



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105976054 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201610283724.0

(22)申请日 2016.04.29

(71)申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街86号

申请人 国网湖南省电力公司

国网湖南省电力公司计量中心

(72)发明人 杨帅 熊德智 陈向群 李劲柏

胡军华 柳青 赵丹

(74)专利代理机构 湖南兆弘专利事务所(普通

合伙) 43008

代理人 周长清 廖元宝

(51)Int. Cl.

G06Q 10/04(2012.01)

G06Q 10/08(2012.01)

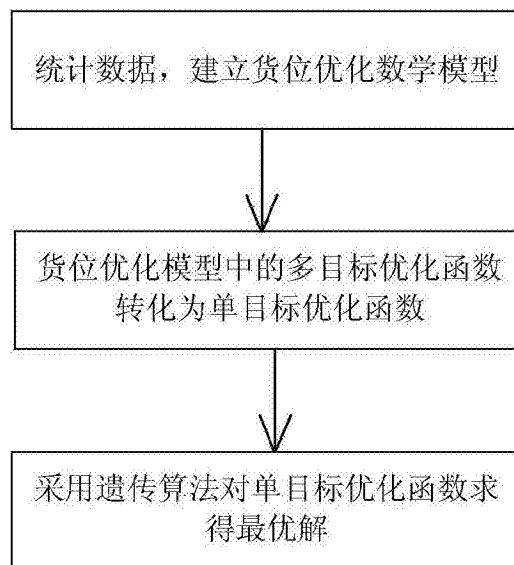
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种计量器具仓储系统的货位优化方法

(57)摘要

本发明公开了一种计量器具仓储系统的货位优化方法,包括以下步骤:S01、开始,统计仓储系统中各类计量器具的入库数量、质量和使用频率,建立货位优化数学模型,满足所有计量器具入库花费时间最小以及各货架受力均匀的要求;S02、对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数;S03、采用遗传算法对单目标优化函数求得最优解,即得到最优货位分配结果。本发明的计量器具仓储系统的货位优化方法操作简便、能够使货位分配更加合理,大大降低了器件的入库时间和工作量,提高了货架的稳定性。



1. 一种计量器具仓储系统的货位优化方法,其特征在于,包括以下步骤:

S01、开始,统计仓储系统中各类计量器具的入库数量、质量和使用频率,建立货位优化数学模型,满足所有计量器具入库花费时间最小以及各货架受力均匀的要求;

S02、对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数;

S03、采用遗传算法对单目标优化函数求得最优解,即得到最优货位分配结果。

2. 根据权利要求1所述的计量器具仓储系统的货位优化设计方法,其特征在于,在步骤S01中,所述货位优化数学模型的建立过程为:

首先在各类计量器具入库前,使各类计量器具的存取频率与运载组件运行时间的乘积之和最小,即:

$$\min f_1 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N t_{ij} p_{ij} \quad (1)$$

$$t_{ij} = \frac{iL}{v_x} + \frac{(j-1)H}{v_y} \quad (2)$$

其中 t_{ij} 表示将器件存储到货位 (i, j) 所需要的时间, p_{ij} 为货位 (i, j) 下器件的存取频率,其中货位共有 N 层 M 列,其中距离地面最近的层为第1层,距离出口最近的列为第1列, (i, j) ($i=1, 2, \dots, M, j=1, 2, \dots, N$)为第 i 列 j 层的货位; H 为每个货位的高度, L 为货位的宽度, v_x 为运载组件的水平运行速度, v_y 为运载组件的垂直运行速度;

以及使每个货位上的计量器具的质量与所在层的乘积之和最小,即:

$$\min f_2 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (j-1)m_{ij} \quad (3)$$

其中 m_{ij} 为货位 (i, j) 下器件的质量;

综合公式(1)、公式(2)和公式(3),可得货位优化数学模型为:

$$\min \begin{cases} f_1 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N t_{ij} p_{ij} \\ f_2 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (j-1)m_{ij} \end{cases} \quad (4)$$

s. t. $1 \leq i \leq M; 1 \leq j \leq N$

3. 根据权利要求2所述的计量器具仓储系统的货位优化方法,其特征在于,所述步骤S02中,通过加权算法或约束法或目标规划法对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数。

4. 根据权利要求3所述的计量器具仓储系统的货位优化方法,其特征在于,通过加权算法对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数,具体过程为:对货位优化数学模型的两个目标函数分别赋权值 w_1 和 w_2 ($w_1+w_2=1$),则多目标函数变为:

$$\min F = w_1 f_1 + w_2 f_2$$

s. t. $w_1 + w_2 = 1$ (5);

