

1. 一种PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,包括气源装置、颗粒物发生器、PM10切割器、混匀管、气流分流器和切换阀;所述气源装置的输出端与所述颗粒物发生器的输入端相连通,所述颗粒物发生器的输出端与所述切换阀的第一输入端相连通,所述切换阀的第二输入端与外界大气相连通;所述切换阀的输出端与所述PM10切割器的输入端相连通,所述PM10切割器的输出端与所述混匀管的输入端相连通,所述混匀管的输出端与所述气流分流器的输入端相连通。

2. 根据权利要求1所述的PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,还包括第一补气管道和静电中和器,所述第一补气管道的输入端与所述气源装置的输出端相连通,所述第一补气管道的输出端与所述静电中和器的输入端相连通,所述静电中和器的输出端与所述切换阀的第一输入端相连通。

3. 根据权利要求1所述的PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,还包括第二补气管道,所述第二补气管道的输入端与所述气源装置的输出端相连通,所述第二补气管道的输出端与所述混匀管的补气端相连通。

4. 根据权利要求1所述的PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,所述气源装置包括空气压缩机、储气罐、三级高效过滤器和冷冻干燥机,其中,所述空气压缩机、所述储气罐、所述三级高效过滤器和所述冷冻干燥机依次连通,且所述冷冻干燥机还与所述颗粒物发生器相连通。

5. 根据权利要求4所述的PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,所述储气罐上安装有气压传感器,用于检测所述储气罐中气体的压强。

6. 根据权利要求3所述的PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,所述混匀管的顶部具有倒锥形结构,所述混匀管的输入端位于所述倒锥形结构的端部。

7. 根据权利要求6所述的PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,所述混匀管的补气端伸入到所述倒锥形结构的锥面处,用于使从所述第二补气管道流出的气体沿所述倒锥形结构的锥面流动。

8. 根据权利要求2所述的PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,所述第一补气管道上安装有第一流量计。

9. 根据权利要求3所述的PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,所述第二补气管道上安装有第二流量计。

10. 一种PM2.5质量浓度监测仪校准装置,其特征在于,包括气源装置、颗粒物发生器、PM10切割器、混匀管、气流分流器和切换阀;所述气源装置的输出端与所述颗粒物发生器的输入端相连通,所述颗粒物发生器的输出端与所述切换阀的第一输入端相连通,所述切换阀的第二输入端与外界大气相连通;所述切换阀的输出端与所述PM10切割器的输入端相连通,所述PM10切割器的输出端与所述混匀管的输入端相连通,所述混匀管的输出端与所述气流分流器的输入端相连通;所述切换阀为三通电磁阀。

PM2.5质量浓度监测仪校准装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及空气质量监测技术领域,尤其是涉及一种PM2.5质量浓度监测仪校准装置。

背景技术

[0002] PM2.5是指大气中空气动力学当量直径小于或等于 $2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物,也称为可入肺颗粒物。PM2.5粒径小,富含大量的有毒、有害物质且在大气中的停留时间长、输送距离远,因而对人体健康和大气环境质量的影响更大。粒径在 $2.5\mu\text{m}$ 以下的细颗粒物,不易被阻挡,被吸入人体后会直接进入支气管,干扰肺部的气体交换,引发包括哮喘、支气管炎和心血管病等方面的疾病。目前,PM2.5颗粒物是我国空气首要的污染物,PM2.5监测及有效治理,是我国环境保护部门及国家政府的目标。

[0003] 2011年环境保护部颁布了HJ618-2011《环境空气PM10和PM2.5的测定标准》,规定用于PM2.5颗粒物浓度监测的仪器为颗粒物采样器和颗粒物直读仪,按其原理可分为手工分析方法和自动分析方法(含:微量振荡天平(TEOM)法、 β 射线测量法、光散射测量法)。

[0004] 无论是重量法、振荡天平法、 β 射线法还是光散射测量法,PM2.5浓度测量均是通过切割器将大气颗粒物中空气动力学当量直径小于或等于 $2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物分离出来,收集在滤膜上,然后进行测量分析。由此可以看出,PM2.5切割和浓度计量性能直接影响PM2.5质量浓度监测仪的准确性,因此需要对PM2.5质量浓度监测仪进行定期的检校。而对PM2.5质量浓度监测仪进行校准,主要是对PM2.5质量浓度监测仪中的PM2.5切割器的切割特性的进行检测。但是,现有的校准装置,对PM2.5切割器的切割特性进行检测的效果较差。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种PM2.5质量浓度监测仪校准装置,以解决现有技术中存在的对PM2.5切割器的切割特性进行检测的效果较差的技术问题。

