

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 31/00 (2006.01)

G01N 31/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410037414.8

[45] 授权公告日 2006年8月9日

[11] 授权公告号 CN 1268924C

[22] 申请日 2004.4.30

[21] 申请号 200410037414.8

[71] 专利权人 何宗彦

地址 102209 北京市昌平区北七家镇桃园
公寓9-B-1

[72] 发明人 何宗彦

审查员 赵晓宇

[74] 专利代理机构 北京中建联合知识产权代理事
务所

代理人 朱丽岩 唐晓丽

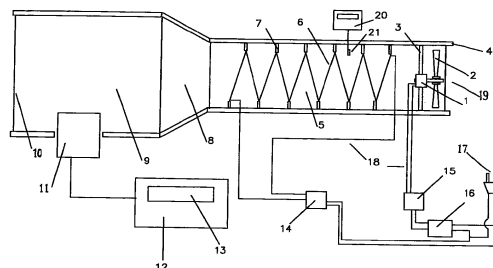
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

现场检测油烟浓度的方法及油烟浓度现场检测仪

[57] 摘要

一种现场检测油烟浓度的方法及其油烟浓度现场检测仪，采用人工控制的化学反应，使空气中所含油烟被充分氧化生成二氧化碳和水，建立油烟浓度和其氧化反应生成的二氧化碳浓度之间的定量关系，通过检测反应前、后的情况下空气中二氧化碳浓度的变化而换算成油烟浓度值。油烟浓度现场检测仪包括一个具有进风口和排风口的管形热反应室，自进风口至排风口顺序是热反应段、冷却段、检测段，其冷却段为直径由小至大的喇叭口形，管形热反应室在进风口处设有风机，在热反应段置有加热元件和加热元件支撑件，在检测段置有二氧化碳气体检测器。解决方便、灵敏、准确和快速地现场检测出绝大多数食用油和部分非食用油受热产生的油烟浓度值的问题。



1、一种现场检测油烟浓度的方法，其特征在于：采用人工控制的化学反应，使空气中所含油烟被充分氧化生成二氧化碳和水，建立油烟浓度和其氧化反应生成的二氧化碳浓度之间的定量关系，通过检测反应前、后的情况下空气中二氧化碳浓度的变化而换算成油烟浓度值；其检测步骤为：

(1)、抽取待测的含油烟空气，用常规方法检测抽取气流中的二氧化碳浓度值；

(2)、抽取待测的含油烟空气，让抽取的含油烟空气气流进入热反应室，使油烟在热反应室内被充分氧化，再检测从热反应室排出气流中的二氧化碳浓度值；

(3)、用步骤(2)检测出的二氧化碳浓度值减去步骤(1)检测出的二氧化碳浓度值得差值，再根据事先建立的油烟浓度和该浓度的油烟被完全氧化后产生的二氧化碳浓度之间的对应关系表，将该差值换算成所测油烟浓度值；

上述(1)中，常规方法是指国家规定的标准方法，如GB18483-2001；

上述(2)中的热反应室的反应环境温度：不低于150°C和不高于850°C；滞留时间：含油烟气流在高温反应环境不少于0.05秒；氧气供应：反应环境有过剩的氧气供应，使油烟形成的气溶胶粒子能充分细化；

上述(3)中，建立油烟浓度和该浓度的油烟被完全氧化后产生的二氧化碳浓度之间的对应关系表的步骤为：

a、用常规方法，采集各份样品油在持续加热时不燃烧产生的油烟，得到相应的不同加热温度下的油烟浓度值；

b、用(2)中的方法，取第一种样品油，分成等份，采用能控温的非燃烧型的加热设备，选择从100°C至450°C区间不同梯度的加热温度，分别对各份样品油持续加热，测量各份样品油持续加热时产生的油烟转化为二氧化碳和水后的二氧化碳浓度值；

