



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111476433 A

(43)申请公布日 2020.07.31

(21)申请号 202010338678.6

(22)申请日 2020.04.26

(71)申请人 北京保生源科技有限公司
地址 100089 北京市海淀区清河小营西小
口路27号西三旗文化科技园A座一层

(72)发明人 侯鑫 鞠杰 刘方爱 薛军
沈有建

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限
公司 37221

代理人 黄海丽

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04(2012.01)

G06Q 50/26(2012.01)

G06N 3/04(2006.01)

G06N 3/08(2006.01)

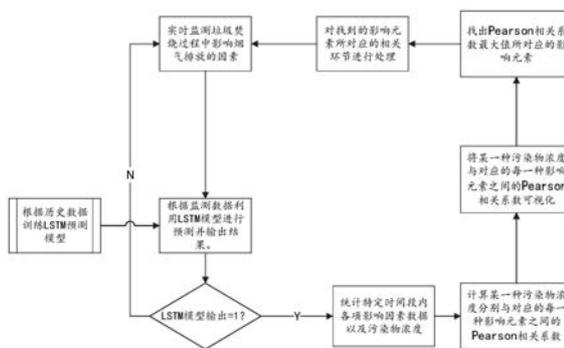
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

基于数据分析的烟气排放预测方法及系统

(57)摘要

本发明公开了基于数据分析的烟气排放预测方法及系统,实时监测垃圾焚烧过程中影响烟气排放的影响元素;根据监测数据利用LSTM模型进行预测污染物浓度是否超标;预测到污染物浓度超标的情况下,统计某时间段内各个影响因素的数据以及烟气中污染物浓度,计算某一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数;将污染物和当前污染物对应的各种影响元素的Pearson相关系数进行可视化;找出若干个Pearson相关系数中的最大值,找出Pearson相关系数最大值所对应的影响元素,将找出的影响元素发送给烟气排放监测客户端。该方法方便迅捷控制污染物烟气的排放量,进而避免对大气环境的破坏保护生态环境。



1. 基于数据分析的烟气排放预测方法,其特征是,包括:
实时监测垃圾焚烧过程中影响烟气排放的影响元素;
根据监测数据利用LSTM预测模型进行预测并输出结果;
根据预测模型输出结果进行分析处理:若预测输出结果为未达到烟气污染程度,则不进行处理;若预测输出结果为达到烟气污染程度,则统计设定时间段内各个影响因素的数据以及烟气中污染物浓度;计算每一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数;
将每一种污染物与各个影响因素的Pearson相关系数进行可视化;
找出若干个Pearson相关系数中的最大值,找出Pearson相关系数最大值所对应的影响元素,将找出的影响元素发送给烟气排放监测客户端。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征是,所述方法还包括:
对找到的影响元素所对应的相关环节进行处理调控。
3. 如权利要求1所述的方法,其特征是,所述计算每一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数,包括以下形式的一种或多种:
计算某一种污染物浓度与对应的给煤机的原料投放数量之间的Pearson相关系数;或者,
计算某一种污染物浓度与对应的给料机的原料投放数量之间的Pearson相关系数;或者,
计算某一种污染物浓度与对应的风机的风速之间的Pearson相关系数;或者,
计算某一种污染物浓度与对应的焚烧炉的温度之间的Pearson相关系数。
4. 如权利要求1所述的方法,其特征是,所述Pearson相关系数,是用来反映两个变量相关程度的统计量;所述Pearson相关系数用 r 表示, r 描述的是两个变量间线性相关强弱的程度; r 的绝对值越大表明相关性越强。
5. 如权利要求1所述的方法,其特征是,所述实时监测垃圾焚烧过程中影响烟气排放的影响元素,获得某个时间段内的给煤机原料投放的数量、给料机原料投放的数量、风机的风速、炉顶温度或炉断层温度中一种或多种的时间序列。
6. 如权利要求1所述的方法,其特征是,所述LSTM模型是根据历史数据进行反复训练得到的,具体训练步骤包括:
构建LSTM模型;
构建训练集,所述训练集为达到烟气污染程度的各种烟气排放影响因素含量和未达到烟气污染程度的各种烟气排放影响因素含量;
将训练集输入到LSTM模型中,对LSTM模型进行训练,达到设定训练次数或损失函数达到最小值后,得到训练好的LSTM模型。
7. 如权利要求1所述的方法,其特征是,所述在同一坐标系下,以各项影响元素为横坐标,以某一种污染物对应的每一种影响元素Pearson相关系数作为纵坐标;将构建的坐标系、坐标系中的每一种影响元素Pearson相关系数对应的柱状图可视化;具体步骤包括:
S301:以各项影响因素为横坐标,Pearson相关系数 $(-1, 1)$ 为纵坐标,标记分析得到的二氧化硫与各个因素的Pearson相关系数,然后形成一个柱状图;
S302:将柱状图进行实时显示。

