

输配分离电力市场中含分布式发电的 配电公司购电模型

魏 玲, 杨明皓

(中国农业大学 信息与电气工程学院, 北京市 海淀区 100083)

A Power Purchase Model for Distribution Company Containing Distributed Power Generation in Electricity Market with Transmission Separated from Distribution

WEI Ling, YANG Ming-hao

(Information and Electric Engineering Institution, China Agriculture University, Haidian District, Beijing 100083, China)

ABSTRACT: Based on optimal power flow, a power purchase model for distribution company in day-ahead electricity market in which power transmission is separated from power distribution is built. In this model the condition that distributed power generation participates electric energy market and the possible load interruption are considered. By use of the built model, the proportions of electricity that the distribution company purchases from power pool and distributed generation company in day-ahead market respectively can be obtained. Because distribution company considers not only the minimum power purchase cost, but also the impact of distributed generation within distribution network on network loss of distribution network, thus the impacts of different optimal objectives on power purchase scheme are compared and analyzed. The effectiveness of the built model is validated by calculation results of IEEE 33-bus radial distribution network, and the features of the built model are analyzed.

KEY WORDS: distributed generation; electricity market; transmission separated from distribution; day-ahead electricity market; power purchase model

摘要: 基于最优潮流建立了输配分离电力市场中, 配电公司在日前电能市场的购电模型, 在模型中考虑了分布式发电参与电能市场的情况, 通过该模型可以得到配电公司在日前市场中分别从电力库和分布式发电商购买的电能比例以及可能的负荷中断。由于配电公司在购电时不仅考虑了购电费用最小化问题, 还考虑了配网内的分布式发电对配电网损的影响, 因此比较分析了不同最优目标对购电方案的影响。最后通过算例验证了上述模型的有效性, 并分析了其特征。

关键词: 分布式发电; 电力市场; 输配分离; 日前电能市场; 购电模型

0 引言

分布式发电(distributed generation, DG)可以定义为直接与配电系统相连或位于用户侧的小发电机组的综合应用^[1-2]。分布式发电发展的一个重要原因^[2-3]就是电力公司和用户之间将形成一种新型关系, 用户可以从电力公司买电, 也可以在自发自用的基础上, 将自己拥有的分布式发电的剩余电能卖给电力公司或为电力公司有偿提供削峰、紧急功率支持等服务。分布式发电的普及将对电力市场的最后格局产生影响, 其发展将减少对新建集中式发电厂和远距离输电线路的需求。

在输配分离的电力市场中, 配电公司作为市场参与者在区域批发市场参与竞价, 从批发市场购买高电压等级的电能, 然后将这些电能通过配电公司自行管理的配电网络或其他输电公司的输电网络输送到终端用户^[3-4]。由于分布式发电的发展, 配电公司面临的电力市场发生了变化, 不仅可以与集中发电商签订双边合同或从批发现货市场购买电能, 而且还可以从配电区域内的分布式发电商购得电能、获得服务或提供有偿服务。

在世界各国, 电力市场的模式不尽相同, 因此分布式电源在各国参与电力市场的模式也不相同^[5]。分布式发电可以参与平衡市场^[2]、电能市场、配电网络管理^[6]及辅助服务市场^[7-8]。分布式发电参与电能市场主要是指终端用户(个人或企业)拥有发电设备, 所发电量可以满足自身的基本要求, 剩余电力可以卖给市场。在挪威, 小水电参与电能交易市场很普遍: 有一些农场和工厂利用 DG 发电满足

自己的负荷需求, 还将剩余电力卖给市场。这种交易模式的主要参与者是分布式发电商, 他们发电并利用当地配电系统运行人员提供的配电网和计量设备, 将电力输出卖给电力供应商。

在我国, 分布式电源的研究刚刚起步^[9], 对于分布式电源参与电力市场的研究更是很少。文献[10]在分析了北京分布式能源冷热电联供(combined cooling and heating power, CCHP)情况的基础上, 提出了对并网 CCHP 收取系统备用费的建议, 并才用长期边际成本定价的方法计算了不同并网电压等级下的备用收取额度, 最终提出了 CCHP 与大电网间“并网不上网, 收取系统备用费”的交易模式和电价政策。文献[11]研究了以购电费用最小为目标的配电公司在含有双边合同、电力库和分布式发电的日前市场中的购电模型。文献[12]考虑了多时段配电公司的购电模型, 将配电公司参与批发市场的最优竞价问题与配电公司区域内的分布式发电优化调度结合在一起, 组成一个二层优化问题。本文首先介绍分布式发电参与电能市场的模式, 在此基础上, 基于最优潮流建立配电公司在有分布式发电参与的日前电能市场中的购电模型, 并用试验系统分析验证该模型的特征。