c、将前述两步骤中得出的油烟浓度值和二氧化碳浓度值一一对照，可得到此种样品油的油烟浓度值和对应二氧化碳浓度值之间的对应关系表；

d、依此类推，对其它样品油进行操作，得到相应的对应关系表。

2、根据权利要求1所述的现场检测油烟浓度的方法，其特征在于：所述(2)中维持热反应室反应环境温度的热能来自化学能，电能或电磁能。

3、根据权利要求1所述的现场检测油烟浓度的方法，其特征在于：所述(2)中热反应室中使用氧化物催化剂，降低反应持续进行所需的反应环境温度，促进油烟和部分中间产物的进一步分解和氧化，上述氧化物催化剂为锐钛型二氧化钛或三氧化二铝。

4、一种油烟浓度现场检测仪，其特征在于：它包括一个具有进风口和排风口的管形热反应室，自进风口至排风口顺序是热反应段、冷却段、检测段，其冷却段为直径由小至大的喇叭口形，管形热反应室在进风口处设有风机，在热反应段置有加热元件和加热元件支撑件，在检测段置有二氧化碳气体检测器。

5、根据权利要求4所述的油烟浓度现场检测仪，其特征在于：所述热反应段连接温度显示器。

6、根据权利要求4或5所述的油烟浓度现场检测仪，其特征在于：所述热反应段的加热元件是电加热元件、电磁加热元件或化学加热元件。

现场检测油烟浓度的方法及油烟浓度现场检测仪

技术领域

本发明涉及一种检测方法及其设备，特别是一种油烟浓度的检测方法及其设备。

背景技术

人类的大多数活动是在室内进行的。室内环境的污染可导致多种疾病。烹调产生的油烟和刺激性异味气体是主要的室内环境污染源之一。当烹调温度高于 130°C 时，从食用油脂中开始产生油烟，会对人们的呼吸和循环系统造成损害。特别是温度达到 230-280°C 时，油烟中可能产生某些致癌物质。据台湾卫生署分析，台湾家庭主妇患肺癌的比例居高不下，主要原因即是长期处于烹调油烟污染的环境中。南京市调查发现，人群中 51.6% 的肺鳞癌和 61.0% 的肺腺癌的发生归因于家庭油烟污染。众所周知，餐饮业排放的油烟和有害物质会造成更严重的环境污染。厨房中油烟雾浓度可高达 25mg/m³ 以上。许多国家，包括中国，已经制定了相关的法律以控制其排放。同时，厨房油烟雾的采样和成份分析以及油烟浓度的现场检测都是环保领域当务之急的课题之一。前者已经有较成熟的技术和设备，但后者的研究还相对落后。由于烹饪习惯的差异，国外对食用油油烟净化和检测技术的研究兴趣不大，尚未开发出现场检测油烟浓度的设备，难以寻找到直接相关的技术。美国专利(申请号 5, 849, 596)提出了一种测定食用油油烟浓度的方法，即先加热确定量的食用油到一定温度，再用硫酸吸收产生的油烟，再通过已制定好的色谱-浓度标示对照确定酸液中溶解的油烟凝结物浓度，最后换算成所测油烟雾浓度。这种方法的准确性不会很高，色谱-浓度标示制作难度大，用硫酸吸收油烟的效率不可能很高，主要用于实验室研究，不可能用于烹饪现场的快速检测。

国内对饮食业烹饪油烟的排放标准和测量手段已颁布了一套试行法规(GB18483-2001, 2002年1月1日实行)。该方法是先用特别的采样机在规定的条件下对油烟雾采样，让含

