

基于粗糙集数据挖掘技术的发电机竞标能力评估

黎静华, 栗然

(华北电力大学电气工程学院, 河北 保定 071003)

摘要: 提出通过粗糙集数据挖掘算法对历史竞标样本进行分析的新方法。对发电机竞标能力评估的概念和所需解决的问题以及影响竞标能力的因素进行了探讨。介绍了算法的基本概念、算法以及规则的确定。一个考虑市场需求水平、机组报价水平、机组容量等多因素的算例说明了该算法的实现过程并得到机组的负荷率与这些因素一些潜在的规则性知识,从而得到不同特征机组在市场中的竞标能力。这些知识对支持发电厂决策和电力中介机构点电力交易中心 (Power eXchange-PX)以及独立系统运营中心 (Independent System Operator-ISO) 安排最优交易计划等方面有重要的现实意义。

关键词: 数据挖掘; 粗糙集; 电力市场; 竞标

中图分类号: F407.61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)07-0040-06

0 引言

在电力市场中,发电机组的竞标能力受市场需求水平、市场装机容量和可用发电容量、机组技术参数和经济参数等多方面因素影响。从机组侧看,体现机组竞标能力的明显指标是负荷率,本文将负荷率定义为其承担负荷与其最大技术出力的比值。发电商、交易中心、市场的监管机构都十分关心的是谁的竞标能力强,而且更关心的是竞标能力强与市场特征及机组经济特征、技术特征有什么关系。目前,电力市场中公布的信息因市场机制不同其信息量也不同,有的可以公布所有历史信息,有的只公布市场需求、出清电价、出清容量等信息。因此对发电机组竞标能力的评估是电力市场中十分必要的研究课题,发电厂商可在对手部分历史信息进行挖掘的基础上结合博弈论进行决策电价;交易中心拥有大量而且完整的历史交易信息,通过评估机组的竞标能力可为交易计划的求解提供较好的初值,市场监管者通过分析这种历史交易信息,通过考察发电厂商竞标能力研究是否有不法行为和潜在的市场风险,提高监管水平。

数据挖掘 (Data Mining)是为了发现事先未知的规则和联系而对大量数据进行选择,探索和建模的过程,目的在于得到对数据库的拥有者来说清晰而有用的结果。指的是从大型数据库或数据仓库中提取人们感兴趣的知识,这些知识是隐含的、事先未知的、潜在的和有用的信息。近几年来,该技术受到国际人工智能与数据库界的广泛重视,是数据库和信息决策领域最前沿的研究方向之一。研究的主要

目标是发展有关的方法论、理论和工具,以支持从大量数据中提取有用的和让人感兴趣的知识和模式。

本文提出通过粗糙集 (Rough Set)数据挖掘算法对历史竞标样本进行分类的新思路。介绍了粗糙集的基本概念、算法以及规则的确定。一个考虑市场需求水平、机组报价水平、机组容量等多因素的算例说明了该算法的实现过程,并得到机组的负荷率与这些因素一些潜在的知识,从而得到不同特征组在市场中的机构电力交易中心 PX和独立系统运行中心 ISO安排最优交易计划等方面具有重要的现实意义。

1 发电机竞标能力的概述

电力市场相对传统的垄断性的电力工业而言,是实现电力工业结构重组引入商业竞争机制后的一大类新型电力工业资产结构、经营管理和运行模式的总称。随着电力市场的发展,各发电厂商和电网经营者分离,实行“厂网分开”,在各类产权发电企业之间形成以电价为核心的竞争,各发电企业中实行“竞价上网”。在电力市场这个“竞争”的大环境中,各参与者以获取最大利益为目标。有的发电厂商为了中标,获取最大的经济利益,在报价时往往会采取一些不合理的竞争手段,扰乱了电力市场的正常运行,从而损害了其他参与者的利益。因此,为了维护电力市场的正常运行,保护广大市场参与者的利益,体现市场竞争的“公平”原则,市场监管机构很有必要对各个报价的发电厂机组的竞标能力进行合理的评估,预测和判断不合理的竞争手段。