在本文中, 主要考虑分布式电源参与输配分离日前电能交易市场的情况。在输配分离情况下, 从市场参与者之一的配电公司来看, 其面临的电力市场结构如图 1 所示。在图中包括配电公司面临的其他市场成员, 这里将集中独立发电商、输电公司、电能交易中心和其他配电公司视为除本文配电公司以外的一个整体, 配电公司与这个整体的联系就是该整体提供的市场清除电价。分布式发电分两种情况, 一是由独立分布式发电商所有, 另外就是由

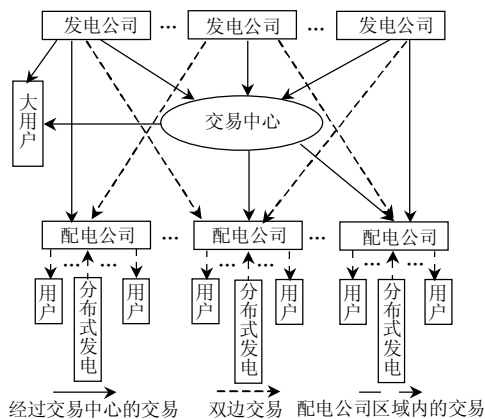


图 1 含分布式电源的电力市场结构

Fig. 1 Structure of electricity market with DG

配电公司所有。独立分布式发电商可以与配电公司签订双边合同, 也可以在短时间内提供电能支持。为保证在高峰负荷时的系统安全和稳定, 配电公司与辖区内的终端用户可以签订负荷中断合同, 在高峰时对相应的负荷中断提供中断补偿费用。

本文主要研究分布式发电参与电能市场的情况, 因此不考虑辅助服务中电压和频率控制所要求的相关交易, 而只将其作为购电决策的约束条件处理。由于分布式发电的所有者不同, 因此可能会出现市场力问题。在本文中假定配电公司与独立分布式发电商都不会使用市场力操纵市场。

1 配电公司购电模型

1.1 以购电费用最小为目标

在日前市场, 配电公司必须决定其购买策略以最大化其利益。因为是对每小时进行研究, 故本文用平均功率代替电能来作为优化变量。配电公司在作出购电决策之前可以预测或得到的数据包括:

(1) 批发市场电价, 即批发市场的有功和无功市场清除价格, 也是配电公司从大电网购电的价格, 这是配电公司能预测得到的。

(2) 分布式发电商的报价。设计的市场规则应该起到让 DG 发电商如实报价从而降低其市场力的作用。如果是可再生能源发电, 则应严格执行国家的可再生能源政策, 按照政策要求制定报价, 并获得相应补贴。配电公司从分布式发电商购电的成本可以表示为

$$\sum_{i \in A} (P_i p_i + Q_i q_i) \quad (1)$$

式中: A 表示独立分布发电商集合; P_i 和 Q_i 表示从第 i 个独立分布式发电商所购得的电量; p_i 和 q_i 分别为从第 i 个独立分布式发电商购买有功和无功的价格。

配电公司所属分布式发电的成本函数可用二次函数表示, 即

$$\sum_{i \in B} (a_i P_i^2 + b_i P_i + g_i + k_i Q_i) \quad (2)$$

式中: B 表示配电公司所属分布式电源的集合; a_i 、 b_i 和 g_i 为第 i 个分布式发电的有功成本系数; 由于对无功成本没有准确的描述方法, 因此这里采用简单的一次函数表示从所属分布式发电获得无功的成本费用, 即 k_i 为无功成本系数; P_i 和 Q_i 表示从第 i 个配电公司所属分布式电源所购得的电量。

