

## 基于奖罚的平衡账户新管理方法

林济铿, 王旭东, 包铁

(天津大学电力系统仿真控制教育部重点实验室, 天津 300072)

**摘要:** 提出了对发电厂商进行奖罚的平衡账户管理新方法。该方法的基本思想是根据平衡账户中资金的盈余或亏损状况, 对发电厂商进行相应的奖励或罚款, 从而使平衡账户中的资金位于一定的限度内。并进一步给出了新平衡账户管理方法下的发电厂商的最优报价策略。算例结果表明, 所提出的平衡账户新的管理方法能有效地抑制发电厂商的市场力, 降低市场出清电价, 实现平衡账户资金在一定范围内波动, 维持市场运行的可持续性和稳定性。

**关键词:** 电力市场; 激励相容; 平衡账户; 市场力

### A novel method for balance account management with reward-punishment strategy

LIN Ji-keng, WANG Xu-dong, BAO Tie

(Key Laboratory of Power System Simulation and Control of Ministry of Education, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** Based on incentive compatible principle, a new method through reward-punishment strategy for the balance account management is presented in this paper. The idea of the new method is to punish or reward the generation company by the deficit or surplus of the balance account, which leads to the capital of balance account be limited. On the basis of that, the optimal bidding strategy of power suppliers for the method is provided. The test results indicate that the new management method for the balance account proposed can inhibit the market power of the generation and reduce significantly the market clearing price and keep the capital of the balance account to fluctuate within a certain range, which ensures the power market to operate steadily and safely.

**Key words:** electricity market; incentive compatible; balance account; market power

中图分类号: TM73; F123.9 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)23-0044-05

## 0 引言

平衡账户被认为是解决发电侧单边市场发电上网电价和销售电价不能及时联动的“调节器”, 是计划机制向市场机制转变过程中的一个“蓄水池”, 是现行定价机制的一种补充<sup>[1]</sup>。我国东北和华东区域电力市场都建立了平衡账户。东北区域电力市场的平衡资金的运行及管理过程如下。

在电能销售电价未与发电上网电价联动的情况下, 平衡资金的计算公式如下:

电力市场平衡资金=差价电价×当期全网竞价机组电量-应缴的各种附加税

差价电价=(国家有关部门确定的平均基准电价-当期全网竞价机组实际平均上网电价)/(1+增值税率)

当期全网竞价机组实际平均上网电价=当期全网竞价机组容量电价折电量电价+当期全网竞价机组电量电价

当期全网竞价机组容量电价折电量电价=当期全网竞价机组容量电费总额/当期全网竞价机组竞价电量

平衡资金采取结算过渡账户限额管理和平衡资金专账管理。

结算过渡账户资金实行限额管理, 按月清缴。结算过渡账户资金的月度限额, 将根据电力市场运行的实际需要来确定。超过限额部分将就地缴入平衡资金专账; 低于限额部分, 由电力调度中心提出补足结算过渡账户资金限额的申请, 经财政部、国家电监会审核后, 给予拨付。结算过渡账户设在东北电力调度中心, 由东北电力调度中心负责日常管理, 财政部驻辽宁省财政监察专员办事处和国家电监会东北电监局负责共同监督。

平衡资金专账的来源主要是按月结算过渡账户资金超过月限额度的部分以及平衡资金专账的利息, 主要用于未来平衡、稳定销售电价。平衡资金专账账户设在中央金库辽宁省分金库, 由财政部驻

辽宁省财政监察专员办事处负责日常管理。

当专账管理的平衡资金低于一定额度并且预计余额将持续降低时或预计平衡账户资金为零且结算过渡账户平衡资金预计出现负数时, 东北电监局将会同辽宁专员办, 提出使用或补充平衡资金以及降低或提高销售电价的建议, 上报国家价格主管部门审批。增加的收入用于补充平衡资金。

当实际上网电价高于国家有关部门核定基准的电价时, 由上述的差价电价的计算公式可知, 差价电价为负, 即需由平衡资金来支付部分购电费用, 电网公司所支付的电价是核定上网电价。具体是由电力调度中心将竞价结果报经东北电监局核准签字后, 高于核定基准电价部分通过调用平衡账户资金进行账务处理。当实际上网电价低于国家有关部门所核定的基准电价时, 由上述的差价电价的计算公式可知, 差价电价为正, 即电网公司所付出的部分资金在在平衡资金上存起来。

