



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114565184 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 31

(21) 申请号 202210303414.6

(22) 申请日 2022.03.24

(71) 申请人 山西能源学院

地址 030600 山西省晋中市高校园区大学街63号

(72) 发明人 赵国飞 卢国菊 张美红 张哲瑞 于丽雅 赵永芳

(74) 专利代理机构 太原九得专利代理事务所 (普通合伙) 14117

专利代理师 李艳

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04 (2012.01)

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 50/02 (2012.01)

G06F 16/25 (2019.01)

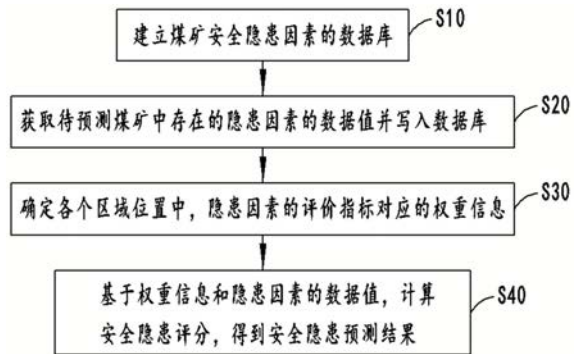
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种智慧矿山安全隐患预测方法、系统、存储设备及终端

(57) 摘要

本发明提供了一种智慧矿山安全隐患预测方法、系统、存储设备及终端,所述方法包括: S10,建立煤矿安全隐患因素的数据库,所述数据库包括:安全隐患名称、与所述安全隐患名称对应的区域位置、隐患因素的评价指标;其中,每个安全隐患名称均对应有至少一个区域位置,每个区域位置均对应有至少一个隐患因素的评价指标;且每个隐患因素的评价指标均对应有隐患因素的数据值; S20,获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库; S30,确定各个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息; S40,基于权重信息和隐患因素的数据值,计算安全隐患评分,得到安全隐患预测结果;本发明具有数据计算可靠的有益效果,适用于智慧矿山安全领域。



1. 一种智慧矿山安全隐患预测方法,其特征在於:包括以下步骤:

S10,建立煤矿安全隐患因素的数据库,所述数据库包括:安全隐患名称、与所述安全隐患名称对应的区域位置、隐患因素的评价指标;

其中,每个安全隐患名称均对应有至少一个区域位置,每个区域位置均对应有至少一个隐患因素的评价指标;且每个隐患因素的评价指标均对应有隐患因素的数据值;

S20,获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库;

S30,确定各个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息;

S40,基于权重信息和隐患因素的数据值,计算安全隐患评分,得到安全隐患预测结果。

2. 根据权利要求1所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法,其特征在於:所述步骤S30中,每个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息的确定,具体包括:

S301,在多个隐患因素的评价指标中,选择两个不同的评价指标分别作为最优指标 C_B 和最劣指标 C_w ;

其中,评价指标用集合 C 表示, $C = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_n\}$, n 表示所有指标的数量;

S302,使用数字1~9确定最优指标相对于所有其它评价指标的相对值,得到最优指标对其他评价指标的向量是:

$$A_B = (A_{B1}, A_{B2}, \dots, A_{Bn}) \quad \text{式(1)};$$

其中, A_{Bn} 表示最优指标 C_B 对第 n 个评价指标 C_n 的相对重要度;1代表 A_B 和 A_{Bn} 同等重要,9代表 A_B 相比 A_{Bn} 极端重要;

S303,使用数字1~9确定最劣指标相对于所有其它评价指标的相对值;得到最劣指标对其他评价指标的向量是:

$$A_w = (A_{1w}, A_{2w}, \dots, A_{nw})^T \quad \text{式(2)};$$

其中, A_{nw} 表示第 n 个评价指标 C_n 对最劣指标 C_w 的相对重要度,1表示 A_{nw} 和 A_w 同等不重要,9代表 A_{nw} 相比 A_w 极端不重要;

S304,建立每个评价指标的最优权重计算式,具体为:

设:评价指标的最优权重集合为: $\{W_1, W_2, W_3, \dots, W_n\}$;对于第 j 个评价指标的权重 W_j ,最优权重的计算表达式为:

$$\min \zeta$$

s.t.

$$\left| \frac{W_B}{W_j} - A_{Bj} \right| \leq \zeta, \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\left| \frac{W_j}{W_w} - A_{jw} \right| \leq \zeta, \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

式(3);

$$\sum_{j=1}^n W_j = 1$$

$$W_j \geq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

其中: W_B 表示最优指标的权重, W_w 表示最劣指标的权重, W_j 表示第 j 个评价指标的权重, $j = 1, 2, \dots, n$;

A_{Bj} 表示最优指标对第 j 个评价指标的相对重要度, A_{jw} 表示第 j 个评价指标对最劣指标的

相对重要度；

S305, 计算出每个评价指标的权重。

3. 根据权利要求1所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法, 其特征在于: 所述步骤S40, 基于权重信息和隐患因素的数据值, 计算安全隐患评分, 得到安全隐患预测结果, 具体包括:

S401, 根据获取的隐患因素的数据值, 形成 $m \times n$ 阶的上、下界矩阵; 其中, m 表示区域位置的数量, n 表示区域内评价指标的数量, 上界矩阵由数据值的最大值组成, 下界矩阵由数据值的最小值组成;

S402, 建立虚拟正、负理想方案; 具体为:

下界矩阵 \underline{G} 中, 令 $A = [a_1, a_2, L, a_n]$ 为虚拟正理想方案;

上界矩阵 \overline{G} 中, 令 $B = [b_1, b_2, L, b_n]$ 为虚拟负理想方案;

S403, 对虚拟正、负理想方案进行标准化处理;

