



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110762540 A

(43)申请公布日 2020.02.07

(21)申请号 201911005207.7

(22)申请日 2019.10.22

(71)申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381号

(72)发明人 马晓茜 贺菡琰 余昭胜

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有  
限公司 44245

代理人 郑浦娟

(51)Int.Cl.

F23G 5/50(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

G06N 20/10(2019.01)

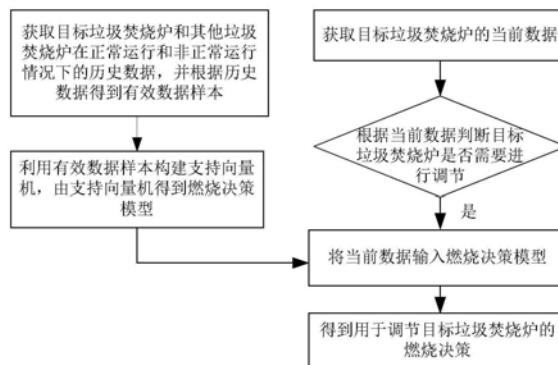
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

垃圾焚烧炉的燃烧决策方法和自动燃烧控制方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种垃圾焚烧炉的燃烧决策方法和自动燃烧控制方法及系统,燃烧决策方法包括获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,在需要调节的情况下将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策。本发明可以根据垃圾焚烧炉的数据生成对应的燃烧决策,通过燃烧决策对垃圾焚烧炉实现自动燃烧控制,改善垃圾焚烧炉燃烧时的磨损和腐蚀情况。



1. 一种垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,其特征在于,步骤如下:

S1、获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;

S2、利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;

S3、实时获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,

若是,则将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策。

2. 根据权利要求1所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,其特征在于,正常运行具体为:垃圾焚烧炉不发生故障,燃烧效率和出口温度达到要求,且污染物排放指标在指标范围内;

非正常运行具体为:垃圾焚烧炉发生故障、燃烧效率和出口温度未达到要求或者污染物排放超过指标范围;

垃圾焚烧炉的数据包括条件变量、控制变量和其他变量,其中,

条件变量包括垃圾水分、热值;

控制变量包括一次风风量与风速、二次风风量与风速、炉排速度、一次风各级配比以及二次风风口角度与开度;

其他变量包括水平烟道出口烟温、氮氧化物浓度、一氧化碳浓度、硫氧化物浓度及氯化氢浓度。

3. 根据权利要求2所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,其特征在于,在步骤S1中,根据历史数据得到有效数据样本,具体如下:

利用其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,构建得到原始数据库;

根据目标垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,得到其他变量的临界值;

从原始数据库中选取条件变量的相关性大于相关性阈值的历史数据,将选取出来的历史数据作为有效数据样本。

4. 根据权利要求3所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,其特征在于,在步骤S2中,利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型,具体如下:

针对于m个有效数据样本,从每个有效数据样本中提取出控制变量和其他变量并由控制变量和其他变量构成个体特征向量,以此得到m个个体特征向量;

利用One-versus-rest SVM分类算法生成n个支持向量机,并由支持向量机得到燃烧决策模型,具体为:

将m个个体特征向量随机分成k个大小相等且互斥的子集,并将其中一个子集作为测试集,剩余的k-1个子集并集为样本集;

在样本集中,将其中一个个体特征向量以及与其相似的其他个体特征向量归为同一类别,同时得到剩余的个体特征向量;

在剩余的个体特征向量中,将其中一个个体特征向量以及与其相似的其他个体特征向量归为同一类别,同时对剩余个体特征向量进行更新;

针对于更新后的剩余个体特征向量,重复进行上述归类过程,直至完成所有个体特征向量的归类,以此产生n个类别s1、s2...sn;

依次将其中任意一个类别的个体特征向量归为一类,剩余的其他样本归为另一类,以此得到n个训练集,具体如下:

s1所对应的向量为正集,s2、s3...sn所对应的向量为负集;

s2所对应的向量为正集,s1、s3...sn所对应的向量为负集;

s3所对应的向量为正集,s1、s2...sn所对应的向量为负集;

.....

sn所对应的向量为正集,s1、s2...sn-1所对应的向量为负集;

其中,类别所对应的向量具体是由每个类别中的所有个体特征向量所构成;

将n个训练集作为输入,分别训练得到n个支持向量机;将得到的n个支持向量机组成燃烧决策模型;