因此, 当国家有关部门确定的平均基准电价大于竞价机组平均上网电价时, 平衡资金账户上的资金是增加的; 相反, 国家有关部门确定的平均基准电价小于竞价机组平均上网电价时, 平衡资金账户上的资金是减少的, 也就是说平衡账户资金用于支付部分电网购电费用。从这两个方面来说, 电网公司购电所支付的电价还是不变的, 等于国家有关部门确定的平均基准电价; 这种情况与我国当前的电力市场建设还主要是处于模拟电力市场、总结市场运行经验阶段, 为下一阶段进行更全面的市场改革打基础的目的是相符合的。

从两大区域电力市场运行的情况来看, 现有的平衡账户并没有起到人们所期望的“蓄水池”和“调节器”的作用, 相反东北区域电力市场在 2006 年 3 月份因平衡账户发生 30 亿元左右的严重亏空而被紧急叫停。其直接原因是市场中发电厂商的市场力作用——通过默契或串谋使市场结清价持续很高的缘故。这说明现有平衡账户管理办法存在很大缺陷, 当出现平衡账户持续亏空时没有相应的管理办法。因此, 本文认为对于平衡账户的管理及运行, 必须与整个市场的运行及竞价机制进行统一起来, 在市场机制及运行上使得平衡账户的管理及运行具有防范持续亏空的功能, 而保持市场运行的安全性和可持续性。

因此, 本文提出基于奖罚的平衡账户管理新方法, 试图从竞价机制上抑制市场参与者发挥市场力的作用, 并激励市场参与者按成本报价, 从而从竞价的机制上保证平衡账户不会出现持续的亏空。

目前基于奖罚的竞价策略在电力市场相关的文

献上尚未有报道, 与之在一定程度上类似的是基于激励相容的机制设计的相关文献, 文献[2-5]把激励相容的原理用于电力市场的竞价机制的设计, 在对发电厂商的支付中引入信息补偿项, 交易中心根据观测到的市场信息, 通过信息补偿项来奖惩发电厂商, 以鼓励其按成本报价。在金融监管、税务管理等行业, 激励相容的原理也有广泛的应用, 文献[6-7]提出了用激励惩罚机制进行金融监管和税务管理, 使监管者的目标函数与被监管者的目标函数达到最大程度上的一致性。

国内外学者对电力市场条件下的最优报价策略进行了研究, 提出了许多观点和方法。如以合理的利润为目标函数, 通过在厂商内部机组组合, 得到最优的报价曲线<sup>[8]</sup>; 通过估计下一时刻的市场出清价, 而相应地报一个确保上网或利润最大的价格<sup>[9]</sup>; 通过作为价格接受者机组的联合供给曲线及具有市场势力的机组的需求曲线的计算, 从而得到最优报价策略<sup>[10]</sup>; 基于各种风险分析理论的报价策略<sup>[11]</sup>; 以及基于对对手报价行为的估计而获得的最优报价策略等。方法及策略非常的多, 但基本上均没考虑到平衡账户的影响。

基于此, 本文针对目前平衡账户管理中存在的缺陷, 建立了基于奖罚的平衡账户管理新方法。它的基本思想是根据平衡账户中资金的盈余或亏损状况, 对发电厂商进行奖励或罚款; 在此基础上, 进一步建立了计及平衡账户奖罚办法下发电厂商的最优报价策略和均衡解的讨论。

## 1 基于奖罚的平衡账户管理新方法

目前由物价部门核定的各个电厂的上网电价  $\lambda_t$  是考虑了多方面的因素并保证发电厂商还贷及有一定盈利的情况下制定的。按照当前的平衡账户管理方法, 当市场结清价持续地高于  $\lambda_t$  时, 则造成了平衡账户的持续减少或持续地亏空, 其问题的关键是平衡账户的运行及管理没有与市场的运行及竞价有机地结合起来, 针对发电厂之间的无协议的“串谋”, 在市场运行机制上没有相应的防范措施。本文基于激励相容原理, 提出了如下新的管理方法:

规定平衡账户余额资金的上、下限分别为  $B_{\max}$ ,  $B_{\min}$ , 且  $B_{\min} \geq 0$ 。

当平衡账户中的资金余额  $B > 0$ , 并且大于  $B_{\max}$  时, 说明发电厂商都能够按照成本合理报价, 可以从平衡资金中取出一定的金额对发电厂商进行奖励; 若出现了竞价上网电价大大高于国家规定的上网电价, 造成平衡资金  $B < B_{\min}$ , 甚至  $B < 0$ ,

说明电力市场中的某些发电商行使了市场力，且这些发电厂商为此获得了高额的利润，就需要对发电厂商进行惩罚。在统一出清电价结算的竞价机制下，发电厂商获得的支付是  $\Gamma$ ：

$$\Gamma = \lambda P_i \quad (1)$$

式中： $\lambda$  为市场出清电价； $P_i$  为发电厂商  $i$  的出清电量。

发电厂商获得的奖金或罚金是  $\tau_i$ ：

$$\tau_i = \alpha(\lambda - MC_i(P_i))P_i \quad (2)$$

式中： $\lambda$  为市场结清价； $\alpha$  是奖罚系数，其选择策略如下：

(1) 若  $B < 0$ ，且  $B < B_{\min}$  时，取  $\alpha > 0$ ；多轮竞价后，当  $0 < B \leq B_{\max}$  时， $\alpha = 0$ ；

(2) 若  $B > B_{\max}$  时，取  $\alpha < 0$ ；多轮竞价后  $0 \leq B < B_{\max}$  时， $\alpha = 0$ 。

式 (2) 中的  $MC_i(P_i)$  为该类机组的平均边际成本；需要说明的是，对于同一类发电机组，其平均边际成本是不难获得的；对于正处于转型期的我国电力系统来说，可以按容量、建造时限、电厂类型以及其它的具体分类方法对市场中的电机进行分类，然后对过去每个电厂上报的成本数据进行相应的归类分析而获得每一类电机的平均边际成本；对于新建的新类型电厂来说，可以通过调查及论证会而获得市场参与者均认同的平均边际成本；在此基础上，通过论证会结合调查的方式定期对各类机组的平均边际成本进行调整。

对于式 (2) 及上述边际成本的获取方法，有三点需要说明：a) 以边际成本为奖励及惩罚的依据，这样促使发电厂报价时充分地考虑其边际成本，不要偏离太多；b) 式 (2) 在一定意义上体现了同网不同价的问题，但这种情况与我国当前所执行的电厂上网电价策略相关：“老厂老价，新厂新价”，也与上述第二部分的平衡帐户的管理策略相关的；在市场改革的过渡时期，这种策略是切合实际的。c) 当然，作为惩罚的依据，也可以选择其它标准，比如，各机组的核定上网电价等，其过程与本文的类似，限于篇幅，对它不作讨论。

上述控制策略就是为了抑制发电厂商的市场力的作用，同时鼓励发电厂商按实际边界成本报价。由式 (2) 可知，对发电厂的奖励或惩罚是按边际电价和各发电机的平均边际成本的差值进行的；当平衡帐户亏空时，是由于电厂的报价偏离其边际电价，且高很多，因此需据此对其进行相应的惩罚；当平衡帐户盈余时，按边际电价与各电厂的边际成本的

差进行奖励，是鼓励各电厂按边际成本报价。因此，加了奖罚措施的平衡帐户资金除了作为发电侧单边市场发电上网电价和销售电价不能及时联动的“调节器”，因与市场的运行及竞价有机的统一起来，还具有了抑制市场力，保证市场运行稳定性的作用。

## 2 计及平衡账户的发电厂商的最优报价策略

在统一市场结清价的情况下，对于参与市场竞争的发电厂商而言，其报价策略需要解决的是如何在满足合理收入和技术安全约束的前提下尽可能地获得更大的利润。设市场有  $n$  台发电机组，其发电成本  $C_i(P_i)$  为二次曲线，其中  $P_i$  为第  $i$  台电机的出力。即：

$$C_i(P_i) = c_i + b_i P_i + a_i P_i^2 \quad (3)$$

在计及平衡账户奖罚办法下发电厂商的收益  $\pi_i$ ：

$$\pi_i(P_i) = \lambda P_i - \tau_i - C_i(P_i) \quad (4)$$

假设机组  $i$  的报价曲线函数为：

$$\lambda_i(P_i) = u_i + v_i P_i \quad (5)$$

式中， $u_i$  和  $v_i$  为机组的报价系数，均大于零。

在 Cournot 竞争及完全信息的假设下，发电厂商利润最大化应满足  $\frac{\partial \pi_i}{\partial P_i} = 0$ ，即

$$(\lambda P_i - \alpha(\lambda - MC_i(P_i))P_i - a_i P_i^2 - b_i P_i - c_i)' |_{P_i} = 0 \quad (6)$$