8. 基于数据分析的烟气排放预测系统,其特征是,包括:

监测模块,其被配置为:实时监测垃圾焚烧过程中影响烟气排放的影响元素;

预测模块,其被配置为:根据监测数据利用LSTM预测模型进行预测并输出结果;

分析处理模块,其被配置为:根据预测模型输出结果进行分析处理:若预测输出结果为未达到烟气污染程度,则不进行处理;若预测输出结果为达到烟气污染程度,则统计设定时间段内各个影响因素的数据以及烟气中污染物浓度;计算每一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数;

可视化模块,其被配置为:将每一种污染物与各个影响因素的Pearson相关系数进行可视化;

输出模块,其被配置为:找出若干个Pearson相关系数中的最大值,找出Pearson相关系数最大值所对应的影响元素,将找出的影响元素发送给烟气排放监测客户端。

9. 一种电子设备,其特征是,包括存储器和处理器以及存储在存储器上并在处理器上运行的计算机指令,所述计算机指令被处理器运行时,完成权利要求1-7任一项所述的方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其特征是,用于存储计算机指令,所述计算机指令被处理器执行时,完成权利要求1-7任一项所述的方法。

基于数据分析的烟气排放预测方法及系统

技术领域

[0001] 本公开涉及烟气排放监测技术领域,特别是涉及基于数据分析的烟气排放预测方法及系统。

背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提到了与本公开相关的背景技术,并不必然构成现有技术。

[0003] 随着科技的不断发展和人们生活水平的不断提高,生活垃圾以及各种垃圾的数量也越来越多。垃圾焚烧是当下垃圾处理的一种主流处理方式,目前主要采用循环流化床工艺。这种方式是通过适当的热分解、燃烧、熔融等反应,使垃圾经过高温下的氧化进行减容,成为残渣或者熔融固体物质。垃圾焚烧一方面能够消灭大量的垃圾,另一方面也会产生大量的能量。这些能量可以用来发电从而被人们循环利用。但是,垃圾处理厂进行垃圾焚烧时会产生大量的烟气,这些烟气中往往含有大量的SO₂,CO,HCL等污染环境又对人的身体有害的物质。若对这些物质不加以控制直接排放,一方面会严重污染大气环境,另一方面也会对人的身体产生损害。所以,需要一种实时预测并控制烟气污染物含量的方法。

[0004] 在实现本公开的过程中,发明人发现现有技术中存在以下技术问题:

[0005] 现在大多数工厂处理烟气的方式有如下几种:

[0006] 1:水吸收法:利用烟气中某些物质易溶于水的特性,使烟气直接与水接触,溶解于水。

[0007] 2:稀释扩散法:将烟气直接通过烟囱排向大气来稀释。

[0008] 3:化学反应方法:将烟气与一些物质进行化学反应,从而分解有害物质。这几种方法能够在一定程度上对烟气进行处理,但是效果不够明显而且不具备实时性,对特殊的情况下的烟气无法进行处理,还是会造成很严重的环境污染。

发明内容

[0009] 为了解决现有技术的不足,本公开提供了基于数据分析的烟气排放预测方法及系统;本发明可以实时根据各个处理环节影响元素的参数预测某种污染物浓度是否超标,然后寻找造成该污染物排放超标的影响元素从根本上进行调控。

[0010] 第一方面,本公开提供了基于数据分析的烟气排放预测方法;

