sub>1→3</sub> 为例的遗传算法收敛特性曲线。

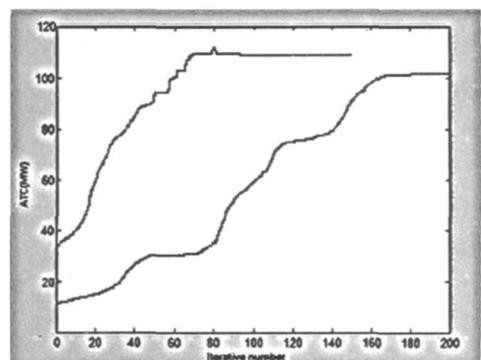


图 1 遗传算法收敛曲线

根据图 1 所示,标准遗传算法在第 50 代至 70 代区间段,110 代至 130 代区间段,均出现了曲线近乎水平的情况,经过数次迭代之后,标准遗传算法才跳出局部收敛区域,继续向最优解方向搜索。导致这种情况出现的原因主要是交叉概率过小,致使搜过过程缓慢。然而,交叉概率过大时遗传模式被破坏的可能性也越大,使得具有高适应度的个体结构很快就会被破坏;加入自适应因子的遗传算法在这方面得到很大改进,特性曲线上改进遗传算法从 20 代开始进入阶梯状上升,可见搜索效率大大提高,进入收敛区域的时间大大缩短,并且计算结果和迭代时间较前者有了很大进步。

改进后的遗传算法在种群初始化过程中引入混沌运动,利用混沌运动的“随机性”、“遍历性”的特点,并引入了三角函数的选择算子,改善种群质量,大大提高了爬坡速度,如图 1 所示,在前期的搜索过程中,改进遗传算法的曲线斜率远远大于标准遗传算法的曲线斜率。通过对曲线的观察可以发现,改进遗传算法克服局部极值能力强,不会局限于某个局部极值区域。

## 4 结 论

运行标准遗传算法和改进遗传算法对电力系统的可用输电能力进行了计算。目标函数为最大化受电区域的负荷节点的有功之和。通过对 IEEE-30 节点系统进行了测试,验证了所建的 ATC 优化模型和算法改进的有效性。

1) 考虑了电压发电机有功无功出力约束、负荷功率约束、节点电压约束、线路热过载约束,使 ATC 模型更加完善。

2) 在遗传算法的基础上,引入了混沌因子,有效改善了种群的质量,大大提高前期进化的效率。

3) 基于三角函数的选择操作,使选择环节中适应值高的个体更容易被选择,保证了性状优良个体尽可能保存下来,改良了种群,避免了陷入早熟收敛。

4) 在交叉变异环节上,加入了自适应算子,对算法搜索速度上起到了加速的作用。同时保证了基因不被破坏的可能性。

5) 进行比较后,改进后的遗传算法在计算结果和迭代时间上较前者有了很大提高,并且鲁棒性良好,克服局部收敛能力强。

## 参考文献

- [1] 曹建权,许琦,等. 电力市场下电网可用输电能力的研究 [J]. 江苏电机工程, 2007, 26(5): 39-41.
- [2] LANDGREN G L, TERHUNE H L, ANGEL R K. Transmission Interchange Capability Analysis by Computer [J]. IEEE Trans on Power Apparatus and Systems, 1992, 91(6): 748-754.
- [3] 王成山,李国庆,余贻鑫,等. 电力系统区域间功率交换能力的研究(一):连续型方法的基本理论及应 [J]. 电力系统自动化, 1999, 23(3): 23-26.
- [4] 汪峰,白小民. 基于最优潮流方法的传输容量计算研究 [J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(11): 35-40.
- [5] 程超,李华强,等. 可利用传输能力的快速计算 [J]. 电网技术, 2009, 33(3): 49-52.
- [6] B. Mozafari A. M. Ranjbar A. R Shirani and A. Barkeseh. A Comprehensive Method for Available Transfer Capability Calculation in a Deregulated Power System [C]. 2004 IEEE International Conference on Electric Utility Deregulation, Restructuring and Power Technologies (DRPT2004), Hong Kong 2004.
- [7] 潘雄,徐国禹. 基于最优潮流并计及静态电压稳定约束的区域间可用输电能力计算 [J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(11): 86-91.
- [8] 李敏强,寇纪淞,等. 遗传算法的基本理论与应用 [M]. 北京:科学出版社, 2002.
- [9] 李眉眉. 电力负荷混沌特性分析及其预测研究 [D]. 成都:四川大学, 2004.
- [10] 郝国生,严玉若,等. 基于三角函数的遗传算法选择算子 [J]. 江南大学学报, 2010, 9(2): 162-163.
- [11] 王国庆,沈杰,申艳杰. 考虑暂态稳定约束的可用功率交换能力计算的研究 [J]. 电网技术, 2004, 28(15): 67-71.
- [12] 李国庆,李雪峰,沈杰,等. 牛顿法和内点罚函数法相结合的概率可用功率交换能力计算 [J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(8): 17-23.
- [13] 周明,孙树栋. 遗传算法原理及应用 [M]. 北京:国防工业出版社, 1999.
- [14] 潘雄. 电力市场的输电能力和主辅市场交易问题研究 [D]. 重庆:重庆大学, 2005.

### 作者简介:

赵 磊 (1984), 男, 硕士研究生, 主要研究方向电压稳定及电压无功控制。

李华强 (1965), 男, 教授, 博士. 从事电压稳定及无功优化问题研究。

(收稿日期: 2010-09-10)