化简式 (6) 得：

$$(1 - \alpha)\lambda - (1 - \alpha)\frac{\partial \lambda}{\partial P_i} P_i - 2a_i P_i - b_i + \quad (7)$$

$$4a_i P_i + \alpha b_i = 0$$

在只考虑系统的负荷平衡，忽略电网的安全约束，市场的出清过程即为解下列线性方程组：

$$\begin{cases} u_i + v_i P_i = \lambda & i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n P_i = P_T \end{cases} \quad (8)$$

求解式 (8) 可得出市场的最终出清电价  $\lambda$  (也是市场均衡电价) 和机组  $i$  的出清电量  $P_i$  分别如下：

$$\lambda = (P_T + \sum_{j \neq i} \frac{u_j}{v_j} + \frac{u_i}{v_i}) / (\sum_{j \neq i} \frac{1}{v_j} + \frac{1}{v_i}) \quad (9)$$

$$P_i = \frac{\lambda - u_i}{v_i} \quad (10)$$

将式 (9)、(10) 代入式 (7) 可得：

$$(1-\alpha)\lambda - (1-\alpha)P_i / (\sum_{j \neq i} 1/v_j) -$$

$$(2a_i - 4a_i\alpha) - (1-\alpha)b_i = 0$$

化简式(11)得市场均衡电价为:

$$\lambda = (1-\alpha)b_i + (2a_i \frac{1-2\alpha}{1-\alpha} + \frac{1}{T_2})P_i \quad (12)$$

比较式(5)和式(12), 计及平衡账户奖罚办法发电厂商进行样Cournot竞争的最优报价曲线可通过求解下述非线性方程组获得:

$$\begin{cases} u_i = (1-\alpha)b_i \\ v_i = 2a_i \frac{1-2\alpha}{1-\alpha} + 1 / (\sum_{j \neq i} 1/v_j) \end{cases} \quad (13)$$

通过求解式(13), 即得到了每一发电厂商的最优报价曲线。

### 3 计及平衡账户的发电厂商最优报价策略下的均衡解的讨论

由于最优报价是在 Cournot 竞争的条件下获得的, 因此, 其解也即为 Cournot 均衡解。把式(13)的解代入式(9)和式(10), 即得到了均衡电价。由式(9)和式(13)可见, 均衡解是奖罚系数 $\alpha$ 的函数, 对于不同的 $\alpha$ , 其均衡解不同, 相应地其均衡价格也不同; 根据本文第二部分对市场规则的设计, 奖罚系数 $\alpha$ 有三个不同的选择, 分别为 $\alpha > 0$ ,  $\alpha < 0$ ,  $\alpha = 0$ , 分别对应于对发电厂商进行惩罚, 对发电厂商进行奖励和不对发电厂商进行奖励和惩罚, 因而均衡解有三个, 相应的均衡价格也有三个。

每天竞价之间的联系是平衡帐户的余额。当根据平衡帐户的余额确定了奖罚系数 $\alpha$ 的取值之后, 才进行当天的竞价, 当天竞价的 Cournot 均衡解也相应确定, 也意味着奖罚系数 $\alpha$ 把三个均衡解分开了。对于每个均衡解, 依据前面的推导, 显然均为稳定的均衡解, 也就是说对于每一天的发电厂商的 Cournot 竞价, 在奖罚系数 $\alpha$ 确定之后, 是唯一的。

### 4 算例分析

本文以3机系统为例, 机组参数如表1所示。

为了说明问题方便起见, 假设每天进行一次竞价, 竞价系统负荷需求 $P_T$ 均为300 MW; 机组核定上网电价为: 500 元/MW; 上一天竞价和本天竞价之间的联系为平衡资金余额, 每天竞价发电厂商均进行 Cournot 竞争, 这种情况与东北区域电力市场的每天进行一次的省级交易过程是很类似的; 平衡账户资金余额上限 $B_{\max}$ 是75 000 元, 下限 $B_{\min}$ 是

