

文章编号:1000-582X(2007)03-0031-05

基于潮流影响系数的输电阻塞管理*

李春燕,俞集辉,张 谦

(重庆大学电气工程学院高电压与电工新技术教育部重点实验室,重庆 400030)

摘要:采用机组调度的方法,基于影响支路潮流最大的机组对消除阻塞最有利的思想,以机组调整量最小为目标进行阻塞管理.由于电力系统的非线性,机组出力在输电元件上的分配量与机组出力间存在特殊的非线性关系,通过建立多项式回归模型来分析发电机组出力或负荷变化时系统潮流的变化规律,并采用最小二乘法进行求解;根据提出的潮流影响系数的概念,描述机组出力变化对支路功率变化的影响程度.基于潮流影响系数以及支路潮流越限量,有效确定参与调整的机组及其出力调整量以消除阻塞.通过 IEEE-RTS24 节点及其他实际系统的分析计算验证了该方法的有效性和正确性.

关键词:电力市场;输电阻塞管理;多项式回归;潮流影响系数

中图分类号:TM732

文献标识码:A

电力市场引入竞争机制,使输电网成为电能交易的关键环节之一.当支路传输容量不能满足交易需要,特别是发电机组、线路或变压器等元件发生故障时,将导致部分输电元件过载,影响系统的安全稳定运行,即产生输电阻塞^[1-3].阻塞管理的目的在于建立一套合理的调度计划,在满足运行安全性和经济性等要求下消除阻塞.

目前消除输电阻塞主要有以下几种手段:阻塞调度(即通过调整机组出力消除阻塞)^[4-12]、通过市场调节功能如价格因子^[13]等缓解阻塞以及引入输电权^[14-16]规避阻塞风险.阻塞管理算法主要有基于最优潮流的优化方法^[4-8]和灵敏度方法^[10-13]等.优化算法考虑约束条件比较全面,调整策略使系统安全性和经济性较好,但在实际运用中,需调整的设备较多,且许多优化算法存在算法复杂性高、解对初值的依赖性强、算法收敛性差等不足,特别是在越限程度严重的情况下,需先进行预校正措施才有可能得到最优解.灵敏度方法考虑约束条件较少,收敛性较好,易实现调整量和调整设备最小的目标,计算简单,但对大系统要经过多次反复调整.

基于如下思想:对支路潮流影响越大的机组,对消

除支路阻塞越有利.笔者根据机组出力变化对支路功率变化的潮流影响系数建立阻塞管理模型.由潮流跟踪原理^[17]知,机组出力在输电元件上的分配量与机组出力之间存在特殊的非线性关系;通过建立多项式回归模型,反映机组出力变化导致其在支路上分配量的变化关系,获得潮流影响系数.根据支路功率过载量和潮流影响系数确定需要调整的机组以及调整量,快速有效地消除阻塞.

1 多项式回归模型

电力系统需时刻保持功率平衡,而电力负荷及机组出力随时间不断变化,致使电力系统的潮流进而潮流跟踪的结果也随时间变化.由此产生这样的问题:在机组出力或负荷发生变化前后,潮流跟踪结果之间有什么关系?能否根据变化前的潮流跟踪结果,不经过潮流跟踪的大量计算直接获得变化后的潮流跟踪结果?这是该多项式回归模型解决的问题.

为全面描述系统的各种运行状态,在机组 i 的出力范围内随机获取 K 种不同的出力方式,记为: P_{Gik} ($k=1, 2, \dots, K$),由潮流跟踪原理可计算出该机组在 P_{Gik} 出力时对支路 l 的分配额,记为: P_{Gik-l} ($k=1, 2,$

* 收稿日期:2006-11-06

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50577072);重庆市自然科学基金资助项目(2006BB3213);教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目(NCET-05-0762).

作者简介:李春燕(1975-),女,重庆大学讲师,博士,主要从事为电力市场、数字化及优化技术在电力工程管理中的应用研究.俞集辉,教授,博士生导师,电话(Tel.):023-65106007;E-mail:yujihui@cqu.edu.cn.

...,K),从而可形成K组由机组出力和功率分配构成的样本数据(P_{Gik}, P_{Gik-1}).

