



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115032333 B

(45) 授权公告日 2024.08.02

(21) 申请号 202210510589.4

G01N 1/28 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.11

G01N 1/34 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G01N 1/40 (2006.01)

申请公布号 CN 115032333 A

G01N 1/42 (2006.01)

G01F 1/76 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.09.09

(56) 对比文件

(73) 专利权人 中国特种设备检测研究院

CN 110646361 A, 2020.01.03

地址 100013 北京市朝阳区和平街西苑2号  
A616

US 2021399320 A1, 2021.12.23

审查员 胡惊涛

(72) 发明人 俞跃 陈昇

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

专利代理师 张立焱 臧建明

(51) Int. Cl.

G01N 33/00 (2006.01)

G01N 31/00 (2006.01)

权利要求书4页 说明书13页 附图3页

(54) 发明名称

火炬碳排放监测系统、方法、设备、存储介质及程序产品

(57) 摘要

本申请提供了一种火炬碳排放监测系统、方法、设备、存储介质及程序产品。系统包括：氧化单元、检测系统、计算单元；氧化单元，用于对从待进入火炬的被测气体中抽取的气体样本进行氧化处理；检测系统，用于确定气体样本进入氧化单元前的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及被测气体的流量；其中，检测信息包括：流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度；计算单元，用于根据气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及被测气体的流量，确定被测气体的火炬碳排放信息。本申请提供的火炬碳排放监测系统、方法、设备、存储介质及程序产品，可以使操作更简便，适用于在线监测，提高火炬碳排放监测的准确性。



1. 一种火炬碳排放监测系统,其特征在于,包括:氧化单元、检测系统、计算单元、空气泵;

所述氧化单元,用于对从待进入火炬的被测气体中抽取的气体样本进行氧化处理;

所述检测系统,用于确定所述气体样本进入氧化单元前的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量;其中,所述检测信息包括:流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度;

所述空气泵用于为氧化单元提供空气;

所述检测系统包括:设置在所述空气泵与所述氧化单元之间的空气流量计、空气浓度检测单元;其中,所述空气流量计用于检测输入至所述氧化单元的空气的流量;所述空气浓度检测单元用于检测输入至所述氧化单元的二氧化碳浓度;

所述计算单元具体用于:

根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量;

根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量,

所述被测气体对应的总的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$m_{CO_2气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO_{后}} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2_{后}}) - V_{空} \times C_{CO_2_{空}})}{v_{前}} \times V_{气};$$

其中,  $C_{CO_2_{空}}$  为输入至氧化单元的空气中  $CO_2$  浓度;

$C_{CO_{后}}$  为发生氧化反应后气体中  $CO$  浓度;

$C_{CO_2_{后}}$  为发生氧化反应后气体中  $CO_2$  浓度;

$v_{前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的流量;

$V_{空}$  为输入至氧化单元的空气的流量;

$v_{后}$  为发生氧化反应后气体的流量;

$V_{气}$  为被测气体的流量;

$m_{CO_2气}$  为被测气体对应的总的  $CO_2$  等效质量流量;

所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$m_{CH气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO_{后}} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2_{后}}) - V_{空} \times C_{CO_2_{空}} - v_{前} \times (C_{CO_{前}} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2_{前}}))}{v_{前}} \times V_{气};$$

其中,  $C_{CO_{前}}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO$  浓度;

$C_{CO_2_{前}}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO_2$  浓度;

$m_{CH气}$  为被测气体中碳氢化合物对应的  $CO_2$  等效质量流量。

2. 一种火炬碳排放监测系统,其特征在于,包括:氧化单元、检测系统、计算单元、样气抽取过滤单元、空气泵;

所述氧化单元,用于对从待进入火炬的被测气体中抽取的气体样本进行氧化处理;

所述检测系统,用于确定所述气体样本进入氧化单元前的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量;其中,所述检测信息包括:流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度;

其中,所述样气抽取过滤单元的数量为多个,多个样气抽取过滤单元分布在被测气体的传输通道的不同位置;

所述样气抽取过滤单元用于从所述被测气体中抽取气体样本,并对气体样本进行过滤后送至所述氧化单元;

所述空气泵用于为氧化单元提供空气;

所述检测系统包括:设置在所述空气泵与所述氧化单元之间的空气流量计、空气浓度检测单元;其中,所述空气流量计用于检测输入至所述氧化单元的空气的流量;所述空气浓度检测单元用于检测输入至所述氧化单元的二氧化碳浓度;

所述计算单元具体用于:

根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量;

根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量,

所述被测气体对应的总的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$m_{CO_2气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO_{后}} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2_{后}}) - V_{空} \times C_{CO_2_{空}})}{v_{前}} \times V_{气};$$

其中,  $C_{CO_2_{空}}$  为输入至氧化单元的空气中  $CO_2$  浓度;

$C_{CO_{后}}$  为发生氧化反应后气体中  $CO$  浓度;

$C_{CO_2_{后}}$  为发生氧化反应后气体中  $CO_2$  浓度;

$v_{前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的流量;

$V_{空}$  为输入至氧化单元的空气的流量;

$v_{后}$  为发生氧化反应后气体的流量;

$V_{气}$  为被测气体的流量;

$m_{CO_2气}$  为被测气体对应的总的  $CO_2$  等效质量流量;

所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$m_{CH气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO_{后}} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2_{后}}) - V_{空} \times C_{CO_2_{空}} - v_{前} \times (C_{CO_{前}} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2_{前}}))}{v_{前}} \times V_{气};$$

其中,  $C_{CO_{前}}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO$  浓度;

$C_{CO_2_{前}}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO_2$  浓度;

$m_{CH气}$  为被测气体中碳氢化合物对应的  $CO_2$  等效质量流量。

3. 一种火炬碳排放监测系统,其特征不在于,包括:氧化单元、检测系统、计算单元、冷凝干燥单元、空气泵;

所述氧化单元,用于对从待进入火炬的被测气体中抽取的气体样本进行氧化处理;

所述检测系统,用于确定所述气体样本进入氧化单元前的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量;其中,所述检测信息包括:流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度;

所述冷凝干燥单元与氧化单元连接,用于将氧化后的气体中的水蒸气凝结成水并进行干燥,将干燥后的气体进行过滤;

所述氧化后的气体的检测信息具体为经过氧化、干燥并过滤后的气体的检测信息;

所述空气泵用于为氧化单元提供空气;

