

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101934207 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 201010268785. 2

(22) 申请日 2010. 09. 01

(73) 专利权人 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 韦岗 吴伟俊 郭文杰 曹燕
宁更新

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

B01F 11/02 (2006. 01)

B01F 3/08 (2006. 01)

G10L 1/32 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201002007 Y, 2008. 01. 09, 说明书具体实

施方式 .

CN 1810666 A, 2006. 08. 02, 说明书第 3 页第
2 段 - 第 5 页第 1 段 .

CN 1268391 A, 2000. 10. 04, 说明书第 1 页第
4 段 - 第 2 页第 2 段 .

US 6612156 B1, 2003. 09. 02, 说明书第 3 栏
倒数第 3 段 - 第 10 栏最后一段 .

EP 0042903 A1, 1982. 01. 06, 摘要 .

审查员 申强

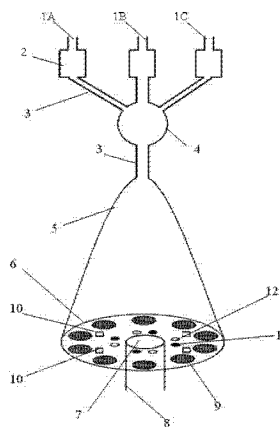
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种基于超声波能量聚焦的柴油乳化方法及
装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于超声波能量聚焦的柴
油乳化方法及装置, 所述装置包括液体混合模
块、功率超声乳化模块、检测模块、控制处理
模块和显示模块, 液体混合模块置于功率超
声乳化模块上方; 功率超声乳化模块采用抛
物形乳化室, 把待乳化的液体均匀混合后引
流到抛物形乳化室内, 利用功率超声来进行
乳化。所述方法利用功率超声对抛物形乳
化室内的柴油、纯水、乳化剂等混合液进行
乳化; 利用检测超声获得乳化液排出口附
近液体的检测超声衰减曲线, 将其与已有的
检测超声经验衰减曲线对比, 查表得到液体
粘度、粒径大小等参数以判断液体是否充分
乳化, 从而保证了排出液充分乳化, 确保了
乳化质量。



1. 一种基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置,其特征在于包括液体混合模块、功率超声乳化模块、检测模块、控制处理模块和显示模块,液体混合模块置于功率超声乳化模块上方;液体混合模块包括柴油入口接头、纯水入口接头、乳化剂入口接头、混合腔体和导管,柴油入口接头、纯水入口接头、乳化剂入口接头均各自连接有一个超声雾化装置,每个超声雾化装置的出口均通过导管与混合腔体的入口连接;功率超声乳化模块包括乳化室、处于乳化室底部平面的功率超声阵列换能器和乳化液排出口,混合腔体的出口与乳化室顶部的接口连接;检测模块包括温度传感器、检测超声发生器、检测超声接收器;检测模块位于乳化室底部,用于检测乳化液排出口处的液体的温度和乳化程度;控制处理模块包括中央处理器以及分别与中央处理器连接的放大滤波电路和存储器,放大滤波电路还与检测超声接收器连接,功率超声阵列换能器和中央处理器连接;显示模块包括显示设备,显示设备与中央处理器连接;所述乳化室为抛物形乳化室,抛物形乳化室由抛物面和一个底部平面构成,且抛物面的焦点位于底部平面的中心;乳化液排出口位于所述焦点处。

2. 根据权利要求1所述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置,其特征在于功率超声阵列换能器的换能器均匀分布在抛物形乳化室的底部平面;抛物形乳化室的底部平面是位于所述焦点所在的水平面;乳化液排出口安装有控制阀,由控制处理模块控制其开和关。

3. 根据权利要求1所述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置,其特征在于所述检测模块包括有多个温度传感器,所述多个温度传感器被安装在抛物形乳化室的底部平面并与控制处理模块连接,负责监测抛物形乳化室内的液体的温度;所述检测超声发生器和检测超声接收器均有四个,一个检测超声发生器和一个检测超声接收器形成一组,四组检测超声发生器和检测超声接收器分别被安装在乳化液排出口的前、后、左、右四个方位并与控制处理模块连接;检测超声发生器在控制处理模块控制下发出检测超声,检测超声接收器负责接收检测超声并将检测超声送到控制处理模块,控制处理模块通过处理检测超声来获得液体的乳化程度以判断液体是否充分乳化。

4. 据权利要求1所述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置,其特征在于所述存储器中存有检测超声经验衰减曲线数据库,该数据库包含有检测超声经验衰减曲线、液体粘度和粒径大小;所述放大滤波电路负责将检测超声接收器发送过来的检测超声进行放大滤波,中央处理器将所得的检测超声衰减曲线与存储在存储器中的检测超声经验衰减曲线进行对比和分析,将与检测超声衰减曲线最接近的检测超声经验衰减曲线以及该检测超声经验衰减曲线对应的液体粘度、粒径大小参数发送到显示设备进行显示。

5. 据权利要求1所述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置,其特征在于所述抛物形乳化室内侧面涂有反射系数为 $0.6\sim 0.9$ 的物质;所述混合腔体为球形腔体。

6. 根据权利要求1~5任一项所述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置,其特征在于所述柴油入口接头、纯水入口接头、乳化剂入口接头各自安装有控制阀,控制阀由控制处理模块控制开和关。

7. 一种基于超声波能量聚焦的柴油乳化方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤1、将柴油、纯水、乳化剂这三种液体分别经与超声雾化装置连接的入口接头导入各自的超声雾化装置,控制处理模块根据设定比例控制各液体的流速和流量;

步骤2、根据乳化效果要求,由控制处理模块来分别控制超声雾化装置工作,将待混合的液体分别雾化成粒径不同的颗粒;

步骤3、液体颗粒经导管导入球形腔体汇合,雾化得到的微小颗粒在球形腔体内充分混合,小颗粒不断聚集成团,最后形成分布均匀的混合液体,经球形腔体底部的导管导入抛物形乳化室;

步骤4、待混合液体注满抛物形乳化室后,控制处理模块通过控制阀关闭步骤1中的入口接头;控制处理模块控制功率超声阵列换能器开始工作,垂直向上发射功率超声,功率超声传播路径上的液体接收到功率超声的能量,发生乳化反应;功率超声到达抛物形乳化室内侧面后,由抛物形乳化室内侧面涂有的反射系数为 $0.6\sim 0.9$ 的物质发生反射,所有的功率超声反射后都聚焦于焦点处的乳化液排出口;

