

多时段下计及可中断负荷的电网输电阻塞管理

毛伟明, 周 明, 李庚银

(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), 北京市 昌平区 102206)

Multi-Period Power Transmission Congestion Management Considering Interruptible Loads

MAO Wei-ming, ZHOU Ming, LI Geng-yin

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

ABSTRACT: In this paper the interruptible electricity contract is led into multi-period power transmission congestion management. Firstly, a practical applicable interruptible option contract for interruptible load (IL) is analyzed and combining with this kind of contract a transmission congestion management model is established under multi-period condition; then according to this model, a multi-period optimal power flow solution program is designed by use of genetic algorithm (GA); finally by means of calculation example the traditional congestion management model is compared with above-mentioned congestion management model. Analysis result shows that by use of the proposed congestion management model the optimal application of IL in transmission congestion management is realized and the application of the proposed model is in favor of implementing the maximization of social benefit.

KEY WORDS: electricity market; interruptible load; transmission congestion; demand side management; optimal power flow; power system

摘要: 将可中断电力合同引入多时段下的输电阻塞管理。首先分析了一种实际应用的可中断负荷期权合同,并结合这种合同在多时段条件下建立了输电阻塞管理模型;然后针对该模型利用遗传算法设计了一套多时段最优潮流求解程序;最后通过算例对传统阻塞模型和上述阻塞模型进行了比较。分析结果表明,本文提出的模型实现了可中断负荷在输电阻塞管理中的最优使用,且更有利于实现社会效益的最大化。

关键词: 电力市场; 可中断负荷; 输电阻塞; 需求侧管理; 最优潮流; 电力系统

基金项目: 教育部科学技术研究重点项目(107030); 北京市自然科学基金项目(9062008)。

Project Supported by the Key Project of Chinese Ministry of Education(107030); Natural Science Foundation of Beijing (9062008)。

0 引言

在电力市场环境下,发电机组竞价上网,价格低的机组优先并网发电。但是,一旦电网中某条线路的潮流达到或超过其容量极限时,就会导致输电阻塞,阻塞会破坏市场的公平性和运营的经济性。因此,阻塞管理是电网运行部门面临的一个重要问题。公平竞争的市场机制和有限的输电网容量之间的矛盾,使得合理的阻塞管理变得更为重要。

调整发电机的出力和削减负荷是处理输电阻塞的两个重要手段,关于阻塞管理的研究往往集中在调整发电机的出力方面。在电力市场环境下,可中断负荷(interruptible load, IL)作为削减负荷的一种规范的方式,如果将其引入到阻塞管理中来,将可以使阻塞管理更加灵活和高效。

在电力市场中实施可中断负荷主要有两种形式^[1-2]: 签订可中断期权合同和可中断负荷直接参与市场报价^[3]。目前,签订可中断期权合同是更为普遍和可行的方案。本文的研究内容主要集中在可中断期权合同在输电阻塞管理中的应用,所提到的可中断负荷均指签订可中断期权合同的可中断负荷。

对于输电阻塞和可中断负荷,国内外都已进行了大量研究^[1-7],但是将可中断负荷直接运用到输电阻塞管理的文献尚不多见。文献[8-10]在这方面进行了尝试,它们从不同角度验证了单时段下可中断负荷参与输电阻塞管理的有效性。但是在多时段条件下,由于可中断负荷的复杂性,某个时段使用可中断负荷将会影响到相邻时段的机组经济调度,单时段下的原则和方法不能简单推广到多时段的情况。因此,有必要研究多时段情况下,如何将可中断负荷应用到输电阻塞管理中。

本文在多时段条件下, 结合可中断负荷建立输电阻塞管理模型, 并利用最优潮流法研究如何在消除阻塞的同时, 合理地使用可中断期权合同, 以使社会效益达到最大。算例表明, 可中断负荷作为削峰减荷的一种有效方式, 如果将其引入阻塞管理, 不但可以使整体的阻塞费用降低, 而且可以使社会效益显著提高。

1 可中断负荷期权合同的内容

在电力市场中, 可中断负荷管理通常是通过签订合同实现的。电力供应商通过合同向用户购买在实时电价较高时中断用户供电的权利, 这类合同中的补偿费用可以采用期权观点解释, 即电力供应商购买了看涨期权而用户卖出了看涨期权^[1-2]。可用图 1 表示可中断负荷的交易形式。这样的合约内容一般包括^[1]: 合约有效期、每次最大中断负荷量、每次最大中断时间及两次中断的最小时间间隔、实施中断前的通知时间、合约电价、中断电价、供电公司支付的期权价格。