所述检测系统包括:设置在所述空气泵与所述氧化单元之间的空气流量计、空气浓度检测单元、输出流量计以及输出浓度检测单元;其中,所述空气流量计用于检测输入至所述氧化单元的空气的流量;所述空气浓度检测单元用于检测输入至所述氧化单元的二氧化碳浓度;所述输出流量计用于检测过滤后的气体的流量;所述输出浓度检测单元用于检测过滤后的气体的一氧化碳浓度和二氧化碳浓度;

所述计算单元具体用于:

根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量;

根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量,

所述被测气体对应的总的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$m_{CO_2气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO后} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2后}) - v_{空} \times C_{CO_2空})}{v_{前}} \times V_{气};$$

其中,  $C_{CO_2空}$  为输入至氧化单元的空气中  $CO_2$  浓度;

$C_{CO后}$  为发生氧化反应后气体中  $CO$  浓度;

$C_{CO_2后}$  为发生氧化反应后气体中  $CO_2$  浓度;

$V_{前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的流量;

$V_{空}$  为输入至氧化单元的空气的流量;

$V_{后}$  为发生氧化反应后气体的流量;

$V_{气}$  为被测气体的流量;

$m_{CO_2气}$  为被测气体对应的总的  $CO_2$  等效质量流量;

所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$m_{CH气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO后} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2后}) - v_{空} \times C_{CO_2空} - v_{前} \times (C_{CO前} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2前}))}{v_{前}} \times V_{气};$$

其中,  $C_{CO前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO$  浓度;

$C_{CO_2前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO_2$  浓度;

$m_{CH气}$  为被测气体中碳氢化合物对应的  $CO_2$  等效质量流量。

4. 一种火炬碳排放监测方法,该方法使用权利要求1-3任一项所述的火炬碳排放监测系统,其特征在于,包括:

获取从被测气体中抽取的气体样本的检测信息以及所述被测气体的流量,并获取氧化后的气体的检测信息;

根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量,确定所述被测气体的火炬碳排放信息;

其中,所述氧化后的气体为将所述气体样本输入到氧化单元进行氧化处理后得到的;其中,所述检测信息包括:流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度。

5. 一种检测设备,其特征在于,包括:处理器,存储器以及计算机程序;其中,所述计算机程序被存储在所述存储器中,并且被配置为由所述处理器执行,所述计算机程序包括用于执行如权利要求4所述方法的指令。

6. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令,所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现如权利要求4所述的方法。

7. 一种计算机程序产品,包括计算机程序,其特征在于,该计算机程序被处理器执行时实现权利要求4所述的方法。

## 火炬碳排放监测系统、方法、设备、存储介质及程序产品

### 技术领域

[0001] 本申请涉及监测技术领域,尤其涉及一种火炬碳排放监测系统、方法、设备、存储介质及程序产品。

### 背景技术

[0002] 上世纪70年代至今,全球碳排放与全球经济发展基本呈现出正相关关系,随着全球经济发展,碳排放和人均排放均有大幅增长。碳排放量监测成为化工领域的企业重点关注的问题。

[0003] 现有技术中,化工行业的火炬燃烧产生的二氧化碳并不像电厂那样有相应的烟囱进行排放,难以直接使用在线监测的方法,而采用算法又与实际值往往有很大偏差,计算误差大。为了解决此问题,提出一种化工厂火炬碳排放监测方法显得十分重要。

### 发明内容

[0004] 本申请的主要目的在于提供一种火炬碳排放监测系统、方法、设备、存储介质及程序产品,用以解决火炬碳排放监测计算误差大,不适用在线监测的问题。

[0005] 为实现上述目的,本申请提供了一种火炬碳排放监测系统,包括:氧化单元、检测系统、计算单元;

[0006] 所述氧化单元,用于对从待进入火炬的被测气体中抽取的气体样本进行氧化处理;

[0007] 所述检测系统,用于确定所述气体样本进入氧化单元前的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量;其中,所述检测信息包括:流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度;

[0008] 计算单元,用于根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量,确定所述被测气体的火炬碳排放信息。

[0009] 在一种可能的实现方式中,所述火炬碳排放监测系统还包括:样气抽取过滤单元;

[0010] 其中,所述样气抽取过滤单元的数量为多个,多个样气抽取过滤单元分布在被测气体的传输通道的不同位置;

[0011] 所述样气抽取过滤单元用于从所述被测气体中抽取气体样本,并对气体样本进行过滤后送至所述氧化单元。

[0012] 在一种可能的实现方式中,所述火炬碳排放监测系统还包括:冷凝干燥单元;

[0013] 所述冷凝干燥单元与氧化单元连接,用于将氧化后的气体中的水蒸气凝结成水并进行干燥,将干燥后的气体进行过滤;

[0014] 所述氧化后的气体的检测信息具体为经过氧化、干燥并过滤后的气体的检测信息;

[0015] 所述检测系统包括:输出流量计以及输出浓度检测单元;其中,所述输出流量计用于检测过滤后的气体的流量;所述输出浓度检测单元用于检测过滤后的气体的一氧化碳浓

度和二氧化碳浓度。

[0016] 在一种可能的实现方式中,所述火炬碳排放监测系统还包括:空气泵;所述空气泵用于为氧化单元提供空气;

[0017] 所述检测系统包括:设置在所述空气泵与所述氧化单元之间的空气流量计以及空气浓度检测单元;其中,所述空气流量计用于检测输入至所述氧化单元的空气的流量,所述空气浓度检测单元用于检测输入至所述氧化单元的二氧化碳浓度;

[0018] 所述计算单元具体用于:根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的二氧化碳浓度,确定所述被测气体的火炬碳排放信息。

[0019] 在一种可能的实现方式中,所述计算单元具体用于:

[0020] 根据氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的二氧化碳浓度,确定所述被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量;

[0021] 根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的二氧化碳浓度,确定所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量。

[0022] 在一种可能的实现方式中,所述被测气体对应的总的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$[0023] \quad m_{CO_2气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO_{后}} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2_{后}}) - v_{空} \times C_{CO_2_{空}})}{v_{前}} \times V_{气};$$

[0024] 其中,  $C_{CO_2_{空}}$  为输入至氧化单元的空气中  $CO_2$  浓度;

[0025]  $C_{CO_{后}}$  为发生氧化反应后气体中  $CO$  浓度;

[0026]  $C_{CO_2_{后}}$  为发生氧化反应后气体中  $CO_2$  浓度;

[0027]  $v_{前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的流量;

[0028]  $v_{空}$  为输入至氧化单元的二氧化碳浓度;

[0029]  $v_{后}$  为发生氧化反应后气体的流量;

[0030]  $v_{气}$  为被测气体的流量;

[0031]  $m_{CO_2气}$  为被测气体对应的总的  $CO_2$  等效质量流量;