步骤5、安装在抛物形乳化室底部平面的温度传感器不断监测发生乳化反应的液体的温度并发送给显示模块进行实时显示;控制处理模块根据所获得的温度参数来调整功率超声阵列换能器的发射功率;

步骤6、安装在乳化液排出口前、后、左、右四个方位的四组检测超声发生器和检测超声接收器不断工作以获得液体的检测超声衰减曲线,并将测量结果送到控制处理模块;

步骤7、控制处理模块根据步骤5中已测的温度,将步骤6所得的检测超声衰减曲线与存储在存储器中的检测超声经验衰减曲线进行对比和分析,将与检测超声衰减曲线最接近的检测超声经验衰减曲线以及该检测超声经验衰减曲线对应的液体粘度、粒径大小参数发送到显示设备进行显示;

步骤8、抛物形乳化室底部平面附近的液体接收到的功率超声能量最大,故最先完成乳化反应;若控制处理模块检测到乳化液排出口四个方位的液体均充分乳化,则控制处理模块打开乳化液排出口开关,将乳化合格的乳化液经导管转移到其他容器;待抛物形乳化室底部平面附近的合格乳化液流出之后,控制处理模块重新关闭乳化液排出口开关;在排出合格乳化液的同时,控制处理模块重新打开步骤1中的入口接头,控制处理模块根据乳化液排出口的流速来控制流入液体的流速和流量,由于重力作用,抛物形乳化室内的液体会整体向下挪动,最新进入抛物形乳化室的液体处于抛物形乳化室的最上层。

8. 根据权利要求7所述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化方法,其特征在于步骤5中,当温度传感器监测到液体的温度过高时,说明乳化反应进行的过于激烈,则由控制处理模块适当减弱功率超声阵列换能器的发射功率,若检测到温度较低,则适当增大功率超声阵列换能器的发射功率。

9. 根据权利要求7所述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化方法,其特征在于步骤7中,若某方位的检测超声衰减比其他方位的检测超声衰减小,则说明该方位的液体粘度较小,乳化还不够充分,功率超声在该方位不是同相叠加,能量不是最大,即该方位发生了多普勒现象,控制处理模块根据各方位监控所得的检测超声衰减曲线来判断是否发生多普勒现象,若发生了多普勒现象则调整相应方位的功率超声阵列换能器的发射时刻以减弱多普勒效应。

一种基于超声波能量聚焦的柴油乳化方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于超声波乳化的技术领域,具体涉及一种利用超声波能量聚焦对柴油、纯水等混合液进行乳化的装置和方法。

背景技术

[0002] 柴油机主要的排气成分是:一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化合物(NO_x)及少量其他成分。经实验和实际应用发现,使用乳化柴油作为燃料可提高燃烧性能,减少有害气体烟尘和污染气体的排放。

[0003] 乳化过程实质是将不溶固体或液体粉碎成微粒并与周围液体充分混合形成乳化液的过程。发动机使用的乳化柴油是“油包水”型,即油为连续相,水为分散相。使用乳化柴油后,由于燃烧完全,所以CO的排放量大大降低;由于改善了混合气的形成及燃烧条件,故使HC的形成大为减少;由于降低了燃烧温度,从而也减少了 NO_x 的排放。就柴油机而言,使用乳化柴油的油耗率比燃用纯柴油降低3%左右,排放中的有害成份碳烟颗粒和氮氧化合物大大降低,特别是氮氧化合物可下降30%左右。大量的试验结果证明使用乳化燃油是降低污染和节能的良好措施之一。

[0004] 目前燃油乳化常用的方法有:机械搅拌法,超声乳化法,化学添加剂法等方法。相对于机械搅拌法和化学添加剂法,超声乳化法具有乳化质量好、生产效率高、成本低等优点,已越来越受到各工业部门的重视和采用,并成为现代重要乳化设备之一。

[0005] 超声波是指频率高于20000赫兹的声波。由于超声波是一种波动形式,因此它可以作为探测和负载信息的载体,下文简称此种超声波为检测超声;同时超声波又是一种能量形式,当强度超过一定值时,就可以通过它与传声媒质的相互作用,影响、改变以至破坏传声媒质的状态、性质及结构,下文简称此种超声波为功率超声。超声乳化法的大致过程是:向待乳化的液体发射功率超声,当功率超声在液体中传播时,由于液体微粒接收到功率超声的能量后产生剧烈振动,会在液体内部产生小空洞,这些小空洞迅速胀大和闭合,从而产生几千到上万个大气压的压强。这种剧烈作用具有很好的搅拌作用,从而使两种不相溶的液体(如柴油和纯水)发生乳化反应。

[0006] 于2009年11月25日公开的中国发明专利申请CN 101584972A,提出了一种混合不相溶的两种液体的乳化装置,该装置中的微液体喷嘴利用强大的压力来制作乳化液,利用连续相流路与分散相流路在螺旋状装置处汇合以实现乳化液的制作。该装置能够细化乳化液颗粒,但这种装置存在一些不足:在微液体喷嘴处容易发生堵塞;微液体喷嘴处于高压力的工作条件下,容易发生机械故障;没有给出实时检测乳化液是否合格的检测方法。

[0007] 于2000年10月4日公开的中国发明专利申请CN 1268391A提出了一种燃油乳化方法及装置。该装置利用超声乳化的基本原理,在乳化箱内用功率超声来分散加有乳化剂的燃油和水的混合液以达到乳化的效果。于2008年1月9日公开的中国实用新型专利申请CN 201002007Y提出了一种超声柴油乳化机,该装置利用功率超声对互混室内的液体进行循环乳化,经过数次循环后最后排出乳化液。这两种方法都是利用功率超声来实现乳化,

且装置结构都比较简单。但上述两种功率超声乳化装置都存在一些不足：燃油、纯水没有经过混合就进行乳化，乳化液成分分布不够均匀；没有高效利用功率超声的能量；没有给出实时检测乳化液是否合格的检测方法。

[0008] 可以看出，现有的乳化方法及装置都存在一些缺点：机械乳化法装置较复杂，容易发生故障，使用维护不方便，没有给出实时检测乳化液是否合格的检测方法；已有的超声乳化装置没有高效利用功率超声的能量，也没有给出实时检测乳化液是否合格的检测方法。