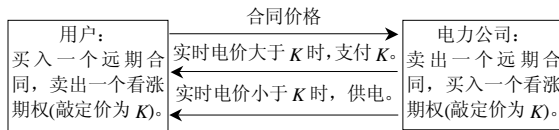


图 1 可中断合同的交易形式

Fig. 1 Trades of interruptible electricity contracts

为了使模型更接近实际, 以便在输电阻塞中更恰当地使用可中断合同, 需要对合约内容进行一些合理的假设: ①为便于用户安排生产, 停电持续时间分为 4h 和 8h 两类^[1]; ②因为合同期权价格在经济调度之前就已经支付, 所以不考虑可中断期权合同的期权价格; ③每日每个可中断期权合同只能使用一次; ④考虑到用户生产的计划性, 可中断容量一旦选定, 在中断时间内不可改变。

在输电阻塞管理中, 假设有 m 个可中断期权合同, 其中第 $j, j=1,2,\dots,m$ 个可中断期权合同的参数有合同的使用状态 u_j (0 或 1, 0 为不使用, 1 为使用)、中断的起始时段 t_{sj} 、中断的持续时间 l_{cj} (4h 或 8h)、中断容量 p_{cj} 、中断电价 e_j 。在这些参数中, u_j, t_{sj}, p_{cj} 为未知量, l_{cj}, e_j 为已知量, 它们所代表的可中断负荷模型将与阻塞管理的模型相结合。利用最优潮流求解出所有可中断负荷的 3 个未知量 u_j, t_{sj} 和 p_{cj} , 这样就得到可中断期权合同在输电阻塞管理中的最优使用效果。

2 分段线性化的发电机组报价模型

假设系统中有 n 台发电机组, 发电机的成本函数用二次函数来表示, 如图 2(a)所示, 设第 i 台发电机的成本函数为

$$C_i(P_i) = a_{0i} + a_{1i}P_i + a_{2i}P_i^2 \quad (1)$$

式中: P_i 为第 i 台发电机的出力; $C_i(P_i)$ 为第 i 台发电机的发电成本; a_{0i}, a_{1i}, a_{2i} 为发电机二次成本曲线的 3 个已知系数。

令成本函数的导数为 F_i , 它为发电厂的边际成本函数或报价函数, 如图 2(b)所示。但在实际市场环境下, 发电厂报价曲线通常采用分段线性的阶梯状报价形式, 因此, 本文采用参考文献[11]中的发电机组模型, 即用二次曲线分段线性化的方式来代表发电机组的成本函数或报价曲线。图 2(c)是一个三段线性化发电机成本曲线的示意图, 图 2(d)的 F_i 为与之对应的报价曲线。

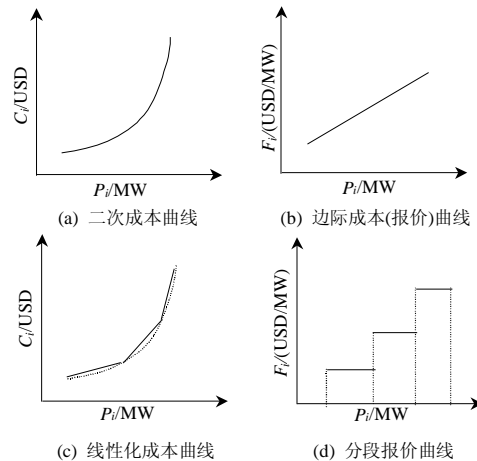


图 2 线性化的发电机成本曲线

Fig. 2 A linearized cost functions of the generator

3 输电阻塞管理的数学模型

3.1 目标函数

最优潮流法是阻塞管理较常用的方法, 而阻塞管理中的最优潮流主要有两种目标函数: 一种是以阻塞调整费用最低为目标; 另一种是以社会总效益最大为目标。为了体现出可中断负荷增加社会效益的作用, 本文采用以社会效益最大化为目标的输电阻塞管理模型, 即