[0032] 所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$[0033] \quad m_{CH气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO_{后}} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2_{后}}) - v_{空} \times C_{CO_2_{空}} - v_{前} \times (C_{CO_{前}} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2_{前}}))}{v_{前}} \times V_{气};$$

[0034] 其中,  $C_{CO_{前}}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO$  浓度;

[0035]  $C_{CO_2_{前}}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO_2$  浓度;

[0036]  $m_{CH气}$  为被测气体中碳氢化合物对应的  $CO_2$  等效质量流量。

[0037] 本申请还提供一种火炬碳排放监测方法,所述方法包括:

[0038] 获取从被测气体中抽取的气体样本的检测信息以及所述被测气体的流量,并获取氧化后的气体的检测信息;

[0039] 根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流

量,确定所述被测气体的火炬碳排放信息;

[0040] 其中,所述氧化后的气体为将所述气体样本输入到氧化单元进行氧化处理后得到的;其中,所述检测信息包括:流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度。

[0041] 本申请还提供一种检测设备,包括:处理器,存储器以及计算机程序;其中,所述计算机程序被存储在所述存储器中,并且被配置为由所述处理器执行,所述计算机程序包括用于执行上述任一项所述方法的指令。

[0042] 本申请还提供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计算机执行指令,所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现上述任一项所述的方法。

[0043] 本申请还提供一种计算机程序产品,包括计算机程序,该计算机程序被处理器执行时用于实现上述任一项所述的方法。

[0044] 本申请提供了火炬碳排放监测系统、方法、设备、存储介质及程序产品,所述系统包括:氧化单元、检测系统、计算单元;所述氧化单元,用于对从被测气体中抽取的气体样本进行氧化处理;所述检测系统,用于确定所述气体样本进入氧化单元前的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量;其中,所述检测信息包括:流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度;计算单元,用于根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量,确定所述被测气体的火炬碳排放信息。本申请提供的火炬碳排放监测系统、方法、设备、存储介质及程序产品,可以使操作简便,适用于在线监测,并且计算结果更可靠,有效提高了火炬碳排放监测的准确性。

## 附图说明

[0045] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本申请的实施例,并与说明书一起用于解释本申请的原理。

[0046] 图1为本申请实施例提供的一种应用场景示意图;

[0047] 图2为本申请实施例提供的一种火炬碳排放监测系统的示意图;

[0048] 图3为本申请实施例提供的一种火炬碳排放监测方法的流程示意图;

[0049] 图4为本申请实施例提供的又一种火炬碳排放监测系统的示意图;

[0050] 图5为本发明实施例提供的又一种火炬碳排放监测方法的流程示意图;

[0051] 图6为本申请实施例提供的一种火炬碳排放监测装置的结构示意图;

[0052] 图7为本申请实施例提供的一种检测设备的结构示意图。

[0053] 通过上述附图,已示出本申请明确的实施例,后文中将有更详细的描述。这些附图和文字描述并不是为了通过任何方式限制本申请构思的范围,而是通过参考特定实施例为本领域技术人员说明本申请的概念。

## 具体实施方式

[0054] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本申请相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本申请的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0055] 需要说明的是,本申请中,“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说

明。本申请中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言,使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

[0056] 本申请中,“至少一个”是指一个或者多个,“多个”是指两个或两个以上。“和/或”,描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B的情况,其中A,B可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项(个)”或其类似表达,是指的这些项中的任意组合,包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如,a,b,或c中的至少一项(个),可以表示:a,b,c,a-b,a-c,b-c,或a-b-c,其中a,b,c可以是单个,也可以是多个。

[0057] 碳排放量是指在生产、运输、使用及回收该产品时所产生的平均温室气体排放量。上世纪70年代至今,全球碳排放与全球经济发展基本呈现出正相关关系,随着全球经济发展,碳排放总量和人均排放量均有大幅增长。多个国家和地区提出了要实现碳的“零净排放”目标,也制定了相应的法律来控制碳排放量。所以碳排放量监测成为化工领域的企业重点关注的问题。为了解决此问题,提出一种化工厂火炬碳排放监测方法显得十分重要。

[0058] 现有技术中,对碳排放的监测有两种方法,第一种为计算法,第二种为直接监测法,大部分燃煤电厂目前采用计算法,但由于计算法采用的缺省值往往与实际值有很大的偏差。部分国家鼓励或者强制碳排放量较大的工厂使用在线监测法。然而化工行业的火炬其进气成分复杂很难准确测量,而燃烧产生的二氧化碳并不像电厂那样有相应的烟囱进行排放,难以直接使用在线监测的方法。

[0059] 为了解决上述问题,本申请实施例提供一种火炬碳排放监测系统,将从被测气体中抽取的气体样本在火炬燃烧炉中进行燃烧,然后通过检测系统检测气体燃烧前的流量、一氧化碳浓度和二氧化碳浓度,燃烧后的流量、一氧化碳浓度和二氧化碳浓度,以及被测气体的流量;计算单元根据检测系统传送的上述检测信息进行计算,得到被测气体的火炬碳排放信息,包括被测气体燃烧后排放到大气中的二氧化碳等效质量流量,以及被测气体燃烧后碳氢化合物排放到大气中的二氧化碳等效质量流量。

[0060] 本申请不需要检测被测气体燃烧后生成的一氧化碳浓度和二氧化碳浓度,只需要检测被测气体中抽取的气体样本在燃烧前和燃烧后的检测信息以及被测气体的流量,即可计算出被测气体燃烧后排放到大气中的二氧化碳等效质量流量,操作简便,适用于在线监测。现有的计算法是根据化工厂的原料投入量,以及发生的化学反应来计算火炬碳排放信息,并没有实际监测化学反应的真实情况。本申请中通过检测系统的实际检测值进行计算,得到的火炬碳排放信息准确性较高。克服了计算法与实际值偏差大的问题。

[0061] 图1为本申请实施例提供的一种应用场景示意图。如图1所示,化工厂中燃烧的火炬向大气中进行碳排放,检测系统检测气体样本在火炬中燃烧后气体的检测信息,再结合气体样本燃烧前的检测信息和被测气体的流量,传送给计算单元进行计算,得到火炬碳排放信息。

[0062] 检测系统检测气体样本发生氧化反应后气体的流量,一氧化碳浓度以及二氧化碳浓度。另外,输入火炬中的气体样本也有相应的检测系统进行信息检测,包括:输入至火炬中的气体样本的流量,一氧化碳浓度以及二氧化碳浓度。计算单元根据检测系统的检测信息进行计算,得到气体样本排放到大气中的二氧化碳等效质量流量,再根据被测气体的流

