

基于遗传算法的改进二级电压控制的研究

贾志伟, 刘君, 于佰健

(电力系统保护与动态安全监控教育部重点实验室(华北电力大学), 北京 102206)

摘要: 电压分级控制是协调电力系统电压控制的有效手段和方法, 二级电压控制策略又是电压分级控制的关键环节。针对二级电压控制设备既有连续调节设备又有离散调节设备的特点, 首先采用了改进的二级电压控制优化模型, 用遗传算法对模型进行了求解, 得到了与其它策略一样的控制效果。但这些仿真结果表明, 在调节过程中存在电压“跳跃”现象和调节时间过长问题。针对这两个问题, 该文提出了: (1) 用发电机励磁与有载调压变压器匹配调节的方法, 成功解决了“跳跃”现象。(2) 采用先发电机(无功电源)协调控制方案后多控制设备(增加有载调压变压器等)协调控制方案的措施, 解决了调节时间过长的问題。最后以新英格兰39节点系统为例进行了仿真校验, 结果表明, 该控制方案能够兼顾连续和离散的控制设备, 具有令人满意的的控制效果; 同时也证明了所提出的两个问题的解决方案的可行性。

关键词: 电力系统; 二级电压控制; 遗传算法; 有载调压变压器; 主导节点

Study on Improved Secondary Voltage Control Based on Genetic Algorithm

JIA Zhi-wei, LIU Jun, YU Bai-jian

(The Key Laboratory of Power System Protection and Dynamic Security Monitoring and Control under Ministry of Education, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: Voltage Hierarchical Control is an efficient way to coordinate the voltage control in the power system, and the control strategy of the Secondary Voltage Control is the critical part of the Voltage Hierarchical Control. Because the control devices of the secondary voltage control including devices of continuous regulation and discrete regulation, the improved optimization model for Secondary Voltage Control is adopted and calculated by genetic algorithm. The control effect is same as others control measurements. But the simulation result indicates that there are problems in this model, such as “voltage jump” and longer regulate time. In this paper, measures are put forward to resolve these questions: (1) Matching generator excitation and OLTC can resolve “voltage jump” successfully; (2) Adopting the measurement of generator (reactive power supply) control first and control equipment coordinate control secondly can resolve the question of longer regulate time. At last, the proposed method is applied to the New England 39 nodes system. It is shown that this method can achieve satisfactory controlling effort involved both constant and discrete controllers at the same time; and the feasibility of the resolve measurements of the two questions is proved.

Key words: power system; secondary voltage control; genetic algorithm; on load tap change transformer; pilot node

中图分类号: TM71 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)01-0037-07

0 引言

在电力系统的分级电压控制系统中, 一级电压控制器既有连续调节的设备如发电机自动电压调节器(AVR)和静止无功补偿器(SVC)、静止无功发生器(STATCOM)等, 也有离散调节的快速投切电容器、电抗器、变压器有载分接头开关, 控制时间常数以秒计。二级电压控制器按照一定的协调控制规律, 闭环设定控制区域内各一级电压控制器的整定值, 用于平衡较慢较大的无功变化和电压偏差, 其控制时间常数约为几十秒到几分钟。目前, 二级电压控制的研究成果主要针对连续型控制器^[1-5], 对应的

二级电压控制优化模型符合二次规划模型, 一般采用二次规划法求解, 但当控制器含有有载调压变压器和自动投切并联电容器/电抗器等离散调节设备时, 优化模型就变成了含离散、连续的混杂模型, 二次规划法也就不再适用。

文献[6]针对二级电压控制器既有连续调节设备又有离散调节设备的特点, 建立了含离散、连续变量的混杂二级电压控制优化模型, 并且用基于多代理的粒子群优化算法得到了该模型的解。与多代理的粒子群优化算法相比, 遗传算法是一种自适应全局优化概率搜索算法, 它对求解空间的连续离散性没有要求, 是在智能算法中比较成熟的一种算法,

且在电力系统中的应用已经遍及安全经济调度、无功优化等多个方面^[7-12]。本文用遗传算法求解文献[6]中的混杂二级电压控制优化模型,得到了相同的控制效果,但结果中的调节过程中存在电压“跳跃”现象和调节时间过长问题。针对这两个问题,本文提出了两种措施来解决:(1)用发电机励磁与有载调压变压器匹配调节的方法,成功解决了“跳跃”现象。(2)采用先发电机(无功电源)协调控制方案后多控制设备(增加有载调压变压器等)协调控制方案的措施,解决了调节时间过长的问题。最后以England-39节点系统为例对这两种措施进行了仿真,结果表明,所提出的两个措施是有效可行的。

