



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104318313 B

(45)授权公告日 2017.05.10

(21)申请号 201410482971.4

G06Q 50/02(2012.01)

(22)申请日 2014.09.19

G06F 19/00(2011.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104318313 A

(56)对比文件

CN 1603986 A,2005.04.06,

CN 103617456 A,2014.03.05,

CN 1749891 A,2006.03.22,

CN 102778843 A,2012.11.14,

(43)申请公布日 2015.01.28

(73)专利权人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号

审查员 黄骏雄

(72)发明人 丁进良 刘长鑫 刘昊 柴天佑

郑秀萍

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司

公司 21109

代理人 梁焱

(51)Int.Cl.

G06Q 10/04(2012.01)

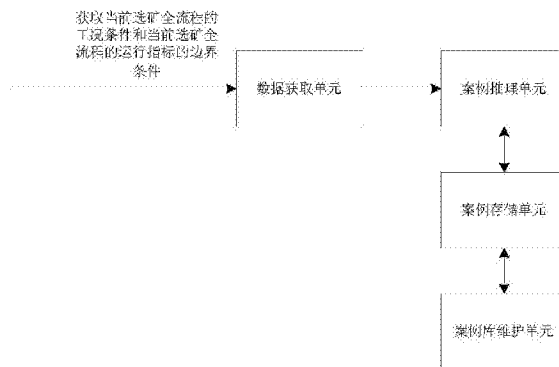
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统及方法

(57)摘要

本发明涉及基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统及方法,该系统包括数据获取单元、案例推理单元、案例存储单元和案例库维护单元。基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策方法,从选矿现场中采集当前选矿全流程的工况条件,设定当前选矿全流程的运行指标的边界条件,利用案例库中历史选矿生产过程案例的工况条件和运行指标值、当前选矿全流程的工况条件和运行指标的边界条件,运用案例推理方法确定选矿全流程运行指标值,将当前选矿全流程的工况条件和选矿全流程运行指标值作为案例加入案例库中,根据案例记录的时间,定期更新案例记录。



1. 一种基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策方法,采用基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统,包括数据获取单元、案例推理单元和案例存储单元;

所述的数据获取单元:用于获取当前选矿全流程的工况条件和当前选矿全流程的运行指标的边界条件,工况条件共有七个,包括弱磁入磨品位、强磁入磨品位、强磁球磨机处理量、弱磁球磨机处理量、废石品位、强磁球磨机运时和弱磁球磨机运时;运行指标的边界条件包括一次溢流回收率的范围、磨矿的强磨粒度的范围、弱磨粒度的范围、磁选的精品位范围、弱精品位的范围、强尾品位的范围、弱尾品位的范围;

所述的案例推理单元:利用案例库中历史选矿生产过程案例的工况条件和运行指标值、当前选矿全流程的工况条件和运行指标的边界条件,运用案例推理方法确定选矿全流程运行指标值;

所述的案例存储单元:用于将历史选矿生产过程案例和当前选矿生产过程案例存储至案例库中,各案例中包括其工况条件和运行指标的值;

还包括案例库维护单元:用于对案例库进行维护,包括添加案例、删除案例和查看案例,

其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:从选矿现场中采集当前选矿全流程的工况条件,包括:弱磁入磨品位、强磁入磨品位、强磁球磨机处理量、弱磁球磨机处理量、废石品位、强磁球磨机运时和弱磁球磨机运时;

步骤2:设定当前选矿全流程的运行指标的边界条件,包括:一次溢流回收率的范围、磨矿的强磨粒度的范围、弱磨粒度的范围、磁选的精品位范围、弱精品位的范围、强尾品位的范围、弱尾品位的范围;

步骤3:利用案例库中历史选矿生产过程案例的工况条件和运行指标值、当前选矿全流程的工况条件和运行指标的边界条件,运用案例推理方法确定选矿全流程运行指标值;