量信息,计算被测气体排放到大气中的二氧化碳等效质量流量以及被测气体中碳氢化合物排放到大气中的二氧化碳等效质量流量。

[0063] 检测系统检测气体样本发生氧化后气体的检测信息,输入至火炬中的气体样本的检测信息以及被测气体的流量信息,计算单元根据实际检测信息进行计算,可提高测试结果的准确性。另外,不需要检测被测气体发生氧化后生成的一氧化碳浓度和二氧化碳浓度,使得操作更简便,适用于在线监测。

[0064] 下面结合附图,对本申请的一些实施方式作详细说明。在各实施例之间不冲突的情况下,下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。

[0065] 图2为本申请实施例提供的一种火炬碳排放监测系统的示意图。所述火炬碳排放监测系统可以包括:氧化单元、检测系统、计算单元;

[0066] 所述氧化单元,用于对从待进入火炬的被测气体中抽取的气体样本进行氧化处理;

[0067] 所述检测系统,用于确定所述气体样本进入氧化单元前的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量;其中,所述检测信息包括:流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度;

[0068] 计算单元,用于根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量,确定所述被测气体的火炬碳排放信息。

[0069] 其中,所述火炬碳排放监测系统可以为化工厂火炬碳排放监测系统。所述氧化单元可以为火炬燃烧炉。所述计算单元可以为电脑。所述被测气体可以为化工厂各车间产生的废气的集合,经火炬燃烧炉燃烧前的气体。

[0070] 图3为本申请实施例提供的一种火炬碳排放监测方法的流程示意图。如图3所示,所述火炬碳排放监测方法可以包括:

[0071] 步骤301、氧化单元对从待进入火炬的被测气体中抽取的气体样本进行氧化处理。

[0072] 其中,所述氧化单元可以为火炬燃烧炉,火炬燃烧炉的密封性要很好,以免漏气造成后续测量精度不准确。被测气体中抽取的部分气体作为气体样本,火炬燃烧炉将气体样本进行燃烧,做氧化处理,进行氧化还原反应。

[0073] 步骤302、检测系统确定所述气体样本进入氧化单元前的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量;

[0074] 可选的,所述检测系统确定的所述气体样本进入氧化单元前的检测信息可以包括气体样本进入氧化单元前的流量、一氧化碳浓度以及二氧化碳浓度;所述检测系统确定的所述氧化后的气体的检测信息可以包括氧化后的气体的流量、一氧化碳浓度以及二氧化碳浓度。

[0075] 步骤303、计算单元根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量,确定所述被测气体的火炬碳排放信息。

[0076] 可选的,计算单元根据检测系统传送的检测信息,包括输入火炬燃烧炉中的气体样本的流量、一氧化碳浓度以及二氧化碳浓度,火炬燃烧炉中输出的气体的流量、一氧化碳浓度以及二氧化碳浓度,以及被测气体的流量,通过计算单元可计算出被测气体的火炬碳排放信息。所述火炬碳排放信息可以为能够反映火炬碳排放情况的任意信息,可选的,可以

为被测气体燃烧后排放到大气中的二氧化碳等效质量流量以及被测气体中碳氢化合物燃烧后排放的大气中的二氧化碳等效质量流量。

[0077] 在实际应用中,化工厂中可以设置一个多通道的废气收集釜,用来收集各生产车间产生的废气。一般各车间生产的产品是固定的,每次的投料量也是固定的,在车间正常生产的过程中,产生的废气组分也是固定,每次从收集到的待测气体中抽取的气体样本也是固定。可选的是,在抽取一次气体样本进行检测后,无需重复取样进行测试,只需测试待测气体的流量即可计算待测气体的火炬碳排放信息,或者,可以周期性地进行检测和计算。一旦车间生产过程出现异常,则产生的废气组分也有可能发生变化,此时,停止向火炬燃烧炉中输送废气。需要在异常排除后,对收集到的异常待测气体抽取样本进行检测,监控异常待测气体的流量,再将异常待测气体输送到火炬燃烧炉中,计算异常待测气体的火炬碳排放信息。出现生产异常时,可将其它正常生产车间产生的废气收集到备用釜中,直至异常排除,异常待测气体全部排放完全,再重新启用废气收集釜。

[0078] 另外,各地对火炬碳排放信息有明确的规定,当化工厂进行试生产时,需要考虑这些规定,满足火炬碳排放信息的要求后才可被批准进行正常生产。当正常生产过程中出现异常,监测到的火炬碳排放信息不满足排放要求时,可停产进行整改,直至火炬碳排放信息满足要求才可进行正常生产和火炬碳排放。

[0079] 本实施例提供的火炬碳排放监测方法,对从被测气体中抽取的气体样本进行燃烧,检测系统检测气体样本燃烧前的检测信息和燃烧后的检测信息,以及被测气体的流量,计算单元根据检测系统的检测信息,计算被测气体燃烧后排放到大气中的二氧化碳等效质量流量,以及被测气体中碳氢化合物燃烧后排放的大气中的二氧化碳等效质量流量。通过检测气体样本燃烧前和燃烧后的检测信息,再结合大量被测气体的流量信息,即可计算得到被测气体的火炬碳排放信息,无需对大量被测气体燃烧后的一氧化碳浓度和二氧化碳浓度进行检测,操作简便,适用于在线监测,并且计算结果更可靠,有效提高了火炬碳排放监测的准确性。

[0080] 图4为本申请实施例提供的又一种火炬碳排放监测系统的示意图。在上述实施例提供的技术方案的基础上,可选的,所述火炬碳排放监测系统还可以包括:样气抽取过滤单元;

[0081] 其中,所述样气抽取过滤单元的数量为多个,多个样气抽取过滤单元分布在被测气体的传输通道的不同位置;

[0082] 所述样气抽取过滤单元用于从所述被测气体中抽取气体样本,并对气体样本进行过滤后送至所述氧化单元。

[0083] 可选的,所述样气抽取过滤单元可以设置有多个,且分布在被测气体的传输通道的位置不同,样气抽取过滤单元在被测气体的传输通道的不同位置抽取气体,可防止被测气体在传输通道不同位置的气体组分有差异,然后将不同传输通道位置抽取的气体送入火炬燃烧炉中混合后再进行燃烧。

[0084] 所述样气抽取过滤单元从被测气体中抽取气体样本后,再对气体样本进行过滤,将气体样本中的非气体杂质过滤掉,使输入到火炬燃烧炉中的气体样本中只有气体,无其它非气体杂质。样气抽取过滤单元的过滤孔径不固定,可以按照化工厂被测气体中的实际杂质大小决定,且过滤孔径应小于最小杂质粒径,这样才能有效地将非气体杂质都过滤掉。

