



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105806643 B

(45)授权公告日 2018.07.13

(21)申请号 201610350389.1

G01D 21/02(2006.01)

(22)申请日 2016.05.24

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105806643 A

CN 104807589 A,2015.07.29,

CN 105169851 A,2015.12.23,

JP 2011136277 A,2011.07.14,

US 7037474 B2,2006.05.02,

(43)申请公布日 2016.07.27

(73)专利权人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市大学路1号中国矿业大学南湖校区

李小川、罗会清、胡海彬、王保存、魏涛、吕孝福.自激式除尘器压力波动特性与气液耦合.《煤炭学报》.2015,第40卷(第12期),第3001-3006页.

(72)发明人 李小川 魏涛 胡海彬 王冬雪 向武

Xiaochuan Li et al..Study of gas-liquid two-phase flow patterns of self-excited dust scrubbers.《Chemical Engineering Science》.2016,第151卷第79-92页.

(74)专利代理机构 淮安市科翔专利商标事务所 32110

代理人 韩晓斌

审查员 张珊

(51)Int.Cl.

G01M 99/00(2011.01)

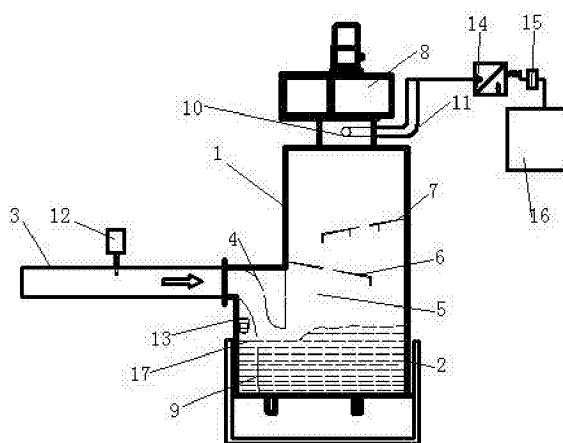
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种除尘器气液混合状态的识别方法和装置

(57)摘要

本发明涉及一种除尘器气液混合状态的识别方法和装置,对除尘器内部气液耦合模式进行有效的识别,并且能够定量的判断气液耦合效果,减少除尘器以非工况模式运行,间接地提高其整体除尘效果,保证除尘器能在高效节能的模式下运行,从而减少因除尘器运行效果导致颗粒物大量逃逸的情况发生,提高了除尘器的综合除尘效率。



1.一种除尘器气液混合状态的识别方法,其特征在于,通过采集除尘器出口的压力信号,分析压力波动信号里所携带的气液两相流动信息来检测气液两相混合状态,具体步骤为:

步骤1)制作气液混合状态识别样本:

步骤1.1)将气液耦合状态分为微弱波动模式、静液位差模式、共振水击模式、剪切液幕模式和卷吸气泡模式;

步骤1.2)分别采集上述五种模式下除尘器中的风速、液位以及除尘器出口处的压力波动信息,同时测出不同模式的相应液位参数,对不同风速、液位下的压力波动信息进行统计分析、频谱分析,得到除尘器阻力变化规律,整理出相应模式的阻力特征值,并获取压力波动信息的功率谱密度PSD分布变化情况,得出除尘器气相压力波动频率主要集中范围,并将频率范围分成 n 个频段;

步骤1.3)从功率谱密度曲线中提取出能分别区分出不同模式的特征向量,包括功率谱密度图中各频段的峰值范围、相对峰值范围及不同模式下峰值所对应的频率范围,结合阻力特性及液位参数,然后整理出各特征向量值的范围,并进行计算,确定各模式下特征向量的对应区间;其中,静液位差模式下的特定液位范围为 $[y_1, y_2]$;共振水击模式下低频频段峰值所对应的频率范围为 $[n_1, n_2]$,中频频段峰值所对应的频率范围为 $[n_3, n_4]$;剪切液幕模式下中频频段峰值所对应的频率范围为 $[q_5, q_6]$,发生小剪切时低频频段峰值所对应的频率范围为 $[q_1, q_2]$,中频频段峰值所对应的频率范围为 $[q_3, q_4]$;

步骤2)采集运行状态下除尘器中的风速、液位以及压力波动信息并进行分析,获取与步骤1.3中的特征向量所对应的特征向量;

步骤2.1)通过监测系统对压力波动原始信号进行采集,得到其功率谱密度图,同时获取风速和液位信息;

步骤2.2)对原始信号和功率谱密度图进行分析,提取区分度较高的相关特征向量,即各频段的峰值范围和相对峰值范围:

步骤2.2.1)将功率谱密度图划分为 n 个频段,分别提取各模式下功率谱密度图中第一频段至第 n 频段内的最大峰值,然后,整理出各模式下的各频段峰值范围;

步骤2.2.2)计算出所有模式下第二频段至第 n 频段相对于第一频段的百分比,并整理出各模式下的相对峰值范围;

步骤3)对运行状态下的除尘器中的气液耦合模式进行识别:

步骤3.1)基于步骤2.2的两个特征向量范围与步骤1.3所提取的相应特征向量范围作比较,由于微弱波动模式高频段的峰值的最大值较其他模式高频段峰值的最小值还低,卷吸气泡模式高频段峰值的最小值较其他模式高频段峰值的最大值明显高出,因此能很好地识别出微弱波动模式和卷吸气泡模式;

步骤3.2)然后,由压力波动原始信号,计算出除尘器阻力大小,根据除尘器阻力特性,检测其阻力值是否大于规定阻力值 A ,如果阻力特性大于规定阻力值 A ,同时,通过液位传感器检测除尘腔的液位是否在静液位差模式下的特定液位范围 $[y_1, y_2]$ 内,若是,则除尘器内部流动形态为静液位差模式;若不是,则为剪切液幕模式或者共振水击模式;

