



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109858709 B

(45) 授权公告日 2022.08.19

(21) 申请号 201910156054.X

G06Q 50/04 (2012.01)

(22) 申请日 2019.03.01

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

赖旭芝等.基于多目标遗传算法的炼焦生产过程优化控制.《计算机集成制造系统》.2009,第990-997+1003页.

申请公布号 CN 109858709 A

(43) 申请公布日 2019.06.07

审查员 陈辰

(73) 专利权人 联想(北京)有限公司

地址 100085 北京市海淀区上地信息产业基地创业路6号

(72) 发明人 杨帆 金继民 余健伟 张成松

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225

专利代理人 喻蝶 郭迎侠

(51) Int.Cl.

G06Q 10/04 (2012.01)

G06Q 10/06 (2012.01)

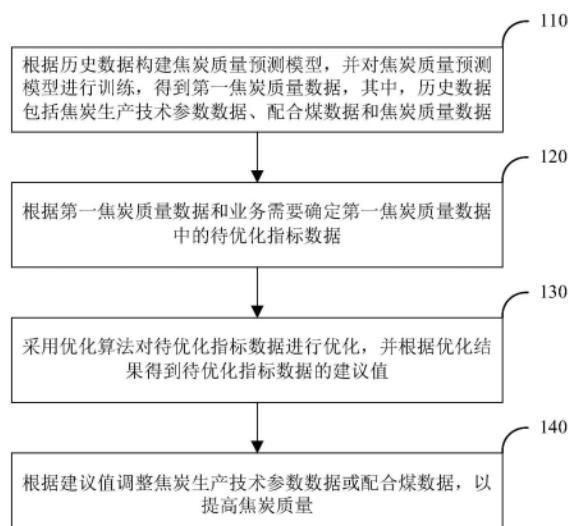
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

### (54) 发明名称

一种优化焦炭生产的方法、装置和设备

### (57) 摘要

本发明公开了一种优化焦炭生产的方法、装置和设备。该方法包括：根据历史数据构建焦炭质量预测模型，并对焦炭质量预测模型进行训练，得到第一焦炭质量数据，其中，历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据；根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据；采用优化算法对待优化指标数据进行优化，并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值；根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据，以提高焦炭质量。本发明充分考虑了实际生产中焦炭生产技术参数和配合煤对焦炭质量的影响，因此，优化了焦炭生产。



1.一种优化焦炭生产的方法,包括:

根据历史数据构建焦炭质量预测模型,并对所述焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,所述历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;

根据所述第一焦炭质量数据和业务需要确定所述第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;

采用优化算法对所述待优化指标数据进行优化,得到第二焦炭质量数据;

将所述第二焦炭质量数据与所述第一焦炭质量数据进行比较;

如果第二焦炭质量数据优于第一焦炭质量数据,则将第二焦炭质量数据作为待优化指标数据的建议值;

根据所述建议值调整所述焦炭生产技术参数数据或所述配合煤数据,以提高焦炭质量;

其中,所述方法还包括:

通过特征工程将所述历史数据转变为所述焦炭质量预测模型的训练数据,所述训练数据包括从所述历史数据中筛选出的特征以及基于筛选出的特征衍生出新的特征对应的特征数据;

将所述特征数据作为所述焦炭质量预测模型的输入,对应单一的焦炭质量数据作为所述焦炭质量预测模型的输出,对所述焦炭质量预测模型进行训练。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述根据历史数据构建焦炭质量预测模型之前,所述方法还包括:

获取所述历史数据;

对所述历史数据进行数据预处理,得到高质量历史数据;

通过相关性计算对所述高质量历史数据进行筛选,得到与所述焦炭质量数据相关的筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据。

3.根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述数据预处理包括缺失值填充处理、数据格式异常处理、数据取值范围异常处理和数据重复处理中的至少一种。

4.根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述对所述焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,包括:

对所述筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据进行拆分,得到焦炭质量预测训练集;

将所述焦炭质量预测训练集中的样本作为所述焦炭质量预测模型的输入对所述焦炭质量预测模型进行训练,得到所述第一焦炭质量数据,其中,所述样本是所述焦炭质量预测训练集中通过所述筛选得到的特征数据。

5.根据权利要求1至4中的任一项所述的方法,其特征在于,所述待优化指标数据包括焦炭质量硫分、反应性指数、反应后强度、抗碎强度和耐磨强度中的至少一种。

6.根据权利要求1至4中的任一项所述的方法,其特征在于,所述优化算法包括遗传算法、粒子群算法、蚁群算法、模拟退火算法、人群搜索算法和人工蜂群算法中的一种。

7.一种优化焦炭生产的装置,包括:

构建模块,配置为根据历史数据构建焦炭质量预测模型,并对所述焦炭质量预测模型

进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,所述历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;

确定模块,配置为根据所述第一焦炭质量数据和业务需要确定所述第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;

优化模块,配置为采用优化算法对所述待优化指标数据进行优化,得到第二焦炭质量数据,并将所述第二焦炭质量数据与所述第一焦炭质量数据进行比较,如果第二焦炭质量数据优于第一焦炭质量数据,则将第二焦炭质量数据作为待优化指标数据的建议值;

调整模块,配置为根据所述建议值调整所述焦炭生产技术参数数据或所述配合煤数据,以提高焦炭质量;

其中,所述构建模块还配置为:

通过特征工程将所述历史数据转变为所述焦炭质量预测模型的训练数据,所述训练数据包括从所述历史数据中筛选出的特征以及基于筛选出的特征衍生出新的特征对应的特征数据;