油烟雾的气流通过装有不锈钢丝网滤芯的采集头以截留微小的油烟气溶胶颗粒。然后将收集了油烟的滤芯取出放于盛有四氯化碳溶剂的容器中,在超声波作用下让油烟凝结物溶解,将溶有油烟凝结物的溶剂移入比色管中定容,最后,用红外分光光度法测出其油烟含量,再换算成所测的油烟浓度。整个过程一般需数天时间,这对于需现场快速获得检测结果的情况,例如环保监管人员到餐厅检测油烟排放是否符合标准,显然不太适用。此外,由于油烟气溶胶颗粒的惯性比气体分子的惯性大得多,当气流流过滤芯时,颗粒物将由于惯性撞击到滤料表面而被截留,这种惯性沉降作用与气流速度相关。因此,为保证测量的准确性,该方法要求等速采样,即采样机内通过滤芯的气流速度须与油烟在管道中的流速完全一致。这使得采样机的结构变得十分复杂,成本大为上升,而工作可靠性则降低。

非食用油(如煤焦油,木焦油,矿物油和天然沥青等)受热产生的油烟雾会造成严重的室外环境污染。以沥青油烟雾为例,凡加工,制造和使用沥青,煤炭,石油及含沥青的物质,在加热和燃烧的过程中均会产生成分复杂的沥青油烟,由于严重污染空气,国家已规定了严格的排放标准(GB16297-1996)。现有污染源为 $80\text{mg}/\text{m}^3$,新污染源为 $40\text{mg}/\text{m}^3$ 。目前对这类油烟雾浓度的检测仍缺少完备的手段。中国专利(申请号 02221112)提出一种检测样品中沥青含量的仪器,是将样品在仪器的燃烧室中燃烧,用电子天平测量反应物后计算出相应沥青含量,该设备并不适合检测沥青油烟浓度。

发明内容

本发明的目的是提供一种现场检测油烟浓度的方法及油烟浓度现场检测仪,突破以往“收集—溶解—分析”的检测模式,解决方便、准确、灵敏和快速地现场检测出绝大多数食用油和部分非食用油受热产生的油烟浓度值的问题。

本发明的技术方案:这种现场检测油烟浓度的方法,其特征在于:采用人工控制的化学反应,使空气中所含油烟被充分氧化生成二氧化碳和水,建立油烟浓度和其氧化反应生成的二氧化碳浓度之间的定量关系,通过检测反应前、后的情况下空气中二氧化碳浓度的变化而换算成油烟浓度值;其检测步骤为:

- (1)、抽取待测的含油烟空气,用常规方法检测抽取气流中的二氧化碳浓度值;

(2)、抽取待测的含油烟空气，让抽取的含油烟空气气流进入热反应室，使油烟在热反应室内被充分氧化，再检测从热反应室排出气流中的二氧化碳浓度值；

(3)、用步骤(2)检测出的二氧化碳浓度值减去步骤(1)检测出的二氧化碳浓度值得差值，再根据事先建立的油烟浓度和该浓度的油烟被完全氧化后产生的二氧化碳浓度之间的对应关系表，将该差值换算成所测油烟浓度值。

上述(1)中，常规方法是指国家规定的标准方法。

上述(2)中的热反应室的反应环境温度：不低于 150°C 和不高于 850°C；滞留时间：含油烟气流在高温反应环境不少于 0.05 秒；氧气供应：反应环境有过剩的氧气供应，使油烟形成的气溶胶粒子能充分细化。

上述(2)中维持热反应室反应环境温度的热能来自化学能，电能或电磁能。

上述(2)中热反应室中使用氧化物催化剂，降低反应持续进行所需的反应环境温度，促进油烟和部分中间产物的进一步分解和氧化。

上述(2)中氧化物催化剂为锐钛型二氧化钛或三氧化二铝。

上述(3)中，建立油烟浓度和该浓度的油烟被完全氧化后产生的二氧化碳浓度之间的对应关系表的步骤为：

a、用常规方法，采集各份样品油在持续加热时不燃烧产生的油烟，得到相应的不同加热温度下的油烟浓度值；

b、用(2)中的方法，取第一种样品油，分成等份，采用能控温的非燃烧型的加热设备，选择从 100°C 至 450°C 区间不同梯度的加热温度，分别对各份样品油持续加热，测量各份样品油持续加热时产生的油烟转化为二氧化碳和水后的二氧化碳浓度值；

