



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116688754 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 05

(21) 申请号 202310818132.4

(22) 申请日 2023.07.05

(71) 申请人 浙江浙能迈领环境科技有限公司
地址 310000 浙江省杭州市萧山区萧山经济技术开发区明星路371号3幢601室

(72) 发明人 余国成 郭景州 陈煜 叶慷
钟志平 郁濠亮 戴家浩 赖宋明
徐天驰

(74) 专利代理机构 杭州汇和信专利代理有限公司 33475
专利代理师 周竑

(51) Int. Cl.
B01D 53/92 (2006.01)
B01D 53/48 (2006.01)

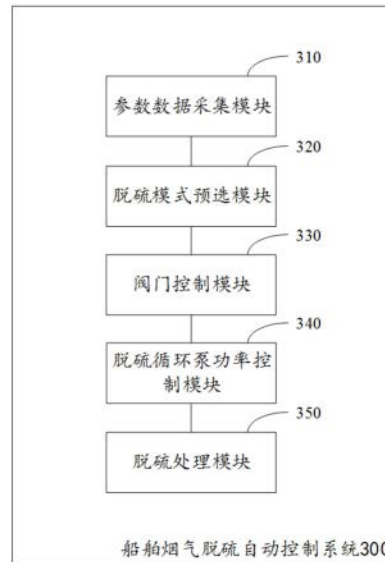
权利要求书2页 说明书13页 附图7页

(54) 发明名称

船舶烟气脱硫自动控制系统及其方法

(57) 摘要

公开了一种船舶烟气脱硫自动控制系统及其方法。其通过采用基于深度学习的人工智能控制技术来对于主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值进行时序变化分析,并将这些数据的时序变化特征进行关联,以此来综合进行脱硫循环泵的目标功率值的准确控制,从而优化船舶尾气的脱硫效率和效率,且避免能源的浪费,以达到保护环境的目的。



1. 一种船舶烟气脱硫自动控制系统,其特征在于,包括:

参数数据采集模块,用于获取主机功率数据、辅机功率数据和烟气检测装置检测的脱硫塔排气口处的烟气指标数据;

脱硫模式预选模块,用于获取用户预先选取的脱硫模式;

阀门控制模块,用于基于所述脱硫模式,控制脱硫阀门设备和烟气阀门设备工作;

脱硫循环泵功率控制模块,用于基于所述主机功率数据、所述辅机功率数据和所述烟气指标数据,确定脱硫循环泵的目标功率值;

脱硫处理模块,用于基于所述目标功率,控制所述脱硫循环泵工作,将洗涤水输送至脱硫塔,并在所述脱硫塔内利用所述洗涤水对船舶烟气进行脱硫处理。

2. 根据权利要求1所述的船舶烟气脱硫自动控制系统,其特征在于,所述脱硫循环泵功率控制模块,包括:

时序数据采集单元,用于获取预定时间段内多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值;

参数时序关联特征提取单元,用于对所述多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值进行时序关联分析以得到参数时序关联特征矩阵;

烟气指标时序变化特征提取单元,用于对所述多个预定时间点的烟气指标数据值进行时序分析以得到烟气指标时序关联特征向量;

映射关联单元,用于融合所述参数时序关联特征矩阵和所述烟气指标时序关联特征向量以得到烟气映射关联特征向量;

目标功率值控制单元,用于基于所述烟气映射关联特征向量,确定所述脱硫循环泵的目标功率值。

3. 根据权利要求2所述的船舶烟气脱硫自动控制系统,其特征在于,所述参数时序关联特征提取单元,包括:

参数时序排列子单元,用于将所述多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值分别按照时间维度排列为主机功率时序输入向量、辅机功率时序输入向量和烟气指标时序输入向量;

参数时序关联编码子单元,用于将所述主机功率时序输入向量、所述辅机功率时序输入向量和所述烟气指标时序输入向量按照样本维度排列为全参数时序输入矩阵后通过基于卷积神经网络模型的关联特征提取器以得到所述参数时序关联特征矩阵。

4. 根据权利要求3所述的船舶烟气脱硫自动控制系统,其特征在于,所述烟气指标时序变化特征提取单元,用于:将所述烟气指标时序输入向量通过基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器以得到所述烟气指标时序关联特征向量。

5. 根据权利要求4所述的船舶烟气脱硫自动控制系统,其特征在于,所述目标功率值控制单元,用于:将所述烟气映射关联特征向量通过解码器进行解码回归以得到解码值,所述解码值用于表示所述脱硫循环泵的目标功率值。

6. 根据权利要求5所述的船舶烟气脱硫自动控制系统,其特征在于,还包括用于对所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器、所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器和所述解码器进行训练的训练模块。

7. 根据权利要求6所述的船舶烟气脱硫自动控制系统,其特征在于,所述训练模块,包

括：

训练数据参数采集单元，用于获取训练数据，所述训练数据包括预定时间段内多个预定时间点的训练主机功率值、训练辅机功率值和训练烟气指标数据值，以及，所述脱硫循环泵的目标功率值的真实值；

训练数据时序排列单元，用于将所述多个预定时间点的训练主机功率值、训练辅机功率值和训练烟气指标数据值分别按照时间维度排列为训练主机功率时序输入向量、训练辅机功率时序输入向量和训练烟气指标时序输入向量；

训练参数数据时序关联单元，用于将所述训练主机功率时序输入向量、所述训练辅机功率时序输入向量和所述训练烟气指标时序输入向量按照样本维度排列为训练全参数时序输入矩阵后通过所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器以得到训练参数时序关联特征矩阵；

训练烟气指标时序变化单元，用于将所述训练烟气指标时序输入向量通过所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器以得到训练烟气指标时序关联特征向量；

训练特征融合单元，用于融合所述训练参数时序关联特征矩阵和所述训练烟气指标时序关联特征向量以得到训练烟气映射关联特征向量；以及

解码损失单元，用于将所述训练烟气映射关联特征向量通过所述解码器以得到解码损失函数值；

模型训练单元，用于基于所述解码损失函数值并通过梯度下降的方向传播来对所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器、所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器和所述解码器进行训练，其中，在所述训练的每一轮迭代中，对所述分类器的权重矩阵进行权重本征支持的半空间结构化约束迭代。

8. 根据权利要求7所述的船舶烟气脱硫自动控制系统，其特征在于，在所述训练的每一轮迭代中，以如下优化公式对所述解码器的权重矩阵进行权重本征支持的半空间结构化约束迭代；

其中，所述优化公式为：

$$\mathbf{M}' = [(\mathbf{V}_e \otimes \mathbf{V}) \oplus \mathbf{M}] \otimes (\mathbf{V}_e \otimes \mathbf{V})^T$$

其中 \mathbf{V} 是所述训练烟气映射关联特征向量， \mathbf{M} 是所述解码器的权重矩阵， \mathbf{V}_e 是矩阵 $\mathbf{M}^T \mathbf{M}$ 的本征值组成的本征集合向量， \otimes 和 \oplus 分别表示矩阵乘法和加法， \mathbf{M}' 表示迭代后的所述解码器的权重矩阵。

船舶烟气脱硫自动控制系统及其方法

技术领域

[0001] 本申请涉及智能控制领域,且更为具体地,涉及一种船舶烟气脱硫自动控制系统及其方法。

背景技术

[0002] 在现今世界贸易高度发达的时代,货物运输方式多种多样。目前,超过三分之二的国际贸易总运量以及我国进出口货物运输总量的90%都依赖海洋运输。然而,随着运输船舶数量的急剧增加,船舶排放的污染物对大气和海洋环境造成的污染和危害也日益严重。船舶引擎排放的尾气直接通过烟囱排放到大气中,对大气环境构成了严重威胁。

[0003] 目前的技术中,船舶通过配置脱硫系统对引擎排放的尾气进行净化处理。在实际进行尾气净化脱硫的过程中,通常需要人工控制脱硫系统来实现尾气的脱硫。然而,人工控制容易出现操作不准确的问题,例如脱硫循环泵的目标功率值控制不精准,并没有关注到其和尾气排放量之间的适配性关系,从而导致脱硫效果较差且效率较低,同时还容易造成能源的浪费。

[0004] 因此,期望一种优化的船舶烟气脱硫自动控制系统。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,提出了本申请。本申请的实施例提供了一种船舶烟气脱硫自动控制系统及其方法,其通过采用基于深度学习的人工智能控制技术来对于主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值进行时序变化分析,并将这些数据的时序变化特征进行关联,以此来综合进行脱硫循环泵的目标功率值的准确控制,从而优化船舶尾气的脱硫效率和效率,且避免能源的浪费,以达到保护环境的目的。