对发电机组竞争能力的评估就是结合市场需求

水平,出清电价、机组最大和最小出力、机组成本特性、机组启停时间限制、机组升降功率速度等技术参数和经济参数对发电机组的竞标能力进行估量,通过评估机组的竞标能力可为交易计划的求解提供较好的初值,市场监管者通过分析这种历史交易信息,考察发电厂商竞标能力研究是否有不法行为和潜在的市场风险,提高监管水平。

机组竞标能力受许多因素的影响。本文引进机组的负荷率作为评估机组竞标能力的指标。负荷率为机组承担的负荷与其最大的技术出力的比值。设市场的总需求为 Q ,两竞标机组 A、B,其最大技术出力分别为 M_A 、 M_B ,在交易中分别获得负荷 P_A 、 P_B ,则市场占有率为 $R_A = \frac{P_A}{Q}$, $R_B = \frac{P_B}{Q}$,负荷率为 $F_A = \frac{P_A}{M_A} = \frac{QR_A}{M_A}$, $F_B = \frac{P_B}{M_B} = \frac{QR_B}{M_B}$,当 F_A 大于 F_B 时, A 机组优于 B 机组,即在兼顾机组技术出力的情况下, A 机组的市场占有率高于 B 机组的市场占有率。这比单纯考虑市场占有率作为评估机组竞争能力的指标显得合理一些。

怎样才能合理的利用现有的数据和经验,结合各种因素对机组进行评估呢?在电力市场条件下,系统数据库存放的数据不仅有机组参数、网络参数、负荷数据,而且还有很多市场条件下的商业数据,包括竞价数据、发电量、出清电价、出清容量等,如何从海量数据中找出对决策支持分析者有用的信息,是目前电力市场参与者与竞争者和交易管理者普遍关心的问题,而数据挖掘的新技术给以上问题带来了新契机。

2 粗糙集的基本概念

粗糙集用于解决不确定性问题,是对某一对象集合的近似,用来从数据库中发现分类规则,其基本思想为:

用户提出发现任务。由用户指定数据库中某一个或多个属性作为分类的决策属性,根据这些属性的不同取值,将数据库中数据分成不同的类别,发现任务就是生成这些不同类别的判定规则。即将数据库分为条件属性和决策属性,对数据库中的元组根据不同的属性值分为相应的子集。

用粗糙集理论的规则发现算法,获取分类规则。也就是由条件属性划分的子集与由决策属性划分的子集之间的上下近似关系生成判定规则。

1) 信息集的定义

信息系统 S 定义: $S = (U, A, V, F)$

其中:

U 是一个非空有限的对象(元组)集合, $U = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, 其中 x_i 为对象(元组)。

A 是对象的属性集合,分为两个不相交的子集,即条件属性 C 和决策属性 D , $A = C \cup D$ 。

V 是属性值的集合。 $V = \cup_{a \in A} (V_a)$, $V_a \subseteq V$, V_a 是属性 a 的值域。

F 是一个函数,即 $U \times A \rightarrow V$, 它为每个对象的每个属性赋予一个属性值,即 $\forall a \in A, x_i \in U, f(x_i, a) \in V_a$ 。

2) 等价类及相关概念

等价集的定义

定义 1: 对于 $\forall a \in A$, (A 中包含一个或多个属性), $e_i \in U, e_j \in U, f(e_i, a) = f(e_j, a)$ 成立,那么就称对象 e_i 和 e_j 关于属性集 A 等价。

定义 2: 在 U 中,关于某一属性集 A 的所有等价对象的集合,我们称之为关于属性集 A 的等价集。

定义 3: 在 U 中,关于属性集 A 的所有等价集,我们称之为 U 中属性集 A 的划分 R ,

$R = \{E_i \mid E_i \text{ 为 } U \text{ 中关于 } A \text{ 的等价集}, i = 1, 2, \dots\}$ 。