步骤3.3)检测低频频段峰值所对应的频率是否在 $[n_1, n_2]$ 范围内,同时检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[n_3, n_4]$ 范围内,若同时满足这两个条件则为共振水击模式,

否则,检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[q_5, q_6]$ 范围内,若在,则为剪切液幕模式;或者,检测低频频段峰值所对应的频率是否在 $[q_1, q_2]$ 范围内,同时检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[q_3, q_4]$ 范围内,若同时满足这两个条件则也为剪切液幕模式,若不满足,则为其他模式。

2. 根据权利要求1所述的一种除尘器气液混合状态的识别方法,其特征在于,所述除尘器气相压力波动频率主要集中范围为0-30Hz,并将频率范围分成低0-10Hz、中10-20Hz、高20-32Hz三个频段。

3. 根据权利要求1所述的一种除尘器气液混合状态的识别方法,其特征在于,微弱波动模式高频段的峰值范围为0-20020,卷吸气泡模式高频段的峰值范围为 $1.51851E+6 \sim 2.53083E+7$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种除尘器气液混合状态的识别方法,其特征在于,所述规定阻力值A为300Pa。

5. 一种除尘器气液混合状态的识别装置,采用权利要求1~4任意一项权利要求所述的一种除尘器气液混合状态的识别方法,其特征在于,包括引压装置、液位传感器、风速仪、液面传递及稳定调节装置、数据采集卡和计算机;所述除尘器包括进气通道、水槽、除尘腔、限流板、脱水板和除尘风机,所述进气通道设于水槽一侧,除尘腔、限流板、脱水板以及除尘风机顺次设于水槽上方,进气通道与水槽连接的一端设置节流板,形成节流口;所述风速仪安装在进气通道内;所述液面传递及稳定调节装置安装在节流口的下方;液面传递及稳定调节装置为长方形挡板,其与槽体底面垂直安装,并与槽体安装进气通道一侧的侧壁之间形成液位测量室,挡板的顶端向槽体侧壁弧形延伸将液位测量室顶口封闭,挡板下部沿其长度设置连通液位测量室和槽体的通液孔,液位传感器设于空间内部上方;所述引压装置安装在除尘风机的下方;所述引压装置的主体为一个L形管道,其横向管体与除尘器内部设置的取压点螺纹连接,纵向管体位于除尘器外部与压力传感器螺纹连接,管道内部沿拐弯处的外缘管壁设置凹陷的集水槽,集水槽连接有向下的排水管,工作状态下L形管道的外端以端盖密封。

6. 根据权利要求5所述的一种除尘器气液混合状态的识别装置,其特征在于,所述管道内径6-10mm。

7. 根据权利要求5所述的一种除尘器气液混合状态的识别装置,其特征在于,所述L形管道总长度控制在12cm以内,其中垂直方向3-5cm。

8. 根据权利要求5所述的一种除尘器气液混合状态的识别装置,其特征在于,所述取压点设置在除尘风机的风口下方。

9. 根据权利要求5所述的一种除尘器气液混合状态的识别装置,其特征在于,所述液面传递及稳定调节装置选用耐腐蚀材料制成。

10. 根据权利要求5所述的一种除尘器气液混合状态的识别装置,其特征在于,所述液面传递及稳定调节装置距离与其较近的槽体侧壁壁面10-20cm。

11. 根据权利要求5所述的一种除尘器气液混合状态的识别装置,其特征在于,所述液面传递及稳定调节装置的通液孔孔径为挡板宽度的 $1/15 \sim 1/20$,错位分布设置。

12. 根据权利要求5所述的一种除尘器气液混合状态的识别装置,其特征在于,所述液位传感器量程:0~0.6m,信号输出:0~5V DC,响应时间 $\leq 5ms$,重复精度 $\pm 1.0mm$,环境温

度-30~+85℃。

一种除尘器气液混合状态的识别方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种自激式除尘器工作过程中,用于监测其气液混合状态的方法,具体为一种除尘器气液混合状态的识别方法和装置。

背景技术

[0002] 自激式除尘器结构简单、维护方便、成本较低,是矿业、冶金和煤化工等高排放行业微细颗粒物减排的常用环保装备,并获得了广泛的应用。然而实际应用中发现,自激式除尘器往往处于密闭环境,运行过程中无法观察气液混合状态,气液混合状态与除尘器运行状态和除尘效率有极大关系,当运行参数(如风速、液位、结构等)发生变化时,除尘器气液混合状态将发生变化,直接影响除尘效果。

[0003] 在实验室进行实验时,研究人员也往往仅通过透明观察窗肉眼查看气液混合状态,具有一定的主观性,还没有一种定量识别气液混合的有效方法,对除尘器的气液混合状态进行检测和识别。

[0004] 此外,现有在线监测除尘器除尘效率的仪器价格昂贵,基本原理为监测粉尘浓度,在粉尘浓度特别大时容易损坏监测设备,无法达到监测效果。而现在还没有一种能通过监测气液混合状态来间接监测除尘器运行状态的方法,进而间接持久的监测除尘器运行效果。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对除尘器运行状态提出的一种监测除尘器气液混合状态的检测方法,它可以通过监测除尘器运行过程中的压力参数,并通过相关分析,识别出除尘器的气液混合模式,进而判别除尘器的运行状态,间接监测除尘器运行效果。消除了因除尘器内部封闭、无法观察,而无法及时有效判断除尘器运行效果的缺陷;建立除尘器研发过程定量判断气液混合效果的有效方法。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种除尘器气液混合状态的识别方法,通过采集除尘器出口的压力信号,分析压力波动信号里所携带的气液两相流动信息来检测气液两相混合状态,具体步骤为:

[0007] 步骤1) 制作气液混合状态识别样本:

[0008] 步骤1.1) 将气液耦合状态分为微弱波动模式、静液位差模式、共振水击模式、剪切液幕模式和卷吸气泡模式;

[0009] 步骤1.2) 分别采集上述五种模式下除尘器中的风速、液位以及除尘器出口处的压力波动信息,同时测出不同模式的相应液位参数,对不同风速、液位下的压力波动信息进行统计分析、频谱分析,得到除尘器阻力变化规律,整理出相应模式的阻力特征值,并获取压力波动信息的功率谱密度PSD分布变化情况,得出自激式除尘器气相压力波动频率主要集中范围,并将频率范围分成n个频段;

[0010] 步骤1.3) 从功率谱密度曲线中提取出能分别区分出不同模式的特征向量,包括功

率谱密度图中各频段的峰值范围、相对峰值范围及不同模式下峰值所对应的频率范围,结合阻力特性及液位参数,然后整理出各特征向量值的范围,并进行计算,确定各模式下特征向量的对应区间;其中,液位差模式下的特定液位范围为 $[y1, y2]$;共振水击模式下低频频段峰值所对应的频率范围为 $[n1, n2]$,中频频段峰值所对应的频率范围为 $[n3, n4]$;剪切液幕模式下中频频段峰值所对应的频率范围为 $[q5, q6]$,发生小剪切时低频频段峰值所对应的频率范围为 $[q1, q2]$,中频频段峰值所对应的频率范围为 $[q3, q4]$;

[0011] 步骤2) 采集运行状态下除尘器中的风速、液位以及压力波动信息并进行分析,获取与步骤1.3中的特征向量所对应的特征向量;

[0012] 步骤2.1) 通过监测系统对压力波动原始信号进行采集,得到其功率谱密度图,同时获取风速和液位信息;

[0013] 步骤2.2) 对原始信号和功率谱密度图进行分析,提取区分度较高的相关特征向量,即各频段的峰值范围和相对峰值范围;

[0014] 步骤2.2.1) 将功率谱密度图划分为 n 个频段,分别提取各模式下功率谱密度图中第一频段至第 n 频段内的最大峰值,然后,整理出各模式下的各频段峰值范围;

[0015] 步骤2.2.2) 计算出所有模式下第二频段至第 n 频段相对于第一频段的百分比,并整理出各模式下的相对峰值范围;

[0016] 步骤3) 对运行状态下的除尘器中的气液耦合模式进行识别;

[0017] 步骤3.1) 基于步骤2.2的两个特征向量范围与步骤1.3所提取的相应特征向量范围作比较,由于微弱波动模式高频段的峰值的最大值较其他模式高频段峰值的最小值还低,卷吸气泡模式高频段峰值的最小值较其他模式高频段峰值的最大值明显高出,因此能很好地识别出微弱波动模式和卷吸气泡模式;

[0018] 步骤3.2) 然后,由原始压力波动信号,计算出除尘器阻力大小,根据除尘器阻力特性,检测其阻力值是否大于规定阻力值 A ,如果阻力特性大于规定阻力值 A ,同时,通过液位传感器检测除尘腔的液位是否在静液位差模式下的特定液位范围 $[y1, y2]$ 内,若是,则除尘器内部流动形态为静液位差模式;若不是,则为剪切液幕模式或者共振水击模式;

[0019] 步骤3.3) 检测低频频段峰值所对应的频率是否在 $[n1, n2]$ 范围内,同时检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[n3, n4]$ 范围内,若同时满足这两个条件则为共振水击模式,否则,检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[q5, q6]$ 范围内,若在,则为剪切液幕模式;或者,检测低频频段峰值所对应的频率是否在 $[q1, q2]$ 范围内,同时检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[q3, q4]$ 范围内,若同时满足这两个条件则也为剪切液幕模式,若不满足,则为其他模式。

[0020] 所述除尘器气相压力波动频率主要集中范围为 $0-30\text{Hz}$,并将频率范围分成低 $0-10\text{Hz}$ 、中 $10-20\text{Hz}$ 、高 $20-32\text{Hz}$ 三个频段。

[0021] 微弱波动模式高频段的峰值范围为 $0-20020$,卷吸气泡模式高频段的峰值范围为 $1.51851\text{E}+6, 2.53083\text{E}+7$ 。

[0022] 所述规定阻力值 A 为 300Pa 。

[0023] 一种除尘器气液混合状态的识别装置,包括引压装置、液位传感器、风速仪、液面传递及稳定调节装置、数据采集卡和计算机;所述除尘器包括进气通道、水槽、除尘腔、限流板、脱水板和除尘风机,所述进气通道设于水槽一侧,除尘腔、限流板、脱水板以及除尘风机

顺次设于水槽上方,进气通道与水槽连接的一端设置节流板,形成节流口;所述风速仪安装在进气通道内;所述液面传递及稳定调节装置安装在节流口的下方;液面传递及稳定调节装置为长方形挡板,其与槽体底面垂直安装,并与槽体安装进气通道一侧的侧壁之间形成液位测量室,挡板的顶端向槽体侧壁弧形延伸将液位测量室顶口封闭,挡板下部沿其长度设置连通液位测量室和槽体的通液孔,液位传感器设于空间内部上方;所述引压装置安装在除尘风机的下方;所述引压装置的主体为一个L形管道,其横向管体与除尘器内部设置的取压点螺纹连接,纵向管体位于除尘器外部与压力传感器螺纹连接,管道内部沿拐弯处的外缘管壁设置凹陷的集水槽,集水槽连接有向下的排水管,工作状态下L形管道的外端以端盖密封。