S404, 计算标准化后上、下界矩阵与虚拟正、负理想方案间的关联系数; 其计算表达式为:

$$\underline{\zeta}_i(j) = \frac{\min_i \min_j |x_0(j) - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |x_0(j) - x_i(j)|}{|x_0(j) - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |x_0(j) - x_i(j)|} \quad \text{式 (4);}$$

$$\overline{\zeta}_i(j) = \frac{\min_i \min_j |\overline{x_0(j)} - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |\overline{x_0(j)} - x_i(j)|}{|\overline{x_0(j)} - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |\overline{x_0(j)} - x_i(j)|} \quad \text{式 (5);}$$

上式中, $\underline{\zeta}_i(j)$ 、 $\overline{\zeta}_i(j)$ 分别表示标准化后下界矩阵与虚拟正理想方案的关系系数、标准化后上界矩阵与虚拟负理想方案的关系系数; $x_0(j)$ 、 $\overline{x_0(j)}$ 分别表示虚拟正、负理想方案; $x_i(j)$ 表示第 i 个区域的第 j 个隐患因素的标准化数据值; ρ 表示分辨系数;

S405, 根据关联系数, 得到标准化后上、下界矩阵分别与虚拟正、负理想方案的关联度; 具体为:

上界矩阵与虚拟负理想方案的关系度:

$$\sum_{j=1}^m w_j \overline{\zeta}_i(j) \quad \text{式 (6);}$$

下界矩阵与虚拟正理想方案的关系度:

$$\sum_{j=1}^m w_j \underline{\zeta}_i(j) \quad \text{式 (7);}$$

其中, w_j 表示第 j 个评价指标的权重, $j=1, 2, \dots, n$;

S406, 计算隶属度, 并将隶属度作为评分结果输出, 隶属度的计算如下:

于虚拟负理想方案的隶属度为 u_i , 于虚拟正理想方案的隶属度为 $1-u_i$; 其中 u_i 的计算表达式为:

$$u_i = \frac{\sum_{j=1}^m (w_j \zeta_i(j))^2}{\sum_{j=1}^m (w_j \overline{\zeta_i(j)})^2 + \sum_{j=1}^m (w_j \underline{\zeta_i(j)})^2} \quad \text{式 (8)}。$$

4. 根据权利要求3所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法,其特征在於:所述步骤S402,建立虚拟正、负理想方案中,定义第i个区域中:

a_j 为下界矩阵 \underline{G} 中第j个指标的最佳值,当指标为成本型时, $a_j = \min G_{ij}$;当指标为效益型时, $a_j = \max G_{ij}$;

b_j 为上界矩阵 \overline{G} 中第j个指标的最佳值,当指标为成本型时, $b_j = \max G_{ij}$;当指标为效益型时, $b_j = \min G_{ij}$ 。

5. 根据权利要求4所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法,其特征在於:所述S403,对虚拟正、负理想方案进行标准化处理中,具体为:

下界矩阵 \underline{G} 中,虚拟正理想方案标准化处理后为 $[1, 1, L, 1]$,对于成本型指标 $\underline{x}_{ij} = a_j / G_{ij}$;对于效益型指标 $\underline{x}_{ij} = G_{ij} / a_j$;

上界矩阵 \overline{G} 中,对于效益型指标 $\overline{x}_{ij} = b_j / \overline{G}_{ij}$;对于成本型指标 $\overline{x}_{ij} = \overline{G}_{ij} / b_j$ 。

6. 根据权利要求3所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法,其特征在於:所述步骤S20,获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库;具体为:

通过传感器获取待预测煤矿中7天内、不同区域位置内各个隐患因素的数据值。

7. 根据权利要求1所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法,其特征在於:所述步骤S10中,所述隐患因素的评价指标包括:瓦斯浓度、CO浓度、顶板离层量、煤尘浓度、涌水量;

所述区域位置包括:回采工作面、掘进工作面、采空区、回风大巷。

8. 一种智慧矿山安全隐患预测系统,其特征在於:包括:

建立单元(10),用于建立煤矿安全隐患因素的数据库,所述数据库包括:安全隐患名称、与所述安全隐患名称对应的区域位置、隐患因素的评价指标;

其中,每个安全隐患名称均对应至少一个区域位置,每个区域位置均对应至少一个隐患因素的评价指标;且每个隐患因素的评价指标均对应至少一个隐患因素的数据值;

获取单元(20),用于获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库;

权重确定单元(30),用于确定各个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息;

安全评分计算单元(40),用于基于权重信息和隐患因素的数据值,计算安全隐患评分,得到安全隐患预测结果。

9. 存储设备,其中存储有多条指令,其特征在於:所述指令适于由处理器加载并执行如权利要求1至7任一所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法。

10. 终端,其特征在於:包括:

处理器,适于实现各指令;以及存储设备,适于存储多条指令,所述指令适于由处理器加载并执行如权利要求1至7任一所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法。

一种智慧矿山安全隐患预测方法、系统、存储设备及终端

技术领域

[0001] 本发明涉及智慧矿山安全的技术领域,具体涉及一种智慧矿山安全隐患预测方法、系统、存储设备及终端。

背景技术

[0002] 矿山安全隐患的状态和发展趋势直接影响事故发生的可能性,煤矿尤甚;因此安全隐患预测对煤矿的安全生产具有尤为重要的作用;在隐患预测系统中建立煤矿危险源自动分析及判别的计算方法,将有力促进煤矿的安全生产。

[0003] 随着各种关于隐患、危险源等矿山数字化的预测系统在煤矿中广泛应用,各煤矿安全生产形势明显好转;然而,目前的矿山安全隐患预测系统只是存在信息的捕获、传输功能,未能进行自动计算、分析及判别,煤矿安全隐患排查治理的科学性和有效性还有待加强,主要存在如下问题:

[0004] 1、隐患风险评价人为主观因素过强,预测结果不遵从数据本质性的问题;

[0005] 2、隐患风险评价不足,风险评级只是简单的隐患叠加;

[0006] 3、隐患风险评价没有考虑时间因素,不能达到实时预警目的,更不能反映不同时刻隐患的状态等;

