

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G05B 19/418 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710178959.4

[45] 授权公告日 2009年6月3日

[11] 授权公告号 CN 100495272C

[22] 申请日 2007.12.7

[21] 申请号 200710178959.4

[73] 专利权人 冶金自动化研究设计院

地址 100071 北京市丰台区西四环南路 72 号

[72] 发明人 孙要夺 李向军

[56] 参考文献

JP2003-256761A 2003.9.12

CN1945482A 2007.4.11

CN1815497A 2006.8.9

CN1556486A 2004.12.22

JP2004-145749A 2004.5.20

CN1753010A 2006.3.29

钢铁企业 MES 中的计划调度系统. 刘晓强, 顾佳晨, 孙彦广, 崔新莹. 冶金自动化, 第 1 期. 2004

审查员 张琛

[74] 专利代理机构 北京华谊知识产权代理有限公司

代理人 刘月娥

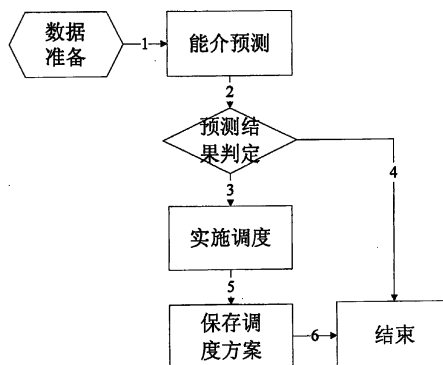
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

基于综合数据来源的钢铁能源的自动优化调度系统及方法

[57] 摘要

一种基于综合数据来源的钢铁能源的自动优化调度系统及方法, 属于信息资源的应用技术领域。包括安装在现场的传感器、PLC、DCS 构成的 PCS 层, 现场监控终端 HMI, 调度系统数据库服务器, ERP 数据库服务器, 应用系统服务器, 客户端, 防火墙、防病毒服务器, 连接各计算机设备、控制器和传感器的计算机网络。方法可根据特定钢铁企业的具体能源利用状况, 分析企业的能源供给、分配。优点在于, 使钢铁企业的能源有效利用率能达到最佳效果。



1、一种基于综合数据来源的钢铁能源的自动优化调度系统，其特征在于，包括安装在现场的传感器、PLC、DCS 构成的 PCS 层，现场监控终端 HMI，调度系统数据库服务器，ERP 数据库服务器，应用系统服务器，客户端，防火墙、防病毒服务器，连接各计算机设备、控制器和传感器的计算机网络；

现场的传感器、PLC、DCS 构成的PCS层将在线检测到的数据传送到数据现场监控终端HMI，实现现场的控制和数据采集；

调度系统数据库服务器运行专业的关系数据库管理系统，将实施调度运算的生产现场的测点数据和能源计划数据以及其他相关数据，存储在调度系统数据库中；从HMI提取调度需要的在线数据； 主要实现将现场采集的各种状态信息和能源数据经过数据处理和格式转换；

应用系统服务器是整个系统的核心部件，运行能源调度建模方法、预测方法各模块，根据模块需要调用调度系统数据库服务器中的数据，并将能源调度建模方法和预测方法实施后得到的模型结果写入调度系统数据库；同时，对于一些模型运算必要的参数，需要获取必要的钢铁企业铁素生产相关设备数据、生产数据以及能源生产设备数据与其他必要辅助设备与辅助数据；当需调整时通过应用系统服务器对调度系统数据库服务器的相关数据做更新处理；

客户端根据用户需求向应用系统服务器提出读取/写入相关信息的要求，根据目标实现特定意义的调度；

防火墙、防病毒服务器的任务是监控能源调度系统直接相关的客户端、应用系统服务器、调度系统数据库服务器的工作环境。

2、按照权利要求1所述的调度系统，其特征在于，数据采集过程如下：生产设备、管线、能源媒介存储设备中分布着若干个测定能源介质流量、速率、容量指标的仪表，由这些仪表根据各自测量的不同指标信号将其作滤波、缓冲、调理、放大预处理，然后将信号通过光电隔离后，送入相应的数据采集和控制装置PLC、DCS对应控制点标签中。