[0006] 本实用新型提供了一种PM2.5质量浓度监测仪校准装置,包括气源装置、颗粒物发生器、PM10切割器、混匀管、气流分流器和切换阀;所述气源装置的输出端与所述颗粒物发生器的输入端相连通,所述颗粒物发生器的输出端与所述切换阀的第一输入端相连通,所述切换阀的第二输入端与外界大气相连通;所述切换阀的输出端与所述PM10切割器的输入端相连通,所述PM10切割器的输出端与所述混匀管的输入端相连通,所述混匀管的输出端与所述气流分流器的输入端相连通。

[0007] 进一步地,还包括第一补气管道和静电中和器,所述第一补气管道的输入端与所述气源装置的输出端相连通,所述第一补气管道的输出端与所述静电中和器的输入端相连通,所述静电中和器的输出端与所述切换阀的第一输入端相连通。

[0008] 进一步地,还包括第二补气管道,所述第二补气管道的输入端与所述气源装置的输出端相连通,所述第二补气管道的输出端与所述混匀管的补气端相连通。

[0009] 进一步地,所述气源装置包括空气压缩机、储气罐、三级高效过滤器和冷冻干燥

机,其中,所述空气压缩机、所述储气罐、所述三级高效过滤器和所述冷冻干燥机依次连通,且所述冷冻干燥机还与所述颗粒物发生器相连通。

[0010] 进一步地,所述储气罐上安装有气压传感器,用于检测所述储气罐中气体的压强。

[0011] 进一步地,所述混匀管的顶部具有倒锥形结构,所述混匀管的输入端位于所述倒锥形结构的端部。

[0012] 进一步地,所述混匀管的补气端伸入到所述倒锥形结构的锥面处,用于使从所述第二补气管道流出的气体沿所述倒锥形结构的锥面流动。

[0013] 进一步地,所述第一补气管道上安装有第一流量计。

[0014] 进一步地,所述第二补气管道上安装有第二流量计。

[0015] 本实用新型还提供了一种PM2.5质量浓度监测仪校准装置,包括气源装置、颗粒物发生器、PM10切割器、混匀管、气流分流器和切换阀;所述气源装置的输出端与所述颗粒物发生器的输入端相连通,所述颗粒物发生器的输出端与所述切换阀的第一输入端相连通,所述切换阀的第二输入端与外界大气相连通;所述切换阀的输出端与所述PM10切割器的输入端相连通,所述PM10切割器的输出端与所述混匀管的输入端相连通,所述混匀管的输出端与所述气流分流器的输入端相连通;所述切换阀为三通电磁阀。

[0016] 与现有技术相比,本实用新型的有益效果为:

[0017] 本实用新型提供的PM2.5质量浓度监测仪校准装置,气源装置能够提供洁净的空气,通过颗粒物发生器能够产生多种不同粒径且含量均为定值的单分散固态气溶胶颗粒,也就是说,每种不同粒径的单分散固态气溶胶颗粒的含量为定值;通过切换阀的切换,实现在外界大气的采样或气源装置提供的空气的采样,气体经过混匀管后,再通过气流分流器的两个输出端分别将气体引入标准PM2.5质量浓度监测仪的标准PM2.5切割器及被校PM2.5质量浓度监测仪的被校PM2.5切割器,然后比较分析标准PM2.5质量浓度监测仪检测得到的PM2.5浓度值及被校PM2.5质量浓度监测仪检测得到的PM2.5浓度值,得出被校PM2.5切割器的切割特性是否符合要求,综上,本实用新型能够对PM2.5切割器的切割特性进行有效的检测,并且检测效果好、快捷方便。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本实用新型具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本实用新型的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1为本实用新型实施例一提供的PM2.5质量浓度监测仪校准装置的结构示意图;

[0020] 图2为本实用新型实施例一中气源装置的结构示意图;

[0021] 图3为本实用新型实施例一中混匀管的结构示意图;