将所述特征数据作为所述焦炭质量预测模型的输入,对应单一的焦炭质量数据作为所述焦炭质量预测模型的输出,对所述焦炭质量预测模型进行训练。

8. 一种优化焦炭生产的设备,包括:处理器和存储器,所述处理器加载并执行所述存储器中的指令及数据,用于实现如权利要求1至6中的任一项所述的方法。

## 一种优化焦炭生产的方法、装置和设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及炼焦配煤技术领域,特别涉及一种优化焦炭生产的方法、装置和设备。

### 背景技术

[0002] 焦炭生产的过程是将原煤按一定比例混合后形成配合煤,并使配合煤在炼焦炉内进行高温干馏,得到焦炭和荒煤气。目前,由于焦炭生产的流程繁多,工艺复杂,因此,对焦炭生产进行优化以提高焦炭质量并降低生产成本是非常困难的。

[0003] 在现有技术中,解决上述问题的方法主要有两种,一种是人工配煤,另一种是基于单一的数学模型配煤。虽然这两种方法在一定程度上优化了焦炭生产,但其忽略了实际生产中焦炭生产技术参数和配合煤对焦炭质量的影响,因此,与实际生产不符。

### 发明内容

[0004] 本发明实施例的目的在于提供一种优化焦炭生产的方法、装置和设备,能够充分考虑实际生产中焦炭生产技术参数和配合煤对焦炭质量的影响,并进一步优化了焦炭生产。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了如下的技术方案:

[0006] 本发明提供了一种优化焦炭生产的方法,包括:

[0007] 根据历史数据构建焦炭质量预测模型,并对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;

[0008] 根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;

[0009] 采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值;

[0010] 根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,以提高焦炭质量。

[0011] 可选地,在根据历史数据构建焦炭质量预测模型之前,该方法还包括:

[0012] 获取历史数据;

[0013] 对历史数据进行数据预处理,得到高质量历史数据;

[0014] 通过相关性计算对高质量历史数据进行筛选,得到与焦炭质量数据相关的筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据。

[0015] 进一步地,数据预处理包括缺失值填充处理、数据格式异常处理、数据取值范围异常处理和数据重复处理中的至少一种。

[0016] 可选地,对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,包括:

[0017] 对筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据进行拆分,得到焦炭质量预测训练集;

[0018] 将焦炭质量预测训练集中的样本作为焦炭质量预测模型的输入对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,样本是焦炭质量预测训练集中通过筛选得到

的特征数据。

[0019] 可选地,采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值,包括:

[0020] 采用优化算法对待优化指标数据进行优化,得到第二焦炭质量数据;

[0021] 将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较,并根据比较结果得到待优化指标数据的建议值。

[0022] 可选地,将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较,并根据比较结果得到待优化指标数据的建议值,包括:

[0023] 将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较;

[0024] 如果第二焦炭质量数据优于第一焦炭质量数据,则将第二焦炭质量数据作为待优化指标数据的建议值。

[0025] 可选地,待优化指标数据包括焦炭质量硫分、反应性指数、反应后强度、抗碎强度和耐磨强度中的至少一种。

[0026] 可选地,优化算法包括遗传算法、粒子群算法、蚁群算法、模拟退火算法、人群搜索算法和人工蜂群算法中的一种。

[0027] 本发明提供了一种优化焦炭生产的装置,包括:

[0028] 构建模块,配置为根据历史数据构建焦炭质量预测模型,并对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;

[0029] 确定模块,配置为根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;

[0030] 优化模块,配置为采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值;

[0031] 调整模块,配置为根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,以提高焦炭质量。

[0032] 可选地,该装置还包括:

[0033] 获取模块,配置为获取历史数据;

[0034] 预处理模块,配置为对历史数据进行数据预处理,得到高质量历史数据;

[0035] 筛选模块,配置为通过相关性计算对高质量历史数据进行筛选,得到与焦炭质量数据相关的筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据。

[0036] 可选地,数据预处理包括缺失值填充处理、数据格式异常处理、数据取值范围异常处理和数据重复处理中的至少一种。

[0037] 可选地,构建模块对筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据进行拆分,得到焦炭质量预测训练集,并将焦炭质量预测训练集中的样本作为焦炭质量预测模型的输入对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,样本是焦炭质量预测训练集中通过筛选得到的特征数据。

[0038] 可选地,优化模块采用优化算法对待优化指标数据进行优化,得到第二焦炭质量数据,将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较,并根据比较结果得到待优化指标数据的建议值。

[0039] 可选地,优化模块将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较,如果第二焦炭质量数据优于第一焦炭质量数据,则将第二焦炭质量数据作为待优化指标数据的建议值。

[0040] 可选地,待优化指标数据包括焦炭质量硫分、反应性指数、反应后强度、抗碎强度和耐磨强度中的至少一种。

[0041] 可选地,优化算法包括遗传算法、粒子群算法、蚁群算法、模拟退火算法、人群搜索算法和人工蜂群算法中的一种。

[0042] 本发明提供了一种优化焦炭生产的设备,包括:处理器和存储器,处理器加载并执行存储器中的指令及数据,用于实现如上所述的方法。

[0043] 基于上述实施例的公开可以获知,本发明实施例的有益效果在于:

[0044] 通过根据历史数据构建焦炭质量预测模型,并对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值;根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,以提高焦炭质量,能够充分考虑实际生产中焦炭生产技术参数和配合煤对焦炭质量的影响,因此,优化了焦炭生产。

## 附图说明

[0045] 图1是根据本发明一示例性实施例示出的一种优化焦炭生产的方法的流程图。

[0046] 图2是根据本发明另一个示例性实施例示出的一种优化焦炭生产的方法的流程图。

[0047] 图3是根据本发明一示例性实施例示出的一种优化焦炭生产的装置的框图。

[0048] 图4是根据本发明一示例性实施例示出的一种优化焦炭生产的设备的框图。

## 具体实施方式

[0049] 此处参考附图描述本发明的各种方案以及特征。

[0050] 应理解的是,可以对此处发明的实施例做出各种修改。因此,上述说明书不应该视为限制,而仅是作为实施例的范例。本领域的技术人员将想到在本发明的范围和精神内的其他修改。