步骤3.1:案例库中历史选矿生产过程案例 D_k 的工况条件 $F_k = \{f_{ik}\}$,其中, f_{ik} 表示第 k 个案例的第 i 个工况条件, $i=1\cdots 7$, $k=1\cdots N$, N 为案例库中案例数,运行指标 $C_k = \{c_{jk}\}$,其中, c_{jk} 表示第 k 个案例的第 j 个运行指标, $j=1\cdots 7$;

步骤3.2:确定每个工况条件的权值 ω_i ;

步骤3.3:采用 K 阶最邻近方法从案例库中选出备选案例:设当前选矿生产过程案例 D 的工况条件为 $F = \{f_i\}$,利用相似度函数计算当前选矿生产过程案例 D 与案例库中历史选矿生

产过程案例 D_k 的相似度 $sim(D, D_k) = \frac{\sum_{i=1}^7 \omega_i \cdot sim(f_i, f_{ik})}{\sum_{i=1}^7 \omega_i}$,其中 $sim(f_i, f_{ik}) = 1 - \frac{|f_i - f_{ik}|}{\max(f_i, f_{ik})}$,从案

例库中选出 K 个相似度最大的历史选矿生产过程案例作为备选案例;

步骤3.4:对备选案例进行修正;

步骤3.4.1:利用当前选矿全流程的运行指标的边界条件对备选案例进行修正:若某备选案例的运行指标超出当前选矿全流程的运行指标的边界条件,则将该备选案例删除,若当前备选案例全部超出当前选矿全流程的运行指标的边界条件,则返回步骤3.3;

步骤3.4.2:设定容忍度 p ,计算 K 个备选案例的每个运行指标 c_{jk} 的平均值得到备选案例

运行指标的平均值 $\bar{c}_j = \sum_{k=1}^K \frac{c_{jk}}{K}$, 令 $d_{jk} = |c_{jk} - \bar{c}_j|$, 若 $d_{jk} > p \cdot \bar{c}_j$, 则用 \bar{c}_j 替换当前的 c_{jk} , 其中, $p \in (0, 1]$;

步骤3.5: 采用基于知识密集型案例重用方法, 计算选矿全流程运行指标值 c_j : 利用公

式 $c_j = \frac{\sum_{k=1}^K \text{sim}(D, D_k) \cdot c_{jk}}{\sum_{k=1}^K \text{sim}(D, D_k)}$ 计算出选矿全流程运行指标值 c_j , 实现选矿全流程运行指标的智能

决策, 将决策的选矿全流程运行指标值下发到选矿生产过程中;

步骤4: 将当前选矿全流程的工况条件和选矿全流程运行指标值作为案例加入案例库中;

步骤5: 根据案例记录的时间, 定期更新案例记录。

基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于选矿生产过程技术领域,具体涉及一种基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统及方法。

背景技术

[0002] 矿产资源是经济发展需求的一种重要基础原料,在国民经济发展、国防科技建设等方面,在冶金、建筑、交通、化工等多个领域中起着举足轻重的作用,同时矿产资源又是难以再生的自然资源,所以各国都在积极地倡导可持续发展战略。在这种形势下,选矿工业企业已经不能像过去那样单纯地追求经济效益,而应该更加注重产品的质量,降低生产成本,节约资源消耗,降低环境污染,只有这样才能满足企业越来越高的质量要求,才能使企业更好地生存发展。

[0003] 选矿过程就是将从地下开采出来的原矿石经过物理\化学变化使得有用矿物进行富集的过程。富集后有用矿物称为精矿,无用成分称为尾矿,并用品位来描述富集程度。精矿品位越高,矿物中的杂质就越少,越有利于后续的冶炼加工。但过分追求高品位精矿,会使大量有用矿物随尾矿抛弃,金属回收率过低,导致资源的浪费。因此,衡量原矿运行系统的指标有两个,分别是精矿品位和精矿产量,在运行的过程当中,影响这两个目标的指标主要由七个,分别是竖炉的一次溢流回收率、磨矿的强磨粒度、弱磨粒度、磁选的精品位、弱精品位、强尾品位、弱尾品位。