[0011] 基于数据分析的烟气排放预测方法,包括:

[0012] 实时监测垃圾焚烧过程中影响烟气排放的影响元素;

[0013] 根据监测数据利用LSTM预测模型进行预测并输出结果;

[0014] 根据预测模型输出结果进行分析处理:若预测输出结果为未达到烟气污染程度,则不进行处理;若预测输出结果为达到烟气污染程度,则统计设定时间段内各个影响因素的数据以及烟气中污染物浓度;计算每一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数;

[0015] 将每一种污染物与各个影响因素的Pearson相关系数进行可视化;

[0016] 找出若干个Pearson相关系数中的最大值,找出Pearson相关系数最大值所对应的影响元素,将找出的影响元素发送给烟气排放监测客户端。

[0017] 第二方面,本公开还提供了基于数据分析的烟气排放预测系统;

[0018] 基于数据分析的烟气排放预测系统,包括:

[0019] 监测模块,其被配置为:实时监测垃圾焚烧过程中影响烟气排放的影响元素;

[0020] 预测模块,其被配置为:根据监测数据利用LSTM预测模型进行预测并输出结果;

[0021] 分析处理模块,其被配置为:根据预测模型输出结果进行分析处理:若预测输出结果为未达到烟气污染程度,则不进行处理;若预测输出结果为达到烟气污染程度,则统计设定时间段内各个影响因素的数据以及烟气中污染物浓度;计算每一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数;

[0022] 可视化模块,其被配置为:将每一种污染物与各个影响因素的Pearson相关系数进行可视化;

[0023] 输出模块,其被配置为:找出若干个Pearson相关系数中的最大值,找出Pearson相关系数最大值所对应的影响元素,将找出的影响元素发送给烟气排放监测客户端。

[0024] 第三方面,本公开还提供了一种电子设备,包括:一个或多个处理器、一个或多个存储器、以及一个或多个计算机程序;其中,处理器与存储器连接,上述一个或多个计算机程序被存储在存储器中,当电子设备运行时,该处理器执行该存储器存储的一个或多个计算机程序,以使电子设备执行上述第一方面所述的方法。

[0025] 第四方面,本公开还提供了一种计算机可读存储介质,用于存储计算机指令,所述计算机指令被处理器执行时,完成第一方面所述方法的步骤。

[0026] 第五方面,本公开还提供了一种计算机程序(产品),包括计算机程序,所述计算机程序当在一个或多个处理器上运行的时候用于实现前述第一方面任意一项的方法。

[0027] 与现有技术相比,本公开的有益效果是:

[0028] 1、根据预测模型输出结果进行分析处理:若预测输出结果为未达到烟气污染程度,则不进行处理;若预测输出结果为达到烟气污染程度,则统计设定时间段内各个影响因素的数据以及烟气中污染物浓度;通过预测模型提前进行预判,可以提升预测的速度和效率,避免对未达到烟气污染指标的影响因素进行分析处理浪费时间。还可以提升预测的准确度,降低了误判率。

[0029] 2、对垃圾焚烧过程中各个处理环节进行实时监测,利用LSTM模型对烟气中某种污染物含量是否超标进行实时预测,当预测得到烟气污染物含量超标时能够及时报警。

[0030] 3、通过Pearson相关系数进行分析来找到造成污染物含量高的因素并进行处理。因此,能够避免过多的污染物排入大气并减少对环境的污染以及人体的损害。

附图说明

[0031] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0032] 图1为第一个实施例的方法流程图;

[0033] 图2为第一个实施例的可视化效果图;

[0034] 图3为第一个实施例的LSTM模型结构图。

具体实施方式

[0035] 应该指出,以下详细说明都是示例性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解相同含义。

[0036] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0037] 实施例一,本实施例提供了基于数据分析的烟气排放预测方法;

[0038] 如图1所示,基于数据分析的烟气排放预测方法,包括:

[0039] S1:实时监测垃圾焚烧过程中影响烟气排放的影响元素;

[0040] S2:根据监测数据利用LSTM预测模型进行预测并输出结果;