将测试集分别输入n个支持向量机,并将支持向量机所输出的结果最大值作为燃烧决策模型的测试结果;

针对于k个子集,轮流将其中一个子集作为测试集,通过交叉验证法对燃烧决策模型进行验证,验证完成后的燃烧决策模型即为最终的燃烧决策模型。

5. 根据权利要求3所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,其特征在于,获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,具体是指检测目标垃圾焚烧炉当前的其他变量;

根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,具体是:

针对于当前其他变量,判断当前其他变量与其他变量的临界值之间的偏差是否大于偏差阈值,

若是,则判定目标垃圾焚烧炉需要进行调节;

若否,则判定目标垃圾焚烧炉不需要进行调节。

6. 一种垃圾焚烧炉的自动燃烧控制方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1、获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;

S2、利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;

S3、实时获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,

若是,则将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策;

S4、根据所得到的燃烧决策,调节目标垃圾焚烧炉的控制变量。

7. 一种垃圾焚烧炉的自动燃烧控制系统,其特征在于,包括:垃圾焚烧炉控制器、复合调节器和数据采集器,垃圾焚烧炉控制器连接复合调节器和数据采集器,其中,

垃圾焚烧炉控制器用于实现权利要求1至5中任一项所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,输出垃圾焚烧炉的燃烧决策;

复合调节器包括执行器和前馈调节器,执行器和前馈调节器相连接,执行器用于执行据垃圾焚烧炉控制器所输出的燃烧决策,对垃圾焚烧炉进行调节;

前馈调节器用于将垃圾焚烧炉的干扰变量反馈给执行器,对控制变量进行前馈补偿;

数据采集器的输入端连接复合调节器的输出端,数据采集器的输出端连接垃圾焚烧炉控制器的输入端,用于实时采集目标垃圾焚烧炉的当前其他变量,将当前其他变量反馈给垃圾焚烧炉控制器。

8. 根据权利要求7所述的垃圾焚烧炉的自动燃烧控制系统,其特征在于,所述执行器包括一次风执行器、二次风执行器和炉排执行器,一次风执行器、二次风执行器和炉排执行器均连接垃圾焚烧炉控制器,其中,一次风执行器用于调节垃圾焚烧炉的一次风风量与风速、一次风各级配比;二次风执行器用于调节垃圾焚烧炉的二次风风量与风速、二次风风口角度与开度;炉排执行器用于调节炉排速度。

9. 一种存储介质,存储有程序,其特征在于,所述程序被处理器执行时,实现权利要求1至5中任一项所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法。

10. 一种计算设备,包括处理器以及用于存储处理器可执行程序存储器,其特征在于,所述处理器执行存储器存储的程序时,实现权利要求1至5中任一项所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法。

## 垃圾焚烧炉的燃烧决策方法和自动燃烧控制方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及垃圾焚烧炉技术领域,特别涉及一种垃圾焚烧炉的燃烧决策方法和自动燃烧控制方法及系统。

### 背景技术

[0002] 随着我国城市化进程的加快,城市生活垃圾日益增多。由于垃圾焚烧具备占地面积小,对周围环境影响程度低等优势,垃圾焚烧逐渐成为城市垃圾无害化处理的主流方式。由于生活垃圾作为燃料,具有含水量高,低位发热量低,组分成分变化大等特点,其特有的燃烧工况非常容易造成炉内金属受热面的磨损和腐蚀。原因主要有以下几个方面:

[0003] (1) 垃圾在炉内燃烧过程中,分解出浓度较高的氯化物、碱性金属、焦硫酸盐和与腐蚀相关的一些重金属及低熔点的混合物,在烟气和金属管壁温度较高的条件下,对金属受热面产生高温腐蚀。(2) 燃烧产生的烟气中会含有多种酸性气体、盐类物质、飞灰颗粒,这些物质随烟气的流动通常会沉积在承受高温高压的金属管壁上,引起受热面金属管壁冲刷磨损和腐蚀磨损。(3) 在垃圾焚烧过程中,为了有效防止受热面的腐蚀,通常使用涂覆防腐材料进行表面防腐。但是垃圾组分的不定性,会导致垃圾焚烧锅炉燃烧温度和工质参数在较大范围内波动,加速了受热面金属的疲劳,产生疲劳裂纹,外部腐蚀性气体侵蚀裂纹间隙,加速管壁腐蚀。