(3) 负荷中断补偿费用。和用户签订的可中断负荷合同可用二次函数表示为

$$\sum_{i \in U_N} d_i P_{ui}^2 + t_i P_{ui} + s_i \quad (3)$$

式中: U_N 为签订了可中断负荷合同的负荷节点集合; P_{ui} 为第 i 个负荷的中断量。

配电网从批发市场购电的成本可以表示为

$$P_w p_w + Q_w q_w \quad (4)$$

式中: P_w 和 Q_w 分别为配电网从批发市场购买的有功功率和无功功率; p_w 和 q_w 分别为从批发市场购买有功和无功的价格。

配电网的购电目标是使总的购电费用最小, 即从各方面购得电能的成本总和最小, 即

$$\min F = P_w p_w + Q_w q_w + \sum_{i \in A} (P_i p_i + Q_i q_i) + \sum_{j \in B} (a_j P_j^2 + b_j P_j + g_j + k_j Q_j) + \sum_{k \in U_N} d_k P_{uk}^2 + t_k P_{uk} + s_k \quad (5)$$

约束条件如下:

1) 节点有功和无功潮流平衡, 其一般形式为

$$\sum_{j \in G} P_{Gj} + \sum_{j \in L} P_{Uj} - \sum_{j \in L} P_{Lj} - \sum_{i,j=1}^N |V_j| |V_i| y_{i,j} \cos(q_i - q_j - f_{ij}) = 0 \quad (6)$$

$$\sum_{j \in G} Q_{Gj} + \sum_{j \in L} Q_{Uj} - \sum_{j \in L} Q_{Lj} - \sum_{i,j=1}^N |V_j| |V_i| y_{i,j} \sin(q_i - q_j - f_{ij}) = 0 \quad (7)$$

式中: $N=\{1,2,\dots,n\}$ 是系统的节点编号; G 、 L 、 U 分别为发电机节点集合、负荷节点集合和可中断负荷集合。 y_{ij} 和 f_{ij} 对应于节点导纳矩阵元素。注意, 这里的 P_{Lj} 不包含在批发市场的合同交易量。

2) 输电线路约束。设输电线路传输有功功率上限为 \bar{P}_{ij} , 则有

$$\left| -y_{ij} |V_i|^2 \cos q_{ij} + |V_i| |V_j| y_{ij} \cos(d_i - d_j - q_{ij}) \right| < \bar{P}_{ij} \quad (\forall i, j \in N) \quad (8)$$

3) 功率因数控制。这些约束保持了在配电网公司控制区域内负荷的功率因数与负荷削减前的功率因数相同, 约束为

$$P_{Ui} - \frac{P_{Li}}{Q_{Li}} Q_{Ui} = 0 \quad (\forall i \in U_N) \quad (9)$$

4) 配电网区域功率因数约束为

$$|\tan f| \geq \left(\frac{Q_{\text{injected}}}{P_{\text{in}}} \right) \quad (10)$$

式中:

$$Q_{\text{injected}} = Q_{\text{in}} \text{ 或 } Q_{\text{injected}} = Q_{\text{out}} \quad (11)$$

因为 $\tan f$ 有正负号, 因此上面的约束可以进一

步分成下面两个约束:

$$\begin{cases} \tan f \geq \frac{Q_{\text{in}}}{P_{\text{in}}} \\ \tan f \leq \frac{Q_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \end{cases} \quad (12)$$

式中: $P_{\text{in}} \geq 0$; $Q_{\text{in}} \geq 0$; $Q_{\text{out}} \leq 0$ 。

无功功率变量和最优潮流(optimal power flow, OPF)系统变量之间的关系为

$$P_{\text{in}} = \sum_{i \in D, j \in D} [-y_{ij} |V_i|^2 \cos q_{ij} + |V_i| |V_j| y_{ij} \cos(d_i - d_j - q_{ij})] \quad (13)$$

$$Q_{\text{injected}} = \sum_{i \in D, j \in D} [y_{ij} |V_i|^2 \sin q_{ij} + |V_i| |V_j| y_{ij} \sin(d_i - d_j - q_{ij})] \quad (14)$$

式中: P_{in} 和 Q_{injected} 分别表示从外网输入到配电网区域的有功和无功; Q_{in} 和 Q_{out} 表示从外网输入到配电网或从配电网输出到外网的无功; D 表示配电网区域内的节点集合。