最终单目标优化函数为:

$$\min F = w_1 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N t_{ij} p_{ij} + w_2 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (j-1) m_{ij}$$

$$t_{ij} = \frac{iL}{v_x} + \frac{(j-1)H}{v_y}$$

$$w_1 + w_2 = 1$$

$$\text{s. t. } 1 \leq i \leq M; 1 \leq j \leq N \quad (6)。$$

5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的计量器具仓储系统的货位优化方法,其特征在于,所述步骤S03中遗传算法的具体步骤为:

S31、采用整数排列编码方式对货位进行编码;

S32、随机产生初始种群,选择过程采用轮盘赌的方法,适应度函数为货位优化数学模型中目标函数的倒数;

S33、遗传算子的计算:交叉过程,任何在双亲中分配到该位置的两类货物中随机选一类货物,从左到右进行;将剩下的未分配的货物分配至空闲的分区;

变异过程,随机选择两个位置,并将这两个位置的货物进行交换;

S34、种群收敛,得到最优解。

一种计量器具仓储系统的货位优化方法

技术领域

[0001] 本发明主要涉及物流仓储技术领域,特指一种计量器具仓储系统的货位优化方法。

背景技术

[0002] 随着电网公司的市场化运营,国家电网全面推行电能计量标准化体系建设。其中,计量设备的智能仓储和自动化检定系统是国家电网公司省级计量中心建设的核心。传统的电能计量设备自动化和信息化差,劳动强度大,工作效率与资产管理水平低下,难以满足电能计量集约化发展和精益化管理的需要。电力企业的仓储管理不仅对电网的标准化建设有着深远的影响,而且还对电网的稳定与维护起着至关重要的作用。因此,深入研究电力企业的仓储管理对电网的发展有着非常重要的意义。

[0003] 传统的智能仓库系统沿袭了以往的习惯,依靠经验来放置器件,通常将器件放置在可能到达的最近货位,而并不考虑货物的动态变化,从而导致造成流程速度慢、仓储存取作业效率不高等问题。仓库货位的优化是提高仓储效率的关键因素之一,合理的货位分配对减少器件运送时间、提高工作效率、降低仓储成本等都有重要的作用。

[0004] 目前货物分配对于电网计量中心的智能化仓库建设也同样重要。如果货物在进入仓库时就能够得到合理的分配,可以缩短器件的出入库时间,避免重复倒运,减少工作量,提高仓库作业效率,从而降低经济成本。电力器件货位的优化对提高仓储的利用率和电力器件的配送效率具有重要的意义。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题就在于:针对现有技术存在的技术问题,本发明提供一种操作简便、能使货位分配更加合理,大大降低了器件的入库时间和工作量,提高了货架的稳定性的计量器具仓储系统的货位优化方法。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提出的技术方案为:

[0007] 一种计量器具仓储系统的货位优化方法,包括以下步骤:

[0008] S01、开始,统计仓储系统中各类计量器具的入库数量、质量和使用频率,建立货位优化数学模型,满足所有计量器具入库花费时间最小以及各货架受力均匀的要求;

[0009] S02、对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数;

[0010] S03、采用遗传算法对单目标优化函数求得最优解,即得到最优货位分配结果。

[0011] 作为上述技术方案的进一步改进:

[0012] 在步骤S01中,所述货位优化数学模型的建立过程为:

[0013] 首先在各类计量器具入库前,使各类计量器具的存取频率与运载组件运行时间的乘积之和最小,即:

$$[0014] \quad \min f_1 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N t_{ij} p_{ij} \quad (1)$$

$$[0015] \quad t_{ij} = \frac{iL}{v_x} + \frac{(j-1)H}{v_y} \quad (2)$$

[0016] 其中 t_{ij} 表示将器件存储到货位 (i, j) 所需要的时间, p_{ij} 为货位 (i, j) 下器件的存取频率, 其中货位共有 N 层 M 列, 其中距离地面最近的层为第1层, 距离出口最近的列为第1列, (i, j) ($i=1, 2, \dots, M, j=1, 2, \dots, N$)为第 i 列 j 层的货位; H 为每个货位的高度, L 为货位的宽度, v_x 为运载组件的水平运行速度, v_y 为运载组件的垂直运行速度;

[0017] 以及使每个货位上的计量器具的质量与所在层的乘积之和最小, 即:

$$[0018] \quad \min f_2 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (j-1)m_{ij} \quad (3)$$