[0004] 目前对选矿过程运行指标的决策方法方面仅有少量的专利,如“201310647027.5(一种选矿过程运行指标优化方法)”通过建立质量指标和常量指标的模型,对各运行指标进行预报,得到质量指标预报值和产量指标预报值,根据质量指标预报值与质量指标目标值之差、产量指标预报值与产量指标目标值之差,通过校正规则来对运行指标目标值与设定值进行校正,得到选矿过程运行指标优化值。“200910187863.3基于多变量解耦IMC技术的磨矿过程运行控制方法”包括底层回路控制系统,通过网络与上位机通信,在上位机中嵌入上层回路设定系统,回路设定系统包括回路设定控制器、磨矿过程运行指标模型以及切换机制,用于对回路设定值进行调整和修正,实现期望的工艺指标。以往的方法主要针对的是对选矿生产指标设定值如何进行优化,而没有研究如何通过研究各种生产指标之间的相互影响关系来对企业最关心的重要生产指标进行有效的设定,多采用智能优化方法或者是人工设定的方法,而忽视了以往的生产过程中成功实施的案例经验等知识,造成了以往经验的浪费。

发明内容

[0005] 针对现有技术的不足,提供一种基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统及方法,利用以往的成功运行的经验案例对竖炉的一次溢流回收率、磨矿的强磨粒度、弱磨粒度、磁选的精品位、弱精品位、强尾品位、弱尾品位运行指标进行智能决策和优化。

[0006] 基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统,包括数据获取单元、案例推

理单元、案例存储单元和案例库维护单元。

[0007] 数据获取单元：用于获取当前选矿全流程的工况条件和当前选矿全流程的运行指标的边界条件，工况条件共有七个，包括弱磁入磨品位、强磁入磨品位、强磁球磨机处理量、弱磁球磨机处理量、废石品位、强磁球磨机运时和弱磁球磨机运时；运行指标的边界条件包括一次溢流回收率的范围、磨矿的强磨粒度的范围、弱磨粒度的范围、磁选的精精品位的范围、弱精品位的范围、强尾品位的范围、弱尾品位的范围。

[0008] 案例推理单元：利用案例库中历史选矿生产过程案例的工况条件和运行指标值、当前选矿全流程的工况条件和运行指标的边界条件，运用案例推理方法确定选矿全流程运行指标值。

[0009] 案例存储单元：用于将历史选矿生产过程案例和当前选矿生产过程案例存储至案例库中，各案例中包括其工况条件和运行指标的值。

[0010] 案例库维护单元：用于对案例库进行维护，包括添加案例、删除案例和查看案例。

[0011] 采用基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统进行选矿全流程运行指标智能决策的方法，包括以下步骤：

[0012] 步骤1：从选矿现场中采集当前选矿全流程的工况条件，包括：弱磁入磨品位、强磁入磨品位、强磁球磨机处理量、弱磁球磨机处理量、废石品位、强磁球磨机运时和弱磁球磨机运时；

[0013] 步骤2：设定当前选矿全流程的运行指标的边界条件，包括：一次溢流回收率的范围、磨矿的强磨粒度的范围、弱磨粒度的范围、磁选的精精品位的范围、弱精品位的范围、强尾品位的范围、弱尾品位的范围；

[0014] 步骤3：利用案例库中历史选矿生产过程案例的工况条件和运行指标值、当前选矿全流程的工况条件和运行指标的边界条件，运用案例推理方法确定选矿全流程运行指标值；

[0015] 步骤3.1：案例库中历史选矿生产过程案例 D_k 的工况条件 $F_k = \{f_{ik}\}$ ，其中， f_{ik} 表示第 k 个案例的第 i 个工况条件， $i = 1 \cdots 7$ ， $k = 1 \cdots N$ ， N 为案例库中案例数，运行指标 $C_k = \{c_{jk}\}$ ，其中， c_{jk} 表示第 k 个案例的第 j 个运行指标， $j = 1 \cdots 7$ ；