5) 边界约束。电压幅值约束为

$$V_{\min j} \leq V_j \leq V_{\max j} \quad (15)$$

发电机出力约束为

$$P_{G \min j} \leq P_{Gj} \leq P_{G \max j} \quad (16)$$

$$Q_{G \min j} \leq Q_{Gj} \leq Q_{G \max j} \quad (17)$$

1.2 同时考虑网损最小为目标

由于配电网中分布式发电的接入必然会引引起馈线中传输有功、无功数量和方向发生变化, 进而影响配电网损, 因此配电网公司有时不仅要考虑购电费用最小化, 还要考虑网络损耗最小化。在上述最小化购电费用目标函数的基础上, 加入最下化损耗目标, 由于损耗是电能量纲, 要与购电费用的量纲统一, 可以将损耗值乘以一个电能价格量纲, 转化为相同量纲。此处将转化量纲称为损耗价格, 它的大小表示配电网公司对损耗的重视程度, 损耗价格越大, 说明配电网公司越想降低损耗, 反之说明对损耗不是太在意。

$$\min F = P_w p_w + Q_w q_w + \sum_{i \in A} (P_i p_i + Q_i q_i) + \sum_{j \in B} (a_j P_j^2 + b_j P_j + g_j + k_j Q_j) + \sum_{k \in U_N} d_k P_{uk}^2 + t_k P_{uk} + s_k + w P_1 \quad (18)$$

式中: P_1 表示系统网损; w 表示转化量纲(即损耗价格), 本文中取为 50USD/MWh。式(18)的约束条件也是式(6)~(17)。

上述优化问题是一个二次优化规划问题, 与常规最优潮流不同的是, 控制变量除了发电机有功和

无功出力外,还增加了可中断负荷 P_{ui} 。约束条件除了常规最优潮流的约束外,还增加了中断负荷的功率因数限制和配电网的功率因数限制。由于该模型中含有非线性约束式(8)(9)(13),因此本文采用序列二次规划法(sequence quadratic programming, SQP)求解。SQP方法与其他优化算法相比,具有许多显著的优点,目前普遍认为该类方法是求解中小规模非线性约束优化问题十分有效的方法。

2 试验算例

2.1 算例数据

以图2 IEEE33节点放射状配电系统为例,系统电压为12.66kV。在节点10、16、29处有分布式发电装置,其成本系数等参数见表1。假定配电公司预测某时刻电力市场清除价为20USD/MWh,即在参考节点(节点1)的有功电价为20USD/MWh,并假定其无功电价为1USD/MWh。全系统的负荷都签订

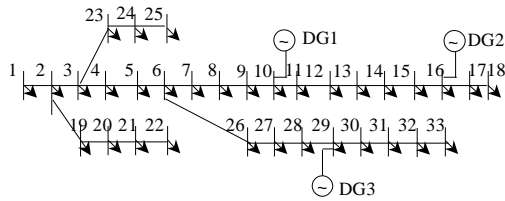


图2 含DG的33节点配电系统

Fig. 2 The 33 nodes distribution system with DG

表1 分布式发电的参数

Tab. 1 The parameters of DG units

节点号	a	b	g	k	P_{max}/MW	P_{min}/MW	$Q_{max}/Mvar$	$Q_{min}/Mvar$
10(DG1)	0	20	0	2	0.5	0	0.3	-0.2
16(DG2)	0	15	0	1	0.3	0	0.2	-0.2
29(DG3)	0	20	0	2	0.5	0	0.3	-0.1

表2 试验系统计算结果

Tab. 2 Results of case study

参数名称	基本 情况	功率因数										
		0~0.8	0.82	0.85	0.88	0.9	0.92	0.94	0.96	0.97	0.98	1
费用/USD	78.32	78.32	78.40	78.74	79.41	80.34	84.47	89.37	95.14	113.56	139.40	220.85
从批发市场购得有功电量/MW	2.47	2.47	2.55	2.82	3.2	3.57	3.86	3.53	3.49	3.38	3.02	0.91
从批发市场购得无功电量/Mvar	1.55	1.55	1.55	1.57	1.59	1.67	1.56	1.23	0.99	0.83	0.61	0
DG有功出力/MW	0.5	0.5	0.42	0.17	0.02	0	0	0	0	0	0	0.16
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.28	0	0.18	0.13	0	0	0.3
	0.5	0.5	0.5	0.49	0.3	0	0	0	0	0	0	0.5
DG无功出力/Mvar	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
有功损耗/MW	0.081	0.081	0.085	0.101	0.132	0.171	0.202	0.146	0.136	0.125	0.101	0.016
有功中断量/MW	0	0	0	0	0	0	0.0268	0.1223	0.2	0.43	0.77	1.84
无功中断量/Mvar	0	0	0	0	0	0	0.0805	0.3670	0.6	1.51	0.96	0.75
有功节点边际电价/(USD/MWh)	21.67	21.67	20.68	20.40	20.43	20	20	20	20	20	20	22.48
无功节点边际电价/(USD/Mvarh)	3.66	3.66	5.19	6.33	7.97	21.12	29.01	28.72	37.57	185.03	185.84	162.89
节点最小电压/kV	10.87	10.87	10.86	10.79	10.66	10.51	10.48	10.69	10.80	10.90	10.98	11.35
节点最大电压/kV	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55