1 基于遗传算法的改进二级电压控制

1.1 二级电压控制优化模型

本文采用文献[6]中的以下改进的CSVC(Coordinated secondary voltage control of power system)优化控制模型:

$$\text{Min}Z(V_1, \dots, V_m, C_1, \dots, C_n, T_1, \dots, T_k) = \quad (1)$$

$$\sum_{i \in \alpha_p} (V_{i,\text{ref}} - V_i)^2 + j \sum_{i \in \alpha_G} (q_{\text{ref}} - \frac{Q_i}{Q_{i,\text{max}}})^2 + k \sum_{i \in \alpha_C} (V_{i,\text{ref}} - V_i)^2$$

$$g_{i,a}(x, u) = 0, i = 1, \dots, n$$

$$g_{i,r}(x, u) = 0, i = 1, \dots, n$$

$$Q_{i,\text{min}} \leq Q_i \leq Q_{i,\text{max}}, i \in \alpha_G$$

$$V_{i,\text{min}} \leq V_i \leq V_{i,\text{max}}, i \in (\alpha_G \cup \alpha_C)$$

式中: U_1, \dots, U_m 表示控制发电机的端电压, 脚标 m 表示其台数; C_1, \dots, C_n 表示无功补偿器(如电抗器)的分接头位置, 脚标 n 表示台数; T_1, \dots, T_k 表示有载调压变压器的分接头位置, 脚标 k 表示其台数; $\alpha_p, \alpha_G, \alpha_C$ 分别表示先导节点、电压控制设备节点和关键节点的集合, 关键节点为本区域的边界点; $U_{i,\text{ref}}, V_i$ 分别表示节点 i 的电压参考值和实际电压值; j 和 k 为权重系数; $Q_i, Q_{i,\text{max}}$ 分别表示注入节点 i 的实际无功和无功最大限制; q_{ref} 为相对无功发电量参考值, $q_{\text{ref}} = \sum_{i \in \alpha_G} Q_i / \sum_{i \in \alpha_G} Q_{i,\text{max}}$;

$g_{i,a}(x, u) = 0, g_{i,r}(x, u) = 0$; 分别为节点 i 的有功和无功等式约束。对于该优化模型, 待求量是目标函数 Z 的隐函数, 对待求量发电机端电压, 变压器分接头, 电容器电抗器投入组数的调节, 可以通过 Z 中的 U_i, Q_i 反映出来。

由式(1)可知, 优化控制的目标函数由三项组成, 第一项是为使主导节点电压偏差最小, 这也是二级电压控制最基本的目标; 第二项是为无功电压控

制设备之间的相对无功发电量尽可能相同, 以保持系统尽可能多地无功储备; 第三项是为使关键节点的电压离初始值偏差最小, 以减小本区域的调节对相邻区域的影响。

1.2 基于遗传算法的改进二级电压控制计算过程

根据遗传算法的基本原理和计算流程, 推导出求解改进优化模型的计算过程:

1) 编码与解码

本文直接将发电机端电压、电容电抗器组的投切组数、有载调压变压器档位等变量采用浮点数编码, 无需解码。染色体 $L_{ij} = (U_1, \dots, U_m, C_1, \dots, C_n, T_1, \dots, T_k)$, 其中 U_1, \dots, U_m 表示控制发电机的端电压, m 表示其台数; C_1, \dots, C_n 表示无功补偿器(如电抗器)的分接头位置, n 表台数; T_1, \dots, T_k 表示有载调压变压器的分接头位置, k 表示其台数。

2) 适应值函数的确定:

由于发电机端电压、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。PQ节点电压与无功发电功率是状态变量, 需写成罚函数形式^[13], 所以此处定义适应值函数:

$$F(\alpha) = 1 / [Z + \lambda_U \sum_{i \in \alpha_{UQ}} (U_i - U_{i,\text{lim}})^2 + \lambda_Q \sum_{i \in \alpha_Q} (Q_i - Q_{i,\text{lim}})^2] \quad (2)$$