由Weierstrass第一定理^[18]知:任何函数都可用多项式以任意精度逼近,而直角坐标系下,潮流方程可由多项式表示,故可设非线性回归模型为多项式回归模型,即:

$$P_{Gik-1} = a_{i0} + a_{i1}P_{Gik} + a_{i2}P_{Gik}^2 + \dots + a_{iu}P_{Gik}^u + \varepsilon_i (k = 1, 2, \dots, K). \quad (1)$$

$$\text{记 } P_{Gi} = \begin{bmatrix} 1 & P_{Gi1} & \dots & P_{Gi1}^u \\ 1 & P_{Gi2} & \dots & P_{Gi2}^u \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & P_{Gin} & \dots & P_{Gin}^u \end{bmatrix}, \quad a_i = \begin{bmatrix} a_{i0} \\ a_{i1} \\ \vdots \\ a_{iu} \end{bmatrix},$$

$$P_{Gi-L} = \begin{bmatrix} P_{Gi1-L} \\ P_{Gi2-L} \\ \vdots \\ P_{Gin-L} \end{bmatrix}, \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}.$$

矩阵形式为:

$$P_{Gi-L} = P_{Gi}a_i + \varepsilon. \quad (2)$$

由最小二乘原理可得模型中各参数 a_i 的最小二乘估计 \hat{a}_i 应满足:

$$(P_{Gi}^T P_{Gi}) \hat{a}_i = P_{Gi}^T P_{Gi-L}. \quad (3)$$

当存在 $(P_{Gi}^T P_{Gi})^{-1}$ (当 P_{Gi} 为满秩矩阵时,该矩阵可逆) 时, a_i 的最小二乘估计 \hat{a}_i 为:

$$a_i = (P_{Gi}^T P_{Gi})^{-1} P_{Gi}^T P_{Gi-L}. \quad (4)$$

从而多项式回归模型为:

$$P_{Gi-L} = \hat{a}_{i0} + \hat{a}_{i1}P_{Gi} + \dots + \hat{a}_{iu}P_{Gi}^u, \quad (5)$$

式(5)中 P_{Gi-L} 表示发电机 i 对支路 l 的功率分配.

式(5)可直观地反映机组出力在支路上的功率分配随机组出力变化的关系.在机组最小技术出力和装机容量之间的任何取值,通过该多项式回归模型,都可方便快速地得到机组出力在支路上的功率分配量,而不需要重复进行潮流以及潮流跟踪计算,大为减少计算量.

2 基于潮流影响系数的阻塞管理模型

2.1 潮流影响系数

当发电机出力由 $P_{Gi}^{(0)}$ 变为 P'_{Gi} 时,支路 l 从发电机 i 汲取的功率由 $P_{Gi-L}^{(0)}$ 变为 P_{Gi-L} ,则式(5)的 Taylor 展式^[19]为:

$$P'_{Gi-L} = P_{Gi-L}^{(0)} + \frac{dP_{Gi-L}}{dP_{Gi}}(P'_{Gi} - P_{Gi}^{(0)}) + \frac{1}{2!} \frac{d^2P_{Gi-L}}{dP_{Gi}^2}(P'_{Gi} - P_{Gi}^{(0)})^2 + \dots +$$

$$\frac{1}{n} \frac{d^n P_{Gi-L}}{dP_{Gi}^n} (P'_{Gi} - P_{Gi}^{(0)})^n + R_n(P'_{Gi} - P_{Gi}^{(0)}). \quad (6)$$

当取一阶线性项时,上式变为:

$$P'_{Gi-L} \approx P_{Gi-L}^{(0)} + \frac{dP_{Gi-L}}{dP_{Gi}}(P'_{Gi} - P_{Gi}^{(0)}) = P_{Gi-L}^{(0)} + F_{i,l}(P'_{Gi} - P_{Gi}^{(0)}) \quad (7)$$

由式(7)和式(5)有:

$$F_{i,l} \triangleq \frac{dP_{Gi-L}}{dP_{Gi}} = \hat{a}_{i1} + 2\hat{a}_{i2}P'_{Gi} + \dots + u\hat{a}_{iu}P_{Gi}^{u-1} \quad (8)$$

$F_{i,l}$ 称为机组 i 对支路 l 的潮流影响系数,它反映了机组对支路分配的功率随机组出力变化的关系.潮流影响系数越大,当机组出力发生相同变化时,它在支路上的分配量的变化越大.由于潮流的变化量能体现对阻塞的影响程度,潮流影响系数越大,表明降低该机组出力对消除阻塞越有利.因此,根据潮流影响系数调整机组的出力,可有效消除支路的阻塞.