[0006] 根据本申请的一个方面,提供了一种船舶烟气脱硫自动控制系统,其包括:

参数数据采集模块,用于获取主机功率数据、辅机功率数据和烟气检测装置检测的脱硫塔排气口处的烟气指标数据;

脱硫模式预选模块,用于获取用户预先选取的脱硫模式;

阀门控制模块,用于基于所述脱硫模式,控制脱硫阀门设备和烟气阀门设备工作;

脱硫循环泵功率控制模块,用于基于所述主机功率数据、所述辅机功率数据和所述烟气指标数据,确定脱硫循环泵的目标功率值;

脱硫处理模块,用于基于所述目标功率,控制所述脱硫循环泵工作,将洗涤水输送至脱硫塔,并在所述脱硫塔内利用所述洗涤水对船舶烟气进行脱硫处理。

[0007] 根据本申请的另一方面,提供了一种船舶烟气脱硫自动控制方法,其包括:

获取主机功率数据、辅机功率数据和烟气检测装置检测的脱硫塔排气口处的烟气指标数据;

获取用户预先选取的脱硫模式;

基于所述脱硫模式,控制脱硫阀门设备和烟气阀门设备工作;

基于所述主机功率数据、所述辅机功率数据和所述烟气指标数据,确定脱硫循环泵的目标功率值;

基于所述目标功率,控制所述脱硫循环泵工作,将洗涤水输送至脱硫塔,并在所述脱硫塔内利用所述洗涤水对船舶烟气进行脱硫处理。

[0008] 根据本公开的实施例,其通过采用基于深度学习的人工智能控制技术来对于主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值进行时序变化分析,并将这些数据的时序变化特征进行关联,以此来综合进行脱硫循环泵的目标功率值的准确控制,从而优化船舶尾气的脱硫效率和效率,且避免能源的浪费,以达到保护环境的目的。

[0009] 根据下面参考附图对示例性实施例的详细说明,本公开的其它特征及方面将变得清楚。

附图说明

[0010] 通过结合附图对本申请实施例进行更详细的描述,本申请的上述以及其他目的、特征和优势将变得更加明显。附图用来提供对本申请实施例的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本申请实施例一起用于解释本申请,并不构成对本申请的限制。在附图中,相同的参考标号通常代表相同部件或步骤。

[0011] 图1为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统的框图;

图2为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统的系统架构图;

图3为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统中脱硫循环泵功率控制模块的框图;

图4为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统中参数时序关联特征提取单元的框图;

图5为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统中训练模块的框图;

图6为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制方法的流程图;

图7为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统的应用场景图。

具体实施方式

[0012] 下面,将参考附图详细地描述根据本申请的示例实施例。显然,所描述的实施例仅仅是本申请的一部分实施例,而不是本申请的全部实施例,应理解,本申请不受这里描述的示例实施例的限制。

[0013] 如本申请和权利要求书中所示,除非上下文明确提示例外情形,“一”、“一个”、“一种”和/或“该”等词并非特指单数,也可包括复数。一般说来,术语“包括”与“包含”仅提示包括已明确标识的步骤和元素,而这些步骤和元素不构成一个排它性的罗列,方法或者设备也可能包含其他的步骤或元素。

[0014] 本申请中使用了流程图用来说明根据本申请的实施例的系统所执行的操作。应当理解的是,前面或下面操作不一定按照顺序来精确地执行。相反,根据需要,可以按照倒序或同时处理各种步骤。同时,也可以将其他操作添加到这些过程中,或从这些过程移除某一步或数步操作。

[0015] 以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。附图中相同

的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面,但是除非特别指出,不必按比例绘制附图。

[0016] 在这里专用的词“示例性”意为“用作例子、实施例或说明性”。这里作为“示例性”所说明的任何实施例不必解释为优于或好于其它实施例。

[0017] 另外,为了更好的说明本公开,在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解,没有某些具体细节,本公开同样可以实施。在一些实例中,对于本领域技术人员熟知的方法、手段、元件和电路未作详细描述,以便于凸显本公开的主旨。

[0018] 目前的技术中,船舶通过配置脱硫系统对引擎排放的尾气进行净化处理。在实际进行尾气净化脱硫的过程中,通常需要人工控制脱硫系统来实现尾气的脱硫。然而,人工控制容易出现操作不准确的问题,例如脱硫循环泵的目标功率值控制不精准,并没有关注到其与尾气排放量之间的适配性关系,从而导致脱硫效果较差且效率较低,同时还容易造成能源的浪费。因此,期望一种优化的船舶烟气脱硫自动控制系统。

[0019] 图1为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统的框图。图2为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统的系统架构图。如图1和图2所示,根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统300,包括:参数数据采集模块310,用于获取主机功率数据、辅机功率数据和烟气检测装置检测的脱硫塔排气口处的烟气指标数据;脱硫模式预选模块320,用于获取用户预先选取的脱硫模式;阀门控制模块330,用于基于所述脱硫模式,控制脱硫阀门设备和烟气阀门设备工作;脱硫循环泵功率控制模块340,用于基于所述主机功率数据、所述辅机功率数据和所述烟气指标数据,确定脱硫循环泵的目标功率值;脱硫处理模块350,用于基于所述目标功率,控制所述脱硫循环泵工作,将洗涤水输送至脱硫塔,并在所述脱硫塔内利用所述洗涤水对船舶烟气进行脱硫处理。

[0020] 特别地,所述参数数据采集模块310,用于获取主机功率数据、辅机功率数据和烟气检测装置检测的脱硫塔排气口处的烟气指标数据。应可以理解,主机功率数据、辅机功率数据和烟气检测装置检测的脱硫塔排气口处的烟气指标数据对于船舶烟气的脱硫自动控制具有重要作用。因此,在本申请的技术方案中,通过对主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值进行时序变化分析,并将这些数据的时序变化特征进行关联,以此来综合进行脱硫循环泵的目标功率值的准确控制,从而优化船舶尾气的脱硫效率和效率,且避免能源的浪费,以达到保护环境的目的。

[0021] 相应地,在一种可能的实现方式中,可通过以下步骤获取主机功率数据、辅机功率数据和烟气检测装置检测的脱硫塔排气口处的烟气指标数据,例如:确定数据来源:确定主机功率数据、辅机功率数据和烟气检测装置数据的来源,例如传感器、监测设备或数据库;主机功率数据获取:通过合适的传感器或监测设备,获取主机的功率数据。这些数据可以包括主机的电流、电压和功率因数等参数;辅机功率数据获取:同样地,通过合适的传感器或监测设备,获取辅机的功率数据。辅机可以是电力系统中的其他设备,如发电机、变压器等;烟气检测装置数据获取:使用烟气检测装置,在脱硫塔排气口处检测烟气指标数据。这些数据可以包括烟气中的二氧化硫(SO₂)浓度、氮氧化物(NO_x)浓度、颗粒物浓度等;数据记录和存储:将获取的主机功率数据、辅机功率数据和烟气指标数据进行记录和存储。可以使用数据库、数据日志或其他数据管理工具进行存储。

[0022] 特别地,所述脱硫模式预选模块320,用于获取用户预先选取的脱硫模式。应可以

理解,脱硫是指从燃烧烟气或工业废气中去除硫化物的过程。以下是一些常见的脱硫模式:燃烧后脱硫:这种方法是在燃烧过程之后对烟气进行脱硫处理;燃烧前脱硫:这种方法是在燃烧之前对燃料进行脱硫处理;生物脱硫:这种方法利用微生物或生物酶来降解烟气中的硫化物。选择性催化还原脱硫:这种方法使用催化剂来催化硫化物与还原剂(如氨气或尿素)反应,将硫化物转化为氮气和水等等。这些脱硫模式可以根据具体的应用和排放要求进行选择和组合使用。每种脱硫模式都有其适用的场景和优缺点,选择合适的脱硫模式需要考虑诸多因素,如燃料类型、处理效率、成本等。

[0023] 相应地,在一种可能的实现方式中,可通过以下步骤获取用户预先选取的脱硫模式,例如:首先,对于每种脱硫模式,研究相关的设备和技术。了解每种模式所需的设备、运行参数和能耗等信息;接着,分析燃料特性:燃料的特性对脱硫模式的选择至关重要。分析燃料的硫含量、灰分含量、湿气含量和燃烧特性等因素,以确定最适合的脱硫模式;考虑环境要求:不同的脱硫模式对环境的要求也不同。考虑您所在地区的环境法规和排放标准,选择符合要求的脱硫模式;然后,经济评估:进行经济评估,考虑脱硫设备的投资成本、运行成本和维护成本等因素。比较不同脱硫模式的经济效益,选择经济性最佳的模式;最后,考虑运行条件:根据您的具体运行条件,如燃烧温度、燃烧气体成分和燃烧气体流量等,选择适合的脱硫模式。