[0024] 所述管道内径6-10mm。

[0025] 所述引压管总长度控制在12cm以内,其中垂直方向3-5cm。

[0026] 所述取压点设置在除尘风机的风口下方。

[0027] 所述液面传递及稳定调节装置选用耐腐蚀材料制成。

[0028] 所述液面传递及稳定调节装置距离与其较近的槽体侧壁壁面10-20cm。

[0029] 所述液面传递及稳定调节装置的通液孔孔径为挡板宽度的1/15-1/20,错位分布设置。

[0030] 所述液位传感器量程:0~0.6m,信号输出:0~5V DC,响应时间 $\leq 5\text{ms}$,重复精度 $\pm 1.0\text{mm}$,环境温度 $-30\sim+85^{\circ}\text{C}$ 。

[0031] 本发明的有益效果是:除尘器运行时,由于除尘器内部封闭,而无法及时有效的判别除尘器内部气液耦合状态,从而无法判断其除尘效果,本发明的监测系统与监测方法,能够很好地消除这一缺陷,对除尘器内部气液耦合模式进行有效的识别,并且能够量化的判断气液耦合效果,减少除尘器以非工况模式运行,间接地提高其整体除尘效果,保证除尘器能在高效节能的模式下运行,从而减少因除尘器运行效果导致颗粒物大量逃逸的情况发生,提高了除尘器的综合除尘效率。

附图说明

[0032] 附图1是一种除尘器气液混合状态的识别装置的结构示意图。

[0033] 附图2是引压装置的结构示意图。

[0034] 附图3是液面传递及稳定调节装置的结构示意图。

[0035] 附图4是一种除尘器气液混合状态的识别装置的智能监测系统程序框图。

[0036] 附图5是不同液位及风速下的频谱图。

[0037] 图中,1.除尘器,2.水槽,3.进气通道,4.节流板,5.除尘腔,6.限流板,7.脱水板,8.除尘风机,9.液面传递及稳定调节装置,10.取压点,11.引压装置,11-1.内螺纹,11-2.外螺纹,11-3.集水槽,11-4.排水管,12.风速仪,13.液位传感器,14.压力传感器,15.数据采集卡,16.计算机,17.液面。

具体实施方式:

[0038] 结合图4和图5,一种除尘器1气液混合状态的识别,第一步:对各种风速及液位运行状态下除尘器1出口的压力波动信号进行采集,然后进行功率谱密度分析,得出自激式除

尘器1气相压力波动频率主要集中在0-30Hz范围内,选取不同液位不同风速的压力信号进行频谱分析,得功率谱密度PSD分布变化情况,除尘器1气相PSD图随气液耦合状态不同,具有明显特征;

[0039] 当 $b_0 < 0\text{mm}$,风速较小时,PSD图在频率2Hz附近具有明显的主频,且其它频段PSD值非常微弱,如图5(A1)、(B1)和(C1)所示,结合气液两相耦合状态可以看出,该状态是气液耦合的微弱波动模式,此时,液相和气相都以2Hz左右的固定频率波动。

[0040] 随气流速度增大,气液耦合进入共振水击模式,PSD图表现为明显的“贴壁效应”,气相压力波动主频集中在较低频率,如图5(A3)、(B2)和(C2),这是由于共振水击时,液面17发生较大幅度的整体前后波动,频率较小,其它频率范围的波动没有明显的波峰存在;低频波峰的峰值明显高于附近流速的非共振状态的峰值,这说明,共振水击的能量主要集中于维持低频的液面17波动。

[0041] 随风速进一步增大,共振水击逐步过渡到剪切液幕模式,气相压力PSD图在高频段出现明显的波峰,如图5(A4)、(B4)和(C4),在频率18Hz左右,三个液位的PSD图都出现明显的波峰,且随液位升高该波峰出现频率有增大趋势;这一现象主要是由于进入剪切液幕模式后,气流对液面17形成连续的剪切作用,产生大量液滴或液幕,气相的压力波动直接反应了液相的这一变化过程。而介于共振水击和剪切液幕模式之间的区域,则在0-20Hz范围内出现多个规律性不明显的波峰,该频段内的PSD值分布也较为平均,如图5(B3)和(C3),多个波峰的出现主要由于共振水击过渡段还存在一定量的液面17大幅波动,造成波动过程中节流口大量液滴、液幕激发对气相压力的影响,整体的平均分布则主要由于气流速度增大,提高了气液混合效果,使波动频率在大范围内都存在。

[0042] 随液位升高($b_0 \geq 0\text{mm}$),气相压力PSD图的总体变化趋势与较低液位时相近,在细节趋势上有所差别。当除尘器1处于静液位差模式时,PSD图在较低频率(0-8Hz)范围内有一个较为明显的波峰,这个波峰是处于节流液位差时,气流以鼓泡形式通过除尘器1所产生的压力波动变化,如图5(D1)、(E1)和(F1),图5(D1)在该频段内的波动较为凌乱,主要是由于 $b_0 = 0\text{mm}$,在气流速度较低时,气流对液面17有鼓泡和剪切两种形式,使气流压力的变化具有多个波峰。

[0043] 而随气流速度进一步升高,气液耦合进入卷吸气泡模式,存在和低液位剪切液幕模式的PSD图类似的波形,在20Hz附近形成一个副波峰;不过在0-10Hz频段内的PSD值都较高,分布较为平均,如图5(D4)、(E4)和(F4)。这是由于进入卷吸气泡模式,气液混合非常充分,气流携带大量液体进入除尘腔5,同时大量液体又包裹了大量液滴进入液体内部,混合的复杂程度使压力波动的频段分布较多,出现了0-10Hz范围内的较平均分布。