发明内容

[0009] 本发明的目的是针对现有技术的缺陷与不足，提出一种基于超声波能量聚焦的乳化方法及装置。本发明同时用到了功率超声和检测超声：利用功率超声对抛物形乳化室内的柴油、纯水、乳化剂等混合液进行乳化；利用检测超声获得乳化液排出口附近液体的检测超声衰减曲线，将其与已有的检测超声经验衰减曲线对比，查表得到液体粘度、粒径大小等参数以判断液体是否充分乳化。本发明装置采用抛物形乳化室，把待乳化的液体均匀混合后引流到抛物形乳化室内，利用功率超声来进行乳化。功率超声阵列换能器均匀分布在抛物形乳化室的底部平面，乳化液排出口安装在抛物形乳化室的焦点处，使得所有垂直向上发射的功率超声经抛物形乳化室内侧面反射后都聚焦于乳化液排出口，即乳化液排出口处的功率超声能量是最大的。从而保证了排出液充分乳化，确保了乳化质量。

[0010] 为了达到上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0011] 一种基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置，包括液体混合模块、功率超声乳化模块、检测模块、控制处理模块和显示模块，液体混合模块置于功率超声乳化模块上方；液体混合模块包括柴油入口接头、纯水入口接头、乳化剂入口接头、混合腔体和导管，柴油入口接头、纯水入口接头、乳化剂入口接头均各自连接有一个超声雾化装置，每个超声雾化装置的出口均通过导管与混合腔体的入口连接；功率超声乳化模块包括乳化室、处于乳化室底部平面的功率超声阵列换能器和乳化液排出口，混合腔体的出口与乳化室顶部的接口连接；检测模块包括温度传感器、检测超声发生器、检测超声接收器；检测模块位于乳化室底部，用于检测乳化液排出口处的液体的温度和乳化程度；控制处理模块包括中央处理器以及分别与中央处理器连接的放大滤波电路和存储器，放大滤波电路还与检测超声接收器连接，功率超声阵列换能器和中央处理器连接；显示模块包括显示设备，显示设备与中央处理器连接。

[0012] 上述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置中，所述乳化室为抛物形乳化室，抛物形乳化室由抛物面和一个底部平面构成，且抛物面的焦点位于底部平面的中心；乳化液排出口位于所述焦点处。

[0013] 上述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置中，功率超声阵列换能器的换能器均匀分别在抛物形乳化室的底部平面；抛物形乳化室的底部平面是位于所述焦点所在的水平面；乳化液排出口安装有控制阀，由控制处理模块控制其开和关。

[0014] 上述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置中，所述检测模块包括有多个温度传感器，所述多个温度传感器被安装在抛物形乳化室的底部平面并与控制处理模块连接，负责监测抛物形乳化室内的液体的温度；所述检测超声发生器和检测超声接收器均有四个，一个检测超声发生器和一个检测超声接收器形成一组，四组检测超声发生器和检测超声接

收器分别被安装在乳化液排出口的前、后、左、右四个方位并与控制处理模块连接；检测超声发生器在控制处理模块控制下发出检测超声，检测超声接收器负责接收检测超声并将检测超声送到控制处理模块，控制处理模块通过处理检测超声来获得液体的乳化程度以判断液体是否充分乳化。

[0015] 上述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置中，所述存储器中存有检测超声经验衰减曲线数据库，该经验数据库包含有检测超声经验衰减曲线、液体粘度和粒径大小；所述放大滤波电路负责将检测超声接收器发送过来的检测超声进行放大滤波，中央处理器将所得的检测超声衰减曲线与存储在存储器中的检测超声经验衰减曲线进行对比和分析，将与检测超声衰减曲线最接近的检测超声经验衰减曲线以及该检测超声经验衰减曲线对应的液体粘度、粒径大小参数发送到显示设备进行显示。

[0016] 上述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置中，所述抛物形乳化室内侧面涂有反射系数为 0.6~0.9 的物质；所述混合腔体为球形腔体。

[0017] 上述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化装置中，所述柴油入口接头、纯水入口接头、乳化剂入口接头各自安装有控制阀，控制阀由控制处理模块控制开和关。

[0018] 本发明还提供一种基于超声波能量聚焦的柴油乳化方法，包括如下步骤：

[0019] 步骤 1、将柴油、纯水、乳化剂这三种液体分别经与超声雾化装置连接的的入口接头导入各自的超声雾化装置，控制处理模块根据设定比例控制各液体的流速和流量；

[0020] 步骤 2、根据乳化效果要求，由控制处理模块来分别控制超声雾化装置工作，将待混合的液体分别雾化成粒径不同的颗粒；

[0021] 步骤 3、液体颗粒经导管导入球形腔体汇合，雾化得到的微小颗粒在球形腔体内充分混合，小颗粒不断聚集成团，最后形成分布均匀的混合液体，经球形腔体底部的导管导入抛物形乳化室；

[0022] 步骤 4、待混合液体注满抛物形乳化室后，控制处理模块通过控制阀关闭步骤 1 中的入口接头；控制处理模块控制功率超声阵列换能器开始工作，垂直向上发射功率超声，功率超声传播路径上的液体接收到功率超声的能量，发生乳化反应；功率超声到达抛物形乳化室内侧面后，由抛物形乳化室内侧面涂有的反射系数为 0.6~0.9 的物质发生反射，所有的功率超声反射后都聚焦于焦点处的乳化液排出口；

[0023] 步骤 5、安装在抛物形乳化室底部平面的温度传感器不断监测发生乳化反应的液体的温度并发送给显示模块进行实时显示；控制处理模块根据所获得的温度参数来调整功率超声阵列换能器的发射功率；

[0024] 步骤 6、安装在乳化液排出口前、后、左、右四个方位的四组检测超声发生器和检测超声接收器不断工作以获得液体的检测超声衰减曲线，并将测量结果送到控制处理模块；

[0025] 步骤 7、控制处理模块根据步骤 5 中已测的温度，将步骤 6 所得的检测超声衰减曲线与存储在存储器中的检测超声经验衰减曲线进行对比和分析，将与检测超声衰减曲线最接近的检测超声经验衰减曲线以及该检测超声经验衰减曲线对应的液体粘度、粒径大小参数发送到显示设备进行显示；