[0051] 包含在说明书中并构成说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例,并且与上面给出的对本发明的大致描述以及下面给出的对实施例的详细描述一起用于解释本发明的原理。

[0052] 通过下面参照附图对给定为非限制性实例的实施例的优选形式的描述,本发明的这些和其它特性将会变得显而易见。

[0053] 还应当理解,尽管已经参照一些具体实例对本发明进行了描述,但本领域技术人员能够确定地实现本发明的很多其它等效形式,它们具有如权利要求所述的特征并因此都位于借此所限定的保护范围内。

[0054] 当结合附图时,鉴于以下详细说明,本发明的上述和其他方面、特征和优势将变得更为显而易见。

[0055] 此后参照附图描述本发明的具体实施例；然而，应当理解，所发明的实施例仅仅是本发明的实例，其可采用多种方式实施。熟知和/或重复的功能和结构并未详细描述以避免不必要的细节使得本发明模糊不清。因此，本文所发明的具体的结构性和功能性细节并非意在限定，而是仅仅作为权利要求的基础和代表性基础用于教导本领域技术人员以实质上任意合适的详细结构多样地使用本发明。

[0056] 本说明书可使用词组“在一种实施例中”、“在另一个实施例中”、“在又一实施例中”或“在其他实施例中”，其均可指代根据本发明的相同或不同实施例中的一个或多个。

[0057] 图1是根据本发明一示例性实施例示出的一种优化焦炭生产的方法的流程图。如图1所示，该方法包括：

[0058] 110：根据历史数据构建焦炭质量预测模型，并对焦炭质量预测模型进行训练，得到第一焦炭质量数据，其中，历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据。

[0059] 在本发明实施例中，根据从焦厂企业的数据库获取到的历史数据，使用机器学习算法，构建焦炭质量预测模型；进一步地，对焦炭质量预测模型进行训练，得到第一焦炭质量数据。

[0060] 具体地，历史数据为离散数据，并且包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据。这里，焦炭生产技术参数数据可以包括最大推焦电流、平均推焦电流、推焦系数、最大结焦时间、平均结焦时间、集气管压力和高炉煤气压力中的一种或多种；配合煤数据可以包括灰分、硫分、粘结性、挥发分、水分、细度、堆密度、磷含量、煤化度和岩相组成中的一种或多种；焦炭质量数据可以包括焦炭质量的硫分、磷分、灰分、挥发分、机械强度（即通常所说的冷强度，包含抗碎强度M40和耐磨强度M10）、反应性指数（Coke Reactivity Index, CRI）、反应后强度（Coke Strength after Reaction, CSR）、水分含量和焦末含量中的一种或多种。机器学习算法可以包括但不限于深度神经网络（Deep Neural Network, DNN）、随机森林（Random forest）、梯度提升树（Gradient Boosting Decision Tree, GBDT）、支持向量机（Support Vector Machine, SVM）、逻辑回归、支持向量机、朴素贝叶斯、K近邻算法等；优选地，本发明使用深度神经网络、随机森林等算法。

[0061] 需要说明的是，可以根据不同的焦炭质量数据选择合适的机器学习算法来构建焦炭质量预测模型。此外，还需要说明的是，本发明的机器学习算法可以是单一的机器学习算法，也可以是根据特征和训练结果对原有算法进行改进后的算法，或者还可以是多个算法的组合，本发明对此不作限制。

[0062] 另外，由于焦炭的生产流程繁多且工艺复杂，导致不同焦厂企业生产的焦炭质量是不同的，因此，在构建焦炭质量预测模型之前，需要选择焦厂企业，并从该焦厂企业的数据库中获取其采集的历史数据。此外，为了保证数据的正确性和有效性，还需要对历史数据进行数据预处理，以得到高质量的可用数据。这里，数据预处理可以包括但不限于数据清洗处理、数据集成处理、数据归约处理和数据变换处理等。

[0063] 进一步地，通过特征工程将预处理后的历史数据转变为模型的训练数据。这里，特征工程是指将预处理后的数据转变为模型的训练数据的过程，包括特征构建、特征提取和特征选择。具体地，特征构建是指从原始数据中人工的找出一些具有物理意义的特征（即数据）；特征提取将原始特征转换为一组具有明显物理意义或者统计意义或核的特征；特征选

择是从特征集合中挑选一组最具统计意义的特征,达到降维。进一步地,特征提取的方法可以包括但不限于主成分分析(Principal Component Analysis,PCA)、线性判别分析(Linear Discriminant Analysis,LDA)和奇异值分解(Singular Value Decomposition,SVD)等;特征选择的方法可以包括但不限于过滤式(Filter)选择、包裹式(Wrapper)选择和嵌入式(Embedding)选择等。

[0064] 此外,还可以基于筛选出的特征,使用例如One-Hot编码衍生出新的特征。这里,One-Hot编码又称为一位有效编码,主要是采用N位状态寄存器来对N个状态进行编码,每个状态都由他独立的寄存器位,并且在任意时候只有一位有效。

[0065] 最后,对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据。具体地,对预处理后的历史数据进行拆分,得到焦炭质量预测训练集Train\_Set=[Sample1, Sample2, …, Samplen]和测试集;使用焦炭质量预测训练集中通过上述特征工程得到的样本Sample1, Sample2, …, Samplen(即,通过筛选得到的特征数据)作为焦炭质量预测模型的输入,对应单一的焦炭质量数据作为焦炭质量预测模型的输出,对焦炭质量预测模型进行训练。进一步地,根据所构建的焦炭质量预测模型的特点,使用诸如K-折交叉验证(K-fold Cross Validation)等方法进行搜索寻优,得到较优的模型参数数据,即第一焦炭质量数据。这里,K-折交叉验证例如可以是5折交叉验证或10折交叉验证。