[0004] 因此,针对于垃圾焚烧炉中在燃烧时所发生的磨损和腐蚀程度,有必要研究出控制垃圾焚烧炉自动燃烧的技术。

### 发明内容

[0005] 本发明的第一目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,该方法可以根据垃圾焚烧炉的数据生成用于控制垃圾焚烧炉燃烧的燃烧决策。

[0006] 本发明的第二目的在于提供一种垃圾焚烧炉的自动燃烧控制方法,该方法可以根据所生成的燃烧决策对垃圾焚烧炉实现自动燃烧控制,改善垃圾焚烧炉燃烧时的磨损和腐蚀情况。

[0007] 本发明的第三目的在于提供一种垃圾焚烧炉的自动燃烧控制系统,该系统可以根据垃圾焚烧炉控制器所生成的燃烧决策调节垃圾焚烧炉,实现对垃圾焚烧炉的自动燃烧控制。

[0008] 本发明的第四目的在于提供一种存储介质。

[0009] 本发明的第五目的在于提供一种计算设备。

[0010] 本发明的第一目的通过下述技术方案实现:一种垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,步骤如下:

[0011] S1、获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;

[0012] S2、利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;

[0013] S3、实时获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,

[0014] 若是,则将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策。

[0015] 优选的,正常运行具体为:垃圾焚烧炉不发生故障,燃烧效率和出口温度达到要求,且污染物排放在指标范围内;

[0016] 非正常运行具体为:垃圾焚烧炉发生故障、燃烧效率和出口温度未达到要求或者污染物排放超过指标范围;

[0017] 垃圾焚烧炉的数据包括条件变量、控制变量和其他变量,其中,

[0018] 条件变量包括垃圾水分、热值;

[0019] 控制变量包括一次风风量与风速、二次风风量与风速、炉排速度、一次风各级配比以及二次风风口角度与开度;

[0020] 其他变量包括水平烟道出口烟温、氮氧化物浓度、一氧化碳浓度、硫氧化物浓度及氯化氢浓度。

[0021] 更进一步的,在步骤S1中,根据历史数据得到有效数据样本,具体如下:

[0022] 利用其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,构建得到原始数据库;

[0023] 根据目标垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据得到其他变量的临界值;

[0024] 从原始数据库中选取条件变量的相关性大于相关性阈值的历史数据,将选取出来的历史数据作为有效数据样本。

[0025] 更进一步的,在步骤S2中,利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型,具体如下:

[0026] 针对于m个有效数据样本,从每个有效数据样本中提取出控制变量和其他变量并由控制变量和其他变量构成个体特征向量,以此得到m个个体特征向量;

[0027] 利用One-versus-rest SVM分类算法生成n个支持向量机,并由支持向量机得到燃烧决策模型,具体为:

[0028] 将m个个体特征向量随机分成k个大小相等且互斥的子集,并将其中一个子集作为测试集,剩余的k-1个子集并集为样本集;

[0029] 在样本集中,将其中一个个体特征向量以及与其相似的其他个体特征向量归为同一类别,同时得到剩余的个体特征向量;

[0030] 在剩余的个体特征向量中,将其中一个个体特征向量以及与其相似的其他个体特征向量归为同一类别,同时对剩余个体特征向量进行更新;

[0031] 针对于更新后的剩余个体特征向量,重复进行上述归类过程,直至完成所有个体特征向量的归类,以此产生n个类别 $s_1, s_2 \dots s_n$ ;

[0032] 依次将其中任意一个类别的个体特征向量归为一类,剩余的其他样本归为另一类,以此得到n个训练集,具体如下:

[0033]  $s_1$ 所对应的向量为正集, $s_2, s_3 \dots s_n$ 所对应的向量为负集;

[0034]  $s_2$ 所对应的向量为正集, $s_1, s_3 \dots s_n$ 所对应的向量为负集;