3、一种采用权利要求1所述自动优化调度系统进行综合数据来源的钢铁能源的自动优化调度的方法，其特征在于，工作流程为：

(1) 准备必要的参数，需要获取必要的钢铁企业铁素生产相关设备数据、生产数据以及能源生产设备数据与其他必要辅助设备与辅助数据；按基于时间序列的算法实施未来时间段内的能源介质的需求预测；

(2) 根据预测的未来时间段内的能源需求量，结合各个能源介质需求量，做未来时间段内的能源介质的平衡分析；

(3) 当未来时间段内用量不平衡时，表明需采用调度方案，调整能源媒介的供需关系；

(4) 当未来时间段内用量平衡时，表明不需采用调度，调度系统工作结束；

(5) 将根据调度算法计算、分析得出可行的调度方案，通过该调度方案可使能源媒介的消耗降低到较小的范围内；

(6) 将可行的调度方案保存并实际参考执行，调度系统工作结束。

## 基于综合数据来源的钢铁能源的自动优化调度系统及方法

### 技术领域

本发明属于信息资源的应用技术领域,特别是提供了一种基于综合数据来源的钢铁能源的自动优化调度系统及方法,利用综合多种渠道获取的信息资料为钢铁企业的节能降耗实施优化调度。

### 背景技术

随着现阶段我国工业化程度的不断加深,我国的各种能源的供需矛盾问题也日见突出。一个钢铁生产企业将面临着多种能源的调度使用问题,能否有效地协调管理企业生产中的各项能源物资的流动,这对于这个钢铁企业能否适应新形势下的行业竞争,提高企业的综合生产效益具有至关重要的意义。

针对钢铁企业的生产工艺特点,结合积累了许多经验的人工调度策略,设计一个符合企业特点的自动优化调度方案,这将有助于提高企业的生产效益,降低企业的综合能耗。

目前我国的大型钢铁生产企业大都采用的是一些新型的工艺生产设备,这些设备在设备控制级程度上已实现了很高的自动化,能够为企业的生产调度提供大量的生产分析数据。

早从上世纪七十年代末,在我国冶金行业中就开始了节能工作。最初的能源工作主要研究单体设备节能,这些研究已形成比较成熟的、可实际操作的工艺生产流程。

钢铁企业大多数实时调度系统的调度操作都是通过人员评价意外事件,据此调整生成的调度方案,然而调度问题的组合复杂性使调度人员超负荷,可能导致差的调度效果。

### 发明内容

本发明的目的在于提供一种基于综合数据来源的钢铁能源的自动优化调度系统及方法,结合多种数据信息来自动实施钢铁能源优化调度,本方法可通过综合多源数据考虑,采用特定算法,自动获取钢铁能源优化调度方案。

本发明的能源调度系统具体实施由安装在现场的传感器、PLC、DCS 构成的 PCS 层;现场监控终端 HMI;调度系统数据库服务器;ERP 数据库服务器;应用系统服务器;客户端;防火墙、防病毒服务器等硬件设备与连接各计算机设备、控制器和传感器的计算机网络构成(如图1)。

现场的传感器、PLC、DCS 构成的PCS层将在线检测到的数据传送到数据现场监控终端HMI,实现现场的控制和数据采集。数据采集过程如下:主要生产设备、管线、能源媒介存储设备中分布着若干个测定能源介质流量、速率、容量等指标的仪表,由这些仪表根据各自测量的不同指标信号将其作滤波、缓冲、调理、放大等预处理,然后将信号通过光电隔离后,送入相应的数据采集和控制装置(PLC、DCS)对应控制点标签中。