[0016] 步骤3.2：确定每个工况条件的权值 ω_i ；

[0017] 步骤3.3：采用 K 阶最邻近方法从案例库中选出备选案例：设当前选矿生产过程案例 D 的工况条件为 $F = \{f_i\}$ ，利用相似度函数计算当前选矿生产过程案例 D 与案例库中历史

选矿生产过程案例 D_k 的相似度 $sim(D, D_k) = \frac{\sum_{i=1}^7 \omega_i \cdot sim(f_i, f_{ik})}{\sum_{i=1}^7 \omega_i}$ ，其中 $sim(f_i, f_{ik}) = 1 - \frac{|f_i - f_{ik}|}{\max(f_i, f_{ik})}$ ，

从案例库中选出 K 个相似度最大的历史选矿生产过程案例作为备选案例；

[0018] 步骤3.4：对备选案例进行修正；

[0019] 步骤3.4.1：利用当前选矿全流程的运行指标的边界条件对备选案例进行修正：若某备选案例的运行指标超出当前选矿全流程的运行指标的边界条件，则将该备选案例删除，若当前备选案例全部超出当前选矿全流程的运行指标的边界条件，则返回步骤3.3；

[0020] 步骤3.4.2：设定容忍度 p ，计算 K 个备选案例的每个运行指标 c_{jk} 的平均值得到备选

案例运行指标的平均值 $\bar{c}_j = \sum_{k=1}^K \frac{c_{jk}}{K}$ ，令 $d_{jk} = |c_{jk} - \bar{c}_j|$ ，若 $d_{jk} > p \cdot \bar{c}_j$ ，则用 \bar{c}_j 替换当前的 c_{jk} ，其中， $p \in (0, 1]$ ；

[0021] 步骤3.5：采用基于知识密集型案例重用方法，计算选矿全流程运行指标值 c_j ：利

用公式 $c_j = \frac{\sum_{k=1}^K \text{sim}(D, D_k) \cdot c_{jk}}{\sum_{k=1}^K \text{sim}(D, D_k)}$ 计算出选矿全流程运行指标值 c_j ，实现选矿全流程运行指标

的智能决策，将决策的选矿全流程运行指标值下发到选矿生产过程中；

[0022] 步骤4：将当前选矿全流程的工况条件和选矿全流程运行指标值作为案例加入案例库中；

[0023] 步骤5：根据案例记录的时间，定期更新案例记录。

[0024] 本发明的有益效果是：利用计算机系统和常规的检测仪表提供的在线过程数据，基于案例推理的方法实现了选矿全流程运行指标的智能决策。实现了基础控制难以达到的用户对复杂工业生产过程的最终需求。与常规控制相比，这种方法不过分依赖于生产过程的数学模型，容易适应复杂工况条件的变化。与人工操作相比，减少了操作人员的工作量，避免了依靠经验生产的主观性和随意性，使产品质量及其它生产指标得到了有效可靠的保证。由于案例库不断有代表最新工况的新的案例加入，不适应工况的旧案例又不断删减替换，所以本发明的智能优化设定方法具有很强的自适应和自学习能力。另外，由于本发明针对不同的边界条件用不同的案例来进行推理，所以适用面广，优化设定量也更精确。该方法能够实现竖炉焙烧系统的优化控制和优化运行。并且在案例的修正过程当中，是基于数据进行修正的，具有普适性，并且当环境发生了些许变化也不会对案例推理的性能产生太大的影响。给生产带来巨大的经济效益与社会效益，并在复杂工业过程中具有推广应用价值。

附图说明

[0025] 图1为本发明具体实施方式的基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统的结构框图；

[0026] 图2为本发明具体实施方式的基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策方法的选矿全流程运行指标描述示意图；

[0027] 图3为本发明具体实施方式的基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策方法的流程图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本发明具体实施方式加以详细的说明。

[0029] 基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统，如图1所示，包括数据获取单元、案例推理单元、案例存储单元和案例库维护单元。