了负荷可中断合同,中断电价定为100USD/MWh。

2.2 以购电费用最小为目标的结果分析

以不考虑配电网功率因数约束的情况为基本算例,变化配电网功率因数可以得到表2的结果。从表2可以看出,在试验系统功率因数小于等于0.8时,计算结果和考虑功率因数约束时的结果一致,说明此时该约束条件没有起作用。随着试验系统功率因数的增大,配电公司的购电费用发生变化,呈递增的趋势。在所有仿真情况中,DG的无功出力都达到了最大值。当系统的功率因数继续增大,为了保证系统无功的平衡,从批发市场购得的有功也相应增加,此时只有减少DG的有功出力才能达到系统的有功平衡。该特征在功率因数为0.82到0.9之间有明显的表现。

在系统功率因数要求达到0.92以后,一方面要达到配电网功率因数要求,另一方面分布式发电的无功出力已经达到最大值,因此只有中断部分负荷才能达到系统安全稳定的运行要求。中断的负荷量随着功率因数的增大而增加,配电公司的购电费用也因中断负荷的增加明显增加,见图3。此时,系统无功边际电价呈明显上升趋势,见图4。表3所示为中断负荷的节点号和中断量。从负荷中断的情况看,虽然中断电价相同,但是也能说明节点对无功的敏感程度,这将有利于为配电网无功补偿规划提供信号。例如配电网功率因数为0.96时在节点30接入无功补偿装置,将比在其他节点接入无功补偿装置更能缓解系统无功紧张,如表4所示。

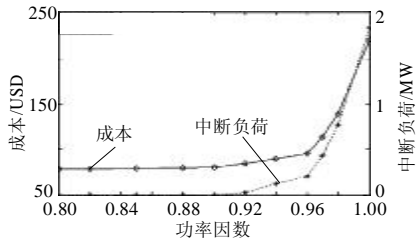


图 3 购电成本和负荷中断量随功率因数的变化
Fig. 3 Purchasing energy cost and curtailed load changed with power factor

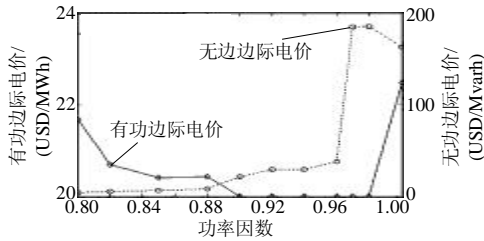


图 4 有功、无功边际电价随功率因数的变化
Fig. 4 Active and reactive power marginal price changed with power factor

表 3 中断负荷的情况

Tab. 3 Curtailed load at the node

功率因数	负荷中断节点号	负荷中断量/MW
0.92	30	0.0268
0.94	30	0.1223
0.96	30	0.2
0.97	4,11,14,30	0.0038,0.045,0.12,0.2
0.98	3,4,11,12,13,14,29,30,33	0.06,0.12,0.045,0.0519,0.06,0.12,0.0465,0.2,0.06
1	2,3,4,5,7,8,11,12,13,14,23,25,29,30,33	0.1,0.06,0.12,0.06,0.2,0.2,0.045,0.06,0.06,0.12,0.09,0.3415,0.12,0.2,0.06

表 4 不同节点接入无功的效果

Tab. 4 Increased reactive power at difference node

功率因数	接入无功的节点号	费用/USD	有功边际电价/(USD/MWh)	无功边际电价/(USD/Mvarh)	有功损耗/MW
0.96	30	79.47	20.49	13.44	0.135
	30,4	79.63	20.52	14.44	0.142
	30,11	79.71	20.51	14.29	0.146
	30,14	79.77	20.51	14.37	0.149