等价集的描述

对一个等价集 E_i ,我们是用 $\text{Des}(E_i) = \{a = v\}$ 来对它的特征进行描述的,其中 $a \in A, v \in V_a$ 。

等价集的上、下近似

假设 U 中关于 A 的划分是 E ,关于 A 的划分 Y 。在 U 中, E 对 Y 的上、下近似集合定义如下。

定义 4: 等价集 Y_j 关于属性 A 的下近似集合 (Y_j 是 A 的划分中的一个等价集),

$$\Delta Y_j = \{E_i \mid E_i \in E \text{ 且 } E_i \subseteq Y_j\}$$

ΔY_j 是 E 中被 Y_j 包含的等价集的并集,即 $\forall x_i \in \Delta Y_j, x_i$ 一定属于 Y_j 。

定义 5: 等价集 Y_j 关于属性 A 的上近似集合:

$$\bar{\Delta} Y_j = \{E_i \mid E_i \in E \text{ 且 } E_i \cap Y_j \neq \emptyset\}$$

$\bar{\Delta} Y_j$ 是 E 中与 Y_j 的交集非空的等价集的并集,即 $\forall x_i \in \bar{\Delta} Y_j, x_i$ 可能属于 Y_j 。

定义: $\bar{\Delta} Y_j - \Delta Y_j$, 即上近似集与下近似集的差集称为边界线区域。

定义 6: 确信度

$$\alpha_a(Y_j) = \frac{|U| - |\bar{\Delta} Y_j - \Delta Y_j|}{|U|}$$

其中: $|U|$ 和 $|\bar{\Delta} Y_j - \Delta Y_j|$ 分别表示为集合 U 、 $(\bar{\Delta} Y_j - \Delta Y_j)$ 中的元素个数。

$a_A(Y_j)$ 的值反映了 U 中的能够根据 A 中的各属性值就能确定其属于或不属于 Y_j 的比例,也即对 U 中的任一个对象,根据 A 中各属性的属性值确定它属于或不属于 Y_j 的可信度。性质:

$$0 \leq a_A(Y_j) \leq 1$$

(1) 当 $a_A(Y_j) = 1$ 时, U 中的全部对象能够根据 A 中各属性的属性值确定其是否属于 Y_j 。

(2) 当 $0 < a_A(Y_j) < 1$ 时, U 中的部分对象根据 A 中各属性的属性值可以确定其是否属于 Y_j , 而另一部分对象则不能确定其是否属于 Y_j 。

(3) 当 $a_A(Y_j) = 0$ 时, U 中的全部对象都不能根据 A 中各属性的属性值确定其是否属于 Y_j 。

3 粗糙集分类规则的获取

通过分析 U 中的两个划分 E 和 Y 之间的关系,把 E 视为分类条件, Y 视为分类结论,我们可以得到下面的分类规则:

(1) 当 $E_i \subseteq Y_j$ 时,则有:

$$r_{ij}: Des(E_i) \subseteq Des(Y_j)$$

$Des(E_i)$ 和 $Des(Y_j)$ 分别是等价集 E_i 和等价集中 Y_j 的特征描述。

当 $E_i \subseteq Y_j = E_i$ 时 (E_i 完全被 Y_j 包含), 建立的规则 r_{ij} 是确定的, 规则的确信度 $cf = 1.0$ 。

当 $E_i \cap Y_j = E_i$ 时 (E_i 部分被 Y_j 包含), 建立的规则 r_{ij} 是确定的, 规则的确信度:

$$cf = \frac{|E_i \cap Y_j|}{|E_i|}$$

(2) 当 $E_i \not\subseteq Y_j$ 时 (E_i 不被 Y_j 包含), E_i 和 Y_j 不能建立规则。

4 规则的简化

由获取规则的原则产生的规则会很多, 规则的概括能力差, 冗余较多, 有必要对已产生的规则进行简化。

规则有两类, 一类规则的可信度小于 1, 即由上近似集合产生的规则, 出现多条具有相同条件不同结论的规则, 这类规则不便于简化。另一类规则的可信度为 1, 即由下近似集合产生的规则, 这类规则能够简化。