[0030] 数据获取单元：用于获取当前选矿全流程的工况条件和当前选矿全流程的运行指标的边界条件，工况条件共有七个，包括弱磁入磨品位、强磁入磨品位、强磁球磨机处理量、弱磁球磨机处理量、废石品位、强磁球磨机运时和弱磁球磨机运时；运行指标的边界条件包

括一次溢流回收率的范围、磨矿的强磨粒度的范围、弱磨粒度的范围、磁选的精精品位的范围、弱精品位的范围、强尾品位的范围、弱尾品位的范围。选矿全流程运行指标描述示意图如图2所示。

[0031] 案例推理单元：利用案例库中历史选矿生产过程案例的工况条件和运行指标值、当前选矿全流程的工况条件和运行指标的边界条件，运用案例推理方法确定选矿全流程运行指标值；

[0032] 案例存储单元：用于将历史选矿生产过程案例和当前选矿生产过程案例存储至案例库中，各案例中包括其工况条件和运行指标的值。

[0033] 案例库维护单元：用于对案例库进行维护，包括添加案例、删除案例和查看案例。

[0034] 本实施方式可以在Microsoft Visual Studio 2012环境下的C语言和matlab2012a环境下用进行进行。

[0035] 以某大型铁矿选矿厂的竖炉磁化焙烧工段为例，该选矿厂的主要铁矿石为赤铁矿。选矿过程就是将从地下开采出来的原矿石经过物理/化学变化使得有用矿物进行富集的过程，并且要在保证精矿产量的同时提高精矿品位。

[0036] 利用基于案例推理的选矿全流程运行指标智能决策系统实现智能决策的方法，如图3所示，包括以下步骤：

[0037] 步骤1：从选矿现场中采集当前选矿全流程的工况条件，包括：弱磁入磨品位、强磁入磨品位、强磁球磨机处理量、弱磁球磨机处理量、废石品位、强磁球磨机运时和弱磁球磨机运时。

[0038] 本实施方式中，采集当前选矿全流程的工况条件如表1所示：

[0039] 表1 当前选矿全流程的工况条件

[0040]

工况条件	弱磁入磨品位	弱磁入磨品位	强磁球磨机处理量	弱磁球磨机处理量	废石品位	强磁球磨机运时	弱磁球磨机运时
符号	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
取值	42.0	34.0	82.0	68.0	13.0	90.0	83.0

[0041] 其中， f_1 表示弱磁入磨品位、 f_2 表示弱磁入磨品位、 f_3 表示强磁球磨机处理量、 f_4 表示弱磁球磨机处理量、 f_5 表示废石品位、 f_6 表示强磁球磨机运时、 f_7 表示弱磁球磨机运时。

[0042] 步骤2：设定当前选矿全流程的运行指标的边界条件，包括：一次溢流回收率的范围、磨矿的强磨粒度的范围、弱磨粒度的范围、磁选的精精品位的范围、弱精品位的范围、强尾品位的范围、弱尾品位的范围。

[0043] 本实施方式中设定的当前选矿全流程的运行指标的边界条件如表2所示：

[0044] 表2 当前选矿全流程的运行指标的边界条件

[0045]

运行指标	一次溢流回收率	弱精品位	弱尾品位	强精品位	强尾品位	强磨粒度	弱磨粒度
符号	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
下限	81.53	54.15	15.93	46.09	17.97	48.62	68.29
上限	84.80	57.83	20.18	53.38	23.15	84.03	84.88
单位	%	%	%	%	%	%	%

[0046] 其中, c_1 表示一次溢流回收率、 c_2 表示弱精品位、 c_3 表示弱尾品位、 c_4 表示强精品位、 c_5 表示强尾品位、 c_6 表示强磨粒度、 c_7 表示弱磨粒度。

[0047] 步骤3:利用案例库中历史选矿生产过程案例的工况条件和运行指标值、当前选矿全流程的工况条件和运行指标的边界条件,运用案例推理方法确定选矿全流程运行指标值。