调度系统数据库服务器运行专业的关系数据库管理系统,将实施调度运算的生产现场的测点数据和能源计划数据以及其他相关数据等,存储在数据库中。从HMI提取调度需要的在线数据;主要实现将现场采集的各种状态信息和能源数据经过数据处

理和格式转换。

应用系统服务器是整个系统的核心部件，主要运行能源调度建模方法、预测方法等各模块，根据模块需要调用数据库服务器中的数据，并将能源调度建模方法和预测方法实施后得到的模型结果写入数据库；同时，对于一些模型运算必要的的数据参数，当需调整时也可通过应用系统服务器对数据库服务器的相关数据做更新处理。

客户端根据用户需求向应用系统服务器提出读取/写入相关信息的要求，根据目标实现特定意义的调度。

防火墙、防病毒服务器的主要任务是监控能源调度系统直接相关的客户端、应用系统服务器、调度系统服务器的工作环境。

本发明的工作流程为：

(1) 准备必要的的数据按基于时间序列的算法实施未来时间段内的能源介质的需求预测；

(2) 根据预测的未来时间段内的能源需求量，结合各个能源介质需求量，做未来时间段内的能源介质的平衡分析；

(3) 当未来时间段内用量不平衡时，表明需采用调度方案，调整能源媒介的供需关系；

(4) 当未来时间段内用量平衡时，表明不需采用调度，调度系统工作结束；

(5) 将根据调度算法计算、分析得出可行的调度方案，通过该调度方案可使能源媒介的消耗降低到较小的范围内；

(6) 将可行的调度方案保存并实际参考执行，调度系统工作结束。

如图 2 所示，本发明实施是为消除、减弱在未来时间段，钢铁集团的某种特殊能源媒介发生用量不足而产生的不利影响。根据对未来时间段内企业需求的能源预测结果，进行平衡分析，对于发生用量不平衡时采用特定的调度方案实施调度。

如图 3 所示，本发明采用了一种结合多源数据的钢铁能源优化调度的方法，具体实施包括：获取必要的钢铁企业铁素生产相关设备数据、生产数据以及能源生产设备数据与其他必要辅助设备与辅助数据；对所获得的钢铁企业能源管理相关数据进行数据转换处理；对钢铁企业的能源按能介根据需要分别进行成本模式/距离模式的综合调度管理。

在本发明的实施过程中，需要获取必要的钢铁企业铁素生产相关设备数据、生产数据以及能源生产设备数据与其他必要辅助设备与辅助数据。

钢铁企业铁素生产相关设备，包括：生产钢铁的各工序设备（如高炉、连铸、冷轧等）与辅助生产钢铁的车间（如石灰厂、球团厂等）所用设备。

钢铁企业铁素生产相关设备数据，包括设备的最大生产速率，最大生产量，设备正常运转需要的各种介质数量及品质要求，设备正常工作的生产利用效率，以及设备维护周期，发生维护所需的时间等。

钢铁企业生产数据，包括制定的钢铁生产计划需求、临时发生的钢铁生产订单等。

能源生产设备，包括：利用煤气发电的电站设备，制造氧、氮、氩等特殊气体的制气站设备、制造净水、软水的水厂设备。

能源生产设备数据，包括：各种设备的最大生产速率、设备的最大容量，设备正常运转需要的各种介质数量及品质要求，设备正常工作的生产利用效率，以及设备维护周期，发生维护所需的时间等。

其他必要辅助设备，包括能源介质的中转缓存设备（如煤气柜、氧气柜、蓄水池、沉沙池等）、能源介质传输用的各种管线、保证能源介质正常传送的鼓风设施等。

其他必要辅助数据，包括外购介质的种类、品级与数量、可替代能介的转换系数、各种辅助设备正常运转需要的各种介质数量及品质要求，设备的最大承载量以及设备维护周期，发生维护所需的时间等以及管线的传送效率、不同管线在各个生产单位/消耗单位之间的距离和传送速度、传输单位成本、管道半径等。