[0066] 120:根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据。

[0067] 在本发明实施例中,根据训练得到的第一焦炭质量数据和业务需求确定想要从哪个方面对焦炭生产进行优化。

[0068] 具体地,可以从配合煤数据和焦炭生产技术参数数据这两个方面对焦炭生产进行优化。如果用户想要根据配合煤数据对焦炭生产进行优化,则优化指标是配合煤指标(即配合煤数据)的一部分,而具体选用何种指标,需要根据以往的经验进行判断,即根据不同的配合煤指标对焦炭质量的影响程度选择合适的优化指标。同样地,如果用户想要根据焦炭生产技术参数数据对焦炭生产进行优化,则优化指标是焦炭生产技术参数指标(即焦炭生产技术参数数据)的一部分,而具体选用何种指标,需要根据以往的经验进行判断,即根据不同的配合煤指标对焦炭质量的影响程度选择合适的优化指标。

[0069] 需要说明的是,可以通过人工的方式判断和选择待优化指标,也可以通过建模的方式寻找待优化指标,本发明对此不作限制。

[0070] 130:采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值。

[0071] 在本发明实施例中,采用优化算法对待优化指标数据进行优化,这里,优化算法可以包括常用数据处理算法、神经网络算法和智能算法;进一步地,根据优化结果得到待优化指标数据的建议值,这里,待优化指标数据可以包括焦炭质量硫分、反应性指数、反应后强度、抗碎强度和耐磨强度中的一种或多种。

[0072] 具体地,常用数据处理算法可以包括但不限于灰色关联分析(Grey Relational Analysis, GRA)、偏最小二乘回归(Partial Least Squares Regression, PLSR)、时间序列(Time Series, TS)、马尔科夫链(Markov Chain, MC)、贝叶斯(Bayes)等。神经网络算法可以包括但不限于反向传播神经网络(Back Propagation, BP)、自组织特征映射神经网络

(Self-Organizing Feature Mapping, SOFM)、浩斯菲尔德 (Hopfield) 神经网络、径向基函数 (Radial Basis Function, RBF) 神经网络等。智能算法可以包括但不限于遗传算法 (Genetic Algorithm, GA)、粒子群算法 (Particle Swarm Optimization, PSO)、蚁群算法 (Ant Colony Optimization, ACO)、模拟退火算法 (Simulated Annealing, SA)、人群搜索算法 (Seeker Optimization Algorithm, SOA)、人工蜂群算法 (Artificial Bee Colony algorithm, ABC)、万有引力搜索算法 (Gravitational Search Algorithm, GSA)、细菌觅食算法 (Bacteria Foraging Optimization Algorithm, BFOA)、匈牙利算法、鱼群算法等。优选地,本发明使用遗传算法、粒子群算法等优化算法。

[0073] 140: 根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,以提高焦炭质量。

[0074] 在本发明实施例中,在确定待优化指标数据的建议值之后,可以根据该建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,进而提高焦炭质量。

[0075] 根据本发明实施例提供的技术方案,通过根据历史数据构建焦炭质量预测模型,并对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值;根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,以提高焦炭质量,能够充分考虑实际生产中焦炭生产技术参数和配合煤对焦炭质量的影响,因此,优化了焦炭生产。

[0076] 在本发明的另一个实施例中,在根据历史数据构建焦炭质量预测模型之前,该方法还包括:获取历史数据;对历史数据进行数据预处理,得到高质量历史数据;通过相关性计算对高质量历史数据进行筛选,得到与焦炭质量数据相关的筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据。

[0077] 具体地,由于焦炭的生产流程繁多且工艺复杂,导致不同焦厂企业生产的焦炭质量是不同的,因此,在根据历史数据构建焦炭质量预测模型之前,首先需要选择焦厂企业,并从该焦厂企业的数据库中获取其采集的历史数据。这里,历史数据可以包括焦炭生产技术参数数据(例如,集气管压力等)、配合煤数据(例如,配合煤硫分等)和焦炭质量数据(例如,焦炭质量硫分等)。表1示出焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据的示例。

[0078] 表1

[0079]

| X1   | X2   | ... | Xn   | Y   |
|------|------|-----|------|-----|
| X1_1 | X2_1 | ... | Xn_1 | Y_1 |
| X1_2 | X2_2 | ... | Xn_2 | Y_2 |
| X1_3 | X2_3 | ... | Xn_3 | Y_3 |
| X1_4 | X2_4 | ... | Xn_4 | Y_4 |
| ...  | ...  | ... | ...  | ... |
| X1_m | X2_m | ... | Xn_m | Y_m |

[0080] 其中,X1、X2、...、Xn表示焦炭生产技术参数数据和配合煤数据,Y表示焦炭质量数据。

[0081] 需要说明的是,焦炭质量数据Y可以直接通过装置上的测量计获取(如果装置上有

对应的测量点),也可以通过其它测量点的值间接计算得出,本发明对此不作限制。

[0082] 接着,为了保证数据的正确性和有效性,需要对获取到的历史数据进行数据预处理。这里,数据预处理可以包括数据清洗处理、数据集成处理、数据归约处理和数据变换处理中的一种或多种。数据清洗处理用于清除数据中的噪声,纠正不一致;数据集成处理用于将数据由多个数据源合并成一个一致的数据存储,如数据仓库;数据归约处理用于通过如聚集、删除冗余特征或聚类来降低数据的规模;数据变换处理用于将数据压缩到较小的区间,如0.0到1.0。在该实施例中,数据预处理为数据清洗处理,其目的在于对存在的部分缺失、重复、噪音、异常等缺陷进行处理,以得到高质量的可用数据。数据清洗处理可以包括缺失值填充处理、数据格式异常处理、数据取值范围异常处理和数据重复处理中的一种或多种。