[0024] 特别地,所述阀门控制模块330,用于基于所述脱硫模式,控制脱硫阀门设备和烟气阀门设备工作。值得注意的是,脱硫阀门设备和烟气阀门设备通常通过控制系统来进行工作控制。以下是一般的控制方法:自动控制系统:使用传感器来监测脱硫过程中的参数,如烟气浓度、流量、温度等,并将这些参数反馈给控制系统。控制系统根据设定的参数范围和算法,自动调节脱硫阀门和烟气阀门的开度,以实现脱硫效果的控制和优化;手动控制系统:操作人员通过控制面板或控制台手动调节脱硫阀门和烟气阀门的开度。根据实际情况和操作经验,操作人员可以根据需要逐步调整阀门的开度,以达到脱硫效果的要求;可编程逻辑控制器(PLC):PLC是一种专门用于工业自动化控制的设备。通过编程控制,PLC可以监测和控制脱硫阀门和烟气阀门的工作状态。PLC可以根据预设的逻辑和算法,自动调节阀门的开度,以实现脱硫过程的控制和优化。

[0025] 相应地,在一种可能的实现方式中,可通过以下步骤基于所述脱硫模式,控制脱硫阀门设备和烟气阀门设备工作,例如:确定脱硫模式:根据工作要求和环境条件,选择适合的脱硫模式,例如湿法脱硫、半干法脱硫或干法脱硫;设定脱硫参数:根据所选的脱硫模式,设定相应的脱硫参数,如脱硫剂投加量、反应温度、反应时间等;安装脱硫阀门设备:根据工艺要求,将脱硫阀门设备安装在合适的位置,通常位于烟气排放口或脱硫剂喷射系统上;连接控制系统:将脱硫阀门设备和烟气阀门设备与控制系统连接,以实现对其工作状态的监测和控制;自动控制方式:如果采用自动控制方式,可以使用传感器监测烟气中的参数,如氧气浓度、烟气温度等,根据设定的脱硫参数自动调节脱硫阀门设备和烟气阀门设备的开度;手动控制方式:如果采用手动控制方式,操作人员可以根据实时监测到的烟气参数,手动调节脱硫阀门设备和烟气阀门设备的开度;PLC控制方式:如果采用可编程逻辑控制器(PLC),可以编写相应的控制程序,通过监测烟气参数和设定的脱硫参数,自动控制脱硫阀门设备和烟气阀门设备的开度;监测和调整:定期监测脱硫效果和设备运行状态,根据需要进行调整和维护,确保脱硫阀门设备和烟气阀门设备的正常工作。

[0026] 特别地,所述脱硫循环泵功率控制模块340,用于基于所述主机功率数据、所述辅机功率数据和所述烟气指标数据,确定脱硫循环泵的目标功率值。特别地,在申请的一个具体示例中,如图3所示,所述脱硫循环泵功率控制模块340,包括:时序数据采集单元341,用于获取预定时间段内多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值;参数时序关联特征提取单元342,用于对所述多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值进行时序关联分析以得到参数时序关联特征矩阵;烟气指标时序变化特征提取单元343,用于对所述多个预定时间点的烟气指标数据值进行时序分析以得到烟气指标时序关联特征向量;映射关联单元344,用于融合所述参数时序关联特征矩阵和所述烟气指标时序关联特征向量以得到烟气映射关联特征向量;目标功率值控制单元345,用于基于所述烟气映射关联特征向量,确定所述脱硫循环泵的目标功率值。

[0027] 相应地,所述时序数据采集单元341,用于获取预定时间段内多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值。应可以理解,考虑到在实际进行船舶烟气的脱硫过程中,主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值对于船舶烟气的脱硫自动控制具有重要作用。具体来说,主机功率值是指船舶主机的输出功率,它反映了船舶的动力需求和运行状态。通过监测主机功率值,系统可以根据船舶的实际运行情况来调整脱硫系统的工作状态,以保证脱硫效果的稳定和高效。辅机功率值是指船舶辅助设备的功率消耗,包括船舶的电力系统、冷却系统等。辅机功率值的监测可以帮助系统判断船舶的能源消耗情况,从而进行合理的脱硫工作调度和能源管理,以提高系统的效率和节能性能。烟气指标数据值是指船舶烟气中的污染物浓度和其他相关参数,如二氧化硫浓度、氧气浓度等。通过监测烟气指标数据值,系统可以实时了解船舶烟气的污染程度,从而根据实际情况调整脱硫系统的工作参数和控制策略,以达到更好的脱硫效果和环境保护效果。

[0028] 根据本申请的实施例,通过功率传感器来获取主机功率数据和辅机功率数据,以及,通过烟气检测装置来获取脱硫塔排气口处的烟气指标数据。功率传感器是一种用于测量电力系统中的功率参数的设备。它通常用于监测和测量电路、电机、发电机和其他电力设备的功率消耗或输出。功率传感器可以测量电流、电压和功率因数等参数,并通过计算得出功率值。烟气检测装置是一种用于检测和监测烟气排放中的污染物和有害气体的设备。它通常用于工业生产过程中、燃煤电厂、炉窑、锅炉等烟气排放源的监测。烟气检测装置可以通过测量烟气中的气体浓度、温度、湿度等参数来评估烟气的污染程度,并提供实时监测和报警功能。烟气检测装置的应用可以帮助监测和控制烟气排放,确保环境和人体健康的安全。它在环境保护、工业安全和能源管理等领域具有重要的作用。

[0029] 相应地,所述参数时序关联特征提取单元342,用于对所述多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值进行时序关联分析以得到参数时序关联特征矩阵。特别地,在本申请的一个具体示例中,如图4所示,所述参数时序关联特征提取单元342,包括:参数时序排列子单元3421,用于将所述多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值分别按照时间维度排列为主机功率时序输入向量、辅机功率时序输入向量和烟气指标时序输入向量;参数时序关联编码单元3422,用于将所述主机功率时序输入向量、所述辅机功率时序输入向量和所述烟气指标时序输入向量按照样本维度排列为全参数时序输入矩阵后通过基于卷积神经网络模型的关联特征提取器以得到所述参数时序关联特征矩阵。

[0030] 所述参数时序排列子单元3421,用于将所述多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值分别按照时间维度排列为主机功率时序输入向量、辅机功率时序输入向量和烟气指标时序输入向量。考虑到由于所述主机功率值、所述辅机功率值和所述烟气指标数据值在时间维度上具有着各自的动态变化规律,为了能够对于所述主机功率值、所述辅机功率值和所述烟气指标数据值在时间维度上的变化特征信息进行有效提取,在本申请的技术方案中,需要首先将所述多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值分别按照时间维度排列为主机功率时序输入向量、辅机功率时序输入向量和烟气指标时序输入向量,以此来分别整合所述主机功率值、所述辅机功率值和所述烟气指标数据值在时序上的分布信息。

[0031] 相应地,在一种可能的实现方式中,可通过以下步骤将所述多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值分别按照时间维度排列为主机功率时序输入向量、辅机功率时序输入向量和烟气指标时序输入向量,例如:收集多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值;将主机功率值按时间顺序排列,形成主机功率时序输入向量。该向量的每个元素表示一个时间点的主机功率值;将辅机功率值按时间顺序排列,形成辅机功率时序输入向量。该向量的每个元素表示一个时间点的辅机功率值;将烟气指标数据值按时间顺序排列,形成烟气指标时序输入向量。该向量的每个元素表示一个时间点的烟气指标数据值;确保主机功率时序输入向量、辅机功率时序输入向量和烟气指标时序输入向量的长度相同,以便它们能够对应同一时间点;将主机功率时序输入向量、辅机功率时序输入向量和烟气指标时序输入向量作为输入数据,用于进一步的处理、分析或建模。

[0032] 所述参数时序关联编码子单元3422,用于将所述主机功率时序输入向量、所述辅机功率时序输入向量和所述烟气指标时序输入向量按照样本维度排列为全参数时序输入矩阵后通过基于卷积神经网络模型的关联特征提取器以得到所述参数时序关联特征矩阵。考虑到由于所述主机功率值、所述辅机功率值和所述烟气指标数据值不仅都在时间维度上有着动态变化规律,其还在样本维度间具有着时序的关联关系。因此,进一步将所述主机功率时序输入向量、所述辅机功率时序输入向量和所述烟气指标时序输入向量按照样本维度排列为全参数时序输入矩阵后,使用在隐含关联特征提取方面具有优异表现的基于卷积神经网络模型的关联特征提取器来进行所述全参数时序输入矩阵的特征挖掘,以此来提取出所述主机功率值、所述辅机功率值和所述烟气指标数据值在时间维度和样本维度上的时序协同关联特征分布信息,从而得到参数时序关联特征矩阵。