简化规则一般是在条件属性中删除某些属性后, 规则的可信度仍为 1。一般在进行实际规则简化时, 采取方法时对未删除的多余规则进行合并, 增加“或 (V)”关系。在一条规则中, 对于条件的某个属性的取值在“或 (V)”关系下覆盖了该属性的所

有取值, 该属性在规则中就不起作用, 即在规则中可以删除该属性。

5 算例及分析

表 1 为样本集, 采用文献 [7] 算例以全网购电费用最小为目标函数进行多次数字交易仿真。为保证样本选择的合理性, 本文对不同市场需求水平、不同机组报价进行数字交易仿真, 然后重点选样, 对市场需求水平、报价水平、负荷率分别设 2 个阈值, 离散化为 3 个等级, 对机组容量设 1 个阈值, 离散化为 2 个等级。

表 1 发电机组竞标能力样本

Tab 1 Sample of generation bidding

记录号	市场需求水平	报价	机组容量	类: 负荷率
1	基荷	低	大	高
2	基荷	低	小	高
3	基荷	中	小	中
4	基荷	中	大	中
5	基荷	高	大	中
6	基荷	高	小	低
7	腰荷	高	大	高
8	腰荷	高	小	低
9	峰荷	中	大	高
10	腰荷	中	小	中
11	腰荷	中	大	中
12	腰荷	低	大	高
13	峰荷	高	小	高
14	峰荷	高	大	高
15	峰荷	低	大	高
16	峰荷	低	小	高
17	腰荷	低	小	高
18	峰荷	中	小	高

在该例中,

$U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18\}$

$A = \{\text{市场需求水平, 报价, 机组容量, 负荷率}\}$

$V = \{\text{基荷, 腰荷, 峰荷}\}$

$f(1, \text{市场需求水平}) = \text{基荷}; f(1, \text{报价}) = \text{低}; f(1, \text{机组容量}) = \text{大}; f(1, \text{负荷率}) = \text{高}$

.....

5.1 计算负荷率与市场需求水平和报价水平之间的关系

步骤一: 将 A 分为条件属性 (市场需求水平, 报价水平); 决策属性 (负荷率)

基于 (市场需求水平, 报价水平) 的划分: $E_1 = \{1, 2\}; E_2 = \{3, 4\}; E_3 = \{5, 6\}; E_4 = \{7, 8\}; E_5 =$

$\{10, 11\}$; $E_6 = \{12, 17\}$; $E_7 = \{13, 14\}$; $E_8 = \{9, 18\}$; $E_9 = \{15, 16\}$

基于(负荷率)的划分: $y_1 = \{1, 2, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18\}$; $y_2 = \{3, 4, 5, 10, 11\}$; $y_3 = \{6, 8\}$

步骤二:计算确信度,确定规则

$$r_{11}: \text{Des}(E_1) \text{Des}(y_1) \quad cf=1$$

$r_{12}: \text{Des}(E_1) \text{Des}(y_2) \quad cf=0$ (该规则不成立)

$r_{13}: \text{Des}(E_1) \text{Des}(y_3) \quad cf=0$ (该规则不成立)

$r_{21}: \text{Des}(E_2) \text{Des}(y_1) \quad cf=0$ (该规则不成立)

$$r_{22}: \text{Des}(E_2) \text{Des}(y_2) \quad cf=1$$

$r_{23}: \text{Des}(E_2) \text{Des}(y_3) \quad cf=0$ (该规则不成立)

