

应用 MAS 解决基于利润的机组组合问题研究

喻菁, 廖荣涛, 周建中

(华中科技大学, 湖北 武汉 430074)

摘要: 电力系统引入放松管制的市场运行机制之后, 形成一种基于利润的机组组合问题: 优化目标从费用最小转为利润最大; 各发电公司从自身利益出发, 可以不完全满足中心调度的要求。针对以上特点, 提出一种基于多 Agent 系统的解决方法。仿真结果表明, 该方法能够适应解决现代电力系统机组组合问题的新需要, 能够获得更大的经济效益。

关键词: 电力市场; 基于利润的机组组合; 放松管制; 多 Agent 系统; 分布式处理

中图分类号: TM73; F123.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)09-0001-06

0 引言

电力系统引入市场运行机制后, 传统经济调度、运行和控制的概念已不能适应新的要求。为在放松管制后的电力系统市场竞争环境下获得更大的经济效益, 调度、运行和控制的目标需从费用最小转向收益最大, 从而形成了一种新的基于利润的机组组合问题。此问题中, 各发电公司为适应开放式市场竞争环境的需要, 可根据自身的经济效益和其他要求自主制定和调节发电计划, 竞价上网, 最终导致整个电力系统资源利用状况的不确定性显著增加。

这些改变使机组组合问题面临更大的挑战。传统的机组组合是电力系统短期优化调度的一个子问题, 主要是制定机组的开停机计划以满足负荷需求, 同时尽量减少费用支出。该问题已是高维、非凸、离散的非线性优化问题, 很难找出理论上的最优解。研究人员通过不断尝试, 提出启发式方法、优先顺序法、动态规划法、拉格朗日松弛法、人工神经网络法、遗传算法、模拟退火算法、禁忌搜索算法等等^[1,2], 使运行费用不断减小, 求解时间也越来越短。但基于利润的机组组合问题, 使优化目标从求极小值解转变为求极大值解, 负荷平衡的约束条件也由等式约束变为不等式约束, 再度增加了其求解的复杂性。文献[3,4]分别使用遗传算法和结合拉格朗日松弛法的进化规划法对这个新的问题进行求解。

本文根据上述改变, 利用多 Agent 系统(Multi Agent System, MAS)的自适应和分布式处理的特点, 对基于利润的机组组合问题进行新的尝试性研究。

基金项目: 教育部跨世纪优秀人才基金(2003714)

1 多 Agent 系统(MAS)

Agent 理论和技术的研究最早起源于分布式人工智能(Distributed Artificial Intelligent, DAI)领域。作为人工智能和分布式计算的结合, 分布式人工智能正逐渐受到人们的重视。在分布式人工智能中, 由于智能本质上不是一个独立存在的概念, 只能在对象中实现, 因此分布式人工智能研究主要是几个主体之间的协同与交互。由于 MAS 更能体现人类社会智能, 具有更大的灵活性和适应性, 更加适合开放、动态的现实环境, 因而受到越来越多人的重视。

MAS 的特性, 正可满足现代电力市场环境下基于利润的机组组合问题的新需要。本文就此提出三类 Agent: 移动 Agent、发电 Agent 和信息 Agent, 组成机组组合的决策系统。

1) 移动 Agent (Mobile Agent): 可在系统的网络上自由移动, 并且能够和发电 Agent、信息 Agent 进行会话和交流。

2) 发电 Agent (Generator Agent): 存在于独立电力供应单元服务器上, 保存有机组的特性等信息, 并具有判断某些约束条件和自动改变机组状态(如: 开/停状态)的功能。

3) 信息 Agent (Information Agent): 存在于控制中心的服务器^[5]上, 能够观察到发电 Agent 的状态信息, 还能发送调节发电信息要求给移动 Agent, 并等待接收移动 Agent 的应答。