[0007] 综上所述,在现有技术条件下,智慧矿山安全隐患预测的主要问题是所捕获的信息未能进行自动计算、分析及判别;因此,寻求一种自动、可靠、科学的计算方法,并根据安全隐患评分,再对安全隐患风险进行自动评价成为解决该问题的关键技术。

发明内容

[0008] 针对相关技术中存在的不足,本发明所要解决的技术问题在于:解决现有技术中,人为干预过大、主观因素过强、预测结果不遵从数据本身的问题,提供一种自动化程度较高的、数据计算可靠的智慧矿山安全隐患预测方法、系统、存储设备及终端。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:

[0010] 一种智慧矿山安全隐患预测方法,包括以下步骤:

[0011] S10,建立煤矿安全隐患因素的数据库,所述数据库包括:安全隐患名称、与所述安全隐患名称对应的区域位置、隐患因素的评价指标;

[0012] 其中,每个安全隐患名称均对应有至少一个区域位置,每个区域位置均对应有至少一个隐患因素的评价指标;且每个隐患因素的评价指标均对应有隐患因素的数据值;

[0013] S20,获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库;

[0014] S30,确定各个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息;

[0015] S40,基于权重信息和隐患因素的数据值,计算安全隐患评分,得到安全隐患预测结果。

[0016] 优选地,所述步骤S30中,每个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息的确定,具体包括:

[0017] S301,在多个隐患因素的评价指标中,选择两个不同的评价指标分别作为最优指标 C_B 和最劣指标 C_w ;

[0018] 其中,评价指标用集合 C 表示, $C = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_n\}$, n 表示所有指标的数量;

[0019] S302,使用数字1~9确定最优指标相对于所有其它评价指标的相对值,得到最优指标对其他评价指标的向量是:

$$[0020] \quad A_B = (A_{B1}, A_{B2}, \dots, A_{Bn}) \quad \text{式(1);}$$

[0021] 其中, A_{Bn} 表示最优指标 C_B 对第 n 个评价指标 C_n 的相对重要度;1代表 A_B 和 A_{Bn} 同等重要,9代表 A_B 相比 A_{Bn} 极端重要;

[0022] S303,使用数字1~9确定最劣指标相对于所有其它评价指标的相对值;得到最劣指标对其他评价指标的向量是:

$$[0023] \quad A_w = (A_{1w}, A_{2w}, \dots, A_{nw})^T \quad \text{式(2);}$$

[0024] 其中, A_{nw} 表示第 n 个评价指标 C_n 对最劣指标 C_w 的相对重要度,1表示 A_{nw} 和 A_w 同等不重要,9代表 A_{nw} 相比 A_w 极端不重要;

[0025] S304,建立每个评价指标的最优权重计算式,具体为:

[0026] 设:评价指标的最优权重集合为: $\{W_1, W_2, W_3, \dots, W_n\}$;对于第 j 个评价指标的权重 W_j ,最优权重的计算表达式为:

$$\begin{aligned}
 & \min \xi \\
 & \text{s.t.} \\
 & \left| \frac{W_B}{W_j} - A_{Bj} \right| \leq \xi, \quad (j = 1, 2, \dots, n) \\
 [0027] \quad & \left| \frac{W_j}{W_w} - A_{jw} \right| \leq \xi, \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad \text{式(3);} \\
 & \sum_{j=1}^n W_j = 1 \\
 & W_j \geq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, n)
 \end{aligned}$$

[0028] 其中: W_B 表示最优指标的权重, W_w 表示最劣指标的权重, W_j 表示第 j 个评价指标的权重, $j = 1, 2, \dots, n$;

[0029] A_{Bj} 表示最优指标对第 j 个评价指标的相对重要度, A_{jw} 表示第 j 个评价指标对最劣指标的相对重要度;

[0030] S305,计算出每个评价指标的权重。

[0031] 优选地,所述步骤S40,基于权重信息和隐患因素的数据值,计算安全隐患评分,得到安全隐患预测结果,具体包括:

[0032] S401,根据获取的隐患因素的数据值,形成 $m \times n$ 阶的上、下界矩阵;其中, m 表示区域位置的数量, n 表示区域内评价指标的数量,上界矩阵由数据值的最大值组成,下界矩阵由数据值的最小值组成;

[0033] S402,建立虚拟正、负理想方案;具体为:

[0034] 下界矩阵 G 中,令 $A = [a_1, a_2, \dots, a_n]$ 为虚拟正理想方案;

[0035] 上界矩阵 \bar{G} 中,令 $B = [b_1, b_2, \dots, b_n]$ 为虚拟负理想方案;

[0036] S403,对虚拟正、负理想方案进行标准化处理;

[0037] S404,计算标准化后上、下界矩阵与虚拟正、负理想方案间的关联系数;其计算表达式为:

$$[0038] \quad \underline{\zeta}_i(j) = \frac{\min_i \min_j |x_0(j) - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |x_0(j) - x_i(j)|}{|x_0(j) - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |x_0(j) - x_i(j)|} \quad \text{式 (4);}$$

$$[0039] \quad \overline{\zeta}_i(j) = \frac{\min_i \min_j |\overline{x_0(j)} - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |\overline{x_0(j)} - x_i(j)|}{|\overline{x_0(j)} - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |\overline{x_0(j)} - x_i(j)|} \quad \text{式 (5);}$$

[0040] 上式中, $\underline{\zeta}_i(j)$ 、 $\overline{\zeta}_i(j)$ 分别表示标准化后下界矩阵与虚拟正理想方案的关系系数、标准化后上界矩阵与虚拟负理想方案的关系系数; $x_0(j)$ 、 $\overline{x_0(j)}$ 分别表示虚拟正、负理想方案; $x_i(j)$ 表示第*i*个区域的第*j*个隐患因素的标准化数据值; ρ 表示分辨系数;