零元;  $B < 0$ 时取 $\alpha = 0.15$ ,  $B > 0$ 时取 $\alpha = -0.05$ 。

表1 3机系统机组参数表

Tab.1 The parameters of three generators system

机组编号	$a_i$	$b_i$	$c_i$	$P_{i \min} / \text{MW}$	$P_{i \max} / \text{MW}$
1	2.5	200	1 000	15	200
2	2	100	1 000	10	100
3	1	110	1 000	30	300

比较各机组在计及与不计及平衡账户奖罚办法的情况下, 发电厂之间每天均进行 Cournot 竞价, 多天竞价在均衡处的平衡资金余额及边际电价分别如图1~3所示。

从上述曲线1、2中的平衡资金余额变化及曲线3 边际电价的变化情况可以看到, 在不计及平衡账户奖罚办法情况下, 系统统一市场出清价格(Cournot 均衡电价)被抬的很高, 平衡账户中的余额资金急剧下降, 甚至亏空的很多, 而导致电力市场无法运行下去。而在计及平衡账户奖罚办法的情况下: (1) 当初始平衡资金为负时, 奖罚系数选正值(对发电厂商进行惩罚), 将降低市场的统一出清价格(Cournot 均衡电价), 使平衡账户中的余额资金在几天竞价(相当于东北电力市场几天的交易)后会由负变正; (2) 当平衡账户中的资金余额超过上限时, 奖罚系数为负值(对发电厂商进行奖励), 平衡账户中的余额资金一部分用于奖励发电厂, 使得平衡资金逐渐减少; (3) 当平衡资金的余额位于上下限之间时, 停止奖励和惩罚。从而保证了平衡账户中的平衡资金在规定的上限与下限之间波动, 而不出现平衡资金持续为负或持续为正的情况, 使过渡时期的电力市场能够稳定、安全运行。图3的边际结清价曲线(Cournot 均衡电价)也清楚地表明了由于有了奖励和惩罚, 使边际结清价在大部分情况下均比没惩罚时低了许多, 从而抑制了发电厂商的市场力作用。另外, 图3中的边际结清电价(Cournot 均衡电价)曲线之所以出现上下跳动, 是由于惩罚和奖励的存在, 比如, 对于图3中的初始平衡资金为-30 000的那条曲线, 从第一天到第三天竞价结果, 平衡资金余额均为负, 均需对电厂进行惩罚, 而把系统结清电价(均衡电价)持续降低到471.22 元/MW; 到第四天竞价时, 平衡帐户资金余额为1 896.583 5 元(大于零且小于上限), 根据规则无需惩罚, 此天竞价之后的系统均衡电价为551.9 元/MW, 大于机组核定电价500 元/MW, 造成此天竞价之后平衡资金的余额为-13 673.416 5