2 现代市场竞争环境下基于利润的机组组合问题描述

市场竞争环境下基于利润的机组组合问题, 目标已由传统的费用最小转为收益最大, 约束条件也

由完全满足系统需求改变为小于等于系统要求。所以,其描述需做一定的修改。由于问题比较复杂,故分为目标和约束两个部分进行描述。

2.1 优化目标

首先,利润最大目标可表示如下:

$$\max Pf = Rv - TC \quad (1)$$

其中: Pf 表示利润 (Profit), Rv 表示总收入 (Revenue), TC 表示总成本 (Total Cost)。

根据市场环境中存在的现货价格和期货价格,可以对电力市场中的电价进行类似的定义。已发出并被使用(购买)的,就是现价电;电力供应单元所储备以供未来所需的备用电,在储备时就具有一定的价值(小于市价),若在未来时刻被使用(购买),则按当时的市场价格卖出。所以,现代的电力系统中,不仅发出的电能产生利润,电能的储备能力也是关系到供电单元经济效益的关键因素。所以, Rv 和 TC 可用以下等式表达^[4,6]:

$$Rv = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \left\{ SP_t \cdot p_{i,t} + \left[(1 - \dots) \cdot RP_t + \dots \cdot SP_t \right] r_{i,t} \right\} \cdot u_{i,t} \quad (2)$$

$$TC = (1 - \dots) \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (C_i(p_{i,t}) \cdot u_{i,t} + \dots C_i(p_{i,t} + SR_{i,t}) \cdot u_{i,t} + SC_i \cdot u_{i,t} \cdot (1 - u_{i,t-1}) + DC_i \cdot u_{i,t-1} \cdot (1 - u_{i,t})) \quad (3)$$

其中: SP_t 为第 t 时段的市场销售电价 ($t = 1, \dots, T$); $p_{i,t}$ 为第 i 台机组在第 t 时段的出力 ($i = 1, \dots, N$); $u_{i,t}$ 为第 i 台机组在第 t 时段的开/停机状态 (1 表示开机状态, 0 表示关机状态); RP_t 为第 t 时段的储备电价; $r_{i,t}$ 为第 i 台机组在第 t 时段的旋转备用量; \dots 为备用容量将被卖出的概率; $C_i(x)$ 为第 i 台机组的运行费用函数, 与出力值有关; SC_i 为第 i 台机组的开机费用; DC_i 为第 i 台机组的关机费用。

$C_i(x)$ 是与机组的特性有关的运行费用函数, 通常可以表达为:

$$C_i(p_{i,t}) = a_i + b_i \cdot p_{i,t} + c_i \cdot p_{i,t}^2 \quad (4)$$

其中: a_i, b_i, c_i 为与机组特性有关的系数。

一般关机费用都用常量表示, 本文中假定 DC_i 的值为 0。

2.2 约束条件

根据建模的需要, 将约束条件分为全局约束和局部约束两类。全局约束条件是根据系统的负荷要求进行的约束, 而局部约束条件仅与机组的内部特

性有关。

1) 全局约束

供需约束:

在市场竞争环境下, 独立供电单元在能够获得更大收益的条件下, 可以选择出力小于系统负荷预测值。

$$\sum_{i=1}^N p_{i,t} \leq D_t \quad t = 1, \dots, T \quad (5)$$

其中: D_t 为第 t 时段的负荷预测值, 单位为 MW。

旋转备用约束:

备用的容量也可以小于系统备用要求。

$$\sum_{i=1}^N u_{i,t} \cdot p_{i,\max} \leq D_t + r_t \quad t = 1, \dots, T \quad (6)$$

其中: $p_{i,\max}$ 为机组 i 的最大出力 (MW)。

2) 局部约束

机组出力极限约束:

发电机组的出力必须在容许的范围之内

$$u_{i,t} \cdot p_{i,\min} \leq p_{i,t} \leq u_{i,t} \cdot p_{i,\max} \quad (7)$$

其中: $p_{i,\min}$ 为第 i 台机组的最小出力 (MW)。

最小开停机时间约束:

机组在没有开(停)满足足够的时间内, 不能执行停机(开机)操作。

$$\begin{cases} 1 - u_{i,t} = 0, & 0 \leq OT_i \leq MUT_i \\ 1 - u_{i,t} = 1, & MDT_i \leq OT_i < 0 \end{cases} \quad (8)$$

其中: OT_i 表示第 i 台机组已开机的时间 (Online Time), 若为负值则其绝对值表示已停机的时间。 MUT_i 和 MDT_i 分别表示最小开机时间和最小停机时间, MDT_i 为负整数。