[0019] 其中 m_{ij} 为货位 (i, j) 下器件的质量;

[0020] 综合公式(1)、公式(2)和公式(3), 可得货位优化数学模型为:

$$[0021] \quad \min \begin{cases} f_1 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N t_{ij} p_{ij} \\ f_2 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (j-1)m_{ij} \end{cases}$$

$$[0022] \quad \text{s. t. } 1 \leq i \leq M; 1 \leq j \leq N \quad (4).$$

[0023] 所述步骤S02中, 通过加权算法或约束法或目标规划法对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数。

[0024] 通过加权算法对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数, 具体过程为: 对货位优化数学模型的两个目标函数分别赋权值 w_1 和 w_2 ($w_1+w_2=1$), 则多目标函数变为:

$$[0025] \quad \min F = w_1 f_1 + w_2 f_2$$

$$[0026] \quad \text{s. t. } w_1 + w_2 = 1 \quad (5);$$

[0027] 最终单目标优化函数为:

$$[0028] \quad \min F = w_1 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N t_{ij} p_{ij} + w_2 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (j-1)m_{ij}$$

$$[0029] \quad t_{ij} = \frac{iL}{v_x} + \frac{(j-1)H}{v_y}$$

$$[0030] \quad w_1 + w_2 = 1$$

$$[0031] \quad \text{s. t. } 1 \leq i \leq M; 1 \leq j \leq N \quad (6).$$

[0032] 所述步骤S03中遗传算法的具体步骤为:

[0033] S31、采用整数排列编码方式对货位进行编码;

[0034] S32、随机产生初始种群, 选择过程采用轮盘赌的方法, 适应度函数为货位优化数学模型中目标函数的倒数;

[0035] S33、遗传算子的计算: 交叉过程, 任何在双亲中分配到该位置的两类货物中随机选一类货物, 从左到右进行; 将剩下的未分配的货物分配至空闲的分区;

- [0036] 变异过程,随机选择两个位置,并将这两个位置的货物进行交换;
- [0037] S34、种群收敛,得到最优解。
- [0038] 与现有技术相比,本发明的优点在于:
- [0039] 本发明的计量器具仓储系统的货位优化方法,以计量器具入库总时间和货架的稳定性共同作为优化目标,通过遗传算法优化分配,使货位分配更加合理,大大降低了器件的入库时间和工作量,提高了货架的稳定性。

附图说明

- [0040] 图1为本发明的方法流程图。
- [0041] 图2为本发明中解和种群均值追踪结果示意图。

具体实施方式

- [0042] 以下结合说明书附图和具体实施例对本发明作进一步描述。
- [0043] 如图1所示,本实施例的计量器具仓储系统的货位优化方法,包括以下步骤:
- [0044] S01、开始,统计仓储系统中各类计量器具的入库数量、质量和使用频率,建立货位优化数学模型,满足所有计量器具入库花费时间最小以及各货架受力均匀的要求;
- [0045] S02、对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数;
- [0046] S03、采用遗传算法对单目标优化函数求得最优解,即得到最优货位分配结果。
- [0047] 本发明的计量器具仓储系统的货位优化方法,以计量器具入库总时间和货架的稳定性共同作为优化目标,通过遗传算法优化分配,使货位分配更加合理,大大降低了器件的入库时间和工作量,提高了货架的稳定性。
- [0048] 本实施例中,在步骤S01中,货位优化数学模型的建立过程为:
- [0049] 首先在各类计量器具入库前,使各类计量器具的存取频率与运载组件运行时间的乘积之和最小,即:

$$[0050] \quad \min f_1 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N t_{ij} p_{ij} \quad (1)$$

$$[0051] \quad t_{ij} = \frac{iL}{v_x} + \frac{(j-1)H}{v_y} \quad (2)$$

- [0052] 其中 t_{ij} 表示将器件存储到货位 (i, j) 所需要的时间, p_{ij} 为货位 (i, j) 下器件的存取频率,其中货位共有 N 层 M 列,其中距离地面最近的层为第1层,距离出口最近的列为第1列, $(i, j)(i=1, 2, \dots, M, j=1, 2, \dots, N)$ 为第 i 列 j 层的货位; H 为每个货位的高度, L 为货位的宽度, v_x 为运载组件的水平运行速度, v_y 为运载组件的垂直运行速度;
- [0053] 以及使每个货位上的计量器具的质量与所在层的乘积之和最小(为了保证货架的稳定性,将较重的器件放在货架的下层,较轻的器件放在货架的上层,以此来降低整个货架的重心),即:

$$[0054] \quad \min f_2 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (j-1)m_{ij} \quad (3)$$