[0044] 由此发现,各模式具有其独特的特征向量,从而提取出能分别区分出不同模式下的特征向量(如功率谱波峰峰值、频率等)的值,然后,整理出各特征向量值的范围,并进行相应计算,确定各模式下特征向量的对应区间。

[0045] 分析研究发现,功率谱密度图中各频段的峰值范围、相对峰值范围及不同情况下峰值所对应的频率范围,并结合前期研究的除尘器阻力特性及特定位置处的液位参数能够很好地识别除尘器内部流型。

[0046] 第二步对功率谱密度曲线进行识别,判断气液混合状态:功率谱密度曲线中的特征波形能表现除尘器1气液混合状态的典型特征,通过对功率谱密度曲线的典型特征的识

别来达到识别气液混合状态的目的,实施过程如下:

[0047] 首先,通过监测系统对压力波动原始信号进行采集,且得到其功率谱密度图;

[0048] 其次,对原始信号和功率谱密度图进行分析,提取区分度较高的相关特征向量:

[0049] 第一,提取各模式下功率谱密度图中第一频段(如0-5HZ频率段)最大峰值,第二频段(如5-10HZ频率段)最大峰值,以此类推,到第n频段内的最大峰值,然后,整理出各模式下的各频段峰值范围,如下表1:

[0050] 表1

[0051]

	第一频段功率谱 密度峰值范围	第二频段功率谱 密度峰值范围	...	第 n 频段功率谱 密度峰值范围
微弱波动模式	[a1,a2]	[a3,a4]	...	[a2n-1,a2n]
静液位差模式	[b1,b2]	[b3,b4]	...	[b2n-1,b2n]
共振水击模式	[c1,c2]	[c3,c4]	...	[c2n-1,c2n]
剪切液幕模式	[d1,d2]	[d3,d4]	...	[d2n-1,d2n]
卷吸气泡模式	[e1,e2]	[e3,e4]	...	[e2n-1,e2n]

[0052] 第二,计算出全部情况下第二频段,第三频段...第n频段相对于第一频段的值(即第二频段,第三频段...第n频段占第一频段的百分数),并整理出各模式下的相对峰值范围,如下表2:

[0053] 表2

[0054]

	第二频段相对于 第一频段的峰值 范围	第三频段相对于 第一频段的峰值 范围	...	第 n 频段相对于 第一频段的峰 值范围
微弱波动模式	[f1,f2]	[f3,f4]	...	[f2n-1,f2n-2]
静液位差模式	[g1,g2]	[g3,g4]	...	[g2n-1,g2n-2]
共振水击模式	[j1,j2]	[j3,j4]	...	[j2n-1,j2n-2]
剪切液幕模式	[k1,k2]	[k3,k4]	...	[k2n-1,k2n-2]
卷吸气泡模式	[m1,m2]	[m3,m4]	...	[m2n-1,m2n-2]

[0055] 研究发现,基于以上两个特征向量范围,微弱波动模式、卷吸气泡模式与其他三种模式具有较高的区分度,能很好地将其分别识别出来。然后,由原始信号,测出其阻力大小,根据除尘器1阻力特性,检测其阻力值是否大于规定值,再结合节流口处除尘腔5对侧的液位,通过液位传感器13检测是否在静液位差模式下的特定液位范围[y1,y2]内,若是,则除尘器1内部流动形态为静液位差模式;若不是,则为剪切液幕模式或者共振水击模式。而后,

检测低频频段峰值所对应的频率是否在 $[n1, n2]$ 范围内(发生时共振低频频率波动范围),同时检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[n3, n4]$ 范围内(发生共振时的中频波动范围),若同时满足这两个条件则为共振水击模式,否则,检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[q5, q6]$ 范围内(发生剪切时的中频波动范围),若在,则为剪切液幕模式;或者,检测低频频段峰值所对应的频率是否在 $[q1, q2]$ 范围内(发生小剪切时低频频率波动范围),同时检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[q3, q4]$ 范围内(发生小剪切时的中频波动范围),若同时满足这两个条件则也为剪切液幕模式,若不满足,则为其他模式。

[0056] 结合图1、图2、图3可以看出,一种除尘器1气液混合状态的识别装置,包括引压装置11、液位传感器13、风速仪12、液面传递及稳定调节装置9、压力传感器14、数据采集卡15和计算机16;所述除尘器1包括进气通道3、水槽2、除尘腔5、限流板6、脱水板7和除尘风机8,所述进气通道3设于水槽2一侧,除尘腔5、限流板6、脱水板7以及除尘风机8顺次设于水槽2上方,进气通道3与水槽2连接的一端设置节流板4,形成节流口;所述风速仪12安装在进气通道3内;所述液面传递及稳定调节装置9安装在节流口的下方;液面传递及稳定调节装置9为长方形挡板,其与槽体底面垂直安装,并与槽体安装进气通道3一侧的侧壁之间形成液位测量室,挡板的顶端向槽体侧壁弧形延伸将液位测量室顶口封闭,挡板下部沿其长度设置连通液位测量室和槽体的通液孔,液位传感器13设于空间内部上方;所述引压装置11安装在除尘风机8的下方;所述引压装置11的主体为一个L形管道,其横向管体的端部设有外螺纹11-2与除尘器1内部设置的取压点10螺纹连接,纵向管体位于除尘器1外部,其端部设有内螺纹11-1,与压力传感器14螺纹连接,管道内部沿拐弯处的外缘管壁设置凹陷的集水槽11-3,集水槽11-3连接有向下的排水管11-4,工作状态下L形管道的外端以端盖密封;所述风速仪12、液位传感器13和压力传感器14均与数据采集卡15连接,数据采集卡15连接计算机16,构成除尘器1监测系统。

