

# 基于用户需求的电力物资协议库存分配模式设计

姜勇<sup>1</sup>, 陈卫新<sup>1</sup>, 薛祥<sup>1</sup>, 白元强<sup>1</sup>, 陆苏青<sup>2</sup>

(1. 江苏省电力公司, 江苏南京 210024; 2. 东南大学电气工程学院, 江苏南京 210096)

**摘要:**电力设备和物料的计划、采购、贮存和配送是电网基建项目运营的基础, 针对企业资源计划(ERP)电力物资的管理模型和应用研究能为电网企业项目运营提供有力保障。基于电力物资协议库存分配原则和分配类型的分析, 提出了三类通用的分配模式, 并建立了相对应的数学模型, 在此基础上对分配方式与模型进行实现, 设计了能够辅助用户对协议库存物资进行自动分配的辅助软件, 算例分析表明了该模型的有效性, 可有助于提高物质部门的管理创新水平。

**关键词:**ERP; 协议库存; 分配模式

**中图分类号:** F274; TM769

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1009-0665(2015)05-0029-05

企业资源计划(ERP)<sup>[1]</sup>是当今世界企业经营与管理技术进步的代表, 在国内外众多大型企业中已广泛采用。目前电网公司在电力物资分配这一环节还过度依赖人工, 由于电力物资需求量极大, 依靠人工进行分配不仅效率低下, 分配的科学性和合理性也存在问题。电力生产实践环节中包括对未来一段时间内需要的电力物资进行计划, 并根据计划对物资采购、贮存和配送, 针对电力物资管理的模型和应用研究能为电网企业项目运营提供有力保障<sup>[2,3]</sup>。文献[2]从需求计划预测管理角度出发, 根据对未来一定时间内物资采购需求的预测, 能够一次性确定一定时期内的供应商及价格, 应对协议库存计划存在多变性、不确定性。文献[3]针对ERP协议库存采购平台, 设计出对于扩大物资集中采购范围、提高物资管理效益和效率的战略目标, 通过构建集中统一、精益高效的集团采购平台来实现物资信息化全业务、全流程覆盖, 为有效管理协议库存物资提供了新思路。当前对于协议库存计划的研究在于对物资数目的预测与试图搭建一个集采购、贮存和配送的统一管理平台, 而对电力物资的科学、快速、高效分配研究很少。针对这种情况, 在参考前人研究的基础上, 提出了能在实际工作中满足用户需求的三类通用的分配模式, 并建立基于三类具体分配模式的数学模型, 在此基础上进行软件实现, 解决长久以来对于电力物资以来人工分配的现状。

## 1 协议库存分配分析

协议库存是电力公司根据未来一定时期内需求预测, 将电力物资分类汇总, 通过招标采购的方式确定供应商并签订采购协议的过程。作为物资管理的“龙头”, 合理协议库存计划能够缩短采购供应周期, 并减少需方自身库存压力、节约运营成本<sup>[4]</sup>。文中设计的电网公司对协议库存计划分配设计和修正的流程如图1所示, 其中阴影部分是研究重点, 该分配方式

收稿日期: 2015-04-08; 修回日期: 2015-06-16

可以帮助电力公司完成对协议库存计划的分配, 并且能够保证进度偏差保持在规定的范围内。

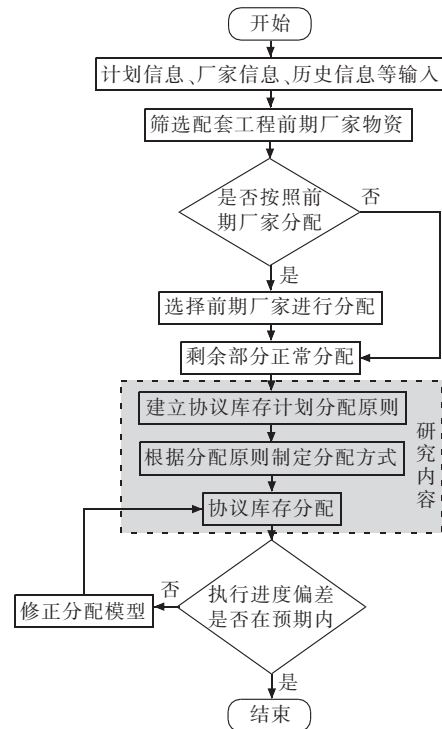


图1 协议库存计划分配设计流程

### 1.1 协议库存分配原则

协议库存物资分配需要科学合理分配, 有如下几点原则:

(1) 公平性。一般物资需求单位分布在全省各地, 这类地区分配松散的物资, 分配时对于进度均衡尤为重要, 利于体现分配公平性。

(2) 管理高效性。针对类别繁多且需求量极大地物资, 可以对物资打包, 同一属性的物资捆绑后进行分配, 有利于体现管理高效性。

(3) 物流成本。如水泥杆、金具类物流成本能左右厂家利润, 为体现分配结果的科学合理, 需要在分配中充分体现控制物流成本的措施。

### 1.2 协议库存分配类型

根据协议库存计划分配原则,在具体分配中体现为不同物资分配方式的不同。

(1) 进度均衡分配,是指每个计划批次执行的过程中,所有厂家中标金额的总执行进度需要保持一致。当物资中标的供应商遍布全省乃至外省,且物资的运输成本在总体厂家利润占比不大时,能充分体现分配的公平性原则。

(2) 打包分配模式,是指将物资以某一属性合并后进行分配。当物资的类别较多,且为了有效管理这些物资,可在分配时优先对物资进行打包,利于需求单位对同一属性的物资进行管理,体现分配中对于物资管理高效原则。

(3) 相对就近分配模式,是指需求计划所在地区的物资需求尽可能由当地的供应商供应。当如水泥杆这类物资,运输成本较大,分配时尽量满足本地需求本地消化,减轻供应商成本负担提高供应效率,体现分配时对于成本控制的原则。

(4) 特殊类分配模式,特殊类的分配方式多种多样,这里仅仅列出几种常用的分配模式。有前期厂家存在时的分配模式,首先需求计划优先分配给前期厂家,剩余的计划按照前三类分配模式继续分配;有紧急物资急需生产时,指定一家信誉良好的供应商进行生产,省去中间步骤加快生产节奏,从而缩短生产运输周期;用户需要分配寄售类物资时,根据用户制定的寄售类物资对应表进行物资分配。

## 2 分配模型及算法设计

### 2.1 满足不同分配模式的统一模型

协议库存的计划受区域分布、前期厂家、产品质量、厂家涉法情况等因素影响,为实现优化分配目标,在分配模式的基础上对于电力物资分配不同模式和分配规则进行建模,构建满足进度均衡、打包分配、相对就近3种不同分配模式的统一模型,实现电力物资公平、快速、合理分配。构建计及偏度最小的目标函数:

$$\min[\alpha_1 \left( \sum_{n=1}^N \left| \frac{T'_M + t_{Mi}}{T_M} - \frac{B_n \times T_{Mi} + T'_{Mn}}{T_{Mn}} \right| \right) + \alpha_2 \left( \sum_{k=1}^L \sum_{n=1}^N \left| \frac{T'_{Mk} + t_{Mik}}{T_M} - \frac{B_{nk} \times T_{Mik} + S'_{Mnk}}{S_{Mnk}} \right| \right)] \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \frac{B_n \times T_{Mi} + T'_{Mn}}{T_{Mn}} \leq v \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^L T_{Mnk} = T_{Mn} \quad (3)$$

$$\sum_{n=1}^N T_{Mn} = T_n \quad (4)$$

$$\sum_{n=1}^N b_{nj} = 1, j = 1, 2, \dots, J \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^h b_{nj} + \sum_{j=1}^k b_{nj} = J \quad (6)$$