3 机组组合的 MAS 原型

根据前文所述的思想, 建立机组组合问题的多 Agent 系统如图 1 所示。

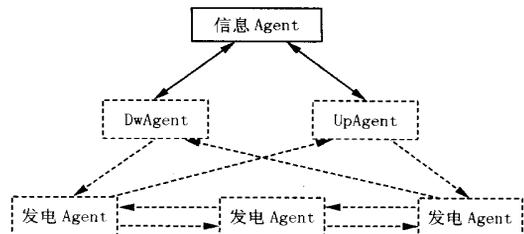


图 1 机组组合问题的多 Agent 系统原型

Fig. 1 Multi-agent unit commitment system

该图中包含了三个发电 Agent、两个移动 Agent (DwAgent、UpAgent) 和一个信息 Agent。DwAgent 是在负荷需求有下降趋势时产生的移动 Agent, UpA-

gent 是在上升趋势时产生,功能类似。两个移动 Agent 的移动路径分别用两种不同的虚线表示。

机组组合计划制定的过程从信息 Agent 开始,它根据负荷预测的变化趋势,向移动 Agent 发送计划信息要求,被通知到的移动 Agent 则根据要求在每个发电 Agent 之间移动,制定组合计划。

3.1 Agent 之间的协调

Agent 之间的协调是 MAS 的重要工作。在本文所述的 MAS 中 Agent 之间采用专门封装的消息类进行交流,以保证在网络传输过程中的安全。消息类包括请求、应答等多种类型。

按照负荷预测的结果,信息 Agent 向移动 Agent 发出请求,移动 Agent 根据信息 Agent 发出的请求在网络上移动,并对机组组合进行决策。

在 MAS 初次运行时或发电 Agent 的特性参数改变时,信息 Agent 为移动 Agent 随机生成行动路线,此后的移动 Agent 都按此路线行动。对于 UpAgent 和 DwAgent,其行动路线需要分别制定,大致方向相反。MAS 经过数次试运行后,记录下其中使利润最大的路线,作为最佳行动路线保留在信息 Agent 的知识库中。在发电 Agent 固定的情况下,MAS 可以不用更新信息 Agent 的知识库。

3.2 约束条件的满足

全局约束条件(如供需约束、旋转备用约束)在移动 Agent 按照行动路线移动到发电 Agent 处与其交流之后获得满足。Agent 之间的交流类似于商务洽谈,经过协商后达成共识。

局部约束条件的满足由发电 Agent 独立完成。

该设计使系统的约束判断工作分布到移动和发电 Agent 上,减轻了中心服务器上信息 Agent 的工作量。

3.3 系统中各 Agent 的功能定义

1) 移动 Agent (Mobile Agent)

有 UpAgent 和 DwAgent 两种: DwAgent 在负荷有下降趋势的时候被激发,在负荷有上升趋势的时候 UpAgent 就绪。

当系统负荷需求有变化趋势时,信息 Agent 产生一个移动 Agent,并由此确定行动路线。移动 Agent 在接到信息 Agent 的通知后,按照指定路线在各个发电 Agent 之间移动,与发电 Agent 进行信息交换,会商竞价之后确定组合方式,并随时向信息 Agent 汇报。移动 Agent 有评估利润的能力,若发现成交后,发电 Agent 的运行不能增加利润,则可以主动撤销交易,移动到下一个发电 Agent 处。

2) 信息 Agent (Information Agent)

信息 Agent 是系统的指挥中枢,负责在满足市场需求的全局约束条件下,根据负荷需求的变化产生 DwAgent 或者 UpAgent,还要根据黑板上注册的发电机组操作状态信息制订移动 Agent 的行动路线,发送携带行动路线信息的信息给移动 Agent,从而激发机组组合的实施过程。同时也掌握着计算全局费用的权力,在发布命令和制定决策之前以及获得汇报信息之后都要进行收益的评估。

3) 发电 Agent (Generator Agent)