[0057] 所述引压管管道内径6-10mm。

[0058] 所述引压管总长度控制在12cm以内,其中垂直方向3-5cm。

[0059] 所述取压点10设置在除尘风机8的风口下方。

[0060] 所述端盖的设置可以防止除尘器1中的液相进入压力传感器14中,对采集到的压差信号产生影响,引起不必要的误差。

[0061] 所述液面传递及稳定调节装置9选用耐腐蚀材料制成。

[0062] 所述液面传递及稳定调节装置9距离与其较近的槽体侧壁壁面10-20cm。

[0063] 所述液面传递及稳定调节装置9的通液孔孔径为挡板宽度的 $1/15-1/20$,错位分布设置。此装置左侧液相(即此装置与左侧约束壁面之间的液相)与除尘腔5中波动剧烈的不易直接测量其位置的液相连通,利用连通器原理,将除尘腔5中的波动较大不易测量其位置的液面17传递到此装置的左侧的较为稳定的液面17,减少气相波动对液面17的影响,稳定液面17位置,便于测量。

[0064] 所述液位传感器13选用市场普遍采用的传感器,量程:0~0.6m,信号输出:0~5V DC,响应时间 $\leq 5ms$,重复精度 $\pm 1.0mm$,环境温度 $-30\sim+85^{\circ}C$ 。

[0065] 数据采集卡15选用市场常规高速采集卡,采样频率不低于1kHz,采样点数不低于5120。

[0066] 计算机16选用市场常规计算机,系统要求不低于windows Xp,内存2GB。

[0067] 实施例

[0068] 对于本实验室研究的这种特定的除尘器1气液混合状态的识别装置而言,其实施办法如下:

[0069] 首先,对各工况模式下的功率谱进行分析(如上面的第一步所述)

[0070] 其次,基于功率谱密度图分析,提取各模式下的特征向量,

[0071] 第一,将能量主要集中的频率域划分为三个频率段(即上述n的值为3),然后,分别提取各模式下功率谱密度图中第一频段(0-10HZ频率段)最大峰值,第二频段(10-20HZ频率段)最大峰值,第三频段(20-32HZ频段)最大峰值,然后,整理出各模式下的各频段峰值范围,如下表3:

[0072] 表3

[0073]

	第一频段功率谱密度峰值范围	第二频段功率谱密度峰值范围	第三频段功率谱密度峰值范围
微弱波动模式	[0,453123]	[0,34060.8]	[0,20020]
静液位差模式	[303902,1.40582E+6]	[36427.4,272551]	[21550.3,117311]
共振水击模式	[797711,8.0265E+6]	[27075.5,1.50664E+6]	[14028.7,710372]
剪切液幕模式	[263470,1.38513E+7]	[111136,3.60139E+6]	[64348.7,969185]
卷吸气泡模式	[3.97375E+6,6.40321E+6]	[1.55722E+6,3.1005E+6]	[1.51851E+6,2.53083E+7]

[0074] 第二,计算出全部情况下第二频段,第三频段相对于第一频段的值(即第二频段,第三频段占第一频段的百分数),并整理出各模式下的相对峰值范围,如下表4:

[0075] 表4

	第二频段相对于第一频段的峰值	第三频段相对于第一频段的峰值
	范围	范围
微弱波动模式	[0.01722,0.1189]	[0.02668,0.17629]
静液位差模式	[0.1189,0.19387]	[0.07091,0.08514]
共振水击模式	[0.0132,0.55533]	[0.00717,0.21052]
剪切液幕模式	[0.09337,1.50441]	[0.06502,1.1591]
卷吸气泡模式	[0.31735,0.76918]	[0.26681,4.45165]

[0078] 研究发现,基于以上两个特征向量范围,微弱波动模式、卷吸气泡模式与其他三种模式具有较高的区分度,能很好地将它们分别识别出来。然后,由原始信号,测出其阻力大小,根据除尘器1阻力特性,检测其阻力值是否大于某一特定的规定值,再结合节流口处除尘腔5对侧的液位,通过液位传感器13检测是否在静液位差模式下的特定液位范围[16.5,18]

(即上述 y_1, y_2 的值分别为16.5, 18)内,若是,则除尘器1内部流动形态为静液位差模式;若不是,则为剪切液幕模式或者共振水击模式。而后,检测低频频段峰值所对应的频率是否在 $[0, 0.3]$ (即上述 n_1, n_2 的值分别为0, 0.3)范围内(发生时共振低频频率波动范围),同时检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[10, 15]$ (即上述 n_3, n_4 的值分别为10, 15)范围内(发生共振时的中频波动范围),若同时满足这两个条件则为共振水击模式,否则,检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[15, 20]$ (即上述 q_5, q_6 的值分别为15, 20)范围内(发生剪切时的中频波动范围),若在,则为剪切液幕模式;或者,检测低频频段峰值所对应的频率是否在 $[6.4, 7.4]$ (即上述 q_1, q_2 的值分别为6.4, 7.4)范围内(发生小剪切时低频频率波动范围),同时检测中频频段内的峰值所对应的频率是否在 $[10, 12.6]$ (即上述 q_3, q_4 的值分别为10, 12.6)范围内(发生小剪切时的中频波动范围),若同时满足这两个条件则也为剪切液幕模式,若不满足,则为其他模式。