c、将前述两步骤中得出的油烟浓度值和二氧化碳浓度值一一对照，可得到此种样品油的油烟浓度值和对应二氧化碳浓度值之间的对应关系表。

d、依此类推，对其它样品油进行操作，得到相应的对应关系表。

这种油烟浓度现场检测仪，其特征在于：它包括一个具有进风口和排风口的管形热反应室，自进风口至排风口顺序是热反应段、冷却段、检测段，其冷却段为直径由小至大的

喇叭口形，管形热反应室在进风口处设有风机，在热反应段置有加热元件和加热元件支撑件，在检测段置有二氧化碳气体检测器。

上述热反应段连接温度显示器。

上述热反应段的加热元件是电加热元件、电磁加热元件或化学加热元件。

有益效果：突破以往“收集—溶解—分析”的检测模式，解决现场检测出绝大多数食用油和部分非食用油受热产生的油烟浓度值的问题，具有检测方便、快速、准确、灵敏的特点，适用于绝大多数食用油和部分非食用油的油烟浓度检测。

附图说明

图 1 是本发明油烟浓度现场检测仪实施例的结构示意图；

图 2 是本发明的检测工作流程图。

图中：1—风机、2—风扇叶、3—支撑架、4—热反应室、5—热反应段、6—加热元件、7—加热元件支撑件、8—冷却段、9—检测段、10—排风口、11—二氧化碳气体检测器、12—数据处理-显示器、13—数据显示屏、14—加热元件开关、15—风机电机开关、16—电机变压器、17—电源插头、18—导线、19—进风口、20—温度显示器、21—热电偶探头。

具体实施方式

实施例一参见图 1：根据本发明提出的油烟浓度检测原理和技术，可以设计出具体油烟浓度现场检测仪。实施例中的油烟浓度现场检测仪包括一个具有进风口 19 和排风口 10 的管形热反应室 4，自进风口至排风口顺序是热反应段 5、冷却段 8、检测段 9，其冷却段为直径由小至大的喇叭口形，当然也可以是直径渐变的其它形状，管形热反应室在进风口处设有风机 1，在热反应段置有加热元件 6 和加热元件支撑件 7，在检测段置有二氧化碳气体检测器 11，热反应段 5 内插入温度显示器 20 的热电偶探头，热反应段的加热元件可以选择电加热元件、电磁加热元件或化学加热元件，甚至可以设置在热反应室外。

油烟浓度现场检测仪的工作过程如下：首先关闭加热元件开关 14，开启风机 1，通过风扇叶 2 旋转产生负压，将待测的含油烟气流抽入热反应室，气流通过尚未加热的热反应段 5 和冷却段 8 后进入检测段 9，气流中所含二氧化碳气体检测器 11 检测后传送到数据处

理-显示器 12 储存。然后关闭电机开关 15，停止收集油烟。开启加热元件开关 14，等待一段时间，使温度显示器 20 显示出热反应段 5 的温度已升到一定水平后。开启风机电机开关 15，让待测含油烟气流进入热反应室的进风口 19，其中所含油烟在通过高温热反应段 5 时被氧化成二氧化碳和水，气流经过冷却段 8 冷却后进入检测段 9，其中所含的二氧化碳由两部分组成，一是原来空气中所含的二氧化碳，另一部分则是油烟氧化反应生成的二氧化碳。这些二氧化碳被二氧化碳气体检测器 11 检测，数据传送到处理-显示器 12 中后减去原储存的二氧化碳值(即空气中本来所含的二氧化碳)，得到完全从油烟氧中获得的二氧化碳值，处理显示器自动将此值换算成油烟浓度值，并显示在显示屏 13 上。

为了提高检测的准确性，还可以在开启加热元件检测油烟浓度的同时检测空气中原有的二氧化碳浓度，将收集的两种二氧化碳浓度值同时输入数据处理-显示器，相减后转换成真实油烟浓度值。