由于能源介质使用量的不同，对于不同的用户，同种能源介质所涉及的用户可能存在差异，为此有必要对集团内同种能介的用户使用做统一换算处理。对于存在可替代能介使用时，也需做相应的用户统一换算处理。

将经过换算处理的数据与其他获取的数据按照规定形式存放，以供能源调度使用。

根据钢铁集团的管理目标的差异，综合调度管理可分别采用距离模式或成本模式来自动获取符合管理目标的调度方案。

无论是采用距离模式实施调度还是采用成本模式实施调度都需进行两种方式的处理，即特定的能源介质没有替代能源介质方式与特定的能源介质有替代能源介质方式。

对于采用距离模式实施调度，当特定的能源介质没有替代能源介质时，其处理能源介质的分配可根据下式计算：

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^{m_1} (A1_i \times L1_i) + \sum_{i=1}^{m_2} (A2_i \times L2_i) + \dots + \sum_{i=1}^{m_n} (An_i \times Ln_i) = Min \\ \sum_{i=1}^{m_1} (A1_i) = Prod_1 \\ \sum_{i=1}^{m_2} (A2_i) = Prod_2 \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^{m_n} (An_i) = Prod_n \\ n = T_{producer} \end{array} \right. \quad (1)$$

式中：Min 表示最短距离量； $Prod_1, Prod_2, \dots, Prod_n$  表示各生产单位的生产供应量； $m_1, m_2, \dots, m_n$  为根据周边用户数目，到用户的距离，各个能源介质生产单位生产量的分配块数（例如，将 1 号能源生产单位的生产量划分为  $m_1$  块分配量， $m_1$  块的总和为  $Prod_1$ ）； $L1_i, L2_i, \dots, Ln_i$  为各生产单位生产量的分配块到具体用户的管线距离（例如，将 1 号能源生产单位的生产量划分为  $m_1$  块分配量，其中第 1 块分配到用户的管线距离为  $L1_1$ ）； $A1_i, A2_i, \dots, An_i$  为各生产单位生产量的分配块的具体分配量（例如，将 1 号能源生产单位的生产量划分为  $m_1$  块分配量，其中第 1 块的分配量为  $A1_1$ ）； $n, T_{producer}$  表示各生产单位的总数。

对于采用距离模式实施调度，特定的能源介质有替代能源介质时，先按（2）式做转换处理，再按（1）式处理。

$$\text{换算系数}_{\text{替代介质}} = \text{单位损耗量}_{\text{特定能源介质}} / \text{单位损耗量}_{\text{替代介质}} \quad (2)$$

对于采用成本模式实施调度，当特定的能源介质没有替代能源介质时，其处理能源介质的分配可根据下式计算：

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^{m_1} (A1_i \times C1_i) + \sum_{i=1}^{m_2} (A2_i \times C2_i) + \dots + \sum_{i=1}^{m_n} (An_i \times Cn_i) = \text{Min} \\ \sum_{i=1}^{m_1} (A1_i) = \text{Prod}_1 \\ \sum_{i=1}^{m_2} (A2_i) = \text{Prod}_2 \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^{m_n} (An_i) = \text{Prod}_n \\ n = T_{\text{producer}} \end{array} \right. \quad (3)$$

式中：Min 表示最小成本量；Prod<sub>1</sub>, Prod<sub>2</sub>, ..., Prod<sub>n</sub> 表示各生产单位的生产供应量；m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>, ..., m<sub>n</sub> 为根据周边用户数目，到用户的距离，各个能源介质生产单位生产量的分配块数（例如，将1号能源生产单位的生产量划分为m<sub>1</sub>块分配量，m<sub>1</sub>块的总和为Prod<sub>1</sub>）；C1<sub>1</sub>, C2<sub>1</sub>, ..., Cn<sub>1</sub> 为各生产单位生产量的分配块到具体用户的单位管输成本（例如，将1号能源生产单位的生产量划分为m<sub>1</sub>块分配量，其中第1块分配到用户的单位管输成本为C1<sub>1</sub>）；A1<sub>1</sub>, A2<sub>1</sub>, ..., An<sub>1</sub> 为各生产单位生产量的分配块的具体分配量（例如，将1号能源生产单位的生产量划分为m<sub>1</sub>块分配量，其中第1块的分配量为A1<sub>1</sub>）；n, T<sub>producer</sub> 表示各生产单位的总数。