[0041] S3:根据预测模型输出结果进行分析处理:若预测输出结果为未达到烟气污染程度,则不进行处理;若预测输出结果为达到烟气污染程度,则统计设定时间段内各个影响因素的数据以及烟气中污染物浓度;计算每一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数;

[0042] S4:将每一种污染物与各个影响因素的Pearson相关系数进行可视化;

[0043] S5:找出若干个Pearson相关系数中的最大值,找出Pearson相关系数最大值所对应的影响元素,将找出的影响元素发送给烟气排放监测客户端。

[0044] 作为一个或多个实施例,所述方法还包括:

[0045] S6:对找到的影响元素所对应的相关环节进行处理调控。

[0046] 上述技术方案的有益效果是:推送相关系数高的影响因素使工作人员直观地了解哪一个环节出现问题,并进行调控。例如减少煤的数量,原料的数量,降低或提高焚烧炉的温度等。

[0047] 进一步地,所述影响元素,包括:原料投放的数量、风机的风速和焚烧炉的温度。

[0048] 进一步地,所述原料投放的数量,是指给煤机或给料机的原料投放数量。

[0049] 进一步地,所述原料投放的数量,是通过重力传感器来监测。

[0050] 进一步地,所述风机的风速,是通过风速传感器来监测。

[0051] 进一步地,所述焚烧炉的温度,是通过温度传感器来监测。

[0052] 进一步地,所述重力传感器、风速传感器或温度传感器均是每间隔设定时间段就采集一次数据。所述设定时间段,例如是五分钟、十分钟或者十五分钟。

[0053] 进一步地,所述污染物,包括以下污染物的一种或多种:二氧化硫 SO_2 、一氧化碳 CO 或 HCL 。

[0054] 进一步地,所述LSTM(长短期记忆模型)预测模型,是一种循环神经网络模型,模型结构如图3所示。

[0055] LSTM预测模型由输入序列 $X = (x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ 、隐式向量序列 $H = (h_1, h_2, h_3 \dots h_n)$ 和输出矢量序列 $Y = (y_1, y_2, y_3 \dots y_m)$ 组成。

[0056] 在每个时间步长,LSTM的输出由一组门控制,该组门由先前隐藏状态 h_{t-1} 、当前时间步长 x_t 以及input gate、output gate和forget gate的输入函数组成。

[0057] 这些门共同决定当前存储器单元转换和当前的隐藏状态。

[0058] LSTM转换函数定义如下：

[0059] $i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i)$

[0060] $f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$

[0061] $l_t = \tanh(W_l \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_l)$

[0062] $o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o)$

[0063] $C_t = f_t \otimes C_{t-1} + i_t \otimes l_t$

[0064] $h_t = o_t \otimes \tanh(C_t)$

[0065] 进一步地， σ 是在区间 $[0, 1]$ 中的sigmoid函数， \tanh 表示在区间 $[-1, 1]$ 中的双曲正切函数。LSTM用于学习长期依赖关系的任务。在序列到序列生成的过程中，LSTM定义了输出分布，并使用softmax函数来顺序地预测输出：

$$[0066] \quad p(Y | X) = \prod_{t \in [1, n]} \frac{\exp(g(h_{t-1}, y_t))}{\sum_y \exp(g(h_{t-1}, y_t))}$$

[0067] 进一步地，所述计算每一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数，包括以下形式的一种或多种：

[0068] 计算某一种污染物浓度与对应的给煤机的原料投放数量之间的Pearson相关系数；或者，

[0069] 计算某一种污染物浓度与对应的给料机的原料投放数量之间的Pearson相关系数；或者，

[0070] 计算某一种污染物浓度与对应的风机的风速之间的Pearson相关系数；或者，

[0071] 计算某一种污染物浓度与对应的焚烧炉的温度之间的Pearson相关系数。

[0072] 进一步地，所述Pearson相关系数，是用来反映两个变量相关程度的统计量。所述Pearson相关系数用 r 表示， r 描述的是两个变量间线性相关强弱的程度。 r 的绝对值越大表明相关性越强。

$$[0073] \quad r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

[0074] 其中， X_i, Y_i 是两个时间序列中每个元素， \bar{X}, \bar{Y} 是两个时间序列元素的平均值。

[0075] 进一步地，所述实时监测垃圾焚烧过程中影响烟气排放的影响元素，获得某个时间段内的给煤机原料投放的数量、给料机原料投放的数量、风机的风速、炉顶温度或炉断层温度中一种或多种的时间序列。