式中: Z 为优化模型中的目标函数式; λ_U, λ_Q 为罚因子, 通常取较大的常数; $U_{i,\text{lim}}, Q_{i,\text{lim}}$ 可以表示为:

$$U_{i,\text{lim}} = \begin{cases} U_{i,\text{max}}, U > U_{i,\text{max}} \\ U_{i,\text{min}}, U < U_{i,\text{min}} \end{cases}, \quad Q_{i,\text{lim}} = \begin{cases} Q_{i,\text{max}}, Q > Q_{i,\text{lim}} \\ Q_{i,\text{min}}, Q < Q_{i,\text{lim}} \end{cases}$$

3) 选择

选择采用轮盘赌选择法, 按照个体选择概率的大小来分配其在轮盘上所占的比例。

4) 交叉

通过交叉操作产生新的个体, 新的染色体按式(3)产生:

$$L_{i,K+1} = a \times L_{m,K} + (1-a) \times L_{n,K} \quad (3)$$

式中: a 是一个比例因子, 可在区间[0, 1]上均匀分布随机数产生。 $L_{i,K+1}$ 为新的子染色体, $L_{m,K}$ 和 $L_{n,K}$ 为两个父染色体。

5) 变异

通过变异操作来增加群的多样性, 新的染色体按式(4)产生:

$$L_i = a \times (L_{m,\text{max}} - L_{m,\text{min}}) + L_{m,\text{min}} \quad (4)$$

式中: a 是一个比例因子, 可在区间[0, 1]上均匀分布随机数产生。 L_i 为新的子染色体, $L_{m,\text{max}}$ 和 $L_{m,\text{min}}$

为 $L_{ij}=(U_1, \dots, U_m, C_1, \dots, C_n, T_1, \dots, T_k)$ 里的 U 、 C 、 T 分别取最大和最小两个极限时所组成的两个父染色体。

6) 潮流计算

由于遗传算法的计算过程是一个多次潮流迭代的过程, 而本次潮流计算程序用的方法是牛-拉法, 如果在计算过程中, 给出的计算潮流的初值不合适, 可能会引起不收敛, 这会大大增加整个计算所用的时间。而牛-拉法一般在循环 5 次左右就能收敛, 如果此时仍不收敛, 则后面的计算收敛的可能性也不太大, 所以此次计算, 如果单次潮流计算循环 8 次仍不收敛, 则认为不收敛, 停止计算。

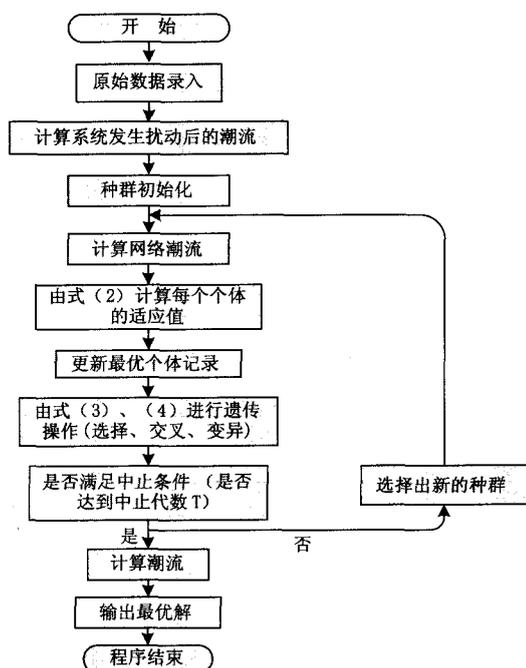


图 1 基于遗传算法的二级电压控制流程图

Fig.1 Flow chart of the improved secondary voltage control

7) 计算流程:

系统参数包括: ①支路元件参数, 包括线路电阻、电抗、对地导纳、变压器变比、两端节点号等; ②发电机参数, 包括各类节点类型的给定值及节点编号; ③负荷参数, 包括 P 、 Q 给定值和节点编号; ④系统与设备的各类约束, 包括系统节点电压约束, 发电机的出力和变压器的调节范围约束。

算法参数包括: 群体大小, 一般范围 20~100; 交叉概率, 一般取 0.4~0.9; 变异概率, 一般取 0.001~0.1; 中止进化代数, 一般取 50~200。