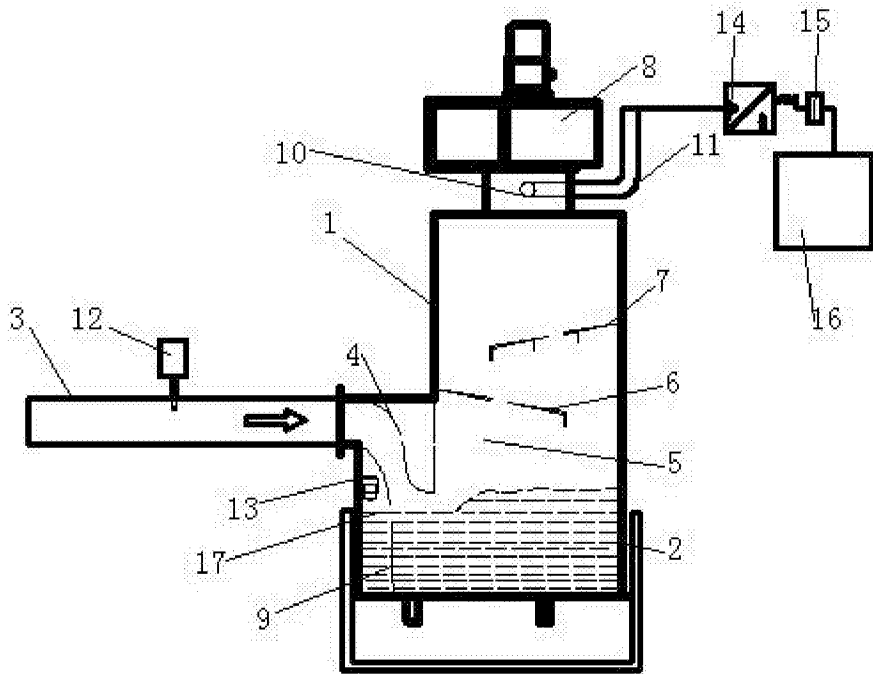


图1

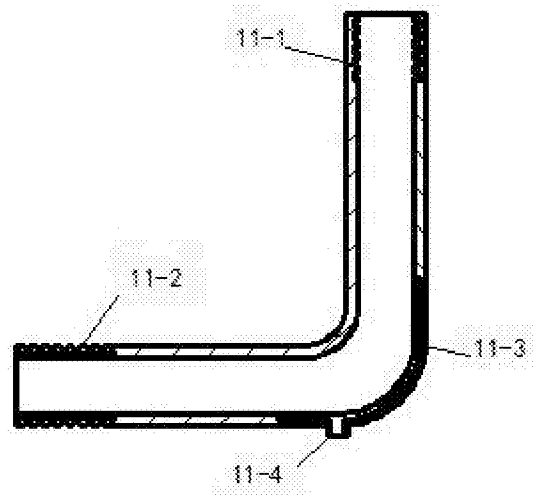


图2

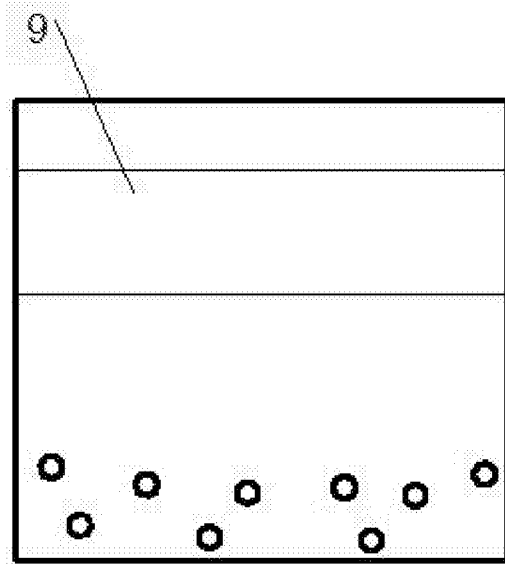


