



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115356998 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 18

(21) 申请号 202211063213.X

(22) 申请日 2022.08.31

(71) 申请人 深圳能源环保股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市福田区深南大道4001号时代金融中心13层

(72) 发明人 陈联宏 许洪滨 王超 钟日钢
刘小娟 赖昊明 冉从华 李松军
王润

(74) 专利代理机构 深圳市深弘广联知识产权代理事务所(普通合伙) 44449
专利代理师 向用秀

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

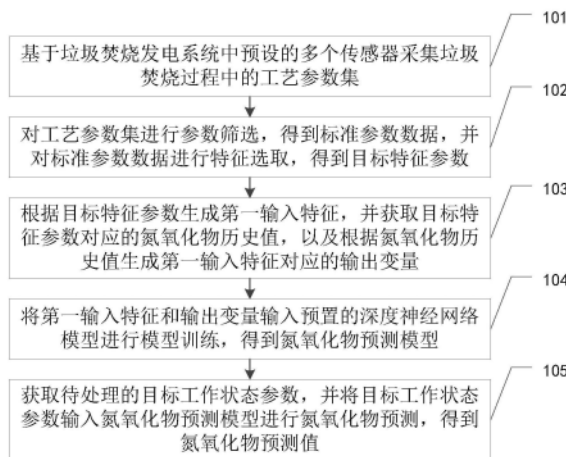
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

基于人工智能的氮氧化物预测方法及相关装置

(57) 摘要

本发明涉及人工智能领域,公开了一种基于人工智能的氮氧化物预测方法及相关装置,用于提高SCR脱硝控制的精度。所述方法包括:基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;对工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;根据目标特征参数生成第一输入特征,并获取目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据氮氧化物历史值生成第一输入特征对应的输出变量;将第一输入特征和输出变量输入深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;获取待处理的目标工作状态参数,并将目标工作状态参数输入氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。



1. 一种基于人工智能的氮氧化物预测方法,其特征在于,所述基于人工智能的氮氧化物预测方法包括:

基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;

对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;

根据所述目标特征参数生成第一输入特征,并获取所述目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据所述氮氧化物历史值生成所述第一输入特征对应的输出变量;

将所述第一输入特征和所述输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;

获取待处理的目标工作状态参数,并将所述目标工作状态参数输入所述氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。

2. 根据权利要求1所述的基于人工智能的氮氧化物预测方法,其特征在于,所述基于人工智能的氮氧化物预测方法还包括:

对所述氮氧化物历史值进行数据清洗,得到数据清洗后的氮氧化物历史值;

对所述数据清洗后的氮氧化物历史值进行异常值去除,得到标准氮氧化物历史值。

3. 根据权利要求1所述的基于人工智能的氮氧化物预测方法,其特征在于,所述基于人工智能的氮氧化物预测方法还包括:

获取多个待预测时刻的测试参数数据,以及获取所述测试参数数据对应的氮氧化物实际值;

根据所述测试参数数据生成所述待预测时刻对应的第二输入特征;

将所述第二输入特征输入所述深度神经网络模型进行计算,得到氮氧化物测试值;

根据所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值对所述深度神经网络模型进行模型优化,得到优化后的深度神经网络模型;

将所述优化后的深度神经网络模型作为所述氮氧化物预测模型。

4. 根据权利要求3所述的基于人工智能的氮氧化物预测方法,其特征在于,所述根据所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值对所述深度神经网络模型进行模型优化,得到优化后的深度神经网络模型,包括:

调用预置的损失函数计算所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值之间的损失值;

根据所述损失值对所述深度神经网络模型进行模型准确度分析,得到目标准确度;

根据所述目标准确度对所述深度神经网络模型进行模型参数优化,得到优化后的深度神经网络模型。

5. 根据权利要求1所述的基于人工智能的氮氧化物预测方法,其特征在于,所述基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集,包括:

基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数;

对所述工艺参数进行测量,得到工艺参数测量值,并采用预设更新频率对所述工艺参数测量值进行测量值更新,生成工艺参数集。

6. 根据权利要求1所述的基于人工智能的氮氧化物预测方法,其特征在于,所述对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数,包括:

对所述工艺参数集中的布袋除尘工艺参数、石灰浆制备工艺参数和干法工艺参数进行参数筛选,得到标准参数数据,其中,所述标准参数数据包括:焚烧炉工艺参数、一二次风系统参数、SNCR工艺参数和SCR工艺参数;

通过特征工程选取所述标准参数数据中的时间相关性参数数据,得到目标特征参数。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的基于人工智能的氮氧化物预测方法,其特征在于,所述基于人工智能的氮氧化物预测方法还包括:

按照预设的特征分类方案对所述工艺参数集进行特征分类,得到多个特征分类数据,其中所述多个特征分类数据包括:垃圾锅炉燃烧、垃圾热值和SNCR脱硝类特征数据、脱酸除尘相关特征数据以及SCR脱硝相关特征数据;

分别计算所述多个特征分类数据的平均值和标准差,并根据所述平均值和所述标准差对所述工艺参数集进行数据集特征增强。

8. 一种基于人工智能的氮氧化物预测装置,其特征在于,所述基于人工智能的氮氧化物预测装置包括:

采集模块,用于基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;

筛选模块,用于对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;

处理模块,用于根据所述目标特征参数生成第一输入特征,并获取所述目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据所述氮氧化物历史值生成所述第一输入特征对应的输出变量;

训练模块,用于将所述第一输入特征和所述输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;

输出模块,用于获取待处理的目标工作状态参数,并将所述目标工作状态参数输入所述氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。

9. 一种基于人工智能的氮氧化物预测设备,其特征在于,所述基于人工智能的氮氧化物预测设备包括:存储器和至少一个处理器,所述存储器中存储有指令;

所述至少一个处理器调用所述存储器中的所述指令,以使得所述基于人工智能的氮氧化物预测设备执行如权利要求1-7中任一项所述的基于人工智能的氮氧化物预测方法。

10. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有指令,其特征在于,所述指令被处理器执行时实现如权利要求1-7中任一项所述的基于人工智能的氮氧化物预测方法。