1.3 算例分析

为验证本文二次电压控制效果, 在 PC 机上用 C++ 语言编写了基于遗传算法的二级电压控制程序, 对新英格兰 10 机 39 节点系统进行仿真验证, 并将计算所得结果与 BPA 计算结果进行了比较。由于自动并联电容器/电抗器和有载调压变压器的控制相似, 本算例只选择了发电机和有载调压变压器作为控制对象, 同时, 采用文献[14]的分区结果, 如图 2 所示, 系统被划分为 4 个电压控制区: 区域 1 由 {1, 9, 39} 构成, 节点 1 为主导节点; 区域 2 由 {28, 29, 38} 构成, 节点 28 为主导节点; 区域 3 由 {4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 31, 32} 构成, 节点 7 和 10 为主导节点; 区域 4 由 {2, 3, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 33, 34, 35, 36, 37} 构成, 节点 16 和 18 为主导节点。

以电压控制区 3 为研究区域, 在系统参数和运行条件均相同的前提下, 分别采用以下 3 种电压控制方案进行比较:

方案 A 无二级电压控制;

方案 B 基于遗传算法的二级电压控制方案, 控制器只选择 31 和 32 节点发电机;

方案 C 在方案 B 的基础上增加有载调压变压器作为电压控制设备。

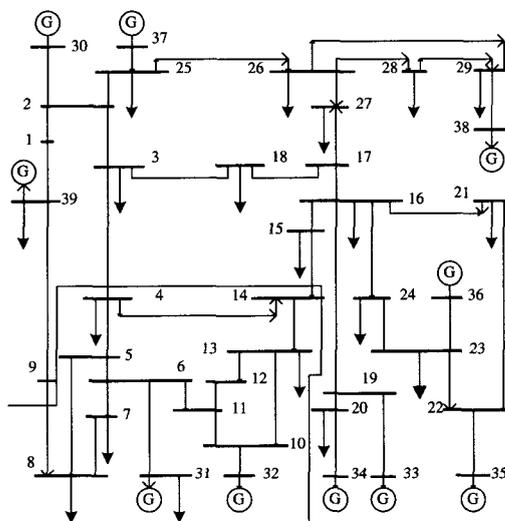


图 2 新英格兰 10 机 39 节点系统图

Fig.2 Structure of NewEngland system

针对方案 B、C, 选择节点 4, 8, 14 为关键点, 控制设备选择 31 和 32 节点发电机, 针对方案 C, 在控制设备中增加线路 6~31, 10~32, 11~12, 12~13 之间的变压器。

系统参数: 节点 31 和 32 的电压调节范围设为

0.95~1.10; 无功出力上限分别为 250、300 Mvar; 变压器的调节范围为: $1 \pm 8 \times 1.25\%$ (标么值)。

遗传算法参数设定: 群体大小 $M=50$ 、交叉概率 $P_C=0.6$ 、变异概率 $P_M=0.08$ 、进化终止代数 $T=50$; 目标函数中参数, 式(1)中的 $j=3$, $k=9$, 式(2)中的 $\lambda_U=\lambda_Q=500$ 。

设系统初始状态已达前一个调节的理想状态, 即各主导节点和关键节点电压已达三级电压控制所

给定的参考值; 假设在某时刻区域 3 的内部发生扰动, 节点 12 无功负荷增加了 80%, 这将导致主导节点和关键节点的电压下降。采用不同的控制方案, 所得到的控制量结果如表 1 所示, 调节后主导节点和关键节点的电压变化如表 2 所示。主导节点的电压响应曲线如图 3 和图 4 所示。为验证结果的正确性, 程序保留了几个次优结果分别为方案 B1 和 B2, C1 和 C2。

表 1 方案 A、B、C 的控制量结果

Tab.1 Results of the control variable

	发电机节点电压/ (P.U.)		变压器分接头 档位/kV			
	节点 31	节点 32	6~31	10~32	11~12	12~13
方案 A	0.982	0.983	107.0	107	100.6	100.6
方案 B	0.983	0.998				
方案 B1	0.982	0.999				
方案 B2	0.981	0.999				
方案 C	0.997	1.10	4 (106.25)	13 (95.0)	8(101.25)	11(97.5)
方案 C1	0.981	1.1	3 (107.5)	14(93.75)	7(102.5)	7(102.5)
方案 C2	0.997	1.09	4(106.25)	14(93.75)	6(103.75)	13(95.0)