[0022] 图4为本实用新型实施例二提供的PM2.5质量浓度监测仪校准装置的结构示意图。

[0023] 图中:

[0024] 100-标准PM2.5质量浓度监测仪;101-标准PM2.5切割器;200-被校PM2.5质量浓度监测仪;201-被校PM2.5切割器;300-气源装置;301-颗粒物发生器;302-PM10切割器;303-混匀管;304-气流分流器;305-切换阀;306-空气压缩机;307-储气罐;308-三级高效过滤

器;309-冷冻干燥机;310-第一补气管道;311-第一流量计;312-第二补气管道;313-第二流量计;314-倒锥形结构;315-补气端;316-静电中和器。

具体实施方式

[0025] 下面将结合附图对本实用新型的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本实用新型保护的范围。

[0026] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0027] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0028] 实施例一

[0029] 参见图1至图3所示,本实用新型实施例一提供了一种PM_{2.5}质量浓度监测仪校准装置,包括气源装置300、颗粒物发生器301、PM₁₀切割器302、混匀管303、气流分流器304和切换阀;气源装置300的输出端与颗粒物发生器301的输入端相连通,颗粒物发生器301的输出端与切换阀的第一输入端相连通,切换阀的第二输入端与外界大气相连通;切换阀的输出端与PM₁₀切割器302的输入端相连通,PM₁₀切割器302的输出端与混匀管303的输入端相连通,混匀管303的输出端与气流分流器304的输入端相连通。具体而言,切换阀为三通切换阀;切换阀的第二输入端通过大气管道与外界大气相连通,这样可以实现从外界大气采样;PM₁₀切割器302能将气体中空气动力学当量直径大于或等于10 μ m的颗粒物分离出来,这样空气动力学当量直径大于或等于10 μ m的颗粒物便不能进入混匀管303,通过气流分流器304将从混匀管303流出的气体分别引入后续不同的装置中,即气流分流器304的第一输出端与标准PM_{2.5}质量浓度监测仪100的标准PM_{2.5}切割器101的输入端相连通,气流分流器304的第二输出端与被校PM_{2.5}质量浓度监测仪200的被校PM_{2.5}切割器201的输入端相连通。

[0030] 本实用新型实施例一提供的PM_{2.5}质量浓度监测仪校准装置,气源装置300能够提供洁净的空气,通过颗粒物发生器301能够产生多种不同粒径且含量均为定值的单分散固态气溶胶颗粒,也就是说,每种不同粒径的单分散固态气溶胶颗粒的含量为定值;通过切换阀的切换,实现在外界大气的采样或气源装置300提供的空气的采样,气体经过混匀管303后,再通过气流分流器304的两个输出端分别将气体引入标准PM_{2.5}质量浓度监测仪100的标准PM_{2.5}切割器101及被校PM_{2.5}质量浓度监测仪200的被校PM_{2.5}切割器201,然后比较分析标准PM_{2.5}质量浓度监测仪100检测得到的PM_{2.5}浓度值及被校PM_{2.5}质量浓度监测仪200检测得到的PM_{2.5}浓度值,通过对浓度值的比较便能够得出被校PM_{2.5}切割器201的切割特

性是否符合要求,综上,本实用新型能够对PM2.5切割器的切割特性进行有效的检测,并且检测效果好、快捷方便,操作简单。

[0031] 该实施例中,颗粒物发生器301为雾化气溶胶发生器。

[0032] 该实施例中,气源装置300包括空气压缩机306、储气罐307、三级高效过滤器308和冷冻干燥机309,其中,空气压缩机306、储气罐307、三级高效过滤器308和冷冻干燥机309依次连通,且冷冻干燥机309还与颗粒物发生器301相连通。

[0033] 具体而言,空气压缩机306的输出端与储气罐307的输入端相连通,储气罐307的输出端与三级高效过滤器308的输入端相连通,三级高效过滤器308的输出端与冷冻干燥机309的输入端相连通,冷冻干燥机309的输出端与颗粒物发生器301的输入端相连通。空气压缩机306将空气压缩到储气罐307中,经三级高效过滤器308过滤后得到粒径小于 $0.3\mu\text{m}$ 的洁净气源,冷冻干燥机309将洁净气源中含水物质先冻结成固态,使其中的水分从固态升华成气态,从而达到干燥的目的,其中,冷冻干燥机309处理气量为 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ 。该实施例可选的方案中,三级高效过滤器308为HEPA过滤器。