对于采用成本模式实施调度，特定的能源介质有替代能源介质时，先按（4）式做转换处理，再按（3）式处理。

$$\text{换算系数}_{\text{替代介质}} = \text{单位损耗量}_{\text{特定能源介质}} / \text{单位损耗量}_{\text{替代介质}} \quad (4)$$

本发明的优点在于：

本发明采用了基于分布式组件技术和面向对象技术，采用多层架构的方式，将主要功能模块和算法以组件的方式部署在中间层应用服务器中，从而提供一种通用的可扩展的，满足多种钢铁工艺流程要求的能源调度集成系统。

与以往调度实施方案相比，本发明采用的方法可以充分利用与钢铁能源介质相关的多种数据，充分挖掘了多源数据效用。另外，根据多源数据自动获取优化调度方案在一定程度上避免了人为的主观性与因经验不足带来的弊病。

### 附图说明

图1是本发明的系统结构图：

1 传感器、PLC、DCS 构成的PCS层将在线检测到的数据传送到数据现场监控终端HMI，实现现场的控制和数据采集；

2 调度集成系统数据库服务器从HMI提取调度需要的在线数据； 主要实现将现场采集的各种状态信息和能源数据经过数据处理和格式转换，

- 3 调度系统数据库服务器从ERP数据库读取相关数据存入数据库中；
- 4 应用系统服务器从数据库服务器读取/写入调度相关信息；
- 5 客户端根据用户需求向应用系统服务器提出读取/写入相关信息的要求,根据目标实现特定意义的调度；
- 6、7、8 为辅助需要,是为保证系统安全运行需要,由防火墙、防病毒服务器对调度系统直接相关的客户端、应用系统服务器、数据库服务器做必要的系统保护措施。

图 2 是本发明的工作流程图：

- 1 准备必要的数按特定的算法实施未来时间段内的能源介质的需求预测；
- 2 根据预测的未来时间段内的能源需求量,结合各个能源介质需求量,做未来时间段内的能源介质的平衡分析；
- 3 当未来时间段内用量不平衡时,表明需采用调度方案,调整能源媒介的供需关系；
- 4 当未来时间段内用量平衡时,表明不需采用调度,调度系统工作结束；
- 5 将根据调度算法计算、分析得出可行的调度方案,通过该调度方案可使能源媒介的消耗降低到较小的范围内；
- 6 将可行的调度方案保存并实际参考执行,调度系统工作结束。

图 3 是本发明的调度流程图

### 具体实施方式

1) 根据能源调度系统所需的各项网络设备(如图 1),进行必要的网络步设,将现场的传感器、PLC、DCS 构成的 PCS 层;现场监控终端 HMI;调度系统数据库服务器;ERP 数据库服务器;应用系统服务器;客户端;防火墙、防病毒服务器等硬件设备友好连接,形成所需的计算机网络硬件结构;

2) 对调度系统数据库服务器实施必要的调配,使之能够进行后台自动采集现场监控终端 HMI 收集的 PCS 层相关能源检测指标数据;

3) 对于从 ERP 数据库服务器获取的数据,做必要的数数据转换,选择适合的表单存放,为实施能源调度做好基础数据准备;

4) 对于能源预测、调度需要的一些基础数据做必要的数数据转换、数据整理、统一相关的能源介质单位;

5) 根据目标需求,对特定能源介质采取特定时段的发生量预测,对于预测的结果做平衡分析;