[0055] 其中 m_{ij} 为货位 (i, j) 下器件的质量;

[0056] 综合以上两个优化策略,即公式(1)、公式(2)和公式(3),可得货位优化数学模型为:

$$[0057] \quad \min \begin{cases} f_1 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N t_{ij} p_{ij} \\ f_2 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (j-1) m_{ij} \end{cases}$$

[0058] s. t. $1 \leq i \leq M; 1 \leq j \leq N$ (4)。

[0059] 本实施例中,所述步骤S02中,多目标优化问题的本质是寻找使得对所有目标函数都是适合的解,称为Pareto最优解,可以通过加权算法或约束法或目标规划法对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数。

[0060] 本实施例中,通过加权算法对货位优化数学模型中的多目标优化函数转化为单目标优化函数,具体过程为:对货位优化数学模型的两个目标函数分别赋权值 w_1 和 w_2 ($w_1+w_2=1$),则多目标函数变为:

$$[0061] \quad \min F = w_1 f_1 + w_2 f_2$$

[0062] s. t. $w_1 + w_2 = 1$ (5);

[0063] 最终单目标优化函数为:

$$[0064] \quad \min F = w_1 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N t_{ij} p_{ij} + w_2 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (j-1) m_{ij}$$

$$[0065] \quad t_{ij} = \frac{iL}{v_x} + \frac{(j-1)H}{v_y}$$

$$[0066] \quad w_1 + w_2 = 1$$

[0067] s. t. $1 \leq i \leq M; 1 \leq j \leq N$ (6)。

[0068] 本实施例中,步骤S03中遗传算法的具体步骤为:

[0069] S31、采用整数排列编码方式对货位进行编码;由于器件和货位存在着映射关系,而且一种器件可以放置在多个货位上,也即是遗传算法中从表现型到基因型的映射。由于实数编码基因型空间中的拓扑结构与其表现型空间中的拓扑结构一致,因此很容易从传统优化方法中借鉴好的技巧来形成有效的遗传算子,因此采用整数排列编码方式对染色体进行编码,具体方案如下:

[0070] i. 种群中的每一条染色体代表一种货位分配方案;

[0071] ii. 每条染色体分为 m 段基因,每段基因代表需要分配的每个货物, m 为优化货物的总数;

[0072] iii. 每段基因用整数(列,行)表示货物存储的货位,基因在染色体上的位置表示货物的编号。示例如表1所示:

[0073] 表1 染色体编码方案

| | | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| [0074] | 染色体 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | …… | 货物 |
| | | 074 | 126 | 235 | 382 | 177 | 011 | …… | 货位 |

[0075] 表1表示,货物号为1的货物存放在第7列第4行,即(07,4),货物号为2的货物存放在第12列第6行,即(12,6),以此类推。约束条件为货位的列数为1至38,行数为1至7。

[0076] 本实施例中,染色体的前1至215段基因为单相电表储存位置,216至237段基因为三相电表储存位置,238至259段基因为低压互感器储存位置,260至266段基因为采集终端储存位置,四种器件在运算过程中匹配相应的存取频率 p_{ij} 和托盘重量 m_{ij} 。

[0077] S32、随机产生初始种群,选择过程采用轮盘赌的方法,适应度函数为货位优化数学模型中目标函数的倒数;

[0078] 其中适应度函数在遗传算法中是用来衡量种群中的每一个个体在算法计算中与最优解的相似程度,适应度函数在任何情况下都是非负的,适应度函数的值越高,表示该个体的优化结果越好。本实施例中的目标函数为求全局最小值,且取值范围是 $(0, +\infty)$,因此取目标函数的倒数作为适应度函数,并根据适应度函数值的大小来评价个体的优劣程度。同时为了防止数据溢出,在目标函数值的基础上加1,因而目标函数经转换后所对应的适应度函数G为:

$$[0079] \quad G = \frac{1}{F + 1} \quad (7)$$

[0080] 其中F为(6)式中的目标函数。

[0081] S33、遗传算子的计算:交叉过程,任何在双亲中分配到该位置的两类货物中随机选一类货物,从左到右进行;将剩下的未分配的货物分配至空闲的分区;

[0082] 变异过程,随机选择两个位置,并将这两个位置的货物进行交换;