图3

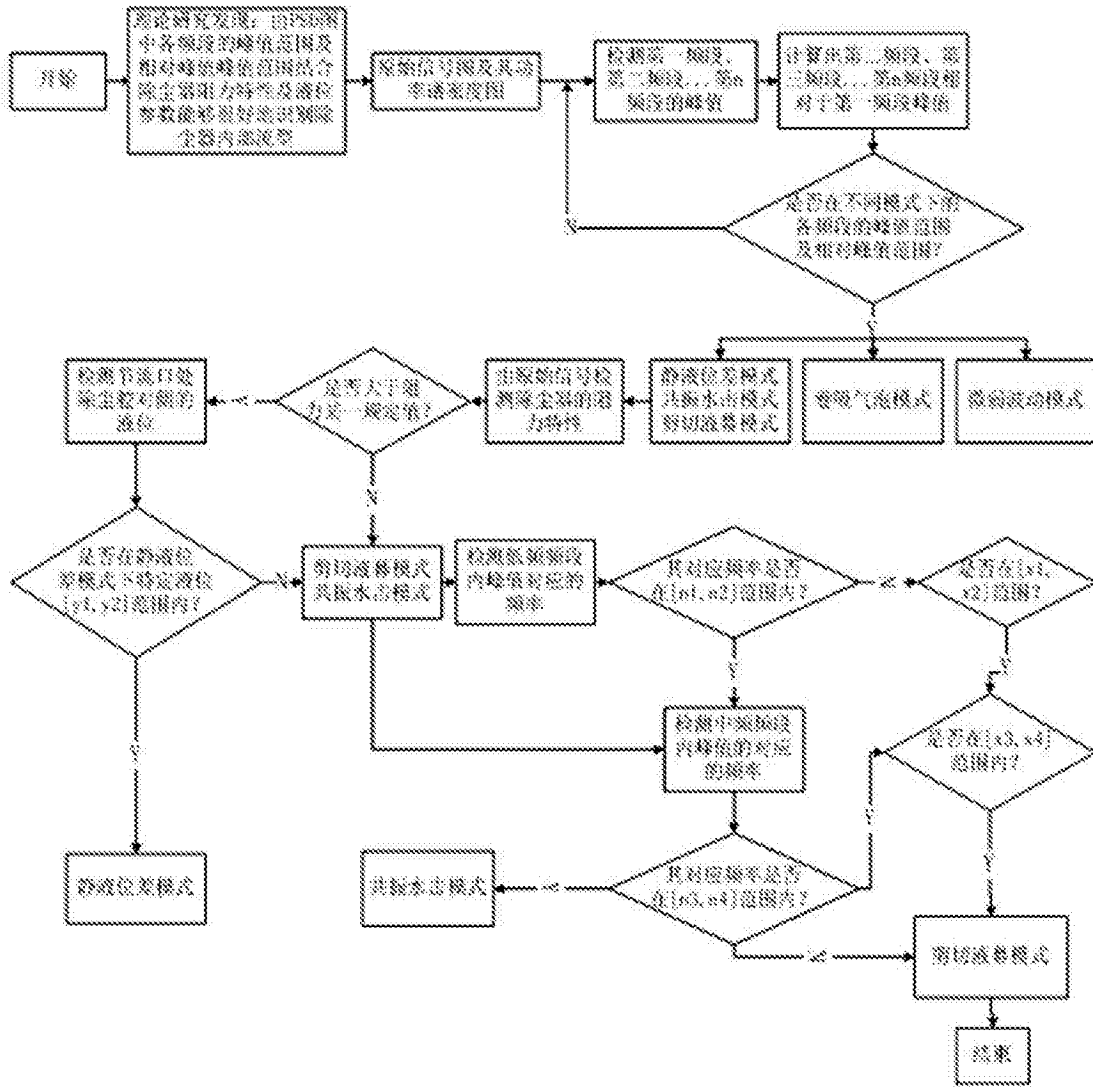


图4

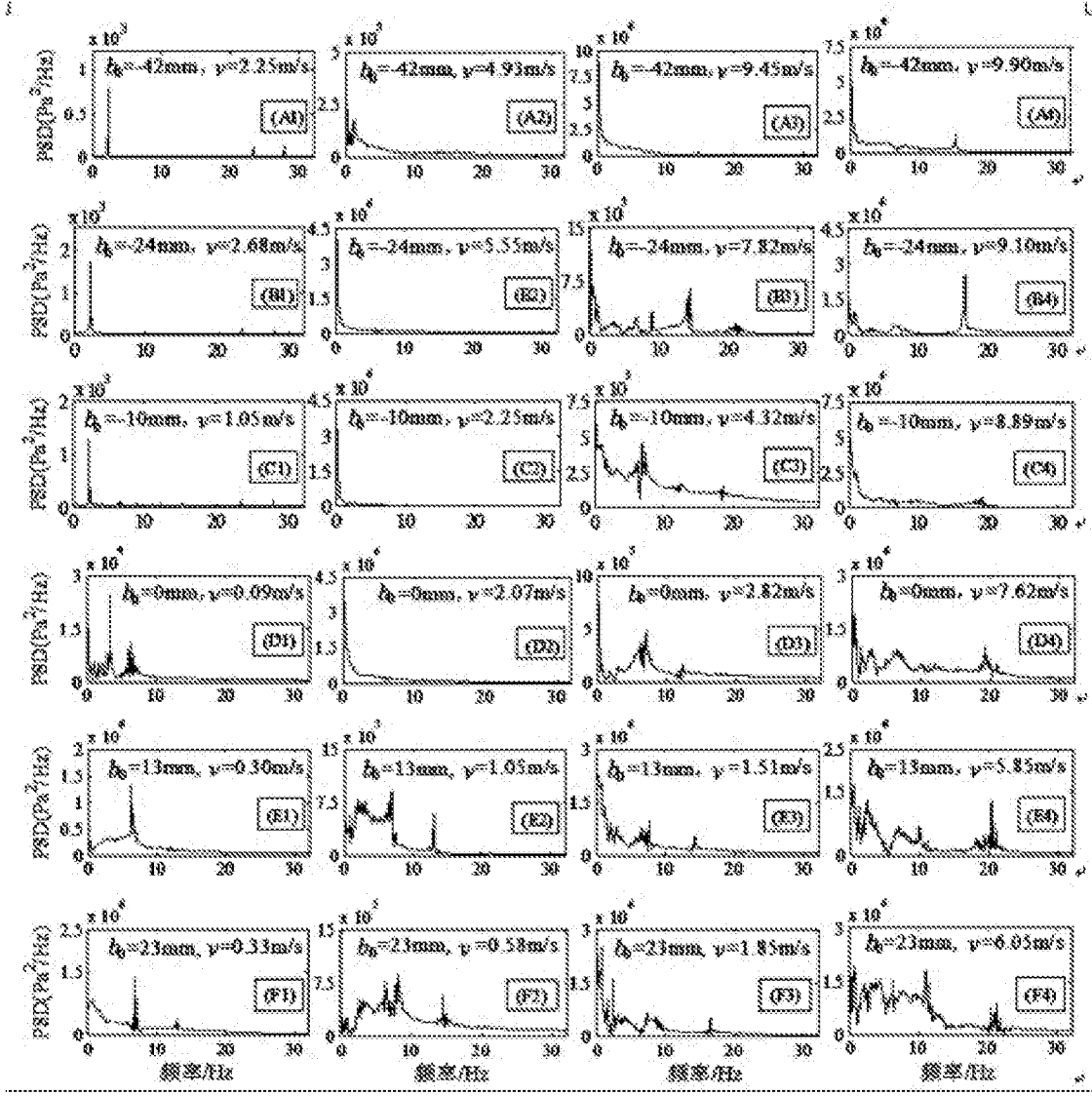


图5