基于人工智能的氮氧化物预测方法及相关装置

技术领域

[0001] 本发明涉及人工智能领域,尤其涉及一种基于人工智能的氮氧化物预测方法及相关装置。

背景技术

[0002] 随着环境环保要求的逐渐严格,采用焚烧垃圾的方法发电可以化废为宝,从而达到社会资源的可持续发展。在处理垃圾焚烧时产生的氮氧化物气体时,需提前预估氮氧化物的排放,才能精准的控制污染物的排放策略。

[0003] 现有方案采用传统控制进料和发电量进行氮氧化物的排放量预测,传统的计算方法难以结合实际操作过程中的参数变化进行分析,因此现有方案的准确率较低。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种基于人工智能的氮氧化物预测方法及相关装置,用于提高SCR脱硝控制的精度。

[0005] 本发明第一方面提供了一种基于人工智能的氮氧化物预测方法,所述基于人工智能的氮氧化物预测方法包括:基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;根据所述目标特征参数生成第一输入特征,并获取所述目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据所述氮氧化物历史值生成所述第一输入特征对应的输出变量;将所述第一输入特征和所述输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;获取待处理的目标工作状态参数,并将所述目标工作状态参数输入所述氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。

[0006] 可选的,在本发明第一方面的第一种实现方式中,所述基于人工智能的氮氧化物预测方法还包括:对所述氮氧化物历史值进行数据清洗,得到数据清洗后的氮氧化物历史值;对所述数据清洗后的氮氧化物历史值进行异常值去除,得到标准氮氧化物历史值。

[0007] 可选的,在本发明第一方面的第二种实现方式中,所述基于人工智能的氮氧化物预测方法还包括:获取多个待预测时刻的测试参数数据,以及获取所述测试参数数据对应的氮氧化物实际值;根据所述测试参数数据生成所述待预测时刻对应的第二输入特征;将所述第二输入特征输入所述深度神经网络模型进行计算,得到氮氧化物测试值;根据所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值对所述深度神经网络模型进行模型优化,得到优化后的深度神经网络模型;将所述优化后的深度神经网络模型作为所述氮氧化物预测模型。

[0008] 可选的,在本发明第一方面的第三种实现方式中,所述根据所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值对所述深度神经网络模型进行模型优化,得到优化后的深度神经网络模型,包括:调用预置的损失函数计算所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值之间的损失值;根据所述损失值对所述深度神经网络模型进行模型准确度分析,得到目标准确度;根据所述目标准确度对所述深度神经网络模型进行模型参数优化,得到优化后的深度

神经网络模型。

[0009] 可选的,在本发明第一方面的第四种实现方式中,所述基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集,包括:基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数;对所述工艺参数进行测量,得到工艺参数测量值,并采用预设更新频率对所述工艺参数测量值进行测量值更新,生成工艺参数集。

[0010] 可选的,在本发明第一方面的第五种实现方式中,所述对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数,包括:对所述工艺参数集中的布袋除尘工艺参数、石灰浆制备工艺参数和干法工艺参数进行参数筛选,得到标准参数数据,其中,所述标准参数数据包括:焚烧炉工艺参数、一二次风系统参数、SNCR工艺参数和SCR工艺参数;通过特征工程选取所述标准参数数据中的时间相关性参数数据,得到目标特征参数。

[0011] 可选的,在本发明第一方面的第六种实现方式中,所述基于人工智能的氮氧化物预测方法还包括:按照预设的特征分类方案对所述工艺参数集进行特征分类,得到多个特征分类数据,其中所述多个特征分类数据包括:垃圾锅炉燃烧、垃圾热值和SNCR脱硝类特征数据、脱酸除尘相关特征数据以及SCR脱硝相关特征数据;分别计算所述多个特征分类数据的平均值和标准差,并根据所述平均值和所述标准差对所述工艺参数集进行数据集特征增强。

[0012] 本发明第二方面提供了一种基于人工智能的氮氧化物预测装置,所述基于人工智能的氮氧化物预测装置包括:采集模块,用于基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;筛选模块,用于对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;处理模块,用于根据所述目标特征参数生成第一输入特征,并获取所述目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据所述氮氧化物历史值生成所述第一输入特征对应的输出变量;训练模块,用于将所述第一输入特征和所述输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;输出模块,用于获取待处理的目标工作状态参数,并将所述目标工作状态参数输入所述氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。

[0013] 可选的,在本发明第二方面的第一种实现方式中,所述基于人工智能的氮氧化物预测装置还包括:数据处理模块,用于对所述氮氧化物历史值进行数据清洗,得到数据清洗后的氮氧化物历史值;对所述数据清洗后的氮氧化物历史值进行异常值去除,得到标准氮氧化物历史值。

[0014] 可选的,在本发明第二方面的第二种实现方式中,所述基于人工智能的氮氧化物预测装置还包括:计算模块,用于获取多个待预测时刻的测试参数数据,以及获取所述测试参数数据对应的氮氧化物实际值;根据所述测试参数数据生成所述待预测时刻对应的第二输入特征;将所述第二输入特征输入所述深度神经网络模型进行计算,得到氮氧化物测试值;优化模块,用于根据所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值对所述深度神经网络模型进行模型优化,得到优化后的深度神经网络模型;生成模块,用于将所述优化后的深度神经网络模型作为所述氮氧化物预测模型。

[0015] 可选的,在本发明第二方面的第三种实现方式中,所述优化模块具体用于:调用预置的损失函数计算所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值之间的损失值;根据所述损

失值对所述深度神经网络模型进行模型准确度分析,得到目标准确度;根据所述目标准确度对所述深度神经网络模型进行模型参数优化,得到优化后的深度神经网络模型。

[0016] 可选的,在本发明第二方面的第四种实现方式中,所述采集模块具体用于:基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数;对所述工艺参数进行测量,得到工艺参数测量值,并采用预设更新频率对所述工艺参数测量值进行测量值更新,生成工艺参数集。