表 2 方案 A、B、C 的系统结果

Tab.2 Comparison of results for different methods

节点号	主导节点电压/ (P.U.)		关键节点电压/ (P.U.)			无功控制节点无功输出/Mvar	
	7	10	4	8	14	31	32
初始状态	0.994	1.014	0.999	0.993	1.007	208.7	217.6
方案 A	0.989	1.007	0.995	0.988	1.001	228.4	249.9
方案 B	0.994	1.015	0.999	0.993	1.007	213.7	290.6
方案 B1	0.994	1.015	0.999	0.993	1.007	209.9	294.6
方案 B2	0.994	1.015	0.999	0.993	1.007	207.3	295.7
方案 C	0.994	1.014	0.999	0.993	1.007	244.0	240.5
方案 C1	0.994	1.014	0.999	0.993	1.006	223.6	255.5
方案 C2	0.994	1.014	0.999	0.993	1.008	247.1	244.8

注: 计算过程中, 节点 31 和 32 作为 PV 点处理。

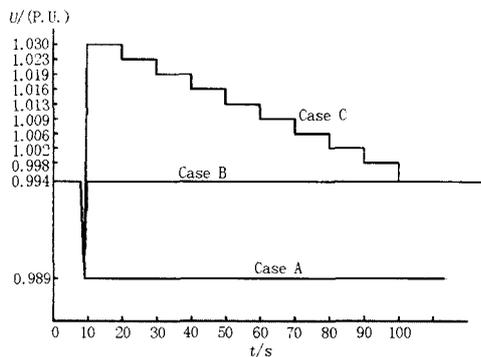


图 3 主导节点 7 的电压曲线

Fig. 3 Voltage response at pilot bus 7

为了验证所编写的基于遗传算法的二级电压控制程序的结果, 针对计算所得的控制调节量, 采用 BPA 软件计算调节前后的系统潮流, 并将 BPA 最终

结果与本文所编写程序的潮流计算结果相比较, 结果表明, 所编写程序的计算误差小于 10^{-3} 。图 3、4 中的电压调节过程曲线为 BPA 计算结果。

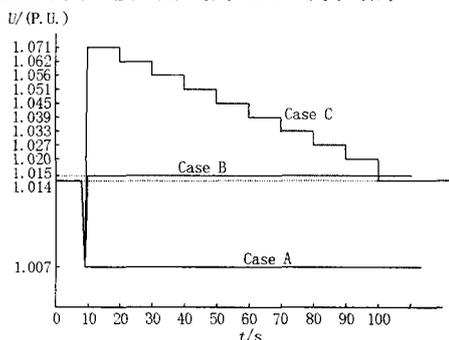


图 4 主导节点 10 的电压曲线

Fig. 4 Voltage response at pilot bus 10

结果分析:

1) 从表 2 结果可看出, 本文在增加了电压控制设备后, 二级电压控制的效果有明显的提高, 对于只选择发电机控制的方案 B, 在系统扰动后主导节点 10 的电压恢复到 1.015, 偏差为 0.001, 而方案 C 在增加有载调压变压器的调节后, 主导节点和关键节点的电压都恢复到初始设定值, 即偏差为 0。

2) 从图 3 和图 4 我们可以看出新的方法响应时间比传统的较慢, 这主要是新的方式中选择了有载调压变压器的缘故, 但二级电压控制的响应时间是几十秒到几分钟, 足以接受有载调压变压器的响应。

3) 由图 3 和图 4 可以看到, 在方案 C 中, 节点 7 的电压由 0.989 直接跳跃到 1.03, 节点 10 的电压由 1.007 直接跳跃到 1.071, 然后均又慢慢下降恢复到最终的稳态值, 这个跳跃是由于发电机出口变压器分接头的调节滞后于发电机端电压的调节而引起的。如何消除或减小电压“跳跃”的影响, 将在下节进行讨论。

2 结果存在的问题及改进方法

由图 3 和图 4 可知, 虽然本文加入有载调压变压器后, 主导节点和关键节点的电压都恢复到了初始水平, 但主导节点电压波动较大, 且电压恢复时间长。分析发现, 电压“跳跃”的主要原因是由于发电机励磁调节与有载调压变压器的档位调节不匹配造成的, 而电压恢复速度慢则主要是由于有载调压变压器调节时间长所导致, 且在实际调节过程中, 一般变压器的档位变化不宜过大。为此研究采取以下两项措施对调节过程加以改进。

2.1 协调发电机与变压器的调节过程, 对发电机端电压进行分段调节, 消除电压“跳跃”现象

发电机端电压的调节采用分段调节, 每次电压的调节量为:

$$\Delta U = |U_G - U_0| / |T_d - T_0| \quad (5)$$

式中: U_G 为二级电压控制下发给发电机的电压参考值, U_0 为发电机初始电压, T_d 为调节变化最大的有载调压变压器档位参考值, T_0 为该有载调压变压器的初始档位。