2.3 以购电费用和网损最小为目标的结果分析

在目标函数中考虑了网损项之后，从图 5 可以看出，在功率因数达到 0.88~0.96 之间时，考虑网损目标后的系统网损比只考虑购电费用时的系统网损低，但在其他功率因数约束情况下，两者并没有区别。由于计算得到的两者的购电费用也没有太大差别，因此配电公司可以在购电时兼顾购电费用和系统网损都达到最优的目标。

从图 6 可以看出，在功率因数约束达到 0.9 的条件下，损耗价格变化时各发电出力也发生了变化。随着损耗价格的增大，各分布式发电的出力都

有不同程度的增加，相应地，从大电网的购电量相应减少。这说明分布式发电可以通过出力变化来减少网络损耗，进而达到一个全网最优的运行状态。图 7 说明了损耗价格的含义，即损耗价格越高，配电公司越是想要降低网损。

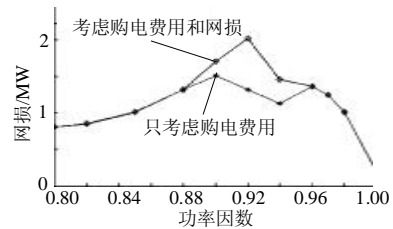


图 5 两种目标下网络损耗的比较

Fig. 5 Compare of system loss of different optimal object

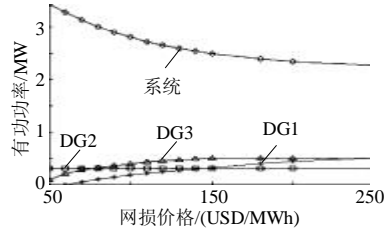


图 6 各发电机出力随损耗价格的变化

Fig. 6 Power of generation units considering different loss-price

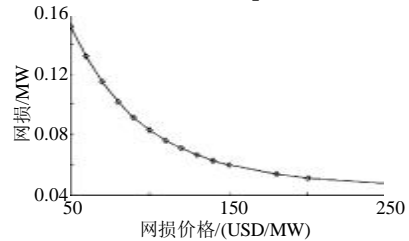


图 7 系统损耗随损耗价格的变化

Fig. 7 System loss considering different loss-price

3 结论

本文在简要介绍分布式电源在各国参与电力市场的不同模式的基础上，建立了输配分离电力市场中含有分布式电源的配电公司在日前电能市场的购电模型。该模型基于最优潮流方法，同时考虑了配电网络功率因数和可中断负荷功率因数的约束条件。考虑上述约束条件主要是从系统稳定运行和供电质量的角度考虑，因为现在配电公司和发电公司之间的大多数合同都要求有该约束。本文以 IEEE33 节点配电系统为例，分别以购电费用最小和购电费用且网损最小为优化目标，计算得到配电公司在日前电能市场的购电方案以及可能的负荷中断计划。计算结果中的有功和无功节点边际电价将对 DG 和无功补偿的规划提供参考。另外，配

电公司对系统网损的重视程度将影响从各电源的购电量。下一步将着重研究适用于含有 DG 的配电网的最优潮流算法、含有 DG 的电力市场中配电公司的中长期购电策略以及 DG 参与辅助服务市场的相关问题, 以充分发挥 DG 的作用, 促进环境保护和电力工业的市场化改革。

参考文献

- [1] Thomas A, Goran A, Lennart S. Distributed generation: a definition [J]. *Electric Power Systems Research*, 2001, 57(3): 195-204.
- [2] Ackermann T, Andersson G, Sder L. Electricity market regulations and their impact on distributed generation[C]. *Proc. Conf. Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies*, London, UK, 2000: 608-613.
- [3] 梁才浩, 段献忠. 分布式发电及其对电力系统的影响[J]. *电力系统自动化*, 2001, 25(12): 53-56.
Liang Caihao, Duan Xianzhong. Distributed generation and its impact on power system[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2001, 25(12): 53-56(in Chinese).
- [4] 王学志. 电力市场模式与结构分析[J]. *现代电力*, 2004, 21(3): 36-43.
Wang Xuezhi. Analysis of electric power market model and its structure[J]. *Modern Electric Power*, 2004, 21(3): 36-43(in Chinese).
- [5] Jaap G, Hans A. Business models for distributed generation in a liberalized market environment[J]. *Electric Power Systems Research*, 2007, 77(9): 1178-1188
- [6] Sébastien G, Danny P, Goran S. Benefits of active management of distribution network in the UK[C]. *18th International Conference on Electricity Distribution*, Turin, 2005.
- [7] David P, Goran S, Joseph M. Ancillary service provision from distributed generation[C]. *18th International Conference on Electricity*