本发明提出的油烟浓度检测工作流程如图 2 所示：在含油烟气流抽吸后，将气流均分为两部分，一部分直接检测二氧化碳浓度，检测后将油烟排放，将数据传输至数据处理部分；另一部分气流经加热处理、气流冷却、二氧化碳检测后将油烟排放，将数据也传输至数据处理部分；经数据处理部分的分析后，进行油烟浓度显示。

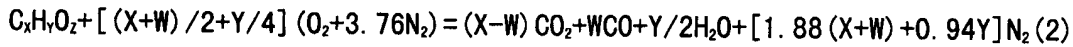
本发明的原理：采用人工控制的化学反应方法使空气中所含油烟被充分氧化生成二氧化碳和水，建立油烟浓度和氧化反应生成的二氧化碳浓度之间的定量关系，通过检测反应前后，或者反应与不反应的情况下空气中二氧化碳浓度的变化而换算成油烟的浓度值。

所谓食用油油烟是指供食用的植物或动物油脂在加热情况下产生的烟雾状物质，主要以气溶胶形式存在，还含有少量油分子和其它中间产物分子。

众所周知，油脂是高级脂肪酸甘油酯的通称。室温下为液态的称为油，为固态的称为脂肪。不同天然食用油脂的组成可能不相同，但均是由碳，氢和氧三种元素构成。在温度合适，空气供应充分的条件下，由食用油油烟中的气溶胶粒子能够被充分氧化，生成二氧化碳和水。其反应通式可写为：



其中 X, Y 和 Z 分别代表油分子中碳, 氢和氧的原子数, $(O_2+3.76N_2)$ 代表空气的组成。如果空气的供给不充分, 则可能生成一氧化碳:



其中 W 代表一氧化碳的摩尔数。

为了使油烟气溶胶粒子被充分氧化并保证在处理过程中生成二氧化碳和水而不产生一氧化碳, 需要满足下列条件。

1、适当的反应环境温度

上述两个反应均是放热反应, 但一般油烟浓度不会很高, 反应产生的热不足以维持反应的持续进行。必须提供足够的外来热能以保证起码的反应温度。对一般碳氢化合物, 该温度不应低于 $500^{\circ}C$ 。对于食用植物油烟中的气溶胶粒子的氧化, 该温度最好不低于 $550^{\circ}-600^{\circ}C$ 。使用特定的催化剂, 可以适当降低这一温度, 但也不得低于 $150^{\circ}C$ 。另一方面, 过高的反应环境温度也会影响检测的准确性。一是易使油烟迅速碳化形成所谓黑烟, 不能被二氧化碳检测仪检测, 使检测结果偏低。另一方面, 过高的温度可使一部分伴随油烟的异味气体分解或氧化, 生成更多的二氧化碳和水, 使检测结果偏高。根据实验, 反应环境温度最好不高于 $850^{\circ}C$ 。从能源形式的角度看, 维持反应环境高温的热能可以来自化学能, 电能或电磁能。

2、足够长的反应时间

工业上常用热力燃烧炉消除空气中的气态碳氢化合物。一般气态碳氢化合物在热力燃烧炉内完全氧化燃烧所需的滞留时间为 0.3-0.5 秒。根据实验, 要使气溶胶粒子充分氧化, 烹调油烟在特定反应室的高温区内的滞留时间最好不低于 0.3 秒。

在有催化剂存在的情况下, 滞留时间也得不低于 0.05 秒。

3、足够多的氧气供应

为了使油烟能充分氧化, 不产生一氧化碳和其它中间产物, 必须保证反应时有足够多的氧气。常规的油烟采样方法(即在空气中直接用抽风机抽取)在抽取油烟的同时已附带抽入了足够的氧气。

4、够小而弥散的油雾形态

一般情况下，油分子一旦离开高热的环境，温度将立即下降，并很快形成气溶胶粒子。随温度进一步下降，这些粒子可通过相互吞并而长大。如遇到更冷的固体表面，如风机的扇叶，将凝结为油液，粘附其上。如果进入反应时油烟雾中气溶胶粒子过大，在有限的反应时间内，仅粒子表层的油分子能被氧化，其余的分子将不能被氧化。所以油烟雾最好呈弥散的雾态。