$$b_{nj} = 0 \text{ or } 1 \quad (7)$$

$$\sum_{n=1}^N \sum_{q=1}^Q b_{nq} = Q \quad (8)$$

$$\sum_{n=1}^N b_{nq} = 1, q = 1, 2, \dots, Q \quad (9)$$

$$\sum_{q=1}^Q t'_{Miq} = t_{Mi} \quad (10)$$

式中: $N$ 为供应商 $n$ 的总数; $k$ 为物资 $M$ 的对应区域; $T_M$ 为供应商对物资 $M$ 的中标金额; $T'_M$ 截止至当前(第 $i$ 批计划)的已分配金额; $T'_{Mn}$ 是供应商 $n$ 已执行金额; $t_{Mi}$ 为第 $i$ 批计划的分配金额; $B_n$ 表示供应商 $n$ 的决策向量, $B_n = (b_{n1}, b_{n2}, \dots, b_{nJ})$ ;  $T_{Mi}$ 表示第 $i$ 批次下物资 $M$ 的每条计划的金额,有 $T_{Mi} = (t_{mi1}, t_{mi2}, \dots, t_{miJ})'$ ;  $\alpha_1, \alpha_2$ 为计划分配要求的权重; $S_{Mnk}$ 是供应商 $n$ 针对物资 $M$ 在需求区域 $k$ 的总中标金额; $S'_{Mnk}$ 是供应商 $n$ 针对物资 $M$ 在需求区域 $k$ 的已执行金额。式(1)权重的取值根据不同的分配模式而设定;式(2)区域分配时执行进度比例不能超出上限 $v$ ;式(3)、(4)表示对供应商 $n$ 针对区域 $k$ 的中标金额总和为物资的中标总额;式(5)(6)表示每条计划只能分配1次;式(7)表示计划仅有被分配与不被分配2种情况,被分配为1,未被分配则为0;式(8)表示合并后待分配计划总数为 $Q$ 条;式(9)表示每条计划只能分配1次;式(10)表示打包并不改变待分配计划金额大小。

### 2.2 适应进度均衡方式的模型演变

以时间进度均衡分配,以各供应商进度执行偏差最小为目标,对待分配计划与供应商的地区属地要求最低。目标函数在式(1)的基础上修改 $\alpha_1, \alpha_2$ 计划分配权重,此时取 $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 0$ ,约束条件取式(3)、(4)、(5)和(7)。

按进度均衡进行分配,能保证所有中标厂家的执行进度均衡,从理论上讲,是最为公平、精确的方案,但可能造成供应效率降低以及管理成本上升。

### 2.3 适应打包分配方式的模型演变

打包分配时以某一要求对待分配计划进行捆绑合并,对待分配计划地区属地要求较高,供应商属地要求最低,并以各供应商执行偏差最小为目标。目标函数在式(1)基础上修改 $\alpha_1, \alpha_2$ 计划分配权重以及 $T_{Mi}$ ,此时取 $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 0, T_{Mi}$ 进行打包后变为 $T'_{Mi}$ ,条目数从 $J$ 条缩减为 $Q$ 条,约束条件取式(3)、(4)、(8)、(9)和(10)。

打包分配方案可将物资按照市属地、项目等为单元进行合并为一个包,避免了同一市属地物资由多个

供应商生产供货或者一个供应商向多个地区供应同一项物资,便于管理,但供应商之间的进度差可能较大。

## 2.4 适应相对就近方式的模型演变

此种方式下物资计划的分配是将中标物资在某一区域内就近分配给中标的供应商,根据“有近分配,兼顾进度”的原则进行配置,也就是说在所有区域内,供应商的分配比例达到某一比例优先执行就近分配,兼顾区域内供应商均衡,在达到分配比例后着重均衡性原则分配。目标函数在式(1)的基础上修改 $\alpha_1, \alpha_2$ 计划分配权重和进度比例上限 $v$ ,此时 $\alpha_1, \alpha_2$ 的取值与 $v$ 值有关,可根据用户需求设定,如在 $v=6$ 以内,取 $\alpha_1=0.5, \alpha_2=0.5, v>0.6$ 后,取 $\alpha_1=1, \alpha_2=0$ ,约束条件取式(3)、(4)、(5)、(6)和(7)。

相对就近分配方案物资需求就近满足,能够提高物资供应效率,节省物流成本及管理成本,但由于未来物资需求的不可知性,可能人为造成了本地区的物资需求不能由本地区供应商提供的情况,反而降低了供应效率。

## 2.5 模型的求解算法及流程

模型最优解或者次优解的求取通过背包算法得到。其中考虑了物资金额约束、进度偏差约束,文中优化问题属于混合整数优化问题,可利用贪婪决策和背包算法相结合进行求解,可避免陷入局部最优解<sup>[5,6]</sup>。基于贪婪决策的背包问题流程如图2所示。

根据分配方式改变权重大小,完成不同方式下的分配工作,对未能分配的计划进行替换调整:

- (1) 将未分配的计划中最大的条目挑出,找出某个厂家下从小到大排列的已分配计划中与之最接近且金额和略大于该条目的一系列条目;
- (2) 将未分配计划条目与找出的最接近的这组条目进行替换,保证大粒度的计划条目被优先分配;
- (3) 根据未分配计划,重新计算优先分配后的可用额度、进度上限,进行分配,直至未分配计划条目不能被替换,即剩余的计划条目均为最小粒度条目。