- [0035] s<sub>3</sub>所对应的向量为正集,s<sub>1</sub>、s<sub>2</sub>…s<sub>n</sub>所对应的向量为负集;
- [0036] ……
- [0037] s<sub>n</sub>所对应的向量为正集,s<sub>1</sub>、s<sub>2</sub>…s<sub>n-1</sub>所对应的向量为负集;
- [0038] 其中,类别所对应的向量具体是由每个类别中的所有个体特征向量所构成;
- [0039] 将n个训练集作为输入,分别训练得到n个支持向量机;将得到的n个支持向量机组成燃烧决策模型;
- [0040] 将测试集分别输入n个支持向量机,并将支持向量机所输出的结果最大值作为燃烧决策模型的测试结果;
- [0041] 针对于k个子集,轮流将其中一个子集作为测试集,通过交叉验证法对燃烧决策模型进行验证,验证完成后的燃烧决策模型即为最终的燃烧决策模型。
- [0042] 更进一步的,获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,具体是指检测目标垃圾焚烧炉当前的其他变量;
- [0043] 根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,具体是:
- [0044] 针对于当前其他变量,判断当前其他变量与其他变量的临界值之间的偏差是否大于偏差阈值,
- [0045] 若是,则判定目标垃圾焚烧炉需要进行调节;
- [0046] 若否,则判定目标垃圾焚烧炉不需要调节。
- [0047] 本发明的第二目的通过下述技术方案实现:一种垃圾焚烧炉的自动燃烧控制方法,包括如下步骤:
- [0048] S1、获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;
- [0049] S2、利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;
- [0050] S3、实时获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,
- [0051] 若是,则将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策;
- [0052] S4、根据所得到的燃烧决策,调节目标垃圾焚烧炉的控制变量。
- [0053] 本发明的第三目的通过下述技术方案实现:一种垃圾焚烧炉的自动燃烧控制系统,包括:垃圾焚烧炉控制器、复合调节器和数据采集器,垃圾焚烧炉控制器连接复合调节器和数据采集器,其中,
- [0054] 垃圾焚烧炉控制器用于实现本发明第一目的所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,输出垃圾焚烧炉的燃烧决策;
- [0055] 复合调节器包括执行器和前馈调节器,执行器和前馈调节器相连接,执行器用于执行据垃圾焚烧炉控制器所输出的燃烧决策,对垃圾焚烧炉进行调节;
- [0056] 前馈调节器用于将垃圾焚烧炉的干扰变量反馈给执行器,对控制变量进行前馈补偿;
- [0057] 数据采集器的输入端连接复合调节器的输出端,数据采集器的输出端连接垃圾焚烧炉控制器的输入端,用于实时采集目标垃圾焚烧炉的当前其他变量,将当前其他变量反馈给垃圾焚烧炉控制器。

[0058] 优选的,所述执行器包括一次风执行器、二次风执行器和炉排执行器,一次风执行器、二次风执行器和炉排执行器均连接垃圾焚烧炉控制器,其中,一次风执行器用于调节垃圾焚烧炉的一次风风量与风速、一次风各级配比;二次风执行器用于调节垃圾焚烧炉的二次风风量与风速、二次风风口角度与开度;炉排执行器用于调节炉排速度。

[0059] 本发明的第四目的通过下述技术方案实现:一种存储介质,存储有程序,所述程序被处理器执行时,实现本发明第一目的所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法。

[0060] 本发明的第五目的通过下述技术方案实现:一种计算设备,包括处理器以及用于存储处理器可执行程序存储器,所述处理器执行存储器存储的程序时,实现本发明第一目的所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法。

[0061] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0062] (1) 本发明垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,首先获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,在需要调节的情况下将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策。本发明基于垃圾焚烧炉的数据和机器学习算法,生成垃圾焚烧炉的燃烧决策,以此来为垃圾焚烧炉的高效低污染燃烧和防磨损防腐蚀的运行优化提供辅助决策和指导建议。

[0063] (2) 在本发明垃圾焚烧炉的自动燃烧控制方法中,通过实时监测垃圾焚烧炉的数据,生成对应的燃烧决策来调节垃圾焚烧炉,实现对垃圾焚烧炉的自动燃烧控制,使得垃圾焚烧炉能够更精细化和自动化地运行。

[0064] (3) 在本发明垃圾焚烧炉的自动燃烧控制系统,包括垃圾焚烧炉控制器、复合调节器和数据采集器,通过数据采集器实时采集目标垃圾焚烧炉的当前其他变量,将当前其他变量反馈给垃圾焚烧炉控制器,避免因为垃圾焚烧炉的燃烧过程为大时滞过程而很难根据直接的参数反应而得到良好的控制,使得垃圾焚烧炉控制器可以快速地输出精准的燃烧决策,实现对垃圾焚烧炉自动燃烧的精准控制;复合调节器通过设置前馈调节器,可以实现将垃圾焚烧炉的干扰变量反馈给执行器,对控制变量进行前馈补偿,抵消干扰变量对垃圾焚烧炉的影响,提高燃烧决策的适用性和准确性。