[0083] 选择算子采用轮盘赌的方法来设计,每个个体被选择的概率决定于其适应度值。选择 $N/2$ 对父本进行交叉操作,通过线性变换可得到各个个体的选择概率为:

$$[0084] \quad P_s = \frac{[f(x) - f_{\min}]}{\sum_{R=1}^N [f(x) - f_{\min}]} \quad (8)$$

[0085] 式中N为种群规模, f_{\min} 为当前种群中最小适应值,根据这个选择概率从当前种群中选出一对父本,依次进行交叉和变异操作,生成两个新个体,分别以这两个新个体为初始点进行局部搜索。

[0086] 交叉算子采用的是二进制交叉算子。由父代个体以设定的交叉概率 P_c 交换他们之间的部分染色体,产生子代个体,为保留父代的优良特性,在种群中有 $N \times 100P_c\%$ 的个体进行交叉,同时 $N \times 100(1 - P_c)\%$ 的个体保留到下一代。

[0087] 变异算子依变异概率 P_m 选择一部分个体实施变异,被选定的个体随机选择两个货物,将这两个货物的货位进行对换,产生新的个体。

[0088] S34、等到种群收敛,得到最优解。

[0089] 下面举一实例对本发明的优化方法进行详细说明:

[0090] 以每个货架有38列7层,共266个货位为例。每个货位单元尺寸的高度 $H = 1.575m$,

宽度 $L=1.410\text{m}$ 。堆垛机的水平运行速度 $v_x=160\text{m}/\text{min}$ ，垂直运行速度 $v_y=40\text{m}/\text{min}$ 。货架上拟存放单相电表、三相电表、低压互感器和采集终端四种计量器具。考虑某排的38列7层共266个托盘货位，将以上器件进行入库处理，各器件的参数和入库信息如表2所示。根据湖南省电力公司计量中心的年检定规模，266个托盘货位中存放单相电表215垛，三相电表22垛，低压互感器22垛，采集终端7垛，如表2所示：

[0091] 表2:器件信息

[0092]

| | 单相电表 | 三相电表 | 低压互感器 | 采集终端 |
|--------|------|------|-------|------|
| 托盘重量kg | 410 | 150 | 330 | 300 |
| 存取频率% | 76 | 18 | 23 | 21 |
| 存储数量 | 215 | 22 | 22 | 7 |

[0093] 采用MATLAB中GA工具箱对目标进行仿真计算，设置最大迭代次数为100，种群规模 N 为20，个体的交叉概率 P_c 为0.6，变异概率 P_m 为0.1，权重系数取 $w_1=0.6$ ； $w_2=0.4$ 。遗传算法的迭代结果如图2所示。

[0094] 遗传算法的收敛过程如表3所示，可以看出，经过100次迭代后，算法收敛，得到各个货物的最优分配结果。将最优分配结果与随机生成的一种货物分配方案对比，分别从目标函数 f_1 货物的存取效率、目标函数 f_2 货架的稳定性和货位分配的综合指标 F 三个方面进行分析，对比得出优化结果如表3所示：

[0095] 表3:优化前后三个目标函数值对比

[0096]

| 目标函数 | 优化前 | 优化后 | 降低值 | 降低比率(%) |
|-------|--------|--------|-------|---------|
| f_1 | 206148 | 157646 | 48502 | 23.53 |
| f_2 | 145432 | 114404 | 31028 | 21.34 |
| F | 351580 | 272050 | 79530 | 22.62 |

[0097] 从表3中可以看出，经优化后，本文的两个优化目标：货物的存取效率和货架的稳定性都有了不同程度的提高，综合货位分配优化目标也提高了22.62%，改变了货位优化前的布局不合理，杂乱无序的状态，最终分配结果如表4和表5所示，其中：单相电表(A)、三相电表(B)、低压互感器(C)、采集终端(D)。

[0098] 表4:货架1到29列货位存放表

[0099]

| | 1 | 2 | 3 | …… | 27 | 28 | 29 |
|---|---|---|---|----|----|----|----|
| 7 | A | A | A | …… | A | A | A |
| 6 | A | A | A | …… | A | A | A |
| 5 | A | A | A | …… | A | A | A |
| 4 | A | A | A | …… | A | A | A |
| 3 | A | A | A | …… | A | A | A |
| 2 | A | A | A | …… | A | A | A |
| 1 | A | A | A | …… | A | A | A |