5、采用催化剂

采用催化剂可以降低油烟氧化所需的温度，提高反应效率，促进中间产物的进一步分解和氧化。金属氧化物能耐高温，在氧化气氛下不容易中毒失效。锐钛型二氧化钛是可供选择的催化剂之一。一般而言，催化剂的使用寿命取决于催化剂的种类，质量，使用温度，气流成分，浓度和流量等多种因素。当然也可以选择其它耐高温的催化剂。

根据上述原理，可以形成食用油或非食用油油烟浓度的检测技术，其中一种由下列步骤构成：

- 1、利用抽风机产生的一定负压抽取待测的含油烟空气。
- 2、用二氧化碳检测仪检测抽取气流中的二氧化碳浓度。
- 3、开启特定反应室内设置的热源，使反应室保持不低于 150°C 不高于 850°C 的温度。
- 4、利用抽风机产生的同等负压抽取待测的含油烟空气。
- 5、让抽取的含油烟的空气气流以一定速度通过反应室的入口进入反应室。
- 6、让气流在反应室内的停留时间不小于 0.05 秒，使所含油烟被充分氧化。
- 7、用二氧化碳检测仪检测从反应室排出的气流中的二氧化碳浓度。
- 8、建立油烟浓度和该浓度的油烟被完全氧化后产生的二氧化碳浓度之间的一一对应关系。
- 9、根据上述关系，用步骤 7 得到的通过反应室的气流中检测出的二氧化碳浓度减去在步骤 2 中得到的未通过反应室的气流中检测出的二氧化碳浓度，将差值换算成所测油烟浓度。建立油烟浓度和对应的二氧化碳浓度之间的关系有多种方法。其中之一是关于食用油油烟浓度和对应的二氧化碳浓度之间的关系，可由下列步骤在实验室完成。

1、取第一种样品油(如菜油)，分成若干份，采用能控温的非燃烧型的加热设备(目的是避免燃料燃烧产生的二氧化碳的干扰)，选择从 100°C 至 450°C 区间的若干不同加热温度，分别对各份样品油持续加热。

2、用 GB18483-2001 规定的方法采集各份样品油在特定温度下持续加热时产生的油烟。

3、用本发明提出的方法测量各份样品油持续加热时产生的油烟转化为二氧化碳和水后的二氧化碳浓度。

4、用 GB18483-2001 规定的方法对步骤 2 中采集的各份油烟样本进行分析，得到相应的不同加热温度下的油烟浓度值。

5、将步骤 3 和 4 中得出的值一一对照，可得到此种样品油的油烟浓度和对应二氧化碳浓度之间的经验关系，可进一步用数值拟合方法得到相应的经验公式或图表。

6、按上述步骤对第二种或更多的样品油进行实验分析，得到相应的经验公式或图表。

7、以上述方程式(1)为基础，从理论上估算出一定量的油完全氧化后产生的二氧化碳量，再换算成油烟浓度和对应二氧化碳浓度之间的近似关系，以此验证前述实验结果是否合理。

非食用油油烟浓度的检测原理与食用油的类似。以沥青烟为例。烟中所含物分为气相和液相两类。液相是十分细微的挥发冷凝物，粒径多在 0.1-1.0 μm 之间。成分主要是多环芳烃，还有少量杂环化合物。气相部分是不同气体的混合物。沥青烟中的许多成分是致癌物。浓度不高又极为分散的沥青烟难用常规方法净化。目前燃烧法是常用的方法之一。在温度超过 790°C，燃烧时间不小于 0.5 秒且供氧充分的条件下，烟中主要成分都能被氧化生成二氧化碳和水。温度不够或时间太短，氧化会不充分。但温度过高，时间过长，会使部分沥青烟碳化颗粒，以粉末形式排出，造成二次污染。所以，本发明提出的食用油油烟浓度检测技术也可用于沥青烟浓度的现场检测，但所需反应室温度应较高，所需反应时间应较长。如果采用催化剂，但所需的温度和时间条件可以适当放宽。比如对于沥青烟，采用以三氧化二铝为载体的蜂窝陶瓷非贵金属催化剂，所需反应室温度可由 700°C 以上降到 400°C 左右。