## 3 算例

算例中选取电力物资为金具,中标供应商为A供应商,B供应商,C供应商,D供应商,金具物资的运输成本较高,分配时采用何种方式需要用户抉择。表1为供应商对金具的中标情况,表2是第一批需要分配的计中金具的需求单位、数目以及总金额的汇总情况。案例中的省检修与省建设公司的物资属于其他区域。

### 3.1 基于进度均衡方式分配结果

进度均衡时供应商执行情况见表3。进度均衡分配时执行进度能够控制在一个较小的偏差内,通常条目数较多且没有单条过大的金额时,偏差会控制在

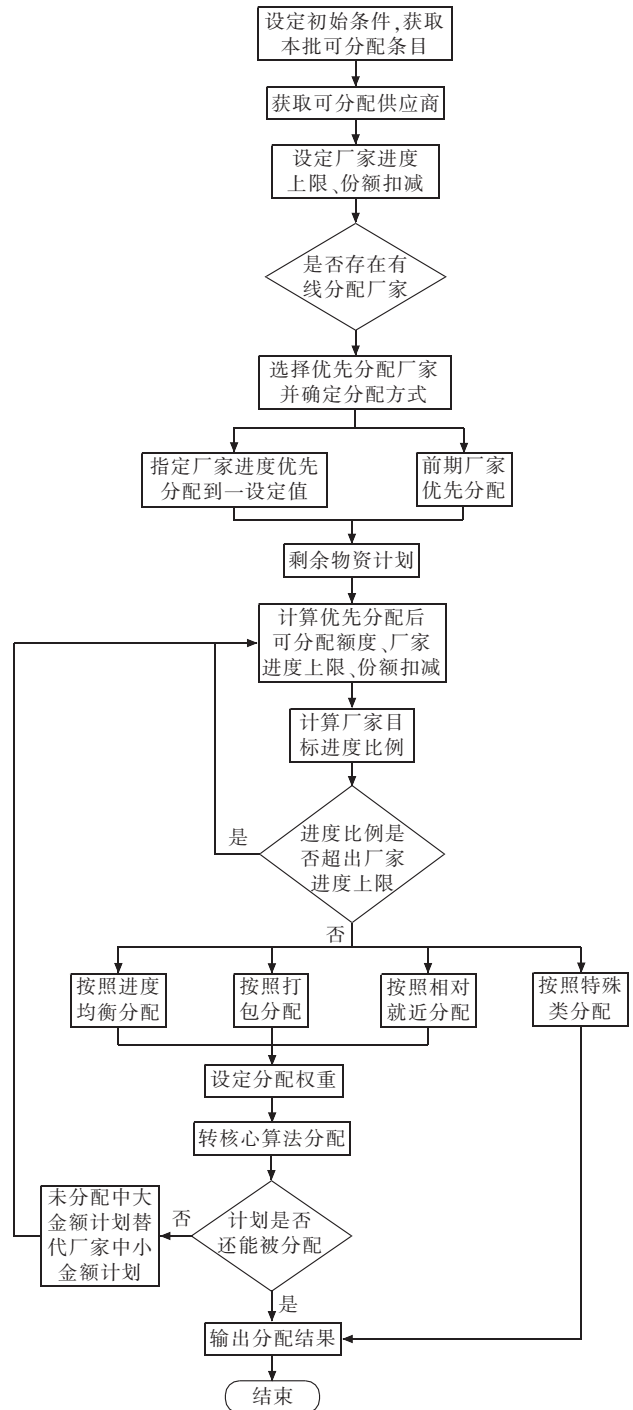


图2 协议库存分配求解流程

2%以内,上例中供应商执行进度的偏差在0.01%。

### 3.2 基于打包方式分配结果

基于打包方式分配,首先以某一物资属性进行打包捆绑,而后对于打包后的物资计划进行分配,使得各供应商执行进度偏差最小。该例中以市级属地进行打包,结果如表4、表5所示。

此种分配方式下,打包后条目数会变少,单条金额变大,颗粒度变大虽然对执行进度均衡不利,例中执行进度的偏差在5%,大于进度均衡中供应商进度偏差,但依然在可接受范围内。集中供应的好处会大大降低供应商运输成本,减少需求单位的管理成本。