- Distribution*, Turin, 2005.
- [8] Yu Xiaoyan, Tolbert L M. Ancillary services provided from DER with power electronics interface[C]. *2006 IEEE Power Engineering Society General Meeting*, Montreal, Canada, 2006.
- [9] 梁有伟, 胡志坚, 陈允平. 分布式发电及其在电力系统中的应用研究综述[J]. *电网技术*, 2003, 27(12): 71-75.
Liang Youwei, Hu Zhijian, Chen Yunping. A study of distributed generation and its application in power system[J]. *Power System Technology*, 2003, 27(12): 71-75.
- [10] 胡滨, 朱守真, 郑竟宏, 等. 北京分布式能源冷热电联供系统并网交易研究[J]. *电力系统自动化*, 2006, 30(19): 18-22.
Hu Bin, Zhu Shouzheng, Zheng Jinghong, et al. The trading mechanism of interconnection for distributed generation of combined cooling and heating power in Beijing[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2006, 30(19): 18-22.
- [11] Palma-Behnke R, José L C A, Luis S V, et al. A distribution company energy acquisition market model with integration of distributed generation and load curtailment options[J]. *IEEE Trans on Power Systems*, 2005, 20(4): 1718-1727.
- [12] Li Haiying, Li Yuzeng, Li Zuyi. A multiperiod energy acquisition model for a distribution company with distributed generation and interruptible load[J]. *IEEE Trans on Power Systems*, 2007, 22(2): 588-601.

收稿日期: 2007-11-20.

作者简介:

魏玲(1979—), 女, 博士研究生, 研究方向为分布式发电, 电力市场, E-mail: shunweil@yahoo.com.cn;

杨明皓(1953—), 女, 教授, 博士生导师, 研究方向为电力市场, 配电网自动化, 可再生能源发电。

(责任编辑 王金芝)

北京市副市长赵凤桐视察国家电网公司特高压直流试验基地

2008年3月30日, 北京市副市长、市政府党组成员、市委政法委副书记赵凤桐, 原副市长胡昭广, 中关村科技园区昌平园工委书记、管委会主任苏贵光一行6人, 在国家电网公司总工程师张丽英, 科技部副主任郭剑波(主持工作), 中国电力科学研究院院长张文亮, 副院长于永清等人的陪同下, 视察了位于北京中关村科技园区昌平园的国家电网公司重大科技项目——国家电网公司特高压直流试验基地。

赵副市长指出, 面对今年南方历史罕见的强雨雪冰冻灾害的袭击, 国家电网公司以高度的政治责任感和历史使命感, 举全公司之力, 经过艰苦卓绝、坚持不懈的努力, 全面夺取了电网抗灾救灾恢复重建工作的胜利, 十分值得钦佩, 同时也充分证明国家电网公司在国民经济生活中不可替代的重要作用。他还指出, 作为我国最大的综合性电力科研机构, 中国电科院一直为我国电力系统的技术进步提供着坚强的技术支撑。特高压直流试验基地的建设速度及所取得的科研成果让人深受感动和鼓舞, 确实确实可称之为大科研、大成果。赵副市长提出了5个方面的具体意见: 一是对于特高压直流试验基地项目用地手续办理和高新技术产业园项目征地工作, 北京市政府将给予大力支持; 二是近几年国家电网公司加速发展, 加快建设国际一流企业, 对科技创新和支撑的需求更加迫切, 希望国家电网公司和北京市进一步加强在重大科研项目攻关方面的合作; 三是北京市政府非常欣赏国家电网公司对电动汽车发展和应用的重视态度, 希望今后能在这方面与国家电网公司加强沟通和合作; 四是充分利用好中关村开放实验室这个平台, 加强产学研合作, 推动科技创新, 解决实践中遇到的现实问题; 五是希望国家电网公司及中国电科院在产业发展方面能够向昌平区倾斜, 努力在企业 and 地方共同发展上实现双赢。