[0026] 步骤 8、抛物形乳化室底部平面附近的液体接收到的功率超声能量最大，故最先完成乳化反应；若控制处理模块检测到乳化液排出口四个方位的液体均充分乳化，则控制处理模块打开乳化液排出口开关，将乳化合格的乳化液经导管转移到其他容器；待抛物形乳

化室底部平面附近的合格乳化液流出之后,控制处理模块重新关闭乳化液排出口开关;在排出合格乳化液的同时,控制处理模块重新打开步骤 1 中的入口接头开关,控制处理模块根据乳化液排出口的流速来控制流入液体的流速和流量,由于重力作用,抛物形乳化室内的液体会整体向下挪动,最新进入抛物形乳化室的液体处于抛物形乳化室的最上层。

[0027] 上述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化方法,步骤 5 中,当温度传感器监测到液体的温度过高时,说明乳化反应进行的过于激烈,则由控制处理模块适当减弱功率超声阵列换能器的发射功率,若检测到温度较低,则适当增大功率超声阵列换能器的发射功率。

[0028] 上述的基于超声波能量聚焦的柴油乳化方法,步骤 7 中,若某方位的检测超声衰减比其他方位的检测超声衰减小,则说明该方位的液体粘度较小,乳化还不够充分,功率超声在该方位不是同相叠加,能量不是最大,即该方位发生了多普勒现象,控制处理模块根据各方位监控所得的检测超声衰减曲线来判断是否发生多普勒现象,若发生了多普勒现象则调整相应方位的功率超声阵列换能器的发射时刻以减弱多普勒效应。

[0029] 所述控制处理模块包括中央处理器以及分别与中央处理器连接的放大滤波电路、存储器。中央处理器主要负责控制与其相连接的装置工作,如液体混合模块中的超声雾化装置、入口接头控制阀;功率超声乳化模块中的功率超声阵列换能器、乳化液排出口控制阀;检测模块中的温度传感器、检测超声发生器、检测超声接收器;显示模块中的显示设备等。存储器中存有检测超声经验衰减曲线数据库,该经验数据库是结合检测超声在各种乳化液中各衰减因素做定性分析后所得到的,里面有检测超声经验衰减曲线、液体粘度、粒径大小等三项内容。放大滤波电路负责将检测超声接收器发送过来的检测超声进行放大滤波,中央处理器将所得的检测超声衰减曲线与存储在存储器中的检测超声经验衰减曲线进行对比和分析,将与检测超声衰减曲线最接近的检测超声经验衰减曲线以及该检测超声经验衰减曲线对应的液体粘度、粒径大小等参数发送到显示设备进行显示。

[0030] 步骤 7 中,超声在不同粘度液体中传播时由于液体分子间的内摩擦力不同,超声会产生不同的超声衰减曲线,液体粘度越大则超声衰减越大。根据文献资料,乳化后的液体粘度比乳化前的液体粘度大,所以可知随着乳化反应的不断进行,液体中的超声衰减会越来越大。根据此原理,控制处理模块根据步骤 5 中已测的温度,将步骤 6 所得的检测超声衰减曲线与存储在存储器中的检测超声经验衰减曲线进行对比和分析,将与检测超声衰减曲线最接近的检测超声经验衰减曲线以及该检测超声经验衰减曲线对应的液体粘度、粒径大小等参数发送到显示设备进行显示。考虑到抛物形乳化室里面的液体会产生多普勒现象。若某方位的检测超声衰减比其他方位的检测超声衰减小,则说明该方位的液体粘度较小,乳化还不够充分,功率超声在该方位不是同相叠加,能量不是最大,即该方位发生了多普勒现象。控制处理模块根据各方位监控所得的检测超声衰减曲线来判断是否发生多普勒现象,若发生了多普勒现象则调整相应方位的功率超声阵列换能器的发射时刻以减弱多普勒效应;

[0031] 与现有技术相比,本发明具有以下优点和技术效果:

[0032] 1、使用功率超声阵列换能器进行柴油、纯水、乳化剂等混合液体的乳化,结构简单,组装、使用、维护都比较简便。

[0033] 2、各种需要混合的液体经雾化后其颗粒变小且均匀分布,经过混合后再进行乳化,生产出来的乳化液成分分布均匀,乳化液燃烧质量好。

[0034] 3、乳化室采用抛物形结构,高效利用了功率超声的能量。

[0035] 4、乳化液排出口安装在抛物形乳化室的焦点处,可使功率超声经抛物形乳化室内侧面反射后聚焦于该点,确保输出的乳化液充分乳化。

[0036] 5、使用检测超声发生器和检测超声接收器对液体乳化程度进行检测并实时显示液体粘度、粒径大小等参数。

[0037] 6、根据液体乳化的程度来判断液体是否充分乳化,更科学更严格地保证了乳化液的乳化质量。

附图说明

[0038] 图 1 是实施方式中乳化装置的结构示意图;

[0039] 图 2 是抛物形乳化室的底部俯视示意图;

[0040] 图 3 是乳化装置中功率超声发射和反射路径图;

[0041] 图 4 是实施方式中的系统结构框图;

[0042] 图 5 是功率超声乳化模块、检测模块、控制处理模块和显示模块的关系结构图;

[0043] 图 6 是实施方式中乳化方法的流程图。

具体实施方式

[0044] 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。

实施例

[0045] 如图 1 所示,本发明装置的具体结构如下:柴油入口接头 1A、纯水入口接头 1B、乳化剂入口接头 1C、超声雾化装置 2、导管 3、球形腔体 4、抛物形乳化室 5、抛物形乳化室底部平面 6、乳化液排出口 7、排出管 8、功率超声阵列换能器 9、温度传感器 10、检测超声发生器 11、检测超声接收器 12。