对上节中的算例, 采用这种策略后, 调节变化最大的有载调压变压器为变压器 T10-32, 调节前档位是 4, 调节后为 13, 所以节点 31 的发电机每次的电压调整量为: $(0.997 - 0.982) / (13 - 4) = 0.013$; 节点 32 的发电机每次的电压调整量为: $(1.10 - 0.983) / (13 - 4) = 0.013$; 经改进后, 主导节点 7 和 10 的电压曲线如图 5 和 6 所示。

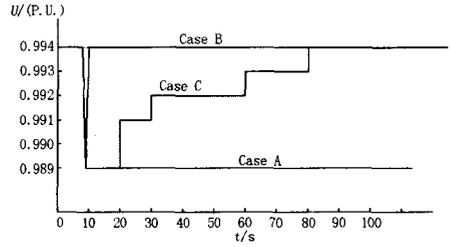


图 5 改进后主导节点 7 的电压曲线

Fig.5 Improved voltage response at pilot bus 7

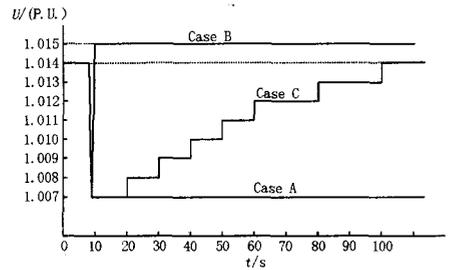


图 6 改进后主导节点 10 的电压曲线

Fig.6 Improved voltage response at pilot bus 10

由图 5 和图 6 可以看到, 通过采用发电机和有载调压变压器分接头匹配调节的方法, 能够有效地改善主导节点电压的变化, 消除了主导节点 7 和主导节点 10 在调节初期的电压跳跃, 节点电压比较平稳地达到了调节的最终值。但同时也发现, 方案 C 的调节时间过长, 这主要是由于变压器的调节过程所引起的, 如何对调节过程的这个缺陷进行改进, 在下节将进行讨论。

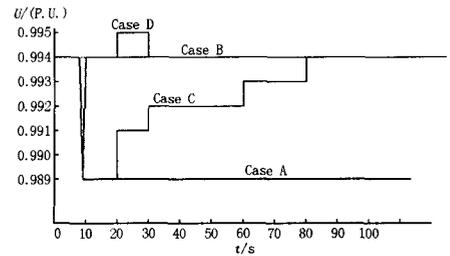


图 7 改进后主导节点 7 的电压曲线

Fig.7 Improved voltage response at pilot bus 7

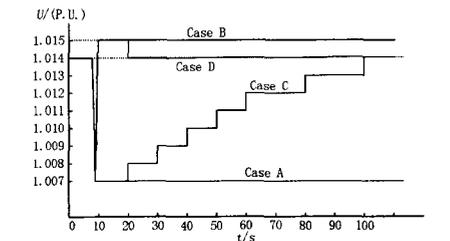


图 8 改进后主导节点 10 的电压曲线

Fig.8 Improved voltage response at pilot bus 10

2.2 将方案 B 与方案 C 相结合的方案 D, 提高电压恢复的速度

上述改进后, 虽然消除了电压恢复过程中的“跳跃”现象, 但调节时间过长。为此, 将控制方案 B 与方案 C 相结合: 在计算出方案 B 后, 以 B 的结果为初值, 再进行一次基于遗传算法的改进二级电压控制的计算, 可得方案 D 的控制量结果。方案 D 的调节过程如下: 在调节过程中, 首先按方案 B 下发

调节任务, 通过调节速度快的发电机励磁控制系统的动作先将主导节点的电压恢复至接近设定值, 之后按方案 D 再次下调调节任务, 对发电机与有载调压变压器进行协调控制。由于初始状态不同, 因而方案 D 与并不是方案 B 与方案 C 的组合。方案 D 的控制量结果和计算后系统的结果如表 3 和表 4 所示。

表 3 方案 A、B、C、D 的控制量结果

Tab.3 Results of the control variable

	发电机节点电压/(P.U.)		变压器分接头 档位/kV			
	节点 31	节点 32	6~31	10~32	11~12	12~13
方案 A	0.982	0.983	107.0	107	100.6	100.6
方案 B	0.983	0.998	-----	-----	-----	-----
方案 C	0.997	1.10	106.25	95.0	101.25	97.5
方案 D	1.004	0.993	105.0	107	100.6	100.6