所述样气抽取过滤单元之后还连接检测系统,用于检测气体样本进入氧化单元前的检测信息。

[0085] 另外,样气抽取过滤单元连接检测系统之前可以连接一个真空泵,用于将样气抽取过滤单元抽取的气体送入到检测系统中进行检测,减少连接管道中气体的残留,提高测试结果的准确性。

[0086] 通过样气抽取过滤单元从被测气体传输通道的不同位置抽取气体样本输送到火炬燃烧炉中进行混合后燃烧,可降低因传输通道的位置不同造成的组分之间的差异,使得气体样本更具代表性。另外,样气抽取过滤单元对气体样本进行过滤,除掉其中的非气体杂质,可使后续计算结果更具说服力,提高计算结果的准确性。样气抽取过滤单元将抽取的小量气体样本进行检测并计算,使得操作起来更方便,更简易。

[0087] 在上述实施例提供的技术方案的基础上,可选的,所述火炬碳排放检测系统还包括:冷凝干燥单元;

[0088] 所述冷凝干燥单元与氧化单元连接,用于将氧化后的气体中的水蒸气凝结成水并进行干燥,将干燥后的气体进行过滤;

[0089] 所述氧化后的气体的检测信息具体为经过氧化、干燥并过滤后的气体的检测信息;

[0090] 所述检测系统包括:输出流量计以及输出浓度检测单元;其中,所述输出流量计用于检测过滤后的气体的流量;所述输出浓度检测单元用于检测过滤后的气体的一氧化碳浓度和二氧化碳浓度。

[0091] 如图4所示,可选的,所述冷凝干燥单元可以连接在氧化单元之后,将发生氧化后产生的水蒸气凝结成水,例如通过降温至100℃以下可将气体中的水蒸气凝结成水,再通过干燥将液态的水除掉,并对干燥后的气体进行过滤,去除其中的非气体杂质,方便后续进行检测。氧化后的气体经过冷凝干燥单元处理,所述氧化后的气体的检测信息即为经过氧化、冷凝、干燥并过滤后检测系统检测到气体的检测信息。

[0092] 冷凝干燥单元之后连接检测系统,此处的检测系统具体包括输出流量计以及输出浓度检测单元,输出流量计检测经氧化且冷凝干燥单元处理后的气体的流量;输出浓度检测单元可以为气相色谱,非分散红外气体分析仪,检测经氧化且冷凝干燥单元处理后的气体中的一氧化碳浓度和二氧化碳浓度。输出浓度检测单元可以设置两个不同的传感器分别测试一氧化碳浓度和二氧化碳浓度,且无需设置更多的传感器测试其它不同种类的气体的浓度,就可计算出二氧化碳的等效质量流量。

[0093] 另外,冷凝干燥单元连接检测系统之前可以连接一个真空泵,用于将冷凝干燥单元处理之后的气体抽到检测系统中进行检测,减少连接管道中气体的残留,提高测试结果的准确性。

[0094] 本实施例中,通过冷凝干燥单元将氧化后产生的水蒸气经冷凝干燥处理后去除,可排除水对二氧化碳的溶解,降低测试误差,提升后续计算结果的准确性。

[0095] 在上述实施例提供的技术方案的基础上,可选的,所述火炬碳排放检测系统还包括:空气泵;所述空气泵用于为氧化单元提供空气;

[0096] 所述检测系统包括:设置在所述空气泵与所述氧化单元之间的空气流量计以及空气浓度检测单元;其中,所述空气流量计用于检测输入至所述氧化单元的空气的流量,所述

空气浓度检测单元用于检测输入至所述氧化单元的空气中的二氧化碳浓度；

[0097] 所述计算单元具体用于：根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气中的检测信息，确定所述被测气体的火炬碳排放信息。

[0098] 所述空气泵用于为火炬燃烧炉中进行的氧化反应提供空气，空气中的氧气可参与反应，在氧化反应中被还原，也可以起到助燃的作用，促使氧化反应进行得更充分。

[0099] 如图4所示，所述空气泵与所述氧化单元之间连接所述检测系统，此处的检测系统具体包括空气流量计以及空气浓度检测单元，空气流量计检测输入至氧化单元的空气中的流量，空气浓度检测单元检测输入至氧化单元中的空气中的二氧化碳浓度。空气浓度检测单元可以设置一个传感器测试二氧化碳浓度，因为正常未受污染空气中是不含一氧化碳的，或是极少量，这里输入的空气是正常的空气，认为其中是不含一氧化碳的，无需测试一氧化碳的浓度。

[0100] 所述计算单元，根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至氧化单元的空气中的检测信息，即可计算出被测气体的火炬碳排放信息，包括被测气体燃烧后排放到大气中的二氧化碳等效质量流量以及被测气体中碳氢化合物燃烧后排放的大气中的二氧化碳等效质量流量。

[0101] 通过空气泵为氧化单元提供空气，可促进气体样本在氧化单元发生的氧化反应更充分，更彻底，使得后续检测系统检测的信息更准确，从而计算得到的火炬碳排放信息也更具参考价值。

[0102] 在上述实施例提供的技术方案的基础上，可选的，所述计算单元具体用于：

[0103] 根据氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气中的检测信息，确定所述被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量；

[0104] 根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气中的检测信息，确定所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量。

[0105] 所述计算单元可以为电脑，电脑可以直接从检测系统获取氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气中的检测信息，计算后直接得到所述被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量；或者通过人工将氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气中的检测信息输入电脑中，经计算后得到所述被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量。

[0106] 确定所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量时，电脑可以直接从检测系统获取所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气中的检测信息，通过计算得到被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量；或者人工输入所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气中的检测信息，再经计算得到被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量。

[0107] 通过计算单元的运用，可更方便的计算出被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量和被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量，减少人工计算的误差，另外，在计算时将输入至氧化单元的空气中本身所含的二氧化碳的量扣除掉，使得计算得到

的火炬碳排放信息准确性更高,计算结果更贴近真实值。

[0108] 在上述实施例提供的技术方案的基础上,可选的,所述被测气体对应的总的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$[0109] \quad m_{CO_2气} = \frac{(V_{后} \times (C_{CO后} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2后}) - V_{空} \times C_{CO_2空})}{V_{前}} \times V_{气};$$

[0110] 其中,  $C_{CO_2空}$  为输入至氧化单元的空气中  $CO_2$  浓度,单位  $mg/m^3$  (毫克每立方米);

[0111]  $C_{CO后}$  为发生氧化反应后气体中  $CO$  浓度,单位  $mg/m^3$  (毫克每立方米);