$r_{31}: \text{Des}(E_3) \text{Des}(y_1) \quad cf=0$ (该规则不成立)

$$r_{32}: \text{Des}(E_3) \text{Des}(y_2) \quad cf=0.5$$

$$r_{33}: \text{Des}(E_3) \text{Des}(y_3) \quad cf=0.5$$

$$r_{41}: \text{Des}(E_4) \text{Des}(y_1) \quad cf=0.5$$

$$r_{42}: \text{Des}(E_4) \text{Des}(y_2) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{43}: \text{Des}(E_4) \text{Des}(y_3) \quad cf=0.5$$

$$r_{51}: \text{Des}(E_5) \text{Des}(y_1) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{52}: \text{Des}(E_5) \text{Des}(y_2) \quad cf=1$$

$$r_{53}: \text{Des}(E_5) \text{Des}(y_3) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{61}: \text{Des}(E_6) \text{Des}(y_1) \quad cf=1$$

$$r_{62}: \text{Des}(E_6) \text{Des}(y_2) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{63}: \text{Des}(E_6) \text{Des}(y_3) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{71}: \text{Des}(E_7) \text{Des}(y_1) \quad cf=1$$

$$r_{72}: \text{Des}(E_7) \text{Des}(y_2) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{73}: \text{Des}(E_7) \text{Des}(y_3) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{81}: \text{Des}(E_8) \text{Des}(y_1) \quad cf=1$$

$$r_{82}: \text{Des}(E_8) \text{Des}(y_2) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{83}: \text{Des}(E_8) \text{Des}(y_3) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{91}: \text{Des}(E_9) \text{Des}(y_1) \quad cf=1$$

$$r_{92}: \text{Des}(E_9) \text{Des}(y_2) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

$$r_{93}: \text{Des}(E_9) \text{Des}(y_3) \quad cf=0$$

(该规则不成立)

如表 2 所示。

表 2 负荷率与市场需求水平和
报价水平之间的关系

Tab 2 Relationship of load's rate, market demand
and quoted price

市场需求水平	负荷率	cf		
		高报价	中报价	低报价
基荷	高	0	0	1
	中	0	1	0.5
	低	0	0	0.5
腰荷	高	0.5	0	1
	中	0	1	0
	低	0.5	0	0
峰荷	高	1	1	1
	中	0	0	0
	低	0	0	0

若取最小确信度为 $cf=1$, 则得到如下规则

规则 1: 当市场的需求水平为基荷, 报价水平低时, 则负荷率高。

规则 2: 当市场的需求水平为基荷, 报价水平中时, 则负荷率中。

规则 3: 当市场的需求水平为腰荷, 报价水平中时, 则负荷率中。

规则 4: 当市场的需求水平为腰荷, 报价水平低时, 则负荷率高。

规则 5: 当市场的需求水平为峰荷, 报价水平中时, 则负荷率高。

规则 6: 当市场的需求水平为峰荷, 报价水平低时, 则负荷率高。

规则 7: 当市场的需求水平为峰荷, 报价水平高时, 则负荷率高。

简化规则, 将规则 5、6、7 进行合并

规则 5: 当市场的需求水平为峰荷, 负荷率高。

5.2 计算负荷率与市场需求水平和机组容量之间的关系

步骤一: 将 A 分为条件属性(市场需求水平, 机组容量), 决策属性(负荷率)。

基于(市场需求水平, 机组容量)的划分: $E_1 \{1, 4, 5\}$; $E_2 \{2, 3, 6\}$; $E_3 \{7, 11, 12\}$; $E_4 \{8, 10, 17\}$; $E_5 \{9, 14, 15\}$; $E_6 \{13, 16, 18\}$

基于(负荷率)的划分: $y_1 = \{1, 2, 7, 9, 12, 13,$

14, 15, 16, 17, 18}; $y_2 = \{3, 4, 5, 10, 11\}$; $y_3 = \{6, 8\}$

步骤二:计算确信度,确定规则。

同理,得到表 3 的数据。

表 3 负荷率与市场需求水平和机组容量之间的关系

Tab 3 Relationship of load rate, market demand and generation capacitance

市场需求水平	负荷率	cf	
		大容量	小容量
基荷	高	0.33	0.33
	中	0.67	0.33
	低	0	0.33
腰荷	高	0.67	0.33
	中	0.33	0.33
	低	0	0.33
峰荷	高	1	1
	中	0	0
	低	0	0