## 附图说明

[0065] 图1是本发明垃圾焚烧炉的燃烧决策方法的流程图。

[0066] 图2是本发明垃圾焚烧炉的自动燃烧控制方法的流程图。

[0067] 图3是本发明垃圾焚烧炉的自动燃烧控制系统的原理框图。

[0068] 图4是本发明自动燃烧控制系统与垃圾焚烧炉的连接示意图。

## 具体实施方式

[0069] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0070] 实施例1

[0071] 本实施例公开了一种垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,如图1所示,步骤如下:



[0072] S1、获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本。

[0073] 其中,正常运行具体为:垃圾焚烧炉不发生故障,燃烧效率和出口温度达到要求,且污染物排放在指标范围内;

[0074] 非正常运行具体为:垃圾焚烧炉发生故障、燃烧效率和出口温度未达到要求或者污染物排放超过指标范围。

[0075] 由于不同的垃圾焚烧炉和垃圾会有不同的正常运行判断标准,因此需要根据实际情况对垃圾焚烧炉是否正常运行进行判断。

[0076] 在本实施例中,目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉的历史数据具体是指在最近一定时间范围内的数据,数据包括条件变量、控制变量和其他变量,其中,

[0077] 条件变量包括垃圾水分和垃圾热值;

[0078] 控制变量包括一次风风量与风速、二次风风量与风速、炉排速度、一次风各级配比以及二次风风口角度与开度;

[0079] 其他变量包括水平烟道出口烟温、氮氧化物浓度、一氧化碳浓度、硫氧化物浓度以及氯化氢浓度。

[0080] 根据历史数据得到有效数据样本,具体如下:

[0081] 利用其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,构建得到原始数据库。

[0082] 根据目标垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,得到其他变量的临界值。本实施例具体是通过对历史数据进行大数据分析,利用数据挖掘算法计算出其他变量的临界值。

[0083] 从原始数据库中选取出条件变量的相关性大于相关性阈值的历史数据,将选取出来的历史数据作为有效数据样本。在本实施例中,由于不同的垃圾焚烧炉和垃圾所产生的条件变量会有所不同,因此条件变量的相关性阈值需要根据实际需求进行设定。

[0084] S2、利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型,具体如下:

[0085] 针对于m个有效数据样本,从每个有效数据样本中提取出控制变量和其他变量并由控制变量和其他变量构成个体特征向量,以此得到m个个体特征向量;

[0086] 利用One-versus-rest SVM分类算法生成n个支持向量机,并由支持向量机得到燃烧决策模型,具体为:

[0087] (1) 将m个个体特征向量随机分成k个大小相等且互斥的子集,并将其中一个子集作为测试集,剩余的k-1个子集并集为样本集;

[0088] (2) 在样本集中,将其中一个个体特征向量以及与其相似的其他个体特征向量归为同一类别,同时得到剩余的个体特征向量;

[0089] 在剩余的个体特征向量中,将其中一个个体特征向量以及与其相似的其他个体特征向量归为同一类别,同时对剩余个体特征向量进行更新;

[0090] 针对于更新后的剩余个体特征向量,重复进行上述归类过程,直至完成所有个体特征向量的归类,以此产生n个类别 $s_1, s_2 \dots s_n$ ;

[0091] (3) 依次将其中任意一个类别的个体特征向量归为一类,剩余的其他样本归为另

一类,以此得到n个训练集,具体如下:

[0092] s1所对应的向量为正集,s2、s3...sn所对应的向量为负集;

[0093] s2所对应的向量为正集,s1、s3...sn所对应的向量为负集;

[0094] s3所对应的向量为正集,s1、s2...sn所对应的向量为负集;

[0095] .....

[0096] sn所对应的向量为正集,s1、s2...sn-1所对应的向量为负集;

[0097] 其中,类别所对应的向量具体是由每个类别中的所有个体特征向量所构成;

[0098] (4) 将n个训练集作为输入,分别训练得到n个支持向量机;将得到的n个支持向量机组成燃烧决策模型;

[0099] (5) 将测试集分别输入n个支持向量机,并将支持向量机所输出的结果最大值作为燃烧决策模型的测试结果;

[0100] (6) 针对于k个子集,轮流将其中一个子集作为测试集,通过交叉验证法对燃烧决策模型进行验证,验证完成后的燃烧决策模型即为最终的燃烧决策模型。

[0101] S3、实时获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要进行调节,

[0102] 若是,则将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策;

[0103] 其中,获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,具体是指检测目标垃圾焚烧炉的当前其他变量,即水平烟道出口烟温、氮氧化物浓度、一氧化碳浓度、硫氧化物浓度及氯化氢浓度。