[0033] 根据本申请的实施例,将所述主机功率时序输入向量、所述辅机功率时序输入向量和所述烟气指标时序输入向量按照样本维度排列为全参数时序输入矩阵后通过基于卷积神经网络模型的关联特征提取器以得到所述参数时序关联特征矩阵,包括:使用所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行:对输入数据进行卷积处理以得到卷积特征图;对所述卷积特征图进行沿通道维度的池化以得到池化特征图;以及,对所述池化特征图进行非线性激活以得到激活特征图;其中,所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器的最后一层的输出为所述参数时序关联特征矩阵,所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器的第一层的输入为所述全参数时序输入矩阵。

[0034] 卷积神经网络(Convolutional Neural Network,简称CNN)是一种深度学习模型,

广泛应用于图像识别、计算机视觉和自然语言处理等领域。它的主要特点是能够自动从数据中提取特征,并具有平移不变性和局部感知性。

[0035] CNN的基本结构包括以下几个主要组件:卷积层:卷积层是CNN的核心组件,通过应用一系列可学习的滤波器(也称为卷积核)对输入数据进行卷积操作。卷积操作可以提取输入数据的局部特征,并保留空间结构信息;激活函数:卷积层之后通常会添加一个激活函数,如ReLU,用于引入非线性变换,增强模型的表达能力;池化层:池化层用于减小特征图的空间尺寸,同时保留重要的特征。常用的池化操作包括最大池化和平均池化;全连接层:全连接层将前面的卷积层和池化层的输出连接起来,并将其映射到输出类别的概率分布。全连接层通常由多个神经元组成,每个神经元与上一层的所有神经元相连; Dropout层:为了防止过拟合,CNN中常会添加Dropout层,它会随机地将部分神经元的输出置为0,以减少神经元之间的依赖关系;批归一化层:批归一化层用于加速训练过程和提高模型的稳定性,通过对每个批次的数据进行归一化处理,使得模型对输入数据的变化更加鲁棒。总的来说,CNN的结构通常是由多个卷积层、激活函数、池化层和全连接层交替堆叠而成,最后通过softmax函数将输出转化为类别的概率分布。这种结构可以有效地提取输入数据的特征,并在训练过程中通过反向传播算法进行参数更新,从而实现输入数据的分类或预测。

[0036] 值得一提的是,在本申请的其他具体示例中,还可以通过其他方式对所述多个预定时间点的主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值进行时序关联分析以得到参数时序关联特征矩阵,例如:收集数据:收集主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值的历史数据。确保数据的准确性和完整性;数据预处理:对收集到的数据进行预处理,包括数据清洗、缺失值处理和异常值处理。确保数据的质量和一致性;数据对齐:将主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值按照时间进行对齐,确保相应的数据在同一时间点上;时序关联分析:使用适当的时序关联分析方法,如相关性分析、时间序列分析或多元回归分析,对数据进行时序关联分析。这将帮助您了解主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值之间的关系;构建特征矩阵:根据时序关联分析的结果,构建参数时序关联特征矩阵。将主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值作为特征,将它们的相关性作为特征之间的权重;特征选择:根据特征矩阵的结果,进行特征选择。选择对所需的参数时序关联具有最高相关性的特征;模型训练和预测:使用选定的特征和适当的机器学习算法,训练模型并进行预测。根据主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值的时序关联特征,预测未来的参数时序关联;模型评估和优化:评估模型的性能,并进行必要的优化。根据评估结果,调整模型的参数和算法,以提高预测的准确性和稳定性。

[0037] 相应地,所述烟气指标时序变化特征提取单元343,用于对所述多个预定时间点的烟气指标数据值进行时序分析以得到烟气指标时序关联特征向量。特别地,在本申请的一个具体示例中,将所述烟气指标时序输入向量通过基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器以得到所述烟气指标时序关联特征向量。应可以理解,对于所述烟气指标数据来说,其包含了烟气排放的污染物浓度和排放趋势等特征信息,其对于脱硫处理的控制有着重要影响,因此,为了能够对于所述烟气指标数据值进行时序变化特征的捕捉刻画,在本申请的技术方案中,需要将所述烟气指标时序输入向量通过基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器中进行编码,以提取出所述烟气指标数据值在时间维度上的时序关联特征信息,从而得到烟气指标时序关联特征向量。

[0038] 根据本申请的实施例,将所述烟气指标时序输入向量通过基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器以得到所述烟气指标时序关联特征向量,包括:使用所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器的各层在层的正向传递中分别对输入数据进行:对输入数据进行卷积处理以得到卷积特征图;对所述卷积特征图进行基于特征矩阵的池化以得到池化特征图;以及,对所述池化特征图进行非线性激活以得到激活特征图;其中,所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器的最后一层的输出为所述烟气指标时序关联特征向量,所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器的第一层的输入为所述烟气指标时序输入向量。

[0039] 一维卷积神经网络(1D CNN)是一种神经网络结构,用于处理序列数据。与传统的二维卷积神经网络(2D CNN)不同,1D CNN主要用于处理一维的数据,例如时间序列数据、音频信号、文本数据等。1D CNN的基本结构与2D CNN类似,包括卷积层、激活函数、池化层和全连接层。卷积层通过滑动窗口的方式提取输入数据中的局部特征,然后通过卷积操作将这些特征映射到新的表示空间中。激活函数引入非线性变换,增加网络的表达能力。池化层用于减小特征图的尺寸,并提取最重要的特征。全连接层将池化层输出的特征映射到最终的输出类别或值。

[0040] 值得一提的是,在本申请的其他具体示例中,还可以通过其他方式对所述多个预定时间点的烟气指标数据值进行时序分析以得到烟气指标时序关联特征向量,例如:数据收集:收集多个预定时间点的烟气指标数据值,例如烟气温度、烟气流速、烟气中的污染物浓度等。确保数据的准确性和完整性;数据预处理:对收集到的数据进行预处理,包括数据清洗、缺失值处理和异常值处理等。确保数据的质量和一致性;数据对齐:将收集到的数据按照时间点进行对齐,确保不同指标的数据对应同一时间点;特征提取:根据烟气指标数据的时序特点,提取相应的特征。常用的特征提取方法包括统计特征(如均值、方差、最大值、最小值等)、频域特征(如功率谱密度、频率峰值等)和时域特征(如自相关函数、互相关函数等)等;特征向量构建:将提取到的特征组合成特征向量。可以根据需要选择不同的特征组合方式,例如将所有特征按时间顺序排列,或者使用滑动窗口的方式提取局部特征;时序关联分析:利用构建的特征向量进行时序关联分析。可以使用各种统计方法和机器学习算法,如相关性分析、自回归模型、支持向量机等,来探索不同指标之间的时序关联关系;结果可视化:将时序关联分析的结果进行可视化展示,例如绘制时序关联曲线、热图或散点图等,以便更直观地观察和理解烟气指标之间的关联关系。

[0041] 相应地,所述映射关联单元344,用于融合所述参数时序关联特征矩阵和所述烟气指标时序关联特征向量以得到烟气映射关联特征向量。考虑到由于所述参数时序关联特征矩阵包含了有关船舶的运行状态特征信息,所述烟气指标时序关联特征向量包含了有关船舶烟气指标数据的关键特征,如污染物浓度、排放趋势等特征信息。因此,在本申请的技术方案中,进一步融合所述参数时序关联特征矩阵和所述烟气指标时序关联特征向量,以此来将所述烟气指标时序关联特征向量映射到所述参数时序关联特征矩阵的高维空间中,从而得到融合了所述船舶运行状态特征信息和所述船舶尾气指标特征信息的烟气映射关联特征向量,以此来进行脱硫循环泵的目标功率值的自适应控制。

[0042] 相应地,在一种可能的实现方式中,可通过以下步骤融合所述参数时序关联特征矩阵和所述烟气指标时序关联特征向量以得到烟气映射关联特征向量,例如:创建参数时

序关联特征矩阵：将脱硫模式选择、脱硫阀门设备、控制方法等参数作为列，将时间作为行，记录每个时间点对应的参数取值；创建烟气指标时序关联特征向量：将烟气指标（如烟气温度、烟气流速、烟气成分等）作为元素，按时间顺序记录每个时间点的指标取值；将参数时序关联特征矩阵和烟气指标时序关联特征向量进行融合：可以使用矩阵运算或其他方法，将参数时序关联特征矩阵和烟气指标时序关联特征向量进行融合，得到烟气映射关联特征向量；烟气映射关联特征向量的含义：烟气映射关联特征向量是通过将参数时序关联特征矩阵和烟气指标时序关联特征向量进行融合得到的向量，它反映了参数和烟气指标之间的关联关系。