[0017] 可选的,在本发明第二方面的第五种实现方式中,所述筛选模块具体用于:对所述工艺参数集中的布袋除尘工艺参数、石灰浆制备工艺参数和干法工艺参数进行参数筛选,得到标准参数数据,其中,所述标准参数数据包括:焚烧炉工艺参数、一二次风系统参数、SNCR工艺参数和SCR工艺参数;通过特征工程选取所述标准参数数据中的时间相关性参数数据,得到目标特征参数。

[0018] 可选的,在本发明第二方面的第六种实现方式中,所述基于人工智能的氮氧化物预测装置还包括:增强模块,用于按照预设的特征分类方案对所述工艺参数集进行特征分类,得到多个特征分类数据,其中所述多个特征分类数据包括:垃圾锅炉燃烧、垃圾热值和SNCR脱硝类特征数据、脱酸除尘相关特征数据以及SCR脱硝相关特征数据;分别计算所述多个特征分类数据的平均值和标准差,并根据所述平均值和所述标准差对所述工艺参数集进行数据集特征增强。

[0019] 本发明第三方面提供了一种基于人工智能的氮氧化物预测设备,包括:存储器和至少一个处理器,所述存储器中存储有指令;所述至少一个处理器调用所述存储器中的所述指令,以使得所述基于人工智能的氮氧化物预测设备执行上述的基于人工智能的氮氧化物预测方法。

[0020] 本发明的第四方面提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有指令,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述的基于人工智能的氮氧化物预测方法。

[0021] 本发明提供的技术方案中,基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;根据所述目标特征参数生成第一输入特征,并获取所述目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据所述氮氧化物历史值生成所述第一输入特征对应的输出变量;将所述第一输入特征和所述输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;获取待处理的目标工作状态参数,并将所述目标工作状态参数输入所述氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。本发明通过对垃圾焚烧炉污染排放工艺的深度剖析,结合大量生产数据,针对性地搭建一套高效的大数据智能分析预控模型,利用人工智能分析算法,完成对生产工艺参数的数据整理、建模与分析,实现对氮氧化物排放数据的预测分析,提高了SCR脱硝控制的精度。

附图说明

[0022] 图1为本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测方法的一个实施例示意图;
图2为本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测方法的另一个实施例示意图;

图3为本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测装置的一个实施例示意图；
图4为本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测装置的另一个实施例示意图；

图5为本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测设备的一个实施例示意图。

具体实施方式

[0023] 本发明实施例提供了一种基于人工智能的氮氧化物预测方法及相关装置,用于提高SCR脱硝控制的精度。本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外,术语“包括”或“具有”及其任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0024] 为便于理解,下面对本发明实施例的具体流程进行描述,请参阅图1,本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测方法的一个实施例包括:

101、基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;

可以理解的是,本发明的执行主体可以为基于人工智能的氮氧化物预测装置,还可以是终端或者服务器,具体此处不做限定。本发明实施例以服务器为执行主体为例进行说明。

[0025] 具体的,服务器通过在垃圾焚烧发电系统中安装多台传感器,对垃圾发电过程中的焚烧炉工艺参数、一二次风系统参数,SNCR工艺参数、SCR工艺参数进行测量,共包括240个测量值,测量值每秒更新一次。

[0026] 102、对工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;

具体的,服务器从专家经验角度数据分析特征工程角度来选择用于预测的合适的特征,去除冗余特征。通过专家经验,将特征与生产流程的相对应,选取焚烧炉工艺参数、一二次风系统参数,SNCR工艺参数、SCR工艺参数,去除特征中的布袋除尘工艺参数、石灰浆制备工艺数据、干法工艺数据。选取188个参数,去除无关参数52个。通过特征工程,选取时间相关性特征,共选出18个特征作为模型输入变量,以此完成对工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数。

[0027] 103、根据目标特征参数生成第一输入特征,并获取目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据氮氧化物历史值生成第一输入特征对应的输出变量;

具体的,选取上述特征的历史数据生成输入特征,并且将其对应的1-10分钟后的NOX值的历史数据作为输出变量,其中,服务器根据目标特征参数生成第一输入特征,并获取目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据氮氧化物历史值生成第一输入特征对应的输出变量,同时服务器需对对上述数据做数据清洗,去除异常值,将在CEMS维护期间的1个小时的数据去除。

[0028] 104、将第一输入特征和输出变量输入预置的神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;

具体的,获取第一输入特征和输出变量;根据所第一输入特征和输出变量生成字符向量训练素材,得到每一个字符的前向运行预测值,计算每个字符的前向运行预测值与该字符的实际类别之间的差距;判断所述差距是否持续震荡下降,通过链式法则,得到当前神经网络模型单元中每个参数应该变化的数值大小,通过梯度下降优化算法,得到当前神经网络模型中每个参数的变化方向和变化值,进而修正神经网络模型中每个参数,进而得到氮氧化物预测模型。优选的神经网络模型可以为:Dilated cnn、DeepAR、N-BEATS或者LSTM模型等。进一步地,本发明中的氮氧化物预测模型还可以用于HCL和SO₂等酸性气体的预测。

[0029] 105、获取待处理的目标工作状态参数,并将目标工作状态参数输入氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。

[0030] 具体的,服务器获取待处理的目标工作状态参数,其中,服务器将18个待预测时刻的实际数据生成测试输入特征向量,通过所建立的神经网络模型进行计算,得到模型预测值即为待预测时刻的之后1-10分钟的NO_x预测值,根据所述待预测时刻的NO_x实际数据为NO_x的真实值,将NO_x预测值和真实值对比验证神经网络模型的准确性,将优化好的神经网络模型应用到垃圾焚烧系统中,预测NO_x在1-10分钟之后的数值,得到氮氧化物预测值。针对性地搭建一套高效的大数据智能分析预控平台,利用人工智能分析算法,完成对生产工艺参数的数据整理、建模与分析,实现对环保排放指标的控制。这种方法让人工智能系统的投入率可以达到100%,它是利用焚烧炉的焚烧参数以及直接利用大数据学习的结果给出模糊控制值。从而保证了当CEMS维护结束后能够顺利切回到机器学习精准控制,极大的保证了垃圾焚烧系统处于维护期间时的神经网络模型的利用率。