若取最小确信度 $cf=0.67$ 时,得到如下规则

规则 1:当市场需求水平为基荷,机组容量为大时,则负荷率中。

规则 2:当市场需求为腰荷,机组容量为大时,则负荷率高。

规则 3:当市场需求为峰荷,机组容量为大时,则负荷率高。

规则 4:当市场需求为峰荷,机组容量为小时,则负荷率高。

经过化简,规则 3和规则 4合为一条

规则 3:当市场需求为峰荷,则负荷率高。

通过上述利用粗糙集进行数据挖掘发现了如下潜在的知识:

在不同市场需求水平下,发电厂的竞标能力(负荷率)的影响因素不同。在峰荷的情况下,机组报价高低、容量大小都对负荷率影响不大,发电机的竞标能力均强,即负荷率均高,说明这是一个供不应求的市场状况;在基荷的情况下,竞标能力与报价和机组容量有关。报价高、容量大的发电厂负荷率中等,报价高、容量小的发电厂负荷率高,报价中等的发电厂负荷率中等,报价低的发电厂负荷率高;在腰荷的情况下,容量大的发电厂负荷率高,报价高、容量小的发电厂负荷率低,报价中等的发电厂负荷率中等,报价低的发电厂负荷率高。得到的结论说明,发电厂的竞标能力与市场需求有关,在市场需求大的情况下,发电厂的竞标能力均强,而在市场需求下降的情况下,发电厂的竞标能力与其报价和机组容

量有关。

利用粗糙集的最好处是它可以从总体上考察事物之间的关联规则,比如可以考察负荷率与市场需求水平、报价水平和机组容量之间的关联规则,而不一定需要先考察负荷率与市场需求水平和报价水平的关系,再考察负荷率与市场需求水平和机组容量的关系,最后再组合在一起。显然,先分类后综合的办法的准确度没有一次使用所有数据的方法高,由于本文的例子提供的数据的局限性,所以没有从总体上举例,本文只是提出并介绍粗糙集方法的使用,如果数据仓库中数据全面,完全可以用粗糙集的办法从全局来挖掘规律,得到准确度相对较高的结论。

6 结论

本文提出通过粗糙集的数据挖掘算法对发电厂商竞标能力进行评估的新方法,获得了发电厂商的负荷率与市场需求水平、机组容量、报价等因素的有益规则。通过评估机组的竞标能力可为交易计划的求解提供较好的初值,市场监管者通过分析这种历史的交易信息,考察发电厂商竞标能力,研究其是否有不合法行为和潜在的市场风险,提高监管水平。具有不同特征的竞标机组可参考这些知识进行竞标策略的组合,这些知识对电力中介机构制定优化交易计划也有重要意义。

参考文献:

- [1] 王锡凡. 我国电力市场竞价模型框架探讨[J]. 中国电力, 2000, 33 (11): 37-40
WANG Xi-fan Study on Framework of Bidding System Model for Power Market in China [J]. Electric Power, 2000, 33 (11): 37-40
- [2] 于尔铿,周京阳,张学松. 电力市场竞价模型与原理[J]. 电力系统自动化, 2001, 25 (1): 24-27.
YU Er-keng, ZHOU Jing-yang, ZHANG Xue-song Bidding Model and Principle for Power Markets [J]. Automation of Electric Power System, 2001, 25 (1): 24-27.
- [3] 廖志伟,孙雅明. 数据挖掘技术及其在电力系统中的应用[J]. 电力系统自动化, 2001, 25 (11): 62-65.
LIAO Zhi-wei, SUN Ya-ming Data Mining Technology and Its Application on Power System [J]. Automation of Electric Power System, 2001, 25 (11): 62-65.
- [4] 马林,谢敦礼. 模糊博弈理论在发电厂报价决策中的应用[J]. 电力系统自动化, 2003, 27 (17): 15-18
MA Lin, XIE Dun-li Application of Fuzzy Game Theory to Bidding Decision of Power Producers [J]. Automation