[0048] 步骤3.1:案例库中历史选矿生产过程案例 D_k 的工况条件 $F_k = \{f_{ik}\}$,其中, f_{ik} 表示第 k 个案例的第 i 个工况条件, $i = 1 \cdots 7, k = 1 \cdots N, N$ 为案例库中案例数,运行指标 $C_k = \{c_{jk}\}$,其中, c_{jk} 表示第 k 个案例的第 j 个运行指标, $j = 1 \cdots 7$ 。

[0049] 步骤3.2:确定每个工况条件的权值 ω_i 。

[0050] 本实施方式中,根据经验确定每个工况条件的权值弱磁入磨品位的权值 ω_1 、强磁入磨品位的权值 ω_2 、强磁球磨机处理量的权值 ω_3 、弱磁球磨机处理量的权值 ω_4 、废石品位的权值 ω_5 、强磁球磨机运时的权值 ω_6 、弱磁球磨机运时的权值 ω_7 分别为:0.08、0.12、0.18、0.2、0.12、0.14、0.16。

[0051] 步骤3.3:采用K阶最邻近方法从案例库中选出备选案例:

[0052] 设当前选矿生产过程案例 D 的工况条件为 $F = \{f_i\}$,利用相似度函数计算当前选矿生产过程案例 D 与案例库中历史选矿生产过程案例 D_k 的相似度,从案例库中选出K个相似度最大的历史选矿生产过程案例作为备选案例。

[0053] 相似度函数如下:

$$[0054] \quad sim(D, D_k) = \frac{\sum_{i=1}^7 \omega_i \cdot sim(f_i, f_{ik})}{\sum_{i=1}^7 \omega_i} \quad (1)$$

$$[0055] \quad 其中, \quad sim(f_i, f_{ik}) = 1 - \frac{|f_i - f_{ik}|}{\max(f_i, f_{ik})}$$

[0056] 本实施方式中,选取K等于6,得到的K个备选案例的 D_k 的运行指标值为:

	82.6250	55.5510	17.1530	50.1190	20.0590	78.0943	80.1020
	82.3670	55.8360	16.8420	49.1030	19.6340	79.9470	77.7030
[0057]	82.3170	55.5340	17.8430	50.7360	20.4050	78.2140	76.9437
	82.2330	55.3240	18.1600	49.0080	21.4000	79.4833	76.5633
	82.9670	56.2160	17.0200	48.7000	19.4290	77.0333	74.5333
	82.4920	54.9910	17.9590	50.5300	21.1610	82.1750	66.8937

[0058] 步骤3.4:对备选案例进行修正。

[0059] 步骤3.4.1:利用当前选矿全流程的运行指标的边界条件对备选案例进行修正:若某备选案例的运行指标超出当前选矿全流程的运行指标的边界条件,则将该备选案例删除,若当前备选案例全部超出当前选矿全流程的运行指标的边界条件,则返回步骤3.3。

[0060] 本实施方式中,没有备选案例运行指标超出当前选矿全流程的运行指标的边界条件。

[0061] 步骤3.4.2:设定容忍度 p ,计算 K 个备选案例的每个运行指标 c_{jk} 的平均值得到备选案例运行指标的平均值 \bar{c}_j ,令 $d_{jk} = |c_{jk} - \bar{c}_j|$,若 $d_{jk} > p \cdot \bar{c}_j$,则用 \bar{c}_j 替换当前的 c_{jk} ,其中, $p \in (0, 1]$ 。

[0062] 备选案例运行指标的平均值 \bar{c}_j 计算公式如下:

$$[0063] \quad \bar{c}_j = \sum_{k=1}^K \frac{c_{jk}}{K} \quad (2)$$

[0064] 本实施方式中,设定的容忍度 p 为0.08。计算得到 $\bar{c}_7 = 75.4565$, $d_{7,6} = |c_{7,6} - \bar{c}_7| > p \cdot \bar{c}_7$,则将 $\bar{c}_7 = 75.4565$ 代替 $c_{7,6} = 66.8973$ 。