[0031] 本发明实施例中,基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;对工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;根据目标特征参数生成第一输入特征,并获取目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据氮氧化物历史值生成第一输入特征对应的输出变量;将第一输入特征和输出变量输入预置的神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;获取待处理的目标工作状态参数,并将目标工作状态参数输入氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。本发明通过对垃圾焚烧炉污染排放工艺的深度剖析,结合大量生产数据,针对性地搭建一套高效的大数据智能分析预控模型,利用人工智能分析算法,完成对生产工艺参数的数据整理、建模与分析,实现对氮氧化物排放数据的预测分析,提高了SCR脱硝控制的精度。

[0032] 请参阅图2,本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测方法的另一个实施例包括:

201、基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;

具体的,基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数;对工艺参数进行测量,得到工艺参数测量值,并采用预设更新频率对工艺参数测量值进行测量值更新,生成工艺参数集。

[0033] 其中,基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数,具体的,服务器获取预定时间周期内的原始数据集;对原始数据集进行去相关处理,以降低原始数据集的维度并去除冗余信息,基于经去相关处理的数据集,确定与产品工艺数据相关联的指标参数集,根据预设的故障判断准确率计算指标参数集的阈值,在工艺过程中获取待检测数据并计算其指标参数集,最终服务器根据上述指标参数集合采用预设更新频率对工艺参数测量值进行测量值更新,生成工艺参数集。

[0034] 202、按照预设的特征分类方案对工艺参数集进行特征分类,得到多个特征分类数据,其中多个特征分类数据包括:垃圾锅炉燃烧、垃圾热值和SNCR脱硝类特征数据、脱酸除尘相关特征数据以及SCR脱硝相关特征数据;

203、分别计算多个特征分类数据的平均值和标准差,并根据平均值和标准差对工艺参数集进行数据集特征增强;

具体的,服务器按照预设的特征分类方案对工艺参数集进行特征分类,得到多个特征分类数据,其中多个特征分类数据包括:垃圾锅炉燃烧、垃圾热值和SNCR脱硝类特征数据、脱酸除尘相关特征数据以及SCR脱硝相关特征数据,其中,需要说明的是,上述特征分类方案是通过垃圾锅炉燃烧和SNCR脱硝类特征数据、脱酸除尘相关特征数据等数据的数据测量值及数据类型进行分类的,同时服务器分别计算多个特征分类数据的平均值和标准差,进而服务器根据平均值和标准差对上述工艺参数集进行数据特征增强,其中,需要说明的是,数据特征增强是对数据的进一步修改,我们开始清洗和增强数据,本发明实施例中,通过识别数据中的缺失值、删除有害数据、填充缺失值、对数据进行归一化/标准化等处理对上述工艺参数集合进行数据集特征增强。

[0035] 204、对工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;

具体的,对工艺参数集中的布袋除尘工艺参数、石灰浆制备工艺参数和干法工艺参数进行参数筛选,得到标准参数数据,其中,标准参数数据包括:焚烧炉工艺参数、一二次风系统参数、SNCR工艺参数和SCR工艺参数;通过特征工程选取标准参数数据中的时间相关性参数数据,得到目标特征参数。

[0036] 可选的,服务器通过对神经网络的输入参数和输出参数进行预处理,计算反映工艺参数数据变化趋势与专家知识吻合程度的特征数值,计算反映输入参数对输出参数敏感程度的特征数值,将吻合程度特征数值和敏感程度特征数值组合起来,得到反映输入参数与输出参数关系密切程度的特征数值。根据密切程度特征数值大小顺序,对神经网络输入参数进行筛选,得到标准参数数据,其中,标准参数数据包括:焚烧炉工艺参数、一二次风系统参数、SNCR工艺参数和SCR工艺参数;通过特征工程选取标准参数数据中的时间相关性参数数据,得到目标特征参数,本发明可以简便、快捷地的工艺参数进行筛选。

[0037] 205、根据目标特征参数生成第一输入特征,并获取目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据氮氧化物历史值生成第一输入特征对应的输出变量;

可选的,对氮氧化物历史值进行数据清洗,得到数据清洗后的氮氧化物历史值;对数据清洗后的氮氧化物历史值进行异常值去除,得到标准氮氧化物历史值。

[0038] 其中,需要说明的是,数据清洗是指发现并纠正数据文件中可识别的错误的最后一道程序,包括检查数据一致性,本发明实施例中,服务器进行一致性检查,具体的,服务器

根据每个变量的合理取值范围和相互关系,检查数据是否合乎要求,发现超出正常范围、逻辑上不合理或者相互矛盾的数据。例如,用1-7级量表测量的变量出现了0值,体重出现了负数,都应视为超出正常值域范围。SPSS、SAS、和Excel等计算机软件都能够根据定义的取值范围,自动识别每个超出范围的变量值,同时服务器对数据清洗后的氮氧化物历史值进行异常值去除,得到标准氮氧化物历史值。

[0039] 206、将第一输入特征和输出变量输入预置的神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;

可选的,获取多个待预测时刻的测试参数数据,以及获取测试参数数据对应的氮氧化物实际值;根据测试参数数据生成待预测时刻对应的第二输入特征;将第二输入特征输入神经网络模型进行计算,得到氮氧化物测试值;根据氮氧化物实际值和氮氧化物测试值对神经网络模型进行模型优化,得到优化后的神经网络模型;将优化后的神经网络模型作为氮氧化物预测模型。

[0040] 可选的,在进行模型训练时,服务器根据人工鱼群算法对原参数列表进行随机初始化获得多个优化参数列表,利用优化参数列表转换原始训练数据获得对应的人工构造数据,将原始训练数据与对应的人工构造数据进行混合获得多个训练集,进而训练获得多个识别模型,确定多个识别模型中是否存在满足收敛条件的模型,若存在,则输出目标数据增强参数列表,以对原始训练数据进行数据增强,并获得命名实体识别模型的训练集,进而服务器获取多个待预测时刻的测试参数数据,以及获取测试参数数据对应的氮氧化物实际值;根据测试参数数据生成待预测时刻对应的第二输入特征;将第二输入特征输入神经网络模型进行计算,得到氮氧化物测试值;根据氮氧化物实际值和氮氧化物测试值对神经网络模型进行模型优化,得到优化后的神经网络模型;将优化后的神经网络模型作为氮氧化物预测模型,本发明实施例中,服务器将模型识别效果作为优化目标融合到了数据增强策略的制定中,从而提高了对数据的数据增强效果。