$$\max(B_s - C_s) \quad (2)$$

式中: B_s 为社会总收益; C_s 为社会总成本。对于整个社会来说, 用户的收益即为社会的总收益, 所有

发电机组的成本之和为社会的总成本。

当采用可中断负荷时, 社会的总收益会减少。此时, 由于用户收益即是社会效益, 因而用户收益的损失就是社会效益的损失。同时, 又由于用户效益的损失应该从可中断负荷合同的补偿费用中得到补偿, 否则用户将不会签定可中断合同, 因此可以将可中断负荷的补偿费用视作用户收益的减少量。这样, 可中断负荷的补偿费用就是用户收益的减少量, 同时也是社会总收益的减少量, 因此目标函数可改写为

$$\max(B_s - C_{in_load} - C_{gen}) \quad (3)$$

式中: C_{gen} 为削减负荷后所有发电机组的总发电费用; C_{in_load} 为可中断负荷的补偿费用; $B_s - C_{in_load}$ 为削减负荷后的社会总效益。

可以认为未削减负荷时的社会总效益 B_s 为定值, 因此目标函数式(3)可以改写为

$$\min(C_{in_load} + C_{gen}) \quad (4)$$

将该目标函数展开为多时段形式, 即

$$\min[\sum_{j=1}^m u_j e_j l_{cj} p_{cj} + \sum_{t=1}^q \sum_{i=1}^n C_{it}(p_{it})] \quad (5)$$

式中: q 为总的时段数量, 例如一天可以分为 24 个或 96 个时段; p_{it} 为第 i 台发电机组在第 t 个时段的出力; $C_{it}(p_{it})$ 为与之对应的发电成本函数。

从目标函数的形式上看, 在一天之内只要使用了第 j 个可中断负荷, 这个可中断负荷就会产生一个固定的费用。可中断负荷的参数似乎与时段 t 无关, 但是, 可中断负荷从使用的起始时刻起, 就会改变发电机组的最优功率分配, 即影响到 p_{it} 的取值。因此, 另外还有一个在目标函数中没有体现出来的隐含变量, 即中断的起始时段 t_{sj} , 这个变量决定了哪些时段的潮流将受到可中断负荷的影响。 t_{sj} 、 p_{ci} 和 u_j 是可中断负荷的 3 个重要参数, 直接决定了可中断负荷的使用方式。

该模型的优化变量为每个时段各台发电机组的出力、每个可中断负荷的使用状态 u_j 、启用时段 t_{sj} 和使用容量 p_{ci} 。模型式(5)是一个结合了可中断负荷的复合最优经济功率分配模型。

3.2 约束条件

3.2.1 每个时段的潮流约束

$$g_t(p_t, u, t_s, p_c) = 0 \quad (t = 1, 2, \dots, q) \quad (6)$$

式中: $p_t = (p_{t1}, p_{t2}, \dots, p_{tn})$ 为发电机的出力; $u = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ 为可中断负荷的使用状态; $t_s = (t_{s1}, t_{s2}, \dots, t_{sm})$ 为可中断负荷的启始使用时间; $p_c = (p_{c1},$

$p_{c2}, \dots, p_{cm})$ 为可中断负荷的使用容量。

3.2.2 发电机组出力约束

$$p_{i\min} \leq p_{it} \leq p_{i\max} \quad (i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, q) \quad (7)$$

式中: $p_{i\max}$ 和 $p_{i\min}$ 分别为第 i 台发电机组的最大和最小出力。

3.2.3 可中断负荷限值约束

$$p_{cj\min} \leq p_{cj} \leq p_{cj\max} \quad (j = 1, 2, \dots, m; t = 1, 2, \dots, q) \quad (8)$$

式中: $p_{cj\max}$ 和 $p_{cj\min}$ 分别为第 j 个可中断负荷的最大中断容量和最小中断容量。

3.2.4 发电机组的上、下坡速率约束

$$-r_{di} \leq p_{i(t+1)} - p_{it} \leq r_{ui}$$

$$(i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, q-1) \quad (9)$$

式中: r_{ui} 和 r_{di} 分别为第 i 台发电机组的上、下坡速率限值。

3.2.5 输电线路功率传输极限约束

$$|S_{kt}| \leq S_{k\max} \quad (t = 1, 2, \dots, q; k = 1, 2, \dots, d) \quad (10)$$

式中: S_{kt} 为第 k 条线路在第 t 个时段的传输功率; $S_{k\max}$ 为第 k 条线路的最大传输容量; d 为线路数量。

当不考虑式(10)的约束时, 即为不考虑输电阻塞时的最优功率分配; 当考虑式(10)时即为考虑阻塞时的情况。对两者均以社会效益最大化为目标进行求解, 得到的两个总费用相减即为处理阻塞所增加的总费用。