表 1 供应商中标汇总情况

供应商名称	中标金额 / 元	中标比例 / %	执行进度 / %
A 供应商(扬州·苏中)	35 361 961.34	14.99	0.00
B 供应商(南通·苏中)	42 342 951.15	17.95	0.00
C 供应商(南京·苏南)	36 223 242.34	15.35	0.00
D 供应商(苏州·苏南)	39 224 256.34	16.63	0.00
E 供应商(宿迁·苏北)	38 335 214.35	16.25	0.00
F 供应商(盐城·苏北)	44 440 492.59	18.84	0.00

表 2 待分配计划属地与金额情况

需求单位	计划数目 / 条	金额 / 元
常州	58	8 857 796
淮安	48	2 142 167
连云港	157	3 174 737
南京	125	9 944 983
南通	13	220 413
苏州	42	8 188 971
泰州	151	9 824 978
无锡	35	1 526 229
宿迁	47	189 370
徐州	82	1 895 623
盐城	368	5 745 290
扬州	191	13 439 758
镇江	12	831 610

表 3 进度均衡时供应商执行情况

供应商名称	已执行金额 / 元	本批执行金额 / 元	执行进度 / %
A 供应商(扬州·苏中)	0	9 889 340	27.97
B 供应商(南通·苏中)	0	11 843 437	27.97
C 供应商(南京·苏南)	0	10 131 353	27.97
D 供应商(苏州·苏南)	0	10 969 142	27.97
E 供应商(宿迁·苏北)	0	10 721 882	27.97
F 供应商(盐城·苏北)	0	12 426 770	27.96

表 4 打包分配时供应商执行情况

供应商名称	已执行金额 / 元	本批执行金额 / 元	执行进度 / %
A 供应商(扬州·苏中)	0	9824978	27.78
B 供应商(南通·苏中)	0	11220376	26.50
C 供应商(南京·苏南)	0	10134353	27.98
D 供应商(苏州·苏南)	0	11277866	28.75
E 供应商(宿迁·苏北)	0	10084594	26.31
F 供应商(盐城·苏北)	0	13439758	30.24

### 3.3 基于相对就近方式分配结果

基于相对就近的分配方式,若进度比例上限  $v$  设为 0.6, 供应商进度在 0.6 之内, 分配权重取  $\alpha_1=0.5, \alpha_2=0.5$ , 结果如表 6、表 7 所示。

相对就近分配时, 供应商减少物流成本的效果是最明显的, 最优情况为本地的需求由本地的供应商提供, 其次是本区域的需求由本区域内的供应商提供, 类似金具这类运输成本占总成本中较大比重的物资, 较

表 5 打包分配供应商情况

物资需求单位	对应区域	供应商
常州	苏南	B 供应商
南京	苏南	C 供应商
苏州	苏南	E 供应商
无锡	苏南	D 供应商
镇江	苏南	D 供应商
南通	苏中	B 供应商
泰州	苏中	A 供应商
扬州	苏中	F 供应商
淮安	苏北	B 供应商
连云港	苏北	D 供应商
徐州	苏北	E 供应商
盐城	苏北	D 供应商
宿迁	苏北	C 供应商

表 6 相对就近时供应商执行情况

供应商名称	已执行金额 / 元	本批执行金额 / 元	执行进度 / %
A 供应商(扬州·苏中)	0	10 687 342	30.22
B 供应商(南通·苏中)	0	12 797 807	30.22
C 供应商(南京·苏南)	0	10 157 342	28.04
D 供应商(苏州·苏南)	0	9 926 151	25.31
E 供应商(宿迁·苏北)	0	10 009 213	26.11
F 供应商(盐城·苏北)	0	12 404 070	27.91

表 7 相对就近分配供应商情况

供应商	对应需求单位	分配金额 / 元
A 供应商	南通	220413
	泰州	640
	扬州	10466289
B 供应商	泰州	9824338
	扬州	2973470
	常州	795886.8
C 供应商	南京	7834240
	苏州	985.5
	无锡	1526229
D 供应商	常州	906556.6
	苏州	8187985
	镇江	931609.5
	常州	1819327
	淮安	2142167
	连云港	1818367
E 供应商	南京	2110742
	宿迁	162109.3
	徐州	1895623
	盐城	60876.43
	常州	5336026
F 供应商	连云港	1356370
	宿迁	27260.55
	盐城	5684414