[0043] 相应地，所述目标功率值控制单元345，用于基于所述烟气映射关联特征向量，确定所述脱硫循环泵的目标功率值。特别地，在本申请的一个具体示例中，将所述烟气映射关联特征向量通过解码器进行解码回归以得到解码值，所述解码值用于表示所述脱硫循环泵的目标功率值。也就是，将所述烟气映射关联特征向量通过解码器进行解码回归以得到解码值，所述解码值用于表示脱硫循环泵的目标功率值。这样，能够有助于更准确地分析和预测烟气排放的情况，从而提高船舶烟气脱硫自动控制系统的性能和效果，使其更加智能化和精确。

[0044] 根据本申请的实施例，将所述烟气映射关联特征向量通过解码器进行解码回归以得到解码值，所述解码值用于表示所述脱硫循环泵的目标功率值，包括：使用所述解码器以如下公式将所述烟气映射关联特征向量进行解码回归以获得用于表示所述脱硫循环泵的目标功率值的解码值；其中，所述公式为： $Y = \sum W \otimes X$ ，其中 X 表示所述烟气映射关联特征向量， Y 是所述解码值， W 是权重矩阵， \otimes 表示矩阵相乘。

[0045] 值得一提的是，在本申请的其他具体示例中，还可以通过其他方式基于所述烟气映射关联特征向量，确定所述脱硫循环泵的目标功率值，例如：收集烟气映射关联特征向量：首先，收集与烟气相关的特征向量数据。这些特征向量可能包括烟气流量、温度、压力、含硫气体浓度等参数。可以使用传感器或其他监测设备来获取这些数据；构建特征向量模型：将收集到的特征向量数据进行处理和分析，构建一个特征向量模型。这个模型可以是一个数学模型或者一个机器学习模型，用于预测脱硫循环泵的目标功率值；训练模型：使用已有的特征向量数据和对应的目标功率值，对特征向量模型进行训练。训练的过程中，模型会学习特征向量与目标功率值之间的关联规律；验证模型：使用一部分未参与训练的特征向量数据，对训练好的模型进行验证。通过比较模型预测的目标功率值与实际值的差异，评估模型的准确性和可靠性；预测目标功率值：一旦模型经过验证并被认为是可靠的，就可以使用它来预测脱硫循环泵的目标功率值。根据当前的烟气特征向量输入，模型会输出一个预测值作为目标功率值。

[0046] 值得一提的是，在本申请的其他具体示例中，还可以通过其他方式基于所述主机功率数据、所述辅机功率数据和所述烟气指标数据，确定脱硫循环泵的目标功率值，例如：收集主机功率数据：获取主机的功率数据，包括主机的额定功率和实际运行功率。这可以通过检查主机设备的技术规格或使用功率计等设备来获取；收集辅机功率数据：获取辅机设备的功率数据，包括脱硫循环泵的额定功率和实际运行功率。这可以通过检查辅机设备的技术规格或使用功率计等设备来获取；收集烟气指标数据：获取与脱硫过程相关的烟气指

标数据,例如烟气流量、烟气温度和烟气成分等。这些数据可以通过烟气监测设备或其他测量方法来获取;分析数据:根据收集到的数据进行分析,计算脱硫循环泵的目标功率值。这可以通过使用数学模型或基于经验的方法来完成。例如,可以使用功率平衡方程来计算所需的脱硫循环泵功率,考虑到主机功率、辅机功率和烟气指标数据;确定目标功率值:根据分析结果确定脱硫循环泵的目标功率值。这将是使脱硫系统正常运行并满足脱硫效率要求的功率水平。

[0047] 特别地,所述脱硫处理模块350,用于基于所述目标功率,控制所述脱硫循环泵工作,将洗涤水输送至脱硫塔,并在所述脱硫塔内利用所述洗涤水对船舶烟气进行脱硫处理。其中,船舶烟气是指船舶在燃烧燃料时产生的废气。船舶通常使用燃油或柴油作为燃料,通过燃烧产生热能驱动船舶运行。然而,燃烧过程中会产生大量的废气,包括二氧化碳(CO₂)、氮氧化物(NO_x)、二氧化硫(SO₂)、颗粒物等。

[0048] 脱硫循环泵是用于脱硫系统中的一种泵类设备。脱硫系统通常用于去除燃烧过程中产生的烟气中的二氧化硫(SO₂)等有害气体。脱硫循环泵的主要作用是将脱硫剂(如石灰石浆液或氨水溶液)从储存罐或反应器中抽取,并通过管道输送到脱硫设备中,以实现脱硫过程。脱硫循环泵通常具有耐腐蚀性能和较高的耐磨性能,以适应脱硫剂的特殊要求。它们可以是离心泵、齿轮泵、螺杆泵或其他类型的泵,具体选择取决于脱硫系统的要求和设计。

[0049] 脱硫塔是一种用于脱除烟气中二氧化硫(SO₂)等有害气体的设备。它是脱硫系统中的核心组成部分。脱硫塔通常采用湿法脱硫工艺,通过将烟气与脱硫剂(如石灰石浆液或氨水溶液)进行接触和反应,将SO₂转化为可溶于水的硫酸盐或硫代硫酸盐,从而达到脱硫的效果。脱硫塔的结构通常是一个大型的塔状设备,内部包含填料层或喷淋系统,用于增加烟气与脱硫剂的接触面积,促进反应的进行。在脱硫过程中,烟气从底部进入脱硫塔,经过填料层或喷淋系统,与脱硫剂进行接触和反应,然后从顶部排出。

[0050] 相应地,在一种可能的实现方式中,可通过以下步骤基于所述目标功率,控制所述脱硫循环泵工作,将洗涤水输送至脱硫塔,并在所述脱硫塔内利用所述洗涤水对船舶烟气进行脱硫处理,例如:确定目标功率:根据需要对船舶烟气进行脱硫处理的要求,确定所需的目标功率;检测烟气流量:使用流量传感器或其他适当的设备检测烟气的流量,并将其作为输入数据;检测脱硫塔内洗涤水的液位:使用液位传感器或其他适当的设备检测脱硫塔内洗涤水的液位,并将其作为输入数据;根据目标功率和烟气流量调整脱硫循环泵的工作:根据目标功率和检测到的烟气流量,使用控制算法计算出所需的洗涤水流量,并相应地调整脱硫循环泵的工作;控制脱硫循环泵:使用自动控制系统、手动控制系统或可编程逻辑控制器(PLC)等设备,控制脱硫循环泵的启停和流量调节,以确保洗涤水按需输送至脱硫塔;监测脱硫塔内洗涤水的液位:持续监测脱硫塔内洗涤水的液位,确保洗涤水的供应充足,并根据需要进行补给或排放;进行脱硫处理:通过将洗涤水喷洒或喷淋到船舶烟气中,利用洗涤水中的脱硫剂与烟气中的污染物发生化学反应,实现脱硫处理。

[0051] 应可以理解,在利用上述神经网络模型进行推断之前,需要对所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器、所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器和所述解码器进行训练。也就是说,在本申请的船舶烟气脱硫自动控制系统中,还包括训练模块,用于对所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器、所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器和所述解码器进行训练。

[0052] 图5为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统中训练模块的框图。如图5所示,根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统300,还包括:训练模块400,包括:训练数据参数采集单元410,用于获取训练数据,所述训练数据包括预定时间段内多个预定时间点的训练主机功率值、训练辅机功率值和训练烟气指标数据值,以及,所述脱硫循环泵的目标功率值的真实值;训练数据时序排列单元420,用于将所述多个预定时间点的训练主机功率值、训练辅机功率值和训练烟气指标数据值分别按照时间维度排列为训练主机功率时序输入向量、训练辅机功率时序输入向量和训练烟气指标时序输入向量;训练参数数据时序关联单元430,用于将所述训练主机功率时序输入向量、所述训练辅机功率时序输入向量和所述训练烟气指标时序输入向量按照样本维度排列为训练全参数时序输入矩阵后通过所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器以得到训练参数时序关联特征矩阵;训练烟气指标时序变化单元440,用于将所述训练烟气指标时序输入向量通过所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器以得到训练烟气指标时序关联特征向量;训练特征融合单元450,用于融合所述训练参数时序关联特征矩阵和所述训练烟气指标时序关联特征向量以得到训练烟气映射关联特征向量;以及,解码损失单元460,用于将所述训练烟气映射关联特征向量通过所述解码器以得到解码损失函数值;模型训练单元470,用于基于所述解码损失函数值并通过梯度下降的方向传播来对所述基于卷积神经网络模型的关联特征提取器、所述基于一维卷积神经网络模型的烟气指标时序特征提取器和所述解码器进行训练,其中,在所述训练的每一轮迭代中,对所述分类器的权重矩阵进行权重本征支持的半空间结构化约束迭代。