元,因此第五天竞价时又需对电厂进行相应的惩罚,而把均衡电价又降为 471.22 元/MW。

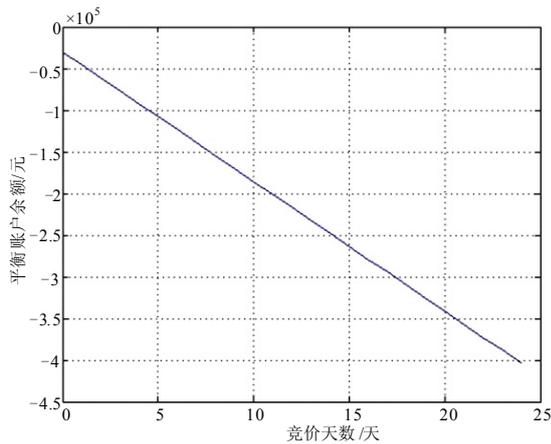


图 1 不计及平衡账户奖励办法下平衡资金余额变化趋势图

Fig.1 Diagram of the change of the balance capital without reward-punishment

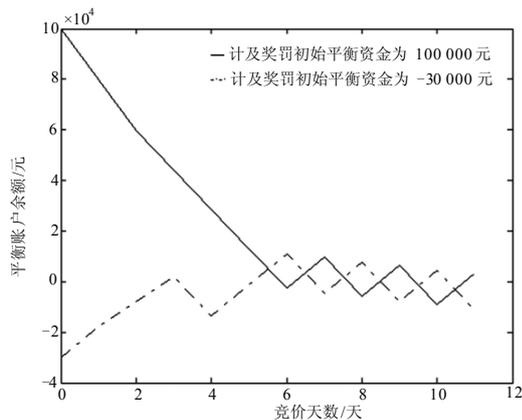


图 2 计及平衡账户奖励办法下平衡资金余额变化趋势图

Fig.2 Diagram of the change of balanced capital with reward-punishment

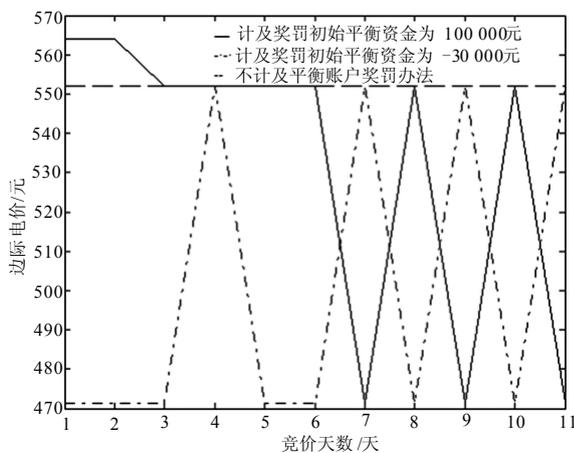


图 3 边际电价变化趋势图

Fig.3 Diagram of marginal clearing price change with and without reward-punishment

基于本文第二部分的管理办法,还可以设计出许多类似的管理策略,比如:当  $B$  小于零时,对电厂的惩罚可以持续到  $B$  大于上限;当  $B$  大于上限时,可以对电厂奖励持续到  $B$  小于下限;均可以保证使平衡账户的余额资金在一定范围内变动,使其真正发挥“调节器”和“蓄水池”的作用。

### 5 结束语

在发电侧单边电力市场中,基于激励相容原理,本文在平衡账户的管理中引入奖罚措施。在这种新管理办法下,根据平衡资金余额的情况对发电厂商进行相应的奖励或者惩罚,并建立了计及平衡账户奖罚措施的发电厂商最优报价策略以及对均衡解的讨论。该新措施能够显著抑制发电厂商市场力的作用,使平衡账户中的资金余额在其上、下限的范围内变化,防止平衡账户持续亏空,有利于降低市场运行风险,保障了电力市场的安全运行。

### 参考文献

[1] 魏学好,朱峰,范斌,等. 电网公司应对平衡账户波动风险的分析[J]. 华东电力, 2006, 34 (6): 24-27. WEI Xue-hao, ZHU Feng, FAN Bin, et al. Response of grid enterprises to risk of balancing accounts[J]. East China Electric Power, 2006, 34 (6): 24-27.

[2] Silva C, Wollenberg B F, Zheng C Z. Application of mechanism design to electric power markets (republished)[J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2001, 16(4): 862-869.

[3] 方勇,李渝曾. 合理回收容量成本的激励性电力竞价机制的建模研究[J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(1): 18-23. FANG Yong, LI Yu-zeng. A research on modeling the incentive electricity bidding mechanism of reasonable capacity cost recovery[J]. Proceedings of the CSEE, 2004, 24 (1) : 18-23.

[4] 张少华,方勇,李渝曾. 一种激励相容的发电市场竞价机制[J]. 电力系统自动化, 2003, 27 (7) : 27-31. ZHANG Shao-hua, FANG Yong, LI Yu-zeng. An incentive compatible bidding mechanism in power generation markets[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27 (7) : 27-31.

[5] 蒋东荣,李群湛,刘学军. 考虑电力合约的激励性市场机制设计[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25 (18) : 57-63. JIANG Dong-rong, LI Qun-zhan, LIU Xue-jun. The mechanism design to electricity markets considering contract [J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25 (18) : 57-63.