[0041] S405,根据关联系数,得到标准化后上、下界矩阵分别与虚拟正、负理想方案的关联度;具体为:

[0042] 上界矩阵与虚拟负理想方案的关系度:

$$[0043] \quad \sum_{j=1}^m w_j \overline{\zeta}_i(j) \quad \text{式 (6);}$$

[0044] 下界矩阵与虚拟正理想方案的关系度:

$$[0045] \quad \sum_{j=1}^m w_j \underline{\zeta}_i(j) \quad \text{式 (7);}$$

[0046] 其中, w_j 表示第*j*个评价指标的权重, $j=1,2,\dots,n$;

[0047] S406,计算隶属度,并将隶属度作为评分结果输出,隶属度的计算如下:

[0048] 于虚拟负理想方案的隶属度为 u_i ,于虚拟正理想方案的隶属度为 $1-u_i$;其中 u_i 的计算表达式为:

$$[0049] \quad u_i = \frac{\sum_{j=1}^m (w_j \overline{\zeta}_i(j))^2}{\sum_{j=1}^m (w_j \overline{\zeta}_i(j))^2 + \sum_{j=1}^m (w_j \underline{\zeta}_i(j))^2} \quad \text{式 (8)。$$

[0050] 优选地,所述步骤S402,建立虚拟正、负理想方案中,定义第*i*个区域中:

[0051] a_j 为下界矩阵 \underline{G} 中第*j*个指标的最佳值,当指标为成本型时, $a_j = \min G_{ij}$;当指标为效益型时, $a_j = \max G_{ij}$;

[0052] b_j 为上界矩阵 \overline{G} 中第*j*个指标的最佳值,当指标为成本型时, $b_j = \max G_{ij}$;当指标为效益型时, $b_j = \min G_{ij}$ 。

[0053] 优选地,所述S403,对虚拟正、负理想方案进行标准化处理中,具体为:

[0054] 下界矩阵 \underline{G} 中,虚拟正理想方案标准化处理后为 $[1, 1, L, 1]$,对于成本型指标 $\underline{x}_{ij} = a_j / G_{ij}$;对于效益型指标 $\underline{x}_{ij} = G_{ij} / a_j$;

[0055] 上界矩阵 \bar{G} 中,对于效益型指标 $\bar{x}_{ij} = b_j / \bar{G}_{ij}$;对于成本型指标 $\bar{x}_{ij} = \bar{G}_{ij} / b_j$ 。

[0056] 优选地,所述步骤S20,获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库;具体为:通过传感器获取待预测煤矿中7天内、不同区域位置内各个隐患因素的数据值。

[0057] 优选地,所述步骤S10中,所述隐患因素的评价指标包括:瓦斯浓度、CO浓度、顶板离层量、煤尘浓度、涌水量;所述区域位置包括:回采工作面、掘进工作面、采空区、回风大巷。

[0058] 相应地,还包括:一种智慧矿山安全隐患预测系统,包括:

[0059] 建立单元,用于建立煤矿安全隐患因素的数据库,所述数据库包括:安全隐患名称、与所述安全隐患名称对应的区域位置、隐患因素的评价指标;

[0060] 其中,每个安全隐患名称均对应有至少一个区域位置,每个区域位置均对应有至少一个隐患因素的评价指标;且每个隐患因素的评价指标均对应有隐患因素的数据值;

[0061] 获取单元,用于获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库;

[0062] 权重确定单元,用于确定各个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息;

[0063] 安全评分计算单元,用于基于权重信息和隐患因素的数据值,计算安全隐患评分,得到安全隐患预测结果。

[0064] 相应地,还包括:存储设备,其中存储有多条指令,所述指令适于由处理器加载并执行如上所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法。

[0065] 相应地,还包括:终端,包括:

[0066] 处理器,适于实现各指令;以及存储设备,适于存储多条指令,所述指令适于由处理器加载并执行如上所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法。

[0067] 本发明的有益技术效果在于:

[0068] 本发明中,根据每个区域位置内隐患预测时隐患因素的评价指标并不相同,每个评价指标的重要性也不相同,通过建立了煤矿安全隐患因素的数据库,能够根据区域位置的不同,对应不同的隐患因素的评价指标;同时,通过确定各个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息,进而对每个区域位置进行更为精确的安全隐患评分,提高了隐患预测结果的可靠性和准确性,实用性极强。

附图说明

[0069] 图1是本发明提供的一种智慧矿山安全隐患预测方法的流程示意图;

[0070] 图2是本发明提供的一种智慧矿山安全隐患预测方法中步骤S30的流程示意图;

[0071] 图3是本发明提供的一种智慧矿山安全隐患预测方法中步骤S40的流程示意图;

[0072] 图4是本发明提供的一种智慧矿山安全隐患预测系统的结构示意图;

[0073] 图中:10为建立单元,20为获取单元,30为权重确定单元,40为安全评分计算单元。

具体实施方式

[0074] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例;基于本发明中的实施例,本领域普通技术人

员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0075] 其次,本发明结合示意图进行详细描述,在详述本发明实施例时,为便于说明,表示器件结构的剖面图会不依一般比例作局部放大,而且所述示意图只是示例,其在此不应限制本发明保护的范围。此外,在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。

[0076] 以下结合附图详细说明本发明的一个实施例。

[0077] 实施例一

[0078] 图1是本发明提供的一种智慧矿山安全隐患预测方法的流程示意图,如图1所示,一种智慧矿山安全隐患预测方法,包括以下步骤:

[0079] S10,建立煤矿安全隐患因素的数据库,所述数据库包括:安全隐患名称、与所述安全隐患名称对应的区域位置、隐患因素的评价指标;

[0080] 其中,每个安全隐患名称均对应有至少一个区域位置,每个区域位置均对应有至少一个隐患因素的评价指标;且每个隐患因素的评价指标均对应有隐患因素的数据值;

[0081] S20,获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库;

[0082] S30,确定各个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息;