[0053] 特别地,在本申请的技术方案中,考虑到所述参数时序关联特征矩阵表达主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值的时序-样本交叉维度下的局部关联特征,而所述烟气指标时序输入向量表达烟气指标数据值本身的时序局部关联特征,其在源数据及其对应的特征关联维度上均存在差别,因此,当融合所述参数时序关联特征矩阵和所述烟气指标时序关联特征向量时,会使得所述烟气映射关联特征向量同时包含与时序-样本交叉维度下的局部关联特征和单样本时序维度下的局部关联特征的部分特征分布。这样,在所述烟气映射关联特征向量通过解码器进行解码回归时,所述烟气映射关联特征向量的各个部分特征分布相对于解码器的权重矩阵对应的部分也会具有不同的权重拟合方向,这样,所述烟气映射关联特征向量的整体特征分布相对于解码器的权重矩阵就会具有收敛性差的问题,从而影响所述解码器的训练速度。基于此,本申请的申请人在所述烟气映射关联特征向量,例如记为 \mathbf{V} 的训练过程中,在每次解码器的权重矩阵,例如记为 \mathbf{M} 的迭代过程中,对权重矩阵 \mathbf{M} 进行权重本征支持的半空间结构化约束,具体表示为:

$$\mathbf{M}' = [(\mathbf{V}_e \otimes \mathbf{V}) \oplus \mathbf{M}] \otimes (\mathbf{V}_e \otimes \mathbf{V})^T$$

其中 \mathbf{V} 是所述训练烟气映射关联特征向量, \mathbf{M} 是所述解码器的权重矩阵, \mathbf{V}_e 是矩阵 $\mathbf{M}^T \mathbf{M}$ 的本征值组成的本征集合向量, \otimes 和 \oplus 分别表示矩阵乘法和加法, \mathbf{M}' 表示迭代后的所述解码器的权重矩阵。这里,所述权重本征支持的半空间结构化约束以所述解码器的权重矩阵 \mathbf{M} 的结构化矩阵的本征值集合与待解码的所述烟气映射关联特征向量 \mathbf{V} 的关联性集成作为支持,来对所述权重矩阵 \mathbf{M} 表示的用于与所述待解码的所述烟气映射关联特

征向量 \mathbf{V} 的高维流形相耦合的半空间(half-space)进行作为决策边界的超平面的结构化支持约束,以使得所述待解码的所述烟气映射关联特征向量 \mathbf{V} 的高维流形能够在所述权重矩阵 \mathbf{M} 表示的半空间开放域内相对于超平面有效收敛,从而改进所述解码器的训练速度。这样,能够基于实际船舶的运行状态和尾气排放情况来综合进行脱硫循环泵的目标功率值自适应控制,从而优化船舶尾气的脱硫效率和效率,且避免能源的浪费,以达到保护环境的目的。

[0054] 如上所述,根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统300可以实现在各种无线终端中,例如具有船舶烟气脱硫自动控制算法的服务器等。在一种可能的实现方式中,根据本申请实施例的智能洗地机控制系统300可以作为一个软件模块和/或硬件模块而集成到无线终端中。例如,该船舶烟气脱硫自动控制系统300可以是该无线终端的操作系统中的一个软件模块,或者可以是针对于该无线终端所开发的一个应用程序;当然,该船舶烟气脱硫自动控制系统300同样可以是该无线终端的众多硬件模块之一。

[0055] 替换地,在另一示例中,该船舶烟气脱硫自动控制系统300与该无线终端也可以是分立的设备,并且该船舶烟气脱硫自动控制系统300可以通过有线和/或无线网络连接到该无线终端,并且按照约定的数据格式来传输交互信息。

[0056] 进一步地,还提供一种船舶烟气脱硫自动控制方法。

[0057] 图6为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制方法的流程图。如图6所示,在所述船舶烟气脱硫自动控制方法中,包括:S110,获取主机功率数据、辅机功率数据和烟气检测装置检测的脱硫塔排气口处的烟气指标数据;S120,获取用户预先选取的脱硫模式;S130,基于所述脱硫模式,控制脱硫阀门设备和烟气阀门设备工作;S140,基于所述主机功率数据、所述辅机功率数据和所述烟气指标数据,确定脱硫循环泵的目标功率值;S150,基于所述目标功率,控制所述脱硫循环泵工作,将洗涤水输送至脱硫塔,并在所述脱硫塔内利用所述洗涤水对船舶烟气进行脱硫处理。

[0058] 图7为根据本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制系统的应用场景图。如图7所示,在该应用场景中,首先,通过功率传感器(例如,图6中所示意的P1)获取预定时间段内多个预定时间点的主机功率值;通过功率传感器(例如,图6中所示意的P2)获取预定时间段内多个预定时间点的辅机功率值;以及,通过烟气检测装置(例如,图6中所示意的D)获取脱硫塔排气口处的烟气指标数据值。然后,将上述数据输入至部署有用于船舶烟气脱硫自动控制算法的服务器中(例如,图6中所示意的S),其中,所述服务器能够以船舶烟气脱硫自动控制算法对上述输入的数据进行处理以得到用于表示所述脱硫循环泵的目标功率值的解码值。

[0059] 综上,基于本申请实施例的船舶烟气脱硫自动控制方法,其通过采用基于深度学习的人工智能控制技术来对于主机功率值、辅机功率值和烟气指标数据值进行时序变化分析,并将这些数据的时序变化特征进行关联,以此来综合进行脱硫循环泵的目标功率值的准确控制,从而优化船舶尾气的脱硫效率和效率,且避免能源的浪费,以达到保护环境的目的。

[0060] 以上已经描述了本公开的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技

术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术的改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