发电 Agent,简称 GAgent,可以是具体的某台机组,也可抽象为发电公司。它绑定了机组的特性数据,如发电公司拥有的机组名称、最大/最小出力限制、最小开/停机时间、机组当前状态和当前出力等。在移动 Agent 访问时能够与其进行数据交流,满足时间约束时才开始“交易”。在交易时根据自身性能限制,在不超出出力范围的情况下,尽力满足移动 Agent 的请求,当前“交易”成功后,修改相应的机组状态等数据;如果时间约束不满足,则拒绝“交易”,劝其移动到下一个目标。

表 1 机组特性数据

Tab. 1 Characteristic data of the unit

	GAgent1	GAgent2	GAgent3	GAgent4	GAgent5	GAgent6	GAgent7	GAgent8	GAgent9	GAgent10
p_{max}/MW	455	455	130	130	162	80	85	55	55	55
p_{min}/MW	150	150	20	20	25	20	25	10	10	10
a	1000	970	700	680	450	370	480	660	665	670
b	16.19	17.26	16.60	16.50	19.7	22.6	27.74	25.92	27.27	27.79
c	0.000 48	0.000 31	0.002	0.002 11	0.003 98	0.007 12	0.000 79	0.004 13	0.002 22	0.001 73
MUT	8	8	5	5	6	3	3	1	1	1
MDT	8	8	5	5	6	3	3	1	1	1
SC	4500	5000	550	560	900	170	260	30	30	30
$Ini.$	8	8	- 5	- 5	- 6	- 3	- 3	- 1	- 1	- 1

($Ini.$ 表示初始时间状态)

4 仿真计算及结果分析

为更好地描述机组组合的多 Agent 系统,下面通过一个实例阐述其应用。

设系统中有 10 台机组,为作比较,采用文献[4]中 10 台机组 24 个时段的数据。10 台机组的特性见表 1。

24 个时段的负荷和报价预测,见表 2。

分布式控制系统是跨平台的异质网络,为便于后期的实际运用,本文采用 Java 语言在单独一台 PC 上进行编程仿真计算。经过试运行之后,初步确定 Up-Agent 的行动路线为 1、2、4、3、5、6、7、8、9、10;DwAgent 的行动路线相反,为 10、9、8、7、6、5、3、4、2、1。

备用容量被卖出的概率和未来 24 时段的预测电价将直接影响计算的结果,文献[4]已经对此进行了充分的讨论。本文仅参考文献[4]中已获得参数,与其 LR-EP 方法在相同的条件下进行比较,故取备用容量被卖出的概率 = 0.005,且储备电价为市场电价的 4%。根据前述移动路线运行后,所获得机组组合情况和利润见表 3。传统方法和基于利润

的方法的计算结果分别如表 3a 和表 3b 示。

表 2 24 时段负荷/备用及市场价格预测表

Tab. 2 Forecasted demand/ reserve and spot prices for 24-period

时段	负荷/MW	备用/MW	市场电价/美元
1	700	70	22.15
2	750	75	22.00
3	850	85	23.10
4	950	95	22.65
5	1000	100	23.25
6	1100	110	22.95
7	1150	115	22.50
8	1200	120	22.15
9	1300	130	22.80
10	1400	140	29.35
11	1450	145	30.15
12	1500	150	31.65
13	1400	140	24.6
14	1300	130	24.5
15	1200	120	22.5
16	1050	105	22.3
17	1000	100	22.25
18	1100	110	22.05
19	1200	120	22.2
20	1400	140	22.65
21	1300	130	23.10
22	1100	110	22.95
23	900	90	22.75
24	800	80	22.55