[0083] S40,基于权重信息和隐患因素的数据值,计算安全隐患评分,得到安全隐患预测结果。

[0084] 具体地,所述步骤S10中,所述隐患因素的评价指标包括:瓦斯浓度、CO浓度、顶板离层量、煤尘浓度、涌水量;

[0085] 所述区域位置包括:回采工作面、掘进工作面、采空区、回风大巷。

[0086] 进一步地,所述步骤S20,获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库;具体为:通过传感器获取待预测煤矿中7天内、不同区域位置内各个隐患因素的数据值。

[0087] 本发明中,根据每个区域位置内隐患预测时隐患因素的评价指标并不相同,每个评价指标的重要性也不相同,通过建立了煤矿安全隐患因素的数据库,能够根据区域位置的不同对应不同的隐患因素的评价指标;同时,通过确定各个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息,进而对每个区域位置进行更为精确的安全隐患评分,提高了隐患预测结果的可靠性和准确性,实用性极强。

[0088] 实施例二

[0089] 图2是本发明提供的一种智慧矿山安全隐患预测方法中步骤S30的流程示意图;如图2所示,所述步骤S30中,每个区域位置中,隐患因素的评价指标对应的权重信息的确定,具体包括:

[0090] S301,在多个隐患因素的评价指标中,选择两个不同的评价指标分别作为最优指标 C_B 和最劣指标 C_w ;

[0091] 其中,评价指标用集合C表示, $C = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_n\}$,n表示所有指标的数量;

[0092] S302,使用数字1~9确定最优指标相对于所有其它评价指标的相对值,得到最优指标对其他评价指标的向量是:

[0093] $A_B = (A_{B1}, A_{B2}, \dots, A_{Bn})$ 式(1);

[0094] 其中, A_{Bn} 表示最优指标 C_B 对第n个评价指标 C_n 的相对重要度;1代表 A_B 和 A_{Bn} 同等重要,9代表 A_B 相比 A_{Bn} 极端重要;

[0095] S303,使用数字1~9确定最劣指标相对于所有其它评价指标的相对值;得到最劣

指标对其他评价指标的向量是：

$$[0096] \quad A_w = (A_{1w}, A_{2w}, \dots, A_{nw})^T \quad \text{式 (2)};$$

[0097] 其中, A_{nw} 表示第 n 个评价指标 C_n 对最劣指标 C_w 的相对重要度, 1 表示 A_{nw} 和 A_w 同等不重要, 9 代表 A_{nw} 相比 A_w 极端不重要;

[0098] S304, 建立每个评价指标的最优权重计算式, 具体为:

[0099] 设: 评价指标的最优权重集合为: $\{W_1, W_2, W_3, \dots, W_n\}$; 对于第 j 个评价指标的权重 W_j , 对于 $W_B/W_j, W_j/W_w$, 理想状态下应该满足: $W_B/W_j = A_{Bj}, W_j/W_w = A_{jw}$;

[0100] 即: 为了尽可能的接近理想情况, 应该最小化: $\left| \frac{W_B}{W_j} - A_{Bj} \right|, \left| \frac{W_j}{W_w} - A_{jw} \right|;$

[0101] 根据如上分析, 得到了最优权重的计算表达式为:

$$[0102] \quad \begin{aligned} & \min \xi \\ & s.t. \\ & \left| \frac{W_B}{W_j} - A_{Bj} \right| \leq \xi, \quad (j = 1, 2, \dots, n) \\ & \left| \frac{W_j}{W_w} - A_{jw} \right| \leq \xi, \quad (j = 1, 2, \dots, n) \\ & \sum_{j=1}^n W_j = 1 \\ & W_j \geq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, n) \end{aligned} \quad \text{式 (3)};$$

[0103] 其中: W_B 表示最优指标的权重, W_w 表示最劣指标的权重, W_j 表示第 j 个评价指标的权重, $j = 1, 2, \dots, n$;

[0104] A_{Bj} 表示最优指标对第 j 个评价指标的相对重要度, A_{jw} 表示第 j 个评价指标对最劣指标的相对重要度;

[0105] S305, 计算出每个评价指标的权重。

[0106] 本实施例中, 考虑各指标对其他指标的影响程度以及被影响程度, 采用最优指标 C_B 和最劣指标 C_w 作为参考指标, 并获得对其他指标的相对值, 该方法能够得各评价指标的最优权重, 实现安全隐患评分的定量分析, 与原有人为干预、主观判断的方式相比, 提高了隐患也测的自动化程度。

[0107] 实施例三

[0108] 图3是本发明提供的一种智慧矿山安全隐患预测方法中步骤S40的流程示意图; 如图3所示, 所述步骤S40, 基于权重信息和隐患因素的数据值, 计算安全隐患评分, 得到安全隐患预测结果, 具体包括:

[0109] S401, 根据获取的隐患因素的数据值, 形成 $m \times n$ 阶的上、下界矩阵; 其中, m 表示区域位置的数量, n 表示区域内评价指标的数量, 上界矩阵由数据值的最大值组成, 下界矩阵由数据值的最小值组成;

[0110] S402, 建立虚拟正、负理想方案; 具体为:

[0111] 下界矩阵 \underline{G} 中, 令 $A = [a_1, a_2, \dots, a_n]$ 为虚拟正理想方案;

[0112] 上界矩阵 \bar{G} 中,令 $B=[b_1, b_2, \dots, b_n]$ 为虚拟负理想方案;

[0113] S403,对虚拟正、负理想方案进行标准化处理;

[0114] S404,计算标准化后上、下界矩阵与虚拟正、负理想方案间的关联系数;其计算表达式为:

$$[0115] \quad \underline{\zeta}_i(j) = \frac{\min_i \min_j |x_0(j) - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |x_0(j) - x_i(j)|}{|x_0(j) - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |x_0(j) - x_i(j)|} \quad \text{式 (4);}$$

$$[0116] \quad \overline{\zeta}_i(j) = \frac{\min_i \min_j |\overline{x_0(j)} - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |\overline{x_0(j)} - x_i(j)|}{|\overline{x_0(j)} - x_i(j)| + \rho \cdot \max_i \max_j |\overline{x_0(j)} - x_i(j)|} \quad \text{式 (5);}$$