2.2 发电机出力调整量的确定

一般情况下,线路和变压器支路传输的无功功率很小,电网应实行“无功就地平衡”,以减少网损.对于解决阻塞问题,近似等效于解决支路传输的有功功率越限问题.由潮流跟踪可确定支路 l 上的有功功率 P_l 的组成,设其由 n 台发电机出力构成,即

$$P_l(P_{G1}, P_{G2}, \dots, P_{Gn}) = \sum_{i=1}^n P_{Gi-L} = \sum_{i=1}^n (\hat{a}_{i0} + \hat{a}_{i1}P_{Gi} + \hat{a}_{i2}P_{Gi}^2 + \dots + \hat{a}_{iu}P_{Gi}^u). \quad (9)$$

对函数 $P_l(P_{G1}, P_{G2}, \dots, P_{Gn})$ 应用 Taylor 级数展开,由于机组调整量较小,展开式中二阶及其以上阶数项的值本身较小,因此取一阶线性项已能满足精度要求,故有

$$\Delta P_l \approx \sum_{i=1}^n \frac{\partial P_l}{\partial P_{Gi}} \Delta P_{Gi} = \sum_{i=1}^n \frac{dP_{Gi-L}}{dP_{Gi}} \Delta P_{Gi} = \sum_{i=1}^n F_{i,l} P_{Gi}. \quad (10)$$

由式(10)知,当支路 l 发生阻塞且越限量为 P_l 时,基于潮流影响系数的机组出力调整量可由式(11)确定:

$$P_{Gi} = \frac{\Delta P_l}{F_{i,l}}. \quad (11)$$

通常支路的传输容量指视在功率.设支路容量为 S_{lmax} ,当支路 l 的潮流为 $P_l + jQ_l$ 且发生阻塞时,支路有功功率越限量 ΔP_l 可由式(12)确定:

$$\Delta P_l = P_l \left(1 - \frac{S_{lmax}}{\sqrt{P_l^2 + Q_l^2}} \right). \quad (12)$$

由式(11)知, $F_{i,l}$ 越大,机组出力的调整量越小.

为了实现机组出力调整量最小的目标,应按 $F_{i,l}$ 由大到小的顺序调整机组出力。

由于受发电机组最小技术出力的限制,发电机出力调整后不应小于其最小技术出力,综合以上分析,发电机出力调整量应满足:

$$\Delta P_{Gi} = \min \{ \Delta P_{Gi}, P_{Gi} - P_{Gi\min} \}. \quad (13)$$

3 基于潮流影响系数的输电阻塞管理算法

基于潮流影响系数的输电阻塞管理的基本思路如图1所示,算法步骤如下:

- 1) 网络的潮流计算;
- 2) 判断支路潮流是否越限? 如没有,则转7),否则,转3);
- 3) 确定越限支路,建立该支路的多项式回归模型;
- 4) 根据回归模型计算潮流影响系数;
- 5) 按照潮流影响系数的大小顺序,根据式(11)、式(13)确定机组出力的调整量;
- 6) 根据新的机组出力数据重新进行潮流计算,转2);
- 7) 结束.

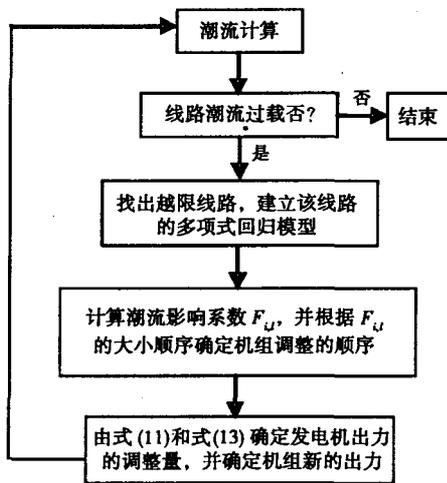


图1 阻塞管理流程

4 算例

为证实算法的正确性和有效性,对 IEEE-RTS 24 节点系统^[20]进行潮流影响系数分析和阻塞管理分析.其网络接线图、电气参数等见文献[20].

4.1 潮流影响系数分析

当支路 23 - 12 和 23 - 13 同时发生故障时支路 16 - 14 的潮流越限,系统出现阻塞.该支路功率为 $7.1112 + j0.98$ p. u.,支路容量为 6.0 p. u.,由式(12)可计算出该支路有功功率越限量为 1.1674 p. u..