[0083] 进一步地,通过特征工程将经过数据预处理得到的高质量历史数据转变为焦炭质量预测模型的训练数据。这里,特征工程是指将预处理后的数据转变为模型的训练数据的过程。特征工程可以包括特征构建、特征提取和特征选择,其中,特征构建是从原始数据中人工的找出一些具有物理意义的特征(即数据);特征提取是将原始特征转换为一组具有明显物理意义或者统计意义或核的特征;特征选择是从特征集合中挑选一组最具统计意义的特征,达到降维。具体地,特征提取的方法可以包括主成分分析(Principal Component Analysis,PCA)、线性判别分析(Linear Discriminant Analysis,LDA)和奇异值分解(Singular Value Decomposition,SVD)中的一种;特征选择的方法可以包括过滤式(Filter)选择、包裹式(Wrapper)选择和嵌入式(Embedding)选择中的一种。

[0084] 在该实施例中,特征工程的目的在于删除部分意义充分或无效的数据;根据行业经验对特征进行筛选,得到对焦炭质量有重要影响的因素作为特征指标;以及使用相关性算法计算特征与焦炭质量的相关性。

[0085] 具体地,表1中的X1-Xn部分包含了所有的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据,这些数据中有些数据与高价值产品收率是高相关的,有些数据与高价值产品收率是弱相关或不相关的,因此,需要通过相关性分析方法对X1-Xn进行筛选,保留对焦炭质量数据Y有重要影响(即有效)的数据。这里,相关性分析(Correlation analysis)是指对两个或多个具备相关性的变量元素进行分析,从而衡量两个变量因素的相关密切程度。相关性分析方法可以包括但不限于图表相关分析(折线图及散点图)、协方差及协方差矩阵、相关系数(Correlation coefficient)、回归分析(Regression analysis)和信息熵及互信息(Mutual information)等。

[0086] 进一步地,图表相关分析是将数据进行可视化处理,简单地说就是绘制图表。协方差用来衡量两个变量的总体误差,如果两个变量的变化趋势一致,协方差就是正值,说明两个变量正相关;如果两个变量的变化趋势相反,协方差就是负值,说明两个变量负相关;如果两个变量相互独立,那么协方差就是0,说明两个变量不相关。相关系数是反应变量之间关系密切程度的统计指标,相关系数的取值区间在1到-1之间,其中,1表示两个变量完全线性相关,-1表示两个变量完全负相关,0表示两个变量不相关;相关系数的计算有三种,即皮尔逊(Pearson)相关系数、肯德尔(Kendall)相关系数和斯皮尔曼(Spearman)秩相关系数。回归分析是确定两组或两组以上变量间关系的统计方法,回归分析按照变量的数量分为一元回归和多元回归。信息熵用于度量信息的无序程度,互信息实际上是更广泛的相对熵的

特殊情形。

[0087] 此外,还可以基于筛选出的特征,使用例如One-Hot编码衍生出新的特征。这里,One-Hot编码又称为一位有效编码,主要是采用N位状态寄存器来对N个状态进行编码,每个状态都由他独立的寄存器位,并且在任意时候只有一位有效。表2示出通过特征工程得到的特征与焦炭质量数据的示例。

[0088] 表2

| [0089] | XF1  | XF2  | ... | XFn  | Y   |
|--------|------|------|-----|------|-----|
|        | X1_1 | X2_1 | ... | Xn_1 | Y_1 |
|        | X1_2 | X2_2 | ... | Xn_2 | Y_2 |
|        | X1_3 | X2_3 | ... | Xn_3 | Y_3 |
|        | X1_4 | X2_4 | ... | Xn_4 | Y_4 |
|        | ...  | ...  | ... | ...  | ... |
|        | X1_m | X2_m | ... | Xn_m | Y_m |

[0090] 其中,XF1,XF2,⋯,XFn是X1,X2,⋯,Xn的子集和衍生出的新特征。

[0091] 需要说明的是,表2中的每一行为一个样本,XF1,XF2,⋯,XFn对应的所有列为样本特征,Y对应的列为焦炭质量数据。

[0092] 在本发明的另一个实施例中,对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,包括:对筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据进行拆分,得到焦炭质量预测训练集;将焦炭质量预测训练集中的样本作为焦炭质量预测模型的输入对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,样本是焦炭质量预测训练集中通过筛选得到的特征数据。

[0093] 具体地,对筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据进行拆分,得到焦炭质量预测训练集;进一步地,使用焦炭质量预测训练集中通过筛选得到的特征数据作为焦炭质量预测模型的输入,对应单一的焦炭质量指标作为焦炭质量预测模型的输出,训练焦炭质量预测模型以得到第一焦炭质量数据。

[0094] 需要说明的是,在机器学习和模式识别等领域中,一般需要将样本分成独立的三部分,即训练集(Train set)、验证集(Validation set)和测试集(Test set),其中,训练集用来估计模型,验证集用来确定网络结构或者控制模型复杂程度的参数,而测试集则检验最终选择最优的模型的性能如何。

[0095] 在本发明的另一个实施例中,采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值,包括:采用优化算法对待优化指标数据进行优化,得到第二焦炭质量数据;将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较,并根据比较结果得到待优化指标数据的建议值。