[0046] 其中,柴油入口接头 1A、纯水入口接头 1B、乳化剂入口接头 1C 均安装有控制阀,由控制处理模块控制其开和关;超声雾化装置 2 与控制处理模块相连,负责将待乳化的液体雾化以进行混合;球形腔体 4 是液体颗粒汇合以进行混合的装置;抛物形乳化室 5 设计成抛物形结构,抛物形乳化室内侧面涂有反射系数为 $0.6 \sim 0.9$ 的物质,功率超声到达后大部分被反射,能量得到充分利用;为便于其他器件安装,抛物形乳化室底部平面 6 建议用不锈钢做成带螺纹安装接头的平面;乳化液排出口 7 位于抛物形乳化室 5 的焦点处并安装有控制阀,由控制处理模块控制其开和关,这样的结构设计保证了乳化液充分乳化;排出管 8 与乳化液排出口 7 连接,用来将合格的乳化液转移到其他容器;功率超声阵列换能器 9 均匀安装在抛物形乳化室底部平面 6 上,与控制处理模块连接并受其控制;多个温度传感器 10 也安装在抛物形乳化室底部平面 6 上,用于监测液体的温度并与控制处理模块相连;四组检测超声发生器 11、检测超声接收器 12 安装在乳化液排出口 7 的前、后、左、右四个方位,不断测量以获得乳化液排出口 7 附近液体中的检测超声的衰减状况,并将测量结果送到控制处理模块,控制处理模块根据所得的检测超声衰减曲线与存储在存储器中的检测超声经验衰减曲线进行对比和分析,将与检测超声衰减曲线最接近的检测超声经验衰减曲线以及该检

测超声经验衰减曲线对应的液体粘度、粒径大小等参数发送到显示设备进行显示。以示区别,图 1 中检测超声发生器 11 用黑色小圆示意,检测超声接收器 12 用白色小圆示意,每两个组成一组检测超声发射接收装置,前、后、左、右四个方位各有一组检测超声发射接收装置。

[0047] 抛物形乳化室 5 设计成抛物形结构是为了充分利用功率超声的能量和使抛物形乳化室内部各处的液体比较均匀地乳化。其原理如下:功率超声在液体中行进的路径上能量是衰减的,而乳化反应的剧烈程度与接收到的能量是成正比的。在功率超声探头垂直向上发射功率超声时,抛物形乳化室底部液体吸收的能量比顶部多,所以底部液体的乳化反应比顶部液体的乳化反应剧烈;功率超声经抛物形乳化室内侧面反射后,抛物形乳化室顶部液体吸收的能量比底部多,所以顶部液体的乳化反应比底部液体的乳化反应剧烈,两个过程的综合效果就是充分利用了反射的功率超声的能量和使抛物形乳化室内部各处的液体比较均匀地乳化。

[0048] 如图 2 所示,乳化液排出口 7 安装在抛物形乳化室底部平面 6 的圆心,也即抛物形乳化室 5 的焦点处;功率超声阵列换能器 9 均匀分布在抛物形乳化室底部平面 6 上;多个温度传感器 10 分别安装在抛物形乳化室底部平面 6 的四周;四组检测超声发生器 11、检测超声接收器 12 安装在乳化液排出口 7 的前、后、左、右四个方位。

[0049] 由于温度对乳化反应产生比较大的影响,所以在抛物形乳化室底部平面 6 上安装多个温度传感器 10 以监测液体的温度。据超声波的传播规律可知,随着传播距离增加,能量会不断减少。所以靠近抛物形乳化室底部的液体发生乳化反应是最为剧烈的,反应温度也最高,只要保证底部的液体温度不超过某一阈值就可以保证整个乳化室的乳化反应良好进行。当温度传感器 10 监测到抛物形乳化室底部液体的温度过高时,说明乳化反应进行的过于激烈,则由控制处理模块适当减弱功率超声阵列换能器 9 的发射功率;若检测到温度较低,则适当增大功率超声阵列换能器 9 的发射功率。

[0050] 四组检测超声发生器 11、检测超声接收器 12 安装在乳化液排出口 7 的前、后、左、右四个方位,控制处理模块根据检测超声在液体中的衰减状况来分别检测四个方位的液体是否充分乳化。考虑到抛物形乳化室 5 里面的液体会有流动,可能会产生多普勒现象。若某方位的检测超声衰减比其他方位的检测超声衰减小,则说明该方位的液体粘度较小,乳化还不够充分,功率超声在该方位不是同相叠加,能量不是最大,即该方位发生了多普勒现象。控制处理模块根据各方位监控所得的检测超声衰减曲线来判断是否发生多普勒现象,若发生了多普勒现象则调整相应方位的功率超声阵列换能器的发射时刻以减弱多普勒效应。

[0051] 由于抛物形乳化室底部附近的液体接收到的功率超声能量最大,最先完成乳化反应,且垂直向上的功率超声经反射后均聚焦于抛物形乳化室 5 的焦点,即焦点处的能量最强,所以本发明将乳化液排出口 7 安装在抛物形乳化室 5 的焦点处(也即抛物形乳化室底部平面 6 的圆心),确保了输出的乳化液充分乳化。

[0052] 如图 3 所示,本发明装置的功率超声发射和反射原理是:功率超声阵列换能器发出的功率超声垂直向上传播,由于抛物形乳化室内侧面涂有反射系数为 0.6~0.9 的物质,大部分功率超声发生反射。根据抛物线的几何性质可知平行于抛物线对称轴的光线经抛物线反射后聚焦于抛物线的焦点,又经数学推导可得每束功率超声到达焦点前所经过的传播

距离是相等,所以在焦点处各束功率超声会发生同相叠加,能量得到加大。由于乳化液排出口 7 安装在抛物形乳化室 5 的焦点处,所以乳化液排出口 7 处的功率超声能量是最大的,确保了排出的乳化液充分乳化。

[0053] 如图 4,液体混合模块置于功率超声乳化模块上方,液体混合模块负责将柴油、纯水、乳化剂等液体进行均匀的混合,液体混合模块受控制处理模块控制。功率超声乳化模块负责将从液体混合模块导入的混合液体进行充分的乳化,功率超声乳化模块也受控制处理模块控制。检测模块在控制处理模块控制下不断监测液体的温度和检测超声衰减状况并将结果发送给控制处理模块以进行处理。控制处理模块将处理所得的结果送到显示模块进行显示。

[0054] 如图 5 和图 6 所示,本实施方式的乳化流程包括以下步骤:

[0055] 步骤 1、将柴油、纯水、乳化剂这三种液体经超声雾化装置上的入口接头导入各自的超声雾化装置,控制处理模块根据一定比例控制各液体的流速和流量;

[0056] 步骤 2、根据乳化效果要求,由控制处理模块来分别控制超声雾化装置工作,将待混合的液体分别雾化成粒径不同的颗粒;