4 模型的求解方法

由上述目标函数和约束条件可以看出, 输电阻塞管理的数学模型是个多时段且包含 0、1 变量的非线性问题, 尤其是爬坡速率的存在, 使得用传统方法求解该问题变得相当复杂。而遗传算法和一些新兴的模拟生物群落行为的进化算法是求解这类问题的常用方法, 许多文献在这方面进行了研究^[12-16]。

本文采用遗传算法, 遗传基因采用实数编码, 编码形式如下: $(p_{21}, \dots, p_{i1}, \dots, p_{n1}, p_{2q}, \dots, p_{iq}, p_{nq}, u_1, u_2, \dots, u_j, \dots, u_m, t_{s1}, t_{s2}, \dots, t_{sj}, \dots, t_{sm}, p_{c1}, p_{c2}, \dots, p_{cj}, \dots, p_{cm})$ 。第 1 台机组设为平衡机组, 因此其出力通过潮流计算得到, 而并不在基因中体现出来。

适应度函数为基因所对应的总费用, 对于违反约束的情况, 采用惩罚的方式增加其基因对应的目标函数值。因此, 适应度函数的表达式为

$$\sum_{j=1}^m u_j e_j l_{cj} p_{cj} + \sum_{t=1}^q \sum_{i=1}^n C_{it}(p_{it}) + P_f \quad (11)$$

式中: P_f 是违反不等式约束条件的惩罚值, 其确定原则如下:

- (1) 当所有的约束条件均不违反时, $P_f=0$ 。
- (2) 违反约束条件式(7)的惩罚。此时发电机组出力越限, 若第 i 台发电机组出力越上限, 将 P_f 的值定为 $(p_i-p_{imax})\times 10^6$; 若越下下限, 则将 P_f 的值定为 $(p_{imin}-p_i)\times 10^6$ 。
- (3) 违反约束条件式(9)的惩罚。此时发电机组爬坡速率越界, 当第 i 台机组在第 $(t+1)$ 时段和第 t 个时段之间的出力爬坡速率越界时, 则将 P_f 的值定为 $(p_{i(t+1)}-p_{it})\times 10^6$ 。
- (4) 违反约束条件式(10)的惩罚。此时线路潮流越界, 当第 t 时段的第 k 条线路的潮流越界时, 将 P_f 的值设为 $(S_{tk}-S_{kmax})\times 10^6$ 。

(5) 可中断负荷使用容量上下限约束式(8), 由遗传算法基因生成范围自动保证, 因此它们对惩罚值 P_f 无影响。

本文中的遗传算法采用轮盘赌博的选择方式, 采用减少代理的洗牌交叉, 变异概率为 0.05。

5 算例分析

算例的网络结构如图 3 所示, 线路、发电机及负荷参数分别见表 1~3。不考虑无功负荷随时间的变化, 功率基值为 100 MVA。以 1 h 为 1 个时段, 以 10 个时段为例。

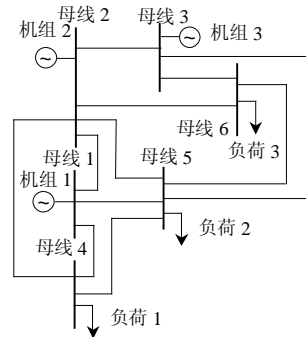


图 3 6 节点网络结构
Fig. 3 Structure of six-bus network

表 1 6 节点网络线路参数
Tab.1 Line data of six-bus network

线路编号	起点母线	终点母线	R/pu	X/pu	B/pu	功率极限/MVA
1	1	2	0.1	0.2	0.02	30
2	1	4	0.05	0.2	0.02	60
3	1	5	0.08	0.3	0.03	50
4	2	3	0.05	0.25	0.03	30
5	2	4	0.05	0.1	0.01	70
6	2	5	0.1	0.3	0.02	40
7	2	6	0.07	0.2	0.025	40
8	3	5	0.12	0.26	0.025	45
9	3	6	0.02	0.1	0.01	80
10	4	5	0.2	0.4	0.04	30
11	5	6	0.1	0.3	0.025	30