由式(5)进行多项式回归分析.为方便起见,取多

项式回归模型为二阶模型.在支路 23 - 12 和 23 - 13 故障下,IEEE-RTS24 系统支路 16 - 14 的多项式回归模型如表1所示:

表1 支路 16 - 14 的多项式回归模型

功率分配	a_2	a_1	a_0
P_{G15-l}	0.229 9	-0.755 5	0.618 6
P_{G16-l}	0.009 0	0.840 1	-0.104 5
P_{G18-l}	0.041 6	0.211 1	-0.349 6
P_{G21-l}	0.119 4	-0.635 3	0.929 3
P_{G22-l}	0.015 4	0.350 6	0.118 8
P_{G23-l}	0.004 4	0.809 0	-2.584 6

说明:表中 l 表示支路 16 - 14, P_{G15-l} 表示位于节点 15 的机组对支路 l 的功率分配,其他同. a_2, a_1, a_0 表示曲线二次模型的各项系数.

其中,机组 18 对支路 16 - 14 的功率分配关系为:

$$P_{G18-l} = 0.0416 P_{G18}^2 + 0.2111 P_{G18} - 0.3496 \quad (14)$$

为检验该模型的准确性,以式(14)为例,将其与文献[17]的潮流跟踪方法进行比较分析,如表2所示.可以看出,采用笔者方法的计算结果与文献[17]的结果很接近,其最大相对误差为 0.101%,最小相对误差为 0.007%,平均相对误差为 0.035%.从而说明该多项式回归模型能够准确的反映系统的实际情况(如表2所示).

表2 多项式回归模型与文献[17]方法的对比分析

机组 G_{18}	文[17]方法 出力(p. u.)	多项式回归模型 实际值(p. u.)	多项式回归模型 预测值(p. u.)	相对误差 /%
3.0	0.658 5	0.658 1	0.658 1	-0.061
3.1	0.705 3	0.704 6	0.704 6	-0.101
3.2	0.752 1	0.751 9	0.751 9	-0.027
3.3	0.799 9	0.800 1	0.800 1	0.017
3.4	0.848 7	0.849 0	0.849 0	0.037
3.5	0.898 5	0.898 9	0.898 9	0.042
3.6	0.949 2	0.949 5	0.949 5	0.036
3.7	1.000 7	1.001 0	1.001 0	0.027
3.8	1.053 2	1.053 3	1.053 3	0.008
3.9	1.106 5	1.106 4	1.106 4	-0.007
4.0	1.160 6	1.160 4	1.160 4	-0.017

根据机组出力及表1的数据,用式(8)可计算各机组对该支路的潮流影响系数,如表3所示.

表3 各机组对支路 16 - 14 的潮流影响系数

潮流影响系数	$F_{15,l}$	$F_{16,l}$	$F_{18,l}$	$F_{21,l}$	$F_{22,l}$	$F_{23,l}$
计算结果	0.233 1	0.868	0.543 9	0.319 9	0.443	0.867 1

4.2 输电阻塞管理分析

由表 3 可知 $F_{16,i}$ 最大,表明 G_{16} 出力变化对支路的潮流变化影响最大,因此,首先调整机组 G_{16} 的出力,由式(11)和式(13)计算其调整量为 1.007 5 p. u. .

以该机组新的有功出力进行潮流计算,支路阻塞程度有所减小,但仍然存在阻塞. 因此,继续调整潮流影响系数次之的机组即 G_{23} 的出力. 此过程不断继续,直到阻塞消除为止. 在消除支路阻塞过程中,前后调节了 3 个节点上机组的出力,每次调整量以及支路的越限量如表 4 所示.

表 4 根据支路的越限量调整机组出力情况 p. u.

序号	支路有功潮流	支路有功越限量	调整机组号	机组出力调整量
1	7.111 2	1.167 4	G_{16}	1.007 5
2	6.337 8	0.394 4	G_{23}	0.454 8
3	6.010 6	0.068 4	G_{18}	0.125 8
4	5.919 2	0		
机组出力调整总量(含平衡节点)2.956 5				
支路上的潮流 5.919 2 + j0.830 9				

从表 4 可以看出,随着机组出力的不断调整,支路阻塞程度越来越轻,机组出力调整量越来越小.