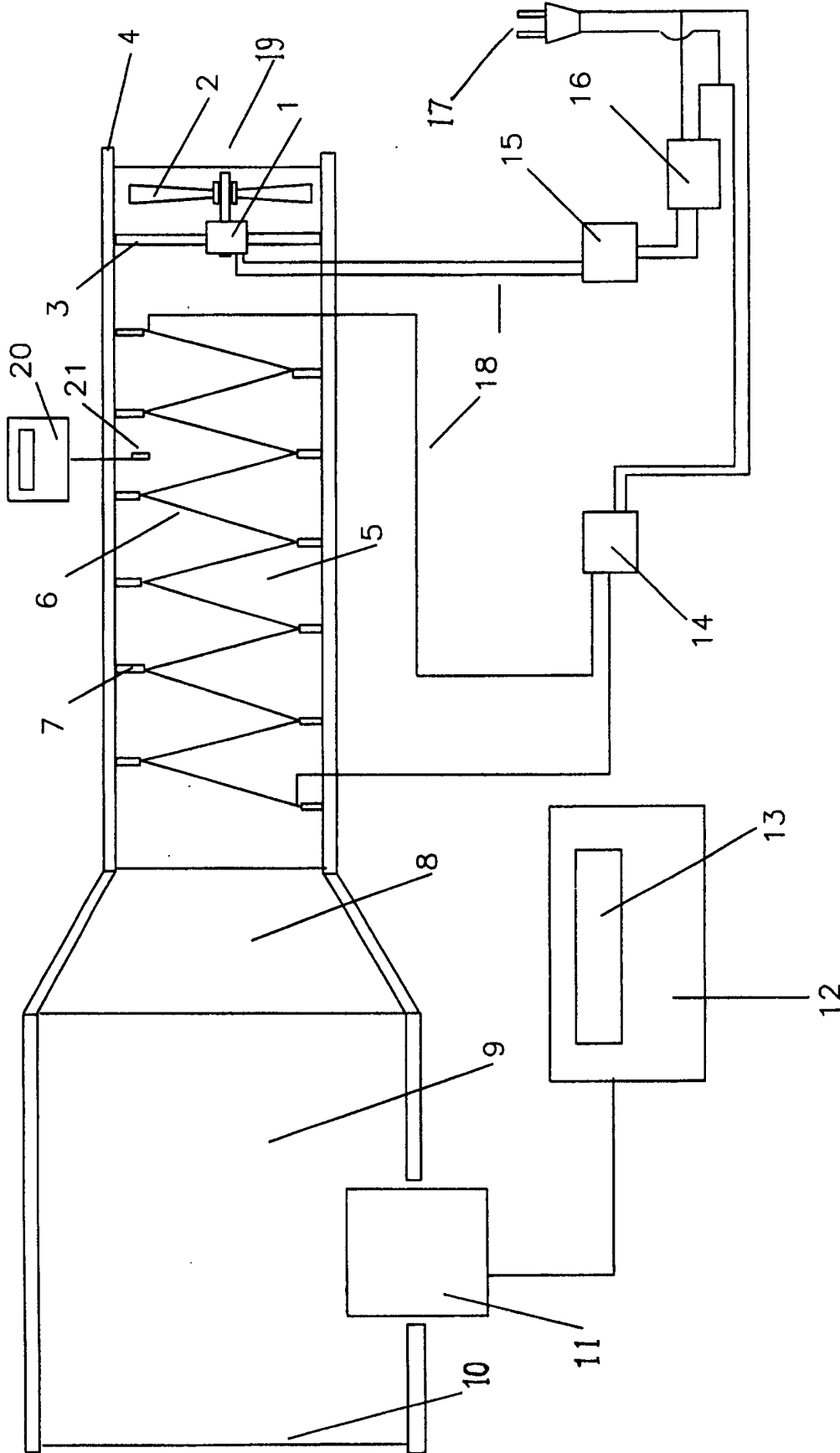


图 1