[0117] 上式中, $\underline{\zeta}_i(j)$ 、 $\overline{\zeta}_i(j)$ 分别表示标准化后下界矩阵与虚拟正理想方案的关系系数、标准化后上界矩阵与虚拟负理想方案的关系系数; $x_0(j)$ 、 $\overline{x_0(j)}$ 分别表示虚拟正、负理想方案; $x_i(j)$ 表示第 i 个区域的第 j 个隐患因素的标准化数据值; ρ 表示分辨系数, $\rho \in [0, 1]$;

[0118] S405,根据关联系数,得到标准化后上、下界矩阵分别与虚拟正、负理想方案的关联度;具体为:

[0119] 上界矩阵与虚拟负理想方案的关系度:

$$[0120] \quad \sum_{j=1}^m w_j \overline{\zeta}_i(j) \quad \text{式 (6);}$$

[0121] 下界矩阵与虚拟正理想方案的关系度:

$$[0122] \quad \sum_{j=1}^m w_j \underline{\zeta}_i(j) \quad \text{式 (7);}$$

[0123] 其中, w_j 表示第 j 个评价指标的权重, $j=1, 2, \dots, n$;

[0124] S406,计算隶属度,并将隶属度作为评分结果输出,隶属度的计算如下:

[0125] 于虚拟负理想方案的隶属度为 u_i ,于虚拟正理想方案的隶属度为 $1-u_i$;其中 u_i 的计算表达式为:

$$[0126] \quad u_i = \frac{\sum_{j=1}^m (w_j \overline{\zeta}_i(j))^2}{\sum_{j=1}^m (w_j \overline{\zeta}_i(j))^2 + \sum_{j=1}^m (w_j \underline{\zeta}_i(j))^2} \quad \text{式 (8)。$$

[0127] 本实施例中,隶属度即为灰色关联分析方法最终所计算的结果,代表最终的安全隐患评分值;一般地,隶属度 u_i 越大时,表示评价指标越贴合虚拟正理想方案,越远离虚拟负理想方案。

[0128] 具体地,所述步骤S402,建立虚拟正、负理想方案中,定义第 i 个区域中:

[0129] a_j 为下界矩阵 \underline{G} 中第 j 个指标的最佳值,当指标为成本型时, $a_j = \min G_{ij}$;当指标为效益型时, $a_j = \max G_{ij}$;

[0130] b_j 为上界矩阵 \bar{G} 中第 j 个指标的最佳值,当指标为成本型时, $b_j = \max G_{ij}$;当指标为

效益型时, $b_j = \min G_{ij}$ 。

[0131] 进一步地, 所述S403, 对虚拟正、负理想方案进行标准化处理中, 具体为:

[0132] 下界矩阵 \underline{G} 中, 虚拟正理想方案标准化处理后为 $[1, 1, L, 1]$, 对于成本型指标 $\underline{x}_{ij} = a_j / G_{ij}$; 对于效益型指标 $\underline{x}_{ij} = G_{ij} / a_j$;

[0133] 上界矩阵 \overline{G} 中, 对于效益型指标 $\overline{x}_{ij} = b_j / \overline{G}_{ij}$; 对于成本型指标 $\overline{x}_{ij} = \overline{G}_{ij} / b_j$ 。

[0134] 本发明还提供了一种智慧矿山安全隐患预测系统。

[0135] 图4是本发明提供的一种智慧矿山安全隐患预测系统的结构示意图; 如图4所示, 一种智慧矿山安全隐患预测系统, 包括:

[0136] 建立单元10, 用于建立煤矿安全隐患因素的数据库, 所述数据库包括: 安全隐患名称、与所述安全隐患名称对应的区域位置、隐患因素的评价指标;

[0137] 其中, 每个安全隐患名称均对应有至少一个区域位置, 每个区域位置均对应有至少一个隐患因素的评价指标; 且每个隐患因素的评价指标均对应有隐患因素的数据值;

[0138] 获取单元20, 用于获取待预测煤矿中存在的隐患因素的数据值并写入数据库;

[0139] 权重确定单元30, 用于确定各个区域位置中, 隐患因素的评价指标对应的权重信息;

[0140] 安全评分计算单元40, 用于基于权重信息和隐患因素的数据值, 计算安全隐患评分, 得到安全隐患预测结果。

[0141] 本发明还提供了一种存储设备。

[0142] 存储设备, 其中存储有多条指令, 所述指令适于由处理器加载并执行如上所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法。

[0143] 所述存储设备可为一计算机可读存储介质, 可以包括: ROM、RAM、磁盘或光盘等。

[0144] 本发明还提供了一种终端。

[0145] 终端, 包括:

[0146] 处理器, 适于实现各指令; 以及存储设备, 适于存储多条指令, 所述指令适于由处理器加载并执行如上所述的一种智慧矿山安全隐患预测方法。

[0147] 所述终端可为任意能够实现物品防伪溯源的装置, 该装置可以是各种终端设备, 例如: 台式电脑、手提电脑等, 具体可以通过软件和/或硬件来实现。

[0148] 综上, 本发明解决了目前的安全隐患预测系统只是存在信息的捕获、传输功能, 未能进行自动计算、分析及判别等问题, 确保了煤矿安全隐患排查的科学合理、简便时效、自动可靠, 具有较强的推广与应用价值。

[0149] 在本说明书的描述中, 参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中, 对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且, 描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外, 在不相互矛盾的情况下, 本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0150] 在上述实施例中, 对各个实施例的描述都各有侧重, 某个实施例中未详述的部