[0104] 判断目标垃圾焚烧炉是否需要进行调节,具体是:针对于当前其他变量,判断当前其他变量与其他变量的临界值之间的偏差是否大于偏差阈值,

[0105] 若是,则判定目标垃圾焚烧炉需要进行调节;

[0106] 若否,则判定目标垃圾焚烧炉不需要进行调节。

[0107] 在本实施例中,由于不同的垃圾焚烧炉和垃圾会对应产生不同的其他变量,因此偏差阈值需要根据实际需求进行设定。

[0108] 本实施例还公开了一种垃圾焚烧炉的自动燃烧控制方法,如图2所示,包括如上所述的燃烧决策方法,具体如下:

[0109] S1、获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;

[0110] S2、利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;

[0111] S3、实时获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要进行调节,

[0112] 若是,则将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策;

[0113] S4、根据所得到的燃烧决策,调节目标垃圾焚烧炉的控制变量,也即是调节垃圾焚烧炉的一次风风量与风速、一次风各级配比、二次风风量与风速、二次风风口角度与开度以及炉排速度,从而实现对垃圾焚烧炉的自动燃烧控制。

[0114] 实施例2

[0115] 本实施例公开了一种垃圾焚烧炉的自动燃烧控制系统,如图3和图4所示,包括:垃

圾焚烧炉控制器、复合调节器和数据采集器,垃圾焚烧炉控制器连接复合调节器和数据采集器,其中,

[0116] 垃圾焚烧炉控制器用于实现如上实施例1中所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,输出垃圾焚烧炉的燃烧决策,具体如下:

[0117] S1、获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;

[0118] S2、利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;

[0119] S3、实时获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,

[0120] 若是,则将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策。

[0121] 复合调节器包括执行器和前馈调节器,执行器和前馈调节器相连接且执行器与前馈调节器均与垃圾焚烧炉控制器相连接,其中,

[0122] 执行器用于执行垃圾焚烧炉控制器所输出的燃烧决策,对垃圾焚烧炉进行调节。如图4所示,执行器包括一次风执行器、二次风执行器和炉排执行器,一次风执行器、二次风执行器和炉排执行器均连接垃圾焚烧炉控制器,其中,一次风执行器用于调节垃圾焚烧炉的一次风风量与风速、一次风各级配比;二次风执行器用于调节垃圾焚烧炉的二次风风量与风速、二次风风口角度与开度;炉排执行器用于调节炉排速度。

[0123] 前馈调节器的输入端输入垃圾焚烧炉的干扰变量,输出端连接执行器,用于将垃圾焚烧炉的干扰变量反馈给执行器,对控制变量进行前馈补偿,起到抵消干扰变量对垃圾焚烧炉的影响的作用。垃圾焚烧炉的干扰变量具体可以是垃圾自身特性、空气过剩系数、烟气的湍流度停留时间以及垃圾焚烧炉外部环境等有可能影响燃烧过程的因素。

[0124] 数据采集器的输入端连接复合调节器的输出端,数据采集器的输出端连接垃圾焚烧炉控制器的输入端,用于实时采集目标垃圾焚烧炉的当前其他变量,将当前其他变量反馈给垃圾焚烧炉控制器,避免因为垃圾焚烧炉的燃烧过程为大时滞过程而很难根据直接的参数反应而得到良好的控制,使得垃圾焚烧炉控制器可以将反馈得到的当前其他变量按照预设的其他变量给定值进行微调,快速地输出更精准和符合实际情况的燃烧决策,实现对垃圾焚烧炉的自动燃烧进行更精准的控制。

[0125] 自动燃烧控制系统的原理框图具体可参见图3,其中,输入具体是指预先设置的参考值,例如其他变量给定值、相关性阈值、偏差阈值;输出是指经过调节后的垃圾焚烧炉在燃烧时的其他变量,具体为水平烟道出口烟温、氮氧化物浓度、一氧化碳浓度、硫氧化物浓度以及氯化氢浓度。从图3可得,垃圾焚烧炉控制器将生成的燃烧决策传送给执行器,前馈调节器将干扰变量传送给执行器,执行器执行燃烧决策,同时考虑干扰变量的影响,进而更合适地调节垃圾焚烧炉,数据采集器将实时采集的垃圾焚烧炉的其他变量反馈给垃圾焚烧炉控制器,由此可见,垃圾焚烧炉的整个自动燃烧过程为动态且可控的过程。