表 3a 传统方法的组合结果

Tab. 3a Results of the combination of conventional methods

	出力/MW										备用/MW									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	455	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0
2	455	295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0
3	455	395	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	25	00	0	0	0	0	0
4	455	455	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	5	90	0	0	0	0	0	0
5	455	455	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	60	40	0	0	0	0	0	0
6	455	455	60	130	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	40	0	0	0	0	0
7	455	455	110	130	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	95	0	0	0	0	0
8	455	455	130	130	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0
9	455	455	130	130	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	80	18	0	0	0
10	455	455	130	130	162	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	85	43	0	0
11	455	455	130	130	162	80	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	55	43	0
12	455	455	130	130	162	80	85	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	55	43
13	455	455	130	130	162	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	55	0	0
14	455	455	130	130	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	80	0	0	18	0
15	455	455	130	130	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0
16	455	455	0	130	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	105	0	0	0	0	0
17	455	455	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
18	455	455	60	130	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	100	0	0	0	0	0
19	455	455	130	130	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0
20	455	455	130	130	162	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	85	43	0	0
21	455	455	130	130	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	85	0	0	0
22	455	455	60	130	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	80	0	0	0	0
23	455	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	60	0	0	0	0
24	455	345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	50	0	0	0	0

(总利润:84 450.17 美元)

表 3b 基于利润的组合结果

Tab. 3b Results of profit-based unit commitment

	出力/MW										备用/MW									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	455	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0
2	455	295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0
3	455	395	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
4	455	455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	455	455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	455	455	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	455	455	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	455	455	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	455	455	130	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	455	455	130	130	162	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
11	455	455	130	130	162	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	455	455	130	130	162	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	455	455	130	130	162	68	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
14	455	455	130	130	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0
15	455	455	130	130	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0
16	455	455	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	455	455	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
18	455	455	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	455	455	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	455	455	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	455	455	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	455	455	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	455	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
24	455	345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0

(总利润:109 017.08 美元)

该 MAS 运行的基本思路是,按照最大出力原则交易。如在第 1 时段,系统需求为 700 MW 负荷和 70 MW 备用,系统初始状态为 0 MW 出力、0 MW 备用。所以,信息 Agent 根据负荷上升的趋势,发送负荷请求和行动路线给一个 UpAgent。该 UpAgent 接受命令后,移动到 GAgent1,发送 700MW 负荷和 70MW 备用的请求,GAgent1 的时间约束满足,可以和移动 Agent 进行交易;根据自身条件的限制,GAgent1 只能提供 455 MW 出力,0 MW 备用。交易达成后,双方修改自身信息内容。UpAgent 继续移动到 GAgent2,提出增加(700 - 455)MW 负荷和(70 - 0) MW 备用的请求,GAgent2 时间约束满足并且可以完成请求,所以交易成功进行。UpAgent 完成任务后,回到信息 Agent 处,等待下一个命令。

按照传统的方法,需同时满足负荷和备用要求,在第 3 时段,为满足备用需求,启动了第 3 台机组;采用基于利润的方法后,移动 Agent 在进行理论评估后,得出撤回与 GAgent3 交易的决策,使第 3 时段的收益增加了 1 233.43 美元。

在第 6 时段,移动 Agent 在和 GAgent4 会商时,根据估算,如果成交,虽也会造成经济损失,但只是开机费用所致,除去开机费用,还是属于盈利的交易,所以和 GAgent4 最终成交。

其余时段 Agent 之间的交流活动类似,不再赘述。

与文献[4]中 Table VIII 结果(107 838.57 美元)相比较,应用 MAS 的方法能够获得更多的利润。

同样方法,可以计算更多台机组的组合。例如:50 台机组的系统,采用的是表 1 中 10 台不同特性的机组各 5 台,负荷和备用需求为表 2 中各数据的 5 倍,市场价格不变。在 CPU 为赛扬 1.7G,内存为 128M SDRM 环境下,各运算 100 次,运行时间包括中间结果的打印用时,结果如表 4 所示。

表 4 不同机组台数的计算结果和用时

机组台数	利润/美元	计算用时/s
10	109 017.08	0.44 ~ 0.99
20	216 797.72	0.55 ~ 1.58
50	547 570.57	1.81 ~ 3.24
100	1 096 537.37	3.41 ~ 5.72

5 结论

经过仿真验证,运用 MAS 来解决市场竞争机制下基于利润的机组组合问题,是可行而且有效的。不仅能够使系统获得更多的利润,而且可以解决更加庞大的机组组合问题。

在实际应用中,若采用分布式控制和计算,可进

一步缓解中心控制服务器压力。Agent 所进行的工作,类似于商业领域的商务洽谈活动,双方根据需求和供给能力进行沟通之后进行交易。由于该 MAS 基于电力市场运作规律活动,更能适应市场的灵活多变性,从而能获取更大的经济效益。