[0034] 该实施例中,储气罐307上安装有气压传感器,用于检测储气罐307中气体的压强。PM2.5切割器切割特性检测装置还包括控制器,空气压缩机306、冷冻干燥机309分别与控制器电连接。通过气压传感器可以使储气罐307内的气体压强控制在设定的范围内,为后续的过程提供持续稳定的气源。具体过程为:储气罐307和空气压缩机306具有自动调节功能,当储气罐307内的压强达到 0.6MPa 时,气压传感器向控制器发送压强信息,控制器接收到气压传感器发送的压强信息后,使空气压缩机306停止工作,从而保证储气罐307的压力处于安全范围。随着气源的不断使用,储气罐307内的压强逐渐下降,当气压传感器检测到储气罐307内的气压压强降到 0.4MPa 时,气压传感器向控制器发送压强信息,控制器接收到气压传感器发送的压强信息后,使空气压缩机306重新工作,继续制造干燥的洁净气体,从而能保证源源不断为后续的过程提供稳定气源。

[0035] 该实施例中,PM2.5质量浓度监测仪校准装置还包括第一补气管道310和静电中和器316,第一补气管道310的输入端与气源装置300的输出端相连通,第一补气管道310的输出端与静电中和器316的输入端相连通,静电中和器的输出端与切换阀的第一输入端相连通。通过第一补气管能够实现颗粒物发生器301产生的含有颗粒物的气体进行稀释,并且通过第一补气管能够对由切换阀的输入端至混匀管303的输入端之间的管路进行吹扫,减少检测时,对颗粒物数目浓度的测量误差。通过静电中和器能够消除颗粒物附着的静电。可选地,静电中和器为气溶胶静电中和器。

[0036] 该实施例中,第一补气管道310上安装有第一流量计311,用于测量第一补气管道310中的气体流量。

[0037] 该实施例中,PM2.5质量浓度监测仪校准装置还包括第二补气管道312,第二补气管道312的输入端与气源装置300的输出端相连通,第二补气管道312的输出端与混匀管303的补气端315相连通。

[0038] 该实施例中,第二补气管道312上安装有第二流量计313,用于测量第二补气管道312中的气体流量。

[0039] 该实施例中,混匀管303的顶部具有倒锥形结构314,混匀管303的输入端位于倒锥形结构314的端部。

[0040] 具体而言,混匀管303的补气端315伸入到倒锥形结构314的锥面处,用于使从第二补气管道312流出的气体沿倒锥形结构314的锥面流动。

[0041] 通过检测试验,当混匀管303的长度为100mm时,混匀管303的横截面上的气溶胶的体积分数就不再发生变化。随着距离的增加,各个截面上的体积分数保持不变。说明气溶胶和从补气端315进入的稀释气体在很短的距离就能实现完全混合。

[0042] 该实施例中,根据检测要求,气源装置300输出的气源不应含有 $0.3\mu\text{m}$ 以上的颗粒物;因此,需要通过气溶胶粒径谱仪检测处理后的气源粒径分布实验。气溶胶粒径谱仪是采用光散射原理测量气溶胶粒子计数的典型仪器,测量粒径范围 $0.3\mu\text{m}$ – $20\mu\text{m}$ 。

[0043] 去掉颗粒物发生器301,将冷冻干燥机309的输出端直接连接到切换阀的第一输入端,并将气流分流器304的其中一个输出端气溶胶粒径谱仪相连通。气体充满气路,通气半小时,去除沾附在管壁的残余颗粒,使用气溶胶粒径谱仪测量此时气源中颗粒物计数浓度。测试结果如表1所示。

[0044] 表1为洁净气源中 $0.3\mu\text{m}$ 以上颗粒物浓度

[0045]

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8
$0.3\mu\text{m}$ 以上颗粒物浓度	0	0	0	0	0	0	0	0

[0046] 由表1可以看出,经过滤的洁净气体满足EPA和我国环境保护标准对气源颗粒物含量的要求。

[0047] 该实施例中,在检测过程中,聚苯乙烯悬浮液,即标准颗粒悬浮液,分散在超纯水中,所以首先需要使用气溶胶粒径谱仪6测试超纯水中颗粒物含量,来验证超纯水中是否存在影响实验的颗粒物。