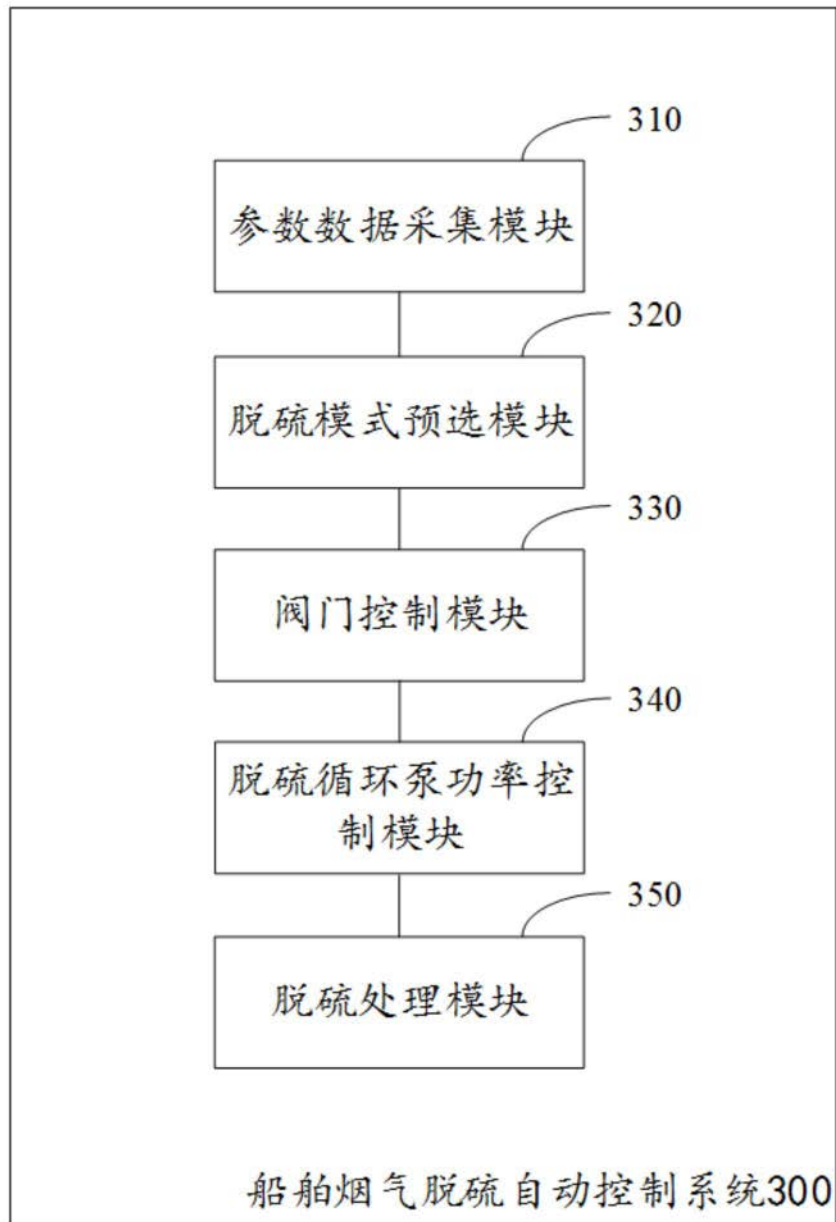


图1

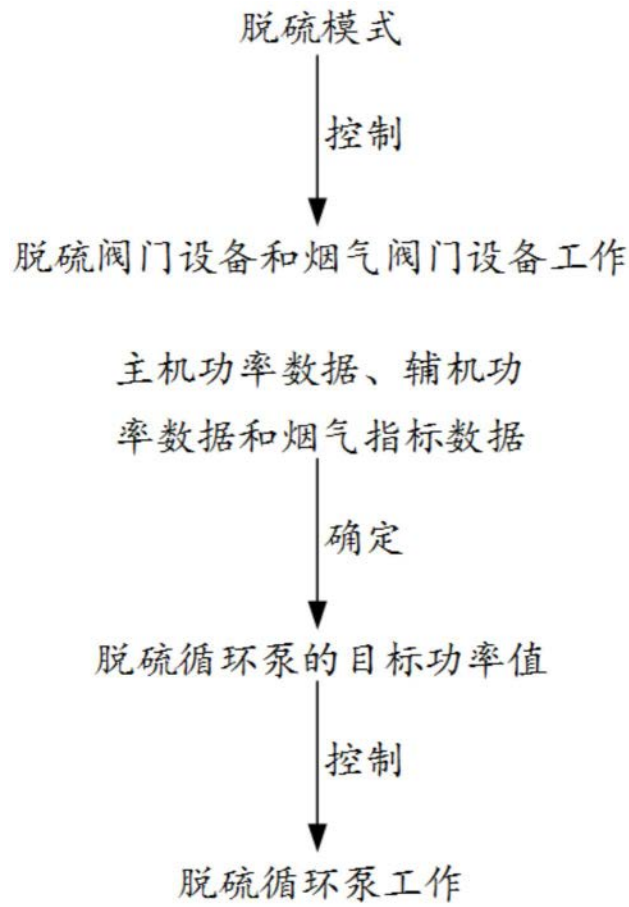


图2

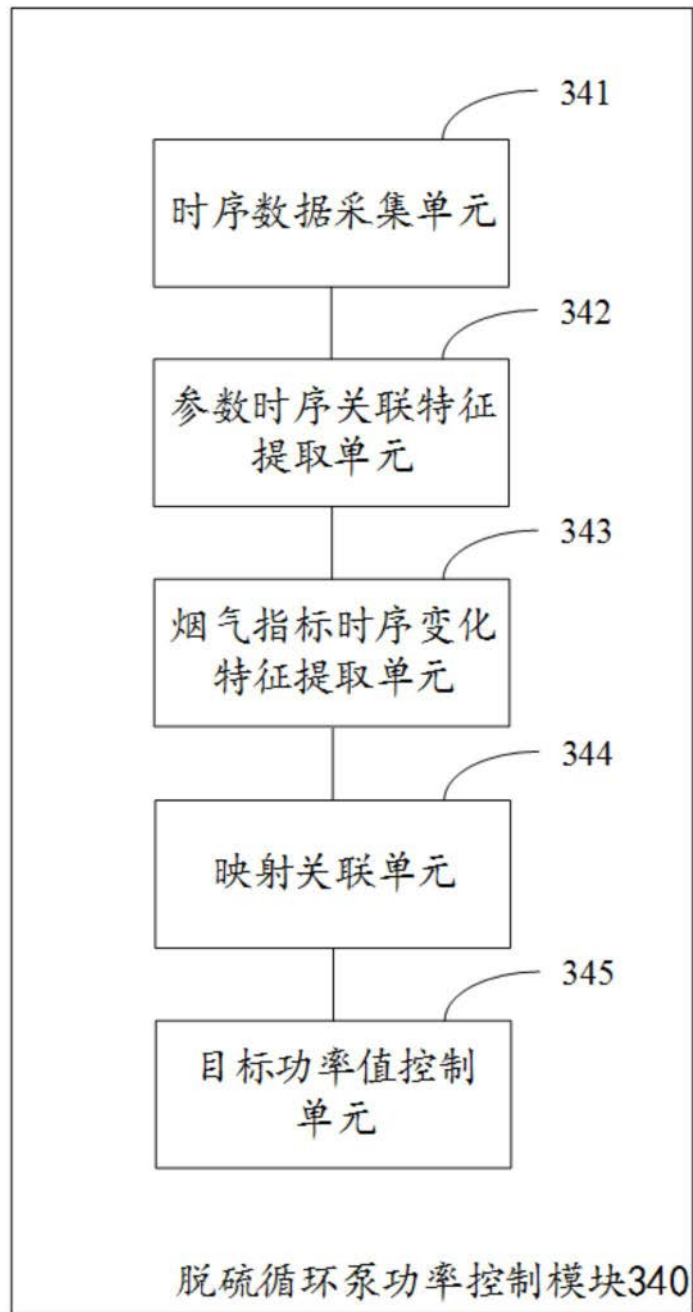


图3

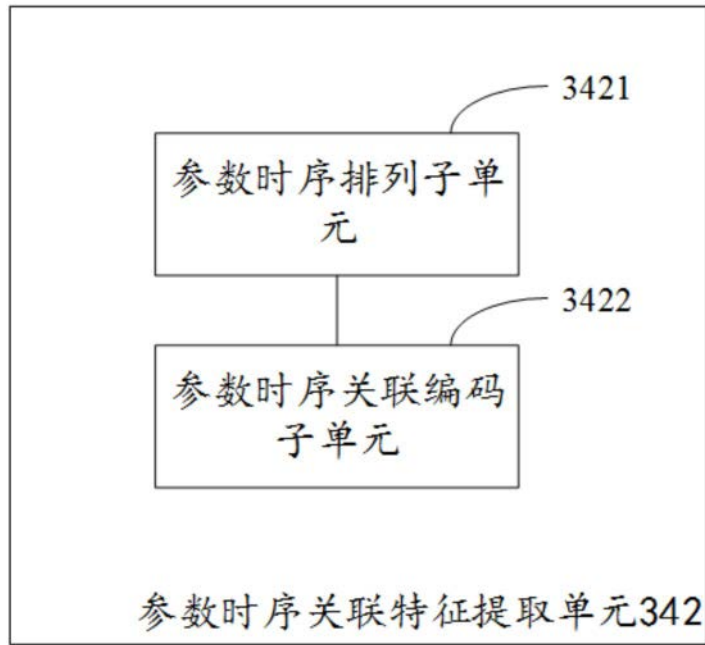