6) 对于当发生用量不平衡,选择特定的调度模式、调度方法实施调度;

7) 比较通过不同方式形成的调度方案,选取适合实际状况的方案,付诸实施,同时记录调度方案,供未来比较分析需要。

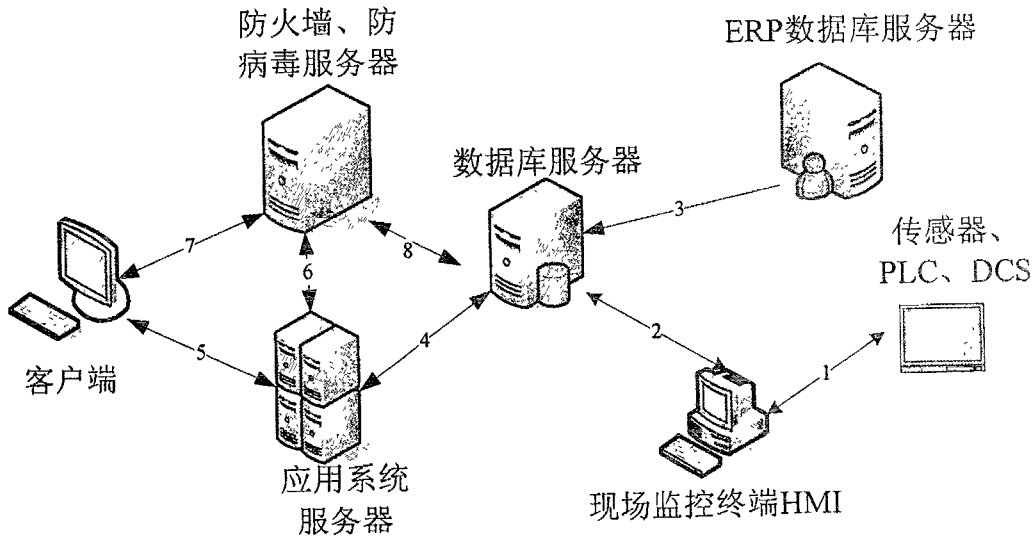