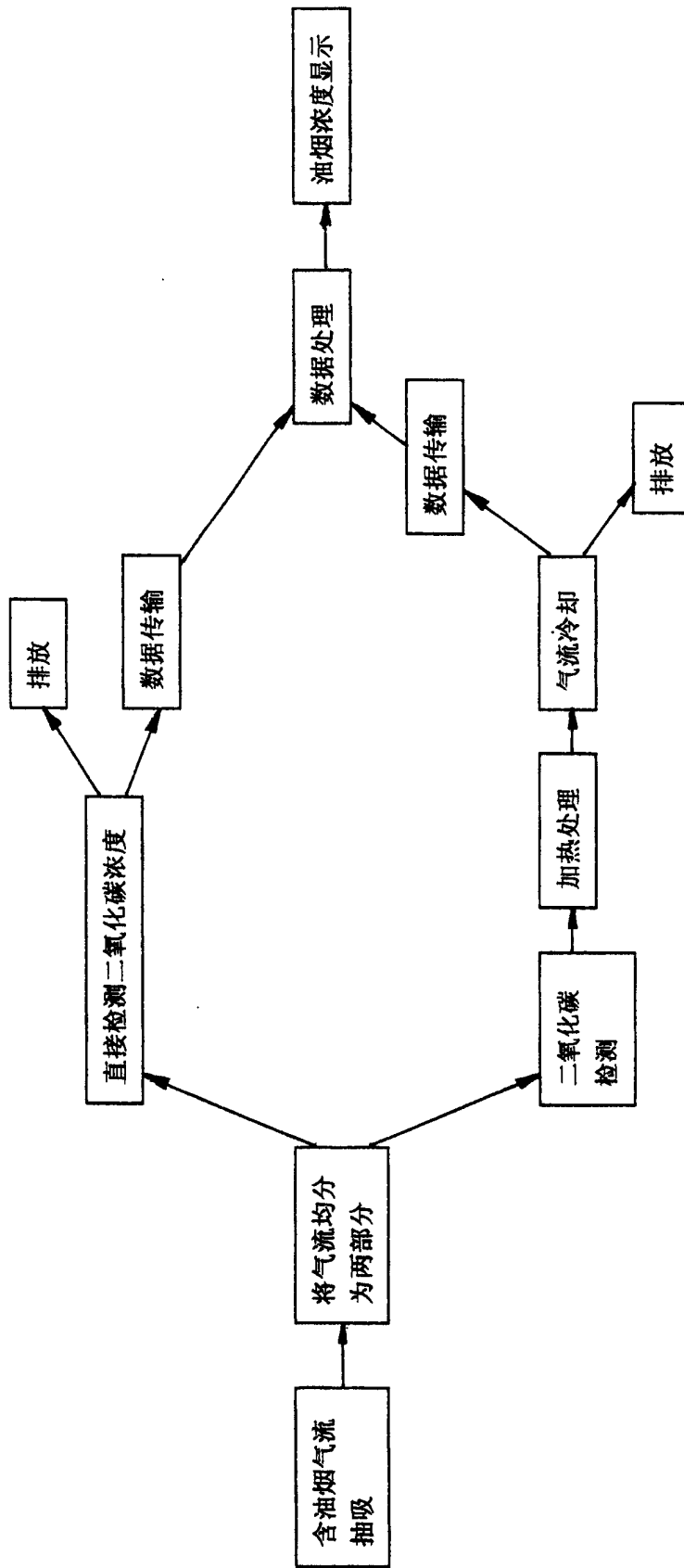


图 2