[0096] 具体地,采用诸如遗传算法、粒子群算法等优化算法对待优化指标数据进行优化,得到第二焦炭质量数据;进一步地,将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较,如果第二焦炭质量数据优于第一焦炭质量数据,则将第二焦炭质量数据作为待优化指标数据的建议值。

[0097] 下面,以配合煤挥发分和配合煤硫分作为待优化指标,对如何得到待优化指标数据的建议值进行说明。

[0098] 表3示出优化前后配合煤挥发分、配合煤硫分和焦炭质量评分的示例。如表3所示，优化之前配合煤挥发分和配合煤硫分的取值分别为20和10，经过优化算法后，寻找到新的配合煤挥发分和配合煤硫分的取值分别为15和15，此时，焦炭质量由之前的40升高至80，可见，焦炭质量明显得到了提高，因此，可以采用优化指标的建议值，即，后续在制作配合煤时，使配合煤挥发分为15，配合煤硫分为15。

[0099] 表3

[0100]

|     | 配合煤挥发分 | 配合煤硫分 | 焦炭质量评分 |
|-----|--------|-------|--------|
| 优化前 | 20     | 10    | 40     |
| 优化后 | 15     | 15    | 80     |

[0101] 上述所有可选技术方案，可以采用任意结合形成本发明的可选实施例，在此不再一一赘述。

[0102] 图2是根据本发明另一个示例性实施例示出的一种优化焦炭生产的方法的流程图。如图2所示，该方法包括：

[0103] 202:获取历史数据，其中，历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据；

[0104] 204:对历史数据进行数据预处理，得到高质量历史数据；

[0105] 206:通过相关性计算对高质量历史数据进行筛选，得到与焦炭质量数据相关的筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据；

[0106] 208:对筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据进行拆分，得到焦炭质量预测训练集；

[0107] 210:将焦炭质量预测训练集中的样本作为焦炭质量预测模型的输入对焦炭质量预测模型进行训练，得到第一焦炭质量数据，其中，样本是焦炭质量预测训练集中通过筛选得到的特征数据；

[0108] 212:根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据；

[0109] 214:采用优化算法对待优化指标数据进行优化，得到第二焦炭质量数据；

[0110] 216:将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较；

[0111] 218:如果第二焦炭质量数据优于第一焦炭质量数据，则将第二焦炭质量数据作为待优化指标数据的建议值。

[0112] 220:根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据，以提高焦炭质量。

[0113] 根据本发明实施例提供的技术方案，在构建焦炭质量预测模型时，能够兼顾焦炭生产技术参数数据和配合煤数据，因此，更符合实际情况且焦炭质量预测结果更加可信；使用优化算法对数据进行寻优，因此，更加准确高效；不局限于某种算法模型，而是更加注重根据自身数据特性进行建模和选择优化算法，因此，灵活性更强。

[0114] 下述为本发明装置实施例，可以用于执行本发明方法实施例。对于本发明装置实施例中未披露的细节，请参照本发明方法实施例。

[0115] 图3是根据本发明一示例性实施例示出的一种优化焦炭生产的装置的框图。如图3所示，该装置包括：

[0116] 构建模块310，配置为根据历史数据构建焦炭质量预测模型，并对焦炭质量预测模

型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;

[0117] 确定模块320,配置为根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;

[0118] 优化模块330,配置为采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值;

[0119] 调整模块340,配置为根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,以提高焦炭质量。

[0120] 根据本发明实施例提供的技术方案,通过根据历史数据构建焦炭质量预测模型,并对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值;根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,以提高焦炭质量,能够充分考虑实际生产中焦炭生产技术参数和配合煤对焦炭质量的影响,因此,优化了焦炭生产。

[0121] 在本发明的另一个实施例中,图3的装置还包括:

[0122] 获取模块350,配置为获取历史数据;

[0123] 预处理模块360,配置为对历史数据进行数据预处理,得到高质量历史数据;

[0124] 筛选模块370,配置为通过相关性计算对高质量历史数据进行筛选,得到与焦炭质量数据相关的筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据。

[0125] 在本发明的另一个实施例中,数据预处理包括缺失值填充处理、数据格式异常处理、数据取值范围异常处理和数据重复处理中的至少一种。

[0126] 在本发明的另一个实施例中,构建模块310对筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据进行拆分,得到焦炭质量预测训练集,并将焦炭质量预测训练集中的样本作为焦炭质量预测模型的输入对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,样本是焦炭质量预测训练集中通过筛选得到的特征数据。

[0127] 在本发明的另一个实施例中,优化模块330采用优化算法对待优化指标数据进行优化,得到第二焦炭质量数据,将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较,并根据比较结果得到待优化指标数据的建议值。

[0128] 在本发明的另一个实施例中,优化模块330将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较,如果第二焦炭质量数据优于第一焦炭质量数据,则将第二焦炭质量数据作为待优化指标数据的建议值。

[0129] 在本发明的另一个实施例中,待优化指标数据包括焦炭质量硫分、反应性指数、反应后强度、抗碎强度和耐磨强度中的至少一种。

[0130] 在本发明的另一个实施例中,优化算法包括遗传算法、粒子群算法、蚁群算法、模拟退火算法、人群搜索算法和人工蜂群算法中的一种。

[0131] 上述装置中各个模块的功能和作用的实现过程具体详见上述方法中对应步骤的实现过程,在此不再赘述。

[0132] 图4是根据本发明一示例性实施例示出的一种优化焦炭生产的设备的框图。如图4

所示,该设备400至少包括存储器410和处理器420,存储器410上存储有计算机程序,处理器420在执行存储器410上的计算机程序时实现如上述所述的实施例提供的方法,包括:

[0133] 根据历史数据构建焦炭质量预测模型,并对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;

[0134] 根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;

[0135] 采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值;