[0126] 实施例3

[0127] 本实施例公开了一种存储介质,存储有程序,所述程序被处理器执行时,实现如上实施例1中所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,具体如下:

[0128] S1、获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历

史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;

[0129] S2、利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;

[0130] S3、实时获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,

[0131] 若是,则将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策。

[0132] 本实施例中的存储介质可以是磁盘、光盘、计算机存储器、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、U盘、移动硬盘等介质。

[0133] 实施例4

[0134] 本实施例公开了一种计算设备,包括处理器以及用于存储处理器可执行程序的存储器,所述处理器执行存储器存储的程序时,实现如上实施例1中所述的垃圾焚烧炉的燃烧决策方法,具体如下:

[0135] S1、获取目标垃圾焚烧炉和其他垃圾焚烧炉在正常运行和非正常运行情况下的历史数据,并根据历史数据得到有效数据样本;

[0136] S2、利用有效数据样本构建支持向量机,由支持向量机得到燃烧决策模型;

[0137] S3、实时获取目标垃圾焚烧炉的当前数据,根据当前数据判断目标垃圾焚烧炉是否需要调节,

[0138] 若是,则将当前数据输入燃烧决策模型,得到用于调节目标垃圾焚烧炉的燃烧决策。

[0139] 本实施例中所述的计算设备可以是台式电脑、笔记本电脑、智能手机、PDA手持终端、平板电脑或其他具有处理器功能的终端设备。

[0140] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

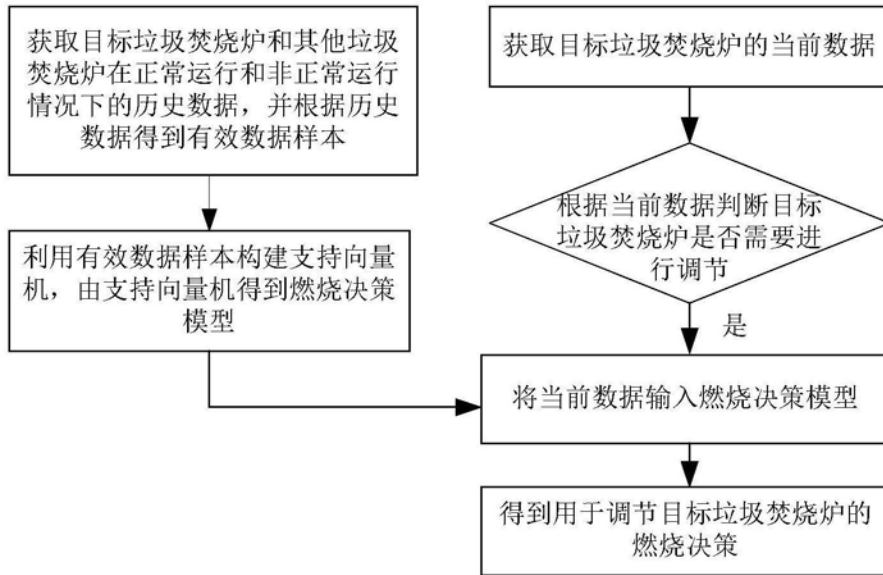


图1

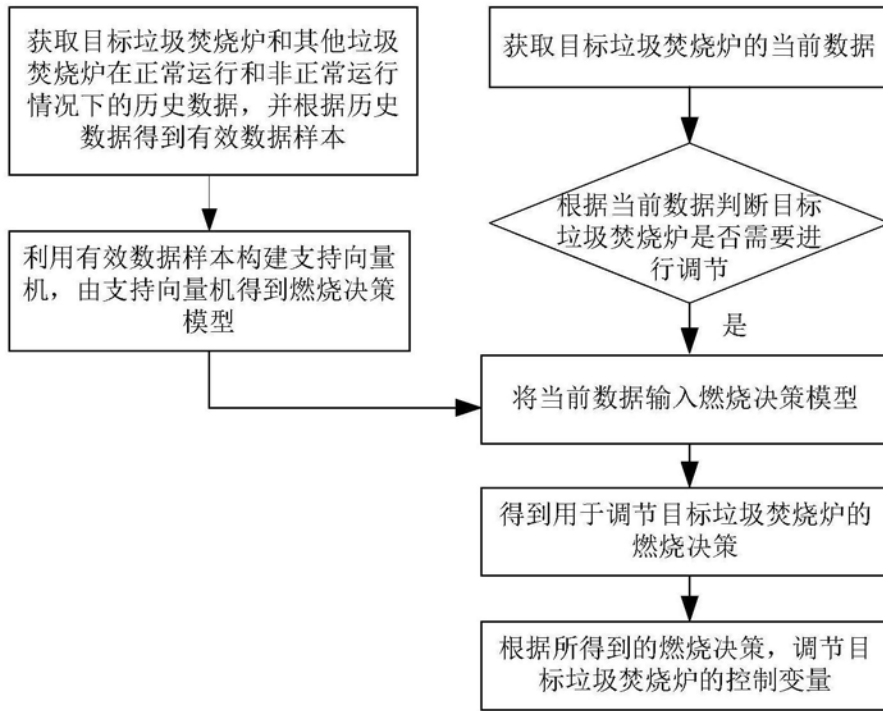


图2

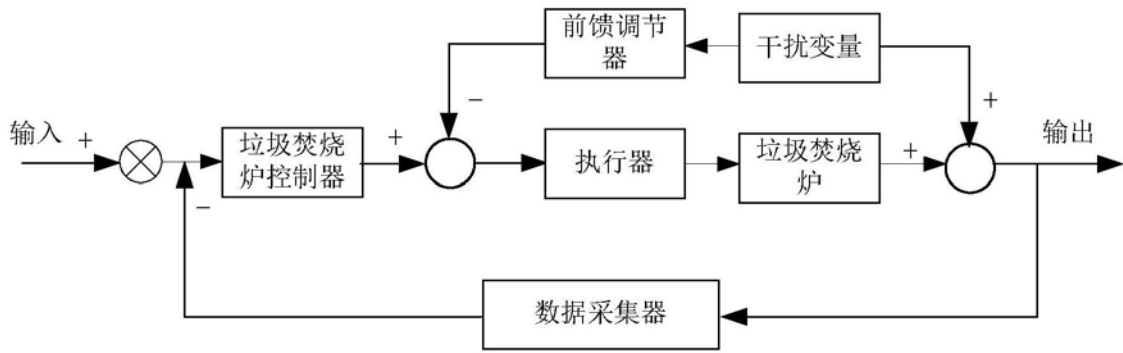


图3

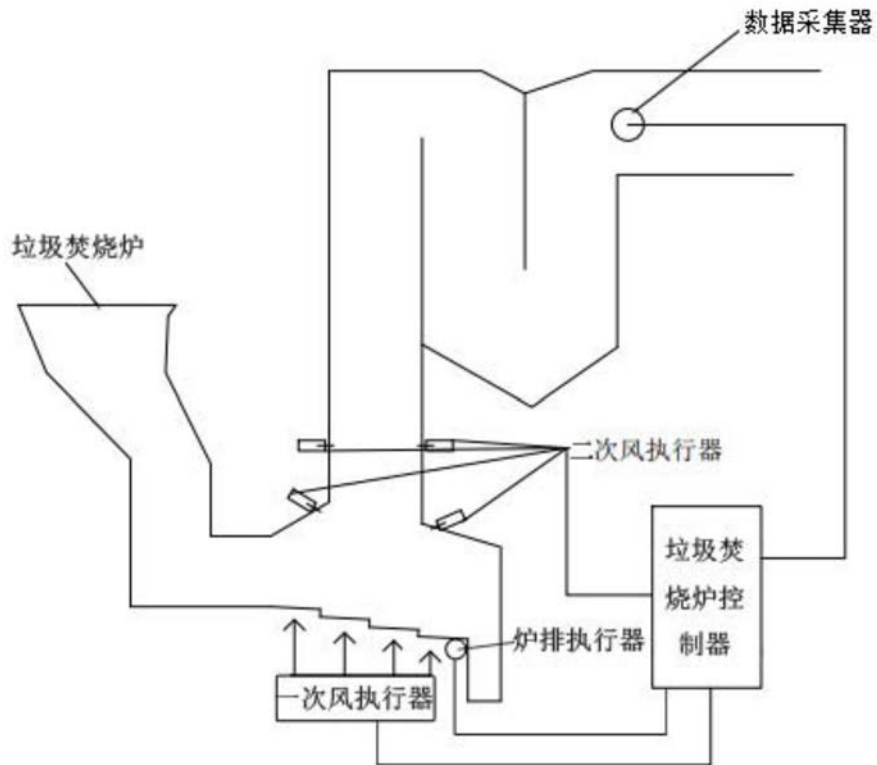


图4