[0041] 可选的,调用预置的损失函数计算氮氧化物实际值和氮氧化物测试值之间的损失值;根据损失值对神经网络模型进行模型准确度分析,得到目标准确度;根据目标准确度对神经网络模型进行模型参数优化,得到优化后的神经网络模型。

[0042] 其中,服务器调用预置的损失函数计算氮氧化物实际值和氮氧化物测试值之间的损失值,同时服务器用第一损失函数和第二损失函数对权重分布执行损失计算,得到第一损失值和第二损失值,第一损失函数为对权重分布中与真实值对应的权重进行计算的熵损失函数,第二损失函数为对权重分布中每一个权重和真实值进行计算的加权求和损失函数,对第一损失值和第二损失值运算得到模型损失值,若模型损失值不符合模型收敛条件,根据模型损失值更新待训练的回归模型的参数,再次训练直至符合模型收敛条件为止,同时服务器根据目标准确度对神经网络模型进行模型参数优化,得到优化后的神经网络模型,本发明实施例中,模型损失值既约束各个备选值加权求和的结果,也能控制各备选值的权重集中在真实值附近,提高训练好的回归模型的准确度。

[0043] 207、获取待处理的目标工作状态参数,并将目标工作状态参数输入氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。

[0044] 具体的,服务器将待处理的目标工作状态参数生成测试特征向量,通过所建立的氮氧化物预测模型进行计算,得到模型预测值即为待预测时刻的之后1-3分钟的NOX预测

值,根据所述待预测时刻的NOX实际数据为NOX的真实值,同时将NOX预测值和真实值对比验证深度神经网络模型的准确性,针对性地搭建一套高效的大数据智能分析预控模型,利用人工智能分析算法,完成对生产工艺参数的数据整理、建模与分析,实现对氮氧化物排放数据的预测分析,提高了SCR脱硝控制的精度。

[0045] 本发明实施例中,基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;对工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;根据目标特征参数生成第一输入特征,并获取目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据氮氧化物历史值生成第一输入特征对应的输出变量;将第一输入特征和输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;获取待处理的目标工作状态参数,并将目标工作状态参数输入氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。本发明通过对垃圾焚烧炉污染排放工艺的深度剖析,结合大量生产数据,针对性地搭建一套高效的大数据智能分析预控模型,利用人工智能分析算法,完成对生产工艺参数的数据整理、建模与分析,实现对氮氧化物排放数据的预测分析,提高了SCR脱硝控制的精度。

[0046] 上面对本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测方法进行了描述,下面对本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测装置进行描述,请参阅图3,本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测装置一个实施例包括:

采集模块301,用于基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;

筛选模块302,用于对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;

处理模块303,用于根据所述目标特征参数生成第一输入特征,并获取所述目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据所述氮氧化物历史值生成所述第一输入特征对应的输出变量;

训练模块304,用于将所述第一输入特征和所述输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;

输出模块305,用于获取待处理的目标工作状态参数,并将所述目标工作状态参数输入所述氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。

[0047] 本发明实施例中,基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;根据所述目标特征参数生成第一输入特征,并获取所述目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据所述氮氧化物历史值生成所述第一输入特征对应的输出变量;将所述第一输入特征和所述输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;获取待处理的目标工作状态参数,并将所述目标工作状态参数输入所述氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。本发明通过对垃圾焚烧炉污染排放工艺的深度剖析,结合大量生产数据,针对性地搭建一套高效的大数据智能分析预控模型,利用人工智能分析算法,完成对生产工艺参数的数据整理、建模与分析,实现对氮氧化物排放数据的预测分析,提高了SCR脱硝控制的精度。

[0048] 请参阅图4,本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测装置另一个实施例包

括：

采集模块301,用于基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集；

筛选模块302,用于对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数；

处理模块303,用于根据所述目标特征参数生成第一输入特征,并获取所述目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据所述氮氧化物历史值生成所述第一输入特征对应的输出变量；

训练模块304,用于将所述第一输入特征和所述输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型；

输出模块305,用于获取待处理的目标工作状态参数,并将所述目标工作状态参数输入所述氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。

[0049] 可选的,所述基于人工智能的氮氧化物预测装置还包括：

数据处理模块306,用于对所述氮氧化物历史值进行数据清洗,得到数据清洗后的氮氧化物历史值；对所述数据清洗后的氮氧化物历史值进行异常值去除,得到标准氮氧化物历史值。

[0050] 可选的,所述基于人工智能的氮氧化物预测装置还包括：

计算模块307,用于获取多个待预测时刻的测试参数数据,以及获取所述测试参数数据对应的氮氧化物实际值；根据所述测试参数数据生成所述待预测时刻对应的第二输入特征；将所述第二输入特征输入所述深度神经网络模型进行计算,得到氮氧化物测试值；

优化模块308,用于根据所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值对所述深度神经网络模型进行模型优化,得到优化后的深度神经网络模型；

生成模块309,用于将所述优化后的深度神经网络模型作为所述氮氧化物预测模型。

[0051] 可选的,所述优化模块308具体用于：调用预置的损失函数计算所述氮氧化物实际值和所述氮氧化物测试值之间的损失值；根据所述损失值对所述深度神经网络模型进行模型准确度分析,得到目标准确度；根据所述目标准确度对所述深度神经网络模型进行模型参数优化,得到优化后的深度神经网络模型。

[0052] 可选的,所述采集模块301具体用于：基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数；对所述工艺参数进行测量,得到工艺参数测量值,并采用预设更新频率对所述工艺参数测量值进行测量值更新,生成工艺参数集。

[0053] 可选的,所述筛选模块302具体用于：对所述工艺参数集中的布袋除尘工艺参数、石灰浆制备工艺参数和干法工艺参数进行参数筛选,得到标准参数数据,其中,所述标准参数数据包括：焚烧炉工艺参数、一二次风系统参数、SNCR工艺参数和SCR工艺参数；通过特征工程选取所述标准参数数据中的时间相关性参数数据,得到目标特征参数。