[0136] 根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,以提高焦炭质量。

[0137] 根据本发明实施例提供的技术方案,通过根据历史数据构建焦炭质量预测模型,并对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,历史数据包括焦炭生产技术参数数据、配合煤数据和焦炭质量数据;根据第一焦炭质量数据和业务需要确定第一焦炭质量数据中的待优化指标数据;采用优化算法对待优化指标数据进行优化,并根据优化结果得到待优化指标数据的建议值;根据建议值调整焦炭生产技术参数数据或配合煤数据,以提高焦炭质量,能够充分考虑实际生产中焦炭生产技术参数和配合煤对焦炭质量的影响,因此,优化了焦炭生产。

[0138] 处理器420还可以执行如下计算机程序:获取历史数据;对历史数据进行数据预处理,得到高质量历史数据;通过相关性计算对高质量历史数据进行筛选,得到与焦炭质量数据相关的筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据。

[0139] 进一步地,数据预处理包括缺失值填充处理、数据格式异常处理、数据取值范围异常处理和数据重复处理中的至少一种。

[0140] 处理器420还可以执行如下计算机程序:对筛选后的焦炭生产技术参数数据和配合煤数据进行拆分,得到焦炭质量预测训练集;将焦炭质量预测训练集中的样本作为焦炭质量预测模型的输入对焦炭质量预测模型进行训练,得到第一焦炭质量数据,其中,样本是焦炭质量预测训练集中通过筛选得到的特征数据。

[0141] 处理器420还可以执行如下计算机程序:采用优化算法对待优化指标数据进行优化,得到第二焦炭质量数据;将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较,并根据比较结果得到待优化指标数据的建议值。

[0142] 处理器420还可以执行如下计算机程序:将第二焦炭质量数据与第一焦炭质量数据进行比较;如果第二焦炭质量数据优于第一焦炭质量数据,则将第二焦炭质量数据作为待优化指标数据的建议值。

[0143] 进一步地,待优化指标数据包括焦炭质量硫分、反应性指数、反应后强度、抗碎强度和耐磨强度中的至少一种。

[0144] 进一步地,优化算法包括遗传算法、粒子群算法、蚁群算法、模拟退火算法、人群搜索算法和人工蜂群算法中的一种。

[0145] 以上实施例仅为本发明的示例性实施例,不用于限制本发明,本发明的保护范围由权利要求书限定。本领域技术人员可以在本发明的实质和保护范围内,对本发明做出各种修改或等同替换,这种修改或等同替换也应视为落在本发明的保护范围内。