少物流将大大提高物资分配的合理性与科学性。

## 4 结束语

用户对于协议库存计划分配的需求不同,不同协议库存物资会有不同的分配方式。在江苏省实地调研的基础上,分析了协议库存的分配需求,细化了用户在分配时的要求,包括物资金额取实际单价、对有涉法的厂家进行冻结和份额扣减,制定了三类分配方式,时间进度均衡分配、打包分配、相对就近分配。运用分配金具的算例表明:用户对于同一协议库存计划可以有不同的分配方式,不同分配方式下的分配结果发生明显变化,但总体执行进度的偏差在 10% 以内,时间进度分配时进度最为均衡;打包时颗粒度变大,进度偏差值会变大,但同一生产集中供货利于管理;相对就近分配时优先满足本地物资由本地供应商生产,在此基础上遵循进度偏差尽量最小。以上结果能够为电力公司推荐并制定适合其所需分配计划的分配方式,针对既定目标的项目,可选择最合适的分配方式。其研究结果可为电力公司对协议库存物资自动辅助分配提供参考。

### 参考文献:

[1] 刘丽文,黄燃东. 我国企业实施 ERP 的外部环境及其风险分析

[J]. 中国软科学,2002 (3):45-49..

[2] 魏 华,王家冕. 供应链管理模式下的协议库存物资计划预测管理探讨[J]. 中国电力教育,2014 (9):210-212.

[3] 毕子健,王翎颖. ERP 协议库存采购系统平台设计[J]. 中国电力教育,2013 (12):136-137.

[4] 宋 斌,刘春辉,赵艳丽,等. 基于 VMI 的中低压配网物资协议库存采购模式研究[J]. 经济研究导刊,2013 (26):242-244.

[5] 游 维. 基于贪婪策略的 0/1 背包问题算法研究[J]. 计算机与现代化,2007 (4):10-12.

[6] 黄宇林. 0/1 背包问题的贪心算法[J]. 鄂州大学学报,2007,13 (6):38-40.

### 作者简介:

姜 勇(1976),男,江苏兴化人,高级工程师,从事电力生产及管理工作;

陈卫新(1961),男,江苏南通人,高级经济师,从事电力生产及管理工作;

薛 祥(1962),男,江苏江都人,高级工程师,从事电力生产及管理工作;

白元强(1963),男,江苏徐州人,高级工程师,从事电力生产及管理工作;

陆苏青(1990),男,江苏苏州人,硕士在读,研究方向为电力市场和需求侧管理。

## Analysis of the Power Material Apportionment Involved in Protocol Based on Inventory Model

JIANG Yong<sup>1</sup>, CHEN Weixin<sup>1</sup>, XUE Xiang<sup>1</sup>, BAI Yuanqiang<sup>1</sup>, LU Suqing<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China;

2.School of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** Electrical equipment and materials planning, procurement, storage and distribution are the basis of project operation of power systems. The research and application of material management of ERP power model provides a powerful guarantee for the operation of power grid enterprises. The requirements of power supplies inventory protocol program and the distribution pattern of research and design are analyzed. Three kinds of distribution modes are proposed, and their corresponding mathematical formulations are established. On the basis, the software to aid costumers distribute power materials is designed according to the proposed approach. Example results show that the proposed approach is effective and improves the efficiency of power materials management.

**Key words:** ERP; inventory protocol program; distribution mode

(上接第 28 页)

## A Network Parameter Error Identification Method Considering Distance Space

YAN Quanchun<sup>1</sup>, ZHENG Mingzhong<sup>2</sup>, LIANG Wei<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Frontier Electrical Power Technology Co. Ltd., Nanjing 211102, China;

2.Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing 211103, China)

**Abstract:** Errors of network parameters can severely affect the performance of state estimation and degrade the usefulness of other advanced applications in an energy management systems (EMS). It is important to develop a practical suspicious branch set selection method. Due to the deficiency of the traditional method which only considers the branch measurement residuals, a parameter error identification considering distance space is proposed, which takes the adjacent branch and peripheral branch into consideration. At the same time, the standards residual of different branch distance measurement are assigned with different weights, which facilitates the sorting comparison of different operation mode and measurement placement branch. Finally, the IEEE standard test system and a provincial power grid are adopted to verify the usefulness of the proposed approach, and the comparison results between the proposed method and the traditional parameter error identification method illustrate that the proposed method performances better.

**Key words:** transmission network; distance space; suspicious branch; parameter identification; state estimation