图4

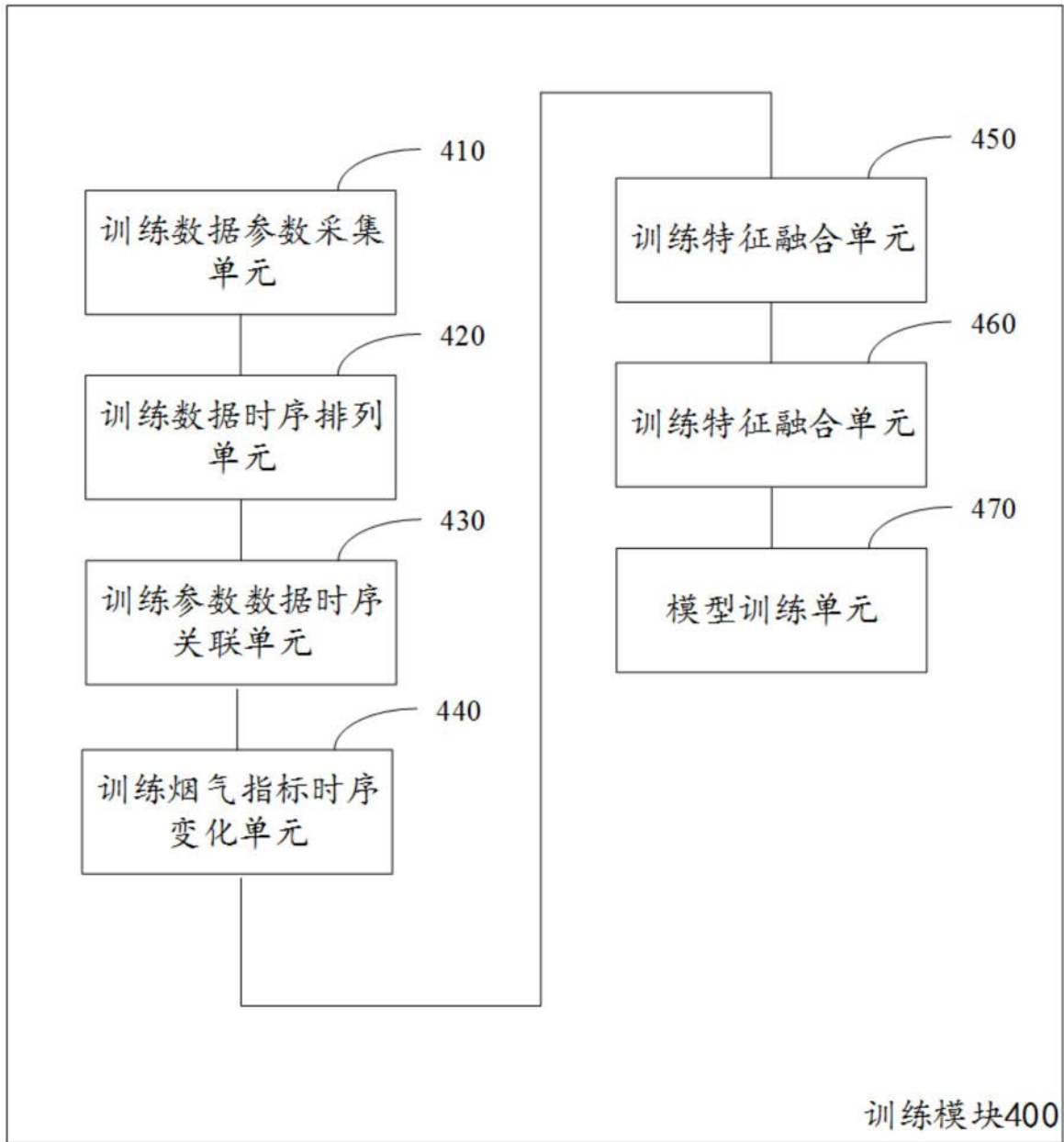


图5

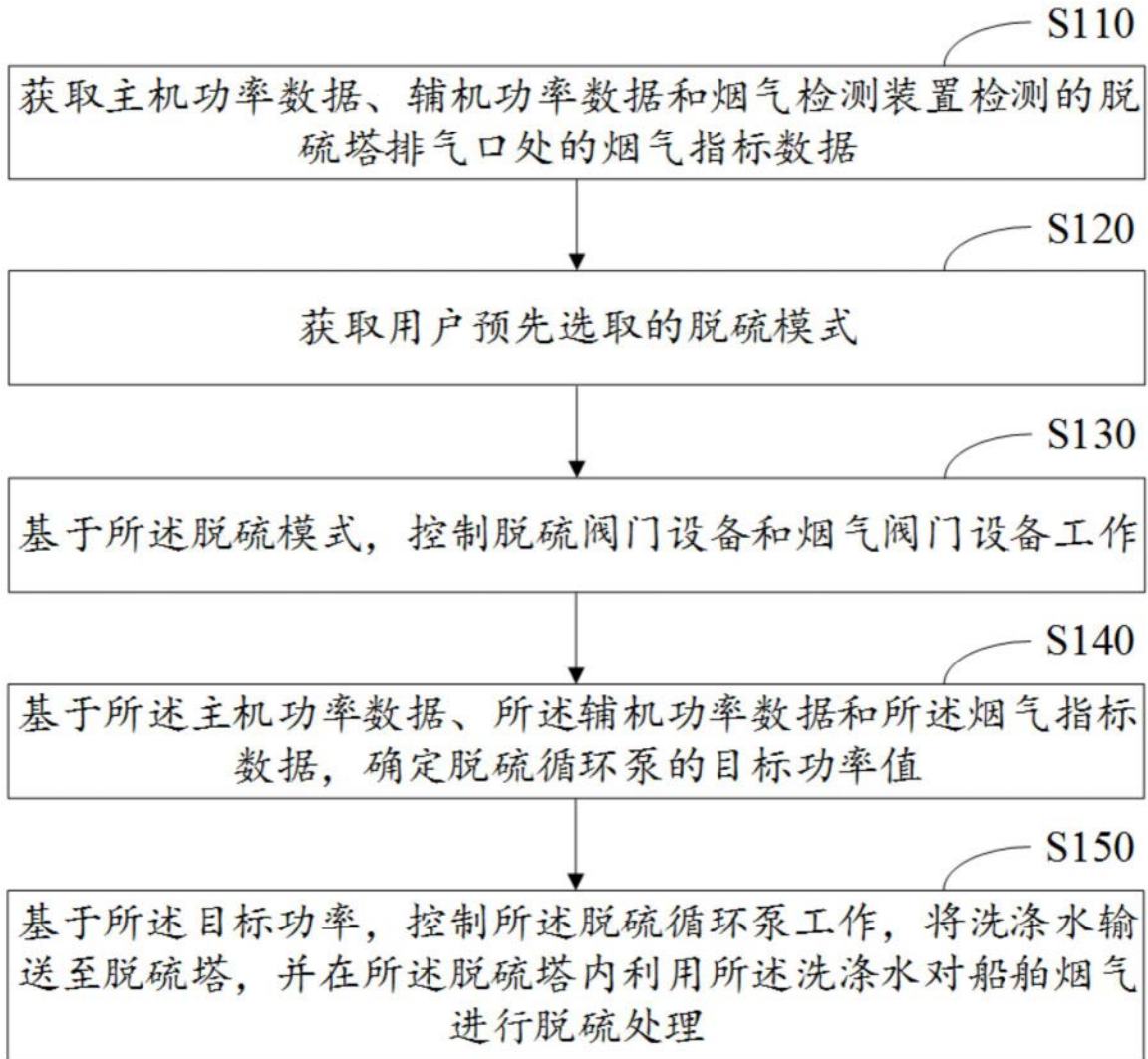


图6

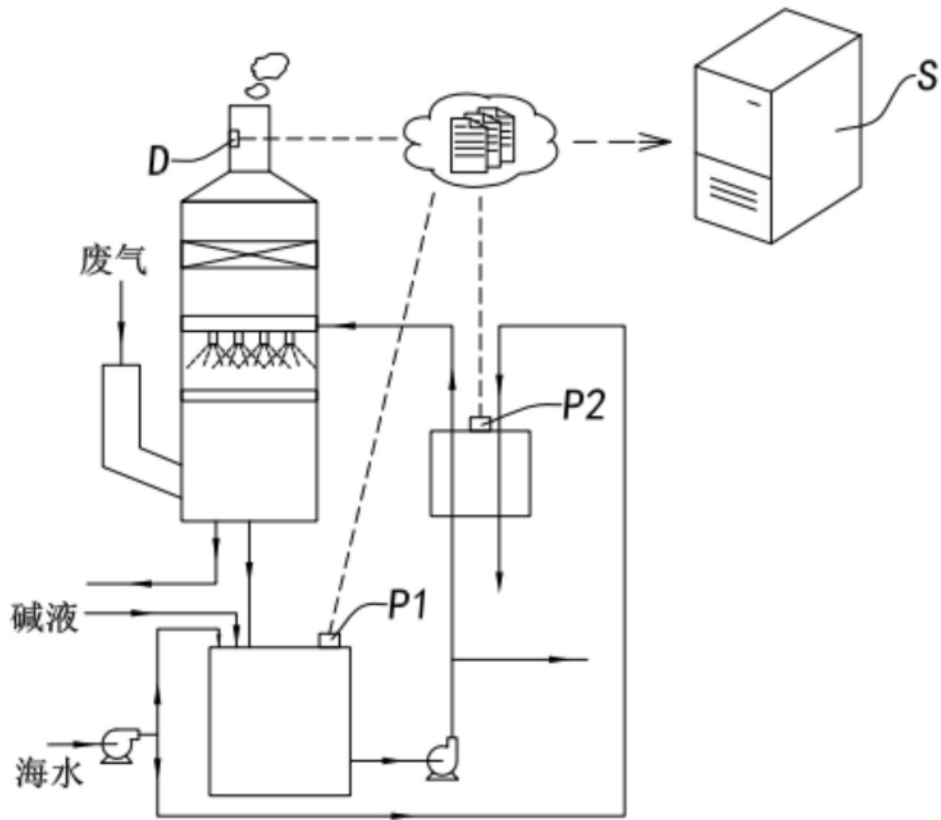


图7