4.3 机组调整顺序的影响分析

为分析机组调整顺序对目标函数的影响,改变机组调整顺序的阻塞管理过程如表 5 所示.

表 5 改变调整顺序的阻塞管理情况 p. u.

序号	支路有功潮流(p. u.)	支路有功越限量	调整机组号	机组出力调整量
1	7.111 2	1.167 4	G_{23}	1.346 3
2	6.133 0	0.190 3	G_{16}	0.219 2
3	5.965 7	0.023 7	G_{18}	0.043 6
4	5.934 0	0		
机组出力调整总量(含平衡节点)2.958 4				

对比表 4 和表 5 知,改变调整顺序后机组出力调整总量增加. 当调整顺序改为 G_{23}, G_{18}, G_{16} 时,系统中机组调整总量达到 3.111 8 p. u. . 由以上分析可知,根据多项式回归模型确定的潮流影响系数可以有效的消除支路阻塞,潮流影响系数越大,机组调整量越小,消除阻塞效果越好.

4.4 输电阻塞模型对比分析

为证实此模型的正确性,与基于最优潮流的阻塞管理模型进行了比较分析. 其目标函数为机组出力调整量的绝对值之和最小. 2 种模型的计算结果如表 6 所示.

表 6 两种输电阻塞管理模型的对比分析 p. u.

	多项式回归模型方法		最优潮流	
	机组出力	调整量	机组出力	调整量
G_1	1.720 0	0	1.720 0	0
G_2	1.720 0	0	1.720 0	0
G_7	2.400 0	0	2.400 0	0
G_{13}	3.726 0	1.368 4	3.689 8	1.332 0
G_{15}	2.150 0	0	2.150 0	0
G_{16}	0.542 5	1.007 5	0.542 5	1.007 5
G_{18}	3.874 2	0.125 8	3.722 9	0.277 1
G_{21}	4.000 0	0	4.000 0	0
G_{22}	3.000 0	0	3.000 0	0
G_{23}	6.145 2	0.454 8	6.342 3	0.257 7
Σ	29.277 9	2.956 5	29.451 1	2.874 5

由表 6 可知,笔者提出模型确定的参与调节的机组与最优潮流模型的结果完全相同,即除平衡节点外,参与调整的机组均为 G_{16}, G_{23} 和 G_{18} . 这正体现了笔者方法的优点,即只需考虑潮流影响系数较大的几台机组出力,从而使参与调节的设备减少.

从调整总量来看,笔者方法结果与最优潮流方法的结果也非常接近,其误差百分比为 2.85%. 产生误差的主要原因在于潮流影响系数是基于 Taylor 级数的近似值.

从计算复杂性来看,根据潮流程序或状态估计结果确定发生阻塞的支路,针对该支路采用最小二乘法计算得到多项式回归模型,采用启发式算法进行阻塞管理,计算方法简单. 而最优潮流计算量大,需要计算含大量等式和不等式约束的非线性规划模型,对目标函数还存在绝对值函数不可微等不足,寻优过程较长,计算时间较长;初值对计算结果影响较大(当改变最优潮流初值时,有多次计算得到的最优削减量超过 3.0p. u.).

同时,应用此方法对 IEEE14、IEEE30 和 IEEE57 等系统进行分析,结果证实了笔者提出的阻塞管理模型的正确性和有效性.

5 结 论

在潮流跟踪的基础上建立多项式回归模型,并基于潮流影响系数建立阻塞管理模型,该模型具有以下特点:

多项式回归模型直观地反映了机组出力与功率汲取间的关系,可由机组出力变化前的功率分配量直接得到出力变化后的潮流跟踪结果,从而避免重复进行潮流跟踪,计算量大为减少.