[0057] 步骤 3、液体颗粒经导管导入球形腔体,微小的颗粒在球形腔体内汇合进行充分的混合,小颗粒不断聚集成团,最后形成分布均匀的混合液体,经球形腔体底部的导管导入抛物形乳化室;

[0058] 步骤 4、等混合液体注满抛物形乳化室后,控制处理模块关闭步骤 1 中的入口接头开关。控制处理模块控制功率超声阵列换能器开始工作,垂直向上发射功率超声,功率超声传播路径上的液体由于接收到功率超声的能量,发生乳化反应。功率超声到达抛物形乳化室内侧面后,由于抛物形乳化室内侧面涂有反射系数为 0.6~0.9 的物质,所以发生较强烈的反射,由几何性质可知所有的功率超声反射后都将聚焦于抛物形乳化室的焦点,也即本系统中的乳化液排出口;

[0059] 步骤 5、安装在抛物形乳化室底部平面的多个温度传感器与控制处理模块连接,不断监测发生乳化反应的液体的温度并发送给显示模块进行实时显示。控制处理模块根据所获得的温度参数来智能调整功率超声阵列换能器的发射功率以达到乳化的最优效果;

[0060] 步骤 6、安装在乳化液排出口前、后、左、右四个方位的四组检测超声发生器和检测超声接收器不断工作以获得液体的检测超声衰减曲线,并将测量结果送到控制处理模块;

[0061] 步骤 7、超声在不同粘度液体中传播时由于液体分子间的内摩擦力不同,超声会产生不同的超声衰减曲线,液体粘度越大则超声衰减越大。根据文献资料,乳化后的液体粘度比乳化前的液体粘度大,例如,乳化剂:水:柴油=1:20:79 的 -20# 柴油乳化前的粘度是 2.5750mPa·s,乳化后的粘度是 8.2463mPa·s,所以可知随着乳化反应的不进行,液体中的超声衰减会越来越大。液体粘度与超声衰减的具体关系可由下面表达式表示:

[0062]

$$I=I_0 \left[\exp \left\{ -\frac{w^2}{\rho c^3} \left[\frac{4}{3} \eta + \eta_B + K \left(\frac{1}{C_V} - \frac{1}{C_P} \right) \right] X \right\} \right]$$

[0063] 式中, I 为有效声强; I_0 为换能器端面的辐射声强; ρ 是液体密度; w 是超声波的角频率; c 是声速; η 是动态粘度系数; η_B 是变容粘度系数; K 是系数; C_V 、 C_P 分别为定容

和定压热容； X 是声传播距离。可以看出，粘滞系数 η 增加时，有效声强 I 随之减少，即超声衰减随液体粘度增大而增大。

[0064] 根据此原理，控制处理模块根据步骤 5 中已测的温度，将步骤 6 所得的检测超声衰减曲线与存储在存储器中的检测超声经验衰减曲线进行对比和分析，将与检测超声衰减曲线最接近的检测超声经验衰减曲线以及该检测超声经验衰减曲线对应的液体粘度、粒径大小等参数发送到显示设备进行显示。

[0065] 如果不能找到与测量的检测超声衰减曲线比较近似的经验曲线，则提示更新数据库，并且把该检测超声衰减曲线存储作为更新数据库之用。

[0066] 考虑到抛物形乳化室里面的液体会流动，可能会产生多普勒现象。若某方位的检测超声衰减比其他方位的检测超声衰减小，则说明该方位的液体粘度较小，乳化还不够充分，功率超声在该方位不是同相叠加，能量不是最大，即该方位发生了多普勒现象。控制处理模块根据各方位监控所得的检测超声衰减曲线来判断是否发生多普勒现象，若发生了多普勒现象则调整相应方位的功率超声阵列换能器的发射时刻以减弱多普勒效应；

[0067] 步骤 8、由于抛物形乳化室底部附近的液体接收到的功率超声能量最大，故最先完成乳化反应。若控制处理模块检测到乳化液排出口四个方位的液体均充分乳化，则由控制处理模块打开乳化液排出口，将合格的乳化液经导管转移到其他容器。等抛物形乳化室底部平面附近的合格乳化液流出之后，由控制处理模块关闭乳化液排出口开关。在排合格乳化液的同时，控制处理模块重新打开步骤 1 中的入口接头开关，控制处理模块根据乳化液排出口的流速来控制流入液体的流速和流量，由于重力作用，抛物形乳化室内的液体会整体向下挪动，最新进入抛物形乳化室的液体处于抛物形乳化室的最上层。

[0068] 本发明利用功率超声阵列换能器发出的功率超声来实现柴油、纯水、乳化剂等混合液体的乳化。柴油、纯水、乳化剂分别先经超声雾化装置雾化成微小颗粒，在球形腔体内进行均匀的混合，再经导管导入抛物形乳化室。功率超声阵列换能器不断垂直向上发出功率超声，待乳化的液体吸收功率超声的能量从而发生乳化反应。最后利用液体中的检测超声衰减状况与液体粘度、粒径大小的对应关系来检测液体是否充分乳化。若满足则将抛物形乳化室底部附近的合格乳化液转移到其他容器，同时导入新的混合液体以进行连续的乳化，否则等一段时间后再检测液体是否充分乳化。

[0069] 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，其它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。