[0112]  $C_{CO_2后}$  为发生氧化反应后气体中  $CO_2$  浓度,单位  $mg/m^3$  (毫克每立方米);

[0113]  $V_{前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的流量,单位  $m^3/min$  (立方米每分钟);

[0114]  $V_{空}$  为输入至氧化单元的空气的流量,单位  $m^3/min$  (立方米每分钟);

[0115]  $V_{后}$  为发生氧化反应后气体的流量,单位  $m^3/min$  (立方米每分钟);

[0116]  $V_{气}$  为被测气体的流量,单位  $m^3/min$  (立方米每分钟);

[0117]  $m_{CO_2气}$  为被测气体对应的总的  $CO_2$  等效质量流量,单位  $mg/min$  (毫克每分钟);

[0118] 所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$[0119] \quad m_{CH气} = \frac{(V_{后} \times (C_{CO后} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2后}) - V_{空} \times C_{CO_2空} - V_{前} \times (C_{CO前} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2前}))}{V_{前}} \times V_{气};$$

[0120] 其中,  $C_{CO前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO$  浓度,单位  $mg/m^3$  (毫克每立方米);

[0121]  $C_{CO_2前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO_2$  浓度,单位  $mg/m^3$  (毫克每立方米);

[0122]  $m_{CH气}$  为被测气体中碳氢化合物对应的  $CO_2$  等效质量流量,单位  $mg/min$  (毫克每分钟)。

[0123] 通过计算公式的运用,使得计算火炬碳排放信息变得更便捷,准确性更高。

[0124] 图5为本申请实施例提供的又一种火炬碳排放监测方法的流程示意图。如图5所示,所述火炬碳排放监测方法可以包括:

[0125] 步骤501、获取从被测气体中抽取的气体样本的检测信息以及所述被测气体的流量,并获取氧化后的气体的检测信息;

[0126] 步骤502、根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量,确定所述被测气体的火炬碳排放信息;

[0127] 其中,所述氧化后的气体为将所述气体样本输入到氧化单元进行氧化处理后得到的;其中,所述检测信息包括:流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度。

[0128] 可选的,所述方法的执行主体可以为计算单元。所述火炬碳排放监测方法的具体实现过程、原理以及效果可参照前述实施例,此处不再赘述。

[0129] 在上述实施例提供的技术方案的基础上,可选的,所述气体样本是通过多个样气抽取过滤单元抽取得到的;

[0130] 其中,多个样气抽取过滤单元分布在被测气体的传输通道的不同位置;

[0131] 所述样气抽取过滤单元用于从所述被测气体中抽取气体样本,并对气体样本进行过滤后送至所述氧化单元;所述氧化单元用于对气体样本进行氧化处理。

[0132] 在上述实施例提供的技术方案的基础上,可选的,所述氧化后的气体的检测信息具体为经过氧化、干燥并过滤后的气体的检测信息。

[0133] 在上述实施例提供的技术方案的基础上,可选的,还包括:

[0134] 获取输入至所述氧化单元的空气的流量以及二氧化碳浓度;相应的,根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量,确定所述被测气体的火炬碳排放信息,包括:

[0135] 根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体的火炬碳排放信息。

[0136] 在上述实施例提供的技术方案的基础上,可选的,根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体的火炬碳排放信息,包括:

[0137] 根据氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量;

[0138] 根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息,确定所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量。

[0139] 在上述实施例提供的技术方案的基础上,可选的,所述被测气体对应的总的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$[0140] \quad m_{CO_2气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO后} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2后}) - v_{空} \times C_{CO_2空})}{v_{前}} \times V_{气};$$

[0141] 其中,  $C_{CO_2空}$  为输入至氧化单元的空气中  $CO_2$  浓度,单位  $mg/m^3$  (毫克每立方米);

[0142]  $C_{CO后}$  为发生氧化反应后气体中  $CO$  浓度,单位  $mg/m^3$  (毫克每立方米);

[0143]  $C_{CO_2后}$  为发生氧化反应后气体中  $CO_2$  浓度,单位  $mg/m^3$  (毫克每立方米);

[0144]  $V_{前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的流量,单位  $m^3/min$  (立方米每分钟);

[0145]  $V_{空}$  为输入至氧化单元的空气的流量,单位  $m^3/min$  (立方米每分钟);

[0146]  $V_{后}$  为发生氧化反应后气体的流量,单位  $m^3/min$  (立方米每分钟);

[0147]  $V_{气}$  为被测气体的流量,单位  $m^3/min$  (立方米每分钟);

[0148]  $m_{CO_2气}$  为被测气体对应的总的  $CO_2$  等效质量流量,单位  $mg/min$  (毫克每分钟);

[0149] 所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$[0150] \quad m_{CH气} = \frac{(v_{后} \times (C_{CO后} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2后}) - v_{空} \times C_{CO_2空} - v_{前} \times (C_{CO前} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2前}))}{v_{前}} \times V_{气};$$

[0151] 其中,  $C_{CO前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO$  浓度,单位  $mg/m^3$  (毫克每立方米);

[0152]  $C_{CO_2前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的  $CO_2$  浓度,单位  $mg/m^3$

(毫克每立方米)；

[0153]  $m_{\text{CH气}}$  为被测气体中碳氢化合物对应的  $\text{CO}_2$  等效质量流量, 单位  $\text{mg}/\text{min}$  (毫克每分钟)。

[0154] 图6为本申请实施例提供的一种火炬碳排放监测装置的结构示意图, 如图6所示, 所述火炬碳排放监测装置可以包括:

[0155] 获取模块601, 用于获取从被测气体中抽取的气体样本的检测信息以及所述被测气体的流量, 并获取氧化后的气体的检测信息;

[0156] 确定模块602, 用于根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量, 确定所述被测气体的火炬碳排放信息;

[0157] 其中, 所述氧化后的气体为将所述气体样本输入到氧化单元进行氧化处理后得到的; 其中, 所述检测信息包括: 流量、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度。

[0158] 在上述实施例提供的技术方案的基础上, 可选的, 所述气体样本是通过多个样气抽取过滤单元抽取得到的; 其中, 多个样气抽取过滤单元分布在被测气体的传输通道的不同位置; 所述样气抽取过滤单元用于从所述被测气体中抽取气体样本, 并对气体样本进行过滤后送至所述氧化单元; 所述氧化单元用于对气体样本进行氧化处理。

[0159] 在上述各实施例提供的技术方案的基础上, 可选的, 所述氧化后的气体的检测信息具体为经过氧化、干燥并过滤后的气体的检测信息。

[0160] 在上述各实施例提供的技术方案的基础上, 可选的, 所述获取模块601还用于:

[0161] 获取输入至所述氧化单元的空气的流量以及二氧化碳浓度;

[0162] 相应的, 所述确定模块602具体用于:

[0163] 根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息以及所述被测气体的流量, 确定所述被测气体的火炬碳排放信息, 包括: 根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息, 确定所述被测气体的火炬碳排放信息。

[0164] 在上述各实施例提供的技术方案的基础上, 可选的, 所述确定模块602具体用于:

[0165] 根据氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息, 确定所述被测气体对应的总的二氧化碳等效质量流量;

[0166] 根据所述气体样本的检测信息、氧化后的气体的检测信息、被测气体的流量以及输入至所述氧化单元的空气的检测信息, 确定所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量。

[0167] 在上述各实施例提供的技术方案的基础上, 可选的, 所述被测气体对应的总的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定:

$$[0168] \quad m_{\text{CO}_2\text{气}} = \frac{(v_{\text{后}} \times (C_{\text{CO后}} \times \frac{44}{28} + C_{\text{CO}_2\text{后}}) - v_{\text{空}} \times C_{\text{CO}_2\text{空}})}{v_{\text{前}}} \times V_{\text{气}};$$

[0169] 其中,  $C_{\text{CO}_2\text{空}}$  为输入至氧化单元的空气中  $\text{CO}_2$  浓度, 单位  $\text{mg}/\text{m}^3$  (毫克每立方米);

[0170]  $C_{\text{CO后}}$  为发生氧化反应后气体中  $\text{CO}$  浓度, 单位  $\text{mg}/\text{m}^3$  (毫克每立方米);

[0171]  $C_{\text{CO}_2\text{后}}$  为发生氧化反应后气体中  $\text{CO}_2$  浓度, 单位  $\text{mg}/\text{m}^3$  (毫克每立方米);

[0172]  $v_{\text{前}}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的流量, 单位  $\text{m}^3/\text{min}$  (立方

米每分钟)；

[0173]  $V_{空}$  为输入至氧化单元的空气的流量,单位 $m^3/min$ (立方米每分钟)；

[0174]  $V_{后}$  为发生氧化反应后气体的流量,单位 $m^3/min$ (立方米每分钟)；

[0175]  $V_{气}$  为被测气体的流量,单位 $m^3/min$ (立方米每分钟)；

[0176]  $m_{CO_2气}$  为被测气体对应的总的 $CO_2$ 等效质量流量,单位 $mg/min$ (毫克每分钟)；

[0177] 所述被测气体中碳氢化合物对应的二氧化碳的等效质量流量通过下述公式确定：

$$[0178] \quad m_{CH气} = \frac{\left( V_{后} \times (C_{CO后} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2后}) - V_{空} \times C_{CO_2空} - V_{前} \times (C_{CO前} \times \frac{44}{28} + C_{CO_2前}) \right)}{V_{前}} \times V_{气} ;$$

[0179] 其中,  $C_{CO前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的CO浓度,单位 $mg/m^3$ (毫克每立方米)；

[0180]  $C_{CO_2前}$  为样气抽取过滤单元从被测气体中抽取的气体样本的 $CO_2$ 浓度,单位 $mg/m^3$ (毫克每立方米)；

[0181]  $m_{CH气}$  为被测气体中碳氢化合物对应的 $CO_2$ 等效质量流量,单位 $mg/min$ (毫克每分钟)。

[0182] 图7为本申请实施例提供的一种检测设备的结构示意图。如图7所示,本实施例的检测设备可以包括：

[0183] 处理器701,存储器702以及计算机程序；其中,所述计算机程序被存储在所述存储器702中,并且被配置为由所述处理器701执行,所述计算机程序包括用于执行以上实施例中任一项所述方法的指令。

[0184] 本实施例提供的测试设备的实现原理和技术效果可以参见前述各实施例,此处不再赘述。

[0185] 此外,本申请还提供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计算机执行指令,所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现以上实施例中的任一项所述的方法。

[0186] 根据本公开的一个或多个实施例,提供一种计算机程序产品,包括计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现以上实施例中的任一项所述的方法。

[0187] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块的划分,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一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0188] 需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

[0189] 上述以软件功能模块的形式实现的集成的模块,可以存储在一个计算机可读存储介质中。上述软件功能模块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,或者网络设备等等)或处理器执行本申请各个实施例所述

方法的部分步骤。

[0190] 应理解,上述处理器可以是中央处理单元(Central Processing Unit,简称CPU),还可以是其它通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,简称DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称ASIC)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。结合申请所公开的方法的步骤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。存储器可能包含高速RAM存储器,也可能还包括非易失性存储NVM,例如至少一个磁盘存储器,还可以为U盘、移动硬盘、只读存储器、磁盘或光盘等。

[0191] 上述存储介质可以是由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现,如静态随机存取存储器(SRAM),电可擦除可编程只读存储器(EEPROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM),可编程只读存储器(PROM),只读存储器(ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

[0192] 一种示例性的存储介质耦合至处理器,从而使处理器能够从该存储介质读取信息,且可向该存储介质写入信息。当然,存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于专用集成电路(Application Specific Integrated Circuits,简称ASIC)中。当然,处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于电子设备或主控设备中。