[0076] 进一步地，计算某一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数，例如将二氧化硫排放浓度分别与各个影响因素进行Pearson相关系数的处理；将得到二氧化硫与各个因素的相关系数。

[0077] 进一步地，所述在同一坐标系下，以各个影响因素为横坐标，以某一种污染物对应的每一种影响元素Pearson相关系数作为纵坐标；将构建的坐标系、坐标系中的每一种影响

元素Pearson相关系数对应的柱状图进行可视化;如图2所示。

[0078] 预测到污染物浓度超过设定阈值时发出报警信号,筛选与监测时刻相关系数高的因素,然后推送给工作人员客户端。这样,相关工作人员可以迅速地排查该因素,从而及时控制二氧化硫排放量。

[0079] 进一步地,所述LSTM模型是根据历史数据进行反复训练得到的,具体训练步骤包括:

[0080] 构建LSTM模型;

[0081] 构建训练集,所述训练集为达到烟气污染程度的各种烟气排放影响因素含量和未达到烟气污染程度的各种烟气排放影响因素含量;

[0082] 将训练集输入到LSTM模型中,对LSTM模型进行训练,达到设定训练次数或损失函数达到最小值后,得到训练好的LSTM模型。

[0083] 所述在同一坐标系下,以各项影响元素为横坐标,以某一种污染物对应的每一种影响元素Pearson相关系数作为纵坐标;将构建的坐标系、坐标系中的每一种影响元素Pearson相关系数对应的柱状图可视化;具体步骤包括:

[0084] S301:以各项影响因素为横坐标,Pearson相关系数(-1,1)为纵坐标,标记分析得到的二氧化硫与各个因素的Pearson相关系数,然后形成一个柱状图;

[0085] S302:将柱状图进行实时显示。

[0086] 实施例二,本实施例还提供了基于数据分析的烟气排放预测系统;

[0087] 基于数据分析的烟气排放预测系统,包括:

[0088] 监测模块,其被配置为:实时监测垃圾焚烧过程中影响烟气排放的影响元素;

[0089] 预测模块,其被配置为:根据监测数据利用LSTM预测模型进行预测并输出结果;

[0090] 分析处理模块,其被配置为:根据预测模型输出结果进行分析处理:若预测输出结果为未达到烟气污染程度,则不进行处理;若预测输出结果为达到烟气污染程度,则统计设定时间段内各个影响因素的数据以及烟气中污染物浓度;计算每一种污染物浓度分别与对应的每一种影响元素之间的Pearson相关系数;

[0091] 可视化模块,其被配置为:将每一种污染物与各个影响因素的Pearson相关系数进行可视化;

[0092] 输出模块,其被配置为:找出若干个Pearson相关系数中的最大值,找出Pearson相关系数最大值所对应的影响元素,将找出的影响元素发送给烟气排放监测客户端。

[0093] 此处需要说明的是,上述监测模块、预测模块、分析处理模块、可视化模块和输出模块对应于实施例一中的步骤S1至S5,上述模块与对应的步骤所实现的示例和应用场景相同,但不限于上述实施例一所公开的内容。需要说明的是,上述模块作为系统的一部分可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行。

[0094] 上述实施例中对各个实施例的描述各有侧重,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。

[0095] 所提出的系统,可以通过其他方式实现。例如,以上所描述的系统实施例仅仅是示意性的,例如上述模块的划分,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,例如多个模块可以结合或者可以集成到另外一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0096] 实施例三,本实施例还提供了一种电子设备,包括:一个或多个处理器、一个或多个存储器、以及一个或多个计算机程序;其中,处理器与存储器连接,上述一个或多个计算机程序被存储在存储器中,当电子设备运行时,该处理器执行该存储器存储的一个或多个计算机程序,以使电子设备执行上述第一方面所述的方法。