表 4 方案 A、B、C、D 的系统结果

Tab.4 Comparison of results for different methods

节点号	主导节点电压/(P.U.)		关键节点电压/(P.U.)			无功控制节点无功输出/Mvar	
	7	10	4	8	14	31	32
初始状态	0.994	1.014	0.999	0.993	1.007	208.7	217.6
方案 A	0.989	1.007	0.995	0.988	1.001	228.4	249.9
方案 B	0.994	1.015	0.999	0.993	1.007	213.7	290.6
方案 C	0.994	1.014	0.999	0.993	1.007	244.0	240.5
方案 D	0.994	1.014	0.999	0.993	1.007	227.9	271.4

对上节中的算例, 采用这种策略后, 节点 31 的发电机对应升压变 T6-31 的档位调节前后都是 2 档, 所有其电压可以一次调节到位, 所以节点 31 的发电机每次的调节量则应按每次: $(1.004-0.983)/2=0.0105$; 节点 32 的发电机每次的调节量则应按每次: $(0.998-0.993)/2=0.0025$; 经改进后, 主导节点 7 和 10 的电压曲线如图 7 和图 8 所示。

由图 7 和图 8 可以看到: 在应用方案 D 对系统进行调节时, 主导节点 7 和主导节点 10 的电压变化已经躲过了方案 C 中在调节初期的电压跳跃, 而且能比较快速地将节点电压比较平稳的调节到最终值, 同时弥补了方案 B 和 C 的不足。说明方案 D 的改进是可行的。

3 结论

本文用遗传算法去解改进二级电压控制的混杂模型, 可使所有的主导节点和关键节点的电压恢复到设定值, 得到了较为理想的控制效果, 并找到了有效的措施, 解决了在调节过程中存在电压“跳

跃”现象和调节时间过长问题。对 England-39 节点系统进行了仿真, 结果表明所采取的方法和措施可以消除“跳跃”, 使主导节点和关键节点的电压比较平稳快速地调节到稳定值。

从计算过程中发现, 基于遗传算法的改进二级电压程序计算速度较慢, 遗传算法的择优过程实际上就是对系统潮流多次循环计算的过程, 所以, 为了加快计算速度, 使其满足二级电压控制的需要, 可以考虑将网络等值应用于本文提出的控制策略, 有待进一步研究。

参考文献

- [1] Lefebvre H, Fragnier D, Boussion J Yet al. Secondary Coordinated Voltage Control System: Feedback of EDF; Power Engineering Society Summer Meeting, 2000. IEEE, Volume 1, 16-20 July 2000 Page(s):290 - 295 vol. 1.
- [2] Conejo A, Aguilar M J. Secondary Voltage Control: Nonlinear Selection of Pilot Buses, Design of an Optimal Control Law and Simulation Results. IEE Proc--Gener, Transm & Distrib, 1998, 145(1):77-81.