[0100] 表5:货架30到38列货位存放表

[0101]

| | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 7 | A | C | C | C | B | B | B | B | B |
| 6 | A | C | C | C | C | B | B | B | B |
| 5 | A | A | C | C | C | B | B | B | B |
| 4 | A | A | C | C | C | B | B | B | B |
| 3 | A | A | C | C | C | D | B | B | B |
| 2 | A | A | C | C | C | D | D | B | B |
| 1 | A | A | C | C | C | D | D | D | D |

[0102] 以上仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,应视为本发明的保护范围。

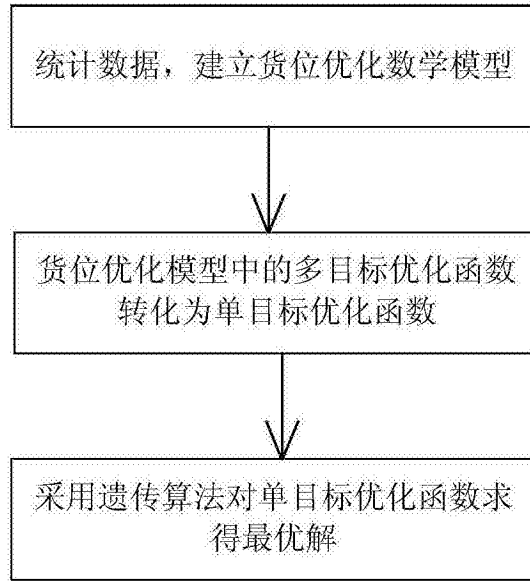


图1

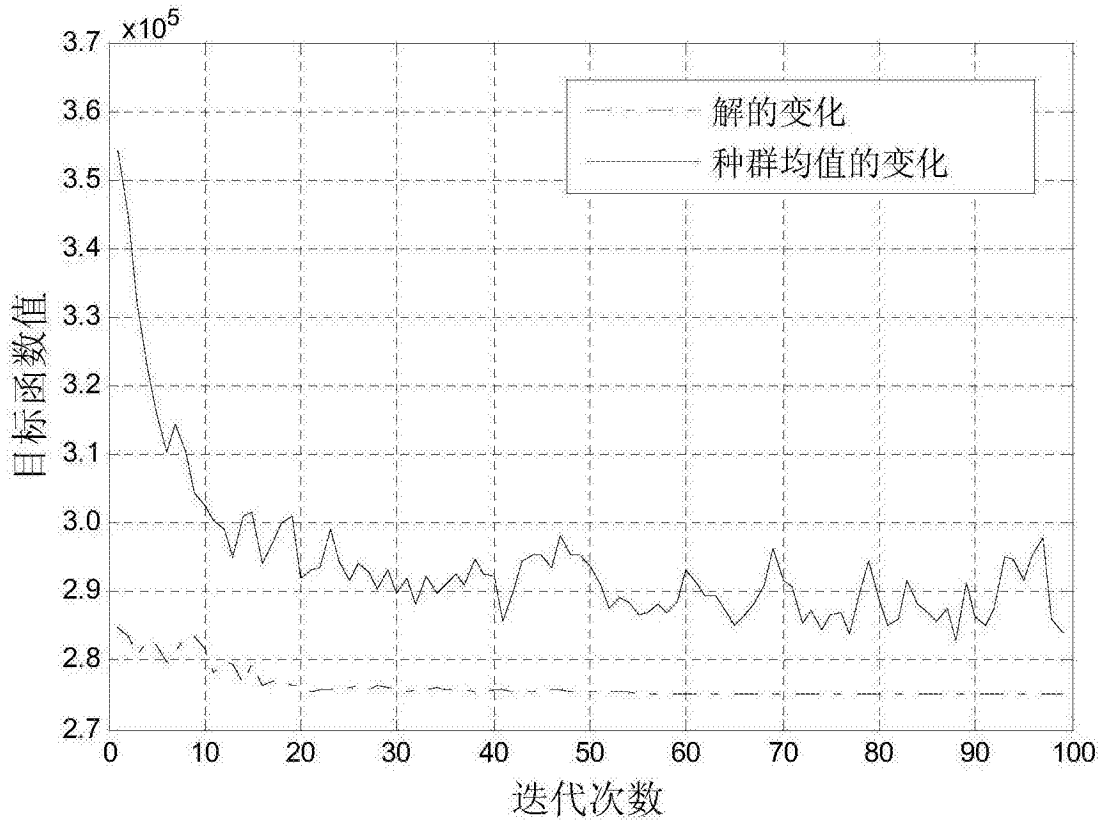


图2