[0054] 可选的,所述基于人工智能的氮氧化物预测装置还包括：

增强模块310,用于按照预设的特征分类方案对所述工艺参数集进行特征分类,得到多个特征分类数据,其中所述多个特征分类数据包括：垃圾锅炉燃烧、垃圾热值和SNCR脱硝类特征数据、脱酸除尘相关特征数据以及SCR脱硝相关特征数据；分别计算所述多个特征

分类数据的平均值和标准差,并根据所述平均值和所述标准差对所述工艺参数集进行数据集特征增强。

[0055] 本发明实施例中,基于垃圾焚烧发电系统中预设的多个传感器采集垃圾焚烧过程中的工艺参数集;对所述工艺参数集进行参数筛选,得到标准参数数据,并对所述标准参数数据进行特征选取,得到目标特征参数;根据所述目标特征参数生成第一输入特征,并获取所述目标特征参数对应的氮氧化物历史值,以及根据所述氮氧化物历史值生成所述第一输入特征对应的输出变量;将所述第一输入特征和所述输出变量输入预置的深度神经网络模型进行模型训练,得到氮氧化物预测模型;获取待处理的目标工作状态参数,并将所述目标工作状态参数输入所述氮氧化物预测模型进行氮氧化物预测,得到氮氧化物预测值。本发明通过对垃圾焚烧炉污染排放工艺的深度剖析,结合大量生产数据,针对性地搭建一套高效的大数据智能分析预控模型,利用人工智能分析算法,完成对生产工艺参数的数据整理、建模与分析,实现对氮氧化物排放数据的预测分析,提高了SCR脱硝控制的精度。

[0056] 上面图3和图4从模块化功能实体的角度对本发明实施例中的基于人工智能的氮氧化物预测装置进行详细描述,下面从硬件处理的角度对本发明实施例中基于人工智能的氮氧化物预测设备进行详细描述。

[0057] 图5是本发明实施例提供的一种基于人工智能的氮氧化物预测设备的结构示意图,该基于人工智能的氮氧化物预测设备500可因配置或性能不同而产生比较大的差异,可以包括一个或一个以上处理器(central processing units,CPU)510(例如,一个或一个以上处理器)和存储器520,一个或一个以上存储应用程序533或数据532的存储介质530(例如一个或一个以上海量存储设备)。其中,存储器520和存储介质530可以是短暂存储或持久存储。存储在存储介质530的程序可以包括一个或一个以上模块(图示没标出),每个模块可以包括对基于人工智能的氮氧化物预测设备500中的一系列指令操作。更进一步地,处理器510可以设置为与存储介质530通信,在基于人工智能的氮氧化物预测设备500上执行存储介质530中的一系列指令操作。

[0058] 基于人工智能的氮氧化物预测设备500还可以包括一个或一个以上电源540,一个或一个以上有线或无线网络接口550,一个或一个以上输入输出接口560,和/或,一个或一个以上操作系统531,例如Windows Serve,Mac OS X,Unix,Linux,FreeBSD等等。本领域技术人员可以理解,图5示出的基于人工智能的氮氧化物预测设备结构并不构成对基于人工智能的氮氧化物预测设备的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。

[0059] 本发明还提供一种基于人工智能的氮氧化物预测设备,所述基于人工智能的氮氧化物预测设备包括存储器和处理器,存储器中存储有计算机可读指令,计算机可读指令被处理器执行时,使得处理器执行上述各实施例中的所述基于人工智能的氮氧化物预测方法的步骤。

[0060] 本发明还提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质可以为非易失性计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质也可以为易失性计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有指令,当所述指令在计算机上运行时,使得计算机执行所述基于人工智能的氮氧化物预测方法的步骤。

[0061] 进一步地,计算机可读存储介质可主要包括存储程序区和存储数据区,其中,存储

程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序等；存储数据区可存储根据区块链节点的使用所创建的数据等。

[0062] 本发明所指区块链是分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等计算机技术的新型应用模式。区块链(Blockchain),本质上是一个去中心化的数据库,是一串使用密码学方法相关联产生的数据块,每一个数据块中包含了一批次网络交易的信息,用于验证其信息的有效性(防伪)和生成下一个区块。区块链可以包括区块链底层平台、平台产品服务层以及应用服务层等。

[0063] 所属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,装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0064] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(read-only memory, ROM)、随机存取存储器(random access memory, RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0065] 以上所述,以上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精神和范围。