[0048] 将气流分流器304的其中一个输出端气溶胶粒径谱仪相连通后,在颗粒物发生器301,即雾化气溶胶发生器中只加入20mL超纯水,然后通入干燥的洁净气体,经过混匀管303后。气溶胶粒径谱仪测试8次的结果如表2所示。

[0049] 表2为超纯水中颗粒物数目测试(一次测试体积 15cm^3)

[0050]

次数	1	2	3	4	5	6	7	8
总的颗粒物数目	0	1	1	0	1	0	1	0

[0051] 由表2可以看出,超纯水中含有的颗粒物数目几乎没有,相对于高浓度的聚苯乙烯气溶胶数目可以忽略不计。超纯水可以作为雾化气溶胶发生器的悬浮液的分散介质。

[0052] 通过控制储气罐307内的气体的压强的大小来控制雾化发生器的体积流量,经测试得到压力在 0.5psi 和 20psi 之间时对应的体积流量为 21pm 和 201pm 。在此流量区间内,针对不同粒径加入固定体积的标准颗粒,经气溶胶粒径谱仪检测均可以达到 1.5 个/ cm^3 ,符合EPA对检测气溶胶浓度的要求。

[0053] 该实施例中,PM_{2.5}质量浓度监测仪校准装置的工作原理为:

[0054] 向颗粒物发生器301,即雾化气溶胶发生器内加入超纯水和标准颗粒浮液,以产生单分散固态气溶胶颗粒,其中,标准颗粒浮液中含有多种不同粒径的标准颗粒,且多种不同粒径的标准颗粒的含量为定值;具体而言,该实施例中,采用现有技术中的8种空气动力学当量粒径范围为 $(1.5-4.0)\mu\text{m}$ 的标准颗粒。每种不同粒径的标准颗粒的含量均为定值。

[0055] 将切换阀切换到颗粒物发生器301与PM10切割器302的相连通的状态,这样,颗粒物发生器301产生的气溶胶颗粒能够随气源装置300提供的洁净气体一起通过PM10切割器302,而外界大气则不能从切换阀进入PM10切割器302;

[0056] 气溶胶颗粒能够随洁净气体经过混匀管303后,再通过气流分流器304的两个输出端分别将气体引入标准PM2.5质量浓度监测仪100的标准PM2.5切割器101及被校PM2.5质量浓度监测仪200的被校PM2.5切割器201,然后比较分析标准PM2.5质量浓度监测仪100检测得到的PM2.5浓度值及被校PM2.5质量浓度监测仪200检测得到的PM2.5浓度值;得出被校PM2.5切割器201的切割特性是否符合要求,并最终实现对被校PM2.5质量浓度监测仪200的校准。当校准后,可以将切换阀切换到外界大气与PM10切割器302相连通,而颗粒物发生器301与PM10切割器302不连通的状态,通过对外界大气的采样,判断校准后的监测仪是否符合校准要求。

[0057] 实施例二

[0058] 本实施例二提供的PM2.5质量浓度监测仪校准装置是在实施例一基础上的改进,实施例一中公开的技术内容不重复描述,实施例一公开的内容也属于本实施例公开的内容。

[0059] 参见图4所示,该实施例,切换阀305为三通电磁阀,通过三通电磁阀能够尽量减少人为因素对测量时间的影响。

[0060] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本实用新型的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本实用新型进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质的本质脱离本实用新型各实施例技术方案的范围。此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此的一些实施例包括其它实施例中所包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本实用新型的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在下面的权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