利润的最大化,是费用最小和收益最大的双重优化工作,本文提出的方案还依赖于电力市场报价系统支持。在今后的工作中,可以考虑增加 Agent 的报价功能。并且,Agent 的智能是一个不断完善的过程,本文仅对其进行了初步的设计,还可进一步扩充,如使其具备预测和自学习能力,增加动态更新行动路线的功能等,还可使结果更优。

参考文献:

- [1] 陈皓勇,王锡凡(CHEN Hao-yong, WANG Xi-fan). 机组组合问题的优化方法综述(A Survey of Optimization-based Methods for Unit Commitment)[J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 1999, 23(4):51-56.
- [2] 袁晓辉,袁艳斌,张勇传(YUAN Xiao-hui, YUAN Yan-bin, ZHANG Yong-chuan). 电力系统中机组组合的现代智能优化方法综述(A Survey of Modern Intelligence Optimization Methods for Unit Commitment in Electric Power Systems)[J]. 电力自动化设备(Electric Power Automation Equip-

ment), 2003, 23(2):73-78.

- [3] Richter C W, Jr Sheble G B. A Profit-based Unit Commitment GA for the Competitive Environment[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2000, 15(2): 715-721.
- [4] Pathom A, Hiroyuki K, Eiichi T, et al. A Hybrid LR EP for Solving New Profit-based UC Problem Under Competitive Environment[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2003, 18(1): 229-237.
- [5] 葛睿,康重庆,尚金成,等(GE Rui, KANG Chong-qing, SHANG Jir-cheng, et al). 分布式计算模式在电力市场技术支持系统中的应用(Applications of the Distributed Computing Mode in the Electricity Market Technique Support System)[J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2002, 26(24):15-17.
- [6] Allen E H, Ilic M D. Reserve Markets for Power Systems Reliability[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2000, 15(1): 228-233.

收稿日期: 2003-08-25; 修回日期: 2003-11-27

作者简介:

喻菁(1977-),女,博士研究生,研究方向为现代人工智能技术在电力系统中的应用;

廖荣涛(1976-),男,硕士研究生,研究方向为计算机网络和嵌入式操作系统;

周建中(1959-),男,教授,博士生导师,研究方向为复杂电力系统中的异质集群网络和人工智能技术的应用。

Study of profit-based unit commitment with multiagent system

YU Jing, LIAO Rong-tao, ZHOU Jian-zhong

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: With the competition introduced into power industry, a new profit-based unit commitment problem comes into being. In this new environment, generation companies can schedule their generators with objective to maximize their own profit without meeting the demand/ reserve. To these new characteristics, a method based on multiagent system is proposed. Simulations show that this method not only can meet the new requirement of unit commitment in power market, but also can gain more profit than traditional one.

This project is supported by Transcentury Training Programme Foundation for the Talents by the State Education Commission(No. 2003714).

Key words: power market; profit-based unit commitment; deregulation; MAS; distributed process

英国将推广水下潮汐发电

英国 SMD 公司新发明了一种可以利用水下潮汐为动力发电的简易设备 TIDEL,它不仅安装方便,并且不影响和污染环境。这套设备将很快进入实用,并代替海岸上的发电装置。新的发电机采用双叶轮机,根据海上特点,它的叶轮可以在正反两个方向转动时,都能带动发电设备发电,这样就很好地利用了海上涨潮和退潮时的动力。2004 年 1 月,该公司成功地进行了发电设备的试运营。2004 年 3 月中旬,在伦敦召开的 2004 年国际海洋学大会上,这套设备被正式介绍给了与会的专家和学者。发明者们希望它将在 2005 年被安装到欧洲海洋能源中心。伦敦皇家学院的机电工程师提姆·格林说:“利用潮汐发电比用风力发电稳定得多。这种发电方式对英国能源的开发将是一个重大推动。”目前的潮汐发电设备多是体积庞大,并需要安装在河口等处,影响航运和生态环境。专家说,新设备的优点显而易见,目前正着眼于降低制造成本和向深海发展。英国贸易和工业部已决定投资该设备。