[0097] 应理解,本实施例中,处理器可以是中央处理单元CPU,处理器还可以是其他通用处理器、数字信号处理器DSP、专用集成电路ASIC,现成可编程门阵列FPGA或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0098] 存储器可以包括只读存储器和随机存取存储器,并向处理器提供指令和数据,存储器的一部分还可以包括非易失性随机存储器。例如,存储器还可以存储设备类型的信息。

[0099] 在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。

[0100] 实施例一中的方法可以直接体现为硬件处理器执行完成,或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器、闪存、只读存储器、可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器,处理器读取存储器中的信息,结合其硬件完成上述方法的步骤。为避免重复,这里不再详细描述。

[0101] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本实施例描述的各示例的单元即算法步骤,能够以电子硬件或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0102] 实施例四,本实施例还提供了一种计算机可读存储介质,用于存储计算机指令,所述计算机指令被处理器执行时,完成实施例一所述方法的步骤。

[0103] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

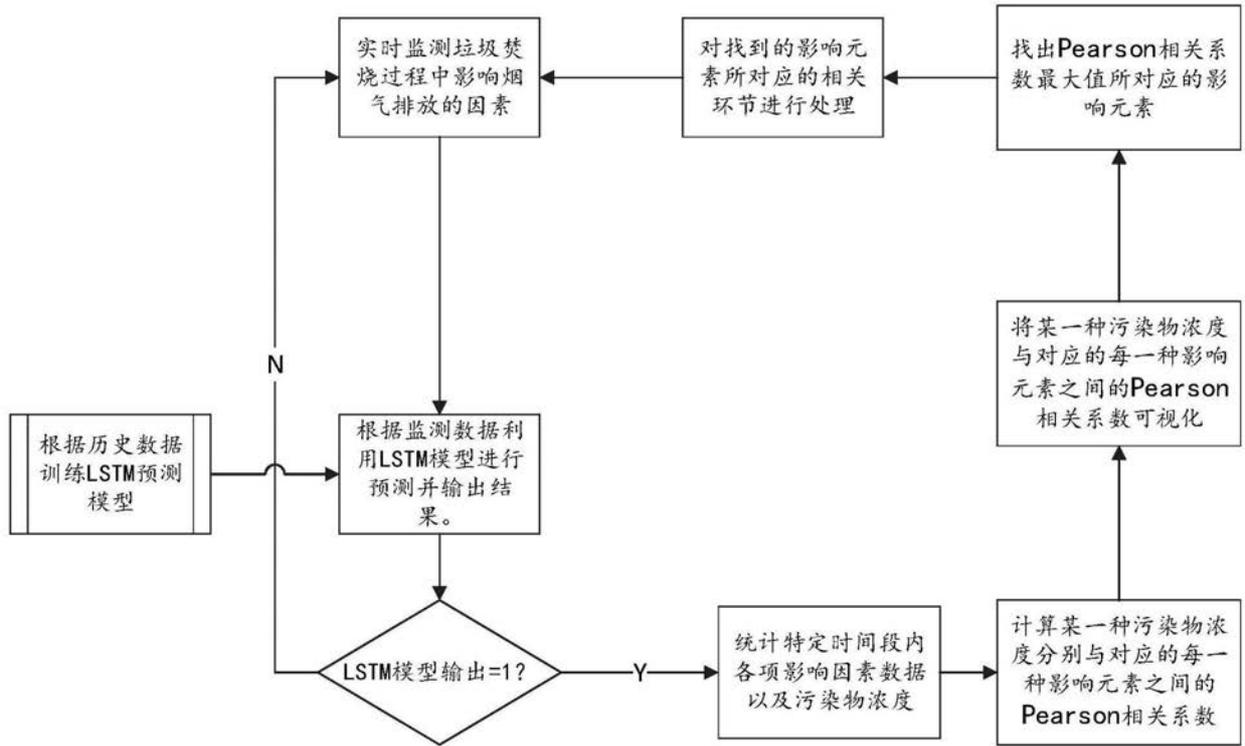


图1

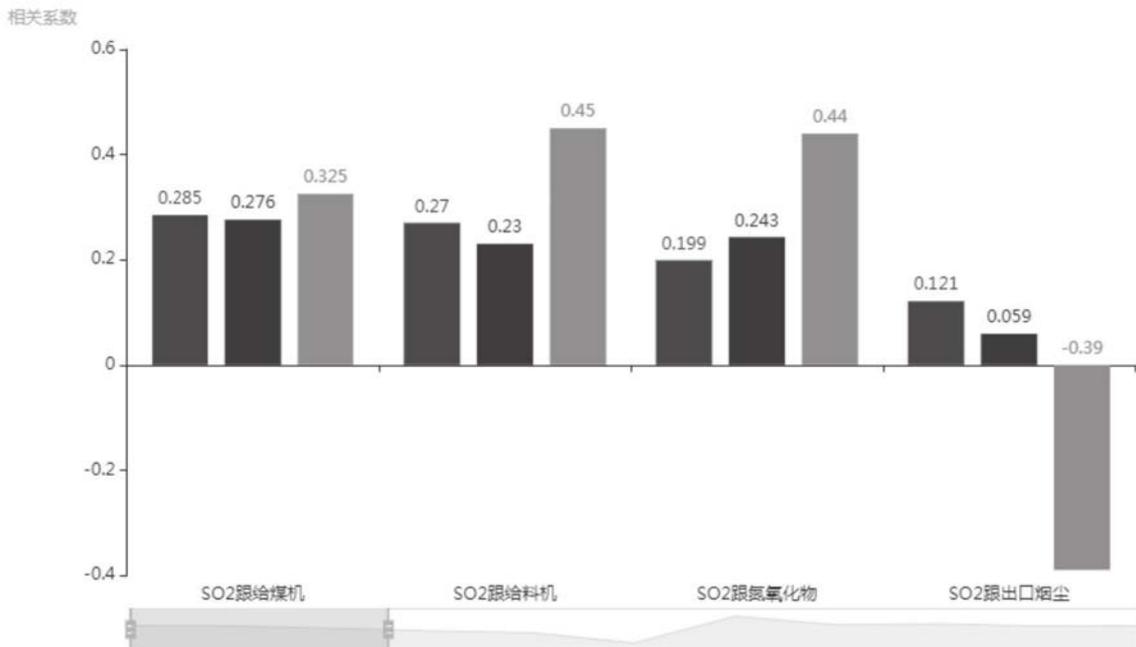


图2

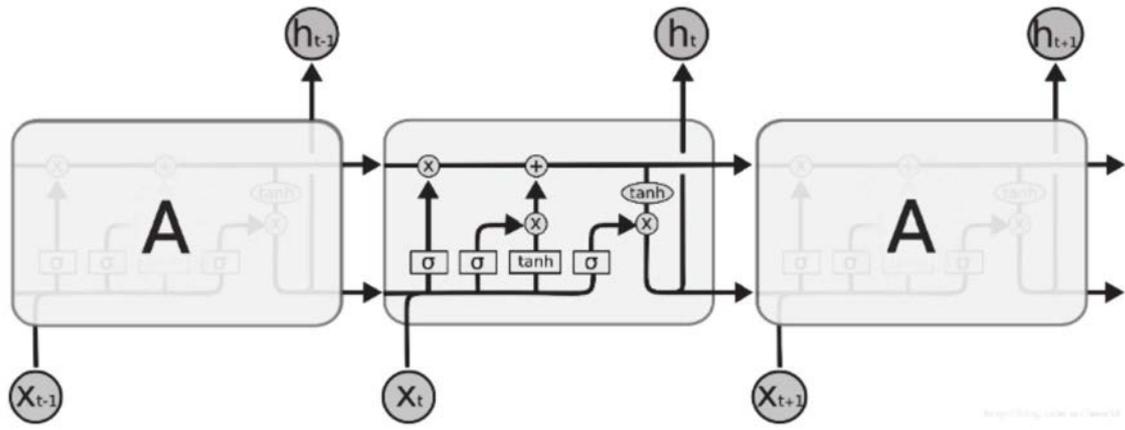


图3