- [3] 盛戈皞, 涂光瑜, 罗毅, 等. 基于多 Agent 的二级电压控制系统[J]. 电力系统自动化, 2002, 3: 20-25.
SHENG Ge-hao, TU Guang-yu, LUO Yi, et al. Study on Mas-based Secondary Voltage Control System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 3: 20-25.
- [4] 李海峰, 王海风, 陈珩. 紧急情况下二次电压的多代理协调控制[J]. 电力系统自动化, 2001, 12: 17-21.
LI Hai-feng, WANG Hai-feng, CHEN Heng. Multi-agent Based Secondary Voltage Coordination Control Power System Contingencies[J]. Automation of Electric Power Systems. 2001, 12: 17-21.
- [5] Hai Feng Wang; Li, H; Chen, H. Coordinated Secondary Voltage Control to Eliminate Voltage Violations in Power System Contingencies[J]. Power Systems, IEEE Trans on Power Systems. May 2003. Volume: 18 Issue: 2. 588-595.
- [6] Zhiwei Jia, Jun Liu, Study on Secondary Voltage Control Based on Multi-agent Particle Swarm Optimization Algorithm; 2006 International Conference on Power System Technology, Chongqing, 2006, 10: VS1-05.
- [7] 石立宝, 徐国禹. 遗传算法在有功安全经济调度中的应用[J]. 电力系统自动化, 1997, 21 (6): 42-44.
SHI Li-bao, XU Guo-yu. The Application of Genetic Algorithms in the Power System Active Power Economic Dispatch[J]. Automation of Electric Power Systems. 1997, 21 (6): 42-44
- [8] 周双喜, 蔡虎. 应用于电力系统无功优化的改进遗传算法[J]. 电网技术, 1997, 21, (12): 1-3.
ZHOU Shuang-xi, CAI Hu. Improved Genetic Algorithms Applied in Reactive Power Optimization[J]. Power System Technology, 1997, 21, (12): 1-3.
- [9] 吴启涛, 蔡兴国. 发电机组负荷分配的遗传算法[J]. 电机与控制学报, 1999, 3(4): 244-248.
WU Qi-tao, CAI Xing-guo. Genetic Algorithms Applied in Dispatch of Electric Generating Set[J]. Electric Machines and Control, 1999, 3(4): 244-248.
- [10] 褚蕾蕾, 陈绥阳. 适用于电力系统短期经济调度的遗传算法[J]. 电力学报, 1999, 14(2): 75-78.
CHU Lei-lei, CHEN Sui-yang. Genetic Algorithms Applied in the Power System Short-term Economic Dispatch[J]. Journal of Electric Power, 1999, 14(2): 75-78.
- [11] 熊信银, 吴耀武. 遗传算法及其在电力系统中的应用[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002.
XIONG Xin-yin, WU Yao-wu. The Application of Genetic Algorithms in the Power System[J]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2002.
- [12] WU Q H, CAO Y J. Optimal Reactive Power Dispatch Using an Adaptive Genetic Algorithm [J]. Electrical Power & Energy Systems, 1998, 20(8): 563-569.
- [13] 马晋弢, Lai L L, 杨以涵. 遗传算法在电力系统无功优化中的应用[J]. 中国电机工程学报, 1995, 15 (5): 347-353.
MA Jin-tao, LAI L L, YANG Yi-han. Application of Genetic Algorithms in Reactive Power Optimization[J]. Proceedings of the CSEE, 1995, 15 (5): 347-353.
- [14] 范磊, 陈珩. 二次电压控制研究(二)[J]. 电力系统自动化, 2000. 24 (12): 20-24.
FAN Lei, CHEN Heng. Study on Secondary Voltage Control of Power System[J]. Automation of Electric Power Systems. 2000. 24 (12): 20-24.

收稿日期: 2008-02-29; 修回日期: 2008-09-11

作者简介:

贾志伟 (1980-) 男, 硕士研究生, 从事电力系统分析方向的研究; E-mail: seekjzw@163.com

刘君 (1970-), 女, 副教授, 从事电力系统分析方面的研究;

于佰健 (1980-), 男, 硕士研究生, 从事电力系统分析方向的研究。

许继集团被评为“改革开放三十年河南省功勋企业”

12月16日, 河南省企业界纪念改革开放30周年大会在郑州举行。会上, 省企业联合会、省企业家协会公布并表彰了45家“改革开放三十年河南省功勋企业”和50名“改革开放三十年河南省功勋企业家”。许继集团公司被评为“河南省功勋企业”, 王纪年董事长被评为“河南省功勋企业家”。

改革开放以来, 在各级领导的关怀、帮助、指导下, 集团公司领导与全体员工解放思想, 锐意改革, 团结拼搏, 艰苦创业, 勇于创新, 取得了骄人的业绩。许继三项制度改革经验在全国企业中得到推广, 探索出了一条国有企业改革新思路, 受到了中央领导的好评。1999年许继被中宣部、原国家经贸委确定为全国五家重点宣传企业之一。

改革开放以来, 许继企业管理勇于创新, 科研开发更是敢为人先, 从产品的“三配套一过关”、“三上一提高”到产品标准化的“四统一”; 从一个机械加工的劳动密集型企业, 成长为一个高科技企业集团。在直流输电领域创造出六项世界第一, 为许继增加近40亿元的订货额。

改革开放以来, 许继始终把企业文化建设视为企业的灵魂, 经营的命脉, 站高致远, 与时俱进的将企业宗旨“质量第一、客户至上”提升为企业方针“聚焦、精深、稳谨、发展”; 从许继使命宣言提升到合力文化; 从合力文化提升为许继今天的合作、责任文化。许继的持续稳健发展, 很重要的一条, 就是源于许继文化建设这个源动力。