表 2 6 节点网络发电机参数
Tab. 2 Generator data of six-bus network

母线编号	母线类型	节点电压/pu	发电机成本函数/USD	发电机有功出力极限/MW		发电机段容量/MW			发电机爬坡速率/(MW/h)	
				下限	上限	1 段	2 段	3 段	上坡速率	下坡速率
1	平衡	1.05	$213.1+11.669P+0.00533P^2$	50	200	50	60	40	15	30
2	PV	1.05	$200.0+10.333P+0.00889P^2$	37.5	150	32.5	60	20	20	35
3	PV	1.07	$240.0+10.833P+0.00741P^2$	45	180	45	50	40	17	32

表 3 6 节点网络负荷参数
Tab. 3 Load data of six-bus network

母线编号	母线类型	各时段有功负荷/MW									无功负荷/Mvar	最小切除容量/MW	最大切除容量/MW	补偿费用/(USD/MW)	切除时间/h	
		70	80	80	95	110	115	100	100	90						80
4	PQ	70	80	80	95	110	115	100	100	90	80	10	0	0	13.4	4
5	PQ	100	110	115	120	145	145	130	120	115	90	10	0	5	12.5	4
6	PQ	65	70	75	80	85	85	80	70	65	65	10	0	5	13.5	4

表 4 给出了不考虑阻塞和可中断负荷、考虑阻塞但不使用可中断负荷, 以及考虑阻塞同时使用可中断负荷 3 种情况下, 3 台发电机组 10 个时段最优调度的结果、可中断负荷的使用情况及按式(5)计算的总费用。

在不考虑输电线路的最大传输容量限制时, 计算得到的总费用为 34906USD, 第 5 时段的第 5 条线路和第 8 条线路以及第 6 时段的第 5 条线路和第 8 条线路发生了阻塞。当不使用可中断负荷, 仅靠调整

各发电机组的出力处理阻塞时, 总费用为 34 934 USD, 阻塞费用为 28 USD。当使用了可中断负荷处理阻塞时, 总费用为 34 909.4 USD。第 5 条母线上的可中断负荷投入使用, 使用容量为 4.9983 MW, 投入的起始时段为第 5 时段, 此时的阻塞费用仅为 3.4 USD。可见阻塞费用得到了显著下降, 社会效益得到了提高。

由以上结果可以看出, 当使用可中断负荷处理阻塞时, 社会总成本下降。若可中断负荷价格相对

表 4 3 种情况下的计算结果
Tab. 4 Computation results of three cases

项目名称	不考虑阻塞, 不使用可中断负荷时的发电机组出力/MW			考虑阻塞, 不使用可中断负荷时的发电机组出力/MW			考虑阻塞, 使用可中断负荷时的发电机组出力/MW		
	时段	发电机 1	发电机 2	发电机 3	发电机 1	发电机 2	发电机 3	发电机 1	发电机 2
1	50.028	99.949	90.001	51.32	98.632	90.008	50.176	99.792	90.008
2	63.744	112.29	90.018	66.06	109.89	90.083	62.354	113.69	90.024
3	78.585	101.31	96.534	80.713	105.77	89.98	77.119	109.28	90.061
4	87.836	108.19	106.59	95.617	103.88	103.15	92.024	107.24	103.36
5	99.987	127.05	123.47	110.58	121.12	118.82	106.94	118.86	119.31
6	99.983	130	125.84	121.9	114.40	119.62	118.96	114.09	117.44
7	90.933	130	97.719	93.150	130.0	95.516	90.286	130	93.028
8	77.676	130	90.014	77.668	129.95	90.066	72.324	129.98	90.083
9	56.903	129.98	90.003	57.044	129.82	90.017	57.042	129.81	90.032
10	50.023	99.847	90.002	50.11	99.787	89.973	50.158	99.713	89.998
可中断负荷使用状态	—	—	—	—	—	—	0	1	0
可中断负荷使用起始时段	—	—	—	—	—	—	—	5	—
可中断负荷的使用容量/MW	—	—	—	—	—	—	0	4.998 3	0
总费用/USD		34 906			34 934			34 909.4	

较低且最大切除容量较大时, 会使得社会总成本进一步下降。同时还可以看出, 由于输电阻塞和机组爬坡速率的复合作用, 为了消除阻塞, 相邻时段的机组最优功率分配发生了较大变化, 这是与单时段的最大区别之处。实际上, 当阻塞过于严重, 仅调整发电机组已经无法缓解阻塞时, 利用可中断负荷就成为了合理处理阻塞的快速办法。