分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0151] 可以理解的是,上述方法、装置及系统中的相关特征可以相互参考。另外,上述实施例中的“第一”、“第二”等是用于区分各实施例,而并不代表各实施例的优劣。

[0152] 所述领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统 and 模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0153] 在此提供的算法和显示不与任何特定计算机、虚拟系统或者其他设备固有相关。各种通用系统也可以与基于在此的示教一起使用。根据上面的描述,构造这类装置所要求的结构是显而易见的。此外,本发明也不针对任何特定的编程语言。应当明白,可以利用各种编程语言实现在此描述的本发明的内容,并且上面对特定语言所做的描述是为了披露本发明的最佳实施方式。

[0154] 在本申请所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的系统和方法,可以通过其它的方式实现。以上所描述的系统实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,又例如,多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0155] 所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0156] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

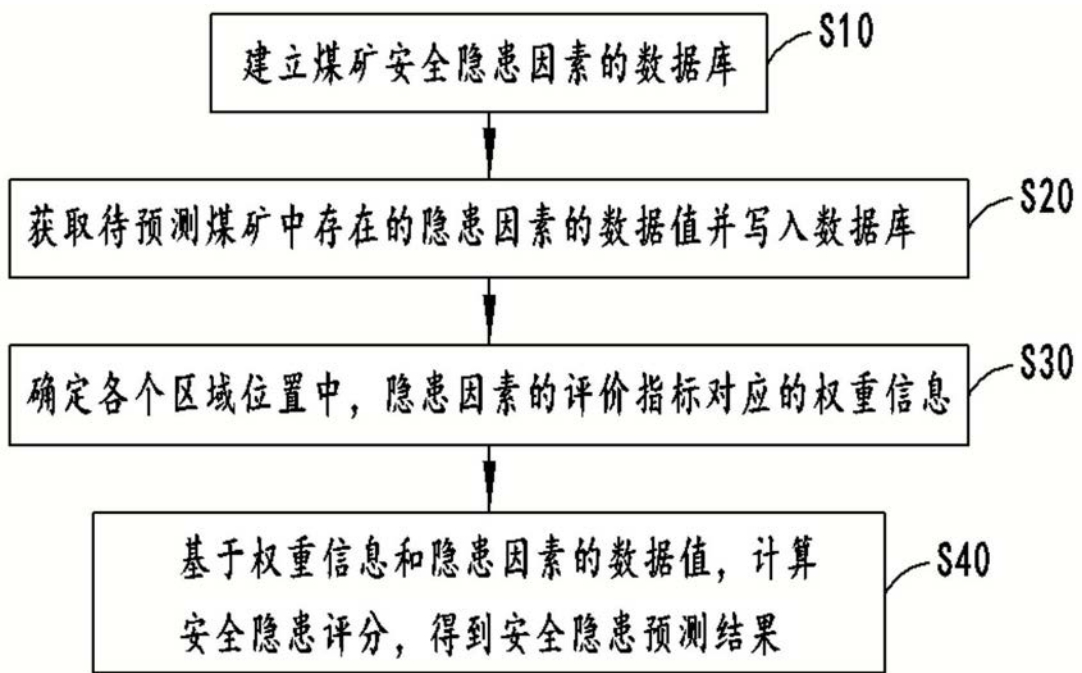


图1

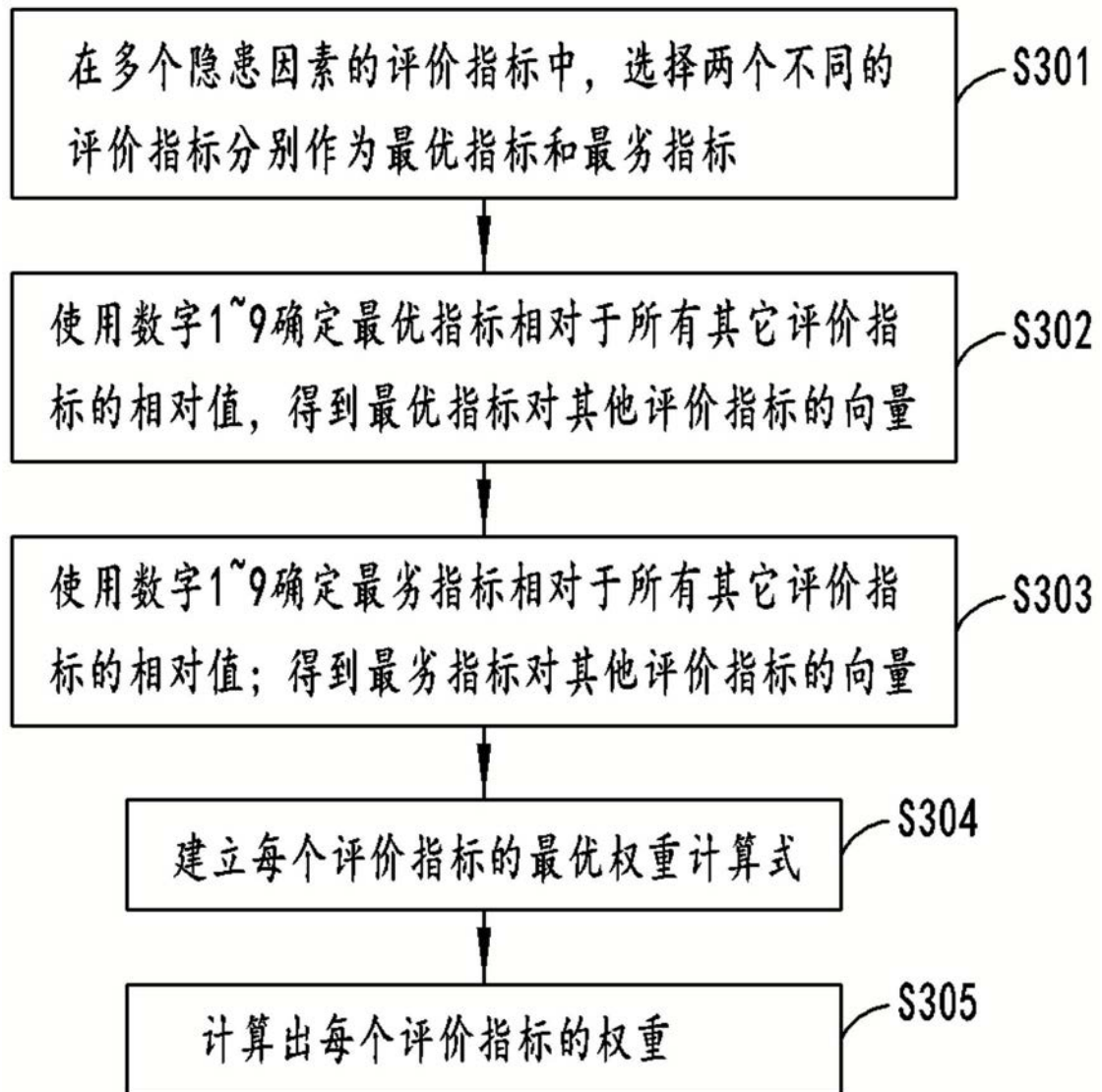


图2

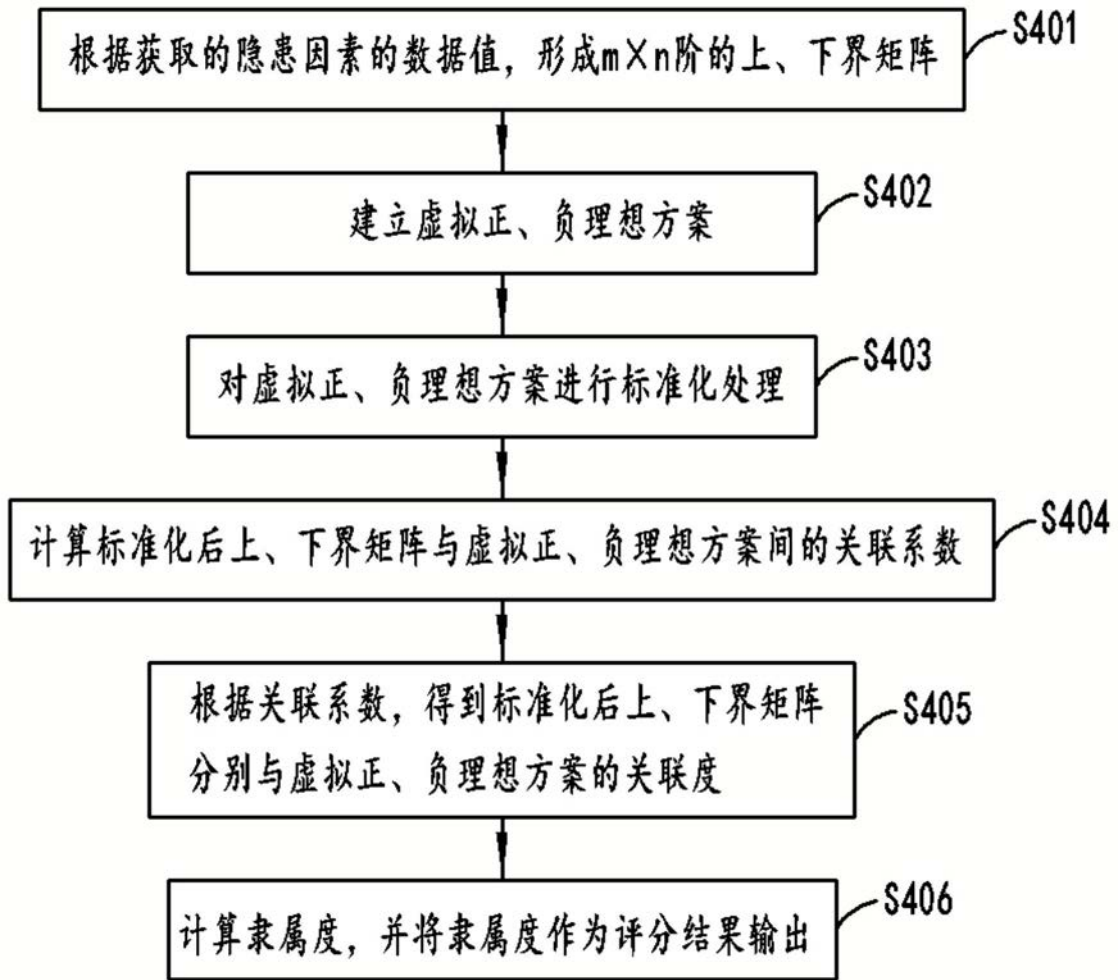


图3

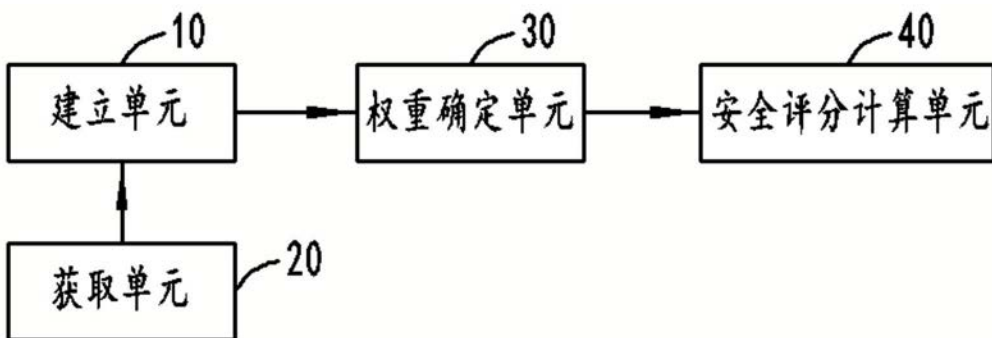


图4