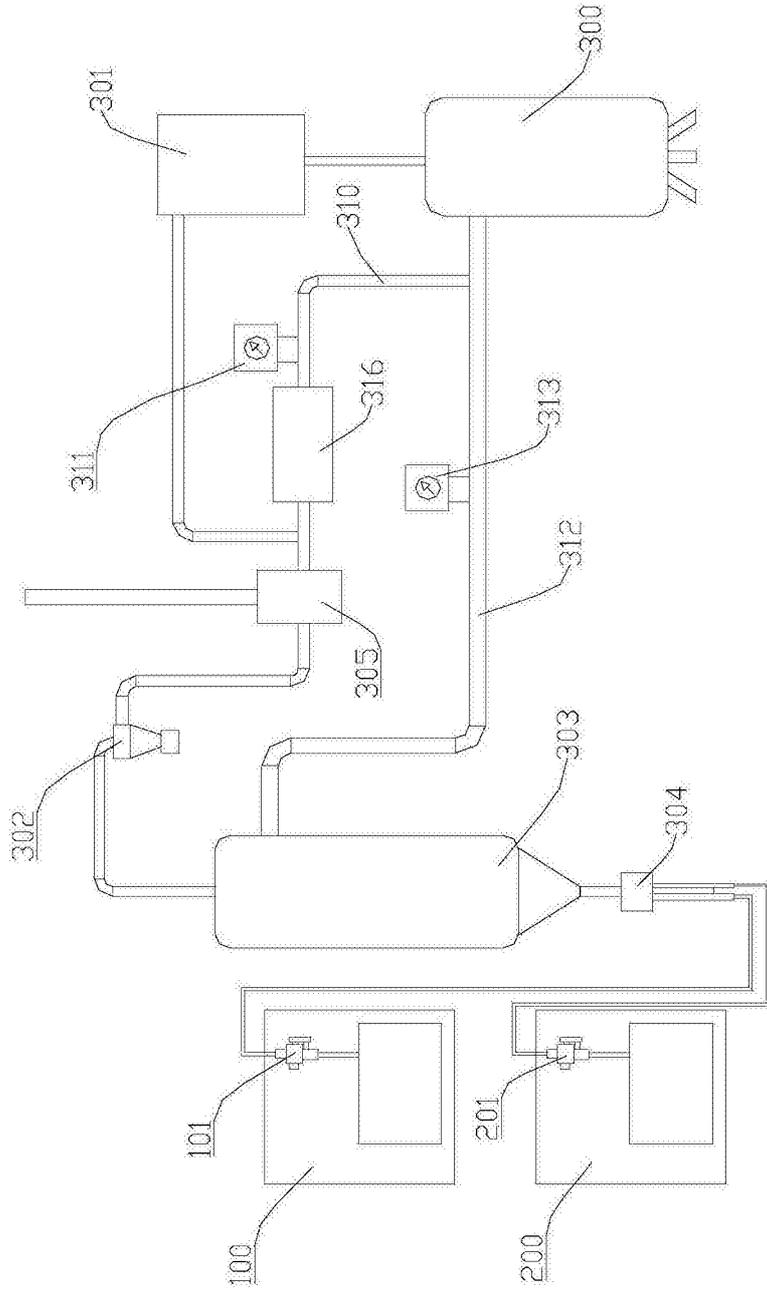


图1

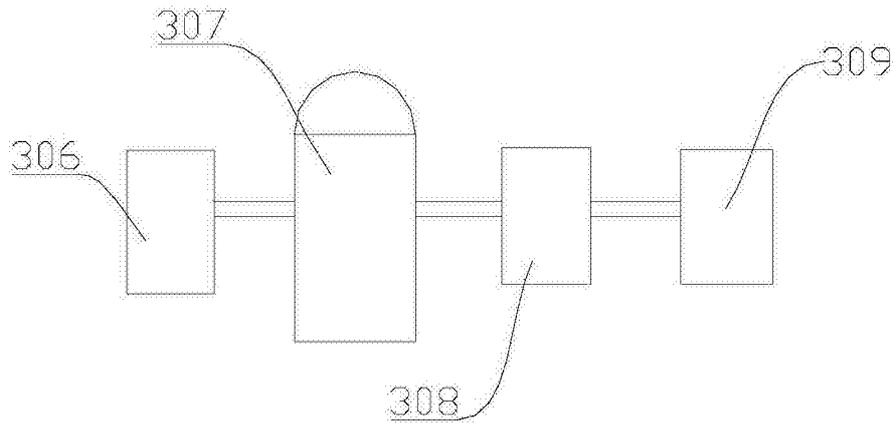


图2