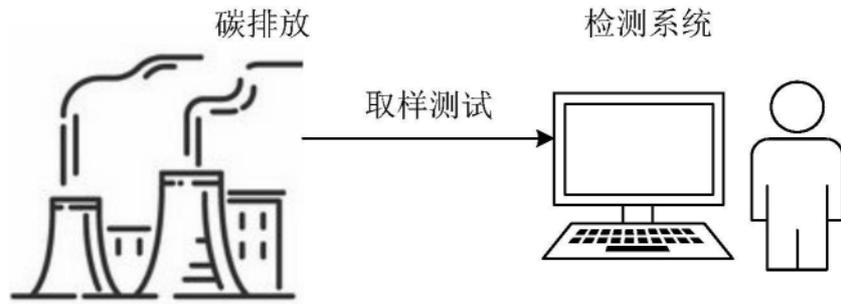


图1

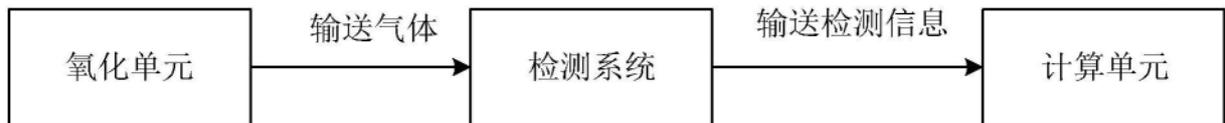


图2

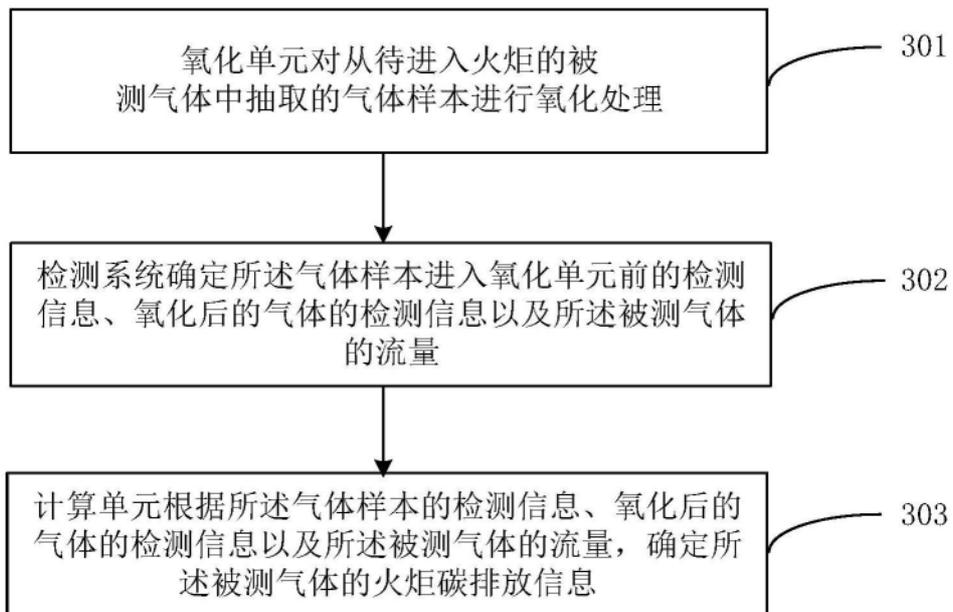


图3

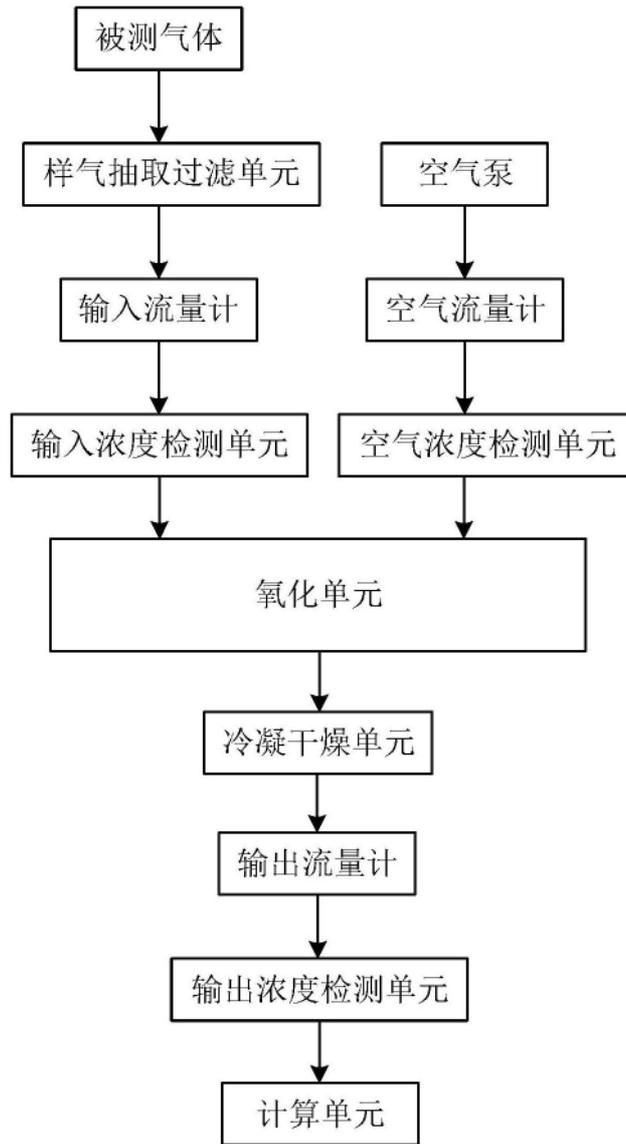


图4

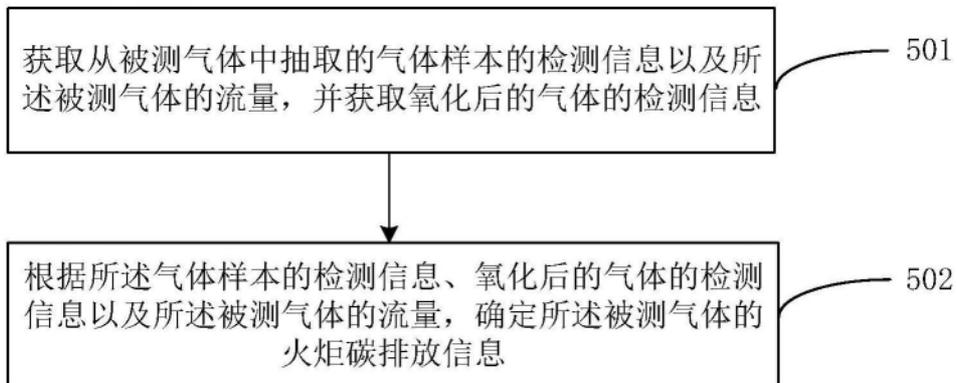


图5



图6

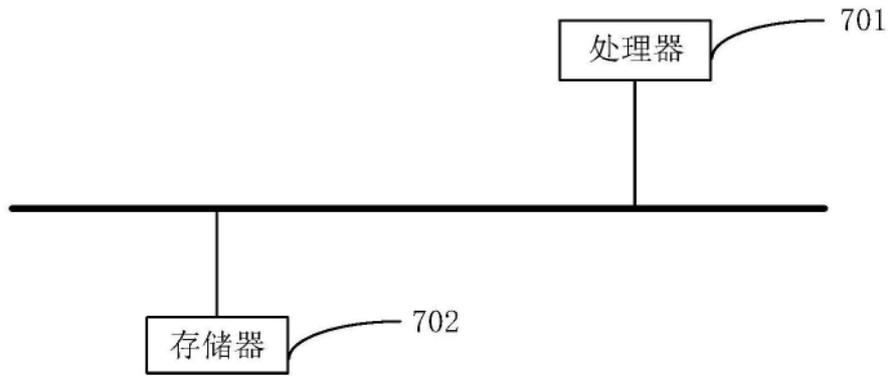


图7