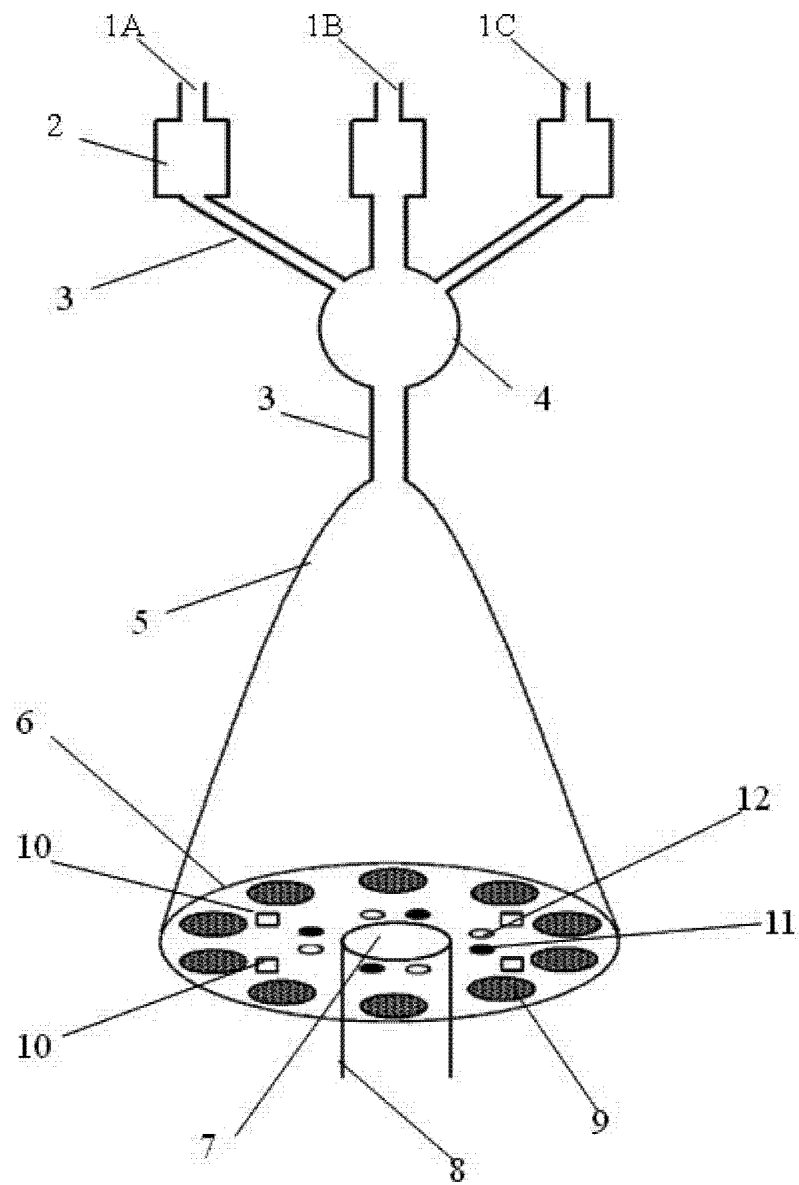


图 1

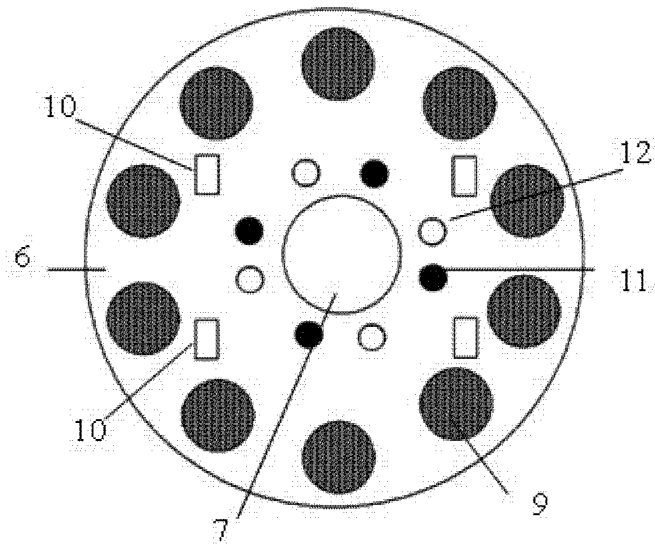


图 2

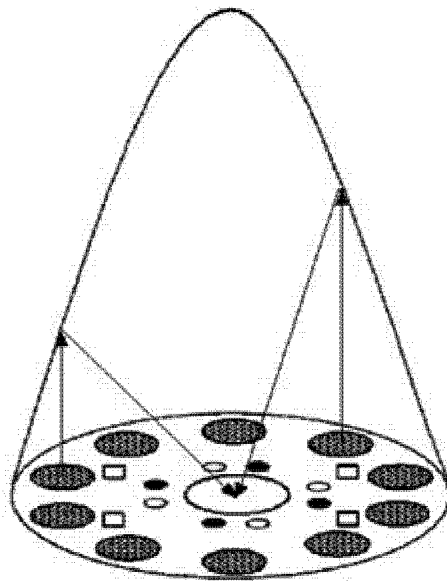


图 3