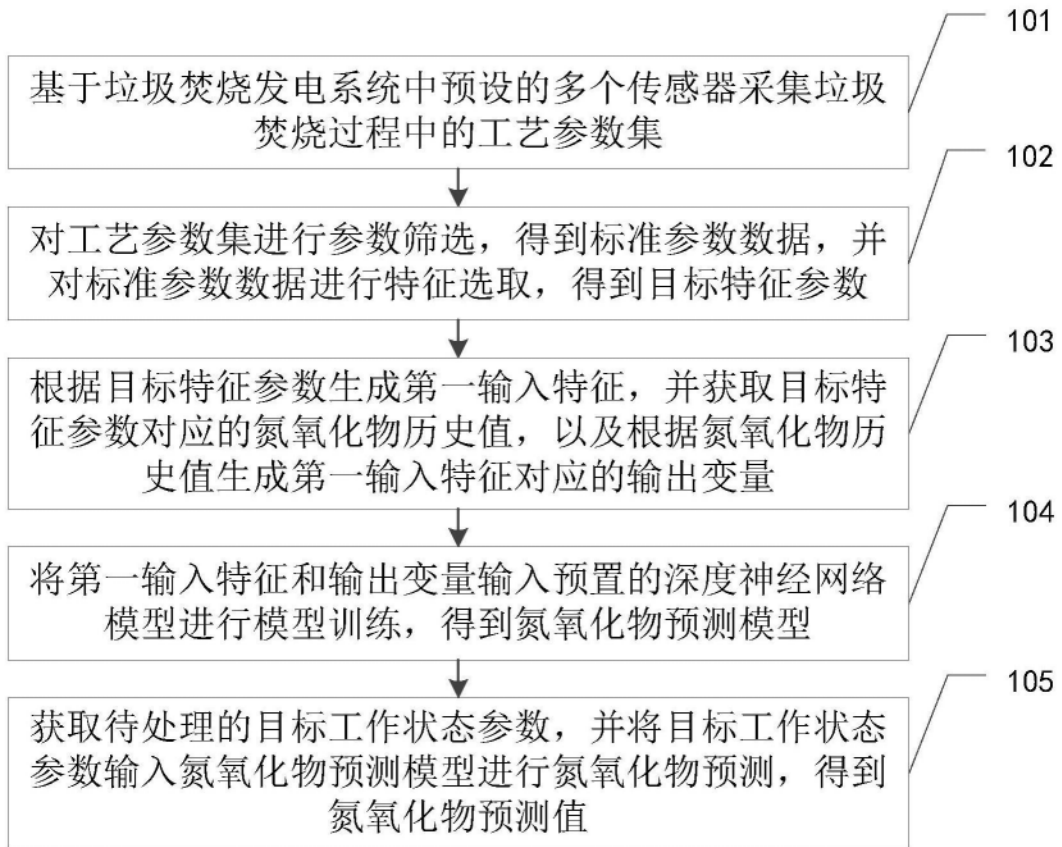


图1

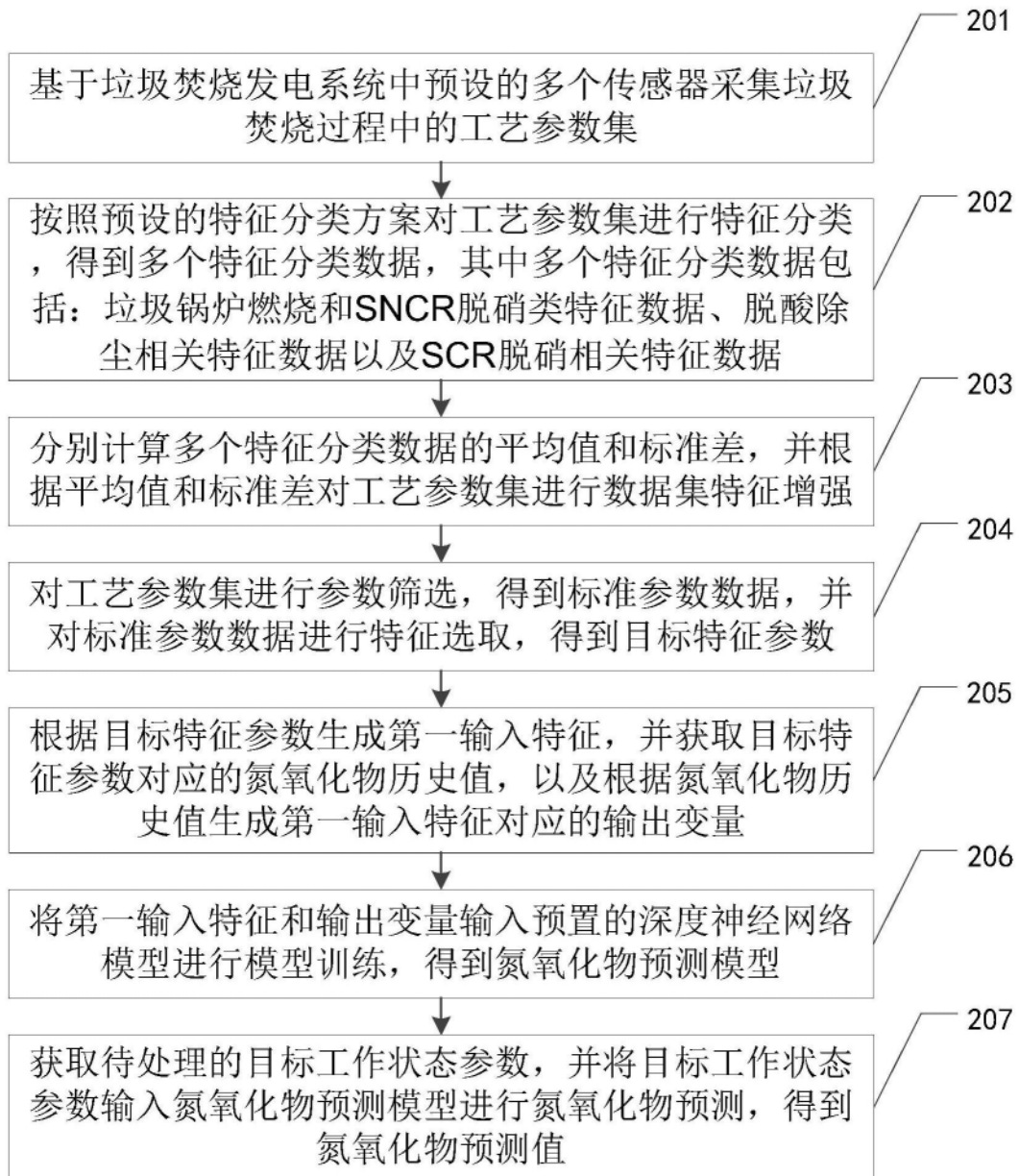


图2

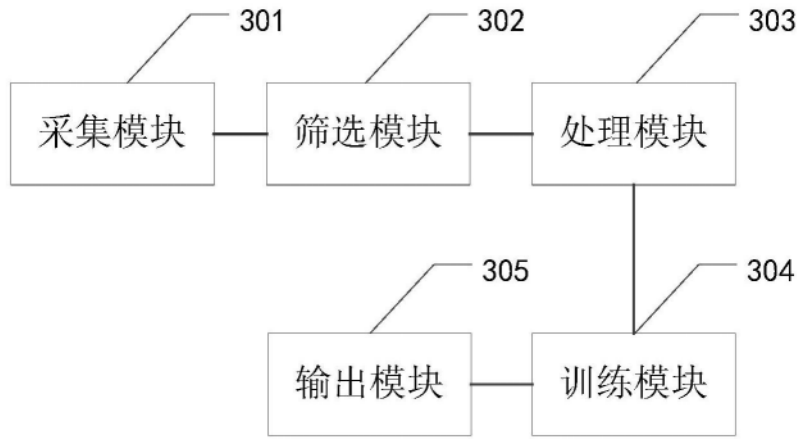