图 1

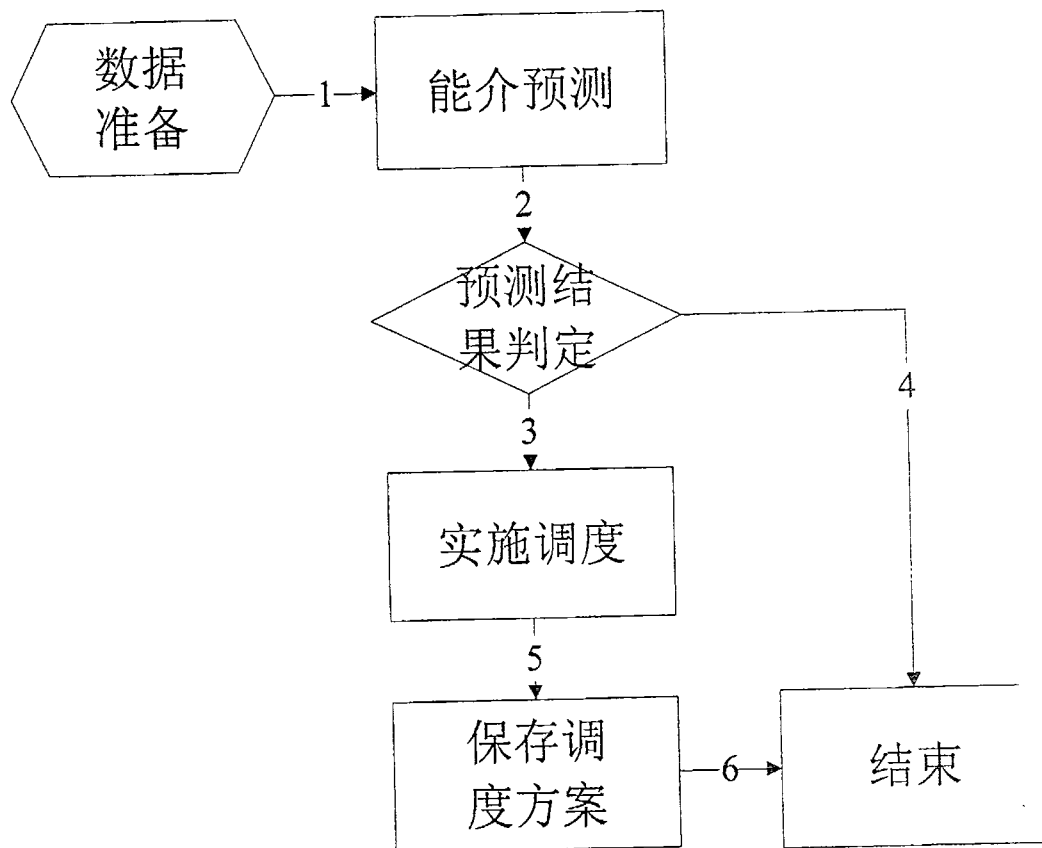


图 2



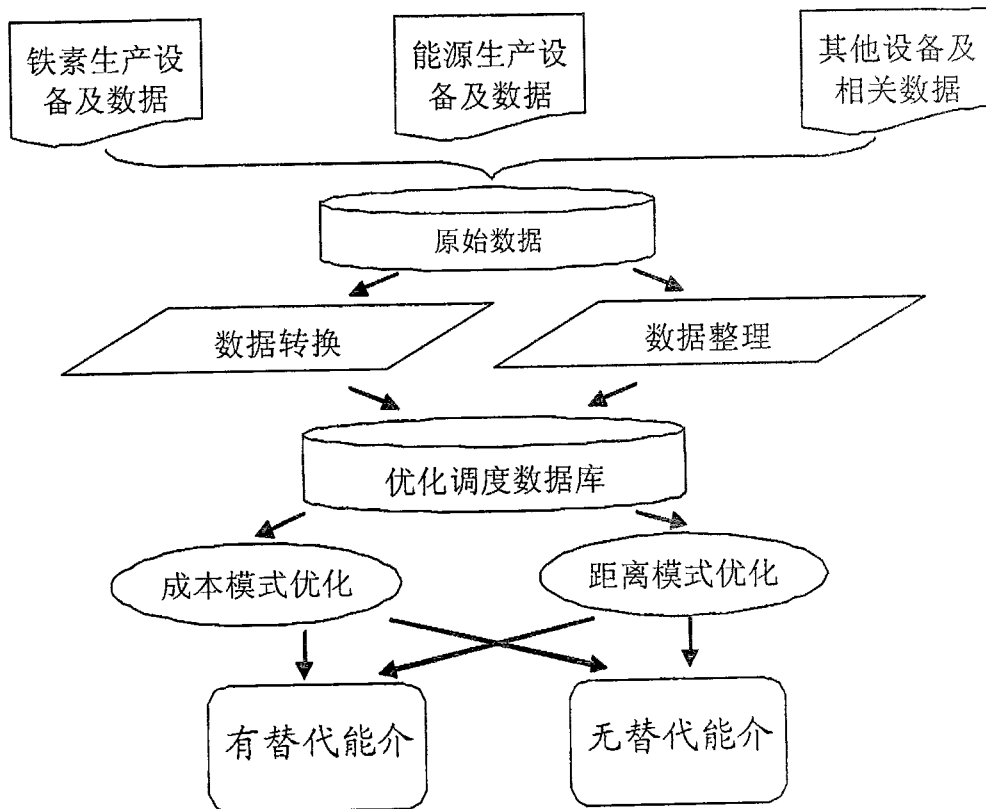


图 3