6 结论

(1) 在输电阻塞管理中合理地使用可中断负荷, 其阻塞费用将比单纯调整发电机的阻塞费用更低, 社会效益更大。

(2) 在多时段的输电阻塞管理中, 由于可中断负荷使用的连续性, 不能象单时段一样简单地在阻塞时刻引入可中断负荷, 而应该以最优潮流为基础, 得到每一个可中断负荷在输电阻塞管理中的最佳引入时间和最佳使用方式。

(3) 多时段条件下, 阻塞管理与机组组合和最优经济功率分配联系紧密, 采用可中断负荷后, 问题将更加复杂, 因此需要研究更先进便捷的算法。

参考文献

- [1] 王建学, 王锡凡, 王秀丽. 电力市场可中断负荷合同模型研究[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(9): 11-16.
Wang Jianxue, Wang Xifan, Wang Xiuli. Study on model of

interruptible load contract in power market[J]. 2005, 25(9): 11-16(in Chinese).

- [2] 王建学, 王锡凡, 张显, 等. 电力市场和过渡期电力系统可中断负荷管理(二)——可中断负荷运营[J]. 电力自动化设备, 2004, 24(6): 1-5.
Wang Jianxue, Wang Xifan, Zhangxian, et al. Interruptible load management in power market and interim system—part 2: operation of interruptible load[J]. Electric Power Automation Equipment, 2004, 24(6): 1-5(in Chinese).
- [3] Strbac G, Farmer E D, Cory B J. Framework for the incorporation of demand-side in a competitive electricity market[J]. IEE Proc. - Gener. Transm. Distrib, 1996, 143(3): 232-237.
- [4] 张显, 王锡凡, 王建学, 等. 可中断电力合同中新型期权的定价[J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(12): 18-23.
Zhang Xian, Wang Xifan, Wang Jianxue, et al. Pricing for exotic option of interruptible electricity contracts[J]. Proceedings of the CSEE, 2004, 24(12): 18-23(in Chinese).
- [5] 方勇, 李渝曾. 电力市场中激励性可中断负荷合同的建模与实施研究[J]. 电网技术, 2004, 28(17): 41-45.
Fang Yong, Li Yuzeng. Modeling and implementation of incentive interruptible load contracts in electricity market[J]. Power System Technology, 2004, 28(17): 41-45(in Chinese).
- [6] Ashwani K, Srivastava S C, Singh S N. Congestion management in competitive power market: a bibliographical survey[J]. Electric Power Systems Research, 2005, 76: 153-164.
- [7] 许林, 余贻鑫, 刘怀东, 等. 双侧输电阻塞管理与 Aumann-Shapley 拟定价[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(10): 56-60.
Xu Lin, Yu Yixin, Liu Huaidong, et al. Double-sided transmission congestion management and quasi-aymann-shapley pricing[J]. Proceedings of the CSEE, 2002, 22(10): 56-60(in Chinese).
- [8] 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.
Liu Chang, Yao Jiangang, Yu Hu, et al. Research of a new congestion management mode[J]. Power System Technology, 2005, 29(12):