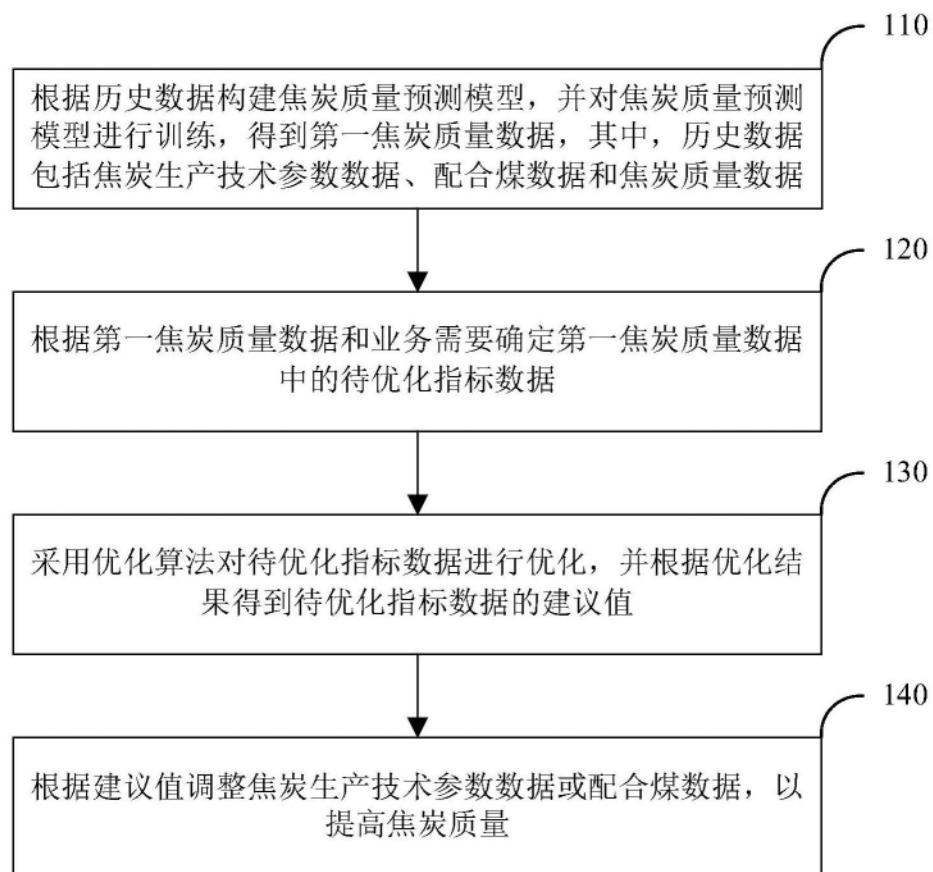


图1

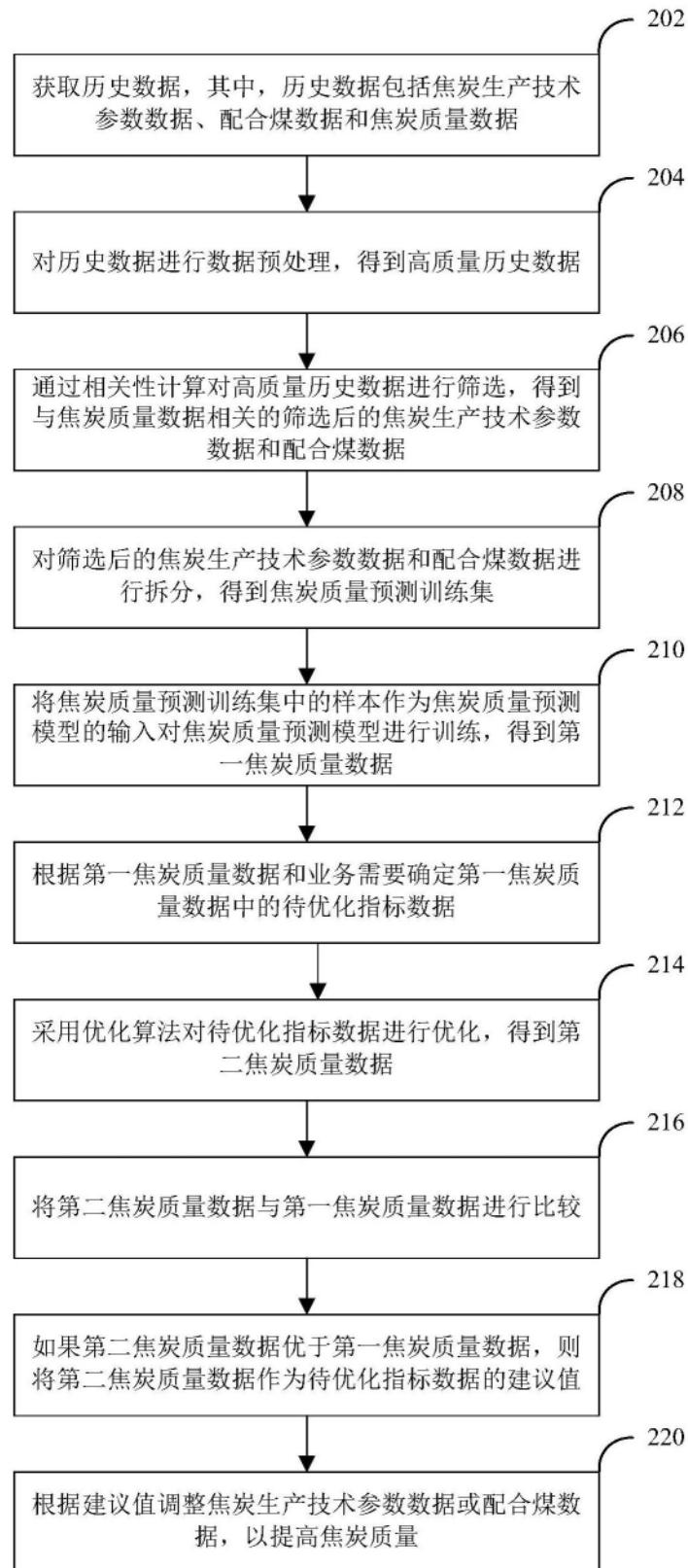


图2

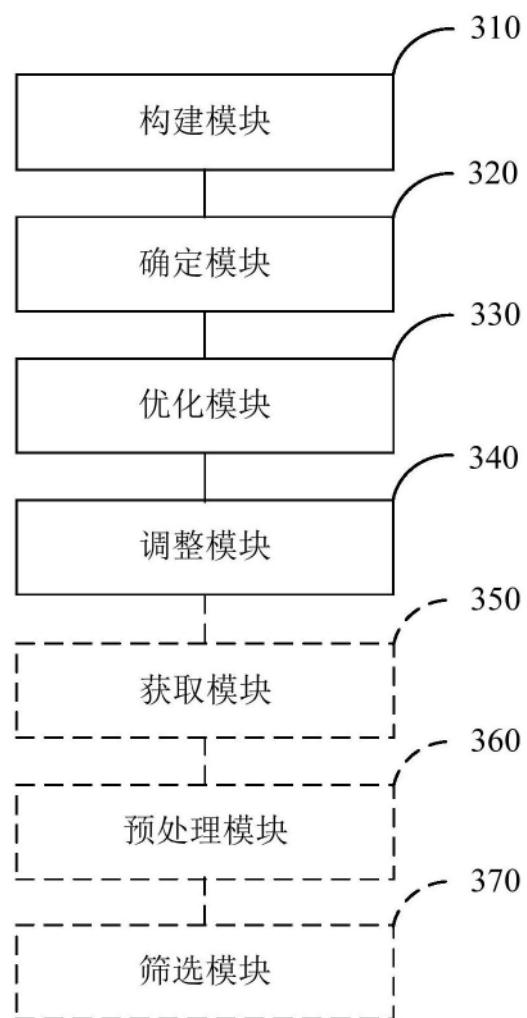


图3

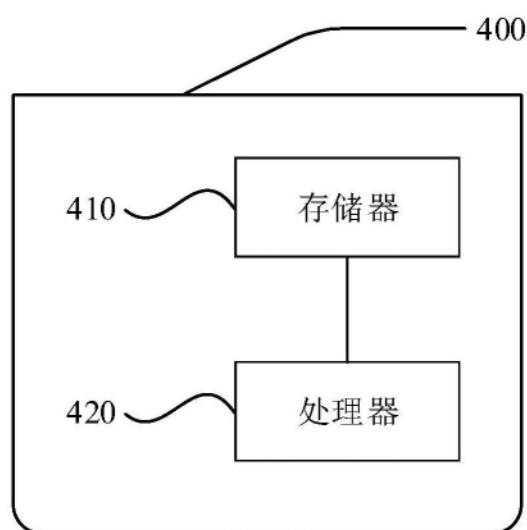


图4