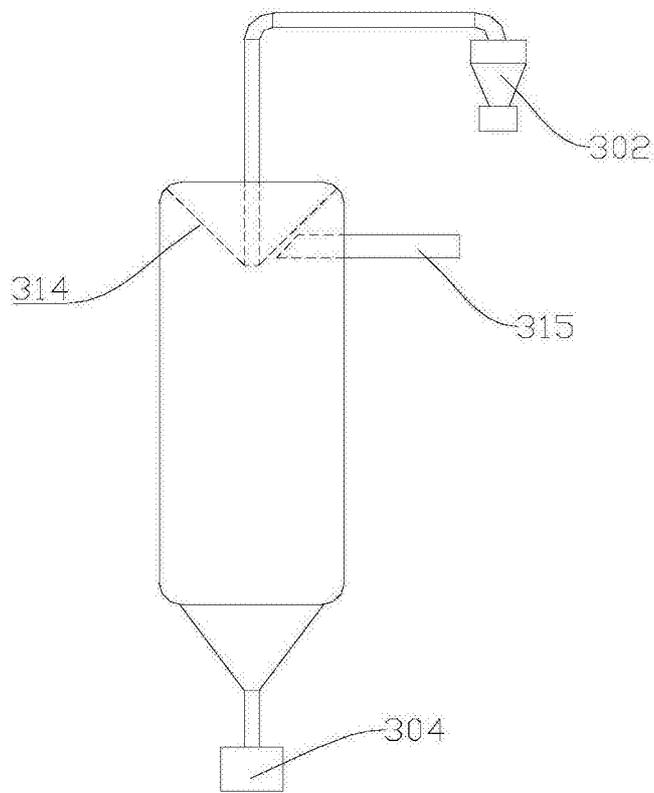


图3

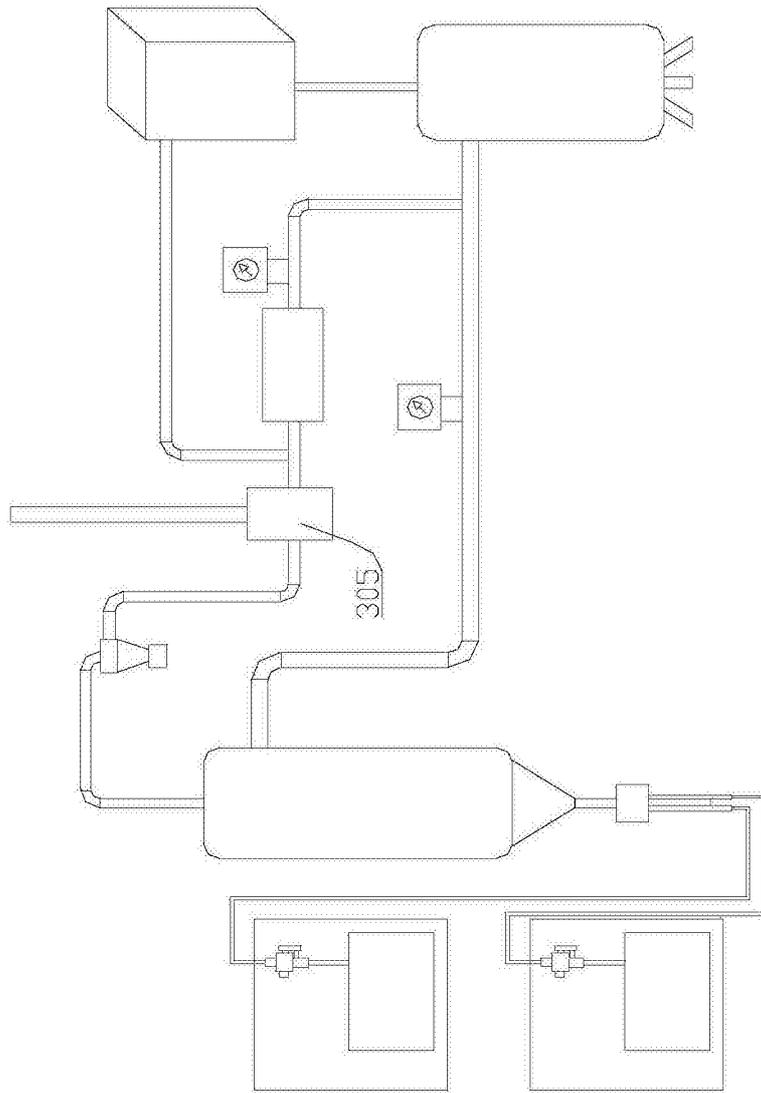


图4