潮流影响系数反映了机组出力变化单位量时潮流的变化量. 其值越大,对消除阻塞的贡献越大,故减少

该机组出力对缓解阻塞越有利。

在确定机组出力调整量时,根据潮流影响系数可以确定对消除阻塞最有利的机组及其出力调整量,从而减少参与调节的设备。

模型不需进行最优潮流计算,计算结果不受初值的影响,不会陷入局部最小值点,计算快速且其结果与最优潮流的结果非常接近。

通过对IEEE-RTS24节点系统、IEEE30、IEEE14等系统进行了分析计算验证了该方法的有效性和正确性。

参考文献:

- [1] FANG R S, DAVID A K. Transmission congestion management in an electricity market [J]. IEEE Transactions on Power Systems, 1999, 14(3): 877-883.
- [2] SOPHIE DE, ADREUE, FRAN OISE BROUAYE. Using two multivariate methods for line congestion study in transmission systems under uncertainty [J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2003, 18(1): 353-358.
- [3] 张永平, 焦连伟, 陈寿孙, 等. 电力市场阻塞管理综述 [J]. 电网技术, 2003, 27(8): 1-9.
- [4] WEI P, NI YWU F. Decentralised approach for congestion management and congestion price discovering [J]. IEE Proc Gener Transm. Distrib, 2002, 149(6): 645-652.
- [5] 焦连伟, 祁达才, 魏萍, 等. 计及期货、现货、实时交易和优先权的输电阻塞处理数学模型 [J]. 电网技术, 2002, 26(2): 28-31.
- [6] 刘昌, 姚建刚, 余虎, 等. 一种新型的电网输电阻塞管理模式 [J]. 电网技术, 2005, 29(12): 16-21.
- [7] 鲁丽娟, 侯云鹤, 吴耀武, 等. 计及用户需求弹性影响的输电阻塞解决方案研究 [J]. 电网技术, 2004, 28(5): 46-49.
- [8] 王良友, 赵永亮, 杨素萍, 等. 电能期货合同市场的输电拥堵定价及其输电网的开放 [J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(8): 12-16.

- [9] ASGWANI KUMAR, SRIVASTAVA S C, SINGH S N. A zonal congestion management approach using ac transmission congestion distribution factors [J]. Electric Power Systems Research, 2004, 72: 85-93.
- [10] 肖宏飞, 李卫东, 魏立明. 基于阻塞支路潮流变化量的阻塞成本分摊 [J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(2): 83-87.
- [11] IGOR KOPCAK, LUIZ C P, DA SILVA. Transmission systems congestion management by using modal participation factors [J]. IEEE Bologna PowerTech Conference, 2003(6): 23-26.
- [12] 肖宏飞, 李卫东. 双边交易模式下阻塞成本的快速分配 [J]. 电网技术, 2005, 29(6): 38-42.
- [13] 凌永伟, 辛洁晴, 言茂松. 基于输电当量电价的直接阻塞管理 [J]. 电网技术, 2003, 27(7): 20-24.
- [14] 方军, 张永平, 魏萍, 等. 输电阻塞管理的新方法述评——基于潮流的可交易输电权 [J]. 电网技术, 2001, 25(7): 4-8.
- [15] 方军, 张永平, 魏萍, 等. 输电阻塞管理的新方法述评——金融性输电权及与FGR之比较 [J]. 电网技术, 2001, 25(9): 4-8.
- [16] 陈晓林, 刘俊勇, 宋永华. 利用差价合同和金融输电权的组合规避电力市场风险 [J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(10): 75-81.
- [17] BIALEK J. Tracing the flow of electricity [J]. IEE Proceeding Generation Transmission-distribution, 1996, 143(4): 313-320.
- [18] 蒋尔雄, 赵风光. 数值逼近 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 1996.
- [19] 《现代数学手册》编撰委员会. 现代数学手册: 经典数学卷 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000.
- [20] BILLINTON, LI WEN YUAN. Reliability assessment of electric power systems using monte carlo methods [M]. New York: Plenum Press, 1994.

Transmission Congestion Management Based on Power Influence Coefficient

LI Chun-yan, YU Ji-hui, ZHANG Qian

(Key Laboratory of High Voltage Engineering and Electrical New Technology, Ministry of Education, Electrical Engineering College of Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Basing on the idea that the generator who has the most influence on the power flow of line is mostly in favor of eliminating transmission congestion, the model of congestion management with the object of minimizing adjustments of generators is proposed. In view of the non-linear characters of power system, the relationship of power distributions and extractions varied with the change of generation outputs is analyzed by establishing polynomial regression model. This model is solved by using the least square method. The power influence coefficient that can describe the change of distributions varied with generation outputs is proposed. It can eliminate the congestion effectively by judging the generators who should be adjusted and the amounts of adjustment. The test on IEEE-RTS24 buses system and other practical systems show that the proposed method is effective.

Key words: electricity markets; transmission congestion management; polynomial regression; power influence coefficient