- 16-21(in Chinese).
- [9] 杨炳元, 吴集光, 刘俊勇, 等. 计及可中断负荷影响的阻塞管理定价模型研究[J]. 电网技术, 2005, 29(9): 41-45, 55.
Yang Bingyuan, Wu Jiguang, Liu Junyong, et al. Research on pricing model of congestion management considering influence of partitioned interruptible load[J]. Power System Technology, 2005, 29(9): 41-45, 55(in Chinese).
- [10] 李海英, 李渝曾, 张少华. 可中断负荷参与输电阻塞管理的模型与算法[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(10): 17-21.
Li Haiying, Li Yuzeng, Zhang Shaohua. Model and algorithm of transmission congestion management based on interruptible load[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(10): 17-21(in Chinese).
- [11] Allen J W, Bruce F W. Power generation, operation and control (second edition)[M]. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 1996.
- [12] 郭三刚, 管晓宏, 翟桥柱. 具有爬升约束机组组合的充分必要条件[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(24): 14-19.
Guo Sangang, Guan Xiaohong, Zhai Qiaozhu. A new necessary and sufficient condition for checking feasibility of a solution to unit commitment problems with ramp rate constraints[J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25(24): 14-19(in Chinese).
- [13] 杨俊杰, 周建中, 喻菁, 等. 一种求解大规模机组组合问题的混合智能遗传算法[J]. 电网技术, 2004, 28(19): 47-50.
Yang Junjie, Zhou Jianzhong, Yu Jing, et al. A hybrid intelligent genetic algorithm for large-scale unit commitment[J]. Power System Technology, 2004, 28(19): 47-50(in Chinese).
- [14] 孙力勇, 张焰, 蒋传文. 求解机组组合问题的嵌入贪婪搜索机制的改进粒子群优化算法[J]. 电网技术, 2006, 30(13): 44-48, 64.
Sun Liyong, Zhang Yan, Jiang Chuanwen. An improved particle swarm optimization algorithm embedded with greedy search for solution of unit commitment[J]. Power System Technology, 2006, 30(13): 44-48, 64(in Chinese).
- [15] 孙力勇, 张焰, 蒋传文. 基于矩阵实数编码遗传算法求解大规模机组组合问题[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(2): 82-87.
Sun Liyong, Zhang Yan, Jiang Chuanwen. A solution to the unit commitment problem based on matrix real-coded genetic algorithm[J]. Proceedings of the CSEE, 2006, 26(2): 82-87(in Chinese).
- [16] 刘涌, 侯志俭, 蒋传文. 求解机组组合问题的改进离散粒子群算法[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(4): 35-39.
Liu Yong, Hou Zhijian, Jiang Chuanwen. Unit commitment via an enhanced binary particle swarm optimization algorithm[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(4): 35-39(in Chinese).

收稿日期: 2007-11-10.

作者简介:

毛伟明(1980—), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力市场;
周 明(1967—), 女, 博士, 教授, 研究方向为电力市场、电能质量及电网调度自动化等;
李庚银(1964—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为电能质量、电力市场、新型输配电技术等, Email: ligy@ncepu.edu.cn.

(责任编辑 王金芝)

广西电网全力抗击 50 年罕见冰灾保供电

进入 2008 年以来, 广西电网面临了 50 年来最为严重的冰灾, 其持续时间之长、覆盖范围之广、危害程度之大, 均为建国以来所罕见。目前, 广西正全力以赴做好抗冰灾保供电工作。

受大面积冰冻灾害影响, 桂北电网输电线路不断出现倒塔、断线现象, 500kV 柳州至桂林线路 1 月 28 日已出现断线, 前段时间已恢复的线路又再次出现断线或倒塔。目前, 桂林市的全州、灌阳、兴安三县通过一条 110kV 线路与大网相连, 仅能恢复部分供电; 资源县电网与桂林主网已解列, 仅靠当地 4MW 的小水电支撑, 用电缺额高达 40 MW, 全县随时都可能停电。目前, 广西已累计停运变电站 18 个、停运线路 114 条。

此外, 广西各火电厂的电煤供应告急。特别是从 1 月 24 日起, 贵州省应急征用全省所有铁路站场的煤炭后, 广西的来煤形势更加严峻。现在, 广西火电厂有效存煤只有 42 万 t, 而每天发电最低用煤达 5 万 t, 仅够满发 8 天, 并且来煤大部分集中在沿海 3 个电厂, 其余电厂存煤只够满发 1~3 天。由于缺煤, 广西电网从 1 月 13 日开始错峰, 错峰电力由最初的 500 MW 发展到现在的 1500 MW。

为全力抗击 50 年来罕见冰灾, 广西电网公司成立了抗冰灾保供电组织机构, 实行 24 小时值班, 主要领导带队深入一线抢修, 在派出 300 人的抢险队伍支援贵州省抗冰灾保供电的同时, 又组织 1 000 多人的抢险队伍奔赴桂北, 抢修受损电力设施。此外, 还加强恶劣天气下电网运行设备的巡视和维护, 及时消除设备隐患, 保证线路安全运行。目前, 广西已恢复线路运行 35 条, 恢复变电站运行 9 个。

为最大限度地减少损失, 广西电网公司紧急动员全网力量, 全力以赴做好抗冰灾保供电工作。为应对可能出现的最严重局面, 广西电网公司将调集所有流动发电车, 全力确保当地政府机关和主要通信设施用电。目前, 该公司已调配 2 台发电车抵达桂林抗冰灾第一线待命, 下一步还将根据实际需要, 集中调配 7 台发电车赶赴桂林支援。