[0065] 步骤3.5:采用基于知识密集型案例重用方法,计算选矿全流程运行指标值 c_j ,实现选矿全流程运行指标的智能决策,将决策的选矿全流程运行指标值下发到选矿生产过程中。

[0066] 选矿全流程运行指标值计算公式如下:

$$[0067] \quad c_j = \frac{\sum_{k=1}^K \text{sim}(D, D_k) \cdot c_{jk}}{\sum_{k=1}^K \text{sim}(D, D_k)} \quad (3)$$

[0068] 本实施方式得到的选矿全流程运行指标值 c_j 为:

[0069] 82.4983 55.5763 17.4919 49.7045 20.3425 79.1477 75.5305

[0070] 步骤4:将当前选矿全流程的工况条件和选矿全流程运行指标值作为案例加入案例库中。

[0071] 步骤5:根据案例记录的时间,定期更新案例记录。

[0072] 本发明在选矿全流程运行指标优化过程中,对其主要工艺参数进行优化设定,使经过案例推理得到的解决方案在实际的生产过程中成功的应用,成为一个低成本却有很高

实用价值的选矿全流程运行指标决策系统及方法。

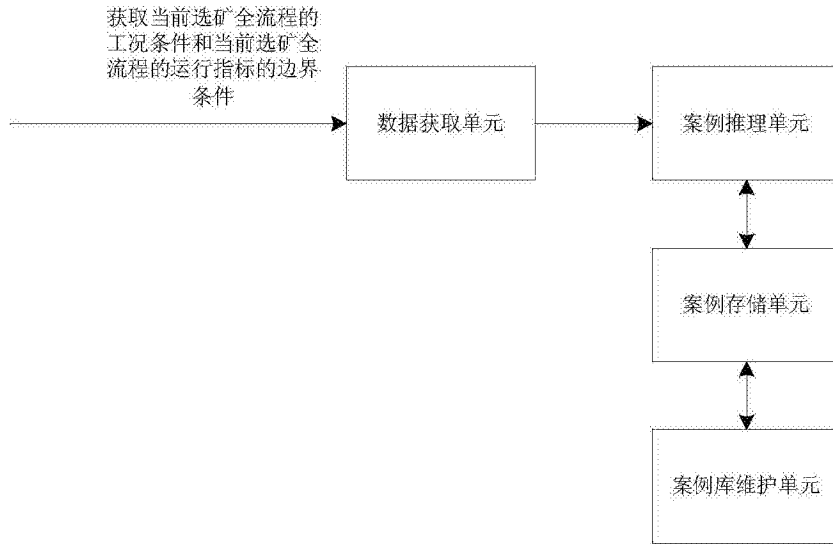


图1

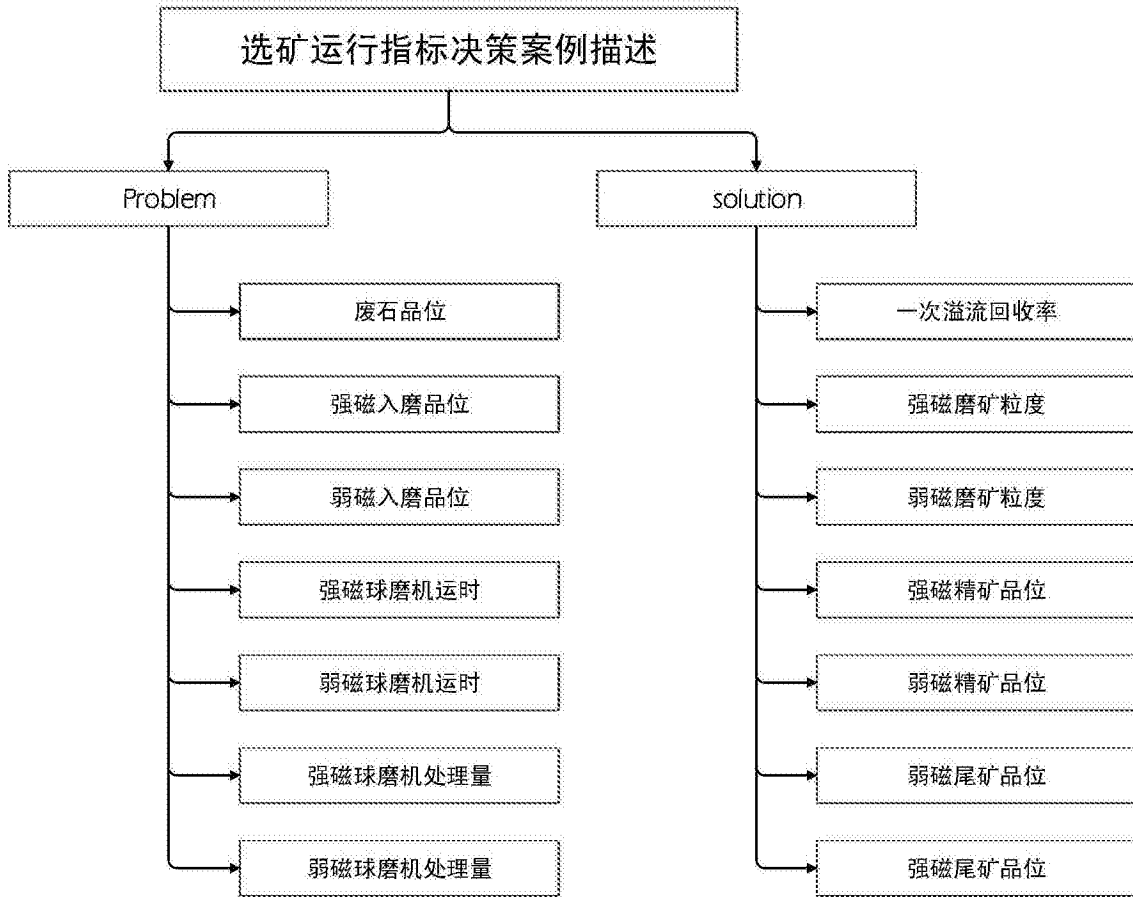


图2

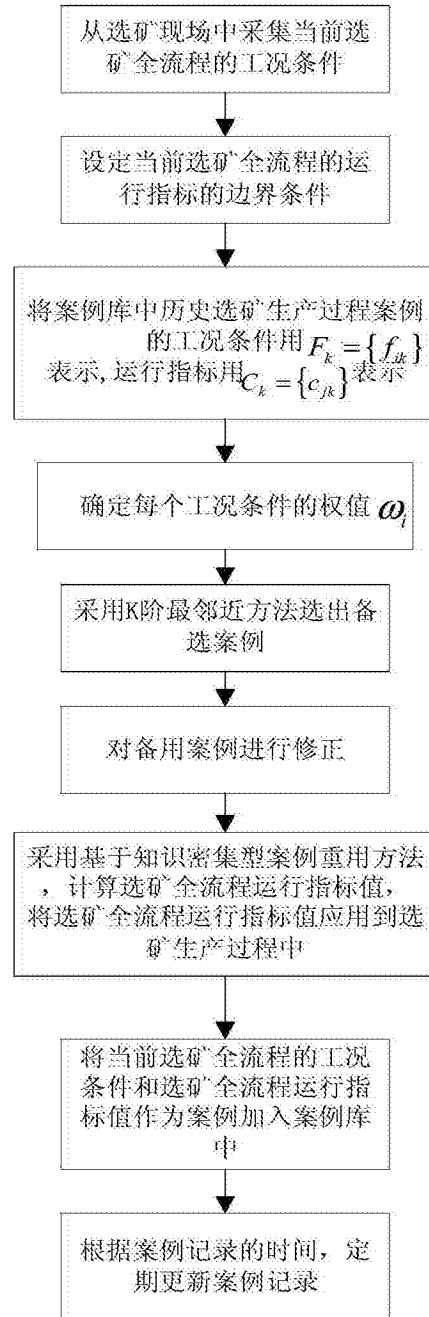


图3