图3

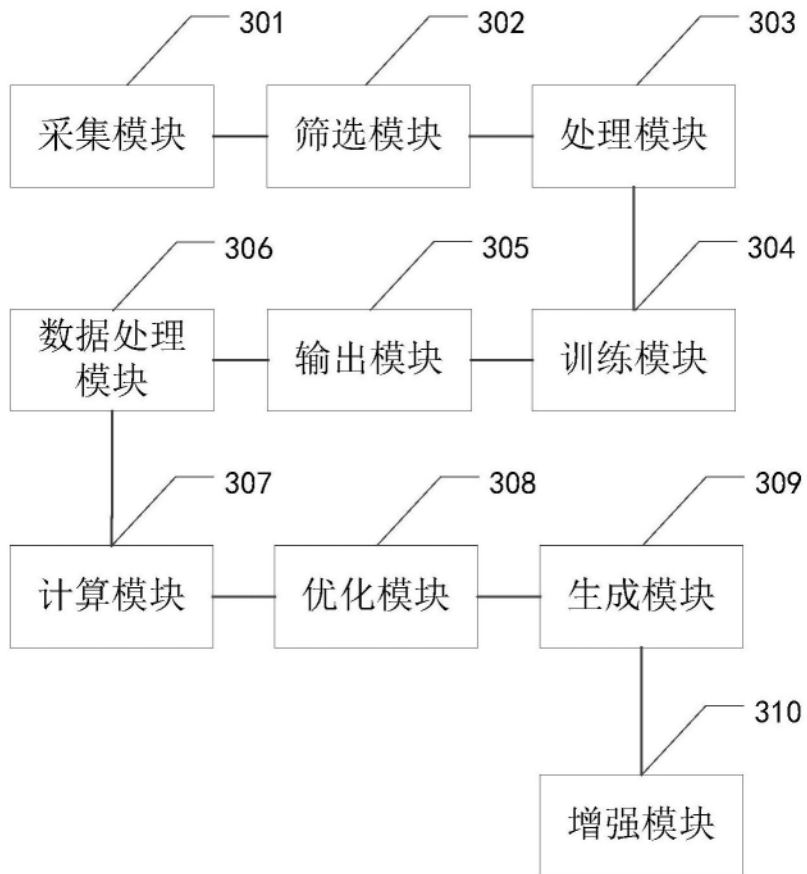


图4

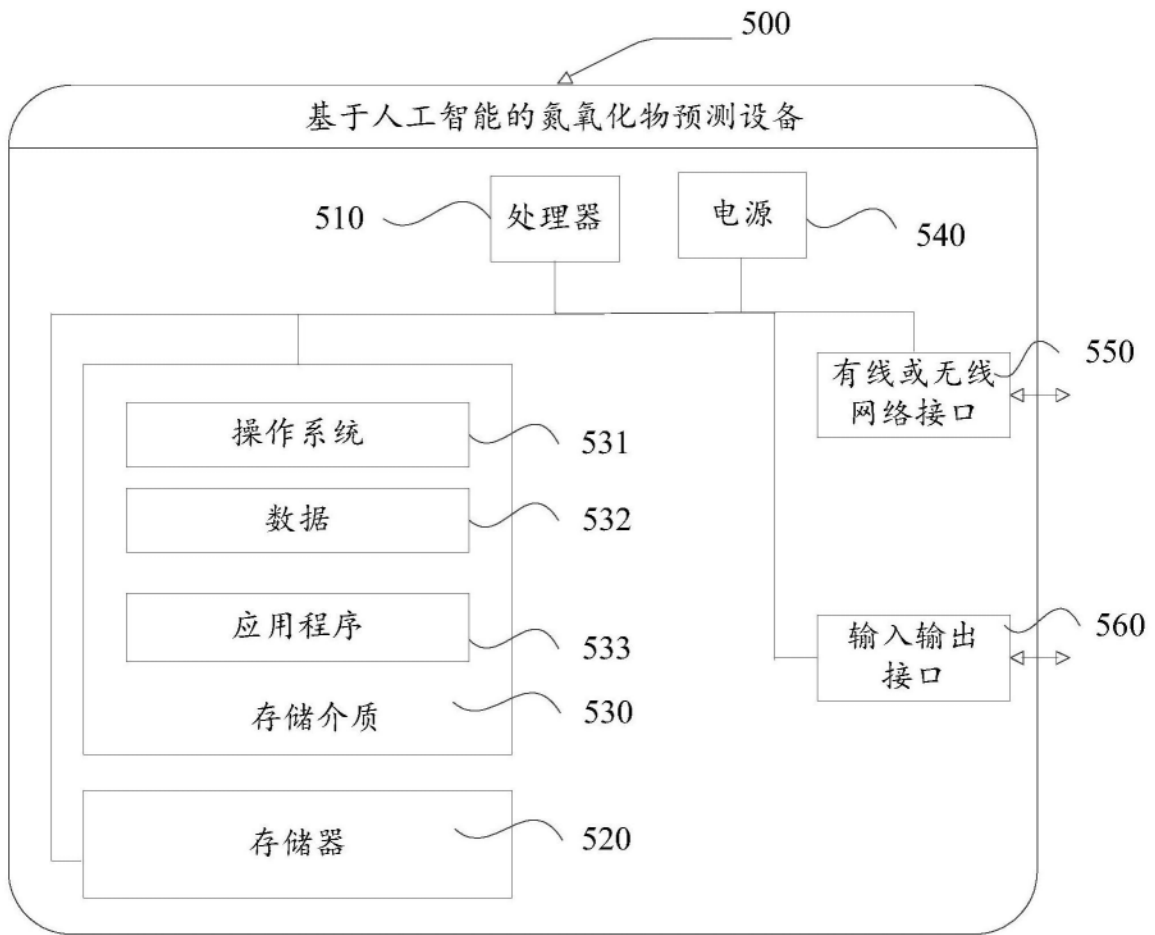


图5