(下转第 81 页 continued on page 81)

- [8] 于才洋, 郭剑波. 我国电力系统停电事故自组织临界性的研究[J]. 电网技术, 2006, 30 (6): 1-5.  
YU Cai-yang, GUO Jian-bo. Study on self-organized criticality of power system blackouts in China[J]. Power System Technology, 2006, 30 (6): 1-5.
- [9] 卢锦玲, 陈媛, 朱永利. 基于输电线路过负荷特性的连锁事件识别[J]. 华北电力大学学报, 2007, 34 (5): 27-31.  
LU Jin-ling, CHEN Yuan, ZHU Yong-li. Identification of cascading failures based on overload character of transmission lines[J]. Journal of North China Electric Power University, 2007, 34 (5): 27-31.
- [10] 袁陶颖. 基于 MapXtreme 的 Web GPS 系统的设计与实现[J]. 计算机应用研究, 2004, 21 (5): 14-21.  
YUAN Tao-ying. Implementation of MapXtreme-based web GPS system[J]. Application Research of Computers, 2004, 21 (5): 14-21.
- [11] 倪建立, 孟令奎, 王宇川, 等. 电力地理信息系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.  
NI Jian-li, MENG Ling-kui, WANG Yu-chuan, et al. Geographical information system[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.
- [12] 戴士毅. 大庆油田电网可靠性管理系统的研究与应用[D]. 重庆: 重庆大学, 2001.  
DAI Shi-yi. The research and application of reliability management system in Daqing oil field power network[D]. Chongqing: Chongqing University, 2001.
- [13] 孙彦彬. 配电网地理信息系统[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2002.  
SUN Yan-bin. Distribution geographic information system[D]. Haerbin: Harbin Engineering University, 2002.
- [14] 周德才, 张保会, 姚峰, 等. 基于图论的输电断面快速搜索[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26 (12): 1-5.  
ZHOU De-cai, ZHANG Bao-hui, YAO Feng, et al. Fast search for transmission section based on graph theory[J]. Proceedings of the CSEE, 2006, 26 (12): 1-5.
- [15] 李响, 郭志忠. N-1 静态安全潮流约束下的输电断面有功潮流控制[J]. 电网技术, 2005, 29 (3): 29-32.  
LI Xiang, GUO Zhi-zhong. Power flow at cross-section of transmission line and its control under N-1 static state secure power flow restraint[J]. Power System Technology, 2005, 29 (3): 29-32.

收稿日期: 2009-11-15; 修回日期: 2010-03-31

作者简介:

闫丽梅 (1971-), 女, 副教授, 博士, 研究方向为电力系统安全稳定分析与控制。E-mail: yanlimei@yahoo.cn

(上接第 48 页 continued from page 48)

- [6] 吴卿艳. 激励相容的金融监管机制初探[J]. 北方经济, 2005, 10: 66-67.  
WU Qing-yang. Compatible-incentive tedious financial regulation mechanism of primary study[J]. Northern Economy, 2005, 10: 66-67.
- [7] 张青. 激励相容机制下的个人所得税设计[J]. 税务研究, 2005, 6: 45-48.  
ZHANG Qing. Incentive compatibility mechanism below insculptate personal income tax design[J]. Taxation Study, 2005, 6: 45-48.
- [8] Li C, Svobod A, Guan X. Revenue adequate bidding strategies in competitive electricity markets[J]. IEEE Trans on PW S, 1999, 14: 492-497.
- [9] Bunn D W. Forecasting loads and prices in competitive power markets[J]. Proceedings of IEEE, 2000, 88 (2): 163-169.
- [10] 李灿, 龚乐年, 宋燕敏. Power Pool 中发电公司的竞价策略[J]. 电力系统自动化, 2001, 25 (6): 12-15.  
LI Chang, GONG Le-nian, SHONG Yan-min. Power pool medium power generation company of unexpectedly price strategy[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25 (6): 12-15.
- [11] 葛朝强, 李扬, 唐国庆, 等. 基于风险的火电厂报价策略评估[J]. 电网技术, 2003, 27 (11): 48-51.  
GE Zhao-qiang, LI Yang, TANG Guo-qing, et al. Risk based assessment for strategies in thermal power plant bidding[J]. Power System Technology, 2003, 27 (11): 48-51.

收稿日期: 2009-11-30; 修回日期: 2010-01-26

作者简介:

林济铿 (1967-), 男, 博士, 研究方向为电力系统定性分析及控制, 人工智能在电力系统中的应用; E-mail: mejklin@126.com

王旭东 (1984-), 男, 博士研究生, 研究方向为分布式发电, 配网自动化;

包铁 (1984-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力市场中的发电竞价理论及电厂报价策略。