- of Electric Power Systems, 2003, 27 (17): 15-18
- [5] Steele J A, McDonald J R D, Arcy C. Knowledge Discovery in Database: Applications in Electrical Power Engineering Domain [J]. IEE Colloquium (Digest), 1997, (340).
- [6] 王培红,陈强,董益华. 数据挖掘及其在电厂 SIS中的应用 [J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (8): 76-79.
WANG Pei-hong, CHEN Qiang, DONG Yi-hua Data Mining and Its Application of Performance Analysis in Thermal Power Units [J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28 (8): 76-79.
- [7] 马瑞. 电力市场中兼顾环境保护和经济效益的双目标模糊优化短期交易计划新模型 [J]. 中国电机工程学报, 2002, 22 (4): 104-108
- MA Rui A Novel Bi-objective Fuzzy Optimal Model of Short-term Trade Planning Considering Environment Protection and Economic Profit in a Deregulated Power System [J]. Proceedings of the CSEE, 2002, 22 (4): 104-108

收稿日期: 2004-07-14; 修回日期: 2004-09-06

作者简介:

黎静华 (1982 -),女,硕士研究生,从事人工智能在电力系统中的应用、数据仓库与挖掘在电力系统中的应用的研究; E-mail: lijinghuahua0@sina.com

栗然 (1965 -),女,副教授,从事人工智能在电力系统中的应用、数据仓库与挖掘、电网调度运行管理等的研究。

Evaluation of the ability of units bidding based on rough set theory

LI Jing-hua, LI Ran

(School of Electrical Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: A new data mining method for evaluation of the ability of units bidding is proposed. The paper presents a novel framework that takes various factors into consideration, including market demand, bidding price and the capacity of bidding units. The basic theory of rough set is introduced and how to investigate its rules is explained in detail. An example which considers the various factors is illustrated. The example indicates the procedure of calculation, finds association among many factors and obtains the units' bidding ability. The rules are very useful in supporting the generating bidding unit to make decisions and helping the electric agency (Power exchange, PX and Independent System Operator, ISO) to design an optimal trade plans.

Key words: data mining; rough set; power market; generation bidding

(上接第 9 页 continued from page 9)

- [7] WANG You-yi, XIE Liu-hua, Hill D J, et al. Robust Nonlinear Controller Design for Transient Stability Enhancement of Power Systems [A]. Proceedings of the 31st Conference on Decision and Control Tucson (Arizona): 1992

作者简介:

刘小江 (1973 -),男,硕士研究生,研究方向为电力系统稳定和控制; E-mail: quality3451@163.com

刘天琪 (1962 -),女,教授,博士,研究方向为电力系统分析计算与稳定控制,调度自动化;

刘群英 (1978 -),女,硕士研究生,研究方向为电力系统稳定和控制。

收稿日期: 2004-07-07; 修回日期: 2004-10-09

An additional nonlinear control for lowering reactive power consumed by HVDC inverter

LU Xiao-jiang, LU Tian-qi, LU Qun-ying

(Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: During AC voltage dips at the inverter side, AC voltage will deteriorate, even collapse if inverter consumes much reactive power. Therefore, this paper designs an additional nonlinear controllers based on exact linearization method by state feedback of nonlinear control theory and the conventional PI control. The additional nonlinear controller at the inverter side is to prevent inverter consuming too much reactive power during fault. The simulation results show the additional controller at the inverter side can regulate reactive power absorbed by converter reasonably during AC voltage dips, thus, the voltage performance at the inverter side and the transient stability of AC/DC systems can be improved.

This project is supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 50377017).

Key words: HVDC; additional nonlinear control; transient stability; exact linearization