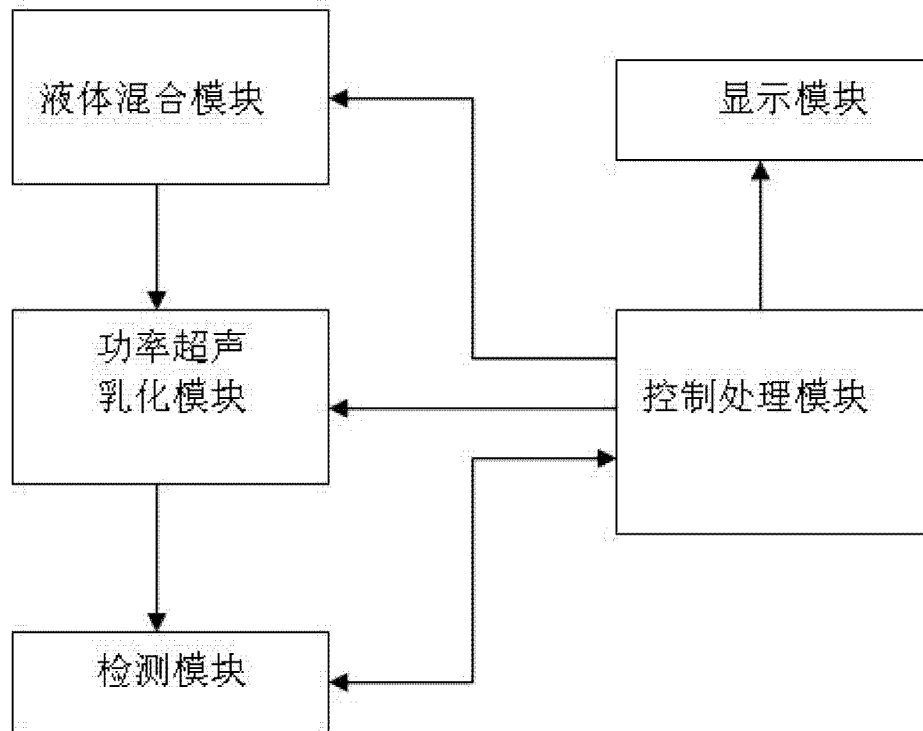


图 4

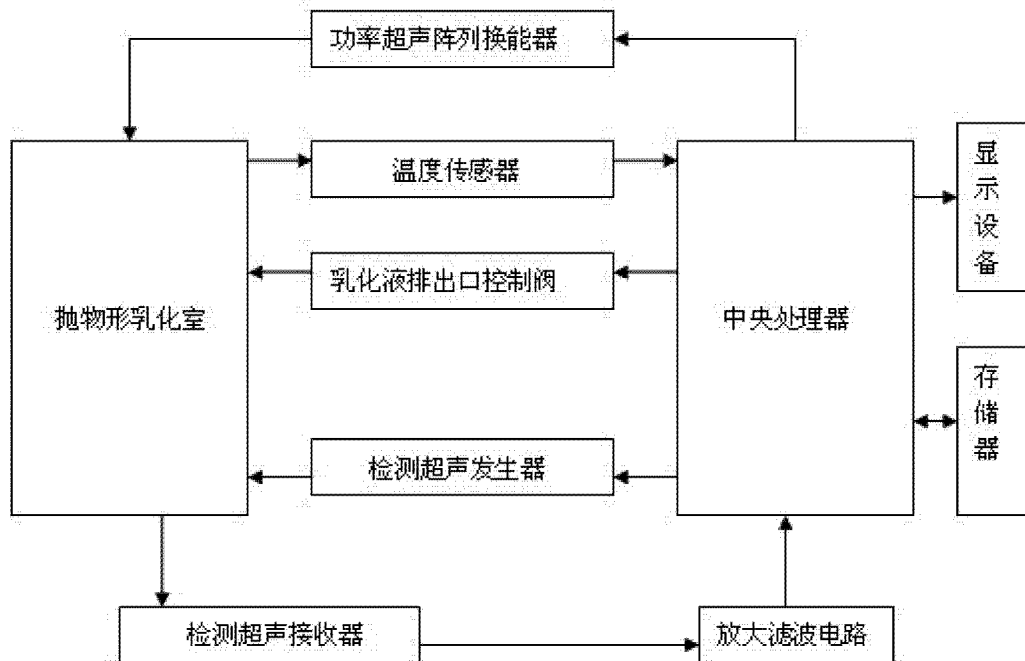


图 5

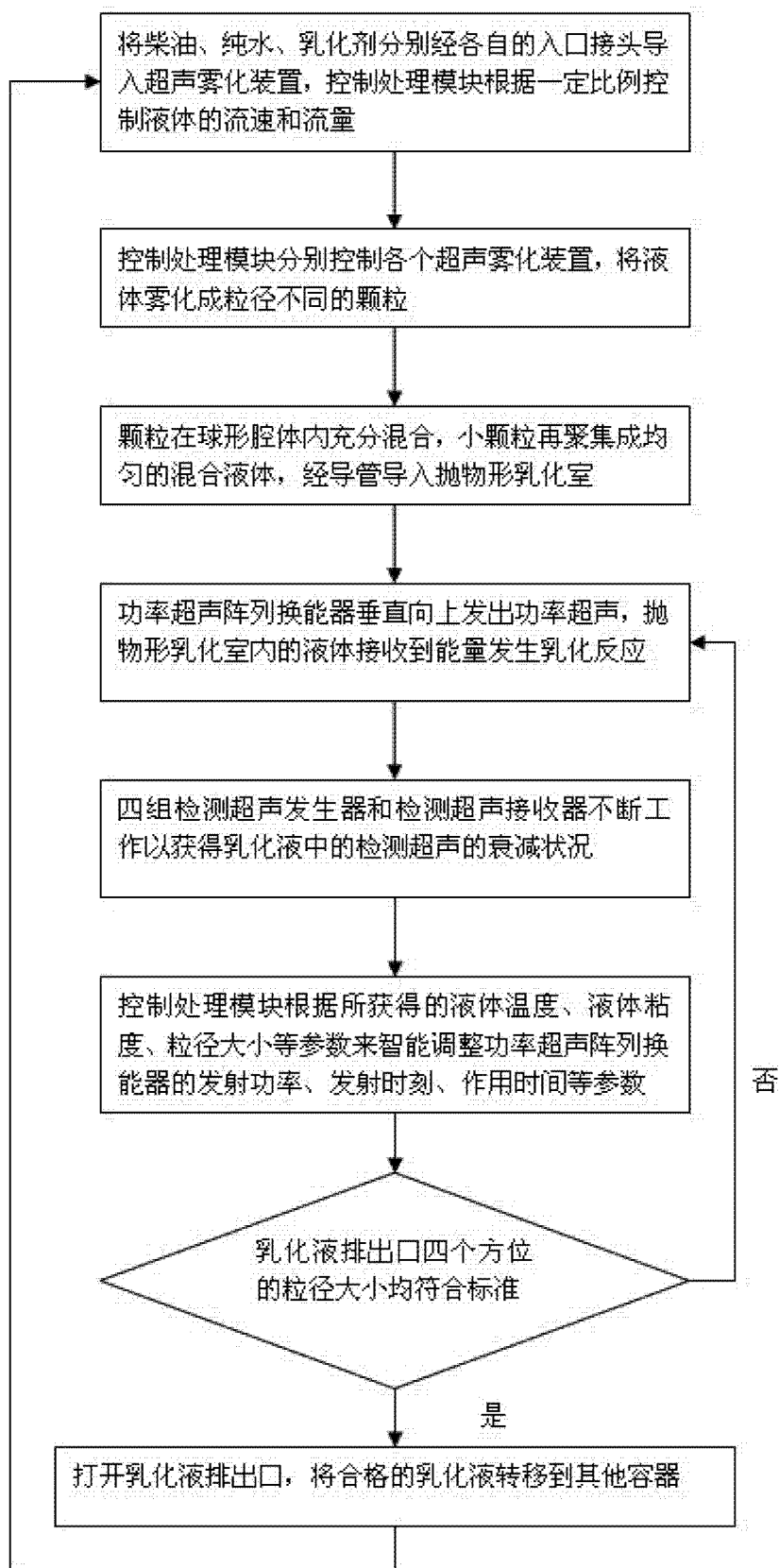


图 6